

消防通信在火场上应用遇到的问题及应对策略研究

贺勃轩

陕西省消防救援总队应急通信与车辆勤务大队

摘要:本研究旨在探讨消防通信在火场应用中遇到的问题,并提出相应的应对策略。首先本文对火场通信问题进行了分类,包括信号屏蔽与衰减、通信干扰、能耗限制、数据传输困难和定位限制等。针对这些问题,从现场和技术两个层面提出了相应的解决措施和技术改进策略,从而解决消防通信在火场上的应用问题。

关键词:消防通信;应用问题;应对策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.15.118

一、引言

消防通信在火场应用具有重要性,因为有效的通信系统可以在火灾发生时提供关键的信息交流和指导,有助于保护人员安全和有效地控制火势。然而,在火场环境下,消防通信面临一些问题和挑战。火场可能存在大量的烟雾、火焰和建筑物结构等物理障碍,导致通信信号的屏蔽和衰减,降低了通信的可靠性和覆盖范围。在火场附近可能存在其他无线设备或干扰源,如电力设备、无线电发射器等,它们可能对消防通信频段造成干扰,导致通信质量下降。火灾发生后,消防人员可能需要长时间在火场内进行救援和灭火工作,这对通信设备的电池寿命提出了挑战,需要合理管理能耗,确保通信设备的可持续运行。在火场应用中,除了语音通信外,还需要传输其他数据,如视频、图像、位置信息等,然而,火场环境下的不稳定性和干扰可能导致数据传输困难。因此,该研究的目标是解决消防通信在火场应用中遇到的问题,提出相应的应对策略。

二、消防通信在火场中的技术应用及现状

(一)消防通信基本原理

消防通信的基本原理涉及信号传输、数据传输和指挥调度三个方面。首先,信号传输原理是消防通信系统利用无线技术传输信号,包括无线电通信、无线数据传输和卫星通信等,以实现实时的语音和数据传输。其次,数据传输原理是消防通信系统包括传输数据,如图像、视频、传感器数据等,利用数据传输技术,如数据压缩、多路复用、差错校验等,确保数据的快速、可靠传输。最后,指挥调度原理是消防通信系统提供指挥调度功能,用于协调救援人员的行动和指导火灾应对工作,通过智能化的指挥调度系统和先进的通信技术,实现消防指挥调度的智能化和信息化。

(二)消防通信技术

消防通信技术涵盖了无线通信技术、信号增强技术、数据传输技术和定位技术等多个方面。无线通信技术是消防通信系统中最常用的技术,包括对讲机、移动

通信网络(如2G、3G、4G、5G)、蓝牙和Wi-Fi等,它们实现了消防人员之间的实时语音和数据传输。信号增强技术是为了克服火场环境下的信号屏蔽和衰减问题而发展的,通过使用信号放大器、中继器等设备,可以增强通信信号的覆盖范围和质量,提高通信的可靠性。数据传输技术在消防通信中起到重要作用,包括数据压缩、多路复用、差错校验等技术,确保消防通信系统能够快速、可靠地传输各类数据,如图像、视频、传感器数据等。定位技术在消防通信中用于实现消防人员的精确定位和位置信息的传输,主要依靠全球卫星定位系统(如GPS)和无线定位技术,确保指挥员和救援人员能够准确了解各个位置的情况,并进行相应的指导和调度。综合运用这些技术,消防通信系统能够实现高效、可靠的信息传输和指挥调度,提升火灾应对和救援工作的效率和安全性。

三、火场通信问题分析

火场环境的特殊性对通信产生了重要影响。首先,烟雾和火焰是火场环境中最显著的特征,它们会阻挡通信信号的传输路径,导致信号衰减和屏蔽,从而降低通信的可靠性和覆盖范围。建筑物结构也对火场通信产生影响,火场中的墙壁、楼板等物理障碍会阻碍通信信号的传播,使信号无法有效穿透,导致信号衰减和损失。特别是在大型建筑物或复杂空间内,信号的传输路径更加复杂,通信的可靠性会进一步降低。火场环境的高温 and 热辐射也会对通信设备产生不利影响,高温可能导致设备故障、损坏或性能下降,甚至造成通信设备的无法正常工作。

火场通信中的信号屏蔽和衰减问题是火场通信中的常见问题,它是由火场环境中的烟雾、火焰和建筑物结构等因素引起的,烟雾和火焰会阻挡通信信号的传输路径,使信号无法顺利传达,从而造成信号的屏蔽。同时,建筑物结构也会阻碍信号的传播,导致信号衰减。这些因素共同作用,降低了通信信号的质量和覆盖范围,影响了火场通信的可靠性和效果。

火场通信中的信道干扰问题指的是火场附近存在的其他无线设备、电力设备或无线电干扰源对消防通信频段产生干扰的情况,这些干扰源可能会发射与消防通信频段相近的信号,导致通信信号质量下降,甚至造成通信中断或无法正常进行。信道干扰问题对火场通信的可靠性和稳定性造成了严重影响。

火场通信中的能耗限制问题是指在火场环境中,由于消防人员需要长时间进行救援和灭火工作,通信设备的电池寿命成为一个重要的限制因素。长时间的使用和

频繁的通信活动会消耗通信设备的电能，可能导致通信设备电池耗尽而无法继续使用，影响通信的连续性和有效性。

火场通信中的数据传输困难问题是指在火场环境中，由于不稳定的信号传播和干扰影响，导致数据传输变得困难和不可靠。火场通信需要传输除语音通信之外的其他数据，如图像、视频、传感器数据等，以支持消防人员的决策和指挥调度工作。

火场通信中的位置定位困难问题是指在火场环境中，由于信号衰减、信号遮蔽以及定位技术的限制，导致消防人员和资源的准确位置难以确定。在火场救援和指挥调度中，精确了解人员和资源的位置至关重要，但火场的特殊性使得位置定位变得困难。火场环境中的信号衰减和遮蔽是位置定位困难的主要原因。烟雾、火焰以及建筑物的物理障碍物会阻碍信号传播，使得定位设备无法正常接收和解析信号，从而导致定位精度下降或无法定位。

四、消防通信在火场上应用遇到问题时的现场应对策略

（一）信号屏蔽问题的解决

在火灾现场出现信号屏蔽和衰减问题时应立即评估当前通信设备的位置，并尽可能将其移动到能够获得更好信号的位置，避开物理障碍物，如墙壁、建筑结构等，以减少信号衰减和遮蔽的影响。同时可以采取在需要的区域内安装信号中继器或天线增益器的方式，以增强信号的传播能力，这些设备可以帮助克服信号衰减和遮蔽，提高通信的可靠性和覆盖范围。或在需要增强信号的区域内部署可移动中继站，这些中继站可以提供更强的信号，并将信号传递给通信设备，以解决信号衰减和遮蔽问题。选择适当的调制解调技术，如频率调制、相位调制等，以提高信号的传播能力和抗干扰能力，通过调整通信设备的设置和参数，使其更适应当前环境的信号衰减和遮蔽情况。

（二）通信干扰问题的解决

在火灾现场出现通信干扰时，应立即利用专业的干扰监测设备和技术，对干扰信号进行定位和识别。通过分析干扰源的频率、功率、信号特征等信息，确定干扰源的位置和类型。并通过频谱监测和频率规划，调整通信设备的工作频率和信道，避免与干扰源的频率冲突。选择较少受干扰的频率和信道，以提高通信的质量和可靠性。同时可以采用抗干扰技术和设备，如频谱分析、自适应调制解调技术等，增强通信系统对干扰的抵抗能力，使用抗干扰天线和滤波器等设备，降低外界干扰对通信信号的影响。并根据干扰源的类型和性质，采取相应的干扰消除措施。例如，对于无线电频率干扰，可以与干扰源的管理部门或相关单位协商，调整频率分配和使用规划。对于电磁干扰，可以采取屏蔽措施，减少外界电磁场对通信设备的干扰。

（三）数据传输困难问题的解决

在火灾现场出现数据传输困难时，对于关键的数据和信息，应优先进行传输，确保及时的数据交换和共享。根据数据的紧急程度和重要性，调整传输优先级，确保关键信息的快速传递。同时采用数据压缩和优化技术，减少数据的大小和传输负荷，使用有效的压缩算法，如无损压缩或有损压缩，以减少传输时间和带宽需求。也可以在遭遇数据传输困难时，将数据进行临时存储，等待传输条件改善后再进行传输，通过延迟传输的方式，将数据保留在本地设备或中央服务器上，待通信环境恢复正常后再进行传输，以避免数据丢失或传输错误。

（四）定位限制问题的解决

在火灾现场出现定位限制时，可以使用增强定位设备，如外部天线、信号放大器或增强定位系统，以增强定位信号的接收能力。这些设备可以提供更强的信号接收和定位性能，克服火场环境中的信号衰减和干扰。在火场现场也可以设置定位中继设备，通过扩展定位信号的覆盖范围，提供更广泛和可靠的定位支持。这些中继设备可以放置在易于接收信号且不受火灾影响的位置，帮助消防人员更准确地确定自身位置。

五、消防通信的技术改进策略

（一）无线通信技术改进

无线通信技术改进可以增加基站和中继设备的密度，优化网络布局，以提供更广泛的信号覆盖范围，并使用高增益天线、信号放大器等设备来增强信号强度，克服火场中的信号衰减和遮蔽问题。还可以采用多天线系统，如多输入多输出（MIMO）技术，通过同时传输和接收多个信号，提高信号传输的容量和质量。多天线技术可以抵抗多径衰落和抑制信道干扰，提高通信的可靠性和速率。同时，无线通信技术改进还可以关注先进的调制和编码技术，如正交频分复用（OFDM）、调制解调器的改进等，以提高信道利用率和抗干扰能力，通过优化调制和编码方案，可以提高数据传输速率和可靠性。并实施功率控制机制，根据信号质量和干扰情况自适应地调整发射功率，这可以减少干扰对通信的影响，并延长设备的电池寿命。并关注和采用新一代无线通信标准，如5G和物联网（IoT），以提供更高的带宽、更低的延迟和更稳定的连接。这些新技术具有更好的抗干扰能力和灵活性，能够满足火场通信的需求。通过无线通信技术的改进，可以解决火场中容易出现的信号屏蔽、干扰和能耗限制等通信问题。

（二）抗干扰技术改进

引入高精度的干扰监测和定位设备，能够及时发现和定位干扰源，通过实时监测和分析干扰情况，可以采取针对性的措施进行干扰抑制和消除。同时进行频谱资源管理和优化，合理规划和分配通信频段，减少频谱交叉和共享引起的干扰，可以采用动态频谱访问技术，优先选择干扰较小的频段进行通信。并研究和应用先进的抗干扰算法，对接收信号进行干扰检测、抑制和消除，

采用自适应滤波、干扰估计和补偿等技术，提高通信系统对干扰的抵抗能力。同时抗干扰技术改进还可以设计具有抗干扰特性的天线系统，通过优化天线指向和天线阵列配置，减少对干扰信号的敏感度，采用方向性天线和自适应波束成形技术，提高信号接收的灵敏度和选择性，采用硬件和软件级别的安全防护机制，防止恶意干扰和攻击对通信系统的影响。加密技术、防火墙和入侵检测系统等安全措施可以提供对抗干扰的保护。通过抗干扰技术的改进，可以有效应对火场中的通信干扰问题，提高通信系统的稳定性和可靠性。

（三）数据传输技术改进

采用先进的数据压缩算法和编码技术，以减少数据传输的带宽需求，通过压缩和编码，可以有效降低数据传输延迟和消耗，提高数据传输的效率和可靠性。并可以使用可靠的传输协议，如TCP（传输控制协议），以确保数据的完整性和可靠性，通过应用数据包重传、流量控制和拥塞控制等机制，解决火场环境中的信道干扰和丢包问题。设计合理的网络架构和拓扑结构也可以较好地解决数据传输技术问题，以适应火场环境中的特殊通信需求，采用分布式网络和多路径传输等技术，提高数据传输的容错性和鲁棒性，降低网络故障的影响。选择高带宽的传输介质，如光纤网络或卫星通信等，以满足火场中大量数据传输的需求，高带宽传输介质能够提供更快的数据传输速率和更稳定的连接，适应火场通信的高带宽应用场景。同时可以采用将数据处理和存储推向网络边缘或云端的方式，减轻终端设备的负担，提高数据传输效率。通过边缘计算和云计算的支持，可以实现火场中的实时数据分析和决策支持。通过数据传输技术的改进，可以提高火场中数据的传输速率、可靠性和实时性。这将有助于消防人员在火场中及时获取和共享重要的数据信息，支持指挥决策和救援行动的进行。

（四）定位技术改进

结合AR和VR技术，使用头戴式显示设备或移动终端，实时显示消防人员的位置和环境信息，通过虚拟地图、导航指引等功能，提供准确的定位信息，帮助消防人员在火场中快速定位和移动。采用部署WSN传感器节点的方法，在火场中构建一个分布式的定位系统。通过传感器节点之间的通信和数据融合，可以实现对消防人员位置的准确定位。WSN技术具有低功耗、自组织和容错性强等特点，适用于火场环境中的定位需求。定位技术改进还可以利用机器学习和人工智能算法对火场中的定位数据进行分析 and 处理，提高定位精度和鲁棒性，通过训练模型和算法优化，可以减少定位误差，并适应不同火场环境下的定位需求。火场往往是室内环境，而GPS等全球定位系统在室内的定位精度较低，因此，结合室内定位技术，如基于WiFi信号的定位、蓝牙定位或超宽带（UWB）定位等，提供更准确的室内定位支持。通过定位技术的改进，可以提供消防人员准确的位置信

息，帮助他们在火场中进行快速而安全的行动和指挥调度。这些改进措施将提高火场通信的效率和安全性，有助于提升火场救援的成功率。

（五）调度系统技术改进

要改进火场调度系统的技术，可以应用智能化的调度系统来提高效率和准确性。首先，引入实时数据采集和传输技术，通过传感器和监测设备获取火场实时数据，并将其传输到调度系统中。其次，利用人工智能和大数据分析技术对数据进行实时处理和分析，以快速识别火场状况和资源需求。接着，基于数据分析结果，采用智能算法进行资源调度和指挥决策，确保最佳资源配置和行动计划。此外，利用可视化技术和地理信息系统，将火场情况和资源分布以直观的方式呈现给指挥人员，提高决策的可视化和可理解性。通过智能化的调度系统，可以实现火场指挥调度的自动化、智能化和实时化，提高火场救援的效率和成功率。

六、结束语

通过对消防通信在火场上应用遇到的问题及应对策略的研究，我们深入理解了火场环境对通信的特殊性及其对通信的影响。我们认识到火场中的信号屏蔽与衰减、通信干扰、能耗限制、数据传输困难和定位限制等问题对消防通信的重要挑战。尽管本研究对消防通信在火场应用的问题进行了全面的探讨和分析，但仍存在一些不足之处。首先，由于火场环境的复杂性和多变性，实际应用中可能会遇到更多的特殊情况和挑战，需要进一步研究和实践进行验证。其次，本研究主要关注技术层面的问题和解决方案，还需要考虑消防人员的培训和应急指挥系统的完善，以提高整体的应对能力。未来，我们可以进一步研究和改进消防通信技术，特别是在无线通信、抗干扰、数据传输和定位等方面的技术创新。同时，结合人工智能、物联网和大数据等新兴技术，将消防通信与智能化指挥系统相结合，提高火场救援的效率和安全性。相信在不断的研究和实践中，消防通信在火场应用将迎来更加广阔的发展。

参考文献

- [1] 袁洪漳. 浅析5G通信技术在消防通信体系中的应用[J]. 互联网周刊, 2023, (12): 60-62.
- [2] 朱婉婉. 消防通信系统中无线技术的应用研究[J]. 大众标准化, 2023, (08): 184-186.
- [3] 韩冰. 消防通信设备在使用中存在的问题及策略研究[J]. 中国设备工程, 2023, (04): 198-200.
- [4] 洪德昌. 灭火救援现场消防通信存在的问题及对策探讨[J]. 消防界(电子版), 2023, 9(01): 67-69.

作者简介: 贺勃轩(1989年8月), 男, 陕西神木人, 大学本科学历, 初级技术职务, 研究方向为消防通信专业技术。