

用户5G专网组网技术研究

朱平 吴怡静

中国联合网络通信有限公司南京市分公司 江苏 南京 210000

摘要：本文深入探讨用户5G专网组网性能优化，包括性能评估指标、优化方法及质量保证与安全性。通过吞吐量、时延、抖动等关键指标评估网络性能，提出网络切片优化、边缘计算部署、SDN与NFV融合等优化策略。同时，强调建立完善的质量管理体系、加强网络监控与故障排查、强化安全防护措施等，以确保网络服务的可靠性和用户数据的安全性。

关键词：5G专网；组网技术；研究

1 5G 专网关键技术概述

5G专网作为新一代移动通信技术的重要分支，专为特定行业、企业或组织提供高速、低时延、高可靠的定制化移动通信服务。其关键技术主要包括几个方面：

(1) 网络切片技术：通过将物理网络划分为多个虚拟网络切片，每个切片独立运行，满足不同应用场景的特定需求。这一技术使得5G网络能够灵活应对多样化的业务场景，如智能制造、远程医疗等。(2) 软件定义网络(SDN)和网络功能虚拟化(NFV)：SDN实现了网络控制层与转发层的分离，提升了网络设计的灵活性和可扩展性；NFV则将网络功能软件化，运行在通用硬件上，降低了网络部署和运营成本。两者结合，为5G专网提供了强大的网络控制和管理能力。(3) 大规模MIMO技术：通过在基站端使用更多天线，实现空间复用和波束赋形，提高信道容量和覆盖范围。这对于提升5G专网的传输效率和可靠性至关重要。(4) 边缘计算(MEC)：将数据存储和计算能力部署在更靠近用户的网络边缘，降低网络时延，提升用户体验。MEC还支持实时数据处理和分析，为工业4.0、智慧城市等应用提供有力支持。(5) 超高频(UHF)和毫米波技术：5G专网支持超高频和毫米波频段，提供更高的数据传输速度和容量。尽管面临信号衍射能力有限等挑战，但通过先进的信号处理技术，可以有效提升网络覆盖和性能。

2 用户 5G 专网组网技术的发展现状

随着5G技术的不断成熟与普及，用户5G专网组网技术也迎来了飞速发展的时期。5G专网组网技术已经形成了多样化的部署模式，包括独立部署、部分共享和完全共享三种方式。独立部署模式下，企业可以根据自身需求量身定制包括无线网、承载网、核心网在内的完整专网，虽然成本较高但安全性好；部分共享模式则结合了运营商与企业双方的优势资源，实现数据本地卸载和

功能定制优化；完全共享模式则基于公网的灵活切片配置，提供低成本、快部署的虚拟专网服务^[1]。5G专网组网技术在各行业的应用不断深化，从最初的点状示范到如今的部分领域规模化复制，5G专网已经广泛覆盖采矿、电力、港口、智慧城市等多个行业。特别是在工业互联网领域，“5G+工业互联网”的推广使得全连接工厂陆续落地，5G网络的低时延、高可靠性等特性为生产业务的稳定性提供了有力保障。国内三大运营商中国电信、中国联通和中国移动在5G专网组网技术方面也取得了显著进展，他们纷纷推出各自的5G专网服务模式，如中国电信的“致远”、“比邻”、“如翼”模式，中国移动的优享、专享、尊享模式，以及中国联通的虚拟专网、混合专网、独立专网产品等。这些服务模式不仅满足了不同行业用户的多样化需求，还推动了5G专网技术的创新与发展。

3 用户 5G 专网组网技术研究

3.1 网络切片技术在用户5G专网中的应用

在5G时代，网络切片技术作为一项关键技术，为用户5G专网组网提供了前所未有的灵活性和个性化服务能力。网络切片技术通过将物理网络资源虚拟化为多个独立的逻辑网络，实现了资源的灵活分配和按需服务，为不同应用场景提供了定制化的网络解决方案。网络切片技术可以根据不同业务需求灵活配置网络资源，包括带宽、时延、安全性等，为特定应用场景提供最优化的网络性能。这种灵活性使得5G专网能够迅速响应市场变化，满足不同行业用户的多样化需求。每个网络切片都是一个独立的逻辑网络，彼此之间具有高度的隔离性，从而保障了不同业务之间的安全性和稳定性。这种隔离性避免了业务间的相互干扰，确保了网络服务的可靠性和连续性。随着业务需求的增长，网络切片技术可以方便地进行扩容和升级，以满足更高性能的要求。这种可

扩展性使得5G专网能够持续为用户提供高效、稳定的网络服务。在工业互联网领域,网络切片技术可以为智能制造、智能物流等应用场景提供定制化的网络服务。例如,通过为生产线上的机器人控制、工艺监测等应用建立独立的网络切片,可以确保网络的低时延和高可靠性,从而提升生产效率和质量。智慧城市涉及交通管理、智慧医疗、智能安防等多个领域,这些领域对网络性能的要求各不相同。网络切片技术可以根据不同应用场景的需求,建立多个独立的网络切片,分别提供不同的网络能力和服务质量。例如,在智能交通系统中,可以为自动驾驶车辆提供低时延、高可靠性的网络切片,以确保车辆间的实时通信和协同行驶。VR/AR应用需要高带宽、低时延的网络支持。网络切片技术可以为这些应用提供专门优化的网络服务,确保用户能够流畅地体验虚拟环境。同时,通过隔离不同的VR/AR应用,可以避免它们之间的相互干扰,提升用户体验的稳定性和安全性。

3.2 边缘计算技术在用户5G专网中的优化

边缘计算技术通过将计算和数据存储能力推向网络边缘,有效降低了数据传输的时延和带宽需求,提升了网络性能和用户体验。在用户5G专网中,边缘计算技术扮演着至关重要的角色,为各种实时性要求高的应用场景提供了强有力的支持。第一、边缘计算技术的核心优势;低时延:边缘计算将数据处理和存储任务转移到网络边缘,减少数据传输的距离和时间,从而显著降低时延。这对于需要实时响应的应用场景,如远程医疗、智能交通等,尤为重要。高效能:边缘计算通过优化资源分配和调度,提高计算资源的利用率。同时由于减少数据传输量,也降低网络带宽的占用和运营成本^[2]。安全性:在边缘进行计算和数据存储,可以减少数据泄露和网络攻击的风险。这对于处理敏感数据的应用场景,如工业4.0、智能制造等,尤为重要。第二、应用场景;智能制造:在智能制造工厂中,边缘计算技术可以实时处理生产线上的传感器数据和图像信息,为生产控制提供快速、准确的决策支持。通过在边缘部署安全防护措施,可以有效保障生产数据的安全性。智慧医疗:在远程医疗领域,边缘计算技术可以实现对医疗影像数据的实时处理和分析,为医生提供快速、准确的诊断依据。由于减少了数据传输的时延和带宽需求,也提高远程手术的可行性和安全性。自动驾驶:自动驾驶车辆需要实时感知和决策能力。边缘计算技术可以在车辆周围部署计算节点,实时处理传感器数据和图像信息,为车辆提供精准的导航和避障支持。由于减少了数据传输的时延和带宽

需求,也提高了自动驾驶车辆的安全性和可靠性。

3.3 虚拟化技术在用户5G专网中的应用

虚拟化技术是用户5G专网组网中的另一项核心技术,它通过将物理资源(如计算资源、存储资源和网络资源)封装成独立的虚拟环境,实现资源的灵活分配和高效利用。在用户5G专网中,虚拟化技术不仅提升网络的灵活性和可扩展性,还降低运营成本,加速新业务的部署速度。虚拟化技术将物理资源封装成独立的虚拟资源池,实现了资源的统一管理和灵活调度。这使得网络资源可以根据业务需求进行动态调整,提高了资源利用率。每个虚拟环境都是独立的,相互之间具有良好的隔离性,从而避免了不同业务之间的资源争抢和相互干扰。这种隔离性保证了网络服务的稳定性和安全性。虚拟化技术支持自动化的资源管理和部署,降低了运维复杂度,提高了运维效率。通过自动化工具,可以实时监控虚拟环境的运行状态,及时发现并解决问题。在用户5G专网中,NFV技术将传统的网络功能(如防火墙、负载均衡器等)软件化,并运行在通用的硬件平台上。这使得网络功能可以像应用程序一样进行快速部署、升级和迁移,提高了网络的灵活性和可扩展性。同时,NFV技术还支持多租户模式,不同租户可以共享同一套硬件资源,降低了运营成本。SDN技术将网络控制层与转发层分离,实现了网络流量的灵活控制和调度。在用户5G专网中,SDN技术可以根据业务需求动态调整网络拓扑和流量路径,优化网络资源利用。同时,SDN技术还支持网络服务的自动化编排和管理,降低了网络运维的复杂度。虚拟化技术促进了云网融合的发展。在用户5G专网中,云计算与网络资源可以通过虚拟化技术进行深度融合,实现云网资源的统一管理和调度。这使得用户可以根据业务需求灵活选择云服务或网络资源,提高了业务的灵活性和响应速度^[3]。

4 用户5G专网组网性能优化

4.1 用户5G专网组网中的性能评估指标

在用户5G专网组网过程中,性能评估是确保网络高效、稳定运行的关键环节。通过一系列科学合理的评估指标,可以全面、准确地衡量网络性能,为后续的优化工作提供有力支持。以下是一些关键的性能评估指标;(1)吞吐量(Throughput):衡量网络在单位时间内成功传输的数据量。高吞吐量意味着网络能够高效处理大量数据,是评估网络带宽利用率的重要指标。(2)时延(Latency):指数据包从发送端到接收端所经历的时间。低时延对于实时性要求高的应用场景(如自动驾驶、远程医疗等)至关重要。(3)抖动(Jitter):衡量

数据包到达时间间隔的变化程度。低抖动保证了数据传输的平稳性,对于音视频通信等应用尤为重要。(4)丢包率(Packet Loss Rate):在传输过程中丢失的数据包占总数据包的比例。低丢包率意味着数据传输的可靠性高,有助于保障网络服务的稳定性。(5)连接稳定性(Connection Stability):评估网络连接在长时间运行下的可靠性。稳定的连接能够减少中断和故障,提升用户体验。(6)资源利用率(Resource Utilization):衡量网络资源(如CPU、内存、带宽等)的利用情况。高效利用资源可以降低运营成本,提高网络的经济效益。

4.2 用户5G专网组网性能优化方法探讨

针对用户5G专网组网中的性能问题,可以采取多种优化方法来提升网络性能。根据业务需求,合理规划和配置网络切片资源,确保关键业务获得足够的网络资源支持。同时通过动态调整切片资源,提高网络资源的利用率和灵活性。将数据处理和存储任务推向网络边缘,减少数据传输时延和带宽消耗。通过优化边缘计算节点的部署和调度策略,提高边缘计算资源的利用率和响应速度。利用SDN技术实现网络流量的灵活控制和调度,结合NFV技术将网络功能软件化、虚拟化,提高网络服务的灵活性和可扩展性。通过SDN与NFV的融合应用,可以快速部署新业务、优化网络拓扑结构,提升网络性能。通过智能的资源调度算法和负载均衡策略,合理分配网络资源,避免资源过载和瓶颈现象。同时,结合网络流量预测和实时监控技术,动态调整资源分配策略,确保网络在高负载下仍能保持稳定运行。加强网络安全防护措施,提升网络抵御外部攻击和内部泄露的能力。通过引入先进的加密技术、身份认证技术和访问控制技术等手段,保障网络数据的机密性、完整性和可用性。

4.3 用户5G专网组网中的质量保证和安全性

在用户5G专网组网中,质量保证和安全性是不可或缺的重要环节。它们直接关系到网络服务的可靠性和用户数据的安全性。制定详细的质量管理规范 and 流程,确

保网络建设的各个环节都符合质量要求。通过定期的质量检查和评估工作,及时发现并纠正问题,提升网络的整体质量水平^[4]。建立全面的网络监控体系,实时监测网络运行状态和性能指标。一旦发现异常或故障情况,立即启动故障排查和恢复机制,确保网络服务的连续性和稳定性。采用多层次的安全防护策略,包括物理安全、网络安全、系统安全和数据安全等方面。通过引入先进的加密技术、身份认证技术和访问控制技术等手段,确保网络数据在传输和存储过程中的安全性和机密性。制定完善的应急预案和响应流程,确保在突发情况下能够迅速响应并妥善处理。通过定期的应急演练和培训工作,提高团队的应急响应能力和协作效率。在提供网络服务的同时,严格遵守相关法律法规和隐私政策要求,妥善处理用户个人信息和隐私数据。通过加强数据管理和权限控制等措施,确保用户隐私得到有效保护。

结束语

综上所述,用户5G专网组网性能优化是一个系统工程,需要综合考虑多方面因素。通过科学的性能评估、有效的优化方法和严格的质量保证与安全性措施,可以不断提升网络性能,满足用户日益增长的需求。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,用户5G专网组网性能优化将持续深入,为数字经济的发展提供强有力的支撑。

参考文献

- [1]罗新军.基于广电5G的多运营商共建共享组网策略[J].通信技术,2021,54(8):1942-1946.
- [2]魏明,李冉.广电5G建设和发展研究[J].电视技术,2020,44(5):1-4,15.
- [3]贾静杰.顺势与厘革:5G时代广电媒体的“强身之路”[J].青年记者,2020(36):85-86.
- [4]陈锋,陈海,洪林梦涵.5G政企专网差异化保障方案与用户级风险管控机制研究[J].邮电设计技术,2022(02):40-44.