



专栏：随选网络

运营商 SD-WAN 部署的难点分析

顾炯

(中国电信股份有限公司浙江分公司, 浙江 杭州 310005)

摘要: 通过分析 Google SD-WAN 在其 B4 网络上的部署方法, 借鉴其如何帮助用户降低广域网的开支和提高其自身广域网连接灵活性, 建立 SD-WAN 国内广域网上应用的模型, 从智能化网络、数据分级、应用承受度 3 个维度分析了国内 SD-WAN 应用可行性, 提出了 SD-WAN 作为可“共享网络”在互联网数据中心 (IDC) 的应用方式。

关键词: SD-WAN; SDN; IDC

中图分类号: TN929

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017332

Difficult analysis of the deployment of the operator's SD-WAN

GU Jiong

Zhejiang Branch of China Telecom Co., Ltd., Hangzhou 310005, China

Abstract: Through analyzing the deployment method of Google SD-WAN on its B4 network and how it help users reduce the WAN's expenditure and enhance its own WAN connection flexibility, a SD-WAN model of the application of the domestic WAN was established. Through analyzing the feasibility of the application of SD-WAN in our country, a good way to applicate SD-WAN as “sharing network” in IDC was proposed.

Key words: software-defined wide area network, software defined networking, internet data center

1 引言

软件定义广域网 (software-defined wide area network, SD-WAN) 是软件定义网络 (software defined networking, SDN) 的重要分支, 是目前 SDN 技术应用的热点领域。SD-WAN 主要目标是通过利用软件技术、应用策略部署以及 overlay 网络等一系列技术手段, 实现普通互联链路能够达

到专线的网络质量, 降低流量成本, 提高带宽利用率; 同时, 对于多个站点, 能够根据现网情况及配置策略, 自动选择最佳路径, 实现负载均衡, 保证全网的网络质量。

SD-WAN 作为 SDN 的一种场景应用, 相关的技术还在不断地演进、成熟, 国内许多实践者都提出了自己的 SD-WAN 实施方案, 对于运营商而言, 管道是业务“杀手锏”, 如何引入 SD-WAN,

收稿日期: 2017-11-10; 修回日期: 2017-12-08

基金项目: 中国电信集团公司现场试验项目“面向中小企业的随选网络现场试验”(No.SY-17-09)

Foundation Item: China Telecom's Field Test “On-Demand Network Field Testing for SMEs” (No.SY-17-09)

并且使 SD-WAN 成为“杀手锏的磨刀石”是近年来各运营商重点研究的内容。

本文通过对 Google SDN 的部署分析,总结其 SD-WAN 部署成功的关键要素,并借鉴到运营商网络中,帮助运营商找到 SD-WAN 部署切入点。

2 Google 案例分析

Google 的网络分为数据中心内部网络及 WAN,其中 WAN 按照流量方向由两张骨干网构成,分别为数据中心之间互联的网络(G-scale network)和面向 Internet 用户访问的网络(I-scale network),互联网络用来连接 Google 位于世界各地的数据中心,属于内部网络。

Google 优选了数据中心之间互联的网络做了 SDN 改造,通过应用程序(软件)控制各个数据中心的边界网络设备,保证高优先级的应用流量最低时延到达,低等级的流量填充空余链路带宽,从而使得其高昂的海底光缆得以充分利用。

Google 相比其他众多的 SDN 实践者取得了更多成果,主要得益于以下几点。

(1) 网络结构简单清晰

Google WAN 的网络规模相比运营商业务更单一简单,实际上是一个内部可控网络,设备单一,便于网络改造。通过对控制面和转发面的改造,使得网络更智能,路由选择更合理,网络质量更好。

(2) 强大的研发能力

Google 是开发和运营一体化公司,强大的研发能力或者说 Google 自有产业生态圈足以支持其从底层硬件和软件为其量身打造一个庞大的云网融合系统。

(3) 业务流量流向以及服务等级规划清晰

Google 在传统网络时代,就对其内部数据进行了严格的等级区分,高、中、低优先级数据已经被明确定义。当实施 SDN 化改造时,各等级数据流量大小明确,才能汇总出各个等级的流量情

况,才可以指定汇总的服务等级(class of service, CoS)规划。

(4) 允许一定程度的错误发生

Google 为了维持管道高利用率,在保障高优先级数据的基础上用中低优先级的数据去填充。当高优先级业务有突发流量等状况发生时,低优先级业务一定会被延迟发送或者丢弃,此时需要允许低等级的应用出错,或者要求低等级应用具备足够的忍受力。

网络智能化、数据分级化和应用承受度是 Google 在 SD-WAN 上取得成功的关键要素,网络智能化是一种能力,应用数据的分级才是真正的核心,应用承受度是选择的标准。而对于使用者来说,对承载的应用进行“网络化改造”,使之与新网络匹配是 SD-WAN 应用必不可少的一环。

3 运营商 SD-WAN 部署难点

现阶段,提供 WAN 服务的主要为三大基础运营商,BAT 目前正在逐步实施自建 WAN 工作。以国内最大的基础运营商中国电信为例,已建 WAN 包括 ChinaNet、高品质专业网络 CN2 以及各种形式部署构建的 MPLS/专线网络。从层级上看,WAN 也可以分为接入网、城域网和骨干网。从 SD-WAN 的使用角度看,运营商可以是 SD-WAN 的使用者,期望通过 SD-WAN 的部署,为 BAT 提供更好的 WAN 服务或者直接向客户提供 SD-WAN 服务;BAT 将会是潜在的 SD-WAN 的部署者、使用者,他们希望基于运营商的 WAN 并绕过网络运营搭建自己“黑网络”的 SD-WAN。围绕 Google SD-WAN 成功这几个要素,结合国内运营商 WAN 实际情况,分析运营商 SD-WAN 部署的切入难点。

(1) 智能化网络改造难点

网络智能化的核心是要赋予网络一个“智慧的大脑”,能够根据各种不同的需求,赋予网络不



同的承载形式和业务形态。现阶段，运营商还很难将现有的广域网络改造成为像 Google B4 网络一样，具备“智能路由选择”的能力。

以中国电信的 WAN 为例，实施全网性的控制面和承载面分离，将控制面统一到 SDN 控制器，将面临接入网、城域网、骨干网的 36 万多台各种品牌、各种型号的路由器，其他交换机等网络设备更多得不计其数。如何协同众多品牌、不同批次的设备按一个标准进行改造，成本将会是天量级别，无法接受。

较为可行的方案是通过 underlay 方式改造网络，即以统一网管的方式实现部分“智能网络”的功能，这种方案可以在一定程度上实现网络配置的灵活性，具备一定的流量调度能力，可以提升业务响应能力。但这种 underlay 方式将“智能”限定在了一个有限的范围内，这个范围可能是同一品牌设备、一个城域网或者一个运营商内。对于 WAN 的使用者来说，近年来运营商加大基础网络投资，已经基本解决了其网络承载流量需求，管道已经足够宽，基于一个城市、一个区域的准智能化网络并不能满足他们的需求。

所以，运营商 WAN 在将来很长一段时间内还只能是一个缺乏“整体大脑”的网络，达不到全网随选的智能要求。

（2）数据分级和容错

定义数据等级由应用的特点和需求决定，同一个应用在不同场景下，数据对网络 QoS 的要求也是不同的。比如采用双活部署的应用内，应用的双活同步数据要求很高，日常的系统备份的数据相对就可以较低。

对于有着多站点互联需求的企业，目前企业很少会和运营商沟通系统的数据分级，一是因为对于已有系统，数据分级会涉及对现有应用的改造，现有的企业专线带宽价格足以支撑其“一刀切”的承载方式；二是数据分级会涉及企业内部的数据管理，不是 IT 人员能够通过设计解决的。

因此，现实中大部分企业对 SD-WAN 的“分业务等级的多路径选择”功能并没有想象中的热情，主要原因就是企业无法真正将应用数据等级进行合理区分。

而应用数据等级在服务器的出口打上标签，让网络知道应用数据的重要性，便于网络分级承载、差异化运营，是运营商“云网融合”的核心，是实施 SD-WAN 的主要驱动力。但是由于目前绝大部分的业务使用者都还没有意识到数据分级的重要性，使得运营商在实施“分业务等级的多路径选择”等 SD-WAN 典型业务特征网络改造中困难重重。对于 WAN 的运营商来说，用户没有对数据分级就会造成“应用数据变成客户数据”，在同样的价格体系下，对于运营商来说，所有客户都是一样重要的，且都是不允许出错的，在这种情况下运营商也只有每年投资拓宽“管道带宽”一种办法可以做。

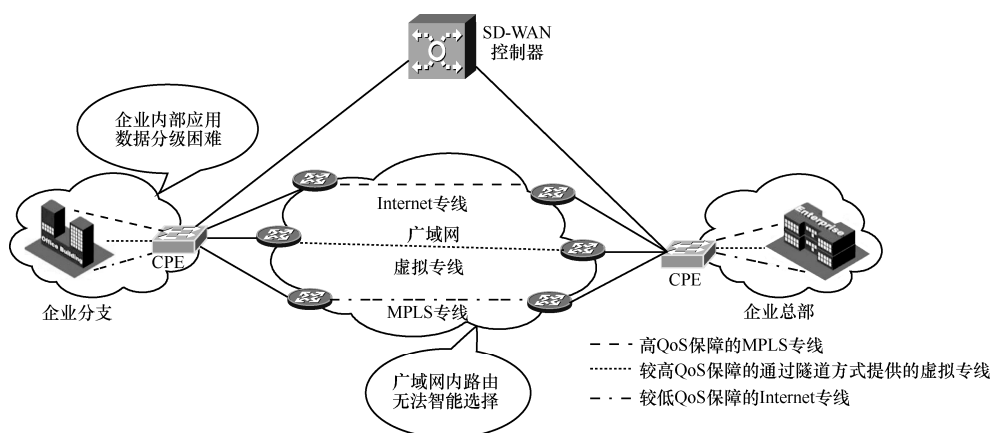
4 SD-WAN 现阶段应用实践

现实中，在缺乏网络和应用融合的条件下，运营商可以通过在网络出口上设计不同网络带宽、QoS 的网络提供差异化的服务。

在大部分运营商 WAN 组网案例中，大企业客户会将应用都划入一个较高等级的网络内，采用高 QoS 保障的网络承载方式，中小企业则会选择中低 QoS 保障的网络。运营商会为这些不同的客户在网络出口（如以 VLAN 标签的方式）打上不同客户等级的数据等级标签，进行差异化承载。

在 SDN 之前，运营商会针对上述设计通过光纤将企业接入电信机房，在电信机房实施“硬边缘”设备将不同等级的客户进行分级承载。造成的问题是客户需要背负较重的企业专业租赁价格，且无法根据业务形态灵活地变化；运营商在广域网范围内无法进行灵活的智能路由选择和流量填充。

结合 SDN 的思想，借鉴 Google 的 SD-WAN 设计，现阶段结合云计算虚拟化技术的普及应用，



通过将企业边界软化，构建“软边缘”的方式引入简化版的 SD-WAN，如图 1 所示。

图 1 中有 3 种专线：高 QoS 保障的 MPLS 专线、较高 QoS 保障的通过隧道方式提供的虚拟专线、较低 QoS 保障的 Internet 专线。这 3 种方式均建立在基于 SD-WAN 控制器控制下的 CPE 上，CPE 可以采用白盒设备或者虚拟机。SD-WAN 控制器可以根据设计好的数据信息配置路由方式，并下发配置到 CPE，CPE 选择不同的物理网络进行“最合理”数据路由。

采用这种方式，IDC 内部网络不需要进行改造，只需要在网络出口/入口上引入 SDN 概念，简化了实施难度，规避大网设备多样的问题。第一，通过 SD-WAN 控制器，实现 CPE 的集中管理以及自动化配置，实现各种接入方式的配置管理，提升网络服务质量，增加网络的灵活性和机动性。第二，运营商可以通过 SD-WAN 控制进行流量填充运营，实现网络利用及网络价值的最大化。第三，为有能力的客户带来网络接入接口，将大网路由调度有条件、有范围地开放给企业客户，也可以让中小企业在可忍受的情况下节约成本。

5 结束语

当前，大部分 SD-WAN 高质量网络的解决方案实际上是一种承载在原来 WAN 上的 overlay 解

决方案，通过叠加网络“隧道”，利用高品质网络轻载的特点，局部改善网络质量，并不能完全达到客户对 SD-WAN 的期望。本文基于运营商网络现状基础，分析了在现有运营商基础网络向互联网 SDN 转型的过程中，将 WAN 改造成 SD-WAN 存在的困难和局限，结合对 Google 网络的分析提出了现阶段运营商引入 SD-WAN 的切入点，以实现利益最大化。

本文通过对基于运营商 SD-WAN 建设切入难点的探讨，重点分析现阶段运营商全网引入 SD-WAN 的难点和可行性，提出了基于 IDC 应用的部署方向。但由于时间和能力所限，暂未对实际应用效果做进一步的跟踪和分析，后续将继续跟踪实际应用效果，切实把握好 SD-WAN 对于运营商部署的实际意义，做大做强运营商 SDN。

参考文献：

- [1] 中国电信集团. 中国电信 CTNet-2025 网络架构白皮书[R]. 2016. China Telecom. China Telecom CTNet-2025 network architecture white paper[R]. 2016.
- [2] 郭晓军, 万晓兰. 重构广域网关键技术[J]. 电信科学, 2017, 33(4): 26-38.
GUO X J, WAN X L. Key technology of reconstructing WAN[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(4): 26-38.
- [3] 韦乐平. SDN 的战略性思考[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.
- [4] 何晓明, 冀晖, 毛东峰, 等. 电信 IP 网向 SDN 演进的探讨[J].



- 电信科学, 2014, 30(6): 131-137.
- HE X M, JI H, MAO D F, et al. Discussion of evolution of carrier IP network to SDN[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(6): 131-137.
- [5] 李丹, 刘方明, 郭得科, 等. 软件定义的云数据中心网络基础理论与关键技术[J]. 电信科学, 2014, 30(6): 48-59.
- LI D, LIU F M, GUO D K, et al. Fundamental theory and key technology of software defined cloud data center network[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(6): 48-59.
- [6] 赵慧玲, 史凡. SDN/NFV 的发展与挑战[J]. 电信科学, 2014, 30(8): 13-18.
- ZHAO H L, SHI F. Development and challenge of SDN/NFV[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(8): 13-18.
- [7] SAVAGE M. SD-WAN ramping up in the enterprise[EB]. 2016.
- [8] SCARPATI J. SD-What? Understanding SD-WAN[EB]. 2015.
- [9] JOHNSON J T. What's the difference between hybrid, virtual and SD-WAN?[EB]. 2016.

[作者简介]



顾炯（1976-），男，中国电信股份有限公司浙江分公司高级网络经理，中国电信科学技术委员会委员，主要研究方向为云计算、计算虚拟化、软件定义网络、软件定义存储。