

doi: 10.7690/bgzdh.2024.07.009

武警防化分队核生化救援指挥箱组设计初探

沈同强

(武警警官学院训练基地, 广州 510400)

摘要: 针对核与辐射事故、化学事故、生物安全事件等救援指挥需求, 设计一种核生化救援指挥箱组。分析武警防化分队使用该箱组的涵义及能力需求, 阐述箱组的硬件组成及主要功能, 研究设计系统软件系统和信息流程。该研究可为武警防化分队核生化救援提供参考。

关键词: 核生化救援; 指挥箱组; 实时建模

中图分类号: TJ9; E86 **文献标志码:** A

Preliminary Study on Design of NBC Rescue Command Box Group of PAP Chemical Defense Detachment

Shen Tongqiang

(Training Base, Officers College of PAP, Guangzhou 510400, China)

Abstract: According to the rescue command requirements of nuclear and radiation accidents, chemical accidents, biological safety incidents, a nuclear, biological and chemical (NBC) rescue command box is designed. This paper analyzes the meaning and capability requirements of the use of the box group by the armed police anti-chemical warfare unit, expounds the hardware composition and main functions of the box group, and studies and designs the system software system and information flow. This study can provide a reference for the rescue of the armed police chemical defense unit.

Keywords: NBC rescue; command box group; real-time modeling

0 引言

当前, 我国核生化风险和不安因素增多, 对我国多个领域带来冲击。朝核危机隐忧未除, 重点核化设施存在战时遭受袭扰破坏的隐患, 新冠肺炎、甲型流感等疫情全球多地爆发, 天津港“8·12”、江苏响水“3·21”等重特大危化品事故相继发生。武警防化分队是核生化事故中平时应急、战时应战的专业处置力量, 目前侦察、洗消、防护等技术装备多为全军统型的最新主战装备, 但由于各种原因, 在核生化救援指挥中武警防化分队指挥员主要依靠从对讲机获取的语音信息综合判断、下达指令, 严重制约了救援整体效能的发挥。与陆军防化分队通过指挥车指挥的场景不同, 武警防化分队遂行任务的地域范围相对较小, 使用指挥箱组能够在事故区域周边的山坡、楼顶等位置开设前沿指挥所, 达到更好的指挥效果^[1-2]。针对这种情况, 笔者设计一种核生化救援指挥箱组。

1 核生化救援指挥箱组的涵义及能力需求

武警防化分队核生化救援指挥箱组是指武警防化大队、防化中队等专业分队在参与处置核生化事故过程中, 为有效开展组织指挥, 指挥员、机组和

单兵使用的搭载有核生化救援指挥信息系统的分队指挥控制终端, 以及配套的通联设备、信息采集设备等的统称。箱组用于核生化事故发生后, 为快速掌握核与辐射的放射性水平、危化品泄露的种类、程度和扩散范围, 以及生物病菌的污染情况, 依托信息处理设备、通信网络设备、无人机巡测设备和辅助设备, 完成分队以下层级的指挥控制活动。

箱组需满足的能力需求包括 4 方面:

1) “联得上”: 主要是指分队指挥员与机组、单兵之间联得上, 不再是现有单一的对讲机语音联通, 而是拓展到语音、文字、作业数据、地图模型、现场影像等多要素、大带宽的全面通联; 不再基于短波和超短波电台的通信, 而是以无中心、多跳、自组织为特点的自组网通信。

2) “看得到”: 一方面, 指挥员要能看到事故核心区域的实时影像场景; 另一方面, 指挥员要能看到整个任务区域的 3D 模型, 如厂房、槽罐、管路和道路情况, 为组织指挥提供依据。

3) “用得顺”: 突破传统指挥员“经验式”指挥的局限性, 在指挥终端搭载“核生化救援指挥信息系统”, 支持信息搜集整理、3 维模型构建、危害后果评估、辅助决策提供、指挥口令下达、单兵体

收稿日期: 2024-03-16; 修回日期: 2024-04-22

第一作者: 沈同强(1986—), 男, 山东人, 硕士。

征监测、现场影像回传等系列功能，提升分队指挥员战场感知、辅助筹划、行动控制等指挥作业能力。

4) “标得清”：依托信息标志设备，先遣侦察组对现场泄露点、污染区、伤员位置进行标定，为后续洗消组、救护组、堵漏组等提供位置依据。此外，通过在单兵身上安装的生命体征监测装置，指挥员实时掌握核心区救援官兵所处位置和生理状态。

2 硬件组成和主要功能

如图1所示，武警防化分队核生化救援指挥箱组由分队指挥终端、单兵信息终端、自组网通信设备、无人机载巡测设备、信息标志设备和盛装箱体

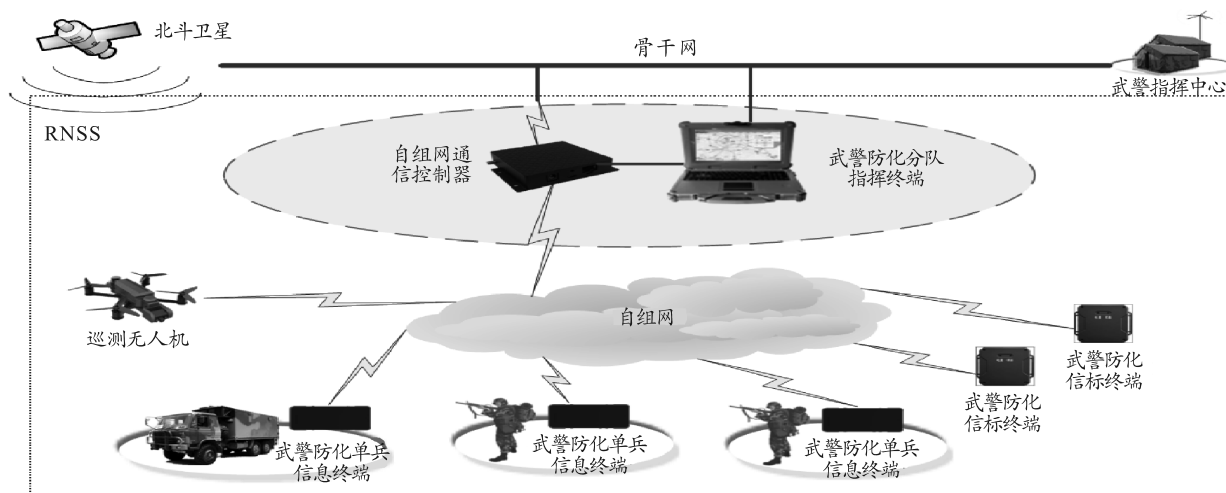


图1 硬件组成架构

2.2 单兵信息终端

主要包括单兵信息采集设备、单兵生命体征腕表等。核生化事故核心区特别是泄露位置、泄露量大小、毁伤情况等现场情况对于指挥员组织指挥具有重要参照价值。单兵配备的信息采集设备搭载摄像头，可对核心区影音图像拍摄采集并实时回传。考虑到官兵在全身防护状态下身处于核生化危害环境，终端屏幕必须支持橡胶及乳胶等材质手套触碰功能，且终端能够在高温、湿冷、酸碱腐蚀性等多种环境下使用。生命体征腕表可以监测官兵的呼吸、心率、体温等体征数据，并能够在异常情况下提供定位和报警信息，对于官兵安全意义重大。

2.3 自组网通信设备

无线自组网的节点之间可以通过其他节点进行转发和路由，信息在呈网状分布的众多无线接入点间传输，在核生化事故后断网断电的特殊环境中，解决“最后一公里”通联问题上具有更好的可靠性和稳定性。例如，依托宽带自组网控制器，可以打

6部分组成。通过自组网通信控制器快速动态建链组网，实现防化单兵之间、防化单兵与专业车辆之间、车组或单兵与后方指挥终端之间的通信，有效保障防化分队在分散、复杂环境下的信息共享、态势感知、指令下达等功能，提高指挥效能。

2.1 分队指挥终端

武警防化分队指挥终端由加装了武警防化分队核生化救援指挥信息系统的加固笔记本和指挥箱体组成，完成信息搜集处理、查看现场实况、生成辅助决策、下达指挥口令等核心指挥功能，并依托自组网控制器收发信号。

通后方指挥终端与单兵信息终端之间的通联，其充足的信号传输带宽，也足以支撑现场视频数据的回传^[2]；依托窄带自组网控制器，可以完成事故区域内信息标志设备位置信息的采集和标注。

2.4 无人机载巡测建模设备

传统依托平面地图指挥时，对于重要核化目标，特别是厂区槽罐、管路、车间等特殊设施，以及不同楼层或高度泄漏点的描述，只能依靠短波、超短波电台传输的语音信息来完成。无人机巡测建模技术可有效解决这一困境。无人机载巡测设备通过搭载激光、视觉、红外等不同传感器，在事故区域上方巡回飞行，对救援事故现场进行中低空扫描，采集地形、地貌、地物数据后，完整融合视觉、红外、点云和坐标信息，再通过自组网回传到分队指挥终端，终端上的建模软件通过测量建图，叠加在线或离线地图，并进行厘米级即时3维测量，实时生成mesh模型。实时构建的3D模型可以帮助指挥员快速了解事故现场情况^[3]。巡测建模效果如图2所示。



图 2 无人机巡测实时建模效果

2.5 信息标志设备

信息标定设备可以为事故区域内的伤员或泄漏点进行位置标定，为后续救护转运力量及封堵处置

力量提供区位引导，提升分队整体协同救援能力。信标设备通过窄带自组网将自身定位信息分享到分队指挥终端和单兵信息终端，为救援官兵提供位置指示和区域导航。

3 软件系统和信息流程

武警防化分队核生化救援指挥信息系统是指指挥箱组的核心软件系统，功能方面主要包括通信控制、数据管理、监测管理、分析决策、指挥控制和系统管理 6 个模块，如图 3 所示。

系统软件架构分为感知层、基础设施层、应用支撑层、应用层、展现层、标准规范体系和安全运行保障体系等层次体系^[4]，如图 4 所示。

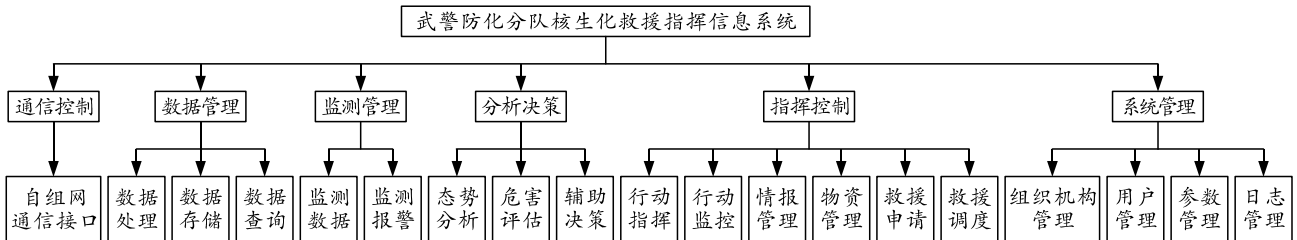


图 3 软件系统架构

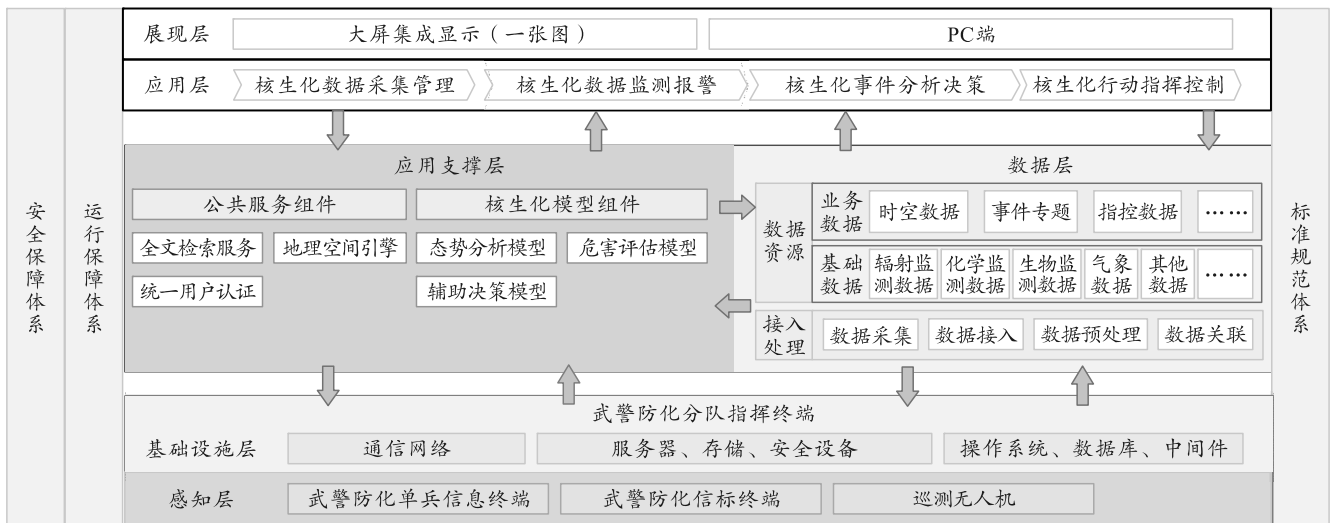


图 4 核生化救援指挥信息系统信息流程

1) 感知层：主要完成将单兵信息终端、信标终端和无人机等技术装备采集的核生化事故现场信息引入系统。① 单兵信息终端采集的核生化泄漏现场的影像导入系统；② 接受信息标志设备标识的事故泄露位置和伤员位置；③ 巡测无人机在事故现场巡回飞行、扫描并回传的现场地形地物信息。

2) 基础设施层：武警防化分队指挥终端为系统软件提供基础支撑环境，部署核生化救援指挥信息系统软件，并搭载软件运行所需的应用服务器和数据库系统。

3) 数据层：针对系统采集的核生化感知数据、分析数据和指控数据，采用关系型数据库实现系统基础数据和业务数据的存储。数据传输依托自组网通信控制器来实现。

4) 应用支撑层：基于各类公共服务组件、核生化模型组件，为平台各类业务系统提供统一用户认证、地理空间服务、事件分析等重要基础服务，为应用中枢中的地理时空场景构建与分析、GIS 可视化表达等提供全栈式技术支持。

5) 应用层：开发相关应用软件，完成对现场核

生化数据的接入、处理、存储和管理,实现核生化事件的识别预警和危害评估;根据无人机载巡测设备回传的数据,构建基于 GIS 的救援现场 3 维场景^[5];生成核生化综合态势和辅助决策建议,为完成人员撤离、核生化防护以及后续行动提供指导;生成和分发核生化救援指令,进行指挥调度和行动控制,同时对上述过程支持全局综合可视化展示。

6) 展现层:提供人机交互的入口,支持大屏、PC 端的交互,实现核生化救援现场全景监测和综合态势 3D 可视化。

7) 标准规范体系:包括数据资源、安全保障、项目管理、数据质量、数据交换、数据共享、安全接入等方面的标准规范建设。

8) 安全运行保障体系:在分队指挥终端、单兵信息终端的软件系统以及自组网通信系统内加装保密软件,避免救援过程信息被截获或监听,依托安全、运行保障系统,实现对系统的多层次、多维度安全防控,保障系统安全、稳定、高效、可靠运行。

4 需要攻克的技术难点分析

1) 核生化救援指挥控制系统软件开发。目前,国内外相关软件系统都是围绕战场核生化袭击处置需求而建,如陆军防化车载指控系统、美国联合项目管理(JPMIS)等。但核生化救援的任务场景和作战目标不同,因此需开发一套区别于战场核生化环境背景、符合武警防化分队编制和装备实际、体现信息化智能化优势的指挥控制软件系统。

2) 破除巡测建模数据与国产系统兼容难题。当前无人机巡测回传数据构建 3D 模型在 Win10 以上版本系统内运行流畅,但在国产麒麟或统信系统上存在兼容性难题,且军用加固电脑的 CPU 算力、常

规电台的传输带宽难以满足要求。需要结合国产系统对软件重新编译和针对性开发,以实现巡测回传数据模型与现役国产系统的兼容性适配。

3) 单兵信息终端功能设定与信号通联。单兵信息终端作为核心区域影像采集设备的同时,还要解决侦察洗消作业情况点选上报、行进路径规划导航等问题,且能与信标设备、分队终端联络畅通。

5 结束语

笔者通过箱组化设计,对现有对讲机指挥全面升级,打通武警防化分队内的指挥链路。未来,可以继续解决与上级的信息连通,通过骨干网与武警大队指挥车、指挥中心及北斗信息网络等完成信息同步。此外,还可将无人机巡测设备获取的 3 维模型与“沉浸式地图”相互贯通,基于参数化接入和 MR 眼镜投影,实现传统 2 维/3 维平面显示沙盘的全息升维,后方指挥中心也可在全息沙盘混合现实中开展交互,并通过救援过程记录、回放和复盘,改善救援指挥训练和实战效果。

参考文献:

- *****
- (上接第 15 页)
- [8] 王昭磊,王青,冉茂鹏,等.基于自适应模糊滑模的复合控制导弹制导控制一体化反演设计[J].兵工学报,2015,36(1):78-86.
- [9] 李权成,朱传祥,凡永华,等.复杂环境对红外空空导弹制导精度影响规律研究[J].西北工业大学学报,2019,37(3):457-464.
- [10] 高颖,陈局非,郭淑霞,等.基于改进地形重构的 SSPE 传播预测方法[J].电波科学学报,2021,36(2):247-255.
- [11] 樊博璇,陈桂明,林洪涛.弹道导弹中段反应式机动突防规避策略[J].兵工学报,2022,43(1):69-78.
- [1] 张岩,吴焕学.部队指挥体制与指挥时效性分析[J].火力与指挥控制,2008,6(6):55-59.
- [2] 李盈.窄带无线自组网在火灾现场应急通信中的应用研究[J].消防界,2023,9(8):62-64.
- [3] 杨继星.实时三维建模技术:快速实景建模 满足实战需求[J].中国应急管理,2023,8(8):77.
- [4] 司亚光,王艳正,李仁见,等.指挥控制体系网络化建模研究与实践[J].指挥与控制学报,2015,3(1):19-24.
- [5] 王乾.基于 GIS 的矿山灾害预警应急指挥系统设计及实现[J].测绘与空间地理信息,2023,46(12):128-131.