



# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2006-2009

---

## 光通道功率可调合波器 技术要求和测试方法

Technical requirements and test methods of VMUX

2009-12-11 发布

2010-01-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....II

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 缩略语、术语和定义.....1

4 分类.....2

5 技术要求.....3

6 测试方法.....3

7 可靠性试验.....5

8 检验规则.....7

9 标识、包装、运输和贮存.....7

附录 A（规范性附录）WDM 系统中心波长分配表.....9

附录 B（资料性附录）50 GHz 间隔 VMUX 参数指标.....11

## 前 言

本标准的“可靠性试验”参考了 Telcordia GR-1221-CORE-1999《无源光器件可靠性保证总规范》、GR-1209-CORE-2001《无源光器件总规范》、GR-468-CORE-2004《通信设备用光电子器件通用可靠性保证要求》的部分内容。

本标准在制定过程中注意与 YD/T 1320-2004《光密集波分复用器/去复用器技术要求和试验方法》的协调一致。

本标准的附录 A 为规范性附录，附录 B 为资料性附录。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准由中兴通讯股份有限公司、武汉邮电科学研究院、工业和信息化部电信研究院、深圳新飞通光电技术有限公司起草。

本标准主要起草人：沈百林、张红宇、武成宾、方 瑜、郑彦升、吴晓平、赵文玉、李春芳。

# 光通道功率可调合波器技术要求和测试方法

## 1 范围

本标准规定了光通道功率可调合波器的技术要求和测试方法，包括相关定义、分类、技术要求、测试方法、可靠性试验、检验规则及标识、包装、运输和贮存。

本标准适用于光密集波分复用系统的光通道功率可调合波器（以下简称 VMUX），光通道功率可调分波器可参照执行。

## 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。

- GB/T 2828.1-2003 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 2421-1999 电工电子产品环境试验 第 1 部分：总则
- GB/T 20440-2006 密集波分复用器/解复用器技术条件
- YD/T 1960-2009 N×10 Gbit/s 超长距离波分复用（WDM）系统技术要求
- SJ/T 11363-2006 电子信息产品中有害物质的限量要求
- SJ/T 11364-2006 电子信息产品污染控制标识要求
- Telcordia GR-468-CORE-2004 通信设备用光电子器件通用可靠性保证要求
- Telcordia GR-1209-CORE-2001 无源光器件总规范
- Telcordia GR-1221-CORE-1999 无源光器件可靠性保证总规范

## 3 缩略语、术语和定义

### 3.1 缩略语

GB/T 20440-2006 中确立的以及下列缩略语适用于本标准。

AWG	Array Waveguide Grating	阵列波导光栅
ESD	Electrostatic Discharge	静电放电
HBM	Human Body Module	人体模型
MUX	Multiplexer	合波器
TFF	Thin Film Filter	介质膜滤波
VMUX	Variable Multiplexer of Optical Channel Power	光通道功率可调合波器
VOA	Variable Optical Attenuator	可调光衰减器

### 3.2 术语和定义

GB/T 20440-2006 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.2.1

光通道功率可调合波器 VMUX

VMUX 是一种由 MUX、多个 VOA 和控制电路组成的通道功率可调整的光密集波分复用器。MUX 实现多个波长的合波，控制电路根据系统光功率均衡需求控制每个通道 VOA 的衰减量，调整每个通道的光功率。VMUX 结构如图 1 所示。

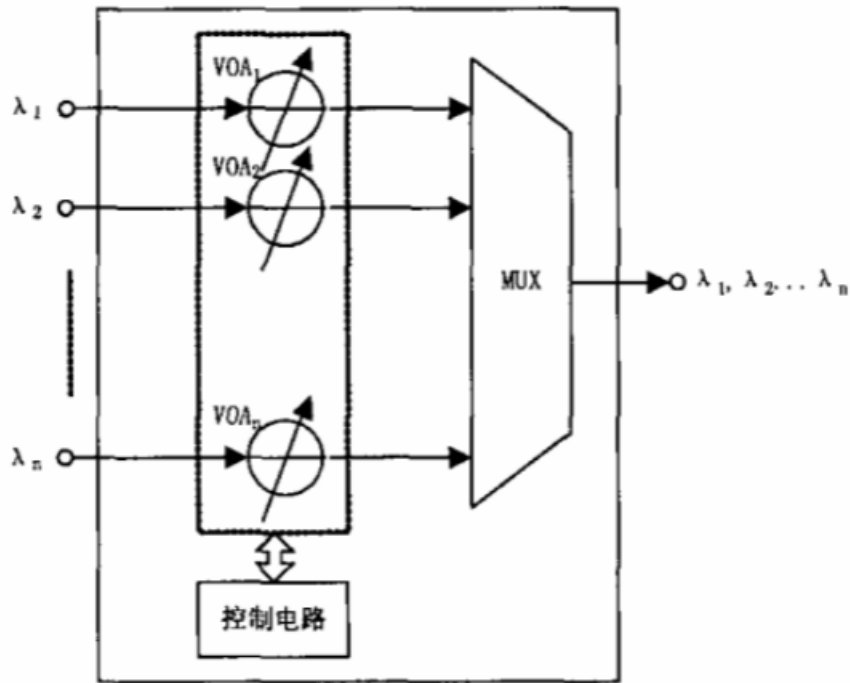


图1 VMUX 结构框图

3.2.2

衰减范围 attenuation range

衰减范围是衰减值可设置的最大值与衰减值可设置的最小值之间的差值，单位为 dB。

注：衰减值可设置的最小值为 0 dB。

3.2.3

衰减精度 attenuation accuracy

衰减精度是在衰减范围内，所有通道衰减的设置值与实际值之差绝对值的最大值，单位为 dB。

4 分类

按 VMUX 的工作机理分为：

- AWG；
- TFF。

按 VMUX 的工作通道间隔分为：

- 100 GHz；
- 50 GHz。

按 VMUX 的滤波器通带形状分为：

- 平顶型；
- 高斯型。

5 技术要求

5.1 性能要求

表 1 给出了 100 GHz 间隔平顶型 VMUX 的参数指标，100 GHz 间隔高斯型 VMUX 的参数指标可参照表 1 执行，50 GHz 间隔 VMUX 的参数指标参见附录 B。

表1 100 GHz 间隔平顶型 VMUX 参数指标

参 数	单 位	指 标
衰减范围	dB	≥10
衰减精度	dB	≤1.2
通道间隔	GHz	100
通道数 <sup>a</sup>	CH	40或48
中心波长	nm	见附录A
-0.5 dB通道宽度	nm	≥0.2
通道平坦度	dB	≤0.75
通道插入损耗 <sup>b</sup>	dB	≤8.0
通道插入损耗均匀性 <sup>b</sup>	dB	≤1.5
相邻通道隔离度 <sup>b</sup>	dB	≥25
非相邻通道隔离度 <sup>b</sup>	dB	≥30
波长热稳定性	nm/℃	≤0.001
插入损耗热稳定性	dB/℃	≤0.008
偏振相关损耗 <sup>c</sup>	dB	≤1.0
色散 <sup>c</sup>	ps/nm	-30~+30
偏振模色散 <sup>c</sup>	ps	≤0.5
回波损耗	dB	≥40
方向性	dB	≥50
工作温度	℃	-5~+65
贮存温度	℃	-40~+85
<sup>a</sup> 其他通道数可定制		
<sup>b</sup> 衰减设置为0 dB		
<sup>c</sup> 全衰减范围		

5.2 外观要求

VMUX 外形尺寸与设计尺寸应相符；外观应平滑、无油渍、无伤痕、无裂纹，整个器件牢固，引线无松动或端口的连接器的插拔需平顺。

5.3 环保符合性要求

VMUX 的组成单元分类应符合 SJ/T 11363-2006 中表 1 的规定，有毒有害物质的限量要求应符合 SJ/T 11363-2006 中表 2 的规定。

6 测试方法

6.1 测试环境

VMUX的性能试验应符合GB/T 2421-1999中5.3.1规定的大气条件。

6.2 测试用仪表

测试用仪表应符合GB/T 20440-2006中5.3的规定。

6.3 外观检查

进行光学性能测试前，对VMUX进行目测检查，外观应符合5.2的规定。

6.4 通道中心波长、波长热稳定性、-0.5 dB 通道宽度的测量

按GB/T 20440-2006中5.4.1的要求进行。

6.5 通道插入损耗、插入损耗热稳定性、通道平坦度、通道插入损耗均匀性的测量

设置VOA衰减为0 dB，按GB/T 20440-2006中5.4.2的要求进行。

6.6 相邻隔离度、非相邻隔离度的测量

设置VOA衰减为0 dB，按GB/T 20440-2006中5.4.3的要求进行。

6.7 偏振相关损耗的测量

按GB/T 20440-2006中5.4.4的要求进行。

6.8 偏振模色散的测量

按GB/T 20440-2006中5.4.5的要求进行。

6.9 回波损耗的测量

按GB/T 20440-2006中5.4.6的要求进行。

6.10 方向性的测量

按GB/T 20440-2006中5.4.7的要求进行。

6.11 色散的测量

按GB/T 20440-2006中5.4.8的要求进行。

6.12 衰减范围、衰减精度的测量

a) 测试配置

测试配置如图2所示。

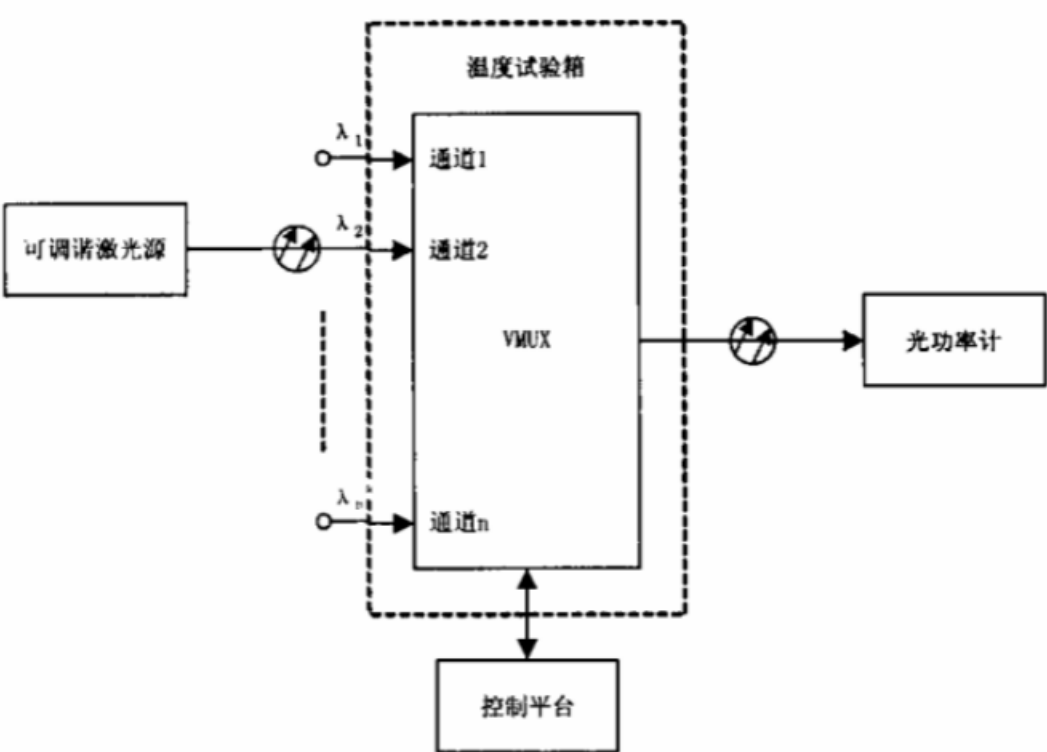


图2 VMUX 的衰减范围、衰减精度测量方法框图

b) 测试步骤

- 1) 将VMUX放入温度试验箱，控制平台正常工作；
- 2) 将温度试验箱的温度设置为常温（+25℃），恒温30 min后进行测量；
- 3) 将可调谐激光源调谐至波长 $\lambda_i$ ，接VMUX的通道i，光功率计接公共输出端；
- 4) 设置通道i的衰减为0 dB，测量和记录光功率 $P_1$ ，单位为dBm；
- 5) 设置通道i的衰减为5 dB，测量和记录光功率 $P_2$ ，单位为dBm；通道i在5 dB衰减时的衰减精度为 $|P_1 - P_2 - 5|$ ；
- 6) 设置通道i的衰减为10 dB，测量和记录光功率 $P_3$ ，单位为dBm；通道i在10 dB衰减时的衰减精度为 $|P_1 - P_3 - 10|$ ；
- 7) 改变可调谐光源的波长和相应的光纤连接，重复步骤4)～步骤6)，获得其他通道的衰减精度，取最大值作为VMUX在常温时的衰减精度；
- 8) 设置所有通道的衰减为10 dB，验证衰减范围为10 dB时表1的参数指标是否合格；
- 9) 将温度试验箱的温度设置为低温（-5℃），恒温30 min后，重复步骤3)～步骤8)完成测量；
- 10) 设置高温（+65℃），恒温30 min后，重复步骤3)～步骤8)完成测量；
- 11) 取常温、低温和高温下衰减精度的最大值作为VMUX的衰减精度。

7 可靠性试验

VMUX的可靠性试验包括机械完整性试验、耐久性试验和特殊试验。表2给出了可靠性试验的具体要求，其中，耐湿试验曲线如图3所示。

表2 VMUX 可靠性试验要求

试验类别	试验项目	试验方法	试验条件	批内允许不合格品率（LTPD）（%）	允许样本数（SS）（只）	允许失效数（C）（只）	合格判据
机械完整性	机械冲击	GR-1221-CORE 6.2.1	冲击次数：5次/每方向，6个方向（3个坐标轴）；冲击等级：500 g；持续时间：1 ms。 或者从1.8 m处自由落体到混凝土地上；3个坐标轴；重复8次	20	11	0	插入损耗变化量≤0.5 dB
	机械振动	GR-1221-CORE 6.2.2	条件A；加速度：最大为20 g；振动频率：（20～2000）Hz；持续时间：4 min/每循环，4循环/每轴向	20	11	0	
	光纤侧拉	GR-1209-CORE 5.4.3.3	涂覆光纤、紧套缓冲型光纤：0.23 kg，90°，5 s，2个方向。 松散缓冲型光纤、加强型光缆：0.45 kg，90°，5 s，2个方向	20	11	0	
	光纤和光缆保持力（直拉）	GR-1209-CORE 5.4.3.4	涂覆光纤、紧套缓冲型光纤：0.45 kg，5 s，3次。 松散缓冲型光纤、加强型光缆：1.0 kg，5 s，3次。 带状光缆：2.0 kg，5 s，3次	20	11	0	



表 2 (续)

试验类别	试验项目	试验方法	试验条件	批内允许不合格品率 (LTPD) (%)	允许样本数 (SS) (只)	允许失效数 (C) (只)	合格判据
环境耐久性	高温贮存 (干热)	GR-1221-CORE 6.2.4	温度 (+85±2) ℃; 湿度: <40 %; 不加电, 不在线监测; 共 2000 h.	20	11	0	插入损耗变化量 ≤ 0.5 dB
	高温高湿贮存 (湿热)	GR-1221-CORE 6.2.5	温度 (+75±2) ℃; 湿度: (90±5) %; 或者 (+85±2) ℃; 湿度: (85±5) %; 不加电, 不在线监测; 共 500 h	20	11	0	
	低温贮存	GR-1221-CORE 6.2.6	温度 (-40±5) ℃; 不加电, 不在线监测; 共 2000 h	20	11	0	
	温度循环	GR-1221-CORE 6.2.7	(-40±2) ℃ ~ (+70±2) ℃ 极限点持续时间 ≥ 15 min; 循环 100 次. 不加电, 不在线监测	20	11	0	
	耐湿	GR-1221-CORE 6.2.8	+75 ℃ 时, 相对湿度 (85~95) %; +25 ℃ 和 -40 ℃ 时不控制相对湿度; 极限点持续时间: 3~16 h; 包括 5 个完整循环, 具体耐湿试验曲线见图 3	20	11	0	
	高温加电 (可选)	GR-468-CORE 4.2	温度 (+70±2) ℃; 湿度: <40 %; 加电, 在线监测; 共 2000 h	20	11	0	
特殊试验	ESD	GR-1221-CORE 6.2.9	HBM, 至少 500 V	—	6	—	工作正常

注: 不加电试验不要求在线监测, 只需比较试验前后插入损耗的变化量, 根据数据判定合格与否

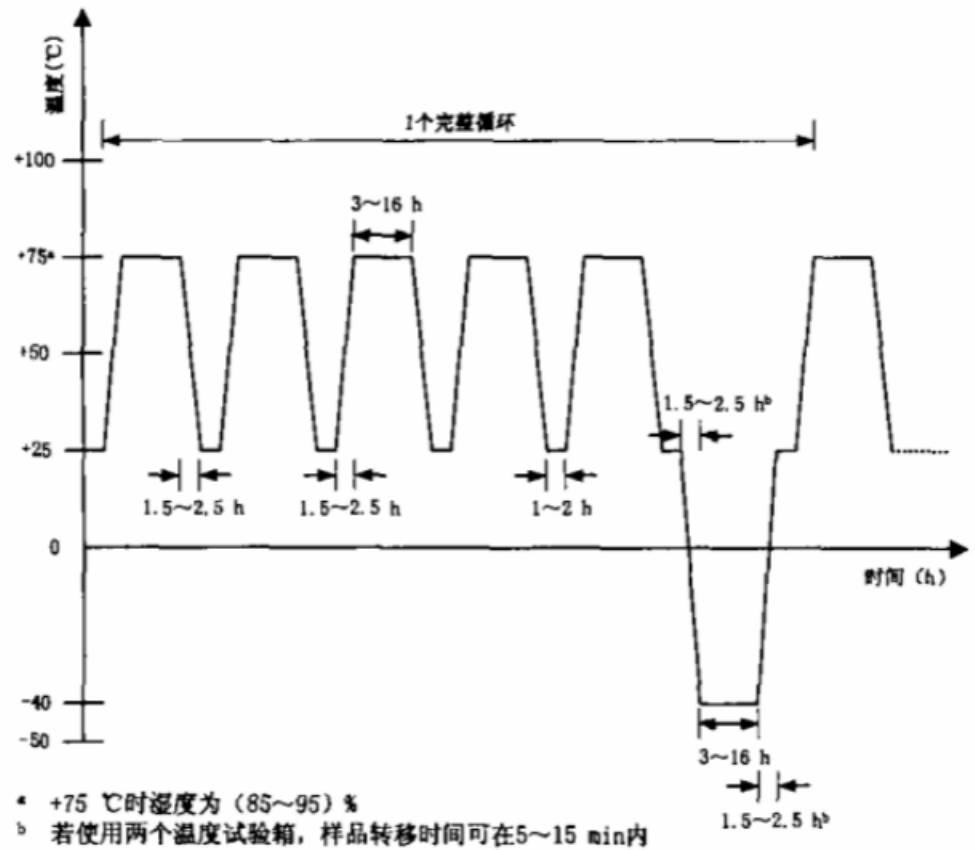


图3 耐湿试验曲线

## 8 检验规则

### 8.1 检验职责

VMUX 由质量检验部门按本标准要求检验合格并发给合格证后方可出厂。

### 8.2 检验分类

分出厂检验和型式检验。

### 8.3 出厂检验

#### 8.3.1 日常检验

对生产的全部产品进行检验，其检验数据应随同产品提交给用户。

对VMUX的每个通道进行的日常检验项目至少应包括如下项目：

- 中心波长；
- -0.5 dB通道宽度；
- 插入损耗；
- 偏振相关损耗；
- 相邻通道隔离度、非相邻通道隔离度；
- 回波损耗；
- 衰减精度。

#### 8.3.2 抽样检验

由质量部门从一个生产批的产品或几个生产批的产品中按一定比例抽取完整的产品或样品进行检验。检验批应由同型号、同等级、同类、同尺寸和同成分，在基本相同的时段和一致的条件下制造的产品组成。抽样检验项目与8.3.1相同。抽样应符合GB/T 2828.1-2003的规定，一般检验水平为II、接收质量限为0.1。

### 8.4 型式检验

VMUX 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 产品定型时；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺，有较大改变，可能影响产品性能时；
- 正常生产时，24 个月后，应周期性进行型式检验；
- 产品长期停产后，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差别时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

## 9 标识、包装、运输和贮存

### 9.1 标识

每个产品应标明产品名称、型号规格、编号、批的识别代码等标识。

产品的污染控制标识应符合 SJ/T 11364-2006 中第 5 章的规定，在包装盒和产品上打印电子信息产品污染控制标识。

### 9.2 包装

产品应有内包装，用盒子包装好，包装内应有产品说明书、产品性能测试单和品质保证单，包装盒

上应标有产品名称、型号规格、生产厂家、执行标准号、防静电标识、绿色产品标识等。

包装盒内应有产品说明书。说明书内容包括：型号、简要工作原理和主要技术指标、工作条件、安装尺寸和管脚排列、使用注意事项等。

### 9.3 运输

包装好的产品可用常用的交通工具运输，运输中避免雨、雪的直接淋袭，烈日曝晒和猛烈撞击。

当产品需要长途运输时，需用木箱或硬纸箱做外包装，在箱上写明不能抛甩、碰、压，应有防雨防潮标志，以免损坏产品。

### 9.4 贮存

产品应贮存在环境温度为 $(-10\sim+45)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于80%且无腐蚀性气体、液体的仓库里。贮存期超过3个月的产品，出库前应按8.3.1的规定重新测试，合格方可出库。

附 录 A  
(规范性附录)

WDM 系统中心波长分配表

WDM 系统中心波长分配表应符合 YD/T 1960-2009 中 5.2.2 的规定, 表 A.1 给出了基于 C 波段通路间隔为 50 GHz 的 WDM 系统中心波长分配表。通路间隔 100 GHz 时, 40 波系统选择 (192.10~196.00) THz, 或者选择 (192.15~196.05) THz; 如果是 48 波系统, 另外从带\*号波长中选择 8 波。通路间隔 50 GHz 时, 80 波系统选择 (192.10~196.05) THz; 如果是 96 波系统, 另外从带\*号波长中选择 16 波。

表 A.1 基于 C 波段通路间隔为 50 GHz 的 WDM 系统中心波长分配

波长序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
1*	196.25	1527.61	53	193.65	1548.11
2*	196.20	1527.99	54	193.60	1548.51
3*	196.15	1528.38	55	193.55	1548.91
4*	196.10	1528.77	56	193.50	1549.32
5	196.05	1529.16	57	193.45	1549.72
6	196.00	1529.55	58	193.40	1550.12
7	195.95	1529.94	59	193.35	1550.52
8	195.90	1530.33	60	193.30	1550.92
9	195.85	1530.72	61	193.25	1551.32
10	195.80	1531.12	62	193.20	1551.72
11	195.75	1531.51	63	193.15	1552.12
12	195.70	1531.90	64	193.10	1552.52
13	195.65	1532.29	65	193.05	1552.93
14	195.60	1532.68	66	193.00	1553.33
15	195.55	1533.07	67	192.95	1553.73
16	195.50	1533.47	68	192.90	1554.13
17	195.45	1533.86	69	192.85	1554.54
18	195.40	1534.25	70	192.80	1554.94
19	195.35	1534.64	71	192.75	1555.34
20	195.30	1535.04	72	192.70	1555.75
21	195.25	1535.43	73	192.65	1556.15
22	195.20	1535.82	74	192.60	1556.55
23	195.15	1536.22	75	192.55	1556.96
24	195.10	1536.61	76	192.50	1557.36
25	195.05	1537.00	77	192.45	1557.77
26	195.00	1537.40	78	192.40	1558.17
27	194.95	1537.79	79	192.35	1558.58
28	194.90	1538.19	80	192.30	1558.98
29	194.85	1538.58	81	192.25	1559.39
30	194.80	1538.98	82	192.20	1559.79

表 A.1 (续)

波长序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)	波长序号	标称中心频率 (THz)	标称中心波长 (nm)
31	194.75	1539.37	83	192.15	1560.20
32	194.70	1539.77	84	192.10	1560.61
33	194.65	1540.16	85*	192.05	1561.01
34	194.60	1540.56	86*	192.00	1561.42
35	194.55	1540.95	87*	191.95	1561.83
36	194.50	1541.35	88*	191.90	1562.23
37	194.45	1541.75	89*	191.85	1562.64
38	194.40	1542.14	90*	191.80	1563.05
39	194.35	1542.54	91*	191.75	1563.46
40	194.30	1542.94	92*	191.70	1563.86
41	194.25	1543.33	93*	191.65	1564.27
42	194.20	1543.73	94*	191.60	1564.68
43	194.15	1544.13	95*	191.55	1565.09
44	194.10	1544.53	96*	191.50	1565.50
45	194.05	1544.92	97*	191.45	1565.91
46	194.00	1545.32	98*	191.40	1566.31
47	193.95	1545.72	99*	191.35	1566.72
48	193.90	1546.12	100*	191.30	1567.13
49	193.85	1546.52	101*	191.25	1567.54
50	193.80	1546.92	102*	191.20	1567.95
51	193.75	1547.32	103*	191.15	1568.36
52	193.70	1547.72	104*	191.10	1568.77

附 录 B  
(资料性附录)

50 GHz 间隔 VMUX 参数指标

表 B.1 给出了 50 GHz 间隔平顶型 VMUX 参数指标，50 GHz 间隔高斯型 VMUX 的参数指标可参照表 B.1 执行。

表 B.1 50 GHz 间隔平顶型 VMUX 参数指标

参 数	单 位	指 标
衰减范围	dB	≥10
衰减精度	dB	≤1.2
通道间隔	GHz	50
通道数 <sup>a</sup>	CH	80或96
中心波长	nm	见附录A
-0.5 dB通道宽度	nm	≥0.1
通道平坦度	dB	≤0.75
通道插入损耗 <sup>b</sup>	dB	≤8.5
通道插入损耗均匀性 <sup>b</sup>	dB	≤2.0
相邻通道隔离度 <sup>b</sup>	dB	≥25
非相邻通道隔离度 <sup>b</sup>	dB	≥30
波长热稳定性	nm/℃	待定
插入损耗热稳定性	dB/℃	≤0.008
偏振相关损耗 <sup>c</sup>	dB	≤1.0
色散 <sup>c</sup>	ps/nm	-30~+30
偏振模色散 <sup>c</sup>	ps	≤0.5
回波损耗	dB	≥40
方向性	dB	≥50
工作温度	℃	-5~+65
贮存温度	℃	-40~+85
<sup>a</sup> 其他通道数可定制		
<sup>b</sup> 衰减设置为0 dB		
<sup>c</sup> 全衰减范围		

中 华 人 民 共 和 国  
通 信 行 业 标 准  
光通道功率可调合波器技术要求和测试方法  
YD/T 2006-2009

\*

人民邮电出版社出版发行  
北京市崇文区夕照寺街 14 号 A 座  
邮政编码: 100061  
北京新瑞铭印刷有限公司印刷  
版权所有 不得翻印

\*

开本: 880 × 1230 1/16 2010 年 1 月第 1 版  
印张: 1 2010 年 1 月北京第 1 次印刷  
字数: 27 千字

ISBN 978 - 7 - 115 - 1948/10 - 10

定价: 10 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67114922