|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 25.160.50 |
| CCS | |  | | --- | |  |   J33 |

铜铝过渡线夹钎焊工艺规范

Brazing process specification for Al-Cu transition terminal connectors

2022-04-27发布

2022-04-27实施

河南省有色金属行业协会  发布

团 体 标 准

T/HNNMIA 29—2022

目次

[前言 II](#_Toc99029541)

[1 范围 1](#_Toc99029542)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc99029543)

[3 术语和定义 1](#_Toc99029544)

[4 基本要求 1](#_Toc99029545)

[5 材料选择 2](#_Toc99029555)

[6 钎焊工艺操作过程 2](#_Toc99029559)

[7 技术要求 4](#_Toc99029562)

[8 质量检验 4](#_Toc99029569)

[9 常见钎焊缺欠及处理对策 5](#_Toc99029572)

[10 技术安全 5](#_Toc99029573)

[附录A （资料性）铜铝过渡线夹钎焊推荐用锌基、锡基钎料 6](#_Toc99029574)

1. 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。

本文件由河南省有色金属行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：郑州机械研究所有限公司、中机智能装备创新研究院（宁波）有限公司、国网河南省电力公司电力科学研究院、哈尔滨工业大学、浙江新锐焊接材料股份有限公司、郑州航空工业管理学院、河南机电职业学院。

本文件主要起草人：龙伟民、耿进锋、钟素娟、魏永强、裴夤崟、张雷、张丽霞、王水庆、黄俊兰、李秀朋、任晓飞、王琴、付龙、黄森、李文彬。

本文件为首次发布。

铜铝过渡线夹钎焊工艺规范

* 1. 范围

本文件规定了铜铝过渡线夹钎焊工艺的基本要求、材料选择、钎焊工艺操作过程、技术要求、质量检验、常见钎缝缺欠及处理对策、技术安全等内容。

本文件适用于电力行业用铜铝过渡线夹的感应钎焊工艺与质量控制。

* 1. 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/T 1173 铸造铝合金

GB/T 1804 未注尺寸公差

GB/T 2314 电力金具通用技术条件

GB/T 2317.3 电力金具试验方法第3部分:热循环试验

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验　第2部分：试验方法　试验Ka：盐雾

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 33148 钎焊术语

DL/T 1622 钎焊型铜铝过渡设备线夹超声波检测导则

* 1. 术语和定义

GB/T 33148界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

铜铝过渡线夹 Al-Cu transition terminal connectors

电网中用于母线引下线和电器设备的全线端子连接的重要部件。

焊瘤 Overlap

熔融钎料泛流到母材表面，形成过多的钎缝金属。

夹渣 Slag

焊接中残留在焊缝中的熔渣。

过烧 Burnt

焊缝金属在焊接过程中受热时间过长，晶粒边界被剧烈氧化，焊缝表面发黑或起皮。

钎着率 brazed rate

钎焊接头中实际钎着的钎缝面积与应该钎焊的总面积的比率。

[来源：GB/T 33148-2016，3.1.28]

* 1. 基本要求
     1. 操作人员应经过感应钎焊技术培训，考核合格后持证上岗。
     2. 钎焊操作人员应掌握铜铝过渡线夹图纸、工艺文件及有关技术规范。
     3. 检查待焊铜铝过渡线夹、钎料、钎剂应符合设计和工艺文件或相关标准的规定。
     4. 感应钎焊设备应在检定合格期内，按使用说明书及安全操作规程使用。
     5. 感应钎焊设备必须通水冷却，且保证水源清洁。
     6. 铜、铝基体的加工质量和装配质量应符合图样要求。
     7. 钎料表面应光洁，不得有影响钎焊性能的油污、杂质、脱皮、裂纹以及气泡等缺陷。
     8. 钎焊对操作经验要求较高，焊接参数应根据加热方式、钎焊接头型式等情况，经过工艺试验合格后才能用于实际生产。
     9. 钎焊操作应做好过程控制，做好首检与生产质量记录。
  2. 材料选择
     1. 铜铝线夹基体材料

铜铝过渡线夹铜基体为T2纯铜，铜含量≥99.9%；铝基体为铸造铝合金，应满足GB/T 1173-115中4.1的成分要求。

* + 1. 钎料
       1. 铜铝过渡线夹焊接面为面接触，通常选取片状钎料、箔状钎料或膏状钎料。
       2. 推荐选用液相线温度在500℃以下的锌基和锡基钎料，具体牌号见附录A。
    2. 钎剂
       1. 钎剂的选用应与钎料熔化温度相匹配，焊接过程中有效去膜，促进钎料润湿。
       2. 钎剂形态包括粉状和膏状两种形态，膏状可直接用，粉状需调制成膏状使用。
       3. 与推荐钎料所匹配的钎剂成分按表1的规定执行。

1. 与不同钎料匹配的钎剂成分

| 钎料类别 | 钎剂主成分 |
| --- | --- |
| 锌基钎料 | 氟铝酸铯+氟铝酸钾 |
| 锡基钎料 | 氟硼酸盐+三乙醇胺 |

* 1. 钎焊工艺操作过程
     1. 铜铝过渡线夹感应钎焊工艺流程

图1 感应钎焊操作流程示意图

焊前准备

装配固定

序间检测

钎焊加热

焊后处理

喷砂或机械磨削去除铜表面氧化膜，铝基体采用化学试剂进行清洗，超声波清洗、干燥，准备钎料钎剂

铝基体、铜板、钎料按照钎焊方式进行装配

检测焊件是否符合图纸及工艺文件要求

加热至焊接温度，钎料熔化，轻微错动铜铝线夹，排渣排气

去除钎剂及多余钎料

* + 1. 操作工艺内容
       1. 焊前准备
          1. 检查铝基体、铜板外观，将有裂纹、显著凸凹不平的基体挑出，弯曲或不平的可加工校正，使其平整。
          2. 铜表面用稀硫酸去除氧化膜，烘干备用；铝基体先放入氢氧化钠溶液，后放入稀硝酸水溶液去除氧化膜，最后吹风机吹干备用。
          3. 检验铜、铝基体的焊接表面是否能紧密配合。
          4. 片状或箔状钎料应裁剪成与钎焊面形状相近或略大的片状，表面用砂纸打磨干净，酒精擦拭晾干备用。
       2. 装配
          1. 按照图纸、工艺或有关技术标准要求进行装配，严格控制铝基体、钎料、钎剂和铜板的安放次序和相互位置。
          2. 用毛刷将膏状钎剂涂在铝基体上，依次放置钎料和铜板，并在钎料和铜板之间再涂一层钎剂。
          3. 铝基体在钎焊受热时会软化，工件在焊接过程中要进行支撑。
          4. 钎焊接头的间隙范围控制在0.1mm～0.3mm，其最佳间隙数值应由试验评审后确定。
       3. 序间检查

检查组件装配后应符合图纸、工艺技术文件要求，钎料摆放应复合工艺要求。

* + - 1. 钎焊加热
         1. 钎焊温度

钎焊温度应比钎料熔化温度高30℃～50℃，常用钎料的熔化温度可参照附录A。

* + - * 1. 加热速度

应结合铜铝过渡线夹的形状、尺寸和所用钎料特性等因素加以综合考虑，在缓慢均匀加热前提下尽量缩短加热时间，最佳加热时间应经试验评审后确定。

* + - * 1. 钎缝金属凝固过程中排渣排气

感应钎焊铜铝过渡线夹时，当钎料熔化处于半凝固状态时，用陶瓷棒将铜板沿某一方向推出1/3左右，然后推回，移动2～3次，以排除熔渣和气体。

* + - 1. 焊后处理
         1. 焊后将铜铝过渡线夹放入沸水或流动的清水中清洗30min～40min，去除表面的钎剂残渣。
         2. 对钎缝表面打磨，去除多余钎料和表面氧化皮。
  1. 技术要求
     1. 外观质量

外观质量应满足GB/T 2314中的3.7.3～3.7.5的要求。

* + 1. 尺寸检测

基本尺寸的极限偏差应满足图纸要求，其未注公差应按照GB/T 1804的规定选用V级。

* + 1. 铜铝过渡线夹的显微组织检测

接头内应不存在气孔、钎料鼓包、未焊透、未熔合、夹渣等缺陷。钎缝铜侧、铝侧应结合致密。

* + 1. 接头钎着率

钎着率应≥85%。

* + 1. 腐蚀性能要求

铜铝过渡线夹接头应满足中性盐雾腐蚀7天不脱开的要求。

* + 1. 电阻及热力循环性能要求

铜铝过渡线夹的电阻及热力循环性能应符合GB/T 2317.3中的6.2、8.3的要求。

* 1. 质量检验
     1. 检验规则
        1. 铜铝过渡线夹在焊前准备、装配与固定、焊后处理后均进行检验。
        2. 外观质量以目测为主，目测不能判定时使用5～10倍的放大镜检查。
        3. 铜铝过渡线夹的尺寸测量主要采用直尺、游标卡尺等工具进行。
     2. 检验方法
        1. 铜铝过渡线夹的显微组织检测应按照GB/T 13298中的规定执行。
        2. 超声波检测钎缝缺陷及缺陷面积应按照DL/T 1622中的规定执行。其中，钎着率的计算方法应按照式（9-1）计算：

（9-1）

式中：S — 铜铝过渡线夹的名义钎焊面积，单位为平方毫米（mm2）；

SA— 铜铝过渡线夹的缺陷总面积，单位为平方毫米（mm2）。

* + - 1. 铜铝过渡线夹接头的盐雾腐蚀应按照GB/T 2423.17中的规定执行。
      2. 铜铝过渡线夹接头的电阻试验及热力循环试验应按照GB/T 2317.3-2008的规定执行。
  1. 常见钎焊缺欠及处理对策

铜铝过渡线夹常见钎缝缺欠及处理对策见表2。

表2 常见钎缝缺欠及处理对策

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **缺陷** | **特征** | **产生原因** | **处理措施** | **预防措施** |
| 钎缝未填满 | 接头间隙部分未填满 | 1.铜铝线夹铝基体与铜板的间隙过大或过小  2.焊件加热不够  3.钎料量不够 | 对未填满  部分重焊 | 1.装配间隙要合适  2.均匀加热到足够高温度  3.加入合适量钎料 |
| 钎缝成形不良 | 钎料只在一面填缝，未形成良好圆角，钎缝表面粗糙 | 1.焊件加热不均匀  2.焊件表面不清洁 | 补焊 | 1.均匀加热焊件  2.焊件表面清洁干净 |
| 气孔 | 钎缝表面或内部有气孔 | 1.焊件清理不干净  2.焊接面过大不易排气 | 清除钎缝后重焊 | 1.焊件表面清洁干净  2.焊接过程中铜板与铝基体搓动排气 |
| 夹渣 | 钎缝中有杂质 | 1.焊件清理不干净  2.焊接面过大、加热不均匀  3.间隙不合理  4.钎料杂质含量过高 | 清除钎缝后重焊 | 1.焊件表面清洁干净  2.焊接过程中铜板与铝基体搓动、均匀加热  3.间隙设计合理  4.选用合适钎料 |
| 焊瘤 | 钎料流到不需钎料的焊件表面或焊缝处有过多钎料 | 1.钎料加入量太多  2.直接加热钎料 | 应打磨除去 | 1.加入适量钎料  2.不可直接加热钎料 |
| 过烧 | 铝基体表面氧化皮过多，易出现软塌变形，钎缝表面发黑 | 1.钎焊温度过高  2.钎焊时间过长 | 报废 | 1.控制好加热温度  2.控制好加热时间 |

* 1. 技术安全
     + 1. 钎焊操作应严格遵守工厂技术安全的有关规定。
       2. 易燃易爆物品的管理应严格遵守工厂技术安全的有关规定。
       3. 工装、夹具、工具必须定置摆放。
       4. 安装钎焊设备的厂房应有机械式通风装置。
       5. 避免钎剂与皮肤、眼睛相接触，如已接触应立即用水清洗。
       6. 按规定穿戴劳动保护用品，不要穿戴油污的工作服、手套。

2. （资料性）  
   铜铝过渡线夹钎焊推荐用锌基、锡基钎料
   1. 锌基钎料

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | 熔化温度范围/  ℃（参考值） | |
| Zn | Al | Ag | Cu | Si | RE | 其他元素 | 固相线 | 液相线 |
| B-Zn98-Al | 含量 | 1.5~2.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | Ni≤0.3 | 384 | 399 |
| B-Zn95-Al | 含量 | 4.5~5.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 384 | 388 |
| B-Zn85-Al | 含量 | 14.5~15.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 384 | 438 |
| B-Zn80-Al | 含量 | 18.5~21.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 405 | 485 |
| B-Zn82-AlAg | 含量 | 11..5~14.5 | 4.5~5.5 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 405 | 460 |
| B-Zn86-AlAg | 含量 | 11.5~12.5 | 1.8~2.5 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 393 | 445 |
| B-Zn85-AlSi | 含量 | 11.5~12.7 | ≤0.3 | ≤0.1 | 1.0~2.2 | ≤0.1 | — | 399 | 455 |
| B-Zn98-AlCu | 含量 | 1.5~2.5 | ≤0.3 | 0.03~1.2 | — | ≤0.1 | — | 387 | 422 |
| 1. 所有型号钎料中，Cd元素的最大含量（质量分数）为0.01，Pb元素的最大含量（质量分数）为0.025。 2. 其他每个未定义元素的最大含量（质量分数）为0.05，未定义元素总含量（质量分数）不应高于0.15。 3. “含量”表示与其它元素的质量总和为100。 | | | | | | | | | |

* 1. 锡基钎料

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | 熔化温度范围/  ℃（参考值） | |
| Sn | Zn | Cr | Cu | Ag | Al | 其他元素 | 固相线 | 液相线 |
| Sn80Zn20 | 含量 | 19.5~20.5 | ≤0.01 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 253 | 280 |
| Sn85Zn15 | 含量 | 14.5~15.5 | ≤0.01 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 240 | 270 |
| Sn90Zn10 | 含量 | 9.5~10.5 | ≤0.01 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 233 | 250 |
| Sn55Zn40Ag2.5Al2.5 | 含量 | 39.5~40.5 | ≤0.01 | ≤0.8 | ≤2.5 | ≤2.5 | — | 220 | 340 |
| Sn40Zn58Cu | 含量 | 57.5~58.5 | ≤0.01 | ≤2.5 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 200 | 350 |
| 1. 所有型号钎料中，Pb元素的最大含量（质量分数）为0.025。 2. 其他每个未定义元素的最大含量（质量分数）为0.05，未定义元素总含量（质量分数）不应高于0.15。 3. “含量”表示与其它元素的质量总和为100。 | | | | | | | | | |

