

T/TMAC

团 体 标 准

T/XXX XXXX—2025

铝电解槽阴极铝钢直焊技术规范

Technical specification for direct welding of cathode aluminum steel in aluminum reduction cells

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国技术市场协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 材料要求 1

 4.1 阴极炭块 1

 4.2 铝及铝合金材料 1

 4.3 钢材料 1

 4.4 焊接材料 2

5 焊接工艺 2

 5.1 焊前准备 2

 5.2 焊接操作 2

 5.3 焊后处理 2

6 质量检验 3

 6.1 外观检验 3

 6.2 无损检测 3

 6.3 力学性能检验 3

 6.4 导电性检验 3

7 安全环保 3

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

铝电解槽阴极铝钢直焊技术规范

1 范围

本文件规定了铝电解槽阴极铝钢直焊的术语和定义、材料要求、焊接工艺、质量检验、安全环保及标志、包装、运输和储存等要求。

本文件适用于铝电解槽阴极铝钢异种材料的直接焊接施工及质量控制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 29741 铝电解安全生产规范
CB/T 3953 铝—钢过渡接头焊接技术要求
YS/T 287 铝电解用半石墨质阴极炭块
YS/T 623 铝电解用石墨质阴极炭块

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铝钢直焊 aluminum-steel direct welding

不使用过渡焊块，采用特殊工艺将铝及铝合金与钢直接焊接的方法。

3.2

阴极炭块 cathode carbon block

用于铝电解槽底部，作为电解过程中阴极的炭质制品。

3.3

焊接接头 welded joint

焊接后形成的连接部分，包括焊缝、熔合区和热影响区。

3.4

熔合率 fusion rate

焊接接头中母材与焊缝金属的熔合程度，以百分比表示。

4 材料要求

4.1 阴极炭块

4.1.1 阴极炭块的性能应符合 YS/T 287 或 YS/T 623 的规定，具体型号和性能指标应根据设计要求选择。

4.1.2 阴极炭块的外观质量表面应平整，无明显裂纹、缺角、掉边等缺陷。

4.2 铝及铝合金材料

4.2.1 铝导杆应采用纯度不低于 99.5% 的工业纯铝或符合相关标准的铝合金材料。

4.2.2 铝材料表面应无油污、氧化膜、裂纹等缺陷。

4.3 钢材料

- 4.3.1 阴极钢棒应采用低碳钢或低合金钢。
- 4.3.2 钢材表面应无锈蚀、油污、裂纹等缺陷。

4.4 焊接材料

- 4.4.1 焊丝应选用铝硅合金焊丝，其质量应符合 GB/T 10858 的规定。
- 4.4.2 保护气体应采用纯度不低于 99.99% 的氩气。

5 焊接工艺

5.1 焊前准备

5.1.1 表面清理

- 5.1.1.1 铝及铝合金表面清理：先用丙酮或汽油等有机溶剂擦拭去除油污，再用直径为 0.15 mm~0.2 mm 的不锈钢丝刷或铜丝刷清理表面氧化膜，直至露出金属光泽。清理后应在 4 h 内施焊，若存放时间超过 24 h，应重新清理。
- 5.1.1.2 钢表面清理：采用机械打磨或酸洗去除表面锈蚀和氧化膜，酸洗后应立即用清水冲洗干净并干燥。
- 5.1.1.3 焊丝清理：用砂纸或不锈钢丝刷去除焊丝表面氧化膜，并用丙酮擦拭干净。

5.1.2 坡口加工

- 5.1.2.1 根据焊接接头的形式和厚度，加工适当的坡口。坡口角度宜为 60°~80°，钝边厚度宜为 1 mm~3 mm。
- 5.1.2.2 坡口表面应平整，无毛刺、裂纹等缺陷。

5.1.3 预热

当铝及铝合金材料厚度大于 10 mm 时，应进行焊前预热，预热温度为 100℃~200℃，预热范围为坡口两侧各 50 mm~100 mm。

5.2 焊接操作

5.2.1 焊接方法

宜采用钨极氩弧焊（TIG）或熔化极氩弧焊（MIG）进行焊接。

5.2.2 焊接参数

焊接参数应根据材料厚度、坡口形式等因素确定，推荐参考表 1 的范围。

表 1 铝钢直焊推荐焊接参数

材料厚度 mm	焊接方法	钨极直径 mm	焊丝直径 mm	焊接电流 A	焊接电压 V	氩气流量 L/min
3~6	TIG	2.4~3.2	1.6~2.4	80~150	18~24	8~12
6~12	MIG	-	1.6~2.4	150~250	22~30	15~20

5.2.3 焊接操作要点

- 5.2.3.1 焊接时应保证电弧稳定，焊丝送进均匀，焊枪移动速度平稳。
- 5.2.3.2 多层焊接时，层间温度应控制在 150℃ 以下，每层焊完后应清理焊道表面。
- 5.2.3.3 焊接过程中应注意保护熔池，防止空气侵入产生气孔。
- 5.2.3.4 焊接结束时，应填满弧坑，避免产生裂纹。

5.3 焊后处理

5.3.1 焊后清理

- 5.3.1.1 焊接完成后，应立即清理焊缝表面的焊渣、飞溅物等杂物。

5.3.1.2 对于要求较高的产品，可采用 60℃～80℃ 的 2%～3%铬酐水溶液或重铬酸钾溶液浸洗 5 min～10 min，然后用热水冲洗干净并干燥。

5.3.2 热处理

根据设计要求，必要时可对焊接接头进行退火处理。退火温度和保温时间应根据材料类型确定，推荐参考表2的范围。

表 2 推荐的退火处理参数

材料类型	退火温度 ℃	保温时间 h
纯铝、5052等	345±20	0.5～2
6061、6063等	415±20	0.5～2
2A12、2A24等	360±20	0.5～2

6 质量检验

6.1 外观检验

- 6.1.1 焊缝表面应平整，无裂纹、气孔、夹渣、未焊透等缺陷。
- 6.1.2 焊缝尺寸应符合设计要求，焊脚高度偏差不应超过±1 mm。

6.2 无损检测

- 6.2.1 重要焊接接头应进行无损检测，检测方法可采用渗透检测（PT）或超声波检测（UT）。
- 6.2.2 渗透检测应符合 GB/T 18851 的规定，超声波检测应符合 GB/T 11345 的规定。
- 6.2.3 焊接接头的熔合率应不低于 85%。

6.3 力学性能检验

焊接接头的抗拉强度应不低于母材最低抗拉强度的80%。

6.4 导电性检验

焊接接头的电阻值应不大于设计要求，推荐值为5～10 mV。

7 安全环保

- 7.1.1 焊接作业应遵守 GB 29741 的规定，采取必要的安全防护措施，防止触电、火灾、有害气体中毒等事故。
- 7.1.2 操作人员应佩戴符合要求的防护用品，如焊接面罩、手套、防护服等。
- 7.1.3 焊接场所应保持通风良好，必要时应设置局部排风装置。
- 7.1.4 焊接产生的废弃物应按照环保要求进行处理，不得随意排放。