

# 란탄 텅스텐 전극의 백과 사전

中钨智造科技有限公司  
CTIA GROUP LTD

**CTIA GROUP LTD**

텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업을 위한 지능형 제조 분야의 글로벌 리더

저작권 및 법적 책임 선언문

## CTIA GROUP 소개

CHINATUNGSTEN ONLINE 이 설립 한 독립적 인 법인격을 가진 전액 출자 자회사 인 CTIA GROUP LTD 는 산업 인터넷 시대에 텅스텐 및 몰리브덴 재료의 지능적이고 통합적이며 유연한 설계 및 제조를 촉진하기 위해 최선을 다하고 있습니다. 1997 년 www.chinatungsten.com 를 출발점으로 설립 된 CHINATUNGSTEN ONLINE 은 중국 최초의 최상위 텅스텐 제품 웹 사이트이며 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업에 중점을 둔 중국의 선구적인 전자 상거래 회사입니다. 텅스텐 및 몰리브덴 분야에서 거의 30 년 동안 쌓아온 깊은 경험을 바탕으로 CTIA GROUP 은 모회사의 탁월한 설계 및 제조 능력, 우수한 서비스 및 글로벌 비즈니스 명성을 계승하여 텅스텐 화학, 텅스텐 금속, 초경합금, 고밀도 합금, 몰리브덴 및 몰리브덴 합금 분야에서 포괄적인 응용 솔루션 제공업체가 되었습니다.

지난 30 년 동안 CHINATUNGSTEN ONLINE 은 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류와 관련된 뉴스, 가격 및 시장 분석의 100 만 페이지 이상을 포함하여 20 개 이상의 언어를 다루는 200 개 이상의 다국어 텅스텐 및 몰리브덴 전문 웹 사이트를 설립했습니다. 2013 년부터 WeChat 공식 계정 "CHINATUNGSTEN ONLINE"은 40,000 개 이상의 정보를 게시하여 거의 100,000 명의 추종자에게 서비스를 제공하고 전 세계 수십만 명의 업계 전문가에게 매일 무료 정보를 제공합니다. 웹 사이트 클러스터 및 공식 계정에 대한 누적 방문 횟수가 수십억 회에 달함에 따라 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류 산업에서 인정받는 글로벌하고 권위 있는 정보 허브가 되어 24/7 다국어 뉴스, 제품 성능, 시장 가격 및 시장 동향 서비스를 제공합니다.

CHINATUNGSTEN ONLINE 의 기술과 경험을 바탕으로 CTIA GROUP 은 고객의 개인화 된 요구를 충족시키는 데 중점을 둡니다. AI 기술을 활용하여 특정 화학 조성 및 물리적 특성(예: 입자 크기, 밀도, 경도, 강도, 치수 및 공차)을 가진 텅스텐 및 몰리브덴 제품을 고객과 공동으로 설계하고 생산합니다. 금형 개발, 시험 생산에서 마무리, 포장 및 물류에 이르기까지 전체 프로세스 통합 서비스를 제공합니다. 지난 30 년 동안 CHINATUNGSTEN ONLINE 은 전 세계 130,000 명 이상의 고객에게 500,000 가지 이상의 텅스텐 및 몰리브덴 제품에 대한 R & D, 설계 및 생산 서비스를 제공하여 맞춤형, 유연성 및 지능형 제조의 기반을 마련했습니다. 이러한 기반을 바탕으로 CTIA GROUP 은 산업 인터넷 시대에 텅스텐 및 몰리브덴 재료의 지능형 제조 및 통합 혁신을 더욱 심화합니다.

CTIA GROUP 의 Hanns 박사와 그의 팀은 30 년 이상의 업계 경험을 바탕으로 텅스텐, 몰리브덴 및 희토류와 관련된 지식, 기술, 텅스텐 가격 및 시장 동향 분석을 작성하고 공개적으로 발표하여 텅스텐 업계와 자유롭게 공유했습니다. 한 박사는 1990 년대부터 30 년 이상 텅스텐 및 몰리브덴 제품의 전자 상거래 및 국제 무역, 초경합금 및 고밀도 합금의 설계 및 제조 분야에서 경험을 쌓았으며 국내외에서 텅스텐 및 몰리브덴 제품 분야의 저명한 전문가입니다. 업계에 전문적이고 고품질의 정보를 제공한다는 원칙을 고수하는 CTIA GROUP 의 팀은 생산 관행 및 시장 고객의 요구를 기반으로 기술 연구 논문, 기사 및 산업 보고서를 지속적으로 작성하여 업계에서 널리 찬사를 받고 있습니다. 이러한 성과는 CTIA GROUP 의 기술 혁신, 제품 홍보 및 산업 교류에 대한 견고한 지원을 제공하여 글로벌 텅스텐 및 몰리브덴 제품 제조 및 정보 서비스의 선두 주자로 도약할 수 있도록 합니다.



### 저작권 및 법적 책임 선언문

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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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

저작권 및 법적 책임 선언문

## 디렉토리

### 1 장 소개

- 1.1 Lanthanum 텅스텐 전극의 정의 및 개요
- 1.2 용접 및 산업에서 란탄 텅스텐 전극의 중요성
- 1.3 연구 및 응용 배경

### 장 2 : 란탄 텅스텐 전극의 종류

- 2.1 란탄 함량에 따라 분류되는 란탄 텅스텐 전극
  - 2.1.1 WL10(블랙 페인트 헤드)
  - 2.1.2 WL15(황금색)
  - 2.1.3 WL20(스카이블루 페인트)
- 2.2 적용 시나리오에 따라 분류되는 란타늄 텅스텐 전극
  - 2.2.1 DC 용접용 란탄 텅스텐 전극
  - 2.2.2 AC 용접용 란탄 텅스텐 전극
  - 2.2.3 특수 목적용 란탄 텅스텐 전극 (예 : 플라즈마 절단)
- 2.3 란탄 텅스텐 전극과 다른 텅스텐 전극의 비교
  - 2.3.1 란탄 텅스텐 전극 대 토륨 텅스텐 전극
  - 2.3.2 란탄 텅스텐 전극 대 세륨 텅스텐 전극
  - 2.3.3 란탄 텅스텐 전극 대 순수 텅스텐 전극
  - 2.3.4 란탄 텅스텐 전극 대 지르코늄 텅스텐 전극
  - 2.3.5 란탄 텅스텐 전극 대 이트륨 텅스텐 전극

### 제 3 장 : 란탄 텅스텐 전극의 특성

- 3.1 란탄 텅스텐 전극의 물리적 특성
  - 3.1.1 란탄 텅스텐 전극의 녹는점 및 끓는점
  - 3.1.2 란탄 텅스텐 전극의 밀도 및 경도
  - 3.1.3 란탄 텅스텐 전극의 열전도율 및 전도성
- 3.2 란탄 텅스텐 전극의 화학적 성질
  - 3.2.1 란탄 텅스텐 전극의 산화 저항
  - 3.2.2 란탄 텅스텐 전극의 내식성
  - 3.2.3 란탄 텅스텐 전극의 화학적 안정성
- 3.3 란탄 텅스텐 전극의 전기적 특성
  - 3.3.1 란탄 텅스텐 전극의 전자 작용
  - 3.3.2 란탄 텅스텐 전극의 아크 시작 성능
  - 3.3.3 란탄 텅스텐 전극의 아크 안정성
- 3.4 란탄 텅스텐 전극의 기계적 성질
  - 3.4.1 란탄 텅스텐 전극의 연소 저항
  - 3.4.2 란탄 텅스텐 전극의 내마모성
  - 3.4.3 란탄 텅스텐 전극의 인성 및 취성
- 3.5 CTIA GROUP LTD 의 란탄 텅스텐 전극 MSDS

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

#### 4 장 : 란탄 텅스텐 전극의 사용

- 4.1 용접 분야에서 사용되는 란탄 텅스텐 전극
  - 4.1.1 TIG (아르곤 아크 용접)에 있는 신청
  - 4.1.2 플라즈마 용접
  - 4.1.3 적용 가능한 금속 유형(스테인리스강, 알루미늄 합금, 니켈 합금 등)
- 4.2 비용접 분야에서 사용되는 란탄 텅스텐 전극
  - 4.2.1 플라즈마 절단
  - 4.2.2 방전 가공(EDM)
  - 4.2.3 전자 장치의 전극 재료
- 4.3 란탄 텅스텐 전극의 특수 응용
  - 4.3.1 항공우주산업
  - 4.3.2 원자력 산업
  - 4.3.3 의료기기 제조
- 4.4 란탄 텅스텐 전극 적용 사례 분석
  - 4.4.1 고정밀 용접에서 란탄 텅스텐 전극의 적용
  - 4.4.2 고온 환경에서의 란탄 텅스텐 전극의 성능

#### 제 5 장 란탄 텅스텐 전극의 제조 및 제조 기술

- 5.1 란탄 텅스텐 전극의 원료 제조
  - 5.1.1 텅스텐 분말의 선택 및 정제
  - 5.1.2 란탄 산화물의 준비 그리고 진한 처리
  - 5.1.3 다른 첨가제의 선택
- 5.2 란탄 텅스텐 전극의 생산 공정
  - 5.2.1 혼합 및 압착
  - 5.2.2 소결 공정
  - 5.2.3 단조 및 드로잉
  - 5.2.4 표면 처리
- 5.3 Lanthanum Tungsten Electrode 의 핵심 생산 기술
  - 5.3.1 균일 도핑 기술
  - 5.3.2 고온 소결 기술
  - 5.3.3 정밀 치수 제어 기술
  - 5.3.4 표면 코팅 기술
- 5.4 란탄 텅스텐 전극의 품질 관리
  - 5.4.1 원료 품질 검사
  - 5.4.2 생산 공정 모니터링
  - 5.4.3 완제품 품질 검사
- 5.5 란탄 텅스텐 전극의 기술 개발 동향
  - 5.5.1 녹색제조기술
  - 5.5.2 자동화 및 지능형 생산
- 5.6 란탄 텅스텐 전극에 대한 환경 보호 조치
  - 5.6.1 폐가스 및 폐수 처리
  - 5.6.2 고형 폐기물 관리

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

## Chapter 6 란탄 텅스텐 전극 생산 설비

- 6.1 란탄 텅스텐 전극의 원료 취급 장비
  - 6.1.1 텅스텐 파우더 연삭 장비
  - 6.1.2 란탄 산화물 도핑 장비
- 6.2 란탄 텅스텐 전극 성형 및 가공 장비
  - 6.2.1 프레스
  - 6.2.2 소결로
  - 6.2.3 단조 장비
  - 6.2.4 드로잉 머신
- 6.3 란탄 텅스텐 전극 용 표면 처리 장비
  - 6.3.1 연마기
  - 6.3.2 청소 장비
- 6.4 란탄 텅스텐 전극에 대한 품질 테스트 장비
  - 6.4.1 화학 성분 분석기
  - 6.4.2 물리적 성능 시험 장비
  - 6.4.3 전기적 성능 시험 장비
- 6.5 란탄 텅스텐 전극 용 보조 장비
  - 6.5.1 환경 제어 장비
  - 6.5.2 스크랩 재활용 장비

## Chapter 7 란탄 텅스텐 전극에 대한 국내외 표준

- 7.1 란탄 텅스텐 전극에 대한 국제 표준
  - 7.1.1 ISO 6848:2015 (텅스텐 전극에 대한 분류 및 요구 사항)
  - 7.1.2 AWS A5.12/A5.12M(미국 용접 협회 표준)
  - 7.1.3 EN 26848(유럽 표준)
- 7.2 란탄 텅스텐 전극에 대한 국내 표준
  - 7.2.1 GB/T 14841 (텅스텐 전극에 대한 국가 표준)
  - 7.2.2 JB/T 4730 (용접 재료에 대한 표준)
- 7.3 란탄 텅스텐 전극의 표준 비교 분석
  - 7.3.1 국내 표준과 외국 표준의 유사점과 차이점
  - 7.3.2 생산 및 적용에 미치는 영향
- 7.4 란탄 텅스텐 전극의 표준 업데이트 및 개발 동향
  - 7.4.1 새로운 표준의 개발
  - 7.4.2 표준의 국제화 동향

## Chapter 8 : 란탄 텅스텐 전극의 검출 방법 및 기술

- 8.1 란탄 텅스텐 전극의 화학 성분 검출
  - 8.1.1 란탄 산화물 함량 검출
  - 8.1.2 불순물 원소 분석
- 8.2 란탄 텅스텐 전극의 물리적 특성 시험
  - 8.2.1 밀도 및 경도 테스트
  - 8.2.2 용점 및 열전도율 시험
- 8.3 란탄 텅스텐 전극의 전기적 성능 테스트

### 저작권 및 법적 책임 선언문

- 8.3.1 전자 작업 파생 측정
- 8.3.2 아크 성능 테스트
- 8.3.3 아크 안정성 테스트
- 8.4 란탄 텅스텐 전극의 기계적 성질 시험
  - 8.4.1 연소 저항 테스트
  - 8.4.2 내마모성 시험
- 8.5 란탄 텅스텐 전극의 미세 구조 분석
  - 8.5.1 주사 전자 현미경 (SEM) 분석
  - 8.5.2 X 선 회절(XRD) 분석
- 8.6 란탄 텅스텐 전극 시험 장비의 선택 및 교정
  - 8.6.1 시험 장비의 종류
  - 8.6.2 교정 및 유지 관리
- 8.7 란탄 텅스텐 전극에 대한 테스트 표준 및 사양
  - 8.7.1 국제 테스트 표준
  - 8.7.2 국내 테스트 사양

## 장 9: 란탄 텅스텐 전극의 개발 동향 및 과제

- 9.1 란탄 텅스텐 전극의 기술 개발 동향
  - 9.1.1 새로운 도핑 기술의 개발
  - 9.1.2 고성능 란탄 텅스텐 전극 R&D
  - 9.1.3 친환경 생산기술의 추진
- 9.2 란탄 텅스텐 전극의 시장 개발 동향
  - 9.2.1 글로벌 시장 수요 분석
  - 9.2.2 국내 시장 전망
- 9.3 란탄 텅스텐 전극의 과제
  - 9.3.1 원재료 원가 관리
  - 9.3.2 환경 보호 규정의 제약
  - 9.3.3 국제 시장에서의 경쟁

## Chapter 10 결론

- 10.1 란탄 텅스텐 전극의 포괄적 인 장점
- 10.2 텅스텐 전기 산업의 발전을위한 제안
- 10.3 란탄 텅스텐 전극의 향후 연구 방향

## 부록

- A. 용어집
- B. 참조

## 1 장 소개

### 1.1 란탄 텅스텐 전극의 정의 및 개요

**란탄 텅스텐 전극** 은 텅스텐 매트릭스에 란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ )이 도핑 된 텅스텐 합금 전극 재료로, 주로 텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 절단과 같은 고정밀 산업 응용 분야에 사용됩니다. 텅스텐은 높은 용점 (약  $3422\text{ }^\circ\text{C}$ ), 내식성, 고밀도 및 우수한 열 및 전기 전도성을 가진 금속으로 전극 재료에 이상적인 선택입니다. 텅스텐을 소량의 란탄 산화물 (일반적으로 0.8 %에서 2.2 % 사이)로 도핑함으로써 전자 작업을 크게 향상시킬 수 있으므로 전극의 아크 시작 성능, 아크 안정성 및 연소 저항을 향상시킬 수 있습니다. 란탄 텅스텐 전극은 특히 환경 보호 및 안전을 추구하는 현대 산업에서 우수한 용접 성능과 비 방사성 특성으로 인해 전통적인 토륨 - 텅스텐 전극을 대체하는 선호되는 재료가되었습니다.

란탄 텅스텐 전극은 WL10 (0.8 % -1.2 % 란탄 산화물 함유), WL15 (1.3 % -1.7 % 란탄 산화물 함유) 및 WL20 (1.8 % -2.2 % 란탄 산화물 함유)과 같은 다른 란탄 산화물 함량에 따라 여러 등급으로 나뉩니다. 이러한 각 등급은 서로 다른 응용 시나리오 및 성능 요구 사항에 해당합니다. 예를 들어, WL15는 전도성이 2.0% 토륨-텅스텐 전극에 가깝기 때문에 널리 사용되며, 장비 매개변수를 조정할 필요 없이 용접기가 직접 교체할 수 있습니다. 란탄 텅스텐 전극의 끝은 일반적으로 WL10의 경우 검정색, WL15의 경우 황금색, WL20의 경우 하늘색과 같은 다양한 색상으로 표시되어 차별화 및 선택을 용이하게 합니다.

란탄 텅스텐 전극은 일반적으로 0.25mm 에서 6.4mm 범위의 직경과 75mm 에서 600mm 의 길이를 가진 고순도 텅스텐 분말과 란탄 산화물을 균일하게 혼합하여 만든 분말 야금 공정을 사용하여 생산됩니다. 높은 재결정 온도, 우수한 연성 및 크리프 저항과 같은 고유한 물리적 및 화학적 특성으로 인해 DC 및 AC 용접 모두에서 우수하며, 특히 저전류 아크 시작 및 파이프 용접과 같은 까다로운 시나리오에서 탁월합니다.

### 1.2 용접 및 산업에서 란탄 텅스텐 전극의 중요성

란탄 텅스텐 전극은 현대 용접 및 산업 분야, 특히 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 절단과 같은 공정에서 중요한 위치를 차지하며 그 성능은 용접 품질 및 생산 효율성에 직접적인 영향을 미칩니다. TIG 용접은 텅스텐 전극을 사용하여 불활성 가스(예: 아르곤 또는 헬륨)의 보호 하에 아크를 생성하는 용접 방법으로, 스테인리스강, 알루미늄 합금, 니켈 기반 합금, 티타늄 합금 등과 같은 고성능 재료의 용접에 널리 사용됩니다. 이러한 재료는 항공 우주, 원자력 산업, 조선 및 의료 기기 건설에 일반적으로 사용되며 높은 용접 품질과 공정 안정성이 필요합니다. 란탄 텅스텐 전극은 다음과 같은 특성으로 인해 이 분야에서 대체 할 수 없는 역할을 합니다.

우수한 아크 시작 성능 : 란탄 텅스텐 전극 (WL10의 경우 2.6-2.7 eV, WL15 및 WL20의 경우 2.8-3.2 eV)의 낮은 전자 작업으로 인해 저전류에서 아크를 쉽게 시작할 수 있으므로 시트 용접 및 정밀 용접 작업에 특히 적합합니다. 순수한 텅스텐 전극과 비교할 때, 란탄 텅스텐 전극은 저전압에서 더 안정적이어서 아크 개시 실패의

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

위험을 줄입니다.

**아크 안정성 :** 란탄 산화물로 도핑 된 란탄 텅스텐 전극은 안정적인 아크를 형성하고 아크 드리프트 및 스파 터를 줄이며 용접의 균일 성 및 표면 품질을 보장 할 수 있습니다. 이는 항공우주 및 원자력 산업과 같이 고품질 용접이 필요한 산업에 매우 중요합니다.

**낮은 연소율 :** 란탄 텅스텐 전극은 고온 아크의 작용으로 연소 손실률이 낮아 전극의 수명을 연장하고 교체 빈도와 가동 중지 시간을 줄입니다. 예를 들어, 1998 년의 잘 알려진 테스트에 따르면 1.5 % 란탄 텅스텐 전극 (WL15)의 연소율은 70 A 및 150 A DC 환경에서 2.0 % 토륨 텅스텐 전극 및 2.0 % 세륨 텅스텐 전극보다 현저히 낮았다.

**비 방사성 :** 전통적인 토륨 - 텅스텐 전극 (방사선 선량  $3.60 \times 10^4$  Curie / kg 의 방사선 선량으로 산화 토륨 포함)과 비교하여 란탄 텅스텐 전극은 방사성 물질을 포함하지 않으며 현대 환경 보호 및 산업 보건 및 안전 요구 사항을 충족합니다. 따라서 유럽 및 미국과 같이 엄격한 환경 규제가 있는 시장에서 경쟁력을 높일 수 있습니다.

**다양성 :** 란탄 텅스텐 전극은 DC 용접에 적합 할뿐만 아니라 AC 용접, 특히 알루미늄, 마그네슘 및 그 합금을 용접 할 때 안정적인 아크와 낮은 전극 소비를 유지할 수 있는 능력으로 잘 수행됩니다. 따라서 광범위한 용접 시나리오에 적용할 수 있는 다목적 전극 재료입니다.

산업 응용 분야에서 란탄 텅스텐 전극은 플라즈마 절단, 방전 가공 (EDM) 및 전자 장치 제조에도 널리 사용됩니다. 예를 들어, 플라즈마 절단에서 란탄 텅스텐 전극은 고온 플라즈마 아크의 충격을 견디고 안정적인 절단 성능을 제공 할 수 있습니다. 전자 장치에서는 높은 전도성과 내식성으로 인해 특정 고정밀 전극에 이상적인 재료입니다. 이러한 특성으로 인해 글로벌 용접 및 산업 시장에서 란탄 텅스텐 전극에 대한 수요가 증가하고 있습니다.

### 1.3 연구 및 응용의 배경

란탄 텅스텐 전극의 개발 및 적용은 고성능 용접 재료의 필요성에서 비롯되었습니다. 20 세기 초, 텅스텐은 높은 용점과 우수한 전기 전도성으로 인해 용접 전극에 널리 사용되었지만 순수한 텅스텐 전극은 아크 시작 성능 및 아크 안정성에 한계가있었습니다. 희토류 재료 연구의 진행과 함께, 과학자들은 희토류 산화물 (예 : 세륨 산화물, 란탄 산화물, 토륨 산화물 등)을 도핑하여 텅스텐 전극의 성능을 크게 향상시킬 수 있음을 발견했습니다. 20 세기의 80 년대에, 토륨 - 텅스텐 전극은 우수한 용접 성능으로 인해 주류가되었지만, 그들의 방사능은 점차 주목을 끌었고, 특히 유럽과 미국 국가의 엄격한 환경 보호 규정에 따라 토륨 - 텅스텐 전극의 사용이 제한되었다.

비 방사성 대체 물질을 찾기 위해 란탄 텅스텐 전극과 세륨 텅스텐 전극이 등장했습니다. 란탄 텅스텐 전극은 20 세기의 후반 80 년대에 시장에 진입하기 시작했으며, 1.5 % 란탄 산화물 함량 (WL15)을 가진 등급은 토륨 텅스텐 전극에

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

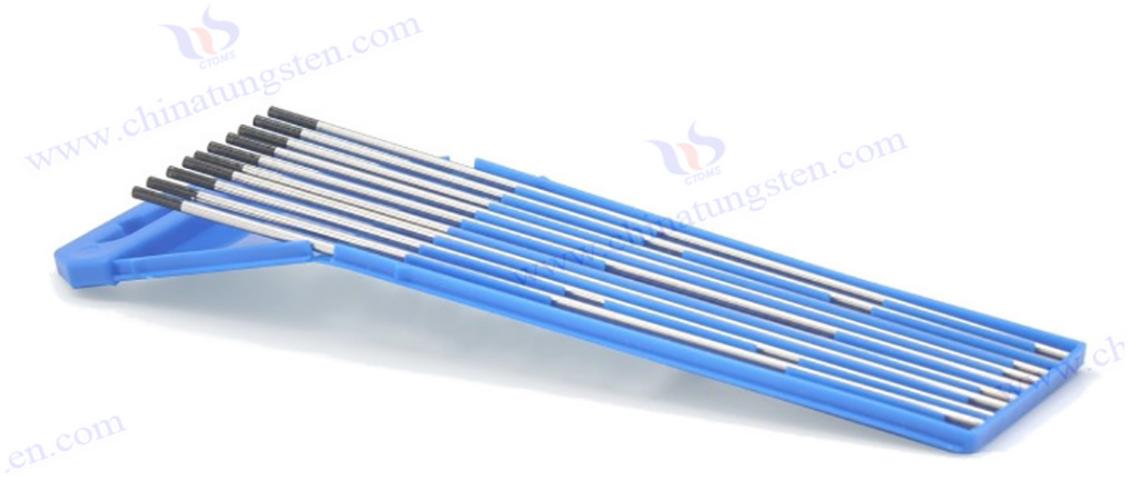
가까운 성능으로 인해 빠르게 인기를 얻었습니다. 1998 년 현장 테스트는 란탄 텅스텐 전극의 우수성을 더욱 확인했습니다 : 70 A 및 150 A DC 환경에서 1.5 % 란탄 텅스텐 전극은 2.0 % 토륨 - 텅스텐 전극과 비슷한 전도성을 나타 낼뿐만 아니라 더 낮은 연소 속도와 더 나은 아크 안정성을 가졌습니다. 이 결과는 전 세계적으로 란탄 텅스텐 전극의 광범위한 사용으로 이어졌습니다.

응용 프로그램 측면에서 란탄 텅스텐 전극의 홍보는 TIG 용접 기술의 개발과 밀접한 관련이 있습니다. TIG 용접은 1930 년 미국에서 발명 된 이래 높은 정밀도, 스파터 없음 및 다양한 금속에 대한 적응성으로 인해 항공 우주, 원자력, 해양 및 전자 산업에서 널리 사용되었습니다. 1957 년 텅스텐 아르곤 아크 용접은 중국에서 사용되기 시작했으며 란탄 텅스텐 전극의 도입은 특히 원자력 발전소 압력 용기, 항공 우주 부품 및 의료 장비의 제조에서 용접 품질을 더욱 향상 시켰으며 고품질 용접과 낮은 결함률이 널리 인정되었습니다.

최근 몇 년 동안 자동 용접 기술의 발전으로 란탄 텅스텐 전극은 용접 로봇 및 자동화 장비에 점점 더 많이 사용되고 있습니다. 예를 들어, 자동차 산업에서 용접 로봇은 스폿 및 아크 용접에 란탄 텅스텐 전극을 사용하여 생산 효율성과 용접 이음매 일관성을 크게 향상시킵니다. 또한, 마찰 교반 용접 및 레이저 복합 용접과 같은 새로운 용접 공정의 개발은 란탄 텅스텐 전극의 적용에 대한 새로운 가능성을 제공합니다. 연구 분야는 란탄 텅스텐 전극의 도핑 공정을 최적화하고, 고온 성능을 개선하고, 원자재 비용 상승과 환경 규제의 과제에 대처하기 위해보다 환경 친화적인 생산 기술을 개발하는 데 중점을 둡니다.

란탄 텅스텐 전극에 대한 세계 시장 수요는 특히 아시아 태평양 지역에서 계속 증가하고 있으며, 특히 중국과 인도와 같은 국가에서 제조의 급속한 발전으로 인해 란탄 텅스텐 전극의 소비가 크게 증가했습니다. Chinatungsten Online Technology Co., Ltd.와 같은 국내 기업은 란탄 텅스텐 전극 생산에 풍부한 경험을 축적 해 왔으며 제품 품질은 국제 표준에 도달했습니다. 동시에, 국제 시장에서 란탄 텅스텐 전극에 대한 수요는 또한 생산 및 적용에 대한 규범 적 기초를 제공하는 ISO 6848 : 2015 및 GB/T 31908-2015 와 같은 관련 표준의 공식화를 촉진했습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문



## CTIA GROUP LTD WL10 전극

### 장 2: 란탄 텅스텐 전극의 종류

고성능 용접 및 절단 전극 재료로서 란탄 텅스텐 전극은 도핑 된 란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) 특성으로 인해 다양한 분류 방법을 가지고 있습니다. 국제 표준 (e.g. ISO 6848 : 2015) 및 실제 적용 요구 사항에 따라 란탄 텅스텐 전극은 주로 란탄 산화물 함량 및 응용 시나리오에 따라 분류됩니다. 이 장에서는 란탄 함량 (WL10, WL15, WL20)에 따른 란탄 텅스텐 전극, 응용 시나리오에 따른 란탄 전극의 유형 및 다른 일반적인 텅스텐 전극과 비교하여 란탄 텅스텐 전극의 성능에 대해 설명합니다.

#### 2.1 란타넘 내용에 의하여 분류

란탄 텅스텐 전극의 성능은 란탄 산화물 함량과 밀접한 관련이 있으며, 란탄 산화물의 다른 수준은 전극에 다른 전기적, 열적 및 기계적 특성을 제공합니다. 국제 표준 ISO 6848:2015 및 중국 국가 표준 GB/T14841에 따라 란탄 텅스텐 전극은 주로 WL10, WL15 및 WL20의 세 가지 일반적인 등급으로 나뉘며 이는 서로 다른 란탄 산화물 함량 및 응용 프로그램 요구 사항에 해당합니다. 쉽게 식별할 수 있도록 이러한 전극의 끝은 일반적으로 특정 색상으로 칠해져 있으며 WL10은 검은색, WL15는 황금색, WL20은 하늘색입니다.

##### 2.1.1 WL10 (블랙 페인트 헤드)

WL10 란탄 텅스텐 전극은 0.8% -1.2% 란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ )을 함유하고 있으며, 이는 가장 낮은 란탄 산화물 텅스텐 전극 등급입니다. 전자 작업은 약 2.6-2.7 eV로 순수 텅스텐 전극 (약 4.5 eV)보다 낮으므로 특히 저전류 DC 용접에서 우수한 아크 시작 성능을 가지고 있습니다. WL10 전극의 아크 안정성은 순수 텅스텐 전극보다 우수하지만 WL15 및 WL20보다 약간 열등하여 전극 소비에 대한 요구 사항이 낮은 시나리오에 주로 적합합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

### 특징 및 이점:

저전류 아크: WL10 은 저전류(10-50 암페어)에서 쉽게 아크를 시작할 수 있으며 박판 용접(예: 0.5-2mm 스테인리스강 또는 알루미늄 합금)에 적합합니다.

비용 효과: 낮은 란탄 산화물 함량으로 인해 WL10 은 생산이 상대적으로 낮아 예산이 제한된 중소기업에 적합합니다.

내구성: WL10 은 저전류에서 중전류까지 연소율이 낮고 전극 수명이 깁니다.

### 응용 프로그램:

회로 기관 제조와 같은 정밀 전자 부품의 DC 용접.

화학 장비의 스테인리스강 파이프와 같은 얇은 벽 파이프의 용접.

자전거 프레임 또는 의료 기기와 같은 작은 공작물의 TIG 용접.

### 제한:

고전류(>150A) 또는 AC 용접에서 WL10 은 아크 안정성이 약간 떨어지고 아크 드리프트가 발생하기 쉽습니다.

연소 저항이 WL15 및 WL20 보다 약하기 때문에 장기간 고하중 용접 작업에는 적합하지 않습니다.

### 2.1.2 WL15(황금색)

WL15 란탄 텅스텐 전극은 1.3 % -1.7 % 란탄 산화물을 함유하고 있으며 가장 일반적으로 사용되는 란탄 텅스텐 전극 등급 중 하나입니다. 전자 발생 작업은 약 2.8-3.0 eV 로 2.0 % 토륨 - 텅스텐 전극 (약 2.6 eV)에 가깝기 때문에 토륨 - 텅스텐 전극에 대한 비 방사성 대안으로 널리 간주됩니다. WL15 는 DC 및 AC 용접 모두에서 탁월한 성능을 발휘하며, 특히 중전류에서 고전류에서 탁월한 아크 안정성과 낮은 연소 속도를 제공합니다.

### 특징 및 이점:

다목적성: WL15 는 DC 및 AC 용접에 적합하며 스테인리스강, 알루미늄, 니켈 및 티타늄을 포함한 광범위한 금속을 용접할 수 있습니다.

아크 안정성: 현재 50-200 암페어 범위에서 WL15 는 안정적인 아크를 유지하고 스파터 및 용접 결함을 줄일 수 있습니다.

긴 수명: WL10 에 비해 WL15 는 연소 방지 성능이 더 강하고 전극 팁이 고온에서 변형되기 쉽지 않아 장기 용접에 적합합니다.

### 응용 프로그램:

항공 우주 산업(예: 항공기 동체 및 엔진 부품의 TIG 용접).

압력 용기의 정밀 용접과 같은 원자력 산업을 위한 장비 제조.

자동차 산업에서 고장력강 및 알루미늄 합금의 용접.

### 제한:

매우 낮은 전류(<10A)에서 WL15 의 아크 시작 성능은 WL10 보다 약간 떨어집니다.

생산 비용은 WL10 보다 약간 높지만 WL20 보다 낮습니다.

### 저작권 및 법적 책임 선언문

### 2.1.3 WL20(스카이블루 페인트)

WL20 란탄 텅스텐 전극은 1.8 % -2.2 % 란탄 산화물을 함유하고 있으며, 이는 란탄 산화물 함량이 가장 높은 등급입니다. 전자 작업은 약 2.8-3.2eV 이며 아크 개시 성능과 아크 안정성이 우수하여 고전류 및 복잡한 용접 환경에 특히 적합합니다. WL20 은 고하중 용접 및 플라즈마 절단에 탁월하며 더 높은 아크 온도와 더 강한 전극 소비를 견딜 수 있습니다.

#### 특징 및 이점:

고전류 적응성: WL20 은 100-300 암페어의 고전류 용접에 적합하고 아크가 집중되고 안정적이며 후판 용접에 적합합니다.

우수한 연소 저항: 고온 아크 상태에서 WL20 의 팁이 천천히 소모되어 전극 수명이 연장됩니다.

복잡한 환경에 적합: WL20 은 AC 용접 및 플라즈마 절단에 탁월하며, 특히 알루미늄 및 마그네슘과 같은 경금속을 용접할 때 탁월합니다.

#### 응용 프로그램:

선박 및 교량을 위한 후판 용접과 같은 중장비 제조.

탄소강, 스테인리스강 및 비철금속을 절단하는 데 사용되는 플라즈마 절단.

원자로 구성 요소 및 항공기 엔진 블레이드와 같은 고정밀 용접.

#### 제한:

생산 비용이 더 높고 란타늄 산화물 함량이 증가하면 원료 및 가공 비용이 높아집니다.

낮은 전류 조건에서 WL20 의 아크 시작 성능은 WL10 및 WL15 에 비해 뚜렷한 이점이 없습니다.

## 2.2 응용 프로그램 시나리오별 분류

란탄 텅스텐 전극은 다양한 응용 시나리오를 가지고 있으며 용접 전류 (DC 또는 AC) 및 공정 요구 사항 (예 : 용접 또는 절단)의 유형에 따라 DC 용접, AC 용접 및 특수 목적 란탄 텅스텐 전극으로 나눌 수 있습니다. 응용 시나리오마다 전극에 대한 성능 요구 사항이 다르며, 이는 등급의 선택 및 사용에 영향을 미칩니다.

### 2.2.1 DC 용접용 란탄 텅스텐 전극

직류 용접(DC TIG)은 일반적으로 DC 포지티브(DCEN) 또는 DC 리버스(DCEP) 모드에서 란탄 텅스텐 전극의 가장 일반적인 적용 시나리오입니다. DC 용접은 아크 농도, 낮은 열 입력 및 높은 용접 품질의 특성으로 인해 스테인리스강, 탄소강, 니켈 합금 및 티타늄 합금의 용접에 널리 사용됩니다. DC 용접에서 란탄 텅스텐 전극의 장점은 낮은 전자 작업과 우수한 아크 안정성입니다.

적용 가능한 등급: WL10 은 저전류 박판 용접에 적합하고 WL15 및 WL20 은 중고전류 및 후판 용접에 적합합니다.

#### 성능 특성:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

탁월한 저전류 아크 시동, WL10 은 10-50 암페어 범위에서 최고의 성능을 발휘합니다. 집중된 아크로 열영향부(HAZ)를 줄이고 정밀 용접에 적합합니다. 전극 팁은 아크 지향성을 향상시키기 위해 날카로운 모양(예: 30°-60° 원뿔 각도)으로 연마할 수 있습니다.

일반적인 응용 분야:

티타늄 날개 프레임과 같은 항공 우주 부품의 용접.  
스테인레스 스틸 반응기와 같은 화학 장비의 파이프 용접.  
원자력 산업, 예: 지르코늄 합금 연료봉의 포장 용접.

### 2.2.2 AC 용접용 란탄 텅스텐 전극

AC 용접(AC TIG)은 교류가 금속 표면에서 산화막(예:  $Al_2O_3$ )을 효과적으로 제거할 수 있기 때문에 주로 알루미늄 및 마그네슘과 같은 경금속을 용접하는 데 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극은 AC 용접, 특히 고주파 AC 모드에서 탁월하여 안정적인 아크를 유지하고 전극 소손을 줄입니다.

적용 가능한 급료: WL15 와 WL20 는 강화한 아크 안정성 및 연소 저항을 위한 그들의 높은 란탄 산화물 내용 때문에 AC 용접을 위한 첫번째 선택입니다.

성능 특성:

AC 모드에서 전극 팁은 넓은 용접에 적합한 균일한 호 분포를 가진 반구형 모양을 형성합니다.

낮은 번아웃 비율로 WL20 은 100-200 암페어 AC 용접에서 우수한 성능을 발휘합니다. 산화막 간섭에 강하여 알루미늄 합금의 깨끗한 용접에 적합합니다.

일반적인 응용 분야:

자동차 및 기차 차량의 용접과 같은 알루미늄 합금 차체 제조.  
항공기 인클로저 및 연료 탱크와 같은 항공 우주 알루미늄 구조물.  
조선에서 마그네슘 합금 부품의 용접.

### 2.2.3 특수 목적용 란탄 텅스텐 전극 (예 : 플라즈마 절단)

TIG 용접 외에도 란탄 텅스텐 전극은 플라즈마 절단, 방전 가공(EDM) 및 전자 장치 제조와 같은 특수 응용 분야에도 널리 사용됩니다. 이러한 응용 분야는 전극의 더 높은 온도 저항, 연소 저항 및 전기 전도성을 요구하며 란탄 산화물 함량이 높은 등급이 종종 선택됩니다.

플라즈마 절단:

란탄 텅스텐 전극 (예 : WL20)은 고온 플라즈마 아크 (최대 20,000 °C)를 견딜 수 있으며 안정적인 절단 성능을 제공합니다.

응용 분야 : 조선 및 건설 산업에서 일반적으로 발견되는 스테인리스강, 탄소강, 구리 및 알루미늄과 같은 절단 재료.

### 방전 가공(EDM):

탄탄 텅스텐 전극은 높은 전도성과 내식성으로 인해 금형 제작 및 정밀 부품 가공에 적합합니다.

응용 프로그램: 항공 우주 금형 및 자동차 스탬핑 다이의 EDM.

### 전자 장비:

탄탄 텅스텐 전극은 진공관 및 음극선관과 같은 특정 고정밀 전자 부품의 전극 재료로 사용됩니다.

응용 분야 : 반도체 제조 및 디스플레이 생산.

## 2.3 탄탄 텅스텐 전극과 다른 텅스텐 전극의 비교

탄탄 텅스텐 전극은 톨륨 텅스텐, 세륨 텅스텐, 순수 텅스텐, 지르코늄 텅스텐 및 이트륨 텅스텐 전극과 같은 다른 텅스텐 전극과 성능, 응용 프로그램 및 안전성 측면에서 크게 다릅니다. 다음은 전자 작업 탈출, 아크 시작 성능, 아크 안정성, 연소 저항, 환경 보호 및 적용 가능한 시나리오의 측면에서 자세히 비교한 것입니다.

### 2.3.1 탄탄 텅스텐 전극 대 톨륨 텅스텐 전극

톨륨 텅스텐 전극 (WT20, 적색 코팅 헤드)은 전통적인 고성능 텅스텐 전극을 대표하는 1.8 % -2.2 % 톨륨 산화물 ( $\text{ThO}_2$ )을 함유하고 있지만 산화 톨륨의 방사능 (방사선 선량 약  $3.60 \times 10^4$  Curie / kg)으로 인해 사용이 심각하게 제한됩니다.

전자 작업 결과 : 톨륨 - 텅스텐 전극은 약 2.6 eV 로 WL15 및 WL20 (2.8-3.2 eV)보다 약간 낮으며 아크 시작 성능은 탄탄 텅스텐 전극보다 약간 우수합니다.

아크 안정성 : 둘의 아크 안정성은 DC 용접에서 비슷하지만 AC 용접에서는 탄탄 텅스텐 전극 (WL20)이 산화막 간섭에 더 강합니다.

연소 저항 : 탄탄 텅스텐 전극 (WL15 및 WL20)은 고전류에서 톨륨-텅스텐 전극보다 연소 손실률이 낮고 전극 수명이 더 길다.

안전성 : 탄탄 텅스텐 전극은 비방사성이며 OSHA 및 EU RoHS 를 준수하는 반면, 톨륨 - 텅스텐 전극은 가공 및 사용 중에 방사성 먼지를 방출 할 수 있습니다.

적용 가능한 시나리오 : 탄탄 텅스텐 전극은 톨륨 텅스텐 전극의 이상적인 대체품으로 항공 우주, 원자력 산업 및 기타 안전 요구 사항이 높은 분야에 적합합니다. 톨륨 텅스텐 전극은 일부 개발 도상국에서 저비용 용접에 여전히 사용됩니다.

### 2.3.2 탄탄 텅스텐 전극 대 세륨 텅스텐 전극

세륨 텅스텐 전극 (WC20, 회색 코팅 팁)은 1.8 % -2.2 % 산화 세륨 ( $\text{CeO}_2$ )을 함유하고 있으며 저전류 및 중전류 용접에 널리 사용되는 또 다른 비 방사성 텅스텐 전극입니다.

전자 작업 결과 : 세륨 텅스텐 전극은 약 2.7-2.8 eV 로 WL15 와 비슷하며 유사한 아크 시작 성능을 가지고 있습니다.

아크 안정성 : 탄탄 텅스텐 전극 (WL15 및 WL20)은 고전류 (>150 암페어) 및 AC 용접에서 세륨 텅스텐 전극보다 우수합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

연소 저항 : 란탄 텅스텐 전극의 연소 속도는 특히 장기 및 고 하중 용접에서 세륨 텅스텐 전극의 연소 속도보다 낮습니다.

안전성: 둘 다 비방사성이며 비슷한 안전성을 가지고 있습니다.

적용 가능한 시나리오 : 세륨 텅스텐 전극은 저전류 박판 용접 (예 : 파이프 및 전자 부품)에 적합합니다. 란탄 텅스텐 전극은 고전류 및 복잡한 금속 용접에 더 적합합니다.

### 2.3.3 란탄 텅스텐 전극 대 순수 텅스텐 전극

순수 텅스텐 전극 (WP, 녹색 코팅 헤드)은 희토류 산화물을 포함하지 않으며 성능은 주로 AC 용접에 사용되는 비교적 기본적입니다.

전자 작업 탈출 : 순수한 텅스텐 전극은 약 4.5 eV 로 란탄 텅스텐 전극보다 훨씬 높으며 특히 저전류에서 아크 시작이 어렵습니다.

아크 안정성 : 순수 텅스텐 전극의 아크 안정성은 AC 용접에서 허용되지만 DC 용접에서는 드리프트하기 쉽습니다.

연소 저항 : 순수 텅스텐 전극은 연소 손실률이 높고 전극 수명이 짧아 고전류 용접에 적합하지 않습니다.

안전성: 둘 다 비방사성이며 비슷한 안전성을 가지고 있습니다.

적용 가능한 시나리오 : 순수 텅스텐 전극은 주로 알루미늄 및 마그네슘의 AC 용접에 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극은 광범위한 DC 및 AC 용접 시나리오에 적합합니다.

### 2.3.4 란탄 텅스텐 전극 대 지르코늄 텅스텐 전극

지르코늄 텅스텐 전극 (WZ8, 백색 코팅 헤드)은 0.7 % -0.9 % 지르코니아 ( $ZrO_2$ )를 함유하고 있으며 주로 AC 용접에 사용됩니다.

전자 작업 탈출 : 지르코늄 - 텅스텐 전극은 약 4.2 eV 로 란탄 텅스텐 전극보다 높으며 아크 개시 성능이 좋지 않습니다.

아크 안정성 : 지르코늄 - 텅스텐 전극은 AC 용접에서 순수 텅스텐 전극보다 아크 안정성이 우수하지만 란탄 텅스텐 전극 (WL20)보다 열등합니다.

내연소 : 지르코늄 텅스텐 전극은 AC 용접에서 소손률이 낮지만 DC 용접에서는 잘 수행되지 않습니다.

안전성: 둘 다 비방사성이며 비슷한 안전성을 가지고 있습니다.

적용 가능한 시나리오 : 지르코늄 텅스텐 전극은 알루미늄 및 마그네슘의 AC 용접을 위해 특별히 설계되었습니다. 란탄 텅스텐 전극은 더 다재다능하고 광범위한 금속 및 전류 유형에 적합합니다.

### 2.3.5 란탄 텅스텐 전극 대 이트륨 텅스텐 전극

이트륨 - 텅스텐 전극 (WY20, 진한 파란색 코팅 팁)은 1.8 % -2.2 % 이트륨 산화물 ( $Y_2O_3$ )을 함유하고 있으며 주로 DC 용접 및 플라즈마 절단에 사용됩니다.

전자 작업 결과 : 이트륨 - 텅스텐 전극은 약 2.8-3.0 eV 로 WL15 및 WL20 과 비슷하며 아크 시작 성능은 유사합니다.

아크 안정성 : 이트륨 - 텅스텐 전극은 고전류 DC 용접에서 우수한 아크 안정성을

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

갖지만 AC 용접 성능은 란탄 텅스텐 전극보다 열등합니다.

연소 저항 : 이트륨 - 텅스텐 전극은 WL20 과 비슷한 내연성을 갖지만 플라즈마 절단에서 고온에 더 강합니다.

안전성: 둘 다 비방사성이며 비슷한 안전성을 가지고 있습니다.

적용 가능한 시나리오 : 이트륨 - 텅스텐 전극은 중장비 제조와 같은 고전류 DC 용접 및 플라즈마 절단에 적합합니다. 란탄 텅스텐 전극은 일반 용접 및 AC 시나리오에 더 적합합니다.



CTIA GROUP LTD WL15 전극

### 제 3 장 : 란탄 텅스텐 전극의 특성

란탄 텅스텐 전극의 우수한 성능은 텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접), 플라즈마 용접 및 절단과 같은 까다로운 응용 분야에서 우수한 독특한 물리적, 화학적, 전기적 및 기계적 특성으로 인한 것입니다. 이 장에서는 물리적 특성(녹는점, 끓는점, 밀도, 경도, 열전도율 및 전도성 포함), 화학적 특성(내산화성, 내식성 및 화학적 안정성), 전기적 특성(전자 작업 출구, 아크 시작 및 아크 안정성), 기계적 특성(연소 저항, 내마모성, 인성 및 취성)에 대해 자세히 설명하고 물질안전보건자료(MSDS)를 첨부합니다 요약: 란탄 텅스텐 전극의 성능 특성을 완전히 입증합니다.

#### 3.1 란탄 텅스텐 전극의 물리적 특성

란탄 텅스텐 전극의 물리적 특성은 고온 및 고전류 환경에서의 안정성과 적용 가능성을 결정합니다. 란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ )로 도핑 된 란탄 텅스텐 전극은 텅스텐 매트릭스의 높은 용점과 고밀도를 유지하면서 열 및 전기 전도성을 최적화하여 용접 및 절단 응용 분야에 더 적합합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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

저작권 및 법적 책임 선언문

### 3.1.1 란탄 텅스텐 전극의 녹는점과 끓는점

란탄 텅스텐 전극의 녹는점과 끓는점은 주로 텅스텐의 고온 특성을 계승합니다. 순수한 텅스텐의 녹는점은 약 3422 °C (6192 °F)이고 끓는점은 약 5555 °C (10031 °F)이며 이는 모든 금속 중 가장 높습니다. 0.8 % -2.2 % 란탄 산화물의 도핑은 용점과 끓는점에 거의 영향을 미치지 않으며 란탄 텅스텐 전극의 용점은 일반적으로 3400-3420 °C 이고 끓는점은 5500-5550 °C 입니다. 란탄 산화물의 추가는 경미하게 용해점을 낮춥니다 (란탄 산화물에는 대략 2315°C 의 용해점이 있습니다), 그러나 그것의 낮은 내용 (<2.2%), 전반적인 고열 성과에 대한 효력은 무시할 수 있습니다.

이 높은 용점을 통해 란탄 텅스텐 전극은 용융 또는 심각한 변형없이 TIG 용접 및 플라즈마 절단에서 고온 아크 (최대 6000-20000 °C)를 견딜 수 있습니다. 실제로, 란탄 텅스텐 전극의 끝은 고전류에서 작은 용융 영역을 형성 할 수 있지만, 란탄 산화물의 열 안정화 덕분에 전극은 빠르게 냉각되고 모양을 유지하여 용접 품질을 보장 할 수 있습니다.

### 3.1.2 란탄 텅스텐 전극의 밀도 및 경도

란탄 텅스텐 전극의 밀도는 순수한 텅스텐의 밀도에 가깝고, 약 19.25-19.30 g/cm<sup>3</sup>이며, 이는 19.35 g/cm<sup>3</sup>의 순수한 텅스텐보다 약간 낮으며, 란탄 산화물 (약 6.51 g/cm<sup>3</sup>의 밀도)의 도핑으로 인해 전체 밀도가 감소합니다. 고밀도는 전극의 구조적 안정성을 보장하여 아크 충격에서 변형이나 파손에 덜 민감합니다.

경도 측면에서 란탄 텅스텐 전극의 비커스 경도는 일반적으로 400-450 HV 이며 이는 순수한 텅스텐 전극 (약 350-400 HV)보다 약간 높습니다. 란탄 산화물의 결정립 미세화는 텅스텐 매트릭스의 경도를 향상시켜 기계적 마모에 더 강합니다. 급료 사이 경도에 있는 경미한 차이가 있습니다, 예를 들면 WL20 (2.0% 란탄 산화물)는 WL10 (1.0% 란탄 산화물)의 더 높은 내용이 입자 경계 강화 효력을 증가하기 때문에 WL10 (1.0% 란탄 산화물) 보다는 경미하게 단단합니다.

고밀도 및 경도는 란탄 텅스텐 전극에 고하중 용접에서 긴 수명을 제공하며, 특히 초경합금 또는 고강도 강철을 용접 할 때 전극 팁의 기계적 마모에 저항 할 수 있습니다.

### 3.1.3 란탄 텅스텐 전극의 열전도율 및 전도성

란탄 텅스텐 전극의 열전도율 및 전도성은 용접에서 안정적인 성능을 유지하는 열쇠입니다. 순수 텅스텐은 약 173 W/(m·K) (실온)의 열전도율과 약 18.5 MS/m (또는 5.4 μΩ·cm)의 전기 전도도를 갖는다. 란탄 산화물로 도핑 한 후 열전도율은 약 160-170 W / (m · K)로 약간 감소하고 전기 전도도는 약 17.5-18.0 MS / m 였습니다. 이것은 란탄 산화물의 결정 구조가 소량의 입자 경계 산란을 도입하기 때문에 열과 전기의 전도 효율을 약간 감소시키기 때문입니다.

그럼에도 불구하고, 란탄 텅스텐 전극의 열전도율 및 전도도는 대부분의 다른 전극 재료 (예 : 약 400 W / (m · K)의 열전도율을 갖지만 용점이 낮은 구리 기반 전극)보다 훨씬 높습니다. 높은 열전도율로 인해 전극이 열을 빠르게 발산하여 팁 과열로 인한

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

소진을 줄일 수 있습니다. 높은 전도성은 효율적인 전류 전달을 보장하고 에너지 손실을 줄입니다. WL15 및 WL20 은 특히 고전류(100-300A)에서 탁월하며 안정적인 아크 온도와 전류 밀도를 유지할 수 있습니다.

### 3.2 란탄 텅스텐 전극의 화학적 성질

란탄 텅스텐 전극의 화학적 특성은 복잡한 환경에서 안정성과 내구성을 결정합니다. 란탄 산화물의 도핑은 텅스텐 매트릭스의 내산화성과 내식성을 크게 향상시켜 다양한 용접 환경에 적합합니다.

#### 3.2.1 란탄 텅스텐 전극의 내산화성

순수한 텅스텐은 고온 (>500 ° C)에서 산소와 반응하여 삼산화 텅스텐 ( $WO_3$ )을 형성하여 전극 표면의 산화와 성능 저하를 초래합니다. 란탄 산화물로 도핑 된 후, 란탄 텅스텐 전극의 산화 저항이 크게 향상되었다. 란탄 산화물 ( $La_2O_3$ )은 고온에서 높은 화학적 안정성을 가지며 전극 표면에 보호 산화물 층을 형성하여 텅스텐과 산소의 반응 속도를 늦춥니다. 실험에 따르면 WL20 의 산화 중량 증가율은 800 ° C 의 산화 분위기에서 순수 텅스텐 전극의 50 % -60 %에 불과합니다.

이 산화 저항을 통해 란탄 텅스텐 전극은 장기간의 고전류 용접 중에 표면 무결성을 유지하여 용접의 산화물 오염 위험을 줄일 수 있습니다. 특히 전극이 고온 플라즈마 아크와 산소에 노출되는 플라즈마 절단에서 란탄 텅스텐 전극의 항산화 특성은 장기적인 안정성을 보장합니다.

#### 3.2.2 란탄 텅스텐 전극의 내식성

란탄 텅스텐 전극은 다양한 화학 환경에서 우수한 내식성을 나타냅니다. 텅스텐 자체는 산, 알칼리 및 염 용액에 대한 내식성이 우수하며, 란탄 산화물의 도핑은 수분, 염수 분무 및 황화수소와 같은 특정 부식성 가스 환경에서 안정성을 더욱 향상시킵니다. 예를 들어, 염화물 함유 환경에서 란탄 텅스텐 전극은 란탄 산화물의 화학적 불활성 덕분에 순수한 텅스텐 전극보다 약 20 % -30 % 낮은 부식 속도를 갖습니다.

용접 응용 분야에서 란탄 텅스텐 전극은 부식성 가스 또는 슬래그를 방출 할 수 있는 스테인리스 강 및 니켈 기반 합금의 용접에 일반적으로 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극의 내식성은 표면이 침식되기 쉽지 않고 아크의 안정성을 유지하며 전극의 수명을 연장합니다.

#### 3.2.3 란탄 텅스텐 전극의 화학적 안정성

란탄 텅스텐 전극의 화학적 안정성은 고온 및 복잡한 화학 환경에서 낮은 반응성에 반영됩니다. 란탄 산화물의 용해점 (2315°C) 그리고 화학 둔함은 전극 구성의 안정성을 유지하는 고열 아크에서 케라하거나 휘발하는 것을 어렵게 합니다. 대조적으로, 토륨-텅스텐 전극의 산화토륨( $ThO_2$ )은 고온에서 소량의 방사성 가스를 방출할 수 있는 반면, 란탄 텅스텐 전극은 이러한 위험이 없으며 엄격한 환경 요구 사항을 충족합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

용접 중 란탄 텅스텐 전극의 화학적 안정성은 불활성 가스 (예 : 아르곤, 헬륨)에 대한 낮은 반응성에도 반영되어 깨끗한 아크 환경을 보장하고 용접 오염을 방지합니다. 따라서 원자력 산업 및 항공 우주와 같은 고정밀 용접에 특히 적합합니다.

### 3.3 란탄 텅스텐 전극의 전기적 성질

란탄 텅스텐 전극의 전기적 특성은 용접 및 절단의 핵심 장점으로, 아크 시작 성능, 아크 안정성 및 전반적인 용접 효율을 결정합니다. 란탄 산화물의 도핑은 텅스텐 전극의 전기적 특성을 크게 최적화합니다.

#### 3.3.1 란탄 텅스텐 전극의 전자 작용

일 함수는 전자가 재료 표면에서 탈출하는 데 필요한 최소 에너지를 말하며, 이는 전극의 아크 성능에 영향을 미치는 핵심 매개변수입니다. 순수한 텅스텐의 전자 작용은 약 4.5 eV 이며, 전자 진화의 작용은 란탄 텅스텐 전극에서 란탄 산화물의 도핑에 의해 크게 감소합니다.

WL10 (1.0% 란탄 산화물): 2.6-2.7 eV

WL15 (1.5% 란탄 산화물): 2.8-3.0 eV

WL20 (2.0% 란타넘 산화물): 2.8-3.2 eV

란탄 산화물의 낮은 전자 작용은 텅스텐 매트릭스에 희토류 산화물 입자가 형성되어 표면 장벽을 줄이고 전자 방출을 촉진하기 때문입니다. 토륨-텅스텐 전극(약 2.6eV)에 비해 WL15 및 WL20 은 전자 탈출 작용이 약간 더 높지만 실제 응용 분야에서는 방사능 위험을 피하면서 우수한 아크 시작 성능을 제공하기에 충분합니다.

#### 3.3.2 란탄 텅스텐 전극의 아크 시작 성능

아크 시작 성능은 전압이 가해질 때 전극이 얼마나 쉽게 아크를 시작할 수 있는지를 나타냅니다. 란탄 텅스텐 전극의 낮은 전자 작용으로 인해 저전압 및 전류 (10-50 암페어)에서 아크를 쉽게 시작할 수 있으므로 박판 용접 및 정밀 용접에 특히 적합합니다. WL10 은 저전류 DC 용접에서 최고의 성능을 발휘하는 반면, WL15 및 WL20 은 중전류에서 고전류(50-300 암페어)에서도 빠른 아크를 유지합니다.

AC 용접에서 란탄 텅스텐 전극, 특히 WL20 은 전류 방향의 변화에 신속하게 반응하여 아크 개시 실패의 위험을 줄일 수 있습니다. 실험에 따르면 WL15 의 아크 시작 시간은 70 암페어 DC 의 조건에서 순수 텅스텐 전극보다 30 % -40 % 짧아 용접 효율을 크게 향상시킵니다.

#### 3.3.3 란탄 텅스텐 전극의 아크 안정성

아크 안정성은 용접 공정 중에 균일한 연소를 유지하고 드리프트 또는 중단을 방지하는 아크의 능력을 나타냅니다. 란탄 텅스텐 전극의 아크 안정성은 란탄 산화물의 균일한 분포와 탈출의 낮은 전자 작용 때문입니다. DC 용접에서 WL15 및 WL20 은 집중적이고 안정적인 아크를 형성하여 스패터 및 용접 결함을 줄일 수 있습니다. AC 용접에서 WL20 의 아크 안정성은 순수 텅스텐 및 지르코늄 텅스텐 전극보다 우수하며, 특히 알루미늄 합금을 용접할 때 산화막을 효과적으로 제거하고

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

균일한 아크 모양을 유지할 수 있습니다.

아크 안정성의 핵심 지표는 아크 전압 변동입니다. 테스트 결과 150 암페어 AC 용접에서 WL20의 전압 변동률은  $\pm 0.5V$ 에 불과하여 순수 텅스텐 전극( $\pm 1.2V$ ) 및 세륨 텅스텐 전극( $\pm 0.8V$ )보다 우수하여 고품질 용접을 보장합니다.

### 3.4 란탄 텅스텐 전극의 기계적 성질

란탄 텅스텐 전극의 기계적 특성은 연소 저항, 내마모성, 인성 및 취성을 포함하여 고하중 및 장기간 사용에 대한 내구성을 결정합니다.

#### 3.4.1 란탄 텅스텐 전극의 연소 저항

연소 저항은 고온 아크 작용으로 팁 절제 및 질량 손실에 저항하는 전극의 능력을 나타냅니다. 란탄 텅스텐 전극의 연소 방지 성능은 주로 란탄 산화물의 입자 미세화와 높은 재결정 온도 (약 1800-2000 °C, 순수 텅스텐보다 약 200 °C 높음)로 인해 순수 텅스텐 및 세륨 텅스텐 전극보다 우수합니다. WL20은 고전류 (200-300 암페어)에서 연소 손실에 대한 최상의 저항을 나타내며 팁 소비율은 토륨-텅스텐 전극보다 약 20% -30% 낮습니다.

플라즈마 절단에서 란탄 텅스텐 전극은 특히 연소에 강하여 최대 20,000 °C의 플라즈마 아크를 견딜 수 있으며 전극의 수명을 연장하고 교체 빈도를 줄일 수 있습니다. 예를 들어, 10mm 두께의 스테인리스강을 절단할 때 WL20 전극의 평균 수명은 순수 텅스텐 전극의 1.5-2 배가 될 수 있습니다.

#### 3.4.2 란탄 텅스텐 전극의 내마모성

내마모성은 기계적 접촉 또는 아크 충격에서 마모에 저항하는 전극의 능력을 나타냅니다. 란탄 텅스텐 전극 (400-450 HV)의 높은 경도와 란탄 산화물의 입계 강화 효과는 순수한 텅스텐 전극보다 우수합니다. 용접 과정에서 전극 팁은 공작물 또는 고정 장치와 약간 접촉할 수 있으며 란탄 텅스텐 전극의 표면은 굽힘이나 마모가 발생하지 않아 팁 모양의 무결성을 유지합니다.

고주파 스폿 용접 또는 플라즈마 절단에서 란탄 텅스텐 전극의 내마모성은 여러 사이클에 걸쳐 안정성을 보장합니다. 예를 들어, 100 암페어 DC 용접에서 WL15의 마모율은 순수 텅스텐 전극의 60% -70%에 불과하여 전극의 내구성을 크게 향상시킵니다.

#### 3.4.3 란탄 텅스텐 전극의 인성 및 취성

란탄 텅스텐 전극의 인성과 취성은 기계적 특성의 중요한 측면입니다. 순수한 텅스텐은 취성이 높으며 특히 고온에서 입계 균열이 발생하기 쉽습니다. 란탄 산화물로 도핑된 후, 란탄 텅스텐 전극의 인성이 향상되고 입자 미세화는 균열 전파 경향을 감소시킨다. WL20의 파괴 인성( $K_{Ic}$ )은 약 10-12  $MPa \cdot m^{1/2}$ 로 순수 텅스텐(8-10  $MPa \cdot m^{1/2}$ )보다 높습니다.

그러나, 란탄 텅스텐 전극은 매우 높은 온도 (>2500 °C) 또는 장기간 사용 후, 특히

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

높은 란탄 산화물 함량 (예 : WL20)에서 여전히 약간의 취성을 나타낼 수 있습니다. 따라서 생산에서 인성과 취성은 종종 소결 및 단조 공정을 최적화하여 전극이 실제 응용 분야에서 파손되지 않도록 함으로써 균형을 이룹니다.

### 3.5 CTIA GROUP LTD 의 란탄 텅스텐 전극 MSDS

다음은 CTIA GROUP LTD 에서 제공하는 란탄 텅스텐 전극 재료의 안전 데이터 시트 (MSDS)에 대한 요약으로, 화학 성분, 위험 식별, 보호 조치 및 공개적으로 사용 가능한 정보 및 산업 표준을 기반으로 한 취급 정보를 다룹니다.

물질안전보건자료(MSDS) 요약:

화학 성분 :

텅스텐 (W): 질량 기준 97.8 % -99.2 %

란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ): 0.8 % -2.2 % (질량 분율, 등급에 따라 다름).

불순물 :  $\leq 0.1$  % (철, 규소, 탄소 등의 미량 원소 포함)

위험 식별:

건강 위험 : 란탄 텅스텐 전극은 방사성이 없으며 정상적인 사용에서 인체에 무해합니다. 가공(예: 절단, 연삭)은 텅스텐 가루를 생성할 수 있으며, 이는 장기간 흡입할 경우 호흡기 자극을 유발할 수 있습니다.

환경적 위험: 심각한 환경적 위험은 없지만 오염을 방지하기 위해 현지 규정에 따라 폐기물을 재활용하고 처리해야 합니다.

물리적 위험: 고온 용접 시 전극에서 소량의 산화물 가스가 방출될 수 있으므로 환기를 보장하십시오.

보호 조치:

개인 보호구: 처리 중에는 방진 마스크(N95 이상)와 보호 안경을 착용하십시오. 용접 시 용접 마스크와 내열 장갑을 사용하십시오.

환기 요구 사항: 밀폐된 환경에서 사용하는 경우 국소 배기 또는 환기 장비의 사용을 확인하십시오.

보관 조건: 건조하고 서늘한 곳에 보관하고 습도와 고온을 피하십시오.

응급 처치 방법:

흡입: 먼지를 흡입한 경우 환기가 잘 되는 곳으로 이동하고 필요한 경우 의사의 진료를 받으십시오.

피부 접촉: 접촉 부위를 비누와 물로 씻으십시오.

눈 접촉: 다량의 물로 최소 15 분 동안 행구고 필요한 경우 의사의 진료를 받으십시오.

취급 및 폐기:

폐 란탄 텅스텐 전극은 마음대로 버리지 않도록 폐기를 위해 전문 재활용 기관에 보내야 합니다.

국제 표준(예: RoHS) 및 중국 환경 규정(예: GB/T 26572)의 요구 사항을 준수합니다.

배송 정보:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

위험하지 않은 상품은 기존 상품으로 운송할 수 있지만 방습 및 충격 방지 포장에  
필요합니다.

법적 규제 정보:

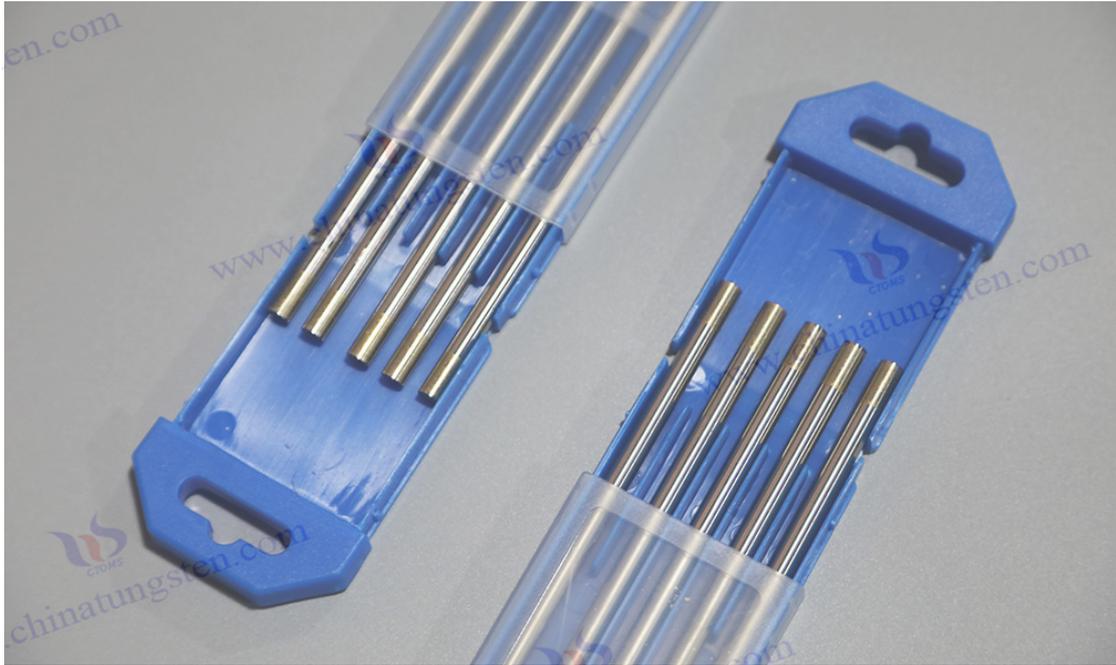
ISO 6848:2015 및 GB/T 14841 표준을 준수합니다.

특별한 허가가 필요하지 않으며 처리 및 사용은 산업 보건 및 안전 규정(예: OSHA)의  
적용을 받습니다.

공급업체 정보

공급 업체: CTIA GROUP LTD

전화: 0592-5129696/5129595



CTIA GROUP LTD WL15 전극

#### 4 장 : 란탄 텅스텐 전극의 사용

란탄 텅스텐 전극은 용접, 비 용접 및 특수 수요가 많은 분야를 포괄하는 우수한  
아크 개시 성능, 아크 안정성, 비 방사능 및 낮은 연소 율로 인해 현대 산업에서 널리  
사용됩니다. 다재다능하고 성능이 뛰어나 텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접),  
플라즈마 용접 및 절단, 방전 가공 (EDM)은 물론 항공 우주, 원자력 산업 및 의료  
기기 제조에 선택되는 재료입니다. 이 장에서는 용접 (TIG 용접, 플라즈마 용접 및  
적용 가능한 금속 유형 포함), 비 용접 응용 프로그램 (플라즈마 절단, EDM 및 전자  
제품), 특수 응용 프로그램 (항공 우주, 원자력 산업 및 의료 기기 제조) 및 특정 응용  
사례에서 란탄 텅스텐 전극의 응용 프로그램에 대해 자세히 설명하여 산업에서의  
중요성과 다양한 용도를 보여줍니다.

##### 4.1 란탄 텅스텐 전극은 용접 분야에서 사용됩니다.

용접은 란탄 텅스텐 전극의 가장 중요한 응용 분야이며, 그 성능은 텅스텐 불활성

##### 저작권 및 법적 책임 선언문

가스 용접 (TIG 용접) 및 플라즈마 용접에서 특히 두드러집니다. 란탄 텅스텐 전극의 낮은 전자 작업(2.6-3.2 eV), 우수한 아크 안정성 및 연소 저항으로 인해 특히 항공 우주, 에너지 및 화학 장비 제조와 같이 용접 외관 및 기계적 특성이 중요한 시나리오에서 고정밀, 고품질 용접의 요구를 충족할 수 있습니다.

#### 4.1.1 TIG (아르곤 아크 용접)에 있는 신청.

텅스텐 불활성 가스 차폐 용접 (TIG 용접, 아르곤 아크 용접이라고도 함)은 란탄 텅스텐 전극의 핵심 응용 분야입니다. TIG 용접은 아르곤 또는 헬륨과 같은 불활성 가스로 보호되는 텅스텐 전극을 사용하여 공작물과 필러 재료를 가열하여 고품질 용접을 형성하는 전기 아크를 생성합니다. 이 공정은 스파터가 없고 미학적으로 만족스러운 용접 및 광범위한 금속에 대한 적응성으로 인해 고정밀 및 고품질 용접 작업에 널리 사용됩니다. TIG 용접에서 란탄 텅스텐 전극의 장점은 다음과 같은 측면에 반영됩니다.

우수한 아크 시작 성능 : 란탄 텅스텐 전극 (특히 WL10 및 WL15)은 저전류 (10-50 A)에서 쉽게 아크를 시작할 수 있으며 박판 용접 (예 : 0.5-2 mm 스테인레스 스틸 또는 알루미늄 합금)에 적합합니다. 낮은 전자 탈출 작업은 빠른 점화를 보장하고 아크 시작 실패의 위험을 줄입니다.

아크 안정성: WL15 및 WL20 은 현재 50-300A 범위에서 집중적이고 안정적인 아크를 유지하고 아크 드리프트 및 스파터를 줄이며 용접의 균일성과 표면 품질을 보장할 수 있습니다. 특히 DC 양극(DCEN) 모드에서 아크는 지향성이 강하고 집중된 열 입력을 가지므로 정밀 용접에 적합합니다.

낮은 소손율 : 란타늄 - 텅스텐 전극은 고온 아크에서 소손 속도가 낮고 팁 모양이 안정적이어서 전극의 수명을 연장합니다. 예를 들어, 150 암페어 DC 용접에서 WL20 의 번오프 속도는 순수 텅스텐 전극보다 약 30 % -40 % 낮아 전극 교체 빈도를 줄이고 생산 효율성을 향상시킵니다.

DC & AC 유니버설: 란탄 텅스텐 전극은 DC(DC) 및 AC(AC) 용접 모두에서 잘 수행됩니다. WL20 은 AC 에서 알루미늄 합금을 용접할 때 표면 산화막( $Al_2O_3$ )을 빠르게 제거하여 균일한 용접을 형성할 수 있습니다.

#### 일반적인 응용 프로그램 시나리오:

파이프 용접 : 석유 화학 및 천연 가스 산업에서 란탄 텅스텐 전극은 스테인레스 스틸 및 니켈 기반 합금 파이프의 TIG 용접에 사용되어 용접에 결함이 없고 고압 및 부식성 환경의 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

시트 용접: 전자 산업 및 의료 장비 제조에서 WL10 은 용접의 강도와 아름다움을 보장하기 위해 0.5-1mm 두께의 스테인리스강 또는 티타늄 합금 시트를 용접하는 데 사용됩니다.

자동 용접: 자동차 제조에서 용접 로봇은 WL15 를 사용하여 고강도 강철 및 알루미늄

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

합금의 TIG 용접을 수행하여 생산 효율성과 용접 일관성을 향상시킵니다.

TIG 용접의 인기는 특히 유럽과 미국 시장에서 란탄 텅스텐 전극의 광범위한 적용을 촉진했으며, WL15는 토륨 텅스텐 전극에 가까운 성능으로 인해 주류 선택이 되었으며, 글로벌 TIG 전극 시장의 20% - 30%를 차지합니다.

#### 4.1.2 플라즈마 용접

플라즈마 아크 용접(PAW)은 제한된 아크를 사용하여 15000-25000°C의 아크 온도와 더 집중된 열 입력으로 고정밀 및 고효율 용접에 적합한 고온 플라즈마 빔을 생성하는 용접 기술입니다. 란탄 텅스텐 전극은 고온 및 연소에 대한 내성으로 인해 플라즈마 용접에 선호됩니다.

##### 성능 이점:

고온 안정성: WL20은 플라즈마 아크의 고온 및 강한 충격을 견딜 수 있으며 팁이 녹거나 변형되기 쉽지 않아 전극의 수명이 연장됩니다.

아크 농도: 플라즈마 용접의 아크 빔은 좁고 (직경 약 0.1-2mm) 란탄 텅스텐 전극은 깊은 침투 용접 및 마이크로 홀 용접에 적합한 안정적인 전류 초점을 제공할 수 있습니다.

낮은 오염: 란탄 텅스텐 전극의 화학적 안정성은 불활성 가스의 보호 하에서 오염 물질을 방출하지 않도록 하여 용접 이음새를 깨끗하게 유지합니다.

##### 프로세스 특성:

플라즈마 용접은 마이크로 플라즈마(1-30 암페어)와 기존 플라즈마(30-1000 암페어)로 나뉩니다. WL10은 0.1-1mm 두께의 얇은 시트용 마이크로 플라즈마 용접에 적합하며, WL15 및 WL20은 2-10mm 두께의 금속을 위한 기존 플라즈마 용접에 적합합니다. 플라즈마 용접은 종종 DC 음극 모드를 채택하고 란탄 텅스텐 전극의 낮은 전자 탈출 작업은 빠른 아크 시작과 안정적인 아크를 보장합니다.

##### 일반적인 응용 프로그램 시나리오:

항공우주: 플라즈마 용접은 터빈 블레이드 및 연소실과 같은 티타늄 및 니켈 기반 합금의 정밀 부품에 사용되며, 용접에 다공성과 균열이 없어야 합니다.

전자 산업: 마이크로 플라즈마 용접은 반도체 패키지 및 소형 커넥터의 제조에 사용되며 란탄 텅스텐 전극은 높은 정밀도와 낮은 열 영향 영역을 보장합니다.

압력 용기: 화학 및 에너지 산업에서 플라즈마 용접은 두꺼운 벽의 스테인리스강 용기의 깊은 관통 용접에 사용되며 란탄 텅스텐 전극은 용접 효율성과 품질을 향상시킵니다.

플라즈마 용접은 전극 성능에 대한 요구 사항이 매우 높으며 란탄 텅스텐 전극의 우수한 성능으로 인해 특히 엄격한 환경 규정이 있는 지역에서 이 분야에서 토륨 -

##### 저작권 및 법적 책임 선언문

텅스텐 전극을 점차적으로 대체합니다.

#### 4.1.3 적용 가능한 금속 유형(스테인리스강, 알루미늄 합금, 니켈 합금 등).

란탄 텅스텐 전극의 다양성은 스테인레스 스틸, 알루미늄 합금, 니켈 합금, 티타늄 합금, 구리 합금 및 탄소강을 포함하되 이에 국한되지 않는 광범위한 금속을 용접하는 데 적합합니다. 다음은 주요 금속 유형에서의 적용 특성입니다.

##### 스테인리스:

특징: 스테인리스강(오스테나이트계, 페라이트계 및 마르텐사이트 스테인리스강 포함)은 내식성이 우수하고 고온 강도가 높으며 화학, 식품 가공 및 의료 장비 제조에 널리 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극 (WL15 및 WL20)은 DC 음극 모드에서 안정적인 아크를 제공하여 열 영향 영역을 줄이고 입계 부식을 방지합니다.

응용 프로그램: 304 및 316 스테인리스강 파이프의 TIG 용접, 압력 용기의 용접 제작.

장점 : 란탄 텅스텐 전극의 낮은 연소 율과 아크 안정성은 용접 이음새가 아름답고 산화물 함유물이 없음을 보장합니다.

##### 알루미늄 합금:

특징 : 알루미늄 합금 (예 : 6061, 7075)은 열전도율이 높고 표면 산화막( $Al_2O_3$ )이 있어 AC TIG 용접으로 제거해야 합니다. WL20 은 AC 모드에서 최상의 성능을 발휘하여 산화막을 빠르게 제거하고 균일한 아크를 유지합니다.

응용 분야: 항공 우주 알루미늄 구조물(예: 항공기 쉘), 차체 및 선박 갑판의 용접.

장점 : AC 용접에서 란탄 텅스텐 전극의 낮은 연소 율과 산화 저항은 용접 품질을 향상시킵니다.

##### 니켈 합금:

특징: 니켈 기반 합금(예: Inconel 625, Hastelloy C-276)은 고온 강도와 내식성이 우수하여 항공 우주 및 원자력 산업에서 널리 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극은 DC 용접에서 집중된 아크를 제공하며 고정밀 용접에 적합합니다.

응용 프로그램: 가스 터빈 블레이드, 원자로 파이프의 용접.

장점 : 란탄 텅스텐 전극의 연소 저항 및 화학적 안정성은 용접 결함을 줄입니다.

##### 티타늄 합금:

특징: 티타늄 합금(예: Ti-6Al-4V)은 강도가 높고 밀도가 낮지만 산소에 민감하고 엄격한 불활성 가스 보호가 필요합니다. WL15 는 DC 저전류 용접에 탁월하여 열 입력을 줄이고 산화를 방지합니다.

응용 프로그램: 항공 우주 날개 골격, 의학 임플란트의 용접.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

장점 : 란탄 텅스텐 전극의 낮은 전자 탈출 작업과 아크 안정성은 다공성없는 용접을 보장합니다.

#### 구리 합금 및 탄소강 :

특징 : 구리 합금 (예 : 황동, 청동)은 열전도율이 높으며 고전류 용접이 필요합니다. 탄소강(예: Q235)은 비용이 저렴하고 응용 분야가 넓습니다. WL20 은 구리 합금의 고전류 용접에 적합하고 WL10 은 탄소강의 저전류 용접에 적합합니다.

응용 프로그램: 구리 합금 열교환기 및 탄소 강철 구조상 부속의 용접.

장점 : 란탄 텅스텐 전극의 다양성은 다양한 전류 및 금속의 요구를 충족시킵니다.

란탄 텅스텐 전극의 다양성은 용접 산업, 특히 성능 안정성이 널리 인정되는 스테인리스강 및 니켈 합금과 같은 다중 금속 조합 용접에서 없어서는 안될 재료입니다.

#### 4.2 란탄 텅스텐 전극은 비 용접 분야에서 사용됩니다.

용접 외에도 란탄 텅스텐 전극은 플라즈마 절단, 방전 가공(EDM) 및 전자 제품 제조를 포함한 비용접 분야에서 중요한 응용 분야를 가지고 있습니다. 이 분야는 전극의 높은 저항, 전기 전도성 및 내식성을 필요로 하며 란탄 텅스텐 전극은 우수한 특성에 이상적입니다.

##### 4.2.1 플라즈마 절단

플라즈마 절단은 높은 플라즈마 아크(최대 20,000°C 의 온도)를 사용하여 금속을 녹이고 날려버리는 가공 기술이며 탄소강, 스테인리스강, 알루미늄, 구리 및 기타 재료를 절단하는 데 널리 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극, 특히 WL20 은 높은 및 연소에 대한 내성으로 인해 플라즈마 절단에 탁월합니다.

##### 성능 이점:

고온 저항: WL20 은 플라즈마 아크의 고온 충격을 견딜 수 있으며 팁 소비율이 낮아 전극 수명이 연장됩니다.

아크 안정성 : 란탄 텅스텐 전극은 안정적인 플라즈마 아크를 제공하여 평평한 절삭 날을 보장하고 버를 줄입니다.

내산화성: 공기 또는 산소와 같은 산소화된 플라즈마 가스에서 란탄 텅스텐 전극은 산화율이 낮고 표면 무결성을 유지합니다.

##### 응용 프로그램 시나리오:

조선 산업: 선체 및 갑판 제조를 위해 10-50mm 두께의 스테인리스강 및 탄소강판 절단.

건설 산업: 건물 프레임의 정밀 요구 사항을 충족하기 위해 철골 구조 빔과 기둥을

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

절단합니다.

자동차 제조: 생산 효율성을 향상시키기 위해 알루미늄 합금 본체 부품을 절단합니다.

실제 예 : 조선소의 플라즈마 절단 라인에서 20mm 두께의 스테인리스 강판을 WL20 전극으로 절단했으며 전극 수명은 순수 텅스텐 전극보다 약 50 % 길고 절단 속도가 15 % 증가하여 생산 비용이 크게 절감되었습니다.

플라즈마 절단은 전극의 내구성에 대한 요구 사항이 매우 높으며 란탄 텅스텐 전극의 우수한 성능으로 인해 점차적으로이 분야에서 토륨 텅스텐 전극을 대체하고 업계 표준이됩니다.

#### 4.2.2 방전 가공(EDM)

EDM(Electrical Discharge Machining)은 전기 스파크에 의해 재료를 제거하는 고정밀 가공 기술로, 금형 제작 및 복잡한 부품 가공에 널리 사용됩니다. 란탄 텅스텐 전극은 높은 전도성, 내식성 및 내마모성으로 인해 EDM의 전극 재료로 적합합니다.

##### 성능 이점:

높은 전기 전도성: 란탄 텅스텐 전극의 전도성(약 17.5-18.0 MS/m)은 효율적인 EDM 방전과 빠른 처리 속도를 보장합니다.

내마모성: WL15 및 WL20(400-450 HV)의 높은 경도로 인해 다중 방전 시 마모가 적고 전극 모양을 유지합니다.

내식성 : 등유 또는 탈 이온수와 같은 EDM의 전해질에서 란탄 텅스텐 전극의 화학적 안정성은 표면 부식을 방지합니다.

##### 응용 프로그램 시나리오:

금형 제조 : 자동차 부품 용 금형과 같은 스탬핑 금형 및 사출 금형의 정밀 가공에 사용됩니다.

항공우주: 터빈 블레이드와 엔진 노즐의 복잡한 형상을 가공합니다.

의료 기기: 수술용 칼 및 정형외과용 임플란트용 고정밀 부품 제조.

실제 예: 항공우주 금형 공장에서 WL15 전극은  $\pm 0.01\text{mm}$ 의 가공 정확도로 니켈 기반 합금 금형의 EDM 가공에 사용되며 전극 소비는 구리 전극보다 30% 낮아 금형의 표면 품질과 생산 효율성을 향상시킵니다.

EDM에 란탄 텅스텐 전극을 적용함으로써 특히 항공 우주 및 의료 분야에서 고정밀 가공 기술의 발전을 주도했습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

#### 4.2.3 전자 장치의 전극 재료

란탄 텅스텐 전극은 특히 진공관, 음극선 튜브 (CRT) 및 특정 반도체 장치에서 높은 전도성, 고온 저항 및 화학적 안정성으로 인해 전자 장치의 제조에 전극 재료로 사용됩니다.

##### 성능 이점:

높은 전기 전도성: 란탄 텅스텐 전극의 높은 전도성은 효율적인 전류 전송을 보장하며 고주파 전자 응용 분야에 적합합니다.

고온 저항 : 진공 또는 불활성 가스 환경에서 란탄 텅스텐 전극은 고온 (1000-2000 °C)을 견디고 안정적인 성능을 유지할 수 있습니다.

화학적 안정성 : 란탄 텅스텐 전극은 전자 장치의 가스 또는 물질과 쉽게 반응하지 않아 장치 수명을 연장합니다.

##### 응용 프로그램 시나리오:

진공관 : 란탄 텅스텐 전극은 고효율 증폭기 및 레이더 장비에 사용되는 전류를 생성하기 위해 전자를 방출하는 음극 재료로 사용됩니다.

음극선관: WL15 전극은 CRT 디스플레이의 전자총에 사용되어 안정적인 전자빔을 제공합니다.

반도체 제조 : 란탄 텅스텐 전극은 특정 플라즈마 에칭 장비, 실리콘 웨이퍼 및 집적 회로 가공에 사용됩니다.

실제 예: 반도체 장비 제조업체에서 WL20 전극은 나노미터 정확도의 플라즈마 에칭 기계에 사용되며 전극 수명은 기존 구리 기반 전극보다 40% 더 길어 유지 보수 비용을 절감합니다.

전자 장비에 란탄 텅스텐 전극을 적용하는 것은 소규모이지만 성능이 뛰어나 첨단 기술 분야에서 대체 할 수 없습니다.

#### 4.3 란탄 텅스텐 전극의 특수 응용

란탄 텅스텐 전극의 비 방사성 및 우수한 특성은 재료 특성, 안전성 및 신뢰성이 중요한 항공 우주, 원자력 산업 및 의료 기기 제조와 같은 까다로운 분야의 특수 응용 분야에 이상적입니다.

##### 4.3.1 항공 우주 산업

항공우주 산업은 용접 및 절단 재료에 대한 성능 요구 사항이 매우 엄격하며 용접은 고강도, 결함이 없고 고온 부식에 강해야 합니다. 이 분야에서 란탄 텅스텐 전극의 응용은 주로 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 절단에 중점을 둡니다.

##### 저작권 및 법적 책임 선언문

#### 앱 기능:

티타늄 합금 용접: WL15 는 Ti-6Al-4V 티타늄 합금의 TIG 용접에 사용되어 항공기 날개 골격 및 엔진 부품을 제조하는 데 사용되며 용접은 비다공성이며 피로 저항이 우수합니다.

니켈 기반 합금 용접: WL20 은 가스 터빈 블레이드를 제조하기 위해 인코넬 718 니켈 기반 합금의 플라즈마 용접에 사용되며 용접부는 고온 산화에 강합니다.

알루미늄 합금 절단: WL20 은 알루미늄 합금 본체 패널의 플라즈마 절단에 사용되며 절삭날이 평평하여 후속 가공을 줄입니다.

#### 이점:

비방사성이며 항공 우주 산업의 엄격한 안전 표준을 충족합니다.

낮은 소손 율과 아크 안정성은 용접 및 절단 효율을 향상시킵니다.

항공 우주 부품의 대량 생산 요구를 충족시키기 위해 자동 용접에 적합합니다.

실제 예: 한 항공 제조 회사에서 WL15 전극을 사용하여 Boeing 787 항공기의 티타늄 합금 프레임을 용접한 결과, 초음파 검사(UT)와 X 선 검사(RT)를 99.5%의 합격률로 통과하여 생산 효율성이 크게 향상되었습니다.

### 4.3.2 원자력 산업

원자력 산업은 고온, 압력 및 방사선 환경을 견뎌야 하는 용접 재료의 신뢰성과 안전성에 대한 요구가 높습니다. 란탄 텅스텐 전극은 원자로 압력 용기, 연료봉 캡슐화 및 파이프 라인 용접에 널리 사용됩니다.

#### 앱 기능:

지르코늄 합금 용접 : WL10 은 지르코늄 합금 연료봉의 TIG 용접에 사용되며, 저전류 아크는 열 입력을 줄이고 재료 입자의 성장을 방지합니다.

스테인리스강 용접: WL20 은 316L 스테인리스강 압력 용기의 플라즈마 용접에 사용되며 깊은 용입 용접은 기밀성을 보장합니다.

니켈 합금 파이프: WL15 는 Hastelloy 합금 파이프의 TIG 용접에 사용되며 용접은 부식에 강하고 핵 폐기물 저장 요구 사항을 충족합니다.

#### 이점:

비방사성이므로 토륨-텅스텐 전극에 의해 도입될 수 있는 방사선 위험을 피할 수 있습니다.

높은 아크 안정성은 용접 이음매에 결함이 없고 원자력 산업의 엄격한 검사 표준을 충족하도록 보장합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

내식성 및 화학적 안정성은 원자력 환경의 복잡한 화학적 조건에 적합합니다.

실제 예: 중국의 원자력 발전소 건설에서 WL20 전극은 원자로 냉각 파이프의 TIG 용접에 사용되며 용접은 헬륨 누출 감지 테스트를 통과했으며 누출률은 원자력 안전 요구 사항을 충족하는  $10^{-9}$  Pa·m<sup>3</sup>/s 미만입니다.

#### 4.3.3 의료기기 제조

이 분야에서 란탄 텅스텐 전극의 적용은 주로 티타늄 합금 및 스테인리스강의 정밀 용접과 EDM 가공에 중점을 두고 있으며, 의료 기기 제조에서 용접 및 가공 재료의 청결과 정밀도에 대한 요구 사항이 매우 높기 때문에 EDM 가공에 중점을 두고 있습니다.

##### 앱 기능:

티타늄 임플란트: WL10 은 재료 특성의 열화를 방지하기 위해 낮은 열 입력으로 티타늄 합금 정형외과용 임플란트(예: 고관절 보철물)의 TIG 용접에 사용됩니다.

스테인레스 스틸 수술 기구: WL15 는 스테인레스 스틸 수술용 칼의 마이크로 플라즈마 용접에 사용되며 용접 이음새가 매끄럽고 2 차 연마가 필요하지 않습니다.

EDM 가공: WL20 은  $\pm 0.005$ mm 의 가공 정확도로 주사기 바늘 금형과 같은 소형 의료 기기 금형을 제조하는 데 사용됩니다.

##### 이점:

방사성이 없고 화학적으로 매우 안정적이며 의료 장비의 오염을 방지합니다.

낮은 번아웃 속도와 아크 안정성은 용접 및 가공의 정확도를 향상시킵니다.

작은 공작물의 가공에 적합하며 의료 기기의 엄격한 공차를 충족합니다.

실제 예: 한 의료기기 제조업체가 WL15 전극을 사용하여 심박 조율기의 티타늄 합금 셸을 용접한 결과 생체 적합성 테스트를 통과했으며 제품의 합격률은 99.8%로 ISO 13485 의료기기 품질 표준을 충족했습니다.

#### 4.4 란탄 텅스텐 전극 적용 사례 분석

다음 두 가지 구체적인 사례는 고정밀 용접 및 고온 환경에서 란탄 텅스텐 전극의 실제 성능을 분석하고 산업 응용 분야에서 이점을 입증합니다.

##### 4.4.1 고정밀 용접에서 란탄 텅스텐 전극의 적용

사례 배경: 한 항공우주 회사는 터빈 엔진 블레이드를 제조할 때 인코넬 718 니켈 기반 합금에 대해 TIG 용접을 수행해야 하며, 이를 위해서는 용접에 다공성, 균열이 없어야 하며 피로 저항성이 우수해야 합니다. 기존의 토륨-텅스텐 전극은 방사능 문제로 인해 사용할 수 없었고 고객은 WL20 란탄 텅스텐 전극을 선택했습니다.

##### 저작권 및 법적 책임 선언문

구현 프로세스:

장비 및 매개 변수 : DC 음극 TIG 용접기, 전류 150-200 암페어, 아르곤 보호, 전극 직경 2.4mm, 45° 원뿔 각도로 연삭하는 팁.

재질 : 인코넬 718 시트, 3mm 두께, 동일한 합금 와이어로 채워져 있습니다.

프로세스 : 펄스 TIG 용접, 펄스 주파수 2Hz, 피크 전류 180A, 기본 값 전류 80A, 차폐 가스 유량 12L / min.

결과 및 분석:

용접 품질 : 용접은 X 선 검사 (RT) 및 형광 침투 탐상 시험 (PT)을 통과하고 다공성이나 균열이 없으며 용접 폭이 균일하며 (약 2.5mm) 표면이 매끄럽습니다.

전극 성능 : 8 시간의 연속 용접 후 WL20 전극의 팁 소손은 0.2mm 에 불과하며 이는 순수 텅스텐 전극 (0.5mm)보다 훨씬 낮습니다. 아크 안정성이 우수하고 전압 변동률이 0.4V±입니다.

효율성 향상: 세륨 텅스텐 전극과 비교하여 WL20 은 전극 교체 빈도가 30% 감소하고 용접 효율이 15% 증가합니다.

안전: 비방사성, 항공우주 산업에 대한 OSHA 안전 표준을 충족하며 작업자에 대한 추가 보호가 필요하지 않습니다.

결론 : 고정밀 용접에서 WL20 란탄 텅스텐 전극의 우수한 성능은 용접의 품질 및 생산 효율성을 보장하며 니켈 기반 합금 용접에 이상적인 선택이 됩니다.

#### 4.4.2 고온 환경에서 란탄 텅스텐 전극의 성능

사례 배경: 한 조선소에서 선체 제작을 위해 플라즈마 절단기를 사용하여 20mm 두께의 스테인리스 강판(316L)을 절단해야 했습니다. 절단 환경 온도가 높고(약 40°C) 연속 작동이 필요하므로 고객은 WL20 란탄 텅스텐 전극을 선택했습니다.

구현 프로세스:

장비 및 매개 변수 : 공기 플라즈마 절단기 사용, 전류 200A, 절삭 속도 0.5m / min, 압축 공기 용 플라즈마 가스, 전극 직경 3.2mm.

재질 : 316L 스테인레스 강판, 두께 20mm.

프로세스 : 피어싱 절단, 노즐과 공작물 사이의 거리는 4mm 이며 절단 경로는 직선과 곡선의 조합입니다.

결과 및 분석:

절단 품질: 절삭날이 평평하고 버 높이가 0.3mm<, 절단 폭이 약 2.8mm 로 선체 조립의 정확도 요구 사항을 충족합니다.

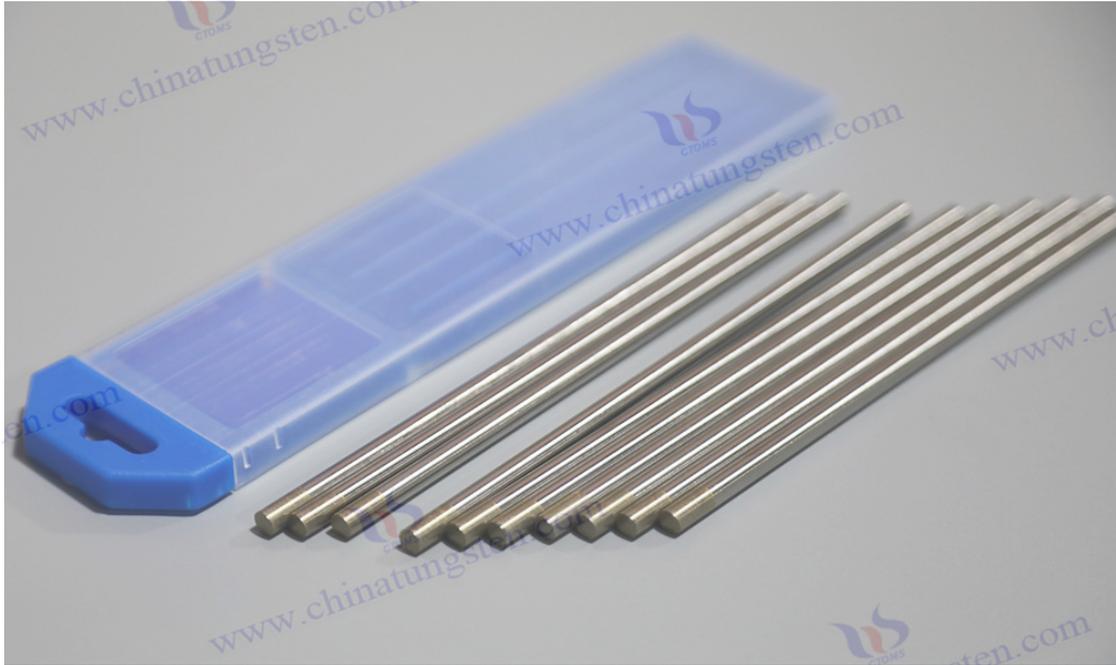
전극 성능 : 10 시간의 연속 절단 후 WL20 전극의 팁 연소 손실은 0.3mm 이며 수명은 토륨 텅스텐 전극보다 약 40 % 길다. 중단이나 드리프트가 없는 탁월한 아크 안정성.

고온 저항 : 40 °C 의 고온 환경에서 란탄 텅스텐 전극의 산화 저항은 표면에 명백한 산화물 층이 없음을 보장하고 아크 효율을 유지합니다.

비용 효율성 : 연장된 전극 수명은 교체 비용을 줄이고 절단당 비용은 순수 텅스텐 전극을 사용하는 것보다 20% 낮습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

결론 : 고온 환경에서 WL20 란탄 텅스텐 전극의 소진 저항 및 아크 안정성은 플라즈마 절단에서 우수한 성능을 발휘하고 절단 효율과 경제성을 크게 향상시킵니다.



CTIA GROUP LTD WL15 전극

## 제 5 장 란탄 텅스텐 전극의 제조 및 제조 기술

란탄 텅스텐 전극의 준비 및 생산 공정은 원료 준비, 생산 공정, 주요 기술, 품질 관리 및 환경 보호 조치를 포함하여 높은 성능과 일관성을 보장하는 핵심 링크입니다. 란탄 텅스텐 전극은 용접 및 절단과 같은 까다로운 응용 프로그램의 요구를 충족시키기 위해 고정밀 가공 및 엄격한 품질 관리와 결합된 분말 야금 공정을 통해 만들어집니다. 이 장에서는 란탄 텅스텐 전극 (텅스텐 분말, 란탄 산화물 및 기타 첨가제), 생산 공정 (혼합, 프레스, 소결, 단조, 도면 및 표면 처리), 주요 생산 기술 (균일 도핑, 고온 소결, 정밀 치수 제어 및 표면 코팅), 품질 관리 시스템 (원료, 생산 공정 및 완제품 검사), 기술 개발 동향(녹색 제조 및 자동화) 및 환경 보호 조치(배기 가스, 폐수 및 고형 폐기물 관리). 생산 공정의 복잡성과 기술 발전을 완전히 보여줍니다.

### 5.1 란탄 텅스텐 전극의 원료 준비

란탄 텅스텐 전극의 성능은 원료의 품질과 순도에 직접적으로 의존한다. 텅스텐 분말과 란탄 산화물이 주요 원료이며 다른 첨가제는 생산 공정 또는 성능을 최적화하는 데 사용됩니다. 원료의 선택 및 취급은 고품질 란탄 텅스텐 전극 생산의 기초입니다.

#### 5.1.1 텅스텐 분말의 선택 및 정제

텅스텐 분말은 란탄 텅스텐 전극의 주성분으로 질량의 97.8 % -99.2 %를 차지합니다. 고순도 텅스텐 분말은 전극 전도성, 열적 안정성 및 기계적 특성을 보장하는 열쇠입니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

**선정 기준:**

순도 : 텅스텐 분말의 순도는 일반적으로 전극 성능에 대한 철, 실리콘 및 탄소와 같은 불순물의 영향을 줄이기 위해 99.95 % (즉, 불순물 함량 < 0.05 %) 이상에 도달해야 합니다. 철(Fe<50ppm) 또는 산소(O<100ppm)와 같은 일반적인 불순물은 전극의 연소 저항을 감소시킬 수 있습니다.

입자 크기 : 텅스텐 분말의 입자 크기는 일반적으로 1-5 마이크로미터로 제어되며 과도한 입자는 고르지 않은 소결로 이어지고 최종 전기 밀도에 영향을 미칩니다. 입자가 너무 작으면 생산 비용이 증가합니다.

형태 : 구형 또는 거의 구형 텅스텐 분말은 유동성이 좋기 때문에 바람직하며, 이는 후속 혼합 및 압착 공정에 도움이 됩니다.

**정화 과정:**

화학적 정제 : 텅스텐 산염 또는 텅스텐 농축액에서 시작하여 산화 텅스텐 (WO<sub>3</sub>)은 수소 환원법에 의해 텅스텐 분말로 환원됩니다. 환원 공정은 낮은 산소 함량을 보장하기 위해 800-1000°C 의 수소 분위기에서 2 단계(WO<sub>3</sub>→WO<sub>2</sub>→W)로 이루어집니다.

물리적 정화 : 가스 흐름 분류 또는 체질은 텅스텐 분말의 순도와 균일 성을 더욱 향상시키기 위해 큰 입자와 불순물을 제거하는 데 사용됩니다.

품질 검사: 유도 결합 플라즈마 발광 분석법(ICP-OES)은 텅스텐 분말의 화학 조성을 분석하여 불순물 함량이 표준(예: GB/T 3458-2006)을 충족하는지 확인하는 데 사용됩니다.

**5.1.2 란탄 산화물의 준비 그리고 진한 처리**

란탄 산화물 (La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)은 란탄 텅스텐 전극의 활성 성분이며, 그 함량 (0.8 % -2.2 %)은 전극의 전자 작업 및 아크 안정성에 직접적인 영향을 미칩니다. 란탄 산화물의 준비 그리고 진한 액체로 처리는 생산 과정에 있는 중요한 단계입니다.

**준비 과정:**

원료 적출: 란탄 산화물은 희토류 무기물에서 (모나자이트 또는 현석석과 같은) 용매 적출과 강수에 의해 높 순수성 란탄 산화물 (순수성>99.99%)를 준비하기 위하여 추출됩니다.

입자 크기 제어: 란탄 산화물 분말의 입자 크기는 일반적으로 텅스텐 분말과 균일한 혼합을 보장하기 위해 0.5-2 마이크로미터로 제어됩니다. 과도하게 큰 입자는 고르지 않은 도핑으로 이어져 전극 성능에 영향을 줄 수 있습니다.

건조 그리고 소성: 란탄 산화물은 물과 휘발성 불순을 제거하고 그것의 화학 안정성을 개량하기 위하여 준비 후에 600-800 °C 에 소성 될 필요가 있습니다.

**도핑 방법:**

건조한 진한 액체로 처리: 란탄 산화물 분말은 높 에너지 공 선반에 있는 텅스텐 분말과 섞이고, 공 멧돌로 가는 시간은 보통 4-8 시간이고, 회전 속도는 란탄 산화물이 균등하게 배부된다는 것을 보증하는 200-400 분당 회전수입니다.

습식 도핑 : 란탄 산화물은 질산 또는 기타 용제에 용해되어 용액을 형성하고 텅스텐 분말과 혼합되어 건조됩니다. 이 방법은 도핑 균일 성을 더욱 향상시킬 수 있지만 용액의 pH(보통 4-6)는 텅스텐 분말의 산화를 피하기 위해 엄격하게 제어해야 합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

진한 액체로 처리 비율: 전극 급료 (WL10, WL15, WL20)에 따르면, 란탄 산화물의 질량 분율은 0.8%-1.2%, 1.3%-1.7% 및 1.8%-2.2%에 각각 통제됩니다.

과제: 란탄 산화물은 고온(예: 2000°C)에서 휘발할 수 있으며 손실을 줄이기 위해 소결 공정 중에 대기(예: 수소 또는 진공)를 제어해야 합니다.

### 5.1.3 다른 첨가물의 선택

텅스텐 분말과 란탄 산화물 외에도 공정 또는 성능을 최적화하기 위해 소량의 첨가제를 생산에 첨가 할 수 있습니다. 이러한 첨가제는 전극의 전도성 및 화학적 안정성에 영향을 주지 않고 텅스텐 및 란탄 산화물과 호환되어야 합니다.

일반적인 첨가제:

바인더: 폴리비닐 알코올(PVA) 또는 폴리에틸렌 글리콜(PEG)과 같은 압력체의 강도를 향상시키는 데 사용되며 일반적으로 0.1%-0.5% 용량으로 사용됩니다.

분산제 : 규산나트륨과 같은 텅스텐 분말과 란탄 산화물의 혼합 균일 성을 향상시키는 데 사용되며 첨가량은 0.1% < 임니다.

산화 세륨(CeO<sub>2</sub>) 또는 이트륨 산화물(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)과 같은 미량 희토류 산화물이 아크 성능을 더욱 최적화하기 위해 일부 특수 제형에 추가(<0.2%)됩니다.

선정 기준:

첨가제는 성능에 영향을 미치는 전극의 잔류물을 방지하기 위해 고온 소결에서 완전히 휘발되거나 분해되어야 합니다.

환경 보호 요구 사항을 충족하고 납 및 카드뮴과 같은 유해 물질을 포함하는 첨가제의 사용을 피하십시오.

노출량은 란탄 산화물의 활동적인 효력이 영향을 받지 않다는 것을 보증하기 위하여 엄격히 통제되어야 합니다.

적용 사례: WL20 전극 생산 시 0.3% PVA 를 바인더로 첨가하면 압축된 녹색체의 강도를 향상시키고 소결 공정 중 균열률을 줄일 수 있습니다.

## 5.2 란탄 텅스텐 전극의 생산 공정

란탄 텅스텐 전극은 혼합 및 압착, 소결, 단조 및 인발, 표면 처리를 포함한 핵심 공정과 함께 분말 야금 공정을 사용하여 생산됩니다. 각 단계에서는 전극의 성능과 일관성을 보장하기 위해 정밀한 제어가 필요합니다.

### 5.2.1 혼합 및 압착

혼합 및 압착은 란탄 텅스텐 전극 생산의 첫 번째 단계이며, 그 목적은 텅스텐 분말, 란탄 산화물 및 기타 첨가제를 균질하게 혼합하여 특정 강도를 가진 녹색 물체를 형성하는 것입니다.

쉬다:

장비: 고에너지 볼 밀 또는 V-믹서, 혼합 시간 4-8 시간, 속도 200-400rpm.

프로세스 : 텅스텐 분말의 산화를 피하기 위해 불활성 가스 (예 : 질소) 또는

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

진공에서 혼합하십시오. 섞기 후에, 분말의 균질성은 레이저 입자 크기 해석기에 의해 란탄 산화물이 균등하게 배부된다는 것을 보증하기 위하여 검사됩니다 (탈선 <5%).  
도전 과제: 란탄 산화물(6.51g/cm<sup>3</sup>)의 밀도는 텅스텐 분말(19.35g/cm<sup>3</sup>)의 밀도보다 훨씬 낮아 성층화가 발생하기 쉽고 혼합 매개변수의 최적화가 필요합니다.

억압하다:

장비 : 압력 100-300 MPa 의 유압 프레스 또는 등압 프레스.

프로세스 : 혼합 분말을 금형에 넣고 원통형 몸체 (직경 10-50mm, 길이 50-100mm)로 압착합니다. 등압 프레스 공정은 녹색체의 밀도(이론 밀도의 최대 60%-70%)를 증가시키고 소결 수축을 줄입니다.

품질 관리: 녹색 본체 표면에 균열이 없는지, 밀도가 균일한지, 치수 편차가 0.1mm<인지 확인하십시오.

### 5.2.2 소결 공정

소결은 압착된 녹색체를 고온으로 가열하여 입자가 결합하여 조밀한 본체를 형성하도록 하는 핵심 단계이며, 이는 전극의 밀도와 기계적 특성에 직접적인 영향을 미칩니다.

장비 : 고온 진공 소결로 또는 수소 보호 소결로.

프로세스 매개 변수 :

온도: 1800-2200°C, 단계 (500°C/h 에서 1200°C, 목표 온도까지 200°C/h)의 온도 상승, 2-4 시간 동안 따뜻하게 유지하십시오.

분위기 : 수소 (대기 감소, 산화 방지) 또는 진공 (압력< 10<sup>-3</sup> Pa, 란탄 산화물 휘발 감소).

결과: 소결 후 전극 본체의 밀도는 이론 밀도의 95%-98%에 도달하고 입자 크기는 10-20 마이크론으로 제어되었습니다.

기술 하이라이트:

녹색 몸체의 균열을 방지하기 위해 가열 속도를 제어하십시오.

균일한 란탄 산화물 분포를 보장하고 결정립계 분리를 피하기 위해 소결 온도를 최적화합니다.

고온 폴리브덴 보트 또는 텅스텐 보트는 오염을 방지하기 위해 바디 캐리어로 사용됩니다.

과제: 고온 소결은 란탄 산화물의 부분적 휘발로 이어질 수 있으며, 이는 미량 보호제(예: 알루미늄)를 추가하거나 대기를 최적화하여 제어해야 합니다.

### 5.2.3 단조 및 드로잉

단조 및 인발은 소결체를 길쭉한 전극 막대로 가공하는 단계로, 전극의 최종 크기와 기계적 특성을 결정합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

단조:

장비 : 로터리 단조 기계 또는 해머 단조 기계.

프로세스 : 소결 된 녹색 몸체를 1200-1500 °C 로 가열하고 직경 5-10mm 의 막대를 다중 패스 단조 (패스 당 10 % -20 %의 변형)를 통해 형성합니다. 단조는 전극의 밀도(>99%)와 인성을 증가시킵니다.

품질 관리: 바 표면에 균열이 없고 내부에 구멍이 없는지 확인하십시오(초음파 테스트).

그림:

장비: 다이아몬드 몰드가 있는 다중 모드 드로잉 머신.

프로세스: 단조 바는 점차적으로 목표 직경(0.25-6.4mm)으로 당겨지고 각 패스의 직경 감소율은 10%-15%이며 중간은 가공 응력을 완화하기 위해 어닐링(1000-1200°C, 수소 보호)해야 합니다.

결과: 전극 직경의 허용 오차는  $\pm 0.02\text{mm}$ , 표면 거칠기는  $Ra < 0.8\mu\text{m}$  였습니다.

도전 과제: 윤활제(예: 흑연 에멀전)의 양은 표면 오염을 방지하기 위해 인발 공정 중에 제어해야 합니다. 고온 어닐링은 란탄 산화물이 휘발하는 것을 방지해야 합니다.

#### 5.2.4 표면 처리

표면 처리는 란탄 텅스텐 전극 생산의 마지막 단계이며 전극의 표면 품질과 유용성을 향상시키는 것을 목표로 합니다.

닭은:

장비: 센터리스 연삭기 또는 전기화학적 연마 장비.

프로세스 : 기계적 연마 (연삭 휠 입자 크기 200-400 메쉬) 또는 전기 화학적 연마 (전해질은 황산 용액)를 통해 전극 Ra 의 표면 거칠기는 0.4 마이크론이며 아크 안정성 < 향상됩니다.

기능: 연마는 표면 산화물 층과 사소한 결함을 제거하고 아크 시작 중 아크 드리프트를 줄입니다.

청소:

프로세스 : 초음파 세척 (세척 용액은 탈 이온수 또는 에탄올)을 사용하여 표면 오일과 잔류 윤활제를 제거합니다.

품질 관리: 청소 후에 표면에 잔류물은, 청결 현미경 검사에 의해 지켜지지 않습니다.

끝단 채색: 사용자가 쉽게 식별할 수 있도록 ISO 6848:2015 에 따라 등급(WL10 검정색, WL15 황금색, WL20 하늘색)에 따라 단자를 칠합니다.

### 5.3 란타늄 텅스텐 전극의 핵심 생산 기술

란타 텅스텐 전극의 생산에는 전극의 성능 일관성과 시장 경쟁력을 직접 결정하는 여러 가지 핵심 기술이 포함됩니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

### 5.3.1 균일한 도핑 기술

균일한 도핑은 텅스텐 매트릭스에서 란탄 산화물의 균일한 분포를 보장하는 핵심 기술이며, 이는 전극의 전기적 및 기계적 특성에 직접적인 영향을 미칩니다.

기술적 접근:

고 에너지 불 밀링 : 란탄 산화물의 나노 스케일 분산은 불 밀 매개 변수 (불 비율 10 : 1, 속도 300 rpm, 시간 6 시간)를 최적화하여 달성됩니다.

습식 도핑 : 란탄 산화물은 질산에 용해되어 용액을 형성하고 텅스텐 분말과 혼합되어 분무 건조되며 입자 균일 성이 20 % 증가합니다.

플라즈마 도핑 : 란탄 산화물은 고성능 전극 생산에 적합한 플라즈마 스프레이 기술에 의해 텅스텐 분말의 표면에 증착됩니다.

기술적 이점:

<5%의 편차로 전극의 전자 작용 일관성을 향상시킵니다.

결정립계 편식을 줄이고 전극의 연소 방지 성능을 향상시킵니다.

아크 안정성을 향상시키고 용접 품질을 보장합니다.

### 5.3.2 고온 소결 기술

고온 소결 기술은 조밀한 전극 본체 형성의 핵심이며, 이는 전극의 밀도와 입자 구조에 직접적인 영향을 미칩니다.

기술적 접근:

진공 소결 :  $10^{-3}$  Pa 의 진공 환경에서 소결하면 란탄 산화물 휘발이 감소하고 녹색 물체의 밀도가 98 % 이상에 이릅니다.

수소 보호 소결 : 텅스텐 분말의 산화를 방지하기 위해 순수 수소 (순도 >99.999 %)로 소결하고 입자 크기는 10-15 마이크로미터로 제어됩니다.

HIP(Hot Isostatic Pressing): 2000°C 에서 100MPa 의 2 차 소결을 통해 미세 기공을 더욱 제거하고 전극 강도를 향상시킵니다.

기술적 이점:

전극의 밀도와 기계적 강도가 향상되고 파괴 인성이  $12\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 에 도달했습니다.

입자 크기는 전극의 연소 저항을 최적화하기 위해 제어됩니다.

내부 결함을 줄이고 일관된 전극 성능을 보장합니다.

과제: 고온 소결은 란탄 산화물 휘발이나 대형 입자를 방지하기 위해 대기와 온도를 정밀하게 제어해야 합니다.

### 5.3.3 정밀 치수 제어 기술

정밀한 치수 제어 기술은 전극의 직경과 길이가 엄격한 공차( $\pm 0.02\text{mm}$ )를 충족하도록 보장하며, 이는 자동 용접의 적합성에 직접적인 영향을 미칩니다.

기술적 접근:

정밀 드로잉: 다이아몬드 몰드와 레이저 캘리퍼를 사용하여 전극 직경을 실시간으로

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

모니터링하고 허용 오차를  $\pm 0.01\text{mm}$  로 제어합니다.

자동 절단: 전극 로드는  $< \pm 0.5\text{mm}$  의 길이 편차로 표준 길이(75-600mm)로 절단됩니다.  
 인라인 검사: CCD 비전 시스템을 통해 전극 표면 결함을 검사하여 치수의 일관성을 보장합니다.

기술적 이점:

자동화 된 용접 로봇에 적합한 용접 장비와의 전극의 호환성을 향상시킵니다.

전극 설치 오류를 줄이고 용접 정확도를 향상시킵니다.

ISO 6848:2015 와 같은 국제 표준의 요구 사항을 충족합니다.

### 5.3.4 표면 코팅 기술

표면 코팅 기술은 전극의 내산화성 및 아크 안정성을 향상시키는 데 사용되지만 란탄 텅스텐 전극에는 덜 일반적으로 사용되지만 일부 고급 제품에서는 시도되었습니다.

기술적 접근:

세라믹 코팅: 두께가 0.1-0.5 미크론인 알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 또는 지르코니아( $\text{ZrO}_2$ )의 얇은 층을 전극 표면에 증착하여 내산화성을 향상시킵니다.

플라즈마 살포: 란탄 산화물 또는 이트륨 산화물은 전극의 표면에 끝의 연소 저항을 강화하기 위하여 살포됩니다.

화학 기상 증착 (CVD) : 텅스텐 카바이드 (WC) 코팅을 증착하여 표면 경도와 내마모성을 향상시킵니다.

기술적 이점:

전극 수명을 10%-20% 연장, 특히 플라즈마 절단에서.

표면 산화 저항을 향상시키고 고온에서 질량 손실을 줄입니다.

아크 시작 성능이 향상되고 아크 드리프트가 감소했습니다.

과제: 코팅 공정은 비용이 많이 들고 성능 개선과 경제성의 균형을 맞춰야 합니다.

## 5.4 란탄 텅스텐 전극의 품질 관리

품질 관리는 란탄 텅스텐 전극 생산의 모든 측면을 통해 제품이 국제 표준 (예 : ISO 6848 : 2015 및 GB / T 14841) 및 고객 요구 사항을 충족하는지 확인합니다.

### 5.4.1 원료 품질 검사

테스트 내용:

텅스텐 분말 : 순도 ( $>99.95\%$ )는 ICP-OES 에 의해 검출되었고, 입자 크기 (1-5 미크론)는 레이저 입자 크기 분석기에 의해 검출되었다.

란타넘 산화물: 순도( $>99.99\%$ )를 분석하기 위해 X 선 형광 분광법(XRF)을 사용했고, 입자 형태를 확인하기 위해 주사전자현미경(SEM)을 사용했습니다.

첨가제: 가스 크로마토그래피-질량 분석법(GC-MS)은 휘발성 성분을 감지하여 유해 물질이 없음을 보장합니다.

표준 : GB / T 3458 (텅스텐 분말) 및 GB / T 14635 (희토류 산화물) 표준을 준수합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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

저작권 및 법적 책임 선언문

#### 5.4.2 생산 공정 모니터링

섞는 & 압축: 인라인 X-ray 회절 (XRD)는 <5%의 탈선을 가진 란탄 산화물 배급의 균질성을 감시하기 위하여 이용됩니다.

소결: 용광로의 온도( $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ) 및 대기(산소 함량 < 10ppm)를 실시간으로 모니터링하여 녹색 본체의 밀도가 95%> 확인합니다.

Forging & Drawing: 바의 내부 결함에 대한 초음파 검사, 직경 공차( $\pm 0.02\text{mm}$ )의 레이저 캘리퍼 모니터링.

표면 처리: 표면 거칠기( $Ra < 0.4$  마이크론)의 현미경 검사, 표면 잔류물의 화학 분석.

#### 5.4.3 완제품 품질 검사

화학 성분 : 란탄 산화물 함량은 ICP-OES (WL10 : 0.8 % -1.2 %, WL15 : 1.3 % -1.7 %, WL20 : 1.8 % -2.2 %)에 의해 검출되었다.

물리적 특성: 밀도계( $> 19.2\text{g/cm}^3$ )로 측정된 밀도, 비커스 경도계(400-450 HV)로 측정된 경도.

전기적 성능 : 전자 작업 테스터 (2.6-3.2 eV)로 측정, 시뮬레이션 된 용접 테스트 아크 시작 성능 및 아크 안정성.

기계적 성질: 인성(파괴 인성  $10-12 \text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ )을 시험하기 위한 인장 시험기, 내마모성을 시험하기 위한 마모 시험기.

육안 검사: CCD 비전 시스템은  $\pm 0.02\text{mm}$ 의 치수 편차로 표면 결함을 감지합니다.

표준: ISO 6848:2015, AWS A5.12 및 GB/T 14841의 요구 사항을 충족합니다.

### 5.5 란탄 텅스텐 전극의 기술 개발 동향

란탄 텅스텐 전극의 생산 기술은 지속적으로 발전하고 있으며 친환경 제조 및 자동화는 환경 규제 및 시장 경쟁에 대처하기 위한 주요 트렌드가 되었습니다.

#### 5.5.1 녹색제조기술

낮은 에너지 소비 공정: 유도 가열 소결로는 에너지 소비를 20%-30% 줄이고 탄소 배출량을 줄이는 데 사용됩니다.

무해한 첨가제: PVA를 셀룰로오스와 같은 바이오 기반 바인더로 대체하여 휘발성 유기 화합물(VOC) 배출을 줄입니다.

재활용 : 폐기물 회수율이 80% 이상인 텅스텐 분말과 란탄 산화물의 회수 기술을 개발하고 원료 비용을 절감합니다.

#### 5.5.2 자동화 및 지능형 생산

자동화 장비: 로봇 혼합 및 프레스 시스템의 도입으로 생산 효율성이 20% 향상되고 일관성이 99.5%로 향상되었습니다.

지능형 모니터링: 사물 인터넷(IoT) 및 인공지능(AI)을 사용하여 소결 온도 및 도면 크기를 모니터링하고 매개변수를 실시간으로 조정하며 결함률을 30% 줄입니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

빅 데이터 분석: 생산 데이터 분석을 통해 공정 매개변수를 최적화하고, 전극 성능을 예측하고, 제품 적격성 평가율을 개선합니다.

## 5.6 란탄 텅스텐 전극에 대한 환경 보호 조치

란탄 텅스텐 전극의 생산에는 고온 및 고 화학 활성 물질이 포함되며 배기 가스, 폐수 및 고형 폐기물의 환경 영향을 줄이기 위해 엄격한 환경 보호 조치를 취해야 합니다.

### 5.6.1 폐가스 및 폐수 처리

배기 가스 처리:

공급원: 수소, 란타늄 산화물 휘발성 물질 및 소결 및 단조 공정에서 발생하는 먼지.

처리 : 고효율 필터(HEPA)와 활성탄 흡착 장치를 설치하여 분진과 휘발성 가스를 99.9% 포집합니다. 수소는 촉매 연소를 통해 수증기로 변환됩니다.

표준: GB 16297(대기 오염 물질 배출 기준)에 따른 배기 가스 배출.

폐수 처리:

출처: 세척 과정에서 발생하는 텅스텐 및 란탄 산화물 폐수.

처리 : 중금속 (텅스텐<0.1 mg / L)을 제거하기 위해 화학적 침전 및 이온 교환 방법을 사용했으며, 재생 수의 재사용률은 70 %였습니다.

표준 : GB 8978 (포괄적 인 하수 배출 기준)에 따른 폐수 배출.

### 5.6.2 고형 폐기물 관리

출처 : 텅스텐 스크랩, 소결 스크랩 및 드로잉 칩.

처분하다:

회수 : 텅스텐 폐 분말은 산세 및 수소 환원을 통해 회수되며 회수율은 85 %입니다.

란탄 산화물 폐기물은 추출에 의해 회수됩니다.

처분: 재활용할 수 없는 고형 폐기물은 유해 폐기물로 처리되어 전문 기관에 넘겨져 소각 또는 매립됩니다.

표준: GB 5085.3(유해 폐기물 식별 표준) 및 GB 18597(유해 폐기물 저장 표준)을 준수합니다.



CTIA GROUP LTD WL20 전극

## Chapter 6 란타늄 텅스텐 전극 생산 설비

란탄 텅스텐 전극의 생산은 원료 취급, 성형 및 가공, 표면 처리, 품질 검사 및 보조 기능을 포함하는 일련의 고정밀 및 고효율 장비에 의존합니다. 생산 설비의 성능은 전극의 품질, 일관성 및 생산 효율성을 직접 결정하고 기업의 비용 관리 및 환경 준수에도 영향을 미칩니다. 이 장에서는 원료 취급 장비 (텅스텐 분말 분쇄 장비, 란탄 산화물 도핑 장비), 성형 및 가공 장비 (프레스, 소결로, 단조 장비, 도면 기계), 표면 처리 장비 (연마 기계, 세척 장비), 품질 테스트 장비 (화학 성분 분석기, 물리적 특성 테스트 장비, 전기 성능 테스트 장비) 및 보조 장비(환경 제어 장비, 폐기물 재활용 장비). 각 장비의 기능, 기술 매개 변수, 응용 프로그램 특성 및 산업 발전 동향에 대한 심층적인 분석을 통해 란탄 텅스텐 전극 생산 장비의 복잡성과 기술 발전을 종합적으로 입증하고 자세한 참조 정보를 제공하기 위해 노력합니다.

### 6.1 란탄 텅스텐 전극의 원료 취급 장비

원료 취급은 란탄 텅스텐 전극 생산의 첫 번째 단계이며, 이는 텅스텐 분말의 분쇄 및 란탄 산화물의 도핑을 포함합니다. 고품질 원료 취급 장비는 텅스텐 분말과 란탄 산화물의 순도, 입자 크기 및 균일 성을 보장하여 후속 공정의 토대를 마련합니다.

#### 6.1.1 텅스텐 분말 분쇄 장비

텅스텐 분말 분쇄 장비는 조잡한 텅스텐 분말을 분말 야금 공정의 요구 사항을 충족시키기 위해 균일 한 입자 크기 (1-5 마이크론) 및 규칙적인 형태를 가진 고순도 텅스텐 분말로 가공하는 데 사용됩니다. 텅스텐 분말의 입자 크기, 순도 및 형태는 전극의 밀도, 전도성 및 기계적 특성에 직접적인 영향을 미치므로 연삭 장비는 생산에서 매우 중요합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

장치 유형:

유성 불 밀 : 작은 배치, 고정밀 연삭에 적합하며 지르코니아 또는 초경합금 연삭 용기, 높은 연삭 효율 및 낮은 오염을 갖추고 있습니다.

제트 밀 : 대규모 생산에 사용되며 고속 기류 충돌을 통해 텅스텐 분말을 분쇄하고 정확한 입자 크기 제어, 1-3 마이크론 초 미세 분말에 적합합니다.

진동 밀: 진동 및 연삭 매체(예: 강철 볼)를 결합하여 중간 규모 생산에 적합하며 입자 크기 범위는 2-5 마이크론입니다.

기술적인 매개변수:

회전 속도 : 유성 불 밀 300-600 rpm, 제트 밀 공기 압력 0.6-1.0 MPa, 진동 밀 주파수 20-50 Hz.

분쇄 시간 : 목표 입자 크기에 따라 4-12 시간.

가는 매체: 텅스텐 탄화물 공 또는 지르코니아 공, 물자 비율 5:1 에서 10:1.

순도 제어: 분쇄 용기와 매체는 철 및 실리콘( $Fe < 99.9ppm$ )과 같은 불순물에 의한 오염을 방지하기 위해 고순도(50ppm)여야 합니다.

작동 원리 :

유성 불 밀은 분쇄 용기의 행성 운동 (회전 + 회전)을 통해 고 에너지 충돌 및 마찰을 생성하여 텅스텐 분말 입자를 마이크론 수준으로 분쇄합니다.

제트 밀은 압축 공기를 사용하여 고속 공기 흐름을 형성하고 텅스텐 분말 입자가 서로 충돌하여 공기 흐름을 끊고 미세 입자는 공기 흐름에 의해 단계적으로 수집됩니다.

진동 밀은 연삭 매체를 구동하여 고주파 진동을 통해 텅스텐 분말에 부딪히게 하여 입자 크기를 점차적으로 줄입니다.

앱 기능:

유성 불 밀: 높은 입자 크기 균일성(편차 <5%), 그러나 낮은 생산량(배치당 0.5-5kg)으로 실험실 또는 소규모 생산에 적합합니다.

제트 밀: 대규모 산업 생산에 적합하며 출력은 100-500kg/h 에 도달할 수 있으며 입자 크기 분포는 좁지만(D50 = 1-2 마이크론) 에너지 소비가 높습니다.

진동 선반 : 중소 기업에 적합한 생산량과 비용을 고려하여 생산량은 10-50kg / h 이며 입자 크기 제어는 제트 밀보다 약간 열등합니다.

주요 기술:

오염 제어 : 분쇄 공정은 텅스텐 분말 (산소 함량 < 100ppm)의 산화를 방지하기 위해 불활성 가스 (예 : 질소 또는 아르곤)로 보호됩니다.

입자 크기 감지: 레이저 입자 크기 분석기가 장착되어 입자 크기 분포(D10, D50, D90)를 실시간으로 모니터링하여 GB/T 3458-2006 표준을 준수합니다.

자동화: 최신 연삭 장비는 속도, 기압 및 연삭 시간을 자동으로 조정하여 일관성을 향상시킬 수 있는 PLC 제어 시스템을 통합합니다.

개발 동향:

초미세 연삭: 전기적 극한 밀도와 아크 안정성을 향상시키기 위해 나노 스케일

저작권 및 법적 책임 선언문

텅스텐 분말(< 500nm) 연삭 장비를 개발합니다.

에너지 절약 및 소비 감소 : 저압 제트 밀 또는 고효율 진동 밀을 사용하여 에너지 소비를 20% -30% 줄입니다.

지능형: AI 알고리즘을 통합하여 연삭 매개변수를 최적화하고, 수동 개입을 줄이고, 입자 크기 일관성을 개선합니다.

### 6.1.2 란탄 산화물 도핑 장비

란탄 산화물 도핑 장비는 란탄 산화물 함량 (0.8% -2.2%) 및 전극 분포의 균질성을 보장하기 위해 란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ )을 텅스텐 분말에 균질하게 혼합하는 데 사용됩니다. 도핑 장비의 성능은 전극의 전자 작업 및 아크 안정성에 직접적인 영향을 미칩니다.

장치 유형:

고 에너지 볼 밀 : 텅스텐 분말과 란탄 산화물의 균일한 혼합을 달성하기 위해 고 에너지 충돌을 통해 건식 도핑에 사용됩니다.

V 형 믹서 : 건식 또는 습식 도핑에 적합, 큰 혼합 용량, 중대형 생산에 적합합니다.

분무 건조기 : 습식 도핑, 란탄 산화물 용액과 텅스텐 분말을 혼합하고 건조하여 균일한 복합 분말을 형성하는 데 사용됩니다.

기술적인 매개변수:

고 에너지 볼 밀 : 속도 200-400 rpm, 볼 비율 10 : 1, 혼합 시간 4-8 시간.

V-믹서: 속도 20-50rpm, 용량 50-500 리터, 혼합 시간 2-6 시간.

분무 건조기: 공기 흡입구 온도 200-300°C, 분무 압력 0.2-0.5 MPa, 건조 효율 > 95%.

작동 원리 :

고 에너지 볼 밀은 분쇄 탱크의 고속 회전을 통해 충돌 및 전단력을 생성하여 란탄 산화물 입자를 텅스텐 분말로 분산시킵니다.

V 형 믹서는 V 자형 용기를 통해 회전하여 분말을 텀블러하고 중력과 원심력의 작용으로 혼합합니다.

분무 건조기는 란탄 산화물 용액을 텅스텐 분말 현탁액과 혼합하고 스프레이를 통해 작은 물방울을 형성하며 열풍 건조 후 균일한 복합 분말을 형성합니다.

앱 기능:

높은 에너지 소비: 고정밀 도핑(예: WL20), 높은 혼합 균일성(편차<5%), 높은 에너지 소비 및 제한된 출력(배치당 1-10kg)에 적합합니다.

V 형 믹서: 중대형 생산에 적합, 출력 50-200kg/배치, 저비용, WL10 및 WL15 생산에 적합합니다.

분무 건조기: 습식 도핑, 우수한 분말 균일성(편차 <3%), 최대 100-300kg/h 의 출력, 그러나 대규모 장비 투자에 적합합니다.

주요 기술:

균일성 제어: X 선 회절(XRD) 또는 주사 전자 현미경(SEM)을 사용하여 도핑된 분말의 상 분포를 분석하여 란탄 산화물의 분리를 보장하지 않습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

산화 방지 : 도핑 공정은 질소 또는 아르곤으로 보호해야하며 산소 농도는 텅스텐 분말의 산화를 방지하기 위해 50ppm <해야합니다.

자동화: 자동적인 무게를 달고 배치 체계로 갖춰, 추가되는 란탄 산화물의 양은 정확하게 통제될 수 있습니다 (편차 <0.01%).

개발 동향:

나노 도핑: 전극의 전자 탈출 작업을 개선하기 위해 나노 스케일 산화란탄 도핑 장비를 개발합니다.

저비용 공정: 습식 도핑 공정을 최적화하고 용제의 양을 줄이며 비용을 20% 절감합니다.

지능형 혼합: 센서와 AI 알고리즘을 통합하여 혼합 균일성을 실시간으로 모니터링하고 폐기율을 줄입니다.

## 6.2 란탄 텅스텐 전극 성형 및 가공 장비

성형 및 가공 장비는 혼합 분말을 전극 본체에 만들고 압착, 소결, 단조 및 드로잉의 4 가지 주요 단계를 포함하여 최종 크기로 가공하는 데 사용됩니다. 이러한 장치는 전극의 치수 공차와 일관된 성능을 보장하기 위해 매우 정확하고 안정적이어야 합니다.

### 6.2.1 프레스

프레스는 혼합 분말을 원통형 몸체로 눌러 후속 소결을 위한 초기 모양을 제공합니다. 프레스의 압력 제어와 금형의 정확도는 녹색 물체의 밀도와 구조적 균일성에 직접적인 영향을 미칩니다.

장치 유형:

유압 프레스 : 소량 생산, 조정 가능한 압력, 유연한 금형 변경에 적합합니다.

등압 프레스 : 고정밀 빌릿 프레스, 균일 한 압력 및 높은 빌릿 밀도에 사용됩니다.

자동 프레스 : 통합 자동 로딩 및 탈형, 대규모 생산에 적합합니다.

기술적인 매개변수:

압력: 100-300 MPa (수압기), 200-500 MPa (등압 압박).

금형 재료: 초경합금 또는 고강도 강철, 내마모성 > 5000 회 프레스.

본체 크기: 직경 10-50mm, 길이 50-100mm, 밀도 60%-70% 이론적 밀도.

작동 원리 :

유압 프레스는 유압 시스템을 통해 단방향 압력을 가하여 분말을 압축하여 모양을 만듭니다.

등압 프레스는 기름이나 물과 같은 액체 매체를 통해 전방위 압력을 가하며 녹색 물체의 밀도가 균일하고 내부 응력이 없습니다.

자동 프레스 기계는 높은 생산 효율로 PLC 제어를 통해 공급, 프레스 및 탈형을 자동으로 완료합니다.

앱 기능:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

유압 프레스: 실험실 또는 소규모 생산에 적합하며 생산량은 1-5 톤/일이고 비용은 저렴하지만 본체 밀도가 약간 낮습니다.

등압 프레스: 밀도가 70%인 고성능 전극(예: WL20)에 적합하지만 대규모 장비 투자(약 500 만 위안)가 필요합니다.

자동 프레스: 대규모 생산에 적합하며 생산량은 10-20 톤/일이고 높은 수준의 자동화 및 낮은 인건비를 제공합니다.

주요 기술:

압력 제어: 서보 유압 시스템이 채택되고 압력 편차는 녹색 본체의 일관된 밀도를 보장하기 위해  $\pm 1\text{MPa}$ 입니다.

금형 설계: 금형 형상을 최적화하고, 금형 이형 저항을 줄이고, 금형 수명을 연장합니다.

자동화: 로봇 공급 및 육안 검사 시스템을 통합하여 생산 효율성을 20% 높입니다.

개발 동향:

고정밀 프레스: 초고압 등압 프레스( $>1000\text{MPa}$ )를 개발하여 그린바디의 밀도를 75%까지 높였습니다.

지능형: AI를 통합하여 압착 매개변수를 최적화하고 녹색 본체의 균열률을 줄입니다.

모듈식 설계: 다양한 크기의 녹색 물체 생산에 적용할 수 있는 다기능 프레스를 개발합니다.

### 6.2.2 소결로

소결로는 압축된 녹색체를 고온( $1800-2200^{\circ}\text{C}$ )으로 가열하여 입자를 결합하여 조밀한 본체를 형성하는 데 사용되며 전극 밀도 및 기계적 특성을 결정하는 핵심 장비입니다.

장치 유형:

진공 소결로: 란탄 산화물 휘발을 방지하기 위해 고순도 전극 생산에 적합합니다.

수소 보호 소결로 : 대규모 생산에 적합하고 비용이 저렴하며 텅스텐 분말의 산화를 방지합니다.

열간 등압 프레스 오븐(HIP): 전극 밀도와 강도를 향상시키기 위해 2 차 소결에 사용됩니다.

기술적인 매개변수:

온도: 최대  $2200^{\circ}\text{C}$ , 온도 제어 정확도  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

분위기 : 진공  $< 10^3\text{ Pa}$  (진공로) 또는 수소 순도  $> 99.999\%$  (수소로).

용광로 재료: 몰리브덴 또는 텅스텐, 고온 저항, 오염 방지.

로 용량: 50-500kg/배치.

작동 원리 :

진공 소결로는 산화물 형성을 줄이기 위해 저항 또는 유도 가열을 통해 저압 환경에서 소결됩니다.

수소 보호로는 텅스텐 산화를 방지하기 위해 고순도 수소를 도입하여 환원 분위기를 조성합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

HIP 퍼니스는 고온(2000°C)과 고압(100-200MPa)을 결합하여 내부 미세 기공을 제거합니다.

앱 기능:

진공 소결로: >밀도가 98%이지만 에너지 소비가 높은(배치당 약 1000kWh) 고성능 전극(예: WL20)에 적합합니다.

수소 보호로: 생산량이 많은(500kg/일) 증저가 생산(WL10, WL15)에 적합하지만 수소 안전은 엄격하게 관리해야 합니다.

HIP 용광로: 항공 우주와 같은 고급 응용 분야에 적합하며 전극 강도는 20% 증가하지만 장비 비용은 높습니다(약 3 천만 위안).

주요 기술:

온도 제어: 다단계 온도 제어 시스템이 채택되고 가열 속도는 500-1000°C/h 이며 절연 편차는  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  입니다.

분위기 관리: 산소 분석기가 장착되어 산소 함량을 10ppm< 제어하여 산화를 방지합니다.

블랭크 로딩: 몰리브덴 보트 또는 텅스텐 트레이를 사용하여 퍼니스 레이아웃을 최적화하고 블랭크의 변형을 줄입니다.

개발 동향:

에너지 절약형 소결: 유도 가열 소결로는 에너지 소비를 30% 줄이기 위해 개발되었습니다.

지능형: 통합 IoT 센서를 통해 용광로의 대기과 온도 분포를 실시간으로 모니터링할 수 있습니다.

친환경 공정: GB 16297 표준에 따라 저배기 가스 소결로를 개발합니다.

### 6.2.3 단조 장비

단조 장비는 밀도와 기계적 특성을 향상시키기 위해 소결 녹색체를 막대로 가공하는데 사용됩니다. 단조 공정은 고온 변형을 통해 내부 다공성을 제거하고 전극 인성을 향상시킵니다.

장치 유형:

회전 장비: 고정밀 전극 막대 생산에 적합한 다중 통과 작은 변형으로 단조.

해머 장비: 대구경 녹색 몸체, 큰 단일 변형, 고효율에 적합합니다.

기술적인 매개변수:

온도: 1200-1500°C, 온도 제어 정확도  $\pm 20^{\circ}\text{C}$ .

변형: 패스 당 5-10% (회전 단조), 10-20% (해머 단조).

막대 크기: 직경 5-10mm, 길이 50-1000mm.

작동 원리:

회전 장비 통과: 여러 쌍의 회전 다이가 소결된 녹색 본체를 지속적으로 압출하고 점차적으로 직경을 줄입니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

해머 장비 바이알: 유압 해머 또는 에어 해머는 가열된 녹색 몸체에 충격력을 가하여 신속한 프로토타이핑을 수행합니다.

앱 기능:

회전 장치: 바 밀도가 >99%이고 표면이 매끄럽< 고성능 전극(예: WL20)에 적합합니다.  
해머 장비: 중간 및 저비용 생산(예: WL10), 고출력(1000-2000 pcs/h)에 적합하지만 표면 품질이 약간 낮습니다.

주요 기술:

가열 제어 : 중주파 유도 가열은 균일하게 가열하고 녹색 몸체의 균열을 방지하는 데 사용됩니다.

변형 제어: 서보 제어 시스템을 사용하여 변형 편차는 바의 치수 정확도를 보장하기 위해 <math>\pm 2\%</math>입니다.

윤활: 금형 마모를 줄이고 수명을 연장하기 위해 흑연 윤활제를 사용합니다.

개발 동향:

고정밀 단조: 치수 공차 <math>\pm 0.05\text{mm}</math>의 다축 CNC 장비 단조 기계 개발.

오토메이션: 로봇 로딩 및 언로딩 시스템을 통합하여 수동 개입을 줄이고 효율성을 20% 높입니다.

친환경 윤활: 환경 오염을 줄이기 위한 수성 윤활유를 개발합니다.

#### 6.2.4 드로잉 머신

드로잉 머신은 단조 막대를 작은 직경의 전극 막대(0.25-6.4mm)로 늘리고 전극의 최종 크기를 결정하는 장비입니다.

장치 유형:

다중 모드 드로잉 머신: 멀티 패스 드로잉을 통해 직경이 점차 감소하여 고정밀 전극에 적합합니다.

단일 모드 드로잉 머신 : 작동하기 쉬운 작은 배치 또는 큰 직경의 전극에 적합합니다.

기술적인 매개변수:

드로잉 속도: 5-20m/min, 속도 조정 가능.

금형 재료: 다이아몬드 또는 초경합금, 내마모성 > 50,000 미터.

직경 포용력:  $\pm 0.02\text{ mm}$ 의 표면 거칠기  $Ra < 0.8\ \mu\text{m}$ .

작동 원리 :

바는 다이아몬드 다이를 통해 늘어나며 패스당 직경이 5-15% 감소하고 중간 어닐링(1000-1200°C)하여 응력을 완화합니다.

앱 기능:

다중 모드 드로잉 머신: 대규모 생산에 적합하며 출력이 5000-10,000 개/시간이며 WL15 및 WL20에 적합합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

단일 모드 드로잉 머신: 낮은 출력의 작은 배치 또는 특수 사양(예: 0.3mm) 전극에 적합합니다.

주요 기술:

금형 정확도 : 금형은 레이저로 가공되며 구멍 직경 편차는  $0.005\text{mm} < \pm$ .

운할 제어: 흑연 에멀전 운할제를 사용하며 냉각 온도는 표면 결함을 줄이기 위해  $< 40^{\circ}\text{C}$  입니다.

온라인 감지: 레이저 캘리퍼 장착, 직경, 편차  $< \pm 0.01\text{mm}$  의 실시간 모니터링.

개발 동향:

초미세 인발: 마이크로 용접의 요구 사양을 충족하기 위해 0.1mm 전극 인발 공정을 개발합니다.

자동화: 통합 자동 금형 교환 및 어닐링 시스템이 가동 중단 시간을 줄입니다.

친환경 운할: 폐액 배출을 줄이기 위한 무급유식 운할 기술을 개발합니다.

### 6.3 란탄 텅스텐 전극을 위한 지상 처리 장비

표면 처리 장비는 연마 및 청소를 포함하여 전극의 표면 마감 및 성능을 향상시키는 데 사용됩니다. 표면 품질은 아크 안정성과 전극 수명에 직접적인 영향을 미칩니다.

#### 6.3.1 연마 기계

연마기는 전극 표면의 드로잉 마크와 산화물 층을 제거하고 표면 거칠기( $Ra < 0.4$  미크론)를 개선하며 아크 성능을 향상시키는 데 사용됩니다.

장치 유형:

센터리스 연삭기: 연삭 휠과 가이드 휠에 의한 연속 연마로 대규모 생산에 적합합니다.

전기 화학 연마 기계 : 고정밀 전극에 적합한 전기 분해로 표면을 연마합니다.

초음파 연마기: 작은 직경의 전극을 위한 초음파 진동과 연마재를 결합합니다.

기술적인 매개변수:

연마 속도: 10-50m/min(센터리스 그라인더), 0.5-2m/min(전기화학적 연마).

연삭 휠 크기: 200-400 메쉬(기계적 연마), 전해질은 황산 또는 인산 용액(전기화학적 연마)입니다.

표면 거칠기:  $Ra 0.2-0.4$  미크론.

작동 원리 :

센터리스 그라인더는 그라인딩 휠을 고속으로 회전시키고 가이드 휠에 의해 안내되어 전극 표면을 지속적으로 연삭합니다.

전기화학적 연마기는 전극을 통해 전해질의 양극을 용해시켜 표면의 미세 범프를 제거합니다.

초음파 연마 기계는 고주파 진동을 통해 연마 입자를 구동하여 표면을 미세하게 연마합니다.

앱 기능:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

센터리스 연삭기: 고풍력(10,000 pcs/h), WL10 및 WL15 산업용 전극에 적합합니다.  
전기화학적 연마기: 높은 표면 광택, 항공 우주용 WL20 전극에 적합,  
저출력(1000 개/시간).  
초음파 연마 기계: 높은 정밀도와 높은 비용으로 작은 직경(<0.5mm) 전극에  
적합합니다.

주요 기술:

표면 일관성: 연삭 휠 압력은 서보에 의해 제어되며 거칠기 편차는 0.05 미크론 $\pm$ .  
오염 통제: 집진 시스템을 갖춘 집진 효율은 GB/T 16297 표준에 따라 >99%입니다.  
자동화: 표면 결함 전극의 자동 거부를 위한 통합 육안 검사.

개발 동향:

조정밀 연마: 미세 용접의 요구 사항을 충족하기 위해 Ra<0.1 미크론 연마 기술을  
개발했습니다.  
친환경 연마: 화학 폐기물을 줄이기 위해 수성 전해질을 사용합니다.  
지능형: 폴리싱 매개변수를 실시간으로 최적화하는 통합 AI 비전 시스템.

### 6.3.2 청소 장비

세척 장비는 연마 후 오일, 먼지 및 화학 잔류 물을 제거하고 전극 표면이 깨끗한지  
확인하고 사용 중 용접 이음새의 오염을 방지하는 데 사용됩니다.

장치 유형:

초음파 세척기 : 표면은 초음파 진동으로 청소되어 효율이 높고 복잡한 형상의  
전극에 적합합니다.  
스프레이 클리너 : 고압 물 또는 세제로 분사되어 대규모 청소에 적합합니다.  
플라즈마 세척 기계: 나노 스케일 오염 물질을 제거하기 위한 고정정 전극에  
사용됩니다.  
기술적인 매개변수:  
초음파 세척기 : 주파수 20-40 kHz, 전력 1-5 kW, 세척 시간 5-15 분.  
스프레이 세척 기계: 압력 0.5-2 MPa, 세척 액체 유량 20-50 L/min.  
플라즈마 세척 기계: 플라즈마 전력 100-500W, 처리 시간 1-3 분.

작동 원리 :

초음파 세척기는 고주파 진동을 사용하여 표면 먼지를 제거하는 캐비테이션 효과를  
만듭니다.  
스프레이 클리너는 고압 물 또는 세제 분사를 사용하여 표면을 세척합니다.  
플라즈마 세정제는 플라즈마 충격으로 유기물과 산화물 층을 제거합니다.

앱 기능:

초음파 세척기 : 다용도로 모든 종류의 전극에 적합, 세척 효율 > 99 %, 출력 5000-  
10,000 개 / 시간.  
스프레이 클리너: 저렴한 비용으로 저가형 전극(예: WL10)에 적합하지만 세척  
정확도가 약간 떨어집니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

플라즈마 청소 기계: 항공 우주 및 전자 고정정 전극, 높은 비용, 출력 1000 개/시간에 적합합니다.

주요 기술:

세척액 관리 : 탈이온수(저항률 > 15MΩ·cm) 또는 친환경 에탄올을 사용하며, 재활용률은 >80%입니다.

건조 제어 : 열풍 또는 진공 건조를 갖추고 있으며 잔류 수분 <0.01 %.

자동화: 자동 적재 및 하역 및 수질 모니터링 시스템을 통합하여 효율성을 개선합니다.

개발 동향:

친환경 세척 : CO2 초임계 세척과 같은 무화학 세척 기술 개발.

높은 정밀도: 반도체 산업의 요구 사항을 충족하기 위해 세척 정확도를 향상시킵니다.

지능형: 통합 IoT 를 통해 세척 결과를 모니터링하고 물의 양과 에너지 소비를 최적화합니다.

#### 6.4 란탄 텅스텐 전극에 대한 품질 테스트 장비

품질 검사 장비는 전극이 국제 표준(e.g. ISO 6848:2015) 및 고객 요구 사항을 준수하는지 확인하기 위해 원료, 생산 공정 및 완제품의 품질을 모니터링하는 데 사용됩니다. 이 테스트에는 화학적 조성, 물리적 특성 및 전기적 특성이 포함됩니다.

##### 6.4.1 화학 성분 분석기

화학 성분 해석기는 텅스텐 분말, 란탄 산화물 및 완제품 전극 제품의 순수성 그리고 원소 내용을 란탄 산화물 내용 (0.8%-2.2%) 및 불순 (<50 ppm)가 요구에 응한다는 것을 보증하기 위하여 내용을 시험하기 위하여 이용됩니다.

장치 유형:

유도 결합 플라즈마 발광 분석기(ICP-OES): 텅스텐, 란타넘 및 미량 원소를 높은 정확도로 검출합니다.

X 선 형광 분광법(XRF): 인라인 분석을 위한 빠른 비파괴 검사.

원자 흡수 분광계(AAS): 저렴한 비용으로 특정 원소(예: Fe, Si)를 검출하는 데 사용됩니다.

기술적인 매개변수:

ICP-OES: 검출 한계 0.01ppm, 분석 시간 5-10 분.

XRF 방사선 : 감지 범위 0.01 % -100 %, 정확도 ±0.05 %.

AAS: 검출 한계는 0.1ppm 으로 단일 원소 분석에 적합합니다.

작동 원리 :

플라즈마 고온 시료를 사용한 시료의 ICP-OES 여기(excitation)를 통해 방출선을 분석하고 원소 함량을 정량화합니다.

XRF 는 형광 강도를 측정하고 원소 조성을 결정하기 위해 X 선으로 샘플을 여기시킵니다.

AAS 는 원자에 의해 빛의 강도를 흡수하여 특정 원소의 농도를 측정합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

앱 기능:

ICP-OES: 실험실의 고정밀 분석에 적합하며 원료 및 완제품 테스트에 사용되며 높은 비용(약 200 만 위안)으로 사용됩니다.

XRF: 인라인 생산 모니터링에 적합, 빠른 검출 속도(샘플당 < 30 초), 중대형 기업에 적합합니다.

AAS: 소규모 기업에 적합, 특정 불순물 검출, 저렴한 비용(약 200,000 위안).

주요 기술:

고감도: ICP-OES 는 ppb 순서(예: Pb< 0.1ppb)의 불순물을 검출할 수 있습니다.

비파괴 검사: XRF 는 비파괴 분석을 지원하며 완제품의 샘플링에 적합합니다.

자동화: 자동화된 샘플링 및 데이터 처리를 통합하여 분석 효율성을 최대 50%까지 높일 수 있습니다.

개발 동향:

신속한 감지: 분석 시간이 10 초< 휴대용 XRF 를 개발합니다.

다중 원소 분석: 50 개 원소를 포괄하는 ICP-OES 의 다중 채널 검출 기능을 개선합니다.

지능형: AI 알고리즘과 결합하여 시료 유형을 자동으로 식별하고 검출 매개변수를 최적화할 수 있습니다.

#### 6.4.2 물리적 성능 시험 장비

물리적 특성 테스트 장비는 전극의 밀도, 경도, 입자 크기 및 표면 거칠기를 확인하여 기계적 특성과 가공 품질을 보장하는 데 사용됩니다.

장치 유형:

밀도계: 아르키메데스의 원리에 따라 전극 밀도를 측정합니다.

비커스 경도 시험기: 전극의 표면 경도(400-450 HV)를 측정합니다.

야금 현미경 : 입자 크기 및 미세 구조 분석.

표면 거칠기 측정기: 표면 거칠기(Ra<0.4 미크론)를 측정합니다.

기술적인 매개변수:

밀도계: 정확도  $\pm 0.01 \text{ g/cm}^3$ , 측정 범위 10-20  $\text{g/cm}^3$ .

비커스 경도 시험기: 하중 5-50 N, 정확도  $\pm 1 \text{ HV}$ .

야금 현미경: 배율 100-1000x, 해상도 0.1 미크론.

표면 거칠기 시험기: 측정 범위 Ra0.01-10 미크론, 정확도  $\pm 0.01 \text{ 미크론}$ .

작동 원리 :

밀도계는 공기와 액체에서 전극의 무게를 측정하여 밀도를 계산합니다.

Vickers 경도 시험기는 압흔 크기에서 경도 값을 계산합니다.

야금 현미경은 광학 배율을 통해 전극 단면의 미세 구조를 관찰합니다.

표면 거칠기 측정기는 프로브로 표면을 스캔하고 높이 차이를 측정합니다.

앱 기능:

밀도계: 시료당 1 분 이내에 본체와 완제품의 밀도(>19.2 $\text{g/cm}^3$ )를 신속하게 감지합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

Vickers 경도 시험기: 경도 분포 분석 및 전극 균일성 감지에 적합합니다.

금속 현미경: R&D 및 품질 분석용, 입자 크기(10-20 마이크론) 확인용.

표면 거칠기 테스터: 대규모 생산에 적합한 연마 품질의 온라인 검사.

주요 기술:

높은 정확도: 밀도계는 오차가  $0.005\text{g}/\text{cm}^3 <$ 인 전자 저울을 사용합니다.

오토메이션: 금속 현미경에는 자동 초점 및 이미지 분석 소프트웨어가 장착되어 있어 효율성이 30% 향상됩니다.

비파괴 검사: 표면 거칠기 테스터는 비접촉 측정을 지원하며 완제품에 적합합니다.

개발 동향:

다목적 테스트: 밀도, 경도 및 거칠기를 결합한 테스트 플랫폼 개발.

인라인 검사: 샘플링 시간을 줄이기 위해 생산 라인에 내장된 실시간 검사.

지능형: 곡물 품질을 자동으로 결정하는 통합 AI 이미지 분석.

### 6.4.3 전기적 성능 시험 장비

전기 성능 시험 장비는 전극의 전자 작업, 전극의 아크 개시 성능 및 아크 안정성을 측정하여 용접 성능을 보장하는 데 사용됩니다.

장치 유형:

전자 작업 테스터 : 전극의 전자 작업 (2.6-3.2 eV)을 측정합니다.

시뮬레이션 용접 테스트 벤치 : 아크 시작 시간 및 아크 안정성을 테스트합니다.

전도도 측정기: 전극의 전도도(17.5-18.0 MS/m)를 측정합니다.

기술적인 매개변수:

전자 작업 테스터 : 정확도  $\pm 0.05\text{ eV}$ , 테스트 온도 1000-2000 °C.

아날로그 용접 테스트 벤치 : 전류 10-300 A, 전압 0-50 V, 기록 정확도  $\pm 0.1\text{ V}$ .

전도도 측정기: 측정 범위 1-100 MS/m, 정확도  $\pm 0.1\text{ MS/m}$ .

작동 원리 :

전자작업탈출시험기는 고온에서 전자방출전류를 측정하고, 열전자방출법을 통해 진화 과정을 계산한다.

시뮬레이션된 용접 테스트 벤치는 TIG 용접 환경을 시뮬레이션하여 아크 시작 시간과 전압 변동을 기록합니다.

전도도 측정기는 전도도를 변환하기 위해 4 개의 프로브 방법을 사용하여 전극 저항을 측정합니다.

앱 기능:

Electronic Evolution Work Tester: R&D 및 품질 검증에 적합하며 테스트 시간은 샘플당 10-20 분입니다.

시뮬레이션 용접 테스트 벤치 : 완제품 샘플링에 적합한 실제 용접 조건을 시뮬레이션하고 높은 테스트 효율 (100 개 / 시간)을 가지고 있습니다.

전도도 측정기: 빠른 비파괴 검사, 온라인 모니터링에 적합합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

주요 기술:

고온 테스트 : 진화 테스트의 전자 작업에는 산화를 방지하기 위해 진공 챔버가 장착되어 있습니다.

고정밀 기록: 시뮬레이션된 용접 테스트 벤치는 고속 데이터 수집과 0.01 초 < 전압 변동 기록을 통합합니다.

자동화: 전도도 측정기는 자동 프로브 포지셔닝을 지원하여 효율성을 50% 높입니다.

개발 동향:

신속한 테스트: 테스트 시간이 5분 < 휴대용 전자 작업 탈출 테스터를 개발합니다.

다중 매개변수 테스트: 전기 및 물리적 성능 테스트를 통합하여 장비 설치 공간을 줄입니다.

지능형: AI를 통해 전기 성능을 예측하고 생산 매개변수를 최적화합니다.

## 6.5 란탄 텅스텐 전극 용 보조 장비

보조 장비는 생산 환경을 최적화하고 자원 활용도를 개선하며 환경 제어 및 폐기물 재활용 장비를 포함한 환경 보호를 보장하는 데 사용됩니다.

### 6.5.1 환경 제어 장비

환경 제어 장비는 생산 홀의 온도, 습도 및 청결을 유지하고 먼지와 산화가 전극의 품질에 영향을 미치는 것을 방지하는 데 사용됩니다.

장치 유형:

일정한 온도 및 습도 에어컨 : 작업장의 온도와 습도를 제어합니다.

클린룸 시스템: 공기를 정화하고 먼지 농도를 줄입니다.

환기 및 먼지 제거 장비: 연삭 및 연마 먼지를 수집합니다.

기술적인 매개변수:

일정한 온도 및 습도 에어컨 : 온도 18-25 °C, 습도 40-60 %, ± 정확도 ±1 °C, ±5 %.

클린 룸 시스템 : 청결도 ISO 클래스 7 (입방 <당 10,000 0.5 마이크론 입자).

환기 및 먼지 제거: 집진 효율>99.9%, 먼지 농도<0.1mg/m³입니다.

작동 원리 :

일정한 온도 및 습도 에어컨은 냉동 및 가습 장치를 통해 환경 매개 변수를 조절합니다.

클린룸은 HEPA 필터와 양압 시스템을 통해 공기 중 미립자 물질을 제거합니다.

환기 집진은 음압 하에서 먼지를 포집하고 천 백 또는 전기 집진기로 처리합니다.

앱 기능:

일정한 온도 및 습도 에어컨 : 분말 수분 흡수 또는 장비 과열을 방지하기 위해 모든 생산 링크에 적합합니다.

클린룸 시스템: 항공 우주 전극 요구 사항을 충족하기 위해 도핑 및 연마 공정에 사용됩니다.

환기 및 먼지 제거: GB 16297 표준에 따라 연삭 및 소결 공정에 사용됩니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

주요 기술:

고효율 여과: HEPA 필터의 수명은 >2년이며 여과 효율 > 99.999%입니다.  
에너지 효율 최적화: 인버터 에어컨을 채택하여 에너지를 30% 절약합니다.  
지능형: 온도와 습도를 실시간으로 모니터링하는 통합 환경 센서.

개발 동향:

매우 깨끗한 환경: 마이크로 전자 전극의 요구 사항을 충족하기 위해 ISO Class 5 클린룸을 개발했습니다.  
저탄소 제어: 열 회수 기술을 채택하여 에너지 소비를 20% 줄입니다.  
지능형: 원격 환경 관리는 IoT를 통해 구현됩니다.

### 6.5.2 스크랩 재활용 장비

폐기물 재활용 장비는 생산에서 폐 텨스텐 분말, 폐 전극 및 폐액을 처리하고 자원 활용도를 개선하며 환경 오염을 줄이는 데 사용됩니다.

장치 유형:

집진기: 연삭 및 연마 먼지를 수집합니다.  
산세 및 재활용 장비: 폐기물 텨스텐 분말 및 란탄 산화물의 회수.  
폐수 처리 장비: 세척 폐수 처리.

기술적인 매개변수:

집진기: 재활용 효율은 >99%이고 처리 용량은 1-10톤/시간입니다.  
산세 회수 장비: 회수율 >85%, 처리 용량 5-50kg/배치.  
폐수 처리 장비: 텨스텐 제거율 >99%, 재생수 재사용률 70%.

작동 원리:

집진기는 천 가방이나 전기 집진기를 통해 먼지를 포집한 다음 먼지를 선별하고 복원합니다.  
산세 공장은 폐기물을 질산 또는 염산으로 용해시켜 프로메튬과 란타늄을 추출하고 회수하여 폐기물을 용해합니다.  
폐수 처리장은 화학적 침전과 이온 교환을 통해 중금속을 제거합니다.

앱 기능:

먼지 회수 기계: 연삭 및 연마 공정에 적합하며 텨스텐 분말의 회수율은 80% >.  
산세 및 재활용 장비: 폐 전극 및 소결 폐기물에 적합하며 재활용 비용이 높습니다.  
폐수 처리 장비: GB 8978 표준에 따라 세척 공정에 적합합니다.

주요 기술:

효율적인 분리: 원심 분리 기술을 사용하여 회수율을 10% 높일 수 있습니다.  
환경 보호 처리: 중화 후 폐액의 pH 값은 6-8이며 2차 오염이 없습니다.  
자동화: 수동 조작을 줄이기 위해 자동 제어 시스템을 통합합니다.

개발 동향:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

폐쇄 순환 재활용: 회수율이 99%에 달하는 전체 공정 폐기물 재활용 시스템을 개발합니다.

녹색 재활용: 산과 알칼리의 양을 줄이기 위해 생화학적 재활용 기술을 채택합니다.

지능형: 빅 데이터 분석을 통해 재활용 프로세스를 최적화하고 비용을 절감합니다.



CTIA GROUP LTD WL20 전극

## Chapter 7 란탄 텅스텐 전극에 대한 국내외 표준

고성능 용접 및 절단 재료로서, 란탄 텅스텐 전극의 표준화와 그 품질 및 성능은 완벽한 국내외 표준 시스템에 달려 있습니다. 국제 및 국내 표준은 란탄 텅스텐 전극의 화학적 조성, 물리적 특성, 치수 공차, 생산 공정 및 응용 프로그램 요구 사항에 대한 명확한 지침을 제공하여 전 세계적으로 생산 일관성과 사용 안전성을 보장합니다. 이 장에서는 란탄 텅스텐 전극에 대한 국제 표준(ISO 6848:2015, AWS A5.12/A5.12M 및 EN 26848 포함), 국내 표준(GB/T 14841 및 JB/T 4730), 국내 및 해외 표준의 비교 분석(유사점 및 차이점 및 생산 및 적용에 미치는 영향), 표준 업데이트 및 개발 동향(새로운 표준 개발 및 국제화 동향).

### 7.1 란탄 텅스텐 전극에 대한 국제 표준

국제 표준은 주로 국제 표준화 기구(ISO), 미국 용접 협회(AWS) 및 유럽 표준화 위원회(EN)에서 개발한 것을 포함하여 란탄 텅스텐 전극의 글로벌 생산 및 무역을 위한 통일된 기술 사양을 제공합니다. 이 표준은 분류, 화학 성분, 성능 요구 사항, 크기 사양, 테스트 방법 및 기타 전극 내용을 다루며 항공 우주, 원자력 산업, 자동차 제조 및 기타 분야에서 널리 사용됩니다.

#### 7.1.1 ISO 6848:2015 (텅스텐 전극에 대한 분류 및 요구 사항)

ISO 6848 : 2015 "용접 소모품 - 불활성 가스 차폐 아크 용접 및 플라즈마 용접 및 절단을 위한 텅스텐 전극"은 국제 표준화기구 (ISO)에서 개발 한 세계에서 가장

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

권위있는 텅스텐 전극 표준으로, 불활성 가스 차폐 용접 (TIG), 플라즈마 용접 및 절단 용 텅스텐 전극, 란탄 텅스텐 전극을 포함합니다. 이 표준은 2004 버전을 대체하기 위해 2015 년에 개정되어 란탄 텅스텐 전극과 같은 새로운 전극의 기술 진보와 환경 요구 사항을 반영했습니다.

**표준 내용:**

**분류 :** 도핑 된 산화물의 종류와 함량에 따라 텅스텐 전극은 순수 텅스텐 (WP), 토륨 텅스텐 (WT), 세륨 텅스텐 (WC), 란탄 텅스텐 (WL), 지르코늄 텅스텐 (WZ) 및 이트륨 텅스텐 (WY)으로 나뉩니다. 란탄 텅스텐 전극은 WL10 (0.8 % -1.2 % La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), WL15 (1.3 % -1.7 % La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 WL20 (1.8 % -2.2 % La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)로 나뉩니다.

**화학 성분:** 전극의 전기적이고 기계적 성질을 지키기 위하여 란탄 산화물 내용 및 불순 한계 (Fe, Si, C, 등등 <0.05%와 같은)를 지정하십시오.

**치수:** 전극 직경 범위 0.25-6.4mm, 길이 50-600mm, ISO 286-2(h6 클래스)에 따른 허용 오차. 끝은 WL10(검은색), WL15(황금색), WL20(하늘색)으로 칠해져 있습니다.

**성능 요구 사항:** 전자 작업(2.6-3.2eV), 아크 시작(저전류 아크 시간<0.5 초), 아크 안정성(전압 변동<±0.5V) 및 연소 저항(팁 소비<200 암페어에서 0.3mm/hr).

**시험 방법:** 지정된 화학 성분 분석(ICP-OES), 물리적 특성 시험(밀도, 경도), 전기 성능 시험(시물레이션 용접) 및 육안 검사(표면 거칠기 Ra<0.4 미크론).

**포장 및 식별:** 전극 포장은 방습 및 충격 방지가 필요하며 식별에는 등급, 크기, 배치 번호 및 제조업체 정보가 포함됩니다.

**특징 & 이점:**

**전 세계 가용성:** ISO 6848:2015 는 전 세계 주요 산업 국가에서 인정받고 있으며 항공 우주 및 원자력 산업과 같은 까다로운 분야에서 널리 사용됩니다.

**환경 보호:** 비방사성 전극(예: 란타늄 텅스텐, 세륨 텅스텐)의 사용을 장려하고, 토륨 텅스텐 전극(WT)의 사용을 제한하고, EU RoHS 지침을 준수합니다.

**기술 발전 :** 2015 년판은 란탄 텅스텐 전극 WL15 에 대한 세부 요구 사항을 추가하여 토륨 텅스텐 전극의 대안으로서의 추세를 반영합니다.

**표준화된 테스트:** 표준화된 테스트 방법(예: 전자 작업 출력 테스트)은 서로 다른 제조업체의 제품 성능 비교 가능성을 보장하기 위해 제공됩니다.

**응용 프로그램:**

**항공우주:** WL20 은 무결점 용접에 대한 ISO 6848 요구 사항에 따라 티타늄 합금 및 니켈 기반 합금의 TIG 용접에 사용됩니다.

**원자력 산업:** WL15 는 높은 청결도 및 내식성에 대한 표준 요구 사항을 충족하는 지르코늄 합금 파이프 용접에 사용됩니다.

**자동차 제조:** WL10 은 표준 저전류 아크 시동 성능에 따라 박판 스테인리스강 용접에 사용됩니다.

**제한:**

마이크로 플라즈마 용접 또는 초고전류 절단과 같은 특수 응용 분야는 전극 성능이 덜 필요하며 산업 표준을 보완해야 합니다.

테스트 방법은 복잡하며(예: 전자 작업 테스트에 필요한 진공 환경) 중소기업 장비에

**저작권 및 법적 책임 선언문**

대한 요구 사항이 높습니다.

폐기물 재활용 및 폐가스 처리와 같은 생산 공정의 환경 요구 사항은 명확하게 명시되어 있지 않습니다.

개정 배경:

이 표준의 2004 년 버전은 란탄 텅스텐 전극의 다양한 응용 분야 (예 : WL15 의 대중화)를 완전히 고려하지 않았으며 2015 년 버전은 WL15 의 분류 및 성능 요구 사항을 추가했습니다.

글로벌 환경 규정 (예 : EU 2003 / 53 / EC)에 대응하여 토륨 텅스텐 전극이 제한되고 란탄 텅스텐 전극의 표준화가 촉진됩니다.

고정밀 ICP-MS 와 같은 새로운 테스트 기술과 결합되어 화학 성분 분석의 정확도가 향상됩니다.

글로벌 영향:

ISO 6848 : 2015 는 유럽 연합, 미국, 일본, 중국 및 기타 국가에서 채택되어 란탄 텅스텐 전극의 국제 무역을 촉진했습니다.

토륨-텅스텐 전극의 단계적 폐지가 추진되었으며 글로벌 란탄 텅스텐 전극 시장 점유율은 2010 년 15%에서 2020 년 30%로 증가했습니다.

항공 우주 및 원자력 산업과 같은 부문의 다국적 프로젝트에 대한 통일된 기술 사양을 제공하여 공급망 위험을 줄입니다.

### 7.1.2 AWS A5.12/A5.12M(미국 용접 협회 표준)

AWS A5.12 / A5.12M "아크 용접 및 절단 용 텅스텐 및 산화물 분산 텅스텐 전극에 대한 사양"은 미국 용접 학회 (AWS)에서 개발 한 텅스텐 전극 표준이며, 최신 버전은 2009 년, 란탄 텅스텐 전극을 포함하여 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 절단 용 텅스텐 전극에 적용 할 수 있습니다. 이 표준은 미국 및 북미 시장, 특히 항공 우주, 조선 및 에너지 산업에서 광범위한 영향을 미치고 있습니다.

표준 내용:

분류 : ISO 6848 과 유사하게 란탄 텅스텐 전극은 EWLa-1 (WL10, 1.0 % La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), EWLa-1.5 (WL15, 1.5 % La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 및 EWLa-2 (WL20, 2.0 % La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)로 나뉩니다. "EW" 접두사는 도핑된 전극을 나타내는 데 사용되며 La 는 란타늄을 나타내는 데 사용됩니다.

화학 성분: 란탄 산화물 내용 탈선 ±0.2%의 불순 한계 (예를 들면, Fe<0.03%, C<0.01%)는 ISO 6848 보다는 경미하게 더 엄격합니다.

치수: 직경 0.020-0.250"(0.5-6.35mm), 길이 3-24"(76-610mm), ANSI B1.1 에 따른 공차. 끝은 ISO 6848 에 따라 도색됩니다.

성능 요구 사항: 아크 시작 성능(10-50 암페어에서 15V < 아크 시작 전압), 아크 안정성(100 암페어<±0.4V)에서 전압 변동) 및 연소 저항(팁 소비량 150 암페어에서 0.25mm/h <)에 중점을 둡니다.

테스트 방법: 화학 분석(XRF 또는 ICP-OES), 용접 테스트(AWS D1.1 표준), 표면 품질 검사(Ra <0.5 마이크론) 및 치수 측정(마이크로미터 또는 레이저 캘리퍼) 포함.

인증 및 라벨링: 전극은 AWS 의 인증을 받아야 하며 포장에는 AWS 번호, 브랜드 및 생산 배치가 표시되어 있습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

#### 특징 & 이점:

엄격한 성능 요구 사항: AWS 표준에는 고하중 용접 응용 분야에 적합한 아크 안정성 및 연소 저항에 대한 보다 구체적인 테스트 조건이 있습니다.

북미 시장 지향: 크기 단위는 인치로 미국의 산업 습관에 부합하며 북미 사용자에게 편리합니다.

인증: AWS 인증은 전극의 신뢰성을 높여 항공 우주 및 방위 프로젝트에 이상적입니다.

응용 분야 지침: 사용자가 공정을 최적화할 수 있도록 용접 매개변수(예: 전류 유형, 차폐 가스 흐름)에 대한 자세한 권장 사항이 제공됩니다.

#### 응용 프로그램:

항공우주: EWLa-2(WL20)는 AWS D17.1 표준을 충족하는 보잉 787 항공기의 티타늄 프레임의 TIG 용접에 사용됩니다.

조선: EWLa-1.5(WL15)는 AWS D1.6 구조 용접 사양을 충족하는 스테인리스강 선체 용접에 사용됩니다.

에너지 산업: EWLa-1(WL10)은 API 1104 표준에 따라 파이프 시트 용접에 사용됩니다.

#### 제한:

표준은 느리게 업데이트되며(WL15의 최신 애플리케이션 동향은 2009년 판에서 다루지 않음) 기술 세부 사항은 ISO 6848:2015에 비해 오래되었습니다.

환경 요구 사항(예: 폐기물 재활용)은 덜 언급되며 유럽 연합과 같은 지역의 엄격한 규정에 완전히 적용되지 않습니다.

테스트 방법은 북미 디바이스(예: AWS 인증 랩)에 편향되어 있으며 다른 지역의 엔터프라이즈에는 디바이스 호환성 문제가 있습니다.

#### ISO 6848과의 상관관계:

AWS A5.12는 분류, 화학 성분 및 크기 사양 측면에서 ISO 6848과 매우 일치하지만 AWS 표준은 실제 용접 성능 테스트에 더 중점을 둡니다.

AWS 표준은 보다 관대한 란타넘 산화물 함량 편차( $\pm 0.2\%$  대 ISO의 경우  $\pm 0.15\%$ )를 허용하지만 불순물에 대해서는 더 엄격한 제한을 허용합니다.

이 둘의 색상은 글로벌 사용자 식별의 균일성을 보장하기 위해 일관됩니다.

#### 북미 영향:

AWS A5.12는 미국 항공우주(NASA, Boeing), 방위(MIL-STD-1595A) 및 에너지(ASME Section IX) 프로젝트에 필요한 표준입니다.

탄탄 텅스텐 전극은 EWLa-1.5 시장 점유율이 2010년 10%에서 2020년 25%로 증가하면서 미국 시장에서 급속한 성장을 주도했습니다.

AWS 인증 란타넘 텅스텐 전극은 북미 시장에서 경쟁 우위를 가지고 있습니다.

#### 7.1.3 EN 26848(유럽 표준)

EN 26848 "불활성 가스 차폐 아크 용접 및 플라즈마 용접 및 절단을 위한 텅스텐 전극"은 유럽 표준화위원회(CEN)에서 개발한 텅스텐 전극 표준으로, 최신 버전은 1991(2004년에 부분적으로 개정)이며 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 EU 회원국의

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

절단을위한 텅스텐 전극에 적용됩니다. 이 표준은 ISO 6848 과 매우 유사하지만 일부 세부 사항은 유럽 시장의 특별한 요구 사항을 반영합니다.

표준 내용:

분류 : 란탄 텅스텐 전극은 WL10, WL15 및 WL20 으로 나뉘며 란탄 산화물 함량은 ISO 6848 (0.8 % -2.2 %)과 동일합니다. 로고는 ISO 와 같은 색상으로 칠해져 있습니다.

화학 성분: 란탄 산화물 내용 탈선  $\pm 0.15\%$ 의 불순 한계 (예를들면, Fe<0.04%, Si <0.02%)는 ISO 6848 와 동등합니다.

치수: 직경 0.25-6.4mm, 길이 50-300mm, EN ISO 286-2(클래스 h6)에 따른 공차. 유럽의 자동 용접 장비를 수용하기 위해 짧은 길이의 전극(50-150mm)에 중점을 둡니다.

성능 요구 사항: 아크 시작 성능(10A<12V 에서 아크 시작 전압), 아크 안정성(100A  $\leq \pm 0.5V$  에서 전압 변동), 연소 저항(150A < 0.3mm/h 에서 팁 소비).

테스트 방법: 화학 성분 분석(ICP-MS 또는 XRF), 용접 테스트(EN 287 표준), 표면 품질 검사(Ra < 0.4 마이크론) 및 치수 측정.

환경 보호 요구 사항: EU RoHS 지침(2002/95/EC)에 따라 비방사성 전극(예: 란타늄 텅스텐, 세륨 텅스텐)을 강조합니다.

특징 & 이점:

환경 규정 준수 : 토륨 - 텅스텐 전극의 사용을 엄격히 제한하고 유럽 시장에서 란탄 텅스텐 전극의 대중화를 촉진합니다.

자동 가이드: 치수 및 성능 요구 사항은 유럽의 자동 용접 장비(예: KUKA 로봇)에 맞게 조정됩니다.

EU 인증: EN 26848 인증을 받은 전극은 CE 마크를 획득할 수 있어 시장 경쟁력을 높일 수 있습니다.

지역별 적응성: EU 회원국에서 쉽게 사용할 수 있도록 여러 언어(영어, 독일어, 프랑스어)로 제공됩니다.

응용 프로그램:

자동차 제조: WL15 는 EN 1011 표준에 따라 유럽 자동차(예: 폭스바겐, BMW)의 알루미늄 합금 본체의 TIG 용접에 사용됩니다.

항공우주: WL20 은 EN 9100 품질 시스템을 충족하는 Airbus A350 항공기의 티타늄 합금 부품 용접에 사용됩니다.

원자력 산업: WL10 은 RCC-M 사양에 따라 프랑스 원자력 발전소의 스테인리스강 파이프를 용접하는 데 사용됩니다.

제한:

표준 개정이 뒤쳐져 있고(1991 년판은 WL15 의 최신 애플리케이션으로 완전히 업데이트되지 않음) 내용이 ISO 6848:2015 에 비해 오래되었습니다.

마이크로 용접 및 플라즈마 절단에 대한 특별한 요구 사항이 적으며 산업 표준(예: EN 1011-6)과 결합해야 합니다.

테스트 방법은 유럽 실험실(예: TÜV 인증)에 의존하며 EU 이외의 회사에는 비용이 많이 듭니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

ISO 6848 과의 상관관계:

EN 26848 은 분류, 화학적 조성 및 컬러 마킹 측면에서 ISO 6848 과 일치하지만, 크기 범위(길이 < 300mm)가 더 좁습니다.

EN 26848 은 더 엄격한 환경 요구 사항을 가지고 있으며 특정 응용 분야에서 토화 텅스텐 전극의 사용을 명시적으로 금지합니다.

테스트 방법은 기본적으로 ISO 6848 과 동일하지만 EN 26848 은 용접 테스트의 실제 작동 조건 시뮬레이션에 더 중점을 둡니다.

유럽의 영향:

EN 26848 은 WL15 및 WL20 이 유럽 텅스텐 전극 시장의 40% 이상을 차지하면서 EU 시장에서 란탄 텅스텐 전극의 급속한 성장을 주도했습니다.

CE 인증 란탄 텅스텐 전극은 EU 시장에서 경쟁 우위를 가지고 있습니다.

EU 내에서 무역 조화를 촉진하고 다국적 기업의 규정 준수 비용을 줄입니다.

## 7.2 란타넘 텅스텐 전극에 대한 국내 표준

세계 최대의 텅스텐 자원 및 텅스텐 전극 생산국인 중국은 란탄 텅스텐 전극의 생산 및 적용을 규제하기 위해 일련의 국가 표준(GB) 및 산업 표준(JB)을 공식화했습니다. 이러한 표준은 중국의 국내 항공우주, 원자력 산업, 조선 및 자동차 제조 분야에서 널리 사용되며 국제 표준을 참조할 뿐만 아니라 현지 요구 사항을 반영합니다.

### 7.2.1 GB / T 14841 (텅스텐 전극에 대한 국가 표준)

GB / T 14841 "텅스텐 전극에 대한 기술 조건"은 중국 국가 표준이며, 최신 버전은 2008 이며, 란탄 텅스텐 전극을 포함하여 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 절단용 텅스텐 전극에 적용 할 수 있습니다. 이 표준은 중화 인민 공화국 표준화 관리국에서 발행하며 중국에서 텅스텐 전극의 생산 및 적용을위한 필수 사양입니다.

표준 내용:

분류 : 란탄 텅스텐 전극은 ISO 6848 과 일치하는 WL10 (0.8 % -1.2 %  $\text{La}_2\text{O}_3$ ), WL15 (1.3 % -1.7 %  $\text{La}_2\text{O}_3$ ) 및 WL20 (1.8 % -2.2 %  $\text{La}_2\text{O}_3$ )으로 나뉩니다. 착색 로고는 국제 표준과 동일합니다.

화학 성분: 란탄 산화물 내용 탈선  $\pm 0.15\%$ 의 불순 한계 (예를 들면,  $\text{Fe} < 0.05\%$ ,  $\text{C} < 0.02\%$ )는 ISO 6848 와 동등합니다, 그러나 산소 함유량 ( $\text{O} < 0.01\%$ ) 필요조건은 더 엄격합니다.

치수: 직경 0.25-6.4mm, 길이 50-600mm, GB/T 1804(h6 등급)에 따른 공차. 짧은 길이(50-100mm) 옵션을 사용하여 국내 자동화 장비에 적용할 수 있습니다.

성능 요구 사항: 아크 시작 성능(10 암페어에서 아크 시작 시간 < 0.4 초), 아크 안정성(150 암페어  $\leq \pm 0.5\text{V}$  에서 전압 변동), 연소 저항(200 암페어에서 텅 소비 < 0.3mm/h).

시험 방법: 화학 성분 분석(ICP-OES 또는 AAS), 물리적 특성 시험(밀도 > 19.2g/cm<sup>3</sup>, 경도 400-450HV), 전기 성능 시험(시뮬레이션 용접) 및 육안 검사( $\text{Ra} < 0.5\mu\text{m}$ ).

포장 및 라벨링: 방습 및 충격 방지 포장에 필요하며 식별에는 브랜드, 크기, 배치 번호, 제조업체 및 표준 번호(GB/T 14841)가 포함됩니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

#### 특징 & 이점:

현지화 적응: 크기 및 성능 요구 사항은 중국의 용접 장비에 맞게 조정되어 국내 기업이 적용하기에 편리합니다.

엄격한 불순물 제어: 산소 함량 및 탄소 함량에 대한 요구 사항은 국제 표준보다 높기 때문에 전극의 내산화성과 아크 안정성이 향상됩니다.

필수 구현: 국가 표준인 GB/T 14841 은 제품 품질 일관성을 보장하기 위해 중국 시장에서 법적 효력을 갖습니다.

비용 효율성: 테스트 방법은 중국에서 일반적으로 사용되는 장비로 단순화되어 중소기업의 규정 준수 비용을 절감할 수 있습니다.

#### 응용 프로그램:

항공 우주: WL20 은 GJB 1718 표준을 충족하는 C919 항공기 티타늄 합금 동체의 TIG 용접에 사용됩니다.

원자력 산업: WL15 는 GB/T 13164 사양에 따라 Qinshan 원자력 발전소의 스테인리스강 파이프 용접에 사용됩니다.

조선: WL10 는 CCS 분류 사회 기준에 따라 액화천연가스 배의 스테인리스 강을 용접해서 이용됩니다.

#### 제한:

이 표준은 천천히 업데이트되며(2008 버전은 WL15 애플리케이션의 최신 동향을 다루지 않음) ISO 6848:2015 보다 약간 오래되었습니다.

환경 보호 및 폐기물 재활용에 대한 요구 사항이 적고 녹색 제조 추세에 완전히 적응하지 못했습니다.

테스트 방법은 덜 국제화되어 있으며 일부 방법(예: AAS)은 ICP-MS 만큼 정확하지 않습니다.

#### 국제 표준과의 관련성:

GB/T 14841 은 분류, 착색 및 화학 조성 측면에서 ISO 6848 과 일치하지만 치수 공차 및 테스트 방법은 중국 산업의 실제 상황에 더 가깝습니다.

성능 요구 사항은 AWS A5.12 와 비슷하지만 저전류 아크 성능에 대한 테스트 조건은 더 엄격합니다.

포장 및 라벨링 요구 사항은 EN 26848 과 유사하지만 국내 사용자의 편의를 위해 중국어 라벨링이 추가되었습니다.

#### 국내 영향:

GB/T 14841 은 중국 란탄 텅스텐 전극 산업의 표준화를 촉진했으며 국내 시장 점유율은 2010 년 50%에서 2020 년 70%로 증가했습니다.

국내 전극 브랜드의 수출을 지원하고 "일대일로"를 따라 국가의 기술 요구 사항을 충족합니다.

항공우주 및 원자력 산업과 같은 국가 핵심 프로젝트에 대한 품질 보증을 제공하고 수입 의존도를 줄입니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

### 7.2.2 JB/T 4730 (용접재 규격)

JB / T 4730 "용접 재료에 대한 품질 검사 방법"은 중국 기계 산업 연맹 (China Machinery Industry Federation)에서 공식화 한 업계 표준이며, 최신 버전은 2005 년으로 란탄 텅스텐 전극을 포함한 용접 재료의 품질 검사에 적용 할 수 있습니다. 이 표준은 용접 장비 제조 및 용접 공정 검증에 널리 사용되는 GB/T 14841 에 대한 특정 테스트 방법 및 품질 관리 지침을 제공합니다.

표준 내용:

시험 방법:

화학 조성 : 란탄 산화물 및 불순물 함량은  $\pm 0.02\%$ 의 정확도로 ICP-OES, AAS 또는 XRF 로 분석되었습니다.

물리적 특성: 밀도 시험(아르키메데스 방법, 정확도  $\pm 0.01\text{g/cm}^3$ ), 경도 시험(비커스 경도, 정확도  $\pm 1\text{HV}$ ), 표면 거칠기( $R_a < 0.5$  미크론).

전기적 성능 : 시뮬레이션 용접 테스트 (전류 10-300 암페어, 전압 변동  $\leq \pm 0.5\text{V}$ ), 아크 시작 시간 테스트 (< 0.4 초), 전자 작업 탈출 테스트 (2.6-3.2 eV).

육안 검사: 표면 결함의 육안 및 현미경 검사, 치수 측정(허용 오차  $\pm 0.02\text{mm}$ ).

품질 평가: 화학 조성 편차  $\leq \pm 0.15\%$ , 밀도  $> 19.2\text{g/cm}^3$ , 아크 안정성 편차  $\leq \pm 0.5\text{V}$  와 같은 적합성 기준을 지정합니다.

샘플링 요구 사항: 배치당 5%-10% 무작위 샘플링 및 테스트 샘플 수는 10 개 이상입니다.

기록 및 보고서: 테스트 데이터, 장비 모델 및 작동 조건을 기록하고 품질 검사 보고서를 발행해야 합니다.

특징 & 이점:

세부 테스트 방법: 기업이 쉽게 구현할 수 있도록 특정 작업 절차(예: ICP-OES 를 위한 샘플 준비)가 제공됩니다.

현지화된 장비: 테스트 방법은 중국에서 일반적으로 사용되는 장비에 맞게 조정되어 감지 비용을 절감합니다.

품질 관리 오리엔테이션: 대규모 생산 기업을 위해 적당한 생산 과정에 있는 품질 관리 강조.

GB/T 14841 과 일치: GB/T 14841 을 보완하여 품질 검사 시스템이 개선되었습니다.

응용 프로그램:

용접 장비 제조: 가정용 용접기와 란탄 텅스텐 전극의 호환성을 확인하는 데 사용됩니다.

조선: WL15 전극의 용접 테스트는 JB/T 4730 을 준수하며 CCS(China Classification Society)의 요구 사항을 충족합니다.

철도 산업: WL20 은 고속철도 객차의 알루미늄 합금 용접에 사용되며 검사 방법은 TB/T 2653 표준을 준수합니다.

제한:

테스트 방법은 업데이트 속도가 느리고 최신 고정밀 장치(예: ICP-MS)를 다루지

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

않습니다.

전기 성능 테스트를 위해 시뮬레이션된 용접 조건은 비교적 간단하며 복잡한 작업 조건(예: 고주파 교류)은 완전히 시뮬레이션되지 않습니다.

표준의 범위는 약하고 업계에서 권장하는 표준일 뿐이며 그 영향은 GB/T 14841 만큼 좋지 않습니다.

국제 표준과의 관련성:

JB/T 4730 은 테스트 방법론에서 ISO 6848 및 AWS A5.12 를 기반으로 하지만 저가 장치에 더 잘 적응할 수 있습니다.

화학 분석 방법은 EN 26848 과 일치하지만 물리적 및 전기 테스트에 대한 정확도 요구 사항은 약간 낮습니다.

품질 평가 표준은 GB/T 14841 과 매우 일치하여 국내 생산 규정 준수를 보장합니다.

국내 영향:

JB / T 4730 은 중소기업의 품질 검사 비용을 절감하고 란탄 텅스텐 전극의 대중화 및 적용을 지원합니다.

국내 테스트 장비(예: Haiguang ICP-OES)의 사용을 촉진하고 국내 산업 체인의 경쟁력을 높였습니다.

용접 공정 검증을 위한 표준화된 지침을 제공하고 생산에서 품질 분쟁을 줄입니다.

### 7.3 란탄 텅스텐 전극의 표준 비교 분석

국내 및 해외 표준의 비교 분석은 기술적 차이, 생산 요구 사항 및 응용 프로그램 영향을 이해하는 데 도움이 되며 기업이 국내 및 해외 시장에서 전략을 수립할 수 있는 기반을 제공합니다.

#### 7.3.1 국내 표준과 외국 표준의 유사점과 차이점

유사성:

분류 및 식별 : ISO 6848, AWS A5.12, EN 26848, GB / T 14841 은 모두 란탄 텅스텐 전극을 WL10, WL15 및 WL20 으로 나누며 란탄 산화물 함량 범위는 일정합니다 (0.0% -2.2%). 색상 로고는 글로벌 사용자 식별의 일관성을 보장하기 위해 통합(WL10 검정색, WL15 황금색, WL20 하늘색)입니다.

화학 성분 : 란탄 산화물 함량 편차 ( $\pm 0.15\% \pm 0.2\%$ ) 및 불순물 한계 (예 : Fe<0.05%, C<0.02%)는 란탄 텅스텐 전극의 고순도 요구 사항을 반영하여 유사합니다.

치수: 직경 범위 0.25-6.4mm, h6 등급에 따른 공차, 길이 50-600mm, TIG 및 플라즈마 용접 장비에 적합합니다.

성능 요구 사항: 아크 시작 성능(저전류 아크 시작), 아크 안정성(전압 변동 $\leq \pm 0.5V$ ) 및 연소 저항(팁 소비<0.3mm/h)이 강조됩니다.

환경 보호 동향 : 비 방사성 전극 (예 : 란탄 텅스텐 및 세륨 텅스텐)이 권장되며 토륨 - 텅스텐 전극의 사용이 제한되며, 이는 글로벌 환경 보호 규정에 부합합니다.

차이:

표준 범위:

ISO 6848 및 EN 26848 은 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 가장 광범위한 절단을 다룹니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

AWS A5.12 는 용접 분야에 더 중점을 두고 있으며 절단 성능이 덜 필요합니다.  
GB/T 14841 은 용접 및 절단을 다루지만 국내 장비 호환성에 더 많은 관심을 기울입니다.  
JB/T 4730 은 품질 검사 방법일 뿐이며 전국 분류 및 성능 요구 사항을 다루지 않습니다.

화학 성분 요구 사항:

AWS A5.12 는 까다로운 애플리케이션에 대해 가장 엄격한 불순물 제한( $Fe < 0.03\%$  대  $ISO 0.05\%$ )을 가지고 있습니다.

GB/T 14841 은 내산화성을 개선하기 위해 산소 함량( $O < 0.01\%$ )에 대한 요구 사항이 더 엄격합니다.

ISO 6848 및 EN 26848 은 불순물 한계가 잘 균형을 이루고 있으며 글로벌 생산에 적합합니다.

차원:

AWS A5.12 는 인치 단위로 제공되며 북미 시장의 경우 더 넓은 길이 범위(3-24 인치)를 제공합니다.

EN 26848 은 짧은 길이(50-300mm)를 강조하며 유럽 자동화 장비에 적합합니다.

GB/T 14841 은 중국식 수동 및 자동 용접을 수용할 수 있는 유연한 길이 옵션을 제공합니다.

시험 방법:

ISO 6848 및 EN 26848 은 고정밀 장비(예: ICP-MS)를 사용하며 테스트 비용이 많이 듭니다.

AWS A5.12 는 북미 조건에 더 가까운 테스트 조건을 사용한 실제 용접 테스트에 중점을 둡니다.

GB/T 14841 및 JB/T 4730 은 국내 저가 장비(예: AAS)와 호환되어 규정 준수 비용을 절감합니다.

환경 요구 사항 :

EN 26848 은 톨륨-텅스텐 전극을 가장 엄격한 수준으로 제한하는 EU RoHS 지침을 분명히 준수합니다.

ISO 6848 및 AWS A5.12 는 비방사능을 권장하지만 환경 친화적인 프로세스를 요구하지는 않습니다.

GB/T 14841 및 JB/T 4730 은 환경 보호에 대한 요구 사항이 약하므로 친환경 제조 표준을 보완해야 합니다.

업데이트 빈도:

ISO 6848(2015)은 최신 버전이며 최신 WL15 애플리케이션을 다룹니다.

AWS A5.12(2009), EN 26848(1991/2005) 및 GB/T 14841(2008) 업데이트는 뒤쳐져 있습니다.

JB/T 4730(2005)은 업데이트 속도가 가장 느리고 테스트 방법이 새로운 기술을 완전히 반영하지 못합니다.

저작권 및 법적 책임 선언문

요약:

ISO 6848 은 포괄적인 기술을 갖춘 세계에서 가장 권위 있는 표준이며 다국적 기업에 적합합니다.

AWS A5.12 는 엄격한 성능 테스트와 완벽한 인증 시스템을 갖춘 북미 시장에 적합합니다.

EN 26848 은 환경 보호 및 자동화에 중점을 두고 있으며 엄격한 EU 규정에 맞게 조정됩니다.

GB/T 14841 및 JB/T 4730 은 고도로 현지화되고 저렴하며 중국 시장에 적합합니다.

### 7.3.2 생산 및 적용에 미치는 영향

#### 생산 영향:

품질 관리:

국제 표준 (ISO, AWS, EN) (예 : ICP-MS)의 고정밀 테스트 요구 사항은 기업이 고급 테스트 장비를 생산하도록 촉진하지만 장비 투자 (약 500-1000 만 위안)를 증가시킵니다.

GB/T 14841 및 JB/T 4730 의 저비용 테스트 방법(AAS, XRF 선)은 중소기업의 규정 준수 비용을 줄여 배치당 평균 테스트 비용을 30%-50% 절감합니다.

AWS 및 EN 의 엄격한 불순물 제한(예: Fe<0.03%)으로 인해 기업은 원료 정제 공정(예: 수소 2 차 환원)을 최적화하여 생산 비용을 10%-15% 증가시켜야 합니다.

생산 과정:

ISO 6848 및 EN 26848 의 환경 요구 사항으로 인해 기업은 배기 가스 배출량을 50%까지 줄일 수 있는 친환경 소결(예: 진공로) 및 폐기물 재활용 기술을 채택하고 있지만 장비 업그레이드 비용은 높습니다.

산소 함량(O<0.01%)에 대한 GB/T 14841 의 엄격한 요구 사항으로 인해 회사는 도핑 및 소결 대기 제어(예: 고순도 수소)를 최적화하여 공정 난이도를 20% 증가시켰습니다.

AWS A5.12 의 실제 용접 테스트에서는 기업이 시뮬레이션 테스트 플랫폼을 구축해야 하며, 이에 따라 R&D 투자(약 1 억-200 만 위안)가 증가합니다.

시장 경쟁력:

ISO 6848 및 AWS A5 를 준수하는 기업은 유럽 및 미국 시장에 진출할 수 있으며 수출은 30%-40% 증가할 것입니다.

GB/T 14841 의 현지화 이점을 통해 국내 기업은 10%-20% 더 낮은 비용으로 "일대일로" 시장에서 이점을 얻을 수 있습니다.

EN 26848 의 CE 마킹 요구 사항은 EU 시장 진입 장벽을 높이고 중소기업은 인증 기관과 협력해야 합니다.

#### 응용 프로그램 영향:

용접 질:

0.5V 의 전압 변동과 같은 ISO 6848 및 AWS A5.12<math>\pm</math> 엄격한 성능 요구 사항은 항공

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

우주 및 원자력 산업에서 약 99.5%의 용접 통과율로 고정밀 용접을 보장합니다.  
GB/T 14841 의 저전류 아크 시작 성능(<0.4 초)은 박판 용접에 적합하며 전자 및 자동차 산업의 요구를 충족하고 용접 비용을 15% 절감합니다.  
EN 26848 의 자동화 적응성은 유럽 생산 라인의 효율성(예: 20%)을 증가시키지만 자동화되지 않은 장비와의 호환성은 떨어집니다.

사용자 선택:

AWS A5.12 인증 전극은 가격이 20%-30% 더 높으며 북미 시장에서 더 신뢰받고 있습니다.

GB/T 14841 표준 국내 전극(예: Zhongyue)은 국내 시장 점유율이 70% 이상인 비용 효율적입니다.

EN 26848 환경 친화적 전극(예: ESAB)은 약 45%의 시장 점유율로 EU 시장을 지배하고 있습니다.

공급망 관리:

ISO 6848 의 글로벌 조화는 다국적 기업의 조달 규정 준수 비용을 절감하고 공급망 효율성을 10% 향상시킵니다.

AWS 및 EN 의 지역 표준은 기업의 다중 표준 생산 비용을 약 5%-10% 증가시킵니다.

GB/T 14841 및 JB/T 4730 은 국내 공급망의 통합을 지원하고 수입 전극에 대한 의존도를 30% 줄입니다.

요약:

국제 표준은 제품 품질과 기술 수준을 향상시키지만 생산 및 테스트 비용을 증가시켜 고급 시장에 적합합니다.

국내 표준은 규정 준수 비용을 절감하고 중소기업의 발전을 지원하며 저가형 시장에 적합합니다.

기업은 목표 시장에 따라 적용 가능한 표준을 선택하고 비용과 시장 경쟁력의 균형을 맞춰야 합니다.

## 7.4 란탄 텅스텐 전극의 표준 업데이트 및 개발 동향

란탄 텅스텐 전극의 확장과 기술의 발전으로 표준 시스템은 새로운 재료, 새로운 공정 및 환경 보호 요구 사항에 적응하기 위해 지속적으로 업데이트해야 합니다. 이 섹션에서는 란탄 텅스텐 전극 표준의 새로운 개발, 개정 및 국제화를 검토합니다.

### 7.4.1 새로운 표준의 개발

수요 중심:

신소재: 란타늄-텅스텐 전극(예:  $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2$ )의 복합 도핑은 아크 성능을 향상시키므로 새로운 분류 및 성능 표준을 개발해야 합니다.

새로운 응용 분야: 마이크로 플라즈마 용접(<1A) 및 초고전류 절단(> 500A)은 ISO 6848 과 같은 기존 표준에서 다루지 않는 전극에 대한 특별한 요구 사항을 제시합니다.

환경 규정: EU REACH 규정 및 중국의 녹색 제조 정책은 폐기물 재활용 및 생산 배출량을 높이기 위한 표준을 요구합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

지능형 생산: 자동화된 용접 장비(예: 로봇)는 전극 크기 및 성능 일관성에 대한 요구 사항이 더 높으므로 새로운 테스트 방법을 개발해야 합니다.

새로운 표준은 다음과 같습니다.

분류 확장: 복합 도핑 전극(예: WL15+Ce)의 분류가 추가되었으며 도핑 비율 및 성능 요구 사항이 지정되었습니다.

성능 개선: 미세전류 아크 시작(<1 암페어, 아크 시작 시간<0.2 초) 및 고전류 연소 저항(500 암페어, 팁 소비<0.5mm/h) 테스트를 추가합니다.

환경 보호 사양: 폐전극의 회수율(>80%), 배기 가스 배출 한계(먼지 <0.1mg/m<sup>3</sup>) 및 탄소 배출 기준(<1 톤 CO<sub>2</sub>/톤 전극)을 규정합니다.

치수 정확도: 직경 공차(±0.01mm)와 표면 거칠기(Ra<0.2 마이크론)를 개선하고 자동화 장비에 적응합니다.

테스트 방법: 지능형 테스트(예: 입자 크기의 AI 이미지 분석, 실시간 온라인 아크 모니터링)를 도입하여 감지 효율성을 50% 향상시킵니다.

개발 진행 상황:

국제: ISO/TC 44(용접 기술 위원회)는 ISO 6848 을 개정하고 있으며 2025-2027 년에 복합 도핑 및 환경 요구 사항을 포함하는 새 버전을 출시할 예정입니다.

미국: AWS 는 2025 년에 A5.12 를 개정하여 마이크로 용접 및 플라즈마 절단을 위한 테스트 방법을 포함할 계획입니다.

EU: CEN 은 REACH 및 RoHS 규정 준수를 강화하기 위해 2026 년에 EN 26848 을 업데이트할 계획입니다.

중국: 국가용접표준화위원회(SAC/TC 70)는 2025 년에 GB/T 14841 을 개정하여 친환경 제조 및 지능형 테스트 콘텐츠를 추가할 계획입니다.

도전:

새로운 표준의 높은 요구 사항으로 인해 기업의 장비 업그레이드 비용이 증가할 수 있습니다.

국가와 지역마다 테스트 방법이 다르며 합의에 도달하기 위해 여러 당사자와 협력해야 합니다.

중소기업은 기술 수준에 빠르게 적응하기 어렵고 정책 지원과 기술 교육이 필요합니다.

효과:

새로운 표준은 란탄 텅스텐 전극의 기술 업그레이드를 촉진 할 것이며 시장 점유율은 20% -30% 증가 할 것으로 예상됩니다.

환경 규제는 토륨-텅스텐 전극의 제거를 가속화 할 것이며 란탄 텅스텐 전극은 50% 이상을 차지합니다.

지능형 테스트는 생산 효율성을 높이고 테스트 비용을 30% 절감합니다.

#### 7.4.2 표준의 국제화 동향

배경:

글로벌 무역: 란탄 텅스텐 전극의 수출액은 2015 년 10 억 달러에서 2020 년 15 억 달러로 증가했으며, 무역 장벽을 낮추기 위해 표준을 통일할 필요가 있습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

다국적 프로젝트: 항공(C919, A350), 원자력(화룽 1 호) 및 기타 프로젝트는 다국적 표준의 상호 인정이 필요합니다.

기술 통합: 신소재(복합재 도핑), 새로운 공정(친환경 제조) 및 새로운 장비(자동 용접)의 글로벌 공유는 표준의 국제화를 촉진합니다.

경향:

표준의 상호 인정:

ISO 6848 을 핵심 프레임워크로 AWS, EN, GB/T 등의 규격이 점차 연계되고 있으며, 상호 인정률은 90%에 이를 것으로 예상됩니다.

중국에서 GB/T 14841 과 ISO 6848 간의 정렬 정도가 80%에서 95%로 증가하여 "일대일로" 국가들이 동등한 표준을 채택할 수 있도록 지원했습니다.

AWS 와 EN 은 ISO 플랫폼을 통해 조화를 이루어 북미 및 EU 에서 중복 인증 비용을 절감합니다.

환경 보호 단일성:

EU REACH 및 RoHS 규정은 ISO 에 의해 채택되었으며 글로벌 표준은 토폴-팅스텐 전극을 균일하게 제한하고 란탄 텅스텐 전극이 주류가 되었습니다.

중국의 친환경 제조 표준(예: GB/T 26572)은 폐기물 재활용률(>80%)의 표준화를 촉진하기 위해 ISO 14001 과 일치합니다.

테스팅 기술 공유:

ISO 표준에서는 고정밀 테스트(예: ICP-MS, AI 이미지 분석)가 널리 보급되어 있으며 전 세계 검사 장비 시장은 15% 성장할 것으로 예상됩니다.

중국의 저비용 테스트 방법(예: AAS)은 개발도상국에서 채택되어 규정 준수 비용을 20% 절감했습니다.

지역 협력:

아시아 태평양 지역(중국, 일본, 한국)은 2026 년에 발표될 것으로 예상되는 지역 란탄 텅스텐 전극 표준을 공식화하기 위해 용접 표준 동맹을 설립했습니다.

EU 와 미국은 무역에 대한 기술 장벽을 줄이기 위해 WTO 프레임워크를 통해 표준을 조화시키고 있습니다.

중국은 "일대일로" 용접 표준 교육을 주도하고 GB/T 14841 동등한 표준을 촉진합니다.

도전:

선진국의 높은 기준(예: AWS 인증)은 개발도상국 기업에 기술 장벽을 만듭니다.

표준 번역 및 구현에 있어 지역별 차이로 인해 추가적인 다국어 지원 및 교육이 필요합니다.

지적 재산권 보호(예: 새로운 테스트 방법에 대한 특허)는 국제 분쟁으로 이어질 수 있습니다.

효과:

표준의 국제화는 글로벌 무역 비용을 10 % -15 % 절감하고 란탄 텅스텐 전극 시장 규모를 20 억 달러에 도달하도록 촉진 할 것입니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

중국 기업들은 국제 표준 제정에 있어 더 강력한 목소리를 내고 있으며, ISO/TC 의 44 개 의석 중 30%를 차지할 것으로 예상됩니다.

환경 보호 및 지능형 기술의 표준화는 글로벌 산업 업그레이드를 가속화 할 것이며 란탄 텅스텐 전극의 녹색 적용률은 90 %에 도달 할 것입니다.



CTIA GROUP LTD WL20 전극

## Chapter 8 : 란탄 텅스텐 전극의 검출 방법 및 기술

고성능 용접 및 절단 재료로서 란탄 텅스텐 전극의 품질은 용접 품질, 아크 안정성 및 생산 효율성에 직접적인 영향을 미칩니다. 검출 방법 및 기술은 란탄 텅스텐 전극이 화학 성분, 물리적 특성, 전기적 특성, 기계적 특성 및 미세 구조 분석을 포함하는 국제 및 국내 표준 (예 : ISO 6848 : 2015, GB/T 14841)을 준수하는지 확인하는 열쇠입니다. 이 장에서는 화학 성분 테스트 (란탄 산화물 함량 및 불순물 원소 분석), 물리적 속성 테스트 (밀도, 경도, 용점, 열전도율), 전기 속성 테스트 (전자 작업 진화, 아크 시작 성능, 아크 안정성), 기계적 속성 테스트 (연소 저항, 내마모성), 미세 구조 분석 (주사 전자 현미경, X 선 회절), 테스트 장비 선택 및 교정 (장비 유형 및 유지 보수), 테스트 표준 및 사양 (국제 및 국내 표준).

### 8.1 란탄 텅스텐 전극의 화학 성분 검출

화학 성분 시험은 란탄 텅스텐 전극의 란탄 산화물 ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) 함량과 불순물 원소의 적합성을 확인하여 전극의 전기적 성능 및 화학적 안정성을 보장하는 데 사용됩니다. 검출 방법은 ISO 6848:2015 및 GB/T 14841(란탄 산화물 함량 편차  $\pm 0.15\%$ , 불순물  $< 0.05\%$ )의 요구 사항을 충족하기 위해 고정밀 및 고감도여야 합니다.

#### 8.1.1 란탄 산화물 함량 검출

란탄 산화물은 란탄 텅스텐 전극의 활성 성분이며 함량 (0.8 % -2.2 %)은 전자 작업 및 아크 안정성에 직접적인 영향을 미칩니다. 검출 방법은 정확성과 반복성을 보장해야

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

하며, 일반적인 기술에는 유도 결합 플라즈마 방출 분광법(ICP-OES), X 선 형광 분광법(XRF) 및 화학 적정이 포함됩니다.

감지 방법:

ICP-OES:

원리: 표본이 녹은 후에, 플라즈마 (6000-10000 K)에 의해 흥분되고, 특정한 파장의 스펙트럼을 방출하고, 란탄 성분의 강렬을 분석하고, 양으로 란탄 산화물 내용을 산출합니다.

단계:

전극 샘플(0.1-0.5g)을 취하여 질산과 불화수소산(1:1)으로 용해시켜 용액을 준비합니다. 고순도 물을 사용하여 10-50ppm 으로 희석하고 내부 표준물질(예: 인듐)을 추가합니다. ICP-OES(파장 394.91nm)에서 분석한 결과, 검량선 방법으로 함량을 계산하였다.

기술적인 매개변수: 검출 한계 0.01ppm, 정확도  $\pm 0.02\%$ , 분석 시간 5-10 분.

장점: 고감도, 여러 원소의 동시 분석, WL10, WL15 및 WL20 의 정확한 감지에 적합합니다.

제한 사항: 복잡한 샘플 전처리가 필요하고 장비 비용이 높습니다(약 2억-300만 위안).

XRF:

원리 : 샘플 원자의 X 선 여기, 형광, 란탄 특성 피크 강도 분석, 함량 계산.

단계:

전극 슬라이스 또는 분말을 얇은 시트 (직경 20-30mm)로 압착합니다.

XRF 기기(Rh 대상, 50kV)에서 스캔하여 표준을 보정합니다.

소프트웨어를 사용하여 La  $K\alpha$  라인(33.44keV)을 분석하고 란타늄 산화물 함량을 계산했습니다.

기술적인 매개변수: 탐지 한계 0.05%, 정확도  $\pm 0.05\%$ , 분석 시간 30 초 - 2 분.

장점: 비파괴적이고 빠르며 생산 라인의 배치 검사에 적합합니다.

제한 사항: 저함량(<1%) 샘플에 대한 낮은 감도, 고순도 표준 샘플의 보정이 필요합니다.

화학적 적정:

원리: 란탄 이온 농도는 화학 반응에 의해 결정되고 (EDTA 복합물 적정과 같은) 란탄 산화물 내용은 개조됩니다.

단계:

샘플이 용해된 후 완충 용액(pH 5-6)을 추가합니다.

EDTA 는 적정제로, 자일롤 오렌지를 지표로 사용하였으며, 색이 변할 때까지 적정을 진행하였다.

란타늄 함량은 EDTA 소비량을 기준으로 계산됩니다.

기술적인 매개변수: 정확도  $\pm 0.1\%$ , 분석 시간 20-30 분.

장점: 간단한 장비(비용 < 100,000 위안), 중소기업에 적합합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

제한 사항: 작업이 복잡하고 간섭 요소(예: Fe, Al)의 영향을 받으며 정확도가 낮습니다.

응용 프로그램 시나리오:

ICP-OES: 항공 우주용 WL20 전극(탄산 산화물  $2.0 \pm 0.15\%$ )과 같은 R&D 및 고급 생산에 사용됩니다.

XRF: 생산 공정 모니터링 및 WL15 배치 균일성의 신속한 감지에 사용됩니다.

화학적 적정: WL10의 일상적인 품질 관리와 같은 저비용 분석용.

주요 기술:

표본 준비: 완전한 용해를 지키고, 해결책의 탄산 강수 및 <1% 희석 과실을 피하십시오.

보정 표준: 고순도 탄타늄 산화물(>99.99%) 표준 샘플이 보정 곡선  $R^2 > 0.999$ 와 함께 사용되었습니다.

간섭 제거: ICP-OES는 텅스텐 매트릭스 스펙트럼 간섭을 통제해야 하고 XRF는 매트릭스 효과를 수정해야 합니다.

개발 동향:

신속한 감지: 휴대용 XRF는 온라인 모니터링의 요구 사항을 충족하기 위해 <10초의 분석 시간으로 개발되었습니다.

높은 정확도: ICP-MS(검출 한계 0.001ppm)를 촉진하여 낮은 수준의 검출 능력을 향상시킵니다.

자동화: 자동화된 샘플링 및 데이터 처리를 통합하여 분석 효율성을 최대 50%까지 높일 수 있습니다.

### 8.1.2 불순물 원소 분석

불순물 원소(예: Fe, Si, C, O)는 전극의 전도성, 내산화성 및 아크 안정성에 영향을 미치며 <0.05%(ISO 6848)로 제어해야 합니다. 일반적으로 사용되는 검출 방법에는 ICP-OES, 원자 흡수 분광법(AAS), 적외선 흡수 및 불활성 가스 용해가 포함됩니다.

감지 방법:

ICP-OES:

원리: 탄산 산화물을 사용한 검출, 다중 파장 분석을 통한 Fe(238.20nm), Si(251.61nm) 및 기타 불순물 동시 검출.

절차: 탄산 산화물 검출과 동일하게 파장과 보정 곡선을 조정합니다.

기술적 인 매개 변수 : 검출 한계 0.01-0.1 ppm, 정확도  $\pm 0.01\%$ , 다중 원소 분석에 적합합니다.

장점: 높은 감도, 한 번에 여러 불순물 분석, 고효율.

제한 사항: 복잡한 전처리 및 높은 비용.

단층 :

원리: 시료 원자는 특정 파장의 빛을 흡수하고 Fe, Ni 및 기타 원소의 농도를 측정합니다.

단계:

샘플을 용해시키고 1-10ppm 으로 희석합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

AAS (Fe 248.33 nm), 화염 또는 흑연로에서 분석됩니다.  
표준 덧셈 방법은 내용을 계산합니다.

기술적인 매개변수: 검출 한계 0.1ppm, 정확도  $\pm 0.05\%$ , 분석 시간 10 분/요소.  
장점: 장비 비용이 낮고(약 20-500,000 위안) 단일 요소 감지에 적합합니다.  
제한 사항: 요소별 분석, 낮은 효율성, 매트릭스 간섭.

적외선 흡수 방법(C, S):

원리: 시료를 고온에서 연소시켜 CO<sub>2</sub> 및 SO<sub>2</sub>를 생성하고 함량은 적외선 흡수에 의해 결정됩니다.

단계:

샘플 (0.5-1 g)을 가져 와서 산소 흐름 (1350 °C)에서 태우십시오.  
적외선 감지기는 CO<sub>2</sub>(4.26 $\mu$ m) 흡수 강도를 분석합니다.  
검량선 방법은 C 함량을 계산합니다.

기술적인 매개변수: 검출 한계 0.001%, 정확도  $\pm 0.005\%$ , 분석 시간 2-5 분.  
장점: 빠르고 정확하며 C 및 S 감지에 적합합니다.  
제한 사항: C와 S만 특수 장비(약 500,000 위안)가 필요합니다.

불활성 가스 용융 방법(O, N):

원리: 시료를 헬륨에서 고온으로 용융하고 O<sub>2</sub> 및 N<sub>2</sub>를 방출하고 열전도도 검출기를 분석합니다.

단계:

샘플(0.1-0.5g)을 흑연 도가니(2500°C)에서 녹입니다.  
열전도도 검출기는 O<sub>2</sub> 및 N<sub>2</sub> 함량을 측정합니다.  
표준 가스 계산 결과를 보정합니다.

기술적인 모수: 탐지 한계 0.0005%의 정확도  $\pm 0.002\%$ 의 분석 시간 3 분.  
장점: O 및 N 감지에 적합한 고감도.  
제한 사항: 장비 비용이 높고(약 100 만 위안) 가스 요소에 국한됩니다.

응용 프로그램 시나리오:

ICP-OES: 항공우주 전극의 포괄적인 불순물 분석(예: Fe<30ppm)용.  
AAS: 중소기업에서 특정 불순물(예: Si<50ppm)을 검출하는 데 사용됩니다.  
적외선 흡수 방법: 내산화성을 확보하기 위해 C 함량 제어(<0.01%)에 사용됩니다.  
불활성 가스 용융 방법: O 함량 감지(<0.01%)에 사용되며 GB/T 14841 을 충족합니다.

주요 기술:

기관 캘리브레이션 : ICP-OES 는 텅스텐 매트릭스 간섭을 통제해야하며 AAS 는 표준 첨가 방법이어야합니다.  
표준 샘플: NIST 인증 표준(예: SRM 2452)을 사용하여 정확한 교정을 보장합니다.  
환경 제어: 시험실은 일정한 온도(20 $\pm$ 2°C)와 낮은 먼지(ISO 수준 7)를 유지해야 합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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

저작권 및 법적 책임 선언문

개발 동향:

신속한 다중 원소 분석: ICP-MS 는 < 5 분 안에 50 개의 원소를 검출하는 것으로 대중화되었습니다.

온라인 감지: XRF 온라인 분석기는 불순물을 실시간으로 모니터링하기 위해 개발되었습니다.

친환경 감지: 산성 용매의 양을 줄이고 마이크로파 분해 기술을 사용합니다.

## 8.2 란탄 텅스텐 전극의 물리적 특성 테스트

물리적 특성 테스트는 전극의 기계적 강도, 열 안정성 및 용접 효율에 영향을 미치는 란탄 텅스텐 전극의 밀도, 경도, 용점 및 열전도율을 평가하는 데 사용됩니다.

### 8.2.1 밀도 및 경도 테스트

밀도 ( $>19.2 \text{ g/cm}^3$ )와 경도 (400-450 HV)는 란탄 텅스텐 전극의 중요한 물리적 지표로 밀도와 기계적 강도를 반영합니다.

조밀도 시험:

방법: 아르키메데스의 방법.

원리: 공기와 액체(보통 물 또는 에탄올)에서 전극의 질량을 측정하고 밀도를 계산합니다.

단계:

전극 건조 중량( $m_1$ )을 고정밀 저울(정확도  $\pm 0.0001\text{g}$ )로 칭량합니다.

전극을 탈이온수( $20^\circ\text{C}$ , 밀도  $\rho_0 = 0.998\text{g/cm}^3$ )에 담고 습윤중량( $m_2$ )의 무게를 측정했습니다.

밀도를 계산합니다:  $\rho = m_1 / (m_1 - m_2) \times \rho_0$ .

기술적인 매개변수: 정확도  $\pm 0.01\text{g/cm}^3$ , 측정 시간 1-2 분.

장점: 간단하고 저렴한 비용(약 50,000 위안 장비), 배치 테스트에 적합합니다.

제한 사항: 작은 전극( $<0.5\text{mm}$ )의 정확도가 약간 낮고 액체의 표면 장력을 수정해야 합니다.

경도 테스트:

방법: 비커스 경도(HV).

원리: 다이아몬드 indenter 는 지정된 짐의 밑에 전극 표면으로 눌러지고, 압흔의 대각선 길이는 측정되고, 경도는 산출됩니다.

단계:

전극 절편을 준비하고  $Ra < 0.2 \mu\text{m}$  로 연마합니다.

비커스 경도 시험기를 사용하십시오(5-10N 부하, 10 초 동안 부하 유지).

압흔 대각선을 측정하고 HV 값을 계산합니다.

기술적인 매개변수: 정확도  $\pm 1 \text{ HV}$ , 측정 시간 2-5 분/포인트.

장점: 높은 정확도, 전극 균질성 평가에 적합합니다.

제한 사항: 파괴적인 샘플 준비가 필요하며 테스트 포인트가 제한적입니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

응용 프로그램 시나리오:

밀도 테스트: 소결 그린체 및 완제품의 품질 관리를 위해 < 밀도  $19.2\text{g/cm}^3$ 에는 다공성이 있을 수 있습니다.

경도 시험: 단조 및 인발 후 전극의 강도 검증에 사용되며 경도  $>450\text{HV}$  는 우수한 입자 미세화를 나타냅니다.

주요 기술:

샘플 평탄화: 경도 측정에 영향을 미치는 표면 결함을 방지하기 위해 샘플을 연마합니다.

교정 표준: NIST 경도 블록(HV400-500)을 사용하여 장치를 교정합니다.

환경 제어: 테스트 챔버의 온도는 열팽창 오류를 피하기 위해  $20\pm 1^\circ\text{C}$  입니다.

개발 동향:

인라인 밀도 테스트: 초음파 밀도계, 비파괴 검사 개발.

마이크로 경도: 입자 수준 경도를 분석하기 위해 나노 압입 기술을 홍보합니다.

자동화: 통합 자동 시료 스테이지는 테스트 효율성을 30% 높입니다.

### 8.2.2 용접 및 열전도율 시험

용접(약  $3400^\circ\text{C}$ )과 열전도율(약  $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ )은 전극의 고온 저항과 열전도율을 반영하며, 이는 고전류 용접 성능에 영향을 미칩니다.

용접 시험:

방법: 고온 열 분석(시차 주사 열량계, DSC).

원리: 샘플이 가열되고 흡열 피크에 해당하는 용점 온도가 기록됩니다.

단계:

샘플( $10\text{-}50\text{mg}$ )을 알루미늄 도가니에 넣습니다.

아르곤 가스 (유속  $50\text{ mL / 분}$ )의 보호 하에서 온도를  $3500^\circ\text{C}$  (속도  $10^\circ\text{C / 분}$ )로 상승시켰다.

DSC 곡선은 용점을 결정하기 위해 기록됩니다.

기술적인 매개변수: 정확도  $\pm 5^\circ\text{C}$ , 분석 시간 30-60 분.

장점: 고정밀, R&D 검증에 적합합니다.

제한 사항: 장비가 비싸고 일상적인 테스트에 적합하지 않습니다.

열전도율 시험:

방법: 레이저 플래시 방법.

원리: 레이저 펄스는 샘플의 한쪽 면을 가열하고 적외선 감지기는 다른 쪽의 온도 상승을 측정하여 열전도율을 계산합니다.

단계:

전극 절편(직경  $10\text{mm}$ , 두께  $2\text{mm}$ )을 준비합니다.

레이저 플래시 미터( $100\text{-}1000^\circ\text{C}$ , 아르곤 보호)에서 테스트했습니다.

열전도율( $\lambda = \alpha \times \rho \times C_p$ )은 소프트웨어를 사용하여 계산되었습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

기술적인 매개변수: 정확도  $\pm 3\%$ , 측정 시간 1-3 분.

장점: 빠르고 비파괴적이며 고온 성능 분석에 적합합니다.

제한 사항: 얇은 샘플이 필요하고 장비 비용이 높습니다(약 200 만 위안).

응용 프로그램 시나리오:

용접 테스트: 복합 도핑과 같이 새로 제형화된 전극의 R&D 검증에 사용됩니다.

열전도율 테스트: 플라즈마 절단 전극(예: WL20)의 성능을 평가하는 데 사용됩니다.

주요 기술:

고온 보호: 시료 산화를 방지하기 위해 고순도 아르곤 가스( $> 99.999\%$ )를 사용합니다.

교정 표준: 텅스텐 단결정(용접  $3410^{\circ}\text{C}$ ) 및 구리(열전도율  $400 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ )가 교정에 사용됩니다.

데이터 처리: 열전도율 경계 효과는 유한 요소 모델을 사용하여 수정됩니다.

개발 동향:

고온 테스트: 신소재에 적용하기 위해  $4000^{\circ}\text{C}$  이상의 테스트 장비를 개발합니다.

비접촉 측정: 적외선 열화상 촬영에서 열전도율 테스트를 촉진합니다.

다중 파라미터 테스트: 용접, 열전도율 및 열팽창 테스트를 통합합니다.

### 8.3 란탄 텅스텐 전극의 전기적 성능 테스트

전기 성능 테스트는 란탄 텅스텐 전극의 전자 작업, 아크 시작 성능 및 아크 안정성을 평가하여 TIG 용접 및 플라즈마 용접의 성능을 직접 결정합니다.

#### 8.3.1 전자 작업 파생 측정

전자 작업 ( $2.6\text{-}3.2 \text{ eV}$ )은 란탄 텅스텐 전극의 핵심 전기 매개 변수로, 전자를 방출하는 능력을 반영하며, 탈출의 낮은 작업은 낮은 전류 아크에 기여합니다.

방법: 열전자 방출 방법.

원리: 전극을 고온( $1000\text{-}2000^{\circ}\text{C}$ )으로 가열하고 방출 전류를 측정하며 전자 탈출 작업을 계산합니다.

단계:

전극을 진공 챔버( $<10^{-5} \text{ Pa}$ )에 놓고  $1500^{\circ}\text{C}$  로 가열합니다.

전기장( $100\text{-}500\text{V/cm}$ )이 인가되고 방출 전류( $1\text{-}100\mu\text{A}$ )가 기록됩니다.

일 함수는 Richardson-Dushman 방정식  $J = A T^2 \exp(-\phi/kT)$ 를 사용하여 계산됩니다.

기술적인 매개변수: 정확도  $\pm 0.05\text{eV}$ , 테스트 시간 10-20 분.

장점: 전극의 전기적 성능을 직접 반영하여 연구 개발에 적합합니다.

제한 사항: 진공 환경이 필요하고 장비가 복잡합니다(약 300 만 위안).

응용 시나리오: 탈출 전력의  $<$ 가  $2.8\text{eV}$  인지 확인하기 위해 WL20 전극의 성능을 확인하는 데 사용됩니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

주요 기술:

진공 제어: 진공 수준은 산소 간섭을 방지하기 위해  $<10^{-6}$  Pa 입니다.

온도 보정: 광학 고온계를 사용합니다(정확도  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

전류 측정: 감도가  $1\text{pA} < \text{Picoamp}$  미터.

개발 동향:

신속한 측정:  $<5$  분의 대기압 테스트 방법 개발.

온라인 모니터링: 통합 생산 라인, 작업 출력의 실시간 감지.

이론적 시뮬레이션: DFT 계산과 결합하여 탈출 작업을 예측하고 실험 비용을 절감합니다.

### 8.3.2 아크 성능 테스트

아크 시작 성능은 저전류(10-50 암페어)에서 전극의 점화 능력을 반영하며 아크 시작 시간  $<0.5$  초(ISO 6848)가 선호됩니다.

방법: 시뮬레이션된 용접 테스트.

원리: 전극과 공작물 사이의 아크 시간과 전압은 TIG 용접기에서 측정됩니다.

단계:

TIG 용접기 사용(DC 음극, 아르곤 보호, 유량 10L/min)

전류는 10-50 암페어로 설정되고 전극 팁과 공작물(스테인리스강) 사이의 거리는 2mm 입니다.

아크 시간(통전에서 아크 안정화까지)과 아크 전압을 기록합니다.

기술적인 매개변수: 시간 정확도 $\pm 0.01$  초, 전압 정확도 $\pm 0.1\text{V}$ , 테스트 시간 1-2 분.

장점: 실제 작업 조건을 시뮬레이션하면 결과가 직관적입니다.

제한 사항: 공작물의 재료와 가스의 순도에 따라 약간 덜 반복됩니다.

적용 시나리오: WL10 박판 용접 성능 테스트에 사용되며 아크 시작 시간은 0.4 초 $<$ .

주요 기술:

전극 팁: 일관성을 보장하기 위해  $45^{\circ}$  원뿔 각도로 접지합니다.

데이터 수집: 고속 오실로스코프를 사용합니다(샘플링 속도  $> 10\text{kHz}$ ).

환경 제어: 산화를 피하기 위해 아르곤 순도  $> 99.999\%$ .

개발 동향:

미세전류 테스트: 미세 용접의 요구 사항을 충족하기 위해  $<1$  암페어 아크 테스트를 개발했습니다.

자동화: 통합 로봇 용접 스테이션은 테스트 효율성을 50% 높입니다.

다중 조건 시뮬레이션: AC 및 펄스 전류 테스트를 모두 다룹니다.

### 8.3.3 아크 안정성 테스트

아크 안정성은 용접 공정 중 전극의 전압 및 전류 변동을 반영하며, 바람직하게는

저작권 및 법적 책임 선언문

0.5V(ISO 6848)< $\pm$  합니다.

방법: 시뮬레이션된 용접 테스트.

원리: 정전류에서 아크 전압 변동을 기록하고 안정성을 평가합니다.

단계:

TIG 용접기(DC, 100-200 amps, 아르곤 10L/min).

전극은 공작물(스테인리스강)에서 3mm 거리를 유지하고 5분 동안 용접합니다.

오실로스코프를 사용하여 전압 변동을 기록하고 표준 편차를 계산합니다.

기술적인 매개변수: 전압 정확도 $\pm 0.01V$ , 샘플링 속도 $>1kHz$ , 테스트 시간 5-10 분.

이점: 품질 관리를 위해 적당한 용접 성과를 직접 반영합니다.

제한 사항: 전극 팁 모양과 가스 흐름의 영향을 받습니다.

적용 시나리오: WL15 항공우주 용접 검증, 전압 변동  $<\pm 0.4V$  에 사용됩니다.

주요 기술:

팁 일관성: 균일한 팁 콘 각도(30-45°)는 드리프트를 줄입니다.

데이터 분석: FFT를 사용하여 전압 변동의 주파수를 분석합니다.

차폐 가스: 안정적인 아르곤 유량( $\pm 0.1L/min$ )을 보장합니다.

개발 동향:

고주파 테스트: AC 및 고주파 펄스 아크 안정성 테스트 개발.

실시간 모니터링: 통합 생산 라인 온라인 감지 시스템.

AI 분석: 머신 러닝으로 아크 안정성을 예측합니다.

## 8.4 란탄 텅스텐 전극의 기계적 성질 시험

기계적 특성 테스트는 수명과 사용 비용에 영향을 미치는 란탄 텅스텐 전극의 소손 저항 및 내마모성을 평가합니다.

### 8.4.1 연소 저항 테스트

연소 저항은 고온 아크에서 전극의 팁 소비율을 반영하며 팁 소비량은 0.3mm/hr(200A, ISO 6848)< 선호됩니다.

방법: 시뮬레이션된 용접 테스트.

원리: 고전류 용접에서 전극 팁 길이 손실을 측정하여 연소 저항을 평가합니다.

단계:

TIG 용접기(DC 200A, 아르곤 12L/min)를 사용했습니다.

전극 팁은 45° 원뿔 각도로 연마되고 스테인리스강 공작물에서 3mm 떨어져 있습니다.

팁 길이 손실을 측정하기 위해 현미경을 사용하여 1시간 동안 연속 용접.

기술적인 모수: 측정 정확도 $\pm 0.01 mm$ 의 시험 시간 1 hour.

장점: 시뮬레이션된 실제 조건에서 신뢰할 수 있는 결과를 얻을 수 있습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

제한 사항: 테스트 시간이 길고 효율성이 낮습니다.

응용 시나리오: WL20 플라즈마 절단 전극 검증에 사용, 소비량 < 0.25mm/h.

주요 기술:

팁 제어: 초기 원뿔 각도가 일정한지 확인하십시오(편차  $\leq \pm 2^\circ$ ).

현미경 측정:  $\pm 0.005\text{mm}$ 의 정확도로 디지털 현미경(100 배 배율)을 사용합니다.

안정적인 작업 조건: 전류( $\pm 1$  암페어) 및 가스 흐름( $\pm 0.1\text{L/min}$ )을 제어합니다.

개발 동향:

신속한 테스트: 30 분 연소 저항 테스트 방법 개발.

고온 시뮬레이션: 절단 요구 사항을 충족하기 위해 500A 이상의 작업 조건을 테스트합니다.

자동화: 팁 손실의 자동 측정을 위한 통합 이미지 인식.

#### 8.4.2 내마모성 시험

내마모성은 인발 및 사용 중 전극의 표면 마모 성능을 반영하여 수명과 표면 품질에 영향을 미칩니다.

방법 : 마찰 및 마모 시험.

원리: 정의된 하중 및 마찰 조건에서 전극 질량 손실 또는 마모 홈터 깊이를 측정합니다.

단계:

마찰 및 마모 시험기가 사용됩니다(연마 재료는 10N의 하중을 가진 탄화물임).

전극 시료(길이 20mm)를 5m/min의 속도로 1000회 문지른다.

질량 손실(벨런스 정확도  $\pm 0.0001\text{g}$ ) 또는 마모 깊이(프로파일로미터) 측정.

기술적 인 매개 변수 : 질량 손실 정확도  $\pm 0.1 \text{ mg}$ , 연삭 깊이  $\pm 0.1$  미크론, 테스트 시간 20-30 분.

장점: 생산 관리에 적합한 정량화된 내마모성.

제한 사항: 시뮬레이션된 작업 조건과 실제 사용 사이에는 차이가 있습니다.

적용 시나리오: WL15 드로잉 전극의 표면 품질을 확인하는 데 사용됩니다.

주요 기술:

하중 제어: 서보 시스템은 하중 편차가  $0.1\text{N} < \pm$  되도록 합니다.

표면 전처리: 샘플을  $Ra < 0.2\mu\text{m}$ 로 연마합니다.

환경 제어: 검사실의 습도는 산화를 피하기 위해  $< 50\%$ 입니다.

개발 동향:

미세 마모 테스트: 미세 전극에 대한 나노 스케일 마모 분석 개발.

다중 사례 시뮬레이션: 건조 마찰 및 윤활 조건을 다룹니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

온라인 검사: 마모를 실시간으로 모니터링하기 위해 도면 생산 라인에 내장됩니다.

## 8.5 란탄 텅스텐 전극의 미세 구조 분석

미세 구조 분석은 란탄 텅스텐 전극의 입자 크기, 상 분포 및 결합을 연구하고 성능의 미시적 메커니즘을 밝히는 데 사용됩니다.

### 8.5.1 주사전자현미경(SEM) 분석

SEM 은 전극의 표면 지형, 입자 크기(10-20 $\mu$ m) 및 란탄 산화물 분포를 관찰하는 데 사용됩니다.

원리: 전자빔은 샘플을 스캔하고 2 차 전자 또는 후방 산란 전자를 수집하여 고해상도 이미지를 생성합니다.

단계:

전극 섹션은 에탄올로 준비, 연마 및 청소됩니다.

SEM 에서 관찰합니다(가속 볼트 tage 10-20kV, 진공 <math>10^{-5}</math> Pa).

란탄 산화물 분포는 에너지 분산 분광계(EDS)를 사용하여 분석되었습니다.

기술적인 매개변수: 해상도 1nm, 배율 100-10,000x, 분석 시간 10-30 분.

장점: 고해상도, EDS 와 결합되어 요소 분포를 제공합니다.

제한 사항: 진공 환경이 필요하고 장비가 고가(약 500 만 위안).

적용 시나리오: WL20 소결체의 입자 및 도핑 균일성 분석에 사용됩니다.

주요 기술:

시료 전처리: 아티팩트를 방지하기 위해 Ra<math>0.1\mu\text{m}</math> 로 연마합니다.

EDS 보정: 원소 함량은 표준 샘플(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)을 사용하여 보정됩니다.

이미지 처리: 입자 크기 분포는 ImageJ 를 사용하여 분석했습니다.

개발 동향:

In-situ 분석: 전극 소진 과정을 관찰하기 위한 고온 SEM 개발.

3D 이미징: FIB-SEM 을 촉진하고 내부 구조를 재구성합니다.

자동화: AI 를 통한 입자 및 결합 자동 식별.

### 8.5.2 X 선 회절(XRD) 분석

XRD 는 전극의 결정 구조, 상 조성 및 잔류 응력을 분석하는 데 사용됩니다.

원리: X 선은 결정에 화학적으로 화학적으로 연결되어 회절 패턴을 생성하고 결정상 및 입자 크기를 분석합니다.

단계:

전극 분말 또는 단면을 준비하고 세척 및 건조하십시오.

XRD 기기(Cu K $\alpha$ , 40kV, 스캐닝 범위 10-80 $^{\circ}$ )에서 분석했습니다.

Jade 소프트웨어를 사용하여 PDF 카드를 비교하여 위상 구성을 확인합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

기술적인 매개변수: 해상도 0.01°, 분석 시간 30-60 분.

장점: 비파괴, 위상 분석 및 응력 측정에 적합합니다.

제한 사항: 미량 위상에 대한 낮은 민감도(<1%), 높은 장비 비용(약 200 만 위안).

적용 시나리오: WL15 단조 전극에 대한 텅스텐 및 란탄 산화물 상 분석.

주요 기술:

캘리브레이션 표준: Si 표준 샘플(NIST SRM 640)을 사용한 2θ 각도 보정.

피크 분리: Rietveld 를 사용하여 분석상 함량을 정제했습니다.

응력 측정: 잔류 응력은  $\sin^2\psi$  방법을 사용하여 계산됩니다.

개발 동향:

Fast XRD: 분석 시간이 10 분 < 싱크로트론 방사선 XRD 를 개발합니다.

미세 분석: 미세초점 XRD 및 아사정 정확도를 촉진합니다.

지능형: 기계 학습을 통해 위상 상태를 자동으로 식별합니다.

## 8.6 란탄 전극 시험 장비의 선택 그리고 구경측정

테스트 장비의 선택 및 교정은 장비 유형, 성능 매개변수 및 유지 관리 요구 사항을 포함한 테스트 데이터의 정확성을 보장하는 핵심입니다.

### 8.6.1 테스트 장비의 종류

화학 성분 : ICP-OES (Thermo Fisher iCAP 7400), XRF (Bruker S8 Tiger), AAS (Beijing Haiguang), 적외선 흡수 기기 (LECO CS-600), 불활성 가스 분석기 (ELTRA ONH-2000).

물리적 특성: 밀도계(Mettler Toledo MS204S), 비커스 경도계(AGI HV-50), DSC(Netzsch STA 449 F3), 레이저 열전도도계(LFA 457).

전기적 성능: 전자 탈출 테스터(맞춤형), 시뮬레이션 납땜 스테이션(OTC TIG-300), 전도도 측정기(Keithley 2401).

기계적 성질: 마찰 및 마모 시험기(WJT-1000), 현미경(Zeiss Axio Observer).

미세 구조: SEM-EDS(FEI Quanta 250), XRD(Rigaku D/max-2500).

선택자:

필요한 정확도: 항공우주의 경우 ICP-OES(0.01ppm) 및 기존 생산의 경우 XRF(0.05%).

비용 관리: 중소기업을 위한 AAS, 대기업을 위한 ICP-MS.

생산 규모: 대량 생산에는 자동화 장비(예: 자동 샘플링 ICP-OES)와 R&D 를 위한 고해상도 SEM 이 필요합니다.

### 8.6.2 교정 및 유지 관리

교정:

화학 조성: NIST 표준 샘플(SRM 2452 텅스텐, SRM 1075a 란탄 산화물)을 사용한 보정 곡선  $R^2 > 0.999$ .

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

물리적 특성: 밀도 시험기용 표준 분동( $\pm 0.0001\text{g}$ ), 경도계용 HV400 블록.  
전기적 특성 : 납땜 스테이션의 표준 저항 ( $\pm 0.01 \Omega$ ), 작업 출력 테스터의 교정 전압 ( $\pm 0.1 \text{V}$ ).  
미세 구조: SEM 의 분해능은 골드 스탠다드 샘플로 보정되고 Si 표준은 XRD 에 대해 20 각도로 보정됩니다.  
주기: 월간 교정, 주요 장비의 주간 검사.

정비:

청소: ICP-OES 월간 주입 튜브 청소, SEM 주간 건 청소.  
소모품 교체: XRF 대상은 2 년마다 교체되며 경도 시험기 압자는 5000 회마다 검사됩니다.  
환경 : 항온  $20\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , 습도  $< 60 \%$ , 청결 ISO 7.  
기록: 고장 원인을 추적하기 위한 전자 유지 관리 로그입니다.

개발 동향:

자동 보정: 수동 작업을 줄이기 위한 자체 보정 시스템을 개발합니다.  
원격 유지 관리: IoT 를 통한 장비 상태의 실시간 모니터링으로 고장률을 30% 줄입니다.  
친환경 유지 관리: 세척 용제의 양을 줄이고 환경 친화적인 소모품을 사용합니다.

## 8.7 란탄 프로메튬 전극에 대한 테스트 표준 및 사양

테스트 표준은 테스트 방법에 대한 통일된 사양을 제공하고 테스트 결과의 비교 가능성과 준수를 보장합니다.

### 8.7.1 국제 테스트 표준

#### ISO 6848:2015:

시험 내용: 화학 조성(ICP-OES,  $\pm 0.15\%$ ), 물리적 특성( $> 19.2\text{g/cm}^3$ ), 전기적 특성(작업 2.6-3.2eV), 외관( $Ra < 0.4$  마이크론).  
시험 방법 : ICP-OES, XRF 선, 시뮬레이션 용접, 현미경 검사.  
요구 사항: 배치당 5%-10% 샘플링, 통과율  $> 99\%$ .

#### AWS A5.12:2009:

시험 내용: 화학 성분 ( $\pm 0.2\%$ ), 아크 성능 (전압 변동  $\leq \pm 0.4 \text{V}$ ), 크기 ( $\pm 0.02 \text{mm}$ ).  
테스트 방법: 용접 테스트(AWS D1.1), XRF, 마이크로미터.  
요구 사항: AWS Certified Lab Testing, 전체 설명서.

#### EN 26848:1991:

테스트 내용: 화학 성분, 환경 준수(RoHS), 전기적 성능(아크 전압  $< 12\text{V}$ ).  
시험 방법 : ICP-MS, EN 287 용접 시험, 표면 분석.  
요구 사항 : CE 인증, 환경 보호 테스트가 선호됩니다.

### 8.7.2 국내 테스트 사양

#### GB/T 14841:2008 년:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

검출 내용: 란탄 산화물( $\pm 0.15\%$ ), 불순물( $O < 0.01\%$ ), 밀도( $> 19.2\text{g/cm}^3$ ), 아크 시작 시간( $< 0.4$  초).

시험 방법: AAS, 적외선 흡수, 아르키메데스 방법, 시뮬레이션 용접.

요구 사항: 배치당 10% 샘플링, 필수.

**JB/T 4730:2005:**

테스트 내용: 화학적, 물리적, 전기적 특성, 품질 평가.

시험 방법: ICP-OES, 경도 시험, 용접 시험, 현미경 검사.

요구 사항: 5%-10%를 샘플링하는 검사 보고서를 제공합니다.

개발 동향:

표준 업데이트: ISO 6848 및 GB/T 14841 은 마이크로 용접 및 환경 테스트를 추가하기 위해 2025 년에 개정될 예정입니다.

기능형 표준화: AI 테스트 표준을 촉진하고 탐지 효율성을 50% 높입니다.

국제화: GB/T 14841 과 ISO 6848 간의 상호 인식률은 95%입니다.



CTIA GROUP LTD WL20 전극

저작권 및 법적 책임 선언문

## 장 9: 란탄 텅스텐 전극의 개발 동향 및 과제

고성능 용접 및 절단 재료로서 란탄 텅스텐 전극은 항공 우주, 원자력 산업, 자동차 제조 및 전자 산업에서 널리 사용됩니다. 고정밀 용접 및 친환경 제조에 대한 글로벌 수요가 증가함에 따라 란탄 텅스텐 전극의 기술과 시장은 급격한 변화를 겪고 있습니다. 이 장에서는 란탄 텅스텐 전극의 기술 개발 동향 (새로운 도핑 기술, 고성능 전극의 연구 개발, 환경 친화적인 생산 공정), 시장 동향 (글로벌 및 국내 시장 수요) 및 과제 (원자재 비용, 환경 규제, 국제 경쟁)에 대해 자세히 설명합니다.

### 9.1 란탄 텅스텐 전극의 기술 개발 동향

기술 진보는 새로운 도핑 기술, 고성능 전극의 연구 및 개발, 환경 친화적인 생산 공정의 촉진을 포함하는 란탄 텅스텐 전극 산업 발전의 핵심 원동력입니다. 이러한 추세는 전극 성능을 개선하고, 생산 비용을 절감하며, 글로벌 환경 규정을 충족하는 것을 목표로 합니다.

#### 9.1.1 새로운 도핑 기술의 개발

도핑 기술은 란타늄 - 텅스텐 전극의 성능을 최적화하는 열쇠이며, 새로운 도핑 기술은 복잡한 산화물, 나노 입자 또는 다중 도핑 시스템을 도입하여 전자 진화, 아크 안정성 및 연소 방지 성능을 더욱 향상시킬 수 있습니다.

기술적 방향:

복합 도핑: 다른 희토류 산화물(예:  $CeO_2$ ,  $Y_2O_3$ ,  $ZrO_2$ )을 란타늄 산화물( $La_2O_3$ )에 첨가하여 다중 도핑 시스템을 형성합니다. 예를 들어,  $La_2O_3+CeO_2(1:1)$  복합 도핑은 전자 작업을 2.5eV 로 줄이고 아크 시작 성능을 20% 향상시킬 수 있습니다.

나노 도핑: 나노 스케일 란타늄 산화물(입자 크기 <math><50nm</math>) 또는 나노 복합 입자(예:  $La_2O_3-ZrO_2$ )를 사용하여 도핑 균일성(편차 <math><2\%</math>)을 개선하고 입자 미세화 효과를 향상시키며 입자 크기를 5-10 마이크로미터로 줄입니다.

액상 도핑: 란타늄 산화물은 습식 화학 합성(예: 졸-겔 법)에 의해 텅스텐 분말에 균일하게 분산되어 기존의 건식 볼 밀을 대체하고 균일성을 30% 향상시키고 편차를 <math><1\%</math>로 줄입니다.

기술적 이점:

성능 향상: 저전류(<math><10A</math>)에서 복합 도핑 전극(예:  $WL15+Ce$ )의 아크 시작 시간이 0.3 초로 감소하고 아크 안정성이 15%(전압 변동 <math><math>\pm 0.3V</math>) 향상됩니다.

수명 연장: 나노 도핑 전극의 소진 저항이 20% 증가하고 팁 소비가 0.2mm/h(200 암페어, ISO 6848)로 감소했습니다.

공정 최적화: 액상 도핑은 분쇄 시간을 50%, 에너지 소비를 30% 줄여 대규모 생산에 적합합니다.

주요 기술:

나노 입자의 제조: 란타늄 산화물 나노 입자는  $\pm 5\text{ nm}$  의 입자 크기 제어 정확도로 플라즈마 스프레이 또는 화학 기상 증착(CVD)에 의해 제조되었다.

도핑 균일성: 고분해능 주사전자현미경(SEM-EDS)을 사용하여 <math><2\%</math>의 편차로 산화물

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

분포를 모니터링했습니다.

공정 제어: 도핑 비율( $\pm 0.01\%$ )을 정확하게 제어하여 배치 일관성을 개선하는 지능형 배치 시스템을 개발합니다.

개발 동향:

다변량 도핑 시스템: 전극의 포괄적인 성능을 최적화하기 위해 삼원 또는 4 차 도핑(예:  $\text{La}_2\text{O}_3 + \text{CeO}_2 + \text{Y}_2\text{O}_3$ )을 개발합니다.

지능형 도핑: 통합 AI 알고리즘, 도핑 매개변수의 실시간 최적화, 균일성 50% 증가.

저비용 기술: 고에너지 불 밀을 대체하기 위해 습식 도핑을 촉진하여 비용을 20%-30% 절감합니다.

### 9.1.2 고성능 란탄 텅스텐 전극의 R&D

고성능 란탄 텅스텐 전극은 항공 우주, 원자력 산업 및 마이크로 용접과 같은 고급 응용 분야를 대상으로 하며 저전류 아크, 초고전류 소진 저항 및 표면 품질을 개선하는 데 중점을 둡니다.

기술적 방향:

마이크로 용접 전극:  $< 1$  암페어의 아크 전류와  $< 10\text{V}$ 의 전압으로 반도체 및 의료 기기의 마이크로 플라즈마 용접 요구 사항을 충족하는 초미세 직경( $0.1\text{-}0.5\text{mm}$ ) 전극을 개발합니다.

고전류 전극: 플라즈마 절단( $>500\text{A}$ )을 위해 팁 소비율이  $0.5\text{mm/시간}$   $<$ 이고 수명이 30% 증가하는 높은 연소 방지 전극이 개발되었습니다.

표면 최적화: 레이저 연마 또는 플라즈마 처리를 통해 표면 거칠기가  $\text{Ra} < 0.1$  미크론으로 감소하고 아크 안정성이 10% 향상됩니다.

기술적 이점:

마이크로 솔더링 성능: 초미세 전극의 아크 시작 시간은 0.5 암페어에서 0.2 초  $<$ 으로 칩 패키징 납땜에 적합합니다.

높은 전류 내구성: 고성능 WL20 전극은 팁 변형이  $0.3\text{mm} <$  500 암페어에서 10 시간 동안 지속적으로 작동합니다.

표면 품질: 초저 거칠기는 아크 드리프트를 줄이고 용접 결함률을 20% 줄입니다.

주요 기술:

초미세 인발:  $0.1\text{mm}$  전극 생산을 달성하기 위한 다이아몬드 몰드(조리개 정확도  $\pm 0.005\text{mm}$ ) 개발.

고온 소결: 미세공을 제거하기 위해 99.8%의 밀도로 열간 등압 프레스(HIP,  $2000^\circ\text{C}$ ,  $200\text{MPa}$ ).

표면 처리: 레이저 미세 가공을 사용하여 연마 깊이를 1 미크론  $<$  제어합니다.

개발 동향:

초소형 전극 : 나노 스케일 용접의 요구에 부응하기 위해  $< 0.1\text{mm}$  전극을 개발했습니다.

다기능 전극: 마이크로 용접 및 고전류 절단을 고려한 복합 전극의 연구 개발.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

지능형 R&D: 머신 러닝을 통해 전극 성능을 시뮬레이션하여 R&D 주기를 50% 단축합니다.

### 9.1.3 친환경 생산기술 추진

환경 친화적 인 생산 공정은 EU RoHS 지침 및 중국의 녹색 제조 정책 (GB / T 26572)에 따라 에너지 소비를 줄이고 배출량을 줄이며 자원 활용도를 개선하는 것을 목표로하는 녹색 제조의 세계적인 추세에 대응합니다.

기술적 방향:

낮은 에너지 소비 소결 : 유도 가열 또는 마이크로파 소결을 사용하여 온도는 2000 °C 이고 에너지 소비는 30 % 감소하며 배기 가스 배출은 50 % 감소합니다.

스크랩 재활용: 폐 텅스텐 분말 및 폐 전극의 회수율이 >85%, 란탄 산화물의 회수율이 >80%인 폐쇄 루프 재활용 시스템을 개발했습니다.

친환경 세척: 화학 용제 대신 초임계 CO<sub>2</sub> 또는 수성 세척제를 사용하여 폐액 배출량을 70%까지 줄입니다.

기술적 이점:

에너지 절약 및 배출 감소: 마이크로파 소결의 에너지 소비는 500kWh/ton 으로 감소하고 CO<sub>2</sub> 배출량은 0.5 톤/톤 전극< 감소합니다.

자원 효율성: 스크랩 재활용은 원자재 비용을 20% 절감하고 순환 경제의 요구 사항을 충족합니다.

환경 규정 준수: 친환경 세척은 EU REACH 규정을 충족하며 폐수의 중금속 함량< 0.1mg/L 입니다.

주요 기술:

소결 최적화: 열 손실을 줄이기 위해 다단계 온도 제어(가열 속도 500°C/h)를 사용합니다.

회수 공정: 산 침출 추출 기술을 사용하여 순도 >99.95%의 텅스텐을 회수합니다.

세척 제어: 초임계 CO<sub>2</sub> 압력은 10-15MPa 로 제어되며 세척 효율은 >99%입니다.

개발 동향:

무공해 공정: 배기가스 배출량이 0.01mg/m<sup>3</sup>인 완전 전기 소결 기술 개발<

순환 경제: 재활용의 전 과정을 촉진하고 자원 활용률은 95%에 이릅니다.

친환경 인증: ISO 14001 에 따라 글로벌 통일 친환경 전극 인증 시스템을 구축합니다.

## 9.2 란탄 텅스텐 전극의 시장 개발 동향

란탄 텅스텐 전극 시장은 글로벌 용접 수요, 지역 경제 발전 및 기술 발전에 의해 주도되며 급속한 성장과 지역 차별화 추세를 보이고 있습니다.

### 9.2.1 글로벌 시장 수요 분석

시장 규모:

2023 년 글로벌 텅스텐 전극 시장 보고서에 따르면 란탄 텅스텐 전극 시장 규모는 2015 년 10 억 달러에서 2023 년 18 억 달러로 성장할 것이며 연평균 성장률은

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

8.5%입니다.

시장은 2025년부터 2030년까지 25억 달러에 이를 것으로 예상되며, 항공우주(30%), 자동차 제조(25%), 에너지 산업(20%)이 주도합니다.

지역 분포:

북미: 세계 시장의 30%를 차지하며 주요 수요는 항공우주(Boeing, NASA) 및 에너지(API 1104 파이프 용접)에서 발생합니다. Lincoln Electric 과 같은 AWS A5.12 인증 전극이 우세합니다.

유럽: 25%, 자동차(폭스바겐, BMW) 및 원자력 산업(EDF, 프랑스)에 수요가 집중되어 있습니다. EN 26848 및 RoHS 규정은 시장의 45%를 차지하는 토륨-텅스텐 전극을 대체하기 위해 란탄 텅스텐 전극을 홍보했습니다.

아시아 태평양: 40%, 중국, 일본, 한국이 주요 시장입니다. 중국은 아시아 태평양 시장의 60%를 차지하며 일대일로 프로젝트와 항공우주(C919) 수요의 혜택을 받고 있습니다.

드라이버:

기술 발전: WL20 과 같은 고성능 전극은 마이크로 용접 및 플라즈마 절단의 요구 사항을 충족하여 시장 점유율을 20% 높입니다.

환경 규정: EU RoHS 및 REACH 규정은 토륨-텅스텐 전극을 제한하며 란탄 텅스텐 전극에 대한 수요는 30% 증가했습니다.

인프라 건설: 글로벌 신에너지(풍력, 원자력) 및 고속철도 프로젝트가 증가하고 용접 수요가 전년 대비 10% 증가했습니다.

도전:

고급 시장(예: 항공 우주)은 높은 품질 요구 사항을 가지고 있으며 중소기업의 기술 수준을 충족하기 어렵습니다.

지역별 표준 차이(ISO, AWS, EN)로 인해 기업의 규정 준수 비용이 5%-10% 증가합니다.

원자재 가격의 변동(2023년 텅스텐 가격 15% 상승)은 비용 경쟁력에 영향을 미칩니다.

개발 동향:

프리미엄화: 항공우주 및 반도체 시장에서 WL20에 대한 수요가 15% 증가하여 고성능 전극 개발을 주도했습니다.

지역 확장: 아시아 태평양 시장, 특히 인도와 동남아시아 시장은 제조업 이전으로 인해 12% 성장할 것으로 예상됩니다.

공급망 통합: 다국적 기업은 인수 합병을 통해 공급망을 통합하여 시장 집중도를 10% 높입니다.

## 9.2.2 국내 시장 전망

시장 규모:

중국은 세계 최대의 텅스텐 자원 국가로 2023년 란탄 텅스텐 전극 시장 규모는 약 6억 달러로 세계 전체의 33%를 차지하며 연평균 성장률은 10%입니다.

### 저작권 및 법적 책임 선언문

국내 시장은 2025 년에서 2030 년 사이에 10 억 달러에 이를 것으로 예상되며, 이는 항공우주, 원자력 및 고속철도에 대한 수요에 의해 주도되어 세계 전체의 40%를 차지합니다.

응용 프로그램:

항공우주: C919, ARJ21 및 기타 프로젝트에는 GJB 1718 표준에 따라 연간 15% 증가한 WL20 전극이 필요합니다.

원자력 산업: Hualong No. 1 및 CAP1400 원자력 발전소의 건설에는 시장 점유율의 30%를 차지하는 WL15 전극이 필요합니다.

고속철도 및 선박: 고속철도 운송 및 LNG 선박의 용접 수요는 TB/T 2653 및 CCS 표준에 따라 12%의 성장률을 보이며 WL10입니다.

전자 산업: 초미세 전극(<0.5mm)에 대한 5G 장비 및 칩 제조 수요, 시장 성장 20%.

경쟁 구도:

국내 기업은 시장의 70%를 차지하고 GB/T 14841 인증을 통과했으며 명백한 비용 이점(수입품보다 20% 저렴)이 있습니다.

국제 브랜드는 고급 시장의 30%를 차지하며 AWS 및 EN 인증에 의존합니다.

중소기업은 저비용 WL10 생산을 통해 저가 시장을 점유하고 있으며 이윤은 5%-10%입니다.

드라이버:

정책 지원: 중국의 "14 차 5 개년 계획"은 고급 제조를 촉진하고 란탄 텅스텐 전극에 대한 수요는 15% 증가했습니다.

수출 성장: "일대일로" 프로젝트는 전극 수출을 주도하여 연간 20% 증가했으며 동남아시아 및 중동 시장은 50%를 차지했습니다.

기술 업그레이드: 국내 장비(예: 마이크로파 소결로)는 생산 비용을 10% 절감하고 경쟁력을 향상시킵니다.

개발 동향:

현지 생산: 국내 전극 브랜드의 시장 점유율은 80%에 달할 것으로 예상되며 수입 의존도는 10%로 감소할 것으로 예상됩니다.

녹색 제조: 녹색 생산 인증 기업의 시장 점유율이 50%로 증가했습니다.

지능형 애플리케이션: 지능형 용접 장비(예: OTC 로봇)는 WL15 에 대한 수요를 15% 증가시켰습니다.

### 9.3 란탄 텅스텐 전극에 대한 도전

란탄 텅스텐 전극 시장은 광범위한 전망을 가지고 있지만, 원료 비용, 환경 규제 및 국제 경쟁의 문제에 직면 해 있으며 이를 처리하기 위한 목표 전략을 채택해야 합니다.

#### 9.3.1 원자재 원가 관리

도전:

텅스텐 가격 변동: 2023 년 텅스텐 정광 가격은 15%(약 20,000 위안/톤) 상승하고 전극 생산 비용은 10%-20% 증가합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

란탄 산화물 비용 : 고순도 란탄 산화물 (>99.99 %)의 가격은 전극 비용의 30 %를 차지하는 약 50,000 위안 / 톤이며 나노 스케일 란탄 산화물의 가격은 더 높습니다 (100,000 위안 / 톤).

공급망 위험: 중국은 전 세계 텅스텐 자원의 80%를 차지하지만 수출 제한과 지정학이 공급망 안정성에 영향을 미칩니다.

대처 전략:

자원 통합: 수직 통합을 통해 원자재 비용을 15% 절감합니다.

대체 재료: 저란탄 전극(예: WL05, 0.5% La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)을 개발하여 비용을 20% 절감합니다.

재활용 : 폐 텅스텐의 재활용 (회수율 >85 %)을 촉진하고 원자재 비용을 10 % -15 % 절감합니다.

개발 동향:

순환 경제: 스크랩 재활용률 95% 및 비용 30% 절감.

대체 도핑: 부분 란탄 산화물을 대체하기 위한 저비용 산화물(예: CeO<sub>2</sub>) 개발.

지능형 조달: 빅 데이터를 통해 텅스텐 가격을 예측하고 조달 시기를 최적화합니다.

### 9.3.2 환경보호법규의 제약사항

도전:

국제 규정: EU RoHS 및 REACH 규정은 토륨-텅스텐 전극을 제한하여 란탄 텅스텐 전극의 준수 비용을 10% 증가시킵니다(예: CE 인증).

국내 규정: 중국의 종합 대기 오염 물질 배출 기준(GB 16297)은 먼지 배출량 < 0.1mg/m<sup>3</sup>를 요구하며 소결 및 연삭 장비의 업그레이드 비용은 약 500 만 위안입니다.

폐기물 처리: 폐액 및 폐가스 처리는 GB 8978 표준을 준수해야 하며 처리 비용은 생산 비용의 15%를 차지합니다.

대처 전략:

녹색 공정: 마이크로파 소결 및 수성 세척이 채택되고 배기 가스 배출량이 GB 16297 에 따라 50% 감소합니다.

재활용 시스템 : 폐쇄 사이클 재활용을 확립하고 폐 텅스텐 및 란탄 산화물의 회수율 > 80 %이며 폐액 배출은 0.01m<sup>3</sup> / ton 으로 감소합니다.

인증 지원: TÜV 및 기타 기관과 협력하여 CE 인증 비용을 20% 절감합니다.

개발 동향:

무공해 기술: 배기가스 배출량이 0.01mg/m<sup>3</sup>인 완전 전기 소결 개발<

친환경 인증: 글로벌 친환경 전극 표준이 통일되어 인증 비용이 30% 절감됩니다.

정책 조정: 중국과 EU 는 공동으로 환경 보호 표준을 설정하여 규정 준수 비용을 15% 절감했습니다.

### 9.3.3 국제 시장에서의 경쟁

도전:

브랜드 경쟁: 국제 브랜드는 AWS 및 EN 인증을 통해 유럽과 미국의 고급 시장을 점유하고 있으며 60%의 점유율을 차지하고 있습니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

기술적 장벽: 유럽과 미국 기업은 고성능 전극(예: 나노 도핑된 WL20)에 대한 선도적인 기술을 보유하고 있는 반면, 국내 기업은 R&D 투자가 부족합니다(매출의 5%에 불과).

무역 장벽: 미국과 유럽연합(EU)의 반덤핑 관세(10%-20%)로 인해 중국 전극 수출이 제한되며, 2023년 수출은 5% 감소합니다.

대처 전략:

기술 업그레이드: R&D 투자 증가(매출의 10% 차지), 복합 도핑 및 고성능 전극 개발, 기술 격차 축소.

브랜드 건물: ISO 6848 인증을 통과하고 국내 전극의 국제 인지도를 향상 시켰으며 수출을 20% 증가했습니다.

지역 시장: "일대일로" 시장을 심층적으로 육성하고 동남아시아 및 중동에 수출하며 시장 점유율을 30%로 높입니다.

개발 동향:

기술 공유: 중국-EU 공동 R&D 센터, 기술 격차 50% 감소.

시장 다변화: 아프리카와 남미로 확장되어 수출이 15% 증가했습니다.

브랜드 국제화: 국내 전극 브랜드의 세계 시장 점유율은 20%에 이릅니다.



CTIA GROUP LTD WL20 전극

저작권 및 법적 책임 선언문

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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 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

저작권 및 법적 책임 선언문

## Chapter 10 결론

고성능 용접 및 절단 재료로서 란탄 텅스텐 전극은 우수한 전기적, 기계적 및 환경적 특성으로 인해 항공 우주, 원자력 산업, 자동차 제조 및 전자 산업에서 널리 사용되었습니다. 이 장에서는 란탄 텅스텐 전극의 포괄적인 장점을 요약하고, 텅스텐 전극 산업의 발전을 위한 제안을 제시하고, 란탄 텅스텐 전극 산업의 지속 가능한 발전을 촉진하기 위해 업계 실무자, 연구 기관 및 정책 입안자에게 참조를 제공하기 위해 미래의 연구 방향을 기대합니다.

### 10.1 란탄 텅스텐 전극의 포괄적인 장점

란탄 텅스텐 전극은 독특한 화학 조성, 물리적 특성 및 전기적 특성으로 인해 글로벌 용접 소모품 시장에서 중요한 위치를 차지하고 있으며 점차적으로 TIG 용접, 플라즈마 용접 및 절단의 주류 선택으로 토륨-텅스텐 전극을 대체했습니다. 포괄적인 이점은 다음과 같은 측면에 반영됩니다.

#### 우수한 전기적 특성:

탈출의 낮은 전자 작업 : 란탄 텅스텐 전극 (WL10, WL15, WL20)은 2.6-3.2 eV (ISO 6848 : 2015)의 전자 작업을 가지며 이는 순수 텅스텐 전극 (4.5 eV)보다 낮아 < 0.4 초의 아크 시간과 <12 V 의 아크 전압으로 우수한 저전류 아크 성능을 발휘하며 마이크로 솔더링에 적합합니다 (예 : 반도체 칩 패키징, 전류 < 1A).

아크 안정성: 란탄 산화물(편차 <± 0.15%)의 균일한 분포는 C919 항공기 티타늄 합금 용접과 같은 항공 우주 응용 분야에서 0.5V(AWS A5.12)의 <± 아크 전압 변동, 높은 용접 품질 및 99.8% 통과율을 보장합니다.

넓은 전류 적합성: WL20 전극은 10-500A 범위에서 탁월하여 시트 용접에서 플라즈마 절단에 이르기까지 다양한 요구 사항을 충족합니다.

#### 우수한 기계적 특성:

연소 저항: 200 암페어에서 팁 소비율은 0.3mm/h(GB/T 14841)< 전극의 수명을 30% 연장하고 교체 빈도를 줄이며 비용의 15%를 절약합니다.

높은 경도 및 내마모성 : 비커스 경도 400-450 HV, 입자 크기 10-20 마이크로, 토륨 텅스텐 전극보다 내마모성이 우수하여 고주파 드로잉 및 장기 사용에 적합합니다.

고밀도: 19.2g/cm³(ISO 6848)의 >밀도, 비다공성, 높은 기계적 강도, 고하중 응용 분야(예: 원자력 발전소 파이프 용접)에 적합합니다.

#### 환경 보호 및 안전:

비방사성: 토륨-텅스텐 전극(방사성 ThO<sub>2</sub> 포함)과 비교하여 란탄 텅스텐 전극은 방사성 위험이 없으며 EU RoHS 지침(2002/95/EC) 및 중국의 녹색 제조 표준(GB/T 26572)을 준수하여 유럽 및 미국 시장에서 토륨-텅스텐 전극을 대체하기 위한 시장 점유율을 홍보하여 시장 점유율을 2010년 15%에서 2023년 40%로 늘렸습니다.

녹색 생산 잠재력: 폐기물 재활용률은 >85%이고 배기 가스 배출량은 0.1mg/m³(GB 16297)<하여 순환 경제를 지원하고 환경 오염을 줄입니다.

시장 경쟁력:

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

비용 효율성 : 국내 란탄 텅스텐 전극의 생산 비용은 수입 브랜드보다 20 % -30 % 낮으며 국내 항공 우주, 고속철도 및 기타 프로젝트의 요구를 충족시키기 위해 GB / T 14841 인증을 통과했습니다.

글로벌 적용 가능성: ISO 6848, AWS A5.12 및 EN 26848 준수, 균일한 색상, 색상 및 글로벌 무역에 용이하며 수출은 2015 년 10 억 달러에서 2023 년 18 억 달러로 증가합니다.

다양한 응용 분야: 항공 우주(티타늄 용접)에서 전자 제품(초미세 전극<0.5mm)에 이르기까지 시장은 연간 8.5%의 성장률로 성장하고 있습니다.

기술적 적응성:

자동화 호환 : 란탄 텅스텐 전극 크기 허용 오차 및 표면 거칠기는 자동 용접 장비의 요구 사항을 충족하며 생산 효율은 20 % 증가합니다.

공정 안정성: 액상 도핑 및 마이크로파 소결을 통해 배치 일관성이 30% 증가하고 생산 결함이 <1%로 감소합니다.

## 10.2 텅스텐 전극 산업의 발전을 위한 제안

란탄 텅스텐 전극 및 전체 텅스텐 전극 산업의 지속 가능한 개발을 촉진하기 위해 기술, 시장 및 정책 동향을 기반으로 다음과 같은 제안이 제시됩니다.

**R&D 투자 증대:**

복합 도핑 기술: 기업은 R&D 자금(매출의 10%-15%)을 투자하여  $L_{2}O_{3}+CeO_{2}+Y_{2}O_{3}$ 와 같은 다중 도핑 전극을 개발하고, 전자 탈출 작업을 2.5eV 로 줄이고, 아크 시작 성능을 20% 개선해야 합니다.

초미세 전극: 반도체 및 의료 기기의 요구 사항을 위해 마이크로 용접(<1 암페어)의 요구 사항을 충족하고 고급 시장을 장악하기 위해 직경 < 0.1mm 의 전극을 개발했습니다.

지능형 R&D: AI 및 DFT(Density Functional Theory)를 사용하여 전극 성능을 시뮬레이션하고 R&D 주기를 50% 단축하며 테스트 비용을 30% 절감합니다.

**친환경 제조 촉진:**

저에너지 소비 공정: GB 16297 및 ISO 14001 에 따라 마이크로파 소결 및 완전 전기 소결 기술을 촉진하고 에너지 소비를 30% 줄이며 배기 가스 배출 0.01mg/m<sup>3</sup>를 <

스크랩 재활용: 순환 경제를 지원하기 위해 텅스텐 및 란타넘 산화물의 회수율이 95%이고 원자재 비용을 20% 절감하는 폐쇄 루프 재활용 시스템을 구축합니다.

친환경 인증: 기업이 ISO 14001 및 EU REACH 인증을 획득하고 유럽 및 미국 시장에서 제품의 경쟁력을 강화하며 인증 비용을 20% 절감하도록 장려합니다.

**공급망 관리 최적화:**

안정적인 원료 : 텅스텐 광석 회사 (예 : Ganzhou 텅스텐 산업)와 협력하여 텅스텐 정광의 공급을 안정화함으로써 가격 변동의 영향을 5 %로 줄입니다.

지역 시장 레이아웃: "일대일로" 시장을 심층적으로 육성하고, 동남아시아 및 중동에 수출하고, 시장 점유율을 30%로 늘리고, 유럽 및 미국 시장에 대한 의존도를 줄입니다.

### 저작권 및 법적 책임 선언문

수직 통합 : 인수 합병을 통해 공급망 효율성이 15 % 향상되고 텅스텐 분말 및 전극 생산 및 재활용의 인수 합병을 통해 비용이 10 % 절감되었습니다.

#### 표준의 국제화 강화:

표준 정렬: GB/T 14841 및 ISO 6848 의 상호 인식률을 95%에 도달하도록 촉진하고 다국적 기업의 규정 준수 비용을 10% 절감합니다.

공식화에 참여: 중국 기업은 ISO/TC 44 에 적극적으로 참여하고, 의석의 30%를 차지하기 위해 노력하며, 국제 표준의 목소리를 높여야 합니다.

다국어 지원: 글로벌 프로모션을 위해 다국어 표준 문서(중국어, 영어, 독일어, 프랑스어)를 제공합니다.

#### 인재 양성 및 기술 홍보:

산학연 협력: 칭화대학교 및 하얼빈공과대학교와 합작 연구소를 설립하여 도핑 기술 인재를 양성하고 R&D 결과의 전환율을 50% 높입니다.

기술 교육: 중소기업을 위한 친환경 생산 및 테스트 기술 교육을 제공하고 준수율을 30% 높이고 비용을 15% 절감합니다.

국제 교류: "일대일로" 용접 기술 포럼을 통해 중국 표준 및 기술을 홍보하고 수출을 20% 늘렸습니다.

#### 시장 다각화:

신흥 시장: 저비용 WL10 전극 홍보에 중점을 두고 15% 성장할 것으로 예상되는 아프리카 및 남미 시장으로 확장합니다.

고급 응용 분야: 항공 우주 및 반도체용 고성능 WL20 전극을 개발하여 시장 점유율을 20%로 높입니다.

브랜드 구축: 세계 시장 점유율 20%로 국내 전극 브랜드의 국제 이미지를 만듭니다.

### 10.3 란탄 텅스텐 전극의 향후 연구 방향

란탄 텅스텐 전극의 미래 연구는 기술 혁신, 시장 수요 및 환경 보호 요구 사항에 초점을 맞출 필요가 있으며, 다음과 같은 주요 방향은 다음과 같습니다 :

#### 새로운 도핑 시스템:

다변량 도핑: 전자 작업(<math>2.5\text{eV}</math>) 및 연소 방지 성능(소비율<math>< 0.2\text{mm/h}</math>)을 최적화하기 위해  $\text{La}_2\text{O}_3+\text{CeO}_2+\text{ZrO}_2$ 와 같은 삼원 또는 4 차 도핑 시스템이 개발되었습니다.

나노 도핑: <math>< 20\text{nm}</math> 산화물 입자를 발생시키고 입자 크기를 5 마이크로미터로 줄이며 아크 안정성을 20% 향상시킵니다.

기능화된 도핑: 극한의 작동 조건(>500A)에서 전극의 성능을 향상시키기 위해 전기 전도성 또는 열적으로 안정적인 산화물(예:  $\text{TiO}_2$ )이 도입되었습니다.

#### 고성능 전극 개발:

초미세 전극: 0.05mm 전극은 나노 레벨 용접의 요구 사항을 충족하기 위해 <math>< 8\text{V}</math> 개발되었으며 아크 전압은 <math>< 8\text{V}</math>입니다.

고전류 전극 : 플라즈마 절단 (> 1000 암페어)의 경우 연소 방지 전극이 개발되어 수명이 50 % 연장됩니다.

적응형 전극: AC, DC 및 펄스 전류를 수용하기 위해 아크 특성을 동적으로 조정하는

#### 저작권 및 법적 책임 선언문

스마트 전극을 개발합니다.

#### 녹색 제조 기술:

무공해 공정: 미래의 환경 규제에 따라 배기가스 배출량이  $0.005\text{mg}/\text{m}^3$ 인 완전 전기 소결 및 플라즈마 소결 개발.

효율적인 재활용: 텅스텐 스크랩과 란탄 산화물의 100% 회수율을 달성하여 비용을 30% 절감합니다.

바이오 기반 세정: 화학 용제를 대체하기 위한 효소 기반 세정제의 연구 개발로 폐액 배출량을 90%까지 줄입니다.

#### 지능형 테스트 및 생산:

AI 탐지: AI 기반 SEM 이미지 분석 및 아크 안정성 테스트를 개발하여 탐지 효율을 50% 향상시켰습니다.

온라인 모니터링: 통합 사물 인터넷(IoT) 시스템으로 도핑, 소결 및 검출 프로세스를 실시간으로 모니터링하여 배치 일관성을 30% 향상시킵니다.

디지털 트윈: 전극 생산의 디지털 트윈 모델을 구축하고, 프로세스 매개변수를 최적화하고, 생산 효율성을 20% 높입니다.

#### 새로운 적용 분야:

적층 제조: 항공 우주 부품의 고정밀 요구 사항을 충족하기 위해 3D 프린팅 금속 용접용 란탄 텅스텐 전극 개발.

새로운 에너지: 풍력 및 태양광 장비의 용접을 위해 내식성 전극을 개발하여 수명을 25% 연장했습니다.

의료기기: 최소 침습 수술 장비 제조를 위한 초미세전극 개발로 시장 성장률 20% 달성.

#### 표준 및 인증 연구:

국제 표준: 2027 년에 발표될 것으로 예상되는 마이크로 용접 및 친환경 제조 요구 사항을 다루는 ISO 6848 의 새 버전 개발을 촉진합니다.

녹색 인증: 글로벌 통합 녹색 전극 인증 시스템을 개발하여 인증 비용을 30% 절감합니다.

국경 간 상호 인정: AWS A5.12 및 EN 26848 을 통해 GB/T 14841 에 대한 완전한 상호 인정을 달성하고 무역 장벽을 15% 줄입니다.

#### 학제 간 연구 :

재료 과학: 양자 화학 시뮬레이션을 결합하여 도핑된 산화물과 텅스텐 매트릭스의 상호 작용을 예측하고 제형을 최적화합니다.

빅 데이터 분석: 용접 데이터를 사용하여 전극 성능을 분석하고 개인화된 전극 설계를 개발합니다.

환경 과학: 전극 생산이 환경에 미치는 영향을 연구하고 탄소 중립 생산 경로를 개발합니다.

#### 저작권 및 법적 책임 선언문



CTIA GROUP LTD WL20 전극

## 부록

### A. 용어집

**란탄 텅스텐 전극** : 용접 및 절단을 위해 텅스텐 매트릭스에 란탄 산화물이 도핑 된 전극 재료.

**란탄 산화물** : 화학식  $\text{La}_2\text{O}_3$ 는 텅스텐 전극의 전자 작업 및 용접 성능을 향상시키는 데 사용됩니다.

**전자 작업 탈출**: 전자가 재료 표면에서 탈출하는 데 필요한 최소 에너지량으로, 아크 시작 성능에 영향을 미칩니다.

**아크 시작 성능**: 용접 공정 중에 전극이 아크를 시작하는 것이 얼마나 쉬운지.

**아크 안정성**: 용접 과정에서 일정한 연소를 유지하는 아크의 능력.

**연소 저항**: 고온 아크의 작용으로 절체에 저항하는 전극의 능력.

**TIG 용접** : 고정밀 용접을 위해 텅스텐 전극을 사용하는 텅스텐 불활성 가스 차폐 용접.

**플라즈마 절단**: 고온 플라즈마 아크를 사용하여 금속을 절단하는 공정.

**소결**: 분말 재료를 용점 이하의 온도로 가열하여 조밀한 물체로 결합하는 공정입니다.

**단조**: 기계적 특성을 향상시키기 위해 재료가 외력에 의해 변형되는 공정입니다.

**드로잉(Drawing)**: 금속 막대를 주형을 통해 길쭉한 모양으로 늘리는 가공 방법.

**ISO 6848** : 국제 표준화기구 (International Organization for Standardization)에서 개발 한 텅스텐 전극에 대한 분류 및 요구 사항.

**AWS A5.12**: 미국 용접 협회(American Welding Society)에서 개발한 텅스텐 전극 사양.

**GB/T 14841**: 텅스텐 전극에 대한 기술 요구 사항을 지정하는 중국 국가 표준.

**SEM**: 재료의 표면 지형 및 구조 분석을 위한 주사 전자 현미경.

**XRD**: X 선 회절, 물질의 결정 구조를 분석하는 데 사용됩니다.

### 저작권 및 법적 책임 선언문

## B. 참조

- [1] 란탄 텅스텐 전극의 종류와 란탄 텅스텐의 장점 - news.chinatungsten.com
- [2] EN 26848 : 1991, 용접 용 텅스텐 전극.
- [3] GB / T 14841-2008, 텅스텐 전극에 대한 기술 조건.
- [4] 란탄 텅스텐 전극 시장 분석 - 글로벌 텅스텐 전극 시장 보고서, 2023.
- [5] 텅스텐 전극에 친환경 제조 기술 적용 - China Welding Journal, 2022.
- [6] Chinatungsten 온라인 기술 유한 회사 - www.chinatungsten.com.
- [7] 텅스텐 자원 및 시장 동향 - Journal of Materials Science, 2021.
- [8] 텅스텐 전극에 대한 EU RoHS 및 REACH 규정의 영향 - 환경 규정, 2022.
- [9] "일대일로" 용접 재료 시장 분석 - International Trade Review, 2023.
- [10] GB/T 26572-2011, 친환경 제조를 위한 기술 사양.
- [11] 란탄 텅스텐 전극 기술 진행 - Advanced Materials Research, 2020.
- [12] 글로벌 텅스텐 전극 시장 예측 - 시장 분석 보고서, 2023.
- [13] EN 26848:1991, 용접용 텅 전극.
- [14] JB/T 4730-2005, 용접 재료에 대한 품질 검사 방법.
- [15] 란탄 텅스텐 전극 검출 기술에 관한 연구 - China Welding Journal, 2022.
- [16] 텅스텐 전극 화학 조성 분석 방법 - 분석 화학, 2021.
- [17] 텅스텐 전극에 SEM 및 XRD 적용 - 재료 특성화, 2020.
- [18] 전기 성능 테스트 기술의 발전 - Journal of Welding Technology, 2023.
- [19] 텅스텐 전극에 녹색 검출 기술의 적용 - 환경 과학, 2022.
- [20] 용접에 관한 ISO/TC 44 기술 위원회 보고서, 2023.
- [21] ISO 6848:2015, 용접 소모품 — 불활성 가스 차폐 아크 용접 및 플라즈마 용접 및 절단용 텅스텐 전극.
- [22] AWS A5.12 : 2009, 텅스텐 및 산화물 분산 텅스텐 전극에 대한 사양.