



# OptiX OSN 8800 T16 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](mailto:support@huawei.com)

客户服务电话：      4008302118

# 目 录

<b>1 产品定位和特点</b> .....	<b>1</b>
1.1 产品定位.....	1
1.2 产品特点.....	2
<b>2 产品架构</b> .....	<b>5</b>
2.1 系统架构.....	5
2.2 硬件结构.....	7
2.2.1 机柜.....	7
2.2.2 子架.....	12
2.2.3 单板.....	16
2.2.4 可插拔光模块.....	17
2.3 软件结构.....	17
2.3.1 概述.....	17
2.3.2 通信协议和接口.....	18
<b>3 产品功能和特性</b> .....	<b>19</b>
3.1 接入业务.....	20
3.1.1 业务接入类型.....	20
3.1.2 业务接入能力.....	23
3.2 电层调度.....	24
3.2.1 OTN 集中调度.....	24
3.3 光层调度.....	26
3.4 传输系统.....	26
3.4.1 40G 传输系统.....	26
3.4.2 混传系统.....	28
3.4.3 传输距离.....	28
3.5 保护.....	29
3.5.1 设备级保护.....	29
3.5.2 网络级保护.....	31
3.6 数据特性.....	33
3.6.1 OAM.....	33
3.7 光功率管理功能.....	34

3.8 WDM 技术.....	34
3.8.1 DWDM 和 CWDM 技术规格.....	34
3.8.2 DWDM 系统中心波长和频率分配表.....	36
3.8.3 CWDM 系统中心波长分配表.....	38
3.8.4 典型应用 .....	38
3.8.5 ODUflex.....	40
3.8.6 映射和复用.....	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
<b>4 产品组网与应用.....</b>	<b>49</b>
4.1 组网应用.....	49
4.1.1 基本组网形式.....	49
4.1.2 OTN 典型组网 .....	50
<b>5 ASON 介绍 .....</b>	<b>56</b>
5.1 概述.....	56
5.1.1 ASON 的产生和优势 .....	56
5.1.2 ASON 的特点 .....	57
<b>A 单板功耗、重量和槽位 .....</b>	<b>59</b>

# 1 产品定位和特点

## 关于本章

### 1.1 产品定位

OptiX OSN 8800 T16 主要应用于城域 WDM 的汇聚层。

### 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。

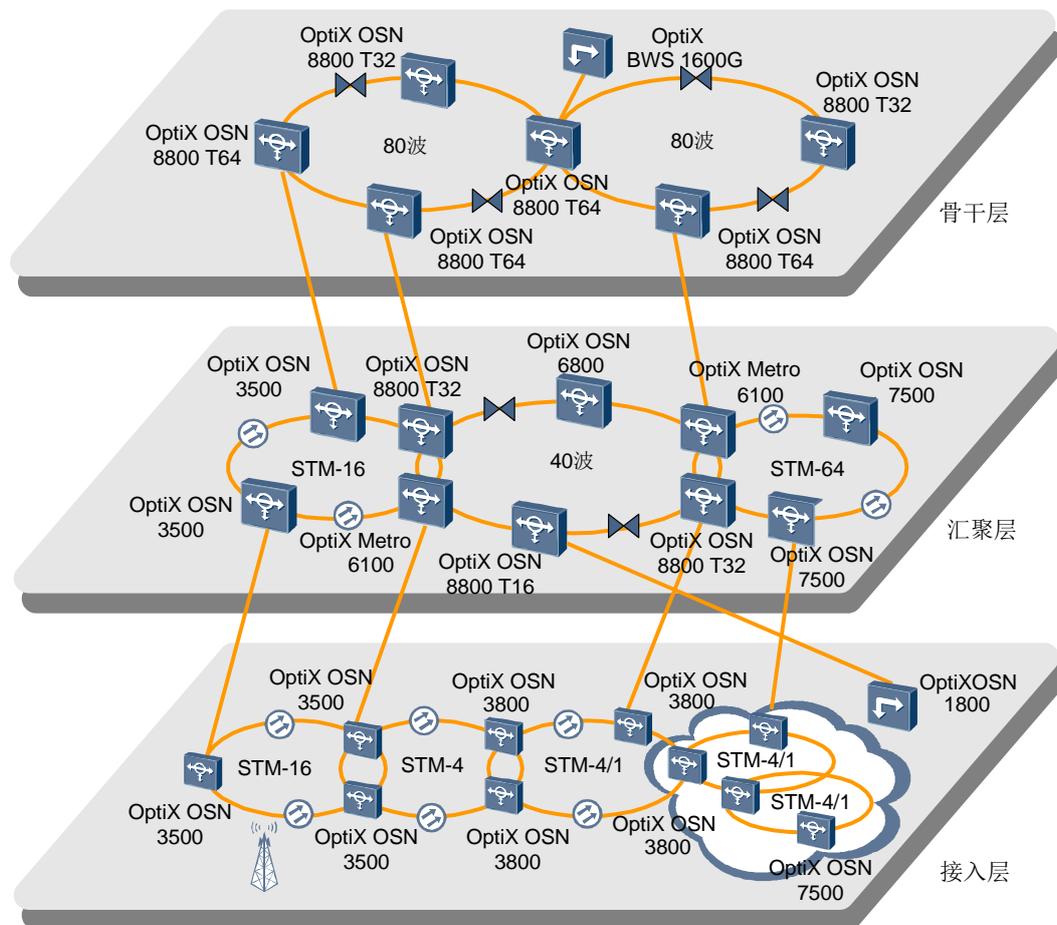
## 1.1 产品定位

OptiX OSN 8800 T16 主要应用于城域 WDM 的汇聚层。

OptiX OSN 8800 T16 采用密集波分复用技术 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) 实现多业务、大容量、全透明的传输功能。提供灵活的业务调度功能，不仅仅在光层上实现以波长为粒度的 ROADM 的调度，还实现各波长内部 ODU3/ODU2/ODU1/ODU0/ODUflex 粒度的子波长业务调度，极大地提高了业务调度的灵活性和带宽利用率。

OptiX OSN 8800 不仅可以与 OptiX OSN 6800/OptiX OSN 3800/OptiX OSN 1800 组建完整的 OTN 端到端网络，也可以与 OptiX BWS 1600G/OptiX Metro 6100 共建波分网络。如图 1-1 所示。

图1-1 OptiX OSN 8800 在全网解决方案中的地位



说明

OptiX OSN 8800 包括 OptiX OSN 8800 T64 , OptiX OSN 8800 T32 和 OptiX OSN 8800 T16。

## 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。

### 高集成、大容量传输设备

设备集成度高，业务配置灵活变化，网络易设计、易扩容、易维护，明显减少备件数量。

海量 IP 业务接入，支持集中调度和管理，可以避免多个子架的拼装组网的场景。光、电器件高度混合集成，完成 12×10G 的传输；

OptiX OSN 8800 T16 支持 80/40 波系统，支持：

- 单波接入 2.5Gbit/s、10Gbit/s、40Gbit/s 速率业务。

- 支持 10Gbit/s 业务 5000km 无电中继传输，支持 40Gbit/s 业务 2000km 无电中继传输。
- 对于 10G 速率业务，最大支持  $1 \times 82\text{dB}$  单跨超长距传输。

CWDM 系统最多可接入 8 波，每波最大可支持 2.5Gbit/s 速率。

OptiX OSN 8800 T16 支持通过交叉单板实现的集中交叉调度。8800 T16 型子架支持 XCH 交叉单板，可同时支持 ODU3、ODU2、ODU1、ODU0、ODUflex 信号的交叉调度，最大可以支持 640Gbit/s 的交叉调度容量。

## 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。

## 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 8800 T16 智能光传送平台（简称 OptiX OSN 8800 T16）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 8800 T16 智能光传送平台（简称 OptiX OSN 8800 T16）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 8800 T16 支持 TN16XCH 单板。TN16XCH 单板是集交叉、时钟、主控合一的单板，实现业务交叉连接，协同网络管理系统对设备的各单板进行管理，实现各个设备之间的相互通信，完成整个网元物理层时钟同步和 PTP 时钟同步。

图2-1 智能光传送平台系统架构图

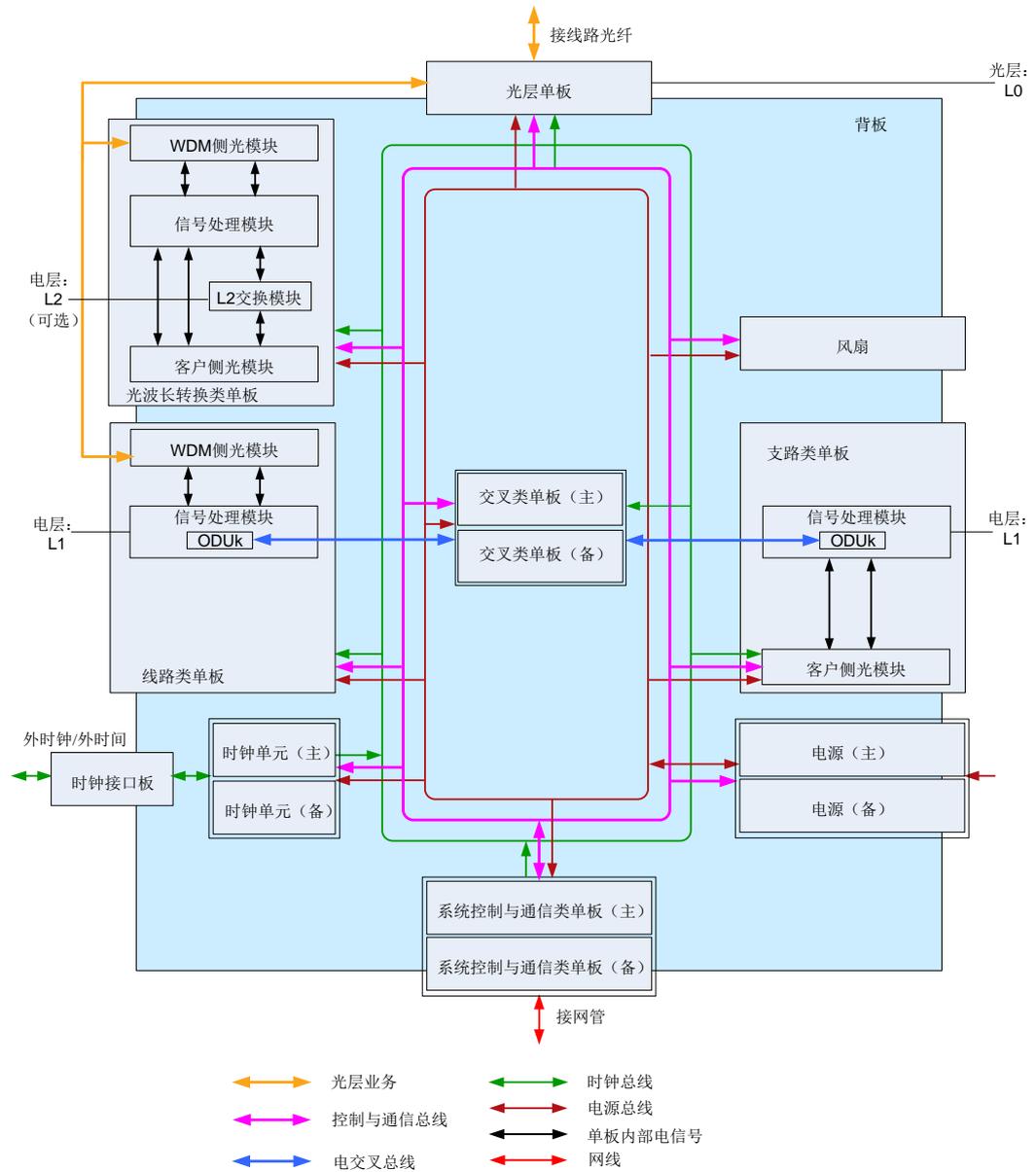


图 2-1 描述了智能光传送平台的整体结构。其中，L0 层为光层，L1 和 L2 为电层。

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。

电层调度方案：支持 L1 层电层调度，调度颗粒为 ODU3、ODU2、ODU1、ODU0、ODUflex。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 8800 T16 的典型配置机柜为 N63B 机柜。

OptiX OSN 8800 T16 以子架为基本工作单位。OptiX OSN 8800 T16 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 OptiX OSN 8800 T16 子架和 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 <sup>a</sup>	最大整机功耗 <sup>b</sup>	典型配置功耗
1	2 × OptiX OSN 8800 T32 + 1 × DCM 插框	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 <sup>a</sup>	最大整机功耗 <sup>b</sup>	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。

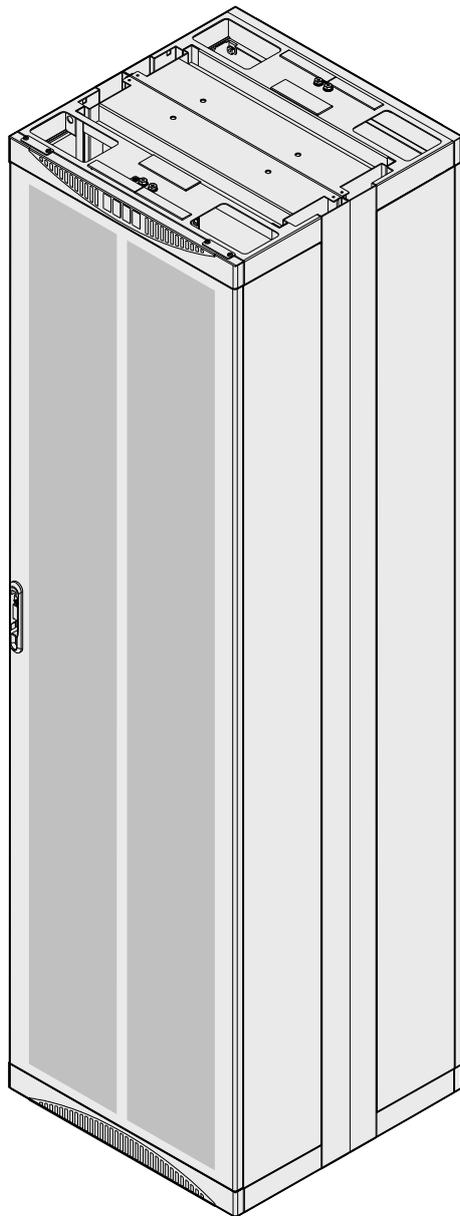
N66B 机柜中可以安装 OptiX OSN 8800 T16 子架和 OptiX OSN 6800 子架。

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 <sup>a</sup>	最大整机功耗 <sup>b</sup>	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 8800 T16 以子架为基本工作单位。

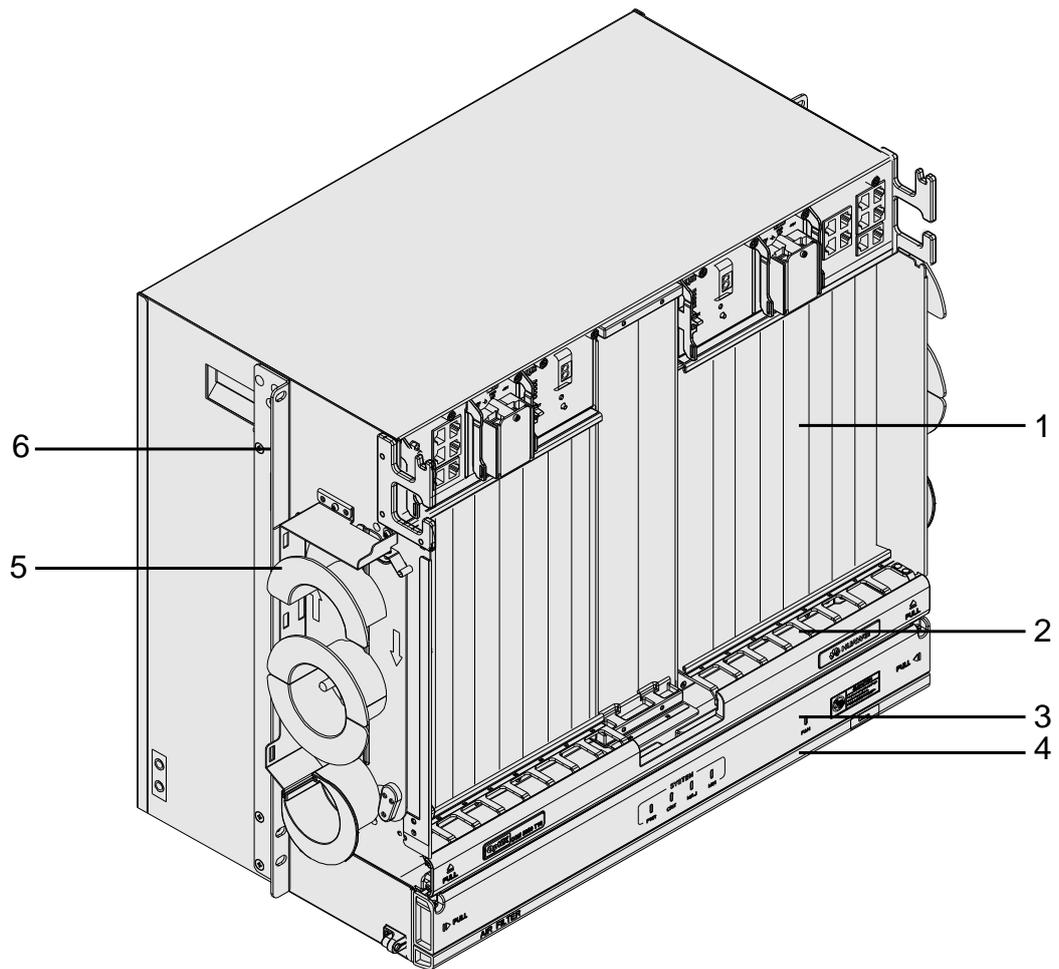
子架安装于机柜时，子架上方和下方需要各预留 50mm 空间以便通风。OptiX OSN 8800 T16 子架由机柜上方的直流配电箱提供直流电源，各子架独立供电。空气开关的额定值是 60A。

### OptiX OSN 8800 T16 子架结构

OptiX OSN 8800 T16 以子架为基本工作单位。子架采取独立直流供电。

OptiX OSN 8800 T16 子架结构如图 2-4 所示。

图2-4 OptiX OSN 8800 T16 子架结构示意图



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

- 单板区：所有单板均插放在此区，共有 24 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。
- 风机盒：OptiX OSN 8800 T16 装配 10 个风扇，为子架提供通风散热功能。风机盒上有四个子架指示灯，指示子架运行状态。

 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，子架两侧有活动盘纤架，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。

表2-3 OptiX OSN 8800 T16 子架工作指标

项目	参数
外形尺寸	498mm（宽）×295mm（深）×450mm（高）
重量（空子架 <sup>a</sup> ）	18kg
子架最大功耗 <sup>b</sup>	1800W
子架典型配置功耗	700W
额定电流	37.5A
标准工作电压	-48V DC/-60V DC
工作电压范围	-40V DC~-72V DC
<p>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。</p> <p>b: 子架最大功耗表示子架能承受的最大功耗配置及子架具备的最大散热能力。实际应用时的典型配置的功耗要远小于此值。</p>	

OptiX OSN 8800 T16 系统子架典型配置的工作指标如表 2-4 所示。

表2-4 OptiX OSN 8800 T16 系统子架典型配置功耗列表

单元名称		典型功耗 (常温 25°C) (W) <sup>a</sup>	最大功耗 (高温 55°C) (W) <sup>a</sup>	备注
子架	OTU 子架	509.2	615.6	8×LDX+1×XCH+2×PIU+1×AUX+1×EFI+1×ATE+1×风机盒
	OTN 电交叉子架	501	808	2×XCH+5×NQ2+2×PIU+1×TQX+2×TOA+1×AUX+1×EFI+1×ATE+1×风机盒
	OTM 子架	468.7	569.7	1×M40V+1×D40+1×OAU1+1×OBU1+6×LDX+1×XCH+2×PIU+1×AUX+1×EFI+1×ATE+1×风机盒
	OLA 子架	228.1	294.3	4×OBU1+4×VA1+1×SC2+1×XCH+2×PIU+1×AUX+1×EFI+1×ATE+1×风机盒

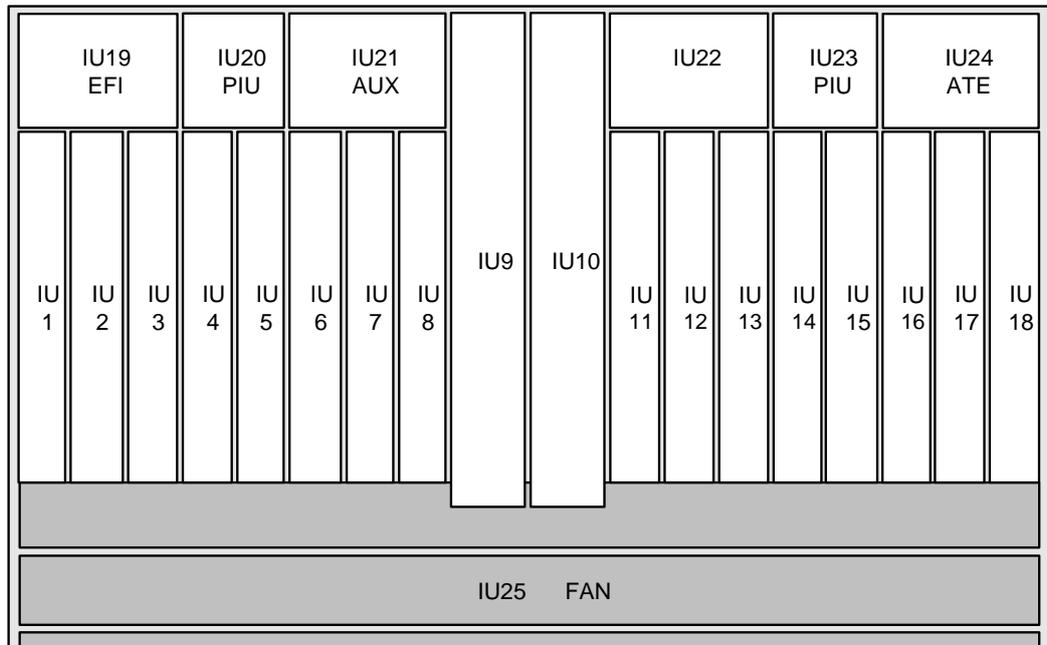
单元名称		典型功耗 (常温 25°C) (W) <sup>a</sup>	最大功耗 (高温 55°C) (W) <sup>a</sup>	备注
	OADM 子架	449.5	561.5	2×OAU1+2×MR8V+8×LSX+1×SC2+1×XCH+2×PIU+1×AUX+1×EFI+1×ATE+1×风机盒
		221	269.2	1×M40+1×D40+1×WSMD9+1×DAS1+1×XCH+2×PIU+1×AUX+1×EFI+1×EFI+1×ATE+1×风机盒
a: 表中的子架和机柜功耗均为特定配置时的功耗, 供参考, 实际配置下的子架、机柜功耗可根据各模块功耗计算得出。				

## OptiX OSN 8800 T16 子架槽位说明

OptiX OSN 8800 T16 子架的单板插放区有 25 个槽位。

OptiX OSN 8800 T16 子架槽位分布如图 2-5 所示。

图2-5 OptiX OSN 8800 T16 子架槽位示意图



- IU1~IU8、IU11~IU18 槽位可用于插放业务单板。

- IU9、IU10 槽位固定用于插放 XCH/SCC，也可插放其他业务单板。

 说明

仅当 OptiX OSN 8800 T16 作为从子架时，IU9 和 IU10 槽位可以插放其他业务单板。

IU9 和 IU10 槽位插放其他业务单板时需要先插放假面板。

- IU19 槽位固定用于插放 EMI 滤波接口板 EFI。
- IU20、IU23 槽位固定用于插放电源接入板 PIU。
- IU21 槽位固定用于插放系统辅助接口板 AUX。
- IU22 槽位是预留槽位。
- IU24 槽位固定用于插放告警定时扩展接口板 ATE。
- IU25 槽位固定用于插放风扇。

## 2.2.3 单板

### 功能单板分类

8800 T16 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。

8800 T16 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	LEM24、LEX4、LDX、LOA、LOG、LOM、LSQ、LSQR、LSX、TMX、LWXS
支路类单板	TQX、TDX、TOM、TOG、TSXL、THA、TOA
线路类单板	NS2、ND2、NQ2、NS3
PID 类单板	NPO2、NPO2E、ENQ2、PQ2
光合波和分波类单板	FIU、D40、M40、M40V、ITL、SFIU
静态光分插复用类单板	MR8V、CMR2、CMR4、MR2、MR4
动态光分插复用类单板	RMU9、RDU9、WSD9、WSM9、WSMD4、WSMD9
光功率放大类单板	CRPC、OAU1、OBU1、OBU2、HBA、DAS1
交叉与系统控制通信类单板	AUX、SCC XCH
光监控信道类单板	SC1、SC2、HSC1、ST2
保护类单板	DCP、OLP、SCS

功能类单板	包含的单板
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
接口类单板	ATE、EFI、

## 2.2.4 可插拔光模块

OptiX OSN 8800 T16 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

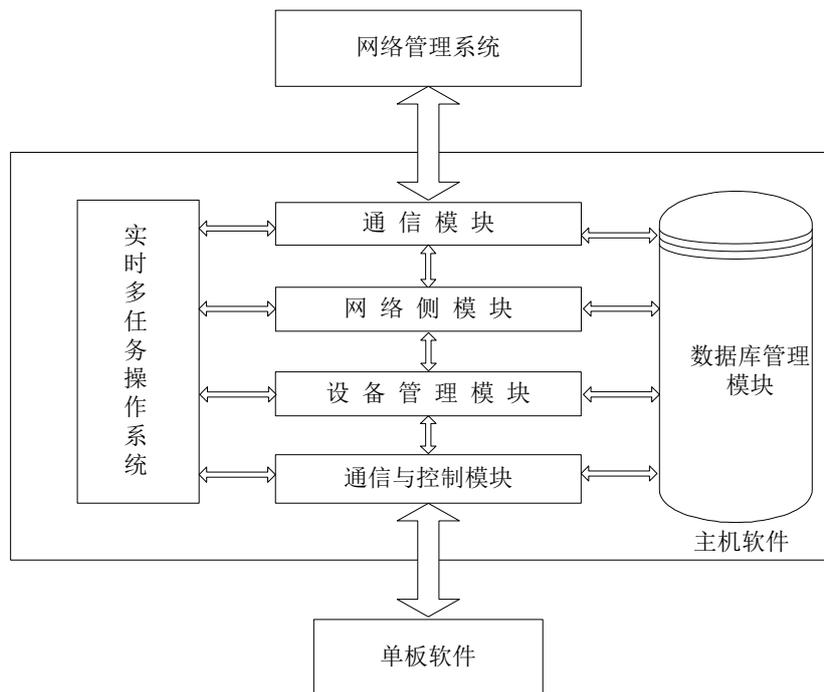
### 2.3.1 概述

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 8800 T16 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 8800 T16 支持电层信号的集中调度。

### 3.3 光层调度

### 3.4 传输系统

### 3.5 保护

OptiX OSN 8800 T16 提供丰富的设备级保护和网络级保护。

### 3.6 数据特性

OptiX OSN 8800 T16 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)、PID 单板的 IPA、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 8800 T16 支持的 WDM 技术和功能。

### 3.9 时钟特性

OptiX OSN 8800 T16 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 8800 T16 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 8800 T16 支持多种业务的接入，各种业务的速率如表 3-2 所示。支持接入的业务类型如表 3-1 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 ITU-T G.783 ITU-T G.825
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、FC100、FC200、FC400、FC800、FICON8G、FC1200、FICON4G	ANSI X3.230 ANSI X3.303 InfiniBand™ Architecture Release 1.2.1
	ISC 1G、ISC 2G、ETR、CLO	
	InfiniBand 2.5G、InfiniBand 5G	
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

业务种类	业务类型	参考标准
	FDDI	ISO 9314
	3G-SDI	SMPTE 424M
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	

业务种类	业务类型	业务速率	图例
	FICON	1.06Gbit/s	
	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	HD-SDI	1.485Gbit/s	
	DVB-ASI	270Mbit/s	
	SDI	270Mbit/s	
	FDDI	125Mbit/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 8800 T16 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	8800 T16 单子架最大接入业务数量
FE	22	224
GE	22	160
10GE LAN	4	32
10GE WAN	4	32
STM-256/OC-768	1	8
STM-64/OC-192	4	32
STM-16/OC-48	16	128
STM-4/OC-12	16	192
STM-1/OC-3	16	224
OTU1	16	128
OTU2/OTU2e	4	32
OTU3	1	8
ESCON	16	224
FC100/FICON	16	160
FC200/FICON Express/InfiniBand 2.5G	16	160
FC400/FICON4G/InfiniBand 5G	2	32
FC800/FICON 8G	4	48
FC1200	1	16
ISC 1G	8	128
ISC 2G	4	64
ETR/CLO	8	64

业务类型	单板最大接入业务数量	8800 T16 单子架最大接入业务数量
HD-SDI	8	128
FDDI	8	128
DVB-ASI/SDI	16	224
3G-SDI	8	128

## 3.2 电层调度

OptiX OSN 8800 T16 支持电层信号的集中调度。

OptiX OSN 8800 T16 支持 ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2 信号、ODU3 信号、ODUflex 信号通过交叉单板实现的集中调度，最大可支持 640Gbit/s 的交叉调度容量。

### 3.2.1 OTN 集中调度

OptiX OSN 8800 T16 支持通过交叉单板实现的集中交叉，支持 IU1~IU8、IU11~IU18 的 16 个槽位之间的全交叉，每个槽位的交叉容量是 40Gbit/s，最大可支持 640Gbit/s 的交叉调度容量。支持 ODUflex 信号、ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2 信号、ODU3 信号的集中交叉调度。

### 电层调度规格

支线路单板支持集中调度的业务颗粒如表 3-4 所示。

表3-4 支线路单板支持集中调度的业务颗粒

单板	集中交叉
TN52ND2	支持 ODU0 信号、ODU1 信号和 ODU2/ODU2e 信号的集中交叉
TN53ND2/TN57ND2	支持 ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2/ODU2e 信号、ODUflex 信号的集中交叉
TN53NS2	支持 ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2/ODU2e 信号、ODUflex 信号的集中交叉
TN54NS3	支持 ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2/ODU2e 信号、ODU3 信号的集中交叉
TN54NQ2	支持 ODU0 信号、ODU1 信号和 ODU2/ODU2e 信号的集中交叉

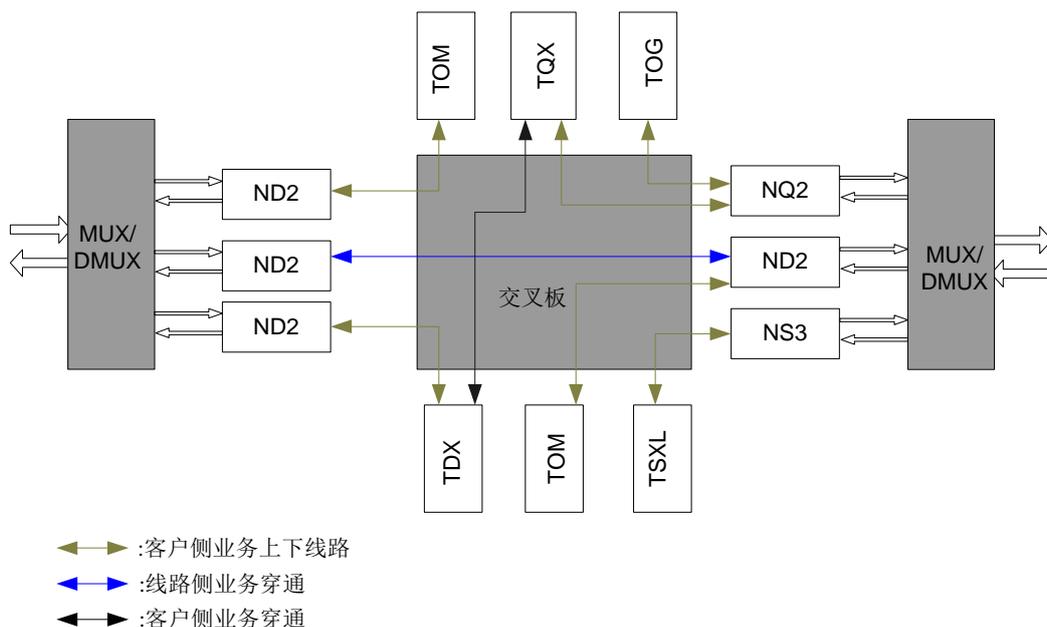
单板	集中交叉
TN53NQ2/TN57NQ2	支持 ODUflex 信号、ODU0 信号、ODU1 信号和 ODU2/ODU2e 信号的集中交叉
TN52TDX	支持 ODU2/ODU2e 信号的集中交叉
TN53TDX/TN57TDX	支持 ODU2/ODU2e 信号、ODUflex 信号的集中交叉
TN52TQX TN53TQX	支持 ODU2/ODU2e 信号的集中交叉
TN55TQX/TN57TQX	支持 ODU2/ODU2e 信号、ODUflex 信号的集中交叉
TN52TOM	支持 ODU0 信号、ODU1 信号的集中交叉
TN54TOA/TN57TOA	支持 ODU0 信号、ODU1 信号、ODUflex 信号的集中交叉
TN54THA	支持 ODU0 信号、ODU1 信号的集中交叉
TN52TOG/TN54TOG	支持 ODU0 信号的集中交叉
TN53TSXL	支持 ODU3 信号的集中交叉

## 电层调度应用场景

电层调度支持三种典型的应用场景，如图 3-1 所示。

- 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。
- 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。

图3-1 电层调度应用场景



## 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 调配波长上下和贯通状态，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<sub>x</sub> 到 ODU<sub>y</sub> 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

40G 传输系统在现有的 OptiX OSN 8800 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 调制格式，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。

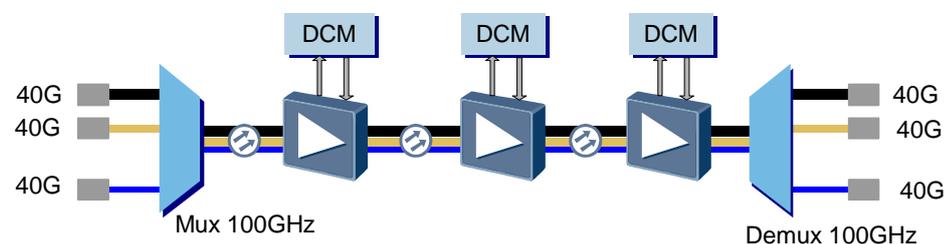
## 实现方案

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。

## 组网应用

图 3-2 为 40 波×40G 系统的 40G 传输解决方案典型应用示意图。

图3-2 40 波×40G 系统典型应用示意图



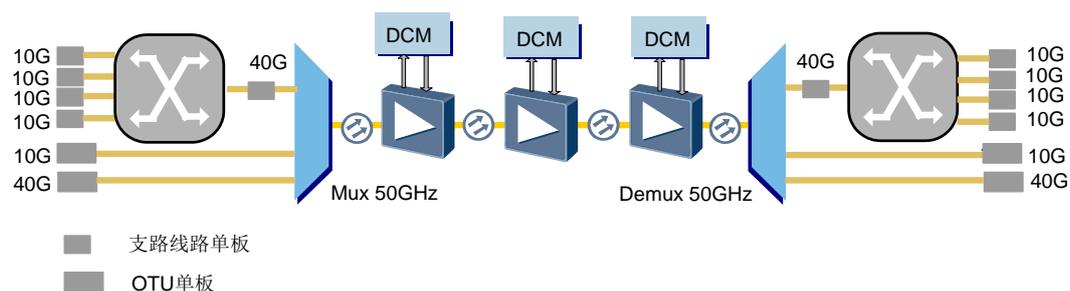
系统的 40Gbit/s 传输解决方案提供了灵活的 WDM 解决方案的硬件、软件接口，40Gbit/s 光转换模块与 10Gbit/s 光转换模块使用相同标准的 EDFA、色散补偿模块及复用与解复用单元，支持在 OTM 站和 OADM/ROADM 的业务上下，并使用与 2.5Gbit/s、10Gbit/s 系统统一的网管进行管理。

### 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 8800 T16 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 3-3 所示。

图3-3 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3-5 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3-6 10Gbit/s 系统跨段

波长间隔	调制方式	22dB 跨段
100 GHz	DRZ	32 x 22 dB

波长间隔	调制方式	22dB 跨段
	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3-7 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 8800 T16 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 8800 T16 提供交叉/主控/时钟 1+1 保护、输入电源保护、风扇冗余保护、子架间通信保护。

#### 交叉/主控/时钟板 1+1 保护

OptiX OSN 8800 T16 的交叉单板是集交叉、时钟、主控合一的单板，交叉单板支持硬件 1+1 保护，可实现交叉、时钟、主控的 1+1 保护。

- 交叉 1+1 保护：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个交叉模块。工作和保护交叉模块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。工作和保护交叉模块的配置完全相同，两者完全独立，互不干涉。可实现两者间的无损强制倒换。工作交叉模块的交叉矩阵的设置与保护交叉模块完全相同。当保护交叉模块收到工作单元工作异常的信息或网管下发的倒换命令时，立刻接管工作交叉模块的工作，将自己设置为工作模式，并上报倒换事件。
- 主控 1+1 保护：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交叉单板的主控处理模块。工作和保护主控处理模块完成开销处理后都将数据发送到业务单板，业务单板根据交叉板送来的主控处理模块的状态进行选收。工作和保护主控处理模块的配置完全相同，两者完全独立，互不干涉。主控处理模块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

护主控处理模块的数据均来源于工作交叉板的主控处理模块，保护主控处理模块与业务单板的板间通信没有使用。仅当保护主控处理模块处于工作模式时，保护主控处理模块的板间通信有效。

- 时钟 1+1 保护：业务单板根据交叉板上的时钟处理模块的主备状态选择时钟源。当工作交叉板上的时钟处理模块故障时，发生主备倒换，原来的备交叉单板的时钟处理模块成为主时钟，业务单板根据新的主备状态切换到新的主用时钟处理模块的系统时钟上。

交叉、主控、时钟任何一个处理模块倒换时，交叉单板就会倒换，即交叉、主控、时钟会同时倒换。

保护倒换的执行共有两种倒换方式：

- 自动倒换  
当交叉单板出现故障时，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。

## 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。

## 风扇冗余保护

OptiX OSN 8800 T16 子架风扇采用分区散热，各分区的风扇根据所在的分区温度独立调速，任意 1 个风扇失效不会影响到其他风扇。

## 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 8800 T16 提供完善的网络保护机制，包含多种 WDM 保护和丰富的数据业务保护。

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。

## WDM 保护

OptiX OSN 8800 T16 提供完善的网络保护机制，其中 WDM 保护的具体分类如表 3-8 所示。

表3-8 WDM 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 TOM 单板的板内交叉来实现业务的双发选收，对 OCh 通道进行保护。
	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 ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2 信号或 ODU3 信号。

大类	细类	描述
	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 ODU0 信号、ODU1 信号、ODU2 信号或 ODU3 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。
ODUk 环网保护	ODUk 环网保护	用于配置分布式业务的环形组网，通过占用两个不同的 ODU1 或 ODU2 通道实现对所有站点间多条分布式业务的保护。
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。
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。

## 数据保护

OptiX OSN 8800 T16 提供丰富的数据业务保护，支持的数据保护如表 3-9 所示。

表3-9 数据保护分类表

保护分类	描述
DBPS 保护	与以太环网保护配合使用，用于保护以太网单板和 BRAS 设备之间的链路，同时实现以太网单板上的 10GE 端口和 GE 端口业务的保护。
以太环网保护	以太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。

## 3.6 数据特性

OptiX OSN 8800 T16 支持以太网特性。

### 3.6.1 OAM

OptiX OSN 8800 T16 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，能够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)、PID 单板的 IPA、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、PID 单板的 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 8800 T16 支持的 WDM 技术和功能。

### 3.8.1 DWDM 和 CWDM 技术规格

OptiX OSN 8800 T16 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。

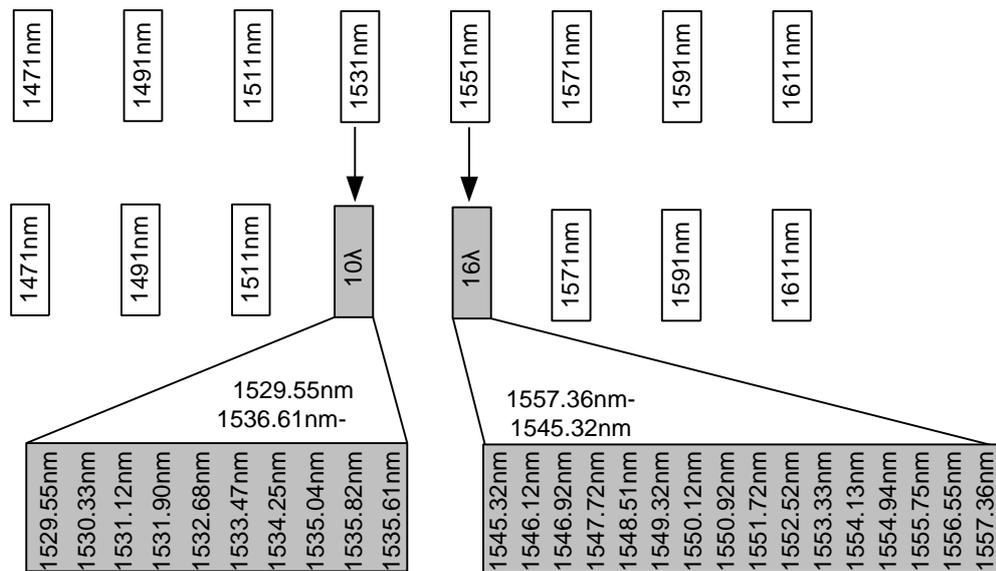
在 G.652/G.654/G.655 光纤中传输时, 设备使用的波长没有限制。在 G.653 光纤中传输时, 设备使用 196.05~194.1THz 波长范围实现 40 波传输。

- 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、10Gbit/s 和 40Gbit/s 三种速率。

- 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。使用 C 波段，符合 G.694.2 标准。

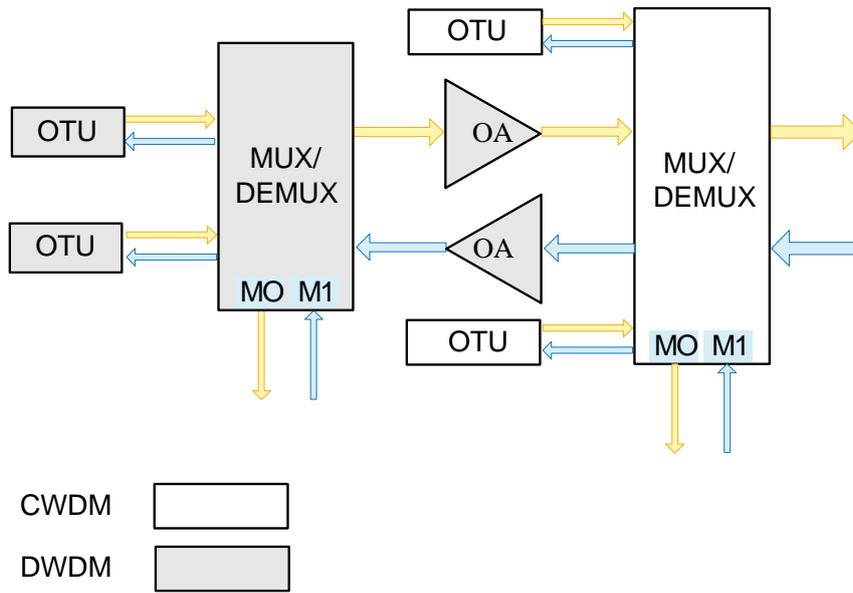
DWDM 波长在 CWDM 中的 1531nm 至 1551nm 窗口中传送，以扩展 CWDM 系统能力。波长扩展分配图如图 3-4 所示。通过此方案，在一个 CWDM 系统中，最大可实现传送 26 波 100GHz 间隔的 DWDM 波长。

图3-4 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 3-5 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3-5 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

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

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)
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
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 典型应用

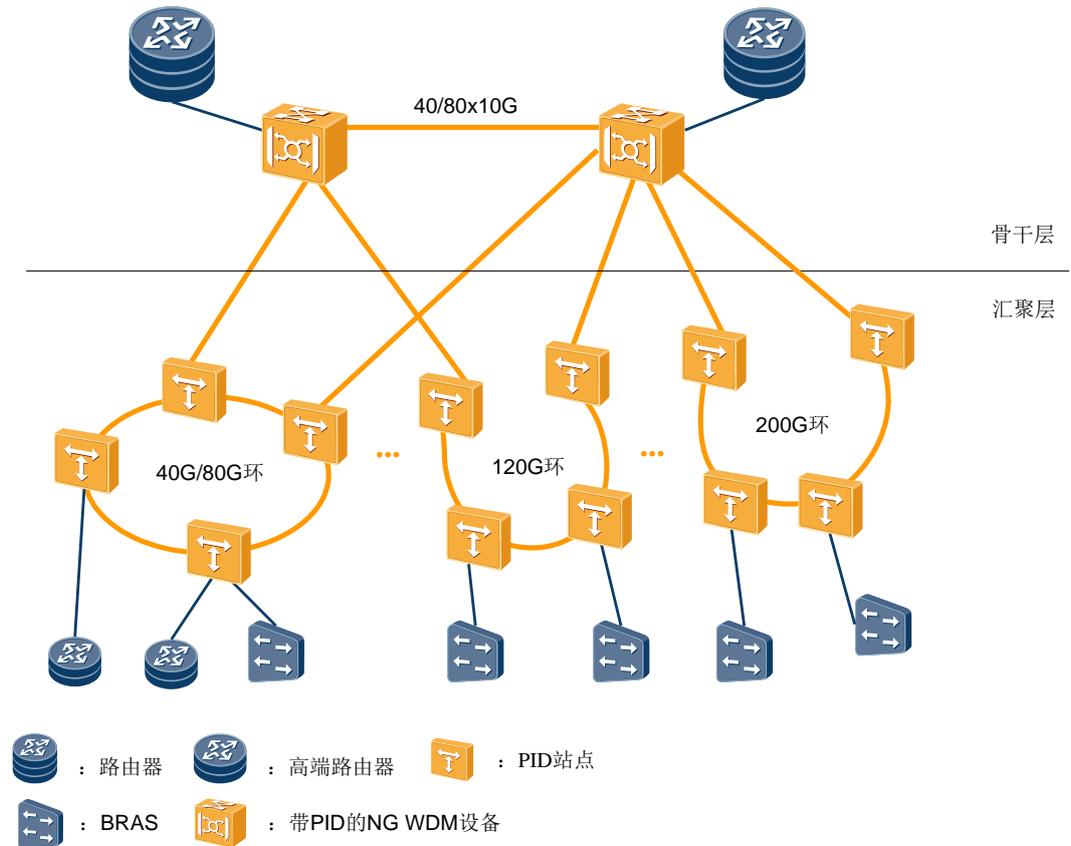
PID 特性有两种典型组网应用。

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 和 200G 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/200G 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 3-6 所示。

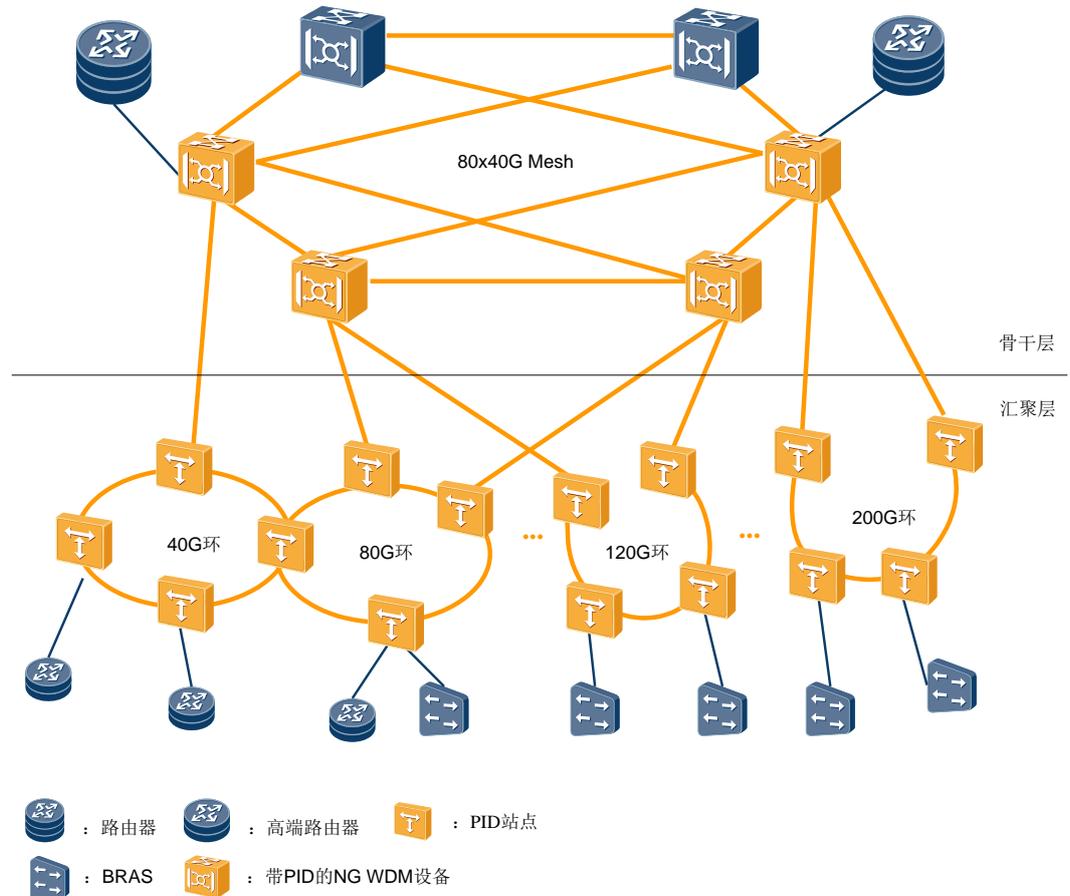
图3-6 城域网中小城市



## 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/200G 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 3-7 所示。

图3-7 城域网大中城市



### 3.8.5 ODUflex

OptiX OSN 8800 设备支持 ODUflex（灵活速率光数字单元）技术，可以很好地适配视频、存储、数据等各种业务类型，并兼容未来 IP 业务的传送需求。

#### ODUflex 概述

OptiX OSN 8800 T64/T32/T16 早期版本支持四种 ODUk 业务映射：ODU0 (1.25G), ODU1 (2.5G), ODU2 (10G), and ODU3 (40G)，业务只能映射到固定带宽中。这种情况下，在承载客户信号时难免不够灵活，容易造成带宽的浪费。

为解决该问题，ITU-T 定义了 ODUflex（灵活速率光数字单元）帧的承载标准，避免业务映射带来的带宽浪费。

ODUflex 的特点如下：

- ODUflex 帧带宽为  $N \times TS$  子时隙 ( $8 \geq N \geq 1$ )。
- TS 子时隙是 ODUk 帧信号的基本构成单位，每个 TS 子时隙的带宽为 1.25Gbit/s。

 说明

- TS 子时隙是 ODUk 帧信号的基本构成单位，无论是 ODUk 还是 ODUflex 都是 ( 或者都可以视为 ) 由多个 TS 子时隙组成的。每个 TS 子时隙的带宽为 1.25Gbit/s，ODU0 可以视为由 1 个 TS 子时隙构成，ODU1 可视为由 2 个 TS 子时隙构成，以此类推。

例如，客户侧接入 3G-SDI 业务 ( 速率是 2.97 Gbit/s)：

- 未采用 ODUflex 映射时，映射路径为 3G-SDI->ODU2->OTU2，占用了整个 ODU2 的带宽 (10Gbit/s)，浪费带宽约 7Gbit/s。
- 采用 ODUflex 映射时，映射路径为 3G-SDI->ODUflex->ODU2->OTU2，占用 3 个 TS 子时隙 (3 x 1.25Gbit/s=3.75Gbit/s)，余下的 5 个 TS 子时隙 (5 x 1.25Gbit/s=6.25Gbit/s) 可以接入其他业务，大大节省了带宽。

### ODUflex 应用场景

- 通用 CBR 业务传送

ODUflex 的一个应用场景是满足各种通用 Constant Bit Rate (CBR) 业务在 OTN 中传送的需求，2.48832Gbit/s<CBR 的客户业务都采用比特同步方式映射到 ODUflex (CBR) 颗粒，使用 ODUflex (CBR) 颗粒完成端到端的性能监视和保护倒换等功能，ODUflex 的开销定义和监视管理方式与传统的 ODUk(k=1,2,3)完全相同。其应用场景如图 3-8 和图 3-9 所示。

图 3-8 所示为如何应用 ODUflex 传送通用 CBR 业务信号。FC400 占用 4 个 TS 子时隙映射到 ODUflex 颗粒，3G-SDI 占用 3 个 TS 子时隙映射到 ODUflex 颗粒，最终 FC400 和 3G-SDI 公用一个 OTU2 波长传输。图 3-9 所示为如何应用 ODU2 传送通用 CBR 业务信号。FC400 和 3G-SDI 分别映射到 2 个 ODU2 颗粒，最终各占用一个 OTU2 波长传输。

图3-8 通用 CBR 业务传送场景(ODUflex)

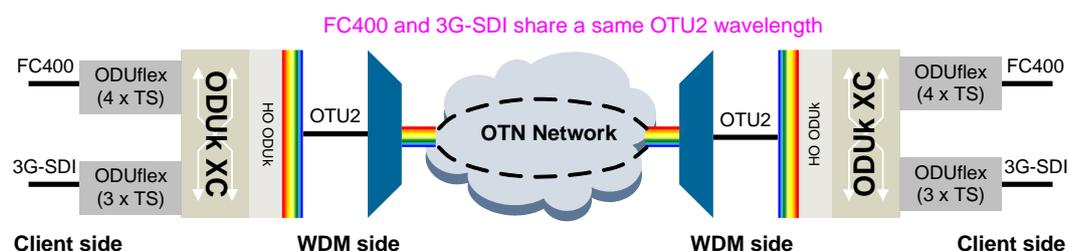
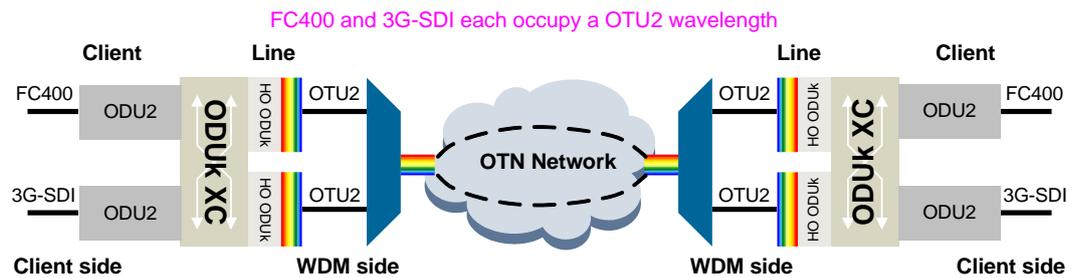


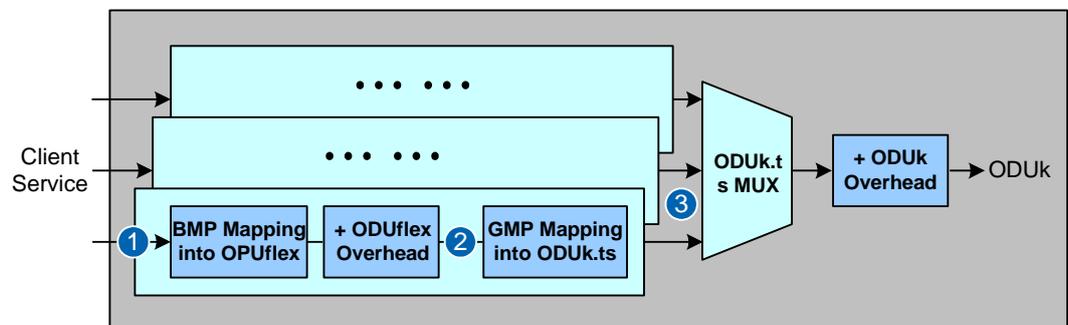
图3-9 通用 CBR 业务传送场景 (ODU2)



## ODUflex 实现方式

ODUflex 映射复用实现方式如图 3-10 所示。

图3-10 ODUflex 映射复用方式



1. 客户侧业务通过 BMP (Bit-synchronous Mapping Procedure) 或者 GPF-F 的方式映射到 OPUflex 帧中，然后加上 ODUflex 帧头成为一个 ODUflex 的帧。
2. ODUflex 帧通过 GMP 的映射方式，映射成为一个 ODUk.ts 的帧。
3. 多个 ODUk.ts 的帧进行复用，并加上 ODUk 的帧头成为一个标准的 ODUk 帧。

## ODUflex 承载业务类型

目前支持 ODUflex 帧格式进行业务承载的单板如表 3-12 所示。

表3-12 ODUflex 业务承载

支持单板	封装模式	接入客户侧业务类型	ODUflex 映射路径
TN11LOA	ODUflex(CBR)	FC400/FC800/3G-SDI	Client signal->ODUflex->ODU2->OTU2
TN54TOA、 TN57TOA		FC400/3G-SDI	Client signal->ODUflex

支持单板	封装模式	接入客户侧业务类型	ODUflex 映射路径
TN53TDX、 TN55TQX、 TN57TDX、 TN57TQX		FC800	
TN53NQ2、 TN53ND2、 TN53NS2、 TN57NQ2、 TN57ND2		-	ODUflex->ODU2->OTU2

### 3.8.6 映射和复用

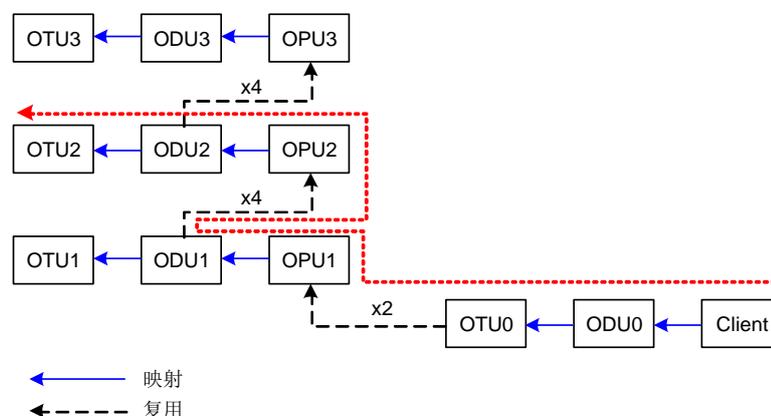
本节介绍客户侧信号在华为设备传输过程中进行映射和复用的层次，路径以及时隙占用架构。

#### H-L 复用结构

H-L 复用结构是指客户侧信号进入 OTN 体系之后，只需要进行 H 和 L 两级封装（High order 和 Low order）就可以上线路进行传送。其中，Low order 层次的 ODUk 复用结构为单个客户信号的调度颗粒，而 High order 层次的 ODUk 复用结构主要是支持线路传送和相关信号质量监控。V100R006 版本之前的单板对信号都是逐级映射和复用的，如果一个客户映射到 ODU2 信号中则需要进行 Client->ODU0->ODU1->ODU2 的处理；而支持 H-L 结构之后，客户侧信号将只需要进行 Client->ODU0->ODU2 的处理。

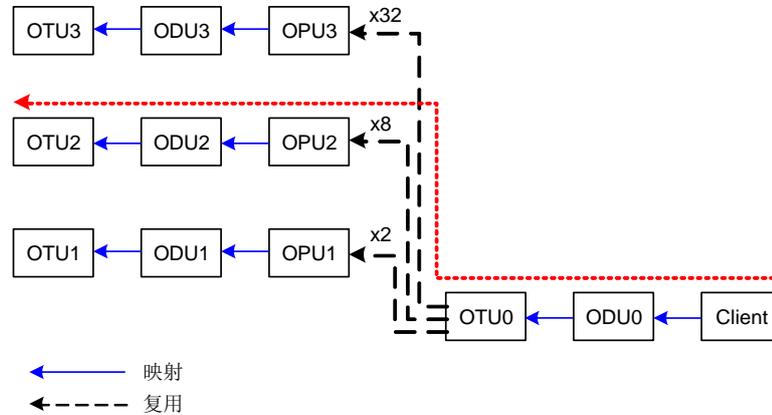
例如，52TOG+52ND2 对信号是逐级映射和复用的。如果一个 GE 要映射到 ODU2 信号中，然后进交叉，那么需要进行 Client-> ODU0 ->ODU1->ODU2 的处理（即图 3-11 中红线所标示的处理路径）。

图3-11 逐级映射和复用



例如，LOA 等单板支持了 H-L 复用结构后，客户侧信号将可以通过 Client->ODU0->ODU2 的处理就可以以 ODU2 信号进入交叉（即图 3-12 中红线所标示的处理路径）。

图3-12 H-L 映射和复用

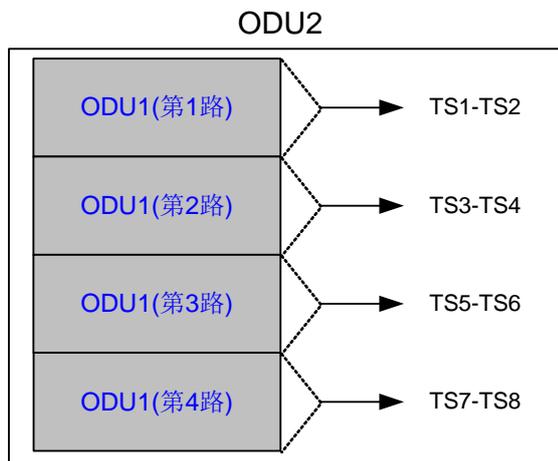


### 混合映射和复用

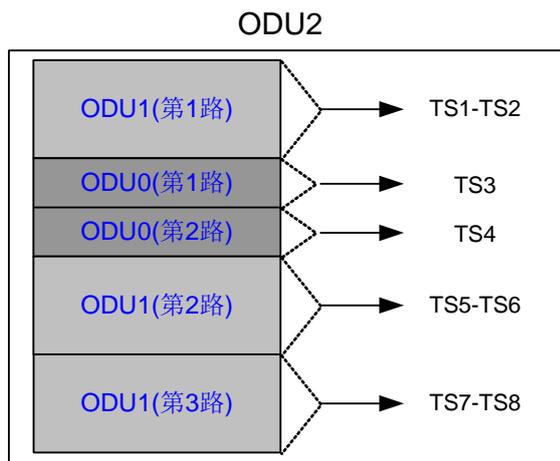
支持将不同颗粒大小的低级别 ODU<sub>k</sub> 同时复用到高级别的 ODU<sub>k</sub> 中，例如支持将 ODU<sub>0</sub> 和 ODU<sub>1</sub> 的业务同时混合映射和复用到 ODU<sub>2</sub> 帧中。

每一个 ODU<sub>k</sub> 帧结构都会占用一定的 TS 子时隙。TS 子时隙的占用分配方式为如下三种：

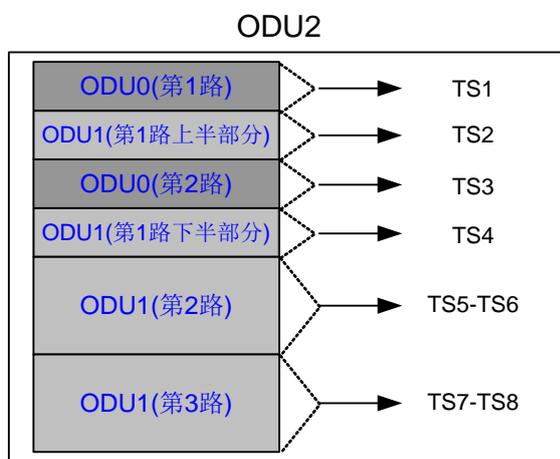
- 完全固定连续占用：在不支持混合映射和复用的情况下，每一个 ODU<sub>k</sub> 所对应 TS 子时隙是固定的。比如：第二路 ODU<sub>1</sub> 必定是占用 TS3 和 TS4。



- 起始固定连续占用：在支持混合复用和映射之后，这个关系将不再固定。比如，ODU<sub>1</sub> 变为占用 TS5 和 TS6。



- 非固定非连续占用：支持更加灵活的时隙分配，比如，第一路 ODU1 占用了 TS2 和 TS4 这两个不连续的子时隙。



## 3.9 时钟特性

OptiX OSN 8800 T16 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 8800 T16 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 8800 T16 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 8800 T16 支持 2 路 120 欧姆/75 欧姆外部时钟源输入和输出。

OptiX OSN 8800 T16 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 8800 T16 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

8800 T16 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

8800 T16 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 8800 T16 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，实现完整的传送网解决方案。

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。

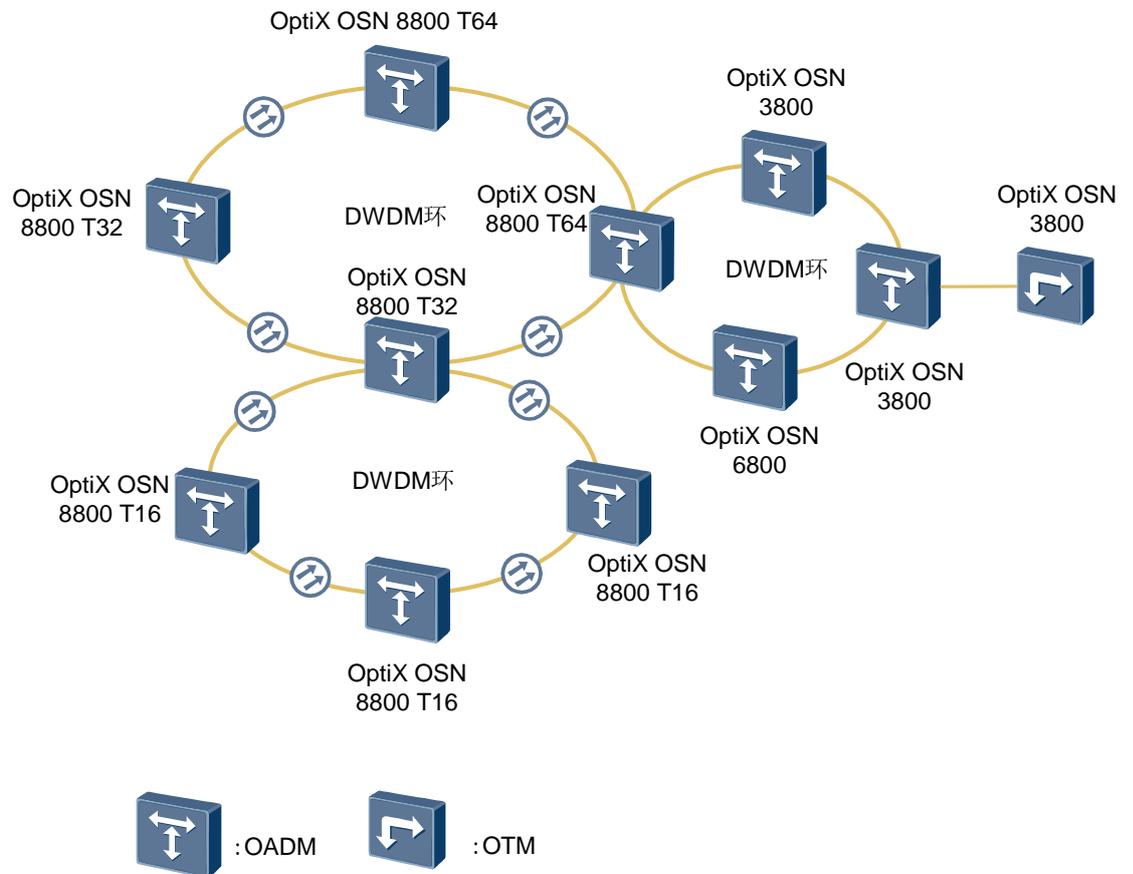
### 4.1.2 OTN 典型组网

OptiX OSN 8800 不仅可以与 OptiX OSN 6800/OptiX OSN 3800 组建完整的 OTN 端到端网络，也可以与 OptiX BWS 1600G/OptiX Metro 6100 共建波分网络实现完整的传送解决方案。

## 典型组网

OptiX OSN 8800 与 OptiX OSN 6800、OptiX OSN 3800 组建 OTN 网络，与 OptiX OSN 6800、OptiX OSN 3800 组建 DWDM 环，完成业务在 WDM 线路上的传送和上下。典型组网如图 4-1 所示。

图4-1 OTN 网络典型组网



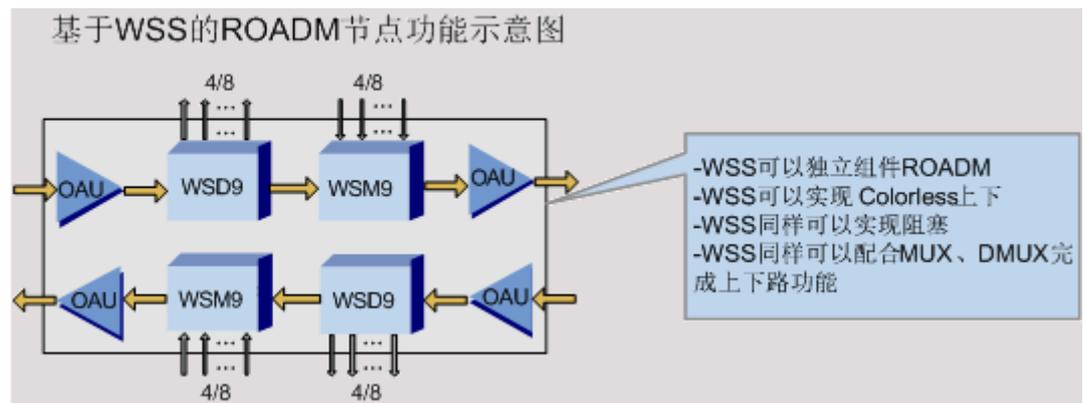
## WSS 调度解决方案

WSS (Wavelength Selective Switch) 方式的 ROADMs 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 ROADMs 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。ROADMs 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 ROADMs，如图 4-2 所示。

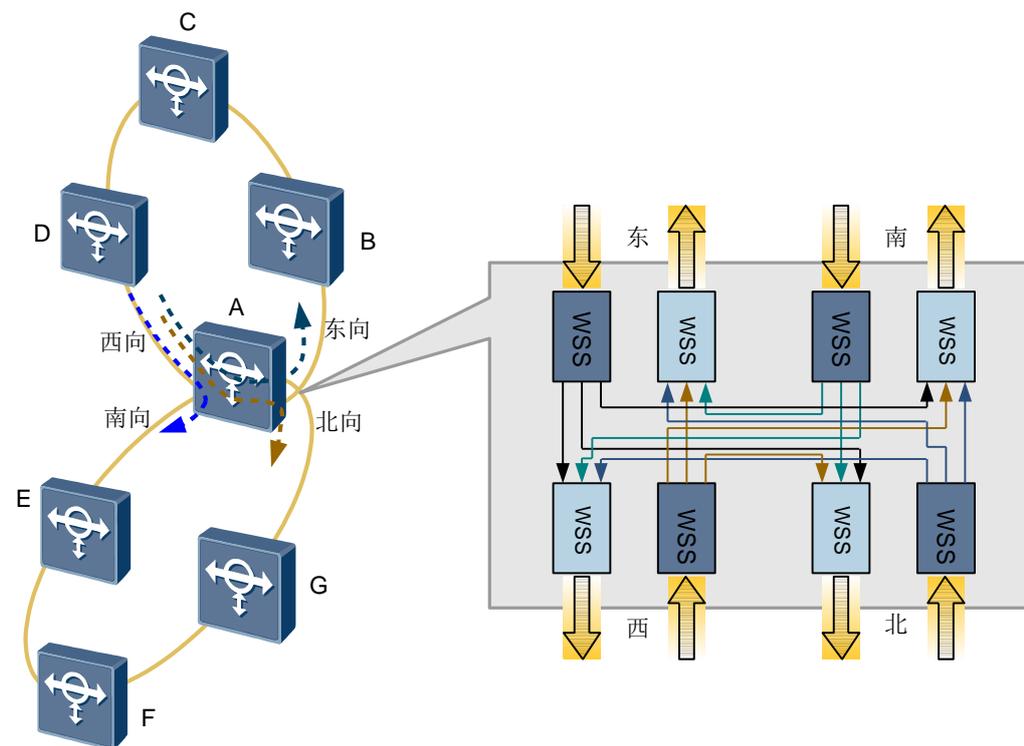
图4-2 基于 WSS 的 ROADM 节点功能示意图



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

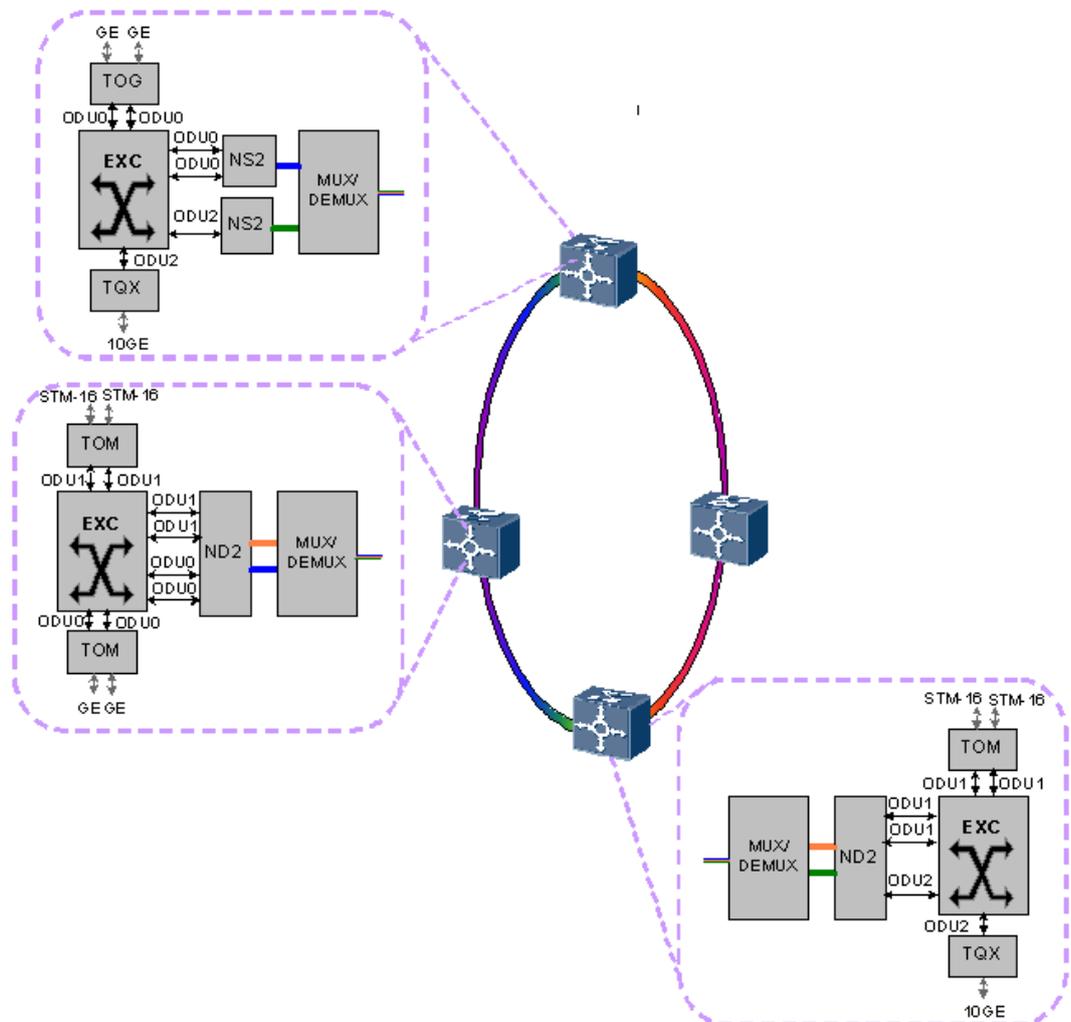


## 电层交叉调度应用

OptiX OSN 8800 采用集中交叉调度。

单业务槽位交叉容量是 40Gbit/s，支持 ODU0/ODU1/ODU2/ODU3/ODUflex 的交叉调度。GE、2.5G 和 10G 业务可共享带宽，提高带宽利用率。如图 4-4 所示，GE 业务和 2.5Gbit/s 业务共享一个波长。

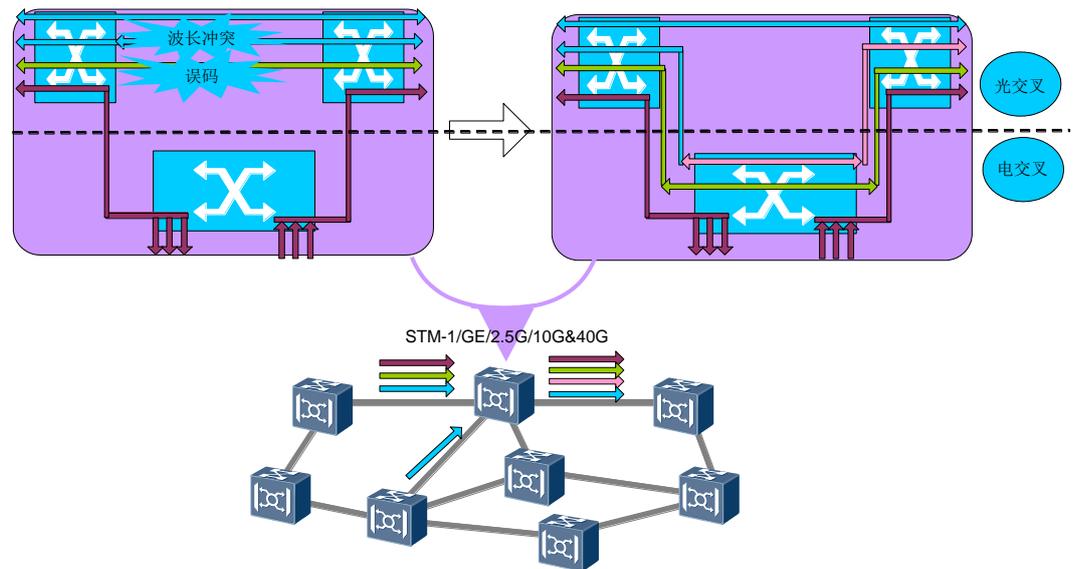
图4-4 电层调度应用



## 光电交叉融合解决方案

在业务接入端，将接入的多速率业务交叉到 40G 波长通道进行传输。在业务穿通站点，通过 ROADM 光交叉，实现业务的快速传输。在业务接收端，通过电层交叉处理将线路的 40G 业务按照发送业务落地到接收端。光层交叉时如果有波长冲突，可通过电层交叉转换波长，同时，当传输距离超出传输规格时，也可通过电中继解决。如图 4-5 所示，有两路业务的波长冲突，通过电层交叉转换波长解决。线路性能衰减有误码时，采用电中继实现业务传输。

图4-5 光电交叉示意图



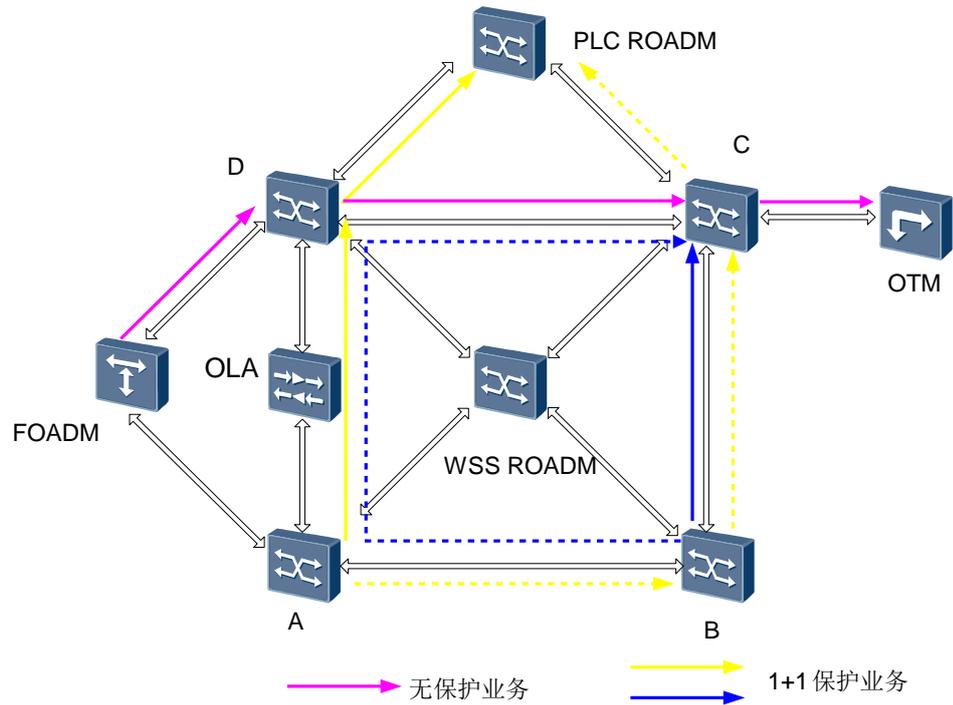
## WDM ASON 网络解决方案

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 4-6 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4-6 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。

### 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 8800 T16 系统各种单板的功耗、重量和槽位。

OptiX OSN 8800 T16 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 设备单板功耗和重量及槽位

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插槽位
TN16AUX	-	26.5	29.2	0.6	2	IU21~IU22
TN16ATE	-	0.2	0.3	0.5	1	IU24
TN11CMR2	-	0.2	0.3	0.8	1	IU1~IU18
TN11CMR4	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU18
TN11CRPC0 1	-	110.0	121.0	4.0	-	外置
TN11CRPC0 3	-	70.0	77.0	4.2	-	外置
TN11D40	-	10.0	13.0	2.2	3	IU1~IU6、 IU11~IU16
TN12D40	-	10.0	13.0	2.0	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN11DAS1	-	22	28.6	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN12DCP	-	6.8	7.5	1.0	1	IU1~IU18
TN11DCU	-	0.2	0.3	1.5	1	IU1~IU18
TN16EFI	-	2.0	2.5	0.5	1	IU19
TN54ENQ2	-	40.0	44.0	0.9	1	IU1、IU5、 IU11、IU15

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN12FIU	-	4.2	4.6	1.0	1	IU1~IU18
TN13FIU	-	0.2	0.3	1.0	1	IU1~IU18
TN11GFU	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU18
TN11HBA	-	47.0	75.0	3	3	IU2~IU7、 IU12~IU17
TN11HSC1	-	8	8.8	1.0	1	IU1~IU18
TN11ITL	-	0.2	0.3	1.2	1	IU1~IU18
TN12ITL	-	10	11.5	1.2	1	IU1~IU18
TN12LDX	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	44.5	51.2	1.6	1	IU1~IU18
	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~IU17
	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~IU18

单板	模块类型	最大功耗 (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	65.0	68.0			
	10Gbit/s 多 速率-10km	64.0	67.0			
	10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km					
TN11LOA	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	31.8	36	1.19	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	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			
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~IU18
	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			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	43.04	48.0			

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km	37.0	41.44			
TN12LOM <sup>a</sup>	800ps/nm-C 波段(奇偶 波)-定波长- NRZ-PIN- XFP	61.8	69.2	1.1	1	IU1~IU18
	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			
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	66.7	75.0			
TN11LSQ	800ps/nm-C 波段-可调波 长-ODB-PIN	75	82	2.5	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
	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~IU18
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-nDQPSK- PIN	71	78			
TN13LSX	800ps/nm-C 波段(奇偶 波)-定波长- NRZ-PIN- XFP	27.0	30.4	1.1	2	IU1~IU18

单板	模块类型	最大功耗 (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	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			
TN12LWXS	-	33.9	37.3	1.1	1	IU1~IU18
TN11M40	-	10.0	13.0	2.2	3	IU1~IU6、 IU11~IU16
TN12M40	-	10.0	13.0	2.0	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN11M40V	-	20.0	25.0	2.3	3	IU1~IU6、 IU11~IU16
TN12M40V	-	16.0	26.0	2.3	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN11MCA4	-	8.0	8.5	1.9	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN11MCA8	-	12.0	13.0	1.9	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN11MR2	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU18
TN11MR4	-	0.2	0.3	0.9	1	IU1~IU18
TN11MR8V	-	7.7	8.6	1.0	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN52ND2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN	60.3	66.4	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	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			

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN53ND2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	25	28	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	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			
TN57ND2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	25	28	1.2	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	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			
TN54NPO2	-	134.0	147.0	1.9	2	IU3、IU7、 IU13、IU17
TN55NPO2	-	143.0	157.3	1.7	2	IU3、IU7、 IU13、IU17
TN55NPO2E	-	143.0	157.3	1.7	2	IU3、IU7、 IU13、IU17
TN53NQ2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	45	50	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
	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			
TN57NQ2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	45	50	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	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			
TN54NQ2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	53	58.3	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN- XFP	57	62.3			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	53	58.3			
TN53NS2	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	20	24	1.0	1	IU1~IU8、 IU11~IU18

单板	模块类型	最大功耗 (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	21	25			
	10Gbit/s 多 速率-10km 10Gbit/s 多 速率-40km	20	24			
TN54NS3	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DQPSK- PIN	71.0	78.0	1.8	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
	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			
TN12OAU10 0	-	11.0	14.0	1.8	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
TN12OAU10 1	-	12.0	15.0	1.8	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
TN12OAU10 2	-	10.0	13.0	1.8	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
TN12OAU10 3	-	12.0	15.0	1.8	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
TN12OAU10 5	-	15.0	21.0	1.8	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
TN13OAU10 1	-	12.0	15.0	1.6	1	IU1~IU18
TN13OAU10 3	-	12.0	15.0	1.6	1	IU1~IU18
TN13OAU10 5	-	15.0	21.0	1.6	1	IU1~IU18
TN13OAU10 6	-	12.0	15.0	1.6	1	IU1~IU18

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN12OBU10 1	-	10.0	11.0	1.1	1	IU1~IU18
TN12OBU1P 1	-	10.0	11.0	1.1	1	IU1~IU18
TN12OBU10 3	-	10.0	12.0	1.1	1	IU1~IU18
TN12OBU10 4	-	10.0	12.0	1.1	1	IU1~IU18
TN12OBU20 5	-	14.0	19.0	1.6	2	IU2~IU8、 IU12~IU18
TN12OLP	-	4.0	4.5	1.0	1	IU1~IU18
TN11OPM8	-	12.0	15.0	1.2	1	IU1~IU18
TN16PIU	-	3	3.6	0.65	1	IU20、IU23
TN11RDU9	-	6	6.6	1.1	1	IU1~IU18
TN11RMU90 2	-	8.2	9	1.1	1	IU1~IU18
TN12SC1	-	11.1	14.9	1.0	1	IU1~IU18
TN12SC2	-	12.5	14.9	1.0	1	IU1~IU18
TN16SCC	-	32	35	1.3	1	IU9、IU10
TN11SCS	-	0.2	0.3	0.8	1	IU1~IU18
TN11SFIU01	-	0.2	0.3	1	1	IU1~IU18
TN11TDC	-	13	15	1.1	1	IU1~IU18
TN12TMX	800ps/nm-C 波段-可调波 长-NRZ-PIN	39.0	43.7	1.2	1	IU1~IU18
	800ps/nm-C 波段-可调波 长-DRZ-PIN	41.0	45.5			
	800ps/nm-C 波段（奇偶 波）-定波长- NRZ-PIN- XFP	31.4	36.1			

单板	模块类型	最大功耗 (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	32.4	37.1			
	10Gbit/s 多 速率-10km	31.4	36.1			
	10Gbit/s 多 速率-40km 10Gbit/s 多 速率-80km					
TN52TDX	-	57.3	63.0	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN53TDX	-	25	35.0	1.5	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN57TDX	-	25	35.0	1.5	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN54TOA	-	23.0	25.0	0.7	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN57TOA	-	23.0	25.0	0.7	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN52TOG	-	41.8	46.0	0.85	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN54TOG	-	23.0	25.0	0.85	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN52TOM	-	81.0	89.1	1.5	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN54THA	-	35.0	40.0	1.5	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN52TQX	-	91.5	100.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN53TQX	-	45.0	50.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN55TQX	-	45.0	50.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN57TQX	-	45.0	50.0	1.6	1	IU1~IU8、 IU11~IU18

单板	模块类型	最大功耗 (25°C) (W)	最大功耗 (55°C) (W)	重量 (kg)	所占槽位数	可插放槽位
TN53TSXL	-	75.0	83.0	1.4	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
TN12VA1	-	6.5	7.2	1.0	1	IU1~IU18
TN12VA4	-	8.5	9.4	1.0	1	IU1~IU18
TN11WMU	-	12.0	15.0	1.0	1	IU1~IU18
TN13WSD9	-	25.4	28.5	2.9	3	IU1~IU6、 IU11~IU16
TN13WSM9	-	25.4	28.5	2.9	3	IU1~IU6、 IU11~IU16
TN12WSMD 4	-	12.0	15.0	2.6	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN11WSMD 9	-	25	30	3.1	2	IU1~IU7、 IU11~IU17
TN16XCH	-	73.0-1.4*(16- n)	88.8-1.4*(16- n)	1.8	1	IU9、IU10
TN11ST2	-	17.5	19.5	0.95	1	IU1~IU8、 IU11~IU18
a: 当 TN12LOM 单板使用 FC 拉远功能时, 功耗在此基础上增加 2W。						