

doi: 10.7690/bgzdh.2022.01.005

# 基于无人机的辐射监测装备

刘国峰, 唐俊, 徐玉茹, 李杨, 李思瑶  
(中国人民解放军 32281 部队, 成都 610200)

**摘要:** 针对部队辐射监测的问题, 提出实现基于无人机的辐射监测系统分析方法。通过对国内外基于无人机的辐射监测装备研发及应用情况进行分析, 结合部队现役装备现状, 分析基于无人机的辐射监测优势。结果表明: 该分析能解决辐射监测和采样需求, 提升应急处置的工作效率, 保护参与救援人员的安全, 减少救援人员的辐射损伤。

**关键词:** 无人机; 辐射监测; 高效分析

**中图分类号:** V279 **文献标志码:** A

## Radiation Monitoring Equipment Based on UAV

Liu Guofeng, Tang Jun, Xu Yuru, Li Yang, Li Siyao  
(No. 32281 Unit of PLA, Chengdu 610200, China)

**Abstract:** Aiming at the problem of radiation monitoring in the army, the analysis method of radiation monitoring system based on UAV is proposed. Through the analysis of the research and development and application of radiation monitoring equipment based on UAV at home and abroad, combined with the current situation of active equipment in the army, the advantages of radiation monitoring based on UAV are analyzed. The results show that the analysis can meet the needs of radiation monitoring and sampling, improve the efficiency of emergency response, protect the safety of rescue workers, and reduce the radiation injury of rescue workers.

**Keywords:** UAV; radiation monitoring; high efficiency analysis

### 0 引言

核事故发生后的应急辐射监测, 主要包括对放射性核素种类、辐射水平、污染范围、人员剂量等进行探测, 可为辐射事故分级、应急决策、人员防护、评价事故后果等提供关键数据<sup>[1]</sup>。随着现代科学技术的进步, 为满足不同任务需求, 辐射监测设备经历了从便携式到移动式的发展历程。近年来, 基于无人机的辐射监测已经成为装备研发的热点方向。笔者通过对国内外基于无人机的辐射监测装备研发及应用情况进行分析, 结合部队现役装备现状, 就部队如何实现基于无人机的辐射监测进行了探讨。

### 1 国内外研发及应用情况

近年来, 随着无人机技术日趋成熟与普及, 以无人机为搭载平台的辐射监测方式发展迅速, 应用领域包括核爆和核泄漏事故现场的环境辐射监测、放射源丢失后的寻源、海关口岸入境货物的放射性检测等。

#### 1.1 国外研发及应用情况

2011 年的福岛核泄漏事故后, 日本使用具有自

主飞行功能的雅马哈 RMAX-G1 型无人机搭载伽玛射线 LaBr<sub>3</sub> 探测器对 3 km 范围内的辐射分布情况进行监测, 并将放射性相关数据实时传送至地面基地。此外, 地面基地的监控设备和无人机之间可以进行图像、GPS 电波、测量数据、控制命令等收发作业。地面器材和无人机可以依靠一辆汽车进行搭载并搬运<sup>[2]</sup>。

2019 年, 英国专家使用无人机搭载定制的辐射探测器对切尔诺贝利核电站及周边地区开展辐射检测, 绘制了该地区 15 km<sup>2</sup> 范围的 3D 辐射剂量图。据报道, 这是世界上首次在较宽阔地区将固定翼无人机用于辐射剂量图的快速绘制<sup>[3]</sup>。

捷克理工大学计划开发一种用于辐射监测的无人机。该无人机系统无需目前大多数无人机操控所需的 GPS 信号, 只需探测到复杂障碍物的机载传感器。使用这种无人机寻找辐射源, 将比使用地面团队寻找更安全、经济, 且效率高 100 倍<sup>[4]</sup>。

#### 1.2 国内研发及应用情况

随着国外航空辐射监测的发展, 尤其在日本福岛核事故后, 国内多所高校和科研院所也相继开展了相关研究, 并进一步拓展功能用途, 如对隧道内

收稿日期: 2021-09-18; 修回日期: 2021-10-28

作者简介: 刘国峰(1982—), 男, 山西人, 硕士, 工程师, 从事有害化学物质和放射性物质检测研究。E-mail: 54315906@qq.com。

的放射性进行监测<sup>[5]</sup>、通过分析辐射数据对放射源定位并进行抓取等<sup>[6]</sup>。

我国基于无人机的辐射监测应用主要集中在应急寻源演习和海关口岸的放射性检测 2 方面。目前,在海关口岸核辐射检测应用中,已研制了一种飞行式放射性检测系统。该系统可搭载  $\gamma$ 、 $\alpha/\beta$  和中子探测器,并通过升降装置将探测器下放至集装箱的堆垛间或其他狭窄空间,使探测器更靠近被测物,保证测量的准确性<sup>[3]</sup>。

针对重大核事故现场的高温、高湿、高辐射等特殊条件以及无人机飞行时间有限的缺点,中国原子能科学研究院采用低空无人飞行器搭载探测器,并通过抛投的方式将探测器散布到目标区域,开发了持续辐射监测的应急监测系统,探测器的持续工作时间大于 1 个月<sup>[7]</sup>。

## 2 部队应急辐射监测装备现状

目前,部队现役的核辐射监测装备定型较早,整体技术水平较低,且多为便携式或车载式,执行应急监测基本还是采用人工前出的方式。这一环节存在诸多弊端:1) 参与救援人员累计剂量有限,导致在事故区域的活动时间有限;2) 工作效率低,行动前人员需全身防护,任务结束后要对人员及车辆进行去污洗消,且行动受复杂地形的影响较大,机动性、灵活性差;3) 部分事故区域辐射水平较高,人员作业时间有限,无形中增加了救援分队的规模。

此外,现役装备的信息化水平低,缺乏数据实时传输功能,监测结果仍依靠人员通过对讲机向指挥中心进行汇报,大大降低了行动处置效率。

## 3 关于部队辐射监测装备发展的思考

### 3.1 任务需求

尽管当前各种新式核武器的出现稳定了大国间的“核平”,可一旦战争爆发,使用核武器的威胁仍然存在。同时,部队作为国家核应急救援力量的重要组成部分,承担着支援地方核事故应急的职责使命。核事故发生后,核应急救援分队的主要任务之一是迅速查明事故周边区域的辐射剂量率以及道路、水源污染情况,为保障人员转移提供数据支持。

### 3.2 系统组成

部队基于无人机的辐射监测装备主要由无人机搭载 GPS 定位模块、图像采集、辐射监测、控制单元和采样模块等,并通过软件实现控制单元与地面终端的数据传输和收发指令作业。其中辐射监测和

采样模块可灵活安装与拆卸,以满足无人机组重限制。辐射监测模块选取 NaI(Tl) 伽玛谱仪和 GM 管双探测器,可监测  $\gamma$  剂量率并识别放射性核素;采样模块可对水样、土壤和物体表面的放射性落下灰进行采集。水样采集装置由空投器、绳子、水桶构成,当无人机飞至水面上方一定距离时,空投器将水桶抛下进行水样采集;利用机械手可对土壤样品进行抓取;在机械手末端固定柔软毛巾对平整地物表面的放射性落下灰进行擦拭取样,进而可对物体表面污染情况进行评估。

发生核事故后,基于无人机的辐射监测设备可根据设定的航线对事故区域进行大范围巡测,并实时回传地理位置信息、辐射数据、高清晰图像等关键信息。终端根据回传信息,结合 GIS 和遥感技术,快速建立事故区域的 3 维核辐射状况模型。此外,该装备可对重要道路、水源和大型装备或建筑物表面进行采样,通过样品检测判断受染情况,辅助指挥人员做出决策。

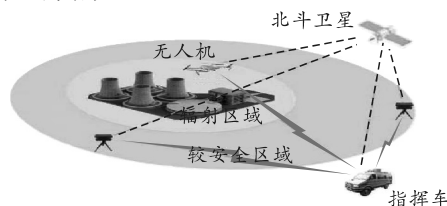


图 1 基于无人机的辐射监测系统空间布局

### 3.3 技术参数

- 1) 信息采集:  $\gamma$  辐射剂量率、 $\gamma$  辐射累计剂量、核素识别等,并可根据需求更换探头;
- 2) 通信方式: 5G-LTE 应急通信网络;
- 3) 定位信息: 北斗实时定位;
- 4) 图像处理: 1080P@;
- 5) 报警单元: 实时监测,超标及时上报中心;
- 6) 供电单元: 锂电池组(可更换),有效持续工作时间大于 48 h,寿命 3~5 年;工作电压: 12 V。

## 4 基于无人机的辐射监测优势

- 1) 监测效率高。

相比于人员辐射监测装备进行前出监测,基于无人机的辐射监测响应迅速、机动性好、巡查范围广,不受复杂地形限制。通过将获取的事故区域辐射剂量分布数据实时传输至终端,为快速制定行动决策提供依据,可进一步提升部队核事故应急救援处置能力。此外,无需在行动结束后对放射性沾染人员及车辆进行洗消,简化了流程,节约人力物力。