

面向云网融合的 IPv6+综合承载网创新实践

Novative Practice of IPv6 + Integrated Bearer Network for Cloud Network Integration

刘洋¹, 胥俊丞², 屠礼彪³, 兰克勤¹, 唐迪¹ (1. 中国联通河北分公司, 河北 石家庄 050011; 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)

Liu Yang¹, Xu Juncheng², Tu Libiao³, Lan Keqin¹, Tang Di¹ (1. China Unicom Hebei Branch, Shijiazhuang 050011, 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:

随着数字经济的快速发展,运营商承载网面临业务需求标准高、多元化、服务化挑战和多网并存效率效能低的问题。某省联通创新提出面向云网融合的IPv6+综合承载网体系架构,以一体化架构为根基、一体化运营为核心、一体化产品为目标,对内推动网络简化融合,实现固移业务综合承载,使建设成本降低80%、运维成本降低41%;对外赋能千行百业,为政企客户提供云网资源质量确定、弹性自助、可视可控的“联接+计算+智能”服务,构建数字化发展新底座。

关键词:

云网融合; IPv6+; 数字化; 综合承载

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2022.04.005

文章编号: 1007-3043(2022)04-0023-07

中图分类号: TN913

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the rapid development of digital economy, the carrier network of operators is facing the challenges of high standard, diversification, service-oriented business needs, and the problems of multi network coexistence and low efficiency. A provincial Unicom innovatively proposes the IPv6 + integrated bearer network architecture for cloud network integration, which takes the integrated architecture as the foundation, integrated operation as the core and integrated products as the goal, internally promotes the simplified integration of networks, realizes the comprehensive bearer of fixed mobile services, and reduces the construction cost by 80% and the operation and maintenance cost by 41%, and it external empowes thousands of industries, provides government and enterprise customers with "connection + computing + intelligence" services with cloud resource quality determination, flexible self-service and visual control, and builds a new base for digital development.

Keywords:

Cloud network integration; IPv6+; Digitization; Comprehensive bearing

引用格式: 刘洋, 胥俊丞, 屠礼彪, 等. 面向云网融合的IPv6+综合承载网创新实践[J]. 邮电设计技术, 2022(4): 23-29.

0 引言

随着经济社会数字化转型加快,在线教育、家庭办公、远程医疗、城市大数据智能治理等巨大的需求变化对运营商网络提出了新挑战;新冠疫情改变了整个社会的生活方式,大部分企业业务从以前的线下为主,变成现在的线上线下业务深度融合,云上办公成为主流趋势。企业上云过程中需要配合使用云资源和运营商网络,其对服务模式的需求发生了变化,运营商的服务模式也随之发生变化,从以前提供单一的

云或者网服务,转变为提供云+网的一体化服务。

为了应对数字化和云网融合发展带来的新挑战,某省联通推出“面向云网融合的IPv6+综合承载网”创新网络体系架构,新架构具有全系统IPv6化、云网融合化、算网一体化、网络资源智能实时弹性配置、全局可视可控可追溯等创新特点,实现多业务融合承载、智慧化赋能行业升级和业务创新,助力数字经济发展,落实网络强国战略。

1 数字时代承载网需求分析

1.1 业务标准高、多元化、服务化

随着5G和云时代的到来,经济社会数字化转型加

收稿日期: 2022-02-10

速,不断涌现的新业务对承载网提出了智能管控、快速服务构建、可信的差异化服务等更高要求。网络既要满足无所不在的连通需求,还要满足用户的极致体验。

a) 大带宽。超高清视频、云游戏、医疗影像数据入云等业务都有大带宽的需求。以云游戏为例,60帧频的云游戏,突发带宽可达到500 Mbit/s。面对高速IP化流量,承载网需要既能提供大带宽保障,又能灵活统计复用提高承载效率。

b) 确定性低时延。金融交易、智能制造、远程医疗、在线教育/游戏等实时交互和控制类业务要求承载网能提供确定性、可承诺的低时延保证。比如电网差动保护类业务需要毫秒级的往返时间(Round-Trip-Time, RTT)。对于60帧频的云游戏,根据实际验证,当网络时延和抖动大于17 ms时,会出现掉帧,影响用户体验。

c) 安全隔离和资源独享。对于党政军、金融证券、行业敏感数据等业务,由于业务的重要性、隐私性,客户通常要求高安全、高可靠的承载,需要承载网提供安全隔离和资源独享的能力,并充分保障业务安全。

d) 智能、敏捷、灵活能力。客户对业务体验的追求在不断提升,要求承载网提供基于业务和租户级的精细化管理,按需分配资源,快速灵活实现业务和网络资源的映射。网络运行过程中对业务的SLA进行实时监控,故障时做到分钟级定位定界。针对业务需求和网络状态的变化实时进行优化和调整资源。

e) 网络服务化。用户对极简极智体验的追求,以及上云趋势的迅猛发展,要求网络从提供网络单一连接服务,向面向数字化和智能化的需求提供云网一体、“联接+计算+智能”的融合新服务转变:

(a) 服务内容自主可选。用户可自主选取不同类型的单云、单网或云+网服务。

(b) 服务按需自动调整。用户可自助调速、自助发起带宽日历等功能。

(c) 服务可视可管可控。用户可视所购资源的SLA指标,云网资源统一管控,协同编排。

(d) 服务敏捷灵活智能业务。BO域全流程自动化贯通,用户自平台一点接入、全局受理。

同时,电信运营商的2C、2H、5G 2B、专线2B等业务,对于承载网也提出了具体要求,如图1所示。

1.2 满足网络运营效率和效能提升的需求

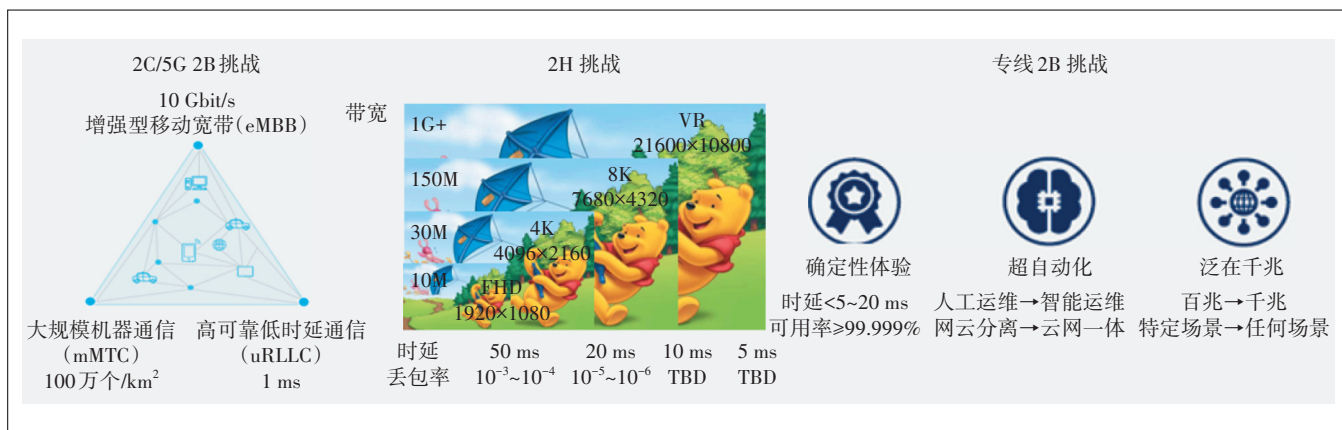


图1 数字时代各类业务对承载网的需求

承载网的建设包括IPRAN、IP城域网、波分、智能城域网等多张网络,长期以来,各网络为“烟囱状”系统,相互割裂,各自发展。各网络承载的业务各有侧重,却又存在重叠,相互间协同性不足,网络总体运营效率和效能不高。

某省联通IPRAN网络由于早期建设时,基站拉远接入程度不高,导致网络臃肿,冗余设备较多,且大多分布在末端接入机房,OPEX压力较大。同时IPRAN

网络已停止规模建设和技术演进,大部分设备在网时间长,无法升级支持SR、EVPN等技术,网络协议种类多,业务开通复杂,向SDN演进包袱太重。另外,针对5G业务需求,IPRAN网络端口和带宽能力明显不足。因此,需要统筹智能城域网建设进行融合演进,精简网络提升效率、降低运行成本。

IP城域网在业务云化演进方面存在业务与BAS紧耦合,云化进度慢的问题;在设备功能演进方面存

在BAS设备功能复杂(PPPOE/IpoE、NAT、VPN、组播), 自动化能力低, 业务部署效率低等问题。需向网络能力资源池演进, 由智能城域网综合承载, 构建面向资源、业务和服务的统一管理和自动配置, 实现业务快速部署、弹性扩缩容、提升资源利用率、降低运维成本。

2 面向云网融合的IPv6+综合承载网

某省联通以智能城域网为基础, 通过部署IPv6+先进能力, 应用云网一体智慧运营平台, 构建面向云网融合的IPv6+综合承载网, 满足数字时代业务需求, 应对业务变化新挑战。

智能城域网是中国联通提出的新型城域承载网技术, 具有网络结构简化、网络协议简化、网络设备简化等特点。IPv6+是基于IPv6下一代互联网的全面升级, 包括以SRv6、网络切片、iFIT、BIERv6、APN6等为代表的协议创新, 还包括以网络分析、网络自愈、自动调优等为代表的网络智能化技术创新, 在广联接、超宽、自动化、确定性、低时延和安全等6个维度全面提升云网服务能力。云网一体智慧运营平台为某省联通自主研发, 可提供云网资源一站式输出, 具备自主下单、自助调速、SLA指标可视、时延地图等功能, 增强网络服务化能力。

2.1 顶层设计

基于智能城域网、IPv6+技术、云网一体智慧运营平台构建新一代数字信息基础设施, 对内推动高质量

发展、精益化运营, 对外赋能千行百业, 点燃数字经济新引擎。

a) 一体化架构为根基。一体化架构指实际承载用户业务流的端到端网络, 是总体方案基础。以智能城域网为基础, 采用IPv6+技术体系, 打造一张敏捷、弹性、智能的全业务综合承载网。一是网业分离, 承载网为业务运营层面提供北向接口, 与具体业务内容解耦, 无论业务如何变化, 承载网都保持稳定。二是切片承载, 基于FlexE等网络硬切片技术将同一物理网络上的不同业务进行“硬隔离”, 满足业务差异化SLA诉求, 适当部署“片中片”, 实现精细化经营, 激发网络潜能。

b) 一体化运营为核心。一体化运营包括运营平台和运营系统, 拉通对接网络基础设施以及各个系统, 打通商业意图和网络具体配置, 面对用户屏蔽信息基础设施的技术复杂性, 从而提升电商化服务能力, 实现云网业务一站式线上订购、自动化快速开通、可视化自助运维等服务化能力。

c) 一体化产品为目标。一体化产品具备3个特点, 一是技术成熟更可靠, 所有产品均满足行业标准, 经过权威机构认证或现网验证; 二是本地服务更贴身, 网络接入锚点向用户侧深入下沉至楼宇, 运营平台赋能提供电商化体验; 三是云网融合更优惠, 云网业深度融合, 产品打包让利拓展市场空间。

面向云网融合的IPv6+综合承载网顶层设计与功能架构如图2所示。

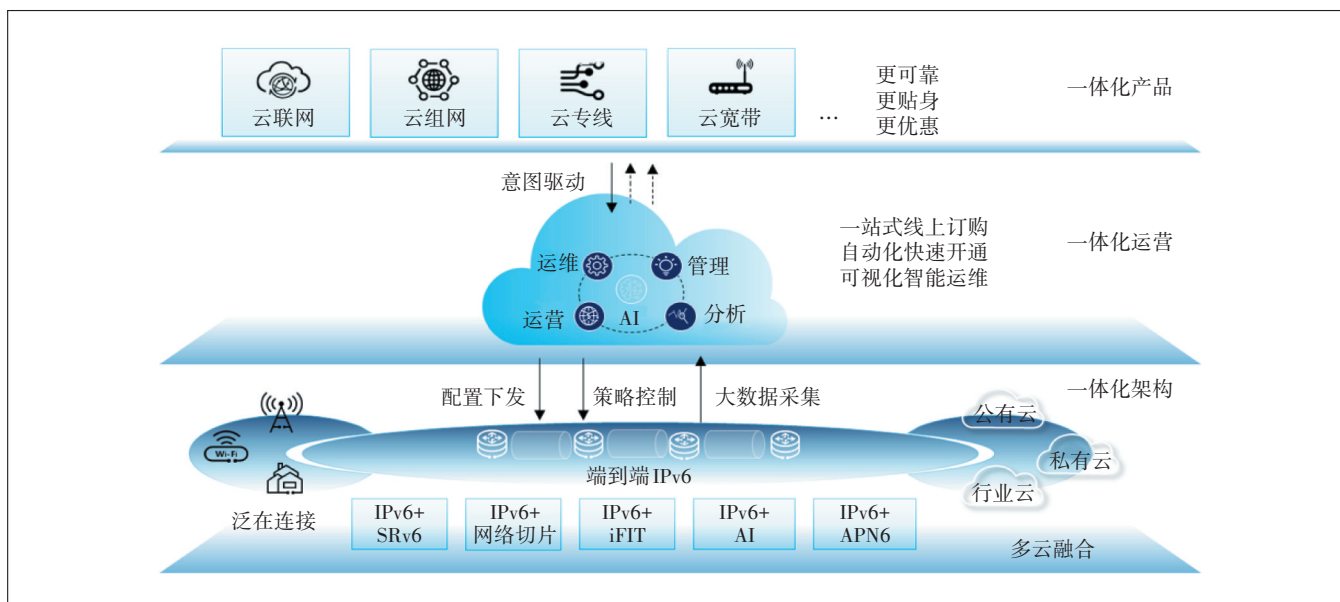


图2 面向云网融合的IPv6+综合承载网顶层设计与功能架构

面向云网融合的IPv6+综合承载网具备以下特点。

a) 一网多平面。网络切片提供云网承载差异化服务,通过FlexE等技术,构建资源保障硬切片,提供确定性体验等业务。

b) 一网入多云。云骨干实现多云多网预联接,构建多云生态,提高云网一体化供给效率;端到端SRv6一跳入多云,业务敏捷开通,增值时延选路等。

c) 一键云调网。云网一体运营平台及云网编排系统,实现网络服务化;打通OB域,提供一键云网业务订购,客户自助调整,业务质量可视等,通过电商化体验增强业务竞争力。

d) 智能化运维。AI+大数据+故障智能分析算法快速定位定界,提升故障运维效率;随流检测(iFIT)感知业务质量,网络路径优化算法,实现业务快速恢复,用户“零”感知。

e) 一体云网安。通过安全云端平台+本地按需安全能力,提供端管云一体化安全云连接服务。

2.2 功能架构

如图3所示,整体架构分为3层:云网基础设施层、云网运营系统层和云网运营平台。与通常的OSS、BSS系统相比,增加了客户运营平台、能力开放平台、多云管理平台,并对服开等系统功能进行增强。

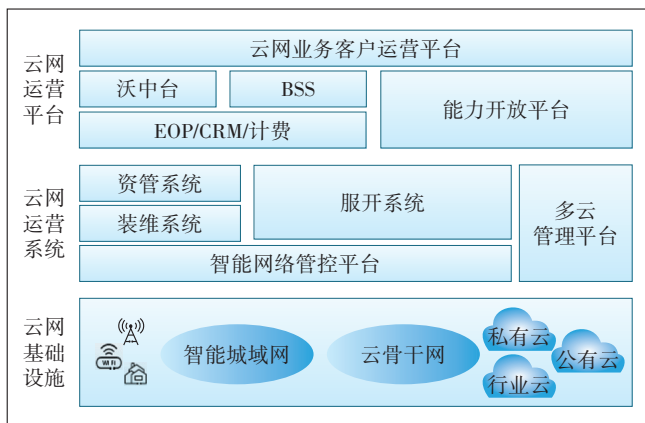


图3 面向云网融合的IPv6+综合承载网功能框架图

a) 客户运营平台。客户运营平台是云网产品的电商化Portal界面,为用户提供云网产品订购、云网产品处理进度查询等功能。为完成上述电商化订购功能,Portal界面需要支持产品管理、用户管理、权限管理、订单和计费管理、订单状态可视等基础功能。

b) 能力开放平台。能力开放平台是协同层,一方面与运营平台对接,感知产品定义和订单下发,另一

方面根据订单信息完成云订单和网订单的拆单动作,分别给网和云的管控平台下发对应的订单。同时也在云网协同的场景中,也要负责云网间参数如接口VLAN、IP地址、BGP协议参数等的协同,在拆单时带入对应的信息。详细功能包括云网连接预配置、云订单下发、网订单下发等。

c) 服开系统。服开系统是网络侧协同层,负责多云管理和协同,包含IP RAN、智能城域网及后续扩展网络。它与能力开放平台对接,获取网络侧订单,并与资管系统对接,完成资源校验,根据资源在位状态按需发起装维建设流程,最终完成网络业务下发。

d) 多云管理平台。云管平台负责云订单的处理及云业务下发,并进一步与服开系统进行云网连接的协同处理。

e) 智能网络管控平台。网络控制器主要负责端到端业务的编排、网络配置下发、参数的管理、网络路径的计算/监控/调整等功能。

f) 云网基础设施。包括网络资源和云资源,其中网资源包括智能城域网和云骨干网络,云资源包括公有云、私有云或三方云。

2.3 网络架构

如图4所示,整体网络架构分为智能城域网、云骨干、网络控制层。

a) 智能城域网。负责2C/2B/2H业务的接入,基于IPv6+技术实现业务安全、高可靠、高质量SLA的承载。无线业务的基站、家宽业务的OLT和政企业务的CPE作为接入端设备,接入到智能城域网的MAR, MAR基于环形组网接入到MER汇聚节点和MCR核心节点,其中MER接入到本地BNG网络实现2H业务的承载, MCR接入到5GC实现无线业务的承载, MCR连接到云骨干,实现企业入云业务的承载。在智能城域网中部署端到端FlexE技术,实现2C/2B/2H的隔离承载,业务互不影响。

b) 云骨干网络。包括云PE和网PE,云PE负责跟公有云、私有云、政务云等多云互联,满足一线入多云、云容灾备份、云间算力调度、云间灵活连接的需求。网PE负责跟智能城域网的MCR互联,实现业务快速入云的诉求。

c) 网络控制层。采用SDN网络控制器,实现对网络管理、控制和分析的全生命周期管理。包括对切片的创建、监控、扩缩容管理功能,基于切片的SRv6 Policy算路、调优功能,基于切片的L2EVPN业务创建、

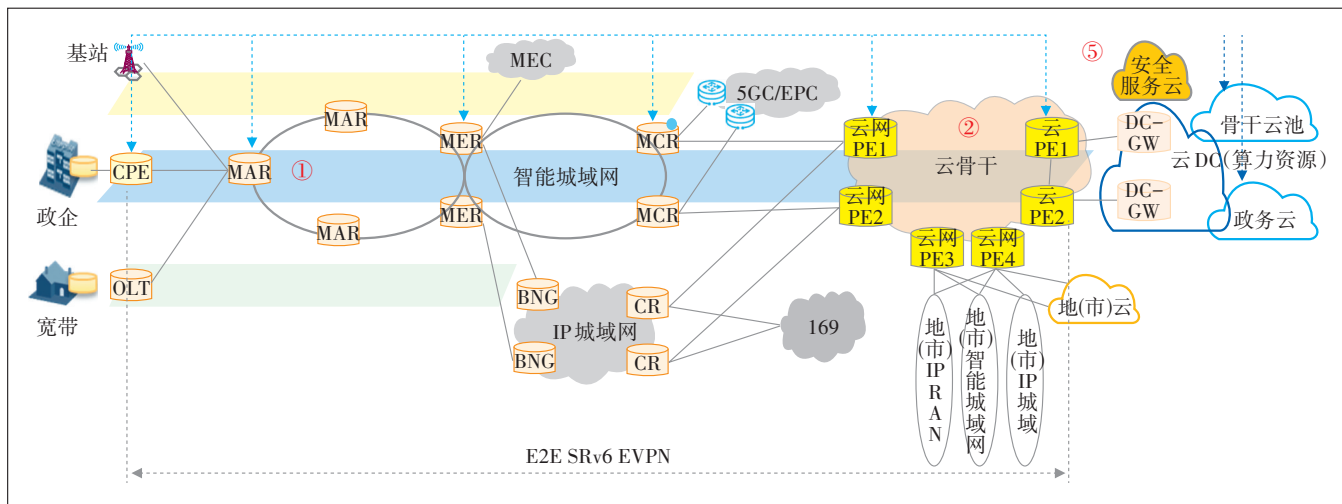


图4 面向云网融合的IPv6+综合承载网网络架构图

查询、修改、运维功能,基于切片的SLA感知,随流模式端到端业务SLA监控,质量劣化主动上报和逐跳故障定界功能等。

2.4 业务流程

面向云网融合的IPv6+综合承载网业务流程如图5所示。

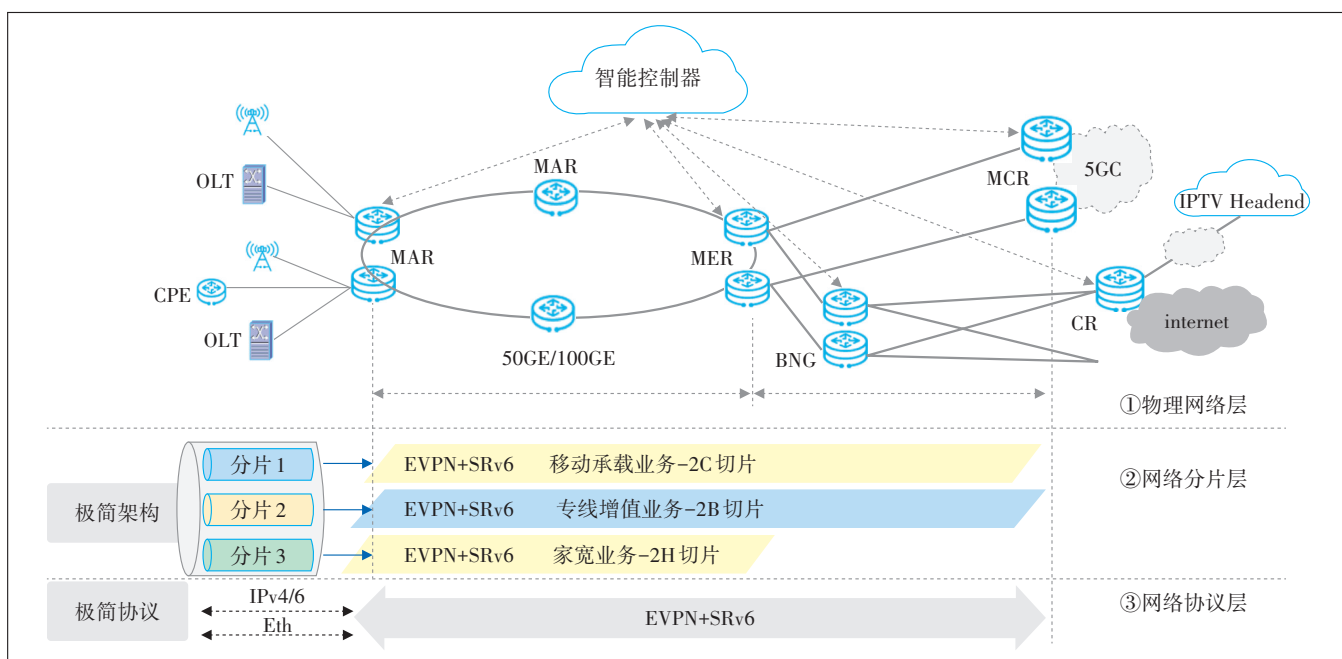


图5 面向云网融合的IPv6+综合承载网业务流程图

IPv6+综合承载网基于SRv6+EVPN实现2H/2B/2C业务融合承载。

a) 2H业务。业务从家中光猫接入,连接到OLT, OLT接入到MAR,基于家宽切片和EVPN+SRv6技术,经过MER汇聚节点连接到BNG实现业务认证,然后通过CR连接上网。

b) 2C业务。4G/5G业务通过基站接入到MAR,

基于5G业务承载切片和EVPN+SRv6技术,经过MER汇聚节点连接到MCR,再至5GC,实现从基站到核心网的连接,满足无线业务需求。

c) 2B业务。业务从企业侧的CPE接入到MAR,基于专线2B切片和EVPN+SRv6技术,经过MER汇聚节点连接到MCR,再至云骨干或者企业另外一侧,满足企业入云或组网专线需求。

2.5 资源需求

构建面向云网融合的IPv6+综合承载网,需对智能城域网、云网运营平台、省内云骨干等设施进行建设或改造。某省联通面向云网融合的IPv6+综合承载网资源需求如表1所示。

表1 某省联通面向云网融合的IPv6+综合承载网资源需求表

序号	资源类型	说明	功能
1	云骨干网络	覆盖全省的云PE和网PE,以及云网P设备	实现多云互联
2	智能城域网升级	智能城域网完成SRv6升级,按需部署硬切片、随流检测等能力	实现业务快速灵活开通调整,按需提供硬隔离和智慧运维保障
3	云网一体运营平台	网络部署SDN控制器,建设贯通B/O域、拉通云网资源、面向用户的运营平台	实现云网资源统一编排,提升网络服务化能力
4	关键链路	完成云间互联、智能城域网至云网PE、智能城域网与城域网BNG等关键链路的部署	保障各类业务的基础连接

3 应用实践

3.1 固移业务融合承载

5G、千兆光网等固移业务统一就近接入MAR,基站业务经MAR、MER、MCR至5GC,宽带业务经接入环

通过MER与BNG对接,MER设备进行流量汇聚及转发。每个接入环有4~6个节点,100%成环,原则上不出现环带环、环带链,充分保障承载业务的质量和安安全。通过BFD故障检测机制、TI-LFA保护倒换机制,保护转发路径上的链路及节点故障,提供50ms内的保护倒换。智能城域网全局规划2C、2B、2H3个切片,采用EVPN+SRv6+FlexE的技术方案,其中EVPN为业务承载方案、SRv6为隧道承载方案、FlexE为网络切片方案,如图6所示。

通过固移业务融合承载,某省联通平均单OLT建设成本降低80%、运维成本降低41%,大大提升投资效益。

3.2 支撑某市IPv6+ Ready 第一城打造

某市联通基于面向云网融合的IPv6+综合承载网,实现全网具备IPv6+能力,落地5G SA端到端IPv6单栈解决方案,包括UE、5G基站、承载网、核心网等,实现了IPv6单栈用户对IPv6单栈、IPv6/IPv4双栈及IPv4单栈的网站及APP应用的访问,相关能力已通过中国信通院测试认证。

3.3 智慧、敏捷、可诺的政企云网创新解决方案

针对某市电子政务外网存在组网架构分散、架构不完善等问题,某省联通基于IPv6+综合承载网部署

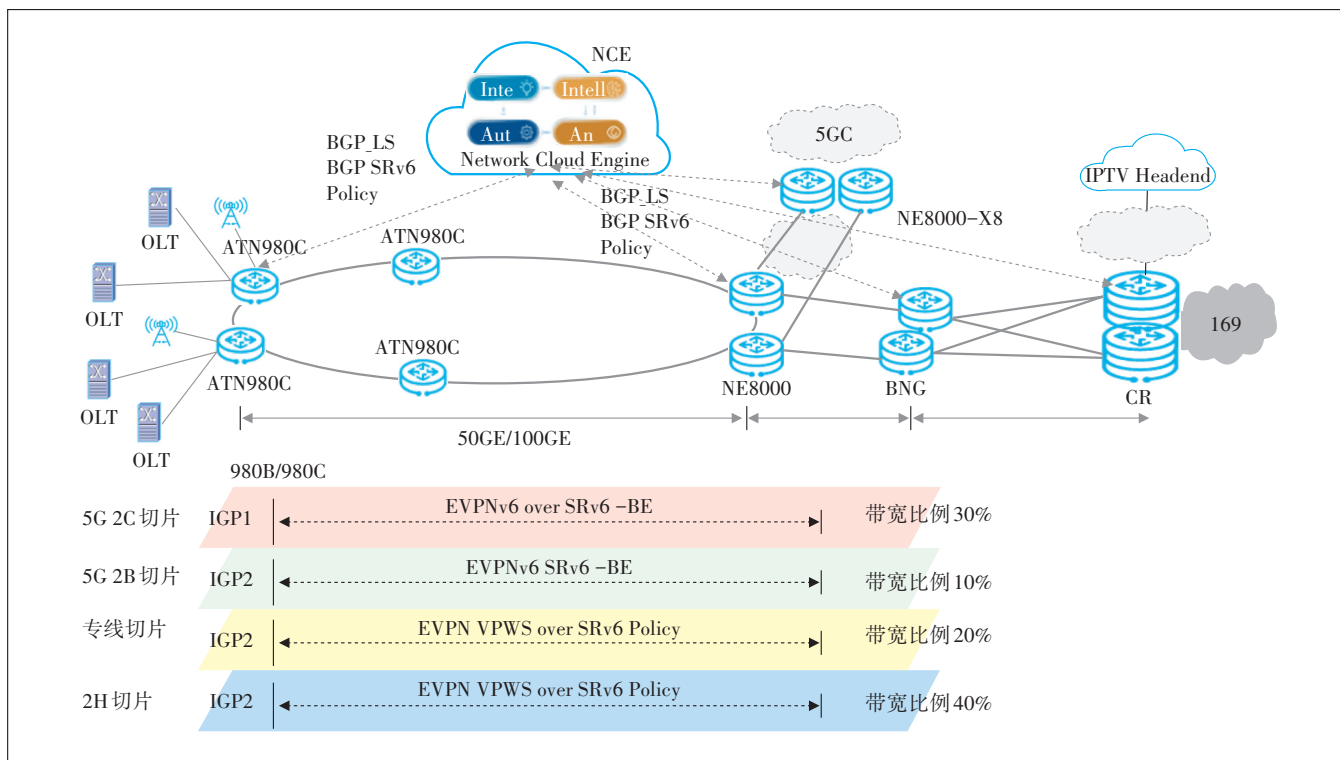


图6 固移业务融合承载方案示意图

某市政务切片专网,实现该市新区和三县委办局一张网接入,各县委办局到政务云一跳直达,快速入云。采用FlexE技术,可以根据不同县委办局应用对网络的要求,切出不同的专网,实现一网多用,而且业务体验互不影响。同时通过智能管控平台,结合iFIT和AI算法,实现整个网络SLA(带宽使用率、时延、丢包、抖动)实时可视,故障快速定位和恢复,实现智能化运维。该市电子政务外网架构如图7所示。

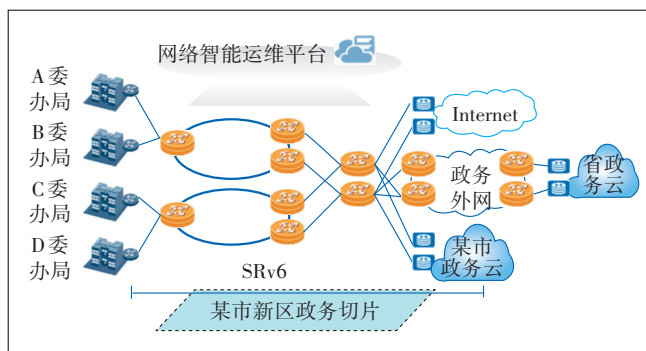


图7 某市电子政务外网架构示意图

基于电子政务外网,某市实现政务业务线上当天受理,行政审批96%网上可办理,民政服务100%一网通办,便民事项就近办理,大大提升政务效率和人民生活幸福感。

4 创新点

面向云网融合的IPv6+综合承载网基于IPv6+、云网一体、智能化等技术,为客户提供移动接入、上网、上云、组网等融合服务,具有如下创新点。

a) 全系统IPv6化。终端、网络、应用全系统端到端基于IPv6部署,全业务全功能支持IPv6。

b) 云网融合化。提供高质量高效率的行业客户云网融合服务,云网资源统一编排,“一站式”统一下单、“一揽子”同时开通、“一体化”智慧运营。

c) 网络资源智能实时弹性配置。基于AI技术,实时完成需求和资源识别,实现实时弹性业务配置、业务链组合配置、端到端切片级业务配置等,达到动态资源最优配置和利用效率最大化。

d) 全局可视可控可追溯。基于海量实时数据采集、集成AI处理,对业务的拓扑、性能、配置、维护、管理等都以可视化的方式呈现。实现预判潜在风险、快速定位故障、溯源分析根因,提供高可靠、高安全的信息服务。

5 结束语

随着云网一体向算网一体的演进,面向云网融合的IPv6+综合承载网也将向算网融合演进,实现网络智能调度、高效分配云边端多级计算资源,网络控制实时感知、响应、适配业务状态,统一纳管调度算力资源,为行业客户提供“水、电”一样泛在智能的“联接+计算”服务。而传统网络连接与计算服务从技术体制到运营管理模式上都存在巨大差异,二者如何高效融合,将复杂的技术问题在运营商内部解决,向客户提供算网一体的极简服务体验,是下一步需要解决的重点问题。

参考文献:

- [1] 屠礼彪,宋盈,马季春,等.中国联通智能城域网架构探讨与实践[J].邮电设计技术,2021(2):11-17.
- [2] 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(10):1-4.
- [3] 马季春,孟丽珠.面向云网协同的新型城域网[J].中兴通讯技术,2019,25(2):37-40.
- [4] FILSFILS C, MICHELSEN K, TALAULIKAR K, 等. Segment Routing 详解—第一卷, Part I [M]. 北京:人民邮电出版社,2017.
- [5] 曹畅,张帅,唐雄燕.下一代智能融合城域网方案[J].电信科学,2019,35(10):51-59.
- [6] 屠礼彪,李彤,郭爱鹏.数据网络重构与云化演进的探索和实践[J].邮电设计技术,2019(1):37-41.
- [7] 史凡,赵慧玲.中国电信网络重构及关键技术分析[J].中兴通讯技术,2017,23(2):1-5.
- [8] 王巍,王鹏,赵晓宇,等.基于SRv6的云网融合承载方案[J].电信科学,2021,37(8):111-121.
- [9] 马培勇,吴伟,张文强,等.5G承载网关键技术及发展[J].电信科学,2020,36(9):122-130.
- [10] 杨泽卫,李呈.重构网络:SDN架构与实现[M].北京:电子工业出版社,2017.
- [11] 薛强,庄飏,曾楚轩,等.云网一体化思考与实践[J].邮电设计技术,2019(2):14-20.
- [12] 邵宏,房磊,张云帆,等.云计算在电信运营商中的应用[M].北京:人民邮电出版社,2015.
- [13] 朱海东.云网一体使能网络即服务[J].中兴通讯技术,2019,25(2):9-14.

作者简介:

刘洋,高级工程师,学士,主要从事承载网络的规划、建设和管理工作;胥俊丞,高级工程师,硕士,主要从事承载网络的咨询、规划和设计工作;屠礼彪,高级工程师,硕士,主要从事承载网络的规划、建设和管理工作;兰克勤,高级工程师,硕士,主要从事通信网络的规划、建设和管理工作;唐迪,高级工程师,硕士,主要从事通信网络的规划、建设和管理工作。