

《军民通用低空航电系统接口通用协议》（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

为深入贯彻军民融合发展战略，落实国家低空经济发展相关政策要求，中国和平利用军工技术协会于2025年3月提出《军民通用低空航电系统接口通用协议》团体标准编制计划并正式立项（计划编号：T/CPUMT-P-202507）。

本标准由中国和平利用军工技术协会提出并归口，联合四川华丰科技股份有限公司等单位组成起草工作组，共同开展标准编制工作。

（二）标准制订的目的

无人机系统由飞行平台、动力装置、航电系统、任务载荷系统、地面系统、综合保障系统等组成，其中无人机航电系统也是飞行器任务系统，是指飞机上所有电子系统的总和，是保证飞机完成预定任务并达到各项规定性能所需的各种电子设备的总称，相当于飞行器的大脑和神经。负责飞行控制、导航、通信、任务执行等核心功能，能够为无人机执行导航引导、测控传输、飞行控制、情报侦察等多种任务提供必要的保障。

航电系统接口通用协议作为航电系统的关键部分，对于保障低空航行安全、提高运行效率具有重要意义。与此同时，低空空域的军地民协同管理是军民融合发展的重要组成部分。军用和民用航电系统之间的有效互通与协同工作，军用资源与民用资源的整合，低空空域资源利用效率的提高，国家综合航空能力的提升等方面，都需要标准的支撑。

目前，低空航空器运行场景复杂，对航电系统的安全性和可靠性提出了更高要求。航电系统内部各功能模块之间的通信和数据传输，需要统一的接口通用协议标准，以确保信息交换的准确性和及时性，降低因接口不规范导致的系统故障和安全风险，提高整个低空航电系统的稳定性和可靠性，保障飞行安全。非标的产业结构不利于企业和研究机构降低企业的研发成本和生产成本，高效协同研发和创新。

当前，航空领域的标准主要集中在航空运输和通用航空等传统领域，对于低空经济中的新兴领域，如无人机应用等，标准尚不健全。特别是在航电系统接口方面，缺乏统一的通用协议标准。制定航电系统接口规范标准有助于以加速新技术、新设备的推广应用，推动低空航电产业的技术进步和升级换代，提高产业整体竞争力。

（三）主要工作过程

（1）预研筹备阶段（2025年4月）

起草工作组开展全面调研，梳理国内低空航电接口相关政策、技术现状及发展趋势，收集装备研制与测试验证中的痛点难点问题，形成立项报告。同时，系统研究工信部、民航局、军方及国防科工局相关标准规范，明确标准编制的核心框架和关键技术要点。

(2) 标准草案编制阶段（2025年5月-2025年7月）

基于调研成果，起草工作组按照 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》要求，完成标准草案初稿编制，明确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。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。

(3) 启动会暨首次研讨会

2025年7月29日，由中国和平利用军工技术协会主办的“低空经济”系列团体标准启动会在首钢园顺利召开。中国和平利用军工技术协会监事长李锦程、首钢基金运行支持负责人杜习奇出席会议并致辞，联合参谋部第五十五研究所原副所长兼总工程师王守杰少将出席会议并做主旨报告。会议特邀中国标准化委员会、国家市场监督管理总局国家标准技术审评中心、总后信息中心、中国人民解放军战略支援部队军事航天装备部、中国人民解放军空军工程大学等单位领导和专家出席会议，并为标准研制进行点评。来自航空器制造、低空产品集成、雷达等设备供应商、安全防护方案提供商等100余家单位代表通过线下和线上结合的方式参加了本次会议。会议由中国和平利用军工技术协会标准化办公室技术负责人张德保主持。四川华丰科技股份有限公司代表起草组对《军民通用低空航电系统接口通用协议》标准进行了介绍。

特邀专家为系列标准的研制进行了点评。专家一致认为军民通用“低空经济”系列标准的研制紧扣国家战略需求，在顶层设计上与国家长远发展规划相衔接，能够有效为低空经济的发展提供指引。建议标准制定过程要加强对标准的针对性、创新性、适用性、协调性、系统性等方面的充分考量，确保系列标准发布后能够切实解决当前低空经济面临的痛点，助力低空经济腾飞。

(4) 第二次研讨会

2025年10月25日，作为第二届国防产业项目对接大会暨军民通用标准化大会的重要环节，低空航空器制造标准专场研讨会在北京成功举办。中国和平利用军工技术协会标准化工作委员会副主任委员乔华阳出席会议并致辞，国家市场监督管理总局国家标准技术审评中心专家出席会议并点评总结。来自低空航空器制造领域的众多领导与专家共计30余人参加了会议，围绕低空航空器制造领域核心标准展开深入研讨，为推动低空经济高质量发展与军民通用标准化建设凝聚共识、明确方向。会议由中国和平利用军工技术协会标准化高级工程师张德保主持。四川华丰科技股份有限公司代表起草组对《军民通用低空航电系统接口通用协议》标准进行了介绍。参会专家和代表重点围绕系列标准的统一协调性以及标准的名称、技术框架、性能指标、条款的陈述方式等方面展开了热烈的讨论。会后，标准研制组根据会议的建议和意见进行分析和研究，会前和会上各单位和专家提出的修改建议进行了处理，并对标准草案进行了相应修改与完善。

(4) 第三次研讨会

2026年1月8日，中国和平利用军工技术协会标委会办公室组织召开低空经济系列7项团体标准研讨会。中国和平利用军工技术协会标准化工作委员会副主任委员乔华阳出席会议并致辞、航天科工空天动力研究院（苏州）有限责任公司副总经理、低空经济总体组副组长管晓乐出席会议并总结。来自低空无人机机载系统制造、低空物流配送、低空应急救援、低空数据安全等领域的众多领导与专家共计40余人参加了会议。会议由中国和平利用军工技术协会标准化工程师张红艳主持。四川华丰科技股份有限公司代表起草组对《军民通用低空航电系统接口通用协议》介绍了标准的研制思路、核心内容、意见处理情况和待讨论问题。随后，参会代表结合各自丰富的产业实践经验，围绕标准定位、核心内容、条款的陈述方式等方面展开了热烈的讨论，为标准的下一步研制提供了宝贵建议。

参会专家给出以下建议：建议考虑通信、电力、激光武器、抗干扰性、扩展性等内容。建议安装要求、电气性能、光信号连接器、磁导率、接插件保持力、接插件压降等核心性能结合产业实践适当优化。

会后，标准研制组根据会议的建议和意见进行分析和研究，会前和会上各单位和专家提出的修改建议进行了处理，并对标准草案进行了相应修改与完善。

(四) 主要参加起草单位和工作组成员所做的工作

本标准起草工作组由四川华丰科技股份有限公司为牵头单位组成。起草组承担了标准起草的组织协调、标准文本编制、重点企业意见征求、技术验证及编制说明撰写等工作。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

(一) 标准编写原则

合规性原则：严格按照 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，确保标准格式规范、逻辑清晰，贯彻国务院《深化标准化工作改革方案》（国发〔2015〕13号）精神，坚持“开放、公平、透明、协商一致”的标准化工作原则。

(二) 主要内容

标准围绕“机械-电气-信号”三层接口构建了完整的技术规范闭环。

(1) 机械接口：解决“如何安装”

核心要求：坚固可靠、防差错、易维护、适应环境。

创新条款：

防差错设计：连接器要求防反插、防插错，有锁紧机构和到位标识。

环境适应性：明确需承受振动、冲击、盐雾、温度循环等严苛条件。

安全警示：要求设置上电锁定或警示，防止带电插拔，这是从工业实践到航空安全的关键提升。

(2) 电气接口：解决“如何供电”

核心要求：安全、稳定、兼容。

创新条款：

电压范围：采用宽压直流（12-42V DC），覆盖了从小型无人机到大型 eVTOL 的常见供电需求。

军标牵引：直接引用 HB（航空行业标准）系列进行电源品质测试，将高等级的航空电源要求引入低空领域。

性能量化：给出了接触电阻（ $\leq 5\text{m}\Omega$ ）、绝缘电阻、耐电压、屏蔽衰减等具体数值，使设计有据可依。

（3）信号接口：解决“如何通信”

核心要求：高速、可靠、抗干扰、面向未来。

创新条款：

协议兼容：明确支持 ARINC 429/664/825（AFDX/CAN）、以太网、光纤等主流航空总线及工业协议，兼顾传统与先进。

军民特色：同时提及北斗（BD）和 GPS，体现了国家自主与全球互操作的双重考虑。

光电融合：不仅规范了电信号连接器，还专门制定了光信号连接器的性能要求（符合 MIL-DTL-38999 和 ARINC 801），为未来大带宽数据传输（如高清视频、传感器融合数据）预留了通道。

（4）检验与测试：解决“如何判定合格”

核心价值：这是标准的“牙齿”，将抽象要求转化为可执行的验证方法。

体系化：列出了从外观检查到寿命试验共 26 项检验项目，形成从“单体性能”到“系统耐久”的全方位考核。

分组测试：创新性地提出 A/B/C/D 四组样件并行测试方案，用最少的样品覆盖全部测试项目，科学高效。

图示化：附有详细的测试装置示意图（如密封漏电流、弯曲试验），增强了标准的可操作性和复现性。

3. 重要亮点

“封严体(Seal)”的明确定义：专门将密封件作为术语定义，凸显了对环境密封性的极端重视，这是航空器在高湿、盐雾环境中可靠运行的生命线。

“引用+落地”模式：大量引用 GB、HB、GJB 等国军标和航空标，站在了高起点上，同时结合低空飞行器特点进行调整（如工作温度范围）。

前瞻性考虑：对光纤接口、高密度连接器、维修性等都有规定，为标准未来的适用性留出空间。

（三）主要依据

本标准的编制主要依据以下政策文件和标准规范：

国家相关政策文件：《国务院关于促进通用航空业发展的指导意见》《低空经济高质量发展行动计划（2024—2026年）》《军民融合发展战略纲要》等；

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》进行起草，并参考以下文件：

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

GB/T 2423 电工电子产品环境试验

GB/T 38778 民用无人驾驶航空器系统安全要求

HB 6144 压接型插头座电线压接规范

HB 6183 飞机电气设备和安装

HB 6384 电气连接模块

HB 6434 机载电子设备接口设计基本要求

HB 7008 机载电子设备电磁兼容性要求

HB 7390 民用飞机电子设备接口要求

HB 8465 民用飞机布线要求

EC 60512 电子设备连接器测试方法

三、国外相关法律、法规和标准情况的说明

军用领域：多国重视新技术在军用直升机等飞行器上的应用。如英军推动直升机机队转型升级，荷兰、加拿大等国加入的 NGRC 计划，成立联合技术委员会制定通用接口规范，要求采用开放式架构开发航电系统，避免互操作性下降。

民用领域：在商用航空电子领域，ARINC 系列标准（如 ARINC429、ARINC664 等）得到广泛应用和不断发展。同时，对于航空电子总线接口的研究也在持续进行，基于 Ethernet 和 CAN 等通信协议的接口也有广泛研究与应用。此外，像 AFDX 等新型航空电子总线，在新的波音和空中客车飞机类型中得到采用，以满足飞机信息交换、数据传输和设备控制等需求。

四、我国有关现行法律、法规和其他强制性标准的关系

本标准严格遵循《中华人民共和国民用航空法》《无人机飞行管理暂行条例》等法律法规要求，与现行国家标准、行业标准保持协调一致。

五、重大意见分歧的处理结果依据

本标准编制过程中，起草工作组通过多次研讨、广泛征求意见，充分吸纳各方观点，经专家论证与试验验证后达成一致，未出现重大意见分歧。对于部分技术细节，结合行业实践与技术可行性协调解决。

六、数据验证

为了验证该标准的可行性、适用性和价值，建议开展以下试点验证工作：

试点目标：

- 1) 验证标准的完整性与可操作性：在实际产品上，标准的所有条款是否清晰、无歧义、可执行。
- 2) 评估标准的兼容性与经济性：遵循标准设计的产品，是否真正实现了与不同厂家设备的互联互通，成本是否可控。
- 3) 发现并反馈问题：在应用实践中，发现标准中可能存在的不合理、缺失或过时的条款，为正式发布提供修订依据。

试点对象选择：

起草组针对标准核心内容在四川华丰科技股份有限公司、陕西华达科技股份有限公司、西安艾力特电子实业有限公司、北京安达维尔航空设备有限公司、中兵航联科技股份有限公司、扬州市精诚电子有限公司、四川中科友成科技有限公司、深圳壹连科技股份有限公司、东莞高端精密电子股份有限公司等单位展开了试点验证，主要包括：

- 1) 飞行平台：选择具有代表性的军民两用中型无人机或 eVTOL 验证机作为测试平台。
- 2) 航电设备：针对飞控计算机、任务载荷控制器、数据链终端等开展试点验证。

七、预期的社会经济效果

《军民通用低空航电接口通用协议》团体标准研制，不仅关乎技术统一，更是一项具有

战略意义的产业基础设施工程。其核心价值在于打通军民壁垒、重塑产业生态、激活经济价值。

经济效益：标准的直接经济价值体现在产业运作效率的提升和新市场的开拓上。能够降低行业成本、提升产业效率与规模、增强出口竞争力。

社会效益：标准的社会效益直接转化为国家安全和公共安全的保障能力。有助于提升国家低空安全防护能力、规范市场与保障应用安全、助力低空经济健康发展。

生态效益：推动军民融合深度发展，牵引核心技术自主创新，推动技术迭代。

八、贯彻标准的要求、措施建议及设立标准实施过渡期的理由；根据国家经济、技术政策需要和本标准涉及的产品的技术改造难度等因素提出标准的实施日期的建议

（一）贯彻标准的要求与措施建议

组织宣贯：由中国和平利用军工技术协会牵头，组织编制标准宣贯材料，开展面向装备研制单位、测试机构、平台开发商的宣贯培训，确保相关单位准确理解和掌握标准要求；

试点验证：选择典型单位开展标准试点应用，验证标准适用性并总结推广经验；

监督评估：建议相关主管部门将本标准作为平台建设项目评审、能力认证的重要依据；

动态更新：结合低空经济发展和技术进步，及时收集标准实施过程中发现的问题，适时开展标准修订工作，保持标准的先进性和适用性。

（二）实施日期建议

本标准为首次制定，内容科学合理、可操作性强，涉及的建设要求与当前行业技术水平相适应，实施难度不大。为加快推进低空航空器反制系统高质量发展，支撑低空经济发展，建议本标准经审定、报批后尽快颁布，自发布之日起实施，不设立实施过渡期。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，填补了我国军民通用低空航电接口的标准空白，无现行相关标准需要废止。