



虚拟 OLT 实现方式和发展趋势

扶奉超, 王鹏, 毛宇, 黄湧梅, 高小兵, 张爱华, 林国强
(中国电信股份有限公司广州研究院, 广东 广州 510630)

摘要: SDN (软件定义网络)、NFV (网络功能虚拟化) 和云计算技术已成为当前的研究热点。研究如何利用 SDN、NFV 技术和云计算实现 vOLT (虚拟 OLT), 以解决传统 PON (无源光网络) OLT 运维难度高、资源发放不灵活、业务开通流程复杂等问题。总结了业内 4 种不同的 vOLT 实现方式, 同时从电信运营商的立场出发, 从应用场景和引入难度等角度对比分析了这 4 种方法, 并给出了 vOLT 的演进路线。该研究成果对运营商有一定的参考价值和借鉴意义。

关键词: 宽带接入网; vOLT; SDN; NFV; 虚拟化

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018207

Realization of vOLT and development trend

FU Fengchao, WANG Peng, MAO Yu, HUANG Yongmei,

GAO Xiaobing, ZHANG Aihua, LIN Guoqiang

Guangzhou Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China

Abstract: SDN technology, NFV technology and cloud computing technology have been studied widely recently. How to realize vOLT based on these three techniques mentioned above was studied in order to solve the problems that the OLTs of traditional PON faced, such as the OLTs of the PON were too difficult to operate and maintain, the resources allocation including ports, VLAN, MAC and others were not flexible, and the service provisioning process was complicated. Four vOLT schemes were proposed. From the perspective of telecom operators, these four methods were compared and analyzed from the perspectives of application scenarios and the difficulty of introduction. Finally, the evolution route and the development trend of vOLT were concluded.

Key words: broadband access network, virtualized optical line terminal, software defined networking, network function virtualization, virtualization

1 引言

SDN (software defined networking)、NFV (network function virtualization) 和云计算技术已

成为业内讨论和研究的热点。SDN 针对的是网络整体架构的改变, 其核心思想是分离网络和控制平面和转发平面, 利用软件编程实现集中控制, 开放网络的北向接口, 实现网络灵活编排



和业务灵活部署^[1]。NFV 技术是针对单个网元的虚拟化，其核心思想是用通用 x86 服务器实现传统的专用电信设备功能，实现软硬件解耦，从而降低设备成本，提高设备的灵活性^[2]。NFV 技术的实现依赖于云计算技术的成熟。以目前通用服务器的性能来分析，NFV 适用于计算能力高而对转发能力要求不高的网络边缘，如城域网、接入网、5G 核心网等^[3]。SDN、NFV 和云计算技术的快速发展为固网接入网 OLT 的虚拟化提供了技术基础。

OLT 是 PON 系统的核心设备，位于接入网机房内，负责移动用户、家庭宽带客户和政企客户的接入功能，并提供语音、视频和数据等业务。OLT 是“最后一公里”的核心设备，其设备能力和智能化关系到整个接入网的质量。现网 OLT 存在以下问题：首先是运维成本过高的问题，广东电信 OLT 数千台，但 OLT 厂商部分协议私有，实现跨厂商运维难度较大，造成运营商 OLT 运维成本高，投入资源大。其次是资源发放问题，目前 OLT 采用专网专用的方式，容易造成资源浪费和过多的机房资源消耗。且业务扩容只能通过增设 OLT 专用设备的方式实现，不够灵活。最后，目前接入网业务开通流程复杂、差异化配置复杂，难以保证业务的 QoS（quality of service，服务质量），难以为用户提供差异化运营服务。总之，目前运营商的接入管道不智能^[4]。

在宽带通信网中，接入网较城域网及骨干网来说，结构较为简单，涉及的二层协议较多，三层协议较少。因此 SDN 和 NFV 技术在光接入网的应用较城域网和骨干网少。但即便如此，也可以充分发挥 SDN 技术和 NFV 技术的优势，聚焦目前接入网的痛点问题，使得接入网更加智能。在接入网核心设备 OLT 中引入 SDN 技术和 NFV 技术进行虚拟化可以解决传统 PON（passive optical network）中 OLT 面临的上述问题。引入 vOLT（virtualized optical line terminal）后，运营

商可统一管理省内 OLT，实现 OLT 的跨厂商运营，降低运维成本。通过引入 SDN 控制器和业务编排器，可实现接入网与城域网、传送网跨域编排，业务的快速部署和自动开通。同时可提供差异化服务，提升运营商价值。通过引入 NFV 技术，可以实现 OLT 灵活弹性扩缩容，并可节约机房资源。

利用 SDN 技术和 NFV 技术实现 vOLT 的方式多种多样，运营商该选择何种实现方式以及未来 vOLT 该如何发展是个问题。近年来，OLT 的虚拟化引起了业界的关注，标准化组织、厂商和运营商开展了相关研究。标准化组织在现阶段关注的是整体接入网架构、功能需求和场景定义，就目前所知，并未涉及接口定义、业务流程等具体实现层面^[5-7]。进展较快的 OLT 厂商已开发出具备 SDN 功能的 OLT，但还处于试验阶段，暂不具备商用条件。本文基于对 OLT 虚拟化演进技术的长期跟踪和研究，总结了业内 4 种 vOLT 实现方式，从多维度分析 4 种方式的利弊，并给出了 vOLT 发展趋势。现有成果中还未详述过 vOLT 的演进技术，因此本文具有一定的新颖性，并对运营商具有一定的实用参考价值。

2 传统 OLT 接入网模型

传统 OLT 在接入网中的位置如图 1 所示。OLT 是 PON 系统的核心设备，位于接入网机房内，负责移动用户、家庭宽带客户和政企客户的接入功能，分别提供语音、视频和数据等业务^[8]。在上行方向上，OLT 将来自终端用户的信号分别送入不同的业务网络。在下行方向上，OLT 要将承载各种业务的信号在本地汇聚，并经由 ODN 送入终端 ONU。EMS（网元管理系统）负责 OLT 的配置和管理。BNG（broadband network gateway，宽带网络网关），一般指 BRAS（broadband remote access server，宽带远程接入服务器）、SR（service router，业务路由器）、MSE（multi-service edge）等设备。

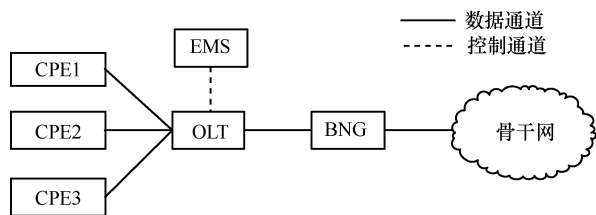


图1 传统 OLT 在接入网中的位置

3 基于 SDN 及 NFV 的 vOLT 实现方案

3.1 基于 CORD 的 vOLT 实现方案

CORD (central office re-architected as a datacenter, 中心端局重构) 是 AT&T 在发布 Domain 2.0 后提出的, 旨在结合 SDN、NFV 和云计算技术重构中央机房 (central office, CO), 并在业界掀起一股重构的浪潮。基于 CORD 的 vOLT 实现方法如图 2 所示。CORD 的主要思想是用通用服务器、白盒交换机和少量必要的专用硬件 (如 PON 线卡) 来重构电信的 CO 机房。采用此种方法, 可以改变全部用专用硬件构建 CO 机房的模式。不仅可以降低运营商的硬件成本, 而且可以开放运营商接入网络, 使其变得更加智能、敏捷和灵活。CORD 的重构不仅仅针对 OLT, 还有 CPE 和 BRAS。

3.2 基于 NFV 的通用服务器架构 vOLT 实现方案

基于 NFV 的 vOLT 实现方法如图 3 所示。此方法的核心思想是利用 NFV 技术, 实现 OLT 的

软硬件分离, 采用在通用服务器插上 PON 线卡的方式实现传统 OLT 功能, 其中与传统 OLT 相关的管理功能和业务功能由功能软件 VNF 实现。VNF 的扩缩容管理和软件生命周期管理均由 MANO (management and orchestration, 管理和编排) 系统负责实现, 并与其他 NFV 系统对接, 实现统一的调度与编排。采用此种方法, 可实现 OLT 软硬件解耦, 实现弹性的扩缩容能力。此种方法不改动接入网整体架构及业务处理流程, 只针对 OLT 本身进行重构。

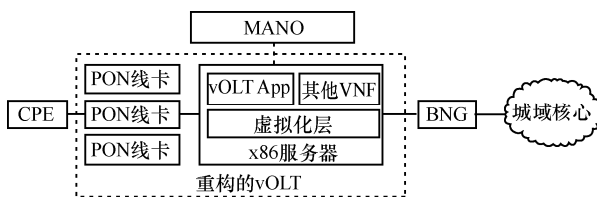


图3 基于 NFV 的服务器架构 vOLT 实现方法

3.3 基于 SDN 的网管集中 vOLT 实现方案

基于 SDN 的网管集中 vOLT 实现方案如图 4 所示, 该方法的核心思想是保留 OLT 原有形态和原有功能, 仅开放 OLT 的 NETConf 接口或者使 OLT 支持 OpenFlow 等协议, 并受 SDN 控制器的统一控制。通过定义统一的 NETConf 接口, 实现异厂商的 OLT 统一管理和控制。SDN 控制器可逐步取代原有各厂商的 EMS, 形成一个统一的具有 SDN 功能的网管, 统一管理省内 OLT。

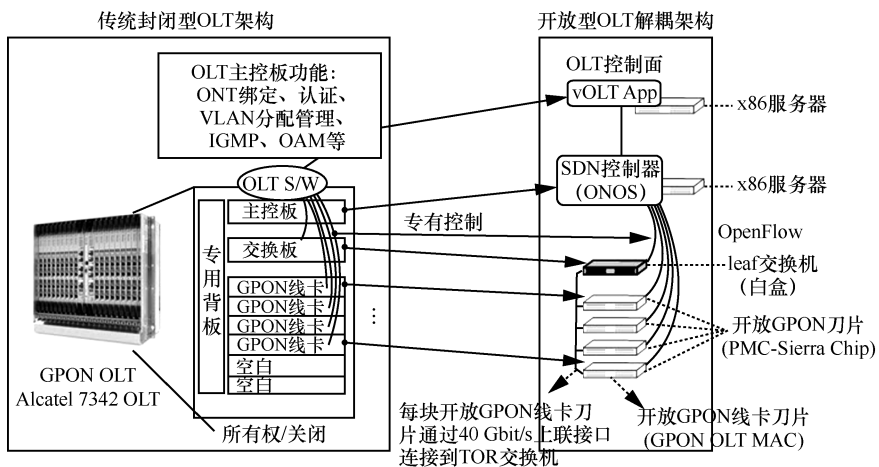


图2 基于 CORD 的 vOLT 实现方法

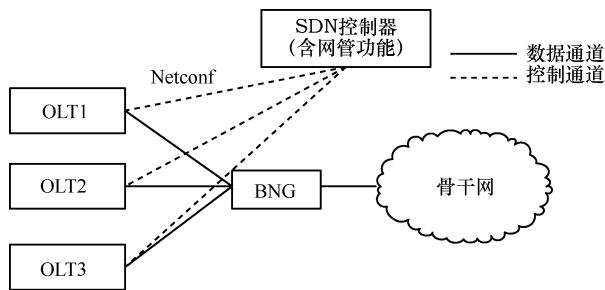


图4 基于SDN的网管集中vOLT实现方法

3.4 基于网络切片的vOLT实现方案

另一种业界提的vOLT为OLT网络切片，如图5所示。与前3种技术不同，目前此种vOLT切片实现方法本质上不涉及SDN和NFV等相关虚拟化技术，仅为逻辑上划分OLT，实现一虚多的功能，即一个OLT逻辑上划分成多个OLT，且在同一个OLT上可同时承载政企、家庭宽带客户、移动用户，克服传统方式中需要为专网建设专用OLT的弊端。

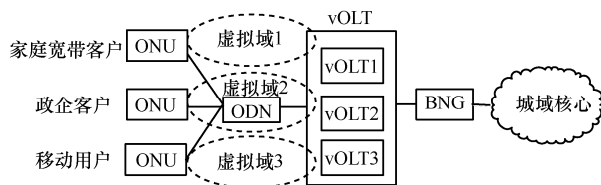


图5 基于网络切片的vOLT实现方法

3.5 方案对比

从应用前景、性能优劣和引进难度等多维度对比上述4种vOLT方案。

CORD方式只需要通用服务器、交换机和PON线卡就可以重构整个端局，包括CPE、OLT以及传统的BRAS。随着白盒设备的发展，未来白盒设备有望比专用设备便宜。CORD采用三级CLOS架构，形成无阻塞交换网络，不存在交换能力和处理及转发能力的性能瓶颈。基于NFV的

通用服务器架构vOLT实现方案可以实现软硬件解耦，但也会带来一些问题。首先是性能瓶颈问题，用通用服务器转发容易造成性能瓶颈。其次，运营商OLT采购成本已经大幅下降，OLT的成本主要是PON线卡的光模块带来的，采用服务器改造的模式不仅不能降低成本，可能还会造成成本的提升。基于SDN的网管集中vOLT实现方案可以实现资源的统一调度与编排，并可以实现将异厂商的OLT通过统一的SDN控制器管理平台实现统一管理，可以大幅降低OLT维护管理成本，具有很强的实用性。基于网络切片的vOLT实现方式可解决运营商目前在网络规划和网络运营中需要专网专用的痛点问题，具有很强的实用价值。

从引入难度上来说，CORD方式颠覆了传统接入网架构，也改变了接入网业务提供模式，比如认证方式由PPPoE认证变为IEEE802.1x认证。这些变化会加大CORD落地的难度。基于NFV的通用服务器架构vOLT实现方案和基于网络切片的vOLT实现方式对网络改动较小，引入难度较小。基于SDN的网管集中vOLT实现方案由于涉及不同厂商的协议统一，因此实现难度也较大。

综上所述，4种技术的优缺点见表1。

3.6 vOLT发展趋势和引入建议

从运营商的角度来说，能更好地规划和完成用户接入是接入网虚拟化的首要工作。OLT网络切片是目前最符合运营商需求并且可行性最高的vOLT技术，不会影响网络整体架构。珠三角存在较多商住楼位于同一街道的场景。如果能利用vOLT网络切片技术，实现在同一个PON口下或者同一块OLT板卡中同时接入企业客户和家庭客

表1 4种vOLT实现方法比较

| vOLT实现方法 | 应用价值 | 优点 | 缺点 | 引入难度 |
|--------------|-------|---------------|----------------|------|
| 方法一（CORD） | 实用性较强 | 降低硬件成本，业务灵活部署 | 引入难度过高，国内市场不成熟 | 高 |
| 方法二（NFV） | 实用性一般 | 软硬件解耦，部署灵活 | 成本优势不明显 | 较低 |
| 方法三（SDN集中网管） | 实用性强 | 降低运维成本 | 实施难度较高 | 较高 |
| 方法四（网络切片） | 实用性强 | 灵活规划资源，节约机房资源 | 功能较为单一 | 低 |

户,那么可以为运营商节省光纤资源、OLT资源,同时简化规划难度。经过测试,虚拟OLT切片已能实现相关功能,而且初步具备商用条件,因此可以优先引入。基于SDN集中网管的vOLT方案可以解决运营商的OLT运维痛点,具有很强的实用价值,但引入难度较高,目前正处于研发阶段,建议在具备商用条件时,逐步引入。而重构方案中,基于NFV的通用服务器架构vOLT存在性能瓶颈和价格优势不突出的问题,建议作为科研方案和POC(proof of concept,验证性测试)方案,不推荐运营商大规模引入。CORD属于开源方式,是革命式和颠覆式演进接入网的方式。CORD将大大提高接入网的灵活性并大幅降低接入网的成本。目前与CORD相关的ONF和OpenCORD组织活跃,但目前CORD还不够成熟,正处于研发测试阶段,短时间内不具备商用部署能力,需要随着白盒设备、SDN技术的发展而同步发展。但随着整个接入网的重构和虚拟化,CORD方案会是未来的研究热点和演进方向,建议运营商长期跟进并参与贡献。

4 结束语

虚拟化OLT可以实现OLT的集中管理和维护,解决多年来运营商在接入网运维上的痛点,同时可以加快自动业务开通和实现差异化运维服务。作为运营商引入SDN和NFV的尝试,接入网vOLT的成功与否将为未来大规模部署SDN和NFV提供重要的借鉴意义。本文提出了4种vOLT实现方案,并从多维度分析了4种方案的利弊以及运营商的演进路线。未来将侧重于vOLT的实践工作。

参考文献:

- [1] 韦乐平. SDN的战略思考[J]. 电信科学, 2015, 31(1): 7-12.
WEI L P. Strategic thinking on SDN[J]. Telecommunications Science, 2015, 31(1): 7-12.
- [2] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); management and

orchestration: GS NFV-MAN 001 V1.1.1[S]. 2014.

- [3] 史凡, 赵慧玲. 运营商网络重构及关键技术分析[J]. 中兴通讯技术, 2017(2): 1-6.
SHI F, ZHAO H L. Operator network reconfiguration and key technology analysis[J]. ZTE Technology Journal, 2017(2): 1-6.
- [4] 蒋铭, 沈成彬, 王作强, 等. 面向下一代互联网的接入网演进策略[J]. 电信科学, 2010, 26(8): 8-13.
JIANG M, SHEN C B, WANG Z Q, et al. Evolution strategies of access network for the next generation internet[J]. Telecommunications Science, 2010, 26(8): 8-13.
- [5] ETSI. Network functions virtualisation (NFV); ecosystem; report on SDN usage in NFV architectural framework: GS NFV-EVE 005 V1.1.1[S]. 2015.
- [6] BBF. High level requirements and framework for SDN in telecommunication broadband networks[S]. 2015.
- [7] CCSA. 基于SDN的宽带接入网的应用场景及需求[S]. 2015.
CCSA. SDN-based broadband access network application scenarios and requirements[S]. 2015.
- [8] 霍洪涛. GPON光纤接入网络的发展趋势[J]. 电信科学, 2008, 24(12): 91-93.
HUO H T. The development trend of GPON fiber access network[J]. Telecommunications Science, 2008, 24(12): 91-93.

[作者简介]



扶奉超(1991-),女,中国电信股份有限公司广州研究院数据通信工程师,主要从事宽带接入网技术研究工作。

王鹏(1974-),男,中国电信股份有限公司广州研究院高级工程师,主要从事宽带接入网研究和测试工作。

毛宇(1977-),男,中国电信股份有限公司广州研究院高级工程师,主要从事宽带接入网规划和研究工作。

黄湧梅(1976-),女,现就职于中国电信股份有限公司广州研究院,主要从事宽带接入网规划和研究工作。

高小兵(1969-),男,现就职于中国电信股份有限公司广州研究院,主要从事宽带接入网技术研究工作。

张爱华(1977-),男,现就职于中国电信股份有限公司广州研究院,主要从事宽带接入网运维和测试工作。

林国强(1983-),男,现就职于中国电信股份有限公司广州研究院,主要从事宽带接入网运维和测试工作。