

Enciclopedia del electrodo de lantano y tungsteno

中钨智造科技有限公司
CTIA GROUP LTD

CTIA GRUPO LTD

Líder mundial en fabricación inteligente para las industrias de tungsteno, molibdeno y tierras raras

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

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

INTRODUCCIÓN A CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, una subsidiaria de propiedad total con personalidad jurídica independiente establecida por CHINATUNGSTEN ONLINE, se dedica a promover el diseño y la fabricación inteligentes, integrados y flexibles de materiales de tungsteno y molibdeno en la era del Internet industrial. CHINATUNGSTEN ONLINE, fundada en 1997 con www.chinatungsten.com como punto de partida, el primer sitio web de productos de tungsteno de primer nivel de China, es la empresa de comercio electrónico pionera del país que se centra en las industrias de tungsteno, molibdeno y tierras raras. Aprovechando casi tres décadas de profunda experiencia en los campos de tungsteno y molibdeno, CTIA GROUP hereda las excepcionales capacidades de diseño y fabricación de su empresa matriz, servicios superiores y reputación comercial global, convirtiéndose en un proveedor integral de soluciones de aplicaciones en los campos de productos químicos de tungsteno, metales de tungsteno, carburos cementados, aleaciones de alta densidad, molibdeno y aleaciones de molibdeno.

Durante los últimos 30 años, CHINATUNGSTEN ONLINE ha establecido más de 200 sitios web profesionales multilingües de tungsteno y molibdeno que cubren más de 20 idiomas, con más de un millón de páginas de noticias, precios y análisis de mercado relacionados con el tungsteno, el molibdeno y las tierras raras. Desde 2013, su cuenta oficial de WeChat "CHINATUNGSTEN ONLINE" ha publicado más de 40.000 piezas de información, sirviendo a casi 100.000 seguidores y proporcionando información gratuita diariamente a cientos de miles de profesionales de la industria en todo el mundo. Con visitas acumuladas a su grupo de sitios web y cuenta oficial que alcanzan miles de millones de veces, se ha convertido en un centro de información global y autorizado reconocido para las industrias de tungsteno, molibdeno y tierras raras, que brinda noticias multilingües las 24 horas del día, los 7 días de la semana, rendimiento de productos, precios de mercado y servicios de tendencias del mercado.

Sobre la base de la tecnología y la experiencia de CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP se centra en satisfacer las necesidades personalizadas de los clientes. Utilizando la tecnología de IA, diseña y produce de forma colaborativa productos de tungsteno y molibdeno con composiciones químicas y propiedades físicas específicas (como el tamaño de partícula, la densidad, la dureza, la resistencia, las dimensiones y las tolerancias) con los clientes. Ofrece servicios integrados de proceso completo que van desde la apertura de moldes, la producción de prueba hasta el acabado, el embalaje y la logística. Durante los últimos 30 años, CHINATUNGSTEN ONLINE ha proporcionado servicios de investigación y desarrollo, diseño y producción para más de 500,000 tipos de productos de tungsteno y molibdeno a más de 130,000 clientes en todo el mundo, sentando las bases para una fabricación personalizada, flexible e inteligente. Basándose en esta base, CTIA GROUP profundiza aún más la fabricación inteligente y la innovación integrada de materiales de tungsteno y molibdeno en la era del Internet industrial.

El Dr. Hanns y su equipo en CTIA GROUP, basándose en sus más de 30 años de experiencia en la industria, también han escrito y publicado análisis de conocimientos, tecnología, precios del tungsteno y tendencias del mercado relacionados con el tungsteno, el molibdeno y las tierras raras, compartiéndolos libremente con la industria del tungsteno. El Dr. Han, con más de 30 años de experiencia desde la década de 1990 en el comercio electrónico y el comercio internacional de productos de tungsteno y molibdeno, así como en el diseño y fabricación de carburos cementados y aleaciones de alta densidad, es un reconocido experto en productos de tungsteno y molibdeno tanto a nivel nacional como internacional. Adhiriéndose al principio de proporcionar información profesional y de alta calidad a la industria, el equipo de CTIA GROUP escribe continuamente documentos de investigación técnica, artículos e informes de la industria basados en la práctica de producción y las necesidades de los clientes del mercado, ganando elogios generalizados en la industria. Estos logros brindan un sólido apoyo a la innovación tecnológica, la promoción de productos y los intercambios industriales de CTIA GROUP, impulsándolo a convertirse en un líder mundial en la fabricación de productos de tungsteno y molibdeno y servicios de información.



Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Directorio

Capítulo 1 Introducción

- 1.1 Definición y descripción general del electrodo de lantano y tungsteno
- 1.2 La importancia del electrodo de lantano y tungsteno en la soldadura y la industria
- 1.3 Antecedentes de la investigación y la aplicación

Capítulo 2 Tipos de electrodo de lantano y tungsteno

- 2.1 Electrodo de lantano y tungsteno clasificado según su contenido de lantano
 - 2.1.1 WL10 (Cabeza pintada de negro)
 - 2.1.2 WL15 (Color dorado)
 - 2.1.3 WL20 (Pintura azul cielo)
- 2.2 Electrodo de lantano y tungsteno clasificado según escenarios de aplicación
 - 2.2.1 Electrodo de lantano y tungsteno para soldadura de CC
 - 2.2.2 Electrodo de lantano y tungsteno para soldadura de CA
 - 2.2.3 Electrodo de lantano y tungsteno para fines especiales (por ejemplo, corte por plasma)
- 2.3 Comparación del electrodo de lantano y tungsteno con otro electrodo de tungsteno
 - 2.3.1 Electrodo de lantano y tungsteno vs Electrodo de torio y tungsteno
 - 2.3.2 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de cerio y tungsteno
 - 2.3.3 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de tungsteno puro
 - 2.3.4 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de tungsteno de circonio
 - 2.3.5 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de itrio y tungsteno

Capítulo 3 Características del electrodo de lantano y tungsteno

- 3.1 Propiedades físicas del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.1.1 Puntos de fusión y ebullición del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.1.2 Densidad y dureza del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.1.3 Conductividad térmica y conductividad del electrodo de lantano y tungsteno
- 3.2 Propiedades químicas del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.2.1 Resistencia a la oxidación del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.2.2 Resistencia a la corrosión del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.2.3 Estabilidad química del electrodo de lantano y tungsteno
- 3.3 Propiedades eléctricas del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.3.1 Trabajo electrónico del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.3.2 Rendimiento de arranque del arco del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.3.3 Estabilidad del arco del electrodo de lantano y tungsteno
- 3.4 Propiedades mecánicas del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.4.1 Resistencia a la combustión del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.4.2 Resistencia a la abrasión del electrodo de lantano y tungsteno
 - 3.4.3 Tenacidad y fragilidad del electrodo de lantano y tungsteno
- 3.5 Electrodo de lantano y tungsteno MSDS de CTIA GROUP LTD

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Capítulo 4 Usos del electrodo de lantano y tungsteno

- 4.1 Electrodo de lantano y tungsteno utilizado en el campo de la soldadura
 - 4.1.1 Aplicaciones en TIG (soldadura por arco de argón)
 - 4.1.2 Soldadura por plasma
 - 4.1.3 Tipos de metales aplicables (acero inoxidable, aleaciones de aluminio, aleaciones de níquel, etc.)
- 4.2 Electrodo de lantano y tungsteno utilizado en campos no relacionados con la soldadura
 - 4.2.1 Corte por plasma
 - 4.2.2 Mecanizado por electroerosión (EDM)
 - 4.2.3 Materiales de electrodos en dispositivos electrónicos
- 4.3 Aplicaciones especiales del electrodo de lantano y tungsteno
 - 4.3.1 Industria aeroespacial
 - 4.3.2 Industria nuclear
 - 4.3.3 Fabricación de equipos médicos
- 4.4 Análisis de caso de aplicación de electrodo de lantano y tungsteno
 - 4.4.1 Aplicación del electrodo de lantano y tungsteno en la soldadura de alta precisión
 - 4.4.2 Rendimiento del electrodo de lantano y tungsteno en un entorno de alta temperatura

Capítulo 5 Tecnología de preparación y producción de electrodos de lantano y tungsteno

- 5.1 Preparación de materias primas para electrodo de lantano y tungsteno
 - 5.1.1 Selección y purificación de polvo de tungsteno
 - 5.1.2 Preparación y dopaje del óxido de lantano
 - 5.1.3 Selección de otros aditivos
- 5.2 Proceso de producción del electrodo de tungsteno y lantano
 - 5.2.1 Mezcla y prensado
 - 5.2.2 Proceso de sinterización
 - 5.2.3 Forja y embutición
 - 5.2.4 Tratamiento superficial
- 5.3 Tecnologías de producción clave para el electrodo de lantano y tungsteno
 - 5.3.1 Tecnología de dopaje uniforme
 - 5.3.2 Tecnología de sinterización a alta temperatura
 - 5.3.3 Tecnología de control dimensional preciso
 - 5.3.4 Tecnología de recubrimiento de superficies
- 5.4 Control de calidad del electrodo de lantano y tungsteno
 - 5.4.1 Inspección de calidad de la materia prima
 - 5.4.2 Supervisión del proceso de producción
 - 5.4.3 Inspección de calidad del producto terminado
- 5.5 Tendencia de desarrollo técnico del electrodo de tungsteno de lantano
 - 5.5.1 Tecnología de fabricación ecológica
 - 5.5.2 Automatización y producción inteligente
- 5.6 Medidas de protección ambiental para el electrodo de tungsteno de lantano
 - 5.6.1 Tratamiento de gases residuales y aguas residuales
 - 5.6.2 Gestión de residuos sólidos

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Capítulo 6 Equipo de producción de electrodos de lantano y tungsteno

- 6.1 Equipo de manejo de materias primas para electrodo de lantano y tungsteno
 - 6.1.1 Equipo de molienda de polvo de tungsteno
 - 6.1.2 Equipo de dopaje con óxido de lantano
- 6.2 Equipo de formación y procesamiento de electrodos de lantano y tungsteno
 - 6.2.1 Prensas
 - 6.2.2 Sintering Furnaces
 - 6.2.3 Equipos de forja
 - 6.2.4 Máquinas de dibujo
- 6.3 Equipo de tratamiento de superficie para electrodo de lantano y tungsteno
 - 6.3.1 Máquinas pulidoras
 - 6.3.2 Equipo de limpieza
- 6.4 Equipo de prueba de calidad para electrodo de tungsteno de lantano
 - 6.4.1 Analizadores de composición química
 - 6.4.2 Equipo de ensayo de rendimiento físico
 - 6.4.3 Equipo de prueba de rendimiento eléctrico
- 6.5 Equipo auxiliar para electrodo de lantano y tungsteno
 - 6.5.1 Equipos de control ambiental
 - 6.5.2 Equipo de reciclaje de chatarra

Capítulo 7 Normas nacionales y extranjeras para electrodos de lantano y tungsteno

- 7.1 Normas internacionales para electrodos de lantano y tungsteno
 - 7.1.1 ISO 6848:2015 (Clasificación y requisitos para electrodos de tungsteno)
 - 7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (Estándar del Instituto Americano de Soldadura)
 - 7.1.3 EN 26848 (norma europea)
- 7.2 Normas nacionales para el electrodo de lantano y tungsteno
 - 7.2.1 GB/T 14841 (Norma nacional para electrodos de tungsteno)
 - 7.2.2 JB/T 4730 (norma para materiales de soldadura)
- 7.3 Análisis comparativo estándar del electrodo de lantano y tungsteno
 - 7.3.1 Similitudes y diferencias entre normas nacionales y extranjeras
 - 7.3.2 Impacto en la producción y la aplicación
- 7.4 Actualización estándar y tendencia de desarrollo del electrodo de lantano y tungsteno
 - 7.4.1 Desarrollo de nuevas normas
 - 7.4.2 Tendencias en la internacionalización de las normas

Capítulo 8 Métodos y técnicas de detección de electrodos de lantano y tungsteno

- 8.1 Detección de la composición química del electrodo de lantano y tungsteno
 - 8.1.1 Detección del contenido de óxido de lantano
 - 8.1.2 Análisis de elementos de impurezas
- 8.2 Pruebas de propiedades físicas del electrodo de lantano y tungsteno
 - 8.2.1 Ensayos de densidad y dureza
 - 8.2.2 Ensayo de punto de fusión y conductividad térmica
- 8.3 Pruebas de rendimiento eléctrico del electrodo de lantano y tungsteno

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

- 8.3.1 Medición de la derivación electrónica del trabajo
- 8.3.2 Prueba de rendimiento de arco
- 8.3.3 Ensayo de estabilidad del arco
- 8.4 Pruebas de propiedades mecánicas del electrodo de lantano y tungsteno
 - 8.4.1 Prueba de resistencia a la combustión
 - 8.4.2 Ensayo de resistencia a la abrasión
- 8.5 Análisis de la microestructura del electrodo de lantano y tungsteno
 - 8.5.1 Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM)
 - 8.5.2 Análisis de difracción de rayos X (DRX)
- 8.6 Selección y calibración de equipos de prueba de electrodos de lantano y tungsteno
 - 8.6.1 Tipo de equipo de ensayo
 - 8.6.2 Calibración y mantenimiento
- 8.7 Normas y especificaciones de ensayo para el electrodo de lantano y tungsteno
 - 8.7.1 Estándares internacionales de prueba
 - 8.7.2 Especificaciones de prueba domésticas

Capítulo 9 Tendencias de desarrollo y desafíos del electrodo de tungsteno y lantano

- 9.1 Tendencia de desarrollo técnico del electrodo de tungsteno de lantano
 - 9.1.1 Desarrollo de nuevas tecnologías de dopaje
 - 9.1.2 Investigación y desarrollo de electrodos de lantano y tungsteno de alto rendimiento
 - 9.1.3 Promoción de tecnologías de producción respetuosas con el medio ambiente
- 9.2 Tendencia de desarrollo del mercado del electrodo de tungsteno y lantano
 - 9.2.1 Análisis de la demanda del mercado global
 - 9.2.2 Perspectivas del mercado interno
- 9.3 Desafíos para el electrodo de lantano y tungsteno
 - 9.3.1 Control de costes de materias primas
 - 9.3.2 Limitaciones de las Regulaciones de Protección Ambiental
 - 9.3.3 Competencia en el mercado internacional

Capítulo 10 Conclusiones

- 10.1 Ventajas integrales del electrodo de tungsteno de lantano
- 10.2 Sugerencias para el desarrollo de la industria eléctrica de tungsteno
- 10.3 Direcciones futuras de investigación del electrodo de tungsteno de lantano

Apéndice

- A. Glosario
- B. Referencias

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Capítulo 1 Introducción

1.1 Definición y descripción general del electrodo de lantano y tungsteno

El electrodo de tungsteno de lantano es un material de electrodo de aleación de tungsteno dopado con óxido de lantano (La_2O_3) en una matriz de tungsteno, que se utiliza principalmente para aplicaciones industriales de alta precisión, como la soldadura con protección de gas inerte de tungsteno (soldadura TIG), soldadura por plasma y corte. El tungsteno es una opción ideal para materiales de electrodos como metal con un alto punto de fusión (alrededor de $3422\text{ }^\circ\text{C}$), resistencia a la corrosión, alta densidad y excelente conductividad térmica y eléctrica. Al dopar el tungsteno con una pequeña cantidad de óxido de lantano (generalmente entre 0,8% y 2,2%), el trabajo electrónico se puede mejorar significativamente, mejorando así el rendimiento de iniciación del arco, la estabilidad del arco y la resistencia a la combustión del electrodo. El electrodo de lantano y tungsteno se ha convertido en el material preferido para reemplazar los electrodos tradicionales de torio-tungsteno debido a su excelente rendimiento de soldadura y características no radiactivas, especialmente en las industrias modernas que persiguen la protección y la seguridad del medio ambiente.

Los electrodos de tungsteno de lantano se dividen en varios grados según los diferentes contenidos de óxido de lantano, como WL10 (que contiene 0,8%-1,2% de óxido de lantano), WL15 (que contiene 1,3%-1,7% de óxido de lantano) y WL20 (que contiene 1,8%-2,2% de óxido de lantano). Cada uno de estos grados corresponde a diferentes escenarios de aplicación y requisitos de rendimiento. Por ejemplo, WL15 es popular debido a su conductividad cercana al 2.0% de electrodo de torio-tungsteno, que puede ser reemplazado directamente por soldadores sin la necesidad de ajustar los parámetros del equipo. Los extremos de los electrodos de lantano y tungsteno suelen estar marcados con diferentes colores, como el negro para el WL10, el amarillo dorado para el WL15 y el azul cielo para el WL20 para facilitar la diferenciación y la selección.

Los electrodos de tungsteno de lantano generalmente se producen mediante un proceso de pulvimetalurgia, que se fabrica mezclando homogéneamente polvo de tungsteno de alta pureza con óxido de lantano a través de procesos de prensado, sinterización, forja y estirado, con diámetros que van de 0,25 mm a 6,4 mm y longitudes de 75 mm a 600 mm para satisfacer una variedad de necesidades de soldadura. Sus propiedades físicas y químicas únicas, como la alta temperatura de recristalización, la buena ductilidad y la resistencia a la fluencia, lo hacen excelente tanto en la soldadura de CC como de CA, especialmente en escenarios exigentes como el inicio de arco de baja corriente y la soldadura de tuberías.

1.2 La importancia de los electrodos de lantano y tungsteno en la soldadura y la industria

Los electrodos de lantano y tungsteno ocupan una posición importante en los campos industriales y de soldadura modernos, especialmente en procesos como la soldadura TIG, la soldadura por plasma y el corte, y su rendimiento afecta directamente la calidad de la soldadura y la eficiencia de la producción. La soldadura TIG es un método de soldadura que utiliza electrodos de tungsteno para generar un arco bajo la protección de un gas inerte (como argón o helio), y es ampliamente utilizado en la soldadura de materiales de alto rendimiento como acero inoxidable, aleación de aluminio,

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

aleación a base de níquel, aleación de titanio, etc. Estos materiales se utilizan comúnmente en la industria aeroespacial, nuclear, construcción naval y construcción de dispositivos médicos y requieren una alta calidad de soldadura y estabilidad del proceso. Los electrodos de lantano y tungsteno juegan un papel insustituible en estos campos debido a sus siguientes características:

Excelente rendimiento de iniciación del arco: El bajo trabajo electrónico de los electrodos de lantano y tungsteno (2,6-2,7 eV para WL10 y 2,8-3,2 eV para WL15 y WL20) facilita el inicio del arco a bajas corrientes, lo que lo hace especialmente adecuado para tareas de soldadura de chapa y soldadura de precisión. En comparación con los electrodos de tungsteno puro, los electrodos de tungsteno de lantano son más estables a voltajes bajos, lo que reduce el riesgo de falla de inicio de arco.

Estabilidad del arco: El electrodo de lantano y tungsteno dopado con óxido de lantano puede formar un arco estable, reducir la deriva y las salpicaduras del arco y garantizar la uniformidad y la calidad de la superficie de la soldadura. Esto es fundamental para las industrias que requieren soldaduras de alta calidad, como las industrias aeroespacial y nuclear.

Baja tasa de combustión: el electrodo de tungsteno de lantano tiene una baja tasa de pérdida de combustión bajo la acción del arco de alta temperatura, lo que prolonga la vida útil del electrodo y reduce la frecuencia de reemplazo y el tiempo de inactividad. Por ejemplo, una prueba bien conocida en 1998 mostró que la tasa de quemado del electrodo de tungsteno y lantano al 1,5% (WL15) era significativamente menor que la del electrodo de tungsteno de torio al 2,0% y el electrodo de tungsteno de cerio al 2,0% en entornos de 70 A y 150 A CC.

No radiactivo: En comparación con el electrodo tradicional de torio-tungsteno (que contiene óxido de torio, radiactivo, con una dosis de radiación de $3,60 \times 10^5$ Curie/kg), el electrodo de lantano-tungsteno no contiene sustancias radiactivas y cumple con los requisitos de la protección del medio ambiente moderna y la salud y seguridad laboral. Esto lo hace más competitivo en mercados con estrictas regulaciones ambientales, como Europa y Estados Unidos.

Versatilidad: Los electrodos de lantano y tungsteno no solo son adecuados para la soldadura de CC, sino que también funcionan bien en la soldadura de CA, especialmente cuando se suelda aluminio, magnesio y sus aleaciones, con la capacidad de mantener un arco estable y un bajo consumo de electrodos. Esto lo convierte en un material de electrodo versátil que se puede adaptar a una amplia gama de escenarios de soldadura.

En aplicaciones industriales, los electrodos de lantano y tungsteno también se utilizan ampliamente en el corte por plasma, el mecanizado por descarga eléctrica (EDM) y la fabricación de dispositivos electrónicos. Por ejemplo, en el corte por plasma, los electrodos de tungsteno de lantano pueden soportar el impacto de arcos de plasma de alta temperatura y proporcionar un rendimiento de corte estable; En dispositivos electrónicos, su alta conductividad y resistencia a la corrosión lo convierten en un material ideal para ciertos electrodos de alta precisión. Estas propiedades han llevado a una creciente demanda de electrodos de lantano y tungsteno en los mercados globales de soldadura e

[Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal](#)

industriales.

1.3 Antecedentes de la investigación y aplicación

El desarrollo y la aplicación de electrodos de lantano y tungsteno se originaron a partir de la necesidad de materiales de soldadura de alto rendimiento. A principios del siglo XX, el tungsteno se usaba ampliamente en electrodos de soldadura debido a su alto punto de fusión y excelente conductividad eléctrica, pero los electrodos de tungsteno puro tenían limitaciones en el rendimiento de iniciación del arco y la estabilidad del arco. Con el progreso de la investigación de materiales de tierras raras, los científicos han descubierto que el rendimiento de los electrodos de tungsteno se puede mejorar significativamente dopando óxidos de tierras raras (como óxido de cerio, óxido de lantano, óxido de torio, etc.). En los años 80 del siglo XX, los electrodos de torio-tungsteno se convirtieron en la corriente principal debido a su excelente rendimiento de soldadura, pero su radiactividad atrajo gradualmente la atención, especialmente bajo las estrictas regulaciones de protección ambiental de los países europeos y americanos, se restringió el uso de electrodos de torio-tungsteno.

Con el fin de encontrar materiales alternativos no radiactivos, surgieron los electrodos de lantano y tungsteno y los electrodos de cerio y tungsteno. Los electrodos de lantano y tungsteno comenzaron a entrar en el mercado a finales de los años 80 del siglo XX, y sus grados con un contenido de óxido de lantano del 1,5% (WL15) ganaron popularidad rápidamente debido a su rendimiento cercano al de los electrodos de tungsteno de torio. Las pruebas de campo realizadas en 1998 confirmaron aún más la superioridad de los electrodos de lantano y tungsteno: en entornos de 70 A y 150 A CC, el electrodo de lantano y tungsteno al 1,5% no sólo presentaba una conductividad comparable a la del electrodo de torio-tungsteno al 2,0%, sino que también tenía una menor tasa de combustión y una mejor estabilidad del arco. Este resultado ha llevado al uso generalizado de electrodos de lantano y tungsteno en todo el mundo.

En términos de aplicación, la promoción del electrodo de tungsteno de lantano está estrechamente relacionada con el desarrollo de la tecnología de soldadura TIG. Desde su invención en los Estados Unidos en 1930, la soldadura TIG ha sido ampliamente utilizada en las industrias aeroespacial, nuclear, marina y electrónica debido a su alta precisión, ausencia de salpicaduras y adaptabilidad a una variedad de metales. En 1957, la soldadura por arco de tungsteno y argón comenzó a usarse en China, y la introducción de electrodos de lantano y tungsteno mejoró aún más la calidad de la soldadura, especialmente en la fabricación de recipientes a presión para plantas de energía nuclear, componentes aeroespaciales y equipos médicos, donde sus soldaduras de alta calidad y bajas tasas de defectos fueron ampliamente reconocidas.

En los últimos años, con el progreso de la tecnología de soldadura automatizada, los electrodos de lantano y tungsteno se han utilizado cada vez más en robots de soldadura y equipos de automatización. Por ejemplo, en la industria automotriz, los robots de soldadura utilizan electrodos de lantano y tungsteno para la soldadura por puntos y por arco, lo que mejora en gran medida la eficiencia de producción y la consistencia de la costura de soldadura. Además, el desarrollo de nuevos procesos de soldadura, como la soldadura por fricción-agitación y la soldadura compuesta

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

por láser, también ofrece nuevas posibilidades para la aplicación de electrodos de lantano y tungsteno. El área de investigación se centra en optimizar el proceso de dopaje de los electrodos de lantano y tungsteno, mejorar su rendimiento a alta temperatura y desarrollar tecnologías de producción más respetuosas con el medio ambiente para hacer frente al aumento del costo de las materias primas y los desafíos de las regulaciones ambientales.

La demanda del mercado mundial de electrodos de lantano y tungsteno continúa creciendo, especialmente en la región de Asia-Pacífico, donde el consumo de electrodos de lantano y tungsteno ha aumentado significativamente debido al rápido desarrollo de la fabricación en países como China e India. Las empresas nacionales como Chinatungsten Online Technology Co., Ltd. han acumulado una rica experiencia en la producción de electrodos de lantano y tungsteno, y la calidad del producto ha alcanzado estándares internacionales. Al mismo tiempo, la demanda de electrodos de lantano y tungsteno en el mercado internacional también ha promovido la formulación de normas relevantes, como ISO 6848:2015 y GB/T 31908-2015, que proporcionan una base normativa para su producción y aplicación.



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL10

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Capítulo 2 Tipos de electrodo de lantano y tungsteno

Como material de electrodo de soldadura y corte de alto rendimiento, el electrodo de lantano y tungsteno tiene métodos de clasificación diversificados debido a sus características de óxido de lantano dopado (La_2O_3). De acuerdo con las normas internacionales (e.g. ISO 6848:2015) y los requisitos de aplicación práctica, los electrodos de tungsteno y lantano se clasifican principalmente según el contenido de óxido de lantano y los escenarios de aplicación. Este capítulo describe los electrodos de lantano y tungsteno por contenido de lantano (WL10, WL15, WL20), los tipos de electrodos de lantano por escenario de aplicación y el rendimiento de los electrodos de lantano y tungsteno en comparación con otros electrodos de tungsteno comunes.

2.1 Clasificación por contenido de lantano

El rendimiento de los electrodos de lantano y tungsteno está estrechamente relacionado con su contenido de óxido de lantano, y los diferentes niveles de óxido de lantano confieren a los electrodos diferentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas. De acuerdo con la norma internacional ISO 6848:2015 y la norma nacional china GB/T 14841, los electrodos de lantano y tungsteno se dividen principalmente en tres grados comunes: WL10, WL15 y WL20, que corresponden a diferentes contenidos de óxido de lantano y requisitos de aplicación. Para una fácil identificación, los extremos de estos electrodos generalmente están pintados con un color específico, WL10 es negro, WL15 es amarillo dorado y WL20 es azul cielo.

2.1.1 WL10 (Cabeza pintada de negro)

El electrodo de tungsteno y lantano WL10 contiene 0,8%-1,2% de óxido de lantano (La_2O_3), que es el grado más bajo de electrodo de tungsteno de óxido de lantano. Su trabajo electrónico es de aproximadamente 2.6-2.7 eV, que es menor que el de los electrodos de tungsteno puro (aproximadamente 4.5 eV), por lo que tiene un buen rendimiento de iniciación de arco, especialmente en soldadura de CC de baja corriente. La estabilidad del arco del electrodo WL10 es mejor que la del electrodo de tungsteno puro, pero ligeramente inferior a WL15 y WL20, que es principalmente adecuada para escenarios con bajos requisitos de consumo de electrodos.

Características y ventajas:

Arco eléctrico de baja corriente: WL10 puede iniciar fácilmente el arco eléctrico a baja corriente (10-50 amperios) y es adecuado para la soldadura de placas delgadas (por ejemplo, acero inoxidable de 0,5-2 mm o aleación de aluminio).

Rentable: Debido al bajo contenido de óxido de lantano, WL10 es relativamente bajo de producir, lo que lo hace adecuado para pequeñas y medianas empresas con presupuestos limitados.

Durabilidad: WL10 tiene una baja tasa de quemado y una larga vida útil del electrodo a corrientes bajas a medias.

Aplicaciones:

Soldadura de CC de componentes electrónicos de precisión, como la fabricación de placas de circuitos.

Soldadura de tuberías de paredes delgadas, como tuberías de acero inoxidable en equipos químicos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Soldadura TIG de pequeñas piezas de trabajo, como cuadros de bicicletas o dispositivos médicos.

Limitaciones:

En soldadura de alta corriente (>150A) o CA, WL10 tiene una estabilidad de arco ligeramente inferior y es propenso a la deriva del arco.

No es adecuado para tareas de soldadura de alta carga a largo plazo, porque su resistencia a la combustión es más débil que WL15 y WL20.

2.1.2 WL15 (Color dorado)

El electrodo de lantano y tungsteno WL15 contiene 1,3%-1,7% de óxido de lantano y es uno de los grados de electrodo de lantano y tungsteno más utilizados. Su trabajo de evolución electrónica es de aproximadamente 2,8-3,0 eV, que es cerca del 2,0% del electrodo de torio-tungsteno (aproximadamente 2,6 eV), por lo que es ampliamente considerado como una alternativa no radiactiva a los electrodos de torio-tungsteno. WL15 sobresale en soldadura de CC y CA, con una excelente estabilidad del arco y una baja tasa de quemado, especialmente a corrientes medias y altas.

Características y ventajas:

Versatilidad: El WL15 es adecuado para soldadura de CC y CA y es capaz de soldar una amplia gama de metales, incluidos acero inoxidable, aluminio, níquel y titanio.

Estabilidad del arco: En el rango actual de 50-200 amperios, el WL15 es capaz de mantener un arco estable y reducir las salpicaduras y los defectos de soldadura.

Larga vida útil: en comparación con WL10, WL15 tiene un rendimiento anticombustión más fuerte y la punta del electrodo no es fácil de deformar a altas temperaturas, lo que es adecuado para la soldadura a largo plazo.

Aplicaciones:

Industria aeroespacial, por ejemplo, soldadura TIG de fuselajes de aviones y componentes de motores.

Fabricación de equipos para la industria nuclear, como la soldadura de precisión de recipientes a presión.

Soldadura de aceros de alta resistencia y aleaciones de aluminio en la industria automotriz.

Limitaciones:

A corrientes muy bajas (<10A), el rendimiento de arranque del arco de WL15 es ligeramente inferior al de WL10.

El costo de producción es ligeramente más alto que WL10, pero más bajo que WL20.

2.1.3 WL20 (Pintura azul cielo)

El electrodo de tungsteno y lantano WL20 contiene 1,8%-2,2% de óxido de lantano, que es el grado con el mayor contenido de óxido de lantano. Su trabajo electrónico es de aproximadamente 2.8-3.2 eV, y tiene un excelente rendimiento de iniciación de arco y estabilidad de arco, lo que es especialmente adecuado para entornos de soldadura complejos y de alta corriente. El WL20 sobresale en soldadura de alta carga y corte por plasma, y es capaz de soportar temperaturas de arco

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

más altas y un mayor consumo de electrodos.

Características y ventajas:

Adaptabilidad a la alta corriente: WL20 es adecuado para la soldadura de alta corriente de 100-300 amperios, el arco es concentrado y estable, y es adecuado para la soldadura de placas gruesas.

Excelente resistencia a la combustión: Bajo arco eléctrico a alta temperatura, la punta del WL20 se consume lentamente, lo que prolonga la vida útil del electrodo.

Adecuado para entornos complejos: WL20 sobresale en la soldadura de CA y el corte por plasma, especialmente cuando se sueldan metales ligeros como el aluminio y el magnesio.

Aplicaciones:

Fabricación de maquinaria pesada, como soldadura de placas gruesas para barcos y puentes.

Corte por plasma, que se utiliza para cortar acero al carbono, acero inoxidable y metales no ferrosos.

Soldadura de alta precisión, como componentes de reactores nucleares y palas de motores aeronáuticos.

Limitaciones:

Los costos de producción son más altos y el aumento en el contenido de óxido de lantano conduce a mayores gastos de materia prima y procesamiento.

En condiciones de baja corriente, el rendimiento de arranque del arco de WL20 no tiene una ventaja obvia sobre WL10 y WL15.

2.2 Clasificación por escenario de aplicación

Los electrodos de lantano y tungsteno tienen varios escenarios de aplicación y se pueden dividir en soldadura de CC, soldadura de CA y electrodos de lantano y tungsteno de propósito especial según el tipo de corriente de soldadura (CC o CA) y los requisitos del proceso (como soldadura o corte). Los diferentes escenarios de aplicación tienen diferentes requisitos de rendimiento para los electrodos, lo que afecta la selección y el uso de sus grados.

2.2.1 Electrodo de lantano y tungsteno para soldadura de CC

La soldadura por corriente continua (TIG de CC) es el escenario de aplicación más común para los electrodos de tungsteno de lantano, generalmente en modo positivo de CC (DCEN) o inverso de CC (DCEP). La soldadura DC es ampliamente utilizada en la soldadura de acero inoxidable, acero al carbono, aleación de níquel y aleación de titanio debido a sus características de concentración de arco, baja entrada de calor y alta calidad de soldadura. Las ventajas de los electrodos de lantano y tungsteno en la soldadura de CC son su bajo trabajo de electrones y su excelente estabilidad al arco.

Grados aplicables: WL10 es adecuado para la soldadura de placa delgada de baja corriente, WL15 y WL20 son adecuados para la soldadura de placa gruesa y de corriente media-alta.

Características de rendimiento:

Excelente arranque de arco de baja corriente, WL10 funciona mejor en el rango de 10-50 amperios.

Arco concentrado para reducir la zona afectada por el calor (ZAT) y adecuado para soldadura de

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

precisión.

La punta del electrodo se puede rectificar en una forma afilada (por ejemplo, ángulo de cono de 30° a 60°) para mejorar la directividad del arco.

Aplicaciones típicas:

Soldadura de componentes aeroespaciales como bastidores de alas de titanio.

Soldadura de tuberías de equipos químicos como reactores de acero inoxidable.

Industria nuclear, por ejemplo, soldadura de embalajes de barras de combustible de aleación de circonio.

2.2.2 Electrodo de lantano y tungsteno para soldadura de CA

La soldadura de CA (AC TIG) se utiliza principalmente para soldar metales ligeros como el aluminio y el magnesio porque su corriente alterna puede eliminar eficazmente la película de óxido (como el Al_2O_3) de la superficie metálica. Los electrodos de lantano y tungsteno sobresalen en la soldadura de CA, especialmente en el modo de CA de alta frecuencia, manteniendo un arco estable y reduciendo el quemado de los electrodos.

Grados aplicables: WL15 y WL20 son la primera opción para la soldadura de CA debido a su alto contenido de óxido de lantano para mejorar la estabilidad del arco y la resistencia a las quemaduras.

Características de rendimiento:

En el modo CA, la punta del electrodo forma una forma hemisférica con una distribución uniforme del arco, que es adecuada para soldaduras anchas.

Con una baja tasa de quemado, WL20 funciona bien en soldadura de CA de 100-200 amperios.

Resistente a la interferencia de la película de óxido, adecuado para la soldadura limpia de aleaciones de aluminio.

Aplicaciones típicas:

Fabricación de carrocerías de aleación de aluminio, como soldadura de automóviles y vagones de tren.

Estructuras de aluminio aeroespacial, como recintos de aeronaves y tanques de combustible.

Soldadura de componentes de aleación de magnesio en la construcción naval.

2.2.3 Electrodos de lantano y tungsteno para usos especiales (por ejemplo, corte por plasma)

Además de la soldadura TIG, los electrodos de lantano y tungsteno también se utilizan ampliamente en aplicaciones especiales como el corte por plasma, el mecanizado por descarga eléctrica (EDM) y la fabricación de dispositivos electrónicos. Estas aplicaciones requieren una mayor resistencia a la temperatura, resistencia a la combustión y conductividad eléctrica del electrodo, y a menudo se seleccionan grados con un alto contenido de óxido de lantano.

Corte por plasma:

Los electrodos de lantano y tungsteno (por ejemplo, WL20) son capaces de soportar arcos de plasma de alta temperatura (hasta 20.000 °C) y proporcionan un rendimiento de corte estable.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Aplicaciones: Materiales de corte como acero inoxidable, acero al carbono, cobre y aluminio, que se encuentran comúnmente en las industrias de la construcción naval.

Mecanizado por electroerosión (EDM):

Los electrodos de lantano y tungsteno son adecuados para la fabricación de moldes y el mecanizado de piezas de precisión debido a su alta conductividad y resistencia a la corrosión.

Aplicación: electroerosión de moldes aeroespaciales y matrices de estampación automotriz.

Equipo electrónico:

Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan como materiales de electrodo para ciertos componentes electrónicos de alta precisión, como tubos de vacío y tubos de rayos catódicos.

Aplicaciones: Fabricación de semiconductores y producción de pantallas.

2.3 Comparación de electrodos de lantano y tungsteno con otros electrodos de tungsteno

Los electrodos de lantano y tungsteno difieren significativamente de otros electrodos de tungsteno como los electrodos de tungsteno de torio, tungsteno de cerio, tungsteno puro, tungsteno de circonio y tungsteno de itrio en términos de rendimiento, aplicación y seguridad. La siguiente es una comparación detallada de los aspectos del escape de trabajo electrónico, el rendimiento de inicio del arco, la estabilidad del arco, la resistencia a la combustión, la protección del medio ambiente y los escenarios aplicables.

2.3.1 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de tungsteno de torio

Los electrodos de tungsteno de torio (WT20, cabezas recubiertas de rojo) contienen entre un 1,8% y un 2,2% de óxido de torio (ThO_2), que es representativo de los electrodos de tungsteno tradicionales de alto rendimiento, pero su uso está muy limitado debido a la radiactividad del óxido de torio (dosis de radiación de aproximadamente $3,60 \times 10^5$ Curie/kg).

Resultado del trabajo electrónico: El electrodo de torio-tungsteno es de aproximadamente 2,6 eV, que es ligeramente inferior al de WL15 y WL20 (2,8-3,2 eV), y el rendimiento de iniciación del arco es ligeramente mejor que el del electrodo de tungsteno de lantano.

Estabilidad del arco: La estabilidad del arco de los dos es comparable en la soldadura de CC, pero en la soldadura de CA, el electrodo de lantano y tungsteno (WL20) es más resistente a la interferencia de la película de óxido.

Resistencia a la combustión: Los electrodos de lantano y tungsteno (WL15 y WL20) tienen una tasa de pérdida por combustión más baja que los electrodos de torio-tungsteno a altas corrientes, y la vida útil del electrodo es más larga.

Seguridad: Los electrodos de lantano y tungsteno no son radiactivos y cumplen con la OSHA y la directiva RoHS de la UE, mientras que los electrodos de torio-tungsteno pueden liberar polvo radiactivo durante el procesamiento y el uso.

Escenarios aplicables: El electrodo de tungsteno de lantano es un sustituto ideal del electrodo de tungsteno de torio, adecuado para la industria aeroespacial, nuclear y otros campos con altos requisitos de seguridad; Los electrodos de torio y tungsteno todavía se utilizan para soldadura de bajo costo en algunos países en desarrollo.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

2.3.2 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de cerio y tungsteno

El electrodo de tungsteno de cerio (WC20, punta recubierta de gris) contiene 1,8%-2,2% de óxido de cerio (CeO_2) y es otro electrodo de tungsteno no radiactivo que se usa ampliamente en la soldadura de corriente baja a media.

Resultado del trabajo electrónico: El electrodo de tungsteno de cerio es de aproximadamente 2.7-2.8 eV, que es comparable a WL15 y tiene un rendimiento de iniciación de arco similar.

Estabilidad del arco: Los electrodos de lantano y tungsteno (WL15 y WL20) son mejores que los electrodos de tungsteno de cerio en soldadura de alta corriente (>150 amperios) y CA.

Resistencia a la combustión: La velocidad de combustión del electrodo de tungsteno de lantano es menor que la del electrodo de tungsteno de cerio, especialmente en soldadura a largo plazo y de alta carga.

Seguridad: Ambos no son radiactivos y tienen una seguridad comparable.

Escenarios aplicables: Los electrodos de tungsteno de cerio son adecuados para la soldadura de placas delgadas de baja corriente (como tuberías y componentes electrónicos); Los electrodos de lantano y tungsteno son más adecuados para la soldadura de metales complejos y de alta corriente.

2.3.3 Electrodo de tungsteno de lantano vs electrodo de tungsteno puro

El electrodo de tungsteno puro (WP, cabezal de recubrimiento verde) no contiene óxidos de tierras raras y su rendimiento es relativamente básico, utilizado principalmente para la soldadura de CA.

Escape de trabajo de electrones: el electrodo de tungsteno puro es de aproximadamente 4.5 eV, que es mucho más alto que el electrodo de tungsteno de lantano, y el inicio del arco es difícil, especialmente a bajas corrientes.

Estabilidad del arco: La estabilidad del arco del electrodo de tungsteno puro es aceptable en la soldadura de CA, pero es fácil de desviar en la soldadura de CC.

Resistencia a la combustión: El electrodo de tungsteno puro tiene una alta tasa de pérdida por combustión y una vida útil corta del electrodo, lo que lo hace no adecuado para la soldadura de alta corriente.

Seguridad: Ambos no son radiactivos y tienen una seguridad comparable.

Escenarios aplicables: Los electrodos de tungsteno puro se utilizan principalmente para la soldadura de CA de aluminio y magnesio; Los electrodos de lantano y tungsteno son adecuados para una gama más amplia de escenarios de soldadura de CC y CA.

2.3.4 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de tungsteno de circonio

Los electrodos de tungsteno y circonio (WZ8, cabeza recubierta de blanco) contienen entre un 0,7% y un 0,9% de circonio (ZrO_2) y se utilizan principalmente para la soldadura de CA.

Escape de trabajo de electrones: el electrodo de circonio-tungsteno es de aproximadamente 4.2 eV, que es más alto que el del electrodo de tungsteno de lantano, y el rendimiento de iniciación del arco es pobre.

Estabilidad del arco: El electrodo de circonio-tungsteno tiene una mejor estabilidad del arco que el electrodo de tungsteno puro en la soldadura de CA, pero inferior al electrodo de tungsteno de lantano

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

(WL20).

Resistencia a la combustión: Los electrodos de tungsteno y circonio tienen una baja tasa de quemado en la soldadura de CA, pero no funcionan bien en la soldadura de CC.

Seguridad: Ambos no son radiactivos y tienen una seguridad comparable.

Escenarios aplicables: Los electrodos de tungsteno y circonio están especialmente diseñados para la soldadura de CA de aluminio y magnesio; Los electrodos de lantano y tungsteno son más versátiles y adecuados para una amplia gama de metales y tipos de corriente.

2.3.5 Electrodo de lantano y tungsteno vs electrodo de itrio y tungsteno

Electrodos de itrio-tungsteno (WY20, punta recubierta de azul oscuro) contienen 1.8%-2.2% de óxido de itrio (Y_2O_3) y se utilizan principalmente para soldadura de CC y corte por plasma.

Resultado del trabajo electrónico: el electrodo de itrio-tungsteno es de aproximadamente 2.8-3.0 eV, que es comparable a WL15 y WL20, y el rendimiento de iniciación del arco es similar.

Estabilidad del arco: El electrodo de itrio-tungsteno tiene una excelente estabilidad del arco en la soldadura de CC de alta corriente, pero su rendimiento de soldadura de CA es inferior al del electrodo de lantano-tungsteno.

Resistencia a la combustión: Los electrodos de itrio-tungsteno tienen una resistencia a la combustión comparable a la WL20, pero son más resistentes a las altas temperaturas en el corte por plasma.

Seguridad: Ambos no son radiactivos y tienen una seguridad comparable.

Escenarios aplicables: Los electrodos de itrio-tungsteno son adecuados para la soldadura de CC de alta corriente y el corte por plasma, como la fabricación de maquinaria pesada; Los electrodos de lantano y tungsteno son más adecuados para escenarios generales de soldadura y CA.



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL15

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Capítulo 3 Características del electrodo de lantano y tungsteno

El excelente rendimiento de los electrodos de tungsteno de lantano se debe a sus propiedades físicas, químicas, eléctricas y mecánicas únicas que los hacen excelentes en aplicaciones exigentes como la soldadura con protección de gas inerte de tungsteno (soldadura TIG), la soldadura por plasma y el corte. Este capítulo discutirá en detalle las propiedades físicas (incluido el punto de fusión, el punto de ebullición, la densidad, la dureza, la conductividad térmica y la conductividad), las propiedades químicas (resistencia a la oxidación, resistencia a la corrosión y estabilidad química), las propiedades eléctricas (salida de trabajo de electrones, iniciación y estabilidad del arco), las propiedades mecánicas (resistencia a la combustión, resistencia al desgaste, tenacidad y fragilidad) de los electrodos de lantano y tungsteno, y adjuntará una hoja de datos de seguridad del material (MSDS) Resumen para demostrar completamente las características de rendimiento de los electrodos de lantano y tungsteno.

3.1 Propiedades físicas del electrodo de lantano y tungsteno

Las propiedades físicas del electrodo de lantano y tungsteno determinan su estabilidad y aplicabilidad en entornos de alta temperatura y alta corriente. Dopado con óxido de lantano (La_2O_3), el electrodo de tungsteno de lantano conserva el alto punto de fusión y la alta densidad de la matriz de tungsteno, al tiempo que optimiza la conductividad térmica y eléctrica, lo que lo hace más adecuado para aplicaciones de soldadura y corte.

3.1.1 Puntos de fusión y ebullición de los electrodos de lantano, tungsteno

Los puntos de fusión y ebullición de los electrodos de lantano y tungsteno heredan principalmente las características de alta temperatura del tungsteno. El tungsteno puro tiene un punto de fusión de aproximadamente $3422\text{ }^\circ\text{C}$ ($6192\text{ }^\circ\text{F}$) y un punto de ebullición de aproximadamente $5555\text{ }^\circ\text{C}$ ($10031\text{ }^\circ\text{F}$), el más alto de cualquier metal. El dopaje de óxido de lantano al 0,8%-2,2% tiene poco efecto sobre el punto de fusión y el punto de ebullición, y el punto de fusión del electrodo de lantano y tungsteno suele estar entre $3400\text{-}3420\text{ }^\circ\text{C}$ y el punto de ebullición está entre $5500\text{-}5550\text{ }^\circ\text{C}$. La adición de óxido de lantano reduce ligeramente el punto de fusión (el óxido de lantano tiene un punto de fusión de aproximadamente $2315\text{ }^\circ\text{C}$), pero debido a su bajo contenido ($< 2.2\%$), el efecto sobre el rendimiento general a alta temperatura es insignificante.

Este alto punto de fusión permite que los electrodos de lantano y tungsteno resistan arcos de alta temperatura (hasta $6000\text{-}20000\text{ }^\circ\text{C}$) en soldadura TIG y corte por plasma sin fundirse ni deformarse significativamente. En la práctica, la punta del electrodo de tungsteno de lantano puede formar una pequeña área fundida a altas corrientes, pero gracias a la estabilización térmica del óxido de lantano, el electrodo puede enfriarse rápidamente y mantener su forma, lo que garantiza la calidad de la soldadura.

3.1.2 Densidad y dureza del electrodo de lantano y tungsteno

La densidad del electrodo de tungsteno de lantano es cercana a la del tungsteno puro, aproximadamente $19,25\text{-}19,30\text{ g / cm}^3$, que es ligeramente inferior a la del tungsteno puro a $19,35\text{ g / cm}^3$, debido al dopaje de óxido de lantano (densidad de aproximadamente $6,51\text{ g / cm}^3$) que

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

reduce la densidad general. La alta densidad garantiza la estabilidad estructural del electrodo, haciéndolo menos susceptible a la deformación o fractura bajo el impacto del arco.

En términos de dureza, la dureza Vickers de los electrodos de tungsteno de lantano suele estar entre 400-450 HV, que es ligeramente superior a la de los electrodos de tungsteno puro (alrededor de 350-400 HV). El refinamiento del grano del óxido de lantano mejora la dureza de la matriz de tungsteno, haciéndola más resistente al desgaste mecánico. Existe una ligera diferencia de dureza entre los grados, por ejemplo, WL20 (2,0% de óxido de lantano) es ligeramente más duro que WL10 (1,0% de óxido de lantano) porque el mayor contenido de óxido de lantano aumenta el efecto de fortalecimiento del límite del grano.

La alta densidad y dureza le dan al electrodo de tungsteno de lantano una larga vida útil en soldadura de alta carga, especialmente cuando se suelda carburo cementado o acero de alta resistencia, y es capaz de resistir el desgaste mecánico en la punta del electrodo.

3.1.3 Conductividad térmica y conductividad del electrodo de lantano y tungsteno

La conductividad térmica y la conductividad de los electrodos de lantano y tungsteno son la clave para mantener un rendimiento estable en la soldadura. El tungsteno puro tiene una conductividad térmica de aproximadamente 173 W/(m·K) (temperatura ambiente) y una conductividad eléctrica de aproximadamente 18,5 MS/m (o 5,4 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$). Después del dopaje con óxido de lantano, la conductividad térmica disminuyó ligeramente, alrededor de 160-170 W/(m·K), y la conductividad eléctrica fue de aproximadamente 17,5-18,0 MS/m. Esto se debe a que la estructura cristalina del óxido de lantano introduce una pequeña cantidad de dispersión en el límite del grano, lo que reduce ligeramente la eficiencia de conducción del calor y la electricidad.

A pesar de esto, la conductividad térmica y la conductividad de los electrodos de lantano y tungsteno son mucho más altas que las de la mayoría de los otros materiales de electrodos (por ejemplo, los electrodos a base de cobre, que tienen una conductividad térmica de aproximadamente 400 W/(m·K) pero tienen un punto de fusión más bajo. La alta conductividad térmica permite que el electrodo disipe el calor rápidamente, reduciendo el quemado causado por el sobrecalentamiento de la punta; La alta conductividad garantiza una transmisión de corriente eficiente y reduce las pérdidas de energía. El WL15 y el WL20 son particularmente sobresalientes a altas corrientes (100-300 amperios) y son capaces de mantener una temperatura de arco y una densidad de corriente estables.

3.2 Propiedades químicas de los electrodos de lantano y tungsteno

Las propiedades químicas de los electrodos de lantano y tungsteno determinan su estabilidad y durabilidad en entornos complejos. El dopaje del óxido de lantano mejora significativamente la resistencia a la oxidación y la resistencia a la corrosión de la matriz de tungsteno, lo que la hace adecuada para una variedad de entornos de soldadura.

3.2.1 Resistencia a la oxidación de los electrodos de lantano y tungsteno

El tungsteno puro reacciona con el oxígeno a altas temperaturas (>500 °C) para formar trióxido de tungsteno (WO_3), lo que provoca la oxidación de la superficie del electrodo y la degradación del

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

rendimiento. Después de ser dopado con óxido de lantano, la resistencia a la oxidación del electrodo de tungsteno de lantano mejoró significativamente. El óxido de lantano (La_2O_3) tiene una alta estabilidad química a altas temperaturas, formando una capa protectora de óxido en la superficie del electrodo, lo que ralentiza la velocidad de reacción del tungsteno con el oxígeno. Los experimentos muestran que la tasa de ganancia de peso por oxidación de WL20 es solo el 50%-60% de la del electrodo de tungsteno puro en una atmósfera de oxidación de 800 °C.

Esta resistencia a la oxidación permite que los electrodos de tungsteno de lantano mantengan la integridad de la superficie durante la soldadura a largo plazo y de alta corriente, lo que reduce el riesgo de contaminación por óxido de la soldadura. Especialmente en el corte por plasma, donde el electrodo está expuesto a arcos de plasma de alta temperatura y oxígeno, las propiedades antioxidantes del electrodo de lantano y tungsteno garantizan su estabilidad a largo plazo.

3.2.2 Resistencia a la corrosión de los electrodos de lantano y tungsteno

Los electrodos de lantano y tungsteno exhiben una excelente resistencia a la corrosión en una variedad de entornos químicos. El tungsteno en sí tiene buena resistencia a la corrosión por ácidos, álcalis y soluciones salinas, mientras que el dopaje del óxido de lantano mejora aún más su estabilidad en el entorno de humedad, niebla salina y ciertos gases corrosivos como el sulfuro de hidrógeno. Por ejemplo, en entornos que contienen cloruro, los electrodos de lantano y tungsteno tienen una tasa de corrosión de aproximadamente un 20% -30% más baja que los electrodos de tungsteno puro, gracias a la inercia química del óxido de lantano.

En aplicaciones de soldadura, los electrodos de lantano y tungsteno se usan comúnmente en la soldadura de aceros inoxidables y aleaciones a base de níquel, que pueden liberar gases corrosivos o escoria. La resistencia a la corrosión del electrodo de tungsteno de lantano garantiza que su superficie no sea fácil de erosionar, mantiene la estabilidad del arco y prolonga la vida útil del electrodo.

3.2.3 Estabilidad química de los electrodos de lantano y tungsteno

La estabilidad química de los electrodos de lantano y tungsteno se refleja en su baja reactividad a altas temperaturas y entornos químicos complejos. El punto de fusión (2315 °C) y la inercia química del óxido de lantano dificultan la descomposición o volatilización en arcos de alta temperatura, manteniendo la estabilidad de la composición del electrodo. Por el contrario, el óxido de torio (ThO_2) en el electrodo de torio-tungsteno puede liberar una pequeña cantidad de gas radiactivo a altas temperaturas, mientras que el electrodo de lantano y tungsteno no tiene este riesgo y cumple con estrictos requisitos ambientales.

La estabilidad química de los electrodos de lantano y tungsteno durante la soldadura también se refleja en su baja reactividad a los gases inertes (por ejemplo, argón, helio), lo que garantiza un entorno de arco limpio y evita la contaminación de la soldadura. Esto lo hace especialmente adecuado para la soldadura de alta precisión, como en la industria nuclear y aeroespacial.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

3.3 Propiedades eléctricas de los electrodos de lantano y tungsteno

Las propiedades eléctricas de los electrodos de lantano y tungsteno son sus principales ventajas en soldadura y corte, que determinan su rendimiento de iniciación de arco, estabilidad de arco y eficiencia general de soldadura. El dopaje del óxido de lantano optimiza significativamente las propiedades eléctricas de los electrodos de tungsteno.

3.3.1 Trabajo electrónico del electrodo de lantano y tungsteno

La función de trabajo se refiere a la energía mínima requerida para que los electrones escapen de la superficie del material, que es un parámetro clave que afecta el rendimiento del arco del electrodo. El trabajo electrónico del tungsteno puro es de aproximadamente 4,5 eV, mientras que el trabajo de evolución electrónica se reduce significativamente por el dopaje de óxido de lantano en los electrodos de tungsteno de lantano:

WL10 (1,0% óxido de lantano): 2,6-2,7 eV

WL15 (1,5% de óxido de lantano): 2,8-3,0 eV

WL20 (2,0% óxido de lantano): 2,8-3,2 eV

El bajo trabajo electrónico del óxido de lantano se debe a la formación de partículas de óxido de tierras raras en la matriz de tungsteno, que reducen la barrera superficial y promueven la emisión de electrones. En comparación con los electrodos de torio-tungsteno (alrededor de 2,6 eV), WL15 y WL20 tienen un trabajo de escape de electrones ligeramente mayor, pero en aplicaciones prácticas son suficientes para proporcionar un excelente rendimiento de iniciación de arco y evitar el riesgo de radiactividad.

3.3.2 Rendimiento de arranque del arco del electrodo de lantano y tungsteno

El rendimiento de iniciación del arco se refiere a la facilidad con la que un electrodo puede iniciar un arco cuando se aplica un voltaje. El bajo trabajo de electrones del electrodo de lantano y tungsteno facilita el inicio del arco a bajos voltajes y corrientes (10-50 amperios), lo que lo hace particularmente adecuado para la soldadura de placas delgadas y la soldadura de precisión. El WL10 funciona mejor en soldadura de CC de baja corriente, mientras que el WL15 y el WL20 también mantienen un arco rápido a corrientes medias a altas (50-300 amperios).

En la soldadura de CA, los electrodos de lantano y tungsteno, especialmente WL20, pueden responder rápidamente a los cambios en la dirección de la corriente, lo que reduce el riesgo de falla de inicio del arco. Los experimentos muestran que el tiempo de inicio del arco de WL15 es un 30% -40% más corto que el del electrodo de tungsteno puro en la condición de 70 amperios CC, lo que mejora significativamente la eficiencia de la soldadura.

3.3.3 Estabilidad del arco del electrodo de lantano y tungsteno

La estabilidad del arco se refiere a la capacidad de un arco para mantener una combustión uniforme y evitar la deriva o la interrupción durante el proceso de soldadura. La estabilidad del arco del electrodo de tungsteno de lantano se debe a la distribución uniforme del óxido de lantano y al bajo trabajo de escape de electrones. En la soldadura de CC, WL15 y WL20 pueden formar un arco concentrado y estable, lo que reduce las salpicaduras y los defectos de soldadura. En la soldadura

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

de CA, la estabilidad del arco de WL20 es mejor que la de los electrodos de tungsteno puro y circonio tungsteno, especialmente cuando se sueldan aleaciones de aluminio, puede eliminar eficazmente la película de óxido y mantener una forma de arco uniforme.

Un indicador clave de la estabilidad del arco es la fluctuación del voltaje del arco. La prueba muestra que la tasa de fluctuación de voltaje de WL20 en soldadura de CA de 150 amperios es de solo ± 0.5 V, que es mejor que el electrodo de tungsteno puro (± 1.2 V) y el electrodo de tungsteno de cerio (± 0.8 V), lo que garantiza soldaduras de alta calidad.

3.4 Propiedades mecánicas de los electrodos de lantano y tungsteno

Las propiedades mecánicas de los electrodos de lantano y tungsteno determinan su durabilidad bajo altas cargas y durante largos períodos de uso, incluida la resistencia a las quemaduras, la resistencia al desgaste, la tenacidad y la fragilidad.

3.4.1 Resistencia a la combustión del electrodo de lantano y tungsteno

La resistencia a la combustión se refiere a la capacidad de un electrodo para resistir la ablación de la punta y la pérdida de masa bajo la acción de un arco eléctrico a alta temperatura. El rendimiento anticombustión de los electrodos de tungsteno y lantano es mejor que el de los electrodos de tungsteno puro y cerium tungsteno, principalmente debido al refinamiento del grano del óxido de lantano y la alta temperatura de recristalización (aproximadamente 1800-2000 °C, aproximadamente 200 °C más alta que el tungsteno puro). WL20 exhibe la mejor resistencia a la pérdida por combustión a altas corrientes (200-300 amperios), con una tasa de consumo de punta aproximadamente 20%-30% menor que la de los electrodos de torio-tungsteno.

En el corte por plasma, los electrodos de lantano y tungsteno son particularmente resistentes a la combustión, lo que puede soportar arcos de plasma de hasta 20.000 °C, prolongar la vida útil del electrodo y reducir la frecuencia de reemplazo. Por ejemplo, al cortar acero inoxidable de 10 mm de grosor, la vida útil media de un electrodo WL20 puede ser de 1,5 a 2 veces mayor que la de un electrodo de tungsteno puro.

3.4.2 Resistencia a la abrasión de los electrodos de lantano y tungsteno

La resistencia a la abrasión se refiere a la capacidad de un electrodo para resistir el desgaste bajo contacto mecánico o impacto de arco. La alta dureza del electrodo de tungsteno de lantano (400-450 HV) y el efecto de fortalecimiento del límite de grano del óxido de lantano lo hacen mejor que el electrodo de tungsteno puro. Durante el proceso de soldadura, la punta del electrodo puede estar en ligero contacto con la pieza de trabajo o el accesorio, y la superficie del electrodo de lantano y tungsteno no es propensa a rayones o abrasión, manteniendo la integridad de la forma de la punta.

En la soldadura por puntos de alta frecuencia o el corte por plasma, la resistencia al desgaste del electrodo de lantano y tungsteno garantiza su estabilidad durante múltiples ciclos. Por ejemplo, la tasa de desgaste de WL15 en soldadura de CC de 100 amperios es solo el 60%-70% de la de los electrodos de tungsteno puro, lo que mejora significativamente la durabilidad de los electrodos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

3.4.3 Tenacidad y fragilidad de los electrodos de lantano, tungsteno

La tenacidad y fragilidad de los electrodos de lantano y tungsteno son aspectos importantes de sus propiedades mecánicas. El tungsteno puro tiene una alta fragilidad y es propenso al agrietamiento del límite del grano, especialmente a altas temperaturas. Después de ser dopado con óxido de lantano, se mejora la tenacidad del electrodo de tungsteno de lantano y el refinamiento del grano reduce la tendencia a la propagación de grietas. La tenacidad a la fractura (K_{Ic}) del WL20 es de aproximadamente $10-12 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, que es mayor que la del tungsteno puro ($8-10 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$).

Sin embargo, los electrodos de lantano y tungsteno aún pueden exhibir cierta fragilidad a temperaturas extremadamente altas ($>2500 \text{ }^\circ\text{C}$) o después de un uso prolongado, especialmente con un alto contenido de óxido de lantano (por ejemplo, WL20). Por lo tanto, en la producción, la tenacidad y la fragilidad a menudo se equilibran optimizando los procesos de sinterización y forja para garantizar que los electrodos no sean propensos a romperse en aplicaciones prácticas.

3.5 Electrodo de lantano y tungsteno MSDS de CTIA GROUP LTD

El siguiente es un resumen de la hoja de datos de seguridad (MSDS) de los materiales de electrodos de lantano y tungsteno proporcionada por CTIA GROUP LTD, que cubre su composición química, identificación de peligros, medidas de protección e información de manejo basada en información disponible públicamente y estándares de la industria.

Resumen de la hoja de datos de seguridad del material (MSDS):

Composición química:

Tungsteno (W): 97,8%-99,2% en masa

Óxido de lantano (La_2O_3): 0,8%-2,2% (fracción de masa, dependiendo del grado).

Impurezas: $\leq 0,1\%$ (incluyendo oligoelementos como hierro, silicio, carbono, etc.)

Identificación de peligros:

Peligros para la salud: El electrodo de lantano y tungsteno no es radiactivo e inofensivo para el cuerpo humano en condiciones normales de uso. El procesamiento (por ejemplo, corte, esmerilado) puede producir polvo de tungsteno, que puede causar irritación respiratoria si se inhala durante mucho tiempo.

Riesgos ambientales: No existe un peligro ambiental significativo, pero los desechos deben reciclarse y eliminarse de acuerdo con las regulaciones locales para evitar la contaminación.

Peligros físicos: Durante la soldadura a alta temperatura, el electrodo puede liberar una pequeña cantidad de gas óxido, así que asegúrese de que haya ventilación.

Medidas de protección:

Protección personal: Use una mascarilla contra el polvo (N95 o superior) y gafas protectoras durante el procesamiento. Utilice una máscara de soldadura y guantes resistentes al calor cuando suelde.

Requisitos de ventilación: Cuando se utilice en un entorno cerrado, asegúrese de que haya extracción local o de que se utilice un equipo de ventilación.

Condiciones de almacenamiento: Almacenar en un lugar seco y fresco, evitar la humedad y las altas temperaturas.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Medidas de primeros auxilios:

Inhalación: Si se inhala polvo, muévase a un lugar ventilado y busque atención médica si es necesario.

Contacto con la piel: Lave el área de contacto con agua y jabón.

Contacto visual: Enjuague con abundante agua durante al menos 15 minutos y busque atención médica si es necesario.

Manipulación y eliminación:

Los electrodos de lantano y tungsteno de desecho deben enviarse a una institución de reciclaje profesional para su eliminación y evitar desecharlos a voluntad.

Cumplir con los requisitos de las normas internacionales (por ejemplo, RoHS) y las regulaciones ambientales chinas (por ejemplo, GB/T 26572).

Información de envío:

Las mercancías no peligrosas pueden transportarse como mercancías convencionales, pero deben tener un embalaje a prueba de humedad y golpes.

Información Regulatoria:

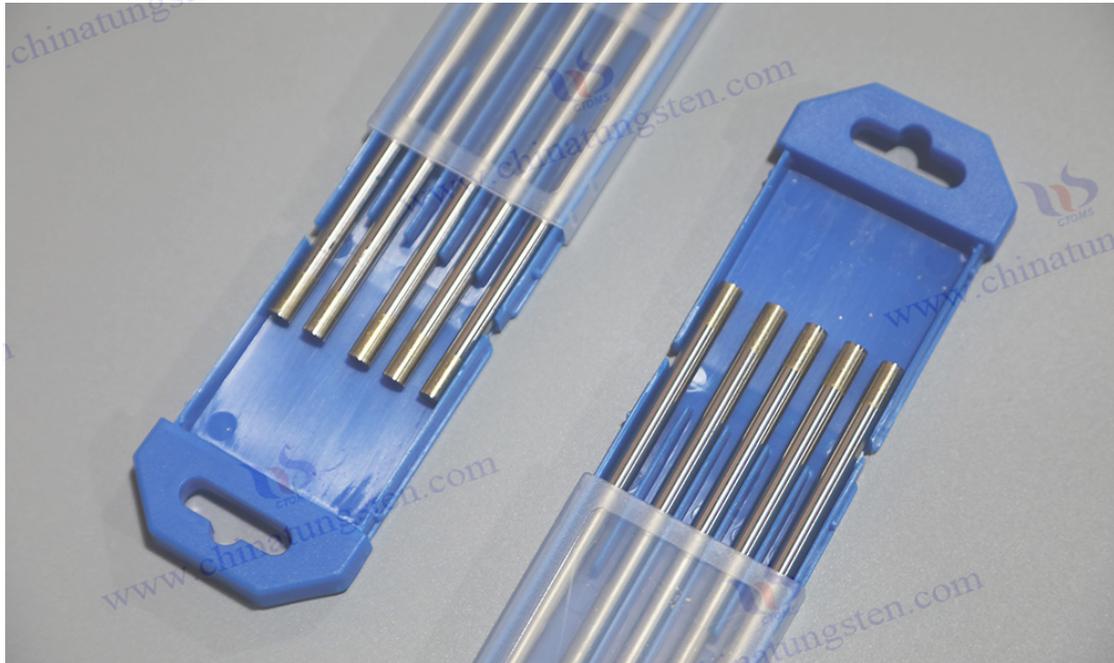
Cumple con las normas ISO 6848:2015 y GB/T 14841.

No se requieren permisos especiales, y el procesamiento y el uso están sujetos a las regulaciones de salud y seguridad ocupacional (por ejemplo, OSHA).

Información del proveedor

Proveedor: CTIA GROUP LTD

Tel: 0592-5129696/5129595



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL15

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Capítulo 4 Usos del electrodo de lantano y tungsteno

Los electrodos de lantano y tungsteno son ampliamente utilizados en la industria moderna debido a su excelente rendimiento de iniciación de arco, estabilidad del arco, no radiactividad y baja tasa de quemado, cubriendo campos soldados, no soldados y especiales de alta demanda. Su versatilidad y alto rendimiento lo convierten en el material elegido para la soldadura con protección de gas inerte de tungsteno (soldadura TIG), la soldadura y el corte por plasma, el mecanizado por descarga eléctrica (EDM), así como para la industria aeroespacial, nuclear y la fabricación de dispositivos médicos. En este capítulo se discutirán en detalle las aplicaciones de los electrodos de tungsteno de lantano en soldadura (incluyendo soldadura TIG, soldadura por plasma y tipos de metal aplicables), aplicaciones no soldadoras (corte por plasma, electroerosión y electrónica), aplicaciones especiales (aeroespacial, industria nuclear y fabricación de dispositivos médicos) y casos de aplicación específicos, mostrando su importancia y diversos usos en la industria.

4.1 Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan en el campo de la soldadura

La soldadura es el campo de aplicación más importante del electrodo de tungsteno de lantano, y su rendimiento es particularmente destacado en la soldadura con gas inerte de tungsteno (soldadura TIG) y la soldadura por plasma. El bajo trabajo de electrones (2.6-3.2 eV), la excelente estabilidad del arco y la resistencia al quemado de los electrodos de lantano y tungsteno les permiten satisfacer las necesidades de soldaduras de alta precisión y alta calidad, especialmente en escenarios donde la apariencia de la soldadura y las propiedades mecánicas son críticas, como la fabricación de equipos aeroespaciales, energéticos y químicos.

4.1.1 Aplicaciones en TIG (soldadura por arco de argón).

La soldadura con protección de gas inerte de tungsteno (soldadura TIG, también conocida como soldadura por arco de argón) es el principal campo de aplicación del electrodo de tungsteno y lantano. La soldadura TIG utiliza electrodos de tungsteno protegidos por un gas inerte como el argón o el helio para crear un arco eléctrico que calienta la pieza de trabajo y el material de relleno para formar una soldadura de alta calidad. El proceso es ampliamente utilizado para tareas de soldadura de alta precisión y alta calidad debido a sus soldaduras sin salpicaduras, estéticamente agradables y adaptable a una amplia gama de metales. Las ventajas del electrodo de lantano y tungsteno en la soldadura TIG se reflejan en los siguientes aspectos:

Excelente rendimiento de iniciación de arco: Los electrodos de lantano y tungsteno (especialmente WL10 y WL15) pueden iniciar fácilmente el arco a bajas corrientes (10-50 A) y son adecuados para la soldadura de placas delgadas (por ejemplo, acero inoxidable de 0,5-2 mm o aleación de aluminio). Su bajo trabajo de escape de electrones garantiza una ignición rápida y reduce el riesgo de falla de inicio del arco.

Estabilidad del arco: WL15 y WL20 pueden mantener un arco concentrado y estable en el rango actual de 50-300 amperios, reducir la deriva y las salpicaduras del arco y garantizar la uniformidad y la calidad de la superficie de la soldadura. Especialmente en el modo de electrodo positivo de CC (DCEN), el arco tiene una fuerte directividad y una entrada de calor concentrada, lo que es adecuado

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

para la soldadura de precisión.

Baja tasa de quemado: el electrodo de lantano-tungsteno tiene una baja tasa de quemado bajo arco de alta temperatura y la forma de la punta es estable, lo que prolonga la vida útil del electrodo. Por ejemplo, en la soldadura de CC de 150 amperios, la tasa de quemado de WL20 es aproximadamente un 30%-40% más baja que la de los electrodos de tungsteno puro, lo que reduce la frecuencia de reemplazo de electrodos y mejora la eficiencia de producción.

Universales de CC y CA: Los electrodos de tungsteno de lantano funcionan bien tanto en la soldadura de CC (CC) como de CA (CA). WL20 puede eliminar rápidamente la película de óxido de la superficie (Al_2O_3) al soldar aleaciones de aluminio en CA, formando una soldadura uniforme.

Escenarios de aplicación típicos:

Soldadura de tuberías: En las industrias petroquímica y de gas natural, los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan para la soldadura TIG de tuberías de acero inoxidable y aleación a base de níquel para garantizar que las soldaduras estén libres de defectos y cumplan con los requisitos de entornos corrosivos y de alta presión.

Soldadura de láminas: En la industria electrónica y la fabricación de equipos médicos, WL10 se utiliza para soldar láminas de acero inoxidable o aleación de titanio con un espesor de 0,5-1 mm para garantizar la resistencia y la belleza de la soldadura.

Soldadura automatizada: En la fabricación de automóviles, los robots de soldadura utilizan WL15 para realizar soldaduras TIG de aleaciones de acero y aluminio de alta resistencia, mejorando la eficiencia de la producción y la consistencia de la soldadura.

La popularidad de la soldadura TIG ha promovido la amplia aplicación de electrodos de tungsteno de lantano, especialmente en los mercados europeo y americano, WL15 se ha convertido en la opción principal debido a su rendimiento cercano al de los electrodos de tungsteno de torio, que representan el 20% -30% del mercado mundial de electrodos TIG.

4.1.2 Soldadura por plasma

La soldadura por arco de plasma (PAW) es una tecnología de soldadura que utiliza arco confinado para generar un haz de plasma de alta temperatura, con una temperatura de arco de 15000-25000 °C y una entrada de calor más concentrada, que es adecuada para soldadura de alta precisión y alta eficiencia. Los electrodos de lantano y tungsteno son los preferidos en la soldadura por plasma por su resistencia a las altas temperaturas y a la combustión.

Ventajas de rendimiento:

Estabilidad a alta temperatura: WL20 puede soportar la alta temperatura y el fuerte impacto del arco de plasma, y la punta no es fácil de derretir o deformar, lo que prolonga la vida útil del electrodo.

Concentración de arco: el haz de arco de la soldadura por plasma es estrecho (aproximadamente

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

0,1-2 mm de diámetro) y el electrodo de lantano y tungsteno puede proporcionar un foco de corriente estable, que es adecuado para la soldadura de penetración profunda y la soldadura de microagujeros.

Baja contaminación: La estabilidad química del electrodo de tungsteno de lantano garantiza que no libere contaminantes bajo la protección del gas inerte, manteniendo limpia la costura de soldadura.

Características del proceso:

La soldadura por plasma se divide en microplasma (1-30 amperios) y plasma convencional (30-1000 amperios). WL10 es adecuado para la soldadura por microplasma para láminas delgadas de 0,1-1 mm de espesor, mientras que WL15 y WL20 son adecuados para la soldadura por plasma convencional para metales de 2-10 mm de espesor.

La soldadura por plasma a menudo adopta el modo de cátodo de CC, y el trabajo de escape de electrones bajos del electrodo de tungsteno de lantano garantiza un inicio rápido del arco y un arco estable y estable.

Escenarios de aplicación típicos:

Aeroespacial: La soldadura por plasma se utiliza para componentes de precisión de aleaciones a base de titanio y níquel, como álabes de turbinas y cámaras de combustión, que requieren que las soldaduras estén libres de porosidad y grietas.

Industria electrónica: La soldadura por microplasma se utiliza en la fabricación de paquetes de semiconductores y conectores en miniatura, y los electrodos de lantano y tungsteno garantizan una alta precisión y una zona baja afectada por el calor.

Recipientes a presión: En las industrias química y energética, la soldadura por plasma se utiliza para la soldadura de penetración profunda de recipientes de acero inoxidable de paredes gruesas, y los electrodos de lantano y tungsteno mejoran la eficiencia y la calidad de la soldadura.

La soldadura por plasma tiene requisitos extremadamente altos para el rendimiento del electrodo, y el excelente rendimiento del electrodo de lantano y tungsteno hace que reemplace gradualmente al electrodo de torio-tungsteno en este campo, especialmente en áreas con estrictas regulaciones ambientales.

4.1.3 Tipos de metales aplicables (acero inoxidable, aleaciones de aluminio, aleaciones de níquel, etc.).

La versatilidad de los electrodos de lantano y tungsteno los hace adecuados para soldar una amplia gama de metales, incluidos, entre otros, acero inoxidable, aleaciones de aluminio, aleaciones de níquel, aleaciones de titanio, aleaciones de cobre y acero al carbono. Las siguientes son las características de su aplicación en los principales tipos de metales:

Acero inoxidable:

Características: Los aceros inoxidables (incluidos los aceros inoxidables austeníticos, ferríticos y martensíticos) tienen buena resistencia a la corrosión y resistencia a altas temperaturas, y son

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

ampliamente utilizados en la fabricación de equipos químicos, de procesamiento de alimentos y médicos. Los electrodos de lantano y tungsteno (WL15 y WL20) proporcionan un arco estable en el modo de cátodo de CC, reduciendo la zona afectada por el calor y evitando la corrosión intergranular.

Aplicación: Soldadura TIG de tubos de acero inoxidable 304 y 316, fabricación de soldadura de recipientes a presión.

Ventajas: La baja tasa de quemado y la estabilidad del arco del electrodo de lantano y tungsteno garantizan que la costura de soldadura sea hermosa y esté libre de inclusiones de óxido.

Aleación de aluminio:

Características: Las aleaciones de aluminio (como 6061, 7075) tienen una alta conductividad térmica y una película de óxido superficial (Al_2O_3), que debe eliminarse mediante soldadura TIG de CA. El WL20 funciona mejor en modo de CA, eliminando rápidamente la película de óxido y manteniendo un arco uniforme.

Aplicaciones: Soldadura de estructuras de aluminio aeroespaciales (por ejemplo, carcasas de aviones), carrocerías de automóviles y cubiertas de barcos.

Ventajas: La baja tasa de quemado y la resistencia a la oxidación del electrodo de tungsteno de lantano en la soldadura de CA mejoran la calidad de la soldadura.

Aleaciones de níquel:

Características: Las aleaciones a base de níquel (como Inconel 625, Hastelloy C-276) tienen una excelente resistencia a altas temperaturas y a la corrosión, y se utilizan ampliamente en las industrias aeroespacial y nuclear. Los electrodos de lantano y tungsteno proporcionan un arco concentrado en la soldadura de CC y son adecuados para soldaduras de alta precisión.

Aplicación: Soldadura de álabes de turbinas de gas, tuberías de reactores nucleares.

Ventajas: La resistencia a la combustión y la estabilidad química de los electrodos de lantano y tungsteno reducen los defectos de soldadura.

Aleación de titanio:

Características: Las aleaciones de titanio (como Ti-6Al-4V) tienen alta resistencia y baja densidad, pero son sensibles al oxígeno y requieren una estricta protección contra el gas inerte. WL15 sobresale en la soldadura de baja corriente de CC, reduciendo la entrada de calor y evitando la oxidación.

Aplicación: Soldadura de esqueletos de alas aeroespaciales, implantes médicos.

Ventajas: El bajo trabajo de escape de electrones y la estabilidad del arco del electrodo de lantano y tungsteno garantizan una soldadura sin porosidad.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Aleaciones de cobre y aceros al carbono:

Características: Las aleaciones de cobre (como latón, bronce) tienen alta conductividad térmica y requieren soldadura de alta corriente; El acero al carbono (como el Q235) tiene un bajo costo y una amplia gama de aplicaciones. WL20 es adecuado para la soldadura de alta corriente de aleaciones de cobre, y WL10 es adecuado para la soldadura de baja corriente de acero al carbono.

Aplicación: Soldadura de intercambiadores de calor de aleación de cobre y piezas estructurales de acero al carbono.

Ventaja: La versatilidad de los electrodos de lantano y tungsteno satisface las necesidades de diferentes corrientes y metales.

La versatilidad de los electrodos de lantano y tungsteno los convierte en materiales indispensables en la industria de la soldadura, especialmente en la soldadura combinada multimetálica como el acero inoxidable y las aleaciones de níquel, donde su estabilidad de rendimiento es ampliamente reconocida.

4.2 Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan en campos no relacionados con la soldadura

Además de la soldadura, los electrodos de lantano y tungsteno también tienen aplicaciones importantes en campos no relacionados con la soldadura, como el corte por plasma, el mecanizado por descarga eléctrica (EDM) y la fabricación de productos electrónicos. Estos campos requieren resistencia a altas temperaturas, conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión de los electrodos, y los electrodos de lantano y tungsteno son ideales por sus excelentes propiedades.

4.2.1 Corte por plasma

El corte por plasma es una tecnología de procesamiento que utiliza un arco de plasma de alta temperatura (temperatura de hasta 20,000 °C) para derretir y soplar el metal, y se usa ampliamente para cortar acero al carbono, acero inoxidable, aluminio, cobre y otros materiales. Los electrodos de lantano y tungsteno, especialmente WL20, destacan en el corte por plasma debido a su resistencia a las altas temperaturas y a la combustión.

Ventajas de rendimiento:

Resistencia a altas temperaturas: WL20 es capaz de soportar el impacto a alta temperatura del arco de plasma y la tasa de consumo de la punta es baja, lo que prolonga la vida útil del electrodo.

Estabilidad del arco: El electrodo de tungsteno de lantano proporciona un arco de plasma estable para garantizar un borde de corte plano y reducir las rebabas.

Resistencia a la oxidación: En los gases de plasma oxigenados como el aire o el oxígeno, los electrodos de lantano y tungsteno tienen una baja tasa de oxidación y mantienen la integridad de la superficie.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Escenarios de aplicación:

Industria naval: corte de chapas de acero inoxidable y acero al carbono de 10-50 mm de espesor para la fabricación de cascos y cubiertas.

Industria de la construcción: corte de vigas y columnas de estructuras de acero para cumplir con los requisitos de precisión de los marcos de construcción.

Fabricación de automóviles: corte de partes de carrocería de aleación de aluminio para mejorar la eficiencia de la producción.

Ejemplo práctico: En la línea de corte por plasma de un astillero, se cortó una placa de acero inoxidable de 20 mm de espesor con un electrodo WL20, y la vida útil del electrodo fue aproximadamente un 50% más larga que la de un electrodo de tungsteno puro, y la velocidad de corte se incrementó en un 15%, reduciendo significativamente los costos de producción.

El corte por plasma tiene requisitos extremadamente altos para la durabilidad del electrodo, y el excelente rendimiento del electrodo de lantano y tungsteno hace que reemplace gradualmente al electrodo de tungsteno de torio en este campo y se convierta en el estándar de la industria.

4.2.2 Mecanizado por electroerosión (EDM)

El mecanizado por descarga eléctrica (EDM) es una tecnología de mecanizado de alta precisión que ablaiona los materiales mediante chispas eléctricas y se utiliza ampliamente en la fabricación de moldes y el mecanizado de piezas complejas. Los electrodos de lantano y tungsteno son adecuados como materiales de electrodo para EDM debido a su alta conductividad, resistencia a la corrosión y resistencia al desgaste.

Ventajas de rendimiento:

Alta conductividad eléctrica: La conductividad del electrodo de lantano y tungsteno (aprox. 17,5-18,0 MS/m) garantiza una descarga eficiente de la electroerosión y una rápida velocidad de procesamiento.

Resistencia a la abrasión: La alta dureza de WL15 y WL20 (400-450 HV) lo hace menos susceptible al desgaste en múltiples descargas y mantiene la forma del electrodo.

Resistencia a la corrosión: En los electrolitos de EDM, como el queroseno o el agua desionizada, la estabilidad química de los electrodos de lantano y tungsteno evita la corrosión de la superficie.

Escenarios de aplicación:

Fabricación de moldes: se utiliza para el mecanizado de precisión de moldes de estampado y moldes de inyección, como moldes para autopartes.

Aeroespacial: Mecanizado de geometrías complejas de álabes de turbinas y toberas de motores.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Dispositivos médicos: Fabricación de componentes de alta precisión para bisturíes quirúrgicos e implantes ortopédicos.

Ejemplo práctico: En una fábrica de moldes aeroespaciales, los electrodos WL15 se utilizan para el mecanizado por electroerosión de moldes de aleación a base de níquel, con una precisión de mecanizado de $\pm 0,01$ mm, y el consumo de electrodos es un 30% menor que el de los electrodos de cobre, lo que mejora la calidad de la superficie y la eficiencia de producción del molde.

La aplicación de electrodos de lantano y tungsteno en la electroerosión ha impulsado el desarrollo de la tecnología de mecanizado de alta precisión, especialmente en los campos aeroespacial y médico.

4.2.3 Materiales de electrodos en dispositivos electrónicos

Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan como materiales de electrodos en la fabricación de dispositivos electrónicos debido a su alta conductividad, resistencia a altas temperaturas y estabilidad química, especialmente en tubos de vacío, tubos de rayos catódicos (CRT) y ciertos dispositivos semiconductores.

Ventajas de rendimiento:

Alta conductividad eléctrica: La alta conductividad de los electrodos de lantano y tungsteno garantiza una transmisión de corriente eficiente y es adecuada para aplicaciones electrónicas de alta frecuencia.

Resistencia a altas temperaturas: en un entorno de vacío o gas inerte, el electrodo de lantano y tungsteno puede soportar altas temperaturas (1000-2000 °C) y mantener un rendimiento estable.

Estabilidad química: Los electrodos de lantano y tungsteno no reaccionan fácilmente con los gases o materiales de los dispositivos electrónicos, lo que prolonga su vida útil.

Escenarios de aplicación:

Tubo de vacío: Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan como materiales catódicos para emitir electrones y generar corriente eléctrica, que se utiliza en amplificadores de alta potencia y equipos de radar.

Tubo de rayos catódicos: El electrodo WL15 se utiliza en el cañón de electrones de la pantalla CRT para proporcionar un haz de electrones estable.

Fabricación de semiconductores: Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan en ciertos equipos de grabado por plasma, procesamiento de obleas de silicio y circuitos integrados.

Ejemplo práctico: En un fabricante de equipos de semiconductores, el electrodo WL20 se utiliza en una máquina de grabado por plasma con precisión nanométrica, y la vida útil del electrodo es un 40% más larga que la de los electrodos tradicionales a base de cobre, lo que reduce los costos de

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

mantenimiento.

Aunque la aplicación del electrodo de tungsteno y lantano en equipos electrónicos es a pequeña escala, su alto rendimiento lo hace insustituible en el campo de la alta tecnología.

4.3 Aplicaciones especiales de los electrodos de lantano y tungsteno

La no radiactividad y las excelentes propiedades de los electrodos de lantano y tungsteno los hacen ideales para aplicaciones especiales en campos exigentes como la industria aeroespacial, la industria nuclear y la fabricación de dispositivos médicos, donde las propiedades de los materiales, la seguridad y la fiabilidad son fundamentales.

4.3.1 Industria aeroespacial

La industria aeroespacial tiene requisitos de rendimiento extremadamente estrictos para soldar y cortar materiales, y las soldaduras deben ser de alta resistencia, libres de defectos y resistentes a la corrosión a alta temperatura. Las aplicaciones de los electrodos de lantano y tungsteno en este campo se centran principalmente en la soldadura TIG, la soldadura por plasma y el corte.

Características de la aplicación:

Soldadura de aleación de titanio: WL15 se utiliza para la soldadura TIG de aleación de titanio Ti-6Al-4V para fabricar piezas de motor y esqueleto de alas de aviones, la soldadura no es porosidad y la resistencia a la fatiga es excelente.

Soldadura de aleación a base de níquel: WL20 se utiliza para la soldadura por plasma de aleaciones a base de níquel Inconel 718 para fabricar álabes de turbinas de gas, y las soldaduras son resistentes a la oxidación a alta temperatura.

Corte de aleación de aluminio: WL20 se utiliza para el corte por plasma de paneles de carrocería de aleación de aluminio, el borde de corte es plano, lo que reduce el procesamiento posterior.

Ventaja:

No es radiactivo y cumple con los estrictos estándares de seguridad de la industria aeroespacial.

La baja tasa de quemado y la estabilidad del arco mejoran la eficiencia de la soldadura y el corte.

Es adecuado para la soldadura automatizada para satisfacer las necesidades de producción en masa de componentes aeroespaciales.

Ejemplo práctico: Una empresa de fabricación de aviación utilizó electrodos WL15 para soldar el bastidor de aleación de titanio de un avión Boeing 787, y la soldadura pasó las pruebas ultrasónicas (UT) y las pruebas de rayos X (RT), con una tasa de aprobación del 99,5%, lo que mejoró significativamente la eficiencia de la producción.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

4.3.2 Industria nuclear

La industria nuclear impone grandes exigencias a la fiabilidad y seguridad de los materiales de soldadura, que deben soportar altas temperaturas, presiones y entornos de radiación. Los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan ampliamente en recipientes a presión de reactores nucleares, encapsulación de barras de combustible y soldadura de tuberías.

Características de la aplicación:

Soldadura de aleación de circonio: WL10 se utiliza para la soldadura TIG de varillas de combustible de aleación de circonio, el arco de baja corriente reduce la entrada de calor y evita el crecimiento de granos de material.

Soldadura de acero inoxidable: WL20 se utiliza para la soldadura por plasma de recipientes a presión de acero inoxidable 316L, y la soldadura de penetración profunda garantiza la estanqueidad.

Tubos de aleación de níquel: WL15 se utiliza para la soldadura TIG de tubos de aleación Hastelloy, las soldaduras son resistentes a la corrosión y cumplen con los requisitos de almacenamiento de desechos nucleares.

Ventaja:

No es radiactivo, evitando el riesgo de radiación que pueden introducir los electrodos de torio-tungsteno.

La alta estabilidad del arco garantiza que el cordón de soldadura esté libre de defectos y cumpla con los estrictos estándares de inspección de la industria nuclear.

La resistencia a la corrosión y la estabilidad química son adecuadas para las complejas condiciones químicas del entorno nuclear.

Ejemplo práctico: En la construcción de una planta de energía nuclear en China, el electrodo WL20 se utiliza para la soldadura TIG de la tubería de enfriamiento del reactor, y la soldadura ha pasado la prueba de detección de fugas de helio, y la tasa de fuga es inferior a 10^{-9} Pa·m³ / s, lo que cumple con los requisitos de seguridad nuclear.

4.3.3 Fabricación de equipos médicos

La aplicación de electrodos de lantano y tungsteno en este campo se centra principalmente en la soldadura de precisión de aleaciones de titanio y aceros inoxidables, así como en el mecanizado por electroerosión, debido a los requisitos extremadamente altos de limpieza y precisión de los materiales de soldadura y procesamiento en la fabricación de dispositivos médicos.

Características de la aplicación:

Implantes de titanio: WL10 se utiliza para la soldadura TIG de implantes ortopédicos de aleación de titanio (como prótesis de cadera) con bajo aporte de calor para evitar el deterioro de las propiedades del material.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Instrumentos quirúrgicos de acero inoxidable: WL15 se utiliza para la soldadura por microplasma de cuchillos quirúrgicos de acero inoxidable, la costura de soldadura es lisa y no hay necesidad de pulido secundario.

Mecanizado por electroerosión: WL20 se utiliza para fabricar moldes de dispositivos médicos en miniatura, como moldes de agujas de jeringa, con una precisión de mecanizado de $\pm 0,005$ mm.

Ventaja:

No radiactivo y altamente estable químicamente, evitando la contaminación de los equipos médicos.

La baja tasa de quemado y la estabilidad del arco mejoran la precisión de la soldadura y el mecanizado.

Es adecuado para el mecanizado de piezas de trabajo diminutas y cumple con las estrictas tolerancias de los dispositivos médicos.

Ejemplo práctico: Un fabricante de dispositivos médicos utilizó electrodos WL15 para soldar la carcasa de aleación de titanio de un marcapasos, y la soldadura pasó la prueba de biocompatibilidad, y el producto tuvo una tasa de aprobación del 99,8%, cumpliendo con la norma de calidad de dispositivos médicos ISO 13485.

4.4 Análisis de caso de aplicación de electrodos de tungsteno y lantano

Los siguientes dos casos específicos analizan el rendimiento real de los electrodos de lantano y tungsteno en entornos de soldadura de alta precisión y alta temperatura, y demuestran sus ventajas en aplicaciones industriales.

4.4.1 Aplicación del electrodo de tungsteno de lantano en soldadura de alta precisión

Antecedentes del caso: Al fabricar álabes de motores de turbina, una empresa aeroespacial debe realizar soldaduras TIG en aleación a base de níquel Inconel 718, lo que requiere que la soldadura esté libre de porosidad, grietas y una excelente resistencia a la fatiga. El electrodo tradicional de torio-tungsteno se desactivó debido a problemas de radiactividad, y el cliente eligió el electrodo de lantano y tungsteno WL20.

Proceso de implementación:

Equipo y parámetros: uso de máquina de soldadura TIG de cátodo de CC, corriente 150-200 amperios, protección de argón, diámetro del electrodo 2,4 mm, molienda de la punta en un ángulo de cono de 45 °.

Material: Lámina de Inconel 718, de 3 mm de espesor, rellena con el mismo alambre de aleación.

Proceso: Soldadura TIG por pulsos, frecuencia de pulsos 2 Hz, corriente máxima 180 A, corriente de valor base 80 A, caudal de gas de protección 12 L/min.

Resultados y análisis:

Calidad de la soldadura: La soldadura pasa la inspección de rayos X (RT) y la prueba de

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

fluorescencia penetrante (PT), no hay porosidad ni grietas, el ancho de la soldadura es uniforme (aproximadamente 2,5 mm) y la superficie es lisa.

Rendimiento del electrodo: Después de 8 horas de soldadura continua, el quemado de la punta del electrodo WL20 es de solo 0,2 mm, que es mucho menor que el del electrodo de tungsteno puro (0,5 mm). La estabilidad del arco es excelente y la tasa de fluctuación de voltaje es $\pm 0,4$ V.

Eficiencia mejorada: En comparación con los electrodos de tungsteno de cerio, WL20 tiene una reducción del 30% en la frecuencia de reemplazo de electrodos y un aumento del 15% en la eficiencia de soldadura.

Seguridad: No radiactivo, cumple con los estándares de seguridad de OSHA para la industria aeroespacial y no requiere protección adicional para los operadores.

Conclusión: El excelente rendimiento del electrodo de tungsteno y lantano WL20 en soldadura de alta precisión garantiza la calidad y la eficiencia de producción de la soldadura, y se convierte en una opción ideal para la soldadura de aleaciones a base de níquel.

4.4.2 Rendimiento del electrodo de lantano y tungsteno en un entorno de alta temperatura

Antecedentes del caso: Un astillero necesitaba utilizar un cortador de plasma para cortar una chapa de acero inoxidable de 20 mm de espesor (316L) para la fabricación del casco. La temperatura ambiente de corte es alta (alrededor de 40 °C) y se requiere un funcionamiento continuo, por lo que el cliente eligió el electrodo de lantano y tungsteno WL20.

Proceso de implementación:

Equipo y parámetros: utilizando máquina de corte por plasma de aire, corriente 200 A, velocidad de corte 0,5 m/min, gas plasma para aire comprimido, diámetro del electrodo 3,2 mm.

Material: placa de acero inoxidable 316L, espesor 20 mm.

Proceso: corte por perforación, la distancia entre la boquilla y la pieza de trabajo es de 4 mm, y la trayectoria de corte es una combinación de líneas rectas y curvas.

Resultados y análisis:

Calidad de corte: el filo es plano, la altura de la rebaba es de $< 0,3$ mm y el ancho de corte es de aproximadamente 2,8 mm, lo que cumple con los requisitos de precisión del ensamblaje del casco.

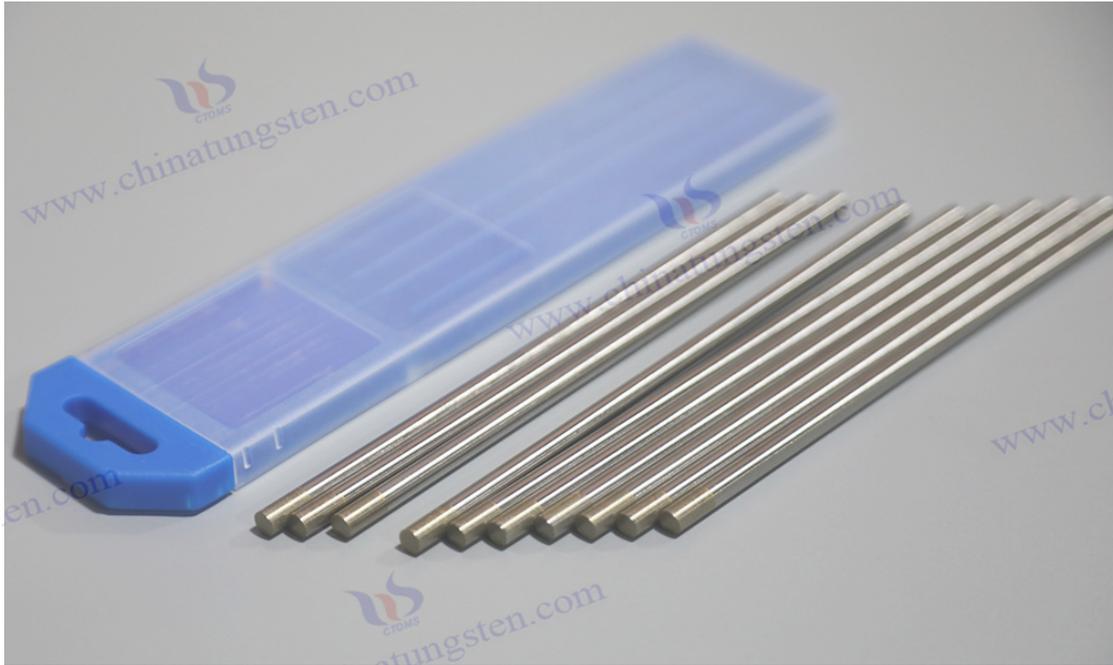
Rendimiento del electrodo: Después de 10 horas de corte continuo, la pérdida por quemadura de la punta del electrodo WL20 es de 0,3 mm y la vida útil es aproximadamente un 40% más larga que la del electrodo de tungsteno de torio. Excelente estabilidad del arco sin interrupciones ni derivas.

Resistencia a altas temperaturas: En un entorno de alta temperatura de 40 °C, la resistencia a la oxidación del electrodo de tungsteno de lantano garantiza que no haya una capa de óxido obvia en la superficie y mantiene la eficiencia del arco.

Rentable: La vida útil prolongada del electrodo reduce los costos de reemplazo y el costo por corte es un 20% más bajo que el uso de electrodos de tungsteno puro.

Conclusión: La resistencia al quemado y la estabilidad del arco del electrodo de tungsteno y lantano WL20 en un entorno de alta temperatura hacen que funcione bien en el corte por plasma y mejoren significativamente la eficiencia y la economía de corte.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL15

Capítulo 5 Tecnología de preparación y producción de electrodos de lantano y tungsteno

El proceso de preparación y producción del electrodo de tungsteno y lantano es un eslabón clave para garantizar su alto rendimiento y consistencia, lo que implica la preparación de la materia prima, el proceso de producción, la tecnología clave, el control de calidad y las medidas de protección del medio ambiente. Los electrodos de lantano y tungsteno se fabrican mediante un proceso de pulvimetalurgia, combinado con un procesamiento de alta precisión y una estricta gestión de calidad, para satisfacer las necesidades de aplicaciones exigentes como la soldadura y el corte. Este capítulo discutirá en detalle la preparación de materias primas para electrodos de lantano y tungsteno (polvo de tungsteno, óxido de lantano y otros aditivos), procesos de producción (mezcla, prensado, sinterización, forja, embutición y tratamiento de superficies), tecnologías clave de producción (dopaje uniforme, sinterización a alta temperatura, control dimensional preciso y recubrimiento de superficies), sistemas de control de calidad (materias primas, procesos de producción e inspección de productos terminados), tendencias de desarrollo tecnológico (fabricación y automatización ecológicas) y medidas de protección del medio ambiente (gestión de gases de escape, aguas residuales y residuos sólidos). para demostrar plenamente la complejidad y el avance tecnológico de su proceso productivo.

5.1 Preparación de materias primas para electrodo de lantano y tungsteno

El rendimiento de los electrodos de lantano y tungsteno depende directamente de la calidad y pureza de la materia prima. El polvo de tungsteno y el óxido de lantano son las principales materias primas, mientras que otros aditivos se utilizan para optimizar el proceso de producción o el rendimiento. La selección y el manejo de las materias primas es la base para la producción de electrodos de lantano y tungsteno de alta calidad.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

5.1.1 Selección y purificación de polvo de wolframio

El polvo de tungsteno es el componente principal del electrodo de tungsteno de lantano, representando el 97,8% -99,2% de su masa. El polvo de tungsteno de alta pureza es la clave para garantizar la conductividad del electrodo, la estabilidad térmica y las propiedades mecánicas.

Criterios de selección:

Pureza: Por lo general, se requiere que la pureza del polvo de tungsteno alcance más del 99,95% (es decir, un contenido de impurezas < 0,05%) para reducir la influencia de impurezas como el hierro, el silicio y el carbono en el rendimiento del electrodo. Las impurezas comunes como el hierro ($Fe < 50$ ppm) o el oxígeno ($O < 100$ ppm) pueden reducir la resistencia del electrodo a la combustión.

Tamaño de partícula: El tamaño de partícula del polvo de tungsteno generalmente se controla entre 1 y 5 micras, y las partículas excesivas conducirán a una sinterización desigual y afectarán la densidad eléctrica final; Las partículas demasiado pequeñas aumentan los costos de producción.

Morfología: Se prefiere el polvo de tungsteno esférico o casi esférico, porque tiene buena fluidez, lo que favorece el posterior proceso de mezcla y prensado.

Proceso de purificación:

Purificación química: A partir de tungstato o concentrado de tungsteno, el óxido de tungsteno (WO_3) se reduce a polvo de tungsteno mediante el método de reducción de hidrógeno. El proceso de reducción se lleva a cabo en una atmósfera de hidrógeno de 800-1000 °C en dos etapas ($WO_3 \rightarrow WO_2 \rightarrow W$) para garantizar un bajo contenido de oxígeno.

Purificación física: La clasificación o tamizado del flujo de gas se utiliza para eliminar partículas grandes e impurezas para mejorar aún más la pureza y uniformidad del polvo de tungsteno.

Inspección de calidad: La espectroscopia de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) se utiliza para analizar la composición química del polvo de tungsteno para garantizar que el contenido de impurezas cumpla con el estándar (por ejemplo, GB / T 3458-2006).

5.1.2 Preparación y dopaje del óxido de lantano

El óxido de lantano (La_2O_3) es el componente activo del electrodo de lantano y tungsteno, y su contenido (0.8%-2.2%) afecta directamente el trabajo electrónico y la estabilidad del arco del electrodo. La preparación y dopaje del óxido de lantano es un paso crítico en el proceso de producción.

Proceso de preparación:

Extracción de materias primas: El óxido de lantano se extrae de minerales de tierras raras (como monacita o bascarsita) para preparar óxido de lantano de alta pureza (pureza > 99,99%) mediante extracción y precipitación con solventes.

Control del tamaño de partícula: El tamaño de partícula del polvo de óxido de lantano generalmente se controla a 0.5-2 micras para garantizar una mezcla uniforme con polvo de tungsteno. Las partículas excesivamente grandes pueden provocar un dopaje desigual, lo que afecta al rendimiento del electrodo.

Secado y calcinación: El óxido de lantano debe calcinarse a 600-800 °C después de la preparación para eliminar el agua y las impurezas volátiles y mejorar su estabilidad química.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Método de dopaje:

Dopaje seco: el polvo de óxido de lantano se mezcla con polvo de tungsteno en un molino de bolas de alta energía, el tiempo de molienda de bolas suele ser de 4 a 8 horas y la velocidad de rotación es de 200 a 400 rpm para garantizar que el óxido de lantano se distribuya uniformemente.

Dopaje húmedo: El óxido de lantano se disuelve en ácido nítrico u otros disolventes para formar una solución, se mezcla con polvo de tungsteno y se seca. Este método puede mejorar aún más la uniformidad del dopaje, pero el pH de la solución (generalmente 4-6) debe controlarse estrictamente para evitar la oxidación del polvo de tungsteno.

Relación de dopaje: de acuerdo con el grado de electrodo (WL10, WL15, WL20), la fracción de masa del óxido de lantano se controla al 0,8%-1,2%, 1,3%-1,7% y 1,8%-2,2%, respectivamente.

Desafío: El óxido de lantano puede volatilizarse a altas temperaturas (por ejemplo, 2000 °C) y la atmósfera (por ejemplo, hidrógeno o vacío) debe controlarse durante el proceso de sinterización para reducir las pérdidas.

5.1.3 Selección de otros aditivos

Además del polvo de tungsteno y el óxido de lantano, se pueden agregar pequeñas cantidades de aditivos a la producción para optimizar el proceso o el rendimiento. Estos aditivos deben ser compatibles con el tungsteno y el óxido de lantano sin afectar la conductividad y la estabilidad química del electrodo.

Aditivos comunes:

Aglutinantes: como el alcohol polivinílico (PVA) o el polietilenglicol (PEG), que se utilizan para mejorar la resistencia del cuerpo prensado, generalmente en dosis de 0,1% -0,5%.

Dispersantes: como el silicato de sodio, se utilizan para mejorar la uniformidad de la mezcla del polvo de tungsteno y el óxido de lantano, y la cantidad de adición es < 0,1%.

En algunas formulaciones especiales se añaden trazas de óxidos de tierras raras, como el óxido de cerio (CeO₂) o el óxido de itrio (Y₂O₃), en algunas formulaciones especiales para optimizar aún más el rendimiento del arco.

Criterios de selección:

Los aditivos deben volatilizarse o descomponerse completamente en la sinterización a alta temperatura para evitar que los residuos en el electrodo afecten el rendimiento.

Cumplir con los requisitos de protección del medio ambiente y evitar el uso de aditivos que contengan sustancias nocivas como el plomo y el cadmio.

La dosis debe controlarse estrictamente para garantizar que el efecto activo del óxido de lantano no se vea afectado.

Ejemplo de aplicación: En la producción de electrodos WL20, la adición de PVA al 0,3% como aglutinante puede mejorar la resistencia del cuerpo verde prensado y reducir la tasa de agrietamiento durante el proceso de sinterización.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

5.2 Proceso de producción de electrodo de tungsteno y lantano

Los electrodos de lantano y tungsteno se producen mediante un proceso de pulvimetalurgia con procesos centrales que incluyen mezcla y prensado, sinterización, forja y estirado, y tratamiento de superficies. Cada paso requiere un control preciso para garantizar el rendimiento y la consistencia del electrodo.

5.2.1 Mezcla y prensado

La mezcla y el prensado es el primer paso en la producción de electrodos de tungsteno de lantano, cuyo propósito es mezclar homogéneamente polvo de tungsteno, óxido de lantano y otros aditivos para formar un cuerpo verde con cierta resistencia.

Mezclar:

Equipo: Molino de bolas de alta energía o mezclador en V, tiempo de mezcla 4-8 horas, velocidad 200-400 rpm.

Proceso: Mezclar en un gas inerte (por ejemplo, nitrógeno) o vacío para evitar la oxidación del polvo de tungsteno. Después de la mezcla, la homogeneidad del polvo se verifica mediante un analizador láser de tamaño de partícula para garantizar que el óxido de lantano se distribuya uniformemente (desviación <5%).

Desafío: La densidad del óxido de lantano ($6,51 \text{ g/cm}^3$) es mucho menor que la del polvo de tungsteno ($19,35 \text{ g/cm}^3$), que es propenso a la estratificación y requiere la optimización de los parámetros de mezcla.

Suprimir:

Equipo: prensa hidráulica o prensa isostática con presión 100-300 MPa.

Proceso: El polvo mezclado se carga en un molde y se presiona en un cuerpo cilíndrico (diámetro 10-50 mm, longitud 50-100 mm). El proceso de prensado isostático aumenta la densidad del cuerpo verde (hasta un 60%-70% de la densidad teórica) y reduce la contracción de la sinterización.

Control de calidad: verifique que no haya grietas en la superficie del cuerpo verde, que la densidad sea uniforme y que la desviación dimensional sea $< 0,1 \text{ mm}$.

5.2.2 Proceso de sinterización

La sinterización es un paso clave para calentar el cuerpo verde prensado a una temperatura alta para que sus partículas se combinen para formar un cuerpo denso, lo que afecta directamente la densidad y las propiedades mecánicas del electrodo.

Equipo: Horno de sinterización al vacío de alta temperatura u horno de sinterización de protección de hidrógeno.

Parámetros del proceso:

Temperatura: 1800-2200 °C, aumento de temperatura en etapas (500 °C / h a 1200 °C, 200 °C / h a la temperatura objetivo), mantenga el calor durante 2-4 horas.

Atmósfera: hidrógeno (atmósfera reductora, evita la oxidación) o vacío (presión $< 10^{-3} \text{ Pa}$, reduce la

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

volatilización del óxido de lantano).

Resultados: Después de la sinterización, la densidad del cuerpo del electrodo alcanzó el 95%-98% de la densidad teórica, y el tamaño de grano se controló a 10-20 micras.

Aspectos técnicos destacados:

Controle la velocidad de calentamiento para evitar el agrietamiento del cuerpo verde.

Optimice la temperatura de sinterización para garantizar una distribución uniforme del óxido de lantano y evitar la segregación del límite de grano.

El bote de molibdeno de alta temperatura o el bote de tungsteno se utiliza como portador del cuerpo para evitar la contaminación.

Desafío: La sinterización a alta temperatura puede conducir a una volatilización parcial del óxido de lantano, que debe controlarse mediante la adición de agentes protectores traza (por ejemplo, alúmina) u optimización de la atmósfera.

5.2.3 Forja y embutición

La forja y el embutición son los pasos en los que el cuerpo sinterizado se mecaniza en una varilla de electrodo alargada, que determina el tamaño final y las propiedades mecánicas del electrodo.

Forja:

Equipo: Máquina de forja rotativa o máquina de forja con martillo.

Proceso: El cuerpo verde sinterizado se calienta a 1200-1500 °C, y se forma una barra con un diámetro de 5-10 mm mediante forja de múltiples pasadas (deformación de 10%-20% por pasada).

La forja aumenta la densidad (>99%) y la tenacidad del electrodo.

Control de calidad: Compruebe que no haya grietas en la superficie de la barra ni agujeros en el interior (mediante pruebas ultrasónicas).

Dibujo:

Equipo: Máquina de dibujo multimodo con molde de diamante.

Proceso: La barra forjada se arrastra gradualmente hasta el diámetro objetivo (0,25-6,4 mm), la tasa de reducción del diámetro de cada pasada es del 10% al 15% y el medio debe recocirse (1000-1200 °C, protección de hidrógeno) para aliviar el estrés del procesamiento.

Resultados: La tolerancia del diámetro del electrodo fue de $\leq \pm 0,02$ mm y la rugosidad superficial fue de $Ra < 0,8$ μm .

Desafío: La cantidad de lubricante (por ejemplo, emulsión de grafito) debe controlarse durante el proceso de embutición para evitar la contaminación de la superficie; El recocido a alta temperatura debe evitar que el óxido de lantano se volatilice.

5.2.4 Tratamiento superficial

El tratamiento de la superficie es el paso final en la producción de electrodos de lantano y tungsteno y tiene como objetivo mejorar la calidad de la superficie y la usabilidad de los electrodos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Pulido:

Equipo: Rectificadora sin centro o equipo de pulido electroquímico.

Proceso: A través del pulido mecánico (tamaño de partícula de la muela abrasiva 200-400 malla) o pulido electroquímico (el electrolito es una solución de ácido sulfúrico), la rugosidad de la superficie del electrodo $Ra < 0,4$ micras y se mejora la estabilidad del arco.

Función: El pulido elimina las capas de óxido de la superficie y los defectos menores, y reduce la deriva del arco durante el inicio del arco.

Limpieza:

Proceso: La limpieza ultrasónica (la solución de limpieza es agua desionizada o etanol) se utiliza para eliminar el aceite de la superficie y el lubricante residual.

Control de calidad: No hay residuos en la superficie después de la limpieza, la limpieza está garantizada por la inspección microscópica.

Coloración de los extremos: Pintar los terminales según el grado (WL10 negro, WL15 amarillo dorado, WL20 azul cielo) de acuerdo con la norma ISO 6848:2015 para facilitar la identificación del usuario.

5.3 Tecnologías clave de producción para electrodos de lantano y tungsteno

La producción de electrodos de lantano y tungsteno implica una serie de tecnologías clave, que determinan directamente la consistencia del rendimiento y la competitividad del electrodo en el mercado.

5.3.1 Tecnología de dopaje uniforme

El dopaje uniforme es una tecnología clave para garantizar la distribución uniforme del óxido de lantano en la matriz de tungsteno, lo que afecta directamente a las propiedades eléctricas y mecánicas del electrodo.

Enfoque técnico:

Molienda de bolas de alta energía: La dispersión a nanoescala del óxido de lantano se logra optimizando los parámetros del molino de bolas (relación de bolas de 10:1, velocidad de 300 rpm, tiempo de 6 horas).

Dopaje húmedo: el óxido de lantano se disuelve en ácido nítrico para formar una solución, se mezcla con polvo de tungsteno y se seca por pulverización, y la uniformidad de las partículas aumenta en un 20%.

Dopaje con plasma: El óxido de lantano se deposita en la superficie del polvo de tungsteno mediante la tecnología de pulverización de plasma, que es adecuada para la producción de electrodos de alto rendimiento.

Ventajas técnicas:

Mejorar la consistencia del trabajo electrónico del electrodo con una desviación del $< 5\%$.

Reduce la segregación del límite de grano y mejora el rendimiento anti-quemaduras del electrodo.

Mejore la estabilidad del arco y garantice la calidad de la soldadura.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

5.3.2 Tecnología de sinterización a alta temperatura

La tecnología de sinterización a alta temperatura es el núcleo de la formación de un cuerpo de electrodo denso, que afecta directamente la densidad y la estructura de grano del electrodo.

Enfoque técnico:

Sinterización al vacío: la sinterización en un entorno de vacío de 10^{-3} Pa reduce la volatilización del óxido de lantano y la densidad del cuerpo verde alcanza más del 98%.

Sinterización de protección de hidrógeno: sinterización en hidrógeno puro (pureza >99,999%) para evitar la oxidación del polvo de tungsteno, y el tamaño de grano se controla a 10-15 micras.

Prensado isostático en caliente (HIP): Sinterización secundaria a 2000 °C a 100 MPa para eliminar aún más los microporos y mejorar la resistencia del electrodo.

Ventajas técnicas:

Se mejoraron la densidad y la resistencia mecánica del electrodo, y la tenacidad a la fractura alcanzó los 12 MPa·m^{1/2}.

El tamaño de grano se controla para optimizar la resistencia a la combustión del electrodo.

Reduzca los defectos internos y garantice un rendimiento constante de los electrodos.

Desafío: La sinterización a alta temperatura requiere un control preciso de la atmósfera y la temperatura para evitar la volatilización del óxido de lantano o los granos de gran tamaño.

5.3.3 Tecnología de control dimensional precisa

La tecnología de control dimensional precisa garantiza que el diámetro y la longitud del electrodo cumplan con tolerancias estrictas ($\pm 0,02$ mm), lo que afecta directamente su idoneidad en la soldadura automatizada.

Enfoque técnico:

Dibujo de precisión: usando un molde de diamante y un calibrador láser, el diámetro del electrodo se monitorea en tiempo real y la tolerancia se controla a ± 0.01 mm.

Corte automático: La varilla del electrodo se corta a una longitud estándar (75-600 mm) con una desviación de longitud de $<\pm 0,5$ mm.

Inspección en línea: Inspeccione los defectos de la superficie del electrodo a través del sistema de visión CCD para garantizar la consistencia dimensional.

Ventajas técnicas:

Mejorar la compatibilidad de los electrodos con los equipos de soldadura, adecuados para robots de soldadura automatizados.

Reduzca los errores de instalación de electrodos y mejore la precisión de la soldadura.

Cumplir con los requisitos de normas internacionales como la ISO 6848:2015.

5.3.4 Tecnología de recubrimiento de superficies

La tecnología de recubrimiento de superficies se utiliza para mejorar la resistencia a la oxidación y la estabilidad del arco del electrodo, aunque se usa con menos frecuencia en electrodos de lantano

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

y tungsteno, pero se ha probado en algunos productos de alta gama.

Enfoque técnico:

Recubrimiento cerámico: Una fina capa de alúmina (Al_2O_3) o circonio (ZrO_2) con un espesor de 0,1-0,5 micras se deposita en la superficie del electrodo para mejorar la resistencia a la oxidación.

Pulverización de plasma: Se pulveriza óxido de lantano u óxido de itrio sobre la superficie del electrodo para mejorar la resistencia a la combustión de la punta.

Deposición química de vapor (CVD): Deposita recubrimientos de carburo de tungsteno (WC) para mejorar la dureza de la superficie y la resistencia al desgaste.

Ventajas técnicas:

Prolongue la vida útil del electrodo entre un 10% y un 20%, especialmente en el corte por plasma.

Mejorar la resistencia a la oxidación superficial y reducir la pérdida de masa a altas temperaturas.

Se ha mejorado el rendimiento de inicio del arco y se ha reducido la deriva del arco.

Desafío: El proceso de recubrimiento es costoso y debe equilibrar la mejora del rendimiento con la economía.

5.4 Control de calidad de electrodos de lantano y tungsteno

El control de calidad abarca todos los aspectos de la producción de electrodos de lantano y tungsteno para garantizar que los productos cumplan con los estándares internacionales (como ISO 6848:2015 y GB/T 14841) y los requisitos del cliente.

5.4.1 Inspección de la calidad de la materia prima

Contenido de la prueba:

Polvo de tungsteno: La pureza (>99,95%) fue detectada por ICP-OES, y el tamaño de partícula (1-5 micras) fue detectado por un analizador de tamaño de partícula láser.

Óxido de lantano: se utilizó espectroscopía de fluorescencia de rayos X (XRF) para analizar la pureza (>99,99%) y microscopía electrónica de barrido (SEM) para comprobar la morfología de las partículas.

Aditivos: La cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS) detecta componentes volátiles para garantizar que no haya sustancias nocivas.

Estándar: Cumple con los estándares GB/T 3458 (polvo de tungsteno) y GB/T 14635 (óxido de tierras raras).

5.4.2 Seguimiento del proceso de producción

Mezcla y compresión: La difracción de rayos X en línea (XRD) se utiliza para monitorear la homogeneidad de la distribución del óxido de lantano con una desviación del <5%.

Sinterización: Monitoreo en tiempo real de la temperatura (± 10 ° C) y la atmósfera (contenido de oxígeno < 10 ppm) en el horno para garantizar que la densidad del cuerpo verde > del 95%.

Forja y embutición: Inspección ultrasónica de defectos internos en la barra, control con calibrador láser de las tolerancias de diámetro ($\pm 0,02$ mm).

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Tratamiento superficial: Inspección microscópica de la rugosidad superficial ($R_a < 0,4$ micras), análisis químico de residuos superficiales.

5.4.3 Inspección de la calidad del producto terminado

Composición química: El contenido de óxido de lantano fue detectado por ICP-OES (WL10: 0,8%-1,2%, WL15: 1,3%-1,7%, WL20: 1,8%-2,2%).

Propiedades físicas: densidad medida por densímetro ($> 19,2$ g/cm³), dureza medida por durómetro Vickers (400-450 HV).

Rendimiento eléctrico: Medido por un probador electrónico de trabajo (2.6-3.2 eV), rendimiento de inicio de arco de prueba de soldadura simulada y estabilidad del arco.

Propiedades mecánicas: máquina de prueba de tracción para probar la tenacidad (tenacidad a la fractura 10-12 MPa·m^{1/2}), máquina de prueba de desgaste para probar la resistencia al desgaste.

Inspección visual: El sistema de visión CCD detecta defectos superficiales con una desviación dimensional de $\leq \pm 0,02$ mm.

Estándar: Cumple con los requisitos de ISO 6848:2015, AWS A5.12 y GB/T 14841.

5.5 Tendencia de desarrollo técnico del electrodo de lantano y tungsteno

La tecnología de producción de electrodos de lantano y tungsteno está en constante evolución, y la fabricación y automatización ecológicas se han convertido en las principales tendencias para hacer frente a las regulaciones ambientales y la competencia en el mercado.

5.5.1 Tecnología de fabricación ecológica

Proceso de bajo consumo de energía: el horno de sinterización por calentamiento por inducción se utiliza para reducir el consumo de energía en un 20%-30% y reducir las emisiones de carbono.

Aditivos inocuos: Reduzca las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) sustituyendo el PVA por aglutinantes de base biológica como la celulosa.

Reciclaje: Desarrollar la tecnología de recuperación de polvo de tungsteno y óxido de lantano, con una tasa de recuperación de residuos de más del 80% y reducir el costo de las materias primas.

5.5.2 Automatización y producción inteligente

Equipo de automatización: La introducción del sistema robótico de mezcla y prensado ha aumentado la eficiencia de producción en un 20% y la consistencia al 99,5%.

Monitoreo inteligente: use el Internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) para monitorear la temperatura de sinterización y el tamaño del dibujo, ajustar los parámetros en tiempo real y reducir la tasa de defectos en un 30%.

Análisis de big data: optimice los parámetros del proceso, prediga el rendimiento de los electrodos y mejore la tasa de calificación del producto mediante el análisis de datos de producción.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

5.6 Medidas de protección del medio ambiente para electrodos de lantano y tungsteno

La producción de electrodos de lantano y tungsteno implica altas temperaturas y sustancias activas altamente químicas, y se deben tomar estrictas medidas de protección ambiental para reducir el impacto ambiental de los gases de escape, las aguas residuales y los desechos sólidos.

5.6.1 Tratamiento de gases residuales y aguas residuales

Tratamiento de los gases de escape:

Fuentes: Hidrógeno, óxido de lantano, volátiles y polvo de los procesos de sinterización y forja.

Tratamiento: Se instala un filtro de alta eficiencia (HEPA) y un dispositivo de adsorción de carbón activado para capturar el 99,9% del polvo y los gases volátiles. El hidrógeno se convierte en vapor de agua a través de la combustión catalítica.

Norma: Emisión de gases de escape según GB 16297 (norma de emisión de contaminantes atmosféricos).

Tratamiento de aguas residuales:

Fuente: Aguas residuales de tungsteno y óxido de lantano procedentes del proceso de limpieza.

Tratamiento: Se utilizó precipitación química y método de intercambio iónico para eliminar metales pesados (tungsteno < 0,1 mg/L), y la tasa de reutilización del agua regenerada fue del 70%.

Norma: Descarga de aguas residuales de acuerdo con GB 8978 (norma integral de descarga de aguas residuales).

5.6.2 Gestión de residuos sólidos

Fuentes: chatarra de tungsteno, chatarra de sinterización y virutas de trefilado.

Disponer:

Recuperación: El polvo de desecho de tungsteno se recupera mediante decapado y reducción de hidrógeno, con una tasa de recuperación del 85%. Los residuos de óxido de lantano se recuperan por extracción.

Eliminación: Los residuos sólidos no reciclables se tratan como residuos peligrosos y se entregan a instituciones profesionales para su incineración o vertedero.

Estándar: Cumple con GB 5085.3 (Estándar de Identificación de Residuos Peligrosos) y GB 18597 (Estándar de Almacenamiento de Residuos Peligrosos).

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL20

Capítulo 6 Equipo de producción de electrodos de lantano y tungsteno

La producción de electrodos de lantano y tungsteno se basa en una serie de equipos de alta precisión y alta eficiencia, que cubren el manejo, la formación y el procesamiento de materias primas, el tratamiento de superficies, la inspección de calidad y las funciones auxiliares. El rendimiento del equipo de producción determina directamente la calidad, la consistencia y la eficiencia de producción de los electrodos, y también afecta el control de costos y el cumplimiento ambiental de las empresas. Este capítulo discutirá en detalle los diversos tipos de equipos necesarios para la producción de electrodos de lantano y tungsteno, incluidos los equipos de manejo de materias primas (equipos de molienda de polvo de tungsteno, equipos de dopaje con óxido de lantano), equipos de formación y procesamiento (prensas, hornos de sinterización, equipos de forja, máquinas de trefilado), equipos de tratamiento de superficies (pulidoras, equipos de limpieza), equipos de pruebas de calidad (analizadores de composición química, equipo de prueba de propiedad física, equipo de prueba de rendimiento eléctrico) y equipo auxiliar (equipo de control ambiental, equipo de reciclaje de desechos). A través del análisis en profundidad de las funciones, los parámetros técnicos, las características de la aplicación y las tendencias de desarrollo de la industria de cada equipo, se demuestra de manera integral la complejidad y el avance técnico del equipo de producción de electrodos de lantano y tungsteno, y se esfuerza por proporcionar información de referencia detallada.

6.1 Equipo de manejo de materias primas para electrodo de tungsteno de lantano

La manipulación de materias primas es el primer paso en la producción de electrodos de lantano y tungsteno, que implica la molienda de polvo de tungsteno y el dopaje del óxido de lantano. Los equipos de manipulación de materias primas de alta calidad garantizan la pureza, el tamaño de partícula y la uniformidad del polvo de tungsteno y el óxido de lantano, sentando las bases para los

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

procesos posteriores.

6.1.1 Equipo de molienda de polvo de tungsteno

El equipo de molienda de polvo de tungsteno se utiliza para procesar polvo de tungsteno crudo en polvo de tungsteno de alta pureza con un tamaño de partícula uniforme (1-5 micras) y una morfología regular para cumplir con los requisitos del proceso de pulvimetalurgia. El tamaño de partícula, la pureza y la morfología del polvo de tungsteno afectan directamente la densidad, la conductividad y las propiedades mecánicas del electrodo, por lo que el equipo de molienda es muy importante en la producción.

Tipo de dispositivo:

Molino de bolas planetario: adecuado para lotes pequeños, molienda de alta precisión, equipado con zirconio o jarra de molienda de carburo cementado, alta eficiencia de molienda y baja contaminación.

Molino de chorro: utilizado para la producción a gran escala, trituración de polvo de tungsteno a través de una colisión de flujo de aire a alta velocidad, control preciso del tamaño de partícula, adecuado para polvo ultrafino de 1-3 micras.

Molino vibratorio: Combina medios de vibración y molienda (por ejemplo, bolas de acero), es adecuado para la producción a mediana escala y tiene un rango de tamaño de partícula de 2-5 micras.

Parámetros técnicos:

Velocidad de rotación: molino de bolas planetario 300-600 rpm, presión de aire del molino a chorro 0,6-1,0 MPa, frecuencia del molino vibratorio 20-50 Hz.

Tiempo de molienda: 4-12 horas, dependiendo del tamaño de partícula objetivo.

Medio de molienda: bolas de carburo de tungsteno o bolas de circonio, relación bola-material 5:1 a 10:1.

Control de pureza: El frasco de molienda y los medios deben ser de alta pureza (>99,9%) para evitar la contaminación por impurezas como el hierro y el silicio ($Fe < 50$ ppm).

Cómo funciona:

El molino de bolas planetario tritura las partículas de polvo de tungsteno hasta el nivel de micras creando colisiones y fricciones de alta energía a través del movimiento planetario del frasco de molienda (rotación + revolución).

El molino de chorro utiliza aire comprimido para formar un flujo de aire de alta velocidad, y las partículas de polvo de tungsteno chocan entre sí y se rompen en el flujo de aire, y las partículas finas son recogidas por el flujo de aire en etapas.

El molino vibratorio impulsa el medio de molienda para golpear el polvo de tungsteno a través de una vibración de alta frecuencia, reduciendo gradualmente el tamaño de partícula.

Características de la aplicación:

Molinos planetarios de bolas: adecuados para la producción en laboratorio o a pequeña escala, con alta uniformidad de tamaño de partícula (desviación <5%), pero bajo rendimiento (0,5-5 kg por lote).

Molino de chorro: adecuado para la producción industrial a gran escala, la producción puede alcanzar los 100-500 kg / h, la distribución del tamaño de partícula es estrecha ($D_{50} = 1-2$ micras),

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

pero el consumo de energía es alto.

Molino vibratorio: teniendo en cuenta la producción y el costo, adecuado para empresas medianas, la producción es de 10-50 kg / h y el control del tamaño de partícula es ligeramente inferior al del molino de chorro.

Tecnologías clave:

Control de la contaminación: El proceso de molienda está protegido por un gas inerte (por ejemplo, nitrógeno o argón) para evitar la oxidación del polvo de tungsteno (contenido de oxígeno < 100 ppm).

Detección de tamaño de partícula: equipado con analizador láser de tamaño de partícula, monitoreo en tiempo real de la distribución del tamaño de partícula (D10, D50, D90) para garantizar el cumplimiento de la norma GB/T 3458-2006.

Automatización: El equipo de molienda moderno integra un sistema de control PLC, que puede ajustar automáticamente la velocidad, la presión de aire y el tiempo de molienda para mejorar la consistencia.

Tendencias de desarrollo:

Molienda ultrafina: Desarrollar equipos de molienda de polvo de tungsteno a nanoescala (< 500 nm) para mejorar la densidad eléctrica final y la estabilidad del arco.

Ahorro de energía y reducción del consumo: el molino de chorro de baja presión o el molino vibratorio de alta eficiencia se utiliza para reducir el consumo de energía en un 20% -30%.

Inteligente: integre algoritmos de IA para optimizar los parámetros de molienda, reducir la intervención manual y mejorar la consistencia del tamaño de las partículas.

6.1.2 Equipos de dopaje con óxido de lantano

El equipo de dopaje de óxido de lantano se utiliza para mezclar homogéneamente óxido de lantano (La_2O_3) en polvo de tungsteno para garantizar la homogeneidad del contenido de óxido de lantano (0,8%-2,2%) y la distribución en el electrodo. El rendimiento del equipo de dopaje afecta directamente el trabajo electrónico y la estabilidad del arco del electrodo.

Tipo de dispositivo:

Molino de bolas de alta energía: se utiliza para el dopaje en seco, a través de la colisión de alta energía para lograr una mezcla uniforme de polvo de tungsteno y óxido de lantano.

Mezclador tipo V: adecuado para dopaje seco o húmedo, gran capacidad de mezcla, adecuado para producción a mediana y gran escala.

Secador por pulverización: se utiliza para el dopaje húmedo, mezclando una solución de óxido de lantano con polvo de tungsteno y secando para formar un polvo compuesto uniforme.

Parámetros técnicos:

Molino de bolas de alta energía: velocidad 200-400 rpm, relación de bolas 10:1, tiempo de mezcla 4-8 horas.

Mezclador en V: velocidad 20-50 rpm, capacidad 50-500 litros, tiempo de mezcla 2-6 horas.

Secador por pulverización: temperatura de entrada de aire 200-300 °C, presión de pulverización 0,2-

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

0,5 MPa, eficiencia de secado > 95%.

Cómo funciona:

El molino de bolas de alta energía dispersa las partículas de óxido de lantano en polvo de tungsteno creando fuerzas de colisión y cizallamiento a través de la rotación de alta velocidad del tanque de molienda.

El mezclador tipo V gira a través del recipiente en forma de V para hacer que el polvo gire y se mezcle bajo la acción de la gravedad y la fuerza centrífuga.

El secador por pulverización mezcla la solución de óxido de lantano con la suspensión de polvo de tungsteno, forma pequeñas gotas a través del aerosol y forma un polvo compuesto uniforme después del secado con aire caliente.

Características de la aplicación:

Alto consumo de energía: adecuado para dopaje de alta precisión (por ejemplo, WL20), alta uniformidad de mezcla (desviación <5%), pero alto consumo de energía y rendimiento limitado (1-10 kg por lote).

Mezclador tipo V: adecuado para la producción a mediana y gran escala, producción 50-200 kg / lote, bajo costo, adecuado para la producción WL10 y WL15.

Secador por pulverización: adecuado para dopaje en húmedo, excelente uniformidad del polvo (desviación <3%), rendimiento de hasta 100-300 kg/h, pero gran inversión en equipo.

Tecnologías clave:

Control de uniformidad: se utiliza difracción de rayos X (XRD) o microscopía electrónica de barrido (SEM) para analizar la distribución de fase del polvo dopado para garantizar que no haya segregación de óxido de lantano.

Anti-oxidación: El proceso de dopaje debe estar protegido por nitrógeno o argón, y la concentración de oxígeno debe ser de < 50 ppm para evitar la oxidación del polvo de tungsteno.

Automatización: Equipado con un sistema automático de pesaje y dosificación, la cantidad de óxido de lantano agregado se puede controlar con precisión (desviación < 0.01%).

Tendencias de desarrollo:

Nano dopaje: Desarrollar equipos de dopaje de óxido de lantano a nanoescala para mejorar el trabajo de escape de electrones del electrodo.

Proceso de bajo costo: optimice el proceso de dopaje húmedo, reduzca la cantidad de solvente y reduzca el costo en un 20%.

Mezcla inteligente: integre sensores y algoritmos de IA para supervisar la uniformidad de la mezcla en tiempo real y reducir la tasa de residuos.

6.2 Equipo de formación y procesamiento de electrodos de lantano y tungsteno

El equipo de formación y procesamiento se utiliza para convertir el polvo mezclado en el cuerpo del electrodo y procesarlo hasta el tamaño final, incluidos los cuatro pasos principales de prensado, sinterización, forja y estirado. Estos dispositivos deben ser muy precisos y estables para garantizar las tolerancias dimensionales y el rendimiento constante de los electrodos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

6.2.1 Prensas

La prensa presiona el polvo mezclado en un cuerpo cilíndrico, que proporciona la forma inicial para la sinterización posterior. El control de presión de la prensa y la precisión del molde afectan directamente la densidad y la uniformidad estructural del cuerpo verde.

Tipo de dispositivo:

Prensa hidráulica: adecuada para la producción de lotes pequeños, presión ajustable, cambio de molde flexible.

Prensa isostática: se utiliza para el prensado de palanquilla de alta precisión, presión uniforme y alta densidad de palanquilla.

Prensa automática: Carga y desmoldeo automáticos integrados, adecuados para la producción a gran escala.

Parámetros técnicos:

Presión: 100-300 MPa (prensa hidráulica), 200-500 MPa (prensa isostática).

Material del molde: carburo cementado o acero de alta resistencia, resistencia al desgaste > prensado 5000 veces.

Tamaño del cuerpo: diámetro 10-50 mm, longitud 50-100 mm, densidad 60%-70% densidad teórica.

Cómo funciona:

La prensa hidráulica ejerce presión unidireccional a través del sistema hidráulico para compactar el polvo en forma.

La prensa isostática ejerce una presión completa a través de un medio líquido como el aceite o el agua, y la densidad del cuerpo verde es uniforme y no hay tensiones internas.

La máquina de prensado automático completa automáticamente la alimentación, el prensado y el desmoldeo a través del control PLC, con una alta eficiencia de producción.

Características de la aplicación:

Prensa hidráulica: adecuada para la producción de laboratorio o a pequeña escala, con una producción de 1-5 toneladas / día, bajo costo, pero con una densidad corporal ligeramente menor.

Prensa isostática: adecuada para electrodos de alto rendimiento (como WL20), con una densidad del 70%, pero una gran inversión en equipos (alrededor de 5 millones de yuanes).

Prensa automática: adecuada para la producción a gran escala, con una producción de 10-20 toneladas / día, alto grado de automatización y bajo costo de mano de obra.

Tecnologías clave:

Control de presión: se adopta un sistema servohidráulico y la desviación de presión es $\leq \pm 1$ MPa para garantizar la densidad constante del cuerpo verde.

Diseño del molde: optimice la geometría del molde, reduzca la resistencia a la liberación del molde y prolongue la vida útil del molde.

Automatización: Integre sistemas de alimentación robótica e inspección visual para aumentar la eficiencia de la producción en un 20%.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Tendencias de desarrollo:

Prensado de alta precisión: Se desarrolló una prensa isostática de ultra alta presión (>1000 MPa) para aumentar la densidad del cuerpo verde al 75%.

Inteligente: Integre la IA para optimizar los parámetros de prensado y reducir la tasa de agrietamiento del cuerpo verde.

Diseño modular: desarrollar una prensa multifuncional para adaptarse a la producción de diferentes tamaños de cuerpos verdes.

6.2.2 Sintering furnaces

El horno de sinterización se utiliza para calentar el cuerpo verde prensado a alta temperatura (1800-2200 °C) para combinar sus partículas y formar un cuerpo denso, y es el equipo central que determina la densidad del electrodo y las propiedades mecánicas.

Tipo de dispositivo:

Horno de sinterización al vacío: adecuado para la producción de electrodos de alta pureza para evitar la volatilización del óxido de lantano.

Horno de sinterización con protección de hidrógeno: adecuado para la producción a gran escala, de bajo costo y evita la oxidación del polvo de tungsteno.

Horno de prensado isostático en caliente (HIP): se utiliza para la sinterización secundaria para mejorar la densidad y la resistencia de los electrodos.

Parámetros técnicos:

Temperatura: hasta 2200 °C, precisión de control de temperatura ± 5 °C.

Atmósfera: Vacío $< 10^{-3}$ Pa (horno de vacío), o pureza de hidrógeno $> 99,999\%$ (horno de hidrógeno).

Material del horno: molibdeno o tungsteno, resistencia a altas temperaturas, anticontaminación.

Capacidad del horno: 50-500 kg/lote.

Cómo funciona:

Los hornos de sinterización al vacío se sinterizan en un entorno de baja presión mediante calentamiento por resistencia o inducción para reducir la formación de óxido.

El horno de protección de hidrógeno crea una atmósfera reductora mediante la introducción de hidrógeno de alta pureza para evitar la oxidación del tungsteno.

El horno HIP combina alta temperatura (2000 °C) y alta presión (100-200 MPa) para eliminar los microporos internos.

Características de la aplicación:

Horno de sinterización al vacío: adecuado para electrodos de alto rendimiento (p. ej., WL20) con una densidad de $>$ del 98% pero un alto consumo de energía (aprox. 1000 kWh por lote).

Horno de protección de hidrógeno: adecuado para la producción de bajo y mediano costo (WL10, WL15) con gran rendimiento (500 kg / día), pero la seguridad del hidrógeno debe gestionarse estrictamente.

Horno HIP: adecuado para aplicaciones de alta gama como la aeroespacial, la resistencia del

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

electrodo aumenta en un 20%, pero el costo del equipo es alto (alrededor de 30 millones de yuanes).

Tecnologías clave:

Control de temperatura: se adopta un sistema de control de temperatura de varias etapas, la velocidad de calentamiento es de 500-1000 °C / h y la desviación del aislamiento es de $\leq \pm 3$ °C.

Gestión de la atmósfera: Equipado con un analizador de oxígeno, el contenido de oxígeno se controla < 10 ppm para evitar la oxidación.

Carga de piezas en bruto: Utilice botes de molibdeno o bandejas de tungsteno para optimizar el diseño del horno y reducir la deformación de la pieza en bruto.

Tendencias de desarrollo:

Sinterización de ahorro de energía: El horno de sinterización con calentamiento por inducción se desarrolló para reducir el consumo de energía en un 30%.

Inteligente: Sensores IoT integrados para monitorear la atmósfera y la distribución de la temperatura en el horno en tiempo real.

Proceso verde: desarrollar un horno de sinterización de bajas emisiones de escape, de acuerdo con la norma GB 16297.

6.2.3 Equipos de forja

El equipo de forja se utiliza para procesar cuerpos verdes sinterizados en barras para mejorar su densidad y propiedades mecánicas. El proceso de forja elimina la porosidad interna a través de la deformación a alta temperatura y mejora la tenacidad del electrodo.

Tipo de dispositivo:

Equipo rotativo: Forja con múltiples pasadas y pequeña deformación, adecuado para la producción de varillas de electrodos de alta precisión.

Equipo de martillo: adecuado para cuerpo verde de gran diámetro, gran deformación única, alta eficiencia.

Parámetros técnicos:

Temperatura: 1200-1500 °C, precisión de control de temperatura ± 20 °C.

Deformación: 5-10% (forja rotativa), 10-20% (forja con martillo) por pasada.

Tamaño de la barra: diámetro 5-10 mm, longitud 50-1000 mm.

Cómo funciona:

Pasos de equipos rotativos: múltiples pares de troqueles giratorios extruyen continuamente el cuerpo verde sinterizado y reducen gradualmente el diámetro.

Viales de equipos de martillo: el martillo hidráulico o el martillo neumático aplican fuerza de impacto al cuerpo verde calentado, creación rápida de prototipos.

Características de la aplicación:

Dispositivo rotativo: adecuado para electrodos de alto rendimiento (p. ej., WL20) con una densidad de barra del $> 99\%$ y una superficie lisa ($Ra < 2$ micras).

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Equipo de martillo: adecuado para producción de costo medio y bajo (como WL10), alto rendimiento (1000-2000 piezas / h), pero calidad de superficie ligeramente inferior.

Tecnologías clave:

Control de calentamiento: El calentamiento por inducción de frecuencia media se utiliza para calentar de manera uniforme y evitar el agrietamiento del cuerpo verde.

Control de deformación: Utilizando el sistema de servocontrol, la desviación de deformación es del $<\pm 2\%$ para garantizar la precisión dimensional de la barra.

Lubricación: El uso de lubricante de grafito para reducir el desgaste del molde y prolongar la vida útil.

Tendencias de desarrollo:

Forja de alta precisión: Desarrollo de máquina de forja de equipos CNC multieje con tolerancia dimensional $\leq \pm 0,05$ mm.

Automatización: Integre el sistema de carga y descarga de robots para reducir la intervención manual y aumentar la eficiencia en un 20%.

Lubricación verde: Desarrollar lubricantes a base de agua para reducir la contaminación ambiental.

6.2.4 Máquinas de dibujo

La máquina trefiladora estira la barra forjada en una varilla de electrodo de pequeño diámetro (0,25-6,4 mm) y es el equipo que determina el tamaño final del electrodo.

Tipo de dispositivo:

Máquina de trefilado multimodo: a través del trefilado de varias pasadas, el diámetro se reduce gradualmente, lo que es adecuado para electrodos de alta precisión.

Máquina de dibujo monomodo: adecuada para lotes pequeños o electrodos de gran diámetro, fácil de operar.

Parámetros técnicos:

Velocidad de dibujo: 5-20 m/min, la velocidad es ajustable.

Material del molde: diamante o carburo cementado, resistencia al desgaste > 50.000 metros.

Tolerancia de diámetro: $\pm 0,02$ mm, rugosidad superficial $Ra < 0,8$ μm .

Cómo funciona:

La barra se estira a través de una matriz de diamante, con una reducción de diámetro del 5-15% por pasada, y un recocido intermedio (1000-1200 °C) para aliviar la tensión.

Características de la aplicación:

Máquina de dibujo multimodo: adecuada para la producción a gran escala, con una producción de 5000-10,000 piezas / hora, adecuada para WL15 y WL20.

Máquina de trefilado monomodo: adecuada para lotes pequeños o electrodos de especificaciones especiales (por ejemplo, 0,3 mm), con bajo rendimiento.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Tecnologías clave:

Precisión del molde: el molde se procesa por láser y la desviación del diámetro del orificio $\leq \pm 0,005$ mm.

Control de lubricación: se utiliza lubricante de emulsión de grafito y la temperatura de enfriamiento es < 40 °C para reducir los defectos superficiales.

Detección en línea: equipado con calibrador láser, monitoreo en tiempo real del diámetro, desviación $\leq \pm 0,01$ mm.

Tendencias de desarrollo:

Dibujo ultrafino: desarrolle un proceso de dibujo de electrodos de 0,1 mm para satisfacer las necesidades de microsoldadura.

Automatización: El sistema integrado de cambio de molde y recocido automático reduce el tiempo de inactividad.

Lubricación respetuosa con el medio ambiente: Desarrollar tecnología de lubricación sin aceite para reducir la descarga de líquidos residuales.

6.3 Equipos de tratamiento superficial para electrodos de lantano y tungsteno

El equipo de tratamiento de superficies se utiliza para mejorar el acabado de la superficie y el rendimiento de los electrodos, incluido el pulido y la limpieza. La calidad de la superficie tiene un impacto directo en la estabilidad del arco y la vida útil del electrodo.

6.3.1 Pulidoras

La máquina pulidora se utiliza para eliminar las marcas de dibujo y la capa de óxido en la superficie del electrodo, mejorar la rugosidad de la superficie (Ra $< 0,4$ micras) y mejorar el rendimiento del arco.

Tipo de dispositivo:

Rectificadora sin centros: pulido continuo mediante muelas abrasivas y ruedas guía, adecuado para la producción a gran escala.

Pulidora electroquímica: pule la superficie por electrólisis, adecuada para electrodos de alta precisión.

Pulidor ultrasónico: Combina vibración ultrasónica y abrasivos para electrodos de diámetro pequeño.

Parámetros técnicos:

Velocidad de pulido: 10-50 m/min (amoladora sin centros), 0,5-2 m/min (pulido electroquímico).

Tamaño de la muela abrasiva: malla 200-400 (pulido mecánico), el electrolito es ácido sulfúrico o solución de ácido fosfórico (pulido electroquímico).

Rugosidad superficial: Ra0,2-0,4 micras.

Cómo funciona:

La amoladora sin centros rectifica continuamente la superficie del electrodo girando la muela abrasiva a alta velocidad y guiada por la rueda guía.

El pulidor electroquímico disuelve el ánodo en el electrolito a través del electrodo para eliminar las microprotuberancias en la superficie.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

La máquina pulidora ultrasónica impulsa las partículas abrasivas a través de una vibración de alta frecuencia para pulir finamente la superficie.

Características de la aplicación:

Rectificadora sin centros: alto rendimiento (10.000 piezas/h), adecuada para electrodos industriales WL10 y WL15.

Pulidora electroquímica: alto brillo superficial, adecuada para electrodos WL20 para uso aeroespacial, bajo rendimiento (1000 piezas/hora).

Pulidora ultrasónica: adecuada para electrodos de pequeño diámetro (<0,5 mm), de alta precisión y alto costo.

Tecnologías clave:

Consistencia de la superficie: La presión de la muela abrasiva está controlada por un servo y la desviación de la rugosidad $\leq \pm 0,05$ micras.

Control de la contaminación: Equipado con un sistema de recolección de polvo, la eficiencia de recolección de polvo es del >99%, de acuerdo con el estándar GB/T 16297.

Automatización: Inspección visual integrada para el rechazo automático de electrodos defectuosos en la superficie.

Tendencias de desarrollo:

Pulido de ultraprecisión: desarrolló la tecnología de pulido $Ra < 0.1$ micron para satisfacer las necesidades de microsoldadura.

Pulido verde: se utiliza electrolito a base de agua para reducir los residuos químicos.

Inteligente: Sistema de visión AI integrado para optimizar los parámetros de pulido en tiempo real.

6.3.2 Equipos de limpieza

El equipo de limpieza se utiliza para eliminar el aceite, el polvo y los residuos químicos después del pulido, para garantizar que la superficie del electrodo esté limpia y para evitar la contaminación del cordón de soldadura durante el uso.

Tipo de dispositivo:

Limpiador ultrasónico: La superficie se limpia mediante vibración ultrasónica, que tiene una alta eficiencia y es adecuada para electrodos de formas complejas.

Limpiador en aerosol: Rociado con agua a alta presión o detergente, adecuado para la limpieza a gran escala.

Máquina de limpieza por plasma: se utiliza para electrodos de alta limpieza para eliminar contaminantes a nanoescala.

Parámetros técnicos:

Limpiador ultrasónico: frecuencia 20-40 kHz, potencia 1-5 kW, tiempo de limpieza 5-15 minutos.

Máquina de limpieza por pulverización: presión 0,5-2 MPa, caudal de líquido de limpieza 20-50 L/min.

Máquina de limpieza por plasma: potencia de plasma 100-500 W, tiempo de procesamiento 1-3 minutos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Cómo funciona:

Los limpiadores ultrasónicos utilizan vibraciones de alta frecuencia para crear un efecto de cavitación que elimina la suciedad de la superficie.

Los limpiadores en aerosol utilizan un chorro de agua a alta presión o detergente para enjuagar la superficie.

Los limpiadores de plasma eliminan las capas orgánicas y de óxido mediante el bombardeo de plasma.

Características de la aplicación:

Limpiador ultrasónico: versátil, apto para todo tipo de electrodos, eficiencia de limpieza > 99%, rendimiento 5000-10.000 piezas/hora.

Limpiador en aerosol: de bajo costo, adecuado para electrodos de gama baja (como WL10), pero la precisión de limpieza es ligeramente inferior.

Máquina de limpieza por plasma: adecuada para electrodos aeroespaciales y electrónicos de alta limpieza, alto costo, producción de 1000 piezas / hora.

Tecnologías clave:

Gestión de la solución de limpieza: Utilice agua desionizada (resistividad > 15 MΩ·cm) o etanol respetuoso con el medio ambiente, y la tasa de reciclaje es > del 80%.

Control de secado: equipado con aire caliente o secado al vacío, la humedad residual < 0,01%.

Automatización: Integre sistemas automáticos de carga y descarga y monitoreo de la calidad del agua para mejorar la eficiencia.

Tendencias de desarrollo:

Limpieza ecológica: Desarrollo de tecnología de limpieza sin productos químicos, como la limpieza supercrítica con CO₂.

Alta limpieza: Mejore la precisión de la limpieza para satisfacer las necesidades de la industria de los semiconductores.

Inteligente: IoT integrado para supervisar los resultados de limpieza y optimizar el volumen de agua y el consumo de energía.

6.4 Equipo de prueba de calidad para electrodo de tungsteno y lantano

El equipo de inspección de calidad se utiliza para monitorear la calidad de las materias primas, los procesos de producción y los productos terminados para garantizar que los electrodos cumplan con las normas internacionales (e.g. ISO 6848: 2015) y los requisitos del cliente. La prueba incluye la composición química, las propiedades físicas y las propiedades eléctricas.

6.4.1 Analizadores de composición química

Los analizadores de composición química se utilizan para probar la pureza y el contenido elemental del polvo de tungsteno, el óxido de lantano y los productos de electrodos terminados para garantizar que el contenido de óxido de lantano (0,8%-2,2%) y las impurezas (<50 ppm) cumplan con los requisitos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Tipo de dispositivo:

Espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-OES): Para la detección de tungsteno, lantano y elementos traza con alta precisión.

Espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF): pruebas rápidas y no destructivas para análisis en línea.

Espectrómetro de absorción atómica (AAS): Se utiliza para detectar elementos específicos (por ejemplo, Fe, Si) a un costo menor.

Parámetros técnicos:

ICP-OES: Límite de detección 0,01 ppm, tiempo de análisis 5-10 minutos.

Radiación XRF: rango de detección 0.01% -100%, precisión $\pm 0.05\%$.

AAS: Límite de detección de 0,1 ppm, adecuado para análisis de un solo elemento.

Cómo funciona:

Excitación ICP-OES de muestras con muestras de plasma a alta temperatura para analizar sus líneas de emisión y cuantificar el contenido de elementos.

XRF excita la muestra con rayos X para medir la intensidad de fluorescencia y determinar la composición elemental.

El AAS determina la concentración de un elemento específico mediante la absorción de la intensidad de la luz por parte de los átomos.

Características de la aplicación:

ICP-OES: adecuado para análisis de alta precisión en el laboratorio, utilizado para pruebas de materias primas y productos terminados, con un alto costo (alrededor de 2 millones de yuanes).

XRF: Adecuado para el monitoreo de producción en línea, velocidad de detección rápida (< 30 segundos por muestra), adecuado para empresas medianas y grandes.

AAS: adecuado para pequeñas empresas, detección de impurezas específicas, bajo costo (alrededor de 200,000 yuanes).

Tecnologías clave:

Alta sensibilidad: ICP-OES puede detectar impurezas en el orden ppb (por ejemplo, Pb < 0,1 ppb).

Ensayos no destructivos: XRF admite análisis no destructivos y es adecuado para el muestreo de productos terminados.

Automatización: Integre el muestreo automatizado y el procesamiento de datos para aumentar la eficiencia del análisis hasta en un 50%.

Tendencias de desarrollo:

Detección rápida: Desarrolle XRF portátil con un tiempo de análisis de < 10 segundos.

Análisis multielemento: Mejore la capacidad de detección multicanal de ICP-OES, cubriendo 50 elementos.

Inteligente: Combinado con algoritmos de IA, puede identificar automáticamente los tipos de muestras y optimizar los parámetros de detección.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

6.4.2 Equipos de ensayo de rendimiento físico

El equipo de prueba de propiedades físicas se utiliza para verificar la densidad, la dureza, el tamaño de grano y la rugosidad de la superficie de los electrodos para garantizar sus propiedades mecánicas y la calidad del procesamiento.

Tipo de dispositivo:

Densímetro: Según el principio de Arquímedes, se mide la densidad del electrodo.

Durómetro Vickers: mide la dureza superficial del electrodo (400-450 HV).

Microscopía metalúrgica: análisis de granulometría y microestructura.

Medidor de rugosidad superficial: Mida la rugosidad de la superficie (Ra<0,4 micras).

Parámetros técnicos:

Densímetro: precisión $\pm 0,01 \text{ g/cm}^3$, rango de medición 10-20 g/cm^3 .

Durómetro Vickers: carga 5-50 N, precisión $\pm 1 \text{ HV}$.

Microscopio metalúrgico: aumento 100-1000x, resolución 0,1 micras.

Probador de rugosidad superficial: rango de medición Ra0.01-10 micras, precisión $\pm 0.01 \text{ micras}$.

Cómo funciona:

Un densímetro calcula la densidad midiendo el peso del electrodo en el aire y el líquido.

El durómetro Vickers calcula el valor de dureza a partir del tamaño de la indentación.

Un microscopio metalúrgico observa la microestructura de las secciones de electrodos a través de un aumento óptico.

El medidor de rugosidad de la superficie escanea la superficie con una sonda y mide la diferencia de altura.

Características de la aplicación:

Densímetro: Detección rápida de la densidad del cuerpo y del producto terminado ($>19,2 \text{ g/cm}^3$) en 1 minuto por muestra.

Durómetro Vickers: adecuado para el análisis de la distribución de la dureza y la detección de la uniformidad de los electrodos.

Microscopios metalúrgicos: para investigación y desarrollo y análisis de calidad, para verificar el tamaño de grano (10-20 micras).

Probador de rugosidad superficial: inspección en línea de la calidad del pulido, adecuado para la producción a gran escala.

Tecnologías clave:

Alta precisión: El densímetro utiliza una balanza electrónica con un error de $< 0,005 \text{ g/cm}^3$.

Automatización: El microscopio metalúrgico está equipado con enfoque automático y software de análisis de imágenes, lo que aumenta la eficiencia en un 30%.

Ensayos no destructivos: El probador de rugosidad superficial admite la medición sin contacto y es adecuado para productos terminados.

Tendencias de desarrollo:

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Ensayos versátiles: Desarrollo de plataformas de ensayos que combinan densidad, dureza y rugosidad.

Inspección en línea: Inspección en tiempo real integrada en la línea de producción para reducir el tiempo de muestreo.

Inteligente: análisis de imágenes de IA integrado para determinar automáticamente la calidad del grano.

6.4.3 Equipos de ensayo de rendimiento eléctrico

El equipo de prueba de rendimiento eléctrico se utiliza para medir el trabajo electrónico del electrodo, el rendimiento de iniciación del arco y la estabilidad del arco del electrodo para garantizar su rendimiento de soldadura.

Tipo de dispositivo:

Comprobador de trabajo de electrones: mide el trabajo de electrones (2,6-3,2 eV) del electrodo.

Banco de pruebas de soldadura simulada: tiempo de inicio del arco de prueba y estabilidad del arco.

Medidor de conductividad: Mide la conductividad del electrodo (17,5-18,0 MS/m).

Parámetros técnicos:

Probador de trabajo electrónico: precisión $\pm 0,05$ eV, temperatura de prueba 1000-2000 °C.

Banco de pruebas de soldadura analógica: corriente 10-300 A, voltaje 0-50 V, precisión de registro $\pm 0,1$ V.

Medidor de conductividad: rango de medición 1-100 MS/m, precisión $\pm 0,1$ MS/m.

Cómo funciona:

El probador de escape de trabajo de electrones mide la corriente de emisión de electrones a alta temperatura y calcula el trabajo de evolución a través del método de emisión térmica de electrones.

El banco de pruebas de soldadura simulada registra el tiempo de inicio del arco y las fluctuaciones de voltaje simulando el entorno de soldadura TIG.

El medidor de conductividad mide la resistencia del electrodo utilizando el método de cuatro sondas para convertir la conductividad.

Características de la aplicación:

Probador de trabajo de evolución electrónica: adecuado para R&D y verificación de calidad, el tiempo de prueba es de 10-20 minutos / muestra.

Banco de pruebas de soldadura simulada: simula las condiciones reales de soldadura, adecuado para el muestreo de productos terminados, y tiene una alta eficiencia de prueba (100 piezas/hora).

Medidor de conductividad: pruebas rápidas no destructivas, adecuadas para el monitoreo en línea.

Tecnologías clave:

Prueba de alta temperatura: La prueba electrónica de trabajo de evolución está equipada con una cámara de vacío para evitar la oxidación.

Registro de alta precisión: el banco de pruebas de soldadura simulado integra la adquisición de datos a alta velocidad y el registro de fluctuación de voltaje $< 0,01$ segundos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Automatización: El medidor de conductividad admite el posicionamiento automático de la sonda, lo que aumenta la eficiencia en un 50%.

Tendencias de desarrollo:

Prueba rápida: desarrolle un probador de escape de trabajo electrónico portátil con un tiempo de prueba de < 5 minutos.

Pruebas multiparamétricas: Integre las pruebas de rendimiento eléctrico y físico para reducir la huella del equipo.

Inteligente: Predice el rendimiento eléctrico y optimiza los parámetros de producción a través de la IA.

6.5 Equipo auxiliar para electrodo de lantano y tungsteno

Los equipos auxiliares se utilizan para optimizar el entorno de producción, mejorar la utilización de los recursos y garantizar la protección del medio ambiente, incluidos los equipos de control ambiental y reciclaje de residuos.

6.5.1 Equipos de control ambiental

El equipo de control ambiental se utiliza para mantener la temperatura, la humedad y la limpieza en la sala de producción y para evitar que el polvo y la oxidación afecten la calidad de los electrodos.

Tipo de dispositivo:

Aire acondicionado de temperatura y humedad constante: controla la temperatura y la humedad del taller.

Sistema de sala limpia: purifica el aire y reduce la concentración de polvo.

Equipo de ventilación y eliminación de polvo: Recoja el polvo de esmerilado y pulido.

Parámetros técnicos:

Aire acondicionado de temperatura y humedad constantes: temperatura 18-25 °C, humedad 40-60%, precisión ± 1 °C, $\pm 5\%$.

Sistema de sala blanca: limpieza ISO clase 7 (10.000 partículas de 0,5 micras por < cúbico).

Ventilación y eliminación de polvo: la eficiencia de recolección de polvo > del 99,9% y la concentración de polvo < 0,1 mg/m³.

Cómo funciona:

El aire acondicionado de temperatura y humedad constantes regula los parámetros ambientales a través de dispositivos de refrigeración y humidificación.

La sala limpia elimina las partículas en el aire a través de un filtro HEPA y un sistema de presión positiva.

La recolección de polvo de ventilación recoge el polvo bajo presión negativa y se trata mediante una bolsa de tela o un precipitador electrostático.

Características de la aplicación:

Aire acondicionado de temperatura y humedad constantes: adecuado para todos los eslabones de

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

producción, para evitar la absorción de humedad del polvo o el sobrecalentamiento del equipo.
Sistemas de sala limpia: se utilizan en procesos de dopaje y pulido para satisfacer las necesidades de electrodos aeroespaciales.
Ventilación y eliminación de polvo: se utiliza en procesos de molienda y sinterización, de acuerdo con la norma GB 16297.

Tecnologías clave:

Filtración de alta eficiencia: la vida útil del filtro HEPA es de > 2 años y la eficiencia de filtración > del 99,999%.

Optimización de la eficiencia energética: se adopta el aire acondicionado inverter, que ahorra energía en un 30%.

Inteligente: Sensores ambientales integrados para monitorear la temperatura y la humedad en tiempo real.

Tendencias de desarrollo:

Entorno ultralimpio: Desarrolló una sala limpia ISO Clase 5 para satisfacer las necesidades de los electrodos microelectrónicos.

Control de bajas emisiones de carbono: adopte la tecnología de recuperación de calor para reducir el consumo de energía en un 20%.

Inteligente: La gestión del entorno remoto se implementa a través de IoT.

6.5.2 Equipos de reciclaje de chatarra

El equipo de reciclaje de residuos se utiliza para tratar el polvo de tungsteno de desecho, los electrodos de desecho y el líquido de desecho en la producción, mejorar la utilización de recursos y reducir la contaminación ambiental.

Tipo de dispositivo:

Colector de polvo: Recoge el polvo de esmerilado y pulido.

Equipos de decapado y reciclaje: valorización de residuos de polvo de tungsteno y óxido de lantano.

Equipos de tratamiento de aguas residuales: tratamiento de aguas residuales de limpieza.

Parámetros técnicos:

Colector de polvo: la eficiencia de reciclaje es del >99% y la capacidad de procesamiento es de 1 a 10 toneladas / hora.

Equipo de recuperación de decapado: tasa de recuperación >85%, capacidad de procesamiento 5-50 kg / lote.

Equipos de tratamiento de aguas residuales: tasa de eliminación de tungsteno > 99%, tasa de reutilización de agua regenerada 70%.

Cómo funciona:

El colector de polvo recoge el polvo a través de bolsas de tela o precipitador electrostático, y luego criba y restaura el polvo.

La planta de decapado disuelve los residuos disolviéndolos con ácido nítrico o ácido clorhídrico,

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

extrayendo y recuperando el prometeo y el lantano.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales eliminan los metales pesados a través de la precipitación química y el intercambio iónico.

Características de la aplicación:

Máquina de recuperación de polvo: adecuada para procesos de esmerilado y pulido, la tasa de recuperación de polvo de tungsteno > 80%.

Equipo de decapado y reciclaje: adecuado para electrodos de desecho y desechos de sinterización, el costo de reciclaje es alto.

Equipos de tratamiento de aguas residuales: adecuados para el proceso de limpieza, de acuerdo con la norma GB 8978.

Tecnologías clave:

Separación eficiente: La tecnología de separación centrífuga se utiliza para aumentar la tasa de recuperación en un 10%.

Tratamiento de protección del medio ambiente: el valor de pH del líquido residual después de la neutralización es de 6-8 y no hay contaminación secundaria.

Automatización: Integre el sistema de control automático para reducir la operación manual.

Tendencias de desarrollo:

Reciclaje de ciclo cerrado: Desarrollar un sistema de reciclaje de residuos de proceso completo con una tasa de recuperación del 99%.

Reciclaje verde: Adopte la tecnología de reciclaje bioquímico para reducir la cantidad de ácido y álcali.

Inteligente: Optimice el proceso de reciclaje y reduzca los costos a través del análisis de big data.



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL20

[Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal](#)

Capítulo 7 Normas nacionales y extranjeras para electrodos de lantano y tungsteno

Como material de soldadura y corte de alto rendimiento, la estandarización del electrodo de lantano y tungsteno y su calidad y rendimiento dependen del sistema estándar nacional y extranjero perfecto. Las normas internacionales y nacionales proporcionan una orientación clara sobre la composición química, las propiedades físicas, las tolerancias dimensionales, el proceso de producción y los requisitos de aplicación de los electrodos de lantano y tungsteno para garantizar su consistencia de producción y seguridad de uso en todo el mundo. En este capítulo se analizarán en detalle las normas internacionales para los electrodos de lantano y tungsteno (incluidas las ISO 6848:2015, AWS A5.12/A5.12M y EN 26848), las normas nacionales (GB/T 14841 y JB/T 4730), el análisis comparativo de las normas nacionales y extranjeras (similitudes y diferencias y su impacto en la producción y la aplicación), y las actualizaciones de las normas y las tendencias de desarrollo (desarrollo de nuevas normas y tendencias de internacionalización).

7.1 Normas internacionales para electrodos de lantano y tungsteno

Las normas internacionales proporcionan especificaciones técnicas unificadas para la producción y el comercio mundial de electrodos de lantano y tungsteno, incluidas principalmente las desarrolladas por la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) y el Comité Europeo de Normalización (EN). Estas normas cubren la clasificación, la composición química, los requisitos de rendimiento, las especificaciones de tamaño, los métodos de prueba y otros contenidos de los electrodos, y son ampliamente utilizadas en la industria aeroespacial, nuclear, fabricación de automóviles y otros campos.

7.1.1 ISO 6848:2015 (Clasificación y requisitos para electrodos de tungsteno)

ISO 6848:2015 "Consumibles de soldadura: electrodos de tungsteno para soldadura por arco con protección de gas inerte y para soldadura y corte por plasma" es el estándar de electrodos de tungsteno más autorizado del mundo, desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO), adecuado para soldadura con protección de gas inerte (TIG), electrodos de tungsteno para soldadura y corte por plasma, incluidos los electrodos de lantano, tungsteno. La norma se revisó en 2015 para sustituir a la versión de 2004, reflejando el progreso tecnológico y los requisitos medioambientales de los nuevos electrodos, como los electrodos de lantano, tungsteno.

Contenido estándar:

Clasificación: Según el tipo y contenido de óxidos dopados, los electrodos de tungsteno se dividen en tungsteno puro (WP), tungsteno de torio (WT), tungsteno de cerio (WC), tungsteno de lantano (WL), tungsteno de circonio (WZ) y tungsteno de itrio (WY). Los electrodos de lantano y tungsteno se dividen en WL10 (0,8%-1,2% La_2O_3), WL15 (1,3%-1,7% La_2O_3) y WL20 (1,8%-2,2% La_2O_3).

Composición química: Especifique el contenido de óxido de lantano y el límite de impurezas (como Fe, Si, C, etc. <0,05%) para garantizar las propiedades eléctricas y mecánicas del electrodo.

Dimensiones: Rango de diámetro del electrodo 0,25-6,4 mm, longitud 50-600 mm, tolerancia según ISO 286-2 (clase h6). Los extremos son de color WL10 (negro), WL15 (amarillo dorado), WL20 (azul cielo).

Requisitos de rendimiento: incluido el trabajo electrónico (2,6-3,2 eV), el inicio del arco (tiempo de

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

arco de baja corriente <0,5 segundos), la estabilidad del arco (fluctuación de voltaje $\leq \pm 0,5$ V) y la resistencia a la combustión (consumo de punta < 0,3 mm/h a 200 amperios).

Método de prueba: análisis de composición química especificada (ICP-OES), prueba de propiedades físicas (densidad, dureza), prueba de rendimiento eléctrico (soldadura simulada) e inspección visual (rugosidad superficial $Ra < 0,4$ micras).

Embalaje e identificación: Se requiere que el embalaje del electrodo sea resistente a la humedad y a los golpes, y la identificación incluye el grado, el tamaño, el número de lote y la información del fabricante.

Características y ventajas:

Disponibilidad en todo el mundo: La norma ISO 6848:2015 es reconocida por los principales países industriales de todo el mundo y se utiliza ampliamente en campos exigentes como las industrias aeroespacial y nuclear.

Protección del medio ambiente: Fomente el uso de electrodos no radiactivos (como el tungsteno de lantano, el tungsteno de cerio), restrinja el uso de electrodos de tungsteno de torio (WT) y cumpla con la directiva RoHS de la UE.

Avance tecnológico: La edición 2015 agrega requisitos detallados para el electrodo de tungsteno y lantano WL15, lo que refleja su tendencia como alternativa al electrodo de tungsteno y torio.

Pruebas estandarizadas: Se proporcionan métodos de prueba estandarizados (como la prueba de salida de trabajo electrónico) para garantizar la comparabilidad del rendimiento del producto de diferentes fabricantes.

Aplicaciones:

Aeroespacial: WL20 se utiliza para la soldadura TIG de aleaciones de titanio y aleaciones a base de níquel de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 6848 para soldaduras sin defectos.

Industria nuclear: WL15 se utiliza para la soldadura de tuberías de aleación de circonio, que cumple con los requisitos estándar de alta limpieza y resistencia a la corrosión.

Fabricación de automóviles: WL10 se utiliza para la soldadura de acero inoxidable de placa delgada, en línea con el rendimiento estándar de arranque de arco de baja corriente.

Limitaciones:

Las aplicaciones especiales, como la soldadura por microplasma o el corte por corriente ultra alta, requieren menos rendimiento del electrodo y deben complementar los estándares de la industria.

El método de prueba es complejo (como el entorno de vacío requerido para la prueba de trabajo electrónico), que tiene altos requisitos para el equipo de las pequeñas y medianas empresas.

Los requisitos medioambientales en el proceso de producción, como el reciclaje de residuos y la eliminación de gases residuales, no están claramente especificados.

Antecedentes de la revisión:

La versión 2004 de la norma no consideró completamente las diversas aplicaciones de los electrodos de lantano y tungsteno (como la popularización de WL15), y la versión 2015 agregó los requisitos de clasificación y rendimiento de WL15.

En respuesta a las regulaciones ambientales globales (como la UE 2003/53 / EC), se restringen los

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

electrodos de torio y tungsteno y se promueve la estandarización de los electrodos de lantano y tungsteno.

En combinación con nuevas técnicas de prueba, como ICP-MS de alta precisión, se mejora la precisión del análisis de la composición química.

Impacto global:

La norma ISO 6848:2015 ha sido adoptada por la Unión Europea, Estados Unidos, Japón, China y otros países, facilitando el comercio internacional de electrodos de lantano y tungsteno.

Se ha promovido la eliminación gradual de los electrodos de torio-tungsteno, y la cuota de mercado mundial de electrodos de lantano-tungsteno ha aumentado del 15% en 2010 al 30% en 2020.

Proporciona especificaciones técnicas uniformes para proyectos multinacionales en sectores como la industria aeroespacial y nuclear, reduciendo los riesgos de la cadena de suministro.

7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (Estándar del Instituto Americano de Soldadura)

AWS A5.12 / A5.12M "Especificación para electrodos de tungsteno y tungsteno dispersos por óxido para soldadura y corte por arco" es un estándar de electrodos de tungsteno desarrollado por la American Welding Society (AWS), la última versión es 2009, aplicable a los electrodos de tungsteno para soldadura TIG, soldadura por plasma y corte, incluidos los electrodos de tungsteno de lantano. El estándar tiene un amplio alcance en los mercados de EE. UU. y América del Norte, especialmente en las industrias aeroespacial, de construcción naval y energética.

Contenido estándar:

Clasificación: Al igual que en la norma ISO 6848, los electrodos de lantano y tungsteno se dividen en EWLa-1 (WL10, 1,0% La₂O₃), EWLa-1,5 (WL15, 1,5% La₂O₃) y EWLa-2 (WL20, 2,0% La₂O₃). El prefijo "EW" se utiliza para indicar el electrodo dopado y La para indicar lantano.

Composición química: Desviación del contenido de óxido de lantano $\pm 0,2\%$, los límites de impurezas (por ejemplo, Fe $<0,03\%$, C $<0,01\%$) son ligeramente más estrictos que la norma ISO 6848.

Dimensiones: Diámetro 0,020-0,250" (0,5-6,35 mm), longitud 3-24" (76-610 mm) con tolerancias según ANSI B1.1. El extremo está pintado de acuerdo con la norma ISO 6848.

Requisitos de rendimiento: Énfasis en el rendimiento de iniciación del arco (voltaje de arranque del arco < 15 V a 10-50 amperios), estabilidad del arco (fluctuación de voltaje a 100 amperios $< \pm 0,4$ V) y resistencia a la combustión (consumo de punta $< 0,25$ mm/h a 150 amperios).

Métodos de prueba: incluido el análisis químico (XRF o ICP-OES), la prueba de soldadura (estándar AWS D1.1), el control de calidad de la superficie (Ra $< 0,5$ micras) y la medición dimensional (micrómetro o calibrador láser).

Certificación y etiquetado: Se requiere que el electrodo esté certificado por AWS y el empaque esté marcado con el número, la marca y el lote de producción de AWS.

Características y ventajas:

Estrictos requisitos de rendimiento: El estándar AWS tiene condiciones de prueba más específicas para la estabilidad del arco y la resistencia a la combustión, lo que es adecuado para aplicaciones de soldadura de alta carga.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Orientación al mercado norteamericano: la unidad de tamaño es pulgadas, lo que está en línea con los hábitos industriales estadounidenses y es conveniente para los usuarios norteamericanos.

Certificación: La certificación AWS aumenta la credibilidad del electrodo, lo que lo hace ideal para proyectos aeroespaciales y de defensa.

Guía de aplicación: Se proporcionan recomendaciones detalladas para los parámetros de soldadura (por ejemplo, tipo de corriente, flujo de gas de protección) para que el usuario optimice el proceso.

Aplicaciones:

Aeroespacial: EWLa-2 (WL20) se utiliza para la soldadura TIG de marcos de titanio de aviones Boeing 787, que cumple con el estándar AWS D17.1.

Construcción naval: EWLa-1.5 (WL15) se utiliza para la soldadura de cascos de acero inoxidable, que cumple con la especificación de soldadura estructural AWS D1.6.

Industria energética: EWLa-1 (WL10) se utiliza para la soldadura de chapas de tuberías, según la norma API 1104.

Limitaciones:

La norma se actualiza lentamente (las últimas tendencias de aplicación de WL15 no se tratan en la edición de 2009) y los detalles técnicos son más antiguos en comparación con la ISO 6848:2015.

Los requisitos medioambientales (por ejemplo, el reciclaje de residuos) se mencionan menos y no se adaptan completamente a las estrictas regulaciones de regiones como la Unión Europea.

El método de prueba está sesgado hacia los dispositivos norteamericanos (como los laboratorios certificados por AWS) y hay problemas de compatibilidad de dispositivos para las empresas de otras regiones.

Correlación con la norma ISO 6848:

AWS A5.12 es altamente consistente con ISO 6848 en términos de clasificación, composición química y especificaciones de tamaño, pero el estándar AWS se enfoca más en las pruebas de rendimiento de soldadura del mundo real.

El estándar AWS permite una desviación más indulgente del contenido de óxido de lantano ($\pm 0,2\%$ frente al $\pm 0,15\%$ para ISO), pero límites más estrictos para las impurezas.

El color de los dos es coherente para garantizar la uniformidad de la identificación global del usuario.

Impacto en América del Norte:

AWS A5.12 es un estándar requerido para proyectos aeroespaciales (NASA, Boeing), de defensa (MIL-STD-1595A) y de energía (ASME Sección IX) de EE. UU.

El electrodo de tungsteno y tantano ha impulsado un rápido crecimiento en el mercado estadounidense, con una cuota de mercado de EWLa-1.5 que ha aumentado del 10% en 2010 al 25% en 2020.

El electrodo de lantano y tungsteno con certificación AWS tiene una ventaja competitiva en el mercado norteamericano.

7.1.3 EN 26848 (norma europea)

La norma EN 26848 "Electrodos de tungsteno para soldadura por arco con protección de gas inerte

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

y para soldadura y corte por plasma" es una norma de electrodos de tungsteno desarrollada por el Comité Europeo de Normalización (CEN), cuya última versión es de 1991 (parcialmente revisada en 2004), aplicable a los electrodos de tungsteno para soldadura TIG, soldadura por plasma y corte en los estados miembros de la UE. La norma está muy alineada con la ISO 6848, pero en algunos detalles refleja las necesidades especiales del mercado europeo.

Contenido estándar:

Clasificación: Los electrodos de lantano y tungsteno se dividen en WL10, WL15 y WL20, y el contenido de óxido de lantano es el mismo que el ISO 6848 (0.8% -2.2%). El logotipo está pintado en el mismo color que el ISO.

Composición química: Desviación del contenido de óxido de lantano $\pm 0,15\%$, los límites de impurezas (por ejemplo, $Fe < 0,04\%$, $Si < 0,02\%$) son equivalentes a ISO 6848.

Dimensiones: Diámetro 0,25-6,4 mm, longitud 50-300 mm, tolerancias según EN ISO 286-2 (clase h6). Énfasis en electrodos de longitud corta (50-150 mm) para acomodar equipos de soldadura automatizados europeos.

Requisitos de rendimiento: rendimiento de arranque del arco (voltaje de arranque del arco a 10 amperios $< 12 V$), estabilidad del arco (fluctuación de voltaje a 100 amperios $< \pm 0,5 V$), resistencia a la combustión (consumo de punta a 150 amperios $< 0,3 mm/h$).

Métodos de ensayo: análisis de composición química (ICP-MS o XRF), ensayo de soldadura (norma EN 287), control de calidad superficial ($Ra < 0,4$ micras) y medición dimensional.

Requisitos de protección del medio ambiente: haga hincapié en los electrodos no radiactivos (como el lantano, el tungsteno, el cerio, el tungsteno), de acuerdo con la directiva RoHS de la UE (2002/95/CE).

Características y ventajas:

Cumplimiento ambiental: Restringir estrictamente el uso de electrodos de torio-tungsteno y promover la popularización de los electrodos de lantano-tungsteno en el mercado europeo.

Guiado automatizado: Las dimensiones y los requisitos de rendimiento se adaptan a los equipos de soldadura automatizados europeos (por ejemplo, robots KUKA).

Certificación de la UE: Los electrodos certificados según la norma EN 26848 pueden obtener el marcado CE, lo que aumenta la competitividad en el mercado.

Adaptabilidad regional: disponible en varios idiomas (inglés, alemán, francés) para facilitar su uso en los estados miembros de la UE.

Aplicaciones:

Fabricación de automóviles: WL15 se utiliza para la soldadura TIG de carrocerías de aleación de aluminio de automóviles europeos (como Volkswagen, BMW) de acuerdo con la norma EN 1011.

Aeroespacial: WL20 se utiliza para la soldadura de piezas de aleación de titanio de aviones Airbus A350, cumpliendo con el sistema de calidad EN 9100.

Industria nuclear: WL10 se utiliza para soldar tubos de acero inoxidable en centrales nucleares francesas de acuerdo con las especificaciones RCC-M.

Limitaciones:

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

La revisión de la norma está retrasada (la edición de 1991 no está totalmente actualizada a la última aplicación de WL15) y el contenido es más antiguo en comparación con la ISO 6848:2015.

Hay menos requisitos especiales para la microsoldadura y el corte por plasma y deben combinarse con las normas de la industria (por ejemplo, EN 1011-6).

Los métodos de ensayo se basan en laboratorios europeos (por ejemplo, la certificación TÜV) y son costosos para las empresas de fuera de la UE.

Correlación con la norma ISO 6848:

La norma EN 26848 es coherente con la norma ISO 6848 en cuanto a clasificación, composición química y marcado de color, pero con un rango de tamaño más estrecho (longitud < 300 mm).

La norma EN 26848 tiene requisitos medioambientales más estrictos y prohíbe explícitamente el uso de electrodos de tungsteno thoaded en determinadas aplicaciones.

El método de prueba es esencialmente el mismo que el ISO 6848, pero la norma EN 26848 se centra más en la simulación de las condiciones reales de funcionamiento de la prueba de soldadura.

Influencias europeas:

La norma EN 26848 ha impulsado el rápido crecimiento de los electrodos de lantano y tungsteno en el mercado de la UE, donde WL15 y WL20 representan más del 40% del mercado europeo de electrodos de tungsteno.

El electrodo de lantano y tungsteno con certificación CE tiene una ventaja competitiva en el mercado de la UE.

Promueve la armonización comercial dentro de la UE y reduce los costes de cumplimiento de las empresas multinacionales.

7.2 Normas nacionales para electrodos de lantano y tungsteno

Como el mayor productor mundial de recursos de tungsteno y electrodos de tungsteno, China ha formulado una serie de normas nacionales (GB) y normas industriales (JB) para regular la producción y aplicación de electrodos de lantano y tungsteno. Estos estándares son ampliamente utilizados en los campos aeroespacial nacional, la industria nuclear, la construcción naval y la fabricación de automóviles en China, que no solo se refieren a los estándares internacionales, sino que también reflejan las necesidades locales.

7.2.1 GB/T 14841 (norma nacional para electrodos de tungsteno)

GB/T 14841 "Condiciones técnicas para electrodos de tungsteno" es un estándar nacional chino, la última versión es 2008, que es aplicable a los electrodos de tungsteno para soldadura TIG, soldadura por plasma y corte, incluidos los electrodos de tungsteno de lantano. Esta norma es emitida por la Administración de Normalización de la República Popular China y es una especificación obligatoria para la producción y aplicación de electrodos de tungsteno en China.

Contenido estándar:

Clasificación: Los electrodos de lantano y tungsteno se dividen en WL10 (0,8%-1,2% La_2O_3), WL15 (1,3%-1,7% La_2O_3) y WL20 (1,8%-2,2% La_2O_3), de acuerdo con la norma ISO 6848. El logotipo para colorear es el mismo que el estándar internacional.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Composición química: Desviación del contenido de óxido de lantano $\pm 0,15\%$, los límites de impurezas (por ejemplo, $Fe < 0,05\%$, $C < 0,02\%$) son equivalentes a ISO 6848, pero los requisitos de contenido de oxígeno ($O < 0,01\%$) son más estrictos.

Dimensiones: diámetro 0,25-6,4 mm, longitud 50-600 mm, tolerancia según GB/T 1804 (grado h6). Las opciones de longitud corta (50-100 mm) están disponibles para adaptarse a los equipos de automatización domésticos.

Requisitos de rendimiento: rendimiento de arranque del arco (tiempo de inicio del arco a 10 amperios $< 0,4$ segundos), estabilidad del arco (fluctuación de voltaje a 150 amperios $< \pm 0,5$ V), resistencia al quemado (consumo de punta a 200 amperios $< 0,3$ mm/h).

Métodos de prueba: Análisis de composición química (ICP-OES o AAS), prueba de propiedades físicas (densidad $> 19,2$ g/cm³, dureza 400-450 HV), prueba de rendimiento eléctrico (soldadura simulada) e inspección visual ($Ra < 0,5$ μ m).

Embalaje y etiquetado: se requiere un embalaje a prueba de humedad y golpes, y la identificación incluye la marca, el tamaño, el número de lote, el fabricante y el número de norma (GB/T 14841).

Características y ventajas:

Adaptación de localización: los requisitos de tamaño y rendimiento se adaptan al equipo de soldadura de China, lo cual es conveniente para que las empresas nacionales lo apliquen.

Estricto control de impurezas: los requisitos para el contenido de oxígeno y el contenido de carbono son más altos que los estándares internacionales, lo que mejora la resistencia a la oxidación y la estabilidad del arco del electrodo.

Implementación obligatoria: Como norma nacional, GB/T 14841 tiene efecto legal en el mercado chino para garantizar la consistencia de la calidad del producto.

Rentable: el método de prueba se simplifica a los equipos de uso común en China, lo que reduce el costo de cumplimiento de las PYME.

Aplicaciones:

Aeroespacial: WL20 se utiliza para la soldadura TIG del fuselaje de aleación de titanio de aviones C919, que cumple con el estándar GJB 1718.

Industria nuclear: WL15 se utiliza para la soldadura de tuberías de acero inoxidable de la planta de energía nuclear de Qinshan, de acuerdo con la especificación GB / T 13164.

Construcción naval: WL10 se utiliza para soldar láminas de acero inoxidable de buques de GNL, de acuerdo con el estándar de la sociedad de clasificación CCS.

Limitaciones:

La norma se actualiza lentamente (la versión 2008 no cubre las últimas tendencias en la aplicación de WL15) y es ligeramente más antigua que la ISO 6848:2015.

Hay menos requisitos para la protección del medio ambiente y el reciclaje de residuos, y no está totalmente adaptado a la tendencia de la fabricación ecológica.

Los métodos de prueba están menos internacionalizados y algunos métodos (por ejemplo, AAS) no son tan precisos como ICP-MS.

Pertinencia para las normas internacionales:

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

GB/T 14841 es consistente con ISO 6848 en términos de clasificación, coloración y composición química, pero las tolerancias dimensionales y los métodos de prueba están más cerca de la situación real de la industria china.

Los requisitos de rendimiento son comparables a los de AWS A5.12, pero las condiciones de prueba son más estrictas para el rendimiento de arco eléctrico de baja corriente.

Los requisitos de embalaje y etiquetado son similares a los de la norma EN 26848, pero se ha añadido el etiquetado chino para comodidad de los usuarios domésticos.

Impacto doméstico:

GB/T 14841 ha promovido la estandarización de la industria de electrodos de lantano y tungsteno de China, y la cuota de mercado nacional ha aumentado del 50% en 2010 al 70% en 2020.

Apoya la exportación de marcas nacionales de electrodos y cumple con los requisitos técnicos de los países a lo largo de la "Franja y la Ruta".

Proporciona garantía de calidad para proyectos nacionales clave, como las industrias aeroespacial y nuclear, y reduce la dependencia de las importaciones.

7.2.2 JB/T 4730 (Norma para materiales de soldadura)

JB / T 4730 "Método de inspección de calidad para materiales de soldadura" es un estándar de la industria formulado por la Federación de la Industria de Maquinaria de China, la última versión es 2005, que es aplicable a la inspección de calidad de materiales de soldadura, incluidos los electrodos de lantano y tungsteno. Esta norma proporciona métodos de prueba específicos y orientación de control de calidad para GB/T 14841, que se usa ampliamente en la fabricación de equipos de soldadura y la validación de procesos de soldadura.

Contenido estándar:

Método de prueba:

Composición química: El óxido de lantano y el contenido de impurezas se analizaron mediante ICP-OES, AAS o XRF con una precisión de $\pm 0,02\%$.

Propiedades físicas: ensayo de densidad (método de Arquímedes, precisión $\pm 0,01 \text{ g/cm}^3$), ensayo de dureza (dureza Vickers, precisión $\pm 1 \text{ HV}$), rugosidad superficial ($Ra < 0,5 \text{ micras}$).

Rendimiento eléctrico: prueba de soldadura simulada (corriente 10-300 amperios, fluctuación de voltaje $< \pm 0,5 \text{ V}$), prueba de tiempo de inicio del arco ($< 0,4 \text{ segundos}$), prueba electrónica de escape de trabajo (2,6-3,2 eV).

Inspección visual: inspección visual y microscópica de defectos superficiales, mediciones dimensionales (tolerancia $\pm 0,02 \text{ mm}$).

Evaluación de la calidad: Especificar los criterios de conformidad, como la desviación de la composición química $< \pm 0,15\%$, la densidad $> 19,2 \text{ g/cm}^3$, la desviación de la estabilidad del arco $< \pm 0,5 \text{ V}$.

Requisitos de muestreo: 5%-10% de muestreo aleatorio por lote, y el número de muestras de prueba no es inferior a 10.

Registros e informes: Se requiere registrar los datos de prueba, modelos de equipos y condiciones de operación, y emitir informes de inspección de calidad.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Características y ventajas:

Métodos de prueba detallados: Se proporcionan procedimientos operativos específicos (por ejemplo, preparación de muestras para ICP-OES) para una fácil implementación por parte de las empresas.

Equipo localizado: El método de prueba se adapta a los equipos de uso común en China, lo que reduce el costo de detección.

Orientación al control de calidad: enfatizando el control de calidad en el proceso de producción, adecuado para empresas de producción a gran escala.

Compatible con GB/T 14841: Como complemento a GB/T 14841, se mejora el sistema de inspección de calidad.

Aplicaciones:

Fabricación de equipos de soldadura: se utiliza para verificar la compatibilidad de las máquinas de soldar domésticas con los electrodos de lantano y tungsteno.

Construcción naval: La prueba de soldadura del electrodo WL15 cumple con JB / T 4730 y cumple con los requisitos de la Sociedad de Clasificación de China (CCS).

Industria ferroviaria: WL20 se utiliza para la soldadura de aleación de aluminio de vagones ferroviarios de alta velocidad, y el método de inspección cumple con el estándar TB / T 2653.

Limitaciones:

Los métodos de prueba tardan en actualizarse y no cubren los últimos dispositivos de alta precisión (por ejemplo, ICP-MS).

Las condiciones de soldadura simuladas para la prueba de rendimiento eléctrico son relativamente simples, y las condiciones de trabajo complejas (como la corriente alterna de alta frecuencia) no se simulan completamente.

El alcance del estándar es débil, es solo el estándar recomendado por la industria y su influencia no es tan buena como GB/T 14841.

Pertinencia para las normas internacionales:

JB/T 4730 se basa en ISO 6848 y AWS A5.12 en su metodología de prueba, pero es más adaptable a dispositivos de bajo costo.

El método de análisis químico es coherente con la norma EN 26848, pero los requisitos de precisión para las pruebas físicas y eléctricas son ligeramente inferiores.

El estándar de evaluación de calidad es altamente consistente con GB/T 14841 para garantizar el cumplimiento de la producción nacional.

Impacto doméstico:

JB / T 4730 reduce el costo de inspección de calidad de las pequeñas y medianas empresas y apoya la popularización y aplicación del electrodo de lantano y tungsteno.

Ha promovido el uso de equipos de prueba nacionales (como Haiguang ICP-OES) y ha mejorado la competitividad de la cadena industrial nacional.

Proporciona una guía estandarizada para la validación del proceso de soldadura y reduce las disputas de calidad en la producción.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

7.3 Análisis comparativo estándar de electrodos de lantano y tungsteno

El análisis comparativo de las normas nacionales y extranjeras es útil para comprender sus diferencias técnicas, requisitos de producción e impactos de aplicación, y proporciona una base para que las empresas formulen estrategias en los mercados nacionales y extranjeros.

7.3.1 Semejanzas y diferencias entre normas nacionales y extranjeras

Similitudes:

Clasificación e identificación: ISO 6848, AWS A5.12, EN 26848, GB/T 14841 dividen los electrodos de tungsteno de lantano en WL10, WL15 y WL20, y el rango de contenido de óxido de lantano es consistente (0.0% -2.2%). El logotipo de color está unificado (WL10 negro, WL15 amarillo dorado, WL20 azul cielo) para garantizar la coherencia de la identificación global del usuario.

Composición química: La desviación del contenido de óxido de lantano ($\pm 0.15\% - \pm 0.2\%$) y el límite de impurezas (por ejemplo, $Fe < 0.05\%$, $C < 0.02\%$) son similares, lo que refleja los requisitos de alta pureza del electrodo de tungsteno de lantano.

Dimensiones: Rango de diámetro 0,25-6,4 mm, tolerancia de acuerdo con el grado h6, longitud 50-600 mm, adecuado para equipos de soldadura TIG y plasma.

Requisitos de rendimiento: Se enfatiza el rendimiento de inicio del arco (arranque de arco de baja corriente), la estabilidad del arco (fluctuación de voltaje $< \pm 0,5$ V) y la resistencia a la combustión (consumo de punta $< 0,3$ mm/h).

Tendencia de protección del medio ambiente: se fomenta el uso de electrodos no radiactivos (como el lantano tungsteno y el cerio tungsteno) y se restringe el uso de electrodos de torio-tungsteno, lo que está en línea con las regulaciones mundiales de protección del medio ambiente.

Diferencias:

Gama estándar:

Las normas ISO 6848 y EN 26848 abarcan la soldadura TIG, la soldadura por plasma y el corte con la gama más amplia.

AWS A5.12 se centra más en aplicaciones de soldadura y requiere menos rendimiento de corte.

GB/T 14841 cubre la soldadura y el corte, pero presta más atención a la compatibilidad de equipos domésticos.

JB/T 4730 es solo un método de inspección de calidad y no aborda los requisitos de clasificación y rendimiento de los electrodos.

Requisitos de composición química:

AWS A5.12 tiene los límites de impurezas más estrictos ($Fe < 0,03\%$ frente a $0,05\%$ ISO) para aplicaciones exigentes.

GB/T 14841 tiene requisitos más estrictos para el contenido de oxígeno ($O < 0.01\%$) para mejorar la resistencia a la oxidación.

Las normas ISO 6848 y EN 26848 tienen límites de impurezas bien equilibrados y son adecuadas para la producción mundial.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Dimensiones:

AWS A5.12 está disponible en pulgadas y tiene un rango de longitud más amplio (3-24 pulgadas) para el mercado norteamericano.

La norma EN 26848 hace hincapié en las longitudes cortas (50-300 mm) y es adecuada para equipos de automatización europeos.

GB/T 14841 ofrece opciones de longitud flexibles para adaptarse a la soldadura manual y automática al estilo chino.

Método de prueba:

Las normas ISO 6848 y EN 26848 utilizan equipos de alta precisión (por ejemplo, ICP-MS) y son costosas de probar.

AWS A5.12 se centra en pruebas de soldadura del mundo real con condiciones de prueba más cercanas a las condiciones de América del Norte.

GB/T 14841 y JB/T 4730 son compatibles con equipos domésticos de bajo costo (como AAS) para reducir los costos de cumplimiento.

Requisitos ambientales:

La norma EN 26848 cumple claramente con la Directiva RoHS de la UE, que restringe los electrodos de torio-tungsteno al nivel más estricto.

ISO 6848 y AWS A5.12 promueven la no radiactividad, pero no exigen procesos respetuosos con el medio ambiente.

GB/T 14841 y JB/T 4730 tienen requisitos débiles para la protección del medio ambiente, y los estándares de fabricación ecológica deben complementarse.

Frecuencia de actualización:

La norma ISO 6848 (2015) es la más actualizada y cubre las últimas aplicaciones de WL15.

Las actualizaciones de AWS A5.12 (2009), EN 26848 (1991/2005) y GB/T 14841 (2008) se están quedando atrás.

JB/T 4730 (2005) es el más lento en actualizarse, y el método de prueba no refleja completamente la nueva tecnología.

Resumen:

ISO 6848 es la norma más autorizada del mundo, con tecnología integral y adecuada para empresas multinacionales.

AWS A5.12 es adecuado para el mercado norteamericano, con rigurosas pruebas de rendimiento y un completo sistema de certificación.

La norma EN 26848 se centra en la protección del medio ambiente y la automatización y se adapta a las estrictas normativas de la UE.

GB/T 14841 y JB/T 4730 son altamente localizados, de bajo costo y adecuados para el mercado chino.

7.3.2 Impacto en la producción y aplicación

Impacto en la producción:

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Control de calidad:

Los requisitos de prueba de alta precisión de los estándares internacionales (ISO, AWS, EN) (como ICP-MS) promueven que las empresas produzcan equipos de prueba de alta gama, pero aumentan la inversión en equipos (alrededor de 500-10 millones de yuanes).

Los métodos de prueba de bajo costo (AAS, rayos XRF) de GB/T 14841 y JB/T 4730 reducen los costos de cumplimiento de las PYME, reduciendo el costo promedio de las pruebas entre un 30% y un 50% por lote.

Los estrictos límites de impurezas (por ejemplo, $Fe < 0,03\%$) de AWS y EN requieren que las empresas optimicen el proceso de purificación de la materia prima (por ejemplo, reducción secundaria de hidrógeno), lo que aumenta los costos de producción entre un 10% y un 15%.

Proceso de producción:

Los requisitos medioambientales de las normas ISO 6848 y EN 26848 están impulsando a las empresas a adoptar tecnologías ecológicas de sinterización (por ejemplo, hornos de vacío) y reciclaje de residuos, que pueden reducir las emisiones de escape en un 50%, pero el coste de las actualizaciones de los equipos es elevado.

Los estrictos requisitos de GB/T 14841 para el contenido de oxígeno ($O < 0,01\%$) han llevado a las empresas a optimizar el control de la atmósfera de dopaje y sinterización (por ejemplo, hidrógeno de alta pureza), aumentando la dificultad del proceso en un 20%.

La prueba de soldadura real de AWS A5.12 requiere que las empresas establezcan una plataforma de prueba de simulación, lo que aumenta la inversión en investigación y desarrollo (alrededor de 100-2 millones de yuanes).

Competitividad en el mercado:

Las empresas que cumplan con ISO 6848 y AWS A5 podrán entrar en los mercados europeo y americano, y sus exportaciones aumentarán entre un 30% y un 40%.

Las ventajas de localización de GB/T 14841 permiten a las empresas nacionales tener una ventaja en el mercado de la "Franja y la Ruta", con un costo de 10% a 20% menor.

Los requisitos del marcado CE de la norma EN 26848 elevan las barreras de entrada en el mercado de la UE, y las pymes deben trabajar con un organismo de certificación.

Impacto en la aplicación:

Calidad de soldadura:

Los estrictos requisitos de rendimiento de ISO 6848 y AWS A5.12, como las fluctuaciones de voltaje $< \pm 0,5$ V, garantizan soldaduras de alta precisión con una tasa de paso de soldadura de alrededor del 99,5% en las industrias aeroespacial y nuclear.

El rendimiento de inicio de arco de baja corriente ($< 0,4$ segundos) de GB/T 14841 es adecuado para la soldadura de placas delgadas, satisfaciendo las necesidades de las industrias electrónica y automotriz y reduciendo los costos de soldadura en un 15%.

La adaptabilidad a la automatización de la norma EN 26848 aumenta la eficiencia de las líneas de producción europeas (por ejemplo, un 20%), pero es menos compatible con los equipos no automatizados.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

El usuario selecciona:

Los electrodos con certificación AWS A5.12 son más confiables en el mercado norteamericano, con precios entre un 20% y un 30% más altos.

Los electrodos domésticos estándar GB/T 14841 (como Zhongyue) son rentables, con una cuota de mercado nacional de más del 70%.

Los electrodos respetuosos con el medio ambiente EN 26848 (por ejemplo, ESAB) dominan el mercado de la UE con una cuota de mercado de alrededor del 45%.

Gestión de la cadena de suministro:

La armonización global de la norma ISO 6848 reduce los costos de cumplimiento de las adquisiciones para las empresas multinacionales y mejora la eficiencia de la cadena de suministro en un 10%.

Los estándares regionales de AWS y EN aumentan el costo de producción multiestándar de las empresas, que es de aproximadamente 5% -10%.

GB/T 14841 y JB/T 4730 apoyan la integración de la cadena de suministro nacional y reducen la dependencia de los electrodos importados en un 30%.

Resumen:

Los estándares internacionales mejoran la calidad del producto y el nivel técnico, pero aumentan los costos de producción y prueba, adecuados para el mercado de gama alta.

Las normas nacionales reducen los costos de cumplimiento, apoyan el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas y son adecuadas para el mercado de gama baja.

Las empresas deben elegir las normas aplicables de acuerdo con el mercado objetivo y equilibrar los costos y la competitividad del mercado.

7.4 Actualización estándar y tendencia de desarrollo del electrodo de lantano y tungsteno

Con la expansión de los electrodos de lantano y tungsteno y el avance de la tecnología, el sistema estándar debe actualizarse continuamente para adaptarse a nuevos materiales, nuevos procesos y requisitos de protección del medio ambiente. Esta sección examina el nuevo desarrollo, revisión e internacionalización de los estándares de electrodos de lantano y tungsteno.

7.4.1 Desarrollo de nuevas normas

Impulsado por la demanda:

Nuevos materiales: El dopaje compuesto de electrodos de lantano-tungsteno (por ejemplo, $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$) mejora el rendimiento del arco, y es necesario desarrollar nuevos estándares de clasificación y rendimiento.

Nuevas aplicaciones: La soldadura por microplasma (<1 A) y el corte por corriente ultra alta (> 500 A) imponen exigencias especiales a los electrodos que no están cubiertas por las normas existentes, como la ISO 6848.

Regulaciones ambientales: El reglamento REACH de la UE y la política de fabricación ecológica de China requieren estándares para aumentar la especificación del reciclaje de residuos y las emisiones de producción.

Producción inteligente: Los equipos de soldadura automatizados (como los robots) tienen mayores

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

requisitos en cuanto al tamaño de los electrodos y la consistencia del rendimiento, y es necesario desarrollar nuevos métodos de prueba.

La nueva norma incluye:

Ampliación de la clasificación: Se ha añadido la clasificación de los electrodos dopados compuestos (como WL15+Ce) y se han especificado la relación de dopaje y los requisitos de rendimiento.

Refinamiento del rendimiento: agregue pruebas de inicio de arco de microcorriente (<1 amperio, tiempo de inicio del arco <0,2 segundos) y resistencia a la combustión de alta corriente (500 amperios, consumo de punta <0,5 mm/h).

Especificaciones de protección del medio ambiente: estipular la tasa de recuperación de electrodos de desecho (>80%), los límites de emisión de gases de escape (polvo <0,1 mg/m³) y las normas de emisión de carbono (<1 toneladas de CO₂/tonelada de electrodos).

Precisión dimensional: mejorar la tolerancia del diámetro ($\pm 0,01$ mm) y la rugosidad de la superficie (Ra <0,2 micras), y adaptarse a los equipos de automatización.

Método de prueba: Introducir pruebas inteligentes (como el análisis de imágenes de IA del tamaño de grano, el monitoreo de arco en línea en tiempo real) para mejorar la eficiencia de detección en un 50%.

Avances en el desarrollo:

Internacional: ISO/TC 44 (Comité Técnico de Soldadura) está revisando la ISO 6848 y se espera que publique una nueva versión en 2025-2027 para incluir requisitos ambientales y de dopaje de compuestos.

Estados Unidos: AWS planea revisar A5.12 en 2025 para incluir métodos de prueba para microsoldadura y corte por plasma.

UE: CEN planea actualizar la norma EN 26848 en 2026 para reforzar el cumplimiento de REACH y RoHS.

China: El Comité Nacional de Estandarización de Soldadura (SAC/TC 70) planea revisar GB/T 14841 en 2025 para agregar contenido de fabricación ecológica y pruebas inteligentes.

Desafiar:

Los altos requisitos de la nueva norma pueden aumentar el costo de actualización de equipos para las empresas.

Los métodos de prueba en diferentes países y regiones son diferentes, y es necesario coordinarse con múltiples partes para llegar a un consenso.

Es difícil para las pequeñas y medianas empresas adaptarse rápidamente al nivel técnico, y necesitan apoyo político y capacitación técnica.

Efecto:

La nueva norma promoverá la actualización técnica de los electrodos de lantano y tungsteno, y se espera que la cuota de mercado aumente entre un 20% y un 30%.

Las regulaciones ambientales acelerarán la eliminación de los electrodos de torio-tungsteno, y los electrodos de lantano y tungsteno representan más del 50%.

Las pruebas inteligentes mejorarán la eficiencia de la producción y reducirán los costos de las pruebas en un 30%.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

7.4.2 Tendencias en la internacionalización de las normas

Fondo:

Comercio mundial: El valor de las exportaciones de electrodos de lantano y tungsteno aumentó de 1.000 millones de dólares en 2015 a 1.500 millones de dólares en 2020, y es necesario unificar las normas para reducir las barreras comerciales.

Proyectos transnacionales: La aviación (C919, A350), la energía nuclear (Hualong No. 1) y otros proyectos requieren el reconocimiento mutuo de las normas multinacionales.

Integración tecnológica: El intercambio global de nuevos materiales (dopaje de materiales compuestos), nuevos procesos (fabricación verde) y nuevos equipos (soldadura automatizada) promueve la internacionalización de los estándares.

Tendencia:

Reconocimiento mutuo de normas:

Con ISO 6848 como marco central, estándares como AWS, EN y GB/T se están alineando gradualmente con él, y se espera que la tasa de reconocimiento mutuo alcance el 90%.

El grado de alineación entre GB/T 14841 e ISO 6848 en China se ha incrementado del 80% al 95%, apoyando la adopción de estándares equivalentes por parte de los países a lo largo de la "Franja y la Ruta".

AWS y EN se armonizan a través de la plataforma ISO para reducir el costo de las certificaciones duplicadas en América del Norte y la UE.

Unidad de protección del medio ambiente:

Las regulaciones REACH y RoHS de la UE han sido adoptadas por ISO, y los estándares globales limitarán uniformemente los electrodos de torio-tungsteno, y los electrodos de lantano y tungsteno se han convertido en la corriente principal.

Los estándares de fabricación ecológica de China (por ejemplo, GB/T 26572) están alineados con la norma ISO 14001 para promover la estandarización de la tasa de reciclaje de residuos (>80%).

Intercambio de tecnología de prueba:

Las pruebas de alta precisión (por ejemplo, ICP-MS, análisis de imágenes de IA) prevalecen en las normas ISO, y se espera que el mercado mundial de equipos de inspección crezca un 15%.

Los países en desarrollo han adoptado métodos de prueba de bajo costo (por ejemplo, AAS) en China, lo que ha reducido los costos de cumplimiento en un 20%.

Cooperación regional:

La región de Asia-Pacífico (China, Japón, Corea del Sur) ha establecido una alianza de estándares de soldadura para formular un estándar regional de electrodos de lantano y tungsteno, que se espera que se publique en 2026.

La UE y los Estados Unidos armonizan las normas a través del marco de la OMC para reducir los obstáculos técnicos al comercio.

China lidera la capacitación del estándar de soldadura "Belt and Road" y promueve el estándar equivalente GB / T 14841.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Desafiar:

Los altos estándares en los países desarrollados (por ejemplo, la certificación AWS) crean barreras técnicas para las empresas de los países en desarrollo.

Las diferencias regionales en la traducción e implementación estándar requieren apoyo y capacitación multilingües adicionales.

La protección de la propiedad intelectual (por ejemplo, las patentes de nuevos métodos de ensayo) puede dar lugar a controversias internacionales.

Efecto:

La internacionalización de los estándares reducirá los costos del comercio mundial entre un 10% y un 15% y promoverá el tamaño del mercado de electrodos de tungsteno de lantano para alcanzar los 2 mil millones de dólares estadounidenses.

Las empresas chinas tienen una voz más fuerte en la formulación de normas internacionales, que se espera que representen el 30% de los 44 puestos en ISO/TC.

La estandarización de la protección del medio ambiente y la tecnología inteligente acelerará la actualización industrial global, y la tasa de aplicación ecológica de electrodos de lantano y tungsteno alcanzará el 90%.



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL20

Capítulo 8 Métodos y técnicas de detección de electrodos de lantano y tungsteno

Como material de soldadura y corte de alto rendimiento, la calidad del electrodo de lantano y tungsteno afecta directamente la calidad de la soldadura, la estabilidad del arco y la eficiencia de la producción. Los métodos y tecnologías de detección son la clave para garantizar que los electrodos de lantano y tungsteno cumplan con las normas internacionales y nacionales (como ISO 6848:2015, GB/T 14841), que abarcan la composición química, las propiedades físicas, las propiedades eléctricas, las propiedades mecánicas y el análisis de microestructuras. Este capítulo discutirá en detalle las pruebas de composición química (contenido de óxido de lantano y análisis de elementos de impurezas), pruebas de propiedades físicas (densidad, dureza, punto de fusión, conductividad térmica), pruebas de propiedades eléctricas (evolución del trabajo electrónico, rendimiento de iniciación del arco, estabilidad del arco), pruebas de propiedades mecánicas (resistencia a la combustión, resistencia al desgaste), análisis de microestructura (microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X), selección y calibración de equipos de prueba (tipo de equipo y mantenimiento), y normas y especificaciones de ensayo (normas internacionales y nacionales).

8.1 Detección de la composición química del electrodo de lantano y tungsteno

La prueba de composición química se utiliza para verificar el contenido de óxido de lantano (La_2O_3) en el electrodo de lantano y tungsteno y la conformidad de los elementos de impurezas para garantizar el rendimiento eléctrico y la estabilidad química del electrodo. El método de detección debe ser de alta precisión y alta sensibilidad para cumplir con los requisitos de ISO 6848:2015 y GB/T 14841 (desviación del contenido de óxido de lantano $\pm 0,15\%$, impureza $< 0,05\%$).

8.1.1 Detección del contenido de óxido de lantano

El óxido de lantano es el ingrediente activo del electrodo de tungsteno de lantano, y el contenido (0.8% -2.2%) afecta directamente el trabajo electrónico y la estabilidad del arco. Los métodos de detección deben garantizar la precisión y la repetibilidad, y las técnicas comunes incluyen la espectroscopia de emisión de plasma acoplada inductivamente (ICP-OES), la espectroscopia de fluorescencia de rayos X (XRF) y la valoración química.

Método de detección:

ICP-OES:

Principio: Después de que la muestra se disuelve, es excitada por plasma (6000-10000 K), emite un espectro de una longitud de onda específica, analiza la intensidad del elemento lantano y calcula cuantitativamente el contenido de óxido de lantano.

Pasos:

Tome la muestra de electrodo (0,1-0,5 g) y disuélvala con ácido nítrico y ácido fluorhídrico (1:1) para preparar la solución.

Diluya a 10-50 ppm con agua de alta pureza y agregue un patrón interno (por ejemplo, indio).

Analizado en ICP-OES (longitud de onda 394,91 nm), el contenido se calculó por el método de curva de calibración.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Parámetros técnicos: límite de detección 0,01 ppm, precisión $\pm 0,02\%$, tiempo de análisis 5-10 minutos.

Ventajas: Alta sensibilidad, análisis simultáneo de múltiples elementos, adecuado para la detección precisa de WL10, WL15 y WL20.

Limitaciones: Se requiere un pretratamiento complejo de muestras y el costo del equipo es alto (alrededor de 200-3 millones de yuanes).

XRF:

Principio: excitación de rayos X de átomos de muestra, fluorescencia, análisis de la intensidad máxima característica del lantano, cálculo del contenido.

Pasos:

Las rodajas o polvos de los electrodos se prensan en láminas finas (20-30 mm de diámetro).

Escaneo en un instrumento XRF (objetivo Rh, 50 kV) para calibrar el patrón.

La línea La $K\alpha$ (33.44 keV) se analizó mediante software y se calculó el contenido de óxido de lantano.

Parámetros técnicos: límite de detección 0.05%, precisión $\pm 0.05\%$, tiempo de análisis 30 segundos - 2 minutos.

Ventajas: no destructivo, rápido, adecuado para la inspección de lotes en la línea de producción.

Limitaciones: Baja sensibilidad para muestras de bajo contenido ($<1\%$), se requiere calibración de muestras estándar de alta pureza.

Valoración química:

Principio: La concentración de iones de lantano se determina por reacción química (como la valoración del complejo EDTA) y el contenido de óxido de lantano se convierte.

Pasos:

Una vez disuelta la muestra, se añade una solución tampón (pH 5-6).

Se utilizó EDTA como valorante y naranja xilol como indicador, y la valoración se llevó a cabo hasta el cambio de color.

El contenido de lantano se calcula en función del consumo de EDTA.

Parámetros técnicos: precisión $\pm 0,1\%$, tiempo de análisis 20-30 minutos.

Ventajas: equipo simple (costo $< 100,000$ yuanes), adecuado para pequeñas y medianas empresas.

Limitaciones: La operación es compleja, afectada por elementos que interfieren (como Fe, Al) y la precisión es baja.

Escenarios de aplicación:

ICP-OES: utilizado en investigación y desarrollo y producción de alta gama, como el electrodo WL20 (óxido de lantano $2.0\pm 0.15\%$) para la industria aeroespacial.

XRF: Se utiliza para el monitoreo del proceso de producción y la detección rápida de la uniformidad del lote WL15.

Valoración química: para ensayos de bajo coste, como el control de calidad rutinario de WL10.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Tecnologías clave:

Preparación de la muestra: Asegure la disolución completa, evite la precipitación de lantano y el error de dilución del <1% de la solución.

Patrón de calibración: Se utilizó una muestra estándar de óxido de lantano de alta pureza (>99,99%) con una curva de calibración $R^2 > 0,999$.

Cancelación de interferencias: ICP-OES necesita deducir la interferencia espectral de la matriz de tungsteno, y XRF necesita corregir el efecto de la matriz.

Tendencias de desarrollo:

Detección rápida: Se ha desarrollado XRF portátil con un tiempo de análisis de < 10 segundos para satisfacer las necesidades de monitoreo en línea.

Alta precisión: promueva ICP-MS (límite de detección de 0,001 ppm) para mejorar las capacidades de detección de bajo nivel.

Automatización: Integre el muestreo automatizado y el procesamiento de datos para aumentar la eficiencia del análisis hasta en un 50%.

8.1.2 Análisis de elementos de impurezas

Los elementos de impurezas (por ejemplo, Fe, Si, C, O) afectan la conductividad, la resistencia a la oxidación y la estabilidad del arco del electrodo y deben controlarse al <0,05% (ISO 6848). Los métodos de detección más utilizados son el ICP-OES, la espectroscopia de absorción atómica (AAS), la absorción infrarroja y la fusión de gas inerte.

Método de detección:

ICP-OES:

Principio: Detección con óxido de lantano, detección simultánea de Fe (238,20 nm), Si (251,61 nm) y otras impurezas mediante análisis de múltiples longitudes de onda.

Procedimiento: Al igual que la detección de óxido de lantano, ajuste la longitud de onda y la curva de calibración.

Parámetros técnicos: límite de detección 0,01-0,1 ppm, precisión $\pm 0,01\%$, adecuado para análisis de elementos múltiples.

Ventajas: Alta sensibilidad, análisis de múltiples impurezas a la vez, alta eficiencia.

Limitaciones: Preprocesamiento complejo y alto costo.

AAS:

Principio: Los átomos de muestra absorben luz de una longitud de onda específica y determinan la concentración de Fe, Ni y otros elementos.

Pasos:

Las muestras se disuelven y se diluyen a 1-10 ppm.

Analizado en AAS (Fe 248,33 nm), llama o horno de grafito atomizado.

El método de suma estándar calcula el contenido.

Parámetros técnicos: límite de detección 0,1 ppm, precisión $\pm 0,05\%$, tiempo de análisis 10 minutos/elemento.

Ventajas: El costo del equipo es bajo (alrededor de 20-500,000 yuanes), adecuado para la detección

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

de un solo elemento.

Limitaciones: análisis elemento por elemento, baja eficiencia, interferencia de matriz.

Método de absorción infrarroja (C, S):

Principio: La muestra se quema a alta temperatura para generar CO₂ y SO₂, y el contenido se determina por absorción infrarroja.

Pasos:

Tome una muestra (0,5-1 g) y quémela en una corriente de oxígeno (1350 °C).

El detector de infrarrojos analiza la intensidad de absorción de CO₂ (4,26 μm).

El método de la curva de calibración calcula el contenido de C.

Parámetros técnicos: límite de detección 0,001%, precisión ± 0,005%, tiempo de análisis 2-5 minutos.

Ventajas: rápido, preciso, adecuado para la detección de C y S.

Limitaciones: Solo C y S, se requiere equipo especial (alrededor de 500,000 yuanes).

Método de fusión de gas inerte (O, N):

Principio: La muestra se funde a alta temperatura en helio, se liberan O₂ y N₂ y se analiza el detector de conductividad térmica.

Pasos:

Tome una muestra (0,1-0,5 g) y derrítala en un crisol de grafito (2500 °C).

El detector de conductividad térmica determina el contenido de O₂ y N₂.

Calibrar los resultados del cálculo de gas estándar.

Parámetros técnicos: límite de detección 0,0005%, precisión ± 0,002%, tiempo de análisis 3 minutos.

Ventajas: Alta sensibilidad, adecuado para la detección de O y N.

Limitaciones: El costo del equipo es alto (alrededor de 1 millón de yuanes) y se limita a elementos de gas.

Escenarios de aplicación:

ICP-OES: Para el análisis exhaustivo de impurezas de electrodos aeroespaciales (por ejemplo, Fe<30 ppm).

AAS: Se utiliza en pequeñas y medianas empresas para detectar impurezas específicas (por ejemplo, Si<50 ppm).

Método de absorción infrarroja: se utiliza para el control del contenido de C (<0,01%) para garantizar la resistencia a la oxidación.

Método de fusión de gas inerte: utilizado para la detección del contenido de O (<0,01%), cumpliendo GB/T 14841.

Tecnologías clave:

Calibración del sustrato: ICP-OES debe deducir la interferencia de la matriz de tungsteno y AAS debe ser un método de adición estándar.

Muestras estándar: Utilice estándares acreditados por el NIST (por ejemplo, SRM 2452) para

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

garantizar una calibración precisa.

Control ambiental: La sala de pruebas debe estar a temperatura constante (20 ± 2 °C) y bajo nivel de polvo (nivel ISO 7).

Tendencias de desarrollo:

Análisis rápido de múltiples elementos: ICP-MS se populariza para detectar 50 elementos en < 5 minutos.

Detección en línea: El analizador en línea XRF fue desarrollado para monitorear impurezas en tiempo real.

Detección verde: reduzca la cantidad de solvente ácido y utilice la tecnología de digestión por microondas.

8.2 Ensayo de las propiedades físicas del electrodo de lantano y tungsteno

Las pruebas de propiedades físicas se utilizan para evaluar la densidad, la dureza, el punto de fusión y la conductividad térmica de los electrodos de lantano y tungsteno, que afectan la resistencia mecánica, la estabilidad térmica y la eficiencia de soldadura de los electrodos.

8.2.1 Ensayos de densidad y dureza

La densidad ($>19,2$ g/cm³) y la dureza (400-450 HV) son índices físicos importantes del electrodo de lantano y tungsteno, lo que refleja su densidad y resistencia mecánica.

Prueba de densidad:

Método: Método de Arquímedes.

Principio: Mida la masa del electrodo en aire y líquido (generalmente agua o etanol) y calcule la densidad.

Pasos:

Pesar el peso seco del electrodo (m_1) con una balanza de alta precisión (exactitud $\pm 0,0001$ g).

El electrodo se sumergió en agua desionizada (20 °C, densidad $\rho_0 = 0,998$ g/cm³) y se pesó el peso húmedo (m_2).

Calcula la densidad: $\rho = m_1 / (m_1 - m_2) \times \rho_0$.

Parámetros técnicos: precisión $\pm 0,01$ g/cm³, tiempo de medición 1-2 minutos.

Ventajas: simple, de bajo costo (alrededor de 50,000 yuanes equipo), adecuado para pruebas por lotes.

Limitaciones: La precisión de los electrodos pequeños (<0,5 mm) es ligeramente inferior y es necesario corregir la tensión superficial del líquido.

Pruebas de dureza:

Método: Dureza Vickers (HV).

Principio: El indentador de diamante se presiona en la superficie del electrodo bajo la carga especificada, se mide la longitud diagonal de la indentación y se calcula la dureza.

Pasos:

Prepare las secciones de electrodos y pula a $Ra < 0,2$ μ m.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Utilice un durómetro Vickers (carga de 5 a 10 N, mantenga la carga durante 10 segundos).
Mida la diagonal de la hendidura y calcule el valor de HV.

Parámetros técnicos: precisión ± 1 HV, tiempo de medición 2-5 minutos/punto.

Ventaja: Alta precisión, adecuada para evaluar la homogeneidad de los electrodos.

Limitaciones: Se requiere una preparación destructiva de la muestra y los puntos de prueba son limitados.

Escenarios de aplicación:

Prueba de densidad: para el control de calidad de pastas verdes sinterizadas y productos terminados, la densidad $< 19,2$ g/cm³ puede tener porosidad.

Prueba de dureza: utilizada para la verificación de la resistencia de los electrodos después de forjar y estirar, la dureza >450 HV indica un buen refinamiento del grano.

Tecnologías clave:

Aplanamiento de la muestra: Pulido de la muestra para evitar defectos superficiales que afecten la medición de la dureza.

Estándar de calibración: Calibre el dispositivo utilizando bloques de dureza NIST (HV400-500).

Control ambiental: La temperatura de la cámara de prueba es de 20 ± 1 °C para evitar errores de expansión térmica.

Tendencias de desarrollo:

Pruebas de densidad en línea: desarrollo de densímetro ultrasónico, pruebas no destructivas.

Microdureza: Promover la tecnología de nanoindentación para analizar la dureza a nivel de grano.

Automatización: La etapa de muestra automática integrada aumenta la eficiencia de las pruebas en un 30%.

8.2.2 Ensayo de punto de fusión y conductividad térmica

El punto de fusión (alrededor de 3400 °C) y la conductividad térmica (aproximadamente 100 W / m·K) reflejan la resistencia a altas temperaturas y la conductividad térmica del electrodo, lo que afecta su rendimiento en la soldadura de alta corriente.

Prueba de punto de fusión:

Métodos: Análisis térmico a alta temperatura (calorimetría diferencial de barrido, DSC).

Principio: La muestra se calienta y se registra la temperatura del punto de fusión correspondiente al pico endotérmico.

Pasos:

Tome una muestra (10-50 mg) y colóquela en un crisol de alúmina.

Bajo la protección del gas argón (caudal 50 mL/min), la temperatura se elevó a 3500 °C (tasa 10 °C/min).

Se registra la curva DSC para determinar el punto de fusión.

Parámetros técnicos: precisión ± 5 °C, tiempo de análisis 30-60 minutos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Ventajas: alta precisión, adecuado para la verificación de R&D.

Limitaciones: El equipo es caro y no es adecuado para pruebas de rutina.

Prueba de conductividad térmica:

Método: Método de flash láser.

Principio: El pulso láser calienta un lado de la muestra y el detector de infrarrojos mide el aumento de temperatura en el otro lado para calcular la conductividad térmica.

Pasos:

Prepare las secciones de electrodos (10 mm de diámetro, 2 mm de espesor).

Probado en un medidor de flash láser (100-1000 °C, protegido contra argón).

La conductividad térmica ($\lambda = \alpha \times \rho \times C_p$) se calculó utilizando el software.

Parámetros técnicos: precisión $\pm 3\%$, tiempo de medición 1-3 minutos.

Ventajas: Rápido, no destructivo, adecuado para el análisis de rendimiento a alta temperatura.

Limitaciones: Se requieren muestras delgadas y el costo del equipo es alto (alrededor de 2 millones de yuanes).

Escenarios de aplicación:

Prueba de punto de fusión: se utiliza para la verificación de investigación y desarrollo de electrodos recién formulados, como el dopaje compuesto.

Prueba de conductividad térmica: se utiliza para evaluar el rendimiento de los electrodos de corte por plasma (por ejemplo, WL20).

Tecnologías clave:

Protección a altas temperaturas: Se utiliza gas argón de alta pureza ($> 99,999\%$) para evitar la oxidación de la muestra.

Estándar de calibración: Para la calibración se utilizan monocristal de tungsteno (punto de fusión de 3410 °C) y cobre (conductividad térmica de 400 W/m·K).

Procesamiento de datos: Los efectos del límite de la conductividad térmica se corrigen utilizando un modelo de elementos finitos.

Tendencias de desarrollo:

Prueba de alta temperatura: desarrolle equipos de prueba por encima de 4000 °C para adaptarse a nuevos materiales.

Medición sin contacto: Promover las pruebas de conductividad térmica en termografía infrarroja.

Pruebas multiparamétricas: Integre pruebas de punto de fusión, conductividad térmica y expansión térmica.

8.3 Pruebas de rendimiento eléctrico del electrodo de lantano y tungsteno

La prueba de rendimiento eléctrico evalúa el trabajo electrónico del electrodo de tungsteno de lantano, el rendimiento de iniciación del arco y la estabilidad del arco, que determinan directamente su rendimiento en soldadura TIG y soldadura por plasma.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

8.3.1 Medición de la derivación electrónica del trabajo

El trabajo de electrones (2.6-3.2 eV) es el parámetro eléctrico central del electrodo de lantano y tungsteno, lo que refleja su capacidad para emitir electrones, y el bajo trabajo del escape contribuye al arco de baja corriente.

Método: Método de emisión de termoelectrones.

Principio: Caliente el electrodo a una temperatura alta (1000-2000 °C), mida la corriente de emisión y calcule el trabajo de escape de electrones.

Pasos:

Coloque el electrodo en una cámara de vacío ($<10^{-5}$ Pa) y caliente a 1500 °C.

Se aplica un campo eléctrico (100-500 V/cm) y se registra la corriente de emisión (1-100 μ A).

La función de trabajo se calcula utilizando la ecuación de Richardson-Dushman: $J = A T^2 \exp(-\phi/kT)$.

Parámetros técnicos: precisión $\pm 0,05$ eV, tiempo de prueba 10-20 minutos.

Ventaja: Refleja directamente el rendimiento eléctrico del electrodo, que es adecuado para la investigación y el desarrollo.

Limitaciones: Se requiere un entorno de vacío y el equipo es complejo (alrededor de 3 millones de yuanes).

Escenario de aplicación: Se utiliza para verificar el rendimiento de los electrodos WL20 para garantizar que la $<$ de la potencia de escape sea de 2,8 eV.

Tecnologías clave:

Control de vacío: El nivel de vacío es de $<10^{-6}$ Pa para evitar interferencias de oxígeno.

Calibración de temperatura: Utilice un pirómetro óptico (precisión ± 2 °C).

Medición de corriente: Picoamperímetro con sensibilidad < 1 pA.

Tendencias de desarrollo:

Medición rápida: Desarrollo de un método de prueba de presión atmosférica con un tiempo de < 5 minutos.

Monitoreo en línea: línea de producción integrada, detección en tiempo real de la producción de trabajo.

Simulación teórica: Combinado con el cálculo DFT para predecir el trabajo de escape, reducir el costo del experimento.

8.3.2 Ensayo de rendimiento del arco

El rendimiento de inicio del arco refleja la capacidad de ignición del electrodo a bajas corrientes (10-50 amperios), y se prefiere el tiempo de inicio del arco $< 0,5$ segundos (ISO 6848).

Método: Ensayo de soldadura simulado.

Principio: El tiempo de arco y el voltaje entre el electrodo y la pieza de trabajo se miden en una

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

máquina de soldadura TIG.

Pasos:

Se utiliza soldadora TIG (cátodo de CC, protección de argón, caudal de 10 L/min).

La corriente se establece en 10-50 amperios y la distancia entre la punta del electrodo y la pieza de trabajo (acero inoxidable) es de 2 mm.

Registre el tiempo de arco (desde la energización hasta la estabilización del arco) y el voltaje del arco.

Parámetros técnicos: precisión del tiempo $\pm 0,01$ segundos, precisión del voltaje $\pm 0,1$ V, tiempo de prueba 1-2 minutos.

Ventaja: Simule las condiciones de trabajo reales y los resultados son intuitivos.

Limitaciones: Ligeramente menos repetible dependiendo del material de la pieza de trabajo y de la pureza del gas.

Escenario de aplicación: utilizado para la prueba de rendimiento de soldadura de placa delgada WL10, el tiempo de inicio del arco $< 0,4$ segundos.

Tecnologías clave:

Punta del electrodo: rectificadas en un ángulo de cono de 45° para garantizar la consistencia.

Adquisición de datos: Utilice un osciloscopio de alta velocidad (frecuencia de muestreo > 10 kHz).

Control ambiental: pureza del argón $> 99,999\%$ para evitar la oxidación.

Tendencias de desarrollo:

Prueba de microcorriente: Desarrollada < 1 amperio prueba de arco para cumplir con los requisitos de la microsoldadura.

Automatización: La estación de soldadura robótica integrada aumenta la eficiencia de las pruebas en un 50%.

Simulación de múltiples condiciones: Cubre pruebas de corriente alterna y de pulsos.

8.3.3 Ensayo de estabilidad del arco

La estabilidad del arco refleja las fluctuaciones de voltaje y corriente del electrodo durante el proceso de soldadura, preferiblemente $< \pm 0,5$ V (ISO 6848).

Método: Ensayo de soldadura simulado.

Principio: Registre las fluctuaciones de voltaje del arco a corriente constante y evalúe la estabilidad.

Pasos:

Utilice una soldadora TIG (CC, 100-200 amperios, argón 10 L/min).

El electrodo se mantiene a 3 mm de distancia de la pieza de trabajo (acero inoxidable) y se suelda durante 5 minutos.

Utilice un osciloscopio para registrar las fluctuaciones de voltaje y calcular la desviación estándar.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Parámetros técnicos: precisión de voltaje $\pm 0,01$ V, frecuencia de muestreo > 1 kHz, tiempo de prueba 5-10 minutos.

Ventaja: Refleja directamente el rendimiento de la soldadura, adecuado para el control de calidad.

Limitaciones: Afectado por la forma de la punta del electrodo y el flujo de gas.

Escenario de aplicación: Se utiliza para la verificación de soldadura aeroespacial WL15, fluctuación de voltaje $\leq \pm 0,4$ V.

Tecnologías clave:

Consistencia de la punta: El ángulo uniforme del cono de la punta (30-45°) reduce la deriva.

Análisis de datos: Analice la frecuencia de las fluctuaciones de voltaje utilizando FFT.

Gas de protección: Garantiza un caudal de argón estable ($\pm 0,1$ L/min).

Tendencias de desarrollo:

Ensayos de alta frecuencia: Desarrollo de ensayos de estabilidad de arco pulsado de CA y alta frecuencia.

Monitoreo en tiempo real: sistema integrado de detección en línea de la línea de producción.

AI Analytics: prediga la estabilidad del arco con el aprendizaje automático.

8.4 Ensayo de las propiedades mecánicas del electrodo de lantano y tungsteno

Las pruebas de propiedades mecánicas evalúan la resistencia al quemado y al desgaste de los electrodos de lantano y tungsteno, lo que afecta la vida útil y el costo de uso.

8.4.1 Ensayo de resistencia a la combustión

La resistencia a la combustión refleja la tasa de consumo de punta del electrodo en arcos de alta temperatura, prefiriéndose el consumo de punta $< 0,3$ mm/h (200 A, ISO 6848).

Método: Ensayo de soldadura simulado.

Principio: Medición de la pérdida de longitud de la punta del electrodo en soldadura de alta corriente para evaluar la resistencia a la combustión.

Pasos:

Se utilizó soldadora TIG (DC 200 A, argón 12 L/min).

La punta del electrodo se rectifica en un ángulo cónico de 45° y a 3 mm de distancia de la pieza de trabajo de acero inoxidable.

Soldadura continua durante 1 h, utilizando un microscopio para medir la pérdida de longitud de la punta.

Parámetros técnicos: precisión de medición $\pm 0,01$ mm, tiempo de prueba 1 hora.

Ventaja: Resultados fiables de condiciones simuladas del mundo real.

Limitaciones: Largo tiempo de prueba y baja eficiencia.

Escenario de aplicación: se utiliza para la verificación del electrodo de corte por plasma WL20, el consumo $< 0,25$ mm/h.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Tecnologías clave:

Control de la punta: Asegúrese de que el ángulo inicial del cono sea consistente (desviación $\leq 2^\circ$).

Mediciones microscópicas: utilizando un microscopio digital (aumento de 100x) con una precisión de $\pm 0,005$ mm.

Condiciones de trabajo estables: corriente de control (± 1 amperio) y caudal de gas ($\pm 0,1$ L/min).

Tendencias de desarrollo:

Prueba rápida: Desarrollo de un método de prueba de resistencia a quemaduras de 30 minutos.

Simulación a alta temperatura: pruebe las condiciones de trabajo por encima de 500 amperios para satisfacer las necesidades de corte.

Automatización: Reconocimiento de imagen integrado para la medición automática de la pérdida de punta.

8.4.2 Ensayo de resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión refleja el rendimiento de desgaste de la superficie del electrodo durante el estirado y el uso, lo que afecta su vida útil y la calidad de la superficie.

Método: Ensayo de fricción y desgaste.

Principio: Mida la pérdida de masa del electrodo o la profundidad de la cicatriz de desgaste en condiciones definidas de carga y fricción.

Pasos:

Se utiliza una máquina de prueba de fricción y desgaste (el material abrasivo es carburo con una carga de 10 N).

La muestra de electrodo (longitud 20 mm) se frotó 1000 veces a una velocidad de 5 m/min.

Medición de la pérdida de masa (precisión del volante $\pm 0,0001$ g) o de la profundidad de las marcas de desgaste (perfilómetro).

Parámetros técnicos: precisión de pérdida de masa $\pm 0,1$ mg, profundidad de molienda $\pm 0,1$ micras, tiempo de prueba 20-30 minutos.

Ventajas: Resistencia al desgaste cuantificada, adecuada para el control de la producción.

Limitaciones: Existe una diferencia entre las condiciones de trabajo simuladas y el uso real.

Escenario de aplicación: Se utiliza para verificar la calidad de la superficie de los electrodos de trefilado WL15.

Tecnologías clave:

Control de carga: El servosistema garantiza que la desviación de carga $< \pm$ de 0,1 N.

Pretratamiento de la superficie: Las muestras se pulen hasta $Ra < 0,2$ μ m.

Control ambiental: La humedad de la sala de pruebas es $<$ del 50% para evitar la oxidación.

Tendencias de desarrollo:

Ensayos de microabrasión: Desarrollo de análisis de abrasión a nanoescala para microelectrodos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Simulación multicaso: Cubre las condiciones de fricción seca y lubricación.

Inspección en línea: integrado en la línea de producción de embutición para controlar el desgaste en tiempo real.

8.5 Análisis de la microestructura del electrodo de lantano y tungsteno

El análisis de microestructura se utiliza para estudiar el tamaño de grano, la distribución de fase y los defectos de los electrodos de lantano y tungsteno, y para revelar el mecanismo microscópico de su rendimiento.

8.5.1 Análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM)

El SEM se utiliza para observar la topografía de la superficie, el tamaño de grano (10-20 μm) y la distribución del óxido de lantano del electrodo.

Principio: El haz de electrones escanea la muestra, recolecta electrones secundarios o electrones retrodispersados y genera una imagen de alta resolución.

Pasos:

Las secciones de electrodos se preparan, pulen y limpian con etanol.

Observar en SEM (voltaje de aceleración 10-20 kV, vacío $< 10^{-5}$ Pa).

La distribución del óxido de lantano se analizó utilizando un espectrómetro de dispersión de energía (EDS).

Parámetros técnicos: resolución 1 nm, aumento 100-10.000x, tiempo de análisis 10-30 minutos.

Ventajas: Alta resolución, combinada con EDS para proporcionar distribución de elementos.

Limitaciones: Se requiere un entorno de vacío y el equipo es costoso (alrededor de 5 millones de yuanes).

Escenario de aplicación: Se utiliza para el análisis de uniformidad de grano y dopaje del cuerpo sinterizado WL20.

Tecnologías clave:

Preparación de la muestra: Pulido a $Ra < 0,1 \mu\text{m}$ para evitar artefactos.

Calibración EDS: El contenido elemental se corrige utilizando una muestra estándar (La_2O_3).

Procesamiento de imágenes: La distribución granulométrica se analizó mediante ImageJ.

Tendencias de desarrollo:

Análisis in-situ: Desarrollo de SEM de alta temperatura para observar el proceso de quemado de electrodos.

Imagen 3D: Promover el FIB-SEM y reconstruir las estructuras internas.

Automatización: Identificación automática de granos y defectos a través de IA.

8.5.2 Análisis de difracción de rayos X (DRX)

La DRX se utiliza para analizar la estructura cristalina, la composición de fase y las tensiones residuales de los electrodos.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Principio: Los rayos X se unen químicamente a los cristales, produciendo patrones de difracción y analizando las fases cristalinas y los tamaños de grano.

Pasos:

Prepare polvos o secciones de electrodos, lave y seque.

Analizado en un instrumento XRD (Cu K α , 40 kV, rango de barrido 10-80°).

Utilice el software Jade para comparar las tarjetas PDF y determinar la composición de las fases.

Parámetros técnicos: resolución 0,01°, tiempo de análisis 30-60 minutos.

Ventaja: No destructivo, adecuado para análisis de fase y mediciones de tensión.

Limitaciones: baja sensibilidad a la fase de rastreo (<1%), alto costo del equipo (alrededor de 2 millones de yuanes).

Escenario de aplicación: Análisis de fases de tungsteno y óxido de lantano para electrodos forjados WL15.

Tecnologías clave:

Patrón de calibración: corrección de ángulo de 2 θ utilizando una muestra estándar de Si (NIST SRM 640).

Separación de picos: Se utilizó Rietveld para refinar el contenido de la fase analítica.

Medición de tensiones: Las tensiones residuales se calculan utilizando el método $\sin^2\psi$.

Tendencias de desarrollo:

Fast XRD: Desarrolle XRD de radiación de sincrotrón con un tiempo de análisis de < 10 minutos.

Microanálisis: Promueva la XRD de microfoco y la precisión de la subyacuación.

Inteligente: identifique automáticamente los estados de fase a través del aprendizaje automático.

8.6 Selección y calibración de equipos de prueba de electrodos de lantano

La selección y calibración del equipo de prueba es la clave para garantizar la precisión de los datos de prueba, incluido el tipo de equipo, los parámetros de rendimiento y los requisitos de mantenimiento.

8.6.1 Tipo de equipo de ensayo

Composición química: ICP-OES (Thermo Fisher iCAP 7400), XRF (Bruker S8 Tiger), AAS (Beijing Haiguang), instrumento de absorción infrarroja (LECO CS-600), analizador de gas inerte (ELTRA ONH-2000).

Propiedades físicas: densímetro (Mettler Toledo MS204S), durómetro Vickers (AGI HV-50), DSC (Netzsch STA 449 F3), conductímetro térmico láser (LFA 457).

Rendimiento eléctrico: Probador de escape de electrones (personalizado), Estación de soldadura simulada (OTC TIG-300), Medidor de conductividad (Keithley 2401).

Propiedades mecánicas: probador de fricción y desgaste (WJT-1000), microscopio (Zeiss Axio

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Observer).

Microestructura: SEM-EDS (FEI Quanta 250), XRD (Rigaku D/max-2500).

Elegido por:

Precisión requerida: ICP-OES (0,01 ppm) para la industria aeroespacial y XRF (0,05%) para la producción convencional.

Control de costos: AAS para pequeñas y medianas empresas, ICP-MS para grandes empresas.

Escala de producción: La producción en masa requiere equipos automatizados (como el muestreo automático ICP-OES) y SEM de alta resolución para investigación y desarrollo.

8.6.2 Calibración y mantenimiento

Calibración:

Composición química: Curva de calibración $R^2 > 0,999$ utilizando muestras estándar del NIST (SRM 2452 tungsteno, SRM 1075a óxido de lantano).

Propiedades físicas: pesos estándar para el probador de densidad ($\pm 0,0001$ g), bloques HV400 para el probador de dureza.

Propiedades eléctricas: resistencia estándar ($\pm 0,01$ Ω) para la estación de soldadura, voltaje de calibración del probador de salida de trabajo ($\pm 0,1$ V).

Microestructura: La resolución del SEM se calibra con la muestra estándar de oro, y el estándar de Si se calibra con el ángulo de 2θ para XRD.

Ciclo: Calibración mensual, inspección semanal de equipos clave.

Mantenimiento:

Limpieza: Limpieza mensual del tubo de inyección ICP-OES, limpieza semanal de la pistola SEM.

Reemplazo de consumibles: Los objetivos XRF se reemplazan cada 2 años y los indentadores del probador de dureza se inspeccionan cada 5000 veces.

Ambiente: temperatura constante $20 \pm 2^\circ\text{C}$, humedad $< 60\%$, limpieza ISO 7.

Registros: Registros electrónicos de mantenimiento para rastrear la causa de las fallas.

Tendencias de desarrollo:

Calibración automática: Desarrollar un sistema de autocalibración para reducir la operación manual.

Mantenimiento remoto: El monitoreo en tiempo real del estado de los equipos a través de IoT reduce la tasa de fallas en un 30%.

Mantenimiento ecológico: reduzca la cantidad de disolvente de limpieza y utilice consumibles respetuosos con el medio ambiente.

8.7 Normas y especificaciones de ensayo para electrodos de lantano-prometio

Los estándares de prueba proporcionan una especificación uniforme para los métodos de prueba y garantizan la comparabilidad y el cumplimiento de los resultados de las pruebas.

8.7.1 Normas internacionales de ensayo

ISO 6848:2015:

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Contenido de la prueba: composición química (ICP-OES, $\pm 0,15\%$), propiedades físicas ($>19,2$ g/cm³), propiedades eléctricas (trabajo 2,6-3,2 eV), apariencia (Ra $<0,4$ micras).

Métodos de prueba: ICP-OES, rayos XRF, soldadura simulada, inspección microscópica.

Requisitos: 5%-10% de muestreo por lote, tasa de aprobación $> 99\%$.

AWS A5.12:2009:

Contenido de la prueba: composición química ($\pm 0,2\%$), rendimiento del arco (fluctuación de voltaje $< \pm 0,4$ V), tamaño ($\pm 0,02$ mm).

Métodos de prueba: prueba de soldadura (AWS D1.1), XRF, micrómetro.

Requisitos: AWS Certified Lab Testing, documentación completa.

EN 26848:1991:

Contenido de la prueba: composición química, cumplimiento ambiental (RoHS), rendimiento eléctrico (voltaje de arco < 12 V).

Métodos de prueba: ICP-MS, prueba de soldadura EN 287, análisis de superficies.

Requisitos: Certificación CE, se prefieren las pruebas de protección del medio ambiente.

8.7.2 Especificaciones de pruebas domésticas

GB/T 14841:2008:

Contenido de detección: óxido de lantano ($\pm 0,15\%$), impurezas (O $<0,01\%$), densidad ($>19,2$ g/cm³), tiempo de inicio del arco ($<0,4$ segundos).

Métodos de ensayo: AAS, absorción infrarroja, método de Arquímedes, soldadura simulada.

Requisitos: 10% de muestreo por lote, obligatorio.

JB/T 4730:2005:

Contenido de la prueba: propiedades químicas, físicas, eléctricas, evaluación de la calidad.

Métodos de prueba: ICP-OES, prueba de dureza, prueba de soldadura, examen microscópico.

Requisitos: Proporcionar informe de inspección, muestreo 5%-10%.

Tendencias de desarrollo:

Actualización de la norma: Está previsto que las normas ISO 6848 y GB/T 14841 se revisen en 2025 para añadir microsoldadura y pruebas medioambientales.

Estandarización inteligente: promueva los estándares de prueba de IA y aumente la eficiencia de detección en un 50 %.

Internacionalización: La tasa de reconocimiento mutuo entre GB/T 14841 e ISO 6848 es del 95%.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL20

Capítulo 9 Tendencias de desarrollo y desafíos del electrodo de tungsteno y lantano

Como material de soldadura y corte de alto rendimiento, los electrodos de lantano y tungsteno se utilizan ampliamente en la industria aeroespacial, la industria nuclear, la fabricación de automóviles y la electrónica. Con la creciente demanda mundial de soldadura de alta precisión y fabricación ecológica, la tecnología y el mercado de electrodos de lantano y tungsteno están experimentando cambios rápidos. Este capítulo discutirá en detalle las tendencias de desarrollo tecnológico de los electrodos de lantano y tungsteno (nuevas tecnologías de dopaje, investigación y desarrollo de electrodos de alto rendimiento, procesos de producción respetuosos con el medio ambiente), las tendencias del mercado (demanda del mercado global y nacional) y los desafíos (costos de las materias primas, regulaciones ambientales, competencia internacional).

9.1 Tendencia de desarrollo técnico del electrodo de lantano y tungsteno

El progreso tecnológico es la fuerza impulsora central para el desarrollo de la industria de electrodos de lantano y tungsteno, que implica nueva tecnología de dopaje, investigación y desarrollo de electrodos de alto rendimiento y la promoción de procesos de producción respetuosos con el medio ambiente. Estas tendencias tienen como objetivo mejorar el rendimiento de los electrodos, reducir los costos de producción y cumplir con las regulaciones ambientales globales.

9.1.1 Desarrollo de nuevas tecnologías de dopaje

La tecnología de dopaje es la clave para optimizar el rendimiento de los electrodos de lantano-tungsteno, y la nueva tecnología de dopaje puede mejorar aún más el trabajo de evolución electrónica, la estabilidad del arco y el rendimiento anticombustión mediante la introducción de óxidos complejos, nanopartículas o sistemas de dopaje múltiple.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Dirección Técnica:

Dopaje compuesto: Otros óxidos de tierras raras (como CeO₂, Y₂O₃, ZrO₂) se añaden al óxido de lantano (La₂O₃) para formar un sistema de dopaje múltiple. Por ejemplo, el dopaje compuesto La₂O₃+CeO₂ (1:1) puede reducir el trabajo electrónico a 2,5 eV y mejorar el rendimiento de iniciación del arco en un 20%.

Nano dopaje: Se utilizan óxido de lantano a nanoescala (tamaño de partícula < 50 nm) o partículas nanocompuestas (como La₂O₃-ZrO₂) para mejorar la uniformidad del dopaje (desviación < 2%), mejorar el efecto de refinamiento del grano y reducir el tamaño del grano a 5-10 micras.

Dopaje en fase líquida: El óxido de lantano se dispersa uniformemente en polvo de tungsteno mediante síntesis química húmeda (como el método sol-gel), reemplazando el molino de bolas seco tradicional, mejorando la uniformidad en un 30% y reduciendo la tasa de segregación al < 1%.

Ventajas técnicas:

Mejora del rendimiento: El tiempo de inicio del arco del electrodo dopado compuesto (por ejemplo, WL15+Ce) se reduce a 0,3 segundos a baja corriente (< 10 A), y la estabilidad del arco mejora en un 15% (fluctuación de voltaje < ± 0,3 V).

Vida útil prolongada: aumento del 20 % en la resistencia al quemado de los electrodos nanodopados y reducción del consumo de punta a 0,2 mm/h (200 amperios, ISO 6848).

Optimización del proceso: El dopaje en fase líquida reduce el tiempo de molienda en un 50% y el consumo de energía en un 30%, lo que lo hace adecuado para la producción a gran escala.

Tecnologías clave:

Preparación de nanopartículas: Las nanopartículas de óxido de lantano se prepararon mediante pulverización de plasma o deposición química de vapor (CVD) con una precisión de control de tamaño de partícula de ± 5 nm.

Uniformidad del dopaje: La distribución de óxidos se monitorizó mediante microscopía electrónica de barrido de alta resolución (SEM-EDS) con una desviación del < 2%.

Control de procesos: Desarrollar un sistema de procesamiento por lotes inteligente para controlar con precisión la proporción de dopaje (± 0,01%) para mejorar la consistencia de los lotes.

Tendencias de desarrollo:

Sistema de dopaje multivariante: desarrollar el dopaje ternario o cuaternario (por ejemplo, La₂O₃+CeO₂+Y₂O₃) para optimizar el rendimiento integral del electrodo.

Dopaje inteligente: algoritmo de IA integrado, optimización en tiempo real de los parámetros de dopaje, uniformidad aumentada en un 50%.

Tecnología de bajo costo: Promover el dopaje húmedo para reemplazar los molinos de bolas de alta energía, reduciendo los costos entre un 20% y un 30%.

9.1.2 Investigación y desarrollo de electrodos de lantano y tungsteno de alto rendimiento

Los electrodos de lantano y tungsteno de alto rendimiento están dirigidos a aplicaciones de alta gama como la aeroespacial, la industria nuclear y la microsoldadura, con un enfoque en mejorar la formación de arcos de baja corriente, la resistencia al quemado de corriente ultra alta y la calidad de la superficie.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Dirección Técnica:

Electrodo de microsoldadura: Desarrolle un electrodo de diámetro ultrafino (0,1-0,5 mm) para satisfacer las necesidades de soldadura por microplasma en semiconductores y dispositivos médicos, con una corriente de arco de < 1 amperio y un voltaje de < 10 V.

Electrodo de alta corriente: Para el corte por plasma (>500 A), se ha desarrollado un electrodo de alta resistencia a las quemaduras, con un consumo de punta de $< 0,5$ mm/hora y un aumento del 30% en la vida útil.

Optimización de la superficie: mediante pulido láser o tratamiento con plasma, la rugosidad de la superficie se reduce a $Ra < 0,1$ micras y la estabilidad del arco mejora en un 10%.

Ventajas técnicas:

Rendimiento de microsoldadura: El tiempo de inicio del arco del electrodo ultrafino es de $< 0,2$ segundos a 0,5 amperios, lo que es adecuado para la soldadura de paquetes de chips.

Alta durabilidad de corriente: El electrodo WL20 de alto rendimiento funciona de forma continua durante 10 horas a 500 amperios con una deformación de la punta $< 0,3$ mm.

Calidad de la superficie: la rugosidad ultra baja reduce la deriva del arco y reduce la tasa de defectos de soldadura en un 20%.

Tecnologías clave:

Dibujo ultrafino: Desarrollo de molde de diamante (precisión de apertura $\pm 0,005$ mm) para lograr una producción de electrodos de 0,1 mm.

Sinterización a alta temperatura: prensado isostático en caliente (HIP, 2000°C, 200 MPa) con una densidad del 99,8% para eliminar los microporos.

Tratamiento de la superficie: Mediante micromecanizado láser, la profundidad de pulido se controla < 1 micra.

Tendencias de desarrollo:

Electrodo ultramicro: Desarrollado $<$ electrodo de 0,1 mm para satisfacer las necesidades de la soldadura a nanoescala.

Electrodo multifuncional: Investigación y desarrollo de electrodos compuestos que tienen en cuenta la microsoldadura y el corte de alta corriente.

Investigación y desarrollo inteligentes: simule el rendimiento de los electrodos a través del aprendizaje automático para acortar el ciclo de investigación y desarrollo en un 50%.

9.1.3 Promoción de tecnologías de producción respetuosas con el medio ambiente

El proceso de producción respetuoso con el medio ambiente responde a la tendencia mundial de fabricación ecológica, tiene como objetivo reducir el consumo de energía, reducir las emisiones y mejorar la utilización de los recursos, en línea con la directiva RoHS de la UE y la política de fabricación ecológica de China (GB/T 26572).

Dirección Técnica:

Sinterización de bajo consumo de energía: mediante calentamiento por inducción o sinterización

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

por microondas, la temperatura es de 2000 °C, el consumo de energía se reduce en un 30% y la emisión de gases de escape se reduce en un 50%.

Reciclaje de chatarra: Se desarrolló un sistema de reciclaje de circuito cerrado, con una tasa de recuperación del >85% para el polvo de tungsteno de desecho y los electrodos de desecho, y una tasa de recuperación del >80% para el óxido de lantano.

Limpieza ecológica: Utilice CO₂ supercrítico o agentes de limpieza a base de agua en lugar de disolventes químicos, lo que reduce las emisiones de líquidos residuales en un 70%.

Ventajas técnicas:

Ahorro de energía y reducción de emisiones: El consumo de energía de la sinterización por microondas se reduce a 500 kWh / tonelada y la emisión de CO₂ < electrodo de 0,5 toneladas / tonelada.

Eficiente en el uso de los recursos: el reciclaje de chatarra reduce los costes de las materias primas en un 20% y cumple con los requisitos de una economía circular.

Cumplimiento medioambiental: La limpieza ecológica cumple con la normativa REACH de la UE y el contenido de metales pesados de las aguas residuales < de 0,1 mg/L.

Tecnologías clave:

Optimización de la sinterización: Se utiliza un control de temperatura de varias etapas (velocidad de calentamiento de 500 °C/h) para reducir la pérdida de calor.

Proceso de recuperación: La tecnología de lixiviación-extracción ácida se utiliza para recuperar tungsteno con una pureza de > 99,95%.

Control de limpieza: La presión de CO₂ supercrítico se controla a 10-15 MPa y la eficiencia de limpieza es del >99%.

Tendencias de desarrollo:

Proceso de cero emisiones: Desarrollo de una tecnología de sinterización totalmente eléctrica con < emisiones de gases de escape de 0,01 mg/m³.

Economía circular: Promover todo el proceso de reciclaje, y la tasa de utilización de recursos alcanza el 95%.

Certificación verde: Establecer un sistema unificado mundial de certificación de electrodos verdes, en línea con la norma ISO 14001.

9.2 Tendencia de desarrollo del mercado del electrodo de lantano y tungsteno

El mercado de electrodos de tungsteno y lantano está impulsado por la demanda mundial de soldadura, el desarrollo económico regional y el avance tecnológico, lo que muestra una tendencia de rápido crecimiento y diferenciación regional.

9.2.1 Análisis de la demanda del mercado global

Tamaño del mercado:

Según el Informe del mercado global de electrodos de tungsteno de 2023, el tamaño del mercado de electrodos de tungsteno de lantano crecerá de \$ 1 mil millones en 2015 a \$ 1.8 mil millones en 2023, con una tasa de crecimiento anual promedio del 8.5%.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Se espera que el mercado alcance los \$ 2.5 mil millones de 2025 a 2030, impulsado por la industria aeroespacial (30%), la fabricación automotriz (25%) y la industria energética (20%).

Distribución regional:

América del Norte: 30% del mercado mundial, con una gran demanda proveniente de la industria aeroespacial (Boeing, NASA) y energética (soldadura de tuberías API 1104). Predominan los electrodos con certificación AWS A5.12 como Lincoln Electric.

Europa: 25%, la demanda se concentra en la industria automotriz (Volkswagen, BMW) y nuclear (EDF, Francia). Las normativas EN 26848 y RoHS han promovido los electrodos de lantano-tungsteno para sustituir a los electrodos de torio-tungsteno, representando el 45% del mercado.

Asia-Pacífico: 40%, siendo China, Japón y Corea del Sur los principales mercados. China representa el 60% del mercado de Asia-Pacífico, beneficiándose de los proyectos de la Franja y la Ruta y de la demanda aeroespacial (C919).

Controladores:

Avances tecnológicos: Los electrodos de alto rendimiento, como el WL20, satisfacen las necesidades de microsoldadura y corte por plasma, aumentando la cuota de mercado en un 20%.

Regulaciones ambientales: las regulaciones RoHS y REACH de la UE restringen los electrodos de torio-tungsteno, y la demanda de electrodos de lantano y tungsteno ha aumentado en un 30%.

Construcción de infraestructuras: Los proyectos mundiales de nuevas energías (eólica, energía nuclear) y ferroviarios de alta velocidad han aumentado, y la demanda de soldadura ha aumentado un 10% interanual.

Desafiar:

Los mercados de alta gama (como el aeroespacial) tienen altos requisitos de calidad, y el nivel técnico de las pequeñas y medianas empresas es difícil de cumplir.

Las diferencias de estándares regionales (ISO, AWS, EN) aumentan el costo de cumplimiento de las empresas entre un 5% y un 10%.

Las fluctuaciones de los precios de las materias primas (los precios del tungsteno suben un 15% en 2023) afectan a la competitividad de los costes.

Tendencias de desarrollo:

Premiumización: La demanda de WL20 en los mercados aeroespacial y de semiconductores aumentó un 15%, impulsando el desarrollo de electrodos de alto rendimiento.

Expansión regional: Se espera que los mercados de Asia-Pacífico, especialmente en India y el sudeste asiático, crezcan un 12%, beneficiándose de la relocalización de la fabricación.

Integración de la cadena de suministro: Las empresas multinacionales integran sus cadenas de suministro a través de fusiones y adquisiciones, aumentando la concentración del mercado en un 10%.

9.2.2 Perspectivas del mercado interno

Tamaño del mercado:

China es el mayor país de recursos de tungsteno del mundo, con un tamaño de mercado de electrodos

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

de tungsteno de lantano de unos 600 millones de dólares en 2023, lo que representa el 33% del total mundial, con una tasa de crecimiento anual media del 10%.

Se espera que el mercado interno alcance los 1.000 millones de dólares entre 2025 y 2030, lo que representa el 40% del total mundial, impulsado por la demanda de energía aeroespacial, nuclear y ferroviaria de alta velocidad.

Aplicaciones:

Aeroespacial: C919, ARJ21 y otros proyectos requieren electrodos WL20, con un aumento anual del 15%, en línea con la norma GJB 1718.

Industria nuclear: La construcción de las centrales nucleares Hualong No. 1 y CAP1400 requiere electrodos WL15, lo que representa el 30% de la cuota de mercado.

Ferrocarril y barcos de alta velocidad: La demanda de soldadura para vagones ferroviarios de alta velocidad y buques de GNL es WL10, con una tasa de crecimiento del 12%, en línea con las normas TB/T 2653 y CCS.

Industria electrónica: demanda de fabricación de equipos y chips 5G de electrodos ultrafinos (<0,5 mm), el crecimiento del mercado del 20%.

Panorama competitivo:

Las empresas nacionales representan el 70 por ciento del mercado y han aprobado la certificación GB/T 14841, con evidentes ventajas de costos (un 20 por ciento menos que las importaciones).

Las marcas internacionales representan el 30% del mercado de gama alta y confían en las certificaciones AWS y EN.

Las pymes ocupan el mercado de gama baja a través de la producción WL10 de bajo costo, con márgenes de beneficio del 5% al 10%.

Controladores:

Apoyo político: El "14º Plan Quinquenal" de China promueve la fabricación de alta gama, y la demanda de electrodos de tungsteno y lantano aumentó en un 15%.

Crecimiento de las exportaciones: El proyecto "Belt and Road" impulsó las exportaciones de electrodos, con un aumento anual del 20%, y los mercados del sudeste asiático y Oriente Medio representaron el 50%.

Actualización de la tecnología: los equipos domésticos (como los hornos de sinterización por microondas) reducen los costos de producción en un 10% y mejoran la competitividad.

Tendencias de desarrollo:

Producción local: Se espera que la cuota de mercado de las marcas nacionales de electrodos alcance el 80% y que la dependencia de las importaciones se reduzca al 10%.

Fabricación ecológica: La cuota de mercado de las empresas de certificación de producción ecológica ha aumentado al 50%.

Aplicaciones inteligentes: Los equipos de soldadura inteligentes (como los robots OTC) impulsaron un aumento del 15% en la demanda de WL15.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

9.3 Desafíos para los electrodos de lantano y tungsteno

Aunque el mercado de electrodos de lantano y tungsteno tiene amplias perspectivas, se enfrenta a los desafíos de los costos de las materias primas, las regulaciones ambientales y la competencia internacional, y necesita adoptar estrategias específicas para lidiar con ellos.

9.3.1 Control de costes de materias primas

Desafiar:

Fluctuaciones del precio del tungsteno: En 2023, el precio del concentrado de tungsteno aumentará un 15% (alrededor de 20,000 yuanes / tonelada) y el costo de producción de electrodos aumentará entre un 10% y un 20%.

Costo del óxido de lantano: El precio del óxido de lantano de alta pureza (>99,99%) es de aproximadamente 50,000 yuanes / tonelada, lo que representa el 30% del costo del electrodo, y el precio del óxido de lantano a nanoescala es más alto (100,000 yuanes / tonelada).

Riesgos de la cadena de suministro: China representa el 80% de los recursos mundiales de tungsteno, pero las restricciones a la exportación y la geopolítica afectan a la estabilidad de la cadena de suministro.

Estrategias:

Integración de recursos: Reducir los costos de materias primas en un 15% a través de la integración vertical.

Materiales alternativos: Desarrollo de electrodos con bajo contenido de lantano (por ejemplo, WL05, 0,5% La_2O_3) para reducir los costes en un 20%.

Reciclaje: Promover el reciclaje de residuos de tungsteno (tasa de recuperación >85%) y reducir el costo de las materias primas entre un 10% y un 15%.

Tendencias de desarrollo:

Economía circular: 95% de tasa de reciclaje de chatarra y 30% de reducción de costes.

Dopaje alternativo: Desarrollo de óxidos de bajo coste (por ejemplo, CeO_2) para sustituir al óxido de lantano parcial.

Compras inteligentes: prediga los precios del tungsteno a través de big data y optimice el tiempo de adquisición.

9.3.2 Limitaciones de las normas de protección del medio ambiente

Desafiar:

Normativas internacionales: Las normativas RoHS y REACH de la UE restringen los electrodos de torio-tungsteno, lo que aumenta el coste de cumplimiento de los electrodos de lantano-tungsteno en un 10% (por ejemplo, certificación CE).

Regulaciones nacionales: El Estándar Integral de Emisión de Contaminantes Atmosféricos de China (GB 16297) requiere emisiones de polvo < 0,1 mg/m^3 , y el costo de actualización de los equipos de sinterización y molienda es de aproximadamente 5 millones de yuanes.

Tratamiento de residuos: El tratamiento de líquidos residuales y gases residuales debe cumplir con la norma GB 8978, y el costo de tratamiento representa el 15% del costo de producción.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

Estrategias:

Proceso ecológico: se adopta la sinterización por microondas y la limpieza a base de agua, y la emisión de gases de escape se reduce en un 50%, de acuerdo con GB 16297.

Sistema de reciclaje: Establecer un reciclaje de ciclo cerrado, la tasa de recuperación de residuos de tungsteno y óxido de lantano > del 80%, y la descarga de líquidos residuales se reduce a 0,01 m³/tonelada.

Apoyo a la certificación: Cooperar con TÜV y otras instituciones para reducir el costo de la certificación CE en un 20%.

Tendencias de desarrollo:

Tecnología de cero emisiones: Desarrollo de una sinterización totalmente eléctrica con < emisiones de gases de escape de 0,01 mg/m³.

Certificación verde: Se unifica el estándar global de electrodos verdes y el costo de la certificación se reduce en un 30%.

Coordinación de políticas: China y la UE establecen conjuntamente normas de protección ambiental, reduciendo los costos de cumplimiento en un 15%.

9.3.3 Competencia en el mercado internacional

Desafiar:

Competencia de marcas: Las marcas internacionales ocupan el mercado de alta gama en Europa y Estados Unidos a través de la certificación AWS y EN, con una cuota del 60%.

Barreras técnicas: las empresas europeas y americanas cuentan con tecnología líder para electrodos de alto rendimiento (como el WL20 nanodopado), mientras que las empresas nacionales tienen una inversión insuficiente en investigación y desarrollo (representan solo el 5% de los ingresos).

Barreras comerciales: Los derechos antidumping (10%-20%) de Estados Unidos y la Unión Europea restringen las exportaciones chinas de electrodos, y las exportaciones cayeron un 5% en 2023.

Estrategias:

Actualización de la tecnología: aumentar la inversión en investigación y desarrollo (que representa el 10% de los ingresos), desarrollar electrodos compuestos de dopaje y alto rendimiento, y reducir la brecha tecnológica.

Construcción de marca: aprobó la certificación ISO 6848, mejoró el reconocimiento internacional de los electrodos nacionales y aumentó las exportaciones en un 20%.

Mercado regional: Cultive profundamente el mercado de la "Franja y la Ruta", exporte al sudeste asiático y Medio Oriente, y aumente la participación de mercado al 30%.

Tendencias de desarrollo:

Intercambio de tecnología: Centro conjunto de investigación y desarrollo China-UE, reduciendo la brecha tecnológica en un 50%.

Diversificación de mercados: Se expandió a África y América del Sur, con un aumento de las exportaciones del 15%.

Internacionalización de la marca: La cuota de mercado global de las marcas nacionales de electrodos alcanza el 20%.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL20

Capítulo 10 Conclusiones

Como material de soldadura y corte de alto rendimiento, el electrodo de tungsteno de lantano se ha utilizado ampliamente en la industria aeroespacial, nuclear, automotriz y electrónica debido a sus excelentes propiedades eléctricas, mecánicas y ambientales. Este capítulo resume las ventajas integrales de los electrodos de lantano y tungsteno, presenta sugerencias para el desarrollo de la industria de electrodos de tungsteno y espera con interés sus futuras direcciones de investigación, a fin de proporcionar referencia para los profesionales de la industria, las instituciones de investigación y los responsables políticos para promover el desarrollo sostenible de la industria de electrodos de lantano y tungsteno.

10.1 Ventajas integrales del electrodo de tungsteno de lantano

El electrodo de lantano y tungsteno ocupa una posición importante en el mercado mundial de consumibles de soldadura debido a su composición química única, propiedades físicas y propiedades eléctricas, y ha reemplazado gradualmente al electrodo de torio-tungsteno como la opción principal para la soldadura TIG, la soldadura por plasma y el corte. Sus amplias ventajas se reflejan en los siguientes aspectos:

Excelentes propiedades eléctricas:

Los electrodos de tungsteno de lantano (WL10, WL15, WL20) tienen un trabajo electrónico de 2,6-3,2 eV (ISO 6848:2015), que es menor que el de los electrodos de tungsteno puro (4,5 eV), lo que da como resultado un excelente rendimiento de arco a baja corriente, con un tiempo de arco de < 0,4 segundos y un voltaje de arco de <12 V, que es adecuado para la microsoldadura (p. ej., Empaquetado de chips semiconductores, corriente < 1 amperio).

Estabilidad del arco: La distribución uniforme del óxido de lantano (desviación $\leq \pm 0,15\%$) garantiza

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

<± fluctuaciones de voltaje del arco de 0,5 V (AWS A5.12), una alta calidad de soldadura y una tasa de paso del 99,8% para aplicaciones aeroespaciales como la soldadura de aleación de titanio para aviones C919.

Amplia idoneidad de corriente: El electrodo WL20 sobresale en el rango de 10-500 amperios, satisfaciendo diversas necesidades, desde la soldadura de láminas hasta el corte por plasma.

Propiedades mecánicas superiores:

Resistencia a la combustión: A 200 amperios, la tasa de consumo de la punta < de 0,3 mm/h (GB/T 14841), lo que prolonga la vida útil del electrodo en un 30%, reduce la frecuencia de reemplazo y ahorra un 15% del costo.

Alta dureza y resistencia al desgaste: dureza Vickers 400-450 HV, tamaño de grano 10-20 micras, resistencia al desgaste mejor que el electrodo de tungsteno de torio, adecuado para trefilado de alta frecuencia y uso a largo plazo.

Alta densidad: > densidad de 19,2 g/cm³ (ISO 6848), no porosa, de alta resistencia mecánica, adecuada para aplicaciones de alta carga (por ejemplo, soldadura de tuberías de centrales nucleares).

Protección del Medio Ambiente y Seguridad:

No radiactivo: En comparación con los electrodos de torio-tungsteno (que contienen ThO₂ radiactivo), los electrodos de lantano-tungsteno no tienen riesgo radiactivo y cumplen con la Directiva RoHS de la UE (2002/95/EC) y el estándar de fabricación ecológica de China (GB/T 26572), promoviendo su cuota de mercado para sustituir a los electrodos de torio-tungsteno en los mercados europeo y americano, aumentando su cuota de mercado del 15% en 2010 al 40% en 2023. Potencial de producción verde: la tasa de reciclaje de residuos es del >85% y la emisión de gases de escape es < 0,1 mg/m³ (GB 16297), lo que apoya la economía circular y reduce la contaminación ambiental.

Competitividad en el mercado:

Rentable: el costo de producción del electrodo de tungsteno y lantano nacional es un 20% -30% más bajo que el de las marcas importadas, y ha pasado la certificación GB / T 14841 para satisfacer las necesidades de la industria aeroespacial nacional, el ferrocarril de alta velocidad y otros proyectos.

Aplicabilidad global: cumple con las normas ISO 6848, AWS A5.12 y EN 26848, de color uniforme, coloreado y fácil para el comercio mundial, con exportaciones que aumentaron de \$ 1 mil millones en 2015 a \$ 1.8 mil millones en 2023.

Diversas aplicaciones: Desde la industria aeroespacial (soldadura de titanio) hasta la electrónica (electrodos ultrafinos<0,5 mm), el mercado está creciendo a una tasa de crecimiento anual del 8,5%.

Adaptabilidad técnica:

Compatible con la automatización: la tolerancia del tamaño del electrodo de tungsteno de lantano y la rugosidad de la superficie cumplen con los requisitos de los equipos de soldadura automáticos, y la eficiencia de producción aumenta en un 20%.

Estabilidad del proceso: La consistencia del lote se incrementa en un 30% y los defectos de producción se reducen al <1% mediante dopaje en fase líquida y sinterización por microondas.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

CTIA GROUP LTD

Lanthanum Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Lanthanum Tungsten Electrode

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

2. Types of Lanthanum Tungsten Electrode

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

3. Standard Sizes & Packaging of Lanthanum Tungsten Electrode

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

4. Applications of Lanthanum Tungsten Electrode

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

5. Procurement Information

Email: sales@chinatungsten.com
Phone: +86 592 5129595; 592 5129696
Website: www.tungsten.com.cn

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

10.2 Sugerencias para el desarrollo de la industria de electrodos de tungsteno

Con el fin de promover el desarrollo sostenible del electrodo de lantano y tungsteno y de toda la industria de electrodos de tungsteno, se presentan las siguientes sugerencias basadas en la tecnología, el mercado y las tendencias políticas:

Aumentar la inversión en investigación y desarrollo:

Tecnología de dopaje compuesta: Las empresas deben invertir fondos de investigación y desarrollo (que representan entre el 10% y el 15% de los ingresos) para desarrollar múltiples electrodos de dopaje como $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$, reducir el trabajo de escape de electrones a 2,5 eV y mejorar el rendimiento de inicio del arco en un 20%.

Electrodo ultrafino: Para las necesidades de semiconductores y dispositivos médicos, hemos desarrollado electrodos con un diámetro de $< 0,1$ mm para cumplir con los requisitos de microsoldadura (< 1 amperio) y apoderarse del mercado de alta gama.

Investigación y desarrollo inteligentes: Uso de IA y DFT (Teoría del Funcional de la Densidad) para simular el rendimiento de los electrodos, acortar el ciclo de investigación y desarrollo en un 50% y reducir el costo de la prueba en un 30%.

Promoción de la fabricación ecológica:

Proceso de bajo consumo de energía: Promover la sinterización por microondas y la tecnología de sinterización totalmente eléctrica, reducir el consumo de energía en un 30% y $<$ la emisión de gases de escape de $0,01 \text{ mg/m}^3$, de acuerdo con GB 16297 e ISO 14001.

Reciclaje de chatarra: Establecer un sistema de reciclaje de circuito cerrado, con una tasa de recuperación del 95% para el tungsteno y el óxido de lantano, y una reducción del 20% en los costos de las materias primas para apoyar una economía circular.

Certificación verde: Alentar a las empresas a obtener la certificación ISO 14001 y REACH de la UE, mejorar la competitividad de los productos en los mercados europeo y americano y reducir el costo de la certificación en un 20%.

Optimizar la gestión de la cadena de suministro:

Materias primas estables: Al cooperar con empresas de mineral de tungsteno (como la industria de tungsteno de Ganzhou) para estabilizar el suministro de concentrado de tungsteno, el impacto de las fluctuaciones de precios se reduce al 5%.

Diseño del mercado regional: Cultivar profundamente el mercado de la "Franja y la Ruta", exportar al sudeste asiático y al Medio Oriente, aumentar la participación de mercado al 30% y reducir la dependencia de los mercados europeos y estadounidenses.

Integración vertical: A través de fusiones y adquisiciones, la eficiencia de la cadena de suministro se incrementó en un 15% y el costo se redujo en un 10% a través de fusiones y adquisiciones de polvo de tungsteno y producción y reciclaje de electrodos.

Fortalecer la internacionalización de las normas:

Alineación de estándares: Promover la tasa de reconocimiento mutuo de GB/T 14841 e ISO 6848 para alcanzar el 95% y reducir el costo de cumplimiento de las empresas multinacionales en un 10%.

Participar en la formulación: las empresas chinas deben participar activamente en ISO/TC 44,

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

esforzarse por obtener el 30% de los asientos y mejorar la voz de las normas internacionales.

Soporte multilingüe: Proporcione documentos estándar multilingües (chino, inglés, alemán, francés) para la promoción global.

Formación de talento y promoción tecnológica:

Cooperación entre la industria, la universidad y la investigación: Establecer laboratorios conjuntos con la Universidad de Tsinghua y el Instituto de Tecnología de Harbin para cultivar talentos técnicos de dopaje y aumentar la tasa de conversión de los resultados de investigación y desarrollo en un 50%.

Capacitación técnica: Proporcionar capacitación en tecnología de prueba y producción verde para pequeñas y medianas empresas, aumentar la tasa de cumplimiento en un 30% y reducir el costo en un 15%.

Intercambios internacionales: A través del foro de tecnología de soldadura "Belt and Road", se promovieron los estándares y tecnologías chinas y las exportaciones aumentaron en un 20%.

Diversificación de mercados:

Mercados emergentes: Expandirse a los mercados africanos y sudamericanos, que se espera que crezcan un 15%, con un enfoque en la promoción de electrodos WL10 de bajo costo.

Aplicaciones de alta gama: Desarrollo de electrodos WL20 de alto rendimiento para la industria aeroespacial y de semiconductores, aumentando la cuota de mercado hasta el 20%.

Construcción de marca: crear una imagen internacional de la marca nacional de electrodos, con una cuota de mercado global del 20%.

10.3 Direcciones futuras de investigación de los electrodos de lantano y tungsteno

La investigación futura del electrodo de lantano y tungsteno debe centrarse en los avances tecnológicos, la demanda del mercado y los requisitos de protección del medio ambiente, y las siguientes direcciones principales son las siguientes:

Novedoso sistema de dopaje:

Dopaje multivariante: Se desarrollaron sistemas de dopaje ternarios o cuaternarios como $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2+\text{ZrO}_2$ para optimizar el trabajo electrónico ($<2,5$ eV) y el rendimiento anticombustión (tasa de consumo $< 0,2$ mm/h).

Nano dopaje: desarrolle $<$ partículas de óxido de 20 nm, reduzca el tamaño del grano a 5 micras y mejore la estabilidad del arco en un 20%.

Dopaje funcionalizado: Se introducen óxidos conductores de electricidad o térmicamente estables (por ejemplo, TiO_2) para mejorar el rendimiento del electrodo en condiciones de funcionamiento extremas ($>500\text{A}$).

Desarrollo de electrodos de alto rendimiento:

Electrodo ultrafino: El electrodo de 0,05 mm fue desarrollado $<$ para satisfacer las necesidades de soldadura a nivel nanométrico, y el voltaje del arco es de < 8 V.

Electrodo de alta corriente: para el corte por plasma (> 1000 amperios), se desarrolla un electrodo anticombustión y la vida útil se prolonga en un 50%.

Electrodos adaptativos: Desarrolle electrodos inteligentes que ajusten dinámicamente las

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

características del arco para adaptarse a las corrientes de CA, CC y pulsos.

Tecnología de fabricación verde:

Proceso de cero emisiones: Desarrollo de sinterización totalmente eléctrica y sinterización por plasma con emisiones de gases de escape de $< 0,005 \text{ mg/m}^3$ en línea con las futuras normativas medioambientales.

Reciclaje eficiente: Logre una recuperación del 100% de chatarra de tungsteno y óxido de lantano, reduciendo los costos en un 30%.

Limpieza de base biológica: Investigación y desarrollo de agentes de limpieza a base de enzimas para reemplazar los solventes químicos, reduciendo las emisiones de líquidos residuales en un 90%.

Pruebas y producción inteligentes:

Detección de IA: Se desarrollaron análisis de imágenes SEM basados en IA y pruebas de estabilidad de arco para mejorar la eficiencia de detección en un 50%.

Monitorización on-line: Sistema integrado de Internet de las Cosas (IoT) para monitorizar los procesos de dopaje, sinterización y detección en tiempo real, mejorando la consistencia de los lotes en un 30%.

Gemelo digital: Establezca un modelo de gemelo digital de producción de electrodos, optimice los parámetros del proceso y aumente la eficiencia de la producción en un 20 %.

Nuevas áreas de aplicación:

Fabricación aditiva: Desarrollo de electrodos de lantano y tungsteno para la impresión 3D de soldadura de metales para cumplir con los requisitos de alta precisión de las piezas aeroespaciales.

Nuevas energías: Para la soldadura de equipos eólicos y fotovoltaicos, hemos desarrollado electrodos resistentes a la corrosión, que han alargado su vida útil en un 25%.

Dispositivos médicos: Desarrollo de electrodos ultrafinos para la fabricación de equipos quirúrgicos mínimamente invasivos, con un crecimiento de mercado del 20%.

Estudios de Normas y Certificación:

Normas internacionales: Promover el desarrollo de una nueva versión de la norma ISO 6848, que cubra los requisitos de microsoldadura y fabricación ecológica, que se espera que se publique en 2027.

Certificación verde: Desarrollar un sistema unificado global de certificación de electrodos verdes, reduciendo el costo de certificación en un 30%.

Reconocimiento mutuo transfronterizo: Logre el reconocimiento mutuo completo de GB/T 14841 con AWS A5.12 y EN 26848, y reduzca las barreras comerciales en un 15%.

Estudios Interdisciplinarios:

Ciencia de los materiales: Combine simulaciones de química cuántica para predecir la interacción de los óxidos dopados con la matriz de tungsteno y optimizar las formulaciones.

Análisis de big data: Utilice los datos de soldadura para analizar el rendimiento de los electrodos y desarrollar diseños de electrodos personalizados.

Ciencias ambientales: estudiar el impacto ambiental de la producción de electrodos y desarrollar

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

una vía de producción neutra en carbono.



ELECTRODO CTIA GROUP LTD WL20

Apéndice

A. Glosario

Electrodo de lantano y tungsteno: Un material de electrodo dopado con óxido de lantano en una matriz de tungsteno para soldar y cortar.

Óxido de lantano: La fórmula química La_2O_3 se utiliza para mejorar el trabajo electrónico y el rendimiento de soldadura de los electrodos de tungsteno.

Escape de trabajo de electrones: La cantidad mínima de energía requerida para que los electrones escapen de la superficie de un material, lo que afecta el rendimiento de iniciación del arco.

Rendimiento de iniciación del arco: la facilidad con la que el electrodo inicia un arco durante el proceso de soldadura.

Estabilidad del arco: La capacidad de un arco para mantener una combustión constante durante el proceso de soldadura.

Resistencia a la combustión: La capacidad del electrodo para resistir la ablación bajo la acción del arco de alta temperatura.

Soldadura TIG: Soldadura con protección de gas inerte de tungsteno, que utiliza electrodos de tungsteno para soldadura de alta precisión.

Corte por plasma: El proceso de cortar metal utilizando un arco de plasma de alta temperatura.

Sinterización: El proceso de calentar un material en polvo a una temperatura por debajo del punto de fusión para combinarlo en un cuerpo denso.

Forja: Proceso en el que un material se deforma por una fuerza externa para mejorar sus propiedades mecánicas.

Dibujo: Un método de procesamiento en el que una barra de metal se estira en una forma alargada a través de un molde.

ISO 6848: Clasificación y requisitos para los electrodos de tungsteno desarrollados por la Organización Internacional de Normalización.

AWS A5.12: Especificación de electrodos de tungsteno desarrollada por la American Welding Society.

GB/T 14841: Norma nacional china, que especifica los requisitos técnicos para los electrodos de tungsteno.

SEM: Microscopio electrónico de barrido para el análisis de la topografía superficial y la estructura de los materiales.

XRD: Difracción de rayos X, que se utiliza para analizar la estructura cristalina de los materiales.

B. Referencias

[1] Tipos de electrodos de lantano y tungsteno y ventajas del lantano tungsteno - news.chinatungsten.com

[2] EN 26848:1991, Electrodos de tungsteno para soldadura.

[3] GB/T 14841-2008, Condiciones técnicas para electrodos de tungsteno.

[4] Análisis del mercado de electrodos de tungsteno de lantano: informe del mercado global de electrodos de tungsteno, 2023.

[5] Aplicación de la tecnología de fabricación ecológica en electrodos de tungsteno - China Welding Journal, 2022.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal

- [6] Chinatungsten Online Technology Co., Ltd. - www.chinatungsten.com.
- [7] Recursos de tungsteno y tendencias del mercado - Revista de Ciencia de los Materiales, 2021.
- [8] Impacto de las normativas RoHS y REACH de la UE en los electrodos de tungsteno - Normativa medioambiental, 2022.
- [9] Análisis del mercado de materiales de soldadura "Belt and Road" - International Trade Review, 2023.
- [10] GB/T 26572-2011, Especificación técnica para la fabricación ecológica.
- [11] Progreso de la tecnología de electrodos de lantano y tungsteno - Investigación avanzada de materiales, 2020.
- [12] Pronóstico del mercado global de electrodos de tungsteno: informe de análisis de mercado, 2023.
- [13] EN 26848:1991, Electrodos de Tung para soldadura.
- [14] JB/T 4730-2005, Métodos de inspección de calidad para materiales de soldadura.
- [15] Investigación sobre la tecnología de detección de electrodos de lantano y tungsteno - China Welding Journal, 2022.
- [16] Método de análisis de composición química de electrodos de tungsteno - Química analítica, 2021.
- [17] Aplicación de SEM y XRD en electrodos de tungsteno - Caracterización de materiales, 2020.
- [18] Avances en la tecnología de pruebas de rendimiento eléctrico - Revista de tecnología de soldadura, 2023.
- [19] Aplicación de la tecnología de detección verde en electrodos de tungsteno - Ciencias ambientales, 2022.
- [20] Informe del Comité Técnico sobre Soldadura ISO/TC 44, 2023.
- [21] ISO 6848:2015, Consumibles de soldadura: electrodos de tungsteno para soldadura por arco con protección de gas inerte y para soldadura y corte por plasma.
- [22] AWS A5.12:2009, Especificación para electrodos de tungsteno dispersos por tungsteno y óxido.

Declaración de Derechos de Autor y Responsabilidad Legal