

低空民用无人驾驶航空器监视系统 通用技术要求

（征求意见稿）
编制说明

标准起草组

2025年9月

目 录

一、 任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人	1
二、 制定标准的必要性和意义	2
三、 主要工作过程	2
四、 制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系	4
五、 主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述	7
六、 重大意见分歧的处理依据和结果	9
七、 采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况	11
八、 贯彻标准的措施建议	11
九、 其他应说明的事项	12

一、任务来源，起草单位，协作单位，主要起草人

1.1 任务来源

随着低空经济的崛起并上升为国家战略新兴产业，无人机的应用范围在物流配送、应急救援、城市交通等多个领域迅速扩大。截至 2023 年，我国已经注册的无人机数量超过了 120 万架，年均飞行时间超过了 2000 万小时。然而，现有的监管体系存在标准不统一、数据互通性差、安全风险突出等问题，这些问题严重制约了低空空域资源的高效利用和进一步发展。

为了应对这一挑战，国家在《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》和《低空经济发展指导意见》等政策文件中明确提出了“构建无人机运行监视技术体系”的目标。这表明了制定一套覆盖全场景的通用技术要求标准的紧迫性，以支撑低空改革与产业升级。

在当前低空民用无人驾驶航空器监视系统的发展中，我们面临着一些主要问题。首先，标准建设尚不完善，不同厂商生产的设备之间兼容性差，数据接口不统一，这导致了空域管理效率的低下。其次，各地在实时动态监控能力上存在不足，“黑飞”事件频发，这不仅威胁到有人航空器的安全，也对公共安全构成了威胁。

本研究的主要目标是制定一套适用于低空民用无人驾驶航空器的监视系统通用技术要求标准。这项工作致力于填补当前标准在空域感知、数据传输、协同管理等关键环节的体系空白，以确保系统的高效运作。此外，本研究还旨在推动 5G 通信、北斗导航、AI 识别等新一代信息技术的融合应用，以建立一个分级监视系统，该系统能够覆盖视距内和超视距的范围，并且具备应急响应机制。通过这些措施，研究期望有效解决无人机“黑飞”管控的难题，确保低空空域的安全和有序。

综上所述，制定《低空民用无人驾驶航空器监视系统通用技术要求》团体标准，是推动低空经济高质量发展的关键举措，也是落实《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》关于“构建统一监视体系”的要求。一方面，通过规范身份识别、动态跟踪、数据共享等技术，可以显著提升低空安全监管能力；另一方面，解决企业跨平台协作难题，降低运营成本，加速物流、巡检等场景的商业化进程，从而推动整个低空经济的繁荣发展。为此，2025年4月17日，中国民航科学技术院牵头申请立项的《低空民用

无人驾驶航空器监视系统通用技术要求》标准获得中国交通运输协会立项（立项公告：中交协（2025）53号）。

1.2 起草单位

起草单位包括中国民航科学技术研究院（科研院所、检验认证机构）、华航信航空科技（浙江）有限公司（生产单位）、浙江华盛雷达股份有限公司（生产单位）、民航局空管局运行管理中心（业主单位）、湖南傲英创视信息科技有限公司（生产单位）、北京星际联盟科技有限公司（生产单位）、北京吉瑞祥航空科技有限公司（生产单位）、上海特金无线技术有限公司（生产单位）、浦东机场（业主单位）、大兴机场（业主单位）等。

1.3 协作单位

无。

1.4 主要起草人

主要起草人包括中国民航科学技术研究院（陈唯实、万健等，负责章节 1-3）、华航信航空科技（浙江）有限公司（江健，负责附录 A.2）、浙江华盛雷达股份有限公司（王国荣，负责附录 A.3.1）、湖南傲英创视信息科技有限公司（吴海根，负责附录 A.3.2）、北京星际联盟科技有限公司（温胜昔，负责章节 4-6）、北京吉瑞祥航空科技有限公司（韩飞虎，负责附录 A.1）、上海特金无线技术有限公司（姜化京，负责附录 A.3.3）等。

二、制定标准的必要性和意义

无人机探测系统的解决方案一般采用雷达为核心，辅之以光电（可见光和红外）、声学、无线电侦测等其它传感器，旨在重大活动保障和要地防卫中实现全方位态势感知。当部署多个传感器时，可见光和红外设备均具备一定的分类能力，且具有较为精确的定位和测距功能。可见光相机通常价格低廉，红外相机尽管价格昂贵，但二者均对环境条件较为敏感。另外，声学传感器虽然对环境不敏感，但其有限的探测范围使其应用范围受限。无线电侦测技术对复杂电磁环境较为敏感，且对“静默”无人机会失效。因此，鉴于雷达具备精确的定位能力和较大的探测距离，加之其较好的目标分类能力和环境适应性，使其成为最为常见的无人机探测手段。

首先，从技术基础来看，目前的监视技术已经能够满足低空民用无人驾驶航空器

的监控需求。现代监视系统通常包括雷达、无线电、卫星定位等多种技术手段，能够实现对无人机的实时跟踪和定位。此外，随着人工智能和大数据技术的发展，监视系统能够更加智能化地处理大量数据，提高监控的准确性和效率。

其次，市场需求方面，随着无人机在农业、摄影、物流等多个行业的应用日益广泛，对于低空民用无人驾驶航空器的监视系统需求也日益增长。企业和个人用户都希望有一个安全可靠的环境来使用无人机，这为监视系统的研发和应用提供了广阔的市场空间。

再者，法规政策的支持是推动低空民用无人驾驶航空器监视系统发展的关键因素。目前，国家和许多地方政府已经开始制定相关的法规政策，以规范无人机的飞行行为和空域管理。这些政策的出台为监视系统的实施提供了法律依据，同时也为技术标准的制定提供了指导。

然而，实施低空民用无人驾驶航空器监视系统也面临着不少挑战。技术上，如何确保监视系统的稳定性和可靠性，以及如何处理复杂环境下的监控问题，都是需要解决的关键问题。经济上，监视系统的建设和维护需要大量的资金投入，如何平衡成本和效益，也是需要考虑的问题。此外，用户隐私保护和数据安全也是实施过程中需要重点关注的方面。

综上所述，低空民用无人驾驶航空器监视系统的通用技术要求对于保障低空安全运行是十分必要的，而且在技术上是可行的，市场需求旺盛，法规政策也在逐步完善。尽管存在一些挑战，但通过技术创新、政策引导和市场调节，可以逐步克服这些困难，推动低空民用无人驾驶航空器监视系统的健康发展。

三、主要工作过程

2024年3月，编制组完成了初稿，经单位审查、修改，形成了标准草案。2025年4月17日，标准通过中国交通运输协会立项。专家提出了与同场《无人机多源融合探测反制系统技术要求》标准的区别以及明确两个标准区分度的要求，经与该标准主编单位沟通后，确认两个标准无重叠部分。

标准立项后，我院高度重视，为高质量完成编制任务，制定出（即）既满足机场

低空安防需求、符合当前“低慢小”目标探测技术现状，又充分考虑我国未来低空探测领域科学技术发展方向的标准，使标准具有先进性、较好的市场适用性，（单位）调配技术骨干，组织了专门的编制组，对国内专业研制“低慢小”目标探测设备的单位进行了调研，初步了解了国内该领域的技术发展现状，并选择技术力量强、在重要设施有成功案例的单位参加标准的编制。编制组成立后，在编制过程中，力求做到提出的技术要求（即）既具有现实可操作性，又在一段时期内能保持一定的先进性。

在标准编制过程中，编制组利用多套典型机场低空探测系统，开展了相关试验验证工作，主要验证了标准规定的雷达对目标的测量精度是否满足引导光电设备的需求，标准确定的技术内容经过实际案例的验证，依据充分。

2025年8月1日，中国交通运输协会标准化技术委员会在北京组织召开了《低空民用无人驾驶航空器监视系统通用技术要求》团体标准大纲审查会议。此次会议标志着我国在低空经济领域标准化建设进程中迈出了至关重要的一步。随着低空经济的迅猛发展，无人机在物流配送、应急救援、城市管理、农业植保等领域的应用日益广泛，而确保其运行安全、高效、可控的核心前提，便是建立一套统一、可靠的技术监视体系。本次大纲审查会正是为此项关键标准的制定奠定基础。与会代表们围绕标准大纲的框架结构、核心内容覆盖范围、关键技术指标的设定原则等进行了深入且富有建设性的研讨。专家们一致认为，标准大纲结构清晰、内容全面，准确把握了当前低空无人机监视系统的技术发展现状和未来应用需求，为下一步编制具体技术条款提供了坚实的顶层设计和明确的指引方向。专家意见及标准修改情况见表1。

2025年9月24日，中国交通运输协会标准化技术委员会在北京组织召开了《低空民用无人驾驶航空器监视系统通用技术要求》团体标准征求意见稿草案审查会议。这标志着该项标准的制定工作进入了更为深入和实质性的阶段。与初次讨论框架不同，本次会议的核心是对已经形成的标准草案文本进行逐条审议和打磨。专家组对草案中涉及的关键技术参数，如监视数据的精度、更新率、覆盖范围、系统延迟、数据链路的安全性、可靠性等，进行了反复推敲和论证。同时，针对不同应用场景（如城市人口密集区、偏远地区、跨境飞行等）下监视系统的差异化要求，与会代表们也提出了诸多具有针对性的修改意见和建议。此次审查会严格遵循标准化工作流程，旨在确保

即将向社会公开征求意见的草案文本具备高度的科学性、实用性和前瞻性，能够有效协调产业链各方的利益与技术路线。征求意见稿草案审查的顺利完成，是该标准编制历程中的又一个重要里程碑，为后续广泛征集意见、完善标准内容，并最终形成发布稿奠定了坚实的基础。专家意见及修改情况见表2。

表1 大纲审查会专家意见及标准修改情况

序号	原文位置	专家意见	修改情况
1	3 术语和定义	建议修改“总体功能要求”、“性能要求”等用词	采纳。 修改措辞。
2	3 术语和定义	标准中的名词解释存在用英文解释中文的情况，建议调整相关内容。	采纳。 调整相关内容。
3	4 缩略语	缩略语应该按字母顺序排列	采纳。 调整排列顺序。
4	5 应用场景	四个区的划分和界定是否有依据，现在的分类方法不属于一个层级，建议对区域进行分级描述。	采纳。 将应用场景按照重要程度划分为一级、二级和三级。
5	7 安装部署	标准中的安装部署建议适当简化，仅保留必要通用性的部署安装要求	采纳。 简化相关内容描述。

表2 征求意见稿草案审查会专家意见及标准修改情况

序号	原文位置	专家意见	修改情况
1	全文结构	增加参考文献，规范性引用文件部分内容放在参考文献中，已引用内容用编号说明。	采纳。 部分规范性引用文件调整为参考文献。
2	封面	补充CCS编号。	已补充。

3	3 术语和定义	术语不能直接应用简称、前有则删去缩略语、术语使用保持一致，确保术语在后面正文均使用、若术语有出处应与出处一致、术语内容太多需精炼。	采纳。 调整ADS-B等多个术语表述。
4	5 应用场景	应用场景根据风险等级划分（不要依据重要性）；三个等级指标要求（不写建设要求）。	采纳。
5	6 系统要求	系统要求：组成部分中的性能一句应挪去合适位置。	采纳。
6	6 系统要求	系统分类：直接写明固定式、机动式--现有内容文不对题。	采纳。 已删除相关表述。
7	6.2.1	6.2.1总体要求、基础功能要求用一般要求替代	采纳。
8	6.3	6.3数据、信息处理放至附录中。---部分内容可放到附录中。 结构参考：一般要求、功能要求、性能要求、业务要求、其他要求	采纳。 部分已调整至附录。
9	6.8.1	6.8.1不要；其他措施改为安全	采纳。 已删除，部分内容调整至附录。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

在本标准的编制过程中，工作组坚持“保证标准的适用性；保持标准的先进性；注意标准的统一性和协调性；注意标准的经济性和社会效益”等基本原则；充分参考国际标准和国外先进经验，结合我国低慢小目标探测系统的应用现状，充分听取无线电管理部门、科研院所、高等院校、生产厂家、机场等单位的意见和建议，确定了标

准的主要内容，解决了标准制定过程中存在的问题和分歧，形成了《低空民用无人驾驶航空器监视系统通用技术要求》草案。

标准与我国现行有关法令、法规和相关标准协调一致。标准对提高我国低空安全将起到推动作用。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1. 关于建设要求的说明

本标准规定了民用无人驾驶航空器监视系统建设中涉及到的特定要求，建设过程中的各种通用要求参照国家、行业标准执行，本标准中不再重复规定。

2. 关于系统组成

低空慢速小目标是具有低空或超低空飞行、速度较慢、不易被侦查发现等特征的各种小型航空器和空飘物的统称，具有升空突然性强、发现处置困难，容易被恐怖分子作为运载爆炸物品、投放核生化毒剂、散播传单的工具的特点，严重威胁重点区域的安全保障工作。而“低慢小”目标背景电磁环境、气象环境、交通环境复杂，低空低速飞行形成的多普勒效应不明显，传统雷达探测、声波探测、无线电探测等方式对“低慢小”目标的探测效果较差。因此防范处置“低慢小”目标的干扰破坏，是低空安保的难题之一，突出表现发现难、跟踪难、处置难。处置的前提是及时发现、连续跟踪。“低慢小”目标的特点决定了仅靠单一种类的探测跟踪装备难以快速连续地探测跟踪，因此需要综合运用多装备协同探测的方式实现对“低慢小”目标有效的探测跟踪。目前采用的探测跟踪装备主要包括雷达、光电、无线电信号侦测等，这些装备特性各异，在发现距离、灵敏度、能效范围、抗恶劣气候能力、多目标同时跟踪能力等方面各有所长，通过多种探测装备协同，可及时获取目标位置、视频图像、操控无线电频率等多种信息，为处置目标提供尽可能充足的依据。

探测是处置的基础。从探测装备能够获取的低慢小目标信息包括：目标位置信息、属性信息。探测装备发现目标之后向指控中心上报目标位置以及当前判定的目标属性。指控中心进行数据融合确认目标后，形成目标对象，连续上报的目标信息形成目标航迹，对目标航迹外推，可以根据目标飞行方向、速度、距被保护对象的距离，计算出

目标的威胁等级，作为处置的依据。

不同探测装备的探测效能不同，获取的目标信息类型也不同，需要综合考虑装备的类型、探测距离、覆盖范围、搜索速度以及针对不同现场环境的差异性。如晴天、日间，可见光装备观察效果优于红外装备，而在雨雾天气和夜间，红外装备观察效果优于可见光装备。因此装备利用应充分考虑环境对装备影响因素、装备特点，充分发挥体系作战效能。综上，“低慢小”目标特性和各类探测装备的探测效能，在系统组成中，规定采用复合探测手段，实现高发现概率、低虚警率的可靠预警。

3. 关于雷达自动工作模式

在附录A雷达的基本功能中，规定雷达应具有无人值守模式，能自动完成预警探测完整的探测流程，主要基于以下三个原因：（1）操作雷达设备，处理探测情报，对获取的目标进行区分和威胁判断等工作，都需要经过培训的专业人员才能胜任，一般的机场缺乏能胜任此工作的专业人员，系统自动工作则可不增加使用单位的人员编制，降低系统使用的人工成本。（2）对“低慢小”目标探测的特殊性决定了预警时间短，而人工判断、处理的时间长短受系统操作者的技能影响较大，为确保能对“低慢小”目标实施有效、及时的处置，因此规定雷达应自动工作。（3）雷达24小时全天候值班，为减轻操作人员劳动强度，防止操作人员由于疲劳、疏忽等原因丧失稍纵即逝的预警时机，因此采用雷达自动运行的模式。

4. 关于自动识别要求

在附录光电基本功能中，规定光电应具有自动识别功能。原因如下：“低慢小”目标种类繁多，探测背景复杂，不同类型的目标飞行特性不同、威胁程度不同，处置手段不同，因此应对目标进行准确识别，可作为威胁评估、取证以及采取拦截处置手段的重要依据。

5. 关于雷达体制

目前有源雷达和无源雷达均根据不同的技术优势在低空探测领域发挥了应有的作用，因此，为本标准的技术涵盖普适性，只要求雷达提供高精度的目标方位、距离、高度信息，鼓励多种体制雷达技术应用。

6. 关于雷达探测距离

标准规定雷达对于 $RCS=0.01m^2$ 目标的探测距离不小于8km，有两方面考虑。一是关于目标RCS，目前常见的大疆精灵4系列无人机的RCS为 $0.01m^2$ ，为便于检验验证雷达探测距离性能指标时便于选取配试目标，规定对RCS为 $0.01m^2$ 的目标探测距离要求。一般情况下，雷达探测距离为8km时，能满足大多数机场净空区的探测需求，考虑到系统效费比，规定雷达探测距离不小于8km。另外，部分机场建设在城市临近区域，地形复杂，一般要求系统部署在机场净空区周界内，在某些方位遮蔽角较大，产生较大范围的雷达探测盲区，应采取多点部署方案，相互补盲，做到无盲区探测，此时对雷达探测距离的要求可相应降低，综合考虑上述因素，规定雷达探测距离不小于8km。

7. 关于可探测目标速度范围

“低慢小”目标的含义之一是飞行速度小于56m/s，常见的消费级无人机的最大飞行速度为20m/s。对于雷达，探测快速运动的目标较易，而对于低速目标，多普勒效应不明显，探测难度较大。速度是个矢量，可分解成指向雷达的速度分量（称为径向速度）和垂直于雷达与目标连线的分量（称为切向分量），雷达可探测的目标速度范围是指目标的径向速度。当目标只有切向速度而无径向速度时，相当于目标对雷达是静止的，雷达将该目标的反射回波作为固定地物回波对消，无法对目标进行检测。目标在飞行过程中，大部分情况下其飞行轨迹不是指向雷达，在这种情况下，如果目标飞行速度较低，其径向速度分量较小，如雷达可探测目标速度较高，将会导致雷达产生较高的漏情率或航迹不连续，为保证雷达可靠探测低速飞行的目标，雷达可探测目标速度越小越好，但可探测目标速度越低，对雷达研制产生一定难度，同时可能杂波、虚警过高，给用户使用造成不便，综合考虑国内雷达技术发展现状，规定雷达探测目标的最小速度为1m/s。对于雷达无法探测的径向速度低于1m/s或在空中悬停的目标，主要依靠其他技术体制的预警监视装备进行探测预警。

8. 关于应用场景分析

为科学指导低空民用无人驾驶航空器监视系统的规划与建设，确保资源投入的精准高效与安全管控的适度得宜，相关技术标准根据其应用场景的重要性、风险等级及空域活动特点，将无人机监视系统的建设要求划分为三个明确等级。这种分级体系充分体现了“分类管理、精准施策”的智慧，旨在实现安全与发展的最优平衡。

一级区域：核心安全保护区（高标准、强能力）

该级别针对的是涉及国家安全、公共安全和社会稳定命脉的核心区域。其范围不仅包括政府部门、交通枢纽（如国际机场、高铁站）、重要基础设施（如核电站、大型发电厂、战略储油基地），还延伸至国家领导人驻地、重大活动举办场地、军事管理区周边等敏感空域。这些区域的共同特点是，未经授权的无人机侵入可能引发极其严重的后果，包括重大安全事故、国家秘密泄露或社会秩序动荡。因此，该区域通常被划设为禁飞区或严格限制飞行区。对应于此，一级区域的监视系统建设标准最高，技术要求最为严苛。系统必须具备全天候、全覆盖的实时监视能力，能够高效识别、跟踪、定位并处置合作目标（如已报备的巡检无人机）与非合作目标（如“黑飞”“乱飞”无人机）。技术要求往往涵盖高精度的雷达探测、无线电频谱侦测、光电识别等多技术融合，并需要与空域管理、公安反制系统实现高效联动，旨在构筑一道“能发现、能识别、能预警、能处置”的主动安全防御屏障，从根本上杜绝误闯入带来的潜在危害。

二级区域：常态化运行保障区（全监测、保畅通）

该级别区域是低空经济最为活跃的舞台，主要包括城市居民聚集区、中央商务区、物流园区、工业园区及常态化无人机表演空域等。在此类区域，经批准的商业物流、城市巡查、航拍测绘等合作无人机活动频繁，是低空经济发展的主阵地。安全管理的目标并非“一刀切”地禁止，而是在保障各类航空器安全、有序运行的前提下，促进经济活动的繁荣。因此，二级区域的监视系统核心任务是实现对空域内活动的全面感知与管理服务。系统需具备同时对大批量合作无人机进行运行监控、飞行计划符合性验证的能力，并为它们提供交通态势信息服务，以防冲突。同时，系统还必须保留对个别非合作无人机的探测与预警能力，以便及时启动应急程序，确保公众安全。其技术体系更侧重于ADS-B、4G/5G网络链路、远程识别等与合作无人机进行信息交互的技术，并辅以必要的广域探测手段，形成一张“疏堵结合、以疏为主”的常态化低空运行监控网。

三级区域：基础性监测区（广覆盖、降成本）

该级别区域涵盖广阔的农村、山区、森林、边疆及远海等人口稀少、环境承载能

力较强的空域。在这些区域，无人机的应用（如农业植保、林业防火、电力巡线、生态监测）本身即是促进生产、保护环境的重要手段，其活动对当地环境和公共安全的影响相对较小。因此，监视系统的建设重点在于低成本、广覆盖的基础性监测。主要目标是服务于合法的作业无人机，确保其自身运行安全，并掌握区域性的低空活动概况。技术要求以监测合作无人机为主，可通过简化版的地面站监控数据回传或卫星互联网链路等方式实现，旨在以合理的成本构建覆盖全国的基础监测网络，为未来的全域化管理积累数据、奠定基础，同时避免因过高的技术门槛而制约这些地区享受无人机技术带来的红利。

六、重大意见分歧的处理依据和结果

暂无。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

与中国电子学会发布的《机场净空区非合作无人机目标探测系统通用技术要求》相比，本标准的应用场景更为广泛，不仅限于机场净空区；探测目标方面，既适合于合作目标，也适合于非合作无人机目标。

八、贯彻标准的措施建议

近年来，我国机场无人机“黑飞”扰航事件频发。针对当前的严峻形势，一系列针对无人机的监管举措密集出台。中国民用航空局航空器适航审定司正式发布《民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定》，正式宣布上线演示运行民用无人机登记注册系统，要求民用无人机拥有者必须按照本管理规定的要求进行实名登记。

对于“合作”且并网的无人机，在网无人机飞行信息可实时接入“无人机云”等管理系统，监管部门可对误闯入相应区域的无人机进行查询、记录，能够覆盖目前95%以上的消费级无人机。余下的5%“非合作”无人机，成为威胁机场净空区安全的主要危险源。针对此类目标，目前主要采用雷达、光电、声学、无线电侦测等多源探

测技术，对其进行探测跟踪。但是，针对各种非合作无人机探测手段的探测能力和技术水平，目前尚无统一的检测标准。

为推动无人机探测相关产品在我国低空运行保障中的应用。因此，有必要尽快出台《低空民用无人驾驶航空器监视系统通用技术要求》，以标准的制定和实施促进相关产品的产业化、规范化、市场化。

九、其他应说明的事项

无。