

# 5G无线通信技术在城市轨道交通中的应用

丘先文

中国电信股份有限公司南宁分公司 广西 南宁 530022

**摘要：**5G无线通信技术在城市轨道交通中展现出巨大的应用潜力。该技术不仅提升列车运行的安全性与效率，通过超高清视频监控实现行车环境的实时可视化，还促进了绿色通信与能效提升。在运维管理方面，5G支持远程监控与快速应急响应，确保系统稳定运行。同时其先进的网络架构与切片技术为不同业务场景提供定制化的通信服务。5G技术的应用正深刻改变着城市轨道交通的运营与管理模式，推动其向智能化、高效化方向发展。

**关键词：**5G无线通信技术；城市轨道交通；应用

引言：随着城市化进程的加速，城市轨道交通作为缓解城市交通压力、提升城市运行效率的重要基础设施，其智能化、高效化转型迫在眉睫。5G无线通信技术的出现，以其超高速率、超低时延、超大连接等核心优势，为城市轨道交通的未来发展注入了新的活力。通过5G技术的深度应用，城市轨道交通有望实现列车运行的精准控制、乘客服务的个性化定制、运维管理的智能化升级以及应急响应的迅速高效，从而全面提升城市轨道交通系统的整体效能和服务水平。

## 1 5G 技术概述

5G，即第五代移动通信技术，是新一代宽带移动通信技术的代表，具有高速率、低时延和大连接三大显著特点。5G技术的出现，标志着移动通信技术进入了一个全新的发展阶段。在速度方面，5G网络的速率是4G网络的10倍以上，潜在峰值速度高达每秒20千兆位（Gbps），远超有线网络速度，为用户提供了前所未有的高速体验。这一特性使得5G能够支持超高清视频、虚拟现实、增强现实等需要大带宽的应用场景。在时延方面，5G通过优化帧结构，将每个子帧在时域上进行缩短，从而在物理层上进行时延的优化，使得时延降低到1毫秒（ms）或更低。这一特性对于需要实时反馈的应用场景，如自动驾驶、远程医疗等，具有极其重要的意义<sup>[1]</sup>。5G还支持更多的连接和设备，能够满足物联网、智慧城市、智能制造等多样化应用场景的需求。通过大规模多输入多输出（Massive MIMO）技术、网络功能虚拟化（NFV）技术和软件定义网络（SDN）技术等核心技术的运用，5G网络在通信效率、资源分配和管理等方面实现了显著提升。5G技术以其卓越的性能和广泛的应用前景，正在逐步渗透到经济社会的各行各业，成为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施。随着技术的不断成熟和应用的持续拓展，5G将为我们的生活、

工作、娱乐方式带来革命性的变化。

## 2 5G 通信技术的核心优势

5G通信技术，作为新一代移动通信技术的典范，其核心优势主要体现在三个方面：超高速率、超低时延和超大连接能力。第一、超高速率是5G技术的显著标志，相比4G，5G网络的传输速率实现了质的飞跃，能够提供高达每秒数十吉比特（Gbps）的峰值速率，让用户能够瞬间下载高清电影、流畅直播4K/8K视频，享受前所未有的高速网络体验。这一优势为移动互联网时代的信息爆炸性增长提供了强有力的支撑。第二、超低时延是5G技术的另一大亮点，5G网络通过优化网络架构和传输技术，将端到端的时延降低至毫秒级甚至更低，为实时性要求极高的应用场景如自动驾驶、远程手术等提供了可能。这种即时响应的能力，使得5G在推动社会各行业数字化转型中具有不可替代的作用。第三、超大连接能力是5G技术的第三大核心优势，随着物联网技术的快速发展，万物互联已成为现实需求。5G网络凭借其强大的连接能力，能够支持每平方公里数百万个设备的连接，满足智慧城市、智能制造、智能家居等多样化应用场景的需求。这种广泛的连接性，为构建万物互联的智能世界奠定了坚实的基础。5G通信技术的核心优势在于其超高速率、超低时延和超大连接能力，这些优势不仅推动了移动互联网的进一步发展，更为社会经济的数字化转型提供了强大的驱动力。

## 3 5G 无线通信技术在城市轨道交通中的问题

### 3.1 智慧列车状态监测需求较大

在城市轨道交通中，智慧列车状态监测是确保列车安全、高效运行的关键环节，随着轨道交通系统的不断发展和复杂化，智慧列车状态监测的需求日益增大。传统通信技术由于带宽不足、时延较高等问题，难以满足大量传感器数据的实时传输和处理需求<sup>[2]</sup>。而5G无线通信

技术虽然具备高速率、低时延等优势,但在实际部署过程中仍面临诸多挑战,如网络覆盖不均、设备兼容性差等,这些问题限制了5G在城市轨道交通智慧列车状态监测中的广泛应用。

### 3.2 通信延迟时间长

在城市轨道交通系统中,通信延迟时间的长短直接影响到列车的运行效率和安全性。尽管5G技术理论上能够实现毫秒级的低时延通信,但在实际应用中,由于网络拥塞、信号衰减、设备处理速度等多种因素的影响,通信延迟时间往往会超出预期。特别是在列车高速行驶、隧道等复杂环境下,信号传输的稳定性和时延性能更容易受到干扰。

## 4 5G 无线通信技术在城市轨道交通中的具体应用

### 4.1 列车安全高效运行

在城市轨道交通系统中,列车的安全高效运行是首要目标。5G无线通信技术的引入,为这一目标提供了强有力的支持,5G网络的高速传输和低延迟特性使得列车与控制中心之间的数据传输更加迅速、准确。通过5G网络,列车可以实时传输自身的状态信息,如速度、位置、故障报警等,到控制中心,使控制中心能够实时掌握列车的运行状况,及时做出调整和优化。这大大提高了列车运行的安全性和可靠性。5G技术还支持大规模设备连接,能够同时连接列车上的众多传感器和设备,实现列车状态的全面监测。这些传感器可以实时监测列车的各项性能指标,如温度、压力、振动等,一旦发现异常情况,立即向控制中心发出警报,以便及时采取措施进行处理。这种实时监测和预警机制,有效降低列车故障的发生概率,提高了列车运行的效率<sup>[3]</sup>。在列车自动驾驶方面,5G技术同样发挥着重要作用。通过5G网络,列车可以实现与道路基础设施之间的实时通信,获取路况信息、信号灯状态等关键数据,从而做出更加精准的驾驶决策。同时,5G网络的低延迟特性也保证了列车在高速行驶过程中的通信稳定性,避免了因通信延迟导致的安全隐患。

### 4.2 超高清视频监控与行车环境可视化

在城市轨道交通体系中,视频监控扮演着守护乘客安全、维护列车运行秩序的关键角色。随着5G无线通信技术的飞跃发展,超高清视频监控迎来前所未有的机遇。5G网络以其卓越的传输速度和低延迟特性,确保了列车上密布的高清摄像头能够即时、无阻碍地将超高清视频图像传送到控制中心。这一技术革新,让控制中心仿佛拥有了“千里眼”,能够清晰洞察列车内外的每一个细节,迅速响应并妥善处理各类突发状况,为乘客安

全筑起坚不可摧的防线。更进一步,5G技术携手GIS地理信息系统,将行车环境的可视化推向新高度。列车在行驶过程中,通过集成的传感器与摄像头,实时捕捉路况、天气、环境等多维度信息,并借助GIS技术,将这些数据转化为直观的三维图像,在控制中心的大屏幕上生动呈现。这一创新不仅极大地增强控制中心对列车运行环境的全面感知能力,更为调度人员提供了前所未有的决策支持,助力他们做出更加精准、高效的调度安排,确保城市轨道交通系统的顺畅运行。

### 4.3 绿色通信与能效提升

随着城市轨道交通网络的迅速扩张,能源消耗与碳足迹问题愈发严峻,而5G无线通信技术的引入,为绿色通信与能效提升开辟新的路径。5G网络凭借创新的信号调制与编码技术,实现带宽利用率的飞跃,相同资源下数据传输量显著增加,通信效率的大幅提升直接减少传输能耗,为通信设备减负。5G与物联网、大数据的深度融合,构建智能能源管理体系,能够精准监测轨道交通系统各环节的能耗状况,通过数据分析识别节能潜力,实施精细化管理,有效遏制能源浪费。5G网络的远程控制与智能调度能力,进一步优化运营流程,减少不必要的能源消耗,助力城市轨道交通向低碳转型<sup>[4]</sup>。更重要的是,5G技术还积极促进绿色交通生态的构建,它不仅是连接城市轨道交通与共享单车、电动汽车等绿色出行方式的桥梁,更是推动多模式交通融合发展的催化剂,通过提供无缝、高效的出行信息服务,引导市民选择更加环保的出行方式,共同守护蓝天白云,迈向可持续发展的未来。

### 4.4 智能出行与乘客服务

5G无线通信技术在城市轨道交通中的应用,深度融入智能出行与乘客服务的每一个角落,彻底重塑人们的出行体验。乘客只需轻点手机屏幕,即可通过定制化的应用程序,即时掌握列车到站时间、预计候车时长等关键信息,实现出行规划的自由定制与高效优化,有效缩短等待时间,降低出行成本。车厢内,5G赋能的智能服务更是将旅途变为享受:高清视频流畅播放、个性化音乐随心聆听、互动游戏即刻畅玩,加之车载信息系统的智能推荐,依据乘客偏好提供定制化资讯,让每一次出行都充满惊喜与愉悦。5G技术在城市轨道交通商业运营领域同样展现出巨大潜力。借助其强大的实时数据分析与预测能力,商家能够精准洞察乘客消费趋势,实现营销策略的精准投放与快速迭代。5G网络还为线上线下融合的商业模式提供了坚实基础,通过虚拟现实、增强现实等前沿技术,为乘客打造沉浸式购物体验,让购物

不再受限于时间与空间，真正实现出行与消费的无缝衔接，为城市轨道交通的可持续发展注入新活力。

#### 4.5 运维管理与应急响应

在城市轨道交通系统中，运维管理与应急响应是确保系统稳定运行和快速应对突发事件的关键环节。5G无线通信技术的引入，为这两个方面带来了显著的改进。在运维管理方面，5G技术以其高速率、低延迟的特性，使得远程监控和实时数据分析成为可能。通过5G网络，运维人员可以实时获取轨道交通系统的各项运行数据，包括设备状态、信号系统、供电系统等，从而实现对系统的全面监控。这种实时监控不仅提高运维效率，还能及时发现潜在问题，预防故障发生。5G技术还支持远程故障诊断和修复，运维人员可以通过网络远程访问设备，进行故障排查和修复操作，大大减少现场维修的时间和成本<sup>[5]</sup>。在应急响应方面，5G技术更是发挥了不可替代的作用。当轨道交通系统发生突发事件时，如火灾、地震等，5G网络能够迅速建立稳定的通信链路，确保控制中心与现场之间的信息畅通无阻。通过5G网络，控制中心可以实时获取现场情况，包括人员疏散情况、设备损坏情况等，从而做出快速、准确的应急决策，5G技术还支持高清视频传输和语音通信，使得应急指挥更加直观、高效。5G网络还可以与物联网技术相结合，实现对轨道交通系统中各类应急设备的远程控制和调度，如自动开启消防系统、调整通风系统等，为应急响应提供有力支持。

#### 4.6 网络架构与切片技术应用

5G无线通信技术在城市轨道交通中的应用还体现在其先进的网络架构和切片技术上。这些技术为轨道交通系统提供了更加灵活、高效、安全的通信解决方案。首先，5G网络采用了全新的网络架构，包括核心网、传输网和接入网等部分。这种架构不仅支持高速率、低延迟的数据传输，还具备高度的灵活性和可扩展性。在城市轨道交通系统中，可以根据实际需求灵活部署5G基站和

核心网设备，实现网络资源的优化配置和高效利用。同时5G网络还支持多种接入方式，包括蜂窝网络、Wi-Fi等，为乘客和运维人员提供了更加便捷的接入体验。其次，5G切片技术是5G网络的一大亮点，切片技术允许运营商在同一物理网络上创建多个虚拟网络切片，每个切片都可以根据业务需求进行定制和优化。在城市轨道交通系统中，可以利用切片技术为不同的业务场景提供独立的通信资源和服务质量保障。例如，可以为列车控制系统创建高可靠、低延迟的切片，确保列车运行的安全性和效率性；为乘客服务系统创建大带宽、高容量的切片，提供丰富的多媒体服务和应用体验。这种切片技术的应用不仅提高了网络资源的利用率和服务质量，还增强了系统的安全性和稳定性。

#### 结束语

随着5G无线通信技术的不断成熟与普及，其在城市轨道交通中的应用前景愈发广阔。从列车运行的精准控制到乘客服务的个性化体验，从运维管理的智能化升级到应急响应的迅速高效，5G技术正逐步渗透到城市轨道交通的每一个环节。有理由相信，在不久的将来，5G技术将全面赋能城市轨道交通系统，为乘客带来更加安全、便捷、舒适的出行体验，同时推动城市公共交通事业的持续健康发展。

#### 参考文献

- [1]景亮,赵程,燕玲.基于5G通信的城市轨道交通自动售检票系统的探索与研究[J].上海建设科技,2021(3):26-29.
- [2]郑惠宁.5G无线通信技术在城市轨道交通中的应用[J].通信与信息技术,2022(04):12-14+59.
- [3]张启明,张璇予.5G通信技术在城市轨道交通中的应用刍议[J].中国新通信,2021,23(10):15-16.
- [4]谢志锋,武宁.5G通信技术在城市轨道交通中的应用[J].中国新通信,2021,23(05):11-12.
- [5]林昊.5G通信技术在城市轨道交通中的应用[J].集成电路应用,2020,37(08):128-129.