

无人机在应急救援与安全监控中的应用

唐俊杰

广西城市职业大学, 广西 崇左 532200

DOI:10.61369/ETI.2025040031

摘要： 无人机技术在应急救援与安全监控领域展现出巨大潜力。本文以金华市尖峰山森林火灾扑救案例为切入点，探讨无人机在火灾监测、预警、扑救及灾后评估中的应用。通过分析无人机在火灾安全监控中的技术突破和实战效能，揭示其在提升应急响应能力和公共安全管理水平中的重要作用。

关键词： 无人机；火灾安全监控；应急救援；技术创新

The Application of Unmanned Aerial Vehicles in Emergency Rescue and Security Monitoring

Tang Junjie

Guangxi City Vocational University, Chongzuo, Guangxi 532200

Abstract： Drone technology has shown significant potential in emergency rescue and safety monitoring. This paper uses the Jinhua City Jianfeng Mountain forest fire suppression case as a starting point to explore the application of drones in fire monitoring, early warning, firefighting, and post-disaster assessment. By analyzing the technological advancements and practical effectiveness of drones in fire safety monitoring, it highlights their crucial role in enhancing emergency response capabilities and public safety management.

Keywords： UAV; fire safety monitoring; emergency rescue; technological innovation

引言

无人机技术因具备高效性、灵活性以及低风险性，已然变成了在应急救援以及安全监控相关领域当中极为重要的一种工具。本文以森林火灾这类较为复杂的场景为例，分析无人机能够做到快速地做出响应、精准地完成定位并且实时地传输数据，在很大程度上提升了救援工作开展的效率以及整个过程的安全性。本文选取金华市尖峰山森林火灾为背景，对无人机在火灾安全监控方面的具体应用展开相应的探讨。

一、无人机在应急救援中的实战效能

（一）案例背景

2024年8月3日，金华市的尖峰山区发生了森林火灾。该区域的地形状况颇为复杂，植被生长得极为密集，传统的灭火方式遭遇到了阻碍。例如救援人员很难迅速抵达着火点，物资的运输效率低等情况。在这样的情形之下，金华市的应急管理局积极采取行动，引入无人机参与到救援工作当中，这一举措让灭火的效率得到了明显的提升。

（二）高效物资投送与精准定位

（1）物资投送的高效性

在金华市尖峰山所发生的森林火灾扑救行动期间，无人机充分发挥出其具备的快速响应能力以及高效投送能力的优势，为参

与扑火的队员们送上了极为及时的物资补给。无人机采取点对点精准投送的方式，仅花费3分钟时间，就能够顺利完成从物资装载一直到完成投送的整个过程。与之相对比的是，传统依靠人工进行搬运的方式，往往需要耗费1小时以上的时间。无人机投送方式大幅提升了物资补给的效率。这种能够实现高效物资投送的方式，一方面为扑火队员们提供了相当及时的后勤方面的有力保障，另一方面也明显降低了在人力方面的消耗情况以及所需要花费的时间成本，进而有力地确保了整个救援行动可以保持连续性，并且具备较高的效率。

无人机有着高效的投送能力，这一能力的形成得益于其具备先进的飞行控制系统以及任务规划模块。无人机搭载了RTK高精度定位模块，它能够实现厘米级定位精度，从而保证物资可以十分精准地投放到指定位置。而且，无人机采用的多旋翼设计，让

它在复杂的地形状况以及恶劣的环境条件下，都具备良好的机动性与稳定性，能够迅速到达传统交通工具难以抵达的区域，进而为火场给予及时的物资方面的支持。

表1 无人机在物资投送中的效率优势				
投送方式	投送距离 (公里)	投送时间 (分钟)	场景描述	备注
无人机	3	3	复杂山区地形	精准投送，厘米级定位
人工搬运	3	60	复杂山区地形	受地形限制，效率较低
无人机	5	4	平坦地形	快速响应，多旋翼设计
人工搬运	5	75	平坦地形	人力消耗大，时间成本高
无人机	8	6	林区复杂地形 (有坡度)	抗风能力强，适应性强
人工搬运	8	120	林区复杂地形 (有坡度)	难以快速到达，效率低

从表格1数据可以看出，无人机在不同地形条件下的投送时间均显著低于传统人工搬运方式。特别是在复杂山区地形和林区环境中，无人机的快速响应和高效投送能力表现尤为突出。其搭载的高精度定位模块和多旋翼设计使其能够在复杂环境中保持稳定飞行，并实现精准投送。这种高效的投送方式不仅为扑火队员提供了及时的后勤保障，还显著降低了人力消耗和时间成本，确保了救援行动的连续性和高效性。无人机的高精度定位模块和多旋翼设计使其在复杂环境中具备出色的机动性和稳定性，能够快速抵达火场，为救援行动提供有力支持。

(2) 火源定位与实时信息回传

在火灾展开扑救的整个过程当中，无人机所搭载着的高清摄像头以及红外热成像设备是发挥出了极为关键的作用。这些设备具备着能够快速穿透浓厚烟雾的能力，而且可以十分精准地对火源进行定位，还能实时把火场的相关信息传回到指挥中心。红外热成像技术是通过检测物体表面所存在的温度方面的差异，进而能够在颇为复杂的环境里面迅速地识别出高温区域，确定火源具体所在的位置。这样精准的一些数据所给予的支持，给现场指挥提供了很科学的依据，有助于救援人员较为快速地制定出灭火的方案，同时也能够对资源分配加以优化，进而提升灭火的实际效率。

无人机所具备的实时信息回传这一功能，一方面能为指挥中心呈现出火场的动态画面，另一方面借助二维以及三维建模技术，把火场的地形状况、火势蔓延的具体路径等十分关键的信息予以可视化处理，从而为救援决策给予了全方位的数据支撑。这种实时且精准的信息反馈机制，切实提升了火灾扑救工作的科学性以及有效性程度。

(三) 协同作战与通信保障

(1) 复杂环境下的通信保障

无人机所具备的在复杂地形以及无网络环境之下的通信保障方面的能力，是其在火灾扑救工作当中极为重要的优势之一。以金华市尖峰山所发生的火灾为例，无人机借助多遥控器接力这种方式，再配合上4G远程控制技术，十分有效地解决了信号受阻这一难题，从而确保了其在复杂环境当中能够持续不断地运行下。

正是这样的通信保障能力，使得无人机可以在距离基站比较远的区域执行相关任务，并且还能始终和指挥中心维持着稳定的通信状态。除此之外，无人机还能够搭载应急通信基站，以此来为受灾的区域给予临时性的网络方面的支持，进而保证救援人员相互之间的通信可以保持畅通无阻的状态。这样的通信中继功能，一方面保障了救援行动能够实现高效的指挥调度，另一方面也为受灾的群众开辟了与外界取得联系的通道，在很大程度上增强了救援行动整体的协同配合程度。

表2 尖峰山火灾中无人机通信保障能力分析				
通信方式	场景描述	通信距离 (km)	通信稳定性	信号传输时间 (min)
传统通信	复杂山区地形	2	不稳定	30
无人机(多遥控器接力)	复杂山区地形	5	稳定	5
无人机(4G远程控制)	平坦地形	8	稳定	3
无人机(应急通信基站)	林区复杂地形	3	稳定	2

从表2中数据可以看出，无人机在复杂地形和无网络环境下的通信保障能力显著优于传统通信方式。在复杂山区地形中，传统通信方式的信号传输时间长达30分钟，且通信稳定性差，而无人机通过多遥控器接力和4G远程控制技术，仅需5分钟即可完成信号传输，通信稳定性显著提升。此外，无人机搭载应急通信基站，能够为受灾区域提供临时网络支持，进一步保障了救援人员之间的通信畅通。

(2) 空地一体化协同作战

无人机和地面救援力量协同展开作战行动，由此实现了空地一体化的高效救援模式。在火灾扑救的具体情境当中，无人机能够凭借对火场动态展开实时监控这一方式，为地面的消防人员给出精准的火源所处位置以及火势蔓延方面的相关信息，从而助力地面救援力量较为迅速地对扑救策略做出相应调整。除此之外，无人机还具备搭载诸如灭火弹、水袋这类灭火设备的能力，进而能够直接参与到火场扑救工作当中，以此和地面消防力量实现一种相互补充的关系。

此种空地协同作战模式一方面提升了火灾扑救的效率，另一方面则明显缩减了救援人员处于危险状态的暴露时长。凭借无人机所具备的高空观测视角以及快速响应的能力，救援行动得以更为科学且高效地开展起来，实现了对火灾扑救的全方位以及多层次的覆盖效果。

二、无人机在火灾安全监控中的创新应用

(一) 火灾早期预警与监测

在金华市尖峰山发生森林火灾期间，无人机配备了高清摄像头以及红外热成像设备，由此实现了对林区展开24小时持续不断监控的情况。凭借着实时监测林区当中的温度变动状况与烟雾浓度情形，无人机可以迅速地识别出潜藏着的火灾隐患，而且还能把预警相关的信息实时传送到指挥中心。这种早期预警的能力，给火灾的快速响应给予了极为关键的支持，明显地降低了火灾出

现蔓延情况的风险。

无人机所具备的火灾早期预警功能,主要依靠其装载的先进传感器系统以及图像处理算法来实现。其中,红外热成像设备有着出色的性能,它能够敏锐地察觉到林区内部极为细微的温度变化情况,借助温度梯度运算以及帧间差分算法这两种手段,较为迅速地对火灾高危点还有火焰进行准确识别。除此之外,无人机配备的火灾监测装置当中还包含有烟雾传感器,该传感器能够对火灾区域内的烟雾浓度以及烟雾飘散的方向进行有效感知,从而在一定程度上进一步提升预警的精准程度。像这样采用多传感器融合的监测方式,再与深度学习算法(比如YOLOv5)相结合,便能够切实有效地降低误报率,使得火灾监测的效率得以提升。

(二) 火场实时监控与指挥支持

在火灾扑救期间,无人机凭借热成像技术成功突破浓烟所形成的障碍,能够迅速且准确地定位到火源所在位置,并且还可以实时将火场的相关信息传送回来。这些所回传的信息能够为在现场进行指挥工作的人员给予十分精准的数据方面的有力支持,助力指挥人员较为快速地制定出灭火的具体方案。例如,无人机能实时对火势蔓延的方向以及速度展开监测,进而为参与消防工作的人员提供有关火场动态的详细信息,凭借这些信息便能够对灭火路径以及资源分配等方面予以优化处理。

无人机所具备的火场实时监控这一功能,并非仅仅依靠其搭载着的高清摄像头以及红外热成像设备,实际上还与先进的数据处理还有传输技术相互结合起来了。借助实时图像处理以及目标检测算法,无人机能够较为迅速地对火源位置予以识别,并且会把相关的数据实时传送到指挥中心。而且,无人机所构建的多源数据融合监测感知网络,可以给出火场的三维建模以及动态分析,能够为指挥人员赋予较为完整的火场态势感知方面的信息。

(三) 火灾扑救与辅助救援

在金华市尖峰山发生森林火灾进行扑救时,无人机的应用不单局限在对火场实施监控方面,它还能够直接参与到灭火行动当中,并且在辅助救援相关任务上也发挥了作用,由此使得火灾应急处置工作的效率以及科学性都得到了较为明显的提升。具体而言,无人机借助搭载灭火弹以及水袋的方式,能够较为迅速地抵达火场的核心地带,进而对火势展开初步的控制。这种‘空中灭火’的模式,为在地面开展工作的消防人员争取到了极为宝贵的时间,使得火势蔓延的速度有所降低,同时也让火灾给周边植被以及基础设施所带来的破坏得以减少。除此之外,无人机还配备了扬声器以及照明设备,给现场指挥工作以及人员疏散事宜给予

了十分重要的支持。在火灾现场,无人机可以通过扬声器把撤离指令传达给被困人员,引导他们能够快速地撤离出危险区域。与此同时,其搭载的照明设备能够在夜间或者是低能见度的环境下为救援行动提供照明方面的支持,以此来确保救援人员可以清晰地对火场的具体情况以及被困人员的位置加以识别。像这样具备多任务集成特点的无人机系统,不但让救援效率得以提高,而且还使得救援人员暴露在危险当中的时间有所降低。

(四) 灾后评估与火源调查

灾后,无人机凭借着搭载的高清摄像头以及三维建模技术,针对火灾现场展开了全方位的拍摄工作,同时也进行了相应的数据采集活动。这些所获取到的图像资料还有数据信息,为后续开展火灾原因的调查工作以及对火灾损失加以评估给予了极为重要的支撑。例如,借助无人机拍摄下来的高清图像,相关专家便能够较为精准地分析出火源具体所在的位置,还能明确火灾蔓延的路径,以及对植被遭受损害的实际状况予以分析,便能够为后续要施行的防火相关措施提供具备科学性的依据参考。而且,无人机所具备的多源数据融合技术,还可以把火场的二维数据以及三维数据进行整合,进而生成详细的火场地形图以及受损区域的分布图。这些相关数据不但在分析火灾起因以及其整个发展过程方面能起到助力作用,而且还能为森林资源后续的恢复工作以及对火灾预防措施加以改进等方面提供一定的参考借鉴。通过这样的方式,无人机在火灾结束之后的评估以及调查等相关工作当中,切实发挥出了不可被替代的重要作用,明显提升了火灾应急管理工作的科学性以及系统性程度。

三、结论

无人机技术于火灾应急救援以及安全监控方面的应用,着实彰显出了极大的潜力与颇具创新意义的价值。以金华市尖峰山所发生的森林火灾扑救情况为例,无人机凭借在高效物资投送、精准定位以及协同作战等方面所实现的技术层面的突破,较为明显地提升了灭火的效率以及救援的能力。在此次火灾扑救行动期间,无人机在火灾的早期预警环节、火场的实时监控环节、扑救的辅助环节以及灾后的评估环节等诸多方面,都起到了极为关键的作用。未来,伴随技术持续地取得进展以及相关法规逐步地趋于完善,无人机势必会在火灾安全监控这一领域发挥出更为重要的作用,进而为应急救援以及公共安全给予更为强劲有力的支持。

参考文献

- [1] 杨晓彤. 开拓合作共赢机遇之路 共建应急管理“空中桥梁”——“重大灾害无人机应急合作机制”业务交流和技术研讨会成功召开[J]. 中国减灾, 2025, (03): 30-31.
- [2] 梁洁, 温俊菁. 探索“无人机+”赋能应急救援与管理[N]. 南方日报, 2025-01-15 (A09). DOI:10.28597/n.cnki.nnfrb.2025.000291.
- [3] 沈占胜, 丁立卿. 低空经济: 理论焦点及研究展望[J]. 企业科技与发展, 2025, (01): 1-11+21. DOI:10.20137/j.cnki.45-1359/t.20250108.001.
- [4] 李伟. 浅谈无人机飞行器在消防应急救援中的实施对策[J]. 中国设备工程, 2024, (22): 43-45.
- [5] 孙劭晨, 耿荣妹. 无人机集群在消防救援中的协同应用探究[C]// 中国人民警察大学, 中国消防协会. 2024年度灭火与应急救援技术学术研讨会论文集-消防技术装备与装备管理. 中国消防救援学院, 2024: 30-34. DOI:10.26914/c.cnkihy.2024.032757.