

电信运营商网络全面云化策略分析

Analysis of Completely Network Cloudification Strategy of Telecom Operators

吕振通¹, 张奎², 康凯³, 胡祎², 张世华² (1. 中讯邮电咨询设计院有限公司, 北京 100048; 2. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司, 河南 郑州 450007; 3. 中国联合网络通信集团有限公司, 北京 100033)

Lü Zhentong¹, Zhang Kui², Kang Kai³, Hu Yi², Zhang Shihua² (1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China; 2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China; 3. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

摘要:

随着电信业务的升级, 新型 IT 技术正逐渐渗入到电信行业, 运营商传统网络已无法满足当前市场需求, 因此完成网络升级、构建云化网络是解决上述问题的关键所在。基于此, 分析了网络云化面临的问题, 并对网络云化改造中涉及的云化网元、云化网络架构、云资源池分类及云平台部署、云资源池标准化组网、DC 机房布局提供建议。最后, 分析了网络云化安全防护的要求以及网络云化后续演进。

关键词:

网络云化; NFV; 5G 核心网; 网络安全; 通信云
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2021.06.003
文章编号: 1007-3043(2021)06-0012-06
中图分类号: TN914
文献标识码: A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

The traditional network of telecom operators can not be able to meet the current market requirement with the telecom service upgrading and novel IT technology emerging. So the key to solving the above problem is upgrading network and building cloud-based network. The existing problems during the network cloudification progress are analyzed, suggestions on the related network element structure, network cloudification architecture, cloud-based resource pool classification and platform distribution, standardized networking of cloud-based resource pool, and DC location are proposed. Finally, it analyzes the requirements on security protection of network cloudification and evolution of network cloudification.

Keywords:

Network cloudification; NFV; 5G core network; Network security; Telecommunication cloud

引用格式: 吕振通, 张奎, 康凯, 等. 电信运营商网络全面云化策略分析[J]. 邮电设计技术, 2021(6): 12-17.

1 技术升级和业务驱动加速运营商网络升级

2012年10月, ETSI在德国SDN和OpenFlow世界大会上发布的白皮书中引入NFV。2014年9月, 由Linux基金会发起的OPNFV(Open Platform for NFV)项目启动。ETSI ISG和OPNFV密切合作, 共同推动NFV概念和技术的发展。

随着NFV日益成熟, 越来越多的设备厂家提供基于NFV的商品和服务, 而越来越多的运营商在通信网络中逐步引入NFV设备进行网络云化改造。

ETSI NFV标准组织对NFV的定义是: NFV作为一个解决方案, 能够解决由传统专有的基于硬件的网络组件不断增加而导致的问题, 能够满足云计算、大数据、物联网等需求。NFV通过发展标准的IT虚拟化技术, 将网络设备整合到行业标准的高容量服务器、交换机和存储上来解决这些问题。帮助运营商和数据中心更加敏捷地为客户创建和部署网络, 降低设备投资和运营费用。

网络功能虚拟化(NFV)的优点主要如下。

a) 通过软硬件解耦, 基于虚拟化资源和通用IT硬件设备部署, 包括但不限于服务器、存储和交换机等, 部署上层业务应用软件。借助通用IT设备的规模效

收稿日期: 2021-04-28

益,降低建设和维护成本。

b) 基于虚拟化的应用软件,可利用统一业务编排,缩短网络运营的业务创新周期,提升创新业务的开发和部署速度,使运营商缩短网络建设和业务培育周期。

c) 通过网络功能虚拟化,将网络功能软件化,使得多业务、多版本、多租户的网络应用软件 VNF,具备了统一平台集约共同部署的可能性。通过一套通用平台,可满足各类业务各类场景部署的资源需求,实现资源共享。

d) 基于虚拟化技术的统一编排,可实现网络快速扩、缩容,应对业务波动,提高资源利用效率。

e) 基于通用IT技术部署的NFV,具有优于传统设备的扩展性,可根据用户不断变化的需求进行调整,提供新的或者更大容量的业务。

而运营商传统网络采用专用硬件,面临着建网成本高、灵活性差、不够开放等问题。网络设备竖井结构导致资源无法共享,网络建设和维护成本高,网络能力调度差,网络利用率低。同时封闭的网络,无法进行灵活业务编排,导致业务开通慢,无法及时响应市场需求。

随着业务驱动,不断涌现的新型IT技术正逐渐渗入到电信行业,加之电信业务升级换代,场景延伸至物联网、人工智能等领域,电信网络亟需转型升级构建云化网络。同时为满足5GC落地部署,各大运营商对于网络的扩展性、敏捷性、降成本的需求更加迫切。而5GC自带的云原生、SBA架构和微服务的理念,以及切片技术的引入,也决定了运营商在5GC建设时,只有基于虚拟化和云化部署,才能在通信行业日益激烈的竞争中,获得领先优势。

2 国内运营商网络云化发展

2015年,中国联通发布了《新一代网络架构白皮书(CUBE-Net 2.0)》,明确了网络即服务(NaaS)引入云计算、SDN和NFV技术进行网络的重构和改造,使得基础网络具备开放、弹性、敏捷等新的技术特征。

同年中国移动发布《NovoNet 2020愿景》白皮书,提出以新型数据中心(TIC)和新型网络、新型大脑为核心的面向三层解耦的NovoNet未来网络目标架构。

2016年,中国电信发布了《CTNet-2025网络架构白皮书》,明确提出以简洁、敏捷、开放、集约为特征,构建软件化、集约化、云化、开放的CTNet2025目标网

络架构;以SDN/NFV为技术抓手,以网元云化部署、软件定义网络智能控制、部署新一代运营系统、网络DC化改造等为网络切入点,推进网络的纵向解耦、横向打通。

基于虚拟化和网络云化,各运营商掀起了网络重构的浪潮。

2017—2018年,中国联通建设了基于软硬件解耦的NB-IoT物联网和移动vIMS网络,在运营商中首次大规模应用虚拟化技术部署商用网络。

2014年中国移动成立苏州研发中心,职责定位于云计算、大数据、IT支撑系统前沿技术的研发和运营支撑,支撑中国移动网络云化技术演进。经过4年NFV研发和试点,2018年部署基于虚拟化架构的NB-IoT网络,2019年进行NFV一期工程建设,按照八大区集中部署云化分组域设备,提高网络云化比例。

2020年随着5GC建设,无论中国移动、中国电信的大区部署,还是中国电信按省部署的5GC,均采用了云化部署方式,基于电信云部署NFV架构5GC网元。至此,传统ATCA设备生命周期进入倒计时。

2020年、2021年期间,三大运营商又陆续发布了《云网融合2030技术白皮书》、《算力网络架构与技术体系白皮书》、《中国移动网络技术白皮书》、《CUBE-Net 3.0网络创新系列技术白皮书》等文件,将网络云化改造提到新的高度。在网络重构,实现敏捷、开放、集约的网络转型基础上,推动云网融合和算力网络,实现网络数字化转型。

3 网络云化改造面临的问题与思考

从核心网NFV入手,运营商网络云化改造已在稳步推进。但是随着vEPC、vIMS、5GC的部署,网络云化改造也暴露了一些问题。

目前运营商网络云化建设积极吸纳IT优点,但由于通信网络、网元的复杂性,以及CT、IT行业的侧重点不同,网络云化部署还面临很多问题和挑战。适用于互联网的技术不能完全照搬到通信领域,IT和CT对网络性能和云平台的衡量标准也不尽相同。

a) 电信网络云化的行业标准有待完善和加强。由于openstack开源的天然属性,除基本NFV架构的定义外,各运营商、设备制造商基于基本架构均制定了自有标准和接口,对云化平台进行增强和定制化改造。企业标准有利于网络云化试点的快速部署和测试,但是底层设备容易被厂商锁定,造成三层解耦困

难,形成新的软烟囱,阻碍新进云化厂家网络部署,不利于行业生态发展。而行业标准有助于平台系统构建良好的移植性和兼容性。

b) 由于NFV中SDN非必选项,在云化部署时,电信云化解决方案的整体架构和NFV/SDN相关模块接口的标准不完善,产品间存在部分不兼容的接口,这使得在网络部署时面临管理和自动化编排的挑战。

c) 随着分布式存储的成熟和应用,分布式存储和云平台的接口标准化也有待加强。现网云化改造和部署时,异厂家分布式存储和云平台之间缺乏有效对接标准,部署困难,不利于分布式存储引入资源池。

d) 由于运营商网络复杂性和网元设备多样化,各专业网元云化步伐不一致,在DC资源池规划时,很难做到DC布局一步到位。同时受限于机房条件,导致部分区域资源池分散部署,无法体现集约化优势。

e) 网络云化部署带来了运维新挑战。软硬分离的架构和IT技术的引入,对网络维护人员提出了更高的要求,传统的网络指标体系和管理标准无法适应软硬分离的架构,亟需更新。复杂网络维护环境也需要新的、适应虚拟化架构的自动化维护工具来提升维护效率。

f) 云化改造和云化部署,也带来了新的安全问题。由于底层技术的通用性和开源特性,以及通信业务和IT业务在安全上的差异性,除传统业务的安全问题之外,如何做好云资源的安全防护,也是云化改造中需要着重考虑的问题。

4 网络云化改造建议

4.1 云化网元

技术标准演进,新功能的引入,原有架构的完善,微服务、容器等云计算技术的广泛采用,使得通信网元从虚拟化向云化发展。基于目前运营商的部署测试情况,5GC、vIMS、VoLTE短信网关等业务网元已通过虚拟化测试验证,满足初期商用条件。网元虚拟化路径及步骤遵循“从控制到转发、从核心到边缘、从增量到存量”的总体原则。

根据网元云化成熟度,现阶段适宜云化部署的业务主要有管理平台、创新业务平台以及控制类网元或业务系统,具体如下。

- a) 核心网:5GC、vIMS、vEPC、MEC等。
- b) 业务平台:视频彩铃、VoLTE短信网关、5G消息等。

c) 创新产品:承载网控制编排器、业务开通网关、切片编排器、端到端分析系统等。

d) 管理平台:OSS系统、网管系统、运维支撑系统等。

4.2 云化网络架构

网络云化总体应遵循“集约、共享、弹性、敏捷”的原则,结合通信网络分层架构特点,未来云化网络适宜按照“核心+省级+本地/边缘”的三级云DC架构进行布局,并统一资源管理和业务调度,以实现集约化/智能化的运营管理(见图1)。



图1 网络云化架构

a) 核心节点:按大区部署,集中部署网元(控制面、平台等)、创新平台、集中OSS、集中网管等。

b) 省级:省会城市+省内中心(计划单列市),多业务融合部署,统一资源池,承载不出省业务和属地平台/网元;省内OSS、创新平台等。

c) 本地/边缘:布局+客户驱动,按需建设,包括MEC、边缘网元等。

4.3 云资源池分类及云平台部署建议

云化网元类型、业务特点、安全诉求、解耦难度各不相同,为便于规划资源池、有效支撑业务部署,根据承载业务类型不同,可将资源池划分为2类。

a) 网络能力域资源池:侧重于网络功能的虚拟化,意在建设云化的新型电信网络服务环境,为打造高效、弹性、按需服务的业务网络夯实基础。业务类

型以路由型网元为主,云平台基于开源社区+ETSI,厂家自定义增强功能多,现阶段以软硬解耦部署为主,后续要推动三层解耦试点验证,统一部署云平台软件,实现资源统一共享调度。

b) 创新业务域资源池:针对运营商内部的应用系统的云化,如部分创新平台、管理平台等系统的云化,支撑内部应用的快速部署及灵活扩展。业务类型以主机型网元为主。在统一技术框架下,统一部署虚拟化软件平台。主要以虚机的形式提供云资源,满足云化系统部署要求。

为确保基础通信网络可靠性和安全性,保障网络及业务质量,网络能力域与创新业务域建议初期独立发展、独立建设。

4.4 云资源池标准化组网建议

按照层次化架构设计,核心资源池采用 Spine-Leaf Fabric 方式的组网架构,自下而上分为接入层、核心层、出口层3层,各层部署的设备如下。

a) 接入层:部署 Leaf 交换机和各类服务器、存储设备,并完成服务器/存储设备与接入交换机的互联。

b) 核心层:部署 Spine 交换机,向下汇聚所有接入层交换机,进行汇聚,完成 DC 内流量快速、无阻塞转发,向上与出口设备互联。

c) 出口层:部署 DCGW,可根据实际需求选用核心交换机或路由器设备,按需配置防火墙、接入 VPN、入侵防御系统、防病毒网关等安全设备,DCGW 向下连接 Spine 交换机,向上与外部网络 AR/ER 等设备互联,完成与外网设备路由信息的同步和报文转发。DCGW 与外部 AR/ER 等设备互联时应采用多路由,并避免单点连接。

根据资源池定位、业务需求的不同等,资源池组网架构可以分为网络能力域资源池组网架构(见图2)和创新业务域资源池组网架构(见图3)。

对于省级及本地/边缘资源池,考虑资源池规模有限,建议采用 Spine/Leaf 2层网络架构,Spine 兼做 DC-GW,Spine 可根据业务需求部署为路由器或核心交换机。

4.5 DC 机房布局建议

DC 选址时应注意遵循以下原则。

a) 核心 DC 建议以超大型、大型数据中心为主,可在省级(集团级)数据中心基地、省级通信枢纽机房中选择;核心 DC 可以兼做省级 DC。

b) 省级 DC 原则上多需求专业共址建设,主用省级 DC 数量应不多于3个。热点区域根据业务实际需求可适当增加节点。省级 DC 可在省级(集团级)数据中心基地、省级通信枢纽机房中选择。

c) 本地/边缘 DC 按需建设,可在核心机房、核心节点机房、IDC、汇聚机房中选择。

d) DC 机房资源需求要考虑现有机房老旧设备的整合腾退,充分利用现有资源。

结合云资源需求情况,DC 机房机架资源预留需求建议如下。

a) 核心 DC:对于单一网络云化场景,单 DC 机架规模建议不小于300~500。

b) 省级 DC:单 DC 应具备100机架以上扩展能力,预留发展空间。

c) 结合各 DC 改造条件,DC 内单机架功耗按照4~6 kW 考虑。

d) 同时考虑传输和承载要求,DC 机房选址时应

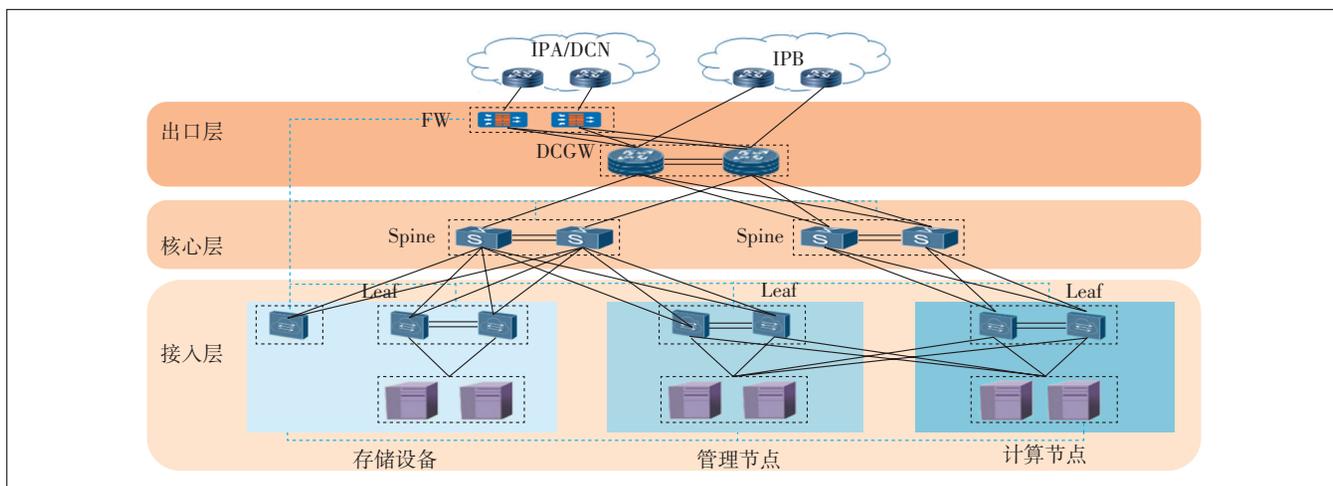


图2 网络能力域资源池组网架构示意图(无公网连接)

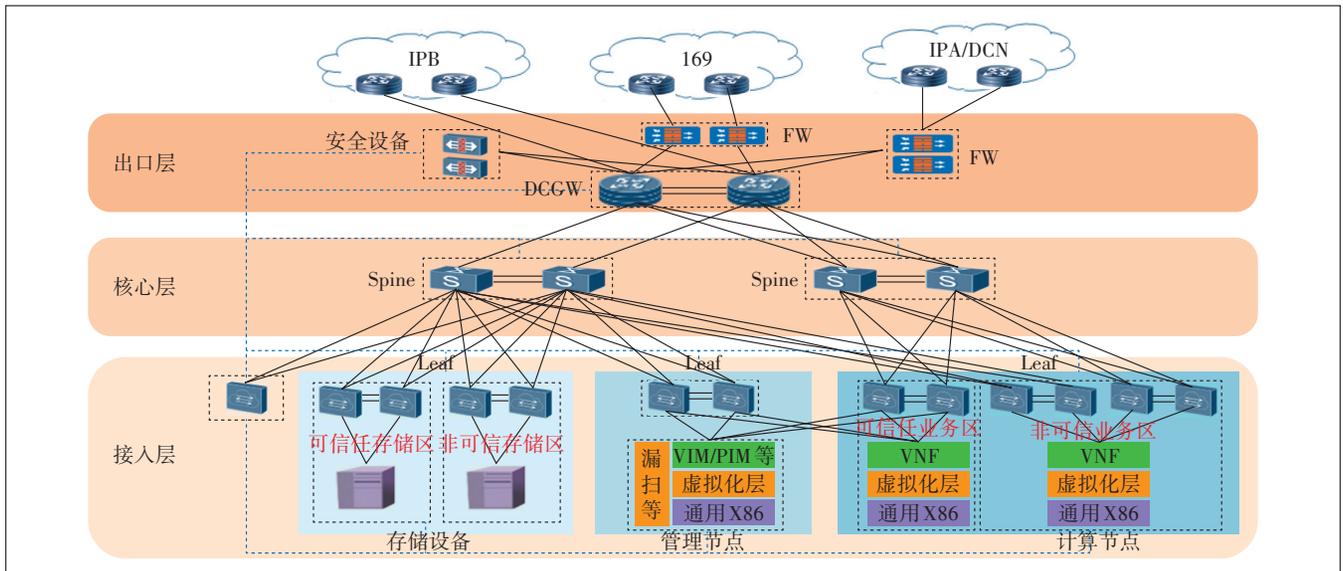


图3 创新业务域资源池组网架构(有公网访问需求)

尽量与骨干传输网和承载网(IP承载网、城域网等)同局址。

5 网络云化安全防护要求

网络云化大规模的商用部署能够提高计算效率,降低建设成本,但是采用云计算搭建的系统与传统的信息系统相比,其虚拟化、资源共享和分布式架构也存在安全问题,如果防护措施不当会严重威胁个人、公司甚至国家的网络安全。为适应新形势的需要,2019年国家标准化管理委员会发布了新修订的《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》,这标志着等级保护2.0时代的来临。

新标准以“安全通用要求+新型应用的安全扩展要求”的组合要求,形成了安全通信网络、安全区域边界和安全计算环境支持下的三重防护体系架构,与安全管理中心一起形成“一个中心,三重防护”的安全保护体系。本文根据等级保护2.0对云计算的安全防护要求并结合实际业务需求,充分考虑网络云化的风险和部署成本,设计了通信云的安全防护体系架构,具备防火墙、SSL VPN等10项安全能力,如图4所示。

基于通信云安全防护架构,建立分区分域、边界零信任、集约部署、合规运营的纵深防御体系,实现边界、网络、计算资源的全面防护。

a) 分区分域:根据资源应用场景,将业务域、存储域、管理域划分为可信区和DMZ区。

b) 边界零信任:跨安全区、跨大区、跨DC交互采用零信任机制,通过流量级、应用级和虚拟机级安全策

略,保证物理和虚拟边界的隔离与管控。

c) 集约部署:集约化建设安全管理中心,实现安全能力按需调度、安全事件集中管理和安全策略统一编排等智能化运维能力,还将逐步推动所有安全能力的软件化和池组化。

d) 合规运营:通过部署漏洞扫描、基线核查等能力防止计算资源带病上线和运行,并通过4A机制实现对计算资源的账号、认证、授权和审计管理。

6 网络云化后续演进

3GPP R15在5GC网络规范中引入了SBA架构,定义了网络功能服务。从新的架构和网络功能服务定义来看,通信网络在向云原生、微服务演进,借鉴IT思想实现网络功能重构。在新的架构下,基于容器的微服务架构成为5G核心网的未来演进方向。通过容器的应用,将紧耦合的网元功能拆分为松耦合的微服务,有利于网络功能的独立部署、升级和扩展,有利于实现业务快速迭代和创新,实现5G核心网按需调用以及灵活可编排的业务能力。基于容器的底层基础架构,主要分为2种方式:一种是基于裸机形式部署容器,提供基础设施资源;另一种是基于现有虚拟化平台提供的虚拟机部署容器,提供基础设施资源。由于前期NFV基于虚拟机部署VNF,已有较为成熟稳定的规模化虚拟资源,同时基于虚拟机部署容器,更有利于资源管理和弹性资源分配,因此5G云化部署近期仍采用虚拟机容器方式。对于资源需求和效率要求较高的网络功能,后续可逐步考虑基于裸机容器进行业务

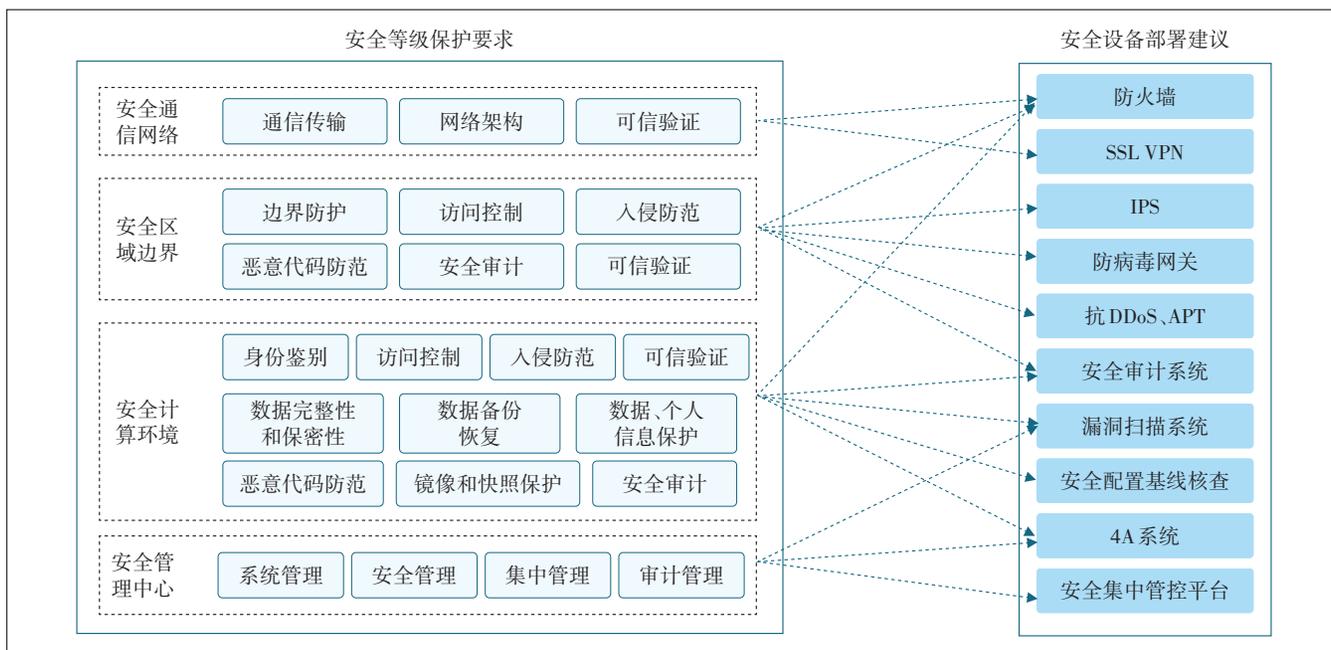


图4 通信云等级保护建设主要安全产品需求

部署,简化资源架构,减少故障节点,提升资源性能。

另一方面,网络向云化演进时,云网融合也是不可忽略的一部分。只有实现云网融合,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、统一的智能化网络,提供面向客户一点接入的网络服务。为智慧城市、能源、公共事业、制造、供应链、AR/VR、车联网等提供无处不在的云网业务。

在云网融合初期,仍将采用集中式算力网络方案,基于NFV/SDN实现算力资源集中管控和编排,算力集中在大区中心,满足业务发放和网络控制等功能。随着边缘低时延、大带宽、低传输成本业务的逐步发展,基于集中式方案的算力网络部署将不能满足业务快速发展的需求,算力能力将由区域中心逐步下沉到边缘,形成“云+边+端”的多级算力网络,构建一体化算力服务体系。

网络云化、云网融合、算网一体,作为运营商网络长期发展目标,是一个长期的,不断变化的过程。随着AI、新型路由协议、大数据等技术的发展与成熟,在智慧城市、智能制造、智慧能源、远程医疗、家庭娱乐等业务场景驱动下,运营商网络将步入全新的领域。

参考文献:

[1] 顾红芳. 5G电信云网络组网方案探讨和关键技术分析[J]. 信息通信, 2020(11): 206-207.
[2] 王琦. 5G云化安全风险研究[J]. 信息通信技术与政策, 2021, 47

(2):92-96.

[3] 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.
[4] 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.
[5] 巩耀晓. 广电私有云计算平台的安全防护体系建设[J]. 现代电视技术, 2020(6): 117-119.
[6] 景晓勇. 基于网络安全等级保护2.0的私有云平台安全防护研究[C]// 2019中国网络安全等级保护和关键信息基础设施保护大会论文集.《信息网络安全》北京编辑部, 2019.
[7] 方琰, 陈亚权. 基于虚拟化的电信云网络安全解决方案[J]. 移动通信, 2018, 42(12): 1-7, 13.
[8] 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.
[9] 吴雨农. 基于云计算技术的云安全管理平台设计[J]. 信息安全与通信保密, 2020(Z1): 93-97.
[10] 张晓艺. 开放的5G电信云网络是否安全[J]. 计算机与网络, 2020, 46(18): 52-53.

作者简介:

吕振通, 中讯邮电咨询设计院有限公司副总工程师, 全国工程勘察设计大师, 教授级高级工程师, 享受国务院政府特殊津贴, 中国通信学会信息通信网络技术委员会委员, 长期从事电话交换、移动通信、数据通信等专业的工程可研、设计、规划工作; 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; 康凯, 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; 胡伟, 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; 张世华, 工程师, 硕士, 主要从事核心网、通信云咨询、规划和设计工作。