

智慧园区场景下 OTN 全光城域网演进策略研究

高志坚 徐文光 钟怀嘉

云南锡业锡化工材料有限责任公司, 中国·云南 个旧 661000

摘要: 随着智慧园区高清及超高清视频、AR/VR、云网等新业务的不断涌现, 在“千兆网络”时代, 高质量的业务体验将成为用户关注的焦点, 对承载网的规划和建设提出挑战, 论文基于现有城域网的不足, 提出了 OTN 全光城域网的演进策略, 为构筑灵活、高效、高质的承载网络进行了有益的探索。

关键词: 智慧园区; 全光城域网; 演进策略

Research on Evolution Strategy of OTN All-optical Metropolitan Area Network in Smart Campus Scenario

Zhijian Gao Wenguang Xu Huaijia Zhong

Yunnan Tin Industry Tin Chemical Materials Co., Ltd., Gejiu, Yunnan, 661000, China

Abstract: With the continuous emergence of new services such as high-definition and ultra-high-definition video, AR/VR, and cloud network in smart parks, in the era of “gigabit network”, high-quality service experience will become the focus of users’ attention. This paper proposes the evolution strategy of OTN all-optical metropolitan area network based on the shortcomings of the existing metropolitan area network, which is a useful exploration for building a flexible, efficient and high-quality bearer network.

Keywords: smart park; all-optical metropolitan area network; evolution strategy

0 前言

2021 年, 全球的 5G 和 F5G 发展驶入快车道。根据工信部《“双千兆”网络协同发展行动计划(2021—2023 年)》, 到 2023 年底, 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。在无线和宽带接入能力不断增强的同时, 智慧园区的新业务和新应用持续涌现, 4K/8K 视频、增强现实/虚拟现实(AR/VR)、工业/云游戏/教育/医疗等在社会各行业快速发展, 在提高社会效率、丰富业余生活的同时, 也对已有的承载网络带来更大的挑战^[1]。

在“千兆网络”时代, 高质量的业务体验将成为用户关注的焦点, 如何充分发挥千兆网络的优势和潜力, 不断提升用户千兆宽带体验, 保障用户真正享受到千兆网络的高速和便捷, 将成为宽带网络产业链各方和各运营企业的工作重点。智慧园区内视频业务和企业专线入云业务对光缆资源、边缘 DC(数据中心)提出了新的要求, 客观上造成现有传输承载网络城域网面临挑战。综上所述, 论文提出了 OTN(光传送网)全光城域网的演进目标和具体策略。

1 智慧园区全光 OTN 城域网建设需求分析

每一轮面向消费者的技术革新都意味着新的巨大投资, 同时也伴随巨大的商业机会。如何把技术优势转化为商业成功、实现投入产出最大化, 是我们必须面临和思考的问题。

1.1 企业专线入云需求分析

企业数字化转型就是利用数字化技术(云计算、大数据、移动、社交、人工智能、物联网、3D 打印、机器人、AR/VR、区块链、安全等)的能力来驱动组织商业模式创新和商业生态系统重构, 目前已进入 2.0 成熟阶段。在此背景下, 企业正加速向云迁移。根据 IDC 中国的预测, 到 2021 年底, 中国将有 60% 的企业会建立一种机制, 向以云为中心的基础架构和应用程序转移, 速度是新冠肺炎大流行之前的两倍。预计到 2024 年底, 中国中大型数据中心数量将超过 8 万个。

但是, 当前 90% 以上的中小企业都使用 PON 专线接入互联网, 再通过互联网访问云资源, 或者通过与互联网承载网共享带宽的分组网络访问云资源, 其上云体验往往取决于互联网传输质量, 在互联网拥塞时, 体验也会受到严重影响。由于当前中小企业专线承载普遍采用与家庭宽带承载网络混合使用的方式, 专线质量和体验往往无法匹配企业需求。据调研, 有 54% 以上的企业明确表示愿意为更好的体验和服务质量付出更多购买服务费用。

在入云专线越来越多、体验要求越来越高的同时, 2021 年中国《政府工作报告》又提出“要求将中小企业宽带和专线平均资费再降低 10%”, 这对城域网建设在投资和技术路线选择上提出了巨大挑战。

1.2 边缘 DC(数据中心)下沉

由超高清视频、云 VR/游戏/教育等新应用推动, 尤

其是由 5G 催生的工业互联网应用推动的边缘计算应用场景正加速部署,边缘 DC 是双千兆时代大带宽、低时延业务的进驻点。据 IDC 中国的预测,到 2022 年底,超过 60% 的中国 1000 强企业将部署基于 5G 和边缘计算的应用场景,加速疫后恢复和创新步伐,带动 5G 基础设施和物联网解决方案的支出增长。2021—2025 年,中国 5G 建设总投资将超 8000 亿元人民币,2021—2024 年中国物联网总支出将超 6 万亿元人民币。

城域内边缘 DC 的部署,使得网络的流量模型发生较大变化,对承载网提出了更高的要求。在传统 DC 集中化部署场景下,网络以南北流量为主,流向固定、流量可预测,运营商可以较容易的以用户数、用户带宽、收敛比等,分层分级的规划建设网络。计算和内容下沉边缘 DC 后,会增加云一边和边一边的东西向流量,各层级网络的流量无法按传统方法进行预测,流向也难以预计,对时延、成本、安全、灵活性等关键要求更高,如何构建扁平高效、低时延,同时不受物理资源限制、可弹性扩展的承载网,是建设云化城域网的主要挑战。

1.3 视频及监控类业务

目前 4K 产业生态体系基本完善开始规模应用,8K 关键技术和产业化取得突破逐步走向市场,对承载网的带宽要求越来越高。

视频的突发特征,会使以统计复用为基础的传统分组承载网络或节点设备难以适应,无法提供持续稳定的低时延/丢包性能,既不能保证非实时视频的流程体验,也会影响网络游戏、网络直播、在线教育/办公等实时性业务的质量。实验室测试发现,分组承载设备一旦发生拥塞和缓存,时延抖动就会加剧,时延会从 us 级跳变到 ms 级以上。在疫情期间,关于在线教育的一次全国问卷调查显示,网课过程卡顿、不清晰的反馈比例高达 49%。由此可见,如何保证视频高质量的承载,是“真千兆”网络的首要问题^[2]。

同时,中国光纤光缆投资持续高速增长近 20 年。随着一线城市规模建设完成,光缆敷设成本越来越高、周期更长,同时 FTTH 总用户逐步见顶,光纤光缆建设量增速逐年下降,本地中继光缆和长途光缆增速已下降到个位数。同时,从运营商角度看,全业务运营(包括 FTTH 接入和承载、ToB、3G/4G/5G 配套)对光缆的需求是持续高速增加的,使得光缆资源越来越紧张,市政管孔紧张,使用率超 70%,已部署的约 20% 城域光缆纤芯利用率已达 70%。光缆资源必须更加合理的使用,才可缓解未来的资源紧张局面。

2 全光城域网演进目标和策略

从技术演进的特点,以及全球领先运营商的优秀实践来看,作者认为构建一张全光 OTN 城域网是解决以上规划和建设挑战的解决方案,通过 OTN 激活基础资源、使能业务网,可以构筑出灵活、高效、高质的承载网络。

OTN 技术天然具有大容量、多业务、全透明、稳定低时延、光电层灵活调度和保护等特点,针对城域网部署的场景要求,近年来在产品的系列化、光层和电层集成度,以及管控运维等方面进行了完善和升级。通过在核心、汇聚 Mesh 化部署高集成度的 OXC/ROADM 全光交换,可以实现网络拓扑的弹性扩展,提供云一边和边一边间大颗粒业务波长的一跳直达;通过部署系列化的盒式 OTN 到综合业务接入节点和业务汇聚节点,可以实现全业务的一站接入,通过部署管控析平台,可以实现一键式智慧运营、点亮光纤、网络资源管理等。

总体而言,演进目标和策略具体如下。

2.1 总体网络架构方面的演进目标和策略

过去 20 年,通信行业发展迅猛,无线接入、固定接入技术以及对应的核心网/网关技术已经历多次升级换代,平均每 3 年就有一种新的技术和业务出现,相应的带来城域回传承载技术设备和组网也频繁的新建、升级和改造。在技术换代过程中,存量网络往往是逐步演进、多种技术并存,促使运营商在基础设施上如光缆、机房等也投入大量人力、物力和财力进行新建、改造割接,而且所需的工期更长,各运营商商业上能获得多大的成功,最后往往很大部分取决于能获得的基础资源情况。

OTN 基于波分复用技术、具备容量大的特点,可源源不断的按需提供从几十 G 到几十 T 的接入带宽,结合灵活的光交叉、电交叉连接,可快速适应业务网络在接口、带宽、部署位置等变化,帮助运营商快速发展业务,大幅节省基础资源的投资。

以国外某运营商为例,欧洲 S 运营商在 2008 年启动新一代城域 OTN 建设,覆盖全境,历经 14 年稳定的演进,避免了烟囱式网络频繁新建,支撑 3 代业务发展(无线从 3G 到 5G,家宽从 VDSL- > G.FAST- > PON),帮助 S 运营商市场持续领先。

2.2 业务品质演进目标和策略

在业务 IP 化过程中,分组承载网络已广泛采用,在语音、Web 为代表的窄带时代,分组网络充分发挥了其收敛作用,提高了承载效率降低建网成本。进入视频时代尤其高清视频时代后,流量增长加速快(据统计家宽流量年增速达 30%,中国运营商无线 DOU 增速最高已达 39%),传统分组多级收敛组网模式已不合时宜,无法适应高突发的视频业务。即使升级线路带宽,面对 2 年带宽翻倍、5 年翻 5 倍以上的流量增长,也无法彻底避免拥塞、体验下降的局面,只会留下更多的烟囱型网络。

采用 OTN 下沉到城域汇聚和接入,即可以帮助分组承载网扁平化(环型变树型)、减少收敛和拥塞点,或直接硬管道承载大颗粒的家宽业务,流量无收敛,相对分组网络的统计复用承载技术,可确保在传送侧无拥塞发生的可能,任何突发情况下都不会发生业务丢包和时延的剧烈抖动,绝对

保证超高清视频、云游戏等实时业务的体验。

OTN 系统除了容量大、业务体验有保证外，还能对基础光纤的健康状况实时监测和预警，断纤发生后可提供保护倒换，对影响严重的同沟同缆断纤情况，OTN 系统也有能力结合专业采集分析工具提前排查同沟同缆风险，提前采取规避措施，避免保护失效情况发生，确保上层业务倒换无感知。

同时，全光城域网在投资方面也具有一定的优势。以深入分析的东部某一线城市典型综合业务接入区为例，5 年内不考虑替代承载技术的中继光纤总需求预估有 122 芯，考虑当地光缆采购成本以及分摊的管控成本，当普通汇聚环长距离超过 6km 时，OTN 建网的综合成本就优于光纤，而即使在密集城区，汇聚环长度大于 6km 是非常普遍存在的。归根结底在于传统分组共享环形、多级收敛模式，在超大流量带宽场景效率太低，环内穿通流量浪费了各个站点大部分线路带宽，而升级线路带宽必须整环升级（设备替换、速率升级）。采用 OTN 下沉，可以简化分组环形为逻辑的树形架构，减少流量穿通和收敛级数，每个站点独占线路带宽、按需升级，从而避免频繁的整环新建，节省总的建网成本（同时提升业务体验），一张网支撑多个代际的业务发展（如前

述的欧洲 S 运营商网络）。

3 结语

全球的 5G 和 F5G 正在全球快速推进，4K/8K、AR/VR、智慧工业、在线云游教育等新业务新应用不断涌现。从长期规划来看，还有 5.5G/6G、10G PON 以及 50G PON 也正在路上，部署 OTN 城域网作为承载网的基础底座，是变被动为主动来应对业务网络挑战的核心手段，以光控本，以质增收，一次投资，长期受益。同时，OTN 产业还处在快速发展中，技术创新不断出现，业界还会持续投入研究和创新，持续降低 TCO、发展业务，这同样也需要全行业携手合作、共同探索。

参考文献：

- [1] 杨曦.基于 OXC 的全光城域网商用研究[J].电信工程技术与标准化,2020,33(2):22-25.
- [2] 冯仕军.全光网络下 IP 城域网的构建探讨[J].通信世界,2015(15): 15-17.

作者简介: 高志坚(1972-),男,彝族,中国云南石屏人,中级工程师,从事化工信息自动化研究。