

文章编号: 1003-7837(2006)02-0120-04

新型铝焊膏的研制

曾燕^{1,2}, 陈志祥¹, 刘宏江¹, 杨凯珍¹, 刘凤美¹

(1. 广州有色金属研究院焊接材料研究所, 广东 广州 510651;

2. 华南理工大学化学科学学院, 广东 广州 510640)

摘要: 主要对组成铝焊膏的钎料、钎剂以及成膏体进行了研究, 并制备出适合于铝-铝、铝-铝合金、铝-不锈钢焊接用的新型铝焊膏。该铝焊膏具有加料方便、准确, 焊接性能优良的特点。

关键词: 铝焊膏; 钎料; 钎剂; 成膏体; 焊接

中图分类号: TG454 **文献标识码:** A

铝-铝、铝-铝合金、铝-不锈钢、铝-铜等金属之间的焊接广泛应用于航天航空、空调制造、电热器、不锈钢复合底餐具等行业。传统的铝焊膏所采用的焊接材料为粉状的钎剂与粉状、丝状、箔状、片状等的钎料。随着焊接工件体积的不断小型化, 焊缝形状的不断多样化以及工业自动化程度的不断提高, 传统的焊接材料已不能满足焊接工艺技术进步的要求, 焊膏的出现已成为现代焊接业的一个新的亮点。

用焊膏进行焊接具有以下优点: (1) 便于精确布料, 尤其适合形状不规则的焊缝; (2) 钎剂与钎料的配比准确; (3) 加料的工艺适合于工业自动化的生产。目前, 国内有一些单位对铝焊膏进行了研制, 但是可用于工业化生产的焊膏不多。本文介绍一种已提供给多家客户使用的新型铝焊膏。

1 焊膏的组成及要求

经过研究发现, 组成焊膏的钎料、钎剂和成膏体必须符合一定的要求。

1.1 钎料

目前, 一般用于铝及铝合金焊接的钎料为 BA188Si, BA192Si, BA190Si 以及 Al-Si-Cu, Zn-Al 系粉状钎料。对配制焊膏的钎料要满足以下要求: 粒度

细、粒度分布集中、球形度好、含氧量低。

1.2 钎剂

通常用于铝及铝合金焊接的焊膏的钎剂可采用氟铝酸钾钎剂、中温氟铝酸盐钎剂、改性氟铝酸钾钎剂 ($\text{AlF}_3\text{-KF-ZnF}_2\text{-SnF}_4$ 系列)^[1] 等无腐蚀性的钎剂。用于配制铝焊膏的钎剂应满足以下条件: 在常温下, 钎剂不吸潮或弱吸潮、无腐蚀; 在常温下, 钎剂与钎料能够共存, 且化学性质稳定; 钎剂的粒度小于 $74\ \mu\text{m}$ 。

1.3 成膏体

成膏体是制备焊膏的关键, 它是连接钎剂和钎料的桥梁。成膏体应满足以下条件: 膏体能将钎剂和钎料很好地结合在一起, 并与钎剂和钎料稳定共存、不发生化学反应; 膏体无刺激性气味, 适合工厂作业; 膏体在钎剂和钎料熔化前易于挥发; 膏体挥发或灼烧后不积碳、无残留。

1.4 铝焊膏

满足实际生产工艺需要的铝焊膏必须符合以下要求: (1) 常温下在储存和运输的过程中, 钎剂和钎料不分离, 钎剂、钎料与有机膏体之间不分离; (2) 焊膏润滑、细腻, 能满足气动式自动加料或人工加料; (3) 焊膏加料均匀、不拖尾, 在加料器中放置 24 h 仍能够正常加料, 不堵塞针孔。

收稿日期: 2005-11-07

作者简介: 曾燕(1973-), 女, 贵州贵阳人, 工程师, 在职硕士。

2 试验结果与讨论

2.1 钎料

2.1.1 钎料的生产工艺

铝焊膏的钎料主要是铝基合金粉. 合金粉可以在大气或惰性气体中经雾化制得. 钎料的粒度以及表面的氧化程度对焊膏的性能均有很大的影响. 钎料的粒度细且分布越集中、氧化程度越低, 焊膏的成膏性能、储存性能以及焊接性能就越好.

目前, 铝基钎料的制备主要是采用大气雾化. 与惰性气体雾化相比, 采用大气雾化制得的钎料的含氧量相对高一些, 但是此法的成本较低. 在大气雾化的过程中, 通过控制熔化时间、去除熔体渣以及合理控制喷粉温度和时间, 可制得含氧质量分数低于 0.03% 的铝基钎料. 通过设计合适的喷嘴形状和孔

径、合理控制气流压力及流量, 可以制得粒度合适的钎料.

2.1.2 钎料粒度的选择

研究中发现, 只有粒度范围合适的钎料才可以制备出符合要求的铝焊膏. 钎料与钎剂的密度差比较大, 如果钎料过粗, 二者的相容性就比较差, 焊膏就会出现分层, 并且焊膏的粘接性变差, 这样给焊膏的布料带来不便, 会造成布料器(如: 针管孔)的堵塞等. 钎料过粗还会使成膏体的用量增加, 在同等体积加料的情况下, 焊膏的有效成分会减少, 从而影响焊接效果. 如果钎料的粒度过于偏细, 虽然有助于成膏, 但是在大气雾化的条件下, 会使钎料的含氧量增加. 因此, 铝焊膏用的钎料的粒度应严格控制在一定范围. 经过试验, 获得可应用的粒度范围, 详见表 1.

表 1 钎料的粒度范围
Table 1 The range of particle size of filler metals

粒度/ μm	≤ 150	124~150	104~124	89~94	≤ 94	≤ 57
钎料质量分数/%	100	8.2~9.7	6.5~17.4	20~25	>50	>38

2.2 钎剂

2.2.1 钎剂的合成方法及粒度

用于制备铝焊膏的钎剂应具有不吸潮或弱吸潮及去膜能力强的特点. 我们选用化学共沉淀法制备氟铝酸盐系列钎剂. 由于氟铝酸盐系列钎剂不仅能去除被焊铝表面的氧化膜, 而且还可以去除铝基钎料表面的氧化膜, 所以采用氟铝酸盐系列钎剂可以达到理想的焊接效果.

钎剂的密度小, 为了确保焊膏的稳定性和均匀性, 一般选择钎剂的粒度小于 74 μm .

2.2.2 钎剂水分的影响

粒度小于 74 μm 的钎剂, 由于比表面积较大, 放置在空气中, 易吸附空气中的水.

将共晶氟铝酸钾钎剂放置在空气中进行吸潮试验, 发现其吸附水量一般在 0.5%~3.0% 之间. 试验中发现, 如果钎剂吸附水量大于 1%, 钎剂就会出现结团现象, 而结团的钎剂在制备焊膏的过程中很难散开, 这样对焊膏的均匀性会有一定的影响. 因此, 用于制备铝焊膏的钎剂的含水量越低越好, 一般低于 1%.

2.3 成膏体

成膏体可把钎剂和钎料有机地结合在一起, 使钎剂和钎料按照合适的比例混合均匀, 从而保证焊接加料的准确性和一致性, 及焊接质量的稳定性.

2.3.1 成膏体的粘度

成膏体的粘度直接决定了焊膏的粘稠度及布料的方便性. 采用涂覆式加料的焊膏, 其粘度不能太大, 否则会出现加料前末两端的料过多或过少的情况. 如果采用针管加焊膏, 那么在满足一定粘度的前提下, 要防止拖尾现象, 焊膏必须润滑性好且易脱离针管加料头.

焊膏的粘度可以用粘度仪进行精确地测量, 但是在实际工作中可以采用以下方法进行判断: 用一定直径的玻璃棒将焊膏搅拌均匀, 然后用玻璃棒挑起少量焊膏, 并让其自然落下, 一般焊膏能挂在玻璃棒头, 而不落下, 这时焊膏的粘度即可.

2.3.2 成膏体的选择

2.3.2.1 水基膏体

将氟铝酸盐系列钎剂和 1~2 倍质量的水混合, 得到均匀的糊状钎剂, 再加入钎料, 就可以得到均匀

的膏体。但随着时间的增加,会发现焊膏表面不断有气泡冒出,继而出现分层、变硬的现象,使焊膏难以储存,很快失效。

取 100 g 氟铝酸钾共晶钎剂,加入 180 g 去离子水,将钎剂调成糊状,再加入 180 g 铝硅共晶钎料,经搅拌可得到成膏性好的铝焊膏。将所得到的铝焊膏放置一定时间,所观察的现象列于表 2。

表 2 水基焊膏随时间变化情况

Table 2 The variation of water-base solder paste with different times

时间 t /min	焊膏状况	
	气泡情况	分层情况
10	没气泡产生	不分层
20	开始有气泡产生	不分层
40	气泡增多	不分层
90	气泡增多	表面开始有钎剂析出
120	表面没有气泡产生	钎剂钎料严重分层,焊膏变硬

由表 2 可知,在焊膏中引入大量的水后,随着时间的延长,会使铝基钎料发生化学反应。同时,由于水抗分层的能力较弱,焊膏的稳定性差。所以,如果选择水作为成膏体,所制备的铝焊膏必须在短时间内用完。

2.3.2.2 有机膏体的选择

可以制成膏体的物质有葵醇、三乙醇胺、聚乙烯醇水溶液以及硅油^[2]等。在成膏体的筛选过程中,发现葵醇的粘度偏小,抗拒不了钎剂与钎料的分层,同时,醇类羟基和铝会发生反应,因此不宜选择。三乙醇胺的粘度适中,但其熔点为 21.2℃,这样对 20℃ 以下的操作带来不变。聚乙烯醇的水溶液,虽然水的量不多,但是聚乙烯醇的沸点较高,而使用铝焊膏的焊接大多是在保护气氛(如氨分解)炉中进行。在无氧或低氧的环境下,聚乙烯醇因不能完全分解,造成积炭,严重影响焊接质量。虽然硅油的粘度合适,但其挥发度低,会造成积炭。

如果选择一种粘度合适的物质,均会出现挥发度小,在保护气氛中分解不完全的情况。为此,选择粘度高和粘度低的物质复配成膏体。在低温区,大部分粘度低的物质挥发走,剩余少量粘度高的物质在高温区断裂分解,从而挥发无残留。对于粘度低的物质,选择沸点在 180℃ 左右的脱臭煤油或者闪点在 180~190℃ 之间、粘度适中的白油。在该温度范围内

的脱臭煤油和白油不仅挥发度大,而且具有良好的润滑性,有利于焊膏的润滑。对于粘度高的物质,选择数均分子量在 2400~10000 的高分子聚合物。将脱臭煤油/白油和聚合物混合均匀,可得到粘度合适、油性好的成膏体。

不同配比成膏体的比较结果列于表 3。由表 3 可知,高分子聚合物的含量对成膏体的粘度以及有机物的残留都有影响。在制备铝焊膏时,应根据钎剂和钎料的熔点选择膏体。含有氟铝酸钾系列钎剂的铝焊膏,其熔点在 580℃ 以上,因此,选择 2 号或 3 号配方均可。含有中温氟铝酸盐钎剂的铝焊膏,由于钎剂熔点相对较低,最好选择 2 号配方。

表 3 不同配比成膏体的比较

Table 3 Comparison of different organic binders

编号	$m(\text{白油}):$ $m(\text{聚合物})$	焊膏是 否分层	粘度是 否适合	400℃ 残 留情况 ¹⁾	500℃ 残 留情况 ¹⁾
1	95:5	是	否	没有残留	无残留
2	92:8	否	是	没有残留	无残留
3	90:10	否	是	少部分 残留	无残留
4	85:15	不分层	合适	残留大部 分,积炭	基本无 残留
5	80:20	不 分层	不合适, 焊膏过粘	残留大部 分,积炭	残留一半, 少量积炭

注:1)分解试验是在干净的纯铝板上放置 0.5 g 膏体,在氮气炉中放置 20 s 的条件下观察。

2.4 钎剂、钎料、成膏体的配比

试验结果表明,在保护气氛焊接的工艺条件下,铝钎料和钎剂的质量比一般控制在(1.0~2.5):1。如果钎料量超过钎剂量的 2.5 倍,会使焊接的流动性变差,钎剂的排渣能力减弱,导致焊接效果不理想。如果钎剂量过多,会使钎料在过多钎剂的作用下摊流面积过大,填缝性能差,出现焊接层结合力不够的情况。如果有机物含量过多,会使铝焊膏有效成分的含量不足,从而造成焊接质量差;如果有机物含量过少,焊膏的润滑性就会变差,难以加料。为了保证焊接质量,一般推荐有机成膏体在铝焊膏中所占的质量分数为 13%~25%。

3 焊膏的制备工艺

经试验,确定制备铝焊膏的工艺如图 1 所示。

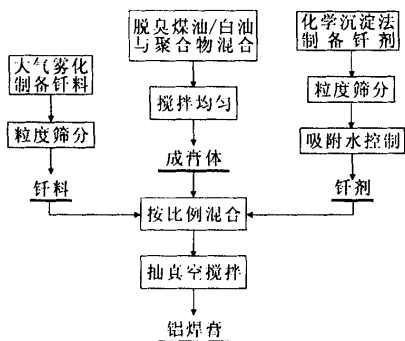


图1 铝焊膏的制备工艺流程图

Fig.1 Flow sheet for preparation of aluminum solder paste

4 应用

所研制的氟铝酸钾钎剂-铝硅钎料系列的铝焊膏主要用于不锈钢盘-铝板-铝发热管在保护气氛炉中的焊接。所焊接的工件能达到如下要求:(1)焊缝均匀、饱满、无裂缝;(2)工件在1.5 m的高处,自由

落下5次,不开裂;(3)工件在300~400℃干烧、急冷,50次不开裂变形;(4)工件在3000 W的电功率下每次通电25 s,通电5次不开裂变形。

所研制的KF-CsF钎剂-Zn-Al钎料系列焊膏,主要应用于4047,6063等合金铝之间的焊接,成功地解决了铝合金的低温焊接。同时,在大气火焰焊接的条件下,可采用该种焊膏对各种铝制品进行焊接及补焊。

5 结论

所研制的焊膏在生产中可一次完成布料,提高了工作效率,能够满足工业生产中加料便利的要求,且焊接质量优良。

参考文献:

- [1] 陈志祥,曾燕,蔡志红,等. 新型高温铝钎剂FA-3的研制[J]. 广东有色金属学报,2002,12(1):34-38.
- [2] 何鹏,冯吉才,钱乙余,等. 铝钎料膏的研制及其在钎焊中的应用[J]. 中国有色金属学报,2002,12(6):1113-1118.

Development of the advanced aluminum solder paste

ZENG Yan^{1,2}, CHEN Zhi-xiang¹, LIU Hong-jiang¹, YANG Kai-zhen¹, LIU Feng-mei¹

(1. Institute of Soldering Material, Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China; 2. College of Chemistry, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Filler metals, fluxes and binders comprised of aluminum solder paste are studied in this paper. The solder paste prepared has the advantages of convenient and precise feed, and favorable welding ability. The aluminum solder paste has been used in the welding of Al-Al, Al-Al alloy and Al-stainless steel.

Key words: aluminum solder paste; filler metals; fluxes; binders; welding