

5G 移动通信技术在高铁通信网络中的应用探究

苏伟

浙江省邮电工程建设有限公司 浙江杭州 310020

DOI: 10.12238/jpm.v5i5.6818

[摘要] 本文详细探讨了 5G 移动通信技术在高铁通信网络中的应用，包括与 MIMO 多天线技术、高可靠低延时技术和 OFDM 多载波技术的融合，以及在高铁乘客用网场景、高铁客运服务系统、高铁智能管控系统以及试验列车自动检测中的具体应用。通过 5G 技术的引入，高铁通信网络在速度、稳定性、延迟、连接密度和智能化方面都取得了显著的进步，为高铁运输的安全性、效率和乘客体验提供了全新的可能性。

[关键词] 5G 移动通信技术；高铁通信网络；应用探究

Exploration of the Application of 5G Mobile Communication Technology in High Speed Rail Communication Networks

Su Wei

Zhejiang Postal and Telecommunications Engineering Construction Co., Ltd. Hangzhou City, Zhejiang Province 310020

[Abstract] This article discusses in detail the application of 5G mobile communication technology in high-speed rail communication networks, including the integration with MIMO multi antenna technology, high reliability and low delay technology, and OFDM multi carrier technology, as well as its specific applications in high-speed rail passenger network scenarios, high-speed rail passenger service systems, high-speed rail intelligent management systems, and automatic detection of test trains. Through the introduction of 5G technology, high-speed rail communication networks have made significant progress in speed, stability, latency, connection density, and intelligence, providing new possibilities for the safety, efficiency, and passenger experience of high-speed rail transportation.

[Key words] 5G mobile communication technology; High speed rail communication network; Application Exploration

引言

随着科技的不断进步,5G 移动通信技术已成为高铁通信领域的关键驱动力之一。其超高速、低延迟和大连接数的特点,正在彻底改变高铁运输的方式和效率。本文旨在探讨 5G 技术在高铁通信网络中的广泛应用,以及其对高铁运输安全、智能化和乘客体验的深远影响。

1、5G 移动通信技术特点

5G 移动通信技术的特点主要体现在速度、延迟、连接密度、能效和网络切片等方面。首先,5G 具有极高的速度,理论上可达每秒数千兆位,比 4G 快数十倍,这意味着用户能够以前所未有的速度下载、上传数据。其次,延迟极低,通信时延可降至毫秒级,使得实时应用如远程医疗、自动驾驶等成为可能。再者,5G 支持更高的连接密度,可连接更多的设备,实现物联网的大规模部署和智能城市的建设。另外,5G 在能效方面有所

提升,通过智能网络管理和节能技术,降低了能源消耗,使得网络更加环保和可持续。最后,5G 还引入了网络切片技术,能够根据不同的业务需求,为用户提供定制化的网络服务,提高了网络的灵活性和适应性。综上所述,5G 移动通信技术以其超高的速度、低延迟、高连接密度、高效能和网络切片等特点,将深刻改变人们的生活方式和工作方式,推动数字化社会的发展。

2、我国高铁与高铁通信系统的发展情况

我国高铁与高铁通信系统的发展情况表现出了显著的成就与迅猛的发展态势。首先,自我国高铁建设起步以来,高铁网络不断扩张,已成为世界上最大、最先进的高铁网络之一。其次,高铁通信系统在技术上取得了长足进步,包括信号控制、通信设备、列车运行管理等方面的创新,使得高铁运输更加安全、高效。此外,我国高铁通信系统还在实现多种通信技术的

融合上取得了重大突破，如无线通信、卫星导航、数据传输等，为高铁运行提供了可靠的技术支撑。总体来看，我国高铁与高铁通信系统的发展已经达到了世界领先水平，为我国的交通运输和信息通信领域做出了巨大贡献。

3、5G 系统下高铁应用的通信技术

3.1 5G 系统与 MIMO 多天线技术的融合

5G 系统与 MIMO (MultipleInputMultipleOutput) 多天线技术的融合，为高铁通信带来了显著的性能提升。通过多天线技术，高铁可以利用多个天线进行信号传输和接收，实现空间复用，提高信道容量和覆盖范围。在高速移动的高铁环境下，MIMO 技术可以有效抵抗多径效应和信号衰减，提高通信质量和速率，从而实现更加稳定和高速的通信连接。

3.2 5G 系统与高可靠低延时技术的融合

高可靠低延时 (Ultra-ReliableLowLatencyCommunication, URLLC) 是 5G 系统的重要特性之一，它在高铁通信中具有重要意义。通过 URLLC 技术，高铁通信系统可以实现更高的可靠性和更低的通信时延，确保列车之间和列车与控制中心之间的通信及时可靠。这种低延时的特性对于高铁列车的安全管理、列车控制和乘客信息传输都至关重要，能够提高高铁系统的运行效率和安全性。

3.3 5G 系统与 OFDM 多载波技术的融合

5G 系统采用了 OFDM (OrthogonalFrequencyDivisionMultiplexing) 多载波技术，将信号分成多个独立的子载波进行传输，提高了频谱利用率和抗干扰能力。在高铁通信中，OFDM 技术可以有效克服多径效应和频谱衰减，保证了在高速移动环境下的稳定通信。同时，OFDM 技术还支持灵活的波形设计和调制方式，适应了高铁通信系统中复杂的信道环境和不同服务质量的需求。

4、5G 移动通信技术在高铁通信网络中的应用

4.1 5G 移动通信技术在高铁乘客上网场景中的应用

5G 移动通信技术因其高速率、低延迟和大连接数的特性，正在逐渐改变高铁乘客的上网体验。首先，5G 技术能极大提升高铁上的网络速度和稳定性。传统的 4G 网络在高速移动环境下，面临着信号覆盖不连续和速度不稳定的问题，这对于需要稳定网络进行工作或娱乐的高铁乘客来说，是一个不小的挑战。然而，5G 网络的引入，特别是其在毫米波技术上的应用，极大地提高了数据传输速度和信号稳定性。例如，在日本，东京至大阪的新干线已经开始测试 5G 服务，实现了高达 500Mbps 的下载速度，这使得乘客即便在 300 公里每小时的高速行驶状态下，也能享受流畅的视频通话和高清视频流。

其次，5G 技术支持的低延迟特性，为高铁上的各种实时服务提供了可能。例如，在中国的某些高铁线路上，借助 5G 网络，乘客可以实时查看自己的精确位置和预计到达时间，甚至可以进行云游戏等对延迟敏感的活动。此外，5G 还能支持列车

内部更多的智能应用，如实时列车健康监测系统，确保行驶安全。

再者，5G 技术的大连接数特性，使得车厢内的每一名乘客都能连接网络，解决了以往网络拥堵的问题。在高峰时段，高铁车厢内的乘客可能同时使用网络进行各种数据密集型活动。通过 5G 网络，每个小区能够支持上百万的连接，这意味着即使在客流高峰，网络服务也不会受到影响。

最后，5G 技术能促进车联网技术在高铁行业的应用。例如，通过 5G 网络，高铁可以实时与调度中心、其他列车以及基础设施进行通信，提高运行效率和安全性。此外，车载 Wi-Fi 服务也能通过 5G 网络实现更高效的数据传输，提供给乘客更好的上网体验。

4.2 5G 边缘 MEC 在高铁客运服务系统的应用

5G 边缘计算 (MEC, MobileEdgeComputing) 技术为高铁客运服务系统带来了前所未有的改变，其在提升网络响应速度、处理大量数据和支持新型应用方面的潜力巨大。以下详细讨论了 5GMEC 在高铁客运服务中的应用及相关技术要点。首先，5GMEC 能够极大地减少网络延迟，提升服务响应速度。在高铁环境中，传统的云计算模型因数据需要长距离传输至中心服务器而造成较高的延迟。而 5GMEC 通过在网络边缘，即靠近用户设备的边缘部署计算资源，能够实现数据的快速处理和响应。例如，通过边缘计算节点，高铁上的乘客可以实时获取列车动态、旅程信息等，大大提升了用户体验。其次，5GMEC 支持大数据量处理，优化高铁客运服务系统的效率。高铁系统中，实时收集和分析的数据量巨大，包括车辆状态、乘客信息、服务反馈等。MEC 可以在数据产生地点即时处理这些信息，只将必要的数据和处理结果发送到云端，从而减少数据传输量，提高处理效率。这对于实时监控列车运行状态、预防安全事故等方面尤为重要。

再者，5GMEC 技术支持高铁客运服务系统中的智能应用部署。通过边缘计算，可以在高铁上部署复杂的人工智能算法和大型应用程序，如面向乘客的个性化服务、自动语音识别系统等。这些应用原本需要大量计算资源和较低延迟，而 MEC 技术使其在车上直接运行成为可能，显著提升了服务的便捷性和智能水平。

此外，5GMEC 还能增强高铁客运服务的安全性。通过在网络边缘实现数据处理和存储，可以有效地控制敏感数据的访问和传输，降低数据被截获或滥用的风险。此外，边缘计算节点的部署增强了整个网络的冗余性和鲁棒性，即使某些节点出现问题，也不会影响到整体网络的稳定性。

技术上，实施 5GMEC 在高铁系统中需要注意几个关键点。首先是边缘计算节点的部署位置，应选择在用户密度大、需求集中的区域，如车站或列车上。其次是网络安全，边缘计算增加了网络的攻击面，需要通过加强安全策略和技术来确保数据

安全。最后，与现有高铁基础设施的集成也是一个挑战，需要确保 MEC 系统能与列车控制系统、乘客服务系统等无缝对接。

4. 35G 移动通信技术在高铁智能管控系统的应用

在高铁智能管控系统中，实时收集列车的各类运行数据（如速度、位置、机械状态等）至关重要。5G 网络能够实时并且高效地处理这些大量数据，确保信息的实时更新和准确性。例如，通过 5G 网络，列车可以实时传输其精确位置和运行状态给调度中心，调度中心根据数据实时调整列车运行计划和轨道使用，以优化运行效率和确保行车安全。

其次，5G 技术的低延迟特性为高铁智能管控系统的实时反应提供了可能。在列车运行中，任何异常情况的即时发现和处理都是确保安全的关键。5G 的低延迟可以使得从检测到问题到做出响应的的时间大幅缩短，比如实时监控系统可以在检测到轨道或列车异常时，立即向司机或控制中心发出警报，并通过自动化系统迅速采取应对措施。

5G 网络的广连接特性使得高铁智能管控系统可以连接更多的监控设备和传感器。这些设备和传感器布置在列车各个部位，如车轮、制动系统、电力系统等，它们实时收集数据并通过 5G 网络发送回控制中心。这样的全方位监测保证了列车的高度安全运行和高性能维护。此外，5G 技术还可以支持高铁智能管控系统中的远程控制操作。例如，在某些紧急情况下，如果列车司机无法处理某个特定的技术问题，控制中心可以通过 5G 网络远程接入列车控制系统，直接进行操作或辅助司机解决问题。这种远程操作在保障安全的同时，也提高了处理紧急情况的灵活性和效率。技术上，实施 5G 在高铁智能管控系统中需要考虑网络的覆盖质量和稳定性。由于高铁运行速度快，网络必须保证在任何时间、任何区域都能稳定连接。此外，对于安全级别极高的控制指令传输，需要特别设计加密和数据安全保护措施，确保数据传输的安全性和防止恶意攻击。

4.4 5G 移动通信技术在试验列车自动检测中的应用

其超高速、低延迟和大连接数的特点，正在革新试验列车自动检测领域。这种技术的应用不仅提升了检测效率和准确性，还为试验列车的运行安全和维护提供了强大的技术支持。列车在运行过程中会产生海量数据，包括速度、加速度、温度等多种传感器数据，以及视频监控数据。通过 5G 网络，这些数据可以实时传输到远程服务器或数据中心，进行快速分析和处理。例如，使用 5G 网络，可以实时监控列车各部件的运行状态，及时发现问题并进行预警，从而大大提高列车的运行安全性。其次，5G 技术的低延迟特性对于提升试验列车自动检测的实时性至关重要。在列车测试和检测中，对于某些需要即时响应的场景（如动态调整试验参数、紧急制动系统的测试等），低延迟的通信是保证测试精确度和安全的关键。5G 网络能够提供毫秒级的低延迟，确保从数据采集到处理再到反馈的整个流

程高效且无延误，从而使得测试更为精准可靠。再者，5G 技术支持的广连接性也在试验列车自动检测中发挥重要作用。试验列车需要装配大量的传感器和检测设备，这些设备都需要实时地与控制中心保持连接。5G 网络能够支持海量的设备同时连接而不降低网络的性能，保证了每一个检测节点都能够稳定地传输数据，从而使得整个检测系统的数据覆盖更全面，检测结果更为准确。技术上，实施 5G 在试验列车自动检测中需要注意以下几点：首先，需要确保 5G 网络的覆盖范围广泛且稳定，尤其是在列车经过偏远或地下区域时。其次，考虑到试验列车的特殊性，5G 网络和相关设备需要有较高的抗干扰能力，保证在复杂的电磁环境下仍能稳定工作。此外，数据安全也是一个重要方面，需要通过加密技术保护传输过程中的数据不被泄露或非法篡改。

除此之外，5G 技术还可以支持试验列车自动检测的远程控制和自动化操作。例如，工程师可以在控制中心远程调整试验列车的运行状态和检测设备的参数，或者在紧急情况下远程启动安全措施。这种远程操作功能不仅提高了操作的灵活性，还减少了现场工作人员的安全风险。

总之，5G 移动通信技术在试验列车自动检测中的应用提供了一个高效、精准和安全的技术方案。随着 5G 技术的持续发展和成熟，未来在试验列车以及更广泛的轨道交通领域，5G 技术的应用将发挥更加关键的作用，为行业带来更多创新和突破。

5 结语

随着 5G 技术的不断成熟和普及，高铁通信网络将迎来更加广阔的发展前景。通过 5G 技术的应用，高铁运输将变得更加安全、高效和智能化，为乘客提供更舒适、便捷的出行体验。期待未来，5G 技术将继续在高铁领域展现出其巨大的潜力，推动高铁行业迈向数字化、智能化的新时代。

[参考文献]

- [1]郭晋涛.5G 移动通信技术在高铁通信网络中的应用探究[J].家电维修, 2024, (04): 52-54.
- [2]梁勇华.5G 技术在移动通信网络中的应用分析[J].中国新通信, 2021, 23(13): 24-25.
- [3]曲佳, 曹菀童, 邢天奕, 等.5G 技术在移动通信网络中的应用研究[J].数字通信世界, 2020, (04): 162.
- [4]王继宇.5G 移动通信技术在高铁通信网络中的应用[J].中国新通信, 2020, 22(06): 1-2.
- [5]孙广新.5G 技术在移动通信网络中的应用[J].数字技术与应用, 2020, 38(01): 14+16.DOI: 10.19695/j.cnki.cn12-1369.2020.01.08.
- [6]蒋子云.5G 技术在移动通信网络中的实践[J].中国新通信, 2019, 21(22): 6.