

# 光通信测试手册

2010 Ver 1.0

[www.deviser.com.cn](http://www.deviser.com.cn)



[www.aetep.com](http://www.aetep.com)

天津市德力电子仪器有限公司  
TIANJIN DEVISER ELECTRONICS INSTRUMENT Co.,LTD.



天津市德力电子仪器有限公司拥有20年发展史，20年来公司一直从事测试、测量仪器的研发、生产和销售，产品覆盖无线通讯、频谱检测、光检测、数字电视测试、元器件生产等多个领域。

公司拥有自主知识产权，全球领先的数字电视测量核心技术，是国内唯一能设计、制造全套数字电视网络测试设备的高新技术企业。公司产品在国内广电市场拥有80%以上的市场份额，是国内广电测量行业的第一品牌，同时大量出口美国、欧洲、日本、韩国等近30个国家和地区，开创了测量仪器出口的先河。

**2005年，公司与美国AETeP公司展开深度合作，形成了牢固的战略伙伴关系，并成功引进AETeP公司先进的光检测技术，依靠德力严谨的研发、生产及检测体系陆续推出了几款光测试设备，并率先在海外市场发布。**

公司在全国设有深圳、武汉、苏州、成都、绵阳、北京、天津等七个办事机构，对客户就近服务，由产品到服务做客户“**最得力的助手**”。

## 国家和天津市政府的有力支持

- 2004年 获得国家科委“技术创新基金”
- 2005年 获得国家信息产业部“电子信息产业发展基金资助项目”
- 2007年 获得天津市十佳青年私营企业经营者称号
- 2007年 获得国家发改委“数字电视系列测试设备开发及产业化基金”
- 2007年 获得天津新技术产业园区优秀科技型中小企业奖

## 良好的管理信誉

- ISO9001 – 2000质量管理体系和软件体系双重认证
- 国家ISO10012计量检测体系合格认证、标准化示范企业AAA级认证
- 国家计量（MC）、安全（CE）、国际环保等系列认证
- 银行3A级信贷信誉

## 典型客户群代表

- 中国联合网络通信有限公司天津分公司
- 天津市电信公司
- 江西省移动通信服务有限公司
- 吉林省邮电建设工程有限公司
- 新疆电信
- 江苏电信
- 湖北联通

## 民族仪器的里程碑

- 1998年 德力全系列数字化场强仪，把德国、日本同类产品挤出国内市场
- 1996年 第一家通过ISO9001质量体系认证的国内电子仪器企业
- 1998年 公司首台光功率计问世
- 1999年 **与美国Trilithic公司签署战略合作协议**
- 2001年 第一批全数字化调谐器测量系统开发成功，战胜日本品牌
- 2001年 **广电测试仪器批量出口**
- 2005年 第一台国产数字电视QAM参数测量仪开发成功，并随之战胜美国著名品牌实现国内数字电视仪器市场占有率第一
- 2005年 **光通讯测试仪器领域与美国AETeP战略合作**
- 2006年 首台低成本OTDR DS3620问世
- 2007年 世界第一台“数字电视分析仪”开发成功，并大批量出口美国
- 2008年 世界第一套“鹰视通”宽带网络监测系统开发成功
- 2008年 公司首台中动态OTDR AE3000问世
- 2009年 **中动态低成本OTDR AE2000问世**

- 北京歌华有线电视网络股份有限公司
- 上海东方网络有限公司
- 天津广播电视网络有限公司
- 广州市广播电视网络有限公司
- 深圳市天威视讯股份有限公司
- 大连天途有线电视网络股份有限公司
- 杭州华数数字电视有限公司等

## 光纤测试常用仪表

AE3000 光时域反射分析仪 ( OTDR )	1
AE3000 光时域反射分析仪应用界面示例	2
EP300 EPON光功率计	4
DS3023/DS3023S/DS3026 系列光功率计	5

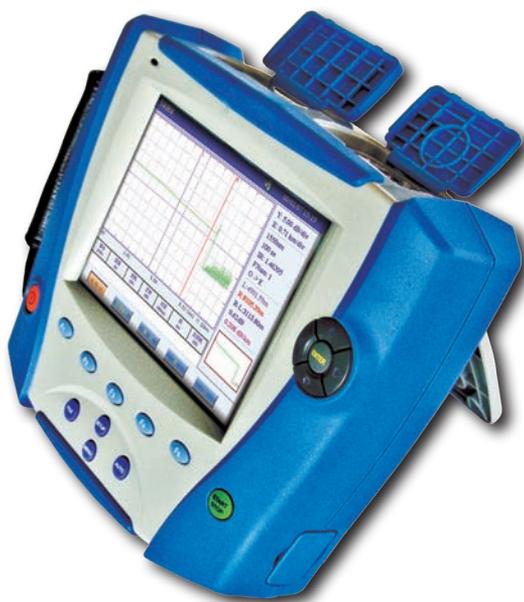
## 光纤测试基础知识

光传输基本原理	7
OTDR基础介绍	8
EPON基础介绍	11
OTDR测试常见问题	16

# AE3000 光时域反射分析仪 ( OTDR )

——专门针对电信接入网、广电网测试而优化

——轻巧、稳定、耐用型OTDR



## 功能特点

- **高精度**  
最短盲区 < 1.5米，即使3米事件点在实际线路中也可轻松查找。
- **速度快**  
最短测试时间可设置为10秒，即使长达100公里的线路也可在短短1分钟内测试完成
- **操作简便**  
一键式操作，测试分析一步智能完成。
- **小巧、便携，适于野外作业**  
抗震、防尘、防潮、6.4吋TFT超大彩屏，超大容量锂电池，工作时间超过10小时，更适宜野外操作。
- **网络化**  
可实现点对点、点对多点的数据共享及计算机远程控制
- **超高性价比**  
同等动态下具有业界最低的价格及最佳的性能。

## 灵活丰富的多接口设计(RJ45,USB,SD卡等)

- 独具RJ45接口：可实现计算机远程控制、数据共享
- USB接口：可插U盘或直接连接电脑，数据存取更加方便
- SD卡接口：支持最大1G SD卡。同时机器本身内置超大内存，最大可存储2000条曲线数据
- 易于拆装的光适配器，清洁更加方便，维护成本更低。

## 光纤网络测试的完整解决方案

AE3000光时域反射分析仪是一款多用途、高性能、便携式OTDR，采用全新设计理念，全新外观与全新电路设计。与传统型OTDR相比，尺寸重量更加轻便；与手持式OTDR相比，指标性能更加优越。

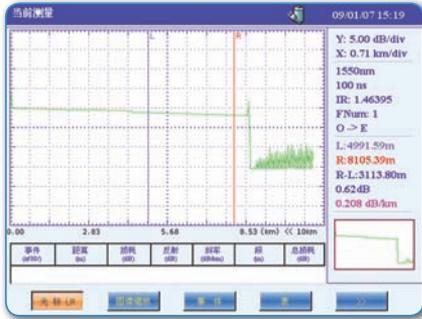
无论您是在光纤网络构建与安装阶段进行链路鉴定，还是要执行快速高效的维护或者故障排查测试，AE3000便携式OTDR的优越性能都会如您所愿。



# AE3000 光时域反射分析仪应用界面示例

## 简洁直观的结果显示

专门针对中国用户设计，界面风格简易直观，测量结果一目了然。一键触发即能快速准确完成整条光纤链路的特性测试，自动判断事件点的位置并给出相应的标识。传统的双游标控制功能，指示光纤上任意两点间的衰减特性。事件以列表形式显示于主界面，相关信息包括：事件号、类型、事件位置（距离）、损耗、反射、事件点间斜率（衰减）、总损耗。



## 方便快捷的参数设置

提供了所有与测量相关参数、事件门限参数及系统参数的设置选项，人性化设计，类Windows的界面风格，更符合用户的使用习惯。不必经过专业培训，即可轻松掌握使用方法，提供在线帮助，轻松实现测试。

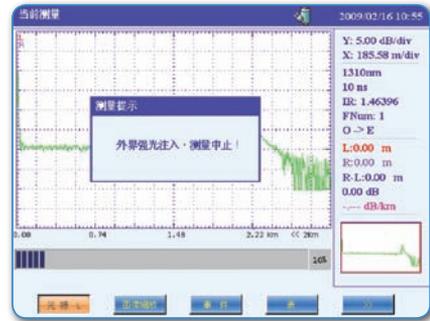


近距离事件查找



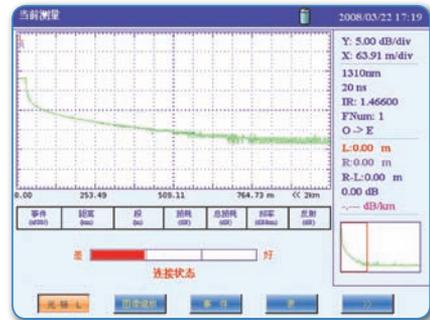
## 自动诊断与自动修正功能

- 光接口入射光自动检测及保护功能



如发现光接口有入射光，AE3000会自动报警。

- 光接口连接不良自动检测功能



如发现光接口污损，自动提示，避免影响测试结果。

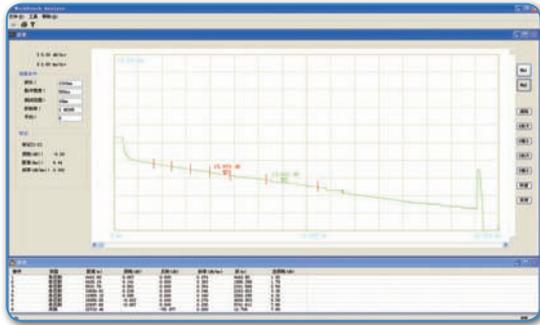
- 仪器自校准及修正功能



使用一段时间后，如发现测试结果有一定偏差，可用自动修正功能对仪表进行自校准。

## 高效灵活的Workbench PC仿真软件

Workbench PC仿真软件专为对现场获取的数据(文件格式为\*.SOR)进行脱机分析、打印而设计, 灵活的配置选项可方便快捷的生成完整专业的OTDR报告。同时独具的远端网络数据控制功能可实现异地提取仪器内部相关数据信息, 易于数据分析、仪器维护。



AE3000 Workbench PC仿真软件界面



AE3000与PC连接

## 规格参数

### ● 型号规格

型号	波长(nm)	动态范围(dB)	事件盲区(m)	衰减盲区(m)
AE3000L	1310 ± 20/1550 ± 20	33/31	1.5	<10
AE3000	1310 ± 20/1550 ± 20	35/33	1.5	<10
AE3000H	1310 ± 20/1550 ± 20	37/35	1.5	<10
AE3000S	1310 ± 20/1550 ± 20	40/38	0.8	8
AE3000P	1310 ± 20/1550 ± 20/1625 ± 20	38/37/37	0.8	6-7

### ● 常规参数

距离范围 ( Km )	5m~200km
脉冲宽度 ( ns )	5ns~20μs
测量时间	用户自定义(智能关联) 具备实时测量功能
距离精度 ( m )	± (0.5m + 0.001% × 距离 + 采样分辨率)
衰减精度	± 0.01dB
损耗门限(dB)	0.01dB
损耗分辨率(dB)	0.001dB
距离分辨率 ( m )	0.1m
采样点	64000
数据存储	1000条 ( AE3000L/AE3000 ) 2000条 ( AE3000H )

### ● 其他指标

显示屏类型	6.4吋TFT彩屏
光适配器	FC/PC, SC/PC
接口	USB(主从模式各一个)、SD、RJ45
电池	内置可充电锂电池, 充电时间<4小时, 工作时间>10小时
电源	AC/DC适配器, 输入AC90-240V ± 10%, 输出18V
工作温度	0°C~40°C
保存温度	-10°C~50°C
相对湿度	<80%
重量	<2.5Kg
外形尺寸	248mm x 201mm x 75mm

### ● 随机附件

FC/PC连接器	一个
SC/PC连接器	一个
USB线	一条
SD卡 ( 1G )	1个
随机软包	一个
光盘	Workbench PC仿真软件
说明书	一本
硬制携带箱	选件



美观实用的随机软包

# EP300 EPON光功率计

## 产品特点

- 人性化设计，操作界面简洁，易于快速上手
- 同步测量网络上任何位置的全部EPON信号
- 允许用户存储1800个测试结果，并且提供USB接口
- 通过/警告/未通过指示灯（12个阈值设置）
- 携带方便，防水防震

## 产品描述

EP300 EPON光功率计适用于FTTX业务的安装、调试及维护。采用通过式测量方式，可以同时测量PON所有信号，可测量1310nm突发信号，使用TOOLBOX软件进行数据处理。仪器内部的大容量存储单元允许用户存储多达1800条测试结果，并可以通过USB接口与PC机管理软件相连接，使测试结果得到有效管理。可作为普通光功率计使用。

EP300配备有通过/警告/未通过LED指示灯，可由用户设置12组阈值，当测试时，仪器会自动根据阈值，给出所测功率状态。

EP300是您发展FTTx业务和维护的最佳选择。它可同时测试EPON系统的上下行光功率值。而且使用LED指示通过/失败，使测试变得简单易行，即使是初学者也可以轻松掌握。



## 产品描述

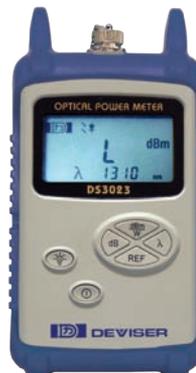
光学指标						
	1310		1490		1550	
功率范围指标(dbm)	连续光	10 ~ -40	10 ~ -40		25 ~ -40	
	突发光	8 ~ -30				
直通插损(db)	<0.4		<0.4		<0.4	
光谱频带(nm)	1260-1360		1480-1500		1540-1560	
光隔离度(db)	1490	>50	1310	> 40	1310	> 40
	1550	>50	1550	> 40	1490	> 40
ORL(db)	-55					
光纤类型	单模光纤					
光接头类型	FC/PC SC/PC ( 可选 )					
通用指标						
精度	±0.21dB@ ( 22 ± 2.5 ) °C @1300nm/1490nm/1550nm					
功率不确定性	0.5 dB					
单位	dBm dB W					
分辨率	0.1 dB					
电源	3 × 1.2V 镍氢电池 / 3 × 1.5V AA / 5v适配器					
显示	LED 段码式液晶					
阈值设置	采用TOOLBOX软件可设置12组阈值					
数据存储	可通过USB口进行数据导入导出，存储1800条数据					

# DS3023/DS3023S/DS3026 系列光功率计

DS3023/DS3023S/ DS3026系列光功率计适用于通信工程、有线电视工程、局部网络工程等光纤的安装、调试及维护。

## DS3023高精密型光功率计特点

- 完全进口器件
- 体积小，仅相当于香烟盒大小
- 使用方便，开机即测
- 测量精度极高，稳定性高，可靠性高
- 功耗低，可使用5#干电池供电
- 探测器端面易于清洁
- 配备两节镍氢可充电电池及智能充电器
- 高亮度背光



## DS3026经济型光功率计特点

- 多波长测量
- 测量动态范围大
- 功耗低，可使用5#干电池供电
- 提供多种光纤连接方式
- 配备两节镍氢可充电电池及智能充电器

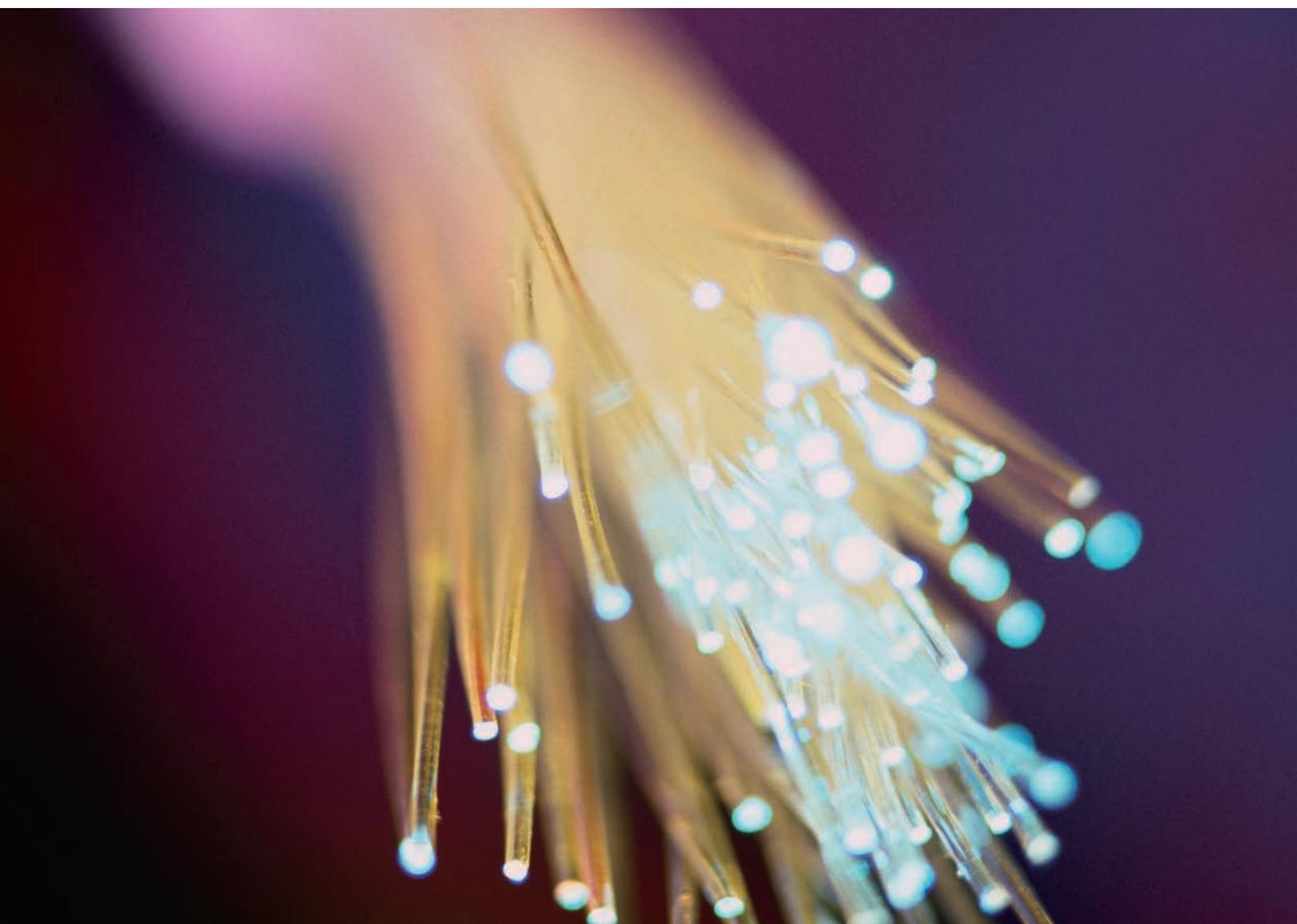
## DS3023S精密型光功率计特点

- 进口核心器件
- 多波长测量
- 测量精度高，工作稳定可靠
- 高性价比
- 功耗低，可使用5#干电池供电
- 提供多种光纤连接方式
- 探测器端面易于清洁
- 配备两节镍氢可充电电池及智能充电器

## 产品指标

指标项目	DS3023	DS3023S	DS3026
光探测器	3000 μm大敏面Ge探测器	2000 μm大敏面InGaAs探测器	1500 μmInGaAs探测器
测量波长	780nm~1680nm	780nm~1680nm	780nm~1680nm
测量动态	-43~+27dBm	-43~+27dBm	-43~+27dBm
基本精度	± 1% (± 0.05dB)@-20dBm@(22.5 ± 2.5)°C @1300nm /1310nm/1550nm(PC/APC)	± 1.6% (± 0.07dB)@-20dBm@(22.5 ± 2.5) °C@1300nm /1310nm/1550nm(PC/APC)	± 2.3% (± 0.10dB)@-20dBm@(22.5 ± 2.5) °C@1300nm /1310nm/1550nm(PC/APC)
满量程精度	± 5% (± 0.21dB) @ (22.5 ± 2.5)°C	± 5.4% (± 0.23dB) @ (22.5 ± 2.5) °C	± 6% (± 0.26dB) @ (22.5 ± 2.5) °C
最大非线性误差	0.07dB/10dB	0.07dB/10dB	0.07dB/10dB
短期稳定性	2小时, 22°C, <0.1dB	2小时, 22°C, <0.1dB	2小时, 22°C, <0.1dB
测量分辨率	0.001dB	0.003dB	0.005dB
显示分辨率	0.01dB	0.01dB	0.01dB
连接器方式	FC或SC可选	FC、SC、ST、万用头, 用户自行更换	FC、SC、ST、万用头, 用户自行更换
供电方式	2节AA电池或充电电池 ( 2.4V )	2节AA电池或充电电池 ( 2.4V )	2节AA电池或充电电池 ( 2.4V )
充电器工作电压	90V-263V	90V-263V	90V-263V
连续工作时间	>30小时	>30小时	>30小时
存储温度	-40~+80°C	-40~+80°C	-40~+80°C
工作温度	-20~+50°C	-20~+50°C	-20~+50°C
尺寸	约119mm × 70mm × 29mm	约119mm × 70mm × 29mm	约119mm × 70mm × 29mm
整机重量 (含护套)	约200g	约200g	约200g
附件	镍氢充电电池2节/充电器/挂绳/护套	镍氢充电电池2节/充电器/挂绳/护套	镍氢充电电池2节/充电器/挂绳/护套

# 光纤测试基础知识



# 光传输基本原理

## 光传输基本概念

光纤通信是以光波为载体，以光纤（光导纤维）为传输媒体，将信号从某一点传送到另一点的通信方式。具有传输距离远（传输损耗小）、通信容量大（传输频带宽）、抗干扰性能好（不受电磁干扰）、保密性好（不产生光泄漏）、重量轻、体积小等优点。

光纤传输系统主要由三部分组成：光源(又称光发送机)，传输介质、检测器(又称光接收机)。

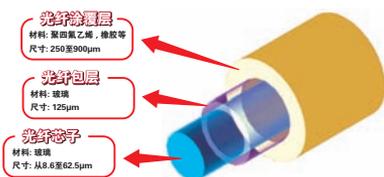
计算机网络之间的光纤传输中，光源和检测器的工作一般都是用光纤收发器完成的，光纤收发器简单的来说就是实现双绞线与光纤连接的设备，其作用是将双绞线所传输的信号转换成能够通过光纤传输的信号(光信号)。当然也是双向的，同样能将光纤传输的信号转换能够在双绞线中传输的信号，实现网络间的数据传输。

## 光纤光缆

光纤是用石英玻璃、塑料或晶体等对某个波长范围透明的材料制造的能传输光的纤维。由纤芯和包层组成，纤芯的折射率比包层的高。

### 光纤的特征和性能

- 几何和结构参数：**芯径、外径、数值孔径、折射率分布等。
- 光传输特性：**工作波长、传输损耗和带宽、色散、偏振特性等。
- 环境特性：**高低温特性、抗微弯和弯曲特性、抗辐射特性、抗疲劳特性、机械筛选强度等。



### 常用光纤规格

- 单模：**8/125μm, 9/125μm, 10/125μm
- 多模：**50/125μm, 欧洲标准; 62.5/125μm, 美国标准
- 工业、医疗和低速网络：**100/140μm, 200/230μm
- 塑料：**98/1000μm, 用于汽车控制

一个光系统的性能与其传输波长直接相关。在不同的波长上，光纤会显示不同的损耗特性。

典型光纤指标			
类型	衰减 (dB/Km)		
单模	1310 nm = 0.33	1490 nm = 0.21	1550 nm = 0.19
多模	850 nm = 2.74	1300 nm = 0.52	

## 光纤测试基本概念

分贝 (dB) 经常被用于确定增益或者光纤或网络的光功率损失的特性。

分贝数等于功率变化对数的十倍，它是两个功率电平之间的比率 (以W表示)。

$$dB = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$$

dBm是相对于1mW 参考功率的dB数。它经常被用于定义绝对功率电平。因此，上述公式变为

$$P(dBm) = 10 \log \frac{P_1}{1mW}$$

功率损耗可以被计算为两个功率电平 (输出与输入) 之间的差异，以dB表示。

$$Loss(dB) = P_{out} - P_{in}$$

## 影响光传输的指标

有三个主要的因素能够影响光通信系统中的光传输：衰减、色散、光回损。

### 衰减

光波在光纤中传输，随着距离的增加光功率逐渐下降，这就是光纤的传输损耗，该损耗直接关系到光纤通信系统传输距离的长短，是光纤最重要的传输特性之一。

衰减以每单位距离上的损耗 (dB/km) 来表示

造成光纤损耗的主要因素有：本征，弯曲，挤压，杂质，不均匀和对接等。

- 本征：**是光纤的固有损耗，包括：瑞利散射，固有吸收等。
- 杂质：**光纤内杂质吸收和散射在光纤中传播的光，造成的损失。
- 不均匀：**光纤材料的折射率不均匀造成的损耗。
- 弯曲：**光纤弯曲时部分光纤内的光会因散射而损失掉，造成的损耗。
- 挤压：**光纤受到挤压时产生微小的弯曲而造成的损耗。
- 对接：**光纤对接时产生的损耗，如：不同轴，端面与轴心不垂直，端面不平，对接心径不匹配和熔接质量差等。



右面的列表提供了一组由W转化为dBm的绝对功率电平比较以W和 dBm表示的绝对功率电平。

绝对功率 (W)	绝对功率 (dBm)
1 W	+30 dBm
100 mW	+20 dBm
10 mW	+10 dBm
5 mW	+7 dBm
1 mW	0 dBm
500 μW	-3 dBm
100 μW	-10 dBm
10 μW	-20 dBm
1 μW	-30 dBm
100 nW	-40 dBm

右面的列表提供了dB 与以百分比表示的功率损耗之间的关系。

损耗 (dB)	功率损耗 (%)
-0.10 dB	2%
-0.20 dB	5%
-0.35 dB	8%
-1 dB	20%
-3 dB	50%
-6 dB	75%
-10 dB	90%
-20 dB	99%

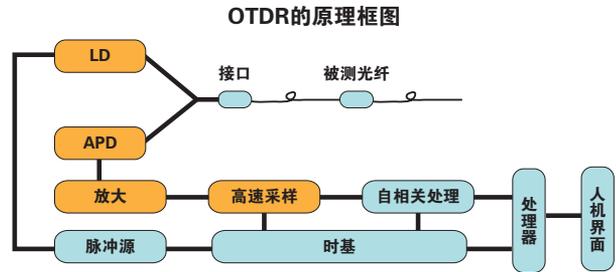
# OTDR基础介绍

## OTDR原理

OTDR的工作原理类似雷达，通过激光二极管与脉冲发生器将光能量入射到光纤内，脉冲信号在光纤传送中遇到断点、接头等强反射物时会向OTDR反射很强的回波信号。反射光能量由入射光信号内分离出来，并被送到光电二极管。光信号被转换为电数值、被放大、采样并在显示屏上显示。

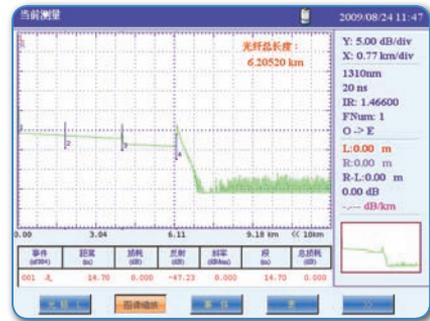
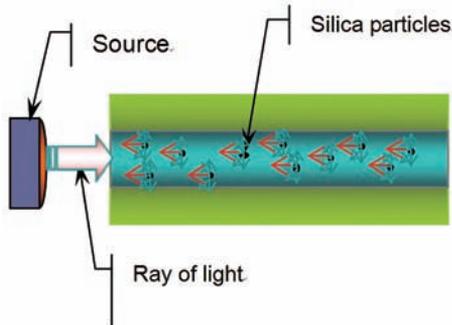
### • Rayleigh 散射

脉冲信号在光纤中传送，由于光纤本身的散射特性，很弱的后向散射信号会返回OTDR，OTDR收到散射信号后会根据散射信号的强弱计算出光纤的衰减特性。这是OTDR测量衰减的原理。



### • Fresnel 背向反射

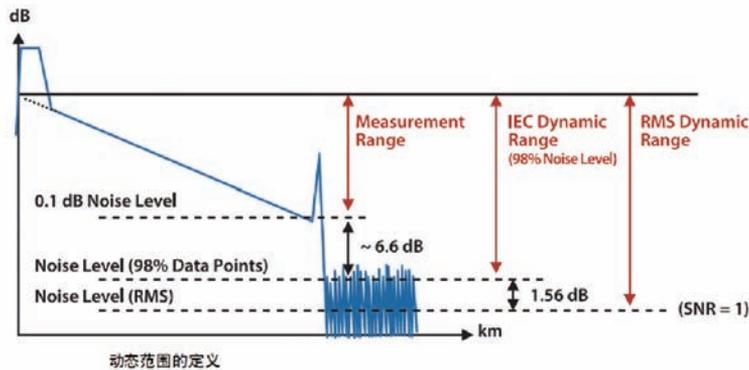
1. 起源于折射率的突变例如：(玻璃/空气)
2. 光纤断裂，机械连接，法兰盘和活动连接器
3. OTDR收到回波信号后会根据回波时间计算出断点与接头的距离，这是OTDR测距原理。
4. 在OTDR曲线上可以看到“刺状”峰
5. UPC 反射的典型值 -55dB，APC -65dB (ITU标准)



## OTDR主要指标

### • 动态范围

动态范围是OTDR主要性能指标之一、它决定光纤的最大可测量长度,动态范围越大,曲线线型越好,可测距离也越长,动态范围目前还没有一个统一的标准计算方法,常用的动态范围定义主要有以下四种:



### 1 IEC定义(BELLCORE)

常用的动态范围定义之一.取始端后向散射电平与噪声峰值电平间的dB差,测量条件为取OTDR最大脉冲宽度,180秒的测量时间。

### 2 RMS定义

最常用的动态范围定义.取始端后向散射电平与RMS噪声电平间的dB差.若噪声电平呈高斯分布,则RMS的定义值比IEC定义值高约1.56dB。

### 3 N=0.1dB定义

最实用的定义方法.取可以测量损耗为0.1dB事件时的最大允许衰减值.N=0.1dB定义值比信噪比SNR=1的RMS定义值小大约6.6dB,这意味着若OTDR有30dB的RMS动态范围,则N=0.1dB定义的动态范围只有23.4dB,即只能在23.4dB衰减范围内测量损耗为0.1dB的事件。

### 4 端探测(END DETECTION)

光纤始端的4%菲涅耳反射峰与RMS噪声电平的dB差,此值比IEC定义值高约12dB。

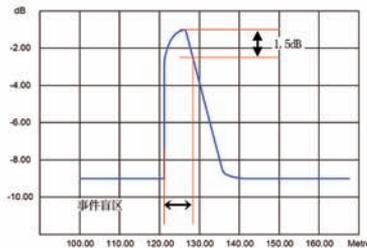
## 盲区

OTDR设计用于检测整个光纤链路的后向散射电平。它测量后向散射信号,这些信号比入射到光纤内的信号要小得多。接收信号的器件-光电二极管,设计用于接收一个给定的电平范围。当存在强反射时,光电二极管所接收到的功率可以比后向散射功率大4,000倍以上,使得光电二极管饱和。光电二极管需要一定时间由其饱和和状态中恢复。在这一时间内,它将不会精确地检测后向散射信号。在这一过程(脉冲宽度+恢复时间)中,没有被确定的光纤长度被称为盲区。

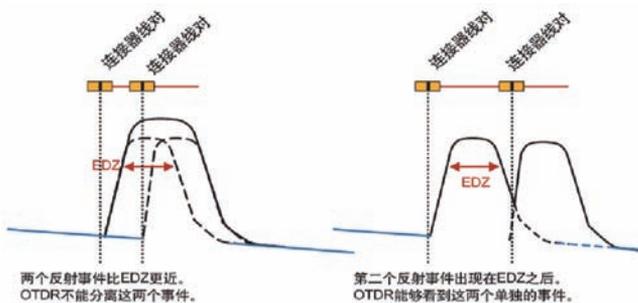
盲区分为事件盲区和衰减盲区两种。

#### 事件盲区

定义为低于一个反射事件的不饱和峰值1.5 dB (或者FWHM) 的两个点之间的距离

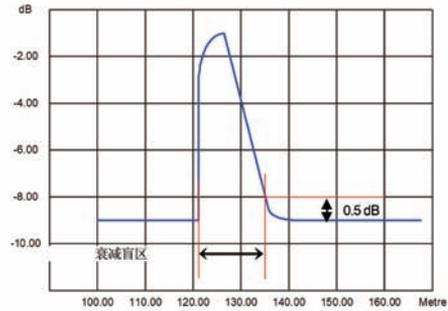


- 1 事件盲区只与反射事件有关。
- 2 事件盲区描述的是能够分辨开的两个反射事件的最短距离。
- 3 如果一个反射事件在“事件盲区”之外,则该事件可以被定位,距离可以计算出来。

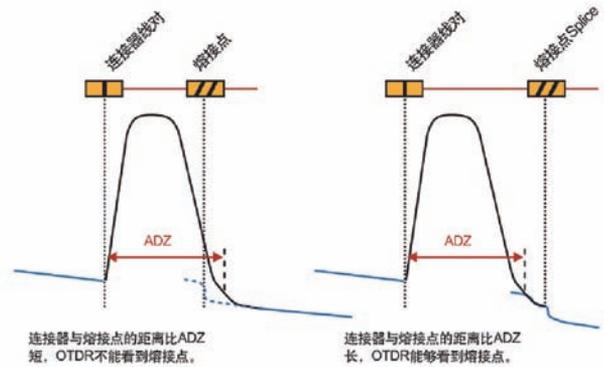


## 衰减盲区

衰减盲区或非反射盲区是指可以测量随后的一个反射或非反射事件衰减的最小距离



如果一个反射或非反射事件在“衰减盲区”之外,则该事件可以被定位,损耗也可以测量。



## 分辨率

有四种主要类型的分辨力参数:显示(光标)、损耗(电平)、采样(数据点)与距离。

### 1 显示分辨率

显示分辨率是仪器可显示的最小值。OTDR通过微处理系统将每个取样间隔细分,使光标可在取样间隔内移动,光标移动的最短距离为水平显示分辨率,所显示的最小衰减量垂直显示分辨率。

### 2 损耗分辨率

损耗分辨率是指OTDR对被测链路中事件点的分辨门限,也就是事件域值(探测阈),OTDR把小于这个阈值的事件变化当作曲线中斜率均匀变化点来处理.损耗分辨率由光电二极管的分辨阈决定,根据两接近的功率电平,指定可被测量的最小衰减。

### 3 采样分辨率

采样分辨率是两取样点之间最小距离,此指标决定了OTDR定位事件的能力.采样分辨率与脉宽和距离范围大小的选取有关。一般地,数据点越多,采样分辨力越好。因此,OTDR可以获得的数据点数是一个重要的性能参数。

### 4 距离分辨率

距离分辨率指仪器所能分辨的两个相邻事件点间的最短距离,此指标类似于事件盲区,与脉宽,折射率参数有关。此技术指标不能与距离精度混淆,距离精度将在下面讨论。

## 精度

精度是OTDR的测量值与参考值的接近程度,包括衰减精度和距离精度。

### 衰减精度

主要是由光电二极管的线性度决定的。读取电路的线性度决定在整个范围内一个光电平多么接近于对应一个电平。大部分OTDR具

有0.05dB/dB的衰减精度。有些OTDR具有0.03dB/dB的更高的衰减精度。如果一个OTDR是非线性的，则光纤段损耗值将会大大改变。

### 距离精度

距离精度取决于下列参数：

#### A: 折射率

该数值被用于计算距离测量，折射率值影响所有距离测量，不同厂家、不同类型的光纤其折射率是不同的，因此 OTDR距离测试的精度首先取决于群折射率的精度。

#### B: 时基误差

时基误差是由于定时系统中的石英晶体的不精确而造成的，它可以在10-4到10-5 秒内变化。为了计算距离误差，时基误差必须乘以被测试的距离。

#### C: 采样分辨率

采样分辨率越小，精度越高。

一个典型的距离精度为： $\pm (1M+0.005\% \times \text{距离} + \text{采样分辨率})$ ，可见距离精度都是要相对于长度而言的，距离越长，相应的误差范围就越大。

## 各种参数对OTDR迹线的影响

### 入射电平

入射电平被定义为OTDR入射到被测光纤内的功率电平。入射电平越高，动态范围越高。如果入射电平低，则OTDR迹线将会包含噪声，测量精度将会被降低。发射条件不好，结果造成入射电平低，这是精度降低的主要原因。连接器端面出现灰尘以及光纤尾纤被损坏或者质量低是入射电平低的主要原因。非常重要的一点是一个光系统内的所有物理连接点都要无灰尘。单模光纤系统中，芯径小于10 $\mu\text{m}$ ，即使是4 $\mu\text{m}$ 的灰尘点（大约是香烟烟雾中的特定物质的尺寸）都会引起严重的入射电平的劣化。

### OTDR 波长

一个光系统的性能与其传输波长直接相关。在不同的波长上，光纤会显示不同的损耗特性。

### 脉冲宽度

选择的脉宽越小，动态范围越小，测试距离越短；盲区也相应变小，分辨率变好；

选择的脉宽越大，动态范围越大，测试距离越远；盲区也相应变大，分辨率变差。

### 范围

OTDR的范围是OTDR能够获得数据采样的最大距离。范围越大，OTDR 能够将脉冲沿着光纤发送的距离越长。范围通常被设置为与光纤端面之间距离的2倍。如果范围设置不正确，则迹线波形可能会包含测试的人工影响，例如鬼影。

### 平均

平均是一个过程，通过此过程，每个读取点被重复采样，结果被平均，以便提高信噪比。通过选择读取时间或者平均数，技术人员能够控制OTDR内的平均过程。时间越长，或者平均数越高，在随机噪声条件下，迹线波形将会显示更多的信号。

### 光纤参数

几个与光纤有关的其它参数，可以影响OTDR结果。

### 折射指数

折射指数（N）与距离测量直接相关。当比较两次读取的距离结果时，技术人员必须输入所使用的合适折射指数。如果使用光纤生产厂家所报告的折射指数，则OTDR将精确地报告光纤的质量。

### 后向散射系数

后向散射系数（K）为OTDR提供一个给定光纤的相对后向散射电平。后向散射系数在出厂进行设置，通常，技术人员不改变这一参数。改变后向散射系数将会影响所报告的反射值以及光回损。



10 $\mu\text{s}$ 脉宽



20 $\mu\text{s}$ 脉宽

## 测量

测量一般有自动测量、手动测量、实时测量三种模式，曲线上显示出的突变点统称为事件

### 事件解释

通常，有两种类型的事件：反射事件与非反射事件。

### 反射事件

反射事件出现于光纤中存在不连续，引起折射指数的突然改变时。反射事件可以出现在断点、连接器连接处、机械接头或者光纤的不确定端点。对于反射事件，连接器损耗通常在0.5 dB左右。但是，对于机械接头，损耗通常在0.1 dB到0.2 dB之间。

### 非反射事件

非反射事件通常是由于熔接损耗或者弯曲损耗，例如，宏弯曲所生成的。典型的损耗值范围为0.02 dB 到0.1 dB，取决于熔接设备与操作者。

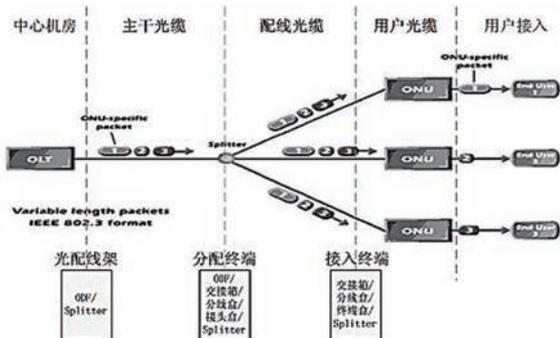
对于非反射事件，事件损耗可能会作为一个事件增益出现，在OTDR 迹线上显示为一个阶跃。

# EPON基础介绍

## EPON原理

以太网无源光网络（EPON）是无源光网络（PON）中的一种，采用点到多点（P2MP）结构的单纤双向光接入架构实现数据、语音和视频的全业务接入。它在物理层采用了PON技术，在链路层使用以太网协议，因此，它综合了PON技术和以太网技术的优点。

一个典型的EPON无源光网络系统由光线路终端(OLT: Optical Line Termination)、光网络单元(ONU: Optical Network Unit/ONT: Optical Network Termination)、光分配网络(ODN: Optical Distribution Network)组成。光分配网络包括光分路器（Splitter）和光纤，OLT位于中心局，提供EPON系统与服务提供商核心数据、视频和电话网络之间的接口。ONU位于用户端，提供用户的数据、视频和电话网络与EPON之间的接口。Splitter是一个简单设备，它不需要电源，可以置于全天候的环境中，一般一个Splitter的分线率为8、16或32，并可以多级连接。在EPON中，OLT到ONU间的距离最大可达20km。EPON在下行方向采用广播技术，上行方向执行时分复用相关接入协议。由于上行方向上的给定时刻只允许一个用户传输，为了避免不同用户的冲突，采用了多点控制协议(Multi-point control protocol, MPCP)。EPON系统架构基本图如下：



EPON技术采用单纤波分复用技术(下行1490 nm，上行1310 nm)实现单纤双向传输。当提供CATV业务时，下行方向就会有1550nm，但是不包含在EPON架构内，当采用数字TV尤其是IPTV时，二者就可以合成一体了。在物理编码子层，EPON系统继承了吉比特以太网的原有标准，采用8B/10B线路编码和标准的上下行对称1 Gbit/s数据速率(线路速率为1.25 Gbit/s)。

EPON以与现有以太网的兼容性而容易被市场接受。以太网技术，是迄今为止最成功和成熟的局域网技术。EPON只是对现有IEEE802.3协议作一定的补充，基本上是与兼容的。考虑到以太网的市场优势，EPON与以太网的兼容性是其最大的优势之一。以太网技术也是不断更新和发展的。百兆/千兆以太网是继承原来以太网的核心遗传因子，使得以太网的速率提高了一两个数量级。EPON的思想也是继承以太网的核心遗传因子，将以太网最核心的最本质部分保存下来，添加多址接入和远距离传送的成分，使得传输距离和接入拓扑上取得突破。EPON协议简单，对光收发模块技术指标要求低，因此系统成本较低。另外，它继承了以太网的可扩展性强、对IP数据业务适配效率高等优点，同时支持高速Internet接入、语音、IPTV、TDM专线甚至CATV等多种业务综合接入，并具有很好的QoS保证和组播业务支持能力，是目前建设高质量接入网的重要备选技术之一。

## 802.3ah 标准简介

EPON为以太网PON（Ethernet-PON）的简称，是以太网技术和PON技术结合的产物，综合了以太网和PON各自的优势，因此具有较强的竞争力。IEEE于2000年11月，成立了在IEEE802.3ah之下的EFM（Ethernet in the First Mile task force）工作组，负责开发有关EPON的标准。包括Cisco、3Com、Intel、SBC等69个公司参与了这项工作，重点是规范EPON的MAC层协议，其它方面的工作仍由FSAN组织和ITU-T SG15来完成。标准中定义了EPON的物理层、MPCP（多点控制协议）、OAM（运行管理维护）等相关内容。802.3ah标准规定EPON采用固定的1.25Gbit/s（标称为1000Mbit/s）上/下行对称速率。定义了两种EPON接口，即1000BASE-PX10和1000BASE-PX20。

IEEE制定EPON标准的基本原则是尽量在802.3体系结构内进行EPON的标准化工作,最小程度地扩充标准以太网的MAC协议。这就最大程度的继承了以太网经过长期、大规模实践检验积累下来的宝贵技术经验。

## EPON物理层测量主要技术指标定义和测试方法

### (一) 平均发射功率

平均发射功率是光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（紧靠光发射机OLT或ONU的光连接器后的光纤点）的测试值。

OLT下行平均发射功率测试的难点是当下行方向有1490nm和1550nm时，就需要将两种波长光分开，再进行测量。上行1310nm信号只有在某些预定时刻被激活，即突发模式，所以测试上行信号要求OLT与ONU之间必须保持连通状态，同时也要求测试方法或设备具备测量突发信号功率的能力。平均发射功率指标见表1（不包含1550nm）：

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

表1

测试方法：

### 1. 下行平均发射功率测试

测试步骤



OLT/ONU发射功率及发射机平均关断发射功率测试配置

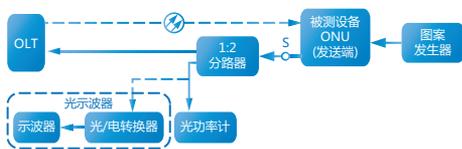
图1

- 按图1搭建测试配；
- 光功率计设置在被测波长上，待输出功率稳定后读出平均发射功率；
- 如有1550nm光，需要在S点加入高隔离度滤波器分

离1490nm和1550nm光再分别测量，则平均发射功率  $P=P_1+P_2$ ，其中  $P_1$  为功率计读出的功率， $P_2$  为高隔离度滤波器的插入损耗（dB）。

注：高隔离度滤波器使用前要进行校准

## 2. 上行平均发射功率测试配置



ONU突发模式发射功率测试配置

图2



ONU突发模式发射功率测试配置

图3

### 测试步骤

- 如ONU支持连续光发射状态，可以参照下行光测量方法进行测量；
- 如ONU工作在突发模式下，可按图2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光示波器，测量ONU总的发射周期  $T_1$  和实际发送信号时长  $T_2$ ，则  $P=P_1+10\log 2N+P_2$ ，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）；
- 如使用突发模式光功率计可按图3搭建测试配置并直接读出发射功率。

注：1:2光分路器使用前要进行校准

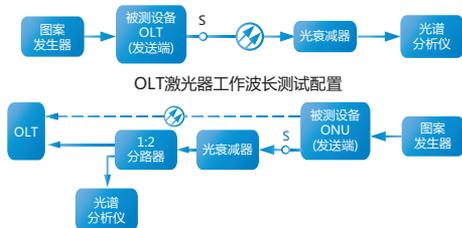
## (二) 激光器工作波长

激光器工作波长指它的主纵模中心波长。工作波长受模式噪声、光纤衰减、光纤色散等的限制。EPON系统的激光器可以工作在1310nm和1490nm两个窗口。1310nm窗口的工作波长应在1260~1360nm之间。而1490nm窗口的工作波长应在1480~1500nm之间。具体指标见表2。

方向	参考点	波长范围	单位
1000BASE-PX10-D	OLT S	1480-1500	nm
1000BASE-PX10-U	ONU S	1260-1360	
1000BASE-PX20-D	OLT S	1480-1500	
1000BASE-PX20-U	ONU S	1260-1360	

表2

测试配置如图4所示：



ONU激光器工作波长测试配置

图4

### 测试步骤

- 按图4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。

## (三) MLM激光器的最大RMS谱宽

最大RMS谱宽是MLM(多纵模)激光器的光谱特性参数。 $\sigma_{rms}^2$ 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：

中心波长 nm	RMS谱宽 (最大) nm	RMS谱宽, 当 $\epsilon \leq 0.115$ (参考值)
1260	2.09	1.43
1270	2.52	1.72
1280	3.13	2.14
1286	3.50	2.49
1290		2.80
1297	3.50	3.50
1329	3.50	3.50
1340	3.50	2.59
1350	3.06	2.41
1360	2.58	1.76
1480-1500	0.88	0.60

表3 1000BASE-PX10-D和 1000BASE-UX10-U发射机频谱限值 (MLM激光器)

中心波长 nm	RMS谱宽 (最大) nm	RMS谱宽, 当 $\epsilon \leq 0.115$ (参考值)
1260	0.72	0.62
1270	0.86	0.75
1280	1.07	0.93
1290	1.40	1.22
1300	2.00	1.74
1304	2.50	2.42
1305	2.55	
1308	3.00	2.50
1317		
1320	2.53	2.20
1321	2.41	
1330	1.71	1.48
1340	1.29	1.12
1350	1.05	0.91
1360	0.88	0.77
1480-1500	0.44	0.30

表4 1000BASE-PX20-D和 1000BASE-UX20-U发射机频谱限值 (MLM激光器)

### 测试步骤

- 按图4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  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ，通常选取光功率下降到-20dB的点对应的波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ；
- 计算最大均方根谱宽  $\sigma_{rms} = \sqrt{\frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} (\lambda - \lambda_0)^2 \rho(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \rho(\lambda) d\lambda}}$ 。

## (四) SLM激光器的最大-20dB谱宽

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：

方向	参考点	-20dB谱宽 (nm)
1000BASE-PX10-D	OLT S	1
1000BASE-PX10-U	ONU S	1
1000BASE-PX20-D	OLT S	1
1000BASE-PX20-U	ONU S	1

表5 最大-20dB谱宽

### 测试步骤

- 按图4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  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ，通常选取光功率下降到-20dB的点对应的波长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ；

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

**(五) SLM激光器的最小边模抑制比**

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M1与最显著边模M2的光功率之比的最小值，定义： $SMSR = 10\lg(M1/M2)$ ，具体指标见表6：

方向	参考点	最小边模抑制比	单位
1000BASE-PX10-D	OLT S	30	dB
1000BASE-PX10-U	ONU S	30	
1000BASE-PX20-D	OLT S	30	
1000BASE-PX20-U	ONU S	30	

表6

**测试步骤**

- (a) 按图4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) 测量主纵横的功率 $M_1$ ；
- (d) 测量最显著边模的功率 $M_2$ ；
- (e) 计算最小边模抑制比： $SMSR = 10\lg(M_1/M_2)$

**(六) 发射机眼图**

为了防止接收机灵敏度过分劣化，要对发送信号的波形加以控制，通常是在S点上发射机眼图模板来规范发射机送出的光发送信号的脉冲形状。发射机的眼图配置如图5：

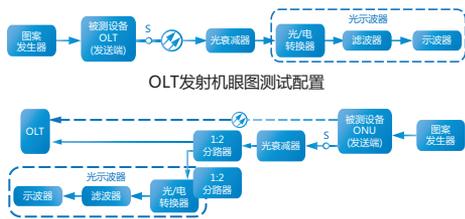


图5

发射机的眼图模板如图6所示，具体指标见表7。

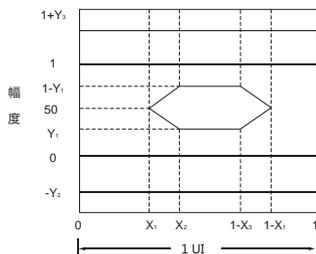


图6

方向	参考点	发射机眼图定义 {X1, X2, Y1, Y2, Y3}	单位
1000BASE-PX10-D	OLT S	{0.22,0.375,0.20,0.20,0.30}	UI
1000BASE-PX10-U	ONU S	{0.22,0.375,0.20,0.20,0.30}	
1000BASE-PX20-D	OLT S	{0.22,0.375,0.20,0.20,0.30}	
1000BASE-PX20-U	ONU S	{0.22,0.375,0.20,0.20,0.30}	

表7

**测试步骤**

- (a) 按图5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) 测试OLT时，调整示波器，根据线路速率调整出相应的模板，获得稳定的波形，并由人工调整或仪表自动对准，使波形与模板之间的位置最佳；

- (d) 测试ONU时，调整示波器，使示波器能够锁定突发信号；
- (e) 按照模板参数记录相应的值。

**(七) 消光比**

消光比是最坏反射条件下，在全调制情况下，传号 $P_1$ （发射光信号）平均光功率与空号 $P_0$ （不发射光信号）平均光功率的比值，定义： $ER = 10\lg(P_1/P_0)$ ，指标见表8：

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

表8

消光比测试配置如图7：

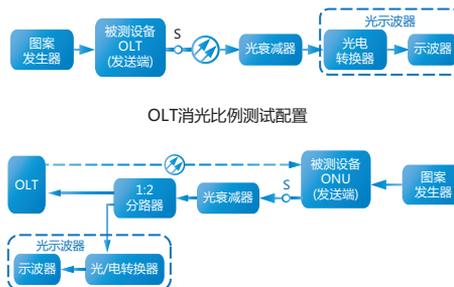


图6

**测试步骤**

- (a) 按图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) 调整示波器获得稳定的波形；
- (d) 读出传号和空号的功率 $P_1$ 和 $P_0$ ；
- (e) 计算消光比： $ER = 10\lg(P_1/P_0)$ 。

**(八) 发射光调制幅度 (OMA)**

光调制幅度 (OMA) 定义为“1”，“0”光功率间的差值，单位可为dBm或mW，指标见表9：

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)	

表9

测试配置如图8：

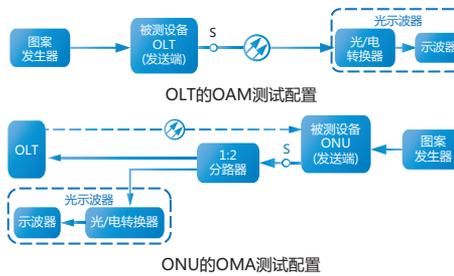


图7

**测试步骤**

- (a) 按图7所示搭建 OLT和ONU的测试配置；
- (b) 调整示波器获得稳定的波形；

- (c) 读出传号和空号的功率 $P_1$ 和 $P_0$ ;
- (d) 计算 $OMA = P_1 - P_0$ 。

### (九) 接收机灵敏度

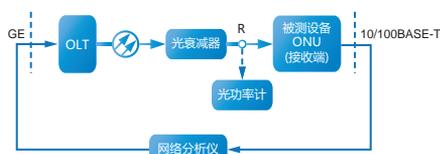
接收机灵敏度作为衡量光接收机性能的首要指标，与其它指标密切相连。对EPON系统的实现和应用有重要影响。其定义为在R参考点（紧靠光接收机OLT或ONU的光连接器后的光纤点）上，达到规定的BER（ $BER < 10^{-12}$ ）时所能收到的最低平均光功率，指标见表10：

方向	参考点	消光比（最小）	单位
1000BASE-PX10-D	OLT R	-24	dBm
1000BASE-PX10-U	ONU R	-24	
1000BASE-PX20-D	OLT R	-24	
1000BASE-PX20-U	ONU R	-27	

表10

#### 1. 下行方向ONU的接收灵敏度测试

测试配置如图10所示：



下行接收灵敏度和过载功率测试配置

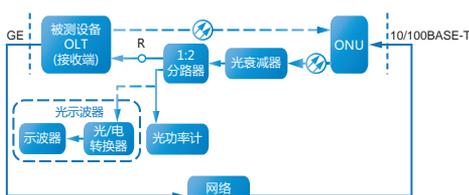
图8

测试步骤

- (a) 按图8所示搭建测试配置；
- (b) 配置ONU的允许带宽为最大，网分仪发送下行测试信号；
- (c) 调整光衰减器，逐渐增加衰减值，使网分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，记录此时对应的接收光功率。

#### 2. 上行方向OLT突发光接收灵敏度测试

测试配置如图9，图10所示：



上行突发信号接收灵敏度和过载功率测试配置一

图9



上行突发信号接收灵敏度和过载功率测试配置二

图10

测试步骤

- (a) 按图9或图10所示搭建测试配置；
- (b) 配置ONU的允许带宽为最大，网分仪发送上行测试信号；
- (c) 调整光衰减器，逐渐增加衰减值，使网分仪检测到的

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9所示搭建测试配置，从光功率计读出并记录接收光功率，将其值设置为 $P_{平均}$ ；接好示波器，测量ONU的总发射周期 $T_1$ 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10所示搭建测试配置，用具有突发模式测量功能的光功率计直接测量ONU的突发功率。

### (十) 接收机过载功率

接收机过载功率是指在R参考点（紧靠光接收机OLT或ONU的光连接器后的光纤点）上，达到规定的BER（ $BER < 10^{-12}$ ）时所能收到的最大平均光功率。

方向	参考点	接收机过载功率（最大）	单位
1000BASE-PX10-D	OLT R	-3	dBm
1000BASE-PX10-U	ONU R	-1	
1000BASE-PX20-D	OLT R	-3	
1000BASE-PX20-U	ONU R	-6	

表11

#### 1. 下行接收端过载功率测试，测试配置参见图8

测试步骤

- (a) 按图8所示搭建测试配置；
- (b) 配置ONU的允许带宽为最大，网分仪发送上行测试信号；
- (c) 调整光衰减器，使丢包率大于 $10^{-9}$ ，然后逐渐减小衰减值，使网分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，记录此时对应的接收光功率。

#### 2. 上行接收端过载功率测试，测试配置参见图10和图11

测试步骤

- (a) 按图9和图10所示搭建测试配置；
- (b) 配置ONU的允许带宽为最大，网分仪发送上行测试信号；调整光衰减器，逐渐减小衰减值，使网分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；
- (c) 如果按图9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)
- (d) 如果按图10所示搭建测试配置，用具有突发模式测量功能的光功率计直接测量ONU的突发功率。

### (十一) 接收机反射系数

接收机反射系数是在R参考点（紧靠光接收机OLT或ONU的光连接器后的光纤点）的反射光功率 $P_r$ 和入射光功率 $P_i$ 之比,定义:接收机反射系数= $10\lg(P_r/P_i)$ ,具体指标见表12:

方向	接收机反射系数（最大）	单位
1000BASE-PX10-D	-12	dB
1000BASE-PX10-U	-12	
1000BASE-PX20-D	-12	
1000BASE-PX20-U	-12	

表12

测试配置如图12所示：



图11

测试步骤

- (a) 按图11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。

## EPON光功率计

EPON下行信号采用广播方式发送1490nm和1550nm光信号，上行方向1310nm光信号只在1490nm信号分配的特定时刻发送，及突发模式。这就意味着只有当OLT（光线路终端）和ONU（光网络单元）链路建立连接时才能激发1310nm光信号。EPON光功率计是根据以上EPON光路系统特点而开发的光功率计，它具有以下四个特点：1.可以直接连接到网络中进行测量，不影响上下行光信号的传输；2.同时测量1310nm，1490nm和1550nm三路光的功率；3.正确测量1310nm突发模式信号光功率；4.可以插入网络中的任何一点进行测量。

EPON光功率计由分光光组、光探测器、模拟信号处理、单片机数字处理及数字显示等部分组成。使用时将它插入光线路中提取部分光功率进行测量，利用WDM技术将单纤上的两路光（1550/1490nm）分开，如图1所示，并可以接收突发光（1310nm）信号，再应用光电转换技术将光辐射强度变化线性地转换为可测量的电压信号，经过处理后显示。其方框图如图2。

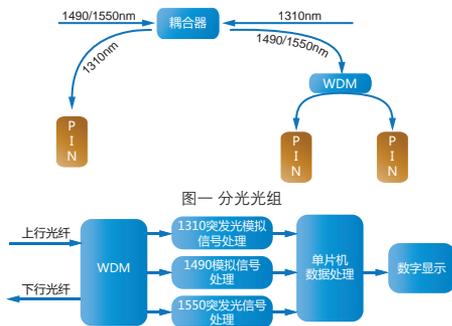


图2 EPON光功率计框图

为满足测量IEEE 802.3ah协议规定的EPON发射接收光功率范围的要求，EPON光功率计测量范围在+10dBm ~ -40dBm（1550，1490nm和1310nm连续光测量模式）之间，以及+10dBm ~ -30dBm（1310nm突发光测量模式）之间。EPON光功率计可以作为普通光功率计使用，不过应注意它只能测量三种波长光功率，并且测量时应检查接口是否选择正确。

EPON光功率计大部分指标与普通光功率计相同，但是由于采用了WDM技术分离不同

波长的光信号，其隔离度指标是一个非常重要的参数，它表明不同光之间的串扰程度，直接影响到测量的准确性。目前市场上的各类EPON光功率计隔离度一般是在40dB以上。

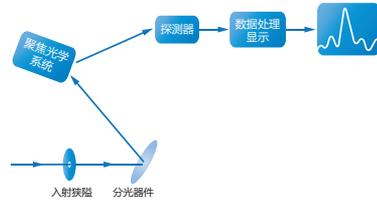
EPON功率计主要指标				
指标	1310	1490	1550	
功率范围指标 dbm	连续光	10 ~ -40	25 ~ -40	
	突发光	8 ~ -30	12 ~ -40	
直通插损 db	< 1.5		< 1.5	
光谱频带 nm	1260-1360		1480-1500 1540-1560	
光隔离度 db	1490	>50	1310	> 40
	1550	>50	1550	> 40
ORL db	-55			
光纤类型	单模光纤			

## 光谱仪

光谱仪(Spectroscope)是将成分复杂的光分解为光谱线的科学仪器，一部典型的光谱仪由入射狭缝（或光纤入射）、色散元件、聚焦光学系统和探测器组成，与计算机技术相结合，可以集信息采集、处理、显示、存储诸功能于一体。

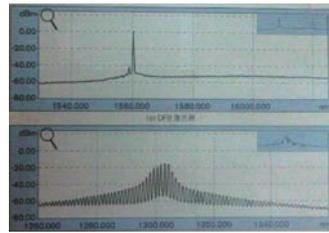
### (一) 光谱仪简介

目前应用于光纤通信系统光波长范围800nm-1600nm的主流红外光谱仪是光栅型光谱仪，它的核心器件“光栅”能够将不同波长光子分拣出来，反射到探测器上进行光电转换，信号再经过电路放大、AD转换后送入处理器显示或存储，从而实现光谱的测量和分析。随着光子探测器(CCD)、光电二极管阵列(PDA)等技术的出现，光谱仪已经不再采用机械旋转光栅选择波长进入探测器了，分光后不同波长的光可以直接照射到探测器阵列上进行光电转换，从而实现快速测量。光栅型光谱仪结构简图如下：



光栅型光谱仪结构简图

### (二) 光谱仪在光通信系统中的应用



法-泊激光器光谱仪测量图

光纤通信系统中由激光器谱宽带来的色散等问题极大地影响光信号在光纤中的传输质量，所以需要使用光谱仪对激光器光谱进行测量。上图为法-泊激光器的光谱图，从图中可以看到法-泊激光器发射的1310nm光的中心波长和众多边模，以及它们之间的相对强度关系。在通信系统中，通过光谱仪可以测量发射中心波长、激光器谱宽和边模抑制比等相关指标，以检测光信号的光谱是否符合要求。

### (三) 光谱仪主要光学指标

#### (1) 波长范围

光谱仪应用广泛，选用光谱仪时应首先考虑探测对象的波长范围，如光纤通信系统中波长范围800nm-1600nm。决定波长范围的核心器件是光栅，一般而言，在购买时可以由用户选择。

#### (2) 光学分辨率

光学分辨率指光谱仪所能分辨出的最小波长差，一般来说，光栅线对数越高，分辨率也越高。如果使用光谱仪测量激光器谱宽等指标，应该选择合适的分辨率，分辨率越高，测量也越准确，但是成本上升，分辨率低于谱宽，也就可能测量不到谱宽了。另外，对光栅来说，分辨率越高，其波长范围也相对较窄，因此选用时应特别注意。

#### (3) 灵敏度

灵敏度是光谱仪所能探测到的最小信号强度，这项指标与探测波长和探测器类型均有关。

# OTDR测试常见问题

## 仪表问题

### ● 一般问题

**1 问题：** 屏幕黑屏或者设备无法开机

**可能的原因：**

电池电量已耗尽

**解决方法：**

为电池充电，通过交流适配器/充电器将设备连接到外部电源

**2 问题：** 启动后显示屏几乎空白或者屏幕上字符模糊

**可能的原因：**

亮度设置不正确

**解决方法：**

进入设置菜单，调整屏幕亮度

### ● 光纤连接器问题

不当的光纤连接会引起的测量迹线故障说明如下：

**1 当测量迹线如图一所示时；**



图一

**可能的原因有：**

- ①使用不当的光跳纤接头
- ②连接器清洁不良
- ③连接器老化

**解决方法：**

- ①更换光跳纤
- ②清洁连接器
- ③更换连接器

**2 当测量迹线如图二所示时；**



图二

**可能的原因有：**

- ① 连接不可靠
- ② 连接器对位偏
- ③ 定位销未对准

**解决方法：**

- ① 重新连接
- ② 更换连接器

## 测试设置问题

### ● 问题： 轨迹曲线显示过短，测量时间过长

**可能的原因：**

设置的测试距离过长

**解决方法：**

根据光纤实际长度或自动测量模式测得的长度设置合适的长度范围。

### ● 问题： 轨迹显示不全，测试失败

**可能的原因：**

设置的测试距离过短

**解决的方法：**

将测试距离设置为大于等于光纤的实际长度

### ● 问题： 测量事件不全

**可能的原因：**

脉宽太大

**解决的方法：**

- ① 选择小一级的脉宽量程。
- ② 增加测试时间

### ● 问题： 轨迹噪声太大

**可能的原因：**

脉宽太小，扫描时间不够

**解决的方法：**

- ① 增加测试时间
- ② 适当增大脉宽
- ③ 将平滑功能设置为高



**天津市德力电子仪器有限公司**

地址：天津市南开区宜宾道40号  
 邮编：300113  
 总机：022-27645003  
 销售专线：022-27631088  
 维修专线：022-27631588  
 传真：022-27645002  
 E-mail：market@deviser.com.cn  
 网址：http://www.deviser.com.cn

**AETeP Inc.**

E-mail：sales@aetep.com  
 网址：http://www.aetep.com

**德力仪器北京总代理**

电话：010-64412250/64412251/65527600  
 13821824989 /13681092464  
 传真：010-64412250  
 地址：北京市朝阳区安贞西里三区26号浙江大厦1516室

**德力仪器成都办事处**

电话：028-85211890 66134019 13821824977  
 传真：028-85211890  
 地址：四川省成都市人民南路4段 21号盘谷花园听涛苑3号楼3门1202室

**德力仪器苏州办事处**

电话：0512-68273459 13821824978  
 传真：0512-68273459  
 地址：苏州市阊胥路123号建瑞广场B座2413室

**德力仪器武汉办事处**

电话：027-85577302 13821824970  
 传真：027-85577302  
 地址：湖北省武汉市江汉区新华下路新华时代3栋2404室

**德力仪器西南地区大客户售后服务点**

电话：0816-2471090  
 地址：绵阳市科创园区九州大道259号

**德力仪器深圳办事处**

电话：0755-82515690/91/92 13821824985  
 传真：0755-82515692  
 地址：深圳市福田区滨河路京基御景华城2栋12楼L座/K座

DEVISER PART NO: DL800112010

德力公司将尽最大可能检查印刷及摄影方面的错误，但并不对可能出现的疏漏承担责任。德力公司拥有最终解释权。如有变更，恕不另行通知。更多详细信息请来电话咨询或访问德力网址：www.deviser.com.cn。