

文章编号:1673-9981(2008)02-0123-03

镍焊膏的制备

陈志祥^{1,2}, 陈平¹, 杨凯珍¹

(1. 广州有色金属研究院, 广东 广州 510651; 2. 华南理工大学政治与公共管理学院, 广东 广州 510640)

摘要:以镍基合金为原料,高纯氮气为雾化气体,在合适的熔体温度、熔体流速和雾化气体压力下,可制备出球形度好、氧含量0.014%、粒度约70 μm的镍钎料粉末。以工业白油和聚合物为成膏体制备的镍焊膏,其焊接质量达到了国标要求。

关键词:镍基焊膏;镍基粉末;气流雾化;成膏体

中图分类号: TG425.2 **文献标识码:** A

镍焊膏比银基、铜基和铝基焊料具有更高的钎焊温度和更好的耐腐蚀性能^[1],主要用于不锈钢、耐热钢和镍基合金等材料的钎焊。镍基钎料不易成型,通常制成粉末,但粉状钎料使用不方便,也不便于自动钎焊加料。因此,有必要开发镍基膏状焊料。

1 镍基钎料成分的选择

镍焊膏通常由镍钎料粉末、焊剂和成膏体等组成。自动钎焊对镍钎料的性能有如下要求:钎料的熔化温度要与不锈钢钎焊工艺相匹配;为避免钎焊时出现钎料成分偏析和过多的脆性相而降低焊缝强度,钎料的熔化温度区间必须窄;对不锈钢等母材要

有良好的浸润性及流布性,但没有熔蚀作用;在较高的温度下仍具有较高的强度和塑性;其焊缝具有良好的耐候性和稳定性,能通过48 h的盐雾试验;钎料粉末的表面光滑、球形度好、氧含量低及粒度分布均匀,不与焊剂和成膏体发生不良反应等。

根据磷、硼、硅、铜、锰、碳、铁和R(R为钛、锆、稀有稀散金属或者稀土金属元素)等元素可以降低镍的熔点及强化焊接性能,以GB4947-90一级镍(纯度99.9%)、一级磷(纯度98.5%)、一级铬(纯度99%)、一级硼(纯度99%)和一级硅(纯度99.3%)为原料进行了试验,最后确定了三种粉状的镍基合金作为制备镍焊膏的钎料,详见表1。

表1 粉状镍基钎料的成分

Table 1 Composition of applied nickel-based filler metals

钎料合金系列	元素含量 w/%	固相线温度/℃	液相线温度/℃
镍磷 BNi89P	P10~12,余Ni	875	875
镍铬磷 BNi76CrPR	Cr13,P9.7~10.5,R3,余Ni	890	890
镍铬硅硼 BNi82CrSiBR	Cr6.0~8.0,B2.75~3.5,Fe2.5~3.5,C0.06,R2,余Ni	970	1000

2 设备及工艺流程

加热设备为自行设计的50 kg级真空感应加热

炉,炉高7 m,内桶直径1.2 m,最高温度可达1600℃,真空度达0.01 Pa。液氮供气系统是利用高压低温液体泵将液氮或液氮增压后送入蒸发器,使之变成等压气体,压力最高可达6.0 MPa,氮气纯度为

收稿日期:2007-11-03

作者简介:陈志祥(1965-),男,广东江门人,高级工程师,在职硕士研究生。

99.999%。用德国耐驰 409 型差热分析仪测量钎料的熔点。在自制的搅拌制膏机中制备焊膏。

制备镍焊膏的工艺流程为：原料准备→装炉抽真空→中频感应加热→喷雾雾化制粉→粉末筛分→配膏。

把配好的原料放入真空感应炉内加热，同时加热保温炉内的漏包（底部有小孔）。当原料温度达到 1300~1400℃ 时，炉内的原料开始熔化。当炉料熔化均匀后，倒入已加热至 800~1100℃ 的漏包内。当熔液从漏包的导液管流出时，被高压气流破碎成细小的雾状液滴，液滴在降落过程中冷却，最后凝固成

粉末。粉末经筛分后，成为制备焊膏的原料。

3 雾化工艺对镍基钎料粉末的影响

3.1 雾化气体氧含量的影响

雾化气体的氧含量对钎料成分、粉末球形度和焊接质量的影响很大。在雾化熔液温度 1230℃ 和雾化气体压力 5.6 MPa 的条件下，分别用高纯氮气和空气作雾化气体制备钎料粉末，其性能指标列于表 2。

表 2 用不同雾化气体制备的钎料的性能指标

Table 2 Properties of nickel-based filler metal powders produced by using different oxygen contents of atomizing gases

雾化气体		钎料粉末			焊接质量
种类	氮含量 w/%	氧含量 w/%	粉末氧含量 w/%	球形度	
高纯氮气	99.999	<0.001	0.014	好	好
空气	89	21	>0.038	差	焊接面发黑

由表 2 可知，雾化气体的氧含量对钎料粉末氧含量的影响很大，用高纯氮气制备的钎料粉末的性能较好。

3.2 雾化熔液温度的影响

在雾化过程中，雾化熔液温度太低，则熔液容易凝固而使导液管堵塞，中断雾化过程；雾化熔液温度太高，虽然产生的粉末较细，但炉体耐火材料和漏包等的使用寿命会缩短。所以熔液温度是雾化工艺的重要参数之一。以镍磷基合金为原料制备钎料粉末，在雾化气体压力分别为 3, 5.6 MPa 的条件下，雾化熔液温度对钎料粉末粒度的影响如图 1 所示。

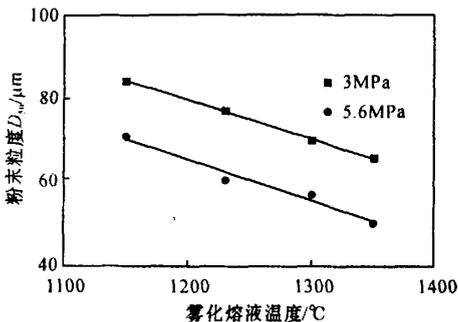


图 1 不同雾化压力下雾化熔液温度与粉末粒度的关系
Fig. 1 Relationship between the melting temperature and

particle size at different atomization pressures

从图 1 可看出，在相同的雾化气体压力下，雾化熔液温度越高，粉末越细；在相同的雾化熔液温度下，雾化气体压力越大，粉末越细。实际生产中，雾化气体压力过大，会增加设备投资，还会带来操作安全等问题，所以雾化气体压力一般控制为 6.0 MPa 左右。对于镍磷基钎料，要使粉末粒度控制在 60~70 μm ，雾化熔液温度宜控制在 1180~1280℃。

3.3 熔体漏速的影响

熔体漏速也是雾化工艺的重要参数之一。熔体漏速越大，粉末产量越高，但其单位体积或单位面积受到高压气流撞击的概率下降，粉末变粗。在雾化熔液温度 1230℃、雾化气体压力 3 MPa 的条件下，熔体漏速对粉末粒度的影响如图 2 所示。由图 2 可知，熔体漏速越小，粉末越细。实际生产中，熔体漏速大小，漏孔易堵，一般熔体漏速选为 5 kg/min，此时粉末粒度可达到 70 μm 左右。

3.4 钎料粉末的性能

在熔液漏率 5 kg/min、雾化气体压力 6 MPa 和雾化熔液温度 1260℃ 的条件下，所生产的镍磷基钎料粉末的性能指标如下：流动性 (50g) 25~29 s，松装密度 4.3~4.7 g/cm³，熔点 (890±5)℃。其粒度分布列于表 3。

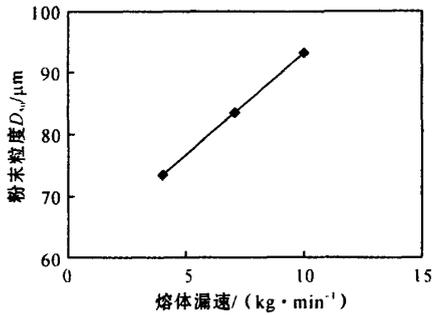


图2 熔体流速与粉末粒度的关系曲线

Fig. 2 Relationship between the leakage flow rate of melt and the particle size

表3 镍磷基钎料粉末的粒度分布

Table 3 Particle distribution of nickel based filler metal

粒度/mm	质量分数/%
-0.147+0.107	3~7
-0.107+0.043	80~86
-0.043	6.2~8.7

4 成膏体的选择

成膏体和钎料粉末均匀地混合在一起,可以保证焊接时加料的准确性和一致性,从而保证了焊接质量的稳定性。成膏体需满足以下条件:能与钎料稳定共存,不发生化学反应;在钎料熔化前易挥发,挥发或灼烧后不积碳、无残留;能将钎料很好的结合在一起,不分层。

实验中发现,如果选择粘度合适的一种物质作成膏体,会出现挥发度小及在保护气氛中分解不完全的情况。为此,我们选择粘度低和粘度高的2种物质作成膏体。在低温区大部分粘度低的物质挥发掉,剩余少量的粘度高的物质在高温区发生断裂并分解。

对于粘度低的物质,我们选择沸点为150~180℃

的工业白油。在此温度的白油不仅易挥发,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,我们选择分子量为200~3000的高分子聚合物。将白油和聚合物混合均匀,可得到满足焊接要求、粘度合适及油性好的成膏体。

5 焊接强度

将所制备的钎料粉末和成膏体按一定比例混合制成焊膏。按照GB11363-89要求对钎焊工件进行强度试验。在真空度0.1 Pa、钎焊温度980℃和钎焊时间20 min的条件下,采用真空钎焊的SS304合格焊件的剪切强度为63 MPa。在分解氨露点-60℃、钎焊温度1080℃和钎焊时间20 min的条件下,采用保护气氛钎焊的SS304合格焊件的剪切强度为48~53 MPa。采用该焊膏焊接的工件,其剪切强度均达到了国标要求。

6 结论

按该雾化工艺所生产的镍基钎料粉末的性能良好,能很好地满足镍焊膏对钎料性能的要求。镍焊膏的钎焊性能能很好地满足焊接工艺的要求,其焊接强度达到了国标要求。

参考文献:

- [1] 张启运. 钎焊手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.
- [2] LUGCHIDER E, COSDCK T. High temperature brazing of stainless steel with low phosphorus nickel-based filler metal [J]. *Welding Journal*, 1988, 67(10): 14-21.
- [3] 方洪渊. 简明钎焊工手册[M]. 北京:机械工业出版社,1999.

Preparation of nickel-based brazing paste

CHEN Zhi-xiang^{1,2}, CHEN Ping¹, YANG Kai-zhen¹

(1. Guangzhou Research Institute of Non-ferrous Metals, Guangzhou 510651, China;

2. School of Politics and Public Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: This paper reports a process of preparation of nickel-based filler metal powder by gas atomization. The influences of the temperature and flow rates of the melt, as well as the type and pressure of the atomizing gas on the size, shape, oxygen content of the powder were studied.

Key words: nickel-based paste; filler metal powder; gas atomization; organic binder