

压接电缆制作工艺研究

史建丽, 张立军

(陕西动力机械设计研究所, 陕西 西安 710100)

摘要: 对复合材料压接型电连接器电缆的制作过程、工艺方法进行了研究, 解决了压接电缆制作过程中的关键技术, 对压接电缆的制作工艺和质量保证措施进行了探讨。

关键词: 压接电连接器; 电缆; 工艺研究

中图分类号: V423

文献标识码: B

文章编号: (2005)01-0039-05

Study on manufacturing process for crimping cable

Shi Jianli, Zhang Lijun

(Shaanxi Power Machine Design & Research Institute, Xi'an 710100, China)

Abstract: The manufacture procedure and technological method for crimping cable are introduced. The cable is made by composite materials. The key technique of making crimping cable is solved and the manufacture techniques and measure of quality assurance are discussed.

Key words: crimping cable; manufacture process; technology

1 引言

复合材料压接型电连接器的研制和使用起源于美国 40 年代, 当时是为了解决美国海军及从航空母舰起飞的飞机用电连接器耐盐雾腐蚀、寿命低的问题。随着该电连接器的研制成功, 由于其具有重量轻、耐盐雾腐蚀性好、寿命长、电磁兼容性好、操作简单、质量易控制、工具保证等特点, 为美国军方专用, 并迅速被航空、航天领域所采用。

本文对发动机用复合材料压接型电连接器电缆的制作过程、工艺方法进行了研究, 解决了压接电缆制作过程中的关键技术, 对压接电缆的制作工艺和质量保证措施进行了探讨。

2 研制及工艺研究

2.1 设计要求

(1) 本次共研制、生产压接电缆 2 根, 电缆结构为 5 分支, 插头 (座) 采用某厂研制的 Y31 系

收稿日期: 2003-11-12; 修回日期: 2004-06-02。

作者简介: 史建丽 (1967—), 女, 技师, 研究领域为电子工艺。

列；导线采用 AF46-200 0.2、AF46PFK-4 0.2；插头（座）与导线的连接采用压接形式。

(2) 电缆制作中的绑扎及涂胶按 QJ603-92《电缆组装件制作通用技术条件》中的有关要求执行。

2.2 压接件的工艺研究

压接连接是通过压力使压线筒和导线发生塑性变形和塑性流动而形成永久性电连接的一种工艺方法。针对压接连接的机理，找出压接连接的故障模式，并对其进行原因分析，确定压接连接的关键技术和工艺控制措施。

2.2.1 失效模式及原因分析

压接连接失效模式及失效原因见表 1。

表 1 压接连接失效模式及失效原因

Tab.1 Failure mode and the reason for linking the plug cable by press

故障模式	故障原因
接触电阻增加	大气和电化腐蚀（环境） 不足压接（操作或工具）
抗拉力低	不足压接（操作或工具） 过分压接（操作或工具）
导线在压接附近断裂	振动（环境）
	过分压接（操作或工具）

2.2.2 确定重点工艺控制

从表 1 可以看出，压接件的故障模式有三种：接触电阻增加、抗拉力低、导线在压接点附近断裂。压接质量的好坏有两个技术指标来考核：一是压接件的接触电阻。压接后其端子的接触电阻应小于压接前的阻值；二是压接件的抗拉力，对于截面积小的导线，其压接连接的抗拉强度可达导线本身强度的 90% 以上或大于导线本身强度。

压接工具及检测首先要确保压接工具（压接钳）的正确性，选择正确的压模（钳口）尺寸，保证合适的压接量，避免过分压接和不足压接。再者对压接工具的正确操作和全过程进行控制，只有当压模（钳口）闭合到正确的位置时，工具的压模和手柄才能重新张开，或自动张开，如果压不到规定的位置，工具的压模和手柄不能张开。第三，加强压接工具的全过程检测，压接工

具应定期检查，一般来说，应该在压接前、压接过程中、压接完成后三个阶段对压接工具进行校验，以保证压接工具的质量。检查一般采用 GO/NO GO 验证器和测试以上三个阶段压接件的抗拉力。

对导线的要求和处理。压接导线的选用是非常重要的环节。导线的材料、绝缘体直径、导线的剥头长度和剥头质量是非常重要的工艺参数。因此对导线的质量要求是：

(1) 导线的材料

导线的材料有镀银铜线或镀镍铜线。选择银镀层或镍镀层对导线与压接件的拉力数据是不同的，因此，从使用和试验上讲，建议选择镀银铜线。

(2) 绝缘体直径（包括厚度）的影响

压接插头（座）的绝缘体尾部有一个由硅树脂材料制作的三层密封线体，当导线绝缘体与其配合适当时，可以保证水分、灰尘进不去，而且还能减轻导线振动时所产生的压接点冲击力。针对本次设计要求的导线，其导线绝缘层的厚度为 0.15mm，能够满足要求，但从工艺角度来讲，建议选择绝缘层厚度为 0.3mm 的导线，效果将更好。

(3) 剥头长度的影响

剥头长度过长，导线绝缘层端与压接件末端间隙过大，当压接件插入插头（座）时，封线体压不到导线绝缘层，影响插头（座）的密封性，导线末端易受力折断。

剥头长度太短，从压接件的观察孔中，看到压接线束很少，影响压接强度。

经过大量的反复验证，认为剥头的长度应以导线能从压线筒的整个观察孔清楚看到，并且长出压线筒端面小于 1mm 的长度。

(4) 剥头质量的要求

剥头质量要求包括导线线芯排列整齐，前端径向应整齐；

- 绝缘层切除整齐；
- 导线线芯无损伤、折断；
- 导线线芯不允许带有绝缘物；
- 导线绝缘层无损伤等。

由于剥头时采用冷剥工艺（一般采用剥线钳），易损伤导线，因此对剥头质量的检测必须加强，同时剥线工艺将改进为热剥工艺，确保导线

不受损伤。

总之，只要掌握了正确的压接方法，把压接工具、压线筒及导线作为一个系统去控制，就能压接出合格的压接件。

2.2.3 电缆制作工艺研究

2.2.3.1 压接件的插入、取出

通过实际制作得到了合格的压接件之后，就可以进行压接件的插入与取出工作，只要正确地使用插入及取出工具，就可以把压接件安装到压接电连接器上，反之亦然。

2.2.3.2 压接电连接器的尾部处理

要得到一个合格的压接电缆，下一个重点工艺控制过程是压接电连接器的尾部处理工作。复合材料压接电连接器的尾部处理采用独特的设计结构，具有屏蔽、防止压接件受力等作用。压接插头（座）的尾部硬件包括衬圈，压环 1、2、3 和后尾罩。经反复试验，尾部处理工艺如下：

对于非屏蔽导线，将导线的护套（无碱玻璃纤维套管）穿过第 1 个垫圈并反套在其上，用第 2 个垫圈套住反套的护套，然后把第 3 个垫圈紧压在第 2 个垫圈后面，以上完成后一起紧压在衬圈上，然后压紧到后尾罩里并和插头（座）进行螺纹连接。当外力作用在护套上时，由于护套压在衬圈上，衬圈紧住在后尾罩和插头（座）的壳体，

从而使外力作用在后尾罩上，而压接件免受外力的作用，起到保护压接件的作用。

对于屏蔽导线，将导线的屏蔽层穿过第 1 个垫圈并反套在其上，将导线的护套（无碱玻璃纤维套管）穿过第 2 个垫圈并反套在其上，然后用第 2 个垫圈紧压在第 1 个垫圈后面，以上完成后一起紧压在衬圈上，而后压紧到后尾罩里并使屏蔽层与后尾罩接触导通，最后和插头（座）进行螺纹连接。

3 验证试验及研究

压接电缆进行了下列试验的考核：

3.1 拉力试验

经对压接件在生产前、生产完成后各 3 根进行拉力试验，试验数据表明压接件抗拉强度满足设计要求。

3.2 检查试验

检查试验项目、试验要求、检查项目及试验结果见表 2。

3.3 典型试验

典型试验项目、试验要求、检查项目及试验结果见表 3。

表 2 检查试验情况表

Tab.2 Results of the checkout experiment

序号	试验项目	试 验 要 求	试 验 结 果
1	外观检查	a. 电缆插头（座）等金属零件无划伤、锈蚀等现象； b. 标牌正确，电缆无松动。	a. 插头（座）无划伤、锈蚀等现象； b. 标牌正确，电缆无松动。
2	通路检查	用万用表对电缆各通路进行测量，无短路和断路现象。	导通合格，无短路和断路现象。
3	振动检查	a. 振动频率为 $60 \pm 5\text{Hz}$ ，单等振幅为 1-1.2mm，垂直方向振动 10min； b. 振动后进行外观检查和通路检查。	a. 外观检查：无锈蚀现象； b. 通路检查：导通合格，无短路和断路现象。
4	交流电压试验	a. 依次对电缆的线路与壳体、线路与线路之间加 AC500V（50Hz）电压，每点 1min 的交流电压测试； b. 试验过程中无飞弧、火花及电压表指针显著摆动等现象。	无飞弧、火花等异常现象。
5	绝缘电阻检查	用 ZC25-2（250V）兆欧表对电缆线路与壳体、线路与线路之间依次进行绝缘电阻测试，其值应不小于 200 M Ω 。	实测值均大于 250 M Ω 。

表3 典型试验情况表

Tab.3 Results of the typical experiment

序号	试验项目	试验要求	检查项目	试验结果
1	低温试验	-40±2 保持 2h	a. 绝缘电阻检查; b. 外观检查。	a. 均大于 250 MΩ; b. 无锈蚀现象。
2	高温试验	60±2° C 保持 2h	a. 绝缘电阻检查; b. 外观检查。	a. 均大于 250 MΩ; b. 无锈蚀现象。
3	低气压试验	133 Pa	a. 交流电压试验; b. 绝缘电阻检查; c. 外观检查。	a. 无飞弧、火花; b. 均大于 250 MΩ; c. 无放电现象。
4	潮湿试验	40±2 95%~98% 保持 48h	a. 交流电压试验; b. 绝缘电阻检查; c. 外观检查。	a. 无飞弧、火花; b. 均大于 250 MΩ; c. 无锈蚀现象。
5	振动试验	按图谱	a. 外观检查; b. 通路检查。	合格
6	离心试验	343m/s ²	a. 外观检查; b. 通路检查。	合格
7	冲击试验	冲击加速度: 70g; 持续时间: 8-11ms; 冲击次数: 每方向冲击 3 次。	a. 外观检查; b. 通路检查。	合格

3.4 可靠性增长试验

3.4.1 浸水试验

将压接电缆浸入水中, 分别经 0.5h、1h、2h、4h、8h、24h 后进行交流电压试验和绝缘电阻检查。

结果: 在浸水试验中, 当电缆浸水 1h 后进行测试, 部分接点绝缘性能 (0.05~5MΩ) 不满足要求 (250MΩ)。

分析: 经对压接电缆 (压接电连接器) 进行

检查, 发现该 4 芯和 7 芯插头座连接端面处进水, 说明该电连接器的防水性能达不到要求。

3.4.2 高温试验

将电缆放入烘箱中, 试验温度在 125、150、180, 时间分别为 2h、1h、0.5h 条件下进行交流电压试验和绝缘电阻检查。

试验要求及结果见表 4。

表4 高温试验情况

Tab.4 Experimental results at high temperatures

试验条件		试验要求		试验结果
温度 /	时间 / h	项目	要求	
125	2	交流电压试验	应无飞弧、火花及击穿	无飞弧、火花及击穿
		绝缘电阻检查	绝缘电阻不小于 5MΩ	绝缘电阻大于 250MΩ
150	1	交流电压试验	应无飞弧、火花及击穿	无飞弧、火花及击穿
		绝缘电阻检查	绝缘电阻不小于 5MΩ	绝缘电阻大于 250MΩ
180	0.5	交流电压试验	应无飞弧、火花及击穿	无飞弧、火花及击穿
		绝缘电阻检查	绝缘电阻不小于 5MΩ	绝缘电阻大于 250MΩ
		外观检查	应无裂纹、龟裂等现象	无裂纹、龟裂等现象

压接电缆经检查试验、典型试验和可靠性增长试验的考核，证明压接电缆的制造工艺是可行的、可靠的。

4 工艺小结

通过对压接电缆的制作和工艺研究，压接电缆的制作过程必须把握两个工艺环节：一是

压接件压接工艺；二是压接连接器尾部处理工艺。针对压接件的压接工艺，经大量压接件的压接和不断的摸索，总结出控制压接件的措施，具体如下：

(1) 在压接件压接工艺规程中，确定各项参数、检测项目等，并在压接前填表确认，具体见表 5。

表 5 压接工具检查表

Tab.5 Check for the crimping tools

产品号:		工具号:					操作人:		
日期	班组	接触件 号码	批次	导线 尺寸号	位置器 号码	选择器号	检测规号码 GO NO/GO	拉力测试	备注

(2) 在操作过程中严格执行工艺规程，按细化的操作方法操作。如严格导线的剥头方法，压接时工具的使用方法，压接件的插入、取出方法，尾部的处理方法等。

(3) 加强试验过程检测。

5 结论

通过制作压接电缆，初步制定了关键环节工艺及控制措施。通过拉力试验、检查试验、典型试验和可靠性增长试验的验证，认为工艺可行、

措施有效。

参考文献：

- [1] QJ2081-91 电线电缆端接用手动模压式压接工具通用技术条件[S].
- [2] QJ2288-92 开式压线筒扁平快接端子通用技术条件[S].
- [3] QJ2633-94 模压式压接连接通用技术条件[S].

(编辑：王建喜)