

# 软件定义传送网标准化发展探讨与思考

## Standardization Development of Software-Defined Transport Networks

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2015) 06-0045-004

**摘要:** 软件定义传送网(SDTN)的国际标准化工作,呈现以 ONF 主导,多种技术标准组织竞争发展的趋势。在 SDTN 的南向接口方面,开放网络基金会(ONF)的 OpenFlow 与国际互联网工程任务组(IETF)的路径计算单元协议(PCEP)将存在路线之争;而北向接口和信息模型,将成为各标准组织后续争夺的焦点。认为中国应加大光网络软件定义网络(SDN)领域标准的研究和推动力度,在国际标准中发挥引领作用。

**关键词:** SDN; SDTN; OpenFlow; 应用程序接口(API)

**Abstract:** The trend in the international standardization of software-defined transport networks (SDTNs) is that the Open Network Foundation (ONF) is the leading organization, and other technology organizations keep the competitive relationship and develop together. OpenFlow of ONF and path computation element protocol (PCEP) of Internet Engineering Task Force (IETF) are the most important protocols for southbound interface of SDTNs. The northbound interface and information model will become the focus of subsequent competition for organizations. We propose that China should pay more attention to the standardization of software-defined networks and play a leading role in international standardization originations.

**Key words:** software-defined network (SDN); SDTN; OpenFlow; application programming interface (API)

张海懿/ZHANG Haiyi  
张国颖/ZHANG Guoying  
徐云斌/XU Yunbin

(中国信息通信研究院,北京 100191)  
(China Academy of information and communication technology, Beijing 100191, China)

- 光网络天然具有部分 SDN 的特征,更易于向 SDN 方向发展演进
- ONF 已经成为传送网 SDN 标准化的主导组织
- 推动开源、互操作性测试等将是 SDN 后续标准化工作的重点

随着云计算、移动互联、物联网等宽带应用的发展,以视频为代表的宽带业务以及以大型数据中心为代表的海量聚合模式驱动着光网络的发展。目前业界掀起了融合信息技术(IT)和网络新型架构理念的研究势头,软件定义网络(SDN)技术迅速向传送网领域延伸,以构建更灵活、高效、低成本以及开放的未来光网络。

SDN 集中化、智能化和开放化的理念为未来光网络的发展提供了全

新思路。软件定义传送网(SDTN)是将 SDN 概念和技术应用于传送网,构建面向业务的新一代光网络体系架构。SDTN 通过将控制与传送解耦,屏蔽传送网物理技术细节,简化现有光网络复杂和私有的控制管理协议;采用集中控制策略,提高传送网的智能调度和协同控制能力;通过开放网络接口,提供光网络的可编程能力,满足未来网络虚拟化、业务灵活快捷提供、网络和业务创新等发展需求。与数据网络不同,光网络自身具有集中化管理和面向连接的交换机制等特点,因此光网络天然具有部分 SDN 的一些特征,更易于向 SDN 方向发展演进。

软件定义传送网技术的发展自 2013 年开始升温,2014—2015 年呈现快速发展态势。目前,全球标准化组织工作快速推进,包括开放网络基金会(ONF)、国际电信联盟远程通信标准化组织(ITU-T)、国际互联网工程任务组(IETF)、光互联论坛(OIF)和中国通信标准化协会(CCSA)等,多种技术标准竞争发展。

## 1 SDTN 国际标准化情况

### 1.1 ONF 标准业界领先

目前 SDN 领域的标准工作主要由 ONF 组织推动。ONF 组织是 2011 年 3 月由德国电信、Facebook、谷歌、

收稿日期: 2015-09-20  
网络出版时间: 2015-11-05  
基金项目: 国家自然科学基金项目  
(61471128、61201260)

微软、Verizon 和雅虎联合发起成立的一家非营利性组织,致力于通过对可编程的SDN网络进行开发和标准化,实现对网络的改造和构建。SDN作为一个颠覆性的技术吸引了众多公司加入ONF,包括网络运营商、服务提供商、设备制造商、芯片厂商、软件开发公司以及很多初创公司等。截至2015年9月,ONF已经发展了139家会员,有2000多名参与者,成立了4个领域15个工作组/讨论组。目前ONF已经形成了包括SDN基本架构、OpenFlow标准和OpenFlow配置和管理协议、测试以及应用推广在内的大量成果。

ONF涉及光传送网领域的工作组主要包括光传送工作组(OTWG)、信息模型工作组(IMP)、北向接口工作组(NBIWG)、运营级SDN讨论组(SDNWG)。目前ONF的光传送SDN标准进展迅速,处于领先地位。

#### (1)光传送工作组

ONF于2013年4月成立了OTWG,主席是Ciena的Lyndon Ong。目前在OTWG参与标准化的厂商主要包括:ADVA、阿朗、思科、Juniper、Coriant、Cyan、ECI、中兴通讯等,运营商包括DT、ETRI、KT、NTT、西班牙电信、Verizon、中国电信、中国移动和工信部电信研究院等。

OTWG近期的重点工作包括:

- 聚焦开展传送网北向接口标准制订工作,目前已经提出北向接口功能要求初稿,预计2015年12月完成第1版本,后续进一步规范接口信息模型、YANG模型等。

- 研究OpenFlow扩展支持操作管理和维护(OAM)、保护、多层控制,以及对分组传送(如多协议标签交换传送应用(MPLS-TP))网络控制需求。

- 继续开发新的用户案例和需求,如控制器层接口、多域等。

- 推动光传送SDN协议的开源工作。

#### (2)信息模型工作组

ONF OTWG组最初开展了传送网控制信息模型(IM)的标准化工作,并形成了DOC 5工作组文稿,对支持SDN的光传送网控制信息模型进行了规范。为制订北向接口规范,NBIWG也开展了控制器信息模型方面的标准制订。为了避免各个工作组对控制层IM的重复定义,并保证规范的一致性,在2014年6月底,各工作组达成一致意见,由IMP组牵头将各工作组控制层信息模型的标准化体系进行了重新梳理和整合,形成了新的信息模型架构,并明确了相关的研究方法。

ONF控制器信息模型主要由核心模块、转发模块、应用模块等构成。其中核心模块主要由架构组负责制订,重点研究IM的通用模型部分,它可以作为其他组的基础模型,并在此上进行相关扩展。转发模块主要由OTWG组负责定义,未来的OTN、MPLS-TP等与传送平面转发技术相关的IM定义将包含在转发模块中,并作为核心模块的一个扩展功能。此外,应用模块的制定主要由NBI组负责完成,也可作为核心模块的一个扩展功能。整个IM经过简化和重构后,形成特定目的的基础信息模型或模块,再经过映射后形成与协议相关的接口数据概要。

#### (3)运营级SDN工作组

2012年10月成立了运营级SDN讨论组,主要目标是让SDN产业了解SDN和OpenFlow对于运营商网络的意义,以及SDN如何在跨越多种网络、多种技术和业务的运营商网络中部署,它更关注除功能之外的一些需求,如可用性、可扩展性、携带性、安全性、可管理性以及这些性能的相关要求等。

目前开展的主要工作包括:收集运营商网络需求和用例(包括业务感知的大客户专线网络、混合云服务、移动回传网络、IP骨干网提升资源利用率、超高清交互式多媒体视频点播(VOD)业务等);开展差异分析工作,

分析现有ONF解决方案在满足运营商需求方面的差距,提出扩展需求和解决方案。

总体来看,ONF已经成为传送网SDN标准化的主导组织,在OpenFlow光扩展、信息模型、传送北向接口规范等标准化上发挥了重要作用。特别是在信息模型方面,ONF联合了ITU-T、电信管理论坛(TMF)、欧洲电信标准化协会(ETSI)等组织共同制订统一规范,影响力日益扩大。预计传送网相关架构、协议、信息模型等标准将在2016—2017年完成。目前ONF面临的主要问题是其对传送网SDN和现有传送管理体系形成了替代关系,对运维模式产生了较大的冲击,SDN如何兼容现有网管系统,并向统一管控建构演进,还缺乏具体的路线和方案。此外,ONF还致力于推动标准的开源实现工作,建立了ONF SDN开源社区,推动SDN控制器、北向接口、安全等方面的开源软件工作。这些工作将对推动传送网SDN标准的产业化和应用部署起到重要的促进作用。

## 1.2 ITU-T重视体系架构规范

ITU-T开展传送网SDN研究起步稍晚,初期主要集中在对SDN概念的理解,以及对SDN与传送网、ASON、网管之间关系的讨论。2013年7月,SG15被TSAG指定研究传送SDN,具体工作由Q12、Q14联合开展。2014年3月SG15组正式立项开发光传送网SDN架构新标准G.asdtn。G.asdtn主要支持传送网的SDN控制的传送网控制平面架构,并与SG11、SG13、SG17关于SDN的相关工作互补。SDTN总体架构将采用抽象控制组件的方法来表示,将对G.8080自动交换光网络(ASON)的现有功能组件进行检查,评估它们的适用性,若有需要将增加新的组件,以支持新增功能。2014年7月,SG15又启动了一个新的建议,将SDTN与原有智能光网络(ASON)的通用控制功能抽取出来,

形成通用的控制组件规范。与此同时,SG15还负责维护传送SDN LivingList<sup>[1]</sup>。

从以上分析可以看出,ITU-T开展传送网SDN研究起步稍晚,作为一个有很长历史的国际标准化组织,考虑到网络演进和技术的继承性等方面的原因,初期主要集中在对SDN概念的理解,以及对SDN与传送网、ASON、网管之间关系的讨论,同时ITU-T一般比较注重网络架构方面的规范,而不涉及具体的协议和流程的设计。目前ITU-T已经立项了两个相关的标准,并启动了多个与SDN有关的研究点,有关研究工作与多个组织存在交叠,ITU-T较重视与有关组织的协调和一致。

### 1.3 IETF基于现有技术扩展支持SDN

IETF是互联网领域最为重要的标准组织,是传送网控制平面通用多协议标志交换协议(GMPLS)技术和协议的主要制订组织,对传送控制领域具有较强的话语权。与对数据网SDN的态度类似,IETF认为SDN对互联网架构并没有重大变化,只是需要协议层面的支持,因此国际互联网研究专门工作组(IRTF)虽成立了软件定义网络研究组(SDNRG),但并未成立专门的SDN工作组,很多SDN相关的技术工作,分散在各工作组中开展。其中,与光传送网SDN相关的工作组/讨论组主要包括路径计算单元(PCE)、传送网抽象控制(ACTN)、SDNRG<sup>[2]</sup>。

#### (1) PCE工作组

IETF的PCE工作组成立于2005年,其核心思想是通过集中式路径计算单元提供全局优化的端到端路径计算能力,解决纯分布式无法解决的多域和在线路径全局优化等问题。通过PCE协议(PCEP)与可编程计算机控制器(PCC)交互,为网元提供复杂的在线计算服务。PCE能提供丰富的在线路径计算相关的服务,包括在线业务发放、在线割接模拟、网优

评估、多层多域路径计算等。

IETF考虑基于现有的PCE扩展支持SDN功能,包括扩展PCEP支持连接建立、删除等功能,使得PCE不仅具有路径计算能力,更能向具有完整控制功能的SDN控制器发展;规范了层次化PCE以支持控制器的分层,定义基于PCE的传送网虚拟化架构和北向接口等。

#### (2) SDNRG研究组

SDNRG是IRTF的一个研究组,主要是从不同的角度研究SDN,分析哪些方法可以在近期定义、部署和使用,哪些可以应对未来的挑战,解决方案的可扩展性,抽象性和编程语言,以及范式在SDN上用途等。此外,SDNRG另一个目标是为研究人员研究软件定义网络领域的关键和有趣的问题提供论坛。

SDNRG目前主要研究内容包括:SDN模型的分离、IETF和其他标准组织之间的关系、SDN模型的可扩展性和适用性等。SDNRG将SDN网络架构划分为应用平面、网络服务抽象层(NSAL)、控制层分为控制抽象层(CAL)和管理抽象层(MAL)、设备和资源抽象层。SDNRG对于管理和控制的关系方面,认为管理作为SDN的一部分,并需要为其定义一些相关的接口。

#### (3) ACTN讨论组

SDN提出了可编程、自动化、资源共享、业务灵活等需求,需要传送网控制层向上层应用提供网络资源抽象和切片,处理应用层的网络资源请求,同时屏蔽运营商网络内部的拓扑和资源细节。ACTN讨论组主要关注通过网络抽象和虚拟化技术,为传送网SDN提供实现技术。目前的主要成果包括架构、需求文稿和用例。ACTN架构将网络控制分为客户控制层、多业务协同控制器(MDSC)和物理网络控制器(PNC)3个层次,并定义了三者之间的接口以及三者之间的通信流程。

IETF对于传送网SDN的标准化

工作起步稍晚,主要思路是基于现有技术扩展支持传送SDN,与ONF引入新的OpenFlow光层扩展协议和北向接口的思路有较大差异。目前来看,ONF在接口规范制订上获得了更多传送网厂商和运营商的支持。但是由于IETF在路由器SDN方面的标准化影响力较强,很多路由器厂家更倾向于基于PCE等IETF现有技术向SDN演进,会对传送网SDN的标准选择产生一定影响。最终标准化的走向,将取决于各种标准在开源平台上的实现和产业化推进情况,因此推动开源、互操作性测试等将是后续标准化工作的重点。

### 1.4 OIF关注网络互操作

光互连论坛(OIF)对传送网SDN的工作主要集中在两个方面:一是运营商工作组发布了对传送SDN需求规范,并启动新项目,研究用ASON诠释SDN架构的框架;二是开展光传送网SDN的互操作性演示工作。2014年下半年,OIF与ONF组织全球多个运营商、设备厂商以及科研机构,开展了基于SDN的光传送网OTN原型演示和互操作性测试。参加测试的运营商包括中国移动、中国电信、加拿大Telus、美国Verizon,设备厂商包括中兴通讯、烽火、Coriant、Ciena、Fujitsu、ADVA、Alcatel-Lucent、NEC,参加测试的研究和咨询机构包括中国的工信部电信研究院、日本的KDDI研发实验室,以及法国电信Orange。

本次测试重点演示基于OpenFlow和RESTful应用程序编程接口(API)接口的互操作性,测试的OpenFlow协议主要基于ONF OTWG制订的OpenFlow协议扩展,RESTful API主要基于OIF制订的传送网北向接口规范,并为测试的简便性做了适当简化。

## 2 中国SDTN标准化现状

2012年以来,中国积极开展了软

件定义传送网标准化研究工作。CCSA TC6在2012年底设立了软件定义光网络研究课题,并开展相关标准预研工作。2013年,CCSA TC6立项开展《软件定义光传送网(SDTN)总体技术要求》行业标准、《软件定义分组传送网(S-PTN)技术研究》和《基于SDN/NFV的接入网技术研究》。其中,《软件定义光传送网(SDTN)总体技术要求》行业标准的整体思路是结合ONF和ITU-T的相关研究成果,对各标准组织提出的技术路线和协议进行选择,并在SDTN与网管的关系、SDTN的可扩展性、性能等方面提出要求,预计将于2016年完成。2014年,CCSA TC6立项开展3项SDTN行标和2项研究课题,包括软件定义分组传送网(SPTN)总体技术要求、控制器层间接口规范、应用编程接口规范、软件定义同步网技术要求等方面内容<sup>[1]</sup>。

从上面的分析可以看出,中国在SDN方面的标准化工作开始的时间还是比较早的,传送网领域的SDN标准化工作在TC6中开展,其中既有SDTN体系架构方面的标准,也有SPTN和SDON等不同技术领域的标准化工作。同时TC6还结合中国的应用需求,率先开展了软件定义同步网的研究工作,在SPTN和软件定义同步网等方面的标准化工作有一定的前瞻性和创新性,并力图将相关的创新性成果输出到国际标准化组织

中。这些努力均取得了初步的成果。

### 3 结束语

我们认为SDTN的标准化发展呈现以ONF为主导,其他组织共同竞争的局面。ONF由于掌控OpenFlow协议的制订权,并在北向接口方面加强研究力度,基本占据了传送网SDN标准化的领导地位;ITU-T是传统的光传送网标准化组织,制订了ASON控制架构,当前主要致力于对SDN引入光传送网后的架构,与ASON和网管的关系,以及信息模型方面的研究,但不会制订具体的SDTN协议;IETF认为在保持南向接口丰富性的基础上,需要更强调北向接口的开放,目前在试图通过扩展PCEP和架构来支持SDN,在北向接口方面与ONF的工作有较大的重叠,由于IETF对SDN研究的起步较晚,目前还没有明显的影响力。

我们认为在SDTN的南向接口方面,ONF的OpenFlow与IETF的PCEP将存在路线之争,但从目前来看,OpenFlow的支持度更高一些。对于北向接口和信息模型,将成为各标准组织后续争夺的焦点。也有观点认为,过去电信网的标准化主要是横向接口(设备之间)的标准化,而未来SDN的标准化主要是纵向接口(设备到控制器,控制器到应用)的标准化。

中国应该逐步重视和加强软件定义光网络的标准化研究和推进,当

前各大国际标准组织在光网络SDN领域的研究和标准化工作尚处于初期阶段。鉴于标准在支撑自主创新和引领产业发展方面的重要作用,中国应加大光网络SDN领域标准的研究和推动力度,在国际标准中发挥引领作用。

#### 参考文献

- [1] ONF TS-022 OpenFlow光传送协议扩展1.0版本[S]
- [2] ONF TR-513通用信息模型概述[S]
- [3] ONF TR-512核心信息模型[S]

#### 作者简介



**张海懿**,现任中国信息通信研究院技术与标准研究所传送与接入研究部主任;主要从事光网络、智能控制、OTN和PTN等光传送网技术和标准研究工作;曾获国家科技进步二等奖3次;已发表技术文章数十篇。



**张国颖**,中国信息通信研究院技术与标准研究所传送与接入研究部副主任、高级工程师;主要从事光传送网络、智能控制平面、宽带领域的技术研究、标准制订、测试评估和政策研究工作;负责和参与了多项科技部、发改委和国内电信运营商的研究课题。



**徐云斌**,中国信息通信研究院技术与标准研究所传送与接入研究部高级项目经理、高级工程师;主要从事光传送网络、智能控制平面的技术研究、标准制订、测试评估工作;负责和参与多项国家“863”和运营商的研究课题。

## 综合信息

### 全球光纤市场产值稳定成长 年复合成长率约5%

随着无线通信技术的进步与网际网络的快速发展,2015年除了无线网路4G蓬勃发展之外,固网的发展速度也非常快,而固网中最大的亮点就是光纤建设。

根据研究机构数据显示:全球光纤市场产值持续稳定成长,年复合成长率约5%,在各国宽频战略启动下,亦进一步推动全球光纤市场的建设热潮。

光纤网路不但串起城市与乡村的差距,更进一步

提升了乡村的发展与生活便利,而通过乡村网路建设带动电子商务成长,也间接促进了物流等方面的发展。因此,可以得知许多国家都把光纤网路发展当成是国家战略性的基础建设的原因。网路替代了实体的道路桥梁串起了城市与乡村,降低城乡差距,更重要的是也同时延伸了中央政府的统治力量,由此可见网路发展的重要性。预计到2015年底中国新增光纤到户的覆盖数将达8千万户。(转载自《中国信息产业网》)