

算力网络部署策略研究与实现

Research and Implementation of Deployment Strategy of Computing Network

欧阳恩山,夏 巍(中国联通湖南省分公司,湖南 长沙 430100)
Ouyang Enshan,Xia Wei(China Unicom Hunan Branch,Changsha 430100,China)

摘 要:

打造算力网络是建设新型数字基础设施的重要举措之一。通过分析数字经济发展趋势,以及到2025年全省多个行业的算力需求,基于业务算力冷、热、温数据特点,从算力资源、算网资源等2个方面,研究适合发展需求的算力网络部署策略,并依此规划建设全省的算力网络,从而提供更好的算网服务。

关键词:

算力网络;数字经济;规划建设;部署策略
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.08.012
文章编号:1007-3043(2022)08-0063-07
中图分类号:TN919
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Building a computing network is one of the important measures to build a new type of digital infrastructure. By analyzing the development trend of digital economy and the demand for computing power of many industries in the province by 2025, and based on the characteristics of business computing power cold, hot and warm data, it studies the deployment strategies of computing power network suitable for the development demand from the two aspects of computing power resources and computing network resources, and plans to build the computing power network of the province according to this, so as to explore and provide better computing network services.

Keywords:

Computing network; Digital economy; Planning and construction; Deployment strategies

引用格式:欧阳恩山,夏巍. 算力网络部署策略研究与实现[J]. 邮电设计技术,2022(8):63-69.

0 前言

2022年2月18日,国家正式启动“东数西算”工程,突显了数字经济在国家发展中的战略地位。2022年5月27日,湖南省政府办公厅印发《湖南省算力支撑能力提升行动方案(2022—2025年)》,要求加强省内算力基础设施建设,建立一体化算力服务体系,全面提升数字经济发展的算力支撑能力。

面对新的时代机遇,湖南联通全面承接政府发展策略,积极筹划算力网络基础设施的建设工作。依据省内“十四五”发展规划成果,全面分析各地(市)、各

行业数字经济发展趋势及其算力需求,基于自身网络资源现状,研究算力网络部署方案,构建多层次算力网络基础设施体系,全面支撑多样化的数字化转型发展需求。本文在深入分析、预测各种算力需求的基础上,针对各类业务算力冷、热、温数据特点,从算力资源、算网资源2个方面,研究适合未来发展需求的算力网络部署策略,并依此指导湖南联通算力网络的规划建设,打造低时延、广连接、便捷化的服务型算力网络。

1 算力需求分析

1.1 数字经济发展趋势

随着数字技术由消费领域向生产领域、由虚拟经

收稿日期:2022-07-04

济向实体经济延伸,以云为基础、网为核心的算力网络数字信息基础设施,正成为工业互联网、人工智能、大数据、区块链、物联网、元宇宙等新技术新应用的承

载基础。算力网络时代新业务应用场景发展如图1所示。

1.2 湖南省政府“十四五”发展规划分析

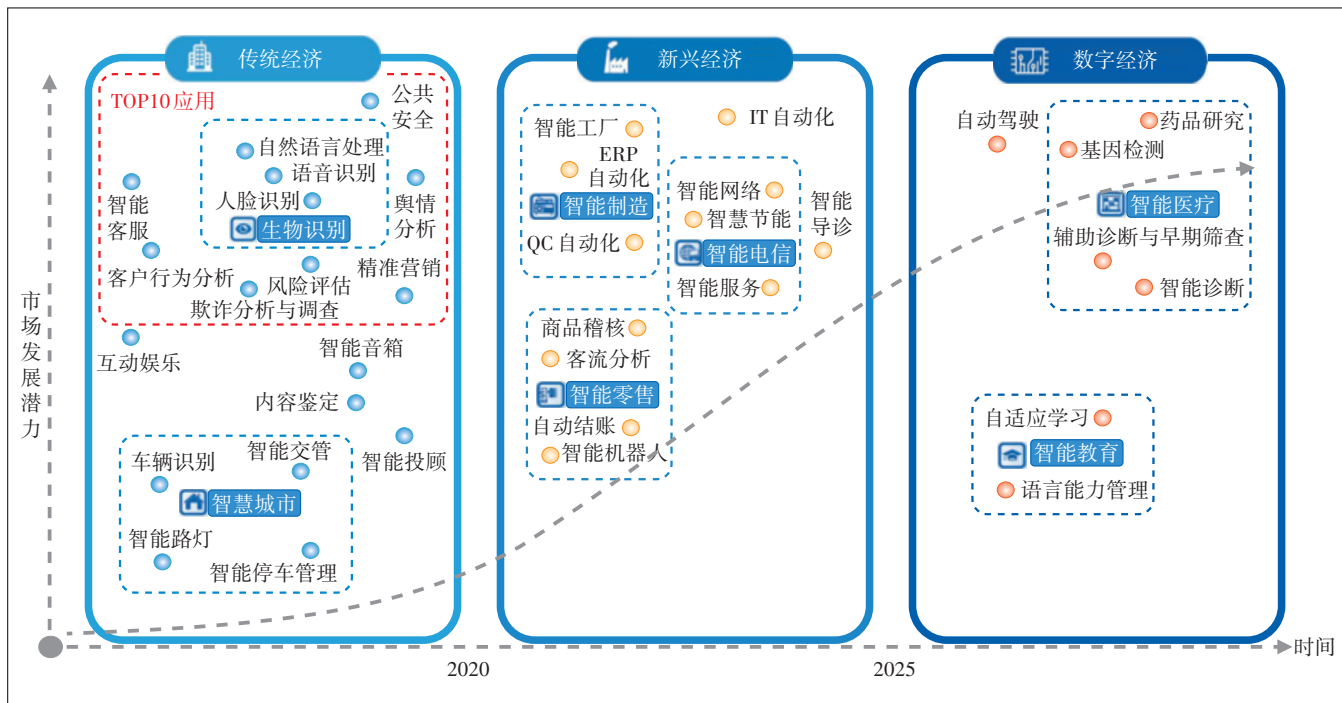


图1 算力网络时代新业务应用场景发展

围绕算力、算法、数据、网络、应用资源集约化和服务化创新,聚焦智能制造、视频文创等优势领域,加快布局建设一批算力应用场景。鼓励和支持互联网内容和应用服务企业,加快研发各类基于云和高带宽的应用产品,丰富应用类型和场景,壮大算力网络应用生态。省政府“十四五”规划涉及算力网络的内容包括:先进制造业,物联网产业强基工程,数字文化,中小企业上云,新型智慧交通网、能源网、水利网建设工程,创新平台建设计划等。

1.3 截至2025年全省算力需求测算

根据算力衡量模型与业务分类,同时结合湖南省“十四五”发展规划成果与业界算力增长定律(每12个月增长1倍),经过详细分析,聚焦未来算力发展的十八大主要行业市场。基于现有案例数据,预计到2025年,全省算力总需求为10.1 EFLOPS、存储50 EB,详细数据如表1所示。

2 算力资源部署策略

算力网络布局,主要为承接国家与集团发展战略,满足省内数字经济发展要求,在中国联通算力网

络体系架构下,夯实算力资源、算网络资源两大板块,构建以省级数据中心和地(市)数据中心相结合的泛在算力结构,打造低时延、广连接、智能化、便捷化的一体化新型算力网络。

2.1 算力资源部署策略及建设方案

2.1.1 基于“云边端”的算力布局

湖南联通以“3+12+X”作为全省目标架构,建设3个省级节点,12个地(市)云池,若干个边缘云池。省内算力网络3级云架构如图2所示。3个省级节点分别连接国家算力枢纽节点:长沙河西云基地数据中心西出湘西直连成渝;长沙阅读基地数据中心北出岳阳直连武汉、东出株洲直连昌九;衡阳数据中心南出郴州直连粤港澳,为中三角城市群提供数字经济发展的核心生产力。省内骨干枢纽发展思路如图3所示。

以“5G网络+泛在数据中心”,打造“云-边-端”新3层智慧连接架构。“云-边-端”新3层智慧连接架构如图4所示。在云中心侧以领先的开放网络平台为核心,打造高性能、低成本、弹性可扩展的泛在算力解决方案,实现一点入云,多云可达。

2.1.2 地(市)算力需求测算

表 1 截至 2025 年湖南省各行业算力需求详表

| 业务归属 | 行业类别 | 特点 | 现有规模 | 2025 年达到规模 (按 5 倍增长预估) | 计算服务器 需求/台 | 存储服务器 需求/台 | 运算能力/ PFLOPS | 存储能力/ PB |
|------|----------------------|--------------------------|------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------|-------------|
| 政企 | 智能制造 | 机器视觉、人工智能、设备数采、过程控制等 | 900 万个连接 | 4 500 万个连接 | 45 000 | 67 500 | 252 | 1 318 |
| | 智慧文旅 | 超高速存储、文化大数据中心、视频算法、需求分析等 | 600 万个连接 | 3 000 万个连接 | 30 000 | 45 000 | 168 | 879 |
| | 智慧政务 | 智能监管、智能决策、智能服务等 | 1 800 万个连接 | 9 000 万个连接 | 90 000 | 135 000 | 504 | 2 637 |
| | 智慧农业 | 信息采集、分析决策、作业控制、智慧管理等 | 7 000 万个连接 | 35 000 万个连接 | 350 000 | 525 000 | 1 960 | 10 254 |
| | 智慧交通 | 省级综合交通运输“数据大脑”、智能导航等 | 600 万个连接 | 3 000 万个连接 | 30 000 | 45 000 | 168 | 879 |
| | 智慧医疗 | 远程医疗、智能设备、数据管理等 | 3 488 所 | 3 800 所 | 40 000 | 40 000 | 224 | 781 |
| | 智慧能源 | 协同优化调度、大数据采集与挖掘、虚拟电厂等 | 200 万个连接 | 1 000 万个连接 | 10 000 | 15 000 | 56 | 293 |
| | 智慧应急 | 信息报送、预警发布、数据防灾等 | 500 万个连接 | 2 500 万个连接 | 25 000 | 37500 | 140 | 732 |
| | 智慧园区 | 园区巡检、品质核查、烟雾报警监控、智慧监控等 | 288 个 | 350 个 | 14 000 | 21 000 | 78 | 410 |
| | 智慧城市 | 智慧交通、智慧厕所、环保监测、智能楼宇 | 8 000 万个连接 | 40 000 万个连接 | 400 000 | 600 000 | 2 240 | 11 719 |
| | 智慧生态 | 智慧河长、空气质量监控、智慧林业 | 2 000 万个连接 | 10 000 万个连接 | 100 000 | 150 000 | 560 | 2 930 |
| 智慧教育 | 智慧教学、智慧考试、智慧评价、教育治理等 | 23 074 所 | 25 381 所 | 126 907 | 190 361 | 711 | 3 718 | |
| 公众 | 全屋安防 | 智能报警器、智能门锁、智能插座 | 3 000 万个连接 | 15 000 万个连接 | 135 000 | 202 500 | 756 | 3 955 |
| | 身体管理 | 智能牙刷、血糖仪、血压计 | 1 400 万个连接 | 7 000 万个连接 | 70 000 | 105 000 | 392 | 2 051 |
| | 学习/工作 | 教育机器人、智能学习机、电脑、平板 | 2 000 万个连接 | 10 000 万个连接 | 90 000 | 135 000 | 504 | 2 637 |
| | 智慧厨房 | 智能电饭煲、冰箱、油烟机、微波炉 | 1 240 万个连接 | 6 200 万个连接 | 62 000 | 93 000 | 347 | 1 816 |
| | 娱乐休闲 | 扫地机器人、智能照明、智能电视 | 1 800 万个连接 | 9 000 万个连接 | 90 000 | 135 000 | 504 | 2 637 |
| | 休息相关 | 智能温控、智能窗帘、空气净化 | 2 200 万户 | 11 000 万户 | 99 000 | 148 500 | 554 | 2 900 |
| 小计 | | | | | 1 806 907 | 2 690 361 | 10 119 | 51 228 |

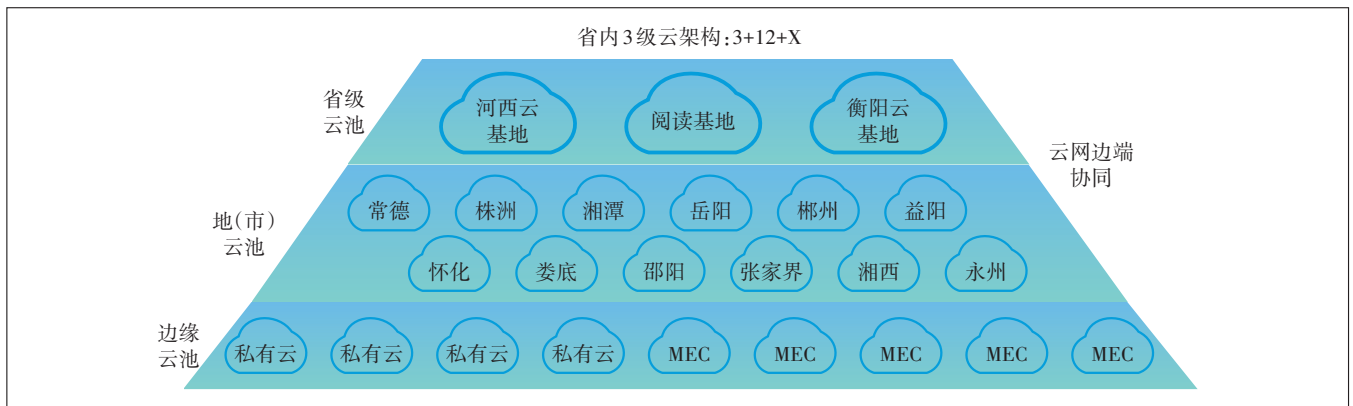


图 2 省内算力网络 3 级云架构示意图

根据表 1 的测算,全省算力总需求为 10.1 EFLOPS、存储 50 EB,湖南联通规划部署其中三分之一的算力资源,算力 3 516 PFLOPS、存储 17 670 PB。依据不同地(市)GDP、人口规模、人均社消、地域位置等因素,将总算力资源需求分配到全省 14 个地(市):

$$\text{某地(市)算力} = A \times E \times 50\% + B \times E \times 25\% + C \times E \times 15\% + D \times E \times 10\%$$

其中, A 为 GDP 占比, B 为人口占比, C 为人均社消占比, D 为位置重要性占比, E 为湖南联通部署总算

力。其中, GDP、人口、人均社消、位置因素在全省规划部署总算力的占比权重分别设为 50%、25%、15%、10%。

依此计算出到 2025 年全省 14 个地(市)的算力需求,详见表 2。

2.1.3 基于数据特征的地(市)算力资源布局

根据冷、温、热数据的特点,对各场景算力需求进行分类,作为省级骨干云池、地(市)级骨干云池、边缘云池算力部署规模的重要依据,按照以下策略分别确

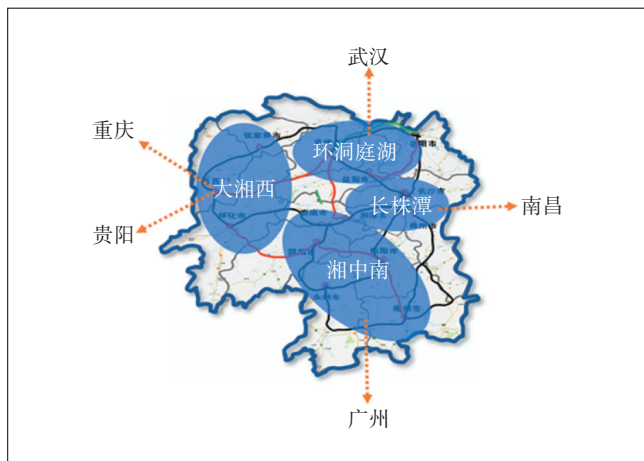


图3 省内骨干枢纽发展思路示意图

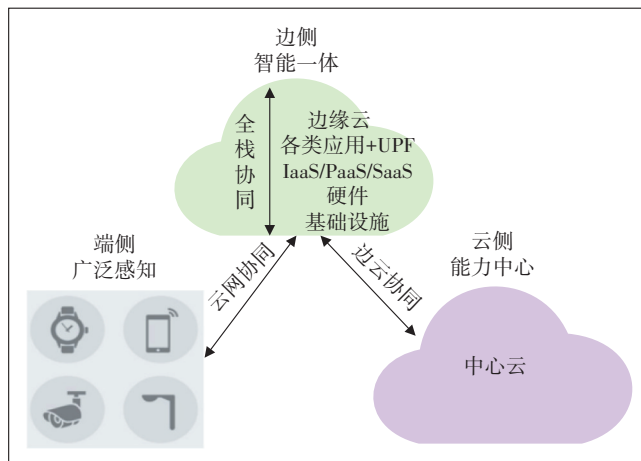


图4 “云-边-端”新三层智慧联接架构示意图

表2 截至2025年全省各地(市)总算力部署规模详表

| 地(市) | GDP占比权重/% | 人口占比权重/% | 人均社消权重/% | 位置重要性占比权重/% | 运算能力/PFLOPS | 存储能力/PB |
|--------|-----------|----------|----------|-------------|-------------|---------|
| 地(市)1 | 29 | 15 | 14 | 40 | 877 | 4 390 |
| 地(市)2 | 7 | 6 | 9 | 0 | 228 | 1 149 |
| 地(市)3 | 6 | 4 | 9 | 0 | 179 | 902 |
| 地(市)4 | 1 | 2 | 4 | 0 | 64 | 324 |
| 地(市)5 | 10 | 8 | 10 | 20 | 356 | 1 794 |
| 地(市)6 | 8 | 10 | 8 | 20 | 344 | 1 729 |
| 地(市)7 | 5 | 8 | 5 | 0 | 179 | 903 |
| 地(市)8 | 6 | 7 | 6 | 10 | 235 | 1 183 |
| 地(市)9 | 5 | 10 | 6 | 0 | 210 | 1 057 |
| 地(市)10 | 4 | 6 | 6 | 0 | 150 | 752 |
| 地(市)11 | 4 | 7 | 4 | 0 | 152 | 763 |
| 地(市)12 | 2 | 4 | 3 | 10 | 114 | 574 |
| 地(市)13 | 9 | 8 | 9 | 0 | 269 | 1 354 |
| 地(市)14 | 4 | 6 | 6 | 0 | 158 | 797 |
| 合计 | 100 | 100 | 100 | 100 | 3 516 | 17 670 |

定各地(市)3级云池算力部署规模:

某地(市)边缘云池算力=某地(市)热算力=某地(市)总算力×10%

某地(市)骨干云池算力=某地(市)温算力=某地(市)总算力×65%

地(市)1(长沙)与地(市)6(衡阳)的温算力,直接部署到省级骨干云池。

省级云池算力=周边其他地(市)冷算力+本地(市)冷算力+本地(市)温算力

某地(市)冷算力取值为当地总算力的25%。

依此计算出到2025年的省级骨干云池算力部署规模为1 672 PFLOPS、8 395 PB;地(市)骨干云池算力部署规模为1 492 PFLOPS、7 508 PB;边缘云池算力部

署规模为352 PFLOPS、1 767 PB。

到2025年全省骨干云池与边缘云池算力能力部署规模如表3所示。

2.1.4 安全容灾的算力布局

加强网络数据安全顶层设计,建设安全管理、安全技术、安全标准协同保障的三大安全体系,推动算网安全从单点可控迈向全程可信。根据应用对算力的不同需求,建设算力体系的容灾备份节点,提升算力体系的安全稳定性。容灾按区域进行规划,省级云池互为备份,地(市)骨干云池在省级云池做备份,分4个区域进行容灾备份,省级云池按当前存储100%+50%进行容量规划,未来按照100%+100%进行容量规划。

表3 截至2025年全省骨干云池与边缘云池算力能力部署规模

| 地(市) | 省级骨干云池算力部署规模 | | 地(市)级骨干云池算力部署规模 | | 边缘云池算力部署规模 | |
|--------|--------------|---------|-----------------|---------|-------------|---------|
| | 运算能力/PFLOPS | 存储能力/PB | 运算能力/PFLOPS | 存储能力/PB | 运算能力/PFLOPS | 存储能力/PB |
| 地(市)1 | 1 169 | 5 865 | 0 | 0 | 88 | 439 |
| 地(市)2 | 0 | 0 | 148 | 747 | 23 | 115 |
| 地(市)3 | 0 | 0 | 116 | 586 | 18 | 90 |
| 地(市)4 | 0 | 0 | 42 | 211 | 6 | 32 |
| 地(市)5 | 0 | 0 | 232 | 1 166 | 36 | 179 |
| 地(市)6 | 503 | 2 530 | 0 | 0 | 34 | 173 |
| 地(市)7 | 0 | 0 | 117 | 587 | 18 | 90 |
| 地(市)8 | 0 | 0 | 153 | 769 | 24 | 118 |
| 地(市)9 | 0 | 0 | 137 | 687 | 21 | 106 |
| 地(市)10 | 0 | 0 | 97 | 489 | 15 | 75 |
| 地(市)11 | 0 | 0 | 99 | 496 | 15 | 76 |
| 地(市)12 | 0 | 0 | 74 | 373 | 11 | 57 |
| 地(市)13 | 0 | 0 | 175 | 880 | 27 | 135 |
| 地(市)14 | 0 | 0 | 103 | 518 | 16 | 80 |
| 合计 | 1 672 | 8 395 | 1 492 | 7 508 | 352 | 1 767 |

3 算网资源部署策略及建设方案

面向算网一体,构建覆盖所有DC新架构的“光+IP网”综合承载网络,具备无损网络、绿色超宽、品质联

算、弹性敏捷、确定性体验、应用级保障六大特征,能够提供稳定、安全、智能、高效、灵活的算网融合服务能力,全省算力网络目标架构如图5所示。

3.1 基础承载网架构优化

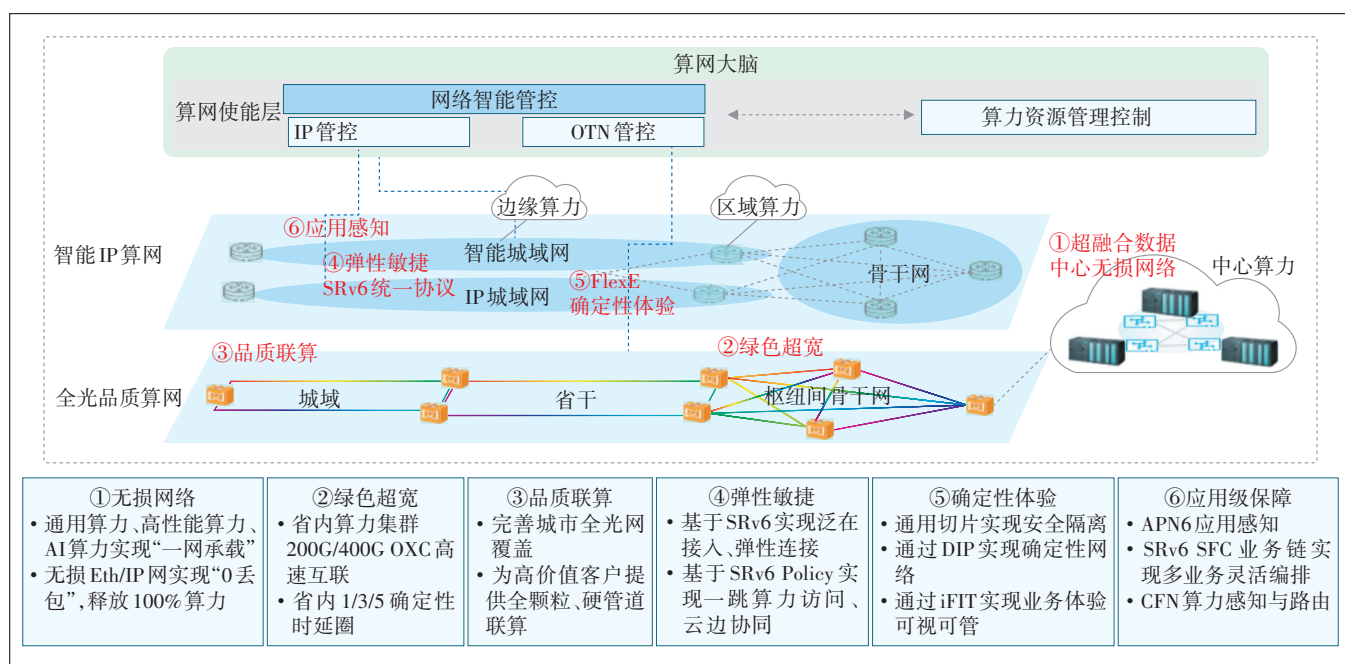


图5 算力网络目标架构示意图

结合算力需求逐步优化现有网络结构,形成面向区域DC、核心DC、边缘DC等3级算力基础承载网络,提供高品质的云资源池及算力服务。基础架构演进

方向如图6所示。

3.2 打造多级低时延圈

骨干光缆网主要优选低时延路由方式建设,通过

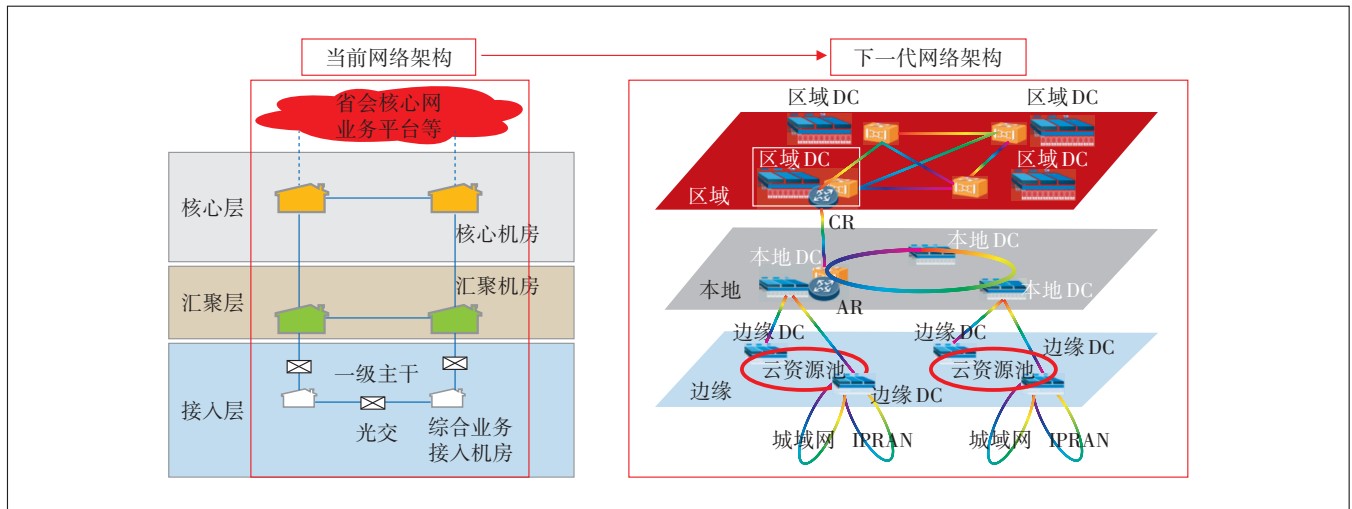


图6 基础架构演进方向

对比分析不同传输路径的长度,确定合适的路由方案,首选高速公路与高铁线路形成最短路由。基于OXC+ASON技术打造1、3、5 ms超低时延全光网络,最终实现:1 ms-城市内、3 ms-长株潭城市群、5 ms-省内的低时延目标。

3.3 全光底座部署策略

围绕全光ROADM/OXC骨干网、OTN政企精品网,持续优化网络,推进光电融合,提升关键能力,打造超低时延、泛在光接入、智能敏捷、安全可控的算力时代全光底座。全光底座目标架构如图7所示。通过网络架构、光缆网、传输系统3个方面的建设与布局,构建面向未来智慧全光底座。

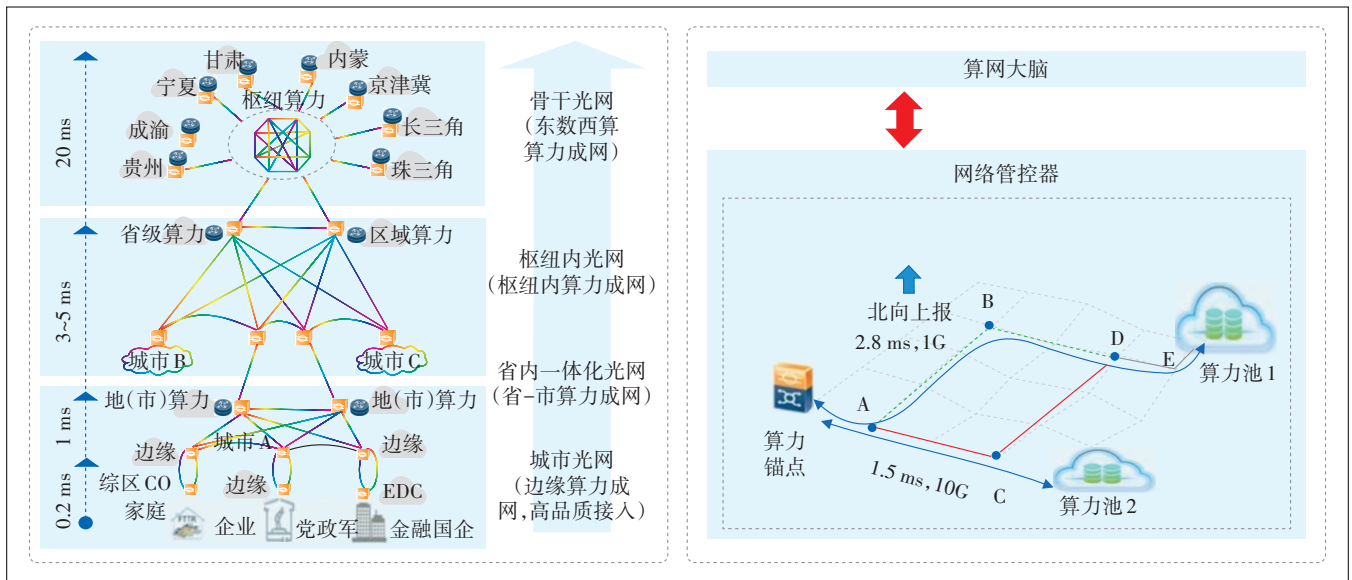


图7 全光底座目标架构

a) “双节点、多路由、双平面”,确保一干出省、省干出地(市)“双局址”,地(市)间光缆“多路由”,省干网络“双平面”,提升网络的安全性和健壮性。

b) 围绕DC机房布局,干线统筹,完善地(市)间高速公路光缆布局,持续优化时延,为网络扁平化奠定基础。

c) 省干传输网通过OXC+OTN双节点、双平面架构,覆盖169网骨干节点、省/地(市)数据中心、云资源池、重要大客户节点,满足以DC为中心的组网需求,通过SDN管控,实现算网业务的高质量传送,打造安全可靠、时延领先、竞争力强的政企精品网。

3.4 智能IP网络部署

面向算力资源的灵活承载和调度,依托现有网络资源和技术发展,研究构建能够提供确定性服务能力的智能IP网络,为用户提供具有确定性时延、确定性带宽和确定性网络质量的网络服务。

3.4.1 打造算网一体的高品质互联网

短期内保持骨干网双平面,14个本地网及2个IDC汇聚出口,以口字型直联骨干出口架构,根据业务预测适度超前进行网络扩容,推动与全国算力核心的直联,在省内加快与中国电信、中国移动直联点建设,满足业务发展需求。

进一步优化网络结构和传输网络,加大低时延平面的建设,如新增贵阳、南昌等方向的BR直达电路,为用户提供更低时延、更高质量的网络保障。

3.4.2 打造面向边缘算力和多业务融合承载的智能城域网

根据边缘算力和多业务承载需求,建设高效、智能化、有竞争力的综合智能城域网,实现各类业务的综合承载。发挥智能城域网简化架构、简化设备、自主可控、统一SDN管控等优势,加快推进切片差异化服务能力和SRv6、EVPN、FlexE、iFit等新技术部署,实现算力资源的“一跳入算、一跳入云”,算力资源快速送达,建设高品质的算力网络。

4 应用案例

湖南教育算力网络是以政企精品网作为底层网络承载,为全省教育行业打造的省、市、区/县3级云架构算力网络,通过“算力+网+应用”的模式,将各种教育行业云应用,以算力的方式输送到校园内的各个场景,为教师、学生快速提供各种高品质的教学、安全等算网服务,实现教学、生活的智能化和数字化升级。湖南教育算力网络应用拓扑图如图8所示。

5 结束语

本文根据全省数字经济发展需求,对不同行业的算力需求进行了分析,深入研究了湖南联通的算力资源、算网资源部署策略和规划建设方案,目前正积极推进相关数据中心和网络的建设,全省已完成2个省级云池、7个地(市)云池的初期规模部署,并同步将算力网络应用到校园、工业制造、医院等场景。后续将根据技术的发展演进,持续跟踪研究算力的智能调度、确定性网络、算力网络应用等多方面的课题,为数字经济的发展构建新一代数字基础设施。

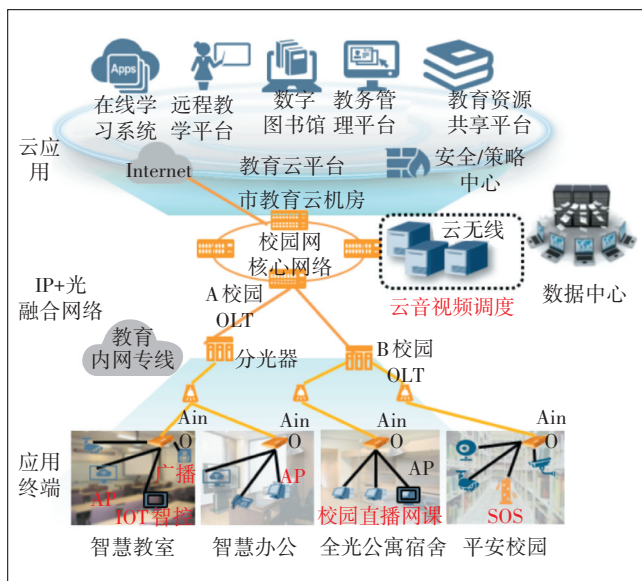


图8 湖南教育算力网络应用拓扑图

参考文献:

- [1] 中国通信标准化协会. 面向业务体验的算力需求量化与建模研究[R/OL]. [2022-05-08]. <https://www.doc88.com/p-80387877552413.html>.
- [2] 中国联通研究院. 中国联通 CUBE-Net 3.0 网络创新体系白皮书[R/OL]. [2022-05-08]. <https://www.doc88.com/p-27387127864815.html>.
- [3] 何涛,曹畅,唐雄燕,等. 面向6G需求的算力网络技术[J]. 移动通信,2020,44(6):131-135.
- [4] 中国联通研究院. 算力网络架构与技术体系白皮书[R/OL]. [2022-05-08]. <https://new.qq.com/rain/a/20220306a0264s00>.
- [5] 曹畅,唐雄燕,张帅,等. 算力网络:云网融合2.0时代的网络架构与关键技术[M]. 北京:电子工业出版社,2021.
- [6] 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.
- [7] 曹方,张鹏,何颖. 构建“东数西算”网络创新体系推动数字经济发展[J]. 科技中国,2022(3):4.
- [8] 贾珊珊,杨天宇. “东数西算”启动八大算力枢纽蓄势待发[J]. 中国工业和信息化,2022(4):4.
- [9] 夏小禾. 四部门联手构建国家算力网络体系启动“东数西算”工程[J]. 今日制造与升级,2021(6):10-11.

作者简介:

欧阳恩山,高级工程师,博士,主要研究方向为移动通信、算力网络等;夏巍,高级工程师,博士,主要研究方向为计算机网络、移动通信、无线网络优化等。

