

基于OXC技术的全光交叉组网研究

李文勋

湖南省邮电规划设计院有限公司 湖南 长沙 410126

摘要：光交叉技术可以实现波长级的业务调度，功耗、成本、交叉容量相对电交叉技术有明显优势，本文主要在介绍OXC系统组成、关键技术的基础上，对基于OXC技术的骨干和城域全光组网策略进行研究。

关键词：全光网；OXC；组网研究

引言

随着网络流量持续增长，以及5G、4K/8K视频、大数据、移动互联网等业务的蓬勃发展，对光传送网络的要求也越发严格，一方面带宽需求不断增长，业务颗粒将以100G电路为主，另一方面业务具有更高的动态特性和不可预测性，要求光传送网具备更高的灵活性，对核心和骨干网的节点处理能力带来巨大挑战。传统的固定光分插复用技术（FOADM）不能够动态调整光路，需要人工干预，无法降低维护成本和实现快速业务开通，将会被逐步淘汰。目前主流的光交叉应用技术为可重构光分插复用技术（ROADM），而作为ROADM技术的进一步演进，超大容量全光交叉技术（OXC）能够满足更大的交叉容量、更多的光方向、更低的功耗要求、更便捷的操作维护、更智能的管控等，已成为业界关注的热点光交叉技术。

1 OXC 系统组成及关键技术

1.1 OXC系统组成

OXC（Optical Cross Connect），光交叉连接技术，采用集成式互连构建全光交换资源池，相比传统ROADM基于分离板件+板间跳纤的光交换方式，OXC实现了“0”跳纤、高集成度的全光交换，在提升了大颗粒业务的交换效率的同时能有效避免人为跳纤操作失误。OXC系统主要由全光背板、光支路板和光线路板三大部分组成^[1]：

（1）全光背板：通过集成式连接方式，将多组带状光纤布线后封装到柔性板材中，形成一个光纤网，即柔性光背板，实现OXC各光板间的全网状互联，无需手工跳纤。

（2）光线路板：集成了传统光层设备的WSS板、OSC板、光放板以及光纤线路接口板等，用于光信号在线路方向的接收和发送，实现一块光线路板即一个线路维度。

（3）光支路板：用于实现本地波长上下。

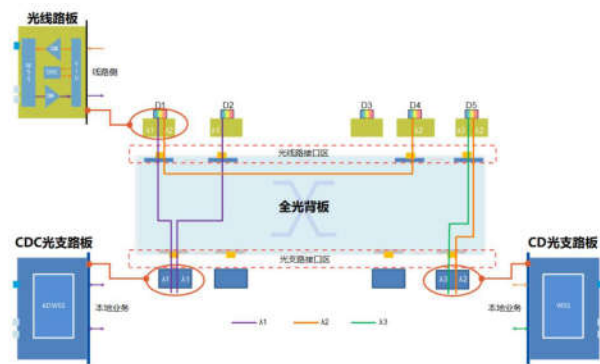


图1 传统ROADM内部连纤示意图

1.2 OXC关键技术

目前传统ROADM网络面临的最大问题是设备间连纤非常复杂，随着业务的发展以及线路维度的增加，光纤数量将呈倍增长，容易导致连纤变得混乱不堪，无法通过手工方式进行有效梳理，极易出错，且错连排查困难，增加了大量的OPEX成本，这对网络后期的维护管理提出了极大的挑战^[2]。下图所示是线路方向及本地维度方向的连纤需求，可以看出各ROADM站点连纤需求非常大。

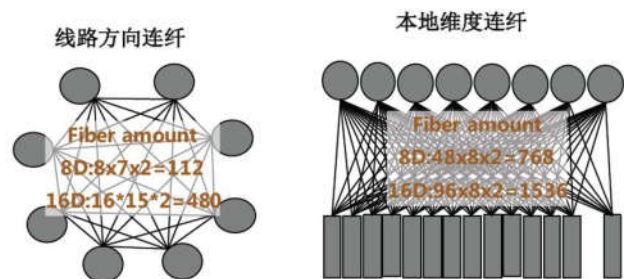


图2 传统ROADM内部连纤示意图

ROADM站点内连接关系虽然复杂，但有较好的规律性。因此OXC系统通过光背板技术，在背板上实现高密度光纤互连，把复杂的连纤集成为一块光背板，做薄做小，与OXC设备电背板放置在一起，提升集成度，实现OXC站点内各光板的互联^[3]。通过使用光纤编织技术，可以固化ROADM内部连纤形成全光背板，省却纷繁复杂的

连纤工作。再结合高速光连接器和自动插拔技术，可实现插板即连纤，极大的提升了易用性。同时在集成度方面也做了很大的改进，可实现一个槽位一块板卡解决一个线路维度的所有功能。

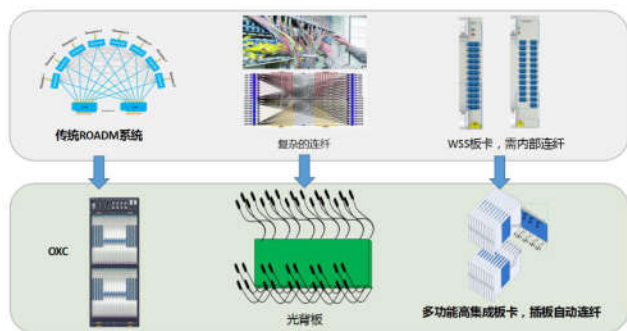


图3 传统ROADM向OXC演进示意图

1.3 OXC技术优势

OXC主要具备的优势如下：

(1) 高集成度，节省空间，降低部署难度。原ROADM网络，一个线路维度需要一个子架，一组上下路需要一个子架，现OXC各仅需一块板卡即可实现。从子架到单板，从多组机柜到单组机柜，占地面积极大减少，维度越高，优势越明显。

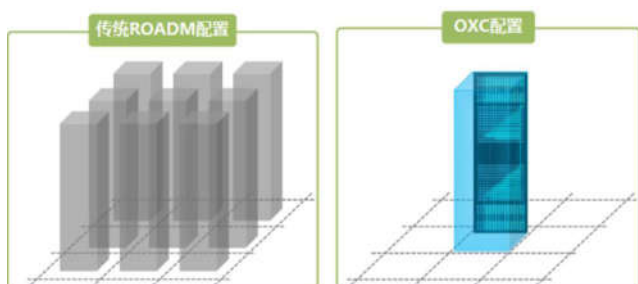


图4 OXC与传统ROADM资源消耗示意图

(2) 低功耗低散热。现阶段的电交叉设备单机柜功耗一般在4kw到7kw，也有10kw的，对于机房供电和散热提出了苛刻要求，很多旧机房不具备大容量电交叉的部署要求。而OXC设备整体功耗仅几百瓦，与电交叉设备相比是数量级的提升。

(3) OXC更易运营维护，可以实现站点“天”级开通，“小时”级扩容。传统方案基本通过设备的堆叠以及人工连纤来建设光传送网络，线路维度越高，网络越复杂，建设运营周期越长、效率越低。而OXC系统通过全光背板技术，可实现系统级光交叉，无需人工连纤，可实现单板即插即用快速部署与扩容，建设周期和系统调测时间大幅缩短。

(4) 超大交叉容量。现阶段电交叉设备交叉容量在几十Tb量级，采用集群技术可达到数百Tb，而OXC的交

叉容量已经是Pb量级。

(5) 易于扩容。OXC设备的全光交换背板集成度高，1个槽位1个线路维度，最大可支持32个槽位，线路维度扩展能力强，只需要在OXC子架上插板，即可实现线路维度或上下路组的扩展，不断扩展OXC网络规模，容纳新增的业务，或者新增的站点。

2 基于OXC技术的全光交叉组网策略

采用OXC技术的光传送网主要应用于100G及以上大颗粒波长级业务的调度，在现实网络建设中，应根据传送网络的节点定位选择合适的调度技术。目前主流厂家的OXC光交叉技术推出时间相对较短，设备价格高昂，因此如何让投资产生效益、提高运营效率是必须要考虑的问题。在建设初期可以考虑在部分节点、区域进行试点应用，积累相关经验。从整个网络的角度来看，在干线和城域网络中，OXC应用稍有不同，具体组网策略如下。

2.1 干线网络OXC组网策略

干线网络从物理链路来看维度不高，但是业务量大，上下路占用OXC维度多，波长冲突严重，对波道规划的要求高。建议对每条光缆中的波道资源划片，承载不同路径的业务，提升波道规划和管理。在初期网络设计时，OXC节点优先选择干线网络的核心调度节点（主要考虑省会城市、部分业务发达城市以及重要光缆交叉节点），用于满足业务的高效承载及调度，干线网络的OXC的维度不取决于物理维度的多少，而是取决于业务量和业务增加潜力，需据此来进行OXC的网络设计。在后期干线扩容方面，随着业务量增加，站点间波道饱和，可以在原站点间新增光缆，OXC设备仅需新增线路维度板卡、本地上下路板卡，以及本地业务板卡，容纳新业务即可轻松完成扩容。另外干线网络如有同城市新建机房，则仅需要在原OXC网络上新增维度把新站点纳入整个OXC网络即可

2.2 城域网络OXC组网策略

城域网络的特点是物理链路多且杂，导致OXC线路维度多。但是每维度业务量小，占用波道少，所以上下路的波道数也少。同样建议对每条光缆中的波道资源划片，承载不同路径的业务，提升波道规划和管理，并考虑上下路的波道竞争冲突问题。在城域网络设计时，可根据物理链路情况设计OXC网络，对于超级核心站点，光方向较多，有大量调度、穿通需求时，采用OXC，节省占地空间，降低功耗，降低运维难度；对于普通核心/汇聚站点，多维节点可采用ROADM，实现业务灵活调度；对于普通站点，无业务上下或业务数量少的，采用FOADM，节约建设成本。城域网络OXC组网演进策略如下：

(1) 初期完成热点区域的覆盖。依据核心站点的业务情况,选择带宽流量高的节点,并结合机房内电源、空间等配套建设情况,选择部分节点进行试点。配置20维及以上线路维度板卡,通过OXC实现业务流量有效梳理的同时为后续大规模应用积累运维经验^[4]。

(2) 中期完成核心层节点OXC全面部署,实现整网核心层的光层OXC升级。

(3) 远期构建全光城域网,实现OXC+ROADM覆盖。核心节点完成OXC全面部署后,在汇聚节点优先采用9维ROADM部署,并采用波长无关、方向无关、带宽可灵活调整的ROADM架构(CDG),实现业务的全光调度。

3 结论

为了满足日益增长的带宽流量、越来越低的时延需求以及不断提升的可靠性要求,选择基于OXC技术的全光交叉组网方案,构建全MESH化的极简网络架构,解

决了传统ROADM连纤复杂和子架堆叠等问题,极大提升初期建网、设备开通和后期运维的效率,降低了整体成本,为运营商向全光网2.0演进提供了基础。因此对于传送网络,引进基于OXC技术的全光交叉的网络建设是非常有必要的,应结合网络的实际情况,做好统一规划,分步实施。

参考文献

[1]邓建珍,郑静宜.OXC光交叉技术的演进及其应用[J].电信快报,2022(04):13-17+37

[2]曹炼铿.OXC系统组网及建设方案研究[J].广东通信技术,2020,40(09):62-64

[3]王清毅.基于OXC技术的全光网络改造方案研究[J].电信快报,2021(09):21-24

[4]杨曦,曹子午,夏昊,陈硕.基于OXC的全光城域网商用研究[J].电信工程技术与标准化,2020,30(02):82-87