

イットリウムタングステン電極の百科事典

中钨智造科技有限公司
CTIA GROUP LTD

CTIA GROUP LTD

タングステン、モリブデン、レアアース産業向けのインテリジェント製造のグローバル
リーダー

著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP の紹介

CHINATUNGSTEN ONLINE によって設立された独立した法人格を持つ完全子会社である CTIA GROUP LTD.は、産業用インターネット時代におけるタングステンおよびモリブデン材料のインテリジェントで統合された柔軟な設計と製造の促進に専念しています。CHINATUNGSTEN ONLINE は、www.chinatungsten.com を出発点として 1997 年に設立され、中国初のトップクラスのタングステン製品ウェブサイトであり、タングステン、モリブデン、レアアース産業に焦点を当てた国内の先駆的な電子商取引会社です。CTIA GROUP は、タングステンおよびモリブデン分野での約 30 年の深い経験を活用して、親会社の卓越した設計および製造能力、優れたサービス、およびグローバルなビジネスの評判を継承し、タングステン化学、タングステン金属、超硬合金、高密度合金、モリブデン、およびモリブデン合金の分野で包括的なアプリケーションソリューションプロバイダーになります。

過去 30 年間で、CHINATUNGSTEN ONLINE は、20 以上の言語をカバーする 200 以上の多言語タングステンおよびモリブデンの専門 Web サイトを確立し、タングステン、モリブデン、およびレアアースに関連するニュース、価格、および市場分析の 100 万ページを超えています。2013 年以来、WeChat 公式アカウント「CHINATUNGSTEN ONLINE」は 40,000 を超える情報を公開し、約 100,000 人のフォロワーにサービスを提供し、世界中の数十万人の業界専門家に毎日無料の情報を提供しています。ウェブサイトクラスターと公式アカウントへの累積アクセス数が数十億回に達し、タングステン、モリブデン、レアアース産業の世界的で権威ある情報ハブとして認められ、24 時間年中無休の多言語ニュース、製品性能、市場価格、市場動向サービスを提供しています。

CHINATUNGSTEN ONLINE の技術と経験に基づいて、CTIA GROUP は顧客のパーソナライズされたニーズを満たすことに重点を置いています。AI 技術を活用し、特定の化学組成と物理的特性(粒子サイズ、密度、硬度、強度、寸法、公差など)を備えたタングステンおよびモリブデン製品を顧客と共同で設計および製造しています。型開き、試作から仕上げ、梱包、物流に至るまで、全工程の一貫サービスを提供しています。過去 30 年間にわたり、CHINATUNGSTEN ONLINE は世界中の 130,000 を超える顧客に 500,000 種類を超えるタングステンおよびモリブデン製品の研究開発、設計、生産サービスを提供し、カスタマイズされた柔軟でインテリジェントな製造の基盤を築いてきました。この基盤に基づいて、CTIA GROUP は、産業用インターネット時代におけるタングステンおよびモリブデン材料のインテリジェント製造と統合イノベーションをさらに深めます。

CTIA GROUP のハンズ博士と彼のチームは、30 年以上の業界経験に基づいて、タングステン、モリブデン、レアアースに関連する知識、技術、タングステン価格、市場動向分析を執筆し、公開し、タングステン業界と自由に共有しています。ハンズ博士は、1990 年代からタングステンおよびモリブデン製品の電子商取引と国際貿易、ならびに超硬合金および高密度合金の設計と製造において 30 年以上の経験を持ち、国内外でタングステンおよびモリブデン製品の有名な専門家です。CTIA GROUP のチームは、専門的で質の高い情報を業界に提供するという原則を堅持し、生産慣行と市場の顧客のニーズに基づいて技術研究論文、記事、業界レポートを継続的に作成し、業界で広く賞賛されています。これらの成果は、CTIA GROUP の技術革新、製品プロモーション、業界交流をしっかりとサポートし、世界的なタングステンおよびモリブデン製品製造および情報サービスのリーダーとなることを推進しています。



著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

ディレクトリ

第1章 イットリウムタングステン電極の紹介

- 1.1 イットリウムタングステン電極の定義と背景
 - 1.1.1 イットリウムタングステン電極の化学組成と基本原理
 - 1.1.2 イットリウムタングステン電極の研究開発の歴史と技術の進化
 - 1.1.3 高性能溶接におけるイットリウムタングステン電極の台頭
- 1.2 イットリウムタングステン電極の市場ポジショニング
 - 1.2.1 他の希土類タングステン電極との比較分析
 - 1.2.2 イットリウムタングステン電極の世界市場の現状と展望
 - 1.2.3 イットリウムタングステン電極のユニークな利点

第2章 イットリウムタングステン電極の分類

- 2.1 酸化イットリウム含有量による分類
 - 2.1.1 2% 酸化イットリウム電極の性能と使用 (WY20)
 - 2.1.2 カスタマイズされた酸化イットリウム含有量電極の開発
- 2.2 溶接プロセスによる分類
 - 2.2.1 TIG 溶接用イットリウムタングステン電極
 - 2.2.2 プラズマアーク溶接および切断用電極
 - 2.2.3 特殊プロセス用電極(真空溶接、マイクロ溶接)
- 2.3 形態と仕様による分類
 - 2.3.1 標準ロッド電極(直径と長さの仕様)
 - 2.3.2 マイクロニードル電極(超精密溶接用)
 - 2.3.3 非標準のカスタマイズされた電極 (特殊形状の設計と用途)
- 2.4 アプリケーション環境による分類
 - 2.4.1 高温環境における溶接電極
 - 2.4.2 真空および不活性ガス環境電極
 - 2.4.3 腐食環境用の特殊電極
- 2.5 規格と識別仕様
 - 2.5.1 国際規格(ISO 6848、AWS A5.12)の分類とカラースケール
 - 2.5.2 国内規格における分類と識別 (GB/T 4192)
 - 2.5.3 イットリウムタングステン電極の包装およびラベル表示要件

第3章 イットリウムタングステン電極の性能特性

- 3.1 イットリウムタングステン電極の物性
 - 3.1.1 イットリウムタングステン電極の高融点と高温安定性
 - 3.1.2 イットリウムタングステン電極の密度、硬度、耐変形性
 - 3.1.3 イットリウムタングステン電極の熱伝導率と熱膨張特性
- 3.2 イットリウムタングステン電極の化学的性質
 - 3.2.1 高温における酸化イットリウムの化学的安定性
 - 3.2.2 イットリウムタングステン電極の耐酸化性と耐食性
 - 3.2.3 特殊環境におけるイットリウムタングステン電極の化学的挙動
- 3.3 イットリウムタングステン電極の電気的特性

著作権および法的責任に関する声明

- 3.3.1 イットリウムタングステン電極の電子脱出仕事とアーク放電性能
- 3.3.2 高電流密度におけるイットリウムタングステン電極のアーク安定性
- 3.3.3 イットリウムタングステン電極の導電率と熱電子放出能力
- 3.4 イットリウムタングステン電極の機械的特性
 - 3.4.1 イットリウムタングステン電極の高温耐クリープ性
 - 3.4.2 イットリウムタングステン電極の電極先端の耐摩耗性
 - 3.4.3 イットリウムタングステン電極の低燃焼損失特性と寿命の分析
- 3.5 イットリウムタングステン電極の安全性と環境保護特性
 - 3.5.1 イットリウムタングステン電極の非放射能と低毒性の利点
 - 3.5.2 イットリウムタングステン電極の環境影響と持続可能性評価
 - 3.5.3 イットリウムタングステン電極の労働安全衛生仕様
- 3.6 中国タングステンインテリジェント製造イットリウムタングステン電極 MSDS

第4章 イットリウムタングステン電極の調製プロセスと技術

- 4.1 イットリウムタングステン電極の原料の調製
 - 4.1.1 高純度タングステン粉末のスクリーニングと調製
 - 4.1.2 酸化イットリウムの精製と品質管理
 - 4.1.3 補助添加剤の選択と最適化
- 4.2 イットリウムタングステン電極の粉末冶金プロセス
 - 4.2.1 イットリウムタングステン粉末の混合およびドーピング技術
 - 4.2.2 高圧成形および静水圧プレスプロセス
 - 4.2.3 高温焼結と雰囲気制御(水素、真空焼結)
- 4.3 イットリウムタングステン電極の加工と仕上げ
 - 4.3.1 ホットカレンダーと精密絞り
 - 4.3.2 表面研磨とチップ成形
 - 4.3.3 電極切断とカスタマイズ加工
- 4.4 イットリウムタングステン電極の品質管理技術
 - 4.4.1 酸化イットリウムの分布均一性の制御
 - 4.4.2 微細構造解析 (SEM、EDS、XRD)
 - 4.4.3 プロセスパラメータの最適化と欠陥防止
- 4.5 イットリウムタングステン電極の高度な製造技術
 - 4.5.1 ナノスケール酸化イットリウムドーピング技術
 - 4.5.2 放電プラズマ焼結 (SPS) プロセス
 - 4.5.3 インテリジェント製造とリアルタイム監視技術

第5章 イットリウムタングステン電極の応用分野

- 5.1 イットリウムタングステン電極の溶接用途
 - 5.1.1 超合金における TIG 溶接(アルゴンアーク溶接)の応用
 - 5.1.2 プラズマアーク溶接の高精度応用
 - 5.1.3 真空環境下でのチタン合金とニッケル基合金の溶接
- 5.2 イットリウムタングステン電極の非溶接用途
 - 5.2.1 プラズマ切断とスプレー
 - 5.2.2 放電加工 (EDM) における電極の応用

著作権および法的責任に関する声明

- 5.2.3 高温放電装置への応用
- 5.3 業界におけるイットリウムタングステン電極の応用
 - 5.3.1 航空宇宙 (エンジン部品、タービンブレード)
 - 5.3.2 防衛および軍事産業 (装甲材料、ミサイル部品)
 - 5.3.3 エネルギー産業 (原子力設備、ガスタービン)
 - 5.3.4 半導体およびマイクロエレクトロニクス製造
- 5.4 イットリウムタングステン電極の典型的なケース分析
 - 5.4.1 チタン合金航空構造部品の溶接
 - 5.4.2 超合金の補修と表面強化
 - 5.4.3 真空環境下での精密部品の溶接

第6章 イットリウムタングステン電極の製造設備

- 6.1 イットリウムタングステン電極の原料準備装置
 - 6.1.1 タングステン粉末粉碎および粒度選別装置
 - 6.1.2 酸化イットリウム精製およびナノ保存装置
- 6.2 イットリウムタングステン電極用粉末冶金装置
 - 6.2.1 高精度混合・ドーピングシステム
 - 6.2.2 冷間静水圧プレスおよび熱間プレス装置
 - 6.2.3 高温真空焼結炉と雰囲気炉
- 6.3 イットリウムタングステン電極の加工および成形装置
 - 6.3.1 精密カレンダー加工および伸線機
 - 6.3.2 CNC 研削・研磨装置
 - 6.3.3 レーザー切断および電極成形装置
- 6.4 イットリウムタングステン電極の検査および品質監視装置
 - 6.4.1 化学組成分析装置 (ICP-MS、XRF)
 - 6.4.2 微細構造および形態解析装置 (SEM、TEM)
 - 6.4.3 性能試験装置 (アーク安定性、燃焼率試験機)
- 6.5 イットリウムタングステン電極のインテリジェント生産設備
 - 6.5.1 自動生産ラインと産業用ロボット
 - 6.5.2 オンライン品質監視およびデータ分析システム

第7章 イットリウムタングステン電極の国内外規格

- 7.1 イットリウムタングステン電極の国際規格
 - 7.1.1 ISO 6848: タングステン電極の分類と技術要件
 - 7.1.2 AWS A5.12: タングステン電極の仕様と性能
 - 7.1.3 EN 26848: タングステン電極の欧州規格
- 7.2 イットリウムタングステン電極の国内規格
 - 7.2.1 GB/T 4192: タングステン電極の技術条件
 - 7.2.2 JB/T 12706: 溶接用タングステン電極の規格
 - 7.2.3 業界固有の規格と仕様
- 7.3 イットリウムタングステン電極の標準比較と応用

著作権および法的責任に関する声明

- 7.3.1 国内外の規格の違いと適用性
- 7.3.2 生産プロセスにおける規格の指針となる役割
- 7.3.3 アプリケーションシナリオにおける標準の規範的役割
- 7.4 イットリウムタングステン電極の標準開発動向
- 7.4.1 新しい材料とプロセスが規格に与える影響
- 7.4.2 環境保護および安全基準の更新

第8章 イットリウムタングステン電極の検出技術

- 8.1 イットリウムタングステン電極の化学組成検出
 - 8.1.1 酸化イットリウム含有量の正確な測定
 - 8.1.2 不純物元素と微量分析
 - 8.1.3 成分分布の均一性の検出
- 8.2 イットリウムタングステン電極の物性
 - 8.2.1 密度、硬度、機械的特性試験
 - 8.2.2 表面品質および寸法精度試験
 - 8.2.3 高温物性試験
- 8.3 イットリウムタングステン電極の電気的特性検出
 - 8.3.1 電子脱出作業と熱電子放出試験
 - 8.3.2 アーク開始性能とアーク安定性試験
 - 8.3.3 大電流条件下での燃え尽き症候群率試験
- 8.4 イットリウムタングステン電極の微細構造検出
 - 8.4.1 粒子構造とサイズの分析
 - 8.4.2 酸化イットリウム粒子の分布と相分析
 - 8.4.3 内部欠陥(亀裂、気孔率)の検出
- 8.5 イットリウムタングステン電極の環境および安全性試験
 - 8.5.1 非放射性認証
 - 8.5.2 環境影響とリサイクル可能性の評価
 - 8.5.3 労働安全衛生試験
- 8.6 イットリウムタングステン電極の試験技術と装置
 - 8.6.1 一般的な試験機器と原理
 - 8.6.2 高度な検出技術 (AI 支援、その場分析など)

第9章 イットリウムタングステン電極ユーザー向けの一般的な問題と解決策

- 9.1 イットリウムタングステン電極のアーク不安定性の考えられる原因
 - 9.1.1 不適切な電極先端の形状
 - 9.1.2 現在の型とパラメータ設定の問題
 - 9.1.3 シールドガスの品質または流量が不十分
 - 9.1.4 電極表面の汚染または酸化
- 9.2 イットリウムタングステン電極チップの急速燃焼の原因と対策
 - 9.2.1 過大な電流または間違った極性の選択
 - 9.2.2 先端の研削角度と表面処理を最適化する
 - 9.2.3 シールドガスの種類と流量を調整する
 - 9.2.4 酸化イットリウム含有量の高い電極に交換する

著作権および法的責任に関する声明

- 9.3 適切な酸化イットリウム含有量の選び方
 - 9.3.1 溶接材料(チタン合金、ニッケル基合金など)に応じて選択
 - 9.3.2 電流の種類と強度のマッチング
 - 9.3.3 特殊環境(真空、高温)下での選定
 - 9.3.4 パフォーマンスとコストのバランス分析
- 9.4 イットリウムタングステン電極のアーク放電困難対策
 - 9.4.1 電極の表面の清浄度と先端の状態を確認する
 - 9.4.2 高周波アーク始動パラメータの最適化
 - 9.4.3 電極とワークピースの間の距離を調整します
 - 9.4.4 電極を交換するか、電源の安定性を確認する
- 9.5 イットリウムタングステンと他のタングステン電極の混合
 - 9.5.1 アーク性能に対する混合の影響
 - 9.5.2 混合による電極損失の問題
 - 9.5.3 電極の識別と管理に関する提案
 - 9.5.4 イットリウムタングステン電極の置換分析

第 10 章 イットリウムタングステン電極の将来の開発動向

- 10.1 イットリウムタングステン電極の技術革新の方向性
 - 10.1.1 新しい希土類複合ドーピング技術
 - 10.1.2 超高温・超精密電極の研究開発
 - 10.1.3 グリーン製造と低炭素生産技術
- 10.2 イットリウムタングステン電極の応用分野の拡大
 - 10.2.1 新エネルギー機器製造(バッテリー、風力発電)
 - 10.2.2 航空宇宙および防衛分野での応用の深化
 - 10.2.3 マイクロエレクトロニクスおよび半導体産業における精密溶接
- 10.3 イットリウムタングステン電極の市場と政策動向
 - 10.3.1 世界のイットリウムタングステン電極市場の需要予測
 - 10.3.2 レアアース資源政策が生産に与える影響
 - 10.3.3 国際貿易とサプライチェーンの最適化

虫垂

- A. 用語集
- B. 参考文献

第1章 イットリウムタングステン電極の紹介

1.1 イットリウムタングステン電極の定義と背景

1.1.1 イットリウムタングステン電極の化学組成と基本原理

イットリウムタングステン電極 は、高純度タングステンマトリックスに適量の酸化イットリウム(Y_2O_3)を主にドーピングした高性能希土類タングステン電極で、一般的な業界グレードは WY20 で、特徴的なロゴは青色のコーティングです。この電極は、タングステン金属と酸化イットリウムの物理化学的特性を組み合わせしており、タングステンアルゴンアーク溶接(TIG 溶接)において重要な消耗品となっています。イットリウムタングステン電極の化学組成は、主に高純度タングステン(W、約98%99.5%)と少量の酸化イットリウム(Y_2O_3 、通常 1.8%~2.2%)を含み、微量の他の不純物を含む場合がありますが、これらの不純物は性能の安定性を確保するために厳密に管理されています。

遷移金属として、タングステンは非常に高い融点 (3422°C)、優れた電気伝導性と熱伝導性、化学的不活性を備えているため、電極材料として理想的な選択肢となります。しかし、純タングステン電極には、電子放出効率が低く、高温溶接で破損しやすいなどの問題があります。酸化イットリウムのドーピングにより、これらの欠陥が大幅に改善されました。酸化イットリウムは低電子脱出仕事材料であり、その電子脱出仕事は約 2.5~2.7 eV で、純タングステンの 4.5 eV よりもはるかに低くなっています。これにより、イットリウム タングステン電極は低電圧でアーク放電を開始し、優れたアーク放電開始性能を示します。さらに、酸化イットリウムを添加すると電極の再結晶温度が上昇し(通常は 2000°C 以上)、高温変形に対する耐性が向上し、焼損率が低下します。

基本原理から、イットリウムタングステン電極は TIG 溶接の非消耗電極として使用され、主に安定したアークを生成し、ワークピースと充填材を加熱して溶かすために使用されます。その動作原理は熱電子放出に基づいています:電極が高周波または DC 電源によって励起されると、タングステンマトリックス中の酸化イットリウム粒子が電子放出を活性化し、高温アーク(温度 6000~7000°C まで)を形成します。アークの安定性は、イットリウムタングステン電極のアークカラムが細く圧縮されているため、中程度から高電流の条件下で溶け込み深さが大きくなり、特に高精度溶接に適しています。

イットリウムタングステン電極の物理化学的特性には、高い弾性率(約 410 GPa)、優れた耐食性、および耐酸化性も含まれます。これらの特性により、高温、高湿度、腐食性ガスなどの要求の厳しい環境における電極の長期安定性が保証されます。また、イットリウムタングステン電極の導電率(抵抗率は約 $5.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)と熱伝導率(約 174W/m · K)は、他の希土類タングステン電極よりも優れており、高出力溶接に優れています。

1.1.2 イットリウムタングステン電極の研究開発の歴史と技術の進化

イットリウムタングステン電極の開発は、20 世紀半ばから後半にかけての高性能溶接材料の需要に端を発しました。タングステン電極は、TIG 溶接に純粋なタングステンの形で最初に使用されましたが、特に航空宇宙産業や軍事産業における溶接品質に対する要求が

著作権および法的責任に関する声明

高まっている中、その限界が徐々に明らかになってきています。20 世紀の 60 年代には、優れた電子放出特性によりトリウムタングステン電極(ドーピング酸化トリウム、 ThO_2)が主流になりましたが、トリウムの放射能により安全性と環境保護の問題が生じ、研究者は代替材料を探すようになりました。

1970 年代には、希土類酸化物(酸化ランタン、酸化セリウム、酸化イットリウムなど)がタングステン電極のドーピング研究に導入されました。酸化イットリウムは、電子逃げ仕事量が少なく、化学的安定性が高いことから注目を集めています。イットリウムタングステン電極の初期の研究開発は、主にドーピング比と製造プロセスの最適化に焦点を当てていました。1980 年代に、米国とヨーロッパのいくつかの研究機関は、酸化イットリウムをタングステンマトリックスに実験し始め、電極のアーク放電性能と耐久性を大幅に向上させることができることを発見しました。1985 年、最初の商用イットリウム タングステン電極 (WY20) が市場に投入され、主に航空宇宙分野での精密溶接に使用されました。

21 世紀には、材料科学と製造技術の進歩により、イットリウム タングステン電極の製造プロセスが大幅に最適化されました。従来の粉末冶金法が改良され、スプレードーピング技術と高温焼結プロセスの適用により、タングステンマトリックス中の酸化イットリウムの分布がより均一になりました。たとえば、現代の製造プロセスには、多くの場合、次の手順が含まれます:硝酸イットリウム水溶液を原料中の パラタングステン酸アンモニウム または 三酸化タングステン に噴霧し、乾燥後にタングステンイットリウムコーティング粉末を形成します。均一なタングステンイットリウム粉末は、2つの還元によって得られます。その後、プレスされ、高温(約 2800°C)で焼結され、複数のパスで鍛造されて、高密度で細粒のイットリウムタングステン電極ブランクが製造されます。これらのプロセスの改善により、内部電極の欠陥が減少し、機械的特性とアーク安定性が向上します。

近年、中国はイットリウムタングステン電極の研究開発の分野で大きな進歩を遂げています。たとえば、国内企業は多複合タングステン電極(WX4)を開発し、国内発明特許を取得しました。この電極はドーピングプロセスと性能の最適化において画期的な進歩を遂げており、高性能溶接シナリオで広く使用されています。さらに、世界的に、イットリウムタングステン電極の研究開発の焦点は、非放射性で低コストの代替材料の開発を目指し、環境保護と費用対効果に徐々に移行しています。

1.1.3 高性能溶接におけるイットリウムタングステン電極の台頭

高性能溶接におけるイットリウムタングステン電極の台頭は、航空宇宙、軍事産業、ハイエンド製造の発展と密接に関係しています。これらの分野では、溶接継手の高い強度、精度、信頼性が要求されますが、イットリウム タングステン電極は、その優れたアーク特性と低い燃焼率により、最適な材料です。

航空宇宙分野では、イットリウム タングステン電極はチタン合金、ステンレス鋼、超合金の溶接に広く使用されています。たとえば、航空機エンジンプレードの製造には極めて高い溶接精度が必要であり、イットリウムタングステン電極の細かいアークカラムと深溶融能力により、溶接の均一性と強度が保証されます。軍事産業では、イットリウムタングステン電極は装甲鋼板やミサイル砲弾の溶接に使用されており、その安定したアークと低い

著作権および法的責任に関する声明

燃焼率により、複雑な構造の高い信頼性要件を満たすことができます。さらに、原子力産業やエネルギー機器の製造では、イットリウム タングステン電極は、その耐食性と高温安定性により、原子炉压力容器などの重要なコンポーネントの溶接に使用されます。

イットリウムタングステン電極の台頭は、TIG 溶接技術の進歩によるものでもあります。最新の TIG 溶接機は、イットリウム タングステン電極の特性とほぼ一致する、正確な電流制御と高周波アーク放電機能を提供します。さらに、自動溶接やロボット溶接の人気により、高い安定性と長寿命により生産コストが大幅に削減されるため、イットリウムタングステン電極の需要がさらに高まっています。

1.2 イットリウムタングステン電極の市場ポジショニング

1.2.1 他の希土類タングステン電極との比較分析

希土類タングステン電極の一種として、イットリウムタングステン電極は、トリウムタングステン電極(WT20)、ランタンタングステン電極(WL20)、セリウムタングステン電極(WC20)とは性能と用途に大きな違いがあります。いくつかの電極の比較分析は次のとおりです。

トリウムタングステン電極(WT20)

化学組成:2%酸化トリウム(ThO_2)をドーブし、赤色コーティング。

利点:強力な電子放出能力、優れたアーク放電性能、大電流溶接に適しています。

短所: 酸化トリウムは放射性であり、長期間使用すると健康や環境に害を及ぼす可能性があるため、特別な保管と保護具が必要です。

用途:主に DC 溶接に使用され、炭素鋼やステンレス鋼に適していますが、環境問題のため使用が制限されています。

ランタンタングステン電極(WL20)

化学組成:1.5%~2%の酸化ランタン(La_2O_3)をドーブし、青色のコーティングヘッド。

利点:放射能がなく、アーク開始性能が良好で、アーク安定性が高く、AC および DC 溶接に適しています。

短所:大電流での焼損率はイットリウムタングステン電極よりもわずかに高く、耐久性はわずかに低くなります。

用途:アルミニウム合金やマグネシウム合金の AC 溶接に広く使用されており、自動溶接に適しています。

セリウムタングステン電極(WC20)

化学組成:2%酸化セリウム(CeO_2)をドーブし、グレーコーティング。

利点:放射能がなく、低電流でのアーク放電性能に優れ、薄板溶接に適しています。

短所:大電流でのアーク安定性が悪く、高温耐性はイットリウムタングステン電極ほど良くありません。

用途:電子部品や薄肉チューブなどの低電力精密溶接に適しています。

イットリウムタングステン電極(WY20)

化学組成:2%酸化イットリウム(Y_2O_3)をドーブし、先端は青色です。

著作権および法的責任に関する声明

利点:非放射性、急速アーク放電、安定したアーク放電、低バーンアウト率、中電流および大電流の深溶融溶接に適しています。

短所:製造コストがわずかに高く、処理が困難です。

用途:航空宇宙および軍事産業で広く使用されており、炭素鋼、ステンレス鋼、銅アルミニウム、その他の材料に適しています。

性能比較の観点から見ると、イットリウムタングステン電極は、特に大電流、深溶融溶接シナリオにおいて、総合的な性能の点で他の希土類タングステン電極よりも優れています。その非放射性の性質により、ランタンタングステン電極やセリウムタングステン電極と比較して高温耐久性とアーク安定性の点で利点があるトリウムタングステン電極の理想的な代替品となります。

1.2.2 イットリウムタングステン電極の世界市場の現状と展望

中国のタングステン資源埋蔵量は世界の資源の 70%以上を占め、年間生産量は世界の生産量の 80%以上を占めているため、世界のタングステン電極市場は中国が支配しています。中国企業は、イットリウムタングステン電極の研究開発と生産において主導的な地位を占めています。さらに、米国、ヨーロッパ、日本もタングステン電極市場、特にハイエンド用途に大きな影響力を持っています。

市場調査によると、世界のタングステン電極市場規模は 2020 年に約 5 億米ドルで、2030 年までに約 4.5% の年間平均成長率 (CAGR) で成長すると予想されています。航空宇宙、軍事産業、新エネルギー機器製造が主な成長ドライバーです。たとえば、2030 年までに 1 兆 2,000 億米ドルに達すると予想されている世界の航空宇宙市場の急速な成長は、高性能溶接材料の需要を直接促進しています。

地域市場に関しては、アジア太平洋地域(特に中国とインド)がイットリウムタングステン電極の最大の消費者市場であり、世界市場の 50%以上を占めています。北米とヨーロッパの市場は、電極の精度と信頼性に重点を置いたハイエンド用途に重点を置いています。将来的には、環境規制の強化とトリウムタングステン電極の段階的廃止により、イットリウムタングステン電極の市場需要はさらに拡大すると予想されます。さらに、積層造形 (3D プリンティング) やレーザー TIG 複合溶接などの新興技術の台頭により、イットリウムタングステン電極の新たな応用シナリオも開かれました。

しかし、イットリウムタングステン電極市場も課題に直面しています。高い生産コストと原材料価格の変動が主な制約です。さらに、一部の発展途上国では依然として低コストのトリウムタングステン電極を使用することを好んでおり、短期的にはイットリウムタングステン電極の人気の阻害される可能性があります。長期的には、環境意識の高まりと生産プロセスの最適化により、イットリウムタングステン電極は世界的により大きな市場シェアを占めると予想されます。

1.2.3 イットリウムタングステン電極のユニークな利点

イットリウムタングステン電極のユニークな利点は、次の側面に反映されています。

著作権および法的責任に関する声明

優れたアーク性能:イットリウムタングステン電極のアークカラムは細く、高圧縮されているため、中電流から大電流での深溶け込み溶接に適しています。アーク始動電圧が低く(約 10~15V)、アークの発火が早く、安定性が高いため、高精度な溶接に適しています。低燃え尽き率:酸化イットリウムのドーピングにより再結晶温度が上昇するため、電極は高温で変形したり焼損したりしにくく、耐用年数は純タングステン電極よりも約 30%~50% 長くなります。

環境に優しく非放射性:トリウムタングステン電極と比較して、イットリウムタングステン電極には放射性物質が含まれていないため、現代の環境保護および安全基準を満たしており、オペレーターの健康リスクを軽減します。

幅広い材料適応性: イットリウム タングステン電極は、炭素鋼、ステンレス鋼、銅、アルミニウム、チタン合金などのさまざまな金属の溶接に適しており、薄板から厚板までさまざまな溶接シナリオに適しています。

高い信頼性: 航空宇宙産業や軍事産業では、イットリウム タングステン電極は溶接の高い強度と一貫性を保証し、厳しい品質要件を満たします。

これらの利点により、イットリウム タングステン電極はハイエンド溶接の分野、特に溶接品質と環境保護に対する高い要件があるシナリオにおいてかけがえのないものとなっています。



著作権および法的責任に関する声明

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

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

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

著作権および法的責任に関する声明

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

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

第2章 イットリウムタングステン電極の分類

高性能の非消耗電極として、イットリウムタングステン電極は、優れたアーク安定性、低い燃焼率、および非放射性特性により、タングステンアルゴンアーク溶接(TIG)、プラズマアーク溶接、およびその他の高精度用途に広く使用されています。さまざまなプロセス、材料、環境のニーズを満たすために、イットリウム タングステン電極は、酸化イットリウム含有量、溶接プロセス、形態仕様、適用環境、および標準仕様に従って分類されます。この章では、これらの分類方法について詳しく説明し、さまざまなタイプの電極の性能、用途、開発傾向を分析します。

2.1 酸化イットリウム含有量による分類

酸化イットリウム (Y_2O_3) の含有量は、イットリウム タングステン電極の性能に影響を与える重要な要因であり、電極の電子逃避仕事、アーク安定性、および高温耐性を直接決定します。酸化イットリウムの含有量の違いに応じて、イットリウムタングステン電極は、標準含有量(WY20 など)とカスタマイズされた含有量電極に分けることができます。

2.1.1 2% 酸化イットリウム電極 (WY20) の性能と使用。

性能特性:WY20 電極は、現在最も一般的なタイプのイットリウムタングステン電極であり、酸化イットリウム含有量は 1.8%~2.2%(質量分率)で、国際規格 ISO 6848 および国内規格 GB/T 4192 に準拠しています。

主な機能は次のとおりです。

電子脱出仕事:2.5~2.7 eV、純タングステン電極(4.5 eV)よりも低いため、アーク放電電圧は低く(10~15 V)、アーク放電時間は 0.1 秒<です。

アーク安定性:アークドリフト率<5%、DC 正極性(DCEN)および交流(AC)溶接に適しており、電流範囲は 50~300A です。

バーンアウト速度:200 A DC の条件下で、バーンダウン速度<0.2 mg / min で、トリウムタングステン電極(0.3~0.5 mg / min)よりも低くなります。

機械的特性:ピッカース硬度(HV)400~450、引張強度>1000MPa、高温溶接環境(アーク温度 6000~7000°C)に適しています。

環境保護:非放射性で、トリウムタングステン電極(ThO_2 を含み、 α 線を放出する)よりも優れており、国際労働機関(ILO)の安全基準に準拠しています。

製造プロセス:WY20 電極は粉末冶金プロセスによって調製され、タングステン粉末純度 $\geq 99.95\%$ 、酸化イットリウムの粒子サイズは 12 μm です。ドーピングプロセスでは、スプレードーピングまたは高エネルギーボールミリングを使用して、酸化イットリウムの均一な分布を確保します(偏差 $\leq \pm 0.1\%$)。焼結は、真空または水素雰囲気炉で、温度は 2000~2400°C、密度は 98%以上で行われます。

主な用途:

航空宇宙:タービンブレード、エンジン燃焼室、胴体構造用のチタン合金 (Ti-6Al-4V など) およびニッケル基合金 (インコネル 718 など) を溶接します。WY20 の低い燃焼率と安定したアークにより、>900 MPa の溶接強度が保証され、航空規格を満たしています。

著作権および法的責任に関する声明

エネルギー産業:原子力設備用のステンレス鋼压力容器とガスタービン用のニッケル基合金部品を 150~250A の電流で溶接し、溶接部に気孔や亀裂はありません。

自動車製造:電流 50~150A のステンレス鋼およびアルミニウム合金ボディを溶接し、熱影響部(<0.5mm)が小さい薄板(<2mm)の溶接に適しています。

造船業:高張力鋼板の溶接、電流 200~300A、強力な深溶け込み能力、高い溶接靱性。

利点と制限:WY20 電極は、中電流および汎用溶接シナリオでは優れた性能を発揮し、コスト効率が高くなりますが、超高電流 (>400 A) またはマイクロ溶接 (はんだ接合部<0.5 mm) の場合は、酸化イットリウムの含有量またはチップの設計を調整する必要がある場合があります。

2.1.2 カスタマイズされた酸化イットリウム含有量電極の開発

背景と要件: 溶接プロセス (超大電流プラズマ アーク溶接、マイクロ溶接など) の多様化に伴い、標準の WY20 電極では特定のニーズを満たさない場合があります。カスタマイズされた酸化イットリウム含有量電極 (WY10 や WY30 など) は、特別なアプリケーション シナリオに合わせて Y_2O_3 比 (0.5%~3.5%) を調整することで性能を最適化します。

開発の方向性:

低酸化イットリウム電極(WY10、 Y_2O_3 0.8%~1.2%):

性能:電子エスケープ電力 2.7~2.9eV、低電流(<50A)はんだ付けに適しており、約 10%~15% 低コストです。アーク安定性は WY20(ドリフト率<7%)よりやや劣りますが、アーク放電性能は良好です。

用途:マイクロ溶接(チップパッケージング、医療機器など)、ステンレス鋼薄板(<1mm)溶接。

製造:低ドーピングスプレープロセスを使用して酸化イットリウムの量を削減し、焼結温度は 1800~2200°C です。

高酸化イットリウム電極(WY30、 Y_2O_3 2.5%~3.5%):

性能:電子脱出電力 2.4~2.6eV、バーンダウン速度<0.1mg/min、再結晶温度>2100°C。超高電流(>400A)および高温環境に適しています。

用途: 原子力産業および航空宇宙におけるプラズマ アーク溶接、スプレー、および深溶融溶接。

製造:ナノスケールの酸化イットリウム(粒径 10~50nm)と放電プラズマ焼結(SPS)を使用し、粒径は<5 μ m、密度は 99%>。

複合ドーブ電極:酸化イットリウムと酸化ランタン(La_2O_3)または酸化セリウム(CeO_2)を組み合わせます(Y-La-W(Y_2O_3 1.5%+ La_2O_3 0.5%)など。このタイプの電極は、低エスケープワークと高い耐熱性を兼ね備えており、アークドリフト率は <3%、寿命は 20%~30% 長くなります。

課題と展望:

課題:酸化イットリウムの含有量が高いと生産コストが増加し(約 15%~20%)、ナノドーピング技術にはより高度な設備(高エネルギーボールミル、SPS 炉など)が必要です。

著作権および法的責任に関する声明

見通し：カスタマイズされた電極はハイエンド市場（半導体や原子力産業など）のニーズを満たすことができ、市場シェアは 2030 年までに 15%~20% に増加すると予想されています。

2.2 溶接プロセスによる分類

イットリウムタングステン電極は、TIG 溶接特殊電極、プラズマアーク溶接、および溶接プロセスに応じて特殊および特殊プロセス電極の切断に分けられ、各タイプの電極は特定のプロセスに最適化されています。

2.2.1 TIG 溶接用イットリウムタングステン電極

特徴:TIG 溶接(アルゴンアーク溶接)は、イットリウムタングステン電極の主な応用分野であり、アーク温度は 6000~7000°C、電流は 50~300A です。WY20 電極は、先端角度が 30°~45°、直径が 1.6~3.2mm で、エスケープワークが低く、アーク安定性が高いため好まれます。

パフォーマンス要件:

アーク放電電圧は 15V<、アーク放電時間は 0.1 秒<です。

アークドリフト率は<5%で、DCEN および AC 溶接に適しています。

燃え尽き症候群<0.2mg/min で、寿命は 100~150 時間です。

使う:

ステンレス鋼溶接:自動車の排気管、圧力容器、電流 50~150A、滑らかな溶接シーム、熱影響部<0.5mm。

チタン合金溶接:航空宇宙構造部品、電流 100~200A、アルゴン保護が必要です(流量 1015 L/min)。

アルミニウム合金溶接:AC 溶接、電流 50~200A、周波数 50~150Hz、車体および船舶部品に適しています。

最適化された設計:

先端は 30°~45°に研削され、アークが集中するようになります。

アークドリフトを低減するための表面(Ra<0.4μm)の電気化学研磨。

インテリジェント溶接機と組み合わせることで、パルス周波数(1~10Hz)が自動的に調整され、溶接品質が向上します。

2.2.2 プラズマアーク溶接および切断用電極

特徴:プラズマアーク溶接(PAW)と切断は、高エネルギー密度アーク(温度>20000°C)、電流 100~500A を使用し、電極に高電流支持能力と高温耐性が必要です。WY20 または WY30 電極の直径は 2.4~4.8mm、先端角度は 45°~60°です。

パフォーマンス要件:

アーク安定性(ドリフト率<3%)で、深溶け込み溶接(溶け込み深さ 10~15mm)をサポートします。

燃え尽き症候群<0.15mg/min で、寿命は 50~100 時間です。

高い再結晶温度(>2000°C)で、熱衝撃に強い。

著作権および法的責任に関する声明

使う:

プラズマアーク溶接:原子力設備用ステンレス鋼压力容器、電流 200~400A、気孔なし溶接。
プラズマ切断:炭素鋼、ステンレス鋼板(厚さ 20~100mm)、電流 300~1000A、切断幅<2mm。
プラズマ溶射:航空タービンブレードのセラミックコーティング(ジルコニア)、電流 400~600A、コーティング接着強度>70MPa。

最適化された設計:

WY30 電極を使用して高温性能を強化します。

電極を過熱から保護するための水冷式溶接トーチを装備しています。

アルゴンとヘリウムの混合保護ガス(比率 3:1)を使用して、アーク温度と安定性を向上させます。

2.2.3 特殊プロセス(真空溶接、マイクロ溶接)用電極。

特徴:真空溶接やマイクロ溶接には、揮発性が低く、精度が高く、入熱量が少ない電極が必要です。WY20 電極(直径 0.5~1.6mm)またはカスタマイズされたミニチュア電極(直径 0.3~0.8mm)が主なオプションです。

パフォーマンス要件:

ガス放出率が低く(<10⁻⁶Pa・m³/s)、真空環境(10⁻³~10⁻⁵Pa)に適しています。

アーク径<0.5mm で、マイクロ溶接に適しています。

燃焼速度は<0.1mg/min、先端半径は<0.1mm です。

使う:

真空溶接:半導体装置パイプライン、宇宙船チタン合金シェル、電流 10~50A、真空度 10⁻⁴Pa。
マイクロはんだ付け:チップパッケージング、医療機器(手術器具など)、電流 5~20A、はんだ接合部直径<0.2mm。

高精度積層造形:プラズマアークは航空宇宙部品を修理し、電流は 20~50A、積層精度は 0.05mm±。

最適化された設計:

レーザー微細加工により実現した小型針状電極(先端半径<0.05mm)を開発。

高純度ヘリウム(流量 8~12L/min)を使用してアーク拡散を低減します。

高周波アーク放電装置(周波数 10~20kHz)と組み合わせることで、迅速な点火を保証します。

2.3 形態・仕様による分類

イットリウムタングステン電極の形態と仕様は、用途のニーズに応じて標準ロッド、マイクロニードル、および非標準のカスタマイズされた電極に分けられ、さまざまな溶接精度とプロセス要件を満たします。

2.3.1 標準ロッド電極(直径と長さの仕様)

特徴:標準ロッド電極はイットリウムタングステン電極の主形式で、直径 0.5~6.4mm、長さ 50~175mm で、ISO 6848 および GB/T 4192 規格に適合しています。公差は直径 0.05mm、長さ $\pm 1\text{mm}$ ±、表面粗さは $Ra < 0.4\mu\text{m}$ です。

仕様と用途:

直径 0.5~1.6mm: マイクロ溶接、薄板はんだ付け、電流 10~100A、チップパッケージングや医療機器に適しています。

直径 1.6~3.2mm: ユニバーサル TIG 溶接、電流 50~250A、ステンレス鋼、チタン合金、アルミニウム合金に適しています。

直径 3.2~6.4mm: 大電流溶接とプラズマ切断、電流 200~500A、厚板や深溶融溶接に適しています。

長さ 50~75mm: 手動溶接で操作が簡単です。

長さ 150~175mm: 自動溶接、ロング溶接ガンに対応。

製造プロセス:

精密伸線機(公差 $\pm 0.01\text{mm}$)とレーザー切断機(長さ精度 $\pm 0.1\text{mm}$)を使用しています。

表面は電気化学的に研磨されており、滑らかで欠陥がありません。

利点: 標準ロッド電極は、生産効率が高く、低コストで、汎用性が高く、市場シェアの 70% 以上を占めています。

2.3.2 マイクロニードル電極(超精密溶接用)

特徴: マイクロニードル電極径 0.3~1.0mm、先端半径 $< 0.1\text{mm}$ 、超精密溶接用に設計されています。電極長は 20~50mm、公差は $\pm 0.01\text{mm}$ 、表面粗さは $Ra < 0.2\mu\text{m}$ でした。

パフォーマンスと使用法:

性能: アーク直径 $< 0.5\text{mm}$ 、熱影響部 $< 0.1\text{mm}$ 、電流 5~50A に適しています。

使う:

半導体チップパッケージ: 銅と金のリード線のはんだ付け、はんだ接合部の直径 $< 0.2\text{mm}$ 。

医療機器: 溶接マイクロステンレス鋼の外科用ナイフ、電流 5~20A。

オプトエレクトロニクス: 0.01 mm の精度 $\pm$ 光ファイバー コネクタをはんだ付けします。

製造プロセス:

レーザー微細加工装置を使用して、チップを 15° ~ 30° の角度で加工します。

電気化学研磨(電圧 5~10V)を採用し、表面を滑らかにします。

超微細電極を製造するための高精度伸線機(公差 $\pm 0.005\text{mm}$)を搭載しています。

開発動向: マイクロエレクトロニクスおよび医療産業の発展に伴い、マイクロニードル電極の需要は 20%~30% 増加すると予想され、レーザー加工とナノドレーピング技術の応用が促進されます。

2.3.3 非標準のカスタマイズされた電極(特殊形状の設計と用途)

特徴: 非標準のカスタマイズされた電極は、湾曲電極、テーパ電極、マルチチップ電極などの特別なプロセス要件に従って設計されています。直径と長さは、公差 0.05 mm ± 顧客の要件に応じてカスタマイズされます。

アプリケーションシナリオ:

複雑な構造溶接: 航空宇宙部品の特殊形状溶接には、曲げ電極(曲率半径 5~10mm)が必要です。

多点はんだ付け: バッテリーアセンブリのマルチリードはんだ付けでは、マルチチップ電極(チップ間隔 0.5~2mm)を使用します。

積層造形: 円錐形電極(先端角度 60°~90°)を使用して積層精度を向上させるプラズマアーク補修。

製造プロセス:

特殊形状の電極は、CNC 旋盤または 3D プリンティング技術を使用して形成されます。

複雑な形状は、レーザー切断と放電加工 (EDM) を使用して実現されます。

ジルコニアなどの表面コーティングは、高温耐性を高めます。

利点と課題:

利点: 特別なニーズを満たし、溶接効率を向上させます。

課題: 生産サイクルが長く、コストが高い(約 20%~30%高い)。

2.4 アプリケーション環境による分類

イットリウムタングステン電極は、適用環境の温度、雰囲気、化学的特性に応じて、高温、真空、不活性ガス、および腐食環境用の特殊電極に分けられます。

2.4.1 高温環境での溶接電極

特徴: 高温環境 (プラズマ アーク溶接、スプレーなど) では、電極に高い再結晶温度 (>2000°C) と低い燃焼速度 (<0.15 mg/min) が必要です。WY30 電極(Y_2O_3 2.5%~3.5%)が主な選択肢で、直径は 2.4~4.8mm、先端角度は 45°~60°です。

パフォーマンスと使用法:

性能: 耐熱衝撃性、アーク温度 >10000°C、寿命 50~100 時間。

使う:

原子力産業: 溶接ジルコニウム合金燃料棒、電流 300~500 A。

航空宇宙: ニッケル基合金タービnbrレードスプレー、電流 400~600A。

エネルギー機器: ガスタービン燃焼室溶接、温度 >1200°C。

最適化された設計:

SPS 焼結を使用し、粒径は 5μm<しました。

表面ナノコーティング(Y_2O_3 - ZrO_2 など)により、耐酸化性を向上させます。

2.4.2 真空および不活性ガス環境電極

特徴:真空(10^{-3} ~ 10^{-5} Pa)または不活性ガス(アルゴン、ヘリウムなど)環境では、低い電極揮発性(ガス放出速度 $<10^{-6}$ Pa·m³/s)が必要です。WY20 電極(直径 0.5~2.4mm)は、この環境に適しており、先端半径は 0.2mm<です。

パフォーマンスと使用法:

性能:低ガス放出、アーク安定性(ドリフト率 $<3\%$)。

使う:

半導体装置:ステンレス鋼管真空溶接、電流 10~50A。

宇宙船:チタン合金シェル溶接、真空度 10^{-4} Pa。

真空熱処理:高温炉電極、温度 $>1500^{\circ}\text{C}$ 。

最適化された設計:

高純度タングステン($\geq 99.99\%$)とナノ酸化イットリウム(10~50nm)を使用しています。

高純度ヘリウム(流量 8~12L/min)を使用してアーク拡散を低減します。

2.4.3 腐食環境用の特殊電極

特徴: 腐食環境 (海洋工学、化学機器など) では、酸化や化学腐食に耐える電極が必要です。アルゴン保護(流量 10~15 L/min)を備えた WY20 電極(直径 1.6~3.2 mm)が主な選択肢です。

パフォーマンスと使用法:

性能:酸化防止層形成(WO_3 揮発性 <0.05 mg/min)、表面粗さ $\text{Ra}<0.2$ μm 。

使う:

海洋工学:塩化物イオン腐食に強い溶接ステンレス鋼の船の甲板。

化学機器:酸性環境に耐性のあるハステロイ合金パイプ溶接。

エネルギー産業:原子力設備パイプライン溶接、高温高圧耐性。

最適化された設計:

耐食性を高めるための表面電気化学研磨またはコーティング(TiN など)。

アルゴンヘリウム混合ガス(比率 4:1)と組み合わせることで、保護効果が向上します。

2.5 規格と識別仕様

規格とラベル仕様は、国際規格、国内規格、および包装要件をカバーし、イットリウム タングステン電極の品質の一貫性とトレーサビリティを保証します。

2.5.1 国際規格 (ISO 6848、AWS A5.12) の分類とカラースケール。

ISO 6848:2015:

分類:イットリウムタングステン電極は WY20 とマークされており、 Y_2O_3 含有量は 1.8%~2.2%で、端は青色に塗られています。

カラースケール:青い端は、トリウムタングステン(赤)、ランタンタングステン(金)、セリウムタングステン(灰色)と区別されます。

要件:直径 0.5~6.4mm、公差 ± 0.05 mm。長さ 50~175mm、公差 ± 1 mm。燃え尽き症候群 <0.2 mg/

著作権および法的責任に関する声明

分です。

AWS A5.12:2009:

分類:EWY-2、Y₂O₃含有量 1.8%~2.2%、青い端と表示されています。

要件:化学組成(タングステン≥99.5%)、アーク安定性(ドリフト率<5%)、表面粗さ Ra<0.4μm。

認証: 性能テストレポートと第三者試験機関の認証が必要です。

アプリケーション: 国際規格は世界貿易に適用でき、一貫した電極性能を確保するために航空宇宙、原子力産業、マイクロエレクトロニクスで広く使用されています。

2.5.2 国内規格 (GB/T 4192) における分類と識別。

GB/T 4192-2017:

分類:WY20(Y₂O₃ 1.8% 2.2%)、および WY10(0.8%1.2%)およびその他の非標準モデル、青い端。

要件:タングステン純度≥99.5%、不純物<0.05%、アーク始動電圧<15V、バーンイン速度<0.2mg/min。

識別: モデル、サイズ、生産バッチ、メーカー情報は、電極表面またはパッケージにマークされています。

アプリケーション:国内規格と中国での実際の生産を組み合わせ、非標準のカスタマイズを柔軟にサポートし、自動車、造船、エネルギー業界で広く使用されています。

2.5.3 イットリウムタングステン電極の包装およびラベル表示要件

梱包要件:

防湿性と耐衝撃性: 電極が湿ったり衝突したりするのを防ぐために、密封されたプラスチックの箱または真空包装を使用してください。

明確な識別: パッケージには、モデル (WY20)、寸法 (直径、長さ)、バッチ番号、製造日、メーカー情報が記載されています。

バーコード/RFID: 最新のパッケージにはバーコードまたは RFID タグが組み込まれており、在庫管理とトレーサビリティが容易です。

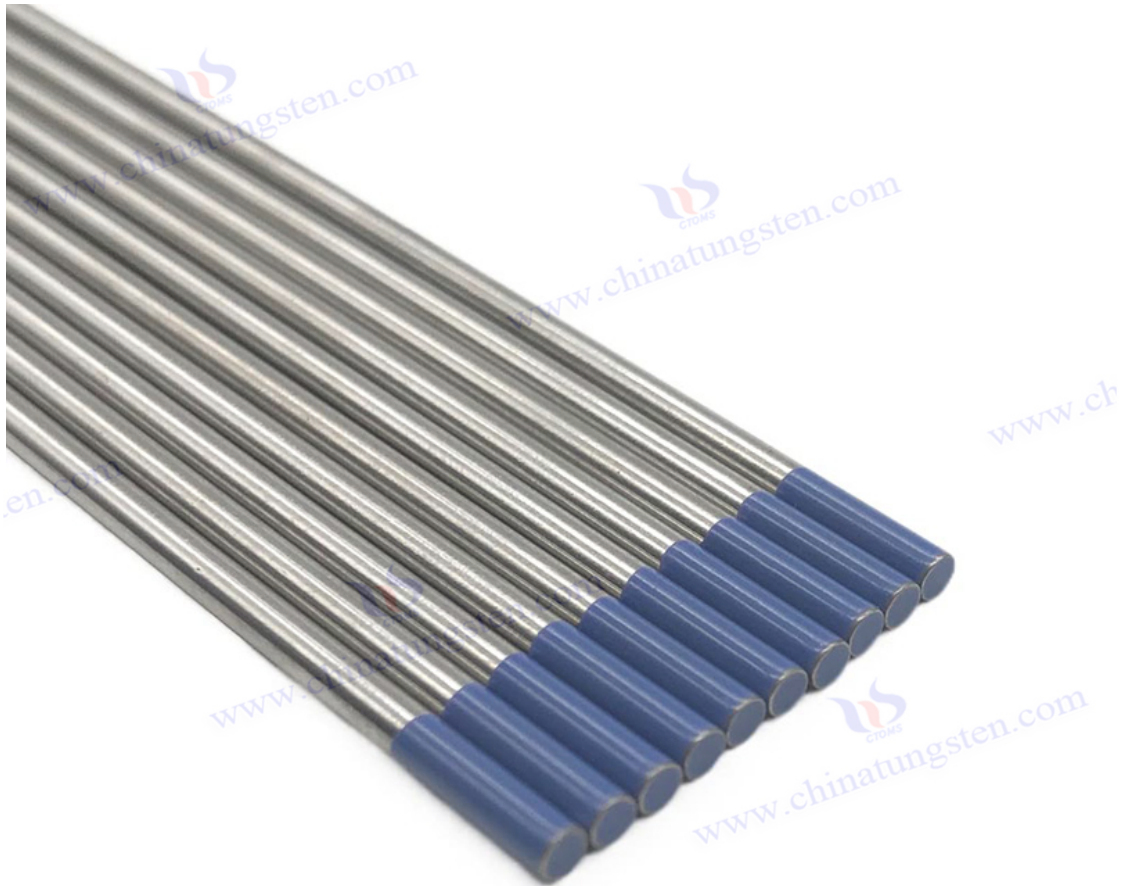
保管と輸送:

保管環境:酸化や汚染を避けるため、湿度<60%、温度 5~30°C。

配送要件: 電極が曲がったり破損したりしないように、耐衝撃梱包を使用してください。

開発傾向: 将来的には、トレーサビリティとユーザー エクスペリエンスを向上させるために、スマート パッケージング (QR コード リンクのパフォーマンス データなど) が導入される可能性があります。

著作権および法的責任に関する声明



第3章 イットリウムタングステン電極の性能特性

3.1 イットリウムタングステン電極の物性

3.1.1 イットリウムタングステン電極の高融点と高温安定性

イットリウム タングステン電極は、その卓越した高融点と高温安定性により、溶接業界で重要な位置を占めています。イットリウムタングステン電極は、主に高純度タングステン(W、純度約 98%~99.5%)と酸化イットリウム(Y_2O_3 、質量分率約 1.8%~2.2%)で構成されており、タングステンの融点は 3422°C と高く、自然界で最も融点の高い金属の 1 つです。この特性により、イットリウム タングステン電極は、非常に高温のアーク放電環境 (アーク温度は 6000~7000°C に達する可能性があります) でも構造的完全性を維持でき、溶融や重度の焼損が発生しにくくなります。

酸化イットリウムのドーピングにより、電極の高温安定性がさらに向上します。酸化イットリウムは熱安定性が高く、その分解温度は溶接プロセス中の実際の使用温度よりもはるかに高くなります(約 2500°C 以上)。酸化イットリウムをドーピングすることにより、イットリウムタングステン電極の再結晶温度が大幅に上昇し、通常 2000°C 以上に達し、純粋なタングステン電極の 1700°C よりも大幅に高くなります。これは、イットリウムタングステン電極が長期間の高温動作中に結晶粒構造の安定性を維持し、粒界の滑りや微細な亀裂の形成を低減できることを意味します。この高温安定性は、航空宇宙分野でチタン合金や超合金を溶接する場合など、電極が変形や性能低下なしに持続的な高温アーク衝撃に

著作権および法的責任に関する声明

耐えることができる、大電流の深溶融溶接にとって特に重要です。

さらに、イットリウムタングステン電極の高温安定性は、耐熱衝撃性にも反映されます。急速加熱と冷却のサイクル中、電極表面は熱亀裂が発生しにくいです。この特性は、タングステンマトリックスの均一な微細構造と酸化イットリウム粒子の拡散分布によるもので、高温で粒界を釘付けにし、結晶粒の成長と熱応力集中を阻害する役割を果たします。

3.1.2 イットリウムタングステン電極の密度、硬度、耐変形性

イットリウムタングステン電極の密度は、高密度材料である純タングステンの理論値に近く、約 $19.1\sim 19.3\text{ g/cm}^3$ です。この高密度特性により、電極はアーク放電の作用下で高い機械的安定性を持ち、アーク衝撃や機械的振動によって引き起こされる変形に耐えます。酸化イットリウムのドーピングは電極の密度にほとんど影響しませんが、製造プロセス(高温焼結やマルチパス鍛造など)を最適化することで、電極の内部気孔率を 1%未満に低減し、密度の均一性をさらに向上させることができます。

硬度に関しては、イットリウムタングステン電極のビッカース硬度(HV)は通常 400~450 で、純粋なタングステン電極(約 350~400HV)よりもわずかに高くなります。酸化イットリウム粒子の拡散強化効果により電極の耐変形性が向上し、高温高压下での塑性変形が起こりにくくなります。この高い硬度と変形に対する耐性は、パイプ溶接や圧力容器製造など、電極が先端形状の安定性を維持し、変形によるアークシフトを低減できる、長時間の連続溶接が必要なシナリオでは特に重要です。

変形抵抗の増加は、電極の粒径にも密接に関係しています。焼結温度とドーピングプロセスを正確に制御することにより、最新のイットリウムタングステン電極は、従来の純タングステン電極の $20\sim 50\mu\text{m}$ と比較して、 $5\sim 10\mu\text{m}$ の範囲で粒径を制御できます。微細な結晶粒構造により硬度が向上するだけでなく、電極の靱性も向上し、機械的応力下で破壊されにくくなります。

3.1.3 イットリウムタングステン電極の熱伝導率と熱膨張特性

イットリウムタングステン電極の熱伝導率は約 $174\text{ W/m}\cdot\text{K}$ で、純タングステン(約 $170\sim 180\text{ W/m}\cdot\text{K}$)の熱伝導率に近く、他の希土類ドーパ電極(トリウムタングステン電極など、約 $160\text{ W/m}\cdot\text{K}$)よりも優れています。熱伝導率が高いため、電極は高温アーク放電の作用下で熱を素早く放散し、先端温度を下げ、焼損や熱亀裂の発生を低減します。これは、電極先端が継続的な熱入力に耐える必要がある高出力溶接では特に重要です。

熱膨張係数は、イットリウム タングステン電極のもう 1 つの重要な物理的特性です。タングステンの熱膨張係数は低く、約 $4.5\times 10^{-6}\text{ K}^{-1}(20\sim 1000^{\circ}\text{C})$ ですが、酸化イットリウムのドーピングは熱膨張係数にほとんど影響を与えません。この低い熱膨張特性により、高温サイクル中の電極の寸法変化が最小限に抑えられ、熱膨張による応力集中や先端の変形が回避されます。実際の用途では、熱膨張係数が低いため、イットリウム タングステン電

著作権および法的責任に関する声明

極はパルス TIG 溶接やプラズマ アーク溶接などの急速な加熱および冷却溶接プロセスに適応できます。

3.2 イットリウムタングステン電極の化学的性質

3.2.1 高温における酸化イットリウムの化学的安定性

酸化イットリウム (Y_2O_3) は、イットリウム タングステン電極の重要なドーピング成分として、非常に高い化学的安定性を持っています。融点は約 $2410^{\circ}C$ で、分解温度は溶接工程中の実際の温度(約 $2000\sim 2500^{\circ}C$)よりもはるかに高くなります。高温のアーク放電環境では、酸化イットリウムは化学的に不活性なままであり、アーク内の反応性ガス (酸素、窒素など) や金属蒸気と大きく反応しません。この安定性により、長時間使用しても電極表面に酸化物や化合物の堆積物が形成されず、アークの安定性と純度が維持されます。

酸化イットリウムの化学的安定性は、その還元抵抗にも反映されます。アルゴンまたはヘリウムで保護された TIG 溶接では、電極表面が少量の還元ガス (水素など) にさらされる可能性があります。酸化イットリウムの結合エネルギーが高い(Y-O 結合エネルギーは約 $715kJ/mol$)ため、還元が困難になり、電極の微細構造の完全性が維持されます。この特性は、電極表面の化学変化がアークドリフトや溶接汚染につながる可能性がある高精度溶接では特に重要です。

3.2.2 イットリウムタングステン電極の耐酸化性と耐食性

高温でのイットリウムタングステン電極の耐酸化性は、純粋なタングステン電極の耐酸化性よりも優れています。純粋なタングステンは高温 ($>1000^{\circ}C$) の空气中で酸化しやすく、揮発性の WO_3 を形成し、電極が急速に焼損します。酸化イットリウムのドーピングは、安定した酸化物保護層を形成することにより、電極表面の酸化速度を大幅に低下させます。実験によると、イットリウムタングステン電極の酸化と重量増加率は、 $1000^{\circ}C$ の酸化環境下で純粋なタングステン電極の酸化率の $50\%\sim 60\%$ にすぎません。

腐食環境 (塩化物や酸性ガスを含む産業環境など) では、イットリウム タングステン電極は優れた耐食性を示します。タングステンマトリックス自体は優れた耐食性を備えており、酸化イットリウムの化学的不活性により電極の耐腐食性がさらに向上します。たとえば、海洋工学溶接では、イットリウム タングステン電極は海水中の塩化物イオン腐食に耐性があり、長期的な性能安定性を維持します。

3.2.3 特殊環境(真空、不活性ガスなど)におけるイットリウムタングステン電極の化学的挙動

真空または不活性ガス環境では、イットリウム タングステン電極は特に優れた化学的挙動を示します。真空溶接(真空電子ビーム溶接など)では、電極表面は活性ガスとほとんど接触せず、酸化イットリウムの揮発性が低い(蒸気圧は $2000^{\circ}C<10^{-5}Pa$)ため、電極は不純物ガスを放出せず、真空環境の純度を維持します。この機能により、半導体製造や宇宙船のシールはんだ付けに最適です。

不活性ガス環境 (アルゴン、ヘリウム保護 TIG 溶接など) では、イットリウム タングステン電極の化学的安定性により、電極とシールド ガスの間の相互作用がさらに減少しま

す。酸化イットリウム粒子は電極表面に安定した微細な保護層を形成し、タングステンマトリックスが酸素や水蒸気などの微量不純物ガスと反応するのを防ぎます。この特性により、アークの純度と溶接の品質が保証され、高精度溶接に特に有利です。

3.3 イットリウムタングステン電極の電気的特性

3.3.1 イットリウムタングステン電極の電子脱出仕事とアーク放電性能

イットリウムタングステン電極の電子脱出仕事は、その電気的性能のコア指標です。純粋なタングステンの電子脱出仕事は約 4.5 eV ですが、酸化イットリウムのドーピングにより 2.5~2.7 eV に減少します。この低エスケープワークにより、電極の熱電子放出能力が大幅に向上し、電極がより低い電圧 (10~15 V) でアークを点火できるようになり、アーク開始時間とエネルギー消費が削減されます。

実際の用途では、イットリウムタングステン電極のアーク放電性能は、応答が速く、アーク放電故障率が低いという特徴があります。特にパルス TIG 溶接や高周波アークプロセスでは、電極はミリ秒単位で安定したアークカラムを形成できます。この特性は、電子部品や医療機器の微細溶接などの精密溶接において、入熱を低減し、被削材を保護するために特に重要です。

3.3.2 高電流密度におけるイットリウムタングステン電極のアーク安定性

高電流密度 (50~500 A/mm²) でのイットリウム タングステン電極のアーク安定性は、その主な利点の 1 つです。酸化イットリウムのドーピングにより、アークカラムがより細く圧縮され、アークエネルギーが集中し、メルトプールが正確に制御されます。実験によると、イットリウムタングステン電極のアークドリフト率は、200~300A の大電流条件下で 5%未満であり、純粋なタングステン電極(約 10%~15%)と比較して大幅に改善されています。

アーク安定性の向上は、電極先端の微細構造にも関係しています。酸化イットリウム粒子は電極先端に均一な発光点を形成し、アークの局所的なジャンプや分散を低減します。この特性は、安定したアークが溶接の均一性と強度を保証する厚いステンレス鋼やチタン合金の溶接などの深熔融溶接では特に重要です。

3.3.3 イットリウムタングステン電極の導電率と熱電子放出能力

イットリウムタングステン電極の導電率は純タングステンの導電率に近く、抵抗率は約 $5.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ で、トリウムタングステン電極(約 $6.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)よりわずかに優れています。高い導電性により、電極は大電流で効率的に電流を伝導でき、ジュール熱損失が低減され、チップ温度の安定性が維持されます。

熱電子放出能力は、イットリウムタングステン電極のもう一つの重要な電気的特性です。酸化イットリウムの脱出功が低く、高温安定性があるため、アーク環境で熱電子を継続的に放出し、アークの連続性を維持することができます。ランタンタングステン電極(WL20)またはセリウムタングステン電極(WC20)と比較して、イットリウムタングステン電極は大電流(>200 A)での熱電子放出効率が高く、高出力のディープメルト溶接に適しています。

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

3.4 イットリウムタングステン電極の機械的特性

3.4.1 イットリウムタングステン電極の高温耐クリープ性

高温でのイットリウムタングステン電極の耐クリープ性は、酸化イットリウムの拡散強化効果によるものです。高温アーク環境(約 2000~2500°C)では、純粋なタングステン電極はクリープが発生しやすく、先端の変形や破損につながります。酸化イットリウム粒子は、粒界を固定し、転位運動を抑制することにより、電極の耐クリープ性を大幅に向上させます。実験によると、2000°C でのイットリウムタングステン電極のクリープ速度は、純粋なタングステン電極の 30%~40%にすぎません。

この耐クリープ性により、イットリウム タングステン電極は、長期間の大電流溶接でも形状の安定性を維持できます。たとえば、電極が何時間も連続動作される航空宇宙におけるチタン溶接では、イットリウム タングステン電極の耐クリープ特性により、先端形状の長期安定性が保証されます。

3.4.2 イットリウムタングステン電極の電極先端の耐摩耗性

電極先端の耐摩耗性は、溶接の品質と電極の寿命に影響を与える重要な要素です。イットリウムタングステン電極は、精密研削加工により鋭い先端(先端半径 0.1~0.5mm)で形成され、酸化イットリウムの強化効果により耐摩耗性が向上しています。大電流溶接では、電極先端はアーク衝撃とイオン衝撃を受け、酸化イットリウム粒子の硬度 (約 910 モース) は先端の摩耗や侵食に効果的に抵抗します。

純粋なタングステン電極と比較して、イットリウムタングステン電極の先端摩耗率は、特に交流(AC)溶接において約 20%~30%減少します。AC 溶接では、電極先端は正極性と負極性を急速に切り替え、イットリウムタングステン電極の耐摩耗性により先端形状の長期安定性が保証され、アークドリフトと溶接欠陥が減少します。

3.4.3 イットリウムタングステン電極の低燃焼損失特性と寿命の分析

イットリウムタングステン電極の燃え尽き率が低いことは、最も重要な機械的特性の 1 つです。バーンダウン率は通常、特定の電流と時間における電極の質量損失率として定義されます。実験によると、イットリウムタングステン電極の焼損速度は、200 A DC 溶接条件下でわずか 0.1~0.2 mg / min であり、純粋なタングステン電極(0.3~0.5 mg / min)よりも大幅に低くなっています。

低い燃焼損失率は、次の要因のおかげで達成されます。

酸化イットリウムは電極の再結晶温度を上昇させ、高温での結晶粒成長を抑制します。高い熱伝導率と低い熱膨張係数により、先端の熱応力が低減され、微小亀裂が減少します。電極表面の平滑性が高く(Ra<0.4μm)、アーク衝撃による材料の剥離を低減します。

寿命分析によると、一般的な TIG 溶接条件下でのイットリウムタングステン電極の耐用年数は 100~150 時間に達し、純粋なタングステン電極(50~80 時間)よりも約 30%~50%長くなります。大電流または高周波パルス溶接では、寿命の利点はさらに明白です。

著作権および法的責任に関する声明

3.5 イットリウムタングステン電極の安全性と環境保護特性

3.5.1 イットリウムタングステン電極の非放射能と低毒性の利点

イットリウムタングステン電極の非放射能は、トリウムタングステン電極(WT20)に対する主な利点です。トリウムタングステン電極は、酸化トリウム(ThO_2 、 α 放射性)の存在により健康上のリスクがあり、長期被ばくすると放射線被ばくにつながる可能性があります。イットリウムタングステン電極中の酸化イットリウムは放射性ではなく、国際労働機関(ILO)および世界保健機関(WHO)の安全基準を満たしています。

さらに、イットリウムタングステン電極の低毒性特性により、製造および使用中のオペレーターの健康への影響が最小限に抑えられます。酸化イットリウムとタングステンはどちらも化学的に不活性な物質であり、揮発しにくい、または有害なガスを生成しません。溶接プロセス中、イットリウム タングステン電極は有毒な蒸気を放出しないため、オペレーターの呼吸器や皮膚への曝露のリスクが軽減されます。

3.5.2 イットリウムタングステン電極の環境影響と持続可能性評価

イットリウムタングステン電極の環境保護は、製造および使用中の環境への影響が少ないことに反映されています。トリウムタングステン電極と比較して、イットリウムタングステン電極は特別な放射性廃棄物処理設備を必要としないため、環境汚染のリスクが軽減されます。スプレードーピングや高温焼結などの最新のプロセスは、エネルギー利用を最適化し、廃棄物排出量を削減することで、生産中の持続可能性を高めます。

ライフサイクルの観点から見ると、イットリウムタングステン電極の長寿命特性により、電極交換の頻度が減り、資源消費と廃棄物の発生が削減されます。さらに、タングステンと酸化イットリウムの両方をリサイクルでき、高温溶解と化学精製により 90%以上の回収率を達成し、循環経済の要件を満たしています。

3.5.3 イットリウムタングステン電極の労働安全衛生仕様

イットリウムタングステン電極の労働安全衛生仕様には、主に次の側面が含まれます。

操作の安全性: アーク光による目や皮膚への損傷を避けるために、溶接中は保護メガネと手袋を着用する必要があります。

換気要件: イットリウム タングステン電極は無毒ですが、溶接プロセス中に少量の金属蒸気が発生する可能性があるため、職場の換気が十分であることを確認してください。

保管と輸送: 電極は、湿気や機械的損傷を避けるために、乾燥した換気の良い環境に保管する必要があります。電極の破損を防ぐために、輸送中は耐衝撃梱包が必要です。

廃棄物の処理: 廃電極は、ランダムな廃棄を避けるために分別してリサイクルする必要があります。

3.6 中国タングステンインテリジェント製造イットリウムタングステン電極 MSDS

パート 1: 製品名

名前: イットリウムタングステン電極(WY20)

CAS 番号: 7440-33-7

著作権および法的責任に関する声明

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

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

パート 2:構成/構成情報

化学組成:タングステン(W、98%~99.5%)、酸化イットリウム(Y_2O_3 、1.8%~2.2%)、微量不純物(<0.1%)。

物理的状態:ソリッドロッド形状、青いコーティングロゴ。

パート 3:危険の概要

健康被害:この製品は目や皮膚に刺激を与えません。

爆発の危険性:この製品は不燃性で刺激性ではありません。

パート 4:応急処置

皮膚接触:汚染された衣服を脱ぎ、多量の流水ですすいでください。

アイコンタクト:まぶたを持ち上げ、流水または生理食塩水ですすいでください。医療。

吸入:現場を新鮮な空気に任せます。呼吸が困難な場合は、酸素を投与してください。医療。

食べる:嘔吐を誘発するのに十分な温水を飲みます。医療。

パート 5:防火対策

有害な燃焼生成物:自然分解生成物は不明です。

消火方法:消防士は、風上方向の消火のために防毒マスクと全身消防服を着用する必要があります。消火剤:乾燥皮革粉末、砂。

パート 6:漏れの緊急処理

緊急処理:漏れている汚染エリアを隔離し、アクセスを制限します。火源を遮断する。緊急対応要員は防塵マスク(フルフェイスマスク)と防ガス服を着用することをお勧めします。ほこりを避け、慎重に掃除し、袋に入れて安全な場所に移してください。漏れが多い場合は、ビニールシートやキャンバスで覆ってください。収集してリサイクルするか、廃棄物処理場に輸送して処分します。

パート 7:操作、廃棄、保管

操作上の注意:オペレーターは特別な訓練を受け、操作手順を厳守する必要があります。オペレーターは、自吸式フィルター防塵マスク、化学安全保護メガネ、毒性防止浸透作業服、ゴム手袋を着用することをお勧めします。火気や熱源から離れた職場での喫煙は固く禁じられています。防爆換気システムと機器を使用してください。ほこりを避けてください。酸化剤やハロゲンとの接触を避けてください。取り扱いの際は、梱包や容器の損傷を防ぐため、軽く積み下ろししてください。対応する種類と量の消防設備と漏水緊急処理設備を装備しています。空の容器には有害物質が残る可能性があります。

保管上の注意:涼しく換気の良い倉庫に保管してください。火や熱源に近づかないでください。酸化剤やハロゲンとは別に保管し、混合しないでください。対応する種類と数量の消防設備を装備しています。保管場所には、こぼれを封じ込めるための適切な材料を備えている必要があります。

パート VIII:接触制御/個人用保護具

著作権および法的責任に関する声明

中国 MAC(mg / m3):6

旧ソビエト MAC(mg / m3):6

TLVTN:ACGIH 1mg/m3

TLVWN:ACGIH 3mg/m3

モニタリング方法:チオシアン化カリウム-塩化チタン分光ルミノメトリー

エンジニアリング制御:ほこりのない生産プロセスと完全な換気。

呼吸器系の保護:空気中の粉塵濃度が基準を超える場合は、自吸式フィルター防塵マスクを着用する必要があります。緊急時に避難する際は、空気呼吸器を着用してください。

目の保護:化学安全メガネを着用してください。

身体保護:毒物浸透防止作業服を着用してください。

手の保護:ゴム手袋を着用してください。

パート 9:物理的および化学的性質

主な成分:純粋な製品

外観と特性:固体、メタリックブライต์ホワイト

融点(°C):該当なし

沸点(°C):該当なし

相対密度(水=1):13~18.5(20°C)

蒸気密度(空気=1):データなし

飽和蒸気圧 (kPa): データなし

燃焼熱(kJ/mol):データなし

臨界温度(°C):データなし

臨界圧力(MPa):データなし

配水係数の対数値:データなし

引火点(°C):データなし

発火温度(°C):データなし

爆発限界%(V / V):データなし

爆発下限%(V / V):データなし

溶解度:硝酸とフッ化水素酸に可溶

主な用途:シールド部品、タングステン合金ダーツシャフト、タングステン合金ボールなどの製造に使用されます

パート 10:安定性と反応性

禁止成分:強酸、強アルカリ。

パート XI:

急性毒性:データなし

LC50: データなし

パート 12:生態学的データ

この部分に関するデータはありません

パート 13:廃棄物処理

著作権および法的責任に関する声明

廃棄物自然廃棄物の処理方法:処分する前に、関連する国および地域の規制を参照してください。可能であれば、リサイクルしてください。

パート 14:配送情報

危険物番号: 情報なし

包装カテゴリ:Z01

輸送上の注意: 梱包が完全で、積み込みが安全である必要があります。輸送中は、容器が漏れたり、倒れたり、落下したり、損傷したりしないように注意してください。酸化剤、ハロゲン、食用化学物質などと混合して輸送することは固く禁じられています。輸送中は、日光への曝露、雨、高温から保護する必要があります。輸送後は車両を徹底的に清掃する必要があります。

パート 15:規制情報

規制情報:化学危険物の安全管理に関する規則(1987 年 2 月 17 日に国务院によって発行)、化学危険物の安全管理に関する規則の実施規則(華老法[1992]第 677 号)、職場での化学物質の安全な使用に関する規則([1996]労働省法第 423 号)およびその他の規制、化学危険物の安全な使用、生産、保管、輸送、積み下ろしに関する対応する規定を定めています。作業場の空気中のタングステンの衛生基準(GB 16229-1996)は、作業場の空気中の物質の最大許容濃度と検出方法を指定しています。

パート 16:サプライヤー情報

サプライヤー: CTIA GROUP LTD

電話番号:0592-5129696/5129595



第4章 イットリウムタングステン電極の調製プロセスと技術

4.1 イットリウムタングステン電極の原料の調製

4.1.1 高純度タングステン粉末のスクリーニングと調製

イットリウムタングステン電極の調製は、高純度タングステン粉末のスクリーニングと調製から始まり、タングステン粉末の品質は電極の物理的、化学的、電気的特性に直接影響します。タングステン粉末は通常、パラタングステン酸アンモニウム (APT) または三酸化タングステン (WO_3) から水素還元プロセスを通じて調製されます。イットリウムタングステン電極の製造では、高温アーク放電環境における電極の安定性を確保するために、タングステン粉末の純度が 99.95% 以上に達する必要があります。微量の不純物でも溶接プロセス中に電極の焼損やアークドリフトを引き起こす可能性があるため、不純物 (鉄、ニッケル、炭素など) の含有量は 50 ppm 未満に保つ必要があります。

タングステン粉末の粒度分布は、スクリーニングの重要なパラメータです。タングステン粉末の理想的な粒径範囲は 1~5 μm で、粒子が大きすぎると (>10 μm)、焼結後に結晶粒が粗くなり、電極の機械的強度が低下します。粒子が小さすぎると (<0.5 μm) と焼結が難しくなり、電極の密度に影響を与える可能性があります。最新の調製プロセスでは、気流分類技術を使用してタングステン粉末をふるいにかかけ、気流速度とスクリーンサイズを正確に制御することにより、均一な粒子サイズのタングステン粉末が分離されます。さらに、タングステン粉末の形態も最適化する必要があり、球状粒子はその後の混合および焼結時に流動性

著作権および法的責任に関する声明

が高く、電極の均一性を向上させるのに役立つため、球状に近い粒子が好まれます。

タングステン粉末の調製プロセスには、通常、次の手順が含まれます。

還元: APT または WO_3 を水素雰囲気(600~900°C)で 2 回還元して、高純度のタングステン粉末を生成します。

ふるい分け: 振動スクリーンまたは気流等級付け装置を介して、目標粒子サイズのタングステン粉末をスクリーニングします。

洗浄: 酸洗 (希塩酸または硝酸) を使用して、表面の酸化物や不純物を除去します。

乾燥: タングステン粉末の酸化を防ぐため、真空または不活性ガス環境で低温(<200°C)で乾燥します。

4.1.2 酸化イットリウムの精製と品質管理

酸化イットリウム (Y_2O_3) はイットリウム タングステン電極の重要なドーピング成分であり、その純度と品質は電極の電子放出性能と高温安定性に直接影響します。酸化イットリウムは通常、モナザイトやフルオロセリウムなどのイットリウム鉱石から抽出され、溶媒抽出とイオン交換プロセスを通じて 99.99% 以上に精製されます。精製プロセス中は、不純物元素(カルシウム、シリコン、鉄など)の含有量を厳密に管理し、電極の性能への悪影響を避けるために、目標不純物の総量を 100ppm<する必要があります。

酸化イットリウムの粒度制御も重要です。酸化イットリウム粒子の理想的なサイズは 0.5~2 μm であり、粒子が大きすぎるとドーピングが不均一になり、電極のアーク安定性が低下します。小さすぎる粒子(<0.1 μm)は、焼結プロセス中に凝集し、電極の微細構造に影響を与える可能性があります。最新のプロセスでは、噴霧乾燥技術を使用して酸化イットリウム粒子を調製し、噴霧速度と乾燥温度を制御することで均一性と流動性を確保します。

品質管理措置には次のものが含まれます。

化学分析: 誘導結合プラズマ発光分光法(ICP-OES)を使用して、酸化イットリウムの純度と不純物含有量を検出しました。

粒度分析: レーザー粒度分析装置を使用して粒子分布を測定し、目標範囲への準拠を確認します。

形態検査: 酸化イットリウム粒子の形態は、球面に近い粒子を優先して走査型電子顕微鏡 (SEM) によって観察されます。

4.1.3 補助添加剤の選択と最適化

イットリウムタングステン電極の調製では、粉末の流動性、焼結特性、または電極の機械的特性を改善するために補助添加剤が使用されます。一般的に使用される添加剤には次のようなものがあります。

バインダー: ポリビニルアルコール(PVA)やポリエチレングリコール(PEG)など、粉末の成形性能を向上させるために使用され、通常は 0.1%~0.5%が添加されます。

著作権および法的責任に関する声明

分散剤:酸化イットリウム粒子の凝集を防ぐために使用されるポリアクリル酸アンモニウム(PAA)などで、添加量は約 0.05%~0.2%です。

焼結助剤:少量の酸化ランタン(La_2O_3)や酸化セリウム(CeO_2)など、焼結温度を下げて電極密度を高めるために使用され、添加量は 0.1%<です。

添加剤の選択では、電極の電気的特性に影響を与える残留物を避けるために、高温焼結プロセス中の揮発性を考慮する必要があります。たとえば、PVA は電極内に有機物が残留することなく、600~800°C で完全に分解できます。添加剤比を最適化するための実験は、通常、電極密度、硬度、アーク性能に対する添加剤の影響を総合的に評価するために、直交設計によって実行されます。

4.2 イットリウムタングステン電極の粉末冶金プロセス

4.2.1 イットリウムタングステン粉末の混合およびドーピング技術

イットリウムタングステン粉末の混合とドーピングは、均質な電極の調製における重要なステップです。酸化イットリウムは、電極のアーク安定性と機械的特性を確保するために、タングステンマトリックスに均一に分布させる必要があります。一般的に使用されるドーピング技術には次のようなものがあります。

湿式ドーピング: 酸化イットリウム (通常は硝酸イットリウム) の水溶液をタングステン粉末または三酸化タングステン原料に噴霧し、攪拌と超音波分散によって均一な混合を保証します。続いて、タングステンイットリウム複合粉末を噴霧乾燥により形成し、粒径を 2~5 μm に制御した。

乾式ドーピング: 酸化イットリウム粉末をタングステン粉末と直接混合し、高エネルギーボールミリング装置を使用してメカニカルアロイングを行います。ボールミルプロセスでは、粒子が細かすぎたり汚染したりしないように、速度(200~400rpm)と時間(48 時間)を制御する必要があります。

プラズマ溶射ドーピング: プラズマ溶射技術を使用して、酸化イットリウム粒子をタングステン粉末の表面に溶射し、コーティング構造を形成します。この方法は、酸化イットリウム(>2.5%)を多く含む電極の調製に適しています。

酸化イットリウムの分布均一性は、ドーピングプロセス中に厳密に制御する必要があります。最新のプロセスでは、蛍光 X 線分光法(XRF)またはエネルギー分散型分光法(EDS)によってドーピングされた粉末の元素分布を分析し、酸化イットリウムの質量分率偏差が 0.1%<±ことを確認します。

4.2.2 高圧成形および静水圧プレスプロセス

イットリウムタングステン粉末を混合した後、高圧成形により電極ブランクにする必要があります。一般的な高圧成形方法には次のようなものがあります。

圧縮成形: ドープした粉末を金型に投入し、50~100MPa の圧力下でブランクストリップにプレスします。圧縮成形は少量生産に適していますが、ブランクの内部密度分布が不均一になる場合があります。

冷間静水圧プレス(CIP): 粉末をフレキシブルモールドに投入し、液体媒体に 200~300MPa の均一な圧力を加えます。CIP プロセスでは、ピレットの密度 (理論密度の最大 60% ~

著作権および法的責任に関する声明

70%) を大幅に向上させ、内部気孔率を低減できるため、高性能電極の製造に適しています。

静水圧プレスプロセスの利点は、圧力が均一であり、ピレットバー内の応力集中を回避することです。プロセスパラメータ(圧力、保持時間など)は、粉末の粒子サイズと添加剤の比率に応じて最適化する必要があります、通常、ピレットの形状の安定性と強度を確保するために保持時間は 30~60 秒です。

4.2.3 高温焼結と雰囲気制御(水素、真空焼結)

高温焼結は、イットリウムタングステン電極の調製における中核的なステップであり、電極の密度と機械的特性を向上させることを目的としています。焼結は通常、水素または真空雰囲気中で行われ、プロセスパラメータには以下が含まれます:

水素焼結:1800~2200°C の水素雰囲気で行われ、水素は酸化イットリウム粒子の均一な分布を促進しながら、タングステン粉末の酸化を防ぎます。焼結時間は 24 時間で、加熱速度は 5~10°C/min に制御され、結晶粒の急速な成長を防ぎます。

真空焼結:10⁻³~10⁻⁵Pa の真空環境で行われ、焼結温度は 2000~2400°C です。真空焼結はガス不純物の吸着を減らすことができ、高純度電極の調製に適しています。

焼結プロセス中は、酸化や電極表面への WO₃揮発性物質の形成を防ぐために、雰囲気の高純度(酸素含有量<10ppm)を厳密に管理する必要があります。焼結後の電極密度は理論密度の 98%以上に達することができ、電極の機械的強度とアーク安定性を確保するために粒径は 5~10μm に制御されます。

4.3 イットリウムタングステン電極の加工と仕上げ

イットリウムタングステン電極の加工と仕上げは、焼結ブランクを標準仕様(ISO 6848、GB/T 4192)を満たす電極棒に変換するための重要なステップであり、ホットカレンダー加工、精密絞り、表面研磨、チップ成形、カスタマイズ切断などのプロセスが含まれます。これらのプロセスは、電極の寸法精度、表面品質、アーク性能に直接影響します。

4.3.1 ホットカレンダー加工と精密延伸

ホットカレンダー加工:ホットカレンダー加工は、焼結イットリウムタングステンピレットストリップ(直径 10~20 mm、長さ 100~300 mm)をより小さな直径(3~5 mm)の棒に加工するコアプロセスです。高温環境下で熱電延焼は、タングステンの硬度と延性の要件を低減し、均一な変形とブランクに亀裂がないことを保証するために行われます。

プロセスパラメータ:

温度:1400~1600°C、タングステンの再結晶温度(>2000°C)よりも低く、過剰な結晶粒を防ぎます。

ローリングパス:5~10 パス、各パスの直径は 0.51mm 小さくなり、累積変形は 70%~80%です。

ロール材質:タングステンモリブデン合金またはセラミック複合材、高温(>1500°C)に耐性

著作権および法的責任に関する声明

があり、耐摩耗性があります。

保護雰囲気:アルゴンまたは窒素ガス(流量 10~15 L / min、酸素含有量<10ppm)は、タングステン表面の酸化を防ぎ、WO₃揮発性物質を形成します。

加熱速度:熱応力による微小亀裂を避けるため、5~10°C/min。

備品:

高温高温カレンダー:赤外線温度計(精度±2°C)と雰囲気制御システムを搭載し、温度と酸化の制御を保証します。

マルチロールミル:4 ロールまたは 6 ロール設計、圧延力 100~200kN、精度±0.1mm。

品質要件:

表面粗さ Ra<1.0μm、目に見える傷や酸化層はありません。

直径公差±0.1mm、真円度偏差<0.05mm。

課題と最適化:

課題: 高温でのタングステンの脆性は亀裂を引き起こす可能性があるため、温度と変形速度を正確に制御する必要があります。

最適化:多段プロGRESSIVE圧延を採用し、変形量はパスあたり 15%<、内部亀裂はオンライン超音波検出器(周波数 5~10MHz)を使用して監視されます。

精密絞り加工:精密絞り加工では、高温の溶接ニーズ(マイクロ溶接、航空宇宙など)を満たすために、熱間カレンダー棒を目標直径(0.5~4.8mm)までさらに加工します。絞りプロセスにより、電極表面が滑らかで寸法が正確で、内部応力がないことが保証されます。

プロセスパラメータ:

絞り金型:ダイヤモンド金型(穴径精度±0.01mm)、耐摩耗性、滑らかな表面。

引っ張り速度:0.5~2m/min、速度が速すぎると表面に傷がつく可能性があり、速度が低すぎると効率が低下します。

潤滑剤:摩擦係数(<0.1)を下げるためのグラファイトエマルジョン(粘度 0.1~0.3Pa・s)またはモリブデンベースの潤滑剤(MoS₂)。

絞りパス:10~15 パス、各パスの直径は 0.1~0.3mm 小さくなり、累積変形は 90%>です。

張力制御:引っ張り力(10~50kN)はサーボモーターによって制御され、寸法の一貫性を確保します。

備品:

精密絞り機:張力センサー(精度±0.1kN)とレーザー径ゲージ(精度±0.005mm)を装備。

潤滑システム:潤滑剤の自動スプレー、流量 0.1~0.5 L / min で金型の過熱を防ぎます。

品質要件:

直径公差±0.05mm、表面粗さ Ra<0.4μm。

表面に傷、亀裂、残留応力がなく、内部不良率<0.5%です。

課題と最適化:

課題:ダイヤモンドモールドの摩耗による寸法偏差で、定期的に交換(100,000 メートルごとに引き抜く)が必要でした。

最適化:寸法および内部欠陥をリアルタイムで監視するためのオンラインレーザー直径ゲージと X 線断層撮影(XCT、分解能 $<1\mu\text{m}$)を導入します。

開発動向:

高温プラズマアシスト圧延技術を開発し、圧延温度($1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$)を下げ、エネルギー消費量を 20%~30%削減します。

ナノコーティングされた金型 (TiN や CrN など) を使用すると、金型の寿命が 50% 延長され、絞り精度が向上します。

4.3.2 表面研磨とチップ成形

表面研磨プロセス: 表面研磨は、イットリウム タングステン電極のアーク安定性と寿命を向上させる上で重要なステップです。滑らかな表面($Ra<0.4\mu\text{m}$)は、アークドリフト(目標 $<5\%$)とチップバーンアウト($<0.2\text{ mg/min}$)を低減し、表面欠陥によるアークの不安定性を低減します。

機械研磨:

プロセス:ダイヤモンド砥石(グリットサイズ 2000~3000 メッシュ)またはアルミナ研磨ベルトを使用し、研磨速度は 13 m/min です。

設備:自動供給システム(精度 $\pm 0.01\text{mm}$)とクーラント循環装置(流量 $5\sim 10\text{L/min}$)を備えた CNC 研磨機。

品質要件:表面粗さ $Ra<0.4\mu\text{m}$ 、傷や微小亀裂なし。

利点: 大量生産と低コストに適しています。

短所: 微量の研磨剤が混入する可能性があり、後で洗浄する必要があります。

電気化学研磨:

プロセス:硫酸-リン酸混合電解液(比率 1:1、濃度 10%20%)、電圧 515V、電流密度 0.52 A/cm^2 、研磨時間 1030 秒。

設備:定電流電源(精度 $\pm 0.1\text{V}$)と攪拌システム(速度 $100\sim 200\text{rpm}$)を備えた電気化学研磨機。

品質要件:表面粗さ $Ra<0.2\mu\text{m}$ 、酸化層や腐食ピットなし。

利点:表面仕上げが高く、高精度のはんだ付け(半導体など)に適しています。

短所:電解質処理と環境保護対策のコストが高い。

品質管理:

粗さは、レーザー表面スキャナー(解像度 $<0.01\mu\text{m}$)を使用して検出されました。

光学顕微鏡(倍率 $100\sim 500\times$)は、表面の欠陥を調べて、傷や酸化の兆候がないことを確認します。

チップ成形プロセス:チップ成形は、精密研削により特定の角度($15^{\circ}\sim 60^{\circ}$)と半径($0.1\sim 0.5\text{mm}$)のチップを作成し、アーク集中とアーク放電性能を最適化します。溶接プロセスが異なれば、チップ形状には特定の要件があります。

著作権および法的責任に関する声明

プロセスパラメータ:

角度の選択:

15°~30°: マイクロ溶接(電流 5~50A)、アーク濃度、熱影響部<0.1mm に適しています。

30°~45°: アーク安定性と寿命のバランスをとるための一般的な TIG 溶接(電流 50~200A)。

45°~60°: プラズマアーク溶接(電流>200A)、深溶融および高温環境に適しています。

先端半径: 0.1~0.2mm(マイクロ溶接)、0.3~0.5mm(大電流溶接)。

研削装置: CNC 研削盤、ダイヤモンド砥石(グリットサイズ 3000 メッシュ)、回転速度 1000~5000rpm を装備。

備品:

CNC グラインダー: 多軸制御(精度 $\pm 0.01^\circ$)、プログラム可能な先端形状をサポートします。

冷却システム: チップの過熱を防ぐために、水ベースのクーラント(流量 5~10 L/min)を使用してください。

品質要件:

先端角度偏差は $\leq \pm 1^\circ$ 、半径偏差は $\leq \pm 0.02\text{mm}$ です。

バリやマイクロクラックがなく、表面粗さ $Ra < 0.2\mu\text{m}$ 。

課題と最適化:

課題: チップ研削の一貫性を保証することは困難であり、手動操作ではずれが発生しやすくなります。

最適化: 先端形状を自動的に検出する視覚認識システム(解像度<0.01mm)の導入。一貫した研削角度を確保するために特殊な治具を開発します。

開発動向:

レーザー研磨技術: パルスレーザー(出力 1~5kW)を使用して電極表面を研磨し、粗さ $Ra < 0.1\mu\text{m}$ 、化学廃液なし。

インテリジェント研削システム: AI アルゴリズムを組み合わせることでチップの角度と半径を最適化し、さまざまな溶接シナリオに適応し、一貫性を 95% 以上向上させます。

4.3.3 電極切断とカスタマイズ加工

電極切断プロセス: 電極切断では、手動または自動の溶接ニーズを満たすために、長いロッドを標準長 (50~175 mm) に切断します。切開部が平らでバリがなく、熱応力による微小亀裂を避けるために切断します。

ダイヤモンドカッティングホイール:

プロセス: ダイヤモンドカッティングホイール(粒径 500~1000 メッシュ)、回転速度 2000~5000rpm、切断速度 0.1~0.5m/min を使用します。

設備: CNC 切断機、クーラント注入システム(流量 10~20 L/min)を装備。

品質要件: 切開平坦度 $< 0.05\text{ mm}$ 、マイクロクラックや熱影響部がないこと。

利点: 大量生産と低コストに適しています。

短所: カッティングホイールは摩耗しており、定期的に交換する必要があります。

著作権および法的責任に関する声明

レーザー切断技術:

プロセス: 切断速度 0.52 m/min、焦点直径 0.1 mm <ファイバーレーザー (出力 13 kW)。

設備: レーザー切断機、不活性ガス保護(アルゴン、流量 10~15 L/min)を装備。

品質要件: 切断精度 ± 0.1 mm、熱応力亀裂なし。

利点: 高精度で、非標準長の切断に適しています。

短所: 設備のコストが高い。

品質管理:

光学顕微鏡(倍率 50×を用いて切開品質を確認しました。

超音波検出器(周波数 5~20MHz)は、内部の微小亀裂(長さ<0.1mm)を検出します。

カスタマイズされた機械加工: カスタマイズされた機械加工は、特殊形状の電極 (湾曲、テーパー、マルチチップ) や非標準サイズの電極などの特別な溶接ニーズを満たします。

アプリケーションシナリオ:

曲げ電極: 曲率半径 5~10mm で、複雑な溶接(航空宇宙部品など)に適しています。

円錐形電極: 先端角度 60°~90°、プラズマアーク積層造形に使用され、積層精度 ± 0.05 mm。

マルチチップ電極: 0.5~2mm のチップ間隔で、バッテリーアセンブリの多点溶接に適しています。

芸:

CNC 旋盤: 0.05 mm $\pm$ 精度で湾曲またはテーパー電極を加工します。

放電加工 (EDM): 電極クリアランスが 0.01 mm <複雑な形状を作成します。

3D プリント支援: 特殊形状の電極の性能を迅速に検証するためのプロトタイプングに使用されます。

品質要件:

寸法公差 ± 0.05 mm、表面粗さ $Ra < 0.4 \mu m$ 。

内部欠陥がなく、機械的強度>1000MPa です。

課題と最適化:

課題: カスタマイズされた処理サイクルが長い(2~5 日)とコストが高い(約 30%高い)。

最適化: モジュール設計を導入し、ユニバーサル治具を開発し、生産サイクルを 50% 短縮します。

開発動向:

超短パルスレーザー切断(パルス幅<10ps)を切開部 0.01mm<熱影響部で開発しました。

特殊形状の電極は、レーザー溶融蒸着などの積層造形技術を使用して直接成形されるため、加工ステップが削減されます。

4.4 イットリウムタングステン電極の品質管理技術

品質管理技術により、イットリウム タングステン電極の化学組成、微細構造、および性能が、酸化イットリウムの分布、微細構造分析、およびプロセスの最適化をカバーする規格 (ISO 6848、GB/T 4192) を満たしていることが保証されます。

著作権および法的責任に関する声明

4.4.1 酸化イットリウムの分布均一性の制御

重要性: 酸化イットリウム (Y_2O_3) の均一な分布は、電極のアーク安定性 (ドリフト率 <5%) とバーンアウト率 (<0.2 mg/min) に直接影響します。分布が不均一であると、局所的なホットスポットが発生し、寿命が短くなる可能性があります。

制御方法:

化学分析:

蛍光 X 線分析計は、電極断面中の酸化イットリウム含有量を $\pm 0.05\%$ の精度と <1 分の分析時間で検出します。

ICP-OES: 検出限界 1 ppb、精度 $0.01\% \pm$ 誘導結合プラズマ分光計で、高精度の実験室分析に適しています。

プロセス: 5~10 ポイント (中心、端) をサンプリングして、 Y_2O_3 含有量の偏差が $0.1\% \pm$ ことを確認します。

顕微鏡観察:

SEM-EDS: 走査型電子顕微鏡と分解能 $1\mu m$ のエネルギー分散分光法を組み合わせ、酸化イットリウム粒子の分布を分析します (ターゲットに凝集なし、凝集領域に $5\% <$)。

EPMA: 電子プローブ微量分析、検出深さ 5~10 μm 、精度 $\pm 0.01\%$ 、三次元分布分析に適しています。

プロセスの最適化:

スプレードーピング: スプレー速度 (0.1~0.5 L/min) と溶液濃度 (Y_2O_3 5%~10%) を制御して、均一なドーピングを確保します。

高エネルギーボールミル: 1000~2000 rpm、時間 48 時間、ジルコニアビーズ (直径 0.1~0.5 mm) で粒子の凝集を低減します。

焼結パラメータ: 温度 2200~2400°C、24 時間保温、雰囲気酸素含有量 <10 ppm。

品質要件:

Y_2O_3 含有量は 1.8%~2.2% で、偏差は $\pm 0.1\%$ です。明らかな凝集はなく、粒子径は 1~2 μm 、分布均一性は $95\% >$ でした。

課題と最適化:

課題: ドーピングが不均一であると、局所的な性能が低下し、検出コストが高くなります。

最適化: ドーピングの均一性をリアルタイムで監視するためのオンライン XRF 検出システムを導入します。ドーピング欠陥を予測し、プロセスパラメータを調整する AI アルゴリズムを開発します。

4.4.2 微細構造解析 (SEM、EDS、XRD)

重要性: 微細構造 (粒径、気孔率、相組成など) は、電極の機械的強度と電気的特性を決定します。分析技術により、欠陥や有害な相 (WO_3 など) がないことが保証されます。

分析方法:

無し:

機能:電極断面積の粒径(ターゲット 5~10 μ m)と気孔率(<1%)を観察します。

デバイス:解像度<1nm、倍率 1000~5000 $\times$ の電界放出 SEM。

プロセス:サンプル研磨、エッチング(HF 溶液、濃度 5%)、粒界と細孔の観察。

編集:

機能:酸化イットリウムと不純物元素(Fe、Si、C)の分布を 0.05% $\pm$ 精度で分析します。

手順:電極の中心と端をスキャンして、Y₂O₃の均一性と不純物含有量(<50 ppm)を確認します。

蛍光 X 線:

機能:相組成を検出して、WO₃やその他の酸化相がないことを確認します。

デバイス:Cu K α 線、スキャン角度 10~90 $^{\circ}$ 、解像度 $\pm$ 0.01 $^{\circ}$ 。

プロセス:タングステンマトリックス(bcc 構造)と Y₂O₃(立方構造)ピークの分析により、相純度が 99%>確認されました。

品質要件:

粒径は 5~10 μ m、気孔率は<1%です。

不純物含有量は 50ppm<で、WO₃相はありませんでした。

酸化イットリウム粒子は均一に分布し、非凝集面積は>5%でした。

課題と最適化:

課題:SEM/EDS 分析は時間がかかり(サンプルあたり 30~60 分)、バッチテストには適していません。

最適化:ハイスループット SEM(マルチサンプル自動分析)とオンライン XRD システムを導入し、検出時間を 50%短縮します。

4.4.3 プロセスパラメータの最適化と欠陥防止

プロセスの最適化:

直交実験:多因子実験(ドーピング比、焼結温度、描画速度)は、性能指標(バーンアウト率 <0.2 mg/min)などを最適化するために設計されました。

応答曲面解析:結晶粒径と均一性に対するプロセスパラメータの影響を予測するための数学モデルを確立し、最適化率>90%です。

主なパラメータ:

ドーピング比:Y₂O₃ 1.8%-2.2%、公差 $\leq$ $\pm$ 0.1%。

静水圧:250-300 MPa、ピレット密度>70%。

焼結温度:2200-2400 $^{\circ}$ C、加熱速度 510 $^{\circ}$ C/分。

絞り速度:0.52 m / min、張力 10-50 kN。

欠陥防止:

細孔:真空焼結炉(10⁻³~10⁻⁵Pa)を用いて静水圧(>250MPa)と焼結温度(>2200 $^{\circ}$ C)を上げる。

亀裂:加熱/冷却速度(<10 $^{\circ}$ C/min)を制御し、勾配冷却(100~200 $^{\circ}$ C/h)を使用します。

著作権および法的責任に関する声明

不均一ドーピング:多段スプレードーピング(ノズル圧力 13MPa)により、高エネルギーボールミリング時間(68 時間)を延長。

見付ける:

X 線断層撮影(XCT、分解能 $<1\mu\text{m}$)は、細孔や亀裂を検出します。

超音波検査(周波数 5~20MHz)により、内部欠陥を迅速にスクリーニングします。

開発動向:

デジタルツイン技術を開発し、加工プロセスをシミュレートし、不良率($<0.5\%$)を予測します。

プロセスパラメータを最適化し、不良率を $<0.1\%$ に低減するために機械学習が導入されました。

4.5 イットリウムタングステン電極の高度な製造技術

高度な製造技術は、ナノスケールのドーピング、SPS 焼結、インテリジェント製造を導入することにより、イットリウム タングステン電極の性能と生産効率を向上させます。

4.5.1 ナノスケールの酸化イットリウムドーピング技術

技術概要:ナノスケールの酸化イットリウムドーピング(粒子径 10~100nm)を高エネルギーボールミルまたはゾルゲル法で調製し、電極性能を大幅に向上させました。

準備プロセス:

高エネルギーボールミル:回転速度 1000~2000rpm、ジルコニアビーズ(直径 0.1~0.5mm)、粉碎時間 4~6 時間、凝集を防ぐための水またはエタノール媒体。

ゾルゲル法:硝酸イットリウム溶液(濃度 5%~10%)をタングステン粉末と混合し、噴霧乾燥(温度 200~300°C)してナノ粒子を形成します。

パフォーマンスの強化:

再結晶温度: $>2100^{\circ}\text{C}$ 、耐クリープ性が 30%向上しました。

アーク安定性:ドリフト率 $<3\%$ 、アーク始動電圧 $<12\text{V}$ 。

バーンイン率: $<0.1\text{ mg / min}$ 、寿命が 20%~30%延長されました。

アプリケーションの見通し:

原子力産業用原子炉部品などの超高電流溶接($>400\text{A}$)。

マイクロはんだ付け(はんだ接合部 $<0.2\text{mm}$)、半導体チップパッケージなど。

課題と最適化:

課題:ナノ粒子は凝集しやすく、ドーピングコストが 10%~15%増加します。

最適化:超音波分散装置(周波数 20~40kHz)を開発し、粒子分散を $>95\%$ 改善しました。

4.5.2 放電プラズマ焼結(SPS)プロセス

技術概要:SPS は、従来の焼結($2200\sim 2400^{\circ}\text{C}$)よりも低い $1800\sim 2000^{\circ}\text{C}$ の温度で、パルス電流($1000\sim 5000\text{A}$)と圧力($50\sim 100\text{MPa}$)で 5~10 分で焼結を完了します。

プロセスの利点:

高密度:>99%、気孔率<0.5%。

微粒子:3~5 μ m、機械的強度>1200MPa。

省エネと環境保護:エネルギー消費量を 30%~40%削減し、焼結時間を 80%短縮します。

備品:

SPS 焼結炉:グラファイトモールド(耐熱>2000°C)と真空システム(10^{-3} Pa)を装備。

温度制御:赤外線温度計(精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)、電流制御精度 $\pm 1\text{A}$ 。

申し込む:

高性能電極:400A>電流で溶接された航空宇宙タービンブレード。

マイクロ電極:半導体マイクロはんだ付け、直径 0.3~0.8mm。

課題と最適化:

課題:SPS 機器の高コスト。

最適化:モジュール式 SPS システムの開発により、設備コストを 20%削減します。

4.5.3 インテリジェント製造とリアルタイム監視技術

テクノロジーの概要: スマート マニュファクチャリングは、センサー、モノのインターネット (IoT)、機械学習を通じて生産プロセスを最適化し、効率と一貫性を向上させます。

リアルタイム監視:

赤外線温度計(精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$):焼結温度(1800~2400°C)を監視します。

ガス分析装置(検出限界<1ppm):大気中の酸素含有量を 10ppm<制御します。

オンライン蛍光 X 線分析:0.05% $\pm$ 精度で酸化イットリウム含有量を検出します。

機械学習:

プロセスパラメータ(ドーピング、焼結、絞り)のデータベースを確立し、性能指標(バーンアウト率、粒径など)を予測します。

AI アルゴリズムを使用してパラメータを最適化することで、不良率は<0.5%に減少しました。

自動生産ライン:

6 軸ロボット(荷重 5~20kg、位置決め精度 $\pm 0.1\text{mm}$):粉体積み下ろし、ブランクハンドリング、電極包装用。

CNC 加工装置:絞り、研削、切断により、効率が 50%向上します。

申し込む:

量産:1 日あたり 5000~10000 電極、不良率<1%。

高精度のカスタマイズ:特殊形状の電極製造、サイクルを 30%短縮します。

開発動向:

デジタルツインプラットフォームを開発して、生産プロセスをリアルタイムでシミュレー

著作権および法的責任に関する声明

とし、欠陥を予測します。

ブロックチェーン技術を導入して、原材料と電極製造の全プロセスを追跡し、トレーサビリティを確保します。



第5章 イットリウムタングステン電極の応用分野

5.1 イットリウムタングステン電極の溶接用途

5.1.1 超合金における TIG 溶接(アルゴンアーク溶接)の応用

タングステンアルゴンアーク溶接(TIG 溶接)は、特に超合金の溶接において、イットリウムタングステン電極(WY20)の最も広く使用されている分野の 1 つです。ニッケル基合金(インコネル、ハステロイ)やコバルト基合金などの超合金は、高温、耐腐食性、耐疲労性に優れているため、航空宇宙、エネルギー、化学産業で広く使用されています。しかし、これらの合金は融点が高く(1300~1500°C)、組成が複雑なため、溶接プロセスには非常に高い要求が課せられます。イットリウムタングステン電極は、電子逃げ仕事率が低く(約 2.5~2.7 eV)、優れたアーク安定性、低いバーンイン率により、TIG 溶接超合金に最適です。

TIG 溶接では、イットリウムタングステン電極がアルゴンまたはヘリウム保護により高温アーク(約 6000~7000°C)を発生させ、ワークピースと充填材を溶かして高品質の溶接を形成します。細い圧縮アークカラムにより、メルトプールの形状を正確に制御できるため、熱影響部(HAZ)が低減され、溶接亀裂や気孔のリスクが軽減されます。イットリウムタングステン電極は、通常 50~300A の電流範囲の直流正極性(DCEN)条件下で特に顕著であり、

著作権および法的責任に関する声明

厚さが 0.5mm から 20mm の範囲の合金板に適しています。

具体的な用途は次のとおりです。

航空エンジン部品: ニッケル基合金タービンディスクとブレードの溶接で、溶接の高強度と高温耐性が要求されます。イットリウムタングステン電極の焼損率が低い(約 0.1~0.2mg/min)ため、長期溶接時の電極の安定性が確保されます。

ガスタービン: 超合金燃焼室の溶接には、深い溶融と均一な溶接が必要ですが、イットリウムタングステン電極の高いアーク安定性(ドリフト率<5%)はこのニーズを満たします。

化学機器: ハステロイ合金パイプの溶接、イットリウムタングステン電極の耐食性により、酸性環境での溶接の長期安定性が保証されます。

イットリウムタングステン電極は、優れたアーク放電性能と低いアーク放電電圧(約 10~15V)を備えており、パルス TIG 溶接で迅速な点火と消火を実現でき、高精度で自動化された溶接シナリオに適しています。さらに、その非放射性の性質により、トリウム タングステン電極の環境に優しい代替品となり、航空宇宙産業の安全基準を満たしています。

5.1.2 プラズマアーク溶接の高精度応用

プラズマアーク溶接 (PAW) は、アーク温度が最大 20,000°C の高エネルギー密度溶接プロセスであり、高精度で深溶融溶接に適しています。プラズマアーク溶接におけるイットリウムタングステン電極の応用は、その高温耐性と高電流支持能力(100~500A)の恩恵を受けます。プラズマアーク溶接は、アーク(ノズルによって制約される)を圧縮することにより、最大 10~15mm の溶け込み深さ、小さな熱影響部、高い溶接品質で、より高いエネルギー集中を実現します。

プラズマアーク溶接におけるイットリウムタングステン電極の利点は次のとおりです。

アーク濃度: 酸化イットリウムのエスケープワークが低く、均一な分布により、アークカラムは細くて安定しており、厚さ 10mm>プレートの溶接に適しています。

低燃焼率: 高電流密度(>300 A /mm²)では、イットリウムタングステン電極の燃え尽き率はわずか 0.15~0.25 mg/min であり、電極の寿命が延びます。

材料の適応性: ステンレス鋼、チタン合金、ニッケル基合金、ジルコニウム合金の溶接に適しています。

典型的なアプリケーションは次のとおりです。

圧力容器: 原子力発電設備におけるステンレス鋼およびジルコニウム合金容器の溶接では、溶接部に気孔やスラグ介在物がないことが必要です。

造船: 高張力鋼板とニッケル基合金デッキの深溶接と、イットリウム タングステン電極の高いアーク安定性により、溶接の一貫性が保証されます。

医療機器: ステンレス鋼の手術器具の精密溶接、およびイットリウムタングステン電極の微細なアーク(先端半径 0.1~0.5 mm)は、小さな溶接継手のニーズを満たします。

プラズマ アーク溶接では通常、イットリウム タングステン電極を過熱から保護するため

著作権および法的責任に関する声明

に、水冷またはガス冷却の溶接トーチが必要です。最新のプロセスには、電流とガスの流れを正確に調整することで溶接精度をさらに向上させる自動制御システムも組み込まれています。

5.1.3 真空環境下でのチタン合金とニッケル基合金の溶接

真空環境での溶接は、主にチタンやニッケル基合金などの高精度で敏感な材料の加工に使用され、航空宇宙産業や半導体産業で一般的に使用されています。イットリウムタングステン電極は、真空 TIG 溶接または真空プラズマ溶接に優れており、揮発性が低く、化学的安定性により溶接環境の純度が保証されます。

Ti-6Al-4V などのチタン合金は、高強度、低密度、優れた耐食性により航空宇宙構造部品に広く使用されていますが、化学活性が高いため、酸素や窒素の汚染を防ぐために真空または不活性ガス環境での溶接が必要です。真空環境 (10^{-3} ~ 10^{-5} Pa) におけるイットリウムタングステン電極の利点は次のとおりです。

低ガス放出: 酸化イットリウムの蒸気圧が低いため (2000°C で $<10^{-5}$ Pa) ため、電極から不純物ガスが放出されず、真空環境がクリーンに保たれます。

アーク安定性: 低いエスケープ仕事と均一な発光点により、アークは低圧環境で急速に点火し、ドリフト率は $<3\%$ です。

長寿命: 真空環境では、電極の焼損速度がさらに低減され (<0.1 mg/min)、長期連続溶接に適しています。

インコネル 718 などのニッケル基合金の真空溶接は、主に宇宙船の部品やタービン ブレードに使用されており、その高い融点と複雑な組成により、電極の優れた耐高温性が要求されます。イットリウムタングステン電極の高い再結晶温度 ($>2000^{\circ}\text{C}$) と耐クリープ性により、長期間の高温アーク衝撃に耐え、チップ形状の安定性を維持することができます。

典型的なアプリケーションは次のとおりです。

宇宙船シール: 真空溶接されたチタン合金シェルにより、気密性と耐食性を確保します。
タービンブレード: ニッケル基合金ブレードは精密に溶接されており、溶接部は高い疲労強度要件を満たす必要があります。

半導体装置: チップ製造装置用の真空環境下でのステンレス鋼およびチタンパイプの溶接。

5.2 イットリウムタングステン電極の非溶接用途

5.2.1 プラズマ切断とスプレー

プラズマ切断およびプラズマ溶射におけるイットリウム タングステン電極の応用は、その高い電流容量と高温耐性の恩恵を受けます。プラズマ切断は、高エネルギープラズマアーク (最高温度 30000°C) によって金属材料を溶かして吹き飛ばし、炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム合金の切断に広く使用されています。イットリウム タングステン電極の細長いアークと高い安定性により、イットリウム タングステン電極はプラズマ切断に最適な電極となっています。

プラズマ切断において、イットリウム タングステン電極の典型的な特徴は次のとおりで

著作権および法的責任に関する声明

す。

高電流適応性:300~1000A の超高電流に耐えることができ、厚さ 20~100mm の板の切断に適しています。

低燃え尽き率:高エネルギー密度では、電極の寿命は 50~100 時間に達します。

切断精度:高いアーク集中、小さな切断幅(<2 mm)、高い表面仕上げ。

プラズマ溶射は、セラミックまたは金属粉末を溶かしてプラズマアークを介してワークピースの表面にスプレーし、耐摩耗性または耐食性のコーティングを作成する表面強化技術です。プラズマ溶射におけるイットリウムタングステン電極の用途は次のとおりです。

航空宇宙: タービンブレードの表面にセラミックコーティング(ジルコニアなど)をスプレーして、高温耐性を向上させます。

産業機器: 耐摩耗性コーティングを掘削機のバケットやポンプ本体の表面にスプレーして、耐用年数を延ばします。

5.2.2 放電加工 (EDM) における電極の応用。

放電加工(EDM)は、電極とワークピースの間の火花放電によって材料を除去する非接触加工技術であり、高硬度材料の精密加工に適しています。イットリウムタングステン電極は、

その高硬度(HV 400~450)、耐摩耗性、導電性(抵抗率は約 $5.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)のため、EDM 電極として使用されます。

EDM では、イットリウム タングステン電極の利点は次のとおりです。

高い耐摩耗性:酸化イットリウムの強化効果により、高周波放電時の電極の摩耗が少なくなり、形状の安定性が維持されます。

アーク制御:低エスケープ作業により火花放電の安定性が確保され、加工精度が向上します。

材料適応性: チタン合金、金型鋼、超硬合金の加工に適しています。

典型的なアプリケーションは次のとおりです。

金型製造:プレス金型や射出成形金型の精密加工に使用されます。

航空宇宙: タービンブレードの冷却穴など、複雑な形状のチタン部品を加工します。

医療機器: 高精度の手術器具やインプラントの加工。

5.2.3 高温放電装置への応用

イットリウムタングステン電極は、高温放電装置のアーク発生器または放電電極として使用され、プラズマ研究、溶射装置、キセノンランプなどの高輝度光源に広く使用されています。融点が高く (3422°C)、燃え尽き率が低いため、極端な温度や頻繁な放電に耐えることができます。

著作権および法的責任に関する声明

アプリケーションシナリオには次のものが含まれます。

プラズマ研究: プラズマ発生器では、材料特性試験や核融合研究のためにイットリウムタングステン電極を使用して高温プラズマ (>10000°C) を生成します。

キセノンランプの製造: イットリウム タングステン電極は、映画映写機やレーザーで使用する大電流放電に耐え、強い光を生成するキセノン ランプの陰極として機能します。

溶射装置: プラズマ溶射装置では、イットリウム タングステン電極がアーク発生器として機能し、耐摩耗性または高温耐性のコーティングを溶射します。

5.3 産業におけるイットリウムタングステン電極の応用

5.3.1 航空宇宙 (エンジン部品、タービンブレード)

航空宇宙産業は、エンジン部品、タービンブレード、胴体構造の溶接を含む、イットリウムタングステン電極の最大の応用分野の 1 つです。チタンおよびニッケル基合金は航空宇宙分野で最も一般的に使用される材料であり、高精度、強度、耐高温性を備えた溶接プロセスが必要です。TIG およびプラズマアーク溶接におけるイットリウムタングステン電極の適用は、これらのニーズを満たします。

具体的な用途は次のとおりです。

タービンブレード: ニッケル基合金ブレードの TIG 溶接で、溶接部に高温 (>1200°C) と耐疲労性に耐える必要があります。イットリウムタングステン電極の細かいアークにより、均一な溶接が保証され、亀裂が軽減されます。

エンジン燃焼室: チタン合金とステンレス鋼の燃焼室の深溶融溶接、深溶融ニーズを満たすイットリウムタングステン電極(>300A)の高い電流容量。

ボディ構造: チタン合金のスキンとフレームの溶接、イットリウムタングステン電極の低入熱により、材料の変形が減少します。

5.3.2 防衛および軍事産業(装甲材料、ミサイル部品)

防衛および軍事産業の分野では、装甲材料、ミサイル部品、兵器システムの製造など、溶接品質に対する非常に高い要件があります。イットリウムタングステン電極は、その高い信頼性、非放射性、長寿命により広く使用されています。

アプリケーションは次のとおりです。

装甲鋼板: 高張力鋼板の深溶融溶接、イットリウムタングステン電極の高いアーク安定性により、溶接強度と靱性が保証されます。

ミサイルシェル: チタン合金とステンレス鋼のシェルの精密に溶接し、溶接部の気密性と耐食性が要求されます。

兵器システム: 複雑な構造(レーダーアンテナなど)の溶接、イットリウムタングステン電極のマイクロ溶接機能は、精度要件を満たしています。

5.3.3 エネルギー産業 (原子力設備、ガスタービン)

エネルギー産業では、溶接材料の安全性と耐久性に対する要求が非常に高く、イットリウ

著作権および法的責任に関する声明

ム タングステン電極は原子力発電設備やガスタービンの製造において重要な役割を果たしています。

アプリケーションは次のとおりです。

原子力発電設備:原子炉の圧力容器とパイプラインの溶接、イットリウムタングステン電極を使用した TIG またはプラズマアーク溶接により、欠陥のない耐食性のある溶接を確保します。

ガスタービン:ニッケル基合金燃焼室とブレードの溶接、イットリウムタングステン電極の高温安定性により、長期運転のニーズに応えます。

風力発電設備:タワーとブレードの溶接、イットリウムタングステン電極の深溶融能力は、厚板溶接に適しています。

5.3.4 半導体およびマイクロエレクトロニクス製造

半導体およびマイクロエレクトロニクス業界では、チップ パッケージ、センサー、マイクロチューブの製造に超高精度のはんだ付けプロセスが必要です。イットリウムタングステン電極の小さな針状のデザイン(直径 0.5~1.0mm)と低入熱により、理想的な選択肢となります。

アプリケーションは次のとおりです。

チップパッケージング:銅と金のリード線のマイクロはんだ付け、およびイットリウム-タングステン電極の微細なアーク(<0.5 mm)により、はんだ接合の精度が保証されます。

センサー製造:ステンレス鋼およびチタン合金センサーの溶接で、熱影響部を最小限に抑えます。

マイクロパイプ:真空環境でのパイプの溶接、およびイットリウムタングステン電極の低揮発性により、環境を清潔に保ちます。

5.4 イットリウムタングステン電極の典型的なケース分析

5.4.1 チタン合金航空構造部品の溶接

事例の背景: 航空宇宙会社は、厚さ 5 mm の Ti-6Al-4V チタン合金胴体構造部品を溶接する必要があり、溶接部には高い強度 (>900 MPa) と気密性が要求されます。プロセスは真空 TIG 溶接で、電極はイットリウム-タングステン電極(WY20、直径 2.4mm、先端角度 30°)でした。

プロセスの実装:

溶接パラメータ:電流 150A(DCEN)、アルゴン流量 12 L/min、真空度 10^{-4} Pa。

電極性能: イットリウム タングステン電極のエスケープ電力が低いため、アーク ドリフト率が <3% で、溶接中に重大な焼損が発生せず、迅速なアーク始動が保証されます。

結果: 溶接部の引張強度は 950 MPa に達し、気孔や亀裂がなく、航空基準を満たしています。

著作権および法的責任に関する声明

分析: イットリウムタングステン電極の揮発性が低く、アーク安定性が高いため、真空環境での溶接品質が保証され、チタン合金の酸化リスクが軽減されます。電極の寿命は最大 120 時間で、生産コストを削減します。

5.4.2 超合金の補修と表面強化

事例の背景:あるガスタービンメーカーは、ニッケル基合金(インコネル 718)タービンブレードの摩耗部分を補修し、プラズマ溶射で表面を補強する必要がありました。TIG 溶接補修とプラズマ溶射は、イットリウムタングステン電極(WY20、直径 3.2mm)を使用して行いました。

プロセスの実装:

溶接修理:パルス TIG 溶接、電流 100~200A、充填材はインコネル 718 溶接ワイヤです。イットリウムタングステン電極の細い円弧により、修理エリアでの正確なプール制御が保証されます。

プラズマ溶射:ジルコニアコーティングをスプレーし、電流 400A、イットリウムタングステン電極の高温耐性は、4 時間の連続スプレーをサポートします。

結果:補修部の硬度は HV 450 に達し、コーティング接着強度は $>70\text{MPa}$ となり、高温運転の要求を満たしました。

分析: 修理およびスプレーにおけるイットリウム タングステン電極の高電流適応性と低い燃焼率により、プロセス効率が向上し、電極交換の頻度が減ります。

5.4.3 真空環境下での精密部品の溶接

事例の背景:半導体装置メーカーは、チップ製造装置の真空システム用にステンレス鋼のマイクロパイプ(直径 2mm、肉厚 0.2mm)を溶接する必要があります。真空 TIG 溶接にはイットリウムタングステンマイクロニードル電極(直径 0.5mm、先端半径 0.1mm)を選択しました。

プロセスの実装:

溶接パラメータ:電流 10~20A(パルスモード)、アルゴン流量 8 L/min、真空度 10^{-5}Pa 。

電極性能: イットリウム タングステン電極の低入熱と微細なアーク ($<0.5\text{ mm}$) により、熱影響部が 0.1 mm < 小さなんだ接合部サイズが保証されます。

結果: 溶接部の気密性は $10^{-9}\text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ に達し、半導体業界標準を満たしました。

分析: イットリウム タングステン電極の微小溶接能力と低揮発性により、真空環境での清浄度と溶接精度が保証され、高精度のマイクロエレクトロニクス用途に適しています。



第 6 章 イットリウムタングステン電極の製造設備

6.1 イットリウムタングステン電極の原料調製装置

イットリウムタングステン電極の製造の最初のステップは、高純度タングステン粉末と酸化イットリウムのスクリーニング、精製、最適化を含む原材料の準備です。この段階の装置では、高温溶接におけるイットリウムタングステン電極の性能要件を満たすために、原材料の高純度、粒度の均一性、および化学的安定性を確保する必要があります。

6.1.1 タングステン粉末粉碎および粒度選別装置

タングステン粉末の調製は、タングステン粉末の純度が 99.95%以上に達し、その後の焼結とドーピングの均一性を確保するために、粒子サイズを 1~5 μm の範囲に制御する必要があります。主なデバイスとその機能は次のとおりです。

高エネルギーボールミル

高エネルギーボールミルは、粗いタングステン粉末(初期粒径 10~50 μm)を目標粒径に粉碎するために使用されます。この装置は、金属汚染の汚染を減らすために、ジルコニアまたは超硬研削ボール(直径 5~10 mm)を備えた遊星または振動設計で設計されています。粉碎プロセスは不活性ガス(アルゴンなど)の保護下で行われ、速度は 200~400rpm に制御され、粉碎時間は 48 時間です。最新のボールミルには、過熱によるタングステン粉末の酸化を防ぐ温度制御システムが装備されています。利点:高効率、均一な粒度分布。短所:長時間

著作権および法的責任に関する声明

粉碎すると、微量の不純物が混入する可能性があります。

気流分級機

気流分級機は、粒子サイズ 15 μm のタングステン粉末をふるいにかかけ、大きすぎたり小さすぎたりする粒子を除去するために使用されます。タングステン粉末を高速ガス流(速度 10~50m/s)で分散させ、粒径に応じて $\pm 0.1\mu\text{m}$ の精度で分離します。分級機には多段サイクロンと精密フィルターが装備されていることが多く、粉体のない汚染が保証されます。利点:高精度選別、大出力(1時間あたり 100~500kg)。短所:機器のメンテナンスコストが高い。

超音波洗浄装置

洗浄装置は、タングステン粉末の表面から酸化物や不純物(鉄、炭素など)を除去するために使用されます。この装置は、希塩酸または硝酸溶液(濃度 5%~10%)を使用し、超音波振動(周波数 20~40kHz)と組み合わせてタングステン粉末を洗浄し、真空乾燥(<200°C)によって水分を除去します。利点:表面の不純物を効果的に除去します。短所:タングステン粉末の腐食を避けるために、溶液の濃度を厳密に制御する必要があります。

レーザー粒度分析装置は、タングステン粉末の粒度分布をリアルタイムで監視し、粒度が目標要件を満たしていることを確認するために使用されます。レーザー回折の原理を採用しており、検出範囲は 0.01~1000 μm 、精度は $\pm 1\%$ です。利点:高速かつ正確。短所:機器は高価です。

これらの装置は連携して、タングステン粉末の純度、粒子サイズ、形態がイットリウムタングステン電極製造の要求を満たすことを保証します。現代の工場では、PLC(プログラマブルロジックコントローラー)による粉碎、選別、洗浄の連続操作を実現する自動制御システムも導入されており、生産効率が向上しています。

6.1.2 酸化イットリウム精製およびナノ保存装置

酸化イットリウム (Y_2O_3) はドーパントとして使用され、その純度 (>99.99%) と粒子サイズ (0.52 μm 、ナノスケール 10~100 nm) はイットリウム タングステン電極の性能にとって非常に重要です。精製およびナノ加工装置には次のものが含まれます。

溶媒抽出装置

溶媒抽出装置は、モナザイトなどのイットリウム鉱石から高純度の酸化イットリウムを抽出するために使用されます。この装置には、抽出タンク、遠心分離器、および TBP や P204 などの有機抽出剤を使用してイットリウムを他の希土類元素から分離するイオン交換カラムが含まれています。抽出プロセスは酸性環境 (pH 24) で実行され、通常のサイクルは 10~20 サイクル、不純物 (カルシウム、シリコンなど) が 100 ppm になります。利点:高純度で、工業生産に適しています。短所:廃液処理のコストが高い。

噴霧乾燥機

噴霧乾燥機は、硝酸イットリウム溶液を酸化イットリウム粉末に調製するために使用されます。高圧ノズル(圧力 0.52MPa)で溶液を霧化し、熱風(200~300°C)で素早く乾燥させ、マイクロスケールやナノスケールの粒子を形成します。粒子の均一性を確保するには、噴霧

著作権および法的責任に関する声明

速度と乾燥温度を正確に制御する必要があります（目標粒子サイズ 0.5~2 μm）。利点:良好な粒子形態、高い流動性。短所: エネルギー消費量が多い。

ナノグラインダー

ナノミルは、ミクロンスケールの酸化イットリウムをナノスケール(10~100 nm)までさらに粉砕するために使用されます。装置は湿式研削を採用し、媒体はジルコニアビーズ(直径 0.1~0.5mm)、回転速度は 1000~2000rpm、研削時間は 26 時間です。粉砕プロセスは水またはエタノール媒体中で行われ、粒子の凝集を防ぎます。利点: ナノスケールの粒子を生成してドーピングの均一性を向上させることができます。短所: 機器の摩耗には定期的なメンテナンスが必要です。

化学分析装置誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)は、電極製造要件への準拠を確保するために、<1ppb の検出限界で酸化イットリウムの純度と不純物含有量を検出するために使用されます。利点:高感度;短所:複雑な操作と専門的な作業。

これらの装置は、多段階精製と粒度制御により、イットリウムタングステン電極のドーピングプロセスに高品質の酸化イットリウム原料を提供します。

6.2 イットリウムタングステン電極用粉末冶金装置

粉末冶金は、粉末の混合、成形、焼結を含むイットリウムタングステン電極調製の中核プロセスです。この装置は、酸化イットリウムの均一な分布と電極の高密度を確保する必要があります。

6.2.1 高精度混合・ドーピングシステム

混合およびドーピング装置は、酸化イットリウムをタングステン粉末に均一に分散させるために使用され、電極のアーク安定性と機械的特性に影響を与えます。

高エネルギーミキサー

高エネルギーミキサーは、周波数変換制御(回転速度 50~200rpm)を備えた 3 次元または V 字型の混合設計を採用しており、混合時間は 48 時間です。この装置は、タングステン粉末の酸化を防ぐアルゴンなどの不活性ガスの保護下で動作します。一部の機器は、酸化イットリウム粒子の分散を改善するために超音波分散装置(周波数 20~40kHz)と統合されています。利点:均一に混合し、大量生産に適しています。短所:機器のサイズが大きく、設置面積が大きい。

スプレードーピングシステム

スプレードーピングシステムは、硝酸イットリウム溶液をタングステン粉末または三酸化タングステン原料に噴霧することによりドーピングを実現します。装置には高圧ノズル(圧力 13MPa)、攪拌槽、乾燥室が含まれており、噴霧速度は 0.1~0.5L/min に制御されています。乾燥後、タングステンイットリウム複合粉末が形成され、酸化イットリウムの含有量偏差は $\pm 0.1\%$ でした。利点:均一なドーピング、高含有量の酸化イットリウム(>2%)に適しています。短所:プロセスが複雑で、溶液濃度を厳密に制御する必要があります。

蛍光 X 線分光法(XRF)XRF は、ドーブされた粉末の元素分布をリアルタイムで監視し、酸化イットリウム含有量が目標値(1.8%~2.2%)を満たしていることを確認するために使用されます。装置の検出精度 $\pm 0.05\%$ 、分析時間<1 分です。利点:高速でロスレス。短所:高価な機器。

6.2.2 冷間静水圧プレスおよび熱間プレス装置

成形装置は、ドーブされた粉末を電極ブランクにプレスし、高密度と機械的強度を確保します。

冷間静水圧プレス(CIP)

冷間静水圧プレスは、液体媒体(通常は水または油)に均一な圧力(200~300MPa)を加え、粉末を直径 10~20mm のブランクストリップにプレスします。この装置には高圧ポンプとフレキシブル金型が装備されており、保温時間は 30~60 秒、密度はピレットストリップの理論値の 60%~70%です。利点:均一な密度、応力集中なし。短所:設備コストが高く、メンテナンスが複雑です。

ヒートプレス

ホットプレスは 1000~1400°C で 50~100MPa の圧力を加え、高性能電極の予備成形に適しています。この装置には、酸化を防ぐためのグラファイトモールドと真空システムが装備されています。ホットプレスプロセスにより、ピレットの密度を 80%以上に高めることができます。利点:小ロットおよび高精度生産に適しています。短所:エネルギー消費量が多く、金型の摩耗が速い。

6.2.3 高温真空焼結炉および雰囲気炉

焼結装置は、イットリウムタングステン電極調製の中核であり、電極の密度と機械的特性を改善するために使用されます。

高温真空焼結炉

真空焼結炉は 10^{-3} ~ 10^{-5} Pa の真空環境で運転し、焼結温度は 2000~2400°C、加熱速度は 5~10°C/min、保持時間は 24 時間です。この装置は、高温安定性を確保するためにモリブデンまたはタングステン発熱体を使用しています。真空環境によりガス不純物の吸着が減少し、電極密度は 98%以上に達する可能性があります。利点:高純度で、ハイエンドの電極に適しています。短所:設備コストが高く、真空システムのメンテナンスが複雑です。

水素ガス雰囲気炉

水素雰囲気炉は 1800~2200°C で運転し、水素流量は 10~20L/min、酸素含有量は<10ppm に制御されました。この装置には、焼結条件をリアルタイムで監視するための赤外線温度計とガス分析装置が装備されています。水素保護はタングステン粉末の酸化を防ぎ、酸化イットリウムの均一な分布を促進します。利点:低コストで、大量生産に適しています。短所:水素の純度は厳密に管理する必要があります。

雰囲気制御システムには、高精度ガス分析装置(酸素含有量<1ppmを検出)とフローコントローラーが装備されており、焼結雰囲気の安定性を確保しています。利点:電極品質の一

著作権および法的責任に関する声明

貫性を向上させます。短所: 定期的な校正が必要です。

6.3 イットリウムタングステン電極の加工成形装置

加工・成形装置は、焼結されたブランクストリップを標準的な電極棒に加工し、寸法精度と表面品質を保証します。

6.3.1 精密カレンダー加工・伸線機

ホットカレンダー ホットカレンダーは、1400~1600°C でピレットの直径を 10~20mm から 3~5mm に縮小します。この装置はマルチパス圧延(5~10 パス)を採用し、不活性ガス保護システム(アルゴン流量 10~15L/min)を装備しています。ロール材質はタングステンモリブデン合金で、高温や摩耗に強いです。利点:高効率、大量生産に適しています。短所: 表面の酸化を避けるためには、正確な温度制御が必要です。

精密絞り機

精密伸抜機は、カレンダーロッドを 0.05mm の公差で目標直径(0.5~4.8mm)まで引っ張±。この装置はダイヤモンド金型を使用し、絞り速度は 0.52 m/min で、潤滑剤はグラファイトエマルジョンまたはモリブデンベースの潤滑剤です。絞り工程には張力制御システムが装備されており、電極表面が滑らかになります。利点:高い寸法精度。短所:金型の摩耗は定期的に交換する必要があります。

6.3.2 CNC 研削・研磨装置

CNC 研削盤 CNC 研削盤は、電極先端(角度 15°~60°、先端半径 0.1~0.5mm)の成形に使用されます。この装置はダイヤモンド砥石を採用しており、加工精度は±0.01mm、回転速度は 1000~5000rpm です。CNC システムはチップの形状を制御するようにプログラムされており、一貫性が確保されます。利点: 高精度で、複雑な最先端設計に適しています。短所: 処理速度が遅い。

電気化学研磨機

電気化学研磨機は、電解液(通常は硫酸とリン酸の混合物)と、目標粗さ $Ra < 0.4\mu m$ の DC 電源(電圧 5~15V)で電極表面を研磨します。自動混合・温度制御システムを搭載しており、研磨時間は 10~30 秒です。利点:高い表面仕上げ、アークドリフトの低減。短所:電解液は定期的に処理する必要があります。

6.3.3 レーザー切断および電極成形装置

レーザー切断機

レーザーカッターはファイバーレーザー(出力 13kW)を使用して電極棒を標準長(50~175mm)に切断します。この装置には、熱応力による微小亀裂を防ぐための冷却システムが装備されています。切断精度±0.1mm で、切断は平らでバリがありません。利点: 高精度で、非標準の長さに適しています。短所:設備のコストが高い。

著作権および法的責任に関する声明

電極成形機

成形機は、CNC 旋盤または特殊な治具を使用して、特殊な形状の電極（湾曲電極やテーパー電極など）を加工するために使用されます。この装置は、 $0.05\text{mm}\pm$ 加工精度でカスタマイズされた設計をサポートしています。利点:特別なニーズを満たす高い柔軟性。短所:長い生産サイクル。

6.4 イットリウムタングステン電極の検査および品質監視装置

品質試験装置は、イットリウムタングステン電極の化学組成、微細構造、および性能が基準を満たしていることを確認するために使用されます。

6.4.1 化学組成分析装置 (ICP-MS、XRF)

誘導結合プラズマ質量分析法 (ICP-MS) ICP-MS は、タングステンと酸化イットリウムの純度と不純物含有量 (Fe、Ca、Si など) を検出するために使用され、検出限界は $<1\text{ ppb}$ 、分析時間は 5 分<です。この装置には、バッチテストをサポートする自動サンプル注入システムが装備されています。利点:高感度で、微量元素分析に適しています。短所:複雑な操作と専門的な作業。

蛍光 X 線分光法(XRF)XRF は、酸化イットリウム含有量の均一性と電極の分布を $0.05\%\pm$ 精度で非破壊で検出するために使用されます。この装置は高速スキャン(<1 分)をサポートしており、生産ラインでのリアルタイム監視に適しています。利点:高速でロスレス。短所:軽元素検出に対する感度が低い。

6.4.2 微細構造および形態解析装置(SEM、TEM)

走査型電子顕微鏡(SEM)SEM を用いて、電極の粒径(ターゲット $5\sim 10\mu\text{m}$)、気孔率($<1\%$)、酸化イットリウムの分布を観察しました。このデバイスの解像度は $1\text{nm}<$ で、元素分布を分析するためのエネルギー分散分光法(EDS)アクセサリが装備されています。利点:微細構造の直感的な表示。短所:サンプル前処理時間が長い。

透過型電子顕微鏡 (TEM) TEM を使用して、 0.1 nm の分解能でナノスケールで酸化イットリウム粒子の分布と結晶構造<分析します。この装置は、ナノドープ電極の微視的特性の研究に適しています。利点:高解像度;短所:高価な機器と複雑な操作。

6.4.3 性能試験装置(アーク安定性、燃焼率試験機)

アーク安定性試験機 TIG 溶接条件(電流 $50\sim 300\text{A}$ 、アルゴン流量 $10\sim 15\text{L/min}$)をシミュレートし、アークドリフト率(目標 $<5\%$)とアーク始動電圧($10\sim 15\text{V}$)を測定します。この装置には、アーク光の強度と安定性を記録するための高周波電源とスペクトラムアナライザが装備されています。利点:溶接環境の現実的なシミュレーション。短所:テストコストが高くなります。

バーンアウト率試験機 バーンアウト率試験機は、標準的な溶接条件(200 A 、1 時間)で電極の質量損失を測定し、目標バーンアウト率 $<0.2\text{ mg/min}$ です。高精度天びん(精度 $\pm 0.01\text{mg}$)と温度監視システムを搭載しています。利点:寿命の正確な測定。短所:長いテストサイクル。

著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

著作権および法的責任に関する声明

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

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

6.5 イットリウムタングステン電極のインテリジェント生産設備

インテリジェントな生産設備は、自動化とデータ分析を通じて生産効率と品質の一貫性を向上させます。

6.5.1 自動生産ラインと産業用ロボット

自動生産ライン 自動生産ラインは、研削、ドーピング、成形、焼結、加工装置を統合し、ベルトコンベアと PLC システムによる連続生産を実現します。生産ラインはマルチステーション並列運転をサポートしており、生産量は 1000~5000 個/日に達します。利点:高効率、低人件費。短所:初期投資が大きい。

産業用ロボット 産業用ロボットは、粉体の積み下ろし、ピレットの取り扱い、電極の梱包に使用されます。6 軸ロボット(荷重 5~20kg)には、高精度な操作に適した位置決め精度 $\pm 0.1\text{mm}$ のビジョン認識システムが搭載されています。利点:高い柔軟性、手動エラーの削減。短所: メンテナンスコストが高い。

6.5.2 オンライン品質監視およびデータ分析システム

オンライン監視システム

オンライン監視システムは、赤外線温度計(精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$)、ガス分析装置(酸素含有量 $< 1\text{ppm}$)、蛍光 X 線分析装置を統合し、焼結温度、雰囲気純度、ドーピング均一性をリアルタイムで監視します。システムはモノのインターネット (IoT) テクノロジーを通じてデータをクラウドにアップロードし、リアルタイム レポートを生成します。利点:高速フィードバック、欠陥の削減。短所: 安定したネットワークサポートが必要です。

データ分析システム

データ分析システムは、機械学習アルゴリズムに基づいてプロセスパラメータ(温度、圧力、ドーピング率)と電極性能(バーンアウト率、アーク安定性)の関係を分析し、生産パラメータを最適化します。不良率を $< 1\%$ まで予測します。利点:インテリジェントな最適化。短所: サポートするには多くの履歴データが必要です。



第7章イットリウムタングステン電極の国内外規格

高性能溶接材料として、イットリウムタングステン電極の品質と性能は厳格な標準化された管理の対象となります。国内外の規格は、明確な分類、性能要件、および試験方法を通じて、イットリウム タングステン電極の製造、試験、および応用を規制しています。この章では、イットリウムタングステン電極の国際規格、国内規格、規格比較、および開発動向について詳しく説明します。

7.1 イットリウムタングステン電極の国際規格

国際規格は、主に国際標準化機構 (ISO)、米国溶接協会 (AWS)、および欧州標準化委員会 (EN) の関連規格を含む、イットリウム タングステン電極の製造と応用に関する統一された技術仕様を提供します。これらの規格は、イットリウム タングステン電極の化学組成、寸法公差、性能試験、およびマーキング要件を詳述しています。

7.1.1 ISO 6848: タングステン電極の分類と技術要件

ISO 6848:2015「溶接消耗品 - アーク溶接用の非消耗性タングステン電極」は、タングステン アルゴン アーク溶接 (TIG 溶接) やプラズマ アーク溶接などのプロセスに適したタングステン電極の国際規格です。この規格は、イットリウム タングステン電極 (WY20) を明確に分類して実行します。

著作権および法的責任に関する声明

分類と識別: イットリウムタングステン電極は WY20 に分類され、酸化イットリウム(Y_2O_3)含有量は 1.8%~2.2%(質量分率)で、電極先端には青色のコーティングが施されています。この規格では、異なるタイプの電極を確実に区別するために、他の希土類ドーパ電極 (ランタン タングステン、セリウム タングステンなど) の分類も指定しています。識別要件には、電極モデル、サイズ、生産バッチ、メーカー情報が含まれ、多くの場合、レーザー彫刻またはパッケージラベルの形式で表示されます。

化学組成: タングステンマトリックスの純度は $99.5\% \geq$ 必要があり、不純物(鉄、ケイ素、炭素など)の総含有量は $0.05\% <$ 。酸化イットリウムの均一な分布は、蛍光 X 線分光法(XRF)またはエネルギー分散分光法(EDS)によって検出され、含有量偏差は $\leq \pm 0.1\%$ でした。

寸法と公差: 電極径は 0.5~6.4 mm、公差は ± 0.05 mm です。長さ範囲は 50~175mm、公差は ± 1 mm です。表面は滑らかで、亀裂、介在物、酸化物層がなく、粗さは $Ra < 0.4 \mu m$ でなければなりません。

パフォーマンス要件:

アーク始動性能: アーク始動電圧 $< 15V$ 、アークドリフト率 $< 5\%$ 、試験条件は DC 正極性(DCEN)、電流 50~200A です。

燃え尽き症候群の速度: 200 A DC 溶接条件下では、 $<$ のに焼損速度は 0.2 mg/min です。

機械的特性: ピッカース硬度(HV)400~450、引張強度 $> 1000 MPa$ 。

試験方法: この規格は、化学組成分析 (ICP-MS)、微細構造試験 (SEM)、アーク安定性試験、およびバーンアウト率試験の特定の方法を指定しています。試験は、標準的な溶接条件(アルゴン流量 10~15 L/min)で実施する必要があります。

ISO 6848 は、航空宇宙、エネルギー、自動車製造で広く使用されているイットリウム タングステン電極の世界的な生産と取引のための統一されたフレームワークを提供します。その厳しい性能要件により、高精度溶接における電極の信頼性が保証されます。

7.1.2 AWS A5.12: タングステン電極の仕様と性能

AWS A5.12:2009「アーク溶接用のタングステンおよび酸化物分散タングステン電極の仕様」は、米国溶接協会によって開発され、北米市場で広く使用されているタングステン電極規格です。イットリウム タングステン電極 (EWY-2) の仕様と性能要件は ISO 6848 と非常に一致していますが、いくつかの詳細では実際の用途にもっと注意を払ってください。

分類と識別: イットリウムタングステン電極は EWY-2 と表示され、酸化イットリウム含有量は 1.8%~2.2%で、端は青色に塗装されています。この規格では、ユーザーが簡単に識別できるように、電極パッケージに AWS の分類、サイズ、バッチ番号を明確にマークする必要があります。

化学組成: タングステンの純度は $99.5\% \geq$ 、酸化イットリウムの含有量偏差は $\leq \pm 0.1\%$ である

著作権および法的責任に関する声明

必要があります。この規格は不純物(モリブデン、鉄など)の管理に特に重点を置き、ICP-MS または XRF 検出を要求しています。

寸法:直径範囲 0.5~6.4 mm、公差 ± 0.05 mm;長さは 50~175mm、公差は 1mm $\pm$ です。この規格では、相互の合意を条件として、カスタムの長さも許可されています。

パフォーマンス要件:

アーク安定性:100~300A の電流で、アークドリフト率は $<5\%$ 、アーク開始時間は <0.1 秒です。

バーンアウト率:200A、1 時間のテストでは、バーンアウト率 <0.2 mg/分です。

表面品質:電極表面に亀裂、酸化物、油汚れがなく、粗さ $Ra < 0.4\mu m$ 。

テストと認証:AWS A5.12 では、メーカーはアーク発生、焼損率、高温耐クリープ性などの性能テスト レポートを提供する必要があります。AWS やサードパーティの研究所などの認証機関は、テストのために電極をサンプリングできます。

AWS A5.12 は北米市場、特に航空宇宙および防衛産業で幅広い存在感を示しており、メーカーは顧客の要件を満たすために規格を厳格に遵守する必要があります。

7.1.3 EN 26848: タングステン電極の欧州規格

EN 26848:1991 は、欧州標準化委員会によって開発されたタングステン電極の規格であり、ISO 6848 とほぼ一致していますが、ヨーロッパ市場では特定の用途があります。この規格は、イットリウムタングステン電極(WY20)の分類、性能、および試験方法を指定しています。

分類と識別:イットリウムタングステン電極は WY20 とマークされ、酸化イットリウム含有量は 1.8%~2.2%で、端は青色に塗られています。この規格では、電極の表面またはパッケージにモデルと製造元の情報を明確にラベル付けする必要があります。

化学組成:タングステンマトリックス純度 $\geq 99.5\%$ 、不純物含有量 $<0.05\%$ 。酸化イットリウムの分布均一性は EDS で検出する必要があり、偏差 $\leq \pm 0.1\%$ です。

寸法と公差:直径 0.5~6.4 mm、公差 ± 0.05 mm;長さは 50~175mm、公差は 1mm $\pm$ です。この規格では、契約上の要件に従って、非標準サイズが許可されています。

パフォーマンス要件:

アーク放電性能:アーク始動電圧 < 15 V、DC および AC 溶接に適しています。

アーク安定性:100~200A で、アークドリフト率 $<5\%$ 。

バーンアウト率:200 A DC では、バーンアウト率 <0.2 mg/分です。

試験方法: この規格は、化学組成分析 (ICP-MS)、表面品質検査 (顕微鏡観察)、およびアーク性能試験の特定の手順を指定しています。試験は標準の TIG 溶接装置で実施されま

著作権および法的責任に関する声明

す。

EN 26848 は、自動車製造、造船業、エネルギー機器製造のヨーロッパ市場で広く使用されており、その要件は ISO 6848 との互換性が高く、国際貿易が容易です。

7.2 イットリウムタングステン電極の国内規格

タングステン電極の世界最大の生産国として、中国はイットリウムタングステン電極の生産と応用を規制するために、多くの国家規格と業界標準を策定しました。これらの規格は、国際規格に基づいて、実際の国内生産と組み合わせて、より具体的な技術要件を提唱しています。

7.2.1 GB/T 4192: タングステン電極の技術条件

GB/T 4192-2017「タングステン電極」は、イットリウムタングステン電極(WY20)を含む TIG 溶接およびプラズマアーク溶接用のタングステン電極の中国国家規格です。

分類と識別:イットリウムタングステン電極は WY20 とマークされ、酸化イットリウム含有量は 1.8%~2.2%で、端は青色に塗られています。この規格には、WY10(1% 酸化イットリウム)などの非標準モデルも含まれており、パッケージにモデル、サイズ、バッチ番号をマークする必要があります。

化学組成:タングステン純度 $\geq 99.5\%$ 、総不純物(鉄、シリコンなど) $< 0.05\%$ 。酸化イットリウム含有量の偏差 $\leq \pm 0.1\%$ で、XRF または ICP-MS で検出されました。

寸法と公差:直径 0.5~6.4 mm、公差 ± 0.05 mm;長さは 50~175mm、公差は 1mm $\pm$ です。表面には亀裂や介在物がなく、粗さは $Ra < 0.4\mu m$ である必要があります。

パフォーマンス要件:

アーク始動性能:アーク始動電圧 $< 15V$ 、アーク始動時間 < 0.1 秒。

アーク安定性:100~300A で、アークドリフト率 $< 5\%$ 。

バーンアウト率:200 A DC では、バーンアウト率 < 0.2 mg/分です。

機械的特性:硬度 HV400~450、引張強度 $> 1000MPa$ 。

試験方法: この規格は、化学組成分析 (ICP-MS)、微細構造試験 (SEM)、アーク安定性試験、およびバーンアウト率試験の特定の方法を指定しています。試験装置は、国の計測基準に準拠する必要があります。

GB/T 4192 は、中国のタングステン電極産業の中核規格であり、国内の航空宇宙、エネルギー、自動車製造分野で広く使用されています。

7.2.2 JB/T 12706: 溶接用タングステン電極の規格

JB/T 12706-2016「溶接用タングステン電極」は、TIG およびプラズマ アーク溶接装置に適した機械業界標準であり、GB/T 4192 の一部の要件を補完します。

著作権および法的責任に関する声明

分類と識別:WY20 とマークされたイットリウムタングステン電極、端は青く塗装されています。この規格では、電極のパッケージにモデル、サイズ、製造日、および製造元情報を示すことが義務付けられています。

化学組成:タングステン純度 $\geq 99.5\%$ 、酸化イットリウム含有量 $1.8\% \sim 2.2\%$ 。この規格では、化学分析によって検証する必要がある不純物制御（炭素 $< 0.01\%$ など）が強調されています。

寸法と公差:直径 $0.5 \sim 6.4 \text{ mm}$ 、公差 $\pm 0.05 \text{ mm}$;長さは $50 \sim 175 \text{ mm}$ 、公差は $1 \text{ mm} \pm$ です。カスタムの非標準サイズは許可されています。

パフォーマンス要件:

アーク放電性能: アーク始動電圧 $< 15 \text{ V}$ 、DC および AC 溶接に適しています。

アーク安定性: $50 \sim 200 \text{ A}$ で、アークドリフト率 $< 5\%$ 。

バーンアウト率: 200 A では、バーンアウト率 $< 0.2 \text{ mg/分}$ です。

テストと認証: この規格では、メーカーに対し、化学組成、寸法精度、アーク性能などの品質証明書を提供する必要があります。第三者機関の認証を受けることができます。

JB/T 12706 は、機械製造の分野、特に中小企業で広く使用されており、要件が比較的柔軟であるため人気があります。

7.2.3 業界固有の規格と仕様

国家規格に加えて、中国の一部の業界では、特定のアプリケーション シナリオ向けにイットリウム タングステン電極に追加の要件を提示する特別な仕様が開発されています。

航空宇宙産業: 中国の航空業界標準 (HB シリーズなど) では、イットリウム - タングステン電極は、チタン合金およびニッケル基合金の溶接において、燃え尽き速度が $< 0.15 \text{ mg/min}$ 、ガス放出速度が $< 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{真空環境では } \text{m}^3/\text{s}$ 。

原子力産業: 原子力産業規格 (HJB シリーズなど) は、電極の非放射能と耐食性を強調しており、高温高圧環境における溶接部の長期安定性を確保するために、酸化イットリウム含有量の偏差は $0.05\% < \pm$ です。

造船業: 海洋産業の仕様では、イットリウム タングステン電極は高湿度、塩素含有環境で優れた耐食性を備えていることが要求されており、表面は特別に研磨する必要があります ($Ra < 0.2 \mu\text{m}$)。

これらの業界標準は通常、GB/T 4192 に基づいていますが、耐食性試験や高温疲労試験などのアプリケーション固有の試験要件が追加されています。

7.3 イットリウムタングステン電極の標準比較と応用

7.3.1 国内外の規格の違いと適用性

イットリウムタングステン電極の分類、性能要件、および試験方法には国内外で一定の違

著作権および法的責任に関する声明

いがあり、主に次の側面に反映されています。

化学組成要件: ISO 6848 および AWS A5.12 では不純物含有量 ($<0.05\%$) に関する要件が厳格ですが、GB/T 4192 では国内原材料の実際の状況に適応するためにわずかに高い不純物制限 ($<0.1\%$) が認められています。EN 26848 は ISO 6848 と一致していますが、炭素などの微量元素に対する管理はより緩いです。

寸法と公差: 国際規格 (ISO、AWS、EN) は直径公差 ($\pm 0.05\text{ mm}$) と表面粗さ ($Ra < 0.4\text{ }\mu\text{m}$) の要件に準拠していますが、GB/T 4192 および JB/T 12706 では非標準サイズが許容され、国内市場の多様なニーズに適しています。

性能試験: ISO 6848 および AWS A5.12 では、包括的なアーク性能試験 (アーク電圧、ドリフト速度など) が必要であり、標準的な溶接条件 (アルゴン流量 $10\sim 15\text{ L/min}$) を指定します。GB/T 4192 と JB/T 12706 は同様の試験方法を持っていますが、より柔軟な試験条件を可能にし、中小企業に適しています。

適用性:

国際規格: 世界貿易や航空宇宙産業や原子力産業などのハイエンド用途に適用でき、性能の一貫性と認証要件が重視されます。

国内規格: より費用対効果が高く実用的な生産で、国内の中小企業や一般産業用途に適しています。

業界標準: 特定の分野 (航空、原子力産業など) に対するより高い要件があり、高精度で要求の厳しい環境に適しています。

7.3.2 生産プロセスにおける規格の指導的役割

国内外の規格は、明確な性能指標と試験方法を通じて、イットリウム タングステン電極の製造プロセスに関する重要なガイダンスを提供します。

原材料の準備: この規格では高純度タングステン ($\geq 99.5\%$) と酸化イットリウム ($\geq 99.99\%$) が要求されており、メーカーは高度な精製装置 (溶媒抽出、噴霧乾燥など) と品質検査方法 (ICP-MS など) を採用するよう促しています。

ドーピングと焼結: 酸化イットリウムの分布均一性 (偏差 $< \pm 0.1\%$) に関する規格の要件により、電極の微細構造の一貫性を確保するために、スプレー ドーピングおよび真空焼結技術の適用が促進されます。

機械加工と成形: 標準寸法公差 ($\pm 0.05\text{ mm}$) と表面粗さ ($Ra < 0.4\text{ }\mu\text{m}$) では、加工精度を向上させるために精密伸線機と CNC 研削装置を使用する必要があります。

品質管理: 規格で要求される複数のテスト (アーク安定性、焼損率など) により、メーカーは包括的な品質管理システムを確立するために SEM、XRF、その他の試験装置を導入するようになりました。

例えば、ISO 6848 の燃焼速度要件 ($< 0.2\text{ mg/min}$) は、正確な温度制御 ($\pm 5^\circ\text{C}$) と雰囲気管理 (酸素含有量 $< 10\text{ ppm}$) により、高温焼結炉の最適化を推進しています。

著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

著作権および法的責任に関する声明

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

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

7.3.3 アプリケーションシナリオにおける標準の規範的役割

この規格は、性能と安全性の要件を通じて、さまざまなアプリケーションシナリオでのイットリウムタングステン電極の使用を規制しています。

航空宇宙: ISO 6848 および AWS A5.12 では、電極が大電流 (>200 A) および真空環境で優れたアーク安定性と低揮発性を備え、チタンおよびニッケル基合金溶接部の高い強度と気密性を確保することが求められています。

原子力産業: GB/T 4192 および業界標準では、電極は非放射性および耐食性であり、原子炉圧力容器の溶接に適しており、高温高压での溶接の破損を防ぐことが求められています。

自動車製造: JB/T 12706 の柔軟なサイズ要件は、非標準電極のカスタマイズをサポートし、ボディシート溶接の多様なニーズを満たします。

マイクロエレクトロニクス: 微小電極 (直径 0.5 ~ 1.0 mm) の精度に関する標準要件により、微小溶接の精度を確保するための CNC 研削および電気化学研磨技術の適用が促進されています。

この規格では、輸送中の損傷のリスクを軽減するために、防湿性と耐衝撃性の梱包や明確なラベルの要求など、電極の梱包、保管、輸送の要件も指定しています。

7.4 イットリウムタングステン電極の標準開発動向

新材料、新しいプロセス、環境保護要件の継続的な開発に伴い、イットリウム タングステン電極の規格も業界のニーズと技術の進歩を満たすために継続的に更新されています。

7.4.1 新しい材料とプロセスが規格に与える影響

ナノスケールドーピング技術: ナノ酸化イットリウム(粒径 10~100nm)の適用により、電極のアーク安定性と耐燃焼性が向上します。将来の規格では、ナノドーピング電極の分類 (WY-Nano など) が追加され、より厳密な粒度分布 (偏差 $<\pm 10\text{ nm}$) と性能試験方法 (TEM 分析など) が指定される可能性があります。

複合ドーピング電極: イットリウムタングステン電極などは、酸化ランタンまたは酸化セリウム(WX4 など)を複合ドーピングして、総合的な性能を向上させます。規格では、耐クリープ性 (クリープ速度 $<10^{-6}\text{ s}^{-1}$) や熱電子放出効率など、複合ドーピング電極の分類と性能指標が導入される場合があります。

高度な製造プロセス: 放電プラズマ焼結 (SPS) とスマート製造技術の適用により、電極の密度 (>99%) と一貫性が向上します。将来の規格では、SPS 電極の粒径($<5\mu\text{m}$)と欠陥率($<0.5\%$)の要件が増加する可能性があります。

これらの新しい技術と材料には、新しい電極の性能を検証するために、高解像度 TEM 分析の追加やリアルタイムのアーク性能モニタリングなど、試験方法を更新するための規格が必要です。

7.4.2 環境保護および安全基準の更新

環境保護と安全の要件は、標準更新の重要な推進力です。トリウムタングステン電極の放射能は、イットリウムタングステン電極の広範な適用を促進しており、将来の規格は環境保護と安全仕様をさらに強化します。

放射能フリー認証: 規格では、電極が国際労働機関 (ILO) および世界保健機関 (WHO) の基準を満たしていることを確認するために、メーカーに放射能のない証明書 (ガンマ線検査レポートなど) の提供を要求する場合があります。

廃棄物リサイクル仕様: 将来の規格では、環境汚染を軽減するために、イットリウム タングステン電極と廃棄物処理プロセスのリサイクル率 (>90%) が指定される可能性があります。

労働衛生要件: この規格では、オペレーターの健康を保護するために、溶接ヒュームの排出制限 (例: $<0.1 \text{ mg/m}^3$) および操作上の保護要件 (強制換気および保護具など) が追加される場合があります。

さらに、世界的な環境規制が強化されるにつれて (EU RoHS 指令など)、規格では電極製造プロセスにおけるエネルギー消費量と廃液排出量が特定の制限を満たすことが義務付けられる可能性があり、グリーン製造技術の適用が促進されます。



著作権および法的責任に関する声明

第8章 イットリウムタングステン電極の検出技術

高性能溶接材料として、イットリウムタングステン電極の品質は溶接効果とアプリケーションの信頼性に直接影響します。この検出技術は、化学組成、物理的特性、電気的特性、微細構造、環境安全性の包括的な評価を通じて、電極が国際規格および国内規格 (ISO 6848、AWS A5.12、GB/T 4192 など) に準拠していることを保証します。この章では、化学、物理学、電気、微細構造、環境安全性など、イットリウムタングステン電極の検出技術について詳しく説明し、関連機器と新興技術を紹介します。

8.1 イットリウムタングステン電極の化学組成検出

化学組成試験はイットリウムタングステン電極の品質管理の中核であり、酸化イットリウム含有量、不純物元素、成分分布の均一性に焦点を当て、高温アーク放電環境における電極の安定性と性能を確保します。

8.1.1 酸化イットリウム含有量の正確な測定

酸化イットリウム(Y_2O_3)含有量は、イットリウムタングステン電極(WY20)の重要な指標であり、規格では 1.8%~2.2%(質量分率)の含有量が要求されており、偏差は $\pm 0.1\%$ です。酸化イットリウム含有量を正確に測定するには、高感度の分析技術が必要です。

誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)

ICP-MS は、サンプルのプラズマイオン化によってイットリウムの質量分率を検出し、検出限界は $<1\text{ppb}$ 、精度は $\pm 0.01\%$ です。サンプルは硝酸またはフッ化水素酸で溶解する必要があります。分析時間は約 5 分です。ICP-MS は、高精度の実験室分析のためにタングステンと酸化イットリウムの両方のレベルを検出することができます。利点:高感度で、微量元素分析に適しています。短所:サンプル前処理が複雑で、設備コストが高い。

蛍光 X 線分光法(XRF)

蛍光 X 線分析法は、X 線で試料表面を励起し、イットリウムとタングステンの特徴的な蛍光強度を分析し、酸化イットリウムの含有量を $\pm 0.05\%$ の精度で測定します。蛍光 X 線分析は分析時間 <1 分の非破壊検査で、生産ラインでの迅速な検査に適しています。利点:高速でロスレス。短所:軽元素に敏感ではありません。

化学滴定法

化学滴定は、酸塩基反応または錯体反応によってイットリウム含有量を $0.1\% \pm$ 精度で測定します。この方法は伝統的ですが、低コストで操作が簡単で中小企業に適しています。利点:低コスト、操作が簡単。短所:精度が低く、時間がかかります。

測定プロセス中に複数のサンプル(少なくとも 3 つの異なる場所)を採取し、酸化イットリウムの含有量が代表的であることを確認しました。この規格では、一貫した電極性能を確保するために $\pm 0.1\%$ の偏差が必要です。

8.1.2 不純物元素と微量分析

不純物元素 (鉄、シリコン、炭素、カルシウムなど) は、イットリウム タングステン電極

著作権および法的責任に関する声明

のアーカ安定性と燃焼速度に大きな影響を与え、規格では総不純物含有量が $<0.05\%$ であることが要求されています。微量分析には、高感度の機器を使用する必要があります。

ICP-MS 型

ICP-MS は、検出限界 $<0.1\text{ppb}$ の幅広い不純物元素(Fe、Si、C、Ca など)を検出できるため、微量分析に適しています。サンプルを完全に溶解する必要があり、分析時間は約 5~10 分です。利点:複数の要素の同時検出、高精度。短所:複雑なサンプル前処理。

グロー放電質量分析(GD-MS)

GD-MS を使用して、グロー放電によってサンプル表面をイオン化し、検出限界 $<0.01\text{ppb}$ の微量元素を分析しました。このデバイスは、サンプルを溶解することなく固体電極の直接分析に適しています。利点:高感度、無損失。短所:高価な機器と複雑な操作。

原子吸光分光法(AAS)

AAS は、特定の不純物元素(Fe、Ca など)を検出するために使用され、検出限界は $<1\text{ppm}$ 、精度は $0.1\%\pm$ です。この方法は単一元素分析に適しており、コストも低くなります。利点:低コスト、簡単な操作。短所:要素を 1 つずつ検出し、効率が低い。

不純物分析は電極の断面と表面をカバーし、局所的な濃縮がないことを保証します。この規格では、アーカドリフトや焼損の増加を避けるために、鉄 $<50\text{ppm}$ 、シリコン $<20\text{ppm}$ 、炭素 $<10\text{ppm}$ が要求されています。

8.1.3 成分分布の均一性の検出

酸化イットリウムの均一な分布は、電極のアーカ安定性と機械的特性に直接影響します。検出方法は、電極の内部および表面の組成分布を評価します。

エネルギー分散分光法(EDS)

EDS と走査型電子顕微鏡(SEM)を組み合わせることで、X 線エネルギー分光法により電極断面の元素分布を $<1\mu\text{m}$ の分解能と $\pm 0.05\%$ の精度で分析します。検出領域は電極の中心と端をカバーし、酸化イットリウムの分布均一性を分析します。利点:要素分布の直感的な表示。短所:表面的または浅い分析に限定されます。

電子プローブ微量分析(EPMA)

EPMA は電子ビーム励起を使用して、イットリウムとタングステンの 2 次元分布を分解能 $<0.1\mu\text{m}$ 、精度 $\pm 0.01\%$ で分析します。この装置は、数ミクロンの検出深さの高精度分析に適しています。利点:高解像度で、複雑なサンプルに適しています。短所:高価な機器、長い分析時間。

X 線断層撮影(XCT)

XCT は、電極の内部を X 線でスキャンし、解像度 $<1\mu\text{m}$ の 3D 組成マップを生成します。この装置は、酸化イットリウムの凝集または偏析を検出でき、非破壊分析に適しています。利点:3D 非破壊検査。短所:機器のコストが高く、データ処理が複雑です。

均一性試験では、酸化イットリウムの含有量が $<\pm 0.1\%$ ずれ、局所凝集面積が $5\%<$ する

著作権および法的責任に関する声明

必要がありました。この結果は、ドーピングおよび焼結プロセスの最適化を導きます。

8.2 イットリウムタングステン電極の物性

物理的特性試験では、イットリウム タングステン電極の密度、硬度、機械的特性、表面品質、高温特性を評価し、溶接プロセス中の安定性と耐久性を確保します。

8.2.1 密度、硬度、機械的特性試験

密度試験

密度は電極密度を測定するための重要な指標であり、規格では理論密度(19.1~19.3 g/cm³)に近いことが求められています。アルキメデス排水法は、高精度の電子天秤(精度±0.001g)を使用して、空気中および水中での電極の質量を測定することにより密度を計算します。利点:シンプルで正確。短所: 一貫性を確保するには複数の測定が必要です。現代の工場でも X 線密度計を使用して、サンプルを破壊することなく X 線吸収強度で密度を測定し、精度は 0.01g/cm³±。

硬さ試験

ビッカース硬さ (HV) 試験では、ビッカース硬さ試験を使用し、1050 N の荷重を加え、電極断面の硬度を測定し、目標値を 400450 HV とします。テストポイントは電極の中心と端を覆い、均一性を確保します。利点:高精度、材料強度の反映。短所: 平らなサンプルの準備が必要です。

機械的特性試験

引張および曲げ強度試験では、目標引張強度 >1000 MPa、曲げ強度 >800 MPa で引張または 3 点曲げ荷重を加えた万能材料試験機を使用します。試験は、電極の変形に対する耐性を評価するために、室温および高温 (1000°C) で実施されました。利点: 機械的特性の包括的な評価。短所: 高温試験装置は複雑です。

8.2.2 表面品質および寸法精度試験

表面粗さ試験

表面粗さ(Ra<0.4μm)は、コンタクトプロファイラーまたはレーザー表面スキャナーによって測定され、電極表面の傷、酸化物、または介在物を検出します。デバイスの解像度<0.01μm、スキャン長は 2~5mm です。利点:高精度で、生産ラインでの検査に適しています。短所: 定期的な校正が必要です。

寸法精度検査

寸法精度(直径±0.05mm、長さ±1mm)は、高精度のレーザー径ゲージまたはデジタルノギスを使用して測定されます。レーザー径ゲージは、レーザービームを介して電極径を±0.01mm の精度でスキャンするため、バッチ検査に適しています。利点:高速でロスレス。短所:機器コストが高くなります。

顕微鏡検査

光学顕微鏡(倍率 100~500×)は、深さ 10μm の表面の亀裂、気孔、介在物<検査に使用されます。重大な欠陥(亀裂の長さ>0.1 mm など)は拒否する必要があります。利点:直感的でシ

著作権および法的責任に関する声明

ンプル。短所:表面検査に限られます。

8.2.3 高温物性試験

高温性能試験では、溶接環境 (>2000°C) における電極の安定性を評価します。

高温再結晶温度

この試験では、高温炉(2000~2500°C)を使用して電極を加熱し、示差走査熱量計(DSC)と組み合わせて再結晶温度を測定し、目標温度>2000°C を測定します。試験は、酸化に対するアルゴン保護の下で実施されます。利点:高温安定性を正確に反映します。短所:長いテスト時間。

熱膨張係数試験

熱膨張計は、20~1000°C での電極の熱膨張係数を測定し、目標は約 $4.5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ です。このデバイスは、レーザー干渉法によって $0.1 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ 精度で寸法変化を記録します。利点:高精度;短所: 高温機器のサポートが必要です。

熱伝導率試験

電極の熱伝導率はレーザーフラッシュ法(目標 $174 \text{W/m} \cdot \text{K}$)で測定し、高温レーザーフラッシュ分析装置を使用して 20~1000°C の温度範囲をテストしました。利点:高速かつ正確。短所:高価な機器。

8.3 イットリウムタングステン電極の電気的特性検出

電気的性能試験では、イットリウム タングステン電極の電子放出能力、アーク安定性、高電流抵抗を評価し、TIG およびプラズマ アーク溶接における性能を保証します。

8.3.1 電子脱出仕事と熱電子放出試験

電子脱出仕事試験

電子脱出仕事(目標 2.5~2.7 eV)は、光電子分光法(PES)または熱電子放出装置によって測定されます。PES は紫外線を使用して電子を励起し、逃げたエネルギーを分析します。熱電子放出装置は、真空環境下で電極(1000~1500°C)を加熱し、放出電流を測定します。利点:電子放出能力の正確な測定。短所: 装置が複雑で、真空環境が必要です。

熱電子放出試験

熱電子放出試験は、模擬溶接条件(電流 50~200A、真空またはアルゴン環境)下で実施し、高周波電源と電流計を使用して発光電流密度(目標 $>10 \text{A/cm}^2$)を測定しました。利点:溶接性能を直接反映します。短所:試験条件を厳密に管理する必要があります。

8.3.2 アーク開始性能とアーク安定性試験

アーク開始性能試験

アーク放電性能試験は、TIG 溶接機(電流 50~200A、アルゴン流量 10~15L/min)を用いて、アーク電圧(<15V)とアーク開始時間(<0.1 秒)を測定しました。この装置には、アーク光強度と点火速度を記録するための高周波点火装置とスペクトラムアナライザが装備されて

います。利点:溶接環境の現実的なシミュレーション。短所: 標準の溶接機をサポートが必要です。

アーク安定性

試験アーク安定性試験は、100~300A の電流で行われ、アークドリフト率(目標<5%)と電圧変動($\pm 1V$)を記録します。このデバイスは、高速カメラ(フレームレート>1000fps)を使用して、アークの形態を観察し、電圧/電流レコーダーと組み合わせて安定性を分析します。利点:アーク品質を直感的に反映します。短所: 高価な試験装置。

8.3.3 大電流条件下での焼損率試験

バーンアウト率試験は、電極の質量損失を測定するために、200ADC で 1 時間実施されました (目標< 0.2 mg/min)。この装置には、高精度の電子天びん(精度 ± 0.01 mg)と TIG 溶接機が含まれており、試験はアルゴン保護下で実施されます。利点:電極寿命の直接評価。短所: 長いテストサイクル。高温バーンアウト試験 (>300 A) では、プラズマ アーク溶接機を使用して、極端な条件下での電極の耐久性も評価します。

8.4 イットリウムタングステン電極の微細構造検出

微細構造検出は、電極の粒径、酸化イットリウムの分布、内部欠陥を評価し、その機械的および電気的特性を保証します。

8.4.1 結晶粒構造とサイズの分析

走査型電子顕微鏡(SEM)

SEM を使用して、ターゲット粒子サイズ $510\mu m$ 、分解能 $1nm$ <電極断面の結晶粒構造を観察しました。サンプルは $1000\sim 5000\times$ の倍率で研磨およびエッチングする必要があります。利点:高解像度、穀物形態の直感的な表示。短所: 複雑なサンプル前処理。

光学顕微鏡

光学顕微鏡(倍率 $200\sim 1000\times$)は、粒径や分布の迅速な分析に使用され、生産ラインでの予備検査に適しています。利点:簡単な操作と低コスト。短所:SEM よりも解像度が低い。

8.4.2 酸化イットリウム粒子の分布と相分析

エネルギー分散分光法(EDS)

EDS と SEM を組み合わせて、酸化イットリウム粒子の分布を $1\mu m$ <分解能で分析しました。検出は電極の断面をカバーし、ターゲット分布偏差は $0.1\%\leq \pm$ です。利点:要素分布の直感的な表示。短所:表面分析に限定されます。

X 線回折(XRD)

XRD は電極の相組成を分析し、 WO_3 やその他の酸化相がないことを確認しました。このデバイスは $Cu K\alpha$ 光線を使用し、スキャン角度は $10\sim 90^\circ$ 、解像度は $0.01^\circ\pm$ です。利点:非破壊検査の段階構造。短所: 専門的なデータ分析が必要です。

8.4.3 内部欠陥(亀裂、気孔)検出

X 線断層撮影(XCT)

著作権および法的責任に関する声明

XCT は、電極の 3 次元画像を生成し、 $1\mu\text{m}$ <分解能で内部の亀裂や細孔を検出します。この装置は、検出深さが数ミリメートルの非破壊分析に適しています。利点: 3D 非破壊検査。短所: 高価な機器と複雑なデータ処理。

超音波検査

超音波検出は、高周波音波(5~20MHz)で電極内部をスキャンし、 $\pm 0.1\text{mm}$ の精度で亀裂や細孔を検出します。この装置は、大量の迅速検査に適しています。利点: 高速でロスレス。短所: 軽微な欠陥の影響を受けにくい。

8.5 イットリウムタングステン電極の環境および安全性試験

環境および安全性試験により、イットリウム タングステン電極が非放射性、低毒性、持続可能であり、環境および労働衛生の要件を満たしていることが確認されます。

8.5.1 非放射性認証

イットリウムタングステン電極の非放射能は、トリウムタングステン電極に対する主な利点です。検出方法は次のとおりです。

ガンマ線検出

電極の放射能レベルは、ガンマ線検出器(感度 $<0.01\mu\text{Sv/h}$)を使用して測定され、 α 線、 β 線、 γ 線がないことを確認します。テストはシールドチャンバーで 24 時間実施されました。利点: 安全性を確保するための高感度。短所: 高価な機器。

放射性核種分析

電極中の放射性核種(Th-232、U-238 など)を高純度ゲルマニウム検出器を使用して分析し、検出限界は 0.1 Bq/g <でした。利点: 微量放射能の正確な検出。短所: 分析時間が長い。

テスト結果は、国際労働機関 (ILO) および世界保健機関 (WHO) の基準を満たし、電極に放射能が含まれていないことを証明する必要があります。

8.5.2 環境影響とリサイクル可能性の評価

環境影響試験

環境影響試験では、電極の製造および使用中の排出物(廃液、すすなど)を評価します。溶接ヒューム濃度(目標 $<0.1\text{mg/m}^3$)をガス分析装置で測定し、廃液中の重金属を液体クロマトグラフィー(HPLC)で分析しました。利点: 環境への影響の包括的な評価。短所: 連携するには複数の機器が必要です。

回復評価

回収試験では、高温溶融と化学精製による電極の回収率を評価します(目標 $>90\%$)。この装置には、タングステンと酸化イットリウムの回収効率をテストするための電気アーク炉と溶媒抽出システムが含まれています。利点: 循環経済をサポートします。短所: リサイクルプロセスは複雑です。

著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

著作権および法的責任に関する声明

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

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

8.5.3 労働安全衛生試験

溶接ヒューム検出

溶接中のすすの濃度は、粒子状物質サンプラーを使用して測定され、目標 $<0.1\text{ mg/m}^3$ でした。装置には高効率フィルターが装備されており、サンプリング時間は1~2時間です。利点: 健康リスクの直接評価。短所: フィールドテストが必要です。

アーク光検出

アーク光(波長 200~400nm)の紫外線強度を分光計で測定し、目や皮膚への潜在的な害を評価します。試験は標準的な TIG 溶接条件下で実施されます。利点: オペレーターを保護します。短所: 専門的な保護具が必要です。

8.6 イットリウムタングステン電極の試験技術と設備

8.6.1 一般的な試験機器と原理

ICP-MS: プラズマイオン化と質量分析による化学組成の検出±精度 0.01%。

蛍光 X 線分析により元素含有量を分析し、迅速な非破壊検出に適しています。

SEM/EDS: 電子ビームイメージングとエネルギー分光法により微細構造と元素分布を検出します。

XRD: 有害な酸化相がないことを確認するための相組成の X 線回折分析。

XCT: X 線スキャンで 3D 画像を生成し、内部欠陥を検出します。

ビッカース硬さ試験機: くぼみによって硬度を測定し、機械的特性を評価します。

レーザー直径ゲージ: レーザースキャンで測定した寸法精度、精度 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

8.6.2 高度な検出技術 (AI 支援、その場分析など)

AI 支援検出

AI テクノロジーは、機械学習アルゴリズムを通じて SEM、XXF、XRD データを分析し、電極の性能 (焼損率、アーク安定性など) を予測します。システムは履歴データに基づいて検出パラメータを最適化し、欠陥認識率 $>95\%$ です。利点: 効率を向上させ、手動エラーを減らします。短所: 多くのトレーニング データが必要です。

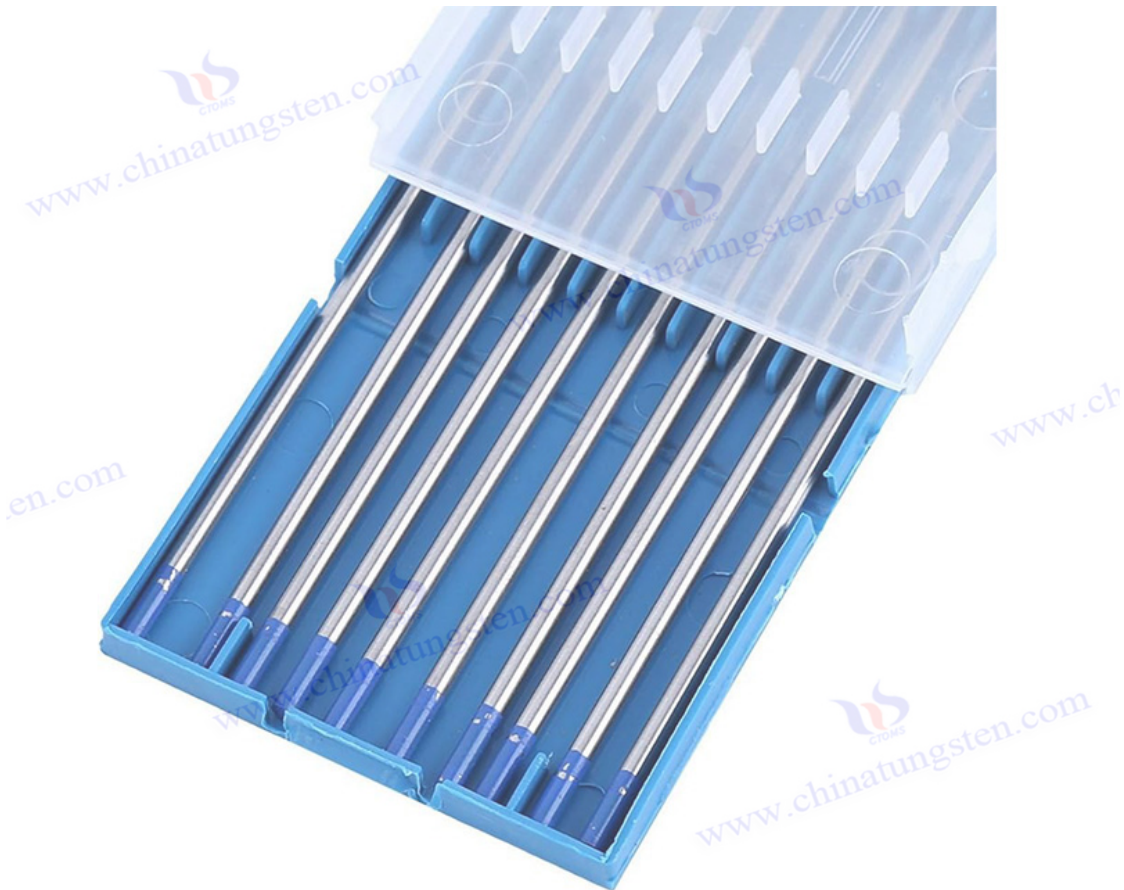
その場分析技術

高温炉と SEM/TEM を組み合わせた in-situ 分析は、高温($>2000^\circ\text{C}$)での電極の微細構造変化をリアルタイムに観察します。この装置には、高温サンプルステージと解像度 $<1\text{nm}$ のダイナミックイメージングシステムが装備されています。利点: 高温性能を直感的に反映します。短所: 複雑な機器と高コスト。

オンラインスペクトル分析

オンラインスペクトラムアナライザは、アークスペクトルをリアルタイムで監視することにより、アークの安定性と不純物の揮発を <0.1 秒の分析時間で評価します。利点: 高速フィードバック、生産ラインでの監視に適しています。短所: 高精度の分光計が必要です。

これらの高度な技術により検査効率と精度が向上し、イットリウムタングステン電極の品質管理のインテリジェントな発展が促進されます。



第9章 イットリウムタングステン電極に関するユーザーの一般的な問題と解決策

イットリウム タングステン電極 (WY20) は、優れたアーク安定性、低い燃焼率、および非放射性特性により、TIG 溶接、プラズマ アーク溶接、および非溶接用途で広く使用されています。ただし、ユーザーは、使用中に不安定なアーク放電、急激なチップ焼損、アーク放電の困難などの問題に遭遇する可能性があります。この章では、これらの問題の原因を詳細に分析し、ユーザーが溶接性能と電極寿命を最適化するのに役立つものを絞ったソリューションを提供します。

9.1 イットリウムタングステン電極のアーク不安定性の考えられる原因

アークの不安定性は、イットリウム タングステン電極の使用における一般的な問題であり、アーク ドリフト、断続性、または溶接池の制御の困難として現れ、溶接品質の低下につながる可能性があります。以下では、電極先端の形状、電流パラメータ、シールドガス、表面汚染の4つの側面から原因を分析します。

9.1.1 不適切な電極先端の形状

理由: 電極先端の形状 (角度、半径など) は、アークの濃度と安定性に直接影響します。イットリウムタングステン電極の先端角度は通常 15° ~ 60° で、先端半径は $0.1\sim 0.5\text{mm}$ です。角度が小さすぎると ($<15^{\circ}$)、アークが集中しすぎて、先端が過熱する可能性があります。角度が大きすぎると ($>60^{\circ}$)、アークが分散し、安定性が低下します。さらに、先端の研削

著作権および法的責任に関する声明

が不均一だったり、バリがあったりすると、アークシフトが発生する可能性があります。

解決:

CNC 研削盤を使用してチップを精密に加工し、推奨角度は $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 、チップ半径は $0.2\sim 0.3\text{mm}$ で、ほとんどの TIG 溶接シナリオに適しています。

定期的に先端の形状を確認し、ダイヤモンド砥石を使用して研削し、表面が滑らかでバリの少ない状態になるようにしてください。

溶接材料に応じて角度を調整します:チタン合金(深溶け込み溶接)の場合は 30° 、ステンレス鋼(中溶け込み深さ)の場合は 45° 。

研削後、顕微鏡(倍率 100×)で先端を検査し、微小亀裂や不規則な形状がないことを確認します。

注意 事項:

最先端の研削および列車オペレーター向けの標準作業手順 (SOP) を確立します。

一貫した研削角度を確保するために、特別な研削治具を使用してください。

9.1.2 現在の型とパラメータ設定の問題

理由: 電流の種類 (DC 正極性 DCEN、DC 逆極性 DCEP、または ACAC) とパラメータ設定は、アークの安定性に大きな影響を与えます。イットリウムタンクステン電極は、電流範囲が $50\sim 300\text{A}$ の DC 正極性(DCEN)または AC 溶接に適しています。DCEP を使用すると、電極先端が過熱し、アーク ドリフトが発生しやすくなります。電流が高すぎると ($>300\text{A}$)、電極の焼損が悪化します。電流が低すぎると ($<50\text{A}$)、アークの安定性を維持することが困難になります。

解決:

DCEN が好まれ、電流は $100\sim 200\text{A}$ に制御され、チタン合金やステンレス鋼の溶接に適しています。

AC 溶接(アルミニウム合金など)の場合は、周波数 $50\sim 150\text{Hz}$ の方形波 AC 電源を使用し、 $50\%\sim 70\%$ でバランス制御することで、チップの過熱を低減します。

ワークの厚さに応じて電流を調整します:薄板($<2\text{mm}$)は $50\sim 100\text{A}$ 、厚板($>5\text{mm}$)は $150\sim 250\text{A}$ です。

パルス TIG 溶接を使用すると、パルス周波数は 110Hz 、ピーク電流はベース電流より $20\%\sim 30\%$ 高く、アーク安定性が向上します。

注意 事項:

溶接パラメータのデータベースを使用して、材料と厚さに基づいて最適な電流設定が選択されます。

安定した電流出力を確保するために、溶接機を定期的に校正してください。

9.1.3 シールドガスの品質または流量が不十分

原因: シールドガス (通常はアルゴンまたはヘリウム) の質量と流量は、アーク放電環境に直接影響します。アルゴンガスは純度 99.99% 、酸素含有量 $<10\text{ppm}$ が必要があります。ガスに不純物(酸素、水蒸気など)が含まれていると、電極表面が酸化し、アークが不安定に

なることがあります。流量が不十分 ($<8 \text{ L/min}$) はアークを空気にさらす可能性があり、過剰な流量 ($>20 \text{ L/min}$) は乱流を引き起こしてアークを破壊する可能性があります。

解決:

高純度アルゴン(99.999%)を使用し、水蒸気と酸素を除去するガスフィルターを装備。
ガス流量を調整します:薄板溶接の場合は $8\sim 12 \text{ L/min}$ 、厚板溶接の場合は $12\sim 15 \text{ L/min}$ 。
ガスラインを検査して漏れや汚染がないことを確認し、流量計を使用して流量を正確に制御します。

高精度溶接では、アルゴンとヘリウムの混合物 (比率 3:1) を使用してアーク温度と安定性を向上させることができます。

注意 事項:

ガス分析装置を使用してガス純度を定期的に検査します(検出限界 $<1\text{ppm}$)。

ガスの湿気や汚染を避けるために、ガスの貯蔵と使用仕様を確立します。

9.1.4 電極表面の汚染または酸化

原因: 電極表面の汚染 (油、ほこりなど) または酸化 (WO_3 の形成) により電子放出が妨げられ、アークが不安定になる可能性があります。汚染は不潔な保管環境や不適切な取り扱いによって発生する可能性があります。酸化は通常、電極が空気または高温にさらされると発生します。

解決:

無水エタノールまたはアセトンを使用して電極表面を洗浄し、超音波洗浄機(周波数 $20\sim 40\text{kHz}$)を使用して油と酸化物の層を除去します。

電極先端を研磨して酸化層を除去し、表面仕上げ($\text{Ra}<0.4\mu\text{m}$)を復元します。

電極を密封されたパッケージに保管し、乾燥した換気の良い環境(湿度 $<60\%$)に置きます。
溶接前に電極表面を検査し、光学顕微鏡(倍率 $50\times$)を使用して、汚染や酸化の痕跡がないことを確認します。

注意 事項:

電極の保管と使用の仕様を確立し、油や湿気との接触を避けてください。

電極が空気にさらされないように、溶接プロセス中は保護ガスの継続的な供給を維持してください。

9.2 イットリウムタングステン電極先端の急速燃焼の原因と対策

チップの急速な焼損はユーザーの間で一般的な問題であり、電極チップの急速な摩耗や溶融によって現れ、その寿命が短くなります。その理由と対策を分析してみると、以下に挙げられます。

9.2.1 過大な電流または間違った極性の選択

原因: 過大な電流 ($>300 \text{ A}$) または間違った極性 (DCEP など) により、チップが過熱し、焼損が加速する可能性があります。イットリウムタングステン電極の焼損速度は、DCEN 条件下では約 $0.1\sim 0.2 \text{ mg/min}$ ですが、DCEP または大電流では 0.5 mg/min 以上に増加す

る可能性があります。

解決:

DCEN では、先端の過熱を避けるために電流を 100~250A に制御します。

AC 溶接の場合は、バランス制御(順方向時間<30%)を調整して、チップの加熱時間を短縮します。

大電流シナリオ (>200 A) では、熱容量を増やすために大径電極 (3.2~4.8 mm) が使用されます。

溶接機の出力を監視し、電流ロガーを使用して、急激な変化のない安定した電流を確保します。

注意 事項:

ISO 6848 規格を参照して、溶接材料に応じて適切な電流と極性を選択してください。

スマート溶接機を使用すると、電極を保護するために電流が自動的に調整されます。

9.2.2 先端研削角度と表面処理を最適化する

原因: 先端角度が小さすぎる (<15°) または粗い表面 ($Ra > 0.4 \mu m$) は、過剰な電流密度につながり、焼損を促進する可能性があります。不均一な研削は局所的なホットスポットを作成し、チップの溶融を悪化させる可能性があります。

解決:

先端を 30°~45°に研削し、先端半径は 0.2~0.3mm で、ダイヤモンド砥石を使用して表面を滑らかにします。

電気化学研磨(硫酸-リン酸電解液、電圧 5~15V)を用いて、表面粗さを $Ra < 0.4 \mu m$ に低減しました。

研削品質を確認し、顕微鏡(倍率 100×)で先端にバリや微小亀裂がないか確認します。

チップを定期的に再研磨し、溶接の 1~2 時間ごとにチェックしてください。

注意 事項:

CNC 研削盤を使用して、一貫した先端角度と表面品質を確保します。

正しい研削技術を習得するようにオペレーターを訓練します。

9.2.3 シールドガスの種類と流量を調整する

原因: 保護ガスや不純物が不十分であると、チップが酸化し、 WO_3 揮発性物質が生成され、燃え尽きが加速します。ヘリウムの割合が高い (>50%) と、アーク温度が上昇し、チップの損失が悪化する可能性があります。

解決:

チップを酸化から確実に保護するために、10~15 L/min の流量で高純度アルゴンガス (99.999%)が使用されています。

大電流溶接では、アーク温度と保護効果のバランスをとるために、アルゴンとヘリウムの混合物 (比率 4:1) を試してください。

ガスラインを確認し、流量計(精度 $\pm 0.1 L/min$)を使用して安定した流量を確保してください。

著作権および法的責任に関する声明

真空溶接や高精度溶接では、チップの焼損を減らすために高純度ヘリウム(流量 8~12L/min)が使用されます。

注意 事項:

ガス供給システムを定期的にメンテナンスし、フィルターとラインの気密性を確認してください。

ガス使用パラメータを記録して、溶接プロセス要件への準拠を確認します。

9.2.4 酸化イットリウム含有量の高い電極と交換してください

理由: 標準の WY20 電極 (酸化イットリウム 1.8%~2.2%) は、超高電流 (>400 A) または極端な環境 (プラズマ アーク溶接など) ですぐに焼損する可能性があります。酸化イットリウム含有量が高い電極 (WY30、酸化イットリウム 2.5%~3.0% など) は、再結晶温度が高く、耐燃焼損性が高くなります。

解決:

大電流または高温のシナリオでは、WY30 電極を使用することで焼損率を 20%~30%削減できます。

ISO 6848 または GB/T 4192 規格への準拠を確保するために、酸化イットリウム含有量の高い電極をカスタマイズするにはサプライヤーに相談してください。

酸化イットリウム含有量の異なる電極をテストし、バーンアウト率を記録しました(目標 <0.15 mg/分)。

コストと性能を比較検討すると、WY30 電極の価格は約 10%~20%高くなります。

注意 事項:

溶接作業に応じて適切な電極モデルを選択し、性能の過剰または低減を回避します。

電極性能データベースを確立して、さまざまなモデルの適用可能なシナリオを記録します。

9.3 適切な酸化イットリウム含有量の選び方

酸化イットリウムの含有量は、アーク安定性、熱電子放出容量、および電極の寿命に影響を与えます。以下では、溶接材料、現在のタイプ、環境、コストの観点から選択原則を分析します。

9.3.1 溶接材料(チタン合金、ニッケル基合金など)に応じて選択します。

分析: 溶接材料が異なれば、電極性能に対する要件も異なります。チタン合金は低入熱と安定したアーク放電が必要であり、ニッケル基合金は高い電流支持能力が必要であり、ステンレス鋼は中程度の電流と汎用特性に適しています。

提案:

チタン合金:WY20(酸化イットリウム 1.8%~2.2%)、電流 100~200A、先端角度 30°、真空またはアルゴンガス保護溶接に適しています。

ニッケル基合金:WY30(酸化イットリウム 2.5%~3.0%)、電流 150~300A、先端角 45°、深溶融溶接のニーズを満たします。

著作権および法的責任に関する声明

ステンレス鋼:WY20 または WY15(酸化イットリウム 1.0%~1.5%)、電流 50~150A、強力な汎用性。

アルミニウム合金:WY20、AC 溶接、電流 50~200A、バランス制御 50%~70%。

道具:

材料溶接マニュアルを参照して、電極モデルとプロセスパラメータを一致させてください。

酸化イットリウム含有量の異なる電極をテストして、溶接品質と電極寿命を評価します。

9.3.2 電流の種類と強度のマッチング

分析:DC 正極性(DCEN)はほとんどの金属溶接に適しており、AC 溶接はアルミニウム合金などに使用されます。酸化イットリウムの含有量は、電極の電流容量に影響します。

提案:

DCEN:WY20、電流 50~250A、チタン合金、ステンレス鋼、ニッケル基合金に適しています。

AC:WY20、電流 50~200A、周波数 50~150Hz、アルミニウム合金およびマグネシウム合金に適しています。

大電流(>300A):WY30、耐燃焼性が向上し、厚板溶接に適しています。

低電流(<50A):WY15、低コスト、薄板のマイクロはんだ付けに適しています。

道具:

溶接機パラメータを使用して、電流の種類と強度を最適化します。

電極の性能を定期的にテストして、溶接作業が一致していることを確認します。

9.3.3 特殊な環境(真空、高温)下での選択。

分析: 真空または高温環境 (プラズマ アーク溶接など) では、電極の揮発性が低く、再結晶温度が高い必要があります。WY20 は真空環境で優れた性能を発揮し、WY30 は超高温シナリオに適しています。

提案:

真空環境:WY20、真空度 10^{-3} ~ 10^{-5} Pa、バーンダウン速度<0.1mg/min、半導体および航空宇宙溶接に適しています。

高温環境:WY30、アーク温度>10000°C、プラズマアーク溶接またはスプレーに適しています。

腐食環境:WY20、アルゴン保護、強力な耐酸化性、海洋工学に適しています。

道具:

低揮発性を確保するために、ISO 6848 または GB/T 4192 規格に準拠した電極を選択してください。

ターゲット環境での電極の性能をテストし、焼損率とアーク安定性を記録します。

9.3.4 パフォーマンスとコストのバランス分析

分析:酸化イットリウムの含有量が高い(WY30 など)と性能は向上しますが、コストは

10%~20%増加します。ユーザーは、タスクのニーズと予算に応じて適切な電極を選択する必要があります。

提案:

高精度溶接: 優れた性能を実現する優先 WY30 で、航空宇宙および原子力産業に適しています。

一般産業: ほとんどの TIG 溶接ニーズを満たすために、費用対効果の高い WY20 を選択してください。

低コストシナリオ: WY15、調達コストを削減し、薄板または低電流溶接に適しています。寿命の優先順位: WY30、20%~30%長寿命、交換頻度の削減。

道具:

調達コスト、寿命、溶接効率を総合的に考慮した電極選択コストモデルを確立します。

サプライヤーとコミュニケーションを取り、大量購入によるコスト削減を行います。

9.4 イットリウムタングステン電極のアーク放電困難対策

アーク放電の問題は、アーク点火の遅延または失敗として現れ、溶接効率に影響を与えます。以下では、その理由を分析し、解決策を提案します。

9.4.1 電極の表面清浄度と先端の状態を確認する

原因: 電極表面の汚染 (油、酸化物) やチップの摩耗により、アーク電圧が上昇し、電子放出の効率が低下する可能性があります。

解決:

無水エタノールを使用して電極を洗浄し、超音波洗浄機(周波数 20~40kHz)を使用して汚染を除去します。

ダイヤモンド砥石を使用して、先端を 30°~45°の角度、半径 0.2~0.3mm で再研磨します。先端の状態を確認し、顕微鏡(倍率 100×)で酸化物や微小亀裂がないか確認してください。電極を保管するときは、汚染を避けるために気密包装を使用してください。

注意 事項:

溶接前に検査する必要がある電極の洗浄および検査仕様を策定します。

操作の汚染を防ぐために、特別な固定具を使用して電極を固定します。

9.4.2 高周波アーク始動パラメータの最適化

原因: 高周波アークスターターのパラメータが不適切であると (周波数が低すぎる、電圧が不十分すぎるなど) は、アーク開始の失敗を引き起こします。イットリウムタングステン電極の低エスケープ仕事(2.5~2.7 eV)は高周波アーク放電に適していますが、合理的に設定する必要があります。

解決:

高速アーク点火を確保するには、高周波アーク放電周波数を 10~20 kHz、電圧を 5~10 kV に調整します。

溶接機の高周波装置を確認し、電極チャックとアース線を清掃し、接触抵抗を下げます。

著作権および法的責任に関する声明

パルス高周波アーク放電と 0.1~0.5ms のパルス幅を使用すると、アーク放電の成功率を向上させることができます。

テストアーク開始時間、目標<0.1 秒。

注意 事項:

安定した出力を確保するために、溶接機の高周波装置を定期的にメンテナンスしてください。

インテリジェント溶接機を使用して、アーク開始パラメータが自動的に最適化されます。

9.4.3 電極とワークピースの間の距離を調整します

理由:電極とワークピースの間の距離が大きすぎ(>3 mm)、電界強度が不十分でアーク放電が困難になります。距離が小さすぎると (<1 mm) 短絡や汚染の原因となります。

解決:

電極とワークピースの間の距離は 1.5 ~ 2.5 mm に調整され、ほとんどの TIG 溶接シナリオに適しています。

溶接トーチを使用して電極を固定し、安定した距離を確保します。

マイクロ溶接では、距離を 1~1.5mm に短縮してアーク濃度を向上させることができます。

レーザー距離計を使用して距離を確認しました(精度±0.1mm)。

注意 事項:

正しい距離設定を習得するためにオペレーターを訓練します。

自動溶接では、センサーを使用して距離をリアルタイムで監視します。

9.4.4 電極を交換するか、電源の安定性を確認する

原因:電極の経年劣化や電源電圧の変動により、アーク放電が困難になる場合があります。イットリウムタングステン電極の寿命は一般的に 100~150 時間であり、寿命が経過すると電子放出効率が低下します。

解決:

電極を新しいものと交換し、WY20 または WY30 を選択し、規格(ISO 6848)に準拠していることを確認します。

電源の安定性を確認し、電圧計(精度±0.1V)を使用して出力電圧の変動(<±5%)を監視します。

溶接機の接点を清掃して、電極チャックが酸化したり緩んだりしないようにします。

電極の性能をテストし、アーク電圧と時間を記録します。

注意 事項:

電極交換サイクルを確立し、使用時間を記録します。

安定した電力供給を確保するために、溶接機を定期的に校正してください。

9.5 他のタングステン電極と混合したイットリウムタングステン

異なる種類のタングステン電極 (イットリウム タングステン、トリウム タングステン、

著作権および法的責任に関する声明

ランタン タングステンなど) を混合すると、性能の低下や動作の混乱につながる可能性があります。以下では、混合と管理の推奨事項の影響を分析します。

9.5.1 混合がアーク性能に及ぼす影響

理由:異なる電極の電子逃避仕事と熱安定性は大きく異なります。イットリウムタングステン電極(エスケープワーク 2.5~2.7 eV)は DCEN および AC 溶接に適しており、トリウムタングステン(WT20、エスケープワーク 2.6~2.8 eV)は DCEP でより優れた性能を発揮し、ランタンタングステン(WL20、エスケープワーク 2.8~3.0 eV)は低電流に適しています。混合すると、アーク放電が不安定になったり、アーク放電が困難になったりする可能性があります。

解決:

混合を避け、WY20 を好み、溶接材料と現在のタイプを一致させます。

混合されている場合は、アーク性能をテストし、ドリフト レート (目標 <5%) とアーク開始時間 (<0.1 秒) を記録します。

AC 溶接では、トリウムタングステン電極の過熱問題を回避するために、イットリウムタングステン電極の使用が好ましい。

溶接パラメータデータベースを使用して、混合用途シナリオの電流とガスの設定を最適化します。

注意 事項:

混乱を避けるために、電極の分類と保管システムを確立します。

異なる電極間の性能の違いを理解するためにオペレーターをトレーニングします。

9.5.2 混合による電極損失の問題

原因: 混合すると電極の焼損が増加する可能性があります。たとえば、トリウムタングステン電極は大電流で高い燃焼率(0.3~0.5mg/min)を持ちますが、イットリウムタングステン電極の燃え尽き速度は 0.1~0.2mg/min です。混合は、不適切なパラメータにより損失を加速する可能性があります。

解決:

WY20 電極を使用しているため、燃え尽き率が低く、長寿命(100~150 時間)です。電極損失を監視し、高精度天びんを使用してバーンアウト率を精度 ± 0.01 mg)で測定します。

電極の種類に合わせて溶接パラメータを調整します(たとえば、WY20 は DCEN を使用し、電流は 100~250A です)。

摩耗による性能低下を避けるために、電極を定期的に交換してください。

注意 事項:

各電極の寿命を記録し、交換計画を立てます。

インテリジェントな監視システムを使用して、電極損失をリアルタイムで検出します。

9.5.3 電極の識別と管理に関する提案

原因: 電極の混合使用は、多くの場合、ラベルの不明確さや不適切な管理が原因です。イットリウム タングステン電極 (青い端) は、トリウム タングステン (赤い端) およびランタン タングステン (金の端) と混同されます。

解決:

ISO 6848 または GB/T 4192 の識別要件に厳密に従い、電極先端の色と包装ラベルを確認してください。

バーコードまたは RFID タグを使用して電極在庫を管理し、モデルとバッチを記録します。パーティションにはさまざまな種類の電極が保管され、混乱を避けるために特別な容器が使用されます。

オペレーターが電極の識別と使用仕様に慣れるようにトレーニングします。

注意 事項:

電極管理データベースを確立して、使用状況と在庫を追跡します。

在庫を定期的にチェックして、明確な識別を確認してください。

9.5.4 イットリウムタングステン電極の置換分析

分析: イットリウム タングステン電極は、トリウム タングステン (WT20)、ランタン タングステン (WL20)、およびセリウム タングステン (WC20) 電極を置き換えることができますが、アプリケーション シナリオに応じて選択する必要があります。イットリウム タングステン電極は放射能がなく、燃え尽き率が低いいため、好ましい選択肢となっています。

提案:

トリウムタングステンの代替品: トリウムタングステンは放射性であり (ThO_2 は α 線を放出します)、WY20 は完全に置き換えることができるため、航空宇宙産業や医療産業に適しています。

ランタンタングステンの代替品: ランタンタングステンは低電流溶接に適しており、WY20 は大電流 (>200 A) で優れた性能を発揮します。

セリウムタングステンの代替品: セリウムタングステンのアーク放電性能はわずかに劣り、WY20 はマイクロ溶接および真空環境でより優れた性能を発揮します。代替電極の性能をテストし、アークの安定性、焼損率、溶接品質を記録します。

道具:

サプライヤーとコミュニケーションを取り、代替電極の性能データを理解します。

環境および安全要件を満たすために、リスクの高い電極 (トリウム タングステンなど) を徐々に交換します。



第 10 章 イットリウムタングステン電極の将来の開発動向

高性能、非放射性溶接材料として、イットリウム タングステン電極 (WY20) は、優れたアーク安定性、低い燃焼率、および環境保護特性により、TIG 溶接、プラズマ アーク溶接、および非溶接用途で広く使用されています。材料科学、製造技術、市場の需要の発展に伴い、イットリウムタングステン電極の将来は、技術革新、用途の拡大、市場政策において新たなトレンドを示すでしょう。この章では、これらの傾向を詳細に調査し、イットリウム タングステン電極業界への影響を分析します。

10.1 イットリウムタングステン電極の技術革新の方向性

技術革新は、新しいドーピング技術、超高温および超精密電極の研究開発、グリーン製造技術をカバーするイットリウムタングステン電極の開発の背後にある中心的な原動力です。これらのイノベーションは、電極の性能を向上させ、寿命を延ばし、生産コストを削減することを目的としています。

10.1.1 新しい希土類複合ドーピング技術

背景: イットリウム タングステン電極の性能は、主に酸化イットリウム (Y_2O_3) のドーピングに依存しており、通常は 1.8%~2.2% です。ただし、1 回のドーピングでは、超高電流 (>400 A) や真空や高温などの極端な環境では、より高い性能要件を満たさない場合があります。新しい希土類複合ドーピング技術は、さまざまな希土類酸化物(酸化ランタン

著作権および法的責任に関する声明

La_2O_3 酸化物や酸化セリウム (CeO_2 など) を導入することにより、電極の性能を最適化します。

イノベーションの方向性:

マルチレアアースドーピング: 酸化イットリウム含有量が 1.5%~2.0% で、酸化ランタンまたは酸化セリウムを 0.2%~0.5% 添加したイットリウム-ランタンタングステン (Y-La-W) またはイットリウム-セリウムタングステン (Y-Ce-W) などの複合ドーブ電極を開発します。複合ドーピングは、電子逃避仕事 (2.4~2.6 eV) を低減し、アーク安定性 (ドリフト率 <3%) と耐燃焼性 (燃え尽き率 <0.1 mg/min) を向上させることができます。

ナノスケールのドーピング: ナノスケールの希土類酸化物 (粒径 10~50nm) を使用して、ドーピングの均一性 (偏差 $\pm 0.05\%$) を改善しました。ナノ粒子は粒界の密度を高め、電極の再結晶温度を上昇させます (>2100°C)。

ドーピングプロセスの最適化: プラズマスプレードーピングまたは化学気相成長 (CVD) 技術を開発し、タングステン粉末の表面に希土類酸化物を均一にコーティングして凝集を低減します。

インテリジェントなドーピング制御: 機械学習アルゴリズムを利用してドーピング率と分布を最適化し、リアルタイム監視 (XRF、EDS) を通じてスプレー速度とボールミルパラメータを調整します。

潜在的な影響: 複合ドーブ電極は電極の寿命を 30%~50% 延ばすことができるため、航空宇宙産業や原子力産業などの需要の高いシナリオに適しています。将来の規格 (ISO 6848 改訂など) では、複合ドーブ電極の分類 (WY-La や WY-Ce など) が追加される可能性があります。

10.1.2 超高温・超精密電極の研究開発

背景: プラズマ アーク溶接 (アーク温度 >20000°C) およびマイクロ溶接 (はんだ接合部直径 <0.5 mm) の需要の増加に伴い、イットリウム タングステン電極はより高い高温耐性と加工精度を備えている必要があります。

イノベーションの方向性:

超高温電極: 放電プラズマ焼結 (SPS) 法で調製した高酸化イットリウム電極 (Y_2O_3 含有量 2.5%~3.5%) を開発し、粒径は 35 μm 、密度は 99%>。これらの電極の再結晶温度は 2200°C、焼損速度 <0.08mg/min に達するため、超大電流 (>500A) のはんだ付けに適しています。

超精密電極: レーザー微細加工と電気化学研磨により高精度 (公差 $\pm 0.01\text{mm}$) を実現するため、小型イットリウムタングステン電極 (直径 0.3~0.8mm、先端半径 <0.1mm) を開発しました。半導体や医療機器のマイクロはんだ付けに適しています。

表面改質技術: イオン注入またはナノコーティング (ジルコニアコーティングなど) を使用して、電極表面の耐酸化性と熱安定性を高め、耐用年数を 20%~30% 延長します。

高温性能試験: SEM と XRD を組み合わせて、>2000°C で電極の微細構造変化をリアルタイムに分析する in-situ 高温試験装置を開発します。

潜在的な影響: 超高温電極はプラズマ溶射および核融合装置の開発を推進し、超精密電極

著作権および法的責任に関する声明

はチップ製造およびマイクロエレクトロニクス産業のニーズを満たします。これらの技術により生産コストが 10%~15% 増加する可能性があります、性能の向上は市場競争力の向上につながる可能性があります。

10.1.3 グリーン製造と低炭素生産技術

背景: 世界的な環境規制 (EU RoHS 指令やカーボンニュートラル目標など) により、エネルギー消費と排出量を削減するためにイットリウム タングステン電極の製造が義務付けられています。従来の焼結および精製プロセスはエネルギー消費量が多く(電極トンあたり約 5000~8000kWh)、廃液と排気ガスの排出をさらに最適化する必要があります。

イノベーションの方向性:

低エネルギー消費の焼結:SPS プロセスを促進し、焼結時間を 510 分に短縮し、エネルギー消費量を 30%~40%削減します。水素消費量を削減するための高効率真空焼結炉(温度制御精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)の開発。

グリーン精製技術:イオン交換および膜分離技術を使用して酸化イットリウムを精製し、廃液の排出量を 50%以上削減します。リサイクルされたタングステン粉末と希土類材料で、回収率は>90%です。

スマートエネルギー管理: モノのインターネット (IoT) と AI を通じて生産設備のエネルギー消費を最適化し、電力とガスの消費量をリアルタイムで監視して二酸化炭素排出量を削減します。

再生可能エネルギーの応用:生産現場に太陽光または風力の供給を導入し、2030 年までに再生可能エネルギーによるエネルギーの 30%~50%を達成することを目標としています。

潜在的な影響: グリーン製造により、生産コストを 5%~10% 削減し、環境規制に準拠し、ブランド イメージを向上させることができます。将来的には、低炭素への転換を促進するために、炭素排出基準(電極 1 トンあたり 2 トンの CO_2 など)が導入される可能性があります。

10.2 イットリウムタングステン電極の応用分野の拡大

イットリウムタングステン電極の応用分野は、従来の溶接から新エネルギー、航空宇宙、マイクロエレクトロニクスなどの新興産業に拡大し、高性能で精密な製造ニーズに応えています。

10.2.1 新エネルギー機器製造(バッテリー、風力発電)

背景: 新エネルギー機器 (リチウム電池、風力発電ブレード、水素エネルギー機器など) には溶接品質に対する高い要件があり、高精度、低入熱、環境に優しい材料が要求されます。イットリウムタングステン電極の非放射能とアーク安定性により、イットリウムタングステン電極は理想的な選択肢となります。

アプリケーションの方向性:

リチウム電池製造:イットリウムタングステン電極は、銅箔とアルミ箔のマイクロ溶接に使用されます(はんだ接合部の直径 $<0.5\text{ mm}$)、電流 10~50 A、先端の直径 0.5~1.0 mm。アーク安定性(ドリフト率 $<3\%$)により、はんだ接合部の強度と気密性が確保されます。

著作権および法的責任に関する声明

風力タービンブレード:溶接された炭素鋼とステンレス鋼の塔、厚さ 10~50mm、電流 200~400A。イットリウムタングステン電極の深溶融能力は、溶接欠陥を減らし、装置の寿命を延ばします。

水素エネルギー装置:真空環境(10^{-4}Pa)と低揮発性電極を備えた溶接ステンレス鋼の水素貯蔵タンク。WY20 電極の低ガス放出率($<10^{-6}\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)は、要件を満たしています。

太陽光発電装置:シリコンウェーハと銅線の微細溶接、イットリウムタングステン電極の超精密チップ(半径 $<0.1\text{mm}$)により、高精度な生産をサポートします。

開発傾向:新エネルギー産業の急速な成長(世界のリチウム電池市場の年間成長率は 2025~2030 年に 15%と予想されています)により、イットリウムタングステン電極の需要が 20%~30%増加します。カスタマイズされたマイクロ電極は、重要な研究開発の方向性になります。

10.2.2 航空宇宙および防衛分野での応用の深化

背景: 航空宇宙産業および防衛産業におけるイットリウム タングステン電極の需要は、高電流支持能力と長寿命を必要とする高強度合金 (チタン合金、ニッケル基合金など) の溶接に集中しています。

アプリケーションの方向性:

航空エンジン:溶接ニッケル基合金タービンブレード、電流 150~300A、先端角度 45° 。イットリウムタングステン電極の焼損率が低い($<0.1 \text{ mg/min}$)ため、溶接部は高温($>1200^\circ\text{C}$)に耐性があります。

宇宙船の構造:チタン合金シェルの真空 TIG 溶接、真空度 10^{-5}Pa 。WY20 電極の揮発性が低いため、環境汚染を防ぎ、溶接強度 $>900\text{MPa}$ です。

防衛装備品:装甲鋼板とミサイル砲弾の深溶融溶接、電流 $>400\text{A}$ 超大電流用途に対応する WY30 電極(酸化イットリウム 2.5%~3.0%)を開発。

積層造形: イットリウム タングステン電極は、プラズマ アーク積層造形、航空宇宙部品の修理、アーク安定性 (ドリフト率 $<2\%$) でスタッキング精度を向上させるために使用されます。

開発傾向: 航空宇宙市場は 2030 年までに年率 8% で成長すると予想されており、高性能イットリウム タングステン電極の需要が高まっています。複合ドープ電極と超高温電極は、極限環境のニーズをさらに満たします。

10.2.3 マイクロエレクトロニクスおよび半導体産業における精密溶接

背景: マイクロエレクトロニクスおよび半導体業界では、電極直径 1.0 mm、はんだ接合サイズ $\ll 0.2 \text{ mm}$ の超高精度はんだ付け (チップ パッケージング、センサー製造など) が必要です。イットリウムタングステン電極の微細溶接機能と低入熱特性により、イットリウムタングステン電極は好ましい選択肢となっています。

アプリケーションの方向性:

チップパッケージ:はんだ付けされた銅と金のリード線、電流 5~20A、チップ半径 $<0.1\text{mm}$ 。イットリウムタングステン電極($<0.5\text{mm}$)の微細なアークにより、はんだ接合部の精度が保証されます。

著作権および法的責任に関する声明

センサー製造:熱影響部<0.1mm のマイクロ溶接ステンレス鋼およびチタン合金センサー。
WY20 電極の揮発性が低いため、真空環境に適しています。

MEMS デバイス:10A<電流の微小電気機械システム(MEMS)のはんだ付け。ナノスケールの精度を支える超精密電極(直径 0.3~0.5mm)を開発。

オプトエレクトロニクス:光ファイバーコネクタのはんだ付け、イットリウムタングステン電極の高いアーク安定性は、はんだ接合部の欠陥を低減します。

開発動向:半導体市場は 2030 年に 1 兆ドルに達すると予想されており、マイクロ溶接の需要により超精密イットリウムタングステン電極の研究開発が促進され、市場シェアは 15%~20%増加すると予想されています。

10.3 イットリウムタングステン電極の市場と政策動向

市場と政策の動向は、イットリウムタングステン電極の需要と供給のパターン、生産コスト、国際競争力に大きな影響を与えます。

10.3.1 世界のイットリウムタングステン電極市場の需要予測

背景: 世界の溶接装置市場は、2025~2030 年に年率 6%~8% で成長すると予想されており、ハイエンド溶接材料としてのイットリウム タングステン電極の需要も同時に成長すると予想されています。中国、米国、ヨーロッパが主要市場であり、世界需要の 70%以上を占めています。

予報:

需要の伸び:航空宇宙、新エネルギー、マイクロエレクトロニクス産業の拡大により、イットリウムタングステン電極の需要は年間 10%~15%増加し、世界市場規模は 2025 年までに 5 億米ドルに達すると予想されています。

地域分布:中国は市場シェアの 40%を占め(レアアース資源の利点のおかげで)、米国とヨーロッパはそれぞれ 20%を占めています。アジア太平洋地域(インド、東南アジア)は需要の伸びが最も速い(>12%)。

アプリケーション主導型:新エネルギー(バッテリー、風力発電)が需要増加の 30%を占め、航空宇宙が 25%、マイクロエレクトロニクスが 20%を占めました。

ハイエンド電極:WY30 および複合ドーピング電極の市場シェアは、高性能の需要を満たすために 10%から 20%に増加します。

影響要因:

自動溶接装置の普及により、高性能電極の需要が高まっています。

環境規制によりトリウムタングステン電極の置き換えが推進されており、イットリウムタングステン電極の市場シェアは 50%に増加すると予想されています。

10.3.2 レアアース資源政策が生産に与える影響

背景: イットリウム タングステン電極の製造は、希土類資源 (酸化イットリウム) とタングステン資源に依存しています。中国は世界のレアアース埋蔵量の 70%、タングステン埋蔵量の 80%を保有しているが、厳格な資源採掘と輸出政策は生産コストとサプライチェーンの安定性に影響を与えている。

著作権および法的責任に関する声明

CTIA GROUP LTD

Yttrium Tungsten Electrode Introduction

1. Overview of Yttrium Tungsten Electrode

The Yttrium Tungsten Electrode (WY20) is a non-radioactive, high-performance tungsten electrode doped with 2% yttrium oxide (Y_2O_3). Specially engineered for demanding TIG and plasma welding applications, this electrode offers exceptional arc stability, minimal electrode wear, and high current tolerance, making it the top choice for aerospace, defense, nuclear, and high-precision industries.

2. Key Features of Yttrium Tungsten Electrode

- **Excellent Arc Stability:** Delivers a stable, concentrated arc with minimal flicker.
- **High Current Capacity:** Ideal for high-load DC or AC welding operations.
- **Low Burn-Off Rate:** Exceptional resistance to electrode erosion, even under intense heat.
- **Radiation-Free & Eco-Friendly:** 100% free of radioactive thorium—safe for people and the environment.
- **Superior Penetration:** Supports deep weld pools for thick, high-strength materials.
- **Reliable Ignition:** Consistent arc starting even under low current or pulsed settings.

3. Typical Specifications of Yttrium Tungsten Electrode

Type	Y_2O_3 Content	Color Code	Length (mm)	Diameter (mm)
WY20	1.8% – 2.2%	Blue	50 – 175	1.0 – 6.4

4. Applications of Yttrium Tungsten Electrode

- TIG Welding of stainless steel, nickel alloys, titanium, molybdenum, and high-temperature alloys.
- Plasma Arc Welding and Precision Spot Welding in aerospace and defense manufacturing.
- Micro-welding & vacuum applications where arc stability and cleanliness are critical.
- Suitable for DC (Direct Current) or AC/DC mixed-mode operations.

5. Why Choose Yttrium Tungsten Electrode?

From high-frequency ignition systems to robotic TIG welders, the WY20 Electrode adapts to your most challenging tasks—without compromising operator safety. Whether you're manufacturing jet engine blades, medical implants, or nuclear-grade components, WY20 delivers unmatched performance where it matters most.

6. Procurement Information

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

政策動向:

中国のレアアース政策:中国はレアアース採掘の環境監督を強化し、レアアース割当は2025年から10%~15%削減される可能性があり、酸化イットリウムの価格は5%~10%上昇すると予想されている。

輸出制限:レアアースの輸出関税が引き上げられる可能性があり、メーカーはリサイクル技術の最適化を促します (リサイクル率>90%)。

代替資源開発:オーストラリアと米国はレアアース鉱石の開発を加速しており、世界の供給量は2030年までに20%増加し、中国の資源への依存が緩和されると予想されている。

グリーンマイニング技術:低公害浄化技術(イオン交換や膜分離など)を推進し、廃液の排出を削減し、環境規制を遵守します。

影響:レアアース政策により、イットリウム タングステン電極の生産コストが5%~10%上昇する可能性があります。リサイクル技術と世界的なサプライチェーンの多様化により圧力が緩和されます。メーカーは資源の安定性を確保するために、グリーン浄化装置に投資する必要があります。

10.3.3 国際貿易とサプライチェーンの最適化

背景:世界のイットリウム タングステン電極のサプライチェーンには、中国(主要生産国)、米国(技術革新センター)、およびヨーロッパ(ハイエンドアプリケーション市場)が関与しています。貿易障壁、輸送コスト、地政学はサプライチェーンの効率に影響を与えます。

トレンド:

貿易障壁:米国と欧州はレアアース製品に関税(5%~10%)を課す可能性があり、中国メーカーは輸出戦略を最適化し、東南アジアと南米の市場を拡大する必要があります。

サプライチェーンの現地化:米国と欧州はタングステン電極の現地生産に投資しており、2030年までに現地生産能力が20%~30%を占め、中国への依存度が低下すると予想されている。

デジタルサプライチェーン:ブロックチェーン技術を採用してタングステンとレアアース原料の原産地を追跡し、透明性とコンプライアンスを確保します。

物流の最適化:インテリジェントな物流システム(AI 予測需要)により、輸送コストを10%~15%削減し、配送サイクルを短縮します。

影響:サプライチェーンの最適化により、イットリウム タングステン電極の世界競争力が向上し、物流コストが削減されます。中国のメーカーは、国際競争に対処するために技術革新とブランド構築を強化する必要があります。



著作権および法的責任に関する声明

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

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

虫垂

A.用語集

イットリウムタングステン電極: タングステンをベースに 1%~2%の酸化イットリウムをドーピングした非放射性電極で、超合金溶接やプラズマプロセスに適しています。

酸化イットリウム (Y_2O_3): タングステン電極の高温安定性とアーク特性を向上させる希土類酸化物添加剤。

電子脱出仕事機能: 電子が電極表面から脱出するのに必要な最小エネルギー量によって、アーク放電性能が決まります。

アーク始動性能: 低電流で安定したアークを形成する電極の能力。

アーク安定性: アークは溶接プロセス中に連続的でジッターのない特性を維持します。

バーンオフ率: 高温溶接中の電極の質量損失率。

TIG 溶接 (タングステン不活性ガス溶接): 不活性ガス保護を使用するタングステン アルゴン アーク溶接プロセス。

プラズマアーク溶接: 高温プラズマアークを使用して高精度溶接を行うプロセス。

粉末冶金: 粉末の混合、プレス、焼結によってイットリウム タングステン電極を調製する技術。

微細構造: 顕微鏡下での電極材料の結晶粒および相分布特性。

ISO 6848: 国際標準化機構によって開発されたタングステン電極の分類および技術要件の規格。

AWS A5.12: 米国溶接協会によって開発されたタングステン電極の仕様規格。

SEM(走査型電子顕微鏡): 電極の表面形態や微細構造を分析するために使用される走査型電子顕微鏡。

ICP-MS (誘導結合プラズマ質量分析): 酸化イットリウムと不純物含有量を検出するための誘導結合プラズマ質量分析。

スパークプラズマ焼結(SPS): 高性能イットリウム-タングステン電極の調製に使用される急速焼結技術。

B. 参考文献

- [1] ウィキペディア、タングステン、[https://zh.wikipedia.org/wiki/ タングステン](https://zh.wikipedia.org/wiki/タングステン)
- [2] Chinatungsten Online、イットリウムタングステン電極分析、<http://www.ctia.com.cn>
- [3] ISO 6848:2015、溶接消耗品 — アーク溶接用の非消耗性タングステン電極
- [4] AWS A5.12:2009、アーク溶接用のタングステンおよび酸化物分散タングステン電極の仕様
- [5] EN 26848:1991、アーク溶接用タングステン電極
- [6] Materials Science and Engineering: A, Standards and Testing of Yttrium-Doped Tungsten Electrodes, Elsevier, 2023
- [7] Materials Science and Engineering: A, Manufacturing Equipment for Yttrium-Doped Tungsten Electrodes, Elsevier, 2022
- [8] AWS A5.12:アーク溶接用のタングステンおよび酸化物分散タングステン電極の仕様

著作権および法的責任に関する声明