

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50586 - 2010

铝母线焊接工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of aluminum
bus-bar welding engineering

2010 - 05 - 31 发布

2010 - 12 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

铝母线焊接工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of aluminum
bus-bar welding engineering

GB 50586 - 2010

主编部门：中 国 有 色 金 属 工 业 协 会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 0 年 1 2 月 1 日

中国计划出版社

2010 北 京

中华人民共和国国家标准
铝母线焊接工程施工及验收规范

GB 50586-2010

☆

中国有色金属工业协会 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32 2.75 印张 67 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—6000 册

☆

统一书号:1580177·421

定价:17.00 元

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 625 号

关于发布国家标准 《铝母线焊接工程施工及验收规范》的公告

现批准《铝母线焊接工程施工及验收规范》为国家标准,编号为GB 50586—2010,自 2010 年 12 月 1 日起实施。其中,第 1.0.3、4.1.2、7.2.3、8.2.4 条为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
二〇一〇年五月三十一日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2006 年工程建设国家标准制定、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2006〕136 号)的要求,由七冶建设有限责任公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组根据铝电解工业飞速发展的需求,进行了比较广泛的调查研究,总结了我国铝电解工程建设中铝母线焊接的施工及质量验收的实践,并在此基础上开展了专题调研,坚持“验评分离,强化验收,完善手段,过程控制”的指导原则,以多种方式广泛征求了有关设计、施工、监理及生产单位的意见,对主要问题进行反复修改,最后经审查定稿。

本规范共分 8 章和 1 个附录,其主要内容有:总则、术语、原材料、加工、现场安装、焊接、焊接质量、工程验收等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国有色金属工业工程建设标准规范管理处负责日常管理,由七冶建设有限责任公司负责具体技术内容的解释。为了提高规范质量,请各单位在执行本规范过程中,结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,如发现需要修改和补充之处,请随时将意见和建议反馈给七冶建设有限责任公司(地址:贵州省贵阳市白云区白云南路 10 号;邮政编码:550061),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位: 七冶建设有限责任公司(原中国有色金属工业第七冶金建设公司)

参 编 单 位: 十一冶建设有限责任公司(原中国有色金属工业第十一冶金建设公司)

中国有色金属工业第六冶金建设公司

贵阳铝镁设计研究院

主要起草人： 佘连壁 钱孝儒 张劲松 代国才 张民峰
孙万臣 梁瑞霞 刘昭义 李晓楠 张泽进
张贵清 曹明强 刘大能 管兴福 王蓉陵
聂玉栋 陈建平

主要审查人： 王延伶 王汝良 万长生 杨宏伟 王 平
强红江 丁爱英 郑先锋 郑保义 喻正宝

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	原材料	(5)
3.1	一般规定	(5)
3.2	硬性铝母线材料	(5)
3.3	软性铝母线材料	(7)
3.4	铝—铜过渡焊片	(7)
3.5	铝—铜过渡焊片	(8)
3.6	焊接材料	(9)
4	加 工	(11)
4.1	一般规定	(11)
4.2	下料、放样与剪切	(11)
4.3	矫正与冷弯	(11)
4.4	焊接坡口	(12)
4.5	平面与螺孔	(12)
4.6	软性铝母线	(14)
4.7	零件组合	(14)
5	现场安装	(16)
5.1	一般规定	(16)
5.2	支承架(座)安装	(16)
5.3	运输与存放	(17)
5.4	铝母线安装	(18)
6	焊 接	(24)
6.1	一般规定	(24)

6.2	熔化极氩气保护电弧焊	(26)
6.3	软性接头的焊接	(28)
6.4	硬性接头的焊接	(29)
7	焊接质量	(30)
7.1	一般规定	(30)
7.2	外观检查	(30)
8	工程验收	(32)
8.1	一般规定	(32)
8.2	短路通电检查	(32)
8.3	工程质量检查与验收	(33)
附录 A	铝母线焊接接头形式	(40)
本规范用词说明		(52)
引用标准名录		(53)
附:条文说明		(55)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Raw and processed materials	(5)
3.1	General requirement	(5)
3.2	Materials used for hard aluminum bus-bar	(5)
3.3	Materials used for soft aluminum bus-bar	(7)
3.4	Aluminum-steel transition welding plate	(7)
3.5	Aluminum-copper transition welding plate	(8)
3.6	Welding materials	(9)
4	Processing	(11)
4.1	General requirement	(11)
4.2	Feeding, mould and cutting	(11)
4.3	Rectification and cold bending	(11)
4.4	Groove welding	(12)
4.5	Plane and screw	(12)
4.6	Soft aluminum bus-bar	(14)
4.7	Accessories assembly	(14)
5	Site installation	(16)
5.1	General requirement	(16)
5.2	Supporting frame (seat) installation	(16)
5.3	Transportation and storage	(17)
5.4	Aluminum bus-bar installation	(18)
6	Welding	(24)
6.1	General requirement	(24)

6.2	Melting argon gas for protecting arc welding	(26)
6.3	Welding for soft joints	(28)
6.4	Welding for hard joints	(29)
7	Welding quality	(30)
7.1	General requirement	(30)
7.2	Appearance inspection	(30)
8	Check and acceptance for the project	(32)
8.1	General requirement	(32)
8.2	Short circuit electrification inspection	(32)
8.3	Project quality check and acceptance	(33)
AppendixA	Welding joint form of aluminum bus-bar	(40)
	Explanation of wording in this code	(52)
	List of quoted standards	(53)
	Addition; Explanation of provisions	(55)

1 总 则

1.0.1 为统一铝母线焊接技术要求,做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于铝电解系列铝母线焊接工程的施工及验收。

1.0.3 从事铝母线焊接的焊工必须持有焊工考核合格证,才能上岗操作。

1.0.4 铝母线焊接工程的施工及验收,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 铝母线 aluminum bus-bar

用铝质材料制成的截面积较大能连接若干电路的导体(本规范简称为母线)。

2.0.2 焊丝 welding wire

在焊接过程中作为填充金属又同时作为导电的金属线材。

2.0.3 短路接口 short circuit joint

能快速断开或连接又不损伤母线用螺栓压接的两平面。

2.0.4 质量 quality

一组固有特性满足要求的程度。

2.0.5 硬性铝母线 hard aluminum bus-bar

具有足够刚性,能保持其形状和尺寸的铝母线段。

2.0.6 软性铝母线 soft aluminum bus-bar

在设定方向有吸收其连接硬性铝母线热胀冷缩或其他变位要求的铝母线段。

2.0.7 硬焊片 hard welding plate

通常指用铝板加工成连接铝母线段的过渡件。

2.0.8 软带片 flexible plate

用纯铝薄片制成容易变形的过渡件。

2.0.9 软带束 flexible bundle

用一定数量的软带片经压力成形后立即点焊成束状的部件。

2.0.10 铝-钢过渡焊片 aluminum-steel transition welding plate

用爆炸法复合铝、钢两种金属板材,具有一定尺寸和连接强度,用以解决铝母线焊接工程中铝、钢两种金属直接焊接困难的过渡

部件。

2.0.11 铝—铜过渡焊片 aluminum-copper transition welding plate

用爆炸法复合铝、铜两种金属板材,具有一定尺寸和连接强度,用以解决铝母线焊接工程中铝、铜两种金属直接焊接困难的过渡部件。

2.0.12 母线接头 bus-bar joint

母线段间各种形式焊接的总称。

2.0.13 短路母线 short circuit bus-bar

能把某一电解槽快速从系列组合回路中分离或闭合的母线段。

2.0.14 压接器 stress connection machine

短路接口的专用产品。

2.0.15 整流母线 rectifying bus-bar

从整流变电所到电解厂房的直流母线。

2.0.16 端头母线 end bus-bar

电解厂房两端头的母线。

2.0.17 过道母线 passage bus-bar

电解厂房中间过道下及临时连接两电解厂房中间的母线。

2.0.18 进电端母线 power inlet side bus-bar

电解系列第一台电解槽与整流母线正极相连接的母线。

2.0.19 出电端母线 Power outlet side bus-bar

电解系列最后一台电解槽与整流母线负极相连接的母线。

2.0.20 槽端母线 pot end bus-bar

位于电解槽短侧面的母线。

2.0.21 槽侧母线 pot side bus-bar

位于电解槽底部长侧面的母线。

2.0.22 槽底母线 pot bottom bus-bar

位于电解槽槽底下的母线。

2.0.23 立柱母线 column bus-bar

电解系列中相邻两槽的前一台槽的出电母线与后一台槽上母线连接的部件。

2.0.24 槽上母线 bus-bar over pot

位于电解槽的上部槽上,平行于电解槽长轴线,并随阳极提升机构上下移动的母线段。又称阳极母线。

2.0.25 槽周围母线 bus-bar around pot

位于电解槽四周的槽端母线、槽侧母线、槽底母线、立柱母线、短路母线等的总称。

3 原 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 铝母线的用料,应符合下列规定:

1 铝母线焊接工程的承包合同和工程技术文件对铝母线材料和焊缝填充材料的品质、等级的要求不得低于本规范的规定。

2 铝母线焊接的辅助材料质量应符合现行国家标准《焊条用铝及铝合金线材》GB/T 3197 和《铝》GB/T 4842 的有关规定。

3.1.2 铝母线材料和焊接材料应具备材料出厂质量合格证书或质量复检报告。

3.1.3 铝母线材料开箱,除应核对材料出厂质量合格证明文件外,尚应检查材料外表质量;表面应无划伤、碰伤、氧化锈蚀斑点等缺陷。

3.2 硬性铝母线材料

3.2.1 硬性铝母线材料铸铝质量,应符合现行国家标准《重熔用铝锭》GB/T 1196 中含铝纯度高于 99.6%,且铁硅含量比必须大于 1 的规定。

3.2.2 硬性铝母线材料长度宜定尺供货,定尺长度应根据施工图尺寸另加加工余量和材料负偏差综合确定。

3.2.3 硬性铝母线材料出厂时,每根料的小面离端头 50mm 处应设置下列标志:

- 1 生产厂厂名或厂标。
- 2 名义长度或代号。
- 3 出厂检验钢印和质量证明文件编号。
- 4 用色铅油标出统一牌号。铝锭牌号着色应符合表 3.2.3 的

规定。

表 3.2.3 铝锭牌号着色标志

铝锭牌号	颜色标志	铝锭牌号	颜色标志
Al 99.90	三道红色横线	Al 99.70	一道红色竖线
Al 99.85	二道红色横线	Al 99.60	二道红色竖线
Al 99.70A	一道红色横线	Al 99.50	三道红色竖线

3.2.4 硬性铝母线材料的铸铝表面应平整,并应无夹渣、气孔、粗大铸瘤等缺陷;硬性铝母线材料的铸铝表面允许存在的局部缺陷,应符合下列规定:

1 垂直于铝母线输送电流方向铸造冷隔深度宜为 1.5mm,长度宜为 300mm。棱角部位的冷隔允许修整,修整痕深度宜为 2mm。

2 平行于铝母线输送电流方向的裂纹,应符合下列规定:

1) 裂纹深度为 5mm。

2) 裂纹宽度为 1.5mm。

3) 铝母线长度小于或等于 5000mm 时,裂纹长度为母线长度的 6%;铝母线长度大于 5000mm 时,裂纹长度为母线长度的 10%,且不大于 800mm。

4) 每根铝母线材料的裂纹为一处。

3 垂直于铝母线输送电流方向的横向裂纹,应符合下列规定:

1) 裂纹深度为 1.5mm。

2) 裂纹长度为 20mm。

3) 裂纹数量每米长度范围为三处。

3.2.5 每根铝母线材料的内部组织应致密、均匀,并应无裂纹、气孔、夹渣等缺陷。晶粒度应符合国家现行标准《铝线锭》YS/T 560 的有关规定。

3.2.6 硬性铝母线材料的供货尺寸及几何形状,应符合下列规定:

1 高、宽度尺寸允许偏差为 $\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$ mm。

2 料长小于或等于 5000mm 时,长度尺寸允许偏差为 ± 5 mm;

料长大于 5000mm 时,长度尺寸允许偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

3 端头应采用机械锯切,切面应垂直于铝母线纵轴线,垂直度的允许偏差为 2mm。

4 铝母线材料应平直;不得有急剧折弯;直线度允许偏差每米为 3mm,且全长为 15mm。

5 铝母线材料不应有扭曲,料长小于或等于 5000mm 时,平面度允许偏差每米为 2mm;料长大于 5000mm 时,平面度允许偏差每米为 3mm;且全长为 15mm。

3.2.7 硬焊片材料的质量应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880.1 中含铝纯度高于 99.6% 的铝板材料,且铁硅含量比必须大于 1 的规定。

3.2.8 硬焊片材料供货,每箱重量宜为 500kg~2000kg。

3.3 软性铝母线材料

3.3.1 软性铝母线材料的品质、等级应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880.1 中含铝纯度高于 99.5% 的纯铝,且铁硅含量比必须大于 1 的带(板)料的规定,并应采用退火状态供货的铝带(板)材料。

3.3.2 软性铝母线材料宜按需定宽成卷供货,软性铝母线材料的包装应符合下列规定:

- 1 成卷铝带应为同一宽度尺寸。
- 2 每个铝带卷应有塑料袋密封包裹。
- 3 铝带卷应平放分层装箱。

3.4 铝—钢过渡焊片

3.4.1 铝—钢过渡焊片质量和外形尺寸应符合下列规定:

1 铝—钢过渡焊片的载流截面应大于或等于与其连接的硬性铝母线、碳块钢棒或软性铝母线的载流截面;当两端不对称时,应取较大值。

2 铝—钢过渡焊片应有产品质量证明书和检验合格文件,其质量应符合下列规定:

- 1) 铝—钢过渡焊片铝层应为 99.6% 纯铝,且宜高于硬性铝母线料一个级别。铝层厚度应为 $12\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。
- 2) 铝—钢过渡焊片的钢层牌号应为 Q235A 或与电解槽阴极钢棒的牌号一致;其机械性能、化学成分的要求,应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的有关规定。钢层厚度应取 $30\text{mm} \sim 40\text{mm}$ 。
- 3) 铝—钢过渡焊片外形尺寸(长、宽)允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 4) 铝—钢过渡焊片的铝面应平整,其平面度的允许偏差为 1mm 。
- 5) 铝—钢界面应呈连续波纹,用超声波检查不应有剥离现象。
- 6) 铝—钢接合面的抗拉强度不应低于 137MPa 。
- 7) 铝—钢接合面的抗剪强度不应低于 80MPa 。
- 8) 允许工作温度不应低于 400°C 。
- 9) 电阻率应小于 $8.16 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 。

3.4.2 铝—钢过渡焊片的包装,应符合下列规定:

- 1 过渡焊片的装箱应挤紧。
- 2 包装箱除应具备足够的强度外,尚应有良好的防雨、隔潮和挂钩设施。
- 3 每箱重量宜为 $2\text{t} \sim 3\text{t}$ 。

3.5 铝—铜过渡焊片

3.5.1 铝—铜过渡焊片的质量和外形尺寸应符合下列规定:

- 1 铝—铜过渡焊片的载流截面应大于或等于与其连接的硬性铝母线、碳块钢棒或软性铝母线的截面;当两端不对称时,应取较大值。
- 2 铝—铜过渡焊片应有产品质量证明书和检验合格文件,其

质量应符合下列规定:

- 1) 铝—铜过渡焊片铝层应为 99.6% 纯铝,且宜高于硬性铝母线料一个级别。铝层厚度应为 30mm~50mm;当采用同一尺寸厚度时,其铝层厚度允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。
- 2) 铝—铜过渡焊片铜层质量的机械性能、化学成分应符合现行国家标准《加工铜及铜合金化学成分和产品形状》GB/T 5231 中 T2 的有关规定。铜层的厚度应为 8mm~10mm。
- 3) 铝—铜过渡焊片外形尺寸(长、宽)允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 4) 铝—铜过渡焊片的铝面应平整,其平面度的允许偏差为 1mm。
- 5) 铝—铜界面应呈波纹状态;沿爆炸压接方向应为连续界面波,用超声波检查不应有剥离现象。
- 6) 铝—铜接合面的抗拉强度在常温条件下不应低于 100MPa。
- 7) 铝—铜接合面的抗剪切强度不应低于 60MPa。
- 8) 铝—铜接合面为 315℃ 时,铝、铜结合面抗拉强度不应低于 20MPa。
- 9) 允许工作温度不应低于 350℃。
- 10) 电阻率应小于 $3 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ 。

3.5.2 铝—铜过渡焊片的包装,应符合本规范第 3.4.2 条的规定。

3.6 焊接材料

3.6.1 惰性气体保护焊的焊丝质量,应符合现行国家标准《焊条用铝及铝合金线材》GB/T 3197 含铝纯度与硬性铝母线铸铝成分相同的规定,且宜高一个级别,并应采用退火状态供货的盘状焊丝。

3.6.2 焊丝直径应按焊接接头板厚和焊接设备性能综合确定。

3.6.3 每个焊丝盘内的焊丝应为一根线材。

3.6.4 焊丝盘的尺寸和重量,应符合焊接设备的要求。

3.6.5 焊丝外观应符合下列规定:

1 焊丝表面应光滑,不得有裂纹、气泡、腐蚀斑点、污垢及超过直径允许负偏差的划伤、擦伤、压陷和其他机械损伤。

2 焊丝直径的允许偏差为 $\pm 0.04\text{mm}$ 。

3 焊丝不得有缠绕混乱和折弯。

4 焊丝表面缺陷允许进行检验性打磨,但应保证最小直径在允许偏差内。

5 应采用经抛光处理并用塑料袋密封的盘状焊丝。

3.6.6 焊丝盘表面不应有锈蚀斑点或污垢,焊丝盘应保证有足够的抗变形能力,电气绝缘性能应良好,并应保持干燥清洁。

3.6.7 氩气应采用现行国家标准《氩》GB/T 4842 中一级及以上的工业纯氩。

3.6.8 氩气钢瓶颜色标志应符合现行国家标准《气瓶颜色标志》GB 7144 的有关规定。

4 加工

4.1 一般规定

4.1.1 铝母线加工应具备下列条件:

- 1 已完成施工图纸自审和相关专业图纸会审。
- 2 加工和检验用的计量器具已经计量检定合格。
- 3 按本规范第3章的有关规定,已对材料验收合格。

4.1.2 铝板(带)剪切断面应无裂纹。

4.1.3 铝板(带)切断面不应有大于2mm的缺棱,且应清除毛刺。

4.1.4 硬性铝母线的下料与画线应在矫正平直后进行。

4.1.5 铝母线加工宜采用工厂化生产,现场加工时应采用胎模化施工。

4.2 下料、放样与剪切

4.2.1 下料和放样除应符合施工图纸要求外,尚应根据加工工艺留足铣平、刨边(焊接坡口)等加工余量及焊接收缩余量。

4.2.2 铝板(带)的剪切,宜采用机械剪切。其切口与下料线的允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

4.2.3 硬焊片的切面应与板面垂直,其垂直度允许偏差为板厚的10%,长度、宽度尺寸的允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ 。

4.2.4 软焊片的长度尺寸允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$,宽度尺寸允许偏差为 1mm (定宽供货者除外)。

4.3 矫正与冷弯

4.3.1 硬性铝母线材料的矫正宜采用机械或液压式平整机进行。矫正作业应避免与平整机上金属构件碰(擦)伤,表面划痕允许深度

为 1.5mm。矫正后的硬性铝母线表面局部被压陷的允许深度为 2mm;允许压痕面积为 100mm×100mm。

4.3.2 矫正后的硬性铝母线直线度与平面度允许偏差应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 硬性铝母线直线度与平面度允许偏差

名称	度量范围		允许偏差(mm)
直线度	任意 1000mm 长度内		3
	全长范围内		6
平面度	任意 1000mm	料长小于或等于 5000mm	2
		料长大于 5000mm	3
	全长范围内	料长小于或等于 5000mm	5
		料长大于 5000mm	10

4.3.3 硬焊片矫平木槌锤痕或机械压痕的允许深度为 0.5mm。

4.3.4 硬焊片板面直线度的允许偏差应符合下列规定:

- 1 板厚大于或等于 10mm 时,为 0.5mm。
- 2 板厚小于 10mm 时,为 1mm。

4.4 焊接坡口

4.4.1 铝母线的焊接坡口形式与尺寸应符合本规范第 6 章的规定。

4.4.2 焊接坡口加工应采取机械方法。毛刺、飞边应清除,坡口面应无裂纹。

4.5 平面与螺孔

4.5.1 短路口的接触平面应精加工,其表面粗糙度的算术平均偏差应小于 0.025mm,直线度和平面度允许偏差为 0.05mm。

4.5.2 短路口的接触平面应采取防止机械碰伤和化学腐蚀的措施。

4.5.3 短路口螺栓孔及连接件加工的允许偏差应符合表 4.5.3 的

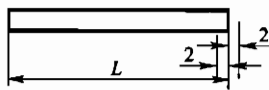
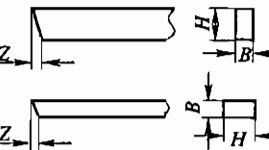
规定。

表 4.5.3 短路口螺栓孔及连接件加工的允许偏差(mm)

项 目 名 称		螺 栓 直 径					
		16	20	24	30	36	40
		名义尺寸及允许偏差					
等长双头螺栓 C级光杆直径		16±0.4	20±0.4	24±0.5	30±0.6	36±0.6	40±0.6
绝缘套管	内径	18±0.5	22±0.5	26±0.5	32±0.5	38±0.5	42±0.5
	外径	24±1	28±1	32±1	38±1	44±1	48±1
	高度	±2					
螺栓孔	孔径	26±0.52	30±0.52	34±0.62	40±0.62	46±0.62	50±0.62
	孔壁垂直度	不得超过其母线通孔长度的1%,且小于3					
相邻或任意 两孔中心 距离差	孔距>250	2	2	2	2	2	2
	孔距≤250	1	1	1	1	1	1

4.5.4 硬性铝母线两端面,宜采用铣削加工。修整后的铝母线允许偏差应符合表 4.5.4 的规定。

表 4.5.4 硬性铝母线修整后的允许偏差(mm)

项 目 名 称			允许偏差	图 例
母线长度 L			± 2	
端面与纵轴线 垂直度 Z	高向 H		2	
	宽向 B	≥ 100	2	
		< 100	1	
表面粗糙度的表面轮廓 算术平均偏差 R_a			0.025	

4.5.5 槽上母线加工允许偏差应符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 槽上母线加工允许偏差

项 目 名 称		允许偏差
夹棒面	平面度	0.5‰
	表面粗糙度的轮廓算术平均偏差(Ra)	0.025mm
	直线度	0.25mm
夹棒螺 栓孔	孔径	+0.5mm
	孔壁垂直度	0.3mm
	同组孔中心距	±1mm
	任意两组中心线间距	±2mm
安装螺栓孔	中心距	±2mm

4.5.6 立柱母线上、下两短路接口的压接面的加工应符合设计要求。

4.6 软性铝母线

4.6.1 软带束带片规格、片数及弯曲尺寸应符合设计要求,宜采用专用胎具,并应一次加压成型。

4.6.2 成型软带束两端的软焊片片头应对齐,修正后的片头参差宜为 0~+1mm。

4.6.3 软带束成型后应及时点焊固定,焊点应距束两端 50mm。焊点尺寸及数量应根据软带尺寸形状确定,也可在软带束两侧距束端 30mm~50mm,采用熔化极氩气保护电弧焊焊接法固定,其焊缝熔合宽度应大于 10mm,熔合深度应大于 2mm。每个软带束熔合带宜为 2 道~4 道。

4.6.4 软带束成形点固后在模具内应用样板检查,软带束的弧形面与样板空隙宜为 0~2mm,同束软焊片间空隙宜为 0~0.5mm。

4.6.5 软带束应按软性铝母线设计,并应捆扎成组保管。捆扎时应保护软带束棱角。

4.7 零件组合

4.7.1 相同形状尺寸的部(组合)件宜采用胎(模)具化生产。部

(组合)件应充分利用安装能力和现场条件确定。

4.7.2 胎(模)具的设计,除应符合设计要求外,尚应符合下列规定:

1 应预留焊接收缩变形及冷作反弹量。

2 定位基准应与安装要求一致。

3 部(组合)件应具有足够的强度和刚性,若强度和刚性不够时,应采取加固措施。

4 胎(模)具应保证施工期内有效。

4.7.3 固定铝母线间距的连接焊板尺寸应符合本规范附录 A 图 A.0.5 的规定。

4.7.4 部(组合)件的组合质量应符合本规范第 5 章和第 6 章的规定。

4.7.5 部(组合)件出厂时,应符合下列规定:

1 每件应有产品出厂检验合格证,合格证内容应符合本规范第 8.3.5 条的规定。

2 每件明显处应有材质、部件名称(安装位置或施工图号)的标识,以及部件出厂编号。

3 应填写本规范表 8.3.3-1。

5 现场安装

5.1 一般规定

5.1.1 铝母线现场安装应符合下列条件:

1 铝母线零、部(组合)件的加工已完成并检验合格。严禁使用不合格产品。

2 相关的铝母线支承架(座)和铝电解槽的摇篮架应安装到位。

3 零、部(组合)件应有材质、部件名称(安装位置或施工图号)的标识。

4 支承架(座)配套的绝缘件应备齐并验收合格。

5 组对与安装的专用胎具、工具应满足安装要求。

6 基础验收合格。

5.1.2 硬性铝母线安装前应在两端面中心划出“十”字铅垂线。

5.2 支承架(座)安装

5.2.1 铝母线的混凝土基础,应与其相配套的铝电解槽基础同时移交安装,并应符合下列规定:

1 应有铝母线的混凝土基础测量记录,并应在现场明显处标出铝母线的中心线和水平线;同时尚应标出电解槽的纵、横中心线和基础标高。

2 铝母线的混凝土基础顶面完成 30mm~50mm 厚的细石混凝土,二次找平。

3 铝母线基础顶面外观应平整、密实、光滑和无裂纹。基础位置及尺寸的允许偏差应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 铝母线基础的允许偏差

项 目 名 称		允 许 偏 差
标高		-3mm
水平度		5‰
外形尺寸(长、宽)		±20mm
中心线与母线纵轴线偏移		3mm
基础间距偏差		3mm
与电解槽混凝土基础	中心线偏移	3mm
	标高尺寸差	3mm

4 铝母线基础的预埋件允许偏差应符合表 5.2.1 的规定。

5.2.2 支承架(座)支承面应平整,并应铲除飞边,以及毛刺、焊瘤、火焰切割熔渣和焊接飞溅物等。

5.2.3 绝缘件安装不宜强力装塞。有绝缘垫板(套管)装入处的附近,不得火焰切割或焊接作业。当无法避免时,应采取隔热和防飞溅物侵入的措施。

5.3 运输与存放

5.3.1 铝母线的装卸与吊装,应符合下列规定:

1 铝母线的装卸与吊装应采用专用吊具和夹具,不得采用钢丝绳、链具直接捆扎铝母线。当无法避免时,应采用木块、橡胶板等衬垫进行保护。软性铝母线宜装箱吊运。

2 吊点位置应根据铝母线形状确定。

3 铝母线装卸应缓提、轻放,并应避免碰撞、刮伤。

5.3.2 铝母线的运输应符合下列规定:

1 应采取防止铝母线变形和倾覆的措施。

2 长途运输时,铝母线应妥善包装;装货车厢或船舱应清洁,并应无污染物和腐蚀性物品,同时应设置防雨、防雪设施。

3 短途运输时,硬性铝母线可裸装;软性铝母线和带有短路接口的硬性铝母线应采取相应的包装措施。

5.3.3 铝母线的存放,应符合下列规定:

1 铝母线存放场地应有足够的地基承载力。

2 铝母线存放应置于离地平 100mm 的垫木上。垫木的布局应满足防止铝母线变形和倾覆的要求。

3 铝母线存放宜按规格、件号分类,并应有序多层垒放;垒放层间应设置隔离支承,各层支承点应上下对齐,且不宜超过 5 层。

4 形状特殊的立柱母线、槽底母线和软性铝母线应采取妥善存放的措施。

5.4 铝母线安装

5.4.1 铝母线安装应以铝电解槽纵、横中心线和标高为基准。

5.4.2 槽周围母线的安装顺序应符合下列规定:

1 应按铝电解槽为中心、先下后上、从里到外分层次进行。

2 槽底母线、槽端母线、槽侧母线应先用支承架(座)和专业器具顶紧临时固定。

3 槽端母线、槽侧母线与槽底母线的接头焊接时,应按先焊接“T”形、转角形接头,后焊接直线形接头的顺序进行。

4 每个接头焊接后应再次调整铝母线,并对固定支承架(座)与基础预埋件进行焊接。

5 安装允许偏差应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 槽周围母线安装允许偏差

项 目 名 称	允许偏差
母线中心线对电解槽纵横中心线偏差	2mm
母线标高	±3mm
母线沿电流方向水平度	1‰
母线横向水平度	1%
并列母线间距差	±2mm
同组并列母线高度差	5mm
同组并列母线端头错位	5mm

5.4.3 立柱母线的安装应符合下列规定:

1 应在其相连的槽端母线或槽侧母线与支承架(座)安装合格并与基础预埋件焊固后安装。

2 应有专用支架。

3 应在立柱母线上的短路导电接触平面刮研合格后安装。

4 安装质量应符合设计要求,立柱母线上第一颗安装螺栓位置允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

5 立柱母线的焊接应按先焊接根部硬性接头,后焊接软性母线接头的顺序进行。

6 安装专用支架应在焊接完毕后待焊接接头冷却至常温 8h 后再拆除。

5.4.4 短路母线和槽端(侧)母线接头的安装与焊接,应符合下列规定:

1 应在立柱母线和相连槽端(侧)母线已安装合格并焊固后安装和焊接。

2 应在短路母线与立柱母线的短路接头已安装固定后安装和焊接。

3 短路母线的焊接应有临时支承架固定。

5.4.5 整流母线、进(出)端母线、过道母线的安装应符合下列规定:

1 应按运输通道从里到外进线料。

2 焊接前,应先用支承架(座)和专业器具顶紧卡牢临时固定。

3 安装允许偏差应符合表 5.4.5 的规定。

4 各母线段接头的焊接应按先焊接直线接头、“T”形接头、转角形接头,后焊接软性接头的顺序进行。

5 接头焊接后应再次调整固定铝母线并对支承架(座)与基础预埋件焊接固定。

表 5.4.5 整流母线、进(出)端母线、过道母线的安装允许偏差

项 目 名 称	允许偏差
母线中心线偏移	5mm
母线标高	±5mm
母线纵向水平度	0.7‰
母线横向水平度	1‰
并列同段母线中心线间距差	±5mm
并列同段母线端头错位	5mm
并列同段母线的高度差	5mm

5.4.6 立柱母线的短路口安装,应符合下列规定:

1 短路口导电接触平面的机械损伤应修整,化学腐蚀物和氧化膜应清除。

2 相互配合的两导电接触面应刮研平整,应采用标准平板检查接触点,接触点应均匀分布。

3 螺栓拧紧时宜按由里向外、交错对称和分段拧紧的顺序进行。拧紧力矩应按下列公式计算:

$$T = K F_0 d \quad (5.4.6-1)$$

$$F_0 = (0.6 \sim 0.7) \sigma_s \cdot A_s \quad (5.4.6-2)$$

$$A_s = \pi [(d_2 + d_3)/4]^2 \quad (5.4.6-3)$$

$$d_3 = d_1 - H/6 \quad (5.4.6-4)$$

式中: T ——扳手力矩 ($N \cdot mm$);

K ——拧紧力矩系数,取 $0.18 \sim 0.21$;

F_0 ——预紧力 (N);

d ——螺纹公称直径 (mm);

σ_s ——螺栓材料的屈服极限 (MPa);

A_s ——螺纹公称应力截面面积 (mm^2);

d_2 ——外螺纹中径 (mm);

d_3 ——螺纹的计算直径 (mm);

d_1 ——外螺纹小径 (mm);

H ——螺纹原始三角形的高度 (mm)。

4 拧紧后的压接面,应用 0.05mm 厚的塞尺检查,插入深度应小于 10mm。

5.4.7 铝母线各支承点的绝缘性能应用 1000V 兆欧表检测,其绝缘电阻应大于 $1M\Omega$ 。从安装起至通电前,铝母线与支承架(座)间的绝缘均应采取防护措施。

5.4.8 槽上母线的安装,应符合下列规定:

1 应在上部槽的跨槽横梁和阳极提升机已安装合格后安装。

2 安装允许偏差,应符合表 5.4.8 的规定。

表 5.4.8 槽上母线安装允许偏差

项 目 名 称	允许偏差
同槽两槽上母线截面(高、宽)尺寸差	2mm
同槽两槽上母线长度差	3mm
两槽上母线安装中心线与槽体中心长轴线偏移	2mm
槽上母线水平度	0.7‰
两跨槽上母线工作面间距差	4mm
两槽上母线夹阳极加工件的平面应呈“八”字形其铅垂度偏差	2mm

3 采用双提升装置时槽上两段母线应呈“八”字形预拱,预拱度应符合设计要求。

5.4.9 阴极钢棒活接头形式应符合图 5.4.9-1 和图 5.4.9-2 的规定。

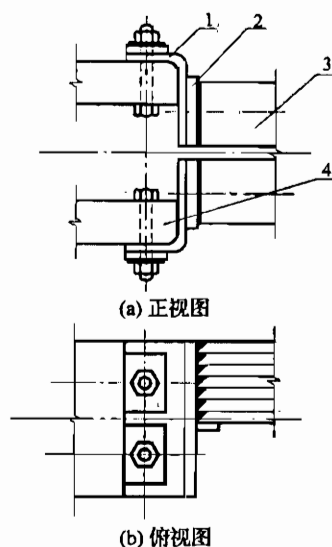


图 5.4.9-1 阴极钢棒活接头形式(一)

1—铝—铜过渡焊片的铜层;2—铝—铜过渡焊片的铝层;3—软性铝母线;4—阴极钢棒

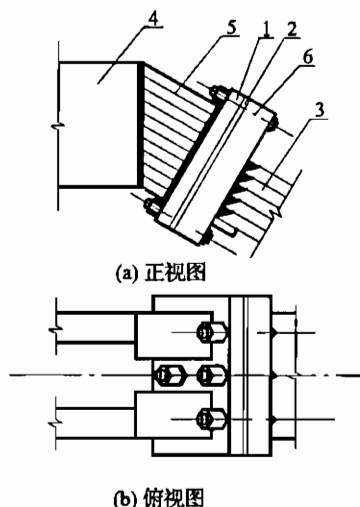


图 5.4.9-2 阴极钢棒活接头形式(二)

1—铝—铜过渡焊片的铜层;2—铝—铜过渡焊片的铝层;3—软性铝母线;
4—阴极钢棒;5—钢焊片;6—软性铝母线活接平板

5.4.10 阴极母线压接器安装要求,应符合下列规定:

1 连接螺栓应采用 8.8 级钢结构用的大六角头高强度螺栓和相应级别的螺帽、垫圈。

2 两压接平面应刮研平整。

3 炭块钢棒端头上的压接面螺栓孔,应在电解槽筑炉前完成。

4 炭块钢棒端头上的螺栓孔应制成椭圆孔,长短轴长度比应大于或等于 1.5;长轴线应呈铅垂方向。炭块钢棒钻孔质量应符合本规范表 4.5.3 的规定。

5 压接器压接平面上螺栓孔应制成椭圆孔,但长轴线方向应呈水平。

6 压接器载电流面积,应大于或等于其两相连铝母线有效载流面积的较大值。

7 两铝质压接面压接质量应符合本规范第 5.4.6 条的规定。

8 铝—铜压接质量,应符合本规范第 5.4.6 条的规定。

6 焊 接

6.1 一 般 规 定

6.1.1 铝母线焊接接头形式应符合附录 A 的规定。

6.1.2 铝母线接头的焊接,应采用熔化极氩气保护电弧焊。

6.1.3 焊接接头的焊接坡口形式和尺寸应符合下列规定:

1 应与用硬焊片、软带束焊接接头的焊接坡口形式相同。

2 当焊接坡口形式采用“Ⅰ”形带垫板有间隙焊时,应符合下列要求:

1) 垫板采用含铝纯度高于 99.6% 的铝板料;

2) 硬焊片或软带束端面与板面垂直;

3) 焊缝两端面间隙为 10mm。

3 当焊接坡口形式采用单边“V”形对接接头带垫板时,应符合下列要求:

1) 垫板采用含铝纯度高于 99.6% 的铝板料;

2) 硬焊片或软带束端面与板面垂直呈 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 角;

3) 焊接接头间隙第一片(束)为 $0 \sim 3\text{mm}$;其余片(束)为 $2\text{mm} \sim 5\text{mm}$ 。

4 接头焊道除最后一层(片、束)外,焊缝均不应高出板(束)面,并不应低于板(束)面 0.5mm 。

5 接头最后一层(片、束)焊缝应符合本规范第 7 章的规定。

6 接头侧面焊缝质量,应由甲乙双方协商确定。

6.1.4 铝母线焊接工程施工前,应进行焊接工艺试验,并应编制焊接工艺指导书,同时应提出焊接工艺评定报告。

6.1.5 焊接工艺指导书应包括下列内容:

1 焊接母材和焊接材料的品种、规格和牌号。

- 2 焊接接头形式、加工、组对要求及制备方法。
 - 3 焊接方法、焊接顺序和机械化程度。
 - 4 焊接电源种类、极性、电流、电压、焊接速度、保护气体的流量及焊接线能量等焊接工艺参数。
 - 5 焊接设备。
 - 6 焊接操作注意事项。
 - 7 焊前、焊后热处理要求。
 - 8 质量要求和检查方法。
 - 9 安全措施。
- 6.1.6 焊接工艺评定报告应包括下列内容：
- 1 焊接工艺指导书的基本内容。
 - 2 焊接铝母线料和焊接材料的出厂质量合格证书。
 - 3 施焊环境温度、湿度和风速记录。
 - 4 接头外观检查记录。
 - 5 焊缝射线探伤检查报告。
 - 6 机械性能及金相试验报告。
 - 7 参加试验的焊工、检验、评定人签证。
 - 8 焊接工艺评定结论及审批手续。
- 6.1.7 铝母线组对、定位焊的焊接工艺参数应符合经批准的焊接工艺指导书的规定。
- 6.1.8 施焊前，焊接坡口及两侧各 50mm 的表面应清理干净。表面的油污应用丙酮等有机溶剂擦洗；表面氧化膜可采用刮刀、直径 $\Phi 0.15\text{mm}$ 细铜丝刷、不锈钢丝刷或钢丝直径小于 1.5mm 的电动钢丝轮等机械方法清除。
- 6.1.9 被污染或氧化的焊丝严禁使用。
- 6.1.10 铝母线接头的装配质量，应符合设计或工艺要求，当装配质量不符合要求时，应经修整合格后再施焊。
- 6.1.11 焊接作业场所应采取防风、防雨、防雪、防寒等措施。
- 6.1.12 焊接铝母线接头时，宜使用拼装胎(夹)具，胎(夹)具应采

取阻止或消除焊接变形的措施。

6.1.13 铝母线焊接完后,接头自然冷却至常温前,应避免振动或受力。

6.1.14 铝母线接头焊接应一次连续焊成。焊接接头焊缝质量,应符合本规范第7章的规定。

6.1.15 接头焊成后,应在接头附近明显处打上焊工代号钢印。

6.1.16 裂纹、气孔等缺陷焊工应及时反映,严禁随意覆盖和隐瞒缺陷。

6.2 熔化极氩气保护电弧焊

6.2.1 熔化极氩气保护电弧焊机性能应满足铝母线焊接工艺的要求,并应具有全位置焊接功能,同时应具备有专用引弧和自动延时灭弧装置。

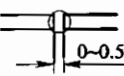
6.2.2 焊接工艺参数应根据板厚、焊丝直径和熔化极氩气保护电弧焊机,通过试验并编制焊接工艺指导书确定。

6.2.3 熔化极氩气保护电弧焊机焊接铝母线接头的直流焊接电源,应符合下列规定:

1 应采用反接极性。

2 熔化极氩气保护电弧焊焊接铝母线接头应采用大于焊丝临界电流达到喷射过渡的焊接。不同板厚、坡口型式和焊接位置的焊接工艺参数应符合表 6.2.3-1~表 6.2.3-3 的规定。

表 6.2.3-1 铝合金短路过渡熔化极氩气保护电弧焊的焊接工艺参数

板厚 (mm)	坡口简图 (mm)	焊接 位置	焊道 顺序	工艺参数			焊丝		氩气流量 (L/min)
				焊接电流 (A)	焊接电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	直径 (mm)	送丝速度 (m/min)	
2		全	1	70~85	14~15	40~60	Φ0.8		15
		平	1	110~120	17~18	120~140	Φ1.2	5.9~6.2	15~18

续表 6.2.3-1

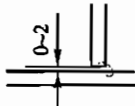
板厚 (mm)	坡口简图 (mm)	焊接 位置	焊道 顺序	工艺参数			焊丝		氩气流量 (L/min)
				焊接电流 (A)	焊接电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	直径 (mm)	送丝速度 (m/min)	
1		全	1	40	14~15	50	Φ0.8		14
2		全	1	70	14~15	30~40	Φ0.8		10
				80~90	17~18	80~90		9.5~10.5	14

表 6.2.3-2 铝合金喷射过渡熔化极氩气保护电弧焊的焊接工艺参数

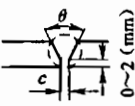
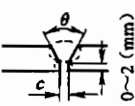
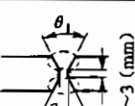
板厚 (mm)	坡口简图	焊接 位置	焊道 顺序	工艺参数			焊丝		氩气 流量 (L/min)	备注
				焊接 电流 (A)	焊接 电压 (V)	焊接速度 (cm/min)	直径 (mm)	送丝速度 (m/min)		
6	 $c=0\sim2(\text{mm})$ $\theta=60^\circ$	水平 横、 立 仰	1 1 1~2 (背)	200~250 170~190	24~27 23~26	40~50 60~70	$\Phi 1.6$	5.9~7.7 5.0~5.6	20~24	使用 垫板
8	 $c=0\sim2(\text{mm})$ $\theta=60^\circ$	水平 横、 立 仰	1 2 1 2 1~4 (背)	240~290 190~210	25~28 24~28	45~60 60~70	$\Phi 1.6$	7.3~8.9 5.6~6.3	20~24	使用 垫板 仰焊时 增加焊 道数
12	 $c=1\sim3(\text{mm})$ $\theta_1=60^\circ\sim90^\circ$ $\theta_2=60^\circ\sim90^\circ$	水平 横、 立 仰	1 2 3 (背) 1 2 3 1~8 (背)	230~300 190~230	25~28 24~28	40~70 30~45	$\Phi 1.6$ 或 $\Phi 1.6$	7.0~9.3 3.1~4.1 5.6~7.0	20~28 20~24	仰焊时 增加焊 道数

表 6.2.3-3 铝及铝合金熔化极氩气保护电弧焊焊接工艺参数

板厚 (mm)	焊接 位置	焊丝直径 (mm)	焊接电压 (V)	送丝速度 (m/min)	焊接电流 (A)	焊接速度 (cm/min)	氩气流量 (L/min)	备注
10	全位置	Φ2~Φ2.4	27~30	3.5~4.0	280~300	40~60	25~28	纯氩气
10	平焊	Φ2~Φ2.4	28~29	3.7~4.0	290~300	42~60	25~28	纯氩气
10	横焊	Φ2~Φ2.4	29~30	3.8~4.1	280~290	40~50	25~28	纯氩气
10	立焊	Φ2~Φ2.4	30~31	3.8~4.2	310~320	44~63	25~28	纯氩气
10	仰焊	Φ2~Φ2.4	27~28	3.4~3.6	270~280	38~50	25~28	纯氩气
6	平焊	Φ2~Φ2.4	28~30	4.3~4.8	310~350	38~40	25~28	纯氩气
8	立横焊	Φ2~Φ2.4	24~26	4.0~4.3	250~300	32~35	25~28	纯氩气

6.2.4 熔化极氩气保护电弧焊机的焊枪宜采用内部循环水冷却。焊枪的操作参数应符合下列规定：

- 1 焊丝应伸出焊枪嘴端 13mm ~15mm。
- 2 焊丝行走角应为 5° ~ 15° 。
- 3 枪嘴端面距工作表面应为 12mm ~22mm。
- 4 应根据焊缝外观焊波形状的要求,选定无摆动(直线)或月牙形焊接手法。

6.2.5 焊接的环境温度不应低于 5°C 。

6.3 软性接头的焊接

6.3.1 铝母线软性接头的形状和尺寸应符合下列规定：

- 1 应满足其连接两件间热胀冷缩或变位要求的需要。
- 2 任意部位有效载电流截面面积应大于或等于连接铝母线载电流截面面积的较小值。

6.3.2 第一层软带束对接焊宜采用厚度为 10mm、宽度为 30mm~50mm 纯铝垫板焊接。

6.3.3 铝母线的软性接头的焊接顺序,应符合下列规定：

- 1 每束两端应轮流施焊。
- 2 单摆软性接头平焊对接应以软带束为层次,并应由下往上

施焊；立焊对接应以软带束为层次，并应先里后外施焊。

3 双摆和多摆软性接头对接施焊时，尚应按摆顺序、分层次交错施焊。

6.4 硬性接头的焊接

6.4.1 用于铝母线硬性接头的硬焊片几何尺寸和片数，应符合下列规定：

1 应满足其连接铝母线段间距和焊接坡口（有间隙）的要求。

2 硬焊片的有效载电流截面积应大于或等于连接铝母线有效载电流截面面积的较小值。

3 接头任一端焊缝根部硬焊片的有效载电流截面积应大于或等于连接铝母线截面积的较小值。

6.4.2 铝母线硬性接头的焊接顺序，应符合下列规定：

1 每片两端应轮流施焊。

2 铝母线硬性接头平焊对接应以硬焊片为层次，并应由下往上施焊；立焊对接应以硬焊片为层次，并应先里后外施焊。

3 铝母线硬性接头立焊对接，有操作条件的可从接头中间采用间隙为 0~3mm 焊第一硬焊片，然后在第一片硬焊片前、后两面同时先里后外施焊或前、后交错施焊。

7 焊接质量

7.1 一般规定

7.1.1 焊接质量检验应贯穿于焊前准备、施焊操作、焊后处理等全过程,并应做到上道工序未达到规定标准不得进入下道工序。

同一区段的焊缝,当反复出现缺陷、返修时,其第三次焊接应事先制订返修方案,并报施工企业项目技术负责人(总工程师)批准后再施行。

7.1.2 焊接质量检验应做质量验收记录,其内容应符合本规范第 8.3.3 条的规定。

7.2 外观检查

7.2.1 焊接接头外观检查前,应将妨碍检查的飞溅物清理干净。外观检查宜为肉眼观察,也可用 5 倍~15 倍的放大镜观察确定焊缝缺陷性质和数值,并应配备其他必要的测量工具。

7.2.2 焊接接头和焊缝外观检查的长度范围应为 100%,焊缝外观检查应在焊接接头自然冷却至室温后进行。需要热处理的焊接接头,在热处理后应再次做焊缝外观检查。

7.2.3 焊缝金属表面焊波应均匀,不得有裂纹、烧穿、弧坑、针状气孔、缩孔等缺陷。

7.2.4 焊缝熔宽应均匀,且应大于焊接坡口 2mm,焊缝两侧应与母材圆滑过渡,焊缝允许咬边应满足下列要求:

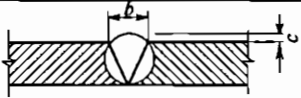
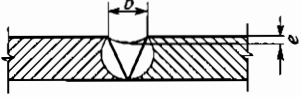
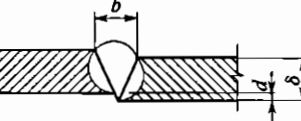
1 焊件板厚小于或等于 10mm 时,咬边深度应小于 0.5mm。

2 焊件板厚大于 10mm 时,咬边深度应小于 0.8mm。

3 每条焊缝咬边的连续长度应小于 100mm,且两侧咬边累计长度应小于焊缝长度的 15%。

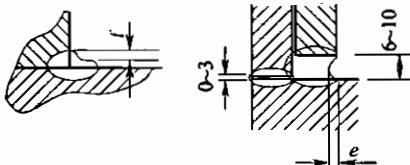
7.2.5 接头封口焊、对接焊焊缝外形尺寸的允许偏差应符合表 7.2.5 的规定。

表 7.2.5 接头封口焊、对接焊焊缝外形尺寸的允许偏差(mm)

项目名称	示意图	允许偏差
焊缝余高 c		$b < 20$ 2.5 ± 1.5
		$b \geq 20$ $2.5 +1.5$ -2
焊缝凹陷 e		$0 \sim 1.5$
焊缝错边 d		$\leq 0.15\delta$ 不得大于 3.0

7.2.6 接头中间焊片的焊缝外形尺寸的允许偏差应符合表 7.2.6 的规定。

表 7.2.6 接头中间焊片的焊缝外形尺寸的允许偏差(mm)

项目名称	示意图	允许偏差	
角焊缝下垂 f		无装配要求的	3
焊缝凹陷 e		有装配要求的	-0.5

7.2.7 单面施焊的焊缝,未焊透允许深度为焊件板厚的 0~15%,累计未焊透允许长度为该条焊缝长度的 0~15%。

8 工程验收

8.1 一般规定

8.1.1 铝母线焊接安装工程未经交工验收,不得使用。

8.1.2 铝母线焊接安装工程交工验收应具备下列资料:

1 铝母线焊接填充材料的出厂质量合格证书或质量复检报告。

2 铝母线料的出厂质量合格证书或质量复检报告。

3 竣工图或施工图和设计变更通知单、材料代用联系单、工程联系单等工程资料。

4 铝母线工厂制作件的出厂质量合格证书。

5 铝母线绝缘材料的出厂质量合格证书。

6 铝母线各支承架(座)上铝母线安装时对地绝缘性能的测量记录。

7 铝母线焊接施工、返工和修补记录。

8 铝母线制作、焊接安装质量验收记录和分部、分项工程质量验收记录。

9 焊工编号或标志。

8.1.3 铝母线焊接的《工艺试验报告》、《焊接工艺指导书》及《焊接工艺评定报告》应由施工单位妥善保管,保管期不得少于 7a。

8.1.4 从事铝母线焊接的焊工考核合格证明,应由施工单位保管待查,保管期不得少于 7a。

8.2 短路通电检查

8.2.1 短路通电检查应在铝母线焊接工程中间验收合格后由生产单位组织,设计、施工单位派人参加。

8.2.2 短路通电检查条件,应符合下列规定:

- 1 检查电源应可靠,调节应灵敏。
- 2 铝母线对地的绝缘应已检查合格。
- 3 不参加检查的铝母线应已断开。
- 4 妨碍通电检查的施工残留物应已清除。

8.2.3 短路通电检查中,铝母线焊接接头和软性铝母线工作情况应重点检查,并应符合下列规定:

- 1 短路口导电连接处的温度不应超过 100°C 。
- 2 软性铝母线应变形自如。
- 3 铝母线各固定支承架(座)应无明显变形。

8.2.4 短路通电检查的试验电流达到设计额定工作电流 2h 后,铝母线的导电性能应符合下列规定:

1 铝母线的电压降应符合下列规定:

- 1) 单台电解槽的停槽电压降应符合设计要求,电压降允许偏差为 5mV 。
- 2) 立柱母线压接面两侧各距 50mm 间的电压降为 12mV 。
- 3) 立柱短路接口的压接面两侧各距 50mm 间的电压降为 20mV 。

2 铝母线焊接接头的电压降在电流密度为 $0.3\text{A}/\text{mm}^2$ 时,焊接接头焊缝中心线两侧各距 50mm 间的电压降为 1.5mV 。

8.2.5 铝母线的导电性能检查可采取抽查,抽查单台电解槽停槽电压降等各种电压降可取电解槽总台数的 $1/8$,但不应少于 8 台。

8.3 工程质量检查与验收

8.3.1 铝母线焊接工程应划分为分部工程和分项工程进行质量检查与验收。

8.3.2 铝母线焊接工程质量检查与验收,应随工程交工同步进行。当铝电解槽按系列要求,分段交工验收时,铝母线焊接工程也应分段提供质量检查与验收资料。

8.3.3 加工、制作分项工程应按承制的铝母线零(部)件的不同分成相应的若干质量验收记录,具体验收项目和合格评定标准内容应符合表 8.3.3-1 的规定。

现场安装分项(部)工程应按铝母线不同位置、铝电解槽槽号、铝母线不同功能合理分设若干质量验收记录,具体验收项目和合格评定标准内容应符合表 8.3.3-1~表 8.3.3-4 的规定。

表 8.3.3-1 铝母线焊接工程加工、制作质量验收记录

工程名称		施工单位		监理 (建设) 单位 验收 记录
分部工程名称		项目经理		
验收部件名称		项目技术负责人		
制作单位		制作单位负责人		
执行标准名称及编号		《铝用线焊接工程施工及验收规范》GB 50586		施工图名及 图纸编号
检查项目		质量验收规定		施工单位检查评定记录
主控项目	1	铝材	符合设计或第 3.2 节、第 3.3 节的规定	有产品出厂质量合格证书
	2	焊丝	第 3.6.1 条、第 3.6.3 条、第 3.6.5 条的规定	有产品出厂质量合格证书
	3	氩气	第 3.6.7 条的规定	有产品出厂质量合格证书
	4	焊工	持证上岗	有焊工考核合格证
	5	铝材切割面	第 4.1.2 条的规定	无裂纹
	6	焊缝表面质量	第 7.2.3 条、第 7.2.4 条的规定	无裂纹
一般项目	1	焊缝外观	第 7.2.3 条、第 7.2.4 条的规定	焊缝均匀程度
	2	焊缝余高	第 7.2.5 条的规定	
	3	焊缝熔宽	第 7.2.4 条的规定	
	4	角焊缝脚高	第 7.2.6 条的规定	
	5	焊缝咬边	第 7.2.4 条的规定	

续表 8.3.3-1

检查项目			质量验收规定		施工单位检查评定记录										监理 (建设) 单位验收 记录
一般项目	6	未焊透	第 7.2.7 条 的规定												
	7	短路导电压 接面	第 4.5.1 条、第 4.5.3 条的规定												
	8	立柱母线压 接面	第 4.5.1 条、第 4.5.3 条的规定												
	9	并列母线间 距偏差	第 5.4.2 条、第 5.4.5 条的规定												
	10	并列母线顶 面高差	第 5.4.2 条、第 5.4.5 条的规定												
	11	并列母线端 面错位	第 5.4.2 条、第 5.4.5 条的规定												
	12	并列母线直 线度	第 4.3.2 条、第 5.4.2 条、第 5.4.5 条的规定												
	13	并列母线平 面度	第 4.3.2 条、第 5.4.2 条、第 5.4.5 条的规定												
	14	软带束成形	第 4.6.2 条 ~第 4.6.4 条 的规定												
15	软性铝母线	第 4.6.5 条 的规定													
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员 年 月 日												
监理(建设)单位验收结论			监理工程师(建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日												

表 8.3.3-2 铝母线焊接工程现场安装质量验收记录

工程名称				施工单位				监 理 (建 设) 单 位 验 收 记 录	
分部工程名称				项目经理					
验收部件名称				项目技术负责人					
焊接安装单位名称				焊接安装单位负责人					
执行标准名称及编号			本规范或设计规定			施工图名及 图纸编号			
检查项目			质量验收规定			施工单位检查评定记录			
主 控 项 目	1	焊丝	符合现行国家标准《焊条用铝及铝合金线材》GB/T 3197 或第 3.6.1 条、第 3.6.3 条、第 3.6.5 条的规定			有产品出厂质量合格证书			
	2	氩气	第 3.6.7 条的规定			有产品出厂质量合格证书			
	3	焊工	持证上岗			有焊工考核合格证			
	4	部件质量	第 4.7.5 条、第 8.3.5 条的规定			有产品合格证书和制作检验批质量验收记录			
	5	硬焊片切断面	第 4.1.2 条的规定			无裂纹			
	6	焊缝表面质量	第 7.2.3 条、第 7.2.4 条的规定			无裂纹			
	7	过渡焊片	第 3.4 节、第 3.5 节的规定			有产品合格证书和制作检验批质量验收记录			
	8	软焊束	第 4.7.5 条的规定			有产品合格证书和制作检验批质量验收记录			
一 般 项 目	1	焊缝外观质量	第 7.2.3 条、第 7.2.4 条的规定	焊缝均匀程度					
	2	焊缝余高	第 7.2.5 条的规定						
	3	焊缝熔宽	第 7.2.4 条的规定						
	4	角焊缝脚高	第 7.2.6 条的规定						
	5	短路导电电压 接面	第 5.4.6 条、 第 8.2.4 条的 规定						
	6	支承座绝缘 性能	第 5.4.7 条 的规定						

续表 8.3.3-2

检查项目			质量验收规定	施工单位检查评定记录	监理 (建设) 单位验 收记录
一般 项目	7	母 线 中 心 线 偏 移	第 5.4.2 条、第 5.4.5 条、第 5.4.8 条的规定		
	8	母线标高偏差	第 5.4.2 条、第 5.4.5 条、第 5.4.8 条的规定		
	9	并列母线间距 偏差	第 5.4.2 条、第 5.4.5 条、第 5.4.8 条的规定		
施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员 年 月 日		
监理（建设）单位验收 结论			监理工程师（建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日		

表 8.3.3-3 铝母线焊接分项工程质量验收记录

工程名称		施工单位	
分部工程名称		项目经理	
分项工程名称		项目技术负责人	
工程队负责人		施工工程队	
序号	检验部位名称	施工单位检查评定结果	监理(建设)单位验收结论
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
检查 结论	项目专业技术负责人 年 月 日	验收 结论	监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日

表 8.3.3-4 铝母线焊接分部工程验收记录汇总表

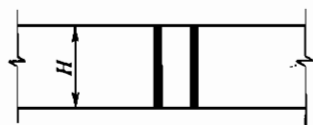
工程名称		施工单位	
分部工程名称		项目经理	
子分部工程名称		项目技术负责人	
工程队负责人		质量部门负责人	
序号	分项工程名称	检验数	施工单位检查评定结果
1	铝母线制作		验收意见
2	整流母线安装焊接		
3	端头母线安装焊接		
4	过道母线安装焊接		
5	进出电端母线安装焊接		
6	槽周围母线安装焊接		
7	短路母线安装焊接		
8	铝母线阴极活接压接器安装		
9	金属支架(座)安装		
10	立柱母线压接口安装		
11			
12			
质量控制资料			
铝母线对地绝缘检测记录			
观感质量验收			
验收单位	分包单位	项目经理 年 月 日	
	施工单位	项目经理 年 月 日	
	设计单位	项目负责人 年 月 日	
	监理(建设)单位	监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日	

8.3.4 质量验收记录表的内容,尚应根据工程特点作相应调整和补充。

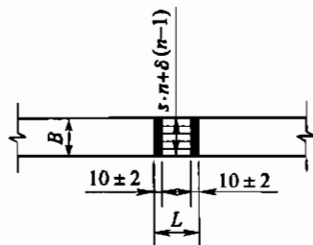
8.3.5 工厂化制作的零(组合)件应开具产品合格证明,产品合格证明内容应包括产品名称(施工图部件名称)、规格(或施工图部件号)、出厂序列号、制造单位名称、质检人、质检部门、合格标准代号及生产日期。

附录 A 铝母线焊接接头形式

A.0.1 对接式焊接接头见图 A.0.1-1 和图 A.0.1-2。



(a) 正视图



(b) 俯视图

图 A.0.1-1 对接式焊接接头(一)

B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度; L —硬铝母线接口间距;

S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

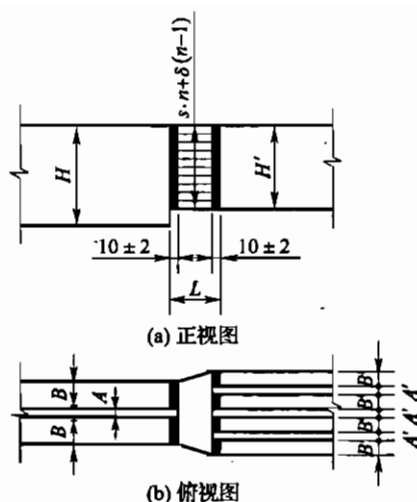


图 A. 0. 1-2 对接式焊接接头(二)

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度; L—硬铝母线接口间距;
S—焊片厚度; n—焊片数; δ —允许焊片间隙

A. 0. 2 T形焊接接头见图 A. 0. 2-1~图 A. 0. 2-5。

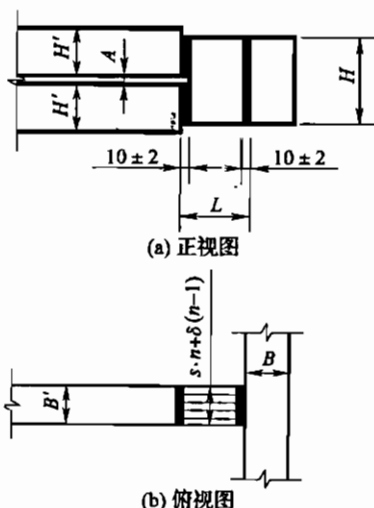


图 A. 0. 2-1 T形焊接接头(一)

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度; L—硬铝母线接口间距;
S—焊片厚度; n—焊片数; δ —允许焊片间隙

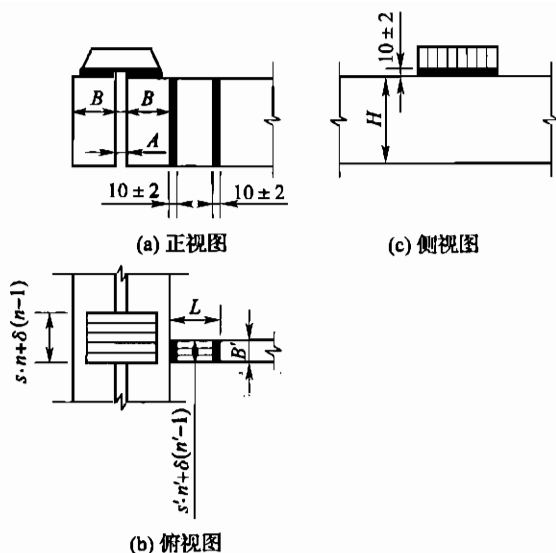


图 A.0.2-2 T 形焊接接头(二)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度;
 H —硬铝母线高度; L —硬铝母线接口间距;
 S —焊片厚度; n —焊片数;
 δ —允许焊片间隙

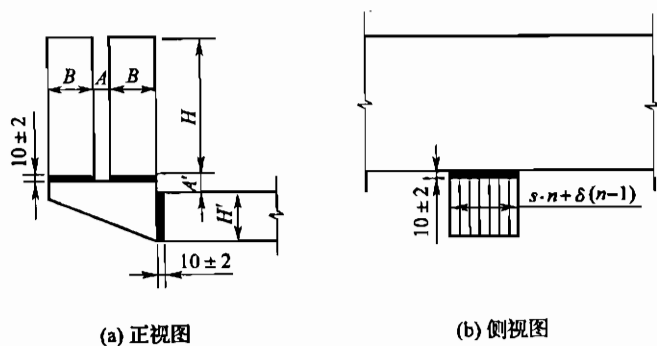
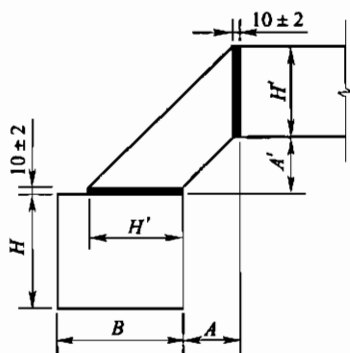
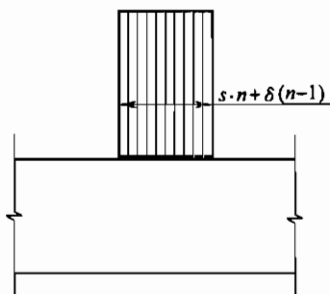


图 A.0.2-3 T 形焊接接头(三)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度;
 S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙



(a) 正视图

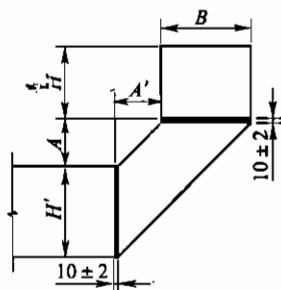


(b) 侧视图

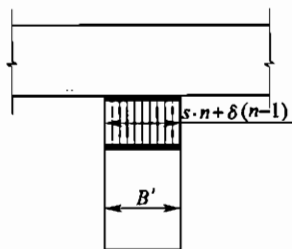
图 A.0.2-4 T形焊接接头(四)

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度;

S—焊片厚度; n—焊片数; δ—允许焊片间隙



(a) 正视图



(b) 侧视图

图 A.0.2-5 T形焊接接头(五)

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度;

S—焊片厚度; n—焊片数; δ—允许焊片间隙

A.0.3 转角(L形)焊接接头见图 A.0.3-1~图 A.0.3-7。

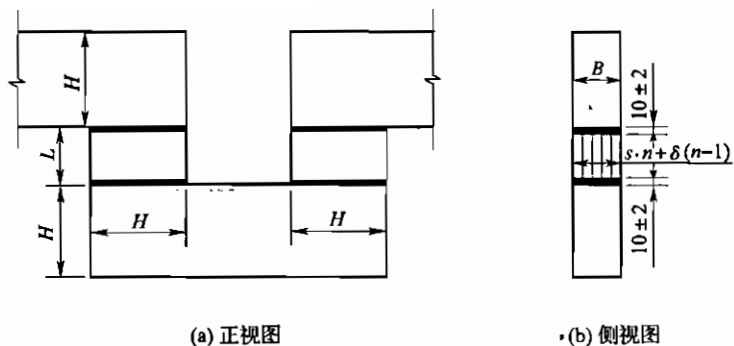


图 A.0.3-1 转角焊接接头(一)

B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度; L —硬铝母线接口间距;
 S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

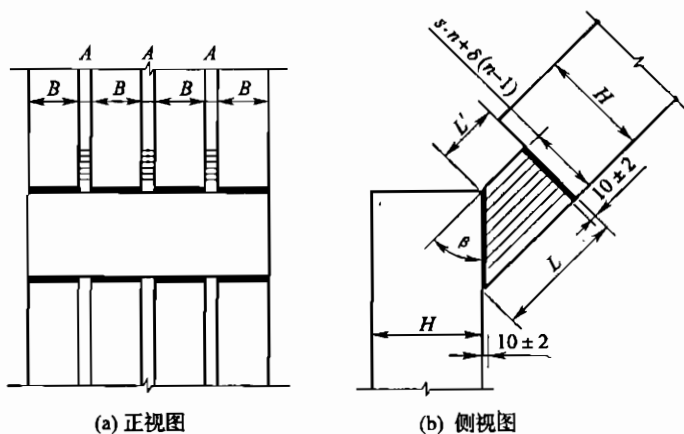


图 A.0.3-2 转角焊接接头(二)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度;
 L —硬铝母线接口间距; S —焊片厚度; n —焊片数;
 δ —允许焊片间隙

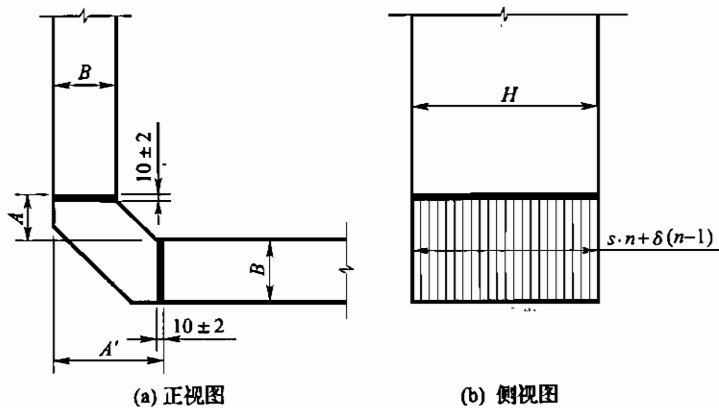


图 A.0.3-3 转角焊接接头(三)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度;

S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

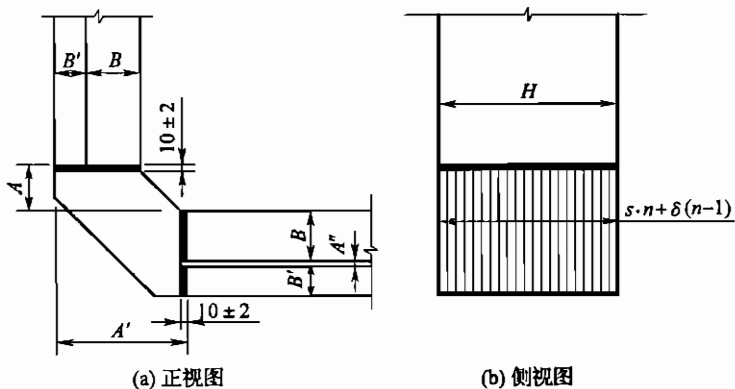


图 A.0.3-4 转角焊接接头(四)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度;

S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

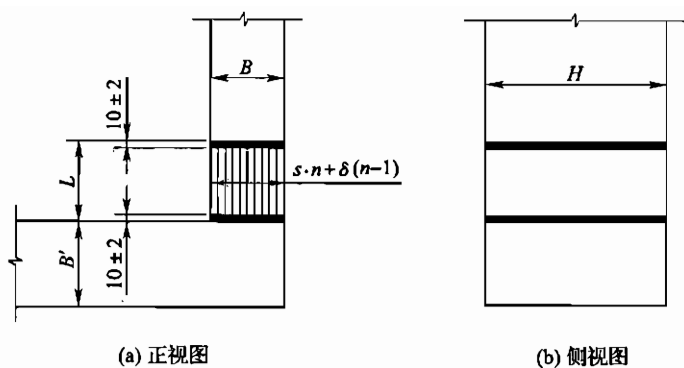


图 A.0.3-5 转角焊接接头(五)

B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度; L —硬铝母线接口间距;

S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

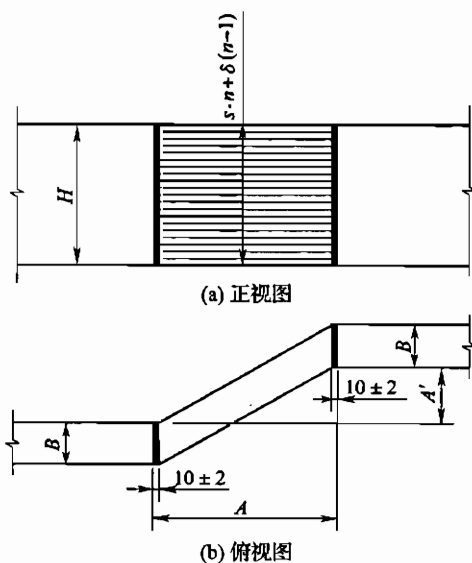


图 A.0.3-6 转角焊接接头(六)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度;

S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

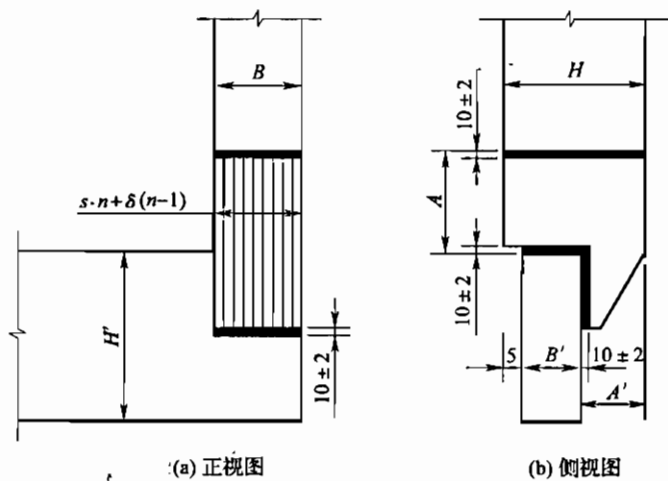


图 A. 0. 3-7 转角焊接接头(七)

A —硬铝母线间距; B —硬铝母线宽度; H —硬铝母线高度;

S —焊片厚度; n —焊片数; δ —允许焊片间隙

A.0.4 TL形复合式焊接接头(图 A.0.4)。

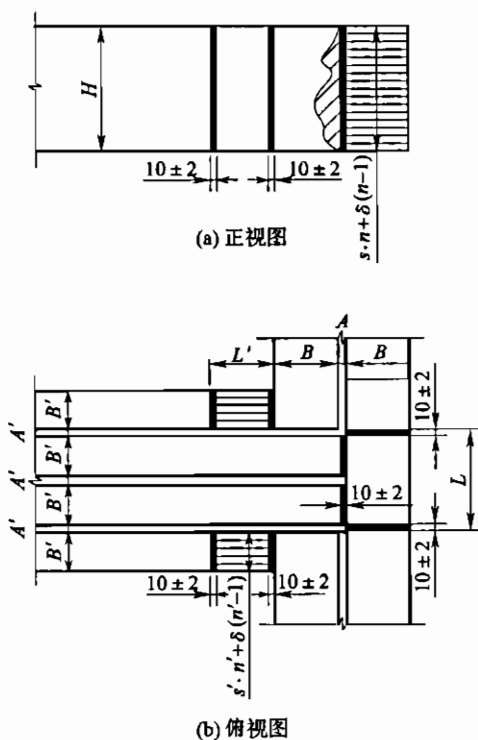


图 A.0.4 TL形复合式焊接接头

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度;

L—硬铝母线接口间距; S—焊片厚度; n—焊片数; δ —允许焊片间隙

A.0.5 并接式焊接接头见图 A.0.5。

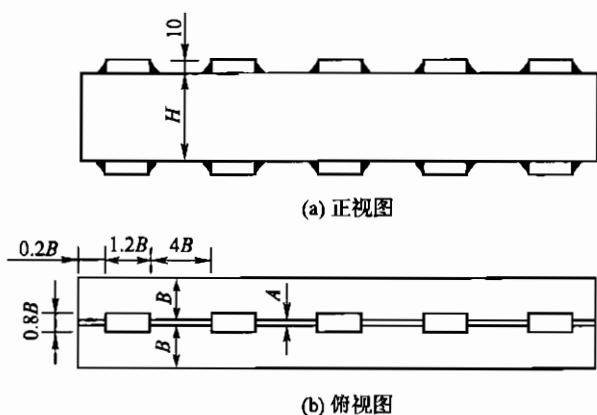


图 A.0.5 并接式焊接接头

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度

A.0.6 软性铝母线与硬铝母线焊接接头 见图 A.0.6-1 和图 A.0.6-2。

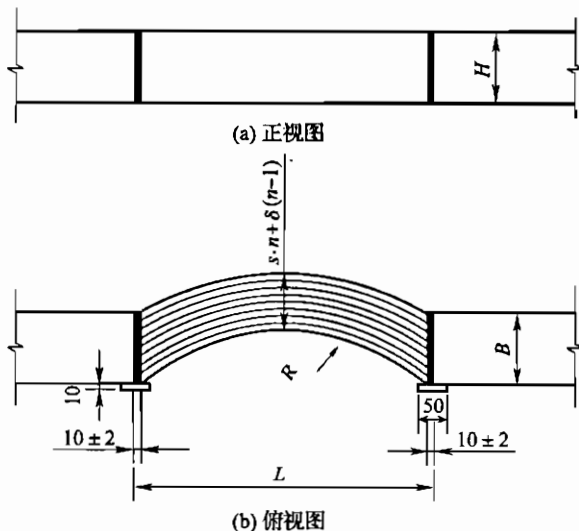
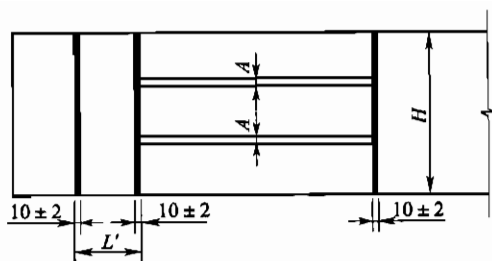
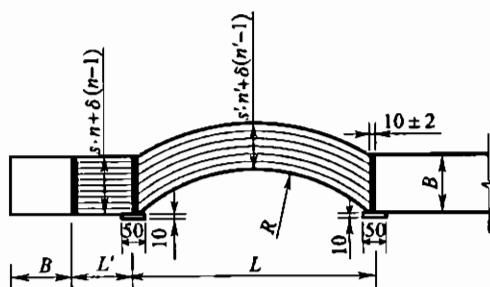


图 A.0.6-1 软带焊接接头(一)

B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度; L—硬铝母线接口间距;
S—焊片厚度; n—焊片数; δ —允许焊片间隙; R—弯曲半径



(a) 正视图



(b) 俯视图

图 A.0.6-2 软带焊接接头(二)

A—硬铝母线间距; B—硬铝母线宽度; H—硬铝母线高度;

L —硬铝母线接口间距; S —焊片厚度;

n —焊片数; δ —允许焊片间隙; R —弯曲半径

A.0.7 铝钢过渡焊焊接接头见图 A.0.7。

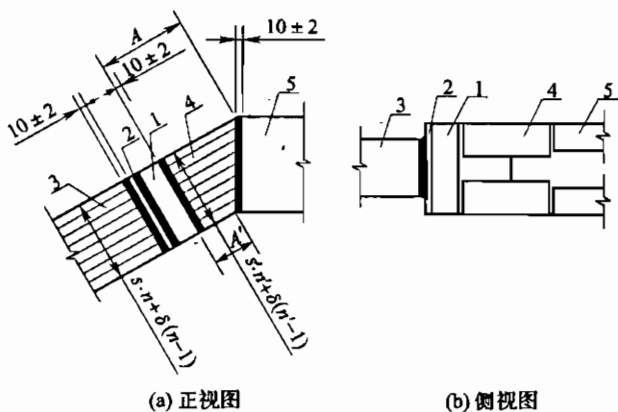


图 A.0.7 铝—钢过渡焊焊接接头

1—铝—钢过渡焊片的钢层；2—铝—钢过渡焊片的铝层；3—软性铝母线；

4—钢焊片；5—阴极钢棒

Λ —硬铝母线间距； S —焊片厚度； n —焊片数； δ —允许焊片间隙

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《碳素结构钢》GB/T 700

《重熔用铝锭》GB/T 1196

《焊条用铝及铝合金线材》GB/T 3197

《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880.1

《氢》GB/T 4842

《加工铜及铜合金化学成分和产品形状》GB/T 5231

《气瓶颜色标志》GB 7144

《铝线锭》YS /T 560

中华人民共和国国家标准

铝母线焊接工程施工及验收规范

GB 50586 - 2010

条文说明

制 定 说 明

《铝母线焊接工程施工及验收规范》GB 50586—2010,经住房和城乡建设部 2010 年 5 月 31 日以第 625 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了比较广泛的调查研究,总结了我国铝电解工程建设中铝母线焊接的施工及质量验收的实践,并在此基础上开展了专题调研,坚持“验评分离,强化验收,完善手段,过程控制”的指导原则,以多种方式广泛征求了有关设计、施工、监理及生产单位意见,对主要问题进行反复商讨与论证,取得比较一致的共识,规范规定的主要技术参数有一定的先进性。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《铝母线焊接工程施工及验收规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是,本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总 则	(61)
2	术 语	(62)
3	原材料	(63)
3.1	一般规定	(63)
3.2	硬性铝母线材料	(63)
3.3	软性铝母线材料	(64)
3.4	铝—钢过渡焊片	(65)
3.5	铝—铜过渡焊片	(65)
3.6	焊接材料	(65)
4	加 工	(66)
4.1	一般规定	(66)
4.2	下料、放样与剪切	(66)
4.3	矫正与冷弯	(66)
4.4	焊接坡口	(67)
4.5	平面与螺孔	(67)
4.6	软性铝母线	(68)
4.7	零件组合	(68)
5	现场安装	(70)
5.1	一般规定	(70)
5.2	支承架(座)安装	(70)
5.3	运输与存放	(70)
5.4	铝母线安装	(70)
6	焊 接	(73)
6.1	一般规定	(73)

6.2	熔化极氩气保护电弧焊	(74)
6.3	软性接头的焊接	(74)
6.4	硬性接头的焊接	(74)
7	焊接质量	(75)
7.1	一般规定	(75)
7.2	外观检查	(75)
8	工程验收	(76)
8.1	一般规定	(76)
8.2	短路通电检查	(76)
8.3	工程质量检查与验收	(77)

1 总 则

1.0.1 我国铝工业技术水平有了飞速发展,为了在铝母线焊接工程施工中采用合理的施工工艺和焊接工艺,统一工程质量验收标准,以推动铝母线焊接工程施工的技术进步,确保工程质量,是制定本规范的目的和宗旨。

1.0.2 铝母线的终端设备发出大量热源影响母线的工作状态,因此需要有专用的施工及验收标准。

1.0.3 铝母线焊接除铝的焊接特殊性外,由于焊接接头形式特殊,常规探伤方法很难区分构造成像与焊缝内在焊接缺陷。为此,提出对焊工责任性和操作技能水平的教育培训与考核是谋求保证焊接质量的一条重要也是行之有效的技术措施。如不按此规定,无法保证焊接质量,留下发生生产事故的隐患,伤害操作人员人身安全,且还会造成能源消耗加大,故列为强制性条文。

1.0.4 铝母线焊接工程施工涉及起重、运输、火焰切割、直流焊接、铣削、锯切,压力加工、剪切、钻孔、安装调整等多工种协同作业,所以同时应按相关专业的规定执行。

2 术 语

2.0.1~2.0.3 是指出其简明的技术特征而设置的三个名称术语。

2.0.4 本规范所指质量含义与 GB/T 19001 质量管理体系标准所指质量含义相一致,随着产品和工作不同,细分其优劣程度有品质、规格、等级、化学成分、机械性能、外形尺寸及其允许偏差等衡量指标。

2.0.5~2.0.9 按铝母线段外形和物理特征而设置五个名称术语。

2.0.10~2.0.14 按铝母线段特殊功能而设置五个名称术语。

2.0.15~2.0.25 按铝母线段在电解系列中所在的位置而设置十一个名称术语。

3 原 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 铝母线原材料质量是决定整个铝母线焊接工程质量的基础。焊接与安装工作是不能优化材料品质的,因而对铝母线的原材料加以规定。

3.1.2 材料出厂质量合格证书是材料制造方对其材料质量的书面保证,是验证工作的对象。质量复检报告是指甲乙双方共同提出对其中材料质量有怀疑经有资质合格的检验部门出具该材料质量状况的检验报告单;或甲、乙方因部分材料出厂质量合格证书丢失需要复检材料质量状况的检验报告单。原材料出厂质量证书齐全的不再作复检。

3.1.3 这是及早发现材料质量问题和解决的重要环节,也是为焊接安装工程顺利进展的一条有益经验。

3.2 硬性铝母线材料

3.2.1 纯铝中主要杂质为铁与硅,对铝危害主要表现为降低塑性、导电性、耐蚀性及焊接裂纹的发生。其中铁硅含量比的大小对焊接裂纹产生概率影响很大,有资料显示铁硅含量比值小于1时,产生焊接裂纹的概率大于20%;铁硅含量比值大于2时,产生焊接裂纹的概率在2%以下。为此,本条作出铁硅含量比应大于1的规定以达到有效防止焊缝热裂纹的发生。否则铝母线焊接工程投入使用后由于铝材受热力影响产生热裂纹,而造成严重后果,故提出此要求。

考虑到纯铝的机械性能经冷作和热处理的变化不大和铝母线系列自身的强度和刚性能足够满足需要,因此本条只规定含铝量

大于 99.6%,未提及机械性能的要求。

3.2.2 由于铝母线的长度要求大相径庭,数量要求差异特大。有的某一长度尺寸需要数百根,有的较长长度尺寸只有数根。为了尽可能减少铝母线段的焊接接头和现场锯切数量,提出定尺供货是一条减少铝材损耗、减轻施工工作量、提高效益且切实可行的成功经验。

3.2.3 是实现质量跟踪的主要措施。

3.2.4 硬性铝母线材料目前尚无国家标准。铸铝件的裂纹是常见缺陷,本规范提出这些要求目的在于保证铝母线焊接工程质量和铝电解生产的安全运行,以防止过大和过多条裂纹在热状态下继续发展危及正常供电。

3.2.5 铝母线材料内部组织有粗大晶粒时的铝母线在受力和温差较大的环境中容易发生断裂,故引用的《铝线锭》有色金属行业标准,以适应铝母线加工和正常输电能力。

3.2.6 经多个铝厂建设经验证明本条所作的规定是铝母线材料供货商做得到的,也是施工单位最经济且有效的基本要求。

3.2.7 硬焊片板料材质是保证铝母线接头质量的基础,任何焊接手段是不能优化硬焊片材质性能的。如果不强调铁硅含量比大于 1,铝母线焊接工程投入使用后产生焊接热裂纹的概率大增,故提出此要求。

3.3 软性铝母线材料

3.3.1 同硬性铝母线材料一样,其中有两个区别需要指出:一是带(板)材的含铝纯度允许降至 99.5%,是基于软性铝母线的散热表面积远远大于硬性铝母线的散热表面积,足以抵消因含铝纯度降低所增加内电阻而增高的发热;二是强调采用退火状态(O)供货的带(卷)材,容易校平和弯曲作业。

3.3.2 考虑到成卷铝带特殊性,制定本条装箱条件以便获得最佳经济使用效果。因为无密封的成卷铝带,会增加施焊时清理氧化

膜的难度。

3.4 铝—钢过渡焊片

3.4.1 在铝母线焊接中,涉及铝—钢的直接对焊焊接是有一定困难的。采用铝—钢过渡焊片以铝对铝、钢对钢分别焊接,达到铝—钢连接的办法。铝—钢过渡焊片是通过爆炸形成铝—钢复合材料,其结合面是铝、钢相互渗透形成,其连接强度可满足要求。本规范规定的技术参数是根据工程需要,并综合复合材料厂商提供的资料确定的基本条件。

3.5 铝—铜过渡焊片

3.5.1 与铝—钢过渡焊片不同,多用于阴极钢棒活接头。一般铜层与阴极钢棒为螺栓压接,需要特殊订货。经多个电解铝厂建设经验并综合复合材料厂商提供的资料确定的基本条件。

3.6 焊接材料

3.6.1 焊丝是焊接的填充材料,在焊接熔敷过程中不会优化焊丝的基本性能。条文规定是保证焊接质量的基本条件。

3.6.2 焊丝直径不是由设计确定而是由施工单位根据自身装备、技术素质,结合施工现场条件的工艺试验报告确定。

3.6.3~3.6.6 这四条规定是保证焊接工作正常运作的最低要求。特别是焊丝表面的氧化膜、锈蚀斑点或污垢是产生缺陷的重要根源,必须严格控制。

3.6.7 氩气纯度低于一级的,难以保证焊接质量。

3.6.8 氩气钢瓶与氧气钢瓶外表并无多大的区别。为了正确安全使用必须遵守本条规定。

4 加 工

4.1 一 般 规 定

4.1.1 施工图的自审和会审是为及早发现和纠正施工图错误,确定加工件组合方案,明确各专业施工程序和配合。计量器具检定是为了保证各施工阶段与专业施工单位间计量器具的误差控制在合理范围内。

原材料质量是加工质量的基础,必须认真验收。

4.1.2 切断面有裂纹是焊缝产生气孔的重要原因,会产生不合格焊缝,增加内电阻,加大能源消耗潜在因素,故列为强制性条文。

4.1.3 及时清理切面上的飞边和毛刺是保护施工人员安全和装配质量的重要条件。

4.1.4 铝母线料端面铣削必须与该段铝母线中心轴线垂直,所以应在调直后进行。

4.1.5 工厂化生产或胎模化施工是提高产品质量、提高工效、提高经济效益的最有效途径。

4.2 下料、放样与剪切

4.2.1~4.2.3 这三条规定是做好加工的基本要求,目的是为了**保证焊接工程有一个比较统一的基础。**

4.2.4 软焊片长度尺寸允许偏差较硬焊片长度尺寸允许偏差略为放宽,是基于三点:一是硬焊片长度稍小;二是软焊片尚有弯曲工艺;三是软焊片容易变形。

4.3 矫正与冷弯

4.3.1~4.3.4 四条规定是矫正工作的基本要求,目的是为了实

现组对和安装的质量标准。

4.4 焊接坡口

4.4.1 焊接坡口是实现焊接作业质量的重要条件,任何忽视焊接坡口作用的后果将会导致焊接质量问题。

4.4.2 本条规定是保证安全、质量的基础。坡口面的裂纹必须严格控制。

4.5 平面与螺孔

4.5.1 本条所指平面是用于短路口的接触面。用于导电连接,一般都配置有螺栓若干套。根据需要有的还配置绝缘隔离平板和螺栓用隔离绝缘套管、垫圈。平面度和光洁度是保证短路接口紧密接触,获得优良导电性能的基础。推荐使用铣削加工。

4.5.2 铝与氧的亲合力很强,在大气中铝表面很快会生成氧化铝(Al_2O_3)薄膜。它是电的绝缘介质,使短路压接口压接平面接触电阻增大。在输电量大的条件下,必然使接触平面温度升高。随着温度升高,铝的导电率下降又会使接触平面温度继续升高。如此反复导致在螺栓压紧力下短路接口的铝层发生塑性变形,反过来促成短路接口压接螺栓松动。从而再度促使短路接口的接触电阻增大产生更大的温升。导致损坏而无法保证电解铝的正常生产,同时也造成生产的电热增加,成本大幅提高。因此应采取必要的技术措施把氧化铝薄膜控制在较低水平。

4.5.3 短路口的螺栓孔及其连接螺栓和绝缘件关系密切,根据其性质本条选择最佳配套组合。

4.5.4 规定硬性母线长度和端面垂直度的允许加工偏差是为保证硬性铝母线组对,焊接接头的配合质量。

4.5.5 槽上母线功能的特殊性决定了需要制定本条的允许偏差,以实现其可靠输送电解电流和机械化装夹阳极加工件的要求。

4.5.6 立柱母线形态,各电解铝厂不相一致,尚无统一的形式,因此无法规定得很具体。

4.6 软性铝母线

4.6.1 软带束目前尚无统一规格,一般都由设计根据实际需要计算确定。

4.6.2 软带束两端片头不齐时,使得软性铝母线接头焊接时缩进的片头空隙处的空气非常容易进入熔池而形成焊缝微粒气孔,所以应控制片头参差量。

4.6.3 软带束成形后点固是为弥补软焊片很难维持其形状特征而采取的技术措施。其中熔合带的道数:布两道时应分两端且左右对称分布,适用于阴极软性铝母线;布四道时分两端左右两侧都有,适用阳极软性铝母线。

4.6.4 制定软带束成型检测条件是为统一质量评定标准。

4.6.5 软性铝母线是由一定数量的软带束组成。同组软带束有相同尺寸或不同尺寸形状组成。为了保证软性铝母线接头焊接质量和保管的方便,捆扎成组是条有益经验。

4.7 零件组合

4.7.1 为保证铝母线焊接工程质量和部(组合)件的互换性,宜采用胎(模)具化生产,且应根据施工单位起重运输能力、现场空间条件、相关专业的配合条件,尽量减少现场焊接和避免仰焊作业等因素综合确定部(组合)件。

4.7.2 本条规定只涉及相关工序间要求,是为安装工程进展顺利。模具自身功能、强度、刚性等应符合其需要。

4.7.3 固定铝母线间距的连接焊板有时尚有平衡输电量的作用,一般不允许施工单位随意增减。

4.7.4 部(组合)件等质量标准是施工的基本要求,为铝电解生产提供优质物质基础。

4.7.5 目前部(组合)件生产,多由施工单位定点生产,规定本条内容是使部(组合)件产品质量具有可跟踪性,明确质量的责任人。

5 现场安装

5.1 一般规定

5.1.1 为避免发生质量问题和返工损失的有效措施。本条所指“不合格产品”包含如下缺陷：

- 1 零、部(组合)件形状尺寸不合格；
- 2 焊接接头质量不合格；
- 3 有焊接裂纹，腐蚀锈斑，严重碰刮伤的；
- 4 件号或材质标识不清。

5.1.2 划出“十”字铅垂线的目的是为方便现场安装作业。

5.2 支承架(座)安装

5.2.1 铝母线的混凝土基础与铝电解槽的混凝土基础同时移交安装是为防止两土建施工项目各自偏差叠加造成电解系统超差。

5.2.2、5.2.3 这两条规定是为保障支承架(座)的绝缘性能的基本要求。

5.3 运输与存放

5.3.1~5.3.3 本节规定是根据铝的特性：质软、强度低、易氧化和形状特殊不便存放的部件应用专用夹(卡)具固定措施而制定。目的是防止运输与存放过程损害铝母线加工件的质量。

5.4 铝母线安装

5.4.1 铝母线焊接安装工程是一个点多、面广、连续性很强的工程。经过串接的多次测量连接，其累计误差如果不加注意会达到惊人的地步。所以要在整个系统中合理选择控制点以及及时发现测

量的误差积累问题。

5.4.2 槽周围母线布置在电解槽四周高低不同的位置;有的互相平行,有的互为交错,有的各走各的线路,有的又互为关联。因此规定了母线的安装顺序原则,不能只顾一时利益,否则会造成下步工作困难。

5.4.3 本条是根据立柱母线的特殊性而制定的。立柱母线的特点,一是站立的,二是有两个短路接口平面需刮研,三是有软性铝母线焊接,四是又有角形硬性接头焊接。

5.4.4 短路母线广义地讲也是立柱母线的一部分;细分时也能独立存在,根据其特点而制定本条。

5.4.5 本条根据其外形尺寸相对较大,安装的现场条件变化而制定。

5.4.6 立柱母线的短路口安装有三大要素,一是要刮研使两平面能充分的接触;二是清理接触面上的氧化铝薄膜;三是要有足够的压紧力。本条是为实现上述目标而制定的量化标准。

5.4.7 铝母线各支承点的绝缘性能必须保证。所以必须在每个支承点安装时就应及时检测。若拖延至系统完工后再检测,一旦发现不合格,就很难确定位置。

5.4.8 槽上母线安装与提升机构有关。当采用双提升机构时,由于电解槽横梁在电解槽运行热力影响和阳极加工件(炭块)重量作用会有一定下挠,其下挠度与其跨槽横梁结构有关。

5.4.9 目前阴极钢棒活接头形式按其采用复合材料(用爆炸法把两种或两种以上不同金属材料熔合在一起的材料)有:一是铝—钢复合材料做的,铝、钢两种载电流截面相同,钢层面与阴极钢棒通过中等(6mm~10mm厚)钢板用普通电弧焊的办法连接,铝层面则通过用螺栓与阴极软铝母线末端厚铝板压接,这种办法只采购复合材料(焊片)施工单位根据需要可自行加工。

二是铝—铜复合材料做的,铝层面与阴极软铝母线末端用氩弧焊连接;铜层面通过螺栓的办法与阴极钢棒压接,由于铜钢间接

触电阻存在,需要增大接触面积才能保持该处温升,因此铜层面要比铝层面大得多,这样铝、铜两种金属层面的不对称,需要专门订(供)货。

5.4.10 阴极母线压接器是替代目前异地槽大修需切割和焊接槽底钢棒接口的先进技术手段。它解决了电解槽异地大修后需重新焊接槽底钢棒接口停电时间长,受电解磁场影响焊接质量等难题。

6 焊 接

6.1 一 般 规 定

6.1.1 经过铝母线焊接工程焊接实践,附录 A 基本包含所有成功的铝母线焊接接头形式,其中软性铝母线、立柱母线由于要求复杂,形态变化很大,难以一一表述。

6.1.2 熔化极氩气保护电弧焊具有经济、快捷、焊接变形小、减轻焊工劳动强度等诸多优越性。

6.1.3 制定焊缝型式是根据焊接设备能力,为保证接头母体铝的熔透和填满空隙,使焊接接头的电压降控制到最佳水平。

6.1.4~6.1.6 这三条规定了焊接工艺试验、工艺指导书、工艺评定报告的做法和目标,是完善焊接前技术准备工作的主要内容。

6.1.7 未经批准的焊接工艺参数不能保证焊接质量。

6.1.8、6.1.9 氧化铝薄膜、油污、水分是造成焊缝焊接缺陷的主要根源。特别是氧化铝,其熔点为铝的三倍(约 2050℃),比重为铝的一倍半($3.95\text{g}/\text{cm}^3 \sim 4.10\text{g}/\text{cm}^3$)。铝的焊接温度不可能熔化,加之比重大于铝熔液,会很快沉入。因而成为焊缝夹杂,若漂移至坡口面上造成边缘未焊透。氧化膜对水分有吸附力其结晶水能保持到很高温度而不散失,甚至在 350℃ 高温下氧化膜仍然能保留部分残留水分。所吸附的水分在高温电弧作用下分解,从而形成气孔。油污在电弧作用下燃烧气体窜入氩气保护罩内形成焊接缺陷。

6.1.10 接头的装配质量是由焊接坡口与间隙尺寸来保证。

6.1.11、6.1.12 为防止焊接质量隐患而制定。

6.1.13、6.1.14 这是由铝的特性决定这些要求。

6.1.15、6.1.16 明确焊工责任,避免质量隐患、防止事故发生。

6.2 熔化极氩气保护电弧焊

6.2.1 焊接设备性能与配置要求是为适应现场焊接的需要。

6.2.2~6.2.5 这四条规定是制定焊接工艺参数的基本条件。各施工单位条件不可能完全一致,必须根据自身条件,通过试验验证焊接质量合格的焊接工艺参数指导施工。

6.3 软性接头的焊接

6.3.1 软性接头一般由若干个软带束组成,由于软带片间间隙和软带束形状尺寸的误差造成束间空隙等原因,使软性铝母线截面大大超出硬性铝母线,使最后一层软带束无法与硬性铝母线直接对接焊,这是不允许的。必须采取措施压紧软带束束端,按设计要求,保持所有软带束束端与硬性铝母线的直接对焊。

6.3.2 软带束维持其形状能力决定了软带束接头焊接需采用带垫板焊接。

6.3.3 规定焊接顺序:一是为了保证接头焊接母体的熔透和填满间隙;二是减少焊接变形量;三是减少热影响范围,把局部的温升控制得相对均匀。

6.4 硬性接头的焊接

6.4.1 铝母线硬性接头的硬焊片是承担改变输送方向或不同位置的连接。其连接输送电流截面是有严格要求的,所以应符合本规范要求。

6.4.2 硬性接头的焊接顺序与软性接头焊接基本相同。不同地方有二:一是硬焊片自身维持形态能力在平焊对接时可不采用带垫板焊而采取无间隙直接对接;二是在施工条件许可时在每个接头中间采用无间隙立焊对接,其余各硬焊片再采用有间隙立焊对接焊。

7 焊接质量

7.1 一般规定

7.1.1 焊接质量检验与施焊工作全程同步进行,目的是为及时发现问题,把问题解决在萌芽之中,是避免质量隐患的有效办法。

7.1.2 焊接质量记录和必要的检查报告表是检验工作的凭证,也是质量跟踪的依据之一,应严格执行。

7.2 外观检查

7.2.1 本条规定是接头焊缝外观检查的基本条件。

7.2.2 本条规定外观检查范围和时间是根据铝的焊接特性决定的。热状态下轻微的受力往往是会产生热裂纹和受力裂纹。

7.2.3 铝母线工作时,由于内阻和电解槽工作时散发的大量热量,铝母线有一定的工作温度,铝又有很明显的热裂纹倾向,焊接裂纹是不允许存在的。如存在焊接裂纹,将会产生焊缝断裂,发生安全事故,故列为强制性条文。

7.2.4~7.2.7 这四条焊缝质量标准是保证焊缝质量的最低要求,应严格执行。

8 工程验收

8.1 一般规定

8.1.1 铝母线焊接工程是涉及用电安全的工程。如果没有正规的交工程序,难以保证安全。

8.1.2~8.1.4 这三条规定是明确有关各方的责任。

8.2 短路通电检查

8.2.1 短路通电检查由生产单位组织,是认定施工质量的最终关卡,必须认真对待。

8.2.3 据实验证明铝的导电率与工作温度有关,若以 0°C 时为 100%;当工作温度升至 100°C 时为 67%;若再升至 400°C 时仅为 33%。所以本条规定导电接口处的温度不超过 100°C 。避免扩大损耗。

8.2.4 短路通电检查初始阶段,各路铝母线的内阻不会一致,通过的电量有很大差别。同时也极不稳定。因为热胀冷缩和其他原因,随时都可能改变内阻关系,只有达到设计规定的额定工作电流 2h 后才会逐步地稳定下来,所以规定 2h 后才检测铝母线焊接安装工程的导电性能。

短路通电检查时各种接口电压是随其输送的电流量成正比,而各路输送电流量不会像理论上呈均匀态势,所以必须按该口实际电流密度做换算比较。

本条规定的导电性能指标是保证铝电解工程正常运行的基本条件;如达不到此条件,将增大生产时电流消耗,产生高温,破坏正常生产环境,影响操作人员健康,且加大能源消耗,故列为强制性条文。

8.2.5 导电性能测试成本很高,而且极不稳定,所以本条只规定抽查。

8.3 工程质量检查与验收

8.3.1 铝母线焊接工程是铝电解工程中一个分部工程。可按其施工程序分为铝母线加工、制作与现场安装两个分项工程。按其母线位置可分为整流、进端、出端、端头、过道、槽周围母线等。按其功能又分为短路母线、阴极压接器、阳极压接器、硬性铝母线接头、软性铝母线接头等分项。

8.3.2 本条规定是明确工程质量检查与验收的最佳时机。

8.3.3、8.3.4 这两条规定是按建筑工程施工质量验收标准和铝母线焊接工程实际情况相结合的分项、分部质量验收记录格式化。表式的内容:如一般项目栏内的允许偏差还应按标准规定做细化工作。具体操作表式,由铝母线焊接工程质量评定标准制定。

8.3.5 明确指明部件出厂合格证的内容,是为了有规范、统一要求的合格证。

S/N:1580177·421



9 158017 742107 >



统一书号:1580177·421

定 价:17.00 元