

5G 千兆光网的关键技术及创新应用探讨

陈 松

贵州省邮电规划设计院有限公司 贵州贵阳 550001

摘要: 目前, 5G 无线网络的部署已初具规模, 固定接入网在经历了 64kbit/s 典型带宽的窄带时代、20MHz 以下和 30 ~ 100MHz 带宽的宽带时代, 并进入百兆以上的超百兆时代。目前, 我国固定接入网正跨入第五代固网 (the 5th Generation Fixed Network, F5G) 时代, 即以 10Gbit/s 无源光纤网络 (10 Gbit/s-Passive Optical Network, 10G-PON) 技术实现用户端千兆宽带接入, 我国家庭宽带业务发展正式进入“千兆时代”。本文对 G 千兆光网的关键技术及创新应用进行探讨。

关键词: 5G 千兆光网; 关键技术; 创新应用

Discussion on key technologies and innovative applications of 5G Gigabit optical network

Song Chen

Guizhou Post and Telecommunications Planning and Design Institute Co., LTD. Guiyang Guizhou 550001

Abstract: At present, the deployment of the 5G wireless network has begun to take shape. The fixed access network has experienced the narrowband era with the typical bandwidth of 64kbit/s, the broadband era with the bandwidth of less than 20MHz and 30 ~ 100MHz, and the super 100 Mbit /s era with more than 100 Mbit /s. At present, our country fixed access network is crossing into the fifth generation fixed network era, namely to 10Gbit/s passive optical fiber network technology to realize gigabit broadband access, the development of our country's family broadband service has entered the "gigabit era" formally. This paper discusses the key technologies and innovative applications of the G Gigabit optical network.

Key words: 5G Gigabit optical network; key technology; innovative application

一、千兆光网发展驱动因素

1.1 国家政策驱动

近年来, 党中央、国务院高度重视双千兆网络建设发展, 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》和第十三届全国人民代表大会第四次会议上提出的 2021 年《政府工作报告》均明确提出要加快千兆光网的建设, 并指出发展千兆光网对于推动数字经济发展和社会数字化转型具有重要意义。工业和信息化部迅速出台《“双千兆”网络协同发展行动计划 (2021 - 2023 年)》落实“双千兆”任务要求的重要举措, 计划用三年时间, 基本建成全面覆盖城市地区和有条件乡镇的“双千兆”网络基础设施, 实现固定和移动网络普遍具备“千兆到户”能力。我国新时期宽带网络发展的顶层设计和指导文件的陆续出台, 表明了国家为千兆光网的建设和发展按下了快进键, 千兆光网也迎来了发展的关键时期^[1]。

1.2 社会需求驱动

当前中国的在线教育、在线办公、超高清视频、家庭娱乐等产业实现了爆发式发展。据有关方面预测:

2025 年我国的在线教育渗透率到有望提升至 45%; 超过 1800 万家企业具有远程办公需求; 超高清视频产业 2022 年总规模预计超过 4 万亿元等。然而宽带体验不佳是制约这些新兴业务拓展的重要因素, 因此, 要推进千兆光网的创新应用, 加快形成“以建促用, 建用并举”的良好产业发展循环, 通过千兆技术真正实现智能连接和沟通, 解决社会民生在智慧生活领域的主要需求。随着双千兆网络的不断发展, 千兆业务不断涌现, 全息影像、智慧能源、远程医疗等应用将全面进入人们的生活。千兆光网还可以广泛应用于包括千兆家庭、工业制造、企业园区、交通管理等领域, 产业数字化将加快改造升级, 千兆应用将强化不同行业、不同领域应用间的互联互通和协同应用, 助力数字经济高质量发展^[2]。

1.3 技术发展驱动

按照网络层级结构划分, 千兆光网包括光接入网、光传送网和光纤光缆网。随着 10G-PON 和第六代无线通信技术标准化、PON 技术迭代创新、100GHz 骨干全光传送网络和光传送网 (Optical Transmission Network, OTN) 落地部署等一系列技术的成熟及网络建成, 将推

动千兆光网的发展进程。人工智能、大数据、云计算、物联网等前沿技术同步推广、创新应用。这些技术与F5G日益融合,将推进千兆光网在智能制造、智慧服务、数字城市等应用领域多样化和个性化的创新发展。

二、千兆光网关键技术及进展

技术特性

(1) 高质量的端到端能力: 数字化时代背景下,人们对于高速网络带宽的需求不断增长,尤其在工业互联网、智能制造、智慧城市、智能家居等多个领域更是对网络提出了大带宽、低时延、安全可靠的能力要求。百兆光网向千兆光网的优化升级,可有效保证各项业务的理想用户体验。一是光网采用固定光纤作为连接,网络架构密集,并能够有效延伸至用户侧,使得光网架构具备端到端的稳定连接特性,因此成为许多通信基础设施建设的安装基座;二是千兆技术以10G-PON、WiFi6和全光传送网等技术为代表,对比前几代在网络带宽、客户体验和连接容积层面更具优势,具有全光连接、超带宽测试、完美感受三大重要工作能力;三是千兆光网与5G无线网相辅相成,形成双千兆网络,可完成室内场景的低成本和快速灵活部署,有利于千兆网络的迅速覆盖普及。因此,千兆光网能够提供高质量端到端能力,使得千兆解决方案将成为应对数字化场景下网络需求的重要选择。

(2) 大带宽高可靠扁平化: 随着光网技术的演进更新,千兆光网架构也发生了迭代升级。以全光承载网络作为搭载基础,搭配5G无线网提供终端业务服务,在网端实现固定接入和移动无线融合。通过与边缘云、核心云、区域云等云平台进行对接,形成端到端的资源。千兆光网在架构上与全光传送网、5G网络、云计算的结合,使其具备大带宽、高可靠、扁平化的特点,保障了数字化场景下新型业务的规模发展和优质体验。其中,大带宽体现在千兆光网能够实现网络1000MHz无缝覆盖,开通带宽 $\geq 200\text{MHz}$,且网络具备向不收敛演进的能力;高可靠体现在千兆光网架构从接入网到承载网都严格遵循双路由部署,且承载网具备自愈保护功能,在出现故障时能快速恢复,路由之间进行保护备份组网,实现快速倒换,保障安全生产;扁平化体现在千兆光网架构采用了低收敛的网络设计,通过减少网络节点数,降低网络层次,改善网络性能,优化网络成本^[1]。

(3) 数字化智能化易运营: 近年来,运营商围绕网络数字化转型深入推进企业战略和核心理念,着力打造云网融合的新型基础设施,实现网络数字化能力升级,提升智能化运营水平。千兆智能光网是新型基础设施的重要构成,正朝着持续引入数字技术、增强业务灵活承载和强化智能运维能力的方向不断演进。随着业务的快速引入,千兆光网的接入终端数量不断增多,运营管理将成为千兆光网规模应用的一大关注点。一方面,通过建立内部网络管理系统,实现“网关—千兆热点设

备—终端设备”级联管理可视化,同时引入软件定义网络、人工智能、大数据等技术,实现管理系统的统一智能管控,提升千兆光网的灵活性和运维效率;另一方面,千兆光网的网络架构在满足互联网对网络、资源的弹性伸缩需求时能够更灵活地适配,支持随选网络,构建快速响应、极高效率、灵活服务的运营系统。

四、双千兆协同建设及应用

3.1 协同建设模式

双千兆协同建设的模式主要体现在网络建设互促、应用优势互补和业务融合创新三个方面:

(1) 要持续扩大千兆光网的覆盖范围,同时加快推进5G规模部署,尤其应深度覆盖流量密集的重点区域。通过建设千兆光网推动5G网络部署的承载升级,借助5G网络带动千兆光网业务发展,实现网络建设互相促进。

(2) 推进骨干网200GHz / 400GHz传输部署,提升光传送网络承载能力,强化千兆光网基础,同时加快将网络切片、软件定义网络、基于IPv6转发平面的段路由等技术引入5G网络建设,优化5G前传、中传、回传网络的建设方案。提升千兆光网及5G网络的业务承载能力,面向差异化场景时,能够相互协同提供差异化服务,实现应用优势互补。

(3) 通过千兆光网和5G网络在建设及应用上的相互补充,固定网络和移动网络相互融合,协同发展,催生多样化、个性化的业务创新模式,形成“以建促用,建用并举”的局面,让创新业务带动传统业务,实现业务融合创新。

3.2 双千兆应用

5G网络结合千兆光网的双千兆网络在工业、交通、医疗、能源、教育等各个行业领域均有广泛应用前景。下面以工业PON、平安城市、智慧家庭为例,介绍双千兆网络在行业内的创新应用模式。

(1) 工业PON: 长期以来,传统工厂的内网存在着不同管理层级之间的网络配置和管理策略相互割裂的问题。面临新的数字化转型需求,工业PON成了助力智能制造工业互联的有效方案。工业PON具备远程数据接入、安全访问、数据集采等功能,可实现标准工业协议兼容、协议转换,可有效应用于管理层级的融通,帮助制造企业快速构建安全的扁平化神经网络。5G网+千兆光网结合的工业PON,兼具千兆技术的优势,具有以下五大特点:一是简单、高效、便捷;二是具备高性能、高可靠、支持远距离的网络性能;三是切片管理,网络资源可灵活分配调度;四是运维智能、便捷,能够通过扁平化的网络结构集中配置和管理;五是具备可扩展性,能快速实现网络升级。工业PON解决方案在企业内网建设和改造中应用,可实现对工厂内各种设备运行数据、生产数据的采集与传输,使网络架构更扁平,网络性能更稳定,网络运维更便捷。目前其已被广泛应

用于大型机械设备制造、建材制造、电器制造等行业^[4]。

(2) 平安城市：平安城市是双千兆网络的一大典型应用场景。平安城市在治安管理、城市管理、交通管理、应急指挥等方面有着较高品质的图像监控。双千兆网络则能很好地进行超高清视频传送，且能提供大带宽的网络进行支撑。随着边缘技术和云计算等技术在双千兆网络中的进一步部署，可扩展出更多支持人工智能辅助监控的应用，保证摄像头一天 24 小时不间断地进行视频采集，有助于对车辆识别、人脸识别等需要高清晰度的场景进行视频的智能分析。

(3) 智慧家庭：家庭用户是千兆光网中最主要的用户群体，5G 和千兆光网的结合将为智慧家庭产业带来新的升级。双千兆网络可为用户提供极致的上网体验，用户同时接入 5G 和千兆光网后，无论是在线观看高清蓝光视频，还是多台智能家居设备同时在线，都能实现高速上网，极大地解决了网络卡顿问题。除了家庭娱乐应用场景之外，目前智慧家庭终端设备已经覆盖入户安防、老人看护、小孩陪护、环境监测等多个场景，全方位保障了用户的居家安全。智慧家庭将成为未来家庭的标配，越来越多的家庭用户会通过智能家居控制系统改善居住环境，提升居家安全^[5]。

五、结束语

随着国内政策环境的逐步完善，双千兆网络的发展举措越来越明晰，如何实现从当前网络形态平滑演进到目标构架，实现网络的智能化控制和端到端业务的快速部署，是下一步必须要思考和解决的问题。目前，我国双千兆网络的建设规模和技术发展已经走在世界前列，但 5G 和千兆光网的创新应用和商业模式尚待挖掘，产业、技术支撑能力仍需进一步提升。

参考文献：

[1] 中国社会科学院工业经济研究所“网络强国研究”课题组.F5G：驱动中国新经济发展的重要引擎[J]. 新经济导刊, 2019(4):34-39.

[2] 工业和信息化部.“双千兆”网络协同发展行动计划(2021-2023年)[J]. 中国信息化, 2021(4):18-22.

[3] 李江波, 李建伟, 刘向东, 等. 用户需求不断升级 10GPON 将在宽带中占据“霸主”地位[J]. 通信世界, 2018(33):43-44.

[4] “双千兆”网络协同发展行动计划(2021-2023年)[J]. 中国信息化. 2021(04)

[5] 《“双千兆”网络协同发展行动计划(2021-2023年)》解读[J]. 中国信息化. 2021(04)