

云时代全光底座部署策略研究与应用探讨

黄琼¹, 段毅², 王青郁¹, 黄文志¹, 段玉圃¹

(1. 中国移动集团设计院有限公司重庆分公司, 重庆 400000; 2. 中国移动通信集团云南有限公司, 云南昆明 650000)

摘要: 在 K 市光网络演进项目中, 发现面对全光网底座在如何协同传统网络、支撑业务发展、融合自身演进进行规模部署方面一直未探寻到有效方法路径。针对这一难题, 文章从传统网络痛点难点和全光底座关键技术能力分析, 对基于 OXC 全光网部署节奏、推进模式、配置场景展开探讨, 为高效推进全光底座的规模建设搭建框架模型, 助力运营商抢占高品质增收领域, 提升数字经济生产力。

关键词: 全光底座; OXC; 部署策略

中图分类号: TN929.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-9759(2023)06-0180-06

Research and Application Discussion on deployment strategy of all optical base in cloud Era

HUANG Qiong¹, DUAN Yi², WANG Qingyu¹, HUANG Wenzhi¹, DUAN Yupu¹

(1. China Mobile Group Design Institute Co., Ltd. Chongqing Branch, chongqing 400000;

2. China Mobile Communications Group Yunnan Co., Ltd. yunnan kunming 650000)

Abstract: In the K City optical network evolution project, it is found that the all-optical network base has not found an effective way to coordinate with the traditional network, support business development, and integrate its own evolution for scale deployment. In response to this challenge, this article analyzes the pain points and key technical capabilities of traditional networks and all optical base stations, and explores the deployment rhythm, promotion mode, and configuration scenarios of OXC based all optical network. It builds a framework model for efficiently promoting the scale construction of all optical base stations, helping operators seize high-quality income increasing fields and improving digital economic productivity.

Keywords: All optical base; OXC; Deployment strategy

0 引言

云南 K 市 SPN、千兆 OLT、200G OTN 已经是行业领先水平, 但 OTN 仍然是基于 FOADM 模式的传统架构, 为响应国家新基建和数字云南“使能滇中城市群产业数字化升级和辐射两亚桥头堡”战略进一步深化全行业数字化转型, 同步解决传统 OTN 调度不灵活、满足业务架构发展需求以及环节配套资源消耗, 以 F5G 全光底座为载体的运力和以“AI+云”为基础的算力成为数字经济时代生产力的关键, K 市积极探索和推进全光架构的部署与应用。

1 传统 OTN 网络面临的挑战和痛点

1.1 传统 OTN 网络面临的挑战

1.1.1 新技术发展变革的必然趋势挑战

5G 使能全社会数字化、新视频/云业务指数飙升、三个“千兆”持续创新在带宽、时延、链接、开通上带来新挑战, 提出“云光一体”概念, 推动传送网向泛在、超宽、开放、随需的全光网 2.0 发展, 使能业务极致体验, 打造端到端“全光底座”, 实现云光一体服务。

1.1.2 业务“高品质、多方位”需求变化的挑战

(1) CHBN 业务的变化对“品质”提出更高要求

2C: VR 视频、车联网、定位授时等场景类型多样, 品质光网是基础;

2H: 虚拟 VR/高清视频/远程办公等场景大带宽/低时延/零丢包三大需求驱动网络面向体验升级;

2B: 年复合 18% 增长的高价值政企专线需要高品质网络承载, 助力运营增长新引擎。

安全可靠是核心问题, 刚性隔离、超低时延、不断提速是主要诉求, 刚性管道是高品质的保证。

2N: 高品质的安全可靠联接(智能电网/制造、智慧医疗/车联网/家庭、新基建在大带宽、低时延、广连接需求全光底座为其保驾护航)。

(2) DCI(数据中心互联 Data Center Interconnect) 增长迅速, 需高带宽、高速率、低延时的全光网互联。

(3) 新型 IT 技术不断渗入电信行业, 云化部署加速, 要求光网络输出强大稳定“运力”。

(4) 实时性云业务(5~50ms)的低时延、大带宽、硬隔离的高品质入云链接

(5) 重塑管道价值, 加速数智化转型, 掌控 ICT 市场话语权以全光底座为基础搭建的一体化、MESH 化、快速融合与智能调度全光网是实现业务高品质需求, 重塑管道价值, 满足业务承载“三低四高”诉求的关键。

1.2 传统 OTN 网络痛点与难点

1.2.1 业务适应与需求方面

(1) 业务调度不灵活, 无法应对随时随地泛在链接需求和高度集中的点到多点业务模型;

(2) 业务调度转接环节多, 开通时间长, 效率低, 时延高; 无法应对“高品质”业务要求;

(3) 带宽调整不灵活, 仅支持 P2P(点对点 peer-to-peer) 和 OTU 内调整; 无法应对业务带宽按需、实时差异化需求;

(4) 网络资源共享性和调整性差, 无法实现业务快速开通和资源效率提升。

收稿日期: 2023-03-03

作者简介: 黄琼(1986-), 女, 云南红河州人, 学士, 工程师, 主要研究方向为传送网络演进、网络架构、网络规划及设备网络建设等。

1.2.2 网络架构方面

(1) 环形建网: 架构固化、流量不均且承载能力弱化; 面对环网调整, 牵一点动整环, 工作量大且建网周期加倍; 可选择路径少, 保护能力弱, 安全性不高;

(2) 多环堆叠: 导致光纤资源、动环配套及空间资源消耗加速;

(3) 环间不通: 业务分段配置分段管理, 不能实现端到端调度和管理, 导致调度时延增加;

(4) 结构单一: 业务绕行较普遍, 时延确定性差; 面对业务流量/流向变化应对吃力;

面对国家新基建和数字云南战略部署, 全光 OXC 底座是构建绿色优质新网络的关键; 应对新技术

发展和 CHBN 挑战, 全光 OXC 底座是基础网络必备。

2 全光底座的关键能力与技术

2.1 全光底座关键能力

全光底座作为全光网的物理基础, 具备以下五大关键能力:

(1) 全光交叉技术(OXC): 架构稳定, 极简, 大带宽, 可扩展。

(2) 全光锚点, 全光接入: 支持 ETH/SDH/PON/OTN/WDM 多接入技术, 兼容现网, 平滑演进。

(3) 光电融合: 确定性承载, 高安全隔离(基于 L0/L1 的硬管道技术, 物理隔离、按需调度)。

(4) 网络切片: 端到端分片, 一网多业务差异化 SLA(服务等级协议 Service-Level Agreement) 服务。

(5) SDN+AI 使能“光网大脑”实现云光一体, 业务灵活入云。

2.2 全光底座关键技术

2016 年之前采用固定光分插复用器、波道穿通、电交叉方式^[2]; 2016 年后开始引入 ROADM 光层调度, 而 FOADM/ROADM(FOADM: Fixed Optical Add/Drop Multiplexer, 固定光分插复用器; ROADM: Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer, 可重构光分插复用器) 连纤复杂、体积庞大, 促使光交叉技术进一步演进为容量大、体积小便运维的 OXC 技术。

OXC 是光交叉技术发展方向, 具有超大容量、高效率、高集成度、扩展性强的特性。优势如下:

(1) 超大容量调度能力强: 可支持 32 维光调度, 实现 Pbit/s 级别的波长调度; 业务光层灵活调度, 降低时延、成本;

(2) 自动光交叉, “0” 错纤连接: 通过背板实现 MESH 互联, 即插即用、灵活调度、平滑扩容;

(3) 集成度高/大幅度节约空间与功耗: 与传统 FOADM 方案对比, 空间节省 86%, 功耗节省 52%, 维度越多节省占比越高;

(4) 多路径重路由, 网络健壮性更佳;

(5) 智能光标签: 避免波长冲突;

(6) 业务开通时间: 天→小时。

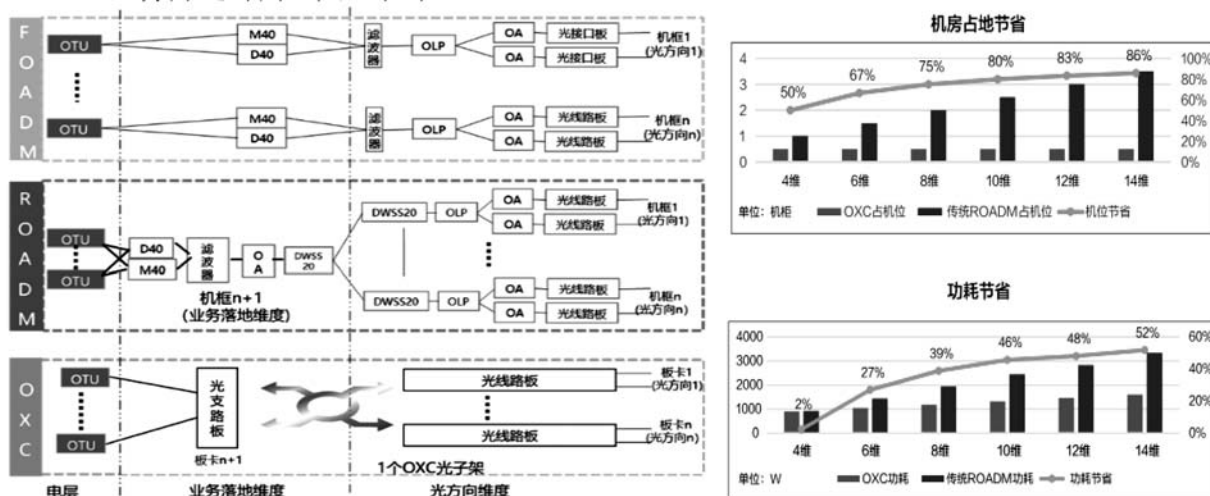


图 1 OXC 交叉技术优势与设备空间功耗效益对比图

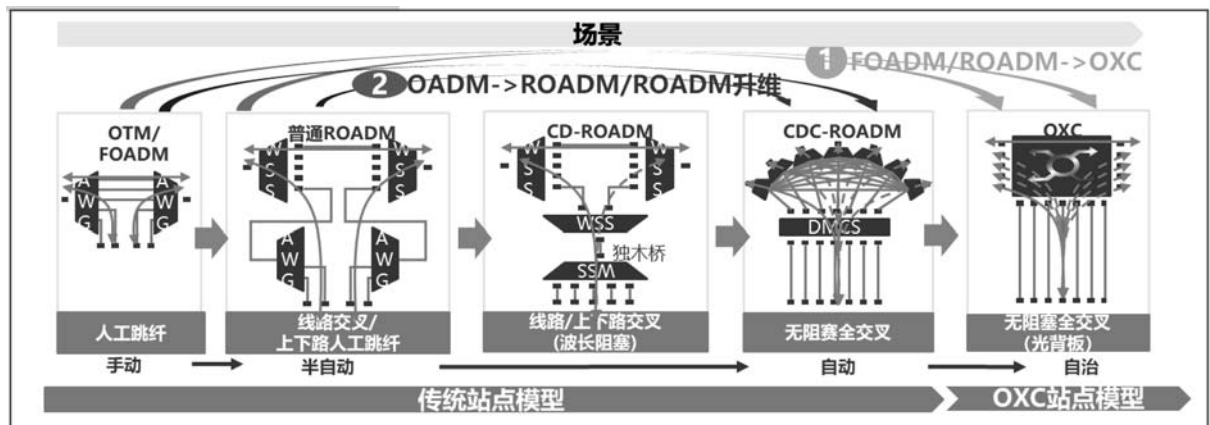


图 2 网络改造场景示意图

2.3 SDN+AI 加持

OXC 与 SDN 硬加软相辅相成实现智能全光底座,满足业务和网络高品质智能化的诉求和挑战。

OXC 为 SDN 提供多方向调度硬件基础;SDN 为 OXC 网络提供 N 次重路由算力,共同保障网络可靠性。

SDN 自动算路,避免波长冲突,简化光层规划和管理,发挥 OXC 的灵活性。

SDN 充分考虑波长一致性约束,规避 OXC 调度波长冲突。

OXC 免连纤,免插损调测,SDN 网络开通更快速。

3 基于 OXC 技术的全光底座部署策略探讨

结合光网络的演进和全光底座关键技术,建议依托并充分发挥现网资源,按照以始为终、分步实施的策略有节奏分区域部署全光底座,形成稳定架构,通过 OXC 外延夯实调度能力,保证网络向安全、灵活、智能化演进,既适应长远发展又兼顾已建资源,不建议核心汇聚一步到位全量部署。

3.1 全光底座的架构与配置策略

3.1.1 网络结构与组网模式

(1)网络结构

综合现网、业务需求、设备能力等因素,合理组织网络结构,总体按照由核心至接入、业务需求由繁至简可以采用全 MESH 结构、局部网状、直达链路传统环网结构。

——针对业务量大、调度颗粒大、需求明确的多个核心节点之间,可搭建光立交、适当组织局部网状或全 MESH 结构;

——针对业务量较大的骨干汇聚节点与核心节点之间,可建设直达系统;

——针对业务量较小、业务需求以纵向为主,建议采用环网结构。

(2)组网模式

全光网 2.0 时代,光层技术主要为 FOADM、ROADM 和 OXC,现有城域网网络均为传统 FOADM 技术,随着全光底座的部署,传送网呈现出多种技术并存的状态。应充分结合各种技术的优势及网络结构、网络层级的业务属性考虑。

——城域网组网模式:核心层以 OXC 为主、骨干汇聚层及重要汇聚节点 OXC 与 ROADM 按需部署、接入与普通汇聚层保持现状以 FOADM 为主。

——网络改造场景:结合组网模式,现网改造场景原则上可划分为 2 种。

场景 1:传统 FOADM/ROADM→OXC 演进 ①光层业务还原(光交叉、光参);②OXC 设备插入线路侧;③穿通落地业务割接;

场景 2:传统 FOADM→ROADM/ROADM 升维①光层业务还原(光交叉、光参);②多维度光交叉、光参配置转换;③配置下发。

3.1.2 系统配置方式

基于不同组件组合配置,可实现波长无关 Colorless、方向无关 Directionless、竞争无关 Contentionless、颗粒无关 Gridless 配置需求。

(1)C:本站光层端口可上下任意波长 ROADM+ASON 调度 -Colorless(变波长)调度。

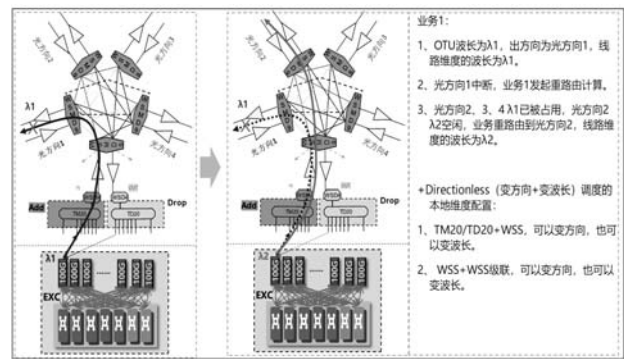


图 3 系统配置方式示意图 1

(2) D: 本站上行业务可任意改变传送方向 ROADM+ASON 调度 - Directionless(变方向)调度。

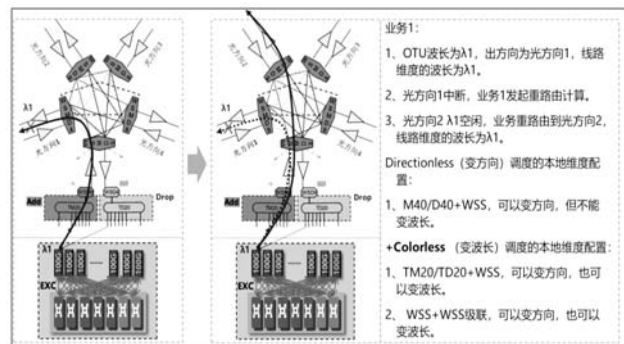


图 4 系统配置方式示意图 2

(3) CDC: 不同方向业务可以同时上下,包括相同波长,无波长冲突本站上行业务可任意改变传送方向。目前使用较多的为 CD 配置方案,但存在波长冲突的问题,特别是业务量大的核心节点,问题出现时间更快。

解决本地上下路波长冲突方式由 2 种方式:CD 多组上下路或者 CDC 上下路。

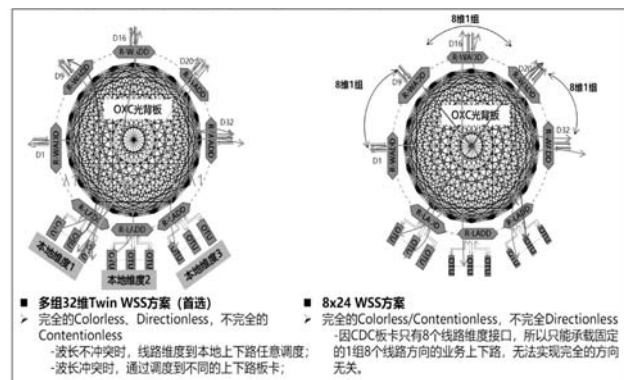


图 5 系统配置方式示意图 3

3.2 场景划分维度探讨

网随业动,全光底座规划部署建议从以下 3 大象限 9 个维度为切入点,统筹分析投资提升、性能优化、建设难度、运维改善等综合效益,探讨部署场景与节奏。

(1)业务象限

业务定位:主要考虑业务形态需求,存在 2 种及以上者可考虑 OXC 光底座改造。

——有横向业务需求且流量预测 > 100G;

——存在波长级大颗粒业务调度需求;

——数据流向不固定或存在业务多次云层转接。

业务节点规模:

——区域内具备3个以上地市核心节点,可优先考虑对核心节点进行OXC的全光底座改造;

——区域间互联:以年为规划周期,规划期内任意两地市间流量预测>100G,搭建地市间直达电路;否则保持现有电路经片区节点转发;

(2)网络界限

①网络层级:由上至下推进。核心层、骨干层结合第三路由光缆的启用^[3],搭建新的直通光通道;

②机房定位:优先考虑核心机房、重要汇聚机房、大数据中心机房、IDC及重要CMNET业务机房,此类机房业务量、业务级别、业务调度量和方向均较大且复杂,可考虑推进OXC建设;

③节点属性:结合网络方向(包含光方向及本地维度方向)、业务量统筹规划。

④新建系统场景:核心层网络从物理链路看维度不高,但业务量大、调度需求复杂且颗粒大,对波道规划要求高,可考虑推进OXC的应用;

⑤优化改造场景:4个及以上节点的核心层MESH网络,现有网络光线路方向≥6个;先核心节点,后骨干节点的顺序推进OXC建设;其它场景结合机房配套资源考虑部署ROADM或OXC。

(3)配套资源界限

①光缆路由丰富:主要针对汇聚层,若汇聚机房向外联络光方大于≥6个,光缆路由由≥3个,可考虑部署OXC建设;

②动环与空间资源:核心网与骨干汇聚层机房空间使用率>75%,动环可用资源小于未来三年规划的,可结合业务与网络界限进行规划。

3.3 网络安全部署建议和策略

(1)网络保护方式:在推进OXC全光底座部署同时,各节点需提前规划至少具备3路由光缆(主用/保护/恢复),以实现保护和恢复结合可抵抗多次断纤,提高网络可靠性^[4];同时结合业务自身保护及SLA需求,按需配置,提高业务可靠性,降低成本(业务等级可查看YYS官网,网络保护类别可分为OLP倒换-20ms左右、ODUk SNCP-20ms左右、光层ASON-3000ms左右恢复时间)。

(2)网络保护配置

——考虑业务安全性,OXC系统上的每个复用段均配置OLP/OMSP保护且与主用为完全独立的2个路径,从而达到至少抗一次断缆的保护能力;

——针对业务量较大原宿点之间至少配置一个光恢复路径(可按需选择最小跳数或负载均衡路径);

——原则上传送网与业务侧不做叠加保护

网络保护应用:光电联合保护。重要和普通业务保护分析详见图6。

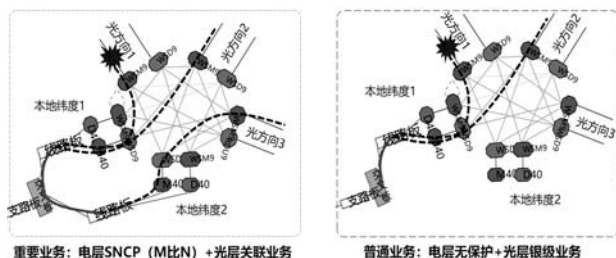


图6 重要和普通业务保护分析示意图

设备保护:OXC技术将光层硬件极大缩减,单个机柜可以满足FOADM技术下9个机柜的方向,在机房空间、功耗、业务调度方面显现优势同时,过于集中的特点带来设备安全的隐患。

在OXC关键技术时候已经介绍,OXC设备从最小的器件级到板件级到子架级到网络级四级防护设计,全面保障OXC系统稳定。结合维护角度考虑,可以在实际部署时候按需增加设备或板件级的保护,进一步提升网络的整体安全性能。

3.4 全网底座光层组网保护方案分析

在全网底座光层组网过程中,存在多种方案实现,具体详见图7。

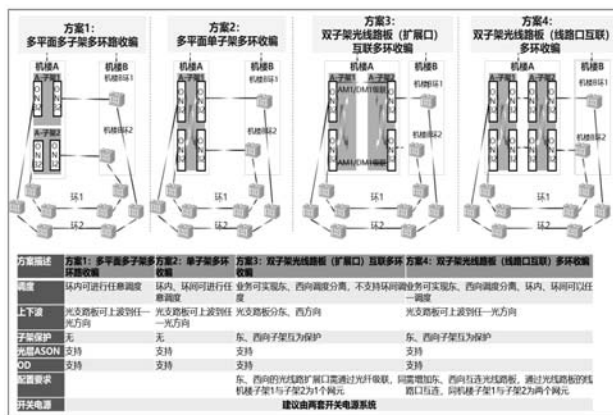


图7 光层组网保护方案分析示意图

3.5 OXC部署方案制约点与解决方案分析

3.5.1 单台OXC设备维度受限

OXC光层扩展配置:原则上现阶段不建议对OXC设备进行外延扩展,有违引入OXC技术初衷。

针对32维OXC设备:线路维度不变(16个方向),若每单板可实现32波,本地维度(下半子框)满配可实现512波,若按单方向80波配置,可满足6.4个方向需求,当节点线路(业务配置需求)方向>6,存在线路维度与本地维度之间不匹配的矛盾。故若本地维度>6,建议分平面按区域叠加设置。

线路维度:已商用设备均为32维OXC,制约全光底座应用范围。2021年各厂家推出小型OXC设备,如16维、20维等,可扩展OXC应用范围。

3.5.2 网络结构和组网模式之穿通节点受限

穿通节点配置:与频率间隔选择有关,超100G的场景下,信号速率提升和ROADM站点WSS滤波带宽矛盾突出,过多的WSS会降低整体OSNR值,需要关注穿通点数量。200G PM-16QAM@37.5GHz和200G PM-8QAM@50GHz场景有较大的滤波代价。

3.5.3 OXC组网规模传输能力的限制

(1)电交叉网络中业务在每个电交叉站点都会再生,传输能力满足一个复用段即可。

(2)OXC网络中,业务在OXC站点光层调度没有经过电再生,业务穿通一个OXC站点,传输能力就要达到可传输两个复用段总长度才可,经过N个OXC站点,就要达到N+1个复用段总长度的传输能力要求。传输能力会限制OXC建网的范围。

(3)也可采用中继来突破传输能力的限制,但相对电交叉优势就不明显了。

综上所述,全光 OXC 底座不能一蹴而就无差别部署,需分区域、延续网络层级规划及数据中心规划按照 OXC 网格区域划分进行布置。

3.5.4 OXC 网络波长冲突与波道规划设计复杂

(1)不仅在本地上路,线路方向调度时存在波长冲突问题,OXc网络的波道规划需要整张网总体考虑,波道规划相对以前复杂很多。

(2) 本地上下路波长冲突解决方式: CD 多组上下路或者

CDC 上下路。

3.6 全光底座部署建议总结

分阶段规模引入 OXC, 打造 ROADM/OXC 混合 OTN 网络: (1) 首先是建设省干核心节点 OXC 网络, (2) 其次是分批地市核心节点改造成 OXC, 3、最后区县骨干节点改造成 OXC 节点。小颗粒通过电交叉调度, 无需人工跳接; 大颗粒光交叉调度, 节省中层投资^[5]。

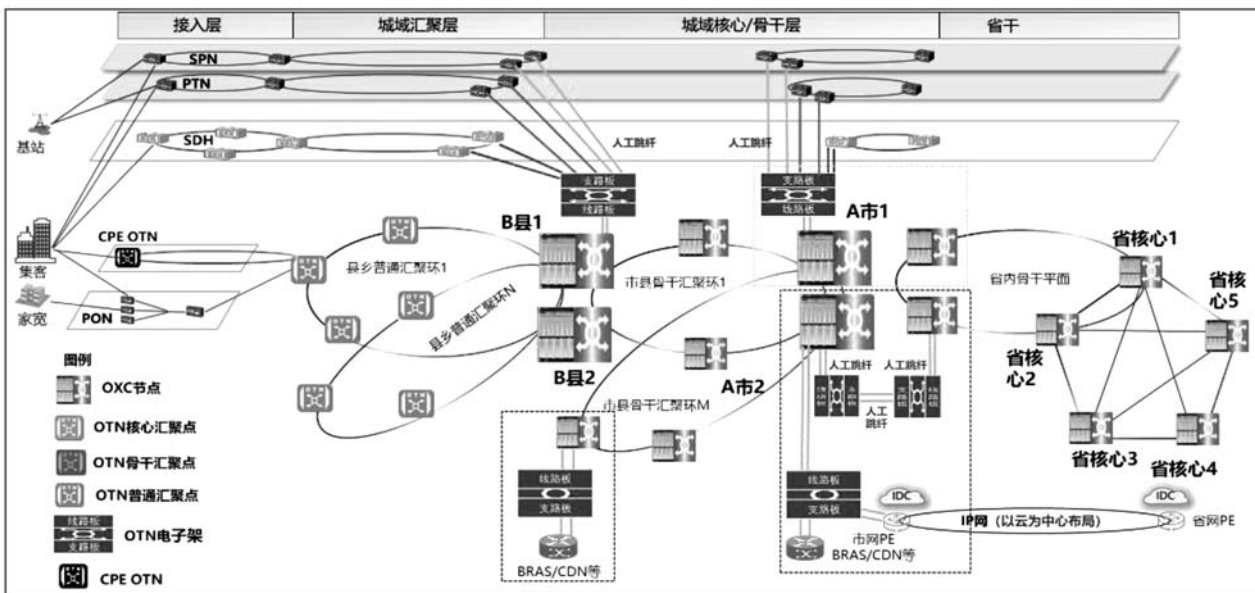


图 8 全光底座全网部署示意图

4 K 市光网络演进案例分析

贯彻国家十四五规划提出的“网络强国”战略,上海、北京两个城市先后启动了全光 OXC 城域网的部署,全光 OXC 已成为未来 OTN 网络演进的趋势。K 市结合业务诉求以及 OXC 部署节奏,提出加速骨干网优化升级、构建高速泛在优质新网络目标,制定滇中城市群与南亚东南亚辐射中心战略。

针对各种业务诉求,制定不同的网络演进方案,具体详见图 9。

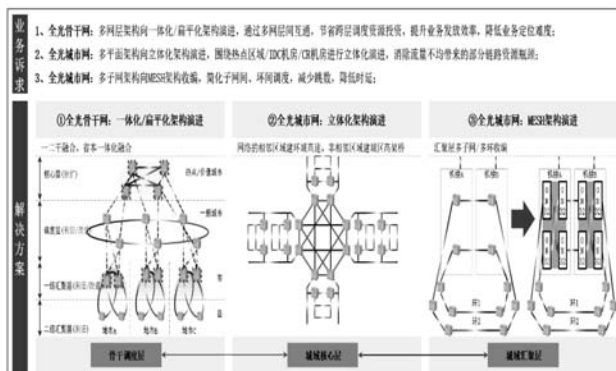


图 9 业务诉求与解决方案分析示意图

K 市采用分片区、跨区调度实现目标网。阶段一通过对目前 100G 系统的核心站点改造，搭建以六个站点的立体化和 MESH 组网，两平面挂环进行负载分担调整。阶段二逐步补齐重要汇聚站点片区调度能力。

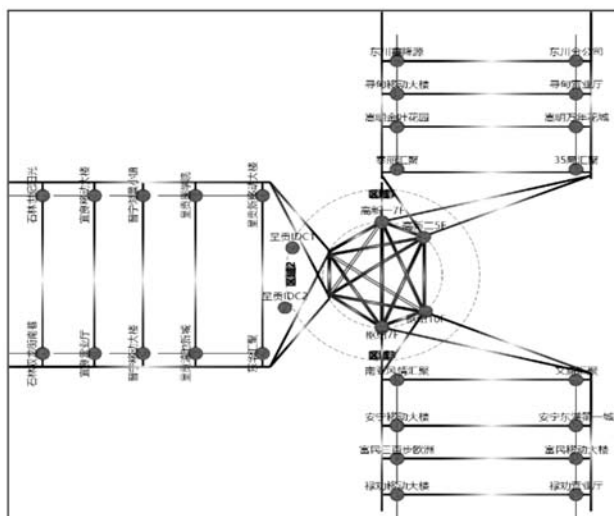


图 10 K 市全光底座组网示意图

K 市 OXC 改造效益如下

(1) 站点演进收益: 整体省电 11622W (69%), 省空间 11 机柜 (85%), 省内部连纤 324 根; SN 站点演进收益: 整体省电 12813W (73%), 省空间 12 机柜 (86%), 省内部连纤 348 根。

(2)OXC演进运维收益:硬件具备eOTDR(即分光比内置光时域反射测试仪,Embedded Optical Time Domain Reflectometer,简称eOTDR)能力,辅以软件license即刻开通,减少扩波工作量。

基于以太网的 PLC 通信技术研究

屈俊玲

(山西铁道职业技术学院,山西 太原 030013)

摘要:长久以来,可程序设计逻辑控制器 PLC (Programming Logical Controller)在工业自动化方面获得了广泛的运用,它为多种的控制装置提供了一个十分可靠的控制和一个完整可靠的总体解决方案。能够达到公司对自动控制的要求,并能够更加便利、具有较强的现场操作灵活性,可实现对各类装置的性能指标的实时监视与监视。

关键词:以太网;PLC;通信技术

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 2096-9759(2023)06-0185-03

Research on PLC Communication Technology based on Ethernet

QU Junling

(Shanxi Railway Vocational and Technical College, Taiyuan 030013,China)

Abstract: For a long time, programmable Logical Controller PLC (Programming Logical Controller) has been widely used in industrial automation, it provides a very reliable control for a variety of control devices and a complete and reliable overall solution. It can meet the requirements of the company for automatic control, and can be more convenient, with strong flexibility in field operation, and can realize the real-time monitoring and monitoring of the performance indicators of various devices.

Key words: Ethernet; PLC; Communication technology

目前,许多可编程逻辑器件厂商已经为客户开发出了一套基于网络的可编程逻辑器件。利用工业以太网,彻底突破了传统的行业自动控制的孤立状态,将全厂按生产结点,进行了一个统一的远程监测。并在此基础上,逐渐建立起基于网络化综合自动化的企业信息化体系。当今社会正处在一个信息时代,因为计算机技术(特别是网络技术)的快速发展,信息高速公路等,使得我们的世界变得更加密切。

1 以太网的关键技术

在工控系统中,对于实时性要求较高的工控系统来说,不确定度是限制以太网在工控系统中的重要原因。随着 Internet 技术的发展,网络技术得到了迅速的发展,以太网数据的快速发展和网络数据的快速传递,这将为以太网网络通讯中存在的各种不确定因素带来新的挑战,从而为以太网网络在工控领域的广泛使用奠定了基础。目前,工业以太网网络技术的发展趋

势如下。

1.1 通信实时性问题

在工业领域,以太网络通讯的不确定度是制约其推广应用的一个重要因素。在此基础上,提出了一种基于 CSMA/CD 的媒体存取控制方法。现有的均等媒体接入与控制模式已无法适应工业自动化系统对实时通讯的需求。所以,长期以来,人们都觉得以太网并不适用于下层的工业网络,迫切需要一种实用的方法来解决这个问题。

通讯实时性的实现方式是本模组发展中所要同时进行的一项重要的探讨,下面将会作重点介绍。

1.2 对环境的适应性与可靠性问题

以太网网络为对象,应用在工业控制中,其健壮性、抗干扰性等是很多自动化工作者尤其关注的问题,在设计过程中,要特别注意材料的选用,元器件的选用。从而在强度,温度,振

收稿日期:2023-03-29

作者简介:屈俊玲(1989-),女,山西襄汾人,硕士,讲师,研究方向:信息通信,自动控制。

35 结语

全光底座架构对运营商及产业界带来了利好,对云时代的各种业务的创新带来的机遇,开辟创新应用新蓝海,不仅可以重塑管道价值,还能加速行业变革^[6]。全文通过对全光底座关键技术、关键能力与新业务述求匹配度数据分析,通过技术研究与实际方案应用分析,探讨出在干线层面广泛适用的部署建设模型,快捷有效的引导全光底座的推广,推进传统网络逐步向确定性承载、全业务接入、网络扁平化、运维自动化和云光一体承载网转型。助力我国数智化进程部署,实现企业办公、政务、教育、医疗等上云业务新需求发展。未来将继续针对城域网及以下层级传送网进行多维度分析,持续跟进新技术发展,建模场景、细化关键界面,探讨全光网规划模型、部署节奏和场景方案,让全光网为“新基建”和网络强国战略做出更大贡献。

参考文献:

- [1] 崔文晶,徐思佳.“新基建”促进物联网产业新发展[J].互联网天地,2020(4):41-43.
- [2] 李秀林.“新基建”是高质量发展的新引擎 [J]. 今日重庆, 2020(5):50-53.
- [3] 张文文,白立武,白鑫.本地主干光缆工程规划探讨[J].中国新通信,2016(16):101-101.
- [4] 唐汉征.高速公路通信传输硬管道发展探讨[J].中国交通信息化,2014(7):114-115
- [5] 赵小强.中国移动全业务传送网构架和应用技术研究[D].南京:南京邮电大学,2011
- [6] 倪榕生.全光通信网的特点及其关键技术 [J]. 电子制作, 2013(8):139.