

无线通信技术在消防通信系统中应用

邹 亿

贵州省邮电规划设计院有限公司 贵州 贵阳 550003

摘 要：本内容围绕无线通信技术在消防通信系统中的全链条应用展开，系统梳理了二者的底层适配逻辑，分类解析了窄带、宽带、短距离三类主流无线通信技术的技术特性与适用场景，覆盖单兵应急通信、现场临时组网、消防设备智能联动三大核心落地场景，提炼了当前应用的核心优势与现存短板，并提出针对性技术优化对策。内容紧扣消防救援极端复杂工况的刚性通信需求，形成完整的技术应用与优化体系，可为消防通信系统的升级改造、日常运维与应急部署提供专业的技术参考，助力消防通信保障能力的全面提升。

关键词：无线通信技术；消防通信系统；信息传输；应用

引言：在当前超高层建筑、地下密闭空间等复杂建筑场景占比持续提升的背景下，传统有线通信与常规公网通信模式已无法适配极端灾害现场的通信保障需求，通信链路中断、信号覆盖盲区等问题成为制约消防救援效率提升的核心短板。无线通信技术凭借其脱离实体布线、部署灵活、适配性强的核心特性，逐步成为现代消防通信系统的核心支撑技术。本文从技术适配性分析切入，完整覆盖主流技术类型、落地应用场景、优势问题梳理与优化对策全流程，构建体系化的消防无线通信技术应用框架，为消防通信系统的规范化建设与高效运行提供实操层面的专业指引。

1 消防通信系统与无线通信技术适配性分析

消防通信系统的核心运行目标，是在各类突发灾害的极端复杂场景下，始终维持通信链路的连续畅通，实现现场态势、人员位置、指令信息、设备状态等多类数据的精准低时延传输，保障消防救援指挥、现场作业、后勤协同全环节的高效推进。其特殊运行属性对支撑通信的技术体系提出了刚性极高的约束要求：（1）强场景适配性，通信系统需在高温灼烧、浓烟遮挡信号、大型钢结构建筑深度遮挡、周边电磁信号干扰等恶劣工况下维持基础传输能力；（2）高移动灵活性，需完全适配消防救援人员动态移动作业、现场通信设备临时布设调整的全移动通信需求；（3）传输高稳定性，需在长时间高强度救援作业过程中，保障语音、高清图像、传感数据等多类型信号不中断、无失真、低丢包；（4）部署高效性，可在灾害现场快速完成链路搭建，无需依托固定布线基础设施完成部署^[1]。

无线通信技术完全匹配消防通信系统的核心运行需求，其脱离了传统有线通信完全依赖光缆、电缆实体线

路的传输模式，以电磁波作为信息传输载体，配套终端设备体积小、便携性强，现场组网部署流程简便。在日常消防巡检、常态化值守场景中，可实现轻量化的全域通信联动；在突发火灾、地质灾害等应急救援场景中，可快速搭建临时覆盖通信网络，弥补灾害中原有有线通信设施损毁失效的能力短板，实现现场全域信号覆盖、多节点动态数据传输，能够全方位覆盖消防作业全流程的通信保障需求，二者在技术逻辑与应用场景层面具备极强的适配性。

2 消防通信系统中主流无线通信技术类型

2.1 窄带无线通信技术

窄带无线通信技术是当前消防通信体系中应用时间最长、覆盖范围最广的基础性技术类型，其核心技术特征为信道带宽通常限定在 12.5kHz 及以下，信号绕射与穿透性能优异，整机运行功耗低，针对复杂电磁环境的抗干扰能力经过专项优化。该技术的核心传输定位以低时延语音通信为主，可在大型钢结构建筑内部、深层地下密闭空间、浓烟高遮挡区域等信号衰减严重的场景下，维持稳定的语音信号传输链路，满足消防现场最基础的一线人员对讲、上下级指令快速传达的刚性需求。同时，窄带无线通信终端硬件结构集成度高、操作逻辑极简，单台设备满电状态下可支持 12 小时以上连续作业，完全适配消防人员长时间、高强度的现场作业节奏，是当前消防单兵末端通信、班组内部协同通信的核心技术支撑，可实现小范围、近距离场景下的高效通信联动^[2]。

2.2 宽带无线通信技术

宽带无线通信技术的核心技术特征为信道带宽通常

不低于 1MHz, 峰值传输速率可达数十 Mbps, 数据承载能力远高于传统窄带通信体系, 突破了窄带技术仅能承载低速率语音信号的性能局限, 可实现高清图像、实时动态视频、多源传感海量数据的并行同步传输。在消防通信系统的应用体系中, 该技术主要承担现场态势可视化传输的核心功能, 可将火场核心作业区实时画面、建筑内部隐蔽空间环境影像、各类消防设备实时运行参数等多维度信息, 以低时延链路回传至各级指挥终端, 为指挥人员精准掌握全维度现场态势、科学制定救援处置方案提供直观的量化数据支撑。同时, 宽带无线通信单链路可支持数十台终端同时接入, 满足多作业班组、多监测设备同步组网通信的并发需求, 完全适配大规模、复杂化消防救援场景的高容量通信需求。

2.3 短距离无线通信技术

短距离无线通信技术涵盖蓝牙、ZigBee、红外通信等细分技术类型, 核心特点是传输距离短、组网灵活、延迟极低、功耗极小。该技术主要应用于消防终端设备之间的近距离数据交互, 无需搭建大型通信网络, 可快速实现设备联动。在消防通信系统中, 主要用于消防传感器、智能巡检设备、单兵智能终端、便携式检测设备之间的数据传输, 可实时采集火场温度、烟雾浓度、气体含量、设备状态等精细化数据, 实现终端设备的互联互通, 为消防现场精细化监测、智能化作业提供技术支撑。

3 无线通信技术在消防通信系统中的具体应用

3.1 单兵应急通信应用

单兵通信是消防灾害现场最基础的末端通信单元, 也是保障一线消防人员作业安全与跨班组协同效率的核心支撑环节。无线通信技术依托高度集成的轻量化单兵通信终端, 为进入灾害核心作业区域的一线消防人员提供全时段、无断点的移动通信保障。(1) 消防人员随身佩戴的数字无线对讲终端、集成通信模块的智能头盔、便携式多模通信模块, 可通过窄带无线通信链路实现低时延实时语音对讲, 保障班组内部、一线作业人员与前沿指挥点位之间的双向实时通信, 第一时间传递现场火情动态、人员实时位置、作业推进进度、突发险情预警等关键信息。(2) 依托宽带无线通信链路, 单兵终端可将第一视角高清现场视频、环境传感数据、生命体征数据同步回传至后方指挥平台, 让远端指挥端精准掌握一线作业全维度态势, 规避传统通信模式下信息不对称引发的救援决策偏差, 从通信链路层面全方位保障单兵作业的安全性与跨岗位协同效率^[3]。

3.2 现场组网通信应用

大型复杂火灾现场普遍存在建筑结构深度遮挡形成的通信盲区多、周边电磁环境复杂引发的信号干扰强、公网及原有固定通信设施损毁导致网络瘫痪等共性问题, 需在短时间内搭建专属临时通信网络, 实现灾害现场全域无死角的信号覆盖。(1) 无线自组网技术可在无预设基站、无实体布线的前提下完成快速部署, 各类接入的无线通信终端支持自动组网、自主中继转发、节点动态扩容, 可有效破解极端复杂救援场景下的信号覆盖难题。(2) 在消防救援现场, 操作人员可通过便携式无线组网设备, 在数分钟内完成全域覆盖的临时通信网络搭建, 信号覆盖范围同步包含火场核心作业区域、外围警戒管控区域、后方指挥调度区域, 实现各作业班组终端、各级指挥终端、现场环境监测设备之间的全域互联互通。同时该类自组网具备链路自动修复能力, 当网络中部分节点终端因高温、外力冲击损毁后, 剩余节点可自动重构传输链路, 无需人工干预即可持续保障通信网络的完整性与运行稳定性。

3.3 消防设备联动通信应用

现代消防通信系统已具备全链路智能化联动功能, 可实现不同类型消防设备的协同调度运行, 无线通信技术是支撑多设备联动的核心传输纽带。(1) 依托低功耗短距离无线通信与广域宽带无线通信技术, 分布式布设的火灾监测传感器、自动报警设备、机械排烟设备、自动喷淋设备、应急照明与疏散指示设备等各类消防终端, 可突破物理空间限制实现跨节点数据互通与联动触发。(2) 当现场监测设备采集到温度、烟雾浓度等火情特征信号后, 可通过无线通信链路将数据低时延传输至区域控制终端, 同步触发本地声光报警信号与对应区域配套消防设备的启动指令, 同时将精准火情位置、现场危险等级、各联动设备实时运行状态等核心信息同步上传至远端消防指挥终端。该应用模式完全摆脱了传统有线设备联动的实体线路布设限制, 大幅降低了前期布线施工成本与后期线路故障概率, 显著提升了消防设备的响应速度与联动控制精度, 实现火情自动预警、设备自主处置、运行状态实时反馈的全流程智能化运行。

4 无线通信技术在消防通信系统中的应用优势与现存问题

4.1 核心应用优势

无线通信技术在消防通信系统中的核心应用优势, 集中体现在场景适配、部署效率、功能集成三个维度, 完全匹配消防救援作业的特殊运行属性。(1) 场景适配性极强, 无线通信技术无需依托固定布线设施与预设公网基站, 可适配超高层建筑内部、地下密闭空间、山林

野外区域、无管线老旧城区等各类复杂消防作业场景,不受地形遮挡、建筑结构屏蔽、原有通信线路损毁的影响,可通过自组网中继补盲的方式有效消除信号覆盖盲区,在极端灾害工况下仍能维持基础通信链路的持续畅通。(2)部署灵活高效,各类无线通信终端与组网设备便携性强、集成度高,现场组网流程无需提前规划施工,可在突发火情触发后的数分钟内完成布设,即时搭建起覆盖核心作业区的专属通信链路,完全适配消防救援作业突发性、紧迫性的核心特点。(3)功能集成度高,当前主流无线通信技术可在同一传输链路内同步实现语音、高清视频、多源传感数据的多维度信息传输,同时兼容基础语音对讲、现场态势实时监测、消防设备远程联动、多节点数据汇总分析等多重功能,能够全方位满足消防通信系统的多元化运行需求,全面提升消防作业的智能化、精细化管控水平^[4]。

4.2 主要现存问题

(1)复杂环境信号稳定性不足。火灾现场存在高温、浓烟、金属建筑遮挡、电磁设备干扰等多重影响因素,容易导致无线信号衰减、延迟升高、信号中断等问题,部分密闭、深层空间仍存在通信盲区,影响通信质量。(2)多设备组网兼容性差。消防通信系统中包含多种类型、不同型号的无线通信设备,各类设备依托的技术频段、传输协议存在差异,容易出现组网冲突、数据无法互通、信号相互干扰的问题,影响整体通信效率。(3)设备环境适应性有限。部分无线通信终端设备耐高温、防水、抗冲击性能不足,在火场高温、喷淋、建筑坍塌冲击等恶劣环境下容易出现设备故障、信号失效,无法持续保障通信稳定。

4.3 技术优化对策

针对当前无线通信技术在消防通信系统落地应用中暴露的短板,需从信号覆盖、标准统一、终端防护三个核心维度制定针对性技术优化对策,全面提升消防通信系统的运行可靠性。(1)优化信号传输与全域覆盖能力。通过适配消防专用无线信号频段、针对性优化信号穿透传输参数、在复杂场景下动态布设便携式信号中继设备的方式,系统性弥补高层建筑核心区、地下密闭空间等特殊场景的信号盲区,降低复杂电磁环境、浓烟介质对信号传输的干扰衰减影响,从传输链路层面提升极

端灾害场景下通信的稳定性与连续运行能力。(2)统一设备组网技术规范标准。明确消防专用无线通信设备的法定传输频段、统一通信交互协议、标准化组网接入规则,提升不同厂商、不同代际型号消防通信设备的跨品牌兼容性,实现各类作业终端、组网节点设备的无缝接入组网与全维度数据互通,彻底消除不同设备之间的组网冲突、数据孤岛问题。(3)强化终端设备极端工况防护性能。针对消防作业的恶劣环境特征,优化无线通信设备的硬件结构设计与材质选型,全面提升设备耐高温、防水、防尘、抗机械冲击、抗强电磁干扰的防护等级,同步优化低功耗运行策略强化设备续航能力,保障终端设备在复杂火场环境下的长时间持续稳定运行^[5]。

结束语

无线通信技术是支撑现代消防通信系统实现全域、实时、稳定通信的核心技术底座,其应用价值贯穿日常消防值守、突发灾害救援全流程,直接决定消防救援指挥调度的精准性与一线作业人员的安全保障水平。随着消防救援场景的持续复杂化,消防通信系统对无线通信技术的极端工况适配能力、多设备协同能力提出了更高要求,相关技术迭代与标准完善工作仍需持续推进。通过全维度优化无线通信技术的落地应用体系,可彻底补齐复杂灾害场景下的通信保障短板,全面提升消防救援的智能化、精细化水平,为各类突发灾害的高效处置筑牢通信防线。

参考文献

- [1] 刘铁苗,陈康乐,吴志强,等.无线通信技术在锅炉受热面积灰厚度智能检测系统中的应用分析[J].通信电源技术,2026,43(6):203-206.
- [2] 王伟,张剑飞,李朋,等.无线通信技术在变电站硬压板状态在线监测中的应用[J].电力设备管理,2026,(1):166-168.
- [3] 赵可,郭燕如,孟娜.无线通信技术在电子信息设备运行状态监测中的应用[J].通信电源技术,2026,43(10):246-248.
- [4] 阮现彬,季鑫,陈海涛,等.无线通信技术在无人值守系统的应用[J].中国水泥,2026,(4):28-29.
- [5] 卫伟.无线通信中射频技术的应用分析[J].微纳电子与智能制造,2026,8(1):50-54.