

Энциклопедия вольфрамового электрода лантана

中钨智造科技有限公司

CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

Мировой лидер в области интеллектуального производства для вольфрамовой,
молибденовой и редкоземельной промышленности

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

ЗНАКОМСТВО С CTIA GROUP

CTIA GROUP LTD, дочерняя компания с независимой правосубъектностью, учрежденная CHINATUNGSTEN ONLINE, занимается продвижением интеллектуального, интегрированного и гибкого проектирования и производства вольфрамовых и молибденовых материалов в эпоху промышленного интернета. CHINATUNGSTEN ONLINE, основанная в 1997 году с www.chinatungsten.com в качестве отправной точки — первый в Китае веб-сайт высшего уровня по вольфрамовым продуктам — является новаторской компанией электронной коммерции в стране, специализирующейся на вольфрамовой, молибденовой и редкоземельной промышленности. Опираясь на почти тридцатилетний опыт работы в области вольфрама и молибдена, CTIA GROUP наследует исключительные возможности своей материнской компании в области проектирования и производства, превосходные услуги и глобальную деловую репутацию, став поставщиком комплексных прикладных решений в области химических веществ вольфрама, металлов вольфрама, твердых сплавов, сплавов высокой плотности, молибдена и молибденовых сплавов.

За последние 30 лет CHINATUNGSTEN ONLINE создала более 200 многоязычных профессиональных веб-сайтов по вольфраму и молибдену, охватывающих более 20 языков, с более чем миллионом страниц новостей, цен и анализа рынка, связанных с вольфрамом, молибденом и редкоземельными элементами. С 2013 года официальный аккаунт WeChat «CHINATUNGSTEN ONLINE» опубликовал более 40 000 единиц информации, обслуживая почти 100 000 подписчиков и ежедневно предоставляя бесплатную информацию сотням тысяч профессионалов отрасли по всему миру. Благодаря совокупному количеству посещений веб-сайта и официального аккаунта, достигшему миллиардов раз, компания стала признанным глобальным и авторитетным информационным центром для вольфрамовой, молибденовой и редкоземельной отраслей, предоставляющим 24/7 многоязычные новости, характеристики продукции, рыночные цены и услуги по рыночным тенденциям.

Опираясь на технологии и опыт CHINATUNGSTEN ONLINE, CTIA GROUP фокусируется на удовлетворении индивидуальных потребностей клиентов. Используя технологию искусственного интеллекта, она совместно с клиентами разрабатывает и производит вольфрамовые и молибденовые изделия с определенным химическим составом и физическими свойствами (такими как размер частиц, плотность, твердость, прочность, размеры и допуски). Она предлагает комплексные интегрированные услуги, начиная от вскрытия пресс-форм, пробного производства и заканчивая отделкой, упаковкой и логистикой. За последние 30 лет компания CHINATUNGSTEN ONLINE предоставила услуги по исследованиям и разработкам, проектированию и производству более 500 000 видов вольфрамовых и молибденовых изделий для более чем 130 000 клиентов по всему миру, заложив основу для индивидуального, гибкого и интеллектуального производства. Опираясь на эту основу, CTIA GROUP еще больше углубляет интеллектуальное производство и интегрированные инновации в области вольфрама и молибдена в эпоху промышленного интернета.

Д-р Ханне и его команда в CTIA GROUP, основываясь на своем более чем 30-летнем опыте работы в отрасли, также написали и обнародовали знания, технологии, цены на вольфрам и рыночные тенденции, связанные с вольфрамом, молибденом и редкоземельными элементами, свободно делясь ими с вольфрамовой промышленностью. Д-р Хан, обладая более чем 30-летним опытом работы с 1990-х годов в электронной коммерции и международной торговле вольфрамовыми и молибденовыми изделиями, а также в разработке и производстве цементированных карбидов и сплавов высокой плотности, является признанным экспертом в области вольфрама и молибдена как внутри страны, так и за рубежом. Придерживаясь принципа предоставления профессиональной и качественной информации отрасли, команда CTIA GROUP постоянно пишет технические исследовательские работы, статьи и отраслевые отчеты, основанные на производственной практике и потребностях клиентов на рынке, завоевав широкое признание в отрасли. Эти достижения обеспечивают надежную поддержку технологических инноваций, продвижения продукции и отраслевых обменов CTIA GROUP, что позволяет ей стать лидером в мировом производстве вольфрамовой и молибденовой продукции и информационных услугах.



Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2024 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2024V
sales@chinatungsten.com

CTIA GROUP LTD

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

Каталог

Глава 1 Введение

- 1.1 Определение и обзор вольфрамового электрода из лантана
- 1.2 Важность лантаново-вольфрамового электрода в сварке и промышленности
- 1.3 Предпосылки исследований и применения

Глава 2 Типы вольфрамовых электродов из лантана

- 2.1 Вольфрамовый электрод лантана, классифицированный по содержанию лантана
 - 2.1.1 WL10 (Голова, окрашенная в черный цвет)
 - 2.1.2 WL15 (Золотой цвет)
 - 2.1.3 WL20 (небесно-голубая краска)
- 2.2 Классификация вольфрамовых электродов лантана в зависимости от сценариев применения
 - 2.2.1 Лантановый вольфрамовый электрод для сварки постоянным током
 - 2.2.2 Вольфрамовый электрод из лантана для сварки переменным током
 - 2.2.3 Вольфрамовый электрод из лантана специального назначения (например, плазменная резка)
- 2.3 Сравнение вольфрамового электрода из лантана с другими вольфрамовыми электродами
 - 2.3.1 Вольфрамовый электрод из лантана и ториевый вольфрамовый электрод
 - 2.3.2 Вольфрамовый электрод из лантана и цериевый вольфрамовый электрод
 - 2.3.3 Вольфрамовый электрод из лантана и чистый вольфрамовый электрод
 - 2.3.4 Вольфрамовый электрод из лантана и циркониевый вольфрамовый электрод
 - 2.3.5 Вольфрамовый электрод из лантана в сравнении с вольфрамовым электродом из иттрия

Глава 3 Характеристики вольфрамового электрода из лантана

- 3.1 Физические свойства вольфрамового электрода из лантана
 - 3.1.1 Температуры плавления и кипения вольфрамового электрода из лантана
 - 3.1.2 Плотность и твердость вольфрамового электрода из лантана
 - 3.1.3 Теплопроводность и проводимость вольфрамового электрода из лантана
- 3.2 Химические свойства вольфрамового электрода из лантана
 - 3.2.1 Стойкость к окислению вольфрамового электрода из лантана
 - 3.2.2 Коррозионная стойкость лантаново-вольфрамового электрода
 - 3.2.3 Химическая стабильность вольфрамового электрода из лантана
- 3.3 Электрические свойства вольфрамового электрода из лантана
 - 3.3.1 Электронная работа лантаново-вольфрамового электрода
 - 3.3.2 Пусковые характеристики дугового электрода из лантанового вольфрама
 - 3.3.3 Стабильность дуги вольфрамового электрода из лантана
- 3.4 Механические свойства вольфрамового электрода из лантана
 - 3.4.1 Сопротивление выгоранию вольфрамового электрода из лантана
 - 3.4.2 Стойкость к истиранию лантаново-вольфрамового электрода
 - 3.4.3 Ударная вязкость и хрупкость вольфрамового электрода из лантана
- 3.5 Лантаново-вольфрамовый электрод MSDS от CTIA GROUP LTD

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Глава 4 Использование вольфрамового электрода из лантана

- 4.1 Лантаново-вольфрамовый электрод, используемый в области сварки
 - 4.1.1 Применение в TIG (аргодуговой сварке)
 - 4.1.2 Плазменная сварка
 - 4.1.3 Применимые типы металлов (нержавеющая сталь, алюминиевые сплавы, никелевые сплавы и т.д.)
- 4.2 Лантановый вольфрамовый электрод, используемый в областях, не связанных со сваркой
 - 4.2.1 Плазменная резка
 - 4.2.2 Электроэрозионная обработка (электроэрозионная обработка)
 - 4.2.3 Электродные материалы в электронных устройствах
- 4.3 Специальные области применения вольфрамового электрода из лантана
 - 4.3.1 Аэрокосмическая промышленность
 - 4.3.2 Атомная промышленность
 - 4.3.3 Производство медицинского оборудования
- 4.4 Анализ случая применения лантаново-вольфрамового электрода
 - 4.4.1 Применение лантаново-вольфрамового электрода при высокоточной сварке
 - 4.4.2 Характеристики вольфрамового электрода из лантана в условиях высоких температур

Глава 5 Подготовка и технология производства вольфрамового электрода из лантана

- 5.1 Подготовка сырья для вольфрамового электрода из лантана
 - 5.1.1 Выбор и очистка вольфрамового порошка
 - 5.1.2 Получение и легирование оксида лантана
 - 5.1.3 Выбор других добавок
- 5.2 Процесс производства вольфрамового электрода из лантана
 - 5.2.1 Смешивание и прессование
 - 5.2.2 Процесс спекания
 - 5.2.3 Ковка и черчение
 - 5.2.4 Обработка поверхности
- 5.3 Основные технологии производства вольфрамовых электродов из лантана
 - 5.3.1 Технология единообразного легирования
 - 5.3.2 Технология высокотемпературного спекания
 - 5.3.3 Технология точного контроля размеров
 - 5.3.4 Технология нанесения поверхностных покрытий
- 5.4 Контроль качества вольфрамового электрода из лантана
 - 5.4.1 Контроль качества сырья
 - 5.4.2 Мониторинг производственных процессов
 - 5.4.3 Контроль качества готовой продукции
- 5.5 Тенденции технического развития вольфрамовых электродов из лантана
 - 5.5.1 Технология «зеленого» производства
 - 5.5.2 Автоматизация и интеллектуальное производство
- 5.6 Меры по охране окружающей среды для вольфрамовых электродов из лантана
 - 5.6.1 Очистка отходящих газов и сточных вод
 - 5.6.2 Обращение с твердыми отходами

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Глава 6 Оборудование для производства лантановых вольфрамовых электродов

- 6.1 Оборудование для обработки сырья для лантаново-вольфрамовых электродов
 - 6.1.1 Оборудование для измельчения вольфрамового порошка
 - 6.1.2 Оборудование для легирования оксидом лантана
- 6.2 Оборудование для формовки и обработки лантаново-вольфрамовых электродов
 - 6.2.1 Прессы
 - 6.2.2 Печи для спекания
 - 6.2.3 Кузнечное оборудование
 - 6.2.4 Волоочильные машины
- 6.3 Оборудование для обработки поверхности вольфрамового электрода из лантана
 - 6.3.1 Полировальные машины
 - 6.3.2 Оборудование для уборки
- 6.4 Оборудование для проверки качества лантанового вольфрамового электрода
 - 6.4.1 Анализаторы химического состава
 - 6.4.2 Оборудование для тестирования физических характеристик
 - 6.4.3 Оборудование для испытаний электрических характеристик
- 6.5 Вспомогательное оборудование для вольфрамовых электродов из лантана
 - 6.5.1 Оборудование для контроля окружающей среды
 - 6.5.2 Оборудование для переработки лома

Глава 7 Отечественные и зарубежные стандарты на вольфрамовый электрод из лантана

- 7.1 Международные стандарты для лантаново-вольфрамовых электродов
 - 7.1.1 ISO 6848:2015 (Классификация и требования к вольфрамовым электродам)
 - 7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (стандарт Американского института сварки)
 - 7.1.3 EN 26848 (Европейский стандарт)
- 7.2 Отечественные стандарты на вольфрамовый электрод из лантана
 - 7.2.1 GB/T 14841 (Национальный стандарт для вольфрамовых электродов)
 - 7.2.2 JB/T 4730 (Стандарт для сварочных материалов)
- 7.3 Стандартный сравнительный анализ вольфрамового электрода из лантана
 - 7.3.1 Сходства и различия между отечественными и зарубежными стандартами
 - 7.3.2 Влияние на производство и применение
- 7.4 Обновление стандартов и тенденции развития лантаново-вольфрамовых электродов
 - 7.4.1 Разработка новых стандартов
 - 7.4.2 Тенденции интернационализации стандартов

Глава 8 Методы и техники обнаружения вольфрамового электрода из лантана

- 8.1 Определение химического состава вольфрамового электрода из лантана
 - 8.1.1 Определение содержания оксида лантана
 - 8.1.2 Анализ примесных элементов
- 8.2 Испытание физических свойств вольфрамового электрода из лантана
 - 8.2.1 Испытание на плотность и твердость
 - 8.2.2 Испытание на температуру плавления и теплопроводность
- 8.3 Испытание электрических характеристик вольфрамового электрода из лантана

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

- 8.3.1 Измерение электронной производной работы
- 8.3.2 Тест на производительность дуги
- 8.3.3 Испытание на устойчивость дуги
- 8.4 Испытание механических свойств вольфрамового электрода из лантана
- 8.4.1 Испытание на огнестойкость
- 8.4.2 Испытание на стойкость к истиранию
- 8.5 Анализ микроструктуры вольфрамового электрода из лантана
- 8.5.1 Анализ методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)
- 8.5.2 Анализ рентгеновской дифракции (XRD)
- 8.6 Выбор и калибровка испытательного оборудования для электродов из лантанового вольфрама
- 8.6.1 Тип испытательного оборудования
- 8.6.2 Калибровка и обслуживание
- 8.7 Стандарты и спецификации испытаний для лантанового вольфрамового электрода
- 8.7.1 Международные стандарты испытаний
- 8.7.2 Требования к испытаниям внутри страны

Глава 9 Тенденции развития и проблемы лантанового вольфрамового электрода

- 9.1 Тенденции технического развития вольфрамовых электродов из лантана
- 9.1.1 Разработка новых технологий допинга
- 9.1.2 Исследования и разработки высокоэффективных вольфрамовых электродов из лантана
- 9.1.3 Продвижение экологически чистых производственных технологий
- 9.2 Тенденции развития рынка вольфрамовых электродов из лантана
- 9.2.1 Анализ спроса на мировом рынке
- 9.2.2 Перспективы внутреннего рынка
- 9.3 Проблемы для лантанового вольфрамового электрода
- 9.3.1 Контроль затрат на сырье
- 9.3.2 Ограничения, связанные с охраной окружающей среды
- 9.3.3 Конкуренция на международном рынке

Глава 10 Выводы

- 10.1 Комплексные преимущества вольфрамового электрода из лантана
- 10.2 Предложения по развитию вольфрамовой электроэнергетики
- 10.3 Будущие направления исследований вольфрамового электрода из лантана

Приложение

- A. Глоссарий
- B. Ссылки

Глава 1 Введение

1.1 Определение и обзор лантанового вольфрамового электрода

Вольфрамовый электрод из лантана представляет собой материал электрода из вольфрамового сплава, легированный оксидом лантана (La_2O_3) в вольфрамовой матрице, который в основном используется для высокоточных промышленных применений, таких как сварка вольфрамом в среде инертного газа (сварка TIG), плазменная сварка и резка. Вольфрам является идеальным выбором для электродных материалов в качестве металла с высокой температурой плавления (около 3422°C), коррозионной стойкостью, высокой плотностью и отличной тепло- и электропроводностью. Легирование вольфрама небольшим количеством оксида лантана (обычно от 0,8% до 2,2%) позволяет значительно улучшить работу электронов, тем самым улучшая характеристики инициирования дуги, стабильность дуги и сопротивление горению электрода. Лантановый вольфрамовый электрод стал предпочтительным материалом для замены традиционных ториево-вольфрамовых электродов благодаря своим превосходным сварочным характеристикам и нерadioактивным характеристикам, особенно в современных отраслях промышленности, которые стремятся к защите окружающей среды и безопасности.

Вольфрамовые электроды из лантана делятся на несколько марок в зависимости от содержания оксида лантана, например, WL10 (содержит 0,8%-1,2% оксида лантана), WL15 (содержит 1,3%-1,7% оксида лантана) и WL20 (содержит 1,8%-2,2% оксида лантана). Каждый из этих классов соответствует различным сценариям применения и требованиям к производительности. Например, WL15 популярен из-за его проводимости, близкой к 2,0% торий-вольфрамового электрода, который может быть напрямую заменен сварщиками без необходимости регулировки параметров оборудования. Концы лантановых вольфрамовых электродов обычно маркируются различными цветами, такими как черный для WL10, золотисто-желтый для WL15 и небесно-голубой для WL20, чтобы облегчить дифференциацию и выбор.

Вольфрамовые электроды из лантана обычно производятся с использованием процесса порошковой металлургии, который изготавливается путем однородного смешивания вольфрамового порошка высокой чистоты с оксидом лантана с помощью процессов прессования, спекания,ковки и волочения, диаметром от 0,25 мм до 6,4 мм и длиной от 75 мм до 600 мм для удовлетворения различных потребностей в сварке. Его уникальные физические и химические свойства, такие как высокая температура рекристаллизации, хорошая пластичность и сопротивление ползучести, делают его превосходным при сварке как постоянным, так и переменным током, особенно в сложных сценариях, таких как инициирование дуги слабым током и сварка труб.

1.2 Значение лантановых вольфрамовых электродов в сварке и промышленности

Лантановые вольфрамовые электроды занимают важное место в современной сварке и промышленности, особенно в таких процессах, как сварка TIG, плазменная сварка и резка, а их производительность напрямую влияет на качество сварки и эффективность производства.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Сварка TIG — это метод сварки, при котором используются вольфрамовые электроды для создания дуги под защитой инертного газа (например, аргона или гелия), и который широко используется при сварке высокоэффективных материалов, таких как нержавеющая сталь, алюминиевый сплав, сплав на основе никеля, титановый сплав и т. Д. Эти материалы широко используются в аэрокосмической, атомной промышленности, судостроении и производстве медицинских приборов и требуют высокого качества сварных швов и стабильности процесса. Лантановые вольфрамовые электроды играют незаменимую роль в этих областях благодаря своим следующим характеристикам:

Превосходные характеристики инициирования дуги: низкая электронная работа лантановых вольфрамовых электродов (2,6-2,7 эВ для WL10 и 2,8-3,2 эВ для WL15 и WL20) позволяет легко запускать дугу при низких токах, что делает его особенно подходящим для листовой сварки и прецизионной сварки. По сравнению с чистыми вольфрамовыми электродами, лантановые вольфрамовые электроды более стабильны при низких напряжениях, что снижает риск выхода из строя дуги.

Стабильность дуги: Вольфрамовый электрод лантана, легированный оксидом лантана, может образовывать стабильную дугу, уменьшать дрейф дуги и разбрызгивание, а также обеспечивать однородность и качество поверхности сварного шва. Это имеет решающее значение для отраслей, требующих высококачественных сварных швов, таких как аэрокосмическая и атомная промышленность.

Низкая скорость горения: Лантановый вольфрамовый электрод имеет низкую скорость сгорания под действием высокотемпературной дуги, что продлевает срок службы электрода и снижает частоту замены и время простоя. Например, известное испытание в 1998 году показало, что скорость выгорания 1,5% вольфрамового электрода из лантана (WL15) была значительно ниже, чем у 2,0% ториевого вольфрамового электрода и 2,0% цериевого вольфрама в условиях 70 А и 150 А постоянного тока.

Нерadioактивный: По сравнению с традиционным ториево-вольфрамовым электродом (содержащим оксид тория, радиоактивный, с дозой излучения $3,60 \times 10^5$ Кюри/кг), лантановый вольфрамовый электрод не содержит радиоактивных веществ и отвечает требованиям современной охраны окружающей среды и охраны труда и техники безопасности. Это делает его более конкурентоспособным на рынках со строгими экологическими нормами, таких как Европа и Соединенные Штаты.

Универсальность: Вольфрамовые электроды из лантана не только подходят для сварки постоянным током, но и хорошо работают при сварке переменным током, особенно при сварке алюминия, магния и их сплавов, благодаря способности поддерживать стабильную дугу и низкий расход электродов. Это делает его универсальным материалом для электродов, который можно адаптировать к широкому спектру сценариев сварки.

В промышленности лантановые вольфрамовые электроды также широко используются в

плазменной резке, электроэрозионной обработке (EDM) и производстве электронных устройств. Например, при плазменной резке лантановые вольфрамовые электроды способны выдерживать воздействие высокотемпературных плазменных дуг и обеспечивать стабильные показатели резки; В электронных устройствах его высокая проводимость и коррозионная стойкость делают его идеальным материалом для некоторых высокоточных электродов. Эти свойства привели к растущему спросу на лантановые вольфрамовые электроды на мировых рынках сварки и промышленности.

1.3 Предпосылки исследований и применения

Разработка и применение лантановых вольфрамовых электродов возникли из-за потребности в высокоэффективных сварочных материалах. В начале 20-го века вольфрам широко использовался в сварочных электродах из-за его высокой температуры плавления и отличной электропроводности, но чистые вольфрамовые электроды имели ограничения в производительности инициации дуги и стабильности дуги. С прогрессом исследований редкоземельных материалов ученые обнаружили, что производительность вольфрамовых электродов можно значительно улучшить за счет легирования оксидов редкоземельных элементов (таких как оксид церия, оксид лантана, оксид тория и т. д.). В 80-х годах 20-го века торий-вольфрамовые электроды стали мейнстримом из-за их отличных сварочных характеристик, но их радиоактивность постепенно привлекла внимание, особенно в условиях строгих правил охраны окружающей среды европейских и американских стран, использование ториев-вольфрамовых электродов было ограничено.

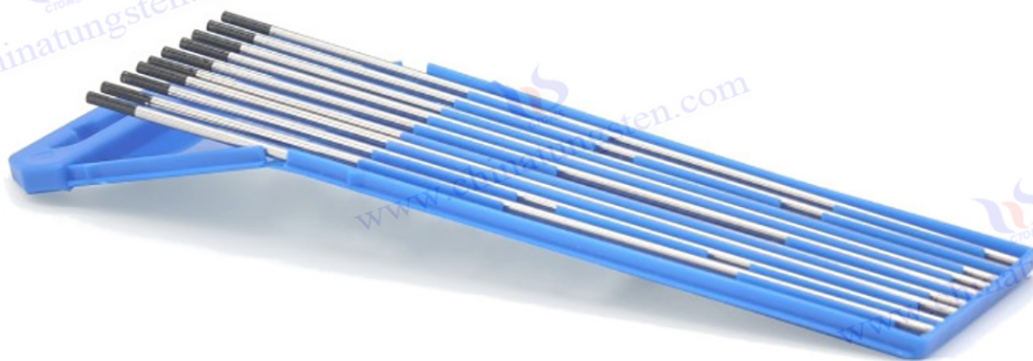
Для поиска нерадиоактивных альтернативных материалов были созданы лантановые вольфрамовые электроды и цериевые вольфрамовые электроды. Лантановые вольфрамовые электроды начали поступать на рынок в конце 80-х годов 20 века, а их марки с содержанием оксида лантана (WL15) 1,5% быстро завоевали популярность благодаря своим характеристикам, близким к ториевым вольфрамовым электродам. Полевые испытания в 1998 году еще раз подтвердили превосходство лантановых вольфрамовых электродов: в условиях 70 А и 150 А постоянного тока 1,5% лантановый вольфрамовый электрод не только продемонстрировал проводимость, сравнимую с 2,0% торий-вольфрамовым электродом, но также имел меньшую скорость выгорания и лучшую стабильность дуги. Этот результат привел к широкому распространению лантановых вольфрамовых электродов во всем мире.

С точки зрения применения, продвижение лантанового вольфрамового электрода тесно связано с развитием технологии сварки TIG. С момента своего изобретения в Соединенных Штатах в 1930 году сварка TIG широко используется в аэрокосмической, атомной, морской и электронной промышленности благодаря своей высокой точности, отсутствию разбрызгивания и приспособляемости к различным металлам. В 1957 году в Китае начали использовать аргоново-дуговую сварку вольфрама, а внедрение лантановых вольфрамовых электродов еще больше улучшило качество сварки, особенно при производстве сосудов под давлением атомных электростанций, аэрокосмических компонентов и медицинского оборудования, где его высокое качество сварных швов и низкий процент дефектов получили широкое признание.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

В последние годы, с развитием технологий автоматизированной сварки, лантановые вольфрамовые электроды все чаще используются в сварочных роботах и оборудовании для автоматизации. Например, в автомобильной промышленности сварочные роботы используют лантановые вольфрамовые электроды для точечной и дуговой сварки, что значительно повышает эффективность производства и постоянство сварных швов. Кроме того, разработка новых сварочных процессов, таких как сварка трением с перемешиванием и лазерная сварка композитных материалов, также открывает новые возможности для применения лантановых вольфрамовых электродов. Область исследований сосредоточена на оптимизации процесса легирования лантановых вольфрамовых электродов, улучшении их высокотемпературных характеристик и разработке более экологичных производственных технологий, чтобы справиться с растущей стоимостью сырья и вызовами экологического регулирования.

Спрос на лантановые вольфрамовые электроды на мировом рынке продолжает расти, особенно в Азиатско-Тихоокеанском регионе, где потребление лантановых вольфрамовых электродов значительно увеличилось из-за быстрого развития производства в таких странах, как Китай и Индия. Отечественные предприятия, такие как Chinatungsten Online Technology Co., Ltd., накопили богатый опыт в производстве лантановых вольфрамовых электродов, а качество продукции достигло международных стандартов. В то же время спрос на лантановые вольфрамовые электроды на международном рынке также способствовал разработке соответствующих стандартов, таких как ISO 6848:2015 и GB/T 31908-2015, которые обеспечивают нормативную базу для их производства и применения.



Электрод WL10 CTIA GROUP LTD

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

Глава 2 Типы вольфрамовых электродов из лантана

Будучи высокоэффективным материалом для сварки и резки электродов, лантановый вольфрамовый электрод имеет разнообразные методы классификации благодаря своим легированным свойствам оксида лантана (La_2O_3). В соответствии с международными стандартами (e.g. ISO 6848:2015) и практическими требованиями применения, вольфрамовые электроды из лантана в основном классифицируются в зависимости от содержания оксида лантана и сценариев применения. В этой главе описываются лантановые вольфрамовые электроды по содержанию лантана (WL10, WL15, WL20), типы лантановых электродов по сценарию применения, а также характеристики лантановых вольфрамовых электродов по сравнению с другими распространенными вольфрамовыми электродами.

2.1 Классификация по содержанию лантана

Характеристики вольфрамовых электродов лантана тесно связаны с содержанием в них оксида лантана, а разные уровни оксида лантана придают электродам различные электрические, термические и механические свойства. Согласно международному стандарту ISO 6848:2015 и китайскому национальному стандарту GB/T 14841, лантановые вольфрамовые электроды в основном делятся на три распространенных марки: WL10, WL15 и WL20, которые соответствуют различному содержанию оксида лантана и требованиям к применению. Для облегчения идентификации концы этих электродов обычно окрашены в определенный цвет: WL10 — в черный, WL15 — в золотисто-желтый, а WL20 — в небесно-голубой.

2.1.1 WL10 (Голова, окрашенная в черный цвет)

Вольфрамовый электрод WL10 содержит 0,8%-1,2% оксида лантана (La_2O_3), что является самым низким содержанием вольфрамового электрода из оксида лантана. Его электронная работа составляет около 2,6-2,7 эВ, что ниже, чем у чистых вольфрамовых электродов (около 4,5 эВ), поэтому он обладает хорошими характеристиками инициирования дуги, особенно при слаботочной сварке постоянным током. Дуговая стабильность электрода WL10 лучше, чем у чистого вольфрамового электрода, но немного уступает WL15 и WL20, что в основном подходит для сценариев с низкими требованиями к расходу электродов.

Особенности и преимущества:

Слаботочная дуговая дуга: WL10 может легко зажечь дугу при слабом токе (10-50 ампер) и подходит для сварки тонких пластин (например, 0,5-2 мм нержавеющей стали или алюминиевого сплава).

Экономичность: Благодаря низкому содержанию оксида лантана, WL10 относительно низок в производстве, что делает его подходящим для малых и средних предприятий с ограниченным бюджетом.

Долговечность: WL10 имеет низкую скорость выгорания и длительный срок службы электродов при низких и средних токах.

Приложений:

Сварка постоянным током прецизионных электронных компонентов, например, для производства печатных плат.

Сварка тонкостенных труб, таких как трубы из нержавеющей стали в химическом оборудовании.

Сварка TIG небольших деталей, таких как рамы велосипедов или медицинские приборы.

Ограничения:

При сварке сильным током (>150 А) или сварке переменным током WL10 имеет несколько меньшую стабильность дуги и склонен к дрейфу дуги.

Он не подходит для длительных сварочных работ с высокой нагрузкой, потому что его устойчивость к горению слабее, чем у WL15 и WL20.

2.1.2 WL15 (Золотой цвет)

Вольфрамовый электрод WL15 содержит 1,3%-1,7% оксида лантана и является одной из наиболее часто используемых марок лантановых вольфрамовых электродов. Его работа по выделению электронов составляет около 2,8-3,0 эВ, что близко к 2,0% торий-вольфрамового электрода (около 2,6 эВ), поэтому он широко рассматривается как нерадиоактивная альтернатива торий-вольфрамовым электродам. WL15 превосходно подходит как для сварки постоянным током, так и для сварки переменным током, обладая превосходной стабильностью дуги и низкой скоростью выгорания, особенно при средних и высоких токах.

Особенности и преимущества:

Универсальность: WL15 подходит для сварки постоянным и переменным током и способен сваривать широкий спектр металлов, включая нержавеющую сталь, алюминий, никель и титан.

Стабильность дуги: В диапазоне тока 50-200 ампер WL15 способен поддерживать стабильную дугу и уменьшать разбрызгивание и дефекты сварных швов.

Долгий срок службы: по сравнению с WL10, WL15 обладает более высокими противогорящими характеристиками, а кончик электрода нелегко деформировать при высоких температурах, что подходит для длительной сварки.

Приложений:

Аэрокосмическая промышленность, например, сварка TIG фюзеляжей самолетов и компонентов двигателей.

Производство оборудования для атомной промышленности, например, прецизионная сварка сосудов под давлением.

Сварка высокопрочных сталей и алюминиевых сплавов в автомобильной промышленности.

Ограничения:

При очень низких токах (<10 А) пусковые характеристики дуги WL15 немного уступают показателям WL10.

Себестоимость производства немного выше, чем у WL10, но ниже, чем у WL20.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

2.1.3 WL20 (небесно-голубая краска)

Вольфрамовый электрод WL20 содержит 1,8%-2,2% оксида лантана, что является маркой с самым высоким содержанием оксида лантана. Его электронная работа составляет около 2,8-3,2 эВ, и он обладает отличными характеристиками инициирования дуги и стабильностью дуги, что особенно подходит для сильноточных и сложных сварочных сред. WL20 отлично подходит для сварки под высокой нагрузкой и плазменной резки, а также способен выдерживать более высокую температуру дуги и более сильный расход электродов.

Особенности и преимущества:

Высокая технологичность по току: WL20 подходит для сварки сильным током 100-300 ампер, дуга концентрированная и стабильная, а также подходит для сварки толстыми пластинами.

Превосходная устойчивость к ожогам: при высокотемпературном дуговом разряде кончик WL20 расходует энергию медленно, продлевая срок службы электрода.

Подходит для сложных условий: WL20 отлично подходит для сварки переменным током и плазменной резки, особенно при сварке легких металлов, таких как алюминий и магний.

Приложений:

Производство тяжелого машиностроения, например, сварка толстых листов для кораблей и мостов.

Плазменная резка, которая используется для резки углеродистой стали, нержавеющей стали, цветных металлов.

Высокоточная сварка, например, компонентов ядерного реактора и лопаток авиационных двигателей.

Ограничения:

Себестоимость производства выше, а увеличение содержания оксида лантана приводит к увеличению затрат на сырье и переработку.

В условиях низкого тока производительность запуска дуги WL20 не имеет явного преимущества перед WL10 и WL15.

2.2 Классификация по сценарию применения

Лантановые вольфрамовые электроды имеют различные сценарии применения и могут быть разделены на сварку постоянным током, сварку переменным током и специальные лантановые вольфрамовые электроды в зависимости от типа сварочного тока (постоянного тока или переменного тока) и требований к процессу (например, сварка или резка). Различные сценарии применения предъявляют различные требования к производительности электродов, которые влияют на выбор и использование их марок.

2.2.1 Лантановый вольфрамовый электрод для сварки постоянным током

Сварка постоянным током (DC TIG) является наиболее распространенным сценарием применения лантановых вольфрамовых электродов, обычно в режиме постоянного тока положительного (DCEN) или обратного постоянного тока (DCEP). Сварка постоянным током широко используется при сварке нержавеющей стали, углеродистой стали, никелевого сплава

и титанового сплава благодаря своим характеристикам концентрации дуги, низкому тепловложению и высокому качеству сварного шва. Преимущества лантановых вольфрамовых электродов при сварке постоянным током заключаются в их низкой работе электронов и отличной стабильности дуги.

Применимые марки: WL10 подходит для сварки тонкими пластинами с низким током, WL15 и WL20 подходят для сварки средних и высоких токов и толстых листов.

Тактико-технические характеристики:

Отличный слаботочный зажигание дуги, WL10 лучше всего работает в диапазоне 10-50 ампер.

Концентрированная дуга для уменьшения зоны термического влияния (ЗТВ) и подходит для прецизионной сварки.

Наконечник электрода может быть отшлифован до острой формы (например, с углом конуса 30°–60°) для повышения направленности дуги.

Типичные области применения:

Сварка аэрокосмических компонентов, таких как титановые каркасы крыльев.

Сварка труб химического оборудования, такого как реакторы из нержавеющей стали.

Атомная промышленность, например, сварка упаковки топливных стержней из циркониевого сплава.

2.2.2 Вольфрамовый электрод из лантана для сварки переменным током

Сварка переменным током (AC TIG) в основном используется для сварки легких металлов, таких как алюминий и магний, поскольку ее переменный ток может эффективно удалять оксидную пленку (например, Al_2O_3) с поверхности металла. Лантановые вольфрамовые электроды отлично подходят для сварки переменным током, особенно в высокочастотном режиме переменного тока, поддерживая стабильную дугу и уменьшая выгорание электродов.

Применимые марки: WL15 и WL20 являются лучшим выбором для сварки переменным током благодаря высокому содержанию оксида лантана, обеспечивающему повышенную стабильность дуги и стойкость к горению.

Тактико-технические характеристики:

В режиме переменного тока наконечник электрода имеет полусферическую форму с равномерным распределением дуги, что подходит для широких сварных швов.

Обладая низкой скоростью выгорания, WL20 хорошо работает при сварке переменным током 100-200 ампер.

Устойчив к интерференции оксидной пленки, подходит для чистой сварки алюминиевых сплавов.

Типичные области применения:

Изготовление кузовов из алюминиевых сплавов, например, сварка вагонов и вагонов поездов.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Аэрокосмические алюминиевые конструкции, такие как корпуса самолетов и топливные баки. Сварка деталей из магниевых сплавов в судостроении.

2.2.3 Вольфрамовые электроды из лантана специального назначения (например, плазменная резка)

Помимо сварки TIG, лантановые вольфрамовые электроды также широко используются в специальных областях, таких как плазменная резка, электроэрозионная обработка (EDM) и производство электронных устройств. Эти области применения требуют более высокой термостойкости, огнестойкости и электропроводности электрода, поэтому часто выбирают марки с высоким содержанием оксида лантана.

Плазменная резка:

Лантановые вольфрамовые электроды (например, WL20) способны выдерживать высокотемпературную плазменную дугу (до 20 000 °C) и обеспечивают стабильную резку.

Применение: Режущие материалы, такие как нержавеющая сталь, углеродистая сталь, медь и алюминий, обычно встречающиеся в судостроении и строительной промышленности.

Электроэрозионная обработка (электроэрозионная обработка):

Лантановые вольфрамовые электроды подходят для изготовления пресс-форм и прецизионной обработки деталей благодаря своей высокой проводимости и коррозионной стойкости.

Применение: электроэрозионная обработка пресс-форм для аэрокосмической промышленности и штампов для автомобильной штамповки.

Электронное оборудование:

Лантановые вольфрамовые электроды используются в качестве электродных материалов для некоторых высокоточных электронных компонентов, таких как вакуумные трубки и электронно-лучевые трубки.

Применение: Производство полупроводников и дисплеев.

2.3 Сравнение лантановых вольфрамовых электродов с другими вольфрамовыми электродами

Лантановые вольфрамовые электроды значительно отличаются от других вольфрамовых электродов, таких как ториевый вольфрам, цериевый вольфрам, чистый вольфрам, циркониевый вольфрам и иттриевые вольфрамовые электроды, с точки зрения производительности, применения и безопасности. Ниже приведено подробное сравнение с аспектами электронного выхода, производительности инициирования дуги, стабильности дуги, огнестойкости, защиты окружающей среды и применимых сценариев.

2.3.1 Лантановый вольфрамовый электрод в сравнении с ториевым вольфрамовым электродом

Ториевые вольфрамовые электроды (WT20, головки с красным покрытием) содержат 1,8%-2,2% оксида тория (ThO_2), который является типичным для традиционных

высокоэффективных вольфрамовых электродов, но его использование сильно ограничено из-за радиоактивности оксида тория (доза излучения около $3,60 \times 10^5$ Кюри/кг).

Результат работы электронов: Торий-вольфрамовый электрод имеет напряжение около 2,6 эВ, что немного ниже, чем у WL15 и WL20 (2,8-3,2 эВ), а производительность инициирования дуги немного лучше, чем у лантанового вольфрамового электрода.

Стабильность дуги: Стабильность дуги сопоставима при сварке постоянным током, но при сварке переменным током лантановый вольфрамовый электрод (WL20) более устойчив к интерференции оксидной пленки.

Устойчивость к горению: Лантановые вольфрамовые электроды (WL15 и WL20) имеют меньшую скорость сгорания, чем ториево-вольфрамовые электроды при высоких токах, а срок службы электродов больше.

Безопасность: Вольфрамовые электроды из лантана нерадиоактивны и соответствуют требованиям OSHA и EU RoHS, в то время как торий-вольфрамовые электроды могут выделять радиоактивную пыль во время обработки и использования.

Применимые сценарии: Лантановый вольфрамовый электрод является идеальной заменой ториевому вольфрамовому электроду, подходит для аэрокосмической, атомной промышленности и других областей с высокими требованиями к безопасности; Ториевые вольфрамовые электроды до сих пор используются для недорогой сварки в некоторых развивающихся странах.

2.3.2 Лантановый вольфрамовый электрод в сравнении с цериевым вольфрамовым электродом

Цериевый вольфрамовый электрод (WC20, серый наконечник) содержит 1,8%-2,2% оксида церия (CeO_2) и является еще одним нерадиоактивным вольфрамовым электродом, который широко используется при сварке слабыми и средними токами.

Результат работы электронов: Цериевый вольфрамовый электрод имеет напряжение около 2,7-2,8 эВ, что сравнимо с WL15 и имеет аналогичные характеристики инициирования дуги. Стабильность дуги: Лантановые вольфрамовые электроды (WL15 и WL20) лучше, чем цериевые вольфрамовые электроды при сварке большим током (>150 А) и сварке переменным током.

Огнестойкость: скорость горения лантанового вольфрамового электрода ниже, чем у цериевого вольфрамового электрода, особенно при длительной сварке и сварке с высокой нагрузкой.

Безопасность: Оба они нерадиоактивны и имеют сопоставимую безопасность.

Применимые сценарии: вольфрамовые электроды с церием подходят для слаботочной сварки тонких пластин (например, труб и электронных компонентов); Лантановые вольфрамовые электроды больше подходят для сильноточной и сложной сварки металлов.

2.3.3 Вольфрамовый электрод из лантана в сравнении с чистым вольфрамовым электродом

Чистый вольфрамовый электрод (WP, головка с зеленым покрытием) не содержит оксидов

редкоземельных элементов, а его характеристики относительно базовые, в основном используются для сварки переменным током.

Утечка электронов: чистый вольфрамовый электрод имеет напряжение около 4,5 эВ, что намного выше, чем у лантанового вольфрама, и зажигание дуги затруднено, особенно при низких токах.

Стабильность дуги: Стабильность дуги чистого вольфрамового электрода приемлема при сварке переменным током, но при сварке постоянным током она легко дрейфует.

Устойчивость к горению: чистый вольфрамовый электрод имеет высокую скорость потери при горении и короткий срок службы электрода, что делает его непригодным для сварки сильным током.

Безопасность: Оба они нерадиоактивны и имеют сопоставимую безопасность.

Применимые сценарии: Чистые вольфрамовые электроды в основном используются для сварки алюминия и магния переменным током; Лантановые вольфрамовые электроды подходят для более широкого спектра сценариев сварки постоянным и переменным током.

2.3.4 Вольфрамовый электрод из лантана в сравнении с циркониевым вольфрамовым электродом

Циркониевые вольфрамовые электроды (WZ8, головка с белым покрытием) содержат 0,7%-0,9% диоксида циркония (ZrO_2) и в основном используются для сварки переменным током.

Утечка работы электронов: циркониево-вольфрамовый электрод имеет напряжение около 4,2 эВ, что выше, чем у лантанового вольфрамового электрода, а производительность инициации дуги низкая.

Стабильность дуги: циркониево-вольфрамовый электрод имеет лучшую стабильность дуги, чем чистый вольфрамовый электрод при сварке переменным током, но уступает лантановому вольфрамовому электроду (WL20).

Устойчивость к горению: циркониевые вольфрамовые электроды имеют низкую скорость выгорания при сварке переменным током, но плохо работают при сварке постоянным током.

Безопасность: Оба они нерадиоактивны и имеют сопоставимую безопасность.

Применимые сценарии: циркониевые вольфрамовые электроды специально разработаны для сварки алюминия и магния переменным током; Лантановые вольфрамовые электроды более универсальны и подходят для широкого спектра металлов и типов тока.

2.3.5 Вольфрамовый электрод из лантана в сравнении с вольфрамовым электродом из иттрия

Иттрий-вольфрамовые электроды (WY20, наконечник с темно-синим покрытием) содержат 1,8%-2,2% оксида иттрия (Y_2O_3) и в основном используются для сварки постоянным током и плазменной резки.

Результат работы электронов: Иттрий-вольфрамовый электрод имеет напряжение около 2,8-3,0 эВ, что сравнимо с WL15 и WL20, а производительность инициации дуги аналогична.

Стабильность дуги: Иттрий-вольфрамовый электрод обладает отличной стабильностью дуги при сильноточной сварке постоянным током, но его производительность при сварке

переменным током уступает производительности лантанового вольфрамового электрода.

Огнестойкость: Иттрий-вольфрамовые электроды имеют огнестойкость, сравнимую с WL20, но более устойчивы к высоким температурам при плазменной резке.

Безопасность: Оба они нерадиоактивны и имеют сопоставимую безопасность.

Применимые сценарии: иттриево-вольфрамовые электроды подходят для сильноточной сварки постоянным током и плазменной резки, например, в тяжелом машиностроении; Лантановые вольфрамовые электроды больше подходят для общей сварки и переменного тока.



ЭЛЕКТРОД CTIA GROUP LTD WL15

Глава 3 Характеристики вольфрамового электрода из лантана

Превосходные эксплуатационные характеристики лантановых вольфрамовых электродов обусловлены их уникальными физическими, химическими, электрическими и механическими свойствами, которые делают их превосходными в сложных условиях, таких как сварка вольфрамовым электродом в среде инертного газа (сварка TIG), плазменная сварка и резка. В этой главе будут подробно рассмотрены физические свойства (включая температуру плавления, температуру кипения, плотность, твердость, теплопроводность и проводимость), химические свойства (стойкость к окислению, коррозионная стойкость и химическая стабильность), электрические свойства (выход электронов, инициирование дуги и стабильность дуги), механические свойства (стойкость к горению, износостойкость, ударная вязкость и хрупкость) лантановых вольфрамовых электродов, а также прилагается паспорт безопасности материала (MSDS) Резюме для полной демонстрации эксплуатационных характеристик лантановых вольфрамовых электродов.

3.1 Физические свойства лантанового вольфрамового электрода

Физические свойства вольфрамового электрода из лантана определяют его стабильность и

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

применимость в условиях высоких температур и сильных токов. Легированный оксидом лантана (La_2O_3), вольфрамовый электрод из лантана сохраняет высокую температуру плавления и высокую плотность вольфрамовой матрицы, оптимизируя при этом тепло- и электропроводность, что делает его более пригодным для сварки и резки.

3.1.1 Температуры плавления и кипения лантановых вольфрамовых электродов

Температуры плавления и кипения лантановых вольфрамовых электродов в основном унаследовали высокотемпературные характеристики вольфрама. Чистый вольфрам имеет температуру плавления около $3422\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($6192\text{ }^{\circ}\text{F}$) и температуру кипения около $5555\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($10031\text{ }^{\circ}\text{F}$), что является самым высоким показателем среди всех металлов. Легирование $0,8\%-2,2\%$ оксида лантана оказывает незначительное влияние на температуру плавления и кипения, а температура плавления вольфрамового электрода лантана обычно составляет $3400\text{--}3420\text{ }^{\circ}\text{C}$, а точка кипения - $5500\text{--}5550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Добавление оксида лантана немного снижает температуру плавления (оксид лантана имеет температуру плавления около $2315\text{ }^{\circ}\text{C}$), но из-за его низкого содержания ($< 2,2\%$) влияние на общие высокотемпературные показатели незначительно.

Высокая температура плавления позволяет лантановым вольфрамовым электродам выдерживать высокотемпературные дуги (до $6000\text{--}20000\text{ }^{\circ}\text{C}$) при сварке TIG и плазменной резке без плавления и значительной деформации. На практике кончик вольфрамового электрода из лантана может образовывать крошечный расплавленный участок при высоких токах, но благодаря термической стабилизации оксида лантана электрод может быстро охлаждаться и сохранять свою форму, обеспечивая качество сварного шва.

3.1.2 Плотность и твердость лантанового вольфрамового электрода

Плотность вольфрамового электрода лантана близка к плотности чистого вольфрама, около $19,25\text{--}19,30\text{ г/см}^3$, что немного ниже, чем у чистого вольфрама и составляет $19,35\text{ г/см}^3$, из-за легирования оксидом лантана (плотность около $6,51\text{ г/см}^3$) снижает общую плотность. Высокая плотность обеспечивает структурную стабильность электрода, делая его менее восприимчивым к деформации или разрушению при ударе дуги.

Что касается твердости, твердость по Виккерсу лантановых вольфрамовых электродов обычно составляет $400\text{--}450\text{ HV}$, что немного выше, чем у чистых вольфрамовых электродов (около $350\text{--}400\text{ HV}$). Измельчение зерен оксида лантана повышает твердость вольфрамовой матрицы, делая ее более устойчивой к механическому износу. Существует небольшая разница в твердости между марками, например, WL20 ($2,0\%$ оксида лантана) немного тверже, чем WL10 ($1,0\%$ оксида лантана), поскольку более высокое содержание оксида лантана увеличивает эффект упрочнения границ зерна.

Высокая плотность и твердость обеспечивают вольфрамовый электрод лантана длительный срок службы при сварке под высоким напряжением, особенно при сварке твердого сплава или высокопрочной стали, и способен противостоять механическому износу на кончике электрода.

3.1.3 Теплопроводность и проводимость лантанового вольфрамового электрода

Теплопроводность и проводимость лантановых вольфрамовых электродов являются ключом к поддержанию стабильной производительности при сварке. Чистый вольфрам имеет теплопроводность около 173 Вт/(м·К) (комнатная температура) и электропроводность около 18,5 Мвыб/м (или 5,4 мОм·см). После легирования оксидом лантана теплопроводность несколько снизилась, около 160-170 Вт/(м·К), а электропроводность составила около 17,5-18,0 Мкс/м. Это связано с тем, что кристаллическая структура оксида лантана вносит небольшое количество рассеяния на границе зерен, что немного снижает эффективность проводимости тепла и электричества.

Несмотря на это, теплопроводность и проводимость вольфрамовых электродов из лантана намного выше, чем у большинства других электродных материалов (например, электродов на основе меди, которые имеют теплопроводность около 400 Вт/(м·К), но имеют более низкую температуру плавления. Высокая теплопроводность позволяет электроду быстро рассеивать тепло, снижая выгорание, вызванное перегревом наконечника; Высокая проводимость обеспечивает эффективную передачу тока и снижает потери энергии. WL15 и WL20 особенно хороши при высоких токах (100-300 ампер) и способны поддерживать стабильную температуру дуги и плотность тока.

3.2 Химические свойства лантановых вольфрамовых электродов

Химические свойства лантановых вольфрамовых электродов определяют их стабильность и долговечность в сложных условиях. Легирование оксидом лантана значительно повышает стойкость к окислению и коррозионную стойкость вольфрамовой матрицы, что делает ее пригодной для различных сварочных сред.

3.2.1 Стойкость к окислению вольфрамовых электродов из лантана

Чистый вольфрам реагирует с кислородом при высоких температурах (>500°C) с образованием триоксида вольфрама (WO₃), что приводит к окислению поверхности электрода и ухудшению эксплуатационных характеристик. После легирования оксидом лантана стойкость к окислению вольфрамового электрода лантана значительно улучшилась. Оксид лантана (La₂O₃) обладает высокой химической стабильностью при высоких температурах, образуя защитный оксидный слой на поверхности электрода, замедляя скорость реакции вольфрама с кислородом. Эксперименты показывают, что скорость прироста окислительной массы WL20 составляет всего 50-60% от скорости прироста массы чистого вольфрама в атмосфере окисления 800°C.

Такая стойкость к окислению позволяет лантановым вольфрамовым электродам сохранять поверхностную целостность при длительной сильноточной сварке, снижая риск загрязнения сварного шва оксидами. Особенно при плазменной резке, где электрод подвергается воздействию высокотемпературных плазменных дуг и кислорода, антиоксидантные свойства лантанового вольфрамового электрода обеспечивают его долговременную стабильность.

3.2.2 Коррозионная стойкость лантановых вольфрамовых электродов

Лантановые вольфрамовые электроды демонстрируют превосходную коррозионную стойкость в различных химических средах. Вольфрам сам по себе обладает хорошей коррозионной стойкостью к кислотам, щелочам и солевым растворам, в то время как легирование оксидом лантана еще больше повышает его стабильность в среде влаги, солевого тумана и некоторых коррозионных газов, таких как сероводород. Например, в хлоридсодержащих средах скорость коррозии вольфрамовых электродов лантана примерно на 20-30% ниже, чем у чистых вольфрамовых электродов, благодаря химической инертности оксида лантана.

При сварке вольфрамовые электроды из лантана обычно используются при сварке нержавеющей стали и сплавов на основе никеля, которые могут выделять коррозионные газы или шлак. Коррозионная стойкость лантанового вольфрамового электрода гарантирует, что его поверхность не поддается эрозии, поддерживает стабильность дуги и продлевает срок службы электрода.

3.2.3 Химическая стабильность вольфрамовых электродов из лантана

Химическая стабильность лантановых вольфрамовых электродов выражается в их низкой реакционной способности при высоких температурах и сложных химических средах. Температура плавления (2315°C) и химическая инертность оксида лантана затрудняют его разложение или испарение в высокотемпературных дугах, сохраняя стабильность электродного состава. Напротив, оксид тория (ThO_2) в ториево-вольфрамовом электроде может выделять небольшое количество радиоактивного газа при высоких температурах, в то время как лантановый вольфрамовый электрод не имеет такого риска и соответствует строгим экологическим требованиям.

Химическая стабильность лантановых вольфрамовых электродов во время сварки также отражается в их низкой реакционной способности к инертным газам (например, аргону, гелию), что обеспечивает чистую среду дуги и предотвращает загрязнение сварного шва. Это делает его особенно подходящим для высокоточной сварки, например, в атомной промышленности и аэрокосмической промышленности.

3.3 Электрические свойства лантановых вольфрамовых электродов

Электрические свойства лантановых вольфрамовых электродов являются его основными преимуществами при сварке и резке, которые определяют его производительность зажигания дуги, стабильность дуги и общую эффективность сварки. Легирование оксидом лантана значительно оптимизирует электрические свойства вольфрамовых электродов.

3.3.1 Электронная работа лантанового вольфрамового электрода

Рабочая функция относится к минимальной энергии, необходимой для вылета электронов с поверхности материала, что является ключевым параметром, влияющим на характеристики дугового разряда электрода. Электронная работа чистого вольфрама составляет около 4,5 эВ, в то время как работа электронного выделения значительно снижается за счет легирования

оксида лантана в вольфрамовых электродах лантана:

WL10 (1,0% оксида лантана): 2,6-2,7 эВ

WL15 (1,5% оксида лантана): 2,8-3,0 эВ

WL20 (2,0% оксида лантана): 2,8-3,2 эВ

Низкая электронная работа оксида лантана обусловлена образованием в вольфрамовой матрице частиц оксида редкоземельных элементов, которые снижают поверхностный барьер и способствуют эмиссии электронов. По сравнению с ториево-вольфрамовыми электродами (около 2,6 эВ), WL15 и WL20 имеют несколько более высокую работу по убеганию электронов, но в практическом применении их достаточно, чтобы обеспечить отличные характеристики инициирования дуги, избегая при этом риска радиоактивности.

3.3.2 Пусковые характеристики дугового вольфрамового электрода из лантана

Производительность инициирования дуги относится к тому, насколько легко электрод может инициировать дугу при подаче напряжения. Низкое количество электронов лантанового вольфрамового электрода позволяет легко зажигать дугу при низких напряжениях и токах (10-50 ампер), что делает его особенно подходящим для сварки тонких пластин и прецизионной сварки. WL10 лучше всего работает при сварке постоянным током с низким током, в то время как WL15 и WL20 также поддерживают быстрое загорание дуги при средних и высоких токах (50–300 ампер).

При сварке переменным током лантановые вольфрамовые электроды, особенно WL20, способны быстро реагировать на изменения направления тока, снижая риск отказа инициации дуги. Эксперименты показывают, что время зажигания дуги у WL15 на 30-40% меньше, чем у чистого вольфрамового электрода при давлении 70 ампер постоянного тока, что значительно повышает эффективность сварки.

3.3.3 Стабильность дуги лантанового вольфрамового электрода

Стабильность дуги относится к способности дуги поддерживать равномерное сгорание и избегать смещения или прерывания в процессе сварки. Дуговая стабильность вольфрамового электрода лантана обусловлена равномерным распределением оксида лантана и низкой электронной работой убегания. При сварке постоянным током WL15 и WL20 способны образовывать концентрированную и стабильную дугу, уменьшая разбрызгивание и дефекты сварного шва. При сварке переменным током стабильность дуги WL20 лучше, чем у чистых вольфрамовых и циркониевых вольфрамовых электродов, особенно при сварке алюминиевых сплавов, он может эффективно удалять оксидную пленку и поддерживать равномерную форму дуги.

Ключевым показателем стабильности дуги являются колебания напряжения дуги. Испытание показало, что скорость колебаний напряжения WL20 при сварке переменным током 150 А составляет всего $\pm 0,5$ В, что лучше, чем чистый вольфрамовый электрод ($\pm 1,2$ В) и цериевый вольфрамовый электрод ($\pm 0,8$ В), что обеспечивает высокое качество сварных швов.

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

3.4 Механические свойства лантановых вольфрамовых электродов

Механические свойства лантановых вольфрамовых электродов определяют их долговечность при высоких нагрузках и в течение длительных периодов использования, включая огнестойкость, износостойкость, ударную вязкость и хрупкость.

3.4.1 Сопротивление выгоранию лантанового вольфрамового электрода

Устойчивость к ожогам относится к способности электрода противостоять абляции зонда и потере массы под действием высокотемпературной дуги. Противогорающие характеристики вольфрамовых электродов из лантана лучше, чем у электродов из чистого вольфрама и цериевого вольфрама, в основном из-за измельчения зерен оксида лантана и высокой температуры рекристаллизации (около 1800-2000 °C, примерно на 200 °C выше, чем у чистого вольфрама). WL20 демонстрирует наилучшую стойкость к потерям при горении при высоких токах (200-300 ампер), при этом расход наконечника примерно на 20-30% ниже, чем у ториево-вольфрамовых электродов.

При плазменной резке особенно устойчивы к горению вольфрамовые электроды из лантана, которые выдерживают плазменные дуги при температуре до 20 000 °C, продлевают срок службы электрода и снижают частоту замены. Например, при резке нержавеющей стали толщиной 10 мм средний срок службы электрода WL20 может быть в 1,5-2 раза больше, чем у чистого вольфрамового электрода.

3.4.2 Стойкость к истиранию вольфрамовых электродов из лантана

Стойкость к истиранию относится к способности электрода противостоять износу при механическом контакте или ударе дуги. Высокая твердость вольфрамового электрода лантана (400-450 HV) и эффект упрочнения границ зерен оксида лантана делают его лучше, чем чистый вольфрамовый электрод. В процессе сварки наконечник электрода может находиться в незначительном контакте с заготовкой или приспособлением, а поверхность лантанового вольфрамового электрода не подвержена царапинам или истиранию, сохраняя целостность формы наконечника.

При высокочастотной точечной сварке или плазменной резке износостойкость лантанового вольфрамового электрода обеспечивает его стабильность в течение нескольких циклов. Например, скорость износа WL15 при сварке постоянным током 100 А составляет всего 60–70% от скорости износа чистых вольфрамовых электродов, что значительно повышает долговечность электродов.

3.4.3 Ударная вязкость и хрупкость лантановых вольфрамовых электродов

Ударная вязкость и хрупкость лантановых вольфрамовых электродов являются важными аспектами их механических свойств. Чистый вольфрам обладает высокой хрупкостью и склонен к растрескиванию границ зерен, особенно при высоких температурах. После легирования оксидом лантана ударная вязкость вольфрамового электрода лантана улучшается, а измельчение зерен снижает склонность к распространению трещин. Вязкость разрушения (K_{Ic}) WL20 составляет около 10-12 МПа·м^{1/2}, что выше, чем у чистого вольфрама.

(8-10 МПа·м^{1/2}).

Тем не менее, вольфрамовые электроды с лантаном могут сохранять некоторую хрупкость при экстремально высоких температурах (>2500°C) или после длительного использования, особенно при высоком содержании оксида лантана (например, WL20). Поэтому в производстве ударная вязкость и хрупкость часто уравниваются за счет оптимизации процессов спекания иковки, чтобы гарантировать, что электроды не подвержены поломке в практическом применении.

3.5 Лантановый вольфрамовый электрод MSDS от CTIA GROUP LTD

Ниже приведено краткое изложение Паспорта безопасности (MSDS) материалов для лантановых вольфрамовых электродов, предоставленного CTIA GROUP LTD, в котором содержится его химический состав, идентификация опасностей, защитные меры и информация о обращении, основанная на общедоступной информации и отраслевых стандартах.

Краткое содержание паспорта безопасности материалов (MSDS):

Химический состав:

Вольфрам (W): 97,8%-99,2% по массе

Оксид лантана (La₂O₃): 0,8%-2,2% (массовая доля, в зависимости от марки).

Примеси: ≤0,1% (включая микроэлементы, такие как железо, кремний, углерод и т.д.)

Идентификация опасности:

Опасность для здоровья: Вольфрамовый электрод лантана не радиоактивен и безвреден для организма человека при нормальном использовании. При обработке (например, резке, шлифовке) может образовываться вольфрамовая пыль, которая может вызвать раздражение дыхательных путей при длительном вдыхании.

Опасность для окружающей среды: Существенной опасности для окружающей среды нет, но отходы должны быть переработаны и утилизированы в соответствии с местными правилами, чтобы избежать загрязнения.

Физические опасности: Во время высокотемпературной сварки электрод может выделять небольшое количество оксидного газа, поэтому обеспечьте вентиляцию.

Меры защиты:

Индивидуальная защита: Во время обработки надевайте пылезащитную маску (N95 или выше) и защитные очки. При сварке используйте сварочную маску и термостойкие перчатки. Требования к вентиляции: При использовании в закрытой среде обеспечьте локальную вытяжку или использование вентиляционного оборудования.

Условия хранения: Хранить в сухом, прохладном месте, избегать влажности и высоких температур.

Меры первой помощи:

Ингаляция: При вдыхании пыли переместитесь в проветриваемое место и при

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

необходимости обратитесь за медицинской помощью.

Контакт с кожей: промойте место контакта водой с мылом.

Попадание в глаза: Промойте большим количеством воды в течение не менее 15 минут и при необходимости обратитесь за медицинской помощью.

Обращение и утилизация:

Отработанные вольфрамовые электроды лантана должны быть отправлены в профессиональное учреждение по переработке для утилизации, чтобы не выбрасывать их по своему усмотрению.

Соответствовать требованиям международных стандартов (например, RoHS) и китайских экологических норм (например, GB/T 26572).

Информация о доставке:

Неопасные грузы, могут перевозиться как обычные грузы, но должны иметь влагонепроницаемую и ударопрочную упаковку.

Нормативная информация:

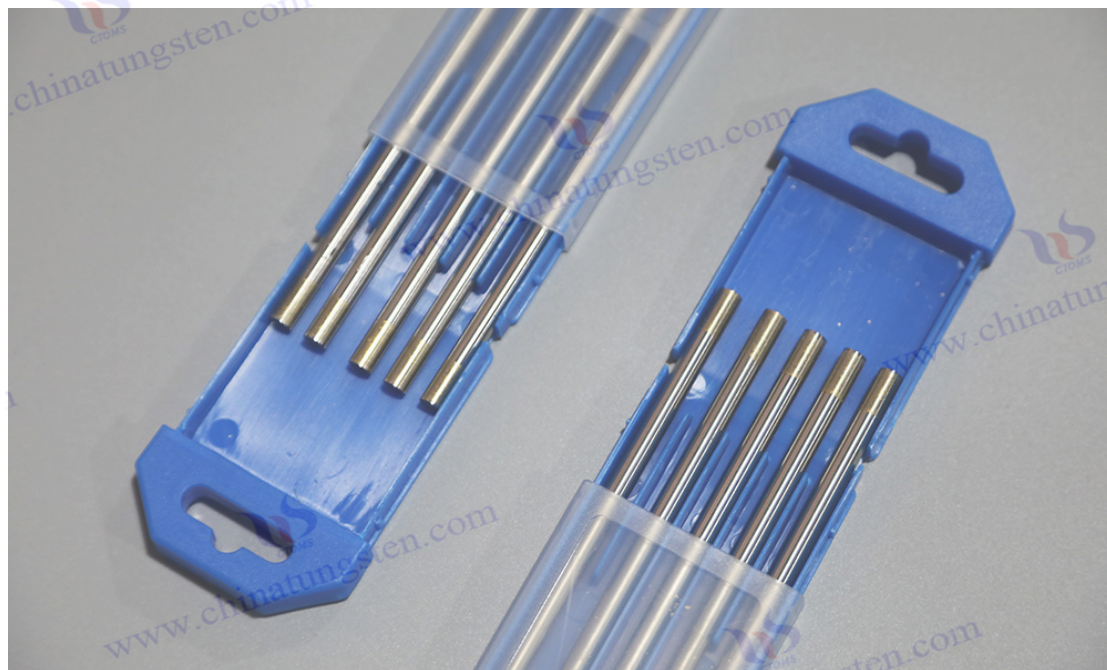
Соответствует стандартам ISO 6848:2015 и GB/T 14841.

Никаких специальных разрешений не требуется, а обработка и использование регулируются правилами охраны труда и техники безопасности (например, OSHA).

Информация о поставщиках

Поставщик: CTIA GROUP LTD

Тел.: 0592-5129696/5129595



ЭЛЕКТРОД CTIA GROUP LTD WL15

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Глава 4 Использование вольфрамового электрода из лантана

Лантановые вольфрамовые электроды широко используются в современной промышленности благодаря своим превосходным характеристикам инициирования дуги, стабильности дуги, отсутствию радиоактивности и низкой скорости выгорания, охватывая сварные, несварные и специальные поля с высоким спросом. Его универсальность и высокая производительность делают его предпочтительным материалом для сварки вольфрама в среде инертного газа в среде защитного газа (TIG), плазменной сварки и резки, электроэрозионной обработки (EDM), а также для аэрокосмической, атомной промышленности и производства медицинского оборудования. В этой главе мы подробно обсудим применение лантановых вольфрамовых электродов в сварке (включая сварку TIG, плазменную сварку и применимые типы металлов), несварочные применения (плазменная резка, электроэрозионная обработка и электроника), специальные применения (аэрокосмическая промышленность, ядерная промышленность и производство медицинского оборудования) и конкретные случаи применения, показав их важность и разнообразие применений в промышленности.

4.1 Вольфрамовые электроды из лантана используются в области сварки

Сварка является наиболее важной областью применения лантанового вольфрамового электрода, и ее производительность особенно заметна при сварке вольфрамом в среде инертного газа (сварка TIG) и плазменной сварке. Низкая работа электронов (2,6-3,2 эВ), превосходная стабильность дуги и стойкость к выгоранию лантановых вольфрамовых электродов позволяют им удовлетворять потребности в высокоточных и высококачественных сварных швах, особенно в сценариях, где внешний вид и механические свойства сварных швов имеют решающее значение, например, в аэрокосмической, энергетической и химической промышленности.

4.1.1 Применение в TIG (аргонодуговой сварке).

Сварка вольфрамом в среде инертного газа (сварка TIG, также известная как аргондуговая сварка) является основной областью применения лантанового вольфрамового электрода. При сварке TIG используются вольфрамовые электроды, защищенные инертным газом, таким как аргон или гелий, для создания электрической дуги, которая нагревает заготовку и присадочный материал для получения высококачественного сварного шва. Этот процесс широко используется для выполнения высокоточных и высококачественных сварочных работ благодаря не разбрызгивающимся, эстетически привлекательным сварным швам и адаптируемости к широкому спектру металлов. Преимущества лантанового вольфрамового электрода при сварке TIG выражаются в следующих аспектах:

Отличные характеристики инициирования дуги: Лантановые вольфрамовые электроды (особенно WL10 и WL15) могут легко зажечь дугу при низких токах (10-50 А) и подходят для сварки тонкими пластинами (например, нержавеющей стали 0,5-2 мм или алюминиевого сплава). Его низкая работа по улету электронов обеспечивает быстрое воспламенение и снижает риск отказа инициации дуги.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Стабильность дуги: WL15 и WL20 могут поддерживать концентрированную и стабильную дугу в диапазоне тока 50-300 ампер, уменьшать дрейф дуги и разбрызгивание, а также обеспечивать однородность и качество поверхности сварного шва. Особенно в режиме положительного электрода постоянного тока (DCEN) дуга имеет сильную направленность и концентрированное тепловложение, что подходит для прецизионной сварки.

Низкая скорость выгорания: лантан-вольфрамовый электрод имеет низкую скорость выгорания под действием высокотемпературной дуги, а форма наконечника стабильна, что продлевает срок службы электрода. Например, при сварке постоянным током на 150 ампер скорость угара WL20 примерно на 30-40% ниже, чем у чистых вольфрамовых электродов, что снижает частоту замены электродов и повышает эффективность производства.

Универсальный постоянный и переменный ток: вольфрамовые электроды из лантана хорошо работают как при сварке постоянным током (DC), так и при сварке переменным током (AC). WL20 может быстро удалять поверхностную оксидную пленку (Al_2O_3) при сварке алюминиевых сплавов в кондиционере, образуя равномерный сварной шов.

Типичные сценарии применения:

Сварка труб: В нефтехимической и газовой промышленности лантановые вольфрамовые электроды используются для сварки TIG труб из нержавеющей стали и никелевых сплавов, чтобы гарантировать отсутствие дефектов и соответствие сварным швам требованиям высокого давления и агрессивных сред.

Листовая сварка: В электронной промышленности и производстве медицинского оборудования WL10 используется для сварки листов из нержавеющей стали или титанового сплава толщиной 0,5-1 мм для обеспечения прочности и красоты сварного шва.

Автоматизированная сварка: В автомобилестроении сварочные роботы используют WL15 для выполнения сварки TIG высокопрочной стали и алюминиевых сплавов, повышая эффективность производства и стабильность сварных швов.

Популярность сварки TIG способствовала широкому применению лантановых вольфрамовых электродов, особенно на европейском и американском рынках, WL15 стал основным выбором из-за его производительности, близкой к характеристикам ториевых вольфрамовых электродов, на долю которых приходится 20-30% мирового рынка TIG-электродов.

4.1.2 Плазменная сварка

Плазменно-дуговая сварка (PAW) — это технология сварки, при которой используется ограниченная дуга для создания высокотемпературного плазменного луча с температурой дуги 15000-25000 °C и более концентрированным тепловложением, что подходит для высокоточной и высокоэффективной сварки. Лантановые вольфрамовые электроды широко используются при плазменной сварке из-за их устойчивости к высоким температурам и

горению.

Эксплуатационные преимущества:

Высокая температурная стабильность: WL20 выдерживает высокую температуру и сильное воздействие плазменной дуги, а наконечник нелегко расплавить или деформировать, что продлевает срок службы электрода.

Концентрация дуги: Дуговой пучок плазменной сварки узкий (около 0,1-2 мм в диаметре), а лантановый вольфрамовый электрод может обеспечивать стабильную фокусировку тока, что подходит для сварки глубоким проплавлением и сварки микроотверстий.

Низкий уровень загрязнения: химическая стабильность вольфрамового электрода из лантана гарантирует, что он не выделяет загрязняющих веществ под защитой инертного газа, сохраняя сварной шов в чистоте.

Характеристики процесса:

Плазменная сварка делится на микроплазменную (1-30 ампер) и обычную плазменную (30-1000 ампер). WL10 подходит для микроплазменной сварки тонких листов толщиной 0,1-1 мм, в то время как WL15 и WL20 подходят для обычной плазменной сварки металлов толщиной 2-10 мм.

При плазменной сварке часто используется катодный режим постоянного тока, а низкое улетчивание электронов лантановым вольфрамовым электродом обеспечивает быстрое зажигание дуги и стабильное зажигание дуги.

Типичные сценарии применения:

Аэрокосмическая промышленность: Плазменная сварка используется для прецизионных компонентов из титана и никелевых сплавов, таких как лопатки турбин и камеры сгорания, требующие отсутствия пористости и трещин в сварных швах.

Электронная промышленность: Микроплазменная сварка используется при изготовлении полупроводниковых корпусов и миниатюрных разъемов, а лантановые вольфрамовые электроды гарантируют высокую точность и низкую зону термического влияния.

Сосуды под давлением: В химической и энергетической промышленности плазменная сварка используется для сварки толстостенных сосудов из нержавеющей стали с глубоким проплавлением, а лантановые вольфрамовые электроды повышают эффективность и качество сварки.

Плазменная сварка предъявляет чрезвычайно высокие требования к характеристикам электродов, а превосходные характеристики лантанового вольфрамового электрода заставляют его постепенно вытеснять ториево-вольфрамовый электрод в этой области, особенно в районах со строгими экологическими нормами.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

4.1.3 Применяемые виды металлов (нержавеющая сталь, алюминиевые сплавы, никелевые сплавы и т.д.).

Универсальность лантановых вольфрамовых электродов делает их пригодными для сварки широкого спектра металлов, включая, помимо прочего, нержавеющую сталь, алюминиевые сплавы, никелевые сплавы, титановые сплавы, медные сплавы и углеродистую сталь. Ниже приведены характеристики его применения в основных видах металлов:

Нержавеющая сталь:

Особенности: Нержавеющие стали (включая аустенитные, ферритные и мартенситные нержавеющие стали) обладают хорошей коррозионной стойкостью и высокой термостойкостью и широко используются в химической, пищевой промышленности и производстве медицинского оборудования. Лантановые вольфрамовые электроды (WL15 и WL20) обеспечивают стабильную дугу в режиме катода постоянного тока, уменьшая зону термического влияния и предотвращая межкристаллитную коррозию.

Применение: сварка TIG труб из нержавеющей стали 304 и 316, сварное изготовление сосудов под давлением.

Преимущества: Низкая скорость выгорания и стабильность дуги вольфрамового электрода из лантана гарантируют, что сварной шов будет красивым и не будет содержать оксидных включений.

Алюминиевый сплав:

Особенности: Алюминиевые сплавы (такие как 6061, 7075) имеют высокую теплопроводность и поверхностную оксидную пленку (Al_2O_3), которую необходимо удалять с помощью сварки AC TIG. WL20 лучше всего работает в режиме переменного тока, быстро удаляя оксидную пленку и поддерживая равномерную дугу.

Применение: Сварка аэрокосмических алюминиевых конструкций (например, корпусов самолетов), кузовов автомобилей и палуб судов.

Преимущества: Низкая скорость выгорания и стойкость к окислению лантанового вольфрамового электрода при сварке переменным током улучшают качество сварного шва.

Никелевые сплавы:

Особенности: Сплавы на основе никеля (такие как Inconel 625, Hastelloy C-276) обладают отличной высокотемпературной прочностью и коррозионной стойкостью, широко используются в аэрокосмической и атомной промышленности. Лантановые вольфрамовые электроды обеспечивают концентрированную дугу при сварке постоянным током и подходят для высокоточных сварных швов.

Применение: Сварка лопаток газовых турбин, труб ядерных реакторов.

Преимущества: Огнестойкость и химическая стабильность лантановых вольфрамовых электродов уменьшают количество дефектов сварных швов.

Титановый сплав:

Особенности: Титановые сплавы (такие как Ti-6Al-4V) обладают высокой прочностью и низкой плотностью, но чувствительны к кислороду и требуют строгой защиты от инертного газа. WL15 отлично подходит для слаботочной сварки постоянным током, снижая тепловложение и предотвращая окисление.

Применение: Сварка каркасов крыльев аэрокосмической отрасли, медицинские имплантаты. Преимущества: Низкая работа по утечке электронов и стабильность дуги лантанового вольфрамового электрода обеспечивают отсутствие пористости сварного шва.

Медные сплавы и углеродистые стали:

Особенности: Медные сплавы (такие как латунь, бронза) обладают высокой теплопроводностью и требуют сварки большим током; Углеродистая сталь (например, Q235) имеет низкую стоимость и широкий спектр применения. WL20 подходит для сильноточной сварки медных сплавов, а WL10 подходит для слаботочной сварки углеродистой стали.

Применение: Сварка теплообменника из медного сплава и конструкционных деталей из углеродистой стали.

Преимущество: Универсальность лантановых вольфрамовых электродов удовлетворяет потребности различных токов и металлов.

Универсальность лантановых вольфрамовых электродов делает их незаменимыми материалами в сварочной промышленности, особенно при комбинированной сварке из нескольких металлов, таких как нержавеющая сталь и никелевые сплавы, где их стабильность широко признана.

4.2 Вольфрамовые электроды из лантана используются в областях, не связанных со сваркой

Помимо сварки, лантановые вольфрамовые электроды также находят важное применение в областях, не связанных со сваркой, включая плазменную резку, электроэрозионную обработку (EDM) и производство электроники. Эти области требуют высокой термостойкости, электропроводности и коррозионной стойкости электродов, а лантановые вольфрамовые электроды идеально подходят благодаря своим превосходным свойствам.

4.2.1 Плазменная резка

Плазменная резка — это технология, при которой используется высокотемпературная плазменная дуга (температура до 20 000 °C) для плавления и продувки металла, а также широко используется для резки углеродистой стали, нержавеющей стали, алюминия, меди и других материалов. Лантановые вольфрамовые электроды, особенно WL20, превосходно

подходят для плазменной резки благодаря своей устойчивости к высоким температурам и горению.

Эксплуатационные преимущества:

Высокая термостойкость: WL20 способен выдерживать воздействие плазменной дуги при высоких температурах, а расход наконечника низкий, что продлевает срок службы электрода.

Стабильность дуги: Вольфрамовый электрод из лантана обеспечивает стабильную плазменную дугу, обеспечивая плоскую режущую кромку и уменьшая образование заусенцев.

Стойкость к окислению: В насыщенных кислородом плазменных газах, таких как воздух или кислород, лантановые вольфрамовые электроды имеют низкую скорость окисления и сохраняют поверхностную целостность.

Сценарии применения:

Судостроительная промышленность: резка листов из нержавеющей и углеродистой стали толщиной 10-50 мм для изготовления корпусов и палуб.

Строительная промышленность: резка стальных конструкций балок и колонн в соответствии с требованиями к точности каркасов зданий.

Автомобилестроение: резка деталей кузова из алюминиевого сплава для повышения эффективности производства.

Практический пример: На линии плазменной резки верфи пластина из нержавеющей стали толщиной 20 мм была разрезана электродом WL20, при этом срок службы электрода был примерно на 50% больше, чем у чистого вольфрамового электрода, а скорость резки была увеличена на 15%, что значительно снизило производственные затраты.

Плазменная резка предъявляет чрезвычайно высокие требования к долговечности электрода, а отличные эксплуатационные характеристики лантанового вольфрамового электрода позволяют ему постепенно заменить ториевый вольфрамовый электрод в этой области и стать отраслевым стандартом.

4.2.2 Электроэрозионная обработка (электроэрозионная обработка)

Электроэрозионная обработка (EDM) — это высокоточная технология обработки, которая удаляет материалы электрическими искрами и широко используется при изготовлении пресс-форм и обработке сложных деталей. Лантановые вольфрамовые электроды подходят в качестве электродных материалов для электроэрозионной обработки благодаря своей высокой проводимости, коррозионной стойкости и износостойкости.

Эксплуатационные преимущества:

Высокая электропроводность: проводимость вольфрамового электрода из лантана (около

17,5-18,0 Мвыб/м) обеспечивает эффективный электроэрозионный разряд и высокую скорость обработки.

Стойкость к истиранию: высокая твердость WL15 и WL20 (400-450 HV) делает их менее восприимчивыми к износу при многократных разрядах и сохраняет форму электродов.

Коррозионная стойкость: В электролитах электроэрозионной обработки, таких как керосин или деионизированная вода, химическая стабильность вольфрамовых электродов лантана позволяет избежать поверхностной коррозии.

Сценарии применения:

Изготовление пресс-форм: используется для прецизионной обработки штамповочных форм и пресс-форм для литья под давлением, таких как пресс-формы для автозапчастей.

Аэрокосмическая промышленность: Обработка сложных геометрий лопаток турбин и сопел двигателей.

Медицинские приборы: Изготовление высокоточных комплектующих для хирургических ножей и ортопедических имплантатов.

Практический пример: На заводе по производству пресс-форм для аэрокосмической промышленности электроды WL15 используются для электроэрозионной обработки пресс-форм из сплава на основе никеля с точностью обработки $\pm 0,01$ мм, а расход электродов на 30% ниже, чем у медных электродов, что улучшает качество поверхности и эффективность производства пресс-формы.

Применение лантановых вольфрамовых электродов в электроэрозионной обработке привело к развитию технологий высокоточной обработки, особенно в аэрокосмической и медицинской областях.

4.2.3 Электродные материалы в электронных устройствах

Вольфрамовые электроды из лантана используются в качестве электродных материалов в производстве электронных устройств благодаря своей высокой проводимости, устойчивости к высоким температурам и химической стабильности, особенно в вакуумных трубках, электронно-лучевых трубках (ЭЛТ) и некоторых полупроводниковых устройствах.

Эксплуатационные преимущества:

Высокая электропроводность: Высокая проводимость вольфрамовых электродов из лантана обеспечивает эффективную передачу тока и подходит для высокочастотных электронных приложений.

Высокая термостойкость: в вакууме или среде инертного газа лантановый вольфрамовый электрод может выдерживать высокие температуры (1000-2000 °C) и сохранять стабильную

производительность.

Химическая стабильность: вольфрамовые электроды из лантана плохо реагируют с газами или материалами в электронных устройствах, продлевая срок службы устройства.

Сценарии применения:

Вакуумная трубка: вольфрамовые электроды лантана используются в качестве катодного материала для излучения электронов для генерации электрического тока, который используется в мощных усилителях и радиолокационном оборудовании.

Электронно-лучевая трубка: Электрод WL15 используется в электронной пушке ЭЛТ-дисплея для обеспечения стабильного электронного пучка.

Производство полупроводников: Вольфрамовые электроды из лантана используются в некоторых установках для плазменного травления, обработке кремниевых пластин и интегральных схем.

Практический пример: На предприятии по производству полупроводникового оборудования электрод WL20 используется в машине плазменного травления с нанометровой точностью, а срок службы электродов на 40% больше, чем у традиционных электродов на основе меди, что снижает затраты на техническое обслуживание.

Несмотря на то, что применение лантанового вольфрамового электрода в электронном оборудовании невелико, его высокая производительность делает его незаменимым в области высоких технологий.

4.3 Специальные области применения лантановых вольфрамовых электродов

Отсутствие радиоактивности и превосходные свойства лантановых вольфрамовых электродов делают их идеальными для специальных применений в таких требовательных областях, как аэрокосмическая промышленность, атомная промышленность и производство медицинского оборудования, где свойства материалов, безопасность и надежность имеют решающее значение.

4.3.1 Аэрокосмическая промышленность

Аэрокосмическая промышленность предъявляет чрезвычайно строгие требования к характеристикам сварочных и режущих материалов, поэтому сварные швы должны быть высокопрочными, бездефектными и устойчивыми к высокотемпературной коррозии. Применение лантановых вольфрамовых электродов в этой области в основном сосредоточено на сварке TIG, плазменной сварке и резке.

Особенности приложения:

Сварка титанового сплава: WL15 используется для сварки титановым сплавом Ti-6Al-4V методом TIG для изготовления каркаса крыла самолета и деталей двигателя, сварной шов не

имеет пористости, а усталостная стойкость превосходна.

Сварка сплавов на основе никеля: WL20 используется для плазменной сварки сплавов на основе никеля Inconel 718 для изготовления лопаток газовых турбин, а сварные швы устойчивы к высокотемпературному окислению.

Резка алюминиевого сплава: WL20 используется для плазменной резки панелей корпуса из алюминиевого сплава, режущая кромка плоская, что снижает последующую обработку.

Преимущество:

Нерadioактивен и соответствует строгим стандартам безопасности аэрокосмической отрасли.

Низкая скорость выгорания и стабильность дуги повышают эффективность сварки и резки.

Он подходит для автоматизированной сварки для удовлетворения потребностей массового производства аэрокосмических компонентов.

Практический пример: Авиационная производственная компания использовала электроды WL15 для сварки каркаса из титанового сплава самолета Boeing 787, и сварной шов прошел ультразвуковой контроль (UT) и рентгеновский контроль (RT), с проходным коэффициентом 99,5%, что значительно повысило эффективность производства.

4.3.2 Атомная промышленность

Атомная промышленность предъявляет высокие требования к надежности и безопасности сварочных материалов, которые должны выдерживать высокие температуры, давления и радиационные среды. Лантановые вольфрамовые электроды широко используются в корпусах ядерных реакторов, для герметизации топливных стержней и сварки трубопроводов.

Особенности приложения:

Сварка циркониевого сплава: WL10 используется для сварки TIG топливных стержней из циркониевого сплава, дуговая дуга с низким током снижает тепловложение и предотвращает рост зерен материала.

Сварка нержавеющей стали: WL20 используется для плазменной сварки сосудов высокого давления из нержавеющей стали 316L, а сварной шов с глубоким проплавлением обеспечивает герметичность.

Трубы из никелевого сплава: WL15 используется для сварки TIG труб из сплава Hastelloy, сварные швы устойчивы к коррозии и соответствуют требованиям хранения ядерных отходов.

Преимущество:

Он не радиоактивен, что позволяет избежать риска облучения, который может быть вызван ториево-вольфрамовыми электродами.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Высокая стабильность дуги гарантирует, что сварной шов не имеет дефектов и соответствует строгим стандартам контроля атомной промышленности.

Коррозионная стойкость и химическая стабильность подходят для сложных химических условий ядерной среды.

Практический пример: При строительстве атомной электростанции в Китае электрод WL20 используется для сварки TIG трубы охлаждения реактора, и сварной шов прошел испытание на обнаружение утечки гелия, а скорость утечки составляет менее 10^{-9} Па·м³/с, что соответствует требованиям ядерной безопасности.

4.3.3 Производство медицинского оборудования

Применение лантановых вольфрамовых электродов в этой области в основном сосредоточено на прецизионной сварке титановых сплавов и нержавеющей стали, а также на электроэрозионной обработке, что обусловлено чрезвычайно высокими требованиями к чистоте и точности сварки и обработки материалов при производстве медицинского оборудования.

Особенности приложения:

Титановые имплантаты: WL10 используется для сварки TIG ортопедических имплантатов из титанового сплава (например, протезов тазобедренного сустава) с низким тепловложением, чтобы избежать ухудшения свойств материала.

Хирургические инструменты из нержавеющей стали: WL15 используется для микроплазменной сварки хирургических ножей из нержавеющей стали, сварной шов гладкий, и нет необходимости во вторичной полировке.

Электроэрозионная обработка: WL20 используется для изготовления миниатюрных пресс-форм для медицинских устройств, таких как формы для шприцевых игл, с точностью обработки $\pm 0,005$ мм.

Преимущество:

Нерадиоактивный и высокхимически стабильный, предотвращающий загрязнение медицинского оборудования.

Низкая скорость выгорания и стабильность дуги повышают точность сварки и механической обработки.

Он подходит для обработки крошечных заготовок и соответствует жестким допускам медицинских устройств.

Практический пример: Производитель медицинского оборудования использовал электроды WL15 для сварки оболочки кардиостимулятора из титанового сплава, и сварной шов прошел

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

тест на биосовместимость, и продукт показал проходной балл 99,8%, что соответствует стандарту качества медицинского оборудования ISO 13485.

4.4 Анализ случая применения лантанового вольфрамового электрода

В следующих двух конкретных случаях анализируются фактические характеристики лантановых вольфрамовых электродов при высокоточной сварке и в условиях высоких температур, а также демонстрируются их преимущества в промышленном применении.

4.4.1 Применение вольфрамового электрода из лантана при высокоточной сварке

Предыстория дела: При производстве лопаток турбинных двигателей аэрокосмической компании необходимо выполнить сварку TIG на основе сплава Inconel 718 на основе никеля, что требует, чтобы сварной шов был без пор, трещин и обладал отличной усталостной прочностью. Традиционный ториево-вольфрамовый электрод был отключен из-за проблем с радиоактивностью, и заказчик выбрал лантановый вольфрамовый электрод WL20.

Процесс внедрения:

Комплектация и параметры: использование аппарата для сварки катодом постоянного тока TIG, ток 150-200 ампер, аргоновая защита, диаметр электрода 2,4 мм, заточка наконечника под углом конуса 45°.

Материал: лист Inconel 718, толщиной 3 мм, заполненный проволокой из такого же сплава.

Процесс: Импульсная сварка TIG, частота импульсов 2 Гц, пиковый ток 180 А, номинальный ток 80 А, расход защитного газа 12 л/мин.

Результаты и анализ:

Качество сварного шва: сварной шов проходит рентгеновский контроль (RT) и флуоресцентный капиллярный контроль (PT), нет пористости и трещин, ширина сварного шва равномерная (около 2,5 мм), а поверхность гладкая.

Производительность электрода: После 8 часов непрерывной сварки выгорание наконечника электрода WL20 составляет всего 0,2 мм, что намного ниже, чем у чистого вольфрамового электрода (0,5 мм). Стабильность дуги отличная, а скорость колебаний напряжения составляет $\pm 0,4$ В.

Повышенная эффективность: по сравнению с цериевыми вольфрамовыми электродами, WL20 имеет на 30% меньшую частоту замены электродов и на 15% повышенную эффективность сварки.

Безопасность: Нерadioактивен, соответствует стандартам безопасности OSHA для аэрокосмической промышленности и не требует дополнительной защиты для операторов.

Вывод: Превосходные характеристики вольфрамового электрода WL20 при высокоточной сварке обеспечивают качество и эффективность производства сварного шва и становятся идеальным выбором для сварки сплавов на основе никеля.

4.4.2 Эксплуатационные характеристики лантанового вольфрамового электрода в условиях высоких температур

Предыстория дела: Верфи понадобилось использовать плазменный резак для резки листа из нержавеющей стали толщиной 20 мм (316L) для изготовления корпуса. Температура среды резки высокая (около 40°C) и требуется непрерывная работа, поэтому заказчик выбрал лантановый вольфрамовый электрод WL20.

Процесс внедрения:

Оборудование и параметры: на станке воздушно-плазменной резки, ток 200 А, скорость резки 0,5 м/мин, плазма для сжатого воздуха, диаметр электрода 3,2 мм.

Материал: пластина из нержавеющей стали 316L, толщина 20 мм.

Процесс: Коллющая резка, расстояние между соплом и заготовкой составляет 4 мм, а траектория резки представляет собой комбинацию прямых линий и кривых.

Результаты и анализ:

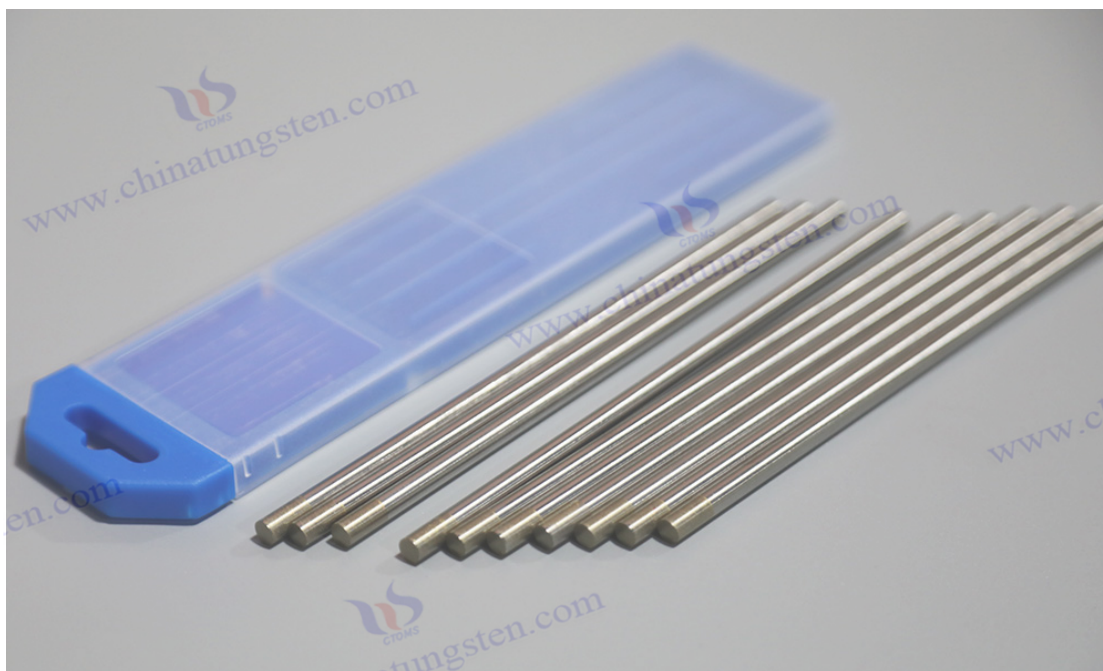
Качество резки: Режущая кромка плоская, высота заусенца составляет < 0,3 мм, а ширина реза около 2,8 мм, что соответствует требованиям точности сборки корпуса.

Производительность электрода: После 10 часов непрерывной резки потери на ожог наконечника электрода WL20 составляют 0,3 мм, а срок службы примерно на 40% больше, чем у ториевого вольфрамового электрода. Превосходная стабильность дуги без прерываний и смещений.

Высокая термостойкость: В условиях высокой температуры 40°C стойкость к окислению лантанового вольфрамового электрода гарантирует, что на поверхности нет явного оксидного слоя и поддерживается эффективность дуги.

Экономичность: увеличенный срок службы электродов снижает затраты на замену, а стоимость разреза на 20% ниже, чем при использовании электродов из чистого вольфрама.

Закключение: Стойкость к выгоранию и стабильность дуги вольфрамового электрода WL20 в высокотемпературной среде позволяют ему хорошо работать при плазменной резке и значительно повышают эффективность и экономичность резки.



ЭЛЕКТРОД CTIA GROUP LTD WL15

Глава 5 Подготовка и технология производства вольфрамового электрода из лантана

Процесс подготовки и производства лантанового вольфрамового электрода является ключевым звеном для обеспечения его высокой производительности и стабильности, включая подготовку сырья, производственный процесс, ключевые технологии, контроль качества и меры по защите окружающей среды. Лантановые вольфрамовые электроды изготавливаются методом порошковой металлургии в сочетании с высокоточной обработкой и строгим контролем качества для удовлетворения потребностей в таких сложных областях, как сварка и резка. В этой главе будет подробно рассмотрена подготовка сырья для вольфрамовых электродов из лантана (вольфрамовый порошок, оксид лантана и другие добавки), производственные процессы (смешивание, прессование, спекание, ковка, волочение и обработка поверхности), ключевые технологии производства (равномерное легирование, высокотемпературное спекание, точный контроль размеров и нанесение покрытий на поверхность), системы контроля качества (сырье, производственные процессы и контроль готовой продукции), тенденции развития технологий (зеленое производство и автоматизация) и меры по охране окружающей среды (управление выхлопными газами, сточными водами и твердыми бытовыми отходами). в полной мере продемонстрировать сложность и технологичность своего производственного процесса.

5.1 Подготовка сырья для лантанового вольфрамового электрода

Производительность лантановых вольфрамовых электродов напрямую зависит от качества и чистоты сырья. Порошком вольфрама и оксидом лантана являются основное сырье, в то время как другие добавки используются для оптимизации производственного процесса или производительности. Выбор и обращение с сырьем является основой для производства высококачественных лантановых вольфрамовых электродов.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Copyright© 2024 CTIA All Rights Reserved
Standard document version number CTIAQCD -MA-E/P 2024 version
www.ctia.com.cn

Tel: 0086 592 512 9696
CTIAQCD -MA-E/P 2018- 2024V
sales@chinatungsten.com

5.1.1 Выбор и очистка вольфрамового порошка

Вольфрамовый порошок является основным компонентом вольфрамового электрода лантана, на его долю приходится 97,8%-99,2% его массы. Вольфрамовый порошок высокой чистоты является ключом к обеспечению электродной проводимости, термической стабильности и механических свойств.

Критерии выбора:

Чистота: Чистота вольфрамового порошка обычно должна достигать более 99,95% (т.е. содержание примесей $< 0,05\%$), чтобы уменьшить влияние примесей, таких как железо, кремний и углерод, на работу электрода. Обычные примеси, такие как железо ($Fe < 50 \text{ ppm}$) или кислород ($O < 100 \text{ ppm}$), могут снизить устойчивость электрода к горению.

Размер частиц: Размер частиц вольфрамового порошка обычно контролируется на уровне 1-5 микрон, и чрезмерное количество частиц приведет к неравномерному спеканию и повлияет на конечную электрическую плотность; Слишком мелкие частицы увеличивают производственные затраты.

Морфология: Предпочтительнее сферический или почти сферический вольфрамовый порошок, потому что он обладает хорошей текучестью, что способствует последующему процессу смешивания и прессования.

Процесс очистки:

Химическая очистка: Начиная с вольфрамового или вольфрамового концентрата, оксид вольфрама (WO_3) восстанавливается до порошка вольфрама методом восстановления водорода. Процесс восстановления происходит в атмосфере водорода с температурой 800-1000°C в два этапа ($WO_3 \rightarrow WO_2 \rightarrow W$) для обеспечения низкого содержания кислорода.

Физическая очистка: Классификация газового потока или просеивание используется для удаления крупных частиц и примесей для дальнейшего улучшения чистоты и однородности вольфрамового порошка.

Контроль качества: Оптическая эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) используется для анализа химического состава вольфрамового порошка, чтобы убедиться, что содержание примесей соответствует стандарту (например, GB/T 3458-2006).

5.1.2 Получение и легирование оксида лантана

Оксид лантана (La_2O_3) является активным компонентом лантанового вольфрамового электрода, и его содержание (0,8%-2,2%) напрямую влияет на работу электронов и стабильность дуги электрода. Получение и легирование оксида лантана является критически важным этапом в производственном процессе.

Процесс приготовления:

Экстракция сырья: Оксид лантана извлекается из редкоземельных минералов (таких как монацит или баскарсит) для получения оксида лантана высокой чистоты (чистота $> 99,99\%$) путем экстракции растворителем и осаждения.

Контроль размера частиц: размер частиц порошка оксида лантана обычно контролируется на уровне 0,5-2 микрона, чтобы обеспечить равномерное смешивание с вольфрамовым порошком. Чрезмерно крупные частицы могут привести к неравномерному легированию, что

повлияет на работу электродов.

Сушка и прокаливание: Оксид лантана необходимо прокалить при температуре 600-800 °C после подготовки для удаления воды и летучих примесей и улучшения его химической стабильности.

Метод допинга:

Сухое легирование: порошок оксида лантана смешивается с порошком вольфрама в высокоэнергетической шаровой мельнице, время измельчения шара обычно составляет 4-8 часов, а скорость вращения составляет 200-400 об/мин, чтобы обеспечить равномерное распределение оксида лантана.

Влажное легирование: оксид лантана растворяют в азотной кислоте или других растворителях с образованием раствора, смешивают с вольфрамовым порошком и сушат. Этот метод может еще больше улучшить однородность легирования, но pH раствора (обычно 4-6) необходимо строго контролировать, чтобы избежать окисления вольфрамового порошка.

Коэффициент легирования: В зависимости от марки электрода (WL10, WL15, WL20) массовая доля оксида лантана контролируется на уровне 0,8%-1,2%, 1,3%-1,7% и 1,8%-2,2% соответственно.

Задача: Оксид лантана может улетучиваться при высоких температурах (например, 2000 °C), а атмосфера (например, водород или вакуум) должна контролироваться в процессе спекания для снижения потерь.

5.1.3 Выбор других добавок

В дополнение к вольфрамовому порошку и оксиду лантана в производство могут добавляться небольшие количества добавок для оптимизации процесса или производительности. Эти добавки должны быть совместимы с оксидом вольфрама и лантана, не влияя на проводимость и химическую стабильность электрода.

Распространенные добавки:

Связующие вещества: такие как поливиниловый спирт (ПВА) или полиэтиленгликоль (ПЭГ), которые используются для повышения прочности прессованного тела, обычно в дозировке 0,1%-0,5%.

Диспергаторы: такие как силикат натрия, используются для улучшения равномерности смешивания порошка вольфрама и оксида лантана, а количество добавки составляет < 0,1%.

Следовые оксиды редкоземельных элементов, такие как оксид церия (CeO_2) или оксид иттрия (Y_2O_3), добавляются (<0,2%) в некоторые специальные составы для дальнейшей оптимизации характеристик дуги.

Критерии выбора:

Добавки должны быть полностью улетучиваться или разлагаться при высокотемпературном спекании, чтобы остатки в электроде не влияли на производительность.

Соблюдайте требования охраны окружающей среды и избегайте использования добавок, содержащих вредные вещества, такие как свинец и кадмий.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Дозировка должна строго контролироваться, чтобы не повлиять на активное действие оксида лантана.

Пример применения: При производстве электродов WL20 добавление 0,3% ПВС в качестве связующего может повысить прочность прессованного сырого тела и снизить скорость растрескивания в процессе спекания.

5.2 Процесс производства лантанового вольфрамового электрода

Лантановые вольфрамовые электроды производятся с использованием процесса порошковой металлургии с основными процессами, включающими смешивание и прессование, спекание, ковку и волочение, а также обработку поверхности. Каждый этап требует точного контроля для обеспечения производительности и стабильности электрода.

5.2.1 Смешивание и прессование

Смешивание и прессование является первым этапом производства лантановых вольфрамовых электродов, целью которых является однородное смешивание вольфрамового порошка, оксида лантана и других добавок с образованием сырого тела с определенной прочностью.

Смешивать:

Оборудование: высокоэнергетическая шаровая мельница или V-образный смеситель, время смешивания 4-8 часов, скорость 200-400 об/мин.

Процесс: Смешайте с инертным газом (например, азотом) или вакуумом, чтобы избежать окисления вольфрамового порошка. После смешивания однородность порошка проверяется лазерным анализатором размера частиц, чтобы убедиться в равномерном распределении оксида лантана (отклонение <5%).

Задача: Плотность оксида лантана (6,51 г/см³) значительно ниже, чем у вольфрамового порошка (19,35 г/см³), который подвержен стратификации и требует оптимизации параметров смешивания.

Подавлять:

Комплектация: гидравлический пресс или изостатический пресс с давлением 100-300 МПа.

Процесс: Смешанный порошок загружается в форму и прессуется в цилиндрический корпус (диаметр 10-50 мм, длина 50-100 мм). Процесс изостатического прессования увеличивает плотность сырого тела (до 60%-70% от теоретической плотности) и снижает усадку при спекании.

Контроль качества: убедитесь, что на поверхности сырого тела нет трещин, плотность равномерна, а отклонение размеров составляет < 0,1 мм.

5.2.2 Процесс спекания

Спекание является ключевым этапом нагрева прессованного сырого тела до высокой температуры, чтобы его частицы объединились в плотное тело, которое напрямую влияет на плотность и механические свойства электрода.

Оборудование: Высокотемпературная вакуумная печь для спекания или печь для спекания с водородной защитой.

Параметры процесса:

Температура: 1800-2200°C, повышение температуры поэтапно (500°C/ч до 1200°C, 200°C/ч до целевой температуры), держать в тепле 2-4 часа.

Атмосфера: водородная (восстановительная атмосфера, предотвращает окисление) или вакуумная (давление < 10⁻³ Па, снижает испарение оксида лантана).

Результаты: После спекания плотность тела электрода достигала 95%-98% от теоретической плотности, а размер зерна контролировался на уровне 10-20 мкм.

Технические особенности:

Контролируйте скорость нагрева, чтобы избежать растрескивания зеленого тела.

Оптимизируйте температуру спекания, чтобы обеспечить равномерное распределение оксида лантана и избежать расслоения зерен по границам.

Высокотемпературная молибденовая лодочка или вольфрамовая лодочка используется в качестве держателя кузова для предотвращения загрязнения.

Задача: Высокотемпературное спекание может привести к частичному испарению оксида лантана, которое необходимо контролировать путем добавления следовых защитных агентов (например, глинозема) или оптимизации атмосферы.

5.2.3 Ковка и волочение

Ковка и волочение — это этапы, на которых спеченное тело превращается в стержень с удлиненным электродом, который определяет окончательный размер и механические свойства электрода.

Ковка:

Оборудование: Ротационная ковочная машина или молотковая ковочная машина.

Процесс: Спеченное сырое тело нагревают до 1200-1500 °C, а методом многопроходнойковки формируется прутки диаметром 5-10 мм (деформация 10%-20% за проход). Ковка увеличивает плотность (>99%) и ударную вязкость электрода.

Контроль качества: Убедитесь, что на поверхности стержня нет трещин и отверстий внутри (методом ультразвукового контроля).

Рисование:

Оборудование: Многорежимная волочильная машина с алмазной формой.

Процесс: Кованый прутки постепенно вытягивается до целевого диаметра (0,25-6,4 мм), скорость уменьшения диаметра каждого прохода составляет 10%-15%, а середина должна быть отожжена (1000-1200°C, водородная защита) для снятия технологического напряжения.

Результаты: Допуск на диаметр электрода составил $\pm 0,02$ мм, а шероховатость поверхности — Ra<0,8 мкм.

Задача: Количество смазки (например, графитовой эмульсии) необходимо контролировать в процессе волочения, чтобы избежать загрязнения поверхности; Высокотемпературный отжиг должен предотвращать испарение оксида лантана.

5.2.4 Обработка поверхности

Обработка поверхности является заключительным этапом в производстве лантановых вольфрамовых электродов и направлена на улучшение качества поверхности и удобства использования электродов.

Полированный:

Оборудование: Бесцентровая шлифовальная машина или электрохимическое полировальное оборудование.

Процесс: Благодаря механической полировке (размер частиц шлифовального круга 200-400 меш) или электрохимической полировке (электролит представляет собой раствор серной кислоты) шероховатость поверхности электрода $Ra < 0,4$ мкм, а также улучшается стабильность дуги.

Функция: Полировка удаляет поверхностные оксидные слои и мелкие дефекты, а также уменьшает дрейф дуги при зажигании дуги.

Чистка:

Процесс: Ультразвуковая очистка (моющим раствором является деионизированная вода или этанол) используется для удаления поверхностного масла и остатков смазки.

Контроль качества: Отсутствие остатков на поверхности после очистки, чистота обеспечивается микроскопическим контролем.

Окраска торцов: Покрасьте клеммы в соответствии с маркой (WL10 черный, WL15 золотисто-желтый, WL20 небесно-голубой) в соответствии со стандартом ISO 6848:2015 для облегчения идентификации пользователя.

5.3 Основные технологии производства лантановых вольфрамовых электродов

Производство лантановых вольфрамовых электродов включает в себя ряд ключевых технологий, которые напрямую определяют стабильность производительности и конкурентоспособность электрода на рынке.

5.3.1 Технология единообразного легирования

Равномерное легирование является ключевой технологией для обеспечения равномерного распределения оксида лантана в вольфрамовой матрице, что напрямую влияет на электрические и механические свойства электрода.

Технический подход:

Высокоэнергетическое шаровое измельчение: наноразмерное диспергирование оксида лантана достигается за счет оптимизации параметров шаровой мельницы (соотношение шаров 10:1, скорость 300 об/мин, время 6 часов).

Влажное легирование: оксид лантана растворяют в азотной кислоте с образованием раствора, смешивают с вольфрамовым порошком и сушат распылением, при этом однородность частиц увеличивается на 20%.

Плазменное легирование: оксид лантана наносится на поверхность вольфрамового порошка с помощью технологии плазменного напыления, которая подходит для производства высокоэффективных электродов.

Технические преимущества:

Улучшить постоянство электронной работы электрода с отклонением <5%.

Снижает сегрегацию на границе зерен и улучшает противоожоговые свойства электрода.

Улучшите стабильность дуги и обеспечьте качество сварных швов.

5.3.2 Технология высокотемпературного спекания

Технология высокотемпературного спекания является сутью формирования плотного тела электрода, который напрямую влияет на плотность и зернистую структуру электрода.

Технический подход:

Вакуумное спекание: спекание в вакуумной среде 10^{-3} Па снижает испарение оксида лантана, а плотность сырого тела достигает более 98%.

Водородное защитное спекание: спекание в чистом водороде (чистота >99,999%) для предотвращения окисления вольфрамового порошка, а размер зерна контролируется на уровне 10-15 мкм.

Горячее изостатическое прессование (HIP): вторичное спекание при температуре 2000°C при давлении 100 МПа для дальнейшего устранения микропор и повышения прочности электродов.

Технические преимущества:

Были улучшены плотность и механическая прочность электрода, а вязкость разрушения достигла $12 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Размер зерна контролируется для оптимизации сопротивления горению электрода.

Уменьшите количество внутренних дефектов и обеспечьте стабильную работу электродов.

Задача: Высокотемпературное спекание требует точного контроля атмосферы и температуры, чтобы избежать испарения оксида лантана или образования слишком крупных зерен.

5.3.3 Технология точного контроля размеров

Технология точного контроля размеров гарантирует, что диаметр и длина электрода соответствуют жестким допускам ($\pm 0,02 \text{ мм}$), что напрямую влияет на его пригодность для автоматизированной сварки.

Технический подход:

Прецизионное волочение: с помощью алмазной формы и лазерного штангенциркуля диаметр электрода контролируется в режиме реального времени, а допуск контролируется на уровне

$\pm 0,01$ мм.

Автоматическая резка: стержень электрода обрезается до стандартной длины (75-600 мм) с отклонением $< \pm 0,5$ мм.

Внутритрубная диагностика: Проверяйте дефекты поверхности электродов с помощью ПЗС-матрицы для обеспечения постоянства размеров.

Технические преимущества:

Улучшить совместимость электродов со сварочным оборудованием, подходит для автоматизированных сварочных роботов.

Уменьшите количество ошибок при установке электродов и повысьте точность сварки.

Соответствовать требованиям международных стандартов, таких как ISO 6848:2015.

5.3.4 Технология нанесения покрытий на поверхность

Технология поверхностного покрытия используется для повышения стойкости электрода к окислению и дуговой стабильности, хотя она реже используется в лантановых вольфрамовых электродах, но она была опробована в некоторых высококачественных продуктах.

Технический подход:

Керамическое покрытие: Для повышения стойкости к окислению на поверхность электрода наносится тонкий слой оксида алюминия (Al_2O_3) или диоксида циркония (ZrO_2) толщиной 0,1-0,5 мкм.

Плазменное напыление: оксид лантана или оксид иттрия распыляется на поверхность электрода для повышения устойчивости наконечника к горению.

Химическое осаждение из газовой фазы (CVD): наносит покрытия из карбида вольфрама (WC) для повышения твердости поверхности и износостойкости.

Технические преимущества:

Увеличьте срок службы электродов на 10%-20%, особенно при плазменной резке.

Повысьте стойкость поверхности к окислению и уменьшите потерю массы при высоких температурах.

Улучшена производительность инициирования дуги и уменьшен дрейф дуги.

Задача: Процесс нанесения покрытий является дорогостоящим и должен сочетать в себе повышение производительности и экономичность.

5.4 Контроль качества лантановых вольфрамовых электродов

Контроль качества охватывает все аспекты производства лантановых вольфрамовых электродов, чтобы гарантировать, что продукция соответствует международным стандартам (таким как ISO 6848:2015 и GB/T 14841) и требованиям клиентов.

5.4.1 Контроль качества сырья

Содержание теста:

Вольфрамовый порошок: чистота ($>99,95\%$) была определена с помощью ICP-OES, а размер

частиц (1-5 мкм) был определен с помощью лазерного анализатора размера частиц.

Оксид лантана: для анализа чистоты использовали рентгенофлуоресцентную спектроскопию (XRF) (>99,99%), а для проверки морфологии частиц — сканирующую электронную микроскопию (SEM).

Добавки: Газовая хроматография-масс-спектрометрия (ГХ-МС) обнаруживает летучие компоненты, чтобы гарантировать отсутствие вредных веществ.

Стандарт: Соответствует стандартам GB/T 3458 (вольфрамовый порошок) и GB/T 14635 (оксид редкоземельных элементов).

5.4.2 Мониторинг производственного процесса

Смешивание и сжатие: Встроенная рентгеновская дифракция (XRD) используется для контроля однородности распределения оксида лантана с отклонением <5%.

Спекание: мониторинг температуры ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) и атмосферы (содержание кислорода < 10 ppm) в печи в режиме реального времени, чтобы плотность сырого тела > 95%.

Ковка и волочение: ультразвуковой контроль внутренних дефектов стержня, лазерный контроль допусков по диаметру ($\pm 0,02$ мм).

Обработка поверхности: микроскопический контроль шероховатости поверхности ($R_a < 0,4$ мкм), химический анализ поверхностных остатков.

5.4.3 Контроль качества готовой продукции

Химический состав: Содержание оксида лантана определяли с помощью ICP-OES (WL10: 0,8%-1,2%, WL15: 1,3%-1,7%, WL20: 1,8%-2,2%).

Физические свойства: плотность, измеренная плотномером ($> 19,2$ г/см³), твердость, измеренная твердомером по Виккерсу (400-450 HV).

Электрические характеристики: Измерено с помощью электронного рабочего тестера (2,6-3,2 эВ), смоделировано сварочное испытание, инициация дуги и стабильность дуги.

Механические свойства: машина для испытаний на разрыв для проверки ударной вязкости (вязкость разрушения 10-12 МПа·м^{1/2}), машина для испытаний на износостойкость.

Визуальный контроль: ПЗС-система машинного зрения обнаруживает поверхностные дефекты с отклонением размеров $\leq \pm 0,02$ мм.

Стандарт: соответствует требованиям стандартов ISO 6848:2015, AWS A5.12 и GB/T 14841.

5.5 Тенденции технического развития лантанового вольфрамового электрода

Технология производства лантановых вольфрамовых электродов постоянно развивается, а «зеленое» производство и автоматизация стали основными тенденциями, позволяющими справиться с экологическими нормами и рыночной конкуренцией.

5.5.1 Технология «зеленого» производства

Процесс с низким энергопотреблением: Печь для спекания с индукционным нагревом используется для снижения энергопотребления на 20-30% и сокращения выбросов углерода.

Безвредные добавки: Уменьшите выбросы летучих органических соединений (ЛОС) за счет замены ПВС связующими веществами на биологической основе, такими как целлюлоза.

Вторичная переработка: Разработать технологию восстановления вольфрамового порошка и оксида лантана, с коэффициентом утилизации отходов более 80% и снизить стоимость сырья.

5.5.2 Автоматизация и интеллектуальное производство

Оборудование для автоматизации: Внедрение роботизированной системы смешивания и прессования повысило эффективность производства на 20% и стабильность до 99,5%.

Интеллектуальный мониторинг: используйте Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (ИИ) для мониторинга температуры спекания и размера чертежа, регулируйте параметры в режиме реального времени и снижайте процент дефектов на 30%.

Анализ больших данных: оптимизация параметров процесса, прогнозирование производительности электродов и повышение коэффициента квалификации продукции за счет анализа производственных данных.

5.6 Меры по охране окружающей среды при использовании лантановых вольфрамовых электродов

Производство лантановых вольфрамовых электродов связано с высокими температурами и высокочимически активными веществами, поэтому необходимо принимать строгие меры по защите окружающей среды, чтобы снизить воздействие выхлопных газов, сточных вод и твердых отходов на окружающую среду.

5.6.1 Очистка отходящих газов и сточных вод

Очистка выхлопных газов:

Источники: Водород, летучие вещества оксида лантана и пыль от процессов спекания и ковки.

Очистка: Высокоэффективный фильтр (HEPA) и адсорбционное устройство с активированным углем установлены для улавливания 99,9% пыли и летучих газов. Водород преобразуется в водяной пар путем каталитического горения.

Стандарт: Выбросы выхлопных газов в соответствии с GB 16297 (стандарт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу).

Очистка сточных вод:

Источник: сточные воды из оксида вольфрама и лантана, образующиеся в процессе очистки.

Очистка: Для удаления тяжелых металлов (вольфрама < 0,1 мг/л) применялся метод химического осаждения и ионного обмена, а коэффициент повторного использования восстановленной воды составил 70%.

Стандарт: Сброс сточных вод в соответствии с GB 8978 (комплексный стандарт сброса сточных вод).

5.6.2 Управление твердыми отходами

Источники: вольфрамовый лом, агломерационный лом и волочильная стружка.

Располагать:

Восстановление: Порошок отходов вольфрама восстанавливается путем травления и восстановления водорода, при этом коэффициент восстановления составляет 85%. Отходы оксида лантана восстанавливаются путем экстракции.

Утилизация: Твердые отходы, не подлежащие переработке, обрабатываются как опасные отходы и сдаются в профессиональные учреждения для сжигания или захоронения.

Стандарт: Соответствие GB 5085.3 (Стандарт идентификации опасных отходов) и GB 18597 (Стандарт хранения опасных отходов).



ЭЛЕКТРОД WL20 CTIA GROUP LTD

Глава 6 Оборудование для производства лантановых вольфрамовых электродов

Производство лантановых вольфрамовых электродов основано на серии высокоточного и высокоэффективного оборудования, которое охватывает обработку сырья, формовку и обработку, обработку поверхности, контроль качества и вспомогательные функции. Производительность производственного оборудования напрямую определяет качество, консистенцию и эффективность производства электродов, а также влияет на контроль затрат и соблюдение экологических норм предприятиями. В этой главе будут подробно рассмотрены различные типы оборудования, необходимого для производства лантановых вольфрамовых электродов, включая оборудование для транспортировки сырья (оборудование для измельчения вольфрамового порошка, оборудование для легирования оксида лантана), формовочное и обрабатывающее оборудование (прессы, печи для спекания, кузнечное оборудование, волочильные машины), оборудование для обработки поверхности (полировальные машины, оборудование для очистки), оборудование для проверки качества (анализаторы химического состава, оборудование для тестирования физических свойств,

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

оборудование для тестирования электрических характеристик) и вспомогательное оборудование (оборудование для контроля окружающей среды, оборудование для переработки отходов). Благодаря глубокому анализу функций, технических параметров, особенностей применения и тенденций развития отрасли каждого оборудования всесторонне демонстрируется сложность и техническое совершенство оборудования для производства лантановых вольфрамовых электродов, а также предлагается предоставить подробную справочную информацию.

6.1 Оборудование для транспортировки сырья для лантанового вольфрамового электрода

Обработка сырья является первым этапом производства лантановых вольфрамовых электродов, который включает в себя измельчение вольфрамового порошка и легирование оксида лантана. Высококачественное оборудование для транспортировки сырья обеспечивает чистоту, размер частиц и однородность порошка вольфрама и оксида лантана, закладывая основу для последующих процессов.

6.1.1 Оборудование для измельчения вольфрамового порошка

Оборудование для измельчения вольфрамового порошка используется для переработки неочищенного вольфрамового порошка в вольфрамовый порошок высокой чистоты с равномерным размером частиц (1-5 микрон) и правильной морфологией в соответствии с требованиями процесса порошковой металлургии. Размер частиц, чистота и морфология вольфрамового порошка напрямую влияют на плотность, проводимость и механические свойства электрода, поэтому шлифовальное оборудование очень важно в производстве.

Тип устройства:

Планетарная шаровая мельница: подходит для небольших партий, высокоточного измельчения, оснащена размольным стаканом из диоксида циркония или твердого сплава, высокой эффективностью измельчения и низким уровнем загрязнения.

Струйная мельница: используется для крупномасштабного производства, дробления вольфрамового порошка с помощью высокоскоростного столкновения воздушного потока, точного контроля размера частиц, подходит для ультратонкого порошка размером 1-3 микрона.

Вибрационная мельница: Сочетая в себе вибрацию и мелющие тела (например, стальные шары), она подходит для среднего производства и имеет диапазон размеров частиц 2-5 микрон.

Технические параметры:

Скорость вращения: планетарная шаровая мельница 300-600 об/мин, давление воздуха струйной мельницы 0,6-1,0 МПа, частота вибрационной мельницы 20-50 Гц.

Время измельчения: 4-12 часов, в зависимости от целевого размера частиц.

Мелющая среда: шарики из карбида вольфрама или шарики из диоксида циркония, соотношение шариков к материалу от 5:1 до 10:1.

Контроль чистоты: Размольный стакан и среда должны иметь высокую чистоту (>99,9%),

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

чтобы избежать загрязнения примесями, такими как железо и кремний ($Fe < 50$ ppm).

Как это работает:

Планетарная шаровая мельница измельчает частицы вольфрамового порошка до микронного уровня, создавая высокоэнергетические столкновения и трения за счет планетарного движения размольного стакана (вращение + вращение).

Струйная мельница использует сжатый воздух для формирования высокоскоростного потока воздуха, а частицы вольфрамового порошка сталкиваются друг с другом и разбиваются в потоке воздуха, а мелкие частицы собираются потоком воздуха поэтапно.

Вибрационная мельница приводит в движение мелющую среду для воздействия на вольфрамовый порошок с помощью высокочастотной вибрации, постепенно уменьшая размер частиц.

Особенности приложения:

Планетарные шаровые мельницы: подходят для лабораторного или мелкосерийного производства, с высокой однородностью размера частиц (отклонение $< 5\%$), но низкой производительностью (0,5-5 кг на партию).

Струйная мельница: подходит для крупномасштабного промышленного производства, производительность может достигать 100-500 кг/ч, распределение частиц по размерам узкое ($D_{50} = 1-2$ мкм), но потребление энергии высокое.

Вибрационная мельница: с учетом производительности и стоимости, подходит для средних предприятий, производительность составляет 10-50 кг/ч, а контроль размера частиц немного уступает струйной мельнице.

Ключевые технологии:

Контроль загрязнения: Процесс измельчения защищен инертным газом (например, азотом или аргонem) для предотвращения окисления вольфрамового порошка (содержание кислорода < 100 ppm).

Определение размера частиц: оснащен лазерным анализатором размера частиц, мониторинг распределения частиц по размерам в режиме реального времени (D_{10} , D_{50} , D_{90}) для обеспечения соответствия стандарту GB/T 3458-2006.

Автоматизация: Современное шлифовальное оборудование включает в себя систему управления ПЛК, которая может автоматически регулировать скорость, давление воздуха и время шлифования для улучшения консистенции.

Тенденции развития:

Сверхтонкое шлифование: Разработка оборудования для измельчения наноразмерного вольфрамового порошка (< 500 нм) для улучшения электрической предельной плотности и стабильности дуги.

Энергосбережение и снижение потребления: струйная мельница низкого давления или высокоэффективная вибрационная мельница используется для снижения энергопотребления на 20%-30%.

Интеллектуальность: интеграция алгоритмов искусственного интеллекта для оптимизации

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

параметров измельчения, сокращения ручного вмешательства и улучшения стабильности размера частиц.

6.1.2 Оборудование для легирования оксидом лантана

Легирующее оборудование из оксида лантана используется для однородного смешивания оксида лантана (La_2O_3) с порошком вольфрама для обеспечения однородности содержания оксида лантана (0,8%-2,2%) и его распределения в электроде. Производительность легирующего оборудования напрямую влияет на работу электронов и стабильность дуги электрода.

Тип устройства:

Высокоэнергетическая шаровая мельница: используется для сухого легирования путем высокоэнергетического столкновения для достижения равномерного смешивания вольфрамового порошка и оксида лантана.

V-образный смеситель: подходит для сухого или влажного легирования, большая производительность смешивания, подходит для среднего и крупного производства.

Распылительная сушилка: используется для влажного легирования, смешивания раствора оксида лантана с вольфрамовым порошком и сушки для получения однородного композитного порошка.

Технические параметры:

Высокоэнергетическая шаровая мельница: скорость 200-400 об/мин, соотношение шаров 10:1, время смешивания 4-8 часов.

V-образный смеситель: скорость 20-50 об/мин, производительность 50-500 литров, время смешивания 2-6 часов.

Распылительная сушилка: температура воздуха на входе 200-300°C, давление распыления 0,2-0,5 МПа, эффективность сушки > 95%.

Как это работает:

Высокоэнергетическая шаровая мельница диспергирует частицы оксида лантана в вольфрамовый порошок, создавая силы столкновения и сдвига за счет высокоскоростного вращения размольного бака.

V-образный смеситель вращается через V-образный контейнер, заставляя порошок переворачиваться и перемешиваться под действием силы тяжести и центробежной силы.

Распылительная сушилка смешивает раствор оксида лантана с суспензией порошка вольфрама, образует крошечные капли через распылитель и образует однородный композитный порошок после сушки на горячем воздухе.

Особенности приложения:

Высокое энергопотребление: подходит для высокоточного легирования (например, WL20), высокой однородности смешивания (отклонение <5%), но высокого энергопотребления и ограниченной производительности (1-10 кг на партию).

V-образный смеситель: подходит для среднего и крупного производства, производительность

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

50-200 кг/партия, низкая стоимость, подходит для производства WL10 и WL15.

Распылительная сушилка: подходит для влажного легирования, отличная однородность порошка (отклонение <3%), производительность до 100-300 кг/ч, но большие инвестиции в оборудование.

Ключевые технологии:

Контроль однородности: рентгеновская дифракция (XRD) или сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) используется для анализа фазового распределения легированного порошка, чтобы гарантировать отсутствие сегрегации оксида лантана.

Антиокислительный: Процесс легирования должен быть защищен азотом или аргоном, а концентрация кислорода должна быть < 50 ppm, чтобы предотвратить окисление вольфрамового порошка.

Автоматизация: Оснащен автоматической системой взвешивания и дозирования, количество добавляемого оксида лантана можно точно контролировать (отклонение < 0,01%).

Тенденции развития:

Нанолегирование: Разработка наноразмерного оборудования для легирования оксидом лантана для улучшения работы электрода по убеганию электронов.

Недорогой процесс: оптимизируйте процесс влажного легирования, уменьшите количество растворителя и снизьте затраты на 20%.

Интеллектуальное смешивание: интегрируйте датчики и алгоритмы искусственного интеллекта для мониторинга однородности смешивания в режиме реального времени и снижения процента брака.

6.2 Оборудование для формовки и обработки лантановых вольфрамовых электродов

Формовочное и технологическое оборудование используется для изготовления смешанного порошка в корпусе электрода и обработки его до конечного размера, включая четыре основных этапа: прессование, спекание, ковку и волочение. Эти устройства должны быть высокоточными и стабильными, чтобы обеспечить допуски по размерам и стабильную работу электродов.

6.2.1 Прессы

Пресс прессует смешанный порошок в цилиндрический корпус, который обеспечивает первоначальную форму для последующего спекания. Контроль давления пресса и точность пресс-формы напрямую влияют на плотность и структурную однородность сырого тела.

Тип устройства:

Гидравлический пресс: подходит для мелкосерийного производства, регулируемое давление, гибкая смена формы.

Изостатический пресс: используется для высокоточного прессования заготовок, равномерного давления и высокой плотности заготовок.

Автоматический пресс: Встроенная автоматическая загрузка и извлечение из формы, подходит для крупносерийного производства.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Технические параметры:

Давление: 100-300 МПа (гидравлический пресс), 200-500 МПа (изостатический пресс).

Материал формы: твердый сплав или высокопрочная сталь, износостойкость > 5000 раз прессование.

Размер корпуса: диаметр 10-50 мм, длина 50-100 мм, плотность 60%-70% теоретической плотности.

Как это работает:

Гидравлический пресс оказывает однонаправленное давление через гидравлическую систему для уплотнения порошка в форму.

Изостатический пресс оказывает круговое давление через жидкую среду, такую как масло или вода, при этом плотность сырого тела равномерна и отсутствуют внутренние напряжения. Автоматическая прессовая машина автоматически завершает подачу, прессование и извлечение из формы с помощью ПЛК, обеспечивая высокую эффективность производства.

Особенности приложения:

Гидравлический пресс: подходит для лабораторного или мелкосерийного производства, с производительностью 1-5 тонн/день, низкой стоимостью, но немного меньшей плотностью корпуса.

Изостатический пресс: подходит для высокопроизводительных электродов (таких как WL20), с плотностью 70%, но большими инвестициями в оборудование (около 5 миллионов юаней).

Автоматический пресс: подходит для крупносерийного производства, с производительностью 10-20 тонн/день, высокой степенью автоматизации и низкой стоимостью рабочей силы.

Ключевые технологии:

Контроль давления: используется сервогидравлическая система, а отклонение давления составляет $\leq \pm 1$ МПа для обеспечения постоянной плотности сырого тела.

Проектирование пресс-формы: оптимизируйте геометрию пресс-формы, уменьшите сопротивление разжиганию пресс-формы и продлите срок ее службы.

Автоматизация: интеграция роботизированных систем подачи и визуального контроля для повышения эффективности производства на 20%.

Тенденции развития:

Высокоточное прессование: Разработан изостатический пресс сверхвысокого давления (>1000 МПа) для увеличения плотности сырого тела до 75%.

Интеллектуальный: интеграция искусственного интеллекта для оптимизации параметров прессования и снижения скорости растрескивания сырого тела.

Модульная конструкция: разработайте многофункциональный пресс для адаптации к производству сырых тел разных размеров.

6.2.2 Печи для спекания

Печь для спекания используется для нагрева прессованного сырого тела до высокой

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

температуры (1800-2200 °C) для соединения его частиц с образованием плотного тела, и является основным оборудованием, определяющим плотность электродов и механические свойства.

Тип устройства:

Вакуумная печь для спекания: подходит для производства электродов высокой чистоты для предотвращения испарения оксида лантана.

Печь для спекания с водородной защитой: подходит для крупномасштабного производства, низкая стоимость и предотвращает окисление вольфрамового порошка.

Печь горячего изостатического пресса (HIP): используется для вторичного спекания для улучшения плотности и прочности электродов.

Технические параметры:

Температура: до 2200°C, точность регулирования температуры $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Атмосфера: вакуумная $< 10^{-3}$ Па (вакуумная печь) или чистота водорода $> 99,999\%$ (водородная печь).

Материал печи: молибден или вольфрам, высокая термостойкость, защита от загрязнений.

Производительность печи: 50-500 кг/партия.

Как это работает:

Вакуумные печи спекаются в среде низкого давления с помощью резистивного или индукционного нагрева для уменьшения образования оксидов.

Печь для защиты от водорода создает восстановительную атмосферу за счет введения водорода высокой чистоты для предотвращения окисления вольфрама.

Печь HIP сочетает в себе высокую температуру (2000°C) и высокое давление (100-200 МПа) для устранения внутренних микропор.

Особенности приложения:

Вакуумная печь для спекания: подходит для высокопроизводительных электродов (например, WL20) с плотностью $> 98\%$, но высоким энергопотреблением (около 1000 кВтч на партию).

Водородная защитная печь: подходит для низко- и среднетарифного производства (WL10, WL15) с большой производительностью (500 кг/день), но при этом необходимо строго контролировать безопасность водорода.

Печь HIP: подходит для высокотехнологичных применений, таких как аэрокосмическая промышленность, прочность электродов увеличена на 20%, но стоимость оборудования высока (около 30 миллионов юаней).

Ключевые технологии:

Контроль температуры: используется многоступенчатая система контроля температуры, скорость нагрева составляет 500-1000 °C / ч, а отклонение изоляции составляет $\leq \pm 3^{\circ}\text{C}$.

Управление атмосферой: Оснащен анализатором кислорода, содержание кислорода контролируется $< 10 \text{ ppm}$ для предотвращения окисления.

Загрузка заготовок: Используйте молибденовые лодочки или вольфрамовые лотки для

оптимизации компоновки печи и уменьшения деформации заготовки.

Тенденции развития:

Энергосберегающее спекание: Печь для спекания с индукционным нагревом была разработана для снижения энергопотребления на 30%.

Интеллектуальный: встроенные датчики IoT для мониторинга атмосферы и распределения температуры в печи в режиме реального времени.

Экологичный процесс: разработка печи для спекания с низким уровнем выбросов выхлопных газов в соответствии со стандартом GB 16297.

6.2.3 Кузнечно-прессовое оборудование

Кузнечно-прессовое оборудование используется для переработки спеченных сырых тел в прутки с целью улучшения их плотности и механических свойств. Процессковки устраняет внутреннюю пористость за счет высокотемпературной деформации и повышает ударную вязкость электродов.

Тип устройства:

Роторное оборудование: Ковка с несколькими проходами и небольшой деформацией, подходит для производства высокоточных электродных стержней.

Ударное оборудование: подходит для сырого тела большого диаметра, большой одиночной деформации, высокой эффективности.

Технические параметры:

Температура: 1200-1500°C, точность регулирования температуры $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Деформация: 5-10% (ротационная ковка), 10-20% (молотковая ковка) за проход.

Размер прутка: диаметр 5-10 мм, длина 50-1000 мм.

Как это работает:

Проходы вращающегося оборудования: несколько пар вращающихся матриц непрерывно выдавливают спеченное сырое тело, и постепенно уменьшают диаметр.

Флаконы для молоткового оборудования: гидравлический молот или пневматический молот прикладывают силу удара к нагретому сырому телу, быстрое прототипирование.

Особенности приложения:

Поворотное устройство: подходит для высокопроизводительных электродов (например, WL20) с плотностью стержня $>99\%$ и гладкой поверхностью ($Ra < 2$ микрона).

Молотковое оборудование: подходит для средне- и низкочастотного производства (например, WL10), высокой производительности (1000-2000 шт/ч), но немного более низкого качества поверхности.

Ключевые технологии:

Управление нагревом: среднечастотный индукционный нагрев используется для равномерного нагрева и предотвращения растрескивания зеленого тела.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Контроль деформации: При использовании системы сервоуправления отклонение деформации составляет $\leq \pm 2\%$ для обеспечения точности размеров стержня.

Смазка: использование графитовой смазки для снижения износа пресс-формы и продления срока службы.

Тенденции развития:

Высокоточная ковка: Разработка многоосевого ковочного станка с ЧПУ с допуском по размерам $\leq \pm 0,05$ мм.

Автоматизация: Интегрируйте роботизированную систему загрузки и разгрузки, чтобы сократить ручное вмешательство и повысить эффективность на 20%.

Зеленая смазка: Разработка смазочных материалов на водной основе для снижения загрязнения окружающей среды.

6.2.4 Волоочильные машины

Волоочильный станок растягивает кованный прут в электродный стержень небольшого диаметра (0,25-6,4 мм) и является оборудованием, определяющим конечный размер электрода.

Тип устройства:

Многорежимная волоочильная машина: Благодаря многопроходному волочению диаметр постепенно уменьшается, что подходит для высокоточных электродов.

Однорежимная волоочильная машина: подходит для небольших партий или электродов большого диаметра, проста в эксплуатации.

Технические параметры:

Скорость волочения: 5-20 м/мин, скорость регулируется.

Материал формы: алмаз или твердый сплав, износостойкость $> 50\,000$ метров.

Допуск по диаметру: $\pm 0,02$ мм, шероховатость поверхности $Ra < 0,8$ мкм.

Как это работает:

Пруток растягивается через алмазную матрицу, с уменьшением диаметра на 5-15% за проход, и промежуточным отжигом (1000-1200°C) для снятия напряжения.

Особенности приложения:

Многорежимная волоочильная машина: подходит для крупносерийного производства, с производительностью 5000-10 000 штук в час, подходит для WL15 и WL20.

Однорежимная волоочильная машина: подходит для небольших партий или электродов специальных спецификаций (например, 0,3 мм) с низкой производительностью.

Ключевые технологии:

Точность пресс-формы: пресс-форма обрабатывается лазером, а отклонение диаметра отверстия $\leq \pm 0,005$ мм.

Контроль смазки: используется графитовая эмульсионная смазка, а температура охлаждения

составляет $< 40^{\circ}\text{C}$ для уменьшения поверхностных дефектов.

Обнаружение в режиме реального времени: оснащен лазерным штангенциркулем, мониторинг диаметра в режиме реального времени, отклонение $< \pm 0,01 \text{ мм}$.

Тенденции развития:

Сверхтонкое волочение: Разработайте процесс волочения электродов $0,1 \text{ мм}$ для удовлетворения потребностей микросварки.

Автоматизация: встроенная система автоматической смены формы и отжига сокращает время простоя.

Экологически безопасная смазка: Разработайте технологию безмасляной смазки для сокращения сброса отработанной жидкости.

6.3 Оборудование для обработки поверхности лантановых вольфрамовых электродов

Оборудование для обработки поверхности используется для улучшения качества поверхности и производительности электродов, включая полировку и очистку. Качество поверхности напрямую влияет на стабильность дуги и срок службы электродов.

6.3.1 Полировальные машины

Полировальная машина используется для удаления следов волочения и оксидного слоя на поверхности электрода, улучшения шероховатости поверхности ($Ra < 0,4 \text{ мкм}$) и улучшения характеристик дуги.

Тип устройства:

Бесцентровый шлифовальный станок: непрерывная полировка шлифовальными кругами и направляющими кругами, подходит для крупносерийного производства.

Электрохимическая полировальная машина: полирует поверхность электролизом, подходит для высокоточных электродов.

Ультразвуковая полировальная машина: сочетает в себе ультразвуковую вибрацию и абразивы для электродов малого диаметра.

Технические параметры:

Скорость полировки: $10\text{-}50 \text{ м/мин}$ (бесцентровая шлифовальная машина), $0,5\text{-}2 \text{ м/мин}$ (электрохимическая полировка).

Размер шлифовального круга: $200\text{-}400 \text{ меш}$ (механическая полировка), электролит – раствор серной кислоты или фосфорной кислоты (электрохимическая полировка).

Шероховатость поверхности: $Ra 0,2\text{-}0,4 \text{ мкм}$.

Как это работает:

Бесцентровая шлифовальная машина непрерывно шлифует поверхность электрода, вращая шлифовальный круг с высокой скоростью и направляясь направляющим кругом.

Электрохимический полировщик растворяет анод в электролите через электрод для удаления микробугорков на поверхности.

Ультразвуковая полировальная машина пропускает абразивные частицы через высокочастотную вибрацию для тонкой полировки поверхности.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Особенности приложения:

Бесцентрово-шлифовальный станок: высокая производительность (10 000 шт/ч), подходит для промышленных электродов WL10 и WL15.

Электрохимическая полировальная машина: высокий блеск поверхности, подходит для электродов WL20 для аэрокосмического использования, низкая производительность (1000 шт./час).

Ультразвуковая полировальная машина: подходит для электродов малого диаметра (<0,5 мм), отличается высокой точностью и высокой стоимостью.

Ключевые технологии:

Консистенция поверхности: давление шлифовального круга контролируется сервоприводом, а отклонение шероховатости $< \pm 0,05$ мкм.

Контроль загрязнения: Оснащен системой сбора пыли, эффективность сбора пыли составляет >99%, в соответствии со стандартом GB/T 16297.

Автоматизация: Интегрированный визуальный контроль для автоматической отбраковки поверхностных дефектных электродов.

Тенденции развития:

Сверхточная полировка: разработана технология полировки $Ra < 0,1$ микрон для удовлетворения потребностей микросварки.

Зеленая полировка: электролит на водной основе используется для уменьшения химических отходов.

Интеллектуальный: интегрированная система машинного зрения на основе искусственного интеллекта для оптимизации параметров полировки в режиме реального времени.

6.3.2 Оборудование для уборки

Очистительное оборудование используется для удаления масла, пыли и остатков химических веществ после полировки, для обеспечения чистоты поверхности электрода и предотвращения загрязнения сварного шва во время использования.

Тип устройства:

Ультразвуковой очиститель: поверхность очищается ультразвуковой вибрацией, которая обладает высокой эффективностью и подходит для электродов сложной формы.

Распылительный очиститель: распыляется водой под высоким давлением или моющим средством, подходит для крупномасштабной очистки.

Машина плазменной очистки: используется для электродов высокой чистоты для удаления наноразмерных загрязнений.

Технические параметры:

Ультразвуковой очиститель: частота 20-40 кГц, мощность 1-5 кВт, время очистки 5-15 минут.

Распылительная очистительная машина: давление 0,5-2 МПа, расход чистящей жидкости 20-50 л/мин.

Машина плазменной очистки: мощность плазмы 100-500 Вт, время обработки 1-3 минуты.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Как это работает:

Ультразвуковые очистители используют высокочастотные вибрации для создания кавитационного эффекта, который удаляет поверхностную грязь.

В аэрозольных очистителях используется струя воды под высоким давлением или моющего средства для промывки поверхности.

Плазменные очистители удаляют органические вещества и оксидные слои путем плазменной бомбардировки.

Особенности приложения:

Ультразвуковой очиститель: универсальный, подходит для всех видов электродов, эффективность очистки > 99%, производительность 5000-10 000 штук/час.

Аэрозольный очиститель: недорогой, подходит для электродов низкого класса (таких как WL10), но точность очистки немного уступает.

Машина плазменной очистки: подходит для аэрокосмической и электронной промышленности с высокой чистотой электродов, высокая стоимость, производительность 1000 штук в час.

Ключевые технологии:

Управление моющими растворами: используйте деионизированную воду (удельное сопротивление > 15 МОм·см) или экологически чистый этанол, а коэффициент переработки составляет > 80%.

Контроль сушки: оснащен системой сушки горячим воздухом или вакуумной сушкой, остаточная влажность < 0,01%.

Автоматизация: интеграция систем автоматической загрузки и разгрузки, а также мониторинга качества воды для повышения эффективности.

Тенденции развития:

Экологичная очистка: Разработка технологии очистки без использования химикатов, такой как сверхкритическая очистка CO₂.

Высокая чистота: Повышение точности очистки в соответствии с потребностями полупроводниковой промышленности.

Интеллектуальный: интегрированный Интернет вещей для мониторинга результатов очистки и оптимизации объема воды и потребления энергии.

6.4 Оборудование для проверки качества лантанового вольфрамового электрода

Оборудование для контроля качества используется для контроля качества сырья, производственных процессов и готовой продукции для обеспечения соответствия электродов международным стандартам (e.g. ISO 6848:2015) и требованиям заказчика. Тест включает в себя химический состав, физические свойства и электрические свойства.

6.4.1 Анализаторы химического состава

Анализаторы химического состава используются для проверки чистоты и элементного содержания вольфрамового порошка, оксида лантана и готовых электродных изделий на

соответствие содержания оксида лантана (0,8%-2,2%) и примесей (<50 ppm) требованиям.

Тип устройства:

Опτικο-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES): Для обнаружения вольфрама, лантана и микроэлементов с высокой точностью.

Рентгенофлуоресцентная спектроскопия (РФА): быстрый неразрушающий контроль для внутритрубного анализа.

Атомно-абсорбционный спектрометр (AAS): используется для обнаружения определенных элементов (например, Fe, Si) при меньших затратах.

Технические параметры:

ICP-OES: предел обнаружения 0,01 ppm, время анализа 5-10 минут.

Рентгенофлуоресцентное излучение: дальность обнаружения 0,01%-100%, точность $\pm 0,05\%$.

AAS: Предел обнаружения 0,1 ppm, подходит для одноэлементного анализа.

Как это работает:

ICP-OES возбуждение образцов высокотемпературными образцами плазмы для анализа их эмиссионных линий и количественного определения содержания элементов.

РФА возбуждает образец рентгеновскими лучами для измерения интенсивности флуоресценции и определения элементного состава.

AAS определяет концентрацию конкретного элемента путем поглощения атомами интенсивности света.

Особенности приложения:

ICP-OES: подходит для высокоточного анализа в лаборатории, используется для тестирования сырья и готовой продукции, с высокой стоимостью (около 2 млн юаней).

XRF: подходит для поточного мониторинга производства, высокая скорость обнаружения (< 30 секунд на образец), подходит для средних и крупных предприятий.

AAS: подходит для малых предприятий, обнаружение специфических примесей, низкая стоимость (около 200 000 юаней).

Ключевые технологии:

Высокая чувствительность: ICP-OES может обнаруживать примеси в порядке ppb (например, Pb < 0,1 ppb).

Неразрушающий контроль: РФА поддерживает неразрушающий анализ и подходит для отбора проб готовой продукции.

Автоматизация: интеграция автоматизированного отбора проб и обработки данных для повышения эффективности анализа до 50%.

Тенденции развития:

Быстрое обнаружение: разработка портативного РФА со временем анализа < 10 секунд.

Многоэлементный анализ: Улучшена способность ICP-OES к многоканальному обнаружению, охватывающей 50 элементов.

Интеллектуальный: в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта он может

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

автоматически определять типы образцов и оптимизировать параметры обнаружения.

6.4.2 Оборудование для испытаний на физические характеристики

Оборудование для тестирования физических свойств используется для проверки плотности, твердости, размера зерна и шероховатости поверхности электродов для обеспечения их механических свойств и качества обработки.

Тип устройства:

Плотномер: На основе принципа Архимеда измеряется плотность электродов.

Твердомер по Виккерсу: измеряет поверхностную твердость электрода (400-450 HV).

Металлургическая микроскопия: анализ размера и микроструктуры зерен.

Измеритель шероховатости поверхности: измерьте шероховатость поверхности ($Ra < 0,4$ мкм).

Технические параметры:

Плотномер: точность $\pm 0,01$ г/см³, диапазон измерения 10-20 г/см³.

Твердомер по Виккерсу: нагрузка 5-50 Н, точность ± 1 HV.

Металлургический микроскоп: увеличение 100-1000х, разрешение 0,1 мкм.

Измеритель шероховатости поверхности: диапазон измерения $Ra 0,01-10$ мкм, точность $\pm 0,01$ мкм.

Как это работает:

Плотномер вычисляет плотность путем измерения веса электрода в воздухе и жидкости.

Твердомер по Виккерсу рассчитывает значение твердости по размеру вдавливания.

Металлургический микроскоп наблюдает за микроструктурой участков электродов с помощью оптического увеличения.

Измеритель шероховатости поверхности сканирует поверхность с помощью зонда и измеряет перепад высот.

Особенности приложения:

Плотномер: быстрое определение плотности тела и готового продукта ($> 19,2$ г/см³) за 1 минуту на образец.

Твердомер по Виккерсу: подходит для анализа распределения твердости и определения однородности электродов.

Металлургические микроскопы: для НИОКР и анализа качества, для проверки размера зерна (10-20 мкм).

Измеритель шероховатости поверхности: онлайн-проверка качества полировки, подходит для крупносерийного производства.

Ключевые технологии:

Высокая точность: в плотномере используются электронные весы с погрешностью $< 0,005$ г/см³.

Автоматизация: металлургический микроскоп оснащен программным обеспечением для автофокусировки и анализа изображений, что повышает эффективность на 30%.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Неразрушающий контроль: Измеритель шероховатости поверхности поддерживает бесконтактное измерение и подходит для готовой продукции.

Тенденции развития:

Универсальное тестирование: разработка испытательных платформ, сочетающих в себе плотность, твердость и шероховатость.

Инспекция в потоке: Инспекция в режиме реального времени, встроенная в производственную линию, для сокращения времени отбора проб.

Интеллектуальный: встроенный анализ изображений на основе искусственного интеллекта для автоматического определения качества зерна.

6.4.3 Оборудование для испытания электрических характеристик

Оборудование для испытания электрических характеристик используется для измерения электронной работы электрода, эффективности зажигания дуги и стабильности дуги электрода для обеспечения его сварочных характеристик.

Тип устройства:

Тестер работы электронов: измеряет работу электронов (2,6-3,2 эВ) электрода.

Испытательный стенд для имитации сварки: время запуска дуги и стабильность дуги.

Кондуктометр: измеряет проводимость электрода (17,5-18,0 МГц/м).

Технические параметры:

Электронный тестер работы: точность $\pm 0,05$ эВ, температура испытания 1000-2000°C.

Аналоговый сварочный испытательный стенд: ток 10-300 А, напряжение 0-50 В, точность регистрации $\pm 0,1$ В.

Электропроводность: диапазон измерения 1-100 Мвыб/м, точность $\pm 0,1$ Мвыб/м.

Как это работает:

Прибор для испытания ускользания работы электронов измеряет ток электронной эмиссии при высокой температуре и рассчитывает работу эволюции с помощью метода тепловой электронной эмиссии.

Испытательный стенд для имитации сварки регистрирует время запуска дуги и колебания напряжения путем моделирования условий сварки TIG.

Кондуктометр измеряет сопротивление электродов с помощью метода четырех зондов для преобразования проводимости.

Особенности приложения:

Electronic Evolution Work Tester: подходит для исследований и разработок и проверки качества, время испытания составляет 10-20 минут на образец.

Испытательный стенд для имитации сварки: имитирует реальные условия сварки, подходит для отбора проб готовой продукции и имеет высокую эффективность тестирования (100 штук в час).

Кондуктометр: быстрый неразрушающий контроль, подходит для онлайн-мониторинга.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

Ключевые технологии:

Высокотемпературное испытание: Электронная работа эволюционного теста оснащена вакуумной камерой для предотвращения окисления.

Высокоточная регистрация: Испытательный стенд для имитации сварки включает в себя высокоскоростной сбор данных и запись колебаний напряжения < 0,01 секунды.

Автоматизация: Измеритель проводимости поддерживает автоматическое позиционирование зонда, что повышает эффективность на 50%.

Тенденции развития:

Экспресс-тест: Разработайте портативный электронный тестер для побега рабочей жидкости со временем испытания < 5 минут.

Многопараметрическое тестирование: Интегрируйте испытания электрических и физических характеристик для уменьшения занимаемой площади оборудования.

Интеллектуальный: прогнозирование электрических характеристик и оптимизация производственных параметров с помощью искусственного интеллекта.

6.5 Вспомогательное оборудование для лантанового вольфрамового электрода

Вспомогательное оборудование используется для оптимизации производственной среды, повышения эффективности использования ресурсов и обеспечения охраны окружающей среды, включая оборудование для контроля окружающей среды и переработки отходов.

6.5.1 Оборудование для контроля окружающей среды

Оборудование для контроля окружающей среды используется для поддержания температуры, влажности и чистоты в производственном цехе, а также для предотвращения влияния пыли и окисления на качество электродов.

Тип устройства:

Постоянная температура и влажность кондиционирования воздуха: контролируйте температуру и влажность в цехе.

Система чистых помещений: очищает воздух и снижает концентрацию пыли.

Оборудование для вентиляции и пылеудаления: Собирайте шлифовальную и полировальную пыль.

Технические параметры:

Постоянная температура и влажность кондиционирования воздуха: температура 18-25 °C, влажность 40-60%, точность ± 1 °C, $\pm 5\%$.

Система чистых помещений: чистота класса ISO 7 (10 000 частиц 0,5 микрон на кубический <).

Вентиляция и удаление пыли: эффективность сбора пыли > 99,9%, а концентрация пыли < 0,1 мг/м³.

Как это работает:

Кондиционирование воздуха с постоянной температурой и влажностью регулирует

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

параметры окружающей среды с помощью холодильных и увлажняющих устройств.

Чистое помещение удаляет взвешенные в воздухе твердые частицы с помощью фильтра HEPA и системы положительного давления.

Вентиляционный пылесборник собирает пыль под отрицательным давлением и обрабатывается тканевым мешком или электрофильтром.

Особенности приложения:

Кондиционирование воздуха с постоянной температурой и влажностью: подходит для всех производственных звеньев, для предотвращения поглощения влаги порошком или перегрева оборудования.

Системы чистых помещений: используются в процессах легирования и полировки для удовлетворения потребностей в электродах для аэрокосмической промышленности.

Вентиляция и удаление пыли: используется в процессах измельчения и спекания в соответствии со стандартом GB 16297.

Ключевые технологии:

Высокоэффективная фильтрация: срок службы фильтра HEPA составляет > 2 года, а эффективность фильтрации > 99,999%.

Оптимизация энергоэффективности: используется инверторное кондиционирование воздуха, что позволяет экономить энергию на 30%.

Интеллектуальный: встроенные датчики окружающей среды для мониторинга температуры и влажности в режиме реального времени.

Тенденции развития:

Сверхчистая среда: Разработана чистая комната класса ISO 5 для удовлетворения потребностей микроэлектронных электродов.

Низкоуглеродный контроль: Внедрение технологии рекуперации тепла для снижения энергопотребления на 20%.

Интеллектуальность: удаленное управление средой реализуется с помощью Интернета вещей.

6.5.2 Оборудование для переработки лома

Оборудование для переработки отходов используется для переработки отходов вольфрамового порошка, отработанных электродов и отработанной жидкости на производстве, повышения эффективности использования ресурсов и снижения загрязнения окружающей среды.

Тип устройства:

Пылесборник: Собирает шлифовальную и полировальную пыль.

Оборудование для травления и переработки: утилизация отходов вольфрамового порошка и оксида лантана.

Оборудование для очистки сточных вод: очистка сточных вод.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Технические параметры:

Пылесборник: эффективность переработки составляет >99%, а производительность обработки - 1-10 тонн/час.

Оборудование для восстановления травления: коэффициент извлечения >85%, производительность переработки 5-50 кг/партия.

Оборудование для очистки сточных вод: коэффициент удаления вольфрама > 99%, коэффициент повторного использования оборотной воды 70%.

Как это работает:

Пылеуловитель собирает пыль через тканевые мешочки или электрофильтр, а затем просеивает и восстанавливает пыль.

Травильная установка растворяет отходы путем растворения отходов азотной кислотой или соляной кислотой, экстрагируя и восстанавливая прометий и лантан.

Очистные сооружения удаляют тяжелые металлы за счет химического осаждения и ионного обмена.

Особенности приложения:

Машина для улавливания пыли: подходит для процессов шлифовки и полировки, коэффициент восстановления вольфрамового порошка > 80%.

Оборудование для травления и переработки: подходит для отработанных электродов и отходов спекания, стоимость переработки высока.

Оборудование для очистки сточных вод: подходит для процесса очистки, в соответствии со стандартом GB 8978.

Ключевые технологии:

Эффективное разделение: Технология центробежного разделения используется для увеличения коэффициента извлечения на 10%.

Экологическая обработка: значение pH отработанной жидкости после нейтрализации составляет 6-8, и вторичное загрязнение отсутствует.

Автоматизация: Интегрируйте систему автоматического управления для сокращения ручного управления.

Тенденции развития:

Замкнутый цикл переработки: Разработайте полнотехнологическую систему переработки отходов с коэффициентом восстановления 99%.

Экологичная переработка: Внедрите технологию биохимической переработки для уменьшения количества кислот и щелочей.

Интеллектуальность: оптимизируйте процесс переработки и сократите затраты за счет анализа больших данных.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности



ЭЛЕКТРОД WL20 CTIA GROUP LTD

Глава 7 Отечественные и зарубежные стандарты на вольфрамовый электрод из лантана

Стандартизация лантанового вольфрамового электрода, его качества и производительности, как высокоэффективного материала для сварки и резки, зависит от идеальной отечественной и зарубежной стандартной системы. Международные и национальные стандарты содержат четкие указания по химическому составу, физическим свойствам, размерным допускам, производственному процессу и требованиям к применению лантановых вольфрамовых электродов для обеспечения их производственной стабильности и безопасности использования во всем мире. В этой главе будут подробно рассмотрены международные стандарты на лантановые вольфрамовые электроды (в том числе ISO 6848:2015, AWS A5.12/A5.12M и EN 26848), отечественные стандарты (GB/T 14841 и JB/T 4730), сравнительный анализ отечественных и зарубежных стандартов (сходства и различия и их влияние на производство и применение), а также обновления и тенденции развития стандартов (новые стандарты развития и тенденции интернационализации).

7.1 Международные стандарты на лантановые вольфрамовые электроды

Международные стандарты предусматривают единые технические условия для мирового производства и торговли лантановыми вольфрамовыми электродами, в основном включающие разработанные Международной организацией по стандартизации (ISO), Американским обществом сварки (AWS) и Европейским комитетом по стандартизации (EN). Эти стандарты охватывают классификацию, химический состав, требования к эксплуатационным характеристикам, характеристики размеров, методы испытаний и другое содержимое электродов и широко используются в аэрокосмической, атомной промышленности, автомобилестроении и других областях.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

7.1.1 ISO 6848:2015 (Классификация и требования к вольфрамовым электродам)

ISO 6848:2015 «Сварочные материалы — вольфрамовые электроды для дуговой сварки в среде инертного газа и для плазменной сварки и резки» — самый авторитетный в мире стандарт вольфрамовых электродов, разработанный Международной организацией по стандартизации (ISO), подходящий для сварки в среде инертного газа (TIG), вольфрамовые электроды для плазменной сварки и резки, включая лантановые вольфрамовые электроды. Стандарт был пересмотрен в 2015 году и заменил версию 2004 года, отражая технологический прогресс и экологические требования новых электродов, таких как лантановые вольфрамовые электроды.

Стандартное содержание:

Классификация: По типу и содержанию легированных оксидов вольфрамовые электроды делятся на чистые вольфрамовые (WP), ториевые вольфрам (WT), цериевые вольфрамы (WC), лантановый вольфрам (WL), циркониевые вольфрамы (WZ) и иттриевые вольфрамы (WY). Лантановые вольфрамовые электроды делятся на WL10 (0,8%-1,2% La₂O₃), WL15 (1,3%-1,7% La₂O₃) и WL20 (1,8%-2,2% La₂O₃).

Химический состав: Укажите содержание оксида лантана и предел примесей (таких как Fe, Si, C и т. д. <0,05%) для обеспечения электрических и механических свойств электрода.

Размеры: Диапазон диаметров электродов 0,25-6,4 мм, длина 50-600 мм, допуск по ISO 286-2 (класс h6). Торцы окрашены в цвет WL10 (черный), WL15 (золотисто-желтый), WL20 (небесно-голубой).

Требования к производительности: включая электронную работу (2,6-3,2 эВ), завязывание дуги (малое время зажигания дуги по току <0,5 секунды), стабильность дуги (колебания напряжения <±0,5 В) и устойчивость к горению (расход наконечника < 0,3 мм/ч при 200 амперах).

Метод испытания: Анализ заданного химического состава (ICP-OES), Испытание физических свойств (плотность, твердость), Испытание электрических характеристик (имитация сварки) и визуальный осмотр (шероховатость поверхности Ra<0,4 мкм).

Упаковка и идентификация: Упаковка электродов должна быть влаго- и ударопрочной, а идентификация включает в себя марку, размер, номер партии и информацию о производителе.

Особенности и преимущества:

Доступность по всему миру: ISO 6848:2015 признан ведущими промышленными странами по всему миру и широко используется в таких требовательных областях, как аэрокосмическая и атомная промышленность.

Защита окружающей среды: Поощрять использование нерадиоактивных электродов (таких как лантановый вольфрам, цериевый вольфрам), ограничить использование ториевых вольфрамовых электродов (WT) и соблюдать директиву EC RoHS.

Технологический прогресс: В издании 2015 года добавлены подробные требования к лантановому вольфрамовому электроду WL15, что отражает его тенденцию в качестве альтернативы ториевому вольфрамовому электроду.

Стандартизированные методы испытаний (такие как электронный тест на выходе работы) предназначены для обеспечения сопоставимости характеристик продукции различных

производителей.

Приложений:

Аэрокосмическая промышленность: WL20 используется для сварки титановых сплавов и сплавов на основе никеля методом TIG в соответствии с требованиями ISO 6848 для сварных швов без дефектов.

Атомная промышленность: WL15 используется для сварки труб из циркониевого сплава, который соответствует стандартным требованиям по высокой чистоте и коррозионной стойкости.

Автомобилестроение: WL10 используется для сварки тонких листов нержавеющей стали в соответствии со стандартными характеристиками запуска дуги с низким током.

Ограничения:

Специальные области применения, такие как микроплазменная сварка или резка сверхвысоким током, требуют меньшей производительности электродов и должны соответствовать отраслевым стандартам.

Метод испытания является сложным (например, вакуумная среда, необходимая для электронного рабочего испытания), что предъявляет высокие требования к оборудованию малых и средних предприятий.

Экологические требования в производственном процессе, такие как переработка отходов и утилизация отработанных газов, четко не определены.

Предыстория доработки:

В версии стандарта 2004 года не в полной мере учитывались различные области применения лантановых вольфрамовых электродов (например, популяризация WL15), а в версии 2015 года были добавлены требования к классификации и рабочим характеристикам WL15.

В соответствии с глобальными экологическими нормами (такими как EU 2003/53/EC) использование ториевых вольфрамовых электродов ограничено, а также поощряется стандартизация лантановых вольфрамовых электродов.

В сочетании с новыми методами тестирования, такими как высокоточный ICP-MS, повышается точность анализа химического состава.

Глобальное влияние:

Стандарт ISO 6848:2015 был принят Европейским Союзом, США, Японией, Китаем и другими странами, что способствует международной торговле лантановыми вольфрамовыми электродами.

Был проведен шаг к отказу от ториево-вольфрамовых электродов, и доля мирового рынка лантановых вольфрамовых электродов увеличилась с 15% в 2010 году до 30% в 2020 году.

Он предоставляет единые технические спецификации для многонациональных проектов в таких секторах, как аэрокосмическая и атомная промышленность, снижая риски в цепочке поставок.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

7.1.2 AWS A5.12/A5.12M (стандарт Американского института сварки)

AWS A5.12/A5.12M "Спецификация на вольфрамовые и оксидные дисперсные вольфрамовые электроды для дуговой сварки и резки" - стандарт вольфрамовых электродов, разработанный Американским обществом сварки (AWS), последняя версия 2009 года, применимый к вольфрамовым электродам для сварки TIG, плазменной сварки и резки, включая лантановые вольфрамовые электроды. Стандарт имеет широкий охват на рынках США и Северной Америки, особенно в аэрокосмической, судостроительной и энергетической отраслях.

Стандартное содержание:

Классификация: Аналогично ISO 6848, лантановые вольфрамовые электроды делятся на EWLa-1 (WL10, 1,0% La₂O₃), EWLa-1,5 (WL15, 1,5% La₂O₃) и EWLa-2 (WL20, 2,0% La₂O₃). Префикс «EW» используется для обозначения легированного электрода, а La — для обозначения лантана.

Химический состав: отклонение содержания оксида лантана $\pm 0,2\%$, пределы содержания примесей (например, Fe < 0,03%, C < 0,01%) немного строже, чем ISO 6848.

Размеры: диаметр 0,020-0,250 дюйма (0,5-6,35 мм), длина 3-24 дюйма (76-610 мм) с допусками по ANSI B1.1. Торец окрашен в соответствии с ISO 6848.

Требования к рабочим характеристикам: Акцент на производительности зажигания дуги (пусковое напряжение дуги < 15 В при 10-50 амперах), стабильности дуги (колебания напряжения при 100 амперах $\leq \pm 0,4$ В) и устойчивости к горению (расход жала < 0,25 мм/ч при 150 амперах).

Методы испытаний: включая химический анализ (XRF или ICP-OES), сварочные испытания (стандарт AWS D1.1), проверку качества поверхности (Ra < 0,5 микрона) и измерение размеров (микрометр или лазерный штангенциркуль).

Сертификация и маркировка: Электрод должен быть сертифицирован AWS, а на упаковке указан номер AWS, бренд и производственная партия.

Особенности и преимущества:

Строгие требования к производительности: Стандарт AWS содержит более конкретные условия испытаний на устойчивость к дуге и огнестойкости, что подходит для сварочных работ с высокой нагрузкой.

Ориентация на рынок Северной Америки: Единица измерения размера составляет дюймы, что соответствует американским промышленным привычкам и удобно для пользователей из Северной Америки.

Сертификация: сертификация AWS повышает надежность электрода, что делает его идеальным для аэрокосмических и оборонных проектов.

Руководство по применению: Подробные рекомендации по параметрам сварки (например, тип тока, поток защитного газа) предоставляются пользователю для оптимизации процесса.

Приложений:

Аэрокосмическая промышленность: EWLa-2 (WL20) используется для сварки TIG титановых каркасов самолетов Boeing 787, которые соответствуют стандарту AWS D17.1.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Судостроение: EWLa-1.5 (WL15) используется для сварки корпусов из нержавеющей стали, которая соответствует спецификации конструкционной сварки AWS D1.6.

Энергетическая промышленность: EWLa-1 (WL10) используется для сварки листовых труб в соответствии со стандартом API 1104.

Ограничения:

Стандарт обновляется медленно (последние тенденции применения WL15 не рассматриваются в версии 2009 года), а технические детали устарели по сравнению со стандартом ISO 6848:2015.

Экологические требования (например, переработка отходов) упоминаются реже и не в полной мере адаптированы к строгим нормам в таких регионах, как Европейский Союз.

Метод тестирования смещен в сторону устройств из Северной Америки (например, сертифицированных лабораторий AWS), а для предприятий в других регионах существуют проблемы совместимости устройств.

Корреляция с ISO 6848:

AWS A5.12 в значительной степени соответствует стандарту ISO 6848 с точки зрения классификации, химического состава и размеров, но стандарт AWS больше ориентирован на испытания реальных сварных швов.

Стандарт AWS допускает более мягкое отклонение содержания оксида лантана ($\pm 0,2\%$ против $\pm 0,15\%$ для ISO), но более строгие ограничения для примесей.

Расцветка этих двух элементов согласована, чтобы обеспечить единообразие глобальной идентификации пользователей.

Влияние на Северную Америку:

AWS A5.12 является обязательным стандартом для проектов в аэрокосмической отрасли США (NASA, Boeing), оборонной промышленности (MIL-STD-1595A) и энергетике (ASME Section IX).

Лантановый вольфрамовый электрод способствовал быстрому росту рынка США: доля рынка EWLa-1.5 увеличилась с 10% в 2010 году до 25% в 2020 году.

Лантановый вольфрамовый электрод, сертифицированный AWS, имеет конкурентное преимущество на рынке Северной Америки.

7.1.3 EN 26848 (европейский стандарт)

EN 26848 «Вольфрамовые электроды для дуговой сварки в среде инертного газа в среде защитных газов и для плазменной сварки и резки» — стандарт вольфрамовых электродов, разработанный Европейским комитетом по стандартизации (CEN), последняя версия которого датирована 1991 годом (частично пересмотрена в 2004 году), применимый к вольфрамовым электродам для сварки TIG, плазменной сварки и резки в странах-членах ЕС. Стандарт в значительной степени соответствует ISO 6848, но в некоторых деталях отражает особые потребности европейского рынка.

Стандартное содержание:

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Классификация: Вольфрамовые электроды из лантана делятся на WL10, WL15 и WL20, а содержание оксида лантана такое же, как и в ISO 6848 (0,8%-2,2%). Логотип окрашен в тот же цвет, что и ISO.

Химический состав: отклонение содержания оксида лантана $\pm 0,15\%$, пределы содержания примесей (например, $\text{Fe} < 0,04\%$, $\text{Si} < 0,02\%$) эквивалентны ISO 6848.

Размеры: диаметр 0,25-6,4 мм, длина 50-300 мм, допуски согласно EN ISO 286-2 (класс h6).

Акцент на электроды короткой длины (50-150 мм) для установки европейского автоматизированного сварочного оборудования.

Требования к производительности: производительность запуска дуги (пусковое напряжение дуги при 10 амперах $< 12 \text{ В}$), стабильность дуги (колебания напряжения при 100 амперах $\leq \pm 0,5 \text{ В}$), устойчивость к горению (расход жала при 150 амперах $< 0,3 \text{ мм/ч}$).

Методы испытаний: анализ химического состава (ICP-MS или XRF), сварочные испытания (стандарт EN 287), проверка качества поверхности ($\text{Ra} < 0,4 \text{ мкм}$) и измерение размеров.

Требования по защите окружающей среды: акцент на нерадиоактивных электродах (таких как лантан вольфрам, цериевый вольфрам) в соответствии с директивой ЕС RoHS (2002/95/EC).

Особенности и преимущества:

Соблюдение экологических норм: Строго ограничить использование ториев-вольфрамовых электродов и способствовать популяризации лантановых вольфрамовых электродов на европейском рынке.

Автоматизированное управление: Требования к размерам и производительности адаптированы к европейскому автоматизированному сварочному оборудованию (например, роботам KUKA).

Сертификация ЕС: Электроды, сертифицированные по стандарту EN 26848, могут иметь маркировку CE, что повышает конкурентоспособность на рынке.

Региональная адаптация: доступно на нескольких языках (английский, немецкий, французский) для удобного использования в странах-членах ЕС.

Приложений:

Автомобилестроение: WL15 используется для сварки TIG кузовов из алюминиевых сплавов европейских автомобилей (таких как Volkswagen, BMW) в соответствии со стандартом EN 1011.

Аэрокосмическая промышленность: WL20 используется для сварки деталей из титанового сплава самолетов Airbus A350 в соответствии с системой качества EN 9100.

Атомная промышленность: WL10 используется для сварки труб из нержавеющей стали на французских атомных электростанциях в соответствии со спецификациями RCC-M.

Ограничения:

Пересмотр стандарта отстает (редакция 1991 года не полностью обновлена до последнего применения WL15), а его содержание старше по сравнению со стандартом ISO 6848:2015.

К микросварке и плазменной резке предъявляются меньшие специальные требования, и их необходимо сочетать с отраслевыми стандартами (например, EN 1011-6).

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Методы испытаний основаны на европейских лабораториях (например, сертификация TÜV) и являются дорогостоящими для компаний, не входящих в ЕС.

Корреляция с ISO 6848:

EN 26848 соответствует стандарту ISO 6848 с точки зрения классификации, химического состава и цветной маркировки, но имеет более узкий диапазон размеров (длина < 300 мм).

EN 26848 имеет более строгие экологические требования и прямо запрещает использование тонированных вольфрамовых электродов в определенных областях применения.

Метод испытаний в основном аналогичен ISO 6848, но EN 26848 больше фокусируется на моделировании реальных условий работы сварочного испытания.

Европейское влияние:

Стандарт EN 26848 способствовал быстрому росту рынка лантановых вольфрамовых электродов на рынке ЕС, при этом на долю WL15 и WL20 приходится более 40% европейского рынка вольфрамовых электродов.

Лантановый вольфрамовый электрод, сертифицированный CE, имеет конкурентное преимущество на рынке ЕС.

Он способствует гармонизации торговли в рамках ЕС и снижает затраты транснациональных корпораций на соблюдение нормативных требований.

7.2 Отечественные стандарты на лантановые вольфрамовые электроды

Являясь крупнейшим в мире производителем вольфрама и вольфрамовых электродов, Китай разработал ряд национальных стандартов (GB) и отраслевых стандартов (JB) для регулирования производства и применения лантановых вольфрамовых электродов. Эти стандарты широко используются в отечественной аэрокосмической, атомной промышленности, судостроении и автомобилестроении в Китае, которые не только относятся к международным стандартам, но и отражают местные потребности.

7.2.1 GB/T 14841 (Национальный стандарт для вольфрамовых электродов)

GB/T 14841 «Технические условия на вольфрамовые электроды» является китайским национальным стандартом, последняя версия 2008 года, который применим к вольфрамовым электродам для сварки TIG, плазменной сварки и резки, включая лантановые вольфрамовые электроды. Этот стандарт выпущен Управлением по стандартизации Китайской Народной Республики и является обязательной спецификацией для производства и применения вольфрамовых электродов в Китае.

Стандартное содержание:

Классификация: Вольфрамовые электроды из лантана делятся на WL10 (0,8%-1,2% La_2O_3), WL15 (1,3%-1,7% La_2O_3) и WL20 (1,8%-2,2% La_2O_3), в соответствии со стандартом ISO 6848.

Расцветка логотипа соответствует международному стандарту.

Химический состав: отклонение содержания оксида лантана $\pm 0,15\%$, пределы содержания примесей (например, $\text{Fe} < 0,05\%$, $\text{C} < 0,02\%$) эквивалентны ISO 6848, но требования к содержанию кислорода ($\text{O} < 0,01\%$) более жесткие.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Размеры: диаметр 0,25-6,4 мм, длина 50-600 мм, допуск в соответствии с GB/T 1804 (класс h6). Доступны варианты небольшой длины (50-100 мм) для адаптации к бытовым средствам автоматизации.

Требования к производительности: производительность запуска дуги (время запуска дуги при 10 амперах < 0,4 секунды), стабильность дуги (колебания напряжения при 150 амперах < ± 0,5 В), устойчивость к горению (расход жала при 200 амперах < 0,3 мм/ч).

Методы испытаний: анализ химического состава (ICP-OES или AAS), испытание физических свойств (плотность > 19,2 г/см³, твердость 400-450 HV), испытание электрических характеристик (имитация сварки) и визуальный контроль (Ra < 0,5 мкм).

Упаковка и маркировка: требуется влагостойкая и ударопрочная упаковка, а идентификация включает марку, размер, номер партии, производителя и номер стандарта (GB/T 14841).

Особенности и преимущества:

Адаптация к локализации: Требования к размерам и производительности адаптированы к сварочному оборудованию Китая, что удобно для применения отечественными предприятиями.

Строгий контроль примесей: требования к содержанию кислорода и углерода выше международных стандартов, что улучшает стойкость к окислению и стабильность дуги электрода.

Обязательное внедрение: В качестве национального стандарта GB/T 14841 имеет юридическую силу на китайском рынке для обеспечения стабильного качества продукции.

Экономичность: Метод испытаний упрощен для широко используемого оборудования в Китае, что снижает затраты на соблюдение нормативных требований для малых и средних предприятий.

Приложений:

Аэрокосмическая промышленность: WL20 используется для сварки TIG фюзеляжа самолета C919 из титанового сплава, который соответствует стандарту GJB 1718.

Атомная промышленность: WL15 используется для сварки труб из нержавеющей стали на атомной электростанции Циньшань в соответствии со спецификацией GB/T 13164.

Судостроение: WL10 используется для сварки листов из нержавеющей стали судна СПГ в соответствии со стандартом классификационного общества CCS.

Ограничения:

Стандарт обновляется медленно (версия 2008 года не охватывает последние тенденции применения WL15) и немного старше ISO 6848:2015.

К защите окружающей среды и переработке отходов предъявляются меньшие требования, и она не в полной мере адаптирована к тренду «зеленого» производства.

Методы испытаний менее интернационализированы, а некоторые методы (например, AAS) не так точны, как ICP-MS.

Соответствие международным стандартам:

GB/T 14841 соответствует ISO 6848 с точки зрения классификации, окраски и химического

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

состава, но допуски по размерам и методы испытаний ближе к реальной ситуации в китайской промышленности.

Требования к производительности сопоставимы с AWS A5.12, но условия испытаний более строгие для работы при слаботочных дуговых разрядах.

Требования к упаковке и маркировке аналогичны стандарту EN 26848, но для удобства отечественных пользователей была добавлена маркировка на китайском языке.

Влияние на внутренний рынок:

GB/T 14841 способствовал стандартизации индустрии лантановых вольфрамовых электродов в Китае, и доля внутреннего рынка увеличилась с 50% в 2010 году до 70% в 2020 году.

Он поддерживает экспорт отечественных брендов электродов и отвечает техническим требованиям стран вдоль «Пояса и пути».

Он обеспечивает гарантию качества для ключевых национальных проектов, таких как аэрокосмическая и атомная промышленность, и снижает импортозависимость.

7.2.2 JB/T 4730 (Стандарт для сварочных материалов)

JB/T 4730 «Метод проверки качества сварочных материалов» является отраслевым стандартом, сформулированным Китайской федерацией машиностроения (последняя версия 2005 года), который применим к проверке качества сварочных материалов, включая лантановые вольфрамовые электроды. Этот стандарт содержит конкретные методы испытаний и рекомендации по контролю качества для стандарта GB/T 14841, который широко используется при производстве сварочного оборудования и валидации сварочных процессов.

Стандартное содержание:

Метод испытаний:

Химический состав: Оксид лантана и содержание примесей анализируют методом ICP-OES, AAS или XRF с точностью до $\pm 0,02\%$.

Физические свойства: тест на плотность (метод Архимеда, точность $\pm 0,01$ г/см³), тест на твердость (твердость по Виккерсу, точность ± 1 HV), шероховатость поверхности ($Ra < 0,5$ мкм).

Электрические характеристики: имитационное сварочное испытание (ток 10-300 ампер, колебания напряжения $\leq \pm 0,5$ В), испытание временем запуска дуги ($< 0,4$ секунды), электронное испытание на утечку работы (2,6-3,2 эВ).

Визуальный осмотр: визуальный и микроскопический контроль поверхностных дефектов, размерные замеры (допуск $\pm 0,02$ мм).

Оценка качества: Укажите критерии соответствия, такие как отклонение химического состава $< \pm 0,15\%$, плотность $> 19,2$ г/см³, отклонение стабильности дуги $< \pm 0,5$ В.

Требования к выборке: 5%-10% случайной выборки на партию, а количество тестовых образцов не менее 10.

Записи и отчеты: Требуется записывать данные испытаний, модели оборудования и условия

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

эксплуатации, а также выдавать отчеты о проверке качества.

Особенности и преимущества:

Подробные методы испытаний: Конкретные рабочие процедуры (например, подготовка образцов для ICP-OES) предусмотрены для упрощения внедрения на предприятиях.

Локализованное оборудование: Метод испытаний адаптирован к широко используемому оборудованию в Китае, что снижает затраты на обнаружение.

Ориентация на контроль качества: акцент на контроле качества в производственном процессе, подходит для крупных производственных предприятий.

Соответствие стандарту GB/T 14841: В качестве дополнения к стандарту GB/T 14841 улучшена система контроля качества.

Приложений:

Изготовление сварочного оборудования: используется для проверки совместимости отечественных сварочных аппаратов с лантановыми вольфрамовыми электродами.

Судостроение: Испытание электрода WL15 на сварку соответствует стандарту JB/T 4730 и соответствует требованиям Китайского классификационного общества (CCS).

Железнодорожная промышленность: WL20 используется для сварки из алюминиевого сплава высокоскоростных железнодорожных вагонов, а метод контроля соответствует стандарту TB/T 2653.

Ограничения:

Методы испытаний обновляются медленно и не охватывают новейшие высокоточные устройства (например, ICP-MS).

Смоделированные условия сварки для испытания электрических характеристик относительно просты, а сложные условия работы (такие как переменный ток высокой частоты) не моделируются полностью.

Область применения стандарта слаба, это всего лишь рекомендованный отраслью стандарт, и его влияние не так велико, как у GB/T 14841.

Соответствие международным стандартам:

Стандарт JB/T 4730 основан на стандартах ISO 6848 и AWS A5.12 в своей методологии тестирования, но в большей степени адаптируется к недорогим устройствам.

Метод химического анализа соответствует стандарту EN 26848, но требования к точности физических и электрических испытаний несколько ниже.

Стандарт оценки качества в значительной степени соответствует стандарту GB/T 14841 для обеспечения соответствия внутреннему производству.

Влияние на внутренний рынок:

JB/T 4730 снижает затраты на контроль качества для малых и средних предприятий и поддерживает популяризацию и применение лантанового вольфрамового электрода.

Это способствовало использованию отечественного испытательного оборудования (например, Haiguang ICP-OES) и повысило конкурентоспособность отечественной

промышленной цепочки.

Он предоставляет стандартизированные рекомендации по валидации сварочного процесса и снижает количество споров о качестве в производстве.

7.3 Стандартный сравнительный анализ лантановых вольфрамовых электродов

Сравнительный анализ отечественных и зарубежных стандартов полезен для понимания их технических различий, производственных требований и влияния на их применение, а также служит основой для разработки предприятиями стратегий на внутреннем и внешнем рынках.

7.3.1 Сходства и различия между отечественными и зарубежными стандартами

Сходства:

Классификация и идентификация: ISO 6848, AWS A5.12, EN 26848, GB/T 14841 делят вольфрамовые электроды лантана на WL10, WL15 и WL20, при этом диапазон содержания оксида лантана постоянен (0,0%-2,2%). Цветовой логотип унифицирован (WL10 черный, WL15 золотисто-желтый, WL20 небесно-голубой) для обеспечения единообразия глобальной идентификации пользователей.

Химический состав: отклонение содержания оксида лантана ($\pm 0,15\% - \pm 0,2\%$) и предел содержания примесей (например, $Fe < 0,05\%$, $C < 0,02\%$) схожи, что отражает высокие требования к чистоте вольфрамового электрода лантана.

Размеры: Диапазон диаметров 0,25-6,4 мм, допуск в соответствии с классом h6, длина 50-600 мм, подходит для оборудования для TIG и плазменной сварки.

Требования к рабочим характеристикам: Особое внимание уделяется производительности инициирования дуги (зажигание дуги малым током), стабильности дуги (колебания напряжения $< \pm 0,5$ В) и устойчивости к горению (расход жала $< 0,3$ мм/ч).

Тенденция защиты окружающей среды: поощряется использование нерадиоактивных электродов (таких как лантановый вольфрам и цериевый вольфрам), а использование ториево-вольфрамовых электродов ограничено, что соответствует глобальным нормам охраны окружающей среды.

Различия:

Стандартный ассортимент:

Стандарты ISO 6848 и EN 26848 охватывают сварку TIG, плазменную сварку и резку в самом широком диапазоне.

AWS A5.12 в большей степени ориентирован на сварку и требует меньшей производительности резки.

GB/T 14841 охватывает сварку и резку, но больше внимания уделяет совместимости с отечественным оборудованием.

JB/T 4730 является только методом контроля качества и не учитывает требования к классификации электродов и рабочим характеристикам.

Требования к химическому составу:

AWS A5.12 имеет самые строгие ограничения по примесям ($Fe < 0,03\%$ против $0,05\%$ ISO) для требовательных приложений.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

GB/T 14841 предъявляет более строгие требования к содержанию кислорода ($O < 0,01\%$) для повышения стойкости к окислению.

ISO 6848 и EN 26848 имеют хорошо сбалансированные пределы примесей и подходят для глобального производства.

Размеры:

AWS A5.12 доступен в дюймах и имеет более широкий диапазон длины (3-24 дюйма) для рынка Северной Америки.

EN 26848 делает акцент на короткие длины (50-300 мм) и подходит для европейского оборудования автоматизации.

GB/T 14841 предлагает гибкие варианты длины для ручной и автоматической сварки в китайском стиле.

Метод испытаний:

В соответствии со стандартами ISO 6848 и EN 26848 используется высокоточное оборудование (например, ICP-MS) и их тестирование является дорогостоящим.

AWS A5.12 ориентирован на испытания сварных конструкций в реальных условиях испытаний, приближенных к условиям Северной Америки.

GB/T 14841 и JB/T 4730 совместимы с отечественным недорогим оборудованием (например, AAS) для снижения затрат на соблюдение нормативных требований.

Экологические требования:

Стандарт EN 26848 явно соответствует директиве EC RoHS, которая ограничивает использование ториевых вольфрамовых электродов до самого строгого уровня.

ISO 6848 и AWS A5.12 пропагандируют нерadioактивность, но не требуют экологически чистых процессов.

GB/T 14841 и JB/T 4730 имеют слабые требования к защите окружающей среды, и стандарты экологичного производства должны быть дополнены.

Частота обновления:

Стандарт ISO 6848 (2015) является наиболее актуальным и охватывает новейшие приложения WL15.

Обновления AWS A5.12 (2009), EN 26848 (1991/2005) и GB/T 14841 (2008) отстают.

JB/T 4730 (2005) обновляется медленнее всего, и метод испытаний не полностью отражает новую технологию.

Сводка:

ISO 6848 является самым авторитетным стандартом в мире, обладающим комплексной технологией и подходящим для многонациональных предприятий.

AWS A5.12 подходит для рынка Северной Америки благодаря тщательному тестированию производительности и полной системе сертификации.

Стандарт EN 26848 ориентирован на защиту окружающей среды и автоматизацию и адаптируется к строгим нормам ЕС.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

GB/T 14841 и JB/T 4730 являются высоколокализованными, недорогими и подходят для китайского рынка.

7.3.2 Влияние на производство и применение

Влияние на производство:

Контроль качества:

Требования к высокоточным испытаниям международных стандартов (ISO, AWS, EN) (таких как ICP-MS) стимулируют предприятия к производству высокотехнологичного испытательного оборудования, но увеличивают инвестиции в оборудование (около 500-10 млн юаней).

Недорогие методы испытаний (AAS, рентгенофлуарные лучи) GB/T 14841 и JB/T 4730 снижают затраты на соблюдение нормативных требований для малых и средних предприятий, снижая среднюю стоимость испытаний на 30-50% за партию.

Строгие ограничения по примесям (например, $Fe < 0,03\%$) AWS и EN требуют от компаний оптимизации процесса очистки сырья (например, вторичного восстановления водорода), увеличивая производственные затраты на 10-15%.

Производственный процесс:

Экологические требования стандартов ISO 6848 и EN 26848 подталкивают компании к внедрению экологически чистых технологий спекания (например, вакуумных печей) и переработки отходов, которые могут снизить выбросы выхлопных газов на 50%, но затраты на модернизацию оборудования высоки.

Строгие требования GB/T 14841 к содержанию кислорода ($O < 0,01\%$) побудили компании оптимизировать контроль легирования и агломерации атмосферы (например, водорода высокой чистоты), увеличив сложность процесса на 20%.

Фактические сварочные испытания AWS A5.12 требуют от предприятий создания платформы для имитационных испытаний, что увеличивает инвестиции в НИОКР (около 100-2 млн юаней).

Рыночная конкурентоспособность:

Компании, соответствующие ISO 6848 и AWS A5, могут выйти на европейский и американский рынки, а их экспорт увеличится на 30-40%.

Преимущества локализации GB/T 14841 позволяют отечественным предприятиям иметь преимущество на рынке «Пояса и пути», при этом стоимость на 10-20% ниже.

Требования к маркировке CE стандарта EN 26848 повышают барьеры для входа на рынок ЕС, и малым и средним предприятиям необходимо работать с органом по сертификации.

Влияние на применение:

Качество сварки:

Строгие требования к рабочим характеристикам ISO 6848 и AWS A5.12, такие как колебания напряжения $< \pm 0,5$ В, обеспечивают высокую точность сварных швов с коэффициентом

прохождения сварных швов около 99,5% в аэрокосмической и атомной промышленности. Малый ток (<0,4 секунды) GB/T 14841 подходит для сварки тонких листов, удовлетворяя потребности электронной и автомобильной промышленности и снижая затраты на сварку на 15%.

Адаптивность автоматизации по стандарту EN 26848 повышает эффективность европейских производственных линий (например, на 20%), но менее совместима с неавтоматизированным оборудованием.

Пользователь выбирает:

Электроды, сертифицированные AWS A5.12, пользуются большим доверием на рынке Северной Америки, а цены на них на 20–30% выше.

Стандартные бытовые электроды GB/T 14841 (такие как Zhongyue) экономичны, их доля на внутреннем рынке составляет более 70%.

Экологически чистые электроды EN 26848 (например, ESABs) доминируют на рынке ЕС с долей рынка около 45%.

Управление цепочками поставок:

Глобальная гармонизация ISO 6848 снижает затраты на соблюдение требований закупок для транснациональных компаний и повышает эффективность цепочки поставок на 10%.

Региональные стандарты AWS и EN увеличивают мультистандартную себестоимость продукции предприятий, которая составляет порядка 5%-10%.

GB/T 14841 и JB/T 4730 поддерживают интеграцию отечественной цепочки поставок и снижают зависимость от импортных электродов на 30%.

Сводка:

Международные стандарты повышают качество продукции и технический уровень, но увеличивают затраты на производство и тестирование, что подходит для рынка высокого класса.

Отечественные стандарты снижают затраты на соблюдение нормативных требований, поддерживают развитие малого и среднего бизнеса и подходят для рынка низкого ценового сегмента.

Предприятиям необходимо выбирать применимые стандарты в соответствии с целевым рынком и соблюдать баланс между затратами и конкурентоспособностью на рынке.

7.4 Обновление стандартов и тенденции развития лантанового вольфрамового электрода

С расширением производства лантановых вольфрамовых электродов и развитием технологий стандартная система нуждается в постоянном обновлении, чтобы адаптироваться к новым материалам, новым процессам и требованиям защиты окружающей среды. В этом разделе рассматриваются вопросы новой разработки, пересмотра и интернационализации стандартов лантановых вольфрамовых электродов.

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

7.4.1 Разработка новых стандартов

Ориентировано на спрос:

Новые материалы: Композитное легирование лантаново-вольфрамовых электродов (например, $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$) улучшает характеристики дуги, поэтому необходимо разработать новую классификацию и стандарты производительности.

Новые области применения: Микроплазменная сварка ($<1\text{ A}$) и резка сверхвысоким током ($>500\text{ A}$) предъявляют особые требования к электродам, на которые не распространяются существующие стандарты, такие как ISO 6848.

Экологические нормы: Регламент ЕС REACH и политика зеленого производства Китая требуют стандартов для повышения спецификации переработки отходов и производственных выбросов.

Интеллектуальное производство: Автоматизированное сварочное оборудование (например, роботы) предъявляет более высокие требования к размеру электродов и стабильности производительности, поэтому необходимо разрабатывать новые методы испытаний.

Новый стандарт включает в себя:

Расширение классификации: Добавлена классификация композитных легированных электродов (таких как WL15+Ce), а также уточнены коэффициент легирования и требования к производительности.

Повышение производительности: Добавьте тесты на запуск микротоковой дуги ($<1\text{ A}$, время запуска дуги $<0,2$ секунды) и высокую стойкость к горению по току (500 A , расход наконечника $<0,5\text{ мм/ч}$).

Технические условия по охране окружающей среды: оговаривают норму восстановления отработанных электродов ($>80\%$), предельно допустимые выбросы выхлопных газов (пыль $<0,1\text{ мг/м}^3$) и нормы выбросов углерода (<1 тонны CO_2 /тонну электродов).

Точность размеров: улучшить допуск на диаметр ($\pm 0,01\text{ мм}$) и шероховатость поверхности ($Ra < 0,2\text{ мкм}$), а также адаптировать к средствам автоматизации.

Метод тестирования: внедрение интеллектуальных тестов (например, анализ размера зерна с помощью искусственного интеллекта, онлайн-мониторинг дуги в режиме реального времени) для повышения эффективности обнаружения на 50%.

Ход разработки:

Международный: ИСО/ТК 44 (Технический комитет по сварке) пересматривает стандарт ISO 6848 и, как ожидается, выпустит новую версию в 2025-2027 годах, включающую требования к легированию композитов и охране окружающей среды.

США: AWS планирует пересмотреть A5.12 в 2025 году, включив в него методы тестирования для микросварки и плазменной резки.

ЕС: CEN планирует обновить стандарт EN 26848 в 2026 году, чтобы усилить соответствие требованиям REACH и RoHS.

Китай: Национальный комитет по стандартизации сварки (SAC/TC 70) планирует пересмотреть стандарт GB/T 14841 в 2025 году, чтобы добавить в него экологичное производство и интеллектуальное тестирование контента.

Вызов:

Высокие требования нового стандарта могут увеличить затраты на модернизацию оборудования для предприятий.

Методы тестирования в разных странах и регионах отличаются, и для достижения консенсуса необходимо координировать действия с несколькими сторонами.

Малым и средним предприятиям трудно быстро адаптироваться к техническому уровню, и они нуждаются в политической поддержке и технической подготовке.

Эффект:

Новый стандарт будет способствовать техническому перевооружению лантановых вольфрамовых электродов, а доля рынка должна увеличиться на 20-30%.

Экологические нормы ускорят отказ от ториево-вольфрамовых электродов, а на долю лантановых вольфрамовых электродов приходится более 50%.

Интеллектуальное тестирование повысит эффективность производства и снизит затраты на тестирование на 30%.

7.4.2 Тенденции интернационализации стандартов

Фон:

Мировая торговля: Стоимость экспорта лантановых вольфрамовых электродов увеличилась с 1 миллиарда долларов США в 2015 году до 1,5 миллиарда долларов США в 2020 году, и необходимо унифицировать стандарты для снижения торговых барьеров.

Транснациональные проекты: авиация (C919, A350), атомная энергетика (Hualong No1) и другие проекты требуют взаимного признания транснациональных стандартов.

Интеграция технологий: Глобальный обмен новыми материалами (легирование композитов), новыми процессами (экологически чистое производство) и новым оборудованием (автоматизированная сварка) способствует интернационализации стандартов.

Тенденция:

Взаимное признание стандартов:

Используя ISO 6848 в качестве основной основы, такие стандарты, как AWS, EN и GB/T, постепенно приводятся в соответствие с ним, и ожидается, что уровень взаимного признания достигнет 90%.

Степень согласования между GB/T 14841 и ISO 6848 в Китае была увеличена с 80% до 95%, что способствует принятию эквивалентных стандартов странами вдоль «Пояса и пути».

AWS и EN гармонизированы с помощью платформы ISO, чтобы снизить затраты на повторные сертификации в Северной Америке и ЕС.

Единство охраны окружающей среды:

Регламенты ЕС REACH и RoHS были приняты ISO, и глобальные стандарты будут единообразно ограничивать ториево-вольфрамовые электроды, и лантановые вольфрамовые электроды стали мейнстримом.

Стандарты «зеленого» производства в Китае (например, GB/T 26572) приведены в соответствие с ISO 14001 для содействия стандартизации уровня переработки отходов (>80%).

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Совместное использование технологий тестирования:

Высокоточные испытания (например, ICP-MS, AI image analysis) широко распространены в стандартах ISO, и ожидается, что мировой рынок инспекционного оборудования вырастет на 15%.

Недорогие методы тестирования (например, AAS) в Китае были приняты развивающимися странами, что снизило затраты на соблюдение требований на 20%.

Региональное сотрудничество:

Азиатско-Тихоокеанский регион (Китай, Япония, Южная Корея) создал альянс по стандартам сварки для формулирования регионального стандарта лантанового вольфрамового электрода, выпуск которого ожидается в 2026 году.

ЕС и Соединенные Штаты гармонизируют стандарты в рамках ВТО для снижения технических барьеров в торговле.

Китай лидирует в обучении по стандарту сварки «Один пояс, один путь» и продвигает стандарт, эквивалентный GB/T 14841.

Вызов:

Высокие стандарты в развитых странах (например, сертификация AWS) создают технические барьеры для компаний в развивающихся странах.

Региональные различия в стандартном переводе и внедрении требуют дополнительной многоязычной поддержки и обучения.

Защита интеллектуальной собственности (например, патенты на новые методы испытаний) может привести к международным спорам.

Эффект:

Интернационализация стандартов снизит глобальные торговые издержки на 10-15% и увеличит объем рынка лантановых вольфрамовых электродов до 2 миллиардов долларов США.

Китайские предприятия имеют более сильный голос в разработке международных стандартов, которые, как ожидается, составят 30% из 44 мест в ИСО/ТК.

Стандартизация защиты окружающей среды и интеллектуальных технологий ускорит глобальную промышленную модернизацию, а экологичность применения лантановых вольфрамовых электродов достигнет 90%.



ЭЛЕКТРОД WL20 CTIA GROUP LTD

Глава 8 Методы и техники обнаружения вольфрамового электрода из лантана

Качество лантанового вольфрамового электрода, который является высокоэффективным материалом для сварки и резки, напрямую влияет на качество сварного шва, стабильность дуги и эффективность производства. Методы и технологии обнаружения являются ключом к обеспечению соответствия лантановых вольфрамовых электродов международным и отечественным стандартам (таким как ISO 6848:2015, GB/T 14841), охватывающим химический состав, физические свойства, электрические свойства, механические свойства и анализ микроструктуры. В этой главе будут подробно рассмотрены испытания химического состава (содержание оксида лантана и анализ примесей), испытание физических свойств (плотность, твердость, температура плавления, теплопроводность), испытание электрических свойств (эволюция работы электронов, производительность инициации дуги, стабильность дуги), испытание механических свойств (стойкость к горению, износостойкость), анализ микроструктуры (сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифракция), выбор испытательного оборудования и калибровка (тип оборудования и техническое обслуживание), а также стандарты и спецификации испытаний (международные и отечественные стандарты).

8.1 Определение химического состава лантанового вольфрамового электрода

Испытание химическим составом используется для проверки содержания оксида лантана (La_2O_3) в вольфрамовом электроде лантана и соответствия примесных элементов для обеспечения электрических характеристик и химической стабильности электрода. Метод детектирования должен быть высокоточным и высокочувствительным, чтобы соответствовать требованиям ISO 6848:2015 и GB/T 14841 (отклонение содержания оксида лантана $\pm 0,15\%$, примеси $< 0,05\%$).

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

8.1.1 Определение содержания оксида лантана

Оксид лантана является активным ингредиентом вольфрамового электрода лантана, содержание которого (0,8%-2,2%) напрямую влияет на работу электронов и стабильность дуги. Методы детектирования должны обеспечивать точность и воспроизводимость, а общие методы включают эмиссионную спектроскопию с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES), рентгенофлуоресцентную спектроскопию (XRF) и химическое титрование.

Метод обнаружения:

МСП-ОЭС:

Принцип: После растворения образец возбуждается плазмой (6000-10000 K), излучает спектр определенной длины волны, анализирует интенсивность элемента лантана и количественно рассчитывает содержание оксида лантана.

Стремянка:

Возьмите образец электрода (0,1-0,5 г) и растворите его азотной кислотой и фтористоводородной кислотой (1:1) для приготовления раствора.

Разбавьте до 10-50 ppm с помощью воды высокой чистоты и добавьте внутренний стандарт (например, индий).

Анализ проводился на ИСП-ОЭС (длина волны 394,91 нм), расчет содержания проводился методом калибровочной кривой.

Технические параметры: предел обнаружения 0,01 ppm, точность $\pm 0,02\%$, время анализа 5-10 минут.

Преимущества: Высокая чувствительность, одновременный анализ нескольких элементов, подходит для точного обнаружения WL10, WL15 и WL20.

Ограничения: Требуется сложная предварительная обработка образцов, а стоимость оборудования высока (около 200-3 млн юаней).

РФА:

Принцип: рентгеновское возбуждение атомов образца, флуоресценция, анализ пиковой интенсивности характеристик лантана, расчет содержания.

Стремянка:

Срезы электродов или порошки прессуются в тонкие листы (диаметром 20-30 мм).

Сканирование с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора (Rh target, 50 kV) для калибровки эталона.

С помощью программного обеспечения была проанализирована линия La K α (33,44 кэВ) и рассчитано содержание оксида лантана.

Технические параметры: предел обнаружения 0,05%, точность $\pm 0,05\%$, время анализа 30 секунд - 2 минуты.

Преимущества: неразрушающий, быстрый, подходит для контроля партии на производственной линии.

Ограничения: Низкая чувствительность для образцов с низким содержанием (<1%),

требуется калибровка стандартных образцов высокой чистоты.

Химическое титрование:

Принцип: Концентрация ионов лантана определяется химической реакцией (например, сложным титрованием ЭДТА) и преобразуется содержание оксида лантана.

Стремянка:

После растворения образца добавляется буферный раствор (pH 5-6).

В качестве титранта использовали ЭДТА, а в качестве индикатора — оранжевый ксилол, а титрование проводили до изменения цвета.

Содержание лантана рассчитывается на основе потребления ЭДТА.

Технические параметры: точность $\pm 0,1\%$, время анализа 20-30 минут.

Преимущества: простое оборудование (стоимость < 100 000 юаней), подходит для малого и среднего бизнеса.

Ограничения: Операция сложная, на нее влияют мешающие элементы (такие как Fe, Al), а точность низкая.

Сценарии применения:

ICP-OES: используется в исследованиях и разработках и высокотехнологичном производстве, например, электрод WL20 (оксид лантана $2,0 \pm 0,15\%$) для аэрокосмической промышленности.

XRF: используется для мониторинга производственного процесса и быстрого определения однородности партии WL15.

Химическое титрование: для недорогих анализов, таких как рутинный контроль качества WL10.

Ключевые технологии:

Подготовка образца: Обеспечьте полное растворение, избегайте осаждения лантана и <1% погрешности разбавления раствора.

Калибровочный стандарт: Использовался стандартный образец оксида лантана высокой чистоты (>99,99%) с калибровочной кривой $R^2 > 0,999$.

Подавление интерференции: ICP-OES необходимо вычесть спектральную интерференцию вольфрамовой матрицы, а XRF необходимо скорректировать матричный эффект.

Тенденции развития:

Быстрое обнаружение: портативный РФА был разработан с временем анализа < 10 секунд для удовлетворения потребностей онлайн-мониторинга.

Высокая точность: Повышение ICP-MS (предел обнаружения 0,001 ppm) для улучшения возможностей обнаружения низкого уровня.

Автоматизация: интеграция автоматизированного отбора проб и обработки данных для повышения эффективности анализа до 50%.

8.1.2 Анализ примесных элементов

Примесные элементы (например, Fe, Si, C, O) влияют на проводимость, стойкость к окислению и стабильность дуги электрода и должны контролироваться на уровне <0,05%

(ISO 6848). Обычно используемые методы обнаружения включают ICP-OES, атомно-абсорбционную спектроскопию (AAS), инфракрасное поглощение и синтез инертного газа.

Метод обнаружения:

МСП-ОЭС:

Принцип: Детектирование оксидом лантана, одновременное детектирование Fe (238,20 нм), Si (251,61 нм) и других примесей с помощью многоволнового анализа.

Процедура: Аналогично обнаружению оксида лантана, отрегулируйте длину волны и калибровочную кривую.

Технические параметры: предел обнаружения 0,01-0,1 ppm, точность $\pm 0,01\%$, подходит для многоэлементного анализа.

Преимущества: Высокая чувствительность, анализ нескольких примесей за один раз, высокая эффективность.

Ограничения: Сложная предварительная обработка и высокая стоимость.

ААС:

Принцип: атомы образца поглощают свет определенной длины волны и определяют концентрацию Fe, Ni и других элементов.

Стремянка:

Образцы растворяют и разбавляют до 1-10 ppm.

Анализируется на ААС (Fe 248,33 нм), распылении в пламенной или графитовой печи.

Стандартный метод сложения вычисляет содержимое.

Технические параметры: предел обнаружения 0,1 ppm, точность $\pm 0,05\%$, время анализа 10 минут/элемент.

Преимущества: Стоимость оборудования низкая (около 20-500 000 юаней), подходит для обнаружения одного элемента.

Ограничения: поэлементный анализ, низкая эффективность, матричная интерференция.

Инфракрасный метод поглощения (C, S):

Принцип: Образец сжигается при высокой температуре для получения CO₂ и SO₂, а содержание определяется инфракрасным поглощением.

Стремянка:

Возьмите образец (0,5-1 г) и сожгите его в потоке кислорода (1350 °C).

Инфракрасный детектор анализирует интенсивность поглощения CO₂ (4,26 мкм).

Метод калибровочной кривой рассчитывает содержание углерода.

Технические параметры: предел обнаружения 0,001%, точность $\pm 0,005\%$, время анализа 2-5 минут.

Преимущества: быстрый, точный, подходит для обнаружения C и S.

Ограничения: Только C и S, требуется специальное оборудование (около 500 000 юаней).

Метод плавления инертным газом (O, N):

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Принцип: Образец расплавляется при высокой температуре в гелии, высвобождаются O_2 и N_2 , а также анализируется детектор теплопроводности.

Стремянка:

Возьмите образец (0,1-0,5 г) и расплавьте его в графитовом тигле ($2500^{\circ}C$).

Детектор теплопроводности определяет содержание O_2 и N_2 .

Откалибруйте стандартные результаты расчета газа.

Технические параметры: предел обнаружения 0,0005%, точность $\pm 0,002\%$, время анализа 3 минуты.

Преимущества: Высокая чувствительность, подходит для обнаружения O и N.

Ограничения: Стоимость оборудования высока (около 1 млн юаней), и оно ограничено газовыми элементами.

Сценарии применения:

ICP-OES: Для комплексного анализа примесей электродов аэрокосмической промышленности (например, $Fe < 30$ ppm).

AAS: используется в малых и средних предприятиях для обнаружения специфических примесей (например, $Si < 50$ ppm).

Инфракрасный абсорбционный метод: используется для контроля содержания углерода ($< 0,01\%$) для обеспечения стойкости к окислению.

Метод плавления в инертном газе: используется для определения содержания O ($< 0,01\%$), соответствующего стандарту GB/T 14841.

Ключевые технологии:

Калибровка подложки: ICP-OES должна вычестить интерференцию вольфрамовой матрицы, а AAS должен быть стандартным методом добавления.

Стандартные образцы: используйте стандарты, аккредитованные NIST (например, SRM 2452), чтобы обеспечить точную калибровку.

Контроль окружающей среды: В испытательном помещении должна быть постоянная температура ($20 \pm 2^{\circ}C$) и низкий уровень запыленности (уровень ISO 7).

Тенденции развития:

Быстрый многоэлементный анализ: ICP-MS популяризирован для обнаружения 50 элементов за < 5 минут.

Обнаружение в режиме реального времени: Поточный анализатор XRF был разработан для мониторинга примесей в режиме реального времени.

Обнаружение зелени: уменьшите количество кислотного растворителя и используйте технологию микроволнового сбраживания.

8.2 Испытание физических свойств лантанового вольфрамового электрода

Испытания физических свойств используются для оценки плотности, твердости, температуры плавления и теплопроводности лантановых вольфрамовых электродов, которые влияют на механическую прочность, термическую стабильность и эффективность сварки

электродов.

8.2.1 Определение плотности и твердости

Плотность ($>19,2 \text{ г/см}^3$) и твердость (400-450 HV) являются важными физическими показателями вольфрамового электрода лантана, отражающими его плотность и механическую прочность.

Тест на плотность:

Метод: метод Архимеда.

Принцип: Измерьте массу электрода в воздухе и жидкости (обычно в воде или этаноле) и рассчитайте плотность.

Стремянка:

Взвесьте сухой вес электрода (m_1) с помощью высокоточных весов (точность $\pm 0,0001 \text{ г}$).

Электрод погружали в деионизированную воду ($20 \text{ }^\circ\text{C}$, плотность $\rho_0 = 0,998 \text{ г/см}^3$) и взвешивали сырую массу (m_2).

Вычислите плотность: $\rho = m_1 / (m_1 - m_2) \times \rho_0$.

Технические параметры: точность $\pm 0,01 \text{ г/см}^3$, время измерения 1-2 минуты.

Преимущества: простота, невысокая стоимость (около 50 000 юаней оборудование), подходит для периодического тестирования.

Ограничения: Точность небольших электродов ($<0,5 \text{ мм}$) немного ниже, и поверхностное натяжение жидкости необходимо корректировать.

Определение твердости:

Метод: твердость по Виккерсу (HV).

Принцип: Алмазный индентор вдавливаются в поверхность электрода под заданной нагрузкой, измеряется диагональная длина вдавливания и рассчитывается твердость.

Стремянка:

Подготовьте срезы электродов и отполируйте до $Ra < 0,2 \text{ мкм}$.

Используйте твердомер по Виккерсу (нагрузка 5-10 Н, удержание нагрузки в течение 10 секунд).

Измерьте диагональ отступа и рассчитайте значение HV.

Технические параметры: точность $\pm 1 \text{ HV}$, время измерения 2-5 минут/точка.

Преимущество: Высокая точность, подходит для оценки однородности электродов.

Ограничения: Требуется разрушающая подготовка образцов, а количество точек испытаний ограничено.

Сценарии применения:

Тест на плотность: для контроля качества спеченных сырых тел и готовой продукции плотность $< 19,2 \text{ г/см}^3$ может иметь пористость.

Испытание на твердость: используется для проверки прочности электродов послековки и волочения, твердость $>450 \text{ HV}$ указывает на хорошую измельченность зерна.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Ключевые технологии:

Сплюсчивание образца: полировка образца во избежание поверхностных дефектов, влияющих на измерение твердости.

Калибровочный стандарт: Откалибруйте устройство с помощью блоков твердости NIST (HV400-500).

Контроль окружающей среды: температура испытательной камеры составляет $20 \pm 1^\circ\text{C}$ во избежание ошибок теплового расширения.

Тенденции развития:

Поточный контроль плотности: разработка ультразвукового плотномера, неразрушающий контроль.

Микротвердость: Продвигайте технологию наноиндентирования для анализа твердости на уровне зерен.

Автоматизация: Встроенный автоматический этап отбора образца повышает эффективность тестирования на 30%.

8.2.2 Испытание на температуру плавления и теплопроводность

Температура плавления (около 3400°C) и теплопроводность (около $100 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$) отражают высокую термостойкость и теплопроводность электрода, что влияет на его производительность при сварке сильным током.

Испытание на температуру плавления:

Методы: Высокотемпературный термический анализ (дифференциальная сканирующая калориметрия, ДСК).

Принцип: Образец нагревается и регистрируется температура плавления, соответствующая эндотермическому пику.

Стремянка:

Возьмите пробу (10-50 мг) и поместите ее в глиноземный тигель.

Под защитой газообразного аргона (расход 50 мл/мин) температуру повышали до 3500°C (скорость 10°C/мин).

Кривая ДСК записывается для определения температуры плавления.

Технические параметры: точность $\pm 5^\circ\text{C}$, время анализа 30-60 минут.

Преимущества: высокая точность, подходит для проверки НИОКР.

Ограничения: Оборудование стоит дорого и не подходит для рутинных испытаний.

Испытание на теплопроводность:

Метод: Метод лазерной вспышки.

Принцип: Лазерный импульс нагревает одну сторону образца, а инфракрасный детектор измеряет повышение температуры с другой стороны для расчета теплопроводности.

Стремянка:

Подготовьте секции электродов (диаметр 10 мм, толщина 2 мм).

Протестировано на лазерном измерителе вспышек ($100-1000^\circ\text{C}$, аргоновая защита).

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Теплопроводность ($\lambda = \alpha \times \rho \times C_p$) была рассчитана с помощью программного обеспечения.

Технические параметры: точность $\pm 3\%$, время измерения 1-3 минуты.

Преимущества: Быстрый, неразрушающий, подходит для анализа высокотемпературных характеристик.

Ограничения: требуются тонкие образцы, а стоимость оборудования высокая (около 2 млн юаней).

Сценарии применения:

Тест на температуру плавления: используется для проверки новых электродов в исследованиях и разработках, таких как легирование композитов.

Испытание на теплопроводность: используется для оценки производительности электродов плазменной резки (например, WL20).

Ключевые технологии:

Защита от высоких температур: для предотвращения окисления образца используется газообразный аргон высокой чистоты ($> 99,999\%$).

Калибровочный стандарт: Для калибровки используются монокристаллы вольфрама (температура плавления 3410°C) и медь (теплопроводность $400 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$).

Обработка данных: Граничные эффекты теплопроводности корректируются с помощью конечно-элементной модели.

Тенденции развития:

Испытание при высоких температурах: разработка испытательного оборудования при температуре выше 4000°C для адаптации к новым материалам.

Бесконтактное измерение: Стимулирование тестирования теплопроводности в инфракрасной термографии.

Многopараметрические испытания: интегрируйте испытания на температуру плавления, теплопроводность и тепловое расширение.

8.3 Испытание электрических характеристик лантанового вольфрамового электрода

В ходе испытания электрических характеристик оцениваются электронная работа лантанового вольфрамового электрода, эффективность инициирования дуги и стабильность дуги, что непосредственно определяет его производительность при сварке TIG и плазменной сварке.

8.3.1 Измерение электронной производной работы

Работа электронов ($2,6\text{-}3,2 \text{ эВ}$) является основным электрическим параметром вольфрамового электрода лантана, отражающим его способность излучать электроны, а низкая работа убегания способствует образованию дуги малого тока.

Метод: Термоэлектронный эмиссионный метод.

Принцип: Нагрейте электрод до высокой температуры ($1000\text{-}2000^\circ\text{C}$), измерьте ток излучения

и рассчитайте работу убегания электронов.

Стремянка:

Поместите электрод в вакуумную камеру ($<10^{-5}$ Па) и нагрейте до 1500°C .

Подается электрическое поле (100-500 В/см) и регистрируется ток излучения (1-100 мкА).

Функция работы вычисляется с помощью уравнения Ричардсона-Душмана: $J = A T^2 \exp(-\phi/kT)$.

Технические параметры: точность $\pm 0,05$ эВ, время испытания 10-20 минут.

Преимущество: Он напрямую отражает электрические характеристики электрода, который подходит для исследований и разработок.

Ограничения: требуется вакуумная среда, а оборудование сложное (около 3 млн юаней).

Сценарий применения: Используется для проверки производительности электродов WL20, чтобы убедиться, что < мощности утечки составляет 2,8 эВ.

Ключевые технологии:

Контроль вакуума: уровень вакуума составляет $<10^{-6}$ Па для предотвращения кислородных помех.

Калибровка температуры: Используйте оптический пирометр (точность $\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Измерение тока: пикоамперметр с чувствительностью < 1 пА.

Тенденции развития:

Быстрое измерение: Разработка метода испытания атмосферным давлением со временем < 5 минут.

Мониторинг в режиме реального времени: интегрированная производственная линия, определение результатов работы в режиме реального времени.

Теоретическое моделирование: В сочетании с расчетом DFT можно прогнозировать работу побега, снизить стоимость эксперимента.

8.3.2 Испытание производительности дуги

Характеристики зажигания дуги отражают способность электрода к воспламенению при низких токах (10-50 ампер), при этом предпочтительно время зажигания дуги $< 0,5$ секунды (ISO 6848).

Метод: Имитация сварочного испытания.

Принцип: Время загорания дуги и напряжение между электродом и заготовкой измеряются на сварочном аппарате TIG.

Стремянка:

Используется сварочный аппарат TIG (катод постоянного тока, аргоновая защита, расход 10 л/мин).

Ток устанавливается на уровне 10-50 ампер, а расстояние между наконечником электрода и

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

заготовкой (нержавеющая сталь) составляет 2 мм.

Записывайте время зажигания дуги (от подачи питания до стабилизации дуги) и напряжение дуги.

Технические параметры: точность времени $\pm 0,01$ секунды, точность напряжения $\pm 0,1$ В, время испытания 1-2 минуты.

Преимущество: Моделирование реальных условий работы и интуитивно понятные результаты.

Ограничения: Немного менее воспроизводимый в зависимости от материала заготовки и чистоты газа.

Сценарий применения: используется для тестирования производительности сварки тонких пластин WL10, время запуска дуги $< 0,4$ секунды.

Ключевые технологии:

Наконечник электрода: Отшлифован под углом конуса 45° для обеспечения однородности.

Сбор данных: Используйте высокоскоростной осциллограф (частота дискретизации > 10 кГц).

Контроль окружающей среды: чистота аргона $> 99,999\%$ во избежание окисления.

Тенденции развития:

Испытание микротока: разработано испытание дугой < 1 ампер для удовлетворения требований микросварки.

Автоматизация: встроенная роботизированная сварочная станция повышает эффективность испытаний на 50%.

Моделирование нескольких условий: охватывает тестирование как переменного, так и импульсного тока.

8.3.3 Испытание на устойчивость дуги

Стабильность дуги отражает колебания напряжения и тока электрода в процессе сварки, предпочтительно $\leq \pm 0,5$ В (ISO 6848).

Метод: Имитация сварочного испытания.

Принцип: Запись колебаний напряжения дуги при постоянном токе и оценка стабильности.

Стремянка:

Используйте аппарат для сварки TIG (постоянный ток, 100-200 ампер, аргон 10 л/мин).

Электрод удерживается на расстоянии 3 мм от заготовки (нержавеющая сталь) и сваривается в течение 5 минут.

Используйте осциллограф для записи колебаний напряжения и вычисления стандартного отклонения.

Технические параметры: погрешность напряжения $\pm 0,01$ В, частота дискретизации > 1 кГц, время испытания 5-10 минут.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Преимущество: Напрямую отражает производительность сварки, подходит для контроля качества.

Ограничения: Зависит от формы наконечника электрода и расхода газа.

Сценарий применения: используется для проверки сварки WL15 в аэрокосмической отрасли, колебания напряжения $\leq \pm 0,4$ В.

Ключевые технологии:

Консистенция наконечника: равномерный угол конуса наконечника (30-45°) уменьшает снос.

Анализ данных: Анализируйте частоту колебаний напряжения с помощью БПФ.

Защитный газ: Обеспечивает стабильный расход аргона ($\pm 0,1$ л/мин).

Тенденции развития:

Высокочастотные испытания: Разработка испытаний на стабильность переменного тока и высокочастотной импульсной дуги.

Мониторинг в режиме реального времени: интегрированная система обнаружения производственной линии в режиме реального времени.

Аналитика на основе искусственного интеллекта: прогнозируйте стабильность дуги с помощью машинного обучения.

8.4 Испытание механических свойств лантанового вольфрамового электрода

В ходе испытаний на механические свойства оценивается стойкость к выгоранию и износостойкость лантановых вольфрамовых электродов, которые влияют на срок службы и стоимость использования.

8.4.1 Испытание на огнестойкость

Сопротивление горению отражает расход наконечника электрода при работе с высокотемпературными дугами, при этом предпочтительно расход наконечника $< 0,3$ мм/ч (200 А, ISO 6848).

Метод: Имитация сварочного испытания.

Принцип: Измерение потери длины наконечника электрода при сильноточной сварке для оценки сопротивления горению.

Стремянка:

Использовался сварочный аппарат TIG (DC 200 А, аргон 12 л/мин).

Наконечник электрода отшлифован под углом конуса 45° и на расстоянии 3 мм от заготовки из нержавеющей стали.

Непрерывная сварка в течение 1 ч с использованием микроскопа для измерения потери длины наконечника.

Технические параметры: точность измерения $\pm 0,01$ мм, время испытания 1 час.

Преимущество: надежные результаты моделирования реальных условий.

Ограничения: Длительное время тестирования и низкая эффективность.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Сценарий применения: используется для верификации электродов плазменной резки WL20, расход $< 0,25$ мм/ч.

Ключевые технологии:

Контроль наконечника: Убедитесь, что начальный угол конуса постоянен (отклонение $< \pm 2^\circ$).

Микроскопические измерения: с помощью цифрового микроскопа (100-кратное увеличение) с точностью до $\pm 0,005$ мм.

Стабильные условия работы: управляющий ток (± 1 ампер) и расход газа ($\pm 0,1$ л/мин).

Тенденции развития:

Экспресс-тест: разработка метода 30-минутного испытания на огнестойкость.

Моделирование высоких температур: испытайте условия работы выше 500 ампер для удовлетворения потребностей в резке.

Автоматизация: встроенное распознавание изображений для автоматического измерения потерь наконечника.

8.4.2 Испытание на стойкость к истиранию

Стойкость к истиранию отражает характеристики износа поверхности электрода во время волочения и использования, влияя на его срок службы и качество поверхности.

Метод: Испытание на трение и износ.

Принцип: Измерьте потерю массы электрода или глубину следа износа при определенной нагрузке и трении.

Стремянка:

Используется машина для испытаний на трение и износ (абразивный материал – карбид с нагрузкой 10 Н).

Образец электрода (длина 20 мм) растирали 1000 раз со скоростью 5 м/мин.

Измерение потерь массы (точность весов $\pm 0,0001$ г) или глубины следов износа (профилометр).

Технические параметры: точность потери массы $\pm 0,1$ мг, глубина измельчения $\pm 0,1$ мкм, время испытания 20-30 минут.

Преимущества: Количественная износостойкость, пригодность для управления производством.

Ограничения: Существует разница между смоделированными условиями работы и фактическим использованием.

Сценарий применения: Используется для проверки качества поверхности волочильных электродов WL15.

Ключевые технологии:

Управление нагрузкой: сервосистема гарантирует, что отклонение нагрузки $< \pm 0,1$ Н.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Предварительная обработка поверхности: образцы полируются до $Ra < 0,2$ мкм.

Контроль окружающей среды: влажность в испытательной комнате составляет $< 50\%$ во избежание окисления.

Тенденции развития:

Испытание на микроабразивность: Разработка наноразмерного анализа истирания микроэлектродов.

Моделирование в нескольких случаях: охватывает условия сухого трения и смазки.

Контроль в режиме реального времени: встроен в производственную линию по производству чертежей для контроля износа в режиме реального времени.

8.5 Анализ микроструктуры вольфрамового электрода из лантана

Анализ микроструктуры используется для изучения размера зерен, фазового распределения и дефектов вольфрамовых электродов лантана, а также для выявления микроскопического механизма его работы.

8.5.1 Анализ методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ)

СЭМ используется для наблюдения за рельефом поверхности, размером зерна (10-20 мкм) и распределением оксида лантана на электроде.

Принцип: Электронный пучок сканирует образец, собирает вторичные электроны или обратно рассеянные электроны и генерирует изображение с высоким разрешением.

Стремянка:

Секции электродов подготавливаются, полируются и очищаются этанолом.

Наблюдайте на РЭМ (ускоряющее напряжение 10-20 кВ, вакуум $< 10^{-5}$ Па).

Распределение оксида лантана анализировалось с помощью энергодисперсионного спектрометра (ЭДС).

Технические параметры: разрешение 1 нм, увеличение 100-10 000х, время анализа 10-30 минут.

Преимущества: Высокое разрешение в сочетании с EDS для обеспечения распределения элементов.

Ограничения: требуется вакуумная среда, а оборудование стоит дорого (около 5 млн юаней).

Сценарий применения: Используется для анализа однородности зерна и легирования спеченного тела WL20.

Ключевые технологии:

Подготовка образца: Полируется до $Ra < 0,1$ мкм во избежание артефактов.

Калибровка EDS: содержание элементов корректируется с помощью стандартного образца (La_2O_3).

Обработка изображения: Гранулометрическое распределение было проанализировано с помощью ImageJ.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Тенденции развития:

Анализ in situ: Разработка высокотемпературного СЭМ для наблюдения за процессом выгорания электродов.

3D-визуализация: продвигайте FIB-SEM и реконструируйте внутренние структуры.

Автоматизация: автоматическая идентификация зерна и дефектов с помощью искусственного интеллекта.

8.5.2 Анализ рентгеновской дифракции (XRD)

Дифрактометр используется для анализа кристаллической структуры, фазового состава и остаточных напряжений электродов.

Принцип: рентгеновские лучи химически связаны с кристаллами, создавая дифракционные картины и анализируя кристаллические фазы и размеры зерен.

Стремянка:

Подготовьте электродные порошки или срезы, вымойте и высушите.

Анализ проводился на дифрактометре (Cu K α , 40 кВ, диапазон сканирования 10-80°).

Используйте программное обеспечение Jade для сравнения PDF-карт для определения фазового состава.

Технические параметры: разрешение 0,01°, время анализа 30-60 минут.

Преимущество: Неразрушающий, подходит для фазового анализа и измерения напряжений.

Ограничения: Низкая чувствительность к следовой фазе (<1%), высокая стоимость оборудования (около 2 млн юаней).

Сценарий применения: Фазовый анализ вольфрама и оксида лантана для кованных электродов WL15.

Ключевые технологии:

Калибровочный стандарт: коррекция угла 2 θ с использованием стандартного образца Si (NIST SRM 640).

Разделение пиков: Ритвельд был использован для уточнения содержания аналитической фазы.

Измерение напряжений: Остаточные напряжения рассчитываются с использованием метода $\sin^2\psi$.

Тенденции развития:

Быстрый дифрактометр: разработка дифрактометра с синхротронным излучением со временем анализа < 10 минут.

Микроанализ: Повышение микрофокусной дифракции и точности субэвакуляции.

Интеллектуальный: автоматическое определение фазовых состояний с помощью машинного обучения.

8.6 Выбор и калибровка оборудования для испытания лантановых электродов

Выбор и калибровка испытательного оборудования является ключом к обеспечению

точности данных испытаний, включая тип оборудования, эксплуатационные параметры и требования к техническому обслуживанию.

8.6.1 Тип испытательного оборудования

Химический состав: ICP-OES (Thermo Fisher iCAP 7400), XRF (Bruker S8 Tiger), AAS (Beijing Haiguang), инфракрасный абсорбционный прибор (LECO CS-600), анализатор инертных газов (ELTRA ONH-2000).

Физические свойства: плотномер (Mettler Toledo MS204S), твердомер по Виккерсу (AGI HV-50), ДСК (Netzsch STA 449 F3), лазерный измеритель теплопроводности (LFA 457).

Электрические характеристики: Тестер утечки электронов (по индивидуальному заказу), Симуляционная паяльная станция (OTC TIG-300), Измеритель проводимости (Keithley 2401).

Механические свойства: тестер трения и износа (WJT-1000), микроскоп (Zeiss Axio Observer).

Микроструктура: SEM-EDS (FEI Quanta 250), XRD (Rigaku D/max-2500).

Выбирают:

Требуемая точность: ICP-OES (0,01 ppm) для аэрокосмической промышленности и XRF (0,05%) для обычного производства.

Контроль затрат: AAC для малых и средних предприятий, ИСП-МС для крупных предприятий.

Масштаб производства: Для массового производства требуется автоматизированное оборудование (например, автоматическая выборка ICP-OES) и SEM с высоким разрешением для исследований и разработок.

8.6.2 Калибровка и обслуживание

Калибровка:

Химический состав: калибровочная кривая $R^2 > 0,999$ с использованием стандартных образцов NIST (SRM 2452 вольфрам, SRM 1075a оксид лантана).

Физические свойства: стандартные гири для плотномера ($\pm 0,0001$ г), блоки HV400 для твердомера.

Электрические свойства: стандартное сопротивление ($\pm 0,01$ Ω) для паяльной станции, калибровочное напряжение рабочего выходного тестера ($\pm 0,1$ В).

Микроструктура: Разрешение СЭМ калибруется с помощью образца золотого стандарта, а стандарт Si калибруется с углом 2θ для дифрактометра.

Цикл: Ежемесячная калибровка, еженедельный осмотр ключевого оборудования.

Содержание:

Очистка: ежемесячная чистка инъекционной трубки ICP-OES, еженедельная чистка пистолета SEM.

Замена расходных материалов: мишени XRF заменяются каждые 2 года, а инденторы

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

твердомера проверяются каждые 5000 раз.

Окружающая среда: постоянная температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$, влажность $< 60\%$, чистота ISO 7.

Записи: электронные журналы технического обслуживания для отслеживания причин сбоев.

Тенденции развития:

Автоматическая калибровка: Разработайте систему самокалибровки для сокращения ручного управления.

Дистанционное обслуживание: мониторинг состояния оборудования в режиме реального времени с помощью Интернета вещей снижает частоту отказов на 30%.

Экологичное обслуживание: уменьшите количество чистящего растворителя и используйте экологически чистые расходные материалы.

8.7 Стандарты и технические условия испытаний прометиевых электродов из лантана

Стандарты испытаний обеспечивают единую спецификацию методов испытаний и обеспечивают сопоставимость и соответствие результатов испытаний.

8.7.1 Международные стандарты испытаний

Стандарт ISO 6848:2015:

Содержание теста: химический состав (ICP-OES, $\pm 0,15\%$), физические свойства ($> 19,2 \text{ г/см}^3$), электрические свойства (работа 2,6-3,2 эВ), внешний вид ($Ra < 0,4 \text{ мкм}$).

Методы испытаний: ICP-OES, XRF лучи, имитация сварки, микроскопический контроль.

Требования: 5%-10% отбора проб на партию, процент прохождения $> 99\%$.

AWS A5.12:2009:

Содержание теста: химический состав ($\pm 0,2\%$), производительность дуги (колебания напряжения $\leq \pm 0,4 \text{ В}$), размер ($\pm 0,02 \text{ мм}$).

Методы испытаний: сварочный тест (AWS D1.1), XRF, микрометр.

Требования: Сертифицированное лабораторное тестирование AWS, полная документация.

EN 26848:1991:

Условия испытаний: химический состав, соответствие экологическим нормам (RoHS), электрические характеристики (напряжение дуги $< 12 \text{ В}$).

Методы испытаний: ICP-MS, СВАРОЧНОЕ ИСПЫТАНИЕ EN 287, анализ поверхности.

Требования: сертификация CE, предпочтительны испытания на защиту окружающей среды.

8.7.2 Требования к испытаниям внутри страны

GB/T 14841:2008:

Обнаружение: оксид лантана ($\pm 0,15\%$), примеси ($O < 0,01\%$), плотность ($> 19,2 \text{ г/см}^3$), время начала дуги ($< 0,4 \text{ секунды}$).

Методы испытаний: ААС, инфракрасное поглощение, метод Архимеда, имитация сварки.

Требования: 10% отбора проб на партию, обязательно.

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

JB/T 4730:2005:

Содержание теста: химические, физические, электрические свойства, оценка качества.

Методы испытаний: ICP-OES, определение твердости, испытание на сваривание, микроскопическое исследование.

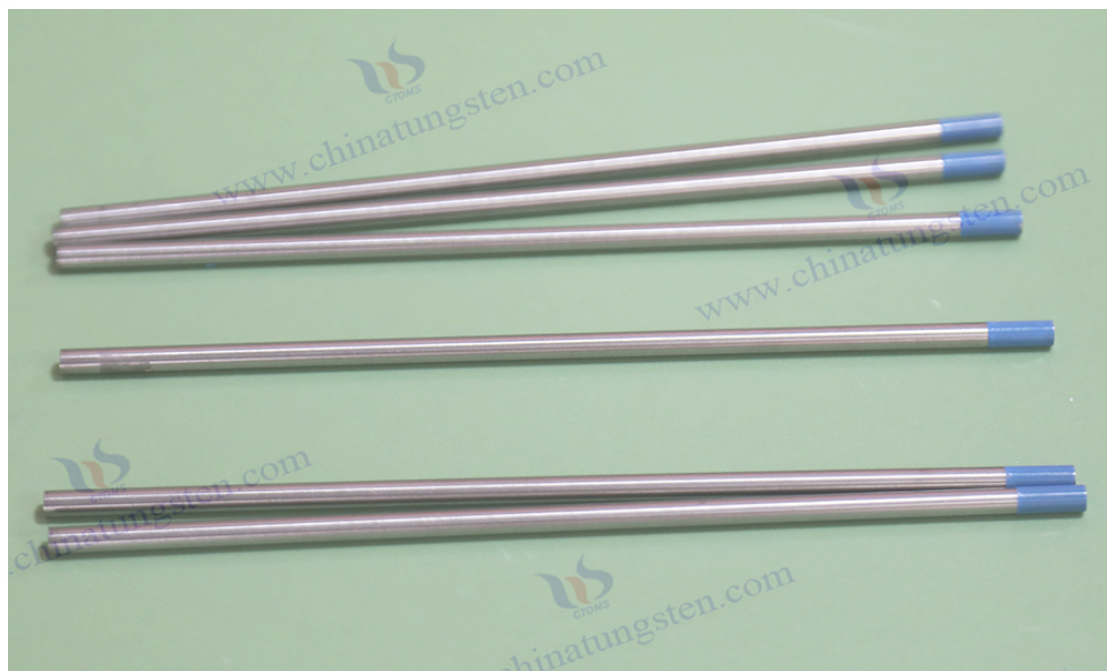
Требования: Предоставить отчет об осмотре, отбор проб 5%-10%.

Тенденции развития:

Обновление стандарта: ISO 6848 и GB/T 14841 планируется пересмотреть в 2025 году, чтобы добавить микросварку и испытания на воздействие окружающей среды.

Интеллектуальная стандартизация: продвижение стандартов тестирования ИИ и повышение эффективности обнаружения на 50%.

Интернационализация: Уровень взаимного признания между GB/T 14841 и ISO 6848 составляет 95%.



ЭЛЕКТРОД WL20 CTIA GROUP LTD

1

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

Глава 9 Тенденции развития и проблемы лантанового вольфрамового электрода

В качестве высокоэффективного материала для сварки и резки, лантановые вольфрамовые электроды широко используются в аэрокосмической, атомной промышленности, автомобилестроении и электронной промышленности. В связи с растущим мировым спросом на высокоточную сварку и экологичное производство технологии и рынок лантановых вольфрамовых электродов претерпевают быстрые изменения. В этой главе будут подробно рассмотрены тенденции технологического развития лантановых вольфрамовых электродов (новые технологии легирования, исследования и разработки высокоэффективных электродов, экологически безопасные производственные процессы), рыночные тенденции (спрос на мировом и внутреннем рынках) и вызовы (затраты на сырье, экологические нормы, международная конкуренция).

9.1 Тенденции технического развития лантанового вольфрамового электрода

Технический прогресс является основной движущей силой развития индустрии лантановых вольфрамовых электродов, включая новые технологии легирования, исследования и разработки высокоэффективных электродов, а также продвижение экологически чистых производственных процессов. Эти тенденции направлены на улучшение характеристик электродов, снижение производственных затрат и соответствие мировым экологическим нормам.

9.1.1 Разработка новых технологий допинга

Легирующая технология является ключом к оптимизации характеристик лантаново-вольфрамовых электродов, и новая легирующая технология может еще больше улучшить работу электронной эволюции, стабильность дуги и противогорающие характеристики за счет введения сложных оксидов, наночастиц или многолегирующих систем.

Техническое направление:

Композитное легирование: Другие оксиды редкоземельных элементов (такие как CeO_2 , Y_2O_3 , ZrO_2) добавляются к оксиду лантана (La_2O_3) для образования мультилегированной системы. Например, композитное легирование $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2(1:1)$ может снизить работу электронов до 2,5 эВ и улучшить характеристики инициирования дуги на 20%.

Нанолегирование: наноразмерный оксид лантана (размер частиц <50 нм) или нанокompозитные частицы (такие как $\text{La}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$) используются для улучшения однородности легирования (отклонение $<2\%$), усиления эффекта измельчения зерна и уменьшения размера зерна до 5-10 микрон.

Жидкофазное легирование: оксид лантана равномерно диспергируется в вольфрамовом порошке методом мокрого химического синтеза (например, золь-гель методом), заменяя традиционную сухую шаровую мельницу, улучшая однородность на 30% и снижая скорость сегрегации до $<1\%$.

Технические преимущества:

Повышение производительности: время запуска дуги композитного легированного электрода

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

(например, WL15+Ce) уменьшается до 0,3 секунды при низком токе (<10 A), а стабильность дуги улучшается на 15% (колебания напряжения $\pm 0,3$ В).

Увеличенный срок службы: на 20% увеличена стойкость к выгоранию нанолегированных электродов, а расход наконечника снижен до 0,2 мм/ч (200 A, ISO 6848).

Оптимизация процесса: легирование жидкой фазой сокращает время измельчения на 50% и потребление энергии на 30%, что делает его пригодным для крупносерийного производства.

Ключевые технологии:

Получение наночастиц: наночастицы оксида лантана получали методом плазменного напыления или химического осаждения из газовой фазы (CVD) с точностью контроля размера частиц ± 5 нм.

Равномерность легирования: Распределение оксидов контролировали с помощью сканирующей электронной микроскопии высокого разрешения (SEM-EDS) с отклонением $<2\%$.

Управление технологическим процессом: Разработка интеллектуальной системы дозирования для точного контроля коэффициента легирования ($\pm 0,01\%$) для улучшения однородности партии.

Тенденции развития:

Многомерная система легирования: разработка тройного или четвертичного легирования (например, $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2+\text{Y}_2\text{O}_3$) для оптимизации комплексных характеристик электрода.

Интеллектуальное легирование: интегрированный алгоритм искусственного интеллекта, оптимизация параметров допинга в режиме реального времени, однородность увеличена на 50%.

Недорогая технология: Продвижение мокрого легирования для замены высокоэнергетических шаровых мельниц, снижение затрат на 20-30%.

9.1.2 НИОКР в области высокоэффективных лантановых вольфрамовых электродов

Высокопроизводительные лантановые вольфрамовые электроды предназначены для высокотехнологичных применений, таких как аэрокосмическая промышленность, атомная промышленность и микросварка, с акцентом на улучшение слаботочной дуговой дуги, сверхвысокой устойчивости к выгоранию и качества поверхности.

Техническое направление:

Электрод для микросварки: Разработка электрода сверхтонкого диаметра (0,1-0,5 мм) для удовлетворения потребностей микроплазменной сварки в полупроводниках и медицинских устройствах с током дуги < 1 ампер и напряжением < 10 В.

Сильноточный электрод: Для плазменной резки (>500 A) был разработан высокопротоивоожоговый электрод с расходом наконечника $< 0,5$ мм/час и увеличением срока службы на 30%.

Оптимизация поверхности: благодаря лазерной полировке или плазменной обработке шероховатость поверхности снижается до $Ra < 0,1$ микрона, а стабильность дуги улучшается на 10%.

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Технические преимущества:

Производительность микропайки: время запуска дуги ультратонкого электрода составляет < 0,2 секунды при 0,5 ампера, что подходит для пайки чип-пакетов.

Высокая стойкость к току: высокопроизводительный электрод WL20 работает непрерывно в течение 10 часов при силе тока 500 ампер с деформацией наконечника < 0,3 мм.

Качество поверхности: сверхнизкая шероховатость снижает дрейф дуги и снижает частоту дефектов сварного шва на 20%.

Ключевые технологии:

Сверхтонкое волочение: Разработка алмазной формы (точность апертуры $\pm 0,005$ мм) для получения электродов толщиной 0,1 мм.

Высокотемпературное спекание: горячее изостатическое прессование (HIP, 2000°C, 200 МПа) плотностью 99,8% для устранения микропор.

Обработка поверхности: С помощью лазерной микрообработки глубина полировки контролируется < 1 мкм.

Тенденции развития:

Ультрамикроэлектрод: разработан < электродом толщиной 0,1 мм для удовлетворения потребностей наноразмерной сварки.

Многофункциональные электроды: Исследование и разработка композитных электродов, учитывающих микросварку и высокоточную резку.

Интеллектуальные НИОКР: моделирование производительности электродов с помощью машинного обучения для сокращения цикла НИОКР на 50%.

9.1.3 Продвижение экологически чистых производственных технологий

Экологически чистый производственный процесс отвечает глобальной тенденции «зеленого» производства, направлен на снижение энергопотребления, сокращение выбросов и повышение эффективности использования ресурсов в соответствии с директивой ЕС RoHS и политикой «зеленого» производства Китая (GB/T 26572).

Техническое направление:

Агломерация с низким энергопотреблением: при использовании индукционного нагрева или микроволнового спекания температура составляет 2000°C, потребление энергии снижается на 30%, а выброс выхлопных газов уменьшается на 50%.

Переработка лома: Разработана замкнутая система переработки с коэффициентом восстановления >85% для отходов вольфрамового порошка и отработанных электродов и коэффициентом восстановления >80% для оксида лантана.

Экологичная очистка: используйте сверхкритические CO₂ или чистящие средства на водной основе вместо химических растворителей, сокращая выбросы отработанных жидкостей на 70%.

Технические преимущества:

Энергосбережение и сокращение выбросов: потребление энергии при микроволновом

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

спекании снижается до 500 кВтч/т, а выбросы $\text{CO}_2 < 0,5$ т/т электрода.

Ресурсосбережение: переработка лома снижает затраты на сырье на 20% и отвечает требованиям экономики замкнутого цикла.

Соответствие экологическим нормам: Экологичная уборка соответствует нормам EC REACH, а содержание тяжелых металлов в сточных водах $< 0,1$ мг/л.

Ключевые технологии:

Оптимизация спекания: Многоступенчатый контроль температуры (скорость нагрева $500^\circ\text{C}/\text{ч}$) используется для снижения потерь тепла.

Процесс восстановления: Технология кислотного выщелачивания-экстракции используется для извлечения вольфрама с чистотой $> 99,95\%$.

Управление очисткой: сверхкритическое давление CO_2 контролируется на уровне 10-15 МПа, а эффективность очистки составляет $>99\%$.

Тенденции развития:

Процесс с нулевым уровнем выбросов: разработка полностью электрической технологии спекания с выбросами выхлопных газов $< 0,01$ мг/м³.

Экономика замкнутого цикла: Продвигайте весь процесс переработки, а коэффициент использования ресурсов достигает 95%.

Зеленая сертификация: Создание глобальной единой системы сертификации зеленых электродов в соответствии со стандартом ISO 14001.

9.2 Тенденции развития рынка лантанового вольфрамового электрода

Рынок лантановых вольфрамовых электродов обусловлен глобальным спросом на сварку, региональным экономическим развитием и технологическим прогрессом, демонстрируя тенденцию быстрого роста и региональной дифференциации.

9.2.1 Анализ спроса на мировом рынке

Объем рынка:

Согласно отчету о мировом рынке вольфрамовых электродов за 2023 год, объем рынка лантановых вольфрамовых электродов вырастет с 1 миллиарда долларов в 2015 году до 1,8 миллиарда долларов в 2023 году, при этом среднегодовой темп роста составит 8,5%.

Ожидается, что с 2025 по 2030 год рынок достигнет 2,5 млрд долларов, что обусловлено аэрокосмической промышленностью (30%), автомобилестроением (25%) и энергетической промышленностью (20%).

Региональное распространение:

Северная Америка: 30% мирового рынка, основной спрос приходится на аэрокосмическую промышленность (Boeing, NASA) и энергетику (сварка труб API 1104). Преобладают электроды, сертифицированные AWS A5.12, такие как Lincoln Electric.

Европа: 25%, спрос сосредоточен в автомобильной (Volkswagen, BMW) и атомной промышленности (EDF, Франция). Стандарты EN 26848 и RoHS способствовали замене триум-вольфрамовых электродов, на которые приходится 45% рынка.

Азиатско-Тихоокеанский регион: 40%, основными рынками являются Китай, Япония и Южная Корея. На долю Китая приходится 60% рынка Азиатско-Тихоокеанского региона, он извлекает выгоду из проектов «Пояса и пути» и спроса на аэрокосмическую промышленность (C919).

Драйверы:

Технологические достижения: Высокопроизводительные электроды, такие как WL20, удовлетворяют потребности микросварки и плазменной резки, увеличивая долю рынка на 20%.

Экологические нормы: Регламенты ЕС RoHS и REACH ограничивают использование ториево-вольфрамовых электродов, а спрос на лантановые вольфрамовые электроды увеличился на 30%.

Строительство инфраструктуры: Глобальные проекты в области новой энергетики (ветроэнергетика, атомная энергетика) и высокоскоростных железных дорог увеличились, а спрос на сварку увеличился на 10% по сравнению с прошлым годом.

Вызов:

Рынки высокого класса (например, аэрокосмическая промышленность) предъявляют высокие требования к качеству, а технический уровень малых и средних предприятий трудно удовлетворить.

Различия в региональных стандартах (ISO, AWS, EN) увеличивают затраты предприятий на соблюдение нормативных требований на 5–10%.

Колебания цен на сырье (цены на вольфрам выросли на 15% в 2023 году) влияют на конкурентоспособность затрат.

Тенденции развития:

Премиальность: Спрос на WL20 на аэрокосмическом и полупроводниковом рынках увеличился на 15%, что привело к разработке высокоэффективных электродов.

Региональная экспансия: Ожидается, что рынки Азиатско-Тихоокеанского региона, особенно в Индии и Юго-Восточной Азии, вырастут на 12%, что выиграет от переноса производства.

Интеграция цепочек поставок: Транснациональные компании интегрируют свои цепочки поставок путем слияний и поглощений, увеличивая концентрацию рынка на 10%.

9.2.2 Перспективы внутреннего рынка

Объем рынка:

Китай является крупнейшей в мире страной по ресурсам вольфрама, объем рынка лантановых вольфрамовых электродов в 2023 году составит около 600 миллионов долларов США, что составляет 33% от общего объема в мире, со среднегодовым темпом роста 10%.

Ожидается, что в период с 2025 по 2030 год внутренний рынок достигнет 1 миллиарда долларов США, что составит 40% от общемирового объема, что обусловлено спросом на аэрокосмическую, атомную энергетику и высокоскоростные железные дороги.

Приложений:

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Аэрокосмическая промышленность: C919, ARJ21 и другие проекты требуют электродов WL20 с ежегодным увеличением на 15% в соответствии со стандартом GJB 1718.

Атомная промышленность: Для строительства АЭС «Хуалун No1» и АЭС CAP1400 требуются электроды WL15, на долю которых приходится 30% доли рынка.

Высокоскоростные железные дороги и суда: потребность в сварке для высокоскоростных железнодорожных вагонов и судов на сжиженном природном газе составляет WL10 с темпом роста 12% в соответствии со стандартами TB/T 2653 и CCS.

Электронная промышленность: спрос на оборудование 5G и производство чипов для ультратонких электродов (<0,5 мм), рост рынка на 20%.

Конкурентная среда:

Отечественные предприятия занимают 70% рынка и прошли сертификацию GB/T 14841, с очевидными ценовыми преимуществами (на 20% ниже, чем импорт).

Международные бренды занимают 30% рынка высокого класса и полагаются на сертификаты AWS и EN.

Малые и средние предприятия занимают рынок нижнего ценового сегмента за счет недорогого производства WL10 с рентабельностью 5-10%.

Драйверы:

Политическая поддержка: «14-й пятилетний план» Китая способствует развитию высокотехнологичного производства, а спрос на лантановые вольфрамовые электроды увеличился на 15%.

Рост экспорта: Проект «Один пояс, один путь» способствовал экспорту электродов с ежегодным ростом на 20%, а на рынки Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока пришлось 50%.

Модернизация технологий: отечественное оборудование (например, микроволновая печь для спекания) снижает себестоимость продукции на 10% и повышает конкурентоспособность.

Тенденции развития:

Местное производство: Ожидается, что рыночная доля отечественных электродных марок достигнет 80%, а зависимость от импорта снизится до 10%.

Зеленое производство: рыночная доля предприятий по сертификации зеленого производства увеличилась до 50%.

Интеллектуальное применение: Интеллектуальное сварочное оборудование (например, безрецептурные роботы) привело к увеличению спроса на WL15 на 15%.

9.3 Проблемы лантановых вольфрамовых электродов

Несмотря на то, что рынок лантановых вольфрамовых электродов имеет широкие перспективы, он сталкивается с проблемами, связанными со стоимостью сырья, экологическими нормами и международной конкуренцией, и ему необходимо принять целенаправленные стратегии для их решения.

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 (La_2O_3). 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_2O_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

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

9.3.1 Контроль стоимости сырья

Вызов:

Колебания цен на вольфрам: в 2023 году цена на вольфрамовый концентрат вырастет на 15% (около 20 000 юаней/тонну), а себестоимость производства электродов увеличится на 10-20%.
Стоимость оксида лантана: цена оксида лантана высокой чистоты (>99,99%) составляет около 50 000 юаней/тонну, что составляет 30% стоимости электрода, а цена нанооксида лантана выше (100 000 юаней/тонну).

Риски в цепочке поставок: на долю Китая приходится 80% мировых ресурсов вольфрама, но экспортные ограничения и геополитика влияют на стабильность цепочки поставок.

Стратегии преодоления:

Интеграция ресурсов: снижение затрат на сырье на 15% за счет вертикальной интеграции.

Альтернативные материалы: Разработка электродов с низким содержанием лантана (например, WL05, 0,5% La₂O₃) для снижения затрат на 20%.

Вторичная переработка: Содействие переработке отходов вольфрама (коэффициент извлечения >85%) и снижение стоимости сырья на 10-15%.

Тенденции развития:

Экономика замкнутого цикла: уровень переработки лома 95% и снижение затрат на 30%.

Альтернативное легирование: Разработка недорогих оксидов (например, CeO₂) для замены частичного оксида лантана.

Интеллектуальные закупки: прогнозируйте цены на вольфрам с помощью больших данных и оптимизируйте сроки закупок.

9.3.2 Ограничения, связанные с правилами охраны окружающей среды

Вызов:

Международные нормы: Регламенты ЕС RoHS и REACH ограничивают использование ториево-вольфрамовых электродов, увеличивая стоимость соответствия лантановых вольфрамовых электродов на 10% (например, сертификация CE).

Внутренние нормы: Комплексный стандарт выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Китая (GB 16297) требует выбросов пыли < 0,1 мг/м³, а стоимость модернизации оборудования для спекания и измельчения составляет около 5 млн юаней.

Переработка отходов: Очистка отработанных жидкостей и отходящих газов должна соответствовать стандарту GB 8978, а стоимость обработки составляет 15% от себестоимости производства.

Стратегии преодоления:

Экологичный процесс: используется микроволновое спекание и очистка на водной основе, а выбросы выхлопных газов снижаются на 50% в соответствии с GB 16297.

Система переработки: Наладить замкнутый цикл переработки, коэффициент восстановления отходов вольфрама и оксида лантана > 80%, а сброс отработанной жидкости снижается до 0,01 м³/тонну.

Поддержка сертификации: Сотрудничество с TÜV и другими учреждениями для снижения

стоимости сертификации CE на 20%.

Тенденции развития:

Технология с нулевым уровнем выбросов: разработка полностью электрической системы спекания с выбросами выхлопных газов $< 0,01 \text{ мг/м}^3$.

Зеленая сертификация: Глобальный стандарт зеленых электродов унифицирован, а стоимость сертификации снижена на 30%.

Координация политики: Китай и ЕС совместно устанавливают стандарты защиты окружающей среды, снижая затраты на соблюдение на 15%.

9.3.3 Конкуренция на международном рынке

Вызов:

Конкуренция брендов: международные бренды занимают рынок высокого класса в Европе и США благодаря сертификации AWS и EN с долей 60%.

Технические барьеры: европейские и американские компании обладают передовыми технологиями в области высокоэффективных электродов (таких как нанолегированный WL20), в то время как отечественные компании имеют недостаточные инвестиции в НИОКР (на них приходится всего 5% выручки).

Торговые барьеры: Антидемпинговые пошлины (10-20%) со стороны США и Европейского союза ограничивают экспорт электродов из Китая, при этом экспорт сократится на 5% в 2023 году.

Стратегии преодоления:

Модернизация технологий: увеличение инвестиций в НИОКР (10% выручки), разработка композитных легирующих и высокоэффективных электродов, сокращение технологического разрыва.

Построение бренда: прошли сертификацию ISO 6848, улучшили международное признание отечественных электродов и увеличили экспорт на 20%.

Региональный рынок: Глубоко культивируйте рынок «Пояса и пути», экспортируйте в Юго-Восточную Азию и на Ближний Восток и увеличьте долю рынка до 30%.

Тенденции развития:

Совместное использование технологий: совместный центр исследований и разработок между Китаем и ЕС, сокращение технологического разрыва на 50%.

Диверсификация рынков: Экспансия в Африку и Южную Америку, экспорт увеличился на 15%.

Интернационализация бренда: доля отечественных брендов электродов на мировом рынке достигает 20%.



ЭЛЕКТРОД WL20 CTIA GROUP LTD

Глава 10 Выводы

В качестве высокоэффективного материала для сварки и резки, лантановый вольфрамовый электрод широко используется в аэрокосмической, атомной промышленности, автомобилестроении и электронной промышленности благодаря своим превосходным электрическим, механическим и экологическим свойствам. В этой главе обобщены всесторонние преимущества лантановых вольфрамовых электродов, выдвигаются предложения по развитию индустрии вольфрамовых электродов и прогнозируются будущие направления исследований, чтобы предоставить отраслевым практикам, исследовательским институтам и политикам справочные материалы для содействия устойчивому развитию индустрии лантановых вольфрамовых электродов.

10.1 Комплексные преимущества лантанового вольфрамового электрода

Лантановый вольфрамовый электрод занимает важное место на мировом рынке сварочных материалов благодаря своему уникальному химическому составу, физическим свойствам и электрическим свойствам и постепенно вытеснил торий-вольфрамовый электрод в качестве основного выбора для сварки TIG, плазменной сварки и резки. Его комплексные преимущества выражаются в следующих аспектах:

Отличные электрические свойства:

Низкая электронная работа улетания: Лантановые вольфрамовые электроды (WL10, WL15, WL20) имеют работу электронов 2,6-3,2 эВ (ISO 6848:2015), что ниже, чем у чистых вольфрамовых электродов (4,5 эВ), что приводит к отличным слаботочным характеристикам дугового разряда, со временем зажигания дуги < 0,4 секунды и напряжением дуги < 12 В, что подходит для микропайки (например, упаковка полупроводниковых чипов, ток < 1 ампер).

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

Стабильность дуги: равномерное распределение оксида лантана (отклонение $<\pm 0,15\%$) обеспечивает $<\pm$ колебания напряжения дуги 0,5 В (AWS A5.12), высокое качество сварных швов и скорость прохождения 99,8% для аэрокосмических применений, таких как сварка титанового сплава самолетов C919.

Широкий диапазон применимых токов: электрод WL20 превосходно работает в диапазоне от 10 до 500 ампер, удовлетворяя различные потребности от листовой сварки до плазменной резки.

Превосходные механические свойства:

Устойчивость к горению: при силе тока 200 ампер расход наконечника $< 0,3$ мм/ч (GB/T 14841), что продлевает срок службы электрода на 30%, снижает частоту замены и экономит 15% стоимости.

Высокая твердость и износостойкость: твердость по Виккерсу 400-450 HV, размер зерна 10-20 мкм, износостойкость лучше, чем у ториевого вольфрамового электрода, подходит для высокочастотного волочения и длительного использования.

Высокая плотность: плотность $> 19,2$ г/см³ (ISO 6848), непористость, высокая механическая прочность, подходит для применения в условиях высоких нагрузок (например, при сварке труб атомных электростанций).

Охрана окружающей среды и безопасность:

Нерadioактивный: По сравнению с торий-вольфрамовыми электродами (содержащими радиоактивный ThO₂), лантановые вольфрамовые электроды не имеют радиоактивного риска и соответствуют Директиве EC RoHS (2002/95/EC) и стандарту зеленого производства Китая (GB/T 26572), продвигая свою долю рынка для замены ториев-вольфрамовых электродов на европейском и американском рынках, увеличив свою долю рынка с 15% в 2010 году до 40% в 2023 году.

Потенциал «зеленого» производства: уровень переработки отходов составляет $>85\%$, а выбросы выхлопных газов $< 0,1$ мг/м³ (GB 16297), что поддерживает экономику замкнутого цикла и снижает загрязнение окружающей среды.

Рыночная конкурентоспособность:

Экономичность: Себестоимость производства отечественного вольфрамового электрода из лантана на 20-30% ниже, чем у импортных марок, и он прошел сертификацию GB/T 14841 для удовлетворения потребностей отечественной аэрокосмической, высокоскоростной железной дороги и других проектов.

Глобальное применение: соответствие стандартам ISO 6848, AWS A5.12 и EN 26848, равномерная окраска, окраска и простота для мировой торговли, при этом экспорт увеличился с 1 млрд долларов США в 2015 году до 1,8 млрд долларов США в 2023 году.

Разнообразные области применения: от аэрокосмической (сварка титана) до электроники (ультратонкие электроды $<0,5$ мм), рынок растет со скоростью 8,5% в год.

Техническая адаптивность:

Совместимость с автоматизацией: допуск по размеру вольфрамового электрода лантана и

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

шероховатость поверхности соответствуют требованиям автоматического сварочного оборудования, а эффективность производства увеличивается на 20%.

Стабильность процесса: Консистенция партии увеличивается на 30%, а производственные дефекты снижаются до <1% за счет легирования жидкой фазой и микроволнового спекания.

10.2 Предложения по развитию индустрии вольфрамовых электродов

В целях содействия устойчивому развитию лантанового вольфрамового электрода и всей индустрии вольфрамовых электродов выдвигаются следующие предложения, основанные на технологических, рыночных и политических тенденциях:

Увеличение инвестиций в НИОКР:

Технология композитного легирования: Предприятия должны инвестировать средства на НИОКР (составляющие 10-15% выручки) в разработку нескольких легирующих электродов, таких как $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$, сократить работу по убеганию электронов до 2,5 эВ и улучшить начальные характеристики дуги на 20%.

Ультратонкие электроды: Для нужд полупроводников и медицинских устройств мы разработали электроды диаметром < 0,1 мм, чтобы удовлетворить требования микросварки (<1 ампер) и завоевать рынок высокого класса.

Интеллектуальные исследования и разработки: использование искусственного интеллекта и DFT (теория функционала плотности) для моделирования производительности электродов, сокращение цикла исследований и разработок на 50% и снижение стоимости испытаний на 30%.

Продвижение «зеленого» производства:

Процесс с низким энергопотреблением: Продвижение микроволнового спекания и полностью электрической технологии спекания, снижение энергопотребления на 30% и < выбросов выхлопных газов 0,01 мг/м³ в соответствии с GB 16297 и ISO 14001.

Переработка лома: Создание замкнутой системы переработки с коэффициентом извлечения 95% для вольфрама и оксида лантана и снижением затрат на сырье на 20% для поддержки экономики замкнутого цикла.

Зеленая сертификация: Поощрение предприятий к получению сертификатов ISO 14001 и EU REACH, повышение конкурентоспособности продукции на европейском и американском рынках, а также снижение затрат на сертификацию на 20%.

Оптимизируйте управление цепочкой поставок:

Стабильное сырье: Благодаря сотрудничеству с компаниями по производству вольфрамовой руды (такими как вольфрамовая промышленность Ганьчжоу) для стабилизации поставок вольфрамового концентрата, влияние колебаний цен снижается до 5%.

Региональная структура рынка: Глубоко культивировать рынок «Пояса и пути», экспортировать в Юго-Восточную Азию и на Ближний Восток, увеличить долю рынка до 30% и снизить зависимость от европейских и американских рынков.

Вертикальная интеграция: Благодаря слияниям и поглощениям эффективность цепочки поставок была увеличена на 15%, а затраты снижены на 10% за счет слияний и поглощений

производства и переработки вольфрамового порошка и электродов.

Усиление интернационализации стандартов:

Согласование стандартов: Повышение уровня взаимного признания GB/T 14841 и ISO 6848 до 95% и снижение затрат на соблюдение нормативных требований многонациональными предприятиями на 10%.

Участвуйте в формулировке: китайские предприятия должны активно участвовать в ISO/TC 44, стремиться к 30% мест и повышать голос международных стандартов.

Многоязычная поддержка: Предоставление многоязычных стандартных документов (китайский, английский, немецкий, французский) для глобального продвижения.

Обучение талантов и продвижение технологий:

Сотрудничество между промышленностью, университетами и научными исследованиями: Создание совместных лабораторий с Университетом Цинхуа и Харбинским технологическим институтом для взращивания технических талантов в области допинга и увеличения коэффициента конверсии результатов НИОКР на 50%.

Техническое обучение: Обеспечьте обучение «зеленому» производству и технологиям тестирования для малых и средних предприятий, увеличьте уровень соответствия на 30% и снизьте затраты на 15%.

Международные обмены: В рамках форума по сварочным технологиям «Один пояс, один путь» продвигались китайские стандарты и технологии, а экспорт увеличился на 20%.

Диверсификация рынка:

Развивающиеся рынки: Выход на рынки Африки и Южной Америки, рост которых, как ожидается, составит 15%, с акцентом на продвижение недорогих электродов WL10.

Высокотехнологичные приложения: разработка высокопроизводительных электродов WL20 для аэрокосмической и полупроводниковой промышленности, увеличение доли рынка до 20%.

Построение бренда: создание международного имиджа отечественного бренда электродов, с долей мирового рынка 20%.

10.3 Будущие направления исследований лантановых вольфрамовых электродов

Будущие исследования лантанового вольфрамового электрода должны быть сосредоточены на технологических прорывах, рыночном спросе и требованиях к защите окружающей среды, и следующие основные направления заключаются в следующем:

Новая система допинга:

Многомерное легирование: Тройные или четвертичные легирующие системы, такие как $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{ZrO}_2$, были разработаны для оптимизации работы электронов ($< 2,5$ эВ) и защиты от горения (расход $< 0,2$ мм/ч).

Нанолегирование: разработка $<$ оксидных частиц с длиной волны 20 нм, уменьшение размера зерна до 5 микрон и улучшение стабильности дуги на 20%.

Функционализированное легирование: Электропроводящие или термически стабильные оксиды (например, TiO_2) вводятся для улучшения характеристик электрода в экстремальных

условиях эксплуатации (>500A).

Разработка высокопроизводительных электродов:

Ультратонкий электрод: Электрод 0,05 мм был разработан < для удовлетворения потребностей сварки на наноуровне, а напряжение дуги составляет < 8 В.

Сильноточный электрод: для плазменной резки (> 1000 ампер) разработан противогорящий электрод, срок службы которого продлевается на 50%.

Адаптивные электроды: Разрабатывайте интеллектуальные электроды, которые динамически регулируют характеристики дуги для адаптации к переменному, постоянному и импульсному токам.

Технология «зеленого» производства:

Процесс с нулевым уровнем выбросов: Разработка полностью электрического спекания и плазменного спекания с выбросами выхлопных газов < 0,005 мг/м³ в соответствии с будущими экологическими нормами.

Эффективная переработка: Обеспечьте 100% восстановление вольфрамового лома и оксида лантана, сократив затраты на 30%.

Очистка на биологической основе: Исследования и разработка чистящих средств на основе ферментов для замены химических растворителей, сокращая выбросы отработанных жидкостей на 90%.

Интеллектуальное тестирование и производство:

Обнаружение с помощью искусственного интеллекта: анализ изображений SEM на основе искусственного интеллекта и тест на стабильность дуги были разработаны для повышения эффективности обнаружения на 50%.

Онлайн-мониторинг: интегрированная система Интернета вещей (IoT) для мониторинга процессов легирования, спекания и обнаружения в режиме реального времени, что повышает согласованность партий на 30%.

Цифровой двойник: создание модели цифрового двойника производства электродов, оптимизация параметров процесса и повышение эффективности производства на 20%.

Новые области применения:

Аддитивное производство: разработка лантановых вольфрамовых электродов для 3D-печати для сварки металлов в соответствии с требованиями высокой точности аэрокосмических деталей.

Новая энергетика: Для сварки ветроэнергетического и фотоэлектрического оборудования мы разработали коррозионностойкие электроды, которые продлили срок их службы на 25%.

Медицинские приборы: Разработка ультратонких электродов для производства минимально инвазивного хирургического оборудования, с ростом рынка на 20%.

Стандарты и сертификационные исследования:

Международные стандарты: Содействие разработке новой версии стандарта ISO 6848, охватывающей требования к микросварке и экологически чистому производству, выпуск

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

которой, как ожидается, запланирован на 2027 год.

Зеленая сертификация: Разработайте глобальную единую систему сертификации зеленых электродов, сократив затраты на сертификацию на 30%.

Трансграничное взаимное признание: Обеспечьте полное взаимное признание GB/T 14841 с AWS A5.12 и EN 26848 и сократите торговые барьеры на 15%.

Междисциплинарные исследования:

Материаловедение: Объедините моделирование квантовой химии для прогнозирования взаимодействия легированных оксидов с вольфрамовой матрицей и оптимизации рецептур.

Анализ больших данных: используйте сварочные данные для анализа характеристик электродов и разработки персонализированных конструкций электродов.

Наука об окружающей среде: изучение воздействия производства электродов на окружающую среду и разработка углеродно-нейтрального производственного пути.



ЭЛЕКТРОД WL20 CTIA GROUP LTD

1

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

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

Приложение

А. Глоссарий

Лантановый вольфрамовый электрод: материал электрода, легированный оксидом лантана в вольфрамовой матрице для сварки и резки.

Оксид лантана: химическая формула La_2O_3 используется для улучшения работы электронов и сварочных характеристик вольфрамовых электродов.

Утечка работы электронов: Минимальное количество энергии, необходимое для того, чтобы электроны покинули поверхность материала, что влияет на характеристики инициации дуги.

Эффективность иницирования дуги: насколько легко электрод может иницировать дугу в процессе сварки.

Стабильность дуги: способность дуги поддерживать устойчивое горение во время процесса сварки.

Устойчивость к горению: способность электрода противостоять абляции под действием высокотемпературной дуги.

Сварка TIG: сварка вольфрамом в среде инертного газа в среде защитного газа с использованием вольфрамовых электродов для высокоточной сварки.

Плазменная резка: процесс резки металла с помощью высокотемпературной плазменной дуги.

Спекание: процесс нагрева порошкообразного материала до температуры ниже точки плавления для объединения его в плотное тело.

Ковка: процесс, при котором материал деформируется под действием внешней силы для улучшения его механических свойств.

Рисунок: Метод обработки, при котором металлический стержень растягивается в вытянутую форму через форму.

ISO 6848: Классификация и требования к вольфрамовым электродам, разработанные Международной организацией по стандартизации.

AWS A5.12: спецификация вольфрамового электрода, разработанная Американским обществом сварки.

GB/T 14841: Китайский национальный стандарт, определяющий технические требования к вольфрамовым электродам.

СЭМ: Сканирующий электронный микроскоп для анализа рельефа поверхности и структуры материалов.

XRD: рентгеновская дифракция, которая используется для анализа кристаллической структуры материалов.

В. Ссылки

[1] Виды лантановых вольфрамовых электродов и преимущества лантанового вольфрама - news.chinatungsten.com

[2] EN 26848:1991, Вольфрамовые электроды для сварки.

[3] GB/T 14841-2008, Технические условия на вольфрамовые электроды.

[4] Анализ рынка вольфрамовых электродов лантана - Отчет о мировом рынке вольфрамовых

Заявление об авторских правах и юридической ответственности

электродов, 2023 год.

- [5] Применение экологически чистых производственных технологий в вольфрамовых электродах - Китайский журнал сварки, 2022.
- [6] Chinatungsten Online Technology Co., Ltd. - www.chinatungsten.com.
- [7] Ресурсы вольфрама и рыночные тенденции - Журнал материаловедения, 2021.
- [8] Влияние правил ЕС RoHS и REACH на вольфрамовые электроды - Экологические нормы, 2022 г.
- [9] Анализ рынка сварочных материалов «Пояс и путь» - Обзор международной торговли, 2023 г.
- [10] GB/T 26572-2011, Техническая спецификация для «зеленого» производства.
- [11] Прогресс в технологии лантановых вольфрамовых электродов - Advanced Materials Research, 2020.
- [12] Прогноз мирового рынка вольфрамовых электродов - Отчет об анализе рынка, 2023 г.
- [13] EN 26848:1991, Тунговые электродестены для сварки.
- [14] JB/T 4730-2005, Методы контроля качества сварочных материалов.
- [15] Исследование технологии обнаружения лантанового вольфрамового электрода - Китайский сварочный журнал, 2022.
- [16] Метод анализа химического состава вольфрамовых электродов - Аналитическая химия, 2021.
- [17] Применение SEM и XRD в вольфрамовых электродах - Характеристика материалов, 2020.
- [18] Достижения в технологии тестирования электрических характеристик - Журнал сварочных технологий, 2023.
- [19] Применение технологии зеленого обнаружения в вольфрамовых электродах - Наука об окружающей среде, 2022.
- [20] Отчет Технического комитета ИСО/ТК 44 по сварке, 2023 г.
- [21] ISO 6848:2015, Сварочные материалы — вольфрамовые электроды для дуговой сварки в среде инертного газа, а также для плазменной сварки и резки.
- [22] AWS A5.12:2009, Спецификация на вольфрамовые и окисно-дисперсные вольфрамовые электроды.