

浅析面向算力时代全光底座的构建

Analysis of Construction of All-optical Base for Computing Power Era

刘太蔚¹, 郭祥明² (1. 中国联通湖南分公司, 湖南 长沙 410011; 2. 北京中网华通设计咨询有限公司湖南办事处, 湖南 长沙 410014)

Liu Taiwei¹, Guo Xiangming² (1. China Unicom Hunan Branch, Changsha 410011, China; 2. Chinacomm Design&Consulting Co., Ltd. Hunan Office, Changsha 410014, China)

摘要:

随着多样化算力需求场景不断涌现,传统网络的架构、技术面临严峻挑战。面向算力时代业务需求,从承载网的基础架构、光缆网、传输系统等方面分析了高品质全光底座的部署方案,从而提供低时延、高带宽、高可靠、高智能等网络能力,实现算力业务的高质量传送。

关键词:

算力网络;架构演进;全光底座;低时延圈

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2023.02.004

文章编号: 1007-3043(2023)02-0020-05

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:

With the emergence of diverse computing power demand scenarios, the architecture and technology of traditional networks face severe challenges. Facing the business needs of the computing power era, the deployment scheme of high-quality all-optical base is analyzed from the aspects of the infrastructure of the bearer network, optical cable network, transmission system, etc, which provides low latency, high bandwidth, high reliability, high intelligence and other network capabilities to achieve high-quality transmission of computing power services.

Keywords:

Computing power network; Architecture evolution; All-optical base; Low-latency circle

引用格式: 刘太蔚, 郭祥明. 浅析面向算力时代全光底座的构建[J]. 邮电设计技术, 2023(2): 20-24.

0 引言

当前新一轮科技革命和产业变革正重塑全球经济结构,数字经济的核心生产力正以算力全面展开,成为带动数字经济发展的主引擎。面对新一轮数字经济发展的浪潮,信息网络正从以网络为核心的信息交换,向以算力为核心的信息数据处理转变。充分利用我国在网络基础的领先优势,以网强算,发展算力网络,将具有很强的现实意义和战略意义。中国联通正式发布了算力时代全光底座,其可以提供超广覆盖、超大带宽、超低时延、超高可靠、智能调度等网络

能力,并以公司战略规划为指引,积极响应算网融合发展的需求,构建新型算力网络。

在此战略背景下,某省联通积极落实并承接公司新战略规划,提出覆盖全省的“4+4+12+X”云网边一体化多层级算力布局,构建结构合理、运力充足、体验领先的算力网络。筑牢全光底座是为全省算力节点提供高品质运力保障的关键基础,不仅能满足自身网络发展目标,还将满足千行百业算力需求。

1 需求分析

1.1 业务分类

随着5G、物联网、云计算、边缘计算、人工智能、区块链等新一代信息通信技术在行业的广泛应用,亟需

收稿日期: 2022-12-25

基于多样性算力构建新型信息通信基础设施平台的坚实底座,以满足广泛应用和海量数据的算力需求。不同业务类型对时延的需求可分为4类:边缘计算类、低时延类、中时延类和高时延类。时延越低,结合算力资源与网络优势,运营商能发展的算力业务就越多。不同类型业务需求如表1所示。

表1 不同类型业务需求表

业务类型	数据类型	部署位置	业务描述
第1类:边缘计算类	热数据	边缘云池	时延<10 ms
第2类:低时延类	热数据	边缘云池	端到端时延≤20 ms,包括工业互联网(设备控制类)、车联网、网络游戏、金融证券、远程医疗等应用
第3类:中时延类	温数据	地(市)骨干边缘云池	20 ms<时延≤200 ms,包括云计算、大数据、区块链、人工智能、视频播放等应用
第4类:高时延类	冷数据	省级骨干边缘云池	时延>200 ms,包括网页浏览、数据存储、数据备份等应用

1.2 DC化布局对网络的需求

围绕不同类型的业务需求,某省联通将构建“4+4+12+X”算力布局架构。未来DC必然是网络的核心,在网络架构设计与组网布局的过程中应以DC为中心,推动网络架构升级与演进。以DC为中心架构对承载网提出不同的需求:南北流量比例变化,东西流量显著增加,DC驱动东西流量,视频驱动南北流量成倍增长;云间共享、云化业务需要低时延,越来越多的云业务要求网络提供可保证的低时延;DC业务协同网络,统一规划、快速开通,万企业上云,而网络的快速响应和安全可靠能力是基本需求。

根据某省联通算力架构布局,DC布局将分为区域间、区域内,DC互联链路的带宽、时延需求不同:区域间DC互联带宽为400G,时延在5 ms以内,区域内DC互联带宽为200G,时延在3 ms以内。

2 传统网络面临的问题

面向算力时代,传统网络的架构、时延、带宽、安全等已无法满足需求,主要体现在:

- a) 网络架构:传统网络主要以行政区域分层次组网,本地网有核心层、汇聚层和接入层3个层次,以环形和链型为主,难以适应东西向流量增长的需求。
- b) 网络时延:受限于组网结构,业务存在绕行迂回情况,网络时延大,难以满足低时延业务诉求。
- c) 网络带宽:目前省干、本地网系统速率以100G为主,难以满足未来DC互联大带宽需求。

d) 网络安全:现有网络大都以环形组网为主,最多可抗一次断纤,未来将出现更多的超高可靠性要求的业务,现有网络难以满足需求。

e) 网络成本:网络刚性根据业务的需求量来确定网络容量,扩容的成本较高,且扩容周期长,通常难以根据流量变化与业务量的变化进行动态调整。

3 全光底座部署方案

3.1 全光底座目标架构

根据某省算力支撑能力提升行动方案要求,以公司战略规划为指引,结合自身资源情况,构建算力时代省内全光底座。全光底座目标网架构包括骨干光网、枢纽内光网、省内一体化光网和城市光网4个部分。其中与省内相关的是枢纽内光网、省内一体化光网和城市光网。全光底座目标架构如图1所示。

a) 枢纽内光网:一、二干网络融合,利用 OXC/ROADM 技术构建枢纽间全光互联,打造 20 ms 枢纽间连接;网络架构稳定可支持400G平滑演进,支持立体多平面演进,按需平滑扩展到500T+以上能力,满足“东数西算”算力调度需求。

b) 省内一体光网:OXC/ROADM 打造省级算力节点间全光互联,打造各本地网算力网关到就近省级算力节点5 ms的时延圈,网络可持续向400G演进,实现绿色节能。

c) 城市光网:增加光锚点覆盖,实现用户到算力网关的一跳接入,实现城市内1 ms时延圈。

3.2 全光底座部署方案

某省联通将从网络架构、光缆网、传输系统3个方面构建面向算力时代全光底座,提供大带宽、低时延、高可用、一网连多云的极致体验,协同+管控、智能运维的智能管控,以及双节点+多路由、全光交换的稳定架构。

3.2.1 基础架构

某省联通“4+4+12+X”的算力资源布局,将会促使“算力数据中心”大规模建设,现有机房的面积、电源、配套等无法满足算力资源部署需求。面向算力资源布局需求,应提前做好机房及配套资源的储备,近期基础架构依然依托现有“两区三点”架构,持续完善汇聚机房节点布局,提升机房自有率;改善重点区域综合接入点机房条件,提升业务接入能力,结合算力资源部署情况,完成节点机房的DC化重构。

3.2.2 光缆网

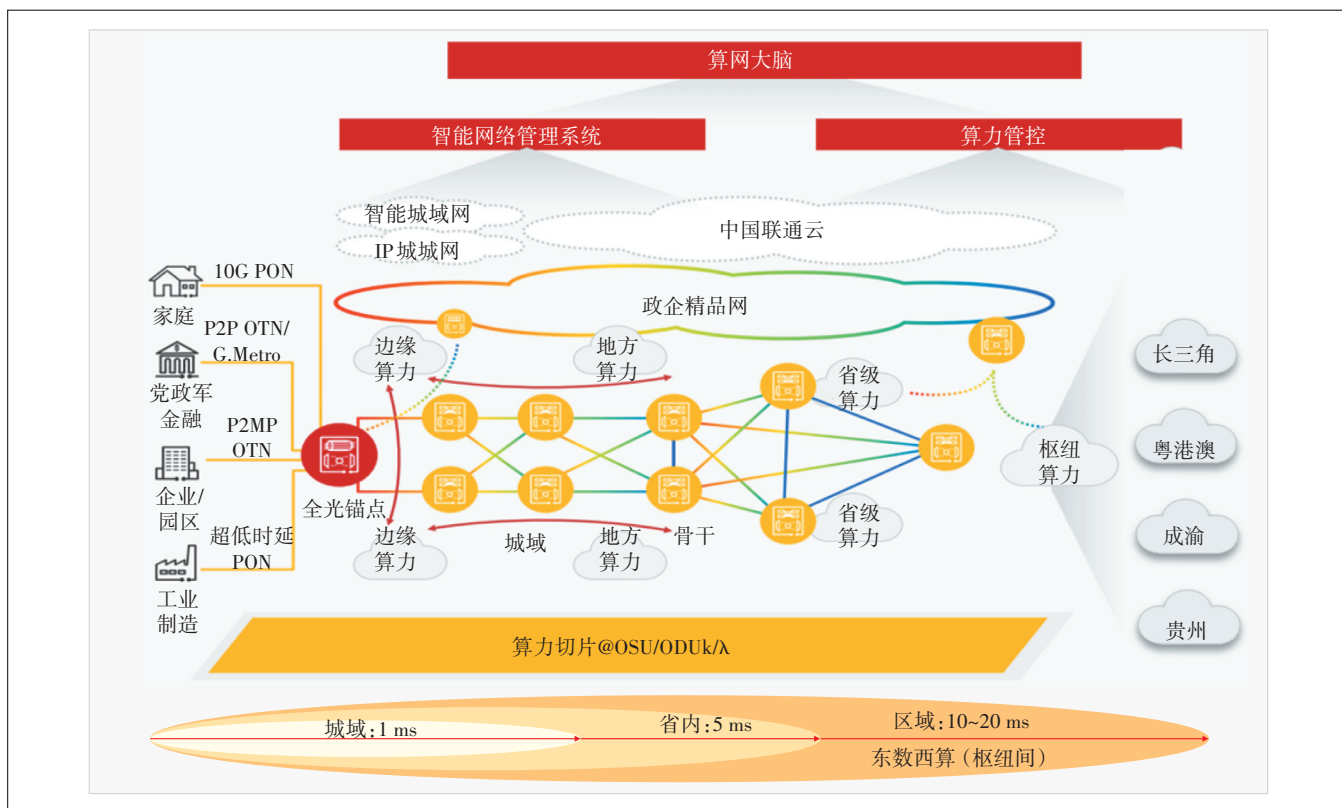


图1 算力时代全光底座目标架构

网络时延主要是指光纤时延、设备转发等时延,其中光缆时延为 $5\mu\text{s}/\text{km}$,设备转发时延约为 $25\mu\text{s}/\text{跳}$ 。网络总时延中光纤时延占比85%、设备时延占比9%。通过优化光缆网架构,任意2点间的连接方向可参考高速公路导航,就近选直连路由,实现Mesh化组网,实现业务最优路径接入,任意DC间、任意用户到DC间的时延都可大幅优化,提升业务品质。

a) 骨干光缆网。完善面向算力网络的骨干光缆网布局,打造某省至八大枢纽节点最优时延。主要从以下2个方面建设:8核8区骨干光缆网和广覆盖/多路由的高品质区域光缆网。

b) 省干光缆网。省内将结合交通运输体系发展规划,一、二干统筹,丰富以高速公路为基础的骨干光缆网架构,带动全光网络的持续演进,打造地(市)DC间最优时延圈。充分利用高速公路等资源,补全省干光缆网路由,构建光缆网状网架构,丰富光缆路由,提升网络健壮性;优化区域光缆布局,实现算力集群区域光缆最优接入;在光纤技术方面,G.654E光纤传输性能更好,在未来骨干网中可考虑部署G.654E光纤,以进一步提升400G传输性能,减少中继。省干光缆架构演进如图2所示。

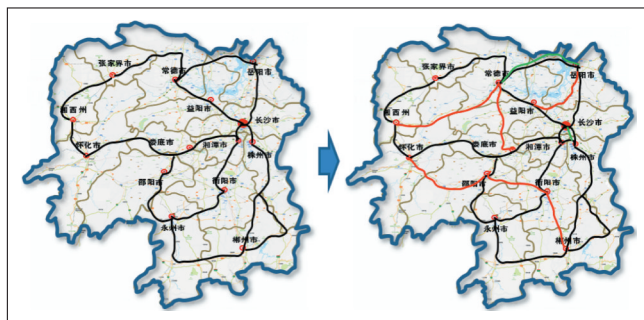


图2 省干光缆网架构演进

c) 本地网光缆。根据算力规划布局,未来将实现“一县一DC”布局,边缘算力根据需求下沉至边缘云池,甚至客户机房内。通过部署全光锚点实现用户算力的就近接入,实现城市内用户到算力网关的一跳直达。本地网内应提前进行光缆网资源储备,以满足算力的就近接入。核心汇聚层光缆保持架构稳定,结合高速公路走向,逐步向Mesh化演进,丰富光缆路由,提升网络健壮性、降低业务时延;接入主干层光缆,提升光缆容量,向下延伸覆盖,密集城区,加大二级主干光缆建设,提升覆盖密度,提升出局纤芯容量;接入配线层光缆,增加接入节点密度,将一般站点、配线光交、楼宇分纤箱作为5G/大客户/家宽业务接入点,将业务

接入距离缩短至 500 m 以内。本地网光缆架构如图 3 所示。

d) 打造低时延全光网, 构筑多级时延圈。省际低时延圈: 骨干光缆网建设目前主要采用低时延路由方

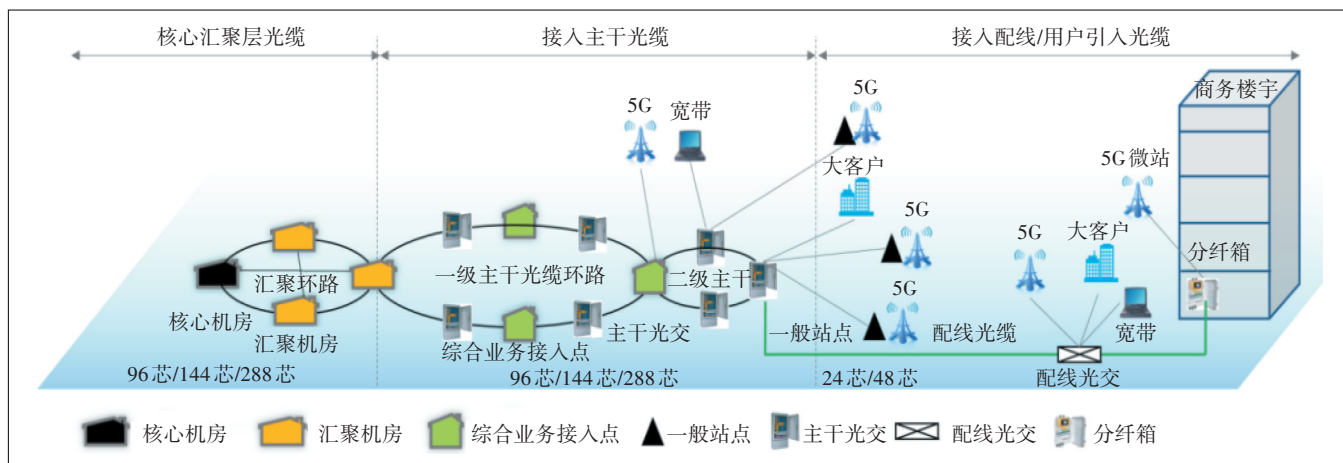


图3 本地光缆网架构

式, 通过对比不同建设方式的路由长度, 确定合适的路由方案, 首选高速公路与高铁路由。根据某省一干节点对应各局向已开通系统的最短路径采集数据, 打造省际 5、10、15、22 ms 时延圈。省内低时延圈: 基于 OXC+ASON 技术打造 1、3、5 ms 超低时延全光网, 时延圈定义: 城市内 1 ms、城市群 3 ms、省内 5 ms。结合沿高速公路走向的光缆网目标架构最短路径, 测算全省总体区域内可实现单向 5 ms 最优时延圈。

3.2.3 传输系统

构筑一体化 OTN 全光网络, 将 DC 中心和扁平化的全光省干实现 ROADM/OXC 光层互连, 取消本地转接, 减少传输成本, 实现 DC 与 DC 之间, DC 与传统网络之间光层一跳直达, 降低了传输时延, 提升业务传输效率。

a) 省干传输系统。通过对现有省干传输系统的优化改造, 实现“双平面、双节点”网络架构, 进一步提升业务承载安全性。结合基础架构节点演进, 打造基于 OXC 的长株潭超低时延圈。未来还将结合省干光缆网 Mesh 化覆盖, 实现省会 OXC+地(市)ROADM 的大带宽、低时延、高可用省干传输系统。随着省干光缆网在高速公路的逐步敷设完善, 地(市)至省会、地(市)至地(市)路由将更为丰富, 未来也将具备省会 OXC+地(市)ROADM 的组网架构, 对比现网环网结构, 业务路径可实现时延最优, 波道资源利用率更高, 业务安全性也将进一步提升。

面向未来, 某省省干传输系统将进一步对一、二平面进行 ROADM 光层对接, 形成立体互联灯笼式网

络结构, 构筑“省干立体光网络”目标网布局。基于现网一、二平面, 结合地(市)—地(市)、地(市)—省会 Mesh 光缆网目标架构, 打通地(市)一、二平面节点之间及地(市)与地(市)之间的光层链路, 并对一、二平面节点进行 ROADM 改造, 可达到目标网结构。某省“省干立体光网络”目标网架构如图 4 所示。

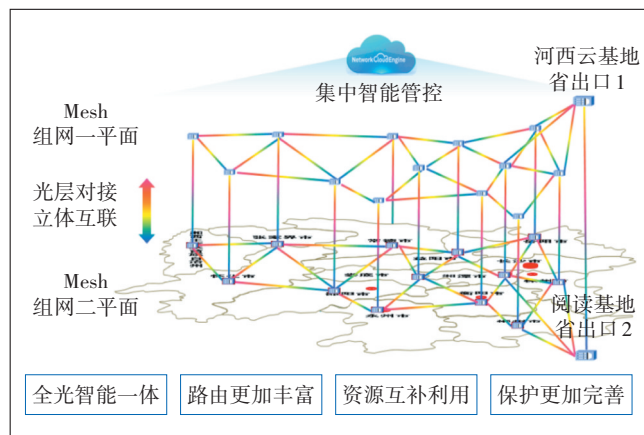


图4 省干传输系统目标网

b) 本地传输系统。本地网内城城市县融合一体化组网, 推进 PeOTN 改造。

(a) 本地核心: 对原有本地核心每环路单独设置一对核心架构进行简化, 采用扁平化 Mesh 组网, 引入 ROADM/OXC, 实现任意节点间波长直达调度, 减少层间转接, 大幅降低机房空间需求和功耗。小颗粒通过 OTN 进行子通道调度, 实现光电协同的极简架构和极致性能。

(b) 本地汇聚: 引入波分环组网, 按需采用极简化的

光层或低维度 ROADM, 与核心组成光调度网络, 实现快速组网, 可便捷加减站点。大颗粒波长级业务, 从

CO 锚点到本地核心/DC 节点一跳直达, 低时延、低功耗。本地核心、汇聚组网扁平化演进如图 5 所示。

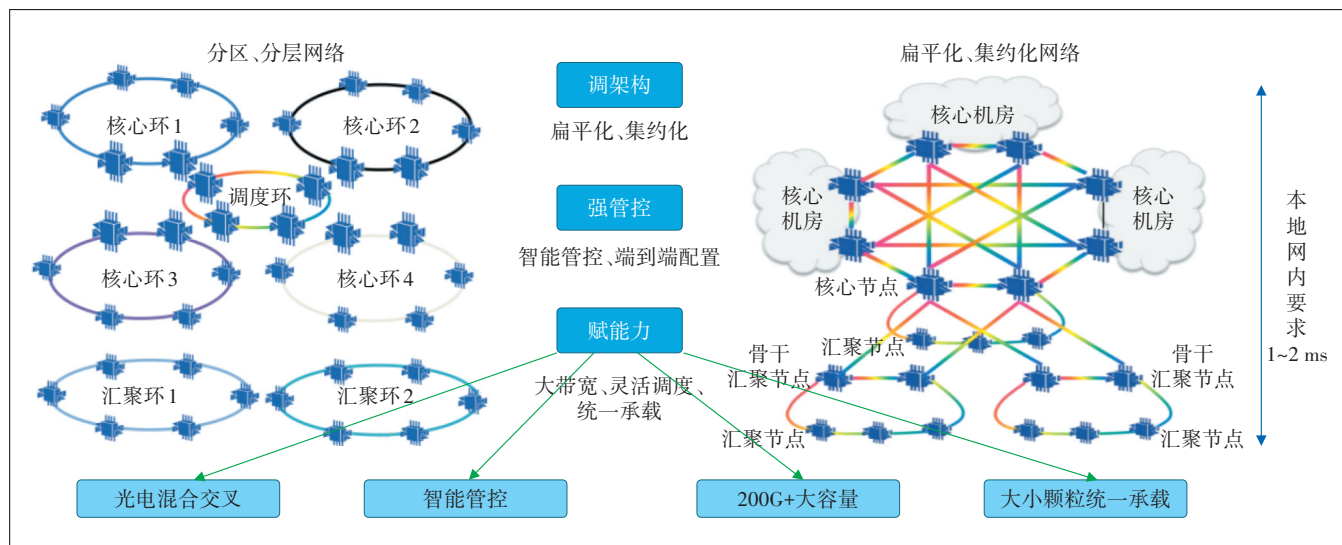


图5 本地核心、汇聚组网扁平化演进

(c) 本地接入: 全光锚点、全业务接入、业务一跳入算。根据某省联通“4+4+12+X”算力布局规划, 未来算力节点逐步向下延伸至综合业务接入点/客户节点。基于枢纽间、枢纽内、城市内构建 E2E 的算力网络全光底座, 可实现各类型的业务安全一跳入云, 业务高可用, 稳定低时延。

4 展望

本文针对算力时代业务需求, 提出全光底座目标架构, 探讨了如何打造架构稳定、大带宽、低时延的全光底座。接下来将持续深耕算力时代全光底座, 通过引入智能化技术, 实现智能全光底座、哑资源数字化、资源可视化以及基于 AI 算法的网络故障预测和性能优化, 以优质的网络, 实现从“基础连接”到“万物智联”的新跃升, 提升业务体验, 节省网络运维成本, 达成管道变现, 实现商业价值最大化。

参考文献:

- [1] 王光全, 沈世奎. 云时代全光底座架构及关键技术[J]. 信息通信技术与政策, 2021(12): 19-26.
- [2] 沈世奎, 王光全, 唐雄燕. 全光算力网络打通算力资源运输的大动脉[J]. 通信世界, 2022(6): 31-32.
- [3] 张磊. 基于全光网打造算力网络“运力底座”[J]. 通信世界, 2022(8): 35-37.
- [4] 高超. 如何打造全光底座?[N]. 通信产业报, 2021-06-21(15).
- [5] 曹畅, 唐雄燕. 算力网络关键技术及发展挑战分析[J]. 信息通信

技术与政策, 2021, 47(3): 6-11.

- [6] 贾庆民, 丁瑞, 刘辉, 等. 算力网络研究进展综述[J]. 网络与信息安全学报, 2021, 7(5): 1-12.
- [7] 段晓东, 姚惠娟, 付月霞, 等. 面向算网一体化演进的算力网络技术[J]. 电信科学, 2021, 37(10): 76-85.
- [8] 狄笋, 曹一凡, 仇超, 等. 新型算力网络架构及其应用案例分析[J]. 计算机应用, 2022, 42(6): 1656-1661.
- [9] 王丽莉. 算力网络部署方案分析[J]. 电信科学, 2022, 38(6): 172-180.
- [10] 黄光平, 罗鉴, 周建锋. 算力网络架构与场景分析[J]. 信息通信技术, 2020, 14(4): 16-22.
- [11] 中华人民共和国工业和信息化部. 光传送网(OTN)网络总体技术要求: YD/T 1990-2019[S]. 北京: 人民邮电出版社, 2019.
- [12] 佚名. 《中国联通 PeOTN 建设指导意见》[Z]. 2020-04-03.
- [13] 汪洲燕, 王岩, 王睿. 基于基础架构的 PeOTN 组网应用研究[J]. 邮电设计技术, 2015(3): 26-30.
- [14] 陆源, 白立武, 张立明. PeOTN 网络承载高品质专线业务的方案研究[J]. 江苏通信, 2019, 35(5): 60-65.
- [15] 张伟, 张海洋, 刘泓均. 浅谈 PeOTN 技术应用场景及部署方案[J]. 中国新通信, 2020, 22(9): 113.

作者简介:

刘太蔚, 高级工程师, 学士, 主要从事传送网络的规划、技术演进研究工作; 郭祥明, 工程师, 学士, 主要从事传送网络的规划和设计工作。

