

# 光纤光缆连接器美军标的简析

陈志彬, 方旭

(中国电子科技集团公司第二十三研究所, 上海 201900)

**[摘要]** 概述了光纤光缆连接器美军标和国军标现状, 简要分析了光纤光缆连接器美军标的特点, 论述了光纤光缆连接器美军标和国军标的差异, 旨在为开展光纤光缆连接器产品标准化相关研究提供参考。

**[关键词]** 光缆连接器; 光纤连接器; 标准

**[中图分类号]** TN818 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-1908(2013)01-0009-04

## Brief Analysis of the US Military Standards for Fiber Optic Connectors

CHEN Zhi-bin, FANG Xu

(The 23rd Research Institute, CETC, Shanghai 201900, China)

**Abstract:** The status of the US military standard(MIL) and GJB, for fiber optic connectors is presented; the features of MIL for fiber optic connectors are briefly analyzed. The difference between MIL and GJB standards for fiber optic connectors is described. The purpose is to provide reference for the standardization research on fiber optic connectors.

**Key words:** fiber optic cable connector; fiber optic connector; standards

### 0 引言

由于军用光纤光缆连接器(以下简称光连接器)具有较高的耐环境性能、良好的互连互换性能以及高可靠性等特点, 因此其军事应用及标准化程度受到了高度关注和重视, 在美国军用标准(以下简称美军标)的纤维光学元器件标准体系中光连接器标准占据了很大的比例。为了推动我国军用光连接器标准化的工作, 促使我国军用光连接器产品早日实现标准化, 本文将对光连接器美军标的发布概况、特点和技术要求进行详细分析和研究。

### 1 光连接器美军标的发布概况

目前, 光连接器美军标通用规范及其详细规范的发布情况如下: a. MIL-PRF-28876E《圆形插头插座式多芯可拆卸式端子纤维光学连接器通用规范》现行有效, 其下属的 21 项详细规范全部有效。

b. MIL-PRF-64266《圆形插头插座式多芯无极性可拆卸式端子耐环境纤维光学连接器通用规范》为最新颁布的标准, 其下属的 18 项详细规范全部有效。c. MIL-C-83526C《圆形中性耐环境纤维光学连接器总规范》于 2011 年复审后确认为有效, 其下属的 21 项详细规范中仅有 2 项关于扩束型连接器的有效, 其余作废。d. MIL-C-83522D《单芯纤维光学连接器总规范》现行仍然有效, 其下属的 18 项详细规范中仅有 2 项关于 ST 型连接器的有效, 其余作废或对新设计无效。

与光连接器美军标相比, 目前我国发布的军用光连接器产品通用规范主要有 GJB 3016A—2011《单芯光纤光缆连接器通用规范》、GJB 1919A—2009《耐环境中性圆形光纤光缆连接器通用规范》以及 GJB 6790—2009《圆形插头插座式多芯光缆连接器通用规范》, 这三项通用规范是参考了相应的美军标并结合国内军用标准(以下简称国军标)的相关规定和实际情况编制而成; 军用光连接器产品详细规范主要为行业军用标准, 基本上都是 2002 年以前发布的, 所涉及的品种规格主要为野战和舰用, 并且数量很少, 技术要求陈旧, 大多数已需要修订或废止。

**[收稿日期]** 2012-07-30

**[作者简介]** 陈志彬(1970—), 男, 中国电子科技集团公司第二十三研究所工程师。

**[作者地址]** 上海市铁山路 230 号, 中国电子科技集团公司第二十三研究所, 201900

## 2 光连接器美军标的特点

光连接器美军标的制定借鉴了电连接器美军标的成功经验,全面实现了军用光连接器产品标准化,不仅非常全面和细致地规定了光连接器的光学性能、机械性能以及环境性能等要求,其标准技术要求中还规定了接口尺寸、插入体尺寸、端子排列方式、外壳尺寸等重要的设计和工艺参数<sup>[1-2]</sup>,这些技术参数对光连接器产品标准化起着重要作用。

与光连接器美军标相比,虽然光连接器国军标通用规范对光学性能、机械性能和环境性能试验项目数量和试验项目要求的严格程度上不低于美军标<sup>[3]</sup>,质量保证规定部分按国军标规定的控制水平执行,即光连接器国军标总体性能要求不低于美军标,但从标准应用角度看,光连接器国军标通用规范只是更多地体现了性能要求,而未关注接口、结构尺寸以及工艺等方面的具体要求。尽管国军标 GJB 6790—2009 在附录中给出了插入体直径及孔位排列,但也仅仅是作为资料性附录,同时因为没有相关接口标准而回避了具体的壳体尺寸和螺纹制式<sup>[4]</sup>。这些致使我国军用光连接器产品的标准化程度不高。

## 3 光连接器美军标的主要技术要求

光连接器美军标的技术要求主要包括军用光连接器的结构设计和工艺参数要求,互换性、互配性以及互用性要求,机械和环境性能要求等。

### 3.1 结构设计和工艺参数要求

光连接器美军标对军用光连接器的结构设计和工艺参数要求主要规定了以下几个方面:

(1)连接方式。光连接器的连接方式有多种,包括螺纹连接、卡口连接以及卡锁连接等,其中螺纹连

接和卡口连接都可做成插头—插座结构或中性结构。光连接器美军标根据不同的耐环境和可靠性要求,在 MIL-PRF-28876E 和 MIL-PRF-64266 中规定采用双头螺纹连接和插头—插座式连接;在 MIL-C-83526C 中规定下属的扩束型连接器采用螺纹连接中性结构,并对中性连接器规定了盲操作的要求<sup>[5]</sup>;在 MIL-C-83522D 中规定下属的 ST 型连接器采用卡口对接结构<sup>[6]</sup>。

(2)外壳尺寸。为了有效压缩品种规格和提高产品标准化程度,最新制定的光连接器美军标 MIL-PRF-28876E 和 MIL-PRF-64266 仅规定了 4 种光连接器壳体,其壳体号分别为 11 号、13 号、15 号和 23 号。表 1 示出了两项光连接器美军标对 4 种光连接器外壳及其螺纹尺寸的规定,并与电连接器美军标 MIL-DTL-38999L 中对应规格电连接器外壳及其螺纹尺寸的规定进行了对比。从表中可见:**a.**美军标中两项光连接器标准对同规格光连接器壳体尺寸的规定基本一致,仅在 11 号壳体所用插入体尺寸上稍有差异。**b.**美军标中光连接器标准与电连接器标准对同规格光、电连接器外壳壳体尺寸的规定稍有不同,但总体上两者差别不大<sup>[7]</sup>。**c.**美军标中光连接器标准与电连接器标准对同规格光、电连接器壳体采用的连接螺纹尺寸规定基本一致,仅有 15 号壳体采用的螺纹尺寸规定上稍有不同。

可见,美军标中光连接器的规格是参照了已有电连接器的规格进行设计,并尽可能与电连接器规格尺寸接近,但由于光连接器端子与电连接器接触件尺寸不同,使得光连接器和电连接器的同壳体号的外壳尺寸不完全相同,两者不能通用。此外,光连接器美军标中还针对每一种壳体明确规定了定位键或定位槽位置,规定最大规格的 23 号壳体最多可容纳 36 芯光纤。

表 1 美军标中 4 种光电连接器外壳及其螺纹尺寸的对比

壳体号	标准号	螺纹直径/		插头		插座	
		inch	外径/mm	插入体(安装板)/mm	内径/mm	插入体(安装板)/mm	
11	MIL-PRF-64266		12.62	10.41	12.98	10.47	
	MIL-PRF-28876E	0.750	12.50~12.75	9.17~9.27	12.83~13.08	9.17~9.27	
	MIL-DTL-38999L		14.22~14.38	10.49	14.45~14.61	10.49	
13	MIL-PRF-64266		15.77	12.34	16.13	12.40	
	MIL-PRF-28876E	0.875	15.65~15.90	12.27~12.40	15.98~16.23	12.27~12.40	
	MIL-DTL-38999L		17.07~17.22	13.39	17.30~17.45	13.39	
15	MIL-PRF-64266		20.14	16.87	20.45	16.92	
	MIL-PRF-28876E	1.062 5	20.02~20.27	16.79~16.92	20.32~20.55	16.79~16.92	
	MIL-DTL-38999L	1.000	20.24~20.40	16.56	20.44~20.63	16.56	
23	MIL-PRF-64266		30.86	27.13	31.22	27.18	
	MIL-PRF-28876E	1.500	30.73~30.99	27.00~27.25	31.06~31.32	27.00~27.25	
	MIL-DTL-38999L		32.44~32.59	28.35	32.66~32.82	28.35	

(3)插入体及端子孔位排列。插入体装在光连接器壳体内,类似于电连接器绝缘板的零件。插入体分为可拆卸式和不可拆卸式,可拆卸式插入体通过锁紧螺母锁紧,如果能保证在壳体内的保持强度,多片式插入体也是允许的。插入体的直径与芯数和孔位排列相对应,与连接器壳体互相配套使用。在光连接器美军标 MIL-PRF-28876E 和 MIL-PRF-64266 的附录 B 中,详细规定了插入体对应的壳体号、定位键位置、孔位排列及距离、开孔尺寸等详细要求。

(4)端子。端子腔体内装有插针,类似于电连接器中的接触件。端子通常可通过专用工具从连接器尾部或前端拆卸,连接器供货时,端子可作为标准件单独提供。端子可分为插针端子和插孔端子(或称插座端子),插针端子带有弹簧,插孔端子可带有弹簧或不带弹簧,插孔端子带有耦合套筒,通常装在插座连接器中。光连接器美军标 MIL-PRF-29504 规定了端子的技术要求和检查要求,主要包括材料、尺寸和重量、光学性能、机械性能。其中光学性能包括插入损耗、回波损耗、光不连续性、光透射性能变化等;机械性能包括端子插入力和拔出力、光纤/光缆拔出力、机械耐久性等。

(5)尾套及其附件。尾套起着密封光缆和连接器的作用,并带有应力消除机构。MIL-PRF-64266 标准根据不同的机械环境性能严酷度,将尾套分为 3 类,A 类将承受最严酷的振动、冲击、光缆保持力、弯曲等试验,B 类和 C 类相对 A 类承受相对低严酷的各种试验,C 类相对于 B 类仅缺少光缆保持力要求。尾套与连接器配接的尺寸在美军标准中也明确加以了规定。

### 3.2 互换性、互配性以及互用性要求

光连接器美军标在互换性、互用性、互配性等方面的规定提高了光连接器产品标准化程度。光连接器美军标中互换性是指同一制造商生产的同型号连接器的插头和插座能够任意互相配接,以此保证光连接器的互连性能。互配性是指不同制造商生产的相同的产品间能互相配接,美军标中规定第一个制造商生产的连接器鉴定合格以后,后续制造商生产同样的产品必须保证能与每一合格制造商的产品互换,光连接器互配性要求是建立在产品已大范围实现高度标准化的基础上。互用性是指连接器中相同零件能互相替换使用,美军标中规定了所有连接器中具有同一军用零件号的零件均应能互用。

### 3.3 机械和环境性能要求

#### 3.3.1 机械和环境性能试验项目

在光连接器美军标通用规范 MIL-PRF-

28876E、MIL-PRF-64266、MIL-C-83526C、MIL-C-83522D 中对军用光连接器在地面战术通用、舰载、机载等环境中的机械和环境性能提出了要求,主要的机械和环境性能试验项目可参见表 2。对军用光连接器进行鉴定检验时,应提供 6 对配对的连接器分别进行 I 组、II 组和 III 组项目试验。其中值得注意的是,为了满足军用光连接器在宇航环境应用,最新制定的美军标 MIL-PRF-64266 通用规范中新增了工作温度等级  $-55\sim 165\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。光连接器国军标中的温度等级是参照美军标按应用场合划分的,并与美军标一致,目前光互连器件和无源器件的最高工作温度为机载环境温度,其工作温度范围为  $-45\sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。对 MIL-PRF-64266 标准的此项新变化,建议光连接器国军标修订时加以跟进。

表 2 机械性能和环境性能试验项目

I 组	II 组	III 组
撞击	热冲击	电磁效应
挤压	温度/湿度循环	浸渍
振动	温度循环	盐雾
冲击	高度浸渍	易燃性
水压	寿命	霉菌
盐雾	冰水浸渍	臭氧暴露
改进 SO <sub>2</sub> 盐雾	沙尘	

#### 3.3.2 电磁效应要求

通常舰载、宇航等环境中所用的光缆组件本身具有很好的抗电磁干扰的能力,也不会形成干扰源。对于相连接的设备在舰载、宇航等环境已采取加固平台或保护室等抗电磁干扰措施,一般无需通过电磁效应试验来评估电磁波辐射对光缆组件所造成的影响。但当光缆中含有金属元件时,会存在电磁效应,因此美军标中规定军用光缆必须采用全介质加强件,以防电磁波通过光缆渗透进系统的加固平台或保护室内部,危害到其他设备或人员。电磁效应引起了美国军方的高度重视,在最新制定的美军标 MIL-PRF-28876E 通用规范中增加了电磁效应要求,在 MIL-PRF-64266 通用规范中将电磁效应试验的测试频率点及要求更加细化。目前我国对此情况尚认识不足,同时缺少相关实际应用和试验数据的支撑,因而在光连接器国军标中均未规定电磁效应试验。

美军标中电磁效应试验是通过测量屏蔽室(保护室)外部的辐射电磁波透过敷设的光缆组件辐射到屏蔽室内的电磁波大小,即测量穿过安装在屏蔽室内试样光缆组件传播的射频电平,以评价光缆组件的电磁效应,试验装置如图 1 所示。试验时先将

无尾套的光连接器插座安装在屏蔽室的壁上,在屏蔽室内将光连接器插头与插座配接,插头和插座分别配接不短于 2 m 的光缆,插座配接的光缆可通过安装孔或合适的方式引至屏蔽室外,发射天线与屏蔽室距离 2 m,与引出光缆距离 1 m,接收天线距离光缆 5 cm;调整发射天线方向使其与试样光缆长度方向平行,且与试样光缆圆周方向垂直,使发射天线的发射功率达到最大;通过在水平天线位置和垂直天线位置间恒速旋转测量端视图和侧向图,使接收天线的灵敏度达到最大。如果在垂直方向测量平面波,则发射天线应在试样光缆之上 1 m。电磁效应试验的测试频率及天线类型可参见表 3。

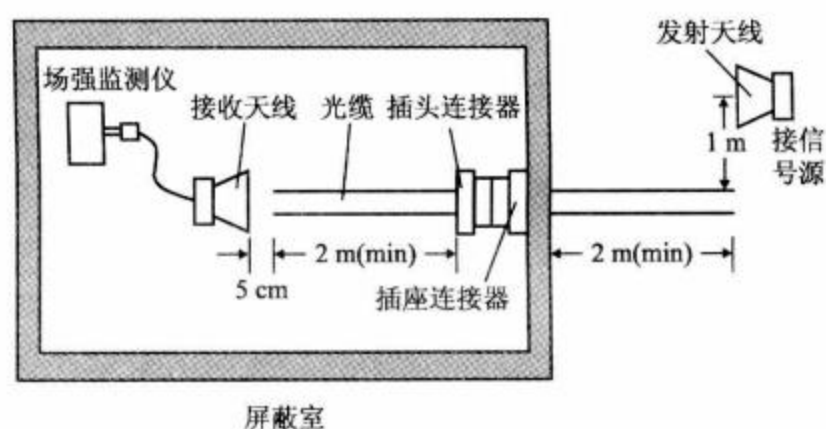


图 1 光缆组件电磁效应测试装置

表 3 电磁效应试验要求

频率/ MHz	天线类型/电磁场	漏泄衰减 最小值/ dB
100	对数周期式或偶极子式天线/平面波	90
200	对数周期式或偶极子式天线/平面波	88
300	对数周期式或偶极子式天线/平面波	88
400	对数周期式或偶极子式天线/平面波	87
800	对数周期式或偶极子式天线/平面波	85
1 000	对数周期式或偶极子式天线/平面波	85
1 500	喇叭式天线/微波	76
2 000	喇叭式天线/微波	70
3 000	喇叭式天线/微波	69
4 000	喇叭式天线/微波	68
6 000	喇叭式天线/微波	66
10 000	喇叭式天线/微波	65
18 000	喇叭式天线/微波	60

## 4 结束语

光连接器是一种互连器件,如同电连接器一样,其接口形式、界面尺寸以及接口标准极为重要,对产品的系列化、通用化、模块化以及标准化起到重要作用。我们必须认识到研究和制定光连接器接口标准是开展光连接器标准化工作的基础。与光连接器美军标相比,国内军用光连接器标准化工作相对滞后,特别是国内尚未制定军用光连接器接口标准,以及对产品提出互配性要求,使得不同制造厂商生产的同种(类)军用光连接器无法互配。

由于在技术方面光连接器和电连接器有许多共性,因此国内相关标准化机构及研制生产单位可充分借鉴电连接器标准化的成功之处,参考光连接器美军标,及时开展军用光连接器接口标准的研究并制定相关标准,使我国军用光连接器早日实现标准化。

## [ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] MIL-PRF-28876E—2004 Connectors, fiber optic, circular, plug and receptacle style, multiple removable termini, general specification for[S]. 2004.

[ 2 ] MIL-PRF-64266—2011 Connectors, fiber optic, circular, plug and receptacle style, multiple removable genderless termini, environment resisting general specification for[S]. 2011.

[ 3 ] GJB 1919A—2009 耐环境中性圆形光纤光缆连接器通用规范[S]. 2009.

[ 4 ] GJB 6790—2009 圆形插头插座式多芯光缆连接器通用规范[S]. 2009.

[ 5 ] MIL-C-83526C—2006 Connectors, fiber optic, circular, environmental resistant, hermaphroditic, general specification for[S]. 2006.

[ 6 ] MIL-C-83522D amendment 1—1995 Connectors, fiber optic, single terminus, general specification for [S]. 1995.

[ 7 ] MIL-DTL-38999L amendment 1—2009 Connectors, electrical, circular, miniaturized, high density, quick disconnect ( bayonet, threaded, and breech coupling), environment resistant, removable crimp and hermetic solder contacts, general specification for [S]. 2009.