

城市轨道交通车地无线专用通信系统5G技术应用探讨

丁维博

通号通信信息集团上海有限公司 上海 200071

摘要:城市轨道交通系统是十分重要的公共交通系统组成部分,承载着城市居民的出行,而一旦城市轨道交通系统出现故障,就会影响居民的生活,甚至可能会引发一些事故,威胁居民的生命财产安全。为了提升列车运行的安全性、舒适性,将5G技术融入其中,就成为了十分重要的问题。本文对5G通信技术进行了简要的介绍,并分析了4G技术应用在城市轨道交通系统中的现状,之后结合4G技术的应用,论述了5G技术如何应用于城市轨道交通车地无线专用通信系统之中,希望能给相关工作人员开展工作提供一定的理论依据。

关键词:城市轨道交通车;无线专用通信系统;5G技术

前言:我国经济建设飞速发展,城市规模不断扩大,都市圈和超大型都市圈逐步形成,城市居民的日常通勤、远距离快速出行更加依赖城市轨道方式,城市轨道交通系统已然成为了城市公共交通系统的重要组成部分。城市轨道交通在发展早期,使用的多为地铁和轻轨线路,随着城市规模和路网的高速发展,高速市域铁路的模式出现在城市轨道交通体系中。一种高速率、低延迟的无线通信体系的将成为无线通讯的关键技术,而5G技术应用到城市轨道交通车地无线专用通信系统中,能够给轨道交通行业带来一定程度的变革,提升其运营安全性和高效性,但如何将其完美的应用其中,就成为了城市轨道交通工作人员面临的重要问题。

1 5G 通信技术的简介和意义

1.1 5G通信技术简介

5G通信技术是一种全新的通信技术,具有传输速率高、传输质量高、低延迟等特点,在5G技术的加持下,用户能够体验到速率达到1Gbps,时延低至1ms的网络,连接能力也达到了100万连接/平方公里。5G技术作为一种全新的无线通信技术,不仅强调解决人与人的通信问题,更要为用户提供更加优质的网络服务,解决人与物、物与物之间的通信问题。

例如,在4G时代,由于传输速率和延时的问题,虽然人们能通过网络直接点对点视频通信,但如果视频的分辨率过高,传输速率无法跟上,就会出现较为严重的卡顿。而在5G技术的加持下,不仅能够实现4K高分辨率下的点对点通信,甚至可以满足多点高清会议视频通话。将5G技术应用到轨道交通领域中,还出现了自动驾驶、自动巡检、自助乘客服务等内容,而这是4G技术无法满足的全新领域。5G技术已经逐渐渗透到轨道交通各个专业之中,成为了促进轨道交通向智能化、信息化、

数字化转型的重要基础设施。

1.2 5G通信技术的特点

5G技术是目前最为先进的移动通信技术,其不仅加强了4G技术的诸多优点,还同时具有高速率、低延迟、广覆盖等优点。这一切都是因为5G技术所拥有的多项先进技术,如,超高频率的使用、波束成形技术、大规模天线阵列和网络切片等,这使得5G技术具有了十分明显的优点和特点。

在OFDMA和MIMO基础技术之上,5G技术为了支持三大应用场景,采用了更为灵活的系统设计。在频段方面,5G技术设计充分考虑了中低频资源较为有限的问题,让5G同时支持了中低频和高频频段,并针对中低频和高频设计出了统一的技术方案。为了实现更高速率的传输和更大的覆盖面积,5G技术还采用了LDPC、Polar新型信道编码方案、性能更强的大规模天线等技术。同时,5G技术还采用了全新的服务化架构,这也让其能更好的进行部署,并具备了一定的模块化功能,能够针对性的在不同场景下进行部署。5G技术还有着良好拓展性,能够更好的对其进行开发,充分发挥其网络潜力。

1.3 5G通信技术的意义

2018年,5G技术正是应用到了民用领域,大量的5G设备开始应用,国内的主要大城市开始建立5G基站,这快速推动了我国无线通信行业的发展。目前5G技术已经被大量应用到了各领域,在5G技术的加持下,各行业开始快速实现信息化、智能化变革,这极大提升了社会生产力,让不少传统行业焕发新生,推动了我国经济发展和建设,让居民的生活变得更加便捷。截止到2023年,5G基站建设总数达到238.4万个,全国既有轨道交通网络中都逐步实现了5G网络覆盖。

在此同时,5G也开始大量融入其他行业之中,例

如, 医疗行业利用5G高速率、低延时的特点, 成功进行了远程医疗, 而一些汽车厂商也开始利用5G技术的优点, 开发出了一些无人驾驶汽车, 一些工业企业则将5G技术融入到了生产管理之中, 成功改进了生产流程, 实现了无人操控的自动化生产。这不仅极大程度的促进了5G技术的发展, 也推动了社会经济的发展, 为各行业带来了创新变革。

2 城市轨道交通 4G 技术应用现状

2.1 业务要求

4G技术相比于WLAN技术, 有着带宽高、无线切换平滑、系统稳定、抗干扰能力强等优点, 使用4G技术就能良好的满足城市轨道交通系统的需求, 将以往存在的各种列车业务同时承载起来, 并为旅客带来更多的服务。例如, 在4G技术加持下, 部分电车内可以设置电视, 可以播放一些节目、广告, 同时, 旅客的上下车也能变得更加便捷, 这都极大程度的促进了城市轨道交通系统的发展, 4G技术也成为了目前轨道交通系统的主流通信技术^[1]。

2.2 系统方案

在目前的城市轨道交通系统中, 4G技术已经完全取代了WLAN技术, 且由于1.8GHz专网频率能被公安、航空、电力等重要行业的专网使用, 这使得不同城市的城市轨道交通系统所使用的频率会存在较大的差异, 这对于车地无线通信系统方案选择造成了一定程度的影响。一些频率资源较少的新建线路往往会采用4G技术承载信号业务, 而TETRA技术承载专用通信和综合承载等系统业务, 而频率资源较多的线路, 则会完全由4G技术承载所有业务。

3 城市轨道交通系统 5G 技术应用研究

3.1 城市轨道交通系统5G技术应用现状

目前大部分轨道交通系统所使用的TETRA技术应用与专用通信系统。由于TETRA技术的数据传输量较低, 这使得车载通信仅能使用基础语音功能和短信服务, 满足基本通信需求, 无法发挥无线通信系统的完整价值和作用。

轨道交通系统使用的TETRA技术多基于数字时分多址技术设计, 这使得其都会存在带宽低、无线切换不平滑等问题。虽然TETRA技术不断优化和延伸技术标准, 但由于TETRA技术存在的先天劣势, 使得其应用依然存在较多问题, 无法满足现代轨道交通系统的需求。

随着5G技术的飞速发展, 部分城市已经将5G技术应用到了城市轨道交通系统之中, 与4G和TETRA技术的关系不同, 5G技术并非是直接取代4G技术, 而是与其并

存, 这就能实现4G用户的正常使用, 而5G用户则能享受更加高质量的服务。

虽然国内四家运营商获得的5G频率有所不同, 但在引入轨道交通系统时, 都会进行网络的统一引入, 这就能够有效解决频率不同的问题。目前四川铁塔与四川移动共同完成了成都地铁10号线太平园站, 这是国内首家基于2.6GHz频段的5G数字化地铁站, 站内完全实现了5G网络覆盖, 乘客在站内就能使用5G网络体验5G技术带来的便捷。

车站的5G无线覆盖使用的是分布式皮基站, 隧道内的5G网络覆盖则采用的是分布式宏基站方式, 目前三大运营商所使用的网络设计也不再与传统网络相同, 而是采用独立设置的方式^[3]。

3.2 实际业务需求

4G技术的应用虽然带来了更高的带宽, 但4G网络的带宽依然较为有限, 一些需要较高数据量和带宽的业务依然会受到限制, 例如, 车载视频监控系统等, 如果缺乏较高的数据传输能力和带宽, 就会导致监控画面模糊、卡顿等情况出现, 而如果将大量的带宽和数据资源全部投入到车载视频监控系统, 虽然能一定程度缓解该系统存在的传输问题, 但又会对其他系统造成严重的影响, 工作人员也难以对带宽使用率进行动态调整。而由于4G技术的带宽限制, 一些全新的技术、业务也无法被应该用到城市轨道交通系统中, 这就无法推动行业发展, 也无法为旅客提供更加便捷、舒适的服务。

5G技术拥有更大的带宽, 传输速率也远超4G技术, 这就能更好的满足各类业务的带宽和数据流量要求, 将5G技术应用到城市轨道交通系统之中, 就能改善4G技术存在的问题, 并为其他全新的业务应用创造有利条件。

在频率资源方面, 5G技术不断探索1.8GHz和20MHz频段, 不断提升其利用率, 同时也能更好的规范各地城市轨道交通系统使用的频率, 这就能更好的发挥其业务承载作用, 提升资源频率使用价值, 提升服务性能^[4]。

3.3 应用系统方案

5G车地无限通信系统主要由主/备用控制中心设备、云计算服务机房、车站设备、车辆段/停车场设备、车载终端设备、移动终端设备等组成, 与4G技术组网模式相同, 也会采用A、B双网的模式构建, 其中A网负责综合、集群调度业务等进行承载, B网则对信号业务承载。

常见的综合承载方案有B-Trunc集群调度业务, 该业务使用LTE-M系统, 主要由主/备用控制中心设备、车站设备、车辆段/停车场设备、轨旁设备、车载终端设备等构成, 一般会采用A、B双网的模式, A网承载着综合业

务，而B网承载信号业务，该系统可选择的方案较多，如，双核心网、三核心网、四核心网等，但在考虑可靠性和经济性后，多数都会选用三核心网。

核心网一般会设置在A网主用控制中心、A网备用控制中心以及B网备用控制中心内，其中包含了演进分组核心网、核心路由器、核心交换机等设备，这些业务系统通过核心路由器与LTE车地综合通信系统连接^[2]。

在无线接入网层面，基站使用的多为分布式架构，车站内的5G无线覆盖则采用分布式皮基站，即BBU+pHub+pRRU方式，皮基站的覆盖半径约为20-50m。在无线覆盖层面，整个车站都采用pRRU内置天线的方式进行覆盖，站台、隧道、室外则使用漏缆的方式进行覆盖。而在车载设备方面，则需要使用4×4以上的MIMO，这样才能充分的发挥出5G技术的优势^[5]。

4 城市轨道交通系统中5G技术的应用场景

4.1 列车通信

城市轨道交通列车是城市内重要的公共交通工具，在高峰期，大密度的列车投入运营，采用4G通信的列车将会因为信道切换和系统稳定等因素，列车的LTE-M通信关键时刻较为容易丢失，这就会影响到列车运行的安全性以及准确性。而在使用了5G技术后，就能实现更高效、准确的信息传输，满足原有的控制中心与各列车信息交流，同时可实现车与车通信。在物联网的加持下，让城市轨道交通系统的运行更加可靠和安全。

4.2 智能调度

智能调度能够一定程度上保证城市轨道交通系统的运营效率，让列车运行变得更加顺畅，在将5G技术应用其中后，就能极大程度提高调度的精度和灵活性。通过5G技术的加持，智能调度系统就能精准的获取在线列车与列车信号感知及其运营客流信息的感知，从而更好的对列车进行分配、路线规划，这就能有效提升列车的使用效率、运输效率。

如，在运营高峰期时，智能调度系统就可以将5分钟的运营间隔缩小至2分钟，而在其他时间，则可以适当

缩减列车班次，这不仅能够有效节约公共运输资源，也能提升资源利用率。

4.3 智能安全

城市轨道交通的安全运行十分重要，这不仅关乎着列车的运行情况，更是关乎城市居民的生命财产安全。通过5G技术的加持，就能有效提升列车运行的安全性。如，在列车上安装大量的传感器、探测器，并利用5G技术将这些数据信息快速传输到计算机中，计算机在处理迅速反馈信息，对列车下达指令，就能实现自动驾驶、防碰撞等技术，极大的程度的提升列车的运行安全。在设备机房中，也同样利用5G技术的大数据带宽和感知机器人进行机房巡检，将故障设备及时发现与上报控制中心。将安全事故隐患消除于事件初始阶段。

结语：信息化时代的来临让多数行业都发生了变革，城市轨道交通系统也开始将5G技术融入其中，利用5G技术传输速率快、带宽大、延迟低等优势，进一步提升系统的反应能力、调度能力等，这极大的提升列车运行的安全性、稳定性，为旅客带来了更加安全、便捷、舒适的出行体验。但在实际的应用中，相关工作人员一定要对5G技术进行深入研究，克服其技术难点，找到其优势，这样才能推动5G技术城市轨道交通系统之中的应用。

参考文献

- [1]廖欣.简析5G通信在城市轨道交通的应用[J].中国新通信, 2020(2):1.
- [2]李岷潞.5G 通信技术在城市轨道交通中的应用分析[J].通信电源技术, 2023, 40(13):200-202.
- [3]邹劲柏,张科博,洪翔,等.5G在城市轨道交通中的应用前景分析[J].城市轨道交通研究, 2019, 22(7):4.
- [4]曲璟.试谈5G通信在城市轨道交通的应用[J].科技创新与应用, 2020(30):2.
- [5]田琛.5G通信技术在城市轨道交通中的应用[J].数字化用户, 2019, 025(050):9.