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

T/HNNMIA 28—2022

团 体 标 准

铜/铝异种金属管路钎焊技术导则

Guidelines for Brazing Dissimilar Metal Pipes of Copper and Aluminum

2022 - 04 -27发布

2022 - 04 - 27实施

河南省有色金属行业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc96445648)

[1 范围 1](#_Toc96445649)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc96445650)

[3 术语和定义 1](#_Toc96445651)

[4 基本要求 1](#_Toc96445652)

[5 钎焊材料选用 2](#_Toc96445653)

[6 钎焊方法选择 3](#_Toc96445654)

[7 钎焊工艺 3](#_Toc96445655)

[8 质量检验 4](#_Toc96445656)

[9 标识、贮存和记录 5](#_Toc96445657)

[附录A （资料性） 钎焊工艺记录格式 6](#_Toc96445658)

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。

本文件中附录A为资料性附录。

本文件由河南省有色金属行业协会提出并归口。

本文件起草单位：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、哈尔滨工业大学、浙江新锐焊接材料股份有限公司、华北水利水电大学、郑州航空工业管理学院、国网河南省电力科学研究院、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、王琴、黄俊兰、李秀朋、任晓飞、张丽霞、王水庆、崔大田、付龙、黄森。

本文件为首次发布。

铜/铝异种金属管路钎焊技术导则

* 1. 范围

本文件规定了铜/铝异种金属管路钎焊工艺的基本要求，钎焊材料选用，钎焊方法选择，钎焊工艺，质量检验，标识、贮存及记录等内容。

本文件适用于铜/铝异种金属管路的火焰和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。

|  |  |
| --- | --- |
| GBZ 1 | 工业企业设计卫生标准 |
| GB/T 241 | 金属管液压试验方法 |
| GB/T 6893 | 铝及铝合金拉（轧）制无缝管 |
| GB/T 17791 | 空调与制冷设备用铜及铜合金无缝管 |
| GB/T 20250 | 铝及铝合金连续挤压管 |
| JB/T 11525 | 空调与制冷设备用铜端铝连接管 |
|  |  |

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

铜铝异种金属管路 Dissimilar metal pipe of copper and aluminum

将直径稍细的（铜管或铝管）管插到直径稍粗的（铝管或铜管）管的端部，进行铜、铝连接所构成的管路。

火焰钎焊 Flame brazing

用可燃气体或液体燃料的气化产物与氧气或压缩空气混合燃烧所形成的火焰作为热源进行钎焊加热的一种方法。

感应钎焊 Induction brazing

利用电磁感应原理，使电磁能在钎料和工件中转化成热能，将钎料加热到熔融状态，从而将工件连接在一起的焊接方法。

* 1. 基本要求
     1. 操作人员应掌握火焰钎焊、感应钎焊相关的基础知识，考核合格后，持证上岗。
     2. 操作人员应穿戴防护服、防护手套和防护眼镜，谨防液体钎剂飞溅到皮肤上导致灼伤。。
     3. 钎焊施工前应熟悉铜铝异种金属管路图纸、工艺文件及有关技术规范。
     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. 铜铝管、钎料、钎剂应符合设计和工艺文件或相关标准的规定。
     6. 检查铜管、铝管加工质量和装配质量符合图样要求。
     7. 钎料表面光洁，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. 钎焊操作场地保持洁净和通风良好，有害气体和烟尘应符合GBZ 1的规定，环境温度保持在16℃～35℃。
     9. 火焰钎焊前检查焊嘴和各气阀处有无泄漏现象，检测合格后才能点火。火焰钎焊结束时，先关乙炔后关氧气，有爆鸣声。
     10. 钎焊施工应做好过程控制，做好首检与生产质量记录。
  2. 钎焊材料选用
     1. 母材

铜管原材料应符合GB/T 17791的要求，拉（轧）制铝管原材料应符合GB/T 6893的要求，连续挤压铝管原材料应符合GB/T 20250的要求。

* + 1. 钎料
       1. 推荐选用环状锌铝药芯或实芯钎料，钎料具体成分见表1。
       2. 环状钎料用量应保证钎料熔化后足以填满钎缝间隙，最佳的钎料用量经试验评审后确定。

1. 铜/铝异种金属管路钎焊推荐用锌铝钎料

| 型号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | 钎焊方式 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Zn | Al | Ag | Cu | Si | RE | 其他元素 |
| Zn98Al | 余量 | 1.5~2.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | Ni≤0.3 | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn95Al | 余量 | 4.5~5.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn85Al | 余量 | 14.5~15.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn80Al | 余量 | 18.5~21.5 | ≤0.3 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn82AlAg | 余量 | 11..5~14.5 | 4.5~5.5 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn86AlAg | 余量 | 11.5~12.5 | 1.8~2.5 | ≤0.8 | ≤0.05 | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn85AlSi | 余量 | 11.5~12.7 | ≤0.3 | ≤0.1 | 1.0~2.2 | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |
| Zn98AlCu | 余量 | 1.5~2.5 | ≤0.3 | 0.03~1.2 | — | ≤0.1 | — | 火焰钎焊  感应钎焊 |

* + 1. 钎剂
       1. 钎剂形态为粉状，可加入钎料芯部制成药芯状钎料使用或用酒精调制成膏状涂覆钎料表面使用。
       2. 推荐选用与锌铝钎料熔化温度相匹配的氟铝酸铯钎剂。
  1. 钎焊方法选择

目前，铜铝异种金属管路常用钎焊方法和钎焊设备选择见表2。

表2 常用钎焊加热方法及设备的选择

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钎焊方法 | 钎焊设备 | 特点 |
| 火焰钎焊 | 氧乙炔及焊枪加热成套设备，手工操作，需将火焰调为还原性火焰，先加热铜管，然后加热铝管（双层部分），上下及左右移动火焰，均匀加热。 | 1.设备简单、成本低，操作方便灵活；  2.适于小批量、接头形式复杂的铜铝管路。 |
| 感应钎焊 | 电流频率在450KHz～1000KHz之间的高频感应焊机，可根据铜铝管路形状、大小，设计相应感应器。管路与线圈保持3mm～4mm间隙，感应电流发热区集中于管路钎焊部位。 | 1.设备加热速度快、时间短，金属表面不易氧化，产品质量好，无污染；  2.适于大批量、接头形式规则的铜铝管路。 |

* 1. 钎焊工艺
     1. 焊前准备
        1. 采用扩孔器将铝管一端扩成合适喇叭口，满足铜管装配要求。
        2. 采用砂纸或钢丝刷的方法去除管路待焊部位的氧化膜，去除毛刺。
        3. 采用丙酮或酒精超声波清洗管路待焊部位，晾干备用。
        4. 砂纸打磨去除环状钎料表面的氧化膜，酒精擦拭，晾干备用。
     2. 装配固定
        1. 按照图纸、工艺或有关技术标准要求进行装配与固定，确保铜、铝管的相互位置固定。
        2. 首先将环状钎料套在铜管上，铜管插到铝管中，插入深度10mm ~20mm，并将环状钎料推到铝管管口，应保证铜管与铝管的中心线重合。
        3. 采用环状实芯钎料时，钎料表面需涂覆膏状钎剂，钎剂应流布于整个接口，并渗入到间隙中。
        4. 钎缝间隙范围控制在0.08mm ~0.25mm，其最佳间隙数值应由试验评审后确定。
     3. 序间检查

检查管路组件装配应符合图纸、工艺技术文件要求，环状钎料摆放应符合工艺要求。

* + 1. 钎焊加热
       1. 钎焊温度确定

钎焊温度应比钎料液相线高30℃～50℃。铜铝异种金属管路钎焊常用钎料的熔化温度范围和钎焊温度范围见表3。

表3常用钎料的熔化温度范围和钎焊温度范围

| 型号 | 熔化温度/℃ | | 钎焊温度/℃ |
| --- | --- | --- | --- |
| 固相线 | 液相线 |
| Zn98Al | 384 | 399 | 400~450 |
| Zn95Al | 384 | 388 | 390~435 |
| Zn85Al | 384 | 438 | 440~490 |
| Zn80Al | 405 | 485 | 490~535 |
| Zn82AlAg | 405 | 460 | 460~510 |
| Zn86AlAg | 393 | 445 | 450~490 |
| Zn85AlSi | 399 | 455 | 460~495 |
| Zn98AlCu | 387 | 422 | 425~465 |

* + - 1. 加热速度

在保证均匀加热前提下，尽量缩短加热时间。具体加热速度，应结合管路尺寸和钎料特性等因素加以综合考虑。

* + - 1. 保温时间

保温时间应根据管路大小和钎料与母材间的作用程度而定，最佳的保温时间试验评审后确定。

* + - 1. 焊后冷却

焊接完成后，立即移开火焰枪或关掉感应钎焊电源，让其自然冷却。另外，必须使接头在静置状态下冷却到钎料固相线温度以下才能移动。

* + 1. 焊后处理

冷却后不需进一步处理，钎剂残余物虽可见但无腐蚀性。如确有需要检验，可采用物理方法清除，如热水浸泡后采用金属刷去除。

* 1. 质量检验
     1. 质量要求
        1. 外观质量
           1. 铜管、铝管的内、外表面应清洁，不应有发黑、严重氧化、气孔、夹渣、油脂、绿锈、夹杂等缺欠。
           2. 铜铝异种金属管路焊接部位内、外表面不得有影响使用的焊瘤、裂纹、气孔、夹杂、凸起、凹下等缺欠。
        2. 铜铝异种金属管路钎焊后不应有泄漏现象。
        3. 铜铝异种金属管路接头抗拉强度应符合表4的规定。

表4 铜铝异种金属管路接头的抗拉强度

| 抗拉强度（Rm）/ MPa | 断裂位置 |
| --- | --- |
| ≥60 | 试样拉伸断裂位置应在铝管一侧，且距外部焊缝10mm以上 |

* + - 1. 铜铝异种金属管路的爆破压力应符合用户要求。
      2. 铜铝异种金属管路弯曲性能试验后，接头及邻近铝管处不应有开裂。
    1. 检验方法
       1. 外观质量
          1. 工件焊前准备、装配与固定、焊后处理均应进行检验。
          2. 钎缝应100%进行目视外观检验，目测不能判定时用5-10倍放大镜进行检查，对于有阻挡视线、不能直接目视的部位采用反光镜进行观察。
       2. 气密性能

铜铝异种金属管路接头气密性检验方法应按照JB/T 11525中的规定执行，结果应符合8.1.2的要求。

* + - 1. 抗拉强度

铜铝异种金属管路两管口各填充一芯棒，按照GB/T 228.1的规定执行，结果应符合8.1.3的要求

* + - 1. 爆破压力

在正式批量生产前，应按照GB/T 241方法中的规定进行破坏性试验。用高压泵通过专用接头向管内灌注自来水或液压油，并按0.06MPa/s～0.1MPa/s速度增压，直至管路发生渗漏破坏，结果应符合8.1.4的要求。

* + - 1. 弯曲性能

铜铝异种金属管路接头弯曲性能试验方法应按照JB/T 11525的规定执行，结果应符合8.1.5的要求。

* 1. 标识、贮存和记录
     1. 标识

每批产品钎焊完工后填写随工单。随工单应有以下内容。

a) 工序编号；

b) 工序名称；

c) 设备编号；

d) 加工数量；

e) 加工日期；

f) 操人员名称；

g) 质量检验结论。

* + 1. 贮存

对于钎焊后的铜铝异种金属管路应贮存在干燥、通风良好的库房中，按规格分类置于物料架上。

* + 1. 记录

按规定格式填写工艺记录，工艺记录应包括加热方法、设备类型及型号、铜铝管规格、生产日期、操作人员以及生产过程中不合格品数量类型。工艺记录应清晰整洁，划改处要签名并填写日期。记录格式见附录A。

1. （资料性）  
   钎焊工艺记录格式

钎焊工艺记录格式见表A.1。

* 1. 铜铝异种金属管路钎焊工艺记录卡

1. 钎焊工件型号： 钎焊工件批号： 钎焊工件数量：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工序名称 | 加热方法 | □火焰钎焊 □感应钎焊 |
| 设备类型及型号 |  |
| 铜、铝管规格 |  |
| 钎焊工艺参数 | 插入深度（mm） |  |
| 钎缝间隙（mm） |  |
| 钎料牌号、规格 |  |
| 钎焊温度（℃） |  |
| 保温时间（min） |  |
| 操作人/日期 |  |
| 检 验 | 不合格品类型 | 数量（只） |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 总计 | 合格数： （只） |
| 操作人/日期 |  |

