

S6 系列金属框架连接器线缆组件高可靠性装配工艺

王羚薇 王玉龙 王 威 刘 剑

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033)



摘要: S6 系列金属框架连接器采用模块化结构设计, 不同的绝缘体部件与壳体配合形成多种型号, 可实现普通低频、电源、高速差分、高频、光接触件混装, 实现信号集成传输。本文通过分析某项目中使用的 S6 系列连接器线缆组件功能需求和使用特点, 结合连接器结构特点详细介绍了其装配流程、技术要求及实施要点。应用结果表明, 该工艺方案能够满足本种连接器线缆组件电气性能以及应用过程中的可靠性要求。

关键词: S6 电连接器; 装配工艺; 压接连接

中图分类号: TN605 **文献标识码:** A

S6 Series Metal Frame Connector Cable Assembly High Reliability Assembly Process

Wang Lingwei Wang Yulong Wang Wei Liu Jian

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033)

Abstract: S6 series metal frame connectors adopt a modular structural design, and different insulator components cooperate with the housing to form a variety of models. They can achieve mixed installation of ordinary low-frequency, power supply, high-speed differential, high-frequency, and optical contacts, achieving integrated signal transmission. This article analyzes the functional requirements and usage characteristics of S6 series connector cable components used in a key project, and introduces their assembly process, technical requirements, and implementation points in detail based on the connector structure characteristics. The application results show that the process scheme can meet the electrical performance and reliability requirements of the connector cable assembly in the application process.

Key words: S6 electrical connector; assembly process; pressure welding connection

1 引言

在某项目中, 电子学总体技术方案选用了 S6 快接连接器, 用于可在轨维修的电箱和后端模块对外连接, 其特点是多腔集中式多点连接器, 形成矩阵式网络连接形式, 多种信号可以集成传输, 便于电箱拆卸和安装, 但也导致了连接线缆网的复杂性和不可拆分性。线缆网由于其使用环境的特殊性以及在系统中的信息

神经网络地位, 决定了它在电气性能方面必须要求高质量与高可靠^[1]。

因此, 需要对 S6 系列连接器线缆组件装配工艺进行研究, 制定一套完善的工艺流程及合理的工艺, 实现该型线缆组件的高可靠性装配。

2 结构特点

基金项目: 国防预研基金项目资助 (O5001SA050)。

作者简介: 王羚薇 (1992), 助理研究员, 计算机应用技术专业; 研究方向: 军工/航天产品电装可靠性研究。

收稿日期: 2023-03-23

S6 系列金属框架电连接器是一种多腔集中式多点连接器,如图 1 所示。采用模块化结构设计,不同的绝缘体部件与壳体配合形成多种型号,满足不同条件的使用需求,可同时安装普通低频、电源、高速差分、高频、双同轴、光纤等类型接触件,实现多种信号集成传输。8#高速差分接触件传输速率达 1.65Gbps,标准 8#射频接触件使用频率 0~500MHz,浮动 8#射频接触件使用频率 0~18GHz,用于航空军品及军用设备机柜,具有良好的耐环境性能。S6 系列连接器的集成化传输特点可减少系统各单元接口和线缆组件数量,实现其接口集成化、模块化、标准化的要求,以达到拆卸迅速、连接快捷的目的。



图 1 S6 系列多腔连接器

以本项目中选用的连接器为例, S6FG3TSY0680F 01-S 表示 S6-3 系列组合代码为 0680 的浮动屏蔽表面镀镍压接型插头。

S6 系列产品的尾部附件可实现电缆 360°屏蔽,同时可夹紧电缆,单腔出线口允许通过的线缆直径不大于 14mm,该附件具有良好的耐环境性能。

3 线缆组件装配工艺及详细要求

3.1 工艺流程

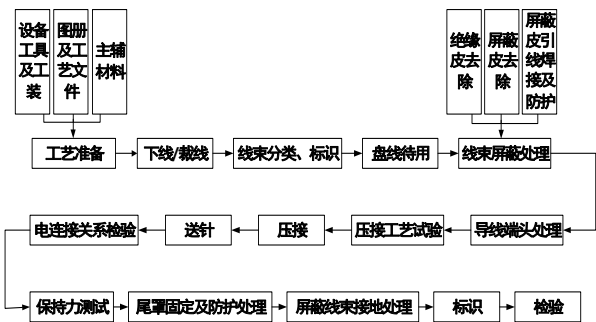


图 2 S6 系列连接器线缆组件装配工艺流程图

线缆组件制作的装配工序主要包含以下环节:工艺准备,下线/裁线,线束屏蔽处理,导线端头处理,

连接器组装及压接、尾罩处理,标识等。线缆组件的制作流程基本与通用线缆制作流程相同,但根据上文线缆组件的高可靠性应用要求及结构特点,S6 系列连接器线缆组件装配工艺流程如图 2 所示。

3.2 详细要求

本项目中选用的 S6 连接器是压接型连接器,对于压接型连接器有如下几个关键工序:线束屏蔽处理、压接工艺试验及压接操作以及完成压接操作后的保持力测试。如在操作过程中因操作不当或压接档位选择不合理,可能造成连接器缩针、压接不良等现象,影响电气连接的可靠性,因此将对影响可靠性的各方面因素进行分析。

3.2.1 导线下线

本项目中使用的导线型号见表 1。

表 1 导线主要性能指标表

序号	导线型号	导体线规号	导体外径 最大值/mm	导线外径 最大值/mm
1	C55-0114-26-6	26	0.51	0.864
2	C55-0124-26-6/9	26	0.51	1.73
3	C55-1124-26-6/9-9	26	0.51	2.84
4	C55-0814-26-6	26	0.51	1.067
5	C55-0824-26-6/9	26	0.51	2.13
6	C55-0824-22-6/9	22	0.79	2.64

线缆网为机下制作绑扎后机上安装,可在结构加工期间并行完成线缆网制作,减少耦合时间。线缆长度是在 UG 软件中使用三维布线技术进行整机的线束铺设后计算得出,线缆长度计算公式为:

$$L=S+n\times R+\delta+\epsilon+\beta$$

其中, L 为线缆总长度, S 是线缆走线长度, R 是半径为 R 的线缆长度, δ 是线缆长度公差, ϵ 代表松弛量, β 是返修余量。线缆的下线长度在此基础上加上 30mm 作为双端连接器内部的线缆余量。

以本项目中一条线缆为例,在三维模型中线缆的走线长度为 8000mm,线缆半径为 15mm,走线路径上有两个转弯点,根据 QJ603A 的要求,线缆长度大于 7000mm,不小于 10000mm 的线缆长度公差 δ 为 +200mm,本项目中线缆松弛量为线缆长度的 0.5%, β 是 20mm,该条线缆的下线长度为: $8000+2\times 15+200+0.5\%\times 8000+20+30=8320\text{mm}$ 。

3.2.2 导线屏蔽处理

S6 连接器作为整机中重要的电子元器件,其连接的线缆组件屏蔽层接地需满足整机电磁屏蔽要求,本

项目中单根屏蔽线的处理如下：

a. 绝缘皮去除：使用刀片或激光切割机将外绝缘皮去除，去除长度 30～35mm，如图 3 所示。

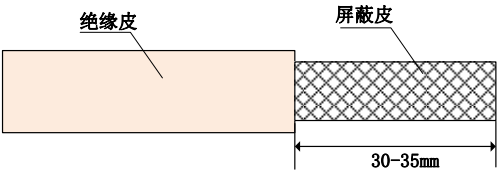


图 3 绝缘皮去除示意图

b. 屏蔽皮翻边：将屏蔽皮进行翻边处理，翻边截止位置距绝缘层根部(5±0.2)mm，翻边后剪除多余屏蔽皮，并严控多余物去向，如图 4 所示。

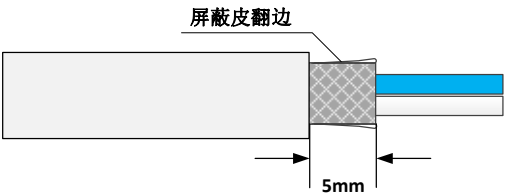


图 4 屏蔽皮翻边示意图

c. 内芯线缆绝缘防护：使用透明热缩管对内芯线进行绝缘防护，热缩管漏出屏蔽长度为(7±0.2)mm，吹塑，如图 5 所示。

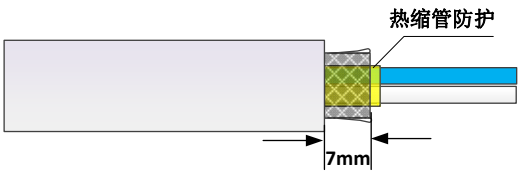


图 5 内芯线套绝缘套管示意图

d. 屏蔽皮引线焊接及防护：使用 0.2mm 银光线将翻边后屏蔽皮及 C55-0114-26-6 线缆（剥皮后）进行缠绕并焊接，完成屏蔽皮引线；焊接后使用无尘洁净布蘸取适量无水乙醇对焊点进行清洁处理，焊点应光滑、无毛刺。引线焊接后使用透明热缩管对引线位置进行防护并吹塑，热缩管长度应覆盖屏蔽皮裸露位置并两边各外延 5mm。屏蔽皮引线焊接及防护如图 6 所示。

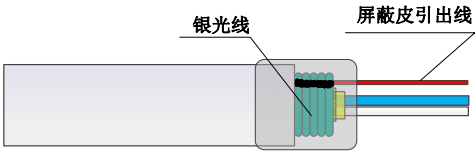


图 6 屏蔽皮引线焊接防护示意图

3.2.3 端头处理

导线端头处理是良好压接的关键环节之一，端头处理的要求包括：a.应确保线束芯线不出现刮伤、挤压、绞合松散、断股、扭折或其它变形等缺陷；b.导线去除外绝缘层后，外护套端口应整齐，芯线不应搪锡，应保持原绞合状态；c.在电缆绝缘剥离时应对绝缘剥离长度进行合理控制，绝缘皮应距离压线筒根部约 0.5～1mm 左右；d.使用热剥钳进行热剥^[2]。

3.2.4 压接工艺试验

根据接触件的型号选择合适的压接钳，并在使用前开展压接工艺试验，针对不同的接触件确定其合适的档位，工艺试验包括拉脱力试验与金相试验^[3]。

3.2.4.1 压接工具的选择

本项目中 S6 连接器的接触件类型包含 22D、20#，S6 系列产品接触件规格、适配导线等详情见表 2。

表 2 S6 系列产品接触件规格、适配导线及压接档位对应表

压接钳型号	定位器型号	接触件规格	压线筒		剥线长度 L/mm	适配美标导线线规	适配国产导线线规	压接档位
			外径/mm	内径/mm				
YJQ-02	XDWQ-33	22D	1.32	0.89	3.5~4.0	26(0.13)	0.125	3
						24(0.2)	0.2	4
						22(0.32)	0.3	5
YJQ-02	XDWQ-34	22#	1.78	1.0	4.5~5.0	24(0.2)	0.2	4
						22(0.32)	0.3	5
						20(0.52)	0.52	6
XCXY-02	DWQ-47	16#	2.62	1.68	7~7.5	16(1.3)	1.3	5
						18(0.82)	0.82	6
						20(0.52)	0.52	7
XCXY-02	DWQ-48	12#	3.84	2.5	7~7.5	12(3.3)	3.3	3
						14(2)	2	3

根据 GJB 5020 的要求,压接工具应与被压的电连接器端子、导线匹配。压接工具的选择对线缆的压接质量和可靠性起着至关重要的作用。以本项目为例,导线型号涉及 26 号导线、22 号导线,接触件规格涉及 22D 和 22#,与导线和接触件均匹配的压接钳型号为 YJQ-02,定位器应选择 XDWQ-33 和 XDWQ-34。

3.2.4.2 拉力试验

根据 GJB5020—2001 的要求,拉力试验主要是通过规定不同导线截面积和最小耐拉力值,确定压接档位是否合适,压接是否可靠。表 3 是导线截面积与最小耐拉力的对应关系。

表 3 常用导线规格及最小耐拉力

序号	英制规格 压线筒号	被压接导线规格		最小耐拉力/N	
		AWG	mm ²	镀银或镀锡铜线	镀镍铜线
1	12	12	3.31	490	445
		14	2.08	312	267
2	16	16	1.31	223	165
		20	0.52	89	85
3	20	20	0.52	89	58
		24	0.20	36	27
4	22	22	0.32	54	36
		26	0.13	23	14
5	24	24	0.20	36	23
		28	0.08	14	9
6	26	26	0.13	20	13
		30	0.05	7	7
7	28	28	0.08	12	8
		32	0.03	4.5	4.5

拉力试验具体操作如下:

- a. 选择并核对需要压接的导线型号及接触件规格:以 C55-0114-26-6 导线,22#D 接触件为例。
- b. 选定经验档位 4 档,以及 3 档和 5 档,分别将导线和接触件压接,制作拉力试验样品件,每个档位制作三个样品件。
- c. 对三个档位九个拉力试验样品件分别做拉脱力试验,观察并记录拉力试验情况,试验结果见表 4。

表 4 拉脱力试验数据记录

序号	档位	耐拉力/N	备注
1	3	63.5	齐断
2	3	52.5	齐断
3	3	64	齐断
4	4	68.5	断面参差不齐
5	4	64.5	断面参差不齐
6	4	65.5	断面参差不齐
7	5	68.5	抽出
8	5	46.5	抽出
9	5	55.5	抽出

d. 选择实际拉脱力大于表 3 规定的最小耐拉力值且断裂面为参差不齐的拉力试验样品件(以图 7b、图 7c 断裂情况为佳),记录其档位及拉力值后用显微镜对其进行外观检查后开展金相试验。试验中所做的九个样本的最小耐拉力值均大于 GJB 5020 中规定的最小拉力值,观察断裂面样貌,3 档的试验样品件断裂面为压接处齐根断,5 档的试验样品件导线拉脱,因此选择 4 档的试验样品件使用显微镜进行外观检查后开展金相试验。

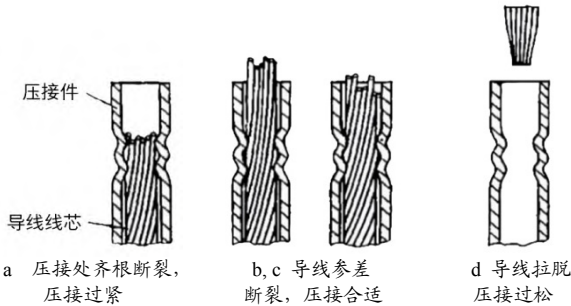


图 7 拉力试验断裂截面图

3.2.4.3 显微镜检查及金相试验

4 档的试验样品件用显微镜进行检查,如图 8 所示,检查压痕位置是否符合要求、观察孔是否有芯线、导线断裂处的形貌等,检查后开展金相试验。

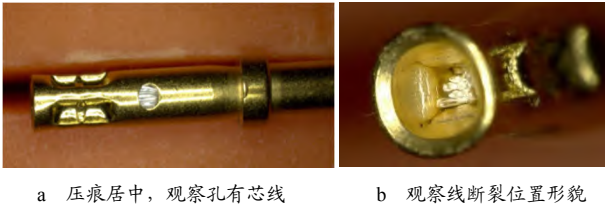


图 8 拉力试验样品件实物图

金相试验操作步骤如下:

- a. 针对每个满足拉力试验步骤 d 条件以及通过显微镜检查合格的试验样品件,制作成金相研磨试验件并开展金相研磨试验。



图 9 金相试验

b. 观察金相试验结果（如图 9 所示），金相状态应满足以下条件：压接件坑压位置金属截面，变形应均匀，无杂质；试验件与导线线芯截面均发生变形；导线与压接件之间所有空隙面积小于导线所占总面积的 10%；变形后的压线角及镀层应无破损。

c. 参照 GJB5020—2001，在金相试验满足要求的试验样品件中，选择拉力试验中拉脱力较大的档位 4 作为压接时的档位。

3.2.5 压接

压接是整个装配过程中的核心环节，直接影响到线缆组件的质量和可靠性^[4]。通过前期的压接工艺试验，针对 C55-0114-26-6 以及 22#D 接触件确定了压接档位为 4 挡，实际生产中，使用 4 挡压接后的接触件，压痕位置符合要求，压线筒外部裸露芯线长度在 0.2~1.0mm，导线绝缘防护套未进入压线筒内，符合产品要求。

3.2.6 尾罩固定及防护处理

本项目中使用的尾部附件为 S6-1 系列以及 S6-3 系列，附件在安装时如果线束较粗，连接器自带的短螺钉无法满足尾部附件的安装需求，需将与之配套的连接器的金属压板和螺钉全部或部分去掉后，换成和附件配套的长螺钉，重新将附件和金属压板一起固定到壳体上。对于 S6-1 系列产品的 A 腔、B 腔共用一个 S6W(F)-1FJ1A 附件，C 腔用一个 S6W(F)-1FJ2A 附件。对于 S6-3 系列产品的 A、B、D、E 腔共用一个 S6W(F)-3FJ1A 附件，C、F 腔共用一个 S6W(F)-3FJ2A 附件。S6 连接器的尾罩附件可以实现电缆的夹紧和屏蔽，单腔出线口允许通过的线缆直径不大于 14mm。在附件安装完毕后需根据需要将配套的紧定丝钉安装在附件出线口的直套筒上，防止松脱，为保证紧定丝钉不脱出可涂抹螺纹胶，或将整个直套筒包括紧定丝钉用热缩管进行保护。

3.2.7 质量检验

完成压接操作后，需从外观、保持力等方面对连接器进行质量检验。外观检验要求：压接连接件插入

电连接器的位号应正确，从电连接器对接面观察电连接器绝缘体中的插孔、插针，插孔在绝缘体中的深度应一致，插针伸出绝缘体的长度应一致，插针不应歪斜，绝缘胶皮不应变形；电连接器插孔内部、插针间及绝缘体上应无任何多余物；电连接器插针、插孔的轴向位移高度差不应大于 0.3mm。

外观检验通过后使用保持力测试工具从电连接器对接面逐点进行测试，保持力测试工具应与电连接器同轴。保持力测试应符合表 5 的要求。

表 5 保持力测试表

序号	端子规格	保持力/N
1	22、22D、22M	17.8~26.7（4~6）
2	20	22.2~31.1（5~7）
3	16	35.6~44.5（8~10）
4	12	44.5~53.4（10~12）

4 结束语

S6 系列金属框架连接器作为本项目中电气连接的主要元器件，是确保各电箱与各模块、各组件之间电气连接的关键环节。合理使用连接器，对连接器的结构特点、工艺特点有清晰的认识，制定工艺实施方案，是确保连接器可靠电气连接、电气性能测试以及产品整机可靠性的关键。本文描述的 S6 系列电缆组件制作工艺和工艺技术及要求已在项目中应用，并取得良好效果，保证了产品质量可靠性，各工序也同样适用于其他压接型连接器，可供参考。

参考文献

1 陈雨田, 陈峰, 杨鹏伟, 等. 航天产品电连接器压接工艺分析及改进[J]. 航天制造技术, 2022(2): 49~52

2 张伟, 王玉龙, 王羚薇. J30J 系列压接微矩形电连接器装配工艺[J]. 电子技术与软件工程, 2020(7): 103~105

3 GJB 5020—2001 压接连接技术要求[S]

4 徐英. 压接连接工艺技术研究[J]. 电子工艺技术, 2005, 26(1): 21~23