

EPON 技术的标准化与测试

关键词：PON、EPON、标准、测试

1. 引言

随着宽带业务的飞速发展，IPTV 等新型宽带业务逐渐被大家所重视和期待，这些宽带业务的大规模应用无疑离不开宽带接入网技术的支持。作为向 FTTH 过渡的一种宽带光接入技术，PON 从它一被提出就得到了市场极大的关注。

目前市场上主流的 PON 技术以及标准化情况如表 1 所示。

表 1 PON 技术以及标准

PON 类型	国际标准	国内标准
窄带 PON	ITU-T G.982 (1996/11)	YD/T1077-2000 《接入网技术要求——窄带无源光网络 (PON)》
A-PON	ITU-T G.983.1 (1998/10)	YD/T1090-2000 《接入网技术要求——基于 ATM 的无源光网络 (A-PON)》 ^{注 1} YD/T1250-2003 《接入网测试方法——基于 ATM 的无源光网络 (A-PON)》
B-PON	ITU-T G.983.1 (1998/10) ITU-T G.983.2 (2002/06) ITU-T G.983.3 (2001/03)	/
G-PON	ITU-T G.984.1 (2003/03) ITU-T G.984.2 (2003/03) ITU-T G.984.3 ITU-T G.984.4	通信行业标准《接入网技术要求——吉比特无源光网络 (GPON)》刚通过 CCSA 立项并已开始制定
EPON	IEEE Std. 802.3ah-2004	通信行业标准《接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络 (EPON)》还在制定当中； 通信行业标准《接入网测试方法——基于以太网方式的无源光网络 (EPON)》刚通过 CCSA 立项并已开始制定

注 1：该标准等效采用 ITU-T G.983.1

2. EPON 技术的标准化

EPON 技术首先是由 IEEE 802.3ah 项目组，即 EFM (Ethernet in First Mile, 第一英里以太网) 提出并进行标准化，EFM 的主要目标是为了推动以太网技术在用户接入网络中的应用。该标准是对 IEEE 802.3 标准的增补，并尽可能的沿用 IEEE 802.3 原有的 MAC 子层、MAC 控制子层以及相关的各物理子层。另外，该标准还包括了网络操作、管理和维护 (OAM) 机制的内容，以便于网络的运维和故障处理。

EFM 定义了两种 EPON 接口，即 1000BASE-PX10 和 1000BASE-PX20，两种接口的基本特性见表 2。1000BASE-PX20-D 可以和 1000BASE-PX10-U 互通，以支持从 10km 的 P2MP 网络升级到 20km 的网络的需求。

表 2 EFM EPON 光接口的基本特性

特性描述	1000Base-P	1000Base-P	1000Base-P	1000Base-P
------	------------	------------	------------	------------

	X10-U	X10-D	X20-U	X20-D
光纤数量	1			
标称发送波长 (nm)	1310	1490	1310	1490
发送方向	上行 Upstream	下行 Downstream	上行 Upstream	下行 Downstream
最小传输距离范围 ^{注1}	0.5m ~10km		0.5m ~20km	

注1：在启动了FEC的链路中，最小传输距离的范围将会扩大，系统可以支持更高的信道插入损耗的链路使用。

EFM同时也给出了EPON支持的点到多点(P2MP)的拓扑结构，其可通过单一splitter拓扑、树型结构拓扑以及混合介质拓扑这三种方式实现，分别如图 1、图 2和图 3所示。其中混合介质拓扑方式结合了点到点(P2P)、P2MP的光连接和铜线连接。

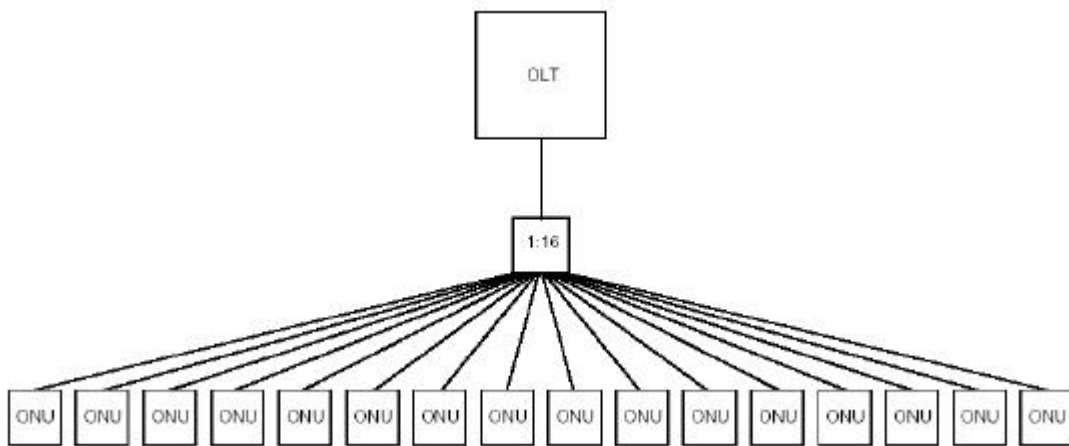


图 1 单一 Splitter 拓扑结构

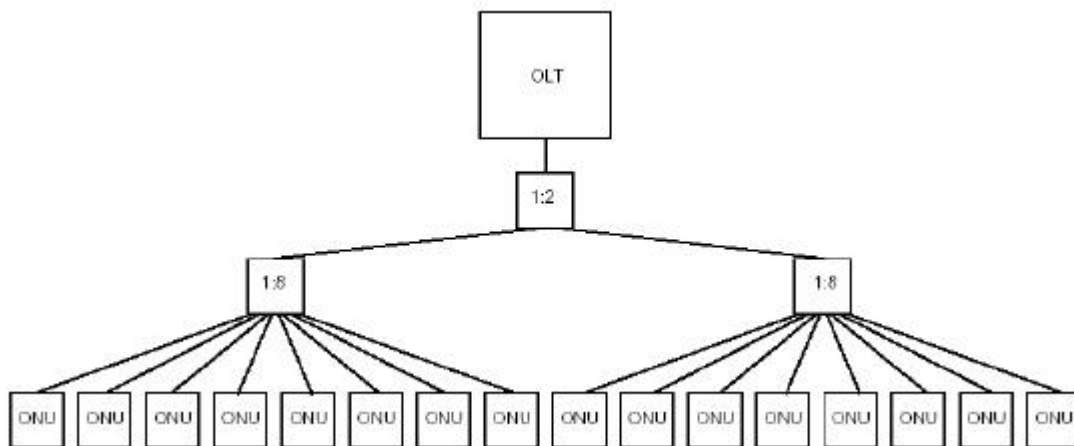
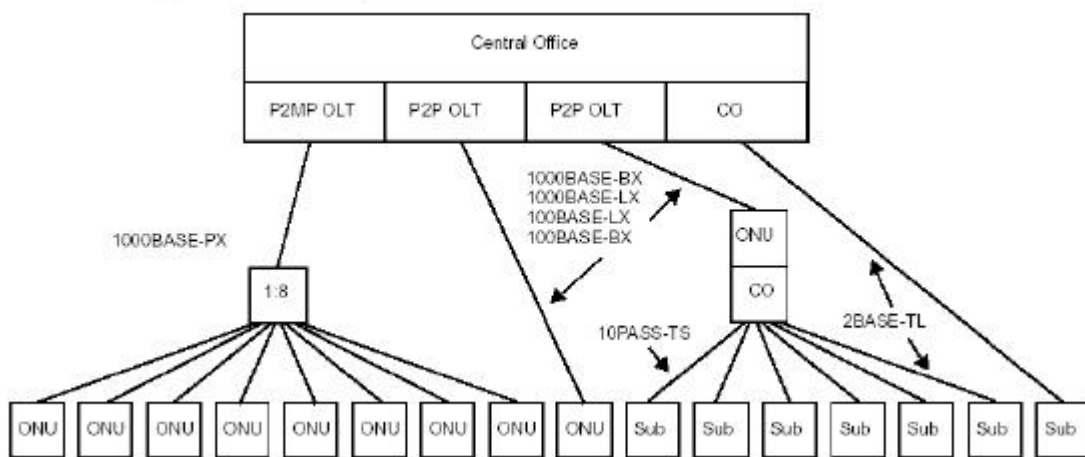


图 2 树型拓扑结构



注1：CO：中心局； ONU：光网络单元； Sub：用户驻地设备； OLT：光线路终端
 注2：1000BASE-BX、1000BASE-LX、100BASE-BX、100BASE-LX、2BASE-TL以及10PASS-TS参见IEEE Std 802.3ah中的相关规定。

图 3 混合介质拓扑结构

EPON 在国内的通信行业标准主要由 CCSA 的 TC6：传送网与接入网技术委员会的接入网工作组负责起草。EPON 的技术要求于 2003 年 3 月立项，目前处于征求意见阶段。EPON 的测试方法则是在 2005 年 1 月立项，预计在 2006 年初完成标准化工作。

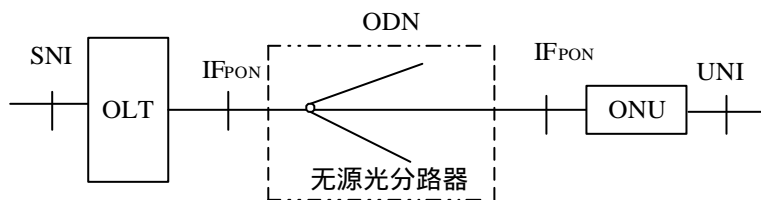
国内的 EPON 标准草案主要参考了 IEEE Std 802.3ah-2004 对 EPON 系统的 PMD 子层、RS 子层、OAM 子层和 MPCP 协议等内容的要求，并结合了国内的实际应用需求对相关内容进行了修改，同时还增加了对 EPON 系统的业务能力、业务接口类型、系统功能和网管等方面的规范。

3. EPON 设备的测试技术

EPON 设备的测试项目与 A-PON 设备的很多测试项目都是相近的，对相近的测试项目的测试方法也是类似的，因而对 EPON 设备的测试方法可以参考 YD/T 1250-2003 《接入网设备测试方法——基于 ATM 的无源光网络（A-PON）》中的大部分内容。

3.1 EPON 设备的主要测试内容

对 EPON 设备的测试主要包括接口测试、对 ODN（光分配网络）特性的测试、测距测试、设备性能测试、功能测试、网管测试、环境适应性测试、电气安全性测试和抗雷击测试等。EPON 的测试参考结构如下图 4 所示。



注：SNI：业务节点接口 UNI：用户网络接口 IF_{PON}：PON ODN 侧接口
 图 4 EPON 设备的测试参考结构图

接口测试包括 PON 接口测试、业务节点接口（SNI）测试以及用户网络接口（UNI）测试。PON 接口的基本特性参见表 2。SNI 接口测试包括 GE 接口测试、E1 接口测试以及 V5.2 接口测试，V5.2 接口测试还应包括 V5.2 协议一致性测试。UNI 接口测试应包括 10/100M 以太网接

口测试、E1 接口测试以及接入网远端 Z 接口测试等。

ODN 主要是由无源光分路器、无源光衰减器、光纤以及光接头等无源器件组成，对 ODN 的测试主要是针对分路器的测试，以及最大光纤传输距离的测试。对分路器的测试，主要包括分路器插入损耗、分路器均匀一致性以及最大分路比的测试等。

测距是 PON 系统为了无冲突的传输上行信号所必需的功能。测距测量的是每个 ONU 和 OLT 之间的逻辑距离。当每个 ONU 接收到与其连接的 OLT 的发送授权时确定发送定时。对测距的测试主要包括测距能力、静态测距能力、动态测距能力以及测距精度。

EPON 系统可能承载的业务类型包括 IP 业务、TDM 业务，可选支持 CATV 业务，其中 TDM 业务包括语音业务和数据专线业务，对 EPON 系统的性能测试主要 IP 传输性能测试、E1 通路性能测试以及平均信号传输时延测试。

EPON 系统的主要功能包括 VLAN、动态带宽分配功能 (DBA)、业务 QoS 保证、加密功能、组播功能、认证功能、VLAN Stacking 以及光纤保护倒换功能等，其中最后三种功能为 EPON 系统可选功能。对于功能的测试，主要采用功能验证的方法。

由于篇幅所限，本文仅对 EPON 测试中的难点做重点介绍，其他测试项目以及测试方法可参考 YD/T 1250-2003。

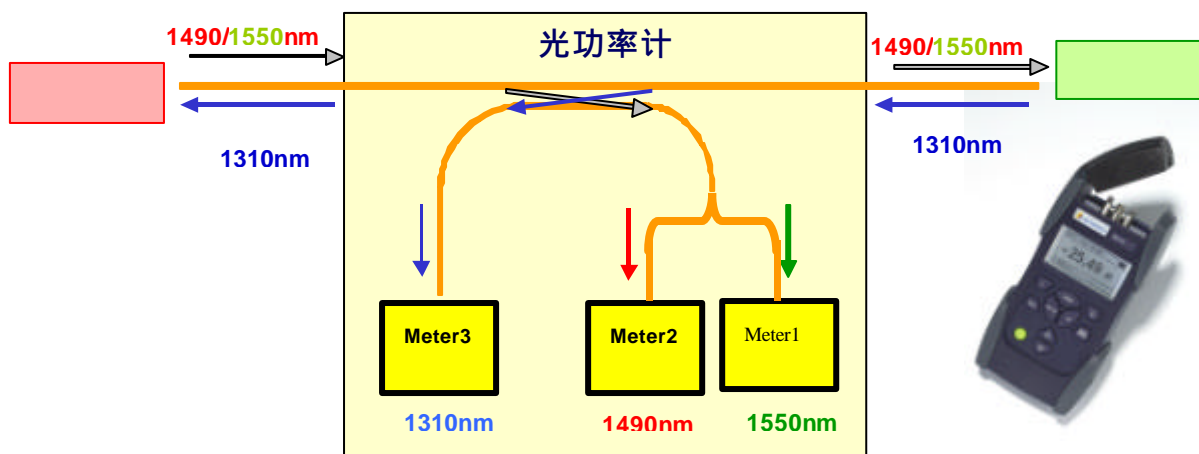
3.2 EPON 设备的测试难点

上、下行方向的 PON 接口的发送光功率测试都有测试方面的特殊要求。

在下行方向，当 EPON 系统提供 CATV 业务时，下行方向就会有 1490nm (Ethernet 业务用) 和 1550nm (CATV 业务用) 两个波长共存在一根光纤上，这样就需要选用可选波长的光功率计来分别测试这两个波长的光功率。和我们现在所使用的普通光功率计有所区别的是，该种光功率计应具有两个高隔离度的 1490nm 和 1550nm 滤波器，以精确的测试这两个波长上的光功率。

上行 PON 接口发射光功率有两种方式，一种上行光信号光功率信号只能被下行信号激活，另外一种情况是上行信号只有在某些预先定义的时隙内 (即是成帧的) 是被激活的。测试所面临的主要问题就在于用标准的平均光功率测试法将不再适用于上行光信号的这两种方式。如果要测试上行发射光功率，前一种方式要求 OLT 与 ONU 之间必须保持在连通状态，这样就要求用来测试的光功率计支持 through (透传) 模式，这样才能既保证光链路的连通，又可以同时测试上行光功率。后一种方式要求光功率计具有对突发模式的信号的测试能力。

PON 接口测试的示意图见和图 5。目前，市场上已经出现了一些针对 PON 接口的这些特殊性的光功率计产品。



和图 5 PON 接口上、下行发射功率测试示意图

对于 PON 接口的传统测试方法这里就不再累述，相关内容参见 YD/T 1250-2003 的 5.1 节。

4. 小结

EPON 的标准化推动了 EPON 系统的更广泛的应用，而反之 EPON 系统的应用也促进了 EPON 技术的发展和完善，随着 EPON 成本的进一步下降，EPON 技术必将推动 FTTH 的快速发展。

对于 EPON 系统的全面深入的测试是保证 EPON 技术良性发展的有利手段，同时也是对 EPON 系统的质量进行监督的有效途径。随着 EPON 的国内外标准的逐渐成熟，EPON 的测试技术也将得到不断的完善。

作者简介：

李巍：女，硕士，2000年毕业于北京邮电大学无线系。毕业后一直在信息产业部电信研究院中国泰尔实验室（原属于电信传输研究下属机构）从事 xDSL 技术、无线宽带接入技术、光通信、以及相关宽带数据业务的国际国内标准研究和设备测试工作。