

团 体 标 准

T/HNNMIA 35—2023

放热熔钎焊接头质量评价方法

Quality evaluation method of exothermic welding-brazing joint

2023-4-18 发布

2023-4-18 实施

河南省有色金属行业协会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 仪器与设备	1
5 质量要求	1
6 评价标准与检测方法	4
附录 A （资料性） 母材最小拉力值	6

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。

本文件由郑州机械研究所有限公司提出。

本文件由河南省有色金属行业协会归口。

本文件起草单位：国网河南省电力公司电力科学研究院、郑州机械研究所有限公司、中国机械总院集团宁波智能机床研究院有限公司、华北水利水电大学、浙江新锐焊接科技股份有限公司、河南职业技术学院。

本文件主要起草人：沈元勋、耿进锋、崔大田、李秀朋、杜君莉、夏大伟、王琴、郭军华、王水庆、李云月、刘德运、赵明远、姜超、宋昕怡。

放热熔钎焊接头质量评价方法

1 范围

本文件规定了放热熔钎焊接头的术语和定义、质量要求、评价标准、检测方法、检验条件及环境、判定规则。

本文件适用于放热熔钎焊接头质量的检验和评价。

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。

GJB 1187	射线检验
GB/T 2651	焊接接头拉伸试验方法
GB/T 3048.4	电线电缆电性能试验方法 第4部分:导体直流电阻试验
GB/T 3375	焊接术语
GB/T 10125	人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 11345	焊缝无损检测、超声检测技术、检测等级和评定
GB/T 13298	金属显微组织检验方法
JB/T 6966	钎缝外观质量评定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

放热熔钎焊 exothermic welding-brazing

利用铝热反应产生热量使放热焊粉熔化和母材局部熔化,从而实现工件熔钎焊连接。

4 仪器与设备

4.1 金相显微镜 测量范围 25X~1000X。

4.2 万能力学试验机 测量范围 0N~25000N,最小分辨率为 1N。

4.3 游标卡尺 精度 0.02mm。

5 质量评价指标

5.1 接头表面质量

5.1.1 接头完整性

被连接母材应完全包覆在接头内部(见图1)。



(a) 对接接头

(b) T型接头

图1 接头外观形貌

5.1.2 颜色

焊接接头表面颜色应为紫铜色或古铜色。

5.1.3 表面光洁度

焊接接头表面应该平滑，不应粘附如图2所示的超20%不易去除熔渣。



图2 接头表面熔渣

5.1.4 气孔

焊接接头表面气孔应符合表1的规定。

表1 焊接表面气孔

类型	位置	气孔表面积占比	单个气孔直径 (mm)
表面气孔	少量针孔状气孔允许出现在表面，深度不应伸展到接头中间部位	≤20%	<2

5.1.5 裂纹

焊接接头表面不应出现裂纹，裂纹常见形貌如图3所示。



图3 接头表面裂纹

5.2 接头内部质量要求

5.2.1 接头内部不应有未熔合缺欠，常见形貌如图 4 所示。



图 4 接头内部未熔合

5.2.2 接头内部气孔

5.2.2.1 接头内部单个气孔孔径不应超过 3mm。

5.2.2.2 接头内部每平方厘米剖面上不应超过 1 个气孔（见图 5a）。

5.2.2.3 接头内部不应有贯穿性气孔（见图 5b）。



(a) 气孔

(b) 贯穿型气孔

图 5 接头内部气孔

5.2.3 接头内部夹渣孔径不应超过 3mm，覆盖面积不应大于 10%，常见形貌如图 6 所示。



图 6 接头内部夹渣

5.3 接头力学性能

接头力学性能可根据抗拉强度评估，接头抗拉强度应不小于母材强度。在母材最小拉力值作用下放热熔钎焊接头应无松动、无断裂。最小拉力值参见附录A。

5.4 直流电阻

在同一温度条件下，放热熔钎焊接头的直流电阻值不应大于母材电阻值的1.05倍。

5.5 耐腐蚀性能

接头经过腐蚀试验测试后，接头失重率不应超过10%，接头电阻增加不应超过10%。试验结束后接头表面不应有裂纹、孔洞等加速接头腐蚀的缺陷。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 样品：样品接头焊缝应清洁。

6.1.2 检验条件：室内照明良好，必要时以（五倍以上）照明放大镜检验确认。

6.1.3 温度：25℃±10℃。

6.1.4 相对湿度：不大于45%RH。

6.2 取样要求

接头表面质量应进行100%检测，其他性能采用抽检方式进行检测，随机抽样规则应按厂家要求执行。

6.3 接头表面质量

6.3.1 接头表面质量采用目视进行检测，必要时可采用放大镜。

6.3.2 表面质量检验按照 JB/T6966 的规定执行。

6.4 接头内部质量

6.4.1 X射线检验，按照 GJB 1187 的规定执行。

6.4.2 超声波检验，按照 GB/T 11345 的规定执行。

6.4.3 剖面检验，将接头进行截面切取，测量剖面气孔的大小。

6.4.4 金相检验，按照 GB/T 13298 的规定执行。

6.5 接头的抗拉强度

接头抗拉强度测试方法应按照 GB/T 2651 的要求执行。接头抗拉强度按公式（1）计算：

$$\sigma = \frac{F_b}{S_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

σ — 接头抗拉强度的数值，单位为兆帕（MPa）；

F_b — 试样拉断时所承受的最大力，单位为牛（N）；

S_0 — 接头拉伸试样的搭接面积的数值，单位为平方毫米（mm²）。

6.6 直流电阻

接头电阻测量试验方法应按GB/T 3048.4的规定执行，同时记录环境温度。同种金属焊接可按公式(2)校正20℃时的电阻值。

$$R_{20} = \frac{R_m}{1+(A_m-20)\alpha_{20}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_m — 测量电阻值，单位为欧姆（Ω）；

α_{20} — 电阻温度系数；

A_m — 环境温度, 单位为摄氏度 (°C)。

6.7 腐蚀试验

接头耐腐蚀性试验应按照 GB/T 10125 的规定执行, 腐蚀后电阻按照本文件 5.5 规定执行。

失重率按公式 (3) 进行计算:

$$W = \frac{(M - M_1)}{2ST} \times 10^6 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- W — 失重率, 单位为 $g / (m^2 \cdot h)$;
- M — 试验前的试样质量, 单位为克 (g);
- M_1 — 试验后的试样质量, 单位为克 (g);
- S — 试样的总面积, 单位为平方毫米 (mm^2);
- T — 试验时间, 单位为小时 (h)。

附 录 A
(资料性)
母材最小拉力值

放热熔钎焊接头母材最小拉力值见表A.1。

表 A.1 放热熔钎焊接头母材最小拉力值

铜 (mm ²)	钢 (Φmm)	最小拉力值 (N)
10	4.8	1335
16	—	1335
25	6.4	1335
35	7.9	1335
50	9.5	1335
70	11.1	2225
75	—	2225
95	—	2225
100	12.7	2225
120	14.3	4450
150	15.9	4450
185	—	4450
240	19.1	4450
300	—	8900
400	22.2	8900
500	25.4	8900