

Encyclopédie de l'électrode de tungstène de lanthane

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP 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

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 tungstène de premier plan en Chine – est la société de commerce électronique pionnière du pays axée sur les industries du tungstène, 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 carbures cémentés, 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 liées au tungstène, au molybdène et aux terres rares. Depuis 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 cumulatives 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, la dureté, 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 rédigé et publié des analyses de connaissances, de technologies, de prix du tungstène et de tendances du marché liées 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 carbures cémentés et d'alliages à haute densité, est un expert renommé 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 file mondial dans la fabrication de produits en tungstène et en molybdène et les services d'information.



Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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 Introduction

- 1.1 Définition et aperçu de l'électrode de tungstène de lanthane
- 1.2 L'importance de l'électrode de tungstène de lanthane dans le soudage et l'industrie
- 1.3 Contexte de la recherche et de l'application

Chapitre 2 Types d'électrode de tungstène de lanthane

- 2.1 Electrode de tungstène de lanthane classée selon sa teneur en lanthane
 - 2.1.1 WL10 (tête peinte en noir)
 - 2.1.2 WL15 (couleur dorée)
 - 2.1.3 WL20 (peinture bleu ciel)
- 2.2 Electrode de tungstène de lanthane classée selon les scénarios d'application
 - 2.2.1 Electrode de tungstène de lanthane pour le soudage DC
 - 2.2.2 Electrode de tungstène de lanthane pour le soudage AC
 - 2.2.3 Electrode de tungstène de lanthane à des fins spéciales (par exemple, découpe au plasma)
- 2.3 Comparaison de l'électrode de tungstène de lanthane avec d'autres électrodes de tungstène
 - 2.3.1 Electrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène de thorium
 - 2.3.2 Electrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène de cérium
 - 2.3.3 Electrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène pure
 - 2.3.4 Electrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène de zirconium
 - 2.3.5 Electrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène d'yttrium

Chapitre 3 Caractéristiques de l'électrode de tungstène de lanthane

- 3.1 Propriétés physiques de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.1.1 Points de fusion et d'ébullition de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.1.2 Densité et dureté de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.1.3 Conductivité thermique et conductivité de l'électrode de tungstène de lanthane
- 3.2 Propriétés chimiques de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.2.1 Résistance à l'oxydation de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.2.2 Résistance à la corrosion de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.2.3 Stabilité chimique de l'électrode de tungstène de lanthane
- 3.3 Propriétés électriques de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.3.1 Travail électronique de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.3.2 Performances de démarrage d'arc de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.3.3 Stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène de lanthane
- 3.4 Propriétés mécaniques de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.4.1 Résistance à la combustion de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.4.2 Résistance à l'abrasion de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 3.4.3 Ténacité et fragilité de l'électrode de tungstène de lanthane
- 3.5 Electrode de tungstène de lanthane MSDS de CTIA GROUP LTD

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 4 Utilisations de l'électrode de tungstène de lanthane

- 4.1 Électrode de tungstène de lanthane utilisée dans le domaine du soudage
 - 4.1.1 Applications en TIG (soudage à l'arc argon)
 - 4.1.2 Soudage au plasma
 - 4.1.3 Types de métaux applicables (acier inoxydable, alliages d'aluminium, alliages de nickel, etc.)
- 4.2 Électrode de tungstène de lanthane utilisée dans les domaines non liés au soudage
 - 4.2.1 Découpe au plasma
 - 4.2.2 Usinage par électroérosion (EDM)
 - 4.2.3 Matériaux des électrodes dans les dispositifs électroniques
- 4.3 Applications spéciales de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 4.3.1 Industrie aérospatiale
 - 4.3.2 Industrie nucléaire
 - 4.3.3 Fabrication d'équipement médical
- 4.4 Analyse de cas d'application de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 4.4.1 Application de l'électrode de tungstène de lanthane dans le soudage de haute précision
 - 4.4.2 Rendement de l'électrode de tungstène de lanthane dans un environnement à haute température

Chapitre 5 Technologie de préparation et de production de l'électrode de tungstène de lanthane

- 5.1 Préparation des matières premières pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 5.1.1 Sélection et purification de la poudre de tungstène
 - 5.1.2 Préparation et dopage de l'oxyde de lanthane
 - 5.1.3 Sélection d'autres additifs
- 5.2 Processus de production de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 5.2.1 Mélange et pressage
 - 5.2.2 Procédé de frittage
 - 5.2.3 Forgeage et emboutissage
 - 5.2.4 Traitement de surface
- 5.3 Principales technologies de production de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 5.3.1 Technologie de dopage uniforme
 - 5.3.2 Technologie de frittage à haute température
 - 5.3.3 Technologie de contrôle dimensionnel précis
 - 5.3.4 Technologie de revêtement
- 5.4 Contrôle de la qualité de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 5.4.1 Inspection de la qualité des matières premières
 - 5.4.2 Surveillance du processus de production
 - 5.4.3 Inspection de la qualité du produit fini
- 5.5 Tendances de développement technique de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 5.5.1 Technologie de fabrication écologique
 - 5.5.2 Automatisation et production intelligente
- 5.6 Mesures de protection de l'environnement pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 5.6.1 Traitement des gaz résiduels et des eaux usées
 - 5.6.2 Gestion des déchets solides

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 6 Équipement de production d'électrodes de tungstène de lanthane

- 6.1 Équipement de manutention de matières premières pour électrode de tungstène de lanthane
 - 6.1.1 Équipement de broyage de poudre de tungstène
 - 6.1.2 Équipement de dopage à l'oxyde de lanthane
- 6.2 Équipement de formage et de traitement d'électrodes de tungstène de lanthane
 - 6.2.1 Presses
 - 6.2.2 Fours de frittage
 - 6.2.3 Équipement de forgeage
 - 6.2.4 Machines à dessiner
- 6.3 Équipement de traitement de surface pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 6.3.1 Machines à polir
 - 6.3.2 Équipement de nettoyage
- 6.4 Équipement d'essai de qualité pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 6.4.1 Analyseurs de composition chimique
 - 6.4.2 Équipement d'essai de performance physique
 - 6.4.3 Équipement d'essai de performance électrique
- 6.5 Équipement auxiliaire pour électrode de tungstène de lanthane
 - 6.5.1 Équipement de contrôle de l'environnement
 - 6.5.2 Équipement de recyclage de la ferraille

Chapitre 7 Normes nationales et étrangères pour l'électrode de tungstène de lanthane

- 7.1 Normes internationales pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 7.1.1 ISO 6848:2015 (Classification et exigences pour l'électrode de tungstène)
 - 7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (norme de l'American Welding Institute)
 - 7.1.3 EN 26848 (European Standard)
- 7.2 Normes nationales pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 7.2.1 GB/T 14841 (Norme nationale pour l'électrode de tungstène)
 - 7.2.2 JB/T 4730 (norme pour les matériaux de soudage)
- 7.3 Analyse comparative standard de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 7.3.1 Similitudes et différences entre les normes canadiennes et étrangères
 - 7.3.2 Impact sur la production et l'application
- 7.4 Mise à jour standard et tendance de développement de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 7.4.1 Élaboration de nouvelles normes
 - 7.4.2 Tendances de l'internationalisation des normes

Chapitre 8 Méthodes et techniques de détection de l'électrode de tungstène de lanthane

- 8.1 Détection de la composition chimique de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 8.1.1 Détection de la teneur en oxyde de lanthane
 - 8.1.2 Analyse des éléments d'impuretés
- 8.2 Essai des propriétés physiques de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 8.2.1 Essais de densité et de dureté
 - 8.2.2 Point de fusion et essai de conductivité thermique
- 8.3 Essai de performance électrique de l'électrode de tungstène de lanthane

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

- 8.3.1 Mesure de la dérivation électronique du travail
- 8.3.2 Essai de performance de l'arc
- 8.3.3 Essai de stabilité de l'arc
- 8.4 Essai des propriétés mécaniques de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 8.4.1 Essai de résistance à la brûlure
 - 8.4.2 Essai de résistance à l'abrasion
- 8.5 Analyse de la microstructure de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 8.5.1 Analyse par microscopie électronique à balayage (MEB)
 - 8.5.2 Analyse de la diffraction des rayons X (DRX)
- 8.6 Sélection et étalonnage de l'équipement d'essai d'électrodes de tungstène de lanthane
 - 8.6.1 Type d'équipement d'essai
 - 8.6.2 Étalonnage et entretien
- 8.7 Normes et spécifications d'essai pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 8.7.1 Normes internationales d'essai
 - 8.7.2 Spécifications d'essai nationales

Chapitre 9 : Tendances et défis du développement de l'électrode de tungstène de lanthane

- 9.1 Tendance de développement technique de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 9.1.1 Développement de nouvelles technologies de dopage
 - 9.1.2 R&D d'électrode de tungstène de lanthane haute performance
 - 9.1.3 Promotion de technologies de production respectueuses de l'environnement
- 9.2 Tendance de développement du marché de l'électrode de tungstène de lanthane
 - 9.2.1 Analyse de la demande sur le marché mondial
 - 9.2.2 Perspectives du marché intérieur
- 9.3 Défis pour l'électrode de tungstène de lanthane
 - 9.3.1 Contrôle du coût des matières premières
 - 9.3.2 Contraintes du Règlement sur la protection de l'environnement
 - 9.3.3 Concurrence sur le marché international

Chapitre 10 Conclusions

- 10.1 Avantages complets de l'électrode de tungstène de lanthane
- 10.2 Suggestions pour le développement de l'industrie électrique au tungstène
- 10.3 Orientations futures de la recherche de l'électrode de tungstène de lanthane

Appendice

- A. Glossaire
- B. Références

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 1 Introduction

1.1 Définition et aperçu de l'électrode de tungstène de lanthane

L'électrode de tungstène au lanthane est un matériau d'électrode en alliage de tungstène dopé à l'oxyde de lanthane (La_2O_3) dans une matrice de tungstène, qui est principalement utilisé pour des applications industrielles de haute précision telles que le soudage sous gaz inerte au tungstène (soudage TIG), le soudage au plasma et le coupage. Le tungstène est un choix idéal pour les matériaux d'électrode en tant que métal avec un point de fusion élevé (environ 3422 °C), une résistance à la corrosion, une densité élevée et une excellente conductivité thermique et électrique. En dotant le tungstène avec une petite quantité d'oxyde de lanthane (généralement entre 0,8 % et 2,2 %), le travail des électrons peut être considérablement amélioré, améliorant ainsi les performances d'initiation de l'arc, la stabilité de l'arc et la résistance à la brûlure de l'électrode. L'électrode de tungstène au lanthane est devenue le matériau privilégié pour remplacer les électrodes traditionnelles en thorium-tungstène en raison de ses excellentes performances de soudage et de ses caractéristiques non radioactives, en particulier dans les industries modernes qui recherchent la protection de l'environnement et la sécurité.

Les électrodes en tungstène de lanthane sont divisées en plusieurs grades en fonction de la teneur en oxyde de lanthane, telles que WL10 (contenant 0,8 % à 1,2 % d'oxyde de lanthane), WL15 (contenant 1,3 % à 1,7 % d'oxyde de lanthane) et WL20 (contenant 1,8 % à 2,2 % d'oxyde de lanthane). Chacun de ces grades correspond à différents scénarios d'application et exigences de performance. Par exemple, le WL15 est populaire en raison de sa conductivité proche de 2,0 % de l'électrode thorium-tungstène, qui peut être directement remplacée par des soudeurs sans qu'il soit nécessaire d'ajuster les paramètres de l'équipement. Les extrémités des électrodes en tungstène lanthane sont généralement marquées de différentes couleurs, telles que le noir pour le WL10, le jaune doré pour le WL15 et le bleu ciel pour le WL20 pour faciliter la différenciation et la sélection.

Les électrodes de tungstène au lanthane sont généralement produites à l'aide d'un procédé de métallurgie des poudres, qui consiste à mélanger de manière homogène de la poudre de tungstène de haute pureté avec de l'oxyde de lanthane par des procédés de pressage, de frittage, de forgeage et d'étirage, avec des diamètres allant de 0,25 mm à 6,4 mm et des longueurs de 75 mm à 600 mm pour répondre à une variété de besoins de soudage. Ses propriétés physiques et chimiques uniques, telles que la température de recristallisation élevée, la bonne ductilité et la résistance au fluage, le rendent excellent dans le soudage DC et AC, en particulier dans les scénarios exigeants tels que l'initiation d'arc à faible courant et le soudage de tuyaux.

1.2 L'importance des électrodes de tungstène de lanthane dans le soudage et l'industrie

Les électrodes en tungstène lanthane occupent une position importante dans les domaines modernes du soudage et de l'industrie, en particulier dans des processus tels que le soudage TIG, le soudage au plasma et le découpage, et ses performances affectent directement la qualité du soudage et l'efficacité de la production. Le soudage TIG est une méthode de soudage qui utilise des électrodes de tungstène pour générer un arc sous la protection d'un gaz inerte (comme l'argon ou l'hélium), et est largement utilisé dans le soudage de matériaux haute performance tels que l'acier inoxydable,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'alliage d'aluminium, l'alliage à base de nickel, l'alliage de titane, etc. Ces matériaux sont couramment utilisés dans l'aérospatiale, l'industrie nucléaire, la construction navale et la construction de dispositifs médicaux et nécessitent une qualité de soudure et une stabilité de processus élevées. Les électrodes en tungstène de lanthane jouent un rôle irremplaçable dans ces domaines en raison de leurs caractéristiques suivantes :

Excellentes performances d'amorçage d'arc : le faible travail électronique des électrodes en tungstène de lanthane (2,6-2,7 eV pour WL10 et 2,8-3,2 eV pour WL15 et WL20) permet de démarrer facilement l'amorçage d'arcs à de faibles courants, ce qui les rend particulièrement adaptées au soudage de tôles et aux tâches de soudage de précision. Par rapport aux électrodes en tungstène pur, les électrodes en tungstène lanthane sont plus stables à basse tension, ce qui réduit le risque d'échec de l'amorçage de l'arc.

Stabilité de l'arc : L'électrode de tungstène de lanthane dopée à l'oxyde de lanthane peut former un arc stable, réduire la dérive de l'arc et les éclaboussures, et assurer l'uniformité et la qualité de surface de la soudure. Ceci est essentiel pour les industries qui nécessitent des soudures de haute qualité, telles que les industries aérospatiale et nucléaire.

Faible taux de combustion : L'électrode en tungstène de lanthane a un faible taux de perte de combustion sous l'action d'un arc à haute température, ce qui prolonge la durée de vie de l'électrode et réduit la fréquence de remplacement et les temps d'arrêt. Par exemple, un test bien connu de 1998 a montré que le taux de combustion de l'électrode de tungstène de lanthane à 1,5 % (WL15) était nettement inférieur à celui de l'électrode de tungstène à 2,0 % de thorium et de l'électrode de tungstène à 2,0 % de cérium dans des environnements de 70 A et 150 A CC.

Non radioactif : Par rapport à l'électrode traditionnelle en thorium-tungstène (contenant de l'oxyde de thorium, radioactif, avec une dose de rayonnement de $3,60 \times 10$ Curie/kg), l'électrode de tungstène lanthane ne contient pas de substances radioactives et répond aux exigences modernes de la protection de l'environnement et de la santé et de la sécurité au travail. Cela la rend plus compétitive sur les marchés soumis à des réglementations environnementales strictes, comme l'Europe et les États-Unis.

Polyvalence : Les électrodes en tungstène lanthane conviennent non seulement au soudage DC, mais fonctionnent également bien dans le soudage AC, en particulier lors du soudage de l'aluminium, du magnésium et de leurs alliages, avec la capacité de maintenir un arc stable et une faible consommation d'électrodes. Cela en fait un matériau d'électrode polyvalent qui peut être adapté à un large éventail de scénarios de soudage.

Dans les applications industrielles, les électrodes en tungstène de lanthane sont également largement utilisées dans la découpe plasma, l'usinage par électroérosion (EDM) et la fabrication de dispositifs électroniques. Par exemple, dans la découpe plasma, les électrodes de tungstène de lanthane sont capables de résister à l'impact des arcs plasma à haute température et de fournir des performances de coupe stables ; Dans les appareils électroniques, sa conductivité élevée et sa résistance à la

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

corrosion en font un matériau idéal pour certaines électrodes de haute précision. Ces propriétés ont conduit à une demande croissante d'électrodes de tungstène de lanthane sur les marchés mondiaux du soudage et de l'industrie.

1.3 Contexte de la recherche et de l'application

Le développement et l'application d'électrodes en tungstène de lanthane sont nés du besoin de matériaux de soudage haute performance. Au début du 20ème siècle, le tungstène était largement utilisé dans les électrodes de soudage en raison de son point de fusion élevé et de son excellente conductivité électrique, mais les électrodes en tungstène pur présentaient des limites en termes de performances d'initiation d'arc et de stabilité de l'arc. Avec les progrès de la recherche sur les matériaux de terres rares, les scientifiques ont découvert que les performances des électrodes en tungstène peuvent être considérablement améliorées en dotant les oxydes de terres rares (tels que l'oxyde de cérium, l'oxyde de lanthane, l'oxyde de thorium, etc.). Dans les années 80 du 20ème siècle, les électrodes thorium-tungstène sont devenues le courant dominant en raison de leurs excellentes performances de soudage, mais leur radioactivité a progressivement attiré l'attention, en particulier dans le cadre des réglementations strictes de protection de l'environnement des pays européens et américains, l'utilisation des électrodes thorium-tungstène a été restreinte.

Afin de trouver des matériaux alternatifs non radioactifs, des électrodes de tungstène de lanthane et des électrodes de tungstène de cérium ont vu le jour. Les électrodes de tungstène au lanthane ont commencé à entrer sur le marché à la fin des années 80 du 20e siècle, et leurs grades avec une teneur en oxyde de lanthane de 1,5 % (WL15) ont rapidement gagné en popularité en raison de leurs performances proches de celles des électrodes de tungstène au thorium. Des tests sur le terrain en 1998 ont confirmé la supériorité des électrodes en tungstène lanthane : dans des environnements de 70 A et 150 A en courant continu, l'électrode de tungstène au lanthane à 1,5 % présentait non seulement une conductivité comparable à celle de l'électrode à 2,0 % de thorium-tungstène, mais avait également un taux de combustion plus faible et une meilleure stabilité de l'arc. Ce résultat a conduit à l'utilisation généralisée des électrodes de tungstène de lanthane dans le monde entier.

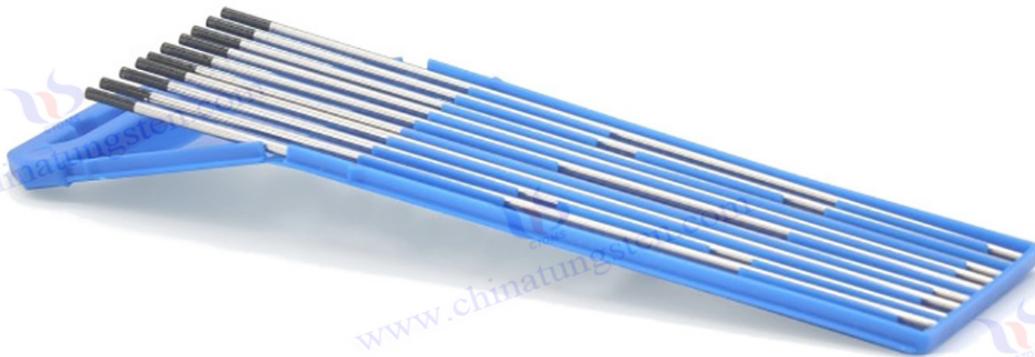
En termes d'application, la promotion de l'électrode de tungstène de lanthane est étroitement liée au développement de la technologie de soudage TIG. Depuis son invention aux États-Unis en 1930, le soudage TIG a été largement utilisé dans les industries aérospatiale, nucléaire, marine et électronique en raison de sa haute précision, de son absence de projections et de son adaptabilité à une variété de métaux. En 1957, le soudage à l'arc tungstène-argon a commencé à être utilisé en Chine, et l'introduction d'électrodes de tungstène au lanthane a encore amélioré la qualité du soudage, en particulier dans la fabrication de récipients de centrales nucléaires, de composants aérospatiaux et d'équipements médicaux, où ses soudures de haute qualité et ses faibles taux de défauts ont été largement reconnus.

Ces dernières années, avec les progrès de la technologie de soudage automatisé, les électrodes de tungstène de lanthane ont été de plus en plus utilisées dans les robots de soudage et les équipements d'automatisation. Par exemple, dans l'industrie automobile, les robots de soudage utilisent des électrodes de tungstène de lanthane pour le soudage par points et à l'arc, ce qui améliore

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

considérablement l'efficacité de la production et la cohérence des cordons de soudure. En outre, le développement de nouveaux procédés de soudage tels que le soudage par friction malaxage et le soudage composite au laser offre également de nouvelles possibilités pour l'application d'électrodes de tungstène de lanthane. Le domaine de recherche se concentre sur l'optimisation du processus de dopage des électrodes de tungstène de lanthane, l'amélioration de leurs performances à haute température et le développement de technologies de production plus respectueuses de l'environnement pour faire face à l'augmentation du coût des matières premières et aux défis des réglementations environnementales.

La demande du marché mondial pour les électrodes de tungstène de lanthane continue de croître, en particulier dans la région Asie-Pacifique, où la consommation d'électrodes de tungstène de lanthane a considérablement augmenté en raison du développement rapide de la fabrication dans des pays tels que la Chine et l'Inde. Les entreprises nationales telles que Chinatungsten Online Technology Co., Ltd. ont accumulé une riche expérience dans la production d'électrodes de tungstène de lanthane, et la qualité du produit a atteint les normes internationales. Dans le même temps, la demande d'électrodes de tungstène de lanthane sur le marché international a également favorisé la formulation de normes pertinentes, telles que ISO 6848:2015 et GB/T 31908-2015, qui fournissent une base normative pour leur production et leur application.



CTIA GROUP LTD Électrode WL10

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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

Chapitre 2 Types d'électrode de tungstène de lanthane

En tant que matériau d'électrode de soudage et de coupage haute performance, l'électrode de tungstène de lanthane dispose de méthodes de classification diversifiées en raison de ses caractéristiques d'oxyde de lanthane dopé (La_2O_3). Selon les normes internationales (e.g. ISO 6848:2015) et les exigences pratiques d'application, les électrodes de tungstène de lanthane sont principalement classées en fonction de leur teneur en oxyde de lanthane et de leurs scénarios d'application. Ce chapitre décrit les électrodes de tungstène de lanthane par teneur en lanthane (WL10, WL15, WL20), les types d'électrodes de lanthane par scénario d'application et les performances des électrodes de tungstène de lanthane par rapport à d'autres électrodes de tungstène courantes.

2.1 Classification selon la teneur en lanthane

Les performances des électrodes de tungstène de lanthane sont étroitement liées à leur teneur en oxyde de lanthane, et différents niveaux d'oxyde de lanthane confèrent aux électrodes différentes propriétés électriques, thermiques et mécaniques. Selon la norme internationale ISO 6848:2015 et la norme nationale chinoise GB/T 14841, les électrodes de tungstène de lanthane sont principalement divisées en trois grades courants : WL10, WL15 et WL20, qui correspondent à différents teneurs en oxyde de lanthane et aux exigences d'application. Pour une identification facile, les extrémités de ces électrodes sont généralement peintes d'une couleur spécifique, WL10 est noir, WL15 est jaune doré et WL20 est bleu ciel.

2.1.1 WL10 (tête peinte en noir)

L'électrode de tungstène de lanthane WL10 contient 0,8 % à 1,2 % d'oxyde de lanthane (La_2O_3), qui est la qualité d'électrode de tungstène d'oxyde de lanthane la plus basse. Son travail électronique est d'environ 2,6-2,7 eV, ce qui est inférieur à celui des électrodes en tungstène pur (environ 4,5 eV), il a donc de bonnes performances d'initiation d'arc, en particulier dans le soudage DC à faible courant. La stabilité de l'arc de l'électrode WL10 est meilleure que celle de l'électrode de tungstène pur, mais légèrement inférieure à celle de WL15 et WL20, qui convient principalement aux scénarios avec de faibles exigences en matière de consommation d'électrode.

Caractéristiques et avantages :

Arc à faible courant : le WL10 peut facilement commencer à former un arc à faible courant (10-50 ampères) et convient au soudage de plaques minces (par exemple, en acier inoxydable ou en alliage d'aluminium de 0,5 à 2 mm).

Rentable : En raison de sa faible teneur en oxyde de lanthane, le WL10 est relativement faible à produire, ce qui le rend adapté aux petites et moyennes entreprises aux budgets limités.

Durabilité : Le WL10 a un faible taux de combustion et une longue durée de vie de l'électrode à des courants faibles à moyens.

Applications:

Soudage DC de composants électroniques de précision, tels que la fabrication de circuits imprimés.

Soudage de tuyaux à paroi mince, tels que les tuyaux en acier inoxydable dans les équipements

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

chimiques.

Soudage TIG de petites pièces, telles que des cadres de vélo ou des dispositifs médicaux.

Limitations:

Dans le soudage à courant élevé (>150A) ou AC, le WL10 a une stabilité d'arc légèrement inférieure et est sujet à la dérive de l'arc.

Il ne convient pas aux tâches de soudage à haute charge à long terme, car sa résistance à la combustion est plus faible que WL15 et WL20.

2.1.2 WL15 (couleur dorée)

L'électrode de tungstène de lanthane WL15 contient 1,3 % à 1,7 % d'oxyde de lanthane et est l'une des nuances d'électrode de tungstène de lanthane les plus couramment utilisées. Son travail d'évolution électronique est d'environ 2,8 à 3,0 eV, ce qui est proche de 2,0 % d'électrode thorium-tungstène (environ 2,6 eV), il est donc largement considéré comme une alternative non radioactive aux électrodes thorium-tungstène. Le WL15 excelle dans le soudage DC et AC, avec une excellente stabilité de l'arc et un faible taux de brûlure, en particulier à des courants moyens à élevés.

Caractéristiques et avantages :

Polyvalence : Le WL15 est adapté au soudage DC et AC et est capable de souder une large gamme de métaux, notamment l'acier inoxydable, l'aluminium, le nickel et le titane.

Stabilité de l'arc : Dans la plage actuelle de 50 à 200 ampères, le WL15 est capable de maintenir un arc stable et de réduire les éclaboussures et les défauts de soudure.

Longue durée de vie : Par rapport au WL10, le WL15 a des performances anti-brûlure plus fortes et la pointe de l'électrode n'est pas facile à déformer à haute température, ce qui convient au soudage à long terme.

Applications:

Industrie aérospatiale, par exemple soudage TIG de fuselages d'avions et de composants de moteurs. Fabrication d'équipements pour l'industrie nucléaire, tels que le soudage de précision de récipients sous pression.

Soudage d'aciers à haute résistance et d'alliages d'aluminium dans l'industrie automobile.

Limitations:

À des courants très faibles (<10A), les performances de démarrage d'arc du WL15 sont légèrement inférieures à celles du WL10.

Le coût de production est légèrement supérieur à celui du WL10, mais inférieur à celui du WL20.

2.1.3 WL20 (peinture bleu ciel)

L'électrode de tungstène de lanthane WL20 contient 1,8 % à 2,2 % d'oxyde de lanthane, qui est la nuance avec la teneur en oxyde de lanthane la plus élevée. Son travail électronique est d'environ 2,8-3,2 eV, et il a d'excellentes performances d'initiation d'arc et une stabilité d'arc, ce qui est particulièrement adapté aux courants élevés et aux environnements de soudage complexes. Le WL20 excelle dans le soudage à charge élevée et la découpe plasma, et est capable de résister à des

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

températures d'arc plus élevées et à une consommation d'électrodes plus élevée.

Caractéristiques et avantages :

Adaptabilité à courant élevé : le WL20 convient au soudage à courant élevé de 100 à 300 ampères, l'arc est concentré et stable, et il convient au soudage de plaques épaisses.

Excellente résistance aux brûlures : en cas d'arc à haute température, la pointe du WL20 se consume lentement, ce qui prolonge la durée de vie de l'électrode.

Adapté aux environnements complexes : le WL20 excelle dans le soudage AC et la découpe plasma, en particulier lors du soudage de métaux légers tels que l'aluminium et le magnésium.

Applications:

Fabrication de machines lourdes, telles que le soudage de plaques épaisses pour les navires et les ponts.

La découpe au plasma, qui est utilisée pour couper l'acier au carbone, l'acier inoxydable et les métaux non ferreux.

Soudure de haute précision, comme les composants de réacteurs nucléaires et les aubes de moteurs d'avion.

Limitations:

Les coûts de production sont plus élevés et l'augmentation de la teneur en oxyde de lanthane entraîne une augmentation des coûts de matières premières et de traitement.

Dans des conditions de courant faible, les performances de démarrage d'arc du WL20 n'ont pas d'avantage évident par rapport au WL10 et au WL15.

2.2 Classification par scénario d'application

Les électrodes en tungstène au lanthane ont divers scénarios d'application et peuvent être divisées en soudage CC, soudage CA et électrodes en tungstène lanthane à usage spécial en fonction du type de courant de soudage (CC ou CA) et des exigences du processus (telles que le soudage ou le coupage). Différents scénarios d'application ont des exigences de performance différentes pour les électrodes, ce qui affecte la sélection et l'utilisation de leurs grades.

2.2.1 Électrode de tungstène de lanthane pour le soudage DC

Le soudage à courant continu (DC TIG) est le scénario d'application le plus courant pour les électrodes de tungstène de lanthane, généralement en mode DC positif (DCEN) ou DC inverse (DCEP). Le soudage DC est largement utilisé dans le soudage de l'acier inoxydable, de l'acier au carbone, de l'alliage de nickel et de l'alliage de titane en raison de ses caractéristiques de concentration d'arc, de faible apport de chaleur et de qualité de soudure élevée. Les avantages des électrodes en tungstène de lanthane dans le soudage DC sont leur faible travail électronique et leur excellente stabilité de l'arc.

Grades applicables : WL10 convient au soudage de plaques minces à faible courant, WL15 et WL20 conviennent au soudage de plaques à courant moyen-élevé et épais.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Caractéristiques de performance :

Excellent démarrage d'arc à faible courant, le WL10 fonctionne le mieux dans la plage de 10 à 50 ampères.

Arc concentré pour réduire la zone affectée par la chaleur (HAZ) et adapté au soudage de précision. La pointe de l'électrode peut être rectifiée dans une forme pointue (par exemple, un angle de cône de 30° à 60°) pour améliorer la directivité de l'arc.

Applications typiques :

Soudage de composants aérospatiaux tels que des cadres d'aile en titane.

Soudage de tuyaux d'équipements chimiques tels que des réacteurs en acier inoxydable.

Industrie nucléaire, par exemple soudage d'emballages de barres de combustible en alliage de zirconium.

2.2.2 Électrode de tungstène de lanthane pour le soudage AC

Le soudage AC (AC TIG) est principalement utilisé pour le soudage de métaux légers tels que l'aluminium et le magnésium, car son courant alternatif peut éliminer efficacement le film d'oxyde (tel que Al_2O_3) de la surface métallique. Les électrodes en tungstène lanthane excellent dans le soudage AC, en particulier en mode AC haute fréquence, en maintenant un arc stable et en réduisant l'épuisement des électrodes.

Grades applicables : WL15 et WL20 sont le premier choix pour le soudage AC en raison de leur teneur élevée en oxyde de lanthane pour une stabilité de l'arc et une résistance aux brûlures améliorées.

Caractéristiques de performance :

En mode AC, la pointe de l'électrode forme une forme hémisphérique avec une distribution uniforme de l'arc, ce qui convient aux soudures larges.

Avec un faible taux de brûlure, le WL20 fonctionne bien dans le soudage AC de 100 à 200 ampères. Résistant aux interférences du film d'oxyde, adapté au soudage propre des alliages d'aluminium.

Applications typiques :

Fabrication de carrosseries en alliage d'aluminium, telles que le soudage de voitures et de wagons.

Structures aérospatiales en aluminium telles que les boîtiers d'avions et les réservoirs de carburant.

Soudage de composants en alliage de magnésium dans la construction navale.

2.2.3 Électrodes de tungstène de lanthane à des fins spéciales (par exemple découpe plasma)

En plus du soudage TIG, les électrodes de tungstène de lanthane sont également largement utilisées dans des applications spéciales telles que la découpe plasma, l'usinage par électroérosion (EDM) et la fabrication de dispositifs électroniques. Ces applications nécessitent une résistance à la température, une résistance aux brûlures et une conductivité électrique plus élevées de l'électrode, et des grades à haute teneur en oxyde de lanthane sont souvent sélectionnés.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Découpe plasma:

Les électrodes en tungstène de lanthane (par exemple WL20) sont capables de résister à des arcs plasma à haute température (jusqu'à 20 000 °C) et offrent des performances de coupe stables.

Applications : Matériaux de coupe tels que l'acier inoxydable, l'acier au carbone, le cuivre et l'aluminium, que l'on trouve couramment dans les industries de la construction navale et de la construction.

Usinage par électroérosion (EDM) :

Les électrodes en tungstène au lanthane conviennent à la fabrication de moules et à l'usinage de pièces de précision en raison de leur conductivité élevée et de leur résistance à la corrosion.

Application : EDM de moules aérospatiaux et de matrices d'emboutissage automobile.

Équipement électronique:

Les électrodes en tungstène lanthane sont utilisées comme matériaux d'électrode pour certains composants électroniques de haute précision, tels que les tubes à vide et les tubes cathodiques.

Applications : Fabrication de semi-conducteurs et production d'écrans.

2.3 Comparaison des électrodes de tungstène de lanthane avec d'autres électrodes de tungstène

Les électrodes en tungstène lanthane diffèrent considérablement des autres électrodes en tungstène telles que le tungstène au thorium, le tungstène au cérium, le tungstène pur, le tungstène zirconium et les électrodes en tungstène yttrium en termes de performances, d'application et de sécurité. Ce qui suit est une comparaison détaillée des aspects de l'échappement de travail électronique, des performances d'amorçage d'arc, de la stabilité de l'arc, de la résistance à la combustion, de la protection de l'environnement et des scénarios applicables.

2.3.1 Électrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène de thorium

Les électrodes en tungstène au thorium (WT20, têtes revêtues de rouge) contiennent 1,8 % à 2,2 % d'oxyde de thorium (ThO_2), ce qui est représentatif des électrodes en tungstène haute performance traditionnelles, mais son utilisation est sévèrement limitée en raison de la radioactivité de l'oxyde de thorium (dose de rayonnement d'environ $3,60 \times 10$ Curie/kg).

Résultat du travail sur les électrons : L'électrode thorium-tungstène est d'environ 2,6 eV, ce qui est légèrement inférieur à celui de WL15 et WL20 (2,8-3,2 eV), et les performances d'initiation de l'arc sont légèrement supérieures à celles de l'électrode de tungstène lanthane.

Stabilité de l'arc : La stabilité de l'arc des deux est comparable dans le soudage DC, mais dans le soudage AC, l'électrode de tungstène de lanthane (WL20) est plus résistante aux interférences du film d'oxyde.

Résistance aux brûlures : Les électrodes en tungstène lanthane (WL15 et WL20) ont un taux de perte de combustion inférieur à celui des électrodes en thorium-tungstène à des courants élevés, et la durée de vie des électrodes est plus longue.

Sécurité : Les électrodes en tungstène au lanthane sont non radioactives et conformes aux normes RoHS de l'OSHA et de l'UE, tandis que les électrodes en thorium-tungstène peuvent libérer de la poussière radioactive pendant le traitement et l'utilisation.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Scénarios applicables : L'électrode de tungstène au lanthane est un substitut idéal de l'électrode de tungstène au thorium, adaptée à l'aérospatiale, à l'industrie nucléaire et à d'autres domaines avec des exigences de sécurité élevées ; Les électrodes en tungstène thorium sont encore utilisées pour le soudage à faible coût dans certains pays en développement.

2.3.2 Électrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène de cérium

L'électrode de tungstène au cérium (WC20, pointe revêtue de gris) contient 1,8 % à 2,2 % d'oxyde de cérium (CeO₂) et est une autre électrode de tungstène non radioactive largement utilisée dans le soudage à courant faible à moyen.

Résultat du travail des électrons : L'électrode de tungstène en cérium est d'environ 2,7-2,8 eV, ce qui est comparable au WL15 et a des performances d'initiation d'arc similaires.

Stabilité de l'arc : Les électrodes en tungstène lanthane (WL15 et WL20) sont meilleures que les électrodes en tungstène cérium dans le soudage à courant élevé (>150 ampères) et CA.

Résistance à la brûlure : La vitesse de combustion de l'électrode de tungstène de lanthane est inférieure à celle de l'électrode de tungstène de cérium, en particulier dans le soudage à long terme et à haute charge.

Sécurité : Les deux sont non radioactifs et ont une sécurité comparable.

Scénarios applicables : Les électrodes en cérium et tungstène conviennent au soudage de plaques minces à faible courant (tels que les tuyaux et les composants électroniques) ; Les électrodes en tungstène lanthane sont plus adaptées au soudage de métaux complexes et à courant élevé.

2.3.3 Électrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène pure

L'électrode de tungstène pur (WP, tête de revêtement verte) ne contient pas d'oxydes de terres rares, et ses performances sont relativement basiques, principalement utilisées pour le soudage AC.

Échappement du travail des électrons : L'électrode en tungstène pur est d'environ 4,5 eV, ce qui est beaucoup plus élevé que l'électrode en tungstène au lanthane, et l'initiation de l'arc est difficile, en particulier à faible courant.

Stabilité de l'arc : La stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène pur est acceptable dans le soudage AC, mais il est facile de dériver dans le soudage DC.

Résistance aux brûlures : L'électrode en tungstène pur a un taux de perte de combustion élevé et une courte durée de vie de l'électrode, ce qui la rend inadaptée au soudage à courant élevé.

Sécurité : Les deux sont non radioactifs et ont une sécurité comparable.

Scénarios applicables : Les électrodes en tungstène pur sont principalement utilisées pour le soudage AC de l'aluminium et du magnésium ; Les électrodes en tungstène lanthane conviennent à un plus large éventail de scénarios de soudage DC et AC.

2.3.4 Électrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène de zirconium

Les électrodes en zinc-tungstène (WZ8, tête revêtue de blanc) contiennent 0,7 % à 0,9 % de zircon (ZrO₂) et sont principalement utilisées pour le soudage AC.

Échappement de travail des électrons : L'électrode zirconium-tungstène est d'environ 4,2 eV, ce qui

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

est supérieur à celui de l'électrode de tungstène de lanthane, et les performances d'initiation de l'arc sont médiocres.

Stabilité de l'arc : L'électrode zirconium-tungstène a une meilleure stabilité de l'arc que l'électrode de tungstène pur dans le soudage AC, mais inférieure à l'électrode de tungstène lanthane (WL20).

Résistance aux brûlures : Les électrodes en zinc-tungstène ont un faible taux de combustion dans le soudage AC, mais ne fonctionnent pas bien dans le soudage DC.

Sécurité : Les deux sont non radioactifs et ont une sécurité comparable.

Scénarios applicables : Les électrodes de tungstène en zirconium sont spécialement conçues pour le soudage AC de l'aluminium et du magnésium ; Les électrodes en tungstène lanthane sont plus polyvalentes et conviennent à une large gamme de métaux et de types de courant.

2.3.5 Électrode de tungstène de lanthane vs électrode de tungstène d'yttrium

Les électrodes d'yttrium-tungstène (WY20, pointe revêtue de bleu foncé) contiennent 1,8 % à 2,2 % d'oxyde d'yttrium (Y_2O_3) et sont principalement utilisées pour le soudage DC et la découpe plasma.

Résultat du travail des électrons : L'électrode d'yttrium-tungstène est d'environ 2,8-3,0 eV, ce qui est comparable à WL15 et WL20, et les performances d'initiation de l'arc sont similaires.

Stabilité de l'arc : L'électrode d'yttrium-tungstène a une excellente stabilité d'arc dans le soudage DC à courant élevé, mais ses performances de soudage AC sont inférieures à celles de l'électrode de tungstène lanthane.

Résistance aux brûlures : Les électrodes en yttrium-tungstène ont une résistance à la brûlure comparable à celle du WL20, mais sont plus résistantes aux températures élevées dans la découpe plasma.

Sécurité : Les deux sont non radioactifs et ont une sécurité comparable.

Scénarios applicables : Les électrodes d'yttrium-tungstène conviennent au soudage DC à courant élevé et à la découpe plasma, tels que la fabrication de machines lourdes ; Les électrodes en tungstène de lanthane sont plus adaptées au soudage général et aux scénarios de climatisation.



CTIA GROUP LTD Électrode WL15

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 3 Caractéristiques de l' électrode de tungstène de lanthane

Les excellentes performances des électrodes de tungstène de lanthane sont dues à leurs propriétés physiques, chimiques, électriques et mécaniques uniques qui les rendent excellentes dans les applications exigeantes telles que le soudage sous gaz inerte au tungstène (soudage TIG), le soudage au plasma et le découpage. Ce chapitre aborde en détail les propriétés physiques (y compris le point de fusion, le point d'ébullition, la densité, la dureté, la conductivité thermique et la conductivité), les propriétés chimiques (résistance à l'oxydation, résistance à la corrosion et stabilité chimique), les propriétés électriques (sortie de travail des électrons, initiation de l'arc et stabilité de l'arc), les propriétés mécaniques (résistance à la brûlure, résistance à l'usure, ténacité et fragilité) des électrodes en tungstène lanthane, et joint une fiche de données de sécurité (FDS) Résumé pour démontrer pleinement les caractéristiques de performance des électrodes de tungstène de lanthane.

3.1 Propriétés physiques de l'électrode de tungstène de lanthane

Les propriétés physiques de l'électrode de tungstène de lanthane déterminent sa stabilité et son applicabilité dans des environnements à haute température et à courant élevé. Dopée à l'oxyde de lanthane (La_2O_3), l'électrode de tungstène de lanthane conserve le point de fusion élevé et la haute densité de la matrice de tungstène tout en optimisant la conductivité thermique et électrique, ce qui la rend plus adaptée aux applications de soudage et de découpe.

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

Les points de fusion et d'ébullition des électrodes en tungstène de lanthane héritent principalement des caractéristiques à haute température du tungstène. Le tungstène pur a un point de fusion d'environ $3422\text{ }^\circ\text{C}$ ($6192\text{ }^\circ\text{F}$) et un point d'ébullition d'environ $5555\text{ }^\circ\text{C}$ ($10031\text{ }^\circ\text{F}$), le plus élevé de tous les métaux. Le dopage de 0,8 % à 2,2 % d'oxyde de lanthane a peu d'effet sur le point de fusion et le point d'ébullition, et le point de fusion de l'électrode de tungstène de lanthane est généralement compris entre 3400 et $3420\text{ }^\circ\text{C}$ et le point d'ébullition est compris entre 5500 et $5550\text{ }^\circ\text{C}$. L'ajout d'oxyde de lanthane abaisse légèrement le point de fusion (l'oxyde de lanthane a un point de fusion d'environ $2315\text{ }^\circ\text{C}$), mais en raison de sa faible teneur ($< 2,2\%$), l'effet sur les performances globales à haute température est négligeable.

Ce point de fusion élevé permet aux électrodes de tungstène de lanthane de résister à des arcs à haute température (jusqu'à $6000\text{-}20000\text{ }^\circ\text{C}$) en soudage TIG et en découpe plasma sans fusion ni déformation significative. En pratique, la pointe de l'électrode de tungstène de lanthane peut former une minuscule zone fondue à des courants élevés, mais grâce à la stabilisation thermique de l'oxyde de lanthane, l'électrode peut rapidement refroidir et conserver sa forme, assurant ainsi la qualité de la soudure.

3.1.2 Densité et dureté de l'électrode de tungstène de lanthane

La densité de l'électrode de tungstène de lanthane est proche de celle du tungstène pur, environ $19,25\text{-}19,30\text{ g/cm}^3$, ce qui est légèrement inférieur à celui du tungstène pur à $19,35\text{ g/cm}^3$, en raison du dopage de l'oxyde de lanthane (densité d'environ $6,51\text{ g/cm}^3$) réduit la densité globale. La haute densité assure la stabilité structurelle de l'électrode, ce qui la rend moins sensible à la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

déformation ou à la rupture sous l'impact d'un arc.

En termes de dureté, la dureté Vickers des électrodes de tungstène de lanthane est généralement comprise entre 400 et 450 HV, ce qui est légèrement supérieur à celui des électrodes de tungstène pur (environ 350-400 HV). Le raffinement du grain de l'oxyde de lanthane améliore la dureté de la matrice de tungstène, ce qui la rend plus résistante à l'usure mécanique. Il existe une légère différence de dureté entre les grades, par exemple le WL20 (2,0 % d'oxyde de lanthane) est légèrement plus dur que le WL10 (1,0 % d'oxyde de lanthane) car la teneur plus élevée en oxyde de lanthane augmente l'effet de renforcement de la limite de grains.

La densité et la dureté élevées confèrent à l'électrode de tungstène de lanthane une longue durée de vie dans le soudage à charge élevée, en particulier lors du soudage de carbure cémenté ou d'acier à haute résistance, et est capable de résister à l'usure mécanique à la pointe de l'électrode.

3.1.3 Conductivité thermique et conductivité de l'électrode de tungstène de lanthane

La conductivité thermique et la conductivité des électrodes de tungstène de lanthane sont la clé du maintien de performances stables en soudage. Le tungstène pur a une conductivité thermique d'environ 173 W/(m·K) (température ambiante) et une conductivité électrique d'environ 18,5 MS/m (ou 5,4 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$). Après dopage à l'oxyde de lanthane, la conductivité thermique a légèrement diminué, environ 160-170 W/(m·K), et la conductivité électrique était d'environ 17,5-18,0 MS/m. En effet, la structure cristalline de l'oxyde de lanthane introduit une petite quantité de diffusion des joints de grains, ce qui réduit légèrement l'efficacité de conduction de la chaleur et de l'électricité.

Malgré cela, la conductivité thermique et la conductivité des électrodes en tungstène de lanthane sont beaucoup plus élevées que celles de la plupart des autres matériaux d'électrode (par exemple, les électrodes à base de cuivre, qui ont une conductivité thermique d'environ 400 W/(m·K) mais ont un point de fusion plus bas. La conductivité thermique élevée permet à l'électrode de dissiper rapidement la chaleur, réduisant ainsi l'épuisement causé par la surchauffe de la pointe ; La conductivité élevée assure une transmission efficace du courant et réduit les pertes d'énergie. Les WL15 et WL20 sont particulièrement remarquables aux courants élevés (100-300 ampères) et sont capables de maintenir une température d'arc et une densité de courant stables.

3.2 Propriétés chimiques des électrodes de tungstène de lanthane

Les propriétés chimiques des électrodes de tungstène de lanthane déterminent leur stabilité et leur durabilité dans des environnements complexes. Le dopage de l'oxyde de lanthane améliore considérablement la résistance à l'oxydation et à la corrosion de la matrice de tungstène, ce qui la rend adaptée à une variété d'environnements de soudage.

3.2.1 Résistance à l'oxydation des électrodes de tungstène de lanthane

Le tungstène pur réagit avec l'oxygène à des températures élevées (>500°C) pour former du trioxyde de tungstène (WO_3), ce qui entraîne une oxydation de la surface de l'électrode et une dégradation des performances. Après avoir été dopée à l'oxyde de lanthane, la résistance à l'oxydation de l'électrode de tungstène de lanthane a été considérablement améliorée. L'oxyde de lanthane (La_2O_3)

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

a une grande stabilité chimique à haute température, formant une couche d'oxyde protectrice à la surface de l'électrode, ralentissant la vitesse de réaction du tungstène avec l'oxygène. Des expériences montrent que le taux de gain de poids à l'oxydation du WL20 n'est que de 50 à 60 % de celui d'une électrode en tungstène pur dans une atmosphère d'oxydation de 800 °C.

Cette résistance à l'oxydation permet aux électrodes de tungstène de lanthane de maintenir l'intégrité de la surface pendant le soudage à long terme à courant élevé, réduisant ainsi le risque de contamination de la soudure par l'oxyde. En particulier dans la découpe au plasma, où l'électrode est exposée à des arcs plasma à haute température et à de l'oxygène, les propriétés antioxydantes de l'électrode de tungstène de lanthane assurent sa stabilité à long terme.

3.2.2 Résistance à la corrosion des électrodes de tungstène de lanthane

Les électrodes de tungstène au lanthane présentent une excellente résistance à la corrosion dans une variété d'environnements chimiques. Le tungstène lui-même a une bonne résistance à la corrosion aux acides, aux alcalis et aux solutions salines, tandis que le dopage de l'oxyde de lanthane améliore encore sa stabilité dans l'environnement de l'humidité, du brouillard salin et de certains gaz corrosifs tels que le sulfure d'hydrogène. Par exemple, dans les environnements contenant des chlorures, les électrodes en tungstène de lanthane ont un taux de corrosion d'environ 20 à 30 % inférieur à celui des électrodes en tungstène pur, grâce à l'inertie chimique de l'oxyde de lanthane.

Dans les applications de soudage, les électrodes de tungstène de lanthane sont couramment utilisées dans le soudage des aciers inoxydables et des alliages à base de nickel, qui peuvent libérer des gaz corrosifs ou des scories. La résistance à la corrosion de l'électrode de tungstène de lanthane garantit que sa surface n'est pas facile à éroder, maintient la stabilité de l'arc et prolonge la durée de vie de l'électrode.

3.2.3 Stabilité chimique des électrodes de tungstène de lanthane

La stabilité chimique des électrodes de tungstène au lanthane se reflète dans leur faible réactivité à des températures élevées et dans des environnements chimiques complexes. Le point de fusion (2315°C) et l'inertie chimique de l'oxyde de lanthane rendent difficile la décomposition ou la volatilisation dans les arcs à haute température, ce qui maintient la stabilité de la composition des électrodes. En revanche, l'oxyde de thorium (ThO₂) contenu dans l'électrode de thorium-tungstène peut libérer une petite quantité de gaz radioactif à haute température, tandis que l'électrode de tungstène lanthane ne présente pas ce risque et répond à des exigences environnementales strictes.

La stabilité chimique des électrodes en tungstène lanthane pendant le soudage se reflète également dans leur faible réactivité aux gaz inertes (par exemple, l'argon, l'hélium), assurant un environnement d'arc propre et évitant la contamination de la soudure. Cela le rend particulièrement adapté au soudage de haute précision, comme dans l'industrie nucléaire et l'aérospatiale.

3.3 Propriétés électriques des électrodes de tungstène de lanthane

Les propriétés électriques des électrodes de tungstène de lanthane sont ses principaux avantages dans le soudage et le découpage, qui déterminent ses performances d'initiation d'arc, sa stabilité

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

d'arc et son efficacité globale de soudage. Le dopage de l'oxyde de lanthane optimise considérablement les propriétés électriques des électrodes en tungstène.

3.3.1 Travail des électrons de l'électrode de tungstène de lanthane

La fonction de travail fait référence à l'énergie minimale requise pour que les électrons s'échappent de la surface du matériau, qui est un paramètre clé affectant les performances d'arc de l'électrode. Le travail électronique du tungstène pur est d'environ 4,5 eV, tandis que le travail d'évolution des électrons est considérablement réduit par le dopage de l'oxyde de lanthane dans les électrodes de tungstène lanthane :

WL10 (1,0 % d'oxyde de lanthane) : 2,6-2,7 eV

WL15 (1,5 % d'oxyde de lanthane) : 2,8-3,0 eV

WL20 (2,0 % d'oxyde de lanthane) : 2,8-3,2 eV

Le faible travail électronique de l'oxyde de lanthane est dû à la formation de particules d'oxyde de terres rares dans la matrice de tungstène, qui réduisent la barrière de surface et favorisent l'émission d'électrons. Par rapport aux électrodes en thorium-tungstène (environ 2,6 eV), les électrodes WL15 et WL20 ont un travail d'échappement d'électrons légèrement plus élevé, mais dans des applications pratiques, elles sont suffisantes pour fournir d'excellentes performances d'initiation d'arc tout en évitant le risque de radioactivité.

3.3.2 Performances de démarrage de l'arc de l'électrode de tungstène de lanthane

Les performances d'amorçage d'arc font référence à la facilité avec laquelle une électrode peut initier un arc lorsqu'une tension est appliquée. Le faible travail électronique de l'électrode de tungstène au lanthane permet de commencer facilement l'arc électrique à de faibles tensions et courants (10-50 ampères), ce qui la rend particulièrement adaptée au soudage de plaques minces et au soudage de précision. Le WL10 fonctionne mieux dans le soudage CC à faible courant, tandis que le WL15 et le WL20 maintiennent également un arc électrique rapide à des courants moyens à élevés (50-300 ampères).

Dans le soudage AC, les électrodes en tungstène de lanthane, en particulier le WL20, sont capables de réagir rapidement aux changements de direction du courant, réduisant ainsi le risque de défaillance de l'amorçage de l'arc. Les expériences montrent que le temps de démarrage de l'arc du WL15 est de 30 à 40 % plus court que celui de l'électrode en tungstène pur dans des conditions de 70 ampères CC, ce qui améliore considérablement l'efficacité du soudage.

3.3.3 Stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène de lanthane

La stabilité de l'arc fait référence à la capacité d'un arc à maintenir une combustion uniforme et à éviter la dérive ou l'interruption pendant le processus de soudage. La stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène de lanthane est due à la distribution uniforme de l'oxyde de lanthane et au faible travail d'échappement des électrons. Dans le soudage DC, les WL15 et WL20 sont capables de former un arc concentré et stable, réduisant ainsi les projections et les défauts de soudure. Dans le soudage AC, la stabilité de l'arc du WL20 est meilleure que celle des électrodes de tungstène pur et de zirconium, en particulier lors du soudage d'alliages d'aluminium, il peut éliminer efficacement le film d'oxyde

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

et maintenir une forme d'arc uniforme.

La fluctuation de la tension de l'arc est un indicateur clé de la stabilité de l'arc. Le test montre que le taux de fluctuation de tension du WL20 dans le soudage AC de 150 ampères n'est que de $\pm 0,5$ V, ce qui est mieux que l'électrode de tungstène pure ($\pm 1,2$ V) et l'électrode de tungstène de cérium ($\pm 0,8$ V), garantissant des soudures de haute qualité.

3.4 Propriétés mécaniques des électrodes de tungstène de lanthane

Les propriétés mécaniques des électrodes en tungstène lanthane déterminent leur durabilité sous des charges élevées et sur de longues périodes d'utilisation, notamment la résistance aux brûlures, la résistance à l'usure, la ténacité et la fragilité.

3.4.1 Résistance à la combustion de l'électrode de tungstène de lanthane

La résistance aux brûlures fait référence à la capacité d'une électrode à résister à l'ablation de la pointe et à la perte de masse sous l'action d'un arc électrique à haute température. Les performances anti-brûlure des électrodes de tungstène de lanthane sont meilleures que celles des électrodes de tungstène pur et de tungstène de cérium, principalement en raison du raffinement du grain de l'oxyde de lanthane et de la température de recristallisation élevée (environ 1800-2000 °C, environ 200 °C de plus que le tungstène pur). Le WL20 présente la meilleure résistance à la perte de brûlure à des courants élevés (200-300 ampères), avec un taux de consommation de pointe environ 20 à 30 % inférieur à celui des électrodes en thorium-tungstène.

Dans la découpe plasma, les électrodes en tungstène lanthane sont particulièrement résistantes à la combustion, ce qui peut résister à des arcs plasma jusqu'à 20 000 °C, prolonger la durée de vie de l'électrode et réduire la fréquence de remplacement. Par exemple, lors de la découpe d'acier inoxydable de 10 mm d'épaisseur, la durée de vie moyenne d'une électrode WL20 peut être 1,5 à 2 fois supérieure à celle d'une électrode en tungstène pur.

3.4.2 Résistance à l'abrasion des électrodes de tungstène de lanthane

La résistance à l'abrasion fait référence à la capacité d'une électrode à résister à l'usure sous contact mécanique ou impact d'arc. La dureté élevée de l'électrode de tungstène de lanthane (400-450 HV) et l'effet de renforcement de la limite de grains de l'oxyde de lanthane la rendent meilleure que l'électrode de tungstène pure. Pendant le processus de soudage, la pointe de l'électrode peut être légèrement en contact avec la pièce ou le montage, et la surface de l'électrode de tungstène de lanthane n'est pas sujette aux rayures ou à l'abrasion, ce qui maintient l'intégrité de la forme de la pointe.

Dans le soudage par points à haute fréquence ou la découpe plasma, la résistance à l'usure de l'électrode de tungstène de lanthane assure sa stabilité sur plusieurs cycles. Par exemple, le taux d'usure du WL15 dans le soudage de 100 ampères DC n'est que de 60 % à 70 % de celui des électrodes en tungstène pur, ce qui améliore considérablement la durabilité des électrodes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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

3.4.3 Ténacité et fragilité des électrodes de tungstène de lanthane

La ténacité et la fragilité des électrodes en tungstène lanthane sont des aspects importants de leurs propriétés mécaniques. Le tungstène pur a une grande fragilité et est sujet à la fissuration des joints de grains, en particulier à des températures élevées. Après avoir été dopée à l'oxyde de lanthane, la ténacité de l'électrode de tungstène de lanthane est améliorée et le raffinement du grain réduit la tendance à la propagation des fissures. La résistance à la rupture (K_{Ic}) du WL20 est d'environ 10-12 MPa·m^{1/2}, ce qui est supérieur à celui du tungstène pur (8-10 MPa·m^{1/2}).

Cependant, les électrodes de tungstène de lanthane peuvent encore présenter une certaine fragilité à des températures extrêmement élevées (>2500°C) ou après une utilisation prolongée, en particulier avec une teneur élevée en oxyde de lanthane (par exemple, WL20). Par conséquent, dans la production, la ténacité et la fragilité sont souvent équilibrées en optimisant les processus de frittage et de forgeage pour s'assurer que les électrodes ne sont pas sujettes à la casse dans les applications pratiques.

3.5 Électrode de tungstène lanthane MSDS de CTIA GROUP LTD

Ce qui suit est un résumé de la fiche de données de sécurité (FDS) des matériaux d'électrode de tungstène de lanthane fournie par CTIA GROUP LTD, qui couvre sa composition chimique, l'identification des dangers, les mesures de protection et les informations de manipulation basées sur les informations accessibles au public et les normes de l'industrie.

Fiche de données de sécurité (FDS) Résumé :

Composition chimique:

Tungstène (W) : 97,8 % à 99,2 % en masse

Oxyde de lanthane (La₂O₃) : 0,8 % à 2,2 % (fraction massique, selon la qualité).

Impuretés : ≤0,1 % (dont oligo-éléments tels que le fer, le silicium, le carbone, etc.)

Identification des dangers :

Risques pour la santé : L'électrode de tungstène au lanthane est non radioactive et inoffensive pour le corps humain dans des conditions normales d'utilisation. Le traitement (par exemple, couper, broyer) peut produire de la poussière de tungstène, qui peut provoquer une irritation respiratoire si elle est inhalée pendant une longue période.

Risques environnementaux : Il n'y a pas de risque environnemental significatif, mais les déchets doivent être recyclés et éliminés conformément aux réglementations locales pour éviter la pollution.

Dangers physiques : Lors du soudage à haute température, l'électrode peut libérer une petite quantité de gaz oxyde, alors assurez la ventilation.

Mesures de protection:

Protection individuelle : Portez un masque anti-poussière (N95 ou supérieur) et des lunettes de protection pendant le traitement. Utilisez un masque de soudeur et des gants résistants à la chaleur lors du soudage.

Exigences de ventilation : En cas d'utilisation dans un environnement fermé, assurez-vous de l'évacuation locale ou de l'utilisation de l'équipement de ventilation.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Conditions de stockage : Stocker dans un endroit sec et frais, évitez l'humidité et les températures élevées.

Mesures de premiers secours :

Inhalation : Si de la poussière est inhalée, placez-vous dans un endroit ventilé et consultez un médecin si nécessaire.

Contact avec la peau : Lavez la zone de contact avec de l'eau et du savon.

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

Manutention et élimination :

Les électrodes de tungstène de lanthane usagées doivent être envoyées à un établissement de recyclage professionnel pour élimination afin d'éviter de les jeter à volonté.

Respectez les exigences des normes internationales (par exemple RoHS) et des réglementations environnementales chinoises (par exemple GB/T 26572).

Informations sur l'expédition :

Les marchandises non dangereuses peuvent être transportées comme des marchandises conventionnelles, mais doivent être des emballages étanches à l'humidité et aux chocs.

Informations réglementaires :

Conforme aux normes ISO 6848:2015 et GB/T 14841.

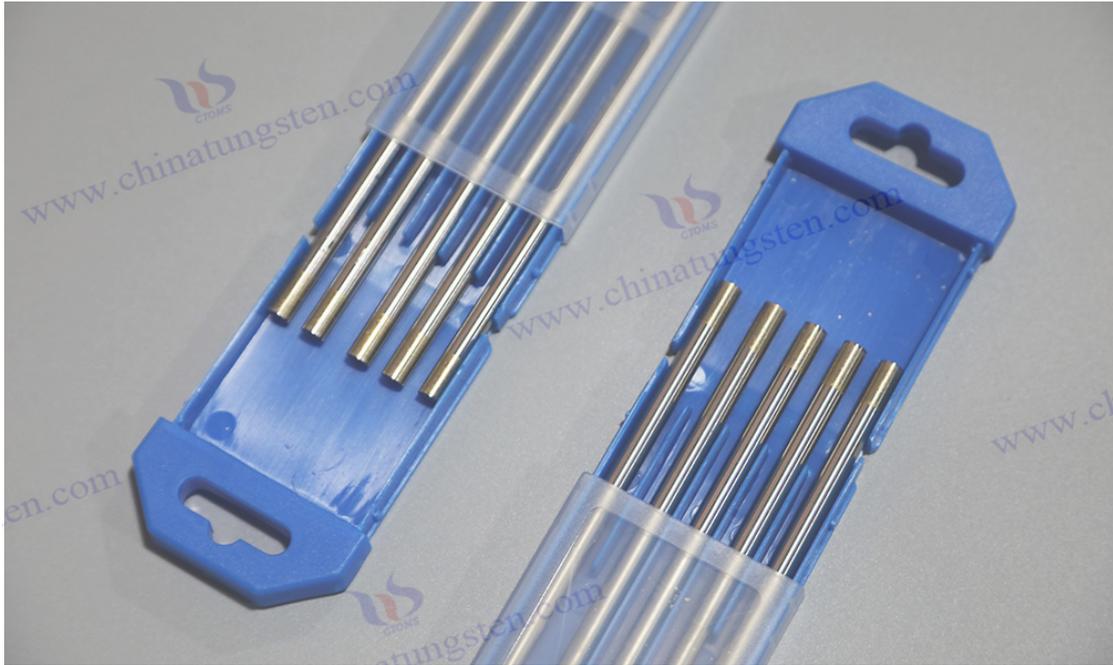
Aucun permis spécial n'est requis, et le traitement et l'utilisation sont soumis aux réglementations en matière de santé et de sécurité au travail (par exemple, OSHA).

Informations sur le fournisseur

Fournisseur : CTIA GROUP LTD

Tél. : 0592-5129696/5129595

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale



CTIA GROUP LTD Électrode WL15

Chapitre 4 Utilisations de l' électrode de tungstène de lanthane

Les électrodes en tungstène de lanthane sont largement utilisées dans l'industrie moderne en raison de leurs excellentes performances d'initiation d'arc, de leur stabilité d'arc, de leur non-radioactivité et de leur faible taux de brûlure, couvrant les domaines soudés, non soudés et spéciaux à forte demande. Sa polyvalence et ses hautes performances en font le matériau de choix pour le soudage sous gaz inerte (soudage TIG), le soudage et le découpage au plasma, l'usinage par électroérosion (EDM), ainsi que pour l'aérospatiale, l'industrie nucléaire et la fabrication de dispositifs médicaux. Ce chapitre aborde en détail les applications des électrodes de tungstène de lanthane dans le soudage (y compris le soudage TIG, le soudage au plasma et les types de métaux applicables), les applications non liées au soudage (découpe plasma, EDM et électronique), les applications spéciales (aérospatiale, industrie nucléaire et fabrication de dispositifs médicaux) et les cas d'application spécifiques, en montrant leur importance et leurs diverses utilisations dans l'industrie.

4.1 Les électrodes de tungstène de lanthane sont utilisées dans le domaine du soudage

Le soudage est le domaine d'application le plus important de l'électrode de tungstène de lanthane, et ses performances sont particulièrement importantes dans le soudage au gaz inerte au tungstène (soudage TIG) et le soudage au plasma. Le faible travail électronique (2,6-3,2 eV), l'excellente stabilité de l'arc et la résistance à l'épuisement des électrodes de tungstène de lanthane leur permettent de répondre aux besoins de soudures de haute précision et de haute qualité, en particulier dans les scénarios où l'apparence de la soudure et les propriétés mécaniques sont critiques, comme l'aérospatiale, l'énergie et la fabrication d'équipements chimiques.

4.1.1 Applications en TIG (soudage à l'arc à l'argon).

Le soudage sous gaz inerte au tungstène (soudage TIG, également connu sous le nom de soudage à

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'arc argon) est le principal domaine d'application de l'électrode de tungstène de lanthane. Le soudage TIG utilise des électrodes en tungstène protégées par un gaz inerte tel que l'argon ou l'hélium pour créer un arc électrique qui chauffe la pièce et le matériau d'apport pour former une soudure de haute qualité. Le procédé est largement utilisé pour les tâches de soudage de haute précision et de haute qualité en raison de ses soudures sans éclaboussures, esthétiquement agréables et de son adaptabilité à une large gamme de métaux. Les avantages de l'électrode de tungstène de lanthane dans le soudage TIG se reflètent dans les aspects suivants :

Excellentes performances d'amorçage d'arc : les électrodes en tungstène lanthane (en particulier WL10 et WL15) peuvent facilement commencer à former des arcs à de faibles courants (10-50 A) et conviennent au soudage de plaques minces (par exemple en acier inoxydable ou en alliage d'aluminium de 0,5 à 2 mm). Son faible échappement d'électrons assure un allumage rapide et réduit le risque d'échec de l'amorçage de l'arc.

Stabilité de l'arc : WL15 et WL20 peuvent maintenir un arc concentré et stable dans la plage de courant de 50 à 300 ampères, réduire la dérive de l'arc et les éclaboussures, et assurer l'uniformité et la qualité de surface de la soudure. En particulier en mode électrode positive DC (DCEN), l'arc a une forte directivité et un apport de chaleur concentré, ce qui convient au soudage de précision.

Faible taux de combustion : l'électrode lanthane-tungstène a un faible taux de combustion sous un arc à haute température et la forme de la pointe est stable, ce qui prolonge la durée de vie de l'électrode. Par exemple, dans le soudage de 150 ampères CC, le taux de combustion du WL20 est environ 30 à 40 % inférieur à celui des électrodes en tungstène pur, ce qui réduit la fréquence de remplacement des électrodes et améliore l'efficacité de la production.

DC & AC Universel : Les électrodes en tungstène de lanthane fonctionnent bien dans le soudage DC (DC) et AC (AC). Le WL20 peut rapidement enlever le film d'oxyde de surface (Al_2O_3) lors du soudage d'alliages d'aluminium en courant alternatif, formant ainsi une soudure uniforme.

Scénarios d'application typiques :

Soudage de tuyaux : Dans les industries pétrochimiques et du gaz naturel, les électrodes de tungstène de lanthane sont utilisées pour le soudage TIG de tuyaux en acier inoxydable et en alliage à base de nickel afin de garantir que les soudures sont exemptes de défauts et répondent aux exigences des environnements à haute pression et corrosifs.

Soudage de tôles : Dans l'industrie électronique et la fabrication d'équipements médicaux, le WL10 est utilisé pour souder des tôles d'acier inoxydable ou d'alliage de titane d'une épaisseur de 0,5 à 1 mm afin d'assurer la résistance et la beauté de la soudure.

Soudage automatisé : Dans la construction automobile, les robots de soudage utilisent le WL15 pour effectuer le soudage TIG d'acier à haute résistance et d'alliages d'aluminium, améliorant ainsi l'efficacité de la production et la cohérence des soudures.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

La popularité du soudage TIG a favorisé la large application des électrodes de tungstène de lanthane, en particulier sur les marchés européens et américains, WL15 est devenu le choix principal en raison de ses performances proches de celles des électrodes de tungstène au thorium, représentant 20 % à 30 % du marché mondial des électrodes TIG.

4.1.2 Soudage au plasma

Le soudage à l'arc plasma (PAW) est une technologie de soudage qui utilise l'arc confiné pour générer un faisceau de plasma à haute température, avec une température d'arc de 15000-25000°C, et un apport de chaleur plus concentré, ce qui convient au soudage de haute précision et à haut rendement. Les électrodes en tungstène lanthane sont privilégiées dans le soudage au plasma pour leur résistance aux températures élevées et à la combustion.

Avantages en termes de performances :

Stabilité à haute température : le WL20 peut résister à la température élevée et au fort impact de l'arc plasma, et la pointe n'est pas facile à fondre ou à déformer, ce qui prolonge la durée de vie de l'électrode.

Concentration de l'arc : Le faisceau d'arc du soudage au plasma est étroit (environ 0,1 à 2 mm de diamètre) et l'électrode de tungstène au lanthane peut fournir une focalisation de courant stable, ce qui convient au soudage par pénétration profonde et au soudage par micro-trous.

Faible contamination : La stabilité chimique de l'électrode de tungstène de lanthane garantit qu'elle ne libère pas de contaminants sous la protection d'un gaz inerte, ce qui permet de garder le cordon de soudure propre.

Caractéristiques du processus :

Le soudage au plasma est divisé en micro-plasma (1-30 ampères) et plasma conventionnel (30-1000 ampères). Le WL10 convient au soudage au micro-plasma pour les tôles minces de 0,1 à 1 mm d'épaisseur, tandis que le WL15 et le WL20 conviennent au soudage au plasma conventionnel pour les métaux de 2 à 10 mm d'épaisseur.

Le soudage au plasma adopte souvent le mode cathode CC, et le faible échappement d'électrons de l'électrode de tungstène lanthane assure une initiation rapide de l'arc et un arc stable

Scénarios d'application typiques :

Aérospatiale : Le soudage au plasma est utilisé pour les composants de précision en titane et en alliages à base de nickel, tels que les aubes de turbine et les chambres de combustion, nécessitant que les soudures soient exemptes de porosité et de fissures.

Industrie électronique : Le soudage par micro-plasma est utilisé dans la fabrication de boîtiers de semi-conducteurs et de connecteurs miniatures, et les électrodes en tungstène lanthane garantissent une haute précision et une zone à faible impact thermique.

Récipients sous pression : Dans les industries chimiques et énergétiques, le soudage au plasma est

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

utilisé pour le soudage par pénétration profonde de récipients en acier inoxydable à paroi épaisse, et les électrodes en tungstène au lanthane améliorent l'efficacité et la qualité du soudage.

Le soudage au plasma a des exigences extrêmement élevées pour les performances des électrodes, et les excellentes performances de l'électrode de tungstène de lanthane la font remplacer progressivement l'électrode de thorium-tungstène dans ce domaine, en particulier dans les zones soumises à des réglementations environnementales strictes.

4.1.3 Types de métaux applicables (acier inoxydable, alliages d'aluminium, alliages de nickel, etc.).

La polyvalence des électrodes en tungstène de lanthane les rend adaptées au soudage d'une large gamme de métaux, y compris, mais sans s'y limiter, l'acier inoxydable, les alliages d'aluminium, les alliages de nickel, les alliages de titane, les alliages de cuivre et l'acier au carbone. Voici les caractéristiques de son application dans les principaux types de métaux :

Inox:

Caractéristiques : Les aciers inoxydables (y compris les aciers inoxydables austénitiques, ferritiques et martensitiques) ont une bonne résistance à la corrosion et une résistance à haute température, et sont largement utilisés dans la fabrication de produits chimiques, d'aliments et d'équipements médicaux. Les électrodes en tungstène lanthane (WL15 et WL20) fournissent un arc stable en mode cathode CC, réduisant la zone affectée par la chaleur et évitant la corrosion intergranulaire.

Application : Soudage TIG de tuyaux en acier inoxydable 304 et 316, fabrication de soudure de récipients sous pression.

Avantages : Le faible taux de combustion et la stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène lanthane garantissent que le cordon de soudure est beau et exempt d'inclusions d'oxyde.

Alliage d'aluminium :

Caractéristiques : Les alliages d'aluminium (tels que 6061, 7075) ont une conductivité thermique élevée et un film d'oxyde de surface (Al_2O_3), qui doit être éliminé par soudage AC TIG. Le WL20 fonctionne mieux en mode AC, éliminant rapidement le film d'oxyde et maintenant un arc uniforme.

Applications : Soudage de structures aérospatiales en aluminium (par exemple, coques d'avions), de carrosseries de voitures et de ponts de navires.

Avantages : Le faible taux de combustion et la résistance à l'oxydation de l'électrode de tungstène de lanthane dans le soudage AC améliorent la qualité de la soudure.

Alliages de nickel :

Caractéristiques : Les alliages à base de nickel (tels que l'Inconel 625, l'Hastelloy C-276) ont une excellente résistance aux hautes températures et à la corrosion, et sont largement utilisés dans les industries aérospatiale et nucléaire. Les électrodes en tungstène lanthane fournissent un arc

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

concentré dans le soudage DC et conviennent aux soudures de haute précision.

Application : Soudage d'aubes de turbines à gaz, de tuyaux de réacteurs nucléaires.

Avantages : La résistance à la brûlure et la stabilité chimique des électrodes en tungstène de lanthane réduisent les défauts de soudure.

Alliage de titane :

Caractéristiques : Les alliages de titane (tels que le Ti-6Al-4V) ont une résistance élevée et une faible densité, mais sont sensibles à l'oxygène et nécessitent une protection stricte contre les gaz inertes. Le WL15 excelle dans le soudage CC à faible courant, réduisant l'apport de chaleur et évitant l'oxydation.

Application : Soudage de squelettes d'ailes aérospatiales, d'implants médicaux.

Avantages : Le faible échappement d'électrons et la stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène lanthane garantissent une soudure sans porosité.

Alliages de cuivre et aciers au carbone :

Caractéristiques : Les alliages de cuivre (tels que le laiton, le bronze) ont une conductivité thermique élevée et nécessitent un soudage à courant élevé ; L'acier au carbone (tel que le Q235) a un faible coût et un large éventail d'applications. Le WL20 convient au soudage à courant élevé des alliages de cuivre, et le WL10 convient au soudage à faible courant de l'acier au carbone.

Application : Soudage d'un échangeur de chaleur en alliage de cuivre et de pièces structurelles en acier au carbone.

Avantage : La polyvalence des électrodes en tungstène lanthane répond aux besoins de différents courants et métaux.

La polyvalence des électrodes en tungstène de lanthane en fait des matériaux indispensables dans l'industrie du soudage, en particulier dans le soudage combiné multi-métaux tels que l'acier inoxydable et les alliages de nickel, où sa stabilité de performance est largement reconnue.

4.2 Les électrodes en tungstène de lanthane sont utilisées dans les domaines non liés au soudage

En plus du soudage, les électrodes de tungstène de lanthane ont également des applications importantes dans des domaines non liés au soudage, notamment la découpe au plasma, l'usinage par électroérosion (EDM) et la fabrication de produits électroniques. Ces domaines nécessitent une résistance à haute température, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion des électrodes, et les électrodes en tungstène lanthane sont idéales pour leurs excellentes propriétés.

4.2.1 Découpe plasma

La découpe plasma est une technologie de traitement qui utilise un arc plasma à haute température (température jusqu'à 20 000 °C) pour fondre et souffler le métal, et est largement utilisée pour couper

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'acier au carbone, l'acier inoxydable, l'aluminium, le cuivre et d'autres matériaux. Les électrodes en tungstène de lanthane, en particulier le WL20, excellent dans la découpe plasma en raison de leur résistance aux températures élevées et à la combustion.

Avantages en termes de performances :

Résistance aux hautes températures : le WL20 est capable de résister à l'impact à haute température de l'arc plasma et le taux de consommation de la pointe est faible, ce qui prolonge la durée de vie de l'électrode.

Stabilité de l'arc : L'électrode de tungstène au lanthane fournit un arc plasma stable pour assurer un tranchant plat et réduire les bavures.

Résistance à l'oxydation : Dans les gaz plasma oxygénés tels que l'air ou l'oxygène, les électrodes de tungstène lanthane ont un faible taux d'oxydation et maintiennent l'intégrité de la surface.

Scénarios d'application :

Construction navale : découpe de plaques d'acier inoxydable et d'acier au carbone de 10 à 50 mm d'épaisseur pour la fabrication de coques et de ponts.

Industrie de la construction : découpe de poutres et de colonnes de structures en acier pour répondre aux exigences de précision des charpentes de bâtiments.

Fabrication automobile : découpe de pièces de carrosserie en alliage d'aluminium pour améliorer l'efficacité de la production.

Exemple pratique : dans la ligne de découpe au plasma d'un chantier naval, une plaque d'acier inoxydable de 20 mm d'épaisseur a été découpée avec une électrode WL20, et la durée de vie de l'électrode a été environ 50 % plus longue que celle d'une électrode en tungstène pur, et la vitesse de coupe a été augmentée de 15 %, ce qui a considérablement réduit les coûts de production.

La découpe au plasma a des exigences extrêmement élevées pour la durabilité de l'électrode, et les excellentes performances de l'électrode de tungstène de lanthane la font remplacer progressivement l'électrode de tungstène au thorium dans ce domaine et devenir la norme de l'industrie.

4.2.2 Usinage par électroérosion (EDM)

L'usinage par électroérosion (EDM) est une technologie d'usinage de haute précision qui ablate les matériaux par étincelles électriques, et est largement utilisée dans la fabrication de moules et l'usinage de pièces complexes. Les électrodes en tungstène de lanthane conviennent comme matériaux d'électrode pour l'EDM en raison de leur conductivité élevée, de leur résistance à la corrosion et de leur résistance à l'usure.

Avantages en termes de performances :

Conductivité électrique élevée : la conductivité de l'électrode de tungstène de lanthane (environ

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

17,5-18,0 MS/m) assure une décharge EDM efficace et une vitesse de traitement rapide.

Résistance à l'abrasion : La dureté élevée du WL15 et du WL20 (400-450 HV) le rend moins sensible à l'usure lors de décharges multiples et maintient la forme de l'électrode.

Résistance à la corrosion : Dans les électrolytes de l'EDM tels que le kérosène ou l'eau déminéralisée, la stabilité chimique des électrodes de tungstène de lanthane évite la corrosion de surface.

Scénarios d'application :

Fabrication de moules : utilisé pour l'usinage de précision des moules d'estampage et des moules d'injection, tels que les moules pour pièces automobiles.

Aérospatiale : Usinage de géométries complexes d'aubes de turbines et de tuyères de moteurs.

Dispositifs médicaux : Fabrication de composants de haute précision pour couteaux chirurgicaux et implants orthopédiques.

Exemple pratique : Dans une usine de moules aérospatiaux, les électrodes WL15 sont utilisées pour l'usinage EDM de moules en alliage à base de nickel, avec une précision d'usinage de $\pm 0,01$ mm, et la consommation d'électrodes est inférieure de 30 % à celle des électrodes en cuivre, ce qui améliore la qualité de surface et l'efficacité de production du moule.

L'application d'électrodes de tungstène de lanthane dans l'électroérosion a stimulé le développement de la technologie d'usinage de haute précision, en particulier dans les domaines aérospatial et médical.

4.2.3 Matériaux des électrodes dans les dispositifs électroniques

Les électrodes en tungstène de lanthane sont utilisées comme matériaux d'électrode dans la fabrication de dispositifs électroniques en raison de leur conductivité élevée, de leur résistance aux températures élevées et de leur stabilité chimique, en particulier dans les tubes à vide, les tubes cathodiques (CRT) et certains dispositifs à semi-conducteurs.

Avantages en termes de performances :

Conductivité électrique élevée : La conductivité élevée des électrodes en tungstène de lanthane assure une transmission efficace du courant et convient aux applications électroniques à haute fréquence.

Résistance aux hautes températures : Dans un environnement sous vide ou sous gaz inerte, l'électrode de tungstène de lanthane peut résister à des températures élevées (1000-2000°C) et maintenir des performances stables.

Stabilité chimique : Les électrodes en tungstène lanthane réagissent pas facilement avec les gaz ou les matériaux des appareils électroniques, ce qui prolonge la durée de vie de l'appareil.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Scénarios d'application :

Tube à vide : Les électrodes de tungstène au lanthane sont utilisées comme matériaux de cathode pour émettre des électrons afin de générer un courant électrique, qui est utilisé dans les amplificateurs de haute puissance et les équipements radar.

Tube cathodique : L'électrode WL15 est utilisée dans le canon à électrons de l'écran CRT pour fournir un faisceau d'électrons stable.

Fabrication de semi-conducteurs : Les électrodes de tungstène au lanthane sont utilisées dans certains équipements de gravure au plasma, le traitement des plaquettes de silicium et les circuits intégrés.

Exemple pratique : chez un fabricant d'équipements à semi-conducteurs, l'électrode WL20 est utilisée dans une machine de gravure plasma avec une précision nanométrique, et la durée de vie de l'électrode est 40 % plus longue que celle des électrodes traditionnelles à base de cuivre, ce qui réduit les coûts de maintenance.

Bien que l'application de l'électrode de tungstène de lanthane dans les équipements électroniques soit à petite échelle, ses hautes performances la rendent irremplaçable dans le domaine de la haute technologie.

4.3 Applications spéciales des électrodes de tungstène de lanthane

La non-radioactivité et les excellentes propriétés des électrodes de tungstène de lanthane les rendent idéales pour des applications spéciales dans des domaines exigeants tels que l'aérospatiale, l'industrie nucléaire et la fabrication de dispositifs médicaux, où les propriétés des matériaux, la sécurité et la fiabilité sont essentielles.

4.3.1 Industrie aérospatiale

L'industrie aérospatiale a des exigences de performance extrêmement strictes pour le soudage et la découpe des matériaux, et les soudures doivent être à haute résistance, sans défaut et résistantes à la corrosion à haute température. Les applications des électrodes de tungstène de lanthane dans ce domaine sont principalement axées sur le soudage TIG, le soudage plasma et le découpage.

Caractéristiques de l'application :

Soudage de l'alliage de titane : WL15 est utilisé pour le soudage TIG de l'alliage de titane Ti-6Al-4V pour fabriquer des pièces de squelette d'aile d'avion et de moteur, la soudure est sans porosité et la résistance à la fatigue est excellente.

Soudage d'alliages à base de nickel : Le WL20 est utilisé pour le soudage au plasma d'alliages à base de nickel Inconel 718 pour fabriquer des aubes de turbines à gaz, et les soudures résistent à l'oxydation à haute température.

Découpe d'alliage d'aluminium : WL20 est utilisé pour la découpe plasma de panneaux de

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

carrosserie en alliage d'aluminium, le tranchant est plat, réduisant le traitement ultérieur.

Avantage:

Non radioactif et répond aux normes de sécurité strictes de l'industrie aérospatiale.

Le faible taux de combustion et la stabilité de l'arc améliorent l'efficacité du soudage et de la coupe.

Il convient au soudage automatisé pour répondre aux besoins de production de masse de composants aérospatiaux.

Exemple pratique : une entreprise de construction aéronautique a utilisé des électrodes WL15 pour souder le cadre en alliage de titane d'un Boeing 787, et la soudure a passé avec succès les tests par ultrasons (UT) et les tests aux rayons X (RT), avec un taux de réussite de 99,5 %, ce qui a considérablement amélioré l'efficacité de la production.

4.3.2 Industrie nucléaire

L'industrie nucléaire impose des exigences élevées en matière de fiabilité et de sécurité des matériaux de soudage, qui doivent résister à des températures et des pressions élevées et à des environnements radiologiques. Les électrodes de tungstène au lanthane sont largement utilisées dans les cuves sous pression des réacteurs nucléaires, l'encapsulation des barres de combustible et le soudage de pipelines.

Caractéristiques de l'application :

Soudage d'alliage de zirconium : le WL10 est utilisé pour le soudage TIG des barres de combustible en alliage de zirconium, l'arc électrique à faible courant réduit l'apport de chaleur et évite la croissance des grains de matériau.

Soudage de l'acier inoxydable : Le WL20 est utilisé pour le soudage au plasma des récipients sous pression en acier inoxydable 316L, et la soudure à pénétration profonde assure l'étanchéité.

Tuyaux en alliage de nickel : le WL15 est utilisé pour le soudage TIG des tuyaux en alliage Hastelloy, les soudures sont résistantes à la corrosion et répondent aux exigences du stockage des déchets nucléaires.

Avantage:

Il n'est pas radioactif, ce qui évite le risque de rayonnement qui peut être introduit par les électrodes en thorium-tungstène.

La grande stabilité de l'arc garantit que le cordon de soudure est exempt de défauts et répond aux normes d'inspection strictes de l'industrie nucléaire.

La résistance à la corrosion et la stabilité chimique sont adaptées aux conditions chimiques complexes de l'environnement nucléaire.

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

Exemple pratique : Dans la construction d'une centrale nucléaire en Chine, l'électrode WL20 est utilisée pour le soudage TIG du tuyau de refroidissement du réacteur, et la soudure a réussi le test de détection des fuites d'hélium, et le taux de fuite est inférieur à 10^{-9} Pa·m³/s, ce qui répond aux exigences de sécurité nucléaire.

4.3.3 Fabrication d'équipements médicaux

L'application des électrodes de tungstène de lanthane dans ce domaine est principalement axée sur le soudage de précision des alliages de titane et des aciers inoxydables, ainsi que sur l'usinage par électroérosion, en raison des exigences extrêmement élevées en matière de propreté et de précision des matériaux de soudage et de traitement dans la fabrication de dispositifs médicaux.

Caractéristiques de l'application :

Implants en titane : Le WL10 est utilisé pour le soudage TIG des implants orthopédiques en alliage de titane (tels que les prothèses de hanche) avec un faible apport de chaleur pour éviter la détérioration des propriétés du matériau.

Instruments chirurgicaux en acier inoxydable : WL15 est utilisé pour le soudage au micro-plasma des couteaux chirurgicaux en acier inoxydable, le cordon de soudure est lisse et il n'y a pas besoin de polissage secondaire.

Usinage par électroérosion : le WL20 est utilisé pour fabriquer des moules de dispositifs médicaux miniatures, tels que des moules à aiguilles de seringue, avec une précision d'usinage de $\pm 0,005$ mm.

Avantage:

Non radioactif et très stable chimiquement, évitant la contamination de l'équipement médical.

Le faible taux de combustion et la stabilité de l'arc améliorent la précision du soudage et de l'usinage.

Il convient à l'usinage de petites pièces et répond aux tolérances serrées des dispositifs médicaux.

Exemple pratique : Un fabricant de dispositifs médicaux a utilisé des électrodes WL15 pour souder la coque en alliage de titane d'un stimulateur cardiaque, et la soudure a réussi le test de biocompatibilité, et le produit a eu un taux de réussite de 99,8 %, répondant à la norme de qualité des dispositifs médicaux ISO 13485.

4.4 Analyse de cas d'application de l'électrode de tungstène de lanthane

Les deux cas spécifiques suivants analysent les performances réelles des électrodes de tungstène de lanthane dans des environnements de soudage de haute précision et à haute température, et démontrent leurs avantages dans des applications industrielles.

4.4.1 Application de l'électrode de tungstène de lanthane dans le soudage de haute précision

Lors de la fabrication d'aubes de turbine, une entreprise aérospatiale doit effectuer un soudage TIG sur un alliage à base de nickel Inconel 718, ce qui nécessite que la soudure soit exempte de porosité,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

de fissures et d'une excellente résistance à la fatigue. L'électrode traditionnelle en thorium-tungstène a été désactivée en raison de problèmes de radioactivité, et le client a choisi l'électrode en tungstène lanthane WL20.

Processus de mise en œuvre :

Équipement et paramètres : à l'aide d'une machine à souder TIG à cathode DC, courant 150-200 ampères, protection contre l'argon, diamètre de l'électrode 2,4 mm, meulage de la pointe dans un angle de cône de 45°.

Matériau : Feuille d'Inconel 718, de 3 mm d'épaisseur, remplie du même fil d'alliage.

Procédé : Soudage TIG par impulsions, fréquence d'impulsion 2 Hz, courant de crête 180 A, courant de valeur de base 80 A, débit de gaz de protection 12 L/min.

Résultats et analyse :

Qualité de la soudure : la soudure passe l'inspection par rayons X (RT) et le ressuage par fluorescence (PT), il n'y a pas de porosité ou de fissures, la largeur de la soudure est uniforme (environ 2,5 mm) et la surface est lisse.

Performance de l'électrode : Après 8 heures de soudage continu, le brûlage de la pointe de l'électrode WL20 n'est que de 0,2 mm, ce qui est bien inférieur à celui de l'électrode en tungstène pur (0,5 mm). La stabilité de l'arc est excellente et le taux de fluctuation de tension est de $\pm 0,4$ V.

Efficacité améliorée : Par rapport aux électrodes en cérium-tungstène, le WL20 présente une réduction de 30 % de la fréquence de remplacement des électrodes et une augmentation de 15 % de l'efficacité du soudage.

Sécurité : Non radioactif, conforme aux normes de sécurité de l'OSHA pour l'industrie aéronautique et ne nécessitant aucune protection supplémentaire pour les opérateurs.

Conclusion : L'excellente performance de l'électrode de tungstène lanthane WL20 dans le soudage de haute précision garantit la qualité et l'efficacité de la production de la soudure, et devient un choix idéal pour le soudage d'alliages à base de nickel.

4.4.2 Performances de l'électrode de tungstène de lanthane dans un environnement à haute température

Contexte du cas : Un chantier naval avait besoin d'utiliser un découpeur plasma pour découper une tôle d'acier inoxydable (316L) de 20 mm d'épaisseur pour la fabrication de coques. La température de l'environnement de coupe est élevée (environ 40 ° C) et un fonctionnement continu est requis, de sorte que le client a choisi l'électrode de tungstène lanthane WL20.

Processus de mise en œuvre :

Équipement et paramètres : utilisation d'une machine de découpe plasma à air, courant 200 A, vitesse de coupe 0,5 m/min, gaz plasma pour air comprimé, diamètre de l'électrode 3,2 mm.

Matériau : plaque en acier inoxydable 316L, épaisseur 20 mm.

Processus : Coupe de perçage, la distance entre la buse et la pièce est de 4 mm et le chemin de coupe est une combinaison de lignes droites et de courbes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Résultats et analyse :

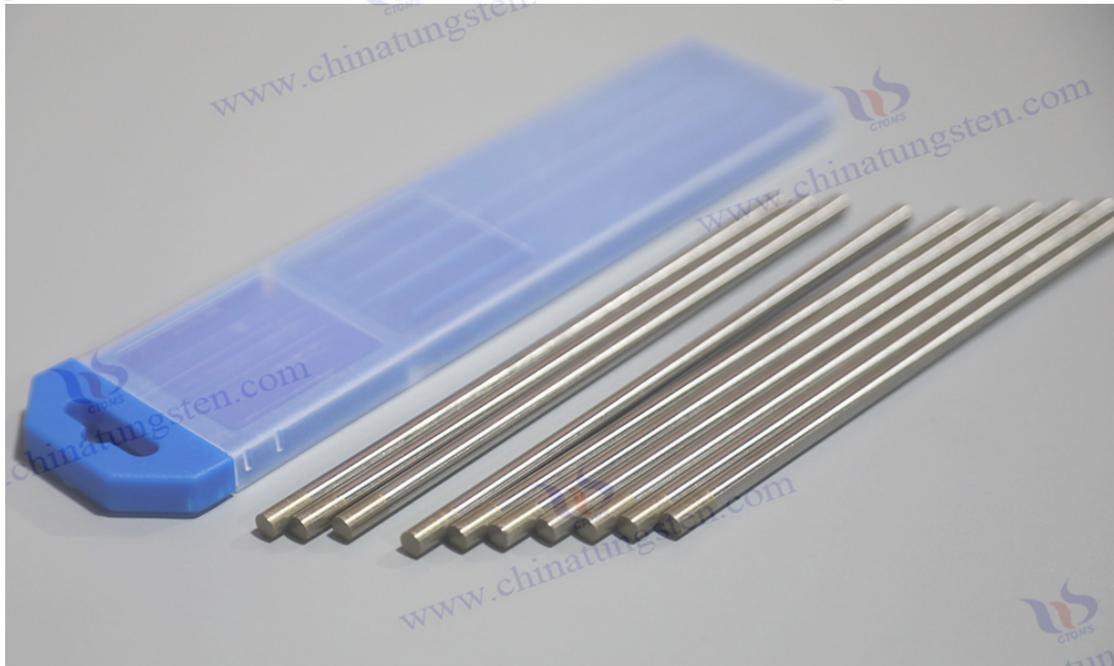
Qualité de coupe : le tranchant est plat, la hauteur de la meule est de $< 0,3$ mm et la largeur de coupe est d'environ 2,8 mm, ce qui répond aux exigences de précision de l'assemblage de la coque.

Performance de l'électrode : Après 10 heures de coupe continue, la perte de brûlure de la pointe de l'électrode WL20 est de 0,3 mm et la durée de vie est environ 40 % plus longue que celle de l'électrode en tungstène thorium. Excellente stabilité de l'arc sans interruptions ni dérives.

Résistance aux hautes températures : Dans un environnement à haute température de 40 °C, la résistance à l'oxydation de l'électrode de tungstène de lanthane garantit qu'il n'y a pas de couche d'oxyde évidente à la surface et maintient l'efficacité de l'arc.

Rentable : la durée de vie prolongée de l'électrode réduit les coûts de remplacement et le coût par coupe est inférieur de 20 % à celui de l'utilisation d'électrodes en tungstène pur.

Conclusion : La résistance à l'épuisement et la stabilité de l'arc de l'électrode de tungstène lanthane WL20 dans un environnement à haute température lui confèrent de bons résultats dans la découpe plasma et améliorent considérablement l'efficacité et l'économie de la coupe.



CTIA GROUP LTD Électrode WL15

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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

Chapitre 5 Technologie de préparation et de production de l'électrode de tungstène de lanthane

Le processus de préparation et de production de l'électrode de tungstène de lanthane est un maillon clé pour garantir ses performances et sa cohérence élevées, impliquant la préparation des matières premières, le processus de production, la technologie clé, le contrôle de la qualité et les mesures de protection de l'environnement. Les électrodes en tungstène lanthane sont fabriquées par un procédé de métallurgie des poudres, combiné à un traitement de haute précision et à une gestion stricte de la qualité, pour répondre aux besoins d'applications exigeantes telles que le soudage et le découpage. Ce chapitre aborde en détail la préparation des matières premières pour les électrodes de tungstène de lanthane (poudre de tungstène, oxyde de lanthane et autres additifs), les processus de production (mélange, pressage, frittage, forgeage, emboutissage et traitement de surface), les technologies de production clés (dopage uniforme, frittage à haute température, contrôle dimensionnel précis et revêtement de surface), les systèmes de contrôle de la qualité (matières premières, processus de production et inspection des produits finis), les tendances en matière de développement technologique (fabrication écologique et automatisation) et les mesures de protection de l'environnement (gaz d'échappement, eaux usées et gestion des déchets solides). afin de démontrer pleinement la complexité et l'avancement technologique de son processus de production.

5.1 Préparation des matières premières pour l'électrode de tungstène de lanthane

Les performances des électrodes en tungstène de lanthane dépendent directement de la qualité et de la pureté de la matière première. La poudre de tungstène et l'oxyde de lanthane sont les principales matières premières, tandis que d'autres additifs sont utilisés pour optimiser le processus de production ou les performances. La sélection et la manipulation des matières premières sont à la base de la production d'électrodes de tungstène de lanthane de haute qualité.

5.1.1 Sélection et purification de la poudre de tungstène

La poudre de tungstène est le principal composant de l'électrode de tungstène de lanthane, représentant 97,8 % à 99,2 % de sa masse. La poudre de tungstène de haute pureté est la clé pour assurer la conductivité, la stabilité thermique et les propriétés mécaniques des électrodes.

Critères de sélection :

Pureté : La pureté de la poudre de tungstène doit généralement atteindre plus de 99,95 % (c'est-à-dire une teneur en impuretés < 0,05 %) pour réduire l'influence des impuretés telles que le fer, le silicium et le carbone sur les performances de l'électrode. Les impuretés courantes telles que le fer (Fe < 50 ppm) ou l'oxygène (O < 100 ppm) peuvent réduire la résistance de l'électrode à la combustion.

Taille des particules : La taille des particules de poudre de tungstène est généralement contrôlée à 1-5 microns, et des particules excessives entraîneront un frittage inégal et affecteront la densité électrique ultime ; Les particules trop petites augmentent les coûts de production.

Morphologie : La poudre de tungstène sphérique ou presque sphérique est préférée, car elle a une bonne fluidité, ce qui est propice au processus de mélange et de pressage ultérieur.

Procédé de purification :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Purification chimique : À partir de tungstate ou de concentré de tungstène, l'oxyde de tungstène (WO_3) est réduit en poudre de tungstène par méthode de réduction de l'hydrogène. Le processus de réduction se déroule dans une atmosphère d'hydrogène de 800-1000°C en deux étapes ($WO_3 \rightarrow WO_2 \rightarrow W$) pour assurer une faible teneur en oxygène.

Purification physique : La classification du flux de gaz ou le tamisage est utilisé pour éliminer les grosses particules et les impuretés afin d'améliorer encore la pureté et l'uniformité de la poudre de tungstène.

Inspection de la qualité : La spectroscopie d'émission optique à plasma à couplage inductif (ICP-OES) est utilisée pour analyser la composition chimique de la poudre de tungstène afin de s'assurer que la teneur en impuretés est conforme à la norme (par exemple, GB/T 3458-2006).

5.1.2 Préparation et dopage de l'oxyde de lanthane

L'oxyde de lanthane (La_2O_3) est le composant actif de l'électrode de tungstène de lanthane, et sa teneur (0,8 % à 2,2 %) affecte directement le travail des électrons et la stabilité de l'arc de l'électrode. La préparation et le dopage de l'oxyde de lanthane sont une étape critique du processus de production.

Processus de préparation :

Extraction des matières premières : L'oxyde de lanthane est extrait des minéraux de terres rares (tels que la monazite ou la bascarsite) pour préparer de l'oxyde de lanthane de haute pureté (pureté >99,99 %) par extraction par solvant et précipitation.

Contrôle de la taille des particules : La taille des particules de poudre d'oxyde de lanthane est généralement contrôlée à 0,5-2 microns pour assurer un mélange uniforme avec la poudre de tungstène. Des particules excessivement grosses peuvent entraîner un dopage inégal, affectant les performances des électrodes.

Séchage et calcination : L'oxyde de lanthane doit être calciné à 600-800 °C après préparation pour éliminer l'eau et les impuretés volatiles et améliorer sa stabilité chimique.

Méthode de dopage :

Dopage à sec : La poudre d'oxyde de lanthane est mélangée à de la poudre de tungstène dans un broyeur à boulets à haute énergie, le temps de broyage des billes est généralement de 4 à 8 heures et la vitesse de rotation est de 200 à 400 tr/min pour garantir que l'oxyde de lanthane est uniformément réparti.

Dopage humide : L'oxyde de lanthane est dissous dans de l'acide nitrique ou d'autres solvants pour former une solution, mélangée à de la poudre de tungstène et séchée. Cette méthode peut encore améliorer l'uniformité du dopage, mais le pH de la solution (généralement de 4 à 6) doit être étroitement contrôlé pour éviter l'oxydation de la poudre de tungstène.

Rapport de dopage : Selon le grade de l'électrode (WL10, WL15, WL20), la fraction massique de l'oxyde de lanthane est contrôlée à 0,8 % -1,2 %, 1,3 % -1,7 % et 1,8 % -2,2 %, respectivement.

Défi : L'oxyde de lanthane peut se volatiliser à des températures élevées (par exemple 2000°C) et l'atmosphère (par exemple l'hydrogène ou le vide) doit être contrôlée pendant le processus de frittage pour réduire les pertes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

5.1.3 Sélection d'autres additifs

En plus de la poudre de tungstène et de l'oxyde de lanthane, de petites quantités d'additifs peuvent être ajoutées à la production pour optimiser le processus ou les performances. Ces additifs doivent être compatibles avec le tungstène et l'oxyde de lanthane sans affecter la conductivité et la stabilité chimique de l'électrode.

Additifs courants :

Liants : tels que l'alcool polyvinylique (PVA) ou le polyéthylène glycol (PEG), qui sont utilisés pour améliorer la résistance du corps pressé, généralement à un dosage de 0,1 % à 0,5 %.

Dispersants : tels que le silicate de sodium, sont utilisés pour améliorer l'uniformité du mélange de la poudre de tungstène et de l'oxyde de lanthane, et la quantité ajoutée est $< 0,1$ %.

Des traces d'oxydes de terres rares, telles que l'oxyde de cérium (CeO_2) ou l'oxyde d'yttrium (Y_2O_3), sont ajoutées ($< 0,2$ %) dans certaines formulations spéciales pour optimiser davantage les performances de l'arc.

Critères de sélection :

Les additifs doivent être complètement volatilisés ou décomposés lors du frittage à haute température pour éviter que les résidus dans l'électrode n'affectent les performances.

Répondre aux exigences de la protection de l'environnement et éviter l'utilisation d'additifs contenant des substances nocives telles que le plomb et le cadmium.

Le dosage doit être strictement contrôlé pour s'assurer que l'effet actif de l'oxyde de lanthane n'est pas affecté.

Exemple d'application : Dans la production d'électrodes WL20, l'ajout de 0,3 % de PVA comme liant peut améliorer la résistance du corps vert pressé et réduire le taux de fissuration pendant le processus de frittage.

5.2 Procédé de production de l'électrode de tungstène de lanthane

Les électrodes en tungstène lanthane sont produites à l'aide d'un procédé de métallurgie des poudres avec des processus de base comprenant le mélange et le pressage, le frittage, le forgeage et l'étirage, et le traitement de surface. Chaque étape nécessite un contrôle précis pour garantir les performances et la cohérence de l'électrode.

5.2.1 Mélange et pressage

Le mélange et le pressage sont la première étape de la production d'électrodes de tungstène de lanthane, dont le but est de mélanger de manière homogène de la poudre de tungstène, de l'oxyde de lanthane et d'autres additifs pour former un corps vert avec une certaine résistance.

Mélanger:

Équipement : broyeur à boulets à haute énergie ou mélangeur en V, temps de mélange 4-8 heures, vitesse 200-400 tr/min.

Procédé : Mélanger dans un gaz inerte (par exemple de l'azote) ou sous vide pour éviter l'oxydation de la poudre de tungstène. Après le mélange, l'homogénéité de la poudre est vérifiée par un analyseur

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

de taille de particules laser pour s'assurer que l'oxyde de lanthane est uniformément réparti (écart <5 %).

Défi : La densité de l'oxyde de lanthane (6,51 g/cm³) est bien inférieure à celle de la poudre de tungstène (19,35 g/cm³), qui est sujette à la stratification et nécessite une optimisation des paramètres de mélange.

Supprimer:

Équipement : presse hydraulique ou presse isostatique avec une pression de 100-300 MPa.

Processus : La poudre mélangée est chargée dans un moule et pressée dans un corps cylindrique (diamètre 10-50 mm, longueur 50-100 mm). Le processus de pressage isostatique augmente la densité du corps vert (jusqu'à 60 % à 70 % de la densité théorique) et réduit le retrait par frittage.

Contrôle de la qualité : vérifiez qu'il n'y a pas de fissures à la surface du corps vert, que la densité est uniforme et que l'écart dimensionnel est < 0,1 mm.

5.2.2 Procédé de frittage

Le frittage est une étape clé dans le chauffage du corps vert pressé à une température élevée afin que ses particules se combinent pour former un corps dense, ce qui affecte directement la densité et les propriétés mécaniques de l'électrode.

Équipement : Four de frittage sous vide à haute température ou four de frittage de protection d'hydrogène.

Paramètres du processus :

Température : 1800-2200°C, augmentation de la température par étapes (500°C/h à 1200°C, 200°C/h à la température cible), maintenir au chaud pendant 2-4 heures.

Atmosphère : l'hydrogène (atmosphère réductrice, empêche l'oxydation) ou le vide (pression < 10⁻³ Pa, réduit la volatilisation de l'oxyde de lanthane).

Résultats : Après frittage, la densité du corps de l'électrode a atteint 95 % à 98 % de la densité théorique, et la taille des grains a été contrôlée à 10-20 microns.

Points forts techniques :

Contrôlez la vitesse de chauffage pour éviter la fissuration du corps vert.

Optimisez la température de frittage pour assurer une distribution uniforme de l'oxyde de lanthane et éviter la ségrégation des joints de grains.

Un bateau en molybdène à haute température ou un bateau en tungstène est utilisé comme porte-corps pour éviter la pollution.

Défi : Le frittage à haute température peut entraîner une volatilisation partielle de l'oxyde de lanthane, qui doit être contrôlée par l'ajout d'agents protecteurs à l'état de traces (par exemple, l'alumine) ou l'optimisation de l'atmosphère.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

5.2.3 Forgeage et emboutissage

Le forgeage et l'étirage sont les étapes au cours desquelles le corps fritté est usiné en une tige d'électrode allongée, qui détermine la taille finale et les propriétés mécaniques de l'électrode.

Forgeage:

Équipement : Forgeuse rotative ou machine à forger à marteau.

Processus : Le corps vert fritté est chauffé à 1200-1500 °C, et une barre d'un diamètre de 5-10 mm est formée par forgeage multi-passes (déformation de 10 %-20 % par passe). Le forgeage augmente la densité (>99 %) et la ténacité de l'électrode.

Contrôle qualité : Vérifiez qu'il n'y a pas de fissures à la surface de la barre et qu'il n'y a pas de trous à l'intérieur (par ultrasons).

Dessin:

Équipement : Machine à dessiner multimode avec moule diamanté.

Processus : La barre forgée est progressivement étirée jusqu'au diamètre cible (0,25-6,4 mm), le taux de réduction du diamètre de chaque passe est de 10 % à 15 % et le milieu doit être recuit (1000-1200°C, protection hydrogène) pour soulager le stress de traitement.

Résultats : La tolérance du diamètre de l'électrode était de $\pm 0,02$ mm et la rugosité de surface était de $Ra < 0,8$ μm .

Défi : La quantité de lubrifiant (par exemple l'émulsion de graphite) doit être contrôlée pendant le processus d'étirage pour éviter la contamination de la surface ; Le recuit à haute température doit empêcher l'oxyde de lanthane de se volatiliser.

5.2.4 Traitement de surface

Le traitement de surface est la dernière étape de la production d'électrodes de tungstène de lanthane et vise à améliorer la qualité de surface et la facilité d'utilisation des électrodes.

Poli:

Équipement : Rectifieuse sans centre ou équipement de polissage électrochimique.

Processus : Grâce au polissage mécanique (taille des particules de meule 200-400 mesh) ou au polissage électrochimique (l'électrolyte est une solution d'acide sulfurique), la rugosité de surface de l'électrode $Ra < 0,4$ micron et la stabilité de l'arc est améliorée.

Fonction : Le polissage élimine les couches d'oxyde de surface et les défauts mineurs, et réduit la dérive de l'arc lors du démarrage de l'arc.

Nettoyage:

Processus : Le nettoyage par ultrasons (la solution de nettoyage est de l'eau déminéralisée ou de l'éthanol) est utilisé pour éliminer l'huile de surface et le lubrifiant résiduel.

Contrôle de la qualité : Pas de résidu sur la surface après le nettoyage, la propreté est assurée par une inspection microscopique.

Coloration des extrémités : Peignez les bornes selon le grade (WL10 noir, WL15 jaune doré, WL20

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

bleu ciel) conformément à la norme ISO 6848:2015 pour une identification facile de l'utilisateur.

5.3 Principales technologies de production des électrodes de tungstène de lanthane

La production d'électrodes de tungstène de lanthane implique un certain nombre de technologies clés, qui déterminent directement la constance des performances et la compétitivité de l'électrode sur le marché.

5.3.1 Technologie de dopage uniforme

Le dopage uniforme est une technologie clé pour assurer la distribution uniforme de l'oxyde de lanthane dans la matrice de tungstène, ce qui affecte directement les propriétés électriques et mécaniques de l'électrode.

Approche technique :

Broyage à billes à haute énergie : La dispersion à l'échelle nanométrique de l'oxyde de lanthane est obtenue en optimisant les paramètres du broyeur à boulets (rapport de billes de 10:1, vitesse de 300 tr/min, temps de 6 heures).

Dopage humide : L'oxyde de lanthane est dissous dans de l'acide nitrique pour former une solution, mélangé à de la poudre de tungstène et séché par pulvérisation, et l'uniformité des particules est augmentée de 20 %.

Dopage au plasma : L'oxyde de lanthane est déposé à la surface de la poudre de tungstène par la technologie de pulvérisation au plasma, qui convient à la production d'électrodes haute performance.

Avantages techniques :

Améliorer la cohérence du travail électronique de l'électrode avec un écart de <5 %.

Réduit la ségrégation des joints de grains et améliore les performances anti-brûlure de l'électrode.

Améliorez la stabilité de l'arc et assurez la qualité de la soudure.

5.3.2 Technologie de frittage à haute température

La technologie de frittage à haute température est au cœur de la formation d'un corps d'électrode dense, qui affecte directement la densité et la structure des grains de l'électrode.

Approche technique :

Frittage sous vide : le frittage dans un environnement vide de 10^{-3} Pa réduit la volatilisation de l'oxyde de lanthane et la densité du corps vert atteint plus de 98 %.

Frittage de protection contre l'hydrogène : frittage dans de l'hydrogène pur (pureté > 99,999 %) pour éviter l'oxydation de la poudre de tungstène, et la taille des grains est contrôlée à 10-15 microns.

Pressage isostatique à chaud (HIP) : Frittage secondaire à 2000°C à 100 MPa pour éliminer davantage les micropores et améliorer la résistance de l'électrode.

Avantages techniques :

La densité et la résistance mécanique de l'électrode ont été améliorées, et la résistance à la rupture a atteint $12 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$.

La taille des grains est contrôlée pour optimiser la résistance à la brûlure de l'électrode.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Réduire les défauts internes et assurer des performances constantes des électrodes.

Défi : Le frittage à haute température nécessite un contrôle précis de l'atmosphère et de la température afin d'éviter la volatilisation de l'oxyde de lanthane ou les grains surdimensionnés.

5.3.3 Technologie de contrôle dimensionnel précis

Une technologie de contrôle dimensionnel précise garantit que le diamètre et la longueur de l'électrode répondent à des tolérances serrées ($\pm 0,02$ mm), ce qui affecte directement son aptitude au soudage automatisé.

Approche technique :

Dessin de précision : à l'aide d'un moule en diamant et d'un pied à coulisse laser, le diamètre de l'électrode est surveillé en temps réel et la tolérance est contrôlée à $\pm 0,01$ mm.

Coupe automatique : La tige d'électrode est coupée à une longueur standard (75-600 mm) avec un écart de longueur de $\leq \pm 0,5$ mm.

Inspection en ligne : Inspectez les défauts de surface des électrodes à l'aide du système de vision CCD pour assurer la cohérence dimensionnelle.

Avantages techniques :

Améliorer la compatibilité des électrodes avec les équipements de soudage, adaptés aux robots de soudage automatisés.

Réduire les erreurs d'installation des électrodes et améliorer la précision du soudage.

Répondre aux exigences des normes internationales telles que ISO 6848:2015.

5.3.4 Technologie de revêtement

La technologie de revêtement de surface est utilisée pour améliorer la résistance à l'oxydation et la stabilité de l'arc de l'électrode, bien qu'elle soit moins couramment utilisée dans les électrodes de tungstène de lanthane, mais elle a été testée dans certains produits haut de gamme.

Approche technique :

Revêtement céramique : Une fine couche d'alumine (Al_2O_3) ou de zircone (ZrO_2) d'une épaisseur de 0,1 à 0,5 micron est déposée à la surface de l'électrode pour améliorer la résistance à l'oxydation.

Pulvérisation de plasma : De l'oxyde de lanthane ou de l'oxyde d'yttrium est pulvérisé sur la surface de l'électrode pour améliorer la résistance aux brûlures de la pointe.

Dépôt chimique en phase vapeur (CVD) : Dépose des revêtements en carbure de tungstène (WC) pour améliorer la dureté de surface et la résistance à l'usure.

Avantages techniques :

Prolonge la durée de vie de l'électrode de 10 à 20 %, en particulier dans la découpe plasma.

Améliorez la résistance à l'oxydation de surface et réduisez la perte de masse à haute température.

Amélioration des performances d'amorçage de l'arc et réduction de la dérive de l'arc.

Défi : Le processus de revêtement est coûteux et doit trouver un équilibre entre l'amélioration des

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

performances et l'économie.

5.4 Contrôle de la qualité des électrodes de tungstène de lanthane

Le contrôle de la qualité couvre tous les aspects de la production d'électrodes de tungstène de lanthane afin de s'assurer que les produits répondent aux normes internationales (telles que ISO 6848:2015 et GB/T 14841) et aux exigences des clients.

5.4.1 Inspection de la qualité des matières premières

Contenu du test :

Poudre de tungstène : La pureté (>99,95 %) a été détectée par ICP-OES, et la taille des particules (1-5 microns) a été détectée par l'analyseur de taille de particules laser.

Oxyde de lanthane : La spectroscopie de fluorescence X (XRF) a été utilisée pour analyser la pureté (>99,99 %), et la microscopie électronique à balayage (MEB) a été utilisée pour vérifier la morphologie des particules.

Additifs : La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) détecte les composants volatils pour garantir l'absence de substances nocives.

Norme : Conforme aux normes GB/T 3458 (poudre de tungstène) et GB/T 14635 (oxyde de terres rares).

5.4.2 Surveillance du processus de production

Mélange et compression : La diffraction des rayons X en ligne (DRX) est utilisée pour surveiller l'homogénéité de la distribution de l'oxyde de lanthane avec un écart de <5 %.

Frittage : Surveillance en temps réel de la température ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) et de l'atmosphère (teneur en oxygène < 10 ppm) dans le four pour s'assurer que la densité du corps vert > de 95 %.

Forgeage et dessin : inspection par ultrasons des défauts internes de la barre, surveillance laser des tolérances de diamètre ($\pm 0,02$ mm).

Traitement de surface : Contrôle microscopique de la rugosité de surface ($R_a < 0,4$ microns), analyse chimique des résidus de surface.

5.4.3 Inspection de la qualité du produit fini

Composition chimique : La teneur en oxyde de lanthane a été détectée par ICP-OES (WL10 : 0,8 % à 1,2 %, WL15 : 1,3 % à 1,7 %, WL20 : 1,8 % à 2,2 %).

Propriétés physiques : masse volumique mesurée par densimètre ($> 19,2$ g/cm³), dureté mesurée par duromètre Vickers (400-450 HV).

Performance électrique : Mesurée par un testeur de travail électronique (2,6-3,2 eV), un test de soudage simulé, des performances d'initiation de l'arc et une stabilité de l'arc.

Propriétés mécaniques : machine d'essai de traction pour tester la ténacité (ténacité à la rupture 10-12 MPa·m^{1/2}), machine d'essai d'usure pour tester la résistance à l'usure.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Inspection visuelle : Le système de vision CCD détecte les défauts de surface avec un écart dimensionnel de $\leq \pm 0,02$ mm.

Norme : Répond aux exigences des normes ISO 6848:2015, AWS A5.12 et GB/T 14841.

5.5 Tendances de développement technique de l'électrode de tungstène de lanthane

La technologie de production des électrodes en tungstène de lanthane est en constante évolution, et la fabrication verte et l'automatisation sont devenues les principales tendances pour faire face aux réglementations environnementales et à la concurrence du marché.

5.5.1 Technologie de fabrication écologique

Procédé à faible consommation d'énergie : Le four de frittage à chauffage par induction est utilisé pour réduire la consommation d'énergie de 20 à 30 % et réduire les émissions de carbone.

Additifs inoffensifs : Réduire les émissions de composés organiques volatils (COV) en remplaçant le PVA par des liants biosourcés tels que la cellulose.

Recyclage : Développer la technologie de récupération de la poudre de tungstène et de l'oxyde de lanthane, avec un taux de récupération des déchets de plus de 80 % et réduire le coût des matières premières.

5.5.2 Automatisation et production intelligente

Équipement d'automatisation : L'introduction d'un système de mélange et de pressage robotisé a permis d'augmenter l'efficacité de la production de 20 % et la cohérence à 99,5 %.

Surveillance intelligente : utilisez l'Internet des objets (IoT) et l'intelligence artificielle (IA) pour surveiller la température de frittage et la taille du dessin, ajuster les paramètres en temps réel et réduire le taux de défauts de 30 %.

Analyse du Big Data : optimisez les paramètres du processus, préisez les performances des électrodes et améliorez le taux de qualification des produits grâce à l'analyse des données de production.

5.6 Mesures de protection de l'environnement pour les électrodes de tungstène de lanthane

La production d'électrodes de tungstène de lanthane implique des températures élevées et des substances actives hautement chimiques, et des mesures strictes de protection de l'environnement doivent être prises pour réduire l'impact environnemental des gaz d'échappement, des eaux usées et des déchets solides.

5.6.1 Traitement des gaz résiduaires et des eaux usées

Traitement des gaz d'échappement :

Sources : Hydrogène, composés volatils d'oxyde de lanthane et poussières provenant des processus de frittage et de forgeage.

Traitement : Un filtre à haute efficacité (HEPA) et un dispositif d'adsorption sur charbon actif sont installés pour capturer 99,9 % de la poussière et des gaz volatils. L'hydrogène est converti en vapeur d'eau par combustion catalytique.

Standard : Émissions de gaz d'échappement conformément à la norme GB 16297 (norme d'émission

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

de polluants atmosphériques).

Traitement des eaux usées :

Source : Eaux usées d'oxyde de tungstène et de lanthane provenant du processus de nettoyage.

Traitement : La précipitation chimique et la méthode d'échange d'ions ont été utilisées pour éliminer les métaux lourds (tungstène < 0,1 mg/L), et le taux de réutilisation de l'eau recyclée était de 70 %.

Standard : Évacuation des eaux usées conformément à la norme GB 8978 (norme complète de décharge des eaux usées).

5.6.2 Gestion des déchets solides

Sources : déchets de tungstène, déchets de frittage et copeaux d'étirage.

Disposer:

Récupération : Les déchets de poudre de tungstène sont récupérés par décapage et réduction de l'hydrogène, avec un taux de récupération de 85 %. Les déchets d'oxyde de lanthane sont récupérés par extraction.

Élimination : Les déchets solides non recyclables sont traités comme des déchets dangereux et remis à des institutions professionnelles pour être incinérés ou mis en décharge.

Norme : Conforme aux normes GB 5085.3 (norme d'identification des déchets dangereux) et GB 18597 (norme de stockage des déchets dangereux).



CTIA GROUP LTD Électrode WL20

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Chapitre 6 Équipement de production d'électrodes de tungstène de lanthane

La production d'électrodes en tungstène de lanthane repose sur une série d'équipements de haute précision et à haut rendement, qui couvrent la manutention, le formage et le traitement des matières premières, le traitement de surface, l'inspection de la qualité et les fonctions auxiliaires. La performance de l'équipement de production détermine directement la qualité, la cohérence et l'efficacité de la production des électrodes, et affecte également le contrôle des coûts et la conformité environnementale des entreprises. Ce chapitre abordera en détail les différents types d'équipements nécessaires à la production d'électrodes de tungstène de lanthane, y compris les équipements de manutention des matières premières (équipement de broyage de poudre de tungstène, équipement de dopage à l'oxyde de lanthane), les équipements de formage et de traitement (presses, fours de frittage, équipements de forgeage, machines d'étirage), les équipements de traitement de surface (machines à polir, équipements de nettoyage), les équipements d'essai de qualité (analyseurs de composition chimique, équipement d'essai de propriété physique, équipement d'essai de performance électrique) et d'équipement auxiliaire (équipement de contrôle de l'environnement, équipement de recyclage des déchets). Grâce à l'analyse approfondie des fonctions, des paramètres techniques, des caractéristiques d'application et des tendances de développement de l'industrie de chaque équipement, la complexité et l'avancement technique des équipements de production d'électrodes de tungstène de lanthane sont démontrés de manière exhaustive, et des informations de référence détaillées sont recherchées.

6.1 Équipement de manutention des matières premières pour l'électrode de tungstène de lanthane

La manutention des matières premières est la première étape de la production d'électrodes de tungstène de lanthane, qui implique le broyage de la poudre de tungstène et le dopage de l'oxyde de lanthane. Des équipements de manutention de matières premières de haute qualité garantissent la pureté, la taille des particules et l'uniformité de la poudre de tungstène et de l'oxyde de lanthane, jetant ainsi les bases des processus ultérieurs.

6.1.1 Équipement de broyage de poudre de tungstène

L'équipement de broyage de poudre de tungstène est utilisé pour transformer la poudre de tungstène brute en poudre de tungstène de haute pureté avec une taille de particule uniforme (1-5 microns) et une morphologie régulière pour répondre aux exigences du processus de métallurgie des poudres. La taille, la pureté et la morphologie des particules de poudre de tungstène affectent directement la densité, la conductivité et les propriétés mécaniques de l'électrode, de sorte que l'équipement de broyage est très important dans la production.

Type d'appareil :

Broyeur à boulets planétaire : adapté aux petits lots, au broyage de haute précision, équipé d'un pot de broyage en zircone ou en carbure cémenté, efficacité de broyage élevée et faible pollution.

Broyeur à jet : utilisé pour la production à grande échelle, broyage de la poudre de tungstène par collision de flux d'air à grande vitesse, contrôle précis de la taille des particules, adapté à la poudre ultra-fine de 1 à 3 microns.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Broyeur vibrant : Combinant des supports de vibration et de broyage (par exemple des billes d'acier), il convient à la production à moyenne échelle et a une plage de taille de particules de 2 à 5 microns.

Paramètres techniques :

Vitesse de rotation : broyeur à boulets planétaire 300-600 tr/min, pression d'air du broyeur à jet 0,6-1,0 MPa, fréquence du broyeur vibrant 20-50 Hz.

Temps de broyage : 4-12 heures, selon la taille de particule cible.

Milieu de broyage : billes de carbure de tungstène ou billes de zircone, rapport bille / matériau 5:1 à 10:1.

Contrôle de la pureté : Le bol de broyage et le média doivent être de haute pureté (>99,9 %) pour éviter la contamination par des impuretés telles que le fer et le silicium ($Fe < 50$ ppm).

Comment ça marche :

Le broyeur à boulets planétaire écrase les particules de poudre de tungstène au micron en créant des collisions et des frictions à haute énergie par le mouvement planétaire du bol de broyage (rotation + révolution).

Le broyeur à jet utilise de l'air comprimé pour former un flux d'air à grande vitesse, et les particules de poudre de tungstène entrent en collision les unes avec les autres et se brisent dans le flux d'air, et les particules fines sont collectées par le flux d'air par étapes.

Le broyeur vibrant entraîne le fluide de broyage pour frapper la poudre de tungstène par des vibrations à haute fréquence, réduisant progressivement la taille des particules.

Caractéristiques de l'application :

Broyeurs planétaires à boulets : adaptés à la production en laboratoire ou à petite échelle, avec une grande uniformité granulométrique (écart <5 %), mais un faible rendement (0,5-5 kg par lot).

Broyeur à jet : adapté à la production industrielle à grande échelle, le rendement peut atteindre 100-500 kg / h, la distribution granulométrique est étroite ($D_{50} = 1-2$ microns), mais la consommation d'énergie est élevée.

Broyeur vibrant : en tenant compte de la production et du coût, adapté aux entreprises de taille moyenne, le rendement est de 10 à 50 kg / h et le contrôle de la taille des particules est légèrement inférieur à celui du broyeur à jet.

Technologies clés :

Contrôle de la contamination : Le processus de broyage est protégé par un gaz inerte (par exemple de l'azote ou de l'argon) pour éviter l'oxydation de la poudre de tungstène (teneur en oxygène < 100 ppm).

Détection de la taille des particules : équipé d'un analyseur de taille de particules laser, surveillance en temps réel de la distribution de la taille des particules (D_{10} , D_{50} , D_{90}) pour garantir la conformité à la norme GB/T 3458-2006.

Automatisation : L'équipement de meulage moderne intègre un système de contrôle PLC, qui peut ajuster automatiquement la vitesse, la pression d'air et le temps de broyage pour améliorer la cohérence.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Tendances en matière de développement :

Broyage ultra-fin : Développez un équipement de broyage à l'échelle nanométrique de poudre de tungstène (< 500 nm) pour améliorer la densité électrique ultime et la stabilité de l'arc.

Économie d'énergie et réduction de la consommation : un broyeur à jet basse pression ou un broyeur vibrant à haut rendement est utilisé pour réduire la consommation d'énergie de 20 à 30 %.

Intelligent : intégrez des algorithmes d'IA pour optimiser les paramètres de broyage, réduire les interventions manuelles et améliorer la cohérence de la taille des particules.

6.1.2 Équipement de dopage à l'oxyde de lanthane

L'équipement de dopage à l'oxyde de lanthane est utilisé pour mélanger de manière homogène l'oxyde de lanthane (La_2O_3) dans la poudre de tungstène afin d'assurer l'homogénéité de la teneur en oxyde de lanthane (0,8 % à 2,2 %) et de la distribution dans l'électrode. Les performances de l'équipement de dopage affectent directement le travail des électrons et la stabilité de l'arc de l'électrode.

Type d'appareil :

Broyeur à boulets à haute énergie : utilisé pour le dopage à sec, par collision à haute énergie pour obtenir un mélange uniforme de poudre de tungstène et d'oxyde de lanthane.

Mélangeur de type V : adapté au dopage sec ou humide, grande capacité de mélange, adapté à la production à moyenne et grande échelle.

Sécheur par atomisation : utilisé pour le dopage humide, en mélangeant une solution d'oxyde de lanthane avec de la poudre de tungstène et en séchant pour former une poudre composite uniforme.

Paramètres techniques :

Broyeur à boulets à haute énergie : vitesse 200-400 tr/min, rapport de balle 10 : 1, temps de mélange 4-8 heures.

Mélangeur en V : vitesse 20-50 tr/min, capacité 50-500 litres, temps de mélange 2-6 heures.

Sécheur par atomisation : température d'entrée d'air 200-300°C, pression de pulvérisation 0,2-0,5 MPa, efficacité de séchage > 95 %.

Comment ça marche :

Le broyeur à boulets à haute énergie disperse les particules d'oxyde de lanthane dans la poudre de tungstène en créant des forces de collision et de cisaillement grâce à la rotation à grande vitesse du réservoir de broyage.

Le mélangeur de type V tourne à travers le récipient en forme de V pour faire culbuter et mélanger la poudre sous l'action de la gravité et de la force centrifuge.

Le sécheur par atomisation mélange la solution d'oxyde de lanthane avec la suspension de poudre de tungstène, forme de minuscules gouttelettes à travers le spray et forme une poudre composite uniforme après séchage à l'air chaud.

Caractéristiques de l'application :

Consommation d'énergie élevée : convient au dopage de haute précision (par exemple WL20), à une grande uniformité de mélange (écart < 5 %), mais à une consommation d'énergie élevée et à une

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

production limitée (1-10 kg par lot).

Mélangeur de type V : adapté à la production à moyenne et grande échelle, production 50-200 kg/lot, faible coût, adapté à la production WL10 et WL15.

Sécheur-atomiseur : adapté au dopage humide, excellente uniformité de la poudre (écart <3 %), rendement jusqu'à 100-300 kg/h, mais gros investissement en équipement.

Technologies clés :

Contrôle de l'uniformité : La diffraction des rayons X (XRD) ou la microscopie électronique à balayage (MEB) est utilisée pour analyser la distribution de phase de la poudre dopée afin de garantir l'absence de ségrégation de l'oxyde de lanthane.

Anti-oxydation : Le processus de dopage doit être protégé par de l'azote ou de l'argon, et la concentration d'oxygène doit être < 50 ppm pour éviter l'oxydation de la poudre de tungstène.

Automatisation : Équipé d'un système de pesage et de dosage automatique, la quantité d'oxyde de lanthane ajoutée peut être contrôlée avec précision (écart < 0,01 %).

Tendances en matière de développement :

Nanodopage : Développer un équipement de dopage à l'oxyde de lanthane à l'échelle nanométrique pour améliorer le travail d'échappement des électrons de l'électrode.

Procédé à faible coût : Optimisez le processus de dopage humide, réduisez la quantité de solvant et réduisez le coût de 20 %.

Mélange intelligent : Intégrez des capteurs et des algorithmes d'IA pour surveiller l'uniformité du mélange en temps réel et réduire le taux de rebut.

6.2 Équipement de formage et de traitement d'électrodes de tungstène de lanthane

L'équipement de formage et de traitement est utilisé pour transformer la poudre mélangée dans le corps de l'électrode et la traiter à la taille finale, y compris les quatre étapes principales de pressage, de frittage, de forgeage et d'étirage. Ces dispositifs doivent être très précis et stables pour garantir des tolérances dimensionnelles et des performances constantes des électrodes.

6.2.1 Presses

La presse presse la poudre mélangée dans un corps cylindrique, qui fournit la forme initiale pour le frittage ultérieur. Le contrôle de la pression de la presse et la précision du moule affectent directement la densité et l'uniformité structurelle du corps vert.

Type d'appareil :

Presse hydraulique : convient à la production de petits lots, pression réglable, changement de moule flexible.

Presse isostatique : utilisée pour le pressage de billettes de haute précision, une pression uniforme et une densité de billettes élevée.

Presse automatique : Chargement et démoulage automatiques intégrés, adaptés à la production à grande échelle.

Paramètres techniques :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Pression : 100-300 MPa (presse hydraulique), 200-500 MPa (presse isostatique).

Matériau du moule : carbure cémenté ou acier à haute résistance, résistance à l'usure > 5000 fois de pressage.

Taille du corps : diamètre 10-50 mm, longueur 50-100 mm, densité 60 %-70 % densité théorique.

Comment ça marche :

La presse hydraulique exerce une pression unidirectionnelle à travers le système hydraulique pour compacter la poudre en forme.

La presse isostatique exerce une pression panoramique à travers un milieu liquide tel que l'huile ou l'eau, et la densité du corps vert est uniforme et il n'y a pas de contraintes internes.

La presse automatique effectue automatiquement l'alimentation, le pressage et le démoulage par contrôle PLC, avec une efficacité de production élevée.

Caractéristiques de l'application :

Presse hydraulique : adaptée à la production en laboratoire ou à petite échelle, avec une production de 1 à 5 tonnes/jour, à faible coût, mais à une densité corporelle légèrement inférieure.

Presse isostatique : adaptée aux électrodes haute performance (telles que WL20), avec une densité de 70 %, mais un investissement important en équipement (environ 5 millions de yuans).

Presse automatique : adaptée à la production à grande échelle, avec une production de 10 à 20 tonnes / jour, un haut degré d'automatisation et un faible coût de main-d'œuvre.

Technologies clés :

Contrôle de la pression : Un système servo-hydraulique est adopté et l'écart de pression est $\leq \pm 1$ MPa pour assurer la densité constante du corps vert.

Conception du moule : Optimisez la géométrie du moule, réduisez la résistance au démoulage et prolongez la durée de vie du moule.

Automatisation : Intégrez des systèmes d'alimentation robotisés et d'inspection visuelle pour augmenter l'efficacité de la production de 20 %.

Tendances en matière de développement :

Pressage de haute précision : Développement d'une presse isostatique à ultra-haute pression (>1000 MPa) pour augmenter la densité du corps vert à 75 %.

Intelligent : Intégrez l'IA pour optimiser les paramètres de pressage et réduire le taux de fissuration du corps vert.

Conception modulaire : développer une presse multifonctionnelle pour s'adapter à la production de différentes tailles de corps verts.

6.2.2 Fours de frittage

Le four de frittage est utilisé pour chauffer le corps vert pressé à une température élevée (1800-2200 °C) afin de combiner ses particules pour former un corps dense, et est l'équipement de base qui détermine la densité de l'électrode et les propriétés mécaniques.

Type d'appareil :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Four de frittage sous vide : adapté à la production d'électrodes de haute pureté pour éviter la volatilisation de l'oxyde de lanthane.

Four de frittage de protection contre l'hydrogène : adapté à la production à grande échelle, faible coût et empêche l'oxydation de la poudre de tungstène.

Four à presse isostatique à chaud (HIP) : utilisé pour le frittage secondaire afin d'améliorer la densité et la résistance des électrodes.

Paramètres techniques :

Température : jusqu'à 2200°C, précision du contrôle de la température $\pm 5^\circ\text{C}$.

Atmosphère : Vide $< 10^{-3}$ Pa (four à vide) ou pureté de l'hydrogène $> 99,999\%$ (four à hydrogène).

Matériau du four : molybdène ou tungstène, résistance aux hautes températures, anti-pollution.

Capacité du four : 50-500 kg/lot.

Comment ça marche :

Les fours de frittage sous vide sont frittés dans un environnement à basse pression au moyen d'un chauffage par résistance ou par induction pour réduire la formation d'oxyde.

Le four de protection contre l'hydrogène crée une atmosphère réductrice en introduisant de l'hydrogène de haute pureté pour éviter l'oxydation du tungstène.

Le four HIP combine une température élevée (2000°C) et une pression élevée (100-200 MPa) pour éliminer les micropores internes.

Caractéristiques de l'application :

Four de frittage sous vide : adapté aux électrodes hautes performances (par exemple WL20) avec une densité de $> 98\%$ mais une consommation d'énergie élevée (environ 1000 kWh par lot).

Four de protection contre l'hydrogène : adapté aux productions à faible et moyen coût (WL10, WL15) avec une grande production (500 kg/jour), mais la sécurité de l'hydrogène doit être strictement gérée.

Four HIP : adapté aux applications haut de gamme telles que l'aérospatiale, la résistance de l'électrode est augmentée de 20 %, mais le coût de l'équipement est élevé (environ 30 millions de yuans).

Technologies clés :

Contrôle de la température : un système de contrôle de la température à plusieurs étages est adopté, la vitesse de chauffage est de 500-1000 °C / h et l'écart d'isolement est de $\leq \pm 3^\circ\text{C}$.

Gestion de l'atmosphère : Équipé d'un analyseur d'oxygène, la teneur en oxygène est contrôlée < 10 ppm pour éviter l'oxydation.

Chargement de l'ébauche : Utilisez des nacelles en molybdène ou des plateaux en tungstène pour optimiser l'agencement du four et réduire la déformation de l'ébauche.

Tendances en matière de développement :

Frittage économe en énergie : Le four de frittage à chauffage par induction a été développé pour réduire la consommation d'énergie de 30 %.

Intelligent : Capteurs IoT intégrés pour surveiller en temps réel la répartition de l'atmosphère et de la température dans le four.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Procédé vert : développer un four de frittage à faibles émissions de gaz d'échappement, conformément à la norme GB 16297.

6.2.3 Matériel de forgeage

L'équipement de forgeage est utilisé pour transformer les corps verts frittés en barres afin d'améliorer leur densité et leurs propriétés mécaniques. Le processus de forgeage élimine la porosité interne grâce à la déformation à haute température et améliore la ténacité des électrodes.

Type d'appareil :

Équipement rotatif : Forgeage à passes multiples et à faible déformation, adapté à la production de tiges d'électrode de haute précision.

Équipement de marteau : convient pour corps vert de grand diamètre, grande déformation unique, haute efficacité.

Paramètres techniques :

Température : 1200-1500 °C, précision de contrôle de la température ± 20 °C.

Déformation : 5-10 % (forgeage rotatif), 10-20 % (forgeage à percussion) par passe.

Taille de la barre : diamètre 5-10 mm, longueur 50-1000 mm.

Comment ça marche :

Passes de l'équipement rotatif : plusieurs paires de matrices rotatives extrudent en continu le corps vert fritté et réduisent progressivement le diamètre.

Fioles d'équipement de marteau-marteau : le marteau hydraulique ou le marteau pneumatique applique une force d'impact sur le corps vert chauffé, prototypage rapide.

Caractéristiques de l'application :

Dispositif rotatif : adapté aux électrodes hautes performances (par exemple WL20) avec une densité de barre de >99 % et une surface lisse ($Ra < 2$ microns).

Équipement de marteau : convient pour la production à coût moyen et faible (comme WL10), à haut rendement (1000-2000 pièces / h), mais à une qualité de surface légèrement inférieure.

Technologies clés :

Contrôle du chauffage : Le chauffage par induction à fréquence moyenne est utilisé pour chauffer uniformément et empêcher la fissuration du corps vert.

Contrôle de la déformation : À l'aide d'un système d'asservissement, l'écart de déformation est de $< \pm 2$ % pour assurer la précision dimensionnelle de la barre.

Lubrification : L'utilisation d'un lubrifiant à base de graphite pour réduire l'usure du moule et prolonger la durée de vie.

Tendances en matière de développement :

Forgeage de haute précision : Développement d'une machine à forger d'équipement CNC multi-axes avec une tolérance dimensionnelle $< \pm 0,05$ mm.

Automatisation : Intégrez le système de chargement et de déchargement du robot pour réduire les

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

interventions manuelles et augmenter l'efficacité de 20 %.

Lubrification verte : Développer des lubrifiants à base d'eau pour réduire la pollution de l'environnement.

6.2.4 Machines à dessiner

La machine d'étirage étire la barre forgée en une tige d'électrode de petit diamètre (0,25-6,4 mm) et est l'équipement qui détermine la taille finale de l'électrode.

Type d'appareil :

Machine d'étirage multimode : Grâce à l'emboutissage multi-passes, le diamètre est progressivement réduit, ce qui convient aux électrodes de haute précision.

Machine d'étirage monomode : adaptée aux petits lots ou aux électrodes de grand diamètre, facile à utiliser.

Paramètres techniques :

Vitesse d'étirage : 5-20 m / min, la vitesse est réglable.

Matériau du moule : diamant ou carbure cémenté, résistance à l'usure > 50 000 mètres.

Tolérance de diamètre : $\pm 0,02$ mm, rugosité de surface $Ra < 0,8$ μm .

Comment ça marche :

La barre est étirée à travers une matrice diamantée, avec une réduction de diamètre de 5 à 15 % par passe, et un recuit intermédiaire (1000-1200 °C) pour soulager les contraintes.

Caractéristiques de l'application :

Machine d'étirage multimode : adaptée à la production à grande échelle, avec une production de 5000 à 10 000 pièces/heure, adaptée aux WL15 et WL20.

Machine d'étirage monomode : adaptée aux petits lots ou aux électrodes de spécifications spéciales (par exemple 0,3 mm), avec un faible rendement.

Technologies clés :

Précision du moule : Le moule est traité au laser et l'écart de diamètre du trou $\leq \pm 0,005$ mm.

Contrôle de la lubrification : Un lubrifiant à émulsion de graphite est utilisé et la température de refroidissement est $< 40^\circ\text{C}$ pour réduire les défauts de surface.

Détection en ligne : équipé d'un pied à coulisse laser, suivi en temps réel du diamètre, écart $\leq \pm 0,01$ mm.

Tendances en matière de développement :

Dessin ultra-fin : Développez un processus d'étirage d'électrode de 0,1 mm pour répondre aux besoins de la micro-soudure.

Automatisation : Le système de changement de moule et de recuit automatique intégré réduit les temps d'arrêt.

Lubrification respectueuse de l'environnement : Développez une technologie de lubrification sans huile pour réduire les rejets de liquides résiduels.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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

6.3 Équipement de traitement de surface des électrodes de tungstène de lanthane

L'équipement de traitement de surface est utilisé pour améliorer la finition de surface et les performances des électrodes, y compris le polissage et le nettoyage. La qualité de surface a un impact direct sur la stabilité de l'arc et la durée de vie de l'électrode.

6.3.1 Machines à polir

La machine à polir est utilisée pour éliminer les marques d'étirage et la couche d'oxyde sur la surface de l'électrode, améliorer la rugosité de surface ($R_a < 0,4$ microns) et améliorer les performances de l'arc.

Type d'appareil :

Rectifieuse centerless : polissage continu par meules et roues de guidage, adaptée à la production à grande échelle.

Machine de polissage électrochimique : polit la surface par électrolyse, adaptée aux électrodes de haute précision.

Polisseuse à ultrasons : Combine les vibrations ultrasoniques et les abrasifs pour les électrodes de petit diamètre.

Paramètres techniques :

Vitesse de polissage : 10-50 m/min (meuleuse sans centre), 0,5-2 m/min (polissage électrochimique).

Taille de la meule : 200-400 mailles (polissage mécanique), l'électrolyte est une solution d'acide sulfurique ou d'acide phosphorique (polissage électrochimique).

Rugosité de surface : $R_a 0,2-0,4$ microns.

Comment ça marche :

La meuleuse sans centre broie en continu la surface de l'électrode en faisant tourner la meule à grande vitesse et guidée par la roue de guidage.

La polisseuse électrochimique dissout l'anode dans l'électrolyte à travers l'électrode pour éliminer les micro-bosses à la surface.

La polisseuse à ultrasons entraîne les particules abrasives par des vibrations à haute fréquence pour polir finement la surface.

Caractéristiques de l'application :

Rectifieuse sans centre : rendement élevé (10 000 pièces/h), adaptée aux électrodes industrielles WL10 et WL15.

Machine de polissage électrochimique : haute brillance de surface, adaptée aux électrodes WL20 pour l'aérospatiale, faible rendement (1000 pièces / heure).

Machine de polissage à ultrasons : adaptée aux électrodes de petit diamètre ($< 0,5$ mm), avec une grande précision et un coût élevé.

Technologies clés :

Consistance de surface : la pression de la meule est contrôlée par servo et l'écart de rugosité $< \pm 0,05$ micron.

Contrôle de la pollution : Équipé d'un système de dépoussiérage, l'efficacité de dépoussiérage est

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

de >99 %, conformément à la norme GB/T 16297.

Automatisation : Inspection visuelle intégrée pour le rejet automatique des électrodes défectueuses en surface.

Tendances en matière de développement :

Polissage ultra-précis : développement de la technologie de polissage $Ra < 0,1$ micron pour répondre aux besoins de la micro-soudure.

Polissage vert : l'électrolyte à base d'eau est utilisé pour réduire les déchets chimiques.

Intelligent : système de vision IA intégré pour optimiser les paramètres de polissage en temps réel.

6.3.2 Équipement de nettoyage

L'équipement de nettoyage est utilisé pour éliminer l'huile, la poussière et les résidus chimiques après le polissage, pour s'assurer que la surface de l'électrode est propre et pour éviter la contamination du cordon de soudure pendant l'utilisation.

Type d'appareil :

Nettoyeur à ultrasons : La surface est nettoyée par vibration ultrasonique, ce qui a une efficacité élevée et convient aux électrodes de forme complexe.

Nettoyant en aérosol : pulvérisé avec de l'eau à haute pression ou un détergent, adapté au nettoyage à grande échelle.

Machine de nettoyage au plasma : utilisée pour les électrodes à haute propreté afin d'éliminer les contaminants à l'échelle nanométrique.

Paramètres techniques :

Nettoyeur à ultrasons : fréquence 20-40 kHz, puissance 1-5 kW, temps de nettoyage 5-15 minutes.

Machine de nettoyage par pulvérisation : pression 0,5-2 MPa, débit de liquide de nettoyage 20-50 L/min.

Machine de nettoyage au plasma : puissance du plasma 100-500 W, temps de traitement 1-3 minutes.

Comment ça marche :

Les nettoyeurs à ultrasons utilisent des vibrations à haute fréquence pour créer un effet de cavitation qui élimine la saleté de surface.

Les nettoyeurs en aérosol utilisent un jet d'eau à haute pression ou un détergent pour rincer la surface.

Les nettoyeurs au plasma éliminent les couches organiques et d'oxyde par bombardement au plasma.

Caractéristiques de l'application :

Nettoyeur à ultrasons : polyvalent, adapté à tous les types d'électrodes, efficacité de nettoyage > 99 %, production 5000-10 000 pièces / heure.

Nettoyant par pulvérisation : peu coûteux, adapté aux électrodes bas de gamme (comme le WL10), mais la précision de nettoyage est légèrement inférieure.

Machine de nettoyage au plasma : convient pour l'aérospatiale et les électrodes électroniques à haute propreté, coût élevé, production 1000 pièces / heure.

Technologies clés :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Gestion des solutions de nettoyage : Utilisez de l'eau déminéralisée (résistivité > 15 MΩ·cm) ou de l'éthanol respectueux de l'environnement, et le taux de recyclage est > 80 %.

Contrôle du séchage : équipé d'un séchage à l'air chaud ou sous vide, humidité résiduelle < 0,01 %.

Automatisation : Intégrez des systèmes de chargement et de déchargement automatiques et de surveillance de la qualité de l'eau pour améliorer l'efficacité.

Tendances en matière de développement :

Nettoyage respectueux de l'environnement : Développement d'une technologie de nettoyage sans produits chimiques, comme le nettoyage supercritique au CO₂.

Haute propreté : Améliorez la précision du nettoyage pour répondre aux besoins de l'industrie des semi-conducteurs.

Intelligent : IoT intégré pour surveiller les résultats du nettoyage et optimiser le volume d'eau et la consommation d'énergie.

6.4 Équipement d'essai de qualité pour l'électrode de tungstène de lanthane

L'équipement d'inspection de la qualité est utilisé pour surveiller la qualité des matières premières, des processus de production et des produits finis afin de s'assurer que les électrodes sont conformes aux normes internationales (e.g. ISO 6848:2015) et aux exigences des clients. Le test comprend la composition chimique, les propriétés physiques et les propriétés électriques.

6.4.1 Analyseurs de composition chimique

Les analyseurs de composition chimique sont utilisés pour tester la pureté et la teneur en éléments de la poudre de tungstène, de l'oxyde de lanthane et des produits d'électrode finis afin de s'assurer que la teneur en oxyde de lanthane (0,8 % à 2,2 %) et les impuretés (<50 ppm) répondent aux exigences.

Type d'appareil :

Spectromètre d'émission optique à plasma à couplage inductif (ICP-OES) : Pour la détection du tungstène, du lanthane et des oligo-éléments avec une grande précision.

Spectroscopie de fluorescence X (XRF) : contrôle non destructif rapide pour l'analyse en ligne.

Spectromètre d'absorption atomique (AAS) : Utilisé pour détecter des éléments spécifiques (par exemple, Fe, Si) à moindre coût.

Paramètres techniques :

ICP-OES : Limite de détection 0,01 ppm, temps d'analyse 5-10 minutes.

Rayonnement XRF : plage de détection 0,01 % à 100 %, précision ± 0,05 %.

AAS : Limite de détection de 0,1 ppm, adaptée à l'analyse monoélément.

Comment ça marche :

Excitation ICP-OES d'échantillons avec des échantillons plasma à haute température pour analyser leurs raies d'émission et quantifier la teneur en éléments.

La fluorescence X excite l'échantillon à l'aide de rayons X pour mesurer l'intensité de la fluorescence et déterminer la composition élémentaire.

L'AAS détermine la concentration d'un élément spécifique en absorbant l'intensité lumineuse des

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

atomes.

Caractéristiques de l'application :

ICP-OES : adapté à l'analyse de haute précision en laboratoire, utilisé pour les tests de matières premières et de produits finis, avec un coût élevé (environ 2 millions de yuans).

XRF : Convient pour la surveillance de la production en ligne, vitesse de détection rapide (< 30 secondes par échantillon), adapté aux moyennes et grandes entreprises.

AAS : adapté aux petites entreprises, détection d'impuretés spécifiques, faible coût (environ 200 000 yuans).

Technologies clés :

Haute sensibilité : l'ICP-OES peut détecter des impuretés de l'ordre du ppb (par exemple, Pb < 0,1 ppb).

Essais non destructifs : La technologie XRF prend en charge l'analyse non destructive et convient à l'échantillonnage des produits finis.

Automatisation : intégrez l'échantillonnage et le traitement automatisés des données pour augmenter l'efficacité de l'analyse jusqu'à 50 %.

Tendances en matière de développement :

Détection rapide : Développez une XRF portable avec un temps d'analyse de < 10 secondes.

Analyse multi-éléments : Améliorez la capacité de détection multicanal de l'ICP-OES, couvrant 50 éléments.

Intelligent : Combiné à des algorithmes d'IA, il peut identifier automatiquement les types d'échantillons et optimiser les paramètres de détection.

6.4.2 Équipement d'essai de performance physique

L'équipement d'essai des propriétés physiques est utilisé pour vérifier la densité, la dureté, la taille des grains et la rugosité de surface des électrodes afin de garantir leurs propriétés mécaniques et leur qualité de traitement.

Type d'appareil :

Densimètre : Sur la base du principe d'Archimède, la densité de l'électrode est mesurée.

Duromètre Vickers : mesure la dureté de surface de l'électrode (400-450 HV).

Microscopie métallurgique : analyse de la taille des grains et de la microstructure.

Rugosimètre de surface : Mesure de la rugosité de surface (Ra < 0,4 microns).

Paramètres techniques :

Densimètre : précision $\pm 0,01$ g/cm³, plage de mesure 10-20 g/cm³.

Duromètre Vickers : charge 5-50 N, précision ± 1 HV.

Microscope métallurgique : grossissement 100-1000x, résolution 0,1 micron.

Rugosimètre de surface : plage de mesure Ra 0,01-10 microns, précision $\pm 0,01$ microns.

Comment ça marche :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Un densimètre calcule la masse volumique en mesurant le poids de l'électrode dans l'air et dans le liquide.

L'appareil d'essai de dureté Vickers calcule la valeur de dureté à partir de la taille d'indentation.

Un microscope métallurgique observe la microstructure des sections d'électrodes par amplification optique.

Le rugomètre de surface scanne la surface à l'aide d'une sonde et mesure la différence de hauteur.

Caractéristiques de l'application :

Densimètre : Détection rapide de la masse volumique du corps et du produit fini ($>19,2 \text{ g/cm}^3$) en 1 minute par échantillon.

Duromètre Vickers : adapté à l'analyse de la distribution de la dureté et à la détection de l'uniformité des électrodes.

Microscopes métallurgiques : pour la R&D et l'analyse de la qualité, pour vérifier la taille des grains (10-20 microns).

Rugosimètre de surface : inspection en ligne de la qualité du polissage, adapté à la production à grande échelle.

Technologies clés :

Haute précision : le densimètre utilise une balance électronique avec une erreur de $< 0,005 \text{ g/cm}^3$.

Automatisation : Le microscope métallurgique est équipé d'un logiciel de mise au point automatique et d'analyse d'image, ce qui augmente l'efficacité de 30 %.

Contrôle non destructif : L'appareil d'essai de rugosité de surface prend en charge la mesure sans contact et convient aux produits finis.

Tendances en matière de développement :

Essais polyvalents : Développement de plates-formes d'essai qui combinent densité, dureté et rugosité.

Inspection en ligne : Inspection en temps réel intégrée à la ligne de production pour réduire le temps d'échantillonnage.

Intelligent : analyse d'image IA intégrée pour déterminer automatiquement la qualité du grain.

6.4.3 Équipement d'essai de performance électrique

L'équipement d'essai de performance électrique est utilisé pour mesurer le travail électronique de l'électrode, les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'arc de l'électrode afin de garantir ses performances de soudage.

Type d'appareil :

Testeur de travail électronique : mesure le travail électronique (2,6-3,2 eV) de l'électrode.

Banc d'essai de soudage simulé : heure de début de l'arc d'essai et stabilité de l'arc.

Conductimètre : Mesurez la conductivité de l'électrode (17,5-18,0 MS/m).

Paramètres techniques :

Testeur de travail électronique : précision $\pm 0,05 \text{ eV}$, température d'essai 1000-2000°C.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Banc d'essai de soudage analogique : courant 10-300 A, tension 0-50 V, précision d'enregistrement $\pm 0,1$ V.

Conductimètre : plage de mesure 1-100 MS/m, précision $\pm 0,1$ MS/m.

Comment ça marche :

Le testeur d'échappement de travail d'électrons mesure le courant d'émission d'électrons à haute température et calcule le travail d'évolution par la méthode d'émission d'électrons thermiques.

Le banc d'essai de soudage simulé enregistre l'heure de début de l'arc et les fluctuations de tension en simulant l'environnement de soudage TIG.

Le conductimètre mesure la résistance de l'électrode à l'aide de la méthode à quatre sondes pour convertir la conductivité.

Caractéristiques de l'application :

Testeur de travail d'évolution électronique : Adapté à la R & D et à la vérification de la qualité, le temps de test est de 10 à 20 minutes / échantillon.

Banc d'essai de soudage simulé : simule les conditions réelles de soudage, adapté à l'échantillonnage du produit fini, et a une efficacité d'essai élevée (100 pièces/heure).

Conductimètre : contrôle non destructif rapide, adapté à la surveillance en ligne.

Technologies clés :

Test à haute température : Le travail électronique de test d'évolution est équipé d'une chambre à vide pour éviter l'oxydation.

Enregistrement de haute précision : Le banc d'essai de soudage simulé intègre l'acquisition de données à grande vitesse et l'enregistrement des fluctuations de tension $< 0,01$ seconde.

Automatisation : Le conductimètre prend en charge le positionnement automatique de la sonde, ce qui augmente l'efficacité de 50 %.

Tendances en matière de développement :

Test rapide : Développer un testeur d'échappement de travail électronique portable avec une durée d'essai de < 5 minutes.

Tests multiparamètres : intégrez les tests de performance électrique et physique pour réduire l'empreinte de l'équipement.

Intelligent : prédir les performances électriques et optimisez les paramètres de production grâce à l'IA.

6.5 Équipement auxiliaire pour l'électrode de tungstène de lanthane

L'équipement auxiliaire est utilisé pour optimiser l'environnement de production, améliorer l'utilisation des ressources et assurer la protection de l'environnement, y compris le contrôle de l'environnement et l'équipement de recyclage des déchets.

6.5.1 Équipement de contrôle de l'environnement

L'équipement de contrôle de l'environnement est utilisé pour maintenir la température, l'humidité et la propreté dans le hall de production et pour empêcher la poussière et l'oxydation d'affecter la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

qualité des électrodes.

Type d'appareil :

Climatisation à température et humidité constantes : contrôlez la température et l'humidité de l'atelier.

Système de salle blanche : purifie l'air et réduit la concentration de poussière.

Équipement de ventilation et de dépoussiérage : Recueillir la poussière de meulage et de polissage.

Paramètres techniques :

Climatisation à température et humidité constantes : température 18-25 °C, humidité 40-60 %, précision ± 1 °C, ± 5 %.

Système de salle blanche : propreté classe ISO 7 (10 000 particules de 0,5 micron par < cube).

Ventilation et dépoussiérage : l'efficacité du dépoussiérage > de 99,9 % et la concentration de poussières < de 0,1 mg/m³.

Comment ça marche :

La climatisation à température et humidité constantes régule les paramètres environnementaux grâce à des dispositifs de réfrigération et d'humidification.

La salle blanche élimine les particules en suspension dans l'air à travers un filtre HEPA et un système à pression positive.

Le dépoussiérage de ventilation recueille la poussière sous pression négative et est traité par un sac en tissu ou un précipitateur électrostatique.

Caractéristiques de l'application :

Climatisation à température et humidité constantes : adaptée à tous les maillons de production, pour éviter l'absorption d'humidité de la poudre ou la surchauffe de l'équipement.

Systèmes de salles blanches : utilisés dans les processus de dopage et de polissage pour répondre aux besoins des électrodes aérospatiales.

Ventilation et dépoussiérage : utilisé dans les processus de broyage et de frittage, conformément à la norme GB 16297.

Technologies clés :

Filtration à haute efficacité : La durée de vie du filtre HEPA est de > 2 ans et l'efficacité de filtration > de 99,999 %.

Optimisation de l'efficacité énergétique : la climatisation à onduleur est adoptée, ce qui permet d'économiser 30 % d'énergie.

Intelligent : Capteurs environnementaux intégrés pour surveiller la température et l'humidité en temps réel.

Tendances en matière de développement :

Environnement ultra-propre : Développé une salle blanche de classe ISO 5 pour répondre aux besoins des électrodes microélectroniques.

Lutte bas carbone : Adopter une technologie de récupération de chaleur pour réduire la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

consommation d'énergie de 20 %.

Intelligent : la gestion de l'environnement à distance est mise en œuvre par l'IoT.

6.5.2 Équipement de recyclage de la ferraille

Les équipements de recyclage des déchets sont utilisés pour traiter les déchets de poudre de tungstène, les électrodes et les déchets liquides en production, améliorer l'utilisation des ressources et réduire la pollution de l'environnement.

Type d'appareil :

Collecteur de poussière : Recueille la poussière de meulage et de polissage.

Matériel de décapage et de recyclage : récupération des déchets de poudre de tungstène et d'oxyde de lanthane.

Équipements de traitement des eaux usées : traitement des eaux usées de nettoyage.

Paramètres techniques :

Collecteur de poussière : L'efficacité de recyclage est de >99 % et la capacité de traitement est de 1 à 10 tonnes / heure.

Équipement de récupération du décapage : taux de récupération >85 %, capacité de traitement 5-50 kg/lot.

Équipements de traitement des eaux usées : taux d'élimination du tungstène > 99 %, taux de réutilisation de l'eau recyclée 70 %.

Comment ça marche :

Le dépoussiéreur recueille la poussière à l'aide de sacs en tissu ou d'un précipitateur électrostatique, puis filtre et restaure la poussière.

L'installation de décapage dissout les déchets en les dissolvant avec de l'acide nitrique ou de l'acide chlorhydrique, en extrayant et en récupérant du prométhium et du lanthane.

Les stations d'épuration des eaux usées éliminent les métaux lourds par précipitation chimique et échange d'ions.

Caractéristiques de l'application :

Machine de récupération de poussière : adaptée aux processus de meulage et de polissage, le taux de récupération de la poudre de tungstène > de 80 %.

Équipement de décapage et de recyclage : adapté aux électrodes de déchets et aux déchets de frittage, le coût de recyclage est élevé.

Équipement de traitement des eaux usées : adapté au processus de nettoyage, conforme à la norme GB 8978.

Technologies clés :

Séparation efficace : La technologie de séparation centrifuge est utilisée pour augmenter le taux de récupération de 10 %.

Traitement de protection de l'environnement : la valeur du pH des déchets liquides après neutralisation est de 6-8 et il n'y a pas de pollution secondaire.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Automatisation : Intégrer le système de contrôle automatique pour réduire le fonctionnement manuel.

Tendances en matière de développement :

Recyclage en circuit fermé : Développer un système de recyclage des déchets complet avec un taux de récupération de 99 %.

Recyclage écologique : Adoptez une technologie de recyclage biochimique pour réduire la quantité d'acide et d'alcali.

Intelligent : Optimisez le processus de recyclage et réduisez les coûts grâce à l'analyse du big data.



CTIA GROUP LTD Électrode WL20

Chapitre 7 Normes nationales et étrangères pour l'électrode de tungstène de lanthane

En tant que matériau de soudage et de découpe haute performance, la normalisation de l'électrode de tungstène de lanthane ainsi que sa qualité et ses performances dépendent du système de norme national et étranger parfait. Les normes internationales et nationales fournissent des directives claires sur la composition chimique, les propriétés physiques, les tolérances dimensionnelles, le processus de production et les exigences d'application des électrodes en tungstène de lanthane afin de garantir l'uniformité de leur production et la sécurité d'utilisation dans le monde entier. Ce chapitre aborde en détail les normes internationales pour les électrodes de tungstène de lanthane (y compris ISO 6848:2015, AWS A5.12/A5.12M et EN 26848), les normes nationales (GB/T 14841 et JB/T 4730), l'analyse comparative des normes nationales et étrangères (similitudes et différences et leur impact sur la production et l'application), ainsi que les mises à jour et les tendances de développement des normes (nouvelles tendances en matière de développement de normes et d'internationalisation).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

7.1 Normes internationales pour les électrodes de tungstène de lanthane

Les normes internationales fournissent des spécifications techniques unifiées pour la production et le commerce mondiaux d'électrodes de tungstène de lanthane, y compris principalement celles élaborées par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), l'American Welding Society (AWS) et le Comité européen de normalisation (EN). Ces normes couvrent la classification, la composition chimique, les exigences de performance, les spécifications de taille, les méthodes d'essai et d'autres contenus des électrodes, et sont largement utilisées dans l'aérospatiale, l'industrie nucléaire, la construction automobile et d'autres domaines.

7.1.1 ISO 6848:2015 (Classification et exigences pour les électrodes en tungstène)

ISO 6848:2015 « Consommables de soudage — Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc sous protection sous gaz inerte et pour le soudage et le coupage au plasma » est la norme d'électrode en tungstène la plus fiable au monde, élaborée par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), adaptée au soudage sous protection sous gaz inerte (TIG), aux électrodes en tungstène pour le soudage et le coupage au plasma, y compris les électrodes en tungstène lanthane. La norme a été révisée en 2015 pour remplacer la version de 2004, reflétant les progrès technologiques et les exigences environnementales des nouvelles électrodes telles que les électrodes en tungstène lanthane.

Contenu standard :

Classification : Selon le type et la teneur des oxydes dopés, les électrodes de tungstène sont divisées en tungstène pur (WP), tungstène thorium (WT), tungstène au cérium (WC), tungstène lanthane (WL), tungstène de zirconium (WZ) et tungstène d'yttrium (WY). Les électrodes de tungstène au lanthane sont divisées en WL10 (0,8 %-1,2 % La_2O_3), WL15 (1,3 %-1,7 % La_2O_3) et WL20 (1,8 %-2,2 % La_2O_3).

Composition chimique : Spécifiez la teneur en oxyde de lanthane et la limite d'impuretés (telles que Fe, Si, C, etc. <0,05 %) pour garantir les propriétés électriques et mécaniques de l'électrode.

Dimensions : Plage de diamètre de l'électrode 0,25-6,4 mm, longueur 50-600 mm, tolérance selon ISO 286-2 (classe h6). Les extrémités sont de couleur WL10 (noir), WL15 (jaune d'or), WL20 (bleu ciel).

Exigences de performance : y compris le travail électronique (2,6-3,2 eV), l'amorçage de l'arc (temps d'arc à faible courant <0,5 seconde), la stabilité de l'arc (fluctuation de tension $\leq \pm 0,5$ V) et la résistance aux brûlures (consommation de pointe < 0,3 mm/h à 200 ampères).

Méthode d'essai : Analyse de la composition chimique spécifiée (ICP-OES), Test des propriétés physiques (densité, dureté), Test de performance électrique (soudage simulé) et Inspection visuelle (rugosité de surface $R_a < 0,4$ microns).

Emballage et identification : L'emballage de l'électrode doit être étanche à l'humidité et aux chocs, et l'identification comprend la qualité, la taille, le numéro de lot et les informations du fabricant.

Caractéristiques et avantages :

Disponibilité dans le monde entier : la norme ISO 6848:2015 est reconnue par les principaux pays industriels du monde entier et est largement utilisée dans des domaines exigeants tels que l'aérospatiale et l'industrie nucléaire.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Protection de l'environnement : Encouragez l'utilisation d'électrodes non radioactives (telles que le tungstène de lanthane, le tungstène de cérium), limitez l'utilisation d'électrodes de tungstène au thorium (WT) et respectez la directive RoHS de l'UE.

Progrès technologique : L'édition 2015 ajoute des exigences détaillées pour l'électrode de tungstène de lanthane WL15, reflétant sa tendance en tant qu'alternative à l'électrode de tungstène au thorium.

Tests standardisés : Des méthodes d'essai standardisées (telles que le test électronique de sortie de travail) sont fournies pour garantir la comparabilité des performances des produits de différents fabricants.

Applications:

Aérospatiale : Le WL20 est utilisé pour le soudage TIG des alliages de titane et des alliages à base de nickel conformément aux exigences de la norme ISO 6848 pour des soudures sans défaut.

Industrie nucléaire : Le WL15 est utilisé pour le soudage de tuyaux en alliage de zirconium, qui répond aux exigences standard en matière de propreté élevée et de résistance à la corrosion.

Fabrication automobile : WL10 est utilisé pour le soudage de plaques minces en acier inoxydable, conformément aux performances de démarrage d'arc à courant faible standard.

Limitations:

Des applications spéciales telles que le soudage par micro-plasma ou la découpe à très haut courant nécessitent moins de performances d'électrode et doivent compléter les normes de l'industrie.

La méthode d'essai est complexe (comme l'environnement de vide requis pour l'essai de travail électronique), qui a des exigences élevées pour l'équipement des petites et moyennes entreprises.

Les exigences environnementales dans le processus de production, telles que le recyclage des déchets et l'élimination des gaz résiduels, ne sont pas clairement définies.

Contexte de la révision :

La version 2004 de la norme ne prenait pas pleinement en compte les diverses applications des électrodes de tungstène lanthane (telles que la popularisation du WL15), et la version 2015 a ajouté les exigences de classification et de performance du WL15.

En réponse aux réglementations environnementales mondiales (telles que l'UE 2003/53/CE), les électrodes au thorium-tungstène sont limitées et la normalisation des électrodes en tungstène lanthane est encouragée.

Combiné à de nouvelles techniques d'essai telles que l'ICP-MS de haute précision, la précision de l'analyse de la composition chimique est améliorée.

Impact mondial :

La norme ISO 6848:2015 a été adoptée par l'Union européenne, les États-Unis, le Japon, la Chine et d'autres pays, facilitant ainsi le commerce international des électrodes de tungstène de lanthane.

L'élimination progressive des électrodes thorium-tungstène a été promue et la part de marché mondiale des électrodes de tungstène de lanthane est passée de 15 % en 2010 à 30 % en 2020.

Il fournit des spécifications techniques uniformes pour les projets multinationaux dans des secteurs tels que l'aérospatiale et le nucléaire, réduisant ainsi les risques liés à la chaîne d'approvisionnement.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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

7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (norme de l'American Welding Institute)

AWS A5.12/A5.12M « Spécification pour les électrodes de tungstène dispersées de tungstène et d'oxyde pour le soudage et le coupage à l'arc » est une norme d'électrode de tungstène développée par l'American Welding Society (AWS), la dernière version est de 2009, applicable aux électrodes de tungstène pour le soudage TIG, le soudage au plasma et le découpage, y compris les électrodes de tungstène de lanthane. La norme a une large portée sur les marchés américain et nord-américain, en particulier dans les secteurs de l'aérospatiale, de la construction navale et de l'énergie.

Contenu standard :

Classification : À l'instar de la norme ISO 6848, les électrodes de tungstène de lanthane sont divisées en EWLa-1 (WL10, 1,0 % La_2O_3), EWLa-1.5 (WL15, 1,5 % La_2O_3) et EWLa-2 (WL20, 2,0 % La_2O_3). Le préfixe « EW » est utilisé pour indiquer l'électrode dopée et La pour indiquer le lanthane.

Composition chimique : L'écart de teneur en oxyde de lanthane $\pm 0,2\%$, les limites d'impuretés (par exemple, $\text{Fe} < 0,03\%$, $\text{C} < 0,01\%$) sont légèrement plus strictes que celles de la norme ISO 6848.

Dimensions : Diamètre 0,020-0,250 » (0,5-6,35 mm), longueur 3-24 » (76-610 mm) avec tolérances selon ANSI B1.1. L'extrémité est peinte conformément à la norme ISO 6848.

Exigences de performance : L'accent est mis sur les performances d'amorçage de l'arc (tension de démarrage de l'arc $< 15\text{ V}$ à 10-50 ampères), la stabilité de l'arc (fluctuation de tension à 100 ampères $< \pm 0,4\text{ V}$) et la résistance aux brûlures (consommation de pointe $< 0,25\text{ mm/h}$ à 150 ampères).

Méthodes d'essai : y compris l'analyse chimique (XRF ou ICP-OES), l'essai de soudage (norme AWS D1.1), le contrôle de la qualité de surface ($R_a < 0,5$ microns) et la mesure dimensionnelle (micromètre ou pied à coulisse laser).

Certification et étiquetage : l'électrode doit être certifiée par AWS et l'emballage est marqué du numéro AWS, de la marque et du lot de production.

Caractéristiques et avantages :

Exigences de performance strictes : la norme AWS prévoit des conditions de test plus spécifiques pour la stabilité de l'arc et la résistance aux brûlures, ce qui convient aux applications de soudage à forte charge.

Orientation vers le marché nord-américain : L'unité de taille est le pouce, ce qui est conforme aux habitudes industrielles américaines et pratique pour les utilisateurs nord-américains.

Certification : La certification AWS augmente la crédibilité de l'électrode, ce qui la rend idéale pour les projets d'aérospatiale et de défense.

Conseils d'application : Des recommandations détaillées pour les paramètres de soudage (par exemple, le type de courant, le débit de gaz de protection) sont fournies à l'utilisateur afin d'optimiser le processus.

Applications:

Aérospatiale : EWLa-2 (WL20) est utilisé pour le soudage TIG des cadres en titane des avions Boeing 787, qui répond à la norme AWS D17.1.

Construction navale : EWLa-1.5 (WL15) est utilisé pour le soudage de coques en acier inoxydable, qui répond à la spécification de soudage structurel AWS D1.6.

Industrie de l'énergie : EWLa-1 (WL10) est utilisé pour le soudage de plaques de tuyaux,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

conformément à la norme API 1104.

Limitations:

La norme est mise à jour lentement (les dernières tendances d'application du WL15 ne sont pas couvertes dans l'édition 2009) et les détails techniques sont plus anciens par rapport à la norme ISO 6848:2015.

Les exigences environnementales (par exemple, le recyclage des déchets) sont moins mentionnées et ne sont pas entièrement adaptées aux réglementations strictes de régions telles que l'Union européenne.

La méthode de test est biaisée en faveur des appareils nord-américains (tels que les laboratoires certifiés AWS), et il existe des problèmes de compatibilité des appareils pour les entreprises d'autres régions.

Corrélation avec la norme ISO 6848 :

AWS A5.12 est très conforme à la norme ISO 6848 en termes de classification, de composition chimique et de spécifications de taille, mais la norme AWS se concentre davantage sur les tests de performance des soudures en conditions réelles.

La norme AWS permet un écart de teneur en oxyde de lanthane plus indulgent ($\pm 0,2$ % contre $\pm 0,15$ % pour l'ISO), mais des limites plus strictes pour les impuretés.

La coloration des deux est cohérente pour assurer l'uniformité de l'identification globale de l'utilisateur.

Impact nord-américain :

AWS A5.12 est une norme requise pour les projets américains dans les domaines de l'aérospatiale (NASA, Boeing), de la défense (MIL-STD-1595A) et de l'énergie (ASME Section IX).

L'électrode de tungstène au tantane a entraîné une croissance rapide sur le marché américain, la part de marché de l'EWLa-1.5 passant de 10 % en 2010 à 25 % en 2020.

L'électrode de lanthane-tungstène certifiée AWS présente un avantage concurrentiel sur le marché nord-américain.

7.1.3 EN 26848 (European standard)

La norme EN 26848 « Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc sous protection sous gaz inerte et pour le soudage et le coupage au plasma » est une norme sur les électrodes en tungstène élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN), dont la dernière version date de 1991 (partiellement révisée en 2004), applicable aux électrodes en tungstène pour le soudage TIG, le soudage au plasma et le coupage dans les États membres de l'UE. La norme est fortement alignée sur la norme ISO 6848, mais reflète dans certains détails les besoins spécifiques du marché européen.

Contenu standard :

Classification : Les électrodes de tungstène de lanthane sont divisées en WL10, WL15 et WL20, et la teneur en oxyde de lanthane est la même que celle de la norme ISO 6848 (0,8 % à 2,2 %). Le logo est peint de la même couleur que l'ISO.

Composition chimique : L'écart de teneur en oxyde de lanthane $\pm 0,15$ %, les limites d'impuretés

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

(par exemple, Fe<0,04 %, Si <0,02 %) sont équivalentes à la norme ISO 6848.

Dimensions : Diamètre 0,25-6,4 mm, longueur 50-300 mm, tolérances selon EN ISO 286-2 (classe h6). L'accent est mis sur les électrodes de courte longueur (50-150 mm) pour s'adapter aux équipements de soudage automatisés européens.

Exigences de performance : performance de démarrage de l'arc (tension de démarrage de l'arc à 10 ampères < 12 V), stabilité de l'arc (fluctuation de tension à 100 ampères <± 0,5 V), résistance au brûlage (consommation de pointe à 150 ampères < 0,3 mm/h).

Méthodes d'essai : Analyse de la composition chimique (ICP-MS ou XRF), Test de soudage (norme EN 287), Contrôle de la qualité de surface (Ra < 0,4 microns) et Mesure dimensionnelle.

Exigences en matière de protection de l'environnement : mettre l'accent sur les électrodes non radioactives (telles que le tungstène de lanthane, le tungstène de cérium), conformément à la directive RoHS de l'UE (2002/95/CE).

Caractéristiques et avantages :

Respect de l'environnement : Restreindre strictement l'utilisation des électrodes en thorium-tungstène et promouvoir la popularisation des électrodes en tungstène lanthane sur le marché européen.

Guidage automatisé : les dimensions et les exigences de performance sont adaptées aux équipements de soudage automatisés européens (par exemple, les robots KUKA).

Certification UE : Les électrodes certifiées EN 26848 peuvent obtenir le marquage CE, ce qui augmente la compétitivité du marché.

Adaptabilité régionale : disponible en plusieurs langues (anglais, allemand, français) pour une utilisation facile dans les États membres de l'UE.

Applications:

Fabrication automobile : le WL15 est utilisé pour le soudage TIG des carrosseries en alliage d'aluminium des voitures européennes (telles que Volkswagen, BMW) conformément à la norme EN 1011.

Aérospatiale : Le WL20 est utilisé pour le soudage de pièces en alliage de titane d'avions Airbus A350, répondant au système de qualité EN 9100.

Industrie nucléaire : le WL10 est utilisé pour le soudage de tuyauteries en inox dans les centrales nucléaires françaises selon le cahier des charges RCC-M.

Limitations:

La révision de la norme est à la traîne (l'édition de 1991 n'est pas entièrement mise à jour pour répondre à la dernière application de WL15) et le contenu est plus ancien par rapport à la norme ISO 6848:2015.

Il y a moins d'exigences particulières pour le microsoudage et le coupage au plasma et doivent être combinés avec des normes industrielles (par exemple EN 1011-6).

Les méthodes d'essai s'appuient sur des laboratoires européens (par exemple, la certification TÜV) et sont coûteuses pour les entreprises non européennes.

Corrélation avec la norme ISO 6848 :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

La norme EN 26848 est conforme à la norme ISO 6848 en termes de classification, de composition chimique et de marquage coloré, mais avec une gamme de tailles plus étroite (longueur < 300 mm). La norme EN 26848 impose des exigences environnementales plus strictes et interdit explicitement l'utilisation d'électrodes en tungstène dans certaines applications.

La méthode d'essai est essentiellement la même que celle de l'ISO 6848, mais l'EN 26848 se concentre davantage sur la simulation des conditions de fonctionnement réelles de l'essai de soudage.

Influences européennes :

La norme EN 26848 a été à l'origine de la croissance rapide des électrodes de tungstène de lanthane sur le marché de l'UE, les WL15 et WL20 représentant plus de 40 % du marché européen des électrodes de tungstène.

L'électrode de tungstène lanthane certifiée CE présente un avantage concurrentiel sur le marché de l'UE.

Il favorise l'harmonisation des échanges au sein de l'UE et réduit les coûts de mise en conformité des entreprises multinationales.

7.2 Normes nationales pour les électrodes de tungstène de lanthane

En tant que plus grand producteur mondial de ressources de tungstène et d'électrodes de tungstène, la Chine a formulé une série de normes nationales (GB) et de normes industrielles (JB) pour réglementer la production et l'application d'électrodes de tungstène de lanthane. Ces normes sont largement utilisées dans les domaines de l'aérospatiale, de l'industrie nucléaire, de la construction navale et de la construction automobile en Chine, qui non seulement se réfèrent aux normes internationales, mais reflètent également les besoins locaux.

7.2.1 GB/T 14841 (norme nationale pour les électrodes en tungstène)

GB/T 14841 « Conditions techniques pour les électrodes de tungstène » est une norme nationale chinoise, la dernière version est 2008, qui s'applique aux électrodes de tungstène pour le soudage TIG, le soudage au plasma et le découpage, y compris les électrodes de tungstène de lanthane. Cette norme est publiée par l'Administration de normalisation de la République populaire de Chine et constitue une spécification obligatoire pour la production et l'application d'électrodes en tungstène en Chine.

Contenu standard :

Classification : Les électrodes en tungstène de lanthane sont divisées en WL10 (0,8 %-1,2 % La_2O_3), WL15 (1,3 %-1,7 % La_2O_3) et WL20 (1,8 %-2,2 % La_2O_3), conformément à la norme ISO 6848. La coloration du logo est la même que celle de la norme internationale.

Composition chimique : L'écart de teneur en oxyde de lanthane ($\pm 0,15$ %), les limites d'impuretés (par exemple, $\text{Fe} < 0,05$ %, $\text{C} < 0,02$ %) sont équivalentes à la norme ISO 6848, mais les exigences en matière de teneur en oxygène ($\text{O} < 0,01$ %) sont plus strictes.

Dimensions : diamètre 0,25-6,4 mm, longueur 50-600 mm, tolérance selon GB/T 1804 (grade h6). Des options de longueur courte (50-100 mm) sont disponibles pour s'adapter aux équipements d'automatisation domestique.

Exigences de performance : performance de démarrage de l'arc (temps de démarrage de l'arc à 10

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

ampères < 0,4 seconde), stabilité de l'arc (fluctuation de tension à 150 ampères $\leq \pm 0,5$ V), résistance à la combustion (consommation de l'embout à 200 ampères < 0,3 mm/h).

Méthodes d'essai : Analyse de la composition chimique (ICP-OES ou AAS), Essai des propriétés physiques (densité > 19,2 g/cm³, dureté 400-450 HV), essai de performance électrique (soudage simulé) et inspection visuelle (Ra < 0,5 µm).

Emballage et étiquetage : un emballage résistant à l'humidité et aux chocs est requis, et l'identification comprend la marque, la taille, le numéro de lot, le fabricant et le numéro de norme (GB/T 14841).

Caractéristiques et avantages :

Adaptation à la localisation : Les exigences de taille et de performance sont adaptées à l'équipement de soudage de la Chine, ce qui est pratique pour les entreprises nationales à appliquer.

Contrôle strict des impuretés : Les exigences en matière de teneur en oxygène et en carbone sont supérieures aux normes internationales, ce qui améliore la résistance à l'oxydation et la stabilité de l'arc de l'électrode.

Mise en œuvre obligatoire : En tant que norme nationale, la norme GB/T 14841 a un effet juridique sur le marché chinois pour garantir la cohérence de la qualité des produits.

Rentable : La méthode de test est simplifiée pour les équipements couramment utilisés en Chine, ce qui réduit le coût de conformité des PME.

Applications:

Aérospatiale : Le WL20 est utilisé pour le soudage TIG du fuselage en alliage de titane de l'avion C919, qui répond à la norme GJB 1718.

Industrie nucléaire : WL15 est utilisé pour le soudage de tuyaux en acier inoxydable de la centrale nucléaire de Qinshan, conformément à la spécification GB / T 13164.

Construction navale : WL10 est utilisé pour le soudage de tôles d'acier inoxydable de navires GNL, conformément à la norme de la société de classification CCS.

Limitations:

La norme est mise à jour lentement (la version 2008 ne couvre pas les dernières tendances dans l'application de WL15) et est légèrement plus ancienne que la norme ISO 6848:2015.

Il y a moins d'exigences en matière de protection de l'environnement et de recyclage des déchets, et il n'est pas entièrement adapté à la tendance de la fabrication verte.

Les méthodes de test sont moins internationalisées et certaines méthodes (par exemple, AAS) ne sont pas aussi précises que l'ICP-MS.

Pertinence par rapport aux normes internationales :

GB/T 14841 est conforme à la norme ISO 6848 en termes de classification, de coloration et de composition chimique, mais les tolérances dimensionnelles et les méthodes d'essai sont plus proches de la situation réelle de l'industrie chinoise.

Les exigences de performance sont comparables à celles d'AWS A5.12, mais les conditions de test sont plus strictes pour les performances d'arc à faible courant.

Les exigences en matière d'emballage et d'étiquetage sont similaires à celles de la norme EN 26848,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

mais l'étiquetage chinois a été ajouté pour la commodité des utilisateurs domestiques.

Impact national :

GB/T 14841 a promu la normalisation de l'industrie chinoise des électrodes de tungstène de lanthane, et la part de marché intérieur est passée de 50 % en 2010 à 70 % en 2020.

Il soutient l'exportation de marques d'électrodes nationales et répond aux exigences techniques des pays le long de la « Belt and Road ».

Il assure l'assurance de la qualité de projets clés nationaux tels que les industries aérospatiale et nucléaire, et réduit la dépendance à l'égard des importations.

7.2.2 JB/T 4730 (Norme pour les matériaux de soudage)

JB / T 4730 « Méthode d'inspection de la qualité pour les matériaux de soudage » est une norme industrielle formulée par la Fédération chinoise de l'industrie des machines, la dernière version est 2005, qui est applicable à l'inspection de la qualité des matériaux de soudage, y compris les électrodes de tungstène de lanthane. Cette norme fournit des méthodes d'essai spécifiques et des conseils de contrôle de la qualité pour GB/T 14841, qui est largement utilisé dans la fabrication d'équipements de soudage et la validation des processus de soudage.

Contenu standard :

Méthode d'essai :

Composition chimique : La teneur en oxyde de lanthane et en impuretés a été analysée par ICP-OES, AAS ou XRF avec une précision de $\pm 0,02$ %.

Propriétés physiques : essai de densité (méthode d'Archimède, précision $\pm 0,01$ g/cm³), essai de dureté (dureté Vickers, précision ± 1 HV), rugosité de surface (Ra < 0,5 microns).

Performance électrique : essai de soudage simulé (courant 10-300 ampères, fluctuation de tension $< \pm 0,5$ V), essai de temps de démarrage de l'arc (< 0,4 seconde), essai électronique d'échappement au travail (2,6-3,2 eV).

Inspection visuelle : inspection visuelle et microscopique des défauts de surface, mesures dimensionnelles (tolérance $\pm 0,02$ mm).

Évaluation de la qualité : Spécifiez les critères de conformité, tels que l'écart de composition chimique $< \pm 0,15$ %, la masse volumique $> 19,2$ g/cm³, l'écart de stabilité de l'arc $< \pm 0,5$ V.

Exigences d'échantillonnage : 5 à 10 % d'échantillonnage aléatoire par lot, et le nombre d'échantillons d'essai n'est pas inférieur à 10.

Registres et rapports : Il est tenu d'enregistrer les données d'essai, les modèles d'équipement et les conditions de fonctionnement, et de publier des rapports d'inspection de la qualité.

Caractéristiques et avantages :

Méthodes d'essai détaillées : Des procédures opérationnelles spécifiques (par exemple, la préparation d'échantillons pour ICP-OES) sont fournies pour une mise en œuvre facile par les entreprises.

Équipement localisé : La méthode de test est adaptée à l'équipement couramment utilisé en Chine, ce qui réduit le coût de détection.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Orientation contrôle de la qualité : mettre l'accent sur le contrôle de la qualité dans le processus de production, adapté aux grandes entreprises de production.

Correspondance avec GB/T 14841 : En complément de GB/T 14841, le système de contrôle de la qualité est amélioré.

Applications:

Fabrication d'équipements de soudage : utilisé pour vérifier la compatibilité des machines à souder domestiques avec des électrodes de tungstène de lanthane.

Construction navale : L'essai de soudage de l'électrode WL15 est conforme à la norme JB/T 4730 et répond aux exigences de la China Classification Society (CCS).

Industrie ferroviaire : WL20 est utilisé pour le soudage des alliages d'aluminium des wagons de train à grande vitesse, et la méthode d'inspection est conforme à la norme TB / T 2653.

Limitations:

Les méthodes de test sont lentes à mettre à jour et ne couvrent pas les appareils de haute précision les plus récents (par exemple, ICP-MS).

Les conditions de soudage simulées pour le test de performance électrique sont relativement simples, et les conditions de travail complexes (telles que le courant alternatif à haute fréquence) ne sont pas entièrement simulées.

Le champ d'application de la norme est faible, il s'agit uniquement de la norme recommandée par l'industrie, et son influence n'est pas aussi bonne que GB/T 14841.

Pertinence par rapport aux normes internationales :

JB/T 4730 est basé sur ISO 6848 et AWS A5.12 dans sa méthodologie de test, mais est plus adaptable aux appareils à faible coût.

La méthode d'analyse chimique est conforme à la norme EN 26848, mais les exigences de précision pour les essais physiques et électriques sont légèrement inférieures.

La norme d'évaluation de la qualité est très conforme à la norme GB/T 14841 afin de garantir la conformité de la production nationale.

Impact national :

JB / T 4730 réduit les coûts d'inspection de la qualité des petites et moyennes entreprises et soutient la popularisation et l'application de l'électrode de tungstène de lanthane.

Il a encouragé l'utilisation d'équipements d'essai nationaux (tels que Haiguang ICP-OES) et amélioré la compétitivité de la chaîne industrielle nationale.

Il fournit des conseils standardisés pour la validation des processus de soudage et réduit les litiges de qualité en production.

7.3 Analyse comparative standard des électrodes de tungstène de lanthane

L'analyse comparative des normes nationales et étrangères est utile pour comprendre leurs différences techniques, les exigences de production et les impacts sur les applications, et fournit aux entreprises une base pour formuler des stratégies sur les marchés nationaux et étrangers.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

7.3.1 Similitudes et différences entre les normes nationales et étrangères

Similitudes:

Classification et identification : ISO 6848, AWS A5.12, EN 26848, GB/T 14841 divisent toutes les électrodes de tungstène de lanthane en WL10, WL15 et WL20, et la plage de teneur en oxyde de lanthane est cohérente (0,0 % à 2,2 %). La coloration du logo est unifiée (WL10 noir, WL15 jaune doré, WL20 bleu ciel) pour assurer la cohérence de l'identification globale de l'utilisateur.

Composition chimique : L'écart de teneur en oxyde de lanthane ($\pm 0,15$ % $\pm 0,2$ %) et la limite d'impuretés (par exemple, Fe < 0,05 %, C < 0,02 %) sont similaires, ce qui reflète les exigences de pureté élevées de l'électrode de tungstène de lanthane.

Dimensions : Plage de diamètre 0,25-6,4 mm, tolérance selon le grade h6, longueur 50-600 mm, adapté aux équipements de soudage TIG et plasma.

Exigences de performance : L'accent est mis sur les performances d'amorçage de l'arc (démarrage de l'arc à faible courant), la stabilité de l'arc (fluctuation de tension $\leq \pm 0,5$ V) et la résistance à la brûlure (consommation de l'embout < 0,3 mm/h).

Tendance à la protection de l'environnement : les électrodes non radioactives (telles que le tungstène de lanthane et le tungstène de cérium) sont encouragées et l'utilisation d'électrodes au thorium-tungstène est limitée, ce qui est conforme aux réglementations mondiales en matière de protection de l'environnement.

Différences:

Gamme standard :

Les normes ISO 6848 et EN 26848 couvrent le soudage TIG, le soudage plasma et le coupage avec la gamme la plus large.

AWS A5.12 est davantage axé sur les applications de soudage et nécessite moins de performances de coupe.

GB/T 14841 couvre le soudage et le découpage, mais accorde plus d'attention à la compatibilité des équipements domestiques.

JB/T 4730 n'est qu'une méthode d'inspection de la qualité et ne répond pas aux exigences de classification et de performance des électrodes.

Exigences relatives à la composition chimique :

AWS A5.12 a les limites d'impuretés les plus strictes (Fe < 0,03 % contre 0,05 % ISO) pour les applications exigeantes.

GB/T 14841 a des exigences plus strictes en matière de teneur en oxygène (O < 0,01 %) pour améliorer la résistance à l'oxydation.

Les normes ISO 6848 et EN 26848 ont des limites d'impuretés bien équilibrées et conviennent à la production mondiale.

Taille:

AWS A5.12 est disponible en pouces et dispose d'une gamme de longueurs plus large (3 à 24 pouces) pour le marché nord-américain.

La norme EN 26848 met l'accent sur les longueurs courtes (50-300 mm) et convient aux équipements d'automatisation européens.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Le GB/T 14841 offre des options de longueur flexibles pour s'adapter au soudage manuel et automatique de style chinois.

Méthode d'essai :

Les normes ISO 6848 et EN 26848 utilisent des équipements de haute précision (par exemple ICP-MS) et sont coûteuses à tester.

AWS A5.12 se concentre sur des tests de soudage en conditions réelles avec des conditions d'essai plus proches des conditions nord-américaines.

Les modèles GB/T 14841 et JB/T 4730 sont compatibles avec les équipements domestiques à faible coût (tels que les AAS) afin de réduire les coûts de conformité.

Exigences environnementales :

La norme EN 26848 est clairement conforme à la directive RoHS de l'UE, qui limite les électrodes en thorium-tungstène au niveau le plus strict.

ISO 6848 et AWS A5.12 favorisent la non-radioactivité, mais n'imposent pas de processus respectueux de l'environnement.

Les normes GB/T 14841 et JB/T 4730 ont de faibles exigences en matière de protection de l'environnement, et les normes de fabrication écologiques doivent être complétées.

Fréquence de mise à jour :

La norme ISO 6848 (2015) est la plus récente et couvre les dernières applications WL15.

Les mises à jour d'AWS A5.12 (2009), EN 26848 (1991/2005) et GB/T 14841 (2008) sont à la traîne. JB/T 4730 (2005) est la plus lente à mettre à jour, et la méthode d'essai ne reflète pas entièrement la nouvelle technologie.

Résumé:

ISO 6848 est la norme la plus fiable au monde, dotée d'une technologie complète et adaptée aux entreprises multinationales.

AWS A5.12 est adapté au marché nord-américain, avec des tests de performance rigoureux et un système de certification complet.

La norme EN 26848 met l'accent sur la protection de l'environnement et l'automatisation et s'adapte aux réglementations strictes de l'UE.

Les modèles GB/T 14841 et JB/T 4730 sont très localisés, peu coûteux et adaptés au marché chinois.

7.3.2 Impact sur la production et l'application

Impact sur la production :

Contrôle qualité:

Les exigences d'essai de haute précision des normes internationales (ISO, AWS, EN) (telles que ICP-MS) encouragent les entreprises à produire des équipements d'essai haut de gamme, mais augmentent les investissements en équipement (environ 500 à 10 millions de yuans).

Les méthodes d'essai peu coûteuses (AAS, rayons XRF) des normes GB/T 14841 et JB/T 4730 réduisent les coûts de conformité des PME, réduisant le coût moyen des tests de 30 à 50 % par lot.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Les limites strictes d'impuretés (par exemple, $Fe < 0,03 \%$) d'AWS et d'EN obligent les entreprises à optimiser le processus de purification des matières premières (par exemple, la réduction secondaire de l'hydrogène), ce qui augmente les coûts de production de 10 à 15 %.

Processus de production :

Les exigences environnementales des normes ISO 6848 et EN 26848 poussent les entreprises à adopter des technologies de frittage écologique (par exemple, des fours à vide) et de recyclage des déchets, qui peuvent réduire les émissions de gaz d'échappement de 50 %, mais le coût des mises à niveau des équipements est élevé.

Les exigences strictes de GB/T 14841 en matière de teneur en oxygène ($O < 0,01 \%$) ont incité les entreprises à optimiser le contrôle de l'atmosphère de dopage et de frittage (par exemple, l'hydrogène de haute pureté), augmentant ainsi la difficulté du processus de 20 %.

Le test de soudage réel d'AWS A5.12 exige que les entreprises mettent en place une plate-forme de test de simulation, ce qui augmente les investissements en R&D (environ 100 à 2 millions de yuans).

Compétitivité du marché :

Les entreprises qui se conforment aux normes ISO 6848 et AWS A5 peuvent entrer sur les marchés européen et américain, et leurs exportations augmenteront de 30 à 40 %.

Les avantages de localisation de GB/T 14841 permettent aux entreprises nationales d'avoir un avantage sur le marché de la « Ceinture et la Route », avec un coût inférieur de 10 % à 20 %.

Les exigences de marquage CE de la norme EN 26848 dressent les barrières à l'entrée sur le marché de l'UE, et les PME doivent travailler avec un organisme de certification.

Impact sur l'application :

Qualité du soudage :

Les exigences de performance strictes d'ISO 6848 et d'AWS A5.12, telles que les fluctuations de tension $< \pm 0,5 \text{ V}$, garantissent des soudures de haute précision avec un taux de passage de soudure d'environ 99,5 % dans les industries aérospatiale et nucléaire.

La faible performance d'amorçage d'arc à courant ($< 0,4$ seconde) de GB/T 14841 convient au soudage de plaques minces, répondant aux besoins des industries de l'électronique et de l'automobile, et réduisant les coûts de soudage de 15 %.

L'adaptabilité à l'automatisation de la norme EN 26848 augmente l'efficacité des lignes de production européennes (par exemple 20 %), mais est moins compatible avec les équipements non automatisés.

L'utilisateur sélectionne :

Les électrodes certifiées AWS A5.12 sont plus fiables sur le marché nord-américain, avec des prix de 20 à 30 % plus élevés.

Les électrodes domestiques standard GB/T 14841 (telles que Zhongyue) sont rentables, avec une part de marché domestique de plus de 70 %.

Les électrodes respectueuses de l'environnement EN 26848 (par exemple les ESAB) dominent le marché de l'UE avec une part de marché d'environ 45 %.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Gestion de la chaîne d'approvisionnement :

L'harmonisation mondiale de la norme ISO 6848 réduit les coûts de conformité des achats pour les multinationales et améliore l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement de 10 %.

Les normes régionales d'AWS et d'EN augmentent le coût de production multistandard des entreprises, qui est d'environ 5 à 10 %.

GB/T 14841 et JB/T 4730 soutiennent l'intégration de la chaîne d'approvisionnement nationale et réduisent de 30 % la dépendance vis-à-vis des électrodes importées.

Résumé:

Les normes internationales améliorent la qualité des produits et le niveau technique, mais augmentent les coûts de production et d'essais, adaptés au marché haut de gamme.

Les normes nationales réduisent les coûts de conformité, soutiennent le développement des petites et moyennes entreprises et conviennent au marché bas de gamme.

Les entreprises doivent choisir les normes applicables en fonction du marché cible et trouver un équilibre entre les coûts et la compétitivité du marché.

7.4 Mise à jour standard et tendance de développement de l'électrode de tungstène de lanthane

Avec l'expansion des électrodes de tungstène de lanthane et les progrès de la technologie, le système standard doit être continuellement mis à jour pour s'adapter aux nouveaux matériaux, aux nouveaux processus et aux exigences de protection de l'environnement. Cette section examine le nouveau développement, la révision et l'internationalisation des normes d'électrodes de tungstène de lanthane.

7.4.1 Élaboration de nouvelles normes

Axé sur la demande :

Nouveaux matériaux : Le dopage composite des électrodes lanthane-tungstène (par exemple, $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$) améliore les performances de l'arc, et de nouvelles normes de classification et de performance doivent être développées.

Nouvelles applications : Le soudage micro-plasma (<1 A) et le découpage à courant ultra-élevé (> 500 A) imposent aux électrodes des exigences particulières qui ne sont pas couvertes par les normes existantes telles que la norme ISO 6848.

Règlementations environnementales : Le règlement REACH de l'UE et la politique de fabrication verte de la Chine exigent que les normes augmentent les spécifications relatives au recyclage des déchets et aux émissions de production.

Production intelligente : Les équipements de soudage automatisés (tels que les robots) ont des exigences plus élevées en matière de taille d'électrode et de cohérence des performances, et de nouvelles méthodes d'essai doivent être développées.

La nouvelle norme comprend :

Extension de la classification : La classification des électrodes dopées composites (telles que WL15+Ce) a été ajoutée, et le taux de dopage et les exigences de performance ont été spécifiés.

Amélioration des performances : Ajoutez des tests de démarrage d'arc à micro-courant (<1 ampère, temps de démarrage d'arc <0,2 seconde) et de résistance aux brûlures à courant élevé (500 ampères, consommation de pointe <0,5 mm/h).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Spécifications de protection de l'environnement : stipulent le taux de récupération des électrodes de déchets (>80 %), les limites d'émission de gaz d'échappement (poussières <0,1 mg/m³) et les normes d'émission de carbone (<1 tonnes de CO₂/tonne d'électrodes).

Précision dimensionnelle : améliorez la tolérance de diamètre ($\pm 0,01$ mm) et la rugosité de surface ($R_a < 0,2$ microns), et adaptez-vous aux équipements d'automatisation.

Méthode de test : Introduisez des tests intelligents (tels que l'analyse d'image IA de la taille des grains, la surveillance de l'arc en ligne en temps réel) pour améliorer l'efficacité de la détection de 50 %.

Avancement du développement :

International : L'ISO/TC 44 (Comité technique du soudage) révisé l'ISO 6848 et devrait publier une nouvelle version entre 2025 et 2027 afin d'y inclure des exigences en matière de dopage des composites et d'environnement.

États-Unis : AWS prévoit de réviser la version A5.12 en 2025 afin d'inclure des méthodes de test pour le microsoudage et le découpe plasma.

UE : Le CEN prévoit de mettre à jour la norme EN 26848 en 2026 afin de renforcer la conformité à REACH et RoHS.

Chine : Le Comité national de normalisation du soudage (SAC/TC 70) prévoit de réviser la norme GB/T 14841 en 2025 afin d'y ajouter une fabrication écologique et un contenu d'essai intelligent.

Défi:

Les exigences élevées de la nouvelle norme peuvent augmenter le coût de la mise à niveau du matériel pour les entreprises.

Les méthodes d'essai varient d'un pays et d'une région à l'autre, et il est nécessaire de se coordonner avec plusieurs parties pour parvenir à un consensus.

Il est difficile pour les petites et moyennes entreprises de s'adapter rapidement au niveau technique, et elles ont besoin d'un soutien politique et d'une formation technique.

Effet:

La nouvelle norme favorisera la mise à niveau technique des électrodes de tungstène de lanthane, et la part de marché devrait augmenter de 20 % à 30 %.

Les réglementations environnementales accéléreront l'élimination des électrodes thorium-tungstène, et les électrodes de tungstène lanthane en représentent plus de 50 %.

Les tests intelligents amélioreront l'efficacité de la production et réduiront les coûts de test de 30 %.

7.4.2 Tendances de l'internationalisation des normes

Arrière-plan:

Commerce mondial : La valeur des exportations d'électrodes de tungstène de lanthane est passée de 1 milliard de dollars américains en 2015 à 1,5 milliard de dollars américains en 2020, et il est nécessaire d'unifier les normes pour réduire les obstacles au commerce.

Projets transnationaux : L'aviation (C919, A350), l'énergie nucléaire (Hualong n° 1) et d'autres projets nécessitent la reconnaissance mutuelle de normes multinationales.

Intégration technologique : Le partage mondial de nouveaux matériaux (dopage composite), de nouveaux procédés (fabrication verte) et de nouveaux équipements (soudage automatisé) favorise

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'internationalisation des normes.

Tendance:

Reconnaissance mutuelle des normes :

Avec ISO 6848 comme cadre de base, des normes telles que AWS, EN et GB/T s'y alignent progressivement, et le taux de reconnaissance mutuelle devrait atteindre 90 %.

Le degré d'alignement entre GB/T 14841 et ISO 6848 en Chine a été augmenté de 80 % à 95 %, soutenant ainsi l'adoption de normes équivalentes par les pays le long de « Belt and Road ».

AWS et EN sont harmonisés via la plateforme ISO afin de réduire le coût des certifications en double en Amérique du Nord et dans l'UE.

Unité de protection de l'environnement :

Les réglementations européennes REACH et RoHS ont été adoptées par l'ISO, et les normes mondiales limiteront uniformément les électrodes au thorium-tungstène, et les électrodes en tungstène au lanthane sont devenues le courant dominant.

Les normes de fabrication vertes de la Chine (par exemple, GB/T 26572) sont alignées sur la norme ISO 14001 pour promouvoir la normalisation du taux de recyclage des déchets (>80 %).

Partage de la technologie de test :

Les tests de haute précision (par exemple, ICP-MS, analyse d'images IA) sont répandus dans les normes ISO, et le marché mondial des équipements d'inspection devrait croître de 15 %.

Les pays en développement ont adopté des méthodes d'essai peu coûteuses (par exemple, les AAS) en Chine, ce qui a permis de réduire les coûts de conformité de 20 %.

Coopération régionale:

La région Asie-Pacifique (Chine, Japon, Corée du Sud) a établi une alliance de normes de soudage pour formuler une norme régionale d'électrode de tungstène de lanthane, qui devrait être publiée en 2026.

L'UE et les États-Unis harmonisent les normes dans le cadre de l'OMC afin de réduire les obstacles techniques au commerce.

La Chine dirige la formation à la norme de soudage « Belt and Road » et promeut la norme équivalente GB / T 14841.

Défi:

Les normes élevées dans les pays développés (par exemple, la certification AWS) créent des obstacles techniques pour les entreprises des pays en développement.

Les différences régionales en matière de traduction et de mise en œuvre nécessitent un soutien et une formation multilingues supplémentaires.

La protection de la propriété intellectuelle (p. ex., brevets pour de nouvelles méthodes d'essai) peut donner lieu à des litiges internationaux.

Effet:

L'internationalisation des normes réduira les coûts du commerce mondial de 10 % à 15 % et

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

favorisera la taille du marché des électrodes de tungstène de lanthane pour atteindre 2 milliards de dollars américains.

Les entreprises chinoises ont une voix plus forte dans la formulation des normes internationales, qui devraient représenter 30 % des 44 sièges de l'ISO/TC.

La normalisation de la protection de l'environnement et des technologies intelligentes accélérera la mise à niveau industrielle mondiale, et le taux d'application écologique des électrodes de tungstène de lanthane atteindra 90 %.



CTIA GROUP LTD Électrode WL20

Chapitre 8 Méthodes et techniques de détection de l'électrode de tungstène de lanthane

En tant que matériau de soudage et de coupe haute performance, la qualité de l'électrode de tungstène de lanthane affecte directement la qualité de la soudure, la stabilité de l'arc et l'efficacité de la production. Les méthodes et les technologies de détection sont essentielles pour garantir que les électrodes de tungstène de lanthane sont conformes aux normes internationales et nationales (telles que ISO 6848:2015, GB/T 14841), couvrant la composition chimique, les propriétés physiques, les propriétés électriques, les propriétés mécaniques et l'analyse de la microstructure. Ce chapitre aborde en détail les tests de composition chimique (analyse de la teneur en oxyde de lanthane et des éléments d'impuretés), les tests de propriétés physiques (densité, dureté, point de fusion, conductivité thermique), les tests de propriétés électriques (évolution du travail des électrons, performances d'initiation de l'arc, stabilité de l'arc), les tests de propriétés mécaniques (résistance à la brûlure, résistance à l'usure), l'analyse de la microstructure (microscopie électronique à balayage, diffraction des rayons X), le choix et l'étalonnage de l'équipement de test (type d'équipement et entretien), ainsi que les normes et spécifications d'essai (normes internationales et nationales).

8.1 Détection de la composition chimique de l'électrode de tungstène de lanthane

Le test de composition chimique est utilisé pour vérifier la teneur en oxyde de lanthane (La_2O_3) dans

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'électrode de tungstène de lanthane et la conformité des éléments d'impuretés afin d'assurer les performances électriques et la stabilité chimique de l'électrode. La méthode de détection doit être de haute précision et de haute sensibilité pour répondre aux exigences des normes ISO 6848:2015 et GB/T 14841 (écart de teneur en oxyde de lanthane $\pm 0,15$ %, impuretés $< 0,05$ %).

8.1.1 Détection de la teneur en oxyde de lanthane

L'oxyde de lanthane est l'ingrédient actif de l'électrode de tungstène de lanthane, et son contenu (0,8 % à 2,2 %) affecte directement le travail des électrons et la stabilité de l'arc. Les méthodes de détection doivent garantir la précision et la répétabilité, et les techniques courantes comprennent la spectroscopie d'émission de plasma à couplage inductif (ICP-OES), la spectroscopie de fluorescence X (XRF) et le titrage chimique.

Méthode de détection :

ICP-OES :

Principe : Une fois l'échantillon dissous, il est excité par le plasma (6000-10000 K), émet un spectre d'une longueur d'onde spécifique, analyse l'intensité de l'élément lanthane et calcule quantitativement la teneur en oxyde de lanthane.

Escalier:

Prélever l'échantillon d'électrode (0,1-0,5 g) et le dissoudre avec de l'acide nitrique et de l'acide fluorhydrique (1:1) pour préparer la solution.

Diluer à 10-50 ppm avec de l'eau de haute pureté et ajouter un étalon interne (par exemple, de l'indium).

Analysé sur ICP-OES (longueur d'onde 394,91 nm), le contenu a été calculé par la méthode de la courbe d'étalonnage.

Paramètres techniques : limite de détection 0,01 ppm, précision $\pm 0,02$ %, temps d'analyse 5 à 10 minutes.

Avantages : Haute sensibilité, analyse simultanée de plusieurs éléments, adapté à la détection précise des WL10, WL15 et WL20.

Limites : Un prétraitement complexe des échantillons est nécessaire et le coût de l'équipement est élevé (environ 200 à 3 millions de yuans).

XRF :

Principe : excitation par rayons X des atomes de l'échantillon, fluorescence, analyse de l'intensité du pic caractéristique du lanthane, calcul du contenu.

Escalier:

Les tranches d'électrodes ou les poudres sont pressées en feuilles minces (20-30 mm de diamètre).

Balayage sur un instrument XRF (cible Rh, 50 kV) pour étalonner l'étalon.

La raie La $K\alpha$ (33,44 keV) a été analysée à l'aide d'un logiciel et la teneur en oxyde de lanthane a été calculée.

Paramètres techniques : limite de détection 0,05 %, précision $\pm 0,05$ %, temps d'analyse 30 secondes

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

- 2 minutes.

Avantages : non destructif, rapide, adapté à l'inspection des lots sur la ligne de production.

Limites : Faible sensibilité pour les échantillons à faible teneur (<1 %), l'étalonnage d'échantillons étalons de haute pureté est nécessaire.

Titration chimique :

Principe : La concentration en ions lanthane est déterminée par réaction chimique (telle que le titrage du complexe EDTA) et la teneur en oxyde de lanthane est convertie.

Escalier:

Une fois l'échantillon dissous, une solution tampon (pH 5-6) est ajoutée.

L'EDTA a été utilisé comme titrant et l'orange xylole a été utilisé comme indicateur, et le titrage a été effectué jusqu'au changement de couleur.

La teneur en lanthane est calculée sur la base de la consommation d'EDTA.

Paramètres techniques : précision $\pm 0,1$ %, temps d'analyse 20-30 minutes.

Avantages : équipement simple (coût < 100 000 yuans), adapté aux petites et moyennes entreprises.

Limites : Le fonctionnement est complexe, affecté par des éléments interférents (tels que Fe, Al), et la précision est faible.

Scénarios d'application :

ICP-OES : utilisé dans la R&D et la production haut de gamme, comme l'électrode WL20 (oxyde de lanthane $2,0 \pm 0,15$ %) pour l'aérospatiale.

XRF : Utilisé pour la surveillance du processus de production et la détection rapide de l'uniformité des lots WL15.

Titration chimique : pour des tests à faible coût, tels que le contrôle qualité de routine du WL10.

Technologies clés :

Préparation de l'échantillon : Assurer la dissolution complète, éviter la précipitation du lanthane et <1 % d'erreur de dilution de la solution.

Étalon d'étalonnage : Un échantillon étalon d'oxyde de lanthane de haute pureté (>99,99 %) a été utilisé avec une courbe d'étalonnage $R^2 > 0,999$.

Annulation des interférences : l'ICP-OES doit déduire les interférences spectrales de la matrice de tungstène et la XRF doit corriger l'effet de matrice.

Tendances en matière de développement :

Détection rapide : La XRF portable a été développée avec un temps d'analyse de < 10 secondes pour répondre aux besoins de surveillance en ligne.

Haute précision : Favorisez l'ICP-MS (limite de détection 0,001 ppm) pour améliorer les capacités de détection de bas niveau.

Automatisation : intégrez l'échantillonnage et le traitement automatisés des données pour augmenter l'efficacité de l'analyse jusqu'à 50 %.

8.1.2 Analyse des éléments d'impuretés

Les éléments impuretés (par exemple, Fe, Si, C, O) affectent la conductivité, la résistance à

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

l'oxydation et la stabilité de l'arc de l'électrode et doivent être contrôlés à <0,05 % (ISO 6848). Les méthodes de détection couramment utilisées comprennent l'ICP-OES, la spectroscopie d'absorption atomique (AAS), l'absorption infrarouge et la fusion de gaz inerte.

Méthode de détection :

ICP-OES :

Principe : Détection à l'oxyde de lanthane, détection simultanée de Fe (238,20 nm), de Si (251,61 nm) et d'autres impuretés par analyse multi-longueurs d'onde.

Procédure : Identique à la détection de l'oxyde de lanthane, ajustez la longueur d'onde et la courbe d'étalonnage.

Paramètres techniques : limite de détection 0,01-0,1 ppm, précision $\pm 0,01$ %, adapté à l'analyse multi-éléments.

Avantages : Haute sensibilité, analyse de plusieurs impuretés à la fois, haute efficacité.

Limites : Prétraitement complexe et coût élevé.

AAS:

Principe : Les atomes de l'échantillon absorbent la lumière d'une longueur d'onde spécifique et déterminent la concentration de Fe, de Ni et d'autres éléments.

Escalier:

Les échantillons sont dissous et dilués à 1-10 ppm.

Analysé sur AAS (Fe 248.33 nm), à la flamme ou au four graphite atomisé.

La méthode d'addition standard calcule le contenu.

Paramètres techniques : limite de détection 0,1 ppm, précision $\pm 0,05$ %, temps d'analyse 10 minutes/élément.

Avantages : Le coût de l'équipement est faible (environ 20-500 000 yuans), adapté à la détection d'un seul élément.

Limites : analyse élément par élément, faible efficacité, interférence matricielle.

Méthode d'absorption infrarouge (C, S) :

Principe : L'échantillon est brûlé à haute température pour générer du CO₂ et du SO₂, et le contenu est déterminé par absorption infrarouge.

Escalier:

Prélever un échantillon (0,5-1 g) et le brûler dans un jet d'oxygène (1350 °C).

Le détecteur infrarouge analyse l'intensité d'absorption du CO₂ (4,26 μ m).

La méthode de la courbe d'étalonnage calcule la teneur en C.

Paramètres techniques : limite de détection 0,001 %, précision $\pm 0,005$ %, temps d'analyse 2 à 5 minutes.

Avantages : rapide, précis, adapté à la détection C et S.

Limitations : Seuls C et S, un équipement spécial est nécessaire (environ 500 000 yuans).

Méthode de fusion au gaz inerte (O, N) :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Principe : L'échantillon est fondu à haute température dans de l'hélium, O₂ et N₂ sont libérés, et le détecteur de conductivité thermique est analysé.

Escalier:

Prélever un échantillon (0,1-0,5 g) et le faire fondre dans un creuset en graphite (2500°C).

Le détecteur de conductivité thermique détermine la teneur en O₂ et N₂.

Étalonnez les résultats du calcul standard du gaz.

Paramètres techniques : limite de détection 0,0005 %, précision ± 0,002 %, temps d'analyse 3 minutes.

Avantages : Haute sensibilité, adapté à la détection O et N.

Limitations : Le coût de l'équipement est élevé (environ 1 million de yuans) et il est limité aux éléments de gaz.

Scénarios d'application :

ICP-OES : Pour l'analyse complète des impuretés des électrodes aérospatiales (par exemple Fe<30 ppm).

AAS : Utilisé dans les petites et moyennes entreprises pour détecter des impuretés spécifiques (par exemple, Si<50 ppm).

Méthode d'absorption infrarouge : utilisée pour le contrôle de la teneur en C (<0,01 %) pour assurer la résistance à l'oxydation.

Méthode de fusion au gaz inerte : utilisée pour la détection de la teneur en O (<0,01 %), conforme à la norme GB/T 14841.

Technologies clés :

Étalonnage du substrat : ICP-OES doit déduire les interférences de la matrice de tungstène, et l'AAS doit être une méthode d'addition standard.

Échantillons standard : Utilisez des étalons accrédités par le NIST (par exemple, SRM 2452) pour garantir un étalonnage précis.

Contrôle de l'environnement : La salle d'essai doit être à une température constante (20±2°C) et à faible émission de poussière (niveau ISO 7).

Tendances en matière de développement :

Analyse multi-éléments rapide : l'ICP-MS est popularisé pour détecter 50 éléments en < 5 minutes.

Détection en ligne : L'analyseur XRF en ligne a été développé pour surveiller les impuretés en temps réel.

Détection verte : réduire la quantité de solvant acide et utiliser la technologie de digestion par micro-ondes.

8.2 Essai des propriétés physiques de l'électrode de tungstène de lanthane

Les tests de propriétés physiques sont utilisés pour évaluer la densité, la dureté, le point de fusion et la conductivité thermique des électrodes en tungstène lanthane, qui affectent la résistance mécanique, la stabilité thermique et l'efficacité de soudage des électrodes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

- TIG welding systems (DC and AC)
- Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
- Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
- Robotic and automated welding systems
- Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

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

8.2.1 Essais de densité et de dureté

La densité ($>19,2 \text{ g/cm}^3$) et la dureté (400-450 HV) sont des indices physiques importants de l'électrode de tungstène lanthane, reflétant sa densité et sa résistance mécanique.

Test de densité :

Méthode : Méthode d'Archimède.

Principe : Mesurez la masse de l'électrode dans l'air et dans un liquide (généralement de l'eau ou de l'éthanol) et calculez la masse volumique.

Escalier:

Pesez le poids sec de l'électrode (m_1) à l'aide d'une balance de haute précision (précision $\pm 0,0001 \text{ g}$).

L'électrode a été immergée dans de l'eau désionisée ($20 \text{ }^\circ\text{C}$, densité $\rho_0 = 0,998 \text{ g/cm}^3$) et le poids humide (m_2) a été pesé.

Calculez la masse volumique : $\rho = m_1 / (m_1 - m_2) \times \rho_0$.

Paramètres techniques : précision $\pm 0,01 \text{ g/cm}^3$, temps de mesure 1-2 minutes.

Avantages : simple, peu coûteux (environ 50 000 yuans d'équipement), adapté aux tests par lots.

Limites : La précision des petites électrodes ($<0,5 \text{ mm}$) est légèrement inférieure et la tension superficielle du liquide doit être corrigée.

Essai de dureté :

Méthode : Dureté Vickers (HV).

Principe : Le pénétrateur en diamant est enfoncé dans la surface de l'électrode sous la charge spécifiée, la longueur diagonale de l'indentation est mesurée et la dureté est calculée.

Escalier:

Préparez les sections d'électrodes et polissez à $Ra < 0,2 \text{ } \mu\text{m}$.

Utilisez un duromètre Vickers (charge 5-10 N, maintenez la charge pendant 10 secondes).

Mesurez la diagonale d'indentation et calculez la valeur HV.

Paramètres techniques : précision $\pm 1 \text{ HV}$, temps de mesure 2-5 minutes/point.

Avantage : Haute précision, adapté à l'évaluation de l'homogénéité des électrodes.

Limites : Une préparation destructive des échantillons est nécessaire et les points de test sont limités.

Scénarios d'application :

Test de densité : pour le contrôle de la qualité des corps verts frittés et des produits finis, une masse volumique $< 19,2 \text{ g/cm}^3$ peut présenter une porosité.

Test de dureté : utilisé pour la vérification de la résistance des électrodes après forgeage et étirage, la dureté $>450 \text{ HV}$ indique un bon raffinement du grain.

Technologies clés :

Aplatissement de l'échantillon : Polissage de l'échantillon pour éviter les défauts de surface affectant la mesure de la dureté.

Étalon d'étalonnage : Étalonnez l'appareil à l'aide de blocs de dureté NIST (HV400-500).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Contrôle de l'environnement : La température de la chambre d'essai est de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ pour éviter les erreurs de dilatation thermique.

Tendances en matière de développement :

Densimètre en ligne : développement d'un densimètre à ultrasons, contrôle non destructif.

Micro-dureté : Promouvoir la technologie de nanoindentation pour analyser la dureté au niveau du grain.

Automatisation : La platine d'échantillonnage automatique intégrée augmente l'efficacité du test de 30 %.

8.2.2 Point de fusion et essai de conductivité thermique

Le point de fusion (environ 3400°C) et la conductivité thermique (environ $100 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) reflètent la résistance à haute température et la conductivité thermique de l'électrode, ce qui affecte ses performances dans le soudage à courant élevé.

Test du point de fusion :

Méthodes : Analyse thermique à haute température (calorimétrie différentielle à balayage, DSC).

Principe : L'échantillon est chauffé et la température du point de fusion correspondant au pic endothermique est enregistrée.

Escalier:

Prélever un échantillon (10-50 mg) et le placer dans un creuset en alumine.

Sous la protection du gaz argon (débit 50 mL/min), la température a été portée à 3500°C (taux 10°C/min).

La courbe DSC est enregistrée pour déterminer le point de fusion.

Paramètres techniques : précision $\pm 5^\circ\text{C}$, temps d'analyse 30-60 minutes.

Avantages : haute précision, adapté à la vérification R&D.

Limites : L'équipement est coûteux et ne convient pas aux tests de routine.

Test de conductivité thermique :

Méthode : Méthode du flash laser.

Principe : L'impulsion laser chauffe un côté de l'échantillon, et le détecteur infrarouge mesure l'élévation de température de l'autre côté pour calculer la conductivité thermique.

Escalier:

Préparez des sections d'électrodes (10 mm de diamètre, 2 mm d'épaisseur).

Testé sur un flashmètre laser ($100\text{-}1000^\circ\text{C}$, protégé contre l'argon).

La conductivité thermique ($\lambda = \alpha \times \rho \times \text{Cp}$) a été calculée à l'aide du logiciel.

Paramètres techniques : précision $\pm 3\%$, temps de mesure 1-3 minutes.

Avantages : Rapide, non destructif, adapté à l'analyse des performances à haute température.

Limites : Des échantillons minces sont nécessaires et le coût de l'équipement est élevé (environ 2 millions de yuans).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Scénarios d'application :

Test du point de fusion : utilisé pour la vérification R&D d'électrodes nouvellement formulées, telles que le dopage composite.

Test de conductivité thermique : utilisé pour évaluer les performances des électrodes de découpe plasma (par exemple, WL20).

Technologies clés :

Protection contre les hautes températures : Du gaz argon de haute pureté (> 99,999 %) est utilisé pour prévenir l'oxydation des échantillons.

Étalon d'étalonnage : Du monocristal de tungstène (point de fusion 3410°C) et du cuivre (conductivité thermique 400 W/m·K) sont utilisés pour l'étalonnage.

Traitement des données : Les effets limites de conductivité thermique sont corrigés à l'aide d'un modèle d'éléments finis.

Tendances en matière de développement :

Test haute température : développer des équipements d'essai au-dessus de 4000°C pour s'adapter à de nouveaux matériaux.

Mesure sans contact : Promouvoir les tests de conductivité thermique en thermographie infrarouge.

Essais multiparamètres : Intégrez les tests de point de fusion, de conductivité thermique et de dilatation thermique.

8.3 Essai de performance électrique de l'électrode de tungstène de lanthane

Le test de performance électrique évalue le travail électronique de l'électrode de tungstène de lanthane, les performances d'initiation de l'arc et la stabilité de l'arc, ce qui détermine directement ses performances dans le soudage TIG et le soudage plasma.

8.3.1 Mesure de la dérivation électronique du travail

Le travail des électrons (2,6-3,2 eV) est le paramètre électrique central de l'électrode de tungstène de lanthane, reflétant sa capacité à émettre des électrons, et le faible travail de l'échappement contribue à la formation d'un arc à faible courant.

Méthode : Méthode d'émission de thermoélectrons.

Principe : Chauffez l'électrode à une température élevée (1000-2000°C), mesurez le courant d'émission et calculez le travail d'échappement des électrons.

Escalier:

Placez l'électrode dans une chambre à vide ($<10^{-5}$ Pa) et chauffez à 1500°C.

Un champ électrique (100-500 V/cm) est appliqué et le courant d'émission (1-100 μ A) est enregistré.

La fonction travail est calculée à l'aide de l'équation de Richardson-Dushman : $J = A T^2 \exp(-\phi/kT)$.

Paramètres techniques : précision $\pm 0,05$ eV, durée du test 10-20 minutes.

Avantage : Il reflète directement les performances électriques de l'électrode, ce qui convient à la recherche et au développement.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Limites : Un environnement de vide est nécessaire et l'équipement est complexe (environ 3 millions de yuans).

Scénario d'application : Il est utilisé pour vérifier les performances des électrodes WL20 afin de s'assurer que la < de la puissance d'échappement est de 2,8 eV.

Technologies clés :

Contrôle du vide : Le niveau de vide est de $<10^{-6}$ Pa pour éviter les interférences d'oxygène.

Étalonnage de la température : Utiliser un pyromètre optique (précision $\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Mesure de courant : Picoampèremètre avec sensibilité < 1 pA.

Tendances en matière de développement :

Mesure rapide : Développement d'une méthode d'essai de pression atmosphérique d'une durée de < 5 minutes.

Surveillance en ligne : ligne de production intégrée, détection en temps réel du rendement du travail.

Simulation théorique : Combinée au calcul DFT pour prédire le travail d'évasion, réduire le coût de l'expérience.

8.3.2 Essai de performance de l'arc

Les performances d'amorçage de l'arc reflètent la capacité d'allumage de l'électrode à de faibles courants (10-50 ampères), et le temps d'amorçage de l'arc $< 0,5$ seconde (ISO 6848) est préféré.

Méthode : Essai de soudage simulé.

Principe : Le temps d'arc et la tension entre l'électrode et la pièce sont mesurés sur une machine à souder TIG.

Escalier:

Une soudeuse TIG est utilisée (cathode DC, protection contre l'argon, débit 10 L/min).

Le courant est réglé à 10-50 ampères et la distance entre la pointe de l'électrode et la pièce (acier inoxydable) est de 2 mm.

Enregistrez le temps d'arc (de l'allumage à la stabilisation de l'arc) et la tension d'arc.

Paramètres techniques : précision du temps $\pm 0,01$ seconde, précision de la tension $\pm 0,1$ V, temps de test 1-2 minutes.

Avantage : Simulez les conditions de travail réelles et les résultats sont intuitifs.

Limites : Légèrement moins reproductible en fonction du matériau de la pièce et de la pureté du gaz.

Scénario d'application : utilisé pour l'essai de performance de soudage de plaque mince WL10, temps de démarrage de l'arc $< 0,4$ seconde.

Technologies clés :

Pointe de l'électrode : Rectifiée à un angle de cône de 45° pour assurer la cohérence.

Acquisition des données : Utiliser un oscilloscope à grande vitesse (fréquence d'échantillonnage $>$

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

10 kHz).

Contrôle de l'environnement : la pureté de l'argon > 99,999 % pour éviter l'oxydation.

Tendances en matière de développement :

Test de micro-courant : Développé < test d'arc de 1 ampère pour répondre aux exigences de la micro-soudure.

Automatisation : La station de soudage robotisée intégrée augmente l'efficacité des tests de 50 %.

Simulation multi-conditions : Couvre à la fois les tests de courant alternatif et de courant pulsé.

8.3.3 Essai de stabilité de l'arc

La stabilité de l'arc reflète les fluctuations de tension et de courant de l'électrode pendant le processus de soudage, de préférence $\leq \pm 0,5$ V (ISO 6848).

Méthode : Essai de soudage simulé.

Principe : Enregistrer les fluctuations de tension de l'arc à courant constant et évaluer la stabilité.

Escalier:

Utilisez une soudeuse TIG (DC, 100-200 ampères, argon 10 L/min).

L'électrode est maintenue à 3 mm de la pièce (acier inoxydable) et soudée pendant 5 minutes.

Utilisez un oscilloscope pour enregistrer les fluctuations de tension et calculer l'écart-type.

Paramètres techniques : précision de tension $\pm 0,01$ V, fréquence d'échantillonnage >1 kHz, durée du test 5-10 minutes.

Avantage : Reflète directement les performances de soudage, adapté au contrôle de la qualité.

Limitations : Affecté par la forme de la pointe de l'électrode et le débit de gaz.

Scénario d'application : Utilisé pour la vérification du soudage aérospatial WL15, fluctuation de tension $\leq \pm 0,4$ V.

Technologies clés :

Consistance de la pointe : L'angle uniforme du cône de la pointe (30-45°) réduit la dérive.

Analyse des données : Analysez la fréquence des fluctuations de tension à l'aide de la FFT.

Gaz de protection : Assure un débit d'argon stable ($\pm 0,1$ L/min).

Tendances en matière de développement :

Essais à haute fréquence : Développement d'essais de stabilité à l'arc pulsé à courant alternatif et à haute fréquence.

Suivi en temps réel : système de détection en ligne intégré de la ligne de production.

Analyse de l'IA : prédissez la stabilité de l'arc grâce à l'apprentissage automatique.

8.4 Essai des propriétés mécaniques de l'électrode de tungstène de lanthane

Les tests de propriétés mécaniques évaluent la résistance à l'épuisement et la résistance à l'usure des électrodes en tungstène de lanthane, qui affectent la durée de vie et le coût d'utilisation.

CTIA GROUP LTD

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

TIG welding systems (DC and AC)

Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting

Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys

Robotic and automated welding systems

Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

8.4.1 Essai de résistance à la brûlure

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2024 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2024V
sales@chinatungsten.com

La résistance à la brûlure reflète le taux de consommation de pointe de l'électrode à des arcs à haute température, avec une consommation de pointe < 0,3 mm/h (200 A, ISO 6848) préférée.

Méthode : Essai de soudage simulé.

Principe : Mesure de la perte de longueur de la pointe de l'électrode dans le soudage à courant élevé pour évaluer la résistance aux brûlures.

Escalier:

Une soudeuse TIG (DC 200 A, argon 12 L/min) a été utilisée.

La pointe de l'électrode est rectifiée à un angle conique de 45° et à 3 mm de la pièce en acier inoxydable.

Soudage continu pendant 1 h, à l'aide d'un microscope pour mesurer la perte de longueur de la pointe.

Paramètres techniques : précision de mesure $\pm 0,01$ mm, temps de test 1 heure.

Avantage : Des résultats fiables dans des conditions réelles simulées.

Limites : Long temps de test et faible efficacité.

Scénario d'application : utilisé pour la vérification des électrodes de découpe plasma WL20, consommation < 0,25 mm/h.

Technologies clés :

Contrôle de la pointe : Assurez-vous que l'angle initial du cône est cohérent (écart $< \pm 2^\circ$).

Mesures microscopiques : à l'aide d'un microscope numérique (grossissement 100x) avec une précision de $\pm 0,005$ mm.

Conditions de travail stables : courant de régulation (± 1 ampère) et débit de gaz ($\pm 0,1$ L/min).

Tendances en matière de développement :

Test rapide : Développement d'une méthode d'essai de résistance aux brûlures de 30 minutes.

Simulation à haute température : testez les conditions de travail au-dessus de 500 ampères pour répondre aux besoins de coupe.

Automatisation : Reconnaissance d'image intégrée pour la mesure automatique de la perte de pointe.

8.4.2 Essai de résistance à l'abrasion

La résistance à l'abrasion reflète les performances d'usure de surface de l'électrode lors de l'emboutissage et de l'utilisation, affectant sa durée de vie et sa qualité de surface.

Méthode : Test de frottement et d'usure.

Principe : Mesurer la perte de masse de l'électrode ou la profondeur de la cicatrice d'usure dans des conditions de charge et de frottement définies.

Escalier:

Une machine d'essai de frottement et d'usure est utilisée (le matériau abrasif est du carbure avec une charge de 10 N).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

L'échantillon d'électrode (longueur 20 mm) a été frotté 1000 fois à une vitesse de 5 m/min.
Mesure de la perte de masse (précision de la balance $\pm 0,0001$ g) ou des marques de profondeur d'usure (profilomètre).

Paramètres techniques : précision de perte de masse $\pm 0,1$ mg, profondeur de broyage $\pm 0,1$ micron, temps de test 20-30 minutes.

Avantages : Résistance à l'usure quantifiée, adaptée au contrôle de la production.

Limites : Il y a une différence entre les conditions de travail simulées et l'utilisation réelle.

Scénario d'application : Il est utilisé pour vérifier la qualité de surface des électrodes d'emboutissage WL15.

Technologies clés :

Contrôle de la charge : Le système d'asservissement veille à ce que l'écart de charge $\leq \pm 0,1$ N.

Prétraitement de surface : Les échantillons sont polis à $Ra < 0,2 \mu\text{m}$.

Contrôle de l'environnement : L'humidité de la salle d'essai est < 50 % pour éviter l'oxydation.

Tendances en matière de développement :

Essais de micro-abrasion : Développement de l'analyse d'abrasion à l'échelle nanométrique pour les microélectrodes.

Simulation multi-cas : Couvre les conditions de frottement et de lubrification à sec.

Inspection en ligne : intégrée dans la ligne de production d'emboutissage pour surveiller l'usure en temps réel.

8.5 Analyse de la microstructure de l'électrode de tungstène de lanthane

L'analyse de la microstructure permet d'étudier la taille des grains, la distribution de phase et les défauts des électrodes de tungstène lanthane, et de révéler le mécanisme microscopique de ses performances.

8.5.1 Analyse par microscopie électronique à balayage (MEB)

Le MEB est utilisé pour observer la topographie de surface, la taille des grains ($10-20 \mu\text{m}$) et la distribution de l'oxyde de lanthane de l'électrode.

Principe : Le faisceau d'électrons balaie l'échantillon, collecte les électrons secondaires ou les électrons rétrodiffusés et génère une image haute résolution.

Escalier:

Les sections d'électrodes sont préparées, polies et nettoyées à l'éthanol.

Observer sur MEB (tension d'accélération 10-20 kV, vide $< 10^{-5}$ Pa).

La distribution de l'oxyde de lanthane a été analysée à l'aide d'un spectromètre à dispersion d'énergie (EDS).

Paramètres techniques : résolution 1 nm, grossissement 100-10 000x, temps d'analyse 10-30 minutes.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Avantages : Haute résolution, combinée à EDS pour assurer la distribution des éléments.

Limites : Un environnement sous vide est nécessaire et l'équipement est coûteux (environ 5 millions de yuans).

Scénario d'application : Il est utilisé pour l'analyse de l'uniformité du grain et du dopage du corps fritté WL20.

Technologies clés :

Préparation de l'échantillon : Poli à $Ra < 0,1 \mu\text{m}$ pour éviter les artefacts.

Étalonnage EDS : La teneur élémentaire est corrigée à l'aide d'un échantillon standard (La_2O_3).

Traitement d'images : La distribution granulométrique a été analysée à l'aide d'ImageJ.

Tendances en matière de développement :

Analyse in-situ : Développement d'un MEB à haute température pour observer le processus de combustion des électrodes.

Imagerie 3D : Promouvoir le FIB-SEM et reconstruire les structures internes.

Automatisation : Identification automatique des grains et des défauts grâce à l'IA.

8.5.2 Analyse par diffraction des rayons X (DRX)

La XRD est utilisée pour analyser la structure cristalline, la composition de phase et les contraintes résiduelles des électrodes.

Principe : Les rayons X sont chimiquement liés aux cristaux, produisant des motifs de diffraction et analysant les phases cristallines et la taille des grains.

Escalier:

Préparez les poudres ou les sections d'électrodes, lavez-les et séchez-les.

Analysé sur un instrument XRD (Cu $K\alpha$, 40 kV, plage de balayage 10-80°).

Utilisez le logiciel Jade pour comparer les cartes PDF afin de déterminer la composition de la phase.

Paramètres techniques : résolution 0,01°, temps d'analyse 30-60 minutes.

Avantage : Non destructif, adapté à l'analyse de phase et aux mesures de contrainte.

Limites : Faible sensibilité à la phase de traçage (<1 %), coût élevé de l'équipement (environ 2 millions de yuans).

Scénario d'application : Analyse de phase de l'oxyde de tungstène et de lanthane pour les électrodes forgées WL15.

Technologies clés :

Étalon d'étalonnage : correction d'angle 2θ à l'aide d'un échantillon étalon Si (NIST SRM 640).

Séparation des pics : Rietveld a été utilisé pour affiner le contenu de la phase analytique.

Mesure des contraintes : Les contraintes résiduelles sont calculées à l'aide de la méthode $\sin^2\psi$.

Tendances en matière de développement :

XRD rapide : Développez une XRD par rayonnement synchrotron avec un temps d'analyse de < 10

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

minutes.

Micro-analyse : Favorise la précision de la DRX et de la sous-éjaculation.

Intelligent : identifiez automatiquement les états de phase grâce à l'apprentissage automatique.

8.6 Sélection et étalonnage de l'équipement d'essai des électrodes de lanthane

La sélection et l'étalonnage de l'équipement de test sont essentiels pour garantir l'exactitude des données de test, y compris le type d'équipement, les paramètres de performance et les exigences de maintenance.

8.6.1 Type d'équipement d'essai

Composition chimique : ICP-OES (Thermo Fisher iCAP 7400), XRF (Bruker S8 Tiger), AAS (Beijing Haiguang), instrument d'absorption infrarouge (LECO CS-600), analyseur de gaz inerte (ELTRA ONH-2000).

Propriétés physiques : densimètre (Mettler Toledo MS204S), duromètre Vickers (AGI HV-50), DSC (Netzsch STA 449 F3), conductimètre thermique laser (LFA 457).

Performance électrique : Testeur d'échappement d'électrons (personnalisé), station de soudage simulée (OTC TIG-300), conductimètre (Keithley 2401).

Propriétés mécaniques : testeur de frottement et d'usure (WJT-1000), microscope (Zeiss Axio Observer).

Microstructure : MEB-EDS (FEI Quanta 250), XRD (Rigaku D/max-2500).

Choisi par :

Précision requise : ICP-OES (0,01 ppm) pour l'aérospatiale et XRF (0,05 %) pour la production conventionnelle.

Contrôle des coûts : AAS pour les petites et moyennes entreprises, ICP-MS pour les grandes entreprises.

Échelle de production : La production de masse nécessite des équipements automatisés (tels que l'échantillonnage automatique ICP-OES) et un MEB haute résolution pour la R&D.

8.6.2 Étalonnage et entretien

Étalonnage:

Composition chimique : Courbe d'étalonnage $R^2 > 0,999$ à l'aide d'échantillons standard NIST (SRM 2452 tungstène, SRM 1075a oxyde de lanthane).

Propriétés physiques : poids standard pour densimètre ($\pm 0,0001$ g), blocs HV400 pour duromètre.

Propriétés électriques : résistance standard ($\pm 0,01 \Omega$) pour la station de soudage, tension d'étalonnage du testeur de puissance de travail ($\pm 0,1$ V).

Microstructure : La résolution du MEB est calibrée avec l'échantillon de référence, et l'étalon Si est étalonné avec l'angle de 2θ pour la DRX.

Cycle : Étalonnage mensuel, inspection hebdomadaire des équipements clés.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Entretien:

Nettoyage : nettoyage mensuel du tube d'injection ICP-OES, nettoyage hebdomadaire du pistolet SEM.

Remplacement des consommables : Les cibles XRF sont remplacées tous les 2 ans et les pénétrateurs du duromètre sont inspectés toutes les 5000 fois.

Environnement : température constante $20 \pm 2^\circ\text{C}$, humidité $< 60\%$, propreté ISO 7.

Registres : Registres électroniques de maintenance pour retracer la cause des pannes.

Tendances en matière de développement :

Calibrage automatique : Développez un système d'auto-étalonnage pour réduire les opérations manuelles.

Télémaintenance : le suivi en temps réel de l'état des équipements grâce à l'IoT permet de réduire le taux de défaillance de 30 %.

Entretien écologique : réduisez la quantité de solvant de nettoyage et utilisez des consommables respectueux de l'environnement.

8.7 Normes et spécifications d'essai pour les électrodes de prométhium de lanthane

Les normes d'essai fournissent une spécification uniforme pour les méthodes d'essai et garantissent la comparabilité et la conformité des résultats d'essai.

8.7.1 Normes internationales d'essai

ISO 6848:2015 :

Contenu du test : composition chimique (ICP-OES, $\pm 0,15\%$), propriétés physiques ($> 19,2 \text{ g/cm}^3$), propriétés électriques (travail 2,6-3,2 eV), aspect ($R_a < 0,4$ microns).

Méthodes d'essai : ICP-OES, rayons XRF, soudage simulé, inspection microscopique.

Exigences : 5 % à 10 % d'échantillonnage par lot, taux de réussite $> 99\%$.

AWS A5.12:2009 :

Contenu du test : composition chimique ($\pm 0,2\%$), performance de l'arc (fluctuation de tension $\leq \pm 0,4 \text{ V}$), taille ($\pm 0,02 \text{ mm}$).

Méthodes d'essai : Test de soudage (AWS D1.1), XRF, micromètre.

Exigences : tests en laboratoire certifiés AWS, documentation complète.

EN 26848:1991 :

Contenu du test : composition chimique, conformité environnementale (RoHS), performances électriques (tension d'arc $< 12 \text{ V}$).

Méthodes d'essai : ICP-MS, essai de soudage EN 287, analyse de surface.

Exigences : Certification CE, les tests de protection de l'environnement sont préférés.

8.7.2 Spécifications d'essai nationales

GB/T 14841:2008 :

Contenu de détection : oxyde de lanthane ($\pm 0,15\%$), impuretés ($O < 0,01\%$), densité ($> 19,2 \text{ g/cm}^3$),

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

temps de démarrage de l'arc (<0,4 seconde).

Méthodes d'essai : AAS, absorption infrarouge, méthode d'Archimède, soudage simulé.

Exigences : 10 % d'échantillonnage par lot, obligatoire.

JB/T 4730:2005 :

Contenu du test : propriétés chimiques, physiques, électriques, évaluation de la qualité.

Méthodes d'essai : ICP-OES, essai de dureté, essai de soudage, examen microscopique.

Exigences : Fournir un rapport d'inspection, échantillonnage de 5 % à 10 %.

Tendances en matière de développement :

Mise à jour de la norme : les normes ISO 6848 et GB/T 14841 devraient être révisées en 2025 pour ajouter la micro-soudure et les tests environnementaux.

Standardisation intelligente : Promouvoir les normes de test de l'IA et augmenter l'efficacité de la détection de 50 %.

Internationalisation : Le taux de reconnaissance mutuelle entre GB/T 14841 et ISO 6848 est de 95 %.



CTIA GROUP LTD Électrode WL20

Chapitre 9: Tendances et défis du développement de l'électrode de tungstène de lanthane

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

En tant que matériau de soudage et de découpe haute performance, les électrodes de tungstène de lanthane sont largement utilisées dans l'aérospatiale, l'industrie nucléaire, la construction automobile et les industries électroniques. Avec la demande mondiale croissante de soudage de haute précision et de fabrication écologique, la technologie et le marché des électrodes de tungstène de lanthane subissent des changements rapides. Ce chapitre aborde en détail les tendances de développement technologique des électrodes de tungstène de lanthane (nouvelles technologies de dopage, recherche et développement d'électrodes à haute performance, procédés de production respectueux de l'environnement), les tendances du marché (demande du marché mondial et national) et les défis (coûts des matières premières, réglementations environnementales, concurrence internationale).

9.1 Tendances de développement technique de l'électrode de tungstène de lanthane

Le progrès technologique est la principale force motrice du développement de l'industrie des électrodes de tungstène de lanthane, impliquant de nouvelles technologies de dopage, la recherche et le développement d'électrodes haute performance et la promotion de processus de production respectueux de l'environnement. Ces tendances visent à améliorer les performances des électrodes, à réduire les coûts de production et à répondre aux réglementations environnementales mondiales.

9.1.1 Développement de nouvelles technologies de dopage

La technologie de dopage est la clé pour optimiser les performances des électrodes lanthane-tungstène, et la nouvelle technologie de dopage peut encore améliorer le travail d'évolution électronique, la stabilité de l'arc et les performances anti-brûlure en introduisant des oxydes complexes, des nanoparticules ou des systèmes multi-dopage.

Direction technique :

Dopage composite : D'autres oxydes de terres rares (tels que CeO_2 , Y_2O_3 , ZrO_2) sont ajoutés à l'oxyde de lanthane (La_2O_3) pour former un système de multidopage. Par exemple, le dopage composite $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2(1:1)$ peut réduire le travail des électrons à 2,5 eV et améliorer les performances d'initiation de l'arc de 20 %.

Nanodopage : De l'oxyde de lanthane à l'échelle nanométrique (taille des particules <50 nm) ou des particules nanocomposites (telles que $\text{La}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$) sont utilisés pour améliorer l'uniformité du dopage (écart <2 %), renforcer l'effet de raffinement des grains et réduire la taille des grains à 5-10 microns.

Dopage en phase liquide : L'oxyde de lanthane est uniformément dispersé dans la poudre de tungstène par synthèse chimique humide (comme la méthode sol-gel), remplaçant le broyeur à billes sec traditionnel, améliorant l'uniformité de 30 % et réduisant le taux de ségrégation à <1 %.

Avantages techniques :

Amélioration des performances : le temps de démarrage de l'arc de l'électrode dopée composite (par exemple, WL15+Ce) est réduit à 0,3 seconde à faible courant (<10 A), et la stabilité de l'arc est améliorée de 15 % (fluctuation de tension $\leq \pm 0,3$ V).

Durée de vie prolongée : augmentation de 20 % de la résistance à l'épuisement des électrodes nanodopées et réduction de la consommation de pointes à 0,2 mm/h (200 ampères, ISO 6848).

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Optimisation du processus : Le dopage en phase liquide réduit le temps de broyage de 50 % et la consommation d'énergie de 30 %, ce qui le rend adapté à la production à grande échelle.

Technologies clés :

Préparation des nanoparticules : Les nanoparticules d'oxyde de lanthane ont été préparées par pulvérisation de plasma ou par dépôt chimique en phase vapeur (CVD) avec une précision de contrôle de la taille des particules de ± 5 nm.

Uniformité du dopage : La distribution des oxydes a été surveillée à l'aide de la microscopie électronique à balayage à haute résolution (MEB-EDS) avec un écart de < 2 %.

Contrôle du processus : Développer un système de dosage intelligent pour contrôler avec précision le taux de dopage ($\pm 0,01$ %) afin d'améliorer l'uniformité des lots.

Tendances en matière de développement :

Système de dopage multivarié : développer le dopage ternaire ou quaternaire (par exemple, $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$) pour optimiser les performances globales de l'électrode.

Dopage intelligent : algorithme d'IA intégré, optimisation en temps réel des paramètres de dopage, uniformité augmentée de 50 %.

Technologie à faible coût : Promouvoir le dopage humide pour remplacer les broyeurs à boulets à haute énergie, réduisant ainsi les coûts de 20 à 30 %.

9.1.2 R&D d'électrodes de tungstène de lanthane à haute performance

Les électrodes haute performance en lanthane-tungstène sont destinées aux applications haut de gamme telles que l'aérospatiale, l'industrie nucléaire et le micro-soudage, en mettant l'accent sur l'amélioration de l'arc à faible courant, de la résistance à l'épuisement des courants ultra-élevés et de la qualité de surface.

Direction technique :

Électrode de micro-soudage : Développer une électrode de diamètre ultra-fin (0,1-0,5 mm) pour répondre aux besoins du soudage micro-plasma dans les semi-conducteurs et les dispositifs médicaux, avec un courant d'arc de < 1 ampère et une tension de < 10 V.

Électrode à courant élevé : Pour la découpe plasma ($> 500\text{A}$), une électrode anti-brûlure élevée a été développée, avec un taux de consommation de pointe de $< 0,5$ mm/heure et une augmentation de 30 % de la durée de vie.

Optimisation de surface : Grâce au polissage au laser ou au traitement au plasma, la rugosité de surface est réduite à $\text{Ra} < 0,1$ micron et la stabilité de l'arc est améliorée de 10 %.

Avantages techniques :

Performances de micro-soudure : Le temps de démarrage de l'arc de l'électrode ultra-fine est de $< 0,2$ seconde à 0,5 ampères, ce qui convient au soudage de boîtiers de puces.

Durabilité élevée du courant : l'électrode WL20 haute performance fonctionne en continu pendant 10 heures à 500 ampères avec une déformation de la pointe $< 0,3$ mm.

Qualité de surface : la rugosité ultra-faible réduit la dérive de l'arc et réduit le taux de défauts de soudure de 20 %.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Technologies clés :

Dessin ultra-fin : Développement d'un moule diamanté (précision d'ouverture $\pm 0,005$ mm) pour atteindre une production d'électrodes de 0,1 mm.

Frittage à haute température : pressage isostatique à chaud (HIP, 2000°C, 200 MPa) avec une densité de 99,8 % pour éliminer les micropores.

Traitement de surface : À l'aide du micro-usinage laser, la profondeur de polissage est contrôlée < 1 micron.

Tendances en matière de développement :

Électrode ultra-micro : Développée < électrode de 0,1 mm pour répondre aux besoins du soudage à l'échelle nanométrique.

Électrode multifonctionnelle : Recherche et développement d'électrodes composites prenant en compte la micro-soudure et la découpe à courant élevé.

R&D intelligente : simulez les performances des électrodes grâce à l'apprentissage automatique pour raccourcir le cycle de R&D de 50 %.

9.1.3 Promotion de technologies de production respectueuses de l'environnement

Le processus de production respectueux de l'environnement répond à la tendance mondiale de la fabrication verte, vise à réduire la consommation d'énergie, à réduire les émissions et à améliorer l'utilisation des ressources, conformément à la directive RoHS de l'UE et à la politique de fabrication verte de la Chine (GB/T 26572).

Direction technique :

Frittage à faible consommation d'énergie : en utilisant le chauffage par induction ou le frittage par micro-ondes, la température est de 2000°C, la consommation d'énergie est réduite de 30 % et l'émission de gaz d'échappement est réduite de 50 %.

Recyclage des déchets : Développement d'un système de recyclage en boucle fermée, avec un taux de récupération de >85 % pour les déchets de poudre de tungstène et les électrodes usées, et un taux de récupération de >80 % pour l'oxyde de lanthane.

Nettoyage écologique : Utilisez du CO₂ supercritique ou des agents de nettoyage à base d'eau au lieu de solvants chimiques, ce qui réduit les émissions de déchets liquides de 70 %.

Avantages techniques :

Économie d'énergie et réduction des émissions : La consommation d'énergie du frittage par micro-ondes est réduite à 500 kWh/tonne et l'émission de CO₂ < 0,5 tonne/tonne d'électrode.

Économe en ressources : le recyclage des déchets réduit les coûts des matières premières de 20 % et répond aux exigences d'une économie circulaire.

Respect de l'environnement : le nettoyage écologique est conforme à la réglementation européenne REACH, et la teneur en métaux lourds des eaux usées < de 0,1 mg/L.

Technologies clés :

Optimisation du frittage : Un contrôle de la température à plusieurs niveaux (vitesse de chauffage

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

500°C/h) est utilisé pour réduire les pertes de chaleur.

Procédé de récupération : La technologie de lixiviation-extraction acide est utilisée pour récupérer le tungstène d'une pureté de > 99,95 %.

Contrôle du nettoyage : La pression du CO₂ supercritique est contrôlée à 10-15 MPa et l'efficacité du nettoyage est de >99 %.

Tendances en matière de développement :

Procédé zéro émission : Développement d'une technologie de frittage entièrement électrique avec des émissions de gaz d'échappement < de 0,01 mg/m³.

Économie circulaire : Promouvoir l'ensemble du processus de recyclage, et le taux d'utilisation des ressources atteint 95 %.

Certification verte : Mettre en place un système mondial unifié de certification des électrodes vertes, conformément à la norme ISO 14001.

9.2 Tendances de développement du marché de l'électrode de tungstène de lanthane

Le marché des électrodes de tungstène de lanthane est stimulé par la demande mondiale de soudage, le développement économique régional et les progrès technologiques, montrant une tendance à la croissance rapide et à la différenciation régionale.

9.2.1 Analyse de la demande sur le marché mondial

Taille du marché :

Selon le rapport 2023 sur le marché mondial des électrodes de tungstène, la taille du marché des électrodes de tungstène de lanthane passera de 1 milliard de dollars en 2015 à 1,8 milliard de dollars en 2023, avec un taux de croissance annuel moyen de 8,5 %.

Le marché devrait atteindre 2,5 milliards de dollars de 2025 à 2030, tiré par l'aérospatiale (30 %), la construction automobile (25 %) et l'industrie de l'énergie (20 %).

Répartition régionale :

Amérique du Nord : 30 % du marché mondial, avec une demande majeure provenant de l'aérospatiale (Boeing, NASA) et de l'énergie (soudure de tuyaux API 1104). Les électrodes certifiées AWS A5.12 telles que Lincoln Electric prédominent.

Europe : 25 %, la demande est concentrée dans l'automobile (Volkswagen, BMW) et le nucléaire (EDF, France). Les réglementations EN 26848 et RoHS ont promu les électrodes de tungstène de lanthane pour remplacer les électrodes de thorium-tungstène, représentant 45 % du marché.

Asie-Pacifique : 40 %, la Chine, le Japon et la Corée du Sud étant les principaux marchés. La Chine représente 60 % du marché de l'Asie-Pacifique, bénéficiant des projets Belt and Road et de la demande aérospatiale (C919).

Pilotes:

Avancées technologiques : Les électrodes haute performance, telles que le WL20, répondent aux besoins de la micro-soudure et de la découpe plasma, augmentant ainsi la part de marché de 20 %.

Réglementations environnementales : les réglementations RoHS et REACH de l'UE limitent les électrodes thorium-tungstène, et la demande d'électrodes de tungstène lanthane a augmenté de 30 %.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Construction d'infrastructures : Les projets mondiaux dans les nouvelles énergies (énergie éolienne, nucléaire) et les trains à grande vitesse ont augmenté, et la demande de soudage a augmenté de 10 % d'une année sur l'autre.

Défi:

Les marchés haut de gamme (tels que l'aérospatiale) ont des exigences de qualité élevées, et le niveau technique des petites et moyennes entreprises est difficile à satisfaire.

Les différences entre les normes régionales (ISO, AWS, EN) augmentent le coût de conformité des entreprises de 5 à 10 %.

Les fluctuations des prix des matières premières (prix du tungstène en hausse de 15 % en 2023) affectent la compétitivité-coût.

Tendances en matière de développement :

Premiumisation : La demande de WL20 sur les marchés de l'aérospatiale et des semi-conducteurs a augmenté de 15 %, entraînant le développement d'électrodes haute performance.

Expansion régionale : Les marchés de l'Asie-Pacifique, en particulier en Inde et en Asie du Sud-Est, devraient croître de 12 %, grâce à la délocalisation de l'industrie manufacturière.

Intégration de la chaîne d'approvisionnement : Les entreprises multinationales intègrent leurs chaînes d'approvisionnement par le biais de fusions et d'acquisitions, ce qui augmente la concentration du marché de 10 %.

9.2.2 Perspectives du marché intérieur

Taille du marché :

La Chine est le plus grand pays ressource en tungstène au monde, avec un marché des électrodes de tungstène au lanthane d'environ 600 millions de dollars américains en 2023, soit 33 % du total mondial, avec un taux de croissance annuel moyen de 10 %.

Le marché intérieur devrait atteindre 1 milliard de dollars américains entre 2025 et 2030, soit 40 % du total mondial, stimulé par la demande pour l'aérospatiale, l'énergie nucléaire et le train à grande vitesse.

Applications:

Aérospatiale : C919, ARJ21 et d'autres projets nécessitent des électrodes WL20, avec une augmentation annuelle de 15 %, conformément à la norme GJB 1718.

Industrie nucléaire : La construction des centrales nucléaires de Hualong n° 1 et CAP1400 nécessite des électrodes WL15, qui représentent 30 % des parts de marché.

Train et navires à grande vitesse : La demande de soudage pour les wagons ferroviaires à grande vitesse et les navires GNL est WL10, avec un taux de croissance de 12 %, conformément aux normes TB/T 2653 et CCS.

Industrie électronique : demande de fabrication d'équipements et de puces 5G pour des électrodes ultrafines (<0,5 mm), la croissance du marché de 20 %.

Paysage concurrentiel :

Les entreprises nationales représentent 70 % du marché et ont passé la certification GB/T 14841,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

avec des avantages évidents en termes de coûts (20 % de moins que les importations).

Les marques internationales représentent 30 % du marché haut de gamme et s'appuient sur les certifications AWS et EN.

Les PME occupent le marché bas de gamme grâce à la production de WL10 à faible coût, avec des marges bénéficiaires de 5 à 10 %.

Pilotes:

Soutien politique : Le « 14e plan quinquennal » de la Chine promeut la fabrication haut de gamme, et la demande d'électrodes de tungstène au lanthane a augmenté de 15 %.

Croissance des exportations : Le projet « Belt and Road » a stimulé les exportations d'électrodes, avec une augmentation annuelle de 20 %, et les marchés de l'Asie du Sud-Est et du Moyen-Orient ont représenté 50 %.

Modernisation technologique : les équipements domestiques (tels que le four de frittage par micro-ondes) réduisent les coûts de production de 10 % et améliorent la compétitivité.

Tendances en matière de développement :

Production locale : La part de marché des marques d'électrodes nationales devrait atteindre 80 % et la dépendance à l'égard des importations sera réduite à 10 %.

Fabrication verte : La part de marché des entreprises de certification de la production verte est passée à 50 %.

Applications intelligentes : Les équipements de soudage intelligents (tels que les robots OTC) ont entraîné une augmentation de 15 % de la demande de WL15.

9.3 Défis pour les électrodes de tungstène de lanthane

Bien que le marché des électrodes de tungstène de lanthane ait de larges perspectives, il est confronté aux défis des coûts des matières premières, des réglementations environnementales et de la concurrence internationale, et doit adopter des stratégies ciblées pour y faire face.

9.3.1 Contrôle du coût des matières premières

Défi:

Fluctuations des prix du tungstène : En 2023, le prix du concentré de tungstène augmentera de 15 % (environ 20 000 yuans/tonne) et le coût de production des électrodes augmentera de 10 à 20 %.

Coût de l'oxyde de lanthane : Le prix de l'oxyde de lanthane de haute pureté (>99,99 %) est d'environ 50 000 yuans/tonne, ce qui représente 30 % du coût de l'électrode, et le prix de l'oxyde de lanthane à l'échelle nanométrique est plus élevé (100 000 yuans/tonne).

Risques liés à la chaîne d'approvisionnement : La Chine représente 80 % des ressources mondiales en tungstène, mais les restrictions à l'exportation et la géopolitique affectent la stabilité de la chaîne d'approvisionnement.

Stratégies:

Intégration des ressources : Réduisez les coûts des matières premières de 15 % grâce à l'intégration verticale.

Matériaux alternatifs : Développement d'électrodes à faible teneur en lanthane (par exemple, WL05,

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

0,5 % La_2O_3) pour réduire les coûts de 20 %.

Recyclage : Favoriser le recyclage des déchets de tungstène (taux de valorisation >85 %), et réduire le coût des matières premières de 10 % à 15 %.

Tendances en matière de développement :

Économie circulaire : 95 % de recyclage des déchets et 30 % de réduction des coûts.

Dopage alternatif : Développement d'oxydes à faible coût (par exemple, CeO_2) pour remplacer l'oxyde de lanthane partiel.

Approvisionnement intelligent : prédissez les prix du tungstène grâce au big data et optimisez le calendrier d'approvisionnement.

9.3.2 Contraintes de la réglementation en matière de protection de l'environnement

Défi:

Réglementations internationales : les réglementations RoHS et REACH de l'UE limitent les électrodes en thorium-tungstène, ce qui augmente de 10 % le coût de conformité des électrodes en tungstène lanthane (par exemple, la certification CE).

Réglementations nationales : La norme chinoise sur les émissions complètes de polluants atmosphériques (GB 16297) exige des émissions de poussière < 0,1 mg/m^3 , et le coût de mise à niveau des équipements de frittage et de broyage est d'environ 5 millions de yuans.

Traitement des déchets : Le traitement des déchets liquides et des gaz résiduels doit être conforme à la norme GB 8978, et le coût de traitement représente 15 % du coût de production.

Stratégies:

Processus écologique : Le frittage par micro-ondes et le nettoyage à base d'eau sont adoptés, et les émissions de gaz d'échappement sont réduites de 50 %, conformément à la norme GB 16297.

Système de recyclage : Mettre en place un recyclage en circuit fermé, le taux de récupération des déchets de tungstène et d'oxyde de lanthane > de 80 % et le rejet des déchets liquides est réduit à 0,01 m^3/tonne .

Soutien à la certification : Coopérez avec TÜV et d'autres institutions pour réduire le coût de la certification CE de 20 %.

Tendances en matière de développement :

Technologie zéro émission : Développement du frittage tout électrique avec des émissions de gaz d'échappement < de 0,01 mg/m^3 .

Certification verte : La norme mondiale d'électrode verte est unifiée et le coût de la certification est réduit de 30 %.

Coordination des politiques : la Chine et l'UE fixent conjointement des normes de protection de l'environnement, ce qui réduit les coûts de mise en conformité de 15 %.

9.3.3 Concurrence sur le marché international

Défi:

Concurrence des marques : les marques internationales occupent le marché haut de gamme en Europe et aux États-Unis grâce aux certifications AWS et EN, avec une part de 60 %.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Obstacles techniques : les entreprises européennes et américaines disposent d'une technologie de pointe pour les électrodes à haute performance (comme le WL20 nanodopé), tandis que les entreprises nationales ne disposent pas d'investissements suffisants en R&D (ne représentant que 5 % du chiffre d'affaires).

Barrières commerciales : Les droits antidumping (10 %-20 %) imposés par les États-Unis et l'Union européenne limitent les exportations d'électrodes chinoises, les exportations ayant chuté de 5 % en 2023.

Stratégies:

Modernisation technologique : augmenter les investissements en R&D (10 % du chiffre d'affaires), développer le dopage composite et les électrodes haute performance, et réduire le fossé technologique.

Développement de la marque : Obtention de la certification ISO 6848, amélioration de la reconnaissance internationale des électrodes domestiques et augmentation des exportations de 20 %.

Marché régional : Cultivez en profondeur le marché « Belt and Road », exportez vers l'Asie du Sud-Est et le Moyen-Orient et augmentez la part de marché à 30 %.

Tendances en matière de développement :

Partage de technologie : centre de R&D conjoint Chine-UE, réduisant l'écart technologique de 50 %.

Diversification des marchés : Expansion en Afrique et en Amérique du Sud, avec une augmentation des exportations de 15 %.

Internationalisation de la marque : La part de marché mondiale des marques d'électrodes nationales atteint 20 %.



CTIA GROUP LTD Électrode WL20

CTIA GROUP LTD

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

Lanthanum tungsten electrode is a high-performance non-radioactive electrode made by doping high-purity tungsten with a small amount of lanthanum oxide (La₂O₃). It features excellent electron emission capability, arc initiation, and arc stability. As an environmentally friendly alternative to thoriated electrodes, lanthanum tungsten electrodes are widely used in TIG (Tungsten Inert Gas) welding, plasma arc welding (PAW), and plasma cutting, suitable for welding a variety of metal materials and especially effective in high-end industrial applications.

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

Grade	Tip Color	La ₂ O ₃ Content (wt.%)	Features & Applications
WL10	Black	0.8–1.2%	Soft arc start, concentrated arc, ideal for low current and precision welding
WL15	Gold	1.3–1.7%	Well-balanced performance, excellent arc stability, suitable for both DC and AC welding
WL20	Sky Blue	1.8–2.2%	Strong arc intensity and high resistance to wear, perfect for high current and continuous welding

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

Diameter (mm)	Length (mm)	Regular Coloring	Packing:
1.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
1.6	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
2.4	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
3.2	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
4.0	150 / 175	Black / Gold / Blue	10pcs/box
Remark	The sizes can be customized		

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

TIG welding systems (DC and AC)
 Plasma Arc Welding (PAW) and Plasma Cutting
 Welding of stainless steel, carbon steel, aluminum alloys, and nickel alloys
 Robotic and automated welding systems
 Aerospace, medical device manufacturing, nuclear engineering, precision electronics, and more

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
 Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
 Website: www.tungsten.com.cn

Chapitre 10 Conclusions

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

En tant que matériau de soudage et de découpe haute performance, l'électrode de tungstène de lanthane a été largement utilisée dans l'aérospatiale, l'industrie nucléaire, la construction automobile et l'industrie électronique en raison de ses excellentes propriétés électriques, mécaniques et environnementales. Ce chapitre résume les avantages globaux des électrodes de tungstène de lanthane, formule des suggestions pour le développement de l'industrie des électrodes de tungstène et attend avec impatience ses orientations futures de recherche, afin de fournir une référence aux praticiens de l'industrie, aux instituts de recherche et aux décideurs politiques pour promouvoir le développement durable de l'industrie des électrodes de tungstène de lanthane.

10.1 Avantages complets de l'électrode de tungstène de lanthane

L'électrode de tungstène au lanthane occupe une position importante sur le marché mondial des consommables de soudage en raison de sa composition chimique unique, de ses propriétés physiques et de ses propriétés électriques, et a progressivement remplacé l'électrode thorium-tungstène en tant que choix principal pour le soudage TIG, le soudage au plasma et le coupage. Ses nombreux avantages se reflètent dans les aspects suivants :

Excellentes propriétés électriques :

Faible travail électronique d'échappement : Les électrodes en tungstène lanthane (WL10, WL15, WL20) ont un travail électronique de 2,6-3,2 eV (ISO 6848:2015), ce qui est inférieur à celui des électrodes en tungstène pur (4,5 eV), ce qui permet d'obtenir d'excellentes performances d'arc à faible courant, avec un temps d'arc de < 0,4 seconde et une tension d'arc de < 12 V, ce qui convient à la micro-soudure (par ex. Emballage de puce à semi-conducteur, courant < 1 ampère).

Stabilité de l'arc : La distribution uniforme de l'oxyde de lanthane (écart $\leq \pm 0,15$ %) garantit $\leq \pm$ fluctuations de tension d'arc de 0,5 V (AWS A5.12), une qualité de soudure élevée et un taux de réussite de 99,8 % pour les applications aérospatiales telles que le soudage d'alliages de titane d'avions C919.

Large conquête de courant : l'électrode WL20 excelle dans la gamme de 10 à 500 ampères, répondant à divers besoins allant du soudage de tôles à la découpe plasma.

Propriétés mécaniques supérieures :

Résistance aux brûlures : À 200 ampères, le taux de consommation de la pointe < de 0,3 mm/h (GB/T 14841), ce qui prolonge la durée de vie de l'électrode de 30 %, réduit la fréquence de remplacement et permet d'économiser 15 % du coût.

Dureté élevée et résistance à l'usure : dureté Vickers 400-450 HV, granulométrie 10-20 microns, résistance à l'usure supérieure à celle de l'électrode de tungstène au thorium, adaptée à l'emboutissage à haute fréquence et à une utilisation à long terme.

Haute densité : > densité de 19,2 g/cm³ (ISO 6848), non poreux, haute résistance mécanique, adapté aux applications à forte charge (par exemple, soudage de tuyaux de centrales nucléaires).

Protection de l'environnement et sécurité :

Non radioactives : Par rapport aux électrodes de thorium-tungstène (contenant du ThO₂ radioactif), les électrodes de tungstène au lanthane ne présentent aucun risque radioactif et sont conformes à la

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

directive RoHS de l'UE (2002/95/CE) et à la norme de fabrication verte de la Chine (GB/T 26572), ce qui lui permet de promouvoir sa part de marché pour remplacer les électrodes de thorium-tungstène sur les marchés européen et américain, passant de 15 % en 2010 à 40 % en 2023.

Potentiel de production verte : le taux de recyclage des déchets est de >85 % et les émissions de gaz d'échappement sont < 0,1 mg/m³ (GB 16297), ce qui soutient l'économie circulaire et réduit la pollution de l'environnement.

Compétitivité du marché :

Rentable : Le coût de production de l'électrode de tungstène de lanthane domestique est de 20 % à 30 % inférieur à celui des marques importées, et il a passé la certification GB / T 14841 pour répondre aux besoins de l'aérospatiale nationale, du train à grande vitesse et d'autres projets.

Applicabilité mondiale : conforme aux normes ISO 6848, AWS A5.12 et EN 26848, uniformément coloré, coloré et facile pour le commerce mondial, les exportations passant de 1 milliard de dollars en 2015 à 1,8 milliard de dollars en 2023.

Diverses applications : De l'aérospatiale (soudage du titane) à l'électronique (électrodes ultrafines <0,5 mm), le marché croît à un taux de croissance annuel de 8,5 %.

Adaptabilité technique :

Compatible avec l'automatisation : la tolérance de taille de l'électrode de tungstène de lanthane et la rugosité de surface répondent aux exigences de l'équipement de soudage automatique, et l'efficacité de la production est augmentée de 20 %.

Stabilité du processus : la consistance des lots est augmentée de 30 % et les défauts de production sont réduits à <1 % grâce au dopage en phase liquide et au frittage par micro-ondes.

10.2 Suggestions pour le développement de l'industrie des électrodes de tungstène

Afin de promouvoir le développement durable de l'électrode de tungstène de lanthane et de l'ensemble de l'industrie des électrodes de tungstène, les suggestions suivantes sont avancées sur la base des tendances technologiques, du marché et des politiques :

Augmenter les investissements en R&D :

Technologie de dopage composite : Les entreprises devraient investir des fonds de R&D (représentant 10 à 15 % du chiffre d'affaires) pour développer plusieurs électrodes de dopage telles que $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2+\text{Y}_2\text{O}_3$, réduire le travail d'échappement d'électrons à 2,5 eV et améliorer les performances de démarrage de l'arc de 20 %.

Électrode ultrafine : Pour les besoins des semi-conducteurs et des dispositifs médicaux, nous avons développé des électrodes d'un diamètre de < 0,1 mm pour répondre aux exigences de la micro-soudure (<1 ampère) et saisir le marché haut de gamme.

R&D intelligente : Utilisation de l'IA et de la DFT (théorie fonctionnelle de la densité) pour simuler les performances des électrodes, raccourcir le cycle de R&D de 50 % et réduire le coût des tests de 30 %.

Promouvoir l'industrie manufacturière verte :

Procédé à faible consommation d'énergie : Promouvoir la technologie de frittage par micro-ondes

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

et de frittage tout électrique, réduire la consommation d'énergie de 30 % et < émission de gaz d'échappement de 0,01 mg/m³, conformément aux normes GB 16297 et ISO 14001.

Recyclage des déchets : Mettre en place un système de recyclage en boucle fermée, avec un taux de récupération de 95 % pour l'oxyde de tungstène et de lanthane, et une réduction de 20 % des coûts des matières premières pour soutenir une économie circulaire.

Certification verte : Encourager les entreprises à obtenir la certification ISO 14001 et EU REACH, améliorer la compétitivité des produits sur les marchés européens et américains et réduire le coût de la certification de 20 %.

Optimisez la gestion de la chaîne d'approvisionnement :

Matières premières stables : En coopérant avec les entreprises de minerai de tungstène (telles que l'industrie du tungstène de Ganzhou) pour stabiliser l'approvisionnement en concentré de tungstène, l'impact des fluctuations de prix est réduit à 5 %.

Disposition du marché régional : Cultiver en profondeur le marché « Belt and Road », exporter vers l'Asie du Sud-Est et le Moyen-Orient, augmenter la part de marché à 30 % et réduire la dépendance aux marchés européens et américains.

Intégration verticale : Grâce à des fusions et acquisitions, l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement a été augmentée de 15 % et le coût a été réduit de 10 % grâce à des fusions et acquisitions de production et de recyclage de poudre de tungstène et d'électrodes.

Renforcer l'internationalisation des normes :

Alignement des normes : Promouvoir le taux de reconnaissance mutuelle des normes GB/T 14841 et ISO 6848 pour atteindre 95 % et réduire de 10 % le coût de conformité des entreprises multinationales.

Participer à la formulation : Les entreprises chinoises devraient participer activement à l'ISO/TC 44, s'efforcer d'obtenir 30 % des sièges et renforcer la voix des normes internationales.

Support multilingue : Fournissez des documents standard multilingues (chinois, anglais, allemand, français) pour une promotion mondiale.

Formation des talents et promotion de la technologie :

Coopération entre l'industrie, l'université et la recherche : Établir des laboratoires communs avec l'Université Tsinghua et l'Institut de technologie de Harbin pour cultiver les talents techniques en matière de dopage et augmenter de 50 % le taux de conversion des résultats de la R&D.

Formation technique : Fournir une formation sur la production verte et les technologies d'essai pour les petites et moyennes entreprises, augmenter le taux de conformité de 30 % et réduire les coûts de 15 %.

Échanges internationaux : Par le biais du forum sur les technologies de soudage « Belt and Road », les normes et technologies chinoises ont été promues, et les exportations ont augmenté de 20 %.

Diversification des marchés :

Marchés émergents : Développer les marchés africains et sud-américains, qui devraient croître de 15 %, en mettant l'accent sur la promotion d'électrodes WL10 à faible coût.

Applications haut de gamme : Développement d'électrodes WL20 haute performance pour l'aérospatiale et les semi-conducteurs, augmentant la part de marché à 20 %.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Création de la marque : créer une image internationale de la marque nationale d'électrodes, avec une part de marché mondiale de 20 %.

10.3 Orientations futures de la recherche sur les électrodes de tungstène de lanthane

La recherche future sur l'électrode de tungstène de lanthane doit se concentrer sur les percées technologiques, la demande du marché et les exigences de protection de l'environnement, et les principales orientations suivantes sont les suivantes :

Nouveau système de dopage :

Dopage multivarié : Des systèmes de dopage ternaire ou quaternaire tels que $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{ZrO}_2$ ont été développés pour optimiser le travail des électrons ($< 2,5 \text{ eV}$) et les performances anti-brûlure (taux de consommation $< 0,2 \text{ mm/h}$).

Nanodopage : Développe $<$ particules d'oxyde de 20 nm, réduit la taille des grains à 5 microns et améliore la stabilité de l'arc de 20 %.

Dopage fonctionnalisé : Des oxydes électriquement conducteurs ou thermiquement stables (par exemple, TiO_2) sont introduits pour améliorer les performances de l'électrode dans des conditions de fonctionnement extrêmes ($> 500\text{A}$).

Développement d'électrodes haute performance :

Électrode ultra-fine : L'électrode de 0,05 mm a été développée $<$ pour répondre aux besoins du soudage au niveau nanométrique, et la tension de l'arc est de $< 8 \text{ V}$.

Électrode à courant élevé : pour la découpe plasma (> 1000 ampères), une électrode anti-brûlure est développée et la durée de vie est prolongée de 50 %.

Électrodes adaptatives : Développez des électrodes intelligentes qui ajustent dynamiquement les caractéristiques de l'arc pour s'adapter aux courants alternatifs, continus et pulsés.

Technologie de fabrication verte :

Procédé zéro émission : Développement du frittage tout électrique et du frittage plasma avec des émissions de gaz d'échappement de $< 0,005 \text{ mg/m}^3$ conformément aux futures réglementations environnementales.

Recyclage efficace : Récupérez 100 % des déchets de tungstène et de l'oxyde de lanthane, ce qui réduit les coûts de 30 %.

Nettoyage biosourcé : Recherche et développement d'agents de nettoyage à base d'enzymes pour remplacer les solvants chimiques, réduisant ainsi les émissions de déchets liquides de 90 %.

Tests et production intelligents :

Détection par IA : L'analyse d'image MEB basée sur l'IA et le test de stabilité de l'arc ont été développés pour améliorer l'efficacité de la détection de 50 %.

Surveillance en ligne : système intégré de l'Internet des objets (IoT) pour surveiller les processus de dopage, de frittage et de détection en temps réel, améliorant ainsi la cohérence des lots de 30 %.

Jumeau numérique : établissez un modèle de jumeau numérique de production d'électrodes, optimisez les paramètres du processus et augmentez l'efficacité de la production de 20 %.

Nouveaux domaines d'application :

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

Fabrication additive : Développement d'électrodes en tungstène de lanthane pour l'impression 3D de soudure métallique afin de répondre aux exigences de haute précision des pièces aérospatiales.

Nouvelles énergies : Pour le soudage des équipements éoliens et photovoltaïques, nous avons développé des électrodes résistantes à la corrosion, qui ont prolongé leur durée de vie de 25 %.

Dispositifs médicaux : Développement d'électrodes ultrafines pour la fabrication d'équipements chirurgicaux mini-invasifs, avec une croissance du marché de 20 %.

Normes et études de certification :

Normes internationales : Promouvoir l'élaboration d'une nouvelle version de la norme ISO 6848, couvrant les exigences de microsoudage et de fabrication écologique, qui devrait être publiée en 2027.

Certification verte : Développez un système mondial unifié de certification des électrodes vertes, réduisant le coût de la certification de 30 %.

Reconnaissance mutuelle transfrontalière : obtenez une reconnaissance mutuelle complète de GB/T 14841 avec AWS A5.12 et EN 26848, et réduisez les obstacles au commerce de 15 %.

Etudes interdisciplinaires :

Science des matériaux : Combinez des simulations de chimie quantique pour prédire l'interaction des oxydes dopés avec la matrice de tungstène et optimiser les formulations.

Analyse du Big Data : utilisez les données de soudage pour analyser les performances des électrodes et développer des conceptions d'électrodes personnalisées.

Sciences de l'environnement : étudier l'impact environnemental de la production d'électrodes et développer une filière de production neutre en carbone.



CTIA GROUP LTD Électrode WL20

Appendice

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

A. Glossaire

Électrode de tungstène lanthane : Un matériau d'électrode dopé à l'oxyde de lanthane dans une matrice de tungstène pour le soudage et le découpage.

Oxyde de lanthane : La formule chimique La_2O_3 est utilisée pour améliorer le travail des électrons et les performances de soudage des électrodes de tungstène.

Échappement de travail des électrons : La quantité minimale d'énergie nécessaire pour que les électrons s'échappent de la surface d'un matériau, ce qui affecte les performances d'initiation de l'arc.

Performance d'amorçage de l'arc : la facilité avec laquelle l'électrode peut initier un arc pendant le processus de soudage.

Stabilité de l'arc : La capacité d'un arc à maintenir une combustion constante pendant le processus de soudage.

Résistance à la brûlure : La capacité de l'électrode à résister à l'ablation sous l'action d'un arc à haute température.

Soudage TIG : Soudage sous gaz inerte au tungstène, à l'aide d'électrodes en tungstène pour un soudage de haute précision.

Découpe plasma : Le processus de découpe du métal à l'aide d'un arc plasma à haute température.
Frittage : Le processus de chauffage d'un matériau en poudre à une température inférieure au point de fusion pour le combiner en un corps dense.

Forgeage : Procédé dans lequel un matériau est déformé par une force externe pour améliorer ses propriétés mécaniques.

Dessin : Méthode de traitement dans laquelle une barre métallique est étirée en une forme allongée à travers un moule.

ISO 6848 : Classification et exigences pour les électrodes en tungstène élaborées par l'Organisation internationale de normalisation.

AWS A5.12 : spécification de l'électrode de tungstène développée par l'American Welding Society.

GB/T 14841 : Norme nationale chinoise, spécifiant les exigences techniques pour les électrodes en tungstène.

MEB : Microscope électronique à balayage pour l'analyse de la topographie de surface et de la structure des matériaux.

XRD : Diffraction des rayons X, qui est utilisée pour analyser la structure cristalline des matériaux.

B. Références

[1] Types d'électrodes en tungstène de lanthane et avantages du tungstène de lanthane - news.chinatungsten.com

[2] EN 26848:1991, Électrodes en tungstène pour le soudage.

[3] GB/T 14841-2008, Conditions techniques pour les électrodes en tungstène.

[4] Analyse du marché des électrodes de tungstène de lanthane - Rapport sur le marché mondial des électrodes de tungstène, 2023.

[5] Application de la technologie de fabrication verte dans l'électrode de tungstène - China Welding Journal, 2022.

[6] Chinatungsten Online Technology Co., Ltd. - www.chinatungsten.com.

[7] Ressources en tungstène et tendances du marché - Journal of Materials Science, 2021.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale

- [8] Impact des réglementations RoHS et REACH de l'UE sur les électrodes en tungstène - Réglementations environnementales, 2022.
- [9] Analyse du marché des matériaux de soudage « Belt and Road » - Revue du commerce international, 2023.
- [10] GB/T 26572-2011, Spécification technique pour l'industrie manufacturière verte.
- [11] Progrès de la technologie des électrodes de tungstène de lanthane - Advanced Materials Research, 2020.
- [12] Prévisions du marché mondial des électrodes de tungstène - Rapport d'analyse de marché, 2023.
- [13] EN 26848:1991, Électrodestens de tung pour le soudage.
- [14] JB/T 4730-2005, Méthodes d'inspection de la qualité des matériaux de soudage.
- [15] Recherche sur la technologie de détection des électrodes de tungstène de lanthane - China Welding Journal, 2022.
- [16] Méthode d'analyse de la composition chimique de l'électrode de tungstène - Chimie analytique, 2021.
- [17] Application de la MEB et de la DRX dans les électrodes de tungstène - Caractérisation des matériaux, 2020.
- [18] Avancées dans la technologie des tests de performance électrique - Journal of Welding Technology, 2023.
- [19] Application de la technologie de détection verte dans l'électrode de tungstène - Sciences de l'environnement, 2022.
- [20] Rapport du comité technique ISO/TC 44 sur le soudage, 2023.
- [21] ISO 6848:2015, Consommables pour le soudage — Électrodes en tungstène pour le soudage à l'arc sous protection sous gaz inerte et pour le soudage et le coupage au plasma.
- [22] AWS A5.12:2009, Spécification pour les électrodes de tungstène dispersées et d'oxyde.

Déclaration de droits d'auteur et de responsabilité légale