

5G移动通信网络优化技术与应用研究

赖伟锋

润建股份有限公司 广西 南宁 530000

摘要：5G移动通信网络凭借超高传输速率、超低时延、高连接密度等特性，革新网络架构。无线网络优化技术、无线传输优化技术及网络架构与核心网优化技术等关键技术，在规划、运维阶段发挥重要作用，大数据分析也为优化提供有力支撑。这些优化技术广泛应用于AR/VR、自动驾驶、智慧城市、工业自动化等场景，有效提升网络性能，推动多领域智能化发展。

关键词：5G移动通信；网络优化；应用研究

1 5G移动通信网络概述

1.1 5G移动通信技术特点

5G作为新一代通信技术，特点突出。其超高传输速率是一大亮点，峰值速率可达20Gbps，约为4G的20倍。用户借此能在极短时间内下载高清电影、大型游戏等大容量文件，数据传输效率与体验大幅提升。超低时延特性同样关键，端到端时延低至1毫秒，较4G的10毫秒大幅降低。这使实时性要求极高的应用成为现实，像自动驾驶、远程医疗手术等，确保指令快速准确传达，避免因延迟产生安全隐患与操作失误。在连接密度上，5G网络每平方公里可支持100万个连接设备，满足物联网时代海量设备接入需求，智慧城市的传感器、工业自动化的智能设备都能稳定接入，实现万物互联。此外，5G采用毫米波频段、大规模MIMO等技术，提升频谱效率与网络容量，且能效比显著提高，绿色环保。

1.2 5G移动通信网络架构

5G移动通信网络架构在继承4G优势基础上革新升级，主要分为接入网、承载网和核心网三部分。接入网采用新空口（NR）技术，引入波束成形、MassiveMIMO等先进技术，能根据用户位置和需求动态调整信号方向与强度，提升覆盖范围和传输质量。它支持低频段、中频段和毫米波频段，不同频段配合实现广覆盖与高速率传输平衡。承载网连接接入网和核心网，需具备高带宽、低时延和灵活调度能力。5G承载网采用光传送网（OTN）和分组传送网（PTN）结合方式，引入切片技术，按业务需求划分独立逻辑通道，灵活分配和隔离网络资源，保障业务服务质量。核心网是架构核心，采用服务化架构（SBA），对网络功能进行模块化设计，实现灵活部署和动态扩展。

2 5G移动通信网络优化关键技术

2.1 无线网络优化技术

无线网络优化技术是提升5G网络性能的关键环节之一。首先，在基站部署优化方面，通过对地理环境、用户分布等因素的综合分析，合理规划基站的位置和数量，确保信号能够实现全面覆盖，减少信号盲区。利用智能天线技术，根据用户的位置和移动方向，动态调整天线的辐射方向和增益，提高信号的接收质量和传输效率。在干扰管理方面，5G无线网络采用了多种干扰抑制技术，如干扰协调、干扰消除等。干扰协调通过基站之间的信息交互，合理分配频谱资源，避免相邻基站之间的干扰；干扰消除则利用先进的信号处理算法，对接收信号中的干扰成分进行识别和消除，提升有用信号的质量^[1]。通过优化小区参数，如功率控制、切换参数等，能够进一步提升网络的稳定性和用户体验，减少掉话率和切换失败率。

2.2 无线传输优化技术

无线传输优化技术对于提升5G网络的传输效率和质量至关重要。在调制解调技术方面，5G采用了高阶调制技术，如256QAM甚至更高阶的调制方式，相比4G的64QAM，能够在相同的频谱资源上传输更多的数据，有效提升了频谱效率。同时5G引入了新型编码技术，如极化码和低密度奇偶校验码（LDPC），这些编码技术具有更高的纠错能力，能够在保证数据传输准确性的前提下，提高数据传输速率。在多天线技术方面，5G大规模MIMO技术通过在基站端部署大量天线，同时与多个用户进行通信，能够显著提升系统的容量和覆盖范围。另外，5G还采用了波束成形技术，通过对多个天线的信号进行相位和幅度调整，形成定向波束，将信号集中发送到目标用户，减少信号的衰减和干扰，提高信号的传输距离和质量。

2.3 网络架构与核心网优化技术

网络架构与核心网优化技术是保障5G网络高效运

行的关键。在网络架构优化方面,通过引入网络切片技术,能够根据不同业务的需求,将物理网络划分为多个逻辑独立的虚拟网络,每个网络切片可以根据业务特点定制网络资源和服务质量,实现网络资源的灵活分配和高效利用。例如,对于自动驾驶业务,可以为其分配低时延、高可靠性的网络切片;对于高清视频业务,则可以分配高带宽的网络切片。在核心网优化方面,5G核心网采用服务化架构,将网络功能抽象为一个个独立的服务,通过服务接口进行交互,实现网络功能的灵活组合和动态扩展。同时引入边缘计算技术,将部分核心网功能下沉到网络边缘,靠近用户侧,能够减少数据传输的时延,提高业务的响应速度,同时降低核心网的负荷,提升网络的整体性能。通过对核心网的资源管理和调度进行优化,能够实现资源的合理分配,提高网络的利用率和服务质量^[2]。

3 5G 移动通信网络优化方法

3.1 规划阶段优化

在5G移动通信网络的规划阶段,优化工作至关重要。首先,需要进行详细的需求分析,了解不同区域的用户密度、业务需求特点等信息,为网络规划提供准确的依据。根据需求分析结果,合理规划基站的布局,确定基站的类型、数量和位置,确保网络能够满足用户的覆盖和容量需求。同时对频谱资源进行合理规划和分配,充分利用5G的多种频段资源,提高频谱利用率。在网络拓扑设计方面,采用合理的网络拓扑结构,如环形、星形等,确保网络的可靠性和灵活性。考虑到未来业务的发展需求,预留一定的网络扩展空间,便于后续对网络进行升级和扩容。在规划阶段还需要对网络的安全性进行考虑,采用加密、认证等安全技术,保障网络数据的安全传输。

3.2 建设阶段优化

在建设阶段优化方面,5G网络的优化主要包括网络覆盖深度优化和移动网络容量资源优化。为了实现网络全面覆盖,全面优化,运营商通过大量的前期勘察、站点选址、网络用户容量分析、覆盖范围分析,科学合理地投入资源建设大量的新型5G基站,包括室外宏站、室内分布覆盖系统、微小基站、微分布等建设场景。同时,对基站进行智能管理,不再采用传统的BBU-RRU共址的D-RAN模式,而采用C-RAN拉远建设模式进行5G网络超密集优化部署,即在核心机房侧集中控制5G信源主控单元BBU,覆盖区域侧用光缆和智能监控模块拉远控制射频单元RRU、覆盖天线,以提高基站的使用能效、资源的极致利用、规避不同小区之间的干扰,使用户在

体验5G通信技术时,不管处于哪个场景,都能达到体验到1Gb/s以上的上网速率。同时,合理的CRAN优化部署还能后期运维阶段的网络稳定奠定基础。

3.3 运维阶段优化

运维阶段的优化是保障5G网络持续稳定运行的关键。在日常运维中,通过实时监测网络性能指标,如信号强度、吞吐量、时延等,及时发现网络中存在的问题。利用网络管理系统对网络设备进行统一管理和监控,实现设备的故障诊断和快速修复,减少网络故障对用户的影响。根据网络运行情况,定期对网络参数进行优化调整,如基站功率、切换参数等,提升网络的性能和稳定性。此外,通过对用户投诉和反馈信息的分析,深入了解用户的需求和网络存在的问题,有针对性地优化改进。在网络扩容方面,根据业务发展和用户增长情况,及时对网络进行扩容升级,增加基站数量、提升网络带宽等,满足用户不断增长的业务需求。

3.4 大数据分析在5G网络优化中的应用

大数据分析技术在5G网络优化中发挥着重要作用。通过收集和整合网络运行过程中的各类数据,如用户行为数据、网络性能数据、设备状态数据等,利用大数据分析算法对数据进行深入挖掘和分析,能够发现网络运行中的潜在问题和规律。例如,通过分析用户的流量使用情况,了解用户的业务需求特点,为网络资源的合理分配提供依据。利用大数据分析技术还可以对网络故障进行预测和预警,通过对历史故障数据和实时监测数据的分析,提前发现可能出现故障的设备或区域,采取预防性维护措施,减少网络故障的发生^[3]。另外,大数据分析还可以为网络优化策略的制定提供数据支持,通过对不同优化方案的效果进行模拟和评估,选择最优的优化方案,提高网络优化的效率和效果。

4 5G 移动通信网络优化技术应用场景

4.1 增强现实(AR)与虚拟现实(VR)

在AR和VR领域,5G移动通信网络优化技术至关重要。AR和VR应用对网络带宽和时延要求苛刻,5G的高传输速率与低时延特性可提供流畅体验。无线网络优化能确保信号稳定覆盖,避免因信号问题致体验变差。无线传输优化可提高数据传输效率,使设备快速接收处理大量图像、视频数据,呈现逼真虚拟场景。网络切片技术能为AR和VR业务划分专用切片,保障所需网络资源和服务质量,避免与其他业务相互干扰。边缘计算将计算和存储资源下沉到网络边缘,靠近用户侧,能进一步降低时延,提高业务响应速度,带来更沉浸式体验。例如在虚拟旅游场景中,用户用VR设备游览景点,5G网

络优化技术保证画面流畅度和实时性,让用户仿佛置身景点。

4.2 自动驾驶汽车

自动驾驶汽车对网络可靠性和低时延要求严格,5G移动通信网络优化技术为其提供保障。无线网络优化通过合理部署基站,确保道路沿线信号无盲区,使汽车能实时接收云端指令和交通信息。干扰管理技术减少外界干扰对车载通信系统的影响,确保通信稳定。无线传输优化中的高阶调制和新型编码技术,提高数据传输速率和准确性,让汽车快速获取周围信息并决策。网络切片技术为自动驾驶业务创建专用切片,提供低时延、高可靠性的网络服务,保障系统安全运行。边缘计算将部分计算任务下沉到道路边缘计算节点,降低数据传输时延,提高自动驾驶实时性和安全性。如遇突发状况,汽车能迅速获取信息并反应,避免事故。

4.3 智慧城市与物联网(IoT)

在智慧城市与物联网领域,5G移动通信网络优化技术助力实现万物互联的智能城市。5G的高连接密度特性可满足智慧城市中大量传感器、智能设备的接入需求。无线网络优化通过优化基站部署和参数设置,确保设备稳定接入网络,实现数据实时传输。网络切片技术根据不同物联网应用场景,如智能交通、智能安防、智能能源等,划分独立切片,提供定制化网络服务,保障业务质量。同时利用大数据分析处理物联网设备产生的海量数据,实现城市资源合理配置和高效管理^[4]。例如在智能交通系统中,分析交通流量数据优化信号灯配时,提高通行效率;在智能安防系统中,利用视频监控数据智能分析,及时发现隐患并采取措施。5G网络优化技术使智慧城市各系统协同工作,提升智能化水平和居民生活质量。

5 案例分析

案例一:某高密度城区5G网络容量提升优化在某一线城市商业中心区域,由于人流量密集且5G终端用户激增,原有网络出现信号拥堵、下载速率骤降等问题。经测试,该区域5G平均下载速率仅为300Mbps,无法满足用户对高清视频、云游戏等大流量业务的需求。优化团队通过部署C-RAN模式,在核心机房集中部署BBU设

备,利用光缆将RRU拉远至商圈楼宇、地铁站等重点区域,实现超密集组网。同时,采用智能干扰协调技术,对相邻基站的频谱资源进行动态分配,减少同频干扰。此外,针对室内信号覆盖盲区,增设分布式皮基站和室分系统,增强室内信号强度。优化后,该区域5G平均下载速率提升至1.2Gbps,网络容量提高3倍,用户投诉率下降85%,有效缓解了高密度场景下的网络拥塞问题。

案例二:某偏远山区5G网络覆盖补盲优化在西南某山区,受地形复杂、基站部署困难的影响,5G信号覆盖存在大面积盲区,部分村落用户无法享受5G服务。优化团队首先通过无人机测绘和地理信息系统(GIS)分析,精准定位信号薄弱区域。针对高山阻挡导致的信号衰减问题,采用高增益天线和毫米波频段接力传输技术,在山顶部部署宏基站,并利用微基站进行信号延伸覆盖。同时,为降低建设成本,采用轻量化的C-RAN架构,将多个基站的BBU集中管理,减少机房建设和维护成本。经过3个月的优化建设,该山区5G信号覆盖率从不足30%提升至85%,偏远村落用户的5G下载速率达到500Mbps以上,为当地智慧农业、远程医疗等应用提供了网络基础。

结束语

5G移动通信网络优化技术为各行业发展带来新契机,在多场景中已展现显著成效。随着技术不断演进,未来需持续探索优化技术创新,解决复杂场景下的网络难题,加强与人工智能、物联网等技术融合,提升网络服务质量,为数字经济发展筑牢通信基石,助力实现更广泛、更深度的智能化应用。

参考文献

- [1]余海波.大数据在电信移动通信网络优化中的应用.广西通信技术,2022(04):8-11.
- [2]魏鹏程.5G背景下大数据分析在移动通信网络优化中的应用[J].数字通信世界,2021(09):125-126.
- [3]方芳,阮章静,任文璋,等.5G移动网络绿色通信关键技术及应用研究[J].通信电源技术,2021,38(20):99-101. DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2021.20.030.
- [4]吕锐.5G通信技术应用场景与关键技术[J].通信电源技术.2022,39(5).DOI:10.19399/j.cnki.tpt.2022.05.032.