

DWDM系统基本原理及日常维护培训

以中兴DWDM设备为例

波分复用的基本概念

- 光波分复用的定义：是在一根光纤中同时传输多波长光信号的技术。
- 基本原理：在发送端将不同波长的光信号复用，并耦合到同一根光纤中进行传输，在接收端又将组合波长解复用，并进一步处理，恢复出原信号后，送入不同的终端。

基本光纤类型

- ITU G652 普通单模光纤(SMF)

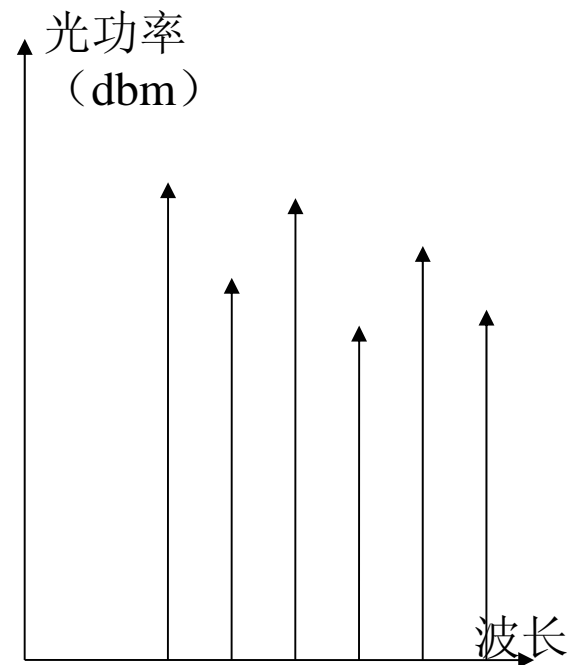
应用窗口： 1310nm, 衰耗值： 0.34dB/公里
1510nm, 衰耗值： 0.2dB/公里

ITU G653 色散位移光纤(DSF)

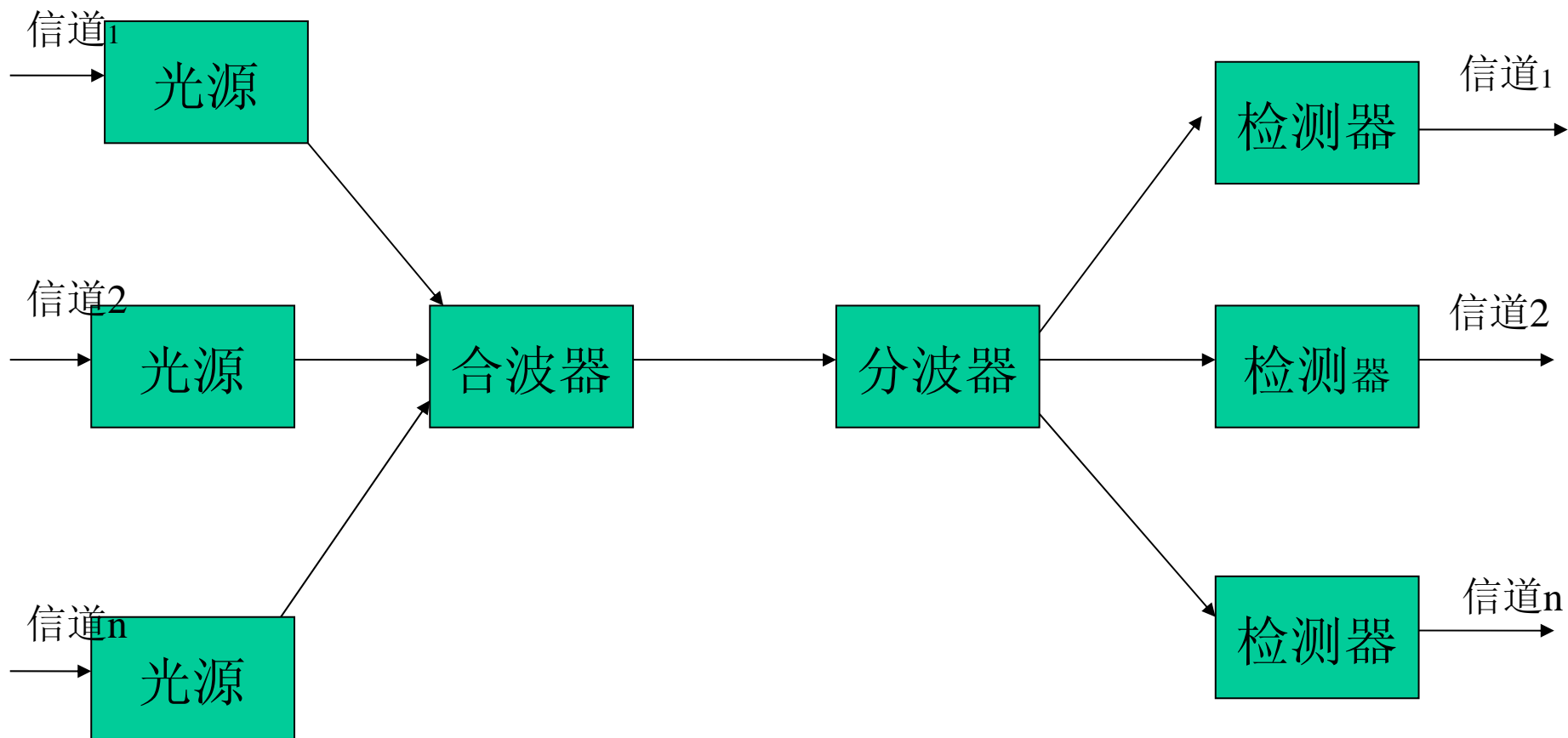
- ITU G655 非零色散位移光纤

DWDM典型技术

是在波长1550nm窗口附近，EDFA能提供增益的波长范围内，选用密集的但相互又有一定波长间隔的多路光载波，各自受不同信号的调制，复合在一根光纤上传输，提高每根光纤的传输容量。



1530-1560nm



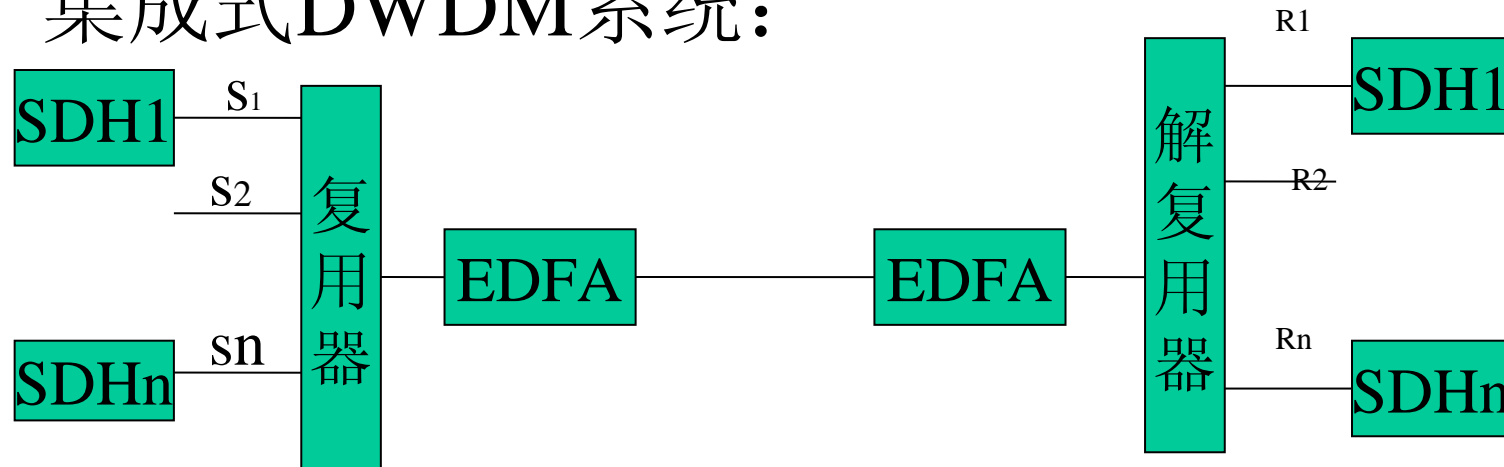
波分复用系统的基本组成

DWDM系统的基本形式

- 双纤单向传输：
 - ☆目前普遍采用，例如：陕南环波分；京太西波分（32CH）等等。
- 单纤双向传输：
 - ☆光通路在一根光纤上同时向两个不同方向传输，所用波长相互分开，以实现彼此双方全双工的通讯联络。

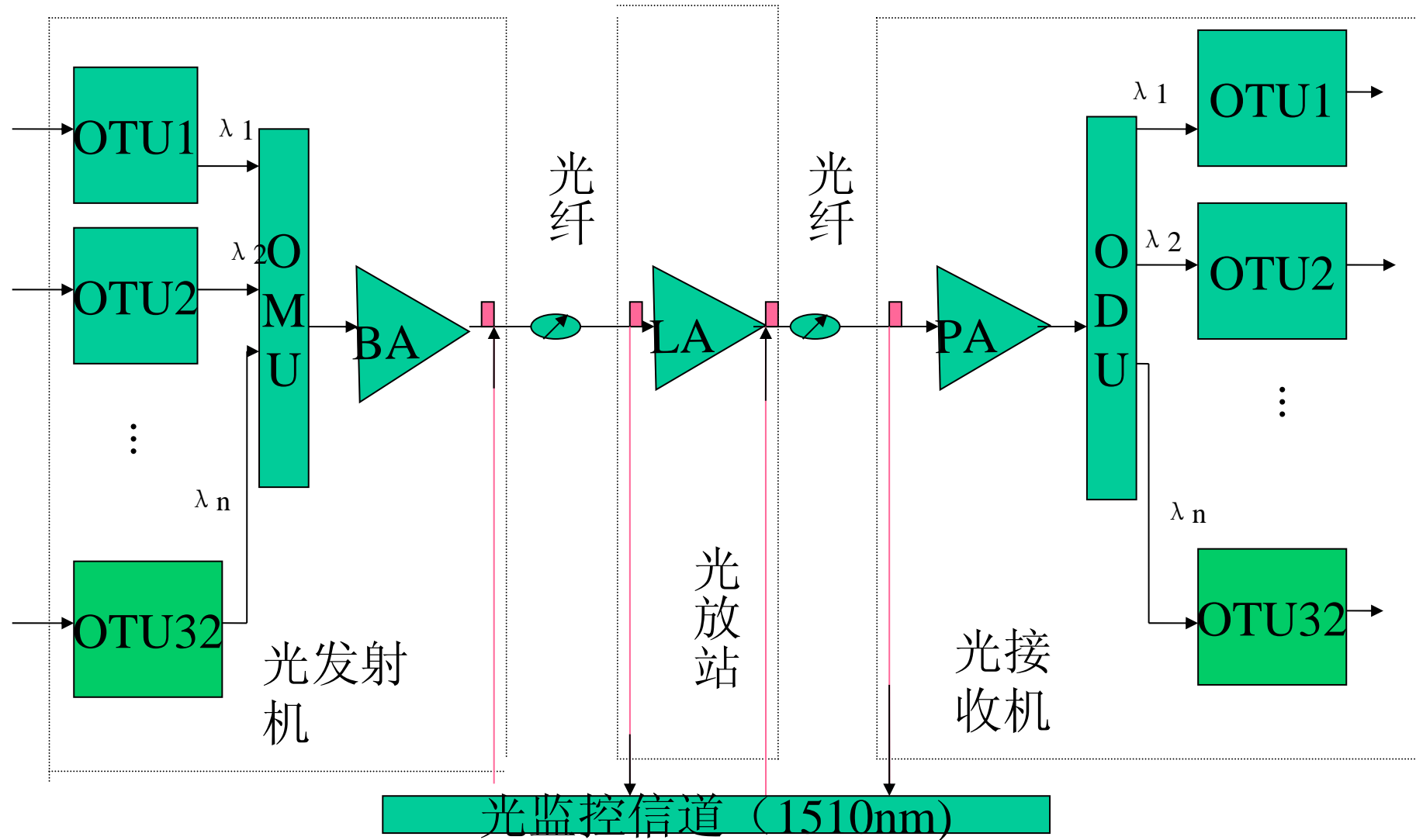
DWDM系统分类

- 集成式DWDM系统：



说明：该系统要求sdh终端必须满足G.692的光接口，包括标准的光波长和满足长距离传输的光源。而这两项指标是当前SDH系统不要求的。

开放式DWDM系统结构图 (单向)



DWDM系统工作波长

◆ 中心频率间隔:

*200GHZ(8波)

*100GHZ(16/32/40波)

◆ 中心频率偏差:

< ±20GHZ

◆ 波长稳定度:

(环境温度-10—60℃)

<±3GHZ

1G=0.016nm

序号	中心频率 (Tz)	波长(nm)	备注
1	192. 1	1560. 61	*
2	192. 2	1559. 79	
3	192. 3	1558. 98	*
4	192. 4	1558. 17	
5	192. 5	1557. 36	*
6	192. 6	1556. 55	
7	192. 7	1555. 75	*
8	192. 8	1554. 94	
9	192. 9	1554. 13	*
10	193. 0	1553. 33	
11	193. 1	1552. 52	*
12	193. 2	1551. 72	
13	193. 3	1550. 92	*
14	193. 4	1550. 12	
15	193. 5	1549. 32	*
16	193. 6	1548. 51	

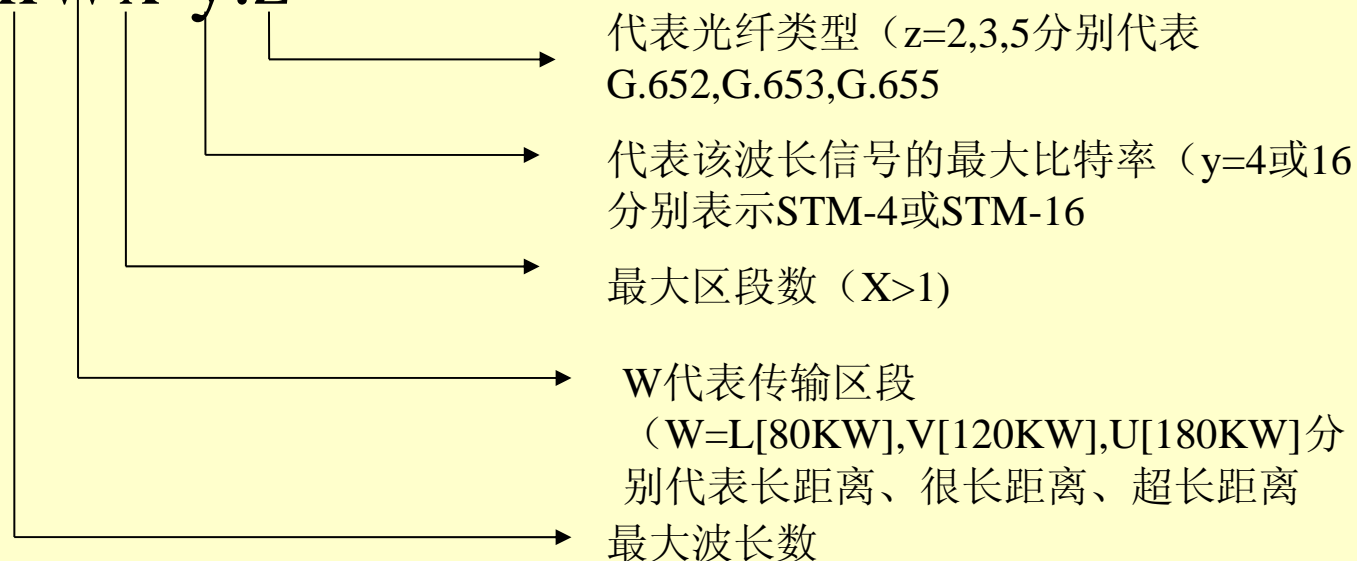
DWDM通道波长分配

- 32CH系统波长
 - ◆ CH1(OTU1):192.1THZ(1560.61nm)
 - ◆ CH2(OTU2):192.2THZ(1559.79nm)
 - ◆
 - ◆ CH2(OTU32):195.2THZ(1535.82nm)
 - ◆ 8波系统，通路波长间隔为200GHZ(约1.6nm)
 - ◆ 32波系统，通路波长间隔为100GHZ(约0.8nm)

有线光放的DWDM应用代码

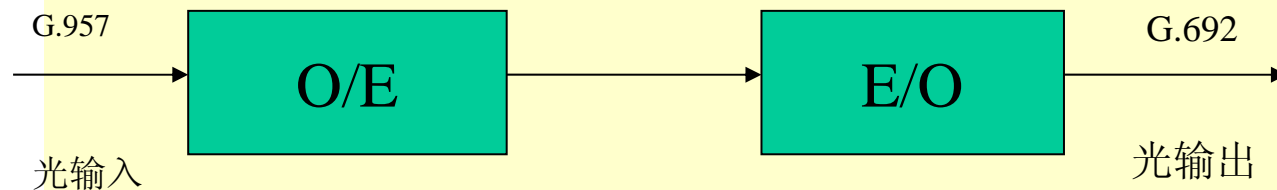
- 有线放的DWDM应用代码方式为：

$nWx-y.z$



无再生中继光波长转换器(OTU)

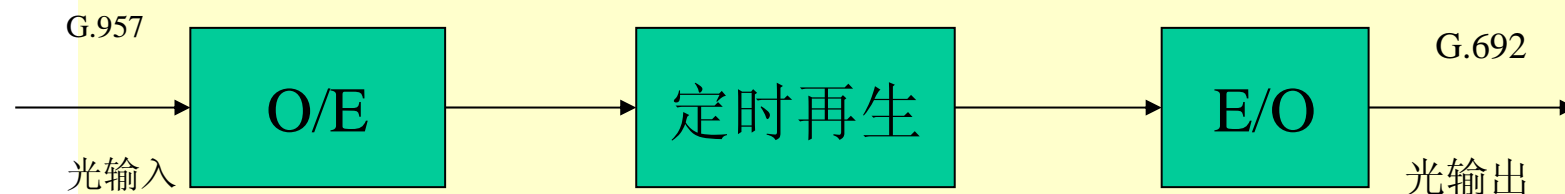
- 基本工作原理:



- OTU光接口参数:接收光灵敏度 为-14dB
过载功率为0dB

有再生中继光波长转换器(OTU)

- 基本工作原理:

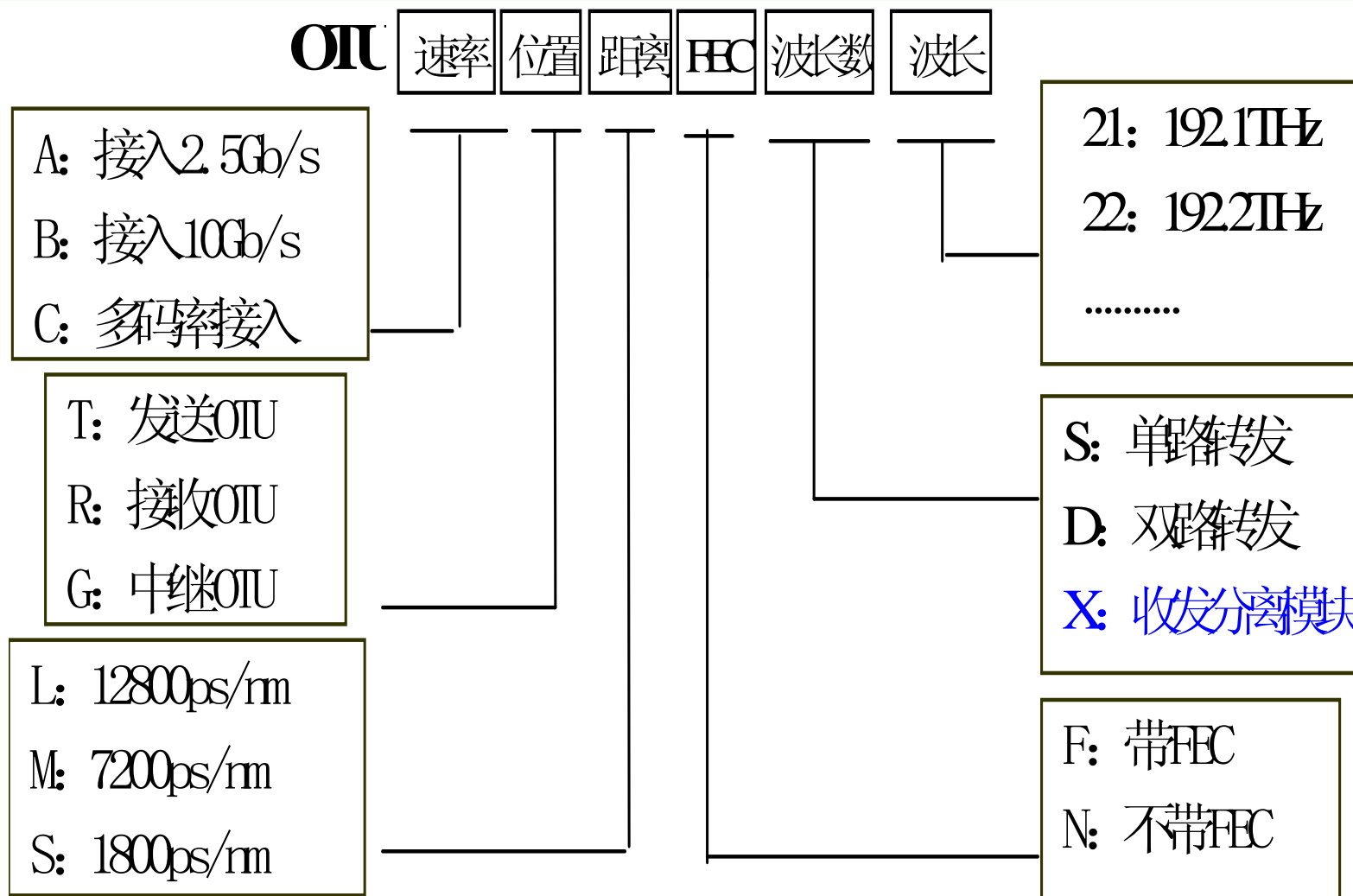


- OTU光接口参数:接收光灵敏度 为-21dB
过载功率为-3dB

OTU板命名规则

OTU由于所用的光收发模块的不同以及实际配置的路数等情况，形成的功能板的种类很多，因此对OTU板命名采用统一的格式如下：

OTU+速率+位置+距离+是否带FEC+转换波长数（模块类型）+波长



光放大器 (OA)-----EDFA

- **EDFA组成:** 由掺铒光纤 (EDF)、泵浦光源、耦合器、隔离器等部件组成。
- **EDFA工作原理:** 较弱的信号光与较强的泵浦光一起输入EDF时, 泵浦光激活EDF中的铒粒子, 在信号光子的感应下, 铒粒子受激辐射, 跃迁到基态, 将一模一样的光注入进光信号中, 完成放大作用。
- **EDFA分类:**
 - 1、OBA 要求饱和输出功率高, 噪声系数低;
 - 2、OPA要求噪声系数小, 饱和输出功率不必太高;
 - 3、OLA要求噪声系数不能太高, 饱和输出功率高。
- 。 **EDFA特点:** 业务透明传输、无串扰、宽带宽 (35nm)、高增益 (33dB)、低噪声。
- 。 **EDFA主要技术参数:** 增益 (16、22、27、32dB)、带宽、噪声系数、饱和输出功率 (17dBm、20dBm)、平坦度<2dB。

合波器 (OMU)和分波器(ODU)

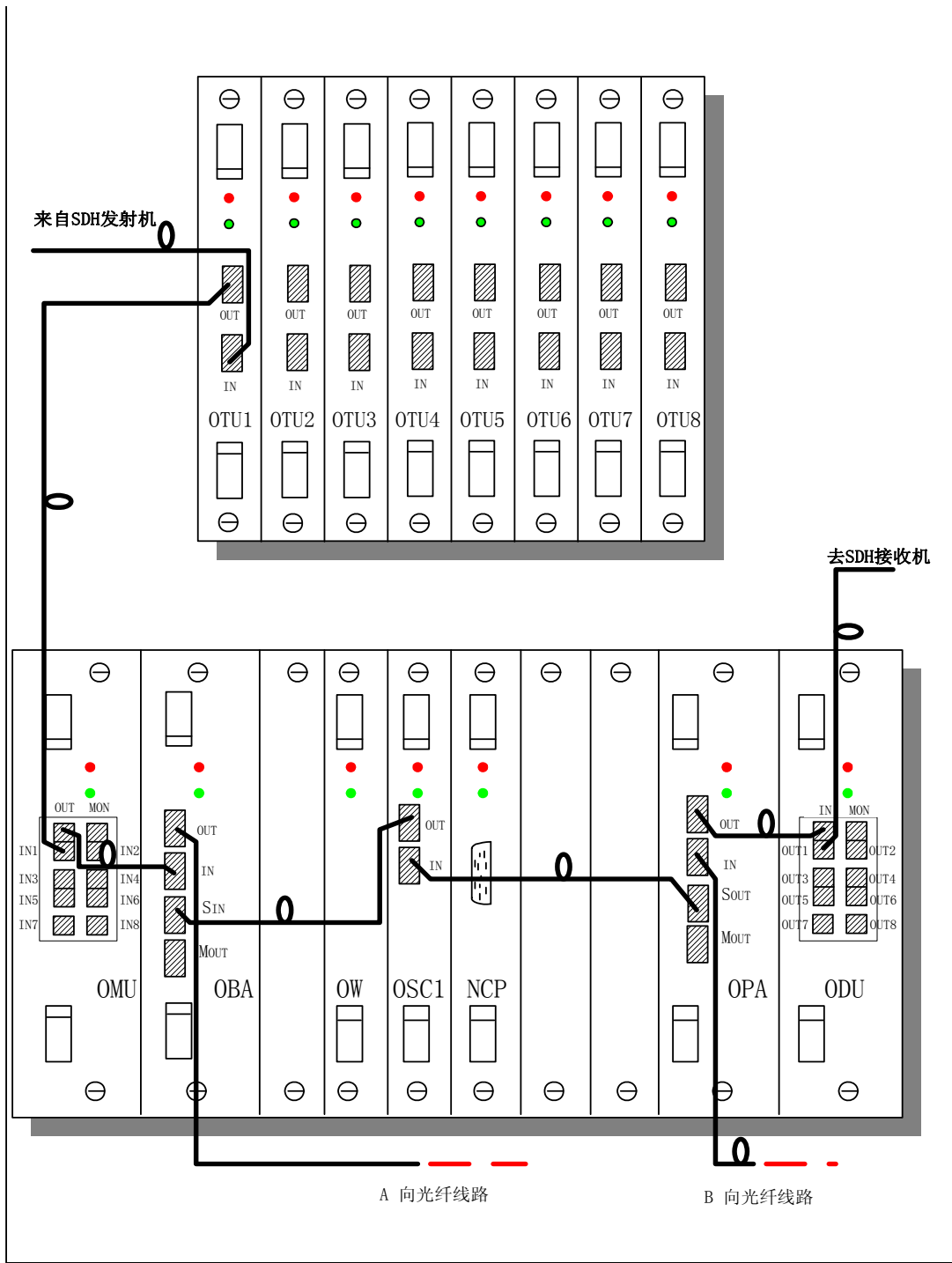
• 合波器

- ★ 常用的合波器类型：耦合器型、介质薄膜滤波器性、集成光波导型。
- ★ 主要参数：主要有插入损耗、光反射系数、工作波长范围、极化相关损耗、各通路插损的最大差异。

分波器

- ★ 常用类型：光栅型、介质薄膜滤波器性、熔锥型和集成光导型分波器。
- ★ 主要参数：通道间隔、插入损耗、光反射系数、相邻通道隔离度、分相邻通道隔离度、极化相关损耗、温度系数、-0.5dB和-20dB带宽

DWDM系统终端设备内部光纤连接图



终端光路连接说明：

终端光路连接如图2.5所示：

机架外部SDH信号或其它业务信号输入光纤连接各OTU板 IN_N ，光纤一一对应相接；

OTU板 OUT_N 连接OMU板 IN_N ，光纤一一对应相接；

OMU板 OUT 连接OBA板 IN ；

OSC1板 OUT 连接 OBA板 SIN ；

OBA板 OUT 连接机架外光线路输出；

机架外光线路输入连接OPA板 IN ；

OPA板 OUT 连接ODU板 IN ；

OPA板 $SOUT$ 连接OSC1板 IN ；

ODU板 OUT_N 输出至机架外部SDH设备，光纤一一对应相接；其中

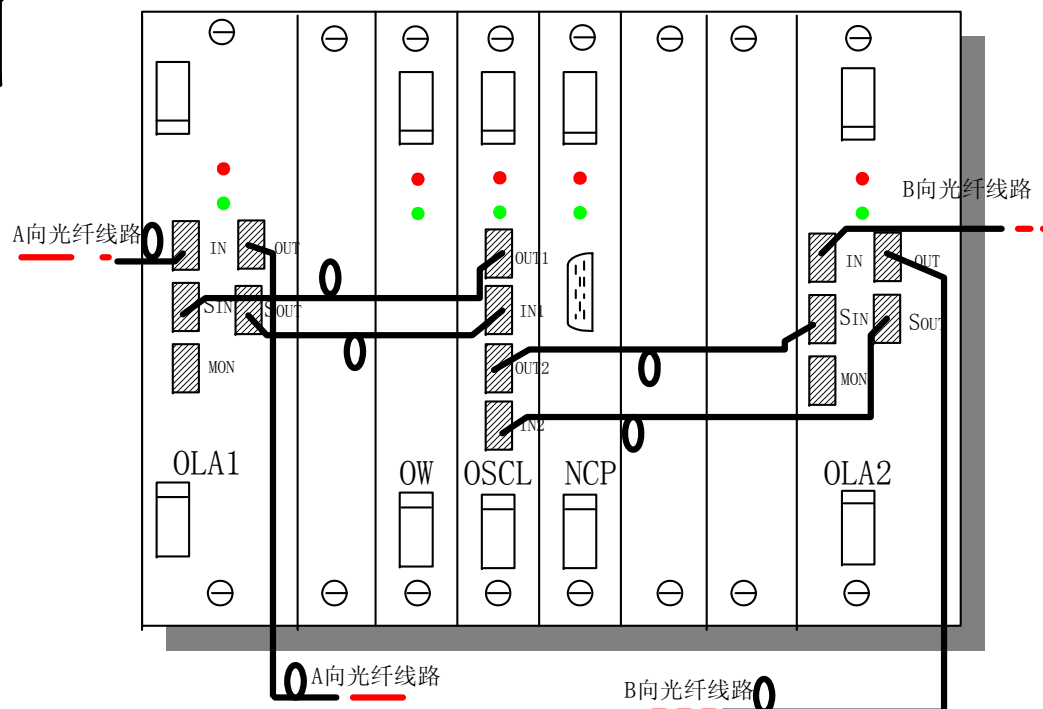
：

OMU板 MON 用于监测光信号；

ODU板 MON 用于监测光信号；

N 代表通道数。

DWDM系统线放设备光纤内部连纤图



机架外A向光线路输入连接OLA1板IN；OLA1板SOUT连接OSCL板IN1；OSCL板OUT1连接OLA1板SIN；OLA1板OUT连接机架外A向光线路输出；

机架外B向光线路输入连接OLA2板IN；OLA2板SOUT连接OSCL板IN2；OSCL板OUT2连接OLA2板SIN；

DWDM内部光纤连接注意事项

- a. 上图仅示意光缆连接方法，实际操作中应置光纤跳线于走线区，且保证光纤跳线弯曲直径大于**10cm**；连接跳线接头应先用镜头纸蘸取工业无水酒精擦拭，下同。
- b. 光纤长度的选择：
 - 1. 连接OTU输入端与外部SDH发射机及连接ODU输出与外部SDH接收机的光缆长度要示具体情况而定，一般可选取10米的SC/SC或SC/FC光纤跳线；
 - 2. 连接OTU输出端与OMU输入端可选取1.5米的SC/SC光纤跳线；
 - 3. 连接OA子架内各单板可选用1米或0.8米的SC/SC光纤跳线。
- c. 插拔光纤时应用手捏住跳线头部，轻轻插入插座，听到“咔”的一声轻响，表示跳线插到位。严禁用手拉、拽光纤软线。
- d. 子架间光纤连线，通过光纤走线区进入机架侧面导流槽来连接；出入机架外的光纤从机架导线孔出入
- e. 为保证各网元光接口指标满足要求，必要时根据工程需要加合适的光衰减器。

DWDM系统光功率预算

- OTUT入光、出光； OUTFR输入输出
- OTUG入光、出光
- OMU输入输出
- OBA输入输出

DWDM系统光功率预算—OTU单板

- OTU输入功率

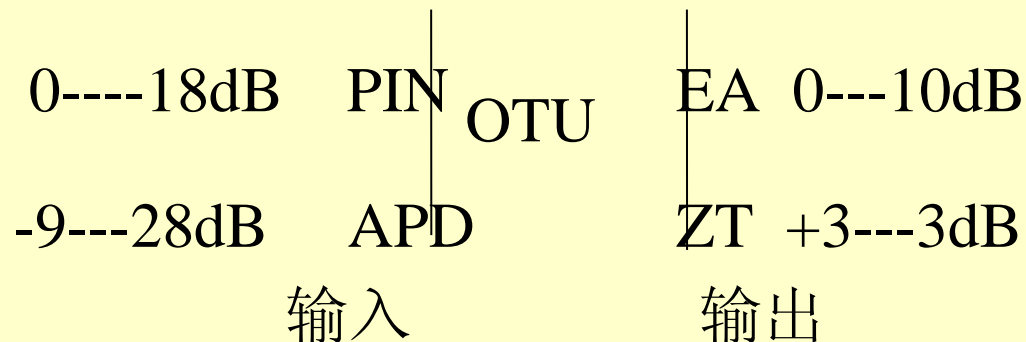
PIN接收: $-3 \text{---} (-10\text{dB})$ 为佳

APD接收: $-10 \text{---} (-20\text{dB})$ 为佳

- OTU输出功率

OTUT和OTUG的输出光功率 (EA-LD)- $3+2\text{dB}$

OTUR的输出光功率- $2 \text{---} (-3\text{dB})$



DWDM系统光功率预算—OMU单板

- OMU32(耦合器型)

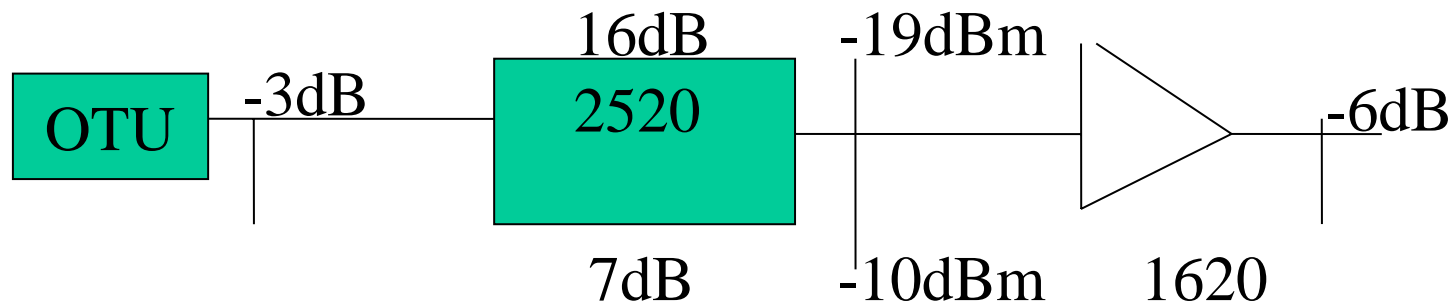
OMU插损: 16dB,采用OBA类型为2520, 即25dB增益

OMU总输入功率=OTU单波输入功率-OMU插入损
+10LOG(波长数)

OBA总输入功率= OMU总输入功率+ OBA增益

OMU32(波长敏感性器型)

OMU插损: 7dB,采用OBA类型为1620, 即16dB增益



DWDM维护操作注意事项1

- **激光安全性问题：** DWDM8/16波开满的情况下，合路光功率达17dBm;32波DWDM系统合路光功率高达20dBm,目前有些DWDM系统设备无安全保护措施，在维护中如有光纤中断时，应避免将光纤断面对着人体，以免造成伤害；在部分断线路测试时，也一定要注意。另外，光检测口输出的光功率在人体安全范围内，但最好也不要将连接器的输出端对着眼睛，以免造成伤害。

DWDM维护操作注意事项2

光活动连接器清洁：在DWDM系统中OTU、OMU、ODU的输入输出都有多对光活动连接器用于系统连接，在维护中应尽量减少活动连接器的插拔，插拔之后一定要保证活动连接器的清洁（最好用专用光纤头清洁剂）。

注意仪表的输入光功率允许范围：前面提到DWDM系统合路光功率非常大，在测试时一定要注意所用仪表的最大允许输入光功率，并与要测试的光功率进行比较，如果可能会超出仪表范围，在测试口与仪表之间应加入光衰减，以免对仪表造成损害。

謝謝大家

2004年7月23日