

Exploration of Construction Difficulties and Low-Cost Implementation Paths for Safety Management Systems of Small and Medium-Sized Unmanned Aerial Vehicle Enterprises

Jiao Su¹ Jiwei Qiu¹ Lei Shi² Yuxin Li³ Longwen Zhang¹

¹ Xi'an Aisheng Technology Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710065, China

² Tianjin Aerospace Ruilai Technology Co., Ltd., Tianjin, 300462, China

³ Xi'an China Nuclear Nuclear Instrument Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

With the rapid development of low-altitude economy, medium and small-sized drone enterprises have become the core force in industry innovation and market expansion. However, problems such as the lack of safety management systems and weak risk prevention capabilities are becoming increasingly prominent. Based on the typical characteristics of Chinese medium and small-sized drone enterprises, such as small scale, limited resources, and flexible business operations, this paper systematically analyzes the core construction challenges in areas such as safety system building, technical prevention and control, personnel management, and compliance adaptation. Combining industry practice cases, it proposes a safety management system construction framework of 'lightweight design, phased implementation, and low-cost adaptation' from four dimensions: system simplification, technology selection, process optimization, and resource integration. By using comparative charts, it quantifies the implementation costs and safety benefits of different implementation paths. The study shows that medium and small-sized drone enterprises need to abandon the traditional model of 'valuing form over practical results'. By adopting a combination strategy of 'system (streamlining), technology (popularization), process (closure), and multi-party collaboration', they can significantly improve safety management efficiency while controlling costs, providing practical reference for the high-quality development of the industry.

Keywords

Small and Medium-sized Unmanned Aerial Vehicle Enterprises; Safety Management System; Low-cost Implementation; Safe Production

中小型无人机企业安全管理体的构建难点与低成本落地路径探索

苏娇¹ 仇继伟¹ 石磊² 李雨心³ 张栊文¹

1. 西安爱生技术集团有限公司, 中国·陕西 西安 710065

2. 天津航天瑞莱科技有限公司, 中国·天津 300462

3. 西安中核核仪器股份有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

随着低空经济快速发展, 中小型无人机企业已成为行业创新与市场拓展的核心力量, 但安全管理体系缺失、风险防控能力薄弱等问题日益凸显。本文基于中国中小型无人机企业规模小、资源有限、业务灵活的典型特征, 系统剖析其在安全制度建设、技术防控、人员管理、合规适配等方面的核心构建难点, 结合行业实践案例, 从制度简化、技术选型、流程优化、资源整合四个维度, 提出“轻量化设计、分阶段落地、低成本适配”的安全管理体系建设框架, 并通过对比图表量化不同落地路径的实施成本与安全效益。研究表明, 中小型无人机企业需摒弃“重形式、轻实效”的传统模式, 通过“制度瘦身、技术普惠、流程闭环、多方协同”的组合策略, 可在控制成本的前提下实现安全管理效能的显著提升, 为行业高质量发展提供实践参考。

关键词

中小型无人机企业; 安全管理体系; 低成本落地; 安全生产

1 引言

近年来, 中国无人机产业呈现爆发式增长, 2023 年市

场规模突破 1200 亿元, 其中中小型无人机企业数量占比例

85%, 成为推动无人机在航拍测绘、农林植保、物流配送、应急救援等领域应用普及的关键力量。然而, 与行业快速扩张形成鲜明对比的是, 中小型无人机企业安全管理水平普遍滞后。据民航局统计, 2023 年全国共发生无人机相关安全

【作者简介】苏娇(1990-)女, 本科, 中国陕西渭南人, 工程师, 从事无人机行业安全管理研究。

事件463起,其中80%以上源于中小型企业安全管理漏洞。

然而,中小型企业安全生产管理水平普遍滞后,军工领域《武器装备质量管理条例》等法规明确要求建立全流程闭环式安全管理体系,但企业受资金、技术、人才约束,难以照搬大型军工集团“高成本全链条防护”模式,陷入“不建违规、建则超负”的两难。2023年无人机安全隐患事件中,83%源于中小型企业安全管理漏洞,作业违规、维护不到位、意识薄弱是主要诱因。在此背景下,探索适配此类企业的安全管理体系构建路径,破解合规与成本平衡难题,对保障军用低空安全、推动产业高质量发展意义重大。本文结合军工安全特殊要求,剖析难点并提出低成本落地策略,为行业安全治理提供新思路。

2 中小型无人机企业安全管理体系构建的核心难点

2.1 军工合规标准严苛,体系构建成本高企

无人机企业需遵循多重军工安全标准,除覆盖飞行作业、设备维护等常规环节外,还需满足武器装备保密、涉密数据全生命周期管理等特殊要求,标准严苛度、流程复杂度远超民用企业。但中小型企业资金薄弱,72%的企业年度安全投入占比不足营收5%,而建立符合军工标准的体系,初期搭建与设备升级需数十万元,后续运维及标准适配成本持续叠加,且军工标准更新频繁,进一步加剧企业成本负担,陷入合规成本恶性循环。

2.2 专业安全人才匮乏,管理执行能力不足

军工无人机安全管理需复合型人才,既掌握无人机技术知识,又熟悉军工安全法规与应急处置流程。但中小型企业受规模、待遇限制,难以吸引专业人才,现有管理人员多为技术岗位兼职,仅14%具备军工安全管理资质,63%未接受专业培训。人才匮乏导致制度执行流于形式,设备维护漏检、飞行作业盲目操作等问题频发,大幅提升安全事故风险。

2.3 技术防护水平滞后,风险防控手段单一

大型军工集团依托专业监控系统、智能预警平台实现全流程管控,但中小型企业技术投入不足,81%未配备专业飞行监控设备,依赖人工观察检测;近62%未建立涉密数据加密系统,存在泄露风险;设备故障预警依赖人工巡检,缺乏智能化手段,故障发现不及时,安全管理体系缺乏有效技术支撑。

2.4 安全管理意识薄弱,体系运行协同性差

部分企业管理层“重生产、轻安全”,将安全管理视为合规负担,未形成全员安全文化,员工违规操作屡禁不止。同时,部门间权责划分不清,生产、技术、运维部门协同缺失,故障推诿、作业计划忽视安全要求等问题突出,导致体系运行效率低下。^[1]

2.5 体系与生产实际脱节,实用性不足

部分企业盲目照搬大型军工集团管理模式,未结合自

身设备老旧、作业场景分散等实际情况优化,导致制度缺乏可操作性。如照搬复杂设备维护标准,忽略自身维护条件限制;飞行安全规范流程繁琐,与灵活作业需求冲突,既影响效率又引发员工抵触。

3 中小型无人机企业安全管理体系低成本落地的理论基础与核心原则

3.1 理论基础:低成本治理理念的实践应用

低成本治理理念核心是在满足合规目标前提下,通过流程优化、资源整合、轻量化技术应用,实现“低成本、高效率”管理。该理念适配中小型企业资源有限现状,可有效破解合规与成本矛盾,在保障军工标准落实的同时降低运营负担。^[2]

3.2 核心原则

合规优先原则:严守军工安全法规,优先保障武器装备安全、涉密管理等核心环节合规,筑牢安全底线。

实用适配原则:结合企业规模与业务特点,构建简洁可操作的管理体系,杜绝盲目照搬。

资源整合原则:挖掘内部资源潜力,优化配置并推动共享,减少重复投入。

渐进优化原则:先搭建核心环节机制,逐步完善提升,避免一次性投入过大。

4 中小型无人机企业安全管理体系的低成本落地路径

4.1 简化优化体系架构,降低构建与运维成本

构建“核心+基础”轻量化框架,聚焦飞行作业安全、涉密数据管理等核心模块,优先完善;简化人员日常管理等基础模块,采用线上培训等低成本方式。结合设备型号与作业场景制定差异化标准,老旧设备侧重核心故障点维护,户外作业强化环境风险评估,避免“一刀切”。

4.2 强化人才精准培育,提升管理执行能力

搭建“内部培育+外部共享”模式,选拔技术骨干参与集团线上培训,与大型企业建立人才共享机制,邀请专家线上指导,降低培训成本。建立岗位责任制与绩效考核联动机制,将安全管理纳入考核,设立专项奖惩,激发员工参与积极性。

4.3 推广轻量化技术应用,提升风险防控效能

采用民用改装设备加装军工加密模块,替代高成本专业系统,降低技术投入;利用现有办公软件搭建简易管理平台,实现制度发布、隐患上报等功能。推动集团内设备共享与技术合作,联合采购检测设备,分摊购置与维护成本。

4.4 培育全员安全文化,强化体系运行协同性

通过内部微信群、班前会开展安全宣传与案例警示,每月组织案例分享会,每季度开展简易应急演练。设立兼职安全管理员,明确部门权责,建立跨部门联合巡检制度,破解协同不畅问题。

5 流程优化：构建“灵活高效”的管控流程

5.1 简化审批流程，实行“分级授权”

简化审批流程，实行“分级授权+双线管控”机制，严格契合兵器集团“业务主导审批、安全监督审核”的核心管理要求。根据飞行任务风险等级（如低风险的城市航拍、高风险的近距离航拍机场周边）制定差异化审批规范：低风险任务由对应业务部门负责人直接审批，同步提交安全部门安全员开展合规性审核，审核重点聚焦飞行人员资质有效性、空域审批手续完备性、设备安全状态达标性等核心要点，整体审批与审核时限压缩至1个工作日；中高风险任务由业务部门完成前期风险排查后，提交上级主管部门审批，需同步附具简化版风险评估报告（核心包含任务场景安全分析、关键隐患防控措施、应急处置预案等模块），安全部门全程介入深度审核把关，通过优化材料提交清单、建立审核绿色通道等方式，显著缩短审批周期。同时，全面推行线上审批模式，依托企业微信、钉钉等现有办公平台审批模块搭建专属流程，嵌入安全审核节点自动提醒、材料合规性自动校验、审批全流程留痕可追溯等功能，替代传统线下纸质流转模式，在提升审批效率的同时，充分满足兵器集团安全监管溯源要求，实现合规管控与高效运营的双重目标。^[3]

5.2 关键环节闭环管控，非关键环节适度简化

聚焦飞行安全核心环节（如空域审批、人员资质审核、设备安全检查），建立严格的闭环管控机制；对于非关键环节（如日常设备保养记录、培训签到表），采用“电子化记录、定期抽查”的方式简化管理，减少不必要的流程负担。例如，设备保养记录可通过手机拍照上传存档，无需纸质签字确认。

6 资源整合：构建“多方协同”的治理格局

6.1 政企协同：争取政策扶持与公共服务

主动对接当地民航管理部门、行业主管部门，争取小微企业安全管理补贴、免费安全培训、简化审批流程等政策支持；接入政府搭建的低空协同管理平台，共享空域信息、气象数据、应急救援资源，降低企业自主管控成本。

6.2 行业协同：组建中小企业安全管理联盟

同区域、同类型中小型无人机企业组建安全管理联盟，共享安全管理制度模板、培训资源、技术设备、应急救援力量等，通过“抱团取暖”降低单个企业的投入成本。例如，联盟内企业联合开展安全培训，人均培训成本可降低40%以上；共享应急救援设备，避免重复采购。

6.3 校企协同：获取低成本技术与人才支持

与高校、职业院校建立合作关系，邀请专业教师为企业提供免费安全管理咨询，吸纳相关专业学生实习就业，解

决人才短缺问题；与科研机构合作开展低成本安全技术研发，如联合开发适配中小型企业的简易飞行监控系统，降低技术采购成本。

7 不同落地路径的成本与效益对比

为直观呈现不同落地路径的实施效果，本文选取“传统全成本建设”“制度瘦身+技术共享”“多方协同+流程优化”三种典型模式，从实施成本、合规达标率、安全事件发生率、实施周期四个维度进行对比，具体数据如下表所示：

表1 不同安全管理体系落地模式效益对比表

落地模式	实施成本 (万元)	合规达标率 (%)	安全事件发 生率(%)	实施周期 (月)
传统全成本建设	80-120	95	3.2	6-8
制度瘦身+技术共享	15-30	88	4.5	2-3
多方协同+流程优化	10-20	92	3.8	1-2

注：数据来源于行业调研及企业实践案例统计，实施成本为企业首年投入成本（含制度建设、设备采购、培训等）。

从表中可以看出，“多方协同+流程优化”模式在实施成本、实施周期方面优势显著，合规达标率接近传统全成本建设模式，安全事件发生率仅略有上升，是最适合中小型无人机企业的低成本落地路径；“制度瘦身+技术共享”模式成本较低，但合规达标率和安全效益稍弱；传统全成本建设模式安全效益最佳，但成本过高、周期过长，不符合中小企业实际。

8 结语

兵器集团中小型无人机企业安全管理体系建设关乎企业生存与集团装备安全。面对资源约束，企业需摒弃照搬大型企业模式的思路，将低成本治理理念融入体系构建。本文提出的体系优化、人才培育、轻量化技术应用等路径，可实现军工合规与成本控制的平衡。未来，企业需持续优化体系，集团可搭建资源共享平台提供支持，共同构建“合规、高效、低成本”的安全管理体系，为军工无人机产业安全发展保驾护航。

参考文献

- [1] 贺专.基于无人机技术的边坡施工安全管理研究与应用[D].中南大学,2023.
- [2] 张红芳,贾倩倩.中小型化工企业安全生产标准化系统建设研究[J].安全、健康和环境,2023,23(09):70-74.
- [3] 惠瑞.民航设备维修中心安全管理体系有效性评价[D].中国民航大学,2024.