

# 面向5G通信云的网络自动化编排及解耦部署研究

## Research on Network Automatic Orchestration and Decoupled Deployment for 5G Communication Cloud

张世华<sup>1</sup>, 胡 祎<sup>1</sup>, 张 奎<sup>1</sup>, 赵以爽<sup>1</sup>, 文湘江<sup>2</sup>(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司, 河南 郑州 450007; 2. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033)

Zhang Shihua<sup>1</sup>, Hu Yi<sup>1</sup>, Zhang Kui<sup>1</sup>, Zhao Yishuang<sup>1</sup>, Wen Xiangjiang<sup>2</sup>(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China; 2. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

### 摘 要:

作为承载网络云化、业务平台以及新一代5G网络部署的基础设施,通信云助力电信运营商网络升级转型。但由于通信业务的特殊性,通信云资源池的网络自动化编排仍是当前建设的难点。分析了通信云中各类业务网元的特征,并对通信云部署SDN以及云平台与SDN控制器对接方案进行了阐述,最后还提出了异构对接的分工建议。

### 关键词:

云网协同;通信云;数据中心组网;SDN;5G核心网

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.09.010

文章编号: 1007-3043(2021)09-0046-05

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:

As the infrastructure of network cloud, business platform and the new generation of 5G network deployment, communication cloud supports the upgrade and transformation of telecom operators network. However, due to the particularity of communication services, the network automatic orchestration of communication cloud is still the difficulty of current construction. It analyzes the characteristics of various service network elements in the communication cloud, and expounds the deployment of SDN in communication cloud and the docking scheme between cloud platform and SDN controller. Finally, the division of labor suggestions for heterogeneous docking is also put forward.

### Keywords:

Cloud network collaboration; Communication cloud; Data center network; Network architecture; SDN; 5G core network

引用格式: 张世华, 胡祎, 张奎, 等. 面向5G通信云的网络自动化编排及解耦部署研究[J]. 邮电设计技术, 2021(9): 46-50.

## 1 概述

随着互联网+、中国制造2025、智慧城市等概念的提出,智能终端以及云服务的普及和应用,促使网络的规模和流量快速激增,这也使传统的数据通信网络面临众多新的挑战。通信云作为电信运营商主流的解决方案,能够解决传统专用硬件设备成本高、灵活性差、开发周期长等问题,满足5G网络、大数据、物联网/车联网等新兴业务的需求。以5G核心网业务为代表,运营商正在大规模部署通信云资源池,稳步推进

网络云化改造。

通信云网络通常采用数据中心经典的Spine/Leaf架构,完成DC内流量快速、无阻塞转发。若通信云网络使用传统的VLAN方案存在着明显的缺点:VLAN数量有限,难以满足大规模组网;容易造成广播风暴,通过STP/RSTP协议破坏导致链路利用率低,故障恢复时间长;未能实现网络和业务解耦,主要通过手工配置,无法满足业务快速开通。SDN作为一项颠覆传统网络架构的新技术,是未来网络演进的重要方向,有效推动网络和基础设施新一轮的变革。通过SDN可以有效提升通信云网络的自动化、智能化编排能力,实现云网协同的目标。

收稿日期: 2021-07-05

但是由于通信云承载各种网络云化、创新平台业务,通信云的云平台(Hypervisor 虚拟化层+虚拟化集群管理组件)通常是由主流电信设备提供商基于ETSI NFV 标准进行定制化开发,无法与SDN控制器自动适配,再考虑到通信业务的可靠性要求高,网络协议配置复杂,也增加了云平台 and SDN 控制器对接的难度。本文从通信云业务特征分析入手,探讨云平台 and SDN 控制器的对接方案。

## 2 通信云业务特征分析

随着技术标准演进,服务化(SBA)、软件化成为通信系统的发展趋势,通信网元也从虚拟化向云化发展。基于目前运营商的部署测试情况,5GC、VoLTE 短信网关、视频彩铃等业务网元已通过虚拟化测试验证,满足商用部署条件。根据网元云化成熟度,现阶段适合云化部署的业务包括管理平台、创新业务平台以及控制类网元。基于不同的业务特征、网络需求通信网元可分为主机型VNF和路由型VNF。

### 2.1 主机型 VNF 流量模型

主机型 VNF 直接使用 VM 网卡(vNIC)的 IP 和 MAC 地址对外通信,VNF 没有业务地址,不对外部网络建立路由邻居、BFD 协议,发布路由等。由于采用分布式网关,VNF 将 Leaf 设置为默认网关,Leaf 根据 VNF 报文目的地址查找 EVPN 的 MAC/IP 路由表,将报文封装进 VxLAN 隧道发往对端 DCGW/Leaf,DCGW/Leaf 终结 VxLAN,同样根据 MAC/IP 路由表,将报文转发到外部网络/内部其他 VNF。若 VNF 采用主备保护,主备 VNF 所在的 VM 需绑定相同的浮动 IP 地址。主机型 VNF 的网络接口与通信模型如图 1 所示。

### 2.2 路由型 VNF 流量模型

对于路由型网元,除了 VM 配置的 vNIC IP 外,VNF 本身有业务 IP 和 Loopback 地址。路由型 VNF 将按需对外建立路由邻居(主要是与 DCGW 建立 BGP 邻居),通过 BFD 进行主备路由倒换,提高收敛性能,因此路由型 VNF 将产生大量的业务路由。路由型 VNF 业务地址配置在 Loopback 上,接口板 VM 采用 N+1 方式分担流量,VNF 通过动态路由对外通信。路由型 VNF 的网络接口与通信模型如图 2 所示。

## 3 通信云网络 SDN 部署方案

通信云网络可以分为 Underlay 网络、Overlay 网络和业务层网络。Underlay 网络就是数据中心的内部物

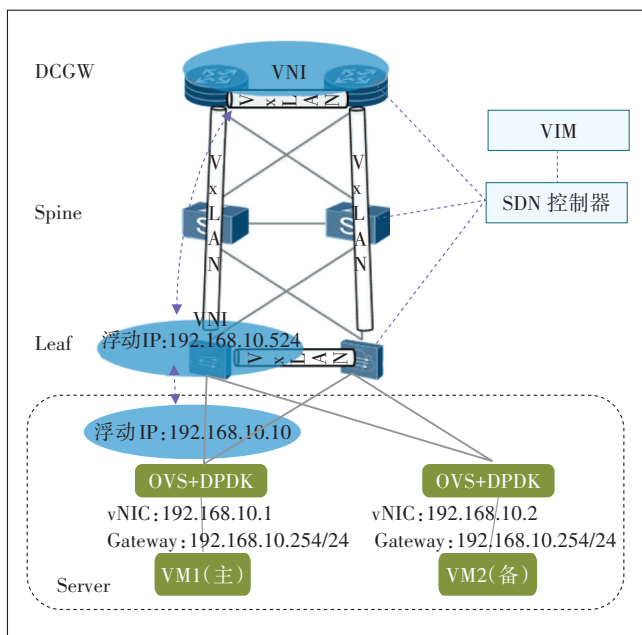


图 1 主机型 VNF 的网络接口与通信模型

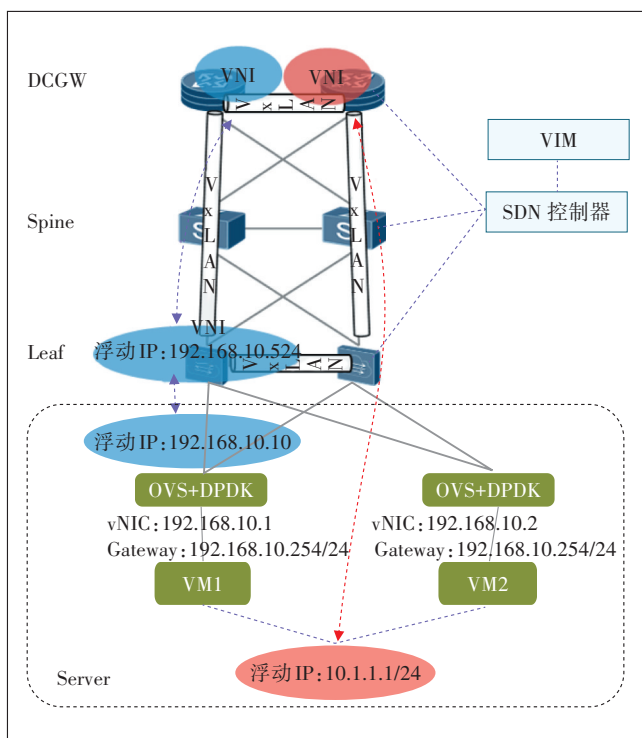


图 2 路由型 VNF 的网络接口与通信模型

理网络,负责底层网络互联互通和报文的高速转发。Overlay 网络是由 SDN 控制器根据 VIM 传递的网络需求构建的虚拟网络,承载在 Underlay 网络之上。Overlay 网络通过 VTEP 和 VxLAN 网关之间建立 VxLAN 隧道,来实现网络端到端打通,支持多租户、大二层以及

按需配置和自动化部署。业务层网络是由路由型 VNF 和 DCGW 建立动态路由邻居, 进行收发路由而形成的, 由于主机型 VNF 无需与外部网络建立路由邻居, 因此业务层网络对其不可见。通信云网络架构解决方案如图3所示。

通信云 Underlay 网络采用 Spine-Leaf 架构提供无阻塞网络, 通过 IGP 协议打通物理层网络。DCGW 建议采用高端路由器, 对于主机型 VNF, DCGW 配置为 VRRP, 提供虚拟 IP 地址; 对于路由型 VNF, DCGW 独立部署, 分别与 VNF 建立 BGP 邻居。Spine 建议采用

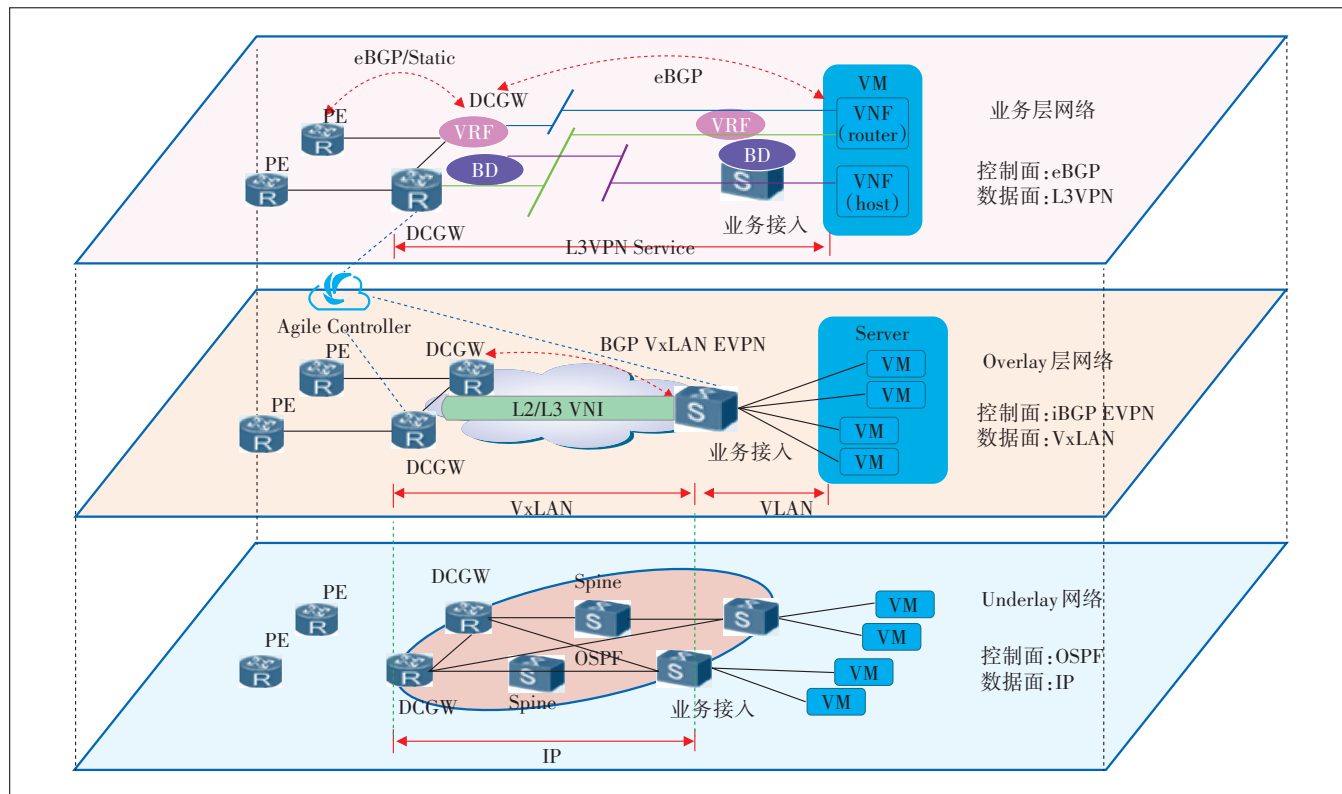


图3 通信云网络架构解决方案

高性能交换机, 成对独立部署, 对上对下的接口配置 IGP 协议进行三层报文转发, 并作为 BGP 路由反射器, 负责转发 DCGW 与 Leaf 间的 BGP 路由信息; Leaf 建议采用高端口密度的盒式交换机(典型 TOR 设备端口为 48×10GE+6×100GE/40GE), 成对配置为一组 VTEP group, 上行接口配置 IGP 协议与 Spine 互通, 下行与服务侧的接口采用 MC-LAG 提高链路可靠性。

Overlay 网络中根据 VxLAN 网关(VTEP)选择设备不同以及控制面协议不同, 可以分为硬件 Overlay 方案和混合 Overlay 方案。

a) 硬件 Overlay 组网方案。选用硬件 Leaf 交换机作为 VTEP, DCGW 作为资源池的唯一出口, 配置为 VxLAN 网关, 在 Leaf 和 DCGW 之间、Leaf 和 Leaf 之间建立 VxLAN 隧道。硬件 Overlay 网络方案采用 EVPN 为控制面协议, SDN 控制器通过 Netconf 协议在相应交

换机设备上配置。

b) 混合 Overlay 组网方案。选择硬件 Leaf 交换机或者 vSwitch 作为 VTEP。对于普通 VM 采用 vSwitch 作为 VTEP, 对于裸金属服务器或其他特殊诉求的 VM (如 SRIOV 虚拟机) 采用硬件 Leaf 交换机作为 VTEP。DCGW 配置为 VxLAN 网关, 在 Leaf/vSwitch 和 DCGW 之间、Leaf/vSwitch 和 Leaf/vSwitch 之间建立 VxLAN 隧道。对于 vSwitch 做 VTEP, SDN 控制器通过 OVSDB 和 OpenFlow 协议对 vSwitch 进行配置下发和转发控制; 对于硬件交换机做 VTEP, 控制面基于 NetConf, 控制器通过 Netconf 配置 Leaf 和 DCGW。

业务层网络是为路由型 VNF 配置的, VNF 使用 BGP 协议与 DCGW 建立路由邻居, 进行收发路由, DCGW 通过 VRF 将不同业务平面的路由进行隔离, 并通过 eBGP/静态路由与外部网络互联。

#### 4 通信云平台与SDN控制器对接方案

通信云中存在大量虚拟子网和业务路由,采用传统VLAN方案部署时,内部网络需要手工配置,网络无法敏捷调整以适应新业务的部署需求。在通信云资源池引入SDN控制器,是通过云平台VIM北向REST接口向SDN控制器下发配置需求,由SDN控制器负责网络自动化编排。相较传统VLAN方案,主要变化如表1所示。

a) 逻辑网络配置。通信云平台通过Neutron集成扩展插件SDN Driver向SDN控制器发送创建逻辑网络虚拟网络资源请求,云平台创建的逻辑网络为VLAN

表1 传统VLAN与SDN方案的差异分析

配置信息	传统VLAN方案	SDN方案
逻辑网络配置	VLAN配置	VLAN/VxLAN层次化绑定配置
VLAN trunk配置	采用QinQ vlan透传	采用VLAN trunk
BGP邻居	无(手动DCGW上配置)	VIM增加BGP配置接口
虚拟路由配置	无(手动DCGW上配置)	VIM支持vRouter配置接口以及静态路由接口
BFD配置	无(手动DCGW上配置)	VIM增加BFD配置接口
流镜像端口配置	无	VIM增加TAPaaS配置接口

类型,SDN控制器为逻辑网络分配VxLAN资源,根据分层网络拓扑进行层次化绑定。具体流程见图4。

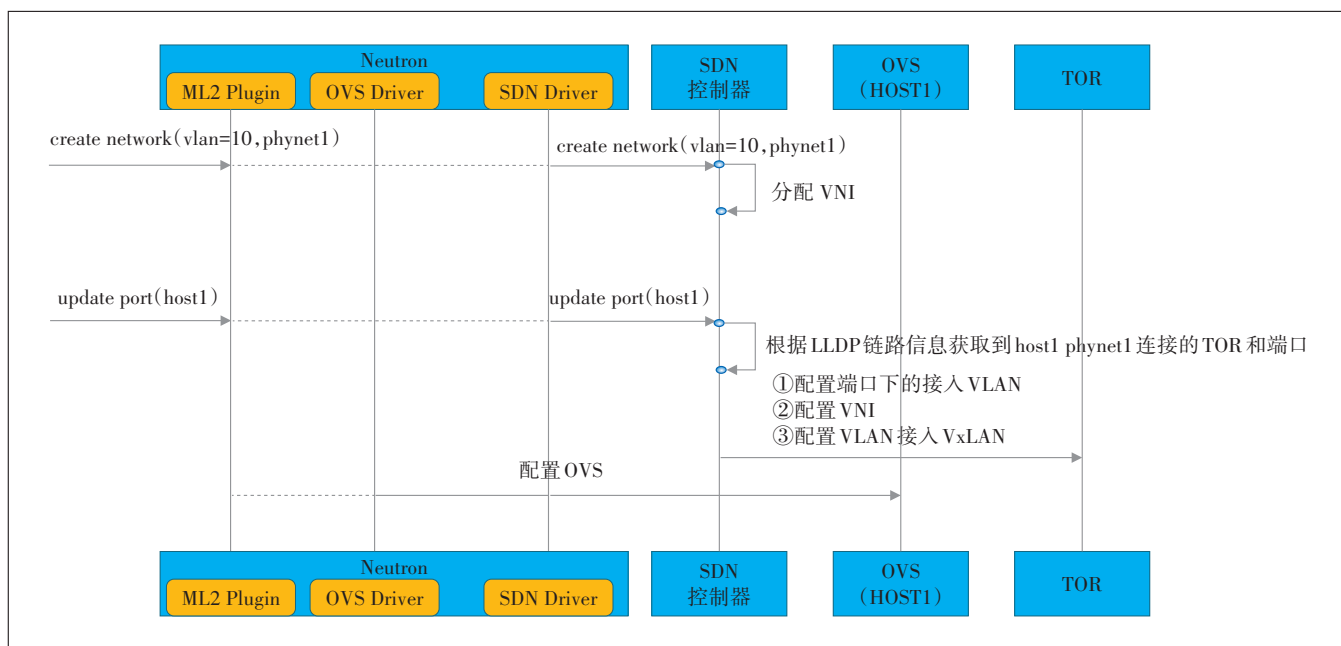


图4 逻辑网络配置流程图

b) BGP邻居配置。通信云平台通过Neutron集成扩展插件SDN Plugin向SDN控制器发送创建BGP邻居的请求,控制器获取DCGW设备信息,并将请求转化为具体命令行配置到DCGW上。通信云平台和SDN控制器应支持VNF和DCGW之间BGP邻居的增/删/查/改功能,实现路由型VNF通过BGP收发业务路由。具体流程如图5所示。

c) VPC互通配置。VPC互通用于设置2个vRouter的指定CIDR(无类别域间路由)进行互通。通信云平台通过Neutron集成扩展插件SDN Plugin,向SDN控制器发送vpc\_connection请求,控制器将请求转化为具体命令行配置到DCGW上,完成不同VPC间的网络互

通。具体流程如图6所示。

通信云平台与SDN控制器支持异构方式进行解耦化部署,异构方式对接时相关组件分工建议如表2所示。

#### 5 结束语

目前通信云已在国内运营商大规模部署,支撑5GC、VoLTE短信网关等业务的顺利开通。通信网络向云化演进过程中,网络自动化编排是不可或缺的一部分,只有实现云网协同,才能真正实现端到端的业务和资源统一编排,形成敏捷、弹性的智能化网络,为智慧城市、智能制造提供无处不在的云网业务,以此

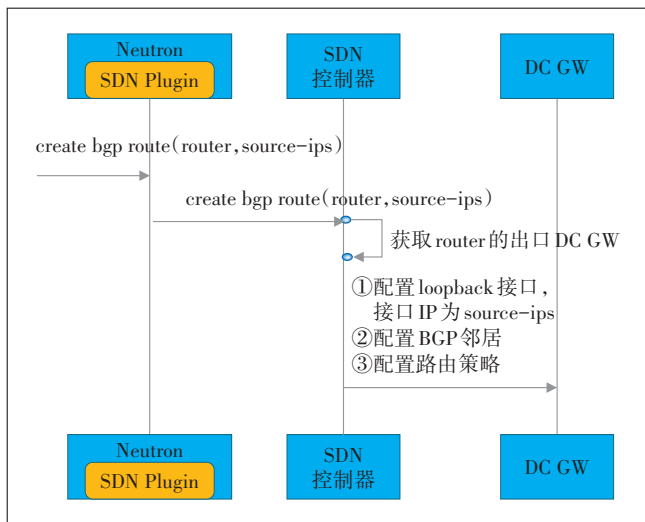


图5 BGP邻居配置流程图

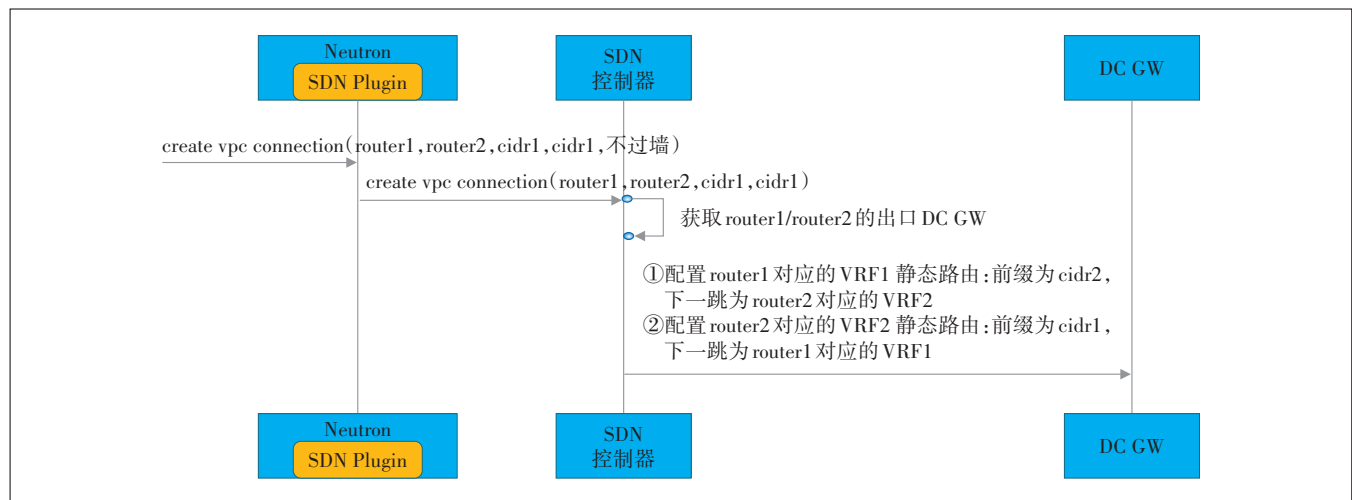


图6 VPC互通配置流程图

表2 通信云平台与SDN控制器异构对接分工建议

异构组件	SDN方案
通信云平台	Neutron框架, Neutron API, ML2 Plugin, OVS Mech Driver, SRIOV driver, DHCP, Security Group, QoS
SDN控制器	ML2 SDN Driver, L3 Router Plugin(包含 exroute 功能), BGP Plugin, VPC Plugin
安全	FwaaS Plugin, LBaaS Plugin/Driver

演进策略[J]. 邮电设计技术, 2021(3):12-15.

[8] 毕以峰. 电信云网络架构及对云网融合的要求[J]. 信息通信技术, 2019, 13(2):26-31.  
[9] 史凡. 对云网融合技术创新的相关思考[J]. 电信科学, 2020, 36(7):63-70.  
[10] 马国胜, 王智平. 基于云化架构的网络架构演进路径研究[J]. 金融科技时代, 2021, 29(2):50-57.  
[11] 卢磊, 张玲. 运营商网络云化架构演进分析[J]. 电信快报, 2020

加快推动经济社会的数字化、网络化、智能化进程。

参考文献:

[1] 王璐. OpenStack 和 OpenDaylight 相结合的云网融合的关键技术研究[D]. 呼和浩特:内蒙古大学, 2018.  
[2] 冒佳明. SDN 对外接口协议探究[J]. 现代信息科技, 2019, 3(16):53-55.  
[3] 陈蕾衣. 基于 OpenStack 的 SDN 控制器优选系统设计与实现[D]. 成都:西南交通大学, 2019.  
[4] 宋炜. 基于 SDN 的电信运营商业务云平台网络重构技术研究[D]. 杭州:浙江工业大学, 2019.  
[5] 李铭轩, 邢鑫, 王本忠. 面向电信运营商的容器云 SDN 云网一体化方案研究[J]. 信息通信技术, 2019, 13(2):7-12, 25.  
[6] 鲁子奕, 杨文斌. 运营商 SDN 云网协同架构和关键技术研究[J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(2):28-36.  
[7] 杨文强, 王友祥, 唐雄燕, 等. 面向云原生的 5G 核心网云化架构和

(3):24-27, 45.

[12] 杨旭, 肖子玉, 梁冰, 等. 5G 核心网部署及演进方案[J]. 电信科学, 2020, 36(9):131-140.  
[13] 肖子玉. 5G 核心网规划建设的挑战及策略[J]. 中兴通讯技术, 2020, 26(3):17-22.  
[14] 赫翌, 苗杰, 童俊杰. 5G 核心网技术演进及挑战[J]. 中兴通讯技术, 2020, 26(3):23-26.  
[15] 赵慧玲. 5G 核心网技术与挑战专题导读[J]. 中兴通讯技术, 2020, 26(3):1-2.

作者简介:

张世华, 助理工程师, 硕士, 主要从事核心网、通信云咨询、规划和设计工作; 胡祎, 高级工程师, 硕士, 主要从事核心网、通信云咨询、规划和设计工作; 张奎, 高级工程师, 硕士, 主要从事核心网、通信云咨询、规划和设计工作; 赵以爽, 高级工程师, 硕士, 主要从事核心网、通信云咨询、规划和设计工作; 文湘江, 高级工程师, 硕士, 主要从事通信云架构设计、技术选型等工作。