



OptiX OSN 6800 智能光传送平台

V100R006C01

产品概述

文档版本 02
发布日期 2011-10-31

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2011。 保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI 和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编：518129

网址： <http://www.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 4008302118

目 录

1 产品定位和特点	1
1.1 产品定位.....	1
1.2 产品特点.....	2
2 产品架构	4
2.1 系统架构.....	4
2.2 硬件结构.....	6
2.2.1 机柜.....	6
2.2.2 子架.....	11
2.2.3 单板.....	15
2.2.4 可插拔光模块.....	16
2.3 软件结构.....	17
2.3.1 概述.....	17
2.3.2 通信协议和接口.....	17
3 产品功能和特性	18
3.1 接入业务.....	19
3.1.1 业务接入类型.....	19
3.1.2 业务接入能力.....	22
3.2 电层调度.....	23
3.2.1 集中调度.....	23
3.2.2 分布式调度.....	26
3.2.3 电层调度应用场景.....	27
3.3 光层调度.....	28
3.4 传输系统.....	28
3.4.1 40G 传输系统.....	28
3.4.2 混传系统.....	30
3.4.3 传输距离.....	31
3.5 保护.....	32
3.5.1 设备级保护.....	32
3.5.2 网络级保护.....	34
3.6 数据特性.....	36

3.6.1 OAM	36
3.7 光功率管理功能.....	38
3.8 WDM 技术.....	38
3.8.1 DWDM 和 CWDM 技术规格.....	38
3.8.2 DWDM 系统中心波长和频率分配表.....	39
3.8.3 CWDM 系统中心波长分配表.....	41
3.8.4 GE ADM 技术	41
3.8.5 典型应用	43
3.9 时钟特性.....	45
3.9.1 物理层时钟.....	45
3.9.2 PTP 时钟(IEEE 1588 v2)	46
3.10 智能网络管理.....	47
4 产品组网与应用.....	48
4.1 组网应用.....	48
4.1.1 基本组网形式.....	48
4.1.2 典型组网	49
5 ASON 介绍	53
5.1 概述.....	53
5.1.1 ASON 的产生和优势	53
5.1.2 ASON 的特点.....	54
A 单板功耗、重量和槽位	56

1 产品定位和特点

关于本章

1.1 产品定位

OptiX OSN 6800 可以应用于长途干线、区域干线、本地网、城域汇聚层和城域核心层。

1.2 产品特点

设备集成了 WDM 传送、ROADM、100M~40G 全颗粒调度、智能、40G、具有丰富的管理和保护等功能，是新一代智能 OTN 产品。

1.1 产品定位

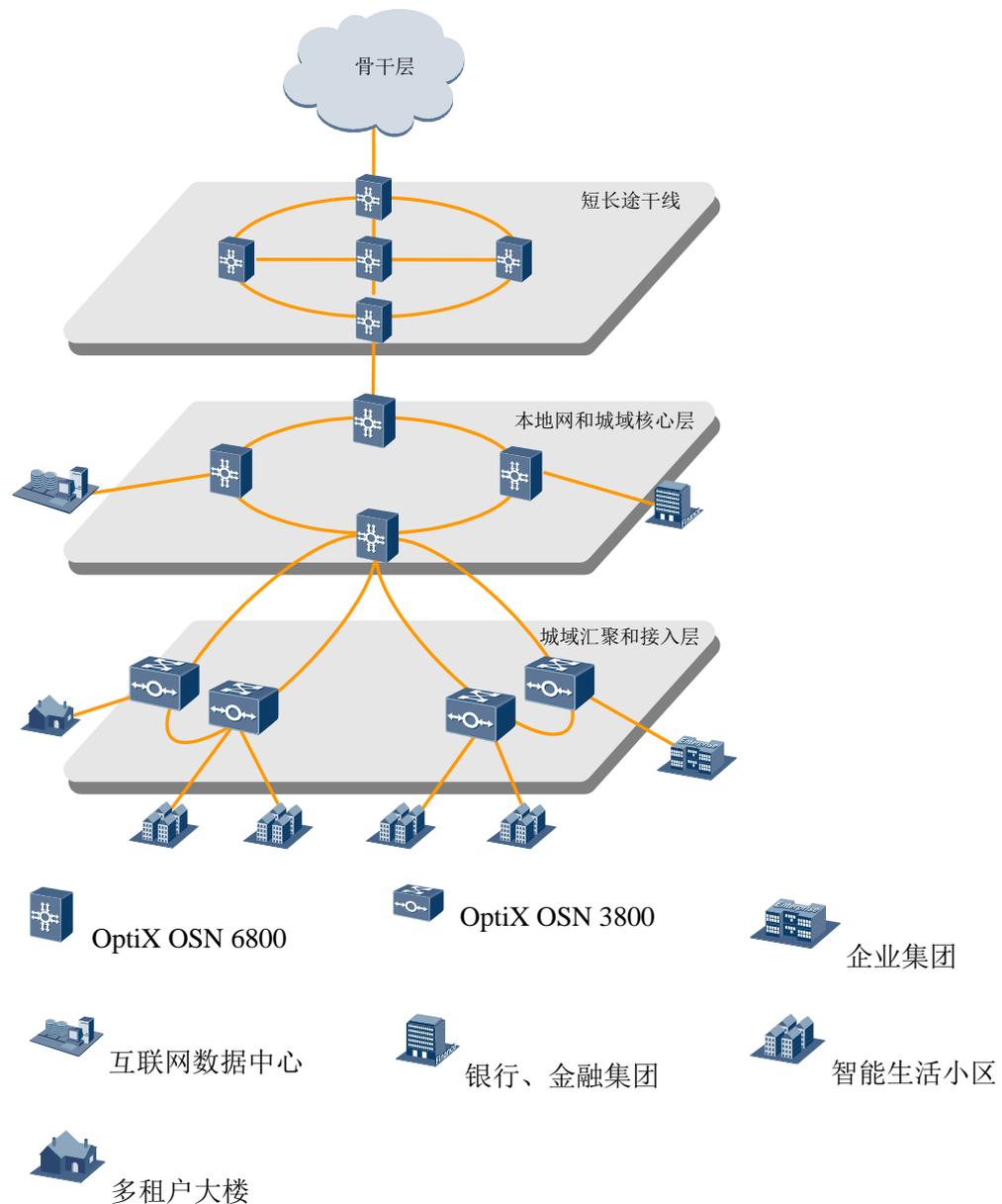
OptiX OSN 6800 可以应用于长途干线、区域干线、本地网、城域汇聚层和城域核心层。

OptiX OSN 6800 采用密集波分复用技术 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) 和稀疏波分复用技术 CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) 实现多业务、大容量、全透明的传输功能。

OptiX OSN 6800 支持点到点、链形、环形、网状等组网方式，并可以与其他 WDM、SDH/SONET 设备共同组网，实现完整的城域传送解决方案。

OptiX OSN 6800 在全网解决方案中的地位如图 1-1 所示。

图1-1 OptiX OSN 6800 在全网解决方案中的地位



1.2 产品特点

设备集成了 WDM 传送、ROADM、100M~40G 全颗粒调度、智能、40G、具有丰富的管理和保护等功能，是新一代智能 OTN 产品。

动态光层调度

通过使用动态光分插复用类单板实现环内和环间的动态光层调度。

动态光层调度可分为环间调度和环内调度，也可以分为二维调度和多维调度。

维度指的是传输方向，二维调度是指两个方向的波长调度，多维调度是指多个方向的波长调度。

灵活电层调度

无阻塞电交叉容量，支持复杂组网，海量业务集中调度。

OptiX OSN 6800 提供两种电层调度方式：

- 基于 GE 业务、10GE 业务、ODU1 信号和 ODU2 信号的集中调度
- 基于 GE 业务、ODU1 信号、OTU1 业务和 Any 业务的分布式调度

全业务接入，10G 和 40G 共享通道

ODUk 子波长颗粒灵活组合，共享 10G/40G 线路带宽传输，实现了全业务的单波长统一承载，大幅提升波长利用率。

根据业务“量体裁衣式”按需分配带宽，充分发挥了传输带宽效率，带宽“零空隙，零浪费”。

光电混合交叉，快速业务部署

光电混合交叉，灵活实现波长/子波长级业务交叉调度，快速业务部署，降低投资成本。网络扁平化，业务易规划、易部署、易扩展，业务提供时间明显减少。

高可靠性

支线路分离架构，保护设备投资，节省备件，业务变化时，只须更换支路板，保护了线路板的 100% 投资；支线路单板分离，将备板、备件种类从 $N \times M$ 减少到 $N+M$ ($N, M > 2$)，节省运营商建网投资。

丰富的 OAM，易维护，降低运营成本

OTN 设备丰富的光电开销信息，增加了网络透明度，快速问题定位，节省维护成本。

PRBS 实现 OTU 快速自检，快速确定通道性能，快速故障定位。

“5A”自动调节功能：

- 自动功率控制 ALC 有效克服了光纤长期运营带来的衰耗变化。
- 自动增益控制 AGC 即时适应波长数目的瞬时调整。
- 自动功率均衡 APE 自动优化每个通道的 OSNR 指标。
- 智能功率调整 IPA 避免激光器在断纤等非正常情况下对眼睛和身体造成的伤害。
- 光功率自动调节 OPA 可以自动调节交叉路径上可调单板的内部可调光衰，使得 OTU 单板、光放大板的输入光功率满足调测要求。

支持监测通道光功率、中心波长、OSNR 和整体光谱图等，支持实时远程光谱参数测量。

2 产品架构

关于本章

2.1 系统架构

OptiX OSN 6800 智能光传送平台（简称 OptiX OSN 6800）和 OptiX OSN 3800 集成型智能光传送平台（简称 OptiX OSN 3800）统称为华为下一代智能光传送平台。

2.2 硬件结构

2.3 软件结构

2.1 系统架构

OptiX OSN 6800 智能光传送平台（简称 OptiX OSN 6800）和 OptiX OSN 3800 集成型智能光传送平台（简称 OptiX OSN 3800）统称为华为下一代智能光传送平台。

它是根据以 IP 为核心的城域网发展趋势而推出的面向未来的产品，采用全新的架构设计，可实现动态的光层调度和灵活的电层调度，并具有高集成度、高可靠性和多业务等特点。其系统架构如图 2-1 所示。OptiX OSN 6800 支持集中交叉和分布式交叉，本节以集中交叉为例进行介绍。

图2-1 智能光传送平台系统架构图

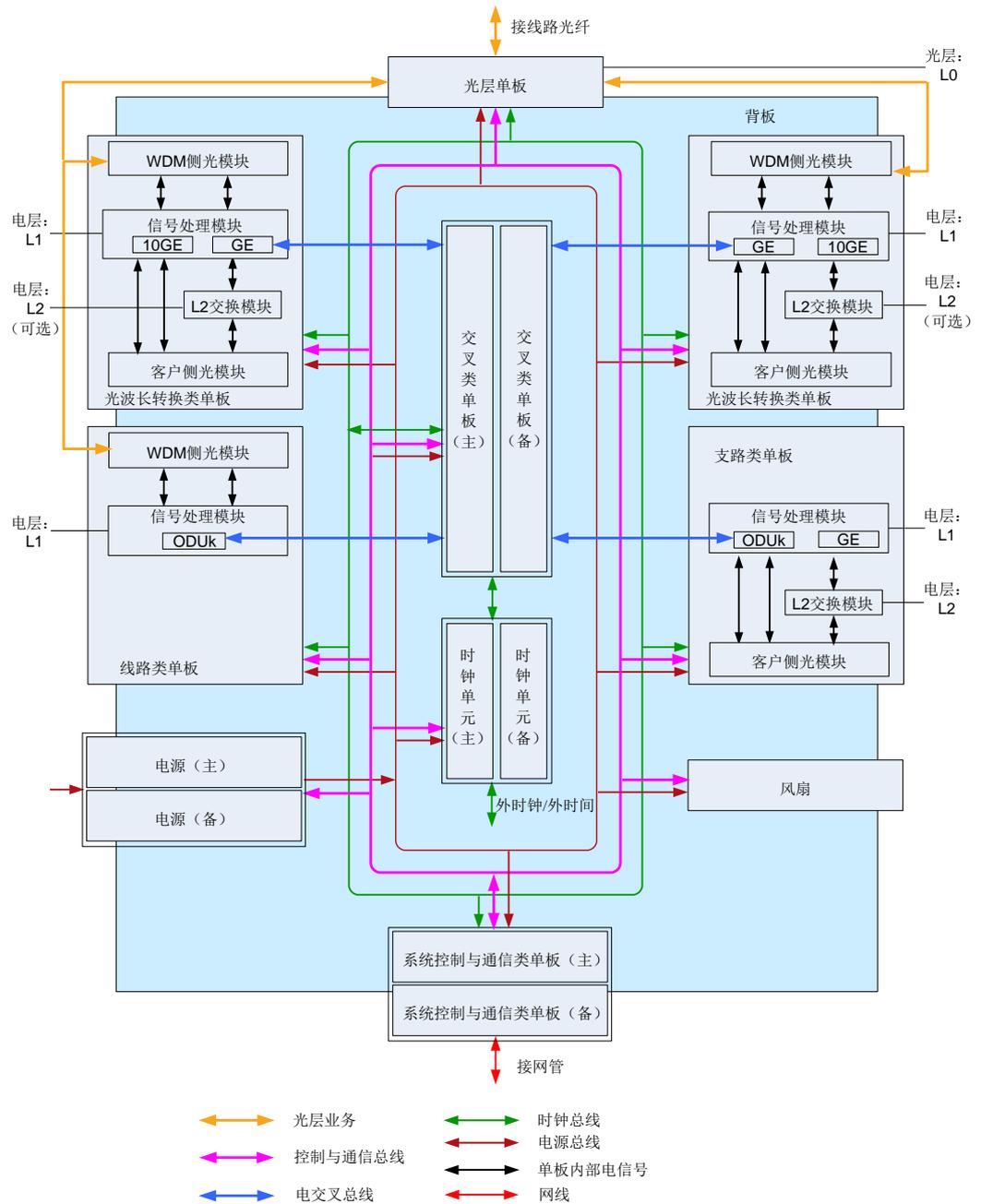


图 2-1 描述了智能光传送平台的整体架构。其中，L0 层为光层，L1 和 L2 为电层。

光层单板主要处理 L0 光层业务，包括：光合波和分波类单板、光分插复用类单板、光纤放大器类单板、光监控信道类单板、光保护类单板、光谱分析类单板、光可调衰减类单板以及光功率和色散均衡类单板。

L1 电层支持 GE 业务、10GE 业务、Any 业务、ODU1 信号、ODU2 信号和 OTU1 信号的调度。其中，集中交叉的交叉粒度可为 GE、10GE、ODU1 和 ODU2 信号。分布式交叉的交叉粒度可为 GE、ODU1、OTU1 和 Any 信号。L2 电层支持基于 VLAN、Stack VLAN 的 EPL (Ethernet Private Line)、EVPL (Ethernet Virtual Private Line) 业

务、EPLAN（Ethernet Private Local Area Network）和 EVPLAN（Ethernet Virtual Private Local Area Network）业务。

2.2 硬件结构

2.2.1 机柜

OptiX OSN 6800 的典型配置机柜为 N63B 机柜。

OptiX OSN 6800 以子架为基本工作单位。OptiX OSN 6800 子架采取独立供电，可以在 N63B 机柜、N66B 机柜中安装。

N63B 机柜结构

N63B 机柜为 ETSI 300mm 中立柱机柜，符合 ETS 300-119 标准。

N63B 机柜中可以安装和 OptiX OSN 6800 子架。

N63B 机柜的主框架为机架，机柜正面为开合式的前门，后面有螺丝固定的后门板，左右两侧装有侧门。

N63B 机柜的机柜门是可拆卸的，机柜前门和侧门都有接地点，所有 N63B 机柜的前门钥匙是相同的。

N63B 机柜外观图如[图 2-2](#)所示。

图2-2 N63B 机柜外观图



N63B 整机典型配置

N63B 机柜典型配置包含机柜内子架的类型和数目、DCM 插框和 CRPC 插框的数目以及 PDU 的型号。

N63B 机柜典型配置如表 2-1 所示。

说明

ETSI 300mm 中立柱机柜有 T63B 和 N63B 两种型号，两者仅颜色和机柜门有差异。对于 T63B 机柜，可根据 N63B 机柜的典型配置进行扩容安装。

表2-1 N63B 机柜典型配置

典型配置	子架和插框数目	PDU 型号	空开配置 ^a	最大整机功耗 ^b	典型配置功耗
1	2 × OptiX OSN 8800 T32	TN16	8 × 63 A	5400 W	小于 4000 W
2	1 × OptiX OSN 8800 T32 + 2 × OptiX OSN 6800 + 2 × DCM 插框	TN16	4 × 63 A + 4 × 32 A	5400 W	小于 4000 W
3	1 × OptiX OSN 8800 T32 + 2 × OptiX OSN 8800 T16 + 1 × DCM 插框	TN16	8 × 63 A	5000 W	小于 4000 W
4	4 × OptiX OSN 8800 T16 + 1 × DCM 插框	TN16	8 × 63 A	5000 W	小于 4000 W
5	3 × OptiX OSN 8800 T16 + 1 × OptiX OSN 6800 + 2 × DCM 插框	TN16	6 × 63 A + 2 × 32 A	5000 W	小于 4000 W
6	2 × OptiX OSN 8800 T16 + 2 × OptiX OSN 6800 + 2 × DCM 插框	TN16	4 × 63 A + 4 × 32 A	5000 W	小于 4000 W
7	1 × OptiX OSN 8800 T16 + 3 × OptiX OSN 6800 + 2 × DCM 插框	TN16	2 × 63 A + 6 × 32 A	5000 W	小于 4000 W
8	4 × OptiX OSN 6800 + 1 × DCM 插框	TN11	4 × 63 A	4800 W	小于 4000 W
9	3 × OptiX OSN 6800 + 2 × CRPC 插框 + 3 × DCM 插框	TN11	4 × 63 A	4800 W	小于 4000 W

典型配置	子架和插框数目	PDU 型号	空开配置 ^a	最大整机功耗 ^b	典型配置功耗
a: 此处指电源分配柜上的空开配置。 b: 最大整机功耗表示机柜能承受的最大功耗配置及整机具备的最大散热能力。整机功耗不要超过最大功耗。					

 说明

对于传送设备，功耗基本上全部转化为热耗。因此，设备的热耗 (BTU/h) 数值可以与功耗 (W) 数值相互换算，换算公式为：热耗 (BTU/h) = 功耗 (W) ÷ 0.2931 (Wh)。

典型配置功耗是指设备在典型配置下，通常情况下的平均功耗；而最大功耗是指设备在极限条件下可能出现的最大功耗。

N66B 机柜结构

N66B 机柜为 ETSI 600mm 中立柱机柜，符合 ETS 300-119 标准。

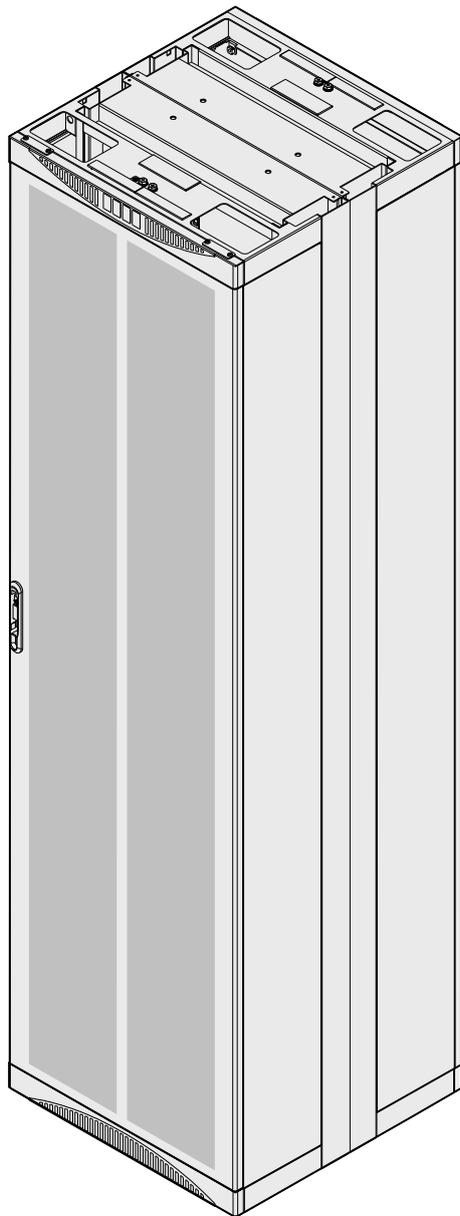
N66B 机柜中可以安装和 OptiX OSN 6800 子架。

N66B 机柜的主框架为机架，机柜正面和后面为开合式的门，左右两侧装有侧门。

N66B 机柜的机柜门是可拆卸的，机柜前门和侧门都有接地点，所有 N66B 机柜的前门和后门的钥匙是相同的。

N66B 机柜外形如图 2-3 所示。

图2-3 N66B 机柜外观图



N66B 整机典型配置

N66B 机柜典型配置包含机柜内子架的类型和数目、DCM 插框和 CRPC 插框的数目以及 PDU 的型号。

N66B 机柜典型配置如表 2-2 所示。

表2-2 N66B 机柜典型配置

典型配置	子架和插框数目	PDU 型号	空开配置 ^a	最大整机功耗 ^b	典型配置功耗
1	1 × OptiX OSN 8800 T64 + 2 × OptiX OSN 8800 T32 + 2 × DCM 插框	TN16	16 × 63 A	10800 W	小于 6000 W
2	1 × OptiX OSN 8800 T64 + 4 × OptiX OSN 6800 + 4 × DCM 插框	TN16	8 × 63 A + 8 × 32 A	10800 W	小于 6000 W
3	1 × OptiX OSN 8800 T64 + 4 × OptiX OSN 8800 T16 + 2 × DCM 插框	TN16	16 × 63 A	10000 W	小于 6000 W

a: 此处指电源分配柜上的空开配置。
b: 最大整机功耗表示机柜能承受的最大功耗配置及整机具备的最大散热能力。整机功耗不要超过最大功耗。

 说明

对于传送设备，功耗基本上全部转化为热耗。因此，设备的热耗 (BTU/h) 数值可以与功耗 (W) 数值相互换算，换算公式为：热耗 (BTU/h) = 功耗 (W) ÷ 0.2931 (Wh)。

典型配置功耗是指设备在典型配置下，通常情况下的平均功耗；而最大功耗是指设备在极限条件下可能出现的最大功耗。

2.2.2 子架

OptiX OSN 6800 以子架为基本工作单位。

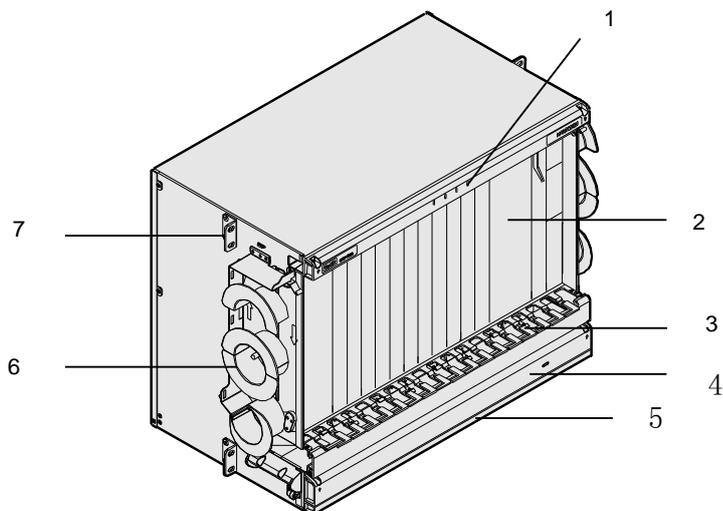
子架安装于机柜时，子架上方和下方需要各预留 50mm 空间以便通风。OptiX OSN 6800 子架由机柜上方的直流配电盒提供直流电源，各子架独立供电。

OptiX OSN 6800 子架结构

OptiX OSN 6800 以子架为基本工作单位。OptiX OSN 6800 子架采取独立直流供电。

OptiX OSN 6800 子架结构如图 2-4 所示。

图2-4 子架结构示意图



- | | | |
|---------|-------|-------|
| 1.子架指示灯 | 2.单板区 | 3.走纤槽 |
| 4.风机盒 | 5.防尘网 | 6.盘纤架 |
| 7.子架挂耳 | | |



说明

子架接口区位于子架上部的指示灯面板后，连接线缆时，需先卸下指示灯面板。

- 子架指示灯：指示子架的运行状态和告警状态。
- 单板区：所有业务单板、PIU 单板和 AUX 单板均插放在此区，共有 21 槽位。
- 走纤槽：从单板拉手条上的光口引出的光纤跳线经过走纤区后进入机柜侧壁。机械可调光衰减器也安装在此区域。
- 风机盒：装配有 10 个小风扇，为子架提供通风散热功能。



说明

风机盒的详细说明请参考子架环境控制系统(风扇)。

- 防尘网：防止灰尘随空气流动进入子架，防尘网需要定期抽出清洗。
- 盘纤架：用于缠绕光纤跳线的富余长度，子架两侧有固定盘纤架，机柜内一个子架的光纤跳线在机柜侧面可通过盘纤架绕完多余部分后连接到另一个子架。
- 子架挂耳：用于将子架固定在机柜中。
- 子架接口区：位于子架指示灯面板后部的子架接口区提供管理串口、子架间通信、告警输出及级联端口、告警输入输出等各种功能接口。

OptiX OSN 6800 子架的工作指标如表 2-3 所示。



说明

对传送设备，热耗与功耗相近，可看做一致。热耗与功耗的单位不同，相互转换公式为：热耗 (BTU/h) = 功耗 (W) × 时间 (h) / 0.2931 (Wh)。

表2-3 子架工作指标

项目	参数
外形尺寸	497mm（宽）×295mm（深）×400mm（高）
重量（空子架 ^a ）	13kg
子架最大功耗	1200W
额定电流	25A（-48V）
标准工作电压	-48V DC/-60V DC
工作电压范围	-40V DC~-72V DC
a: 空子架是指子架单板区没有安装单板，并且没有安装风机盒和防尘网。	

OptiX OSN 6800 系统常用单元的工作指标如表 2-4 所示。

表2-4 OptiX OSN 6800 系统子架典型配置功耗列表

单元名称		典型功耗 （常温 25℃） (W) ^a	最大功耗 （高温 55℃） (W) ^a	备注	
子架	OTU 子架	566	722.2	17×OTU10G（LSX）+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒	
	OTM 子架	子架 1	566	722.2	17×OTU10G（LSX）+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒
		子架 2	168.7	281.6	1×M40V+1×D40+1×OAU101+1×OBU103+1×FIU+1×SC1+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒
	OLA 子架	144.9	253.9	2×OAU101+2×FIU+1×SC2+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒	
	FOADM 子架	292.3	418.3	2×OAU101+2×VA4+2×OBU103+2×MR4+4×OTU10G（LSX）+2×FIU+1×SC2+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒	
	ROADM 子架 (2 维)	子架 1	87.4	96.4	1×M40+1×D40+2×WSMD2+2×DAS1+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒
		子架 2	566	722.2	17×OTU10G（LSX）+1×SCC+2×PIU+1×AUX+风机盒

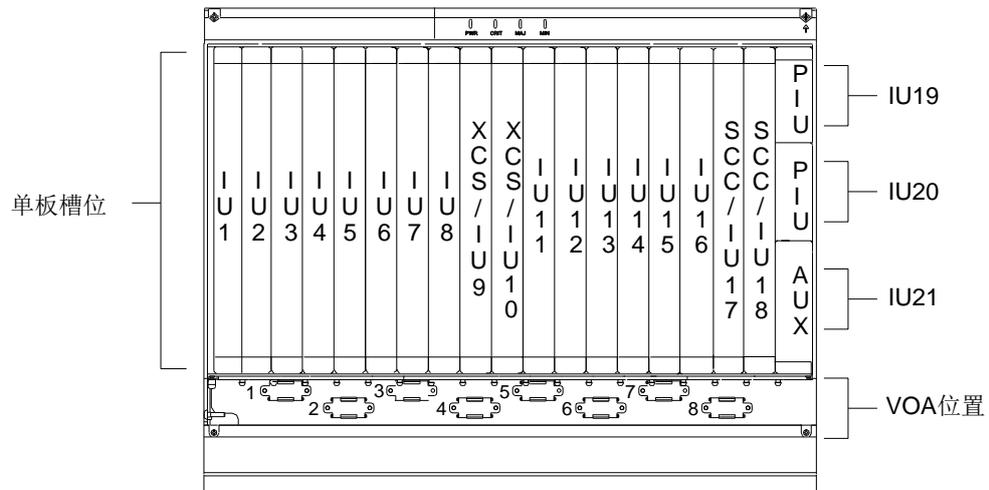
单元名称			典型功耗 (常温 25°C) (W) ^a	最大功耗 (高温 55°C) (W) ^a	备注
	ROADM 子架 (4 维) ^b	子架 1	160	268.8	1×WSMD4+1×DAS1+1×M40+ 1×D40+1×SCC+2×PIU+1× AUX+风机盒
		子架 2	160	268.8	1×WSMD4+1×DAS1+1×M40+ 1×D40+1×SCC+2×PIU+1× AUX+风机盒
		子架 3	160	268.8	1×WSMD4+1×DAS1+1×M40+ 1×D40+1×SCC+2×PIU+1× AUX+风机盒
		子架 4	160	268.8	1×WSMD4+1×DAS1+1×M40+ 1×D40+1×SCC+2×PIU+1× AUX+风机盒
	OTN 子架	光子架	168.7	281.6	1×M40V+1×D40+1×OBU103+ 1×OAU101+1×SC1+1×FIU+1 ×SCC+2×PIU+1×AUX+风机 盒
		电子架	557	723.8	10×ND2+2×TQX+2×TOA+2× XCS+1×SCC+2×PIU+1×AUX +风机盒
机 柜	OTM 机柜 (40 ×10Gbit/s)	1422.2	1951.1	2×OTU 子架+1×OTM 子架 2	
<p>a: 表中的子架和机柜功耗均为特定配置时的功耗，供参考，实际配置下的子架、机柜功耗可根据各模块功耗计算得出。</p> <p>b: 子架 1 和子架 2 用作 4 维 ROADM 站点中每个线路维度的子架，子架 3 和子架 4 用作本地上下业务维度的子架。业务单板可以单独配置的一个子架中。</p>					

OptiX OSN 6800 子架槽位说明

OptiX OSN 6800 子架的单板插放区共提供 21 个槽位，从左向右从上至下依次定义为 IU1 至 IU21。

OptiX OSN 6800 子架槽位分布如图 2-5 所示。

图2-5 子架槽位示意图



- IU1 至 IU17 槽位可用于插放业务单板。
- IU21 槽位固定用于插放系统辅助接口板 AUX。
- IU19、IU20 槽位固定用于插放电源接入板 PIU。
- IU18 槽位固定用于插放系统控制与通信板 SCC。
- IU17 槽位可用于插放备用 SCC 单板，也可插放其它业务单板。
- IU9、IU10 槽位可插放集中交叉板 XCS，也可插放其他业务单板。
- IU15、IU16 槽位可插放时钟板 STG。

对偶槽位的对应关系

对偶槽位是指开销可以通过背板总线串通的一对槽位。OptiX OSN 6800 支持 7 组对偶槽位：IU1 和 IU2、IU3 和 IU4、IU5 和 IU6、IU7 和 IU8、IU11 和 IU12、IU13 和 IU14、IU15 和 IU16。对偶槽位支持分布式调度。

2.2.3 单板

功能单板分类

OptiX OSN 6800 提供多种功能类单板，包括光波长转换类单板、支路类单板、线路类单板、光合波和分波类单板、光保护类单板等。

OptiX OSN 6800 的各种单板按其实现的功能的划分如表 2-5 所示。

表2-5 功能类单板分类

功能类单板	包含的单板
光波长转换类单板	ECOM、L4G、LDGD、LDGS、LDMD、LDMS、LDM、LDX、LEM24、LEX4、LQG、LQM、LQMD、LQMS、LSQ、LSQR、LSX、LSXR、LSXL、LSXLR、LWX2、LWXD、LWXS、LOG、LOM、LOA、TMX
支路类单板	TQS、TQM、TDG、TBE、TDX、TOG、TOM、TQX、TSXL
线路类单板	NS2、ND2、NS3、NQ2
PID 类单板	ELQX、PTQX、BMD4、BMD8
光合波和分波类单板	ACS、FIU、D40、D40V、M40、M40V、ITL、SFIU
静态光分插复用类单板	CMR2、CMR4、DMR1、MB2、MR2、MR4、MR8、MR8V、SBM2
动态光分插复用类单板	RMU9、RDU9、ROAM、WSD9、WSM9、WSMD2、WSMD9、WSMD4
光功率放大类单板	CRPC、HBA、OAU1、OBU1、OBU2、DAS1
交叉与系统控制通信类单板	AUX、SCC、XCS
光监控信道类单板	SC1、SC2、HSC1、ST2
时钟类单板	STG
保护类单板	DCP、OLP、SCS
光谱分析类单板	MCA4、MCA8、WMU、OPM8
光可调衰减类单板	VA1、VA4
光功率与色散均衡类单板	DCU、GFU、TDC

2.2.4 可插拔光模块

OptiX OSN 6800 支持 eSFP（Enhanced Small Form-Factor Pluggable）、SFP+（Small Form-Factor Pluggable Plus）、TXFP（Tunable 10 Gbit/s Small Form-Factor Pluggable）和 XFP（10 Gbit/s Small Form-Factor Pluggable）四种可插拔光模块。采用可插拔光模块，若需要调整业务接入类型或需要更换故障光模块，则只需直接更换光模块，而不需要更换单板。

2.3 软件结构

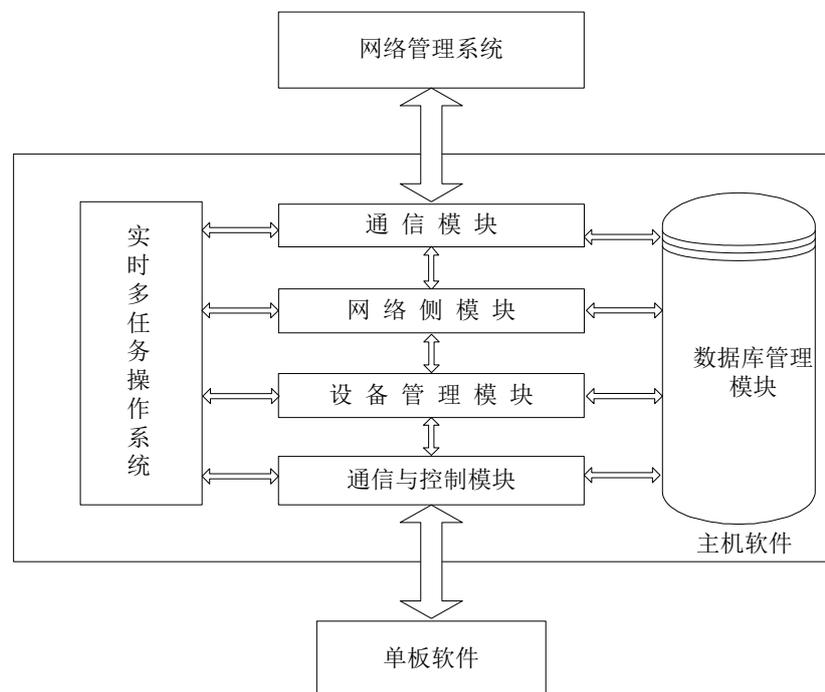
2.3.1 概述

软件系统为模块化结构，各模块完成相应的特定功能并协同工作。

软件系统可以分成单板软件、主机软件、网管系统三个模块，分别驻留在各功能单板、系统控制与通信板、网管计算机上运行，完成相应的特定功能。

软件系统按分层原则设计，每一层完成特定的功能，并向上一层提供接口完成相应的服务。软件总体结构如图 2-6 所示。图中除“网络管理系统”和“单板软件”两个模块外，其他模块都属主机软件。

图2-6 软件总体结构



2.3.2 通信协议和接口

通信接口主要采用 Qx 接口。Qx 接口的协议栈及消息在 ITU-T G.773、Q.811 和 Q.812 建议中作了描述。

Qx 接口主要用于将 MD (Mediation Device)、QA (Q Adaptation) 或 NE (Network Element) 设备经 LCN (Local Communication Network) 与 OS (Operations System) 互连。目前在网元管理层提供 QA，而在网络管理层提供 MD 及 OS，两者之间通过 Qx 接口互连。根据建议要求，Qx 按照基于 TCP/IP 的 CLNS1 (Connectionless Network LayerService) 协议栈开发，支持网管通过 modem 远程接入，此时 IP 层使用 SLIP (Serial Line Internet Protocol) 协议。

3 产品功能和特性

关于本章

3.1 接入业务

OptiX OSN 6800 支持 SDH（Synchronous Digital Hierarchy）业务、SONET（Synchronous Optical Network）业务、以太网业务、SAN（Storage Area Network）存储业务、OTN（Optical Transport Network）业务、视频业务等多种接入业务类型。

3.2 电层调度

OptiX OSN 6800 提供两种电层调度方式：集中调度和分布式调度。

3.3 光层调度

3.4 传输系统

3.5 保护

OptiX OSN 6800 提供丰富的设备级保护和网络级保护。

3.6 数据特性

OptiX OSN 6800 支持以太网特性。

3.7 光功率管理功能

光功率管理功能包括智能光功率调节（IPA）、拉曼系统智能光功率调节（IPA of Raman System）、自动功率控制（ALC）、自动光功率均衡（APE）、增强型自动光功率均衡（EAPE）、光功率自动调测（OPA）和通道增益锁定（AGC）。

3.8 WDM 技术

本章简要介绍 OptiX OSN 6800 支持的 WDM 技术和功能。

3.9 时钟特性

OptiX OSN 6800 支持物理层时钟和 PTP 时钟，实现时钟同步和时间同步。

3.10 智能网络管理

ASON（Automatically Switched Optical Network），即自动光交换网络，是新一代光传送网络，也称智能光网络。是传送网领域的一种新技术。

3.1 接入业务

OptiX OSN 6800 支持 SDH（Synchronous Digital Hierarchy）业务、SONET（Synchronous Optical Network）业务、以太网业务、SAN（Storage Area Network）存储业务、OTN（Optical Transport Network）业务、视频业务等多种接入业务类型。

3.1.1 业务接入类型

OptiX OSN 6800 支持的主要接入业务如表 3-1 所示，各种业务的速率如表 3-2 所示。

表3-1 业务接入功能

业务种类	业务类型	参考标准
SDH 业务/POS/ATM 业务	STM-1、STM-4、STM-16、STM-64、STM-256	ITU-T G.707 ITU-T G.691 ITU-T G.957 ITU-T G.693
SONET 业务	OC-3、OC-12、OC-48、OC-192、OC-768	GR-253-CORE GR-1377-CORE ANSI T1.105
以太网业务	FE、GE、10GE WAN、10GE LAN	IEEE 802.3u IEEE 802.3z IEEE 802.3ae
SAN 存储业务	ESCON	ANSI X3.296
	FICON、FICON Express、FICON 4G、FC100、FC200、FC400、FC800、FICON 8G、FC1200、ISC 1G、ISC 2G、ETR、CLO、InfiniBand 2.5G、InfiniBand 5G	ANSI X3.230 ANSI X3.303 InfiniBand™ Architecture Release 1.2.1
OTN 业务	OTU1、OTU2、OTU2e、OTU3	ITU-T G.709 ITU-T G.959.1
视频及其他业务	HD-SDI	SMPTE 292M
	DVB-ASI	EN 50083-9
	SDI	SMPTE 259M
	FDDI	ISO 9314
	3G-SDI	SMPTE 424M

业务种类	业务类型	参考标准
FE: Fast ethernet GE: Gigabit ethernet ESCON: Enterprise systems connection FICON: Fiber connection FC: Fiber channel HD-SDI: Bit-serial digital interface for high-definition television systems DVB-ASI: Digital video broadcasting-asynchronous serial interface SDI: Serial digital interface FDDI: Fiber distributed data interface 3G-SDI: 3G-serial digital interface 说明 根据 SMPTE-259M 标准，SDI 也称为 SD-SDI。		

表3-2 业务类型和业务速率

业务种类	业务类型	业务速率	图例
SDH 业务 /POS/ATM 业务	STM-1	155.52Mbit/s	
	STM-4	622.08Mbit/s	
	STM-16	2.5Gbit/s	
	STM-64	9.95 Gbit/s	
	STM-256	39.81 Gbit/s	
SONET 业务	OC-3	155.52Mbit/s	
	OC-12	622.08Mbit/s	
	OC-48	2.5Gbit/s	
	OC-192	9.95 Gbit/s	
	OC-768	39.81 Gbit/s	
以太网业务	FE	125Mbit/s	
	GE	1.25Gbit/s	
	10GE WAN	9.95Gbit/s	
	10GE LAN	10.31Gbit/s	
SAN 存储业务	ESCON	200Mbit/s	
	FICON	1.06Gbit/s	

业务种类	业务类型	业务速率	图例
	FICON Express	2.12Gbit/s	
	FC100	1.06Gbit/s	
	FC200	2.12Gbit/s	
	FC400	4.25Gbit/s	
	FC800	8.5Gbit/s	
	FC1200	10.51Gbit/s	
	FICON4G	4.25Gbit/s	
	FICON8G	8.5Gbit/s	
	ISC 1G	1.06Gbit/s	
	ISC 2G	2.12Gbit/s	
	ETR	16Mbit/s	
	CLO	16Mbit/s	
	InfiniBand 2.5G	2.5Gbit/s	
	InfiniBand 5G	5Gbit/s	
OTN 业务	OTU1	2.67Gbit/s	
	OTU2	10.71Gbit/s	
	OTU2e	11.10Gbit/s	
	OTU3	43.02Gbit/s	
视频及其他业务	DVB-ASI	270Mbit/s	
	SDI	270Mbit/s	
	FDDI	125Mbit/s	
	HD-SDI	1.485Gbit/s	
	3G-SDI	2.97Gbit/s	

- 当接入信号是 SDH/SONET 信号时，需要进行电层处理，封装进 OTN 帧结构中。在映射和解映射过程中，都能保证时钟的透明传送、不劣化。
- 当接入信号是 GE 或 10GE 信号时，支持对这些信号的透传，符合 ITU-T G.8261、G.8262 建议。
- 支持多个 FE 或 GE 信号到 2.5Gbit/s 或 10Gbit/s 信号的透明映射和复用，支持 10GE LAN 到 OTU2 的透明映射。当配置了同步以太网时，系统不进行电再生处

理，在宿端，信号频率可以从信号解映射处理中恢复出来。从而保证了同步传输性能。

- SDH/SONET 及以太网接口的抖动和漂移指标分别符合 ITU-T G.82、ITU-T G.8251、IEEE 802.3 2005 及 IEEE 802.3 的要求。

3.1.2 业务接入能力

OptiX OSN 6800 系统的业务接入能力如表 3-3 所示。

表3-3 业务接入能力

业务类型	单板最大接入业务数量	单子架最大接入业务数量
FE	22	132
GE	22	132
10GE LAN	4	30
10GE WAN	4	30
STM-256/OC-768	1	8
STM-64/OC-192	4	34
STM-16/OC-48	4	68
STM-4/OC-12	8	88
STM-1/OC-3	8	96
OTU1	4	68
OTU2	2	34
OTU2e	2	34
OTU3	1	17
ESCON	8	96
FC100/FICON	8	72
FC200/FICON Express	4	36
FC400/FICON 4G	2	14
FC800/FICON 8G	1	17
FC1200	1	17
HD-SDI	8	136
FDDI	8	136
DVB-ASI/SDI	8	136
3G-SDI	8	136
ISC 1G	8	136

业务类型	单板最大接入业务数量	单子架最大接入业务数量
ISC 2G	4	68
ETR	1	17
CLO	1	17
InfiniBand 2.5G	4	68
InfiniBand 5G	2	34

3.2 电层调度

OptiX OSN 6800 提供两种电层调度方式：集中调度和分布式调度。

- 基于 GE 业务、10GE 业务、ODU1 信号、ODU2 信号的集中调度。
- 基于 GE 业务、ODU1 信号、OTU1 业务和 Any 业务的分布式调度。

若单板支持集中调度和分布式调度，且插放在对偶槽位，则优先使用分布式调度。

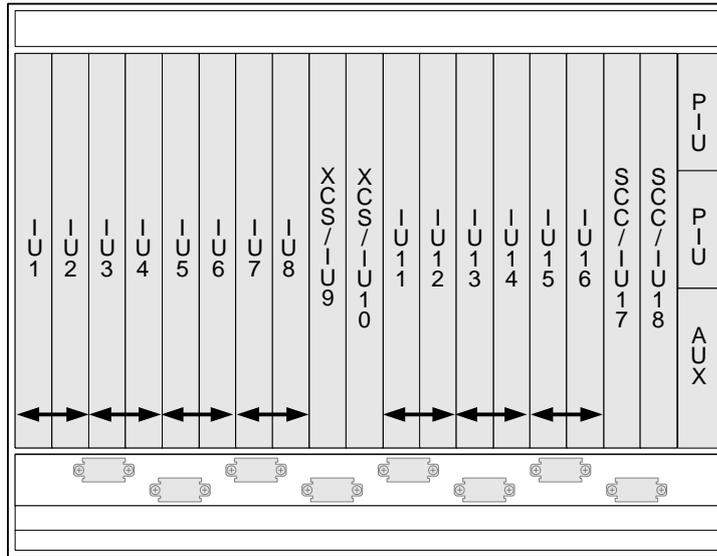
3.2.1 集中调度

OptiX OSN 6800 通过交叉板实现集中调度。如图 3-1 所示，当子架上配有 XCS 单板时，可以通过 XCS 单板实现 IU1~IU8 和 IU11~IU16 的 14 个槽位之间的全交叉。

OptiX OSN 6800 支持 GE 业务、10GE 业务、ODU1 信号和 ODU2 信号通过 XCS 单板实现的集中调度：

- GE 业务最大可以支持 180Gbit/s 的交叉调度容量。
- 10GE 业务最大可以支持 360Gbit/s 的交叉调度容量。
- ODU1 信号最大可以支持 360Gbit/s 的交叉调度容量。
- ODU2 信号最大可以支持 360Gbit/s 的交叉调度容量。

图3-1 OptiX OSN 6800 子架槽位示意图



OTU 单板支持集中调度的业务类型如表 3-4 所示。

表3-4 OTU 单板支持集中调度的业务类型

单板	集中交叉
TN11ECOM	支持 GE 业务的集中交叉
TN11L4G	支持 GE 业务的集中交叉
TN11LDGS TN11LDGD	支持 GE 业务的集中交叉
TN11LEM24	支持 10GE 业务的集中交叉
TN11LEX4	支持 10GE 业务的集中交叉
TN11LOG TN12LOG	支持 GE 业务的集中交叉
TN11LQG	支持 GE 业务的集中交叉
TN13LQM	支持 GE 业务的集中交叉
TN11LQMD TN11LQMS	支持 GE 业务的集中交叉
TN12LQMD TN12LQMS	支持 GE 业务的集中交叉

单板	集中交叉
TN11ND2 TN12ND2 TN52ND2 TN53ND2	支持 ODU1 信号、ODU2 信号、ODU2e 信号的集中交叉
TN51NQ2 TN52NQ2 TN53NQ2	支持 ODU1 信号、ODU2 信号、ODU2e 信号的集中交叉
TN11NS2	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN12NS2 TN52NS2 TN53NS2	支持 ODU1 信号、ODU2 信号、ODU2e 信号的集中交叉
TN11NS3	支持 ODU2 和 ODU2e 信号的集中交叉
TN52NS3	支持 ODU1、ODU2 和 ODU2e 信号的集中交叉
TN11TBE	支持 GE 业务的集中交叉
TN11TDG	支持 GE 业务的集中交叉 支持 ODU1 信号的集中交叉
TN11TDX	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN12TDX TN52TDX TN53TDX	支持 ODU2 信号、ODU2e 信号的集中交叉
TN11TQS	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN11TQM	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN12TQM	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN11TQX TN52TQX TN55TQX	支持 ODU2 信号的集中交叉 支持 ODU2e 信号的集中交叉
TN11TOM	支持 GE 业务和 ODU1 信号的集中交叉
TN52TOM	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN52TOG	支持 ODU1 信号的集中交叉
TN11TSXL	支持 ODU2 信号的集中交叉

3.2.2 分布式调度

OptiX OSN 6800 通过对偶槽位的总线实现分布式调度，因此分布式调度也称为对偶交叉。

OptiX OSN 6800 支持 7 组对偶槽位：IU1 和 IU2、IU3 和 IU4、IU5 和 IU6、IU7 和 IU8、IU11 和 IU12、IU13 和 IU14、IU15 和 IU16，如图 3-1 所示。

OTU 单板支持的交叉业务类型如表 3-5 所示。

表3-5 OTU 单板支持分布式调度的业务类型

单板	分布式交叉
TN11ECOM	支持 GE 业务的分布式交叉
TN11LOG TN12LOG	支持 GE 业务的分布式交叉
TN11L4G	支持 GE 业务的分布式交叉
TN11LDGS TN11LDGD	支持 GE 业务的分布式交叉
TN11LQG	支持 GE 业务的分布式交叉
TN13LQM	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 OTU1 业务的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉
TN11LQMS TN11LQMD	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉
TN12LQMS TN12LQMD	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 OTU1 业务的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉
TN11NS2	支持 ODU1 信号的分布式交叉
TN11TBE	支持 GE 业务的分布式交叉
TN11TDG	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 ODU1 信号的分布式交叉
TN11TDX	支持 ODU1 信号的分布式交叉
TN11TQS	支持 ODU1 信号的分布式交叉
TN11TQM	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 ODU1 信号的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉

单板	分布式交叉
TN12TQM	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 ODU1 信号的分布式交叉 支持 OTU1 信号的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉
TN11TOM	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 ODU1 信号的分布式交叉 支持 OTU1 信号的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉
TN52TOM	支持 GE 业务的分布式交叉 支持 OTU1 信号的分布式交叉 支持 Any 业务的分布式交叉

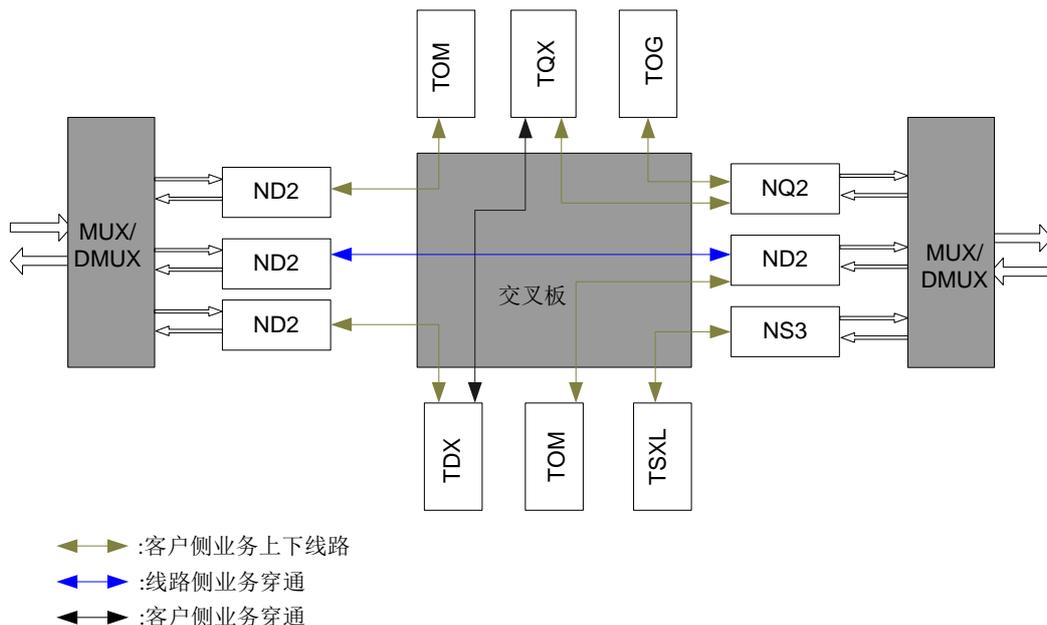
3.2.3 电层调度应用场景

电层调度支持三种典型的应用场景：

- 客户侧业务本站穿通：业务从本站点一个客户侧端口输入，然后从另一个客户侧端口输出，即业务的传送不经光纤线路。
- 客户侧业务上/下线路：其它站点的业务经光纤线路传输至本站点的波分侧，然后由客户侧输出。或者客户业务从本站点输入，然后经光纤线路传送至其它站点。
- 线路侧业务本站穿通：业务不在本站点上下，即本站点作为该业务的一个中继站点，将业务从一侧光纤线路送至另一侧光纤线路。

电层调度应用场景如图 3-2 所示。

图3-2 电层调度应用场景图



3.3 光层调度

WDM 设备中波长资源的分配方案有两种方式：

- FOADM（Fixed Optical Add/Drop Multiplexer）
- ROADM（Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer）

FOADM 无法根据业务发展需要重新调整波长资源分配。

ROADM 通过对波长的阻塞或交叉实现了波长的可重构，从而将静态的波长资源分配变成了灵活的动态分配。ROADM 技术配合 U2000 调配波长上下和穿通状态，实现远程动态调整波长状态，支持调配波长数量最多可达 80 波。

借助于光放大器的增益锁定功能、ROADM 的东西向业务分离及无信号时的阻断设计，ROADM 设备中某条链路、某光纤、某一侧失效，对其他链路、其他光纤、其他侧的业务没有影响。

3.4 传输系统

3.4.1 40G 传输系统

系统提供 40 波/80 波×40G 传输和 40G 反向复用传输解决方案，满足运营商构建大容量，高性能网络的需求。

系统支持全 C 波段可调，支持可调色散补偿，支持 2.5Gbit/s、10Gbit/s、40Gbit/s 的混传，支持 ODU_x 到 ODU_y 的调度。时钟容限达±20ppm。40Gbit/s 客户侧接口指标符合 ITU-T G.693 VSR2000 3R2、3R3 及 3R5。

光放大器采用增益锁定模式，确保扩容新波长时，每个通道的功率不会改变，系统可在线升级为满波。需要注意的是，由于 40Gbit/s 信号对于 OSNR、残余色散、光功率的要求与 2.5Gbit/s、10Gbit/s 差别较大。建网初期需要考虑到 40Gbit/s 信号这些方面的要求，以便今后的平滑升级。

功能简介

40 波/80 波×40G 传输解决方案

40G 传输系统在现有的 OptiX OSN 6800 系统平台上直接接入 40G OTU 单元，满足了运营商在通常的业务波长上扩充传输容量和配置高性能光网络的需求，它允许运营商在不影响已有低速率业务的前提下以 40G 容量单位实现无缝增量扩容，从而保障了已有的投资，节省了扩容成本。40G 传输系统主要特性如下：

- 支持 C 波段 40 波或 80 波×40G/10G 混合传输；
- 40G OTU 客户侧支持 1x40G（STM-256/OC-768/OTU3）业务接入；
- 40G OTU 波分侧支持 ODB、DQPSK 调制，先进的调制格式保证光谱特性能够通过现在的滤波器（不改变 10G 的光合波单元和光分波单元）；
- ODB 调制格式，最大 640 公里无中继传输；
- DQPSK 调测格式，最大 1500 公里无中继传输；
- 支持 10G DWDM 系统的在线平滑升级到 40G DWDM 系统，采用即插即用的方式进行升级，不中断原有的业务。

40G 反向复用传输解决方案

系统提供 40G 反向复用传输解决方案，将客户侧接入的一路 40G 速率业务信号解复用为四路 10G 速率信号，可以实现在原有 10G 波分网络中传输 40G 业务。40G 反向复用传输系统主要特性如下：

- 40G 反向复用 OTU 客户侧支持 1 x 40G 业务接入；
- 最大 2000 公里无中继传输；
- 高 PMD 容限方案，适用于老光纤系统。

实现方案

40 波/80 波×40G 传输解决方案

40G 光转换模块在波分侧可提供可调波长的光接口，输出符合 ITU-T G.694.1 建议的标准光波长，通过光纤跳线可以直接接入系统的复用、解复用单元，并且系统还支持 2.5Gbit/s、10Gbit/s 和 40Gbit/s 光转换模块的同时接入。最大支持 80 波×40Gbit/s 的信号传输。

40G 反向复用传输解决方案

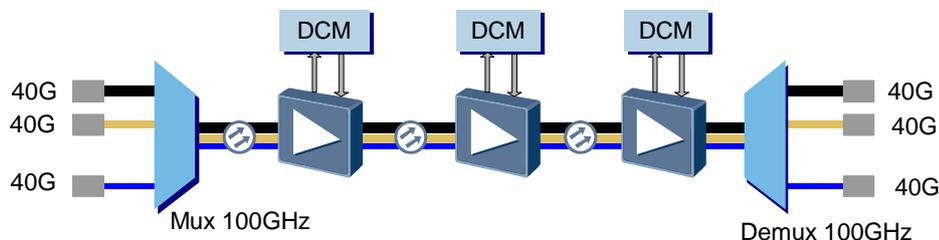
通过 40G 反向复用传输单板，将客户侧接入的一路 40G 信号，解复用为四路 10G 信号在 10G WDM 网络中传输。

组网应用

40 波/80 波×40G 传输解决方案

图 3-3 为 40 波×40G 系统的 40G 传输解决方案典型应用示意图。

图3-3 40 波×40G 系统典型应用示意图

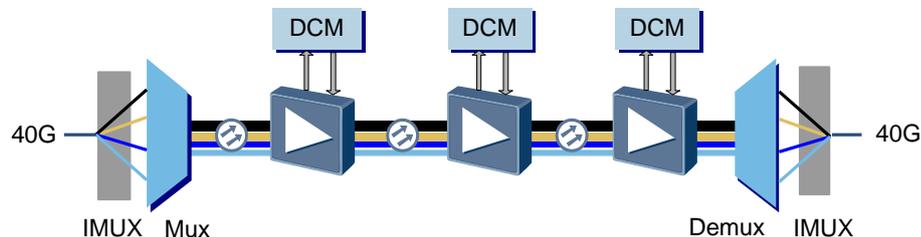


系统的 40Gbit/s 传输解决方案提供了灵活的 WDM 解决方案的硬件、软件接口，40Gbit/s 光转换模块与 10Gbit/s 光转换模块使用相同标准的 EDFA、色散补偿模块及复用与解复用单元，支持在 OTM 站和 OADM/ROADM 的业务上下，并使用与 2.5Gbit/s、10Gbit/s 系统统一的网管进行管理。

40G 反向复用传输解决方案

图 3-4 为 40G 反向复用传输解决方案典型应用示意图。

图3-4 40G 反向复用系统典型应用示意图



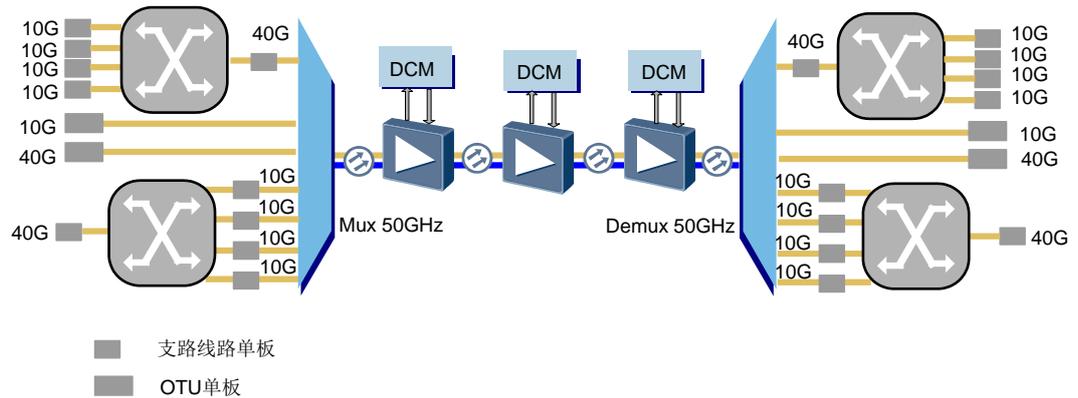
图中 IMUX 为反向复用 OTU，将接入的 40Gbit/s 信号解复用为四路 10Gbit/s 信号，合入 10Gbit/s 系统，进行统一的传输和管理。

3.4.2 混传系统

随着业务需求的不断扩充，当前建设的 10G WDM 传输系统将逐渐升级为 40G 传输系统，40G 和 10G 兼容混传极其必要，OptiX OSN 6800 支持 40G 和 10G 兼容混传，保证系统的平滑升级。

新增和升级的 10G 波长、40G 波长可以和现网的 10G 波长同时接入合波单元，10G、40G 业务在同一根光纤中进行传送，不影响现有和新增的业务。40G 和 10G 混传的典型应用如图 3-5 所示。

图3-5 40G 和 10G 混合传输示意图



3.4.3 传输距离

- 对于 40 波系统的 40Gbit/s 速率，支持最大 20x22dB 的无电中继传输规格。
- 对于 80 波系统的 40Gbit/s 速率，支持最大 18x22dB 的无电中继传输规格。
- 对于 40 波系统的 10Gbit/s 速率，支持最大 32x22dB 的无电中继传输规格。
- 对于 80 波系统的 10Gbit/s 速率，支持最大 25x22dB 的无电中继传输规格。
- 对于 2.5Gbit/s 速率，支持最大 25x22dB 的无电中继传输规格。
- 对于 10Gbit/s 速率系统，最大支持 1×82dB 单跨超长距传输。
- 对于 CWDM 系统，支持最大 80km 的传输距离。

华为 OSN 系列波分设备对不同波长间隔的系统，支持基于不同调制方式的多种链路/跨段设计。

表3-6 2.5Gbit/s 系统跨段

波长间隔	调制方式	22dB 跨段
100 GHz	NRZ	25 x 22 dB

表3-7 10Gbit/s 系统跨段

波长间隔	调制方式	22dB 跨段
100 GHz	DRZ	32 x 22 dB
	NRZ	27 x 22 dB
	NRZ (XFP)	27 x 22 dB
50 GHz	DRZ	25 x 22 dB
	NRZ	22x 22 dB
	NRZ (XFP)	22 x 22 dB

表3-8 40Gbit/s 系统跨段

波长间隔	调制方式	22dB 跨段
100 GHz	DQPSK	20 x 22 dB
50 GHz	ODB	8 x 22 dB
	DQPSK	18 x 22 dB

3.5 保护

OptiX OSN 6800 提供丰富的设备级保护和网络级保护。

3.5.1 设备级保护

OptiX OSN 6800 提供交叉 1+1 保护、主控 1+1 保护、输入电源保护和集中电源保护、风扇冗余保护、子架间通信保护。

交叉板 1+1 保护

集中交叉板 XCS 采用 1+1 热备份。

业务单板接收业务信号，并处理开销，然后将业务双发至工作和保护两块交叉板。工作和保护交叉板完成业务交叉后将数据发送到业务单板，业务单板在接受交叉侧数据时进行选收。工作和保护交叉板的配置完全相同，两者完全独立，互不干涉。可实现两者间的无损强制倒换。

工作交叉单板的交叉矩阵的设置与保护交叉单板完全相同。当保护交叉单板收到工作单元工作异常的信息或网管下发的倒换命令时，立刻接管工作交叉单板的工作，将自己设置为工作模式，并上报倒换事件。

交叉 1+1 保护倒换的执行共有两种倒换方式：

- 自动倒换
当业务板检测到交叉板状态或总线状态异常时，会自动启动倒换。这种倒换是不需要人为控制的。
- 人工倒换
当工作和保护交叉板均没有异常时，但是需要人为的测试能否正常倒换，此时可以通过人工倒换来实现。



说明

当交叉板倒换时，时钟板也会同时倒换。

主控 1+1 保护

系统控制与通信单板采用 1+1 热备份。

业务单板接收业务信号，并处理开销，然后将开销双发至工作和保护两块主控板。工作和保护主控板完成开销处理后都将数据发送到业务单板，业务单板根据主控板送来的主控板状态进行选收。工作和保护主控板的配置完全相同，两者完全独立，互不干涉。

主控板与系统其它的单板主要是通过以太网进行通信。正常工作时，业务单板和保护主控板的数据均来源于工作主控板，保护主控板与业务单板的板间通信没有使用。仅当保护主控板处于工作模式时，保护主控板的板间通信有效。

在工作主控板处于正常工作方式时，保护主控板处于保护工作方式。当保护主控板在收到工作主控板工作异常的信息或网管下发的倒换命令时，立刻接管工作主控板的工作，将自己设置为工作模式，并上报倒换事件。

主控 1+1 保护倒换的执行共有两种倒换方式：

- 自动倒换
主控板通过硬件或软件检测的方法来检测主控板本板状态是否正常，当发生异常时自动启动倒换。倒换过程完成是由单板来完成，不需要人为参与。
- 人工倒换
当工作和保护主控板均没有异常时，但是需要人为的测试能否正常倒换，此时可以通过人工倒换来实现。

输入电源保护

电源系统由外部提供双路 - 48V/ - 60V 直流电源输入，互为备份保护，任何一路外部输入的 - 48V/ - 60V 电源发生故障都不会影响设备的正常工作。

集中电源保护

系统对主光路光层单板的二次电源采用分散供电，集中保护的方案。

SCC 单板包含 PBU 电源备份单元，可为系统提供 1:N 电源备份功能。系统使用 SCC 单板对每个子架上的主光路光层单板的+3.3V 电源进行集中电源保护，提供二次电源备份。

当系统检测到主光路光层单板的自身电源故障（过欠压）时，可以在 600 μ s 内切换到由 PBU 电源备份单元供电，保证单板正常工作。



- PBU 电源备份单元可以支持一块单板的电源切换。当单板发生主电源过压时，单板主电源关闭，并切换到 PBU 电源备份单元；当单板发生主电源欠压时，单板主电源不关闭，并切换到 PBU 电源备份单元。
- 当电源模块故障的单板插入系统时，会从 PBU 取电，影响正在被 PBU 保护的单板正常工作，因此需确保插入系统的单板的电源模块是正常的。

风扇冗余保护

OptiX OSN 6800 将一个子架分为五个分区散热，各分区的风扇依据所在分区温度独立调速。各分区的风扇依据所在分区温度独立调速。当一个风扇故障时，同一分区的另一个风扇全速运转。

子架间通信保护

支持按照网元配置子架级联模式。子架间级联方式配置为环形时，网元提供主备两路用于主从子架间通信的以太网通信通道。当主用通道发生故障时，由主用通道切换到备用通道，从而对子架间通信进行保护。

3.5.2 网络级保护

OptiX OSN 6800 提供完善的网络保护机制，包括：

- 光线路保护
- 光通道保护
 - 客户侧 1+1 保护
 - 板内 1+1 保护
- 子网连接保护 SNCP (Subnetwork Connection Protection)
 - SW SNCP 保护 (Sub-wavelength SNCP)
 - ODUk SNCP 保护
 - VLAN SNCP 保护
 - 支路 SNCP 保护
 - MS SNCP 保护 (Master Slave SNCP)
- ODUk 环网保护
- 光波长共享保护 OWSP (Optical Wavelength Shared Protection)
- 以太网保护
 - 板级保护
 - 以太环网保护 ERPS (Ethernet ring protection)
 - LAG (Link Aggregation Group)
 - 分布式板级保护 DBPS (Distribute Board Protect System)

- DLAG 保护 (Distribute Link Aggregation Group)
- STP (Spanning Tree Protocol) 和 RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol)
- MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol)
- LPT (Link State Pass Through)

通过自动交换光网络 (ASON)，也就是通常所说的智能光网络，进一步增强网络的安全性和业务的生存性。

Mesh 组网是 ASON 网络的主要组网方式之一，在 Mesh 组网中，为使中断业务得以重新接通，除沿用传统的专用保护 (如 1+1 保护) 和共享保护 (如 ODUk SPRing 保护) 外，还能够借助于重路由机制实现业务的即时恢复。也就是说，通过 MESH 组网，不仅可以提供传统的保护方式，还能够提供动态恢复的业务形态，甚至在保护失效的情况下还能提供业务恢复机制，使其只要有资源就不会中断业务。

网络级保护的具体分类如表 3-9 所示。

表3-9 业务保护分类表

大类	细类	描述
光线路保护	光线路保护	运用 OLP 单板的双发选收功能，在相邻站点间利用分离路由对线路光纤提供保护。
光通道保护	客户侧 1+1 保护	运用 OLP/DCP/SCS 单板的双发选收功能，对 OTU 单板及 OCh 光纤其进行保护。
	板内 1+1 保护	运用 OTU/OLP/DCP 单板的双发选收功能，利用分离路由对 OCh 光纤进行保护。
SNCP 保护	SW SNCP 保护	运用电层交叉的双发选收功能，对线路板和 OCh 光纤进行保护。交叉粒度为 GE 业务、Any 业务。
	ODUk SNCP 保护	运用电层交叉的双发选收功能，对线路板和 OCh 光纤进行保护。交叉粒度为 ODU1 信号或 ODU2 信号。
	VLAN SNCP 保护	运用 L2 模块的双发选收功能，对以太网业务进行保护。保护粒度为标有 VLAN 的端口业务。
	支路 SNCP 保护	运用电层交叉的双发选收功能，对支路业务进行保护。交叉粒度为 ODU1 信号或 ODU2 信号。
	MS SNCP 保护	与跨子架、跨网元的 DBPS 保护配合使用，用于保护 TBE 单板，可保护板上的 10GE 端口和 GE 端口业务。
ODUk 环网保护	ODUk 环网保护	用于配置分布式业务的环型组网，通过占用两个不同的 ODUk 通道实现对所有站点间多条分布式业务的保护。

大类	细类	描述
光波长共享保护	光波长共享保护	用于配置分布式业务的环形组网，通过占用两个不同波长实现对所有站点间的一个波长业务的共享保护。
以太网保护	板级保护	用于保护 TBE 单板，可保护板上的所有业务。
	DBPS 保护	与 SW SNCP 保护或 MS SNCP 或以太环网保护配合使用，用于保护以太网单板，可保护板上的 10GE 端口和 GE 端口业务。
	DLAG 保护	用于保护 TBE 单板，可保护板上的 10GE 端口和 GE 端口业务。
	以太环网保护	以太网环网保护基于传统的以太网机制，利用环网自动保护倒换 R-APS 协议，实现以太环网的快速保护倒换。
	LAG	指多条连接到同一设备的链路捆绑在一起，便于增加带宽和改善链路的可靠性。
	STP 和 RSTP	STP 和 RSTP 启动后在逻辑上修改网络拓扑结构以避免广播风暴。可以通过拓扑重组实现链路保护。
	MSTP	对于存在环路的以太网用户网络，MSTP 可以基于以太网报文的 VLAN ID 生成相应的树型拓扑，防止广播风暴的产生，同时基于用户报文的 VLAN ID 实现负载分担。
	LPT	对业务接入点和中间传输网络的故障进行检测和通报，通知传输网络两端的设备及时启动备份网络进行通信，保证重要数据的正常传输。
ASON 保护	光层 ASON	提供 OCh 波长级别业务保护。
	电层 ASON	提供 ODUk 级别业务保护。

3.6 数据特性

OptiX OSN 6800 支持以太网特性。

3.6.1 OAM

OptiX OSN 6800 提供丰富的 OAM 功能，实现业务各个层面的监控、故障检测和定位。

ETH-OAM

ETH-OAM 完善了以太网二层维护手段，为业务连通性验证、开局业务调测和网络故障定位提供了强大的维护功能。

ETH-OAM 是一种基于 MAC 层的协议，它通过发送 OAM 协议报文来检测以太网链路。该协议相对于传输介质是独立的，OAM 报文只会在 MAC 层处理，不会影响到 Ethernet 的其他层次。同时 ETH-OAM 协议作为低速率协议，所占用的网络带宽很小，通常不会对链路所承载的业务造成影响。

ETH-OAM 与现有网络维护和故障定位手段的比较：

- 现有的测试帧方法只能在同类数据封装格式之间进行，而在不同数据封装格式（如 GFP 与 HDLC 等其他封装格式）之间并不适用。
- 现有的端口环回功能针对端口上所有报文进行环回，而无法有选择性地对某一业务流进行环回。
- ETH-OAM 能够发现硬件故障类的问题。
- ETH-OAM 能够实现故障自动检测和定位。

华为以太网业务处理单板实现的 ETH-OAM，遵循的标准是 IEEE 802.1ag 和 IEEE 802.3ah。两者结合将提供完整的以太网 OAM 解决方案，能实现故障自动发现和故障定位功能。

IEEE 802.1ag ETH-OAM 主要的实现方式有：

- LT 链路追踪测试：用于故障点问题定位
- LB 环回测试：用于双向连通性检测
- CC 连通性测试：用于单向连通性检测
- OAM_Ping 测试：用于在线测试业务的丢包率和时延

IEEE 802.3ah ETH-OAM 主要的实现方式有：

- OAM 自动发现：用于获取对端对 IEEE 802.3ah OAM 协议的支持能力
- 链路性能监控：用于链路的误码性能的监控
- 故障检测：用于实现故障对告
- 远端环回：用于故障定位和链路性能测试
- 自环检测：检测自环端口
- 环路关断：阻塞自环端口，解除端口环路问题

RMON

RMON (Remote Monitoring) 即远程监控，用于对单板上以太网端口 (PORT 口和 VCTRUNK 口) 的以太网性能进行收集和监控，为故障检测，性能报告提供依据。

RMON 支持以太网统计组和以太网历史组：

- 以太网统计组：支持对以太网端口当前的包长度、包状态等性能数据实时统计和查询。
- 以太网历史组：支持对以太网端口的包长度、包状态等历史性能数据的统计和查询，满足用户对查询过去某些时间段的以太网端口统计数据的要求。

测试帧

测试帧是用来对承载以太网业务的网络连通状态进行测试用的数据报文。测试帧主要应用于以太网业务的开局调试和故障定位。

测试帧有两种报文协议封装格式，对接的两块单板使用的报文封装格式必须相同。

- Ethernet 报文：以太网报文格式，CPU 构造报文后下发的路径跟普通以太网报文传送一样。
- GFP 报文：GFP 管理帧的格式，报文传送路径跟 GFP 管理帧的处理一样。

3.7 光功率管理功能

光功率管理功能包括智能光功率调节（IPA）、拉曼系统智能光功率调节（IPA of Raman System）、自动功率控制（ALC）、自动光功率均衡（APE）、增强型自动光功率均衡（EAPE）、光功率自动调测（OPA）和通道增益锁定（AGC）。

通过 IPA、拉曼系统 IPA、ALC、APE、EAPE、OPA 和 AGC 功能，华为 OSN 系列波分设备支持对每个通道、每组通道及全部波长通道的功率均衡。

3.8 WDM 技术

本章简要介绍 OptiX OSN 6800 支持的 WDM 技术和功能。

3.8.1 DWDM 和 CWDM 技术规格

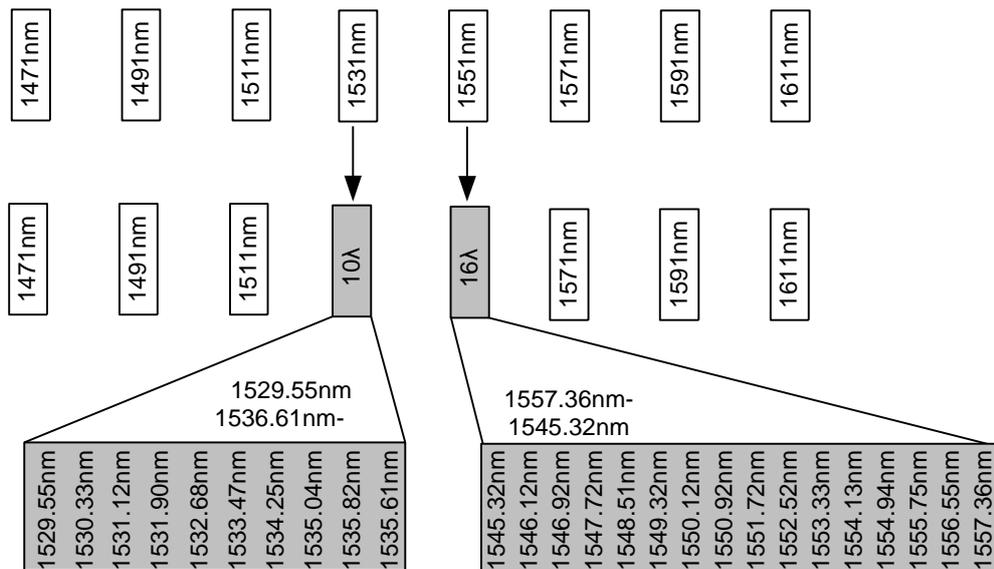
OptiX OSN 6800 支持两种波分复用技术：密集波分复用 DWDM 和稀疏波分复用 CWDM。本节介绍产品支持两种复用技术的技术规格和传输容量。

在 G.652/G.654/G.655 光纤中传输时，设备使用的波长没有限制。在 G.653 光纤中传输时，设备使用 196.05~194.1THz 波长范围实现 40 波传输。

- 密集波分复用技术 DWDM 可分为 40 波系统，80 波系统。使用 C 波段，符合 G.694.1 标准。
 - 40 波系统最多可接入 40 波，频率间隔为 100GHz，单波可支持 2.5Gbit/s、5Gbit/s、10Gbit/s 和 40Gbit/s 四种速率。
 - 80 波系统最多可接入 80 波，频率间隔为 50GHz，单波可支持 10Gbit/s 和 40Gbit/s 两种速率。
 - 40 波系统可平滑升级为 80 波系统。
- 稀疏波分复用技术 CWDM 最多可接入 8 波，波长间隔为 20nm，单波可支持 2.5Gbit/s、5Gbit/s 速率。使用 C 波段，符合 G.694.2 标准。

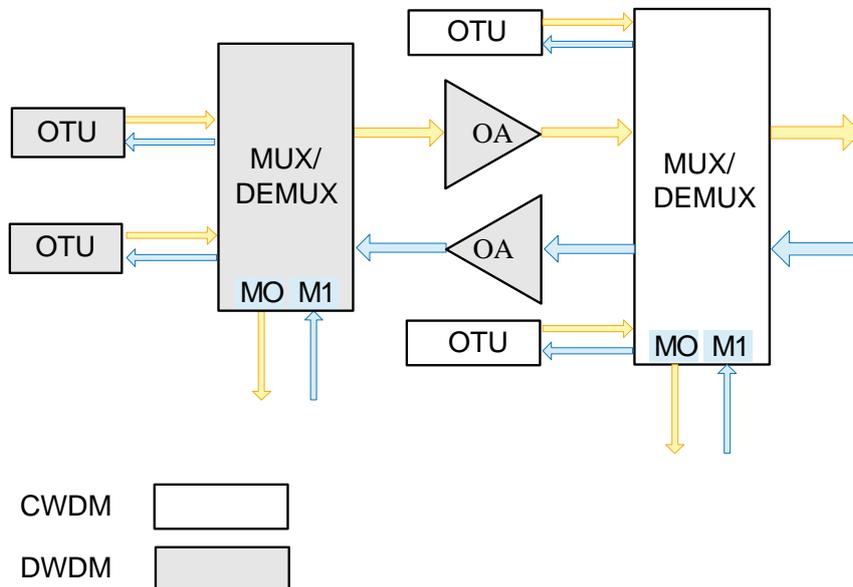
DWDM 波长在 CWDM 中的 1531nm 至 1551nm 窗口中传送，以扩展 CWDM 系统能力。波长扩展分配图如图 3-6 所示。通过此方案，在一个 CWDM 系统中，最大可实现传送 26 波 100GHz 间隔的 DWDM 波长。

图3-6 CWDM 系统中的 DWDM 波长扩展分配图



DWDM 波长在 CWDM 1531nm 和 1551nm 窗口传送的应用如图 3-7 所示。DWDM 波长需要在 DWDM 系统和 CWDM 系统的 MUX/DEMUX 中穿通，因此可能需要配置光放大器单元。

图3-7 DWDM 波长在 CWDM 系统中的应用



3.8.2 DWDM 系统中心波长和频率分配表



说明

OptiX OSN 6800 支持 C 波段 80 波。

表3-10 C 波段 80 通道（50GHz 间隔）的中心频率和中心波长

波长编号	中心频率 (THz)	中心波长 (nm)	波长编号	中心频率 (THz)	中心波长 (nm)
1	196.05	1529.16	41	194.05	1544.92
2	196.00	1529.55	42	194.00	1545.32
3	195.95	1529.94	43	193.95	1545.72
4	195.90	1530.33	44	193.90	1546.12
5	195.85	1530.72	45	193.85	1546.52
6	195.80	1531.12	46	193.80	1546.92
7	195.75	1531.51	47	193.75	1547.32
8	195.70	1531.90	48	193.70	1547.72
9	195.65	1532.29	49	193.65	1548.11
10	195.60	1532.68	50	193.60	1548.51
11	195.55	1533.07	51	193.55	1548.91
12	195.50	1533.47	52	193.50	1549.32
13	195.45	1533.86	53	193.45	1549.72
14	195.40	1534.25	54	193.40	1550.12
15	195.35	1534.64	55	193.35	1550.52
16	195.30	1535.04	56	193.30	1550.92
17	195.25	1535.43	57	193.25	1551.32
18	195.20	1535.82	58	193.20	1551.72
19	195.15	1536.22	59	193.15	1552.12
20	195.10	1536.61	60	193.10	1552.52
21	195.05	1537.00	61	193.05	1552.93
22	195.00	1537.40	62	193.00	1553.33
23	194.95	1537.79	63	192.95	1553.73
24	194.90	1538.19	64	192.90	1554.13
25	194.85	1538.58	65	192.85	1554.54
26	194.80	1538.98	66	192.80	1554.94
27	194.75	1539.37	67	192.75	1555.34
28	194.70	1539.77	68	192.70	1555.75
29	194.65	1540.16	69	192.65	1556.15

波长编号	中心频率 (THz)	中心波长 (nm)	波长编号	中心频率 (THz)	中心波长 (nm)
30	194.60	1540.56	70	192.60	1556.55
31	194.55	1540.95	71	192.55	1556.96
32	194.50	1541.35	72	192.50	1557.36
33	194.45	1541.75	73	192.45	1557.77
34	194.40	1542.14	74	192.40	1558.17
35	194.35	1542.54	75	192.35	1558.58
36	194.30	1542.94	76	192.30	1558.98
37	194.25	1543.33	77	192.25	1559.39
38	194.20	1543.73	78	192.20	1559.79
39	194.15	1544.13	79	192.15	1560.20
40	194.10	1544.53	80	192.10	1560.61

3.8.3 CWDM 系统中心波长分配表

表3-11 CWDM 系统中心波长分配表

波长编号	波长 (nm)	波长编号	波长 (nm)
11	1471	15	1551
12	1491	16	1571
13	1511	17	1591
14	1531	18	1611

3.8.4 GE ADM 技术

产品支持 GE 业务的分插复用功能，可实现 GE 业务颗粒的交叉调度。

技术背景

城域光传输网络的汇聚层中，需要考虑的是大量 GE 业务的传送和保护问题。若实现子波长级别的业务调度功能，城域波分传输设备即可将波分网络从一种静态网络发展成一种可以动态配置的网络。在此情况下，每个 GE 业务均能够在任意站点独立执行穿通、上下、环回等操作，且不能影响其他通道的业务，还可实现通过远程管理对 GE 业务进行自动配置。

应用优势

OptiX OSN 6800 系统提供 GE 业务的 ADM (Add/Drop Multiplexing) 功能，具有针对 GE 业务颗粒的交叉调度能力，实现基于电信号在 L1 层的强大的业务汇聚和调度能力，为数据业务在城域网提供灵活可靠的组网配置方案。

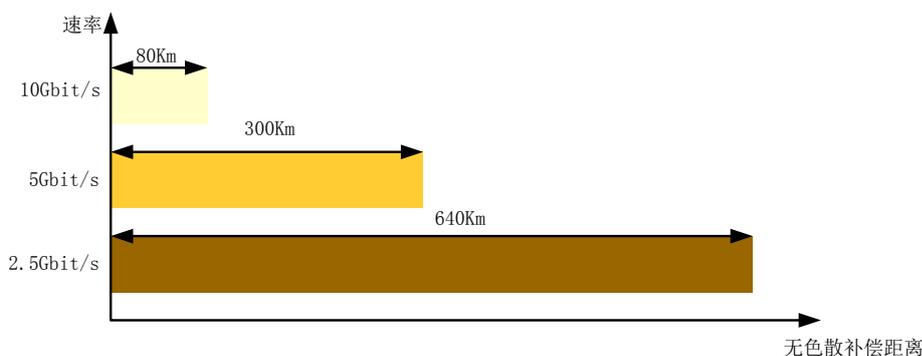
OptiX OSN 6800 系统可以通过 L4G、LDGD、LDGS、LQG、LOG、LQM、LQMD、LQMS、TBE、TOM、TQM、LEM24、LEX4 单板实现 GE ADM 功能。

GE ADM 技术具有如下特点和优势：

- 5Gbit/s 线路速率

LQG 和 L4G 单板采用的线路速率为 5Gbit/s，可以实现 300km 的传送，而不需要色散补偿，不需要选用昂贵的 EDC 或其它线路编码方案。与传统的 2.5Gbit/s 和 10Gbit/s 线路速率相比，5Gbit/s 的线路速率可实现最优比特单位距离传送成本，如图 3-23 所示。

图3-8 2.5Gbit/s, 5Gbit/s 和 10Gbit/s 线路速率的无色散补偿距离对比



- 动态网络

GE ADM 技术可以实现子波长级别的调度功能，可以动态配置网络结构和传送路由，根据网络资源进行优化配置，将波分网络从静态网络发展成动态网络。如果网络中存在预留的带宽资源，只需在网管中指定源端口和宿端口，系统会自动建立一个最佳的路由通道，快速提供业务。

- 电中继功能

GE ADM 技术可以实现子波长级别业务的电层穿通，同时实现电中继的 3R 功能，因此不再需要专用的电中继单板，降低初期投资成本

- 降低扩容成本

数据网络扩容可以通过 GE ADM 技术的交叉调度功能实现业务平滑升级，降低扩容成本。

- 高效的波长利用率

GE ADM 技术可以使同一波长的带宽在不同节点间实现共享，提高每个波长的带宽资源利用率。

- 端到端配置和管理

GE ADM 技术可以使网管远程端到端地配置和管理监视 GE 业务，降低维护成本。

- 可靠的 QoS（Quality of Service）保证
提供波分侧和客户侧的性能和误码监测，可随时监控业务传送状态和质量。

实现方案

OptiX OSN 6800 设备的背板采用了高速数据总线。结合大容量空分交叉技术和强大的以太网 L2 层处理能力，OptiX OSN 6800 系统可独立分发，汇聚和疏导单设备内波长或子波长级别的 GE 业务，实现单设备内部各波长间的交叉连接和子波长级别的端到端业务管理。

通过网管远程配置和管理，接入 OptiX OSN 6800 系统的 GE 业务信号可在各个网络节点进行调度、复用、保护、环回等操作而不影响其他通道业务。

OptiX OSN 6800 系统提供 GE ADM 特性的背板总线覆盖子架上的相关槽位。

3.8.5 典型应用

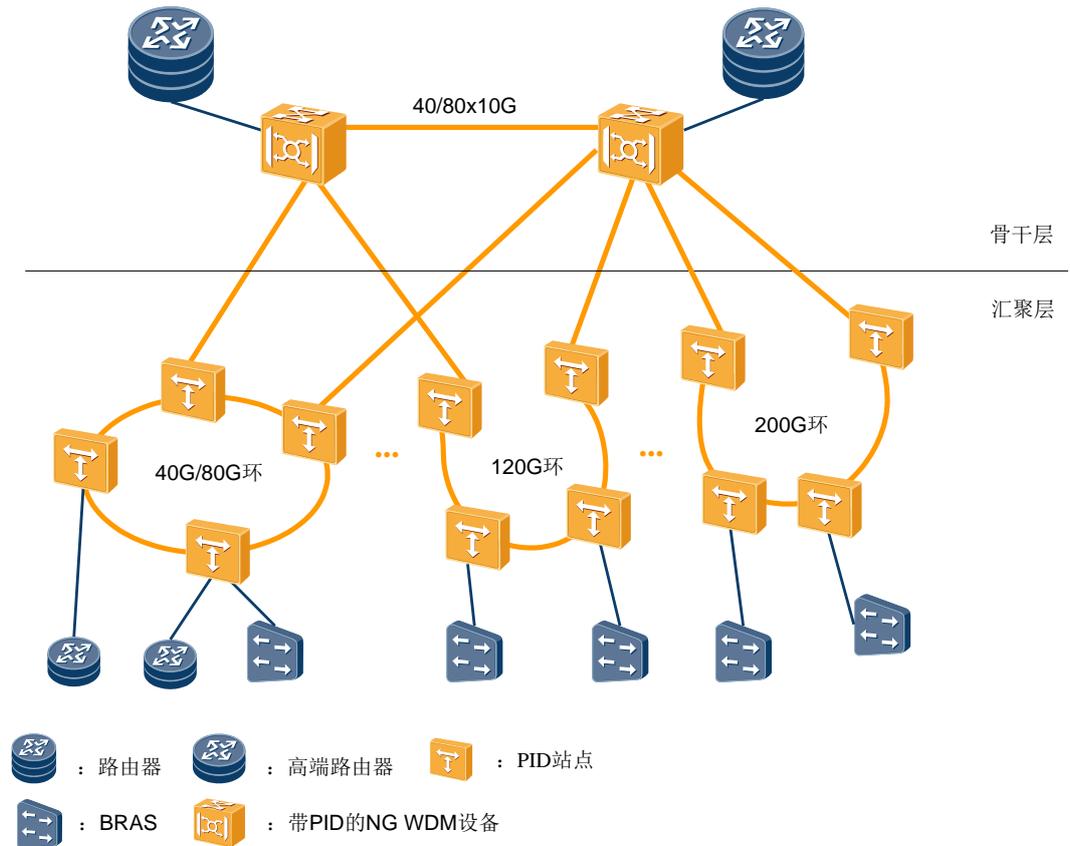
PID 特性有两种典型组网应用。

PID 功能具有大容量、高集成、高可靠、多业务灵活接入、简洁易维、占用空间小和绿色节能的特点，应用于城域网中能有效解决带宽和运维的瓶颈。在城域网应用中，推荐由纯 PID 单板组成 40G、80G、120G 的汇聚环，可实现免调测，业务快速部署。

典型组网 1：城域网中小城市

在 OTN 汇聚层可部署 2~6 个汇聚环，每个汇聚环由 2~4 个网元组成，各网元线路侧均由 PID 单板组成，可根据容量灵活选择 PID 组组成 40G/80G/120G 网络，汇聚层环网上的业务经过各站点的 PID 单板、集中交叉板电中继。在 OTN 骨干层，网元采用 PID 单板与汇聚环的 PID 网元对接。如图 3-9 所示。

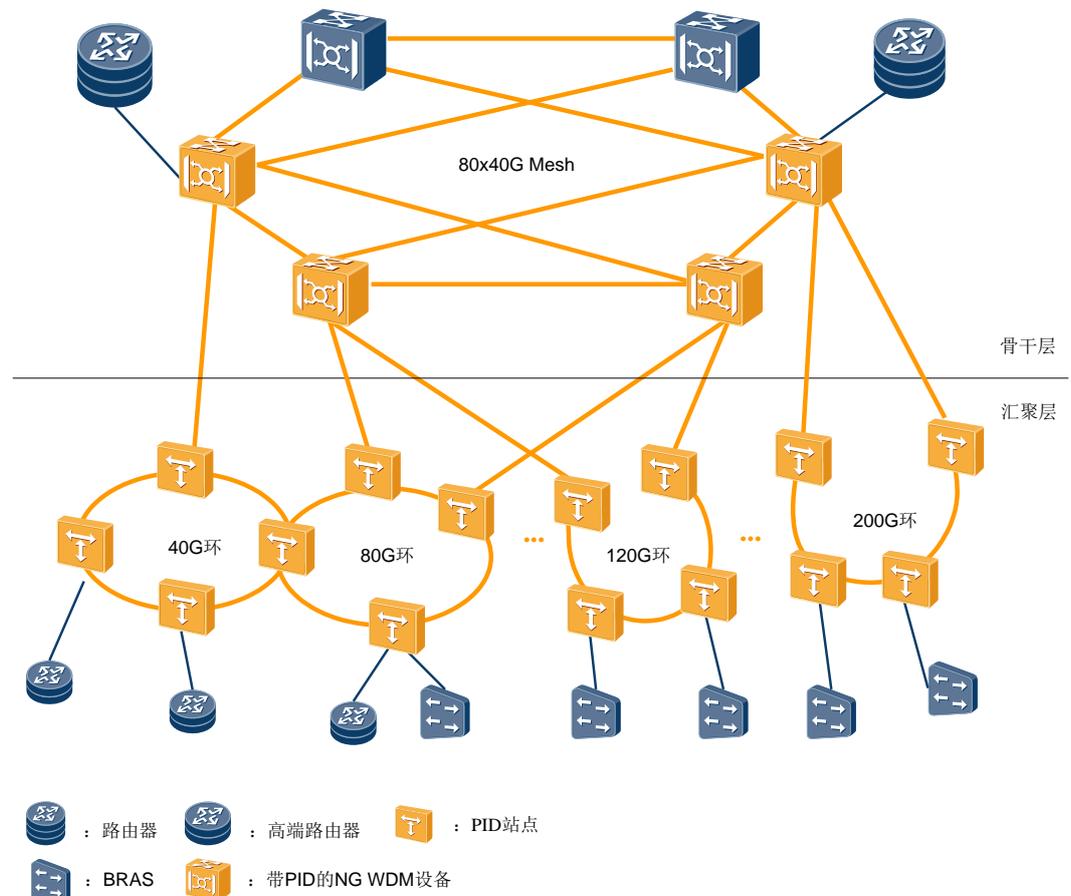
图3-9 城域网中小城市



典型组网 2：城域网大中城市

在 OTN 汇聚层可部署 13~20 个汇聚环，每个汇聚环由 2~4 个网元组成，各网元线路侧均由 PID 单板组成，可根据容量灵活选择 PID 组组成 40G/80G/120G 网络，汇聚层环网上的业务经过各站点的 PID 单板、集中交叉板电中继。在 OTN 骨干层，网元采用 PID 单板与汇聚环的 PID 网元对接。如图 3-10 所示。

图3-10 城域网大中城市



3.9 时钟特性

OptiX OSN 6800 支持物理层时钟和 PTP 时钟，实现时钟同步和时间同步。

物理层时钟同步机制是从传输链路物理通道的串行码流中提取时钟信息，从而完成频率同步的技术。

PTP (Precision Time Protocol) 时钟遵循 IEEE 1588 v2 协议。IEEE 1588 v2 是一种同步协议，通过交换协议报文产生的时间戳来实现时间同步，精度可以达到纳秒级，满足 3G 基站的要求。

3.9.1 物理层时钟

OptiX OSN 6800 支持物理层时钟同步。物理层同步包括传统 SDH 领域的 SDH/PDH 同步和同步以太。

目前 OptiX OSN 6800 支持以下方式提取物理层时钟：

- 从网元的外时钟口接收的 2M/1.5M 定时信号。
- 从 OTU 线路侧提取时钟。

OptiX OSN 6800 支持 2 路 120 欧姆/75 欧姆外部时钟源输入和输出。

OptiX OSN 6800 支持跟踪、保持和自由振荡三种工作模式，线路时钟，2Mbit/s 时钟和 1.5Mbit/s 时钟可以处理和传递 SSM (Synchronization Status Message)。

- 跟踪模式：也就是正常工作模式。指本地时钟同步于输入的基准时钟信号。
- 保持模式：当所有外部定时基准都丢失后，时钟进入保持模式。时钟利用定时基准信号丢失之前所存储的最后的频率信息作为其定时基准而工作。这种方式可以应付外定时信号中断故障。
- 自由振荡模式：当所有外部定时基准丢失，而且也失去了对定时基准的记忆，时钟开始跟踪网元的内部晶振。

物理层时钟的同步过程如下：

- 网元时钟处理模块从线路上的串行码流里提取时钟并选源。
- 时钟锁相环跟踪其中一个线路时钟，产生系统时钟。
- 系统时钟作为物理层发送时钟，向下级传递。

物理层时钟特点：

- 实现简单，可靠性高。
- 使用 SSM (synchronization status information) 信息来表示时钟质量等级，通过专用的 OAM 报文来传递 SSM 信息。

3.9.2 PTP 时钟(IEEE 1588 v2)

PTP (Precision Time Protocol) 时钟遵循 IEEE 1588 v2 协议，实现频率和时间的同步。

IEEE 1588 v2 是一种同步协议，通过交换协议报文产生的时间戳来实现频率和时间同步，精度可以达到纳秒级，满足 3G 基站的要求。

说明

PTP 时钟同步要求时钟链路上所有设备支持 IEEE 1588 v2 协议。

BMC 算法

PTP 时钟采用 BMC 算法选取时钟。

BMC (Best Master Clock) 算法通过比较两个或多个时钟的描述数据，来确定哪一个数据描述的时钟更好，从而选取时钟源，该算法由两部分组成：

- 数据集比较算法 (Data set comparison algorithm)：网元确定哪个时钟更好，选取好的时钟作为时钟源。对于同一网元，若有两路或多路来自同一 GMC (Grandmaster Clock) 的时钟信号，则选取到达本网元经过节点数最少的一路 GMC 作为本网元的时钟源。
- 状态决定算法 (State decision algorithm)：根据数据集比较算法比较的结果，决定端口的实际状态。

时钟模型

IEEE 1588 v2 时钟架构有三种模型：

- **OC (Ordinary Clock):** 只有一个 IEEE 1588 v2 端口的时钟设备, 需要恢复时钟。可作为一个时间源, 即主时钟设备, 或者同步于其他时钟设备, 即从时钟设备。
- **BC (Boundary Clock):** 有多个 IEEE 1588 v2 端口的时钟设备, 需要恢复时钟, 可作为主时钟设备和从时钟设备。
- **TC (Transparent Clock):** 对经本设备转发的 PTP 事件消息, 记录其驻留时间, 并且把记录的信息提供给接收这些 PTP 事件消息的时钟。不参与时钟同步, 只负责处理延时, 能够有效解决主从层次结构引入的误差累计效应, 使得时钟/时间同步精度满足应用要求。

根据处理延时的机制不同, 透明时钟 TC 可分为 P2P TC 和 E2E TC。

- **P2P TC:** 当 PTP 报文进入 P2P TC 时, P2P TC 不但修正 PTP 报文的驻留时间, 而且修正接收端口连接链路的传输延时。主要应用于 MESH 组网。
- **E2E TC:** 当 PTP 报文进入 E2E TC 时, 只修正 PTP 报文的驻留时间。使用主从时钟之间的端到端延时测量机制, 中间节点不参与传输延时处理, 仅对 PTP 报文透传处理。主要应用于链型组网。

OptiX OSN 6800 目前可支持 OC、BC、TC、TC+BC、TC+OC 和 BC+物理层时钟同步模型。

3.10 智能网络管理

ASON (Automatically Switched Optical Network), 即自动光交换网络, 是新一代光传送网络, 也称智能光网络。是传送网领域的一种新技术。

智能光网络是将 SONET/SDH 的功能特性、高效的 IP 技术、大容量的 WDM/OTN 和革命性的网络控制软件融合在了一起, 形成了自动交换光网络, 并将由此构成下一代网络的基础, 从而为运营商提供了一个弹性的、可伸缩的、可扩展的光网络, 以提高网络的运营和管理能力, 降低维护成本。

总的看来, 在 WDM 网络中引入智能特性的主要好处有:

- **高可靠性:** 通过运用保护和恢复相结合提高网络可靠性和业务安全性。
- **简单易用:** 网络资源、拓扑可自动发现, 快速的端到端业务点击创建。
- **便于管理:** 可管理可预知的电路资源, 业务可自动恢复到原始路径。
- **节省投资:** MESH 组网方式资源利用率更高, 快速扩容, 即插即用。
- **新的业务类型:** 提供差异化的业务等级服务 (SLA)。

WDM/OTN 设备是一种高效的业务载体, 但如果仅仅发挥其承载业务的能力亦即传送平面的输送能力, 而不考虑保护能力、带宽利用率、可管理性、可维护性、可靠性、灵活性等现代承载网必备的一些要素, 那么显然不能算作是一种先进的、面向未来的设备, 因此, 在 WDM/OTN 传送平面之上叠加控制平面将是一种必然。

ASON 技术引入后, WDM/OTN 设备的限制便迎刃而解, 即增加了高可靠性、高灵活性、高带宽利用率、高可维护可管理性、多业务等级、业务快速开通等优势, 再加上 ASON 所带来的资源自动发现、流量工程、带宽动态调整、互联互通等技术, 使 WDM/OTN 网络真正实现了可运营。

4 产品组网与应用

关于本章

4.1 组网应用

OptiX OSN 6800 支持点到点、链形、环形和网状等组网方式。可以与其他 WDM 设备共同组网，实现完整的传送解决方案。

4.1 组网应用

OptiX OSN 6800 支持点到点、链形、环形和网状等组网方式。可以与其他 WDM 设备共同组网，实现完整的传送解决方案。

4.1.1 基本组网形式

OptiX OSN 6800 支持点到点、链形、环形和网状等组网方式。

不同的组网形式有不同的应用场景，可根据业务需求选择不同的组网。

点到点组网

点到点组网是最简单的一种组网形式，用于端到端的业务传送。点到点也是最基本的组网形式，其它组网方式以此为基础。点到点组网一般用于常见的语音业务、数据专线业务和存储业务。

链形组网

当部分波长需要在本地上下业务，而其它波长继续传输时，就需要采用光分插复用设备组成的链形组网。链形组网应用的业务类型与点到点组网类似，且更加灵活，可用于点到点业务，也可运用于简单组网形式下的汇聚式业务和广播业务。

环形组网

网络的安全可靠是网络运营商服务质量的重要体现，为了提高传输网络的保护能力，在城域 DWDM 网络的规划中，绝大多数都采用环形组网。环形组网适用范围最广，可

用于点到点业务，汇聚式业务和广播业务。环形组网还可以衍生出各种复杂网络结构。例如：两环相切、两环相交、环带链等。

网状组网

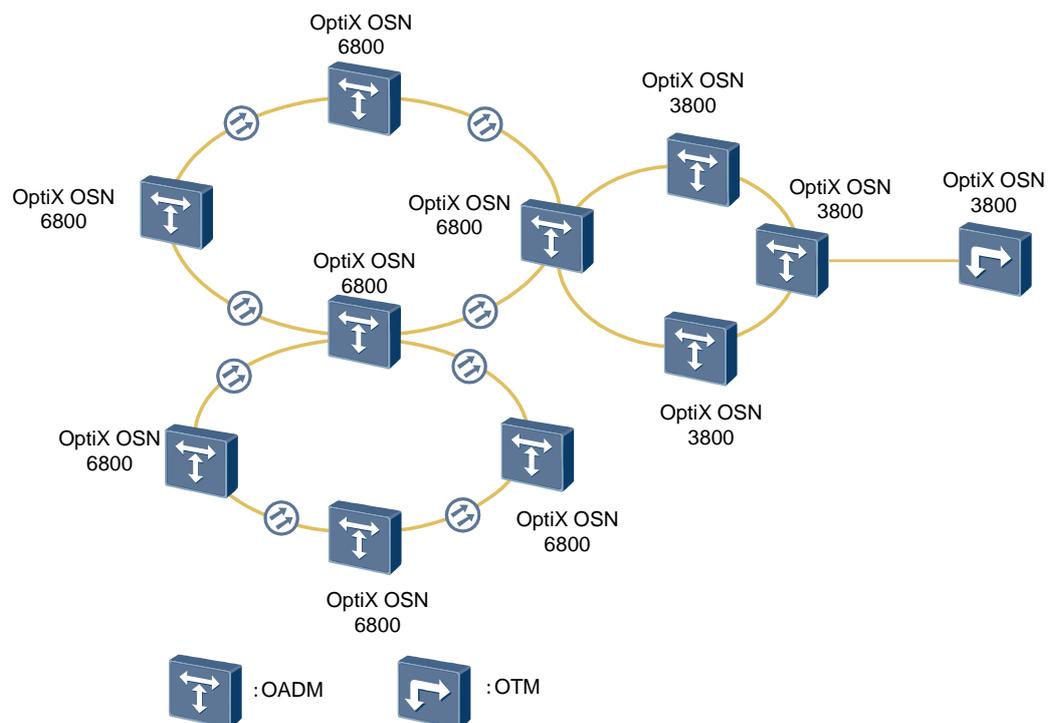
网状组网中大量节点之间有直达路由互连。因此网状网络没有节点瓶颈问题，并具备设备失效时通过路由迂回确保业务畅通的功能。网状网络中两个节点之间有多种路由可选，业务传输的可靠性高，是智能光网络的主要组网方式之一。这种组网方式具有灵活、易扩展的特点。广泛应用于 ASON 网络中。

4.1.2 典型组网

OptiX OSN 6800 可以与其他 WDM、SDH/SONET 设备共同组网，实现完整的传送网解决方案。

典型组网如图 4-1 所示。

图4-1 典型组网



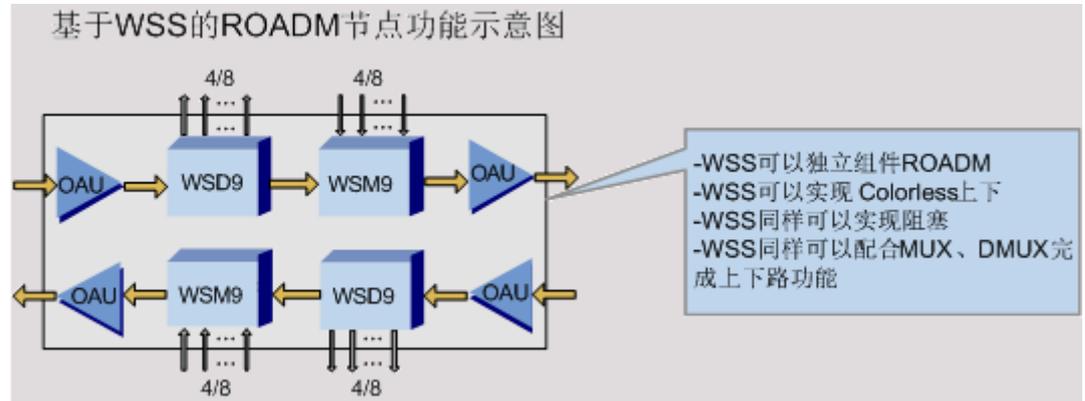
WSS 调度解决方案

WSS（Wavelength Selective Switch）方式的 ROADM 可应用于环内调度和环间调度。

在网络中的某个站点，WSS 方式的 ROADM 可以任意改变波长的上下和穿通状态，并且处理过程中不会出现中断。ROADM 和可调激光器结合，可以提供波长的灵活调度。

WSS 允许任意一个波长从任意一个端口输出，WSS 的每个端口既可以作为本地波长上下使用，也可以作为多向复用段端口使用，WSS 既可以和 WSS 组合，也可以和耦合器组合起来构建 ROADM，如图 4-2 所示。

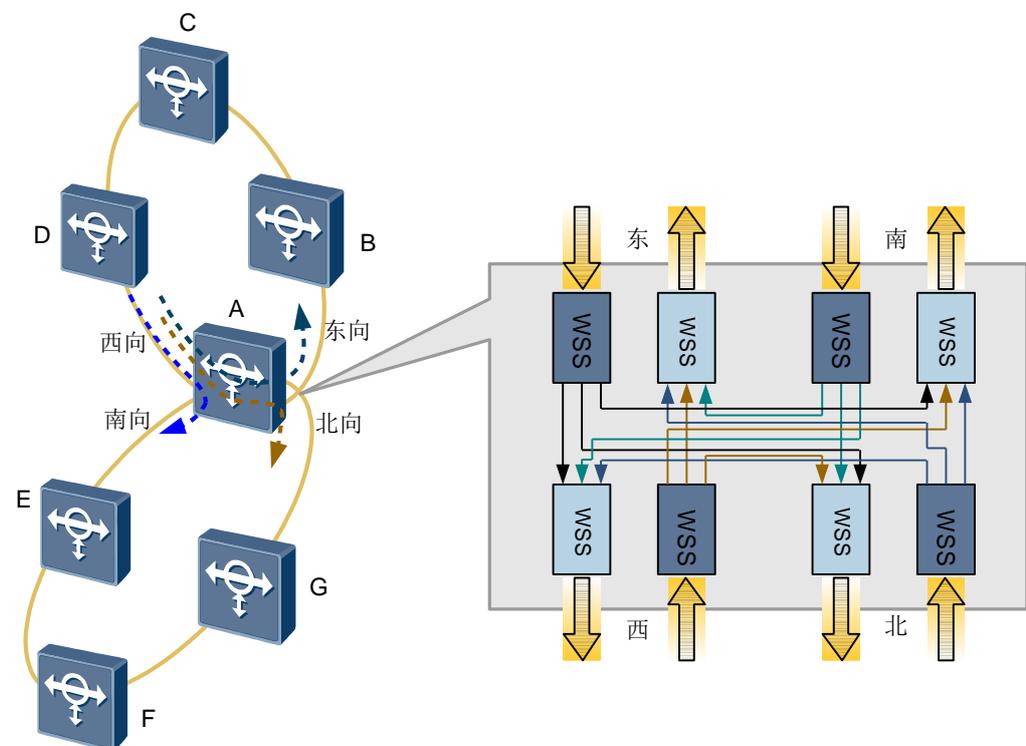
图4-2 基于 WSS 的 ROADM 节点功能示意图



WSS 可以实现 Colorless 上下，用户可以通过网管完成波长上下和穿通状态的设置，实现远程动态波长状态调整，实现业务的快速开通。

此外，WSS 能支持多个方向的波长调度，支持多维 ROADM 结构，利用 WSS 可以实现环带链、双环交叉等多向节点的波长资源可重构，如图 4-3 所示。

图4-3 环间调度 ROADM 方案



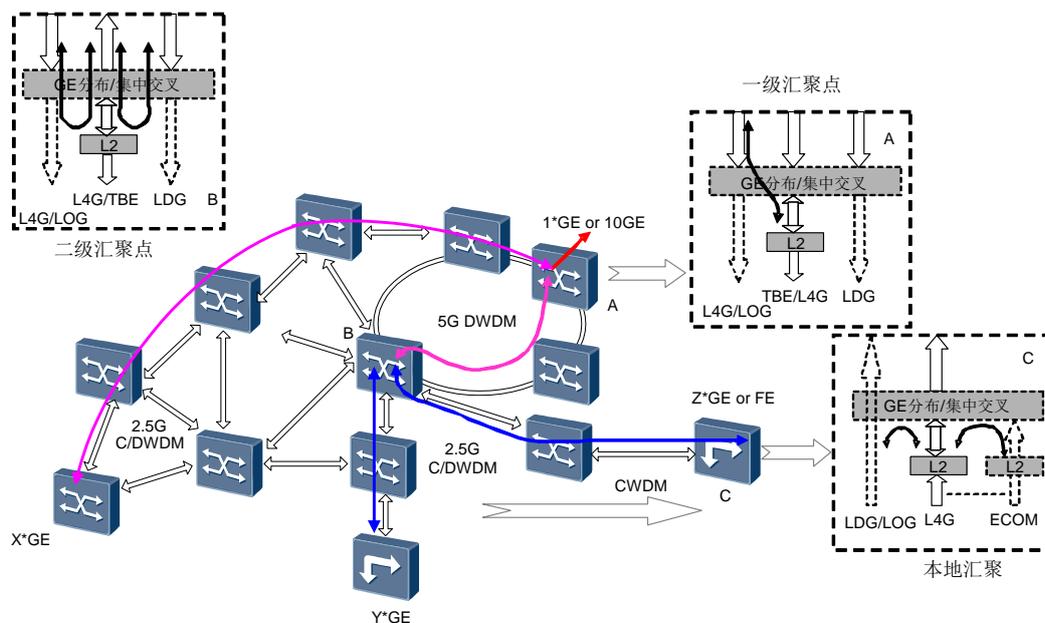
GE 以太网汇聚解决方案

系统支持以太网二层汇聚的单板，比如 TBE、L4G、LEM24、LEX4 等，可提供 FE->GE 本地汇聚、GE->GE/10GE 的全网汇聚解决方案，如图 4-4 所示。

业务汇聚可分为本地汇聚和全网多级汇聚两种。

- 本地汇聚的一般场景为本地多个客户侧端口同时接入业务，但带宽均不满，如果业务路由相同或部分相同，则可根据业务的 VLAN 信息将接入的业务转发到同一端口传送到线路侧。参见图 4-4 中的站点 C。
- 如果汇聚后的业务量仍比较少，或业务路由不完全相同，则还可通过传送路径中间节点的二层汇聚单板，比如 L4G 或 TBE，再次与当地上波的业务进行整合和重新指配路由，可称为二级汇聚。参见图 4-4 中的站点 B。
- 一级汇聚节点提供的功能与本地汇聚节点的功能类似，不同的是本地汇聚节点是多个客户侧端口汇聚到系统侧，而一级汇聚节点是多个系统侧端口往客户侧汇聚。参见图 4-4 中的站点 A。

图4-4 GE 以太网汇聚解决方案示意图



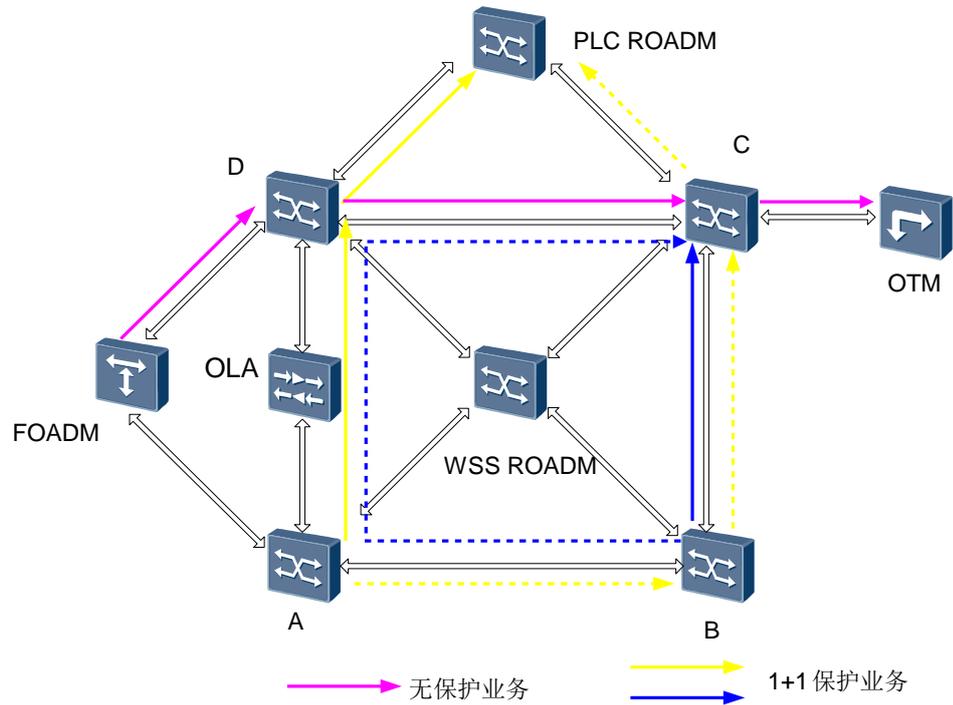
WDM ASON 网络解决方案

系统支持智能控制平面，结合 ROADM、FOADM、光通道/子波长保护等 WDM 特性，可以提供比较完善的 WDM ASON 网络解决方案。

如图 4-5 所示，在核心层由 WSS/ROADM 构成可提供波长重路由的 MESH 网络，在网络边缘层，业务量较少，光纤资源可能也比较缺乏，可由传统的 FOADM、OTM 或 PLC ROADM 构建环型和链型组网。

ASON 网络可以提供与传统网络一样的保护方案，同时通过 GMPS 与 WSS 相结合，为无保护或者 1+1 保护的作业在 MESH 网络内提供波长重路由，提高业务的生存能力。

图4-5 WDMASON 网络解决方案



5 ASON 介绍

关于本章

ASON (Automatically Switched Optical Network), 即自动光交换网络, 是新一代光传送网络, 也称智能光网络。本章介绍了 ASON 的一些基本概念及华为 ASON 软件的应用和特性。



OptiX OSN 6800 电层 ASON 限定特定局点使用。

5.1 概述

华为公司提供的 ASON 软件, 可以应用在 OptiX OSN 智能波分系列产品上, 以支持传统网络向 ASON 网络的演进。ASON 软件符合 ITU-T 和 IETF ASON/GMPLS 系列标准。

5.1 概述

华为公司提供的 ASON 软件, 可以应用在 OptiX OSN 智能波分系列产品上, 以支持传统网络向 ASON 网络的演进。ASON 软件符合 ITU-T 和 IETF ASON/GMPLS 系列标准。

支持 ASON 功能的智能波分系列产品如下:

- OptiX OSN 8800
- OptiX OSN 6800

5.1.1 ASON 的产生和优势

ASON 作为传送网领域的新技术, 相对于传统 WDM 网络, 在业务配置、带宽利用率和保护方式上更具优势。

在传统网络中, 波分传输设备往往只作为光纤的替代, 而现在已经开始直接承载用户业务, 所以对设备的可运营的需求增加。传统网络中存在以下问题:

- 业务配置步骤复杂, 扩容或新开通业务周期较长
- 带宽利用率及效率低, 环网结构需要预留一半的带宽

- 保护单一，网络自愈保护性能差

为了有效地解决上述问题，一种新型的网络体系应运而生，这就是自动交换光网络 (ASON)，也就是通常所说的智能光网络。它在传输网中引入了信令，并通过增加控制平面，增强了网络连接管理和故障恢复能力。它支持端到端业务配置和多种业务恢复形式。

业务配置

传统 WDM 网络的拓扑结构以链形和环形为主，业务配置时，需要逐环、逐点配置业务，而且多是人工配置，费时费力。随着网络规模的日渐扩大，网络结构日渐复杂，这种业务配置方式已经不能满足快速增长的用户需求。

智能光网络成功地解决了这个问题，可以实现端到端的业务配置。配置业务只需选择源节点和宿节点，指定业务类型等参数，网络将自动完成业务的配置。

带宽利用率

传统 WDM 网络中，备用容量过大，缺少先进的业务保护、业务恢复和路由选择功能。智能光网络通过提供路由选择功能和分级别的保护方式，尽量少的预留备用资源，提高网络的带宽利用率。

保护方式

传统 WDM 网络的拓扑结构以链形和环形为主，业务保护方式多是光线路保护或单板级的保护方式。而智能光网络的拓扑结构主要是 MESH 结构，在实现传统业务保护的同时，还可以实现业务的动态恢复。并且，当网络多处出现故障时，尽可能地恢复业务。

另外，智能光网络根据业务恢复时间的差异，提供多种业务类型，满足不同客户的需要。

5.1.2 ASON 的特点

ASON 作为传送网领域的新技术，有其自身的特点。

WDM/OTN 设备是一种高效的业务载体，但如果仅仅发挥其承载业务的能力亦即传送平面的输送能力，而不考虑保护能力、带宽利用率、可管理性、可维护性、可靠性、灵活性等现代承载网必备的一些要素，那么欲成为一种先进的、面向未来的设备还具有很大的局限性。因此，在 WDM/OTN 传送平面之上叠加控制平面将是一种必然。GMPLS/ASON 技术引入后，WDM/OTN 设备的限制便迎刃而解，即增加了高可靠性、高灵活性、高带宽利用率、高可维护可管理性、多业务等级、业务快速开通等优势，再加上 GMPLS 所带来的资源自动发现、流量工程、带宽动态调整、互联互通等技术，使 WDM/OTN 网络真正实现了可运营。

ASON 相对传统 WDM 具备以下特点：

- 支持基于光学参数的路由计算策略，自动排除不满足光学参数要求的路径
- 支持重路由和优化时波长自动调整，有效解决了波长冲突问题
- 新建业务可自动分配波长
- 支持端到端的业务自动配置

- 支持拓扑自动发现
- 支持 Mesh 组网保护，增强了网络的可生存性
- 支持差异化服务，根据客户层信号的业务等级决定所需要的保护等级
- 支持流量工程控制，网络可根据客户层的业务需求，实时动态地调整网络的逻辑拓扑，实现了网络资源的最佳配置

A 单板功耗、重量和槽位

OptiX OSN 6800 系统各种单板的功耗、重量和槽位。

OptiX OSN 6800 系统各种单板的功耗、重量和槽位如表 A-1 所示。表中所给的功耗值是常温 25°C 和高温 55°C 情况下单板正常工作时的功耗。

表A-1 OptiX OSN 6800 设备单板功耗和重量及槽位

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11ACS	-	0.2	0.3	0.8	1	IU1~IU17
TN11AUX	-	12.0	17.0	0.5	1	IU21
TN11BMD4	-	0.2	0.3	1.2	1	IU1~IU17
TN11BMD8	-	0.2	0.3	1.5	2	IU1~IU16
TN11CMR2	-	0.2	0.3	0.8	1	IU1~IU17
TN11CMR4	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU17
TN11CRPC0 1	-	110.0	121.0	4.0	-	-
TN11CRPC0 3	-	70.0	77.0	4.2	-	-
TN11D40	-	10.0	13.0	2.2	3	IU1~IU15
TN12D40	-	10.0	13.0	2.0	2	IU1~IU16
TN11D40V	-	20.0	24.95	2.3	3	IU1~IU15
TN11DAS1	-	22	28.6	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11DCP/T N12DCP	-	6.8	7.5	1.0	1	IU1~IU17
TN11DCU	-	0.2	0.3	1.5	1	IU1~IU17

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11DMR1	-	0.2	0.3	0.7	1	IU1~IU17
TN11ECOM	-	19.6	21.6	1.0	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN12ELQX	-	86.2	99.2	1.7	1	IU1, IU4, IU5, IU8, IU11, IU14
TN11FIU/TN 12FIU	-	4.2	4.6	1.0	1	IU1~IU17
TN13FIU	-	0.2	0.3	1.0	1	IU1~IU17
TN11GFU	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU17
TN11HBA	-	47.0	75.0	3.0	3	IU2~IU16
TN11HSC1	-	8	8.8	1.0	1	IU1~IU17
TN11ITL	-	0.2	0.3	1.2	1	IU1~IU17
TN12ITL	-	10	11.5	1.2	1	IU1~IU17
TN11LAG	3400ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-APD	50.0	55.0	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	3400ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD	53.0	58.0			
TN11LDGD	12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-PIN 12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-APD 6500ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN 3200ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-APD 1600ps/nm- CWDM 波段 -定波长- NRZ-APD	34.0	37.4	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	12800ps/nm-C 波段-可调 波长-NRZ- APD 6400ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD (4波可调)	38.0	41.8			
TN11LDGS	12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-PIN 12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-APD 6500ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN 3200ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-APD 1600ps/nm- CWDM 波段 -定波长- NRZ-APD	32.0	35.2	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	12800ps/nm- C 波段-可调 波长-NRZ- APD 6400ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD (4波可调)	36.0	39.6			
TN12LDM	-	22.6	24.8	1.1	1	IU1~IU17
TN11LDMD	-	26.9	29.6	1.2	1	IU1~IU17
TN11LDMS	-	26.9	29.6	1.1	1	IU1~IU17
TN12LDX	800ps/nm-C 波段(奇偶 波)-定波长- NRZ-PIN- XFP	44.5	51.2	1.6	1	IU1~IU17

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	45.5	52.2			
TN11LEM24	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	81.0	83.0	1.0	2	IU1~IU7、 IU11~IU15
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	82.0	84.0			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km	81.0	83.0			
TN11LEX4	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	64.0	67.0	0.7	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	65.0	68.0			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km	64.0	67.0			
TN11LOA	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	31.8	36	1.19	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	32.8	37			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	31.8	36			
TN11LOG	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN 800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN	40.0	45.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN 1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD	43.0	48.0			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	43.5	48.5			
	4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	55.0	60.5			
TN12LOG	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	37.0	41.44	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	38.0	42.44			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	41.61	46.6			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	43.04	48			
	10Gbit/s 多 速率-10km	37.0	41.44			
	10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km					
TN11LOM	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	92.7	101.7	2.3	2	IU1~IU16
	800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN					
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	92.9	101.9			
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD					
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	93.4	102.7			
4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	98.2	108.0				
TN12LOM ^a	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	61.8	69.2	1.1	1	IU1~IU17
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	62.8	70.2			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	64.8	72.6			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	66.7	75.0			
TN11LQG	3400ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-APD	28.4	32.0	1.3	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	3400ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD	31.0	34.4			
	5Gbit/s 多速 率 (eSFP CWDM) - 50km 5Gbit/s 多速 率 (eSFP CWDM) - 70km	23.18	26.0			
TN13LQM	-	32.6	35.9	1.1	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11LQMD	12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-PIN 12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-APD 6500ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN 3200ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-APD 1600ps/nm- CWDM 波段 -定波长- NRZ-APD	57.1	65.7	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	12800ps/nm-C 波段-可调 波长-NRZ- APD 6400ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD (4波可调)	61.1	67.2			
TN12LQMD	-	31.1	34.3	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11LQMS	12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-PIN 12800ps/nm- C 波段-定波 长-NRZ-APD 6500ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN 3200ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-APD 1600ps/nm- CWDM 波段 -定波长- NRZ-APD	56.3	64.5	1.3	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	12800ps/nm- C 波段-可调 波长-NRZ- APD 6400ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD (4波可调)	60.4	66.4			
TN12LQMS	-	29.0	33.3	1.3	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11LSX	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN 800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN	47.7	50.1	1.3	1	IU1~IU17
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN 1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD	47.9	50.9			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	49.7	52.7			
	4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	52.7	55.7			
TN12LSX	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN 800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN	30.5	36.6	1.4	1	IU1~IU17
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN 1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD	30.7	36.8			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	32.5	39			
	4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	35.5	42.6			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN13LSX	800ps/nm-C 波段(奇偶 波)-定波长- NRZ-PIN- XFP	27.0	30.4	1.1	1	IU1~IU17
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	29.4	32.8			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	29.5	33.9			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	28	31.4			
TN11LSXL	400ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	103.0	110.0	5.0	4	IU1~IU14
	500ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	98.0	101.0			
TN12LSXL	500ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	74.0	81.0	4.1	3	IU3~IU17
	500ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	84.0	94.0			
TN11LSQ	800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	75	82	2.5	2	IU2~IU17
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	82	89			
TN11LSQR	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	60	66	1.8	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-nDQPSK- PIN	71	78			
TN11LSXLR	400ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	87.0	90.0	3.1	4	IU1~IU14
	500ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	82.0	85.0			
TN12LSXLR	500ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	62	68.2	2.5	2	IU2~IU17
	500ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	67.0	70.0			
TN11LSXR	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	34.8	37.8	1.2	1	IU1~IU17
	800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN					
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	35.0	38			
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD					
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	36.8	39.8			
4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	39.8	42.8				
TN11LTX	-	245	269	4.0	2	IU2~IU15
TN11LWX2	-	38.5	42.4	1.3	1	IU1~IU17
TN11LWXD	-	35.8	39.4	1.2	1	IU1~IU17

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11LWXS/ TN12LWXS	-	33.9	37.3	1.1	1	IU1~IU17
TN11M40	-	10.0	13.0	2.2	3	IU1~IU15
TN12M40	-	10.0	13.0	2.0	2	IU1~IU16
TN11M40V	-	20.0	24.95	2.3	3	IU1~IU15
TN12M40V	-	16.0	26.0	2.3	2	IU1~IU16
TN11MB2	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU17
TN11MCA4	-	8.0	8.5	1.9	2	IU1~IU16
TN11MCA8	-	12.0	13.0	1.9	2	IU1~IU16
TN11MR2	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU17
TN11MR4	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU17
TN11MR8	-	0.2	0.3	1.0	2	IU1~IU16
TN11MR8V	-	7.7	8.6	1.0	2	IU1~IU16
TN11ND2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	61.1	68.4	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	62.7	70.2			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	68.4	76.6			
TN12ND2	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	62.0	69.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	57.2	64.0			
	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	46.0	52.0			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	48.0	54.0			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km	46.0	52.0			
TN52ND2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	60.3	66.4	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	67.8	74.6			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	70.5	77.5			
TN53ND2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	25	28	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	27	30			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	25	28			
TN51NQ2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	88	95	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	92	99			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km	88	95			
TN52NQ2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	88.0	97.0	2.0	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	92	101			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	88.0	97.0			
TN53NQ2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	45	50	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	45	50			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	49	54			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11NS2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	38.0	41.8	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN					
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	39.0	42.9			
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD					
TN12NS2	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	41.0	45.1	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	44.0	48.4			
	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	39.5	43.45			
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	40.5	44.55			
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD					
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	42.5	46.75			
	4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	45.5	50.05			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	30.32	34.0			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段(奇偶 波)-定波长- NRZ-PIN- XFP	25.35	28.39			
TN52NS2	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	46.46	51.1	1.3	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	47	51.7			
TN53NS2	800ps/nm-C 波段(奇偶 波)-定波长- NRZ-PIN- XFP	20	24	1.0	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	21	25			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	20	24			
TN11NS3	500ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	76.8	86.0	2.5	2	IU2~IU8、 IU12~IU16
	500ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	67.0	75.0			
TN52NS3	500ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	118.0	130.0	2.4	2	IU2~IU8、 IU12~IU16
	500ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	110.0	118.0			

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	118.0	130.0			
TN54NS3	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	71.0	78.0	1.8	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-nDQPSK- PIN	71.0	78.0			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	60.0	66.0			
TN11OAU10 1	-	18.0	24.0	1.8	2	IU2~IU17
TN11OAU10 2	-	14.0	18.0	1.8	2	IU2~IU17
TN11OAU10 3	-	18.0	24.0	1.8	2	IU2~IU17
TN11OAU10 5	-	22.0	29.0	1.8	2	IU2~IU17
TN12OAU10 0	-	11.0	14.0	1.8	2	IU2~IU17
TN12OAU10 1	-	12.0	15.0	1.8	2	IU2~IU17
TN12OAU10 2	-	10.0	13.0	1.8	2	IU2~IU17
TN12OAU10 3	-	12.0	15.0	1.8	2	IU2~IU17
TN12OAU10 5	-	15.0	21.0	1.8	2	IU2~IU17
TN13OAU10 1	-	12.0	15.0	1.6	1	IU1~IU17
TN13OAU10 3	-	12.0	15.0	1.6	1	IU1~IU17
TN13OAU10 5	-	15.0	21.0	1.6	1	IU1~IU17

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11OBU10 1	-	11.0	13.0	1.3	1	IU1~IU17
TN11OBU10 3	-	13.0	15.0	1.3	1	IU1~IU17
TN11OBU10 4	-	12.0	14.0	1.3	1	IU1~IU17
TN12OBU10 1	-	10.0	11.0	1.1	1	IU1~IU17
TN12OBU10 3	-	11.0	12.1	1.1	1	IU1~IU17
TN12OBU10 4	-	10.0	12.0	1.1	1	IU1~IU17
TN12OBU1P 1	-	10.0	11.0	1.1	1	IU1~IU17
TN11OBU20 5	-	17.0	24.0	1.9	2	IU2~IU17
TN12OBU20 5	-	14.0	19.0	1.6	2	IU2~IU17
TN11OLP	-	6.0	6.6	0.9	1	IU1~IU17
TN12OLP	-	4.0	4.5	1.0	1	IU1~IU17
TN11OPM8	-	12.0	15.0	1.2	1	IU1~IU17
TN11PIU	-	24.0	38.0	0.5	1	IU19、IU20
TN12PTQX	-	93.4	107.6	3	2	IU2~IU3, IU6~IU7, IU12~IU13
TN11RDU9	-	6.0	6.6	1.1	1	IU1~IU17
TN11RMU90 1	-	7.7	8.6	1.1	1	IU1~IU17
TN11RMU90 2	-	8.2	9	1.1	1	IU1~IU17
TN11ROAM	-	66.0	72.6	3.2	3	IU1~IU15
TN11SBM2	-	0.2	0.3	0.8	1	IU1~IU17
TN11SC1/ TN12SC1	-	11.0	14.9	1.0	1	IU1~IU17
TN11SC2/ TN12SC2	-	12.5	14.9	1.0	1	IU1~IU17

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11ST2	-	17.5	19.5	0.95	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11SCC	-	27.0	30.0	1.2	1	IU17、IU18
TN51SCC	-	18.0	20.0	1.2	1	IU17、IU18
TN52SCC	-	23.0	25.1	1.2	1	IU17、IU18
TN11SCS	-	0.2	0.3	0.8	1	IU1~IU17
TN11STG	-	8.7	9.57	1.1	1	IU15、IU16
TN11SFIU	-	0.2	0.3	1.0	1	IU1~IU17
TN11TBE	-	40.7	44.8	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11TDC	-	13.0	15.0	0.5	1	IU1~IU17
TN11TDG	-	30.0	33.0	1.1	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11TDX	-	78.0	80.0	1.3	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN12TDX	-	37.4	40.7	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN52TDX	-	57.3	63.0	1.4	1	IU1-IU8, IU11-IU16
TN53TDX	-	25.0	35.0	1.5	1	IU1-IU8, IU11-IU16
TN11TMX	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	40.3	44.3	1.4	1	IU1~IU17
	800ps/nm-C 波段-定波长- NRZ-PIN					
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	42.1	46.4			
	1200ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-APD					

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	44.5	51.2			
	4800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB- APD	48.4	55.7			
TN12TMX	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	31.4	36.1	1.2	1	IU1~IU17
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	41.0	45.5			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	39.0	43.7			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	32.4	37.1			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km	31.4	36.1			
TN11TOM	-	55.0	60.0	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN52TOM	-	81	89.1	1.5	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN52TOG	-	41.8	46.0	0.85	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11TQM	-	50.3	57.6	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN12TQM	-	25.0	27.5	1.1	1	IU1~IU8、 IU11~IU16

单板	模块类型	典型功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN11TQS	-	43.0	47.3	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11TQX	-	65.0	71.2	1.5	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN52TQX	-	91.5	100.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN55TQX	-	45.0	50.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU16
TN11TSXL	-	90.2	96.0	2.5	2	IU2~IU8, IU12~IU16
TN11VA1/T N12VA1	-	6.5	7.2	1.0	1	IU1~IU17
TN11VA4/T N12VA4	-	8.5	9.4	1.0	1	IU1~IU17
TN11WMU	-	12.0	15.0	1.0	1	IU1~IU17
TN11WSD9	-	17.0	18.7	2.2	2	IU1~IU16
TN12WSD9	-	25.4	28.5	2.7	2	IU1~IU16
TN13WSD9	-	25.4	28.5	2.9	3	IU1~IU15
TN11WSM9	-	17.0	18.7	2.2	2	IU1~IU16
TN12WSM9	-	25.4	28.5	2.7	2	IU1~IU16
TN13WSM9	-	25.4	28.5	2.9	3	IU1~IU15
TN11WSMD 2	-	17.0	18.7	3.2	2	IU1~IU16
TN11WSMD 4	-	17.0	18.7	3.2	2	IU1~IU16
TN12WSMD 4	-	12.0	15.0	2.6	2	IU1~IU16
TN11WSMD 9	-	25	30	3.1	2	IU1~IU16
TN11XCS	-	20.0	22.0	1.0	1	IU9、IU10
TN12XCS	-	25.0	27.5	1.2	1	IU9、IU10

a: 当 TN12LOM 单板使用 FC 拉远功能时, 功耗在此基础上增加 2W。