

Encyclopédie de l'électrode de tungstène de cérium

中钨智造科技有限公司
GROUPE CTIA LTD

GROUPE CTIA LTD

Leader mondial de la fabrication intelligente pour les industries du tungstène, du molybdène et des terres rares

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

PRÉSENTATION DE CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, une filiale en propriété exclusive dotée d'une personnalité juridique indépendante établie par CHINATUNGSTEN ONLINE, se consacre à la promotion de la conception et de la fabrication intelligentes, intégrées et flexibles de matériaux en tungstène et en molybdène à l'ère de l'Internet industriel. CHINATUNGSTEN ONLINE, fondée en 1997 avec www.chinatungsten.com comme point de départ – le premier site Web de produits en bois de premier plan en Chine – est la société de commerce électronique pionnière du pays axée sur les industries du bois, du molybdène et des terres rares. S'appuyant sur près de trois décennies d'expérience approfondie dans les domaines du tungstène et du molybdène, CTIA GROUP hérite des capacités exceptionnelles de conception et de fabrication, des services supérieurs et de la réputation commerciale mondiale de sa société mère, devenant ainsi un fournisseur de solutions d'application complètes dans les domaines des produits chimiques à base de tungstène, des métaux de tungstène, des carburateurs cimentés, des alliages à haute densité, du molybdène et des alliages de molybdène.

Au cours des 30 dernières années, CHINATUNGSTEN ONLINE a créé plus de 200 sites Web professionnels multilingues sur le tungstène et le molybdène couvrant plus de 20 langues, avec plus d'un million de pages d'actualités, de prix et d'analyses de marché lié au tungstène, au molybdène et aux terres rares. 2013, son compte officiel WeChat « CHINATUNGSTEN ONLINE » a publié plus de 40 000 informations, desservant près de 100 000 abonnés et fournissant quotidiennement des informations gratuites à des centaines de milliers de professionnels de l'industrie dans le monde entier. Avec des milliards de visites cumulées sur son site Web et son compte officiel, elle est devenue un centre d'information mondial reconnu et faisant autorité pour les industries du tungstène, du molybdène et des terres rares, fournissant des informations multilingues 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, les performances des produits, les prix du marché et les tendances du marché.

S'appuyant sur la technologie et l'expérience de CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP se concentre sur la satisfaction des besoins personnalisés des clients. À l'aide de la technologie de l'IA, elle conçoit et produit en collaboration des produits en tungstène et en molybdène avec des compositions chimiques et des propriétés physiques spécifiques (telles que la taille des particules, la densité, les résistances, la résistance, les dimensions et les tolérances) avec ses clients. Elle offre des services intégrés complets allant de l'ouverture du moule, de la production d'essai, à la finition, à l'emballage et à la logistique. Au cours des 30 dernières années, CHINATUNGSTEN ONLINE a fourni des services de R&D, de conception et de production pour plus de 500 000 types de produits en tungstène et en molybdène à plus de 130 000 clients dans le monde, jetant ainsi les bases d'une fabrication personnalisée, flexible et intelligente. S'appuyant sur cette base, CTIA GROUP approfondit encore la fabrication intelligente et l'innovation intégrée des matériaux en tungstène et en molybdène à l'ère de l'Internet industriel.

Le Dr Hanns et son équipe de CTIA GROUP, sur la base de leurs plus de 30 ans d'expérience dans l'industrie, ont également réalisé et publié des analyses de connaissances, de technologies, de prix du tungstène et de tendances du marché lié au tungstène, au molybdène et aux terres rares, les partageant librement avec l'industrie du tungstène. Le Dr Han, avec plus de 30 ans d'expérience depuis les années 1990 dans le commerce électronique et le commerce international de produits en tungstène et en molybdène, ainsi que dans la conception et la fabrication de carburateurs cimentés et d'alliages à haute densité, est un expert réputé dans les produits de tungstène et de molybdène, tant au niveau national qu'international. Adhérant au principe de fournir des informations professionnelles et de haute qualité à l'industrie, l'équipe de CTIA GROUP rédige en permanence des documents de recherche technique, des articles et des rapports sur l'industrie en fonction des pratiques de production et des besoins des clients du marché, ce qui lui vaut de nombreux éloges dans l'industrie. Ces réalisations constituent un soutien solide à l'innovation technologique, à la promotion des produits et aux échanges industriels de CTIA GROUP, ce qui lui permet de devenir un chef de fichier mondial dans la fabrication de produits en tungstène et en molybdène et les services d'information.



CTIA GROUP LTD

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Répertoire

Chapitre 1 : Présentation des électrodes de tungstène de cérium

- 1.1 Définition et histoire de l'électrode de tungstène de cérium
 - 1.1.1 Composition chimique et concept de base de l'électrode de cérium et de tungstène
 - 1.1.2 Découverte et mise au point d'électrodes de tungstène de cérium
 - 1.1.3 Contexte de l'électrode de tungstène de cérium remplaçant l'électrode de tungstène de thorium
- 1.2 La position de l'électrode de cérium et de tungstène dans l'industrie du soudage
 - 1.2.1 Comparaison de l'électrode de tungstène de cérium avec d'autres électrodes de tungstène
 - 1.2.2 Aperçu du marché mondial et tendances de développement

Chapitre 2 : Classification des électrodes de tungstène de cérium

- 2.1 Classification en fonction de la teneur en oxyde de cérium
 - 2.1.1 Caractéristiques et applications de l'électrode d'oxyde de cérium à 2 % (WC20)
 - 2.1.2 Mise au point et application d'autres électrodes à contenu non standard
- 2.2 Classification par type de courant
 - 2.2.1 Électrode de tungstène de cérium pour le soudage DC (DCEN/DCEP)
 - 2.2.2 Électrode de tungstène de cérium pour le soudage AC
 - 2.2.3 Analyse du rendement des électrodes à double usage CA et CC
- 2.3 Classification selon la forme et la taille
 - 2.3.1 Électrode enrobée (spécifications de longueur et de diamètre standard)
 - 2.3.2 Électrode à aiguille (pour le soudage de précision)
 - 2.3.3 Électrodes de forme personnalisée (à des fins spéciales)
- 2.4 Classification par domaine d'application
 - 2.4.1 Électrode de soudage à usage général
 - 2.4.2 Électrodes de soudage de précision (microélectronique, dispositifs médicaux, etc.)
 - 2.4.3 Électrodes de soudage à haute température et à charge élevée
- 2.5 Normes de classification et d'identification
 - 2.5.1 Classification et échelles de couleurs dans les normes internationales (ISO 6848, AWS A5.12)
 - 2.5.2 Classification et identification dans les normes nationales (GB/T 4192)
 - 2.5.3 Spécifications relatives à l'emballage et à l'étiquetage des électrodes

Chapitre 3 : Caractéristiques des électrodes de tungstène de cérium

- 3.1 Caractéristiques physiques des électrodes de tungstène de cérium
 - 3.1.1 Points de fusion et d'ébullition des électrodes de tungstène de cérium
 - 3.1.2 Densité et duretés des électrodes de cérium et de tungstène
 - 3.1.3 Coefficient de dilatation thermique et conductivité thermique des électrodes de tungstène de cérium
- 3.2 Propriétés chimiques des électrodes de cérium et de tungstène
 - 3.2.1 Stabilité chimique de l'oxyde de cérium
 - 3.2.2 Résistance à la corrosion des électrodes de tungstène de cérium
 - 3.2.3 Comportement chimique des électrodes de cérium-tungstène dans des environnements à haute température

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

- 3.3 Caractéristiques électriques des électrodes de tungstène de cérium
 - 3.3.1 Échappement d'électrons de l'électrode de cérium et de tungstène
 - 3.3.2 Performances d'amorçage de l'arc et stabilité dimensionnelle de l'arc des électrodes cérium-tungstène
 - 3.3.3 Capacité de transport de courant de l'électrode de tungstène de cérium
- 3.4 Propriétés mécaniques des électrodes de cérium et de tungstène
 - 3.4.1 Ductilité et fragilité des électrodes de cérium-tungstène
 - 3.4.2 Performance anti-usure des électrodes de cérium-tungstène
 - 3.4.3 Taux de combustion de l'électrode de tungstène de cérium
- 3.5 Caractéristiques environnementales et de sécurité des électrodes de tungstène de cérium
 - 3.5.1 Avantage non radioactif des électrodes de cérium-tungstène
 - 3.5.2 Respect de l'environnement des électrodes de tungstène de cérium
 - 3.5.3 Évaluation de la santé et de l'innocuité des électrodes de cérium-tungstène
- 3.6 CTIA GROUP LTD Électrode de tungstène en cérium Fiche signalétique

Chapitre 4 : Processus et technologie de préparation et de production de l'électrode de tungstène de cérium

- 4.1 Sélection des matières premières et prétraitement de l'électrode de cérium et de tungstène
 - 4.1.1 Exigences en matière de pureté et de taille des particules de la poudre de tungstène
 - 4.1.2 Contrôle de la source et de la qualité de l'oxyde de cérium
 - 4.1.3 Sélection d'autres additifs
- 4.2 Procédé de métallurgie des poudres de l'électrode de tungstène de cérium
 - 4.2.1 Processus de mélange et de dopage
 - 4.2.2 Technologie de moulage par pressage
 - 4.2.3 Procédé de frittage (frittage à haute température et contrôle de l'atmosphère)
- 4.3 Technologie de traitement ultérieur de l'électrode de tungstène de cérium
 - 4.3.1 Processus de calandrage et d'étirage
 - 4.3.2 Meulage, polissage et traitement de surface
 - 4.3.3 Coupe et façonnage
- 4.4 Contrôle de la qualité et optimisation du processus des électrodes de tungstène de cérium
 - 4.4.1 Contrôle de l'uniformité de la composition
 - 4.4.2 Analyse de la microstructure (MEB, DRX, etc.)
 - 4.4.3 Optimisation des paramètres du procédé
- 4.5 Technologie de production avancée de l'électrode de tungstène de cérium
 - 4.5.1 Technologie de nanodopage
 - 4.5.2 Technologie de frittage de plasma
 - 4.5.3 Production intelligente et automatisation

Chapitre 5 : Utilisations des électrodes de tungstène de cérium

- 5.1 Applications de soudage des électrodes de cérium et de tungstène
 - 5.1.1 Soudage TIG
 - 5.1.2 Soudage à l'arc plasma
 - 5.1.3 Soudage CC à faible courant (tuyaux, composants de précision, etc.)

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

5.2 Applications sans soudage des électrodes de cérium et de tungstène

5.2.1 Découpe au plasma

5.2.2 Soudure et revêtement

5.2.3 Autres applications de décharge à haute température

5.3 Industries d'application des électrodes de tungstène de cérium

5.3.1 Aérospatiale

5.3.2 Fabrication automobile

5.3.3 Énergie et produits chimiques

5.3.4 Fabrication d'instruments médicaux

5.4 Cas d'application spécial des électrodes de tungstène de cérium

5.4.1 Soudage de l'acier inoxydable et des alliages de titane

5.4.2 Soudure de composants microélectroniques

5.4.3 Soudage du faisceau de câbles à haute tension

Chapitre 6 : Équipement de production d'électrodes de tungstène de cérium

6.1 Équipement de traitement des matières premières pour les électrodes de tungstène de cérium

6.1.1 Équipement de broyage et de criblage de poudre de tungstène

6.1.2 Équipement de purification de l'oxyde de cérium

6.2 Équipement de métallurgie des poudres pour électrodes de cérium et de tungstène

6.2.1 Machine de mélange et équipement de dopage

6.2.2 Presse hydraulique et équipement de pressage isostatique

6.2.3 Four de frittage à haute température (four sous vide/atmosphère)

6.3 Équipement de traitement des électrodes de tungstène de cérium

6.3.1 Calandre et machine à dessiner

6.3.2 Meuleuses et polisseuses de précision

6.3.3 Équipement de coupe et de façonnage

6.4 Équipement d'essai et de contrôle de la qualité des électrodes de tungstène de cérium

6.4.1 Analyseurs de composition (ICP-MS, XRF, etc.)

6.4.2 Équipement de détection de microstructure (MEB, MET)

6.4.3 Équipement d'essai de performance (appareil d'essai de performance d'amorçage d'arc)

6.5 Automatisation et équipement intelligent pour les électrodes de tungstène de cérium

6.5.1 Robots industriels et lignes de production automatisées

6.5.2 Système de surveillance et d'acquisition de données en ligne

Chapitre 7 : Normes nationales et étrangères pour les électrodes de cérium et de tungstène

7.1 Norme internationale pour l'électrode de tungstène de cérium

7.1.1 ISO 6848 : Classification et exigences pour les électrodes en tungstène

7.1.2 AWS A5.12 : Spécifications de l'électrode de tungstène

7.1.3 EN 26848 : Norme européenne pour les électrodes en tungstène

7.2 Normes nationales pour les électrodes de cérium et de tungstène

7.2.1 GB/T 4192 : Conditions techniques pour les électrodes en tungstène

7.2.2 JB/T 12706 : Norme pour les électrodes en tungstène pour le soudage

7.2.3 Autres normes pertinentes de l'industrie

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

- 7.3 Comparaison et interprétation des électrodes de tungstène de cérium
 - 7.3.1 Similitudes et différences entre les normes canadiennes et étrangères
 - 7.3.2 L'importance directrice de la norme pour la production et l'application
- 7.4 Mise à jour de la norme et tendance de développement de l'électrode de tungstène de cérium
 - 7.4.1 Incidence des technologies émergentes sur les normes
 - 7.4.2 Modifications suggérées aux exigences en matière de protection de l'environnement et de sécurité

Chapitre 8 : Détection des électrodes de tungstène de cérium

- 8.1 Détection de la composition chimique des électrodes de tungstène de cérium
 - 8.1.1 Analyse de la teneur en oxyde de cérium
 - 8.1.2 Détection des éléments d'impuretés
 - 8.1.3 Évaluation de l'uniformité
- 8.2 Propriétés physiques des électrodes de tungstène de cérium
 - 8.2.1 Essai de densité et de dureté
 - 8.2.2 Exactitude dimensionnelle et inspection de la qualité de surface
 - 8.2.3 Essai de performance thermique
- 8.3 Détection des propriétés électriques de l'électrode de cérium et de tungstène
 - 8.3.1 Mesure de la puissance d'échappement d'électrons
 - 8.3.2 Essai d'amorçage d'arc et essai de performance dimensionnelle de l'arc
 - 8.3.3 Test du taux d'épuisement professionnel
- 8.4 Détection de la microstructure de l'électrode de tungstène de cérium
 - 8.4.1 Analyse de la taille et de la distribution des grains
 - 8.4.2 Vérifier l'uniformité de la distribution de l'oxyde
 - 8.4.3 Détection des défauts (fissures, pores, etc.)
- 8.5 Essais environnementaux et de sécurité des électrodes de cérium et de tungstène
 - 8.5.1 Détection de la radioactivité
 - 8.5.2 Évaluation des impacts environnementaux
 - 8.5.3 Essais de santé et de sécurité au travail
- 8.6 Équipement et technologie d'essai des électrodes de tungstène de cérium
 - 8.6.1 Introduction aux instruments d'essai courants
 - 8.6.2 Technologies de détection émergentes (détection assistée par l'IA, etc.)

Chapitre 9 : Problèmes courants et solutions pour les utilisateurs d'électrodes de tungstène de cérium

- 9.1 Causes possibles de l'instabilité de l'arc des électrodes de tungstène de cérium
 - 9.1.1 Forme incorrecte de la pointe de l'électrode
 - 9.1.2 Les paramètres actuels ne correspondant pas
 - 9.1.3 Problèmes d'écoulement ou de pureté des gaz de protection
 - 9.1.4 Contamination ou oxydation des électrodes
- 9.2 Que dois-je faire si l'extrémité de l'électrode de tungstène en cérium brûle trop rapidement ?
 - 9.2.1 Vérifier le type de courant et la polarité
 - 9.2.2 Optimiser l'angle de meulage de la pointe

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

- 9.2.3 Régler le type et le débit du gaz de protection
- 9.2.4 Utiliser des électrodes à teneur en cérium plus élevée
- 9.3 Comment choisir la bonne teneur en cérium ?
 - 9.3.1 Sélection en fonction du matériau de soudage (acier inoxydable, aluminium, etc.)
 - 9.3.2 Sélectionner en fonction du type de courant et de l'intensité
 - 9.3.3 Tenir compte de l'environnement de soudage et de la compatibilité de l'équipement
 - 9.3.4 Équilibre entre le coût et le rendement
- 9.4 Contre-mesures pour la difficulté d'amorçage d'électrodes de cérium et de tungstène
 - 9.4.1 Vérifier la propreté de la surface de l'électrode
 - 9.4.2 Optimisation de la géométrie de la pointe
 - 9.4.3 Réglage des paramètres de l'équipement de soudage (démarrage à l'arc à haute fréquence, etc.)
 - 9.4.4 Remplacez l'électrode ou vérifiez la stabilité de l'alimentation électrique
- 9.5 Analyse du problème de l'utilisation mixte du bois de cérium et du bois de lanthane
 - 9.5.1 Effets du mixage sur le rendement
 - 9.5.2 Problèmes d'instabilité de l'arc pouvant être causés par le mélange
 - 9.5.3 Identification et suggestions de gestion lors du mélange
 - 9.5.4 Sélection d'électrodes recommandées et solutions de rechange

Chapitre 10 : Tendances de développement futur de l'électrode de tungstène de cérium

- 10.1 Innovation technologique des électrodes de tungstène de cérium
 - 10.1.1 Nouveaux matériaux et procédés dopés
 - 10.1.2 Fabrication intelligente et écologique
 - 10.1.3 Recherche et développement d'électrodes à haute performance
- 10.2 Expansion de l'application des électrodes de tungstène de cérium
 - 10.2.1 Demande des industries émergentes (nouvelles énergies, semi-conducteurs et autres)
 - 10.2.2 Microsoudure et technologie de soudage ultra-précision
- 10.3 Marché et politique des électrodes de tungstène de cérium
 - 10.3.1 Prévisions de la demande du marché mondial
 - 10.3.2 L'impact des politiques de protection de l'environnement sur l'industrie
 - 10.3.3 Tendances du commerce international et de la chaîne d'approvisionnement

Annexe

- A. Glossaire
- B. Références

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 1 : Vue d'ensemble des électrodes de tungstène de cérium

1.1 Définition et histoire de l'électrode de tungstène de cérium

1.1.1 Composition chimique et concept de base de l'électrode cérium-tungstène

L'électrode de tungstène de cérium est un matériau d'électrode spécialement utilisé dans le soudage sous protection gazeuse inerte au tungstène (soudage TIG) et d'autres procédés de soudage similaires, et son composant principal est une petite quantité d'oxyde de cérium (CeO_2) dopée dans une matrice de tungstène (W). En tant que métal de transition avec un point de fusion élevé (3422°C) et une densité élevée ($19,25 \text{ g/cm}^3$), le tungstène est un choix idéal pour les matériaux d'électrode en raison de son excellente résistance aux hautes températures et de sa conductivité. Cependant, les électrodes en tungstène pur présentent des problèmes tels que la difficulté à former des arcs, une stabilité insuffisante de la colonne d'arc et un taux de combustion élevé pendant le soudage. Pour améliorer ces propriétés, les scientifiques optimisent le travail d'échappement des électrons en ajoutant des oxydes de terres rares à la matrice de tungstène, améliorant ainsi les performances de soudage. Les électrodes cérium-tungstène contiennent généralement 2 % ~ 4 % d'oxyde de cérium, ce qui s'est avéré optimal dans les applications pratiques, améliorant considérablement les performances d'initiation de l'arc, la stabilité de la colonne et la durabilité de l'électrode.

En tant qu'oxyde de terres rares, l'oxyde de cérium a un faible travail d'échappement d'électrons (environ 2,5 eV, contre 4,5 eV pour le tungstène pur), ce qui signifie que les électrons sont plus susceptibles de s'échapper de la surface de l'électrode, ce qui réduit la tension requise pour l'arc électrique et améliore la stabilité de l'arc. En termes de composition chimique, le rapport typique des électrodes de cérium et de tungstène est de 96 % 98 %, l'oxyde de cérium représente 2 % et 4 % et peut contenir des traces d'autres impuretés (telles que le fer, le silicium, etc.), qui sont généralement contrôlées à des niveaux extrêmement faibles par des processus de production de haute pureté pour assurer la stabilité des performances des électrodes. Le processus de fabrication des électrodes en cérium et en tungstène utilise généralement la technologie de la métallurgie des poudres, où la poudre d'oxyde de cérium est mélangée à de la poudre de tungstène pour former des tiges d'électrode d'un diamètre allant de 0,25 mm à 6,4 mm et d'une longueur de 75 mm à 600 mm par pressage, frittage et traitement sous pression. Les spécifications courantes incluent des diamètres de 1,0 mm, 1,6 mm, 2,4 mm et 3,2 mm, qui peuvent répondre aux besoins de différents scénarios de soudage.

Les propriétés physiques des électrodes cérium-tungstène méritent également une attention particulière. Sa densité est proche de celle du tungstène pur, environ $19,2 \text{ g/cm}^3$, et la surface est généralement blanc grisâtre ou métallique. En raison de l'ajout d'oxyde de cérium, l'électrode présente une meilleure résistance à l'épuisement à haute température, en particulier dans le soudage CC à faible courant, ce qui peut maintenir la stabilité de la pointe de l'électrode et réduire les pertes d'électrode causées par l'ablation à haute température. De plus, les électrodes en cérium et tungstène ne contiennent pas de matériaux radioactifs, ce qui en fait un matériau d'électrode vert et respectueux de l'environnement, largement utilisé dans des scénarios industriels avec des exigences élevées en matière de santé et d'environnement.

D'un point de vue microscopique, la distribution de l'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

a un impact important sur les performances de l'électrode. Les particules d'oxyde de cérium sont généralement réparties à la limite des grains de tungstène en microns, ce qui peut réduire efficacement la température de recristallisation du bois, améliorant ainsi la résistance au fluage et la résistance mécanique de l'électrode. Pendant le processus de soudage, les particules d'oxyde de cérium peuvent également favoriser l'émission thermoïonique, améliorant encore la stabilité de l'arc. Par rapport à d'autres électrodes dopées (telles que les électrodes au thorium-tungstène), les électrodes en cérium-tungstène ont des propriétés exceptionnelles d'amorçage d'arc dans des conditions de faible courant, ce qui en fait le matériau privilégié pour le soudage de tuyaux ferroviaires et le soudage de composants délicats.

Le concept de base des électrodes en cérium-tungstène comprend également leur aptitude à différentes conditions de soudage. Dans le soudage direct à courant continu (DCSP), les électrodes cérium-tungstène permettent un arc stable à des courants plus faibles, ce qui les rend adaptés au soudage de matériaux tels que l'acier au carbone, l'acier inoxydable et les alliages de titane. Dans le soudage à courant alternatif (CA), bien que ses performances soient légèrement inférieures à celles des électrodes en tungstène thorium, de bons résultats de soudage peuvent toujours être obtenus en optimisant les paramètres de soudage tels que la taille du courant et la forme de la pointe de l'électrode. La géométrie de la pointe de l'électrode a également un impact significatif sur les performances de soudage. Dans le soudage DC, la pointe de l'électrode doit généralement être rectifiée à un angle de cône de $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ pour concentrer l'énergie de l'arc ; Dans le soudage AC, la pointe de l'électrode formera naturellement une forme hémisphérique, ce qui aide à disperser l'arc et convient au soudage de métaux légers tels que l'aluminium et le magnésium.

1.1.2 Découverte et développement d'électrodes de tungstène de cérium

La découverte et le développement des électrodes cérium-tungstène sont étroitement liés à l'évolution des électrodes de tungstène dans l'industrie du soudage. La recherche sur les électrodes en tungstène a commencé au début du 20^e siècle, lorsque la technologie de soudage TIG a progressivement émergé, et le tungstène a été choisi comme matériau d'électrode en raison de son point de fusion élevé et de sa résistance aux températures élevées. Cependant, les électrodes en tungstène pur présentent des problèmes d'initiation et d'instabilité de l'arc dans des applications pratiques, ce qui a incité les chercheurs à explorer l'amélioration de leurs performances en dotant les oxydes de terres rares. Les premières électrodes en tungstène étaient principalement des électrodes en tungstène thorium, qui ont été largement utilisées des années 50 aux années 80 du 20^e siècle en raison de leurs excellentes propriétés de soudage. Cependant, le thorium (Th) est un élément radioactif, et son oxyde de thorium (ThO_2) émet des quantités infimes de rayonnement (la dose de rayonnement est d'environ $3,60 \times 10^5$ Curie/kg) lors de la fabrication et de l'utilisation des électrodes, ce qui constitue une menace potentielle pour la santé humaine et l'environnement. Ce problème a favorisé la recherche et le développement de matériaux d'électrodes non radioactifs, et c'est dans ce contexte que des électrodes en cérium-tungstène ont émergé.

La recherche et le développement d'électrodes en cérium et en tungstène ont commencé dans les années 80 du 20^e siècle et ont été proposés à l'origine par des institutions de recherche sur les matériaux de soudage en Europe et aux États-Unis. Les chercheurs ont découvert que l'oxyde de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

cérium, en tant qu'oxyde de terres rares non radioactif, peut réduire considérablement le travail d'échappement des électrons des électrodes de tungstène, améliorant ainsi les performances de l'arc électrique. Au milieu des années 1980, le premier lot d'électrodes de tungstène de cérium contenant 2 % ~ 4 % d'oxyde de cérium a commencé à entrer sur le marché et a été principalement utilisé dans les expériences de soudage à courant continu à ses débuts. Par rapport aux électrodes en tungstène thorium, les électrodes en tungstène en cérium ont de meilleures performances d'arc dans des conditions de faible courant et sans risque de rayonnement, ce qui a rapidement attiré l'attention de l'industrie du soudage.

Dans les années 1990, avec l'application généralisée du soudage TIG et de la technologie de soudage à l'arc plasma, le développement de l'électrode de cérium et de tungstène est entré dans une phase de développement rapide. L'amélioration du processus de production a rendu la distribution de l'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène plus uniforme et la stabilité des performances de l'électrode ont été considérablement améliorées. Par exemple, en optimisant le processus de métallurgie des poudres, les fabricants peuvent contrôler avec précision la teneur en oxyde de cérium et la taille des particules, améliorant ainsi la durabilité et la qualité de soudure des électrodes. De plus, les électrodes en cérium-tungstène sont relativement peu coûteuses à produire, ce qui leur donne un avantage compétitif en termes d'économie. À la fin des années 1990, les électrodes en cérium et en tungstène ont commencé à remplacer les électrodes en thorium-tungstène, en particulier dans les régions où les exigences en matière de protection de l'environnement et de sécurité sont élevées, comme l'Europe et l'Amérique du Nord.

Au 21^e siècle, le champ d'application des électrodes en cérium et tungstène a été encore élargi. En tant que pays possédant les ressources en bois les plus riches au monde (représentant plus de 60 % des réserves mondiales de bois), la Chine a joué un rôle important dans la recherche, le développement et la production d'électrodes de bois en cérium. Au début des années 2000, l'Association chinoise de l'industrie du tungstène et les entreprises associées ont imposé la norme nationale « Électrodes de tungstène pour le soudage à l'arc et le soudage et le coupage au plasma » (GB/T 31908-2015), qui a normalisé la production et le contrôle de la qualité des électrodes de tungstène en cérium. Depuis 2005, la production d'électrodes de tungstène de cérium en Chine a considérablement augmenté, atteignant 1 200 tonnes en 2009, représentant environ 75 % de la production mondiale d'électrodes de cérium. Au cours de cette période, les électrodes en cérium et tungstène ont commencé à être largement utilisées dans le soudage de pipelines ferroviaires, la fabrication de composants aérospatiaux et le soudage d'instruments de précision.

Ces dernières années, avec le concept de fabrication verte et de développement durable, les électrodes en cérium et tungstène ont encore renforcé leur position sur le marché en raison de leur absence de rayonnement et de leur faible impact environnemental. Les principaux fabricants d'équipements de soudage du monde entier ont commencé à recommander les électrodes en cérium et en tungstène comme alternative aux électrodes au thorium-tungstène. Dans le même temps, l'introduction de nouvelles technologies de fabrication (telles que le dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique) a encore amélioré les performances des électrodes de cérium et de tungstène, ce qui les rend plus largement utilisés dans le soudage de haute précision et les équipements de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

soudage automatisés.

1.1.3 Contexte de l'électrode de tungstène de cérium remplaçant l'électrode de tungstène de thorium

En tant que matériau d'électrode principal dans l'industrie du soudage au 20^e siècle, l'électrode de tungstène au thorium a été largement utilisée en raison de ses excellentes performances de soudage. L'électrode de tungstène au thorium réduit considérablement le travail d'échappement d'électrons (environ 2,7 eV) en dotant la matrice de tungstène avec de l'oxyde de thorium (ThO₂) à 2 % ~ 3 %, ce qui lui permet de bien fonctionner dans le soudage DC et AC. Cependant, la radioactivité du thorium est progressivement devenue un obstacle majeur à son application. L'oxyde de thorium émet des traces de rayonnement pendant le meulage des électrodes, le soudage et l'élimination, et malgré la faible dose α de rayonnement (environ $3,60 \times 10$ Curie/kg), une exposition à long terme peut présenter des risques pour la santé des soudeurs, tels qu'un risque accumulé de cancer. De plus, l'élimination des déchets d'électrodes de tungstène au thorium nécessite des mesures spéciales (telles que l'enfouissement profond ou le stockage hermétique), une augmentation des coûts d'utilisation et des charges environnementales.

Dans les années 1970, la communauté internationale réglemente de plus en plus strictement les matières radioactives. Par exemple, la Commission internationale de protection contre les radiations (CIPR) a émis des recommandations restrictives sur l'exposition professionnelle aux rayonnements, ce qui a poussé l'industrie du soudage à trouver des alternatives non radioactives. Les électrodes en cérium-tungstène sont l'une des alternatives les plus souhaitables en raison de leurs propriétés sans rayonnement, de leurs excellentes propriétés d'arc et de leur faible taux de rodage. Par rapport aux électrodes en tungstène au thorium, les électrodes en tungstène en cérium ont une tension de démarrage d'arc plus faible et une densité de courant plus élevée dans le soudage direct CC, particulièrement adaptée aux scénarios de soudage à faible courant. De plus, le processus de production de l'électrode de cérium en tungstène est relativement simple et le coût est inférieur, ce qui accélère encore sa promotion.

Le processus de remplacement des électrodes en thorium et en tungstène ne se fait pas du jour au lendemain. Dans les années 1990, les électrodes en tungstène thorium étaient encore privilégiées par de nombreux soudeurs et entreprises traditionnelles en raison de leur stabilité et de leur facilité d'utilisation à des courants de charge élevés. En particulier dans les pays en développement, l'utilisation d'électrodes de tungstène au thorium est élevée en raison d'une compréhension insuffisante des risques liés aux rayonnements. Cependant, avec l'amélioration des réglementations environnementales et les progrès de la technologie de soudage, les électrodes en cérium et tungstène ont progressivement occupé une position dominante sur le marché. Au début des années 2000, l'European Welding Society et l'American Welding Society (AWS) ont publié des directives recommandant l'utilisation d'électrodes cérium-tungstène et lanthane-tungstène comme alternatives aux électrodes thorium-tungstène. La Chine a également considérablement augmenté la proportion d'électrodes de tungstène de cérium dans la production d'électrodes de tungstène après 2005.

Le contexte de remplacement est également lié à la distribution mondiale des ressources en bois et

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

à la demande du marché. En tant que plus grand producteur mondial de tungstène, la Chine dispose d'abondantes ressources en cérium (les réserves de terres rares représentent plus de 30 % de la production mondiale), ce qui garantit les matières premières pour la production à grande échelle d'électrodes de tungstène en cérium. En revanche, les ressources en thorium sont rares et les coûts d'extraction et de traitement sont élevés, ce qui favorise davantage la compétitivité du marché des électrodes de cérium et de tungstène.

1.2 La position de l'électrode de tungstène de cérium dans l'industrie du soudage

1.2.1 Comparaison de l'électrode de tungstène de cérium avec d'autres électrodes de tungstène

La position des électrodes de tungstène de cérium dans l'industrie du soudage est étroitement liée à leurs différences de performances avec d'autres types d'électrodes de tungstène, telles que le bois de thorium, le bois de lanthane, le bois de zirconium, le bois d'yttrium et les électrodes de bois pur. Ce qui suit est une comparaison détaillée des électrodes de cérium et de tungstène avec d'autres électrodes de plusieurs dimensions :

Performances d'initiation d'arc : Les électrodes en cérium-tungstène présentent d'excellentes propriétés actuelles d'initiation d'arc dans le soudage CC à faible, avec une tension d'initiation d'arc inférieure à celle des électrodes en tungstène pur et des électrodes en tungstène thorium. Cela est dû au faible fonctionnement d'échappement des électrons de l'oxyde de cérium, ce qui facilite l'échappement des électrons de la surface de l'électrode. En revanche, les électrodes en tungstène thorium offrent des performances d'arc plus stables à des courants élevés, mais leurs problèmes de rayonnement limitent leurs applications. Les performances de l'arc électrique de l' électrode de tungstène de lanthane (contenant 1,5 % ~ 2 % d'oxyde de lanthane) sont similaires à celles de l'électrode de tungstène de cérium, mais légèrement inférieures dans le soudage AC. Les électrodes en zirconium et en tungstène et les électrodes en tungstène pur conviennent principalement au soudage AC et ont de mauvaises performances d'arc électrique.

Stabilité de l'arc : les électrodes en bois cérium peuvent maintenir un arc stable dans le soudage direct en courant continu, en particulier dans des conditions de faible courant (10 ~ 50 A), avec moins de gigue d'arc, adapté au soudage de précision. L'électrode de tungstène au thorium a une meilleure stabilité de l'arc à courant élevé (>100 A), mais son taux de combustion est plus élevé. Les électrodes en tungstène au lanthane présentent une bonne stabilité d'arc dans le soudage DC et AC, et leur durabilité est meilleure que celle des électrodes en tungstène cérium. L'électrode de tungstène en zirconium est stable à l'arc dans le soudage AC et convient au soudage en alliage d'aluminium et de magnésium, mais pas au soudage DC.

Taux de combustion : Le taux de combustion des électrodes de tungstène de cérium est inférieur à celui des électrodes de tungstène de thorium dans le soudage à courant continu, et la durée de vie de l'électrode est plus longue. Dans le soudage AC, le taux de combustion de l'électrode de tungstène de cérium est légèrement supérieur à celui de l'électrode de tungstène de thorium, mais il peut être contrôlé efficacement en optimisant les paramètres de soudage. Les électrodes en tungstène lanthane ont le taux de combustion le plus bas, en particulier dans des conditions de courant élevé. Le taux de combustion élevé de l' électrode de tungstène pur et de l' électrode de tungstène de zirconium

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

limite leur application dans des scénarios de charge élevée.

Matériaux applicables : Les électrodes de tungstène de cérium adaptées au CC de l'acier au carbone, de l'acier inoxydable, des alliages de titane et des alliages de nickel, en particulier dans les tuyaux de rail et le soudage de plaques minces. Les électrodes en tungstène thorium conviennent également à ces matériaux, mais sont plus avantageuses aux courants de charge élevés. Les électrodes en tungstène de lanthane conviennent à la fois au soudage DC et AC, ce qui les rend adaptés à une large gamme de matériaux. Les électrodes en zirconium et en tungstène et les électrodes en tungstène pur sont principalement utilisées pour le soudage AC de l'aluminium, du magnésium et de leurs alliages. Les électrodes en tungstène d'yttrium sont principalement utilisées pour le soudage spécial dans les domaines militaire et aérospatial en raison de leurs caractéristiques de profondeur de pénétration élevée.

Environnement et sécurité : Les électrodes en cérium-tungstène et les électrodes en tungstène lanthane présentent des avantages significatifs en raison de leur nature non radioactive et sont considérées comme des matériaux verts et respectueux de l'environnement. Les électrodes en tungstène thorium ont subi un traitement spécial (tel que le stockage fermé et le meulage étanche à la poussière) en raison des problèmes de rayonnement, ce qui augmente le coût d'utilisation. Les électrodes en zirconium et en tungstène pur n'ont pas de problèmes de rayonnement, mais leurs limites de performance rendent leur champ d'application étroit.

et disponibilité : Le coût de production des électrodes de cérium est inférieur à celui des électrodes de tungstène de thorium, et les ressources de cérium sont abondantes et l'offre du marché est stable. Les électrodes en tungstène au lanthane coûtent un peu plus cher que les électrodes en tungstène au cérium, mais leurs excellentes propriétés leur ont donné une place sur le marché haut de gamme. Le coût des électrodes de thorium et de tungstène augmente progressivement en raison de la rareté des ressources en thorium et des exigences de protection de l'environnement. Les électrodes en zirconium et en tungstène et les électrodes en tungstène pur ont des coûts inférieurs mais des scénarios d'application limités.

Un célèbre test de 1998 a comparé les performances d'électrodes de tungstène à 2 % de thorium, d'électrodes de tungstène à 2 % de cérium et d'électrodes de tungstène à 1,5 % de lanthane dans des soudures de 70 A et 150 A CC. Les résultats ont montré que les performances d'arc électrique et le taux de rodage des électrodes cérium-tungstène étaient meilleurs que ceux des électrodes thorium-tungstène à faible courant, tandis que les électrodes de tungstène lanthane fonctionnaient bien dans les deux conditions actuelles. Ce test fournit une base importante pour la vulgarisation des électrodes en cérium et tungstène.

1.2.2 Vue d'ensemble du marché mondial et tendances de développement

Les électrodes en cérium et tungstène consolident de plus en plus leur position sur le marché mondial du soudage, et leur demande sur le marché est étroitement liée à la popularité du soudage TIG et du soudage à l'arc plasma. La taille du marché mondial des électrodes en tungstène n'a cessé de croître au cours de la dernière décennie, avec une consommation totale d'environ 1 600 tonnes en 2020, dont les électrodes en cérium et tungstène représentent environ 30 % ~ 40 % de la part de marché.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

En tant que plus grand producteur mondial d'électrodes de tungstène, la Chine représente plus de 75 % de la production annuelle mondiale, dont la production et l'exportation d'électrodes de tungstène en cérium continuent de croître. En 2009, la production d'électrodes de tungstène de la Chine a atteint 1 200 tonnes, et l'électrode de tungstène en cérium était dominante.

Moteurs du marché :

Demande environnementale : La demande mondiale de fabrication écologique et de matériaux sans rayonnement a stimulé la popularité des électrodes de cérium et de tungstène. Des réglementations environnementales strictes dans les pays européens et américains (telles que la directive RoHS de l'UE) limitent l'utilisation d'électrodes en thorium et en tungstène, et les électrodes en cérium et tungstène sont devenues les principales alternatives.

Avancées technologiques : Le développement d'équipements de soudage automatisés et de techniques de soudage de précision a augmenté la demande d'électrodes haute performance. Les excellentes performances des électrodes de cérium et de tungstène dans le soudage orbital des pipelines et le soudage robotisé ont permis à sa part de marché de continuer à augmenter.

Avantage en termes de coûts : Le coût de production des électrodes de bois de cérium est inférieur à celui des électrodes de bois de cérium de thorium, et les abondantes ressources de cérium de la Chine réduisent les coûts des matières premières, ce qui les rend plus compétitifs sur les marchés sensibles aux prix tels que l'Asie du Sud-Est et l'Amérique du Sud.

Applications industrielles élargies : Les électrodes en cérium et tungstène sont de plus en plus utilisées dans les industries de l'aérospatiale, de la construction automobile, de la pétrochimie et de la construction navale. Par exemple, dans le secteur aérospatial, les électrodes de cérium et de tungstène sont utilisées pour le soudage de précision des alliages de titane et de nickel ; Dans le domaine pétrochimique, son faible taux de perte par combustion et sa grande stabilité dans le soudage des pipelines sont favorisés.

Analyse du marché régional :

Chine : En tant que centre mondial de production et de consommation d'électrodes de tungstène, la production d'électrodes de tungstène en cérium de la Chine a connu une croissance rapide depuis 2005. La dépendance du marché intérieur à l'égard des électrodes en tungstène au thorium a progressivement diminué et les électrodes en tungstène en cérium sont devenues le courant dominant.

Amérique du Nord : La demande d'électrodes en cérium-tungstène sur le marché américain du soudage ne cesse de croître, principalement pour le soudage de l'acier inoxydable et des alliages de titane. Des entreprises telles que Lincoln Electric promeuvent activement les électrodes en cérium-tungstène pour répondre aux exigences environnementales.

Europe : L'Association européenne de soudage joue d'une grande reconnaissance pour les électrodes en cérium-tungstène, en particulier dans les grandes puissances manufacturières telles que

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'Allemagne et la Suède, où les électrodes en cérum-tungstène sont largement utilisées dans les industries de l'automobile et de l'aviation.

Asie-Pacifique (hors Chine) : Le marché du soudage en Inde, en Corée du Sud et au Japon une croissance rapide, et les électrodes en cérium-tungstène sont privilégiées par les petites et moyennes entreprises en raison de leur faible coût et de leurs hautes performances.

Autres régions : L'industrie pétrolière et gazière d'Amérique du Sud et du Moyen-Orient continue d'augmenter la demande d'électrodes en cérium-tungstène, en particulier dans le soudage de pipelines.

Tendance de développement :

Applications nanotechnologiques : En dotant des particules d'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique dans une matrice de tungstène, les performances de l'électrode sont encore optimisées, ce qui se traduit par une tension d'arc plus faible et une durée de vie plus longue.

Fabrication intelligente : Avec les progrès de l'industrie 4.0, le processus de production des électrodes de cérium et de tungstène a progressivement introduit des équipements de surveillance et d'automatisation intelligentes, améliorant la qualité et la cohérence des produits.

Applications diversifiées : L'application des électrodes de tungstène en cérium s'étend du soudage TIG traditionnel à la découpe plasma, à la pulvérisation et à la fusion, avec un énorme potentiel de marché.

Mise à niveau des normes environnementales : Les restrictions mondiales sur l'utilisation de matières radioactives augmenteront davantage la part de marché des électrodes de cérium et de tungstène, qui devrait représenter plus de 50 % du marché mondial d'ici 2030.

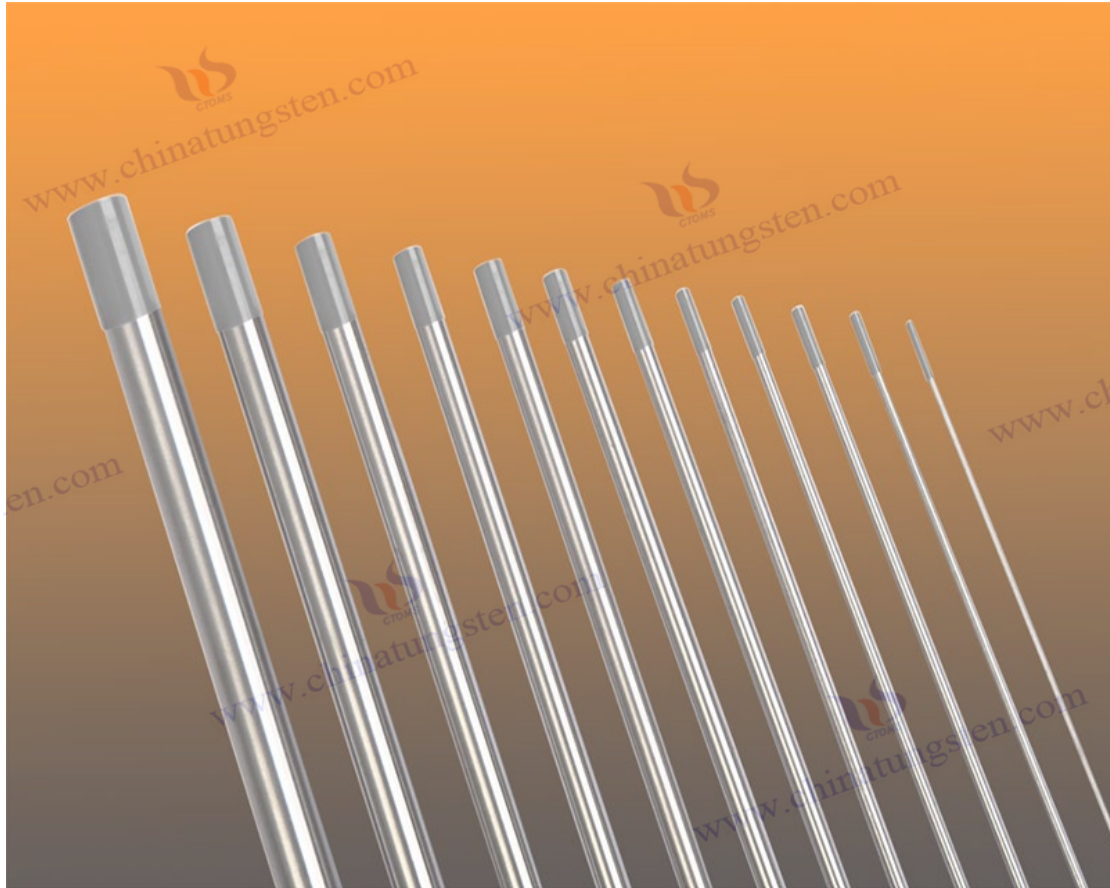
Défi:

Connaissance du marché : Dans certains pays en développement, les soudeurs ne sont pas conscients des risques de rayonnement des électrodes de tungstène de thorium, ce qui ralentit la promotion des électrodes de tungstène de cérium.

Barrières techniques : Les applications de soudage haut de gamme (telles que l'aérospatiale) ont nécessairement des performances d'électrode extrêmement élevées et doivent être optimisées pour répondre à ces exigences.

Pression concurrentielle : Les électrodes de tungstène au lanthane forment une certaine concurrence pour les électrodes de tungstène en cérium en raison de leurs excellentes performances dans des conditions de courant élevé, en particulier sur le marché européen.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale



Chapitre 2 Classification des électrodes de tungstène de cérium

2.1 Classification en fonction de la teneur en oxyde de cérium

2.1.1 Caractéristiques et applications de l'électrode d'oxyde de cérium à 2 % (WC20).

L'électrode d'oxyde de cérium à 2 % (code standard international WC20) est actuellement le type d'électrode de cérium de cérium le plus courant et le plus largement utilisé, et sa composition chimique est généralement de 98 % de tungstène (W) et de 2 % d'oxyde de cérium (CeO_2), complétée par des impuretés à l'état de traces (telles que le fer, le silicium, l'aluminium, etc., le contenu est contrôlé en dessous de 0,01 %). Le taux de dopage de l'oxyde de cérium a fait ses preuves dans la pratique depuis longtemps et est considéré comme le meilleur choix pour équilibrer les performances et les coûts. Les électrodes WC20 dominent l'industrie mondiale du soudage en raison de leurs excellentes propriétés d'arc électrique, de leur faible taux de combustion et de leurs propriétés non radioactives.

Caractérisation

Performances d'arc électrique : Le travail d'échappement d'électrons de l'électrode WC20 est d'environ 2,5 eV, ce qui est bien inférieur aux 4,5 eV des électrodes en tungstène pur, ce courant qui lui permet de produire rapidement des arcs à des tensions plus basses dans le soudage direct DC (DCEN) à faible (1050 A). Des expériences montrent que la tension de démarrage de l'arc de l'électrode WC20 est d'environ 15 % et 20 % inférieure à celle de l'électrode de tungstène pur, et

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

que le temps de démarrage de l'arc est raccourci à moins de 0,1 seconde, ce qui améliore considérablement l'efficacité du soudage.

Stabilité de l'arc : Les particules d'oxyde de cérium sont réparties simultanément aux joints de grains de la matrice de tungstène, ce qui améliore la capacité d'émission thermoionique de la surface de l'électrode. Dans le soudage DC, le taux de gigue de l'arc de l'électrode WC20 est inférieur à 5 %, ce qui est mieux que l'électrode au thorium et au tungstène (WT20, environ 8 %). Cela le rend particulièrement adapté aux scénarios de soudage de précision qui nécessitent un arc stable, tels que le soudage de tuyaux en acier inoxydable et de composants en titane.

Taux de brûlure : L'électrode WC20 présente un très faible taux de combustion à des courants faibles à moyens (10150 A), et la pointe de l'électrode conserve son angle de cône d'origine (30°/60°) après 8 heures de soudage continu. En revanche, les électrodes au thorium-tungstène ont un taux de combustion d'environ 20 % plus élevé dans les mêmes conditions, ce qui prolonge la durée de vie des électrodes WC20, notamment la fréquence et les coûts de remplacement.

Respect de l'environnement : l'électrode WC20 ne contient pas de matières radioactives et répond aux exigences strictes de la directive RoHS de l'UE et de la norme OSHA des États-Unis pour la sécurité au travail. Par rapport à l'électrode de thorium tungstène (WT20), le WC20 ne nécessite pas de mesures de protection particulières lors de la production, du broyage et de l'élimination, entraînant ainsi la pollution de l'environnement et les risques pour la santé.

Propriétés mécaniques : La résistance au fluage de l'électrode WC20 est meilleure que celle de l'électrode de tungstène pure, grâce au raffinement des grains de tungstène par des particules d'oxyde de cérium. Sa résistance à la traction est d'environ 2500 MPa et sa ténacité à la rupture est d'environ 1,2 MPa·m^{1/2}, ce qui peut résister aux contraintes thermiques et mécaniques dans le soudage à haute température.

Scénarios d'application

L'électrode WC20 HNE largement utilisé dans les domaines suivants :

Soudage de l'acier au carbone et de l'acier inoxydable : Dans la construction, la fabrication de ponts et de récipients sous pression, l'électrode WC20 est utilisée pour le soudage TIG de l'acier au carbone et de l'acier inoxydable. Ses performances d'arc à faible courant sont adaptées au soudage de plaques minces (épaisseur < 2 mm) pour éviter les brûlures.

Soudage d'alliages de titane et d'alliages de nickel : Dans l'aérospatiale, les électrodes WC20 sont utilisées pour le soudage de précision d'alliages de titane (tels que Ti-6Al-4V) et d'alliages de nickel (tels que l'Inconel 718) pour répondre aux exigences de résistance et de résistance à la corrosion.

Soudage orbital des pipelines : Dans l'industrie pétrolière et gazière, l'électrode WC20 est largement utilisée pour le soudage automatisé des pipelines longue distance en raison de son arc stable et de son faible taux de brûlure.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Construction navale : L'électrode WC20 convient au soudage de l'acier à haute résistance pour les applications marines, et ses faibles propriétés d'hydrogène réduisent la porosité et les fissures dans la soudure.

Fabrication et contrôle de la qualité

L'électrode WC20 est fabriquée à l'aide d'un procédé de métallurgie des poudres, avec des étapes spécifiques comprenant :

Rapport de matière première : la poudre de tungstène de haute pureté (pureté $\geq 99,95\%$) et la poudre d'oxyde de cérium (pureté $\geq 99,9\%$) sont mélangées dans un rapport de 98:2.

Moulage par pressage : La poudre mélangée est pressée en billettes par pressage isostatique à froid (CIP), généralement à une pression de 200 ~ 300 MPa.

Frittage : Frittage à 2000 ~ 2200 °C sous atmosphère de protection à l'hydrogène pour répartir les particules d'oxyde de cérium sur la matrice de tungstène.

Emtirage et finition : Les tiges d'électrode de diamètre (1,06,4 mm) et de longueur (75600 mm) standard sont formées par étirage à chaud et meulage.

En termes de contrôle de la qualité, les normes internationales (telles que l'ISO 6848) exigent que l'écart de teneur en oxyde de cérium des électrodes WC20 soit contrôlé à $\pm 0,1\%$, et qu'il ne présente pas de fissures, d'inclusions de laitier et d'autres défauts à la surface. Les entreprises nationales utilisent la spectroscopie de fluorescence X (XRF) et la microscopie électronique à balayage (MEB) pour détecter la composition et la microstructure des électrodes afin d'assurer des performances constantes.

Résumé des avantages et des inconvénients

Mérite:

Excellentes performances d'arc électrique à faible courant.

Stabilisé à l'arc, adapté au soudage de précision.

Non radioactif et conforme aux exigences environnementales.

Le coût de production est faible et le marché est compétitif.

Par défaut :

Dans le soudage AC à courant élevé ($>200\text{ A}$), la stabilité de l'arc est légèrement inférieure à celle des électrodes en tungstène thorium.

La pointe de l'électrode peut subir une légère érosion après une utilisation prolongée à forte charge.

2.1.2 Mise au point et application d'autres électrodes à contenu non standard

En plus des électrodes WC2 avec 20 % d'oxyde de cérium, il existe également des électrodes en cérium-tungstène non standard sur le marché, telles que les électrodes d'oxyde de cérium à 1 %, 3 % et 4 %. Ces électrodes sont souvent développées pour des scénarios d'application spécifiques, conçus pour répondre à des besoins de soudage particuliers ou optimiser des propriétés spécifiques.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Électrode d'oxyde de cérium à 1 %

L'électrode d'oxyde de cérium à 1 % (parfois appelée WC10) contient environ 1 % de CeO_2 et environ 99 % de tungstène. Ses principales caractéristiques sont :

Optimisation à faible courant : En raison de la faible teneur en oxyde de cérium, le travail d'échappement des électrons est légèrement supérieur à celui du WC20 (environ 2,7 eV), mais toujours meilleur que celui des électrodes en tungstène pur. Il convient au brasage à courant ultra-faible (5 ~ 30 A), comme le soudage de dispositifs microélectroniques et de dispositifs médicaux.

Haute durabilité : Le taux de combustion est extrêmement faible et la durée de vie de l'électrode est environ 10 % ~ 15 % plus longue que celle du WC20, qui convient au soudage continu à long terme.

Applications : Principalement utilisé pour le soudage d'emballages de puces dans l'industrie des semi-conducteurs et le soudage d'implants en alliage de titane dans le domaine médical. Par exemple, les électrodes d'oxyde de cérium à 1 % présentent un excellent contrôle de l'arc lors du soudage des boîtiers de stimulateurs cardiaques.

Électrode d'oxyde de cérium 3 % ~ 4 %

Les électrodes en oxyde de cérium 3 % ~ 4 % (telles que WC30, WC40) contiennent une proportion plus élevée d'oxyde de cérium, qui est conçue pour réduire davantage la tension d'amorçage de l'arc et améliorer la stabilité de l'arc. Les caractéristiques comprennent :

Tension de démarrage d'arc ultra-faible : La puissance d'échappement d'électrons peut être aussi faible que 2,3 eV et la tension de démarrage de l'arc est inférieure d'environ 5 % à celle du WC20, ce qui le rend adapté aux équipements de soudage automatisés qui ont nécessité un arc électrique rapide.

Adaptabilité au courant élevé : Dans le soudage 100 ~ 200 A DC, la stabilité de l'arc est meilleure que celle du WC20, proche de l'électrode de tungstène au thorium.

Applications : Largement utilisé dans le soudage d'alliages de titane à plaques épaisses dans le domaine aérospatial et le soudage d'alliages de zirconium dans l'industrie nucléaire. Par exemple, l'électrode d'oxyde de cérium à 3 % excelle dans le soudage des cuves de réacteur nucléaire, essentiellement la gigue de l'arc.

Défi : Une teneur élevée en oxyde de cérium peut entraîner une légère fragilisation de l'électrode à haute température, avec une résistance mécanique légèrement inférieure à celle du WC20.

Tendances de développement

Le développement d'électrodes en cérium-tungstène à contenu non standard se concentre principalement sur les directions suivantes :

Dopage à l'échelle nanométrique : En introduisant des particules d'oxyde de cérium à l'échelle

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

nanométrique (taille des particules < 100 nm), l'uniformité de distribution des particules dans la matrice de tungstène est améliorée, ce qui améliore la stabilité thermique et la résistance à l'épuisement de l'électrode. Une étude de 2020 a montré que les électrodes d'oxyde de cérium à 3 % à l'échelle nanométrique pendant environ 20 % plus longtemps que le WC30 traditionnelle .

Dopage composite : D'autres oxydes de terres rares (tels que l'oxyde de lanthane ou l'oxyde d'yttrium) sont ajoutés à l'électrode cérium-tungstène pour former une électrode composite équilibre qui les performances d'initiation de l'arc et la stabilité à haute température. Par exemple, une électrode composite de 1 % CeO_2 + 1 % La_2O_3 excelle dans le soudage AC à courant élevé.

Production personnalisée : Développez des électrodes en cérium-tungstène avec un contenu spécial (tel que 1,5 % ou 2,5 %) en fonction des besoins spécifiques de l'industrie pour répondre aux exigences particulières du micro-soudage ou du soudage à haute charge.

Cas d'utilisation :

Électrode d'oxyde de cérium à 1 % : Utilisée dans la fabrication de semi-conducteurs pour souder des joints cuivre-tungstène pour les micro-circuits imprimés, assurant une haute précision et un faible impact thermique.

Électrode d'oxyde de cérium à 4 % : Utilisée dans le soudage de tuyaux en alliage de zirconium dans la fabrication d'équipements d'énergie nucléaire, sa grande adaptabilité au courant réduit les taux de défauts de soudure.

Électrode dopée composite : Dans la fabrication de moteurs d'avion, l'électrode 1 % CeO_2 + 1 % Y_2O_3 est utilisée pour le soudage de superalliages à base de nickel, ce qui améliore la résistance à la fatigue de la soudure.

Bien que le développement d'électrodes de contenu non standard ait élargi le champ d'application des électrodes en cérium et tungstène, leur part de marché est relativement faible (environ 5 % ~ 10 %), principalement en raison des coûts de production élevés et des scénarios d'application spécialisés. À l'avenir, avec les progrès de la nanotechnologie et de la technologie de dopage composite, ces électrodes devraient gagner une plus grande part du marché haut de gamme.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

2.2 Classification par type de courant

2.2.1 Électrode de tungstène de cérium pour le soudage DC (DCEN/DCEP)

Les électrodes en tungstène de cérium pour le soudage en courant continu sont principalement divisées en deux modes : la connexion directe en courant continu (DCEN, électrode à électrode négative) et la connexion inverse en courant continu (DCEP, électrode à électrode positive), dont le DCEN est le scénario d'application le plus courant de l'électrode de tungstène en cérium.

DCEN (Connexion en courant continu)

En mode DCEN, l'électrode est connectée à l'électrode négative de l'alimentation, la pièce est connectée à l'électrode positive et les électrons circulent de l'électrode à la pièce, et la chaleur est principalement concentrée sur la pièce, ce qui convient au soudage par pénétration profonde de la plupart des métaux. L'électrode WC20 est particulièrement remarquable en mode DCEN :

Performances d'amorçage de l'arc : La tension d'amorçage de l'arc de l'électrode WC20 dans la plage de courant de 10150 A est aussi faible que 1015 V et le temps d'amorçage de l'arc est inférieur à 0,1 seconde.

Stabilité de l'arc : L'arc est concentré et le taux de gigue est inférieur à 5 %, ce qui le rend adapté au soudage de l'acier au carbone, de l'acier inoxydable, de l'alliage de titane et de l'alliage de nickel.

Taux de brûlure : Soudage continu à un courant de 50 A pendant 10 heures, la longueur de combustion de la pointe de l'électrode est inférieure à 0,5 mm, ce qui est mieux que celle de l'électrode de tungstène au thorium.

Forme de la pointe de l'électrode : généralement rectifiée à un angle de cône de 30° ~ 60° pour concentrer l'énergie de l'arc et améliorer la profondeur de pénétration.

Appliquer:

Soudage de pipelines : Dans l'industrie pétrolière et gazière, les électrodes WC20 sont utilisées pour le soudage de racines et le soudage d'apport de tuyaux conformes à la norme API 5L .

Aérospatiale : Utilisé pour souder des composants de corps en alliages de titane (par exemple, Ti-6Al-4V), assurant une résistance élevée et une faible porosité.

Conteneurs en acier inoxydable : Dans les industries alimentaires et chimiques, les électrodes WC20 sont utilisées pour souder des récipients en acier inoxydable 304/316 avec de belles soudures et une résistance à la corrosion.

DCEP (connexion inverse CC)

En mode DCEP, l'électrode est connectée à l'électrode positive et la est concentrée sur l'électrode, ce qui la rend chaleur adaptée au soudage nécessitant de faibles profondeurs de pénétration, comme les alliages de tôle d'aluminium ou de magnésium. L'électrode WC20 fonctionne légèrement moins bien que le DCEN en mode DCEP, mais répond toujours aux exigences en optimisant la forme de la pointe de l'électrode (par exemple, la forme hémisphérique) et les paramètres de courant :

Performances d'initiation de l'arc : La tension d'arc est légèrement plus élevée (15 ~ 20 V), mais elle reste meilleure que les électrodes en tungstène pur.

Stabilité de l'arc : L'arc est plus dispersé, ce qui convient au nettoyage de la soudure de l'aluminium du film d'oxyde.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Taux d'épuisement professionnel : Le taux d'épuisement est supérieur à celui du DCEN, et la durée de vie de l'électrode est d'environ 70 % de celle du DCEN .

Appliquer:

Soudage d'alliage d'aluminium : Dans la construction automobile, le soudage de plaques minces est utilisé pour les carrosseries en alliage d'aluminium.

Soudage en alliage de magnésium : Dans le secteur de l'aviation, il est utilisé pour le soudage léger de composants en alliage de magnésium.

Recommandations d'optimisation

Pour améliorer les performances de soudage DCEN/DCEP, il est recommandé de :

Meulage de la pointe : DCEN utilise un angle de cône de $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$, DCEP utilise une pointe hémisphérique.

Contrôle du courant : DCEN convient pour 10200 A, DCEP convient pour 20100 A, évitez la surchauffe des électrodes.

Gaz de protection : Utilisez du gaz argon de haute pureté (99,99 %) pour réduire l'oxydation des électrodes.

2.2.2 Électrode en cérium-tungstène pour le soudage AC

Le soudage à courant alternatif (AC) est principalement utilisé pour les métaux légers tels que l'aluminium et le magnésium, car sa polarité positive et négative alternée peut éliminer efficacement le film d'oxyde à la surface. Les performances de l'électrode WC20 en soudage AC sont légèrement inférieures à celles de l'électrode thorium-tungstène (WT20), mais de bons résultats peuvent toujours être obtenus en optimisant les paramètres de soudage.

caractéristique

Performances de démarrage de l'arc : La tension d'arc de l'électrode WC20 en mode AC est d'environ 1525 V, ce qui est légèrement supérieur à celle de l'électrode de tungstène au thorium (1220 V). L'équipement d'amorçage d'arc à haute fréquence peut réduire davantage la difficulté de l'amorçage d'arc.

Stabilité de l'arc : La stabilité de l'arc est affectée par la forme d'onde du courant, et Square Wave AC peut contrôler le taux de gigue à moins de 8 %.

Taux de brûlure : Dans le soudage AC 50 ~ 150 A, le taux de brûlure de la pointe de l'électrode est d'environ 0,8 mm/heure, ce qui est supérieur à celui du mode DCEN .

Forme de la pointe : Dans le soudage AC, la pointe de l'électrode forme naturellement une forme hémisphérique, aidant à disperser l'arc et le rendant adapté au soudage de l'aluminium.

appliquer

Soudage d'alliage d'aluminium : Dans les domaines de la marine et de l'aviation, l'électrode WC20 est utilisée pour le soudage de l'alliage d'aluminium 5083, avec une surface de soudure lisse et un bon effet d'élimination du film d'oxyde.

Soudage de l'alliage de magnésium : Utilisé pour le soudage de l'alliage de magnésium AZ31 dans

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

la fabrication légère automobile.

Décoration architecturale : Utilisé pour souder les murs-rideaux et les portes et fenêtres en aluminium afin d'assurer l'esthétique et la résistance à la corrosion.

Recommandations d'optimisation

Forme d'onde de courant : L'onde carrée AC est utilisée pour améliorer la stabilité de l'arc.

Gaz de protection : Utiliser un mélange d'argon et d'hélium (par exemple, 80 % Ar+20 % He) pour améliorer la pénétration de l'arc.

Diamètre de l'électrode : L'électrode de 2,43,2 mm de diamètre est sélectionnée pour s'adapter à un courant de 50150 A.

2.2.3 Analyse du rendement des électrodes à double usage CA et CC

Les électrodes à double usage AC/DC sont conçues pour prendre en compte les performances du soudage DCEN/DCEP et AC, et l'électrode WC20 est un représentant typique. Ses performances sont analysées de la manière suivante :

Performances d'amorçage d'arc : Dans les modes mixtes AC/DC (tels que le soudage TIG pulsé), la tension d'arc de l'électrode WC20 est de 12 ~ 20 V, ce qui convient au soudage automatisé avec commutation rapide.

Stabilité de l'arc : En ajustant la fréquence d'impulsion (50200 Hz) et le rapport cyclique (20 % à 80 %), le taux de gigue de l'arc peut être contrôlé à 6 % près.

Taux d'avancement : dans les scénarios où les commutations AC/DC sont fréquentes, le taux d'avancement est d'environ 0,6 mm/heure, ce qui se situe entre DCEN et AC.

Applications : Largement utilisé dans les équipements de soudage automatisés, tels que le soudage robotisé de pièces structurales mixtes en acier au carbone et en alliage d'aluminium.

Défi:

Les commutations AC/DC fréquentes peuvent entraîner des fluctuations de température à l'extrémité de l'électrode, ce qui augmente le risque de microfissures.

En mode AC à courant élevé, la stabilité de l'arc est légèrement inférieure à celle des électrodes en tungstène thorium.

Recommandations d'optimisation :

Une soudeuse TIG pulsée est utilisée pour réduire la contrainte thermique des électrodes.

Vérifiez régulièrement la forme de la pointe de l'électrode et réaffûtez-la si nécessaire.

2.3 Classification par forme et taille

2.3.1 Électrode enrobée (spécifications de longueur et de diamètre standard)

Les électrodes en forme de tige sont la forme la plus courante d'électrodes cérium-tungstène et sont largement utilisées dans le soudage TIG manuel et automatisé. Les spécifications standards sont les suivantes :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Diamètre : 0,5 mm, 1,0 mm, 1,6 mm, 2,0 mm, 2,4 mm, 3,2 mm, 4,0 mm, 4,8 mm, 6,4 mm.

Longueurs : 75 mm, 150 mm, 175 mm, 300 mm, 450 mm, 600 mm.

Tolérances : tolérance de diamètre $\pm 0,05$ mm, tolérance de longueur ± 1 mm.

Caractéristiques et applications

Petit diamètre (0,5 ~ 1,6 mm) : convient au soudage de précision à faible courant (5 ~ 50 A), tels que la microélectronique et les dispositifs médicaux. L'électrode WC20 de 1,0 mm excelle dans le soudage de boîtiers de puces.

Diamètre moyen (2,0 ~ 3,2 mm) : convient pour le soudage à usage général de 50 ~ 150 A, tels que les tuyaux en acier inoxydable et les composants aérospatiaux.

Grand diamètre (4,0 ~ 6,4 mm) : adapté au soudage à courant élevé (150 ~ 300 A), tel que les structures en tôle d'acier épaisses.

Processus de fabrication

L'électrode à tige est fabriquée par métallurgie des poudres et par des processus d'étirage, et la surface est polie ou décapée pour enlever la couche d'oxyde. L'ISO 6848 exige que la surface de l'électrode à tige soit exempte de fissures, d'inclusions et d'aberrations chromatiques.

2.3.2 Électrode à aiguille (pour le soudage de précision)

Les électrodes à pointe sont de minuscules électrodes d'un diamètre inférieur à 1,0 mm (généralement 0,250,8 mm) et sont conçues pour le soudage de haute précision. Sa pointe est généralement rectifiée à un angle de cône de 15° à 30° pour concentrer l'arc.

Caractéristiques et applications

Haute précision : le diamètre de l'arc peut être contrôlé à 0,1 ~ 0,5 mm, adapté au micro-soudage.

Faible entrée thermique : à un courant de 5 ~ 20 A, la zone affectée par la chaleur (HAZ) est inférieure à 0,2 mm.

Applications : Soudure au plomb de puces à semi-conducteurs, soudure de boîtiers de stimulateurs cardiaques, soudage de composants de capteurs d'aviation.

défi

La résistance mécanique des électrodes à aiguille est faible et facile à casser.

Le coût de production élevé limite les applications à grande échelle.

2.3.3 Électrodes de forme personnalisée (usages spéciaux)

Les électrodes de forme personnalisée sont conçues pour des besoins de soudage spécifiques, tels que les pointes sphériques, les pointes plates ou les électrodes de forme composée.

Caractéristiques et applications

Pointe sphérique : Pour le soudage AC, adaptée aux alliages d'aluminium.

Pointe plate : Utilisée pour la découpe au plasma, améliorant la précision de coupe.

Formes composites : Dans l'aérospatiale, utilisée pour souder des géométries complexes, telles que les aubes de turbine.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tendances de développement

Technologie d'impression 3D : Utilisée pour fabriquer des électrodes de forme complexe, améliorant l'efficacité de la personnalisation.

Revêtement de surface : Appliquez un revêtement résistant aux hautes températures sur la surface de l'électrode pour prolonger la durée de vie.

2.4 Classification par domaine d'application

2.4.1 Électrode de soudage à usage général

Les électrodes de soudage universelles (par exemple, WC20, 2,0 ~ 3,2 mm) conviennent à une large gamme de matériaux et de scénarios :

Matériaux : acier au carbone, acier inoxydable, alliage de cuivre.

Application : Structure en acier de bâtiment, récipient sous pression, soudage de pipelines.

Caractéristiques : faible coût, adaptabilité et utilisation facile.

2.4.2 Électrodes de soudage de précision (microélectronique, dispositifs médicaux, etc.)

Les électrodes de soudage de précision (telles que les électrodes WC20 de 0,5 ~ 1,0 mm ou d'oxyde de cérium à 1 %) sont utilisées dans des scénarios de haute précision :

Matériaux : alliage de titane, alliage cuivre-tungstène, acier inoxydable.

Applications : Emballages de puces, implants médicaux, capteurs d'aviation.

Caractéristiques : Faible apport de chaleur, précision élevée du contrôle de l'arc.

2.4.3 Électrodes de soudage à haute température et à forte charge

Électrodes à haute température et à charge élevée (par exemple électrode d'oxyde de cérium à 4 %, 3,26,4 mm) pour des conditions difficiles :

Matériaux : alliage de titane, alliage de nickel, alliage de zirconium.

Applications : Moteurs d'avion, équipements nucléaires, réacteurs chimiques.

Caractéristiques : Adaptabilité élevée au courant, longue durée de vie.

2.5 Normes de classification et d'identification

2.5.1 Classification et échelles de couleurs dans les normes internationales (ISO 6848, AWS A5.12)

ISO 6848 : Divisez les électrodes en cérium tungstène en WC10 (1 % CeO₂), WC20 (2 % CeO₂), etc., avec un code couleur gris.

AWS A5.12 : Nom de code EWCe-2 (2 % CeO₂), tête d'électrode pulvérisée avec logo gris.

Exigences : Écart de teneur en oxyde de cérium $\pm 0,1$ %, défauts de surface de l'électrode.

2.5.2 Classification et identification dans les normes nationales (GB/T 4192)

GB/T 4192 : Divisez les électrodes en cérium-tungstène en WC20 (2 % CeO₂), etc., avec un code couleur de gris.

Spécifications de marquage : gravure laser sur la surface de l'électrode, numéro de modèle, numéro

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

de lot et informations sur le fabricant.

2.5.3 Spécifications d'emballage et d'étiquetage des électrodes

Emballage : 10 ou 100 pièces par paquet, boîte en plastique ou emballage sous vide, étiqueté avec le modèle, la taille et la norme.

Identification : La valise doit indiquer le fabricant, le numéro de lot, la date de fabrication et la certification de qualité (par exemple ISO 9001).



Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Page 28 of 202

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Chapitre 3 Caractéristiques des électrodes de tungstène de cérium

3.1 Caractéristiques physiques des électrodes de tungstène de cérium

Les propriétés physiques des électrodes cérium-tungstène sont fondamentales pour leur excellente performance dans les environnements de soudage à haute température et à courant élevé. Ces propriétés, notamment les points de fusion et d'ébullition, la densité et la résistance, le coefficient de dilatation thermique et la conductivité thermique, possèdent directement la stabilité, la durée de vie et le champ d'application des électrodes. Voici une analyse détaillée en trois sous-sections.

3.1.1 Points de fusion et d'ébullition des électrodes de tungstène de cérium

Les électrodes de tungstène en cérium sont principalement composées de tungstène et d'oxyde de cérium, qui est l'un des métaux ayant le point de fusion le plus élevé dans la nature, avec un point de fusion de 3422 °C (3695 K) et un point d'ébullition d'environ 5555 °C (5828 K). Le point de fusion de l'oxyde de cérium est de 2400 °C et le point d'ébullition est d'environ 3500 °C, et le dopage d'une petite quantité d'oxyde de cérium a peu d'effet sur le point de fusion global et le point d'ébullition de l'électrode. Des mesures expérimentales montrent que le point de fusion de l'électrode d'oxyde de cérium à 2 % (WC20) est d'environ 3400°C et le point d'ébullition est d'environ 5500°C, ce qui est encore beaucoup plus élevé que la température typique de l'arc dans le soudage TIG et le soudage à l'arc plasma (6000 ~ 7000 K). Cette caractéristique de point de fusion élevé permet aux électrodes en cérium-tungstène de conserver leur intégrité structurale dans des conditions de température extrêmement élevées, ce qui les rend idéales pour le soudage de précision et le soudage à haute charge.

Explication détaillée des caractéristiques du point de fusion

Stabilité à haute température :

Le point de fusion élevé de l'électrode cérium-tungstène lui permet de rester solide à des températures d'arc élevées (jusqu'à 7000 K au centre de l'arc), avec seulement une légère ablation possible à l'extrémité de l'électrode. Dans le soudage DC Forward (DCEN), la température de la pointe de l'électrode est généralement comprise entre 1500 ~ 2000 °C, ce qui est beaucoup plus bas que le point de fusion, de sorte que l'électrode peut maintenir sa géométrie pendant longtemps. Par exemple, lors du soudage de tuyaux en acier inoxydable à 100 A DC, l'électrode WC20 a une longueur de brûlure de pointe inférieure à 0,3 mm après 10 heures de fonctionnement continu, démontrant une excellente résistance à la fusion.

Par rapport à l'électrode de tungstène au thorium (WT20, contenant 2 % d'oxyde de thorium, point de fusion d'environ 3410°C), le WC20 a un point de fusion légèrement inférieur, mais la différence n'est que d'environ 10°C, ce qui n'a presque aucun effet dans les applications pratiques. Par rapport à l'électrode de tungstène pur (point de fusion de 3422 °C), le point de fusion du WC20 a diminué de manière négligeable, mais ses performances d'initiation d'arc et sa stabilité d'arc étaient nettement meilleures que celles de l'électrode de tungstène pur.

En cas de courants élevés (>200 A) ou de mauvais fonctionnement (par exemple, contact de l'électrode avec le bain de fusion), une locale érosion de la pointe de l'électrode peut se produire,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

entraînant un affaiblissement de l'angle du cône de pointe. Les expériences montrent que la vitesse de fusion de la pointe de l'électrode WC20 est d'environ 0,05 mm/h en soudage 300 A DC, tandis que l'électrode d'abricot pur peut atteindre 0,1 mm/heure.

Facteurs affectant le point de fusion :

Distribution de l'oxyde de cérium : La distribution uniforme des particules d'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène est cruciale pour la stabilité du point de fusion. Si les particules sont inégalement réparties, cela peut entraîner une diminution du point de fusion dans la zone locale, ce qui entraîne ainsi le risque d'épuisement. Les procédés de fabrication modernes tels que la métallurgie des poudres et le nanodopage assurent l'uniformité en contrôlant la taille des particules (1 ~ 5 μm).

Teneur en impuretés : Les impuretés à l'état de traces (par exemple, fer, silicium, aluminium) peuvent réduire le point de fusion. Les normes internationales (telles que l'ISO 6848) exigent que les électrodes WC20 contiennent moins de 0,01 % d'impuretés pour garantir des performances à haute température.

Gaz de protection : Le gaz argon de haute pureté (99,99 %) ou le mélange argon-hélium (80 % Ar + 20 % He) peut réduire efficacement la température de l'extrémité de l'électrode et réduire le risque d'épuisement lié au point de fusion.

Cas d'application :

Aérospatiale : Dans le soudage TIG des composants de fuselage en alliage de titane (par exemple, Ti-6Al-4V), le point de fusion élevé de l'électrode WC20 garantit que l'électrode fonctionne en continu pendant 12 heures à un courant de 100 ~ 150 A, et le changement de forme de la pointe est inférieur à 0,2 mm, répondant aux exigences de l'aérospatiale pour les soudures de haute précision.

Oléoducs : Dans le soudage de racine des pipelines standard API 5L, l'électrode WC20 fonctionne dans des conditions de 120 A CC, et la température de la pointe de l'électrode est contrôlée en dessous de 1800 °C, et l'avantage du point de fusion garantit la qualité de la soudure.

Équipements nucléaires : Dans le soudage des récipients sous pression en alliage de zirconium, le point de fusion élevé de l'électrode WC20 lui permet de rester stable dans des environnements à haute température et à forte humidité, généralement ainsi les taux de défauts de soudure (tels que la porosité <0,3 %).

Explication détaillée des caractéristiques du point d'ébullition

Volatilité:

Le point d'élévation élevé des électrodes en cérium-tungstène (environ 5500°C) les rend extrêmement volatiles à des températures d'arc élevées, notamment la perte de phase gazeuse du matériau de l'électrode. Les données expérimentales montrent que la réception de l'électrode WC20 n'est que de 0,008 mg/min dans le soudage 150 A DC, tandis que celle de l'électrode de tungstène pure est de 0,05 mg/min. Cette faible possibilité réduit la consommation de matériau de l'électrode et prolonge sa durée de vie.

L'oxyde de cérium a un point d'ébullition plus bas (3500°C) que le tungstène et peut libérer des

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

traces de vapeur de cérium à des températures extrêmement élevées, mais son amplitude ($<10^{-5}$ g/min) a des effets négligeables sur la qualité de la soudure et l'impact environnemental. En revanche, l'oxyde de thorium (point d'ébullition d'environ 4000°C) des électrodes de tungstène au thorium est légèrement plus volatil à haute température et peut libérer des traces de particules radioactives.

Facteurs affectant le point d'ébullition :

Température de l'arc : La température du centre de l'arc (6000 ~ 7000 K) peut dépasser le point d'ébullition de l'électrode, mais la température réelle de la pointe de l'électrode est beaucoup plus basse que cela, de sorte que la variante est faible. L'utilisation d'un pistolet de soudage refroidi à l'eau réduit encore la température de la pointe.

Gaz protecteur : L'argon ou le mélange argon-hélium peut isoler efficacement l'oxygène, notamment l'oxydation et la volatilisation à haute température. Des études ont montré que l'utilisation de gaz argon de haute pureté à 99,99 % peut réduire le taux d'utilisation de 20 %.

Type de courant : Dans le soudage à courant alternatif (AC), la température de la pointe de l'électrode fluctue considérablement, ce qui peut augmenter la volatilisation des traces. Square Wave AC réduit les fluctuations de température et réduit la fréquence.

Cas d'application :

Construction navale : Dans le soudage de coques en acier inoxydable, l'électrode WC20 fonctionne en continu dans des conditions de courant de 100 A DC, avec un taux d'utilisation inférieur à 0,01 mg/min, assurant la propreté de la soudure.

Équipement chimique : Dans le soudage par réacteur à haute température, le point d'élévation élevé de l'électrode WC20 garantit que le matériau de l'électrode ne contamine pas le bain de fusion, répondant ainsi aux exigences d'hygiène strictes.

Soudage automatisé : Dans les lignes de soudage robotisées, la faible fréquence des électrodes WC20 réduit la fréquence des remplacements d'électrodes et améliore l'efficacité de la production.

Recommandations d'optimisation

Sélection du gaz de protection : Utilisez de l'argon de haute pureté ou des mélanges argon-hélium pour réduire la température de l'extrémité de l'électrode et réduire les pertes liées à la fusion et au point d'ébullition.

Contrôle du courant : Dans le soudage à courant élevé (>200 A), il est recommandé d'utiliser des électrodes de plus grand diamètre (telles que 3,2 ~ 4,0 mm) pour disperser la chaleur et empêcher la fusion locale.

Meulage de la pointe : Maintenez un angle de cône de 30° ~ 60° pour concentrer l'arc et réduire la surchauffe de la pointe.

Système de refroidissement : Associé à un pistolet de soudage refroidi à l'eau pour améliorer la dissipation de la chaleur et prolonger la durée de vie des électrodes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Progrès et tendances de la recherche

Ces dernières années, l'introduction de la technologie de dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique a encore amélioré la stabilité du point de fusion et d'ébullition des électrodes de tungstène de cérium. Une étude de 2021 a montré que l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique (taille des particules < 100 nm) peut améliorer la résistance des joints de grains de la matrice de tungstène, rendant le point de fusion de l'électrode WC20 proche de 3410°C et le point d'ébullition proche de 5520°C . De plus, le développement d'électrodes composites dopées (par exemple, $1\% \text{ CeO}_2 + 1\% \text{ La}_2\text{O}_3$) permet d'optimiser davantage les performances à haute température et convient aux scénarios à forte demande dans les industries aérospatiales et nucléaires. À l'avenir, la technologie d'impression 3D et la technologie de revêtement de surface devraient encore améliorer la résistance à la fusion des électrodes.

3.1.2 Masse volumique et duretés des électrodes de tungstène de cérium

La densité et la dureté des électrodes en cérium et tungstène sont des indicateurs clés de leur stabilité mécanique et de leur durabilité, affectant directement leur résistance aux vibrations et à l'usure pendant le processus de soudage.

Explication détaillée des caractéristiques de densité

Valeur de densité :

La densité de l'électrode de tungstène cérium est de $19,2 \text{ g/cm}^3$, ce qui est proche du tungstène pur ($19,25 \text{ g/cm}^3$). La densité de l'oxyde de cérium ($7,65 \text{ g/cm}^3$) était faible, mais en raison de sa teneur de seulement $2\% \sim 4\%$, l'effet sur la densité globale était inférieur à $0,5\%$. La haute densité confère à l'électrode une excellente stabilité mécanique et résistance aux vibrations, ce qui la rend adaptée au soudage automatisé à grande vitesse.

Les expériences montrent que le décalage de l'électrode WC20 est inférieur à $0,01 \text{ mm}$ dans un environnement de vibration de 50 Hz (soudage robotisé simulé), tandis que le décalage des matériaux de faible densité (tels que les électrodes en alliage d'aluminium) peut atteindre $0,1 \text{ mm}$.

Impact sur l'application :

Soudage automatisé : La haute densité garantit que l'électrode reste stable dans le pistolet de soudage rotatif à grande vitesse, notamment ainsi que le décalage de l'arc. Par exemple, dans le soudage orbital de tuyaux, l'avantage de densité de l'électrode WC20 permet une précision de positionnement de l'arc de $\pm 0,05 \text{ mm}$.

Équipement lourd : Dans la construction navale et de ponts, la haute densité des électrodes WC20 renforce leur stabilité dans des environnements à fortes vibrations, telles que les influences du vent. Par rapport à l'électrode de tungstène au thorium, la densité de l'électrode de tungstène au thorium est de $19,1 \sim 19,2 \text{ g/cm}^3$, ce qui est similaire au WC20, mais l'uniformité du WC20 est légèrement meilleure dans les vibrations à haute fréquence, grâce à l'effet de renforcement de la limite de grains de l'oxyde de cérium.

Facteurs d'influence :

Processus de fabrication : La température et la pression de frittage dans les processus de métallurgie des poudres affectent directement la densité. Des températures de frittage excessives peuvent

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

entraîner l'agrégation de particules d'oxyde de cérium, notamment l'uniformité de la densité.

Contrôle des impuretés : les impuretés à l'état de traces (par exemple, le silicium, le fer) peuvent réduire la densité, et la norme ISO 6848 exige une teneur en impuretés inférieure à 0,01 %.

Cas d'application :

Aérospatiale : Dans le soudage d'ailes en titane, la densité de l'électrode WC20 assure une grande précision dans le soudage robotisé avec un écart de soudure inférieur à 0,1 mm.

Oléoducs : Dans le soudage automatisé des canalisations longue distance, la haute densité des électrodes WC20 permet un fonctionnement continu pendant 24 heures et la stabilité de l'arc reste supérieure à 95 %.

Équipement éolien : Dans le soudage des tours éoliennes, la résistance aux vibrations de l'électrode WC20 réduit la gigue de l'arc provoquée par l'énergie éolienne.

Explication détaillée des caractéristiques de duretés

Valeur de dureté :

La dureté Vickers (HV) des électrodes en cérium-tungstène est légèrement inférieure à celle des électrodes en tungstène pur, mais beaucoup plus élevée que celle de l'acier ordinaire (environ 200 HV). La répartition uniforme des particules d'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène améliore la résistance de la limite de grain et améliore la résistance à la déformation de l'électrode.

Une étude de 2020 a montré que les matériaux de l'électrode WC20 étaient de 420 HV à température ambiante et maintenu à une température élevée de 1000°C à 350 HV, démontrant une excellente stabilité de matériaux à haute température. En revanche, les électrodes en thorium-tungstène ont une revêtement à haute température d'environ 340 HV, ce qui est légèrement inférieur à celui du WC20 .

Impact sur l'application :

Performances de meulage : La dureté élevée permet à l'électrode WC20 de former des angles de cône précis (tels que 30°~60°) pendant le processus de meulage, ce qui la rend adapté au soudage de précision.

Résistance à la déformation : L'avantage de la dureté réduit le risque d'endommagement de l'électrode lors du transport et de l'installation. Par exemple, dans les lignes de soudage automatisées, les duretés de l'électrode WC20 garantissent l'intégrité de la pointe après plusieurs installations.

Par rapport à l'électrode de tungstène de lanthane : La dureté de l'électrode de tungstène de lanthane (WL20 avec 2 % d'oxyde de lanthane) est d'environ 430 HV, ce qui est comparable au WC20, mais la résistance à la fragilisation est légèrement meilleure à haute température.

Facteurs d'influence :

Teneur en oxyde de cérium : 2 % d'oxyde de cérium est le point d'équilibre optimal, une valeur trop élevée (par exemple 4 %) peut entraîner une fragilisation des joints de grains et réduire les duretés.

Traitement thermique : Le processus de recuit après frittage (1000 ~ 1200 °C) optimise les duretés et réduit les contraintes internes.

Pointe Meulage : Un meulage inadéquat peut introduire des microfissures, notamment ainsi que les duretés locales.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Cas d'application :

Dispositifs médicaux : Dans le soudage du boîtier d'un stimulateur cardiaque en titane, la dureté de l'électrode WC20 permet un meulage précis et l'erreur d'angle du cône de pointe est inférieure à 1°.

Fabrication automobile : Dans le soudage des tuyaux d'échappement en acier inoxydable, les qualités élevées de l'électrode WC20 réduisent l'usure de la pointe due aux vibrations.

Industrie nucléaire : Dans le soudage d'appareils sous pression en alliage de zirconium, les duretés des électrodes WC20 garantissent la stabilité lors de fonctionnements à haute température à long terme.

Recommandations d'optimisation

Processus de meulage : Des meules diamantées et un meulage à basse vitesse (<1000 tr/min) sont utilisés pour réduire les microfissures de surface.

Conditions de stockage : Protéger les environnements humides pour éviter l'oxydation de la surface et réduire les résistances.

Paramètres de soudage : courant de régulation (<200 A) pour éviter la goulotte de matériaux à haute température.

Progrès et tendances de la recherche

Le dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique améliore considérablement les duretés des électrodes, et une étude de 2022 a montré que les duretés des électrodes WC20 à l'échelle nanométrique peuvent atteindre 460 HV, et que la résistance à haute température est augmentée à 380 HV. À l'avenir, les revêtements cémentés, tels que les revêtements TiN, devraient encore améliorer la résistance à l'usure et prolonger la durée de vie des électrodes.

3.1.3 Coefficient de dilatation thermique et conductivité thermique des électrodes de cérium-tungstène

Explication détaillée du coefficient de dilatation thermique

Valeur du coefficient de dilatation thermique :

Le coefficient de dilatation thermique des électrodes de tungstène au cérium est de $4,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (20~1000°C), ce qui est proche du tungstène pur ($4,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$). Le coefficient de dilatation thermique de l'oxyde de cérium ($8,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) est élevé, mais en raison de sa faible teneur, son impact global est limité.

Les expériences montrent que la longueur de la pointe de l'électrode WC20 varie de moins de 0,01 mm/h en soudage 150 A DC, démontrant une excellente stabilité dimensionnelle.

Impact sur l'application :

Stabilité dimensionnelle : Le faible coefficient de dilatation thermique permet à l'électrode de conserver sa géométrie sous l'arc à haute température, ce qui la rend adaptée au soudage de précision. Par exemple, dans le soudage de puces microélectroniques, l'angle du cône de pointe de l'électrode WC20 change de moins de 0,5°.

Par rapport à l'électrode de tungstène au thorium : Le coefficient de dilatation thermique de l'électrode de tungstène au thorium est de $4,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, ce qui est similaire au WC20, mais le WC20 a une meilleure stabilité de l'enveloppe de grain et réduit la fissuration sous contrainte thermique à

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

haute température.

Soudage automatisé : Dans le soudage robotisé, le faible coefficient de dilatation thermique assure la stabilité de l'électrode lors de cycles thermiques rapides, avec une précision de soudage atteignant $\pm 0,05$ mm.

Facteurs d'influence :

Distribution de l'oxyde de cérium : Les particules d'oxyde de cérium sont réparties simultanément réduisant les différences de dilatation thermique locales et améliorant la stabilité globale.

Plage de température : À $> 1500^{\circ}\text{C}$, le coefficient de dilatation thermique augmente légèrement (environ $4,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), ce qui doit être contrôlé par le système de refroidissement.

Cas d'application :

Aérospatiale : Dans le soudage d'aubes de turbine en titane, le faible coefficient de dilatation thermique de l'électrode WC20 assure la cohérence de la soudure.

Équipement nucléaire : Dans le soudage de tubes en alliage de zirconium, la stabilité dimensionnelle de l'électrode WC20 réduit les fissures de soudure provoquées par les contraintes thermiques.

Fabrication automobile : Dans le soudage de corps en alliage d'aluminium, le faible coefficient de dilatation thermique de l'électrode WC20 permet un soudage de haute précision.

Explication détaillée de la conductivité thermique

Valeur de conductivité thermique :

La conductivité thermique de l'électrode de cérium-tungstène est de $170 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ (température ambiante), ce qui est légèrement inférieure à celle du tungstène pur ($174 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$). À 1000°C , la conductivité thermique tombe à environ $100 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, ce qui est encore suffisant pour transférer rapidement la chaleur de la pointe vers le corps de l'électrode.

Des expériences montrent que dans le soudage 100 A DC, la température de la pointe de l'électrode WC20 peut être contrôlée à $1800 \sim 2000^{\circ}\text{C}$ pour éviter la surchauffe et l'épuisement.

Impact sur l'application :

Performance de dissipation thermique : Une bonne conductivité thermique permet aux électrodes WC20 de dissiper rapidement la chaleur pendant le soudage continu et de prolonger leur durée de vie. Par exemple, dans le soudage 150 A DC, la température de la pointe de l'électrode est inférieure d'environ 100°C à celle d'une électrode en tungstène pur.

Par rapport à l'électrode de tungstène de lanthane, la conductivité thermique de l'électrode de tungstène de lanthane est de $165 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, ce qui est légèrement inférieure à celle du WC20, mais les performances de dissipation de la chaleur sont similaires à courant élevé.

Facteurs d'influence :

Diamètre de l'électrode : Les électrodes de plus grand diamètre (telles que 3,2 mm) offrent une meilleure dissipation de la chaleur et conviennent au soudage à courant élevé.

Gaz de protection : Le mélange argon-hélium peut améliorer la répartition de la chaleur de l'arc et améliorer efficacement l'efficacité de dissipation de la chaleur de l'électrode.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Cas d'application :

Construction navale : Dans le soudage de coques en acier inoxydable, la conductivité thermique de l'électrode WC20 prend en charge un fonctionnement continu pendant 12 heures et la température de la pointe est contrôlée en dessous de 1900°C .

Équipement chimique : Dans le soudage par réacteur à haute température, les performances de dissipation thermique des électrodes WC20 entraînent les défauts de soudure causés par les contraintes thermiques.

Lignes de production automatisées : Dans le soudage robotisé, la conductivité thermique des électrodes WC20 permet une production efficace.

Recommandations d'optimisation

Système de refroidissement : Utilisez un pistolet de soudage refroidi à l'eau pour améliorer la dissipation de la chaleur et prolonger la durée de vie de l'électrode.

Forme d'onde de courant : Utiliser l'onde carrée AC dans le soudage AC pour réduire les fluctuations de température de la pointe.

Diamètre de l'électrode : Choisissez un diamètre approprié (par exemple, 2,4 ~ 3,2 mm) pour équilibrer la conductivité thermique et la capacité de transport de courant.

Progrès et tendances de la recherche

De nouveaux revêtements thermoconducteurs, tels que les revêtements en carbure de tungstène, augmentent la conductivité thermique de l'électrode WC20 à 180 W/(m·K). De plus, les électrodes dopées composites (telles que 1 %CeO₂ + 1 % Y₂O₃) ont une meilleure conductivité thermique à haute température et conviennent au soudage à haute charge.

3.2 Propriétés produits chimiques des électrodes de cérium et de tungstène

Les propriétés chimiques des électrodes cérium-tungstène déterminent leur stabilité et leur durabilité dans des environnements de complexes de soudage. Ce qui suit analyse l'oxyde de cérium sous trois aspects : la stabilité chimique, la résistance à la corrosion et le comportement chimique à haute température.

3.2.1 Stabilité chimique de l'oxyde de cérium

L'oxyde de cérium (CeO₂) est un oxyde de terres rares chimiquement stable avec un point de fusion de 2400°C et un point d'ébullition d'environ 3500°C, et présente une inertie extrêmement élevée dans des environnements acides, alcalins et oxydants. Cette stabilité est essentielle à la capacité des électrodes en cérium et tungstène à maintenir leurs performances dans les arcs électriques à haute température et les environnements complexes.

Explication détaillée de la stabilité chimique

Stabilité à haute température :

Dans l'arc de soudage (6000 ~ 7000 K), l'oxyde de cérium reste solide et n'est pas facile à décomposer ou à volatiliser. Les expériences montrent qu'après 8 heures de soudage à 200 A DC, la teneur en oxyde de cérium de l'électrode WC20 ne diminue que de 0,01 %, démontrant une excellente stabilité chimique.

Par rapport aux électrodes de tungstène au thorium, l'oxyde de thorium (ThO₂) peut se décomposer

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

et libérer des traces de particules radioactives à haute température, tandis que l'oxyde de cérium ne présente pas ce, ce qui le rend adapté aux scénarios exigeants sur le plan environnemental.

Propriétés antioxydantes :

L'oxyde de cérium est insensible à l'oxygène et à la vapeur d'eau sous la protection de l'argon, ce qui réduit la formation d'une couche d'oxyde à la surface de l'électrode. Le test a montré que sous la protection d'un gaz argon de haute pureté à 99,99 %, l'épaisseur de la couche d'oxyde à la surface de l'électrode WC20 était inférieure à 0,05 µm, tandis que l'électrode de tungstène pur pouvait atteindre 1 µm .

Dans les environnements où l'oxygène est à l'état de traces (<0,1 %), l'oxyde de cérium forme une couche d'oxyde protecteur qui empêche l'oxydation de la matrice de tungstène.

Cas d'application :

Génie maritime : Dans le soudage de plaques-formes marines en acier inoxydable, la stabilité chimique des électrodes WC20 leur permet de maintenir leurs performances dans des environnements humides et salés avec une porosité de soudure inférieure à 0,3 %.

Équipement chimique : Dans les environnements sulfurés (par exemple, le soudage par réacteur d'acide sulfurique), la résistance à l'oxydation de l'électrode WC20 réduit les pertes d'électrodes.

Transformation des aliments : Dans le soudage des conteneurs en acier inoxydable, la stabilité chimique de l'électrode WC20 garantit une soudure hygiénique.

Facteurs d'influence :

Pureté du gaz de protection : Le gaz argon de faible pureté (<99,9 %) peut introduire de l'oxygène, entraînant ainsi la stabilité de l'oxyde de cérium.

Type de courant : Les fluctuations de température dans le soudage AC peuvent augmenter la volatilisation des traces d'oxyde de cérium.

Recommandations d'optimisation

Utilisez de l'argon de haute pureté (99,99 %) ou des mélanges argon-hélium pour améliorer la stabilité chimique.

Contrôlez le temps de soudage pour éviter la migration de l'oxyde de cérium due à une exposition prolongée à des températures élevées.

Progrès de la recherche

Le dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique améliore la stabilité chimique, et une étude de 2021 a montré que le taux de perte d'oxyde de cérium dans les électrodes WC20 à l'échelle nanométrique dans le soudage 300 A DC est inférieur à 0,005 %.

3.2.2 Résistance à la corrosion des électrodes de tungstène de cérium

Les électrodes en cérium-tungstène présentent une excellente résistance à la corrosion dans les environnements de soudage conventionnels tels que la protection contre l'argon ou le mélange argon-hélium, et l'ajout d'oxyde de cérium améliore la résistance à l'oxydation et à la corrosion chimique de la matrice de tungstène.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

La résistance à la corrosion est expliquée en détail

Propriétés antioxydantes :

Dans le soudage 150 A DC, l'épaisseur de la couche d'oxyde à la surface de l'électrode WC20 est inférieure à 0,1 μm , contre 1 μm pour les électrodes en tungstène pur. L'effet protecteur de l'oxyde de cérium réduit la formation d'oxyde de tungstène (WO_3).

Dans un environnement avec de l'oxygène à l'état de traces (<0,1%), le taux d'oxydation de l'électrode WC20 est inférieur à 0,001 mm/an.

Résistance chimique :

Dans les environnements contenant des chlorures ou des soufres (par exemple, le soudage de pipelines pétrochimiques), le taux de corrosion de l'électrode de WC20 est inférieur à 0,001 mm/an, ce qui est bien inférieur à celui de l'électrode de tungstène pur de 0,01 mm/an.

L'expérience a montré qu'il n'y avait pas de trace de corrosion évidente à la surface de l'électrode WC20 après trempage dans une solution de chlorure de sodium à 10 % pendant 100 heures.

Cas d'application :

Industrie pétrochimique : Dans le soudage de pipelines au soufre d'hydrogène, la résistance à la corrosion de l'électrode WC20 réduit la fréquence de remplacement des électrodes.

Ingénierie marine : Dans le soudage de l'acier inoxydable dans des environnements d'eau de mer, la résistance à la corrosion des électrodes WC20 garantit la qualité de la soudure.

Industrie nucléaire : Dans le soudage d'alliages de zirconium, la résistance à la corrosion de l'électrode WC20 permet un fonctionnement stable à long terme.

Facteurs d'influence :

Gaz de protection : Le gaz argon de haute pureté réduit considérablement la corrosion oxydative.

Diamètre de l'électrode : Les électrodes de plus grand diamètre (par exemple 3,2 mm) offrent une meilleure résistance à la corrosion.

Recommandations d'optimisation

Utilisez un gaz de protection de haute pureté pour réduire la corrosion oxydative.

Nettoyez régulièrement la surface de l'électrode pour éliminer les traces de dépôts.

Progrès de la recherche

Les technologies de revêtement de surface, telles que les revêtements en zircone, peuvent encore améliorer la résistance à la corrosion, une étude de 2022 démontrant une réduction de 50 % des taux de corrosion pour les électrodes WC20 revêtues .

3.2.3 Comportement chimique des électrodes de cérium-tungstène dans des environnements à haute température

Sous l'arc à haute température (>6000 K), le comportement chimique des électrodes de cérium-tungstène se manifeste principalement par une volatilisation à l'état de traces et une reconstruction de surface.

Explication détaillée du comportement chimique à haute température

Volatilisation des traces :

L'oxyde de cérium peut libérer des traces de vapeur de cérium à des températures extrêmement élevées, de l'ordre de 10^{-5} g/min, ce qui n'a aucun effet sur la qualité du soudage. En revanche, la volatilisation de l'oxyde de thorium à partir des électrodes de thorium et de tungstène peut libérer des particules radioactives.

Les expériences montrent que la fréquence de l'électrode WC20 est inférieure à 0,01 mg/min en soudage 200 A DC.

Reconstruction de surface :

À des températures élevées, les particules d'oxyde de cérium peuvent migrer vers la surface de l'électrode, formant une couche riche en cérium qui améliore l'émission thermoïonique. Les résultats montrent que l'épaisseur de la couche riche en cérium est d'environ $0,01 \sim 0,05 \mu\text{m}$.

Dans le soudage AC, la restructuration de surface peut entraîner une légère rugosité, affectant la stabilité de l'arc.

Cas d'application :

Aérospatiale : Dans le soudage au titane, la couche riche en cérium des électrodes WC20 améliore l'initiation de l'arc.

Industrie nucléaire : Dans le soudage des alliages de zirconium, la stabilité chimique de l'électrode WC20 réduit la contamination de la piscine.

Soudage automatisé : Dans le soudage robotisé, la reconstruction de surface de l'électrode WC20 permet un arc électrique rapide.

Facteurs d'influence :

Type de courant : Les fluctuations de température dans le soudage AC augmentent la reconstruction de surface.

Gaz de protection : Le mélange argon-hélium réduit la volatilisation et la rugosité.

Recommandations d'optimisation

Utilisez l'onde carrée AC pour réduire les fluctuations de température.

Inspectez régulièrement la surface de l'électrode et re-broyez si nécessaire.

Progrès de la recherche

Le dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique réduit la volatilisation à haute température, et une étude de 2021 a montré que la utilisation des électrodes WC20 à l'échelle nanométrique était réduite de 30 %.

3.3 Caractéristiques électriques des électrodes de tungstène de cérium

Les propriétés électriques des électrodes cérium-tungstène sont essentielles à leurs excellentes propriétés d'initiation d'arc et d'arc dimensionnel en soudage. Ce qui suit est analysé sous trois aspects : le travail d'échappement d'électrons, les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'arc, et la capacité de charge du courant.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

3.3.1 Échappement d'électrons de l'électrode de cérium et de tungstène

Le travail d'échappement d'électrons est un indicateur clé des performances de l'arc électrique des électrodes. L'électrode WC20 a un pouvoir d'échappement d'électrons d'environ 2,5 eV, ce qui est bien inférieur aux électrodes de tungstène pur (4,5 eV) et de thorium-tungstène (2,7 eV).

Explication détaillée de la fonction d'échappement d'électrons

Caractérisation :

Un faible échappement d'électrons permet aux électrons de s'échapper plus facilement de la surface de l'électrode, notamment la tension d'amorçage de l'arc. Les expériences montrent que la tension de démarrage de l'arc de l'électrode WC20 est de 1012 V contre 1518 V pour l'électrode de tungstène pur en soudage 10 A DC.

La répartition uniforme des particules d'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène améliore l'émission thermoionique, en particulier à faible courant (<50 A).

Cas d'application :

Microélectronique : Dans le brasage au plomb des puces, le faible pouvoir d'échappement d'électrons de l'électrode WC20 prend en charge le soudage à courant ultra-faible de 5 ~ 20 A, et la zone affectée par la chaleur est inférieure à 0,1 mm.

Dispositifs médicaux : Dans le soudage d'implants en titane, l'arc rapide de l'électrode WC20 améliore l'efficacité de la production.

Aérospatiale : Dans le soudage de composants en titane, la faible tension de démarrage de l'électrode WC20 réduit la gigue d'arc.

Comparaison avec l'électrode de tungstène de lanthane :

Le travail d'échappement des électrons de l'électrode de tungstène de lanthane (WL20) est d'environ 2,4 eV, ce qui est légèrement meilleur que celui du WC20, mais la différence n'est pas significative dans les applications pratiques.

Facteurs d'influence :

Forme de la pointe : L'angle du cône de 30° ~ 60° peut concentrer l'émission d'électrons et améliorer l'efficacité de démarrage de l'arc.

Propriété de surface : Les couches d'oxyde de surface peuvent augmenter le travail d'échappement d'électrons et doivent être nettoyées régulièrement.

Recommandations d'optimisation

Affûtez la pointe à un angle de cône de 30°~45° pour optimiser l'échappement des électrons.

Le gaz argon de haute pureté est utilisé pour réduire l'oxydation de surface.

Progrès de la recherche

Le dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique réduit le travail d'échappement d'électrons à 2,3 eV, et une étude de 2022 a montré une réduction de 10 % de la tension de démarrage de l'arc pour les électrodes WC20 à l'échelle nanométrique .

3.3.2 Performances d'amorçage de l'arc et stabilité dimensionnelle de l'arc des électrodes en cérium-tungstène

Explication détaillée des performances de démarrage de l'arc

Caractérisation :

En mode DC Forward (DCEN), l'électrode WC20 a une tension de démarrage d'arc de 1015 V et un temps de démarrage d'arc inférieur à 0,1 seconde. Dans le soudage AC, la tension d'arc est de 1525 V, ce qui doit être pris en charge par un équipement de démarrage d'arc à haute fréquence.

Les expériences démontrent que le taux de réussite de l'arc électrique de l'électrode WC20 est de 99,9 % dans le soudage 50 A DC.

Cas d'application :

Soudage de pipelines : Dans le soudage de racines de pipelines d'oléoducs, l'arc rapide de l'électrode WC20 améliore l'efficacité du soudage.

Soudage automatisé : Dans le soudage robotisé, les performances d'arc électrique de l'électrode WC20 prennent en charge les opérations à haute fréquence.

Soudage de précision : Dans le soudage microélectronique, la faible tension de démarrage de l'arc de l'électrode WC20 réduit l'apport de chaleur.

Facteurs d'influence :

Angle du cône de pointe : L'angle du cône de $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ est optimal, trop grand ou trop petit peut augmenter la tension d'arc.

Gaz de protection : Le gaz argon de haute pureté peut réduire la tension de démarrage de l'arc.

Explication détaillée de la stabilité de l'arc

Caractérisation :

Le taux de gigue de l'arc de l'électrode WC20 est inférieur à 5 % dans le soudage CC et d'environ 8 % dans le soudage CA. L'émission thermoïonique de l'oxyde de cérium améliorer la stabilité de l'arc .

Dans le soudage 100 A DC, le décalage de l'arc de l'électrode WC20 est inférieur à 0,05 mm.

Cas d'application :

Aérospatiale : Dans le soudage du titane, l'arc stable de l'électrode WC20 réduit la porosité de la soudure.

Industrie nucléaire : Dans le soudage des alliages de zirconium, la stabilité de l'arc de l'électrode WC20 permet des soudures de haute qualité.

Lignes de production automatisées : Dans le soudage robotisé, la stabilité de l'arc des électrodes WC20 améliore l'efficacité de la production.

Suggestions d'optimisation :

Utilisez le courant alternatif à ondes carrées pour réduire la gigue de l'arc.

Vérifiez régulièrement la forme de la pointe pour maintenir un angle de cône constant.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Progrès de la recherche

Les électrodes dopées composites (telles que 1 % CeO₂ + 1 % La₂O₃) réduisent la gigue de l'arc à 4 %, ce qui les rend adaptés au soudage de haute précision.

3.3.3 Capacité de transport de courant de l'électrode de cérium et de tungstène

Explication détaillée de la capacité de charge actuelle

Caractérisation :

La capacité de transport de courant de l'électrode WC20 dépend du diamètre :

1,6 mm : 10 ~ 100 A, adapté au soudage de précision.

2,4 mm : 50 ~ 150 A, adapté au soudage à usage général.

3,2 mm : 100 ~ 200 A, adapté au soudage à charge élevée.

Au-dessus de 200 A, le taux de combustion augmente légèrement et une électrode d'oxyde de cérium à 4 % est recommandée.

Cas d'application :

Construction navale : En soudage 150 A DC, l'électrode WC20 de 2,4 mm prend en charge un fonctionnement continu pendant 10 heures.

Industrie nucléaire : En soudure 200 A DC, l'électrode WC20 de 3,2 mm répond aux besoins du soudage des alliages de zirconium.

Fabrication automobile : Dans le soudage 100 A DC, l'électrode WC20 de 2,0 mm prend en charge le soudage de carrosseries en aluminium.

Facteurs d'influence :

Diamètre de l'électrode : Les diamètres plus grands prennent en charge des courants plus élevés.

Système de refroidissement : Les pistolets de soudage refroidis à l'eau améliorent la capacité de transport de courant.

Recommandations d'optimisation

Sélectionnez le diamètre d'électrode approprié pour correspondre à la demande de courant.

Utilisez un système de refroidissement par eau pour réduire l'épuisement.

Progrès de la recherche

L'électrode d'oxyde de cérium à 4 % a une capacité de transport de courant de 250 A, et une étude de 2022 a montré que son taux de combustion était inférieur de 20 % à celui du WC20 .

3.4 Propriétés mécaniques des électrodes de cérium et de tungstène

3.4.1 Ductilité et fragilité des électrodes de cérium-tungstène

Explication détaillée de la ductilité et de la fragilité

Caractérisation :

L'électrode de tungstène en cérium a une faible ductilité, avec un allongement d'environ 0,5 % ~ 1 %, et est un matériau fragile. L'ajout d'oxyde de cérium améliore la résistance de la limite de grain et réduit la fragilisation à haute température.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Les expériences montrent que la résistance à la traction de l'électrode WC20 à température ambiante est de 2500 MPa et que la résistance à la rupture est de $1,2 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

Cas d'application :

Aérospatiale : Dans le soudage du titane, la fragilité des électrodes WC20 nécessite une manipulation soigneuse pour éviter la casse.

Soudage automatisé : Dans le soudage robotisé, la stabilité mécanique de l'électrode WC20 prend en charge les opérations à haute fréquence.

Facteurs d'influence :

Teneur en oxyde de cérium : Un niveau trop élevé (par exemple 4 %) peut augmenter la fragilité.

Traitement thermique : Les procédés de recrutement optimisent la ductilité.

Recommandations d'optimisation

Un équipement de meulage de précision est utilisé pour réduire les contraintes mécaniques.

Évitez que l'électrode ne soit impactée par des forces externes.

Progrès de la recherche

Le dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique améliore la résistance à la rupture à $1,5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, et une étude de 2021 a montré que la résistance à la fragilisation des électrodes WC20 à l'échelle nanométrique était augmentée de 30 %.

3.4.2 Résistance à l'usure des électrodes en cérium-tungstène

Explication détaillée de la résistance à l'usure

Caractérisation :

La résistance à l'usure de l'électrode WC20 est due aux finitions élevées et au renforcement de la limite de grain de l'oxyde de cérium. Les taux d'usure de surface lors du meulage et du soudage sont inférieures à 0,01 mm/ heure .

Des expériences ont montré que le taux d'usure de la pointe de l'électrode WC20 est inférieur à 0,005 mm/h en soudage 100 A DC.

Cas d'application :

Fabrication automobile : Dans le soudage des tuyaux d'échappement en acier inoxydable, les propriétés anti-usure de l'électrode WC20 permettent un fonctionnement prolongé.

Industrie nucléaire : Dans le soudage d'alliages de zirconium, la résistance à l'usure de l'électrode WC20 réduit la perte de pointe.

Facteurs d'influence :

Processus de meulage : Les meules diamantées diminuent l'usure.

Type de courant : Le soudage AC peut augmenter l'usure.

Recommandations d'optimisation

Utilisez un meulage à basse vitesse pour réduire les dommages de surface.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Inspectez régulièrement la surface de l'électrode et re-broyez si nécessaire.

Progrès de la recherche

Les revêtements de surface, tels que le TiN, diminuent les taux d'usure de 50 %, et une étude de 2022 a montré que les électrodes WC20 présentaient prolonger leur durée de vie de 30 %.

3.4.3 Taux de combustion de l'électrode de cérium et de tungstène

Explication détaillée de la vitesse de combustion de l'électrode

Caractérisation :

L'électrode WC20 a un taux de combustion d'environ 0,5 mm/heure en soudage 100 A DC et d'environ 0,8 mm/ heure en soudage AC.

Les expériences montrent que le taux de combustion de l'électrode WC20 est inférieur de 20 % à celui de l'électrode de tungstène au thorium dans le soudage 150 A DC.

Cas d'application :

Construction navale : Dans le soudage de coques en acier inoxydable, le faible taux de combustion de l'électrode WC20 permet un fonctionnement continu.

Aérospatiale : Dans le soudage du titane, le contrôle du taux de combustion de l'électrode WC20 garantit la qualité de la soudure.

Facteurs d'influence :

Amplitude du courant : Un courant élevé (>200 A) augmente le taux de brûlure.

Gaz de protection : Le gaz argon de haute pureté peut réduire le taux de combustion.

Recommandations d'optimisation

Utilisez un pistolet de soudage refroidi à l'eau pour réduire le taux de combustion.

Choisissez l'onde carrée AC pour réduire les fluctuations de température.

Progrès de la recherche

Le taux de combustion de l'électrode d'oxyde de cérium à 4 % a été réduit à 0,4 mm/heure, et une étude de 2022 a montré qu'elle avait une durée de vie de 25 % plus longue que le WC20 .

3.5 Caractéristiques environnementales et de sécurité des électrodes de tungstène en cérium

3.5.1 Avantage non radioactif des électrodes cérium-tungstène

Explication détaillée des avantages de la non-radioactivité

Caractérisation :

Par rapport aux électrodes en tungstène thorium (contenant de l'oxyde de thorium radioactif, une dose de rayonnement d'environ $3,60 \times 10^5$ Curie/kg), les électrodes WC20 sont non radioactives et conformes aux normes de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).

Les expériences montrent que l'électrode WC20 n'a pas de libération de particules radioactives pendant le meulage et le soudage.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Cas d'application :

Dispositifs médicaux : Dans le soudage d'implants en titane, le caractère non radioactif de l'électrode WC20 répond aux exigences d'hygiène.

Transformation des aliments : Dans le soudage de récipients en acier inoxydable, la nature non radioactive de l'électrode WC20 garantit la propreté de la soudure.

Facteurs d'influence :

Processus de production : Contrôlez strictement la pureté des matières premières pour éviter les impuretés radioactives.

Élimination des déchets : les électrodes WC20 peuvent être directement recyclées sans traitement particulier.

Recommandations d'optimisation

Choisissez une électrode WC20 certifiée ISO 6848 pour garantir l'absence de radioactivité.

Utilisez un équipement de ventilation pour réduire la poussière pendant le meulage.

Progrès de la recherche

De nouvelles techniques de détection, telles que la spectroscopie gamma, confirment encore l'avantage radioactif de l'électrode WC20 .

3.5.2 Respect de l'environnement des électrodes de tungstène de cérium

Explication détaillée du respect de l'environnement

Caractérisation :

Les électrodes WC20 n'émettent aucune substance nocive lors de la production et de l'élimination et sont conformes aux réglementations RoHS et REACH de l'UE .

Les électrodes usagées peuvent être recyclées et réutilisées, avec un taux de recyclage de plus de 90 %.

Cas d'application :

Fabrication écologique : Dans le soudage d'équipements éoliens, les caractéristiques écologiques des électrodes WC20 soutiennent le développement durable.

Génie maritime : Dans les environnements d'eau de mer, la nature non polluante des électrodes WC20 réduit la charge environnementale.

Facteurs d'influence :

Processus de production : L'adoption d'une production d'énergie propre peut améliorer encore la protection de l'environnement.

Système de recyclage : Un système de recyclage bien développé peut améliorer l'utilisation des ressources.

Recommandations d'optimisation

Choisissez un fabricant avec des certifications environnementales.

Mettre en place un système de recyclage des électrodes pour réduire les déchets.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Progrès de la recherche

Une étude de 2022 a montré que le taux de recyclage des électrodes WC20 peut atteindre 95 %, soutenant ainsi l'économie circulaire.

3.5.3 Évaluation de la santé et de la sécurité des électrodes en cérium-tungstène

Explication de l'évaluation de la santé et de la sécurité

Caractérisation :

La poussière générée par l'électrode WC20 lors du meulage et du soudage est non toxique et présente un très faible risque d'inhalation. Les expériences ont montré que la concentration en PM_{2,5} de la poussière d'électrode de WC20 était inférieure à 0,01 mg/ m³ .

Par rapport aux électrodes au thorium-tungstène, les électrodes WC20 n'ont aucun risque radioactif et n'augmentent pas les risques pour la santé en cas d'utilisation à long terme.

Cas d'application :

Industrie médicale : Dans le soudage d'implants en titane, les propriétés non toxiques des électrodes WC20 répondent aux exigences d'hygiène strictes.

Transformation des aliments : Dans le soudage de conteneurs en acier inoxydable, la santé et la sécurité des électrodes WC20 garantissent la conformité du produit.

Facteurs d'influence :

Environnement de broyage : Une mauvaise ventilation peut augmenter le risque d'inhalation de poussière.

Spécifications de fonctionnement : Suivez les procédures d'utilisation sûres pour réduire les blessures accidentelles.

Recommandations d'optimisation

Utilisez un équipement de ventilation et des masques de protection pour réduire l'inhalation de poussière.

Former régulièrement les soudeurs pour améliorer la sensibilisation à la sécurité.

Progrès de la recherche

La nouvelle technologie de filtration des poussières réduit la concentration de poussières de meulage sur l'électrode WC20 à 0,005 mg/m³.

3.6 Électrode intelligente de tungstène au cérium de Chine Tungstène MSDS

Fiche de données de sécurité (FDS) - Électrode de tungstène de cérium

1. Informations sur le produit

Nom du produit : Électrode de tungstène de cérium (WC20)

Nom chimique : alliage de tungstène (W) et d'oxyde de cérium (CeO₂)

Utilisation : Utilisé pour le soudage à l'arc sous protection sous gaz inerte (TIG), le soudage au plasma et le coupage

Numéro CAS :

Tungstène : 7440-33-7

Oxyde de cérium : 1306-38-3

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

2. Informations sur la composition/la composition

Ingrédients clés :

Tungstène (W) : 97,8 % ~ 98,2 % (fraction massif)

Oxyde de cérium (CeO_2) : 1,8 % ~ 2,2 % (fraction massique).

Impuretés : fer (Fe), silicium (Si), carbone (C), etc., avec une teneur inférieure à 0,05 %

3. Identification du danger

Dangers physiques : Il n'y a aucun risque d'explosion ou d'inflammabilité des électrodes à l'état solide. Le meulage ou la coupe peut produire de la poussière métallique.

Risques pour la santé :

Inhalation : La poussière de tungstène ou d'oxyde de cérium provenant du broyage peut irriter les voies respiratoires.

Contact avec la peau : Une exposition à long terme peut provoquer une légère irritation cutanée.

Contact avec les yeux : La poussière peut irriter les yeux.

Radioactivité : Les électrodes de cérium et de tungstène ont une radioactivité extrêmement faible et répondent aux normes de sécurité ISO 6848.

Risques environnementaux : Des déchets peuvent être générés au cours du processus de production, qui doivent être éliminés correctement pour éviter la pollution de l'environnement.

Principaux symptômes : l'inhalation de poussière peut provoquer une toux ou une gêne respiratoire ;

Le contact visuel peut provoquer des rougeurs et des gonflements.

4. Mesures de premiers secours

Inhalation : Déplacez la personne dans un endroit bien ventilé et consultez un médecin si nécessaire.

Contact avec la peau : Lavez la zone de contact avec de l'eau et du savon et consultez un médecin en cas d'irritation.

Contact avec les yeux : Rincer abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes et consulter un médecin si nécessaire.

Ingestion : Si cela se produit, consultez immédiatement un médecin et fournissez cette fiche signalétique.

5. Mesures de protection contre l'incendie

Méthode d'extinction d'incendie : L'électrode à semi-conducteurs est ininflammable. Les feux de poussière utilisent des agents extincteurs en poudre sèche ou au dioxyde de carbone.

Dangers particuliers : L'oxyde de cérium ou l'oxyde de tungstène gazeux peut être libéré à des températures élevées, et un équipement de protection respiratoire doit être porté.

Précautions contre l'incendie : Les pompiers doivent porter des vêtements de protection et des respirateurs à pression positive.

6. Traitement d'urgence des fuites

Prévention des fuites : Évitez la casse des électrodes ou la poussière de meulage pendant le stockage et l'utilisation.

Méthode de nettoyage : Utilisez un aspirateur ou un chiffon humide pour nettoyer la poussière afin

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

d'éviter la poussière. Les déchets collectés sont éliminés conformément aux réglementations locales.
Mesures de protection : Portez des masques anti-poussière et des gants de protection lorsque vous manipulez des fuites.

7. Fonctionnement et stockage

Précautions d'emploi :

Utilisez un équipement de broyage spécial pour éviter une production excessive de poussière.

Équipé d'un système de ventilation locale, portez un masque anti-poussière et des lunettes de protection.

Lavez-vous les mains après la procédure pour éviter tout contact à long terme avec la peau.

Conditions de stockage :

Conserver dans un contenant hermétique, sec et ventilé pour éviter l'humidité et la contamination.

Tenir à l'écart des substances acides et des environnements à haute température.

Marqué « WC20 Cerium Tungsten Electrode » pour l'identification.

8. Contrôle des contacts/protection personnelle

Contrôle technique : Utilisez un équipement d'évacuation locale ou un couvercle anti-poussière pour réduire l'exposition à la poussière.

Équipement de protection individuelle :

Protection : respiratoire Portez un masque anti-poussière certifié NIOSH lors du meulage.

Protection des mains : porter des gants résistants à l'usure.

Protection oculaire : Portez des lunettes de sécurité.

Protection de la peau : Portez une combinaison à manches longues pour éviter d'exposer la peau.

Limites d'exposition :

OSHA PEL 5 mg/m³(TWA)。

Oxyde de cérium : Il n'y a pas de limite spécifique, il est recommandé de se référer à la norme sur la poussière de bois.

9. Propriétés physiques et chimiques

État physique : solide (tige ou filetage)

Couleur : gris argenté avec des marques grises aux extrémités

Point de fusion : tungstène environ 3422°C, oxyde de cérium environ 2400°C

Densité : env. 19,3 g/cm³

Solubilité : Insoluble dans l'eau

Stabilité : stable à température ambiante, peut s'oxyder à haute température

10. Stabilité et réactivité

Stabilité : Propriétés chimiques stables à température ambiante.

Réactivité : Évitez tout contact avec des acides forts, des alcalis ou des environnements oxydants à haute température, qui peuvent produire des gaz nocifs.

Substances contre-indiquées : oxydants forts, substances acides.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

11. Renseignements toxicologiques

Toxicité aiguë : Faible légère, l'inhalation de poussières peut provoquer une légère irritation respiratoire.

Toxicité chronique : L'inhalation à long terme de fortes concentrations de poussières peut entraîner une gêne pulmonaire.

Cancérogénicité : Non répertorié comme cancérogène par le CIRC.

Toxicité pour la reproduction : Aucune donnée disponible.

12. Informations écologiques

Impact sur l'environnement : Les électrodes à l'état solide n'ont aucun danger direct pour l'environnement et les déchets de production doivent être éliminés correctement.

Bioaccumulation : Aucune bioaccumulation significative.

Persistance et dégradabilité : non dégradable, le recyclage est nécessaire.

13. Élimination des déchets

Méthode d'élimination : Recyclez ou éliminez les électrodes utilisées et la poussière conformément aux réglementations locales, en entraînant l'élimination directe.

Conseil de recyclage : Envoyez les déchets à une installation professionnelle de recyclage des métaux pour récupérer le tungstène et l'oxyde de cérium.

Précautions : Évitez que les déchets ne pénètrent dans l'eau ou le sol pour éviter la pollution de l'environnement.

14. Informations sur l'expédition

Classification du transport : marchandises non dangereuses, conformément aux normes internationales de transport.

Exigences d'emballage : Utilisez un emballage résistant à l'humidité et à la poussière et indiquez les informations sur le produit.

Précautions de transport : Évitez d'endommager l'emballage et évitez les fuites de poussière.

15. Informations réglementaires

Réglementations internationales : Respectez les réglementations REACH de l'UE avec des niveaux de radioactivité inférieurs aux seuils de sécurité.

Réglementations nationales : Respectez les réglementations chinoises sur la gestion de la sécurité des produits chimiques dangereux et la loi sur la protection de l'environnement.

Normes de l'industrie : Conformez-vous aux normes ISO 6848, AWS A5.12 , GB/T 4192.

16. Informations diverses

Fournisseur : CTIA GROUP LTD

Téléphone : 0592-5129696/5129595

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale



Chapitre 4 Préparation et production : Processus et technologie de l'électrode de tungstène de cérium

En tant qu'électrode non consommable clé dans le soudage sous gaz inerte (TIG) et le soudage à l'arc plasma, les électrodes cérium-tungstène s'appuient sur la scientificité et la précision de l'ensemble de la chaîne de production, de la sélection des matières premières au traitement final. Le processus de préparation implique de multiples liens complexes, notamment la sélection et le prétraitement des matières premières, l'optimisation de la technologie de la métallurgie des poudres, le raffinement de la technologie de traitement ultérieurement, l'amélioration du système de contrôle de la qualité et l'introduction d'une technologie de production avancée. Ce chapitre expose exclusivement le processus de préparation de l'électrode de cérium et de tungstène sous cinq aspects : la sélection et le prétraitement des matières premières, la technologie de la métallurgie des poudres, la technologie de traitement ultérieur, le contrôle de la qualité et l'optimisation des processus, et la technologie de production avancée, et explore en profondeur les principes de processus, les processus techniques, les facteurs d'influence, les stratégies d'optimisation et les tendances de développement futurs de chaque maillon.

4.1 Sélection des matières premières et prétraitement de l'électrode de cérium et de tungstène

La sélection et le prétraitement des matières premières sont les pierres angulaires de la préparation des électrodes en cérium et tungstène, qui déterminent directement la composition chimique, la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

microstructure et les propriétés finales de l'électrode. La poudre de tungstène en tant que composant principal, l'oxyde de cérium en tant que matériau de dopage clé et éventuellement d'autres additifs doivent être rigoureusement examinés et traités pour répondre aux exigences des électrodes de soudage haute performance.

4.1.1 Exigences de pureté et de taille des particules de la poudre de tungstène

La poudre de tungstène est la matière première de base de l'électrode de tungstène de cérium, représentant 96 % ~ 98 % de la masse de l'électrode. Sa pureté et ses caractéristiques granulométriques ont un impact décisif sur la stabilité, les propriétés d'arc et la résistance mécanique de l'électrode dans les environnements d'arc à haute température. En tant que métal avec un point de fusion élevé (3422°C) et une densité élevée (19,25 g/cm³), le tungstène a une excellente résistance aux hautes températures et à la corrosion, mais des impuretés à l'état de traces ou une mauvaise répartition granulométrique peuvent entraîner une diminution des performances de l'électrode pendant le processus de soudage, comme une instabilité de l'arc ou une combustion accumulée.

Exigences de pureté de la poudre de tungstène

La pureté de la poudre de tungstène est la clé pour garantir que l'électrode conserve sa stabilité chimique et ses propriétés électriques sous l'arc à haute température (6000 ~ 7000 K). Selon les normes internationales (telles que ISO 6848:2004) et les normes nationales chinoises (GB/T 4192-2015), la pureté de la poudre de tungstène doit généralement atteindre plus de 99,95 %, et les impuretés courantes comprennent le fer (Fe), le silicium (Si), l'aluminium (Al), l'oxygène (O) et le carbone (C). Ces impuretés peuvent former des composés à bas point de fusion (tels que les oxydes de fer, avec un point de fusion d'environ 1565°C) à des températures élevées, entraînant l'épuisement de la surface des électrodes ou la contamination du bain de fusion. La poudre de tungstène de pureté supérieure (99,99 %) est particulièrement importante dans le soudage de précision, car elle améliore considérablement la stabilité de l'arc et réduit les pertes d'électrodes.

Impact de la pureté sur les performances : Les impuretés à l'état de traces peuvent modifier les caractéristiques d'émission thermoionique de l'électrode, augmenter la tension de démarrage de l'arc ou provoquer une gigue de l'arc. Les impuretés de fer peuvent former des oxydes volatils à haute température, accélérant ainsi l'épuisement des électrodes. Les impuretés d'oxygène peuvent provoquer la formation d'une couche d'oxyde à la surface de l'électrode, notamment les propriétés électriques. En particulier ces impuretés, la poudre de tungstène d'ultra-haute pureté peut optimiser les performances d'initiation de l'arc, la concentration de l'arc et la durabilité à haute température de l'électrode, ce qui la rend particulièrement adaptée au soudage de précision à faible courant ou au soudage à long terme à forte charge.

Procédé de purification : La poudre de tungstène est généralement préparée par la méthode de décomposition thermique du paratungstate d'ammonium (APT), et le processus comprend l'enrichissement du minéral de tungstène, la dissolution chimique, la cristallisation et la purification, et la réduction de l'hydrogène. Le processus d'enrichissement élimine la gangue et les impuretés du minéral par flottation et séparation magnétique pour obtenir un APT de haute pureté. La dissolution chimique utilise de l'ammoniac ou de l'acide pour convertir le minéral de tungstène en tungstate

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

soluble, suivie d'une cristallisation en plusieurs étapes pour éliminer les impuretés non métalliques. La réduction de l'hydrogène est une étape critique, généralement réalisée en deux étapes dans un quatre tubulaires : la première étape décompose l'APT en oxyde de tungstène (WO_3) à des températures plus basses, et la deuxième étape réduit l'oxyde de tungstène en poudre de tungstène à des températures plus élevées. Le processus de réduction nécessite l'utilisation d'hydrogène de haute pureté (pureté $\geq 99,999\%$) et un contrôle strict du point de rosée ($< -40^\circ\text{C}$) pour éviter l'oxydation. Après réduction, la poudre de bois doit être décapée (comme une solution d'acide nitrique dilué ou d'acide chlorhydrique) pour éliminer les oxydes résiduels à la surface afin d'améliorer encore la pureté.

Détails du processus : Le four de réduction doit adopter une conception de chauffage à plusieurs étages pour assurer des gradients de température uniformes et éviter la volatilisation incomplète des impuretés provoquées par une surchauffe locale. Le contrôle du débit d'hydrogène est essentiel à l'efficacité de la réduction et doit être optimisé en fonction de la taille du four et du volume de poudre. Le processus de décapage nécessite un contrôle précis de la concentration d'acide et du temps de traitement afin d'éviter les défauts de surface causés par une corrosion excessive. L'atelier de purification doit maintenir un environnement exempt de poussière (niveau ISO 5, concentration de particules < 3520 particules/ m^3) pour éviter que la poussière ou les impuretés en suspension dans l'air ne contaminent la poudre de tungstène.

Facteurs d'influence :

Source des matières premières : La Chine possède plus de 60 % des réserves mondiales de minerai de tungstène, principalement produites à Zhuzhou, Hunan et Ganzhou, Jiangxi. Le minéral de tungstène à haute teneur peut obtenir une APT de plus grande pureté en optimisant le processus d'enrichissement.

Environnement de production : Le processus de purification est effectué dans une salle blanche équipée d'un système de filtration à haute efficacité pour éviter la contamination par la poussière. L'humidité ou l'oxygène dans l'air peut provoquer l'oxydation de la poudre de tungstène, affectant sa pureté.

Conditions de stockage : La poudre de tungstène a de fortes tendances à l'hygroscopique et à l'oxydation, et doit être stockée dans des récipients scellés en acier inoxydable ou en polyéthylène pour maintenir un environnement à faible humidité ($< 30\%$) et à basse température ($< 25^\circ\text{C}$) afin d'éviter l'oxydation ou l'agglomération de surface.

Contrôle de la qualité : Les tests de pureté utilisent généralement la spectroscopie d'émission de plasma à couplage inductif (ICP-OES) pour analyser les impuretés métalliques avec une précision allant jusqu'à des niveaux de ppm. La spectroscopie de fluorescence X (XRF) est utilisée pour détecter rapidement les distributions d'impuretés et convient à la surveillance en temps réel sur la ligne de production. Au cours du processus d'essai, une attention particulière doit être accordée aux impuretés métalliques telles que le fer et le silicium, ainsi qu'aux impuretés non métalliques telles que l'oxygène et le carbone, afin de s'assurer que leur teneur est inférieure à la limite standard. L'étalonnage régulier des équipements d'essai et la mise en place d'un système de traçabilité des lots permettent d'assurer la stabilité de la qualité de la poudre de tungstène.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Suggestions d'optimisation :

Le minéral de tungstène à haute teneur a été sélectionné comme matière première pour améliorer la pureté de l'APT grâce à l'enrichissement en plusieurs étapes et à la purification par cristallisation.

Optimisez le débit d'hydrogène et le contrôle de la température pendant la réduction pour réduire les résidus d'impuretés.

Mettre en place un système d'essai à plusieurs niveaux, combiné à l'ICP-OES et à la XRF, pour réaliser une double surveillance du laboratoire et de la chaîne de production.

Optimisez la gestion du stockage avec des emballages scellés sous vide et un dessiccant pour assurer la stabilité à long terme de la poudre de tungstène.

Mettez en œuvre la gestion de la qualité des lots pour suivre l'origine et les registres de manipulation de chaque lot de poudre de tungstène grâce à un code-barres ou à la technologie RFID.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de purification par plasma à basse température réduit la consommation d'énergie en particulier la température de réduction (600 ~ 700 °C) tout en améliorant la pureté de la poudre de tungstène, ce qui convient aux besoins de fabrication écologique.

La technologie de biolixiviation utilise des micro-organismes pour extraire le bois du minerai de tungstène, notamment l'utilisation de produits chimiques réactifs et la pollution de l'environnement.

Le système de détection intelligent analyse la répartition des impuretés grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle et optimise le processus de purification en combinaison avec l'apprentissage automatique pour améliorer l'efficacité et la précision de la détection.

De nouveaux équipements de purification, tels que les systèmes de dépôt chimique en phase vapeur assistée par plasma (PECVD), peuvent encore améliorer la pureté de la poudre de tungstène et répondre aux besoins de soudage de très haute précision.

Exigences relatives à la taille des particules de poudre de tungstène

La taille et la distribution des particules de poudre de tungstène ont un impact profond sur l'activité de frittage de la poudre, la densité de l'électrode et la résistance mécanique. La taille des particules est généralement contrôlée dans la plage de 15 microns, et la taille moyenne des particules (D50) est de 23 microns, et l'écart de distribution doit être aussi faible que possible pour assurer l'uniformité de la liaison des particules pendant le processus de frittage. La taille des particules fines peut améliorer l'énergie de surface de la poudre et favoriser la diffusion et la liaison des particules pendant le processus de frittage, mais une taille de particule trop fine peut entraîner une agglomération ou augmenter les coûts de production, tandis qu'une taille de particule trop grande peut provoquer un frittage inégal et réduire la résistance de l'enveloppe de grain de l'électrode.

Impact de la taille des particules sur les performances : Une bonne distribution granulométrique contribue à la formation d'une microstructure dense, améliorant la densité et la résistance à la traction des électrodes. La taille fine des particules améliore l'activité de frittage, permettant à l'électrode de maintenir une géométrie stable et des propriétés électriques à haute température. Une répartition inégale de la taille des particules peut entraîner une ségrégation des particules d'oxyde de cérium pendant le frittage, affectant les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'arc de l'électrode. La poudre de tungstène sphérique a une fluidité et une efficacité de frittage supérieures

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

à celles des particules irrégulières, contribuant à la formation de structures de joints de grains uniformes.

Processus de contrôle de la taille des particules :

Classification du flux d'air : Poudre de tungstène séparée de différentes tailles de particules en fonction du comportement aérodynamique des particules à travers des classificateurs à cyclone ou un équipement de classement du flux d'air. Au cours du processus de calibrage, il est nécessaire de contrôler la vitesse du flux d'air et la précision du calibrage pour assurer une distribution granulométrique uniforme. Les équipements de classement du débit d'air sont souvent équipés de capteurs de haute précision qui surveillent la distribution granulométrique en temps réel.

Broyeur à boulets à haute énergie : Un broyeur à boulets planétaire est utilisé pour broyer la poudre de tungstène, et la taille des particules est contrôlée en ajustant la vitesse de rotation, le matériau abrasif (tel que les billes de zircone) et le temps de broyage. Le processus de broyage à billes évite le sur-broyage pour éviter la casse ou la contamination des particules. Le choix du fluide abrasif et le rapport bille/matériau ont eu un impact significatif sur l'effet de contrôle de la taille des particules.

Séchage par atomisation : La suspension de poudre de tungstène est passée à travers un équipement de séchage par atomisation pour former des particules sphériques, améliorant ainsi la fluidité et les propriétés de frittage de la poudre. Le séchage par atomisation nécessite de contrôler l'ouverture de la buse, la vitesse d'alimentation et la température de séchage pour former des particules sphériques uniformes.

Détails du processus : Au cours du processus de broyage à billes, des abrasifs de haute dureté (tels que la zircone ou le carbure de tungstène) doivent être sélectionnés pour réduire la pollution, le rapport bille/matériau est généralement de 10 : 1 ~ 20 : 1 et le temps de broyage doit être optimisé en fonction de la taille des particules cibles. Les classificateurs de débit d'air doivent être équipés de systèmes de filtration à haute efficacité pour éviter la perte de particules fines. La conception de la buse et la température de séchage du séchage par atomisation ont un impact important sur la morphologie des particules, et les paramètres doivent être optimisés par des expériences. Le processus de calibrage et de séchage est effectué dans un environnement de haute pureté à l'azote ou à l'argon pour éviter l'oxydation.

Facteurs d'influence :

Processus de réduction : La température et le temps de réduction de l'hydrogène concernent directement la croissance de la taille des particules. Une réduction de température élevée peut entraîner une agglomération de particules et une augmentation de la taille des particules. La réduction cryogénique entraîne la formation de particules plus fines, mais elle prend plus de temps.

Forme de poudre : La poudre de tungstène sphérique a une fluidité et une activité de frittage plus élevée, ce qui la rend adaptée à la production d'électrodes à haute densité. Des particules irrégulières peuvent entraîner un frittage inégal, affectant les performances de l'électrode.

Précision de l'équipement : L'efficacité de séparation de l'équipement de calibrage et la précision du capteur procurent la stabilité de la distribution granulométrique. Un équipement de faible précision peut entraîner une augmentation des écarts de taille des particules.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Contrôle de la qualité : Les analyseurs de taille de particules laser sont utilisés pour mesurer avec précision la distribution granulométrique, et la microscopie électronique à balayage (MEB) est utilisée pour observer la morphologie et l'agglomération des particules. Au cours du processus de test, il est nécessaire de faire attention aux valeurs D10, D50 et D90 pour assurer une distribution uniforme. Un étalonnage régulier des équipements d'essai et la mise en place d'une base de données granulométriques peuvent aider à optimiser les paramètres du procédé.

Suggestions d'optimisation :

Combiné à des processus de calibrage par flux d'air et de séchage par atomisation, il assure une distribution granulométrique uniforme et une morphologie régulière des particules.

Optimisez les paramètres du broyeur à boulets et sélectionnez les fluides abrasifs et les conditions abrasives appropriées pour éviter la contamination.

Utilisez un analyseur de taille de particules laser de haute précision pour surveiller la distribution granulométrique en temps réel.

Choix préférentiel de poudre de tungstène sphérique pour améliorer les performances de frittage et la densité de l'électrode.

Mettre en œuvre un système de surveillance de la taille des particules en ligne pour optimiser l'efficacité du classement grâce à des capteurs et à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

Le développement de poudre de tungstène à l'échelle nanométrique (taille des particules < 100 nm) améliore considérablement la densité et la résistance mécanique de l'électrode, ce qui la rend adaptée aux besoins de soudage de haute précision.

Le système intelligent de classification de la taille des particules améliore encore la précision et l'efficacité du contrôle de la taille des particules grâce à la reconnaissance d'image et à la technologie de retour d'information en temps réel.

Les procédés de préparation écologiques, tels que la réduction à basse température combinée à la technologie de dispersion par ultrasons, réduisent la consommation d'énergie et le risque d'agglomération de particules, conformément à la tendance du développement durable.

De nouveaux équipements de classement, tels que les nanoclassificateurs centrifuges, permettent un contrôle plus fin de la taille des particules pour répondre aux besoins de production d'électrodes de très haute précision.

4.1.2 Contrôle de la source et de la qualité de l'oxyde de cérium

L'oxyde de cérium (CeO_2) est un matériau de dopage clé pour les électrodes de tungstène de cérium, représentant 2 % ~ 4 % de la masse de l'électrode. Sa pureté, la taille de ses particules et sa stabilité chimique ont un impact profond sur les performances de l'arc électrique, la stabilité de l'arc et la durabilité à haute température de l'électrode. La distribution uniforme et la haute qualité de l'oxyde de cérium sont des garanties importantes pour assurer la constance des performances de l'électrode.

Source d'oxyde de cérium

L'oxyde de cérium est principalement extrait de minéraux de terres rares (tels que la monazite, le minéral de fluorocérium), et la Chine, en tant que plus grand producteur mondial de terres rares,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

possède de riches ressources en terres rares, notamment Baotou, en Mongolie intérieure et Liangshan, dans le Sichuan. Le processus d'extraction implique des traitements physiques et chimiques complexes, visant à obtenir de l'oxyde de cérium de haute pureté pour répondre aux exigences de préparation des électrodes.

Processus d'extraction : Les minéraux de terres rares sont d'abord broyés et broyés pour former de fines particules, puis soumis à une technologie de flottation pour séparer les minéraux de terres rares. Le processus de flottation utilise des agents de flottation spécifiques (tels que des acides gras, des amines ou des sulfonates) pour améliorer la récupération du cérium, et le processus doit optimiser la concentration de la boue et le pH pour la sélectivité. Le concentré de terres rares séparé est converti en sels de terres rares solubles par dissolution acide (généralement à l'aide d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique), suivie de la séparation des ions cérium par des techniques d'extraction par solvant telles que les extractants P204 ou P507. La solution de cérium extraite est formée par précipitation (comme la précipitation de l'acide oxalique) pour former du carbonate de cérium ou de l'oxalate de cérium, qui est ensuite torréfié dans un four à rôtir à haute température (800-1000°C) pour former une poudre d'oxyde de cérium d'une pureté de 99,9 % à 99,99 %.

Détails du processus : Le processus de flottation nécessite un contrôle précis de la valeur du pH de la boue (généralement 6 ~ 8) et de la concentration de l'agent de flottation pour améliorer la récupération du cérium et réduire l'incorporation d'autres éléments de terres rares. L'extraction par solvant doit optimiser le rapport et l'étape d'extraction de l'extractant pour assurer la séparation efficace du cérium et d'autres éléments de terres rares (tels que le lanthane et le praséodyme). Pendant le processus de torréfaction, le gradient de température et l'atmosphère (généralement de l'air ou de l'oxygène) dans les quatre doivent être contrôlés pour éviter le changement de forme des cristaux ou l'introduction d'impuretés. Les fours à rôtir sont généralement dotés de conceptions rotatives ou de plaques poussoirs pour assurer un chauffage uniforme de la poudre.

Facteurs d'influence :

Qualité du minéral : Le minéral de fluorocérium à haute teneur (teneur en cérium >50 %) peut améliorer considérablement l'efficacité de l'extraction et réduire les coûts de production. Les minéraux à faible teneur peuvent nécessiter des étapes d'enrichissement supplémentaires, ce qui augmente la consommation d'énergie.

Sélection de l'extractant : L'extractant P204 a une sélectivité plus élevée pour le cérium que le P507, mais le coût est plus élevé, il doit donc être optimisé en fonction de l'efficacité économique.

Contrôle de l'environnement : L'atelier d'épuration doit maintenir un niveau de propreté élevé (niveau ISO 6, concentration de particules < 35 200 particules/m³) pour éviter la pollution de la poussière ou de l'air. L'humidité de l'air peut amener l'oxyde de cérium à absorber l'humidité, ce qui affecte sa qualité.

Conditions de torréfaction : Une température excessive peut provoquer le frittage de particules d'oxyde de cérium et affecter la taille des particules ; Une température trop basse peut entraîner une transformation incomplète.

Impact de la masse sur les performances : L'oxyde de cérium de haute pureté peut réduire efficacement le travail d'échappement d'électrons de l'électrode (environ 2,5 eV), améliorant les

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

performances d'initiation de l'arc et rendre l'arc plus inflammable et plus stable. Des traces d'impuretés de terres rares (par exemple, l'oxyde de lanthane, l'oxyde de praséodyme) peuvent modifier les caractéristiques d'émission thermoïonique, augmenter la tension de l'arc ou provoquer une gigue de l'arc. La distribution granulométrique fine et uniforme contribue au dopage uniforme de l'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène, formant une structure de limite de grain stable, améliorant ainsi la résistance mécanique et la stabilité à haute température de l'électrode.

Contrôle de la qualité de l'oxyde de cérium

Contrôle de la pureté : La pureté de l'oxyde de cérium doit atteindre plus de 99,9 % et la teneur en impuretés (telles que l'oxyde de lanthane, l'oxyde de praséodyme et l'oxyde de néodyme) doit être inférieure à 0,01 %. La spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) est la méthode privilégiée pour la détection des impuretés des terres rares avec une précision allant jusqu'au niveau ppb, ce qui la rend adaptée à l'analyse en laboratoire de haute précision. La spectroscopie de fluorescence X (XRF) est utilisée pour analyser rapidement les distributions d'impuretés et convient à la surveillance en temps réel sur la ligne de production. Le contrôle de la pureté est effectué tout au long du processus d'extraction, de torréfaction et de stockage pour s'assurer qu'aucune impureté n'est introduite.

Contrôle de la taille des particules : La taille des particules d'oxyde de cérium est généralement contrôlée à 0,5 ~ 2 microns, avec une taille moyenne des particules d'environ 1 micron pour assurer l'uniformité du dopage et les performances de frittage. La technologie de broyage à flux d'air broie l'oxyde de cérium à la taille de particule cible grâce à un flux d'air à grande vitesse, et la vitesse du flux d'air doit être contrôlée dans une plage appropriée pour éviter un broyage excessif. La technologie de séchage par atomisation forme des particules sphériques améliore l'écoulement de la poudre et l'efficacité du dopage. L'analyseur de taille de particules laser est utilisé pour surveiller la distribution granulométrique, en veillant à ce que l'écart D50 soit faible.

Contrôle de la forme : Les particules sphériques d'oxyde de cérium ont une meilleure fluidité et une meilleure uniformité de dopage que les particules irrégulières, ce qui contribue à la formation de structures de limite de grain stables pendant le frittage. Le séchage par atomisation doit optimiser la taille des pores de la buse, la vitesse d'alimentation et la température de séchage pour éviter l'agglomération de particules ou la morphologie inégale.

Détails du processus :

Le broyage par flux d'air nécessite l'utilisation d'azote gazeux de haute pureté (pureté $\geq 99,999\%$) comme moyen pour empêcher l'oxyde de cérium d'absorber l'humidité ou l'oxydation.

La conception de la buse et la température de séchage du séchage par atomisation ont un impact important sur la morphologie des particules, et les paramètres doivent être optimisés par des expériences.

Utiliser des contenants scellés et des dessiccants pendant l'entreposage pour maintenir un faible taux d'humidité ($< 20\%$) et un environnement sombre afin d'éviter les modifications des propriétés chimiques de l'oxyde de cérium.

Facteurs d'influence :

Processus de broyage : La vitesse et la pression du flux d'air doivent être contrôlées avec précision

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

pour éviter la fragmentation ou l'agglomération des particules.

Conditions de stockage : L'oxyde de cérium est sensible à l'humidité et doit être évité en cas d'exposition à une humidité élevée.

Cohérence des lots : La pureté et la taille des particules de l'oxyde de cérium d'un lot à l'autre doivent être cohérentes grâce à un système de surveillance en ligne pour garantir la stabilité des performances des électrodes.

Suggestions d'optimisation :

Privilégiez l'oxyde de cérium de haute pureté (99,99 %) pour optimiser les performances des électrodes, en particulier dans le soudage de haute précision.

Combiné aux processus de broyage par flux d'air et de séchage par atomisation, il assure l'uniformité de la taille et de la morphologie des particules.

Un système de détection à plusieurs niveaux a été mis en place pour surveiller la pureté et la teneur en impuretés en combinaison avec l'ICP-MS et la XRF.

Gestion optimisée du stockage, à l'aide d'emballages sous vide et de déshydratants pour prolonger la stabilité de l'oxyde de cérium.

Mettez en œuvre la gestion de la qualité des lots et enregistrez la source et le processus de traitement de chaque lot d'oxyde de cérium grâce à un système de traçabilité numérique.

Progrès et tendances de la recherche :

Le développement de l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique (taille des particules < 100 nm) améliore considérablement l'uniformité du dopage et les performances des électrodes, ce qui le rend adapté aux besoins de soudage de haute précision.

Les technologies d'extraction écologiques, telles que la biolixiviation, utilisent l'action microbienne pour extraire le cérium, limitant ainsi les émissions de déchets chimiques, ce qui est conforme aux tendances en matière de protection de l'environnement.

Le système de détection intelligent analyse la distribution des particules et la teneur en impuretés grâce à l'intelligence artificielle, combiné à l'apprentissage automatique pour optimiser le processus d'extraction et améliorer l'efficacité du contrôle de la qualité.

Les nouveaux équipements de torréfaction, tels que les fours à micro-ondes, permettent un chauffage plus uniforme et réduisent le risque de décalage des cristaux.

4.1.3 Sélection d'autres additifs

En plus de la poudre de tungstène et de l'oxyde de cérium, des traces d'oxydes de terres rares ou d'autres composés (par exemple, l'oxyde de lanthane La_2O_3 , l'yttrium Y_2O_3 , la zircone ZrO_2) peuvent être ajoutées à la production d'électrodes de tungstène en cérium pour optimiser les propriétés spécifiques telles que les propriétés d'arc électrique, la stabilité à haute température ou la résistance à la corrosion. La sélection et le contrôle de ces additifs sont cruciaux pour améliorer les performances des électrodes.

Types et fonctions des additifs

Oxyde de lanthane (La_2O_3) :

Fonction : L'oxyde de lanthane a un faible travail d'échappement d'électrons (environ 2,4 eV) et une

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

excellente stabilité à haute température (point de fusion 2315 °C), ce qui peut améliorer les performances d'arc et la durabilité de l'électrode. L'oxyde de lanthane rend l'arc plus inflammable et plus concentré en améliorant les caractéristiques d'émission thermoïonique, ce qui le rend adapté aux environnements de soudage à courant élevé. Son point de fusion élevé garantit que l'électrode maintient la stabilité à des températures élevées.

Rapport d'addition : généralement 0,1 % ~ 0,5 %, il doit être contrôlé avec précision pour éviter d'augmenter la fragilité de l'électrode. Le bon rapport d'oxyde de lanthane optimise la stabilité de l'arc et prolonge la durée de vie de l'électrode.

Exigences de qualité : La pureté doit atteindre plus de 99,9 % et la taille des particules doit être contrôlée à 0,5 ~ 2 microns, conformément à l'oxyde de cérium pour assurer l'uniformité du dopage. La teneur en impuretés (telles que l'oxyde de cérium ou l'oxyde de praséodyme) doit être inférieure à 0,01 %.

Oxyde d'yttrium (Y_2O_3) :

Fonction : L'oxyde d'yttrium est connu pour son point de fusion élevé (2410°C) et sa stabilité chimique, ce qui peut améliorer les propriétés anti-brûlure des électrodes, ce qui le rend particulièrement adapté au soudage à haute charge. L'oxyde d'yttrium améliore la résistance mécanique et la durabilité à haute température des électrodes en renforçant la structure de la limite de grain.

Rapport d'ajout : 0,1 % ~ 0,3 %, trop élevé peut réduire la ductilité de l'électrode et affecter les performances de traitement.

Exigences de qualité : Pureté $\geq$ 99,9 %, taille des particules 0,5 ~ 1,5 microns, assurant la compatibilité avec la poudre de tungstène et l'oxyde de cérium.

Zircone (ZrO_2) :

Fonction : La zircone est connue pour ses finitions élevées et son inertie chimique, ce qui peut améliorer les finitions et la résistance à la corrosion des électrodes, ce qui la rend adaptée à une utilisation dans des environnements contenant des gaz corrosifs. L'ajout d'une petite quantité améliore la stabilité de surface de l'électrode.

Rapport d'ajout : 0,05 % ~ 0,2 %, qui doit être strictement contrôlé pour éviter d'affecter la stabilité de l'arc.

Exigences de qualité : pureté $\geq$ 99,95 %, taille des particules 0,5 ~ 1 micron pour assurer l'uniformité du dopage.

Détails du processus :

Les additifs doivent être mélangés avec de la poudre de tungstène et de l'oxyde de cérium par broyage à billes à haute énergie ou dispersion ultrasonique pour assurer une distribution uniforme. Le processus de broyage à billes nécessite l'utilisation d'abrasifs de haute dureté (tels que des billes de zircone) pour éviter la contamination.

Le processus de mélange est effectué dans un environnement de haute pureté d'azote ou d'argon (pureté $\geq$ 99,999 %), avec une humidité ambiante contrôlée (<20 %) pour éviter l'absorption d'humidité.

Les additifs doivent être stockés dans des contenants hermétiques et conservés dans un

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

environnement à faible humidité pour éviter les changements chimiques.

Facteurs d'influence :

Rapport d'addition : Équilibrez l'amélioration des performances et le contrôle des coûts, car un rapport trop élevé peut entraîner des défauts de limite de grain ou une augmentation de la fragilité des électrodes.

Correspondance de la taille des particules : La taille des particules de l'additif doit être cohérente avec celle de l'oxyde de cérium pour assurer l'uniformité du dopage et éviter la ségrégation des particules.

Conditions de stockage : Les additifs sont sensibles à l'humidité et à l'oxydation, et doivent être évités lors d'une exposition à une humidité élevée.

Contrôle qualité :

La spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) a été utilisée pour détecter la pureté des additifs afin de garantir une teneur en impuretés inférieure à 0,01 %.

La microscopie électronique à balayage (MEB) et la spectroscopie de fluorescence X (XRF) ont été utilisées pour analyser la distribution des particules additives, et l'écart d'uniformité doit être contrôlé à $\pm 0,05$ %.

Étalonner régulièrement l'équipement d'essai et établir un système de traçabilité des lots pour assurer la stabilité de la qualité des additifs.

Suggestions d'optimisation :

Choisissez des additifs de haute pureté ($\geq 99,99$ %) pour éviter la contamination par les impuretés.

Le processus de dopage humide est utilisé pour former des particules composites uniformes par séchage par atomisation, ce qui améliore l'uniformité de la distribution des additifs.

Mettre en place un système de surveillance en ligne pour ajuster le ratio d'additifs en temps réel afin d'assurer la cohérence du dopage.

Optimisez la gestion du stockage, utilisez des emballages sous vide et des déshydratants pour prolonger la stabilité des additifs.

Mettez en place une gestion de la qualité des lots et enregistrez l'origine et le traitement de chaque lot d'additifs grâce à un système de traçabilité numérique.

CTIA GROUP LTD

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO ₂ Content	Color Code	Density (g/cm ³)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de dopage composite optimise les performances de l'électrode en ajoutant simultanément plusieurs oxydes de terres rares, tels que l'oxyde de lanthane et l'oxyde d'yttrium, afin d'améliorer les performances d'initiation de l'arc et la stabilité à haute température.

Le développement d'additifs à l'échelle nanométrique (taille des particules < 50 nm) a considérablement amélioré l'efficacité du dopage et les performances des électrodes, ce qui les rend adaptés aux besoins de soudage de haute précision.

Les techniques de préparation d'additifs écologiques, telles que la biosynthèse, utilisent des micro-organismes pour synthétiser l'oxyde d'yttrium ou l'oxyde de lanthane afin de réduire les émissions de déchets chimiques liquides.

Le système de dopage intelligent optimise la proportion et la distribution des additifs grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle, améliorant ainsi l'efficacité de la production.

4.2 Procédé de métallurgie des poudres de l'électrode de cérium et de tungstène

La métallurgie des poudres est le processus de base de la préparation des électrodes de cérium et de tungstène, qui convertit la poudre brute en ébauches d'électrodes à haute densité et à haute résistance en trois étapes : le mélange et le dopage, le moulage par pressage et le frittage à haute température. La conception du processus et le contrôle de chaque étape ont un impact direct sur la microstructure et les performances de l'électrode.

4.2.1 Procédé de mélange et de dopage

Le processus de mélange et de dopage est conçu pour mélanger la poudre de tungstène, l'oxyde de cérium et d'autres additifs pour former une poudre composite adaptée au pressage et au frittage. Une distribution uniforme du dopage est cruciale pour les performances d'amorçage de l'arc, la stabilité de l'arc et la résistance mécanique de l'électrode, et constitue un lien clé pour assurer la cohérence des performances de l'électrode.

Processus de mélange

Principe du processus : Le mélange est réparti par agitation mécanique ou mouvement tridimensionnel pour répartir simultanément la poudre de tungstène, l'oxyde de cérium et les particules d'additifs afin d'éviter la ségrégation locale. La distribution uniforme des particules aide à former une structure de joint de grain stable pendant le processus de frittage, optimisant ainsi les propriétés électriques et mécaniques de l'électrode. Le processus de mélange prend en compte les propriétés physiques des particules (telles que la densité, la taille des particules, la morphologie) et la stabilité chimique pour assurer l'uniformité et la fluidité de la poudre mélangée.

Processus:

La poudre de tungstène, l'oxyde de cérium et les additifs sont chargés dans une installation de mélange dans des proportions, telles qu'un mélangeur en V, un mélangeur 3D ou un mélangeur planétaire.

Le processus de mélange est effectué dans un environnement propre, l'humidité ambiante doit être contrôlée en dessous de 20 % et l'atmosphère est composée d'azote ou d'argon de haute pureté (pureté $\geq 99,999\%$) pour éviter l'oxydation.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Après le mélange, la poudre est passée à travers un tamis fin (200 ~ 400 mesh) pour éliminer les grosses particules ou agrégats afin d'assurer l'uniformité.

Détails du processus :

L'équipement de mélange doit utiliser des matériaux résistants à l'usure tels que l'acier inoxydable ou la céramique pour fabriquer les parois intérieures afin d'éviter la contamination. La vitesse et la trajectoire de l'équipement doivent être optimisées en fonction des caractéristiques de la poudre pour obtenir les meilleurs résultats de mélange.

Le temps de mélange est ajusté en fonction de la taille des particules et du type d'équipement, généralement plusieurs heures, pour s'assurer que les particules sont bien dispersées sans surbroyage. Pendant le processus de mélange, la température et l'humidité ambiantes doivent être surveillées pour éviter l'absorption d'humidité ou l'oxydation de la poudre.

Facteurs d'influence :

Temps de mélange : un temps trop court peut entraîner une répartition inégale des particules, affectant l'uniformité du dopage ; Une période trop longue peut provoquer une agglomération des particules et réduire la fluidité de la poudre.

Type d'équipement : Le mélangeur 3D offre une efficacité de mélange plus élevée grâce au mouvement multi-axes, ce qui améliore considérablement l'uniformité par rapport au mélangeur en V.

Forme de poudre : Les poudres sphériques offrent une meilleure fluidité, ce qui contribue à améliorer l'efficacité du mélange et les performances de frittage. Des particules irrégulières peuvent entraîner une ségrégation locale.

Conditions environnementales : Une humidité élevée ou des atmosphères de faible pureté peuvent entraîner l'oxydation de la poudre, affectant la qualité du mélange.

Contrôle de la qualité : La microscopie électronique à balayage (MEB) est utilisée pour analyser la distribution des particules, et la spectroscopie de fluorescence X (XRF) est utilisée pour détecter l'uniformité des composants. L'uniformité du mélange doit être microscopique pour garantir une faible distribution des particules d'oxyde de cérium. L'étalonnage régulier de l'équipement de mélange et l'enregistrement des paramètres de mélange peuvent aider à optimiser la stabilité du processus.

Suggestions d'optimisation :

Préférez utiliser des mélangeurs 3D ou des mélangeurs planétaires pour améliorer l'efficacité et l'uniformité du mélange.

Des poudres sphériques (par exemple, préparées par séchage par pulvérisation) sont utilisées pour optimiser la fluidité.

Un système de surveillance en ligne a été mis en place pour détecter l'uniformité du mélange en temps réel grâce à des capteurs et à l'analyse des données.

Optimisez l'environnement de mélange avec des gaz inertes de haute pureté et des conditions de faible humidité pour éviter la contamination de la poudre.

Mettez en œuvre la gestion de la qualité des lots et enregistrez les paramètres du processus de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

mélange grâce à un système de traçabilité numérique.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de mélange assisté par ultrasons favorise la dispersion des particules par vibration à haute fréquence, améliorant considérablement l'uniformité, ce qui la rend adaptée à la production d'électrodes de haute précision.

Le système de mélange intelligent analyse la distribution des particules grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle, ajuste dynamiquement la vitesse de rotation et le temps de mélange, et améliore l'efficacité.

Les nouveaux équipements de mélange, tels que les mélangeurs à lit fluidisé, entraînent le mouvement des particules par le flux d'air pour des résultats de mélange plus uniformes.

Le processus de mélange vert répond aux besoins de durabilité en précisant la consommation d'énergie et les émissions de gaz d'échappement.

Artisanat dopé

Dosage humide :

Principe du processus : L'oxyde de cérium et les additifs sont dissous dans une solution (comme l'acide nitrique ou l'acide chlorhydrique), et les particules composites sont formées par séchage par atomisation, qui est mélangée à de la poudre de tungstène. Le dopage humide améliore la dispersion et l'uniformité des particules grâce au mélange en phase liquide, ce qui contribue à former une structure stable de joint de grains.

Flux de processus : L'oxyde de cérium et les additifs sont dissous pour former une solution homogène, et de fines particules sont formées à travers un équipement de séchage par atomisation, qui est ensuite mélangé à de la poudre de tungstène. Le processus de mélange doit être effectué dans une atmosphère de haute pureté pour éviter l'oxydation.

Détails du processus : Le séchage par atomisation nécessite l'optimisation de l'ouverture de la buse, de la vitesse d'alimentation et de la température de séchage pour assurer une forme régulière des particules. La concentration de la solution doit être contrôlée avec précision pour éviter l'agglomération des particules. L'équipement de mélange doit être équipé d'un système de mélange à haut rendement pour assurer une distribution uniforme des particules composites et de la poudre de tungstène.

Dopage par voie sèche :

Principe du processus : Mélangez directement à sec de la poudre de tungstène, de l'oxyde de cérium et des additifs, et réalisez la distribution des particules par agitation mécanique. Le processus de dopage sec est simple et le coût est inférieur, mais l'uniformité est légèrement inférieure à celle du dopage humide.

Flux de processus : La poudre de matière première est chargée dans l'équipement de mélange et mélangée simultanément par un brassage de haute intensité. Après le mélange, la poudre est tamisée pour éliminer les agglomérats.

Détails du processus : Le mélange à sec nécessite l'utilisation d'un équipement de mélange de haute précision pour assurer une distribution uniforme des particules. Pendant le processus de mélange, il est nécessaire de contrôler la vitesse et le temps de rotation pour éviter un broyage excessif et la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

casse des particules.

Facteurs d'influence :

Concentration de la solution : Une concentration de solution trop élevée dans le dopage humide peut entraîner une agglomération des particules, affectant l'uniformité.

Conditions de séchage : La température et la vitesse du flux d'air du séchage par atomisation doivent être optimisées pour former des particules sphériques uniformes.

Précision de l'équipement : L'efficacité du mélange et le contrôle de la vitesse de l'équipement de mélange reflètent l'uniformité du dopage.

Caractéristiques de la poudre : La densité et la morphologie des différentes particules peuvent entraîner un dopage inégal, qui doit être optimisé par le prétraitement.

Contrôle de la qualité : le MEB est utilisé pour analyser la distribution des particules dopées, et la XRF détecte l'uniformité des composants. L'uniformité du dopage nécessite une analyse microscopique pour s'assurer que la distribution d'oxyde de cérium et d'additifs est faible.

Suggestions d'optimisation :

Le dopage humide est privilégié pour améliorer l'uniformité de la distribution des particules.

Optimiser les paramètres de séchage par atomisation pour assurer la régularité morphologique des particules composites.

Utilisez un équipement de mélange de haute précision pour surveiller l'uniformité du dopage en temps réel.

Une base de données des paramètres de dopage a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de dopage à l'échelle nanométrique améliore considérablement l'efficacité du dopage et optimise les performances des électrodes grâce à l'utilisation d'oxyde de cérium et d'additifs à l'échelle nanométrique.

Le système de dopage intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant en temps réel la distribution des particules et le rapport des composants.

Les nouveaux équipements de dopage, tels que les sécheurs par atomisation à ultrasons, permettent une distribution plus uniforme des particules.

Le processus de dopage vert réduit la pollution de l'environnement grâce à l'utilisation de solvants respectueux de l'environnement et d'équipements à faible consommation d'énergie.

4.2.2 Technologie de moulage par pressage

Le moulage par pressage est un élément clé du processus de métallurgie des poudres en appliquant une pression élevée pour convertir la poudre mélangée en une billette à haute densité, fournissant la structure initiale pour le frittage ultérieur.

Processus de pressage

Principe du processus : Le pressage isostatique à froid (CIP) rend les particules de poudre

[Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale](#)

étroitement liées par une haute pression uniforme pour anciennement une billette d'une densité d'environ 50 % ~ 60 % de la densité théorique. Le processus de pressage doit garantir que la billette est exempte de fissures, stratifiée et une densité uniforme pour fournir de bonnes conditions initiales pour le frittage. Au cours du processus de pressage, le frottement et la déformation plastique entre les particules provoquent la formation d'une structure étanche de la poudre, affectant la densité et la résistance mécanique de l'électrode finale.

Processus:

La poudre mélangée est chargée dans un moule en caoutchouc hautement élastique et placée dans un équipement de pressage isostatique à froid.

Après l'application d'une pression élevée, la billette est inspectée à la recherche de défauts internes tels que des fissures ou un délaminage par des tests non destructifs.

Après le pressage, les ébauches sont stockées dans un environnement sec pour éviter l'absorption d'humidité ou la contamination.

Détails du processus :

L'équipement CIP doit être équipé de capteurs de pression de haute précision et de systèmes de vide pour garantir que la pression est appliquée correspondante. La plage de pression est optimisée pour les caractéristiques de la poudre, généralement de l'ordre de centaines de mégapascals.

Le matériau du moule doit être très élastique (comme le caoutchouc de silicone ou le polyuréthane) pour résister aux pressions élevées et assurer une forme de billette uniforme.

Pendant le processus de pressage, l'humidité ambiante (<20 %) et la température (<25 °C) doivent être contrôlées pour éviter que la poudre n'absorbe l'humidité.

Facteurs d'influence :

Taille de la pression : Une pression appropriée peut augmenter la densité de la billette, une pression trop élevée peut provoquer la fissuration du moule ou la rupture des particules, et une pression trop basse peut entraîner une densité insuffisante.

Fluidité de la poudre : Les poudres sphériques offrent une fluidité plus élevée, ce qui améliore l'efficacité du pressage et réduit les défauts internes.

Conception du moule : La forme et l'élasticité du moule dépendent directement de la qualité de moulage de la billette et doivent être optimisées en fonction de la taille de l'électrode.

Propriétés de la poudre : La distribution granulométrique et la morphologie des particules possèdent le réarrangement des particules et l'efficacité de liaison pendant le processus de pressage.

Contrôle de la qualité : Les essais non destructifs (CND) par rayons X sont utilisés pour vérifier les défauts internes des billettes, et les densimètres mesurent la densité des billettes pour assurer l'uniformité. L'analyse microscopique est utilisée pour évaluer la liaison des particules et assurer la stabilité de la billette.

Suggestions d'optimisation :

Optimisez la pression et le temps de maintien pour équilibrer la densité des billettes et la durée de vie de la matrice.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Utilisez des équipements CIP automatisés pour améliorer l'uniformité du pressage et l'efficacité de la production.

La poudre sphérique est utilisée pour améliorer l'efficacité du pressage et la qualité des billettes.

Une base de données de paramètres de pressage a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Mettez en place un système de surveillance en ligne pour détecter la distribution de la pression et la qualité des billettes en temps réel.

Progrès et tendances de la recherche :

Le pressage isostatique à chaud (HIP) augmente encore la densité des billettes en combinant des températures et des pressions élevées, ce qui le rend adapté à la production d'électrodes haute performance.

Le système de pressage intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la répartition de la pression et de la densité en temps réel.

Les nouveaux équipements de pressage, tels que les presses à vibrations à haute fréquence, peuvent améliorer l'efficacité du réarrangement des particules et réduire les défauts internes.

Le processus de pressage vert réduit l'impact environnemental du processus de production en optimisant la conception des équipements et la gestion de la consommation d'énergie.

4.2.3 Procédé de frittage (frittage à haute température et contrôle de l'atmosphère)

Le frittage est une étape clé dans la conversion des billettes pressées en électrodes à haute densité, et les particules sont combinées pour former une structure dense grâce à un traitement à haute température, qui est le maillon central du processus de métallurgie des poudres.

Frittage à haute température

Principe du processus : À haute température (2000 ~ 2200 °C), les particules de poudre de bois se combinent par diffusion de surface, diffusion de volume et diffusion de limite de grain, et les particules d'oxyde de cérium sont distribuées aux limites de grain pour former une microstructure stable. Le processus de frittage nécessite un contrôle de la température, du temps et de l'atmosphère pour assurer une liaison uniforme des particules tout en entraînant la volatilisation de l'oxyde de cérium ou des gros grains. L'électrode frittée doit avoir une densité élevée et une excellente résistance mécanique pour répondre aux besoins de soudage.

Processus:

La billette pressée est placée dans un four de frittage à haute température (tel qu'un four à molybdène ou un four à tungstène) et chauffée à la température cible dans une atmosphère protectrice.

Maintenez au chaud à des températures élevées pendant un certain temps pour favoriser la liaison des particules, suivi d'un refroidissement lent pour éviter le stress thermique.

Après le frittage, l'électrode examine la taille et la structure des grains par analyse microscopique, garantissant ainsi des performances constantes.

Détails du processus :

Le four de frittage doit être équipé d'un système de contrôle de température de haute précision pour assurer l'uniformité de la température (écart $\leq \pm 10^{\circ}\text{C}$). Les éléments chauffants, tels que le

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

molybdène ou le tungstène, doivent être résistants aux températures élevées et éviter la contamination.

Le temps de maintien est optimisé en fonction de la taille de la billette et des propriétés de la poudre, généralement plusieurs heures, pour garantir que les particules sont entièrement liées.

Le processus de refroidissement s'effectue dans une atmosphère inerte pour éviter l'oxydation de la surface de l'électrode.

Facteurs d'influence :

Température de frittage : Une température excessive peut entraîner une taille de grain excessive et réduire la résistance mécanique de l'électrode ; Une température trop basse peut entraîner une liaison insuffisante des particules, ce qui affecte la densité.

Temps de maintien : Il est nécessaire d'équilibrer la liaison des particules et la volatilisation de l'oxyde de cérium, ce qui peut entraîner la perte de matériaux dopés pendant trop longtemps.

Propriétés de la poudre : La taille des particules fines et la poudre répartie améliorent simultanément l'efficacité du frittage.

Atmosphère dans le four : La pureté de l'atmosphère et le point de rosée dérivent directement de la qualité du frittage et doivent être strictement contrôlés.

Contrôle de la qualité : La microscopie électronique à balayage (MEB) est utilisée pour analyser la taille des grains et la distribution des particules, et la diffraction des rayons X (XRD) est utilisée pour inspecter les structures cristallines, garantissant l'absence de transitions de phase ou de défauts. Les densimètres mesurent la masse volumique des électrodes frittées, garantissant des valeurs proches des valeurs théoriques.

Suggestions d'optimisation :

Optimisez la température de frittage et le temps de maintien, en équilibrant la densité et la taille des grains.

Un équipement de contrôle de température de haute précision est utilisé pour assurer une température uniforme dans le four.

Une base de données de paramètres de frittage a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Mettez en place un système de surveillance en ligne pour détecter la température et les conditions atmosphériques en temps réel.

Progrès et tendances de la recherche :

Le frittage plasma (SPS) utilise un courant pulsé et une haute tension pour fritter rapidement afin de réduire le temps et d'augmenter la densité, ce qui le rend adapté à la production d'électrodes haute performance.

Le système de frittage intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la température et l'atmosphère en temps réel.

Les nouveaux équipements de frittage, tels que les fours de frittage par micro-ondes, permettent un chauffage plus uniforme et réduisent le risque de grains surdimensionnés.

Le procédé de frittage écologique réduit l'impact environnemental en optimisant la consommation

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

d'énergie et le traitement des gaz d'échappement.

Contrôle de l'atmosphère

Protection contre l'hydrogène :

Principe du processus : L'hydrogène de haute pureté sert d'atmosphère réductrice pour empêcher la poudre de tungstène et l'oxyde de cérium de s'oxyder à haute température, assurant ainsi la stabilité chimique de l'électrode.

Détails du processus : La pureté de l'hydrogène doit atteindre plus de 99,999 % et le point de rosée doit être inférieur à -40 °C pour éviter la pollution par l'humidité ou l'oxygène. Le débit d'hydrogène doit être optimisé en fonction de la taille du four et du volume de la billette pour assurer une atmosphère uniforme.

Facteurs d'influence : La stabilité de la pureté et du débit de l'hydrogène affectent directement la qualité du frittage, et l'atmosphère de faible pureté peut entraîner la formation d'oxyde.

Frittage sous vide :

Principe du processus : L'environnement sous vide réduit la volatilisation de l'oxyde de cérium en particulier la teneur en oxygène, ce qui convient à la production d'électrodes de haute précision. Le frittage sous vide permet d'obtenir des grains plus ailettes et d'améliorer les performances des électrodes.

Détails du processus : Le niveau de vide doit être maintenu en dessous de 10^{-3} Pa et le système de pompage doit être efficace pour maintenir un environnement à basse pression. Le four à vide doit être équipé d'un capteur de pression de haute précision pour assurer un niveau de vide stable.

Facteurs d'influence : La stabilité du degré de vide et la teneur en gaz résiduel dans le four entraînent la qualité du frittage et doivent être strictement contrôlées.

Suggestions d'optimisation :

Combiné à la protection contre l'hydrogène et au frittage sous vide, le contrôle optimisé de l'atmosphère améliore les performances des électrodes.

Utilisez un analyseur de gaz pour surveiller la pureté de l'atmosphère et le point de rosée en temps réel afin de garantir un environnement de frittage stable.

Optimiser la conception du four et améliorer l'efficacité de la circulation de l'atmosphère.

Une base de données de contrôle de l'atmosphère a été établie pour optimiser les conditions de frittage grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de frittage sous atmosphère mixte optimise le frittage et réduit les pertes d'oxyde de cérium en combinant l'hydrogène et l'argon.

Le système intelligent de contrôle de l'atmosphère ajuste les paramètres de l'atmosphère en temps réel grâce à des capteurs et des algorithmes d'intelligence artificielle.

Les nouveaux équipements de frittage sous vide, tels que les fours à ultravide, peuvent encore améliorer la qualité du frittage.

Le processus de contrôle de l'atmosphère verte réduit la pollution de l'environnement en récupérant les gaz d'échappement et en optimisant la consommation d'énergie.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

4.3 Technologie de traitement ultérieur de l'électrode de cérium et de tungstène

Les techniques de traitement ultérieurs comprennent le calandrage et l'étirage, le meulage et le traitement de surface, la découpe et le façonnage, et sont conçues pour transformer les billettes frittées en électrodes qui répondent aux dimensions standards et à la qualité de surface. Ces processus sont cruciaux pour la précision géométrique, l'état de surface et la constance des performances des électrodes.

4.3.1 Calandre et étirage

Processus de calandrage

Principe du processus : Le calandrage à chaud déforme la billette frittée en barres de plus petit diamètre grâce à une température et à une force mécanique, améliorant ainsi la densité et la résistance mécanique. Le processus de calandrage optimise encore la structure du grain de la billette grâce à de multiples passes de déformation, améliorant ainsi la ténacité et les propriétés électriques de l'électrode.

Processus:

La billette frittée est chauffée à haute température dans une calandre chaude, puis transformée en une barre par plusieurs passes de calandrage.

Après le calandrage, la barre est inspectée sur la surface pour s'assurer qu'il n'y a pas de fissures ou de défauts, puis refroidie et stockée.

Détails du processus :

Les rouleaux de calandre doivent utiliser des matériaux de haute dureté (tels que le carburateur ou la céramique) pour assurer la résistance à l'usure et la précision.

Le processus de calandrage se déroule dans une atmosphère protectrice (par exemple, de l'hydrogène ou de l'argon) pour éviter l'oxydation de surface.

La quantité de déformation dans chaque passe doit être contrôlée dans une plage appropriée pour éviter les fissures provoquées par la concentration des contraintes.

Facteurs d'influence :

Température de calandrage : Il est nécessaire d'équilibrer l'efficacité de la déformation et la qualité de surface, une température trop élevée peut entraîner une oxydation et une température trop basse peut provoquer des fissures.

Déformation : Une déformation modérée peut améliorer la densité de la barre, et une déformation excessive peut entraîner des défauts internes.

Conception des rouleaux : La forme et la qualité de surface des rouleaux dérivent de la précision géométrique de la barre.

Caractéristiques de la billette : La densité et la microstructure de la billette possèdent l'effet de calandrage.

Contrôle de la qualité : L'équipement d'inspection de surface, tel que les télémètres laser, est utilisé pour vérifier la taille et la qualité de surface des tiges, et l'analyse microscopique évalue la structure des grains. Les densimètres mesurent la masse volumique des barres pour garantir des valeurs proches des valeurs théoriques.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Suggestions d'optimisation :

Optimisez la température et la déformation du calandrage pour équilibrer efficacité et qualité.

L'équipement de calandrage automatisé est utilisé pour améliorer la précision dimensionnelle et l'efficacité de la production.

Il adopte une conception de rouleau de haute précision pour assurer la finition de surface de la tige.

Une base de données des paramètres de calandrage a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de calandrage de précision améliore la qualité des barres grâce à des rouleaux de haute précision et à un contrôle automatisé.

Le système de calandrage intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la quantité de déformation et la température en temps réel.

Les nouveaux équipements de calandrage, tels que les calandres continuent à rouleaux multiples, permettent une efficacité et une précision accrue.

Le processus de calandrage vert réduit l'impact environnemental en optimisant la consommation d'énergie et le traitement des gaz d'échappement.

Processus de dessin

Principe du processus : L'étirage à chaud étire la barre calandree à travers un moule pour former une électrode de diamètre standard. Le processus d'emboutissage optimise la qualité de surface et la précision géométrique de la barre grâce à de multiples déformations, améliorant ainsi les propriétés électriques et la durabilité des électrodes.

Processus:

La barre calandree est chauffée à haute température dans un four de chauffage, puis tirée à travers un moule pour former une électrode.

Après l'étirage, la surface de l'électrode est inspectée pour s'assurer qu'il n'y a pas de rayures ou de défauts, puis refroidie et stockée.

Détails du processus :

Les matrices d'étirage doivent utiliser des matériaux de haute dureté (tels que le diamant ou le carbure) pour assurer la résistance à l'usure et la précision.

Des lubrifiants (tels que l'émulsion de graphite ou les lubrifiants à base d'huile) sont utilisés pendant le processus d'emboutissage pour réduire la friction et protéger la surface de l'électrode.

La vitesse d'extraction et la température doivent être optimisées pour garantir la taille et la qualité de surface des électrodes.

Facteurs d'influence :

Température d'arrachement : Équilibrez l'efficacité de la déformation avec la qualité de surface, car des températures excessives peuvent entraîner des défauts de surface.

Conception du moule : L'ouverture et la finition de surface du moule possèdent la précision géométrique de l'électrode.

Sélection du lubrifiant : La viscosité et l'uniformité du lubrifiant dérivent de l'effet d'étirage.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Caractéristiques de la barre : La densité et la microstructure de la tige possèdent le comportement de déformation pendant l'emboutissage.

Contrôle de la qualité : Les télémètres laser sont utilisés pour détecter le diamètre de l'électrode et la qualité de surface, et l'analyse microscopique évalue la structure du grain. Les rugomètres de surface mesurent l'état de surface des électrodes pour garantir la conformité aux exigences.

Suggestions d'optimisation :

Utilisez des moules d'étirage de haute précision pour garantir les dimensions d'électrode correspondantes.

Optimisez la formulation du lubrifiant pour réduire les défauts de surface.

Utilisez de l'équipement de traction automatisé pour améliorer l'efficacité et la qualité de la production.

Une base de données de paramètres d'extraction a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de micro-étirage produit des électrodes ultrafines à travers des moules de haute précision, ce qui les rend adaptés aux besoins de soudage de précision.

Le système de traction intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la force de traction et la température en temps réel.

Les nouveaux équipements d'étirage, tels que les machines d'étirage continuent, permettent une efficacité et une précision accrue.

Le processus d'étirage écologique réduit l'impact environnemental en utilisant des lubrifiants respectueux de l'environnement et en optimisant la consommation d'énergie.

4.3.2 Meulage, polissage et traitement de surface

Processus de meulage et de polissage

Principe du processus : Le meulage et le polissage forment l'angle conique de la pointe de l'électrode (généralement $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$) par usinage, améliorant les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'arc. Le processus de meulage et de polissage optimise l'état de surface de l'électrode et réduit l'impact des défauts de surface sur l'arc.

Processus:

L'électrode est rectifiée à l'aide d'une meule diamantée pour créer l'angle de cône souhaité.

La surface de l'électrode est ensuite traitée avec un équipement de polissage pour améliorer la finition.

Après le meulage, l'électrode est examinée au microscope pour l'angle du cône et la qualité de surface.

Détails du processus :

Le meulage est effectué dans un liquide de refroidissement (à base d'eau ou d'huile) pour éviter la fissuration thermique. Le liquide de refroidissement doit être maintenu à basse température ($<30^{\circ}\text{C}$)

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

pour éviter les effets thermiques.

L'équipement de polissage doit être équipé d'un système de contrôle d'angle de haute précision pour assurer la cohérence de l'angle du cône.

La taille des particules de la meule doit être sélectionnée en fonction de la taille de l'électrode et des exigences de surface, généralement 200 ~ 400 mesh.

Facteurs d'influence :

Taille du grain de la roue : Une roue trop grossière peut entraîner une surface rugueuse, tandis qu'une roue trop fine peut réduire l'efficacité.

Vitesse de meulage : Évitez les dommages thermiques ou les défauts de surface causés par une vitesse excessive.

Sélection du liquide de refroidissement : La viscosité et la conductivité thermique du liquide de refroidissement conservent l'effet de meulage.

Matériau de l'électrode : La dureté et la microstructure de l'électrode présentent la difficulté de broyage.

Contrôle de la qualité : Les microscopes sont utilisés pour vérifier l'angle du cône et la qualité de surface, et les rugumètres de surface mesurant la finition. Le CND évalue la structure interne de l'électrode pour s'assurer qu'il n'y a pas de fissures.

Suggestions d'optimisation :

Des équipements automatisés de meulage et de polissage sont utilisés pour améliorer la cohérence de l'angle du cône et la finition de surface.

Optimiser les formulations de liquide de refroidissement pour réduire les effets thermiques et la pollution de l'environnement.

Etablir une base de données des paramètres de meulage et de polissage et optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Une meule de haute précision est utilisée pour assurer la qualité du broyage.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de meulage et de polissage de précision améliore la qualité de surface des électrodes grâce à un équipement de haute précision.

Le système intelligent de meulage et de polissage ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la force de meulage et l'angle en temps réel.

Les nouveaux équipements de meulage et de polissage, tels que les rectifieuses assistées par laser, permettent une précision et une efficacité accrues.

Le processus de meulage et de polissage écologique réduit l'impact environnemental en utilisant des liquides de refroidissement respectueux de l'environnement et en optimisant la consommation d'énergie.

Traitement de surface

Saumurage :

Principe du processus : Utiliser de l'acide (tel qu'un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique)

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

pour éliminer la couche d'oxyde à la surface de l'électrode afin d'améliorer la qualité de la surface et les propriétés électriques.

Flux de processus : L'électrode est immergée dans une solution acide pour le traitement, puis lavée et séchée.

Détails du processus : Le rapport acide-liquide et le temps de traitement doivent être contrôlés avec précision pour éviter une corrosion excessive. De l'eau déminéralisée doit être utilisée dans le processus de nettoyage pour éviter la pollution secondaire.

Revêtement:

Principe du processus : Appliquer des revêtements de hautes duretés ou anticorrosion (tels que TiN ou ZrO₂) pour améliorer la durabilité et la résistance à la corrosion de l'électrode.

Flux de processus : Appliquez une fine couche de revêtement par dépôt physique en phase vapeur (PVD) ou par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), et l'épaisseur est contrôlée au niveau du micron.

Détails du processus : Le revêtement doit être uniforme et exempt de défauts, et le processus de dépôt doit être effectué dans un environnement sous vide poussé.

Facteurs d'influence :

Rapport d'acidité : équilibre l'effet de nettoyage et la protection de la surface des électrodes.

Matériau de revêtement : La résistance et la stabilité chimique du matériau de revêtement présentent les performances de l'électrode.

Conditions de dépôt : La température de dépôt et le niveau de vide déterminent la qualité du revêtement.

Suggestions d'optimisation :

Choisissez une solution de décapage respectueuse de l'environnement pour réduire les rejets de déchets liquides.

Développer de nouveaux matériaux de revêtement pour améliorer les performances des électrodes.

Un équipement de revêtement automatisé est utilisé pour assurer l'uniformité du revêtement.

Etablir une base de données des paramètres de traitement de surface et optimiser le procédé.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de revêtement à l'échelle nanométrique améliore considérablement la durée de vie de l'électrode en déposant des films minces à l'échelle nanométrique.

Le système de traitement de surface intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant l'épaisseur et la qualité du revêtement en temps réel.

De nouveaux équipements de revêtement, tels que le CVD amélioré par plasma, permettent une précision et une efficacité accrues.

Le processus de traitement de surface vert réduit l'impact environnemental en utilisant des matériaux respectueux de l'environnement et en optimisant la consommation d'énergie.

4.3.3 Coupe et façonnage

Processus de découpe

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Principe du processus : La barre étirée est coupée en longueurs standard (75 ~ 600 mm) par découpe laser ou découpe au fil pour assurer la précision géométrique et la qualité de la face finale de l'électrode. Le processus de coupe évite les zones affectées par la chaleur et les défauts de surface.

Processus:

La barre étirée est coupée à des longueurs spécifiées par des équipements de découpe de haute précision tels que des machines de découpe laser ou des machines d'électroérosion à fil.

Après la coupe, l'électrode est inspectée par surface pour s'assurer que la face d'extrémité est plaque et exempte de bavures ou de fissures.

Détails du processus :

La découpe laser nécessite une puissance et une vitesse optimisées pour garantir la qualité du visage.

L'électroérosion à fil doit contrôler les paramètres de dégagement et de décharge des électrodes.

Le processus de coupe doit être effectué dans un liquide de refroidissement ou une atmosphère protectrice pour éviter les dommages thermiques.

Facteurs d'influence :

Puissance de coupe : L'efficacité et la qualité du visage doivent être équilibrées, car une puissance trop élevée peut entraîner des zones affectées par la chaleur.

Vitesse de coupé : Évitez la perte de précision due à une vitesse excessive.

Matériau de l'électrode : La dureté et la microstructure de l'électrode présentent la difficulté de coupe.

Contrôle de la qualité : Les télémètres laser sont utilisés pour détecter la longueur de l'électrode et la planéité de la face, et la qualité de surface est vérifiée au microscope. Le CND évalue la structure interne pour s'assurer qu'il n'y a pas de fissures.

Suggestions d'optimisation :

Utilisez un équipement de découpe laser de haute précision pour améliorer la qualité de la face finale.

Paramètres de coupe optimisés pour réduire les zones affectées par la chaleur.

L'équipement de coupe automatique est utilisé pour améliorer l'efficacité de la production.

Établir une base de données des paramètres de coupe et optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de découpe ultra-précise améliore la planéité de la face grâce à une découpe laser ou à fil de haute précision.

Le système de coupe intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la force et la vitesse de coupe en temps réel.

De nouveaux équipements de découpe, tels que les découpeuses laser femtosecondes, permettent une précision et une efficacité accrues.

Le processus de coupe écologique réduit l'impact environnemental en optimisant la consommation d'énergie et l'élimination des déchets.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Processus de mise en forme

Principe du processus : corrige la rectitude de l'électrode à l'aide d'un dispositif spécial pour assurer une précision géométrique pendant le processus de soudage. Le processus de mise en forme optimise la stabilité de la forme de l'électrode et réduit le décalage de l'arc.

Processus:

Après la coupe, la rectitude de l'électrode est corrigée par des pinces hydrauliques ou mécaniques. Après la mise en forme, l'électrode est détectée par un télémètre laser pour garantir la conformité aux exigences.

Détails du processus :

Le dispositif doit être conçu avec une grande précision pour assurer l'effet de correction. Le matériau du luminaire doit être solide et résistant à l'usure.

Le processus de façonnage doit être effectué dans un environnement propre pour éviter toute contamination.

Facteurs d'influence :

Conception du luminaire : La précision et la direction du luminaire héritent de l'effet de correction.

Matériau de l'électrode : La dureté et la ductilité de l'électrode présentent la difficulté de mise en forme.

Force de correction : Une contrainte excessive doit éviter la déformation ou la fissuration de l'électrode.

Contrôle de la qualité : Les télémètres laser sont utilisés pour détecter la rectitude et les microscopes vérifient la qualité de surface. Le CND évalue la structure interne pour s'assurer qu'elle est exempte de défauts.

Suggestions d'optimisation :

Utilisez un équipement de mise en forme automatisé pour améliorer l'efficacité et la précision de la correction.

Optimisez la conception du luminaire pour assurer une correction uniforme.

Une base de données de paramètres stéréotypés a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de mise en forme de précision améliore la précision de la correction grâce à des dispositifs de haute précision et des commandes automatisées.

Le système de façonnage intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la force de correction et la rectitude en temps réel.

Les nouveaux équipements de façonnage, tels que les machines de réglage électromagnétique, permettent une efficacité et une précision accrue.

Le processus de façonnage vert réduit l'impact environnemental en optimisant la consommation d'énergie et l'élimination des déchets.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

4.4 Contrôle de la qualité et optimisation du processus des électrodes de cérium et de tungstène

Le contrôle de la qualité et l'optimisation des processus sont des aspects clés pour garantir la cohérence et la fiabilité des performances des électrodes de cérium-tungstène, impliquant le contrôle de l'uniformité de la composition, l'analyse de la microstructure et l'optimisation des paramètres du processus. Chaque maillon doit être testé et optimisé pour s'assurer que l'électrode répond aux besoins de soudage haute performance.

4.4.1 Contrôle de l'uniformité de la composition

Principe du processus : L'uniformité de la composition affecte directement la répartition des joints de grains de l'oxyde de cérium dans la matrice de tungstène, ce qui affecte à son tour les performances d'initiation de l'arc, la stabilité de l'arc et la résistance mécanique de l'électrode. La distribution uniforme du dopage crée une structure stable de joint de grains, optimisant les propriétés électriques et thermiques de l'électrode. Une composition inégale peut entraîner des variations locales de performances, affectant la qualité de la soudure.

Méthode de contrôle :

La spectroscopie de fluorescence X (XRF) est utilisée pour détecter la distribution des composants, garantissant ainsi des niveaux uniformes d'oxyde de cérium et d'autres additifs.

La microscopie électronique à balayage (MEB) analyse la distribution des particules et évalue l'uniformité du dopage.

Les techniques de dopage humide et de mélange 3D améliorent l'uniformité de la composition grâce au mélange en phase liquide et au mouvement multi-axes.

Détails du processus :

L'équipement de mélange doit être conçu avec une grande précision pour garantir une dispersion uniforme des particules. Le processus de mélange doit être effectué dans une atmosphère de haute pureté pour éviter l'oxydation.

Le système de surveillance en ligne détecte la distribution des ingrédients en temps réel grâce à des capteurs et à l'analyse des données, et ajuste dynamiquement les paramètres de mélange.

Le processus de dopage nécessite d'optimiser la concentration de la solution et les paramètres de séchage par atomisation pour assurer l'uniformité des particules composites.

Facteurs d'influence :

Processus de mélange : Le mélangeur tridimensionnel améliore l'uniformité grâce à un mouvement multi-axes, ce qui est mieux que les mélangeurs en V traditionnels.

Méthode de dopage : Le dopage humide permet d'obtenir une plus grande uniformité grâce au mélange en phase liquide, adaptée aux électrodes de haute précision.

Caractéristiques de la poudre : La taille et la morphologie des particules conservent l'uniformité du dopage et doivent être optimisées par le prétraitement.

Conditions de frittage : La température et l'atmosphère de frittage tiennent à la répartition des particules et doivent être strictement contrôlées pour éviter la ségrégation.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Suggestions d'optimisation :

La priorité est donnée au dopage humide et à la technologie de mélange tridimensionnel pour améliorer l'uniformité de la composition.

Utilisez un équipement de mélange de haute précision pour assurer une distribution uniforme des particules.

Mettre en place un système de surveillance en ligne pour ajuster les paramètres de mélange et de dopage en temps réel.

Optimiser le processus de frittage et réduire le risque de ségrégation des particules.

Établir une base de données sur l'uniformité de la composition et optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

Le système intelligent de contrôle des composants analyse la distribution des particules à l'aide d'algorithmes d'intelligence artificielle et ajuste dynamiquement les paramètres de mélange et de dopage.

La technologie de dopage à l'échelle nanométrique améliore l'uniformité grâce à l'utilisation d'oxyde de cérium et d'additifs à l'échelle nanométrique.

De nouveaux équipements de détection, tels que la technologie XRF haute résolution, permettent une précision encore plus grande dans l'analyse de la composition.

Le processus de dopage vert réduit l'impact environnemental grâce à l'utilisation de solvants écologiques et d'équipements à faible consommation d'énergie.

4.4.2 Analyse de la microstructure (MEB, DRX, etc.)

Principe du procédé : L'analyse de la microstructure détermine la taille des grains, la distribution des particules et la structure cristalline de l'électrode à l'aide de techniques de microscopie et de diffraction pour s'assurer qu'elle répond aux exigences de performance. La taille des grains et la distribution des particules dopées dépendent directement de la résistance mécanique et des propriétés électriques de l'électrode, qui doivent être optimisées par une analyse de haute précision.

Méthode d'analyse :

La microscopie électronique à balayage (MEB) est utilisée pour observer la distribution des particules d'oxyde de cérium et la taille des grains, et pour évaluer l'uniformité de la microstructure.

La diffraction des rayons X (XRD) détecte la structure cristalline de la matrice de tungstène et de l'oxyde de cérium, garantissant ainsi l'absence de transitions de phase ou de défauts.

La diffraction par rétrodiffusion d'électrons (EBSD) analyse les propriétés des joints de grains afin d'optimiser les propriétés mécaniques des électrodes.

Détails du processus :

L'analyse MEB nécessite l'utilisation d'un équipement à haute résolution pour garantir des mesures précises de la distribution des particules et de la taille des grains.

L'analyse DRX nécessite une préparation optimisée de l'échantillon pour éviter la contamination de la surface ou les dommages affectant les résultats .

L'analyse EBSD HNE réalisé dans un environnement de vide poussé afin de garantir l'exactitude

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

des données sur les joints de grains.

Facteurs d'influence :

Équipement analytique : La résolution et la précision de l'équipement ont un impact direct sur les résultats de l'analyse.

Préparation de l'échantillon : La qualité de surface et la manipulation de l'échantillon portent sur la précision de l'analyse microscopique.

Conditions du processus : La température et l'atmosphère de frittage déterminent la taille des grains et la distribution des particules, qui doivent être optimisées par l'analyse.

Suggestions d'optimisation :

Utilisez des équipements MEB et XRD haute résolution pour améliorer la précision analytique.

Optimisez les processus de préparation des échantillons pour garantir la qualité de surface.

Une base de données de microstructures a été établie pour guider l'optimisation des processus grâce à l'analyse des données.

Mettre en place un système d'analyse microscopique en ligne pour surveiller les microstructures en temps réel.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie EBSD haute résolution optimise les performances des électrodes en analysant les propriétés des joints de grains.

Le système d'analyse microscopique intelligent analyse la microstructure à l'aide d'algorithmes d'intelligence artificielle et ajuste dynamiquement les paramètres du processus.

De nouveaux équipements analytiques, tels que le synchrotron DRX, permettent une analyse plus précise de la structure des cristaux.

Les processus analytiques écologiques réduisent l'impact environnemental en optimisant la préparation des échantillons et la consommation d'énergie des équipements.

4.4.3 Optimisation des paramètres du procédé

Principe du processus : L'optimisation des paramètres du processus améliore les performances des électrodes et l'efficacité de la production en ajustant les paramètres de mélange, de pressage, de frittage et d'autres liaisons. Des paramètres optimisés permettent d'obtenir une microstructure stable qui améliore les propriétés électriques et mécaniques des électrodes.

Méthode d'optimisation :

La combinaison de paramètres a été conçue à l'aide de méthodes expérimentales orthogonales pour évaluer l'influence de différents paramètres sur les performances de l'électrode.

La technologie de simulation informatique prédit l'effet de l'optimisation des paramètres en réalisant un modèle de processus.

Le système de surveillance en ligne ajuste les paramètres en temps réel pour assurer la stabilité du processus.

Détails du processus :

Les paramètres clés comprennent le temps de mélange, la pression de pressage, la température de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

frittage et les conditions atmosphériques, qui doivent être optimisés par des expériences et des simulations.

L'optimisation des processus nécessite de trouver un équilibre entre les gains de performance et les coûts de production pour garantir l'économie.

La base de données de paramètres enregistre les données de performances dans différentes conditions de processus pour guider l'optimisation.

Facteurs d'influence :

Sélection des paramètres : Les paramètres des différents maillons de processus s'influencent mutuellement et doivent être optimisés par le système.

Précision de l'équipement : La résolution et la précision du contrôle de l'équipement entraînent l'effet d'ajustement des paramètres.

Propriétés de la poudre : La taille et la morphologie des particules de la poudre possèdent l'adéquation de l'optimisation des paramètres.

Suggestions d'optimisation :

La technologie de simulation informatique est utilisée pour établir les paramètres d'optimisation du modèle de processus.

Mettez en place un système de surveillance en ligne pour ajuster les paramètres du processus en temps réel.

Etablir une base de données d'optimisation des paramètres et guider la production grâce à l'analyse des données.

Optimisez la conception de l'équipement et améliorez la précision du contrôle.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de jumeau numérique optimise les combinaisons de paramètres et améliore l'efficacité en simulant le processus.

Le système d'optimisation intelligent analyse l'impact des paramètres grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle et ajuste dynamiquement le processus.

De nouvelles méthodes d'optimisation, telles que l'optimisation des processus basées sur l'apprentissage automatique, permettent un contrôle plus précis des paramètres.

Les processus d'optimisation verte répondent aux besoins de durabilité en précisant la consommation d'énergie et les déchets.

4.5 Technologie de production avancée de l'électrode de cérium et de tungstène

La technologie de production avancée améliore l'efficacité de la production et les performances des électrodes de cérium et de tungstène en introduisant de nouveaux processus et équipements pour répondre aux besoins du soudage de haute précision. Ces technologies, notamment le nanodopage, le frittage de plasma et la production intelligente, représentent l'orientation future de la fabrication d'électrodes.

4.5.1 Technologie de nanodopage

Principe du procédé : La technologie de nanodopage améliore l'uniformité du dopage et les

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

performances des électrodes en utilisant de l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique (taille des particules < 100 nm) et des additifs. L'énergie de surface élevée et la dispersion des nanoparticules optimisent la structure de la limite de grains, améliorant les performances d'arc et la stabilité à haute température de l'électrode.

Processus:

L'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique est mélangé à de la poudre de tungstène par dopage humide pour former des particules composites homogènes.

Le processus de mélange améliore l'uniformité des particules grâce à la technologie de dispersion par ultrasons.

La poudre dopée est séchée par atomisation pour former des particules sphériques, optimisant ainsi la fluidité.

Détails du processus :

La dispersion ultrasonique nécessite d'optimiser la fréquence et le temps pour assurer une distribution uniforme des nanoparticules.

Le séchage par atomisation doit contrôler la taille des pores de la buse et la température de séchage pour former des particules régulières.

Le processus de dopage doit être effectué dans une atmosphère de haute pureté pour éviter l'oxydation.

Facteurs d'influence :

Contrôle de la taille des particules : La taille des particules des nanoparticules doit être strictement contrôlée pour éviter l'agglomération.

Techniques de dispersion : L'efficacité de la dispersion ultrasonique affecte l'uniformité du dopage.

Propriétés de la solution : La concentration et la viscosité de la solution possèdent l'efficacité du séchage par atomisation.

Contrôle de la qualité : La microscopie électronique à transmission (MET) est utilisée pour analyser la distribution des nanoparticules, et la fluorescence X détecte l'uniformité des composants. Le système de surveillance en ligne ajuste les paramètres de dopage en temps réel.

Suggestions d'optimisation :

Optimiser les paramètres de dispersion ultrasonique pour améliorer l'uniformité de la distribution des nanoparticules.

Utilisez un équipement de séchage par atomisation de haute précision pour assurer une morphologie régulière des particules.

Une base de données de paramètres nanodopage a été établie afin d'optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Mettre en place un système de surveillance en ligne pour détecter l'uniformité du dopage en temps réel.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie de nanodopage composite optimise les performances des électrodes en améliorant simultanément plusieurs oxydes de terres rares à l'échelle nanométrique.

Le système de dopage intelligent analyse la distribution des particules à l'aide d'algorithmes d'intelligence artificielle et ajuste dynamiquement les paramètres du processus.

Les nouveaux équipements de dopage, tels que les sècheurs par atomisation à ultrasons, permettent un contrôle plus précis des particules.

Le processus de dopage vert réduit l'impact environnemental grâce à l'utilisation de solvants écologiques et d'équipements à faible consommation d'énergie.

4.5.2 Technologie de frittage par plasma

Principe du procédé : Le frittage par plasma (SPS) fritte rapidement la poudre par courant pulsé et haute tension pour former une électrode à haute densité. Le SPS favorise la liaison des particules grâce à des températures élevées localisées et aux effets du plasma, notamment le temps de frittage et la croissance des grains.

Processus:

La billette pressée est placée dans un équipement SPS et frittée à haute température et pression.

Après le frittage, l'électrode examine la taille et la structure des grains par microanalyse.

Détails du processus :

L'équipement SPS doit être équipé de systèmes de contrôle de la température et de la pression de haute précision pour assurer l'uniformité du frittage.

Le processus de frittage doit être effectué dans une atmosphère de haute pureté pour éviter l'oxydation.

Le temps de frittage doit être optimisé pour équilibrer la densité et la taille des grains.

Facteurs d'influence :

Température de frittage : Il est nécessaire d'éviter une granulométrie excessive causée par une température excessive.

Contrôle de la pression : Une pression appropriée peut augmenter la densité, et une pression trop élevée peut endommager l'équipement.

Propriétés de la poudre : La taille fine des particules et la poudre réparties améliorent l'efficacité du SPS.

Contrôle de la qualité : le MEB et la XRD analysent la taille et la structure des grains, et les densimètres mesurent la densité des électrodes. Le système de surveillance en ligne ajuste les paramètres de frittage en temps réel.

Suggestions d'optimisation :

Optimisez les paramètres de température et de pression SPS pour augmenter la densité des électrodes.

Utilisez une atmosphère de haute pureté pour réduire le risque d'oxydation.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

La base de données de paramètres SPS a été créée pour optimiser le processus grâce à l'analyse des données.

Mettez en place un système de surveillance en ligne pour détecter les conditions de frittage en temps réel.

Progrès et tendances de la recherche :

La technologie SPS ultra-rapide augmente l'efficacité en particulier le temps de frittage.

Le système SPS intelligent ajuste dynamiquement les paramètres du processus en surveillant la température et la pression en temps réel.

Les nouveaux équipements SPS, tels que le SPS multi-impulsions, permettent un contrôle de frittage de plus grande précision.

Le procédé green SPS réduit l'impact environnemental en optimisant la consommation d'énergie et le traitement des gaz d'échappement.

4.5.3 Production intelligente et automatisation

Principe de processus : La production intelligente optimise les processus de production grâce à l'intelligence artificielle, aux capteurs et aux équipements automatisés, améliorant ainsi l'efficacité et la qualité. Le système automatisé assure la stabilité des paramètres de processus et la constance des performances des électrodes grâce à une surveillance en temps réel et à l'analyse des données.

Processus:

Des capteurs surveillent les paramètres de mélange, de pressage, de frittage et d'autres liaisons, et des algorithmes d'intelligence artificielle analysent les données et ajustent le processus.

Des équipements automatisés, tels que des robots et des bandes transporteuses, permettent un fonctionnement continu de la ligne de production.

Détails du processus :

Les capteurs doivent être conçus avec une grande précision pour garantir l'exactitude des données.

Les systèmes d'IA optimisent les paramètres de processus grâce à l'apprentissage automatique.

Les équipements d'automatisation doivent être intégrés de manière transparente à la ligne de production pour assurer un fonctionnement efficace.

Facteurs d'influence :

Précision du capteur : la qualité des données du capteur affecte l'effet de surveillance.

Conception d'algorithmes : La capacité d'optimisation des algorithmes d'intelligence artificielle affecte l'effet d'ajustement du processus.

Compatibilité des équipements : Les équipements d'automatisation doivent être adaptés aux lignes de production existantes.

Contrôle de la qualité : le système de surveillance en ligne détecte les paramètres du processus et la qualité du produit en temps réel, et la base de données enregistre les données de production. L'analyse microscopique et les tests de performance garantissent que les électrodes répondent aux exigences.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Suggestions d'optimisation :

La technologie du jumeau numérique est introduite pour simuler le processus de production et optimiser le processus.

Utilisez des capteurs de haute précision pour améliorer l'efficacité de la surveillance.

Optimisez les algorithmes d'IA pour améliorer la précision des ajustements des paramètres.

Établissez une base de données de production intelligente et optimisez le processus grâce à l'analyse des données.

Progrès et tendances de la recherche :

Les technologies de l'industrie 4.0 améliorent l'efficacité de la production grâce à l'IoT et à l'analyse du big data.

La ligne de production intelligente automatise l'ensemble du processus grâce à des robots et des équipements d'automatisation.

Les nouveaux équipements de surveillance, tels que les systèmes multicateurs intégrés, permettent une surveillance en temps réel avec une plus grande précision.

Les processus écologiques et intelligents réduisent l'impact environnemental en optimisant la consommation d'énergie et l'élimination des déchets.



Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 5 Utilisations des électrodes de tungstène de cérium

En tant qu'électrode non consommable haute performance, l'électrode de cérium et de tungstène a montré une large gamme de valeurs d'application dans les domaines du soudage et du non-soudage en raison de ses excellentes performances d'arc électrique, de sa stabilité à l'arc et de sa durabilité à haute température. Ses propriétés d'oxyde de cérium dopé le rendent excellent dans divers processus, particulièrement adaptés aux applications dans des environnements de haute précision et à haute température. Ce chapitre aborde exclusivement les utilisations des électrodes de cérium tungstène sous quatre aspects : applications de soudage, applications non soudées, industries d'application et cas d'applications spéciales, et analyse en profondeur les principes de processus, les processus techniques, les facteurs d'influence, les stratégies d'optimisation et les tendances de développement futures de chaque utilisation.

5.1 Applications de soudage des électrodes de tungstène de cérium

Les principales utilisations des électrodes en cérium et tungstène comprennent le soudage sous gaz inerte (TIG), le soudage à l'arc plasma et le soudage CC à faible courant. Son faible échappement d'électrons (environ 2,5 eV) et son excellente stabilité thermique le rendent idéal pour le soudage de haute précision. Vous trouverez ci-dessous une analyse détaillée de trois scénarios d'application spécifiques.

Soudage TIG

Principe du processus

Le soudage sous gaz inerte (TIG, Tungsten Inert Gas), également connu sous le nom de soudage à l'arc à l'argon, est une méthode de soudage qui utilise une électrode de tungstène non consommable pour créer un arc sous la protection d'un gaz inerte, tel que l'argon ou l'hélium. Le rôle principal des électrodes cérium-tungstène dans le soudage TIG est de fournir un arc stable qui initie et maintient un arc à haute température (6000 ~ 7000 K) par émission thermoïonique pour la fusion des pièces et des matériaux d'apport. Le dopage de l'oxyde de cérium réduit le travail d'échappement d'électrons de l'électrode, ce qui lui permet d'obtenir un arc rapide à faibles courants, tout en améliorant la concentration et la stabilité de l'arc et en particulier la contamination du bain de fusion, ce qui est particulièrement adapté au soudage de métaux de haute précision ou très actifs.

Caractéristiques de l'arc : Le faible échappement d'électrons des électrodes en cérium et tungstène leur permet de déclencher des arcs à des tensions plus basses, provoquant ainsi le temps d'initiation de l'arc et les pertes d'électrodes. Les particules d'oxyde de cérium forment un point d'émission stable à la surface de l'électrode, favorisant l'émission thermoïonique et optimisant la directivité et la stabilité de l'arc.

Action du gaz de protection : Le gaz argon agit comme le principal gaz de protection, notamment l'oxydation ou la nitruration du bain de fusion en isolant l'oxygène et l'azote dans l'air. L'hélium peut augmenter la température de l'arc et améliorer la profondeur de pénétration dans certains scénarios d'apport de chaleur élevée.

Matériaux applicables : Les électrodes de tungstène de cérium adaptées au soudage de l'acier inoxydable, de l'alliage d'aluminium, de l'alliage de magnésium, de l'alliage de titane et d'autres

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

matériaux, et sont largement utilisées dans des scénarios avec des exigences de précision et d'esthétique élevées.

Procédé technique

Préparation de l'électrode : Sélectionnez l'électrode cérium-tungstène (1,04.0 mm) du diamètre approprié en fonction du matériau de soudage et de l'épaisseur, et meulez l'angle de cône approprié (30°/60°) pour optimiser la concentration de l'arc. La surface de l'électrode doit être décapée ou polie pour enlever la couche d'oxyde afin d'assurer les performances de l'arc.

Configuration de l'équipement : L'équipement de soudage TIG doit être équipé d'un dispositif d'initiation d'arc à haute fréquence et d'un système de contrôle de courant stable. La polarité positive en courant continu (DCEN) est couramment utilisée dans la plupart des métaux, et le courant alternatif est utilisé dans les alliages d'aluminium pour éliminer les films d'oxyde.

Processus de soudage : Sous la protection de l'argon ou de l'hélium, un arc électrique est initié entre l'électrode et la pièce, et l'opérateur contrôle la position de l'arc et l'apport de chaleur à travers la torche de soudage. Le matériau de remplissage (si nécessaire) est fourni par des unités d'alimentation manuelles ou automatiques.

Post-traitement : Une fois le soudage terminé, vérifiez la qualité de la soudure pour vous assurer qu'il n'y a pas de porosité, de fissures ou d'inclusions de laitier. L'électrode doit être vérifiée et remoulée régulièrement pour maintenir l'angle du cône et la qualité de surface.

Détails artisanaux

Angle du cône de l'électrode : La taille de l'angle du cône affecte la concentration et la profondeur de pénétration de l'arc. Les angles de cône plus petits (par exemple, 30°) au soudage de précision à faible courant, tandis que les angles de cône plus grands (par exemple, 60°) conviennent au soudage à profondeur profonde à courant élevé.

Débit de gaz de protection : Le débit de gaz argon doit être optimisé en fonction de la taille du pistolet de soudage et de l'environnement de soudage, généralement 8 ~ 15 L/min. Un débit excessif peut entraîner des perturbations du flux d'air, affectant la stabilité de l'arc ; Un débit trop faible peut ne pas suffire à protéger le bain de fusion.

Type de courant et polarité : La polarité positive en courant continu (DCEN) maintient l'électrode froide et prolonge sa durée de vie ; Le courant alternatif nettoie le film d'oxyde à la surface de l'alliage d'aluminium grâce à une conversion périodique de polarité.

Contrôle de l'environnement : La zone de soudage doit être gardée sèche et à l'abri du vent pour éviter d'endommager l'effet de protection contre les gaz. L'atelier doit être équipé d'un système de ventilation à haut rendement pour éviter l'accumulation de gaz nocifs.

Facteurs d'influence

Qualité de l'électrode : La pureté, la distribution de l'oxyde de cérium et la finition de surface de l'électrode dépendent directement des performances d'initiation de l'arc et de la stabilité de l'arc. Un dopage inégal peut entraîner une gigue d'arc ou une augmentation de l'épuisement professionnel.

Pureté du gaz protecteur : La pureté de l'argon ou de l'hélium ($\geq 99,99\%$) est essentielle à l'effet de protection de la piscine. Des traces d'oxygène ou d'humidité peuvent provoquer l'oxydation de la soudure.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Matériau de la pièce : La conductivité thermique et l'activité chimique des différents matériaux possèdent la sélection des paramètres de soudage. Par exemple, les alliages de titane nécessitent une meilleure protection contre les gaz pour éviter l'oxydation.

Technologie de l'opérateur : L'expérience et les techniques de l'opérateur portent le contrôle de l'arc et la qualité de la soudure, et le soudage TIG manuel à des exigences techniques élevées.

Conditions environnementales : La température, l'humidité et la vitesse du vent peuvent affecter l'efficacité de la protection contre les gaz et doivent être optimisées par des contrôles environnementaux.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Sélectionnez des électrodes de tungstène de cérium de haute pureté (teneur en oxyde de cérium 2 % ~ 4 %) pour assurer une distribution uniforme par dopage humide afin d'améliorer les performances d'arc électrique.

Gestion des gaz : Utilisez du gaz argon de haute pureté et optimisez le contrôle du débit, équipé d'analyseurs de gaz pour surveiller la pureté en temps réel.

Mise à niveau de l'équipement : La machine à souder TIG avancée avec initiation d'arc à haute fréquence et contrôle du courant d'impulsion améliore la stabilité de l'arc et la précision du contrôle de l'entrée de chaleur.

Technologie d'automatisation : Introduire des systèmes d'alimentation automatique et de soudage robotisé pour réduire les erreurs d'utilisation humaine et améliorer l'uniformité des soudures.

Formation et gestion : Améliorer la formation des opérateurs pour assurer la maîtrise des paramètres de soudage et des techniques d'entretien des électrodes. Etablir une base de données de paramètres de soudage et optimiser les paramètres du procédé.

Tendances futures

Soudage intelligent : surveillance en temps réel de l'état de l'arc et de la dynamique du bain de soudage grâce à l'intelligence artificielle et à la technologie des capteurs, ajustant dynamiquement le courant et le débit de gaz pour améliorer la qualité du soudage.

Technologie de soudage écologique : Développer des machines à souder TIG à faible consommation d'énergie et des systèmes de gaz protecteurs recyclables pour réduire la consommation d'énergie et la pollution de l'environnement.

Nouveaux matériaux d'électrodes : Explorez les électrodes composites en tungstène dopé au cérium (comme l'ajout d'oxyde de lanthane ou d'oxyde d'yttrium) pour réduire davantage le travail d'échappement d'électrons et optimiser les performances de l'arc.

Soudage de haute précision : Développement d'une technologie de soudage TIG à courant ultra-faible pour les micro-composants, répondant aux besoins des industries électroniques et médicales.

5.1.2 Soudage à l'arc plasma

Principe du processus

Le soudage à l'arc plasma (PAW) est une méthode de soudage de haute précision utilisant un arc comprimé pour former un arc plasma à haute température et hautement concentré (jusqu'à 15 000 ~ 20 000 K) à travers l'arc de contrainte de la buse. Le rôle des électrodes de cérium et de tungstène dans le soudage à l'arc plasma est de fournir une émission thermoionique stable et de maintenir un

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

arc à haute densité d'énergie, ce qui le rend adapté au soudage de tôles minces, de métaux démontables et de matériaux à points de fusion élevés. Le dopage de l'oxyde de cérium améliore la résistance à haute température de l'électrode, réduit l'épuisement à haute température et prolonge la vie de l'électrode.

Caractéristiques de l'arc : L'arc plasma est comprimé à travers la buse pour former un arc à haute densité d'énergie et à faible divergence, et la profondeur de pénétration et la qualité de la soudure sont meilleures que le soudage TIG. Le faible échappement d'électrons des électrodes en cérium-tungstène assure un amorçage rapide de l'arc et une stabilité de l'arc.

Gaz de protection vs gaz plasma : Le gaz plasma (généralement de l'argon) forme un arc à travers la buse, et le gaz de protection (un mélange d'argon ou d'hélium) protège le bain de fusion. La conception à double flux d'air améliore la qualité de la soudure.

Matériaux applicables : Le soudage à l'arc plasma convient aux matériaux haute performance tels que l'acier inoxydable, les alliages de titane et les alliages à base de nickel, largement utilisés dans l'aérospatiale et la fabrication de précision.

Procédé technique

Préparation de l'électrode : Sélectionnez l'électrode cérium-tungstène de diamètre approprié (1,63,2 mm) et meulez l'angle du cône ($20^{\circ}40^{\circ}$) pour s'adapter à l'arc à haute densité d'énergie. L'électrode doit être traitée avec un traitement de surface pour éliminer les impuretés.

Configuration de l'équipement : La machine de soudage à l'arc plasma doit être équipée de bus de haute précision et de deux systèmes de contrôle du flux d'air. La polarité positive en courant continu (DCEN) est le mode principal, et le courant pulsé est utilisé pour le soudage des feuilles.

Processus de soudage : Le gaz plasma forme un arc électrique à travers la buse et le gaz de protection protège le bain de fusion. L'opérateur contrôle la position de l'arc au moyen d'une torche de soudage, et le matériau de remplissage est fourni par un dévidoir automatique.

Post-traitement : Vérifiez la qualité des soudures pour vous assurer qu'il n'y a pas de pores ou de fissures. L'électrode doit être entretenue régulièrement et l'angle du cône est remeulé.

Détails artisanaux

Conception du buse : L'ouverture de la buse et le matériau conserve l'effet de compression de l'arc, il est donc nécessaire de choisir un buse en céramique résistance aux hautes températures pour assurer la stabilité.

Débit de gaz : Le débit de gaz plasma (0,52 L/min) et le débit de gaz de protection (1020 L/min) doivent être contrôlés avec précision pour éviter les perturbations de l'arc.

Contrôle du courant : Le courant pulsé réduit l'apport de chaleur, ce qui le rend adapté au soudage de feuilles. La stabilité du courant affecte directement la qualité de la soudure.

Contrôle de l'environnement : La zone de soudage doit être effectuée dans un environnement sans vent et à faible humidité pour assurer l'effet de protection contre les gaz.

Facteurs d'influence

Qualité de l'électrode : La distribution de l'oxyde de cérium et la qualité de surface de l'électrode présentent la stabilité et la durée de vie de l'arc. Un dopage inégal peut entraîner un décalage d'arc.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

État des bus : Les bus usés ou obstrués peuvent réduire la concentration de l'arc et nécessitent une inspection et un remplacement réguliers.

Pureté du gaz : La pureté du gaz plasma et du gaz de protection ($\geq 99,999\%$) est cruciale pour la qualité de la soudure.

Caractéristiques de la pièce : L'épaisseur et la conductivité thermique du matériau influencent la sélection des paramètres de soudage, qui doivent être optimisés en fonction du matériau spécifique.

Précision opérationnelle : Le soudage à l'arc plasma nécessite une grande précision pour l'équipement et les opérateurs, et l'automatisation doit améliorer la cohérence.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Utiliser des électrodes dopées à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique pour améliorer la stabilité de l'arc et la résistance aux hautes températures.

Gestion des gaz : conception optimisée à double flux de gaz avec gaz de haute pureté et analyseur de gaz en ligne.

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez une machine de soudage à l'arc plasma de haute précision, équipée d'un courant d'impulsion et d'un système de contrôle automatique.

Surveillance du processus : Introduisez des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter l'état de l'arc et la qualité de la soudure, ajustez dynamiquement les paramètres.

Formation opérationnelle : Renforcer la formation des opérateurs pour garantir la maîtrise de la technologie de soudage à l'arc plasma.

Tendances futures

Micro-soudage au plasma : Développement d'une technologie de soudage à l'arc plasma à courant ultra-faible pour les micro-composants, répondant aux besoins des industries électroniques et médicales.

Contrôle intelligent : Optimisez les paramètres d'arc et de gaz grâce à l'intelligence artificielle et à la technologie des capteurs pour améliorer l'uniformité de la soudure.

Technologie verte : Développement de machines de soudage à l'arc plasma à faible consommation d'énergie et de systèmes de récupération de gaz pour réduire l'impact environnemental.

Nouvelles électrodes : Explorez les électrodes cérium-tungstène dopées à plusieurs éléments pour améliorer encore les performances et la longévité à haute température.

5.1.3 Soudage CC à faible courant (tuyaux, composants de précision, etc.)

Principe du processus

L'électrode négative à courant continu (DCEN) utilise un faible courant (10 ~ 50 A) pour générer un arc stable, ce qui la rend adaptée aux scénarios de soudage où l'apport de chaleur est sensible, tels que les tuyaux et les composants de précision. Les électrodes en cérium tungstène sont le choix privilégié dans ce domaine en raison de leurs excellentes performances d'arc à faible courant et de leur stabilité d'arc. Son dopage à l'oxyde de cérium réduit le travail d'échappement d'électrons, ce qui permet à l'électrode de produire rapidement un arc et de maintenir un arc stable à faible courant, définissant ainsi la zone affectée par la chaleur (HAZ) et garantissant la qualité de la soudure.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Caractéristiques de l'arc : À faible courant, l'électrode de cérium et de tungstène forme un arc fin stable grâce à l'émission thermoïonique d'oxyde de cérium, ce qui convient aux matériaux à paroi mince et au soudage de haute précision.

Gaz de protection : L'argon est le principal gaz de protection, et le débit doit être contrôlé avec précision pour protéger les petits bains de fusion.

Scénarios applicables : Le soudage de tuyaux (par exemple, les tuyaux en acier inoxydable) et les composants de précision (par exemple, les capteurs aérospatiaux) nécessitent un faible apport de chaleur pour éviter la déformation ou la perte de performance.

Procédé technique

Préparation de l'électrode : Choisissez une électrode de petit diamètre (0,51,6 mm) et affûtez un angle de cône aigu ($20^{\circ}30^{\circ}$) pour améliorer la concentration de l'arc. La surface doit être polie pour améliorer les performances d'arc.

Configuration de l'équipement : Utiliser une machine à souder TIG de haute précision équipée d'un contrôle de courant faible et d'une fonction d'impulsion, assurant un apport de chaleur minimal.

Processus de soudage : L'arc est initié sous protection contre l'argon et l'opérateur contrôle la position de l'arc à l'aide d'un pistolet de soudage manuel ou automatique. Le matériau de remplissage est généralement un filament, assorti au matériau de la pièce.

Post-traitement : Vérifiez la qualité des soudures pour vous assurer qu'il n'y a pas de porosité ou de micro-fissures. Les électrodes nécessitent un entretien régulier pour maintenir leurs performances.

Détails artisanaux

Angle du cône de l'électrode : L'angle aigu du cône améliore la concentration de l'arc et réduit la zone affectée par la chaleur, ce qui le rend adapté au soudage de précision.

Contrôle du courant : Le courant d'impulsion (fréquence 5 ~ 20 Hz) réduit encore l'apport de chaleur et optimise la qualité de la soudure.

Débit de gaz : Le débit d'argon (5 ~ 10 L/min) doit être contrôlé avec précision pour éviter de perturber les arcs électriques.

Contrôle de l'environnement : La zone de soudage doit être exempte de poussière et de vent pour assurer la protection contre les gaz.

Facteurs d'influence

Qualité de l'électrode : Une distribution inégale de l'oxyde de cérium peut entraîner une instabilité de l'arc, affectant la qualité de la soudure.

Stabilité du courant : À faible courant, la précision du contrôle du courant de la machine à souder affecte directement la stabilité de l'arc.

Caractéristiques de la pièce : La conductivité thermique et l'épaisseur des matériaux à paroi mince dérivent de la sélection des paramètres de soudage, qui doivent être adaptés avec précision.

Technologie de fonctionnement : Le soudage à faible courant nécessite une grande précision pour les opérateurs, et le fonctionnement manuel doit être stable.

Conditions environnementales : L'humidité ou la vitesse du vent peuvent affecter l'effet de protection contre les gaz, et l'environnement doit être optimisé.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Utiliser des électrodes cérium-tungstène à haute uniformité pour améliorer les performances d'arc à faible courant grâce au nanodopage.

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez une machine à souder à courant faible de haute précision, équipée d'un système de contrôle d'impulsion et d'automatisation.

Gestion des gaz : Utiliser du gaz argon de haute pureté et optimiser le contrôle du débit, équipés d'analyseurs de gaz.

Technologie d'automatisation : Introduire des systèmes de soudage robotisés pour améliorer la précision et l'uniformité du soudage à faible courant.

Surveillance des processus : Mettre en œuvre des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter les conditions d'arc et de soudure et ajuster dynamiquement les paramètres.

Tendances futures

Soudage à courant ultra-faible : Développement d'une technologie de soudage à courant ultra-faible (<10 A) pour les micro-composants afin de répondre aux besoins de l'industrie électronique.

Soudage intelligent : optimisez les paramètres d'arc à faible courant grâce à l'intelligence artificielle pour améliorer la qualité de la soudure.

Technologie verte : Développer des machines à souder à faible consommation d'énergie et des systèmes de récupération de gaz pour réduire l'impact environnemental.

Nouvelles électrodes : Explorez les électrodes haute performance en cérium-tungstène pour optimiser la stabilité de l'arc à faible courant.

5.2 Applications sans soudage des électrodes de cérium et de tungstène

Les électrodes en cérium-tungstène sont également importantes dans les applications non soudables, notamment la découpe plasma, le revêtement et le revêtement, ainsi que d'autres applications de décharge à haute température. Son excellente résistance aux hautes températures et sa stabilité à l'arc le rendent excellent dans les processus à haute énergie.

5.2.1 Découpe plasma

Principe du processus

La découpe au plasma fait fondre et souffle les matériaux métalliques à travers un arc plasma à haute température (15 000 ~ 30 000 K) pour une coupe efficace. L'électrode de tungstène cérium, en tant que composant central du découpeur plasma, fournit un arc stable et maintient un flux de plasma à haute densité d'énergie. Son dopage à l'oxyde de cérium améliore la résistance à haute température de l'électrode, notamment l'épuisement et prolongeant la durée de vie, ce qui la rend adaptée à la découpe d'une large gamme de matériaux métalliques.

Caractéristiques de l'arc plasma : L'arc plasma est comprimé à travers la buse, créant une densité d'énergie élevée et un flux de gaz à grande vitesse, qui fond et élimine rapidement les matériaux.

Action des gaz : Les gaz plasma (tels que l'azote ou le mélange argon-hydrogène) forment un arc, et les gaz protecteurs (air ou oxygène) améliorent l'efficacité de coupe.

Matériaux applicables : Convient pour l'acier au carbone, l'acier inoxydable, l'alliage d'aluminium, etc., largement utilisés dans le traitement et le démontage des métaux.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Procédé technique

Préparation de l'électrode : Choisissez une électrode en cérium-tungstène du diamètre approprié (2,04,0 mm) et meulez l'angle du cône (30°45°) pour optimiser la concentration de l'arc.

Configuration de l'équipement : La machine de découpe plasma doit être équipée d'une alimentation haute puissance et d'un bus de précision, et la plage de courant est ajustée en fonction de l'épaisseur du matériau.

Processus de coupé : Le gaz plasma forme un arc électrique à travers la buse et l'opérateur contrôle la trajectoire et la vitesse de coupé. Le gaz de protection renforce l'effet de coupé.

Post-traitement : Vérifiez la qualité de la surface de coupe pour vous assurer qu'il n'y a pas de résidus ou de zones affectées par la chaleur. Les électrodes nécessitent un entretien régulier.

Détails artisanaux

Conception de la buse : L'ouverture de la buse et le matériau possèdent la concentration et la vitesse de coupe de l'arc plasma.

Débit de gaz : Le gaz plasma (25 L/min) et le gaz de protection (2050 L/min) doivent être contrôlés avec précision.

Contrôle du courant : Le courant élevé convient à la découpe de plaques épaisses, le courant faible convient à la découpe de plaques fines et doit être optimisé en fonction du matériau.

Contrôle de l'environnement : La zone de coupe doit être équipée de systèmes de ventilation efficaces pour éviter l'accumulation de gaz nocifs.

Facteurs d'influence

Qualité de l'électrode : La résistance aux températures élevées de l'électrode et la qualité de surface présentent la stabilité de coupe.

État du bus : L'usure du bus peut réduire la précision du coupé et doit être remplacé régulièrement.

Pureté du gaz : La pureté du gaz ($\geq 99,99\%$) est cruciale pour la qualité de coupe et la durée de vie des électrodes.

Propriétés du matériau : L'épaisseur et la conductivité thermique du matériau reflètent la sélection des paramètres de coupe.

Précision opérationnelle : la vitesse de coupe et le contrôle de la trajectoire reflètent la qualité de surface.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Utilisez des électrodes en cérium tungstène à haute durabilité pour une durée de vie de coupe prolongée.

Gestion des gaz : Optimisez le rapport et le débit de gaz en utilisant des gaz de haute pureté.

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez une machine de découpe plasma de haute précision avec système de contrôle automatique.

Surveillance du processus : Mettre en œuvre des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter la qualité de l'arc et de la coupe.

Formation à l'utilisation : Renforcez la formation des compétences de l'opérateur pour garantir la précision de la coupe.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tendances futures

Découpe de haute précision : Développement d'une technologie de découpe plasma de très haute précision pour les tôles fines.

Contrôle intelligent : Optimisez les paramètres de coupe grâce à l'intelligence artificielle, améliorant ainsi l'efficacité et la qualité.

Technologie verte : développement de machines de découpe à faible consommation d'énergie et de systèmes de récupération de gaz.

Nouvelles électrodes : Explorez les électrodes dopées composites pour des performances améliorées à haute température.

5.2.2 Soudure et revêtement

Principe du processus

Le surfacage et le revêtement de soudure déposent des matériaux résistants à l'usure et à la corrosion sur la surface de la pièce à travers des arcs ou des arcs plasma, améliorant ainsi leurs performances. Les électrodes cérium-tungstène fournissent un arc stable, maintenant les bains de fusion à haute température et favorisent le dépôt uniforme des matériaux d'apport. Son dopage à l'oxyde de cérium améliore la résistance à haute température de l'électrode, ce qui la rend adaptée aux processus de soudage par recouvrement avec un apport de chaleur élevé.

Caractéristiques de l'arc : L'électrode de cérium et de tungstène forme un arc stable à haute température, garantissant que le matériau d'apport est entièrement fondu et déposé.

Matériaux de remplissage : Les matériaux haute performance tels que les alliages à base de nickel et les alliages à base de cobalt sont couramment utilisés pour les recouvrements de soudage.

Scénarios applicables : Utilisé pour réparer des pièces usées ou améliorer les propriétés de surface des pièces, telles que les moules, les vannes, etc.

Procédé technique

Préparation de l'électrode : Sélectionnez le diamètre d'électrode approprié (2,03,2 mm) et rectifiez l'angle du cône (30°45°).

Configuration de l'équipement : L'équipement de rechargement de soudage doit être équipé d'une alimentation électrique haute puissance et d'un système d'alimentation en fil, et le courant est ajusté en fonction du matériau.

Processus de recouvrement : L'arc fait fondre le matériau d'apport et l'opérateur contrôle la trajectoire et la vitesse de dépôt.

Post-traitement : Vérifiez la qualité de la couche sédimentaire pour vous assurer qu'il n'y a pas de fissures ou de porosité.

Détails artisanaux

Contrôle de l'arc : Le courant pulsé réduit l'apport de chaleur et réduit les dommages au substrat.

Matériau de remplissage : Il doit être adapté au substrat pour assurer la force d'adhésion.

Protection contre les gaz : Le gaz argon protège le bain de fusion et le débit (10 ~ 20 L/min) doit être optimisé.

Contrôle de l'environnement : La zone de recouvrement de la soudure doit être effectuée sèchement

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

et sans vent.

Facteurs d'influence

Qualité de l'électrode : La résistance à haute température de l'électrode affecte la stabilité de l'arc.

Matériau de remplissage : La composition chimique et la morphologie du matériau possèdent la qualité du dépôt.

Les paramètres du processus : le courant, la vitesse et le débit de gaz doivent être adaptés avec précision.

Propriétés du substrat : La conductivité thermique et l'état de surface du substrat conservent l'effet de dépôt.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Utiliser des électrodes cérium-tungstène haute performance pour améliorer la stabilité de l'arc.

Sélection des matériaux : Optimisez la formulation du matériau de remplissage pour améliorer la force d'adhésion.

Mise à niveau de l'équipement : Un équipement de recouvrement de soudage automatisé est utilisé pour améliorer la cohérence des dépôts.

Surveillance du processus : Mettre en œuvre des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter la qualité des dépôts.

Tendances futures

Surfaçage assisté par laser : Combinez le laser et l'arc pour améliorer la précision du dépôt.

Contrôle intelligent : optimisez les paramètres de superposition grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement des équipements de rechargement dur de soudage à faible énergie.

Nouvelles électrodes : exploration d'électrodes composites à haute durabilité.

5.2.3 Autres applications de décharge à haute température

Principe du processus

Les électrodes en cérium et tungstène fournissent un arc stable ou une source de décharge dans d'autres applications de décharge à haute température (par exemple, la pulvérisation de plasma, l'usinage par décharge électrique). Son excellente résistance aux hautes températures et sa stabilité à l'arc le rendent adapté aux scénarios à haute densité d'énergie.

Pulvérisation plasma : L'arc fait fondre le matériau en poudre et le pulvérise sur la surface de la pièce pour former un revêtement.

Usinage par électroérosion (EDM) : Les électrodes corrodent les matériaux en les déchargeant, ce qui les rendent adaptés à l'usinage de précision.

Scénarios applicables : Utilisé pour le renforcement de surface, le traitement des moules, etc.

Procédé technique

Préparation de l'électrode : Sélectionnez l'électrode de diamètre approprié et meulez l'angle du cône

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

pour optimiser les performances de décharge.

Configuration de l'équipement : Équipé d'une alimentation haute puissance et d'un système de contrôle de précision.

Processus d'usinage : L'arc ou la décharge agit sur le matériau, et l'opérateur contrôle la trajectoire et les paramètres.

Post-traitement : Vérifier la qualité de la surface usinée pour s'assurer de la conformité aux exigences.

Détails artisanaux

Conception de l'électrode : L'angle du cône et la qualité de surface doivent être optimisés pour améliorer la stabilité de la décharge.

Gaz ou milieu : La pulvérisation plasma nécessite un gaz de haute pureté, et le traitement par décharge électrique nécessite un fluide diélectrique.

Contrôle des paramètres : le courant, la tension et la vitesse de traitement doivent être ajustés avec précision.

Facteurs d'influence

Qualité de l'électrode : La résistance à haute température de l'électrode affecte la stabilité de la décharge.

Propriétés du fluide : La pureté du gaz ou du fluide diélectrique affecte la qualité du traitement.

Précision de l'équipement : La précision de l'alimentation et du système de contrôle affectent l'effet d'usinage.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Des électrodes haute performance en cérium et tungstène sont utilisées pour améliorer la stabilité de la décharge.

Gestion des fluides : Optimisez les formulations de gaz ou de fluides diélectriques.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un équipement de décharge de haute précision.

Surveillance des processus : Mettre en place des systèmes de surveillance en temps réel pour détecter l'état des décharges.

Tendances futures

EDM de haute précision : Développement de techniques d'EDM pour les micro-composants.

Contrôle intelligent : Optimisez les paramètres de décharge grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements de décharge à faible consommation d'énergie.

Nouvelles électrodes : exploration des électrodes dopées composites.

5.3 Industries d'application des électrodes de tungstène de cérium

Les électrodes en tungstène de cérium sont largement utilisées dans l'aérospatiale, la construction automobile, l'énergie et la chimie, la fabrication d'équipements médicaux et d'autres industries, et leurs hautes performances répondent aux exigences strictes de diverses industries.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

5.3.1 Aéronautique

Contexte de l'application :

L'industrie aéronautique a des exigences extrêmement élevées en matière de qualité de soudage, et les électrodes en cérium et tungstène sont largement utilisées dans le soudage de matériaux haute performance tels que les alliages de titane et les alliages à base de nickel, tels que les aubes de moteur d'avion et les coques d'engins spatiaux en raison de leurs excellentes performances d'initiation d'arc et de leur stabilité d'arc.

Exigences du processus : une grande précision, un faible apport de chaleur et une excellente qualité de soudure sont nécessaires.

Avantages des électrodes : Les électrodes en tungstène et en cérium peuvent maintenir un arc stable à de faibles courants, notamment la zone affectée par la chaleur.

Procédé technique

Sélection de l'électrode : électrode de petit diamètre (0,5 ~ 2,0 mm), angle de cône aigu.

Procédé de soudage : soudage à l'arc TIG ou plasma, protection contre l'argon.

Contrôle de la qualité : Des contrôles non destructifs (tels que les rayons X) permettent de vérifier la qualité de la soudure.

Facteurs d'influence

Propriétés des matériaux : La forte activité des alliages de titane nécessite une protection stricte contre les gaz.

Qualité de l'électrode : La distribution de l'oxyde de cérium affecte la stabilité de l'arc.

Contrôle de l'environnement : L'environnement sans poussière et sans vent garantit la qualité du soudage.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Utiliser des électrodes nanodopées.

Gestion des gaz : argon de haute pureté et conception à double flux d'air.

Technologie d'automatisation : Introduction de systèmes de soudage robotisés.

Tendances futures

Soudure de très haute précision : Répondez aux besoins des micro-composants.

Contrôle intelligent : optimisez les paramètres de soudage.

Technologie verte : équipement de soudage à faible consommation d'énergie.

5.3.2 Fabrication automobile

Contexte de l'application :

Dans la construction automobile, les électrodes en cérium et en tungstène sont utilisées pour souder des pièces telles que des carrosseries de voitures et des systèmes d'échappement, et les matériaux comprennent l'acier inoxydable et les alliages d'aluminium. Son amorçage rapide de l'arc et sa stabilité de l'arc augmentent l'efficacité de la production.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Exigences du processus : soudures à haut rendement et à haute cohérence.

Avantages de l'électrode : la résistance aux hautes températures et la longue durée de vie réduisent les coûts de production.

Procédé technique

Sélection de l'électrode : électrode de diamètre moyen (1,6 ~ 3,2 mm).

Procédé de soudage : soudage TIG, ligne de production automatisée.

Contrôle de la qualité : inspection visuelle et inspection par ultrasons.

Facteurs d'influence

Vitesse de production : Équilibre entre efficacité et qualité.

Qualité de l'électrode : Affecte la stabilité et la durée de vie de l'arc.

Degré d'automatisation : affecte la cohérence de la soudure.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Électrodes à haute durabilité.

Technologie d'automatisation : système de soudage robotisé.

Surveillance du processus : Détection en temps réel de la qualité de la soudure.

Tendances futures

Soudage de matériaux légers : convient aux alliages d'aluminium et aux matériaux composites.

Ligne de production intelligente : améliorez l'efficacité de la production.

Technologie verte : équipement de soudage à faible consommation d'énergie.

5.3.3 Énergie et produits chimiques

Contexte de l'application :

Les industries de l'énergie et de la chimie doivent souder des matériaux résistants à la corrosion (tels que l'acier inoxydable, les alliages à base de nickel) pour les pipelines, les réacteurs, etc. La résistance aux températures élevées et la stabilité des électrodes en cérium et tungstène répondent à des exigences élevées.

Exigences du processus : résistance élevée à la corrosion et résistance à la soudure.

Avantage de l'électrode : Stable à un apport de chaleur élevé.

Procédé technique

Sélection de l'électrode : électrode de grand diamètre (2,0 ~ 4,0 mm).

Procédé de soudage : Soudage à l'arc TIG ou plasma.

Contrôle de la qualité : Les tests non destructifs garantissent la qualité de la soudure.

Facteurs d'influence

Propriétés des matériaux : Les matériaux résistants à la corrosion doivent être strictement protégés.

Qualité de l'électrode : Affecte la stabilité et la durée de vie de l'arc.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Conditions environnementales : nécessité d'éviter les interférences de gaz corrosifs.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : Électrodes haute performance.

Gestion des gaz : Protection contre les gaz de haute pureté.

Surveillance du processus : Détection en temps réel de la qualité de la soudure.

Tendances futures

Soudure des superalliages : réponse aux besoins de nouveaux matériaux.

Contrôle intelligent : optimisez les paramètres de soudage.

Technologie verte : équipement à faible consommation d'énergie.

5.3.4 Fabrication d'instruments médicaux

Contexte de l'application :

La fabrication de dispositifs médicaux nécessite des soudures de haute précision, telles que des instruments chirurgicaux en acier inoxydable et des implants en titane. Les performances d'arc à faible courant des électrodes en cérium-tungstène les rendent adaptées au soudage de micro-composants.

Exigences du processus : soudures de très haute précision, non polluantes.

Avantages de l'électrode : faible apport de chaleur et stabilité de l'arc.

Procédé technique

Sélection de l'électrode : électrode de petit diamètre (0,5 ~ 1,0 mm).

Procédé de soudage : soudage micro-TIG ou à l'arc plasma.

Contrôle de la qualité : contrôles microscopiques et non destructifs.

Facteurs d'influence

Propriétés des matériaux : Les alliages de titane nécessitent une protection stricte contre les gaz.

Qualité de l'électrode : Affecte la stabilité de l'arc.

Contrôle de l'environnement : L'environnement sans poussière garantit la qualité.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des électrodes : électrodes nano-dopées.

Gestion des gaz : Protection contre l'argon de haute pureté.

Technologie d'automatisation : micro-robots de soudage.

Tendances futures

Technologie de micro-soudure : Répond aux besoins des implants.

Contrôle intelligent : optimisez les paramètres de soudage.

Technologie verte : équipement à faible consommation d'énergie.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

5.4 Cas d'application spécial des électrodes de tungstène de cérium

Ce qui suit analyse l'application de l'électrode de tungstène de cérium dans des scénarios spécifiques, en se concentrant sur le contexte et les principes du processus pour éviter des données expérimentales excessives.

5.4.1 Soudage de l'acier inoxydable et des alliages de titane

Contexte de l'application :

Le soudage de l'acier inoxydable et des alliages de titane nécessite une grande précision et une protection stricte contre les gaz, et les électrodes en cérium et tungstène sont largement utilisées dans ce type de soudage dans les domaines aérospatial et médical en raison de leurs excellentes performances d'initiation d'arc et de leur stabilité d'arc.

Principe du processus : le soudage TIG utilise le faible travail d'échappement d'électrons de l'électrode de cérium et de tungstène pour former rapidement un arc, et la protection contre le gaz argon empêche l'oxydation du matériau.

Technique de débit : électrode de petit diamètre (1,0 ~ 2,0 mm), angle de cône aigu, entrée de chaleur de contrôle de courant pulsé.

Facteurs d'influence : La haute activité du matériau nécessite une protection contre les gaz de haute pureté, et la qualité de l'électrode affecte la stabilité de l'arc.

Stratégie d'optimisation : Utilisez des électrodes haute performance, optimisez le débit de gaz et introduisez le soudage automatisé.

Tendances futures : technologie de soudage intelligente et développement de nouvelles électrodes.

5.4.2 Soudure de composants microélectroniques

Contexte de l'application :

Les composants microélectroniques (tels que les broches à puce) doivent être soudés à un courant ultra-faible, et les performances d'arc électrique à faible courant des électrodes en cérium et tungstène répondent aux exigences.

Principe du processus : Le soudage micro-TIG permet d'obtenir un soudage de haute précision à travers un arc fin, notamment la zone affectée par la chaleur.

Débit technique : électrode de très petit diamètre (0,5 mm), angle de cône aigu, protection contre l'argon.

Facteurs d'influence : La qualité de l'électrode et la pureté du gaz dérivent de la qualité de la soudure.

Stratégie d'optimisation : Utiliser des électrodes nano-dopées pour optimiser le courant d'impulsion.

Tendance future : technologie de soudage à courant ultra-faible et contrôle intelligent.

5.4.3 Soudage de faisceaux de câbles à haute tension

Contexte de l'application :

Le soudage par faisceau de fils haute tension nécessite une résistance et une conductivité élevées, et la stabilité de l'arc de l'électrode de cérium et de tungstène convient au soudage d'alliages de cuivre.

Principe du processus : Le soudage TIG assure la résistance et la conductivité de la soudure en stabilisant l'arc.

Technique de débit : électrode de diamètre moyen (1,6~2,4 mm), protection contre l'argon, alimentation automatique du fil.

Facteurs d'influence : La conductivité thermique élevée du cuivre nécessite un courant et un gaz optimisés.

Stratégie d'optimisation : Utiliser des électrodes performantes et introduire le soudage robotisé.

Tendances futures : technologie de soudage à haut rendement et procédés écologiques.



Chapitre 6 Équipement de production d'électrodes de tungstène de cérium

La production d'électrodes en cérium tungstène repose sur une série d'équipements de haute précision et spécialisés, du traitement des matières premières aux tests finaux, la conception et les performances de chaque maillon déterminant directement la qualité et l'efficacité de production des électrodes. Ce chapitre expose systématiquement les principaux équipements impliqués dans le processus de production d'électrodes de cérium et de tungstène sous cinq aspects : l'équipement de traitement des matières premières, l'équipement de métallurgie des poudres, l'équipement de traitement, l'équipement d'essai et de contrôle de la qualité, l'automatisation et l'équipement intelligent, et analyser en profondeur le principe de fonctionnement, la conception structurelle, le processus de fonctionnement, les facteurs d'influence, les stratégies d'optimisation et les tendances de développement futur de chaque équipement.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

6.1 Équipement de traitement des matières premières pour les électrodes de cérium et de tungstène

L'équipement de traitement des matières premières est utilisé pour le broyage, le criblage et la purification de la poudre de tungstène et de l'oxyde de cérium, qui est un lien clé pour garantir la qualité des matières premières et la stabilité des processus ultérieurs. Ces dispositifs doivent avoir une haute précision, un rendement élevé et des caractéristiques de faible pollution pour répondre aux exigences de haute performance des électrodes en cérium-tungstène.

6.1.1 Équipement de broyage et de criblage de poudre de tungstène

Comment ça marche :

L'équipement de broyage et de criblage de poudre de tungstène traite la poudre de tungstène à la taille de particule cible (1 ~ 5 microns) par force mécanique ou flux d'air, et absorbe les grosses particules ou agrégats par criblage pour assurer une distribution granulométrique uniforme. Les équipements de broyage (tels que les broyeurs planétaires à boulets) utilisent des collisions et des frictions à haute énergie pour réduire la taille des particules, tandis que les équipements de criblage (tels que les classificateurs de flux d'air) séparent aérodynamiquement les poudres de différentes tailles de particules. Une distribution granulométrique uniforme est essentielle pour la liaison des particules et les performances des électrodes dans les processus ultérieurs de métallurgie des poudres tels que le pressage et le frittage.

Principe de broyage : Le broyeur à boulets planétaire broie la poudre de tungstène au niveau du micron par collision à grande vitesse et friction entre la bille de broyage et la poudre. Les dimensions élevées et la trajectoire de la bille de broyage déterminent l'efficacité de broyage et la forme des particules.

Principe de criblage : Le classificateur de flux d'air utilise un flux d'air à grande vitesse pour entraîner les particules de poudre, séparant les particules de différentes tailles par séparation cyclonique ou force centrifugeuse, assurant une distribution uniforme.

Avantages de l'équipement : Les équipements de broyage et de criblage de haute précision peuvent améliorer l'activité de frittage de la poudre de tungstène, optimiser la densité et la résistance mécanique de l'électrode.

Conception structurelle

Broyeurs planétaires à boulets :

Composants principaux : réservoir de broyage, bille de broyage (zircone ou carbure de tungstène), disque planétaire, moteur et système de contrôle.

Caractéristiques de conception : La cuve de broyage est fabriquée en acier inoxydable ou en céramique de haute dureté pour éviter la contamination. Les disques planétaires fournissent des trajectoires de mouvement complexes grâce à une rotation multi-axes, améliorant ainsi l'efficacité de la rectification. Le système de contrôle est équipé d'un convertisseur de fréquence pour ajuster avec précision la vitesse de rotation.

Exigences environnementales : Le processus de broyage doit être effectué dans un environnement de haute pureté à l'azote ou à l'argon (pureté $\geq 99,999\%$) pour éviter l'oxydation.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Classificateur de flux d'air :

Composants principaux : système d'alimentation, roue de classification, cyclone, filtre et système de contrôle du flux d'air.

Caractéristiques de conception : Les roues de nivellement sont fabriquées en matériaux céramiques résistants à l'usure et résistent aux impacts du flux d'air à grande vitesse. Le séparateur cyclonique améliore la précision de la séparation grâce à une conception à plusieurs étages. Le système de contrôle du flux d'air est équipé de capteurs de haute précision qui surveillent la vitesse du flux d'air en temps réel.

Exigences environnementales : Le processus de calibrage doit être effectué dans une salle blanche (niveau ISO 5, concentration de particules < 3520 particules/m³) pour éviter la pollution par la poussière.

Processus de fonctionnement

Processus de broyage :

Mettez la poudre de tungstène dans le réservoir de broyage, ajoutez la bille de broyage (rapport bille/matériau 10 : 1 ~ 20 : 1), scellez-la et placez-la sur le disque planétaire.

Réglez la vitesse de rotation (200 ~ 500 tr/min) et le temps de broyage (plusieurs heures) et démarrez l'appareil.

Après le broyage, la poudre est filtrée à travers un tamis pour éliminer les grosses particules.

Processus de dépistage :

La poudre de tungstène broyée est introduite dans le classificateur à flux d'air et dispersée simultanément dans le système d'alimentation.

Ajustez la vitesse du flux d'air et la vitesse de la roue de mise en scène pour séparer la poudre de taille de particule cible.

Collectez les poudres qualifiées et stockez-les dans des récipients hermétiques.

Post-traitement : La poudre de tungstène broyée et tamisée est détectée par un analyseur de taille de particules laser pour garantir la conformité aux exigences.

Détails artisanaux

Les paramètres de broyage : la vitesse de rotation, le temps de broyage et le rapport granulés/matériaux doivent être optimisés en fonction de la taille des particules cibles. Une vitesse trop élevée peut entraîner l'écrasement ou la contamination des particules, et une vitesse trop faible peut réduire l'efficacité.

Sélection de la boule de broyage : la bille de broyage en zircone a une précision élevée et une bonne résistance à l'usure, adaptée au broyage de poudre de tungstène de haute pureté ; Les billes de broyage en carbure de tungstène conviennent à la production de gros volumes.

Contrôle du flux d'air : Le classificateur doit être équipé d'un contrôleur de débit d'air de haute précision pour assurer la stabilité du flux d'air et la précision de la séparation.

Contrôle de l'environnement : L'atelier de broyage et de criblage doit maintenir un environnement à faible humidité (<20 %) et exempt de poussière pour éviter l'absorption d'humidité ou la contamination de la poudre.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision du contrôle de la vitesse du broyeur et la stabilité du flux d'air de la niveleuse concernent la distribution granulométrique.

Matériau de la bille de broyage : La dureté et la stabilité chimique de la bille de broyage conservent la pureté de la poudre.

Propriétés de la poudre : La taille et la morphologie initiales des particules de tungstène présentent l'efficacité du broyage.

Conditions environnementales : L'humidité, les niveaux d'oxygène et la poussière peuvent provoquer l'oxydation ou l'agglomération de la poudre.

Spécifications de fonctionnement : Les paramètres de l'opérateur et le niveau d'entretien de l'équipement impliquent les performances de l'équipement.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez un broyeur à boulets planétaire de haute précision, équipé d'un contrôle de conversion de fréquence et d'un système de surveillance en temps réel pour améliorer l'efficacité du broyage.

Optimisation des billes de broyage : choisissez des billes de broyage à haute dureté et à faible contamination pour réduire la contamination par la poudre.

Optimisation de la classification du flux d'air : Utiliser un séparateur cyclonique à plusieurs étages pour améliorer la précision de la séparation.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes de filtration à haute efficacité et de dispositifs de contrôle de l'humidité pour assurer un environnement propre.

Analyse des données : Établissez une base de données des paramètres de broyage et de criblage et optimisez les paramètres du processus grâce à l'analyse des données.

Tendances futures

Technologie de broyage à l'échelle nanométrique : Développer des broyeurs à boulets de très haute précision adaptés à la poudre de tungstène à l'échelle nanométrique (<100 nm) pour répondre aux besoins d'électrodes haute performance.

Équipement intelligent : surveillance en temps réel des processus de broyage et de criblage grâce à l'intelligence artificielle et à la technologie des capteurs, en ajustant dynamiquement les paramètres.

Technologie verte : Développer des équipements de broyage à faible consommation d'énergie et des systèmes de circulation d'air recyclables pour réduire l'impact environnemental.

Nouveaux équipements de classement : tels que les nanoclassificateurs centrifuges, qui peuvent obtenir un contrôle de la taille des particules plus précis.

6.1.2 Équipement de purification de l'oxyde de cérium

Comment ça marche :

L'équipement de purification de l'oxyde de cérium extrait de l'oxyde de cérium de haute pureté (pureté $\geq 99,9\%$) des minéraux de terres rares par des étapes telles que la dissolution chimique, l'extraction et le grillage. L'équipement principal comprend une machine de flottation, une cuve de dissolution, un équipement d'extraction et un four de torréfaction. Ces appareils travaillent ensemble pour séparer les minéraux de terres rares en composés de cérium, qui sont ensuite purifiés en poudre

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

d'oxyde de cérium, garantissant ainsi qu'ils répondent aux exigences de dopage des électrodes de cérium-tungstène.

Principe de flottation : La machine de flottation sépare les minéraux de terres rares à travers des bulles et des agents de flottation pour obtenir un concentré de cérium de haute qualité.

Principe d'extraction : L'équipement d'extraction utilise des solvants organiques (tels que P204 ou P507) pour séparer sélectivement les ions de cérium afin de former une solution de cérium de haute pureté.

Principe de torréfaction : Le four de torréfaction convertit les composés de cérium en oxyde de cérium à haute température (800 ~ 1000 °C) pour optimiser la morphologie et la pureté des particules.

Conception structurelle

Machine de flottation :

Composants principaux : réservoir de flottation, agitateur, générateur de bulles et système de conditionnement des boues.

Caractéristiques de conception : Le réservoir de flottation est fabriqué en acier inoxydable résistant à la corrosion et l'agitateur optimise la dispersion du lisier grâce au contrôle de conversion de fréquence. Le générateur de bulles améliore l'uniformité des bulles grâce à une conception microporeuse.

Exigences environnementales : L'atelier de flottation doit être équipé de systèmes de ventilation et de traitement des eaux usées afin d'éviter la contamination par les réactifs chimiques.

Matériel d'extraction :

Composants principaux : cuve d'extraction, séparateur de phase, système de pompage et système de circulation de solvants.

Caractéristiques de conception : Le réservoir d'extraction adopte une conception à plusieurs étages pour améliorer l'efficacité de la séparation. Le séparateur de phases sépare les phases organiques et aqueuses par gravité ou force centrifugeuse.

Exigences environnementales : Il doit être utilisé dans un environnement scellé pour éviter la volatilisation des solvants.

Four à rôtir :

Composants principaux : élément chauffant (molybdène ou céramique), corps du four, système de contrôle de l'atmosphère et système de refroidissement.

Caractéristiques de conception : Le corps du four est fabriqué à partir de matériaux résistants aux hautes températures et le système de contrôle de l'atmosphère assure une distribution uniforme de l'oxygène ou de l'air. Les systèmes de refroidissement réduisent les contraintes thermiques grâce au refroidissement par eau ou par air.

Exigences environnementales : L'atelier de torréfaction doit être maintenu propre (niveau ISO 6) pour éviter la pollution par la poussière.

Processus de fonctionnement

Procédé de flottation :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Le minéral de terres rares est broyé et broyé et envoyé dans le réservoir de flottation, et l'agent de flottation et l'eau sont ajoutés pour former une boue.

Démarrez l'agitateur et le générateur de bulles pour séparer le concentré de cérium.

Le concentré est collecté et les eaux usées sont recyclées grâce à un système de traitement.

Processus d'extraction :

Le concentré de cérium est dissous dans un acide (acide sulfurique ou chlorhydrique) pour former une solution de terres rares.

La solution est en contact avec le solvant organique à travers la cuve d'extraction pour séparer les ions cérium.

Après la séparation de phase, la solution de cérium est entrée et l'étape de précipitation est entrée.

Processus de torréfaction :

La solution de cérium est précipitée pour former du carbonate de cérium ou de l'oxalate de cérium.

Le précipité est introduit dans un four de torréfaction où il est torréfié à haute température pour l'ancien de la poudre d'oxyde de cérium.

Après refroidissement, la poudre est recueillie et stockée dans un récipient hermétique.

Détails artisanaux

Les paramètres de flottation : la concentration de la boue (20 % 30 %), la valeur du pH (68) et le rapport d'agent de flottation doivent être optimisés pour améliorer la récupération du cérium.

Paramètres d'extraction : La concentration de l'extractant et le nombre d'étapes d'extraction concernent l'efficacité de la séparation et doivent être optimisés par des expériences.

Paramètres de calcination : La température et l'atmosphère de torréfaction doivent être contrôlées pour éviter le changement de forme des cristaux ou l'introduction d'impuretés.

Contrôle de l'environnement : L'atelier de purification doit maintenir un faible taux d'humidité (<20 %) et un environnement propre pour éviter la contamination de la poudre.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision du contrôle des machines de flottation et des équipements d'extraction affecte l'efficacité de la purification.

Qualité des matières premières : La teneur en cérium et la répartition des impuretés des minéraux de terres rares présentent la difficulté de purification.

Conditions environnementales : L'humidité et la poussière peuvent provoquer l'absorption d'humidité ou la contamination des poudres.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres et les niveaux d'entretien de l'équipement impliquent la qualité de la purification.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : Une machine de flottation de haute précision et un équipement d'extraction en plusieurs étapes sont utilisés pour améliorer l'efficacité de la purification.

Optimisation des solvants : Choisissez des agents d'extraction à haute efficacité et à faible impact pour réduire la pollution de l'environnement.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Optimisation de la torréfaction : Utiliser des fours à rôtir rotatifs ou à plaque poussée pour assurer une uniforme.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes efficaces de traitement des eaux usées et des gaz d'échappement pour répondre aux exigences de protection de l'environnement.

Analyse des données : Établissez une base de données des paramètres de purification et optimisez les paramètres du processus.

Tendances futures

Technologie de purification biologique : utiliser des micro-organismes pour réduire le cérium et réduire l'utilisation de réactifs chimiques.

Équipement intelligent : Suivi en temps réel du processus de purification grâce à des capteurs et à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement de fours de torréfaction à faible consommation d'énergie et de systèmes de récupération de solvants.

De nouveaux équipements : tels que les fours à rôtir à micro-ondes, améliorent l'uniformité et l'efficacité du chauffage.

6.2 Équipement de métallurgie des poudres pour électrodes de cérium et de tungstène

L'équipement de métallurgie des poudres est utilisé pour transformer la poudre de tungstène et l'oxyde de cérium en billettes à haute densité, et comprend les mélangeurs, les presses hydrauliques, les équipements de pressage isostatique et les fours de frittage à haute température. Ces appareils doivent assurer une distribution uniforme des particules et une densification de la billette.

6.2.1 Mélangeur et matériel de dopage

Comment ça marche :

Le mélangeur reflète la poudre de tungstène, l'oxyde de cérium et les additifs par agitation mécanique ou mouvement tridimensionnel, et l'équipement de dopage obtient une distribution uniforme de l'oxyde de cérium par voie humide ou sèche. Une distribution uniforme des particules est cruciale pour la structure des joints de grains et les performances de l'électrode pendant le frittage.

Principe de mélange : Le mélangeur tridimensionnel disperse entièrement les particules par un mouvement multi-axes pour éviter la ségrégation.

Principe de dopage : le dopage humide est formé par séchage par pulvérisation pour former des particules composites, et le dopage sec est réalisé par une agitation de haute intensité pour obtenir un mélange uniforme.

Conception structurelle

Mélangeur 3D :

Composants principaux : baril de mélange, moteur d'entraînement, convertisseur de fréquence et système d'étanchéité.

Caractéristiques de conception : Le tambour de mélange est en acier inoxydable ou en matériau céramique pour éviter la contamination. Le convertisseur de fréquence fournit un contrôle de vitesse à plusieurs étages pour optimiser l'efficacité du mélange.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement à haute pureté d'azote (pureté $\geq 99,999\%$).

Sécheur-atomiseur (dopage humide) :

Composants principaux : buse, chambre de séchage, séparateur cyclonique et système de contrôle du flux d'air.

Caractéristiques de conception : La buse est fabriquée en matériau céramique résistant à la corrosion et la chambre de séchage assure un séchage uniforme grâce à un chauffage en plusieurs étapes.

Exigences environnementales : Opérer dans une salle blanche (niveau ISO 5).

Processus de fonctionnement

Processus de mélange :

La poudre de tungstène, l'oxyde de cérium et les additifs sont chargés proportionnellement dans le godet de mélange.

Réglez la vitesse et le temps de mélange et démarrez l'équipement.

Après le mélange, la poudre est filtrée à travers un tamis pour assurer l'uniformité.

Procédé de dopage (méthode humide) :

Dissoudre l'oxyde de cérium dans la solution, ajouter de la poudre de tungstène pour former une suspension.

Les particules composites sont formées par atomiseur et mélangées à de la poudre de tungstène.

Récupérez la poudre et conservez-la dans un récipient hermétique.

Détails artisanaux

Paramètres de mélange : La vitesse de rotation (50 ~ 200 tr/min) et le temps (plusieurs heures) doivent être optimisés pour éviter un broyage excessif.

Paramètres de séchage par atomisation : L'ouverture de la buse, la vitesse d'alimentation et la température de séchage doivent être contrôlées avec précision pour assurer une morphologie régulière des particules.

Contrôle de l'environnement : Le mélange et le dopage doivent être effectués dans un environnement à faible humidité ($< 20\%$).

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : Le contrôle de la vitesse du mélangeur et la stabilité du flux d'air du sécheur-atomiseur portent l'uniformité.

Propriétés de la poudre : La densité et la morphologie des particules dérivent de l'effet de mélange.

Conditions environnementales : Les niveaux d'humidité et d'oxygène peuvent entraîner l'oxydation de la poudre.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres et l'entretien de l'équipement déterminent la qualité du mélange.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un mélangeur tridimensionnel de haute précision et un

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

séchoir par pulvérisation.

Optimisation du processus : Le dopage humide préférentiel est utilisé pour améliorer l'uniformité.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes de filtration et de contrôle de l'humidité à haute efficacité.

Analyse des données : Etablir une base de données des paramètres de mélange et optimiser le procédé .

Tendances futures

Mélange par ultrasons : Améliore la dispersion des particules grâce aux vibrations à haute fréquence.

Équipement intelligent : Optimisez les paramètres de mélange grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements de mélange à faible consommation d'énergie.

Nouveaux équipements : tels qu'un mélangeur à lit fluidisé pour améliorer l'efficacité du mélange.

6.2.2 Presse hydraulique et matériel de pressage isostatique

Comment ça marche :

Les presses hydrauliques pressent mécaniquement les poudres pour former les billettes initiales, tandis que les équipements de pressage isostatique (CIP) améliorent la densité des billettes et optimisent les performances de frittage grâce à une haute pression uniforme (des centaines de mégapascals).

Principe de la presse hydraulique : une pression unidirectionnelle est appliquée à travers le système hydraulique pour comprimer la poudre afin de former une billette.

Principe du pressage isostatique : une pression isotrope est appliquée à travers un milieu liquide pour assurer une densité uniforme de la billette.

Conception structurelle

Presses hydrauliques :

Composants principaux : hydraulique, moule, système de contrôle de cylindre et dispositif de sécurité.

Caractéristiques de conception : Le cylindre hydraulique fournit une pression élevée (100 ~ 500 MPa) et le moule est en acier de haute dureté. Le système de contrôle est équipé de capteurs de pression pour assurer la précision.

Exigences environnementales : Il doit être utilisé dans un environnement propre pour éviter la contamination de la poudre.

Équipement de pressage isostatique :

Composants principaux : récipient sous pression, moule en caoutchouc, système de pompage et système de vide.

Caractéristiques de conception : Le récipient sous pression est en acier allié à haute résistance et le moule en caoutchouc à une élasticité élevée. Le système d'aspiration garantit l'absence de bulles d'air.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement à faible humidité.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Processus de fonctionnement

Procédé de presse hydraulique :

La poudre mélangée est chargée dans le moule et placée dans la presse hydraulique.
Réglez la pression et le temps de maintien pour commencer à presser.
Retirez l'ébauche et vérifiez qu'il n'y a pas de densité et de défauts.

Procédé de pressage isostatique :

La poudre est chargée dans un moule en caoutchouc et placée dans un récipient sous pression.
Injectez un liquide à haute pression et appliquez une pression isotrope.
Retirez l'ébauche et rangez-la dans un endroit sec.

Détails artisanaux

Contrôle de la pression : Optimisez l'amplitude de la pression et le temps de maintien pour éviter les fissures ou la densité inégale.

Conception du moule : La forme et l'élasticité du moule reflètent la qualité de la billette.

Contrôle de l'environnement : L'atelier de pressage doit être exempt de poussière et à faible humidité.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision du contrôle de la pression affecte la densité des billettes.

Propriétés de la poudre : La fluidité et la distribution granulométrique de la poudre possèdent l'effet de pressage.

Qualité du moule : La résistance à l'usure et l'élasticité du moule dérivent de la forme de la billette.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres et l'entretien de l'équipement impliquent la qualité du pressage.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez une presse hydraulique de haute précision et un équipement CIP.

Optimisation des moules : Utiliser des moules hautement élastiques et résistants à l'usure.

Surveillance du processus : Mettre en place un système de surveillance de la pression en temps réel.

Analyse des données : Etablir une base de données des paramètres de pressage et optimiser le processus.

Tendances futures

Pressage isostatique à chaud (HIP) : Combine une température et une pression élevée pour augmenter la densité.

Appareils intelligents : contrôle optimisé de la pression avec des capteurs.

Technologie verte : Mettre au point de l'équipement d'extinction à faible consommation d'énergie.

Nouveaux équipements : tels que la presse à vibration à haute fréquence, entraînent les défauts.

6.2.3 Four de frittage à haute température (four sous vide/atmosphère)

Comment ça marche :

Le four de frittage à haute température combine des particules de poudre pour former une électrode

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

à haute densité à haute température (2000 ~ 2200 °C). Les fours à vide réduisent l'oxydation dans un environnement à basse pression, et les fours à atmosphère protègent les particules contenant de l'hydrogène ou des gaz inertes.

Principe du frittage sous vide : l'environnement à basse pression (10^{-3} Pa) réduit la volatilisation de l'oxyde de cérium et la forme des grains fins.

Principe du frittage sous atmosphère : hydrogène de haute pureté (pureté $\geq 99,999\%$) comme atmosphère réductrice pour éviter l'oxydation.

Conception structurelle

Four de frittage sous vide :

Composants principaux : corps du four, pompe à vide, élément chauffant (molybdène ou tungstène) et système de contrôle de la température.

Caractéristiques de conception : Le corps du four est en alliage résistant aux hautes températures et la pompe à vide assure un niveau de vide élevé. Le système de contrôle de la température a une grande précision (écart $\leq \pm 10^\circ\text{C}$).

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement propre.

Quatre de frittage d'atmosphère :

Composants principaux : corps du four, système de circulation de gaz, élément chauffant et système de contrôle du point de rosée.

Caractéristiques de conception : Le système de circulation de gaz assure une atmosphère homogène et le système de contrôle du point de rosée maintient une faible teneur en humidité ($< -40^\circ\text{C}$).

Exigences environnementales : Un système de traitement des gaz d'échappement est nécessaire.

Processus de fonctionnement

Procédé de frittage sous vide :

Placez la billette sur le corps du four et démarrez la pompe à vide pour atteindre le niveau de vide cible.

Chauffez à la température de frittage, maintenez au chaud pendant plusieurs heures et laissez refroidir lentement.

Vérifiez la densité et la structure des électrodes et stockez-les dans des récipients scellés.

Procédé de frittage sous atmosphère :

La billette est placée dans le corps du four et de l'hydrogène de haute pureté est injecté.

Chauffer à la température de frittage, garder au chaud et au frais.

Vérifiez la qualité des électrodes et stockez-les dans un environnement sec.

Détails artisanaux

Contrôle de la température : assurez-vous d'une température uniforme dans le four pour éviter une granulométrie excessive.

Gestion de l'atmosphère : le débit d'hydrogène et le point de rosée doivent être contrôlés avec précision.

Vitesse de refroidissement : Le refroidissement lent évite le stress thermique.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : Le contrôle de la température et la précision du contrôle du vide impliquent la qualité du frittage.

Pureté de l'atmosphère : L'humidité ou l'oxygène dans le gaz peut provoquer une oxydation.

Caractéristiques de la billette : La densité et l'uniformité du dopage de la billette dérivent de l'effet de frittage.

Spécifications de fonctionnement : Les paramètres et les niveaux d'entretien déterminent les performances de l'équipement.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un contrôle de température de haute précision et un système de vide.

Optimisation de l'atmosphère : Utilisation d'hydrogène de haute pureté et de contrôle du point de rosée.

Surveillance des processus : Mettre en œuvre une surveillance en temps réel de la température et de l'atmosphère.

Analyse des données : Etablir une base de données des paramètres de frittage et optimiser le procédé.

Tendances futures

Frittage de plasma (SPS) : Frittage rapide par courant pulsé.

Équipement intelligent : Optimisez les paramètres de frittage grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement de fours de frittage à faible consommation d'énergie.

De nouveaux équipements : tels que le four de frittage par micro-ondes, améliorent l'uniformité du chauffage.

6.3 Équipement de traitement des électrodes de tungstène de cérium

L'équipement de traitement est utilisé pour transformer les billettes frittées en électrodes standard, y compris les calendres, les machines à étirer, les meuleuses, les polisseuses et les équipements de coupe. Ces appareils doivent garantir la précision géométrique et la qualité de surface des électrodes.

6.3.1 Calandre et machine à dessiner

Comment ça marche :

Les calendres déforment la billette en barres sous l'effet d'une température élevée et d'une force mécanique, et les machines d'étirage étirent les barres à travers des moules pour former des électrodes de diamètre standard.

Principe du calandrage : Le calandrage à chaud améliore la densité de la barre et la résistance mécanique grâce à de multiples passes de déformation.

Principe d'emboutissage : L'emboutissage à chaud optimise la qualité de surface et la précision géométrique grâce à l'étirement du moule.

Conception structurelle

Calandre :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Composants principaux : rouleau de calandre, système de chauffage, moteur d'entraînement et système de contrôle.

Caractéristiques de conception : Les rouleaux de calandrage sont en carburateur ou en céramique, et le système de chauffage assure des températures élevées uniformes.

Exigences environnementales : Il doit être utilisé dans une atmosphère protectrice pour éviter l'oxydation.

Machine à tirer :

Composants principaux : matrice d'étirage, système de lubrification, dispositif de traction et système de contrôle.

Caractéristiques de conception : Le moule est en diamant ou en carburateur et le système de lubrification utilise une émulsion de graphite.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement propre.

Processus de fonctionnement

Processus de calandrage :

La billette est chauffée à haute température et placée dans une calandre.

La barre est formée par plusieurs passages de calandrage et la qualité de la surface est vérifiée.

Conserver dans un environnement sec après refroidissement.

Processus de tirage :

La barre est chauffée et tirée à travers le moule.

Appliquez du lubrifiant pour contrôler la vitesse de traction.

Vérifiez le diamètre de l'électrode et la qualité de la surface.

Détails artisanaux

Paramètres de calandrage : la quantité de déformation et la température doivent être optimisées pour éviter les fissures.

Paramètres de dessin : la taille des pores du moule et le rapport de lubrifiant conserve la qualité de surface.

Contrôle de l'environnement : Maintenir une atmosphère protectrice et un faible taux d'humidité.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision des rouleaux et des matrices affecte la qualité de l'usinage.

Propriétés du matériau : La densité et les duretés de la billette conservent la difficulté de traitement.

Qualité du lubrifiant : affecte la qualité de la surface étirée.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres et le niveau de maintenance concernent l'effet d'usinage.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez une calandre et une machine à dessiner de haute précision.

Optimisation du moule : Utiliser des moules de hautes duretés et résistants à l'usure.

Surveillance des processus : Mettre en place un système de surveillance en temps réel.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Analyse des données : Établir une base de données des paramètres de traitement.

Tendances futures

Technologie d'usinage de précision : développement d'équipements adaptés aux électrodes ultrafines.

Équipement intelligent : optimisez les paramètres d'usinage à l'aide de capteurs.

Technologie verte : utilisation de lubrifiants respectueux de l'environnement et d'équipements à faible consommation d'énergie.

Nouvel équipement : tel que la machine d'étirage continue, améliorant l'efficacité.

6.3.2 Meuleuses et polisseuses de précision

Comment ça marche :

Les meuleuses de précision créent des angles coniques en meulant des électrodes avec des meules diamantées, et les machines à polir améliorent la finition de surface et optimisent les performances d'arc électrique grâce au polissage mécanique ou chimique.

Principe de meulage : La meule enlève de la matière par rotation à grande vitesse, créant un angle de conicité précis.

Principe de polissage : La tête de polissage améliore la finition de surface par friction ou action chimique.

Conception structurelle

Meuleuses de précision :

Composants principaux : meule, broche, système de refroidissement et système de contrôle d'angle.

Caractéristiques de conception : La meule est en matériau diamanté et la broche assure une rotation de haute précision.

Exigences environnementales : Fonctionner dans un liquide de refroidissement pour éviter les dommages thermiques.

Machine à polir :

Composants principaux : tête de polissage, système de fluide de polissage et système de contrôle.

Caractéristiques de conception : La tête de polissage est faite d'un matériau doux et le système de contrôle assure une consistance angulaire.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement propre.

Processus de fonctionnement

Processus de broyage :

L'électrode est fixée sur la meuleuse, et l'angle du cône et les paramètres de la meule sont réglés.

Commencer le broyage et vaporiser le liquide de refroidissement.

Vérifiez l'angle du cône et la qualité de la surface.

Processus de polissage :

L'électrode polie est placée dans une machine à polir et recouverte d'un fluide de polissage.

Commencez le polissage, contrôlez la vitesse et le temps.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Vérifiez l'état de surface.

Détails artisanaux

Sélection de la meule : La taille des particules (200 ~ 400 mesh) doit être optimisée en fonction de la taille de l'électrode.

Gestion du liquide de refroidissement : Maintenez des températures basses (<30°C) et une pureté élevée.

Paramètres de polissage : Le rapport et la vitesse du liquide de polissage doivent être contrôlés avec précision.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision de la meule et de la tête de polissage affecte la qualité de l'usinage.

Propriétés de l'électrode : La dureté et la microstructure présentent la difficulté de meulage.

Qualité du liquide de refroidissement : Affecte l'effet de meulage et la qualité de surface.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres et le niveau de maintenance concernent l'effet d'usinage.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez une rectifieuse de haute précision et une polisseuse.

Optimisation de la meule : Utiliser une meule diamantée de hautes duretés.

Surveillance des processus : Mettre en place un système de surveillance en temps réel.

Analyse des données : Établir une base de données des paramètres de traitement.

Tendances futures

Rectification assistée par laser : Améliore la précision et l'efficacité de l'usinage.

Équipement intelligent : optimisation des paramètres de broyage à l'aide de capteurs.

Technologie verte : utilisation d'un liquide de refroidissement respectueux de l'environnement et d'équipements à faible consommation d'énergie.

Nouvel équipement : tel que la machine de polissage à ultrasons, améliore la qualité de surface.

6.3.3 Équipement de coupe et de façonnage

Comment ça marche :

L'équipement de coupe coupe la barre à la longueur standard par électroérosion laser ou filaire, et l'équipement de façonnage corrige la rectitude de l'électrode au moyen d'un montage.

Principe de coupe : la découpe laser fait fondre la matière grâce à un faisceau à haute énergie, et la découpe au fil corrode la matière par décharge électrique.

Principe de mise en forme : Le dispositif corrige la forme de l'électrode par la force mécanique.

Conception structurelle

Machine de découpe laser :

Composants principaux : laser, système de mise au point, plate-forme mobile et système de contrôle.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Caractéristiques de conception : Le laser délivre un faisceau à haute énergie et le système de mise au point assure la précision de la coupe.

Exigences environnementales : Fonctionner dans un liquide de refroidissement ou une atmosphère protectrice.

Équipement de façonnage :

Composants principaux : pinces, système hydraulique et système de contrôle.

Caractéristiques de conception : La pince est faite de matériaux à haute résistance et le système hydraulique fournit une pression uniforme.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement propre.

Processus de fonctionnement

Processus de coupe :

Fixez la barre sur la machine de découpe et réglez les paramètres de coupe.

Démarrez la coupe au laser ou au fil, contrôlez la vitesse et la trajectoire.

Vérifiez la qualité de la surface de coupe.

Processus de façonnage :

Placez l'électrode sur le luminaire et appliquez une force corrective.

Vérifiez la rectitude et la qualité de la surface.

Détails artisanaux

Paramètres de coupe : La puissance du laser et la vitesse de coupe doivent être optimisées pour éviter les zones affectées par la chaleur.

Conception du luminaire : La précision et la direction du luminaire héritent de l'effet de correction.

Contrôle de l'environnement : Maintenir une atmosphère protectrice et un environnement propre.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision des lasers et des montages affecte la qualité de l'usinage.

Propriétés du matériau : La dureté et la ductilité de l'électrode présentent la difficulté de traitement.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres et le niveau de maintenance concernent l'effet d'usinage.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : Une machine de découpe laser de haute précision et un équipement de façonnage sont adoptés.

Surveillance des processus : Mettre en place un système de surveillance en temps réel.

Analyse des données : Établir une base de données des paramètres de traitement.

Gestion de l'environnement : Équipé d'un système de ventilation efficace.

Tendances futures

Découpe laser femtoseconde : améliorer la précision et l'efficacité de la découpe.

Équipement intelligent : optimisez les paramètres d'usinage à l'aide de capteurs.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Technologie verte : développement d'équipements de coupe à faible consommation d'énergie.

De nouveaux équipements : tels que la machine de façonnage électromagnétique, améliorant l'efficacité de la correction.

6.4 Équipement d'essai et de contrôle de la qualité des électrodes de tungstène en cérium

Les équipements d'inspection et de contrôle de la qualité sont utilisés pour analyser la composition, la microstructure et les propriétés des électrodes afin de s'assurer qu'elles répondent aux exigences de soudage haute performance.

6.4.1 Analyseurs de composition (ICP-MS, XRF, etc.)

Comment ça marche :

Les analyseurs de composition détectent les niveaux de tungstène, d'oxyde de cérium et d'impuretés dans les électrodes par spectroscopie ou par spectrométrie de masse, garantissant ainsi la pureté et l'uniformité du dopage.

Principe ICP -MS : Ionisation par plasma de l'échantillon , le spectromètre de masse analyse la qualité ionique et détecte les impuretés au niveau du ppm.

Principe XRF : Stimulez l'échantillon par rayons X, analysez le spectre de fluorescence et détectez rapidement la distribution des composants.

Conception structurelle

ICP -MS :

Composants principaux : générateur de plasma, spectromètre de masse, système d'introduction d'échantillons et système d'analyse de données.

Caractéristiques de conception : Le générateur de plasma fournit un environnement d'ionisation à haute température avec une précision de spectromètre de masse élevée (classe ppb).

Exigences environnementales : Opérer dans une salle blanche (niveau ISO 5).

XRF :

Composants principaux : tube à rayons X, détecteur et système de traitement des données.

Caractéristiques de conception : Les tubes à rayon X fournissent une source lumineuse stable et une résolution de détecteur élevée.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement sans poussière.

Processus de fonctionnement

Processus ICP -MS :

L'échantillon est dissous dans une solution acide et introduit dans le plasma.

Le spectromètre de masse analyse la masse ionique et génère des données de composition.

Calibrer l'équipement pour assurer l'exactitude de l'inspection.

Procédé XRF :

L'échantillon est placé sous un faisceau de rayons X et le détecteur recueille le signal de fluorescence.

Le système de traitement des données analyse la distribution des composants.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Détails artisanaux

Préparation de l'échantillon : Assurez-vous que la surface de l'échantillon est propre et exempte de contamination.

Étalonnage de l'équipement : Étalonnez régulièrement les échantillons standard pour assurer la précision des tests.

Contrôle de l'environnement : Une faible humidité et un environnement sans poussière doivent être maintenus.

Facteurs d'influence

Précision de l'appareil : La résolution des spectromètres et des spectromètres de masse affecte les résultats du test.

Qualité de l'échantillon : La contamination ou l'inhomogénéité de surface affecte la précision de l'analyse.

Spécifications de fonctionnement : Les niveaux d'étalonnage et de maintenance caractérisent les performances de l'équipement.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : L'ICP-MS haute résolution et la XRF sont adoptées.

Optimisation des échantillons : Optimisez le processus de préparation des échantillons.

Suivi des processus : Mettre en place un système d'analyse des données en temps réel.

Analyse des données : Etablir une base de données d'ingrédients et optimiser la détection.

Tendances futures

Analyse à haute résolution : Développement d'équipements adaptés à la détection d'impuretés à l'échelle nanométrique.

Appareils intelligents : Optimisez l'analyse des données grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'analyse basse consommation.

Nouveaux équipements : tels que la fluorescence synchrotron, pour une meilleure précision.

6.4.2 Équipement de détection de microstructure (MEB, MET)

Comment ça marche :

La microscopie électronique à balayage (MEB) et la microscopie électronique à transmission (MET) analysent la taille des grains et la distribution des particules des électrodes grâce à l'imagerie par faisceau d'électrons.

Principe MEB : Le faisceau d'électrons balaie la surface de l'échantillon pour générer une image haute résolution.

Principe TEM : Le faisceau d'électrons pénètre dans l'échantillon et analyse la structure à l'échelle nanométrique.

Conception structurelle

SANS:

Composants principaux : pistolet à électrons, bobine de balayage, détecteur et système de vide.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Caractéristiques de conception : Le canon à électrons fournit un faisceau d'électrons à haute énergie et le système de vide assure une haute résolution.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement sous vide poussé.

UN:

Composants principaux : canon à électrons, système de lentille, étage d'échantillonnage et système d'imagerie.

Caractéristiques de conception : Le système de lentille fournit une imagerie haute résolution et la platine d'échantillon prend en charge le positionnement à l'échelle nanométrique.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement à ultravide.

Processus de fonctionnement

Procédé SEM :

Lancez un balayage par faisceau d'électrons pour générer une image de surface.

Analysez la distribution des particules et la taille des grains.

Processus TEM :

Des échantillons ultra-hachés ont été préparés et placés sur la platine d'échantillonnage.

Le faisceau d'électrons est activé pour pénétrer dans l'échantillon, produisant une image à l'échelle nanométrique.

Analyse de la structure cristalline et de la distribution des particules.

Détails artisanaux

Préparation de l'échantillon : le MEB doit être poli en surface, le MET doit être de section ultra-haché.

Étalonnage de l'équipement : Étalonnez régulièrement le faisceau d'électrons et le détecteur.

Contrôle de l'environnement : Il est nécessaire de maintenir un environnement ultra-vide et sans vibrations.

Facteurs d'influence

Précision de l'appareil : La résolution du faisceau d'électrons et du détecteur affecte la qualité de l'image.

Qualité de l'échantillon : La qualité de la surface ou de la tranche affecte les résultats de l'analyse.

Spécifications de fonctionnement : Les niveaux d'étalonnage et de maintenance caractérisent les performances de l'équipement.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez le MEB et le GDT haute résolution.

Optimisation des échantillons : Optimisez le processus de préparation pour améliorer la qualité des échantillons.

Surveillance des processus : Mettre en œuvre des systèmes d'analyse d'imagerie en temps réel.

Analyse des données : Etablir une base de données de microstructures.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tendances futures

TEM haute résolution : Analysez des structures à l'échelle nanométrique.

Appareils intelligents : optimisez l'analyse d'images grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement de microscopes à basse consommation.

Nouveaux équipements : tels que le MEB environnemental, adaptés à l'observation dynamique.

6.4.3 Équipement d'essai de performance (appareil d'essai de performance d'amorçage d'arc)

Comment ça marche :

Le testeur de performance d'amorçage d'arc évalue les performances de l'électrode en simulant l'environnement de soudage en mesurant la tension de l'arc, la stabilité du courant et la durée de l'arc.

Principe de test : L'arc est initié par un dispositif d'amorçage d'arc à haute fréquence et les paramètres électriques sont enregistrés.

Indicateurs clés : tension de démarrage de l'arc, stabilité de l'arc et durée de vie de l'électrode.

Conception structurelle

Composants principaux : initiateur d'arc haute fréquence, capteur de courant, système de contrôle de gaz et système d'acquisition de données.

Caractéristiques de conception : L'initiateur d'arc haute fréquence fournit un arc stable et la précision du capteur est élevée ($\pm 0,1$ A).

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement de soudage simulé.

Processus de fonctionnement

Processus de test :

L'électrode est montée sur l'appareil de test et le gaz argon est dépassé.

Démarrez l'arc à haute fréquence et enregistrez les paramètres électriques.

Analysez les performances d'amorçage d'arc et la stabilité de l'arc.

Détails artisanaux

Les paramètres de test : le courant, la tension et le débit de gaz doivent être contrôlés avec précision.

Contrôle de l'environnement : Les conditions réelles de soudage doivent être simulées.

Étalonnage de l'équipement : Étalonnez régulièrement les capteurs pour assurer leur précision.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision des capteurs et des systèmes de contrôle affecte les résultats des tests.

Qualité de l'électrode : La distribution de l'oxyde de cérium affecte les performances d'initiation de l'arc.

Conditions environnementales : La pureté et l'humidité des gaz déterminent les résultats des tests.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un testeur de haute précision.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Optimisation des tests : Optimisez les paramètres de test pour simuler plusieurs conditions de soudage.

Suivi des processus : Mettre en place des systèmes d'acquisition de données en temps réel.

Analyse des données : Établissez une base de données de performance et optimisez les tests.

Tendances futures

Tests intelligents : analysez les données de performance grâce à l'intelligence artificielle.

Essais multifonctionnels : Développez un équipement complet d'essai de performance.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Nouveaux équipements : tels que le testeur d'arc dynamique pour améliorer la précision.

6.5 Automatisation et équipement intelligent pour les électrodes de tungstène de cérium

L'automatisation et l'intelligence améliorent la productivité et la cohérence de la qualité grâce à la robotique, aux capteurs et à l'analyse des données.

6.5.1 Robots industriels et lignes de production automatisées

Comment ça marche :

Les robots industriels sont programmés pour effectuer des tâches telles que le mélange, le pressage et le traitement, et les lignes de production automatisées réalisant une production continue grâce à des bandes transporteuses et des systèmes de contrôle.

Principe du robot : un fonctionnement de haute précision est effectué par des bras robotiques multi-axes.

Principe de la ligne de production : intégration du processus par des bandes transporteuses et des équipements d'automatisation.

Conception structurelle

Robots industriels :

Composants principaux : bras robotique, servomoteur, capteur et système de contrôle.

Caractéristiques de conception : Le bras robotique fournit un positionnement de haute précision et des capteurs surveillent le fonctionnement en temps réel.

Exigences environnementales : Opérer dans un environnement propre.

Ligne de production automatisée :

Composants principaux : bande transporteuse, équipement d'automatisation et système de contrôle central.

Caractéristiques de conception : La bande transporteuse est fabriquée à partir de matériaux résistants à l'usure et le système de contrôle est intégré avec un fonctionnement multi-équipements.

Exigences environnementales : Maintenez un environnement exempt de poussière et à faible humidité.

Processus de fonctionnement

Fonctionnement du robot :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Robots programmés pour effectuer des tâches telles que le mélange et le pressage.

Des capteurs surveillent la précision de l'opération et ajustent l'action.

Vérifiez la qualité du produit fini.

Fonctionnement de la ligne de production :

Démarrez la bande transporteuse et coordonnez le fonctionnement de chaque équipement.

Le système de contrôle central surveille l'état de la production.

Récupérez le produit fini et conservez-le dans un contenant hermétique.

Détails artisanaux

Programmation du robot : Optimisez les trajectoires d'action pour gagner en efficacité.

Coordination de la ligne de production : L'équipement doit être connecté de manière transparente pour assurer la continuité.

Contrôle de l'environnement : Maintenir un environnement propre et stable.

Facteurs d'influence

Précision de l'équipement : La précision des robots et des bandes transporteuses affecte la qualité de la production.

Qualité de la programmation : Le degré d'optimisation du programme affecte l'efficacité.

Conditions environnementales : La poussière et l'humidité affectent les performances de l'équipement.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez des robots et des bandes transporteuses de haute précision.

Optimisation de la programmation : Optimisez les parcours d'action grâce à l'intelligence artificielle.

Surveillance des processus : Mettre en place un système de surveillance en temps réel.

Analyse des données : Etablir une base de données des paramètres de production.

Tendances futures

Robots collaboratifs : améliorer l'efficacité de la collaboration homme-machine.

Ligne de production intelligente : Intégrez les équipements grâce à l'Internet des objets.

Technologie verte : développement de robots à faible consommation d'énergie.

Nouveaux équipements : tels que des lignes de production flexibles, adaptés à la production multivariée.

6.5.2 Système de surveillance et d'acquisition de données en ligne

Comment ça marche :

Le système de surveillance en ligne détecte les paramètres de production en temps réel grâce à des capteurs, et le système d'acquisition de données analyse les données et optimise le processus.

Principe de surveillance : les capteurs détectent des paramètres tels que la température, la pression et le débit de gaz.

Principe de collecte de données : Analyser les données de production à l'aide de bases de données

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

et d'algorithmes.

Conception structurelle

Système de surveillance en ligne :

Composants principaux : capteur, module de transmission de données et système d'affichage.

Caractéristiques de conception : Le capteur a une grande précision et le module de transmission de données prend en charge la transmission en temps réel.

Exigences environnementales : Il doit être utilisé dans un environnement stable.

Système d'acquisition de données :

Composants principaux : serveur, base de données et logiciel d'analyse.

Caractéristiques de conception : La base de données prend en charge le stockage de données volumineuses et le logiciel d'analyse intègre des algorithmes d'intelligence artificielle.

Exigences de l'environnement : Opérer dans un environnement réseau sécurisé.

Processus de fonctionnement

Processus de surveillance :

Des capteurs sont installés sur les équipements de production pour collecter des données en temps réel.

Les données sont transmises au système d'affichage pour surveiller l'état de la production.

Ajustez les paramètres anormaux pour assurer une production stable.

Processus de collecte des données :

Collectez les données de production et stockez-les dans une base de données.

Optimisation des paramètres de processus à l'aide d'un logiciel d'analyse.

Générez des rapports de qualité pour guider la production.

Détails artisanaux

Sélection des capteurs : Les capteurs de haute précision doivent être sélectionnés en fonction du type de paramètres.

Analyse des données : Les algorithmes doivent être optimisés pour améliorer l'efficacité de l'analyse.

Contrôle de l'environnement : Assurer la stabilité du réseau et de l'alimentation.

Facteurs d'influence

Précision du capteur : affecte la qualité des données.

Efficacité de l'algorithme : affecte les résultats de l'analyse.

Stabilité du réseau : Affecte la transmission des données.

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : Adoptez des capteurs et des serveurs de haute précision.

Optimisation des algorithmes : utilisez l'apprentissage automatique pour améliorer la précision de l'analyse.

Optimisation du réseau : Assure une transmission stable des données.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Analyse des données : Établissez une base de données complète pour optimiser le processus.

Tendances futures

Technologie de jumeau numérique : simule les paramètres d'optimisation du processus de production.

Surveillance intelligente : ajustez dynamiquement les paramètres grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement de systèmes de surveillance à faible consommation d'énergie.

Nouveaux équipements : tels que le système intégré multi-capteurs, améliorant l'efficacité de la surveillance.



Chapitre 7 Normes nationales et étrangères pour les électrodes de cérium et de tungstène

En tant que représentant des électrodes non consommables, la qualité et les performances des électrodes en cérium et tungstène reflètent directement la stabilité et l'efficacité des processus de soudage et de coupe. Les normes nationales et étrangères fournissent des directives techniques normalisées pour la production, les essais et l'application d'électrodes de cérium et de tungstène, assurant ainsi l'uniformité de la qualité des produits et le niveau d'internationalisation de l'industrie. Ce chapitre expose exclusivement le système de normalisation des électrodes en cérium tungstène sous quatre aspects : les normes internationales, les normes nationales, la comparaison et l'interprétation des normes, et la tendance de mise à jour et de développement des normes, et analyse en profondeur le contexte, l'objectif, le champ d'application et le contenu de base de chaque norme.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

7.1 Norme internationale pour l'électrode de cérium et de tungstène

Les normes internationales fournissent des spécifications techniques mondiales pour la production et l'application d'électrodes en cérium-tungstène, y compris principalement les normes de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), de l'American Welding Society (AWS) et du Comité européen de normalisation (EN). Ces normes fournissent des conseils complets pour le contrôle de la qualité des électrodes de cérium et de tungstène, garantissant leur applicabilité et leur cohérence sur le marché mondial, de la classification, de la composition chimique, des exigences dimensionnelles, des indicateurs de performance aux méthodes d'essai.

7.1.1 ISO 6848 : Classification et exigences pour les électrodes en tungstène

Fond standard

ISO 6848 Soudage et coupage à l'arc — Électrodes en tungstène non consommables — Classification a été élaborée par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et a été publiée pour la première fois en 1984 et révisée pour la dernière fois en 2004. le coupage, couvrant les électrodes en tungstène pur et les électrodes dopées avec des oxydes tels que l'oxyde de cérium, l'oxyde de thorium et l'oxyde de lanthane. Les électrodes en cérium-tungstène sont clairement définies comme WC20 dans les normes en raison de leur faible radioactivité et de leurs excellentes performances d'arc, et sont largement utilisées dans des scénarios de soudage de haute précision tels que l'aérospatiale, la construction automobile et l'énergie.

Objectif : Promouvoir le commerce international et les échanges techniques en normalisant la classification, la composition et les performances des électrodes en tungstène, et assurer la polyvalence des électrodes dans différents pays et industries.

Champ d'application : Convient pour le soudage TIG, le soudage plasma et le découpage, couvrant un large éventail de scénarios d'application, du soudage de précision à faible courant au soudage industriel à fort apport de chaleur.

Historique de la révision : La première édition en 1984 a établi un cadre de classification de base, et la révision de 2004 a ajouté des exigences détaillées pour les électrodes dopées, reflétant le développement de nouveaux matériaux d'électrodes.

Norme de contenu

L'ISO 6848 détaille les exigences techniques applicables aux électrodes cérium-tungstène (WC20), couvrant les aspects suivants :

Classification et identification : Les électrodes de tungstène de cérium sont classées comme WC20 avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 % (fraction massique). La norme exige que les bornes de l'électrode soient marquées en gris pour une identification facile.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène doit atteindre plus de 99,5 %, et la teneur en oxyde de cérium comme dopage principal doit être strictement contrôlée à 1,8 % ~ 2,2 % pour optimiser les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'arc. La teneur en impuretés (par exemple, fer, carbone, silicium) doit être utilisée à un faible niveau pour éviter d'affecter les performances de l'électrode.

Dimensions et tolérances : Les diamètres des électrodes varient de 0,510 mm à 50175 mm pour

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

répondre aux exigences de fabrication de précision (par exemple, tolérance de diamètre $\pm 0,05$ mm, tolérance de longueur ± 1 mm). La norme spécifique également les exigences relatives à la rectitude et à la circularité de l'électrode.

Qualité de surface : La surface de l'électrode doit être lisse et exempte de fissures, de couches d'oxyde, de taches d'huile ou de dommages mécaniques. Les finitions de surface doivent répondre aux besoins de l'arc à haute fréquence, généralement obtenus par polissage ou nettoyage chimique.

Exigences de performance : Mettez l'accent sur les performances d'arc électrique, la stabilité de l'arc et la résistance à l'épuisement des électrodes en cérium-tungstène à faible courant. La norme exige que l'électrode réussisse le test d'amortissement de l'arc et le test d'arc dimensionnel pour vérifier ses performances dans différentes conditions de soudage.

Méthodes de détection : La spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) ou la spectroscopie de fluorescence X (XRF) est utilisée pour détecter la composition chimique, la microscopie électronique à balayage (MEB) est utilisée pour analyser la microstructure et le testeur d'initiation d'arc est utilisé pour évaluer les propriétés électriques.

Emballage et stockage : L'emballage de l'électrode doit être étanche à l'humidité et à la poussière, en marquant le modèle WC20, le numéro de lot et les informations du fabricant. Les matériaux d'emballage doivent être conformes aux normes d'expédition internationales, en veillant à ce que les électrodes ne soient pas endommagées pendant le transport et le stockage.

Exigences de certification : Les fabricants doivent soumettre des échantillons à des organismes de certification ISO pour obtenir un certificat de conformité par des tests de composition, de dimensions et de performance.

Notes supplémentaires

La norme ISO 6848 met spécifiquement l'accent sur les avantages de faible radioactivité des électrodes en cérium-tungstène, en les recommandant comme alternative aux électrodes en oxyde de thorium pour répondre aux besoins des industries de haute sécurité telles que l'aérospatiale. La norme fournit également des directives détaillées pour un code couleur, garantissant la cohérence des électrodes WC20 sur le marché mondial. De plus, les annexes standards contiennent des recommandations pour les paramètres de soudage, telles que les plages de courant recommandées et les types de gaz de protection (argon ou hélium), afin de fournir aux utilisateurs des références d'application.

7.1.2 AWS A5.12 : Spécifications de l'électrode de tungstène

Fond standard

AWS A5.12 « Spécification pour les électrodes de tungstène dispersées de tungstène et d'oxyde pour le soudage et le coupage à l'arc » a été développé par l'American Welding Society (AWS) et a été révisée pour la dernière fois en 2009. soudage au plasma, et sont largement utilisés dans l'aérospatiale, la construction automobile, l'énergie et d'autres industries.

Objectif : Fournir des spécifications uniformes pour les électrodes en tungstène sur le marché nord-américain, assurer la qualité des produits et la fiabilité des procédés de soudage, et promouvoir la normalisation de l'industrie.

Champ d'application : Convient pour le soudage TIG, le soudage plasma et le découpage, avec un

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

accent particulier sur les scénarios de soudage de haute précision et à faible courant.

Historique des révisions : La première édition en 1998 a jeté les bases de la classification, et la version révisée en 2009 a ajouté les exigences de performance pour les électrodes dopées afin de s'adapter au développement de nouveaux équipements de soudage.

Norme de contenu

AWS A5.12 fournit des spécifications complètes pour les exigences techniques relatives aux électrodes de cérium-tungstène (EWCe-2), couvrant les aspects suivants :

Classification et identification : Les électrodes de tungstène de cérium sont classées EWCe-2 avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 %, et les extrémités sont marquées de gris, ce qui est conforme à la norme ISO 6848 pour l'identification internationale.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène doit être $\geq 99,5\%$ et la teneur en oxyde de cérium est strictement contrôlée à 1,8 % ~ 2,2 %. La teneur en impuretés (par exemple, fer, silicium, aluminium) doit être inférieure au seuil spécifié pour garantir les performances électriques de l'électrode.

Dimensions et tolérances : Les diamètres des électrodes vont de 0,56,4 mm à 75300 mm, avec des tolérances serrées (par exemple, tolérance de diamètre $\pm 0,03$ mm, tolérance de longueur $\pm 0,5$ mm), adaptées aux applications de haute précision.

Qualité de surface : La surface de l'électrode doit être exempte de fissures, d'oxydes, de taches d'huile ou de rayures mécaniques. La surface doit être polie avec précision pour répondre aux besoins d'arc à faible courant.

Exigences de performance : Mettre l'accent sur les performances d'amorçage d'arc et la stabilité d'arc des électrodes EWCe-2 en soudage en courant continu (CC) et en courant alternatif (CA), nécessitant des essais d'amorçage d'arc à haute fréquence et des essais d'arc dimensionnel à long terme.

Méthodes de détection : Il est prescrit d'utiliser la spectroscopie XRF ou la spectroscopie d'absorption atomique (AAS) pour détecter la composition chimique, la microscopie MEB ou la microscopie optique pour analyser la microstructure, et des testeurs d'arc pour évaluer l'initiation de l'arc et les performances dimensionnelles de l'arc.

Emballage et stockage : L'emballage de l'électrode doit être étanche à l'humidité et à la poussière, en marquant le modèle EWCe-2, la taille et les informations du fabricant. L'emballage doit être conforme aux normes d'expédition nord-américaines afin d'éviter les dommages mécaniques pendant le transport.

Exigences de certification : les entreprises doivent soumettre des échantillons aux organismes de certification AWS pour réussir les tests de composition, de taille et de performance afin d'obtenir la certification de conformité.

Notes supplémentaires

AWS A5.12 accorde une attention particulière à l'uniformité du codage couleur, et les marquages gris de l'EWCe-2 sont largement adoptés sur le marché nord-américain, ce qui permet aux utilisateurs d'identifier rapidement les types d'électrodes. La norme fournit également un tableau détaillé des paramètres de soudage, recommandant la plage de courant et le rapport de gaz de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

protection des électrodes de différents diamètres, ce qui permet aux utilisateurs d'optimiser plus facilement le processus de soudage. De plus, les annexes standards contiennent des précautions pour le stockage et la manipulation des électrodes, telles que l'évitement des températures et de l'humidité élevées pour prolonger la durée de vie des électrodes.

7.1.3 EN 26848 : Norme européenne pour les électrodes en tungstène

Fond standard

La norme EN 26848 « Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc sous gaz inerte et pour la découpe et le soudage au plasma » a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) et a été révisée pour la dernière fois en 1991. TIG et plasma, et sont largement utilisés dans l'aérospatiale, l'énergie et la construction automobile.

Objectif : Unifier les spécifications des électrodes en tungstène sur le marché européen, promouvoir les échanges techniques et l'accès au marché, et garantir la qualité et la sécurité des produits.

Champ d'application : Convient pour le soudage TIG, le soudage au plasma et le découpage, particulièrement adapté aux scénarios avec des exigences de haute précision et de protection de l'environnement.

Historique des révisions : La révision de 1991 a été harmonisée avec la norme ISO 6848 et a ajouté des exigences de performance pour les électrodes dopées.

Norme de contenu

La norme EN 26848 détaille les exigences techniques pour les électrodes en cérium-tungstène (WC20) et couvre les aspects suivants :

Classification et identification : Les électrodes de tungstène de cérium sont classées comme WC20 avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 % et des marques grises aux extrémités, ce qui est conforme à la norme ISO 6848.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène doit être de $\geq 99,5$ %, la teneur en oxyde de cérium est de 1,8 % ~ 2,2 % et la teneur en éléments d'impuretés (tels que le fer et le carbone) doit être strictement contrôlée.

Dimensions et tolérances : Les diamètres des électrodes vont de 0,510 mm à 50175 mm pour les longueurs avec des exigences de tolérance strictes (par exemple, tolérance de diamètre $\pm 0,05$ mm, tolérance de longueur ± 1 mm).

Qualité de surface : La surface de l'électrode doit être lisse, exempte de fissures, de couches d'oxyde ou de contamination, et doit être polie ou nettoyée chimiquement pour répondre aux besoins de l'arc à haute fréquence.

Exigences de performance : Mettant l'accent sur les performances d'initiation d'arc et la stabilité d'arc des électrodes WC20 à faible courant, il doit réussir des tests d'initiation d'arc et d'arc dimensionnel standardisés.

Méthodes de détection : ICP-MS ou XRF est utilisé pour détecter la composition chimique, MEB pour analyser la microstructure et testeur d'amorçage d'arc pour évaluer les propriétés électriques.

Emballage et stockage : L'emballage de l'électrode doit être étanche à l'humidité et à la poussière, marqué du modèle WC20, du numéro de lot et des informations du fabricant, et être conforme aux

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

normes d'expédition européennes.

Exigences de certification : Les entreprises doivent soumettre des échantillons à l'organisme de certification CEN pour réussir les tests de composition, de taille et de performance afin d'obtenir un certificat de conformité.

Notes supplémentaires

La norme EN 26848 est fortement harmonisée avec la norme ISO 6848, mettant l'accent sur la faible radioactivité et les avantages environnementaux des électrodes en cérium-tungstène, qui sont adaptées aux exigences strictes du marché européen en matière de sécurité et de durabilité. La norme fournit également des recommandations pour les procédés de soudage, telles que l'utilisation recommandée de l'argon comme gaz de protection et l'ajustement de la plage de courant en fonction du diamètre de l'électrode. En outre, les annexes de la norme contiennent des exigences environnementales pour le stockage des électrodes, telles que l'utilisation de matériaux d'emballage recyclables, reflétant l'accent mis par l'Europe sur la fabrication écologique.

7.2 Normes nationales pour les électrodes en cérium et tungstène

Les normes nationales fournissent des spécifications pour la production et l'application d'électrodes en cérium et de tungstène sur le marché chinois, y compris principalement des normes nationales (GB) et des normes industrielles (JB) pour garantir la qualité des produits et la compétitivité de l'industrie. Ces normes, combinées au niveau technique et aux besoins d'application du marché chinois, fournissent des conseils localisés pour la production et l'utilisation d'électrodes en cérium-tungstène.

7.2.1 GB/T 4192 : Conditions techniques pour les électrodes en tungstène

Fond standard

Le document GB/T 4192 « Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc sous gaz inerte, le soudage au plasma et le découpage » a été rédigé par le Comité technique national de normalisation, et la dernière version révisée date de 2015. Cette norme fournit des spécifications techniques pour les électrodes en tungstène sur le marché chinois, les électrodes en cérium et tungstène sont définies comme WC20, adaptées au soudage TIG et plasma, et sont largement utilisées dans l'aérospatiale, l'énergie, l'automobile et d'autres industries.

Objectif : Normaliser la production, les essais et l'application des électrodes de tungstène domestiques, améliorer la qualité des produits et la compétitivité de l'industrie, et promouvoir l'accès aux marchés internationaux.

Champ d'application : Convient pour le soudage TIG, le soudage plasma et le découpage, couvrant des scénarios allant du soudage de précision à faible courant au soudage industriel à fort apport de chaleur.

Historique des révisions : L'édition initiale de 2000 a établi le cadre de base, et la révision de 2015 s'est harmonisée avec la norme ISO 6848 afin d'augmenter les exigences de performance pour les électrodes dopées.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Norme de contenu

La norme GB/T 4192 définit de manière exhaustive les exigences techniques pour les électrodes en cérium-tungstène (WC20) et couvre les aspects suivants :

Classification et identification : Les électrodes de tungstène de cérium sont classées comme WC20, avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 %, et des marques grises sont utilisées aux extrémités, ce qui est conforme aux normes internationales.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène doit être $\geq 99,5$ % et la teneur en oxyde de cérium est strictement contrôlée à 1,8 % ~ 2,2 %. La teneur en éléments impuretés (par exemple, fer, silicium, carbone) doit être inférieure au seuil spécifié pour garantir les performances de l'électrode.

Dimensions et tolérances : La plage de diamètres de l'électrode est de 0,510 mm, la plage de longueur est de 50175 mm et les exigences de tolérance sont modérées (par exemple, tolérance de diamètre $\pm 0,1$ mm, tolérance de longueur $\pm 1,5$ mm), adaptées aux conditions de production domestiques.

Qualité de surface : La surface de l'électrode doit être exempte de fissures, d'oxydes ou de pollution, et les besoins en arc électrique doivent être satisfaits par le polissage ou le nettoyage.

Exigences de performance : Mettez l'accent sur les performances d'initiation d'arc, la stabilité de l'arc et la résistance aux hautes températures des électrodes WC20, qui doivent réussir le test d'initiation d'arc et le test d'arc dimensionnel.

Méthodes de détection : La fluorescence X ou AAS est prescrite pour la composition chimique, la microscopie MEB ou optique pour l'analyse de la microstructure et le testeur d'initiation d'arc pour l'évaluation des propriétés électriques.

Emballage et stockage : L'emballage de l'électrode doit être étanche à l'humidité et à la poussière, marqué du modèle WC20, de la taille et des informations du fabricant, et être conforme aux normes de transport nationales.

Exigences de certification : Les entreprises doivent soumettre des échantillons à l'organisme national de certification pour réussir les tests de composition, de taille et de performance afin d'obtenir un certificat de conformité.

Notes supplémentaires

GB/T 4192 a été formulé en tenant compte de la capacité de production et des besoins du marché chinois en matière de contrôle des coûts, avec des exigences de tolérance légèrement plus souples par rapport aux normes internationales, mais des exigences de performance conformes à la norme ISO 6848. La norme fournit également des suggestions pour les paramètres de soudage, tels que la plage de courant recommandée et le type de gaz de protection, ce qui permet aux utilisateurs domestiques d'optimiser le processus. De plus, l'annexe de la norme contient des précautions pour le stockage et la manipulation des électrodes, telles que l'évitement des environnements humides et à haute température pour garantir la qualité des électrodes.

7.2.2 JB/T 12706 : Norme pour les électrodes en tungstène pour le soudage

Fond standard

JB/T 12706 « Électrode de tungstène pour le soudage » a été formulée par la Fédération chinoise de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'industrie des machines, et la dernière révision date de 2017. industries.

Objectif : Normaliser la production et l'utilisation d'électrodes en tungstène dans l'industrie des machines afin de garantir la qualité des produits et la fiabilité des processus de soudage.

Champ d'application : Convient pour le soudage TIG et le soudage plasma dans le domaine de la construction mécanique, particulièrement adapté aux scénarios avec des exigences élevées en matière de résistance et de résistance à la corrosion.

Historique des révisions : La première édition en 2010 a établi les spécifications de base, et la révision de 2017 a ajouté des exigences de performance pour les électrodes dopées.

Norme de contenu

La norme JB/T 12706 spécifique en détail les exigences techniques pour les électrodes en cérium-tungstène (WC20), couvrant les aspects suivants :

Classification et identification : Les électrodes de cérium et de tungstène sont classées comme WC20, avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 %, et des marques grises sont utilisées aux extrémités.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène doit être de $\geq 99,5$ %, la teneur en oxyde de cérium est de 1,8 % ~ 2,2 % et la teneur en éléments d'impuretés (tels que le fer et l'aluminium) doit être strictement contrôlée.

Dimensions et tolérances : Les diamètres des électrodes varient de 0,58 mm à 50150 mm pour les longueurs avec des exigences de tolérance modérées (par exemple, des tolérances de diamètre $\pm 0,1$ mm).

Qualité de surface : La surface de l'électrode doit être lisse, exempte de fissures, d'oxydes ou de dommages mécaniques, et doit être polie pour répondre aux besoins de soudage.

Exigences de performance : Mettez l'accent sur les performances d'amorçage d'arc et la stabilité de l'arc de l'électrode WC20, adaptées aux scénarios de soudage à haute intensité, et qui doivent être vérifiées par des essais à l'arc.

Méthode de détection : L'AAS ou la XRF sont prescrites pour détecter la composition chimique, un microscope optique pour analyser la microstructure, un testeur d'initiation d'arc pour évaluer les performances.

Emballage et stockage : L'emballage des électrodes doit être étanche à l'humidité et à la poussière, marqué du modèle WC20 et des informations du fabricant, et être conforme aux normes de transport de l'industrie des machines.

Exigences de certification : Les entreprises doivent soumettre des échantillons aux organismes de certification de l'industrie pour réussir les tests de composition, de taille et de performance.

Notes supplémentaires

JB/T 12706 met l'accent sur les performances des électrodes cérium-tungstène dans des environnements à fort apport de chaleur et résistants à la corrosion avec des exigences de tolérance relativement flexibles, adaptées à la capacité de production des petites et moyennes entreprises nationales. La norme fournit également des lignes directrices pour les procédés de soudage, telles que l'utilisation recommandée d'argon ou de mélanges argon-hélium pour optimiser la qualité de la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

soudure. De plus, les annexes standards contiennent des précautions pour le stockage des électrodes, telles que l'évitement des dommages mécaniques et des environnements humides.

7.2.3 Autres normes pertinentes de l'industrie

Fond standard

En plus des normes GB/T 4192 et JB/T 12706, il existe d'autres normes industrielles en Chine qui traitent des électrodes de tungstène en cérium, telles que la norme de l'industrie aéronautique (HB) et la norme de l'industrie de l'énergie (NB). Ces normes sont adaptées aux besoins d'application d'industries spécifiques, complétant les détails des normes nationales pour répondre aux scénarios de forte demande telles que l'aérospatiale et l'énergie.

Norme HB : telle que HB 7716 « Électrode de tungstène pour le soudage de l'aviation », formulée par le Comité de normalisation de l'industrie aéronautique de Chine, adaptée au soudage de haute précision dans l'aérospatiale.

Normes NB : telles que NB/T 47018 « Spécification technique pour le soudage des équipements sous pression », formulée par l'Administration nationale de l'énergie, impliquant le soudage de pipelines et d'appareils sous pression dans l'industrie de l'énergie.

Objectif : Fournir des spécifications techniques personnalisées pour des industries spécifiques afin de s'assurer que les performances de l'électrode répondent à des exigences particulières.

Norme de contenu

HB 7716 :

Classification et identification : L'électrode de tungstène de cérium est définie comme WC20, avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 %, et des marques grises sont utilisées aux extrémités.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène est de $\geq 99,7$ % et la teneur en impuretés est extrêmement faible pour répondre aux besoins de fiabilité élevée de l'aérospatiale.

Dimensions et tolérances : Les diamètres des électrodes vont de 0,54 mm à 50150 mm, avec des tolérances serrées (par exemple, des tolérances de diamètre $\pm 0,02$ mm).

Qualité de surface : La surface doit être exempte de tout défaut, et elle doit être satisfaite par un polissage de précision pour répondre aux exigences d'arc à faible courant.

Exigences de performance : Mettant l'accent sur les performances d'arc à faible courant et la stabilité de l'arc, il doit réussir le test d'arc à haute fréquence.

Méthode de détection : L'ICP-MS a été utilisé pour détecter les composants, le MEB a été utilisé pour analyser la microstructure et le testeur d'initiation d'arc a été utilisé pour évaluer les performances.

Emballage et stockage : Un emballage étanche à l'humidité et à la poussière est requis, avec le modèle et le numéro de lot indiqués, et le respect des normes de transport aérien.

NB/T 47018 :

Classification et identification : L'électrode de tungstène de cérium est définie comme WC20 et la teneur en oxyde de cérium est de 1,8 % ~ 2,2 %.

Composition chimique : La pureté de la matrice de tungstène doit être $\geq 99,5$ % et la teneur en impuretés est faible.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Dimensions et tolérances : Les diamètres des électrodes vont de 18 mm à 50175 mm pour les longueurs avec des tolérances modérées.

Qualité de surface : Nécessite une surface lisse sans fissures ni oxydes.

Exigences de performance : Mettez l'accent sur la résistance aux températures élevées et la résistance de la soudure, et sur la nécessité de réussir le test d'arc.

Méthodes de détection : La XRF est utilisée pour détecter les composants, les microscopes optiques sont utilisés pour analyser les structures et les testeurs d'amorçage d'arc sont utilisés pour évaluer les performances.

Emballage et stockage : Un emballage étanche à l'humidité est requis, indiquant le numéro de modèle et les informations du fabricant.

D'autres normes : telles que la norme de l'industrie maritime (CB) et la norme de l'industrie ferroviaire (TB), qui ont des exigences de performance et d'essai similaires pour les électrodes de cérium et de tungstène, en mettant l'accent sur la résistance à la corrosion et le soudage à haute résistance.

Notes supplémentaires

HB 7716 répond aux exigences de haute précision de l'industrie aéronautique, avec des tolérances et des normes de performance plus strictes, et convient au soudage de structures à parois minces et de superalliages. Le NB/T 47018 se concentre sur un apport de chaleur élevé et une durabilité dans l'industrie de l'énergie, en mettant l'accent sur la stabilité des électrodes pendant les longues périodes de soudage. Ces normes industrielles, en harmonie avec la norme GB/T 4192, fournissent des conseils d'application plus détaillés pour répondre aux besoins spécifiques d'industries spécifiques.

7.3 Comparaison et interprétation des électrodes de tungstène en cérium

7.3.1 Similitudes et différences entre les normes nationales et étrangères

Arrière-plan contrasté

Il existe des points communs et des différences entre les normes nationales et étrangères en termes de classification, de composition chimique, d'exigences de taille, d'indicateurs de performance et de méthodes d'essai des électrodes de cérium et de tungstène, reflétant les caractéristiques du marché, le niveau technique et les exigences réglementaires des différentes régions. Vous trouverez ci-dessous une comparaison détaillée des normes ISO 6848, AWS A5.12, EN 26848, GB/T 4192 et JB/T 12706 à partir de plusieurs dimensions.

Classification et identification :

Similitudes : ISO 6848, AWS A5.12, EN 26848, GB/T 4192 et JB/T 12706 associent toutes les électrodes cérium-tungstène comme WC20 (EWCe-5.12 pour AWS A2), avec une teneur en oxyde de cérium de 1,8 % ~ 2,2 % et des marquages gris aux extrémités pour assurer une cohérence globale.

Différences : AWS A5.12 met l'accent sur la mise en œuvre stricte du codage couleur, et le marché nord-américain a des exigences plus élevées pour le marquage gris EWCe-2 ; les normes nationales (telles que JB/T 12706) sont plus souples en matière d'identification, ce qui permet aux marques de texte d'être au centre de l'attention ; HB 7716 aux exigences de marquage les plus strictes pour l'industrie aéronautique, y compris les numéros de lot et les informations sur le fabricant.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Composition chimique :

Similitudes : Tous les étalons exigent une pureté de $\geq 99,5 \%$ de la matrice de tungstène, une teneur en oxyde de cérium de $1,8 \%$ ~ $2,2 \%$ et la teneur en impuretés (telles que le fer, le carbone, le silicium) qui doivent être strictement contrôlées.

Différences : Les normes ISO 6848 et EN 26848 ont des exigences plus détaillées pour les types et les seuils d'éléments d'impuretés, énumérant des éléments spécifiques (par exemple, le fer $< 0,05 \%$) ; AWS A5.12 a des exigences plus élevées en matière de précision de la détection des impuretés. GB/T 4192 et JB/T 12706 respectent le compte des coûts de production nationaux et ont un contrôle des impuretés légèrement plus lâches ; HB 7716 nécessite une pureté de matrice de tungstène de $\geq 99,7 \%$, ce qui convient aux exigences élevées de l'aérospatiale.

Dimensions et tolérances :

Similitudes : La plage de diamètre ($0,510 \text{ mm}$) et la plage de longueur (50300 mm) sont fondamentalement les mêmes, et les exigences de tolérance répondent aux exigences de fabrication de précision.

Différences : AWS A5.12 et HB 7716 ont des exigences de tolérance plus strictes (par exemple, une tolérance de diamètre $\pm 0,03 \text{ mm}$), ce qui les rend adaptés aux applications de haute précision ; GB/T 4192 et JB/T 12706 ont des tolérances lâches (telles qu'une tolérance de diamètre $\pm 0,1 \text{ mm}$) et adaptées aux conditions de production nationales ; Les tolérances de la norme EN 26848 sont conformes à la norme ISO 6848, mettant l'accent sur l'uniformité sur le marché européen.

Surface:

Similitudes : Tous les étalons exigent une surface d'électrode lisse, sans fissures, oxydes ou contamination, et doivent être polis ou nettoyés chimiquement.

Différences : AWS A5.12 et HB 7716 nécessitent des finitions de surface plus élevées et doivent répondre aux exigences d'arc à faible courant ; Les modèles GB/T 4192 et JB/T 12706 ont des exigences modérées en matière de qualité de surface, compte tenu des coûts de production ; La norme EN 26848 met l'accent sur les méthodes de nettoyage respectueuses de l'environnement et est conforme à la réglementation européenne.

Exigences de performance :

Similitudes : Les deux mettent l'accent sur les performances d'initiation de l'arc, la stabilité de l'arc et la résistance aux hautes températures des électrodes en cérium et tungstène, qui doivent réussir les tests d'initiation d'arc et d'arc dimensionnel.

Différences : Les normes ISO 6848 et EN 26848 se concentrent davantage sur les performances d'amortissement d'arc à faible courant et adaptées au soudage de précision ; AWS A5.12 couvre les exigences de performance de la soudure DC et AC ; Les modèles GB/T 4192 et JB/T 12706 se concentrent davantage sur les scénarios à fort apport de chaleur ; HB 7716 avec l'accent sur la haute fiabilité dans l'aérospatiale.

Méthode de détection :

Similitudes : Tous nécessitent la détection de la composition chimique à l'aide de l'ICP-MS, de l'XRF ou de l'AAS, de la microscopie MEB ou de la microscopie optique pour la microstructure, et

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

d'un testeur d'initiation d'arc pour les performances électriques.

Différences : AWS A5.12 a des exigences d'étalonnage plus strictes pour les équipements d'inspection, nécessitant l'utilisation d'instruments de haute précision ; GB/T 4192 et JB/T 12706 permettent l'utilisation de méthodes d'essai moins coûteuses ; HB 7716 nécessite des tests de microstructure supplémentaires pour vérifier l'uniformité à l'échelle nanométrique.

Emballage et stockage :

Similitudes : Les deux doivent être un emballage étanche à l'humidité et à la poussière, indiquant le modèle, la taille et les informations du fabricant.

Différences : AWS A5.12 et EN 26848 ont des exigences environnementales plus élevées pour les matériaux d'emballage ; Les modèles GB/T 4192 et JB/T 12706 s'accordent plus d'attention à l'économie de l'emballage ; HB 7716 exige un emballage de qualité aéronautique pour éviter les dommages liés au transport.

Notes supplémentaires

La similitude des normes nationales et étrangères est d'assurer l'uniformité des performances et la polyvalence du marché des électrodes de tungstène en cérium, tandis que les différences différencient le niveau technique et les besoins d'application du marché régional. Les normes ISO 6848 et EN 26848 se concentrent davantage sur l'harmonisation mondiale, AWS A5.12 met l'accent sur les exigences de haute précision sur le marché nord-américain, les normes GB/T 4192 et JB/T 12706 sur la rentabilité sur le marché chinois, et HB 7716 ciblent les besoins de fiabilité élevée de l'aérospatiale. L'harmonisation de ces normes facilite le commerce international, mais les différences obligent également les entreprises à ajuster leurs stratégies de production et d'essais à l'exportation.

7.3.2 L'importance directrice de la norme pour la production et l'application

Contexte de l'orientation

Les normes nationales et étrangères fournissent des conseils techniques complets pour la production et l'application d'électrodes de cérium et de tungstène, de la sélection des matières premières à l'optimisation du processus de soudage, garantissant la qualité et la fiabilité du produit. Ce qui suit développe l'importance directrice de la norme sous deux aspects : la production et l'application.

Directives de production :

Sélection des matières premières : Toutes les normes exigent une pureté de matrice de bois de pierre de $\geq 99,5\%$ et une teneur en oxyde de cérium de $1,8\% \sim 2,2\%$, guidant les entreprises à choisir de la poudre de bois de pierre de haute pureté et de l'oxyde de cérium pour s'assurer que les ingrédients répondent aux exigences. Les exigences de pureté plus élevées de HB 7716 ($\geq 99,7\%$) incitent les entreprises aérospace à adopter des matières premières de haute pureté.

Contrôle du processus : Tolérances dimensionnelles et exigences de qualité de surface spécifiées par la norme, guidant les entreprises pour optimiser les processus de métallurgie des poudres, de pressage, de frittage et de traitement. Les exigences de tolérance strictes d'AWS A5.12 incitent à l'utilisation d'équipements de haute précision, tandis que les tolérances modérées de GB/T 4192 conviennent à la capacité de production des petites et moyennes entreprises.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tests de qualité : La norme clarifie les méthodes d'essai (telles que ICP-MS, SEM, test de démarrage d'arc) et guide les entreprises dans la mise en place d'un système de contrôle de la qualité pour garantir la cohérence des performances des électrodes. Les exigences en matière d'essais environnementaux de la norme EN 26848 ont incité les entreprises à adopter des technologies de nettoyage écologiques.

Conformité à la certification : La norme exige que les entreprises réussissent le test de l'organisme de certification et obtiennent un certificat de conformité pour améliorer la compétitivité du produit sur le marché. Les certifications internationales ISO 6848 et AWS A5.12 sont particulièrement importantes pour faciliter l'accès aux marchés mondiaux.

Guide d'application :

Optimisation des paramètres de soudage : La plage de courant standard, le type de gaz de protection et les recommandations d'angle de cône guident les utilisateurs pour optimiser leur processus de soudage. Par exemple, la norme ISO 6848 recommande des paramètres d'arc à faible courant pour le soudage de précision ; Le NB/T 47018 offre des paramètres d'apport thermique élevés et adaptés à l'industrie de l'énergie.

Adaptation à l'industrie : La norme fournit des conseils personnalisés pour répondre aux différents besoins de l'industrie. HB 7716 convient au soudage de haute précision dans l'aérospatiale, JB/T 12706 convient au soudage à haute intensité dans l'industrie mécanique et AWS A5.12 couvre les scénarios de soudage DC et AC.

Sécurité et protection de l'environnement : Les exigences environnementales des normes EN 26848 et GB/T 4192 guident les entreprises à adopter des emballages écologiques et des matériaux à faible radioactivité pour garantir une utilisation sûre. Le code couleur d'AWS A5.12 guide les utilisateurs dans la sélection rapide des types d'électrodes.

Compétitivité du marché : Les électrodes qui répondent aux normes internationales sont plus susceptibles d'entrer sur les marchés nord-américains et européens, tandis que les électrodes qui répondent aux normes nationales répondent aux besoins locaux en matière de coûts et de performances, ce qui améliore la compétitivité des entreprises sur différents marchés.

Notes supplémentaires

L'importance directrice de la norme est de fournir un cadre technique unifié pour la production et l'application, garantissant que la qualité et les performances des électrodes en cérium et répondent aux besoins de l'industrie. Les normes internationales (telles que ISO 6848, AWS A5.12) maintiennent la production et le commerce mondiaux, tandis que les normes nationales (telles que GB/T 4192, JB/T 12706) combinent les caractéristiques du marché chinois pour équilibrer les performances et les coûts. Les normes industrielles telles que HB 7716 affine encore les exigences pour les scénarios spéciaux et prennent en charge les applications de haute précision et de haute fiabilité.

7.4 Mise à jour standard et tendance au développement de l'électrode de cérium tungstène

7.4.1 Incidence des technologies émergentes sur les normes

Analyse du contexte

Les technologies émergentes (telles que le nanodopage, la détection intelligente et la production

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

verte) ont mis en avant de nouvelles exigences pour la performance et le processus de production des électrodes cérium-tungstène, ce qui a entraîné une mise à jour continue des normes pour s'adapter aux progrès technologiques et aux demandes du marché.

Technologie de nanodopage : Pour améliorer les performances d'amorçage d'arc et la résistance à l'épuisement des électrodes grâce au dopage à l'oxyde de cérium à l'échelle nanométrique, de nouvelles normes de composition et d'essai doivent être formulées.

Technologie de détection intelligente : la détection assistée par l'IA et la technologie de surveillance en ligne améliorent l'efficacité et la précision des tests, et les nouvelles méthodes et exigences de détection doivent être définies dans la norme.

Technologie de production verte : la production à faible consommation d'énergie et la technologie de recyclage des déchets obligatoirement des normes pour ajouter des clauses de protection de l'environnement afin de réduire l'impact environnemental dans le processus de production.

Norme de contenu

Exigences de composition : Les classifications nouvellement ajoutées des électrodes nanodopées, telles que WC20-N (oxyde de cérium à l'échelle nanométrique), spécifiquent la taille des particules d'oxyde de cérium (<100 nm) et les exigences d'uniformité de distribution.

Méthodes de détection : Des normes de détection assistées par l'IA sont introduites, spécifiant l'utilisation d'algorithmes d'apprentissage automatique pour analyser la composition, la microstructure et les données de performance, et définir les exigences de précision et de répétabilité des données.

Exigences de performance : Ajout d'indicateurs de performance adaptés au soudage de haute précision, tels que l'arc électrique à courant ultra-faible (<10 A) et la stabilité à long terme de l'arc (> 10 heures).

Emballage et stockage : Exiger l'utilisation de matériaux d'emballage recyclables et indiquer les propriétés particulières des électrodes nanodopées pour répondre aux besoins de fabrication écologique.

Exigences de certification : Nouvelles normes de certification pour les équipements d'essai intelligents afin d'assurer la fiabilité et l'uniformité des résultats d'essai.

Notes supplémentaires

L'introduction de technologies émergentes a favorisé la modernisation des normes d'électrodes en cérium-tungstène, telles que la technologie de nanodopage nécessite une détection plus stricte des microstructures, et la technologie de détection intelligente nécessite des processus de traitement des données définis par des normes. Ces mises à jour rendent la norme plus adaptable aux besoins des électrodes haute performance et de la production verte, tout en fournissant des conseils aux entreprises pour mettre à niveau leur technologie.

7.4.2 Modifications des exigences en matière de protection de l'environnement et de sécurité

Analyse du contexte

L'accent mis à l'échelle mondiale sur le développement durable et la santé au travail a incité les normes d'électrodes de cérium et de tungstène à renforcer les exigences en matière de protection de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'environnement et de sécurité, reflétant l'évolution des tendances réglementaires telles que le règlement REACH de l'UE et les réglementations chinoises en matière de protection de l'environnement.

Exigences en matière de protection de l'environnement : réduire les émissions de gaz résiduels, de liquides résiduels et de déchets solides dans le processus de production et promouvoir les technologies de production verte.

Exigences de sécurité : Réduire le risque de radioactivité des électrodes et l'exposition à des substances nocives pendant la production, et protéger la santé des opérateurs.

Axe sur la réglementation : Le règlement REACH de l'UE exige la conformité environnementale des matériaux, et la loi chinoise sur la protection de l'environnement avec l'accent sur l'élimination des déchets et le contrôle des émissions.

Norme de contenu

Gestion des déchets : De nouvelles exigences en matière de recyclage et de traitement des déchets, stipulant le taux de récupération des déchets de poudre de bois et d'oxyde de cérium dans le processus de production (par exemple, >90 %) afin de réduire la pollution de l'environnement.

Contrôle de la radioactivité : Renforcer les normes de détection de la radioactivité, en exigeant que les électrodes de cérium-tungstène présentent des niveaux de radioactivité inférieurs aux seuils de sécurité (p. ex., <1 Bq/g) et la vérification par spectroscopie des rayons gamma.

Santé au travail : Des exigences supplémentaires en matière de surveillance des poussières et des gaz nocifs (tels que le CO et les NOx) sont ajoutées et des normes de qualité de l'air dans les ateliers de production (telles que la concentration de poussières < 0,1 mg/m³) sont spécifiques.

Emballage vert : Exigez l'utilisation de matériaux d'emballage recyclables ou biodégradables, réduisez l'utilisation de plastiques et indiquez des informations sur la certification environnementale.

Méthodes de détection : La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) est utilisée pour détecter les gaz d'échappement, la chromatographie liquide (LC) est utilisée pour analyser les déchets liquides et les compteurs de particules sont utilisés pour surveiller la poussière afin d'assurer la conformité environnementale.

Exigences de certification : Les entreprises doivent réussir une certification de protection de l'environnement et de sécurité, soumettre des rapports sur le traitement des déchets et la surveillance de la qualité de l'air, et obtenir une certification de production verte.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Notes supplémentaires

Le renforcement des exigences en matière d'environnement et de sécurité reflète la tendance mondiale vers la fabrication verte, les normes d'électrodes de cérium et de tungstène guidant les entreprises à adopter des technologies vertes et des mesures de sécurité par le biais de nouvelles dispositions en matière de gestion des déchets, de contrôle de la radioactivité et de santé au travail. Ces exigences améliorent non seulement le respect de l'environnement des électrodes, mais améliorent également la compétitivité de l'entreprise sur le marché international.



Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Chapitre 8 Détection des électrodes de tungstène de cérium

En tant qu'électrode non consommable haute performance, la qualité de l'électrode de cérium et de tungstène affecte directement la stabilité et l'efficacité des processus de soudage et de découpe. Les tests sont un lien clé pour s'assurer que les performances des électrodes de cérium et de tungstène répondent aux normes, couvrant la composition chimique, les propriétés physiques, les propriétés électriques, la microstructure, l'environnement et la sécurité et d'autres aspects. Ce chapitre expose exclusivement les méthodes de détection des électrodes de cérium et de tungstène sous six aspects : test de composition chimique, test de propriété physique, test de performance électrique, test de microstructure, test d'environnement et de sécurité, et test d'équipement et de technologie, et analyse en profondeur les principes, les méthodes, les processus de fonctionnement, les facteurs d'influence, les stratégies d'optimisation et les tendances de développement futures de chaque détection.

8.1 Détection de la composition chimique des électrodes de cérium et de tungstène

Les tests de composition chimique sont utilisés pour analyser la teneur en oxyde de cérium, les éléments d'impuretés et l'uniformité de la composition des électrodes de tungstène de cérium afin de s'assurer que les électrodes répondent aux exigences de performance élevées. Ces méthodes de détection doivent être très précises et fiables pour soutenir l'optimisation des performances des électrodes.

8.1.1 Analyse de la teneur en oxyde de cérium

Principe de détection

L'analyse de la teneur en oxyde de cérium mesure le pourcentage massique d'oxyde de cérium (CeO_2) dans l'électrode (généralement 2 % ~ 4 %) par spectroscopie ou spectrométrie de masse pour vérifier que le taux de dopage répond à la norme. Les méthodes courantes comprennent la spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) et la spectroscopie de fluorescence X (XRF). Ces technologies quantifient la caractéristique du signal de l'élément en cérium et son contenu, garantissant les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'électrode.

Principe ICP -MS : L'échantillon HNE ionisé dans un plasma à haute température (environ 6000~10000 K), et le spectromètre de masse sépare l'élément cérium par sa masse ionique et détecte sa concentration (précision du niveau ppb).

Principe XRF : les rayons X excitent les atomes de l'échantillon, génèrent une fluorescence caractéristique, analysent l'intensité du signal du cérium et déterminent rapidement le contenu (précision du niveau ppm).

Avantages : ICP-MS pour l'analyse des traces, XRF pour les contrôles rapides et non destructifs.

Méthode de détection

Méthode ICP-MS :

L'échantillon est dissous dans une solution acide (telle que l'acide nitrique ou l'acide chlorhydrique) pour former une solution homogène.

La solution pénètre dans le plasma à travers un pulvérisateur, et le signal de l'ion cérium est analysé par un spectromètre de masse.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

La teneur en oxyde de cérium a été mesurée en étalonnant la courbe étalon.

Méthode XRF :

La surface de l'échantillon est polie et placée sous un faisceau de rayons X.

Le détecteur collecte le signal de fluorescence et le logiciel d'analyse calcule la teneur en cérium.

Étalonnez les échantillons standard pour garantir des résultats précis.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Prélever des échantillons des électrodes (tels que des tranches ou des poudres) pour assurer la représentativité.

Nettoyez la surface de l'échantillon pour éliminer les couches d'oxyde ou les contaminants.

Configuration de l'appareil :

ICP -MS : Calibrer la puissance du plasma et la résolution du spectromètre de masse, régler la plage de détection (cérium $m/z=140$).

XRF : Calibrez la tension du tube à rayons X (30 ~ 50 kV) et la sensibilité du détecteur.

Processus de test :

ICP -MS : Vaporisez la solution de l'échantillon dans le plasma, enregistrez les données de spectrométrie de masse et répétez la mesure trois fois .

XRF : placez l'échantillon sous un faisceau, enregistrez le signal de fluorescence et analysez-le plusieurs fois pour en faire la moyenne.

Analyse des données :

Un logiciel d'analyse a été utilisé pour calculer la teneur en oxyde de cérium afin de vérifier la conformité à la norme (2 %~4 %).

Vérifiez la cohérence des données et éliminez les valeurs aberrantes.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : L'oxydation ou la contamination de la surface de l'échantillon peut entraîner des résultats biaisés.

Précision de l'appareil : La stabilité du plasma de l'ICP-MS et la résolution du détecteur XRF impliquent la précision de la détection.

Étalons d'étalonnage : La qualité des étalons d'échantillon affecte directement la précision de l'étalonnage.

Conditions environnementales : La propreté du laboratoire (niveau ISO 5, concentration en particules <3520 particules/ m^3) et l'humidité (<20 %) déterminent la stabilité du test.

Spécifications de fonctionnement : Le niveau technique de l'opérateur et la maintenance de l'équipement déterminent la fiabilité des résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : Améliorez la qualité de surface de l'échantillon grâce au nettoyage et

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

au polissage par ultrasons.

Mise à niveau de l'équipement : ICP-MS haute résolution (résolution $<0,01$ amu) et XRF (sensibilité du détecteur $<0,1$ eV).

Optimisation de l'étalonnage : utilisez des échantillons étalons de haute pureté et étalonnez régulièrement l'équipement.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes de filtration à haute efficacité et de dispositifs à température et humidité constantes pour assurer un environnement d'essai stable.

Analyse des données : établissez une base de données de composants et optimisez la précision de détection en combinaison avec l'analyse statistique.

Tendances futures

Analyse à haut débit : Développer la technologie ICP-MS pour la détection simultanée de plusieurs éléments afin d'améliorer l'efficacité.

Détection intelligente : optimisez le traitement des données grâce à des algorithmes d'intelligence artificielle pour réduire l'erreur humaine.

Technologie verte : Mettre au point des instruments d'analyse à faible consommation d'énergie pour réduire l'utilisation d'acides.

De nouvelles technologies, telles que la spectroscopie de claquage induit par laser (LIBS), pour des contrôles rapides et non destructifs.

8.1.2 Détection des éléments d'impuretés

Principe de détection

La détection des éléments d'impuretés est utilisée pour identifier les oligo-éléments (par exemple, le fer, le carbone, l'oxygène, etc.) dans l'électrode, en s'assurant que leurs niveaux sont inférieurs au seuil standard (généralement < 100 ppm). Les méthodes courantes comprennent l'ICP-MS, la spectroscopie d'absorption atomique (AAS) et la spectrométrie de masse à décharge lumineuse (GD-MS). Ces techniques mettent en évidence l'impact des éléments impuretés sur les performances des électrodes en détectant leurs signaux caractéristiques.

Principe AAS : les atomes de l'échantillon absorbant des longueurs d'onde spécifiques de la lumière, analysent l'intensité d'absorption pour déterminer la teneur en impuretés.

Principe GD-MS : ionisation par décharge lumineuse des échantillons, analyse par spectrométrie de masse les signaux ioniques d'impuretés.

Avantages : GD-MS convient à l'analyse de surface, AAS convient à la détection monoélément à haute sensibilité.

Méthode de détection

Méthode AAS :

L'échantillon est dissous dans de l'acide et atomisé dans le chemin optique.

La source lumineuse émet une longueur d'onde spécifique de lumière et le détecteur enregistre le signal d'absorption.

La teneur en impuretés est calculée à l'aide de courbes standard.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Méthode GD-MS :

L'échantillon est placé dans une chambre à décharge luminescente et ionisée dans le spectromètre de masse.

Analysez le signal ionique d'impureté et quantifiez sa teneur.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Échantillonnage et nettoyage pour éliminer les contaminants de surface.

Échantillon dissous (AAS) ou surface polie (GD-MS).

Configuration de l'appareil :

AAS : Étalonnage de la longueur d'onde de la source lumineuse et des paramètres de l'atomiseur.

GD-MS : Réglez la tension de décharge et la résolution du spectromètre de masse.

Processus de test :

AAS : Nébulisation d'échantillons, enregistrement de signaux d'absorption, mesures répétées.

GD-MS : Initier la décharge, enregistrer les données de spectrométrie de masse, les analyser plusieurs fois.

Analyse des données :

Calculez la teneur en impuretés pour vérifier qu'elle est inférieure au seuil standard.

Évaluez la cohérence des données et éliminez les valeurs aberrantes.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La contamination ou l'inhomogénéité de la surface peut affecter les résultats des tests.

Précision de l'appareil : La stabilité de la source lumineuse et la résolution du spectromètre de masse impliquent la précision de la détection.

Étalons d'étalonnage : La pureté de l'échantillon étalon affecte la précision de l'étalonnage.

Conditions environnementales : La propreté et l'humidité conservent la stabilité du test.

Spécifications de fonctionnement : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte la fiabilité des résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : Améliorez la pureté de l'échantillon grâce au nettoyage chimique.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez AAS et GD-MS haute sensibilité.

Optimisation de l'étalonnage : utilisez des échantillons étalons multi-éléments.

Gestion de l'environnement : Équipé d'un système de filtration à haute efficacité.

Analyse des données : Établir une base de données d'impuretés et optimiser le processus de détection.

Tendances futures

Détection multi-éléments : Développement de techniques permettant de détecter plusieurs impuretés simultanément.

Détection intelligente : optimisez l'analyse des impuretés grâce à l'apprentissage automatique.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.
De nouvelles technologies, telles que le synchrotron de fluorescence X, améliorent la précision de la détection.

8.1.3 Évaluation de l'uniformité

Principe de détection

L'évaluation de l'uniformité vérifie l'uniformité du dopage en analysant la distribution de l'oxyde de cérium dans l'électrode, garantissant ainsi la stabilité de l'arc et la durée de vie de l'électrode. Les méthodes courantes comprennent la tomographie à rayons X (X-CT) et la microanalyse par sonde électronique (EPMA). Ces techniques impliquent la dispersion des particules d'oxyde de cérium par imagerie ou analyse de distribution élémentaire.

Principe X-CT : les rayons X pénétrant dans l'échantillon, génèrent une image structurale tridimensionnelle et analysent la distribution de l'oxyde de cérium.

Principe EPMA : Le faisceau d'électrons excite l'échantillon, analyse les rayons X caractéristiques et dessine des cartes de distribution élémentaire.

Avantages : X-CT pour l'analyse 3D, EPMA pour l'analyse de surface à haute résolution.

Méthode de détection

Méthode X-CT :

L'échantillon est placé sur une table tournante et la scintigraphie aux rayons X produit une image tomographique.

Le logiciel d'analyse reconstruit la structure tridimensionnelle et évalue la distribution de l'oxyde de cérium.

Méthode EPMA :

L'échantillon est poli et placé sous un faisceau d'électrons pour enregistrer le signal des rayons X. Analyser les cartes de distribution élémentaire pour quantifier l'uniformité.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Coupez ou polissez l'échantillon pour assurer une surface plane.

Nettoyez l'échantillon pour éliminer les contaminants.

Configuration de l'appareil :

X-CT : Calibre l'intensité des rayons X et la vitesse de la table rotative.

EPMA : Réglez l'énergie du faisceau d'électrons (15 ~ 20 keV) et la sensibilité du détecteur.

Processus de test :

X-CT : Scanner des échantillons, générateur des images 3D, analyseur des distributions.

EPMA : scannez la surface de l'échantillon et cartographiez la distribution des éléments.

Analyse des données :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Évaluer la dispersion des particules d'oxyde de cérium et vérifier l'uniformité.

Vérifiez la cohérence des données et éliminez les valeurs aberrantes.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La rugosité ou la contamination de la surface affecte la précision de l'analyse.

Précision de l'appareil : l'intensité des rayons X et la résolution du faisceau d'électrons déterminent les résultats.

Étalons d'étalonnage : L'uniformité de l'échantillon étalon affecte la précision de l'étalonnage.

Conditions environnementales : la propreté et les vibrations impliquent la stabilité de la détection.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : Améliorez la qualité des échantillons grâce au polissage et au nettoyage.

Mise à niveau de l'équipement : X-CT haute résolution et EPMA sont adoptés.

Optimisation de l'étalonnage : Utiliser un échantillon d'étalon d'uniformité.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes anti-vibrations et de propreté.

Analyse des données : établissez une base de données distribuée pour optimiser le processus d'analyse.

Tendances futures

Analyse 3D à haute résolution : développement de la technologie X-CT à l'échelle nanométrique.

Détection intelligente : optimisez l'analyse de la distribution grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

De nouvelles technologies, telles que le synchrotron X-CT, améliorent la résolution.

8.2 Propriétés physiques des électrodes de cérium et de tungstène

Les tests de propriétés physiques sont utilisés pour évaluer la densité, les duretés, la précision dimensionnelle, la qualité de surface et les propriétés thermiques des électrodes, en s'assurant qu'elles répondent aux exigences mécaniques et de processus.

8.2.1 Essai de densité et de dureté

Principe de détection

Les essais de densité mesurant la masse volumétrique des électrodes selon le principe d'Archimède, et les essais de qualité évaluent la résistance à la déformation par des méthodes d'indentation telles que les duretés Vickers. Ces propriétés ont un impact direct sur la durabilité et la stabilité en soudage des électrodes.

Principe du test de densité : Calculez la masse volumique (la valeur cible est d'environ 19,0 ~ 19,3 g/cm³) en mesurant la masse et le volume de drainage de l'électrode.

Principe de l'essai de duretés : La taille de l'indentation est mesurée en appliquant une force au pénétrateur en diamant et la valeur de duretés est mesurée (la dureté Vickers est d'environ 400 ~ 600 HV).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Méthode de détection

Test de densité :

La masse et le volume sont mesurés à l'aide de balances électroniques de haute précision et de dispositifs de drainage.

Calculeur de la masse volumique pour vérifier la conformité aux normes.

Test de dureté :

Utilisez un duromètre Vickers pour appliquer une charge (par exemple 0,5 ~ 1 kg).

Mesurez la longueur diagonale de l'indentation et calculez la valeur de duretés.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Polissez la surface de l'échantillon pour assurer une surface plane.

Nettoyez l'échantillon pour éliminer les contaminants.

Configuration de l'appareil :

Test de densité : Étalonnage des balances et des drains.

Essai de duretés : Réglez la charge et le temps de maintien.

Processus de test :

Test de densité : Mesurez la masse et le volume de drainage, répétez trois fois.

Test de duretés : Appliquez une charge, mesurez la taille de l'empreinte, répétez plusieurs fois.

Analyse des données :

Calculez les valeurs de densité et de dureté pour vérifier la conformité aux normes.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La rugosité de surface ou les défauts internes proviennent des résultats des tests.

Précision de l'équipement : La précision des balances et des testeurs de duretés affecte la précision de l'inspection.

Conditions environnementales : La température et l'humidité maintiennent la stabilité de la mesure.

Spécifications de fonctionnement : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte la fiabilité des résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : Améliorez la qualité de surface grâce au polissage.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un équilibreur de haute précision et un testeur de normes.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : Équipé d'un système de température et d'humidité constantes.

Analyse des données : Établir une base de données de densité et de duretés.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tendances futures

Essais sans contact : Développement de la technologie de mesure de la densité laser.

Détection intelligente : optimisez l'analyse des données grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Nouvelles technologies : telles que l'essai de durabilité par ultrasons, pour améliorer l'efficacité.

8.2.2 Précision dimensionnelle et contrôle de la qualité de surface

Principe de détection

Les contrôles de précision dimensionnelle vérifient le diamètre et l'angle conique des électrodes par des mesures optiques ou laser, et les contrôles de qualité de surface évaluent l'état de surface par microscopie ou rugomètres. Ces propriétés appartiennent aux performances d'initiation de l'arc et à la durée de vie de l'électrode.

Principe de précision dimensionnelle : Le télémètre laser mesure la taille de l'électrode par réflexion du faisceau (précision $< 0,01$ mm).

Principe de la qualité de surface : la surface est agrandie au microscope et les paramètres de surface (par exemple, $Ra < 0,1 \mu m$) sont mesurés à l'aide d'un rugomètre.

Méthode de détection

Contrôle de la précision dimensionnelle :

Les électrodes sont balayées à l'aide d'un télémètre laser, enregistrant le diamètre et l'angle du cône. Le logiciel d'analyse calcule l'écart dimensionnel.

Inspection de la qualité de surface :

Les défauts de surface sont observés à l'aide d'un microscope optique.

Le rugosimètre mesure les paramètres de surface et génère une courbe de rugosité.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Nettoyez la surface de l'électrode pour éliminer les contaminants.

Fixez l'échantillon pour assurer la stabilité de la mesure.

Configuration de l'appareil :

Télémètre laser : Calibrez le faisceau et le capteur.

Microscope et rugosimètre : Réglez les paramètres de grossissement et de sonde.

Processus de test :

Inspection dimensionnelle : scannez l'électrode et enregistrez les données dimensionnelles.

Inspection de surface : Observez la surface et mesurez la rugosité.

Analyse des données :

Vérifiez que les dimensions et la qualité de surface sont conformes aux normes.

Vérifiez la cohérence des données.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La contamination ou l'endommagement de la surface affecte les résultats de mesure.

Précision de l'appareil : La résolution des lasers et des microscopes affecte la précision de l'inspection.

Conditions environnementales : les vibrations et la lumière présentent la stabilité de la mesure.

Spécifications d'utilisation : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte les résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : Améliorez la qualité de surface grâce au polissage.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un télémètre laser et un microscope de haute précision.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion environnementale : équipé de systèmes anti-vibrations et d'éclairage constant.

Analyse des données : Etablir une base de données de dimensions et de surfaces.

Tendances futures

Technologie de numérisation 3D : améliorez la précision des mesures dimensionnelles.

Inspection intelligente : optimisez l'analyse de surface grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Les nouvelles technologies : telles que les interféromètres à lumière blanche, améliorant la précision de la mesure de surface.

8.2.3 Essai de performance thermique

Principe de détection

Les tests de performance thermique évaluent la résistance à la chaleur et la stabilité thermique des électrodes en simulant des environnements à haute température, garantissant ainsi leurs performances à des températures de soudage. Les méthodes courantes comprennent l'analyse thermogravimétrique (TGA) et les tests d'oxydation à haute température.

Principe TGA : Mesurer la perte de masse des électrodes à haute température, évaluer la disponibilité et la stabilité de l'oxyde de cérium.

Test d'oxydation à haute température : Testez la résistance à l'oxydation de l'électrode dans une atmosphère à haute température (>2000°C).

Méthode de détection

Méthode TGA :

L'échantillon est placé dans un analyseur thermogravimétrique et chauffé à la température cible.

Enregistrez les changements de masse et analysez la stabilité thermique.

Test d'oxydation à haute température :

L'échantillon est placé dans un four à haute température et passé dans l'oxygène ou de l'air.

Mesurez le degré d'oxydation de surface et la perte de masse.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Coupez l'échantillon et nettoyez la surface.

Assurez-vous que la taille de l'échantillon est constante.

Configuration de l'appareil :

TGA : Précision de la vitesse de chauffage et de la balance calibrée.

Four à haute température : Réglez les paramètres de température et d'atmosphère.

Processus de test :

TGA : Chauffage de l'échantillon et enregistrement du changement de qualité.

Test à haute température : Exposez l'échantillon à des températures élevées pour mesurer le degré d'oxydation.

Analyse des données :

Analyser la stabilité thermique pour vérifier la conformité aux normes.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : Des défauts internes proviennent des résultats des tests.

Précision de l'équipement : La précision de l'équilibre et du contrôle de la température affectent la précision de la détection.

Conditions environnementales : La pureté et l'humidité de l'atmosphère sont caractéristiques des tests d'oxydation.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres affecte la fiabilité des résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : Améliorer la stabilité thermique grâce à un dopage uniforme.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un TGA de haute précision et un four à haute température.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : équipé d'un système de contrôle d'atmosphère de haute pureté.

Analyse des données : Etablir une base de données de performance thermique.

Tendances futures

Essais thermiques dynamiques : Simule l'environnement de soudage réel.

Détection intelligente : optimisez l'analyse thermique grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Les nouvelles technologies : telles que les tests thermiques laser, améliorant la précision.

8.3 Détection des propriétés électriques de l'électrode de cérium et de tungstène

Les tests de performance électrique sont utilisés pour évaluer le travail d'échappement d'électrons de l'électrode, les performances d'initiation de l'arc et le taux de brûlure, garantissant ainsi son efficacité et sa durabilité dans le soudage.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

8.3.1 Mesure de la puissance d'échappement d'électrons

Principe de détection

Les mesures d'échappement d'électrons évaluent la capacité des surfaces des électrodes à émettre des électrons par émission thermique ou par méthode à effet photoélectrique (valeur cible d'environ 2,5 eV). Les méthodes courantes comprennent les tests d'émission thermique et les tests d'effet photoélectrique.

Principe de l'émission thermoionique : chauffer l'électrode, mesurer le courant d'émission et calculer le travail d'évacuation.

Le principe de l'effet photoélectrique : les photons excitent les électrons, analysent l'énergie des électrons et calculent le travail d'évasion.

Méthode de détection

Méthode d'émission thermique :

L'électrode est chauffée à haute température ($>1500^{\circ}\text{C}$) et le courant transmis est mesuré.

Les travaux d'évasion sont calculés par l'équation de Richardson.

Méthode à effet photoélectrique :

L'électrode est irradiée par la lumière ultraviolette et l'énergie des photoélectrons est enregistrée.

Analysez la courbe photoélectrique et calculez le travail d'évasion.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Polissage de la surface de l'électrode pour assurer la propreté.

Fixez l'échantillon dans l'appareil de test.

Configuration de l'appareil :

Émission thermoionique : Calibrez les appareils de chauffage et les ampèremètres.

Effet photoélectrique : étalonnage de la source lumineuse et du photodétecteur.

Processus de test :

Émission thermoionique : chauffe l'électrode et enregistre les données actuelles.

Effet photoélectrique : irradiation du faisceau et enregistrement du signal optoélectronique.

Analyse des données :

Calculer le travail d'échappement d'électrons pour vérifier la conformité aux normes.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La contamination ou l'oxydation de la surface affecte le travail d'évacuation.

Précision de l'équipement : La précision de l'appareil de chauffage et du détecteur affecte les résultats.

Conditions environnementales : Le niveau de vide et la température déterminent la stabilité de l'essai.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres affecte la fiabilité des résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : Améliorez la qualité de surface grâce au polissage et au nettoyage.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un émetteur thermoionique de haute précision.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion environnementale : équipé d'un système de vide poussé.

Analyse des données : Établissez une base de données sur les évasions.

Tendances futures

Mesure de haute précision : Développement d'une technologie d'essai de puissance d'échappement à l'échelle nanométrique.

Détection intelligente : optimisez l'analyse des données grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Les nouvelles technologies : telles que les tests photoélectriques par rayonnement synchrotron, améliorent la précision.

8.3.2 Amorçage de l'arc et essai de performance de l'arc dimensionnel

Principe de détection

Les tests d'initiation d'arc et de performance dimensionnelle de l'arc mesurent la tension de l'arc, la stabilité du arc et la durée de l'arc de l'électrode en simulant l'environnement de courant de soudage, assurant ainsi son démarrage rapide de l'arc et sa stabilité à de faibles courants. L'équipement couramment utilisé est un testeur d'amorçage d'arc à haute fréquence.

Principe d'initiation de l'arc : L'arc est déclenché par des impulsions à haute fréquence, et la tension et le temps de l'arc sont enregistrés.

Principe de l'arc dimensionnel : Maintenez un arc stable, mesurez les fluctuations de courant et la longueur de l'arc.

Méthode de détection

Test d'initiation de l'arc :

Des impulsions à haute fréquence sont appliquées sous protection contre l'argon, enregistrant la tension de l'arc.

Analyse du temps de début de l'arc et de la stabilité.

Essai d'arc dimensionnel :

Maintenez l'arc pendant plusieurs minutes et enregistrez les fluctuations de courant.

Analysez la longueur et la stabilité de l'arc.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Meulez l'angle du cône de l'électrode et nettoyez la surface.

Fixez l'électrode à l'appareil de test.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Configuration de l'appareil :

Calibrez l'initiateur d'arc haute fréquence et le capteur de courant.

Réglez le débit d'argon (5 ~ 10 L/min).

Processus de test :

Activez des impulsions à haute fréquence pour enregistrer les données d'initiation de l'arc.

Maintenir l'arc, enregistrer le courant et les paramètres d'arc.

Analyse des données :

Analysez la tension de l'arc et la stabilité du courant.

Vérifier le respect des normes.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : L'angle du cône et la masse superficielle reflètent les performances d'arc électrique.

Précision de l'équipement : La précision des appareils et des capteurs à haute fréquence affecte les résultats.

Conditions environnementales : La pureté et l'humidité des gaz déterminent la stabilité de l'arc.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres affecte la fiabilité du test.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : Optimisez l'angle du cône et la finition de surface.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un testeur de démarrage d'arc de haute précision.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'électrodes standard.

Gestion environnementale : équipé d'un système de gaz de haute pureté.

Analyse des données : Établissez une base de données sur les performances de l'arc.

Tendances futures

Essais dynamiques : Simule un large éventail de conditions de soudage.

Détection intelligente : optimisez l'analyse des arcs grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Nouvelles technologies : comme les testeurs d'arc multiparamètres pour améliorer la précision.

8.3.3 Test du taux d'épuisement professionnel

Principe de détection

Le test de vitesse de combustion évalue la perte de masse de l'électrode par arc électrique à long terme et vérifie sa résistance à haute température. La méthode courante est l'essai à l'arc à haute température, qui enregistre la perte de combustion de l'électrode sous l'arc à haute température (>6000 K).

Principe de test : Maintenir l'arc dans un environnement de soudage simulé et mesurer la variation de la qualité de l'électrode.

Indicateurs clés : taux de burnout (perte de masse/temps) et durée de vie de l'électrode.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Méthode de détection

Essai d'arc à haute température :

Arc électrique sous protection argon pendant plusieurs heures.

Mesurez la masse avant et après l'électrode et calculez le taux de brûlure.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Meulez l'angle du cône de l'électrode et nettoyez la surface.

Pesez la masse initiale et enregistrez les données.

Configuration de l'appareil :

Calibrez le dispositif d'arc et la balance.

Définissez le débit d'argon et les paramètres de courant.

Processus de test :

Démarrez l'arc et maintenez le temps cible.

Après refroidissement, l'électrode est pesée et la perte de brûlure est calculée.

Analyse des données :

Calculer le taux d'épuisement professionnel pour vérifier la conformité aux normes.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La distribution de l'oxyde de cérium affecte le taux de combustion.

Précision de l'équipement : La précision du dispositif à arc et de la balance affecte les résultats.

Conditions environnementales : La pureté du gaz et la température déterminent la stabilité à l'épuisement.

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres affecte la fiabilité du test.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : réduit l'épuisement professionnel grâce à un dopage uniforme.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un testeur d'arc de haute précision.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'électrodes standard.

Gestion environnementale : équipé d'un système de gaz de haute pureté.

Analyse des données : Établissez une base de données sur le taux d'épuisement professionnel.

Tendances futures

Test de combustion dynamique : simule un large éventail de conditions d'arc électrique.

Détection intelligente : optimisez l'analyse des pertes de brûlure grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Nouvelles technologies : telles que les tests de combustion au plasma pour améliorer la précision.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

8.4 Détection de la microstructure de l'électrode de tungstène de cérium

La détection de la microstructure est utilisée pour analyser la taille des grains, la distribution des oxydes et les défauts internes de l'électrode, garantissant ainsi l'uniformité et l'intégrité de sa microstructure.

8.4.1 Analyse de la taille et de la distribution des grains

Principe de détection

La structure cristalline de l'électrode est respectée par microscopie électronique à balayage (MEB) ou microscopie optique pour évaluer la taille des grains (généralement 1 ~ 10 μm) et l'uniformité de la distribution.

Principe MEB : Le faisceau d'électrons balaie la surface de l'échantillon, génère des images haute résolution et analyse la morphologie des grains.

Principe de la microscopie optique : Observer la structure des grains d'échantillons polis grâce à un fort grossissement.

Méthode de détection

Méthode SEM :

L'échantillon est poli et placé dans la chambre à vide MEB.

La surface de l'échantillon est balayée pour générer une image de grain.

Le logiciel d'analyse calcule la taille et la distribution des grains.

Méthode de microscopie optique :

Polissage et corrosion d'échantillons pour révéler les joints de grains.

Observez la structure du grain et mesurez la taille.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Trancher et polir l'échantillon, la corrosion chimique révèle les grains.

Nettoyez les échantillons pour vous assurer qu'ils sont exempts de contaminants.

Configuration de l'appareil :

MEB : Calibrez l'énergie du faisceau d'électrons (10 ~ 20 keV) et le détecteur.

Microscope optique : Réglez le grossissement (100 ~ 1000x).

Processus de test :

MEB : Scannez l'échantillon et enregistrez l'image du grain.

Microscope optique : Observez les joints de grains et mesurez les dimensions.

Analyse des données :

Calculer la taille et la distribution des grains pour vérifier l'uniformité.

Vérifiez la cohérence des données.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La qualité du polissage et de la corrosion affectent la révélation du grain.

Précision de l'appareil : la résolution du faisceau d'électrons et du microscope affecte les résultats.

Conditions environnementales : Les vibrations et la propreté procurent la qualité de l'image.

Spécifications d'utilisation : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte les résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : Optimisez les processus de polissage et de corrosion.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez le SEM haute résolution.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes anti-vibrations et de propreté.

Analyse des données : Établir une base de données sur les grains.

Tendances futures

Analyse à l'échelle nanométrique : Développement de techniques d'analyse TEM à haute résolution.

Inspection intelligente : optimisez l'analyse des grains grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement de microscopes à basse consommation.

Nouvelles technologies : comme le MEB environnemental, adapté à l'observation dynamique.

8.4.2 Vérifier l'uniformité de la distribution de l'oxyde

Principe de détection

La distribution des particules d'oxyde de cérium est analysée par microanalyse par sonde électronique (EPMA) ou spectrométrie à dispersion d'énergie (EDS) pour vérifier son uniformité.

Principe EPMA : Échantillon d'excitation par faisceau d'électrons, analyse des rayons X caractéristiques et traçage de la distribution de l'oxyde de cérium.

Principe EDS : Combiné avec le MEB pour détecter l'énergie des rayons X et analyser la distribution élémentaire.

Méthode de détection

Méthode EPMA :

Polir l'échantillon et le placer sous le faisceau d'électrons.

Les signaux de rayons X sont enregistrés pour générer des cartes de distribution.

Méthode EDS :

Chargez le détecteur EDS dans le MEB et scannez l'échantillon.

Analysez la distribution des éléments en cérium et quantifiez l'uniformité.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Polissage de l'échantillon pour assurer une surface plane.

Nettoyez l'échantillon pour éliminer les contaminants.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Configuration de l'appareil :

EPMA : Étalonnage de l'énergie du faisceau d'électrons et du détecteur.

EDS : Définissez les paramètres SEM et EDS.

Processus de test :

EPMA : scannez l'échantillon et générez une carte de distribution.

EDS : Enregistrer le signal de l'élément en cérium et analyser la distribution.

Analyse des données :

Évaluer l'uniformité de la distribution de l'oxyde de cérium.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : la rugosité de surface affecte l'analyse de distribution.

Précision de l'appareil : le faisceau d'électrons et la résolution du détecteur détectent les résultats.

Conditions environnementales : Les vibrations et la propreté procurent la qualité de l'image.

Spécifications d'utilisation : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte les résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : Optimisez le processus de polissage.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez la haute résolution EPMA et EDS.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : Équipé de systèmes anti-vibrations et de propreté.

Analyse des données : Établir une base de données de distribution.

Tendances futures

Analyse à haute résolution : Développement de la technologie EDS à l'échelle nanométrique.

Détection intelligente : optimisez l'analyse de la distribution grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Les nouvelles technologies : telles que l'EDS synchrotron, améliorent la précision.

8.4.3 Détection des défauts (fissures, pores, etc.)

Principe de détection

Assurer l'intégrité structurale en identifiant les fissures, la porosité et d'autres défauts à l'intérieur de l'électrode grâce à l'inspection par ultrasons ou à la tomographie à rayons X (X-CT).

Principe d'inspection par ultrasons : La réflexion par ultrasons identifie les défauts internes.

Principe X-CT : les rayons X pénètrent dans l'échantillon, génèrent une image tridimensionnelle et analysent la distribution des défauts.

Méthode de détection

Contrôle par ultrasons :

Les électrodes sont balayées à l'aide d'une sonde à ultrasons pour enregistrer le signal réfléchi.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Analysez l'intensité du signal et localisez les défauts.

Méthode X-CT :

L'échantillon est placé sur une table rotative et le balayage aux rayons X génère une image.
Le logiciel d'analyse reconstruit la structure 3D et identifie les défauts.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Nettoyez la surface de l'échantillon pour vous assurer qu'elle est exempte de contaminants.
Fixez l'échantillon dans l'appareil de détection.

Configuration de l'appareil :

Détection par ultrasons : Calibrez la fréquence de la sonde (5 ~ 10 MHz).
X-CT : Réglez l'intensité des rayons X et la vitesse de rotation.

Processus de test :

Contrôle par ultrasons : scannez l'échantillon et enregistrez le signal réfléchi.
X-CT : Scannez l'échantillon pour produire une image tridimensionnelle.

Analyse des données :

Identifier les fissures et les pores et évaluer la taille des défauts.
Vérifier le respect des normes.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La rugosité de surface affecte la précision de l'inspection.
Précision de l'appareil : la résolution de la sonde et des rayons X affecte les résultats.
Conditions environnementales : les vibrations et le bruit impliquent la stabilité de la détection.
Spécifications d'utilisation : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte les résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : Améliorez la qualité de surface grâce au polissage.
Mise à niveau de l'équipement : L'équipement d'échographie haute résolution et d'X-CT est adopté.
Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.
Gestion environnementale : équipée de systèmes anti-vibrations et de réduction du bruit.
Analyse des données : Établissez une base de données de défauts.

Tendances futures

Détection à haute résolution : développement de la technologie X-CT à l'échelle nanométrique.
Détection intelligente : optimisez l'analyse des défauts grâce à l'intelligence artificielle.
Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.
Les nouvelles technologies : telles que la détection par ultrasons multiéléments, améliorent la précision.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

8.5 Essais environnementaux et de sécurité des électrodes de tungstène de cérium

Les tests environnementaux et de sécurité sont utilisés pour évaluer la radioactivité, l'impact environnemental et la santé et la sécurité au travail des électrodes, garantissant ainsi que le processus de production et d'utilisation est conforme aux réglementations.

8.5.1 Détection de la radioactivité

Principe de détection

La détection de la radioactivité mesure les isotopes radioactifs (tels que le cérium-144) dans l'électrode à l'aide d'un spectromètre à rayons gamma, ce qui permet de s'assurer qu'elle est inférieure au seuil de sécurité (<1 Bq/g). Les électrodes en cérium-tungstène ne sont généralement pas radioactives de manière significative, mais doivent être testées pour exclure la contamination des matières premières.

Principe de la spectroscopie gamma : détecter l'énergie des rayons gamma et identifier les isotopes radioactifs.

Avantages : Haute sensibilité pour la détection de traces de radioactivité.

Méthode de détection

Méthode du spectromètre à rayons gamma :

L'échantillon est placé à proximité du détecteur et le signal gamma est enregistré.

Les logiciels d'analyse identifient les isotopes et les forces.

Processus de fonctionnement

Préparation de l'échantillon :

Nettoyez l'échantillon pour éviter toute contamination externe.

Fixez l'échantillon dans l'appareil de détection.

Configuration de l'appareil :

Étalonnage de la sensibilité du détecteur de rayons gamma.

Régalez le temps de détection (heures).

Processus de test :

Les signaux gamma sont enregistrés et les mesures sont répétées.

Analyse de la teneur en radio-isotopes.

Analyse des données :

Vérifiez que la radioactivité est inférieure au seuil.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : La contamination des matières premières affecte les niveaux de radioactivité.

Précision de l'appareil : la sensibilité du détecteur affecte les résultats de la détection.

Conditions environnementales : Le rayonnement du fond affecte la stabilité de la détection.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Spécifications de fonctionnement : Le réglage des paramètres affecte la fiabilité des résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des échantillons : sélection des matières premières de haute pureté pour réduire les risques de radioactivité.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un spectromètre à rayons gamma à haute sensibilité.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : équipée d'une chambre blindée pour réduire le rayonnement de fond.

Analyse des données : Établir une base de données radioactives.

Tendances futures

Détection à haute sensibilité : Développement d'une technologie de détection de la radioactivité au niveau du ppb.

Détection intelligente : optimisez l'analyse de la radioactivité grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Les nouvelles technologies, telles que l'analyse par activation neutronique, améliorent la précision.

8.5.2 Évaluation des incidences sur l'environnement

Principe de détection

L'évaluation de l'impact environnemental évalue l'impact environnemental de la fabrication des électrodes en analysant les gaz d'échappement, les déchets liquides et les déchets solides pendant la production. Les méthodes courantes comprennent la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) et la chromatographie liquide (LC).

Principe GC-MS : Analyser les composés organiques volatils (COV) dans les gaz d'échappement.

Principe LC : Analyser les métaux lourds ou les produits chimiques dans les déchets liquides.

Méthode de détection

Méthode GC-MS :

Les gaz d'échappement de production sont collectés et injectés dans la colonne pour la séparation.

La spectrométrie de masse analyse les substances volatiles.

Méthode LC :

Les déchets liquides sont collectés et les composants chimiques sont séparés.

Le détecteur analyse la teneur en métaux lourds ou en matières organiques.

Processus de fonctionnement

Prélèvement d'échantillons :

Utilisez un échantillonneur pour récupérer les gaz d'échappement et les déchets liquides.

Conservez les échantillons dans des contenants hermétiques.

Configuration de l'appareil :

GC-MS : Colonne d'étalonnage et spectromètre de masse.

LC : Réglez les paramètres de la colonne de séparation et du détecteur.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Processus de test :

GC-MS : Séparation des composants des gaz d'échappement et enregistrement des données de spectrométrie de masse.

LC : Séparation des composants des déchets liquides et enregistrement des signaux.

Analyse des données :

Analyser la teneur en polluants pour vérifier la conformité aux normes environnementales.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : L'intégrité de l'échantillonnage affecte les résultats de l'analyse.

Précision de l'appareil : La résolution de la chromatographie et de la spectrométrie de masse affecte la précision de la détection.

Conditions environnementales : La température et l'humidité conservent la stabilité de l'échantillonnage.

Spécifications de fonctionnement : Les techniques d'échantillonnage et d'analyse portent sur les résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : Optimisez les méthodes d'échantillonnage pour une meilleure représentativité.

Mise à niveau de l'équipement : GC-MS et LC haute résolution sont adoptées.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : Équipé d'un système d'échantillonnage à température et humidité constantes.

Analyse des données : Établir une base de données sur les polluants.

Tendances futures

Surveillance en temps réel : Développer une technologie de surveillance environnementale en ligne.

Détection intelligente : Optimisez l'analyse des polluants grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développement d'équipements d'essai à faible consommation d'énergie.

Les nouvelles technologies, telles que les GC-MS portables, améliorent l'efficacité de l'inspection sur site.

8.5.3 Essais de santé et de sécurité au travail

Principe de détection

Les essais de santé et de sécurité au travail entraînent des effets sur la santé des opérateurs en analysant les substances dangereuses (p. ex., poussière, gaz) qui peuvent être libérées au cours du processus de production. Les méthodes courantes comprennent la surveillance de la qualité de l'air et les tests de dépendance.

Principe de surveillance de la qualité de l'air : détecter les concentrations de poussières et de gaz nocifs à l'aide de compteurs de particules et d'analyseurs de gaz.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Principe des tests de légèreté : Évaluer la légèreté des substances à l'aide d'expériences biologiques.

Méthode de détection

Surveillance de la qualité de l'air :

La concentration de poussière est mesurée à l'aide d'un compteur de particules.

Les analyseurs de gaz détectent les gaz nocifs (par exemple, CO, NOx).

Essais de toxicité :

Les déchets de production sont collectés et les expériences de cytotoxicité sont réalisées.

Évaluer l'impact potentiel sur la santé humaine.

Processus de fonctionnement

Prélèvement d'échantillons :

Déployer des échantillonneurs sur le plancher de production pour collecter l'air et les déchets.

Conservez les échantillons dans des contenants hermétiques.

Configuration de l'appareil :

Compteur de particules : calibrer la sensibilité.

Analyseur de gaz : Réglez la plage de détection.

Processus de test :

Surveillez la qualité de l'air, enregistrez les concentrations de poussière et de gaz.

Mener des expériences de substances dangereuses pour évaluer les effets biologiques.

Analyse des données :

Vérifier le respect des normes de santé au travail.

Vérifiez la cohérence des données.

Facteurs d'influence

Qualité de l'échantillon : Le lieu et le moment de l'échantillonnage déterminent les résultats.

Précision de l'appareil : La sensibilité des compteurs et des analyseurs affecte la précision de la détection.

Conditions environnementales : La ventilation et l'humidité conservent la stabilité de l'échantillonnage.

Spécifications de fonctionnement : Les techniques d'échantillonnage et d'analyse portent sur les résultats.

Optimisez votre stratégie

Optimisation de l'échantillon : optimisez les points d'échantillonnage et le timing.

Mise à niveau de l'équipement : adoptez un moniteur de qualité de l'air à haute sensibilité.

Optimisation de l'étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'échantillons standard.

Gestion de l'environnement : Équipé d'un système de ventilation efficace.

Analyse des données : Établir une base de données sur la santé et la sécurité.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tendances futures

Surveillance en temps réel : Développez un système de surveillance de la santé et de la sécurité en ligne.

Détection intelligente : optimisez l'analyse de la sécurité grâce à l'intelligence artificielle.

Technologie verte : développer des équipements de surveillance à faible consommation d'énergie.

Nouvelles technologies : telles que les dispositifs de surveillance portables pour améliorer la sécurité sur site.

8.6 Équipement et technologie d'essai des électrodes de tungstène de cérium

Des équipements et des technologies d'essai sont utilisés pour soutenir les méthodes d'essai ci-dessus et fournir des méthodes de détection efficaces et de haute précision.

8.6.1 Introduction aux instruments d'essai courants

Vue d'ensemble de l'instrument

Les instruments de détection utilisés comprennent l'ICP-MS, le XRF, SEM, TEM, X-CT, le spectromètre à rayons gamma, etc., qui sont utilisés pour la détection de la composition, de la microstructure et de la sécurité, respectivement.

ICP -MS : Pour l'analyse de la teneur en oxyde de cérium et en impuretés avec une précision en ppb.

XRF : Pour des contrôles rapides et non destructifs des composants, adaptés aux lignes de production.

MEB/MET : Pour l'analyse de la distribution des grains et des oxydes avec une résolution nanométrique.

X-CT : Pour la détection 3D des structures et des défauts, résolution < 1 µm.

Spectromètre à rayons gamma : pour la détection de la radioactivité, sensibilité < 1 Bq/g.

Caractéristiques de l'équipement :

Haute précision : Répond aux besoins de détection d'éléments traces et de structures à l'échelle nanométrique.

Polyvalence : Prend en charge un large éventail de tâches d'inspection.

Adaptabilité environnementale : Peut être utilisé dans les salles blanches ou les lignes de production.

Processus de fonctionnement

Sélection de l'équipement : Sélectionnez l'instrument en fonction de la cible de détection.

Étalonnage : Étalonnez l'équipement à l'aide d'un échantillon standard.

Détection : Effectuez l'opération selon la méthode de détection.

Entretien : Nettoyez et calibrez régulièrement l'équipement.

Facteurs d'influence

Précision de l'appareil : la résolution et la sensibilité déterminent les résultats du test.

Niveau d'entretien : Un entretien régulier affecte les performances de l'équipement.

Spécifications d'utilisation : Le niveau de compétence de l'opérateur affecte les résultats.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Optimisez votre stratégie

Mise à niveau de l'équipement : adoptez le dernier modèle d'instrument.

Optimisation de l'étalonnage : Établissez un système de normes d'étalonnage.

Optimisation de la maintenance : Mettre en place des calendriers d'entretien réguliers.

Formation : Renforcer la formation des opérateurs.

Tendances futures

Instruments multifonctionnels : Développez des appareils qui intègrent plusieurs fonctions de détection.

Appareils intelligents : Optimisez les performances de l'instrument grâce à l'intelligence artificielle.

Technologies vertes : développer des instruments à faible consommation d'énergie.

De nouveaux instruments : tels que les instruments portables LIBS, améliorant l'efficacité de l'inspection sur site.

8.6.2 Technologies de détection émergentes (détection assistée par l'IA, etc.)

Technique de présentation

Les technologies d'inspection émergentes comprennent la détection assistée par l'IA, les jumeaux numériques et la surveillance en ligne, qui s'appuient sur l'intelligence artificielle et le big data pour améliorer l'efficacité et la précision des inspections.

Détection assistée par l'IA : analysez les données d'inspection grâce à l'apprentissage automatique pour optimiser les résultats.

Jumeau numérique : simulez le processus de détection à l'aide de modèles virtuels et prédir les résultats.

Surveillance en ligne : collecte de données en temps réel grâce à des capteurs, réglage dynamique et détection.

Principe technique

Détection assistée par l'IA : Les algorithmes d'apprentissage analysent en profondeur les images et les données spectrales pour identifier les caractéristiques.

Jumeau numérique : établissez un modèle numérique de l'électrode pour simuler l'environnement de détection.

Surveillance en ligne : les capteurs collectant des données de composition, de structure et de performance en temps réel.

Processus de fonctionnement

Détection assistée par l'IA :

Collectez des données de détection et intégrez-les dans le modèle d'IA.

Le modèle analyse les données et produit les résultats.

Jumeau numérique :

Établissez un modèle d'électrode pour simuler le processus de détection.

Vérifiez que les résultats de la simulation sont cohérents avec les données réelles.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Surveillance en ligne :

Déployez des capteurs pour collecter des données en temps réel.
Analysez les données et ajustez les paramètres de détection.

Facteurs d'influence

Précision de l'algorithme : la qualité de l'entraînement du modèle d'IA affecte les résultats.
Qualité des données : Analyse de l'impact de l'intégrité des données des capteurs.
Intégration de l'appareil : la compatibilité des capteurs et des systèmes d'analyse affecte l'efficacité.

Optimisez votre stratégie

Optimisation des algorithmes : utilisez le Big Data pour entraîner des modèles d'IA.
Mise à niveau des capteurs : Adoptez des capteurs de haute précision.
Optimisation de l'intégration : Développez une plateforme d'inspection intégrée.
Analyse des données : Établissez une base de données de test complète.

Tendances futures

Détection par apprentissage profond : développez des modèles d'IA de haute précision.
Détection entièrement automatique : réalisez un processus d'inspection sans personnel.
Technologie verte : développement de systèmes de détection à basse consommation.
De nouvelles technologies, telles que la détection assistée par l'informatique quantique, pour améliorer la vitesse d'analyse.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale



Chapitre 9 Problèmes courants et solutions pour les utilisateurs d'électrodes de tungstène de cérium

Les électrodes en cérium-tungstène sont largement utilisées dans le soudage à l'arc sous gaz inerte (TIG) et le soudage plasma en raison de leur faible radioactivité, de leurs bonnes propriétés d'initiation d'arc et de leur stabilité d'arc. Cependant, les utilisateurs rencontrent souvent des problèmes tels qu'un arc électrique instable, un grillage rapide de la pointe et des difficultés à l'ancien un arc électrique pendant l'utilisation, qui peuvent provenir de l'électrode elle-même, des paramètres de soudage ou de l'environnement de fonctionnement. Ce chapitre analyse exclusivement les causes des problèmes courants et fournit des solutions détaillées sous cinq aspects : l'instabilité de l'arc, l'épuisement de la pointe, la sélection de la teneur en cérium, les difficultés de formation d'arcs et le mélange du tungstène de cérium et du tungstène de lanthane.

9.1 Causes possibles de l'instabilité de l'arc des électrodes de tungstène de cérium

L'instabilité de l'arc est un problème de courant dans l'utilisation des électrodes en cérium tungstène, se manifestant par une gigue, un décalage ou une interruption de l'arc, affectant la qualité de la soudure et la stabilité du processus. L'instabilité de l'arc peut être causée par des facteurs tels que la forme de la pointe de l'électrode, le réglage du courant, le gaz de protection ou la contamination des électrodes. Ce qui suit est une analyse détaillée des causes et des solutions sous quatre aspects.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

9.1.1 Forme incorrecte de la pointe de l'électrode

Contexte du problème

La forme de la pointe de l'électrode affecte directement la concentration et la stabilité de l'arc. Les électrodes en cérium-tungstène (WC20) doivent généralement être rectifiées à une pointe conique pour optimiser l'arc et la stabilité de l'arc. Une mauvaise forme de pointe, comme une pointe trop émoussée, trop pointue ou asymétrique, peut provoquer une dispersion ou un déplacement de l'arc, affectant ainsi la qualité de la soudure.

Analyse des causes

Pointe émoussée : Un angle de cône trop grand (par exemple, $>60^\circ$) peut entraîner des arcs trop dispersés, ce qui rend difficile la formation d'une colonne d'arc stable, en particulier dans le soudage à faible courant.

La pointe est trop tranchante : L'angle du cône est trop petit (par exemple $<20^\circ$) pour rendre l'arc trop concentré, ce qui peut facilement provoquer une surchauffe et une brûlure de la pointe, provoquant une gigue de l'arc.

Forme asymétrique : Un meulage inégal ou une excentricité de pointe peut faire dévier l'arc d'un côté, affectant l'uniformité de la soudure.

Marques de meulage : Les surfaces de meulage rugueuses peuvent entraîner des décharges partielles, interférant avec la stabilité de l'arc.

solution

Optimiser l'angle de meulage : Choisissez l'angle de cône approprié en fonction du courant de soudage et du matériau, généralement 20° à 40° (courant faible) ou 40° à 60° (courant élevé). Utilisez une meuleuse d'électrodes spécialisée pour assurer des angles de cône constants.

Assurez la symétrie : maintenez l'électrode alignée avec l'axe de la meule pendant le meulage pour éviter l'excentricité. Des pinces rotatives sont utilisées pour améliorer la précision du broyage.

Amélioration de la qualité de surface : Le polissage à l'aide d'une meule à grain fin (par exemple, 400 mesh) réduit la rugosité de la surface et garantit une surface de pointe lisse.

Inspection régulière : Vérifiez la forme de la pointe avant de souder et réaffûtez immédiatement si des imperfections sont constatées pour garantir la conformité aux exigences du processus.

Notes supplémentaires

Le choix de la forme de la pointe doit être ajusté en fonction des conditions de soudage spécifiques. Par exemple, lors du soudage d'acier inoxydable à paroi mince, un angle de cône plus petit est recommandé pour concentrer l'arc ; Lors du soudage d'une tôle d'aluminium épaisse, un angle de cône plus grand est recommandé pour améliorer la couverture de l'arc. Les utilisateurs doivent se référer à la norme ISO 6848 ou AWS A5.12 pour les recommandations de paramètres de soudage afin de s'assurer que la forme de la pointe correspond au processus.

9.1.2 Les paramètres actuels ne correspondant pas

Contexte du problème

Le réglage actuel est un facteur critique affectant la stabilité de l'arc. Les électrodes en tungstène cérium conviennent à la fois au soudage en courant continu (CC) et en courant alternatif (CA), mais

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

un type de courant, une intensité ou une polarité inappropriée peuvent entraîner une instabilité de l'arc, affectant l'effet de soudage.

Analyse des causes

Mauvais type de courant : Dans le soudage AC, les électrodes cérium-tungstène dépassent les électrodes en tungstène pur, mais en courant continu direct (DCEP), elles peuvent provoquer une instabilité de l'arc en raison d'une surchauffe.

Intensité de courant excessive : Le dépassement de la plage de courant recommandé pour l'électrode (par exemple, une électrode de 1,6 mm >150 A) peut provoquer une surchauffe de la pointe, provoquant une gigue de l'arc.

Faible intensité de courant : Un courant trop faible (par exemple, <10 A) peut entraîner des difficultés d'initiation d'arc ou une instabilité de l'arc, en particulier dans le soudage de précision.

Mauvaise sélection de polarité : La connexion inverse en courant continu (DCEN) est une polarité courante des électrodes en cérium-tungstène, et si le courant continu est mal utilisé, la stabilité de l'arc diminuera.

solution

Choisissez le bon type de courant : choisissez entre DC Reverse (DCEN) ou AC (AC) en fonction du matériau de soudure. Le DCEN convient à l'acier inoxydable et à l'acier au carbone, et l'AC convient aux alliages d'aluminium et de magnésium.

Réglez l'intensité du courant : Sélectionnez la plage de courant appropriée en fonction du diamètre de l'électrode (par exemple, 50 ~ 100 A est recommandé pour une électrode de 1,6 mm). Évitez de dépasser la capacité de courant maximale de l'électrode.

Calibrer la polarité : Assurez-vous que la polarité DCEN est utilisée pour réduire la surchauffe de la pointe. Lors du soudage AC, ajustez la balance des demi-ondes positive et négative pour optimiser la stabilité de l'arc.

Utilisez un équipement de réglage du courant : Utilisez des machines à souder avec des fonctions de stabilisation du courant pour réduire l'impact des fluctuations de courant sur l'arc électrique.

Notes supplémentaires

Le réglage du courant doit correspondre au diamètre de l'électrode et au matériau de soudure. AWS A5.12 fournit des recommandations détaillées de plage de courant, permettant aux utilisateurs d'ajuster les paramètres en fonction des spécifications des électrodes et des tâches de soudage. De plus, l'étalonnage régulier de la machine à souder pour assurer une sortie de courant stable est une mesure importante pour compenser l'instabilité de l'arc.

9.1.3 Problèmes d'écoulement ou de pureté des gaz de protection

Contexte du problème

Les gaz de protection, tels que l'argon ou l'hélium, sont utilisés pour protéger les arcs et les bains de fusion afin d'éviter l'oxydation et la contamination. Les problèmes de débit ou de pureté du gaz peuvent entraîner un arc électrique instable, affectant la qualité de la soudure.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Analyse des causes

Faible débit : Un débit de gaz insuffisant (p. ex., <5 L/min) ne peut pas protéger efficacement l'arc, ce qui provoque l'entrée d'air et provoque une gigue de l'arc.

Débit excessif : Un débit de gaz excessif (tel que >15 L/min) peut provoquer des turbulences et interférer avec la stabilité de l'arc.

Pureté insuffisante du gaz : L'oxygène ou l'humidité (pureté $<99,99\%$) mélangés au gaz de protection peuvent entraîner une instabilité de l'arc ou l'oxydation de la pointe.

Type de gaz inapproprié : L'hélium convient au soudage à fort apport de chaleur, mais il peut entraîner une dispersion de l'arc s'il est utilisé pour le soudage de précision à faible courant.

solution

Ajustez le débit de gaz : Réglez le débit approprié en fonction du diamètre de l'électrode et des conditions de soudage, généralement $5 \sim 12$ L/min. Le soudage à faible courant utilise des débits plus faibles, et le soudage à courant élevé est augmenté de manière appropriée.

Assurez-vous de la pureté du gaz : Utilisez du gaz argon de haute pureté ($\geq 99,99\%$) et inspectez régulièrement les bouteilles de gaz et les conduites pour éviter toute contamination.

Choisissez le bon gaz : Préférez l'argon pour le soudage TIG, l'hélium ou les mélanges argon-hélium adaptés aux plaques épaisses ou aux scénarios à fort apport de chaleur.

Vérifiez le système de gaz : Vérifiez régulièrement les conduites de gaz et les débitmètres pour vous assurer qu'il n'y a pas de fuites ou de blocages et maintenir un approvisionnement en gaz stable.

Notes supplémentaires

La sélection et le débit du gaz de protection doivent être adaptés au processus de soudage. Par exemple, la norme GB/T 4192 recommande l'argon comme gaz de protection principale, et l'hélium pour les scénarios spéciaux à fort apport de chaleur. Les utilisateurs doivent entretenir régulièrement le système de gaz pour éviter l'instabilité de l'arc provoquée par le vieillissement ou la contamination des canalisations.

9.1.4 Contamination ou oxydation des électrodes

Contexte du problème

La contamination ou l'oxydation des électrodes peut modifier les propriétés de surface des électrodes en cérium et tungstène, affectant l'émission d'électrons et la stabilité de l'arc. La contamination peut provenir de l'environnement de fonctionnement, des éclaboussures de la piscine de fusion ou d'un stockage inapproprié.

Analyse des causes

Éclaboussures de bain de fusion : Pendant le soudage, le métal du bain de fusion éclabousse l'extrémité de l'électrode, formant une couche de contamination qui interfère avec les émissions d'électrons.

Pollution de l'environnement : L'huile, la poussière ou l'humidité de l'air adhèrent à la surface de l'électrode, provoquant la stabilité de l'arc.

Formation d'une couche d'oxyde : Lorsque l'électrode est exposée à l'air chaud ou que le gaz de protection est insuffisant, une couche d'oxyde se forme à la surface, entravant l'émission d'électrons.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Stockage inapproprié : Les électrodes sont stockées dans des environnements humides ou contaminés, ce qui entraîne une contamination ou une oxydation des surfaces.

solution

Prévenir les éclaboussures de Meltpool : Ajustez l'angle et la distance de soudage pour réduire les éclaboussures de piscine. Utilisez une électrode de bouclier appropriée pour l'écoulement du gaz protecteur.

Nettoyez les surfaces des électrodes : Utilisez des solutions de nettoyage spécialisées (comme l'alcool) ou un nettoyage par ultrasons pour éliminer l'huile et la poussière de surface.

Prévenir l'oxydation : Assurez-vous d'un gaz de protection suffisant pour éviter d'exposer l'électrode à l'air chaud. Refroidissez l'électrode immédiatement après le soudage.

Stockage standardisé : Stockez les électrodes dans un récipient hermétique sec et étanche à la poussière pour éviter l'humidité et la contamination.

Notes supplémentaires

La contamination et l'oxydation des électrodes sont des causes courantes d'instabilité de l'arc, en particulier dans les environnements industriels à forte humidité ou à forte pollution. La norme ISO 6848 met l'accent sur les exigences de stockage et de nettoyage des électrodes, et les utilisateurs doivent établir un système strict de gestion des électrodes pour garantir la qualité de surface.

9.2 Que dois-je faire si l'extrémité de l'électrode de tungstène en cérium brûle trop rapidement ?

L'épuisement rapide de la pointe est un problème de courant dans l'utilisation d'électrodes en cérium tungstène, qui se manifeste par une usure ou une fusion rapide de la pointe de l'électrode, raccourcissant la durée de vie. Ce qui suit analyse les causes et fournit des solutions sous quatre aspects : le type de courant, l'angle de broyage, le gaz de protection et la teneur en cérium.

9.2.1 Vérifier le type de courant et la polarité

Contexte du problème

Le type de courant et la polarité proviennent directement de la charge thermique sur la pointe de l'électrode. Les électrodes en cérium-tungstène conviennent au soudage à courant continu inverse (DCEN) et à courant alternatif (AC), mais des réglages de courant inappropriés peuvent provoquer une surchauffe et un épuisement de la pointe.

Analyse des causes

Courant continu direct (DCEP) : D CE P a soumis l'électrode à une charge thermique plus élevée, provoquant un grillage rapide de la pointe.

Déséquilibre AC : Dans le soudage AC, les déséquilibres demi-ondes positives et négatives (comme une demi-onde positive trop longue) peuvent augmenter la chaleur de la pointe.

Courant excessif : Le dépassement de la plage de courant recommandé pour l'électrode peut entraîner une surchauffe et une fusion de la pointe.

Fluctuations de courant : Une puissance instable de la machine à souder peut provoquer une surchauffe locale de la pointe.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

solution

Préférer DCEN : Choisissez l'inversion de polarité DC pour réduire la charge thermique de l'électrode, adaptée au soudage de l'acier inoxydable et de l'acier au carbone.

Optimisez l'équilibre AC : Lors du soudage AC, ajustez le rapport entre les demi-ondes positives et négatives (telles que 30 % ~ 50 % de demi-ondes positives) pour réduire la chaleur à la pointe.

Contrôle de l'intensité du courant : Choisissez la plage de courant appropriée en fonction du diamètre de l'électrode pour éviter un courant excessif.

Calibrez la machine à souder : Utilisez une machine à souder avec stabilisation du courant pour assurer une sortie fluide.

Notes supplémentaires

AWS A5.12 recommande le DCEN comme polarité principale pour les électrodes cérium-tungstène, et le soudage AC nécessite un ajustement minutieux des paramètres d'équilibre. Les utilisateurs doivent vérifier régulièrement la stabilité de sortie actuelle de la machine à souder pour éviter l'épuisement de la pointe en raison de problèmes d'équipement.

9.2.2 Optimiser l'angle de meulage de la pointe

Contexte du problème

L'angle de meulage de la pointe affecte la concentration de l'arc et la répartition de la chaleur. Un angle de meulage inapproprié peut provoquer une surchauffe de la pointe, accélérant ainsi l'épuisement.

Analyse des causes

Angle de cône trop petit : Un angle de cône trop petit (par exemple $<20^\circ$) rend l'arc trop concentré, la température de la pointe augmente et l'épuisement est accéléré.

Meulage inégal : La forme asymétrique de la pointe entraîne une surchauffe localisée, déclenchant l'épuisement.

Surface rugueuse : Les marques de meulage ou les surfaces rugueuses augmentent la décharge partielle, accélérant l'usure de la pointe.

Fréquence de broyage insuffisante : Si l'électrode n'est pas réaffûtée pendant une longue période, la forme de la pointe se détériorera et provoquera un épuisement.

solution

Choisissez le bon angle de cône : choisissez un angle de cône de 20° à 40° (courant faible) ou 40° à 60° (courant élevé) en fonction du courant et du matériau pour équilibrer la concentration de l'arc et la répartition de la chaleur.

Assurez un broyage uniforme : Utilisez un broyeur d'électrodes spécialisé pour assurer des pointes symétriques et éviter la surchauffe locale.

Polissage de la pointe : Utilisez une meule à grain fin pour polir la pointe afin de réduire la rugosité de la surface.

Réaffûtage régulier : En fonction du temps de soudage et de l'état de la pointe, réaffûtez régulièrement l'électrode pour maintenir une forme optimale.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Notes supplémentaires

Le choix de l'angle de meulage de la pointe est combiné avec la tâche de soudage. Par exemple, la norme GB/T 4192 recommande d'utiliser un angle de cône plus petit courant pour le soudage de précision à faible et un angle de cône plus grand pour le soudage à fort apport de chaleur. Les utilisateurs doivent utiliser un équipement de meulage professionnel pour garantir une qualité de pointe.

9.2.3 Ajuster le type et le débit du gaz de protection

Contexte du problème

Le type et le débit du gaz de protection possèdent le degré de protection thermique et d'oxydation de la pointe de l'électrode. Des réglages de gaz incorrects peuvent faire griller l'embout trop rapidement.

Analyse des causes

Débit insuffisant : Un débit de gaz trop faible (par exemple, <5 L/min) ne peut pas protéger efficacement la pointe, ce qui entraîne une oxydation et un épuisement.

Débit excessif : Un débit de gaz excessif (par exemple, >15 L/min) peut provoquer des turbulences, augmentant la charge thermique sur la pointe.

Type de gaz inapproprié : La conductivité thermique élevée de l'hélium peut entraîner une surchauffe des pointes, en particulier dans le soudage à faible.

Pureté insuffisante du gaz : L'oxygène ou l'humidité mélangée au gaz accélèrent l'oxydation de la pointe.

solution

Optimisez le débit de gaz : réglez le débit de $5 \sim 12$ L/min, utilisez un débit inférieur pour le soudage à faible courant et augmentez-le de manière appropriée pour le soudage à courant élevé.

Choisissez l'argon comme gaz principal : Préférez utiliser l'argon comme gaz de protection, l'hélium ou le mélange argon-hélium pour les scénarios à fort apport de chaleur.

Assurez-vous de la pureté du gaz : Utilisez du gaz argon de haute pureté ($\geq 99,99\%$) et inspectez les bouteilles de gaz et les conduites pour éviter toute contamination.

Entretien du système de gaz : Vérifiez régulièrement le débitmètre et les conduites pour assurer une alimentation en gaz stable.

Notes supplémentaires

Le choix et le débit du gaz de protection dépendent directement de la durée de vie de l'embout. La norme ISO 6848 recommande l'argon comme principal gaz de protection pour le soudage TIG, et les utilisateurs doivent ajuster le débit en fonction des conditions de soudage pour s'assurer que la pointe est efficacement protégée.

9.2.4 Utiliser des électrodes à teneur en cérium plus élevée

Contexte du problème

La teneur en cérium affecte la résistance à haute température et la capacité d'émission d'électrons de l'électrode. Les électrodes standards en cérium-tungstène (WC20, oxyde de cérium $1,8\% \sim 2,2\%$)

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

peuvent brûler rapidement dans des scénarios à fort apport de chaleur.

Analyse des causes

Teneur insuffisante en cérium : Des niveaux de cérium plus faibles peuvent ne pas fournir des capacités d'émission d'électrons suffisantes, ce qui entraîne une surchauffe de la pointe.

Environnements à haute température : Le soudage à apport de chaleur élevée (comme le soudage de plaques épaisses) nécessite une résistance à la brûlure plus élevée de l'électrode.

Différences de qualité des électrodes : La distribution du cérium est inégale entre les différents lots d'électrodes, ce qui peut entraîner une combustion localisée.

Inadéquation du processus : Des électrodes à faible teneur en cérium sont utilisées dans des scénarios à courant élevé, ce qui accélère l'usure de la pointe.

solution

Choisissez des électrodes à haute teneur en cérium : Dans les scénarios à fort apport de chaleur, choisissez des électrodes avec une teneur en oxyde de cérium proche de 2,2 % pour améliorer la résistance aux hautes températures.

Vérifier la qualité de l'électrode : Choisissez des électrodes conformes aux normes ISO 6848 ou GB/T 4192 pour assurer une distribution uniforme du cérium.

Adaptez les conditions de soudage : choisissez l'électrode à teneur en cérium appropriée en fonction du matériau et du courant de soudage, et évitez d'utiliser des électrodes à faible teneur en cérium dans des scénarios à haute chaleur.

Remplacez régulièrement les électrodes : Surveillez l'épuisement de la pointe et remplacez rapidement les électrodes pour éviter d'affecter la qualité de la soudure en raison d'une usure excessive.

Notes supplémentaires

Les électrodes à haute teneur en cérium améliorent la résistance aux brûlures, mais sont plus coûteuses. Les utilisateurs doivent peser le coût et les performances en fonction des exigences de performance d'AWS A5.12 et choisir le type d'électrode approprié.

9.3 Comment choisir la bonne teneur en cérium ?

La sélection de la teneur en cérium appropriée est essentielle pour garantir les performances des électrodes en cérium-tungstène, en tenant compte des matériaux de soudage, des types de courant, des conditions environnementales et des facteurs de coût. Voici une analyse de la base de sélection sous quatre aspects.

9.3.1 Sélection en fonction du matériau de soudage (acier inoxydable, aluminium, etc.)

Contexte du problème

Différents matériaux de soudage (tels que l'acier inoxydable, l'aluminium, l'acier au carbone) ont des exigences différentes pour les performances d'arc et la résistance à haute température de l'électrode, et la teneur en cérium doivent être adaptés.

Analyse des causes

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Acier inoxydable : nécessite un arc à faible courant et un arc stable, adapté à une teneur en cérium standard (1,8 % ~ 2,0 %).

Alliage d'aluminium : Une capacité d'émission d'électrons élevée est requise dans le soudage AC, adaptée à une teneur en cérium plus élevée (2,0 % ~ 2,2 %).

Acier au carbone : Le soudage à apport de chaleur élevée nécessite une résistance à la brûlure élevée et convient à une teneur en cérium proche de 2,2 %.

Alliages spéciaux : tels que les alliages de titane, qui doivent avoir une stabilité d'arc extrêmement élevée, et doivent choisir une électrode à haute teneur en cérium avec un dopage uniforme.

solution

Soudage de l'acier inoxydable : Choisissez une électrode WC20 avec une teneur en cérium de 1,8 % ~ 2,0 % pour garantir des performances d'arc à faible courant.

Soudage en alliage d'aluminium : Choisissez une électrode avec une teneur en cérium de 2,0 % ~ 2,2 % pour optimiser la stabilité de l'arc de soudage AC.

Soudage de l'acier au carbone : Choisissez des électrodes avec une teneur proche de 2,2 % de cérium pour améliorer la résistance aux hautes températures.

Soudage d'alliages spéciaux : Choisissez des électrodes à haute teneur en cérium et de qualité stable, conformément aux normes ISO 6848 ou HB 7716.

Notes supplémentaires

Le choix du matériau de soudage a un impact direct sur la demande de teneur en cérium. La norme GB/T 4192 fournit des recommandations pour les paramètres de soudage pour différents matériaux, et les utilisateurs doivent choisir l'électrode appropriée en fonction des caractéristiques du matériau et des exigences du processus.

9.3.2 Sélectionner en fonction du type et de l'intensité du courant

Contexte du problème

Le type de courant (CC ou CA) et son intensité affectent la charge thermique et la capacité d'émission d'électrons de l'électrode, et la teneur en cérium doit correspondre aux conditions de courant.

Analyse des causes

DC Reverse (DCEN) : faible charge thermique, adapté à une teneur en cérium standard (1,8 % ~ 2,0 %).

Courant alternatif (CA) : la commutation demi-onde positive et négative augmente la charge thermique et nécessite une teneur en cérium plus élevée (2,0 % ~ 2,2 %).

Faible courant : tel que < 50 A, des performances d'arc élevées sont requises, adaptées à une teneur en cérium de 1,8 % à 2,0 %.

Courant élevé : par exemple > 100 A, ce qui nécessite une résistance élevée à la combustion et convient à une teneur en cérium proche de 2,2 %.

solution

DCEN : Choisissez une électrode WC20 avec une teneur en cérium de 1,8 % à 2,0 %, adaptée aux

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

scénarios à faible apport de chaleur.

Soudage CA : sélectionnez des électrodes avec une teneur en cérium de 2,0 % à 2,2 % pour optimiser l'équilibre des demi-ondes positives et négatives.

Soudage à faible courant : choisissez des électrodes à teneur en cérium standard pour garantir les performances de l'arc.

Soudage à courant élevé : choisissez des électrodes à haute teneur en cérium pour améliorer la résistance à l'épuisement.

Notes supplémentaires

L'AWS A5.12 fournit des directives de sélection d'électrodes pour le type et l'intensité du courant, et les utilisateurs doivent sélectionner la teneur en cérium appropriée en fonction de la plage de sortie de courant de la machine à souder.

9.3.3 Tenir compte de l'environnement de soudage et de la compatibilité de l'équipement

Contexte du problème

L'environnement de soudage (par exemple, l'humidité, la température) et les performances de l'équipement affectent le choix de l'électrode, et la teneur en cérium doit s'adapter à ces conditions.

Analyse des causes

Environnement à forte humidité : l'humidité peut provoquer l'oxydation de l'électrode, choisissez donc une électrode résistante à la corrosion avec une teneur élevée en cérium.

Environnement à haute température : augmente le risque de brûlure de la pointe et nécessite la sélection d'électrodes à haute teneur en cérium.

Performances de l'équipement : les machines à souder plus anciennes peuvent avoir une sortie instable, il faut donc sélectionner des électrodes hautes performances pour compenser.

Système de gaz protecteur : une pureté de gaz ou un débit insuffisant affectera les performances de l'électrode, choisissez donc une électrode avec une durabilité plus élevée.

solution

Environnement à forte humidité : choisissez une électrode avec une teneur en cérium de 2,0 % à 2,2 % pour améliorer la résistance à la corrosion.

Environnements à haute température : choisissez des électrodes à haute teneur en cérium pour prolonger la durée de vie de la pointe.

Matériel ancien : privilégiez les électrodes WC20 performantes pour compenser l'instabilité du matériel.

Optimisez les systèmes de gaz : assurez un approvisionnement en gaz de haute pureté avec des électrodes à teneur en cérium standard.

Notes supplémentaires

La complexité de l'environnement de soudage exige que les utilisateurs prennent en compte à la fois les performances des électrodes et l'état de l'équipement. La norme EN 26848 souligne l'adaptabilité des électrodes à différents environnements, et les utilisateurs doivent vérifier régulièrement l'état de l'environnement et de l'équipement.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

9.3.4 Équilibre entre coût et performance

Contexte du problème

Les électrodes à haute teneur en cérium ont d'excellentes performances mais un coût élevé, et les utilisateurs doivent trouver un équilibre entre coût et performances.

Analyse des causes

Coût de la teneur élevée en cérium : les électrodes avec une teneur en oxyde de cérium proche de 2,2 % ont des coûts de production plus élevés, ce qui les rend adaptées aux scénarios à forte demande.

Teneur en cérium standard Applicabilité : l'électrode de 1,8 % à 2,0 % a un coût inférieur et convient au soudage conventionnel.

Durée de vie : les électrodes à haute teneur en cérium ont une durée de vie plus longue, réduisant ainsi les coûts à long terme.

Approvisionnement en gros : l'utilisation d'électrodes à haute teneur en cérium en grandes quantités peut augmenter le coût global.

solution

Soudage conventionnel : Choisissez une électrode WC20 avec une teneur en cérium de 1,8 % à 2,0 % pour réduire les coûts.

Soudage à forte demande : choisissez des électrodes avec une teneur en cérium de 2,0 % à 2,2 % pour garantir les performances.

Évaluation des coûts : choisissez l'électrode la plus rentable en fonction des exigences de fréquence de soudage et de durée de vie.

Sélection des fournisseurs : Choisissez des fournisseurs conformes aux normes ISO 6848 ou GB/T 4192, garantissant ainsi l'équilibre entre qualité et coût.

Notes supplémentaires

L'équilibre entre coût et performance est déterminé par le budget du projet et les exigences de soudage. Les utilisateurs peuvent consulter le rapport annuel de l'Association chinoise de l'industrie du tungstène pour comprendre l'évolution des prix du marché et choisir l'électrode appropriée.

9.4 Contre-mesures pour la difficulté d'arc des électrodes en cérium tungstène

Les difficultés d'amorçage d'arc sont un problème fréquent lors de l'utilisation d'électrodes en cérium-tungstène. Elles se manifestent par un amorçage difficile ou nécessitant plusieurs tentatives.

Les causes sont analysées ci-dessous et des solutions sont proposées sous quatre aspects : propreté de la surface, géométrie de la pointe, paramètres de l'appareil et stabilité de la puissance.

9.4.1 Vérifier la propreté de la surface de l'électrode

Contexte du problème

La propreté de la surface de l'électrode affecte directement la capacité d'émission d'électrons, et la contamination ou l'oxydation peuvent provoquer des difficultés d'arc.

Analyse des causes

Contamination de surface : de l'huile, de la poussière ou des éclaboussures de bain de fusion

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

adhèrent à la surface de l'électrode, empêchant l'émission d'électrons.

Couche d'oxyde : l'électrode est exposée à l'air ou à un gaz de protection insuffisant, ce qui entraîne une oxydation de surface et une réduction des performances d'arc.

Stockage inapproprié : Les électrodes sont stockées dans un environnement humide, ce qui entraîne une contamination ou la formation de couches d'oxyde à la surface.

Contamination opérationnelle : L'exposition aux contaminants pendant le soudage, comme les mains moites, peut affecter la qualité de la surface.

solution

Nettoyer les électrodes : Essuyer la surface de l'électrode avec de l'alcool ou une solution de nettoyage spéciale, et nettoyer par ultrasons si nécessaire.

Prévenir l'oxydation : assurer une quantité suffisante de gaz de protection pour éviter d'exposer l'électrode à l'air chaud.

Stockage réglementé : Conserver les électrodes dans un récipient hermétique, sec et à l'abri de la poussière.

Spécifications de fonctionnement : Portez des gants pour utiliser les électrodes afin d'éviter la pollution par la transpiration des mains.

Notes supplémentaires

La propreté de la surface des électrodes est essentielle à la performance de l'arc. La norme ISO 6848 souligne les exigences de stockage et de nettoyage des électrodes, et les utilisateurs doivent mettre en place un système strict de gestion des électrodes.

9.4.2 Optimisation de la géométrie de la pointe

Contexte du problème

La géométrie de la pointe affecte la capacité d'allumage de l'arc et une forme incorrecte peut entraîner des difficultés d'amorçage de l'arc.

Analyse des causes

Angle de cône trop grand : Un angle de cône trop grand (par exemple $> 60^\circ$) disperse l'arc et rend son allumage difficile.

Passivation de la pointe : une utilisation prolongée conduit à un ternissement de la pointe, réduisant l'efficacité de l'émission d'électrons.

Forme asymétrique : un meulage irrégulier entraîne une déviation de l'arc, augmentant la difficulté d'amorçage de l'arc.

Surface rugueuse : les marques de meulage ou les surfaces rugueuses interfèrent avec les émissions d'électrons.

solution

Choisissez le bon angle de cône : utilisez un angle de cône de 20° 30° pour le soudage à faible courant et un angle de cône de 30° 50° pour le soudage à courant élevé.

Affûtage régulier : Réaffûtez la pointe en fonction du temps d'utilisation, en conservant une forme nette.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Assurer la symétrie : Utilisez des rectifieuses spécialisées pour garantir que la pointe est symétrique.
Conseils de polissage : Le polissage avec une meule à grain fin réduit la rugosité de la surface.

Notes supplémentaires

L'optimisation de la géométrie de la pointe est essentielle pour résoudre les problèmes d'amorçage d'arc. La norme AWS A5.12 recommande de choisir l'angle de cône approprié en fonction du courant et du matériau, et d'utiliser un équipement de meulage professionnel.

9.4.3 Réglage des paramètres de l'équipement de soudage (démarrage de l'arc haute fréquence, etc.)

Contexte du problème

Les paramètres de l'équipement de soudage, tels que les réglages d'amorçage de l'arc à haute fréquence, affectent directement les performances de l'arc, et des paramètres incorrects peuvent entraîner des difficultés d'arc.

Analyse des causes

Arc électrique insuffisant à haute fréquence : L'intensité ou la fréquence des impulsions à haute fréquence est trop faible, ce qui rend difficile l'amorçage de l'arc.

Réglage du courant trop bas : Le courant est inférieur à la plage recommandée de l'électrode et l'émission d'électrons est insuffisante.

Gaz de protection inapproprié : le débit ou le type de gaz ne correspond pas, ce qui affecte l'allumage de l'arc.

Vieillesse de l'équipement : Le module haute fréquence ou la puissance de sortie de la machine à souder est instable.

solution

Optimisez l'arc électrique haute fréquence : ajustez l'intensité et la fréquence des impulsions haute fréquence pour garantir un arc électrique d'allumage rapide.

Régalez le courant approprié : choisissez le courant d'arc approprié en fonction du diamètre de l'électrode (par exemple, 30 à 50 A sont recommandés pour une électrode de 1,6 mm).

Ajustez le gaz de protection : utilisez du gaz argon et réglez le débit de 5 à 10 L/min pour garantir l'effet de protection.

Équipement de maintenance : Calibrez régulièrement la machine à souder et vérifiez le module haute fréquence et la stabilité de l'alimentation électrique.

Notes supplémentaires

L'arc haute fréquence est une méthode courante d'induction d'arc pour les électrodes en cérium-tungstène. La norme GB/T 4192 propose des suggestions de réglage des paramètres. Les utilisateurs doivent entretenir régulièrement leur équipement pour garantir les performances d'amorçage de l'arc.

9.4.4 Remplacer l'électrode ou vérifier la stabilité de l'alimentation électrique

Contexte du problème

La qualité de l'électrode ou la stabilité de l'alimentation électrique peuvent entraîner des difficultés

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

d'arc et doivent être résolues en remplaçant l'électrode ou en vérifiant l'alimentation électrique.

Analyse des causes

Problèmes de qualité des électrodes : une distribution inégale du cérium ou des impuretés excessives affectent les performances d'amorçage de l'arc.

Vieillesse de l'électrode : une utilisation prolongée entraîne une détérioration de la pointe, réduisant ainsi les capacités d'arc.

Alimentation électrique instable : la tension ou le courant de sortie de la machine à souder fluctue, ce qui affecte l'allumage de l'arc.

Problèmes de connexion : contact lâche ou mauvais avec les pinces d'électrodes, entraînant une mauvaise transmission du courant.

solution

Remplacez l'électrode : Choisissez une électrode WC20 conforme aux normes ISO 6848 ou GB/T 4192 pour garantir la qualité.

Remplacement régulier : remplacez les électrodes en temps opportun en fonction du temps d'utilisation et de l'état de la pointe.

Vérifiez l'alimentation électrique : étalonnez la machine à souder pour garantir une tension et un courant de sortie stables.

Vérifiez la pince : assurez-vous que la pince de l'électrode est bien serrée et en bon contact.

Notes supplémentaires

La stabilité de l'alimentation électrique et la qualité des électrodes sont essentielles à la performance de l'arc. Les utilisateurs doivent choisir des fournisseurs fiables et inspecter régulièrement leur équipement de soudage afin d'éviter toute difficulté d'arc due à des problèmes matériels.

9.5 Analyse du problème de l'utilisation mixte du tungstène cérium et du tungstène lanthane

Les électrodes en cérium tungstène (WC20) et en lanthane tungstène (WL20) présentent des performances et une utilisation similaires, mais leur mélange peut entraîner une baisse des performances ou une confusion dans la gestion. Ce qui suit analyse le problème du mélange sous quatre aspects : impact sur les performances, stabilité de l'arc, gestion de l'identification et alternatives.

9.5.1 Effets du mixage sur les performances

Contexte du problème

Les électrodes en tungstène cérium et en tungstène lanthane conviennent toutes deux au soudage TIG, mais la différence de dopage (oxyde de cérium et oxyde de lanthane) conduit à des propriétés différentes et le mélange peut affecter l'effet de soudage.

Analyse des causes

Capacité d'émission d'électrons : l'oxyde de cérium de l'électrode en tungstène de cérium offre de bonnes performances d'arc à faible courant, et l'oxyde de lanthane de l'électrode en tungstène de lanthane est plus résistant à l'épuisement à des courants élevés.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Différences de charge thermique : les électrodes en tungstène au lanthane sont plus stables dans les scénarios d'apport de chaleur élevé, tandis que les électrodes en tungstène au cérium conviennent aux courants faibles à modérés.

Différences de composition chimique : le mélange peut entraîner des performances incohérentes de l'électrode, affectant la qualité de la soudure.

Adaptabilité du processus : différentes électrodes conviennent à différents paramètres de soudage et le mélange peut entraîner des réglages de paramètres incorrects.

solution

Scénarios d'utilisation clairs : choisissez l'électrode appropriée en fonction du matériau de soudage et du courant pour éviter tout mélange.

Conserver séparément : Conservez les électrodes en tungstène cérium et en tungstène lanthane séparément pour éviter toute confusion.

Ajuster les paramètres de soudage : ajustez le courant et le débit de gaz en fonction du type d'électrode pour garantir l'adéquation des performances.

Vérification de la qualité : utilisez des électrodes conformes aux normes ISO 6848 ou AWS A5.12 pour éviter les écarts de performances.

Notes supplémentaires

Les différences de performances entre les électrodes en tungstène cérium et en tungstène lanthane doivent être sélectionnées en fonction du procédé spécifique. La norme AWS A5.12 compare les performances des deux électrodes. Les utilisateurs doivent choisir un type d'électrode spécifique en fonction de leurs besoins de soudage.

9.5.2 Problèmes d'instabilité de l'arc pouvant être causés par le mélange

Contexte du problème

L'utilisation mixte d'électrodes en tungstène cérium et en tungstène lanthane peut entraîner une instabilité de l'arc, affectant la qualité de la soudure et l'efficacité du processus.

Analyse des causes

Différence dans les performances d'arc : les électrodes en cérium-tungstène ont de meilleures performances d'arc que le tungstène-lanthane à faible courant, et le mélange peut entraîner des difficultés d'arc.

Différences de stabilité de l'arc : les électrodes en tungstène au lanthane sont plus stables à des courants élevés, et les électrodes en tungstène au cérium peuvent provoquer des tremblements de l'arc en raison d'une surchauffe.

Inadéquation des paramètres : lors du mélange d'électrodes, les paramètres de soudage peuvent ne pas être adaptés au type d'électrode actuel.

Différence de forme de pointe : l'angle de cône recommandé des deux électrodes est différent et le mélange peut entraîner une dispersion de l'arc.

solution

Évitez les mélanges : privilégiez l'utilisation d'un seul type d'électrode pour garantir la cohérence

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

du processus.

Optimiser les paramètres : ajustez le courant, la polarité et le débit de gaz en fonction du type d'électrode.

Vérifiez la forme de la pointe : assurez-vous que le meulage de la pointe de l'électrode correspond à l'angle de cône recommandé (par exemple, tungstène cérium 20°40°, tungstène lanthane 30°50°).

Inspection régulière : Confirmez le type d'électrode avant le soudage pour éviter l'instabilité causée par le mélange.

Notes supplémentaires

L'instabilité de l'arc est un problème fréquent avec les électrodes mixtes. La norme EN 26848 recommande aux utilisateurs de différencier rigoureusement les types d'électrodes afin d'éviter les problèmes de procédé causés par le mélange.

9.5.3 Suggestions d'identification et de gestion lors du mélange

Contexte du problème

Les électrodes de tungstène au cérium et de tungstène au lanthane ont des apparences similaires et leur mélange peut se produire en raison d'un marquage flou, affectant la qualité du soudage et l'efficacité de la gestion.

Analyse des causes

Identification de couleurs similaires : les couleurs finales du tungstène cérium (gris) et du tungstène lanthane (bleu) peuvent être difficiles à distinguer en basse lumière.

Désordre de stockage : les électrodes ne sont pas stockées séparément par type, ce qui entraîne une confusion.

Étiquettes manquantes : identification du modèle peu claire sur l'emballage ou les électrodes, augmentant le risque de mélange.

Opération négligente : l'opérateur n'a pas soigneusement vérifié le type d'électrode et l'a utilisé directement.

solution

Identification des couleurs améliorée : l'étiquetage est strictement conforme au codage couleur ISO 6848 ou AWS A5.12 (gris tungstène cérium, bleu tungstène lanthane).

Stocker séparément : Stockez les électrodes en tungstène cérium et en tungstène lanthane dans des récipients ou des étiquettes séparés pour éviter toute confusion.

Étiquetage clair : assurez-vous que l'emballage de l'électrode indique le numéro de modèle WC20 ou WL20, y compris les informations sur le fabricant et le lot.

Formation à l'utilisation : Les opérateurs sont formés pour identifier le type d'électrode et vérifier l'identification avant utilisation.

Notes supplémentaires

L'identification et la gestion sont essentielles pour éviter les mélanges. La norme GB/T 4192 souligne les exigences en matière de codage couleur et d'emballage des électrodes, et les utilisateurs doivent mettre en place un système strict de gestion des électrodes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

9.5.4 Sélection d'électrodes recommandées et alternatives

Contexte du problème

Pour éviter les mélanges, les utilisateurs doivent choisir l'électrode adaptée à leurs besoins de soudage et comprendre les alternatives pour optimiser le processus.

Analyse des causes

Différences dans les exigences du processus : le tungstène cérium convient aux courants faibles à modérés, et le tungstène lanthane convient aux courants élevés, et le mélange peut entraîner de mauvaises performances.

Différence de coût : les électrodes en tungstène lanthane sont plus chères et les alternatives doivent être évaluées en termes de rentabilité.

Stabilité de l'approvisionnement : Certaines électrodes peuvent être difficiles à obtenir dans certaines régions, nécessitant des options alternatives.

Compatibilité des équipements : différentes électrodes ont des exigences de paramètres différentes pour les équipements de soudage, et elles doivent être adaptées et sélectionnées.

solution

Soudage faible courant : Privilégiez les électrodes cérium-tungstène (WC20), adaptées au soudage de l'inox et des tôles.

Soudage à courant élevé : Choisissez l'électrode en tungstène au lanthane (WL20), adaptée au soudage des plaques épaisses et des superalliages.

Alternative : Si l'approvisionnement en électrodes de tungstène cérium est insuffisant, des électrodes de tungstène lanthane peuvent être utilisées à la place, mais l'angle du cône et les paramètres de courant doivent être ajustés.

Sélection des fournisseurs : Choisissez des fournisseurs conformes aux normes ISO 6848 ou GB/T 4192 pour garantir la qualité des électrodes.

Notes supplémentaires

Le choix des électrodes nécessite une prise en compte complète des exigences et des coûts du procédé. La norme AWS A5.12 compare les performances du tungstène cérium et du tungstène lanthane, permettant ainsi aux utilisateurs de sélectionner le type d'électrode adapté à leur application.



Chapitre 10 Tendances de développement futures des électrodes en cérium tungstène

Matériau clé du soudage à l'arc sous protection gazeuse (TIG) et du soudage plasma, les électrodes cérium-tungstène occupent une place importante dans l'industrie mondiale du soudage grâce à leur faible radioactivité, leurs excellentes propriétés d'arc et leur stabilité. Avec le développement rapide de la science des matériaux, des technologies de fabrication et des industries émergentes, l'innovation technologique, les domaines d'application et l'environnement de marché des électrodes cérium-tungstène connaissent de profondes mutations. Ce chapitre examine les tendances futures du développement des électrodes cérium-tungstène sous trois angles : l'innovation technologique, le développement des applications, le marché et les politiques. Il analyse en profondeur le contexte, l'orientation du développement, l'impact potentiel et les perspectives d'application de chaque tendance.

10.1 Innovation technologique des électrodes en cérium tungstène

L'innovation technologique est au cœur de l'amélioration des performances et du développement des applications des électrodes en cérium-tungstène. À l'avenir, la recherche et le développement de nouveaux matériaux dopés, d'une fabrication intelligente et écologique et d'électrodes hautes performances seront au cœur du développement technologique, offrant des performances supérieures, des coûts réduits et des méthodes de production plus respectueuses de l'environnement pour les électrodes en cérium-tungstène.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

10.1.1 Nouveaux matériaux et procédés dopés

Contexte technique

Les performances de l'électrode cérium-tungstène dépendent principalement de l'effet synergique entre la matrice tungstène et le dopant oxyde de cérium. L'électrode cérium-tungstène traditionnelle (WC20) améliore les performances d'amorçage et la stabilité de l'arc grâce à l'ajout de 1,8 % à 2,2 % d'oxyde de cérium. Cependant, avec l'augmentation des exigences en matière de soudage de haute précision et de températures élevées, les limites du dopage à l'oxyde de cérium unique apparaissent progressivement. L'introduction de nouveaux matériaux dopants et de procédés de fabrication avancés améliorera considérablement la résistance aux températures élevées, la capacité d'émission d'électrons et la durée de vie des électrodes.

Tendance de développement

Technologie de dopage composite : À l'avenir, des électrodes à dopage composite seront développées, par exemple en ajoutant de l'oxyde de lanthane, de l'oxyde d'yttrium ou de la zircone à l'oxyde de cérium pour former un système multidopage. Le dopage composite optimise les performances d'émission d'électrons et réduit les taux de brûlure de la pointe, ce qui le rend adapté aux applications de soudage à fort apport thermique et de haute précision. Par exemple, les électrodes composites cérium-lanthane devraient présenter une meilleure stabilité de l'arc lors du soudage des superalliages.

Procédé de nanodopage : amélioration de la stabilité microstructurale de l'électrode grâce à un dopage uniforme de particules d'oxyde de cérium nanométriques (taille des particules < 100 nm). Le nanodopage améliore l'uniformité de la distribution de l'oxyde de cérium, réduit la surchauffe locale et améliore les performances d'arc des électrodes à faible courant, ce qui les rend particulièrement adaptées aux industries des semi-conducteurs et de la microélectronique.

Nouveaux matériaux de substrat : Explorez les alliages à base de tungstène, tels que les alliages tungstène-molybdène ou tungstène-rhénium, comme substrats pour améliorer la résistance mécanique et la résistance aux chocs thermiques des électrodes. Ces nouveaux matériaux de matrice prolongent la durée de vie des électrodes dans des environnements extrêmes.

Procédés de fabrication avancés : Le frittage plasma, le placage laser ou l'impression 3D permettent d'optimiser la répartition du dopage et la microstructure des électrodes. Le placage laser permet un contrôle précis des dopages, tandis que l'impression 3D permet de personnaliser les formes des électrodes pour répondre à des besoins de soudage spécifiques.

Technologie de modification de surface : la pulvérisation plasma ou le dépôt chimique en phase vapeur (CVD) est utilisé pour former un revêtement résistant aux hautes températures sur la surface de l'électrode, réduisant l'oxydation de la pointe et les dommages causés par l'épuisement, et améliorant la stabilité de l'électrode lors du soudage à haute fréquence.

Impact potentiel

Amélioration des performances : les technologies de dopage composite et de nano-dopage amélioreront considérablement les performances d'amorçage de l'arc et la résistance à haute température des électrodes, répondant ainsi à des scénarios à forte demande tels que l'industrie aérospatiale et nucléaire.

Contrôle des coûts : les nouveaux procédés doivent équilibrer l'amélioration des performances avec

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

les coûts de production, et le nanodopage et l'impression 3D peuvent avoir des coûts initiaux plus élevés, mais peuvent réduire la fréquence de remplacement des électrodes à long terme.

Mises à jour des normes industrielles : de nouveaux matériaux dopés entraîneront la révision de normes telles que l'ISO 6848, ajoutant de nouvelles exigences de classification et de test pour les électrodes composites dopées.

Perspectives de candidature

De nouveaux matériaux et procédés de dopage permettront aux électrodes cérium-tungstène de s'adapter à un plus large éventail de scénarios de soudage, tels que le soudage d'alliages à ultra-haute température, la fabrication de micro-dispositifs et la production d'équipements pour les nouvelles énergies. L'industrie aérospatiale peut utiliser des électrodes composites dopées pour réaliser un soudage de précision des alliages de titane, tandis que l'industrie des semi-conducteurs peut utiliser des électrodes nanodopées pour répondre aux besoins de la micro-soudure.

10.1.2 Fabrication intelligente et verte

Contexte technique

La fabrication intelligente et écologique est au cœur de la modernisation industrielle. La production d'électrodes en cérium tungstène fait appel à des procédés à haute énergie tels que la métallurgie des poudres et le frittage à haute température. Or, les procédés traditionnels engendrent des problèmes de gaspillage d'énergie et de pollution environnementale. À l'avenir, la production intelligente et les technologies de fabrication écologique optimiseront le processus de production des électrodes, amélioreront l'efficacité et réduiront l'impact environnemental.

Tendance de développement

Production intelligente : Introduire l'intelligence artificielle (IA) et les technologies de l'Internet des objets industriel (IIoT) pour optimiser le processus de production des électrodes. L'IA prédit la qualité des électrodes et ajuste automatiquement les paramètres du processus en surveillant en temps réel le dopage de la poudre, la température de frittage et la pression de moulage. Les systèmes IIoT permettent l'interconnexion des équipements de production et améliorent le niveau d'automatisation des lignes de production.

Inspection qualité en ligne : Développer des systèmes d'inspection en ligne basés sur l'IA, utilisant la vision artificielle et l'analyse spectrale pour détecter en temps réel la composition chimique, la microstructure et la qualité de surface des électrodes. Ces systèmes remplaceront les méthodes d'inspection manuelles traditionnelles, améliorant ainsi l'efficacité et la cohérence des inspections.

Procédé de production écologique : Des techniques de frittage à faible consommation d'énergie (comme le frittage par micro-ondes ou le frittage par plasma) sont utilisées pour réduire la consommation d'énergie. Développer une technologie de recyclage des déchets pour recycler la poudre de tungstène et les déchets d'oxyde de cérium dans le processus de production afin de réduire le gaspillage de matières premières.

Traitement de surface respectueux de l'environnement : remplacez les méthodes de nettoyage chimique traditionnelles par une technologie de nettoyage au plasma ou au laser pour réduire les émissions de liquides résiduels et améliorer le respect de l'environnement du processus de production.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Technologie de jumeau numérique : construisez un modèle jumeau numérique de la ligne de production d'électrodes, simulez le flux de processus, optimisez les paramètres de production et réduisez les coûts de test et l'impact environnemental.

Impact potentiel

Efficacité de production améliorée : la production intelligente peut raccourcir le cycle de production et améliorer la cohérence et la stabilité de la qualité des électrodes.

Respectueux de l'environnement : la technologie de fabrication verte réduira la consommation d'énergie et les émissions, sera conforme aux réglementations environnementales mondiales et améliorera la compétitivité des entreprises.

Optimisation des coûts : l'intelligence et la technologie de recyclage des déchets peuvent réduire les coûts de production à long terme, mais l'investissement initial en équipement est plus élevé.

Adaptabilité aux normes : la fabrication verte favorisera l'ajout de clauses de protection de l'environnement aux normes telles que GB/T 4192 et normalisera le processus de production.

Perspectives de candidature

Une fabrication intelligente et écologique rendra la production d'électrodes en cérium-tungstène plus efficace et plus respectueuse de l'environnement, répondant ainsi à la demande d'électrodes haute performance dans les secteurs de l'aérospatiale, de l'automobile et d'autres secteurs. Les systèmes de test intelligents offrent aux entreprises des capacités de traçabilité de la qualité, et les procédés écologiques renforcent la compétitivité des électrodes sur des marchés aux exigences environnementales strictes comme l'Europe.

10.1.3 Recherche et développement d'électrodes hautes performances

Contexte technique

Avec les progrès de la technologie de soudage, des secteurs à forte demande tels que l'aérospatiale, les semi-conducteurs et le nucléaire ont imposé des normes de performance plus strictes pour les électrodes. Les performances des électrodes traditionnelles en cérium-tungstène, en conditions de courant ultra-élevé, ultra-faible ou extrêmes, doivent encore être améliorées, et la recherche et le développement d'électrodes hautes performances sont devenus un enjeu majeur pour l'avenir.

Tendance de développement

Électrodes à courant ultra-élevé : Développer des électrodes en cérium-tungstène adaptées aux courants ultra-élevés (> 300 A), améliorant la résistance à la brûlure et la stabilité de l'arc en optimisant les rapports de dopage et les matériaux de la matrice pour répondre aux besoins du soudage des plaques épaisses.

Électrodes à courant ultra-faible : Développer des électrodes adaptées au courant ultra-faible (< 10 A), en utilisant des techniques de nano-dopage et de modification de surface pour optimiser les performances d'arc et répondre aux besoins de micro-soudage.

Électrodes résistantes aux environnements extrêmes : développer des électrodes résistantes aux hautes températures et à la corrosion, adaptées à des environnements spécifiques tels que l'industrie nucléaire et la construction navale. Par exemple, l'ajout de revêtements anticorrosion ou l'utilisation de substrats en alliage tungstène-rhénium peut améliorer la stabilité de l'électrode dans des

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

environnements à haute température et à forte humidité.

Électrodes longue durée : prolongez la durée de vie des électrodes, réduisez la fréquence de remplacement et réduisez les coûts à long terme grâce au dopage composé et à la technologie de frittage avancée.

Électrodes personnalisées : utilisez la technologie d'impression 3D pour produire des électrodes personnalisées afin de répondre à des exigences de forme ou de performance particulières, telles que des diamètres non standard ou des géométries de pointe complexes.

Impact potentiel

Gamme d'applications élargie : les électrodes hautes performances répondront aux exigences élevées des industries émergentes, favorisant l'application des électrodes en cérium tungstène sur les marchés haut de gamme.

Obstacles techniques : La recherche et le développement d'électrodes hautes performances nécessitent des investissements importants, ce qui peut intensifier la concurrence industrielle et former des barrières techniques.

Mises à jour standard : les électrodes hautes performances favoriseront de nouvelles exigences de performance pour les normes telles que AWS A5.12 et favoriseront la normalisation de l'industrie.

Perspectives de candidature

Les électrodes haute performance seront largement utilisées dans l'aéronautique (soudage des alliages de titane), les semi-conducteurs (soudage des microprocesseurs) et l'industrie nucléaire (soudage des superalliages). Des électrodes personnalisées sont disponibles pour répondre à des besoins spécifiques, comme le soudage géométrique complexe dans la fabrication de dispositifs médicaux.

10.2 Extension des applications des électrodes en cérium tungstène

Les domaines d'application des électrodes en cérium-tungstène connaissent une expansion rapide, et la demande des industries émergentes telles que les nouvelles énergies, les semi-conducteurs et le microsoudage offre de nouveaux débouchés pour ces électrodes. À l'avenir, les électrodes en cérium-tungstène joueront un rôle plus important dans les applications de haute précision et les applications spécifiques.

10.2.1 Demande des industries émergentes (nouvelles énergies, semi-conducteurs et autres)

Contexte de la demande :

Le développement rapide des nouvelles énergies (photovoltaïque, éolien, hydrogène) et des semi-conducteurs a accru les exigences en matière de technologie de soudage. Les électrodes cérium-tungstène sont idéales pour ces industries en raison de leur faible radioactivité et de leurs hautes performances.

Tendance de développement

Industrie photovoltaïque : La fabrication de modules photovoltaïques nécessite un soudage de haute précision, notamment pour l'assemblage de plaquettes de silicium et l'assemblage de cellules. L'excellente performance d'arc de l'électrode en cérium-tungstène est adaptée au soudage de précision à faible courant et sera largement utilisée dans la production d'équipements

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

photovoltaïques à l'avenir.

Industrie éolienne : Le soudage des équipements éoliens, tels que les tours et les pales, exige une résistance mécanique et une résistance à la corrosion élevées. Les électrodes en cérium-tungstène peuvent répondre aux exigences du soudage de tôles épaisses grâce au dopage composite et seront utiles aux futurs projets éoliens de grande envergure.

Industrie de l'énergie hydrogène : la fabrication de piles à combustible à hydrogène implique le soudage de métaux à parois minces, et les performances à faible courant et la stabilité de l'arc des électrodes en cérium tungstène deviendront la clé, et la demande augmentera rapidement à l'avenir.

Industrie des semi-conducteurs : l'emballage des puces et la fabrication de microélectronique nécessitent une soudure ultra-précise, et la version nano-dopée de l'électrode en tungstène cérium peut répondre aux exigences de soudure au niveau du micron et jouera un rôle dans la fabrication de puces 5G et IA à l'avenir.

Industrie des véhicules électriques : la fabrication de batteries et de moteurs nécessite un soudage de haute fiabilité, et les versions hautes performances des électrodes en cérium tungstène prendront en charge la production de masse de véhicules électriques.

Impact potentiel

Croissance du marché : la demande des industries émergentes stimulera la taille du marché des électrodes en cérium tungstène.

Améliorations technologiques : La demande de soudage de haute précision accélérera la recherche et le développement d'électrodes hautes performances.

Collaboration industrielle : les fabricants d'électrodes doivent collaborer avec les nouvelles entreprises du secteur de l'énergie et des semi-conducteurs pour développer des solutions personnalisées.

Perspectives de candidature

Les électrodes en cérium-tungstène joueront un rôle clé dans les nouvelles industries de l'énergie et des semi-conducteurs. Par exemple, l'industrie photovoltaïque peut utiliser des électrodes en cérium-tungstène pour réaliser un soudage efficace des plaquettes de silicium, et l'industrie de l'hydrogène peut améliorer la qualité de fabrication des piles à combustible grâce à des électrodes haute performance.

10.2.2 Technologie de micro-soudage et de soudage ultra-précis

Contexte de la demande :

Les technologies de microsoudage et de soudage ultra-précis sont de plus en plus demandées dans les domaines des dispositifs médicaux, de la microélectronique, de l'aérospatiale et d'autres secteurs. Les propriétés d'arc à faible courant des électrodes cérium-tungstène les rendent idéales pour le microsoudage et seront utiles dans des situations plus délicates à l'avenir.

Tendance de développement

Électrodes de microsoudage : Développement d'électrodes en cérium-tungstène d'un diamètre inférieur à 0,5 mm, adaptées au soudage à l'échelle micrométrique, notamment pour la fabrication d'implants médicaux. La technologie de nanodopage améliorera les performances de l'électrode à

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

très faible courant.

Soudage ultra-précis : Optimisation de la géométrie de la pointe de l'électrode et des techniques de modification de surface pour garantir la concentration et la stabilité de l'arc, répondant aux besoins de l'emballage des puces semi-conductrices et des microstructures aérospatiales.

Système de soudage automatisé : combinez la technologie de soudage robotisé et assisté par laser pour développer des systèmes d'électrodes automatisés adaptés au micro-soudage afin d'améliorer la précision et l'efficacité du soudage.

Technologie de soudage à basse température : Recherche et développement d'électrodes résistantes aux basses températures, adaptées au micro-soudage dans des environnements à basse température, comme l'assemblage de composants électroniques de vaisseaux spatiaux.

Soudage multi-matériaux : Développement d'électrodes permettant le soudage de matériaux différents, tels que les métaux et les céramiques, répondant aux besoins complexes des industries de la microélectronique et de la médecine.

Impact potentiel

Percée technologique : La recherche et le développement d'électrodes de micro-soudage favoriseront le développement raffiné de la technologie de soudage.

Défi de coût : les électrodes ultra-précises sont coûteuses à produire, ce qui nécessite une optimisation du processus pour réduire les prix.

Développement de normes : les électrodes de microsoudage favoriseront l'ajout de dispositions de microsoudage à des normes telles que la norme ISO 6848.

Perspectives de candidature

Les électrodes en cérium tungstène seront particulièrement performantes dans le domaine du microsoudage, notamment pour le soudage des stimulateurs cardiaques dans le secteur médical, le conditionnement des puces dans l'industrie des semi-conducteurs et la fabrication de microcapteurs dans l'industrie aérospatiale. L'introduction de systèmes de soudage automatisés améliorera encore l'efficacité de la production.

10.3 Marché et politique des électrodes en cérium tungstène

La croissance de la demande du marché et l'évolution du contexte politique auront une incidence profonde sur le développement futur des électrodes en cérium-tungstène. Les prévisions du marché mondial, les politiques environnementales et les tendances du commerce international offriront de nouvelles opportunités et de nouveaux défis à l'industrie des électrodes.

10.3.1 Prévisions de la demande du marché mondial

Contexte du marché

La demande du marché en électrodes de cérium tungstène est stimulée par l'industrie manufacturière mondiale, la transition énergétique et les développements industriels émergents. La croissance rapide des secteurs de l'aérospatiale, de l'automobile, des nouvelles énergies et des semi-conducteurs entraînera une hausse continue de la demande d'électrodes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Cerium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Cerium Tungsten Electrode

Cerium Tungsten Electrode (WC20) is a non-radioactive tungsten electrode material composed of high-purity tungsten base doped with 1.8% to 2.2% cerium oxide (CeO_2). Compared to traditional thoriated tungsten electrodes, the cerium tungsten electrode offers superior arc starting performance, lower burn-off rate, and greater arc stability, while being radiation-free and environmentally friendly. It is suitable for both DC (direct current) and AC/DC mixed current welding conditions and is widely used in TIG welding and plasma cutting of materials such as stainless steel, carbon steel, and titanium alloys. This makes it an ideal green substitute in modern industrial welding.

2. Features of Cerium Tungsten Electrode

Excellent Arc Starting: Easy to ignite at low current, with stable and reliable performance.

Low Burn-off Rate: Cerium oxide enhances evaporation resistance at high temperatures, extending electrode life.

High Arc Stability: Focused arc with minimal flicker, suitable for precision welding.

Radiation-Free & Eco-Friendly: A safe and environmentally sound alternative to radioactive thoriated electrodes.

3. Specifications of Cerium Tungsten Electrode

Type	CeO_2 Content	Color Code	Density (g/cm^3)	Length (mm)	Diameter Range (mm)
WC20	1.8% – 2.2%	Grey	19.3	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Cerium Tungsten Electrode

TIG welding of stainless steel, carbon steel, titanium alloys, nickel alloys, etc.

Precision welding and spot welding for medical devices and microelectronic components

Suitable for DC and AC/DC mixed welding conditions

Low-current plasma arc cutting and high-frequency ignition systems

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2025 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2025 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2025V
sales@chinatungsten.com

Tendance de développement

Marché asiatique : La modernisation de la production et les nouveaux investissements énergétiques dans les pays asiatiques comme la Chine et l'Inde stimuleront la demande d'électrodes en cérium-tungstène. En tant que premier pays producteur mondial de tungstène, la Chine continuera de dominer la production et les exportations d'électrodes.

Marché nord-américain : L'expansion des industries de l'aérospatiale et des véhicules électriques augmentera la demande d'électrodes en tungstène-cérium hautes performances, et l'application stricte de la norme AWS A5.12 favorisera la normalisation du marché.

Marché européen : les réglementations environnementales et la volonté de fabrication verte augmenteront la demande d'électrodes en cérium-tungstène à faible radioactivité, et les mises à jour de la norme EN 26848 réguleront davantage le marché.

Marchés émergents : l'industrialisation en Afrique et en Amérique du Sud apportera de nouveaux points de croissance de la demande, notamment dans les secteurs de l'énergie et des infrastructures.

Segmentation de l'industrie : la demande des nouvelles énergies (photovoltaïque, éolienne), des semi-conducteurs et des industries médicales stimulera la croissance du marché des électrodes personnalisées.

Impact potentiel

Expansion de la taille du marché : le marché mondial des électrodes en cérium tungstène devrait maintenir un taux de croissance annuel moyen de 5 % à 7 % au cours des dix prochaines années.

Concurrence régionale : L'avantage de coût des entreprises chinoises et les avantages technologiques des entreprises nord-américaines et européennes vont intensifier la concurrence sur le marché.

Optimisation de la chaîne d'approvisionnement : La répartition régionale de la demande du marché favorisera la localisation de la chaîne d'approvisionnement.

Perspectives de candidature

Les électrodes en cérium tungstène conserveront une position importante dans l'industrie manufacturière mondiale, le marché chinois bénéficiera de la croissance rapide des nouvelles industries de l'énergie et des semi-conducteurs, et les marchés nord-américain et européen se concentreront sur l'application d'électrodes hautes performances.

10.3.2 L'impact des politiques de protection de l'environnement sur l'industrie

Contexte politique

Les réglementations environnementales mondiales (telles que le règlement REACH de l'UE et la loi chinoise sur la protection de l'environnement) ont imposé des exigences plus strictes en matière de protection de l'environnement et de sécurité pour l'industrie manufacturière. La production d'électrodes en cérium-tungstène implique l'extraction de minerai de tungstène, la métallurgie des poudres et le traitement chimique, et doit s'adapter aux tendances de la fabrication verte.

Tendance de développement

Spécifications de recyclage des déchets : La politique obligera les fabricants d'électrodes à augmenter le taux de recyclage des déchets (par exemple, > 90 %), à réduire les déchets d'oxyde de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

tungstène et de cérium et à réduire la pollution de l'environnement.

Production à faible consommation d'énergie : Encourager l'utilisation de technologies à faible consommation d'énergie telles que le frittage par micro-ondes et le frittage par plasma pour réduire les émissions de carbone dans le processus de production.

Contrôle de la radioactivité : Améliorer la détection de la radioactivité des électrodes pour garantir qu'elles restent en dessous des seuils de sécurité et répondent aux exigences de sécurité dans les industries aérospatiale et médicale.

Emballage écologique : nécessite l'utilisation de matériaux d'emballage recyclables ou biodégradables, réduisant ainsi l'utilisation de plastique et respectant les normes environnementales de l'UE.

Certification de l'empreinte carbone : à l'avenir, les entreprises devront fournir des rapports d'empreinte carbone sur le processus de production des électrodes et obtenir une certification verte pour entrer sur le marché strict.

Impact potentiel

Augmentation des coûts : la conformité environnementale augmentera les coûts de production et la capacité d'adaptation des PME pourrait être limitée.

Accès au marché : Les électrodes conformes aux politiques environnementales sont plus faciles à pénétrer sur les marchés européens et nord-américains.

Améliorations technologiques : Les politiques vertes favoriseront l'adoption de technologies à faible consommation d'énergie et de recyclage des déchets.

Perspectives de candidature

Les politiques de protection de l'environnement favoriseront la transformation de la production d'électrodes en cérium tungstène vers des produits écologiques, et ces électrodes seront plus largement utilisées dans les nouvelles industries énergétiques et médicales. Les entreprises doivent renforcer leur compétitivité sur le marché grâce à des mises à niveau technologiques et à la conformité aux certifications.

10.3.3 Tendances du commerce international et de la chaîne d'approvisionnement

Contexte du marché

Le commerce international des électrodes en tungstène-cérium est influencé par la répartition mondiale des ressources en tungstène, la demande industrielle et les politiques commerciales. La Chine, premier producteur mondial de tungstène, domine la chaîne d'approvisionnement des électrodes, mais les barrières géopolitiques et commerciales peuvent poser des problèmes.

Tendance de développement

Diversification de la chaîne d'approvisionnement : Pour faire face aux risques commerciaux, les entreprises nord-américaines et européennes chercheront à diversifier leurs chaînes d'approvisionnement, par exemple en développant des ressources en tungstène en Australie et au Canada.

Production localisée : Les marchés européens et nord-américains favoriseront la localisation de la production d'électrodes, réduisant ainsi la dépendance aux importations asiatiques et améliorant la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

stabilité de la chaîne d'approvisionnement.

Impact des accords commerciaux : les accords commerciaux régionaux (par exemple, RCEP, CPTPP) faciliteront le commerce des électrodes sur les marchés asiatiques et réduiront les barrières tarifaires.

Chaîne d'approvisionnement numérique : utilisez la technologie blockchain pour suivre la source des matières premières des électrodes et le processus de production afin d'améliorer la transparence et la traçabilité de la chaîne d'approvisionnement.

Exigences commerciales vertes : le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) de l'UE exigera que les électrodes importées respectent les normes d'émission de carbone et favorisera la popularisation des technologies de production vertes.

Impact potentiel

Concurrence accrue sur le marché : la diversification de la chaîne d'approvisionnement va accroître la concurrence sur le marché mondial et l'avantage de coût des entreprises chinoises pourrait s'affaiblir.

Barrières commerciales : les exigences géopolitiques et environnementales peuvent limiter l'exportation d'électrodes, ce qui doit être résolu par le biais de la certification.

Synergie technologique : les chaînes d'approvisionnement numériques favoriseront la coopération technique mondiale et amélioreront la qualité des électrodes.

Perspectives de candidature

Les tendances du commerce international et de la chaîne d'approvisionnement propulseront l'industrie des électrodes en cérium-tungstène vers la mondialisation, l'écologisation et la numérisation. Les entreprises chinoises doivent maintenir leur avantage concurrentiel grâce à des mises à niveau technologiques et des certifications écologiques, tandis que les entreprises nord-américaines et européennes peuvent répondre à la demande du marché grâce à une production locale.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale



Appendice

A. Glossaire

Électrode en cérium tungstène : électrode non radioactive dopée avec 2 % à 4 % d'oxyde de cérium à base de tungstène et utilisée dans le soudage TIG et d'autres procédés.

Fonction de travail d'échappement des électrons : quantité minimale d'énergie requise pour que les électrons s'échappent de la surface du matériau, affectant les performances d'arc de l'électrode.

Performance d'amorçage de l'arc : capacité de l'électrode à former un arc stable à faible courant.

Stabilité de l'arc : La L'arc maintient une caractéristique continue et sans tremblement pendant le processus de soudage.

Taux de combustion : Le taux de perte de masse de l'électrode en raison d'une perte de température élevée pendant le processus de soudage.

Métallurgie des poudres : Technologie de préparation de matériaux métalliques par mélange de poudre, pressage et frittage.

Soudage TIG (soudage au gaz inerte au tungstène) : tungstène-argon soudage à l'arc avec protection sous gaz inerte .

Oxyde de cérium (CeO₂) : un additif d'oxyde de terre rare qui améliore les performances des électrodes en tungstène.

Soudage à l'arc plasma : procédé qui utilise des arcs plasma à haute température pour un soudage de haute précision.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Microstructure : La caractéristiques structurelles du matériau telles que la distribution des grains et des phases observées au microscope.

ISO 6848 : Norme pour classification et exigences techniques pour les électrodes en tungstène élaborées par l'Organisation internationale de normalisation.

AWS A5.12 : A norme de spécification pour les électrodes en tungstène développée par l'American Welding Society.

MEB (Microscope électronique à balayage) : A microscope électronique à balayage utilisé pour analyser la morphologie de surface et la microstructure des matériaux.

ICP -MS (Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif) : Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif pour l'analyse élémentaire.

Frittage : Le processus de chauffage de poudre à haute température pour la combiner en un matériau dense.

B. Références

- [1] Organisation internationale de normalisation. (2004). ISO 6848 : Soudage et coupage à l'arc — Électrodes en tungstène non consommables — Classification. Genève : ISO. [2] American Welding Society. (2009). AWS A5.12 : Spécification pour les électrodes en tungstène et en oxyde de tungstène dispersé pour le soudage et le coupage à l'arc. Miami : AWS.
- [3] Comité européen de normalisation. (1991). EN 26848 : Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc sous protection gazeuse inerte et pour le coupage et le soudage plasma. Bruxelles : CEN.
- [4] Comité technique national de normalisation. (2015). GB/T 4192 : Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc, le soudage plasma et le coupage sous protection de gaz inerte. Pékin : China Standard Press.
- [5] Fédération chinoise de l'industrie des machines. (2017). JB/T 12706 : Électrode en tungstène pour le soudage. Pékin : China Standard Press. [6] Zhang Wei, Liu Jun. (2018). Progrès de la recherche sur les matériaux d'électrodes en tungstène pour le soudage TIG. Transactions of the Chinese Journal of Materials Science and Engineering, 36(4), 215–223.
- [7] Wang Xin, Li Hui. (2020). Application de la technologie du nanodopage au développement d'électrodes en cérium-tungstène. Welding Technology Review, 42(3), 87–94.
- [8] Association chinoise de l'industrie du tungstène. (2022). Rapport annuel sur la production d'électrodes en tungstène et les tendances du marché. Pékin : Association chinoise de l'industrie du tungstène.