

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1143—2001

光波分复用系统(WDM)技术要求 — $16 \times 10\text{Gb/s}$ 、 $32 \times 10\text{Gb/s}$ 部分

Technical requirements of optical wavelength division multiplexing(WDM) system
— $16 \times 10\text{Gb/s}$ and $32 \times 10\text{Gb/s}$ parts

2001-05-25 发布

2001-11-01 实施

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 引用标准	1
3 光波长区的分配	1
3.1 绝对频率参考和最小通路间隔	2
3.2 标称中心频率	2
3.3 16 通路 WDM 系统通路分配表	2
3.4 32 通路 WDM 系统通路分配表	2
3.5 中心频率偏移	4
4 波分复用器件的基本要求	5
4.1 波分复用器件的参数	5
4.2 合波器 (OMU)	5
4.3 分波器 (ODU)	6
5 光放大器	6
5.1 光放大器参数定义	6
5.2 光放大器的参数要求	6
5.3 安全要求	10
5.4 可靠性要求	10
5.5 光放大器自动增益控制要求	10
6 光接口分类	10
6.1 有光线路放大器系统	10
6.2 系统分类和应用代码	11
7 WDM 系统光接口参数的定义及要求	12
7.1 光接口参数的要求	12
7.2 不中断业务光监测接口	18
7.3 DCF 光纤要求	18
8 波长转换器(OTU)的要求	19
8.1 OTU 功能	19
8.2 OTU 的位置	20
8.3 OTU 接口指标	21
8.4 OTU 抖动产生指标	23
8.5 OTU 抖动转移特性	23
8.6 OTU 输入抖动容限	23
9 WDM 系统监控通路要求	24
10 网络管理要求	24

10.1	网络管理要求	24
10.2	对于具有带外 FEC OTU 的网络管理功能补充规定	24
11	网络性能	25
11.1	误码性能	25
11.2	抖动性能	25
12	APR 和 ALS 进程	26
12.1	APR 在 WDM 系统和 OTN 应用	26

前 言

本标准是根据国际电信联盟—电信标准部门(ITU-T)有关建议 G.692、G.691，并结合我国具体情况制定的，在技术内容上一致，在编写格式和方法上不同。编写格式和方法采用我国标准化工作导则的有关规定。

本标准的主要目的是规范应用于传送网骨干网的 $32(16) \times 10\text{Gb/s}$ 波分复用(WDM)系统的技术要求。包括波长区分配、波分复用器件的基本要求、光放大器要求、WDM 系统光接口参数、光监控通路要求、网络管理要求、网络性能和光安全进程要求等。本标准定义的光接口参数没有考虑喇曼放大器的应用。

$40 \times 10\text{Gb/s}$ WDM 系统的技术要求和性能参数参照 $32 \times 10\text{Gb/s}$ 的要求。

本标准由信息产业部电信研究院提出并归口。

本标准起草单位：信息产业部电信传输研究所

本标准主要起草人：张成良 张海懿 李允博 韦乐平

中华人民共和国通信行业标准

光波分复用系统 (WDM) 技术要求 —16×10Gb/s、32×10Gb/s 部分

Technical requirements of optical wavelength division multiplexing(WDM)system —16×10Gb/s and 32×10Gb/s parts

YD/T 1143—2001

1 范围

本标准适用于以 10Gb/s 速率为基础的干线网 16 和 32 通路 WDM 系统的应用, 承载信号为 SDH STM-64 系统, 即 16×10Gb/s 和 32×10Gb/s 的 WDM 系统。

本标准规范的目标是为将来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。本标准给出的某些具体参数针对的是 16 和 32 通路 WDM 系统, 如波长区划分、光接口参数等。

本标准规定的光接口参数指标适用于零色散窗口为 1310nm 的常规 G.652 光缆系统和非零色散位移 (G.655) 光缆系统。

本标准规范的是点到点线性 WDM 系统。

2 引用标准

下列标准包含的条文, 通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

YDN 120—1999	光波分复用系统总体技术要求(暂行规定)
ITU-T 建议 G.652(2000)	单模光纤光缆的特性
ITU-T 建议 G.653(2000)	色散位移单模光纤光缆的特性
ITU-T 建议 G.655(2000)	非零色散单模光纤光缆的特性
ITU-T 建议 G.661(1998)	光纤放大器的相关通用参数的定义和测试方法
ITU-T 建议 G.662(1998)	光纤放大器设备和子系统的主要特性
ITU-T 建议 G.663(1998)	与光放大器有关传输问题
ITU-T 建议 G.671(2000)	无源光器件要求
ITU-T 建议 G.691(2000)	有光放大器 SDH 单通路系统和 STM-64 系统的光接口
ITU-T 建议 G.692(1999)	有光放大器多通路系统的光接口
ITU-T 建议 G.783(2000)	SDH 设备功能块
ITU-T 建议 G.957(1995)	SDH 系统和设备的光接口

3 光波长区的分配

光纤有两个长波长的低损耗窗口: 1310nm 和 1550nm 窗口。它们均可用于光信号传输, 但由于目前常用的掺铒光纤放大器的工作波长范围为 1530nm~1565nm, 因此, 光波分复用系统的工作波长区为 1530nm~1565nm, 在这有限的波长区内如何有效地进行通路分配关系到提高带宽资源的利用率及减少相邻通路间非线性影响等。

3.1 绝对频率参考和最小通路间隔

3.1.1 绝对频率参考

选择 193.1THz 作为频率栅隔的参考频率比基于任何特殊物质的绝对频率参考 (AFR) (对于不同的应用需要选择特定的 AFR) 更好, 193.1THz 值处于几条 AFR 线附近。一个光频率参考可以为光信号提供较高的频率精度和频率稳定度, 具体的频率精度和频率稳定度的值正在研究当中, 这两者都应符合理想的频率标准, 包括碘稳定氦-氩激光器和甲烷稳定氦-氩激光器。

对 AFR 的要求可以用频率和真空中的光速表示。AFR 精确度指 AFR 信号相对于理想频率的长期频率偏移 (其中长期是指 AFR 预定的工作时间)。频率精度包括温度、湿度和其他环境条件变化可能引起的频率变化, 也包括了理想频率标准的稳定性、可重复性和跟踪能力。AFR 的稳定性待研究。

3.1.2 通路间隔

通路间隔指的是相邻通路间的标称频率差, 可以是均匀间隔也可以是非均匀间隔。非均匀间隔可以用来抑制 G.653 光纤中的四波混频效应(FWM)。本标准只规范均匀通路间隔的系统。

3.2 标称中心频率

标称中心频率指的是光波分复用系统中每个通路对应的中心波长。本标准中允许的通路频率是基于参考频率为 193.1THz、最小间隔为 100GHz 的频率间隔系列。

3.3 16 通路 WDM 系统通路分配表

16 通路 WDM 系统的 16 个光通路的中心频率应满足表 1 的要求。

表 1 16 通路 WDM 系统中心频率

序号	中心频率(THz)	波长(nm)
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

3.4 32 通路 WDM 系统通路分配表

32 通路 WDM 系统的 32 个光通路的中心频率有两种选择方案, 一种是连续的频带方案, 也就是说, 这 32 个波长在同一个频带内, 且采取的是间隔均匀、连续的频带分配方案; 另一种是分别在两个频带内的分离频带分配方案, 一般来说是分别在红带和蓝带内安排 16 个波长, 中间留有一定的保护频带。我们将这两种方案作为可选项列在下面。

3.4.1 连续频带方案

采取连续波的 32 通路 WDM 系统是基于近年来掺铒光纤放大器 (EDFA) 技术的迅速发展, EDFA 的增益平坦度和平坦输出范围都有了很大提高, 采用这种方案的 WDM 系统的中心频率应满足表 2 的要求。

表 2 32 通路 WDM 系统连续频带中心频率

序号	中心频率(THz)	波长(nm)
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
17	193.7	1547.72
18	193.8	1546.92
19	193.9	1546.12
20	194.0	1545.32
21	194.1	1544.53
22	194.2	1543.73
23	194.3	1542.94
24	194.4	1542.14
25	194.5	1541.35
26	194.6	1540.56
27	194.7	1539.77
28	194.8	1538.98
29	194.9	1538.19
30	195.0	1537.40
31	195.1	1536.61
32	195.2	1535.82

3.4.2 分离频带方案

分离频带方案的 32 通路 WDM 系统采用蓝带和红带两个频带，每个频带中安排 16 个波长，它将现有的频带分为两部分，用两个频带的信号传送单向或双向光信号，采用这种方案的 WDM 系统的中心频率应满足表 3 的要求。

表 3 32 通路 WDM 系统分离频带中心频率

序号	频带	中心频率(THz)	波长(nm)
1	红 带	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
17	蓝 带	194.5	1541.35
18		194.6	1540.56
19		194.7	1539.77
20		194.8	1538.98
21		194.9	1538.19
22		195.0	1537.40
23		195.1	1536.61
24		195.2	1535.82
25		195.3	1535.04
26		195.4	1534.25
27		195.5	1533.47
28		195.6	1532.68
29		195.7	1531.90
30		195.8	1531.12
31		195.9	1530.33
32		196.0	1529.55

3.5 中心频率偏移

中心频率偏移定义为标称中心频率与实际中心频率之差。

16 和 32 通路 WDM 系统的通道间隔为 100GHz，最大中心频率偏移为±12.5GHz(约为 0.1nm)，该值为寿命终了值，即在系统设计寿命终了时，考虑到温度、湿度等各种因素仍能满足的数值。

4 波分复用器件的基本要求

波分复用器件是波分复用系统的重要组成部分，为了确保波分复用系统的性能，对波分复用器件提出了基本要求，主要是插入损耗小，隔离度大，带内平坦，带外插入损耗变化陡峭，温度稳定性好，复用通路数多，尺寸小等。

4.1 波分复用器件的参数

4.1.1 插入损耗

插入损耗指的是无源器件的输入和输出端口之间的光功率之比，单位是 dB，定义为：

$$IL = -10\log(P1/P0)$$

其中 $P0$ 指的是发送到输入端口的光功率； $P1$ 指的是从输出端口接收到的光功率。

4.1.2 回波损耗

回波损耗指的是从无源器件的输入端口返回的光功率与输入光功率的比例，它定义为：

$$RL = -10\log(Pr/Pj)$$

其中 Pj 是发送进输入端口的光功率； Pr 指的是从同一个输入端口接收到的返回的光功率。

4.1.3 反射系数

反射系数指的是对于给定条件的谱组成、偏振和几何分布，在 WDM 器件的给定端口的反射光功率 Pr 与入射光功率 Pi 之比，通常用 dB 表示：

$$R = -10\log(Pr/Pi)$$

4.1.4 工作波长范围

规定的从 λ_{min} 到 λ_{max} 范围内的波长是标称工作波长，在这个波长范围内 WDM 器件能够按照规定的性能工作。

4.1.5 偏振相关损耗(PDL)

偏振相关损耗指的是对于所有的偏振态，由于偏振态的变化造成的插入损耗的最大变化值。

4.1.6 相邻通路隔离度

对于频率相邻的两个信号 λ_w 和 λ_x ，相邻通路隔离度为：

$$ISOL_{wx} = IL_{min}(\lambda_w) - IL_{max}(\lambda_x)$$

其中 $IL_{max}(\lambda_x)$ 是 λ_x 通路带宽内的 λ_x 信号的最大插入损耗， $IL_{min}(\lambda_w)$ 是 λ_w 通路带宽内 λ_w 信号的最小插入损耗。

4.1.7 非相邻通路隔离度

待研究。

4.2 合波器 (OMU)

WDM 系统的合波器可以采用各种技术来实现，目前常用的 16 通路和 32 通路合波器有集成光波导型和介质薄膜滤波器型。合波器的相关参数应满足表 4 要求。

表 4 合波器参数要求

项目	单位	16 通路指标	32 通路指标
插入损耗	dB	<10	<12
光反射系数	dB	>40	>40
工作波长范围	nm	1548~1561	1530~1561
偏振相关损耗	dB	<0.5	<0.5
相邻通路隔离度	dB	>22	>22
非相邻通路隔离度	dB	>25	>25
各通路插损的最大差异	dB	<2	<3

4.3 分波器 (ODU)

WDM 系统的分波器可以采用各种技术来实现,目前常用的 16 通路和 32 通路 WDM 系统分波器有光纤布喇格光栅型、介质薄膜滤波器型和集成光波导型。分波器的相关参数应满足表 5 要求。

表 5 WDM 系统分波器参数要求

项目	单位	16 通路指标	32 通路指标
通路间隔	GHz	100	100
插入损耗	dB	<8	<10
光反射系数	dB	40	40
相邻通路隔离度	dB	>25	>25
非相邻通路隔离度	dB	>25	>25
偏振相关损耗	dB	0.5	0.5
各通路插损的最大差异	dB	< 2	< 3
温度特性	nm/°C	*	*
-1dB 带宽	nm	>0.2	>0.2
-20dB 带宽	nm	*	*
* 待研究			

对于单纤双向的 32 波 WDM 系统,其复用器和解复用器的参数依然要符合表 5 的要求。即考虑到蓝带和红带的耦合器后的总的插入损耗。

5 光放大器

光放大器在 WDM 系统中的应用主要有 3 种形式。在发送端,光放大器可用在光发送端机的后面作为系统的光功率放大器(Booster Amplifier),简称 BA,用于提高系统的发送光功率。在接收端,光放大器可用在光接收端机之前作为系统的光前置放大器(Preamplifier),简称 PA,用于提高信号的接收灵敏度。光放大器作为线路放大器时可用在无源光纤段之间以补充光纤损耗,延长中继长度,称为光线路放大器(Line Amplifier),简称 LA。

5.1 光放大器参数定义

参见 YDN 120-1999 相应的章节。

5.2 光放大器的参数要求

光放大器是 WDM 系统的一种重要器件,对于不同应用代码有不同参数要求,本标准规定了 6×22dB、8×22dB、3×33dB 和 3×27dB 4 种标称系统。光放大器分两类对 4 种系统提出性能参数要求。

5.2.1 光功率放大器要求

光功率放大器的参数要求如表 6 和表 7 所示。

表 6 光功率放大器性能参数(16 通路)

项 目	单位	16 通路系统指标	
		6/8×22dB	3×33/27dB
通路分配	nm	*	*
总输入功率范围	dBm	*	*
噪声系数	dB	<7	<7
通路输入功率范围	dBm	*	*

续表 6

项 目	单位	16 通路系统指标	
通路输出功率范围	dBm	*	*
输入反射系数	dB	>40	>40
输出反射系数	dB	>40	>40
泵浦在输入的泄漏	dB	*	*
输入可容忍的最大反射系数	dB	*	*
输出可容忍的最大反射系数	dB	*	*
最大总输出功率	dBm	+17	+17
通路增加/移去的增益响应(稳态)	ms	<10	<10
通路增益	dB	20~25	*
增益平坦度	dB	±1	±1
多通路增益斜度	dB/dB	<2	<2
偏振模式色散	ps	<0.5	<0.5
偏振相关损耗	dB	0.5	0.5
* 待研究			

表 7 光功率放大器性能参数(32 通路)

项 目	单位	32 通路系统指标	
		6/8×22dB	3×33/27dB
通路分配	nm	*	*
总输入功率范围	dBm	*	*
噪声系数	dB	<7	<7
通路输入功率范围	dBm	*	*
通路输出功率范围	dBm	*	*
输入反射系数	dB	>40	>40
输出反射系数	dB	>40	>40
泵浦在输入的泄漏	dB	*	*
输入可容忍的最大反射系数	dB	*	*
输出可容忍的最大反射系数	dB	*	*
最大总输出功率	dBm	+20	+20
通路增加/移去增益响应时间(稳态)	ms	<10	<10
通路增益	dB	20~25	*
增益平坦度	dB	±1	±1
增益斜度	dB/dB	<2	<2
偏振模式色散	ps	<0.5	<0.5
偏振相关损耗	dB	<0.5	<0.5
* 待研究			

5.2.2 光线路放大器要求

光线路放大器的参数要求如表 8 和表 9 所示。

表 8 光线路放大器性能参数(16 通路)

项 目	单 位	16 通路系统指标	
		6/8×22dB	3×33/27dB
通路分配	nm	*	*
总输入功率范围	dBm	*	*
噪声系数	dB	<5.5	<5.5
通路输入功率范围	dBm	*	*
通路输出功率范围	dBm	*	*
输入反射系数	dB	≥40	≥40
输出反射系数	dB	≥40	≥40
泵浦在输入的泄漏	dB	*	*
输入可容忍的最大反射系数	dB	*	*
输出可容忍的最大反射系数	dB	*	*
最大总输出功率	dBm	+17	+17
通路增加/移去的增益响应(稳态)	ms	<10	<10
通路增益	dB	20~25	*
增益平坦度	dB	±1	±1
多通路增益斜度	dB	<2	<2
偏振模式色散	ps	<0.5	<0.5
偏振相关损耗	dB	0.5	0.5
* 待研究			

表 9 光线路放大器性能参数(32 通路)

项 目	单 位	32 通路系统指标	
		6/8×22dB	3×33/27dB
通路分配	nm	*	*
总输入功率范围	dBm	*	*
噪声系数	dB	<6	<6
通路输入功率范围	dBm	*	*
通路输出功率范围	dBm	*	*
输入反射系数	dB	>40	>40
输出反射系数	dB	>40	>40
泵浦在输入的泄漏	dB	*	*
输入可容忍的最大反射系数	dB	*	*
输出可容忍的最大反射系数	dB	*	*
最大总输出功率	dBm	+20	+20
通路增加/移去增益响应时间(稳态)	ms	<10	<10
通路增益	dB	20~25	*

续表 9

项 目	单 位	32 通路系统指标	
		± 1	± 1
增益平坦度	dB	± 1	± 1
增益斜度	dB/dB	< 2	< 2
偏振模式色散	ps	< 0.5	< 0.5
偏振相关损耗	dB	< 0.5	< 0.5
* 待研究			

5.2.3 光前置放大器要求

光前置放大器的参数要求如表 10 和表 11 所示。

表 10 光前置放大器性能参数(16 通路)

项 目	单 位	16 通路系统指标	
		6/8×22dB	3×33/27dB
通路分配	nm	*	*
总输入功率范围	dBm	*	*
噪声系数	dB	< 5.5	< 5.5
通路输入功率范围	dBm	*	*
通路输出功率范围	dBm	*	*
输入反射系数	dB	> 40	> 40
输出反射系数	dB	> 40	> 40
泵浦在输入的泄漏	dB	*	*
输入可容忍的最大反射系数	dB	*	*
输出可容忍的最大反射系数	dB	*	*
最大总输出功率	dBm	+15	+15
通路增加/移去的增益响应(稳态)	ms	< 10	< 10
通路增益	dB	20~25	*
增益平坦度	dB	± 1	± 1
多通路增益斜度	dB	< 2	< 2
偏振模式色散	ps	< 0.5	< 0.5
偏振相关损耗	dB	0.5	0.5
* 待研究			

表 11 光前置放大器性能参数(32 通路)

项 目	单 位	32 通路系统指标	
		6/8×22dB	3×33/27dB
通路分配	nm	*	*
总输入功率范围	dBm	*	*
噪声系数	dB	< 5.5	< 5.5

续表 11

项 目	单位	32 通路系统指标	
通路输入功率范围	dBm	*	*
通路输出功率范围	dBm	*	*
输入反射系数	dB	>40	>40
输出反射系数	dB	>40	>40
泵浦在输入的泄漏	dB	*	*
输入可容忍的最大反射系数	dB	*	*
输出可容忍的最大反射系数	dB	*	*
最大总输出功率	dBm	+15	+15
通路增加/移去增益响应时间(稳态)	ms	<10	<10
通路增益	dB	20~25	*
增益平坦度	dB	±1	±1
增益斜度	dB/dB	<2	<2
偏振模式色散	ps	<0.5	<0.5
偏振相关损耗	dB	<0.5	<0.5
* 待研究			

5.3 安全要求

对于 16×10Gb/s WDM 系统, 合路入纤最大光功率电平为+17dBm, 对于 32×10Gb/s WDM 系统, 合路入纤最大光功率电平为+20dBm。

光放大器必须有明显的安全标志以确保人身安全。当光纤断开时, 应具有泵浦源自动关闭功能或将 EDFA 输出功率降低到安全功率以内。

5.4 可靠性要求

光放大器光器件(泵浦源)寿命应不小于 30 万 h。

5.5 光放大器自动增益控制要求

在 WDM 系统中, 应有光放大器自动增益控制功能。对于 16 通路 WDM 系统, 当 16 路信号中的某些信号失去时(包括同时失去 15 路), 应不影响其他通路正常工作, 没有突发误码产生。

当 32 路信号中的某些信号失去时, 应不影响其他通路的正常工作, 没有突发误码产生。在极限情况下, 如同时失去 31 个通路, 剩余的一个通路应在 10ms 内恢复正常无误码工作。

对于 16 和 32 通路 WDM 系统, 当逐路增加承载的通路数量时, 不应影响其他通路的性能; 当同时增加多个通路时, 系统也应不受影响。当运行中增加或减少承载的通路数量时, 系统的各项参数应可以进行自动调整, 不需要进行其它任何硬件或软件的改动。

6 光接口分类

6.1 有光线路放大器系统

6.1.1 有光线路放大器系统的参考配置

图 1 是一般 WDM 系统的配置, Tx 1、Tx 2、TxN 是通常 10Gb/s 系统的终端发送机, 在发送端采用波分复用器(合波器), 将不同波长的信号光载波合并起来并送入一根光纤进行传输。在接收端, 再由一波分复用器(分波器)将这些不同波长承载的不同信号的光载波分开。由于不同波长的光载波信号可以看作互相独立(不考虑光纤非线性时), 因而只需将两个方向的信号分别安排在不同波长传输, 即使一根

光纤也可实现双向传输。

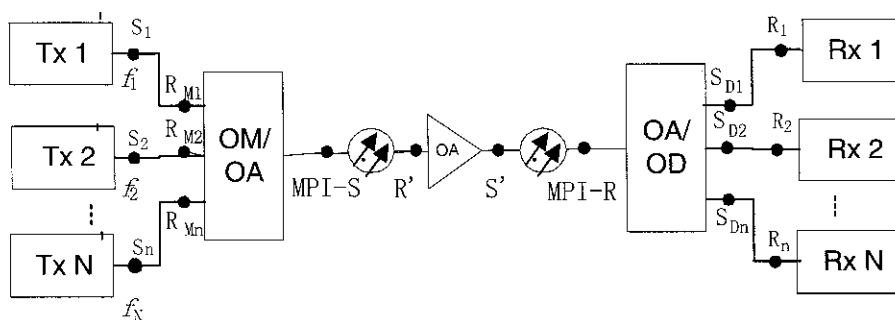


图 1 有光线路放大器系统的参考配置

图 1 所示的 WDM 系统具有下列参考点：

$S_1 \cdots S_n$ ：通路 1...n 在发射机光输出连接器处光纤上的参考点；

$R_{M1} \cdots R_{Mn}$ ：通路 1...n 在 OM/OA 的光输入连接器处光纤上的参考点；

MPI-S：OM/OA 的光输出连接器后面光纤上的参考点；

S'：光线路放大器的光输出连接器后面光纤上的参考点；

R'：光线路放大器的光输入连接器前面光纤上的参考点；

MPI-R：OA/OD 的光输入连接器前面光纤上的参考点；

$S_{D1} \cdots S_{Dn}$ ：是 OA/OD 的光输出连接器处的参考点；

$R_1 \cdots R_n$ ：接收机光输入连接器处的参考点。

6.2 系统分类和应用代码

现在应用的 WDM 系统都是用于长途传输，不考虑两点之间的无光线路放大器的 WDM 系统。所选用的 WDM 系统的分类和应用代码见表 12 和表 13。

表 12 G.652 光纤有线路放大器线路系统的应用代码

应用	长距离间隔 (每个间隔的目标 距离为 80km)	长距离间隔 (每个间隔的目标 距离为 80km)	超长距离间隔 (每个间隔的目标距离为 120km)	甚长距离间隔 (每个间隔的目标距离为 100km)
Span 数目	8	6	3	3
16 波长	16L8-64.2	16L6-64.2	16V3-64.2	16V'3-64.2
32 波长	32L8-64.2	32L6-64.2	32V3-64.2	32V'3-64.2

注：目标距离仅用来分类而非指标

表 13 G.655 光纤有线路放大器线路系统的应用代码

应用	长距离间隔 (每个间隔的目标 距离为 80km)	长距离间隔 (每个间隔的目标 距离为 80km)	超长距离间隔 (每个间隔的目标距离为 120km)	甚长距离间隔 (每个间隔的目标距离为 100km)
Span 数目	8	6	3	3
16 波长	16L8-64.5	16L6-64.5	16V3-64.5	16V'3-64.5
32 波长	32L8-64.5	32L6-64.5	32V3-64.5	32V'3-64.5

注：目标距离仅用来分类而非指标

单纤双向 WDM 系统的应用代码与单纤单向 WDM 系统相同。

其中 $6 \times 22\text{dB}$ 、 $3 \times 27\text{dB}$ 接口适用于无 FEC 功能和具有带内 FEC 功能的 WDM 系统， $8 \times 22\text{dB}$ 、 $3 \times 33\text{dB}$ 接口只适用于带外 FEC 功能 WDM 系统。

7 WDM 系统光接口参数的定义及要求

7.1 光接口参数的要求

表 14 分别给出适用于点到点 WDM 系统的参数的规范。规范的目标是为将来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的目的。

表 14 中的光信噪比 OSNR 的要求为系统寿命开始时值，其它值均为寿命终了值，即在系统设计寿命终了，并处于所允许的最坏工作条件下仍然能满足的数值。

7.1.1 应用在 16 和 32 通路 WDM 系统中的 S1-Sn 和 R1-Rn 接口

表 14 应用在 16 和 32 通路 WDM 系统中的 S1-Sn 和 R1-Rn 接口(暂定)

	单位	数值
单个发送机输出 S1..Sn		
标称光源类型		*
线路码型		NRZ
光谱特性		
- 最大-20dB 谱宽		0.3
- 最小边模抑制比	nm	35
- 啁啾系数	dB	+0.2 ~ -0.2
中心频率		
- 标称中心频率	THz	(192.1~196.1)
- 最大中心频率偏移	GHz	± 12.5
通路间隔	GHz	100
平均发送功率		
- 最大	dBm	-1
- 最小	dBm	-5
最小消光比	dB	+10
眼图模板		符合 G.691 建议眼图模板
光通道(Sn -Rn 参考点之间)		
光通道代价 ⁵	dB	2
单个接收机输入(R1..Rn 参考点)		
接收机类型		PIN 或 APD
接收机最大过载	dBm	0(PIN)或 -9(APD)
接收机反射	dB	-27

续表 14

	单位	数值
光信噪比(无 FEC 系统) ²	dB	25
光信噪比(带内 FEC 系统) ³	dB	23.5
光信噪比(带外 FEC 系统) ⁴	dB	22(20)
接收机最差灵敏度(BER=1.0E-12) ⁶	dBm	-14(PIN)或-21(APD)
最大接收波长	nm	>1565
最小接收波长	nm	<1310
* 待研究		
注: 1) 光缆在 S1..Sn 参考点的回波损耗(含有任何活接头)为 24dB。		
2) 没有采用任何 FEC 的 WDM 系统, 光信噪比要求为 25dB。		
3) 采用带内 FEC 的 WDM 系统, 光信噪比为 23.5dB。		
4) 对于采用带外 FEC 的 WDM 系统, 8×22 dB 光接口光信噪比为 22dB, 3×33dB 光接口光信噪比为 20dB。		
5) 光通道代价是指经过 DCF 补偿后的光通道。		
6) 运营者根据需要选取接收机灵敏度。		

7.1.2 16 和 32 通路 WDM 系统主光通道参数

表 15 列出的参数均是在采用 PDC 色散光纤补偿技术条件下的系统参数。对于其具体 DCM 模块的配置不做规定。DCM 模块一般放置在线路放大器的两级泵浦源之间。

对于 G.655 光纤和 G.652 光纤, 其色散补偿特性不同, 具体要求待规定。表 16 所规定的 G.655 光纤包括 TRUE-WAVE 和 LEAF 光纤。

10Gb/s SDH 系统采用带内 FEC 时, 应选用 G.707 规定的 BCH-3 编码。

表 15 中所列出的线路衰减范围指纯粹的线路损耗, 不包括 DCM 模块带来的损耗。

表 15 16 通路 WDM 系统主光通道参数(暂定) G.652 光纤

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
通路数		16	16	16	16
比特速率/通路的格式		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
MPI-S 和 S'点的光接口					
光发送端串音	dB	*	*	*	*
每通路输出功率					
- 平均功率	dBm	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
- 最大	dBm	+8.0	+8.0	+7.0	+7.0
- 最小	dBm	+2.0	+2.0	+4.0	+4.0
总发送功率					
- 最大	dBm	+17	+17	+17	+17

续表 15

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
MPI-S 点每通路信噪比	dB	>35	>35	>35	>35
MPI-S 点的最大通路功率差	dB	6	6	3	3
光通道(MPI-S - MPI-R)					
光通道代价	dB	2	2	2	2
衰减范围					
- 最大	dB	24	24	33	27
- 最小	dB	22	22	31	26
最大色散容纳值	ps/nm	12800	9600	7200	6000
反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大 DGD	ps	30	30	30	30
最小回损	dB	24	24	24	24
色散容纳值(补偿后)					
- 最大	ps/nm	1200	1000	800	800
MPI-R 和 R'点的光接口					
平均每通路的输入功率					
- 最大	dBm	-14	-14	-24	-19
- 最小	dBm	-22	-22	-29	-22
平均总输入功率					
- 最大	dBm	-2	-2	-14	-9
MPI-R 点每通路最小光信噪比	dB	22(带外)	25	20	25
光信号串音	dB	20	20	20	20
MPI-R 点的最大通路功率差	dB	8	8	5	4
注: 1)8×22dB、3×33dB 系统仅适用于采用带外 FEC 的 WDM 系统。					
2)对于 8×22dB 光接口指标的应用, 光缆偏振模色散 PMD 应<0.4ps/sqrt(km)。					
* 待研究					

表 16 16 通路 WDM 系统主光通道参数(暂定) G.655 光纤

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
通路数		16	16	16	16
比特速率/通路的格式		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
MPI-S 和 S'点的光接口					
光发送端串音	dB	*	*	*	*
每通路输出功率					
- 平均功率	dBm	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
- 最大	dBm	+8.0	+8.0	+7.0	+7.0

续表 16

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
- 最小	dBm	+2.0	+2.0	+4.0	+4.0
总发送功率	dBm				
- 最大	dB	+17	+17	+17	+17
MPI-S 点每通路信噪比	dB	>35	>35	>35	>35
MPI-S 点的最大通路功率差		6	6	3	3
光通道(MPI-S - MPI-R)					
光通道代价	dB	2	2	2	2
衰减范围					
- 最大	dB	24	24	33	27
- 最小	dB	22	22	31	26
色散	ps/nm	3840	2880	2160	1800
反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大 DGD	ps	30	30	30	30
最小回损	dB	24	24	24	24
最大线路色散值(补偿后)	ps/nm	800	800	800	800
MPI-R 和 R' 点的光接口					
平均每通路的输入功率					
- 最大	dBm	-14	-14	-24	-19
- 最小	dBm	-22	-22	-29	-22
平均总输入功率					
- 最大	dBm	-2	-2	-14	-9
MPI-R 点每通路最小光信噪比	dB	22	25	20	25
光信号串音	dB	20	20	20	
MPI-R 点的最大通路功率差	dB	8	8	5	4
* 待研究					
注: 1) 本表中的色散计算以 6ps/nm.km 为例, 在 G.655 光纤的规范中, 在(1530nm- 1565nm)区域, 色散绝对值又为: 1.0ps/nm.km <D< 6.0ps/nm.km。					
2) 8×22dB、3×33 dB 系统仅适用于采用带外 FEC 的 WDM 系统。					
3) 对于 8×22dB 光接口指标的应用, 光缆偏振模色散 PMD 应<0.4ps/sqrt(km)。					

单纤单向的 32 波 WDM 系统主光通道参数:

表 17 32 通路单纤单向 WDM 系统主光通道参数(暂定) G.652 光纤

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
通路数		32	32	32	32
比特速率/通路的格式		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
MPI-S 和 S' 点的光接口					

续表 17

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
光发送端串音	dB	*	*	*	*
每通路输出功率					
- 平均功率	dBm	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
- 最大	dBm	+6.0	+6.0	+6.0	+7.0
- 最小	dBm	+2.0	+2.0	+4.0	+4.0
总发送功率					
- 最大	dBm	+20	+20	+20	+20
MPI-S 点每通路信噪比	dB	>35	>35	>35	>35
MPI-S 点的最大通路功率差	dB	4	4	2	3
光通道(MPI-S - MPI-R)					
光通道代价	dB	2	2	2	2
衰减范围					
- 最大	dB	24	24	33	27
- 最小	dB	22	22	31	26
色散	ps/nm	12800	9600	7200	6000
反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大 DGD	ps	30	30	30	30
最小回损	dB	24	24	24	24
最大线路色散值(补偿后)	ps/nm	1200	1000	800	800
MPI-R 和 R' 点的光接口					
平均每通路的输入功率					
- 最大	dBm	-16	-16	-25	-19
- 最小	dBm	-22	-22	-29	-22
平均总输入功率					
- 最大	dBm	-2	-2	-11	-6
MPI-R 点每通路最小光信噪比	dB	22	25	20	25
光信号串音	dB	20	20	20	
MPI-R 点的最大通路功率差	dB	6	6	4	5
* 待研究。					
注: 1) 8×22dB、3×33 dB 系统仅适用于采用带外 FEC 的 WDM 系统。					
2) 对于 8×22dB 光接口指标的应用, 光缆偏振模色散 PMD 应<0.4ps/sqrt(km)。					

表 18 32 通路 单纤单向 WDM 系统主光通道参数(暂定) G.655 光纤

	单位	8×22 dB	6×22 dB	3×33 dB	3×27 dB
通路数		32	32	32	32
比特速率/通路的格式		STM-64	STM-64	STM-64	STM-64
MPI-S 和 S'点的光接口					
光发送端串音	dB	*	*	*	*
每通路输出功率					
- 平均功率	dBm	+5.0	+5.0	+5.0	+5.0
- 最大	dBm	+6.0	+6.0	+6.0	+7.0
- 最小	dBm	+2.0	+2.0	+4.0	+4.0
总发送功率					
- 最大	dBm	+20	+20	+20	+20
MPI-S 点每通路信噪比	dB	>35	>35	>35	>35
MPI-S 点的最大通路功率差	dB	4	4	2	3
光通道(MPI-S -MPI-R)					
光通道代价	dB	2	2	2	2
衰减范围					
- 最大	dB	24	24	33	27
- 最小	dB	22	22	31	26
色散	ps/nm	3840	2880	2160	1800
反射	dB	-27	-27	-27	-27
最大 DGD	ps	30	30	30	30
最小回损	dB	24	24	24	24
最大线路色散值(补偿后)	ps/nm	800	800	800	800
MPI-R 和 R'点的光接口					
平均每通路的输入功率					
- 最大	dBm	-16	-16	-25	-19
- 最小	dBm	-22	-22	-29	-22
平均总输入功率					
- 最大	dBm	-2	-2	-11	-10
MPI-R 点每通路最小光信噪比	dB	22	25	20	25
光信号串音	dB	20	20	20	
MPI-R 点的最大通路功率差	dB	6	6	4	5

* 待研究。

1) 本表中的色散计算以 6ps/nm.km 为例, 在 G.655 光纤的规范中, 在 1530nm~1565nm 区域, 色散绝对值在 $1.0\text{ps/nm.km} < D < 6.0\text{ps/nm.km}$ 。

2) 8×22dB、3×33dB 系统仅适用于采用带外 FEC 的 WDM 系统。

3) 对于 8×22dB 光接口指标的应用, 光缆偏振模色散 PMD 应 $< 0.4\text{ps}/\sqrt{\text{km}}$ 。

7.1.3 单纤双向 WDM 系统主光通道参数

对于单纤双向的 32 波 WDM 系统,在某一方向上,其蓝带和红带的参数应符合 16 路 WDM 系统主光通道的要求。

7.2 不中断业务光监测接口

在每一个 EDFA 光中继站和 WDM 系统终端站上,主光通道应有不中断业务监测接口(仪表可以接入),允许在不中断业务的情况下,对波分复用终端站和线路放大器中继站的主光通道进行实时监测。

在波分复用终端站和线路放大器中继站中,应有估算每个光通路的光功率和光信噪比的功能,并将相应的数据送到网管系统中,在网管上可以查看相应的物理量。估算功率的精度应不超出 $\pm 1.5\text{dB}$,估算光信噪比的精度应不超出 $\pm 1.5\text{dB}$ 。

7.3 DCF 光纤要求

由于 G.652 光纤和 G.655 光纤是正色散,因此 WDM 系统在此光纤上使用的色散补偿光纤主要为负色散的 DCM 模块,此模块在一段距离之后对于不同的波长给予不同的色散补偿。

色散补偿模块一般用于发送端光功率放大器、光线路放大器和接收端光前置放大器的中间级(MSA)。其补偿原则根据光功率预算的结果而定。该光纤的参数要求见表 19。

表 19 DCF 参数要求

项目	参数	
	最大	最小
插入损耗 (dB) (等效 G.652 光纤补偿长度)		
20 km	3.6	na
40 km	5.5	na
60 km	7.5	na
80 km	9.5	na
100 km	11.5	na
120km	13.5	na
工作窗口色散(ps/nm) (等效 G.652 光纤补偿长度)	最大	最小
20 KM	-310	-360
40 km	-620	-710
60 km	-930	-1070
80 km	-1240	-1420
100 km	-1550	-1780
120 km	-1860	-2140
损耗系数(dB/km)	1.0	na
光反射 (dB)	-27	na
工作波长范围 (nm)	1565	1525
平均群时延(ps/km ^{1/2})	0.5	na
最大允许输入功率(dBm)	Na	+20
偏振相关损耗 (ΔdB)	0.5	ffs

注: 1) 对一些色散补偿器,工作波长范围可以更窄,但必须覆盖光源工作波长范围。
2) 所有的等效光纤都是针对 G.652 光纤,其它类型的光纤待研究。
3) 对于 40Gb/s 传输,色散补偿器最大 DGD 必须减小,以应付长距离有效传送。

8 波长转换器(OTU)的要求

8.1 OTU 功能

8.1.1 OTU 基本功能

本标准规范的 OTU 均可实现 3R 功能, 即有定时再生电路。没有定时再生电路的 OTU 待规定。

开放式 WDM 系统在发送端采用波长转换器(OTU)将非标准的波长转换为标准波长, OTU 具有符合 G.692 的标准接口, 而 SDH 设备可继续使用符合 G.691 接口要求的设备。

图 2 是一个波长转换器。该器件主要作用在于把非标准的波长, 转换为 ITU-T G.692 所规范的标准波长, 以满足系统的波长兼容性。在现在已商用的产品中, 使用的依然是光/电/光(O/E/O)的变换。即先用光电二极管 PIN 或 APD 把接收到的光信号转换为电信号, 然后用该电信号对标准波长的激光器重新进行调制, 从而得到新的合乎要求的光波长信号。

在 S 点, 符合 G.691 的 Tx 发送功率有时会超过 OTU 的输入过载功率, 这时可以在 S 点插入固定衰减器。

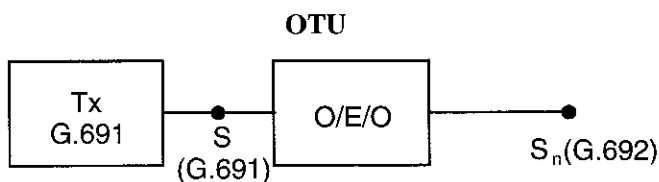


图 2 符合 G.691 的发射机与波长转换器(OTU)合并使用的示意图

OTU 的前端为符合 G.691 要求的 SDH 发送机接口 S, OTU 的输出端为符合 WDM 系统 G.692 要求的接口 Sn。

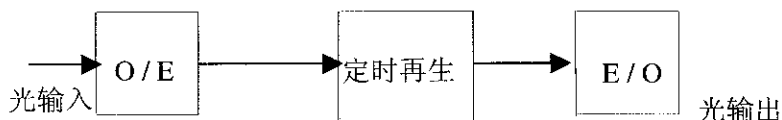


图 3 光—电—光转换器

在系统中采用的将是如图 3 所示的 O/E/O 的转换器。其输出信号将为合乎 G.692 要求的标准波长。

8.1.2 具备带外 FEC 功能的 OTU

带外 FEC 方案采取 G.975 规定的方案, 即 R-S 编码方法。对于其他的带外 FEC 方法待规定。采用 FEC 功能的 OTU 依然必须具有 B1、J0 字节的非介入监视功能, 即 FEC 功能的实施不影响 OTU 对开销字节的监视。

发送端 OTU 将 FEC 开销增加到输入 SDH 信号帧结构中。当输入信号丢失时, 应发出 FDI 前向失效指示信号。

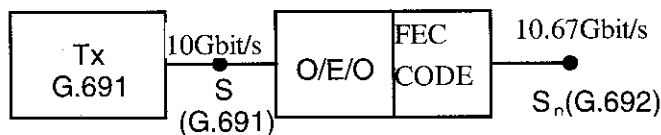


图 4 具有带外 FEC 的发送端 OTU 功能示意图

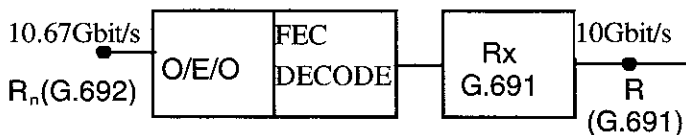


图 5 具有带外 FEC 的接收端 OTU 功能示意图

接收端 OTU 将 SDH 信号从带 FEC 开销信号帧解出来，输出端为常规 SDH 帧结构信号。当检测到发端 OTU 发出的 FDI 信号时，能够发出告警，同时关闭输出功率。

8.1.3 具有带内 FEC 功能的 OTU

具有带内 FEC 功能的 OTU 待研究。

8.2 OTU 的位置

8.2.1 发送端的 OTU

位于具有 G.691 接口 SDH 设备的后面，OTU 的输出为标准波长、符合 G.692 输出特性的光信号。

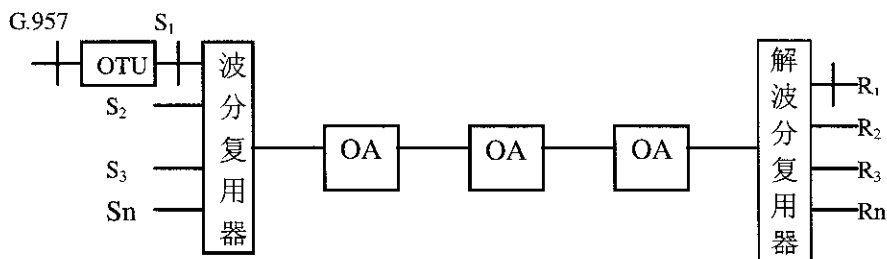


图 6 发送端 OTU 的应用

$S_2..S_n$:符合 WDM 系统要求的 SDH 接口系统。

当把符合 G.691 的发射机和波长转换器结合起来作为 G.692 光发射机时，参考点 S_n 位于波长转换器的输出光连接器后面，如图 6 所示。

发送端 OTU 应具有对再生段开销字节(B1、J0)进行监视的功能。

8.2.2 作为再生中继器的 OTU

作为再生中继器的 OTU 除执行 3R 中继，完成光/电/光转换外，还需要具有对某些再生段开销字节进行监视的功能，至少包括再生段误码监测 B1 字节的监测，再生段踪迹字节监测的实现可能性待研究。

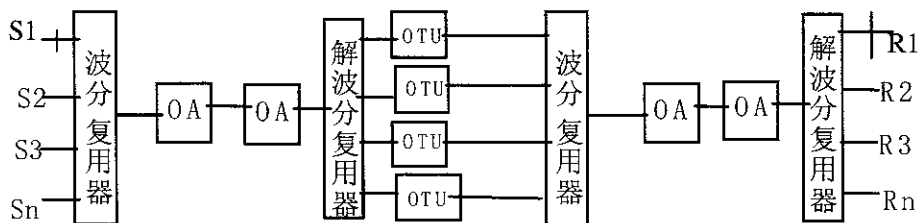


图 7 有再生中继功能的 OTU 的应用

$S_2..S_n$:符合 WDM 系统要求的 SDH 接口系统，如图 7 所示。

8.2.3 接收端的 OTU

位于具有 G.691 接口 SDH 接收机的前面，OTU 的输出为符合 G.691 输出特性的光信号。

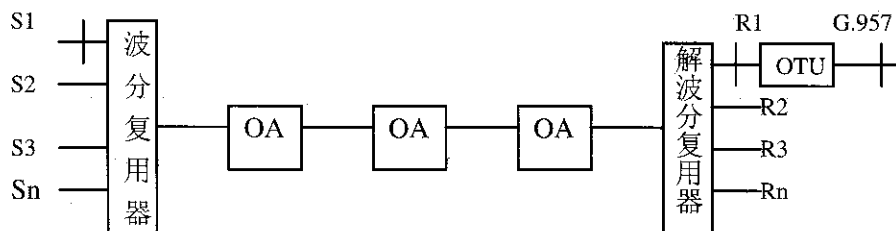


图 8 接收端 OTU 的应用

S₂...S_n:符合 WDM 系统要求的 SDH 接口系统

当把符合 G.691 的接收机和波长转换器 OTU 结合起来作为光接收机时, G.691 接收机参考点位于波长转换器 OTU 的输出光连接器后面, 如图 8 所示。

接收端 OTU 具有对再生段开销字节(B1、J0)进行监视的功能。

8.2.4 具有带外 FEC 功能的 OTU 的性能监视

对 FEC 功能的启动所带来的误码性能进行监视。

8.3 OTU 接口指标

8.3.1 发送端 OTU 接口参数

表 20 发送端 OTU 接口参数

OTU 的输入端 S 点参数要求:		
接收灵敏度	dBm	-14 注 1)
接收机反射	dB	> 27
过载功率	dBm	0
输入信号波长区	nm	1280 ~1565
OTU 的输出端 S _n 点参数要求:		
标称光源类型		*
光谱特性		NRZ
- 最大-20dB 谱宽	nm	0.3
- 最小边模抑制比	dB	35
- 啁啾系数		*
中心频率		
- 标称中心频率	THz	(192.1~196.1)THz
- 中心频率偏移	GHz	±12.5
平均发送功率		
- 最大	dBm	-1
- 最小	dBm	-5
最小消光比	dB	+10
色散容纳值(补偿后)	ps/nm	注 2)
眼图模框		符合 G.691 建议眼图模板

注: 1) 在某些情况下可以适当放松。

2) 表中色散容纳值与选用的系统和光纤类型有关, 对于 G.652 光纤, 例如 8×22dB 为 1200ps/nm, 6×22dB 为 1000ps/nm, 3×33dB、3×27dB 则为 800ps/nm。色散容纳值与复用波长数目无关。对于 G.655 光纤, 例如 8×22dB、6×22dB、3×33dB、3×27dB 均为 800ps/nm。

8.3.2 再生中继器 OTU 接口参数

表 21 作为再生中继器的 OTU 的接口参数

OTU 的输入端 S 点参数要求:		
接收灵敏度	dBm	-14(PIN)或-21(APD)
接收机反射	dB	> 27
过载功率	dBm	0(PIN)或-9(APD)
输入信号波长区	nm	1280 ~1565
OTU 的输出端 Sn 点参数要求:		
标称光源类型		*
光谱特性		
- 最大-20dB 谱宽	nm	0.3
- 最小边模抑制比	dB	35
- 啾啾系数		*
中心频率		(192.1~196.1)THz
- 标称中心频率	THz	100
- 中心频率偏移	GHz	±12.5
平均发送功率		
- 最大	dBm	-1
- 最小	dBm	-5
最小消光比	dB	+10
色散容纳值	ps/nm	注 1)
眼图模框		符合 G.691 建议眼图模板
注: 1) 表中色散容纳值与选用的系统和光纤类型有关, 对于 G.652 光纤, 例如 8×22dB 为 1200ps/nm, 6×22dB 为 1000ps/nm, 3×33dB、3×27dB 则为 800ps/nm, 与复用波长数目无关。对于 G.655 光纤, 例如 8×22dB、6×22dB、3×33dB、3×27dB 均为 800ps/nm, 与复用波长数目无关。		

8.3.3 接收端 OTU 接口参数

表 22 接收端 OTU 接口参数

OTU 的输入端 S 点参数要求		
接收机类型[1]		PIN 或 APD
接收灵敏度	dBm	-14(PIN)或-21(APD)
接收机反射	dB	>27
过载功率	dBm	0(PIN)或-9(APD)
输入信号波长区	nm	1280 ~1565
OTU 的输出端 Sn 点参数要求		
平均发送功率 [2]		
- 最大	dBm	0 (+2)
- 最小	dBm	-10 (-2)
最小消光比	dB	10
注: 1) 接收灵敏度有两种, 运营者可以根据需要选取。		
2) 平均发送功率有 2 种选项, 一种是远距离的光接口, 另一种是局内接口。		

8.4 OTU 抖动产生指标

OTU 的抖动产生指标应符合表 23 的要求。

表 23 OTU 的抖动产生指标

接口	测量带宽		峰—峰抖动(UI)
	高通(kHz)	低通(MHz)	
STM-64(光)	20	80	0.30
	4000	80	0.10

对于 SDH 再生器的抖动传输要求:

抖动传递函数定义为 STM-N 信号输出口的抖动与输入口相应频率的 STM-N 信号上加载的抖动之间的比率。当输入正弦抖动在图 8 所示模板之上(对于各个比特率相应的参数如表 14 所示), SDH 再生器抖动传递函数应当在图 7 所示曲线的下方。

具有带外 FEC 功能 OTU 的抖动产生待研究,暂时参照上表执行。

8.5 OTU 抖动转移特性

OTU 波长转换器应具有和 SDH 再生中继器一样的抖动传递特性。OTU 抖动传递函数应该在图 9 所示曲线的下方, 参数值如表 24 所示。

表 24 抖动转移特性参数值

STM 等级	fc(kHz)	p(dB)
STM-64(A)	120 k	0.1

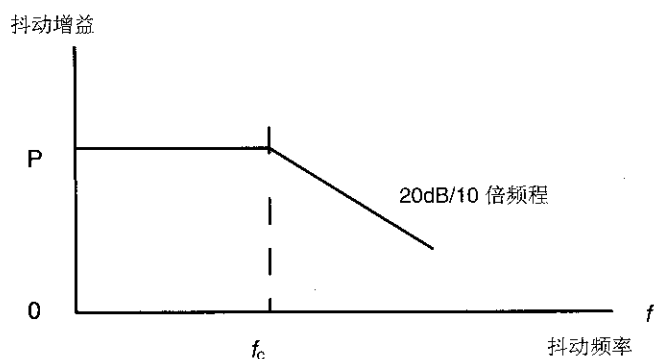


图 9 OTU 抖动传递特性

当采用带外 FEC 功能 OTU, 其抖动传递函数应以一对 OTU 进行测量, 即以带编码功能的 OTU 与有解码功能的 OTU 相结合, 其抖动转移函数应符合图 9 ($p=0.2\text{dB}$)。

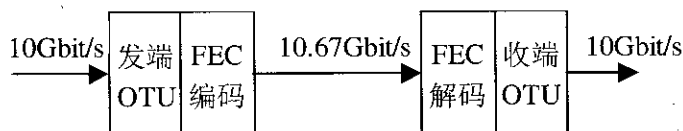


图 10 具备 FEC 功能 OTU 抖动转移函数测试配置

8.6 OTU 输入抖动容限

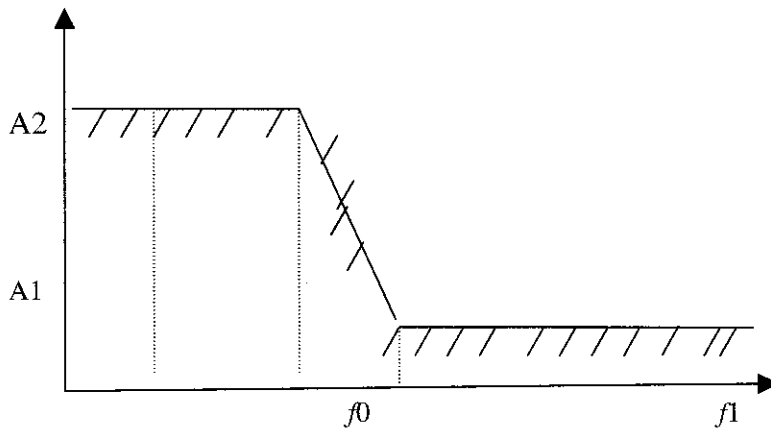


图 11 OTU 输入口的输入抖动容限

OTU 输入口应至少容忍图 11 所施加的输入抖动模框，相应的参数值如表 25 所示。

表 25 OTU 输入抖动容限数值

STM 等级	f1(kHz)	f0(kHz)	A1(UIp-p)	A2(UIp-p)
STM-64(A)	4000	400	0.15	1.5

9 WDM 系统监控通路要求

参见 YDN 120-1999 相应的章节。

对于单纤双向系统，监控波长除 1510nm 外，另一个监控波长为 1625nm，具体参数待规定。

10 网络管理要求

10.1 网络管理要求

网络管理要求参见 YDN 120-1999 第 12 章。

10.2 对于具有带外 FEC OTU 的网络管理功能补充规定

10.2.1 具有 FEC 功能 OTU 告警量为：

- 再生段 B1 误码超限
- J0 踪迹字节失配
- 输入信号丢失(LOS)
- 输入信号帧丢失(LOF)
- 激光器发送失效
- 激光器输出光功率值不足或过载
- 激光器寿命告警
- 调制器输出光功率告警（采用铌酸锂调制器时）
- 光输入信号电平过高或过低
- 纠错前过量误码告警(适用于接收端 OTU)
- 纠错后误码过量告警(适用于接收端 OTU)

10.2.2 具有 FEC 功能 OTU 性能参量为：

- 光输入信号电平
- OTU 的输出功率
- 激光器输出光中心波长值（可选项）
- 激光器输出光中心波长偏移值（可选项）

- 激光器输出光功率值
 - 激光器波长控制对应的实测温度值
 - 激光器偏置电流值
 - B1 误码性能
 - 外调制器偏置电压值（如采用分离的外调制器件时）
 - 纠错前的误码状态（仅适用于接收端 OTU）
 - 纠错后的误码状态（仅适用于接收端 OTU）
- 其它网管部分参见 YDN 120-1999 相应的章节。

11 网络性能

11.1 误码性能

见 YDN 120-1999 的 13.1 节。

11.2 抖动性能

11.2.1 网络和系统输出抖动

SDH 网络接口的最大允许输出抖动应不超过表 25 中所规定的数值。滤波器频响按 20dB/10 倍频程滚降，测量时间为 60s。表 26 括号中数值为数字段输入信号无抖动时的输出抖动限值要求。

表 26 SDH 网络输出口最大允许输出抖动

参数值 STM-N 等级	网络接口限值 UI _{pp}		测量滤波器参数		
	B1	B2	f_1 (Hz)	f_3 (kHz) -	f_4 (MHz)
STM-1(电)	1.5(0.75)	0.075	500	65	1.3
STM-1(光)	1.5(0.75)	0.15	500	65	1.3
STM-4(光)	1.5(0.75)	0.15	1000	250	5
STM-16(光)	1.5(0.75)	0.15	5000	1000	20
STM-64(光)	1.5(0.75)	0.15	20000	4000	80

11.2.2 WDM 系统承载的 SDH 网络输入口的抖动和漂移容限

SDH 设备的 STM-N 输入口应能至少容忍按图 12 的模框所施加的输入抖动和漂移，相应的参数值如表 27 所示。

表 27 STM-64 输入抖动和漂移容限

频率 f (Hz)	要求(峰-峰)
$10 < f \leq 12.1$	2490 UI (0, 25 μ s)
$12.1 < f \leq 2000$	$3.0 \times 10^4 f^{-1}$
$20 \text{ k} < f \leq 400 \text{ k}$	1.5 UI
$400 \text{ k} < f \leq 4 \text{ M}$	$6.0 \times 10^5 f^{-1}$ UI
$4 \text{ M} < f \leq 80 \text{ M}$	0.15 UI

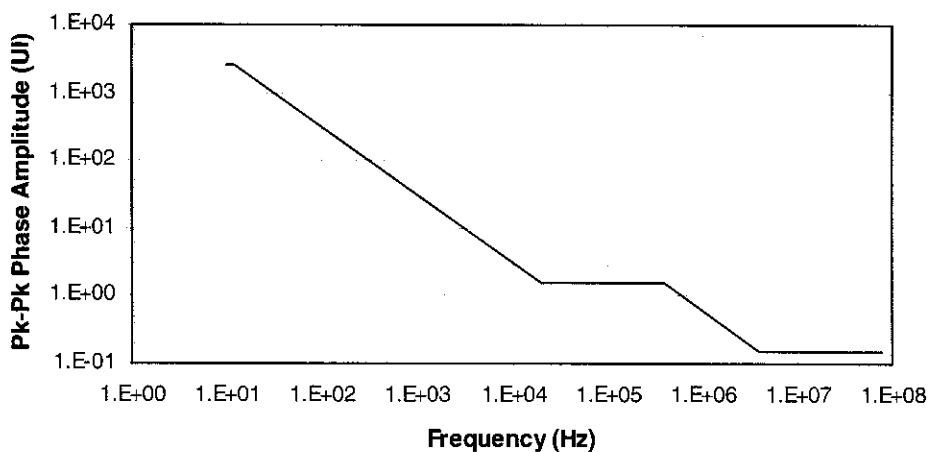


图 12 G.825 STM-64 抖动容限

12 APR 和 ALS 进程

为了保持后向兼容性，与已经存在建议光安全部分的规定不相矛盾，本标准同时定义了 ALS、APR 进程，为 WDM 系统提供了两种光安全进程选项。对于已经敷设承载 SDH 系统的 WDM 系统，可以采用 ALS 进程，但新敷设的 WDM 系统应支持 APR 功能。

光缆切断、设备失效或光连接器拔出等等均会导致光功率丢失，出于人眼安全的考虑，在主光通道一个光段内光功率丢失的情况下，需要系统实施 ALS、APR 进程。为便于在链路重新连好以后系统能容易地恢复，同时考虑实施自动（或人工）重新启动进程。

12.1 APR 在 WDM 系统和 OTN 应用

在受限的地点，对那些运行输出功率为危险等级 1 的光接口都需要 APR 技术。在功率降低后，当剩余的所有通道的功率（包括由光监控通路 OSC 来的功率）降低至 0dBm 水平以内时，不排除光放大器的完全关闭。

假设如图 13 所示 A 点光缆断裂，接收接口 R_2 处出现的光传输段的连续性丢失（LOC-OTS）缺陷，则用来减少传输接口 T_2 的输出功率。这又导致接收接口 R_1 处的 LOC-OTS 缺陷，后者又使得传输接口 T_1 处的输出功率减少。对于 OTN 和 WDM 系统， R_1 、 T 处 LOC-OTS 的定义和检测准则待研究。

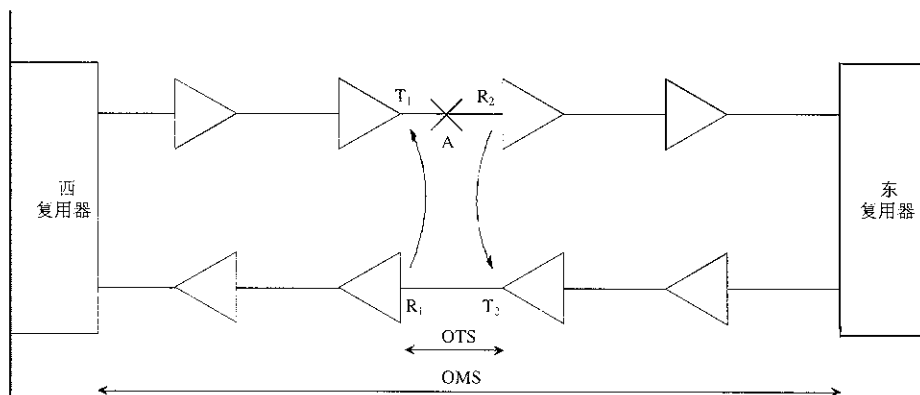


图 13 APR 功能示意图

在受影响的 OTS 内，受限地点的所有光输出端处的功率应在 3s 之内（OTS 中断时刻起）降到 0 dBm

以下。

当该 OTS 内的连接修复以后，需要有一种自动的或人工的重启动来恢复这 OTS 内的传输。在连接中断以后或在前一次（不成功的）重启动动作以后的 100s 内不应激活重启动，除非连接性能得到保证。重启动期间和重启动以后，直至连接性得到保证之前，在受影响的 OTS 内的功率电平危险等级不应超过等级 1。

APR 程序不应导致下游产生告警，即只有受影响的 OTS 知道。

APR 不排除在受影响的 OMS 段内对其它放大器的二次动作，也不排除 OMS 外正在工作的设备，如 SDH 单波长设备的关断。然而这不能干扰受影响的 OTS 的安全程序。

适于支持横向兼容的光接口的重启动的详细内容尚需作一步研究。

对于双向系统（bi-directional systems）也必须满足同样的光安全要求，并采用单向系统一样的原则，但详细过程还需研究。
