

5G无线通信技术在城市轨道交通中的应用

黄张兵

浙江中天智汇安装工程有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：随着社会的发展和5G无线通信技术的成熟，5G通信设备逐渐成为实现人机连接的重要网络设备。城市轨道交通已成为城市交通发展的重要组成部分，可以改变城市交通拥堵的现状，为城市发展提供战略性解决方案。5G与城市轨道交通的融合可以带动城市交通的快速发展。本文主要关注5G无线通信技术与城市轨道交通。拓展内容，详细分析5G通信技术在城市交通中的具体应用，为社会提供一定的参考价值。

关键词：5G；无线通信；城市轨道交通；应用

引言

轨道交通作为城市主干道和大众交通工具，是国家的主要设施和重要产业，在我国经济社会发展、改善民生和城市安全等方面发挥着不可替代的作用。2019年，《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》发布。运用云计算、大数据、5G等技术，打造新一代安全、便捷、高效、绿色、经济的中国式智慧城市轨道交通。随着移动通信需求的不断增长，5G频谱利用率和能效不断提升，在传输时延、可靠性、安全性和覆盖范围等方面取得了更大的性能提升。监控、网络覆盖、大数据分析等复杂场景数字化应用将不断深入，成为实现城市轨道交通智能化的重要支撑。

1 5G无线通信技术应用特点

5G技术在自身实施过程中更加注重用户体验，进一步降低平均吞吐量和网络传输时延，将5G技术与3D技术、VR技术有机结合，逐步产生新的蜂窝业务。可以有效利用该技术目前的应用性能，实现小区与用户之间的传输组网，进一步提高其整个架构的传输性能。5G技术的实际应用使用的是宽带频谱资源，但由于无线电波的限制，需要结合使用光载波无线网络等技术手段。此外，5G技术在实际应用过程中对软件结构提出了更高的要求。这意味着大型运营商必须根据网络资源的实际配置需求调整业务运营，以降低业务发展过程中的运营成本^[1]。

2 城市轨道交通中的通信分析

通过对我国城市轨道交通系统的分析，发现现有系统存在通信技术不稳定、泛化范围不够等问题。总的来说，目前的卫星通信只适用于小范围的轨道交通，难以在低高层建筑重发挥较大作用，而且容易出现信息和数据不稳定的情况。此外，在低等级的轨道交通系统中，接收信息数据的延迟可能会增加，信息数据可能会在车辆行驶过程中遭到破坏。从我国通信技术的发展来看，

从WLAN技术到现在的4G通信技术、5G通信技术，随着通信技术的不断提升，城市轨道交通发展也取得了成果。目前，5G通信技术仅应用于部分轨道交通系统，并未得到广泛应用，但预计在未来的发展中，5G技术能够在相关领域得到充分应用，并取得良好效果。

3 5G通信技术在城市轨道交通中的应用优势

目前5G通信技术在城市轨道交通中的应用能够有效的提高信息的传输，传输速率，同时信息在传输过程中具备良好的延时性和可靠性。城市轨道交通目前所使用的系统频段为1785~1805MHz。但是因为受到不同频率资源的使用限制，所以城市轨道交通批准使用的带宽为10M。这种通讯方式比较烦琐、结构复杂，能够接受的数据传输量以及传输速度都不能满足现阶段我国城市居民对网络的相关要求。尤其是在我国开展智慧列车建设工作之后，越来越多的数据需要更好的网络才能够保证其发挥积极的作用，提高列车运行的质量和水平。根据城市轨道交通运营技术规范的相关规定，在自动运行等级不同的情况下，综合乘载列车运行不同业务数据信息传输速率的要求也是不同的。这就导致使用传统网络技术来对城市轨道交通中的通信进行保障出现了一定的阻碍，例如对于最小的业务单位而言5M宽的通讯速率无法满足综合列车运行的数据传输数据收集以及数据分析等要求。而在单业务列车进行多业务开发的过程中，这种传统的网络数据传输方式也无法满足信息的积极使用，一方面阻碍了现有城市轨道交通的发展和进步，另一方面也会增加网络后期维护和修理的难度。

将5G通信技术应用在城市轨道交通中能够有效的提高现有网络带宽、数据传输量和数据收集速率，能够满足单业务列车开发多业务的要求，同时还能够降低网络组网的成本，降低系统复杂程度，为后期的维护奠定良好的基础。将传统的4G技术应用在城市轨道交通中能够

明显发现平均信息传输时延为15.6ms,根据列车追踪间隔和最佳速度值判断列车最终间隔为33.06s和37.28s,这种通讯效率明显不能够满足城市轨道交通列车运行的相关要求。而通过5G技术的使用能够将上述时延降低在1ms以内,缩短运行间隔,对提高列车信息传输系统运行的安全性和可靠性能够起到积极作用。

4 城市轨道交通中 5G 技术的应用

4.1 5G通信网络架构

为了有效应对各种场景和需求,在构建5G网络时,引入了软件自定义网络技术/网络功能虚拟化技术(Software Defined Network/Network Function Virtualization, SDN/NFV),与4G通信技术核心网架构相比,5G核心网架构主要包括以下三个功能。一是网络功能段主要作用于单个网段,创建多个逻辑网络,为不同的应用提供相应需求。二是用户域和控制面分离,服务域不断缩小,直到大于边缘数据,越靠近基站,延迟越小。需要低延迟的控制平面可以存放在中央机房。三是SDN/NFV技术。其中,SDN技术将传输域和控制域分离,从全网的角度看待IP网络,实现网络规划和资源利用;NFV技术是网络架构在核心网的应用,可以支持软件分离,支持更多基于软件的功能模块。由于当今的5G通信网络通常与公网共建,每个核心网服务的用户数量从几万到几十万不等。但在城市轨道交通车地通信领域,每个小区的列车数量很少,地铁线路不超过100条。因此,5G通信应用于列车交通管控时,轨道交通车辆通信系统城轨陆路车辆核心网往往容量过剩。5G网络除了适合轨道交通管理,还能有效满足客户体验和公共服务需求。因此,围绕5G通信技术,网络架构设计时序必须充分考虑业务需求。同时,NFV技术可以融入5G通信网络,不仅有效节约了资源,还减少了维护成本和麻烦,特别适用于城市轨道交通。总之,5G通信技术在城轨交通中的应用应以5G网络虚拟化技术和核心网精简技术为基础,支撑城轨SFC服务功能链和服务功能链的实现^[2]。

4.2 系统吞吐量提高技术

5G系统吞吐量技术主要包括调制编码技术、毫米波技术、带宽扩展等。毫米波技术的传输距离不能满足城市轨道交通的通信标准,因此一直没有实施。由于城市轨道交通服务需求量大,多种服务的通信工作只能通过更大的带宽来完成。具体带宽取决于未来无线通信技术的发展。目前城轨通信APP最大带宽为20MHz。由于隧道是大部分城市轨道交通的通信环境,采用漏泄电缆对车辆通信信号进行覆盖,保证通信信号的均匀分布。但是,由于隧道布置的限制,每个通道可以配置的进线电缆是有限的。未来5G系统将选择中空线缆形状与车载天

线形状相结合的调制编码技术,以实现更高的上行系统吞吐量和技術含量。

4.3 轨道交通智能客服机器人

据介绍,北京轨道交通首次采用交互式人工智能呼叫机器人,引导乘客到购票点、出入口、换乘线路等指定地点,解答乘客购票信息和日常咨询。还有一个问题,通过查询功能,可以向智能呼叫机器人询问,比如列车时刻、出行路线和输电线路查询,通过5G网络获取各种数据信息,利用语音识别、人脸识别、体感等技术进行交互系统导航,达到人机交互的能力,为众多乘客提供便捷服务,这在没有5G网络技术的时候是无法完成的^[3]。

4.4 实现轻轨车站智能化巡检

在轻轨站,工作人员使用具有扫描功能的5G-AR眼镜,对轻轨站进行快速检查。得益于5G大网络带宽和低时延的优势,可以将高分辨率的图像信息快速传输给轻轨站,经系统分析处理后打印出高清图像。车站工作人员在其帮助下可以快速完成故障诊断和处理,确保所有设备正常运行。部分故障可以通过5G-AR眼镜发送给负责系统运行的技术专家,进行音视频连接、故障诊断和处理,快速排除故障。

4.5 无线高速通信

轨道交通车辆与公路车辆之间的无线通信是保障安全运行的重要环节,承担以下生产任务:完成轨道交通管理通信系统和车辆安全管理功能;采用轨道状态监测系统,保障车辆运行过程中主要设备系统的安全;视频监控系統实时记录车内视频图像;旅客信息系统用于在互联网上向旅客发布运行服务信息和异常情况警示信息。在最小单元的单网运营中,5MHz的LTE-M通信速率难以满足多种业务的复杂承载需求。例如在铁路运行状态监测应用中,可以在4G网络内部配置铁路数据采集、处理和传输设备,实现铁路原始数据的分布式采集和本地存储等功能,但是数据规模、数据量和数据速率有限。少量数据即可实现大数据集的实时传输、关键系统和部件的健康监测、故障报警和健康评估,可为铁路运营提供远程诊断和专家技术支持。其中,实时车载视频控制回传,5G技术可以提供比传统带宽更高的通信速率,在满足综合运营商带宽应用的同时,逐步在可视语音通信、大数据传输、超高带宽等方面取得了不断的进步^[4]。

4.6 MIMO实现接入层的大规模、高密度

无线网络使用MIMO技术,可以提高性能和数据传输速度。Massive MIMO是一种改进的MIMO技术。采用MIMO技术的大型无线天线广泛应用于城轨接入系统,可将频谱效率和容量提升10倍。WLAN车地无线网

络通称车地平台级车载无线网络通过无线接入点（AP，access point）、小天线、车辆进入站台或站台进行覆盖和通信。地面通信，以及与旅客信息（PIS）、中央电视台（CCTV）等终端设备相连的无线平台网络。由于车辆与地面之间的无线铁路网络速度较高，会出现接入点干扰、网络数据重传等诸多负面问题，导致通信通信相关甚至情境化。严重的情况。采用5G通信技术的车地无线网络，将实现小站+大天线的位置级无线接入，确保到位无变化和通信障碍。同时，由于可以在一个地方安装数百根大型天线，提高了频谱效率，可以实现众多的网络服务，不仅减少了干扰，还提高了站点质量。

4.7 网络切片管理

首先，在轨道交通系统运营中，不同的应用场景对可用网络空间有不同的要求。在使用网络切片技术实现和管理复杂网络时，需要结合不同虚拟网络的实际需求、带宽和安全性，进行科学合理的分类。网络切割技术充分利用其灵活性，在满足不同场景对网络的实际需求的同时，也是一种端到端的网络，可以利用一系列网络资源将组件连接起来形成网络切片。其次，在3GPP标准下，现有的网络切片技术可以完成基本网络切片及相关功能的定义，也对网络切片的部署和未来5G技术服务的实现起到很好的作用。从目前的实际情况来看，虽然切网技术还没有标准化，但可以结合轨道交通系统的实际特点，制定一定的切网方案^[5]。

4.8 海量用户超密集组网

由于5G的通讯频段越来越长，5G的数据传输能力越来越强，使得5G的数据传输能力越来越强，使得5G的数据传输能力越来越强。若将部分已有的由光缆接入地表的网路装置转变成无线网路，则可大幅降低分散式光缆的布线方式，提升装置的柔性，且便于装置的安装与维修。在保证该系统的安全性和稳定性的前提下，可以在其内部，对其进行合适的添加，例如，可以对其进行无

线传感器，对其进行实时的数据进行收集，从而提高其安全性和稳定性。如果想要提高该系统的安全性和稳定性，可以对其进行合理的添加。此外，还需要对其进行有效的处理，比如，可以对其进行有效的监控。5G技术可以根据设备特性，提供带宽、优先级、安全认证方式等，为5G的拓展提供技术^[6]。

5 结束语

在5G通信技术飞速发展的今天，我国的城市铁路已呈现出明显的“智能化”态势，“智慧”的理念日益得到重视。以5G技术为基础的城市轨道交通的控制和监视系统，可以实现智能运营、智能服务、智能维护，可以迅速地对车流和发生的紧急情况进行掌控，为旅客们提供智能服务，并对车辆进行导向，可以迅速地将紧急情况处理好，从而保证整个城市的安全运营。铁路运输和5G网络为大规模数据的传送、深度挖掘、分析、处理、处理和应用等方面的技术支持。在可预见的未来，我们的城市轨道交通将迎来一个巨大的跨越。

参考文献

- [1]蒋海林,邵颖霞,赵红礼.5G通信系统在城市轨道交通车地通信中的应用分析[J].都市轨道交通,2021,34(2):42-47.
- [2]燕强.城市轨道交通无线通信网络的融合及其方案应用[J].城市轨道交通研究,2021,24(4):107-111.
- [3]黄霖.5G无线通信技术在城市轨道交通中的应用探讨[J].都市轨道交通,2019,032(005):33-37.
- [4]张泽驰.城市轨道交通中5G通信技术的运用探讨[J].通讯世界,2019(6):22-23.
- [5]李丽萍,冯晓芳,张文超.5G通信技术在城市轨道交通中的运用分析[J].中国新通信,2021,23(17):105-106.
- [6]广州市地下铁道总公司组.城市轨道交通综合监控系统研究与应用:2012城市轨道交通综合监控系统学术研讨会论文集[M].北京:机械工业出版社,2020:13-19.