

ICS XXXXXXXX
X XX
XXXX-XXXX

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD××××—××××

粗波分复用（CWDM）系统技术要求

Technical Requirements for Coarse Wavelength Division Multiplex System
(CWDM)

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前 言	
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语	1
4 光波长区的分配	2
4.1 通路间隔	2
4.2 标称中心波长	2
4.3 通路分配表	2
5 光接口分类	3
5.1 参考点	3
5.2 应用代码	3
5.3 目标传输距离	4
6 参数定义	4
6.1 一般参数	4
6.1.1 最大通路数	4
6.1.2 中心波长	5
6.1.3 通路间隔	5
6.1.4 光支路信号分为 2 类:	5
6.1.5 最大比特误码率	5
6.2 MPI-S _M 到 MPI-R _M 点的参数	5
6.2.1 最大衰减	5
6.2.2 最大色度色散	5
6.2.3 MPI-SM 点的最小光回波损耗	5
6.2.4 MPI-SM 和 MPI-RM 点的最大离散反射	5
6.3 S _S 点的参数	5
6.3.1 最大和最小发送光功率	5
6.3.2 最大中心波长偏移	5
6.3.3 最大 - 20DB 谱宽	5
6.3.4 最小边模抑制比	5
6.3.5 眼图	5
6.3.6 最小消光比	6
6.4 R _{S-M} 点的参数	6
6.4.1 最大光反射	6
6.5 S _{M-S} 点的参数	6
6.5.1 相邻通路串音及非相邻通路串音	6
6.5.2 光通道代价	6
6.6 RS 点的参数	6
6.6.1 接收机灵敏度	6
6.6.2 接收机过载	6

7 参数值	6
7.1 2.5G 光接口参数规范	6
7.2 1.25G 光接口参数规范	9
7.3 R 点到 SS 点及 R _s 点到 S 点的抖动 (仅针对具有 3R 功能设备)	11
7.4 用户接口 (R 点和 S 点) 光指标	12
8 监控通路	12
9 网络管理	12
9.1 故障管理	12
9.2 性能管理	13
9.3 配置管理	13
9.4 安全管理	14
10 系统保护 (可选)	14
10.1 光通路保护 (OCP)	14
10.2 光复用段保护 (OMSP)	15
11 子速率复用器 (可选)	15
12 光安全考虑	15
附录 A (资料性附录) 双向 CWDM 传输的应用	16
附录 B (资料性附录) 粗波分复用系统中的 OADM	17
B.1 OADM 的网络应用方式	17
B.2 OADM 参考点的定义	18
B.3 OADM 的功能	19
B.4 OADM 的网管功能要求	19
附录 C (资料性附录) CWDM 使用波段的光缆衰减	20
图 1 粗波分复用系统参考点定义	3
图 2 抖动传递特性	11
图 3 输入口的输入抖动容限	12
图 4 光通路波长保护原理示意图	15
图 5 光复用段保护 (OMSP)	15
图 A1 单向 CWDM 示意	16
图 A2 双向 CWDM 示意	16
图 B1 双纤双向线性 OADM 的应用方式示意图	17
图 B2 单纤双向线性 OADM 的应用方式示意图	17
图 B3 环网 OADM 在双纤双向 CWDM 环网中的应用方式示意图	18
图 B4 OADM 参考点定义	19
图 C1 G.652.A&B 光缆参考衰减系数	21
图 C2 G.652.C&D 光缆参考衰减系数	21
表 1 CWDM 系统通路波长分配表	2
表 2 8 波多通路系统接口目标传输距离	4
表 3 4 波多通路系统接口目标传输距离	4
表 4 CWDM 8 波单向系统 2.5G 光接口参数规范	6
表 5 CWDM 4 波单向系统 2.5G 光接口参数规范	7
表 6 CWDM 系统最大允许色散	9

表 7	CWDM 8 波单向系统 1.25G 光接口参数规范	9
表 8	CWDM4 波单向系统 1.25G 光接口参数规范	10
表 9	抖动产生指标	11
表 10	抖动转移特性参数值	11
表 11	输入抖动容限数值	12
表 12	告警参数列表	13
表 13	基本性能参数列表	13
表 C1	光纤技术指标	20

前 言

本标准非等效采用了国际电信联盟 - 电信标准部门 ITU-T 建议 G.694.2、G.695，同时结合了我国的具体情况制定。

本标准规范了粗波分复用系统的光波长区的分配、光接口分类、参数定义及参数值、监控通路、网络管理和系统保护等。

附录 A、B、C 为资料性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：上海贝尔阿尔卡特股份有限公司、信息产业部电信传输研究所、中兴通讯股份有限公司、武汉邮电科学研究院、华为技术有限公司。

本标准起草人：汪先明、蒋鹰、黄峰、李芳、陈宝忠、谢光、靳玉志

粗波分复用（CWDM）系统技术要求

1 范围

本标准规范了波长间隔为 20nm 的等通道间隔、通道数目为 8 波和 4 波的粗波分复用系统的技术要求，如光波长区的分配、光接口分类、参数定义及参数值、监控通路、网络管理和系统保护等。

本标准适用于承载信号为千兆以太网信号和 STM-1/4/16 SDH 信号，在 G.652 单模光纤（包括 A,B,C,D 四种）上传输的粗波分复用系统。承载其它数据格式或速率、波长数目为 12 和 16 波的粗波分复用系统，以及在非零色散位移光纤 G.655 和色散位移光纤 G.653 上传输的粗波分复用系统可以参照执行。本标准规范的目标是提供不同系统间的横向兼容性，目前则只能达到部分横向兼容目的。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

YD/T1060 - 2000	光波分复用系统技术要求	32×2.5Gbit/s 部分
YD/Txxxx-200x	粗波分复用（CWDM）器件系统的技术要求及实验方法	
YD/Txxxx-200x	4×2.5G 子速率复用器技术要求	
YDN 120 - 1999	光波分复用系统总体技术要求	
IEEE 802.2/3	局域网协议标准	
ITU-T G.652	单模光纤光缆的特性	
ITU-T G.653	色散位移单模光纤光缆的特性	
ITU-T G.655	非零色散位移单模光纤光缆的特性	
ITU-T G.664	光传送系统的光安全进程和要求	
ITU-T G.671	无源光器件要求	
ITU-T G.691	带光放大器的单通路系统光接口	
ITU-T G.692	带光放大器的多通路系统光接口	
ITU-T G.694.2	粗波分复用波长划分	
ITU-T G.695	粗波分复用应用的光接口	
ITU-T G.707	同步数字体系的网络节点接口	
ITU-T G.957	SDH 系统和设备的光接口	
ITU-T G.959.1	光传送网物理层接口	

3 缩略语

2R	Re-amplification, reshaping	再放大,再整形
3R	Re-amplification, reshaping, retiming	再放大,再整形,再定时
APD	Avalanche photodiode	雪崩光电二极管
BER	Bit Error Rate	比特误码率
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing	粗波分复用
CMI	Code Mark Inversion	传号翻转码
DGD	Differential group delay	群时延
MLM	Multi-longitudinal mode	多纵模
NE	Network Element	网元
NRZ	Non-Return to Zero	不归零码

OA	Optical Amplifier	光放大器
OADM	Optical Add Drop Muliyplexer	光分插复用器
OCh	Optical channel	光通路
OD	Optical Demultiplexer	光解复用器
OM	Optical Multiplexer	光复用器
OMS	Optical Multiplex Section	光复用段
OMSP	Optical Multiplex Section Protection	光复用段保护
OSC	Optical Supervision Channel	光监控通路
OTM	Optical Terminal Muliyplexer	光终端复用器
OTU	Optical Transponder Unit	光转发单元
PIN	P type-intrinsic-n type	PIN光电二极管
RMS	Root mean square	均方根
SDH	Synchronous digital hierarchy	同步数字系列
SLM	Single-longitudinal mode	单纵模

4 光波长区的分配

ITU-T 已经对规定了粗波分复用系统使用的光波长范围, 该范围覆盖了单模光纤从 1260nm 以上的 O、E、S、C、L、U 六个波段。

4.1 通路间隔

通路间隔指相邻通路间的标称波长差, 系统可以采用均匀间隔也可以采用非均匀间隔。本标准只规范 20nm 均匀通路间隔的粗波分复用系统。

4.2 标称中心波长

CWDM 系统的光通路用所采用光在真空中的波长 λ 来表示, 其光频率 f 和 λ 之间的换算关系可以用以下表达式来表示:

$$\lambda = C/f$$

式中 C 是光在真空中的速度, 取值为 2.99792458×10^8 m/s。

4.3 通路分配表

粗波分复用系统所采用的通路波长分配满足表 1 中的要求:

表1 CWDM 系统通路波长分配表

序号	系统标称中心波长 (nm)	波段
1	1271.0	O
2	1291.0	
3	1311.0	
4	1331.0	
5	1351.0	
6	1371.0	E
7	1391.0	
8	1411.0	
9	1431.0	
10	1451.0	S
11	1471.0*	
12	1491.0*	
13	1511.0**	C
14	1531.0**	
15	1551.0**	L
16	1571.0**	
17	1591.0*	
18	1611.0*	

其中用星号*和双星号**标出的是8通路系统的波长分配，对于4波通路系统不对具体波长使用进行限制，但是根据光纤衰减和色散参数的优化使用，用双星号**标出的是本标准中对4通路系统进行具体参数计算用的波长分配，其他波长选择可以参照执行。

5 光接口分类

本标准规范了多通路粗波分复用（CWDM）系统点对点双纤双向传输的应用情况，CWDM系统中采用线性和环网OADM的应用参见附录A中的规范，单纤双向的应用参见附录B中的规范。

本标准规范了针对各种多通路系统应用代码的物理层参数定义及参数值。

本标准仅仅规范带光放大器，但对于具体参数不做规定。

5.1 参考点

图1显示了CWDM系统应用的配置及参考点的定义。

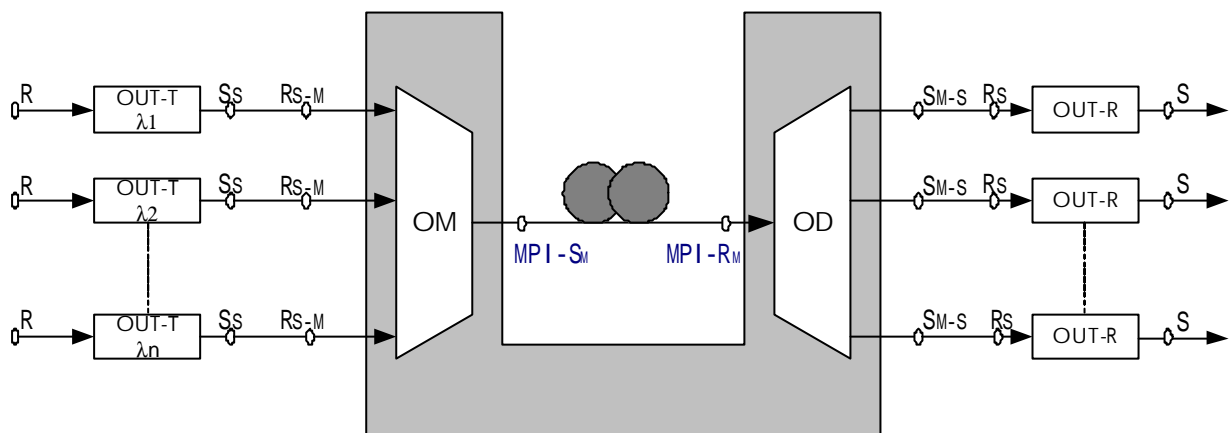


图 1 粗波分复用系统参考点定义

图1的系统参考模型是以ITU-T 建议G.695中的BLACK LINK模型为基础，参考BLACK BOX模型中的参考点，根据WDM的实际情况设置的。模型没有包含任何光放大器，其中，OUT-T代表系统发送端光转发器单元，OUT-R代表系统接收端光转发器单元（可选），OM和OD分别表示光复用器单元和光解复用器单元。图1中的各参考点定义如下：

- R参考点为客户信号接收点；
- S参考点为客户信号发送点；
- SS参考点为系统支路侧的单通路发送端输出点；
- RS-M参考点为系统支路侧的单通路到主通道输入点；
- RS参考点为系统支路侧的单通路接收端输入点；
- SM-S参考点为系统支路侧的主通道到单通路输出点；
- MPI-SM参考点为系统主通道发送点；
- MPI-RM参考点为系统主通道接收点。

5.2 应用代码

粗波分复用系统应用代码可以识别和执行网络的结构及特性参数。

应用代码描述如下：

$$nWx-ytz$$

其中，

n为应用代码所支持的最大通路数；

W为应用代码所支持的段间衰减值，可以为：

- S，短距离；
- L，长距离。

x为应用代码最多所支持的段数；

y为应用代码所支持的支路速率等级分类：

- 0 表示 NRZ 1.25G；
- 1 表示 NRZ 2.5G。

t为应用代码所支持的系统配置，如：

- A 表示使用了 1 个光功率放大器和 1 个光前置放大器；
- B 表示只使用了 1 个光功率放大器；
- C 表示只使用了 1 个光前置放大器；
- D 表示没有使用光放大器。

使用放大器的应用待研究。

z为应用代码所支持的光纤类型：

- 2 为 G.652 光纤；
- 3 为 G.653 光纤；
- 5 为 G.655 光纤。

如果采用单纤双向的系统，可以在应用代码前加一个字母表示：

BnWx-ytz

B表示双向应用。

5.3 目标传输距离

表2和表3分别是8波和4波多通路系统接口目标传输距离，表中的目标传输距离仅仅是作为分类而非规范。目标距离值是单通路目标距离的最小值，系统的功率预算和通路波长光纤衰耗系数的最坏值之比为单通路目标距离值。

表2 8波多通路系统接口目标传输距离

应用	短距离(S)	长距离(L)
光线类型	G.652	G.652
光支路信号等级 NRZ 1.25G	8S1-0D2	8L1-0D2
NRZ 1.25G 目标距离(km)	36	64
光支路信号等级 NRZ 2.5G	8S1-1D2	8L1-1D2
NRZ 2.5G 目标距离(km)	30	58

表3 4波多通路系统接口目标传输距离

应用	短距离(S)	长距离(L)
光线类型	G.652	G.652
光支路信号等级 NRZ 1.25G	4S1-0D2	4L1-0D2
NRZ 1.25G 目标距离(km)	42	70
光支路信号等级 NRZ 2.5G	4S1-1D2	4L1-1D2
NRZ 2.5G 目标距离(km)	36	64

6 参数定义

6.1 一般参数

6.1.1 最大通路数

单向系统中同时允许的最大光通路数目。

6.1.2 中心波长

标称中心波长基于表 1 规定的波长栅隔，CWDM 系统允许的中心波长见表 1。

6.1.3 通路间隔

相邻通路的标称中心波长差。

光支路信号的比特率及线路码型

6.1.4 光支路信号分为 2 类：

- 1.25G光支路信号，线路码型为NRZ码，比特率为1.25Gb/s的数据业务信号；
- 2.5G光支路信号，线路码型为NRZ码，比特率为155Mb/s~2.67Gb/s。

6.1.5 最大比特误码率

是一个光传送段的比特误码率设计目标值，该目标值不应劣于相应的应用代码的比特误码率指标。每一个光通路在极端的光通路衰耗和色散条件下对每一种应用代码都应该满足该要求。由于前向纠错编码技术的采用可能会影响该参数的数值，这种情况下的具体数值定义待研究。

6.2 MPI-S_M到 MPI-R_M 点的参数

6.2.1 最大衰耗

为各通路从 MPI-S_M 到 MPI-R_M 光衰耗值的最大值。

6.2.2 最大色度色散

与光纤色散有关的系统性能损伤可以由多种原因引起，比较严重的有：码间干涉、模分配噪声和频率啁啾声。

6.2.3 MPI-SM 点的最小光回波损耗

回波损耗是入射光功率 (P_i) 与反射光功率 (P_r) 之比，对数表示为 $10\lg(P_i/P_r)$ 。

6.2.4 MPI-SM 和 MPI-RM 点的最大离散反射

沿光通路的不连续折射率引起反射。如果不加以控制，反射将通过影响光源，或者通过多次反射导致接收机处产生干涉噪声的形式影响系统性能。反射定义为在某一点的反射光功率对该点的入射光功率的比值。反射指的是从任意单个离散反射点的反射，而回波损耗指的是入射光功率对在该点上整个光纤的回波光功率（同时包含离散反射和分布散射如瑞利散射等）的比率。

6.3 S_s 点的参数

6.3.1 最大和最小发送光功率

S_s点的平均发送光功率是耦合进光纤的伪随机数据序列的平均功率。该参数以一个功率范围(最大值和最小值)的形式给出，其目的是为了达到成本优化，并包含在标准工作条件下的所有工作状态，包括连接器劣化，测量容差和老化效应。

6.3.2 最大中心波长偏移

标称中心波长和实际中心波长之差。

中心波长偏移主要由两个因素决定。一是在激光器制造过程中为了达到批量生产的目的是而引起的一定的制造容差，二是由于环境温度的变化导致的非制冷激光器输出信号波长的漂移。

该参数也包含了由于光源啁啾，信号谱宽，以及老化效应等引起的光波长变化。

6.3.3 最大 - 20dB 谱宽

该参数针对单纵模激光器，在正常工作条件下，从峰值波长下降20dB的光谱宽度(单位：nm)。

6.3.4 最小边模抑制比

整个激光器光谱中最高的峰值与次高峰值的比值。

6.3.5 眼图

在高速光纤系统中，发送光脉冲的形状不容易控制，常常可能有上升沿、下降沿、过冲和振荡现象。这些都可能影响接收机灵敏度的劣化，因此不仅要注意眼张开度，而且对整个眼图的形状都必须加以限制。

6.3.6 最小消光比

消光比定义为，

$$EX = 10 \times \log_{10}(A/B)$$

A表示在逻辑1中心的平均光功率，B表示逻辑0中心的平均光功率。

6.4 R_{S-M} 点的参数

6.4.1 最大光反射

反射是由光通道折射率不连续引起的，其定义为反射光功率与相应的入射光功率的比值。最大反射是指在该参考点所能接受的最坏反射，反射进入发射机后干涉信号间会造成激光器的相位噪声，并在接收机处转化为强度噪声，因此必须对最大光反射进行限制。

6.5 S_{M-S} 点的参数

6.5.1 相邻通路串音及非相邻通路串音

每个输出通路对应一个特定的标称波长 λ_j ，在第j路的串音功率 $P_j(i)$ 与第j路的功率 $P_j(j)$ 的比称为第i路对第j路的串音。

如果i、j为相邻通路，该比值为相邻通路串音。如果i、j为非相邻通路，该比值为非相邻通路串音。

6.5.2 光通道代价

光通道代价为经过传输前（MPI- S_M ）和经过传输后（MPI- R_M ）的光信号相对于某一参考接收机的灵敏度劣化。包含无源器件引入的串音、光纤色散等引起的信号波形失真带来的灵敏度劣化。

6.6 R_S 点的参数

6.6.1 接收机灵敏度

灵敏度定义为在接收点处为达到 $10E-12$ 比特误码率所需要的平均接收光功率的最小可接受值。

6.6.2 接收机过载

过载定义为在接收点处为达到 $10E-12$ 比特误码率所需要的平均接收光功率的最大可接受值。

7 参数值

7.1 2.5G 光接口参数规范

表4是CWDM 8波单向系统2.5G光接口参数规范。

表4 CWDM 8波单向系统 2.5G 光接口参数规范

应用代码		8S1-1D2	8L1-1D2
参数	单位		
一般信息			
最大通路数		8	8
通路间隔	nm	20	20
线路码型及光信号速率		NRZ 2.5Gb/s	NRZ 2.5Gb/s
最大比特误码率		10^{-12}	10^{-12}
使用光纤类型		G.652	G.652
S_S点接口参数			
光源类型		SLM	SLM
最大-20dB谱宽	nm	1	1
最小边模抑制比	dB	30	30
最大平均发送光功率	dBm	5	5
最小平均发送光功率注1	dBm	0	0
最小消光比	dB	8.2	8.2

表 4 (续)

应用代码		8S1-1D2	8L1-1D2
参数	单位		
眼图框图		SDH信号满足G.957， 其它信号参见相应 标准	SDH信号满足G.957， 其它信号参见相应 标准
中心波长	nm	见表1	见表1
最大中心波长偏移注2	nm	±6.5	±6.5
R_{S-M}点接口参数			
最大光反射	dB	-27	-27
光通道 (MPI-S_M-MPI-R_M) 参数			
最大衰减	dB	10	19
色度色散	ps/nm	注3	注3
MPI-S _M 到MPI-R _M 最大离散反射	dB	-27	-27
MPI-S _M 最小回波损耗	dB	24	24
MPI-S _M 点最大平均总输出光功率	dBm	13	13
MPI-R _M 点最大平均总输入光功率	dBm	10	1
S_{M-S}点接口参数			
最小相邻通路串音	dB	20	20
最小非相邻通路串音	dB	25	25
光通道代价 (BER=10E-12)	dB	1.5	2.5
R_S点接口参数			
接收机类型		PIN	APD
最差灵敏度 (BER=10E-12)	dBm	-18	-28
最小过载	dBm	0	-9
最大光反射	dB	-27	-27
S_{M-S}到R_S的最小光回波损耗	dB	24	24
抖动参数 (R到Ss和Rs到S)		注4	
抖动产生		注4 要求符合YDN-1201999 (波分复用系统总体 技术规定)	
抖动转移特性			
输入抖动容限			
<p>注1：在短距离应用时最小平均发送光功率可根据实际情况适当降低。</p> <p>注2：对于最大中心波长偏移为±7nm的系统，如果满足本标准中某个应用代码除最大中心波长偏移以外的所有其他参数，除了其在联合工程时不提供和最大中心波长偏移为±6.5nm系统的横向兼容性以外，该系统对于该应用代码覆盖的应用都是横向兼容的。</p> <p>注3：由于CWDM系统工作波长的范围很广，不同通路的色散相差很大，因此不能用一个统一的指标来规范系统的色散值，不同通路波长处的色散值见表6。</p> <p>注4：抖动参数包括发送端 (R-Ss) 和接收端 (Rs-S) 的抖动参数，抖动参数只对3R进行测试，对于2R没有抖动参数。</p>			

表5是CWDM 4波单向系统2.5G光接口参数规范。

表5 CWDM 4波单向系统 2.5G 光接口参数规范

应用代码		4S1-1D2	4L1-1D2
参数	单位		
一般信息			
最大通路数		4	4
通路间隔	nm	20	20
最大光信号速率及线路码型		NRZ 2.5Gb/s	NRZ 2.5Gb/s
最大比特误码率		10 ⁻¹²	10 ⁻¹²
使用光纤类型		G.652	G.652

表 5 (续)

应用代码		4S1-1D2	4L1-1D2
参数	单位		
S_s点接口参数			
光源类型		SLM	SLM
最大-20dB谱宽	nm	1	1
最小边模抑制比	dB	30	30
最大平均发送光功率	dBm	5	5
最小平均发送光功率注1	dBm	0	0
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图框图		符合G.957要求	符合G.957要求
中心波长	nm	见表1	见表1
最大中心波长偏移注2	nm	±6.5	±6.5
R_{s-M}点接口参数			
最大光反射	dB	-27	-27
光通道 (MPI-S_M-MPI-R_M) 参数			
最大衰耗	dB	12	21
色度色散	ps/nm	注3	注3
MPI-S _M 到MPI-R _M 最大离散反射	dB	-27	-27
MPI-S _M 最小回波损耗	dB	24	24
MPI-S _M 点最大平均总输出光功率	dBm	10	10
MPI-R _M 点最大平均总输入光功率	dBm	7	-2
S_{M-S}点接口参数			
最小相邻通路串音	dB	20	20
最小非相邻通路串音	dB	25	25
光通道代价 (BER=1E-12)	dB	1.5	2.5
R_s点接口参数			
接收机类型		PIN	APD
最差灵敏度 (BER=10E-12)	dBm	-18	-28
最小过载	dBm	0	-9
最大光反射	dB	-27	-27
S_{M-S}到R_s的最小光回波损耗			
抖动参数 (R到Ss和Rs到S)	dB	24	24
抖动产生		注4	
抖动转移特性		要求符合YDN-1201999 (波分复用系统总体技术规定)	
输入抖动容限		要求符合YDN-1201999 (波分复用系统总体技术规定)	
注1: 在短距离应用时最小平均发送光功率可根据实际情况适当降低。			
注2: 对于最大中心波长偏移为±7nm的系统, 如果满足本标准中某个应用代码除最大中心波长偏移以外的所有其他参数, 除了其在联合工程时不提供和最大中心波长偏移为±6.5nm系统的横向兼容性以外, 该系统对于该应用代码覆盖的应用都是横向兼容的。			
注3: 由于CWDM系统工作波长的范围很广, 不同通路的色散相差很大, 因此不能用一个统一的指标来规范系统的色散值, 不同通路波长处的色散值见表6;			
注4: 抖动参数包括发送端 (R-Ss) 和接收端OTU (Rs-S) 的抖动参数, 抖动参数只对3R进行测试, 对于2R没有抖动参数。			

表6是CWDM系统最大允许色散。

表6 CWDM 系统最大允许色散

波长 (nm)	单位	最大色散要求	
		8(4)S1-1D2	8(4)L1-1D2
1611	ps/nm	1000	1600
1591		900	1600
1571		900	1500
1551		900	1400
1531		800	1400
1511		800	1300
1491		700	1200
1471		700	1100

7.2 1.25G 光接口参数规范

表7是CWDM 8波单向系统1.25G光接口参数规范

表7 CWDM 8 波单向系统 1.25G 光接口参数规范

应用代码		8S1-0D2	8L1-0D2
参数	单位		
一般信息			
最大通路数		8	8
通路间隔	nm	20	20
光信号速率及线路码型		NRZ 1.25Gb/s	NRZ 1.25Gb/s
最大比特误码率		10^{-12}	10^{-12}
使用光纤类型		G.652	G.652
S_s点接口参数			
光源类型		SLM	SLM
最大-20dB谱宽	nm	1	1
最小边模抑制比	dB	30	30
最大平均发送光功率	dBm	5	5
最小平均发送光功率注1	dBm	0	0
最小消光比	dB	8.2	8.2
眼图		IEEE 802.3	IEEE 802.3
中心波长	nm	见表1	见表1
最大中心波长偏移注2	nm	±6.5	±6.5
R_{S-M}点接口参数			
最大光反射	dB	-27	-27
光通道 (MPI-S_M-MPI-R_M) 参数			
最大衰减	dB	12	21
色度色散	ps/nm	注3	注3
MPI-S _M 和MPI-R _M 最大反射	dB	-27	-27
MPI-S _M 最小回波损耗	dB	24	24
MPI-S _M 点最大平均总输出光功率	dBm	13	13
MPI-R _M 点最大平均总输入光功率	dBm	10	1
S_{M-S}点接口参数			
最小相邻通路串音	dB	20	20
最小非相邻通路串音	dB	25	25
光通道代价(BER=1E-12)	dB	1.5	2.5

表 7 (续)

应用代码		8S1-0D2	8L1-0D2
参数	单位		
R_s点接口参数			
接收机类型		PIN	APD
最差灵敏度 (BER=10E-12)	dBm	-20	-30
最小过载	dBm	0	-9
最大光反射	dB	-12	-12
抖动参数		建议根据IEEE802.3研究。	
<p>注1：在短距离应用时最小平均发送光功率可根据实际情况适当降低。</p> <p>注2：对于最大中心波长偏移为±7nm的系统，如果满足本标准中某个应用代码除最大中心波长偏移以外的所有其他参数，除了其在联合工程时不提供和最大中心波长偏移为±6.5nm系统的横向兼容性以外，该系统对于该应用代码覆盖的应用都是横向兼容的。</p> <p>注3：由于CWDM系统工作波长的范围很广，不同通路的色散相差很大，因此不能用一个统一的指标来规范系统的色散值，不同通路的色散值见表3。</p>			

表 8 是 CWDM 4 波单向系统 1.25G 光接口参数规范

表8 CWDM4 波单向系统 1.25G 光接口参数规范

应用代码		4S1-0D2	4L1-0D2
参数	单位		
一般信息			
最大通路数		4	4
通路间隔	nm	20	20
光信号速率及线路码型		NRZ 1.25Gb/s	NRZ 1.25Gb/s
最大比特误码率		10 ⁻¹²	10 ⁻¹²
使用光纤类型		G.652	G.652
S_s点接口参数			
光源类型		SLM	SLM
最大-20dB谱宽	nm	1	1
最小边模抑制比	dB	30	30
最大平均发送光功率	dBm	5	5
最小平均发送光功率注1	dBm	0	0
最小消光比	dB	9	9
眼图		IEEE 802.3	IEEE 802.3
中心波长	nm	见表1	见表1
最大中心波长偏移注2	nm	±6.5	±6.5
R_{s-M}点接口参数			
最大光反射	dB	-27	-27
光通道 (MPI-S_M-MPI-R_M) 参数			
最大衰耗	dB	14	23
色度色散	ps/nm	注3	注3
MPI-S _M 和MPI-R _M 最大反射	dB	-27	-27
MPI-S _M 最小回波损耗	dB	24	24
MPI-S _M 点最大平均总输出光功率	dBm	10	10
MPI-R _M 点最大平均总输入光功率	dBm	7	-2
S_{M-S}点接口参数			
最小相邻通路串音	dB	20	20
最小非相邻通路串音	dB	25	25
光通道代价(BER=1E-12)	dB	1.5	2.5

表 8 (续)

应用代码		4S1-0D2	4L1-0D2
参数	单位		
R_s点接口参数			
接收机类型		PIN	APD
最差灵敏度 (BER=10E-12)	dBm	-20	-30
最小过载	dBm	0	-9
最大光反射	dB	-12	-12
抖动参数		建议根据IEEE802.3研究。	
注1：在短距离应用时最小平均发送光功率可根据实际情况适当降低 注2：对于最大中心波长偏移为±7nm的系统，如果满足本标准中某个应用代码除最大中心波长偏移以外的所有其他参数，除了其在联合工程时不提供和最大中心波长偏移为±6.5nm系统的横向兼容性以外，该系统对于该应用代码覆盖的应用都是横向兼容的。 注3：由于CWDM系统工作波长的范围很广，不同通路的色散相差很大，因此不能用一个统一的指标来规范系统的色散值，不同通路的色散值见表4。			

7.3 R 点到 S_s 点及 R_s 点到 S 点的抖动(仅针对具有 3R 功能设备)

表 9 是具有 3R 功能设备的抖动产生指标。

表9 抖动产生指标

STM 等级	测量带宽		峰-峰抖动(U1)
	高通(kHz)	低通(MHz)	
STM-1 (光)	0.5	1.3	0.30
	65	1.3	0.10
STM-4 (光)	1	5	0.30
	250	5	0.10
STM-16 (光)	5	20	0.30
	1000	20	0.10

表 10 是具有 3R 功能设备的抖动转移特性参数值

表10 抖动转移特性参数值

STM 等级	f _c (kHz)	P (dB)
STM-1 (A)	130	0.1
STM-4 (A)	500	0.1
STM-16 (A)	2000	0.1

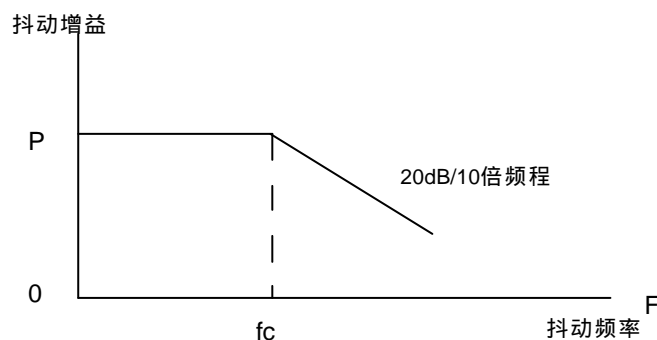


图 2 抖动传递特性

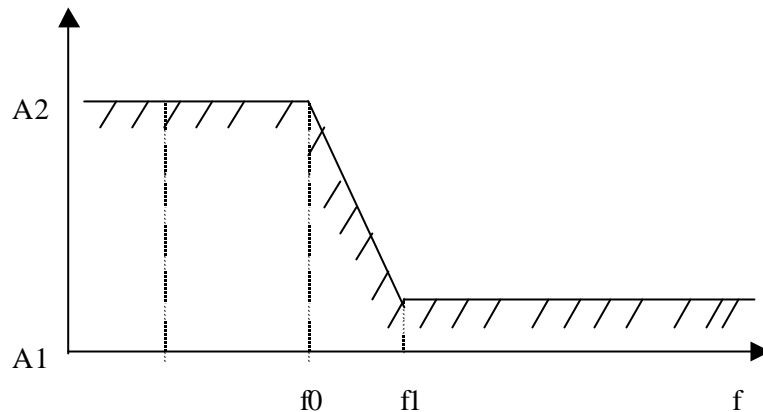


图3 输入口的输入抖动容限

表11是具有3R功能设备的输入抖动容限数值

表11 输入抖动容限数值

STM 等级	f1 (kHz)	f0 (kHz)	A1 (UIp-p)	A2 (UIp-p)
STM-1 (A)	65	6.5	0.15	1.5
STM-4 (A)	250	25	0.15	1.5
STM-16 (A)	1000	100	0.15	1.5

7.4 用户接口 (R 点和 S 点) 光指标

客户侧接口 (R 点和 S 点) 的光指标应满足 ITU-T G.957 (针对 STM-1/4/16 信号) 和 IEEE802.3 (针对 GE 信号) 的要求, 其它客户信号参照相关标准要求

8 监控通路

CWDM 系统的网管信息可通过光监控通路或系统以外的信息通路来传输, 其速率可以是 CMI 编码的 2Mb/s, 也可以是 10/100Mb/s 或其他速率格式。其中光监控通路波长可以是 1310nm, 也可以是其他可利用的波长。CWDM 系统监控通路应不能限制系统主通路的距离。

9 网络管理

CWDM 系统可以采用 Qx、CORBA 接口或简单网络管理协议 (SNMP)。

在系统功能上, 按照电信管理网要求, 包括故障管理, 性能管理, 配置管理和安全管理, 安全管理中包括日志管理功能。

网元管理系统具有自身管理功能 (如系统启动、关闭、备份等); 被管理网络中的全部网元均应由一个管理软件平台进行管理, 在一个工作窗口上应能监视整个授权管理的区域;

9.1 故障管理求

故障管理应能对 CWDM 系统进行故障诊断和定位, 网元管理系统应该至少能支持下列告警功能:

系统应能识别所有故障并能故障定位;

告警监视, 告警类型 (见表12);

应具有当前和历史告警记录。应能报告所有告警信号及其记录的细节, 包括告警产生时间、告警源、告警等级、告警原因等;

应具有可闻、可视告警指示;

具有告警确认和清除功能: 包括确认、未确认、清除、未清除;

告警历史记录应可以查看、统计和输出到外部设备;

具有告警过滤和和告警屏蔽功能；

能够设置告警严重级别，告警级别分为紧急告警、主要告警、次要告警、提示告警、未确定告警；

表12 告警参数列表

序号	告警描述	告警位置	备注
1	输入信号丢失	R, R _S	
2	激光器寿命告警	OTU-T, OTU-R	可选
3	激光器背光功率告警	OTU-T, OTU-R	可选
4	激光器温度过限	OTU-T, OTU-R	可选
5	激光器电流过限	OTU-T, OTU-R	可选
6	激光器发送失效	OTU-T, OTU-R	
7	输入合路信号丢失	MPI-R _M	
8	输入光功率过限	R, R _S	可选
9	输出光功率过限	R, R _S	可选
10	光信号帧丢失	OTU-T, OTU-R	可选
11	光信号帧失步	OTU-T, OTU-R	可选
12	误码过限	OTU-T, OTU-R	可选

9.2 性能管理

网元管理系统应具有以下性能管理功能：

性能监测，性能监测参数（见表 13）；

能存储和报告 15 分钟和 24 小时两类性能事件数据（可选）；

对性能监视门限进行设置(如误码门限、激光器偏置电流门限)，在性能值超出门限范围时产生性能越限告警；

能对不同终端点设置性能数据采集开启或关闭（可选）。

支持“当前”和“近期”性能数据的存储。性能报告能以文件等形式转储到外部存储设备。

具有性能数据分析统计功能，应以直观的表格和图形式如折线图、直方图、饼图等，显示性能监测参数的统计结果。（可选）

表13 基本性能参数列表

序号	性能参数描述	性能采集位置	备注
1	输入光功率	R, MPI-R _M , R _S	可选
2	输出光功率	S _S , MPI-S _M , S	可选
3	激光器偏置电流	OTU-T, OTU-R	可选
4	激光器温度	OTU-T, OTU-R	可选
5	激光器背光功率	OTU-T, OTU-R	可选
6	总输入光功率	MPI-R _M	可选
7	总输出光功率	MPI-S _M	可选
8	误码秒	OTU-T, OTU-R	可选
9	严重误码秒	OTU-T, OTU-R	可选
10	不可用秒	OTU-T, OTU-R	可选
11	帧失步秒	OTU-T, OTU-R	可选
12	CRC 校验计数	OTU-T, OTU-R	可选

9.3 配置管理

网元管理系统应能提供以下配置管理功能：

网元初始化配置，包括网元名称、网元地址、用户数据、单盘安装的设置等；

建立和修改网络拓扑图，应支持网元、光链路等拓扑元素的显示；
配置和监视网元状态，包括网元的管理状态、通信状态、可用状态等；
应能对网元的保护方式进行配置、修改的设置和保护倒换状态的控制。保护倒换动作类型包括：

- 启动/释放强制保护倒换；
- 启动/释放人工保护倒换。

网元时间管理，应支持人工或自动方式对单个或多个网元进行时间设置；
实际网络的配置应能按用户请求以图形方式在网元管理系统屏幕上完成。

9.4 安全管理

安全管理应至少能提供下述管理功能：

- 操作级别及权限划分；
- 用户管理；
- 日志管理，包括各种系统日志和操作记录；
- 口令管理；
- 管理区域划分；

应能对所有试图接入受限资源的申请进行监视和实施控制。

10 系统保护（可选）

CWDM系统可分为点到点系统和OADM环网系统。鉴于目前CWDM OADM环网系统的技术现状、可操作性、系统成本等因素。本标准不规定CWDM环网系统的保护功能，具体可参照YD/T 1205-2002《城市光传送网波分复用（WDM）环网技术要求》第10章对环网保护功能的规范。

对于点到点系统可选择以下保护的一种或多种。

10.1 光通路保护（OCP）

光通路保护是在光通路层上进行的1+1冗余备份保护，当工作通路的接收端光功率低于设定的光信号丢失或劣化门限、或者SDH信号的误码超过设定的信号劣化门限时，光信号自动倒换到保护通路，要求保护倒换时间不大于50ms。具体实现方式又可分为两种：

基于同一CWDM链路上的光通路保护，即光通路波长保护

光通路波长保护的原理如图4所示，客户端设备发送的光信号进入CWDM系统，CWDM系统的保护倒换单元将输入的光信号分给CWDM系统的不同发送光转发单元，即发送端光信号并发。调制在不同通路上的光信号经过波分复用线路传输到对端，经解复用后分别进入两个接收光转发单元，CWDM系统的光保护倒换单元根据两路输入光信号的质量和预先设定的倒换准则选择较好的信号输出给客户端设备，即接收端光信号选收。

具体实现方式又可分为两种：

1. 基于同一CWDM链路上的光通路保护，即光通路波长保护。
2. 基于不同CWDM链路上的光通路保护，即光通路路由保护。

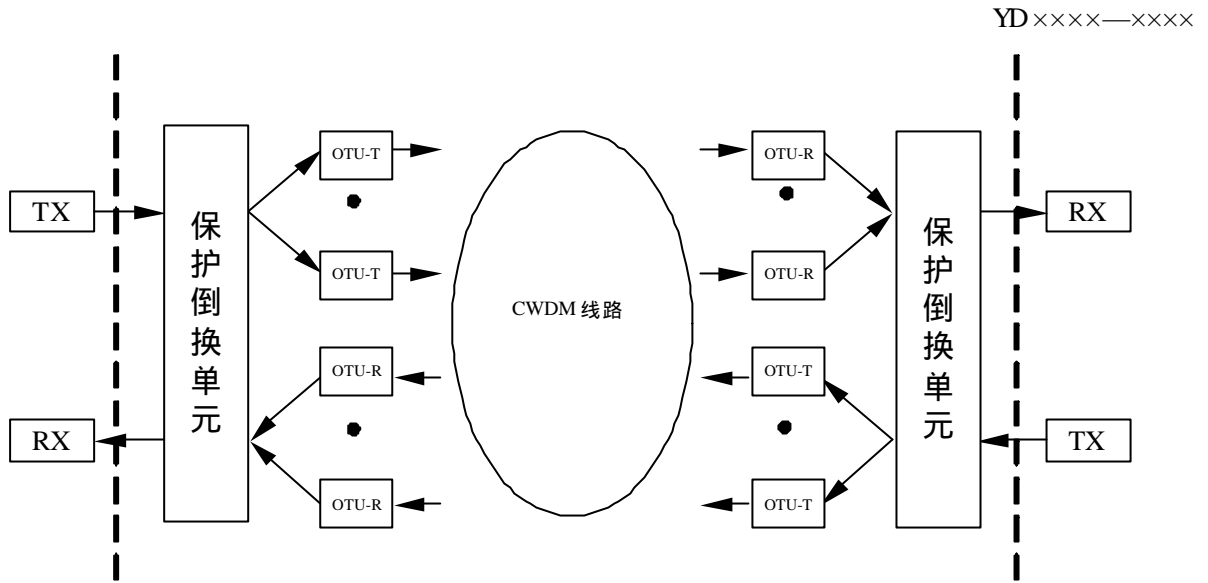


图 4 光通路波长保护原理示意图

10.2 光复用段保护 (OMSP)

光复用段保护只在光复用段层对系统进行1+1保护，而不对终端进行保护。在发送端，利用1x2分路器对复用后的光信号进行分离；在接收端，利用光开关对解复用前的光信号进行选择。

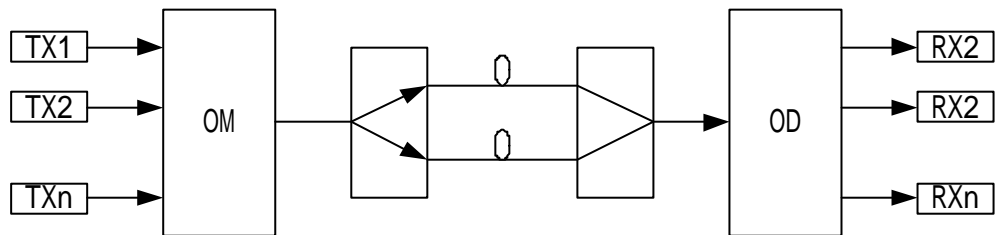


图 5 光复用段保护 (OMSP)

图5是采用光分路器和光开关的光复用段保护方案，在这种保护系统中，只有光缆和WDM的线路系统是有冗余备份的，而WDM系统终端站的SDH终端和复用器是没有备份的，光复用段保护OMSP只有在独立的两条光缆中实施才有实际意义。

当WDM线路1接收端光功率低于设定的保护倒换门限时，光信号倒换到WDM线路2,光复用段保护倒换时间要求不能大于50ms。

11 子速率复用器 (可选)

CWDM 系统可以选择提供子速率复用器，从而提高波长信道利用率，具体的标准参考《4X2.5G 子速率复用器技术要求》标准。

12 光安全考虑

粗波分复用系统的光安全考虑参见 ITU-T G.664 和 ITU-T G.695 中相关光安全内容。

附录 A

(资料性附录)

双向 CWDM 传输的应用

单向CWDM是指所有光通路同时在一根光纤上沿同一方向传送，如图A1所示。双向CWDM系统是指光通路在一根光纤上同时向两个不同的方向传输，如图A2所示。单纤单向CWDM系统在开发和应用方面都比较广泛，单纤双向CWDM系统的开发和应用相对来说都比较少，这是由于单纤双向CWDM系统在设计 and 应用方面需要一些特殊的技术，双向通路之间的隔离等问题都需要解决。

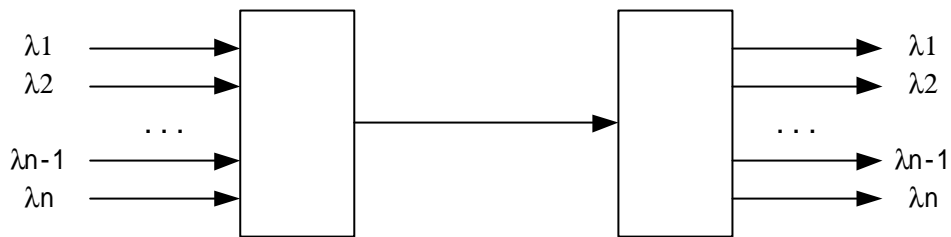


图 A1 单向 CWDM 示意

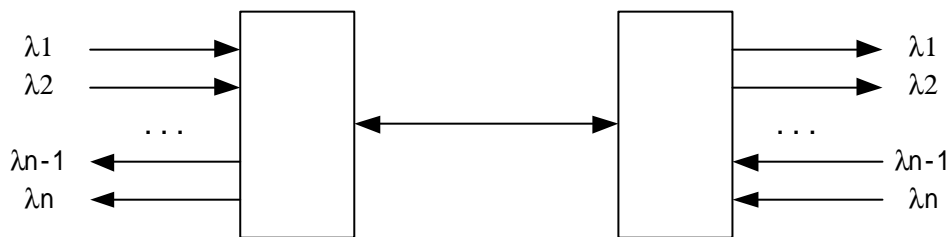


图 A2 双向 CWDM 示意

一般，与使用单向 CWDM 的系统相比，双向 CWDM 系统可以少使用光纤。双向 CWDM 系统设计必须考虑到几个关键的系统因素。包括串话的类型和和数值、两个方向传输的功率电平和相互间的依赖性、OSC 传输等。具体参数要求参照本标准第 7 章中相应的单向系统指标，如 4+4 的双向系统应用参数参照 CWDM8 波单向系统指标。

附录 B

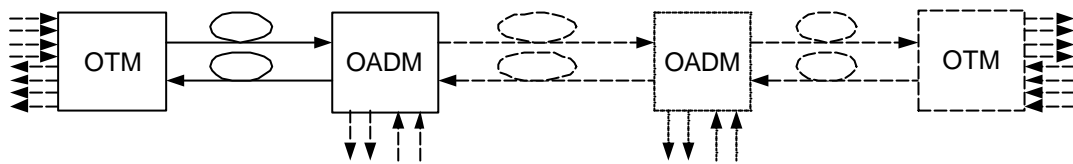
(资料性附录)

粗波分复用系统中 OADM

点到点的线性 CWDM 系统通常不能满足网络应用的灵活性要求，因此需要引入光分插复用器 (OADM)。

B.1 OADM的网络应用方式

OADM在CWDM系统中的网络应用方式可分为线性OADM和环网OADM，其中线性OADM又可分为双纤双向和单纤双向两种，具体应用方式如下图所示：



OTM：光终端复用器；OADM：光分插复用器。

图 B1 双纤双向线性 OADM 的应用方式示意图

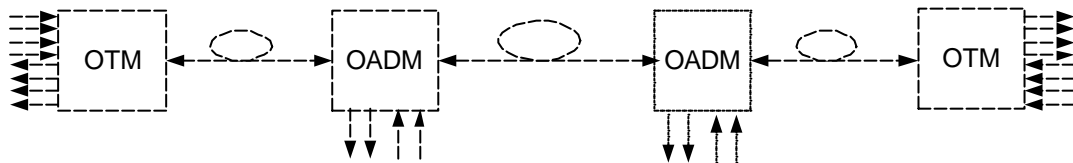
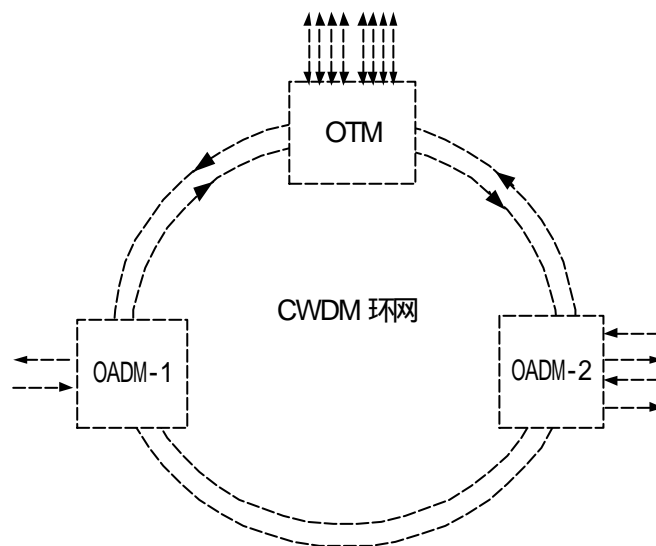
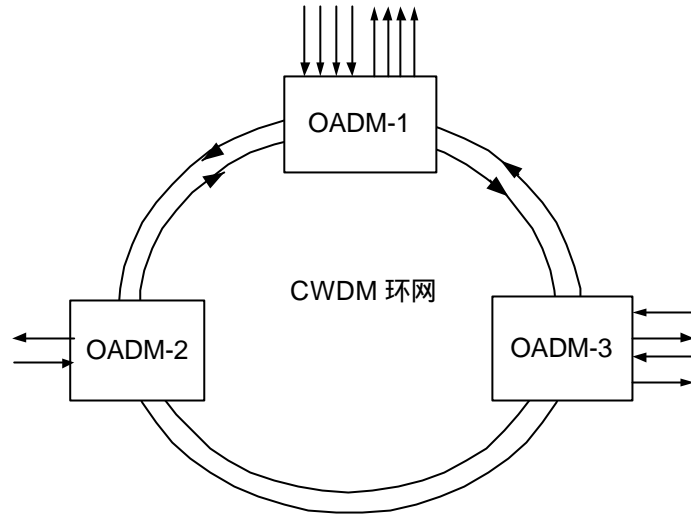


图 B2 单纤双向线性 OADM 的应用方式示意图



OTM与OADM混合组环

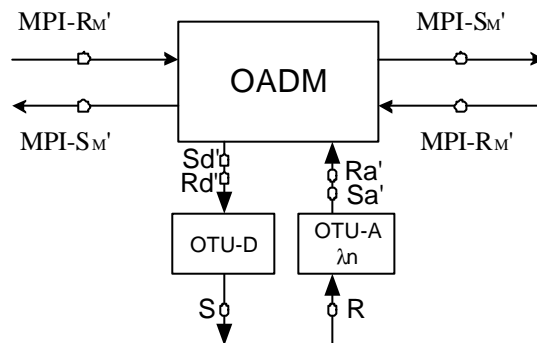


OADM组环

图 B3 环网 OADM 在双纤双向 CWDM 环网中的应用方式示意图

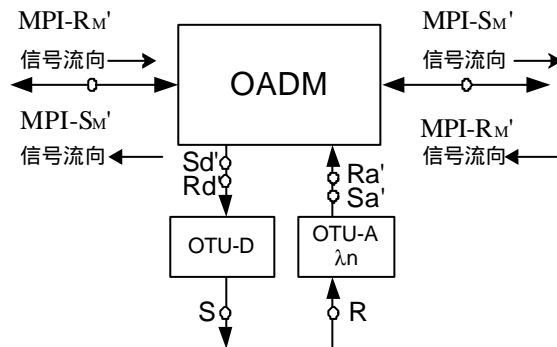
B.2 OADM参考点的定义

OADM参考点的定义如图A4所示，按照双纤双向和单纤双向两种OADM应用方式分别定义。其中OTU-D可选。



MPI-R_M'：主光通道接收点；MPI-S_M'：主光通道发送点；
 Sd'：OADM的下路发送点；Ra'：OADM的上路接收点；
 Rd'：OTU-D的下路接收点；Sa'：OTU-A的上路发送点；
 S：OTU-D的下路发送点；R：OTU-A的上路接收点。

(a) 双纤双向 OADM



MPI-R'：主光通道接收点；MPI-S'：主光通道发送点；

Sd' : OADM 的下路发送点 ; Ra' : OADM 的上路接收点 ;
 Rd' : OTU-D 的下路接收点 ; Sa' : OTU-A 的上路发送点 ;
 S : OTU-D 的下路发送点 ; R : OTU-A 的上路接收点。

(b) 单纤双向 OADM

图 B4 OADM 参考点定义

B.3 OADM的功能

OADM应具有以下功能：

可分插复用本标准规定速率的波长（环和线性OADM）；

对于线性OADM应支持1+1 OMSP（光复用段保护），对于环网OADM应支持1 + 1光通道保护，且保护倒换时间应小于50ms。

对于8波和4波CWDM系统中的OADM，应至少可以上下1路波长。

B.4 OADM的网管功能要求

本附录引入了OADM设备，因此CWDM网管系统中应包括对OADM的故障管理、性能管理、配置管理和安全管理，在相应的功能中所指的网元也应包括OADM设备。

OADM 的网管功能应符合本标准第 9 章的具体规范。

附录 C

(资料性附录)

CWDM 使用波段的光缆衰耗

表 C1 光纤技术指标

标称中心 波长 (nm)	G.652.A&B 光缆		G.652.C&D 光缆	
	最小衰减系 数 (dB/km)	最大衰减系 数 (dB/km)	最小衰减系 数 (dB/km)	最大衰减系 数 (dB/km)
1271	0.392	0.473	0.385	0.470
1291	0.370	0.447	0.365	0.441
1311	0.348	0.423	0.352	0.423
1331	0.331	0.425	0.340	0.411
1351	0.320	0.476	0.329	0.399
1371			0.316	0.386
1391			0.301	0.372
1411			0.285	0.357
1431	0.263	0.438	0.269	0.341
1451	0.250	0.368	0.254	0.326
1471	0.238	0.327	0.240	0.312
1491	0.229	0.303	0.229	0.300
1511	0.221	0.290	0.220	0.290
1531	0.215	0.283	0.213	0.283
1551	0.211	0.278	0.209	0.277
1571	0.208	0.276	0.208	0.273
1591	0.208	0.278	0.208	0.275
1611	0.208	0.289	0.212	0.283

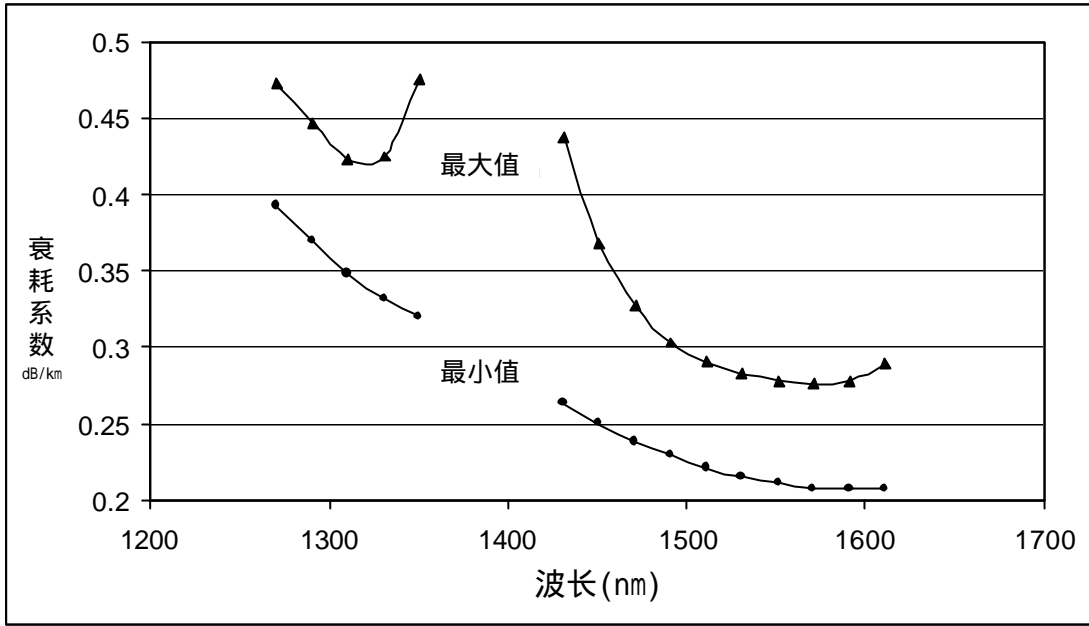
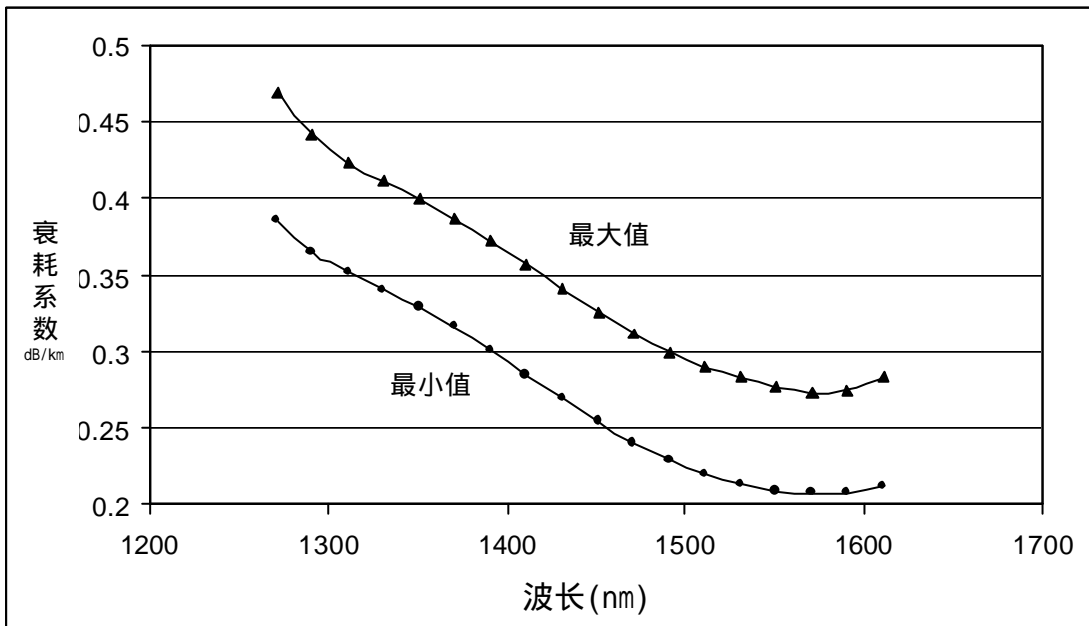


图 C1 G.652.A&B 光缆参考衰减系数



图C2 G.652.C&D 光缆参考衰减系数