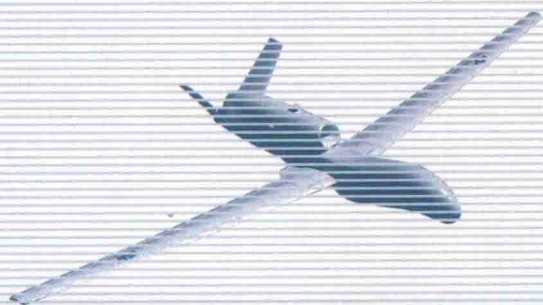


无人机

安防应用技术教程

(提高篇)

孙永生 罗颖 主编



中国人民公安大学出版社

群 众 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

无人机安防应用技术教程. 提高篇 / 孙永生, 罗颖主编. —北京: 中国人民公安大学出版社, 2019. 1

ISBN 978 - 7 - 5653 - 3432 - 0

I. ①无… II. ①孙…②罗… III. ①无人驾驶飞机—安全技术—教材
IV. ①V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 221920 号

无人机安防应用技术教程 (提高篇)

孙永生 罗 颖 主编

出版发行: 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

经 销: 新华书店

邮政编码: 100038

印 刷: 北京市科星印刷有限责任公司

版 次: 2019 年 1 月第 1 版

印 次: 2019 年 1 月第 1 次

印 张: 12.75

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 202 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5653 - 3432 - 0

定 价: 48.00 元

网 址: www.cppsups.com.cn www.porclub.com.cn

电子邮箱: zbs@cppsup.com zbs@cppsu.edu.cn

营销中心电话: 010 - 83903254

读者服务部电话 (门市): 010 - 83903257

警官读者俱乐部电话 (网购、邮购): 010 - 83903253

公安业务分社电话: 010 - 83905672

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换
版权所有 侵权必究

无人机安防应用技术教程（提高篇）

编委会

编委会主任：刘道林

主 编：孙永生 罗 颖

副 主 编：徐 明 金 伟 栾润生 崔 宇

编委会委员：杨金才 胡伟建 吴晓猛 付 超

孙嘉栋 杨建军 任 斌 陈文涛

范永飞 苏文博 赵国成 何文妙

张 骁 马登峰 陈卫东 王六灵

温 凯 郑路遥 刘 杰 谭 晁

撰 稿：张明华 李剑钊 张忠钰 刘 伟

陆钟乐 尚 杨 王钊宇 吴国瑞

吴 毅 肖 鹏 沈 哲 李 健

臧少龙 胡上杰 黄钰峰 盖 博

前言

中国进入了新时代，人民群众的需求也从最基本的需求转变成更高层次的需求。人民群众需要探索更远、更高的未知世界。无人机产业的发展，充分反映了人民群众对美好生活的向往。

无人机具有智能化程度高、易于操作、造价相对低廉等优点，近年来走进寻常百姓家，为消费者带来新的感受和体验；应用到各行各业，为许多领域带来业务变革和便利。但是，随着无人机的普及和飞速发展，相应的法律法规和管控技术的滞后，暴露出一些严重的安全隐患和管理漏洞。无人机影响机场运行事件频发，甚至被不法分子利用，已经对国家安全、公共安全和个人安全构成了严重的现实威胁。

我们中国低空安全研究中心的主要研究人员于2013年开始关注无人机安全隐患，先后向北京市公安局、中央政法委、公安部递交了研究报告，其中一份报告获得中央领导批示。

我们研究中心一直以来有一个不变的核心观点：无人机作为空中机器人，一是会冲击公安机关传统意义上的“制高点”；二是无人机警务应用将会带来警务方式的变革。

因此，我们研究中心提出新时代民警应有新能力，也就是掌握制高点的能力。民警应充分发挥警用无人机的优势，及时、全面地了解现场情况，同时避免对方掌控制高点。

避免对方掌控制高点，目前比较难，涉及方方面面，不是警方一家能左右的。我们研究中心发扬武汉公安提出的“敢为人先”的精神，日前出版一本新书《无人机安全管理》，相信能为各地民警提供一些有

用的指导。

至于民警掌握制高点，也就是人机协同开展警务工作，目前各地公安机关涌现出一些实战民警。2018年1月23日，我们研究中心主办全国警用无人机实战经验交流会，大家分享了很多经典案例。经过此次交流会，我们更加坚信，民警利用无人机掌握制高点，将会大大提升民警的实战能力！

说到此处，我想起一个令人扼腕叹息的案例。2015年6月8日晚，河北省肃宁县一村庄发生枪击杀人案。肃宁县公安局政委薛永清在9日5时抓捕犯罪分子时中弹牺牲。当时，薛政委推断犯罪分子可能藏身在老宅屋顶，于是一手拿枪、一手扶梯子，慢慢往上爬。老宅是平顶房，屋顶四周是砖头垒的围挡，用来晾晒玉米、防止玉米滚落。薛政委刚爬到屋顶围挡，就被犯罪分子持枪击中头部，英勇牺牲。看到媒体报道此案，尤其是其爱人自杀追随薛政委身亡时，我的心中在滴血。痛定思痛，我在想：如果他们有警用无人机，迅速掌控制高点，及时侦查犯罪分子藏身之处，就不会出现这样的结局。

制高点应该由警方掌握，也必须由警方掌握！无人机是空中机器人，具有侦查和打击的功能。警用无人机将会让民警如虎添翼，更好地了解现场情况、更好地分析研判、更好地开展处置行动！

近年来，无人机作为一种新型警用装备在公安机关得到较多应用。2015年全国只有500余架警用无人机，到2018年全国公安机关配备各型无人机6000余架（套）。警用无人机在警务任务中广泛应用，在追捕逃犯、巡逻搜索、铲毒禁毒、反恐防暴、交通管理、消防灭火、大型活动安保以及社会救援救助任务中发挥了不可替代的作用，成为服务社会、维护社会稳定的重要力量。

实际上，无人机在其他安防领域同样广泛应用并发挥了重要作用。但是，无人机在安防应用过程中，在装备配置、专业人才培养、行业应用等方面均存在诸多问题。如何破解这些难题？研究中心认为应从专业人才培养抓起。因此，我们研究中心联合实战部门部分民警、无人机企

业技术人员着手编写了《无人机安防应用技术教程（基础篇）》和《无人机安防应用技术教程（提高篇）》。知易行难，在编写和统稿过程中，我们发现存在不少问题。由于编者水平有限，无法在短时间内完善，但最后还是决定抛砖引玉。我们相信这两本书有其意义，可以弥补当前无人机安防应用技术教材的空白；可以推动和深化无人机技术与战术的深度融合；可以促进战法与训法的有机衔接；最关键的是，可以让更多的安防工作者更快地了解无人机安防应用技术，更好地掌控制高点，在保证自身安全的前提下，为国家安全、公共安全作出新的更大的贡献！

中国低空安全研究中心主任
中国无人机产业创新联盟副理事长 孙永生

目 录

第一章 空中巡逻科目	1
------------------	---

一、应用场景	2
二、适用机型介绍	10
三、气象条件	21
四、应用战术	24
五、精选案例	34

第二章 空中侦查科目	38
------------------	----

一、应用场景	38
二、适用机型介绍	45
三、气象条件	55
四、应用战术	57
五、精选案例	73

第三章 空中全景科目	76
------------------	----

一、应用场景	76
二、适用机型介绍	78
三、气象条件	80
四、应用战术	82
五、精选案例	99

第四章 空中搜救科目 104

- 一、应用场景 104
- 二、适用机型介绍 111
- 三、气象条件 117
- 四、应用战术 120
- 五、精选案例 139

第五章 空中应急指挥 142

- 一、应用场景 142
- 二、适用机型介绍 147
- 三、气象条件 154
- 四、应用战术 155
- 五、精选案例 169

第六章 空中震慑科目 173

- 一、法定应用场景 173
- 二、适用机型介绍 174
- 三、气象条件 180
- 四、应用战术 181

第一章 空中巡逻科目

无人机空中巡逻，是由可视化指挥调度组和无人机空中巡逻组相互配合，为公安机关案（事）件处置、大型安保、道路巡查乃至整个社会面管控提供更及时、准确、全面、直观的参考依据，实现主动预警和快速反应的目的，有力确保辖区社会治安稳定的一种巡逻方式。此外，通过无人机配备的高清摄像头，可以对人员密集场所、交通拥堵路段、受灾区域等需要及时了解最新动态的地区进行全方位、立体式巡查，同时将相关影像资料通过可视化指挥调度系统实时传输到指挥调度大厅，为领导决策和科学调度警力提供直观、重要的参考依据。

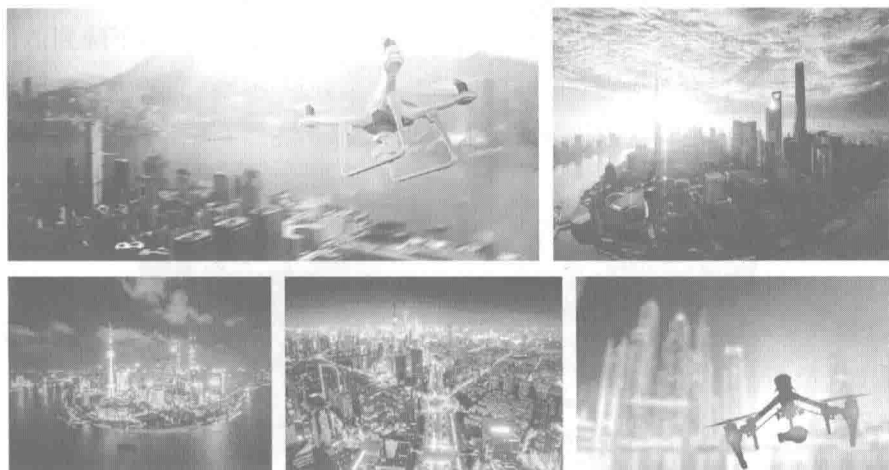


图 1-1 人类社会与无人机

一、应用场景

（一）道路空中巡逻

道路，是指供各种车辆和行人通行的工程设施。按其使用特点分为城市道路、公路、厂矿道路、林区道路及乡村道路等。我国幅员辽阔，一张纵横全国的道路网依靠传统视频监控对道路流量、动态进行监控，由于点位少、覆盖率低及发生故障后不能及时修复等原因造成许多监控盲区。无人机机动灵活，对地面监控盲区可做到有效监控、补差补缺、实时掌握。无人机在道路空中巡逻中可以完成道路流量统计、辅助设施排查、路面坑洼异物排查、高速公路应急车道违章巡逻等例行巡检，也可以应用于交通拥堵事故应急处理、交通设施损坏应急处理等应急巡检。以下按照道路分类作具体说明：

1. 城市道路空中巡逻

近年来，城市道路交通承受着车辆持续增多和人流激增的双重压力，为了充分保障道路交通安全、畅通、有序，更好地做好交通安全保障工作，更加全面快速地掌握城市道路交通状况，可以利用多旋翼无人机进行空中巡逻，针对市内较易形成拥堵的路段和重点景区周边路段开展交通巡逻，实现空地联勤，形成立体化指挥调度体系。具体操作时可定时段利用多旋翼无人机对特定路段进行空中巡逻，发现道路拥堵时，可下降到适当高度，指挥车辆有序通行，同时联络地面人员到现场疏导交通。该举措相应地减少了路面巡逻次数，节省了人力及资源。



图 1-2 无人机执行城市道路巡逻任务

2. 高速公路空中巡逻

高速公路空中巡逻主要是为了满足高速交警现有的业务需求,对管辖内的高速公路路段进行巡查,巡查内容主要包括:有无占用应急车道、发现道路交通阻塞点、重大车祸现场图像回传等。具体操作时可利用固定翼或多旋翼无人机进行空中巡逻,固定翼无人机的特点是航速快、航时长,可对路段进行快速巡逻;多旋翼无人机可对交警无法第一时间赶到的现场进行拍照、录像等操作。例如,运用固定翼无人机巡逻时发现一起交通事故,事故已经造成路面车辆拥堵,无人机通过警用数字集群通信技术将现场画面传输至指挥中心,指挥中心通过现场图传情况,调配警力及时赶赴事发现场,高速交警到达后,由于车辆拥堵无法进入中心现场,此时可利用多旋翼无人机飞抵事故点上空完成记录,并指挥车辆避障有序通行,这样就相应提高了处理交通事故的效率。



图 1-3 民警操作无人机

3. 厂矿道路空中巡逻

厂矿道路,是指为工厂、矿山、油田、港口、仓库等行业服务的道路,分为厂外道路、厂内道路和露天矿山道路。厂外道路为厂矿企业与公路、城市道路、车站、港口原料基地、其他厂矿企业等衔接的对外道路;厂内道路为厂区、库区、站区、港区等的内部道路。露天矿山道路为矿区范围内采矿场与卸车点之间、厂区之间的道路;或通往附属厂、辅助设施的道路。厂矿多使用重型车辆,经重型车辆碾压后的道路路面容易损坏,且厂矿多建在山区,连续阴雨天气容易导致地质灾害,如山体滑坡等灾害极易堵塞路面。对此,可利用多旋翼无人机对路面进行巡逻,发现损坏路

段及时修理，对自然灾害造成堵塞的路段及时清障通行。



图 1-4 厂矿道路巡逻航拍图

4. 林区道路空中巡逻

林区道路建在林区，主要供各种林业运输工具通行的道路。林区道路类型分为四类：一是集材道路，由木材采伐点至装车场开辟的简易道路，专供集材使用；二是运材道路，为林区道路的主体，直接承担木材由装车场到贮木场的输送任务；三是营林道路，根据造林、育林、护林等工作需要所修筑的正规道路；四是防火道路，一般情况下该路面较宽，厚度、强度等能满足护林防火的需要。林区道路极易受到地质灾害等自然条件影响，造成道路损毁、堵塞，在灾后可利用固定翼或多旋翼无人机对易受灾路段进行全路段巡逻，及时发现、修复和清障疏通。



图 1-5 林区道路巡逻航拍图

5. 乡村道路空中巡逻

乡村公路一般是指连通乡镇及行政村的公路。通乡镇公路，是指县城通达乡镇以及连接乡镇之间的公路。通行政村公路，是指由乡镇通达行政村的公路。就我国现状而言，乡村公路就是指县乡公路和通村公路。乡村道路空中巡逻可采用多旋翼无人机分时段、分路段针对路面监控点位无法覆及的区域内的车辆行驶情况进行巡逻，及时发现低速载货汽车、农用车、拖拉机等违法载人、无牌无证上路等违法行为，做到实时发现、记录，以便对其作进一步处理；及时疏导路面车辆拥堵的路段，保证路面交通畅通。



图 1-6 乡村道路巡逻航拍图

（二）城区空中巡逻

城区，是指人口、机构、经济、文化高度集中的区域，主要是以非农业产业和非农业人口集聚形成的较大居民点，一般包括住宅区、工业区、商业区，并且具备行政管辖功能。随着社会经济发展，违法行为频发，安防建设开始被广大群众接受并支持，为保证城市各方面正常运转，维护社会稳定，安防已成为城市发展必不可少的一部分。

利用无人机航拍巡逻查处违法行为，机动性好、时效性强、巡查范围广，可有效消除防控中的隐蔽盲区，从而大大提高执法效率。特别是对交通复杂区域，航拍取证方便快捷，节约了大量人力物力。在市容市貌、治安监控、交通治理等领域逐步推进无人机巡查，可以充分发挥无人机“空中安防”的作用，力促城市管理水平迈上新台阶。

城区空中巡逻要与地面巡逻相辅相成，设置巡逻防控巡区要讲究实战性和科学性，根据社会面的治安状况及城区重点要害部位安全保卫等治安防控需要，以派出所辖区为边界，以案件发生的地点、时段规律为依据，将城区划分为若干个特定的巡区。将特定巡区内的车站、广场、商业中心等区域均纳入重点巡逻范围，加大巡逻防控力度，做到空地结合、无缝对接。利用空中视野的开阔性，及时发现地面可能存在的警情，指令地面力量迅速抵达事发现场，及时处置。这样既强化了对路面违法犯罪的打击震慑力度，又全面提高了街面见警率、盘查率和管事率。

2015年8月31日，合肥女孩夜跑时被歹徒强暴；2015年10月14日晚，陕西宝鸡女教师夜跑时被拾荒者杀害；2015年11月18日晚，南京江宁九龙湖一带一名女子夜跑时不幸遇害；2017年12月14日，四川乐山单亲妈妈夜跑时被害。这些夜跑遇险事件的共同特点为，事发地点照明阴暗、路段偏僻、监控设备缺失，且单身女性自我保护意识薄弱，为不法分子提供了可乘之机。在这种情况下，除了夜跑者采取必要的自我保护措施，如穿着颜色鲜艳或反光衣服，选择明亮、有人来往的地段活动等，警方利用无人机加强空中巡逻安防，亦是非常必要的手段。通过无人机搭载照明装置，沿夜跑道路等光照条件差的监控盲区进行空中巡逻，发现可疑状况，可随时打开闪光灯示威预警，发出警报，录制清晰视频，为夜间外出者提供一道安全保障。

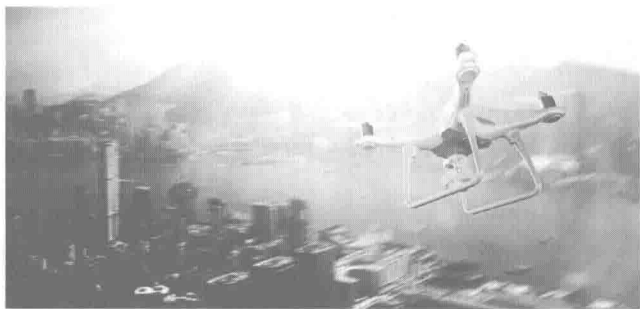


图 1-7 无人机执行城区空中巡逻任务

（三）农村空中巡逻

农村即乡村，具有特定的自然景观和社会经济条件，是以从事农业生产为主的劳动者聚居的地区，不同于城市、城镇。我国农村基层一线派出所，长期受警力资源少、辖区面积大、社会治安复杂等因素影响，通常采

用车巡和步巡相结合的方式开展路面巡逻工作,耗时长、效率低,遇到会期时,巡逻压力增大,扒窃类案件高发,违法行为无法得到有效遏制。

空中巡逻,即利用无人机与地面巡逻力量相结合,为治安巡逻装上“空中之眼”,在提高巡逻效率的同时,针对派出所日常工作开展相应工作。一是禁毒工作。每年三月是罂粟花开的季节,可利用无人机分区域进行空中巡逻,发现毒品原植物后及时固定证据,及时赶至现场进行清理、拔除,对当事人作出相应处罚。二是日常巡逻工作。对辖区内重点区域发案情况进行分析,对街面侵财类案件高发区域、时段有针对性地进行巡逻,一方面可利用空中视野开阔的优势及时发现可疑人员,跟踪记录,同时指挥地面人员进行盘查或直接抓捕;另一方面对于违法犯罪活动也具有一定的震慑作用。三是道路管理工作。每日对乡镇街道车辆高峰时段、路段进行空中巡逻,做到及时发现、及时疏导,保证辖区内道路畅通。同时便于公安机关抓捕罪犯、巡逻防控。



图 1-8 农村空中巡逻航拍图

(四) 水域空中巡逻

水域,是指江河、湖泊、运河、渠道、水库、水塘及其管理范围和水利设施,不包括海域和在耕地上开挖的鱼塘。近年来,我国海事监管面临的情况日益多样化,任务也越来越重,仅仅依靠海巡艇等原有装备已无法满足当今海事监管救助“空、海、地”三位一体化的需要,因而需要新的装备和手段来强化对管辖水域的监视和有效控制。为适应当今海洋事务复杂性和多样性的变化,提高海事监管救助能力,将无人机技术应用到海事巡查中,可为海事部门实现“空、海、地”三位一体化巡航目标提供新的

发展思路和更多的选择空间。

无人机作为一种由无线电遥控设备或自身程序控制装置操纵的无人驾驶航空器，技术逐渐成熟，已经在军事、民用领域得到了广泛应用。由于无人机具有灵活机动、时效性高、成本低、损耗低、风险低、监测能力强以及覆盖面广等特点，非常适用于水上安全监管业务。无人机可应用于海上巡逻执法、调查取证和应急反应、海上搜寻和救助、海上船舶溢油、排污监视、航标巡查、航道测量等海事监管业务领域。

水域空中巡逻提高了传统河道巡查效率、减少了巡河人力成本和物资消耗，丰富了巡河方式，提升了作业水平。空中巡逻可对河道内的采砂及作业船只进行实时监控、记录，同时记录船只河道占用情况；对河湖水域进行环境检测，拍摄视野内水面垃圾、塑料、漂浮物等污染带的实时画面，查看排污口和污染源的分布情况，对于非法排污行为进行取证记录；对河道沿岸堤坝、水利设备进行巡检等。

例如，浙江省绍兴市柯桥区河道众多、水域长，与其他区域交接的边界河道也较多，有的地方“河长”难以进行人力巡逻，只能望河兴叹。柯桥区治水办借助无人机巡河，从而使一些难以巡逻到的或易被忽略的河道（段）不再成为盲区。相比陆地和水上巡河，无人机空中巡河具有速度快、视频清晰、覆盖范围广等特点。通过无人机巡逻，发现多处问题，主要有河道蓝藻滋生、河面有漂浮物、河边违章搭建、涉河建筑侵占河道、企业偷排等问题。

再如，2015年“东方之星”沉船事件。2015年6月1日21时30分，隶属于重庆东方轮船公司的东方之星轮船在从南京驶往重庆的途中突遇罕见强对流天气，在长江中游湖北监利水域沉没。沉船事件发生后，沿江省市的交通运输、公安等部门和解放军、武警部队调集动员了大批专业搜救人员、解放军、武警和消防官兵以及沿江地区群众，采取空中巡航、水面搜救、水下搜救、进舱搜救和全流域搜救相结合的方式，在事发地及下游水域开展全方位、立体式、拉网式搜寻。无人机也多次参与搜寻救援工作，并在出事水域岸边拍摄到大片树林朝一个方向呈带状倒伏的现象，推测可能与强劲风力有关。这组航拍图像为国家调查事故原因提供了科学的参考依据。

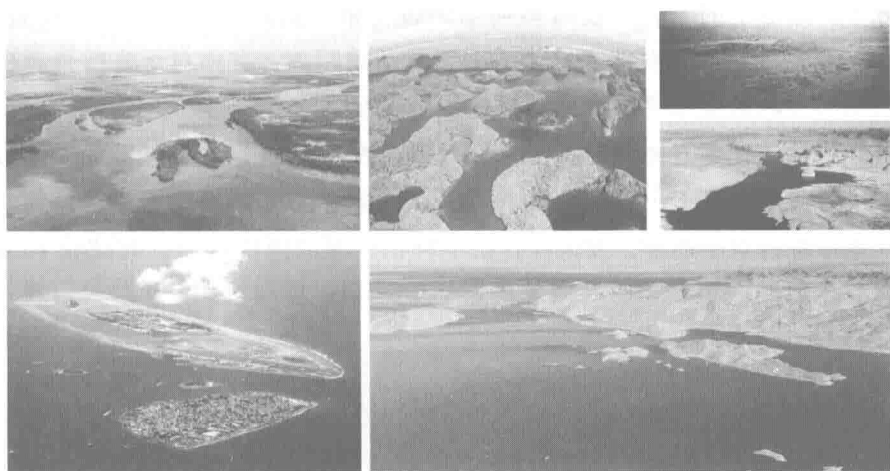


图 1-9 无人机拍摄的水域

（五）山区空中巡逻

人们习惯上把山地、丘陵分布地区，连同比较崎岖的高原，都称为山区。与平原相比，山区不大适宜发展农业，易造成水土流失，所以山区空中巡逻主要针对山林覆盖率及森林防火开展巡逻工作。森林防火尤为重要，火灾是危害森林资源的头号大敌，如果对山区森林火灾防控不当，一场火灾就会烧毁多年积累下来的森林资源，同时还会烧毁林木及林下植物资源、威胁野生动物生存环境、造成水土流失和空气污染等严重的危害。传统的森林防火巡逻是组织防火巡逻队，配备摩托车、汽车等交通工具，人员配备多、任务繁重、效率低下。利用无人机进行空中巡逻，大大缩减了巡逻时间，提高了巡逻效率，有效节省了人力、物力。随着交通日益便利，山区的治安状况也日益复杂，加上群众防范意识普遍不强，一些不法分子利用山区特殊的地理环境，在山头野外进行聚众赌博、制假贩假、制毒贩毒、非法持枪狩猎等违法犯罪活动。

利用无人机灵巧、高清、可实时查看监控内容等特点，通过网络自动控制或遥控控制，代替人工踏查无法到达的区域，减少人工踏查工作量，提高科技信息化。特别是在一些起降条件不好的地区，可以自主升空和降落，无需场地限制，特别适合在山区、林地作业。

例如，8月的重庆连续高温天气，人们森林防火这根弦也绷得紧紧的。在重庆市发布首个“森林火险红色预警”后，全市26200多人巡山