

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CPUMT XXXX—XXXX

军民通用低空航电系统接口通用协议

Military and civilian use—General protocol for the interface of low-altitude avionics systems

征求意见稿

完成日期：2026 年 2 月 10 日

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国和平利用军工技术协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 概述	3
6 总体要求	3
6.1 遵循原则	3
6.2 一般要求	3
7 技术要求	4
7.1 机械接口	4
7.2 电气接口	5
7.3 信号接口	6
8 检验项目和要求	8
8.1 接口检查	8
8.2 外观和机械性能检查	8
8.3 磁导率	8
8.4 接口连接器插/拔力	8
8.5 接触件保持力	8
8.6 接触件插/拔力	9
8.7 接触件压降	9
8.8 绝缘电阻	9
8.9 潮湿电阻	9
8.10 低电压电流	9
8.11 绝缘耐压	10
8.12 耐久性	10
8.13 热循环	10
8.14 振动	10
8.15 冲击	10
8.16 寿命	10
8.17 盐雾	10
8.18 型芯保持力	10
8.19 浸液	10
8.20 密封漏电流	10
8.21 抗弯性	10
8.22 接触件轴向同心度	11
8.23 接触件错位	11

8.24	接触件电流变化	11
8.25	接触件电路开关兼容性	11
8.26	维修保养	11
9	测试验证	11
9.1	测试要求	11
9.2	接口验证	12
9.3	外观和机械性能	12
9.4	磁导率	12
9.5	接口连接器插/拔力	12
9.6	接触件保持力	13
9.7	接触件插/拔力	13
9.8	接触件压降	13
9.9	绝缘电阻	13
9.10	潮湿电阻	13
9.11	低电压电流	13
9.12	绝缘耐压	14
9.13	耐久性	14
9.14	热循环	14
9.15	振动	14
9.16	冲击	14
9.17	寿命	14
9.18	盐雾	14
9.19	型芯保持力	14
9.20	浸液	14
9.21	密封漏电流	14
9.22	抗弯性	15
9.23	接触件轴向同心度	15
9.24	接触件错位	16
9.25	接触件电流变化	16
9.26	接触件电路开关兼容性	16
9.27	维修保养	16
	参考文献	17

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国和平利用军工技术协会提出。

本文件主要起草单位：四川华丰科技股份有限公司

本文件主要起草人：

CPUMT

军民通用低空航电系统接口通用协议

1 范围

本文件规定了低空航电系统总体要求、技术要求、检验项目和要求、测试验证等内容。

本文件适用于指导各种军民通用的低空飞行器，包括但不限于无人机、轻型直升机、电动垂直起降飞行器（eVTOL）、轻型固定翼飞机等的航天系统接口设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 5226 机械安全机械电气设备
- GB/T 5095 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法
- GB/T 5095.2 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第2部分：一般检查、电连续性和接触电阻测试、绝缘试验和电压应力试验
- GB/T 5095.5 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第5部分：撞击试验（自由元件）、静负荷试验（固定元件）、寿命试验和过负荷试验
- GB/T 5095.6 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第6部分：气候试验和锡焊试验
- GB/T 5095.8 电子设备用机电元件 基本试验规程及测量方法 第8部分：连接器、接触件及引出端的机械试验
- GB/T 17737（所有部分） 同轴通信电缆
- GB/T 30203 飞机电气系统特性
- GB/T 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级
- GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语
- HB 5874 飞机插头座插针、插孔一般技术要求
- HB 6167.16 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 第16部分：加速度试验
- HB 6167.18 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 第18部分：电源输入试验
- HB 6167.19 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 第19部分：电压尖峰试验
- HB 6167.20 民用飞机机载设备环境条件和试验方法 第20部分：电源线音频传导敏感性试验

3 术语和定义

GB/T 35018与GB/T 38152界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机 unmanned aerial vehicle

由动力驱动、机上无人驾驶的航空飞行器的简称。

注：无人机通常由机体、动力装置、航空电子电气设备等组成。

3.2

接口 intertace

系统内部各子系统、设备、组件之间，或系统与外部设备、平台、用户之间，实现信息交互、能量传输或物理连接的功能特性和物理特性要求。

3.3

机械接口 mechanical interface

设备、子系统、组件之间，或系统与平台之间，实现物理连接、机械定位、结构支撑、空间约束的硬件，及其机械特征、尺寸、容差等设计特性的交互界面。

3.4

电气接口 electrical interface

建立在机械接口物理连接基础上，对设备/子系统之间能量传输的电气特性与规则的标准化约定。

3.5

信号接口 signal interface

建立在机械接口物理连接基础上，对设备/子系统之间信号交互的电气特性与规则的标准化约定。

3.6

连接器 connector

设备、模块、子系统之间机械、电气通路进行连接和分离的元件。

3.7

光缆连接器 optical fiber cable connectors

通常安装在光缆或设备上的、供光缆活动连接或分离的纤维光学无源元件。

3.8

壳体 shell

连接器主体零件，用于定位插入体，具有防护作用。壳体分为插头连接器壳体和插座连接器壳体，两者前端具有径向定位和导向结构，能经连接螺套相互啮合，后端配接各自的尾套。

3.9

线扎 wire inegration

安装架后板上连接器引出的导线束。

3.10

接触件 contact element

元件中与对应的导电零件相配合以提供电气通路的导电零件。

3.11

光纤接触件 optic fiber contact

供单根光纤活动连接的元件，由插件接触件和插孔接触件组成，分别固定在插头连接器插入体和插座连接器插入体的端子孔中。

3.12

封严体 seal

用于实现密封，防止环境介质侵入内部的关键部件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AFDX: 航空电子全双工交换式以太网 (Avionics Full Duplex Switched Ethernet)

ARINC: 美国航空无线电通信公司 (Aeronautical Radio Incorporated)

BD: 北斗卫星导航系统 (Beidou Navigation Satellite System)

CAN: 控制器局域网络 (Controller Area Network)

EMC: 电磁兼容性 (Electro Magnetic Compatibility)

eVTOL: 电动垂直起降飞行器 (electric Vertical Take-Off and Landing)

GPS: 全球定位系统 (Global Positioning System)

MIL: 美国军用标准 (American Military Standard)

RS232: 推荐串行通讯接口232 (Recommended Standard 232)

RS422: 平衡电压数字接口电路 (Recommended Standard 422)

RTCA: 航空无线电技术委员会 (Radio Technical Commission for Aeronautics)

SAE International: 国际自动机工程师学会 (Society of Automotive Engineers)

USB: 通用串行总线 (Universal Serial Bus)

5 概述

低空航电设备通过机械接口、电气接口、信号接口与机体结构和其它设备连接。机械接口负责将设备安装到航空器结构平台上，电气接口负责给设备供电，信号接口负责通信控制和状态反馈。其中机械接口包括航空器端的机械接口和设备端机械接口，电气接口包括机体电气接口和设备端电气接口。机端和设备端可以直接连接，也可以通过相关结构件或连接器转接后连接。本文件的相关接口指设备端机械接口、电气接口和信号接口。

6 总体要求

6.1 遵循原则

6.1.1 兼容性与互操作性

以提升军民低空航电系统与国际主流设备、系统的互操作性为核心目标，优先采用在航空电子领域应用广泛且技术成熟的国际标准，确保国内外设备在接口定义、通信协议等层面的兼容性。

6.1.2 军民融合与落地应用

充分考虑国内军民通用低空领域的特殊性（例如军用设备的高可靠性要求、民用场景的成本控制需求），对标准内容依据国内实际情况进行针对性调整。

6.1.3 动态更新与持续改进

关注国际标准的更新动态，采用“引用+修订”模式，确保国内标准与国际前沿技术同步，同时预留技术升级空间。

6.2 一般要求

6.2.1 相容性

设备和低空飞行器机体的机械接口、电气接口之间应匹配。

6.2.2 扩展性

接口应考虑多种接口的需求，具有一定的扩展能力。

6.2.3 标准化

机械接口宜采用标准的紧固件、零件等，电气接口宜采用标准的连接器、线缆、器件等。

6.2.4 安全性

接口应具有安全性设计，避免误操作造成设备损坏或人员伤害。

6.2.5 电磁兼容性

接口电磁兼容性应满足飞行器对航电设备的电磁兼容性要求。

6.2.6 可靠性

接口的可靠性应不小于低空飞行器对航电设备的可靠性要求。

6.2.7 环境适应性

接口连接应能承受不利的环境影响，其环境适应特性要求如下：

- a) 可根据实际使用情况提出评价要求和试验标准；
- b) 接口应随设备满足相应的环境条件要求，包括但不限于下面描述的环境条件：
 - 1) 应满足航电设备的存储和工作环境温度条件要求；
 - 2) 应满足航电设备的存储和工作环境湿度条件要求；
 - 3) 应满足航电设备的工作环境防水和防尘条件要求；

- 4) 应满足航电设备的工作环境振动和冲击等条件要求；
- 5) 应满足航电设备的工作环境的霉菌条件要求；
- 6) 应满足航电设备的工作环境的盐雾等条件要求。

7 技术要求

7.1 机械接口

7.1.1 基本要求

机械接口作为航天产品交互的核心界面，应符合下列要求：

- b) 物理特征：包含系统、分系统及设备间的几何尺寸、公差配合等基础参数；
- c) 材料属性：包含直接影响连接部位的热传导率、电导率等物理属性；
- d) 力学承载：包含静态支承力与动态振动传递的技术指标。

7.1.2 性能要求

7.1.2.1 尺寸

航电设备宜采用规则的几何形状，不超过安装位置的尺寸范围，不影响其它设备的安装拆卸维护等操作，应保证与周围环境相适配，应不会因为形状不合理导致空气流动不畅等问题。

7.1.2.2 安装

航电设备与飞行器平台的安装接口符合下列要求：

- a) 应可靠连接、承受磨损、方便拆装；
- b) 应明确航电设备外形、尺寸、重量等，必要时还应明确重心位置；
- c) 应明确设备机械接口安装口部件材料、尺寸、厚度、平面度和安装方式等；
- d) 宜采用矩形安装盘部件；
- e) 应有安装基准面；
- f) 应有锁紧机构，以避免松动脱落；
- g) 宜具备减震结构；
- h) 宜安装定位销；
- i) 应明确安装孔数量、深度、孔径，安装孔宜均匀分布；
- j) 采用螺接方式连接，安装螺栓应与安装孔大小匹配，安装宜添加弹垫和平垫；，应采用符合标准要求的螺钉/螺母/垫片；
- k) 应有三个轴向的明显标志；
- l) 连接器应有锁紧装置；
- m) 连接器应防反插、防插错；
- n) 连接器应明确安装方法；
- o) 应预留一定空间，方便连接电缆的拔插；
- p) 宜有唯一标识；
- q) 应明确每个连接器的安装到位标识；
- r) 电缆的安装方向宜与飞行方向相反；
- s) 应具有防腐蚀和防锈功能；
- t) 应具有阻燃性，并且不产生有毒的烟雾；
- u) 应防尘和防水；
- v) 应能承受，存储、运输、和任务等过程中可能发生的温度、大气压、振动、冲击和跌落等机械环境条件；
- w) 在安装、使用和维护过程中，接口应满足相应的安全要求；
- x) 接口可接触的表面应无毛刺和其他尖锐的边缘；
- y) 接口应设置上电状态锁定装置或明显警示标识，防止带电插拔。

7.1.2.3 强度刚度要求

设备机械接口应具有足够的强度和刚度,以承受对应民用大中型无人机平台规定的承载条件引起的力和力矩,机械接口结构件寿命应超过相应规定的寿命要求。

7.1.2.4 变形要求

设备机械接口应不发生下述变形:

- a) 妨碍或影响本身、其它任务载荷或载机相关功能性能实现的变形;
- b) 对本身、其它任务载荷或载机的气动力特性产生有害影响的变形。

注:变形是指在应用过程中由于应力和温度变化所引起的永久变形和弹性变形。

7.1.2.5 气动要求

应符合飞行器总体气动性要求。

7.2 电气接口

7.2.1 基本要求

电气接口应能完成设备与飞机间电气连接的交互界面,支持设备用于连接电源或与其他设备进行电能传输,包括电源插头、连接器、端子等。

7.2.2 性能要求

7.2.2.1 接口

接口符合下列要求:

- a) 应按照 GB/T 30203 的规定设备提供直流电源,满足设备最大额定电压和额定电流要求;
- b) 重要设备应单独回路供电;
- c) 应满足航电设备最大额定电压和额定电流要求;
- d) 接口的电磁特性应与航空器和设备的环境兼容,以避免干扰其他电子设备;
- e) 宜应用良好的接地来抑制接地干扰、地环路干扰和高频噪声;
- f) 宜综合考虑各个功能信号之间的摆放关系及相互影响性,在强弱电之间隔离;
- g) 通过设备接口的电源和信号不应产生瞬变、尖峰、凹陷、谐波和纹波等波动;
- h) 设备接口的电连接器宜采用金属外壳,并连接到机体和设备的屏蔽地。

7.2.2.2 电气性能

电气性能符合下列要求。

- a) 电源参数:应按飞机提供的电源特性,确定设备电源参数在稳定、额定、非正常和紧急事故等状态下的最大偏差值;
- b) 电源条件:应符合输入电源测试和电峰值测试 A 级要求,符合 HB 6167.18、HB 6167.19、HB 6167.20 规定的电源品质及偏差范围;
- c) 电压:低空航电设备宜采用直流 DC 供电,电压范围值应为 12 V~42 V;
- d) 电流:电流等级应覆盖 5 A 至 100 A,应根据设备功率和线径载流能力匹配;
- e) 接触电阻:接触电阻 $\leq 5 \text{ m}\Omega$;
- f) 绝缘电阻应 $\geq 100 \text{ M}\Omega$ (500V DC);
- g) 耐电压符合表 1 要求;
- h) 电磁干扰屏蔽:100 MHz~1 GHz,最小衰减为 85 db;1 GHz~10 GHz 最小衰减为 50 db。

表 1 耐电压性能要求

单位: V

工作等级	M	N	I	II
海平面	1300	1000	1800	2300
21000m	800	600	1000	1000

7.2.2.3 机械性能

机械性能符合下列要求。

- a) 锁紧机制：应采用螺纹/卡扣式锁紧，确保抗振动（1~2000 Hz 振动频率下结构无损坏）和冲击（峰值加速度 150 g）；
- b) 插拔力：插入力应为 20N~50 N，拔出力应为 30N~80 N；
- c) 机械寿命应 \geq 500 次。

7.2.2.4 环境性能

环境适应性：工作温度应为-65℃~125℃，在工作温度范围内应保证产品可正常工作。

安全认证：应符合GB 5226相关要求。

7.3 信号接口

7.3.1 性能要求

7.3.1.1 接口性能

信号接口性能符合下列要求：

- a) 宜综合考虑飞行器所要求的信号传递性能，包括但不限于阻抗、压降、绝缘/最大泄漏电流、介电强度、功率容量、回转率、频率/带宽、占空比、抖动、延迟、损耗/衰减、串扰和隔离要求；
- b) 具备高互换性，同一型号、同批次或不同批次的连接器，其插头与插座应能互相插合，并达到要求的电气、机械等性能；
- c) 信号接口应具有防错插功能，具有可靠的锁紧防松机构；
- d) 电信号接口应符合电气安全性相关规定，例如绝缘电阻、耐电压和超负荷能力应满足设备运行需求；
- e) 接口应具有高可靠性和稳定性以及耐环境（高温、低温、湿度等）性能；
- f) 专用连接器的选择及使用应符合专用技术要求，一般连接器应耐环境（高温、低温、湿度等）；
- g) 除气密连接器应设计成插针式外，选择连接器时有“电”的一侧的接触件应为插孔而不能用插针以免电路短路或连接器未对接时对人体造成危险；
- h) 应优先选用可拆卸接触件式连接器。连接器接触件应符合 HB 5874 要求。所用压接工具应符合接触件的性能要求；
- i) 耐潮湿连接器应在各种使用条件下（包括高度、温度和湿度变化），防止水和水蒸汽的侵入。连接器在电线的末端应有封严体，插头与插座接合面应有界面密封。应优先选用封严体密封连接器。在封严体密封连接器不适用处可用灌胶密封。端接在连接器上的布线绝缘应与密封性相适应；
- j) 防火和防火墙连接器有压接接触件和不锈钢壳体的螺纹连接器。在持续火焰下、限定的时间内，应维持电路正常工作的连接器，其插头与插座均应防火。如果仅为隔离火焰，而不需要维持电路正常工作，插座应防火；
- k) 同轴连接器应用于连接同轴电缆，应符合相应的专用标准；
- l) 连接器的保险安装应位于发动机舱、强振动区（不包括减震设备上）以及在定期维护不可靠近的区域，不具备自锁的连接器，其连接螺帽应使用保险丝或其他机械方式锁定，以防由于振动使连接器脱开。在使用螺纹连接螺帽的连接器或连接器附件上，或使用螺钉或连接螺母把插头的各部件固紧到一起的插头上，应使用保险丝保险。所用的保险丝应选直径为 0.5 mm~0.8 mm 的不锈钢丝或镀锌钢丝，保险丝应符合专用技术要求；
- m) 当使用压接型接触件时，未使用的接触件应装入连接器，并把用于防水防尘的相适应的封严塞插入未使用的封严体孔中。对于灌胶密封连接器，每一个未使用的接触件应接上一段电线，其长度应为 130 mm~180 mm。电线截面应为接触件所容最大规格，引线应予以标识并绝缘收头；

- n) 焊接型接触件尾部应易于挂锡, 便于焊接电线, 接焊锡应采用 Sn63/Pb37 或无铅环保焊料, 焊接温度控制在 230 °C~260 °C, 焊点拉脱力不小于 50 N。

7.3.1.2 信号格式

信号格式符合下列要求:

- a) 宜支持视频数据和天线信号传输;
- b) 宜支持使用 RS232、RS422、1553B、ARINC 429 总线、ARINC 629 总线、ARINC 664 (AFDX) 航空电子全双工交换式以太网、ARINC 825 (CAN) 总线、FDDI 光纤分布式数据接口等协议格式进行命令数据和状态数据等的传输。

7.3.1.3 传输线缆

接口的传输线缆符合下列要求:

- a) 宜使用双绞屏蔽线缆传输 RS232、RS422、ARINC429、USB、以太网信号等数据;
- b) 宜使用同轴线缆、光纤或网线传输视频数据;
- c) 宜使用同轴线缆传输天线信号数据;
- d) 宜优化触点载流性、防腐蚀、抗氧化性和耐磨性。

7.3.1.4 信号连接器

信号接口连接器符合下列要求:

- a) 应明确供电和信号交联所用点连接器的种类型号和接触件定义;
- b) 应明确通过连接器及其端接的导线的最大电流、最大电压;
- c) 宜预留适当数量的备用接触件;
- d) 对于连接器上预留的、未使用的或未定义的插针或孔接触件, 应采取以下的措施:
 - 1) 使用压接接触件连接器时, 未使用的接触件安装在未使用的孔位上;
 - 2) 对于灌封式连接器, 每一个空闲的接触件在其输出端连接一根接触件能容纳的最大尺寸导线; 长度超出输出端材料的, 输出端应有标识, 线头应绝缘处理;
 - 3) 所有未使用的接触件孔应连接导线, 线头绝缘处理, 并满足连接器基本配置要求。
- e) 接口电连接器应提供以下接触件组合:
 - 1) 低插入力“信号”接触件, 可在 5 A/115 V (均方根值) 条件下连续工作;
 - 2) 常规电源插座应包括 8#、12#、16#和 20#接触件;
 - 3) 常规同轴接触件;
 - 4) 光导纤维接触件。
- f) 连接器工作电流应为 0~50 A, 低插入力接触件最大电流应为 5 A, 普通圆形接触件允许电流可大于 5 A;
- g) 不同厂家生产的同一型号连接器应能相互配接;
- h) 接触件要求如下:
 - 1) 接触件的插针和插孔可在现场单独更换, 其长度应不突出连接器;
 - 2) 接触件应具有压接终端, 各厂家生产的终端应能互换, 压接型的接触件应能从连接器后部装拆;
 - 3) 接触件的插针应为圆形或矩形截面;
 - 4) 接触件应能与多股、单股和扁平电缆连接。

7.3.2 电信号连接器

7.3.2.1 材料: 壳体应采用铝合金、不锈钢、复合材料、钛合金; 绝缘体应采用热塑性塑料或热固性塑料; 密封应使用硅橡胶材料; 接触件应使用铜合金和相应的镀层。

7.3.2.2 接触性能: 接触电阻应 $\leq 5 \text{ m}\Omega$ 。

7.3.2.3 绝缘电阻: 应 $\geq 100 \text{ M}\Omega$ (500 V DC)。

7.3.2.4 耐电压性能要求见表 2。

表 2 电信号连接器耐电压性能要求

单位：V

工作等级	M	N	I	II
海平面	1300	1000	1800	2300
21000m	800	600	1000	1000

7.3.2.5 电磁干扰屏蔽：频率为 100 MHz~1 GHz 时，最小衰减应为 85 db；频率为 1 GHz~10 GHz 时，最小衰减应为 50 db。

7.3.2.6 锁紧机制：应采用螺纹或卡扣式锁紧，确保抗振动（1Hz~2000 Hz 振动频率下结构无损坏）和冲击（峰值加速度 150 g）。

7.3.2.7 插拔力：插入力应为 20 N~50 N，拔出力应为 30 N~80 N。

7.3.2.8 机械寿命应 \geq 500 次。

7.3.2.9 环境适应性：工作温度应为-65 °C~125 °C，在工作温度范围内应保证产品可正常工作。

7.3.3 光信号连接器

7.3.3.1 圆形接口尺寸应符合 MIL-DTL-38999 系列要求，性能符合 ARINC801 标准；

7.3.3.2 机械性能要求如下：

a) 机械寿命：应支持 \geq 500 次循环插拔；

b) 冲击：峰值加速度应为 2940 m/s²，持续时间 3 ms，速度变化率 5.61 m/s；

c) 振动：频率范围应为 10 Hz~2000 Hz，功率谱密度应为 0.4 G²/Hz，加速度均方根值应为 23.1 G；

d) 抗拉力：应 \geq 68 N(2 mm 接触件跳线)；

e) 光纤端子的插入力和未锁定的光纤端子拔出力不应超过 98 N。

7.3.3.3 环境性能要求如下：

a) 温度范围：-55 °C~+125 °C(依据光缆温度)；

b) 盐雾应符合下列要求：

1) K 类：500 h；

2) F 类：48 h；

3) W 类：500 h；

4) MW 类：192 h。

7.3.3.4 光学性能要求如下：

a) 插入损耗：应 \leq 0.6 dB@850 nm； \leq 0.8 dB@1310 nm；

b) 回波损耗：应 \geq 20 dB@850 nm； \geq 45 dB@1310 nm。

8 检验项目和要求

8.1 接口检查

应对机械接口、电气接口和信号接口进行检查。

8.2 外观和机械性能检查

接口外观应无缩孔、腐蚀、碎裂、毛边、碎片以及其它影响寿命或使用的缺陷。接插件镀层或金属基底应不出现破坏迹象。

接口应具有清晰的永久性规定标记。

8.3 磁导率

全啮合的连接器的，未通电流时，其磁导率应小于2。

8.4 接口连接器插/拔力

接口连接器的整体插/拔力应符合相应连接器的插/拔力标准要求。

8.5 接触件保持力

未啮合连接器中带有导线的接触件保持力见表3。

表3 未啮合连接器中带有导线的接触件保持力

接触件型号		最低轴向负载N(lbs)
信号接触件	20#	53.4 (12)
	16#	89 (20)
	12#	111.25 (25)
	8#	133.5 (30)
同轴接触件		155.75 (35)
光纤接触件		89 (20)

在承受最低轴向负载时，接触件的轴向位移应不超过0.381 mm(0.15 in)，接触件、型芯和接触件保持装置应不错位或损伤。表中接插件保持力对应的导线规格为各型号接插件允许的最大线径。

8.6 接触件插/拔力

接触件的插/拔力应不超出表4规定。

表4 接触件插/拔力

接触件型号		轴向负载N(lbs)	
		插入	拔出
信号接触件	22#	44.5 (10)	35.6 (8)
	20#	66.75 (15)	44.5 (10)
	16#	89 (20)	66.75 (15)
	12#	111.25 (25)	89 (20)
	8#	133.5 (30)	111.25 (25)
同轴接触件		133.5 (30)	111.25 (25)
光纤接触件		66.75 (15)	44.5 (10)

8.7 接触件压降

低插拔力接触件啮合时符合表5的要求。

表5 接触件压降

导线型号 (AWG)	测试电流 (A)	最大压降 (V)	
		腐蚀、温度、耐久性 or 电流循环后	其他
12	23	60	45
16	13	65	50
20	7.5	65	55
22	5	55	40
24	3	45	30
26	2	40	25
28	1.5	35	20

注：腐蚀、温度、耐久性 or 电流循环后如常温放置1 h后再测试。

8.8 绝缘电阻

接触件之间，接触件与外壳之间，常温下绝缘电阻应大于5000 M Ω ，在高温状态下绝缘电阻应大于1000 M Ω 。

8.9 潮湿电阻

未啮合的连接器按第9.10条测试时，在潮湿1~2 h后，其绝缘电阻应大于1 M Ω 。在常温下放管24 h后，其绝缘电阻应大于5000 M Ω 。

8.10 低电压电流

当按9.11规定测试时，接触件啮合的压降应符合表5要求。

8.11 绝缘耐压

连接器应能承受表6中规定的电压而不被击穿，最大漏电流为2 mA，并应不产生电击穿或飞弧现象。

表 6 连接器绝缘耐压

高度	交流电, 50Hz	
	绝缘测试状态	
	分离	啮合
海平面	1500V	1500V
15240m(5000ft.)	500V	500V

8.12 耐久性

带有导线接触件的插头和插座，在插拔频度应小于每小时 250 ± 50 次，插拔500次后，连接器应能正常工作，所有接触件压降仍符合表5要求。

8.13 热循环

接口连接器在 $-55\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度极限范围内经过5次循环，应无损坏迹象。

8.14 振动

接口连接器当按HB6167.6规定要求测试后，振动后连接器应无破碎、开裂和零件松动迹象。

8.15 冲击

接口连接器应能承受加速度为 490 m/s^2 ，脉冲宽度为 $10\text{ ms}\pm 2\text{ ms}$ ，在各 90° 轴向位置3次共18次的冲击。冲击时，接触件电流瞬时断开不大于 $1\text{ }\mu\text{s}$ 。冲击后，连接器应无破碎、开裂和零件松动迹象。

8.16 寿命

带有导线和接触件的全啮合连接器接口应能在 $125\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境中连续工作1000 h。

8.17 盐雾

全啮合的接口连接器和接触件外观应符合下列要求：

- a) 金属镀层不因腐蚀而露出金属基底；
- b) 绝缘材料无泛白、膨胀、起泡和裂缝。

8.18 型芯保持力

型芯在承受前后方向额定轴向负载时，应能保持在外壳中正常位置而无物理损坏迹象，并符合下列要求；

- a) 各种型号的信号接触件型芯额定轴向负载为 6.13 N/mm^2 (35 psi.)；
- b) 各种型号电源接触件型芯和同轴接触件型芯额定轴向负载为 13.14 N/mm^2 (75 psi.)。

8.19 浸液

连接器在液体中浸润后应符合下列要求

- a) 外观和机械性能连接器仍能啮合和分离。刚性材料不应出现膨胀、破裂和撕裂。其余材料不应有还原现象。外壳镀层和绝缘材料不应变形、挠曲；
- b) 型芯保持力应符合 8.18 要求。

8.20 密封漏电流

全啮合的连接器量小绝缘电阻为 $100\text{ M}\Omega$ ，绝缘测试电压为 1500 V 、 50 Hz ，最大漏电流为 1 mA 。

8.21 抗弯性

在10倍放大镜目测条件下，接触件镀层或金金属基底应不出现破坏迹象。

8.22 接触件轴向同心度

接触件同心度见表7。缠绕后接触件应检查缠绕处轴向同心度。

表7 接触件同心度

接触件型号	接触件轴向同心度
20 [#] ~28 [#]	不大于0.28 mm(0.011 In.)
12 [#] ~16 [#]	不大于0.305 mm(0.012 In.)
8 [#]	不大于0.762 mm(0.03In.)

8.23 接触件错位

接触件相对于正常位置应不错位。

8.24 接触件电流变化

接触件应不退火、粘结和焊缝焊点失效。接触件压降应不超过原始压降的150%。

8.25 接触件电路开关兼容性

接触件应不退火、粘结和焊缝焊点失效，不产生损害接触件系统工作的故障。接触件压降应不超过原始压降的150%。

8.26 维修保养

按9.27测试后，接触件应能符合8.7要求。

9 测试验证

9.1 测试要求

9.1.1 测试环境条件

除非另有规定，测试环境条件如下：

- 温度:20℃~30℃(68°F~86°F)；
- 相对湿度:30%~80%；
- 气压: (0.813~1.05) ×105Pa。

9.1.2 测试信号接触件

啮合连接器中的半个连接器型芯按有关规范采用镀锡导线加载，另外半个连接器采用镀银导线加载。

9.1.3 测试电源接触件和同轴接触件应符合有关规范。

电源接触件和同轴接触件可组合和连接成不同的型芯，电源接触件型芯至少应包括应规格导线(例如AWG 20#、16#、12#)。

同轴接触件应采用符合GB/T 17737（所有部分）规范的同轴电缆。

9.1.4 测试样件分组

测试样件分组见表8，样件应从不同生产批次中随机抽取，确保覆盖原材料批次、生产工艺的差异性。

表8 连接器测试样件分组

组别	连接器样件
A	2对全啮合连接器
B	2对全啮合连接器
C	2对全啮合连接器
D	3对全啮合连接器

9.1.5 检测项目

测试样件按照表9进行检测。

表9 测试项目

序号	检验项目	要求章节	试验方法章节	样件编组			
				A	B	C	D
1	接口	8.1	9.2	×	×	×	×
2	外观和机械性能检查	8.2	9.3	×	×	×	×
3	磁导率	8.3	9.4	×			×
4	插/拔力	8.4	9.5	×	×	×	×
5	接触件保持力	8.5	9.6		×	×	×
6	接触件插/拔力	8.6	9.7	×	×	×	×
7	接触件压降	8.7	9.8	×	×		
8	绝缘电阻	8.8	9.9	×	×		
9	潮湿电阻	8.9	9.10		×		
10	低电压电流	8.10	9.11		×	×	×
11	绝缘耐压	8.11	9.12	×	×		
12	耐久性	8.12	9.13	×		×	
13	热循环	8.13	9.14	×	×		×
14	振动	8.14	9.15	×	×		×
15	冲击	8.15	9.16	×			
16	寿命	8.16	9.17			×	
17	盐雾	8.17	9.18		×		
18	型芯保持力	8.18	9.19		×	×	×
19	浸液	8.19	9.20		×	×	×
20	密封	8.20	9.21	×			
21	抗弯性	8.21	9.22			×	×
22	接触件同心度	8.22	9.23			×	×
23	接触件错位	8.23	9.24			×	
24	接触件电流变化	8.24	9.25	×			
25	接触件/电路开关兼容性	8.25	9.26	×			
	维修保养	8.26	9.27	×	×	×	×

注：“×”表示必测项目。

9.2 接口验证

9.2.1 电气接口

设备电源接口按照HB 6167.18、HB 6167.19、HB 6167.20进行试验验证。

9.2.2 信号接口

设备接口采用HB 6167.16、HB 6167.18、HB 6167.19、HB 6167.20相关规定进行试验验证。

9.3 外观和机械性能

连接器应进行外观和机械性能检查，以确保材料、设计、结构和标记符合有关的要求，见表2、表3。

9.4 磁导率

磁导率测试符合下列要求：

- 试验设备：低放大系统磁导率指示器；
- 样件：全啮合连接器、无载流；
- 要求：导磁率应小于2。

9.5 接口连接器插/拔力

9.5.1 试验设备

接口连接器插/拔力包试验设备应符合下列要求：

- a) 适用量程的测力计或转矩计；
- b) 能使试验样品按规定方法安装的夹具；
- c) 为插入试验样品并连接测力计或转矩计所必需的附件及辅助设备。

9.5.2 试验样品

试验样品应由装有合适接触件到位的自由端连接器和固定连接器组成

9.5.3 试验程序

在测试前装有全部接触件的连接器应啮合和分离3次。除非另有规定，全部试验应在标准环境条件下按下述规定完成。

9.5.3.1 插合力

将两个能插入的连接装置于开始机械插入的位置上，测力计或转矩计指在零位置。将连接器按规定的速率进行完全插入或啮合，并记录下插入所需要的力或力矩。

9.5.3.2 分离力

将插入好的连接器按规定速度分离，并记录下所需要的力或力矩。

9.6 接触件保持力

对20%的信号接触件、所有的同轴、光纤接触件进行测试。沿接触件轴向施加88.5中的轴向负载力，速率为10 mm/min，着重加载在容易把接触件安置不当的型芯尾部方向。仅起堵头作用的接触件应插入连接器。

9.7 接触件插/拔力

装有全部接触件的连接器，在全啮合10次及100次后，应测试接触件的插/拔力，并符合8.6规定要求。

9.8 接触件压降

全啮合的连接器接触件的压降应按GB/T 5095.2规范方法规定测试。每个型芯至少测试20%信号接触件，应符合下列要求：

- a) 测试接触件的位置应均匀分布在型芯四边、边缘和中心；
- b) 所有电源、同轴接触件应进行测试；
- c) 电压测试针应安置在接触件与导线端接部位；
- d) 应从测试数据中减去导线的压降。

9.9 绝缘电阻

分离的连接器按GB/T 5095.2规范方法规定测试，并符合下列要求：

- a) 每个型芯至少测试 20%信号接触件，测试接触件的位置应均匀分布在型芯四边、边缘和中心；
- b) 所有电源、同轴接触件应进行测试；
- c) 所加电压的误差为 $\pm 10\%$ ；
- d) 在相邻接触件之间、外壳和外壳相邻的接触件之间进行测试。

9.10 潮湿电阻

导线和全啮合连接器应按GB/T 5095.6规范规定测试。全啮合连接器应装在水平位置，导线上无滴水排出装置。

9.11 低电压电流

按GB/T 5095.2规范方法规定测试，电压测试针应安置在接触件与导线端接部位，电压测试针与导线接触处应保证无污染杂质和氧化物。

9.12 绝缘耐压

全啮合和分离的连接器绝缘耐压应按照GB/T 5095.2规定测试，绝缘耐压应符合8.11规定。测试用的引线及接触件都应在测试箱外。测试箱真空度应符合8.11规定。

9.13 耐久性

用机械装置完成带有导线 的连接器和插头和插座的插拔耐久性试验。连接器耐久性应符合8.12规定要求。

9.14 热循环

全啮合的连接器按8.13规定测试，再次测试前允许恢复到室温。

9.15 振动

全啮合连接器按8.14规定测试。所有接触件串连，最大电流0.1 A。连接器按正常方法或模拟方法连接，导线由稳定的支架紧固，与连接器距离大于203.2 mm(8 In.)。振动方向为3根正交轴，每根8h。

9.16 冲击

全啮合连接器按8.15规定测试。所有接触件串连，最大电流0.1 A。

9.17 寿命

带有导线全啮合连接器应按8.16规定测试，监视温度的传感设备应与连接器外壳相连。样件应在环境温度中稳定后再测试接触件压降、绝缘电阻和绝缘耐压。

9.18 盐雾

带有导线的连接器应按GB/T 5095.6规范规定测试。测试的连接器应清洁无污垢。

9.19 型芯保持力

不带导线的连接器按GB/T 5095.8规定测试。并符合8.18规定要求。

9.20 浸液

B、C、D组样作浸泡在表10规定的液体中，浸液试验后连接器应进行干燥处理，干燥条件为 85 °C、2 h，允许从瓷封圈表面排出液体。4 h后测量接触件保持力和型芯保持力。

表 10 测试液体

样件号码	测试液体	测试过程
1	4050航空润滑油	分离的连接器浸沉于120 °C±3 °C的液体中5 min，取出后允许在室温下至少1h以上从凹槽处排出液体。全啮合的连接器应在125 °C±3 °C的空气循环炉中6 h，重复7次。
2	石油基航空液压油	分离的连接器浸沉于85 °C±3 °C的液体中5 min，取出后允许在室温下至少1 h以上从凹槽处排出液体，全啮合的连接器应在100 °C±3 °C的空气循环炉中6 h，重复7次。
3	无机酒精	带有导线分离的连接器浸沉于25 °C±3 °C的液体中5 min，取出后在室温中放24 h±2 h，重复5次。如要求重复2次，可将室温中存放时间延长至75 h。

9.21 密封漏电流

带有导线的连接器，垂直位于图1的装置上，线扎应低于连接器，保证水滴沿连接器边沿循环。水滴循环的最低点应低于连接器最低部。测试装置以每分钟0.5~1.5的转速旋转。测试液体为5%重盐和1%重净化剂的水溶液。安装在连接器最高点上方152.4 mm(6 In.)处的容器内。容器直径为Φ152.4 mm(6 In.)。在室温条件下，测试液体通过容器底部100个Φ2.54 mm(0.1 In.)孔下滴，速率为每分钟7.75~15.14 L(2~4CAL)。

工作1 h后，连接器应符合绝缘电阻和绝缘耐压的测试。流体结束后，连接器外露5 min时，应符合8.20规定。密封漏电流测试装置见图1。

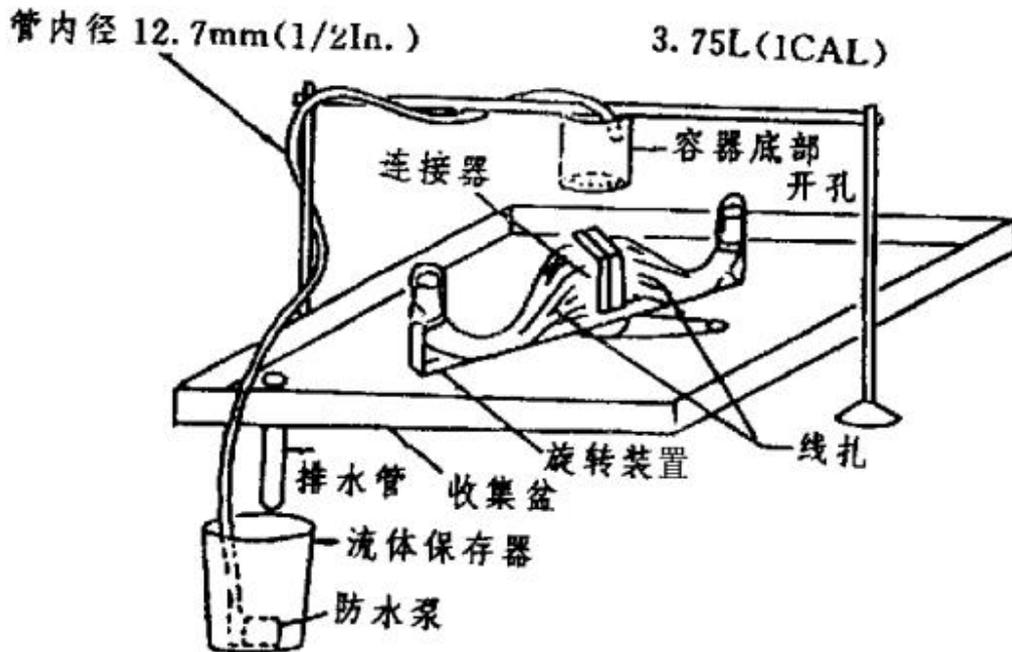


图1 密封漏电测试装置

9.22 抗弯性

分离的连接器带有AWG 22导线，安装在图2能单独匀速旋转180°的装置上。导线线扎应能承受22N~25 N(5 lbs.)的抗拉负载。圆轴直径为线扎直径的10倍。在2个正交轴的每个方向上进行50个周期的弯曲，以测试接触件最易发生损坏的部位。夹钳装置应以每分钟16次速率摆动，与垂直方向左右摆动90°。每个周期为向左90°，向右90°，再恢复垂直位置。

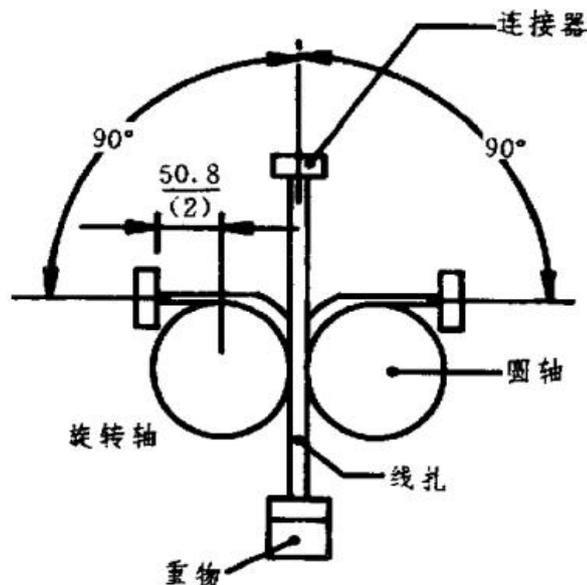
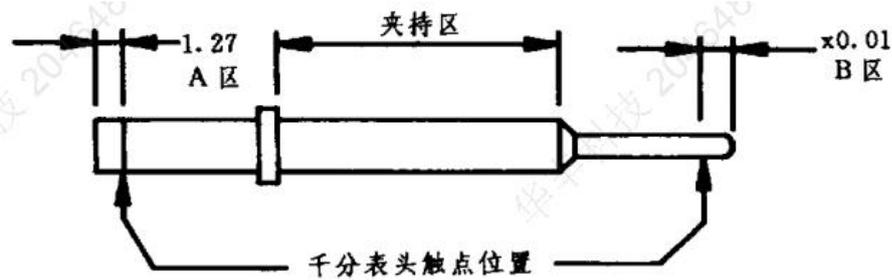


图2 弯曲试验

9.23 接触件轴向同心度

测试的各种类型接触件不少于10个。按图3所示A区范围检查。旋转接触件，测试的同心度应符合8.22规定。



注:12"以上插针,X=插针直径,12"以下插针 X=2×插针直径

图3 轴同心度

9.24 接触件错位

测试的各种类型接触件不少于10个。将分离的连接器安装在图4测试装置的钢丝上，钢丝应有与接触件相同的尺寸以便与连接器相接。钢丝另一端挂有13.35 N(3 lbs.)的负载。测试装置使连接器以每分钟10~20转的频率旋转100个周期。测试后接件错位符合8.23规定。

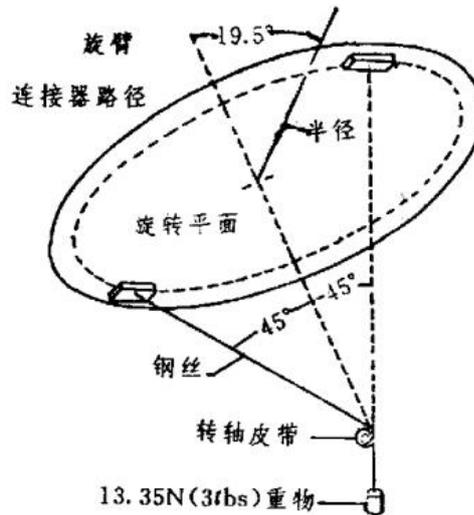


图4 接触件错位

9.25 接触件电流变化

随机选择5对信号接触件，使用5 A，115 V，400 Hz和 0.7 ± 0.05 功率因数的串连感性和阻性负载，反复10次。接触件性能应符合8.24规定。

9.26 接触件电路开关兼容性

在25 °C环境温度下，与AWG22导线相接的5对信号接触件，串连地与断路器、电源和电流换向设备相连。接触件应能承受开、断时的短路电流。开关应符合有关规范要求。电源为50 A，115 V，50 Hz。电流换向设备为提供短路电流。

9.27 维修保养

带有规定导线和接触件的连接器，在10个维修保养周期中，每个周期各个连接器应啮合和分离10次，在第一个周期和最后一个周期中，连接器每个接触件应插拔10次。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2423 电工电子产品环境试验
 - [2] GB/T 38778 民用无人驾驶航空器系统安全要求
 - [3] HB 6144 压接型插头座电线压接规范
 - [4] HB 6183 飞机电气设备和安装
 - [5] HB 6384 电气连接模块
 - [6] HB 6434 机载电子设备接口设计基本要求
 - [7] HB 7008 机载电子设备电磁兼容性要求
 - [8] HB 7390 民用飞机电子设备接口要求
 - [9] HB 8465 民用飞机布线要求
 - [10] IEC 60512 电子设备连接器测试方法
 - [11] RTCA/DO-160G 机载设备环境条件和试验程序
-