

团 体 标 准

T/CWAN 0140—2025

极异材料钎焊用钎料及应用推荐规范

Recommended specification for brazing filler metals and applications of extreme
heterogeneous materials

2025-05-25 发布

2025-06-01 实施

中国焊接协会 发布

目 次

前 言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 极异材料钎焊用钎料的技术要求	4
5 检验规则	4
6 极异材料钎焊用钎料的应用推荐规范	5

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。

本文件由中国焊接协会提出并归口。

本文件起草单位：中国机械总院集团郑州机械研究所有限公司、哈焊所华通（常州）焊业股份有限公司、中国机械总院集团宁波智能机床研究院有限公司、上海交通大学、中国机械总院集团哈尔滨焊接研究所有限公司、浙江新锐焊接科技股份有限公司、河南省科学院材料研究所。

本文件主要起草人：龙伟民、钟素娟、董博文、黄俊兰、徐锴、王水庆、卢温泉、王博、王宝、丁宗业、马一鸣、李永、王洋、李永、程战、龙伟漾、孙晓梅、李宇佳。

极异材料钎焊用钎料及应用推荐规范

1 范围

本文件规定了极异材料钎焊用钎料的技术要求、检验规则和应用推荐规范。

本文件适用于陶瓷-金属、无机非金属复合材料-金属、超硬材料-金属、异质轻金属等极异材料的钎焊。

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/T 1425 贵金属及其合金熔化温度范围的测定 热分析试验方法

GB/T 11363 钎焊接头强度试验方法

GB/T 11364 钎料润湿性试验方法

T/CWAN 0116 金属材料焊接接头残余应力X射线测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

极异材料 extreme heterogeneous materials

由两种或两种以上成分、结构以及物理性质差异极大的材料组合成的材料体系。

3.2

陶瓷-金属钎焊 brazing of ceramics to metals

实现陶瓷与金属可靠冶金结合的钎焊技术。

3.3

无机非金属复合材料-金属钎焊 brazing of inorganic non-metallic composites to metals

实现无机非金属复合材料与金属可靠冶金结合的钎焊技术。

3.4

超硬材料-金属钎焊 brazing of superhard materials to metals

实现超硬材料与金属可靠冶金结合的钎焊技术。

3.5

轻质异质金属钎焊 brazing of lightweight dissimilar metallic systems

实现轻质异质金属之间可靠冶金结合的钎焊技术。

4 技术要求

4.1 熔化温度

4.1.1 钎料的液相线温度要低于被焊极异母材固相线温度至少 100~200℃。

4.1.2 钎料的熔化温度范围要尽可能窄，推荐范围为 0℃~50℃。

4.2 润湿性

4.2.1 钎料应在被焊两种极异母材上均具有良好的润湿性。

4.2.2 钎料的铺展润湿角应小于 45°（见图 1）。



图 1 润湿角大于 45°的铺展润湿形貌

4.3 钎焊接头性能

4.3.1 钎焊接头的剪切强度应满足设计要求。

4.3.2 钎焊接头的残余应力最大不应超过母材强度。

4.3.3 钎焊接头还应满足服役工况所需的其它特殊性能要求，如抗辐照、耐高温性、耐腐蚀性等。

5 检验规则

5.1 组批

每炉熔炼的钎料铸锭为一个炉号，产品应成批提交验收。每批应由同一炉号、规格、状态的产品组成，每批重量不限。

5.2 检验项目及取样

质量一致性检验项目及取样要求应符合表 1 的规定。

表 1 陶瓷-金属钎焊用钎料

检验项目	取样方式及数量	要求的章条号	检验方法的章条号
熔化温度	每批随机取样 3 个，取平均值	4.1	5.3.1
润湿性	每批随机取样 5 个，取平均值	4.2	5.3.2
接头剪切强度	每批随机取样 5 个，取平均值	4.3.1	5.3.3
接头残余应力	每批随机取样 3 个，取平均值	4.3.2	5.3.4

5.3 检验方法

5.3.1 钎料熔化温度测定按照 GB/T 1425 的规定执行。

5.3.2 钎料的润湿性试验依据钎料特性选择箱式电阻炉或真空电阻炉，具体按照 GB/T 11364 的规定执行。

5.3.3 钎焊接头的剪切强度检测按照 GB/T 11363 的规定执行。

5.3.4 钎焊接头的残余应力检测按照 T/CWAN 0116 的规定执行。

5.4 检验结果的判定

5.4.1 熔化温度指标不合格时，则判定该批产品部合格。

5.4.2 润湿性不合格时，允许从该批产品中取双倍试样进行复检。复检结果全部合格，则判定该批产品合格。若复检结果仍有不合格项，则判定该批产品不合格。

5.4.3 接头残余应力不合格时，允许从该批产品中取双倍试样进行复检。复检结果全部合格，则判定该批产品合格。若复检结果仍有不合格项，则判定该批产品不合格。

5.4.4 接头剪切强度不合格时，允许从该批产品中取双倍试样进行复检。复检结果全部合格，则判定该批产品合格。若复检结果仍有不合格项，则判定该批产品不合格。

6 应用推荐规范

6.1 陶瓷-金属钎焊用钎料的应用推荐规范

6.1.1 陶瓷-金属钎焊用钎料

陶瓷-金属钎焊用钎料见表 2。

表 2 陶瓷-金属钎焊用钎料

钎料合金体系	主要成分范围 (wt%)	适用陶瓷	适用配对金属
Ag-Cu-Ti	Ag(65-72), Cu(25-30), Ti(2-5)	Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄ , SiC, ZrO ₂	铜, 可伐合金, 不锈钢
Ag-Cu	Ag(71-73), Cu(余量)	金属化 Al ₂ O ₃ /BeO	铜, 镍, 低碳钢
Cu-Ti	Cu(90-95), Ti(5-10)	Al ₂ O ₃ , SiC	钼, 钨铌
Sn-Ag-Ti	Sn(94-97), Ag(3-5), Ti(0.5-2)	AlN	铜
Au-Ni-Ti	Au(80-85), Ni(15-18), Ti(2-4)	Al ₂ O ₃ , AlN, BeO	可伐合金, 钛合金
Pd-Ni-Ti	Pd(45-50), Ni(40-45), Ti(5-10)	Si ₃ N ₄ , SiC	高温合金
Al-Si-Ti	Al(85-90), Si(10-12), Ti(1-3)	SiC, Al ₂ O ₃	铝合金, 钛合金
Ni-Cr-Si-B	Ni(余量), Cr(15-20), Si(4-5), B(2-3)	SiC	不锈钢, 镍铬合金
Ag-Cu-In-Ti	Ag(60-65), Cu(30-35), In(2-5), Ti(1-3)	Al ₂ O ₃ , Si ₃ N ₄	铜, 不锈钢
Zr-V-Fe	Zr(70-75), V(20-25), Fe(1-3)	SiC, Al ₂ O ₃	锆合金, 钛

6.1.2 陶瓷-金属的钎焊推荐采用真空钎焊。

6.1.3 陶瓷-金属的真空钎焊设备推荐选用热态真空度不低于 1×10^{-3} Pa 的真空钎焊炉。

6.2 无机非金属复合材料-金属钎焊用钎料的应用推荐规范

6.2.1 无机非金属复合材料-金属钎焊用钎料

无机非金属复合材料-金属钎焊用钎料见表 3。

表 3 无机非金属复合材料-金属钎焊用钎料

钎料合金体系	成分范围 (wt.%)	适用无机非金属复合材料	适用配对金属
Ti-Cu-Ni	Ti (15-20), Cu (40-50), Ni (余量)	C/C 复合材料	钛合金
Ag-Cu-Ti	Ag (68-72), Cu (26-28), Ti (2-4)	C/C 复合材料	不锈钢
Zr-Ni	Zr (35-40), Ni (余量)	C/C 复合材料	高温合金
Cu-Mn-Co	Cu (45-50), Mn (30-35), Co (15-20)	C/C 复合材料	铜镀层金属
Pd-Ni-Cr	Pd (60-65), Ni (25-30), Cr (5-10)	C/C 复合材料	高温合金
Ti-Ni-Cr	Ti (40-45), Ni (45-50), Cr (5-10)	C/SiC 复合材料	钛合金
Ag-Cu-Ti	Ag (68-72), Cu (26-28), Ti (2-4)	C/SiC 复合材料	不锈钢
Zr-Fe-Ni	Zr (35-40), Fe (30-35), Ni (余量)	C/SiC 复合材料	高温合金
Cu-Sn-Ti	Cu (75-80), Sn (10-15), Ti (5-8)	C/SiC 复合材料	铜镀层金属
Pd-Co-Si	Pd (50-55), Co (30-35), Si (10-15)	C/SiC 复合材料	高温合金

6.2.2 无机非金属复合材料-金属的钎焊推荐采用真空钎焊。

6.2.3 无机非金属复合材料-金属的真空钎焊设备推荐选用热态真空度不低于 1×10^{-3} Pa 的真空钎焊炉。

6.3 超硬材料-金属钎焊用钎料

6.3.1 超硬材料-金属钎焊用钎料

超硬材料-金属钎焊用钎料见表 4。

表 4 超硬材料-金属钎焊用钎料

钎料合金体系	主要成分范围 (wt%)	适用超硬材料	适用配对金属
Ag-Cu-Ti	Ag(68-72), Cu(25-28), Ti(3-5)	金刚石(PCD), CVD 金刚石膜	钢
Cu-Sn-Ti	Cu(75-80), Sn(10-15), Ti(5-8)	CBN, 金刚石	钢, 钛合金
Ni-Cr-B-Si	Ni(余量), Cr(14-18), B(3-4), Si(4-5)	金刚石	钢
Au-Ni-Cr	Au(75-80), Ni(18-22), Cr(1-3)	金刚石微粉, CVD 金刚石	铜钨合金, 钼
Co-Fe-Cr-B	Co(45-50), Fe(25-30), Cr(18-22), B(3-5)	PCD, CBN	钢, 不锈钢
Zn-Al-Ti	Zn(85-90), Al(8-10), Ti(1-3)	金刚石	钢, 铜
Ti-Cu-Ni	Ti(40-45), Cu(40-45), Ni(10-15)	金刚石复合片(PDC)	钛合金, 铌
Ag-Cu-In-Cr	Ag(60-65), Cu(20-25), In(10-12), Cr(1-2)	金刚石	铝合金, 铜
Fe-Mn-Ni	Fe(60-65), Mn(25-30), Ni(8-12)	CBN	钢
Sn-Sb-Ti	Sn(88-92), Sb(6-8), Ti(1-2)	金刚石, CBN	铜, 镍

6.3.2 超硬材料-金属的钎焊推荐采用真空钎焊、气保护钎焊或感应钎焊。

6.3.3 超硬材料-金属的真空钎焊设备推荐选用热态真空度不低于 1×10^{-3} Pa 的真空钎焊炉、气保护钎焊

推荐选用氩气保护钎焊炉、感应钎焊推荐匹配合适的钎剂。

6.4 轻质异质金属钎焊用钎料

6.4.1 轻质异质金属钎焊用钎料

轻质异质金属钎焊用钎料见表 5。

表 5 轻质异质金属钎焊用钎料

推荐钎料体系	推荐钎料成分范围 (wt%)	适配轻质异质金属	适配钎焊工艺
Al-Si	Si(8-13),Al(87-92)	铝-铜异质金属	火焰钎焊、感应钎焊、真空钎焊
Zn-Al	Al(2-10),Zn(90-98)		火焰钎焊、感应钎焊
Al-Si	Si(8-13),Al(87-92)	铝-钢异质金属	火焰钎焊、感应钎焊、真空钎焊
Zn-Al	Al(2-10), Zn(90-98)		火焰钎焊、感应钎焊
Al-Si	Si(8-13),Al(87-92)	铝-钛异质金属	真空钎焊、氩气保护钎焊
Ag-Cu-Ti	Ag(60-66), Cu(32-38.5), Ti(1.5-2.0)	钛-不锈钢异质金属	真空钎焊、惰性气体保护钎焊
	Ag(66-70),Cu(27-32), Ti(2.0-3.0)		
	Ag(67-72),Cu(23-29), Ti(4-5)		
Cu-Sn-Ti	Cu(85-88), Sn(9-11), Ti(2-4)		
	Cu(60-70), Sn(20-30), In(5-10), Ti(1-5)		
Ti-Zr-Cu-Ni	Ti(65-75),Cu(12-18),Ni(12-18)		
	Ti(55-60),Cu(18-22),Ni18-22)		

6.4.2 铝-铜、铝钢异质轻金属的钎焊推荐采用火焰钎焊、感应钎焊和真空钎焊，真空钎焊时需匹配 Al-Si 钎料，且不采用钎剂。

6.4.3 铝-钛异质轻金属的钎焊推荐采用真空钎焊或惰性气体保护钎焊，钛表面上宜镀镍后钎焊。

6.4.4 钛-不锈钢异质轻金属的钎焊宜采用真空钎焊或惰性气体保护钎焊。