



基于 SDN 的 CMNet 演进

姜全泽¹, 来志远²

(1. 华信咨询设计研究院有限公司, 浙江 杭州 310014;

2. 中国移动通信集团北京有限公司, 北京 100007)

摘要:从 SDN 技术发展现状出发, 分析 CMNet 业务网络特点, 提出 CMNet 分 3 步的 SDN 演进探讨: 第一步, 关注城域范围内关键场景的应用跟踪; 第二步, 视技术成熟度, 基于感知的流量工程逐步扩大到 CMNet 骨干网; 第三步, 与经营分析系统、业务系统、三方系统等各系统联动实现适应市场业务可编排的 SDN 运营网络。

关键词:流量工程; 智能管道; SDN 演进

中图分类号: TN915.41

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2016028

CMNet evolution based on SDN

JIANG Quanze¹, LAI Zhiyuan²

1. Huaxin Consulting & Design Institute, Hangzhou 310014, China

2. China Mobile Group Beijing Co., Ltd., Beijing 100007, China

Abstract: From the current development situation of SDN technology, characteristics of CMNet were analyzed. Then the CMNet evolution was divided into three stages: firstly, focused on the application of the key scenes in metro area; secondly, gradually expanded to the CMNet backbone network depended on the technology maturity and the perception of traffic engineering; thirdly, business analysis system, business system, third-party's system and other systems were linked to achieve the market adapting and stitchable SDN.

Key words: traffic engineering, intelligent pipeline, SDN evolution

1 引言

基于 SDN (software defined networking, 软件定义网络) 的研究和应用领域当前主要集中在 Google、Facebook、腾讯等 IT 厂商, 而运营商主要在 IDC 领域进行实验, 运营商的广域网和城域网的 SDN 应用研究较少。

2013 年国务院关于“宽带中国”战略及实施方案的通知 (国发[2013]31 号) 和关于促进信息消费扩大内需的若干意见 (国发[2013]32 号) 两个文件的发布对运营商提高宽带服务有较大政策刺激。LTE (long term evolution) 牌照已发放,

各大运营商纷纷建设 4G 宽带移动网络。2015 年 3 月国务院提出互联网的“提速降费”, 进一步促进宽带网络的建设。固定宽带采用光纤入户改造宽带接入网络。在内容建设、流量经营方面, 通过建设 IDC、缓存系统、DPI (deep packet inspection) 互联网感知系统、资源调度系统, 提高用户访问速度和访问质量。未来数据流量将成倍增长, 用户带宽也将成倍增长, 运营商在宽带网络和内容运营方面不断强化。

近年来, 流量经营被提到了运营商战略高度。CMNet (中国移动互联网) 在“平台经营 (云)、网络经营 (管)、用户



2016028-2

运营商网络进行SDN场景对象、相关架构的研究。研究未来网络包括云计算、移动和下一代网络功能需求和网络架构的标准化。Y.2301提出了网络智能能力提升(network intelligence capability enhancement, NICE)的思路。ETSI网络功能虚拟化行业规范工作组(ISG)支持网络功能虚拟化,提出9种虚拟化应用场景。在行业标准服务器硬件上运行的软件中执行网络功能,这些软件可以根据需要在网络中不同位置的硬件上安装和卸载,不需要安装新的硬件设备。CCSA TC1已经在2013年初成立了未来数据网络(FDN)任务组(SWG3),重点研究基于SDN技术的未来数据网络的场景需求、架构和协议标准。目前已立项的标准研究FDN的应用场景和需求、FDN的功能体系架构、FDN的通信协议。TC3开展了NGN中的SDN技术引入的需求和架构研究,尤其是与ITU-T SG13对口制定基于智能型网络的SDN技术标准。TC6开始光网络SDN架构的研究。

(2)OTT互联网公司积极推动,已研发SDN设备应用在数据中心互联。以Google、Facebook、微软为代表,Google已经定制了SDN交换机。腾讯、阿里等积极参与SDN部署,腾讯通过租用电路进行独立路由器组网。

(3)设备供应商处于设备研发试验阶段,设备尚不成熟。Juniper利用PEC为SDN在广域网上实现闭环控制,利用BGP-TE获取网络拓扑信息。华为公司的策略是源于OpenFlow,但不限于OpenFlow,实现PCE+Smart TE的网络部署。Cisco通过Segment Routing进行灵活的流量调度,全网状TE实现流量自动均衡实现私有化的onePK协议,支持PCE、OpenFlow、ALTO等协议。

(4)电信运营商,在数据中心有结合NFV的部分应用,国内运营商在数据中心开展了SDN试点,另外在城域网BRAS虚拟化进行了实验研究。

ONF革新阵营、ITU和IETF传统演进阵营多元共存将是SDN技术长期的业态。目前在设备支持方面有待成熟。

3 CMNet业务网络部署及存在问题

中国移动网络形成了接入网、传送网、承载网、核心网、业务网和IT支撑的架构。网络承载优化、内容建设、流量经营方面相互协同,初步形成了“云、管、端”的业务逻辑,如图2所示。

(1)中国移动互联网业务

CMNet承载以下数据业务:固定互联网接入(包括面向家庭的宽带互联网接入和面向集团客户的专线互联网

接入)、WLAN接入业务(GPRS/TD/LTE用户接入)、网元的承载、移动数据中心IDC业务以及移动梦网的信息服务业务,目前主要基于中国移动数据业务管理平台、WAP网关、短信网关、多媒体消息业务中心、139邮件系统、飞信系统等提供业务。

(2)内容建设

通过建设IDC、CDN、缓存系统减少互联网跨网访问,减少网间结算,提高访问速度。

(3)互联网流量经营

中国移动在“平台经营(云)、网络经营(管)、用户经营(端)”3个层面开展,实现流量经营目标。通过DPI系统、互联网感知系统、流量流向系统建设,提高管道利用率和用户访问质量。引入标准策略控制架构(PCC)方案,采用业务、累积流量、用户签约信息、位置/接入、时间等多维管控手段,与业务营销、计费策略相关联,通过端到端QoS控制减少资源占用。

(4)网络结构

CMNet骨干网在网络层次上目前分为骨干核心层、骨干接入层两层结构。骨干核心层节点采用双/四节点设置,节点间呈不完全网状互联,实现跨省业务的有效疏通。骨干接入层负责与省内的城域网疏通。在国内、国际间互联出口部署了流控、恶意代码检测、异常流量清洗等相关管控系统。省内网由多个城域网组成,城域网按核心、汇聚、控制3层结构。城域网核心层由高速路由器组成,城域网业务控制层由BRAS/SR组成,接入层通过PTN传输网、裸光纤等传输资源与OLT互联。为保障业务安全,路由器、BRAS/SR设备通过OTN/DWDM进行链路保护。

随着LTE的部署以及OTT视频等高带宽业务应用,网络带宽将成倍增长。CMNet核心、汇聚各层的规模也相应增长。CMNet除了完成宽带业务接入、业务汇聚功能外,业务调度、流量疏导需求也日益明显,流量调度需求表现在如下几个方面。

- LTE部署,SGi接口流量的承载。
- LTE PGW集中设置,SGW至PGW的回传(或提供跨局址的异地备份、保护)。
- 互联网企业互联需求的流量,如企业互联、L2/L3VPN需求等。
- IDC之间的流量调度需求。
- CMNet骨干网节点的大带宽链路调度,当前为兆兆链路,未来大量100 Gbit/s链路的互联需求。

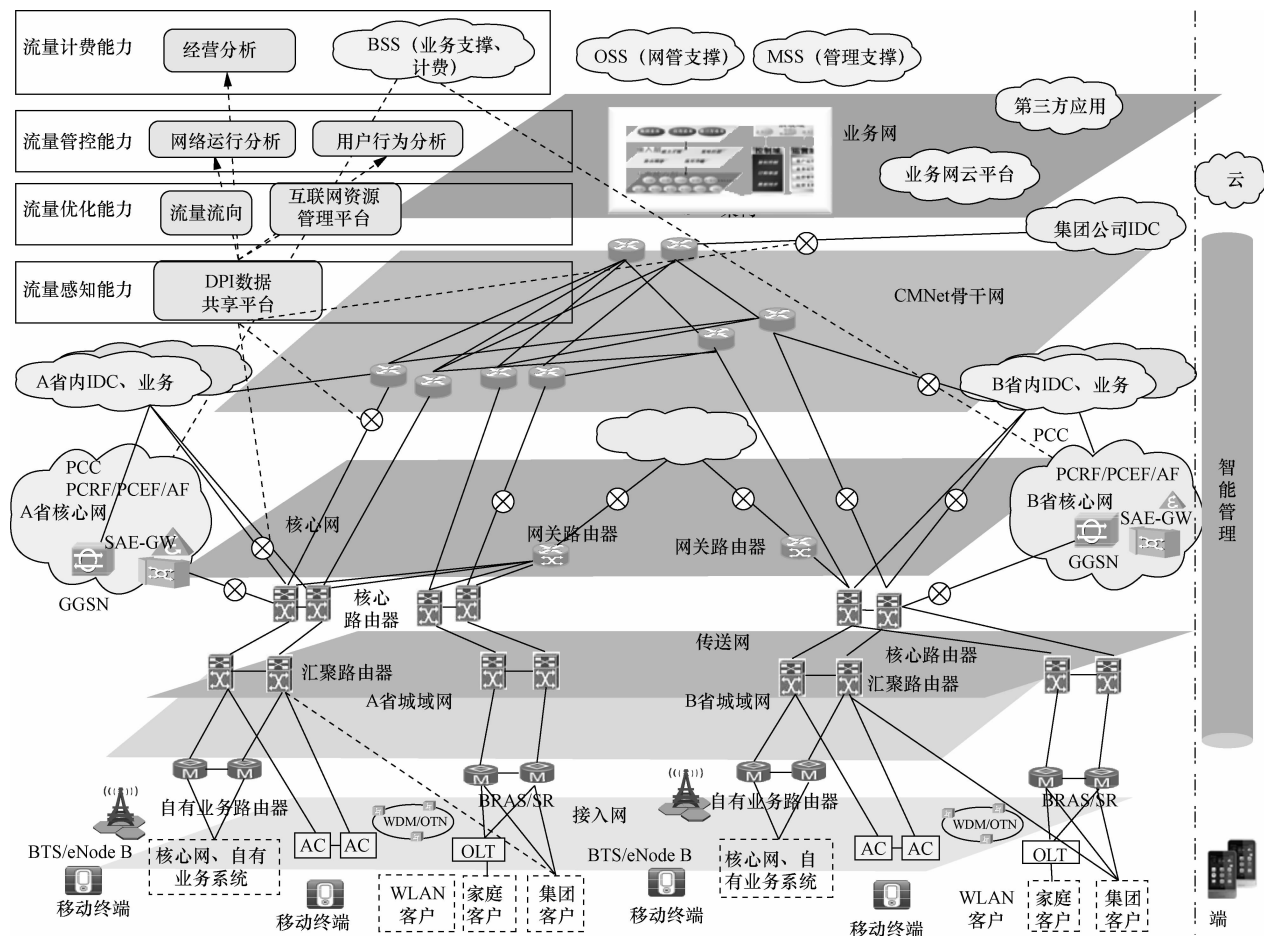


图2 CMNet业务网络现状

当前网络还存在如下问题。

(1) 缺乏有效流量调优措施,精细化运营不足

当前数据中心与骨干网之间流量,核心网 Gi/SGi 流量均缺乏有效的流量调优手段。尽管现在有经营分析系统、流量感知系统、资源调度系统这些手段来提升互联网质量,但对流量精细化调度不足,如针对用户等级、时段等进行精细化运营部署可编排性,流量灵活调度,现有网络适应业务能力弱。

(2) 网络部署周期长,网络运维成本高

骨干网上有多厂商的设备,不同设备间需协调,部署不同设备实现不同网络功能,如 BRAS、核心路由器等设备功能定位不同、部署周期长。对于每一次的网络升级调整,需要投入大量的调测、运维成本。

4 面向 SDN 的 CMNet 演进探讨

4.1 演进思路

运营商网络不同于 OTT 网络,系统多、网元构成复

杂。在流量进一步扩大时,现网络具备扩容或者新建条件,在新建过程中可采用 SDN 新技术解决网络流量精细化管理、网络部署周期长、网络运维成本高等问题。面向 SDN 技术,CMNet 演进需要一个过程。纵观技术发展,SDN 源于 OpenFlow,但不局限于 OpenFlow。面向 SDN 的网络演进,运营商将采用多种技术。全新 ONF 模式的 SDN 并不适合运营商现网演进,而智能管道结合流量工程、网络功能虚拟化更加符合运营商的演进模式。该模式更充分地利用现网资源,符合网络滚动发展。

面向流量经营战略转型,CMNet 的能力必须与之相适应。现有 CMNet 和互联网资源内容需要进一步通过创新手段来实现互联网资源的全局可视化及基础资源的优化调度。IDC 应用的典型代表(如云计算、OTT 视频业务)不断发展,CMNet 需适应业务、承载灵活、网络能力扩展性强、网络运维支出少、部署业务的速度快。网络扁平化、设备软件化、硬件标准化是技术发展趋势:网络扁平化,网络需具备从信宿到信源中继少、路由跳数少、端口占用少的

能力,目前运营商网络有不同程度的扁平化应用;设备软件化,通过软件定义网络,实现控制转发分离;硬件标准化,通过通用硬件实现不同网络功能,如边缘设备多功能,实现 NFV。现网 SDN 的演进,根据业务形态的编排将会使网络快速适应业务的快速部署,同时节约网络运维支出。

如图 3 所示,SDN 与智能管道具有天然的契合度,左图为 ONF 的标准 SDN 架构,右图为 Y.2301 提出的智能管道的架构,二者具备相同的承载与控制分离的思路,不同点在于 Y.2301 对运营商现有网络的演进关联度更高。智能管道的部署也是逐步部署演进的过程。智能管道的关键是让网络更好地服务于业务和用户体验,最终解决提升管道价值的问题。智能管道的内涵就是挖掘和补充现有网络的能力,增强网络及业务间的协同和保障,并最终实现用户可识别、业务可区分、网络可管理、流量可控制的“四可”网络。

在网络演进过程中,一关注标准化组织的技术发展并参与标准化工作;二要结合现有设备在不影响网络运营的前提下开展局部的实验,如城域网 BRAS/SR 虚拟化、IDC 流量调优精细化流量经营、结合计费策略的业务编排用户带宽升级等;三要结合业务的编排研发 SDN 控制器,让网络设备标准化推进 SDN 演进。

4.2 演进步骤

CMNet 按照智能管道结合流量工程、网络功能虚拟化 CMNet 演进思路。第一步,城域范围内关键场景的应用跟踪;第二步,视技术成熟度,基于感知的流量工程逐步扩大到 CMNet 骨干网;第三步,经营分析系统、业务系统、三方系统等各系统联动以实现 SDN。

4.2.1 关注城域范围内关键场景的应用跟踪

(1) IDC 资源池化与城域网流量优化

如图 4 所示,基于 SDN+VxLAN/GRE 实现网络 IDC 资源池虚拟化,实构建跨 DC 资源池和物理位置提供 vDC 服务。通过流量监控实现流量可视化,进一步实现根据租户等级流量控制调优。基于 SDN 控制器实现对 DC 出口,出口路由器的智能流量调度,流量调度策略灵活定义。基于网络开放 API,提供面向应用的网络级开放能力,实现网络与计算、存储资源系统协同。基于租户/业务的增值业务,通过 MPLS VPN 城域网提供单位租户或业务系统的增值业务能力。

(2) 设备虚拟化

虚拟化的最大好处主要体现在新业务上线周期的缩短以及运维效率提升带来的 OPEX 节省。在城域网中,BRAS 的虚拟化是当前比较热门的方向,主要思路是把认证、计算功能集中在城域网区域核心,城域网变成一个大的二层网络,通过光网保障业务可靠性,核心通过服务器进行集中的认证,大大简化边缘设备。目的是减少边缘设备的成本(包括家庭网关的成本)。

(3) 服务链的构建

服务链的构建源于核心网 SDN 控制,基于不同的业务类型快速实现增值服务的构建,缩短业务部署周期。

(4) IP+光传送网结合应用

IP+光网络的 SDN 应用,总体而言是基于大颗粒的流量调度,认为结合 PCE(路径计算单元)的集中路由和 OpenFlow 的集中信令将是传送网的演进方向。光传送网络软件可编程,载波数、谱宽等要素根据需求编排。集中控制进行全网协同,降低网络规划难度,提升资源利用效率,加快业务提供速度。

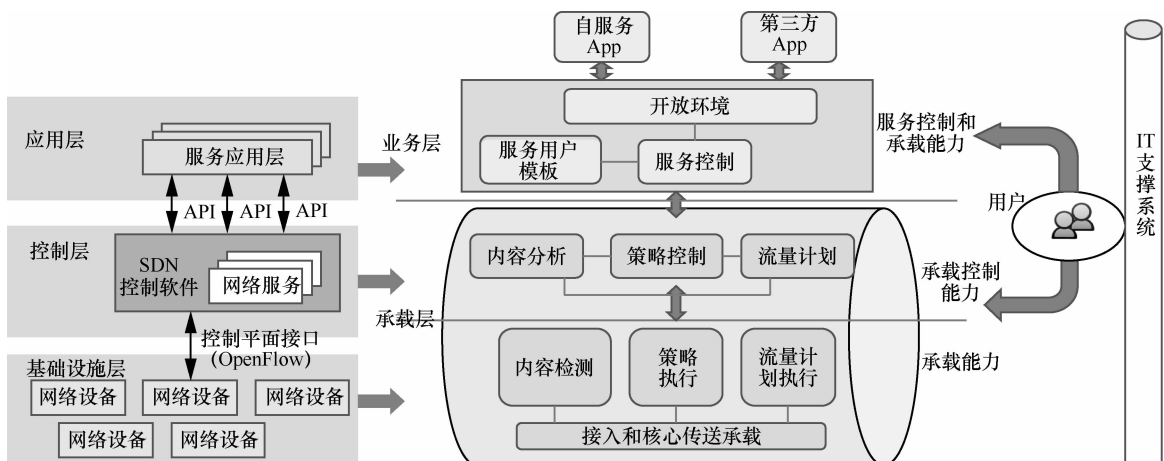


图3 SDN与智能管道的契合示意

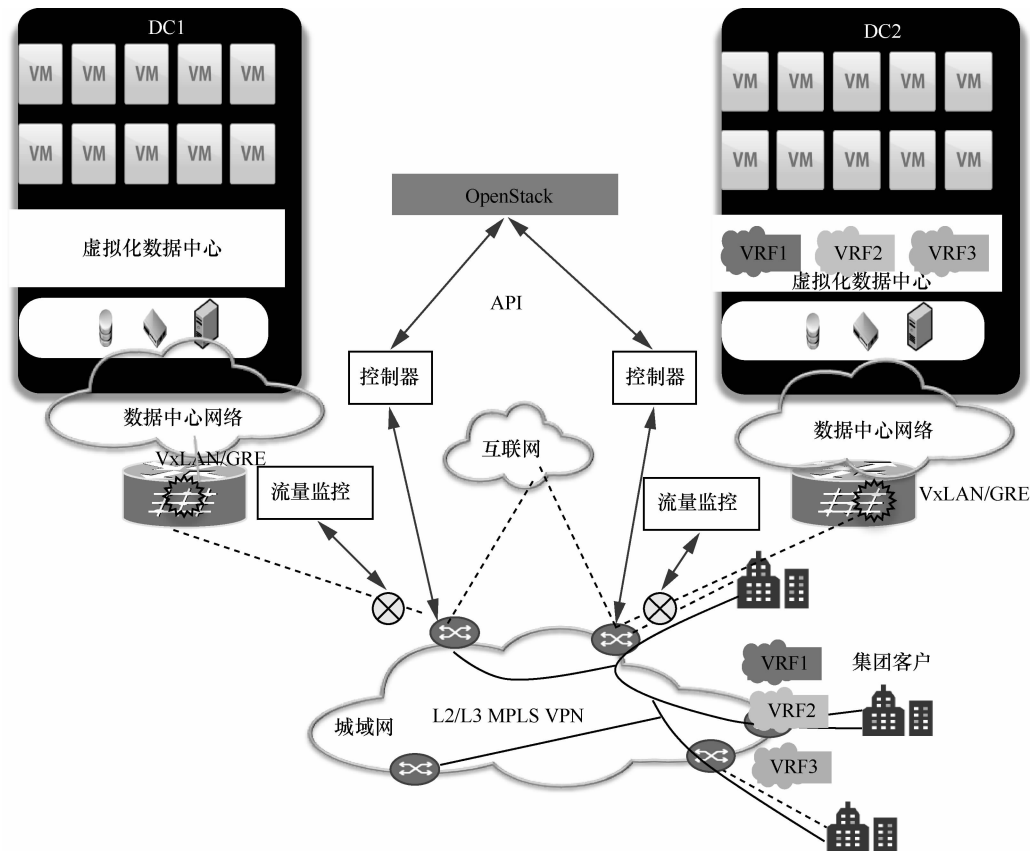


图4 IDC资源池化与城域网流量优化

4.2.2 基于感知的流量工程逐步扩大到 CMNet 骨干网

在完成城域网实验后,视技术成熟度扩大到 CMNet 骨干网,实现根据 CMNet 路由网络 MPLS VPN 与 PCEP(路径计算单元协议)流量工程。对于可编排的流量工程,分3个阶段进行流量的精细化管理:第一个阶段,RR+(路由反射器)为每个邻居独立计算路由,统一考虑全局流量规划选择路由和路径;第二个阶段,PCE+控制隧道建立和RR+一起基于多约束路径计算,基于流量、端到端的策略完成路径控制;第三个阶段,通过独立的SDN控制器实现精细化流量工程。

4.2.3 演进目标实现系统联动的SDN

如图5所示,目标是在现有网络基础上实现省级、中央两级控制器。在独立SDN控制器的基础上,更多地结合业务应用,实现业务应用、灵活编排的SDN。北向接口可采用嵌入式API REST,南向控制接口可采用NetConf/SNMP/CLI,转发控制接口可采用OpenFlow/IRS。结合现有的运营系统、第三方开放系统、业务系统区分业务、流量、用户签约信息、位置、时间等多维组合。与业务营销、计费策略相关联,通过端到端QoS控制基于应用层感知。基于用户需求和第三方应用进行组网和构建服务链。

与经营分析系统、业务系统、三方系统等各系统联动的实现网络的SDN。

5 结束语

与IT企业的革新式技术不同,CMNet向SDN的演进必然是渐进式的过程。本文提出结合现有CMNet三步走的SDN演进思路。方案中还有一些需要深入研究和细化的问题,如SDN控制器如何适应当前复杂运营环境的规则并与流量工程结合,光传送层面的OTN设备和现有路由设备如何融合等。

参考文献:

- [1] Software-defined networking: the new norm for networks[EB/OL]. (2013-04-02)[2015-12-01]. <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf>.
- [2] Software-defined networking (SDN): layers and architecture terminology [EB/OL]. (2015-01-9)[2015-12-1]. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7426.txt>.
- [3] Power up your SDN [EB/OL]. (2015-01-10)[2015-12-1]. <https://www.opendaylight.org/lithium>.

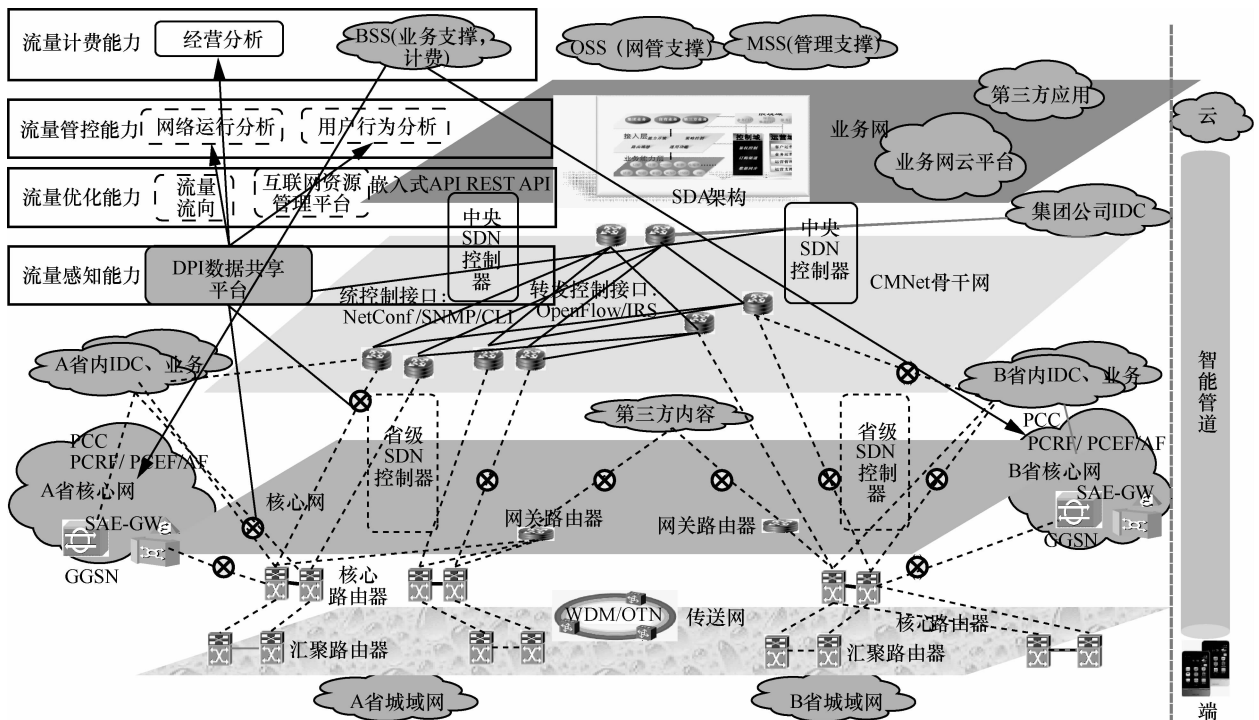


图5 系统联动的两级SDN目标架构设想

- [4] 何晓明, 冀晖. 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. Discussion of evolution of carrier IP network to SDN[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(6): 131-137.
- [5] 王茜, 赵慧玲, 解云鹏, 等. SDN在通信网络中的应用方案探讨[J]. 电信网技术, 2013, 3(3): 23-27.
WANG Q, ZHAO H L, XIE Y P, et al. Discussion on SDN applications in communications network[J]. Telecommunications Network Science, 2013, 3(3): 23-27.
- [6] 王素彬, 郭亮. ChinaNet向SDN演进的方法探索[J]. 电信科学, 2013, 29(6): 171-157.
WANG S B, GUO L. Study on IP RAN technique evolution and network construction[J]. Telecommunications Science, 2013, 29(6): 171-157.
- [7] 曹芹. SDN对运营商的价值[J]. 电信网技术, 2013(3): 10-15.
CAO Q. Value of SDN to operators [J]. Telecommunications Network Science, 2013(3): 10-15.
- [8] 胡晓娟, 张园. 基于SDN融合的虚拟化移动核心网络研究[J]. 电信科学, 2013, 29(9): 51-54.
HU X J, ZHANG Y. Research on the SDN-based and virtualized mobile control network [J]. Telecommunications Science, 2013, 29(9): 51-54.
- [9] 贾丰庸, 袁博, 黄晓莹. 宽带智能提速平台向SDN演进的探讨[J]. 电信科学, 2013, 29(6): 139-144.
JIA Y Y, YUAN B, HUANG X Y. Evolution of broadband intelligent speedup platform to SDN architecture [J]. Telecommunications Science, 2013, 29(6): 139-144.
- [10] 郭恩阳, 范云凌. 移动分组域核心网向SDN架构EPC演进的发展展望[J]. 移动通信, 2013, 14(14): 78-82.
GUO E Y, FAN Y L. Development prospect of evolution from mobile packet core network to EPC based on SDN architecture[J]. Mobile Communications, 2013, 14(14): 78-82.
- [11] 姜全泽, 来志远. 超宽带CMNet城域网优化组网策略[J]. 电信科学, 2013, 29(4): 131-140.
JIANG Q Z, LAI Z Y. Research on network optimization strategy of ultra-broadband CMNet metro network [J]. Telecommunications Science, 2013, 29(4): 131-140.

[作者简介]



姜全泽(1975-),男,华信咨询设计研究院有限公司高级工程师,主要研究方向为移动IP网络。



来志远(1976-),男,中国移动通信集团北京有限公司高级工程师,主要研究方向为移动IP网络。