

无线通信技术在消防通信系统中应用

刘 横

河南省信息咨询设计研究有限公司 河南 郑州 450000

摘 要: 消防通信系统对无线通信技术有实时性、稳定性、灵活性和多业务承载等核心需求。常用无线通信技术包括超短波、微波和卫星通信,各有特性与适用场景。无线通信技术在火灾报警与初期响应、现场救援作业、救援收尾与现场保障等阶段发挥关键作用。然而,应用中存在通信盲区、抗干扰能力不足、多技术协同差和设备适配性等问题。针对这些问题,提出采用多设备协同覆盖、选用强抗干扰设备、搭建一体化调度平台等优化思路,同时在设备与人员适配上进行改进,以提升消防通信系统效能,保障消防救援行动顺利开展。

关键词: 无线通信技术;消防通信系统;应用

引言:消防救援行动关乎生命财产安全,高效可靠的通信是行动成功的关键。消防通信系统作为信息传递的桥梁,对无线通信技术有着独特且严格的需求。随着消防救援场景日益复杂,传统通信方式已难以满足需求,无线通信技术凭借其灵活性和高效性成为消防通信的核心支撑。本文深入探讨消防通信系统对无线通信技术的核心需求、常用技术类型、具体应用场景,分析应用中存在的问题,并提出针对性的优化思路与实施策略。

1 消防通信系统对无线通信技术的核心需求

消防通信系统作为消防救援行动的关键支撑,对无线通信技术有着核心且独特的需求,这些需求源于消防救援场景的复杂性与特殊性,直接决定了无线通信技术的选型以及应用方案的设计走向。(1)实时性是消防通信系统对无线通信技术的首要需求。火灾具有发展迅猛、救援时间窗口短暂的特点,每一秒都关乎着生命财产的安危。指挥中心与现场救援人员、各救援小组之间的指令传达和信息反馈必须做到零延迟。一旦通信出现滞后,救援决策可能无法及时下达,各救援小组之间的行动配合也会受到严重影响,进而降低救援效率,甚至导致救援失败。(2)稳定性同样至关重要。消防救援现场环境恶劣,高温、浓烟、电磁干扰以及建筑物坍塌等情况频繁出现。这就要求无线通信链路具备强大的抗干扰和抗损毁能力,能够在极端环境下持续稳定地运行,确保通信不中断,为救援行动提供可靠的通信保障。

(3)灵活性也是不可或缺的需求。消防救援场景丰富多样,涵盖城市高层建筑、地下车库、山林荒野以及水域环境等。无线通信设备需要便于携带、能够快速部署,并且可以根据不同场景的变化,灵活调整通信覆盖范围和链路架构,以适应各种复杂的救援环境。(4)现代消防救援对无线通信技术还有多业务承载需求。除了传统

的语音通信外,还需要传输现场视频、人员位置、火势数据等多媒体信息。这就要求无线通信技术具备足够的带宽和多业务并发处理能力,实现各类信息的同步传输与高效交互^[1]。

2 消防通信系统中常用的无线通信技术类型及特性

2.1 超短波通信技术

超短波通信技术主要工作在30MHz-300MHz频段,是目前消防通信系统中应用最为广泛的基础技术之一。其核心优势在于部署便捷、成本较低,终端设备(如对讲机)体积小、重量轻,适合救援人员随身携带,可实现近距离语音实时通信。超短波通信采用视距传播方式,在无遮挡的开阔区域覆盖范围可达数公里至数十公里,能够满足城市常规火灾、小型应急救援场景的通信需求。同时,超短波通信设备抗干扰性能较强,可在一定程度上抵御现场电磁干扰,且设备续航能力强,能适配长时间救援工作。但该技术受地形与建筑物遮挡影响较大,在地下空间、高层建筑内部、山林等遮挡严重的场景中,通信覆盖范围会大幅缩小,甚至出现通信中断现象。

2.2 微波通信技术

微波通信技术工作在1GHz-300GHz频段,以直线传播为主要方式,具备带宽大、传输速率高、抗干扰能力强等特点,适合用于消防指挥中心与救援现场之间的大容量数据传输。在大型火灾、跨区域救援等场景中,微波通信可快速搭建临时点对点或点对多点通信链路,实现现场视频画面、海量监测数据向指挥中心的实时传输,为指挥人员全面掌握现场情况、制定救援方案提供数据支撑。微波通信设备可通过车载、便携式部署,灵活性较高,且传输延迟低,能满足实时通信需求。但该技术对传播路径要求严格,需确保发射端与接收端之间

无遮挡,否则会导致信号衰减严重,同时受天气影响较大,暴雨、大雾等恶劣天气会降低通信稳定性^[2]。

2.3 卫星通信技术

卫星通信技术通过地球同步卫星、中低轨道卫星搭建通信链路,不受地理环境、距离限制,覆盖范围广,是极端场景下消防通信的重要保障技术。在偏远山区、沙漠、海洋等无地面通信基础设施的区域,或当地面通信链路因灾害损毁完全中断时,卫星通信可快速建立应急通信通道,实现指挥中心与救援现场的双向通信。卫星通信具备多业务承载能力,可同时传输语音、视频、数据等信息,且通信稳定性强,受地面环境干扰小。消防救援中常用的便携式卫星终端、车载卫星站,可快速部署启动,适配各类应急救援场景。但卫星通信存在设备成本较高、终端体积相对较大、受卫星轨道资源与天气影响等问题,在暴雨、强台风等极端天气下,信号可能出现波动。

3 无线通信技术在消防通信系统中的具体应用场景

3.1 火灾报警与初期响应阶段

在火灾报警与初期响应阶段,无线通信技术发挥着关键且不可替代的作用,其核心在于保障报警信息能迅速传递,同时实现应急力量的高效调度。(1)当火灾发生时,群众可借助手机、智能烟感探测器等多样化的无线设备及时发送火灾报警信息。这些信息借助移动通信网络、物联网无线链路等,能够实时、精准地传输至消防指挥中心。报警信息不仅包含基本的报警信号,还附带火灾发生的具体位置、火势的初步情况等关键数据。凭借这些数据,指挥中心可迅速定位报警地点,准确判断灾情等级,为后续救援行动提供基础依据。(2)指挥中心在获取报警信息后,会通过超短波对讲机、无线调度终端等设备,向就近的消防救援站下达出警指令。在救援车辆赶赴现场的途中,卫星定位与无线通信技术紧密结合,使车辆能够实时接收指挥中心更新的路况信息以及火灾现场的补充信息。救援人员据此灵活调整行驶路线,有效缩短出警时间。此外,初期到达现场的侦察人员会利用便携式无线终端,将现场的火势蔓延情况、建筑结构特点、被困人员的大致位置等详细信息,实时反馈给指挥中心,为后续救援力量的科学部署提供有力支撑^[3]。

3.2 现场救援作业阶段

现场救援作业作为消防通信的关键核心场景,对通信保障有着极高要求,需确保多小组高效协同、指令精准无误传达以及信息实时交互,这离不开不同无线通信技术的协同配合。(1)在救援现场内部,救援人员通常

会携带超短波对讲机。借助该设备,救援人员能够实现小组内以及小组间的近距离语音通信。在救援过程中,他们可及时反馈搜救进度、火势的动态变化,还能报告现场存在的危险情况,如燃气泄漏、结构坍塌风险等。这有助于各小组救援动作保持协同一致,有效规避安全风险,提升救援效率与安全性。(2)对于高层建筑、地下空间等超短波信号易被遮挡的区域,可通过部署无线中继设备来延伸通信覆盖范围,消除通信盲区,保障通信的连续性。(3)在现场与指挥中心的通信方面,利用微波通信或卫星通信链路,可将现场的高清视频画面、热成像仪监测数据、人员位置信息等实时传输至指挥中心。指挥人员通过视频画面能直观掌握现场态势,结合数据信息制定科学合理的救援策略,并通过无线调度系统向现场下达精准指令。此外,现场救援设备如消防机器人、无人机等,可通过无线通信技术与操控终端连接,实现远程操控与数据回传,为救援决策提供多维度、全方位的支撑。

3.3 救援收尾与现场保障阶段

救援收尾阶段,通信稳定性的保障依旧至关重要,它是确保火势复燃监测、人员清点、现场清理等一系列工作有序开展的关键支撑。(1)现场部署的各类监测设备,借助无线通信技术持续发挥作用。它们能够实时、精准地传输火场余温、燃气浓度、烟雾浓度等关键数据至指挥中心。一旦这些数据出现异常波动,系统会立即发出预警,使相关人员能够迅速响应,及时采取应对措施,有效避免二次灾害的发生,保障现场安全。(2)救援人员则通过无线终端认真开展人员、设备的清点工作。清点数据会实时同步至指挥中心,确保现场无人员遗漏、设备丢失,为后续工作的顺利开展奠定基础。(3)现场保障小组与指挥中心、后勤部门之间通过无线通信保持紧密联系。他们协调物资补给、医疗支援等各项工作,根据现场实际需求合理调配资源,保障收尾工作能够高效推进。(4)在现场清理过程中,无线通信同样发挥着不可或缺的作用。它保障了各小组之间的协同配合,使信息传递及时准确,能够迅速处理各类突发情况,直至救援工作完全结束,为整个救援行动上圆满句号。

4 无线通信技术在消防通信系统应用中的问题及优化思路

4.1 应用中的核心问题

(1)通信盲区问题,在地下空间、高层建筑核心区域、密集山林等场景中,受地形、建筑物遮挡影响,超短波、微波等技术的信号覆盖不足,易形成通信盲区,导致

救援小组与指挥中心、小组之间无法正常通信,存在安全隐患。其次是抗干扰能力不足,救援现场存在各类电磁设备(如救援车辆、探测仪器),同时可能伴随电力故障、电磁辐射等情况,部分无线通信设备受干扰后会出现信号卡顿、中断现象,影响通信稳定性。(2)再者是多技术协同不足,目前部分消防通信系统中,不同无线通信技术各自独立运行,缺乏有效的融合调度机制,在复杂场景中无法根据实际情况自动切换最优通信链路,导致通信效率低下。最后是设备适配性问题,部分无线通信设备体积较大、操作复杂,不匹配救援人员高强度、高机动性的作业需求,且部分设备续航能力不足,无法满足长时间救援工作,设备维护成本也相对较高^[4]。

4.2 优化思路与实施策略

(1)针对通信盲区问题,可采用“多设备协同覆盖”模式,结合场景特点部署无线中继设备、分布式天线系统,延伸信号覆盖范围。例如,在高层建筑救援中,通过电梯井、楼梯间部署小型中继器,增强超短波信号穿透能力;在地下空间,提前预置便携式无线基站,火灾发生后快速启动,实现信号全覆盖。同时,合理搭配卫星通信、微波通信与超短波通信技术,在遮挡严重区域优先启用卫星通信作为备用链路,确保通信不中断。(2)为提升抗干扰能力,可选用具备强抗干扰性能的无线通信设备,采用跳频、扩频等抗干扰技术,降低现场电磁干扰对通信的影响。同时,优化设备频率配置,避开干扰源频段,建立信号监测机制,实时监测通信质量,一旦出现干扰及时调整频率或切换通信链路。针对多技术协同不足的问题,搭建一体化无线通信调度平台,实现超短波、微波、卫星等不同通信技术的统一管理 with 智能切换,平台可根据信号强度、带宽需求、场景特点,自动选择最优通信链路,确保各类信息高效传输。

4.3 设备与人员适配优化

在设备适配性优化上,需从设备研发与人员培训两方面协同推进。(1)设备研发层面,聚焦于打造轻量化、便携式且操作简便的无线通信终端。通过采用新型

材料与优化结构设计,大幅缩小设备体积、减轻重量,使其便于救援人员随身携带,适应高强度、快节奏的救援作业场景。同时,着力提升设备续航能力,运用可更换电池技术,方便救援人员在任务间隙快速更换电池;引入太阳能充电功能,在有光照条件下为设备补充电量,满足长时间救援工作的电力需求。(2)加强设备标准化建设,制定统一的技术标准与接口规范,确保不同品牌、类型的无线通信设备能够实现无缝互联互通,降低设备维护与更换成本。人员培训方面,强化救援人员对无线通信设备的操作培训,通过理论讲解与实操演练相结合的方式,提升其对设备的熟练使用程度,使其熟练掌握设备故障排查、通信链路切换等关键技能,确保在紧急救援场景中能够迅速启动设备并高效运用^[5]。

结束语

无线通信技术在消防通信系统中的应用,为消防救援行动提供了强大的通信保障。尽管目前在实际应用中仍面临通信盲区、抗干扰能力不足等诸多挑战,但通过采用多设备协同覆盖、搭建一体化调度平台以及优化设备与人员适配等策略,能够有效提升通信系统的性能与可靠性。未来,随着技术的不断进步,无线通信技术将在消防通信领域发挥更加重要的作用,进一步推动消防救援行动向智能化、高效化方向发展,为保障人民生命财产安全提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]张啸,韩孝冉,汪荣权,全方逸.单片机与无线通信技术在特殊探测需求下的应用实例[J].机电信息,2022(17):15-18.
- [2]张金华.ZigBee无线通信技术在煤矿瓦斯监控系统中的应用[J].机械研究与应用,2022,35(04):181-183+186.
- [3]刘纬天.无线通信技术在消防通信系统中的应用发展[J].今日消防,2023,8(03):40-42.
- [4]左锐.无线通信技术在消防通信系统中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(23):76-78.
- [5]孔颖.无线通信技术在火灾自动报警系统中的应用研究[J].电子技术与软件工程,2020(23):35-37.