

5G 技术在地铁无线专网中的应用探讨

陈文景

(南宁轨道交通运营有限公司, 广西 南宁 530000)

摘要 地铁作为公共交通运输行业的重要工具, 能够充分满足人们对交通方面的实际需求, 为人们的安全出行提供便利。随着科学技术逐步发展成熟, 地铁企业为了与时俱进, 将 5G 技术运用在地铁无线专网中, 使地铁系统运行更加高效、稳定。基于此, 本文对 5G 技术进行阐述, 侧重对 5G 技术在地铁无线专网中的应用进行深入探讨与分析, 希望能给同行人士提供理论依据。

关键词 5G 技术; 地铁无线专网; 场站; 隧道

中图分类号: U285

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)04-0013-03

现代化城市建设离不开交通运输行业的支持, 地铁作为公共交通运输的关键工具之一, 凭借自身高效、安全稳定等特点, 在行业中占据有利地位。经过中国城市轨道交通部门的数据调研发现, 截至 2023 年底, 我国已经有 59 个城市开通城市轨道交通, 运营线路总计 11232.65 公里, 其中地铁运营线路占据 70% 左右, 所以地铁逐渐成为多个发达城市重点公共交通工具, 吸引更多人群乘坐。总的来说, 作为承担地铁调度和控制运行通道的核心, 地铁无线专用系统在其中占据主导地位, 目的是保障地铁运行安全稳定, 为广大群众提供优质的地铁服务。

1 5G 技术的特点

和 4G 技术相比, 5G 技术是在其基础上不断创新与升级, 实现高速运行, 保障传输质量稳定^[1]。具体来说, 5G 技术具有高效、安全、传输效率快等优势, 使网络速度不断呈现出上升趋势, 给乘客带来丰富体验, 长期如此便会对其产生强烈依赖。针对 VR 和超高清业务处理时, 网络在 5G 技术的全面支持下, 不再受到空间和时间的固定要素限制, 而是在业务处理中发挥作用, 日益提高运行效率, 在短时间内完成传输任务。综上所述, 5G 技术的特点是以高效、效率高为主。根据技术人员的检测可以了解到, 5G 基站峰值的设置要求不能低于 50Gb/s, 而这个速度是 5G 网络系统运行的最佳峰值速度, 并不是所有用户都能体验得到的^[2]。随着技术逐步成熟, 在互联网背景下, 越来越多的新技术在此环境下有了很大进展, 而这一速度的支撑同样也会为其创造诸多发展空间, 随后能够有效体现出泛在网特点。在业务持续扩大与发展中, 网络业务涉及范

畴也在逐步扩大, 产生许多新业务, 同样在相关行业中实现广泛应用。因此, 只有在大环境下发展, 才能向各大行业提供丰富业务, 还有可能在复杂环境下实现有效运用。简单来说, 泛在网包含两层含义, 分别为广泛覆盖和纵深覆盖。广泛覆盖即指在社会各个层面以及区域实现全方位覆盖, 如果覆盖区域具备 5G 技术的支持, 则应立即组织技术人员在指定范围内大力安装智能传感器, 同时也要认真做好环境和空气质量检测, 真正在应用中彰显其价值, 突出重要性。纵深覆盖即指在生活中尽管已经具备网络部署条件, 但仍然需要在磁能基础上加以拓展延伸, 尽可能挖掘深层优质的覆盖区域, 潜移默化地扩大覆盖规模, 使整体网络系统覆盖稳定性有所保障。现如今, 4G 技术已经得到了全面普及与推广, 而 5G 技术的涌入, 让以往网络质量以及使用效果急剧下滑。反之, 一些区域的网络质量不佳则会有所好转。从特殊角度来看, 泛在网比高速度显得重要许多, 只是在少数地区实现了针对性覆盖, 促进网络效率逐步提升, 但这一行为并非能够为广大群众或全国地区提供优质的 5G 服务, 在体验方面依旧存在相应影响。泛在网是 5G 体验的基本保障。深入来讲, 具体是指低功耗特点, 5G 技术的应用需要强大的物联网支持, 这便要对功耗提出极高的要求, 尤其是在通信系统中容易消耗很多成本和资源, 所以, 从实际角度来看, 这一举措很难吸引广大群众对物联网产品的过多关注, 还需在接受方面继续加大努力^[3]。总的来说, 在 5G 技术中, 低功耗本身是一种特点。除了涉及以上特点之外, 低时延同样是 5G 技术中的一个独特核心点。5G 的代表性应用场景是在无人驾驶、工业自动化中能够稳定连接, 尤其是在人们相互沟通的

过程中, 140 毫秒时延容易让人接受。虽然如此, 如果这个时延在无人驾驶、工业自动化中的应用不能达到使用要求, 甚至还会造成极大影响。所以, 5G 的时延最低必须控制在 1 毫秒, 还有可能出现最低毫秒差值, 这样才能真正满足无人驾驶、工业自动化的应用条件, 对其广泛应用做出进一步努力。

2 现行地铁无线专网概述

无线专网也被称为无线专用网络, 在地铁中实现广泛应用。从深层次角度来看, 其主要分为三个发展阶段: 第一, 20 世纪末期初步研发模拟语音通信系统; 第二, 2000 年前后时期的数字集群通信; 第三, 2012 年首次在地铁无线专网中有了初次应用, 这一技术代表为长期演进技术, 也被叫作 4G。

2.1 无线专网业务

无线专网即指通过移动终端和车-地之间的通信业务, 这种业务涵盖专用调度无线通信系统、基于通信之间的列车控制系统、车载视频监控系统和乘客信息管理系统等。

1. 专用调度无线通信系统。这一系统的应用是为了给广大地铁运营人员提供专用的通信资源, 比如多样化语音和数据等。

2. 车载视频监控系统。这一系统主要是将驾驶室、车厢等核心区域所呈现出的实时场景画面传输到地面控制中心以及地铁公安部门, 确保列车行驶稳定, 实时了解具体的运行情况。

3. 乘客信息管理系统。这一系统即通过多媒体搭建一体化运营平台, 其中涉及咨询发布、播控和管理等功能, 为乘客提供优质的多媒体功能, 实时了解多种信息, 或者是在突发情况下立即提供紧急营救功能, 在短时间内疏散群体, 保障乘客和人员的生命财产安全^[4]。

2.2 无线专网业务遇到的挑战

现如今, 由于地铁无线专网传输效率受到很大限制, 主要集中在以下几个频段:

1. 800MHz。这种主要通过专用调度附加无线通信系统, 但因条件限制明显, 无法借助大宽度实时传输列车运行中所产生的重要数据。

2. 1.8GHz。这一频段只能采用 80MHz 的专用宽带。比如以某城市的地铁 5 号线为例, 在某一年间开展针对性综合承载测试中, 尽管根据最佳 A 网 +B 网综合承载所提供的方案, 但也只能达到目前现有各种系统以及少量车载视频监控系统的业务传输要求, 在其他方面始终存在不足。

3 5G 技术在地铁无线专网中的应用

3.1 在场站中的应用

5G 技术与 4G 技术相比, 在毫米波频段中的应用会存在些许不足, 容易促使在同步发射功率范围下产生大幅度下滑现象, 而其应用优势是在原有基础上不断提高, 拥有极高的传输速度和频率, 并且具备微型天线。不仅如此, 其中包含 MassiveMIMO 在不同类型 5G 技术的应用, 以至于单点接入设备数量实现直线上升。总的来说, 5G 技术一般在车站、枢纽站、车辆段等方面发挥很大作用, 特别是针对封闭空间来说有着绝对应用优势。在此基础上, 可以为车站智能化等全新应用场地部署智能化物联网接入点, 方便相关部门实时了解列车行驶速度和稳定性, 对其提供真实的数据支持。

3.2 5G 信息通信规范

运营商根据 MaaP 网元将 5G 消息能力向企业侧提供开放性服务, 不断地给他们在原有发展基础上增加业务开通码、消息收发等新型服务功能。企业侧通过人工智能沟通机器人直接进入 MaaP。5G 消息中心为 MaaP 提供新型服务功能, 其中以接入和消息能力为主, 在终端内实现左右滑动观看^[5]。其中每张卡片包含多元化消息元素: (1) 统一资源定位符; 多媒体诸多素材, 如卡片、音频、视频等, 经常在消息中心以 URL 形式呈现。(2) 名称: 卡片主体、文本等。(3) 描述: 卡片内容、文本。

3.3 创新赋能

和以前的地铁工程对比发现, 这次地铁工程的覆盖方式、安装技术、割接流程和相关辅助手段等有了全新赋能, 主要是在以往基础上不断创新优化实现。覆盖方式: 2 号线使用 3.5G8T8R+ 两面四端口隧道贴壁天线, 其中配置两个 4T4R 逻辑小区, 并且在此基础上不断进行单频网络运行, 保证 4T4R 覆盖效果达到预期。部署方式具有成本不高、安装效率比较快等优势, 这种覆盖方式与传统技术相比比较占据优势, 其在日常运用过程中能够展现出简化施工流程、解决方案问题、难度不高等特点, 及时节省许多设备、施工等方面的成本支出, 缩短施工期限。此外, 这种覆盖方式在隧道内部应用时, 有利于内部 5G 网络质量高效, 完全符合覆盖要求。

3.4 在隧道内实现信号覆盖

当地铁工程正式投入使用时, 无线信号一般在隧道内部采用敷设漏缆的方式最大化保证信号实现全面

覆盖,比如在隧道内每隔 800m~1000m 布设一台高智能射频拉远单元定期发射射频信号。如果 5G 技术运用高频信号遇到障碍物时,地面表层会通过镜面地面发射信号,这一操作与光信号在光纤中传播方式比较相似;当射频信号频率比较高时,则会在同一轴线线缆导体之间利用全反射的方式实现高效传播,因此行业人员将其称为“波导效应”。波导效应有助于非波导方向所产生的信号强度在短时间内迅速减弱,所以 5G 高频信号无法利用漏缆的方式确保隧道内部的所有信号实现全面覆盖,反而是利用定向天线的方式在其内部实现全面覆盖。值得注意的是,我国当前在地铁工程中使用 5.8GHz 频率时,一般在隧道内每隔 400m~500m 布置基站,一旦 5G 技术使用高频信号,必然会对基站间距产生影响,不断缩短它们之间的间距。

3.5 提高移动宽带,增加视频业务

5G 时代的来临使网络运行速度日益加快,这也是 4G 网络无法比较的,现如今,我国用户的平均体验网络速率已经高达 1Gbps,完全符合超高清视频传输要求,大幅度提高传输效率。目前来看,5G 技术的应用不断拓展大宽带的网络服务业务,比如增加移动服务功能,在城轨超高清视频等方面实现高效运用。所以,5G 的广泛运用不单单能够推进城轨车辆视频业务有了更大规模的改革,还能在原有业务基础上增添新的多功能业务,比如超高清视频的增加,可有效满足更多用户对视频浏览的需求。由于其本身传输存储空间巨大,而 5G 技术的出现有助于促进高清视频在城轨视频业务方面的新突破,从而迎来全新的发展机遇。

3.6 无线技术的应用

通常情况下,城轨专用无线网络是为了保证车地之间的各种信息数据传输业务能够实现高平稳运行,由于这些技术形式复杂多样,比较常见的有 TETRA、WLAN、LTE-M、E-UTRA 等技术,这些技术始终处于共同运行的状态。但从实际角度来说,虽然他们各自有着很大优势,其中也会存在些许不足,比如单独组网容易受到很大限制,不能很好地满足城轨综合承载需求,所以一般在使用这些技术时,为了发挥最大化应用优势,经常将它们采用多网组合应用,有利于城轨运行更加安全可靠,防止故障发生。由此得知,5G 技术在地铁无线专网中的应用,不仅能够有效满足城市轨道交通业务硬性需求,还能突出高效稳定性与可靠性,因此,5G 技术的出现不可估量,包揽大量的城市轨道交通业务,进一步拓展服务范围,真正满足用户个性化需求。

3.7 机房与办公区域的覆盖功能

地铁现场中的机房以及办公区域本质上包含车站管理房、设备机房以及商业区等多样化类型。具体来说,在机房和办公区域所涉及的所有业务中,大多数密度比较低,特别是与普通房间相比,认为这一观点存在本质性错误,如果稍有不注意,很难发现内部隐藏不足。当正式开展工作时,一般选择运用无源分布方案,但在具体进行时则会更换为全新的无源分布系统,或者是当前所使用的系统需要进一步升级改造,对其不断加强,使原本不支持 3.5GHz 频段的无源设备实现了定期更换,促使 5G 信号源与无源分布系统呈现出一体化运行模式,而这种方案的制定与推进无需花费许多成本即可完成工作。另一种方案是让机房与办公区以及站台站厅部分方案有效融合,结合现场的真实条件以及结构特点使办公区域成为地铁场景的站台站厅延伸部分,需按照数字化分布系统方案执行,通过这种模式的大力实施,突出其价值与优势。

综上所述,5G 技术已经成为新时代科研技术的产物代表,在地铁无线专网中发挥着重要作用。为了让 5G 技术更加适应多个特殊环境,还需对其加以升级优化,争取在最短时间内扩大应用规模,为地铁企业创造最大化效益。在具体应用过程中,应组织技术人员全方位观察地铁工程的特点,考虑实际的建设需求,通过完善的工程措施推进 5G 技术在地铁内部建立动态宽带,使地铁通信系统运行更加流畅、高效,不断提高数据传输效率,强化地铁运行水平。由于地铁通信系统是由多个子系统组成,在业务划分中必须注重针对性,根据不同频道传播频率和传播形式选择相应的无线专网类型,这样才能保证传输过程中数据完整真实,进而提高其利用率。

参考文献:

- [1] 孙佩.基于 5G 通信技术的地铁多网络融合技术研究[J].电子设计工程,2022,30(15):152-155,160.
- [2] 杨琪,冯敬然,周敏,等.城市轨道交通 5G 公网融合组网方案研究[J].铁路通信信号工程技术,2022,19(07):63-69.
- [3] 陶潇然,陶孟华.5G 技术在地铁无线专网中的应用探讨[J].现代城市轨道交通,2021(12):91-95.
- [4] 丁元锋,吴卉,李高科.5G NR 地铁专网综合承载方案探讨[J].铁路计算机应用,2021,30(05):26-31.
- [5] 熊楨.广州地铁采用 TD-LTE 构建无线专网探讨[J].铁道通信信号,2015,51(12):94-96,99.