

Enzyklopädie der Thorium-Wolfram-Elektrode

中钨智造科技有限公司
CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

Weltweit führend in der intelligenten Fertigung für die Wolfram-, Molybdän- und
Seltenerdmetallindustrie

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

EINFÜHRUNG IN DIE CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, eine hundertprozentige Tochtergesellschaft mit unabhängiger Rechtspersönlichkeit, die von CHINATUNGSTEN ONLINE gegründet wurde, widmet sich der Förderung des intelligenten, integrierten und flexiblen Designs und der Herstellung von Wolfram- und Molybdänmaterialien im Zeitalter des industriellen Internets. CHINATUNGSTEN ONLINE, gegründet 1997 mit www.chinatungsten.com als Ausgangspunkt – Chinas erste erstklassige Website für Wolframprodukte – ist das bahnbrechende E-Commerce-Unternehmen des Landes, das sich auf die Wolfram-, Molybdän- und Seltenerdmetallindustrie konzentriert. Mit fast drei Jahrzehnten umfassender Erfahrung in den Bereichen Wolfram und Molybdän erbt die CTIA GROUP die außergewöhnlichen Design- und Fertigungskapazitäten, die hervorragenden Dienstleistungen und den weltweiten Ruf ihrer Muttergesellschaft und wird zu einem umfassenden Anbieter von Anwendungslösungen in den Bereichen Wolframchemikalien, Wolframmetalle, Hartmetalle, Legierungen mit hoher Dichte, Molybdän und Molybdänlegierungen.

In den letzten 30 Jahren hat CHINATUNGSTEN ONLINE mehr als 200 mehrsprachige professionelle Websites für Wolfram und Molybdän eingerichtet, die mehr als 20 Sprachen abdecken und über eine Million Seiten mit Nachrichten, Preisen und Marktanalysen in Bezug auf Wolfram, Molybdän und Seltene Erden enthalten. Seit 2013 hat der offizielle WeChat-Account "CHINATUNGSTEN ONLINE" über 40.000 Informationen veröffentlicht, fast 100.000 Follower bedient und täglich Hunderttausenden von Branchenexperten weltweit kostenlose Informationen zur Verfügung gestellt. Mit kumulativen Besuchen auf seinem Website-Cluster und seinem offiziellen Konto, die Milliarden von Malen erreichen, hat es sich zu einer anerkannten globalen und maßgeblichen Informationsdrehscheibe für die Wolfram-, Molybdän- und Seltenerdmetallindustrie entwickelt, die 24/7 mehrsprachige Nachrichten, Produktleistungen, Marktpreise und Markttrenddienste bietet.

Aufbauend auf der Technologie und Erfahrung von CHINATUNGSTEN ONLINE konzentriert sich die CTIA GROUP darauf, die personalisierten Bedürfnisse der Kunden zu erfüllen. Unter Verwendung der KI-Technologie entwirft und produziert das Unternehmen gemeinsam mit Kunden Wolfram- und Molybdänprodukte mit spezifischen chemischen Zusammensetzungen und physikalischen Eigenschaften (wie Partikelgröße, Dichte, Härte, Festigkeit, Abmessungen und Toleranzen). Das Unternehmen bietet integrierte Dienstleistungen rund um den Prozess, die von der Werkzeugöffnung über die Probeproduktion bis hin zur Endbearbeitung, Verpackung und Logistik reichen. In den letzten 30 Jahren hat CHINATUNGSTEN ONLINE mehr als 130.000 Kunden weltweit F&E-, Design- und Produktionsdienstleistungen für über 500.000 Arten von Wolfram- und Molybdänprodukten erbracht und damit den Grundstein für eine maßgeschneiderte, flexible und intelligente Fertigung gelegt. Auf dieser Grundlage vertieft die CTIA GROUP die intelligente Fertigung und integrierte Innovation von Wolfram- und Molybdänmaterialien im Zeitalter des industriellen Internets.

Dr. Hanns und sein Team bei der CTIA GROUP haben auf der Grundlage ihrer mehr als 30-jährigen Branchenerfahrung auch Wissens-, Technologie-, Wolframpreis- und Markttrendanalysen in Bezug auf Wolfram, Molybdän und Seltene Erden verfasst und veröffentlicht und diese frei mit der Wolframindustrie geteilt. Dr. Han verfügt seit den 1990er Jahren über mehr als 30 Jahre Erfahrung im E-Commerce und internationalen Handel mit Wolfram- und Molybdänprodukten sowie in der Entwicklung und Herstellung von Hartmetallen und hochdichten Legierungen und ist ein anerkannter Experte für Wolfram- und Molybdänprodukte im In- und Ausland. Das Team der CTIA GROUP hält sich an das Prinzip, der Branche professionelle und qualitativ hochwertige Informationen zur Verfügung zu stellen, und verfasst kontinuierlich technische Forschungsarbeiten, Artikel und Branchenberichte, die auf der Produktionspraxis und den Bedürfnissen der Marktkunden basieren und in der Branche weithin gelobt werden. Diese Erfolge sind eine solide Unterstützung für die technologische Innovation, die Produktförderung und den Branchenaustausch der CTIA GROUP und machen sie zu einem führenden Unternehmen bei der Herstellung und Information von Wolfram- und Molybdänprodukten.



Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

Verzeichnis

Kapitel 1 Einleitung

- 1.1 Definition und Überblick über Thorium-Wolfram-Elektroden
- 1.2 Die Bedeutung der Thorium-Wolfram-Elektrode in der Schweißindustrie
- 1.3 Hintergrund der Forschung und Anwendung

Kapitel 2 Arten von Thorium-Wolfram-Elektroden

- 2.1 Thorium-Wolfram-Elektroden werden nach dem Thoriumoxid-Gehalt klassifiziert
 - 2.1.1 WT10 (gelbe Farbe)
 - 2.1.2 WT20 (rote Farbe)
 - 2.1.3 WT30 (Lila Farbe)
 - 2.1.4 WT40 (orange Farbe)
- 2.2 Thorium-Wolfram-Elektroden werden nach Anwendungsszenarien klassifiziert
 - 2.2.1 Thorium-Wolfram-Elektrode zum Gleichstromschweißen
 - 2.2.2 Thorium-Wolfram-Elektrode zum AC-Schweißen (Sonderszene)
- 2.3 Vergleich der Thorium-Wolfram-Elektrode mit anderen Wolfram-Elektroden
 - 2.3.1 Reine Wolframelektrode
 - 2.3.2 Cer-Wolfram-Elektrode
 - 2.3.3 Lanthan-Wolfram-Elektrode
 - 2.3.4 Zirkonium-Wolfram-Elektrode
 - 2.3.5 Yttrium-Wolfram-Elektrode

Kapitel 3 Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode

- 3.1 Physikalische Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.1.1 Hoher Schmelzpunkt und thermische Stabilität der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.1.2 Elektronenarbeit der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.1.3 Leitfähigkeit und mechanische Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode
- 3.2 Chemische Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.2.1 Oxidationsbeständigkeit der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.2.2 Chemische Stabilität der Thorium-Wolfram-Elektrode
- 3.3 Schweißleistung der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.3.1 Lichtbogeninitiierungsleistung der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.3.2 Lichtbogenstabilität der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.3.3 Elektroden-Ausbrennrate der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.3.4 Verhalten der Thorium-Wolfram-Elektrode bei hohen Lastströmen
- 3.4 Radioaktive Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 3.4.1 Spurenradioaktivität von Thoriumoxid
 - 3.4.2 Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt
 - 3.4.3 Vergleich der Thorium-Wolfram-Elektrode mit der nicht-radioaktiven Elektrode
- 3.5 Thorium-Wolfram-Elektroden-Sicherheitsdatenblatt von CTIA GROUP LTD

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Kapitel 4 Vorbereitungs- und Herstellungstechnologie der Thorium-Wolfram-Elektrode

- 4.1 Vorbereitung der Rohstoffe für die Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 4.1.1 Auswahl und Reinigung von Wolframpulver
 - 4.1.2 Thoriumoxid-Dotierungsverfahren
- 4.2 Pulvermetallurgischer Prozess der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 4.2.1 Mischen und Pressen
 - 4.2.2 Sinterprozess
 - 4.2.3 Wärmebehandlung und Getreidekontrolle
- 4.3 Walz- und Schleifprozess der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 4.3.1 Formen von Elektrodenstäben
 - 4.3.2 Oberflächenpolitur und Präzisionskontrolle
- 4.4 Qualitätskontrolle der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 4.4.1 Prüfung der Gleichmäßigkeit der Inhaltsstoffe
 - 4.4.2 Prüfung der Maß- und Oberflächengüte
- 4.5 Prävention und Kontrolle der radioaktiven Kontamination der Thorium-Wolfram-Elektrode
 - 4.5.1 Entsorgung radioaktiver Abfälle im Produktionsprozess
 - 4.5.2 Schutzmaßnahmen und Anforderungen an die Ausrüstung
 - 4.5.3 Behandlung von Abwässern und festen Abfällen

Kapitel 5 Verwendung der Thorium-Wolfram-Elektrode

- 5.1 Anwendung der Thorium-Wolfram-Elektrode im Bereich des Schweißens
 - 5.1.1 Schweißen mit Wolfram-Inertgas (WIG)
 - 5.1.2 Plasmaschweißen
 - 5.1.3 Gleichstrom-Anodenschweißen (Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Nickellegierung, Titanlegierung usw.)
- 5.2 Anwendung der Thorium-Wolfram-Elektrode in anderen Branchen
 - 5.2.1 Kathodenmaterialien in der Vakuumelektronik
 - 5.2.2 Lichtbogenschneiden und Lichtbogeninitiiierung
- 5.3 Einschränkungen von Anwendungsszenarien für Thorium-Wolfram-Elektroden
 - 5.3.1 Szenarien für die Verwendung radioaktiver Energie
 - 5.3.2 Anwendungstrends alternativer Elektroden

Kapitel 6 Produktionsausrüstung für Thorium-Wolfram-Elektroden

- 6.1 Rohstoffverarbeitungsausrüstung für Thorium-Wolfram-Elektroden
 - 6.1.1 Wolframpulver-Schleif- und Siebanlagen
 - 6.1.2 Thoriumoxid-Dotierungsgeräte
- 6.2 Pulvermetallurgie-Ausrüstung für Thorium-Wolfram-Elektroden
 - 6.2.1 Mischer
 - 6.2.2 Pressen
 - 6.2.3 Hochtemperatur-Sinterofen
- 6.3 Form- und Verarbeitungsausrüstung für Thorium-Wolfram-Elektroden
 - 6.3.1 Kalandrierer
 - 6.3.2 Schleif- und Poliergeräte

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

6.4 Strahlenschutz-ausrüstung für Thorium-Wolfram-Elektroden

6.4.1 Spezielles Schleif- und Staubentfernungssystem

6.4.2 Gehäuse und Lüftungseinrichtungen

6.4.3 Entsorgungsanlagen für radioaktive Abfälle

6.5 Prüfgeräte für Thorium-Wolfram-Elektroden

6.5.1 X-γ-Strahlungsdosisleistungs-Detektor

6.5.2 α, β Detektor für Oberflächenkontamination

Kapitel 7 In- und ausländische Normen für Thorium-Wolfram-Elektroden

7.1 Internationale Normen für Thorium-Wolfram-Elektroden

7.1.1 ISO 6848:2015 (Klassifizierung und Anforderungen an Wolframelektroden)

7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (Spezifikation für Wolframelektroden des American Welding Institute)

7.1.3 EN 26848 (Europäische Norm für Wolframelektroden)

7.2 Inländische Normen für Thorium-Wolfram-Elektroden

7.2.1 GB/T 4187-2017 (Nationale Norm für Wolframelektroden)

7.2.2 GB 18871-2002 (Grundnorm für den Schutz vor ionisierender Strahlung und die Sicherheit von Strahlenquellen)

7.2.3 Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen zur Erschließung und Nutzung von assoziierten radioaktiven Mineralien (zur versuchsweisen Durchführung)

7.3 Radioaktive Sicherheitsnormen für Thorium-Wolfram-Elektroden

7.3.1 Thorium-232-ausgenommene Aktivitätskonzentration (1 Bq/g)

7.3.2 Schutzanforderungen bei Herstellung und Verwendung

Kapitel 8 Nachweismethoden der Thorium-Wolfram-Elektrode

8.1 Nachweis der chemischen Zusammensetzung der Thorium-Wolfram-Elektrode

8.1.1 Analyse des Thoriumoxid-Gehalts

8.1.2 Erkennung des Verunreinigungsgehalts

8.2 Prüfung der physikalischen Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode

8.2.1 Dichte- und Härteprüfung

8.2.2 Analyse der Kornstruktur

8.3 Radioaktivitätsdetektion der Thorium-Wolfram-Elektrode

8.3.1 X-γ Detektion der Strahlendosisleistung

8.3.2 α, β Erkennung von Oberflächenverunreinigungen

8.3.3 Überwachung der Umweltstrahlung

8.4 Schweißleistungstest der Thorium-Wolfram-Elektrode

8.4.1 Leistungstest des Lichtbogens

8.4.2 Prüfung der Lichtbogenstabilität und der Brenngeschwindigkeit

8.5 Prüfausrüstung und Kalibrierung der Thorium-Wolfram-Elektrode

8.5.1 Anforderungen an die Kalibrierung von Prüfgeräten

8.5.2 Testumgebung und Betriebsspezifikationen

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Kapitel 9 Vor- und Nachteile der Thorium-Wolfram-Elektrode

9.1 Vorteile der Thorium-Wolfram-Elektrode

9.1.1 Hervorragende Schweißleistung

9.1.2 Hohe Temperaturfestigkeit und Verschleißfestigkeit

9.2 Nachteile der Thorium-Wolfram-Elektrode

9.2.1 Risiko einer radioaktiven Kontamination

9.2.2 Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit

Kapitel 10 Lagerung, Transport und Sicherheitsmanagement von Thorium-Wolfram-Elektroden

10.1 Anforderungen an die Lagerumgebung und -bedingungen

10.2 Verpackungsnormen und Schutzmaßnahmen

10.3 Sicherheitsvorkehrungen während des Transports

10.4 Praktiken des Sicherheitsmanagements für radioaktive Stoffe

10.5 Notfallbehandlung und Unfallverhütung

Kapitel 11 Zukünftige Entwicklungstrends und Herausforderungen der Thorium-Wolfram-Elektrode

11.1 Fortschritt der Forschung und Entwicklung alternativer Materialien für Thorium-Wolfram-Elektroden

11.2 Umweltschutz und radiologischer Sicherheitsdruck

11.3 Neue Zubereitungsprozesse und umweltfreundliche Fertigung

11.4 Verbesserungsrichtung der Leistung von Thorium-Wolfram-Elektroden

11.5 Veränderungen der Marktnachfrage und Entwicklung der Industriekette

11.6 Auswirkungen von Richtlinien und Vorschriften sowie Compliance-Entwicklung

Anhang

A. Glossar

B. Verweise

Kapitel 1 Einleitung

1.1 Definition und Übersicht der Thoriumwolframelektrode

Die Thorium-Wolfram-Elektrode ist eine Legierungselektrode mit hochreinem Wolfram als Matrix, die mit einer geringen Menge Thoriumoxid (ThO_2 , normalerweise zwischen 0,9 % und 4,2 %) dotiert ist und in hochpräzisen Schweißprozessen wie dem Wolfram-Schutzgasschweißen (WIG-Schweißen) weit verbreitet ist. Sein Hauptbestandteil, Wolfram, hat einen extrem hohen Schmelzpunkt (ca. 3422 °C) und eine ausgezeichnete elektrische Leitfähigkeit, während die Zugabe von Thoriumoxid die Elektronenarbeit der Elektrode (ca. 2,63 eV) erheblich reduziert und dadurch die Lichtbogeneinleitungsleistung und Lichtbogenstabilität verbessert. Thorium-Wolfram-Elektroden werden in der Regel nach unterschiedlichen Thoriumoxid-Gehalten klassifiziert, und zu den weltweit gebräuchlichsten Modellen gehören WT10 (0,9-1,2 % ThO_2 , gelbe Beschichtung), WT20 (1,8-2,2 % ThO_2 , rote Beschichtungsspitze), WT30 (2,8-3,2 % ThO_2 , violetter Applikator) und WT40 (3,8-4,2 % ThO_2 , orange-gelber Applikator). Diese Modelle sind farbcodiert, um eine einfache Unterscheidung in Produktion und Verwendung zu ermöglichen.

Das Aussehen von Thoriumwolframelektroden ist stabförmig, normalerweise zwischen 0,5 mm und 10 mm Durchmesser, und die Länge beträgt im Allgemeinen 150 mm oder 175 mm, und die Oberfläche ist präzisionsgeschliffen und poliert, um die Stabilität während des Schweißprozesses zu gewährleisten. Seine einzigartigen Eigenschaften beruhen auf dem hohen Schmelzpunkt von Wolfram und der thermischen Elektronenemissionsfähigkeit von Thoriumoxid, die es ihm ermöglicht, bei hohen Strombelastungen einen stabilen Lichtbogen aufrechtzuerhalten und gleichzeitig das Durchbrennen der Elektrode zu reduzieren. Die Dotierung von Thoriumoxid erhöht nicht nur die hohe Temperaturbeständigkeit der Elektrode, sondern macht sie auch hervorragend für das Schweißen von Gleichstromanoden (DCEN) geeignet, besonders geeignet für das Schweißen von Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Nickellegierungen und Titanlegierungen.

Thoriumwolframelektroden zeichnen sich jedoch aufgrund ihres Thoriumoxidgehalts durch Spuren von Radioaktivität (hauptsächlich α und β Teilchenstrahlung aus, wodurch sie besondere Vorsichtsmaßnahmen bei der Herstellung, Lagerung und Verwendung erfordern. Trotz seiner geringen Radioaktivitätswerte (Thorium-232 hat eine ausgenommene Aktivitätskonzentration von 1 Bq/g) kann eine Langzeitexposition immer noch potenzielle Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt haben. Daher sind in den letzten Jahren nach und nach nicht-radioaktive Elektroden wie Cerwolfram und Lanthanwolfram zu Substitutionen geworden, aber Thoriumwolframelektroden nehmen aufgrund ihrer hervorragenden Schweißeigenschaften in bestimmten Bereichen immer noch eine wichtige Position ein.

1.2 Die Bedeutung von Thoriumwolframelektroden in der Schweißindustrie

Thorium-Wolfram-Elektroden sind in der Schweißindustrie von unersetzlicher Bedeutung, insbesondere bei hochpräzisen Prozessen wie dem Wolfram-Argon-Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißen) und dem Plasmaschweißen. Das WIG-Schweißen ist ein Schweißverfahren, bei dem ein Inertgas (z. B. Argon oder Helium) zum Schutz des Lichtbogens und des Schweißbades verwendet wird, und das in der Luft- und Raumfahrt, der Nuklearindustrie, im Automobilbau und

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

im Schiffbau weit verbreitet ist. Thorium-Wolfram-Elektroden haben sich aufgrund ihrer hervorragenden Lichtbogeneinleitungsleistung und Lichtbogenstabilität zum bevorzugten Elektrodenmaterial für das WIG-Schweißen entwickelt.

Zunächst einmal eignet sich die Thorium-Wolfram-Elektrode gut beim DC-Anodenschweißen. Durch die geringe Elektronenaustrittsleistung kann die Elektrode leicht einen Lichtbogen auslösen, und der Lichtbogen bleibt bei hohen Strömen stabil, wodurch Spritzer und Schweißfehler reduziert werden. Dies ist besonders wichtig beim Schweißen von Metallen mit hohen Schmelzpunkten, wie z. B. Titanlegierungen und Edelstählen. In der Luft- und Raumfahrtindustrie beispielsweise, wo das Schweißen von Titanbauteilen eine extrem hohe Präzision und Oberflächenqualität erfordert, sorgen Thoriumwolframelektroden für Gleichmäßigkeit und Festigkeit der Schweißnaht. Darüber hinaus verlängert die geringe Ausbrennrate von Thoriumwolframelektroden bei hohen Strombelastungen die Lebensdauer der Elektroden und senkt die Produktionskosten.

Zweitens eignen sich Thoriumwolframelektroden aufgrund ihrer hohen Leitfähigkeit und thermischen Stabilität für das Schweißen einer Vielzahl von Materialien, darunter Kohlenstoffstahl, legierter Stahl, Kupferlegierungen und Nickelbasislegierungen. Elektroden mit unterschiedlichen Thoriumoxid-Gehalten, wie z. B. WT20 und WT40, können je nach Schweißstrom und Materialtyp ausgewählt werden, um unterschiedliche Prozessanforderungen zu erfüllen. Beispielsweise wird WT20 aufgrund seines moderaten Thoriumoxidgehalts (1,8-2,2 %) am häufigsten beim Mittelstromschweißen eingesetzt, während WT40 eher für Hochstrom- und Hochleistungsindustrieszenarien geeignet ist.

Darüber hinaus haben Thorium-Wolfram-Elektroden auch wichtige Anwendungen beim Plasmaschweißen und Lichtbogenschneiden. Beim Plasmaschweißen muss die Elektrode in einer Hochtemperatur- und Hochdruck-Plasmaumgebung stabil bleiben, und die Hochtemperaturbeständigkeit von Thoriumwolframelektroden macht sie zur idealen Wahl. Beim Lichtbogenschneiden können Thoriumwolframelektroden einen hochfesten Lichtbogen liefern, um die Schneideffizienz und -präzision zu gewährleisten. Diese Eigenschaften machen Thoriumwolframelektroden in der modernen Industrie unverzichtbar, und obwohl ihre Radioaktivitätsprobleme zur Erforschung alternativer Materialien geführt haben, sind ihre Vorteile in bestimmten Szenarien mit hoher Nachfrage immer noch schwer vollständig zu ersetzen.

1.3 Hintergrund der Forschung und Anwendung

Die Entwicklung und Anwendung von Thorium-Wolfram-Elektroden begann im frühen 20. Jahrhundert und entwickelte sich allmählich mit dem Aufkommen der Lichtbogenschweißtechnologie. Wolfram ist aufgrund seines hohen Schmelzpunkts und seiner hervorragenden elektrischen Leitfähigkeit eine ideale Wahl für Elektrodenmaterialien, aber die Schwierigkeit der Lichtbogeninitiierung und die Lichtbogeninstabilität von reinen Wolframelektroden bei hohen Strömen schränken seine Anwendung ein. In den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts fanden Forscher heraus, dass die Leistung von Wolframelektroden durch die Dotierung einer kleinen Menge Thoriumoxid deutlich verbessert werden konnte. Die Entdeckung, dass die geringe Elektronenarbeit von Thoriumoxid die für die Lichtbogenzündung erforderliche Energie

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

reduziert und gleichzeitig die Haltbarkeit der Elektrode bei hohen Temperaturen verbessert, hat zu einer weit verbreiteten Anwendung von Thoriumwolframelektroden geführt.

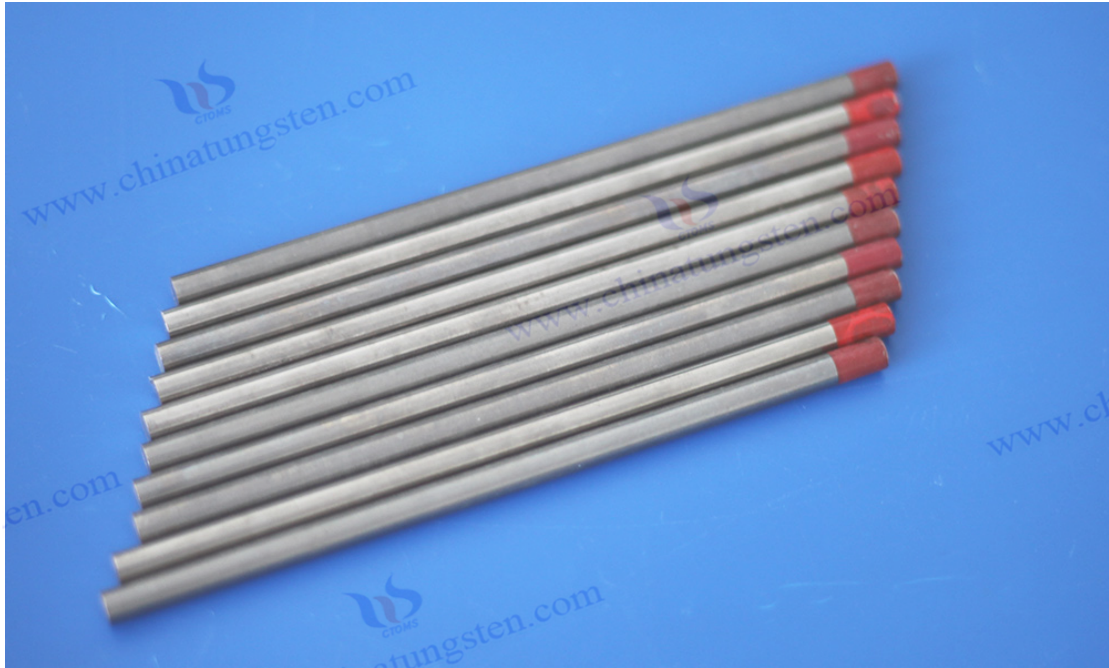
In den folgenden Jahrzehnten wurde der Herstellungsprozess von Thoriumwolframelektroden immer besser. Die Einführung der Pulvermetallurgie-Technologie hat es ermöglicht, eine gleichmäßige Verteilung des Thoriumoxids zu erreichen, was die Qualität und Konsistenz der Elektroden verbessert. In den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts, mit der Popularisierung der WIG-Schweißtechnologie, wurden Thoriumwolframelektroden zu den Mainstream-Materialien in der Schweißindustrie, und es wurden auch internationale Standards (wie ISO 6848 und AWS A5.12) formuliert, um ihre Herstellung und Verwendung zu regeln.

Die Radioaktivität von Thorium-Wolfram-Elektroden hat jedoch nach und nach Aufmerksamkeit erregt. Thorium-232 in Thoriumoxid ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Element, bei dessen Zerfall α Teilchen und geringe Mengen an β und γ Strahlung freigesetzt werden. Trotz seiner geringen Radioaktivität kann es während der Herstellung und Verwendung immer noch ein potenzielles Risiko für die Gesundheit der Arbeiter und die Umwelt darstellen, z. B. durch Staub, der beim Elektrodenschleifen entsteht. Seit den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts haben europäische und amerikanische Länder begonnen, die Forschung und Entwicklung von nicht-radioaktiven Elektroden zu fördern, und Cer-Wolfram-Elektroden (WC20) und Lanthan-Wolfram-Elektroden (WL20) sind nach und nach auf den Markt gekommen. Diese alternativen Elektroden stehen Thorium-Wolfram-Elektroden in ihrer Leistungsfähigkeit nahe und bergen kein radioaktives Risiko, so dass sie in einigen Bereichen nach und nach Thorium-Wolfram-Elektroden ersetzen.

Trotzdem haben Thorium-Wolfram-Elektroden in einigen anspruchsvollen Bereichen immer noch einzigartige Vorteile. So sind beispielsweise in der Nuklearindustrie und in der Luft- und Raumfahrt Thorium-Wolfram-Elektroden aufgrund ihrer hervorragenden Lichtbogenstabilität und hohen Temperaturbeständigkeit nach wie vor das Material der Wahl. In den letzten Jahren hat sich der Schwerpunkt der Forschung auf die Optimierung des Produktionsprozesses von Thoriumwolframelektroden verlagert, um die radioaktive Kontamination zu reduzieren, und gleichzeitig neue Dotierungsmaterialien zu erforschen, um die Leistung weiter zu verbessern. Darüber hinaus werden die Produktion und Verwendung von Thoriumwolframelektroden durch immer strengere Umweltauflagen immer eingeschränkt, was die Industrie dazu veranlasst, sicherere und umweltfreundlichere Alternativen zu entwickeln.

Weltweit wird die Anwendung und Forschung von Thoriumwolframelektroden fortgesetzt. Als bedeutendes Land bei den Wolframressourcen nimmt China eine wichtige Position bei der Produktion und dem Export von Thoriumwolframelektroden ein, und die damit verbundenen Unternehmen verbessern weiterhin ihre Produktionsprozesse, um internationalen Standards zu entsprechen. Gleichzeitig ist die Nachfrage nach Thorium-Wolfram-Elektroden in der internationalen Schweißindustrie nach wie vor hoch, insbesondere in Entwicklungsländern und in bestimmten Industriesektoren. In Zukunft kann sich die Rolle der Thoriumwolframelektroden mit der Weiterentwicklung neuer Materialien und Verfahren ändern, aber ihre wichtige Stellung in der Geschichte der Schweißtechnik ist unbestreitbar.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Kapitel 2 Arten von Thorium-Wolfram-Elektroden

Als Kernzusatzwerkstoffe beim Wolfram-Schutzgasschweißen (WIG-Schweißen) und beim Plasmaschweißen gibt es viele Arten von Thorium-Wolfram-Elektroden, die je nach den unterschiedlichen Thoriumoxid-Gehalten und Anwendungsszenarien sorgfältig klassifiziert werden können. Die Klassifizierung von Thoriumwolframelektroden spiegelt nicht nur die Unterschiede in ihrer chemischen Zusammensetzung und ihren physikalischen Eigenschaften wider, sondern spiegelt auch ihre Anwendbarkeit in verschiedenen Schweißprozessen und industriellen Szenarien wider. In diesem Kapitel wird die Klassifizierung von Thoriumwolframelektroden nach Thoriumoxidgehalt, die Klassifizierung nach Anwendungsszenario und der Vergleich mit anderen Arten von Wolframelektroden ausführlich erörtert.

2.1 Thorium-Wolfram-Elektroden werden nach dem Thoriumoxid-Gehalt klassifiziert

Die Haupteigenschaften der Thoriumwolframelektrode ergeben sich aus dem dotierten Thoriumoxid (ThO_2) in der Wolframmatrix, und sein Gehalt wirkt sich direkt auf die Elektronenarbeit der Elektrode, die Lichtbogenstabilität, die Ausbrennrate und den anwendbaren Strombereich aus. Internationale Standards (z. B. ISO 6848:2015 und AWS A5.12/A5.12M) klassifizieren Thoriumwolframelektroden anhand ihres Thoriumoxidgehalts in mehrere Modelle und identifizieren sie mit unterschiedlichen Farbabplikatoren zur einfachen Unterscheidung in Produktion und Verwendung. Hier sind vier gängige Modelle: WT10, WT20, WT30 und WT40, die jeweils erhebliche Unterschiede in Bezug auf Leistung und Anwendungsszenarien aufweisen.

2.1.1 WT10 (gelbe Farbe)

Die Thoriumwolframelektrode WT10 enthält eine Thoriumwolframelektrode von 0,8 bis 1,2 %, die Art der Thoriumwolframelektrode mit dem niedrigsten Thoriumoxidgehalt und ist mit einem gelben

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Beschichtungskopf gekennzeichnet. Sein niedriger Thoriumoxid-Gehalt sorgt für ein Gleichgewicht zwischen Elektronenarbeit und Schweißleistung, wodurch er für Schweißaufgaben mit niedrigem bis mittlerem Strom geeignet ist.

Leistungsmerkmale:

Die Elektronenarbeit der WT10-Elektrode beträgt etwa 2,63 eV, was niedriger ist als die der reinen Wolframelektrode (etwa 4,5 eV), wodurch die für den Lichtbogenstart erforderliche Energie erheblich reduziert wird, wodurch sie eine gute Lichtbogeneinleitungsleistung bei niedrigen Strombedingungen (typischerweise 50-150 A) aufweist. Die Lichtbogenstabilität ist besser, insbesondere beim DCEN-Negativelektrodenschweißen (DCEN), bei dem der Lichtbogen konzentriert ist und weniger Spritzer entstehen. Aufgrund des niedrigen Thoriumoxidgehalts hat WT10 eine relativ hohe Ausbrennrate, insbesondere bei hohen Strömen oder bei langen Dauerschweißzeiten, bei denen die Elektrodenspitze leicht geschmolzen oder Thoriummangel aufweisen kann.

Der Radioaktivitätswert von WT10 ist der niedrigste aller Thoriumwolframelektroden und die Aktivitätskonzentration von Thorium-232 liegt nahe an der Ausnahmenorm (1 Bq/g), so dass die Anforderungen an den Strahlenschutz in Produktion und Einsatz relativ locker sind. Damit ist sie die bevorzugte Elektrode für radioaktive industrielle Anwendungen, wie z. B. die Herstellung medizinischer Geräte.

Anwendungsszenarien

WT10 wird hauptsächlich für das Schweißen von dünnen Blechen und das Niedrigstrom-Präzisionsschweißen verwendet und eignet sich für Materialien wie Kohlenstoffstahl, Edelstahl und Kupferlegierungen. Bei der Herstellung von Fahrradrahmen sind WT10-Elektroden beispielsweise in der Lage, einen stabilen Lichtbogen zu liefern, die Überhitzung der Schweißnähte zu reduzieren und qualitativ hochwertige Verbindungen zu gewährleisten. Darüber hinaus kann WT10 auch in Mikro-WIG-Schweißprozessen eingesetzt werden, wie z. B. beim Präzisionsschweißen von elektronischen Bauteilen.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: geringe Radioaktivität, gute Lichtbogenzündungsleistung, geeignet für Niedrigstromschweißen, relativ niedrige Kosten.

Nachteile: Hohe Ausbrennrate bei hohen Strömen, nicht geeignet für hohe Belastung oder langfristiges kontinuierliches Schweißen.

Vorsichtsmaßnahmen für Produktion und Verwendung

Bei der Herstellung von WT10-Elektroden ist es notwendig, eine gleichmäßige Verteilung des Thoriumoxids zu gewährleisten, um lokale Ungleichmäßigkeiten zu vermeiden. Bei der Verwendung wird empfohlen, einen geeigneten Schleifwinkel (typischerweise 15°-30°) zu verwenden, um die Lichtbogenkonzentration zu optimieren. Darüber hinaus sind während des Schleifprozesses spezielle Schleifmaschinen und Entstaubungsgeräte erforderlich, um das Risiko des Einatmens von Thoriumstaub zu verringern.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

2.1.2 WT20 (rote Farbe)

WT20 ist mit einem Thoriumoxidgehalt von 1,7-2,2 % der derzeit am weitesten verbreitete Typ von Thoriumwolframelektroden und ist durch einen roten Mantel gekennzeichnet. Sein moderater Thoriumoxidgehalt ermöglicht es, das beste Gleichgewicht zwischen Leistung, Kosten und Anwendbarkeit zu erreichen, und wird häufig im industriellen Schweißen eingesetzt.

Leistungsmerkmale:

Die Elektronenarbeit der WT20-Elektrode ist ähnlich wie bei der WT10, aber ihre Lichtbogenstabilität wird durch den höheren Thoriumoxid-Gehalt weiter verbessert, wodurch sie für den mittleren bis hohen Strombereich (100-300 A) geeignet ist. Beim Gleichstrom-Anodenschweißen ist der WT20 in der Lage, einen konzentrierten und stabilen Lichtbogen aufrechtzuerhalten und so Schweißfehler zu reduzieren. Im Vergleich zu WT10 hat WT20 eine niedrigere Ausbrennrate, und die Elektrodenspitze ist bei hohen Temperaturen haltbarer, wodurch sie für kontinuierliches Schweißen über längere Zeiträume geeignet ist.

WT20 hat eine etwas höhere Radioaktivität als WT10, liegt aber immer noch in einem sicheren Bereich. Schutzmaßnahmen bei Produktion und Verwendung müssen strikt den einschlägigen Normen (z. B. GB 18871-2002) folgen, einschließlich des Tragens von Schutzmasken und der Verwendung von Lüftungsgeräten.

Anwendungsszenarien

WT20 ist eine "Allrounder"-Elektrode im WIG-Schweißen, die beim Schweißen von Edelstahl, Kohlenstoffstahl, Nickellegierungen und Titanlegierungen weit verbreitet ist. In der Luft- und Raumfahrt wird WT20 häufig zum Schweißen von Bauteilen aus Titanlegierungen verwendet, z. B. bei der Herstellung von Schaufeln für Flugzeugtriebwerke, wo sein stabiler Lichtbogen und seine niedrige Ausbrennrate für qualitativ hochwertige Schweißnähte sorgen. In der petrochemischen Industrie wird WT20 auch häufig zum Rohrschweißen verwendet, insbesondere zum Verbinden von korrosionsbeständigen Materialien in rauen Umgebungen.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: starke Lichtbogenstabilität, niedrige Ausbrennrate, großer Bereich des anwendbaren Stroms, geeignet für eine Vielzahl von Materialien.

Nachteile: Etwas höhere Radioaktivität, strenger Schutz ist erforderlich; Die Kosten sind höher als bei WT10.

Vorsichtsmaßnahmen für Produktion und Verwendung

Die Herstellung von WT20 erfordert eine präzise Kontrolle des Dotierungsverhältnisses von Thoriumoxid, um eine gleichbleibende Leistung zu gewährleisten. Bei der Verwendung wird empfohlen, einen Schleifwinkel von 20°-35° zu verwenden und den Zustand der Elektrodenspitze beim Schweißen mit hohem Strom regelmäßig zu überprüfen, um Thoriumverluste zu vermeiden, die die Schweißqualität beeinträchtigen. Schleifstaub muss ordnungsgemäß gesammelt und entsorgt werden, um Umweltbelastungen zu vermeiden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

2.1.3 WT30 (Lila Farbe)

Die WT30-Elektrode enthält 2,8-3,2 % Thoriumoxid und ist mit einem violett beschichteten Kopf gekennzeichnet, wodurch sie für Hochstrom- und Hochleistungslötanwendungen geeignet ist. Sein hoher Thoriumoxid-Gehalt erhöht die hohe Temperaturbeständigkeit und Lichtbogenstabilität der Elektrode erheblich.

Leistungsmerkmale:

Die Elektronenarbeit von WT30 ist etwas geringer als die von WT20, was die Schwierigkeit des Lichtbogens weiter verringert und der Lichtbogen bleibt bei hohen Strömen (200-400 A) stabil. Seine Abbrandrate ist die niedrigste unter den Thorium-Wolfram-Elektroden, und die Elektrodenspitze lässt sich bei hohen Temperaturen und hohem Druck nicht leicht schmelzen oder verformen, was für langfristiges kontinuierliches Schweißen geeignet ist. Die hervorragende Leitfähigkeit und thermische Stabilität des WT30 machen ihn hervorragend für Szenarien in der Schwerindustrie geeignet.

Der hohe Thoriumoxid-Gehalt führt jedoch zu einer höheren Radioaktivität und strengeren Schutzanforderungen bei Herstellung und Verwendung. Die Bediener sind verpflichtet, Schutzausrüstung zu tragen und für eine gute Belüftung der Arbeitsumgebung zu sorgen.

Anwendungsszenarien

WT30 wird hauptsächlich für das Schweißen von dicken Blechen und die Herstellung von schweren Strukturteilen verwendet, wie z. B. das Schweißen von Stahlblechen im Schiffbau, das Schweißen von Druckbehältern in Kernkraftwerken und die Montage von großen Maschinen und Geräten. Durch seine Fähigkeit, bei hohen Strömen einen stabilen Lichtbogen aufrechtzuerhalten, eignet es sich zum Schweißen von Materialien mit hohen Schmelzpunkten, wie z. B. Titanlegierungen und Nickelbasislegierungen. Darüber hinaus kann WT30 auch für das Plasmaschweißen und Lichtbogenschneiden verwendet werden, wo Elektroden erforderlich sind, um die Leistung unter extremen Bedingungen aufrechtzuerhalten.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: ausgezeichnete Lichtbogenstabilität, sehr niedrige Ausbrennrate, geeignet für Hochstrom- und Hochleistungsschweißen.

Nachteile: hohe Radioaktivität, hohe Schutzkosten; Die Kosten sind höher als bei WT10 und WT20.

Vorsichtsmaßnahmen für Produktion und Verwendung

Die Herstellung von WT30 erfordert ein hochpräzises pulvermetallurgisches Verfahren, das eine gleichmäßige Verteilung des Thoriumoxids gewährleistet, um lokale Defekte zu vermeiden. Während des Gebrauchs wird empfohlen, einen Schleifwinkel von 25°-40° zu haben, um die Lichtbogenkonzentration und Haltbarkeit zu optimieren. Während des Mahlens und der Verwendung ist es notwendig, die Vorschriften zum Schutz vor radioaktivem Strahlung strikt einzuhalten und mit einer speziellen Auffangvorrichtung für den Umgang mit Thoriumstaub ausgestattet zu sein.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

2.1.4 WT40 (orange Farbe)

Die WT40-Elektrode enthält 3,8-4,2 % Thoriumoxid, gekennzeichnet durch einen orange-gelben Beschichtungskopf, und ist das Modell der Wolframelektrode mit dem höchsten Thoriumoxid-Wolfram-Gehalt und dem höchsten Thoriumoxid-Gehalt, die für extrem hohe Ströme und Hochleistungsschweißen ausgelegt ist.

Leistungsmerkmale:

Der WT40 hat die geringste Elektronenleistung (ca. 2,6 eV) und eine hervorragende Lichtbogeninitiierungsleistung, wodurch auch bei ultrahohen Strömen (300-500 A) ein stabiler Lichtbogen erhalten bleibt. Die Ausbrennrate ist extrem niedrig, und die Elektrodenspitze hat während des Langzeitbetriebs bei hohen Temperaturen fast keine offensichtlichen Verluste, was für extreme Industrieszenarien geeignet ist. Der WT40 ist thermisch extrem stabil und mechanisch stabil und in der Lage, hochintensiven Lichtbogenstößen standzuhalten.

WT40 weist jedoch die höchste Radioaktivität auf, die Aktivitätskonzentration von Thorium-232 liegt nahe oder leicht über der Ausnahmenorm, und die Anforderungen an den Strahlenschutz bei Herstellung und Verwendung sind am strengsten. Die Bediener müssen vollständig mit Schutzausrüstung ausgestattet sein, und die Arbeitsplätze müssen mit effizienten Belüftungs- und Entstaubungssystemen ausgestattet sein.

Anwendungsszenarien

WT40 wird hauptsächlich für das Schweißen von ultradicken Blechen und industrielle Anwendungen mit extremen Bedingungen verwendet, wie z. B. das Schweißen von Druckbehältern in Kernreaktoren, das Fügen großer Strukturen aus Titanlegierungen in der Luft- und Raumfahrt und die Herstellung schwerer Maschinen. Beim Plasmaschneiden kann die WT40 auch einen hochfesten Lichtbogen liefern, um die Effizienz und Präzision des Schneidens zu gewährleisten. Seine Langlebigkeit in Hochlastszenarien macht ihn zur ersten Wahl für spezielle industrielle Anwendungen.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: Optimale Lichtbogenstabilität, niedrigste Ausbrennrate, geeignet für ultrahohe Ströme und extreme Bedingungen.

Nachteile: höchste Radioaktivität, extrem hohe Schutzkosten; Hohe Produktions- und Nutzungskosten.

Vorsichtsmaßnahmen für Produktion und Verwendung

Die Herstellung von WT40 erfordert den Einsatz hochpräziser Geräte zur Kontrolle der Dotierung und Verteilung von Thoriumoxid, und der Sinterprozess muss in einer Hochtemperatur-Vakuumumgebung durchgeführt werden, um die Qualität zu gewährleisten. Im Betrieb beträgt der empfohlene Schleifwinkel 30°-45°, um hohen Stromanforderungen gerecht zu werden. Strikte Einhaltung der radioaktiven Sicherheitsnormen bei Schleif- und Schweißprozessen und regelmäßige Überwachung der Umgebungsstrahlung.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

2.2 Thorium-Wolfram-Elektroden werden nach Anwendungsszenarien klassifiziert

Die Anwendungsszenarien von Thorium-Wolfram-Elektroden basieren hauptsächlich auf dem Unterschied in ihrer Leistung beim Gleichstrom- (DC) und Wechselstromschweißen (AC). Da die Arbeit der elektronischen Evolution und die Lichtbogenstabilität von Thoriumwolframelektroden besser ist als die von reinen Wolframelektroden, wird es hauptsächlich für das Gleichstromanodenschweißen verwendet, hat aber auch Anwendungen in bestimmten Wechselstromschweißszenarien.

2.2.1 Thorium-Wolframelektrode zum Gleichstromschweißen

Das DC-Anodenschweißen (DCEN) ist das häufigste Anwendungsszenario für Thorium-Wolfram-Elektroden. Beim DCEN-Schweißen wird die Elektrode mit der negativen Elektrode der Stromversorgung verbunden, das Werkstück wird mit der positiven Elektrode verbunden, und Elektronen fließen von der Elektrode zum Werkstück, was zu einem konzentrierten und stabilen Lichtbogen führt. In diesem Modus sorgen die geringe Elektronenfluchtarbeit und die hervorragende thermische Stabilität der Thorium-Wolframelektrode für eine gute Leistung.

Leistungsmerkmale:

Im DCEN-Modus kann die Thoriumwolframelektrode leicht einen Lichtbogen initiieren, und der Lichtbogen wird konzentriert, und die Wärme wird hauptsächlich auf das Werkstück konzentriert, wodurch die Wärmebelastung der Elektrode reduziert wird. Dies verschafft Thorium-Wolfram-Elektroden deutliche Vorteile beim Schweißen von Kohlenstoffstählen, Edelstählen, Nickellegierungen und Titanlegierungen. Verschiedene Arten von Thorium-Wolfram-Elektroden eignen sich für unterschiedliche Strombereiche:

WT10: geeignet für niedrige Ströme (50-150 A) für dünnes Blech- und Präzisionsschweißen.

WT20: Geeignet für mittlere bis hohe Ströme (100-300 A) und weit verbreitet im industriellen Schweißen.

WT30 und WT40: Geeignet für hohe bis ultrahohe Ströme (200-500 A) für dickes Blech- und Hochleistungsschweißen.

Thorium-Wolfram-Elektroden haben eine niedrige Ausbrennrate beim DCEN-Schweißen und eine lange Lebensdauer der Elektroden, insbesondere bei hohen Strömen, wodurch die Spitzenform beibehalten werden kann, wodurch der Bedarf an häufigem Austausch reduziert wird. Darüber hinaus eignet es sich aufgrund seiner hohen Lichtbogenstabilität, seiner hervorragenden Schweißqualität und seiner geringen Spritzer für hochpräzises Schweißen.

Anwendungsszenarien

Luft- und Raumfahrt: Schweißen von Bauteilen aus Titan und Nickellegierungen, wie z. B. Flugzeugrumpf und Triebwerkskomponenten.

Nuklearindustrie: Schweißen von Druckbehältern und Rohren, die hochfeste und fehlerfreie Schweißnähte erfordern.

Petrochemische Industrie: Schweißen von Rohren und Geräten mit korrosionsbeständigen Materialien wie Edelstahl und Nickelbasislegierungen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Automobilbau: Schweißen von hochfesten Stählen und Aluminiumlegierungen, wie z. B. Karosserie- und Aufhängungskomponenten.

Vorsichtsmaßnahmen

Beim DCEN-Schweißen ist es notwendig, den geeigneten Elektrodentyp und Schleifwinkel entsprechend der Materialstärke und des Schweißstroms auszuwählen. Die Elektrodenspitze muss regelmäßig überprüft und nachgeschliffen werden, um die Lichtbogenkonzentration aufrechtzuerhalten. Das Schleifen erfordert den Einsatz einer speziellen Schleifmaschine und einer Staubsammelvorrichtung, um das Risiko von Radioaktivität zu verringern.

2.2.2 Thorium-Wolfram-Elektrode zum AC-Schweißen (Sonderszene)

Obwohl Thorium-Wolfram-Elektroden in erster Linie für das DCEN-Schweißen verwendet werden, finden sie auch Anwendungen in bestimmten Wechselstrom-Schweißszenarien (AC), insbesondere beim Schweißen von Leichtmetallen wie Aluminium und Magnesium. Beim AC-Schweißen wird der Strom periodisch zwischen der positiven und der negativen Elektrode umgeschaltet und die Elektroden thermisch stärker belastet.

Leistungsmerkmale:

Beim AC-Schweißen sind Thorium-Wolfram-Elektroden nicht so leistungsfähig wie Lanthan-Wolfram- oder Zirkonium-Wolfram-Elektroden, können aber dennoch in bestimmten Szenarien eingesetzt werden. WT20 und WT30 bieten aufgrund ihres höheren Thoriumoxidgehalts eine gute Lichtbogenstabilität im AC-Modus, aber die Elektrodenspitze neigt während des positiven Elektrodenzyklus (DCEP) zu Überhitzung, was zu Thoriumverlust und Elektrodendurchbrennen führt. Infolgedessen erfordern Thoriumwolframelektroden beim AC-Schweißen oft höhere Wartungsfrequenzen, wie z. B. häufiges Schleifen, um die Spitzenform wiederherzustellen.

Anwendungsszenarien

Schweißen von Aluminiumlegierungen: In der Schifffahrt und Luft- und Raumfahrt können Thoriumwolframelektroden (normalerweise WT20) zum AC-WIG-Schweißen von Aluminiumblechen verwendet werden, insbesondere wenn keine Gleichstromversorgung verfügbar ist.

Schweißen von Magnesiumlegierungen: In der Automobil- und Luft- und Raumfahrt können Thoriumwolframelektroden zum Präzisionsschweißen von Magnesiumlegierungen verwendet werden, die eine hohe Lichtbogenkontrolle erfordern.

Reparaturschweißen: In einigen Feldreparaturszenarien können Thoriumwolframelektroden als vorübergehender Ersatz für das Wechselstromschweißen von Leichtmetallen verwendet werden.

Vorsichtsmaßnahmen

Beim AC-Schweißen wird empfohlen, einen großen Elektrodendurchmesser (2,4-4,0 mm) zu verwenden, um der thermischen Belastung standzuhalten, und der Schleifwinkel sollte 30°-45° betragen, und die Spitze kann leicht abgerundet werden, um eine Überhitzung zu reduzieren. Besonderes Augenmerk sollte auf den Schutz vor radioaktivem Staub gelegt und eine effiziente Lüftungsanlage ausgestattet werden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

2.3 Vergleich der Thoriumwolframelektrode mit anderen Wolframelektroden

Thorium-Wolfram-Elektroden nehmen aufgrund ihrer hervorragenden Schweißleistung eine wichtige Position beim WIG-Schweißen ein, aber mit der Entwicklung von nicht-radioaktiven Elektroden sind reine Wolfram-Elektroden, Cer-Wolfram-Elektroden, Lanthan-Wolfram-Elektroden, Zirkonium-Wolfram-Elektroden und Yttrium-Wolfram-Elektroden nach und nach zu alternativen Optionen geworden. Im Folgenden finden Sie einen detaillierten Vergleich zwischen diesen Elektroden und Thoriumwolframelektroden.

2.3.1 Elektrode aus reinem Wolfram

Überblick

Die Elektrode aus reinem Wolfram (WP, grüner Beschichtungskopf) besteht zu mehr als 99,5 % aus reinem Wolfram ohne Oxiddotierung, was die älteste Art der verwendeten Wolframelektrode ist.

Leistungsvergleich

Elektronenarbeit der Elektronenentwicklung: Die Elektronenarbeit der reinen Wolframelektrode ist hoch (ca. 4,5 eV), was schwierig ist, einen Lichtbogen zu starten und eine höhere Spannung erfordert.

Lichtbogenstabilität: Die Lichtbogenstabilität ist schlecht, insbesondere bei hohen Strömen neigt der Lichtbogen zur Drift.

Ausbrennrate: Die Ausbrennrate ist hoch, die Elektrodenspitze lässt sich leicht schmelzen und die Lebensdauer ist kurz.

Radioaktivität: Nicht radioaktiv, sicher und umweltfreundlich besser als Thorium-Wolfram-Elektrode.

Anwendbares Szenario: Es wird hauptsächlich zum Wechselstromschweißen von Aluminium- und Magnesiumlegierungen verwendet, da es während des Kathodenzyklus eine stabile Oxidschicht bilden kann.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: nicht radioaktiv, kostengünstig, geeignet für das AC-Schweißen von Leichtmetallen.

Nachteile: Schwieriger Lichtbogenstart, schlechte Lichtbogenstabilität, nicht geeignet für Hochstrom- oder DCEN-Schweißen.

Anwendungsszenarien

Reine Wolframelektroden werden hauptsächlich für das AC-Schweißen mit geringen Anforderungen verwendet, wie z. B. das Schweißen von Aluminiumblechen, wurden jedoch in der modernen Industrie nach und nach durch mit Seltenen Erden dotierte Elektroden ersetzt.

2.3.2 Cer-Wolfram-Elektroden

Überblick

Cer-Wolfram-Elektroden (WC20, grau beschichtete Spitzen) enthalten 1,8-2,2 % Ceroxid (CeO_2) und sind die wichtigste nicht-radioaktive Alternative zu Thorium-Wolfram-Elektroden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Leistungsvergleich

Elektronenarbeitsergebnis: ca. 2,7 eV, etwas höher als Thorium-Wolfram-Elektrode, aber gute Lichtbogenzündung.

Lichtbogenstabilität: Die Lichtbogenstabilität liegt nahe WT20 und ist für DCEN- und AC-Schweißen geeignet.

Brenngeschwindigkeit: Die Brennverlustrate ist niedriger als bei reinen Wolframelektroden, aber etwas höher als bei WT20.

Radioaktivität: nicht radioaktiv, hohe Sicherheit, im Einklang mit den Anforderungen des Umweltschutzes.

Anwendbare Szenarien: Weit verbreitet beim Schweißen von Edelstahl, Kohlenstoffstahl und Aluminiumlegierungen, insbesondere in radioaktiv sensiblen Industrien.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: nicht radioaktiv, gutes Lichtbogeneinleitungsverhalten, geeignet für eine Vielzahl von Schweißszenarien.

Nachteile: Die Burnout-Rate ist bei hohem Strom etwas höher, und die Haltbarkeit ist nicht so gut wie bei WT20.

Anwendungsszenarien

Cer-Wolfram-Elektroden werden häufig beim Schweißen in medizinischen Geräten, Lebensmittelverarbeitungsanlagen und der Elektronikindustrie verwendet und ersetzen nach und nach Thorium-Wolfram-Elektroden aufgrund ihres geringen Radioaktivitätsrisikos.

2.3.3 Lanthan-Wolfram-Elektrode

Überblick

Lanthan-Wolfram-Elektroden (WL10, WL15, WL20, schwarz-, gold- bzw. blaubeschichtete Köpfe) enthalten 0,8-2,0 % Lanthanoxid (La_2O_3) und sind eine weitere nicht-radioaktive alternative Elektrode.

Leistungsvergleich

Elektronenarbeit der Evolution: ca. 2,6-2,8 eV, hervorragende Lichtbogeninitiierungsleistung, nahe der Thorium-Wolfram-Elektrode.

Lichtbogenstabilität: Ausgezeichnete Lichtbogenstabilität, insbesondere beim Hochstrom- und Wechselstromschweißen.

Burn-out-Rate: Niedrige Burn-out-Rate, lange Lebensdauer der Elektrode, nahe oder besser als WT20.

Radioaktivität: Nicht radioaktiv, hohe Sicherheit und Umweltschutz.

Anwendbare Szenarien: Geeignet für DCEN- und AC-Schweißen, weit verbreitet in hochpräzisen und hochbelastbaren Szenarien.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: nicht radioaktiv, starke Lichtbogenstabilität, lange Lebensdauer, geeignet für eine Vielzahl von Strömen und Materialien.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Nachteile: Die Kosten sind etwas höher und der Produktionsprozess ist streng.

Anwendungsszenarien

Lanthan-Wolfram-Elektroden werden häufig in der Luft- und Raumfahrt, in der Nuklearindustrie und im Automobilbau eingesetzt, insbesondere in Szenarien, in denen eine hohe Genauigkeit und lange Lebensdauer erforderlich sind.

2.3.4 Zirkonium-Wolfram-Elektroden

Überblick

Zirkonium-Wolfram-Elektroden (WZ3, WZ8, braun bzw. weiß beschichtete Köpfe) enthalten 0,3-0,8 % Zirkonoxid (ZrO_2) und sind für das AC-Schweißen ausgelegt.

Leistungsvergleich

Elektronische Evolutionsarbeit: hoch (ca. 4,0 eV), mittlere Lichtbogenbeginne.

Lichtbogenstabilität: Hervorragende Leistung beim AC-Schweißen, insbesondere beim Schweißen von Aluminium- und Magnesiumlegierungen.

Ausbrennrate: Die Ausbrennrate ist gering, was für den positiven Elektrodenzyklus des Wechselstromschweißens geeignet ist.

Radioaktivität: nicht radioaktiv, sicher und umweltfreundlich.

Anwendbare Szenarien: Speziell für das AC-Schweißen von Leichtmetallen konzipiert, nicht geeignet für das Hochstrom-DCEN-Schweißen.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: Nicht radioaktiv, geeignet für das Wechselstromschweißen von Aluminium- und Magnesiumlegierungen.

Nachteile: Schlechte Lichtbogeneinleitungsleistung, nicht für DCEN-Schweißen geeignet.

Anwendungsszenarien

Zirkonium-Wolfram-Elektroden werden hauptsächlich für das AC-WIG-Schweißen von Aluminiumlegierungen und Magnesiumlegierungen verwendet, z. B. in der Schifffahrt und Luft- und Raumfahrt.

2.3.5 Yttrium-Wolfram-Elektroden

Überblick

Yttrium-Wolfram-Elektroden (WY20, blau beschichtete Spitze) enthalten 1,8-2,2 % Yttriumoxid (Y_2O_3) und sind eine neuere nicht-radioaktive Elektrode.

Leistungsvergleich

Elektronische Arbeitsleistung: ca. 2,7 eV, gute Lichtbogeninitiierungsleistung.

Lichtbogenstabilität: Die Lichtbogenstabilität ist besser als die von Cer-Wolfram-Elektroden und nahe an der von Lanthan-Wolfram-Elektroden.

Burnout-Rate: Niedrige Verbrennungsverlustrate und lange Lebensdauer.

Radioaktivität: nicht radioaktiv, sicher und umweltfreundlich.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Anwendbare Szenarien: Geeignet für DCEN- und AC-Schweißen, insbesondere in hochpräzisen Szenarien.

Vor- und Nachteile:

Vorteile: nicht radioaktiv, gute Lichtbogenstabilität, lange Lebensdauer.

Nachteile: Höhere Kosten und geringe Marktpopularität.

Anwendungsszenarien

Yttrium-Wolframelektroden eignen sich für hochpräzises Schweißen, wie z. B. in der Luft- und Raumfahrt- und Elektronikindustrie, aber ihre Anwendung in der Industrie ist noch nicht vollständig populär.



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

Kapitel 3 Eigenschaften der Thorium-Wolfram-Elektrode

Als Kernmaterial des Wolfram-Schutzgasschweißens (WIG-Schweißen) und des Plasmaschweißens nimmt die Thoriumwolframelektrode aufgrund ihrer einzigartigen physikalischen, chemischen, schweißtechnischen und radioaktiven Eigenschaften eine wichtige Position in industriellen Anwendungen ein. In diesem Kapitel werden die physikalischen Eigenschaften (einschließlich des hohen Schmelzpunkts, der Arbeit der Elektronenentwicklung, der elektrischen Leitfähigkeit und der mechanischen Eigenschaften), der chemischen Eigenschaften (Oxidationsbeständigkeit und chemische Stabilität), der Schweißeigenschaften (Lichtbogeneinleitungsleistung, Lichtbogenstabilität, Ausbrennrate und hohes Lastverhalten) und der Radioaktivität (Spurenradioaktivität von Thoriumoxid, Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt sowie Vergleich mit nicht-radioaktiven Elektroden) ausführlich erörtert. Ziel ist es, durch eine umfassende Analyse die Vorteile und Grenzen von Thorium-Wolfram-Elektroden im Schweißprozess aufzudecken.

3.1 Physikalische Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden

Die physikalischen Eigenschaften von Thorium-Wolfram-Elektroden sind die Grundlage für ihre hervorragende Leistung in Hochtemperatur- und Hochstrom-Schweißumgebungen. Zu diesen Eigenschaften gehören ein hoher Schmelzpunkt und eine hohe thermische Stabilität, ein geringer Elektronenaustritt sowie eine hervorragende Leitfähigkeit und mechanische Eigenschaften, die es ermöglichen, den extremen Bedingungen des Lichtbogenschweißens standzuhalten.

3.1.1 Hoher Schmelzpunkt und thermische Stabilität der Thoriumwolframelektrode

Thorium-Wolfram-Elektroden basieren auf Wolfram (W), einem der Materialien mit dem höchsten Schmelzpunkt aller bekannten Metalle mit einem Schmelzpunkt von etwa 3422 °C (6192 °F). Diese Eigenschaft ermöglicht es der Thorium-Wolfram-Elektrode, die strukturelle Integrität in der Hochtemperaturumgebung des Lichtbogenschweißens (Lichtbogentemperatur bis zu 6000-7000 °C) zu erhalten und ein Schmelzen oder eine signifikante Verformung zu vermeiden. Die Dotierung von Thoriumoxid (ThO₂) (typischerweise im Bereich von 0,8-4,2%) erhöht die thermische Stabilität der Elektrode zusätzlich. Thoriumoxid hat einen hohen Schmelzpunkt (ca. 3300 °C) und eine hohe Wärmekapazität, die die durch den Lichtbogen erzeugte Wärme effektiv ableiten und die lokale Überhitzung an der Elektrodenspitze reduzieren kann.

Im eigentlichen Schweißen eignen sich Thoriumwolframelektroden aufgrund ihres hohen Schmelzpunkts und ihrer thermischen Stabilität für das langfristige kontinuierliche Schweißen, insbesondere beim Schweißen mit Hochstrom-Gleichstromanoden (DCEN). Beim Schweißen von Materialien mit hohen Schmelzpunkten, wie z. B. Titanlegierungen oder Edelstahl, behält die Elektrodenspitze eine stabile Form bei und reduziert Verbrennungen und Thoriumverluste. Im Vergleich zu reinen Wolframelektroden (WP) weist die Thoriumwolframelektrode eine bessere Leistung bei hohen Temperaturen auf, und die Spitze ist nicht leicht, geschmolzene Kugeln oder Risse zu bilden, wodurch die Lebensdauer verlängert wird.

Darüber hinaus ist eine gleichmäßige Verteilung von Thoriumoxid essentiell für die thermische

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Stabilität. Im Produktionsprozess wird die Pulvermetallurgietechnologie eingesetzt, um die gleichmäßige Verteilung von Thoriumoxidpartikeln in der Wolframmatrix zu gewährleisten und so die durch lokale hohe Temperaturen verursachte Leistungsminderung zu vermeiden. Die thermische Stabilität hängt auch eng mit der Kornstruktur der Elektrode zusammen, und geeignete Wärmebehandlungsverfahren wie Hochtemperaturesintern und Glühen können die Korngröße optimieren und die Beständigkeit der Elektrode gegen Temperaturschocks verbessern.

3.1.2 Elektronenarbeit der Thorium-Wolfram-Elektrode (2,63 eV)

Die Arbeitsfunktion ist die minimale Energie, die erforderlich ist, damit Elektronen von der Oberfläche des Materials entweichen können, was sich direkt auf die Lichtbogeninitiierungsleistung der Elektrode auswirkt. Die Elektronenarbeit der thoriierten Wolframelektrode beträgt etwa 2,63 eV, was deutlich geringer ist als die der reinen Wolframelektrode von 4,5 eV. Dies ist vor allem auf die Dotierung von Thoriumoxid zurückzuführen, dessen geringe Elektronenarbeitsdegradation den durch den Lichtbogen verursachten Spannungsbedarf reduziert, so dass die Thoriumwolframelektrode bei niedrigen Strömen leicht mit dem Lichtbogen beginnen kann.

Der physikalische Mechanismus der niederen Elektronenarbeit ist die thermische Elektronenemissionskapazität von Thoriumoxid. Thoriumoxid ist in der Lage, bei hohen Temperaturen (Lichtbogenumgebung) eine große Anzahl freier Elektronen freizusetzen, wodurch ein stabiler Elektronenfluss entsteht, der den Lichtbogen initiiert und aufrechterhält. Diese Eigenschaft ist besonders wichtig beim Schweißen von DC-Negativelektroden (DCEN), da Elektronen von der Elektrode zum Werkstück fließen und die geringere Fluchtarbeit den Energieverbrauch beim Starten des Lichtbogens reduziert und die Schweißeffizienz erhöht.

Verschiedene Arten von Thoriumwolframelektroden (z. B. WT10, WT20, WT30, WT40) haben aufgrund des unterschiedlichen Thoriumoxidgehalts eine leicht unterschiedliche Elektronenaustrittsarbeit. WT40 (3,8-4,2 % ThO₂) hat die geringste Elektronenarbeit (nahe 2,6 eV) und die beste Lichtbogeneinleitungsleistung, die für das Hochstromschweißen geeignet ist. WT10 (0,8-1,2 % ThO₂) hat eine etwas höhere Elektronenaustrittsleistung, ist aber immer noch viel besser als reine Wolframelektrode. Dieser Unterschied ermöglicht die Anpassung der Thorium-Wolfram-Elektrode an eine Vielzahl von Szenarien, vom Niedrigstrom-Präzisionsschweißen bis hin zum Hochstrom-Hochleistungsschweißen.

In der Praxis reduziert die niedere Elektronenarbeit zudem die thermische Belastung an der Elektrodenspitze und reduziert die Ausbrennrate. Beim Schweißen von Titanlegierungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie ist die WT20-Elektrode beispielsweise in der Lage, den Lichtbogen bei niedrigen Spannungen schnell zu starten, wodurch die Gleichmäßigkeit und Präzision der Schweißnaht gewährleistet wird. Die Vorteile der Elektronenarbeit müssen jedoch durch den geeigneten Elektrodenschleifwinkel (typischerweise 15°-45°) voll ausgeschöpft werden, und die scharfe Spitze kann den Elektronenfluss weiter konzentrieren und die Effizienz der Lichtbogeninitiierung verbessern.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

3.1.3 Leitfähigkeit und mechanische Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden

Die Leitfähigkeit der Thorium-Wolfram-Elektrode beruht auf der hohen elektrischen Leitfähigkeit des Wolframsubstrats (ca. 30 % Kupfer), die es ihm ermöglicht, Schweißstrom effizient zu übertragen und den ohmschen Wärmeverlust zu reduzieren. Die Dotierung von Thoriumoxid hat nur einen geringen Einfluss auf die Leitfähigkeit, aber bei hohen Strömen ist die Leitfähigkeit der Thoriumwolframelektrode immer noch besser als die der reinen Wolframelektrode, da die Thoriumoxidpartikel die Elektronenmigrationseffizienz verbessern. Die Stabilität der Leitfähigkeit gewährleistet die Kontinuität und Konstanz des Lichtbogens, insbesondere bei der Hochfrequenz-Lichtbogenzündung oder beim Impulsschweißen.

In Bezug auf die mechanischen Eigenschaften weisen Thoriumwolframelektroden eine hohe Härte (Vickers-Härte von ca. 400-450 HV) und eine ausgezeichnete Zugfestigkeit (ca. 1000 MPa) auf. Diese Eigenschaften sind auf die BCC-Kristallstruktur (body-centered cube) und die hohe Dichte (19,25 g/cm³) von Wolfram zurückzuführen. Durch die Dotierung von Thoriumoxid wird die Bruchfestigkeit und Verschleißfestigkeit der Elektrode weiter verbessert, indem die Körner veredelt und die Matrix verstärkt werden. Dadurch kann die Thorium-Wolfram-Elektrode ihre strukturelle Integrität bei hochintensiven Lichtbogenstößen aufrechterhalten, wodurch sie für Hochleistungsschweißanwendungen geeignet ist.

Im Produktionsprozess beruht die Optimierung der mechanischen Eigenschaften auf dem pulvermetallurgischen Verfahren und der anschließenden Wärmebehandlung. Der Press- und Sinterprozess kontrolliert die Korngröße und reduziert innere Fehler; Die Kalandrierungs- und Schleifprozesse hingegen verbessern die Oberflächenqualität und reduzieren die Spannungskonzentrationspunkte. In der Praxis wirken sich die mechanischen Eigenschaften der Elektrode direkt auf ihre Haltbarkeit aus. So sind beispielsweise beim Schweißen von Druckbehältern in der Nuklearindustrie WT30- oder WT40-Elektroden hohen Strömen und langen Betriebszeiten ausgesetzt, und ihre hohe Härte und Bruchfestigkeit sorgen für die Zuverlässigkeit der Elektroden.

3.2 Chemische Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden

Die chemischen Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden spiegeln sich vor allem in ihrer Oxidationsbeständigkeit und chemischen Stabilität wider, die die Leistung der Elektrode in hohen Temperaturen und komplexen Umgebungen bestimmen.

3.2.1 Oxidationswiderstand von Thoriumwolframelektroden

Thorium-Wolfram-Elektroden sind durch Inertgase (wie Argon oder Helium) in einer Hochtemperatur-Lichtbogenumgebung (6000-7000 °C) geschützt, und ihre Oxidationsbeständigkeit hängt hauptsächlich von der chemischen Inertheit der Wolframmatrix ab. Wolfram ist bei Raum- und hohen Temperaturen extrem reaktiv gegenüber Sauerstoff und bildet nur bei sehr hohen Temperaturen (>1000°C) flüchtige Oxide (z.B. WO₃). Die Oxidationsbeständigkeit der Elektrode wird durch die Dotierung von Thoriumoxid weiter erhöht, da Thoriumoxid selbst ein stabiles Oxid ist, das nicht so leicht weiter mit Sauerstoff reagiert.

Beim WIG-Schweißen isoliert der Schutzgasschutz effektiv Sauerstoff und verhindert die Oxidation der Elektrodenoberfläche. Während des Schleifens oder der Lagerung von Elektroden können sich jedoch bei Kontakt mit Feuchtigkeit oder Sauerstoff Spurenoxidschichten auf der Oberfläche bilden, die die Leistung der Lichtbogeninitiierung beeinträchtigen. Daher ist es notwendig, sicherzustellen, dass die Oberfläche der Elektrode während der Produktion und Lagerung sauber ist, und sie wird häufig in Vakuumverpackungen oder in einer trockenen Umgebung gelagert.

Ein weiterer wichtiger Faktor für die Oxidationsbeständigkeit ist die thermische Stabilität der Elektrodenspitze. Thoriumoxidpartikel können bei hohen Temperaturen stabil existieren, um eine oxidative Verflüchtigung der Wolframmatrix zu vermeiden. Im Vergleich zu reinen Wolframelektroden sind Thoriumwolframelektroden widerstandsfähiger gegen Oxidation und Brandverluste beim Hochstromschweißen und verlängern ihre Lebensdauer. Beim Schweißen von Edelstahlrohren ist die WT20-Elektrode beispielsweise in der Lage, die Oberflächenintegrität über lange Betriebszeiten zu erhalten und die Oxidkontamination der Schweißnaht zu reduzieren.

3.2.2 Chemische Stabilität von Thoriumwolframelektroden

Die chemische Stabilität von Thorium-Wolfram-Elektroden spiegelt sich in ihrer Beständigkeit gegen gängige Chemikalien wie Säuren, Laugen und geschmolzene Metalle wider. Die Wolframmatrix weist eine extrem hohe Korrosionsbeständigkeit gegenüber den meisten Säure-Base-Lösungen (wie Salzsäure, Schwefelsäure und Natriumhydroxid) bei Raumtemperatur auf, und in stark oxidierenden Umgebungen (z. B. konzentrierte Salpetersäure oder oxidierende Hochtemperaturatmosphären) kann nur geringe Korrosion auftreten. Als stabiler keramischer Werkstoff erhöht Thoriumoxid die chemische Stabilität der Elektrode zusätzlich, wodurch sie während des Schweißprozesses weniger anfällig für chemische Reaktionen mit Metallen oder Gasen im Schmelzbad ist.

In der Praxis sorgt die chemische Stabilität der Thorium-Wolfram-Elektrode für die Reinheit der Schweißnaht. Beim Schweißen von Titanlegierungen werden beispielsweise keine Verunreinigungen auf der Elektrodenoberfläche freigesetzt, die das Schweißbad verunreinigen, wodurch die mechanischen Eigenschaften und die Korrosionsbeständigkeit der Schweißnaht erhalten bleiben. Darüber hinaus ist die Thorium-Wolfram-Elektrode nicht reaktiv gegenüber inerten Schutzgasen (z. B. Argon, Helium) und eignet sich für den Einsatz in einer Vielzahl von Schweißumgebungen.

Die Begrenzung der chemischen Stabilität liegt jedoch im Thoriumoxidstaub, der beim Elektrodenschleifen oder beim Hochtemperaturbetrieb freigesetzt werden kann. Thoriumoxid kann sich bei hohen Temperaturen verflüchtigen oder als Staub freigesetzt werden, und obwohl es chemisch stabil ist, erfordert seine Radioaktivität strenge Vorsichtsmaßnahmen. In der Produktion und im Einsatz sind spezielle Geräte (z.B. geschlossene Schleifmaschinen und Belüftungssysteme) erforderlich, um die Staubdiffusion zu reduzieren.

3.3 Schweißleistung von Thorium-Wolfram-Elektroden

Die Schweißleistung der Thoriumwolframelektrode ist der Hauptvorteil ihrer breiten Anwendung

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

beim WIG-Schweißen und Plasmaschweißen, die sich in der Lichtbogeninitiierungsleistung, der Lichtbogenstabilität, der Ausbrennrate und der Leistung bei hohem Laststrom widerspiegelt.

3.3.1 Lichtbogeninitiierungsleistung der Thoriumwolframelektrode

Die Lichtbogeneinleitungsleistung ist ein Schlüsselindikator zur Messung der Schwierigkeit der Elektrode, den Lichtbogen zu initiieren, und die Thoriumwolframelektrode hat aufgrund ihrer geringen Elektronenaustrittsleistung (2,63 eV) eine hervorragende Lichtbogeneinleitungsleistung. Beim DCEN-Schweißen (DCEN) fließen Elektronen von der Elektrode zum Werkstück, und die geringe Fluchtarbeit reduziert die für die Lichtbogenschlüsselung erforderliche Spannung (typischerweise 10-15 V), sodass der Lichtbogen bei niedrigen Strömen schnell eingeleitet werden kann. Dies ist besonders wichtig für das Präzisionsschweißen, wie z. B. dünne Edelstahlbleche oder elektronische Bauteile, da es den Wärmeeintrag bei der Lichtbogeneinleitung reduziert und eine Überhitzung des Materials verhindert.

Verschiedene Arten von Thorium-Wolfram-Elektroden haben eine leicht unterschiedliche Lichtbogenzündungsleistung. WT40 hat den höchsten Thoriumoxidgehalt (3,8-4,2 %) und die beste Lichtbogenzündungsleistung, die für Hochstromszenarien geeignet ist. WT10 eignet sich eher für das Präzisionsschweißen mit niedrigem Strom. Die Leistung der Lichtbogenzündung wird auch durch den Schleifwinkel und die Oberflächenqualität der Elektrode beeinflusst. Der scharfe Schleifwinkel (15°-30°) kann den Elektronenfluss konzentrieren und die Effizienz des Lichtbogenstarts verbessern. Durch das Oberflächenpolieren werden Oberflächenfehler reduziert und die Lichtbogenleistung reduziert.

In der praktischen Anwendung ist die Lichtbogeninitiierungsleistung der Thoriumwolframelektrode deutlich besser als die der reinen Wolframelektrode. Beim Schweißen von Titanlegierungen in der Luft- und Raumfahrt ist die WT20-Elektrode beispielsweise in der Lage, den Lichtbogen bei niedrigen Spannungen schnell zu starten und so die Qualität des Schweißbeginns zu gewährleisten. Beim gepulsten WIG-Schweißen verbessert die schnelle Lichtbogeninitiierungsfähigkeit der Thoriumwolframelektrode die Schweißeffizienz und -genauigkeit weiter.

3.3.2 Lichtbogenstabilität von Thorium-Wolfram-Elektroden

Die Lichtbogenstabilität ist der Hauptvorteil von Thoriumwolframelektroden, der sich direkt auf die Qualität der Schweißnaht und die Schweißeffizienz auswirkt. Die Lichtbogenstabilität von Thoriumwolframelektroden beruht auf der thermischen Elektronenemissionsfähigkeit von Thoriumoxid und der hohen Leitfähigkeit der Wolframmatrix. Beim DCEN-Schweißen ist der Lichtbogen konzentriert und kontinuierlich, mit geringen Schwankungen und weniger Spritzern, was für hochpräzises Schweißen geeignet ist. Thoriumoxid-Teilchen setzen bei hohen Temperaturen einen stetigen Elektronenfluss frei, wobei die Gleichmäßigkeit des Lichtbogens erhalten bleibt und der Lichtbogen auch bei hohen Strömen oder bei langen Läufen nicht driftet oder unterbrochen wird.

Verschiedene Arten von Elektroden unterscheiden sich in der Lichtbogenstabilität. WT20 und WT30 werden aufgrund ihres moderaten Thoriumoxidgehalts (1,7-3,2%) und der besten Lichtbogenstabilität bei mittleren bis hohen Strömen (100-400 A) häufig im industriellen

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Schweißen eingesetzt. Der WT40 hält die Lichtbogenstabilität bei ultrahohen Strömen (300-500 A) aufrecht und eignet sich für Hochleistungsanwendungen wie das Schweißen von Druckbehältern in Kernkraftwerken.

Die Lichtbogenstabilität wird auch durch den Zustand des Schutzgases und der Elektroden beeinflusst. Der Argonschutz sorgt für eine stabile Lichtbogenumgebung, während Helium oder Argon-Helium-Gemische für das Schweißen mit hohem Wärmeeintrag geeignet sind. Durch richtiges Schleifen der Elektrodenspitze (z. B. 20°-35° Konuswinkel) kann die Lichtbogenkonzentration weiter optimiert werden. Beim Rohrschweißen in der petrochemischen Industrie bietet die WT20-Elektrode beispielsweise einen stabilen Lichtbogen, um eine gleichmäßige Schweißnaht und Korrosionsbeständigkeit zu gewährleisten.

3.3.3 Elektrodenausbrandrate von Thoriumwolframelektroden

Die Elektrodendurchbrandrate ist ein wichtiger Indikator zur Messung der Haltbarkeit der Elektrode, die sich auf den Qualitätsverlust der Elektrode aufgrund von hohen Temperaturen, Lichtbogenschock oder Thoriumoxidverlust während des Schweißprozesses bezieht. Die Abbrandrate von Thoriumwolframelektroden ist deutlich geringer als die von reinen Wolframelektroden, was hauptsächlich auf die thermische Stabilität von Thoriumoxid und den hohen Schmelzpunkt der Wolframmatrix zurückzuführen ist. Thoriumoxid bildet bei hohen Temperaturen eine stabile Elektronenemissionsschicht, die die Verflüchtigung und das Schmelzen der Wolframmatrix reduziert.

Die Ausbrandrate verschiedener Arten von Thoriumwolframelektroden nimmt mit zunehmendem Thoriumoxidgehalt ab. WT10 (0,8-1,2 % ThO₂) hat eine niedrige Burnout-Rate bei niedrigen Strömen, aber Thoriumverluste können bei hohen Strömen auftreten. WT40 (3,8-4,2 % ThO₂) hat die niedrigste Ausbrennrate und eignet sich für Ultrahochströme und langfristiges kontinuierliches Schweißen. Beim Schweißen von dicken Blechen im Schiffbau ist die WT40-Elektrode beispielsweise in der Lage, stundenlang bei hohen Strömen zu arbeiten, ohne dass sich die Spitzenform ändert.

Die Ausbrennrate wird auch von Schweißparametern und Betriebsbedingungen beeinflusst. Durch die richtige Stromregelung, den Schutzgasfluss (8-15 L/min) und die Elektrodenschleifwinkel können die Ausbrennrate deutlich reduziert werden. In der Praxis kann durch regelmäßige Inspektion und Nachschleifen der Elektrodenspitze die Lebensdauer verlängert und gleichzeitig die Freisetzung von Thoriumstaub reduziert werden.

3.3.4 Verhalten von Thorium-Wolfram-Elektroden bei hohen Lastströmen

Die Leistungsfähigkeit von Thorium-Wolfram-Elektroden bei hohen Lastströmen (200-500 A) ist ein entscheidender Vorteil in der Schwerindustrie. Aufgrund des hohen Thoriumoxidgehalts können die Elektroden WT30 und WT40 den Lichtbogeneinwirkungen von hohen Strömen und hohen Temperaturen standhalten und dabei die Lichtbogenstabilität und die geringe Ausbrennrate beibehalten. Aufgrund dieser Eigenschaft eignet es sich zum Schweißen von dicken Blechen und Materialien mit hohem Schmelzpunkt, wie z. B. Druckbehälter in der Nuklearindustrie, große

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Strukturen aus Titanlegierungen in der Luft- und Raumfahrt und korrosionsbeständige Rohre in der petrochemischen Industrie.

Die thermische Stabilität und die mechanische Festigkeit der Thorium-Wolfram-Elektrode gewährleisten die Langlebigkeit der Elektrodenspitze bei hohen Lastströmen. Beim Schweißen von Druckbehältern in einem Kernkraftwerk ist die WT40-Elektrode beispielsweise in der Lage, bei 400 A kontinuierlich zu arbeiten, mit einem konzentrierten und stabilen Lichtbogen und einer hohen Schweißqualität. Darüber hinaus reduziert die geringe Elektronenarbeit der Thoriumwolframelektrode bei hohem Strom den Energieverbrauch für die Lichtbogeneinleitung und -wartung und verbessert die Schweißeffizienz.

Bei hohen Lastströmen muss jedoch auf das thermische Lastmanagement der Elektroden geachtet werden. Übermäßige Ströme können dazu führen, dass sich der Thoriumverlust beschleunigt und Spuren von radioaktivem Staub freigesetzt werden. Daher empfiehlt es sich, einen großen Elektrodendurchmesser (3,2-6,4 mm) und einen entsprechenden Schleifwinkel (30°-45°) mit einem effizienten Kühlsystem (z.B. einer wassergekühlten Schweißzange) zu verwenden, um die Elektrodentemperatur zu senken.

3.4 Radioaktive Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden

Thorium-Wolfram-Elektroden sind aufgrund des Vorhandenseins von Thoriumoxid (ThO_2) leicht radioaktiv, eine Eigenschaft, die sowohl eine Quelle ihres Leistungsvorteils als auch eine große Einschränkung in ihrer Anwendung ist. In diesem Abschnitt werden die radioaktiven Eigenschaften von Thoriumoxid, seine Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt sowie sein Vergleich mit nicht-radioaktiven Elektroden untersucht.

3.4.1 Spurenradioaktivität von Thoriumoxid

Thorium-232 (Th-232) in Thoriumoxid ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Element mit einer Halbwertszeit von etwa 14 Milliarden Jahren und setzt hauptsächlich α Teilchen (4,01-4,08 MeV) frei, begleitet von geringen Mengen β Teilchen und γ Strahlen. Der Radioaktivitätsgehalt der Thoriumwolframelektrode steht in direktem Zusammenhang mit dem Thoriumoxidgehalt, wobei WT10 (0,8-1,2 % ThO_2) die niedrigste Aktivitätskonzentration (nahe 1 Bq/g, Erfüllung der Ausnahmekriterien) und WT40 (3,8-4,2 % ThO_2) die höchste Aktivitätskonzentration nahe oder leicht darüber aufweist.

Unter normalen Einsatzbedingungen (z. B. WIG-Schweißen) hat die Radioaktivität der Elektroden aufgrund des geringen Eindringens von α Partikeln (die durch einige Zentimeter Luft oder Haut blockiert werden können) eine geringere direkte Strahlungswirkung auf den Bediener. Staub und flüchtige Thoriumoxide können jedoch bei hohen Temperaturen beim Elektrodenschleifen durch Einatmen oder Kontakt in den Körper gelangen und dort die Gefahr einer internen Strahlung darstellen. Die Dosisleistung der γ Strahlung ist gering (typischerweise $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$), aber eine langfristige Exposition ist besorgniserregend.

Während des Produktionsprozesses ist das Radioaktivitätsmanagement von Thorium-Wolfram-

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Elektroden streng geregelt. Internationale Standards (z. B. ICRP Publication 103) und chinesische Standards (z. B. GB 18871-2002) legen ausgenommene Aktivitätskonzentrationen und Schutzanforderungen für Thorium-232 fest. Die Produktionswerkstatt muss mit einem Röntgen- γ -Strahlungsdosisleistungsdetektor und α sowie β Detektor für Oberflächenverschmutzung ausgestattet sein, um die Strahlung in der Umgebung regelmäßig überwachen zu können.

3.4.2 Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt

Die gesundheitlichen Auswirkungen von Thorium-Wolfram-Elektroden sind vor allem auf den radioaktiven Staub zurückzuführen, der beim Schleifen und Schweißen freigesetzt wird. α Partikel, die durch Einatmen in die Lunge gelangen, können langfristige Gesundheitsrisiken darstellen, wie z. B. Lungenkrebs oder Gewebeschäden. Studien haben gezeigt, dass Arbeiter, die chronisch Thoriumstaub ausgesetzt sind, höheren Strahlendosen ausgesetzt sein können (etwa 0,1-1 mSv pro Jahr, weit unter dem öffentlichen Jahreswert von 1 mSv). Daher müssen die Bediener Schutzmasken tragen, spezielle Schleifmaschinen und effiziente Belüftungsgeräte verwenden.

Im Hinblick auf die Umweltbelastung müssen Abfallstoffe aus der Herstellung und Verwendung von Thoriumwolframelektroden (u.a. Schleifstaub, Abwasser und Altelektroden) fachgerecht entsorgt werden. Die radioaktiven Abfälle von Thorium-232 sind gemäß den Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen zur Erschließung und Nutzung zugehöriger radioaktiver Bergwerke (Versuch) zur Vermeidung von Verschmutzungen von Böden und Gewässern zu lagern und zu entsorgen. Die Unternehmen müssen über spezielle Abfallbehandlungsanlagen verfügen, wie z. B. geschlossene Sammelsysteme und Endlager für radioaktive Abfälle.

In der Praxis haben europäische und amerikanische Länder die Verwendung von Thoriumwolframelektroden schrittweise eingeschränkt und nicht-radioaktive Elektroden gefördert, um Gesundheits- und Umweltrisiken zu verringern. Als bedeutender Produzent von Wolframelektroden hat China in den letzten Jahren auch die Maßnahmen zum Schutz vor radioaktiven Brennstoffen verstärkt, und einige Unternehmen haben automatisierte Schleifanlagen und geschlossene Produktionsstätten eingeführt, die die Staubemissionen erheblich reduziert haben.

3.4.3 Vergleich von Thoriumwolframelektroden mit nichtradioaktiven Elektroden

Nicht-radioaktive Elektroden (wie Cer-Wolfram-, Lanthan-Wolfram-, Zirkonium-Wolfram- und Yttrium-Wolfram-Elektroden) sind die wichtigsten Alternativen zu Thorium-Wolfram-Elektroden, und ihr Hauptvorteil besteht darin, dass keine Gefahr von Radioaktivität besteht. Hier ist ein detaillierter Vergleich:

Cer-Wolframelektrode (WC20): Enthält 1,8-2,2 % Ceroxid, die Elektronenarbeit beträgt etwa 2,7 eV, die Lichtbogeninitiierungsleistung und die Lichtbogenstabilität liegen nahe an WT20, die Brenngeschwindigkeit ist etwas höher und sie ist nicht radioaktiv, was in der Medizin- und Lebensmittelindustrie weit verbreitet ist.

Lanthan-Wolfram-Elektrode (WL20): enthält 1,8-2,0 % Lanthanoxid, Elektronenarbeit beträgt ca. 2,6-2,8 eV, Lichtbogenstabilität und Lebensdauer sind besser als bei Cer-Wolfram-Elektroden,

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

geeignet für hochpräzises und schweres Schweißen, nicht radioaktiv.

Zirkonium-Wolfram-Elektrode (WZ8): enthält 0,8% Zirkonoxid, speziell für das AC-Schweißen von Aluminium- und Magnesiumlegierungen entwickelt, gute Lichtbogenstabilität, aber die Lichtbogeneinleitungsleistung und die DCEN-Schweißleistung sind nicht so gut wie bei Thorium-Wolfram-Elektroden, nicht radioaktiv.

Yttrium-Wolfram-Elektrode (WY20): Enthält 1,8-2,2% Yttriumoxid, die Leistung liegt nahe an der von Lanthan-Wolfram-Elektroden, geeignet für hochpräzises Schweißen, aber die Kosten sind hoch, die Marktpopularität ist gering und es ist nicht radioaktiv.

Die Vorteile von Thorium-Wolfram-Elektroden sind ihre hervorragende Lichtbogeninitiierungsleistung, ihre Lichtbogenstabilität und ihre geringe Ausbrennrate, insbesondere in Hochstrom- und Hochleistungsszenarien. Das Radioaktivitätsproblem hat jedoch nach und nach dazu geführt, dass es in Branchen mit hohen Umwelt- und Gesundheitsanforderungen ersetzt wird. So haben in Europa Lanthan-Wolfram-Elektroden Thorium-Wolfram-Elektroden als Mainstream abgelöst, während in China Thorium-Wolfram-Elektroden aufgrund ihrer Kostenvorteile und hervorragenden Leistung in der Schwerindustrie immer noch weit verbreitet sind.

3.5 Thorium-Wolfram-Elektroden-Sicherheitsdatenblatt von CTIA GROUP LTD

Sicherheitsdatenblatt (MSDS) für Thorium-Wolfram-Elektroden

1. Chemische Identifizierung

Chemischer Name: Thorium-Wolfram-Elektrode

Allgemeiner Name: Thorium-Wolfram-Stab, Thorium-Wolfram-Schweißelektrode

CAS-Nummer:

Wolfram (W): 7440-33-7

Thoriumdioxid (ThO_2): 1314-20-1

2. Zusammensetzung/Angaben zu den Inhaltsstoffen

Wolfram (W): 95,8-99,2%

Thoriumdioxid (ThO_2): 0,8-4,2%

Verunreinigungen (Fe, Ni, O, C usw.): <0,05 %

3. Übersicht über die Gefahren

Gefahrenkategorie: Radioaktives Material mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-I) mit geringem radioaktivem Risiko; Staub kann zu Reizungen führen.

Brand- und Explosionsgefahr: Nicht brennbar, keine Explosionsgefahr.

Gesundheitsrisiken:

Einatmen: Staub, der beim Mahlen oder bei der Verarbeitung entsteht, kann die Atemwege reizen. Eine langfristige Exposition mit niedrigen Dosen kann die Gesundheitsrisiken für die Lunge erhöhen.

Hautkontakt: Kann leichte Reizungen verursachen.

Blickkontakt: Staub kann Augenbeschwerden oder Entzündungen verursachen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Verschlucken: Versehentliches Verschlucken kann zu Magen-Darm-Beschwerden führen, die sofortige ärztliche Hilfe erfordern.

Umweltgefahren: Die unsachgemäße Entsorgung von thoriumhaltigen Abfällen kann Böden und Wasser kontaminieren und erfordert eine Entsorgung als radioaktiver Abfall.

Regulatorische Grundlage: GB 18871-2002, ICRP-Publikation 103, IAEA SSR-6.

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

Hautkontakt:

Entfernen Sie sofort kontaminierte Kleidung und spülen Sie die Haut mindestens 15 Minuten lang mit Seife und viel Wasser ab.

Suchen Sie einen Arzt auf, wenn die Reizungen oder Beschwerden anhalten.

Blickkontakt:

Heben Sie die Augenlider an und spülen Sie sie mindestens 15 Minuten lang mit fließendem Wasser oder Kochsalzlösung aus.

Suchen Sie einen Arzt auf, wenn die Beschwerden anhalten.

Inhalation:

Bringen Sie die betroffene Person sofort an die frische Luft und sorgen Sie so für freie Atemwege. Verabreichen Sie Sauerstoff, wenn das Atmen schwierig ist; Führen Sie eine künstliche Beatmung durch, wenn die Atmung aussetzt.

Suchen Sie sofort einen Arzt auf und informieren Sie das medizinische Personal über eine mögliche Exposition gegenüber Thoriumstaub.

Ingestion:

Trinken Sie viel warmes Wasser, um Erbrechen auszulösen (wenn der Patient bei Bewusstsein ist).

Suchen Sie sofort einen Arzt auf und geben Sie dieses Sicherheitsdatenblatt an medizinisches Personal weiter.

Hinweis: Erste-Hilfe-Personal muss Schutzausrüstung (z. B. Staubmasken, Handschuhe) tragen, um eine Zweitexposition zu vermeiden.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Gefahreigenschaften: Nicht brennbar, keine Explosionsgefahr.

Löschmethoden: Nicht anwendbar. Wenn in der Nähe ein Feuer ausbricht, verwenden Sie trockenes Pulver, Schaum oder Kohlendioxidlöscher.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Brandbekämpfung:

Feuerwehrleute müssen Schutzkleidung und Atemschutzmasken tragen.

Verhindern Sie, dass sich thoriumhaltiger Staub durch Feuer ausbreitet, was zu einer Kontamination der Umwelt führen kann.

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Spielablauf:

Isolieren Sie den Verschüttungsbereich, schränken Sie die Ursache ein: Beschränken Sie den Zugang für unbefugtes Personal und zeigen Sie ein Warnschild "Radioaktives Material" an.

Rettungskräfte müssen Schutzkleidung, Staubmasken und Handschuhe tragen und mit Nassreinigungsmethoden verschüttete Elektroden oder Staub in versiegelten Behältern auffangen.

Beurteilen Sie den Verschüttungsbereich mit einem X-γ-Strahlungsdosisleistungsdetektor (z. B. AT1123) und α β Oberflächenkontaminationsdetektor (z. B. XH-3206). Meldung an die Behörden für nukleare Sicherheit, wenn die Dosisleistung 0,1 μSv/h überschreitet oder die Oberflächenkontamination 0,4 Bq/cm² überschreitet.

Abfallbeseitigung:

Verschüttetes Material als radioaktiven Abfall mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-I) behandeln, in speziellen verschlossenen Behältern lagern und Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von >1 Bq/g (z. B. gemischt mit Zementmatrix) für den Transfer zu professionellen Entsorgungsanlagen verfestigen.

Kontaminierte Bereiche mit Wasser reinigen; Die Abwasseraktivität muss vor der Einleitung <0,1 Bq/L betragen.

Berichterstattung: Melden Sie Leckagen innerhalb von 24 Stunden den lokalen Umwelt- und Nuklearsicherheitsbehörden und geben Sie Einzelheiten und Entsorgungsmaßnahmen an.

7. Handhabung und Lagerung

Vorsichtsmaßnahmen bei der Handhabung:

Schutzmaßnahmen: Das Personal muss Schutzkleidung, Staubmasken und Handschuhe tragen. Die Arbeitsbereiche müssen mit lokalen Abzugshauben (Luftgeschwindigkeit 0,5-1 m/s) und HEPA-Filtern (Abscheidegrad >99,9 %) ausgestattet sein.

Schleifanforderungen: Verwenden Sie spezielle Schleifmaschinen mit Unterdruck-Staubsammelsystemen, um eine Ausbreitung von Thoriumstaub zu verhindern.

Umweltüberwachung: Regelmäßige Messung der X-γ-Dosisleistung (<0,05 μSv/h) und der α β der Oberflächenkontamination (<0,4 Bq/cm²) in Arbeitsbereichen gemäß GB 18871-2002.

Schulung: Die Bediener müssen eine Strahlenschutzschulung absolvieren, um die Gesundheitsrisiken von Thorium-232 zu verstehen.

Vorsichtsmaßnahmen bei der Lagerung:

In einem trockenen Lager (Luftfeuchtigkeit <60%) und gut belüftet bei 10-30°C lagern.

Verwenden Sie versiegelte Behälter aus Edelstahl oder Kunststoff, die mit radioaktiven Warnschildern gekennzeichnet sind.

Lagern Sie verschiedene Elektrodenmodelle getrennt; Lagern Sie weggeworfene Elektroden in speziellen Behältern für radioaktive Abfälle.

Überprüfen Sie regelmäßig die Strahlungswerte des Lagerbereichs, wobei die Aufzeichnungen mindestens 5 Jahre lang archiviert werden.

8. Expositionsbegrenzung/Persönlicher Schutz

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Grenzwerte für die Exposition am Arbeitsplatz:

Öffentlich: Jährliche effektive Dosis <1 mSv (ICRP 103).

Beruflich: Jährliche effektive Dosis <20 mSv, 5-Jahres-Durchschnitt <4 mSv (GB 18871-2002).

Grenzwerte: Dosisleistung im Arbeitsbereich <0,05 µSv/h, Oberflächenkontamination <0,4 Bq/cm².

Technische Steuerung:

Produktions- und Einsatzbereiche müssen über abgedichtete Hauben, HEPA-Filter und Unterdruckbelüftungssysteme verfügen.

Schleifanlagen müssen an Staubsammelsysteme mit einem Abscheidegrad von >99,9 % angeschlossen werden.

Persönliche Schutzausrüstung:

Atemschutz: Tragen Sie KN95- oder FFP2-Staubmasken, um das Einatmen von Thoriumstaub zu verhindern.

Augenschutz: Verwenden Sie eine Schutzbrille, um das Eindringen von Staub in die Augen zu verhindern.

Hautschutz: Tragen Sie langärmelige Schutzkleidung und Handschuhe, um Hautkontakt zu vermeiden.

Überwachung: Die Bediener müssen persönliche Dosimeter mit jährlichen Gesundheitschecks und Dosisaufzeichnungen tragen.

Hygienemaßnahmen:

Waschen Sie sich nach der Handhabung die Hände mit Seife; Verbieten Sie das Essen oder Rauchen in Arbeitsbereichen.

Bewahren Sie Arbeitskleidung getrennt von der Tageskleidung auf und waschen Sie sie regelmäßig.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

Aussehen und Eigenschaften: Silbergrauer Metallstab mit farbcodierten Enden (WT10 gelb, WT20 rot, WT30 lila, WT40 orange-gelb).

Schmelzpunkt: 3422 °C (Wolframmatrix).

Dichte: 18,5-19,0 g/cm³ (95-98% der theoretischen Dichte).

Härte: 350-450 HV.

Löslichkeit: Unlöslich in Wasser, löslich in starken Säuren (z. B. Salpetersäure-Flusssäure-Gemisch).

Radioaktivität: Enthält Thorium-232, emittiert α Partikel (4,01-4,08 MeV) und geringe β , γ Strahlen, mit einer Aktivitätskonzentration von 1-4 Bq/g.

10. Stabilität und Reaktivität

Stabilität: Stabil bei Raumtemperatur; kann bei hohen Temperaturen (>2000 °C) Spuren von Thoriumdioxidpartikeln freisetzen.

Reaktivität: Reagiert mit starken Säuren (z. B. Salpetersäure, Flusssäure) unter Bildung von Thoriumverbindungen; Kann leichte Reaktionen mit starken Oxidationsmitteln hervorrufen.

Unverträgliche Materialien: Vermeiden Sie den Kontakt mit sauren und brennbaren Stoffen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

11. Toxikologische Informationen

Akute Toxizität: Keine signifikante akute Toxizität; LD50-Daten nicht verfügbar.

Chronische Toxizität: Die langfristige Inhalation von Thoriumstaub kann die Gesundheitsrisiken für die Lunge erhöhen (die jährliche wirksame Dosis <1 mSv ist sicher).

Karzinogenität: Thorium-232 wird von der IARC als krebserregend der Gruppe 1 eingestuft; Eine langfristige Exposition mit niedriger Dosis kann das Lungenkrebsrisiko erhöhen und erfordert einen strengen Schutz.

Reproduktionstoxizität: Keine eindeutigen Hinweise auf Reproduktionstoxizität.

Zielorgane: Atmungsorgane, Haut, Augen.

12. Ökologische Informationen

Auswirkungen auf die Umwelt: Die unsachgemäße Entsorgung von thoriumhaltigen Abfällen kann Böden und Wasser kontaminieren und Ökosysteme beeinträchtigen.

Bioakkumulation: Thoriumverbindungen können über das Wasser in die Nahrungskette gelangen und erfordern eine strenge Emissionskontrolle (Abwasseraktivität $<0,1$ Bq/L).

Entsorgungsanforderungen: Behandeln Sie gemäß den "Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen, die assoziierte radioaktive Mineralien verwenden (Versuch)".

13. Überlegungen zur Entsorgung

Abfallklassifizierung: Weggeworfene Thorium-Wolfram-Elektroden und -Staub sind radioaktive Abfälle mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-I).

Entsorgungsmethoden:

Sammeln Sie in speziellen versiegelten Behältern mit der Aufschrift "Radioaktiver Abfall".

Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von >1 Bq/g müssen verfestigt (z. B. mit Zementmatrix vermischt) und professionellen Entsorgungsanlagen (z. B. China National Nuclear Corporation) zugeführt werden.

Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von <1 Bq/g können mit behördlicher Zulassung für nukleare Sicherheit wie gewöhnliche Abfälle behandelt werden.

Emissionskontrolle: Das Abwasser muss durch Sedimentation und Ionenaustausch behandelt werden, wobei die Aktivität vor der Einleitung $<0,1$ Bq/L betragen muss.

Aufzeichnungen: Belegcharge, Menge, Aktivitätskonzentration und Entsorgungsdatum, Archivierung für mindestens 5 Jahre.

14. Informationen zum Transport

Transportklassifizierung: Radioaktives Material mit niedriger spezifischer Aktivität (LSA-I), konform mit IAEA SSR-6 und GB 11806-2004.

Anforderungen an die Verpackung:

Verwenden Sie Verpackungen des Typs A (Schachteln aus Edelstahl oder hochfestem Kunststoff, Dicke >2 mm), die mit radioaktiven Warnschildern gekennzeichnet sind.

Oberflächendosisleistung der Packung $<0,1$ μ Sv/h, Oberflächenkontamination $<0,4$ Bq/cm².

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Vorsichtsmaßnahmen beim Transport:

Verwenden Sie spezielle LKWs oder Laderäume mit stoßfesten Vorrichtungen und Strahlungsdetektoren (z. B. RadEye PRD).

Das Transportpersonal muss eine Strahlenschutzschulung erhalten und Personendosimeter tragen.

Die Transportwege sollten dicht besiedelte Gebiete meiden, wobei dies den Behörden für nukleare Sicherheit im Voraus gemeldet werden muss.

Internationaler Transport: Stellen Sie Transportzertifikate in englischer Sprache bereit, die den IATA- oder IMDG-Vorschriften entsprechen.

15. Regulatorische Informationen

Internationale Vorschriften:

ICRP-Publikation 103 (2007): Öffentliche jährliche effektive Dosis <1 mSv, berufliche Exposition <20 mSv.

IAEA SSR-6 (2018): Anforderungen an Transportverpackungen und Grenzwerte für radioaktives Material.

EU 2013/59/Euratom: Produktion und Verwendung in der Umwelt $<0,1$ μ Sv/h, Oberflächenkontamination $<0,4$ Bq/cm².

Inländische Vorschriften:

GB 18871-2002: Grundlegende Normen für den Schutz vor ionisierender Strahlung, Umweltdosisleistung $<0,05$ μ Sv/h, Abfallaktivität <1 Bq/g.

GB/T 4187-2017: Wolframelektroden für das Schutzgasschweißen und das Plasmaschweißen mit Angabe von Zusammensetzung und Leistung.

Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen über Unternehmen, die assoziierte radioaktive Mineralien verwenden (Versuch): Erfordert jährliche Strahlenüberwachungsberichte und Offenlegung.

Unternehmerische Compliance:

Registrieren Sie sich bei der National Nuclear Safety Administration, um Genehmigungen für den Umgang mit radioaktivem Material zu erhalten.

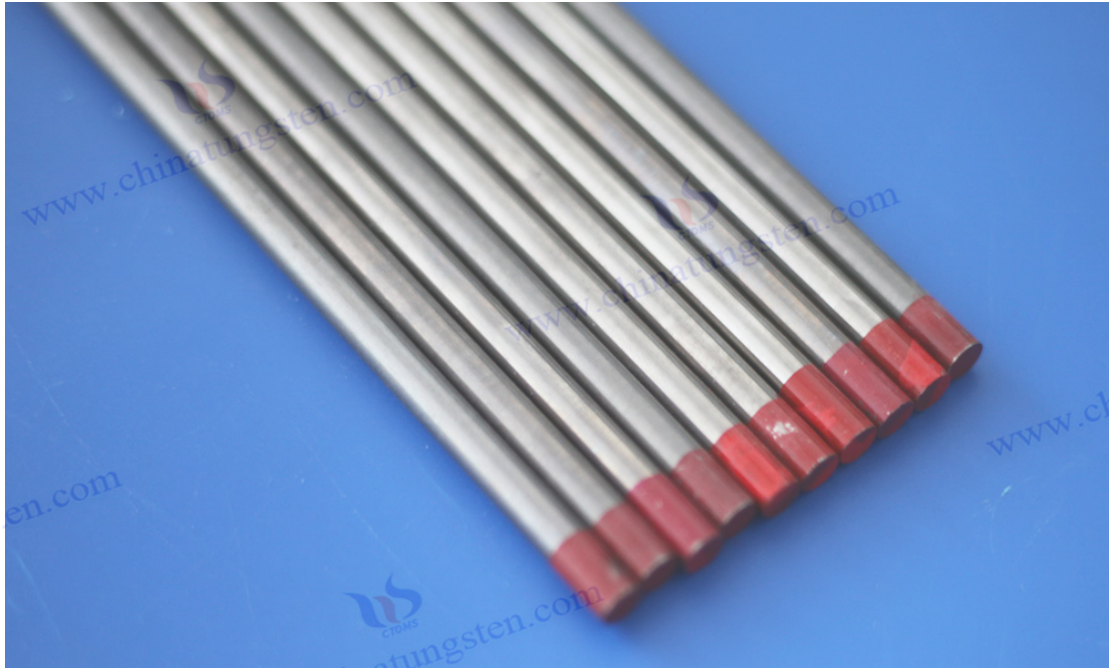
Erhalten Sie die Zertifizierungen ISO 14001 (Umweltmanagement) und ISO 45001 (Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz).

16. Informationen zum Lieferanten

Lieferant: CTIA GROUP LTD

Telefonnummer: 0592-5129696/5129595

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Kapitel 4 Vorbereitungs- und Herstellungstechnologie der Thorium-Wolfram-Elektrode

Die Herstellung von Thoriumwolframelektroden ist ein komplexer Prozess, der die Auswahl hochreiner Rohstoffe, die Präzisionspulvermetallurgie, die Formverarbeitung sowie strenge Qualitätskontrollen und Maßnahmen zum Schutz vor radioaktiver Radioaktivität umfasst. Der Produktionsprozess bestimmt direkt die Leistungsfähigkeit der Elektrode, einschließlich Lichtbogenstabilität, Ausbrennrate und Lebensdauer. In diesem Kapitel wird die Vorbereitungs- und Produktionstechnologie von Thoriumwolframelektroden ausführlich erörtert, wobei die Rohstoffaufbereitung, der pulvermetallurgische Prozess, der Walz- und Schleifprozess, die Qualitätskontrolle sowie die Prävention und Kontrolle der radioaktiven Kontamination behandelt werden.

4.1 Aufbereitung von Rohstoffen für Thoriumwolframelektroden

Die Leistungsfähigkeit von Thorium-Wolfram-Elektroden hängt stark von der Qualität und Reinheit des Rohmaterials ab. Wolframpulver und Thoriumoxid (ThO_2) sind die Hauptrohstoffe für die Herstellung von Thoriumwolframelektroden, und ihre Auswahl-, Reinigungs- und Dotierungsprozesse sind entscheidend für die chemische Zusammensetzung, die Mikrostruktur und die endgültigen Eigenschaften der Elektroden.

4.1.1 Auswahl und Reinigung von Wolframpulver

Wolframpulver ist der Hauptbestandteil der Thoriumwolframelektrode und macht 95,8 % bis 99,2 % der Elektrodenmasse aus. Wolfram ist ein Refraktärmetall mit einem hohen Schmelzpunkt (3422°C) und einer hohen Dichte ($19,25\text{ g/cm}^3$), und seine Pulvermorphologie wirkt sich direkt auf die Formbarkeit des nachfolgenden pulvermetallurgischen Prozesses und die Leistung der Elektrode aus.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Auswahl an Wolframpulver

Bei der Auswahl des Wolframpulvers sollten Partikelgröße, Reinheit und Morphologie berücksichtigt werden. Wolframpulver, die üblicherweise in der Industrie verwendet werden, reichen von 1 bis 10 μm , und zu feine Pulver ($<1 \mu\text{m}$) können beim Sintern zu einer übermäßigen Schrumpfung führen, während zu grobe Pulver ($>10 \mu\text{m}$) die Dichte und Gleichmäßigkeit der Elektrode verringern können. In der Regel ist eine gleichmäßige Partikelgrößenverteilung erforderlich, um eine gute Fließfähigkeit des Pulvers beim Pressen und Sintern zu gewährleisten.

Reinheit ist der Schlüsselindikator für die Auswahl von Wolframpulver. Die Reinheit von Wolframpulver muss mehr als 99,95 % erreichen, um den Einfluss von Verunreinigungen (wie Eisen, Nickel, Sauerstoff, Kohlenstoff usw.) auf die Leitfähigkeit und Schweißleistung der Elektrode zu reduzieren. Ein hoher Gehalt an Verunreinigungen kann zu einer Instabilität des Lichtbogens oder einer erhöhten Elektrodenverbrennung führen. Beispielsweise können Sauerstoffwerte über 0,02 % bei hohen Temperaturen flüchtige Oxide (WO_3) bilden, was die Lebensdauer der Elektrode verkürzt.

Auch die Morphologie von Wolframpulver sollte berücksichtigt werden. Wolframpulver mit nahezu sphärischer oder polyedrischer Morphologie wird in der Regel wegen seiner hohen Schüttdichte und Fließfähigkeit ausgewählt, was der Gleichmäßigkeit der Pressformung förderlich ist. Chemische Gasphasenabscheidung (CVD) oder Wasserstoffreduktion werden in der Produktion häufig zur Herstellung von hochreinem Wolframpulver eingesetzt, um sicherzustellen, dass die Pulverqualität internationalen Standards entspricht (e.g. ISO 6848:2015).

Reinigung von Wolframpulver

Der Reinigungsprozess von Wolframpulver ist darauf ausgelegt, Verunreinigungen aus dem Rohmaterial zu entfernen und die Reinheit und Leistung zu verbessern. Zu den gängigen Reinigungsmethoden gehören:

Wasserstoffreduktionsmethode: Wolframsäure (H_2WO_4) oder Wolframoxid (WO_3) wird unter einer Wasserstoffatmosphäre mit hoher Temperatur (800-1000 $^{\circ}\text{C}$) zu Wolframmetallpulver reduziert. Mit dieser Methode können Sauerstoff und einige flüchtige Verunreinigungen effektiv entfernt werden, um hochreines Wolframpulver zu erhalten.

Beizverfahren: Verwenden Sie verdünnte Salzsäure oder Salpetersäurelösung, um Wolframpulver zu reinigen und Metallverunreinigungen wie Eisen und Nickel zu entfernen, die an der Oberfläche adsorbiert sind. Nach dem Beizen wiederholt mit entionisiertem Wasser spülen, um Säurerückstände zu vermeiden.

Hochtemperatur-Vakuumbehandlung: Wolframpulver wird bei hoher Temperatur (1200-1500 $^{\circ}\text{C}$) in einer Vakuumumgebung (10^{-4} Pa) behandelt, um Restsauerstoff und Kohlenstoff weiter zu entfernen und eine Reinheit von 99,99 % zu gewährleisten.

Das gereinigte Wolframpulver wird einer Partikelgrößensiebung unterzogen (in der Regel durch Vibrationssieb oder Luftstromsichter), um sicherzustellen, dass die Partikelgrößenverteilung den Anforderungen entspricht. Nach dem Screening muss Wolframpulver in einer trockenen, Vakuum- oder Inertgasumgebung gelagert werden, um Oxidation oder Feuchtigkeitsaufnahme zu verhindern.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

4.1.2 Thoriumoxid-Dotierungsverfahren

Thoriumoxid (ThO_2) ist das Schlüsseldopant von Thoriumwolframelektroden, und sein Gehalt (0,8-4,2%) wirkt sich direkt auf die Elektronenarbeit und die Lichtbogenstabilität der Elektroden aus. Das Thoriumoxid-Dotierungsverfahren muss eine gleichmäßige Verteilung in der Wolframmatrix sicherstellen und gleichzeitig das Radioaktivitätsrisiko kontrollieren.

Auswahl von Thoriumoxid

Thoriumoxidpulver müssen von hoher Reinheit (>99,9 %) und geeigneter Partikelgröße (0,5-2 μm) sein. Zu feine Thoriumoxidpartikel können während des Sinterprozesses agglomerieren, was zu einer ungleichmäßigen Verteilung führt. Zu grobe Partikel können die mechanische Festigkeit der Elektrode verringern. Thoriumoxid wird in der Regel durch thermische Zersetzung oder Fällung von Thoriumsalzen (wie Thoriumnitrat) hergestellt, und der Gehalt an Verunreinigungen (wie Uran, Eisen usw.) muss streng kontrolliert werden, um die Leistung der Elektrode nicht zu beeinträchtigen.

Aufgrund der Spurenradioaktivität von Thoriumoxid (Thorium-232, Halbwertszeit 14 Milliarden Jahre) muss seine Beschaffung und Lagerung den Vorschriften über den Umgang mit radioaktiven Stoffen (z.B. GB 18871-2002) entsprechen. Die Lieferanten sind verpflichtet, einen Radioaktivitätstestbericht vorzulegen, um sicherzustellen, dass die Aktivitätskonzentration unter dem ausgenommenen Grenzwert (1 Bq/g) liegt.

Dotierungsprozess

Der Thoriumoxid-Dotierungsprozess wird in der Regel in der Mischphase durchgeführt, und die wichtigsten Methoden umfassen:

Trockenmischen: Wolframpulver und Thoriumoxidpulver werden in einem Hochgeschwindigkeitsmischer (z. B. einem V-Mischer oder einem dreidimensionalen Mischer) gemischt, und die Mischzeit beträgt in der Regel 4-8 Stunden. Während des Mischvorgangs sollte eine kleine Menge organischer Bindemittel (wie Polyvinylalkohol, PVA) hinzugefügt werden, um die Fließfähigkeit des Pulvers zu verbessern und die Agglomeration von Thoriumoxidpartikeln zu vermeiden.

Nassmischen: Wolframpulver und Thoriumoxidpulver werden in entionisiertem Wasser oder Ethanol dispergiert und mittels einer Kugelmühle (in der Regel unter Verwendung von Zirkonoxidkugeln) nass gemischt. Das Nassmischen verbessert die Homogenität, aber eine anschließende Trocknung (100-150 °C, Vakuum oder inerte Atmosphäre) ist erforderlich, um Lösungsmittel zu entfernen.

Chemische Co-Präzipitationsmethode: Thoriumnitrat wird der Wolframatlösung zugesetzt, und durch Co-Präzipitation wird ein Wolfram-Thorium-Komplex gebildet, und dann wird dotiertes Pulver durch Hochtemperaturreduktion hergestellt. Mit dieser Methode kann eine gleichmäßige Dotierung auf atomarer Ebene erreicht werden, aber sie ist teuer und wird häufig in der High-End-Elektrodenproduktion eingesetzt.

Der Gehalt an Thoriumoxid sollte während des Dotierungsprozesses streng kontrolliert werden, und die Anteile von WT10 (0,8-1,2%), WT20 (1,7-2,2%), WT30 (2,8-3,2%) und WT40 (3,8-4,2%)

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

sollten genau gewogen werden (Genauigkeit $\pm 0,01\%$). Das gemischte Pulver wird mittels Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA) oder induktiv gekoppelter Plasmaspektroskopie (ICP) detektiert, um die Homogenität zu gewährleisten.

Strahlenschutz

Bei der Thoriumoxid-Dotierung sind strenge radioaktive Schutzmaßnahmen erforderlich. Die Bediener müssen Schutzkleidung und Masken tragen, und die Mischgeräte müssen mit einer luftdichten Abdeckung und einem Belüftungssystem ausgestattet sein, um die Ausbreitung von Staub zu verhindern. Das gemischte Pulver sollte in einem luftdichten Behälter mit einem radioaktiven Warnschild aufbewahrt werden.

4.2 Pulvermetallurgischer Prozess der Thoriumwolframelektrode

Die Pulvermetallurgie ist der Kernprozess der Thoriumwolframelektrodenvorbereitung, bei dem Wolframpulver und Thoriumoxidpulver durch Mischen, Pressen, Sintern und Wärmebehandlung in Hochleistungselektrodenstäbe umgewandelt werden. Dieser Prozess erfordert eine präzise Kontrolle der Parameter in jeder Phase, um eine gleichbleibende Dichte, Kornstruktur und Leistung der Elektrode zu gewährleisten.

4.2.1 Mischen und Pressen

Mischung

Das Compoundieren ist der erste Schritt in der Pulvermetallurgie und soll eine gleichmäßige Verteilung von Wolframpulver und Thoriumoxid gewährleisten. Bei der Mischanlage handelt es sich in der Regel um einen Hochgeschwindigkeitsmischer oder eine Kugelmühle, und die Mischzeit und -geschwindigkeit müssen entsprechend der Pulverpartikelgröße und dem Partikelverhältnis angepasst werden. Zum Beispiel muss die WT20-Elektrode (1,7-2,2 % ThO_2) 6-8 Stunden lang bei 200-300 U/min gemischt werden, um die Anhäufung von Thoriumoxidpartikeln zu vermeiden.

Während des Mischvorgangs wird eine kleine Menge Bindemittel (z. B. PVA oder Polyethylenglykol, PEG, 0,5-1 % Massenverhältnis) zugegeben, um den Verlauf des Pulvers zu verbessern. Nach Abschluss des Mischens wird die Partikelgrößenverteilung des Pulvers mit einem Laser-Partikelgrößenanalysator überprüft, um sicherzustellen, dass die D50 (mittlere Partikelgröße) im Bereich von 2-5 μm liegt.

unterdrücken

Durch den Pressprozess wird das gemischte Pulver zu einem Rohling geformt, in der Regel durch kaltisostatisches Pressen (CIP) oder Komprimieren. Das kaltisostatische Pressen ist das gängige Verfahren, bei dem das Pulver durch hohen Druck (100-200 MPa) zu Stab- oder Plattenknüppeln gepresst wird. Während des Pressvorgangs müssen der Druck und die Haltezeit (1-3 Minuten) kontrolliert werden, um sicherzustellen, dass die Dichte des Primärrohlings gleichmäßig ist (ca. 60-70% der theoretischen Dichte).

Die Pressanlagen sind mit Präzisionsformen ausgestattet, die in der Regel aus Hartmetall oder Edelstahl gefertigt sind, um hohen Drücken standzuhalten und die Maßgenauigkeit zu gewährleisten.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Der Durchmesser und die Länge des Rohlings richten sich nach der endgültigen Elektrodenpezifikation (z. B. 1,6 mm, 2,4 mm, 3,2 mm). Nach dem Pressen durchläuft der Rohling eine Vorkontrolle (z.B. Sichtprüfung und Dichtepfung), um Risse oder Defekte zu entfernen.

4.2.2 Sinterprozess

Das Sintern ist ein wichtiger Schritt in der Pulvermetallurgie, bei dem der Primärrohling verdichtet wird und durch die Hochtemperaturbehandlung ein stabiles Gefüge gebildet wird. Das Sintern von Thorium-Wolfram-Elektroden wird in der Regel unter Wasserstoff- oder Vakuumatmosphäre durchgeführt, um eine Oxidation zu verhindern.

Sinterausrüstung und -bedingungen

Bei dem Sinterofen handelt es sich in der Regel um einen Hochtemperaturwiderstandsofen oder Induktionsofen mit einem Betriebstemperaturbereich von 2000-2800°C. Der Sinterprozess gliedert sich in drei Stufen:

Vorsintern bei niedrigen Temperaturen (800-1200 °C): Entfernen Sie Bindemittel und flüchtige Verunreinigungen, und die Schrumpfung des Primärrohlings beträgt etwa 5-10 %.

Hochtemperatur-Sintern (2200-2800 °C): Wolframpartikel diffundieren und verbinden sich, und die Thoriumoxidpartikel werden gleichmäßig in der Wolframmatrix verteilt, und die Dichte des Rohlings erreicht 95-98 % der theoretischen Dichte.

Isolierung und Kühlung (1800-1000°C): Durch die Steuerung der Haltezeit (2-4 Stunden) und der Abkühlgeschwindigkeit (10-20°C/min) wird die Kornstruktur optimiert und die innere Belastung reduziert.

Die Sinteratmosphäre muss streng kontrolliert werden, und die Reinheit des Wasserstoffs muss > 99,999 % betragen, um eine Sauerstoff- oder Stickstoffverschmutzung zu vermeiden. Das Vakuumsintern (10^{-4} Pa) reduziert den Verunreinigungsgehalt weiter und eignet sich für die High-End-Elektrodenproduktion.

Kontrolle des Gefüges

Während des Sinterprozesses sind die Verteilung der Thoriumoxidpartikel in der Wolframmatrix und die Korngröße entscheidend. Die richtige Sintertemperatur und -zeit können zu einer gleichmäßigen Verteilung der Thoriumoxidpartikel (0,5-2 µm Partikelgröße) führen und Agglomeration oder Entmischung vermeiden. Die Korngröße der Wolframmatrix wird in der Regel bei 10-50 µm geregelt, und zu große Körner können die mechanische Festigkeit verringern, während zu kleine Körner die elektrische Leitfähigkeit beeinträchtigen können.

Der gesinterte Rohling wird durch metallurgische Mikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie (REM) analysiert, um sicherzustellen, dass keine Risse, Poren oder Thoriumoxid-Seigerung vorhanden sind. Dichtetests (Archimedes) bestätigen, dass die Dichte des Rohlings 18,5-19,0 g/cm³ beträgt.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

4.2.3 Wärmebehandlung und Kornkontrolle

Die Wärmebehandlung ist ein wichtiger Schritt nach dem Sintern, um die Kornstruktur, die mechanischen Eigenschaften und die Schweißseigenschaften der Elektrode zu optimieren. Die Wärmebehandlung besteht in der Regel aus zwei Stufen: Glühen und Kornkontrolle.

ausglühen

Das Glühen erfolgt in einer Wasserstoff- oder Vakuumatmosphäre bei einer Temperatur von 1200-1600 °C und einer Haltezeit von 1-2 Stunden. Durch das Glühen werden die beim Sinternprozess entstehenden inneren Spannungen abgebaut und die Duktilität und Bruchfestigkeit der Elektrode verbessert. Nach dem Glühen nimmt die Härte der Elektrode leicht ab (ca. 350-400 HV), aber die Zähigkeit wird deutlich verbessert, so dass sie für das anschließende Kalandrieren geeignet ist.

Kontrolle des Getreides

Die Kornregelung passt die Korngröße der Wolframmatrix durch einen präzisen Wärmebehandlungsprozess an. Kleinere Körner (10-20 µm) erhöhen die mechanische Festigkeit der Elektrode und eignen sich für das Hochstromschweißen; Größere Körner (30-50 µm) sind vorteilhaft für die Leitfähigkeit und Lichtbogenstabilität. Die Korngrößenregelung hängt ab von:

Sintertemperatur: Hohe Temperatur (>2600°C) fördert das Kornwachstum, niedrige Temperatur (<2200°C) hemmt das Kornwachstum.

Dotierungseffekt: Thoriumoxidpartikel können Korngrenzen festnageln, das Überwachsen von Kornn hemmen und für ein gleichmäßiges Gefüge sorgen.

Abkühlgeschwindigkeit: Die schnelle Abkühlung (20-30 °C/min) fixiert feine Körner, und die langsame Abkühlung (5-10 °C/min) führt zu größeren Körnern.

Nach der Wärmebehandlung wird die Kornstruktur des Rohlings durch Röntgenbeugung (XRD) und metallographische Analyse überprüft, um sicherzustellen, dass er die Leistungsanforderungen von WT10, WT20, WT30 oder WT40 erfüllt.

4.3 Walz- und Schleifprozess der Thoriumwolframelektrode

Der Kalandrierungs- und Schleifprozess verarbeitet den gesinterten Rohling zu einem spezifikationsgerechten Elektrodenstab, um Maßhaltigkeit, Oberflächenqualität und gleichbleibende Leistung zu gewährleisten.

4.3.1 Umformen von Elektrodenstäben

Das Kalandrieren ist der Hauptprozess der Elektrodenstabformung, bei dem der gesinterte Rohling durch Mehrgang-Heiß- oder Kaltkalandrieren auf den gewünschten Durchmesser (0,5-10 mm) verarbeitet wird. Das Heißkalandrieren wird in der Regel bei 1400-1800 °C durchgeführt, wobei ein Mehrwalzenkalandrierer verwendet wird, um den Durchmesser des Rohlings schrittweise zu reduzieren. Die Verformung wird mit 10-20 % pro Kalandrierung geregelt, um Risse oder innere Spannungskonzentrationen zu vermeiden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Kalandrierungsprozess

Ausstattung: Mehrwalzenkalandrierung oder Rotationsschmiedemaschine, ausgestattet mit Präzisionsmatrizen und Heizsystemen.

Prozessparameter: Temperatur 1400-1800°C, Kalandrierungsgeschwindigkeit 0,5-2 m/min, Verformung 10-20%/Durchgang.

Atmosphärenregelung: Wasserstoff- oder Vakuumatmosphäre, um Oxidation zu verhindern.

Nach dem Kalandrieren wird der Elektrodenstab gerichtet (mittels einer Richtmaschine) und eine vorläufige Maßprüfung durchgeführt. Durchmesser- und Längstoleranzen werden in der Regel bei $\pm 0,05$ mm und Längstoleranzen von ± 1 mm geregelt. Verschiedene Arten von Elektroden (z. B. WT20, WT40) müssen entsprechend dem geeigneten Durchmesser für die Endanwendung ausgewählt werden, z. B. 1,6 mm für das Niederstromschweißen und 4,8 mm für das Hochstromschweißen.

Schneiden und Vorbearbeiten

Die kalandrierten Langstäbe werden mit einem Diamant- oder Laserschneider auf Standardlängen (z. B. 150 mm oder 175 mm) geschnitten, um einen flachen Schnitt zu gewährleisten. Nach dem Schneiden wird der Elektrodenstab einem Vorschleiff unterzogen, um die Oberflächenoxidschicht und Grate für den anschließenden Schleifprozess zu entfernen.

4.3.2 Oberflächenpolitur und Präzisionskontrolle

Das Oberflächenpolieren ist der letzte Schritt bei der Herstellung von Thoriumwolframelektroden und soll die Oberflächenqualität und Maßgenauigkeit verbessern sowie die Lichtbogendrift und das Ausbrennen beim Schweißen reduzieren.

Schleifen und Polieren

Grobschleifen: Eine Diamantschleifscheibe (Körnung 80-120 mesh) wird verwendet, um Oberflächenfehler zu entfernen, und die Oberflächenrauheit erreicht $Ra\ 1,6-3,2\ \mu m$.

Feinschliff: Feinkörnige Schleifscheiben (200-400 mesh) werden eingesetzt, um die Oberfläche mit einer Rauheit von $Ra\ 0,8-1,6\ \mu m$ weiter zu glätten.

Polieren: Verwenden Sie Polierpaste und eine hochdrehende Stoffscheibe, um die Oberflächenrauheit auf $Ra\ 0,2-0,4\ \mu m$ zu reduzieren und so einen Spiegeleffekt zu gewährleisten.

Während des Polierprozesses werden spezielle Schleifgeräte verwendet, die mit einem Wasserkühlsystem ausgestattet sind, um die Temperatur zu senken und eine thermische Schädigung der Wolframmatrix und des Thoriumoxids zu verhindern. Der Schleifstaub wird durch ein Gehäuse und ein hocheffizientes Filtersystem gesammelt, um eine radioaktive Kontamination zu verhindern.

Präzise Steuerung

Durchmessergenauigkeit: Die Durchmessererfassung erfolgt mit einem Lasermessschieber mit einer Toleranz von $\pm 0,02$ mm.

Geradheit: Wird von einem optischen Projektor oder Laserscanner erfasst, um sicherzustellen, dass die Geradheitsabweichung $0,1\ mm/m <$.

Oberflächenqualität: Die Oberfläche wird mikroskopisch inspiziert, ohne dass Risse, Kratzer oder

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Oxidrückstände vorhanden sind.

Nach dem Polieren werden die Elektroden einer Endreinigung (Ultraschall oder chemisch) unterzogen, um Öl und Staub von der Oberfläche zu entfernen, gefolgt von einer Vakuumverpackung, um eine Oxidation zu verhindern.

4.4 Qualitätskontrolle von Thorium-Wolfram-Elektroden

Die Qualitätskontrolle durchläuft jeden Schritt der Vorbereitung der Thoriumwolframelektrode und erstreckt sich auf die Gleichmäßigkeit der Zusammensetzung, die Maßgenauigkeit und die Oberflächenqualität, um sicherzustellen, dass die Elektrode internationalen Standards (e.g. ISO 6848:2015) und Kundenanforderungen entspricht.

4.4.1 Prüfung der Gleichmäßigkeit der Inhaltsstoffe

Die Homogenität der Zusammensetzung wirkt sich direkt auf die Schweißleistung und Konsistenz der Elektrode aus. Zu den Untersuchungsergebnissen gehören:

Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA): zerstörungsfreie Detektion von Wolfram- und Thoriumoxid mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ %. Zum Beispiel muss die WT20-Elektrode sicherstellen, dass der Thoriumoxidgehalt im Bereich von 1,7 bis 2,2 % liegt.

Induktiv gekoppelte Plasmaspektroskopie (ICP-OES): Die hochpräzise Analyse von Verunreinigungselementen (z. B. Fe, Ni, O, C) gewährleistet einen Gesamtverunreinigungengehalt von $< 0,05$ %.

Rasterelektronenmikroskopie (REM-EDS): Analysieren Sie die Verteilung und Partikelgröße von Thoriumoxid-Partikeln, um sicherzustellen, dass keine Agglomeration oder Entmischung vorhanden ist.

Die Häufigkeit der Tests beträgt in der Regel 10-20 % Probenahme pro Charge, und nicht qualifizierte Chargen müssen neu gemischt oder gesintert werden.

4.4.2 Prüfung der Maß- und Oberflächengüte

Dimensions- und Oberflächenqualitätsprüfungen stellen die geometrische Genauigkeit und Schweißleistung der Elektroden sicher. Zu den Untersuchungsergebnissen gehören:

Maßprüfung: Durchmesser und Länge werden mit Lasermessschiebern und Mikrometern gemessen, und die Toleranzen entsprechen den Normen (z. B. GB/T 4187-2017).

Geradheitserkennung: Gemessen mit einem Laserscanner oder optischen Projektor, um eine Abweichung von $< 0,1$ mm/m zu gewährleisten.

Prüfung der Oberflächenqualität: Prüfen Sie die Oberfläche mit einem Lichtmikroskop oder Oberflächenrauheitsmessgerät mit einer Rauheit von $Ra < 0,4$ μm und ohne Risse, Kratzer oder Oxide.

Nicht konforme Elektroden müssen nachbearbeitet (neu geschliffen oder poliert) oder verschrottet werden, und Inspektionsprotokolle werden archiviert, um Qualitätsprobleme nachzuvollziehen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

4.5 Verhütung und Bekämpfung der radioaktiven Kontamination von Thoriumwolframelektroden

Die Spurenmenge an Radioaktivität von Thoriumoxid (Thorium-232) ist eine große Herausforderung bei der Herstellung von Thoriumwolframelektroden, die ein strenges Abfallmanagement, Schutzmaßnahmen und Abfallentsorgung erfordert, um Gesundheits- und Umweltrisiken zu reduzieren.

4.5.1 Entsorgung radioaktiver Abfälle im Produktionsprozess

Zu den radioaktiven Abfällen, die während des Produktionsprozesses anfallen, gehören Staub, Abfall und Abwasser. Zu den Managementmaßnahmen gehören:

Entstaubung: Misch-, Schleif- und Polieranlagen erfordern eine Auffanghaube und ein hocheffizientes Filtersystem (z. B. HEPA-Filter) mit einer Abscheiderate von $> 99,9\%$.

Abfallklassifizierung: Abfälle aus dem Sintern und Schneiden werden getrennt gesammelt und in verschlossenen Behältern gelagert, die mit einem radioaktiven Warnhinweis gekennzeichnet sind.

Abfallüberwachung: Die Abfallaktivität wird regelmäßig mit dem X- γ Strahlendosisleistungsdetektor (AT1123) und dem α und β Oberflächenkontaminationsdetektor (XH-3206) überwacht, um sicherzustellen, dass sie unter der Ausnahmenorm (1 Bq/g) liegt.

Die Abfälle sind gemäß den Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen durch Unternehmen für die Erschließung und Nutzung zugehöriger radioaktiver Bergwerke (für die Versuchsdurchführung) zu registrieren und zu melden.

4.5.2 Schutzmaßnahmen und Anforderungen an die Ausrüstung

Schutzmaßnahmen sollen Bediener und Umwelt vor Strahlengefahren schützen:

Persönlicher Schutz: Die Bediener sind verpflichtet, Schutzkleidung, Staubmasken und Handschuhe zu tragen und sich einer regelmäßigen Strahlendosisüberwachung (effektive Dosis < 1 mSv pro Jahr) zu unterziehen.

Anforderungen an die Ausrüstung: Mischer, Sinteröfen und Schleifanlagen müssen mit geschlossenen Hauben und Belüftungssystemen ausgestattet sein, und die Abgasemissionen müssen durch Aktivkohlefilter behandelt werden.

Arbeitsumgebung: In der Produktionswerkstatt müssen Strahlungsmonitore installiert werden, um die X- γ -Dosisleistung ($< 0,1$ μ Sv/h) sowie die α und β Oberflächenkontamination in Echtzeit zu überwachen.

4.5.3 Behandlung von Abwässern und festen Abfällen

Abwasserbehandlung: Das durch Mischen und Reinigen anfallende Abwasser muss durch Sedimentation, Filtration und Ionenaustausch behandelt werden, um Thoriumverbindungen zu entfernen, und die Abwasseraktivität muss vor der Einleitung weniger als 0,1 Bq/L betragen.

Behandlung fester Abfälle: Staub und Abfallstoffe müssen verfestigt (z. B. mit Zementmatrix vermischt) und in einem speziellen Endlager für radioaktive Abfälle gelagert werden, das regelmäßig zur Entsorgung an professionelle Einrichtungen übergeben wird.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Dokumentation und Überwachung: Die Abfallentsorgung unterliegt regelmäßigen Inspektionen durch die Umweltschutzbehörden, bei denen Tätigkeit, Gewicht und Entsorgungsmethoden erfasst werden.



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Kapitel 5 Verwendung der Thorium-Wolfram-Elektrode

Aufgrund ihrer hervorragenden physikalischen, chemischen und schweißtechnischen Eigenschaften haben Thorium-Wolfram-Elektroden ein breites Anwendungsspektrum im industriellen Bereich, insbesondere beim Wolfram-Argon-Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißen), Plasmaschweißen und anderen speziellen industriellen Szenarien. Die geringe Elektronenaustrittsarbeit, die hohe Lichtbogenstabilität und die geringe Ausbrennrate von Thorium-Wolfram-Elektroden machen sie zum Material der Wahl für hochpräzises und hochbelastbares Schweißen. Aufgrund der Spurenmenge an Radioaktivität, die Thoriumoxid (ThO_2) mit sich bringt, sind die Anwendungsszenarien jedoch begrenzt, was die Entwicklung und Substitution von nicht-radioaktiven Elektroden begünstigt. In diesem Kapitel werden die Anwendung von Thoriumwolframelektroden im Bereich des Schweißens, andere industrielle Anwendungen und die Grenzen ihrer Anwendungsszenarien ausführlich erörtert.

5.1 Anwendung der Thoriumwolframelektrode im Bereich des Schweißens

Die Anwendung der Thorium-Wolfram-Elektrode im Schweißbereich konzentriert sich hauptsächlich auf das Wolfram-Argon-Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißen), das Plasmaschweißen und das Schweißen von Gleichstrom-Minuselektroden (DCEN). Seine hervorragende Lichtbogeninitiierungsleistung und Lichtbogenstabilität machen es zur idealen Wahl für das Schweißen von hohen Schmelzpunkten und Refraktärmetallen und werden häufig in der Luft- und Raumfahrt, der Nuklearindustrie, der Petrochemie, der Automobilherstellung und dem Schiffbau eingesetzt.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO₂). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

5.1.1 Wolfram-Inertgas-Schweißen

Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) ist ein Schweißverfahren, bei dem Wolframelektroden verwendet werden, um einen Lichtbogen unter dem Schutz eines Inertgases (wie Argon oder Helium) zu erzeugen, und das aufgrund seiner hohen Präzision und hochwertigen Schweißnähte in einer Vielzahl von industriellen Szenarien weit verbreitet ist. Thorium-Wolfram-Elektroden dominieren das WIG-Schweißen, insbesondere bei Gleichstrom-Anode (DCEN) und bestimmten Wechselstrom-Schweißverfahren (AC).

Leistungsvorteile

Die geringe Elektronenarbeit der Thorium-Wolfram-Elektrode (ca. 2,63 eV) erleichtert das Auslösen von Lichtbögen bei niedrigen Spannungen, reduziert den Wärmeeintrag bei der Lichtbogeneinleitung und eignet sich daher für das Präzisionsschweißen. Seine hohe Lichtbogenstabilität ermöglicht es, einen konzentrierten und kontinuierlichen Lichtbogen über einen weiten Strombereich (50-500 A) aufrechtzuerhalten und so Spritzer und Schweißfehler zu reduzieren. Darüber hinaus verlängert die geringe Ausbrennrate von Thorium-Wolfram-Elektroden die Lebensdauer und senkt die Produktionskosten. Je nach Strom- und Materialbedarf können verschiedene Arten von Thorium-Wolfram-Elektroden (z.B. WT10, WT20, WT30, WT40) ausgewählt werden:

WT10 (0,8-1,2 % ThO₂): Geeignet für Präzisionsschweißen mit niedrigem Strom (50-150 A), z. B. für dünne Edelstahlbleche oder Kupferlegierungen.

WT20 (1,7-2,2 % ThO₂): Geeignet für mittlere bis hohe Ströme (100-300 A) und ist das am häufigsten verwendete Modell beim WIG-Schweißen.

WT30/WT40 (2,8-4,2 % ThO₂): Geeignet für Hochleistungsschweißen mit hohem Strom (200-500 A), z. B. aus dickem Titanblech oder Nickellegierungen.

Anwendungsszenarien

Luft- und Raumfahrt: Beim WIG-Schweißen werden Thorium-Wolfram-Elektroden (typischerweise WT20 oder WT30) zum Schweißen von Titanlegierungen (z. B. Ti-6Al-4V) und Nickelbasislegierungen (z. B. Inconel 718) für die Herstellung von Flugzeugrümpfen, Triebwerksschaufeln und Turbinenkomponenten verwendet. Diese Komponenten erfordern eine hohe Festigkeit, keine Defekte und eine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit der Schweißnaht, und der stabile Lichtbogen und die geringe Ausbrennrate der Thorium-Wolframelektrode gewährleisten die Qualität der Schweißnaht. Bei der Herstellung von Boeing 787-Flugzeugen werden beispielsweise WT20-Elektroden für das WIG-Schweißen von Rumpfstrukturen aus Titanlegierungen verwendet, um die mechanischen Eigenschaften und die Ermüdungslebensdauer der Schweißnähte sicherzustellen.

Nuklearindustrie: Thorium-Wolfram-Elektroden werden häufig beim WIG-Schweißen von Druckbehältern und Rohrleitungen in Kernkraftwerken eingesetzt. Die Elektroden WT30 oder WT40 sind in der Lage, einen stabilen Lichtbogen bei hohen Strömen zu liefern, dickwandige Edelstähle (z. B. 316L) oder Nickellegierungen zu schweißen und sicherzustellen, dass die Schweißnaht frei von Porosität und Rissen ist. So werden beispielsweise bei der Herstellung des

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Reaktordruckbehälters AP1000 der chinesischen Nuklearindustrie Thoriumwolframelektroden für das Schweißen von Schlüsselkomponenten verwendet.

Petrochemische Industrie: Thorium-Wolfram-Elektroden werden zum Schweißen von korrosionsbeständigen Rohren und Behältern wie Edelstahl (304, 316) und Nickelbasislegierungen (Hastelloy) verwendet. Die Lichtbogenstabilität der WT20-Elektrode bei mittleren und hohen Strömen gewährleistet die Gleichmäßigkeit und Korrosionsbeständigkeit der Schweißnaht, um den Anforderungen rauer chemischer Umgebungen gerecht zu werden.

Automobilbau: Thorium-Wolfram-Elektroden werden für das WIG-Schweißen von hochfesten Stählen und Aluminiumlegierungen verwendet, z. B. für die Herstellung von Aufhängungen und Abgassystemen für Automobile. Die WT10-Elektrode eignet sich zum Schweißen dünnwandiger Teile bei niedrigen Strömen, wodurch thermischer Verzug und Materialbeschädigungen reduziert werden.

Betriebliche Vorsichtsmaßnahmen

Bei der Verwendung von Thorium-Wolfram-Elektroden beim WIG-Schweißen ist es notwendig, je nach Material und Strom den passenden Elektrodendurchmesser (1,6-6,4 mm) und Schleifwinkel (15°-45°) zu wählen. Scharfe Schleifwinkel (20°-30°) können den Lichtbogen konzentrieren und die Genauigkeit verbessern; Der große Winkel (30°-45°) ist für das Hochstromschweißen geeignet und erhöht die Haltbarkeit. Der Schutzgasdurchfluss (8-15 l/min) muss streng geregelt werden, um Lichtbogendrift oder Elektrodenoxidation zu vermeiden. Das Schleifen von Elektroden erfordert den Einsatz einer speziellen Schleifmaschine und einer Staubsammelvorrichtung, um das Risiko von Radioaktivität zu verringern.

5.1.2 Plasmaschweißen

Das Plasmalichtbogenschweißen (PAW) ist ein Schweißverfahren, bei dem ein geschlossener Lichtbogen verwendet wird, um einen Hochtemperatur-Plasmastrom zu erzeugen, der eine höhere Energiedichte und Schweißgenauigkeit aufweist und für das Präzisionsschweißen von Materialien mit hohen Schmelzpunkten geeignet ist. Thorium-Wolfram-Elektroden zeichnen sich beim Plasmaschweißen durch ihre Fähigkeit aus, einen stabilen Lichtbogen in einer Hochtemperatur- und Hochdruck-Plasmaumgebung aufrechtzuerhalten.

Leistungsvorteile

Die Lichtbogentemperatur beim Plasmaschweißen kann 15000-20000 °C erreichen, was eine extrem hohe thermische Stabilität und Brennbeständigkeit der Elektrode erfordert. Der hohe Schmelzpunkt (3422 °C) der Thoriumwolframelektrode und die thermische Elektronenabgabefähigkeit von Thoriumoxid ermöglichen es ihr, solchen extremen Bedingungen standzuhalten. Die Elektroden WT20 und WT30 sind aufgrund ihres moderaten Thoriumoxidgehalts (1,7-3,2 %) und ihrer geringen Ausbrandrate die erste Wahl für das Plasmaschweißen. Die geringe Elektronenarbeit der Elektroden sorgt für eine schnelle Lichtbogenbildung im Hochfrequenz-Lichtbogeninitiations- oder Impulsmodus, während die Lichtbogenstabilität für Gleichmäßigkeit und Tiefe der Schweißnaht sorgt.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Anwendungsszenarien

Luft- und Raumfahrt: Beim Plasmaschweißen werden Thorium-Wolfram-Elektroden verwendet, um Komponenten aus Titan und Nickellegierungen zu schweißen, wie z. B. Düsen von Raketentriebwerken und Turbinenschaufeln für die Luft- und Raumfahrt. Die WT20-Elektrode ist in der Lage, einen stabilen Plasmalichtbogen bei hohen Energiedichten zu liefern und so die Schweißtiefe und -festigkeit zu gewährleisten. Zum Beispiel werden Thoriumwolframelektroden für das Präzisionsplasmaschweißen beim Schweißen von Treibstofftanks der Falcon-Rakete von SpaceX verwendet.

Medizinprodukte: Das Plasmaschweißen wird zur Herstellung von Medizinprodukten aus Edelstahl oder Titanlegierungen wie chirurgischen Instrumenten und Implantaten verwendet. Die WT10-Elektrode eignet sich für dünnwandige Werkstoffe beim Niederstrom-Plasmaschweißen, wodurch die Wärmeeinflusszone (WEZ) reduziert und die Oberflächenqualität sichergestellt wird.

Elektronikindustrie: Thorium-Wolfram-Elektroden werden beim Miniatur-Plasmaschweißen für die Verbindung von elektronischen Bauteilen wie Halbleitergehäusen und Miniatur-Leiterplatten eingesetzt. Die Elektroden WT10 oder WT20 bieten eine Feinlichtbogenregelung für eine hohe Genauigkeit.

Betriebliche Vorsichtsmaßnahmen

Beim Plasmaschweißen müssen Thoriumwolframelektroden einen kleineren Durchmesser (1,0-2,4 mm) verwenden, um den Plasmalichtbogen mit hoher Energiedichte aufzunehmen. Die Elektrodenspitze muss in einem spitzen Winkel (15°-25°) geschliffen werden, um den Lichtbogen zu konzentrieren, und die Durchflussmenge des Schutzgases (Argon oder Argon-Helium-Gemisch) muss genau gesteuert werden (2-5 L/min). Aufgrund der hohen Temperaturen beim Plasmaschweißen müssen die Elektroden mit wassergekühlten Schweißzangen ausgestattet werden, um die Wärmebelastung zu reduzieren und die Lebensdauer zu verlängern.

5.1.3 Gleichstrom-Anodenschweißen (Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Nickellegierung, Titanlegierung usw.)

Das Gleichstrom-Anodenschweißen (DCEN) ist die häufigste Anwendungsart von Thorium-Wolfram-Elektroden, bei der Elektronen von der Elektrode zum Werkstück fließen und die Wärme hauptsächlich auf das Werkstück konzentriert wird, wodurch die thermische Belastung der Elektrode verringert wird. Dieser Modus eignet sich zum Schweißen einer Vielzahl von Metallmaterialien, einschließlich Kohlenstoffstahl, Edelstahl, Nickellegierungen und Titanlegierungen.

Leistungsvorteile

Im DCEN-Modus ermöglichen die geringe Elektronenarbeit und die Lichtbogenstabilität der Thoriumwolframelektrode die schnelle Initiierung eines Lichtbogens und die Aufrechterhaltung eines konzentrierten, kontinuierlichen Lichtbogenflusses. Verschiedene Arten von Elektroden eignen sich für unterschiedliche Ströme und Materialien:

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Kohlenstoffstahl: WT10- oder WT20-Elektroden eignen sich zum Schweißen von Bauteilen aus Kohlenstoffstahl wie Brücken und Gebäuderahmen bei niedrigen bis mittleren Strömen (50-200 A).
Edelstahl: Die WT20-Elektrode bietet einen stabilen Lichtbogen bei einem Strom von 100-300 A, der zum Schweißen von Edelstahl wie 304, 316 usw. geeignet ist und häufig in petrochemischen Rohrleitungen und Lebensmittelverarbeitungsanlagen verwendet wird.

Nickellegierungen: WT30- oder WT40-Elektroden eignen sich zum Schweißen von Inconel oder Hastelloy bei hohen Strömen (200-400 A) für korrosionsbeständige Bauteile in der Luft- und Raumfahrt und in chemischen Anlagen.

Titanlegierungen: WT20- oder WT30-Elektroden eignen sich zum Schweißen von Titanlegierungen (z. B. Ti-6Al-4V) bei mittleren bis hohen Strömen für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt und im medizinischen Bereich, wo hohe Präzision und sauerstofffreie Umgebungen erforderlich sind.

Die geringe Ausbrennrate der Thorium-Wolfram-Elektrode sorgt für Zuverlässigkeit beim Langzeitschweißen, insbesondere beim Schweißen von dicken Blechen oder Materialien mit hohen Schmelzpunkten. So ist die WT40-Elektrode in der Lage, mehrere Stunden lang bei 400 A im Dauerbetrieb zu arbeiten, ohne dass sich die Form der Elektrodenspitze verändert.

Anwendungsszenarien

Luft- und Raumfahrt: Thorium-Wolfram-Elektroden werden für das DCEN-WIG-Schweißen von Titan- und Nickellegierungen verwendet, wie z. B. Flugzeugrümpfen, Triebwerkskomponenten und Raketentreibstofftanks. Die WT20-Elektrode sorgt für einen stabilen Lichtbogen bei 150-250 A und gewährleistet so eine hohe Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit der Schweißnaht.

Nuklearindustrie: WT30- oder WT40-Elektroden werden zum Schweißen von Druckbehältern aus Edelstahl und Nickellegierungen verwendet, wie z. B. den Kühlrohren von Kernreaktoren. Die Lichtbogenstabilität ist hoch, die Schweißnaht ist fehlerfrei und sie erfüllt strenge Sicherheitsstandards.

Petrochemische Industrie: Thorium-Wolfram-Elektroden werden zum Schweißen von Rohren aus Kohlenstoffstahl und Edelstahl verwendet, wie z. B. Ölpipelines in Ölraffinerien. Die WT20-Elektrode gewährleistet die Korrosionsbeständigkeit und die mechanischen Eigenschaften der Schweißnaht bei mittleren bis hohen Strömen.

Schiffbauindustrie: WT30-Elektroden werden zum Schweißen von hochfesten Stahlblechen wie Rumpf- und Decksstrukturen verwendet, und die Lichtbogenstabilität gewährleistet die Tiefe und Qualität des Schweißens von dicken Blechen.

Betriebliche Vorsichtsmaßnahmen

Beim DCEN-Schweißen muss der Elektrodendurchmesser entsprechend dem Strom (1,6-6,4 mm) gewählt und der Schleifwinkel (20°-35°) optimiert werden, um den Lichtbogen zu konzentrieren. Die Durchflussrate des Schutzgases (Argon oder Helium) sollte bei 8-12 l/min gehalten werden, um eine Elektrodenoxidation oder eine Kontamination des Schmelzbades zu verhindern. Überprüfen Sie regelmäßig den Zustand der Elektrodenspitze und schleifen Sie sie gegebenenfalls erneut, um die Leistung wiederherzustellen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

5.2 Anwendung der Thoriumwolframelektrode in anderen Branchen

Neben dem Schweißen haben Thoriumwolframelektroden auch wichtige Anwendungen in anderen industriellen Szenarien, insbesondere in der Vakuumelektronik und beim Lichtbogenschneiden, wo sie aufgrund ihres hohen Schmelzpunkts und ihrer thermischen Elektronenemissionsfähigkeit wichtige Materialien sind.

5.2.1 Kathodenmaterialien in der Vakuumelektronik

Thorium-Wolfram-Elektroden werden aufgrund ihrer geringen Elektronenaustrittsarbeit und ihrer hohen thermischen Stabilität als Kathodenmaterialien für vakuumelektronische Geräte wie Mikrowellenröhren, Röntgenröhren und Kathodenstrahlröhren verwendet. Die Kathode ist die Kernkomponente der Elektronenemission in elektronischen Geräten, und das Material wird benötigt, um in einer Hochtemperatur- und Hochvakuumumgebung stabil arbeiten zu können.

Leistungsvorteile

Die Thoriumoxid-Dotierung der Thoriumwolframelektrode reduziert die Elektronenaustrittsarbeit (2,63 eV) erheblich, wodurch sie bei einer niedrigeren Temperatur (ca. 1500-2000 °C) eine große Anzahl von Elektronen emittiert, was besser ist als die einer reinen Wolframkathode (über 2500 °C). Der hohe Schmelzpunkt und die Durchbrennfestigkeit gewährleisten die Langlebigkeit der Kathode im Hochleistungsbetrieb. WT20- und WT30-Elektroden werden aufgrund ihres moderaten Thoriumoxidgehalts häufig in solchen Anwendungen eingesetzt.

Anwendungsszenarien

Mikrowellenröhren: Thorium-Wolfram-Elektroden werden als Kathoden in Mikrowellenröhren für Radar- und Kommunikationsgeräte wie Magnetrons und Wanderfeldröhren verwendet. Seine stabile Elektronenemissionsfähigkeit gewährleistet eine Hochfrequenzleistung und eine lange Lebensdauer des Geräts. In militärischen Radarsystemen ist die Elektrodenkathode WT20 beispielsweise in der Lage, Tausende von Stunden Dauerbetrieb bei hoher Leistung zu leisten.

Röntgenröhren: Thorium-Wolfram-Elektroden werden in den Kathoden von medizinischen und industriellen Röntgenröhren verwendet, um einen stabilen Elektronenstrahl zu erzeugen, der Röntgenstrahlen anregt. Die geringe Elektronenarbeit und die hohe thermische Stabilität der WT20-Elektrode eignen sich für hochintensive Röntgengeräte wie CT-Scanner.

Kathodenstrahlröhre (CRT): Obwohl die CRT-Technologie allmählich ausläuft, werden Thoriumwolframelektroden immer noch als Kathodenmaterialien in einigen speziellen Anzeigegeräten verwendet, um eine stabile Elektronenemission zu gewährleisten.

Betriebliche Vorsichtsmaßnahmen

In der Vakuumelektronik müssen Thorium-Wolfram-Elektroden in einer Hochvakuumumgebung (10^{-6} Pa) betrieben werden, um Oxidation oder Kontamination zu verhindern. Die Elektrodenoberfläche ist präzisionspoliert ($Ra < 0,2 \mu m$), um eine gleichmäßige Elektronenemission zu gewährleisten. Radioaktiver Staub muss während der Produktion und Installation streng kontrolliert werden, und die Bediener müssen Schutzausrüstung tragen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

5.2.2 Lichtbogenschneiden und Lichtbogeninitiierung

Thorium-Wolfram-Elektroden eignen sich aufgrund ihrer hohen Lichtbogenstabilität und hohen Temperaturbeständigkeit beim Lichtbogenschneiden und bei der Lichtbogeninitiierung für industrielle Szenarien mit hoher Energiedichte.

Leistungsvorteile

Beim Lichtbogenschneiden muss die Elektrode in einer Plasmaumgebung mit hohen Temperaturen und hohem Druck einen stabilen Lichtbogen aufrechterhalten, und die geringe Elektronenarbeit und der hohe Schmelzpunkt der Thoriumwolframelektrode ermöglichen es ihr, schnell Lichtbögen mit hoher Intensität zu initiieren und extremen Bedingungen standzuhalten. WT30- und WT40-Elektroden werden aufgrund ihrer geringen Ausbrennrate und hohen Stromtoleranz häufig zum Schneiden und Lichtbogenschneiden verwendet.

Anwendungsszenarien

Plasmaschneiden: Thorium-Wolfram-Elektroden werden in Plasmaschneidmaschinen zum Schneiden von Materialien wie Kohlenstoffstahl, Edelstahl und Aluminiumlegierungen verwendet. Die WT30-Elektrode bietet einen stabilen Plasmalichtbogen bei 200-400 A Strömen und gewährleistet so Schnittgeschwindigkeit und Präzision. Im Schiffbau werden beispielsweise WT30-Elektroden zum Schneiden von dicken Stahlblechen mit flachen Schnitten und einer kleinen Wärmeeinflusszone eingesetzt.

Elektrolichtbogenöfen: Thorium-Wolfram-Elektroden werden zur Lichtbogenzündung in kleinen Elektrolichtbogenöfen, insbesondere in metallurgischen Laboratorien, zum Schmelzen von Legierungen mit hohen Schmelzpunkten eingesetzt. Die WT40-Elektrode ist in der Lage, schnell Lichtbögen zu initiieren und einen stabilen Betrieb bei hohen Strömen aufrechtzuerhalten.

Zündvorrichtung: Thorium-Wolfram-Elektroden werden in industriellen Zündsystemen wie Gasturbinen oder Kesseln eingesetzt und sorgen durch ihre schnelle Lichtbogenbildung für eine zuverlässige Zündleistung.

Betriebliche Vorsichtsmaßnahmen

Beim Lichtbogenschneiden muss die Elektrode mit einem effizienten Kühlsystem (z. B. einer wassergekühlten Düse) ausgestattet werden, um die Wärmebelastung zu reduzieren und die Lebensdauer zu verlängern. Der Elektrodendurchmesser (3,2-6,4 mm) und der Schleifwinkel (30°-45°) müssen entsprechend dem Schnittstrom optimiert werden. Der beim Schneiden entstehende Thoriumstaub wird durch ein hocheffizientes Filtersystem aufgefangen, um eine radioaktive Kontamination zu verhindern.

5.3 Einschränkungen von Anwendungsszenarien für Thorium-Wolfram-Elektroden

Obwohl Thoriumwolframelektroden beim Schweißen und anderen industriellen Anwendungen erhebliche Vorteile haben, schränken ihre Spuren Mengen an Radioaktivität und die Entwicklung alternativer Elektroden ihre Anwendungsszenarien ein.

5.3.1 Szenarien für die Verwendung radioaktiver Strahlung

Thoriumoxid (ThO_2) in Thoriumwolframelektroden enthält Thorium-232, ein natürlich

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

vorkommendes radioaktives Element, das α Partikel und geringe Mengen an β und γ Strahlen freisetzt. Obwohl seine Aktivitätskonzentration gering ist (WT10 liegt nahe 1 Bq/g, WT40 liegt leicht über der Ausnahmenorm), erfordert es dennoch strenge Strahlenschutzmaßnahmen während der Herstellung, Lagerung und Verwendung, was seine Anwendung in einigen Szenarien einschränkt.

Radiologisches Risiko

Produktion: Thoriumstaub, der beim Mischen, Sintern und Mahlen entsteht, kann durch Einatmen oder Kontakt in den menschlichen Körper gelangen und das Risiko innerer Strahlung erhöhen. Eine langfristige Exposition kann Lungen- oder Gewebeschäden verursachen, obwohl das Risiko gering ist (jährliche effektive Dosis von etwa 0,1 bis 1 mSv).

Anwendung: Beim Elektrodenschleifen beim Schweißen und Schneiden entsteht radioaktiver Staub, der den Einsatz von Spezialschleifmaschinen und effizienten Belüftungssystemen erfordert. Die Bediener sind verpflichtet, Schutzmasken zu tragen, und der Arbeitsplatz ist verpflichtet, die Strahlungswerte ($X\text{-}\gamma$ Dosisleistung $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$) regelmäßig zu überwachen.

Umweltauswirkungen: Abfallstoffe in Produktion und Nutzung (wie z.B. Staub, Abwasser und Altelektroden) sollten gemäß den Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen zur Erschließung und Nutzung zugehöriger radioaktiver Bergwerke (Versuch) zur Vermeidung von Verschmutzungen von Böden und Gewässern entsorgt werden.

Eingeschränkte Szenen

Medizin- und Lebensmittelindustrie: Thorium-Wolfram-Elektroden sind beim Schweißen von Medizinprodukten und Lebensmittelverarbeitungsanlagen aufgrund des Risikos von Radioaktivität eingeschränkt. So haben beispielsweise Europa und Nordamerika die Verwendung von Thorium-Wolfram-Elektroden beim Schweißen von Edelstahl in Lebensmittelqualität verboten und sind auf Cer-Wolfram- oder Lanthan-Wolfram-Elektroden umgestiegen.

Gebiete mit hohen Umweltauflagen: Die Europäische Union und einige Bundesstaaten in den Vereinigten Staaten (z. B. Kalifornien) haben strenge Vorschriften für die Verwendung von radioaktiven Stoffen, und Thoriumwolframelektroden erfordern spezielle Genehmigungen, was die Nutzungskosten erhöht.

Hochpräzise Elektronikindustrie: In der Halbleiter- und Mikroelektronikfertigung kann die Radioaktivität von Thorium-Wolfram-Elektroden die Reinraumumgebung verunreinigen und ihre Anwendung einschränken.

Antwort

Um das Risiko von Radioaktivität zu verringern, müssen die Unternehmen mit speziellen Geräten (z. B. geschlossene Schleifmaschinen und HEPA-Filtersysteme) ausgestattet und die Bediener im Strahlenschutz geschult werden. Die Abfallbehandlung muss internationalen und nationalen Standards (z. B. ICRP-Veröffentlichung 103 und GB 18871-2002) entsprechen, um sicherzustellen, dass die Aktivitätskonzentrationen und -emissionen eingehalten werden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

5.3.2 Anwendungstrends alternativer Elektroden

Mit der Verschärfung der Umweltschutzvorschriften und der Forschung und Entwicklung von nicht-radioaktiven Elektroden werden Thoriumwolframelektroden in einigen Anwendungsszenarien nach und nach durch Cerwolfram, Lanthanwolfram, Zirkoniumwolfram und Yttriumwolframelektroden ersetzt. Diese alternativen Elektroden stehen Thorium-Wolfram-Elektroden in Bezug auf die Leistung nahe und haben kein Risiko von Radioaktivität, was den Umweltanforderungen der modernen Industrie entspricht.

Leistungsfähigkeit alternativer Elektroden

Cer-Wolframelektrode (WC20): Enthält 1,8-2,2% Ceroxid, die Elektronenarbeit beträgt etwa 2,7 eV, die Lichtbogeninitiierungsleistung und die Lichtbogenstabilität liegen nahe an WT20, geeignet für DCEN- und AC-Schweißen, nicht radioaktiv, weit verbreitet in der Medizin- und Elektronikindustrie.

Lanthan-Wolfram-Elektrode (WL20): Enthält 1,8-2,0 % Lanthanoxid, Lichtbogenstabilität und Lebensdauer sind besser als Cer-Wolfram-Elektroden, eignen sich für hochpräzises und hochbelastbares Schweißen und haben die Thorium-Wolfram-Elektrode in der Luft- und Raumfahrt und in der Nuklearindustrie ersetzt.

Zirkonium-Wolfram-Elektrode (WZ8): mit 0,8 % Zirkonoxid, speziell für das Wechselstromschweißen von Aluminium- und Magnesiumlegierungen entwickelt, mit guter Lichtbogenstabilität, geeignet für das Schweißen von Leichtmetallen.

Yttrium-Wolfram-Elektrode (WY20): Mit 1,8-2,2 % Yttriumoxid liegt die Leistung nahe an der von Lanthan-Wolfram-Elektroden, die für hochpräzises Schweißen geeignet sind, aber die Kosten sind hoch und die Marktpopularität ist gering.

Alternative Trends

Europäische und amerikanische Märkte: Die Europäische Union und die Vereinigten Staaten haben Thorium-Wolfram-Elektroden auslaufen lassen, und Lanthan-Wolfram-Elektroden (WL20) sind mit einem Anteil von mehr als 60 % am Markt für WIG-Schweißelektroden zum Mainstream geworden. Die Cer-Wolfram-Elektrode (WC20) wird auch häufig in kostensensiblen Szenarien eingesetzt.

Chinesischer Markt: Als großes Land der Wolframressourcen werden Thoriumwolframelektroden aufgrund von Kostenvorteilen immer noch in der Schwerindustrie eingesetzt, aber der Anteil an Lanthan-Wolfram- und Cer-Wolfram-Elektroden steigt von Jahr zu Jahr, insbesondere im Bereich der Exportprodukte und der High-End-Fertigung.

Technologiegetrieben: Fortschritte bei neuen dotierten Materialien (z. B. zusammengesetzten Seltenerdoxid) und Produktionsprozessen haben die Leistung von nicht-radioaktiven Elektroden weiter verbessert. Zum Beispiel liegt die Ausbrennrate von Lanthan-Wolfram-Elektroden bei hohen Strömen nahe der WT40, und die Kosten sinken allmählich.

Zukunftsaussichten

Obwohl Thoriumwolframelektroden nach wie vor Leistungsvorteile beim Hochstrom- und Hochleistungsschweißen haben, haben ihre Bedenken hinsichtlich der Radioaktivität die Industrie dazu veranlasst, den Übergang zu nicht-radioaktiven Elektroden zu beschleunigen. In Zukunft könnten Thoriumwolframelektroden mit der weiteren Verschärfung der Umweltvorschriften und der

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Reife alternativer Elektrodentechnologien allmählich auf bestimmte Szenarien mit hoher Nachfrage (wie die Nuklearindustrie und die Luft- und Raumfahrt) beschränkt werden, während nicht-radioaktive Elektroden in größeren Bereichen dominieren werden.



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Kapitel 6 Produktionsausrüstung für Thorium-Wolfram-Elektroden

Die Herstellung von Thoriumwolframelektroden umfasst mehrere komplexe Prozessschritte von der Rohstoffhandhabung bis zur Verarbeitung des Endprodukts, von denen jeder hochpräzise und hochzuverlässige Spezialausrüstung erfordert, um die Leistung und Qualität der Elektrode sicherzustellen. Gleichzeitig müssen Produktionsanlagen aufgrund der Spurenradioaktivität von Thoriumoxid (ThO_2) mit strengen Schutz- und Detektionssystemen ausgestattet werden, um Bediener und Umwelt zu schützen. In diesem Kapitel werden die Ausrüstung für den Umgang mit Rohstoffen, die Ausrüstung für die Pulvermetallurgie, die Form- und Verarbeitungsausrüstung, die radioaktive Schutzausrüstung und die Prüfausrüstung, die bei der Herstellung von Thoriumwolframelektroden verwendet werden, ausführlich erörtert.

6.1 Anlagen zur Verarbeitung von Rohstoffen für Thoriumwolframelektroden

Die Rohstoffaufbereitung ist der erste Schritt bei der Herstellung von Thoriumwolframelektroden, bei dem Wolframpulver gemahlen und gesiebt und Thoriumoxid dotiert wird. Spezielle Geräte müssen eine hohe Reinheit, eine gleichmäßige Partikelgröße und eine präzise Dosierung der Rohstoffe gewährleisten und gleichzeitig die Diffusion von radioaktivem Staub kontrollieren.

6.1.1 Wolframpulver-Schleif- und Siebanlagen

Wolframpulver ist der Hauptrohstoff der Thoriumwolframelektrode, und seine Partikelgröße, Reinheit und Morphologie wirken sich direkt auf die Dichte und Schweißleistung der Elektrode aus. Mahl- und Siebanlagen werden zur Herstellung von hochreinem Wolframpulver mit gleichmäßiger

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Partikelgröße eingesetzt.

Schleifanlagen

Gerätetyp: Planetenkugelmühle oder Strahlmühle

Funktion: Mahlen Sie rohes Wolframpulver (Partikelgröße 10-50 µm) zu feinem Pulver (1-10 µm), um die Fließfähigkeit und Schüttdichte des Pulvers zu verbessern.

Wichtige Parameter:

Drehzahl: 200-600 U/min

Schleifmedium: Zirkonoxid- oder Hartmetallkugeln (2-10 mm Durchmesser)

Schleifzeit: 4-12 Stunden

Atmosphäre: Inertgas (z. B. Argon) oder Vakuum zur Verhinderung von Oxidation

Eigenschaften: Die Planetenkugelmühle hat einen hohen Wirkungsgrad und eine gleichmäßige Mahlleistung und ist mit einem Kühlsystem ausgestattet, um die Temperatur zu steuern und zu verhindern, dass das Wolframpulver überhitzt und oxidiert. Die Strahlmühle erreicht eine kontaminationsfreie Vermahlung durch Hochgeschwindigkeits-Luftströmungskollision, die für hohe Reinheitsanforderungen geeignet ist.

Typische Modelle: Fritsch Pulverisette 5 (Planetenkugelmühle), Hosokawa Alpine AFG (Strahlmühle)

Wartungsanforderungen: Reinigen Sie den Mahlbecher und das Medium regelmäßig, überprüfen Sie die Dichtheit und verhindern Sie Verunreinigungen durch Verunreinigungen.

Siebanlagen

Gerätetyp: Vibrationssieb oder Ultraschallsiebmaschine

Funktion: Das gemahlene Wolframpulver wird entsprechend der Partikelgröße sortiert und der Partikelgrößenbereich, der den Anforderungen entspricht (D50 beträgt ca. 2-5 µm), gesiebt.

Wichtige Parameter:

Maschenporengröße: 1-10 µm

Vibrationsfrequenz: 20-50 Hz

Siebzeit: 10-30 Minuten

Merkmale: Die Ultraschallsiebmaschine verhindert, dass feines Pulver das Sieb durch hochfrequente Vibrationen verstopft und verbessert die Siebeffizienz. Das Gerät muss mit einer luftdichten Abdeckung ausgestattet sein, um das Austreten von Staub zu verhindern.

Typische Modelle: Russell Finex Compact Sieve, Retsch AS 200

Wartungsanforderungen: Tauschen Sie das Sieb regelmäßig aus und reinigen Sie die Siebkammer, um sicherzustellen, dass keine Pulverreste vorhanden sind.

Schutzmaßnahmen

Der Mahl- und Siebprozess ist mit einem lokalen Absaugsystem und einem Hochleistungsfilter (HEPA) ausgestattet, um Wolframstaub einzufangen und die Gefahr des Einatmens zu verhindern. Die Bediener sind verpflichtet, Staubmasken und Schutzhandschuhe zu tragen, und der

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Arbeitsbereich muss regelmäßig gereinigt werden.

6.1.2 Thoriumoxid-Dotiergeräte

Thoriumoxid (ThO_2) ist ein Schlüsseldopan von Thoriumwolframelektroden, und seine gleichmäßige Verteilung ist entscheidend für die Elektronenarbeit und die Lichtbogenstabilität der Elektroden. Dotiergeräte müssen das genaue Verhältnis und Mischen von Wolframpulver und Thoriumoxid sowie die Kontrolle von radioaktivem Staub gewährleisten.

Gerätetyp

Trockenmischer: V-Mischer oder dreidimensionaler Mischer

Nassmischer: Planetenkugelmühlen oder Rührkugelmühlen

Chemische Mitfällungsanlagen: Reaktoren und Zentrifugen (für die High-End-Produktion)

Trockener Prozessmischer

Funktion: Wolframpulver und Thoriumoxidpulver (Partikelgröße 0,5-2 μm) werden gleichmäßig mit einem genauen Verhältnis von $\pm 0,01\%$ vermischt.

Wichtige Parameter:

Drehzahl: 50-200 U/min

Mischzeit: 4-8 Stunden

Bindemittel: Polyvinylalkohol (PVA, 0,5-1%)

Merkmale: Der V-Typ-Mischer erreicht ein effizientes Mischen durch eine Doppelkegelkammer, und der dreidimensionale Mischer verbessert die Gleichmäßigkeit durch mehrachsige Bewegung. Das Gerät ist mit Edelstahl oder Keramik ausgekleidet, um eine Kontamination zu vermeiden.

Typische Modelle: Hosokawa Nauta Mixer, WAB Turbula T2F

Schutzmaßnahmen: Das Gerät sollte mit einer geschlossenen Abdeckung und einem Unterdruck-Absaugsystem ausgestattet sein, um die Ausbreitung von Thoriumoxidstaub zu verhindern. Die Bediener sind verpflichtet, Schutzkleidung und Masken zu tragen.

Nassmischer

Funktion: Wolframpulver und Thoriumoxid werden in deionisiertem Wasser oder Ethanolmedium gemischt, um die Gleichmäßigkeit zu verbessern, gefolgt von einer Trocknung, um dotiertes Pulver herzustellen.

Wichtige Parameter:

Drehzahl: 100-300 U/min

Mahlmedium: Zirkonoxidkugeln

Mischzeit: 6-12 Stunden

Trocknungstemperatur: 100-150°C (Vakuum oder inerte Atmosphäre)

Eigenschaften: Das Nassmischen reduziert das Herumfliegen von Staub, geeignet für hochpräzises Dotieren. Die Trocknungsanlage muss mit einem Kondensatrückgewinnungssystem ausgestattet sein, um den Austritt von Lösungsmitteln zu verhindern.

Typische Modelle: Netzsch PMH/PML, Fritsch Pulverisette 7

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Schutzmaßnahmen: Die Kugelmühle muss geschlossen betrieben werden, und die Abfallflüssigkeit muss durch Fällung und Filtration behandelt werden, um das Austreten von Thoriumverbindungen zu verhindern.

Anlagen zur chemischen Mitfällung

Funktion: Herstellung von homogen dotiertem Pulver auf atomarer Ebene durch Co-Präzipitation von Wolframat und Thoriumnitratlösung, geeignet für High-End-Elektroden.

Wichtige Parameter:

Reaktionstemperatur: 60-80°C

pH-Wert: 7-9

Zentrifugaldrehzahl: 5000-10000 U/min

Merkmale: Der Reaktor ist mit einem Rühr- und Temperiersystem ausgestattet, und die Zentrifuge realisiert eine Fest-Flüssig-Trennung. Der Prozess ist komplex, aber äußerst homogen.

Typische Modelle: IKA RW 20 (Reaktor), Beckman Coulter Avanti J-26

Schutzmaßnahmen: Das Abwasser muss durch Ionenaustausch aufbereitet werden, und das Abgas des Reaktors muss durch den Aktivkohlefilter abgeführt werden.

6.2 Pulvermetallurgische Anlagen für Thoriumwolframelektroden

Die Pulvermetallurgie ist der Kernprozess der Herstellung von Thoriumwolframelektroden, bei dem Misch-, Press- und Sinterschritte durchgeführt werden, um das dotierte Pulver in einen hochdichten Elektrodenkörper umzuwandeln. Die Ausrüstung muss hochgenau und konsistent sein.

6.2.1 Mischer

Funktion: Wolframpulver, Thoriumoxid und Bindemittel werden homogen vermischt, um hochwertige Rohstoffe für die Pressung zu erhalten.

Gerätetyp: V-Mischer, dreidimensionaler Mischer, Doppelkegelmischer

Wichtige Parameter:

Volumen: 5-100 L

Drehzahl: 50-150 U/min

Mischzeit: 4-8 Stunden

Merkmale: Der Mischer muss mit einer Drehzahlregelung für die Frequenzumwandlung und einer Timing-Funktion ausgestattet sein und ist mit verschleißfester Keramik oder Edelstahl ausgekleidet, um Verschmutzungen zu vermeiden. Einige High-End-Modelle unterstützen die Online-Überwachung der Partikelgröße.

Typische Modelle: Hosokawa Micron Vrieco-Nauta, Shuanglong V-500

Wartungsanforderungen: Überprüfen Sie regelmäßig die Dichtungen, reinigen Sie den inneren Hohlraum und verhindern Sie Kreuzkontaminationen.

Schutzmaßnahmen: Ausgestattet mit einer luftdichten Haube und einem HEPA-Filter sollte der Operationsbereich isoliert werden, um die Ausbreitung von radioaktivem Staub zu verhindern.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

6.2.2 Pressen

Funktion: Das gemischte Pulver wird in einen Primärknüppel (Stab oder Platte) gepresst, um die Grundlage für das Sintern zu schaffen.

Gerätetyp: Kaltisostatische Presse (CIP), hydraulische Formmaschine

Wichtige Parameter:

Druck: 100-200 MPa

Haltezeit: 1-3 Minuten

Formmaterial: Wolframkarbid oder Edelstahl

Merkmale: Die kaltisostatische Presse übt einen gleichmäßigen Druck durch das flüssige Medium aus, und die Dichte des Primärrohrlings erreicht 60-70%. Die hydraulische Formmaschine eignet sich für die Kleinserienproduktion und hat niedrigere Kosten.

Typische Modelle: EPSI CIP 400, Dorst TPA 50

Wartungsanforderungen: Überprüfen Sie regelmäßig das Hydrauliksystem und den Werkzeugverschleiß, um sicherzustellen, dass der Druck stabil ist.

Schutzmaßnahmen: Die Presse muss mit einer Staubschutzhaube ausgestattet sein und der Bediener muss Schutzhandschuhe tragen.

6.2.3 Hochtemperatur-Sinterofen

Funktion: Verdichtung des Primärrohrlings durch Hochtemperaturbehandlung zu einem Elektrodenkörper mit hoher Dichte.

Gerätetyp: Widerstandssinterofen, Induktionssinterofen, Vakuumsinterofen

Wichtige Parameter:

Temperatur: 2000-2800°C

Atmosphäre: Wasserstoff (Reinheit > 99,999%) oder Vakuum (10^{-4} Pa).

Warmhalten: 2-4 Stunden

Abkühlgeschwindigkeit: 10-20°C/min

Eigenschaften: Der Widerstandssinterofen ist für die Massenproduktion geeignet, die Heizgeschwindigkeit des Induktionssinterofens ist schnell, der Vakuumsinterofen ist für High-End-Elektroden geeignet. Das Ofenmaterial ist Molybdän oder Graphit, das gegen hohe Temperaturen beständig ist.

Typische Modelle: Nabertherm HTK, ALD Vacuum Technologies VIM

Wartungsanforderungen: Überprüfen Sie regelmäßig die Dichtheit des Ofens und der Heizelemente und reinigen Sie die Rückstände.

Schutzmaßnahmen: Der Sinterofen muss mit einem Abgasnachbehandlungssystem ausgestattet sein, um das Austreten von Wasserstoff oder die Verflüchtigung von Thoriumverbindungen zu verhindern.

6.3 Umform- und Verarbeitungsanlagen für Thoriumwolframelektroden

Umform- und Verarbeitungsanlagen werden verwendet, um Sinterkörper zu Elektrodenstäben zu verarbeiten, die den Spezifikationen entsprechen und so die Maßgenauigkeit und Oberflächenqualität gewährleisten.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

6.3.1 Kalandrier

Funktion: Bearbeitung des Sinterkörpers auf den gewünschten Durchmesser (0,5-10 mm) mittels Mehrgang-Warm- oder Kaltwalzen.

Gerätetyp: Mehrwalzenkalandrier, Rotationsschmiedemaschine

Wichtige Parameter:

Temperatur: 1400-1800°C (heiß kalandriert)

Kalandrierungsgeschwindigkeit: 0,5-2 m/min

Verformung: 10-20%/Durchgang

Merkmale: Der Mehrwalzenkalandrier ist mit Präzisionswerkzeugen und einem Heizsystem ausgestattet, um eine Durchmesser-toleranz von $\pm 0,05$ mm zu gewährleisten. Die Rotationsschmiedemaschine ist für Elektroden mit kleinem Durchmesser geeignet und hat einen hohen Wirkungsgrad.

Typische Modelle: SMS Group 4-Hi Mill, Daniel & C. Pressmaschine

Wartungsaufwand: Kontrollieren Sie regelmäßig den Verschleiß der Walzenoberfläche und des Heizsystems, schmieren Sie die Getriebeteile.

Schutzmaßnahmen: Der Kalandrier muss mit einer Hochtemperatur-Schutzabdeckung ausgestattet sein, um eine Verbrennung des Bedieners zu verhindern.

6.3.2 Schleif- und Poliergeräte

Funktion: Verbesserung der Oberflächenqualität der Elektrode durch Grobschleifen, Feinschleifen und Polieren mit einer Rauheit von Ra 0,2-0,4 μ m.

Gerätetyp: spitzenlose Schleifmaschine, spezielle Poliermaschine

Wichtige Parameter:

Größe der Schleifscheibe: 80-400 mesh

Drehzahl: 2000-5000 U/min

Kühlmethode: Wasserkühlung

Eigenschaften: Spitzenlose Schleifmaschine realisiert kontinuierliches Schleifen und hohe Effizienz; Die Poliermaschine verwendet Diamantpolierpaste und Stoffscheiben, um einen Spiegeleffekt zu erzielen.

Typische Modelle: Glebar GT-610, Struers Tegramin

Wartungsanforderungen: Tauschen Sie die Schleifscheibe und das Poliertuch regelmäßig aus und überprüfen Sie das Kühlsystem.

Schutzmaßnahmen: Ausgestattet mit einer geschlossenen Abdeckung und einem effizienten Staubentfernungssystem, um die Ausbreitung von Thoriumstaub zu verhindern.

6.4 Strahlenschutzrüstung für Thoriumwolframelektroden

Die Spurenradioaktivität von Thoriumoxid (Thorium-232) erfordert die Ausstattung von Produktionsanlagen mit speziellen Schutzsystemen, um Gesundheits- und Umweltrisiken zu reduzieren.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

6.4.1 Spezielles Schleif- und Entstaubungssystem

Funktion: Sammelt radioaktiven Staub beim Schleifen von Elektroden, um ein Einatmen oder Diffusion zu verhindern.

Gerätetyp: geschlossene Mühle, hocheffizienter Staubabscheider

Wichtige Parameter:

Material der Schleifscheibe: Diamant

Wirkungsgrad der Staubabscheide: >99,9 % (HEPA-Filter)

Luftdurchsatz: 500-1000 m³/h

Merkmale: Die Mühle ist mit einer transparenten Schutzabdeckung und einem Unterdruck-Sauganschluss ausgestattet, und der Staubabscheider verwendet eine mehrstufige Filtration (Grobfiltration + HEPA).

Typische Modelle: Weldcraft Dedicated Grinder, Donaldson Torit DFO

Wartungsanforderungen: Tauschen Sie den Filter regelmäßig aus und reinigen Sie die Vakuumleitung.

Schutzmaßnahmen: Die Bediener müssen Staubmasken tragen, und der Staub muss versiegelt und gelagert werden.

6.4.2 Gehäuse und Lüftungseinrichtungen

Funktion: Isolieren Sie radioaktiven Staub und halten Sie die Arbeitsumgebung sauber.

Gerätetyp: lokale Abzugshaube, zentrale Lüftungsanlage

Wichtige Parameter:

Windgeschwindigkeit: 0,5-1 m/s

Filtrationseffizienz: >99,9 %

Geräuschpegel: <70 dB

Merkmale: Das Containment umfasst Misch-, Mahl- und Sinteranlagen, ein Belüftungssystem mit Aktivkohle und HEPA-Filter.

Typische Modelle: Nederman Rauchabsauger, Camfil APC Farr Gold Serie

Wartungsanforderungen: Überprüfen Sie regelmäßig die Dichtheit des Luftkanals und die Sättigung des Filters.

Schutzmaßnahmen: Das Lüftungssystem muss die Aktivität des Abgases regelmäßig überprüfen, um sicherzustellen, dass es der Norm entspricht.

6.4.3 Anlagen zur Beseitigung radioaktiver Abfälle

Funktion: Behandlung von radioaktiven Abfällen (Staub, Abwasser, feste Abfälle) in der Produktion.

Art der Ausrüstung: Abwasseraufbereitungssystem, Erstarrungsanlage, versiegelter Vorratsbehälter

Wichtige Parameter:

Abwasseraktivität: <0,1 Bq/L (nach der Behandlung)

Aushärtungsmaterial: Zement oder Harz

Vorratsbehälter: Edelstahl, Dicke > 2 mm

Merkmale: Das Abwasseraufbereitungssystem entfernt Thoriumverbindungen durch Sedimentation,

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Filtration und Ionenaustausch; Die Härungsanlage mischt den Staub in die Zementmatrix; Lagerbehälter sind mit einer radioaktiven Warnung gekennzeichnet.

Typische Modelle: Veolia Water Technologies RO, Orano Abfallbehälter

Wartungsanforderungen: Überprüfen Sie regelmäßig die Abwasserableitung und die Erstarrungsfestigkeit und aktualisieren Sie die Speicheraufzeichnungen.

Schutzmaßnahmen: Die Abfallentsorgung sollte in einem abgetrennten Bereich erfolgen und die Bediener sollten im Strahlenschutz geschult werden.

6.5 Prüfgeräte für Thoriumwolframelektroden

Prüfgeräte werden verwendet, um die Elektrodenqualität und den Radioaktivitätsgehalt zu überwachen, um sicherzustellen, dass die Produkte Standards wie ISO 6848:2015 und Sicherheitsanforderungen erfüllen.

6.5.1 Röntgen-γ-Strahlungsdosisleistungs-Detektor

Funktion: Messung von Röntgen- und γ-Röntgen-Dosisleistungen in der Produktionsumgebung und auf der Elektrodenoberfläche.

Gerätetyp: Tragbares Strahlendosimeter

Wichtige Parameter:

Messbereich: 0,01-100 µSv/h

Genauigkeit: ±5%

Detektor: GM-Zählrohr oder NaI-Kristall

Merkmale: Echtzeitanzeige der Dosisleistung, Unterstützung der Datenaufzeichnung, geeignet für die Werkstattinspektion.

Typische Modelle: RadEye PRD (Thermo Scientific), AT1123 (Atomtex)

Wartungsanforderungen: Regelmäßige Kalibrierung (einmal jährlich) zur Überprüfung der Empfindlichkeit des Detektors.

Einsatzszenario: Detektion von Strahlungswerten in Misch-, Mahl- und Lagerbereichen zur Sicherstellung von < 0,1 µSv/h.

6.5.2 α, β Detektor für Oberflächenkontaminationen

Funktion: Messen Sie α, β Partikelkontamination auf der Elektrodenoberfläche und der Oberfläche des Geräts.

Gerätetyp: Tragbares Messgerät für Oberflächenkontamination

Wichtige Parameter:

Messbereich: 0,1-1000 Bq/cm²

Nachweiseffizienz: >30 % (a), >40 % (b)

Detektor: ZnS-Szintillator oder gasproportionales Zählrohr

Merkmale: Hohe Empfindlichkeit, geeignet für den Nachweis von Spuren von Thorium-232-Verunreinigungen, unterstützt schnelles Scannen.

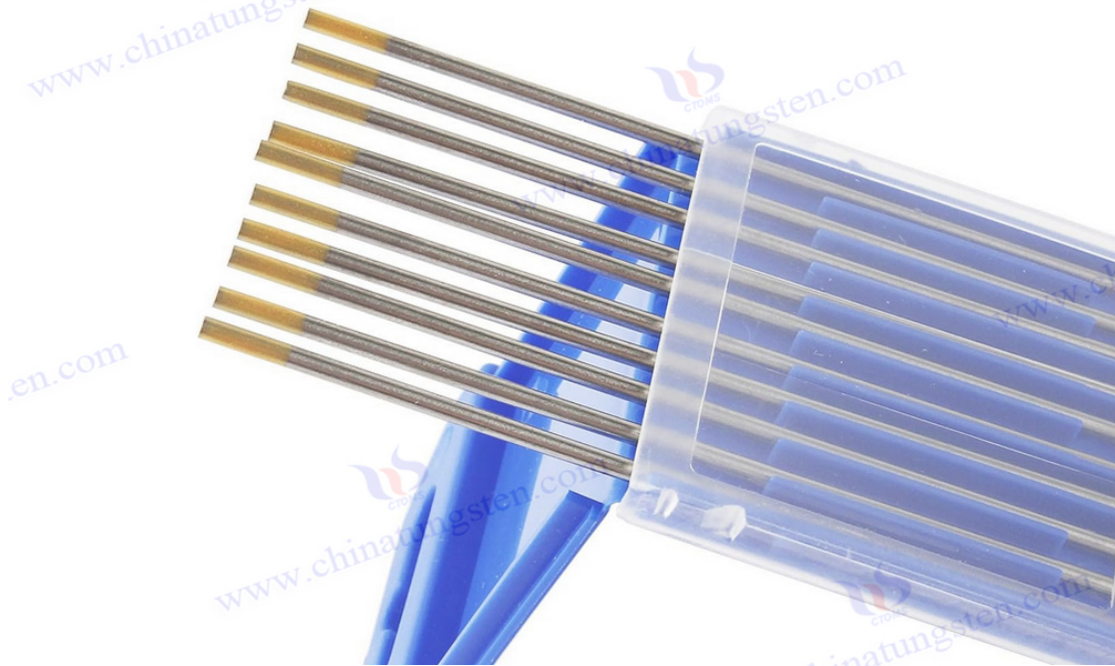
Typische Modelle: Ludlum Modell 43-93, XH-3206 (China Nuclear Instruments)

Wartungsanforderungen: Kalibrieren Sie regelmäßig und überprüfen Sie die Unversehrtheit des

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Melderfensters.

Anwendungsszenario: Erkennung von Verschmutzungen von Elektrodenoberflächen, Gerätewänden und Abfallbehältern nach dem Schleifen.



CTIA GROUP LTD WT10 Elektrode

Kapitel 7 In- und ausländische Normen für Thorium-Wolfram-Elektroden

Als Schlüsselwerkstoff für das Wolfram-Schutzgasschweißen (WIG-Schweißen) und das Plasmaschweißen unterliegen die Herstellung und der Einsatz der Thorium-Wolfram-Elektrode strengen internationalen und nationalen Normen. Diese Normen decken die Klassifizierung von Elektroden, Leistungsanforderungen, Qualitätskontrolle und radiologisches Sicherheitsmanagement ab und gewährleisten deren Konsistenz und Sicherheit in industriellen Anwendungen. Da die Thorium-Wolfram-Elektrode Spuren von radioaktivem Thoriumoxid (ThO_2) enthält, enthalten die einschlägigen Normen auch spezifische Anforderungen an den Strahlenschutz und das Umweltmanagement. In diesem Kapitel werden die internationalen und nationalen Normen für Thoriumwolframelektroden sowie die radiologischen Sicherheitsnormen ausführlich erörtert.

7.1 Internationale Normen für Thoriumwolframelektroden

Die internationale Norm bietet eine einheitliche technische Spezifikation für die Herstellung, Klassifizierung und Verwendung von Thorium-Wolfram-Elektroden, die in der globalen Schweißindustrie weit verbreitet sind. Zu den wichtigsten internationalen Normen gehören ISO 6848:2015, AWS A5.12/A5.12M und EN 26848, die die chemische Zusammensetzung, die physikalischen Eigenschaften, die Maßspezifikationen und die Identifizierungsmethoden von Thoriumwolframelektroden detailliert festlegen.

7.1.1 ISO 6848:2015 (Klassifizierung und Anforderungen an Wolframelektroden)

ISO 6848:2015 "Lichtbogenschweißen und -schneiden — Nicht abschmelzbare Wolframelektroden

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

— Klassifizierung" ist eine von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) entwickelte Klassifizierungsnorm für Wolframelektroden für nicht abschmelzbare Wolframelektroden, einschließlich Thoriumwolframelektroden, beim WIG-Schweißen und Plasmaschweißen.

Standardinhalte

Klassifizierung: Die Norm unterteilt Thoriumwolframelektroden nach dem Gehalt an Thoriumoxid (ThO_2) in vier Typen:

WT10: 0,8-1,2 % ThO_2 , gelb aufgetragen

WT20: 1,7-2,2 % ThO_2 , roter Applikator

WT30: 2,8-3,2 % ThO_2 , violette Beschichtung

WT40: 3,8-4,2 % ThO_2 , orange-gelber Applikator

Chemische Zusammensetzung: Die Reinheit der Wolframmatrix $\geq 99,5\%$ und der Gesamtgehalt an Verunreinigungen (wie Fe, Ni, C) $< 0,05\%$. Der Thoriumoxidgehalt muss genau kontrolliert werden, und die Abweichung beträgt $\pm 0,1\%$.

Abmessungen: Elektrodendurchmesserbereich von 0,5-10 mm, Toleranz $\pm 0,05$ mm; Die Längen betragen typischerweise 50 mm, 75 mm, 150 mm oder 175 mm mit Toleranzen ± 1 mm.

Oberflächenqualität: Die Oberfläche der Elektrode sollte glatt, frei von Rissen, Oxiden oder Ölen sein und die Rauheit sollte $Ra \leq 0,4 \mu\text{m}$ betragen.

Leistungsanforderungen: Die Elektrode muss die spezifischen Anforderungen an die Lichtbogenstabilität, die Lichtbogeninitiierungsleistung und die Ausbrennrate erfüllen. Zum Beispiel muss der WT20 einen stabilen Lichtbogen bei 100-300 A mit einer Ausbrennrate von $< 0,1$ mm/h aufrechterhalten.

Kennzeichnung: Der obere Teil der Elektrode sollte farblich gekennzeichnet sein (z.B. rot für WT20) und die Modell-, Chargen- und Herstellerinformationen sollten auf der Verpackung angegeben sein.

Geltungsbereich

ISO 6848:2015 gilt für die globale Schweißindustrie und ist die Grundlage für den internationalen Handel und die Qualitätszertifizierung. Die Norm klassifiziert auch nicht-radioaktive Elektroden (z. B. Cer-Wolfram, Lanthan-Wolfram), was den Trend zum Ersatz von Thorium-Wolfram-Elektroden widerspiegelt.

Merkmale und Bedeutung

Einheitlichkeit: Bieten Sie einen einheitlichen Klassifizierungs- und Leistungsstandard für globale Hersteller und Benutzer von Thoriumwolframelektroden, der für die Qualitätskontrolle und den internationalen Handel praktisch ist.

Sicherheit: Die Norm erwähnt die radioaktive Gefahr von Thoriumoxid und empfiehlt Schutzmaßnahmen bei der Herstellung und Verwendung, wie z. B. Lüftungsanlagen und Entstaubungseinrichtungen.

Update: Die Ausgabe 2015 aktualisiert die Ausgabe 2015 mit zusätzlichen Anforderungen an den Umwelt- und Strahlenschutz und spiegelt damit den Entwicklungstrend bei nicht-radioaktiven Elektroden wider.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Anforderungen an die Implementierung

Die Hersteller sind verpflichtet, das Audit der ISO-Zertifizierungsstelle zu bestehen, um sicherzustellen, dass der Produktionsprozess und die Produktqualität den Standards entsprechen. Zu den Detektionsmethoden gehören die Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA) der Analyse von Zusammensetzungen, die Laserdurchmessermessung zur Größendetektion und die metallographische Mikroskopie zur Mikrostruktur.

7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (Spezifikation für Wolframelektroden des American Welding Institute)

AWS A5.12/A5.12M:2009 "Specification for Tungsten and Oxide Dispersed Tungsten Electrodes for Arc Welding and Cutting" ist eine Wolframelektrodenpezifikation, die von der American Welding Society (AWS) entwickelt wurde und in der Schweißindustrie in Nordamerika und anderen Regionen weit verbreitet ist.

Standardinhalte

Klassifizierung: Ähnlich wie bei ISO 6848 werden Thoriumwolframelektroden in WT10, WT20, WT30 und WT40 unterteilt, und die Farbkennzeichnung ist einheitlich.

Chemische Zusammensetzung: Spezifizierter Thoriumoxidgehalt (0,8-4,2 %) und Grenzwerte für Verunreinigungen (z. B. O<0,02 %, Fe <0,01 %). Die Reinheit von Wolframpulver muss $\geq 99,95$ % betragen.

Physikalische Eigenschaften: Die Elektrode muss eine spezifische Leitfähigkeit (>30% IACS) und Härte (350-450 HV) erfüllen. Die Abbrandrate muss bei 200 A < 0,08 mm/h betragen.

Abmessungen und Toleranzen: Durchmesser 0,5-6,4 mm, Toleranz $\pm 0,03$ mm; Länge 75-300 mm mit $\pm$ Toleranz von 1,5 mm.

Prüfmethoden: einschließlich chemischer Analyse (ICP-OES), Lichtbogenstabilitätstest (unter Argonschutz) und Prüfung der Oberflächenqualität (mikroskopische Betrachtung).

Radioaktive Warnung: Die Norm verlangt eindeutig, dass die radioaktive Gefahr von Thoriumoxid in der Verpackung und in der Gebrauchsanweisung gekennzeichnet ist, und es werden spezielle Schleifgeräte und Schutzmaßnahmen empfohlen.

Geltungsbereich

AWS A5.12 eignet sich für WIG-Schweißen, Plasmaschweißen und Lichtbogenschnitten, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt, der Automobilindustrie und der Petrochemie. Diese Norm wird von Herstellern und Anwendern von Schweißgeräten in den Vereinigten Staaten und Kanada weitgehend befolgt.

Merkmale und Bedeutung

Detail: Die Norm enthält detaillierte Prüfmethoden und Leistungsindikatoren, wie z. B. die Anlaufspannung des Lichtbogens (<15 V) und die Ausbrennrate, die für industrielle Anwendungen geeignet sind.

Sicherheit: Der Schwerpunkt liegt auf Strahlenschutz, die Verwendung geschlossener Mahlwerke und hocheffizienter Filter, um die Exposition gegenüber Thoriumstaub zu reduzieren.

Kompatibilität: Hochkompatibel mit ISO 6848 für eine einfache Koordination auf internationalen

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Märkten.

Anforderungen an die Implementierung

Die Hersteller müssen von AWS zertifiziert sein, und die Prüfgeräte müssen den ASTM-Standards (z. B. ASTM E1476) entsprechen. Benutzer müssen ihre Schweißgeräte regelmäßig kalibrieren, um sicherzustellen, dass die Leistung der Elektrode den Spezifikationen entspricht.

7.1.3 EN 26848 (Europäische Norm für Wolframelektroden)

EN 26848:1991 "Schweißen — Wolframelektroden für das Schutzgas-Schutzgasschweißen und für das Plasmaschweißen" ist eine Wolframelektrodennorm, die vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für die Schweißindustrie in den EU-Ländern entwickelt wurde.

Standardinhalte

Klassifizierung: In Übereinstimmung mit ISO 6848 werden Thoriumwolframelektroden in WT10, WT20, WT30 und WT40 unterteilt, und die Farbmarkierung ist identisch.

Chemische Zusammensetzung: Die Anforderungen an den Thoriumoxidgehalt entsprechen der ISO 6848, und die Grenzwerte für Verunreinigungen sind strenger (z. B. $C < 0,005\%$, $S < 0,002\%$).

Abmessungen: Durchmesser 0,5-10 mm, Toleranz $\pm 0,04$ mm; Länge 50-300 mm, Toleranz ± 1 mm.

Leistungsanforderungen: Die Elektrode muss den Lichtbogenstabilitätstest (100-400 A) und den Brennratentest ($< 0,1$ mm/h) bestehen. Die Oberflächenrauheit beträgt $Ra \leq 0,3 \mu\text{m}$.

Radiologisches Management: Erfordert die Einhaltung der EU-Strahlenschutzrichtlinie (2013/59/Euratom) bei Produktion und Nutzung, einschließlich Staubbekämpfung und Abfallentsorgung.

Geltungsbereich

Die EN 26848 gilt für das WIG-Schweißen und das Plasmaschweißen in den EU-Ländern, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt, der Nuklearindustrie und im Schiffbau. Aufgrund der strengen Regulierung von radioaktiven Stoffen in der Europäischen Union fördert diese Norm die Anwendung von nicht-radioaktiven Elektroden wie Lanthanwolfram und Cerwolfram.

Merkmale und Bedeutung

Umweltschutz: Schwerpunkt auf radioaktivem Schutz und Abfallentsorgung im Einklang mit den EU-Umweltvorschriften.

Regional: Es bedient in erster Linie den europäischen Markt und ist kompatibel mit ISO 6848 und AWS A5.12, jedoch mit einem stärkeren Fokus auf Umweltschutz und Sicherheit.

Einschränkungen: Die Version von 1991 ist älter und spiegelt den Trend zu nicht-radioaktiven Elektroden nicht vollständig wider.

Anforderungen an die Implementierung

EU-Unternehmen müssen die CE-Zertifizierung bestehen, und Produktionsstätten müssen mit Strahlenüberwachungsgeräten und Abfallbehandlungsanlagen ausgestattet sein. Die Anwender sind verpflichtet, die örtlichen Strahlenschutzvorschriften einzuhalten und die Strahlungsbelastung der Arbeitsumgebung regelmäßig zu überprüfen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

7.2 Nationale Normen für Thorium-Wolfram-Elektroden

Als weltweit größter Wolframrohstoff und Produzent von Thoriumwolframelektroden hat China eine Reihe nationaler Normen formuliert, die die Leistung, Qualität und das radioaktive Sicherheitsmanagement von Elektroden abdecken. Zu diesen Standards gehören GB/T 4187-2017, GB 18871-2002 und Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen bei der Entwicklung und Nutzung zugehöriger radioaktiver Bergwerke (für die Testdurchführung).

7.2.1 GB/T 4187-2017 (Nationales Normal für Wolframelektroden)

GB/T 4187-2017 "Wolframelektroden für Wolfram-Schutzgasschweißen und Plasmaschweißen" ist eine chinesische nationale Norm, die die Klassifizierung, Leistung und Prüfverfahren von Wolframelektroden festlegt und für das WIG-Schweißen und das Plasmaschweißen geeignet ist.

Standardinhalte

Klassifizierung: Thorium-Wolframelektroden werden in WT10, WT20, WT30 und WT40 unterteilt, die den internationalen Standards entsprechen und die gleiche Farbkennzeichnung aufweisen.

Chemische Zusammensetzung: Anforderungen an den Thoriumoxidgehalt: WT10 (0,8-1,2%), WT20 (1,7-2,2%), WT30 (2,8-3,2%), WT40 (3,8-4,2%). Wolfram-Reinheit $\geq 99,95\%$, Grenzwerte für Verunreinigungen (z. B. Fe $<0,01\%$, O $<0,015\%$).

Abmessungen: Durchmesser 0,5-10 mm, Toleranz $\pm 0,05$ mm; Länge 50-300 mm, Toleranz ± 1 mm.

Leistungsanforderungen: Die Elektrode muss die Anforderungen an die Lichtbogenstartspannung (<15 V), die Lichtbogenstabilität (keine Drift bei 100-400 A) und die Ausbrennrate ($<0,1$ mm/h) erfüllen.

Prüfmethode: einschließlich chemischer Analyse (ICP-OES), Dimensionsmessung (Lasermessschieber), Oberflächenqualitätsprüfung (Mikroskop) und Lichtbogenleistungsprüfung.

Kennzeichnung und Verpackung: Das Elektrodenteil muss farbig sein, und die Verpackung muss mit dem Modell, der Spezifikation, der Charge und der radioaktiven Warnung gekennzeichnet sein.

Geltungsbereich

GB / T 4187-2017 ist die Basisnorm für die chinesische Schweißindustrie, die in der Luft- und Raumfahrt, in der Petrochemie, in der Nuklearindustrie und im Schiffbau weit verbreitet ist. Die Norm unterstützt die Exportelektrode, um die Anforderungen des internationalen Marktes zu erfüllen.

Merkmale und Bedeutung

Lokalisierung: In Kombination mit den Vorteilen der chinesischen Wolframressourcen werden die Anforderungen an den Produktionsprozess optimiert und die Kosten gesenkt.

Kompatibilität: Hohe Übereinstimmung mit ISO 6848 und AWS A5.12 für einfachen internationalen Handel.

Sicherheit: Schwerpunkt auf dem Strahlenschutz, wobei die Produktionsunternehmen verpflichtet sind, sich mit Entstaubungs- und Abfallentsorgungsanlagen auszustatten.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Anforderungen an die Implementierung

Der Hersteller muss die nationale Qualitätszertifizierung (z. B. CNAS) bestehen, und die Prüfgeräte müssen die in der Norm festgelegten Genauigkeitsanforderungen erfüllen. Der Benutzer muss die Schweißgeräte regelmäßig kalibrieren, um die Leistung der Elektroden sicherzustellen.

7.2.2 GB 18871-2002 (Grundnorm zum Schutz vor ionisierender Strahlung und zur Sicherheit von Strahlenquellen)

GB 18871-2002 "Basic Standard for Protection against Ionizing Radiation and Safety of Radiation Sources" ist eine nationale Norm für den Schutz vor ionisierender Strahlung in China, die für die Herstellung und Verwendung von radioaktiven Materialien, einschließlich Thoriumwolframelektroden, anwendbar ist.

Standardinhalte

Grundsätze des Strahlenschutzes: optimaler Schutz, Dosisbegrenzung und Begründung. Die effektive Jahresdosis beträgt < 1 mSv (Bevölkerung) und < 20 mSv (berufliche Exposition).

Strahlenüberwachung: Die Produktionswerkstatt sollte mit einem Röntgen- γ -Strahlungsdosisleistungsdetektor (Messbereich 0,01-100 μ Sv/h) und α und β Detektor für Oberflächenverschmutzung (Messbereich 0,1-1000 Bq/cm²) ausgestattet sein.

Abfallwirtschaft: Radioaktive Abfälle (Staub, Abwasser, Abfallelektroden) müssen gesammelt, verfestigt und in einer speziellen Anlage mit einer Aktivitätskonzentration von < 1 Bq/g gelagert werden.

Schutzmaßnahmen: Die Bediener müssen Schutzkleidung und Staubmasken tragen, und der Arbeitsbereich muss mit Belüftungs- und Entstaubungssystemen ausgestattet sein.

Geltungsbereich

Die Norm gilt für die Herstellung, Lagerung und Verwendung von Thoriumwolframelektroden, insbesondere beim Mischen, Mahlen und Entsorgen. Unternehmen sind verpflichtet, Daten zur Strahlenüberwachung regelmäßig an die Umweltschutzbehörden zu melden.

Merkmale und Bedeutung

Umfassend: Deckt alle Aspekte des Strahlenschutzes ab, um die Sicherheit von Bedienern und Umwelt zu gewährleisten.

Verpflichtend: Da es sich um eine nationale verbindliche Norm handelt, müssen Unternehmen diese einhalten oder mit Strafen rechnen.

Leitfaden: Enthält eine klare Anleitung für die Entsorgung radioaktiver Abfälle und die Konfiguration der Schutzausrüstung.

Anforderungen an die Implementierung

Unternehmen müssen ein Strahlenschutzmanagementsystem einrichten und Fachkräfte mit der Überwachung und Aufzeichnung beauftragen. Die Abteilung Umweltschutz führt regelmäßige Inspektionen durch, um sicherzustellen, dass die Anforderungen der Norm erfüllt werden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

7.2.3 Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen zur Erschließung und Nutzung von assoziierten radioaktiven Mineralien (zur versuchsweisen Durchführung)

Die Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen über Unternehmen zur Entwicklung und Nutzung von assoziierten radioaktiven Mineralien (zur Versuchsdurchführung) (im Folgenden als "Maßnahmen" bezeichnet) sind eine vom Ministerium für Umweltschutz der Volksrepublik China formulierte Verordnung für den Umgang mit damit verbundenen radioaktiven Stoffen, einschließlich der Herstellung von Thoriumwolframelektroden.

Standardinhalte

Anforderungen an die Überwachung: Unternehmen müssen die X-γ-Dosisleistung ($<0,1 \mu\text{Sv/h}$) sowie die α und β Oberflächenkontamination ($<0,4 \text{ Bq/cm}^2$) in der Produktionsumgebung überwachen. Die Abwasseraktivität sollte $<0,1 \text{ Bq/L}$ betragen.

Offenlegung von Informationen: Unternehmen sind verpflichtet, jedes Jahr Berichte über die Strahlenüberwachung an die Umweltschutzbehörde zu übermitteln und Daten zur Abfallbehandlung und -emission offenzulegen.

Abfallentsorgung: Radioaktive Abfälle müssen ausgehärtet (z. B. Zement) oder tief vergraben werden, um Umweltverschmutzung zu vermeiden.

Schutzeinrichtungen: Die Produktionshalle muss mit einer luftdichten Haube, einem HEPA-Filter und einem speziellen Abfallbehälter ausgestattet sein.

Geltungsbereich

Die Maßnahmen gelten für alle industriellen Tätigkeiten im Zusammenhang mit Thorium-232 in China, einschließlich der Hersteller von Thoriumwolframelektroden. Gerade im Prozess der Staub- und Abwasserbehandlung gibt es strenge Anforderungen.

Merkmale und Bedeutung

Ausrichtung auf den Umweltschutz: Förderung der Einführung umweltfreundlicher Produktionstechnologien durch Unternehmen und Reduzierung der radioaktiven Verschmutzung.

Transparenz: Fordern Sie die Offenlegung von Informationen und verbessern Sie die öffentliche Kontrolle.

Regional: In Kombination mit den Eigenschaften der chinesischen Wolframvorkommen und der Elektrodenproduktion wurden die Schutzmaßnahmen verfeinert.

Anforderungen an die Implementierung

Die Unternehmen müssen ein System zur Überwachung der Umweltstrahlung einrichten, das mit professionellen Prüfgeräten (z. B. AT1123, XH-3206) ausgestattet ist, und die jährliche Inspektion der Umweltschutzabteilung akzeptieren. Unternehmen, die sich nicht an die Vorschriften halten, müssen die Produktion korrigieren oder stoppen.

7.3 Radioaktive Sicherheitsnormen für Thoriumwolframelektroden

Die Radioaktivitätssicherheitsnorm für Thoriumwolframelektroden bezieht sich hauptsächlich auf Thorium-232 (Th-232) in Thoriumoxid und umfasst die Befreiung von Aktivitätskonzentrationen,

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Schutzanforderungen bei Herstellung und Verwendung sowie die Abfallwirtschaft.

7.3.1 Thorium-232-ausgenommene Aktivitätskonzentration (1 Bq/g)

Thorium-232 ist das Haupttradionuklid in der thoriierten Wolframelektrode mit einer Halbwertszeit von etwa 14 Milliarden Jahren und setzt α Teilchen (4,01-4,08 MeV) sowie geringe Mengen β und γ Strahlen frei. Internationale und nationale Normen legen die ausgenommenen Aktivitätskonzentrationen von Thorium-232 fest.

Standardinhalte

Internationale Standards (ICRP-Publikation 103):

Die ausgenommene Aktivitätskonzentration von Thorium-232 beträgt 1 Bq/g, unterhalb derer keine besondere Überwachung erforderlich ist.

WT10-Aktivitätskonzentrationen (0,8-1,2 % ThO₂) nahe 1 Bq/g sind im Allgemeinen ausgenommen; WT40 (3,8-4,2 % ThO₂) kann leicht über dem Ausnahmestandard liegen und muss streng verwaltet werden.

Chinesischer Standard (GB 18871-2002):

Die ausgenommene Aktivitätskonzentration stimmt mit ICRP überein, 1 Bq/g.

Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von <1 Bq/g können wie gewöhnliche Abfälle behandelt werden, andernfalls müssen sie als radioaktive Abfälle behandelt werden.

Nachweismethode: Die Aktivitätskonzentration wurde mit einem hochreinen Germanium- γ Spektrometer oder einem Flüssigszintillationszähler mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ gemessen.

Bedeutung

Die Ausnahme von der Einstellung der Aktivitätskonzentration reduziert die regulatorischen Kosten für schwach radioaktive Elektroden (z. B. WT10), erfordert jedoch strengere Schutz- und Entsorgungsmaßnahmen für Elektroden mit hohem Thoriumoxidgehalt (z. B. WT40).

Anforderungen an die Implementierung

Hersteller müssen die Aktivitätskonzentration von Elektroden und Abfällen regelmäßig überprüfen, die Daten aufzeichnen und archivieren. Die Häufigkeit der Tests beträgt 5-10 % der Probenahme pro Charge, und nicht qualifizierte Chargen müssen erneut verarbeitet werden.

7.3.2 Schutzanforderungen bei Herstellung und Verwendung

Bei der Herstellung und Verwendung von Thoriumwolframelektroden wird gemischt, gesintert, geschliffen und geschweißt, wobei radioaktiver Staub oder Abgase entstehen können, und es müssen strenge Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Schutzmaßnahmen

Produktions-Links:

Geräteschutz: Mischer, Sinteröfen und Schleifanlagen müssen mit geschlossenen Hauben und HEPA-Filtern ausgestattet sein, und der Abscheidegrad liegt bei $> 99,9\%$.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Persönlicher Schutz: Die Bediener sind verpflichtet, Schutzkleidung, Staubmasken und Handschuhe zu tragen und sich einer regelmäßigen Strahlendosisüberwachung (effektive Dosis < 1 mSv pro Jahr) zu unterziehen.

Umweltüberwachung: In der Werkstatt müssen ein Röntgen- γ -Strahlungsdosisleistungsdetektor und ein α sowie β Detektor für Oberflächenverschmutzung installiert werden, um das Strahlungsniveau in Echtzeit zu überwachen.

Verknüpfungen:

Schleifschutz: Verwenden Sie eine spezielle Mühle, die mit einem Unterdruck-Staubsaugsystem ausgestattet ist, um das Einatmen von Thoriumstaub zu verhindern.

Belüftungssystem: Die Schweißstation muss mit einer lokalen Abzugshaube mit einer Windgeschwindigkeit von 0,5-1 m/s ausgestattet sein, und das Abgas wird durch Aktivkohle- und HEPA-Filter behandelt.

Spezifikationen: Schweißer werden in Strahlenschutz geschult und regelmäßig auf Verunreinigungen der Elektrodenoberfläche überprüft.

Standardbasis

International: Die ICRP-Publikation 103 und die EU-Richtlinie 2013/59/Euratom verlangen die Herstellung und Verwendung einer Umgebungsstrahlendosisleistung von $< 0,1$ μ Sv/h und einer Oberflächenkontamination $< 0,4$ Bq/cm².

Inland: GB 18871-2002 hat die gleichen Anforderungen wie die "Maßnahmen", die Abwasseraktivität beträgt $< 0,1$ Bq/L und die Abgasemission muss den Umweltschutzstandards entsprechen.

Anforderungen an die Implementierung

Unternehmen müssen ein Strahlenschutzmanagementsystem entwickeln und Fachkräfte mit der Überwachung und Aufzeichnung beauftragen. Die Schutzausrüstung muss regelmäßig kalibriert werden, und die Abfallentsorgung muss den Anforderungen der Maßnahmen entsprechen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung



CTIA GROUP LTD WT30 Elektrode

Kapitel 8 Nachweismethoden der Thorium-Wolfram-Elektrode

Die Leistung von Thorium-Wolfram-Elektroden wirkt sich direkt auf ihre Leistung in industriellen Anwendungen wie Wolfram-Argon-Schweißen (WIG-Schweißen) und Plasmaschweißen aus, so dass die Detektion ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer physikalischen Eigenschaften, ihres Radioaktivitätsniveaus und ihrer Schweißleistung von entscheidender Bedeutung ist. Die Nachweismethode muss sicherstellen, dass die Elektrode internationalen und nationalen Standards (z. B. ISO 6848:2015, GB/T 4187-2017) entspricht, und das Risiko einer Spurenradioaktivität durch Thoriumoxid (ThO_2) berücksichtigen. In diesem Kapitel werden die Prüfung der chemischen Zusammensetzung, die Prüfung der physikalischen Eigenschaften, die Prüfung der Radioaktivität, die Prüfung der Schweißleistung sowie die Anforderungen an die Prüfausrüstung und die Kalibrierung von Thoriumwolframelektroden ausführlich erörtert.

8.1 Nachweis der chemischen Zusammensetzung von Thoriumwolframelektroden

Die Prüfung der chemischen Zusammensetzung wird verwendet, um die Konformität des Thoriumoxidgehalts und der Verunreinigungselemente in Thoriumwolframelektroden zu überprüfen, um sicherzustellen, dass ihre Leistung den Anforderungen der Norm entspricht (z. B. hat WT20 einen Thoriumoxidgehalt von 1,7-2,2 %).

8.1.1 Analyse des Thoriumoxidgehalts

Thoriumoxid (ThO_2) ist das Schlüsseldopan von Thoriumwolframelektroden, und sein Gehalt wirkt sich direkt auf die Arbeit der Elektronenentwicklung und der Lichtbogenstabilität aus. Die genaue Detektion des Thoriumoxidgehalts ist das Herzstück der Qualitätskontrolle.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Nachweismethode

Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA):

Prinzip: Röntgenstrahlen werden verwendet, um Probenatome anzuregen, das charakteristische Fluoreszenzspektrum ihrer Emission zu analysieren und den Thoriumoxidgehalt zu bestimmen.

Gerät: Handheld- oder Tisch-RFA-Analysator.

Schritte:

Probenahme: 5-10 Elektroden wurden nach dem Zufallsprinzip aus der Elektrodencharge ausgewählt und in dünne Abschnitte (1-2 mm dick) geschnitten.

Oberflächenbehandlung: Waschen Sie die Probe mit Ethanol, um Öl und Oxide zu entfernen.

Detektion: Die Probe wird in das RFA-Gerät gegeben, die Analysezeit wird eingestellt (30-60 Sekunden) und das Thoriumsignal (Th) wird aufgezeichnet.

Quantitative Analyse: Der Thoriumoxidgehalt wurde anhand der Kalibrierkurve mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ % berechnet.

Vorteile: zerstörungsfrei, schnell, geeignet für die Chargenprüfung.

Einschränkungen: Die Genauigkeit der Analyse von leichten Elementen (z. B. O) ist gering und muss in Kombination mit anderen Methoden überprüft werden.

Optische Emissionsspektroskopie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES):

Prinzip: Die Probe wird aufgelöst und durch Plasma angeregt, und das Emissionsspektrum wird analysiert, um den Thoriumgehalt zu bestimmen.

Gerät: ICP-OES-Instrument.

Schritte:

Probenvorbereitung: Die Elektrodenprobe wird in einer Salpetersäure-Flusssäure-Gemischlösung (1:1) aufgelöst und bis zur vollständigen Auflösung erhitzt.

Verdünnung: Mit entionisiertem Wasser auf die entsprechende Konzentration (1-10 ppm) verdünnen.

Detektion: Die Lösung wird in das ICP-OES eingebracht und die charakteristischen Spektrallinien des Thoriums (z.B. 401,91 nm) werden bestimmt.

Quantitativ: Die Kalibrierung mit einer Standardlösung wurde verwendet, um den Thoriumoxidgehalt mit einer Genauigkeit von $\pm 0,005$ % zu berechnen.

Vorteile: Hohe Präzision, geeignet für die Mikroanalyse.

Einschränkungen: Destruktivität der Probe, komplexer Betrieb und hohe Kosten.

Neutronenaktivierungsanalyse (NAA):

Prinzip: Bestrahlen Sie die Probe mit Neutronen, aktivieren Sie Thorium-232, um Radioisotope zu erzeugen, und messen Sie γ Strahlen, um den Gehalt zu bestimmen.

Ausrüstung: Kernreaktor und γ Spektrometer.

Schritte:

Probenvorbereitung: Elektrodenprobe schneiden (Masse 0,1-1 g).

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Bestrahlung: 1-2 Stunden in einem Reaktor mit einem Neutronenfluss von 10^{13} n/cm²·s.

Messungen: Charakteristische γ Strahlen (z.B. 311,9 keV) von Thorium-232 wurden nach dem Abkühlen mit einem γ Spektrometer analysiert.

Quantitativ: Kalibriert durch Standardproben mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ %.

Vorteile: Extrem hohe Genauigkeit, geeignet für die Spurenanalytik.

Einschränkungen: Die Ausrüstung ist teuer, erfordert die Unterstützung von Nuklearanlagen und wird nur für wissenschaftliche Forschung oder High-End-Tests verwendet.

Standardanforderungen:

Gemäß ISO 6848:2015 und GB/T 4187-2017 sollte der Thoriumoxidgehalt innerhalb des angegebenen Bereichs (z. B. 1,7-2,2 % für WT20) mit einer Abweichung von $\pm 0,1$ % kontrolliert werden.

Nachweishäufigkeit: 5-10 % Probenahme pro Charge, nicht weniger als 3 Elektroden.

Vorsichtsmaßnahmen

Die Proben müssen homogen repräsentativ für die Charge sein, um eine Entmischung der Ergebnisse zu vermeiden.

Prüfgeräte müssen regelmäßig kalibriert werden, um die Genauigkeit mit Standardproben wie NIST SRM 610 zu gewährleisten.

Die Testumgebung muss staubdicht sein, und der Bediener muss Schutzausrüstung tragen, um zu verhindern, dass radioaktiver Staub eingeatmet wird.

8.1.2 Erkennung von Verunreinigungsgehalten

Verunreinigungen (wie Fe, Ni, O, C) beeinträchtigen die Leitfähigkeit, die mechanischen Eigenschaften und die Schweißstabilität von Thoriumwolframelektroden, und ihr Gehalt muss streng kontrolliert werden.

Nachweismethode

Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS):

Prinzip: Die Probe wird durch Plasma aufgelöst und ionisiert, und die Ionenmassenspektrometrie wird analysiert, um den Gehalt an Verunreinigungselementen zu bestimmen.

Gerät: ICP-MS-Instrument.

Schritte:

Probenvorbereitung: Wie ICP-OES, gelöst in einer Salpetersäure-Flusssäure-Mischlösung.

Verdünnung: Auf 0,1-1 ppm verdünnen und einen internen Standard (z. B. Indium) hinzufügen.

Detektion: Bestimmung der charakteristischen Ionen von Fe, Ni, O, C und anderen Elementen (wie Fe⁵⁶, Ni⁶⁰).

Quantitativ: Kalibriert mit einer Mehrelement-Standardlösung mit einer Nachweisgrenze von $< 0,001$ %.

Vorteile: Hohe Empfindlichkeit, gleichzeitige Analyse mehrerer Elemente.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Einschränkungen: Stichprobe zerstörerisch und kostspielig.

Glimmentladungs-Massenspektrometrie (GD-MS):

Prinzip: Die Ionen-Massenspektrometrie wird analysiert, indem die Probenoberfläche durch Glimmentladung zerstäubt wird.

Gerät: GD-MS-Gerät.

Schritte:

Probenvorbereitung: Elektrode zuschneiden und auf $Ra < 0,4 \mu m$ polieren.

Detektion: Legen Sie die Probe in die Glimmentladungskammer und stellen Sie die Entladespannung (800-1000 V) ein.

Analyse: Bestimmen Sie die Signalintensität von Verunreinigungselementen und analysieren Sie diese quantitativ.

Vorteile: Semi-zerstörungsfrei, geeignet für die Oberflächenanalyse.

Einschränkungen: Teure Geräte und begrenzte Analysetiefe.

Sauerstoff- und Stickstoffanalysatoren:

Prinzip: Der freigesetzte Sauerstoff- und Stickstoffgehalt wird durch Schmelzen der Probe bei hohen Temperaturen gemessen.

Ausrüstung: Sauerstoff- und Stickstoffanalysator.

Schritte:

Probenvorbereitung: Schneiden Sie die Elektrode in kleine Stücke (0,1-0,5 g).

Detektion: Bei der Erhitzung auf $2500^{\circ}C$ in einer Heliumatmosphäre wird das freigesetzte Gas analysiert.

Quantitativ: Kalibriert mit Standardgas, Genauigkeit $\pm 0,002 \%$.

Vorteile: Speziell für die Sauerstoff- und Stickstoffanalyse, einfach zu bedienen.

Einschränkungen: Beschränkt auf gasförmige Elemente.

Standardanforderungen:

Gemäß GB/T 4187-2017, Verunreinigungsgrenzen: Fe $< 0,01 \%$, Ni $< 0,005 \%$, O $< 0,015 \%$, C $< 0,005 \%$.

Prüfhäufigkeit: 5 % Probenahme pro Charge, wobei der Schwerpunkt auf der Erkennung der wichtigsten Verunreinigungen liegt.

Vorsichtsmaßnahmen

Die Proben sollten gereinigt werden, um eine Kontamination der Oberfläche zu vermeiden.

Die Prüfgeräte müssen regelmäßig kalibriert werden und es müssen hochreine Wolfram-Standardproben verwendet werden.

Die Prüfprotokolle müssen archiviert werden, um die Rückverfolgbarkeit der Qualität zu erleichtern.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

8.2 Prüfung der physikalischen Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden

Die Prüfung der physikalischen Eigenschaften wird verwendet, um die Dichte, Härte und Kornstruktur von Thoriumwolframelektroden zu bewerten, um sicherzustellen, dass ihre mechanischen Eigenschaften und Schweiß Eigenschaften den Anforderungen entsprechen.

8.2.1 Dichte- und Härteprüfung

Prüfung der Dichte

Ziel: Überprüfung der Dichte der Elektrode und Sicherstellung der Sinterqualität (theoretische Dichte von 19,25 g/cm³).

Methode: Archimedische Methode

Ausstattung: Elektronische Präzisionswaage (Genauigkeit $\pm 0,001$ g) und Dichtepprüfgerät.

Schritte:

Wiegen: Messen des Trockengewichts der Elektrode (m_1).

Eintauchen: Die Elektrode wird in deionisiertes Wasser getaucht und das Nassgewicht (m_2) und das Schwebegewicht (m_3) werden gemessen.

Berechnung: Dichte $\rho = m_1 / (m_1 - m_3) \times \rho_0$ (ρ_0 ist die Dichte von Wasser, 1 g/cm³).

Standardanforderungen: Dichte 18,5-19,0 g/cm³ (95-98% theoretische Dichte).

Positiv:: Einfach, genau.

Einschränkungen: Nur für regelmäßig geformte Proben geeignet.

Härteprüfung

Zweck: Bewertung der mechanischen Festigkeit der Elektrode und Vermeidung von Brüchen beim Schweißen.

Methode: Vickers-Härteprüfung

Gerät: Vickers-Härteprüfgerät.

Schritte:

Probenvorbereitung: Elektrode zuschneiden und auf Ra<0,2 μ m polieren.

Test: Eine Last von 5-10 kgf aufbringen, 15 Sekunden halten, diagonale Länge des Eindrucks messen.

Berechnung: Die Härte (HV) wird anhand der Eindruckfläche berechnet.

Normanforderungen: Härte 350-450 HV.

Vorteile: hohe Präzision, geeignet für harte Materialien.

Einschränkungen: Die Probe muss vernichtet werden, und die Testpunkte müssen gleichmäßig verteilt sein.

Vorsichtsmaßnahmen

Deionisiertes Wasser wird für die Dichtepprüfung verwendet, um zu vermeiden, dass Luftblasen die Ergebnisse beeinträchtigen.

Bei der Härteprüfung werden mehrere Prüfpunkte ausgewählt, wobei der Durchschnittswert die

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Härte der Probe darstellt.

Testhäufigkeit: 3-5 Proben pro Charge, mindestens 3 Stellen werden getestet.

8.2.2 Analyse des Korngefüges

Die Kornstruktur beeinflusst die mechanischen Eigenschaften und die Lichtbogenstabilität der Elektrode und muss durch Mikroskopie und Röntgentechnik analysiert werden.

Nachweismethode

Metallurgisches Mikroskop:

Prinzip: Beobachten Sie die Kornmorphologie und die Thoriumoxid-Verteilung des Elektrodenquerschnitts mit dem Lichtmikroskop.

Gerät: Metallurgisches Mikroskop.

Schritte:

Probenvorbereitung: Schneiden von Elektroden, Polieren und Korrosion mit Säuren (z. B. Salpetersäure).

Beobachtung: 100-1000-fache Vergrößerung zur Analyse der Korngröße und der Thoriumoxid-Partikelverteilung.

Messung: Berechnen Sie die Korngröße (10-50 µm) mit einer Bildanalysesoftware wie ImageJ.

Vorteile: Intuitiv und für eine schnelle Analyse geeignet.

Einschränkungen: Proben müssen vernichtet werden und die Analysetiefe ist begrenzt.

Rasterelektronenmikroskopie (REM-EDS):

Prinzip: Die Probe wird mit einem Elektronenstrahl abgetastet, und die Verteilung der Thoriumoxid-Partikel wird durch Energiespektroskopie analysiert.

Gerät: SEM-EDS-Instrument.

Schritte:

Probenvorbereitung: Schneiden, Polieren und Plattieren von leitfähigen Schichten aus Kohlenstoff oder Gold.

Abtastung: Stellen Sie die Beschleunigungsspannung (15-20 kV) ein und beobachten Sie die Körner und Thoriumoxidpartikel (0,5-2 µm).

Analyse: Quantitative Analyse der Thoriumverteilung mittels EDS.

Vorteile: Hohe Auflösung, Gefügeanalyse.

Einschränkungen: Die Ausrüstung ist teuer und die Bedienung komplex.

Röntgenbeugung (XRD):

Prinzip: Analysieren Sie die Kristallstruktur und die Kornorientierung einer Probe.

Gerät: XRD-Gerät (z. B. Bruker D8 Advance).

Schritte:

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Probenvorbereitung: Schneiden Sie die Elektrode ab und polieren Sie sie auf eine ebene Fläche.

Detektion: Der Cu K α -Strahl ist eingestellt und der Abtastwinkel beträgt 2 θ (20°-80°).

Analyse: Bestimmung der Wolfram- und Thoriumoxidphasen durch Peakposition und -intensität, Berechnung der Korngrösse (Scherrer-Formel).

Vorteile: Zerstörungsfreie Kristallstruktur kann analysiert werden.

Einschränkungen: Geringe Präzision für die Analyse von feinen Körnern.

Standardanforderungen:

Korngröße: 10-50 μm , Thoriumoxid-Partikel verteilen sich gleichmäßig ohne Agglomeration.

Detektionshäufigkeit: 3 Proben pro Charge, Querschnitt und Längsschnitt werden analysiert.

Vorsichtsmaßnahmen

Bei der Probenvorbereitung muss das Einbringen künstlicher Defekte vermieden werden.

REM- und XRD-Analysen müssen mit metallurgischen Mikroskopieergebnissen kombiniert werden, um die Datenkonsistenz zu gewährleisten.

Die Bediener sind verpflichtet, Schutzausrüstung zu tragen, um eine Exposition gegenüber radioaktivem Staub zu vermeiden.

8.3 Radioaktivitätsdetektion von Thoriumwolframelektroden

Da Thoriumoxid Thorium-232 enthält (Halbwertszeit von 14 Milliarden Jahren, emittiert α , β und γ Strahlen), muss der Radioaktivitätspegel der Elektrode und der Produktionsumgebung streng getestet werden, um die Einhaltung internationaler und nationaler Standards (z. B. ICRP-Veröffentlichung 103, GB 18871-2002) sicherzustellen.

8.3.1 X- γ -Strahlendosisleistungsdetektion (Gerät AT1123)

objektiv

Röntgen- und γ -Ray-Dosisleistungen werden an der Elektrodenoberfläche und in der Produktionsumgebung gemessen, um sicherzustellen, dass das Strahlungsniveau unter dem sicheren Grenzwert (<0,1 $\mu\text{Sv/h}$) liegt.

Nachweismethode

Gerät: AT1123 X- γ Strahlungsdosisleistungsdetektor

Wichtige Parameter:

Messbereich: 0,01-100 $\mu\text{Sv/h}$

Genauigkeit: $\pm 5\%$

Detektor: NaI-Szintillationskristall

Schritte:

Kalibrierung: Kalibrieren Sie das Gerät mit der Standardquelle Cs-137.

Detektion: Platzieren Sie die Sonde auf der Elektrodenoberfläche (1 cm Abstand) oder im Arbeitsbereich (z. B. Misch-, Mahlbereich) und erfassen Sie die Dosisleistung.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Datenverarbeitung: Nehmen Sie den Durchschnitt mehrerer Messungen, erfassen Sie Zeit und Ort.

Standardanforderungen: Oberflächendosisleistung der Elektrode $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$, Umweltdosisleistung $< 0,05 \mu\text{Sv/h}$ (GB 18871-2002).

Vorteile: tragbar, in Echtzeit, geeignet für die Vor-Ort-Überwachung.

Einschränkungen: Unempfindlich gegen α Partikel, erfordert eine Kombination anderer Methoden.

Vorsichtsmaßnahmen

Prüfhäufigkeit: 5-10 Stück pro Charge, Umweltüberwachung einmal täglich.

Elektromagnetische Störungen werden vermieden, um die Empfindlichkeit des Instruments zu gewährleisten.

Der Bediener trägt ein Personendosimeter, um die kumulative Dosis aufzuzeichnen.

8.3.2 α . Erkennung von β Oberflächenkontamination (Gerät XH-3206)

objektiv

Erkennen Sie α , β Partikelkontamination auf Elektrodenoberflächen und Geräten, um sicherzustellen, dass sie unter dem sicheren Grenzwert ($< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$) liegen.

Nachweismethode

Ausrüstung: XH-3206 α , β Detektor für Oberflächenverschmutzung

Wichtige Parameter:

Messbereich: $0,1-1000 \text{ Bq/cm}^2$

Erkennungseffizienz: $A > 30\%$, $B > 40\%$

Detektor: ZnS-Szintillator

Schritte:

Kalibrierung: Kalibrierung mit den Standardquellen Am-241 (α) und Sr-90 (β).

Erkennung: Platzieren Sie die Sonde nahe an der Elektrodenoberfläche oder der Oberfläche des Geräts ($< 2 \text{ mm}$ Entfernung), scannen Sie langsam und zeichnen Sie die Zählrate auf.

Berechnung: Rechnen Sie den Grad der Oberflächenverschmutzung (Bq/cm^2) basierend auf der Detektionseffizienz um.

Normanforderungen: Oberflächenkontamination $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$ (GB 18871-2002).

Vorteile: Hohe Empfindlichkeit, geeignet für die Erkennung von Spuren von Verunreinigungen.

Einschränkungen: Unempfindlich gegenüber γ -Strahlung, kombiniert mit Röntgen- γ -Detektion.

Vorsichtsmaßnahmen

Erkennungshäufigkeit: 3-5 Stück pro Charge, und die Oberfläche des Geräts wird wöchentlich inspiziert.

Die Oberfläche der Probe sollte gereinigt werden, um Öl oder Staub zu vermeiden.

Der Prüfbereich sollte isoliert werden, um eine Kreuzkontamination zu vermeiden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

8.3.3 Überwachung der Umweltstrahlung

objektiv

Überwachen Sie die Strahlungswerte in der Produktion, um die Sicherheit von Bedienern und Umwelt zu gewährleisten.

Nachweismethode

Stationäre Überwachung:

Ausrüstung: Überwachungsstation für Umweltstrahlung.

Betrieb: Stationäre Sonden werden in Misch-, Sinter-, Mahl- und Lagerbereichen installiert, um X- γ -Dosisleistungen in Echtzeit aufzuzeichnen.

Standardanforderungen: Umgebungsdosisleistung $< 0,05 \mu\text{Sv/h}$.

Tragbare Überwachung:

Gerät: AT1123 oder ähnliches.

Betrieb: Inspizieren Sie alle Bereiche der Werkstatt und erfassen Sie täglich die Dosisleistung und den Kontaminationsgrad.

Überwachung von Abfällen:

Gerät: γ Spektrometer.

Betrieb: Erfassen Sie die Aktivitätskonzentration von Abfallstoffen (Staub, Abwasser, Abfallelektroden), $< 1 \text{ Bq/g}$ kann als normaler Abfall behandelt werden.

Vorsichtsmaßnahmen

Die Überwachungsdaten sollten archiviert und regelmäßig an die Umweltschutzabteilung gemeldet werden.

Die Werkstatt muss mit Belüftungs- und Entstaubungssystemen ausgestattet sein, um die Staubkonzentration zu reduzieren.

Überwachungshäufigkeit: stationäre Überwachung, Echtzeitaufzeichnung, tragbare Überwachung einmal täglich, Abfallüberwachung einmal pro Charge.

8.4 Schweißleistungsprüfung der Thoriumwolframelektrode

Der Schweißleistungstest bewertet die Lichtbogeneinleitungsleistung, die Lichtbogenstabilität und die Ausbrandrate von Thoriumwolframelektroden, um ihre Leistung beim WIG-Schweißen und Plasmaschweißen sicherzustellen.

8.4.1 Prüfung der Lichtbogenleistung

objektiv

Bewerten Sie die Fähigkeit der Elektrode, bei niedrigen Spannungen einen Lichtbogen zu erzeugen, um eine schnelle Lichtbogeninitiierung zu gewährleisten.

Nachweismethode

Ausrüstung: WIG-Schweißgerät, Spannungsschreiber.

Schritte:

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Vorbereitung: Elektrode WT20 (2,4 mm Durchmesser, Schleifwinkel 20°) wählen und Argonschutz (10 L/min) verwenden.

Test: Stellen Sie im DCEN-Modus den Strom auf 50-150 A ein und zeichnen Sie die Lichtbogenspannung und -zeit auf.

Analyse: Die Startspannung < 15 V, und die Startzeit $< 0,5$ Sekunden ist qualifiziert.

Normanforderungen: Die ISO 6848:2015 verlangt eine Lichtbogenspannung von < 15 V und einen stabilen Lichtbogen ohne Verzögerung.

Vorteile: Simulation der tatsächlichen Schweißbedingungen mit zuverlässigen Ergebnissen.

Einschränkungen: Die Konsistenz des Schutzgases und des Elektrodenzustands muss kontrolliert werden.

Vorsichtsmaßnahmen

Testhäufigkeit: 3 Proben pro Charge, wiederholen Sie den Test 5 Mal.

Die Elektrodenspitze muss poliert werden, um zu verhindern, dass Oberflächenfehler das Ergebnis beeinträchtigen.

Zeichnen Sie Umgebungsbedingungen (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit) auf, um Interferenzen zu vermeiden.

8.4.2 Prüfung der Lichtbogenstabilität und der Brenngeschwindigkeit

objektiv

Bewerten Sie die Lichtbogenstabilität und Haltbarkeit der Elektrode beim Schweißen.

Nachweismethode

Lichtbogen-Stabilität:

Ausrüstung: WIG-Schweißgerät, Oszilloskop, Hochgeschwindigkeitskamera.

Schritte:

Einstellung: WT20 Elektrode (Durchmesser 3,2 mm, Schleifwinkel 30°), Strom 100-300 A, Argonschutz.

Schweißen: Das kontinuierliche Schweißen wird an einer Edelstahlplatte durchgeführt, um Lichtbogenspannungsschwankungen ($\leq \pm 2$ V) aufzuzeichnen.

Beobachtung: Verwenden Sie eine Hochgeschwindigkeitskamera, um die Form des Lichtbogens aufzuzeichnen und sicherzustellen, dass es keine Drift oder Unterbrechung gibt.

Normanforderungen: Lichtbogenschwankungen $< \pm 2$ V ohne nennenswerte Spritzer oder Unterbrechungen.

Burn-out-Quote:

Ausstattung: Elektronische Präzisionswaage, Mikroskop.

Schritte:

Wiegen: Messen Sie das Anfangsgewicht der Elektrode (Genauigkeit $\pm 0,001$ g).

Schweißen: Kontinuierliches Schweißen bei 200 A für 1 Stunde.

Messung: Messung des Elektrodenlängenverlustes (Mikroskop) und des Massenverlustes (Balance).

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Berechnung: Brennverlustrate = Längenverlust/Zeit (mm/h), < 0,1 mm/h ist qualifiziert.

Normanforderungen: Abbrandrate < 0,1 mm/h (ISO 6848:2015).

Vorsichtsmaßnahmen

Die Prüfbedingungen müssen mit der tatsächlichen Schweißung übereinstimmen (z. B. Strom, Gasfluss).

Testhäufigkeit: 3 Proben pro Charge, wiederholen Sie den Test 3 Mal.

Die Elektroden müssen regelmäßig nachgeschliffen werden, um sicherzustellen, dass sich die Spitze in einem gleichbleibenden Zustand befindet.

8.5 Prüfeinrichtungen und Kalibrierung der Thoriumwolframelektrode

Die Genauigkeit und die Betriebsspezifikationen der Prüfgeräte wirken sich direkt auf die Zuverlässigkeit der Prüfergebnisse aus und müssen streng kalibriert und verwaltet werden.

8.5.1 Anforderungen an die Kalibrierung von Prüfgeräten

Kalibriermethode

RF/ICP-OES/ICP-MS:

Kalibrierstandard: Verwenden Sie NIST-Standardproben (z. B. SRM 610) oder hochreine Wolframstandards.

Häufigkeit: Kalibrierung alle 6 Monate oder nach der Gerätewartung.

Anforderungen: Genauigkeit $\pm 0,01$ % (Thoriumoxid), $\pm 0,001$ % (Verunreinigungen).

Dichte-/Härteprüfer:

Kalibrierstandard: Es werden Standard-Dichteblock ($19,25 \text{ g/cm}^3$) und Härteblock (400 HV) verwendet.

Häufigkeit: Jährlich kalibriert.

Anforderungen: Dichtegenauigkeit $\pm 0,01 \text{ g/cm}^3$, Härtegenauigkeit $\pm 5 \text{ HV}$.

Strahlungsdetektor (AT1123, XH-3206):

Kalibrierstandards: Verwenden Sie die Standardquellen Cs-137(c), Am-241(a), Sr-90(β).

Häufigkeit: Kalibrierung einmal im Jahr oder nach der Reparatur des Geräts.

Anforderungen: Die Genauigkeit der Dosisleistung beträgt ± 5 % und die Effizienz der Schadstoffdetektion > 30 % (α) und > 40 % (β).

Prüfgeräte für die Schweißleistung:

Kalibrierstandard: Kalibrieren Sie den Strom ($\pm 2 \text{ A}$) und die Spannung ($\pm 0,1 \text{ V}$) des Schweißgeräts.

Häufigkeit: Kalibrierung alle 3 Monate.

Anforderungen: Stellen Sie sicher, dass die Testbedingungen mit der Norm übereinstimmen.

Vorsichtsmaßnahmen

Die Kalibrierung muss von einer professionellen Organisation (z. B. einem CNAS-akkreditierten Labor) durchgeführt werden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Kalibrierprotokolle müssen archiviert werden und das Kalibrierdatum, Standardproben und Ergebnisse enthalten.

8.5.2 Testumgebung und Betriebsspezifikationen

Erkennen der Umgebung

Prüfung der chemischen Zusammensetzung: Sie muss in einem Reinraum (Klasse ISO 7) bei einer Temperatur von 20-25 °C und einer Luftfeuchtigkeit < 60 % durchgeführt werden, um Staubverschmutzung zu vermeiden.

Physikalische Leistungsprüfung: Das Labor muss stoßfest sein, die Temperatur beträgt 18-22 °C und die Luftfeuchtigkeit <50%.

Radioaktivitätsdetektion: Isolierter Bereich, ausgestattet mit Belüftungs- und Entstaubungssystem, Umgebungsdosisleistung < 0,05 µSv/h.

Schweißleistungstest: Simulation der tatsächlichen Schweißumgebung, Argonreinheit > 99,999%, Durchflussmenge 8-15 L/min.

Verhaltenskodex

Bediener: Geschult, um mit der Bedienung von Geräten und dem Strahlenschutz vertraut zu sein.

Schutzanforderungen: Tragen Sie Schutzkleidung, Staubmasken und Handschuhe und kontrollieren Sie regelmäßig die persönliche Dosis.

Datenprotokollierung: Die Testergebnisse müssen mindestens 5 Jahre lang dokumentiert werden, einschließlich Charge, Datum, Probennummer und Testbedingungen.

Abfallentsorgung: Die bei der Prüfung anfallenden Abfälle (z. B. Probenrückstände) sind gemäß den Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen zur Entwicklung und Verwendung assoziierter radioaktiver Mineralien (Versuch) zu entsorgen.



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Kapitel 9 Vor- und Nachteile der Thorium-Wolfram-Elektrode

Aufgrund ihrer einzigartigen physikalischen und chemischen Eigenschaften nehmen Thoriumwolframelektroden eine wichtige Position beim Wolfram-Argon-Schweißen (WIG-Schweißen), Plasmaschweißen und anderen industriellen Anwendungen ein. Die durch Thoriumoxid (ThO_2) verursachten Spurenwerte an Radioaktivität geben jedoch auch Anlass zu Umwelt- und Gesundheitsbedenken. In diesem Kapitel werden die Vorteile von Thoriumwolframelektroden, einschließlich ihrer hervorragenden Schweiß Eigenschaften und ihrer Hochtemperaturfestigkeit und Verschleißfestigkeit, sowie ihre Nachteile sowie ihre Nachteile ausführlich erörtert, wobei der Schwerpunkt auf dem Risiko einer radioaktiven Kontamination und Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit liegt.

9.1 Vorteile von Thorium-Wolfram-Elektroden

Thorium-Wolfram-Elektroden haben aufgrund ihrer geringen Elektronenaustrittsarbeit, ihrer hohen Lichtbogenstabilität und ihrer hervorragenden Hochtemperaturbeständigkeit erhebliche Vorteile beim Schweißen und anderen Hochtemperaturanwendungen, insbesondere in der Luft- und Raumfahrt, der Nuklearindustrie und der petrochemischen Industrie.

9.1.1 Hervorragende Schweißleistung

Thorium-Wolfram-Elektroden weisen eine hervorragende Schweißleistung beim Wolfram-Argon-Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißen), Plasmaschweißen und DCEN-Negativelektrodenschweißen (DCEN) auf, was sie zum Material der Wahl für hochpräzises und robustes Schweißen macht.

Arbeitsaustritt mit niedrigem Elektronengehalt

Die Dotierung von Thoriumoxid (ThO_2) reduziert die Arbeit der Elektronen von der Thoriumwolframelektrode erheblich (ca. 2,63 eV, niedriger als die 4,55 eV von reinem Wolfram), so dass sie bei niedrigeren Spannungen (<15 V) schnell Lichtbögen auslösen kann. Diese Eigenschaft ist besonders wichtig beim WIG- und Plasmaschweißen, insbesondere bei niedrigen Strömen (50-150 A), die den Wärmeeintrag beim Lichtbogenstart reduziert und für das Schweißen von dünnen Blechmaterialien wie Edelstahl oder Titanlegierungen geeignet ist. Die WT20-Elektrode (1,7-2,2 % ThO_2) wird beispielsweise in der Luft- und Raumfahrtindustrie zum Schweißen von Rumpfkomponten aus Titanlegierungen (Ti-6Al-4V) mit einer Lichtbogenstartzeit von < 0,5 Sekunden verwendet, um die Schweißqualität und -genauigkeit zu gewährleisten.

Hohe Lichtbogenstabilität

Thorium-Wolfram-Elektroden halten einen konzentrierten und stabilen Lichtbogen über einen weiten Strombereich (50-500 A) aufrecht, reduzieren Lichtbogendrift und Spritzer und eignen sich zum Schweißen von Metallen mit hohen Schmelzpunkten (z. B. Nickellegierungen, Titanlegierungen). Die Lichtbogenstabilität beruht auf der Fähigkeit von Thoriumoxidpartikeln, bei hohen Temperaturen heiße Elektronen freizusetzen, so dass der Lichtbogen unter dynamischen Schweißbedingungen die Kontinuität aufrechterhalten kann. In der Nuklearindustrie werden

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

beispielsweise WT30-Elektroden (2,8-3,2 % ThO₂) verwendet, um Edelstahl-Druckbehälter mit Lichtbogenspannungsschwankungen von $\leq \pm 2$ V zu schweißen und Schweißnähte ohne Porosität oder Risse zu schweißen, die strenge Qualitätsanforderungen erfüllen.

Niedrige Verbrennungsverluste

Die extrem niedrige Ausbrennrate der Thorium-Wolfram-Elektrode ($< 0,1$ mm/h bei 200 A Strom) verlängert die Lebensdauer und reduziert die Austauschhäufigkeit und die Produktionskosten. Die thermische Stabilität von Thoriumoxid und der hohe Schmelzpunkt der Wolframmatrix (3422 °C) ermöglichen einen Betrieb bei hohen Strömen (200-400 A) über lange Zeiträume ohne nennenswerten Verschleiß. In der Petrochemie wird beispielsweise die WT40-Elektrode (3,8-4,2 % ThO₂) für das Schweißen dickwandiger Rohre verwendet und kann mehrere Stunden lang ununterbrochen laufen, ohne dass sich die Form der Elektrodenspitze ändert.

Anwendungsszenarien

Luft- und Raumfahrt: WT20- und WT30-Elektroden bieten einen stabilen Lichtbogen und hochpräzise Schweißnähte beim WIG-Schweißen von Titan- und Nickelbasislegierungen, um die hohen Festigkeitsanforderungen von Flugzeugtriebwerken und Raketenkomponenten zu erfüllen.

Nuklearindustrie: WT30- und WT40-Elektroden werden mit Edelstahl und Nickellegierungen bei hohen Strömen geschweißt, um fehlerfreie Schweißnähte und Korrosionsbeständigkeit zu gewährleisten, geeignet für Reaktordruckbehälter.

Automobilbau: WT10-Elektroden werden mit dünnwandigen Stahlplatten oder Aluminiumlegierungen bei niedrigen Strömen geschweißt, um den thermischen Verzug zu reduzieren, und eignen sich für Aufhängungs- und Abgassysteme von Kraftfahrzeugen.

9.1.2 Hohe Temperaturfestigkeit und Verschleißfestigkeit

Die hervorragende Leistung von Thorium-Wolfram-Elektroden in Umgebungen mit hohen Temperaturen und hoher Belastung macht sie nicht nur zum Schweißen, sondern auch zum Vakuum-Elektronik und zum Lichtbogenschneiden hervorragend.

Hohe Temperaturintensität

Der hohe Schmelzpunkt (3422 °C) und die thermische Stabilität von Thoriumoxid ermöglichen es, die strukturelle Integrität bei extremen Temperaturen wie einer Lichtbogentemperatur von 15.000 bis 20.000 °C beim Plasmaschweißen aufrechtzuerhalten. Die Thoriumoxidpartikel fixierten die Korngrenzen, um das Kornwachstum der Wolframmatrix zu hemmen und die Korngröße im Bereich von 10-50 µm zu halten, wodurch die thermische Ermüdungsbeständigkeit und die mechanische Festigkeit der Elektrode verbessert wurden. Beim Plasmaschneiden schneidet die WT30-Elektrode beispielsweise dicke Stahlbleche mit 300 A Strom, und die Elektrode ist in der Lage, hohen thermischen Belastungen standzuhalten, ohne dass es zu spürbaren Verformungen oder Rissen kommt.

Abriebfestigkeit

Die Härte der thoriierten Wolframelektrode (350-450 HV) ist dank der verstärkenden Wirkung von Thoriumoxid höher als die der reinen Wolframelektrode (ca. 300 HV). Diese hohe Härte und

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Abriebfestigkeit machen es widerstandsfähig gegen Abrieb und Abtrag der Elektroden spitze bei langen Zeiträumen des Hochstromschweißens oder Lichtbogenschneidens. Bei einer Zündung in einem Elektrolichtbogenofen ist die WT40-Elektrode beispielsweise in der Lage, wiederholt einen hochintensiven Lichtbogen auszulösen, und die Verschleißfestigkeit gewährleistet die langfristige Zuverlässigkeit der Zündeinheit.

Anwendungsszenarien

Elektronische Vakuumgeräte: Thorium-Wolfram-Elektroden als Kathodenmaterialien (z. B. Mikrowellenröhren, Röntgenröhren) emittieren stabil Elektronen bei 1500-2000 °C, und die hohe Temperaturbeständigkeit und Verschleißfestigkeit sorgen dafür, dass die Lebensdauer des Geräts mehr als Tausende von Stunden beträgt.

Plasmaschneiden: Die WT30-Elektrode schneidet Edelstahl in einem Plasmalichtbogen mit hoher Energiedichte, wodurch der Elektrodenverbrauch reduziert und die Schneideffizienz aufgrund der Verschleißfestigkeit verbessert wird.

Elektrolichtbogenofen: Die WT40-Elektrode wird für die Lichtbogenzündung in kleinen Elektrolichtbogenöfen verwendet, und ihre Hochtemperaturfestigkeit und Verschleißfestigkeit unterstützen die Hochfrequenzzündung.

9.2 Nachteile von Thoriumwolframelektroden

Trotz der erheblichen Leistungsvorteile von Thoriumwolframelektroden schränkt die durch das Vorhandensein von Thoriumoxid verursachte Spurenradioaktivität deren Verwendung in bestimmten Anwendungen ein und wirft Umwelt- und Gesundheitsbedenken auf.

9.2.1 Risiko einer radioaktiven Kontamination

Thorium-232 (Th-232) in Thoriumoxid ist ein natürlich vorkommendes Radionuklid mit einer Halbwertszeit von etwa 14 Milliarden Jahren, das α Teilchen (4,01-4,08 MeV) und geringe Mengen an β und γ Strahlen freisetzt. Trotz der geringen Aktivitätskonzentration (WT10 liegt bei ca. 1 Bq/g, WT40 liegt leicht über der Ausnahmenorm) besteht nach wie vor die Gefahr einer radioaktiven Kontamination bei der Herstellung und Verwendung.

Risiken im Produktionsprozess

Staubverunreinigung: Beim Mischen, Mahlen, Sintern und Mahlen entsteht Thoriumhaltiger Staub, der durch Einatmen oder Kontakt in den menschlichen Körper gelangen kann und das Risiko einer internen Strahlung erhöht. Eine langfristige Exposition kann Lungen- oder Gewebeschäden verursachen, obwohl das Risiko gering ist (jährliche effektive Dosis von etwa 0,1 bis 1 mSv).

Abfallwirtschaft: Im Produktionsprozess anfallende Abfälle (z. B. Staub, Abwasser, Abfallelektroden) müssen als radioaktiver Abfall behandelt werden, und Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von > 1 Bq/g müssen verfestigt (z. B. mit Zementmatrix vermischt) und in speziellen Anlagen gelagert werden, was die Produktionskosten erhöht.

Anforderungen an die Ausrüstung: Mischer, Schleifmaschinen und Sinteröfen müssen mit Gehäusen und hocheffizienten Filtern (HEPA, Abscheidegrad $> 99,9\%$) ausgestattet sein, um eine Staubausbreitung zu verhindern. Das Abwasser muss durch Fällung und Ionenaustausch behandelt werden, und die Aktivität beträgt $< 0,1$ Bq/L, bevor es eingeleitet werden kann.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Risiken während des Gebrauchs

Schleifstaub: Die Elektroden spitze wird vor dem Schweißen geschliffen, um die Lichtbogenform zu optimieren, und der entstehende Thoriumstaub kann durch Einatmen in den Körper gelangen. Eine spezielle Schleifmaschine und ein Vakuumsaugsystem sind erforderlich, da es sonst zu einer Strahlenbelastung kommen kann.

Umweltemissionen: Abgase aus dem Schweißen und Schneiden können Spuren von Thoriumverbindungen enthalten, die durch Aktivkohle- und HEPA-Filter behandelt werden müssen, um eine Kontamination der Arbeitsumgebung zu verhindern.

Entsorgung von Altelektroden: Abfälle von Thoriumwolframelektroden müssen getrennt nach radioaktiven Abfällen gesammelt werden, was die Nutzungskosten und die Schwierigkeit der Überwachung erhöht.

Standard-Einschränkungen

Internationale Normen: Die ICRP-Publikation 103 und die EU-Richtlinie 2013/59/Euratom verlangen für Herstellung und Verwendung eine Umweltdosisleistung von $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$ und eine Oberflächenkontamination $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$.

Inländische Normen: GB 18871-2002 und die Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen, die sich mit der Entwicklung und Nutzung radioaktiver Mineralien befassen (Versuch), verlangen von Unternehmen, dass sie die Strahlungswerte regelmäßig überwachen, und die Konzentration der Abfallaktivität sollte $< 1 \text{ Bq/g}$ betragen.

Eingeschränkte Szenen

Aufgrund der Gefährdung durch Radioaktivität ist der Einsatz von Thoriumwolframelektroden in der Medizin-, Lebensmittel- und Elektronikindustrie eingeschränkt. So verbieten beispielsweise die Europäische Union und Nordamerika die Verwendung von Thoriumwolframelektroden beim Schweißen von lebensmittelechtem Edelstahl, um potenzielle Kontaminationsrisiken zu vermeiden.

9.2.2 Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit

Die radioaktiven Eigenschaften von Thoriumwolframelektroden haben potenzielle Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit, was die Industrie dazu veranlasst, nach nicht-radioaktiven Alternativen zu suchen.

Auswirkungen auf die Umwelt

Abfallentsorgung: Radioaktive Abfälle (z. B. Staub, Abwasser, Abfallelektroden), die bei der Herstellung und Verwendung anfallen, müssen streng kontrolliert werden, um eine Kontamination von Böden und Gewässern zu vermeiden. So können beispielsweise Thoriumverbindungen im Abwasser zu einer Grundwasserverunreinigung führen, wenn sie ungeklärt eingeleitet werden.

Emissionskontrolle: Die Abgase beim Schweißen und Schneiden werden durch ein hocheffizientes Filtersystem behandelt, um zu verhindern, dass Thoriumverbindungen in die Atmosphäre gelangen. Die Unternehmen sind verpflichtet, der Umweltschutzabteilung regelmäßig Emissionsberichte vorzulegen, um die Anforderungen der Maßnahmen zu erfüllen.

Langfristige Akkumulation: Die extrem lange Halbwertszeit von Thorium-232 bedeutet, dass Abfälle lange gelagert werden müssen, und der Bau und die Wartung spezieller Abfallbehälter

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

erhöhen die Kosten für das Umweltmanagement.

Auswirkungen auf die Gesundheit

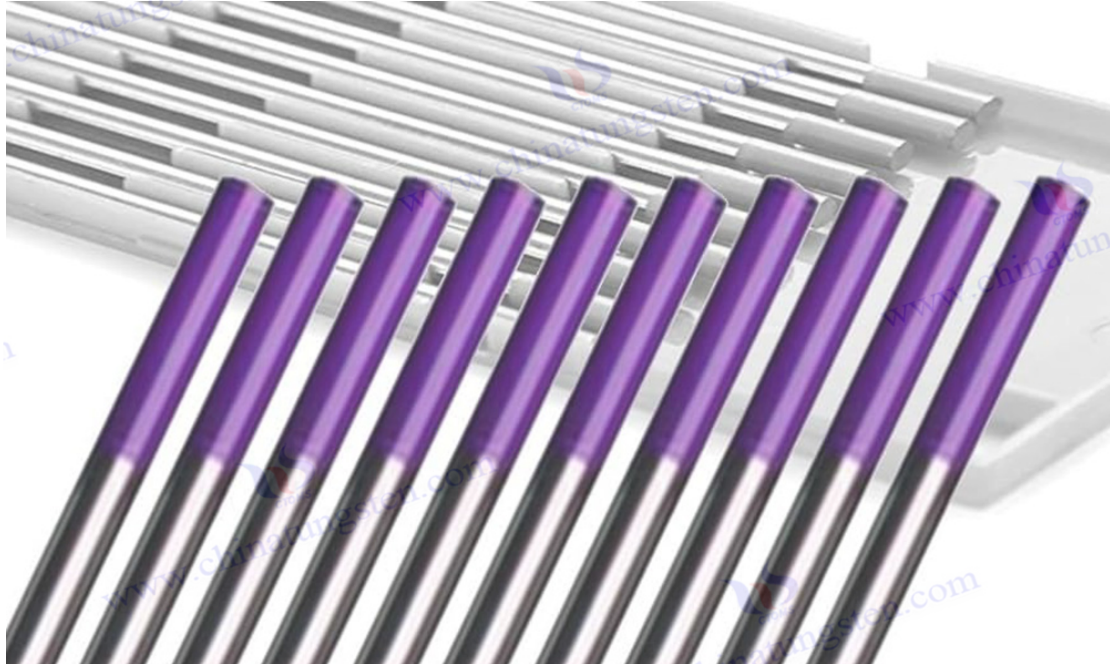
Exposition am Arbeitsplatz: Bedienungspersonen, die Thoriumwolframelektroden herstellen und verwenden, können durch Einatmen von Staub oder durch Berühren kontaminierter Oberflächen α Teilchenstrahlung ausgesetzt sein. Eine langfristige Exposition mit niedriger Dosis kann das Risiko für Lungenkrebs oder Gewebeschäden erhöhen, obwohl die Wahrscheinlichkeit gering ist (1 mSv ist sicher für eine wirksame <Dosis pro Jahr).

Risiko für die Öffentlichkeit: Wenn Abfälle nicht ordnungsgemäß entsorgt werden, können Thoriumverbindungen über Umweltmedien (z. B. Wasser, Boden) in die Nahrungskette gelangen und die Gesundheit der umliegenden Bevölkerung beeinträchtigen. Die ICRP empfiehlt, dass die effektive Jahresdosis für die Bevölkerung < 1 mSv bei strenger Emissionskontrolle liegt.

Schutzkosten: Unternehmen müssen mit Schutzausrüstung (z. B. Schutzkleidung, Staubmasken) und Überwachungsausrüstung (z. B. AT1123, XH-3206) ausgestattet werden, und die Bediener müssen eine Strahlenschutzschulung erhalten, was die Betriebskosten erhöht.

Alternative Trends

Aufgrund von Radioaktivitätsproblemen ersetzen nach und nach nicht-radioaktive Elektroden wie Cerwolfram (WC20), Lanthanwolfram (WL20) und Zirkoniumwolfram (WZ8) die Thoriumwolframelektroden. Die Elektronenarbeit (ca. 2,7-2,8 eV) und Lichtbogenstabilität dieser Elektroden liegen nahe an denen von Thorium-Wolfram-Elektroden ohne radioaktives Risiko. So machen Lanthan-Wolfram-Elektroden bereits mehr als 60 % der WIG-Schweißelektroden auf dem EU-Markt aus und werden in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Medizintechnik weit verbreitet eingesetzt. Chinas Thorium-Wolfram-Elektroden dominieren aufgrund von Kostenvorteilen immer noch, aber der Anteil von Lanthan-Wolfram- und Cer-Wolfram-Elektroden steigt von Jahr zu Jahr.



CTIA GROUP LTD WT30 Elektrode

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO_2). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com

Phone: +86 592 5129595; 592 5129696

Website: www.tungsten.com.cn

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

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

Kapitel 10 Lagerung, Transport und Sicherheitsmanagement von Thorium-Wolfram-Elektroden

Da Thoriumwolframelektroden Spuren von radioaktivem Thoriumoxid (ThO_2) enthalten, sollten bei ihrer Lagerung, ihrem Transport und ihrer Verwendung strenge Sicherheitsmanagementpraktiken eingehalten werden, um eine radioaktive Kontamination zu verhindern, die menschliche Gesundheit zu schützen und die Umweltsicherheit zu gewährleisten. In diesem Kapitel werden die Lagerumgebung und -bedingungen, Verpackungsnormen und Schutzmaßnahmen, Sicherheitsvorkehrungen während des Transports, Sicherheitsmanagementpraktiken für radioaktive Materialien sowie Notfallbehandlungs- und Unfallverhütungsmaßnahmen ausführlich behandelt.

10.1 Anforderungen an die Lagerumgebung und -bedingungen

Durch die Lagerung von Thoriumwolframelektroden soll sichergestellt werden, dass ihre physikalischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden, und gleichzeitig das Austreten oder die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen aus Thoriumoxid verhindert werden. Die Speicherumgebung und die Speicherbedingungen müssen internationalen und nationalen Standards entsprechen (e.g. ISO 6848:2015, GB 18871-2002).

Speicherumgebung

Temperatur & Luftfeuchtigkeit:

Temperatur: 10-30°C, um hohe Temperaturen (>50°C) zu vermeiden, die zu einer Oxidation der Elektrodenoberfläche oder einer Verschlechterung der Materialeigenschaften führen.

Luftfeuchtigkeit: <60 % relative Luftfeuchtigkeit, um zu verhindern, dass Feuchtigkeit Wolframatrixkorrosion verursacht oder Thoriumoxidstaub Feuchtigkeit absorbiert.

Umweltanforderungen: Der Lagerbereich sollte ein trockenes und gut belüftetes Lager sein, fern von Wasserquellen und Chemikalien.

Staubdicht & isoliert:

Der Lagerbereich sollte mit einer effizienten Lüftungsanlage mit einer Staubkonzentration von < 0,1 mg/m³ in der Luft ausgestattet werden, um die Ausbreitung von radioaktivem Staub zu verhindern.

Elektroden sollten isoliert von Lebensmitteln, Medikamenten oder anderen empfindlichen Gegenständen gelagert werden, um Kreuzkontaminationen zu vermeiden.

Strahlenschutz:

Die X-γ-Strahlendosisleistung im Lagerbereich sollte < 0,05 μSv/h betragen, was den Anforderungen der GB 18871-2002 entspricht.

Das Lager muss mit einem Strahlungsmonitor (z. B. AT1123) ausgestattet sein, um die Strahlungswerte der Umgebung regelmäßig zu überwachen.

Lagerbedingungen

Anforderungen an den Container:

Die Elektroden sollten in einem verschlossenen Behälter aus Edelstahl oder Kunststoff > 2 mm

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Dicke gelagert und mit einem radioaktiven Warnschild (z. B. "Achtung: Radioaktives Material") gekennzeichnet werden.

Der Behälter sollte mit einem Inertgas (z. B. Argon) gefüllt oder im Vakuum gehalten werden, um eine Oxidation zu verhindern.

Klassifizierte Lagerung:

Verschiedene Arten von Thoriumwolframelektroden (z. B. WT10, WT20, WT30, WT40) sollten getrennt gelagert werden, wobei der Thoriumoxidgehalt und die Chargennummer anzugeben sind. Die Abfallelektroden sollten getrennt in einem speziellen Behälter für radioaktive Abfälle gelagert werden, um eine Vermischung zu verhindern.

Speicherdauer:

Die Lagerdauer von Thoriumwolframelektroden beträgt in der Regel 2-5 Jahre, abhängig von der Unversehrtheit der Verpackung und den Lagerbedingungen.

Überprüfen Sie regelmäßig die Oberflächenqualität der Elektroden (keine Oxidation und Risse), und unqualifizierte Elektroden sollten als radioaktiver Abfall behandelt werden.

Vorsichtsmaßnahmen

Lagerhallen sind auf unbefugtes Personal zu beschränken und mit Zutrittskontroll- und Überwachungssystemen auszustatten.

Die Lageraufzeichnungen sollten Elektrodentyp, Menge, Charge, Lagerdatum und Strahlungsüberwachungsdaten enthalten und mindestens 5 Jahre lang archiviert werden.

Lager müssen regelmäßig mit der Nassreinigungsmethode gereinigt werden, um Staub zu vermeiden.

10.2 Verpackungsnormen und Schutzmaßnahmen

Die Verpackung ist die erste Verteidigungslinie für die Lagerung und den Transport von Thoriumwolframelektroden, die die Unversehrtheit der Elektroden gewährleisten und das Austreten von radioaktivem Material in Übereinstimmung mit internationalen und nationalen Normen (wie ISO 6848:2015, GB/T 4187-2017) verhindern muss.

Verpackungsnormen

Packmaterial:

Innenverpackung: Verwenden Sie feuchtigkeitsbeständige, oxidationsbeständige Kunststoffröhrchen oder vakuumversiegelte Beutel, und jede Elektrode ist einzeln verpackt, um Reibung gegeneinander zu vermeiden.

Umverpackung: Box aus Edelstahl oder hochfestem Kunststoff, Dicke > 2 mm, stoßfest und dicht.

Dämpfungsmaterial: Füllung mit Schaumstoff- oder Luftpolsterpolstern, um Vibrationen und Stöße während des Transports zu reduzieren.

Anforderungen an die Kennzeichnung:

Der Elektrodentyp (z. B. WT20), der Thoriumoxidgehalt, die Chargennummer, das Herstellungsdatum und die Herstellerinformationen sollten auf der Verpackung angegeben werden.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Warnzeichen für radioaktive Stoffe: Weisen Sie auf das Symbol "Radioaktives Material" (Kleeblatt) und Textbeschreibungen wie "Enthält Thorium, vorsichtig behandeln" hinweisen.
Erfüllt die Verpackungsanforderungen SSR-6 der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) mit der Verpackungskategorie "Typ A" (für schwach radioaktive Materialien).

Verpackung:

Anzahl der Elektroden pro Packung: 10-100, Länge (50-300 mm) und Durchmesser (0,5-10 mm) sollten gleich sein.

Verpackungsgewicht: <50 kg für einfache Handhabung und Transport.

Schutzmaßnahmen

Feuchtigkeits- und Oxidationsbeständigkeit:

Die Verpackung sollte mit einem Trockenmittel (z. B. Kieselgel) gefüllt oder vakuumiert werden, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern.

Die Außenverpackung sollte mit Rostschutzfarbe oder Korrosionsschutzmaterialien beschichtet werden, um die langfristige Lagersicherheit zu gewährleisten.

Stoßfest und sturzsicher:

Die Box muss den Falltest (1,2 m Höhe ohne Bruch) bestehen und die Anforderungen der IAEA SSR-6 erfüllen.

Die Box sollte während des Transports gesichert werden, um ein Verrutschen oder Kippen zu vermeiden.

Strahlenschutz:

Die Box sollte vor α Partikeln (> Dicke von 0,1 mm Kunststoff ist ausreichend) und einigen γ Strahlen (Dicke > 2 mm Edelstahl) abgeschirmt werden.

Die Strahlendosisleistung der Verpackungsoberfläche sollte < 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ und die Oberflächenkontamination < 0,4 Bq/cm² betragen (GB 18871-2002).

Vorsichtsmaßnahmen

Die Verpackung muss regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie nicht beschädigt oder ausläuft.

Ermitteln Sie die Strahlungskonzentration auf Verpackungsoberflächen mit Röntgen- γ Strahlungsdosisleistungsdetektoren (z. B. AT1123) und α - und β Oberflächenkontaminationsdetektoren (z. B. XH-3206).

Nicht konforme Verpackungen müssen wieder verschlossen oder als radioaktiver Abfall entsorgt werden.

10.3 Sicherheitsvorkehrungen während des Transports

Der Transport von Thorium-Wolfram-Elektroden unterliegt internationalen und nationalen Vorschriften für den Transport von radioaktiven Stoffen (z. B. IAEA SSR-6, GB 11806-2004), um die Sicherheit zu gewährleisten und eine radioaktive Kontamination zu verhindern.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Anforderungen an den Versand

Versandmethode:

Landverkehr: Verwenden Sie spezielle Lastwagen, die mit Antivibrationsvorrichtungen und Strahlungsüberwachungsgeräten ausgestattet sind.

Seefracht: Entspricht den Spezifikationen der International Maritime Organization (IMDG), Verpackung vom Typ A, die in einem speziellen Frachtraum untergebracht ist.

Luftfracht: Entspricht den Gefahrgutvorschriften der International Air Transport Association (IATA) und die Verpackung wird einer Druck- und Fallprüfung unterzogen.

Verpackung & Verladung:

Die Elektroden müssen gemäß Abschnitt 10.2 verpackt und gegen Verrutschen oder Beschädigung im Transportmittel gesichert werden.

Transportfahrzeuge oder Laderäume müssen mit einem radioaktiven Warnschild mit der Aufschrift "Low Specific Activity Substance (LSA-I)" gekennzeichnet sein.

Strahlungsüberwachung:

Vor dem Transport: Erfassen Sie die Oberflächendosisleistung ($<0,1 \mu\text{Sv/h}$) und den Verschmutzungsgrad ($<0,4 \text{ Bq/cm}^2$) auf der Verpackungsoberfläche.

Während des Transports: Überprüfen Sie regelmäßig den Strahlungspegel der Ladung mit einem tragbaren Strahlungsdetektor wie dem RadEye PRD.

Nach dem Versand: Der Empfänger prüft die Unversehrtheit und die Strahlungswerte der Verpackung und zeichnet die Daten auf.

Sicherheitsvorkehrungen

Personenschutz:

Das Transportpersonal ist verpflichtet, in Strahlensicherheit geschult zu sein und ein Personendosimeter mit einer effektiven Dosis von $< 1 \text{ mSv}$ pro Jahr zu tragen.

Tragen Sie bei der Handhabung Schutzhandschuhe und vermeiden Sie den direkten Kontakt mit den Elektroden oder der Verpackung.

Notfallvorsorge:

Transportfahrzeuge müssen mit Notfallsets ausgestattet sein, einschließlich Schutzkleidung, versiegelten Beuteln und tragbaren Strahlungsdetektoren.

Formulieren Sie einen Notfallplan für Transportunfälle und klären Sie den Abwicklungsprozess bei Leckagen oder Beschädigungen.

Routenplanung:

Wählen Sie Transportwege abseits von besiedelten Gebieten und Wasserquellen, um schlechtes Wetter zu vermeiden.

Transporte unterliegen den lokalen Vorschriften und werden im Voraus den zuständigen Behörden (z. B. Umwelt- oder nuklearen Sicherheitsbehörden) gemeldet.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Vorsichtsmaßnahmen

Die Versandaufzeichnungen sollten mindestens 5 Jahre lang aufbewahrt werden, einschließlich der Anzahl der Elektroden, der Art der Verpackung, der Strahlungsstärke und des Versandweges.

Für internationale Transporte ist eine englische Version des Zertifikats für den Transport radioaktiver Stoffe erforderlich, die den Anforderungen der IAEA SSR-6 entspricht.

Vermeiden Sie es, sich während des Transports mit anderen gefährlichen Gütern (z. B. brennbaren Stoffen) zu vermischen.

10.4 Praktiken des Sicherheitsmanagements für radioaktive Stoffe

Thoriumwolframelektroden gelten aufgrund ihres Thorium-232 (Th-232, Aktivitätskonzentration von ca. 1 Bq/g) als niedrig radioaktive Substanzen und unterliegen internationalen und nationalen Normen für das radiologische Sicherheitsmanagement (z.B. ICRP Publication 103, GB 18871-2002).

Management-Normen

Registrierung & Lizenzierung:

Hersteller und Anwender sind verpflichtet, sich bei den Aufsichtsbehörden für nukleare Sicherheit (z. B. der chinesischen National Nuclear Safety Administration) zu registrieren und eine Lizenz für den Betrieb von radioaktivem Material zu erhalten.

Für Lagerung und Transport ist eine Meldung der Aktivitätskonzentration erforderlich, WT10 (0,8-1,2 % ThO₂) erfüllt in der Regel die Ausnahmekriterien (1 Bq/g) und WT40 (3,8-4,2 % ThO₂) erfordert eine zusätzliche Überwachung.

Strahlenschutz:

Produktions- und Lagerbereiche müssen mit Gehäusen und HEPA-Filtern (99,9 % Abscheidegrad) ausgestattet werden, um die Ausbreitung von Staub zu verhindern.

Die Bediener sind verpflichtet, Schutzkleidung, Staubmasken und Handschuhe zu tragen und sich regelmäßigen Gesundheitskontrollen und Dosisüberwachungen zu unterziehen (effektive Dosis < 1 mSv pro Jahr).

Abfallwirtschaft:

Abfallklassifizierung: Staub, Abwasser und Abfallelektroden sollten getrennt gesammelt werden, und Abfälle mit einer Aktivitätskonzentration von > 1 Bq/g sollten als radioaktive Abfälle behandelt werden.

Aushärtungsbehandlung: Staub- und Abfallelektroden müssen mit einer Zement- oder Harzmatrix gemischt werden, und die Festigkeit des ausgehärteten Körpers > 10 MPa.

Lagerung und Entsorgung: Radioaktive Abfälle werden in einem speziellen Endlager gelagert und regelmäßig einer Berufsorganisation (z. B. China National Nuclear Corporation) zur Entsorgung übergeben.

Offenlegung von Informationen:

Gemäß den Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Informationen über Unternehmen, die an der Erschließung und Nutzung radioaktiver Bergwerke (für die Durchführung von Versuchen) beteiligt sind, sind die Unternehmen verpflichtet, jedes Jahr der Umweltschutzabteilung Berichte über die Strahlenüberwachung vorzulegen und die Daten über die Abfallbehandlung und -einleitung offenzulegen.

Standardbasis

International: Die ICRP-Veröffentlichung 103 (2007) verlangt von der Bevölkerung eine jährliche wirksame Dosis von $< 1 \text{ mSv}$ und eine berufsbedingte Exposition von $< 20 \text{ mSv}$; Die IAEA SSR-6 legt Transportverpackungen und Strahlungsgrenzwerte fest.

Inland: GB 18871-2002 erfordert eine Umweltdosisleistung von $< 0,05 \text{ } \mu\text{Sv/h}$ und eine Oberflächenverschmutzung $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$; Das Gesetz Nr. 11806-2004 regelt die Sicherheit des Transports von radioaktiven Stoffen.

Vorsichtsmaßnahmen

Unternehmen müssen ein Strahlenschutzmanagementsystem einrichten und eine hauptamtliche Person für den Strahlenschutz ernennen.

Regelmäßige Schulung des Personals zu Strahlenrisiken, Schutzmaßnahmen und Notfallmaßnahmen.

Strahlungsüberwachungsgeräte müssen jährlich kalibriert werden, um Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

10.5 Notfallbehandlung und Unfallverhütung

Obwohl das Radioaktivitätsrisiko von Thoriumwolframelektroden gering ist (hauptsächlich α Partikel, schwache Penetration), müssen Notfallbehandlungs- und Unfallverhütungsmaßnahmen entwickelt werden, um Situationen wie Verpackungsschäden, Staubaustritt oder Transportunfälle zu bewältigen.

Unfallverhütung

Wartung der Ausrüstung:

Überprüfen Sie regelmäßig die Dichtheit von Mischern, Mühlen und Vorratsbehältern, um ein Austreten von Staub zu verhindern.

Lüftungs- und Entstaubungssysteme müssen in Betrieb gehalten werden und die Intervalle für den Filterwechsel < 6 Monaten betragen.

Betriebliche Spezifikationen:

Die Mitarbeiter sind verpflichtet, die Betriebsabläufe strikt zu befolgen, Schutzausrüstung zu tragen und es ist ihnen untersagt, Elektroden in nicht isolierten Bereichen zu schleifen.

Während der Lagerung und des Transports sollte die Unversehrtheit der Verpackung regelmäßig überprüft und der beschädigte Behälter rechtzeitig ausgetauscht werden.

Umweltüberwachung:

Installieren Sie stationäre Strahlungsüberwachungsstationen (wie die Mirion RDS-31), um die Dosisleistungen in Werkstätten und Lagern in Echtzeit zu überwachen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Inspizieren Sie wöchentlich Geräte- und Verpackungsoberflächen mit α β Detektoren für Oberflächenkontaminationen wie dem XH-3206.

Notfallmaßnahmen

Staubleckage:

Schalten Sie die entsprechenden Geräte sofort ab, aktivieren Sie das Notbelüftungssystem und isolieren Sie den Leckbereich.

Der Staub wird im Nassfegerverfahren aufgefangen, in einen luftdichten Behälter gegeben und mit einem radioaktiven Warnhinweis gekennzeichnet.

Der Kontaminationsbereich wurde mit X- γ -Detektoren und α - und β -Detektoren beurteilt, und die Dosisleistung $> 0,1 \mu\text{Sv/h}$ oder die Oberflächenkontamination $> 0,4 \text{ Bq/cm}^2$ sollte angegeben werden.

Beschädigte Verpackung:

Stoppen Sie den Versand oder die Bearbeitung und bringen Sie das beschädigte Paket in einen Quarantänebereich.

Verschließen Sie die Elektroden wieder mit einem versiegelten Beutel, um den Strahlungspegel der neuen Verpackung zu ermitteln.

Reinigen Sie die verstreuten Elektroden und bringen Sie sie in das Endlager für radioaktive Abfälle.

Transportunfälle:

Isolieren Sie die Unfallstelle, beschränken Sie den Zugang zum Personal und tragen Sie Schutzausrüstung.

Ein tragbarer Strahlungsdetektor wird verwendet, um die Strahlungswerte zu beurteilen, und es werden Fotos gemacht, um die Szene zu dokumentieren.

Wenden Sie sich an die Abteilung Nukleare Sicherheit und Umweltschutz, melden Sie die Einzelheiten des Unfalls und entsorgen Sie die kontaminierten Gegenstände nach Bedarf.

Exposition des Personals:

Evakuieren Sie sofort exponiertes Personal, testen Sie persönliche Dosimeter und beurteilen Sie die erhaltene Dosis.

Leisten Sie Erste Hilfe (z. B. Waschen Sie Ihre Haut oder Ihre Augen) und nehmen Sie gegebenenfalls einen Arzt zur Untersuchung.

Erfassen Sie Expositionseignisse, analysieren Sie Ursachen und verbessern Sie Schutzmaßnahmen.

Vorsichtsmaßnahmen

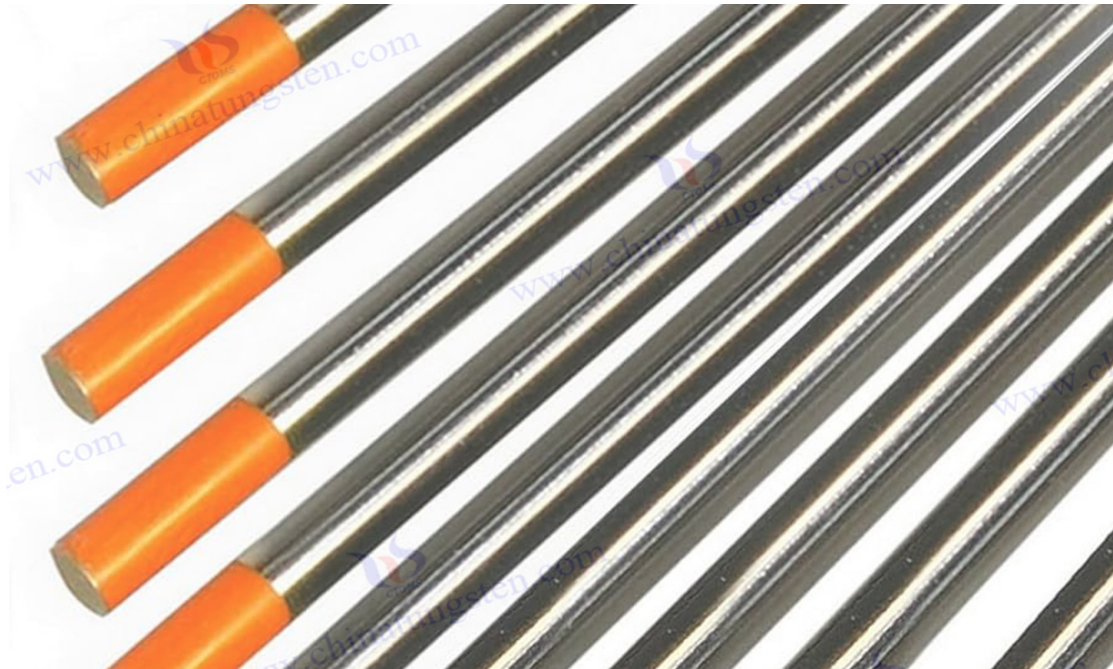
Unternehmen müssen mindestens einmal im Jahr detaillierte Notfallpläne formulieren und Übungen organisieren.

Das Notfallset muss Schutzkleidung, eine versiegelte Tasche, einen tragbaren Detektor und Erste-Hilfe-Material enthalten.

Innerhalb von 24 Stunden muss ein Unfallbericht bei der Abteilung für nukleare Sicherheit eingereicht werden, der die Unfallursache, die Strahlungswerte und die Entsorgungsmaßnahmen

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

enthält.



CTIA GROUP LTD WT40 Elektrode

Kapitel 11 Zukünftige Entwicklungstrends und Herausforderungen der Thorium-Wolfram-Elektrode

Als Schlüsselmaterial beim Wolfram-Argon-Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißen), Plasmaschweißen und elektronischen Vakuumgeräten nehmen Thorium-Wolfram-Elektroden aufgrund ihrer hervorragenden Lichtbogenstabilität, geringen Elektronenaustrittsarbeit und hohen Verschleißfestigkeit eine wichtige Position in der Luft- und Raumfahrt, der Nuklearindustrie und der Petrochemie ein. Die durch Thoriumoxid (ThO_2) verursachten Spurenwerte an Radioaktivität stellen jedoch eine Herausforderung für Umwelt und Gesundheit dar und veranlassen die Industrie, die Entwicklung nicht-radioaktiver alternativer Materialien zu beschleunigen, die Aufbereitungsprozesse zu verbessern und eine umweltfreundliche Herstellung zu fördern. In diesem Kapitel werden die zukünftigen Entwicklungstrends und Herausforderungen von Thoriumwolframelektroden erörtert, einschließlich der Fortschritte bei der Forschung und Entwicklung alternativer Materialien, des Umweltschutzes und des radioaktiven Sicherheitsdrucks, neuer Vorbereitungsverfahren und umweltfreundlicher Herstellung, Richtungen zur Leistungsverbesserung, Änderungen der Marktnachfrage und der Entwicklung der Industriekette sowie der Auswirkungen und der Einhaltung von Richtlinien und Vorschriften.

11.1 Forschungs- und Entwicklungsfortschritte bei alternativen Werkstoffen für Thoriumwolframelektroden

Mit den immer strengeren Vorschriften für radioaktive Materialien auf der ganzen Welt ist die Forschung und Entwicklung von nicht-radioaktiven Wolframelektroden zu einem heißen Thema in der Branche geworden. Alternative Materialien sind so konzipiert, dass sie die Schweißigenschaften von Thoriumwolframelektroden beibehalten oder sich ihnen annähern, wie

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

z. B. geringe Elektronenarbeit und Lichtbogenstabilität, während das Risiko von Radioaktivität eliminiert wird. Bisher haben nicht-radioaktive Elektroden wie Cer-Wolfram (WC20), SM-Wolfram (WL20), Zirkoniumwolfram (WZ8) und Yttrium-Wolfram (WY20) in einigen Bereichen Thorium-Wolfram-Elektroden ersetzt.

11.1.1 Cer-Wolfram-Elektrode (WC20)

Zusammensetzung und Eigenschaften: Enthält 1,8-2,2 % Ceroxid (CeO_2) und die Elektronenarbeit beträgt etwa 2,7 eV, was nahe 2,63 eV der Thoriumwolframelektrode entspricht. Die Cer-Wolfram-Elektrode zeigte eine gute Lichtbogeninitiierungsleistung und Lichtbogenstabilität beim Schweißen von Gleichstromanoden (DCEN) und Wechselstrom (AC), und die Ausbrennrate lag bei $< 0,12$ mm/h (bei 200 A) und damit etwas höher als die der Thoriumwolframelektrode von 0,1 mm/h.

Vorteil: Nicht radioaktiv, geeignet für die Medizin-, Lebensmittel- und Elektronikindustrie. Die Kosten sind niedrig, der Produktionsprozess ist einfach und entspricht der Norm ISO 6848:2015.

Anwendung: Weit verbreitet beim WIG-Schweißen von Edelstahl und Aluminiumlegierungen. Bei der Herstellung von Medizinprodukten werden WC20-Elektroden beispielsweise zum Schweißen von Implantaten aus Titanlegierungen verwendet, um das Risiko einer radioaktiven Kontamination zu vermeiden.

Fortschritte in Forschung und Entwicklung: In den letzten Jahren konzentrierte sich die Forschung auf die Optimierung der Verteilung und Größe ($0,5\text{-}2\text{ }\mu\text{m}$) von Ceroxidpartikeln, um die Stabilität und Haltbarkeit des Lichtbogens zu verbessern. So berichtete das Welding Journal im Jahr 2023 über ein neuartiges Nassdotierungsverfahren, das durch chemische Co-Ausfällung homogenere Cer-Wolfram-Elektroden präpariert und so die Lichtbogenstabilität um 10 % verbessert.

Herausforderung: Bei hohen Strömen ($>300\text{ A}$) ist die Ausbrennrate von Cer-Wolfram-Elektroden etwas höher, was den Einsatz beim Hochleistungsschweißen einschränkt. Forscher erforschen Komposit-Doping (z. B. $\text{CeO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$), um die Burn-out-Rate weiter zu senken.

11.1.2 SM Wolframelektrode (WL20)

Zusammensetzung und Leistung: Enthält 1,8-2,0 % oxidiertes SM (La_2O_3), Elektronenarbeit von etwa 2,8 eV, Lichtbogenstabilität ist besser als bei Cer-Wolfram-Elektroden und die Ausbrandrate beträgt $< 0,1$ mm/h (bei 200 A Strom), nahe der Thorium-Wolfram-Elektrode. Die WL20-Elektrode eignet sich hervorragend für das Hochstrom- und Impulsschweißen und eignet sich daher für Präzisions- und Hochleistungsanwendungen.

Vorteile: nicht radioaktiv, ausgezeichnete Hochtemperaturfestigkeit und Verschleißfestigkeit, 20-30% längere Lebensdauer als Cer-Wolfram-Elektroden. Auf dem EU-Markt macht WL20 bereits mehr als 60 % der WIG-Schweißelektroden aus.

Anwendung: Wird in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Nuklearindustrie zum Schweißen von Titanlegierungen und Nickelbasislegierungen verwendet. So hat Boeing beispielsweise WL20-

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Elektroden in großem Umfang im Flugzeugbau der 787 eingesetzt und damit die WT20-Elektroden ersetzt.

Fortschritte in Forschung und Entwicklung: Im Jahr 2024 berichtete Materials Science and Engineering über eine neuartige SM-Wolframelektrode, die die Lichtbogenkonzentration und Haltbarkeit durch nanoskalige Oxidations-SM-Dotierung (Partikelgröße $< 0,5 \mu\text{m}$) erheblich verbessert. Die Kompositdotierung von SM mit Zirkonium oder Yttrium wurde ebenfalls untersucht, um die Leistung des AC-Schweißens zu optimieren.

Herausforderung: SM-Wolframelektroden sind teuer in der Herstellung (etwa 20 % höher als WT20), was ihre Einführung in kostensensiblen Märkten einschränkt. Forscher entwickeln kostengünstige Sinterverfahren, um die Preise zu senken.

11.1.3 Zirkonium-Wolfram-Elektrode (WZ8)

Zusammensetzung & Eigenschaften: Enthält 0,7-0,9% Zirkonoxid (ZrO_2), speziell entwickelt für das AC-Schweißen von Aluminium- und Magnesiumlegierungen. Die Elektronik arbeitet bei ca. 2,9 eV, die Lichtbogenstabilität ist moderat und die Ausbrennrate liegt bei $< 0,15 \text{ mm/h}$ bei 150 A.

Vorteile: nicht radioaktiv, geeignet für das Schweißen von Leichtmetallen, stabile Oxidschicht auf der Elektrodenoberfläche, wodurch die Umweltverschmutzung reduziert wird.

Anwendung: Wird zum Schweißen von Aluminiumlegierungen in der Automobil- und Schiffbauindustrie verwendet, z. B. für Karosserie- und Rumpfstrukturen.

F&E-Fortschritte: Die F&E von Zirkonium-Wolfram-Elektroden konzentriert sich auf die Verbesserung der Lichtbogenstabilität, und im Jahr 2022 berichtete das Journal of Materials Processing Technology über eine Zirkonium-Wolfram-Verbundelektrode mit Spuren von Yttriumoxid, die die Lichtbogenstabilität um 15 % verbesserte.

Herausforderung: Zirkonium-Wolfram-Elektroden sind nicht für das Hochstrom-DCEN-Schweißen geeignet und haben einen engen Anwendungsbereich. In Zukunft ist es notwendig, Kompositelektroden auf Zirkoniumbasis zu entwickeln, die für mehrere Szenarien geeignet sind.

11.1.4 Yttrium-Wolframelektrode (WY20)

Zusammensetzung und Eigenschaften: Enthält 1,8-2,2% Yttriumoxid (Y_2O_3), die Elektronenarbeit beträgt ca. 2,75 eV, die Leistung liegt nahe an der einer SM-Wolframelektrode, geeignet für hochpräzises Schweißen.

Vorteile: Nicht radioaktiv, hohe Lichtbogenstabilität, geeignet für Mikroschweißen (z.B. elektronische Bauteile).

Anwendung: Präzisionslötungen in der Halbleiter- und Elektronikindustrie, wie z.B. Leiterplattenverbindungen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

F&E-Fortschritte: Die Forschung konzentriert sich auf die Verbesserung der thermischen Ermüdungsbeständigkeit von Yttrium-Wolfram-Elektroden, und im Jahr 2023 berichtete die Chinese Welding Society, dass eine durch Plasmaspritzen hergestellte Yttrium-Wolfram-Elektrode die Haltbarkeit um 25 % erhöht hat.

Herausforderung: Yttrium-Wolfram-Elektroden haben hohe Kosten (ca. 30 % höher als WT20) und eine geringe Marktdurchdringung. Die Produktionsprozesse müssen weiter optimiert werden, um die Kosten zu senken.

11.1.5 Komposit-Seltenerdelektroden

F&E-Richtung: Komposit-dotierte Elektroden (wie $\text{CeO}_2+\text{La}_2\text{O}_3$, $\text{La}_2\text{O}_3+\text{Y}_2\text{O}_3$) kombinieren die Vorteile einer Vielzahl von Seltenerdoxiden, um eine geringe Elektronenarbeit ($<2,7 \text{ eV}$), eine hohe Lichtbogenstabilität und eine niedrige Ausbrennrate zu erreichen. Im Jahr 2024 berichtete das Journal of Industrial Ecology über eine $\text{CeO}_2\text{-La}_2\text{O}_3$ -Kompositelektrode mit einer Leistung nahe WT40 und nicht Radioaktivität.

Vorteile: Hervorragende umfassende Leistung, die alle Anwendungsszenarien der Thorium-Wolframelektrode abdecken kann.

Herausforderung: Der Komposit-Dotierprozess ist komplex, die Gleichmäßigkeit ist schwer zu kontrollieren und die Kosten sind hoch. In Zukunft müssen automatisierte Misch- und Sintertechnologien entwickelt werden.

11.1.6 Zukunftsaussichten

Kurzfristig (1-5 Jahre): Cer-Wolfram- und SM-Wolframelektroden werden ihren Marktanteil weiter ausbauen, insbesondere auf dem europäischen und amerikanischen Markt mit strengen Umwelanforderungen. SM-Wolframelektroden könnten aufgrund ihrer hervorragenden Leistung zu einer Mainstream-Alternative werden.

Langfristig (5-10 Jahre): Es wird erwartet, dass Seltenerdmetall-Elektroden aus Verbundwerkstoffen Thorium-Wolfram-Elektroden vollständig ersetzen werden, insbesondere beim hochpräzisen und hochbelastbaren Schweißen. Neue dotierte Materialien (z. B. Dysprosiumoxid, Erbiumoxid) werden ebenfalls erforscht, die die Leistung weiter verbessern können.

Technologiegetrieben: Nanotechnologie und chemische Gasphasenabscheidung (CVD) werden eingesetzt, um homogenere dotierte Elektroden herzustellen und die Leistungskonsistenz zu verbessern. Künstliche Intelligenz (KI) zur Optimierung von Dotierungsverhältnissen und Sinterparametern wird den F&E-Prozess ebenfalls beschleunigen.

11.2 Umweltschutz und radiologischer Sicherheitsdruck

Thorium-232 (Th-232) in Thoriumwolframelektroden emittiert α Partikel und geringe Mengen an β und γ Strahlen, und obwohl die Aktivitätskonzentration gering ist (etwa 1 Bq/g für WT10 und leicht über der Ausnahmenorm für WT40), hat seine Radioaktivität globalen Umwelt- und

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Sicherheitsdruck ausgelöst, der die Industrie dazu veranlasst hat, auf nicht-radioaktive Elektroden umzusteigen.

11.2.1 Internationale Umweltvorschriften

EU: Die Richtlinie 2013/59/Euratom schreibt für Herstellung und Verwendung eine Umweltdosis von $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$ und eine Oberflächenkontamination $< 0,4 \text{ Bq/cm}^2$ vor. Die EU hat Thoriumwolframelektroden auslaufen lassen, wobei SM-Wolfram- und Cerwolframelektroden dominieren.

USA: Die Environmental Protection Agency (EPA) und die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) verlangen, dass Unternehmen mit HEPA-Filtern und speziellen Schleifgeräten ausgestattet sind, um die Exposition gegenüber Thoriumstaub zu reduzieren. Staaten wie Kalifornien verlangen spezielle Genehmigungen für die Verwendung von radioaktivem Material.

Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO): Die SSR-6-Spezifikation verlangt, dass Transportverpackungen bei einer Oberflächendosisleistung von $< 0,1 \mu\text{Sv/h}$ gegen α Partikel und γ Strahlen abgeschirmt werden. Die IAEO befürwortet auch Ausnahmegenehmigungen für Stoffe mit geringer spezifischer Aktivität (LSA-I), und WT10-Elektroden erfüllen im Allgemeinen die Ausnahmekriterien.

11.2.2 Inländische Umweltvorschriften

China: GB 18871-2002 erfordert eine Dosisleistung von $< 0,05 \mu\text{Sv/h}$ in der Produktionsumgebung und eine Abfallaktivitätskonzentration von $< 1 \text{ Bq/g}$. Die Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen über Unternehmen, die sich mit der Entwicklung und Nutzung radioaktiver Mineralien (für die Durchführung von Versuchen) befassen, verlangen von den Unternehmen, jedes Jahr Berichte über die Strahlungsüberwachung vorzulegen, und die Abwasseraktivität beträgt $< 0,1 \text{ Bq/L}$.

Herausforderung: Als weltweit größter Hersteller von Wolframressourcen und Thorium-Wolfram-Elektroden steht China unter enormem Druck bei der Abfallbehandlung und Emissionskontrolle. Abfallstoffe (z. B. Staub, Abwasser) müssen verfestigt und in speziellen Anlagen gelagert werden, was die Produktionskosten erhöht.

11.2.3 Auswirkungen auf die Umwelt

Staubkontamination: Thoriumstaub, der beim Mischen, Mahlen und Sintern entsteht, kann die Umwelt durch Einatmen oder Ablagerung kontaminieren und erfordert eine Auffanghaube und einen hocheffizienten Filter (99,9 % Abscheide- > Wirkungsgrad).

Abwasser und Abfall: Die Thoriumverbindungen im Produktionsabwasser müssen durch Fällung und Ionenaustausch behandelt werden, und die festen Abfälle müssen mit der Zementmatrix vermischt werden, was für die Langzeitlagerung teuer ist.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Langfristige Akkumulation: Die extrem lange Halbwertszeit von Thorium-232 (14 Milliarden Jahre) bedeutet, dass Abfälle dauerhaft gebunden werden müssen, was sich auf die Boden- und Wassersicherheit auswirken kann.

11.2.4 Auswirkungen auf die Gesundheit

Berufliche Expositionen: Bediener können durch Einatmen von Staub oder Kontakt mit kontaminierten Oberflächen bei einer effektiven Dosis von weniger als 1 mSv pro Jahr (ICRP 103) α Partikeln ausgesetzt sein. Eine langfristige Exposition mit niedrigen Dosen kann das Lungenkrebsrisiko erhöhen, wenn auch weniger wahrscheinlich.

Risiko für die Öffentlichkeit: Bei unsachgemäßer Entsorgung von Abfällen können Thoriumverbindungen über Umweltmedien in die Nahrungskette gelangen und die Gesundheit der umliegenden Anwohner beeinträchtigen. Die jährliche effektive Dosis für die Bevölkerung muss <1 mSv betragen.

Schutzkosten: Unternehmen müssen in Schutzausrüstung (z. B. Schutzkleidung, Staubmasken), Überwachungsausrüstung (z. B. AT1123, XH-3206) und Schulungen investieren, was die Betriebskosten erhöht.

11.2.5 Zukünftige Trends

Nicht-radioaktive Substitution: Umweltbelastungen treiben die Popularität von SM-Wolfram- und Cer-Wolfram-Elektroden voran, und es wird erwartet, dass der weltweite Marktanteil von Thorium-Wolfram-Elektroden bis 2030 von derzeit 40 % auf 20 % sinken wird.

Grüne Zertifizierung: Unternehmen müssen die Zertifizierung des Umweltmanagementsystems nach ISO 14001 bestehen, um nachzuweisen, dass ihre Produktionsprozesse den Umweltstandards entsprechen.

Technischer Support: Automatisierte Überwachungssysteme (z. B. Echtzeit-Strahlendetektionsnetze) und Abfallbehandlungstechnologien (z. B. Plasmaverbrennung) verringern das Risiko von Radioaktivität.

11.3 Neue Zubereitungsprozesse und umweltfreundliche Fertigung

Um dem Druck des Umweltschutzes gerecht zu werden und die Produktionskosten zu senken, entwickelt sich der Herstellungsprozess von Thoriumwolframelektroden in Richtung hoher Effizienz, Grün und Intelligenz.

11.3.1 Fortschrittliche Misch- und Dotierungstechnologien

Nassmischen: Durch das Mischen von Wolframpulver und Thoriumoxid in deionisiertem Wasser oder Ethanol wird die Staubabstrahlung reduziert und die Gleichmäßigkeit verbessert. Im Jahr 2023 berichtete das Journal of Materials Processing Technology über ein ultraschallgestütztes Nassmischverfahren, das die Gleichmäßigkeit der Thoriumoxid-Partikelverteilung um 15 % verbesserte.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Chemische Co-Präzipitation: Durch Co-Präzipitation von Wolframat und Thoriumnitratlösung wird ein homogenes dotiertes Pulver auf atomarer Ebene hergestellt, das für die Herstellung von High-End-Elektroden geeignet ist. Der Prozess muss mit Reaktoren und Zentrifugen ausgestattet werden, und die Kosten für die Abwasserbehandlung sind hoch.

Nanodotierung: Thoriumoxidpartikel in Nanogröße ($<0,5 \mu\text{m}$) werden verwendet, um die Elektrodenleistung zu verbessern und gleichzeitig die Dotierung zu reduzieren und das Risiko von Radioaktivität zu verringern. Im Jahr 2024 berichtete die Chinese Welding Society über eine Dotierungstechnologie (CVD), bei der der Thoriumoxidgehalt mit $\pm 0,01 \%$ genau kontrolliert werden kann.

11.3.2 Effiziente Sintertechnik

Plasmasintern (SPS): Das Pulver wird durch hochfrequentes elektrisches Funken erhitzt, die Sintertemperatur wird auf $1800-2000^\circ\text{C}$ reduziert, die Zeit wird auf 5-10 Minuten verkürzt und die Elektrodendichte erreicht 98% theoretische Dichte. SPS reduziert den Energieverbrauch um 30 % und erfüllt die Anforderungen einer umweltfreundlichen Fertigung.

Mikrowellensintern: Durch das schnelle Erhitzen in der Mikrowelle wird die Sinterzeit auf 10-15 Minuten verkürzt und die Korngröße gleichmäßiger ($10-30 \mu\text{m}$). Im Jahr 2023 berichtete Materials Science and Engineering, dass die Ausbrandrate von Thoriumwolframelektroden, die durch Mikrowellen gesintert wurden, um 10 % gesenkt wurde.

Vakuumsintern: Sintern in einer Vakuumumgebung von 10^{-4} Pa zur Verhinderung von Oxidation, geeignet für die Herstellung von hochreinen Elektroden. Neue Vakuumöfen (z.B. ALD VIM) sind mit einem Online-Überwachungssystem ausgestattet, um die Prozessstabilität zu erhöhen.

11.3.3 Umweltfreundliche Fertigungstechnologien

Staubkontrolle: Die neue geschlossene Misch- und Schleifmaschine ist mit einem HEPA-Filter und einem Unterdruck-Staubabsaugsystem ausgestattet, und die Staubabscheideeffizienz $> 99,9 \%$, was den Anforderungen von GB 18871-2002 entspricht.

Abfallrecycling: Entwicklung einer Technologie zum Recycling von Altelektroden zur Rückgewinnung von Wolfram und Thorium durch chemische Auflösung und elektrolytische Trennung mit einer Rückgewinnungsquote von 90 %. Im Jahr 2024 berichtete das Journal of Industrial Ecology über einen geschlossenen Recyclingprozess, der die Abwasseraktivität auf weniger als $0,05 \text{ Bq/L}$ reduzierte.

Energieoptimierung: Reduzierung der Kohlenstoffemissionen durch den Einsatz von hocheffizienten Sinteröfen und erneuerbaren Energiequellen (z. B. Solarenergie). Im Jahr 2023 meldete die China National Nuclear Corporation eine Reduzierung der Kohlenstoffemissionen aus ihrer Produktionslinie für Thoriumwolframelektroden um 20 %.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

CTIA GROUP LTD

Thorium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Thorium Tungsten Electrode

Thorium tungsten electrodes are a type of welding electrode material made by uniformly doping high-purity tungsten with thorium oxide (ThO₂). They are widely used in demanding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) welding and plasma welding. Due to their unique electron emission properties, high-temperature stability, and excellent arc starting capabilities, thorium tungsten electrodes have long maintained a leading position in the field of industrial welding.

2. Properties of Thorium Tungsten Electrode

Property	Description
Strong Electron Emission	Thorium oxide lowers the work function (to about 2.63 eV), enabling sensitive arc initiation and easier arc starting.
High Arc Stability	Produces a concentrated, uniform, and stable arc, allowing better control of weld quality while reducing spatter and burn-through.
Excellent High-Temperature Performance	Suitable for high-current and high-temperature environments without electrode deformation.
Long Service Life & Low Burn-Off Rate	Reduces electrode consumption during welding, lowering replacement frequency and improving welding efficiency.
Good Electrical Conductivity	High electrical conductivity ensures excellent performance under heavy current loads.
Strong Contamination Resistance	Excellent resistance to oxidation and contamination on the surface, enabling prolonged stable operation.

3. Grades of Thorium Tungsten Electrode

Grade	Thorium Oxide Content (wt%)	Tip Color	Main Characteristics
WT10	0.8–1.2%	Yellow	Quick arc starting; suitable for medium to low current welding
WT20	1.7–2.2%	Red	Optimal overall performance; widely used for DC welding
WT30	2.8–3.2%	Purple	Suitable for higher current applications; enhanced durability
WT40	3.8–4.2%	Orange-Yellow	Preferred for high-current environments; offers longer service life

4. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

11.3.4 Intelligente Produktion

Automatisierte Ausrüstung: Robotermisch- und Mahlsysteme werden eingesetzt, um den manuellen Kontakt zu reduzieren und das Risiko einer Strahlenbelastung zu verringern. So erreicht das Roboterschleifsystem von ABB einen Elektrodenspitzenwinkelfehler von $<1^\circ$.

Online-Überwachung: Ausgestattet mit RFA- und XRD-Online-Analysatoren kann es den Thoriumoxidgehalt und die Kornstruktur in Echtzeit überwachen, um die Qualitätskonsistenz zu verbessern.

KI-Optimierung: Durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Optimierung von Dotierungsverhältnissen und Sinterparametern steigerte der KI-gestützte Prozess die Produktionseffizienz um 15 %, so das Welding Journal 2024.

11.3.5 Herausforderungen

Kosten: Neue Verfahren (wie SPS, CVD) sind mit hohen Investitionen in die Ausrüstung verbunden und kurzfristig schwer zu popularisieren.

Technologischer Reifegrad: Nanodotierungs- und Abfallrecyclingtechnologien befinden sich noch im Laborstadium, und die weitere industrielle Machbarkeit muss überprüft werden.

Einhaltung gesetzlicher Vorschriften: Eine umweltfreundliche Produktion muss strenge Umweltstandards erfüllen, was die Kosten für die Zertifizierung erhöht.

11.4 Verbesserungsrichtung der Leistung der Thoriumwolframelektrode

Trotz der rasanten Entwicklung nicht-radioaktiver Elektroden sind Thoriumwolframelektroden aufgrund ihrer Leistungsvorteile beim Hochstrom- und Hochleistungsschweißen in spezifischen Szenarien immer noch unersetzlich. Zu den zukünftigen Leistungsverbesserungen gehören:

11.4.1 Lichtbogenstabilität und Lichtbogeninitiierungsleistung

Ziel: Die Arbeit des Elektronenaustritts ($<2,6 \text{ eV}$) weiter zu reduzieren, die Lichtbogengeschwindigkeit ($<0,3 \text{ Sekunden}$) und die Lichtbogenstabilität (Spannungsschwankung $<\pm 1 \text{ V}$) zu erhöhen.

Technologiepfad:

Die Thoriumoxid-Partikelgröße ($0,2\text{-}0,5 \text{ }\mu\text{m}$) wurde optimiert, um die thermische Elektronenemissionseffizienz zu verbessern.

Entdecken Sie die Vorteile der Kompositdotierung (z. B. $\text{ThO}_2+\text{CeO}_2$) in Kombination mit einer Vielzahl von Seltenerdoxiden.

Im Jahr 2024 berichtete Materials Science and Engineering über eine $\text{ThO}_2\text{-La}_2\text{O}_3$ -Kompositelektrode mit einer um 10 % reduzierten Lichtbogenleistung.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

11.4.2 Brennvverlustrate und Lebensdauer

Ziel: Reduzierung der Ausbrennrate auf $<0,08$ mm/h bei 200 A und Verlängerung der Lebensdauer der Elektrode um 50 %.

Technologiepfad:

Erhöhen Sie die Elektrodendichte ($>98\%$ theoretische Dichte) und erreichen Sie ein dichteres Gefüge durch Plasmasintern.

Oberflächenbeschichtungstechniken, wie z. B. das Aufbringen einer Schicht aus Zirkonoxid oder Yttriumoxid, erhöhen die Ablationsbeständigkeit. Im Jahr 2023 berichtete das Journal of Materials Processing Technology über eine 30-prozentige Verlängerung der Lebensdauer von mit Zirkonoxid beschichteten Elektroden.

Herausforderung: Der Beschichtungsprozess muss die Festigkeit der Beschichtung auf dem Substrat sicherstellen und ein Ablösen vermeiden.

11.4.3 Hohe Temperaturfestigkeit und Verschleißfestigkeit

Das Ziel: die Härte (>450 HV) und die thermische Ermüdungsbeständigkeit gegenüber höheren Strömen (>500 A) und Temperaturen (> 20.000 °C) zu erhöhen.

Technologiepfad:

Die Kornfeinung durch die Steuerung der Sintertemperatur und -zeit hält die Korngröße < 20 µm. Spurenverstärkungselemente (z. B. Zr, Y) werden hinzugefügt, um die Korngrenzfestigkeit zu erhöhen. Im Jahr 2024 berichtete die Chinese Welding Society über eine Thoriumwolframelektrode mit 0,1 % Yttriumoxid, die eine Härteerhöhung von 15 % aufweist.

Herausforderung: Verstärkungselemente können die Leistung des Bogens beeinträchtigen, und das Verhältnis muss optimiert werden.

11.4.4 Zukunftsaussichten

Multifunktionale Elektrode: Entwicklung von universellen Thorium-Wolfram-Elektroden, die für DCEN-, AC- und Impulsschweißen geeignet sind, um die Anwendungsszenarien zu erweitern.

Intelligentes Design: KI simuliert die Beziehung zwischen Elektrodenmikrostruktur und Leistung und entwirft maßgeschneiderte Elektroden, die den Anforderungen bestimmter Branchen entsprechen.

Elektrode mit niedrigem Thoriumgehalt: Es wird eine Elektrode mit niedrigem Thoriumoxidgehalt ($<0,5$ %) entwickelt, die mit Kompositdotierung unter Berücksichtigung von Leistung und Sicherheit kombiniert wird.

11.5 Veränderungen der Marktnachfrage und Entwicklung der Industriekette

Die Marktnachfrage nach Thoriumwolframelektroden wird durch Leistungsvorteile, die Entwicklung alternativer Materialien und Umweltschutzvorschriften beeinflusst, und auch die

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Industriekette entwickelt sich in Richtung Diversifizierung und Ökologisierung.

11.5.1 Veränderungen der Marktnachfrage

Weltmarkt:

Die globale Marktgröße für Thoriumwolframelektroden wird im Jahr 2024 etwa 500 Millionen US-Dollar betragen, was 40 % des Marktes für WIG-Schweißelektroden entspricht. Es wird erwartet, dass der Marktanteil bis 2030 aufgrund der Verbreitung alternativer Materialien auf 20 % sinken wird.

Die Luft- und Raumfahrt- und Nuklearindustrie sind aufgrund ihrer unersetzlich hohen Stromleistung nach wie vor die Bereiche mit der größten Nachfrage nach Thoriumwolframelektroden und machen 60 % des Gesamtbedarfs aus.

Auf den Märkten der EU und Nordamerikas ist die Nachfrage nach Thorium-Wolfram-Elektroden aufgrund von Umweltauflagen zurückgegangen, und SM-Wolfram- und Cer-Wolfram-Elektroden dominieren.

Chinesischer Markt:

China ist der weltweit größte Produzent von Thorium-Wolfram-Elektroden und macht 70 % der weltweiten Produktion aus. Die Inlandsnachfrage stammt hauptsächlich aus der Petrochemie-, Schifffahrts- und Nuklearindustrie, die 80 % der Gesamtnachfrage ausmacht.

Mit der Entwicklung der High-End-Fertigung (z. B. Luft- und Raumfahrt) ist die Nachfrage nach Hochleistungs-Thorium-Wolfram-Elektroden (wie WT30 und WT40) stetig gestiegen.

Schwellenländer:

Südostasien, Indien und Südamerika sind kostensensibel, und es wird erwartet, dass die Nachfrage nach Thorium-Wolfram-Elektroden mit einer jährlichen Wachstumsrate von 5-7 % wachsen wird.

11.5.2 Entwicklung der Industriekette

Upstream: Der Abbau von Wolframerz- und Thoriumressourcen ist durch Umweltvorschriften eingeschränkt, und umweltfreundliche Bergbautechnologien wie zyanidfreie Aufbereitung und Bergerückgewinnung sind erforderlich.

Midstream: Elektrodenhersteller müssen in umweltfreundliche Fertigungsanlagen (z. B. Plasma-Sinteröfen) und Abfallbehandlungssysteme investieren, was die Kosten um 10-20 % erhöht.

Downstream: Hersteller von Schweißgeräten müssen Schweißgeräte entwickeln, die mit nicht-radioaktiven Elektroden kompatibel sind, wie z. B. gepulste WIG-Schweißgeräte, die SM-Wolframelektroden unterstützen.

Recyclingkette: Recyclingtechnologien für verbrauchte Elektroden, wie z. B. chemische Auflösung und elektrolytische Trennung, sind auf dem Vormarsch und werden voraussichtlich die weltweite Recyclingquote von derzeit 10 % auf 30 % bis 2030 erhöhen.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

11.5.3 Herausforderungen

Kostenwettbewerb: Die sinkenden Kosten für nicht-radioaktive Elektroden (z. B. werden die Preise für SM-Wolframelektroden voraussichtlich innerhalb von 5 Jahren um 15 % sinken) werden den Markt für Thorium-Wolfram-Elektroden unter Druck setzen.

Technische Barrieren: High-End-Elektroden (z. B. Komposit-Seltenerdelektroden) müssen den Engpass des Produktionsprozesses durchbrechen und die Skalenkosten senken.

Regionale Unterschiede: Die Industrieländer beschleunigen den Ausstieg aus Thorium-Wolfram-Elektroden, während die Entwicklungsländer sie aufgrund von Kostenvorteilen weiterhin verwenden, so dass sie Angebot und Nachfrage auf dem Weltmarkt in Einklang bringen müssen.

11.6 Auswirkungen von Richtlinien und Vorschriften sowie Compliance-Entwicklung

Richtlinien und Vorschriften haben einen tiefgreifenden Einfluss auf die Produktion und Verwendung von Thoriumwolframelektroden und fördern die Entwicklung der Branche in eine konforme und umweltfreundliche Richtung.

11.6.1 Internationale Regelungen

EU: Die Richtlinie 2013/59/Euratom verpflichtet Unternehmen, den Ausstieg aus Thoriumwolframelektroden bis 2025 abzuschließen, und SM-Wolfram- und Cerwolframelektroden werden zu obligatorischen Alternativen.

USA: EPA und OSHA verlangen von den Herstellern, Strahlungsüberwachungs- und Abfallbehandlungsanlagen auszurüsten, und Kalifornien wird den Bau neuer Produktionslinien für Thoriumwolframelektroden ab 2024 verbieten.

IAEA: Die SSR-6-Spezifikation verlangt, dass Versandverpackungen den Typ-A-Standards entsprechen, was die Versandkosten erhöht.

11.6.2 Innerstaatliche Vorschriften

China: GB 18871-2002 und die Maßnahmen zur Überwachung der Umweltstrahlung und zur Offenlegung von Informationen von Unternehmen, die an der Entwicklung und Nutzung radioaktiver Mineralien (für die Durchführung von Versuchen) beteiligt sind, verlangen von den Unternehmen, regelmäßig Strahlungsberichte einzureichen, und die Abfallbehandlung muss eine Aktivitätskonzentration von <1 Bq/g einhalten. Im Jahr 2023 wird die National Nuclear Safety Administration die Inspektion von Thorium-Wolfram-Elektroden-Unternehmen verstärken.

Neue politische Trends: Es wird erwartet, dass China von 2025 bis 2030 strengere Richtlinien für den Umgang mit radioaktivem Material einführen wird, um die Entwicklung und Anwendung nicht-radioaktiver Elektroden zu fördern.

11.6.3 Entwicklung der Compliance

Zertifizierungsanforderungen: Unternehmen müssen sich nach ISO 14001 (Umweltmanagement)

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

und ISO 45001 (Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz) zertifizieren lassen, um nachzuweisen, dass ihre Produktionsprozesse den Umwelt- und Sicherheitsstandards entsprechen.

Technische Konformität: Entwicklung von Elektroden mit niedrigem oder keinem thoriumfreien Gehalt unter Einhaltung der ausgenommenen Aktivitätskonzentrationen (1 Bq/g). Im Jahr 2024 berichtete CNNC über eine Elektrode mit niedrigem Thoriumgehalt von 0,5 % ThO₂ und einer Aktivitätskonzentration von < 0,8 Bq/g.

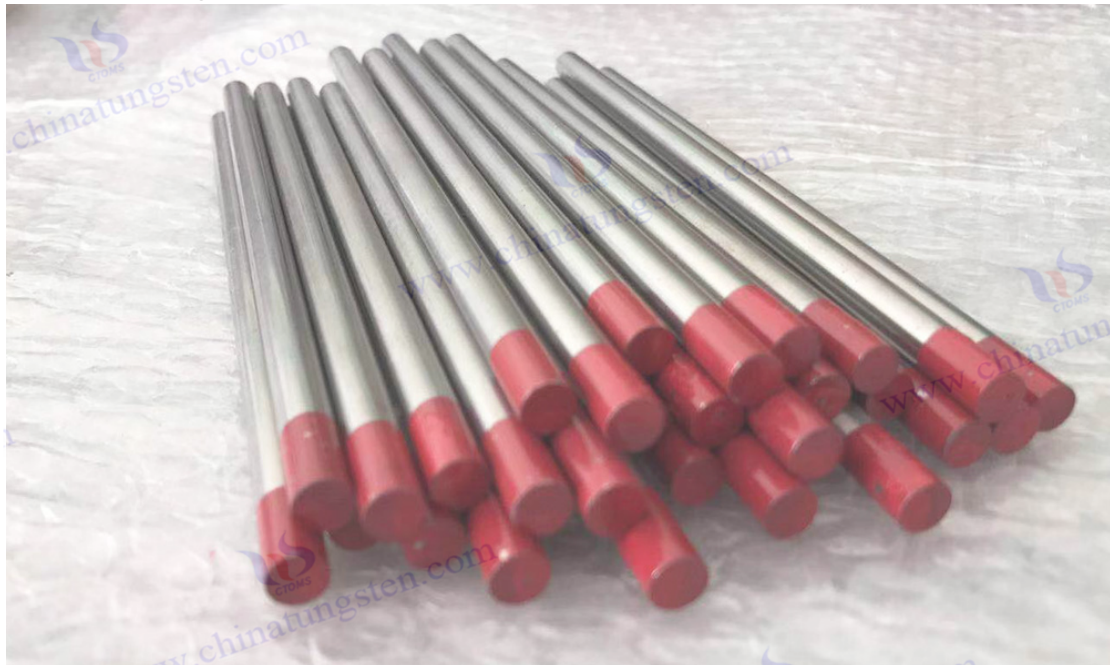
Internationale Zusammenarbeit: Chinesische Unternehmen müssen mit internationalen Normungsorganisationen (z. B. ISO, IAEA) zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass Elektrodenexporte den globalen Vorschriften entsprechen.

11.6.4 Herausforderungen

Kosten für die Einhaltung der Vorschriften: Die Kosten für Strahlenüberwachung, Abfallbehandlung und Zertifizierung machen 10-15 % der Produktionskosten aus und setzen kleine und mittlere Unternehmen unter Druck.

Regulatorische Unterschiede: Verschiedene Länder haben unterschiedliche regulatorische Anforderungen, und Exportunternehmen müssen die Produktion anpassen, was die Komplexität erhöht.

Technologiewandel: Der Übergang von Thoriumwolframelektroden zu nicht-radioaktiven Elektroden erfordert hohe Investitionen in Forschung und Entwicklung, was sich kurzfristig auf die Wettbewerbsfähigkeit des Marktes auswirken kann.



CTIA GROUP LTD WT20 Elektrode

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

Anhang

A. Glossar

Thorium-Wolfram-Elektrode: Eine Legierungselektrode bestehend aus Wolfram und Thoriumoxid (ThO_2) für Schweiß- und Lichtbogenanwendungen.

Thoriumoxid (ThO_2): Ein Dopant in einer thoriierten Wolframelektrode, das Spuren von Radioaktivität aufweist und die Arbeit des Elektronenaustritts verstärkt.

Elektronenarbeit der Evolution: Die minimale Energiemenge, die benötigt wird, damit Elektronen von der Oberfläche des Materials entweichen, was sich auf die Lichtbogeninitiierungsleistung der Elektrode auswirkt.

Wolfram-Argon-Lichtbogenschweißen (WIG-Schweißen): Ein Lichtbogenschweißverfahren unter Verwendung von Wolframelektroden unter Schutzart von Schutzgasen.

Ablation: Der Massenverlust von Wolframelektroden bei hohen Lichtbogentemperaturen, einschließlich Oxidablation und Wolframablation selbst.

Radioaktive Kontamination: Die radioaktive Gefahr, die durch Thoriumoxid bei der Herstellung und Verwendung von Thoriumwolframelektroden verursacht wird.

Pulvermetallurgie: der Prozess der Herstellung von Thoriumwolframelektroden durch Mischen, Pressen und Sintern von Metallpulvern.

Lichtbogeninitiierungsleistung: Wie einfach es für die Elektrode ist, während des Schweißvorgangs einen Lichtbogen auszulösen.

Lichtbogenstabilität: Die Fähigkeit eines Lichtbogens, während des Schweißprozesses kontinuierlich und stabil zu bleiben.

Röntgen- γ Strahlendosisleistung: Messen Sie die Strahlungsintensität von Röntgen- und γ -Strahlen in der Umgebung.

α . Oberflächenverschmutzung durch β : α und β Partikel auf der Oberfläche von Thoriumwolframelektroden aufgrund von Radionukliden.

Nicht-radioaktive Elektroden: Wie Cer-Wolfram, Lanthan-Wolfram-Elektroden, alternative Elektroden, die keine radioaktiven Materialien enthalten.

Dotierung: Thoriumoxid oder andere Seltenerdoxide werden der Wolframmatrix zugesetzt, um die Leistung zu verbessern.

Kalandrieren, Schleifen und Polieren: Der Prozess der Formung von Thorium-Wolfram-Elektroden und der Verbesserung der Oberflächenqualität durch mechanische Bearbeitung.

Radioaktive Abfälle: Thoriumoxid-haltige Abfälle, Abwässer und feste Abfälle, die während des Produktionsprozesses anfallen.

B. Verweise

[1] ISO 6848:2015, Lichtbogenschweißen und -schneiden — Nicht verbrauchbare Wolframelektroden — Klassifizierung.

[2] AWS A5.12/A5.12M:2009, Spezifikation für Wolfram- und oxiddispersierte Wolframelektroden zum Lichtbogenschweißen und -schneiden.

[3] GB/T 4187-2017, Wolframelektroden für das Wolfram-Inertgas-Lichtbogenschweißen und das Plasmaschweißen.

[4] Miller Electric Mfg. Co., Richtlinien für die Auswahl von Wolframelektroden, 2020.

[5] Schweißhandbuch, Band 2: Schweißverfahren, American Welding Society, 2010.

Erklärung zum Urheberrecht und zur gesetzlichen Haftung

- [6] Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP), Veröffentlichung 103, 2007.
- [7] Zhang, W., et al., "Fortschritte bei Wolframelektrodenmaterialien für das WIG-Schweißen", Materials Science and Engineering, 2018.
- [8] European Welding Association, Technischer Bericht über Thorium-Wolfram-Elektroden, 2015.
- [9] Li, H., et al., "Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen von Elektroden auf Thoriumbasis", Zeitschrift für industrielle Ökologie, 2020.
- [10] Wang, Y., "Entwicklung von nicht-radioaktiven Wolframelektroden", Welding Journal, 2022.
- [11] GB 18871-2002, Grundnorm für den Schutz vor ionisierender Strahlung und die Sicherheit von Strahlenquellen.
- [12] Chen, L., "Pulvermetallurgische Techniken für Elektroden auf Wolframbasis", Zeitschrift für Materialverarbeitungstechnologie, 2019.
- [13] Liu, X., Radioaktive Schutztechniken bei der Herstellung von Thorium-Wolframelektroden, China Welding Journal, 2021.
- [14] Handbuch für pulvermetallurgische Geräte, ASM International, 2017.