

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1531-2006

接入网设备测试方法 ——基于以太网方式的无源光网络 (EPON)

Test Method for Access Network Equipment
——Passive Optical Network Based on Ethernet(EPON)

2006-12-11 发布

2007-01-01 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 规范性引用文件	1
3 缩略语	1
4 系统参考配置及测试参考点定义	2
4.1 EPON系统参考配置	2
4.2 EPON测试参考点定义	3
5 OLT、ONU线路传输光接口的特性测试	3
5.1 平均发射功率	3
5.2 激光器工作波长	4
5.3 MLM激光器的最大RMS谱宽	5
5.4 SLM激光器的最大-20dB谱宽	6
5.5 SLM激光器的最小边模抑制比	7
5.6 发射机眼图	7
5.7 消光比	8
5.8 发射光调制幅度(OMA)	9
5.9 接收机灵敏度	10
5.10 接收机过载功率	11
5.11 接收机反射系数	12
6 网络侧和用户侧接口测试	12
6.1 GE接口	13
6.2 10/100BASE-T接口	13
6.3 10GBASE-X接口	13
6.4 E1接口	13
6.5 Z接口	13
6.6 Za接口	13
6.7 协议测试	13
7 传送性能测试	13
7.1 最大分路比和传输距离	13
7.2 测距功能验证	14
7.3 $N \times 64$ kbit/s数字连接及2 048 kbit/s通道性能测试	15
7.4 IP性能测试	16
8 功能验证	18

8.1	动态带宽分配功能 (DBA)	18
8.2	业务QoS保证	19
8.3	加密功能	19
8.4	ONU认证功能	20
8.5	VLAN功能	21
8.6	帧过滤功能	21
8.7	广播/组播帧抑制功能	22
8.8	二层隔离功能	22
8.9	生成树	23
8.10	组播功能	23
8.11	SCB测试	24
8.12	链路聚集功能	24
8.13	VLAN stacking (可选)	25
8.14	ONU掉电通知功能 (可选)	25
8.15	光纤保护倒换功能 (可选)	26
8.16	VoIP测试 (可选)	27
9	操作维护管理功能验证	27
9.1	管理方式验证	27
9.2	配置管理	27
9.3	性能管理	28
9.4	故障和告警管理	28
9.5	安全管理	28
10	环境测试	29
10.1	测试顺序	29
10.2	低温测试	29
10.3	高温测试	29
10.4	高湿测试	29
10.5	光纤温度交变测试	29
11	电源测试	29
12	电气安全测试	29
12.1	绝缘电阻测试	29
12.2	电磁兼容测试	29
	附录A (资料性附录) OLT、ONU线路传输光接口部分参考测试项	30
	附录B (资料性附录) 分路器的特性测试	33

前 言

本标准是无源光网络（PON）系列标准之一，该系列标准的名称和结构预计如下：

1. 接入网技术要求——基于 ATM 的无源光网络（A-PON）
2. 接入网测试方法——基于 ATM 的无源光网络（A-PON）
3. 接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）
4. 接入网设备测试方法——基于以太网方式的无源光网络（EPON）
5. 接入网技术要求——吉比特的无源光网络（GPON）
6. 接入网设备测试方法——吉比特无源光网络（GPON）
7. 接入网技术要求——EPON 系统互通性要求
8. 接入网设备测试方法——EPON 系统互通性测试

本标准与《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）》配套使用。

附录A、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。

本标准起草单位：北京邮电大学

信息产业部电信研究院

中兴通讯股份有限公司

上海贝尔阿尔卡特股份有限公司

UT斯达康（重庆）通讯有限公司

武汉邮电科学研究院

华为技术有限公司

本标准主要起草人：寿国础 杨立伟 胡怡红 敖立 陈洁 何岩 何苗 谢云鹏

欧阳伟龙

接入网设备测试方法

——基于以太网方式的无源光网络（EPON）

1 范围

本标准规定了传输速率为千兆比的基于以太网方式的无源光网络（EPON）设备的系统配置、测试参考点及该设备的OLT/ONU线路传输光接口、网络侧接口和用户侧接口、传送性能、功能、网管、设备安全等的测试方法。

本标准适用于公众电信网环境下的EPON设备，专用电信网也可参照使用。

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 7611-2001	数字网系列比特率电接口特性
GB 9254-1998	信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法
GB/T 14760-1993	光缆通信系统传输性能测试方法
GB/T 17618-1998	信息技术设备抗扰度限值和测量方法
YD/T 751-1995	公用电话网局用数字电话交换设备进网检测方法
YD/T 1098-2001	路由器测试规范——低端路由器
YD/T 1141-2001	千兆比以太网交换机测试方法
YD/T 1156-2001	路由器测试规范——高端路由器
YD/T 1240-2002	接入网设备测试方法——基于以太网技术的宽带接入网设备
YD/T 1250-2003	接入网测试方法——基于ATM的无源光网络（A-PON）
YD/T 1435-2006	软交换设备测试方法
YD/T 1532-2006	基于软交换的综合接入设备测试方法
YDN 057-1997	接入网技术要求——基于无源光网络技术的光接入网
YDN 108-1998	V5.2接口一致性测试技术规范
IEEE Std 802.3-2005	信息技术——系统间通信和信息交换——局域网和城域网特定要求 ——第3部分：CSMA/CD接入方式和物理层规范

3 缩略语

下列缩略语适用于本标准：

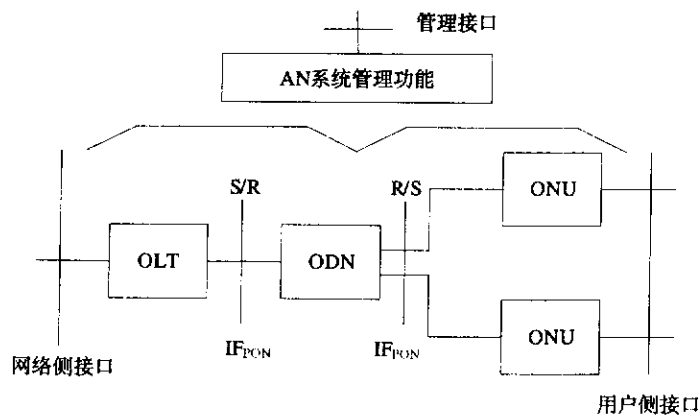
BER	Bit Error Ratio	比特差错率，误码率
DBA	Dynamic Bandwidth Allocation	动态带宽分配
EPON	Ethernet Passive Optical Network	基于以太网方式的无源光网络
ER	Extinction Ratio	消光比

IGMP	Internet Group Management Protocol	Internet组管理协议
LLID	Logical Link Identifier	逻辑链路标识
MAC	Medium Access Control	媒体访问控制
MGCP	Media Gateway Control Protocol	媒体网关控制协议
MLM	Multi- Longitudinal Mode	多纵模
MPCP	Multi-Point Control Protocol	多点控制协议
ODN	Optical Distribution Network	光分配网络
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
OMA	Optical Modulation Amplitude	光调制幅度
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
ORL	Optical Return Loss	光回波损耗
PMD	Physical Medium Dependent	物理媒质相关 (子层)
PON	Passive Optical Network	无源光网络
RMS	Root Mean Square	均方根值
RIN	Relative Intensity Noise	相对强度噪声
SCB	Single Copy Broadcast	单拷贝广播
SLA	Service Level Agreement	服务等级协议
SLM	Single-Longitudinal Mode	单纵模
SMSR	Side Mode Suppression Ratio	边模抑制比
TDP	Transmitter and Dispersion Penalty	发射机色散代价
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网

4 系统参考配置及测试参考点定义

4.1 EPON 系统参考配置

EPON系统参考配置如图1所示。该系统由局侧的光线路终端 (OLT)、用户侧的光网络单元 (ONU) 和光分配网络 (ODN) 组成, 为单纤双向系统。



IF_{PON}: PON 的专用接口

图1 EPON 系统参考配置示例

4.2 EPON 测试参考点定义

EPON系统参考配置图1中,光发射信号定义在连到发射机的光纤输出端(参考点S)。如果没有特殊规定,本标准中定义的所有发射机测量和测试都在S处进行。光接收信号定义在连到接收机的光纤的输出端(参考点R)。如果没有特殊规定,本标准中定义的所有接收机测量和测试都在R处进行。

EPON设备测试点分为4个部分:

- (a) 网络侧接口: EPON与业务节点间的参考点;
- (b) 测试点S: 紧靠在发射机(OLT或ONU)光连接器后的光纤点;
- (c) 测试点R: 紧靠在接收机(OLT或ONU)光连接器前的光纤点;
- (d) 用户侧接口: EPON与用户终端或其他用户侧设备间的参考点。

5 OLT、ONU 线路传输光接口的特性测试

5.1 平均发射功率

5.1.1 指标

平均发射功率是发射机耦合到光纤的伪随机数据序列的平均功率在S参考点上的测试值。具体指标见表1。

表1 平均发射功率

方 向	参考点	平均发射功率 (最大)	平均发射功率 (最小)	发射机平均关断发射功率 (最大)	单 位
1000BASE-PX10-D	OLT S点	2	-3	-39	dBm
1000BASE-PX10-U	ONU S点	4	-1	-45	
1000BASE-PX20-D	OLT S点	7	2	-39	
1000BASE-PX20-U	ONU S点	4	-1	-45	

5.1.2 OLT 下行平均发射功率

5.1.2.1 测试配置

测试配置如图2所示。

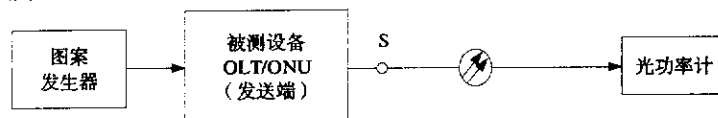


图2 OLT/ONU 发射功率及发射机平均关断发射功率测试配置

5.1.2.2 测试步骤

- (a) 按图2搭建测试配置;
- (b) 如有必要在OLT的网络侧接口接上图案发生器送测试信号;
- (c) 光功率计设置在被测光波长上,待输出功率稳定,从光功率计读出平均发射功率。

5.1.3 ONU 上行平均发射功率

5.1.3.1 测试配置

测试配置如图2、图3、图4所示。

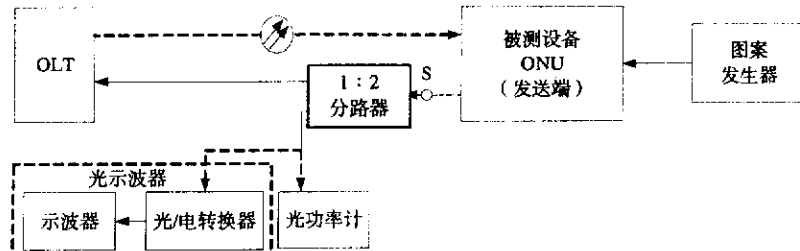


图3 ONU突发模式发射功率测试配置一

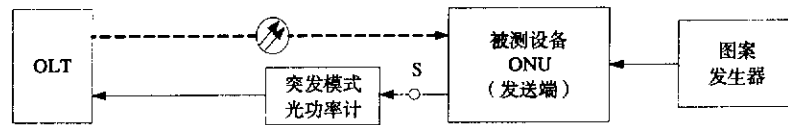


图4 ONU突发模式发射功率测试配置二

5.1.3.2 测试步骤

(a) 如ONU支持连续发光状态，按图2所示搭建测试配置，光功率计设置在被测光波长上，待输出功率稳定，从光功率计读出平均发射功率；

(b) 如果ONU工作在突发模式下，可按图3搭建测试配置，从光功率计读出平均发射功率 P_1 ，断开光功率计连接上示波器，测量ONU总的发送周期 T_1 和实际发送信号的时长 T_2 ，则 $P=P_1+10\log_2 N+P_2$ ，其中 $N=T_1/T_2$ ， P_2 为加入的1:2光分路器的插入损耗（dB）；

(c) 如果ONU工作在突发模式下，也可按图4搭建测试配置，用具有突发光功率测试功能的光功率计测量ONU的突发功率；

(d) 如有必要，在ONU用户侧接口上连接图案发生器产生测试信号。

注：1:2光分路器在使用前要进行校准。

5.1.4 发射机平均关断发射功率

5.1.4.1 指标

发射机平均关断发射功率指标见表1。

5.1.4.2 测试配置

测试配置参见图2。

5.1.4.3 测试步骤

- 按图2所示搭建测试配置；
- 如有必要在OLT的网络侧接口（或ONU的用户侧接口）连接图案发生器产生测试信号；
- 测试OLT时，通过网管控制台使OLT的激光器关断；
- 测试ONU时，断开OLT与ONU的连接即可使ONU的激光器关断；
- 光功率计设置在被测光波长上，待输出功率稳定，从光功率计读出的光功率值即为发射机关闭时的平均发射功率。

5.2 激光器工作波长

5.2.1 指标

激光器工作波长指它的主纵模中心波长。EPON系统的激光器可以工作在1 310nm和1 490nm两个窗口。1 310nm窗口的工作波长应在1 260~1 360nm之间。而1 490nm窗口的工作波长应在1 480~1 500nm之间。具体指标见表2。

表2 EPON 系统激光器工作波长

方 向	参考点	波长范围	单 位
1000BASE-PX10-D	OLT S点	1 480~1 500	nm
1000BASE-PX10-U	ONU S点	1 260~1 360	
1000BASE-PX20-D	OLT S点	1 480~1 500	
1000BASE-PX20-U	ONU S点	1 260~1 360	

5.2.2 测试配置

测试配置如图5、图6所示。

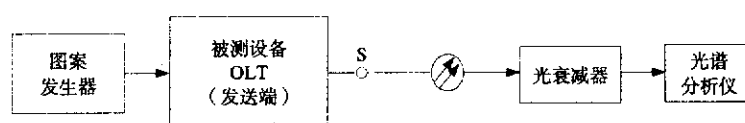


图5 OLT 激光器工作波长测试配置

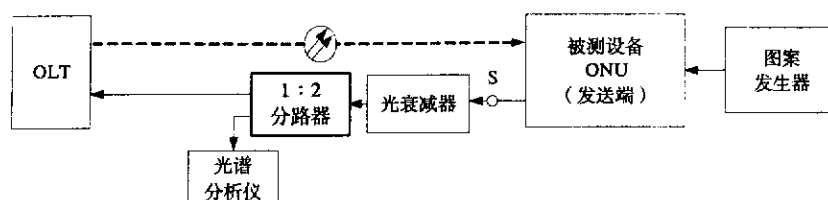


图6 ONU 激光器工作波长测试配置

5.2.3 测试步骤

- 分别按图 5、图 6 所示搭建 OLT 和 ONU 的测试配置；
- 调整光衰减器，使输出光功率在光谱分析仪（或光波长计）要求的范围内；
- 调整光谱分析仪（或光波长计），找到并读出主模中心波长。

5.3 MLM 激光器的最大 RMS 谱宽

5.3.1 指标

最大RMS谱宽是MLM（多纵模）激光器的光谱特性参数。 δ^2_{rms} 表示规定光谱积分区内的总功率，积分区的边界功率相对于主峰跌落20dB。具体指标见表3、表4。

表3 1000BASE-PX10-D 和 1000BASE-PX10-U 发射机频谱限制（MLM 激光器）

中心波长	RMS谱宽（最大）	RMS谱宽，当 $\epsilon \leq 0.115$ （参考值）
nm	nm	nm
1 260	2.09	1.43
1 270	2.52	1.72
1 280	3.13	2.14
1 286	3.50	2.49
1 290		2.80
1 297		3.50
1 329	3.50	3.50
1 340	3.50	2.59
1 350	3.06	2.41
1 360	2.58	1.76
1 480~1 500	0.88	0.60

表4 1000BASE-PX20-D 和 1000BASE-PX20-U 发射机频谱限制 (MLM 激光器)

中心波长	RMS谱宽 (最大)	RMS谱宽, 当 $\epsilon \leq 0.115$ (参考值)
nm	nm	nm
1 260	0.72	0.62
1 270	0.86	0.75
1 280	1.07	0.93
1 290	1.40	1.22
1 300	2.00	1.74
1 304	2.5	2.42
1 305	2.55	2.5
1 308	3.00	
1 317		
1 320	2.53	2.2
1 321	2.41	
1 330	1.71	1.48
1 340	1.29	1.12
1 350	1.05	0.91
1 360	0.88	0.77
1 480-1 500	0.44	0.30

5.3.2 测试配置

测试配置如图5、图6所示。

5.3.3 测试步骤

- 分别按图 5、图 6 所示搭建 OLT 和 ONU 的测试配置；
- 调整光衰减器，使输出光功率在光谱分析仪要求的范围内；
- 定义积分区边界 λ_1 和 λ_2 ，通常选取光功率下降到 -20dB 的点对应的波长为 λ_1 和 λ_2 ；
- 计算最大均方根谱宽 $\sigma_{rms} = \sqrt{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} (\lambda - \lambda_0)^2 \rho(\lambda) d\lambda / \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \rho(\lambda) d\lambda}$ 。

5.4 SLM 激光器的最大 -20dB 谱宽

5.4.1 指标

最大 -20dB 谱宽是 SLM (单纵模) 激光器的光谱特性参数，它表示光谱积分区的宽度，而积分区边界功率相当于主峰跌落 20dB。具体指标见表 5。

表5 最大 -20dB 谱宽

方 向	参考点	-20dB谱宽	单 位
1000BASE-PX10-D	OLT S点	1	nm
1000BASE-PX10-U	ONU S点	1	
1000BASE-PX20-D	OLT S点	1	
1000BASE-PX20-U	ONU S点	1	

5.4.2 测试配置

测试配置如图 5、图 6 所示。

5.4.3 测试步骤

- 按图 5、图 6 所示分别搭建 OLT 和 ONU 的测试配置；
- 调整光衰减器，使输出光功率在光谱分析仪要求的范围内；

(c) 定义积分区边界 λ_1 和 λ_2 ，选取光功率下降到-20dB的点所对应的波长为 λ_1 和 λ_2 ；

(d) 计算最大-20dB谱宽： $\sigma_{-20} = \lambda_2 - \lambda_1$ 。

5.5 SLM 激光器的最小边模抑制比

5.5.1 指标

最小边模抑制比 (SMSR) 是单纵模 (SLM) 激光器在最坏全反射条件下，全调制时，主纵模的平均光功率与最显著边模的光功率之比的最小值。具体指标见表 6。

表6 最小边模抑制比

方 向	参考点	最小边模抑制比	单 位
1000BASE-PX10-D	OLT S点	30	dB
1000BASE-PX10-U	ONU S点	30	
1000BASE-PX20-D	OLT S点	30	
1000BASE-PX20-U	ONU S点	30	

5.5.2 测试配置

测试配置参见图5、图6。

5.5.3 测试步骤

- (a) 分别按图 5、图 6 所示搭建 OLT 和 ONU 的测试配置；
- (b) 调整光衰减器，使输出光功率在光谱分析仪要求的范围内；
- (c) 测量主纵模的功率 M_1 ；
- (d) 测量最显著边模的功率 M_2 ；
- (e) 计算最小边模抑制比： $SMSR = 10 \lg (M_1 / M_2)$ 。

5.6 发射机眼图

5.6.1 指标

发射机的眼图模板如图7所示，具体指标见表7。

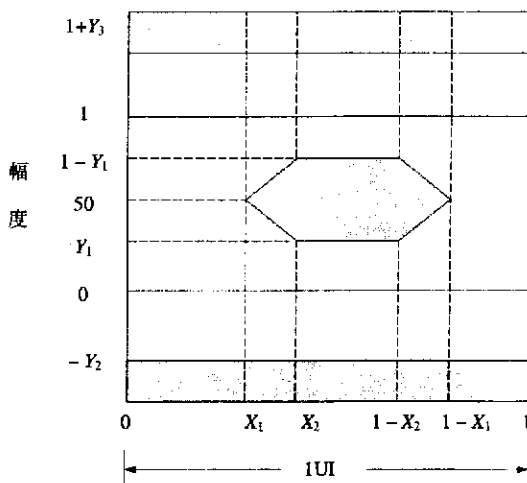


图7 EPON 发射机眼图模板

表7 EPON 系统发射机眼图指标

方 向	参考点	发射机眼图定义 $\{X_1, X_2, Y_1, Y_2, Y_3\}$	单 位
1000BASE-PX10-D	OLT S点	{0.22, 0.375, 0.20, 0.20, 0.30}	UI
1000BASE-PX10-U	ONU S点	{0.22, 0.375, 0.20, 0.20, 0.30}	
1000BASE-PX20-D	OLT S点	{0.22, 0.375, 0.20, 0.20, 0.30}	
1000BASE-PX20-U	ONU S点	{0.22, 0.375, 0.20, 0.20, 0.30}	

5.6.2 测试配置

测试配置如图8、图9所示。



图8 OLT发射机眼图测试配置

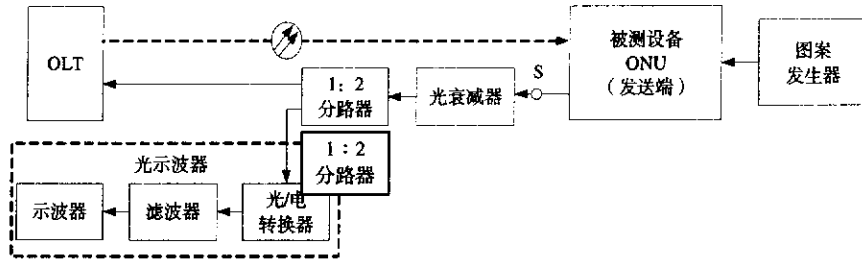


图9 ONU发射机眼图测试配置

5.6.3 测试步骤

- (a) 分别按图8、图9所示搭建OLT和ONU的测试配置；
- (b) 调整光衰减器，使光电转换器有合适的输入光功率；
- (c) 测试OLT时，调整示波器，根据线路速率调出相应的模框，获得稳定的波形，并由人工调整或仪表自动对准，使波形与模框之间位置最佳；
- (d) 测试ONU时，调整示波器，使示波器能够锁定突发信号；
- (e) 按照模框参数记录相应的数值。

5.7 消光比

5.7.1 指标

消光比是最坏反射条件下，在全调制情况下，传号（发射光信号）平均光功率与空号（不发射光信号）平均光功率的比值。具体指标见表8。

表8 EPON系统消光比

方向	参考点	消光比（最小）	单位
1000BASE-PX10-D	OLT S点	6	dB
1000BASE-PX10-U	ONU S点	6	
1000BASE-PX20-D	OLT S点	6	
1000BASE-PX20-U	ONU S点	6	

5.7.2 测试配置

测试配置如图10、图11所示。

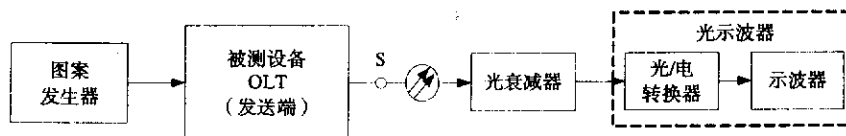


图10 OLT消光比测试配置

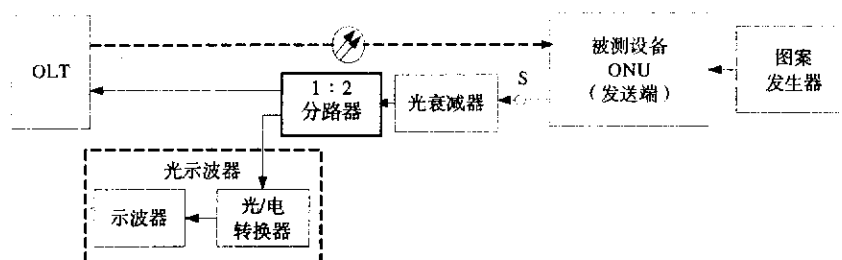


图11 ONU 消光比测试配置

5.7.3 测试步骤

- 分别按图 10、图 11 所示搭建 OLT 和 ONU 的测试配置；
- 调整光衰减器，使光电转换器有合适的输入光功率；
- 调整示波器，获得稳定的波形；
- 读出传号和空号的功率 P_1 和 P_0 ；
- 计算消光比： $ER = 10\lg(P_1/P_0)$ 。

5.8 发射光调制幅度 (OMA)

5.8.1 指标

光调制幅度 (OMA) 定义为“1”“0”光功率间的差值。具体指标见表9。

表9 EPON 系统发射 OMA 指标

方 向	发射OMA (最小)	单 位
1000BASE-PX10-D	-2.2 (0.6)	dBm (mW)
1000BASE-PX10-U	-0.22 (0.95)	
1000BASE-PX20-D	2.8 (1.9)	
1000BASE-PX20-U	-0.22 (0.95)	

5.8.2 测试配置

测试配置如图12、图13所示。

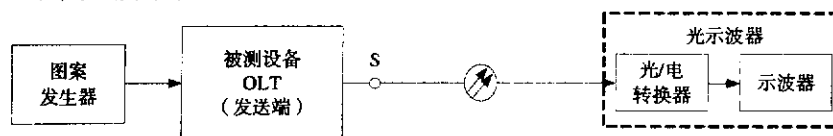


图12 OLT 的 OMA 测试配置

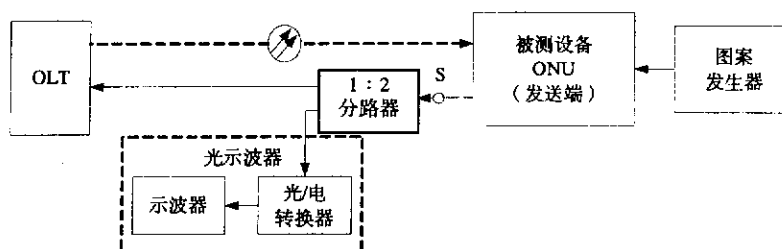


图13 ONU 的 OMA 测试配置

5.8.3 测试步骤

- 分别按图 12、图 13 所示搭建 OLT 和 ONU 的测试配置；
- 调整示波器，获得稳定的波形；
- 读出传号和空号的功率 P_1 和 P_0 ；
- 计算 $OMA = P_1 - P_0$ 。

5.9 接收机灵敏度

5.9.1 指标

接收机灵敏度是指在 R 参考点上, 达到规定的 BER ($BER < 10^{-12}$) 时所能接收到的最低平均光功率。具体指标见表 10。

表10 接收机灵敏度 ($BER < 10^{-12}$)

方 向	参考点	接收机灵敏度 (最大)	单 位
1000BASE-PX10-U	ONU R点	- 24	dBm
1000BASE-PX10-D	OLT R点	- 24	
1000BASE-PX20-U	ONU R点	- 24	
1000BASE-PX20-D	OLT R点	- 27	

5.9.2 下行方向 ONU 的接收灵敏度测试

5.9.2.1 测试配置

测试配置如图14所示。

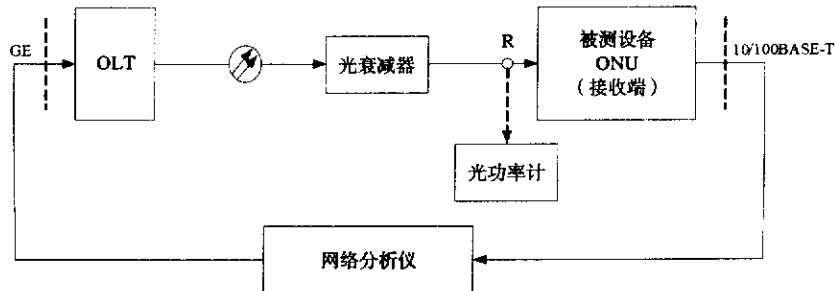


图14 下行接收灵敏度和过载功率测试配置

5.9.2.2 测试步骤

- (a) 按图 14 所示搭建测试配置;
- (b) 配置 ONU 的允许带宽为最大, 网络分析仪发送下行测试信号;
- (c) 调整光衰减器, 逐渐加大衰减值, 使网络分析仪检测到的丢包率尽量接近但小于 10^{-9} , 观察丢包率基本稳定后记录此时的丢包率;
- (d) 断开 R 点, 将光衰减器的输出与光功率计相连, 记录对应的接收光功率。

注: 误码率与丢包率之间关系: 丢包率 = $1 - (1 - BER)^n$, 其中 n 为帧长比特数。

5.9.3 上行突发信号接收灵敏度测试

5.9.3.1 测试配置

测试配置如图15、图16所示。

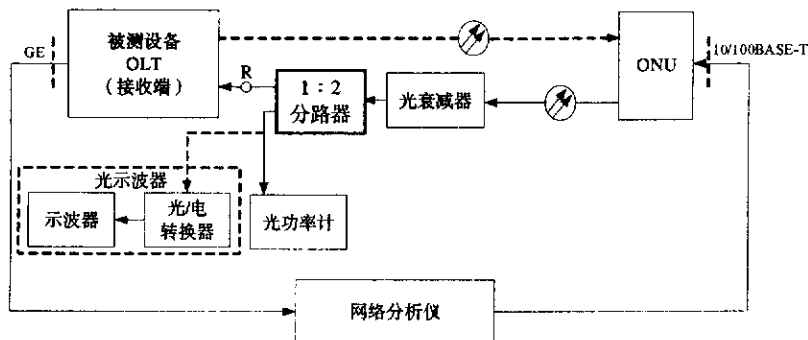


图15 上行突发信号接收灵敏度和过载功率测试配置一

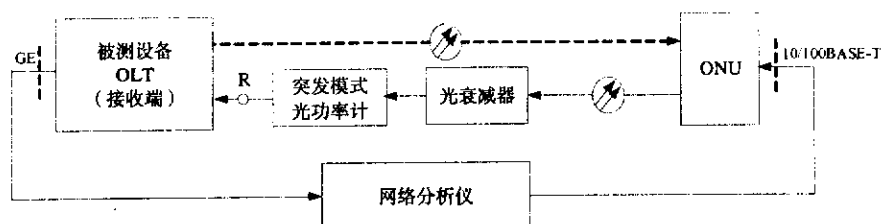


图16 上行突发信号接收灵敏度和过载功率测试配置二

5.9.3.2 测试步骤

- 按图 15 或图 16 所示搭建测试配置；
- 配置 ONU 的允许带宽为最大，网络分析仪发送上行测试信号；
- 调整光衰减器，逐渐加大衰减值，使网络分析仪检测到的丢包率尽量接近但小于 10^{-9} ，观察丢包率基本稳定后记录此时的丢包率；
- 如果按图 15 所示搭建测试配置，从光功率计读出并记录接收光功率，将其值设为 $P_{\text{平均}}$ ；接好示波器，测量 ONU 总的发送周期 T_1 和实际发送信号的时长 T_2 ，则 $P_{\text{灵敏度}} = P_{\text{平均}} + 10 \log_2 N + P_2$ ，其中 $N = T_1/T_2$ ， P_2 为加入的 1:2 光分路器的插入损耗 (dB)；
- 如果按图 16 所示搭建测试配置，用具有突发光功率测试功能的光功率计直接测量 ONU 的突发功率。

5.10 接收机过载功率

5.10.1 指标

接收机过载功率是指在 R 参考点上，达到规定的 BER ($BER < 10^{-12}$) 时所能接收到的最大平均光功率。具体指标见表 11。

表11 接收机过载功率 ($BER < 10^{-12}$)

方 向	参考点	接收机过载功率 (最大)	单 位
1000BASE-PX10-U	ONU R点	-3	dBm
1000BASE-PX10-D	OLT R点	-1	
1000BASE-PX20-U	ONU R点	-3	
1000BASE-PX20-D	OLT R点	-6	

5.10.2 下行接收端过载功率测试

5.10.2.1 测试配置

测试配置参见图14。

5.10.2.2 测试步骤

- 按图 14 所示搭建测试配置；
- 配置 ONU 的允许带宽为最大，网络分析仪发送下行测试信号；
- 调整光衰减器，使丢包率大于 10^9 ，然后逐渐减小衰减值，使网络分析仪检测到的丢包率尽量接近但小于 10^9 ，观察丢包率基本稳定后记录此时的丢包率；
- 断开 R 点，将光衰减器的输出与光功率计相连，记录对应的接收光功率。

5.10.3 上行接收端过载功率测试

5.10.3.1 测试配置

测试配置参见图15和图16。

5.10.3.2 测试步骤

- (a) 按图 15 或 16 所示搭建测试配置；
- (b) 配置 ONU 的允许带宽为最大，网络分析仪发送上行测试信号；
- (c) 调整光衰减器，逐渐减小衰减值，使网络分析仪检测到的丢包率尽量接近但小于 10^{-9} ，观察丢包率基本稳定后记录此时的丢包率；
- (d) 如果按图 15 所示搭建测试配置，从光功率计读出并记录接收光功率，将其值设为 $P_{平均}$ ；接好示波器，测量 ONU 总的发送周期 T_1 和实际发送信号的时长 T_2 ，则 $P_{灵敏度} = P_{平均} + 10\log_2 N + P_2$ ，其中 $N = T_1/T_2$ ， P_2 为加入的 1:2 光分路器的插入损耗 (dB)；
- (e) 如果按图 16 所示搭建测试配置，用具有突发光功率测试功能的光功率计直接测量 ONU 的突发功率。

5.11 接收机反射系数

5.11.1 指标

接收机反射系数是在 R 参考点的反射光功率与入射光功率之比，具体指标见表 12。

表12 EPON 系统接收机的反射系数

方 向	接收机反射系数 (最大)	单 位
1000BASE-PX10-U	- 12	dB
1000BASE-PX10-D	- 12	
1000BASE-PX20-U	- 12	
1000BASE-PX20-D	- 12	

5.11.2 测试配置

测试配置如图 17 所示。

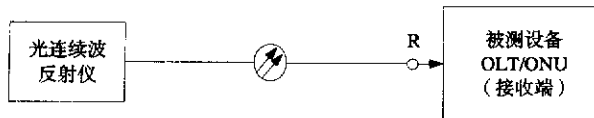


图17 接收机反射系数测试配置

5.11.3 测试步骤

- (a) 按图 17 所示搭建测试配置；
- (b) 调整光连续波反射仪；
- (c) 读出反射系数。

6 网络侧和用户侧接口测试

网络侧和用户侧接口的基本要求如图 18 所示。

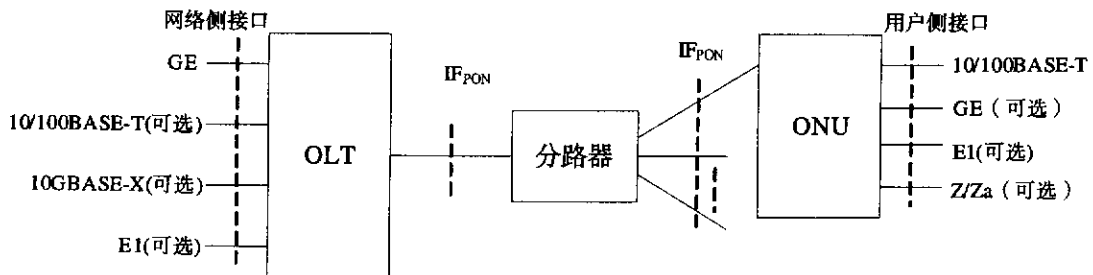


图18 EPON 系统网络侧和用户侧接口示意图

6.1 GE 接口

1000BASE-LX、1000BASE-SX和1000BASE-T接口的测试方法要符合YD/T1141-2001《千兆以太网交换机测试方法》第5章的规定。

6.2 10/100BASE-T 接口

10/100BASE-T接口的测试方法要符合YD/T 1098-2001《路由器测试规范—低端路由器》第3章的规定。

6.3 10GBASE-X 接口

测试方法待定。

6.4 E1 接口

E1电接口的测试方法要符合GB/T 7611-2001《数字网系列比特率电接口特性》第6章的规定。

6.5 Z 接口

Z接口的测试方法要符合YD/T 751-1995《公用电话网局用数字电话交换设备进网检测方法》的规定。

6.6 Za 接口

所有用于Z接口的测试方法也适用于Za接口。

6.7 协议测试

6.7.1 V5.2 协议

V5.2协议的测试方法要符合YDN 108-1998《V5.2接口一致性测试技术规范》的规定。

6.7.2 H.248 协议

H.248协议的测试见YD/T 1435-2006《软交换设备测试方法》第9章。

6.7.3 MGCP 协议

MGCP协议的测试见《媒体网关控制协议（MGCP）测试方法》。

7 传送性能测试

以下测试中所用的分路器的具体要求见YDN 057-1997《接入网技术要求—基于无源光网络技术的光接入网》第11章。

本章各项在最大分路比条件下进行测量。

7.1 最大分路比和传输距离

7.1.1 指标

EPON系统支持的最大传输距离和最大分路比应符合以下规定的一种：

- (a) OLT和ONU之间的最大传输距离不小于10km，支持的最大分路比至少为1：32；
- (b) OLT和ONU之间的最大传输距离不小于20km，支持的最大分路比至少为1：16。

最大分路比的测试应在所有支路全部同时工作的情况下进行。

7.1.2 测试配置

测试配置如图19所示。

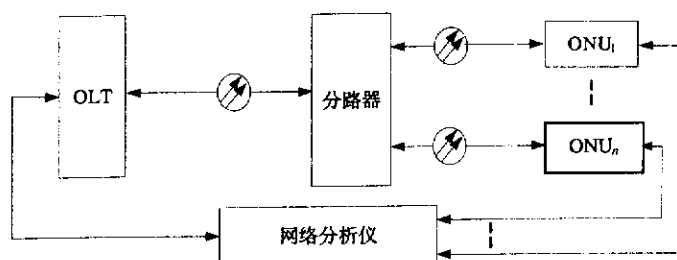


图19 最大分路比和传输距离测试配置

7.1.3 测试步骤

(a) 按照图 19 所示搭建测试配置, 选择分路比最大, $ONU_1 \sim ONU_{n-1}$ 与 OLT 距离为 0km (通过分路器直连), ONU_n 与 OLT 距离为 10/20km;

(b) 用误码测试仪或网络分析仪监视所有 ONU ($ONU_1 \sim ONU_n$) 是否能正常工作 (对于 TDM 业务, 要求无误码; 对于 IP 业务, 要求在吞吐量的 90% 时测试, 无丢包);

(c) 如果所有通路都正常, 则表明系统可以支持该分路, 且系统在最大分路比下可以支持 10/20km 的传输距离。

注: n 为最大分路比。

7.2 测距功能验证

7.2.1 测距范围

7.2.1.1 指标

测距范围是指在 OLT 侧对 ONU 进行测距所能达到的最小距离和最大距离, 最小距离 0km, 最大 10/20km。

其中, EPON 系统支持的最大传输距离和最大分路比的关系见本标准第 7.1.1 小节。

7.2.1.2 测试配置

测试配置如图 20 所示。

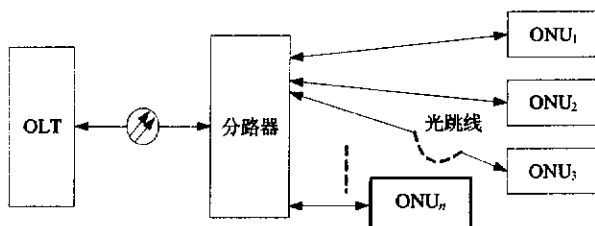


图20 测距范围测试配置

7.2.1.3 测试步骤

(a) 按图 20 所示搭建好测试配置, 使系统在最大分路比下工作, $ONU_1 \sim ONU_{n-1}$ 与 OLT 距离为 0km (通过分路器直连), ONU_n 与 OLT 距离为 10/20km;

(b) 在所有 ONU 正常工作的条件下, 在 OLT 侧对各 ONU 分别测距;

(c) 如果所有 ONU 都能正常测距, 用误码测试仪或网络分析仪监视所有 ONU ($ONU_1 \sim ONU_n$) 是否能正常工作 (对于 TDM 业务, 要求无误码; 对于 IP 业务, 要求在吞吐量的 90% 时测试, 无丢包), 则说明测距范围符合指标。

7.2.2 测距精度

7.2.2.1 指标

测距精度是指测距所能达到的最小时间范围, 测距精度为 $\pm 16\text{ns}$ 。

7.2.2.2 测试配置

测试配置参见图 20。

7.2.2.3 测试步骤

(a) 按图 20 搭建测试配置;

(b) 对 ONU_3 进行测距, 记录测距值为 b_1 ;

(c) 在 ONU_3 加入 3m 的光跳线;

(d) 重新对 ONU_3 进行测距, 记录测距值为 b_2 ;

(e) 去掉光跳线, 再对 ONU_3 进行测距, 记录测距值为 b_3 ;

(f) 计算测距值的变化 $|b_2 - b_1|$ 和 $|b_2 - b_3|$ 应 $\leq 16\text{ns}$ 。

注：(1) 根据EPON的测距精度为16ns，可以推算出光跳线的长应为1.6~3.2m之间，测试时可取3m的光跳线。

(2) 考虑到EPON测距机制的特点，可能产生64ns左右的偏差，应采取适当措施加以控制。

7.3 $N \times 64\text{kb/s}$ 数字连接及 2 048kb/s 通道性能测试

当EPON系统提供TDM数据专线业务承载能力时，应进行 $N \times 64\text{kb/s}$ 数字连接及2 048kb/s通道性能测试。以2 048kb/s通道为例进行测试， $N \times 64\text{kb/s}$ 数字连接的测试可仿照此过程。

7.3.1 误比特率

7.3.1.1 指标

在正常工作条件下，测试时间24h，网络侧接口到用户侧接口间 $N \times 64\text{kb/s}$ 数字连接及2 048kb/s通道的误比特率为0。

7.3.1.2 测试配置

测试配置如图21所示。

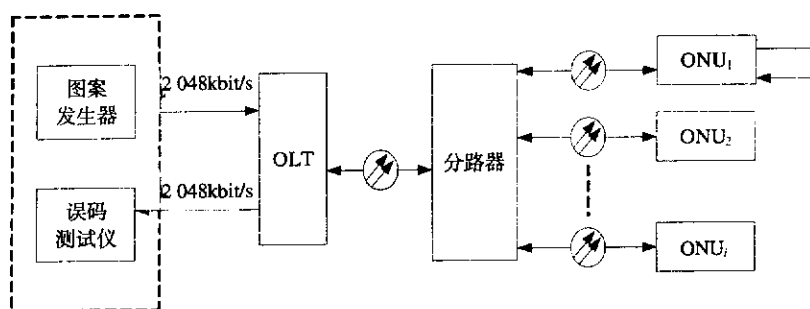


图21 2 048kb/s 通道误比特率测试配置

7.3.1.3 测试步骤

- 按图 21 所示搭建测试配置 ($i > 10$)；
- 在 OLT 侧加最大吞吐量的 IP 包作为背景流，ONU 侧的接收无丢包；
- 图案发生器向 OLT 输入口送 2 048kb/s 测试信号，用误码测试仪在相应的输出端口测试误码；
- 初始测试 15min 不出现误码，可以转入 24h；初始测试 15min 出现误码，加测 15min，再出现误码，再加 15min，如还出现误码，则停止测试，查找原因。

7.3.2 传输时延

7.3.2.1 指标

在正常工作条件下，从设备的用户侧接口到网络侧接口间 $N \times 64\text{kb/s}$ 数字连接及 2 048kb/s 通道的传输时延应小于 1.5ms。

7.3.2.2 下行方向信号传输时延

7.3.2.2.1 测试配置

测试配置如图 22 所示。

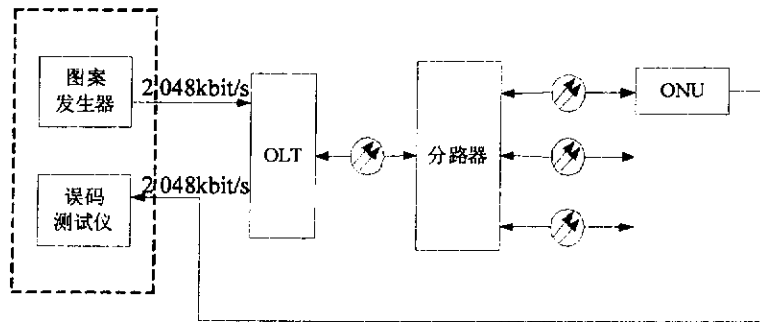


图22 2 048kbit/s 通道下行方向传输时延测试配置

7.3.2.2.2 测试步骤

- (a) 按图 22 所示搭建测试配置；
- (b) 在 OLT 侧加最大吞吐量的 IP 包作为背景流，ONU 侧的接收无丢包；
- (c) 图案发生器向 OLT 输入口送 2 048kbit/s 测试信号；
- (d) 测试并计算下行方向的传输时延。

7.3.2.3 上行方向信号传输时延

7.3.2.3.1 测试配置

测试配置如图 23 所示。

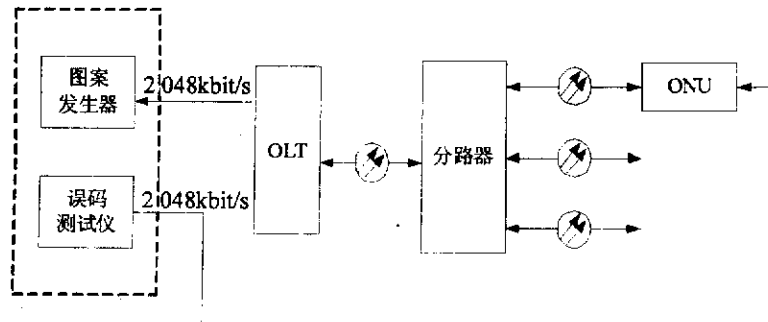


图23 2 048kbit/s 通道上行方向传输时延测试配置

7.3.2.3.2 测试步骤

- (a) 按图 23 所示搭建测试配置；
- (b) 在 ONU 侧加最大吞吐量的 IP 包作为背景流，OLT 侧的接收无丢包；
- (c) 图案发生器向 ONU 输入口送 2 048kbit/s 测试信号；
- (d) 测试并计算上行方向的传输时延。

7.3.3 抖动传递特性

E1接口抖动传递特性测试见GB/T 14760-1993的4.3节。

7.4 IP 性能测试

7.4.1 吞吐量及传输时延

7.4.1.1 系统吞吐量、传输时延及过载丢包率

7.4.1.1.1 测试配置

测试配置如图24所示。

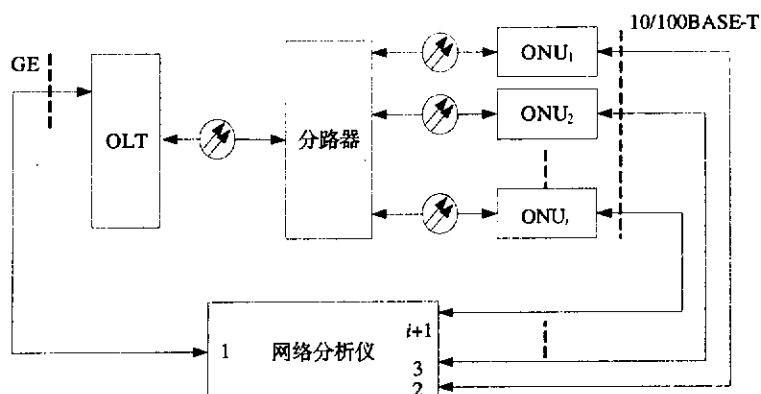


图24 IP性能测试配置

7.4.1.1.2 测试步骤

- (a) 按图 24 所示搭建测试配置；
- (b) 将 OLT 的 GE 接口和 $ONU_1 \sim ONU_i$ ($i > 10$) 的 10/100BASE-T 接口连接到网络分析仪的相应端口；
- (c) 对于下行链路，从网络分析仪端口 1 向 OLT 发送帧大小依次为：64、128、256、512、1 024、1 280、1 518byte 的测试数据流；对于上行链路，同时从网络分析仪的 2~ $i+1$ 端口向 1 端口发送测试数据流，帧大小与下行同；测试时间为 20s、2 次，取平均值；
- (d) 根据已经得出的系统吞吐量设置相应的测试流量，用网络分析仪发送不同大小帧的以太网包，测出各种帧的上下行时延。帧大小依次为：64、128、256、512、1 024、1 280、1 518byte；各种长度帧的测试时间均为 20s、2 次，取平均值；
- (e) 从网络分析仪的 GE 接口发送 1000Mbit/s 的数据流，测出各种帧的上丢包率。帧大小依次为：64、128、256、512、1 024、1 280、1518byte；测试时间为 20s、2 次，取平均值。

7.4.1.2 ONU 端口吞吐量及传输时延

7.4.1.2.1 测试配置

测试配置参见图24。

7.4.1.2.2 测试步骤

- (a) 按图 24 所示搭建测试配置；
- (b) 将 OLT 的 GE 接口和 ONU 的 10/100BASE-T 接口连接到网络分析仪的相应端口；
- (c) 对于上行链路，从网络分析仪端口 2 向端口 1 发送测试数据流，帧大小依次为：64、128、256、512、1 024、1 280、1 518byte；对于下行链路，从网络分析仪端口 1 向端口 2 发送测试数据流，帧大小与上行同；测试时间为 20s、2 次，取平均值；
- (d) 根据已经得出的系统吞吐量设置相应的测试流量，用网络分析仪发送不同大小帧的以太网包，测出各种帧的上下行时延。帧大小依次为：64、128、256、512、1 024、1 280、1 518byte。各种长度的帧的测试时间均为 20s、2 次，取平均值。

7.4.2 长期丢包率

7.4.2.1 测试配置

测试配置参见图24。

7.4.2.2 测试步骤

- (a) 按图 22 所示搭建测试配置；
- (b) 将 OLT 的 GE 接口和 ONU 的 10/100BASE-T 接口分别连接到网络分析仪的相应端口；
- (c) 按系统吞吐量的 90%设置测试流量，从网络分析仪端口 1 向端口 2~ $i+1$ 发送测试数据流，要求 24h 无丢包。

7.4.3 背对背突发长度

7.4.3.1 测试配置

测试配置参见图24。

7.4.3.2 测试步骤

- (a) 按图 24 所示搭建测试配置；
- (b) 将 OLT 的 GE 接口和 ONU 的 10/100BASE-T 接口分别连接到网络分析仪的相应端口；
- (c) 根据已经得出的系统吞吐量设置相应的测试流量，用网络分析仪发送不同大小帧的以太网包，测出各种帧大小下设备的背对背缓冲能力。帧大小依次为：64、128、256、512、1024、1280、1518byte。各种长度的帧的测试时间均为 20s、2 次，取平均值。

8 功能验证

8.1 动态带宽分配功能 (DBA)

8.1.1 指标

OLT应采用动态带宽分配机制 (DBA) 来提高系统带宽利用率以及保证业务公平性和QoS，至少应根据LLID分配带宽授权，最小带宽分配粒度不应大于256kbit/s。

8.1.2 测试配置

测试配置如图25所示。

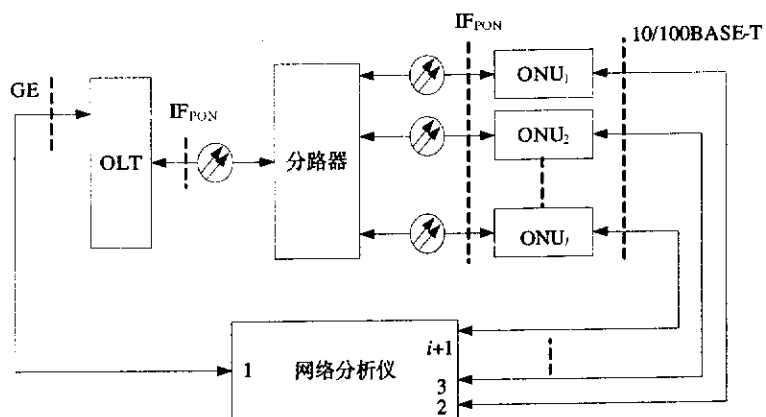


图25 DBA 验证测试配置

8.1.3 测试步骤

- (a) 按图 25 所示搭建测试配置；
- (b) 在 OLT 上为各 ONU 配置不同的 DBA 参数，包括保证带宽，最大带宽参数；
- (c) 从网络分析仪端口 2~($i+1$) 分别向 $ONU_1 \sim ONU_i$ ($i > 10$) 发送速率为 100Mbit/s 的数据流 $D_1 \sim D_i$ ，使得所有 ONU 的总流量大于系统吞吐量；

- (d) 查看各 ONU 的带宽是否符合 DBA 配置参数，并记录；
- (e) 增加或减少 ONU 数量，查看各 ONU 的带宽，并与步骤 (d) 的值进行比较，看是否发生变化。

8.2 业务 QoS 保证

8.2.1 指标

EPON系统应能区分不同类型业务的优先级，上行和下行方向应根据SLA协议保证高优先级业务的QoS。

8.2.2 测试配置

测试配置如图26所示。

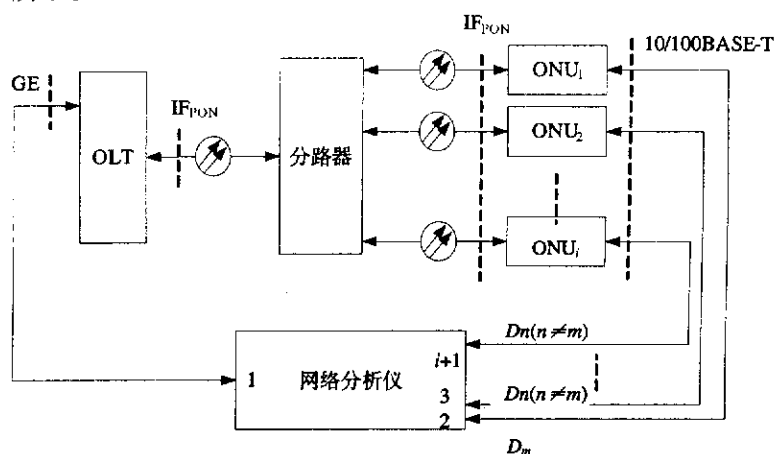


图26 业务 QoS 验证测试配置

8.2.3 测试步骤

- (a) 按图 26 所示搭建测试配置；
- (b) 将 OLT 的 GE 接口和 ONU₁~ONU_i ($i > 10$) 的 10/100BASE-T 接口连接到网络分析仪；
- (c) 将具有用户标志 A 的流设置为相对高优先级；
- (d) 在网络分析仪端口 2 配置一条（包括上下行两个方向）具有用户标志 A 的流 D_m ；
- (e) 在网络分析仪端口 3 到 $i+1$ 配置为用户标志不为 A 的流 D_n ，使得所有流的速率和大于系统吞吐量；
- (f) 首先发送流 A，网络分析仪端口 1 应能接收到正确的流；
- (g) 加入其他的流，使得要求发往 OLT 的数据大于系统吞吐量，持续时间为 5min，流 A 应维持原速率，丢包率和错包率 $< 1\%$ 。

注：同一 ONU 上传送多条不同优先级的业务的测试可仿照此过程。

8.3 加密功能

8.3.1 指标

EPON系统应能对用户信息进行加密，其中下行方向应支持加密功能，上行方向可选支持。

8.3.2 测试配置

测试配置如图27所示。

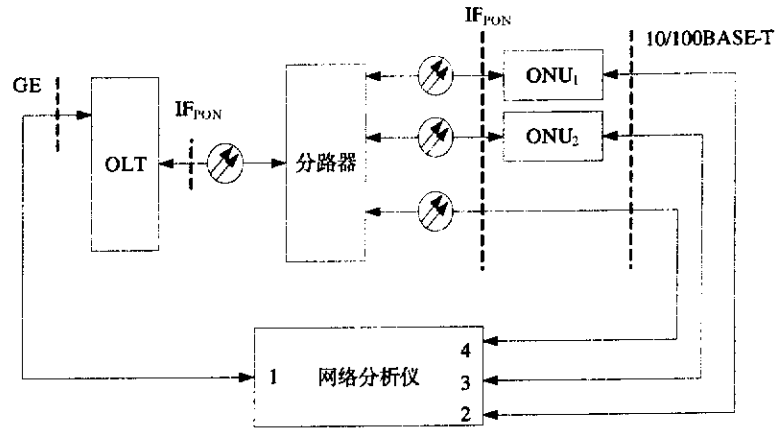


图27 加密功能测试配置

8.3.3 测试步骤

- (a) 按图 27 所示搭建测试配置；
- (b) 网络分析仪端口 1 分别向端口 2~4 发送数据；
- (c) 在网络分析仪端口 4 截获数据流进行分析，看数据流是否加密；
- (d) 对于步骤 (c)，数据流应该都没有加密；
- (e) 将 OLT 与 ONU₁、ONU₂ 开启加密功能；
- (f) 重复步骤 (b)、(c)；
- (g) 对于步骤 (f)，发向端口 2、3 的数据流应该都已加密且不相同。

8.4 ONU 认证功能

8.4.1 指标

OLT应具有对ONU进行认证的能力，应拒绝非法ONU的接入。

8.4.2 测试配置

测试配置如图28所示。

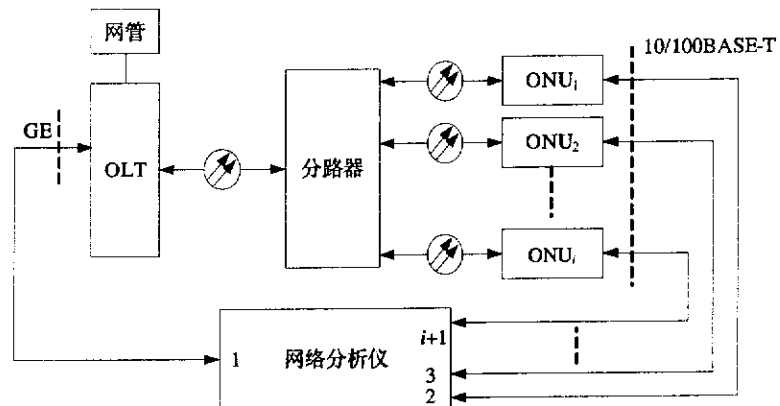


图28 ONU 的认证测试配置

8.4.3 测试步骤

- (a) 按图 28 所示搭建测试配置；
- (b) 在认证服务器上配置正确的 ONU 序列号；

- (c) 通过网管查看 ONU 认证信息，检查 ONU 正确完成认证；
- (d) 网络分析仪发送上下行流量，检查是否能被正确接收；
- (e) 选择一个没有在认证服务器上配置相应序列号 ONU，接入 PON 网络并加电；
- (f) 检查 ONU 认证是否失败；
- (g) 网络分析仪发送上下行流量，检查是否被拒。

8.5 VLAN 功能

8.5.1 指标

OLT 或 ONU 应支持 IEEE 802.1Q 协议，应支持按照 PON 端口或以太端口划分 VLAN，可选支持按照 MAC 地址划分 VLAN。

8.5.2 测试配置

测试配置如图29所示。

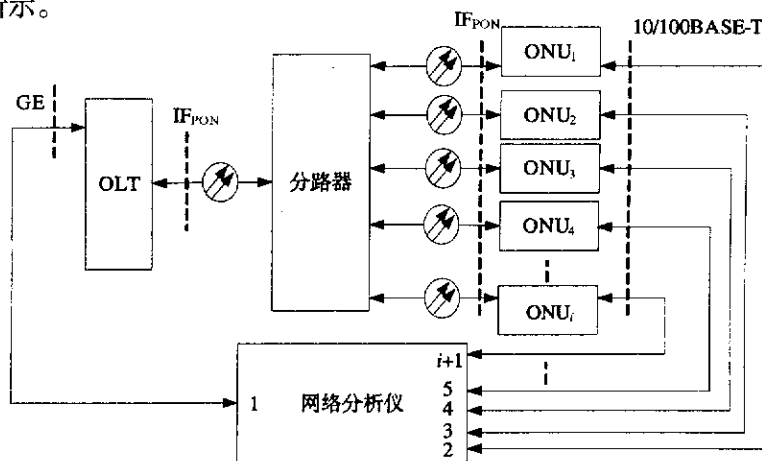


图29 VLAN 功能验证测试配置

8.5.3 测试步骤

- (a) 按图 29 所示搭建测试配置；
- (b) 将 ONU₁~ ONU₄ 的 10/100BASE-T 接口加入不同的 VLAN 广播域：ONU₁、ONU₂ 的加入 VLAN₁，ONU₃、ONU₄ 的加入 VLAN₂；
- (c) 网络分析仪向 ONU₁~ ONU₄ 发送 VLAN ID 为 VLAN₁、VLAN₂ 的 802.1Q 帧，验证被测设备 VLAN 广播域的正确性，以及端口 VLAN 的隔离情况；
- (d) VLAN ID 为 VLAN₁ 的数据帧只能在 ONU₁、ONU₂ 进行广播，VLAN ID 为 VLAN₂ 的数据帧只能在 ONU₃、ONU₄ 进行广播；
- (e) 将 ONU₁、ONU₂ 的 10/100BASE-T 接口的默认 VLAN ID 分别设置为：VLAN₁，VLAN₂；
- (f) 由网络分析仪向 ONU₁、ONU₂ 的 10/100BASE-T 接口发送非 802.1Q 帧，验证 ONU₁、ONU₂ 对默认 VLAN ID 的支持情况；
- (g) 非 802.1Q 帧经过 ONU₁、ONU₂ 后，分别被添加 VLAN ID 为 VLAN₁ 和 VLAN₂ 的 VLAN 头。

注：按PON端口或MAC地址划分VLAN的测试可仿照此过程。

8.6 帧过滤功能

8.6.1 指标

OLT或ONU应支持基于端口或MAC地址的Ethernet数据帧过滤。

8.6.2 测试配置

测试配置参见图25。

8.6.3 测试步骤

- (a) 按图 25 所示搭建测试配置；
- (b) 网络分析仪端口 1 向端口 2 发送测试帧，端口 2 应可以收到数据；
- (c) 对 OLT 或 ONU 的滤波器进行配置，在 OLT 的网络侧或 ONU₁ 的用户侧接口基于源 MAC 地址/目的 MAC 地址配置数据帧过滤，过滤所发测试帧；
- (d) 网络分析仪端口 2 向端口 1 发送测试帧，端口 1 应无法收到符合过滤条件的数据。

注：基于端口的数据帧过滤可仿照此过程。

8.7 广播/组播帧抑制功能

8.7.1 指标

OLT或ONU应支持对广播帧和组播帧的抑制功能。

8.7.2 测试配置

测试配置参见图25。

8.7.3 测试步骤

- (a) 按图 25 所示搭建测试配置；
- (b) 网络分析仪分别连接 OLT 和 ONU；
- (c) 在相应端口（OLT 和 ONU）启动广播/组播帧抑制功能，设置不同带宽百分比或帧速率；
- (d) 从网络分析仪向相应端口发送广播/组播帧；
- (e) 观察结果是否符合设置的数值（带宽百分比或帧速率）。

8.8 二层隔离功能

8.8.1 指标

OLT应实现各ONU之间的二层隔离，ONU应实现各以太网端口之间的二层隔离。

8.8.2 测试配置

测试配置参见图25。

8.8.3 测试步骤

- (a) 按图 25 所示搭建测试配置；
- (b) 将网络分析仪端口 2 的 MAC 地址配置为 00 00 00 00 00 01，端口 3 的 MAC 地址配置为 00 00 00 00 00 02；
- (c) 网络分析仪端口 2 与端口 3 分别向端口 1 发送数据，端口 1 能正确接收；
- (d) 网络分析仪端口 2 向 ONU₁ 发送目的 MAC 地址为 FF FF FF FF FF FF 的 MAC 测试帧，端口 3 不应收到 MAC 测试帧；
- (e) 停止发送步骤 (d) 中的 MAC 测试帧；
- (f) 网络分析仪端口 2 向 ONU₁ 发送目的 MAC 地址为 00 00 00 00 00 02 的 MAC 测试帧，端口 3 不应收到 MAC 测试帧；
- (g) 停止发送步骤 (f) 中的 MAC 测试帧。

注：ONU各以太网端口之间二层隔离的测试可仿照此过程。

8.9 生成树

8.9.1 指标

当OLT的网络侧具有多个GE或10/100Base-T接口时，如果可能出现环路则应支持符合IEEE 802.1D规定的生成树协议。

8.9.2 测试配置

测试配置如图30所示。

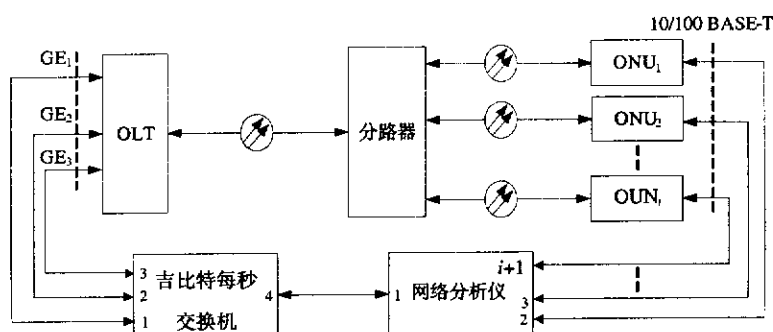


图30 生成树功能验证

8.9.3 测试步骤

(a) 按图 30 所示搭建测试配置；

(b) 将交换机的 1~3 端口分别与 OLT 的各 GE 接口相连,交换机的端口 4 与网络分析仪端口 1 相连,网络分析仪端口 2~ $i+1$ 与各 ONU 的 10/100BASE-T 接口相连；

(c) 配置相应数据,启用生成树功能,检查端口的生成树状态；

(d) 网络分析仪端口 1 与端口 2~ $i+1$ 发送双向数据流；

(e) 检查收发包情况,以及流量所使用的端口,验证只有一条链路可用。

注：(1) 10/100Base-T接口的测试可仿照此过程。

(2) Gbit/s交换机应具备生成树功能。

8.10 组播功能

8.10.1 指标

在FTTH网络结构中，OLT 应支持IGMP Snooping或IGMP Proxy功能。

8.10.1.1 测试配置

测试配置如图31所示。

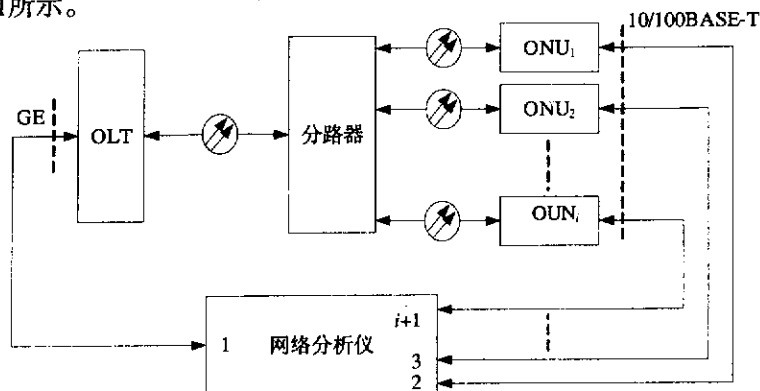


图31 组播功能测试配置

8.10.1.2 测试步骤

- (a) 按图 31 所示搭建测试配置，打开 OLT 的 IGMP Snooping 功能，观察组播组的数量；
- (b) 网络分析仪端口 1 发送成员查询包；
- (c) 对于步骤 (b)，网络分析仪端口 2、3 都应收到成员查询包；
- (d) 网络分析仪端口 2 向 ONU₁ 发送 IGMP 报文加入 IP 组播组 225.1.1.1；
- (e) 对于步骤 (d)，网络分析仪端口 1 接收到端口 2 发送的 IGMP 报文；
- (f) 网络分析仪端口 1 发送 IP 地址为 225.1.1.1 的测试帧；
- (g) 对于步骤 (f)，网络分析仪端口 2 收到测试帧，而端口 3 不应收到测试帧；
- (h) 网络分析仪端口 2 向 ONU₁ 发送 IGMP 报文退出 IP 组播组 225.1.1.1；
- (i) 对于步骤 (h)，网络分析仪端口 2、3 都收不到测试帧，端口 1 收到网络分析仪端口 2 发送的 IGMP 报文；

- (e) 停止发送步骤 (f) 中的测试帧；
- (f) 打开 OLT 的 IGMP Proxy 功能；
- (g) 网络分析仪端口 1 发送成员查询包；
- (h) 对于步骤 1)，网络分析仪端口 2、3 都应收到源 MAC 地址为 OLT 地址的成员查询包；
- (i) 网络分析仪端口 2、3 分别向 ONU₁、ONU₂ 发送 IGMP 报文加入 IP 组播组 225.1.1.1；
- (j) 对于步骤 (n)，网络分析仪端口 1 接收到 1 个源 MAC 地址为 OLT 地址的 IGMP 报文；
- (k) 网络分析仪端口 1 发送 IP 地址为 225.1.1.1 的测试帧；
- (l) 对于步骤 (p)，网络分析仪端口 2、3 都收到测试帧；
- (m) 网络分析仪端口 2 向 ONU₁ 发送 IGMP 报文退出 IP 组播组 225.1.1.1；
- (n) 对于步骤 (r)，网络分析仪端口 2 收不到测试帧，而端口 3 应收到测试帧，端口 1 收不到网络分析仪端口 2 发送的 IGMP 报文。

- (o) 停止发送步骤 (p) 中的测试帧。

注：假设只有 ONU₁ 和 ONU₂ 两个 ONU。

8.11 SCB 测试

8.11.1 指标

在下行方向，PON 是一种广播介质。为利用 PON 的这一能力，使 OLT 向 ONU 广播发送下行帧时不对每个 ONU 都拷贝该帧，因此引入单拷贝广播（SCB）支持。

8.11.2 测试配置

测试配置如图 31 所示。

8.11.3 测试步骤

- (a) 按图 31 所示搭建测试配置，将网络分析仪的 GE 接口连到 OLT，10/100Mbit/s 口连到 ONU₁~ONU_i（假设 $i>10$ ）；
- (b) 从网络分析仪的 GE 接口经 OLT 向各 ONU 共发送比系统吞吐量少 20Mbit/s 的数据流；
- (c) OLT 向 ONU 发送 20Mbit/s 的组播帧；
- (d) 若各 ONU 都能收到该广播帧则系统支持 SCB 功能，否则系统不支持 SCB 功能（IP 背景流应不受影响）。

8.12 链路聚集功能

8.12.1 指标

在系统网络侧具有多个 GE 或 10/100BASE-T 接口时，OLT 应支持 IEEE Std 802.3 规定的链路聚集功能。

8.12.2 测试配置

测试配置见图30。

8.12.3 测试步骤

- (a) 按图 30 所示搭建测试配置（假设 OLT 的网络侧有 3 个 GE 接口）；
- (b) 将交换机的 1~3 端口分别与 OLT 的各 GE 接口相连,交换机的端口 4 与网络分析仪端口 1 相连,网络分析仪端口 2~ $i+1$ 与各 ONU 的 10/100BASE-T 接口相连；
- (c) 网络分析仪交换机发送共 1Gbit 的数据流；
- (d) 通过网络分析仪观察各 GE 接口的流量；
- (e) 断开 GE₁ 口,通过网络分析仪观察 GE₂、GE₃ 的流量,GE₁ 口的流量转移到其他 GE 接口。

注：10/100BASE-T接口的测试可仿照此过程。

8.13 VLAN stacking (可选)

8.13.1 指标

OLT 可选支持VLAN Stacking功能。

8.13.2 测试配置

测试配置参见图31所示。

8.13.3 测试步骤

- (a) 按图 31 所示搭建测试配置,将网络分析仪分别与被测设备端口相连；
- (b) 在 OLT 上创建 service VLAN₁ 和 service VLAN₂；
- (c) 在 ONU₁ 和 ONU₂ 上按照端口创建 customer VLAN₁ 和 customer VLAN₂,都加入 service VLAN₁；
- (d) 在 ONU₃ 上按照端口创建 customer VLAN₁ 和 customer VLAN₂,加入 service VLAN₂；
- (e) 由网络分析仪向 ONU₁、ONU₂ 和 ONU₃ 发送 service VLAN ID 为 VLAN₁, customer VLAN ID 也为 VLAN₁ 的 802.1Q 帧,验证同一个 VLAN 间 VLAN 广播域的正确性以及同一个 VLAN 间的 VLAN 隔离情况；
- (f) 步骤 (e) 所发 802.1Q 帧只能在 ONU₁ 和 ONU₂ 上 customer VLAN ID 也为 VLAN₁ 的端口进行广播,ONU₁ 和 ONU₂ 上的其他端口和 ONU₃ 上的端口都无法收到,且 OLT 的上联 GE 接口的输出数据包应具有双 VLAN ID。

8.14 ONU 掉电通知功能 (可选)

8.14.1 指标

ONU应具有将自身掉电事件通知OLT的能力。

8.14.2 测试配置

测试配置如图32所示。

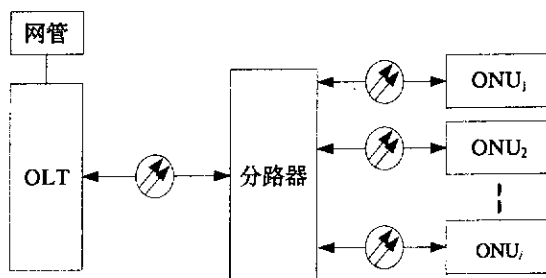


图32 ONU 掉电通知功能验证

8.14.3 测试步骤

- (a) 按图 32 所示搭建测试配置；
- (b) 将其中一个 ONU 电源关闭，查看 OLT 的告警情况，OLT 应对该 ONU 的掉电事件进行记录；
- (c) 再将其电源开启，查看 OLT 的告警情况，掉电记录应更新。

8.15 光纤保护倒换功能（可选）

8.15.1 保护倒换准则测试

保护倒换准则测试是对系统保护倒换功能的测试，即检验系统在保护倒换条件发生时能否成功地实现倒换。系统在自动倒换模式下的倒换条件为：信号丢失、帧丢失或信号劣化等。强制倒换由管理事件触发。以骨干光纤保护自动倒换的测试为例。

8.15.1.1 测试配置

测试配置如图33所示。

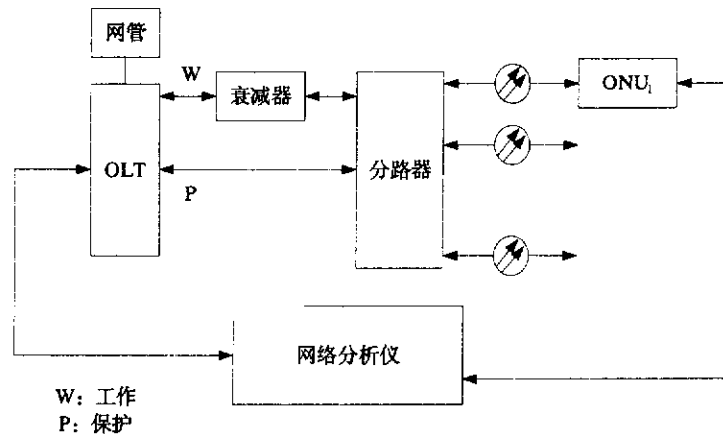


图33 骨干光纤保护自动倒换测试配置

8.15.1.2 测试步骤

- (a) 按图 33 所示搭建测试配置。
- (b) 通过网络分析仪发测试信号。
- (c) 在工作光通道（W）上模拟保护倒换准则给出的条件。人为断开工作通道（W）来模拟信号丢失或通过增加光衰减器的衰减模拟帧丢失和信号劣化，逐项检验倒换功能。
- (d) 对于步骤（c）所做的每一项模拟，用网络分析仪及网管系统监视，判断系统是否已完成了从工作光通道（W）到保护光通道（P）的倒换；倒换完成后在网管系统上会出现保护倒换事件指示。
- (e) 对于全保护光纤倒换，测试方法基本相同，只是需对 n 个工作段逐一进行检查。

另外还可以通过网管系统来检查强制倒换功能。试验强制倒换功能时无需在工作光通道中申入光衰减器，只需在网管系统上设置强制倒换命令，由网管系统观察倒换是否完成。

8.15.2 保护倒换时间测试

当EPON系统进行光纤保护倒换时，倒换时间应 $<50\text{ms}$ 。

8.15.2.1 测试配置

测试配置参见图33。

8.15.2.2 测试步骤

- (a) 按图 33 所示搭建测试配置；
- (b) 通过网络分析仪发测试信号；

- (c) 调整光衰减器使输出光功率稍高于灵敏度值，网络分析仪正常接收信号，系统没有误码；
- (d) 通过网管，设置为光纤自动保护倒换方式；
- (e) 制造倒换条件：人为断开工作光通道（W），制造信号丢失；
- (f) 用网络分析仪测出倒换时间；
- (g) 进行（e）和（f）步骤5次，测到的时间取平均值 T ， T 应 $< 50\text{ms}$ 。

注：其他倒换条件的测试可仿照此过程。

8.16 VoIP 测试（可选）

VoIP测试方法见YD/T 1532-2006《基于软交换的综合接入设备测试方法》。

9 操作维护管理功能验证

对EPON系统的操作维护管理功能测试主要包括管理方式验证、配置管理、性能管理和安全管理。

9.1 管理方式验证

管理方式验证见YD/T 1240-2002第10.1节。

9.2 配置管理

9.2.1 网络侧、用户侧接口参数设置

9.2.1.1 测试步骤

- (a) 选定或增加一个端口，对端口相关参数（“接口类型”、“帧格式”、“管理状态”、“操作状态”、“MAC地址数量”与“接入速率”等）进行设置；
- (b) 端口设置完成后，验证端口是否正常工作；
- (c) 在网管上选中该端口并对该端口进行查询；
- (d) 对该端口进行参数修改，重复步骤（c）。

9.2.1.2 预期结果

- (a) 对于步骤（a），成功激活或添加了一个新的端口；
- (b) 对于步骤（b），端口应正常工作；
- (c) 对于步骤（c），可以查询到该端口的信息与设置的信息相同；
- (d) 对于步骤（d），查询到该端口的信息与修改设置后的信息相同。

9.2.2 业务流参数设置

9.2.2.1 测试步骤

- (a) 网管系统启动后，对业务流参数（如带宽、业务优先级等）进行配置；
- (b) 查看业务流参数是否配置成功。

9.2.2.2 预期结果

对于步骤（b），应能测试到业务流参数符合网管的配置。

9.2.3 板卡配置功能

9.2.3.1 测试步骤

- (a) 在OLT侧增加一个GE接口；
- (b) 网管系统启动后，查看该GE接口的状态。

9.2.3.2 预期结果

对于步骤(b)，网管拓扑图中增加了该GE接口，并能对该GE接口激活。

9.2.4 以太网功能配置

9.2.4.1 测试步骤

- (a) 网管系统启动后，进行以太网功能（如VLAN、帧过滤、组播等）的配置；
- (b) 查看该功能是否实现。

9.2.4.2 预期结果

对于步骤(b)，应能测试到本功能起作用。

9.2.5 PON系统配置功能

9.2.5.1 测试步骤

- (a) 网管系统启动后，进行PON系统配置（如加密、光纤保护倒换等）；
- (b) 参照本标准8.4和8.16对加密和光纤保护倒换功能进行检验；

9.2.5.2 预期结果

对于步骤b)，应能测试到本功能起作用。

9.2.6 实时显示网元状态

实时显示网元状态测试见YD/T 1250-2003第10.1.5节。

9.2.7 升级系统软件功能

9.2.7.1 测试步骤

- (a) 通过网管控制台发送查询系统软件版本号命令；
- (b) 如果软件版本低，通过网管对软件版本进行更新。

9.2.7.2 预期结果

- (a) 对于步骤(a)，系统应能返回正确的版本号信息；
- (b) 对于步骤(b)，软件版本升级后，能管理当前网上运行的所有网元，且低版本系统中的所有数据能自动迁移至高版本系统中。

9.2.8 温度监控参数配置(可选)

9.2.8.1 测试步骤

- (a) 网管系统启动后，对温度监控参数进行配置；
- (b) 查看温度监控参数是否配置成功。

9.2.8.2 预期结果

对于步骤(b)，应能测试到温度监控参数符合网管的配置。

9.3 性能管理

性能管理测试见YD/T 1250-2003第10.2节。

9.4 故障和告警管理

故障和告警管理见YD/T 1250-2003第10.3节。

9.5 安全管理

9.5.1 设定操作用户权限

设定操作用户权限测试见YD/T 1250-2003第10.4.2小节。

9.5.2 日志操作

日志操作测试见YD/T 1250-2003第10.4.3小节。

9.5.3 管理区域划分 (可选)

9.5.3.1 测试步骤

- (a) 网管系统启动后对资源进行分配, 分到不同的管理区域;
- (b) 查看资源信息;
- (c) 在资源所在的管理区域, 对资源进行操作;
- (d) 查看资源信息。

9.5.3.2 预期结果

- (a) 对于步骤 (b), 资源分配成功;
- (b) 对于步骤 (d), 能够对资源进行操作。

10 环境测试

10.1 测试顺序

环境测试的测试顺序见YD/T 1250-2003第12.2.1小节。

10.2 低温测试

低温测试方法见YD/T 1250-2003第12.2.3小节。

10.3 高温测试

高温测试方法见YD/T 1250-2003第12.2.4小节。

10.4 高湿测试

高湿测试方法见YD/T 1240-2002第11.1.3.3条。

10.5 光纤温度交变测试

光纤温度交变测试方法见YD/T 1250-2003第7.1.4.3条。

11 电源测试

直流电压和交流电压的测试方法见YD/T 1156-2001第13.2节。

12 电气安全测试

12.1 绝缘电阻测试

绝缘电阻的测试方法见YD/T 1141-2001第8.1节。

12.2 电磁兼容测试

电磁兼容的测试方法见GB 9254-1998, GB/T 17618-1998。

附录 A
(资料性附录)

OLT、ONU 线路传输光接口部分参考测试项

A.1 相对强度噪声光调制幅度 (RIN_xOMA) (可选)

A.1.1 指标

具体指标见表A.1。

表 A.1 EPON 系统 RIN₁₅OMA 指标

方 向	RIN ₁₅ OMA (最大)	单 位
1000BASE-PX10-D	- 118	dB/Hz
1000BASE-PX10-U	- 113	
1000BASE-PX20-D	- 115	
1000BASE-PX20-U	- 115	

A.1.2 测试配置

测试配置如图A.1所示。

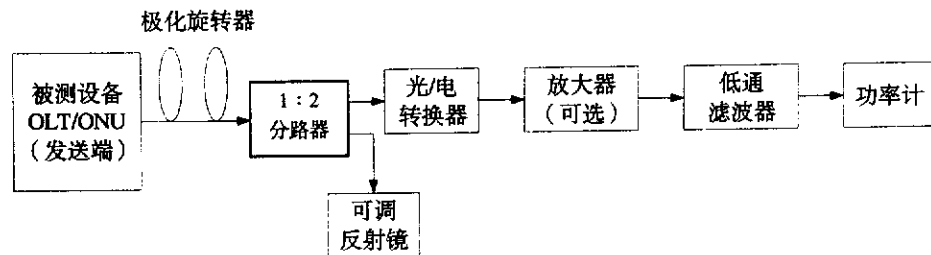


图 A.1 RIN x OMA 测试配置

A.1.3 测试步骤

- (a) 按图 A.1 所示搭建测试配置；
- (b) 断开被测设备，将功率计清零；
- (c) 连接被测设备，打开激光器，保证激光器未经调制；
- (d) 调整极化器，观察功率计所能读出的最大噪声。将最大功率记为 P_N ；
- (e) 打开激光器的调制，使用 PMD 类型所指定的模式，将功率记为 P_M 。可能需要改变或清除有效反射来得到精确值；
- (f) 使用下列公式，利用所得电信号功率和噪声功率计算 RIN：

$$RIN \times OMA = 10 \times \lg \frac{P_N}{BW \times P_M} \text{ (dB/Hz)}$$

式中：

P_N = 当调制器关闭时，以 W 为单位的电噪声功率；

BW = 基于 DC 阻塞电容的设备低通带宽 - 设备高通带宽 [测量系统的噪声带宽 (Hz)]；

P_M = 当调制器打开时，以 W 为单位的电功率。

注：(1) 反射镜用来产生 15dB 的反射；

(2) 低通滤波器用来产生所需的噪声测量带宽。

A.2 激光器打开/关闭定时测量

A.2.1 指标

T_{on} 、 T_{off} 时间参数的定义如图 A.2 所示，具体指标见表 A.2。

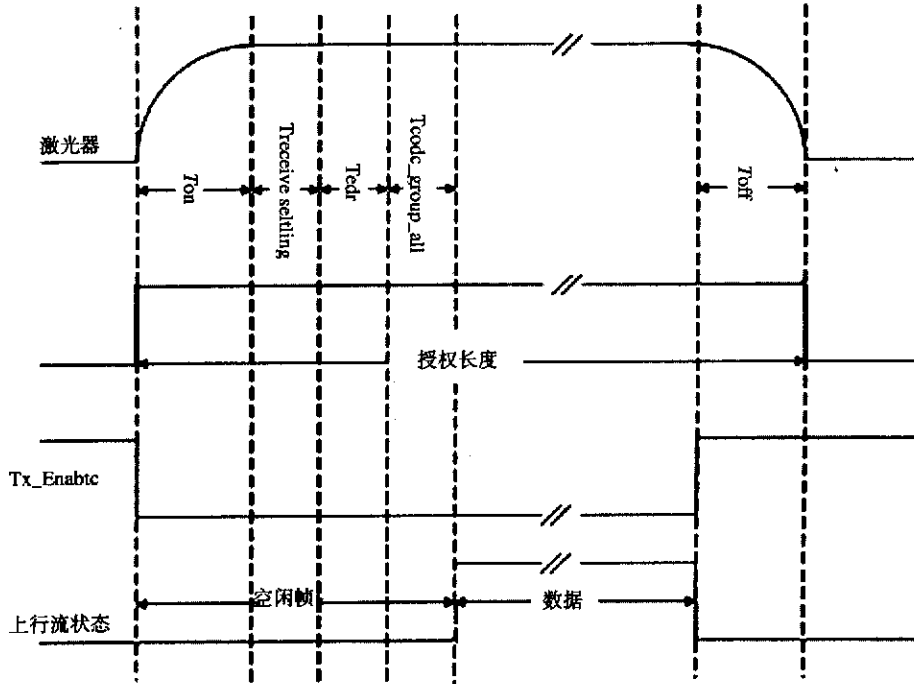


图 A.2 时间参数定义

表 A.2 T_{on} 、 T_{off} 指标

方 向	T_{on} (最大)	T_{off} (最大)	单 位
1000BASE-PX10-U	512	512	ns
1000BASE-PX20-U	512	512	

A.2.2 测试配置

测试配置如图A.3所示。

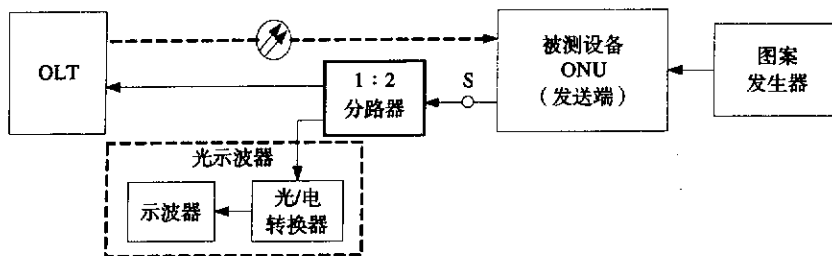


图 A.3 T_{on} 、 T_{off} 测试配置

A.2.3 测试步骤

- (a) 按图 A.3 搭建测试配置；
- (b) 由 OLT 触发 ONU，通过示波器观察 ONU 的上行信号；
- (c) 测量 ONU 的发射功率，直到功率值达到其稳定状态值的 85%，记录此时的时间值，即为 T_{on} ；
- (d) 关闭发射机的激光器，观察示波器，直到 ONU 的发射功率达到其关断发射功率值，记录此时的时间值，即为 T_{off} 。

A.3 发射机色散代价 (TDP)

A.3.1 指标

TDP 具体指标见表 A.3。

表 A.3 TDP 指标

方向	参考点	TDP (最大)	单位
1000BASE-PX10-D	ONU S点	1.3	dB
1000BASE-PX10-U	OLT S点	2.8	
1000BASE-PX20-D	ONU S点	2.3	
1000BASE-PX20-U	OLT S点	1.8	

A.3.2 测试配置

测试配置如图A.4所示。

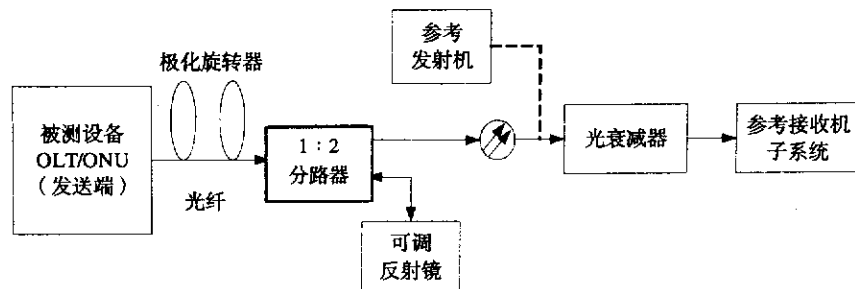


图 A.4 EPON 系统 TDP 测试配置

A.3.3 测试步骤

- (a) 按图 A.4 所示搭建测试配置；
- (b) 调整光衰减器的衰减，使丢包率为 10^{-9} ；
- (c) 当输入参考接收机时，记录 OMA 的光功率， P_{DUT} ，单位为 dBm；
- (d) 如果 P_{DUT} 大于 S ，测试发射机的发射机色散代价 (TDP) 为 P_{DUT} 与 S 之差， $TDP = (P_{DUT}) - S$ ，否则，发射机色散代价为 0， $TDP = 0$ 。

注：(1) S 为参考接收机系统的灵敏度。

(2) 参考发射机的要求见 IEEE Std 802.3-2005 《信息技术—系统间通信和信息交换—局域网和城域网特定要求—第3部分：CSMA/CD接入方式和物理层规范》第58.7.9.1条。

(3) 参考接收机子系统的要求见 IEEE Std 802.3-2005 《信息技术—系统间通信和信息交换—局域网和城域网特定要求—第3部分：CSMA/CD接入方式和物理层规范》第58.7.9.3小节。

(4) 工程上以是否能注册作为条件。

附录 B
(资料性附录)
分路器的特性测试

B.1 分路器的插入损耗和均匀一致性

B.1.1 指标

插入损耗指的输入和输出端口之间的光功率比，单位是分贝，定义为：

$$IL = -10 \lg (P_1 / P_0)$$

式中：

P_0 ——发送到输入端口的光功率；

P_1 ——从输出端口接收到的光功率。

均匀一致性是指分路器各分路插入损耗之间的最大差值。具体指标参考YDN 057-1997《接入网技术要求——基于无源光网络技术的光接入网》11.2节。

插入损耗测试应在规定的工作波长下进行测试，如果上行和下行使用不同的工作波长，则应将上行和下行分开测试。

B.1.2 测试配置

测试配置如图B.1所示。

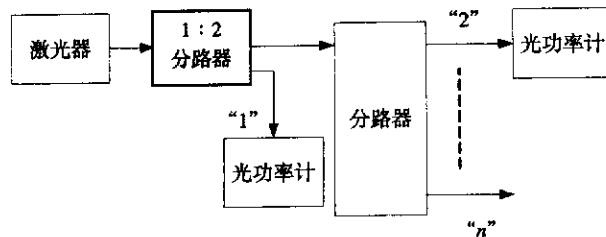


图 B.1 分路器的插入损耗测试配置

B.1.3 测试步骤

- (a) 按图 B.1 所示接好测试配置；
- (b) 调节激光器输出光功率，测量“1”点的光功率，即分路器的下行输入光功率；
- (c) 测量第一分路输出端口“2”点的光功率；
- (d) “2”点光功率与“1”点光功率的差值，就是第一分路的插入损耗；
- (e) 分别测量第 2, 3, ……， n 分路输出端口的光功率，它们与“1”点光功率的差值，即为相应分路的插入损耗。

(f) 在测出所有支路的插入损耗后，计算最大损耗与最小损耗的差，即为分路器的均匀一致性。

注：测试分路器每个分路的插入损耗时应采取措施防止其他输出口产生的光反射。

B.2 分路器的反射比

B.2.1 指标

反射比指反射功率和入射功率的比值：

$$\text{反射比} = 10\log(P_r / P_0)$$

具体指标见 YDN 057-1997《接入网技术要求——基于无源光网络技术的光接入网》11.2 节。

B.2.2 测试配置

测试配置如图B.2所示。

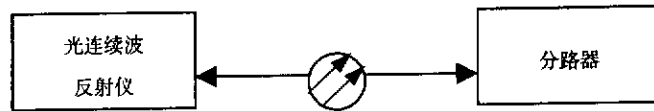


图 B.2 反射比测试配置

B.2.3 测试步骤

- (a) 按图 B.2 所示接好线路；
- (b) 调整光连续波反射仪，读出反射比。