

文章编号:1673-9981(2008)01-0071-04

蜂窝材料的真空钎焊工艺及应用

徐卫平^{1,2}, 白文彬¹, 邱望标¹

(1. 贵州大学机械工程学院, 贵州 贵阳 550003;
2. 贵州师范大学机电工程学院, 贵州 贵阳 550001)

摘 要: 选用 BNi82CrSiB 钎料在不同的钎焊工艺条件下对蜂窝材料进行钎焊, 制定出焊接蜂窝零件的钎焊工艺. 针对蜂窝材料的结构特征, 钎焊前先用储能点焊将蜂窝材料固定在试片上, 以降低蜂窝的变形量和钎料爬高. 对钎焊零件分别进行外观形状观察、金相分析和钎缝的超声波探伤. 结果表明: 该工艺可行, 已应用于实际生产中, 生产出了合格的产品.
关键词: 真空钎焊; 高温合金蜂窝; 储能点焊; 焊接工艺
中图分类号: TG74 **文献标识码:** A

真空钎焊是一种先进的焊接工艺, 在机械、航空、造船等行业中得到广泛应用. 焊接时, 钎料在母材间扩散, 依靠毛细管的吸附作用分布到接头的紧密配合面上, 将工件连接. 由于蜂窝材料薄、蜂窝的孔洞多且均匀密集分布, 受热易变形, 因此多采用真空钎焊对蜂窝材料进行焊接. 目前, 对某些特殊材料焊接接头的组织及扩散方面的研究较多^[1-3], 而对蜂窝材料的钎焊工艺尚无资料可供参考. 本文从工厂的生产条件出发, 寻求一种能够满足产品的质量要求, 适用于实际生产的钎焊焊接工艺.

1.1 材 料
试验材料的规格、性能参数及化学成分分别列于表 1~3.

表 1 试样的牌号、数量及规格
Table 1 The grade, quantity and specifications of the samples

试样	牌号	规格/mm	数量/件	粗造度/ μm
试片	GH4169	200×20×2	7	Ra3.2
蜂窝材料	GH3536	180×12×4.5	15	Ra1.6

1 试 验

表 2 钎料的性能参数
Table 2 Properties of the solder

牌号	技术要求	状态	规格/mm	固相线/ $^{\circ}\text{C}$	液相线/ $^{\circ}\text{C}$	钎焊温度/ $^{\circ}\text{C}$
BNi82CrSiB	GB 10859-89	箔带	粒度-0.075、厚度 0.5	970	1000	1010~1175
		粉末	粒度 0.063, 0.045			

收稿日期:2007-08-27
作者简介:徐卫平(1967-), 男, 贵州毕节人, 副教授, 硕士研究生.

表 3 钎料的化学成分
Table 3 Chemical composition of the solder

元素	Ni	Cr	Si	B	Fe	C	P
含量 w/%	余量	6.0~8.0	4.0~5.0	2.75~3.50	2.5~3.5	0.06	0.02

1.2 试验方法

试验操作方法如下:(1)清洗:先将试样经汽油-超声波-冷水清洗干净,再用新配清洗液或丙酮加强清洗蜂窝,直至除去试样表面和蜂窝中的油污。(2)烘干:烘干温度保持在(150±10)℃、保温时间90~120 min。(3)填加带状钎料:用擀压法将钎料压

入蜂窝被焊面的孔内,保证每个蜂窝孔内都有钎料。(4)装配定位点焊:按图 1 所示将试片与蜂窝材料用储能点焊机点焊,每个焊点之间的距离不大于 10 mm,为防止焊点因距离过近而焊接在一起,可在点焊处垫上一块铜片将焊点隔离,在 D 和 E 处填加粉末状的 BNi82CrSiB 钎料。钎焊工艺参数列于表 4。

表 4 钎焊工艺参数
Table 4 Process parameters for braze welding

炉次	能量/J	冷态真空度/Pa	钎焊温度/℃	真空度/Pa	冷却方式
1	350~380	≤9×10 ⁻²	1050	≤3.8×10 ⁻²	随炉冷却
2	400~450	≤9×10 ⁻²	1050	≤3.8×10 ⁻²	随炉冷却
3	500~550	≤9×10 ⁻²	1050	≤4×10 ⁻²	随炉冷却
4	400~450	≤9×10 ⁻²	1050	≤4×10 ⁻²	随炉冷却

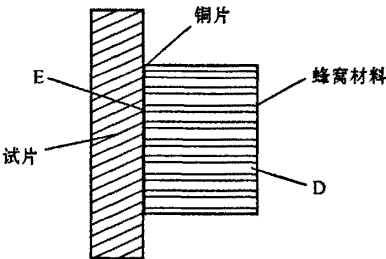


图 1 试样装配图
Fig. 1 Assembly drawing of specimen

2.2 金相分析

金相分析的结果列于表 5。

表 5 金相分析结果
Table 5 Result of metallography analysis

炉次	钎料填高高度/mm	晶粒度	溶蚀、穿孔
1	0.05~0.10	6 级	未见
2	0.01~0.04	6 级	未见
3	0.02~0.58	6 级	未见
4	0.02~0.50	6 级	未见

2 试验结果与分析

2.1 外观检查

外观检查结果:蜂窝芯格变形数量不大于 20%;蜂窝芯体表面无明显的氧化及宏观缺陷;钎缝连续性大于 98%,每处不连续钎缝的长度小于 5 mm。

由表 5 可知,四炉试样均未见溶蚀、穿孔等缺陷,且晶粒为细晶粒。因此,可以确定钎料 BNi82CrSiB 适用于 GH4196 与 GH3536 的焊接。

2.3 超声波分析

对第 1 炉试样钎缝进行超声波探伤,分析结果列于表 6,第 1 炉试样钎缝的超声波检测图如图 2 所示。由图 2 可知,在 1 号和 3 号试样上有明显的未焊透区,3 号试样的未焊透区的面积较大。这是由于

储能点焊的能量较低,结合力较小,加热时蜂窝变形,使蜂窝材料与试片局部脱开,蜂窝材料与试片之间出现了非紧密配合,钎料在非紧密配合处出现了漏洞,造成焊不透.将储能点焊的能量调整为500~550 J,钎焊温度调为1055℃后,钎缝质量达到了要求.

表6 超声波分析结果
Table 6 Result of ultrasonic test

炉次	试样编号	钎着率/%	未钎透区面积/mm ²	相邻未钎透区最小间距/mm	未钎透区最大宽度/mm
1	1	91	93	0.5	4.5
	2	100	0	0	0
	3	86.1	139	0.5	10
2	1	100	0	0	0
	2	100	0	0	0
3	1	92.94	65	30	2
	2	97.2	65	0	0
	3	95.51	75	0	3
4	1	100	0	0	0
	2	99.81	4	0	1
	3	99.77	5	0	3

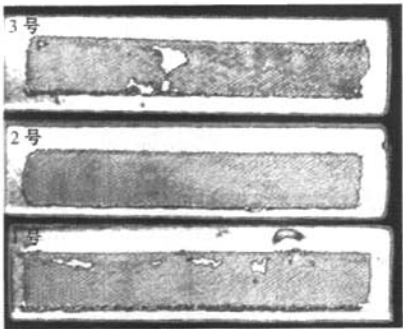


图2 第1炉试样钎缝的超声波检测图
Fig. 2 Ultrasonic wave examination chart of braze seam of 1st stove specimen

3 应 用

某厂生产一种航空精密零件,该零件是由0.3 mm厚的GH3536蜂窝材料采用真空钎焊焊接而成.焊接技术要求:芯格变形的数量不大于30%,蜂窝芯体表面无明显的氧化及宏观缺陷,钎缝的连续性大于98%,每处不连续钎缝的长度不大于

5 mm,焊接后焊接处及焊接热影响区的晶粒等级不低于6级.按储能点焊能量550 J、钎焊温度1055℃、保温时间14 min、随炉冷却的工艺进行生产试加工.首件零件经相关部门检验合格,投入批量生产一段时间后,产品的合格率达到99%以上.实际生产表明,采用此工艺生产周期短、成本低、效率高.

4 结 论

- (1)在保证蜂窝变形量要求的前提下,储能点焊的能量应尽量大、焊点应尽量密集,使蜂窝与试片紧密配合.
- (2)钎焊温度应比钎料的液相线高50~60℃.

参考文献:

[1] 陈芙蓉,刘军,董俊慧,等.不锈钢真空钎焊力学性能分析[J].焊接技术,2004,33(1):11-12.
[2] 刘军,董俊慧,陈芙蓉.真空钎焊不锈钢接头组织及扩散处理研究[J].焊接技术,2006,35(4):12-13.
[3] 张静,俞伟元,路文江,等.纯铜真空钎焊接头的组织及力学性能研究[J].焊接技术,2006,35(6):17-19.

The craft and application of vacuum brazing for honeycomb material

XU Wei-ping^{1,2}, BAI Wen-bin¹, QIU Wang-biao¹

(1. School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guizhou 550003, China; 2. School of Mechanical and Electrical Engineering, Guizhou Normal University, Guizhou 550014, China)

Abstract: BNi82CrSiB solder was used to carry out the braze welding of honeycomb material under different braze welding conditions. The technical process for the braze welding of the honeycomb components was consequently established. Prior to the braze welding, stored energy spot welding was performed to fix the honeycomb material to the specimen, accordingly to reduce the deformation of the honeycomb material and the ascent of the solder. The welding component and the seam were checked by naked eye observation, metallography analysis and ultrasonic test. The results showed that the technical process was applicable for the practical production.

Key words: vacuum brazing; heat-resisting alloy honeycomb; stored energy spot welding; welding process