

# 基于SDN的城域综合IP承载网络架构研究

## Research on Metropolitan Area Integrated IP Bearer Network Architecture Based on SDN

杨振东<sup>1</sup>,陈旭东<sup>1</sup>,冯铭能<sup>2</sup>(1. 中国联通广东分公司,广东广州 510627;2. 中讯邮电咨询设计院有限公司广东分公司,广东广州 510627)

Yang Zhendong<sup>1</sup>,Chen Xudong<sup>1</sup>,Feng Mingneng<sup>2</sup>(1. China Unicom Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China;2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.,Ltd. Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China)

### 摘要:

目前移网和固网业务采用独立的网络进行控制和承载,存在结构复杂、层级冗长、管理维护复杂等诸多问题,研究了基于SDN的城域综合承载网络的参考架构及网络转发面、控制面和管理面的技术要求,给出了演进过渡方案。研究成果有利于运营商统筹整合现有固网资源和移网资源,发挥协同效应,扩大网络覆盖范围,提高网络利用率,同时可节约网络建设和运营成本,实现固网和移网业务有效益的规模化发展。

### 关键词:

综合承载网;编排协同;SDN控制器;能力开放  
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.01.013  
文章编号:1007-3043(2020)01-0064-06  
中图分类号:TN915  
文献标识码:A  
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Abstract:

At present, mobile and fixed network services are controlled and carried by independent networks. There are many problems, such as complex structure, redundant hierarchy, complex management and maintenance. It studies the reference architecture of SDN-based metropolitan integrated bearer network and the technical requirements of network forwarding, control and management, and gives the evolutionary transition scheme. The research results are helpful for operators to integrate the existing fixed network resources and mobile network resources, exert synergistic effect, expand network coverage and improve network utilization rate. At the same time, it can save network construction and operation costs, realize the effective and large-scale development of fixed network and mobile network services.

### Keywords:

Integrated bearer network;Orchestration coordination;SDN controller;Capacity opening

引用格式:杨振东,陈旭东,冯铭能.基于SDN的城域综合IP承载网络架构研究[J].邮电设计技术,2020(1):64-69.

## 1 概述

目前移动通信和固网宽带是电信运营商最重要的两大基础业务,在电信网络IP化、宽带化和技术融合的大背景下,移动通信网络和固定宽带网络迅猛发展,除了对带宽提速这一共同的刚性需求之外,两者对网络覆盖广度和深度的要求也越来越高,而且覆盖

的范围将会越来越趋同,即同一区域既要有移动业务覆盖也要有固网业务覆盖,而建立2种接入网势必会有高昂的成本、资源的浪费、大量的人力运维等一系列问题。

在全业务运营环境下,如果能找到一种新的方案实现固移网络综合承载,将有利于运营商整合现有固网资源和移动网络资源,发挥协同效应,扩大网络覆盖范围,提高网络利用率,同时可节约网络建设和运营成本,实现固网和移动业务有效益的规模化发展。

收稿日期:2019-10-28

### 1.1 现有网络架构分析

现网移网和固网业务采用独立的网络进行控制和承载,结构复杂,效率低下(见图1)。移动业务回传采用专用网络承载,移网数据流量通过本地回传网

(UTN)、本地承载网(LCR、LAR)、骨干承载网收敛汇聚至核心网S/PGW,再通过SGi接口,由Gi路由器接入互联网。

### 1.2 现状及存在的问题

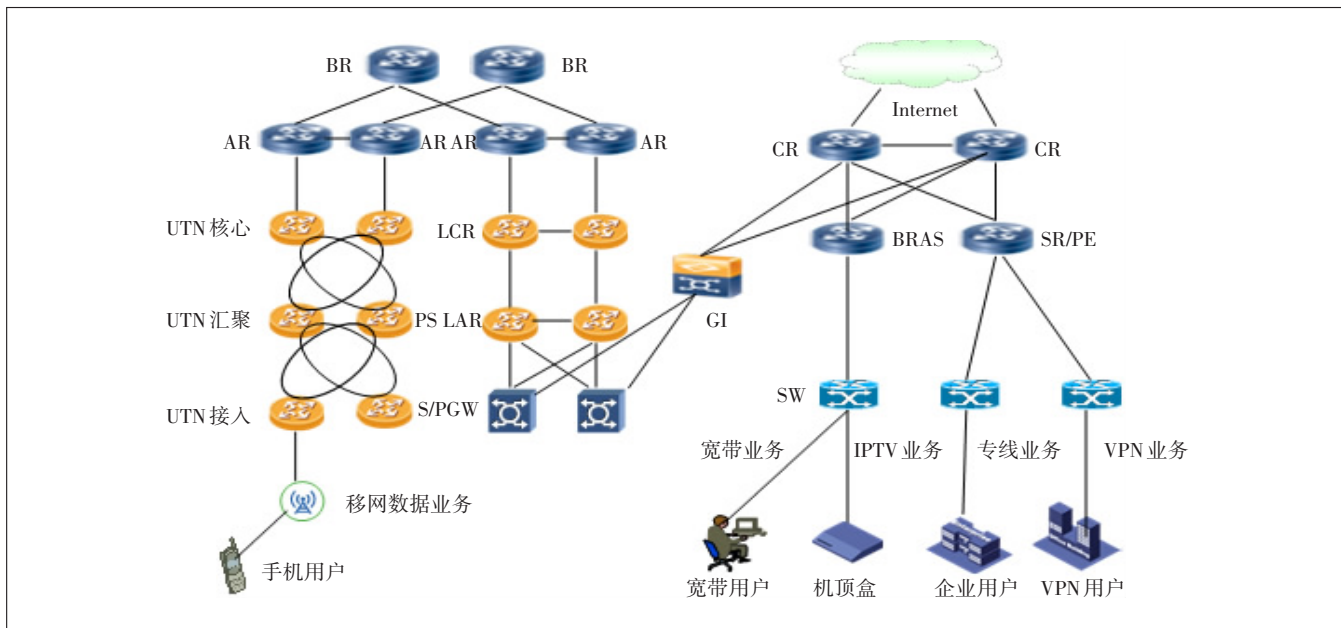


图1 现有网络架构(以广东联通为例)

随着提速降费战略的深入推进,数据宽带网络尤其是移动数据宽带网络快速增长的趋势已不可逆转。由于历史原因,现有的数据宽带网都是从承载移动语音、固话、企业小总机等各种语音为主的网络逐步演变而来的,存在制式不同、结构迥异、移固独立、层级冗长、管理维护复杂等诸多问题。面对新形势下数据业务的爆发式增长,时延敏感业务日益增多,同时面对5G业务对移动边缘计算MEC的演进需求,传统网络的各种弊端日益凸显。

## 2 城域综合IP承载网络架构介绍

基于SDN的城域综合IP承载网络架构参考体系如图2所示,包括以下几部分。

a) Web UI/服开系统/资源系统/综合网管:API北向接口,向第三方应用开放API编程接口,用于业务受理和第三方应用。

b) 城域网业务编排器:通过北向API实现与服务层次系统(Web UI、服开系统等)的通信。通过南向API实现与城域综合IP承载网控制面的通信,充当城域综合IP承载网控制面的上层,支持对城域网内资源

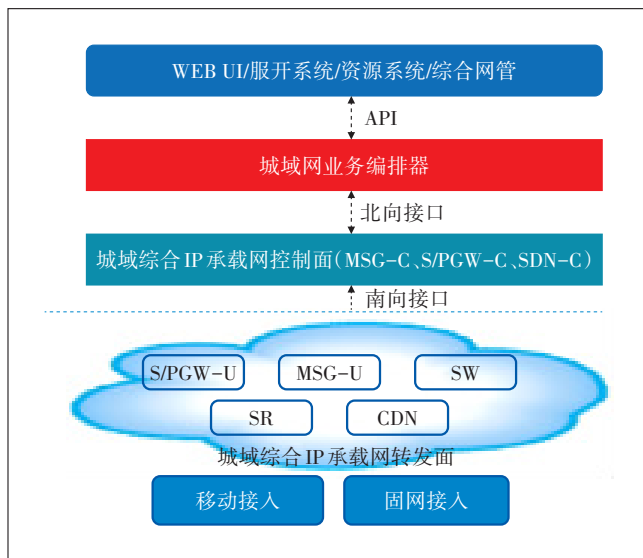


图2 基于SDN的城域综合IP承载网络参考体系

的动态实时搜集及资源的自动分配。

c) 城域综合IP承载网控制面:包括多业务汇聚网关控制面MSG-C、移网控制面设备S/PGW-C及SDN控制器等,作为城域综合IP承载网络的控制面系统,负责对承载网络的集中控制。

d) 城域综合IP承载网转发面:在基于SDN架构的转发和控制分离体系中,转发面主要完成用户数据包的转发和处理,应具有基本的路由功能,支持转发节点与控制器/网管之间控制管理通道的自动建立。

e) 城域综合IP承载网接入网:包括固网有线接入及移网无线接入。

f) CDN:主要负责视频、游戏和边缘计算等内容的存储和分发。

### 3 基于SDN的城域综合IP承载网络技术特征

综合IP承载网采用移动、固网分别接入,汇聚层采用移动固网业务共同承载,核心控制面分别控制的精简网络架构,节约了网络投资成本,并可提高网络运营效率。网络架构如图3所示。

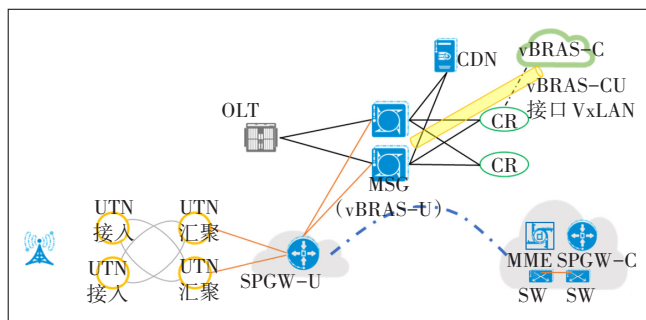


图3 IP综合承载网络架构

#### 3.1 承载网络扁平化

现有承载网的多层次网络架构已无法高效支撑业务需求,需对现有的网络架构进行扁平化改造。本标准建议采用核心网转发面下沉技术。将S/PGW的转发面下沉,移动业务通过本地IP RAN接入环、IP RAN汇聚环2个层级收敛汇聚至核心网,实现移动网数据业务承载的高度扁平化。业务流程如图4所示。

#### 3.2 CDN内容源下沉

现有CDN节点一般设置在省级核心机房,存在传输距离长、转发跳数多、热点时段丢包拥塞等问题,导致访问时延大、用户体验差。通过CDN内容源下沉,可解决上述问题。如图5所示,CDN由核心DC下沉至汇聚DC,本地汇聚层可直接提供热点内容,使用户业务就近得到服务,降低了业务访问时延,减少了汇聚层以上层次网络的扩容。

#### 3.3 控制面和转发面解耦合

传统设备研发和部署体系封闭,网元功能单一,功能扩展和性能提升受限,导致新业务创新乏力,响

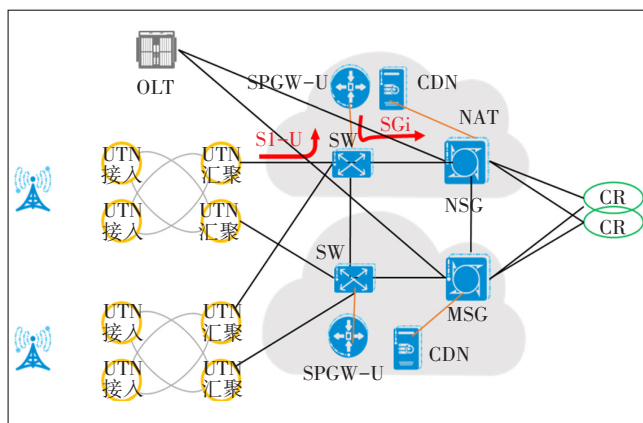


图4 数据业务流示意图

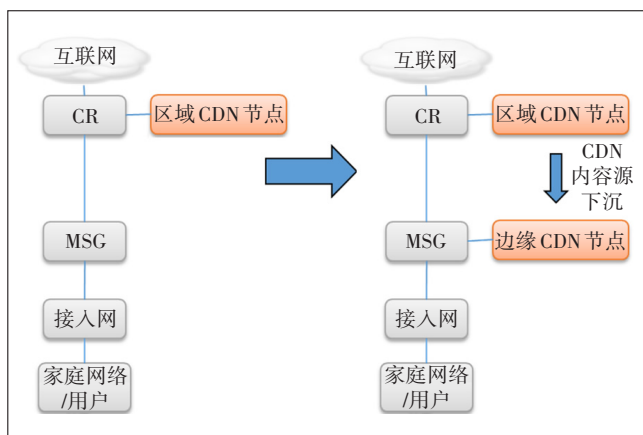


图5 CDN内容源下沉示意图

应滞后,无法满足互联网应用创新对服务的动态请求。SDN、NFV与边缘控制设备的融合,是下一代智能边缘发展方向,可解决当前遇到的难题,满足业务需求(见图6)。

#### 3.4 基于SDN的城域综合IP承载网络架构

基于SDN技术实现固移多业务汇聚接入的网络架构对移动回传网、固网城域网进行了整合重构,实现了移网、固网各类业务从汇聚层开始由多业务汇聚网关MSG统一承载;实现了多业务汇聚网关MSG、移网数据业务服务网关S/PGW转控分离,MSG-C、S/PGW-C核心层集中控制,MSG-U、S/PGW-U汇聚层分布式转发;将内容源通过CDN技术下沉到汇聚层。移动数据业务回传的层级从7~10跳压缩到4跳,消费者访问CDN热点内容源的转接层级由10~12级减少到4级。从而构建出一个具备高性能、低时延、高带宽的基于SDN的新一代移固融合的城域网架构,让消费者享有更优质、更丰富的数据宽带网络体验。网络架构如图7所示。

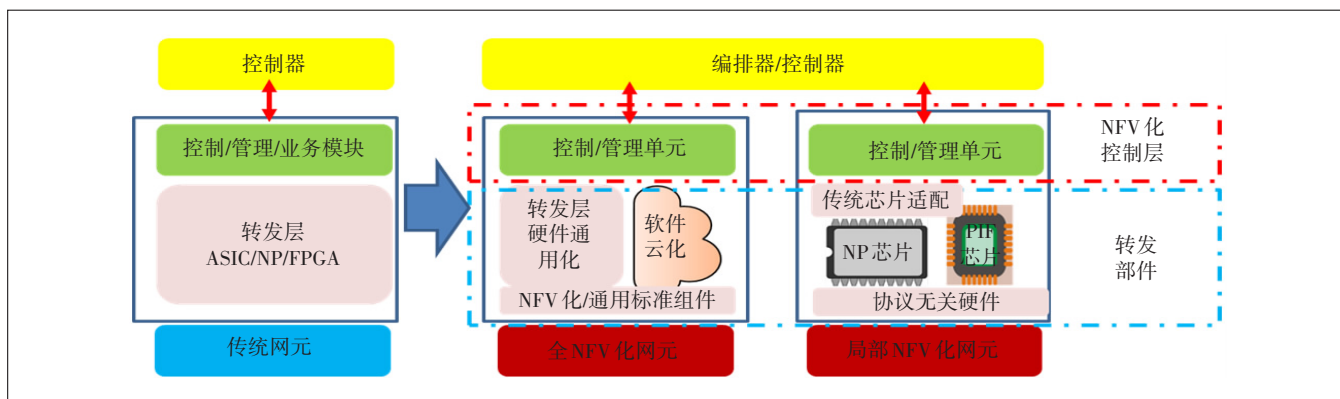


图6 转发与控制分离示意云计算/存储资源的协同

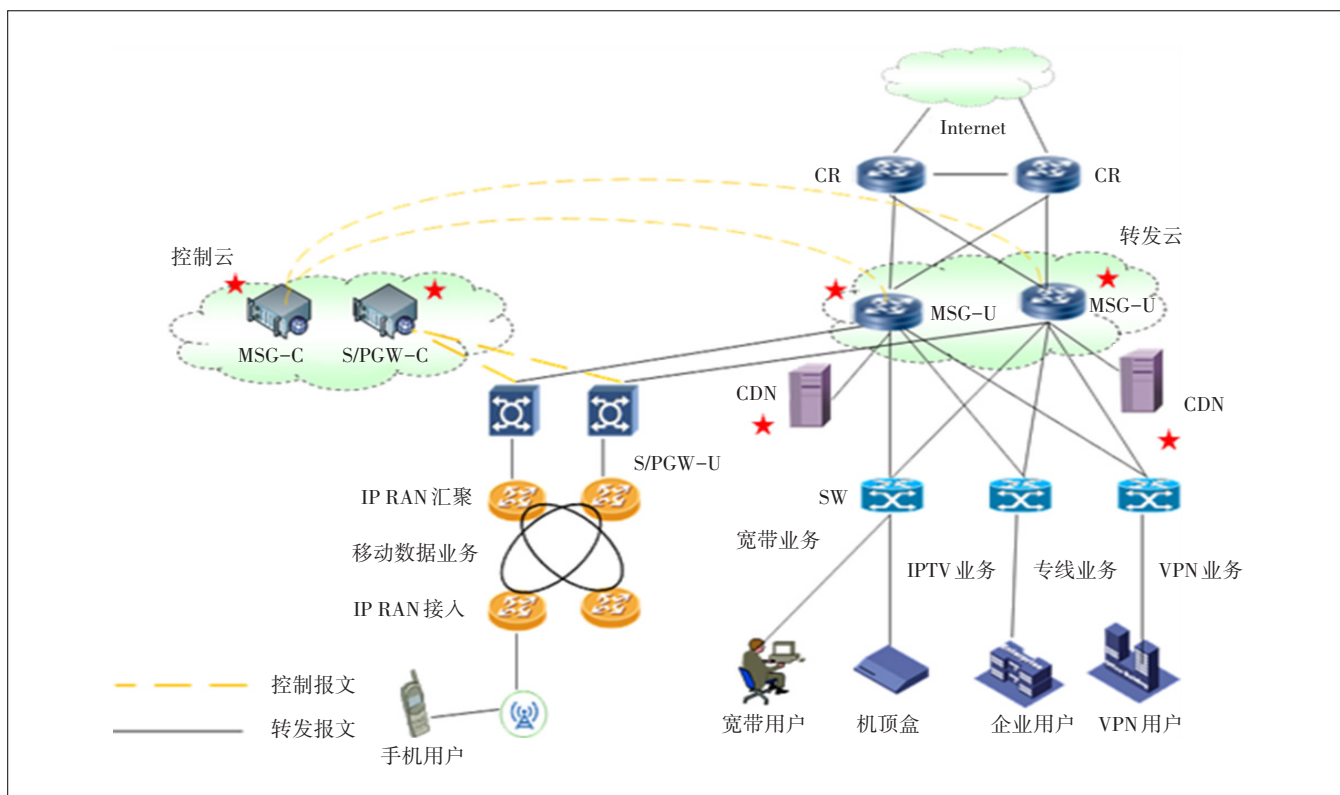


图7 基于SDN的城域综合IP承载网络架构图

## 4 基于SDN的城域综合IP承载网的技术要求

### 4.1 编排器技术要求

#### 4.1.1 编排器技术概述

业务编排器架构如图8所示,业务编排器用于城域网范围内的业务编排和网络协同,具体描述如下。

业务编排:实现城域业务灵活编排,对城域网各种网络资源以及网络能力进行抽象处理和封装,并通过灵活的业务组合,为业务开发提供标准API接口,开放网络能力,支持定制化开发。

网络协同:基于业务、网络的变化自动调优网络,实现预定的业务和网络策略,保障各网元协同工作,屏蔽底层设备差异,提供自动化、智能化运维手段。

根据网络发展进程及业务需求的不同,对编排器的部署可以逐步推进完成。

#### 4.1.2 编排器近期部署

业务统一配置下发:传统的网络管理采用CLI命令行的方式进行业务配置下发,存在设备类型多、命令数量多、配置复杂等一系列问题。通过编排器调用控制器完成业务统一配置下发,实现各厂家设备的业



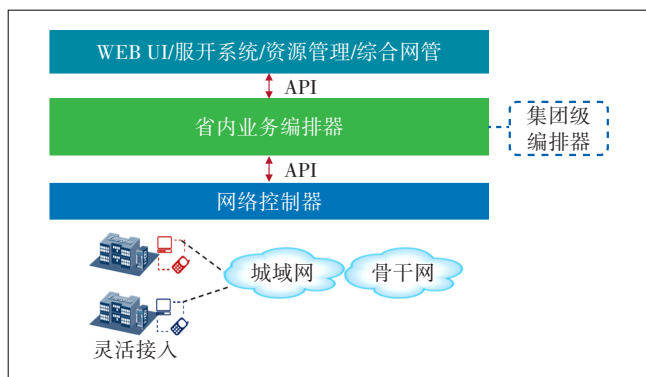


图8 业务编排器架构图

务管理和数据配置,屏蔽异构厂商细节。

**固移 QoS 业务统一部署:**移动宽带网 VoLTE、游戏加速等高 QoS 级别业务对关键业务流可靠性要求较高,需要在综合 IP 承载网关 MSG 及路由器上进行 QoS 配置,对固网及移网进行不同优先级标记,保障移网业务高优先级,对移动网业务进行端到端质量保障。

#### 4.1.3 编排器远期部署

**流量调优:**传统城域网存在网络不够透明,可视化不够,存在管理困难、问题定界难等问题,需通过编排器与 SDN 网络协同,根据全网的拓扑、带宽、流量、链路质量等信息,分析计算最优业务路径,实现网络流量智能管理,避免局部拥塞,提高网络质量和网络利用率。

**业务产品开发:**传统的业务模式已经不能快速响应用户的定制化需求,需对网络资源、功能以及服务进行重构编排,将基础网络能力进行抽象,基于网络能力编排协同,进行新产品开发,面向业务部门、客户输出灵活、个性化的业务产品。

## 4.2 API 接口技术要求

### 4.2.1 API 接口概述

城域网编排器对外接口主要包含南向接口和北向接口,如图9所示,南向可通过灵活的 REST API 接口协议和控制器互通;北向面向用户提供定制化的 API 接口,满足用户差异化的业务需求。

### 4.2.2 编排器北向接口

**与综合网管系统的接口:**获取网络拓扑、网络节点和链路状态、业务流量信息,实现网络资源、业务资源信息的收集、呈现。

**与服开系统的接口:**接收业务开通、变更、删除等指令。

**与 Web UI 的接口:**提供 API 开放、自服务界面,实

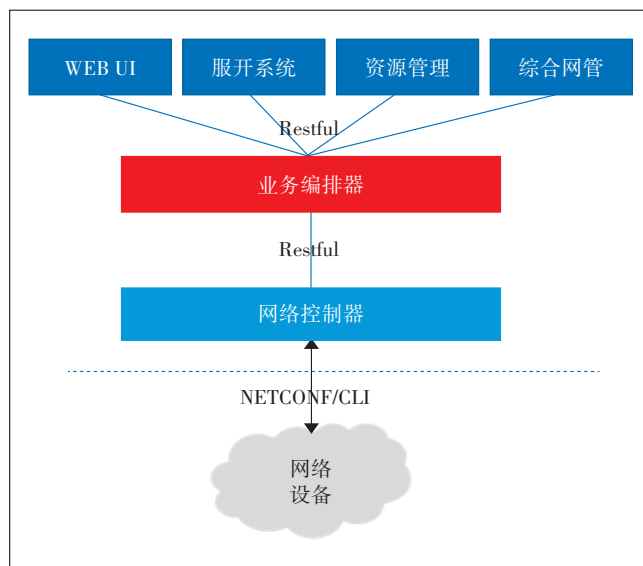


图9 编排器南向接口及北向接口图

现网络资源查看、业务运行状态监控、性能监控、自服务等功能。

**与资源管理系统的接口:**申请、释放业务开通所需的网络资源数据。

通过北向接口业务编排器能以软件编程的形式,让上层应用调用各种网络资源,把控整个网络的资源状态,并对资源进行统一调度。

### 4.2.3 编排器南向接口

编排器 REST API 接口可灵活适配异厂家控制器,调用控制器配置的 YANG 模型,实现和跨厂家、跨域、跨本地网控制器的对接。

## 4.3 控制面技术要求

### 4.3.1 拓扑管理

拓扑管理能实现拓扑的自动发现、视图的灵活定制、设备面板的直观展现及告警的有效关联,同时能够直观反映故障位置,真实反映网络的实际运行情况。

### 4.3.2 配置管理

配置管理主要包括统一管理、批量设置、业务查询以及对外接口等能力;可以对交换机、路由器、防火墙等网络设备的配置进行统一管理;支持批量配置海量设备,自动备份配置文件,实时跟踪配置变更,快速恢复正确配置;支持包括 IP 地址、VPN、VLAN、AS、码号资源的资源查询和管理功能,并实现资源管理系统的对接。

### 4.3.3 控制器南向接口

SDN控制器南向接口位于控制器与网络设备之间,可实现包括链路发现、拓扑管理、策略制定、表项下发等功能。控制器南向接口采用OpenFlow协议或者NETCONF协议来实现。

#### 4.3.4 控制器北向接口

SDN控制器北向接口位于控制器与编排器之间,用于向城域网编排器上报业务部署、业务监控、性能搜集、故障定位等信息。控制器北向接口采用NETCONF及RESTFUL等协议实现。

## 5 演进过渡方案

### 5.1 与传统网络兼容

随着SDN的持续发展,传统网络将与SDN长期共存,而全网部署SDN需要更换大量路由器设备,投资大,周期长,故考虑SDN与传统网络进行兼容,实现平滑过渡。

### 5.2 长期演进

在演进过程中主要采用以下技术:

a) 核心网转控分离:核心网采用NFV虚拟化架构,用户面和控制面分离,控制面网关集中统一配置接口,用户面网关分布式灵活部署。

b) BRAS转控分离:通过将BRAS/综合承载网关的转发层和业务控制层分离,实现宽带用户业务的统一管理,充分利用传统NP设备的转发能力。

c) 控制面通道EVPN/SR承载:引入EVPN/SR技术对现有MPLS技术进行简化,同时复用MPLS已有的转发机制,保证与MPLS网络的兼容性,帮助现有MPLS网络向SDN的平滑演进。

### 5.3 网络演进路线

初期部署:由于该方案涉及面较广,为保证网络的稳定性,建议初期在现网进行试点,结合网络的实际情况,选取1~2个点进行安装调试,统筹推进试验网建设。

规模部署:结合实际情况,有序扩展试点规模,这样既满足当前业务需求,也为移网、固网业务未来的发展奠定了基础。

全网推广:待系统各个方面均成熟稳定后,着力全网推广,加大演进的广度和深度,打造一张高效、可靠、大带宽、低时延的固移融合的综合城域网络。

## 6 结束语

本文通过对现网的网络承载现状进行分析,结合

广东联通网络现状,研究基于SDN的城域综合承载网络参考架构及网络转发面、控制面和管理面等技术要求,该研究成果应用在城域网中,既很好地满足了当前业务需求,也为移网、固网业务未来的发展奠定了基础,对丰富业务功能、优化网络架构、提高网络效率、增强网络管控能力、提升安全防护能力都有十分重要的意义。

### 参考文献:

- [1] 朱鹏,白海龙,张超,等.基于SDN/NFV的新型运维体系架构研究[J].邮电设计技术,2017,(1).
- [2] 邵广禄.SDN/NFV重构未来网络 电信运营商愿景与实践[M].北京:北京邮电大学,2016.
- [3] 杨泽卫,李呈.重构网络:SDN架构与实现[M].北京:北京邮电大学,2017.
- [4] 李素游,寿国础.网络功能虚拟化 NFV 架构 开发 测试及应用[M].北京:北京邮电大学,2017.
- [5] 邵宏,房磊,张云帆.云计算在电信运营商中的应用[M].北京:北京邮电大学,2015.
- [6] 李彤,马季春.云化背景下运营商数据网演进思路探讨[J].邮电设计技术,2017,(1).
- [7] 华一强,路康.基于SDN的DCI业务的应用场景和业务流程探讨[J].邮电设计技术,2016(11):66-71.
- [8] 赫显,郭爱鹏,郑毅,等.基于SDN/NFV的新型IP城域网架构及演进[J].邮电设计技术,2016(11).
- [9] 毛东峰,张强,贾曼,等.面向SDN/NFV的新一代运营系统综述[J].电信技术,2017(3).
- [10] 王家成.浅谈基于多业务承载IP城域网网络架构演进[J].信息通信,2015(11):228-229.
- [11] 杨晓锐.陕西联通IP城域网优化方案的研究[D].西安:西安电子科技大学,2010.
- [12] 张志亮,张琳.基于SDN/NFV技术的IP城域网网络重构研究[J].数字通信世界,2018,(4):66,85.
- [13] 钱春巍,陈建业.IP城域网业务开展及技术[J].现代电信科技,2006(7):8-12.
- [14] 姜远凯,官再燕,曲凡波,等.NFV技术在城域网中应用的研究[J].信息与电脑(理论版),2017(11):194-196.
- [15] 丁志刚,肖子玉.面向SDN架构的IMS演进及组网技术[C]//中国通信学会信息通信网络技术委员会2015年年会论文集.2015.
- [16] 孙少陵.云计算变革下电信运营商的机遇及中国移动云计算探索[J].移动通信,2010,34(11):44-46.

### 作者简介:

杨振东,毕业于华南理工大学,工程师,硕士,主要从事数据网络、移动网络相关的新技术研发工作;陈旭东,毕业于华中科技大学,教授级工程师,硕士,主要从事数据网络、移动网络相关的新技术研发工作;冯铭能,毕业于中山大学,高级工程师,博士,主要从事数据网络的相关咨询设计工作。