

铁路通信工程的无线接入技术标准研究

牛明强

通号通信信息集团上海有限公司 上海 200071

摘要: 铁路通信工程中,无线接入技术标准的研究对于铁路信息化建设和安全通信具有重要意义。本文将从无线通信的基本原理出发,探讨铁路通信工程中常用的无线接入技术,并分析各种技术的优缺点,最后提出一种适合铁路通信工程的无线接入技术标准。

关键词: 铁路通信工程;无线接入技术;数据传输

引言:我国铁路列车正在不断朝向高速化、安全化、便利化方向发展,铁路列车的行驶速度也逐日上升,对于铁路交通安全管理也有了更高的要求,因此提高铁路通信顺畅度和效率具有重要意义。充分考虑到铁路高速化发展和便利化通信的实现,需要制定完善的铁路通信网络,从而为人们在列车上进行信息交换提供方便,并有效保证列车的快速安全运行。先进的铁路通信工程无线通信传输和接入没能够有效实现铁路通信网络的升级,并且能够有效顺应信息社会的发展潮流,并且带动了铁路通信网络的社会和经济效益,实现了铁路通信顺畅便利。

1 概述

1.1 无线通信基本原理

无线通信是指通过无线电波或其他无线媒介进行信息传输的通信方式^[1]。其基本原理是通过发射机将信息调制到高频电磁波上,然后通过天线将电磁波发射到空中,接收机则通过接收天线接收到电磁波信号,并将其解调为原始信息。无线通信具有传输速率高、传输距离远、覆盖范围广等优点,但也存在着易受干扰、传输信号不稳定等缺点。

1.2 铁路无线通信技术的特点

1.2.1 可靠性高:由于铁路运输需要保持高度的安全稳定性,因此铁路无线通信系统必须具备高度的可靠性。这就要求无线通信系统在遇到自然灾害、设备故障等情况时,能够保持稳定运行,不中断通信。

1.2.2 覆盖范围广:铁路线路长度通常在数百公里至数千公里不等,需要覆盖整个铁路网络。因此,铁路无线通信技术需要具备较强的信号覆盖能力,以确保通信质量。

1.2.3 安全性要求高:铁路运输涉及到大量的敏感信息,如列车时刻表、货物信息等,这些信息的传输需要保证安全可靠。因此,铁路无线通信技术需要具备高度的加密和认证机制,以保证通信的机密性和完整性。

1.2.4 兼容性强:由于铁路系统的复杂性,铁路无线通信技术需要具备较强的兼容性,能够与铁路系统的各个子系统进行无缝连接,实现数据的实时传输和交换。

1.2.5 维护难度大:由于铁路运输的特殊性质,铁路无线通信系统需要经常进行巡视维护和应急演练,以确保系统的正常运行和应对突发情况。这就要求维护人员具备较高的技能水平和应急处理能力。

1.2.6 经济性要求高:铁路无线通信技术需要满足铁路系统的经济性要求,即在满足通信需求的前提下,尽可能降低建设和运营成本^[2]。这就要求无线通信设备具备较高的性价比,能够在保证通信质量的前提下,降低设备成本。

1.3 铁路无线通信技术的价值

1.3.1 提高安全性:铁路无线通信技术可以为铁路系统提供可靠的通信保障,保证重要信息的及时传递和安全交换。在铁路运输过程中,安全是至关重要的,铁路无线通信技术可以确保通信的保密性和完整性,有效提高铁路运输的安全性。

1.3.2 提高效率:铁路无线通信技术可以实现列车时刻表、货物信息等敏感信息的实时传输和交换,提高铁路运输的效率。通过无线通信技术,可以实现列车与车站、车站与车站之间的实时通信,减少中间环节,提高信息传递的速度和准确性,从而提高铁路运输的效率。

1.3.3 降低成本:铁路无线通信技术可以降低铁路运输的成本。通过无线通信技术,可以实现列车与车站、车站与车站之间的实时通信,减少了中间环节,降低了通信成本。此外,无线通信技术还可以减少设备的使用和维护成本,提高设备的利用率和运营效益。

1.3.4 提高服务质量:铁路无线通信技术可以为旅客提供更加便捷和高效的服务。通过无线通信技术,旅客可以随时随地了解列车时刻表、货物信息等重要信息,并能够在列车上实时查询所需的信息,提高了服务质量。

1.3.5 推动铁路现代化：铁路无线通信技术的应用，推动了铁路现代化的进程。无线通信技术的应用，使得铁路系统与外部世界的联系更加紧密，为铁路系统的发展提供了新的思路和动力。

2 铁路通信工程的无线接入技术标准

2.1 国内无线接入技术标准

我国在铁路通信工程中的无线接入技术标准主要是由铁道部颁布的规定，目前主要使用的是GSM-R技术。同时，在高速铁路、城市轨道交通等一些场合，也常用WiFi技术等。

2.2 国外无线接入技术标准

不同国家和地区在铁路通信工程的无线接入技术标准上存在差异^[3]。欧洲的铁路通信系统普遍采用GSM-R技术，北美地区主要采用D-ATCS技术，日本铁路系统则采用JR-ETS技术。

3 铁路通信工程中常用的无线接入技术

3.1 Wi-Fi

Wi-Fi是一种无线局域网技术，通过在局域网内部使用无线电信号进行数据传输。在铁路通信工程中，Wi-Fi被广泛应用于车站、车厢和铁路沿线的通信系统中。其优点包括传输速率高、覆盖范围广、易于安装和维护等。缺点是易受到外部干扰和多径效应等因素影响。

3.2 LTE

LTE是一种移动通信技术，是Wi-Fi的一种升级版。与Wi-Fi相比，LTE具有更高的传输速率和更好的移动性能。在铁路通信工程中，LTE被广泛应用于车载和车站设备的通信系统中。其优点包括传输速率高、网络覆盖广、稳定性好等。缺点是部署成本较高，需要建设基站等设施。

3.3 5G

5G是第五代移动通信技术，具有更高的传输速率、更低的时延和更广的覆盖范围。在铁路通信工程中，5G被广泛应用于车载和车站设备的通信系统中。其优点包括传输速率高、网络覆盖广、延迟低等。缺点是目前尚未大规模商用，技术成熟度和稳定性有待进一步验证。

3.4 卫星通信

卫星通信是指通过卫星进行信息传输的通信方式。由于卫星通信不受地面基站的限制，因此在铁路通信工程中可以实现更为灵活的覆盖范围和更高的传输速率。但是，卫星通信需要依赖于卫星网络，建设成本较高，且传输距离较短。

3.5 GSM-R技术

全球铁路移动通信系统（GSM-R）是一种专为铁路应用而开发的移动通信技术。GSM-R技术是一种基于

GSM（全球系统移动通信）技术的通信系统，由欧洲铁路无线通讯标准组（ETSI）开发。其特点在于支持移动通信、短信、数据传输和维护，可以有效地应用在铁路信号控制、列车调度、列车位置监控等方面。

3.6 蜂窝技术

蜂窝技术是一种基于移动通信网络的无线接入技术，它通过在一定范围内建立多个小型基站，以实现无线通信信号的覆盖^[1]。在铁路通信工程中，蜂窝技术通常用于车站、机场、火车站等大型场所的无线通信，以确保通信的稳定性和可靠性。在铁路通信工程中，蜂窝技术主要应用于以下几个方面：

3.6.1 车站、机场、火车站等大型场所的无线通信：这些场所需要保证通信的稳定性和可靠性，采用蜂窝技术可以实现高质量的通信。

3.6.2 铁路调度通信：铁路调度通信需要保证通信的快速和准确，采用蜂窝技术可以实现高效的调度通信。

3.6.3 列车控制系统：列车控制系统需要实现列车与车站、车站与车站之间的实时通信，采用蜂窝技术可以实现可靠的通信。

3.7 点对多点数字微波技术

点对多点数字微波技术（Point-to-Multipoint Digital Microwave Technology, PMT-MDMW）是一种基于数字微波通信技术的无线接入方式，通常用于传输高速数据和语音等信息。下面简要介绍一下点对多点数字微波技术的特点和应用。

3.7.1 特点

（1）传输速率高：点对多点数字微波技术可以达到甚至超过光纤通信的传输速率，因此在传输高速数据和语音等信息方面具有明显优势。

（2）传输距离远：由于数字微波信号的传输是以光速进行的，因此在传输距离上具有较大的优势，可以达到几千公里甚至更远。

（3）信号稳定：数字微波信号具有较高的稳定性，可以减少信号干扰和噪声的影响，保证信息的可靠传输。

（4）抗干扰能力强：由于数字微波信号是以光速传输的，因此具有较强的抗干扰能力，可以在复杂的电磁环境中稳定传输信息。

3.7.2 应用

点对多点数字微波技术广泛应用于铁路通信工程中的以下方面：

（1）高速数据传输：在铁路通信中，经常需要传输大量的高速数据，如视频、音频、数据等，采用点对多点数字微波技术可以实现高速稳定的传输。

(2) 语音通信: 在铁路通信中, 经常需要进行语音通信, 采用点对多点数字微波技术可以实现清晰、稳定的语音传输。

(3) 应急救援: 在铁路通信中, 经常需要进行应急救援等紧急任务, 采用点对多点数字微波技术可以实现快速、可靠的通信保障。

3.8 集群通信技术

铁路集群通信技术是指在铁路通信中采用的一种集群通信技术。该技术通常使用2.4GHz或5.8GHz的频段, 采用时分多址(Time Division Multiple Access, TDMA)或频分多址(Frequency Division Multiple Access, FDMA)等多种方式实现数据传输。

3.8.1 相对于其他无线通信技术, 铁路集群通信技术具有以下优势:

(1) 抗干扰能力强: 由于使用的是专用频段, 铁路集群通信技术具有较强的抗干扰能力, 可以在复杂的电磁环境中稳定工作。

(2) 保密性好: 铁路集群通信技术采用了加密技术和认证机制, 可以保证通信的安全性和保密性。

(3) 网络结构简单: 铁路集群通信技术通常采用星型或网状网络结构, 网络拓扑结构简单, 便于管理和维护。

3.8.2 应用场景

铁路集群通信技术在铁路通信中有广泛的应用场景, 例如:

(1) 列车调度: 在铁路运输中, 列车调度是重要的工作, 采用铁路集群通信技术可以实现列车调度员之间的实时通信和信息共享, 提高列车调度的效率和安全性。

(2) 安全监控: 在铁路安全监控中, 采用铁路集群通信技术可以实现监控中心与各车站之间的实时通信和数据传输, 提高安全监控的效率和准确性。

(3) 紧急救援: 在铁路紧急救援中, 采用铁路集群通信技术可以实现救援人员之间的实时通信和信息共享, 提高救援效率和准确性。

4 无线接入技术标准具体研究

4.1 建立统一的标准制定机构

建立统一的标准制定机构是解决无线接入技术标准不统一问题的关键^[2]。该机构需要由各个国家和地区的铁路通信工程界代表组成, 以互相沟通、交流、制定和协调国际通用标准。同时, 该机构需要制定相关标准, 包括技术规范、测试标准、质量监督和认证标准等。

4.2 加强国际合作

加强国际合作是实现无线接入技术标准统一的重要手段。各国应当加强交流合作, 互通信息, 共享技术资源, 提升无线接入技术的发展水平。建立国际联合研究

中心, 共同开展研究和探索, 充分发挥各自的优势, 为无线接入技术标准化发展做出贡献。

4.3 加强技术创新

加强技术创新是实现无线接入技术标准化的重要前提。涉及到各种不同的无线接入技术, 需要加大对技术进行研究和创新, 包括各种技术的性能、能耗、安全等方面。同时, 需要对无线接入技术进行全面的评估和测试, 开展实验室验证和试验评估工作, 确保技术的可靠性和稳定性。

4.4 建立可持续发展机制

建立可持续发展机制, 是保障无线接入技术标准化发展的重要条件。需要从战略角度出发, 制定有计划、有序、可持续的发展政策, 推广铁路通信工程中的无线接入技术, 实现其在各个领域的应用推广与发展。

5 铁路无线接入网未来的发展趋势

5.1 新型通信技术的应用: 除了5G技术, 未来的铁路无线通信技术还将广泛应用物联网技术、人工智能等新型通信技术。这些新型通信技术可以为铁路无线通信提供更加智能化和自动化的解决方案, 提高通信的质量和效率。

5.2 智能化维护和管理: 未来的铁路无线通信技术将更加注重智能化维护和管理。通过各种传感器和物联网设备, 可以实现对铁路无线通信网络的实时监测和故障诊断, 减少维护人员的工作量, 提高维护效率。

5.3 多网融合: 未来的铁路无线通信技术将逐步实现多网融合^[3]。随着铁路网络的不断扩大和升级, 各种不同频段和制式的无线通信技术将在不同的铁路区域内进行共存和互联, 实现互补和协同, 提高整个铁路网络的稳定性和可靠性。

5.4 绿色环保: 未来的铁路无线通信技术将更加注重绿色环保。通过采用各种节能技术和绿色能源, 可以实现对能源的高效利用和对环境的友好保护, 为铁路运输注入更加环保和可持续的元素。

结语

综合上文所述, 铁路工程中无线接入网作为确保我国铁路工程通信的重要手段, 其不仅能大大增加铁路通信的质量, 为我国铁路企业带了更多的经济效益外, 同时也在一定程度上促进了我国铁路工程中通信技术的发展。

参考文献

- [1]王凤嫄.铁路通信工程中的无线接入技术[J].电子制作, 2018(17): 47-48+73.
- [2]黄兆伟.铁路通信工程中的无线接入技术[J].通讯世界, 2017(10): 82-83.
- [3]王西龙.铁路通信工程中的无线接入技术[J].中国新通信, 2013(13): 94.