

# 电连接器接点焊接工艺研究

封锡凯, 常 艳, 李建华

(西安航天动力研究所, 陕西 西安 710100)

**摘 要:** 针对航天产品电连接器接点焊点与引线断裂失效问题, 分析了焊接过程中助焊剂、焊料、焊接工具和防护套等对接点焊接质量的影响。结合实践经验, 提出相关工作参数和材料的选取原则, 确定了生产中焊接技术的质量控制点。

**关键词:** 电连接器接点; 助焊剂; 焊料; 焊接工具

**中图分类号:** V434

**文献标识码:** A

**文章编号:** (2007) 06-0054-03

## Welding technology of the electrical connector joints

Feng Xikai, Chang Yan, Li Jianhua

(Xi'an Aerospace Propulsion Institute, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** The analyses of the scaling powder, the solder, the welding tool and the shield inflections on electrical connector welding and wire breaking of space flight electrical connector joint failures were conducted. In combination with practical experiences, the principle for operation parameter and material selection and the reference point of the welding quality control were presented in this paper.

**Key words:** electrical connector joint; scaling powder; solder; welding tool

### 1 引言

在民用产品中, 出现过焊点与引线断裂失效问题; 在某型号航天产品中, 也出现过电磁阀引

线焊点断裂失效问题。航天产品生产中的焊点可靠性是关键问题之一。当环境温度发生变化或者焊点受外力振动、挠性疲劳等影响, 都极易使质量不高的焊点发生失效。焊点的质量与助焊剂、焊料等的选用, 以及焊接温度、时间的选择等,

收稿日期: 2006-12-19; 修回日期: 2007-05-08。

作者简介: 封锡凯 (1954—), 男, 特级技师, 研究领域为航天电气设备无线电装接。

都对焊点的质量有影响。

## 2 材料选择

### 2.1 助焊剂

国军标要求航天产品助焊剂采用低活性氢化松香助焊剂。它是一种弱酸，能起到活化剂作用。在 180~300℃时活化性最为充分，超过 300℃时将丧失活化性，活化性变差就起不到去除氧化膜与隔绝空气的作用。不能在很短的时间里迅速去除焊料和母材表面的氧化膜，也不能为后期焊料熔化铺展扩散打下良好基础。所以在使用松香助焊剂时，烙铁温度应设置在 300℃以下最为合适。

在焊接高温下，助焊剂能还原锡铅焊料表面的氧化膜，使其相互润湿，促使熔融的锡铅焊料沿线端子表面漫流。在焊接过程中它还可以覆盖焊接部位，有效地防止焊接部位再氧化。焊接后使焊剂残留物形成一层致密的有机膜，对焊点有良好的保护作用，具有一定的防腐性能。松香助焊剂还可以起到调节比重的作用。它不但有很好的助焊性能，便于清洗（一般用小画笔沾无水乙醇清洗松香助焊剂），甚至还能免清洗。

### 2.2 焊料

焊料的选择不仅应考虑强度，还应考虑焊接母材与助焊剂的耐温性。焊料应选用熔点和凝固点一致的焊料，致使焊点快速凝固，不会因半融状态时间过长而造成焊点结晶疏松，强度降低。焊料的流动性好、表面张力小，利于提高焊点质量和强度以及导电性。

电子、电气制品最常用的焊料是 S-Sn60PbA 锡铅焊料，熔点温度是 183℃，焊接温度在 250~260℃。该温度区间显然是助焊剂松香的最佳活化状态。当焊点工作环境温度过高的时候，S-Sn60PbA 的性能不能满足要求，建议选用焊料 S-Sn40PbA。此焊料熔点温度是 235℃，焊接温度 295℃，基本满足松香助焊剂特性要求。

当工作环境温度高于 S-Sn40PbA 的焊料熔点时，可以考虑采用涂覆灌封阻热法解决。焊接电连接器接点不要选择铅、锡含量过高的焊料，如老型号 HLSnPb90-6、HLSnPb10 焊料。前者铅含量过高，焊点易蠕变，在高温和振动情况下易裂缝，张力较大，不易焊接；后者的锡含量较高，焊点较脆，不能在低温下工作，而且黏性大，影响焊接质量。上述锡铅焊料具体成分见表 1。

表 1 锡铅焊料的成分及用途  
Tab.1 Composition and application of tin-lead solder

焊料牌号	主要成分/(%)				熔点/℃	抗拉强度 N·cm <sup>-2</sup>	用途及焊接对象
	锡	锑	铅	杂质			
S-Sn60PbA	59~61	≤0.8	余		183	46.0	电子、电气制品
S-Sn40PbA	39~41	1.5~2		<0.1	235	37.24	工业及物理仪器等
HLSnPb10	89~91	≤0.15			220	42.14	仪器、器皿、医药卫生物品
HLSnPb90-6	3~4	5~6	量	<0.6	265	57.8	黄铜和铜制品

## 3 焊接工艺选择

### 3.1 烙铁

为保证产品质量，选用恒温烙铁焊接。焊接工具根据换能的方式分为两种：一种是由电阻丝直接发热；另一种是由高频趋肤效应，采用高频

换能方式。前者，如内（外）热式电烙铁等，采用改变烙铁头长短方式调温，或温度传感器测温并由可控硅控制电源功率改变温度。而后者采用控制频率谐振方式，用不同标称烙铁头对应不同温点恒温值。在焊接接触母材时，烙铁失谐并重新调整谐振，烙铁谐振后使头部恒温。此方法调温精度高，速度快，保证了烙铁处在恒温状态。

从烙铁头的材料来看,烙铁头大致可分为两种:铜烙铁头和铁氧体表面镀膜烙铁头。铜烙铁头具有传热快,助焊剂焊料附着力好,焊接电连接器接点操作简便等优点。但在焊接过程中,烙铁头中的铜或铜合金材料容易被氧化和侵蚀;烙铁头需要频繁修理,铜烙铁头中的铜还会增加焊点中的铜含量;当锡-铅合金的质量百分含量提高,焊点会出现粘滞性的砂性,焊点容易出现桥接、虚焊、拉尖等焊接不良现象,这些都会严重影响焊点的质量。相对而言,铁氧体镀膜烙铁头可避免上述情况发生,助焊剂焊料不易附着,易作 PCB 焊接,但不适合电连接器焊接。由此只有采用外层镀铁合金的铜烙铁头,利用高频电流的“趋肤”效应原理使高频线圈感应加热,热量集中在烙铁头表面快速升温;同时加热功率随焊接温度高低而改变,充分满足电连接器接点焊接要求。

### 3.2 焊接装连

在焊接过程中液态焊料在金属表面上铺展,并进行物理状态的扩散。铺展范围与表面张力有关,并取决于焊料与金属接触面的清洁程度。用焊料焊接金属母材时,伴随着出现润湿现象,熔化的焊料与被焊金属发生相互作用,固态金属向液态焊料溶解,液态焊料向金属扩散。电连接器的引线为铜料,焊接过程中是由锡铅焊料中的锡向铜母材的选择扩散,而铅不参加扩散。随着焊接温度升高、时间增长,锡铅焊料中的锡就不断地扩散到母材中,焊点由于失锡形成一个富铅层,因而发黑不亮。

焊料与母材之间的界面非常脆弱,当受到温度循环、振动冲击外力作用时就会发生裂纹,造成焊点失效。另外,在电连接器焊接过程中所产生的缺陷(如空洞和气泡)对焊接强度也会有较大的影响。而且焊点也会因本身存在的电阻发热,出现温度循环,进而发生蠕变与疲劳。由于接点处的断续电流而产生的温度变化引起焊点的疲劳,会导致焊点的破裂和失效。要高度重视该问题,在电磁阀类接点焊接部位要求尽可能减小

焊接点的电阻。

### 3.3 防护套

该类电连接器产品上采用的导线为 AF46 绝缘皮多股镀银导线,此导线性能优越,并具有一定刚性。在脱头镀锡过程中,AF46 导线的可焊性非常好,在毛细作用下焊料沿着导线浸到绝缘部分里的一定高度。装接后,从焊杯到导线绝缘体间就形成了一个硬脆段,如果它受到一定程度的外力就会断裂。所以装接后必须及时套上防护套进行保护。

在当今电装中所用防护套有聚氯乙烯电气套管、热缩套管、聚四氟乙烯电气套管等。航天产品的特殊环境要求选用聚四氟乙烯电气套管,它不但各种性能优越,选用尺寸合适,还能充分起到防止硬脆疲劳断裂问题,并且方便防护灌封。防护套太长会破坏支撑力,而太短又不足以消耗疲劳硬脆段的外力。从长期使用经验来看,防护套超过硬脆段 1~2mm 就能达到很好效果。

## 4 结束语

对航天产品电连接器接点装接除去采用压接以外,焊接一直沿用手工操作,不可能采用机械化大生产完成。这要求在选用材料上要严谨,工艺方法要得当,以保证航天产品电连接器焊接点在长期贮存及大冲击、高振动的条件下的高可靠性。

### 参考文献:

- [1] 黄萍. 焊点的失效模式分析 [J]. 电子工艺技术, 2006, (4): 37-39.
- [2] 徐应麟. 电线电缆手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [3] 师艳萍. 焊接电子枪高压电源中功率电子管的应用[J]. 火箭推进, 1999, 24(5): 62-64.

(编辑: 侯 早)