

《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》 (送审稿) 编制说明

一、项目背景

近年来，伴随着低空经济的发展，充满高科技感的无人驾驶航空器编队表演越来越广泛和常见，成为各种重要节日或重大活动时，各地城市展示特色风貌、拉动文旅经济的重要手段。但是，成百上千架无人驾驶航空器组成的编队在空中飞行表演时，受飞控、导航、通信、气流干扰等诸多因素影响很难做到百分百安全，具有一定的危险性。

深圳是“无人机之都”，辖内深圳市高巨创新科技开发有限公司、深圳大漠大智控技术有限公司等无人机企业占据了无人驾驶航空器编队飞行表演市场 70%以上的份额。由于无人驾驶航空器编队飞行表演是近年来兴起的新事物，理论和实践经验不完备，可借鉴的相关标准、规范还处于空白。然而，随着我国经济社会的快速发展，无人驾驶航空器编队飞行表演越来越普及，迫切需要编制《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》来规划行业安全有序发展。

二、工作简况

编制深圳市地方标准《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》，旨在统一我市无人驾驶航空器编队飞行表演的技术规范，确保飞行表演安全。

1. 任务来源：本文件任务来源于深圳市市场监督管理局下达的《2024 年深圳市地方标准计划项目任务的通知》。本项目由

深圳市交通运输局提出，深圳市公安局归口，由深圳市无人机行业协会牵头起草。

2. 本文件起草单位为深圳市无人机行业协会、深圳市高巨创新科技开发有限公司、深圳大漠大智控技术有限公司。

本文件参编单位为公安部安全与警用电子产品质量检测中心、深圳市公安局特警支队、深圳市公安局罗湖分局反恐与机动训练大队、深圳市安全防范行业协会、深圳市智慧城市产业协会、一飞智控（天津）科技有限公司、哈尔滨工业大学（深圳）、深圳市卓迈科技有限公司、泰和泰（深圳）律师事务所，武汉市安全技术防范行业协会、济南市安全技术防范行业协会。

3. 主要参加人情况：标准起草小组成员为杨金才、庞伟、王达、刘鹏、魏欣、张伟合、焦胜才、何赟、刘汉斌、李晨亮、王然、吴和龙、费自超、吴冲、刘楠、黄纲、元帅、杨春、王华安、陈丽娟、陈虎、杨中海等 22 人，杨金才同志为项目总负责人，负责规范总汇总、标准文稿编写审核；庞伟、王达同志为项目负责人，负责组织相关人员参与标准工作，协调各方参与并推动事务进展，并保证标准文件的合法性、完整性和准确性；刘鹏、魏欣同志为项目技术负责人，主要负责标准的技术分析、标准起草、意见汇总和标准修改；其他同志负责资料收集、数据分析、校对及标准格式校核。

4. 主要起草过程

本文件是结合我国现行相关标准，提出适用于我市无人驾驶航空器编队飞行表演安全的规范标准，并验证其合理性。在

编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究和专题论证，总结了近年来我市无人机编队飞行表演企业的成功经验以及相关科研成果，广泛地征求了有关单位和个人的意见，对《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》的内容进行了反复讨论、修改和补充。

本文件具体制订工作从2024年5月开始，2025年1月完成征求意见稿。工作简要过程如下：

（1）编写组分别对市内无人驾驶航空器编队飞行表演企业的情况进行了调研；针对本文件的编写，结合相关资料数据及多次现场实际飞行表演情况，以及相关国家、行业和地方法律法规，最终完成基础资料的收集。（2024年7月—8月）

（2）编写标准工作组讨论稿（2024年9月—12月）

根据调研情况，并征求多方面专家意见，确定标准相关编制内容，完成了标准工作组讨论稿的编写。在标准修订负责单位内部征求意见，修改完善本文件工作组讨论稿。

（3）编写征求意见稿（2025年1月—4月）

2025年1月中旬在深圳市无人机行业协会会议室组织召开《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范（第二稿）》征求意见座谈会，对标准做了进一步完善性修改，形成标准的第三稿，经过进一步讨论研究，出台形成了《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范（征求意见稿）》。

起草组广泛征求起草单位和相关企事业单位意见，征集到34家单位的34位专家提出的共计115条意见，经认真梳理研讨，查

阅资料和对照相关标准和规章。根据本文件的适用范围和业务范围，经研讨对其中的 41 条意见暂不予采纳，6 条意见部分采纳并进行了相应修改，68 条意见予以采纳，并按照意见内容对相应的标准条款内容进行修改、补充和完善，形成送审稿及标准审查材料。

详情见《征求意见汇总处理表》）。

三、主要内容的依据以及与国内领先、国际先进标准的对标情况

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》的规定编制。符合以下原则：

1. 科学合理，技术先进；
2. 目的明确，有利于促进无人驾驶航空器编队飞行表演的技术进步，提高安全水平；
3. 安全可靠，可操作性强，符合各方利益要求；
4. 符合国家的政策，贯彻国家的法律法规。

本文件报送稿内容共 12 章，第 1 章规定了标准的适用范围；第 2 章为本文件的规范性引用文件；第 3 章为有关术语和定义；第 4 章为飞行表演过程的安全风险；第 5 章为飞行表演总体安全规范；第 6 章为飞行表演气象安全规范；第 7 章为飞行表演区域安全规范；第 8 章为飞行舞步文件安全规范；第 9 章为无人驾驶航空器编队系统安全规范；第 10 章人员及岗位安全规范；第 11 章为飞行表演过程安全规范；第 12 章应急预案。

国内外暂无此类相关标准。

四、说明标准与其他标准或文件的关系（可引用标准前言的内容），特别是与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本文件制定过程中参考了《GB 42590 -2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求》《GB/T4208-2017 外壳防护等级(IP 代码)》《GB/T 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级》《GB/T 38152-2019 无人驾驶航空器系统术语》。这些标准为无人机产品性能、分类、防护等提供了基础规范。

本文件符合现行法律、法规、标准的要求，与现行法律、法规和强制性标准没有冲突。

五、主要条款说明以及主要技术指标、参数、试验验证的论述；

1. 第 1 章到第 3 章：第 1 章明确了文件的适用范围，涵盖医疗机构、科研单位等开展专病数据库建设与管理工作的关键环节。第 2 章列出了规范性引用文件，为后续建设规范提供依据。第 3 章详细解释了飞行舞步文件、无人驾驶航空器编队飞行表演、飞行表演区域等重要术语，统一概念认知。

2. 第 4 章 飞行表演过程的安全风险：

影响无人驾驶航空器编队飞行表演安全的主要因素如下：

a) 无人驾驶航空器飞行中出现小概率故障，可能导致飞行失控甚至坠机风险；

b) 飞行中突发持续性的无线定位信号干扰可能会造成大量无人驾驶航空器无法定位，可能导致偏飞、相互碰撞甚至坠机的风险；

c) 飞行中突发大风/阵风/旋风、暴雨造成无人驾驶航空器非正常工作，可能导致飞行失控甚至坠机风险。

3. 第 5 章 飞行表演总体安全规范：规范提出基础性要求，包括合规性、产品合格性、区域勘察、空域审批、应急预案制定等。

4. 第 6 章 飞行表演气象安全规范：规定了禁止飞行的气象条件，如降雨量超 2mm、风力超 4 级（微型）或 5 级（轻型）等，及飞行中气象监测要求。

5. 第 7 章 飞行表演区域安全规范：明确飞行区域组成（飞行区、隔离区、观赏区）、地面安全距离（50-100 米）、电子围栏设置及中大型表演的隔离措施。

6. 第 8 章 飞行舞步文件安全规范：要求内容健康、在获批空域内、信息完整（含路径、指令等），需仿真预览及审批变更流程。

7. 第 9 章 无人驾驶航空器编队系统安全规范：规定系统需符合产品标准，具备自检、应急处置、电子围栏、定位冗余（北斗优先）、电池监测等功能。

8. 第 10 章 人员及岗位安全规范：明确操作员资质（需持对应执照）、岗位配置（按规模分小型、中型、大型配置人员）及各岗位职责（安全员、操作员等）。

9. 第 11 章 飞行表演过程安全规范：涵盖电磁环境监测、彩排要求、起飞前准备、飞行中监视、异常处理及表演后总结归档。

10. 第 12 章 应急预案：针对突发事件（气象、空域管制）、信号干扰、人流管控、消防、医护及不同等级风险事件，制定处置预案。

六、是否涉及专利等知识产权的情况说明；如标准中含有自主知识产权，说明产品研发程度、产业化基础及进程

本文件没有涉及专利等知识产权的情况。

七、重大分歧意见的处理依据、过程及结果

在本文件起草和编制过程中，多人多次讨论、协商、统一形成，目前无重大分歧意见，同时欢迎相关领导、专家提出宝贵意见和建议，以完善标准，更好促进无人驾驶航空器编队飞行表演产业的发展。

八、实施标准的措施建议

在无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范的实施过程中，为了确保标准的有效落地，建议采取以下实施保障措施：

1. 明确实施目标与责任分工：清晰定义安全规范实施的核心目标，如杜绝空域冲突、设备故障引发的安全事故、保障地面人员与设施安全等；明确各参与方职责，包括公安、空管、工信、交通等部门，确保多方协同。

2. 制定详细的实施计划：制定详细的时间表，明确实施各阶段的任务和时间节点；合理调配人力、物力和财力资源，确保标准实施有序推进。

3. 强化人员培训与技术支持：对表演操作手、技术维护人员、安全监督员开展标准实施的专项培训包括编队飞行安全规范、设备应急操作、空域规则、突发事件处置如失控迫降、信号干扰应对等同时建立技术支持机制，包括编制标准化操作手册、开通专家远程指导通道、配备故障诊断工具等。

4. 推动跨部门协作与合规执行：建立与空管、公安、应急管理等部门联合监管机制，确保空域申请、场地报备、应急救援等联动流程无缝衔接；要求表演团队与技术研发方在数据安全合规前提下共享安全数据（如，建立故障案例库、风险分析模型等），联合演练优化编队飞行安全方案。

5. 定期评估与持续改进：定期对《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》的执行情况进行专项评估，重点核查空域管理、设备巡检、应急响应等环节；根据评估结果及观众安全体验反馈（如疏散效率、场地安全、噪音控制）、行业建议等，迭代更新操作流程及设备安全标准，确保风险防控措施与行业实践同步。

6. 加强标准宣传与应用推广：通过行业展会展示合规案例、组织专题培训课程、编制应用案例手册等形式，全面推广普及《无人驾驶航空器编队飞行表演安全规范》；同时对表演团队进行合规操作培训，而监管部门需完善备案审查机制，对于公众则加强安全体验方面的宣传，多渠道、全方位、系统性地提升各相关方的规范认知度及执行接受度。

7. 安全示范项目推广：选取大型活动、节庆表演等典型场景，实施安全规范标准示范应用，重点验证编队飞行空域管理、

设备协同控制等关键节点；通过安全效能评估报告、事故率对比数据、应急响应时效等量化指标，直观展示标准化操作的安全效益；建立示范项目经验共享平台，编制标准化操作指南及案例库，引导带动更多团队通过备案制参照执行。

8. 建立反馈与动态优化机制：设立线上线下反馈渠道（如热线、平台留言等），鼓励操作手、观众、监管人员实时提交安全隐患与改进建议；建立安全隐患数据库，通过 AI 算法对反馈信息进行风险分级（如高/中/低危），定期生成优化建议报告；定期组织行业研讨会，结合技术发展与新风险点及反馈数据分析结果，修订安全操作规范并发布新版标准。

九、实施标准的意义和影响

1. 提升表演安全性和可靠性。标准从多方面规范了无人机编队飞行表演的安全运营和保障要求，有助于规范国内无人机编队飞行表演市场，确保表演的安全性和可靠性，增强我市相关企业在国内外市场上的竞争力。

2. 促进相关技术创新。标准的实施将促使我市相关企业更加注重技术创新，如高精度定位、抗干扰通信、智能避障等技术的研发，提升编队飞行的稳定性和安全性，支持更大规模、更复杂编队的实现。

3. 带动相关从产业发展。随着无人机编队飞行表演行业的繁荣将带动上下游相关产业的发展，如电子元器件、软件开发、文化创意等产业

十、修订标准时，说明与标准前一版本的重大技术变化，并列出新、旧版本的有关条款（可引用标准前言的内

容)；废止/代替现行有关标准的建议

无

十一、其他应予以说明的事项

无