

交通信息化背景下无人机安防应用的优化路径

王 骞 陈善领

航天科工广信智能技术有限公司 浙江 杭州 311215

摘要：交通信息化推动交通安防向精准化、动态化转型，无人机凭借独特优势成为交通安防体系的重要补充，在多类交通安防场景中发挥重要作用。但当前其应用仍面临诸多现实瓶颈，未能充分释放效能。为推动无人机安防与交通信息化深度融合，需聚焦核心短板，从多维度探索优化策略，构建高效协同的智能安防新模式，助力交通治理数字化升级。

关键词：交通信息化；无人机安防；优化路径

引言：随着城市化加速与机动车激增，交通拥堵、事故频发等问题凸显。交通信息化浪潮中，无人机凭借快速响应、立体感知及动态巡航能力，成为交通安防的重要补充，在流量分析、事故勘查、结构检测、隐患排查等场景展现优势。然而，硬件适配性不足、数据融合不畅、系统协同欠缺及运维体系不完善等问题，制约其应用效能释放，亟需推动交通安防向预防性、精准化方向演进。

1 交通信息化背景下无人机安防应用概述

交通信息化背景下，安防需求向动态化、精准化升级，无人机凭借立体感知能力，成为交通安防体系的补充。其应用优化需聚焦技术融合与场景创新，构建智能、协同、可靠的安防新模式。（1）动态感知能力强化：通过搭载多光谱传感器与边缘计算模块，无人机可实时分析交通流量、车辆轨迹及异常行为。无人机能识别行人闯入车道、非机动车违规行驶等场景，并自动标注风险等级，辅助管理者快速决策。（2）空地协同机制完善：无人机与地面监控设备、巡逻车辆形成联动网络。交通拥堵路段，无人机定位事故点位，引导地面警力精准疏导；在夜间巡逻中，无人机热成像功能可辅助发现隐蔽区域的安全隐患，弥补传统监控盲区。（3）自主飞行算法优化：基于路径规划算法与避障技术，无人机可实现复杂环境下的自主巡航。在桥梁、隧道等结构检测场景中，无人机能自动规划最优航线，避开障碍物，完成裂缝、腐蚀等细节检测，提升检测效率与精度^[1]。无人机安防应用需持续突破硬件限制，提升算法鲁棒性，同时强化数据安全与隐私保护。通过技术迭代与场景深化，无人机将更深入融入交通安防生态，为公共安全提供智能的解决方案，推动安防模式向预防性、精准化方向演进。

2 交通信息化背景下无人机安防应用现存问题

2.1 无人机安防硬件技术适配性不足

交通信息化背景下，无人机安防应用对硬件技术提出更高要求，但当前硬件适配性仍存在明显短板，制约其效能发挥。（1）环境感知能力受限：部分无人机搭载的传感器在复杂光照或气象条件下性能下降；例如在强光直射或夜间低照度场景中，摄像头易产生眩光或噪点，影响目标识别准确性；在雨雪、雾霾天气中，红外或激光传感器可能因介质干扰出现误判，降低安防监测可靠性。（2）续航与负载矛盾突出：为满足长时间巡航需求，无人机需配备大容量电池，但电池重量增加会降低有效载荷能力，影响安防设备搭载量；这种矛盾导致无人机在执行多任务时，需频繁返航充电，难以实现持续安防监控。（3）抗干扰能力薄弱：在电磁环境复杂的区域，如高压线附近或城市密集建筑群，无人机易受信号干扰，导致通信中断或数据传输延迟。这不仅影响实时监控效果，还可能引发无人机失控风险，威胁公共安全。硬件技术适配性不足直接影响无人机安防应用的稳定性和可靠性。未来需通过传感器优化、能源管理创新及抗干扰技术突破，提升硬件与安防场景的适配度，推动无人机安防向更智能、更高效的方向发展。

2.2 交通信息化与无人机安防数据融合不畅

交通信息化与无人机安防的数据融合是智能化升级的关键，但当前融合过程中存在结构性障碍，制约安防效能释放。（1）数据编码规则差异：不同品牌无人机采用独立的数据编码体系，导致视频、位置、传感器数据难以直接兼容；例如某型号无人机输出的经纬度格式为小数点后6位，而交通平台默认接收8位精度，需手动校准才能匹配，增加操作复杂度。（2）实时数据流处理滞后：高并发场景下，无人机回传的连续画面与交通事件数据需快速整合分析；但现有系统对动态数据流的处理能力有限，在早晚高峰等时段易出现数据堆积，导致关键信息延迟反馈，影响应急响应速度。（3）数据权限管

理模糊：多部门协同使用时，数据访问权限缺乏明确界定；例如安防监控数据可能同时被交通调度、应急管理模块调用，但未建立分级授权机制，存在数据滥用或误操作风险，威胁系统安全性。数据融合不畅的核心问题在于标准化缺失与协同机制不完善^[2]。未来需从技术标准统一、实时处理能力提升、权限管理体系构建三方面突破，推动交通信息化与无人机安防的深度融合，实现安防效能的质的提升。

2.3 无人机安防应用与交通信息化系统协同欠缺

交通信息化与无人机安防的协同效能提升面临现实挑战，需突破技术壁垒与机制障碍。（1）通信链路适配难题：无人机无线模块与交通系统基站的频段、调制方式不兼容，导致信号传输不稳定；例如部分无人机采用LoRa低功耗广域网技术，而交通系统多基于4G/5G网络，跨网通信需额外网关设备，增加系统复杂度与延迟风险。（2）任务执行时序冲突：安防巡检与交通信号优化等任务在时间维度上存在资源竞争；如早晚高峰时段，无人机需同时执行拥堵路段监测与事故现场勘查，但飞行时间窗口重叠可能导致关键区域覆盖不足，影响安防响应效率。（3）数据格式转换成本高：交通系统与无人机数据平台采用不同数据模型，导致结构化数据需手动映射转换；例如交通流量数据以“辆/小时”为单位，而无人机采集的车辆轨迹数据需转换为相同时间粒度，转换过程耗时且易出错，降低数据利用价值。突破路径在于构建标准化通信协议体系、研发智能任务调度引擎、推广统一数据模型，推动无人机安防与交通信息化系统从“单点连接”向“深度协同”演进，最终实现安防效能的质的飞跃。

2.4 无人机安防运维体系不完善

交通信息化中，无人机安防应用已展现高效巡检、快速响应等优势，但运维体系短板仍制约其深度发展，需从多维度优化破局。（1）设备维护标准化不足：无人机设备维护缺乏统一规范，不同厂商设备兼容性差，导致维护周期混乱、备件库存冗余或缺乏；例如电池管理系统未与安防平台数据互通，难以实时监测剩余寿命，增加突发故障风险。（2）数据管理碎片化凸显：无人机采集的图像、视频及传感器数据，因存储格式不统一、传输协议各异，形成信息孤岛；多架次任务数据难以关联分析，影响事件追踪效率；数据安全防护薄弱，易遭非法访问或篡改，威胁安防信息保密性。（3）人员技能匹配度待提升：运维人员需兼具无人机操作、数据处理及安防业务知识，但复合型人才稀缺；仅培训基础飞行技能，忽视应急处置、数据分析等能力培养，导致故障排

查耗时增加，影响安防任务连续性^[3]。优化运维体系需从设备、数据、人员三方面协同发力，构建标准化维护流程、完善数据管理体系、强化复合型人才培养机制，推动无人机安防应用实现更高效、稳定、安全的运行。

3 交通信息化背景下无人机安防应用优化路径

3.1 优化无人机安防硬件技术适配能力

交通信息化浪潮下，无人机安防硬件技术需聚焦交通场景特性，实现从“通用型”到“场景适配型”的转型，以支撑更精准、高效的交通安防作业。（1）环境感知模块精准化升级：针对交通场景中光线变化大、目标移动快的特点，采用高动态范围摄像头与多光谱传感器组合，提升对车辆、行人及异常事件的识别精度，尤其在雨雾天气或夜间低光照环境下保持稳定感知能力。（2）通信链路抗干扰强化：引入自适应跳频通信技术，结合5G低时延特性，构建抗干扰、高可靠的空地通信链路，确保在交通密集区域或电磁复杂环境中数据传输的连续性，避免任务中断。（3）能源管理智能动态化：基于任务负载与剩余电量实时计算最优飞行路径，结合智能休眠与唤醒机制，提升能源利用效率；同时研发模块化快速更换电池系统，缩短地面维护时间，延长有效作业周期。硬件技术适配优化需紧扣交通场景需求，以技术创新为引擎，效能提升为核心。通过环境感知精准化、通信链路抗干扰强化、能源管理智能动态化三大维度协同改进，推动硬件性能与场景需求深度匹配，为交通信息化体系提供可靠技术支撑，助力交通安防向高效智能方向演进。

3.2 完善交通信息化与无人机安防数据融合机制

交通信息化与无人机安防的深度融合，需以数据融合机制为桥梁，实现跨系统、跨设备的信息互通与价值挖掘。这种融合需突破传统数据壁垒，构建动态适配的数据流通体系，以支撑更智能的交通管理决策。（1）数据标准化与接口统一：通过制定统一的数据格式和接口标准，确保无人机采集的交通视频、位置、环境参数等数据能够无缝对接交通信息化系统，避免数据孤岛现象，提升跨平台数据共享效率与兼容性。（2）多源数据清洗与整合：针对无人机采集的原始数据，结合地面监控、车载传感器等多源信息，进行去噪、补全、归一化处理，构建结构化、高可信的交通态势数据集，为后续分析提供优质数据基础。（3）数据安全与隐私保护：在数据融合全流程中嵌入加密传输、访问权限控制、匿名化处理等技术手段，确保交通数据的安全存储与合规使用，同时通过脱敏处理保护个人隐私信息，避免数据滥用风险。数据融合机制的完善需从标准、质量、安全三个维度协同推进，形成闭环管理^[4]。通过这三者的有机融合，可实

现交通信息化与无人机安防数据的深度互通,为交通管理提供更精准、高效的决策支持,推动交通智能化发展进程。

3.3 强化无人机安防与交通信息化系统协同效能

随着交通信息化系统的持续升级,无人机安防应用需深化与交通数据的融合应用,以提升协同效能。这种融合不仅体现在技术层面,更需关注场景适配与效率优化。(1) 数据共享与实时交互:通过建立标准化的数据接口,实现无人机采集的交通态势数据与交通信号系统、路况监测平台的实时共享;例如无人机在高速路段的巡检数据可快速反馈至信号控制系统,动态调整车流引导策略,减少拥堵发生概率。(2) 智能算法融合应用:将无人机巡检数据与交通流量预测、事故风险评估算法结合;通过机器学习模型分析历史数据,优化交通信号配时和应急调度方案,提升系统响应速度和决策准确性。(3) 多源信息融合验证:利用无人机高空视角与地面监控、车载传感器数据的多源融合,构建三维交通态势感知模型。这种模型能更精准地识别复杂交通场景中的异常事件,如非机动车违规穿行、行人聚集等,增强主动干预能力。协同效能的提升需以数据为纽带,以算法为驱动,以场景为落点。通过三者的深度耦合,无人机安防可更紧密地嵌入交通信息化体系,形成“感知-分析-决策-执行”的闭环链路,为交通管理提供更高效、智能的技术支撑。

3.4 健全无人机安防运维保障体系

在交通信息化加速演进的背景下,无人机安防应用的运维保障体系需突破传统模式,构建动态适配的智能运维生态。(1) 设备状态监测与预测性维护:通过集成多维度传感器与AI算法,实时采集无人机飞行数据、电池健康度及环境参数,构建故障预测模型,实现从“被动维修”到“主动预防”的转变,降低非计划停机概率,提升设备使用周期可靠性。(2) 标准化作业流程与多场景适配:制定涵盖起降、巡检、数据回传等环节的标准

化操作规范,结合交通场景特性细化应急处置流程,如高速拥堵、事故现场等复杂环境的快速响应机制,确保运维行为可追溯、可量化。(3) 复合型运维团队能力提升:聚焦无人机操作、数据分析、故障诊断等核心技能,开展周期性实操训练与情景模拟演练,强化团队对交通场景的适应性,同时引入跨领域知识共享平台,促进技术经验的高效传递与迭代。运维保障体系的健全需以技术赋能为核心,以流程优化为纽带,以人才培养为支撑^[5]。通过三者的有机融合,可形成覆盖设备全生命周期的闭环管理,提升无人机安防在交通场景中的应用效能与安全系数,为交通信息化发展提供坚实的技术保障。

结束语:未来,随着5G低时延通信、AI算法优化及模块化电池技术的突破,无人机将在交通领域展现更广泛的应用潜力。5G技术确保实时数据传输与远程操控的稳定性,AI算法通过智能模型提升交通流量预测与事故风险评估的精准度,模块化电池技术则增强无人机续航能力。这些技术协同推动交通治理向数字化、智能化转型,为构建安全、有序、畅通的道路交通环境提供坚实技术支撑。

参考文献:

- [1] 闫野.基于北斗定位优化的无人机铁路巡检路径研究与应用[J].智能城市,2025,11(7):29-32.
- [2] 黄迎春,李开源.车载无人机物资配送路径优化[J].火力与指挥控制,2025,50(8):31-37.
- [3] 胡碟,胡志华,李姚娜.基于两阶段算法的多无人机船舶排放监测选址与路径优化[J].中国航海,2025,48(1):165-173.
- [4] 吴浩,任杰,高子然,李权,周超.面向低空安防的无人机导航诱骗策略研究[J].中国安全防范技术与应用,2025(1):76-80.
- [5] 周星宇,李姝涵,薛锋.基于多智能体图神经网络的城市无人机配送路径优化[J].交通运输工程与信息学报,2025,23(4):50-61.