

无线传输技术在铁路通信工程中的应用

刘冬梅¹ 罗 晨² 王晋琼¹

1. 中国铁路呼和浩特局集团有限公司呼和浩特通信段 内蒙古 呼和浩特 011000

2. 内蒙古铁路运营管理集团有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘 要：本文主要探讨无线传输技术在铁路通信工程中的应用。首先介绍了铁路通信工程的概况，包括其各子系统及建设需考虑的因素等。接着阐述无线传输技术的定义、分类及常见技术特点原理。重点论述其在铁路通信工程中的应用，涵盖列车运行控制、调度通信、旅客信息服务、铁路设备监测与维护等方面，如列车定位与跟踪、自动驾驶等。最后指出无线传输技术在铁路通信工程中的优势，包括灵活性高、移动性好、建设成本低等。

关键词：无线传输技术；铁路通信工程；应用

引言：随着铁路运输的不断发展，铁路通信工程的重要性日益凸显。铁路通信工程作为铁路运输系统的关键组成部分，保障着铁路的安全与高效运行。无线传输技术作为现代通信领域的重要技术手段，其在铁路通信工程中的应用也越来越广泛。从列车运行控制到调度通信，从旅客信息服务到铁路设备监测与维护，无线传输技术都发挥着不可或缺的作用。它为铁路通信带来了新的活力和发展机遇，促使铁路通信不断升级和完善，更好地满足铁路运输日益增长的需求。

1 铁路通信工程概述

铁路通信工程是铁路运输系统的重要组成部分，对于保障铁路的安全、高效运行起着至关重要的作用。铁路通信工程主要包括传输系统、电话交换系统、调度通信系统、无线通信系统、数据通信系统等多个子系统。传输系统是铁路通信的基础，它以光纤数字通信为主，为各种信息的传递提供大容量的长途通路。电话交换系统则利用程控交换机，将全路各级部门紧密联系在一起，实现语音通信。调度通信系统是铁路通信的核心，它为列车调度员、车站值班员等提供了专用的通信手段，确保列车的安全运行和运输生产的顺利进行。无线通信系统如GSM-R铁路专用无线移动通信系统，可实现列车与地面之间的语音和数据传输，满足列车调度、车次号传输、调度命令传送等需求。数据通信系统负责收集、处理和传输列车运行数据，为列车自动驾驶和调度决策提供支持。铁路通信工程的建设需要考虑铁路沿线特殊的地理环境和气象条件。在山区、隧道、桥梁等复杂地段，需要采用特殊的通信技术和设备，以确保通信信号的稳定传输。同时，铁路通信工程还需要与铁路的其他系统，如信号系统、供电系统等进行紧密配合，实现信息共享和互联互通^[1]。随着通信技术的不断发展，铁

路通信工程也在不断升级和完善。近年来，5G技术、物联网技术、大数据技术等新兴技术逐渐应用于铁路通信领域，为铁路通信带来了新的发展机遇。

2 无线传输技术简介

2.1 无线传输技术的定义和分类

无线传输是指利用无线技术进行数据传输的一种方式。根据应用场景和传输距离的不同，无线传输技术可以分为以下几类：

无线个域网（WPAN）：适用于短距离通信，如智能家居和穿戴设备等。

无线局域网（WLAN）：适用于办公室、学校和公共场所等，提供高速数据传输。

无线城域网（WMAN）：适用于城市范围的数据传输，如移动宽带和视频流等。

无线广域网（WWAN）：适用于移动通信，如手机和笔记本电脑等。

2.2 常见无线传输技术的特点和原理

（1）GSM-R：GSM-R（Global System for Mobile Communications for Railway）是专门为铁路通信设计的数字移动通信系统。它基于GSM技术，增加了一些铁路专用的功能和业务，如列车调度通信、车次号传输、调度命令传输等。GSM-R的工作频段为900MHz，采用时分多址（TDMA）技术，具有覆盖范围广、通信质量高、可靠性强等特点。（2）LTE-R：LTE-R作为下一代铁路移动通信系统，基于LTE技术，工作频段为1.8GHz和2.6GHz，采用正交频分多址（OFDMA）技术。该技术将频谱资源划分成多个正交的子载波，把数据分配到不同的子载波上并行传输，大大提高了频谱效率和数据传输速率。LTE-R具有更高的数据传输速率，能够满足高清视频监控、列车自动驾驶等对数据传输要求较高的

铁路业务需求；延迟更低，可使列车控制指令等关键信息及时传输，提升了铁路运营的安全性和效率；移动性支持更好，即使列车高速行驶，也能保持稳定的通信连接。（3）Wi-Fi：Wi-Fi是一种无线局域网技术，基于IEEE802.11标准，工作频段为2.4GHz和4.8GHz，采用直接序列扩频（DSSS）或正交频分复用（OFDM）技术。其原理是通过无线电波来传输信息，设备将数据调制到无线电波上进行发送，接收端再对无线电波进行解调以获取数据。Wi-Fi的成本低，只需购买无线路由器等设备，无需铺设大量电缆；部署方便，只需将无线路由器连接到有线网络，即可快速搭建无线网络。它还能为用户提供高速的数据传输和灵活的接入方式，用户可以在无线信号覆盖范围内自由移动设备并保持网络连接。

3 无线传输技术在铁路通信工程中的应用

3.1 列车运行控制

（1）无线传输技术在铁路通信工程中的列车运行控制方面有着重要应用。在列车定位与跟踪上，无线传输技术发挥着关键作用。它能够实时地将列车的位置、速度、运行方向等信息传输给调度员，让调度员精确掌握列车的运行状态，进而实现列车的实时定位与跟踪。比如，列车上安装的GPS设备与无线通信模块相互配合，把列车的位置信息源源不断地传至调度中心，调度中心据此合理安排列车的调度和指挥，确保铁路运输的高效有序。（2）列车自动驾驶也离不开无线传输技术。该技术实现了列车与地面控制中心之间的实时数据交互，为列车自动驾驶提供了不可或缺的信息支持^[2]。地面控制中心借助无线通信网络向列车发送速度指令、停车指令等，列车接收到这些指令后自动调整运行速度和停车位置，有效提高了列车运行的安全性和效率。像在一些先进的高速铁路系统中，无线传输技术保障了列车在自动驾驶模式下的精准运行，减少了人为操作失误的风险。（3）列车安全防护同样依赖无线传输技术。它使列车与列车之间、列车与地面设备之间能够实时通信，为列车安全防护提供了必要的信息支持。通过车车通信技术，列车可以实时获取前方列车的位置、速度等信息，一旦前方列车出现紧急情况，后方列车能够迅速做出反应，及时采取制动措施，从而避免碰撞事故的发生。

3.2 调度通信

列车调度：无线传输技术在列车调度中起着关键作用。它让调度员与列车司机能够实时通信，调度员可及时下达调度指令，如调整运行速度、变更停靠站点等，列车司机也能迅速汇报列车运行状态及故障情况。比如GSM-R系统，凭借其稳定可靠的无线通信能力，调度员

通过无线电话与列车司机通话来发布指令，司机则借此反馈列车的实时信息，确保列车运行安全有序，提高了铁路运输的效率和可靠性。

车站调度：车站调度同样离不开无线传输技术。它实现了车站调度员与工作人员的实时通信，便于调度员及时发布指令，工作人员也能快速汇报作业情况。像无线对讲机或无线集群系统，在车站日常运营中广泛应用，车站调度员借助它们与值班员、扳道员、信号员等沟通，协调列车进出站、调车作业等流程，保障车站作业的高效进行，避免出现作业混乱和延误。

应急调度：在铁路突发事件发生时，无线传输技术的优势更为凸显。它能够快速搭建临时通信网络，为应急救援工作提供通信保障。比如通过卫星通信、无线Mesh网络等技术，可在受灾地区迅速建立临时通信基站，使应急救援人员之间实现实时通信，从而高效协调救援行动，提高救援效率，最大程度减少事故损失和影响。

3.3 旅客信息服务

列车时刻查询：无线传输技术为旅客的列车时刻查询带来了极大便利。借助这一技术，旅客能够通过手机、平板电脑等终端设备，随时随地查询列车时刻表、票价、余票等信息。其中，铁路12306网站及其手机APP是最为常见和便捷的查询工具，它依托无线传输技术，与铁路票务系统实时连接，确保信息的准确性和及时性^[3]。旅客只需在设备上输入出发地、目的地、出行日期等关键信息，即可迅速获取相关列车的详细信息，并可直接进行在线购票、退票、改签等操作，大大提高了出行安排的效率和灵活性。

车内信息发布：在列车运行过程中，无线传输技术实现了车内信息的及时发布。通过车载无线局域网和显示屏的配合，列车工作人员能够将各类实用信息准确地传达给旅客。比如列车的实时运行状态，包括当前速度、预计到站时间等，让旅客对行程有清晰的了解；还有到站信息，可提醒旅客提前做好下车准备，避免错过站点；此外，餐饮信息的发布也方便了旅客在旅途中的饮食选择。这些信息的及时呈现，显著提升了旅客的出行体验，使旅途更加舒适便捷。

无线互联网服务：无线传输技术为旅客在列车上提供了无线互联网服务，满足了他们在旅途中的网络需求。通过在列车上安装Wi-Fi设备，构建起车内的无线网络环境，旅客可以使用自己的电子设备连接该网络，进而实现上网浏览新闻资讯、观看在线视频、发送邮件等操作，丰富了旅途生活。如今，越来越多的高铁、动车等列车都配备了这项服务，让旅客在享受快速交通的同

时,也能保持与外界的紧密联系,使整个旅程更加轻松愉快。

3.4 铁路设备监测与维护

远程监测:无线传输技术在铁路设备的远程监测方面发挥着重要作用。铁路系统中的信号设备、供电设备、桥梁隧道等关键设施,都可借助该技术实现实时监测。通过在这些设备上安装传感器和无线通信模块,其运行状态、温度、湿度等各类信息能够源源不断地传输至监测中心。监测人员可据此全面、准确地了解设备的实时状况,及时察觉潜在问题,提前进行故障诊断和预警,从而有效避免设备故障对铁路运输造成的不利影响,保障铁路系统的安全稳定运行。

故障诊断:当铁路设备发生故障时,无线传输技术的优势更为显著。维修人员无需亲临现场,只需通过无线通信网络,就能远程获取设备的详细故障信息和运行数据。基于这些准确的数据,他们可以进行深入的故障诊断和分析,快速确定故障原因,进而制定出科学合理的维修方案。这种远程诊断方式极大地提高了维修效率,缩短了设备的维修时间,降低了维修成本,确保铁路设备能够尽快恢复正常运行,减少对铁路运输秩序的干扰。

维护管理:在铁路设备的维护管理工作中,无线传输技术同样不可或缺。借助该技术建立铁路设备维护管理系统,可将设备的维护计划、维修记录、备件库存等重要信息进行高效传输和共享。各相关部门和人员能够实时了解设备维护的整体情况,实现维护工作的规范化和标准化。这不仅有助于合理安排维护任务,提高维护工作的效率和质量,还能确保备件的及时供应,进一步提升铁路设备维护管理的整体水平,为铁路运输的高效性和可靠性提供有力保障。

4 无线传输技术在铁路通信工程中的优势

无线传输技术在铁路通信工程中具有很多优势。它的灵活性高,不受地理位置和线路的限制,能灵活接入网络,方便网络部署。在山区、隧道等有线通信难以覆盖的区域,无线传输技术可轻松实现通信覆盖,确保铁路通信的全面性。移动性好也是其重要特点,还能为移

动中的列车和铁路工作人员提供通信服务,满足他们在移动过程中的通信需求。比如列车司机可通过无线通信设备与调度员实时通信,铁路工作人员能在铁路沿线使用无线对讲机进行工作协调,保障了铁路运营的高效与顺畅。建设成本低是无线传输技术的一大优势,它无需铺设大量电缆或光缆,在铁路新线建设或既有线路改造中,采用无线传输技术可大幅减少通信线路的建设成本和施工难度,节省了大量的人力、物力和财力。扩展性强也是不容忽视的优势,随着铁路运输业务的发展,对列车调度通信、旅客信息服务等业务的需求不断增加,而无线传输技术可以方便地进行网络扩展和升级,轻松满足这些不断增长的业务需求,具有很强的适应性和前瞻性^[4]。此外,无线传输技术可靠性高,它采用了多种抗干扰和纠错技术,如GSM-R系统采用的频率复用、功率控制等技术,有效提高了系统的抗干扰能力和通信质量,确保了铁路通信的稳定与可靠,减少了因通信故障而导致的铁路运营风险。

结束语

综上所述,无线传输技术在铁路通信工程中的应用十分广泛且意义重大。通过在列车运行控制、调度通信、旅客信息服务以及铁路设备监测与维护等多个方面的有效应用,无线传输技术极大地提高了铁路通信的效率和质量,保障了铁路运输的安全与顺畅。其具备的灵活性高、移动性好、建设成本低、扩展性强、可靠性高等优势,使其在铁路通信工程中占据重要地位。

参考文献

- [1]李玉兰.传输技术在通信工程中的应用及发展方向[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(11):128-131.
- [2]高稳成.传输技术在通信工程中的应用[J].通信电源技术,2024,41(13):163-165.
- [3]文泓.无线接入网技术在铁路通信工程中的应用[J].移动信息,2024,46(6):57-59.
- [4]李斌.论传输技术在通信工程中的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(9):0186-0189.