

# AV6413 光时域反射计

## 培训教材



中国电子科技集团公司第四十一研究所

2006 年 5 月

# 目 录

|     |                             |    |
|-----|-----------------------------|----|
| 1   | OTDR 测试原理.....              | 1  |
| 2   | OTDR 的主要应用 .....            | 1  |
| 3   | 最新产品概况.....                 | 2  |
| 4   | AV6413 OTDR 的性能指标.....      | 4  |
| 5   | 指标说明.....                   | 7  |
| 6   | AV6413 OTDR 的使用 .....       | 10 |
| 6.1 | AV6413 OTDR 的外观结构.....      | 10 |
| 6.2 | OTDR 操作界面.....              | 11 |
| 6.3 | 如何获得被测光纤的测试曲线 .....         | 13 |
| 6.4 | 如何正确设置测试条件 .....            | 14 |
| 6.5 | 如何读取和保存测试轨迹.....            | 17 |
| 6.6 | 如何打印测试报告 .....              | 20 |
| 6.7 | 如何实现 OTDR 与计算机之间的数据传输 ..... | 21 |
| 6.8 | 如何使用模拟分析软件 .....            | 24 |
| 6.9 | 如何清洁 OTDR 光纤输出头.....        | 25 |
| 7   | AV6413 OTDR 使用注意事项 .....    | 26 |
| 8   | 一般故障处理.....                 | 27 |
| 9   | OTDR 典型测试曲线.....            | 29 |

注：OTDR 详细的使用操作见 AV6413 OTDR 用户手册！

## 1 OTDR 测试原理

光时域反射计(Optical Time Domain Reflectometer), 简称 OTDR, 是光纤通信系统中用于光纤、光缆测试的重要仪器。

OTDR 可以看作光纤雷达, 工作原理与无线电雷达类似。无线电雷达向空间发射电磁波, 然后通过接收目标物的反射波来探测目标, 同理, OTDR 向光纤中发射探测光, 然后接收光纤中的后向光信号, 从光纤的一端非破坏性地迅速探测光纤、光缆的特性, 能显示光纤沿线损耗分布特性曲线, 能测试光纤的长度、断点位置、接头位置及光纤的衰减系数和链路损耗、接头损耗、弯曲损耗、反射损耗等, 其原理框图如图 1 所示。

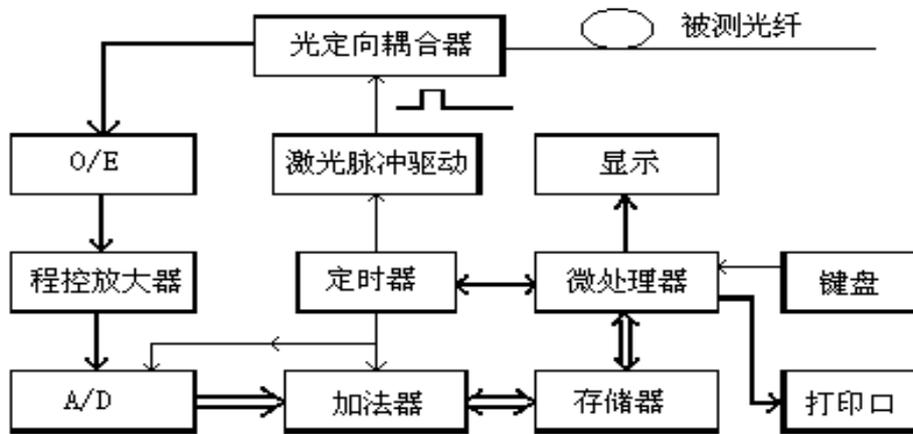


图 1 光时域反射计原理框图

## 2 OTDR 的主要应用

由于 OTDR 能测试光纤、光缆的损耗、长度及对故障点、事件点定位, 因此, 它主要应用于光纤、光缆的研制、生产、施工、监控、维修等各个环节, 主要用于以下几个方面:

- 1) 在光纤、光缆的生产过程中对每道工序的光纤检测。
- 2) 光缆施工中对光纤接续的实时监控和接头损耗测量。
- 3) 线路维护部门对光缆线路自动监控(与光开关结合)。
- 4) 各大中学校中有关光纤通讯课程的教学、试验及光纤、光缆研制部门等的实验室等。

5) 各开发部门将 OTDR 与光开关结合可组成自动监控系统，用于光纤分布式传感测试，如对水库的大坝、桥梁、路基、高层建筑的地基等的测试。

### 3 最新产品概况

由于光纤通信发展十分迅速，目前，光时域反射计向着微型化、多功能化、高智能化、高可靠性、操作简便的方向发展。

中国电子科技集团第四十一研究所研制生产的 AV6413 型高性能微型光时域反射计（简称 AV6413 OTDR 或 OTDR）是新一代高度智能化光纤通信测量仪器，能显示光纤及光缆的损耗分布曲线，测量光纤及光缆衰减系数、两点间损耗和接头损耗，测量光纤及光缆长度、两点间距离，确定光纤及光缆连接点、故障点和断点的位置。

该仪器主要特点是：一体化设计，外观新颖，坚固耐用；体积小，重量轻，便于携带；大屏幕彩色显示，触摸屏操作，使用方便；动态范围大、盲区小、测距分辨率高，既能轻松测试长距离光纤链路，也可方便检测超短的光纤跳线；机内电池工作时间长，可长时间野外作业。

该仪器广泛适用于光纤光缆生产、施工和维护中的光纤损耗特性测量以及光纤故障的定位。

目前，国外微型光时域反射计主要有美国安捷伦公司、加拿大 EXFO 公司、日本安立等公司产品。AV6413 OTDR 与国外微型光时域反射计的性能比对见表 1 所示。

表 1 国内外 OTDR 性能对比表

|                         | 日本安立<br>MW9076B | 美国 Agilent<br>E6000C | 加拿大 EXFO<br>FTB-100 | 41 所<br>AV6413          |
|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| 动态范围 <sup>1</sup>       | 42.5/40.5       | 45/43                | 45/43               | 42/40                   |
| 最高测距<br>分辨率             | 0.05m           | 0.08m                | 0.08m               | 0.1m                    |
| 事件盲区 <sup>2</sup>       | 1.68m           | 3m                   | 3m                  | 1.6m                    |
| 体积 (mm)                 | 290x194x75      | 290x194x75           | 336x216x89          | 258x198x90              |
| 重量                      | 3.6kg           | 2.9kg                | 3.7kg               | 2.7kg                   |
| 显示                      | 彩色 LCD          | 彩色/单色 LCD            | 彩色/单色<br>LCD        | 彩色 LCD                  |
| 触摸屏<br>操作功能             | 无               | 无                    | 有                   | 有                       |
| 全量程<br>高分辨率<br>测试功能     | 无               | 无                    | 无                   | 有                       |
| 打印口<br>通信功能             | 无               | 无                    | 无                   | 有                       |
| 关机状态下<br>电池电量<br>指示功能   | 无               | 无                    | 无                   | 有                       |
| 电池供电<br>时间 <sup>3</sup> | 6 小时            | 4 - 8 小时             | 8 小时<br>(单色)        | 大于 8 小时                 |
| 电池                      | Lithium         | NiMH                 | NiMH                | Lithium                 |
| 接口                      | RS232、<br>打印、键盘 | RS232、打印             | RS232、<br>打印、键盘     | RS232、打<br>印、USB、<br>键盘 |

## 4 AV6413 OTDR 的性能指标

### ◆ AV6413 OTDR 具有以下特点

- 42dB 大动态范围，超长测试能力
- 1.6m 超短事件盲区
- 全量程 0.1m 采样分辨率，65k 真实数据采样点
- 极高的测试准确度和重复性
- 快速自动测试，一键式操作
- 大屏幕彩色 LCD 显示，触摸屏操作，易学易用
- 机内提供大容量数据存储单元
- 独特的 USB 接口功能，可快速方便地实现批文件转存及打印
- 超过 8 小时的锂电池供电时间，非常适合长时间野外施工作业
- 独特的智能电池电量指示功能，不用开机即可观察电池剩余电量
- 随机附送波形分析软件、轻松制作测试报表

### ◆ AV6413 OTDR 的主要功能

- ◇ 测试任意点至 OTDR 输出端（测试原点）距离。
- ◇ 测试任意两点间距离。
- ◇ 测试并显示曲线上任意两点间损耗及光纤衰减常数。
- ◇ 测试并显示曲线上连接点的连接损耗。
- ◇ 测试反射损耗值。
- ◇ 连接点自动搜索功能。
- ◇ 波形比较功能：可调出已存波形与测试波形比较。
- ◇ 测试波形存储：可将测试波形数据及测试条件存入本机电子盘内，存储格式可选择 EI 或 BellCore GR196 标准格式。
- ◇ 打印功能：通过打印口或 USB 口可外接适配的打印机打印显示屏上的显示信息。
- ◇ U 盘传输功能：可将本机内存储的数据文件直接拷贝到 U 盘中。
- ◇ 智能电池剩余电量指示功能，不用开机即可观察电池剩余电量。
- ◇ 触摸屏校准功能，确保触摸屏操作精准可靠。
- ◇ 在线升级功能，系统软件升级不必返回原厂。

◇ 实时测试功能，方便观察光纤实时对接效果。

◆ AV6413 OTDR 一般特性如表 2 所示

表 2 AV6413 OTDR 一般特性

| 名称            | 内容   |
|---------------|--|
| 光输出连接器        | FC-PC 型(标准型)   |
| 显示屏           | 640×480 8 英寸彩色 LCD (触摸屏)   |
| 量程 (km)       | 1.6、3.2、8、16、32、64、128、256、512 (单模)<br>1.6、3.2、8、16、32、64、128 (多模：1300nm)<br>1.6、3.2、8、16、32 (多模：850nm)                            |
| 工作光脉冲半幅宽度(ns) | 10、80、160、320、640、1280、2560、10240、20480 (单模)<br>10、80、160、320、640、1280、2560、10240 (多模：1300nm)<br>10、80、160、320、640、1280 (多模：850nm) |
| 光纤群折射率        | 在 1.00000 ~ 2.00000 范围内调节，以 0.00001 步进   |
| 光缆修正系数        | 在 0.80000 ~ 1.00000 范围内调节、以 0.00001 步进   |
| 水平标度          | 每格 5m、10m、20m、50m、100m、200m、500m、1km、2km、5km、10km、20km、40km、80km   |
| 垂直标度          | 每格 0.1dB、0.2dB、0.5dB、1dB、2dB、5dB、8dB   |
| 界面语言          | 中、英文可选   |
| 接口            | RS232(串口)、USB 口、打印(并口)、键盘接口  |
| 电源            | AC/DC (AC100 ~ 240V, 50/60Hz),DC:18V ± 2V,2.5A ;<br>内部锂电池供电时间：> 8 小时(低亮度、不采样)  |
| 环境要求          | 工作环境：温度 0 ~ 50 (电池充电：5 ~ 40 )；<br>存储环境：温度 -40 ~ 70 (不包括机内电池)；<br>相对湿度：(5 ~ 95) % ± 5% (无冷凝)  |
| 外形尺寸及重量       | D×W×H (mm)：258×198×90 (不包括把手)；<br>重量：约 2.7kg (包括机内电池)  |

◆ AV6413 OTDR 的主要技术指标

- ◇ 测长准确度：±(1m + 取样间隔 + 距离 × 0.01%) (不计折射率误差)。  
距离显示分辨率：0.0001km。
- ◇ 最高采样分辨率：0.1m。
- ◇ 测损耗准确度：±0.02dB/km (单模)；  
±0.2dB/km (多模)。

损耗读出分辨率：0.001dB。

- ◇ 最小事件盲区\*： 2.5m (单模) (典型值：1.6m)；  
2.5m (多模) (典型值：1.6m)；
- ◇ 最高测距分辨率：0.1m。
- ◇ 波形存储容量： 900 幅 (具体数值随 OTDR 所配存储容量的不同而不同)。
- ◇ 最大后向散射动态范围\*\*：详见表 3

表 3 OTDR 各模块对应的最大后向散射动态范围

| 模块号         | 工作波长                   | 测试光纤类型   | 动态范围 (SNR=1) |
|-------------|------------------------|----------|--------------|
| AV6413-8332 | (850nm/1300nm) ± 30nm  | MMF (多模) | 28/32 dB     |
| AV6413-5636 | (550nm/1625nm) ± 20nm  | SMF (单模) | 36/36 dB     |
| AV6413-3532 | (1310nm/1550nm) ± 20nm | SMF (单模) | 32/30 dB     |
| AV6413-3537 | (1310nm/1550nm) ± 20nm | SMF (单模) | 37/35 dB     |
| AV6413-3542 | (1310nm/1550nm) ± 20nm | SMF (单模) | 42/40 dB     |

 注\*：测试脉宽 10ns，端面反射损耗 > 40dB

注\*\*：后向散射单程动态范围测试条件为：

- (1) SNR=1(指 RMS 噪声电平与近端后向散射电平的差)。
- (2) 平均处理次数大于 300 次。
- (3) 测试不同量程中的最大值。
- (4) 偏离基准温度时，动态范围最大允许下降 2dB。

## 5 指标说明

### ◆ 光输出中心波长

光输出中心波长是由输出光谱的峰值谱与其它谱纵模按规定方法(RMS 法或 FWHM 法)计算求得的波长值。光输出中心波长由光谱分析仪测量。

由于在不同的波长点光纤损耗值不同,光输出中心波长通常应与被测光纤系统所用的波长一致,一般为 850nm、1300nm、1310nm 或 1550nm。如果光输出中心波长偏差较大将会引起损耗测试误差。

不过 OTDR 用于光纤系统在线测试时,光输出中心波长与光纤系统所用的波长不同,如 1310nm 和 1550nm 系统使用 1625nm 测试波长,利用波分复用技术在不影响系统正常工作情况下在线监测光纤状态。

### ◆ 后向散射单程动态范围

后向散射单程动态范围(以 dB 表示,简称动态范围)是光时域反射计的一个重要指标,定义为:使后向散射光信号电平等于噪声电平(SNR=1)时可插入的最大光路损耗值。反映了它的测长能力,在相同的条件下,动态范围越大,则可测试的距离越长,另外,对相同的动态范围指标,光纤链路平均损耗(以 dB/km 表示)越小,则可测试的距离越长。

后向散射单程动态范围的测量可根据定义,在光时域反射计输出端接入一损耗值合适的光纤链(链路中可包含光可逆的可调衰减器),当光纤末端信号电平等于噪声峰值电平时,用光源和光功率计测量光纤链路的光路损耗值,光路损耗值加 2dB 得到动态范围值(对于 SNR=1 定义)。另外一种测量方法是在光时域反射计光输出端接入足够大损耗的光纤链,适当调节信号放大量(改变“衰减”),在光时域反射计上测出光纤始端至末端的损耗值  $\alpha_1$ ,减小“衰减”至适当值,使光纤段前端饱和,但末端不得进入饱和区,测试末端至噪声峰值的值  $\alpha_2$ ,后向散射动态范围为  $\alpha_1 + \alpha_2 + 2\text{dB}$ (对于 SNR=1 定义)。

动态范围的大小与发射的光脉冲宽度有关,脉宽越宽,则动态范围越大,宣传资料上介绍的动态范围指标都是指在最大脉宽条件下,目前,光时域反射计的最大脉宽一般为 10us 或 20us。

#### ◆ 测长准确度

测长准确度为反映光时域反射计所测得的光纤长度与光纤真实长度偏差程度的指标。测量光时域反射计测长准确度的方法是采用与标准光纤比对法，根据测试量程选用标准长度的光纤，按标准光纤的折射率设置光时域反射计的折射率，用光时域反射计测试标准光纤的长度，计算与标准光纤长度误差。

#### ◆ 测损耗准确度

测损耗准确度表明 OTDR 测量损耗的误差。测损耗准确度测量方法是采用与标准光纤比对法，根据测试量程选用标准长度的光纤，按标准光纤的折射率设置光时域反射计的折射率，用光时域反射计测试标准光纤的损耗，计算与标准光纤的损耗误差，以次确定测损耗准确度。

#### ◆ 事件/衰减盲区

事件/衰减盲区（以 m 表示）反映了光时域反射计的测短能力，即近端测试能力，事件/衰减盲区的大小与脉宽有关，脉宽越宽，则盲区越大，一般光时域反射计标称的盲区都是指在最小脉宽条件下测得的。光时域反射计的最小脉宽一般为 5ns 或 10ns。

事件盲区是指光时域反射计能分辨线路上两个相邻事件点的最小距离，定义为：在末端反射信号退出饱和时，测试从反射信号的峰值下降 1.5dB 处脉冲波形的宽度，如图 2 所示。

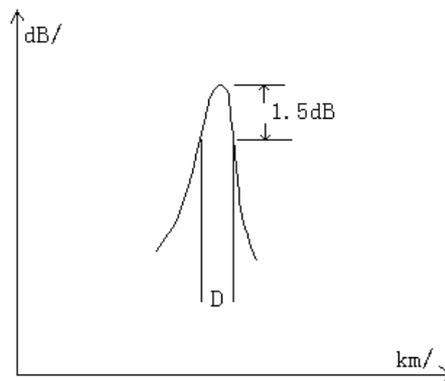


图 2 事件盲区的测试

衰减盲区是指光时域反射计从检测到菲涅尔强反射信号到能正常测试后向瑞利散射信号所历经的时间，定义为：测试前段后向散射电平的末端到经菲涅尔反射信号后，后段后向散射电平前 0.5dB 处之间的时间，如图 3 所示。

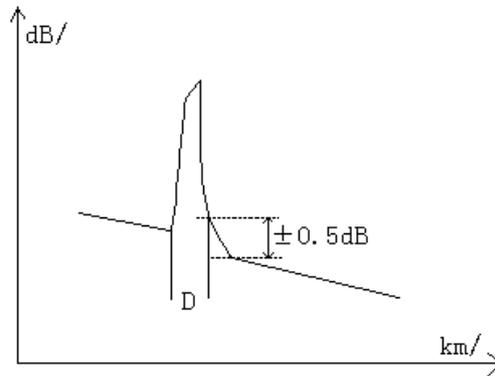


图 3 衰减盲区的测试

## 6 AV6413 OTDR 的使用

### 6.1 AV6413 OTDR 的外观结构

#### ◆ AV6413 OTDR 侧面板

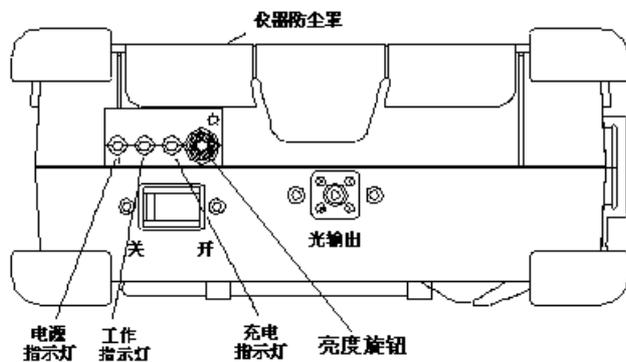


图 4 侧面板

#### ◆ AV6413 OTDR 面板

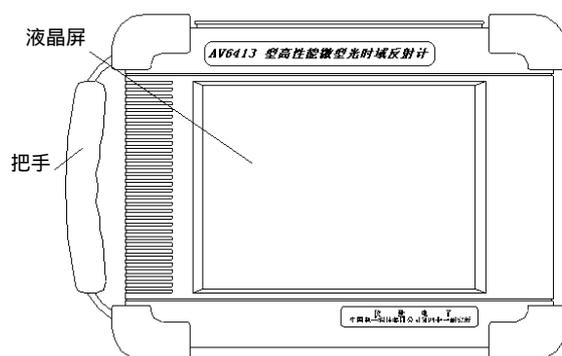


图 5 面板

#### ◆ AV6413 OTDR 后面板

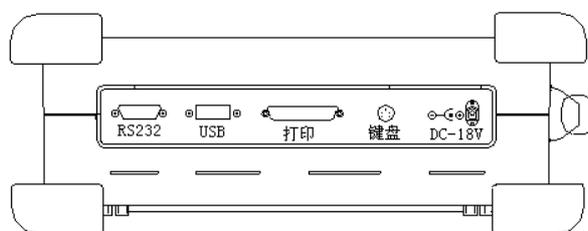


图 6 后面板

◆ AV6413 OTDR 底板

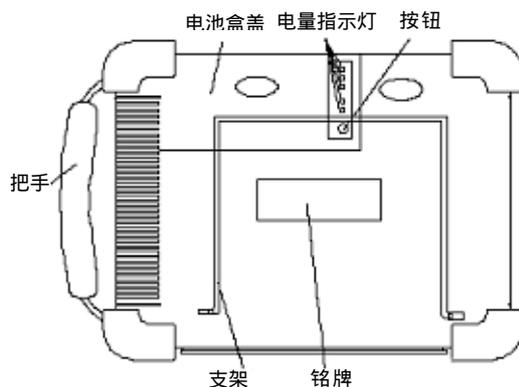


图 7 底板

6.2 OTDR 操作界面

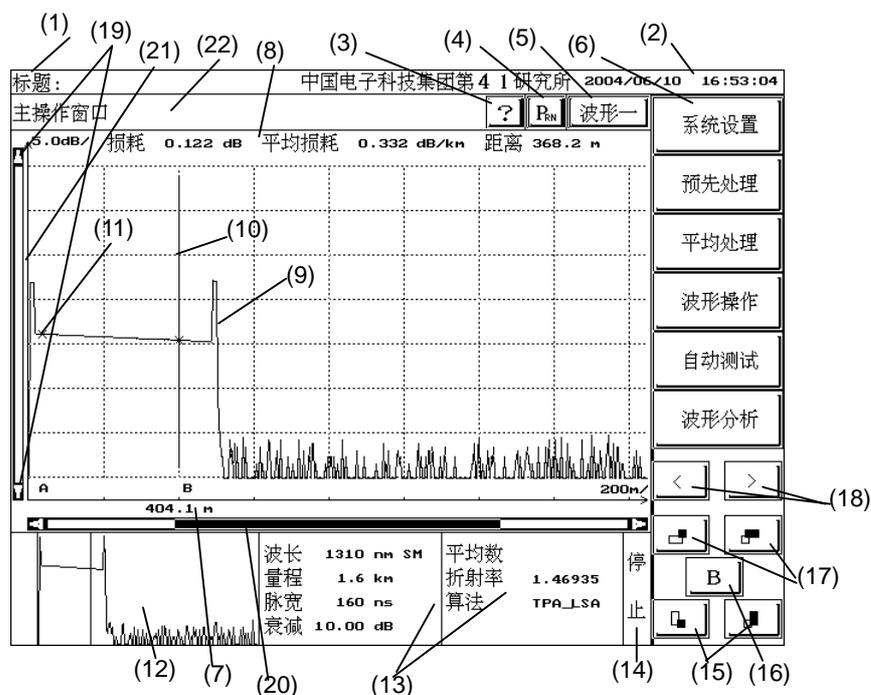


图 8 OTDR 显示界面

- (1) 表示测试标题，点击【标题】将显示输入标题的操作界面。
- (2) 表示当前日期时钟，点击此区域可修改当前的显示时钟。
- (3) 表示帮助键，点击此键将显示简要的操作提示。
- (4) 表示打印键，点击此键将通过外接的打印机打印出测试波形和事件表。
- (5) 表示当前显示的测试轨迹为第几幅波形。点击此键可在波形一和波形二之间切换。

- (6) 表示操作菜单，图 8 显示的菜单为主菜单。
- (7) 表示光标所在的点距离参考原点的距离。
- (8) 表示测试结果。图 8 显示的为平均损耗的测量结果。
- (9) 表示测试轨迹。当前的测试轨迹为蓝色。若有比较波形，则比较波形为灰色。
- (10) 表示光标。
- (11) 表示标记点。
- (12) 表示当前测试轨迹的全局显示。点击此区域任意一点可初始化显示轨迹。
- (13) 表示测试条件。点击此区域任意一点将显示设定测试条件的界面。
- (14) 表示当前测试轨迹所处的状态。“停止”表示激光器已被关闭，测试轨迹停止刷新；“预先处理”表示激光器被打开，测试轨迹处于实时刷新状态；“平均处理”表示激光器被打开，测试轨迹处于平均处理状态。
- (15) 表示垂直方向扩展和压缩键。 表示垂直方向扩展键， 表示垂直方向压缩键。（注：此操作以当前光标为中心。）
- (16) 表示切换标记键。此键上显示的标记为当前光标所在的标记，可通过移动光标来移动标记点。
- (17) 表示水平方向扩展和压缩键。 表示水平方向扩展键， 表示水平方向压缩键。（注：此操作以当前光标为中心。）
- (18) 表示光标位置细调键。点击这两个键可向左或向右细调光标位置，每点击一下，光标移动一个数据点。 表示右移光标， 表示左移光标。点击测试轨迹所在区域上的任意一点，可将光标快速移动到所点击的点上。
- (19) 波形上、下移动键。点击这两个键可向上、向下移动波形。
- (20) 测试轨迹水平方向扩展和压缩的幅度。
- (21) 测试轨迹垂直方向扩展和压缩的幅度。
- (22) 提示信息显示栏。（在输入折射率、光缆系数、事件门限等项目时，此栏将显示输入按钮。）

### 6.3 如何获得被测光纤的测试曲线

可通过自动测试和手动测试两种方法获得被测光纤的测试曲线。

◆ **自动测试光纤的操作步骤：**( OTDR 将自动设置测试条件测量被测光纤曲线，并自动进行分析，给出事件表。)

- 清洁被测光纤。
- 将被测光纤接入 OTDR 输出端。
- 点击【自动测试】，获得被测光纤的轨迹曲线。
- 在事件表内察看测试结果。

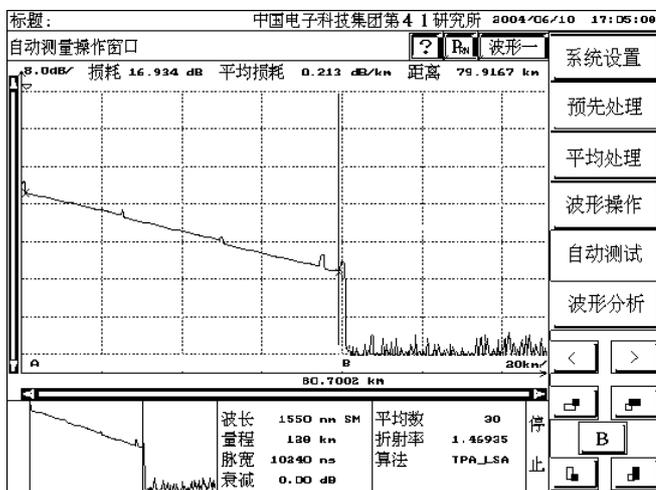


图 9 自动测试所得的测试轨迹

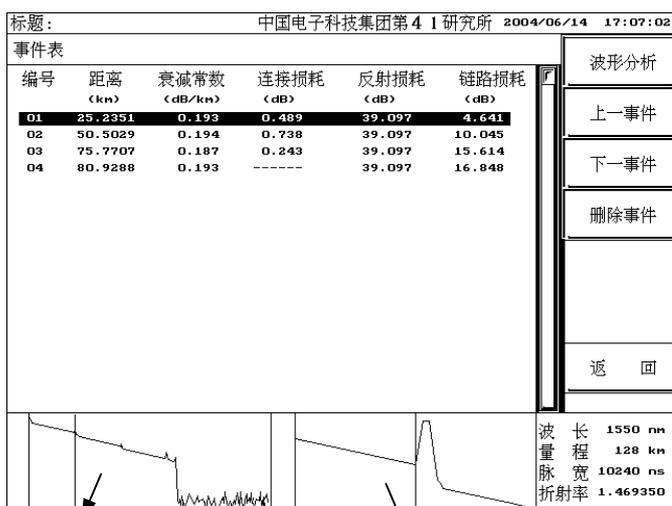


图 10 事件表显示界面

- ◆ **手动测试光纤的操作步骤：**(根据被测光纤的长度人工设置测试条件进行测试，获得轨迹曲线后，再通过自动波形分析或手动设置标记点进行测试结果的分析。)
  - 清洁被测光纤。
  - 将被测光纤接入 OTDR 输出端。
  - 选择测试波长。(如果 OTDR 是双波长模块)
  - 选择测试量程、脉宽、衰减、折射率和平均次数(即设置测试条件)。
  - 点击【**预先处理**】或【**平均处理**】，获得被测光纤的轨迹曲线。(预先处理是指测试时不对测试曲线进行平均处理，此时测得的曲线噪声较大；平均处理是指根据设置的平均次数对测试曲线进行平均处理，这样可以获得较为平滑的测试曲线。)
  - 点击【**停止**】停止实时测试。若使用【**平均处理**】功能测试曲线，则当平均次数等于设定值时，OTDR 将自动停止测试。
  - 分析测试结果。可是用以下两种方式进行分析：
    - 点击【**波形分析**】，OTDR 自动分析测得的轨迹曲线，并给出事件表。可在事件表中察看测试结果。
    - 设置测试项目(即选择测试平均损耗、连接损耗、反射损耗中的一项)，手工移动光标，设置标记点，获得测试结果。

#### 6.4 如何正确设置测试条件

在利用 OTDR 自动测试光纤曲线时，OTDR 将自动设置测试条件。当利用 OTDR 手动测试光纤曲线时，必须正确设置测试条件。

点击屏幕上测试条件的显示区域(见图 8 中 13 所示)，则测试条件设置界面显示在屏幕上，如图 11 所示：

 必须在停止状态下才能设置测试条件。

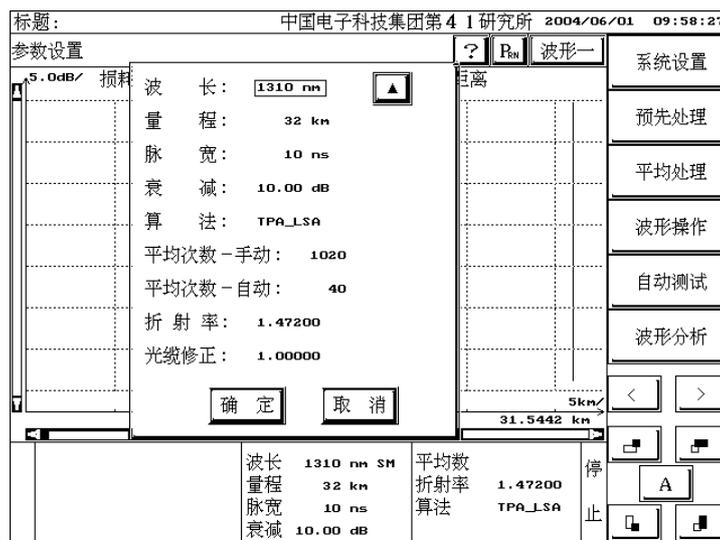


图 11 测试条件设置界面

点击其中任意一项，则在此项旁出现一个按键。点击此按键，则相应项的值将改变。

- ◆ 波长：用来设定 OTDR 的测试波长。
- ◆ 量程 (km)：用来设置扫描轨迹的范围。它必须大于被测光纤的长度（最好设置为大于被测光纤长度的两倍）。AV6413 OTDR 的量程分为以下几档：1.6km、3.2km、8km、16km、32km、64km、128km、256km、512km（与所选模块有关）。
- ◆ 脉宽 (ns)：用来设定测试的脉冲宽度。较大的脉宽能够测试较长的光纤，但分辨率较差；较小的脉宽具有较高的分辨率，但能够测试的距离较短。**注意：可设置的脉宽与所选测试量程有关。**
- ◆ 衰减 (dB)：用来设定信号的衰减量。如果衰减最小（如 0dB），则所能测试的光纤长度最长，但光纤近端可能饱和（在屏幕上显示为一直线）；如果衰减最大（如 20dB），则所能测试的光纤长度最短。如果被测光纤的长度很长，可以用较大的衰减测试近端的光纤，较小的衰减测试远端的光纤，分段进行测试。衰减从 0 到 20dB，以 5dB 值步进。（也可以让仪器自动测试，则仪器将自动设置测试条件，并将完整的测试波形显示在屏幕上。）

- ◆ **算法**：用来设置计算损耗的算法。默认值为 TPA\_LSA。你可以选择 TPA、LSA、或 TPA\_LSA。测量时选择的算法不同，则测试值不同。对于一段连续的光纤，即中间没有任何事件点，则 LSA（最小二乘法）的测量值比 TPA（两点法）更准确。若选择“TPA-LSA”法，则 OTDR 将根据测试项目的不同，自动选择算法。OTDR 默认算法为“TPA-LSA”。
- ◆ **平均次数-手动**：用来设定手动测试状态下平均处理测试轨迹时的最大平均次数。平均处理次数越大，则测试轨迹越光滑（即信噪比越高，尤其对测试长距离光纤更有用）。测试轨迹的信噪比的增加有利于 OTDR 检测更小的事件点。在平均处理时，当平均次数等于设定的次数时，仪器将自动停止测试。此数值的范围为 1 到 4000。
- ◆ **平均次数-自动**：用来设定自动测试状态下平均处理测试轨迹时的最大平均次数。平均处理次数越大，则测试轨迹越光滑（即信噪比越好，尤其对测试长距离光纤更有用），但测试所需的时间越长。此数值的范围为 10 到 640。
- ◆ **折射率**：光纤或光缆的折射率可以从生产厂家获得。**如果折射率设置不准确，则测得的光纤长度也不准确。**折射率的值可设为：1.00000 ~ 2.00000，以 0.00001 步进。
- ◆ **光缆修正**：光缆修正系数的置入是考虑到光纤成缆后，光纤长度和光缆长度间的误差。它可以从光缆生产厂家获得。它的值可置为：0.8000 到 1.0000，以 0.0001 步进。默认值为 1.0000。其设置方法同折射率的设置。

 可以在测试轨迹前设置折射率和光缆修正系数，也可以在测试出轨迹后设置它们。

## 6.5 如何读取和保存测试曲线

### ◆ 保存测试曲线

保存测试曲线的操作步骤为：

- 点击主菜单上的【波形操作】项，进入波形操作子菜单。
- 点击子菜单中的【波形存盘】，进入波形文件存储界面。如图 12 所示。
- 默认的文件存储位置为：D:\OTDR\EI。可以根据需要改变轨迹文件存储的位置以及文件名。
- 点击【确定】，则将保存轨迹文件并返回；点击【放弃】，则不保存轨迹文件并返回波形操作窗口。

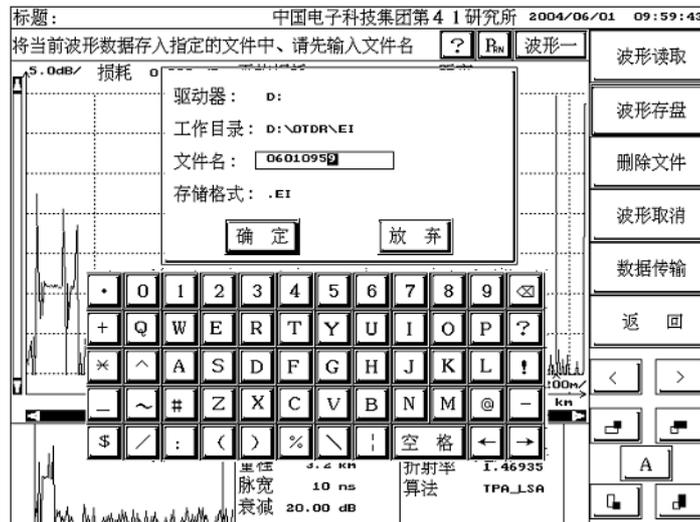


图 12 波形存盘界面

如果您输入的文件名与已有的文件名重复，则屏幕上将出现提示，您可以选择确定覆盖或放弃。

### ◆ 读取保存的测试曲线

读取轨迹文件的操作步骤为：

- 点击主菜单上的【波形操作】项，进入波形操作子菜单。
- 点击子菜单中【波形读取】，进入波形文件读取界面。如图 13 所示。

- 点击【上一文件】或【下一文件】移动光标条，选取所要读取的波形文件名。（此时，在波形总览区域将显示光标条选中的波形文件对应的轨迹曲线，在测试条件区域将显示光标条选中的波形文件对应的测试条件。）
- 点击【确认读取】将当前光标条选中的波形文件对应的测试轨迹以及测试条件显示在屏幕上。同时返回波形操作子菜单。

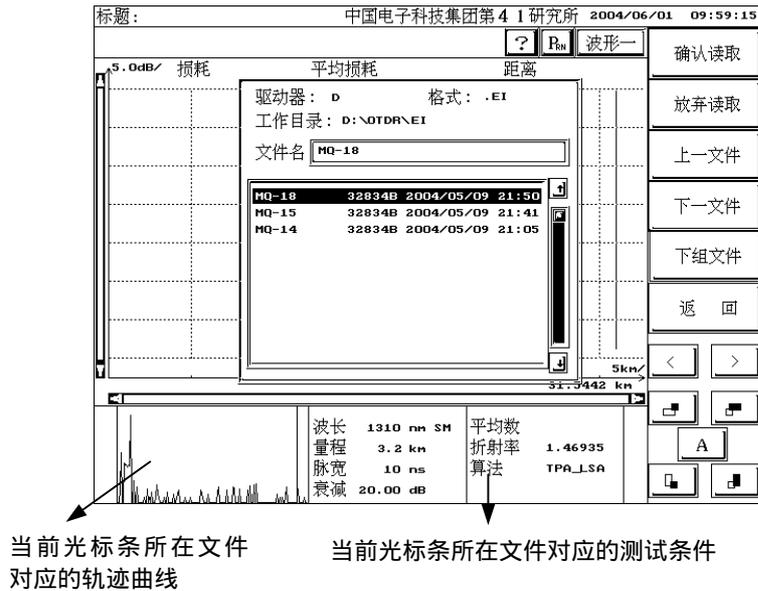


图 13 波形读取界面

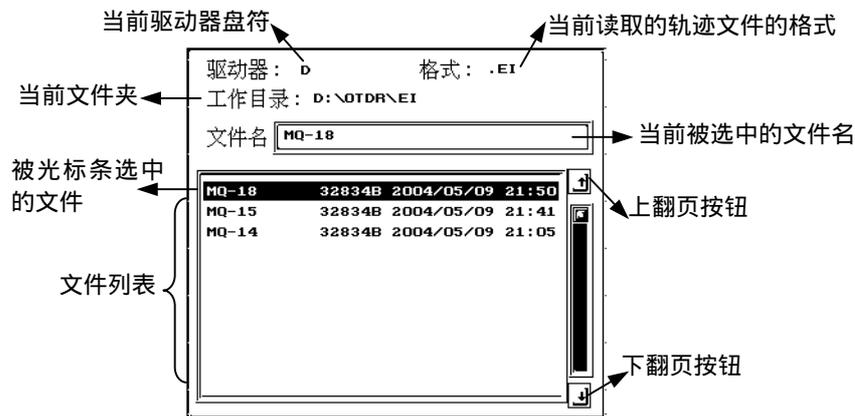


图 14 文件操作界面的各项含义

如果当前的文件列表中没有所需的文件名，您可以通过下述方法查找所需文件：

- 翻页查找所需的文件
- 更改工作目录
- 更改驱动器
- 更改读取的文件格式

### ● 翻页查找所需文件

每次读取的文件数为 50 个，当前页面显示 10 个文件列表。点击图 14 所示的上翻页和下翻页按钮，可以刷新文件列表的内容，显示下一页的文件名。若当前目录下的文件数超过 50 个，则需要点击【下组文件】来显示另外 50 个文件的名称。

### ● 更改工作目录

点击【工作目录】，你可以输入轨迹文件所在的文件夹名称，输入方式同折射率的置入。注：此功能不能创建新文件夹！

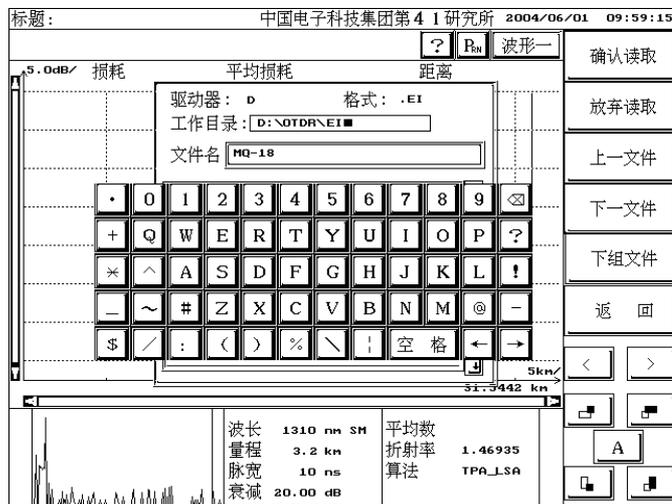


图 15 工作目录的设置界面

**👉** 当设置好工作目录后，必须再点击【工作目录】才能返回到文件读取窗口，文件列表中的内容为当前工作目录内的文件。此时你可以点击其它按钮，如驱动器、格式等。

- 更改驱动器

点击【驱动器】，您可以选择 C、D 盘。（如果仪器只有一个 C 盘，则选择 D 盘时将提示出错）。

- 更改读取文件的格式

点击【格式】，您可以选择读取的轨迹文件的格式（.ei 或 .sor）。如果轨迹文件的格式（即文件名的后缀）为 .ei，则表明轨迹文件的存储格式为 AV6413 格式；如果轨迹文件的格式为 .sor，则表明轨迹文件的存储格式为 BellCore 格式。

## 6.6 如何打印测试报告

- 在主菜单下点击【系统设置】，进入系统设置子菜单。
- 在系统设置子菜单下，点击【OTDR 设置】，进入 OTDR 参数设置界面，如图 15 所示。
- 在打印设置选项中，设置正确的打印机类型及打印模式，点击【确定】退出设置界面。
- 点击屏幕上的  键，则将根据您的设置，在仪器连接的打印机上输出测试波形及测试结果。

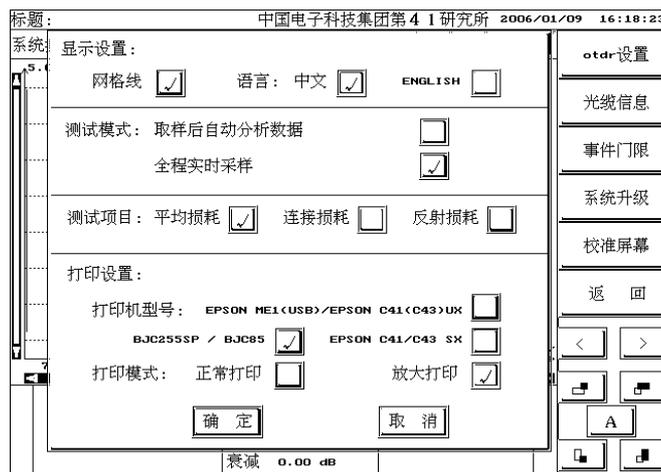


图 16 OTDR 参数设置界面

AV6413 OTDR 支持的打印机型号为：EPSON C41/C43 SX/UX 喷墨打印机、EPSON ME1 喷墨打印机、EPSON LQ 系列针式打印机、BJC255SP、BJC1000SP 以及 BJC85 喷墨打印机(注：可通过打印口或 USB 口连接打印机)。

 **AV6413 OTDR 支持的打印机型号以实际主机软件内的设置为准。**

您也可以在计算机上利用 AV6413 OTDR 的模拟分析软件读取 .ei 格式的轨迹文件，并对其进行分析、设置光缆信息等后，利用与计算机相连的任意一款打印机打印出测试报告。

其操作步骤如下：

- 将测试波形存储在 OTDR 主机上。
- 通过 U 盘或并口通信缆将波形文件从 OTDR 主机内拷贝至计算机 (PC 机) 内。
- 在计算机上运行 OTDR 模拟分析软件，读取波形文件，分析测试结果，设置打印内容，然后可通过与计算机相连的任意型号的打印机打印测试报告。

## 6.7 如何实现 OTDR 与计算机之间的数据传输

可通过两种方法实现 OTDR 与计算机之间的数据传输：

- 通过并口通信电缆连接 OTDR 与计算机，实现二者之间的数据传输。  
(注：并口通信电缆为 AV6413 OTDR 的选件。)
  
- 利用 U 盘通过 USB 口实现 OTDR 与计算机之间的数据传输，将 OTDR 主机内保存的波形文件转存到计算机中。  
(注：U 盘为 AV6413 OTDR 的选件。为了确保 U 盘读取正确，建议使用厂家推荐型号的 U 盘：朗科系列 U 盘、昂达系列 U 盘、盈科系列 U 盘，且上述 U 盘不能加密分区使用。)

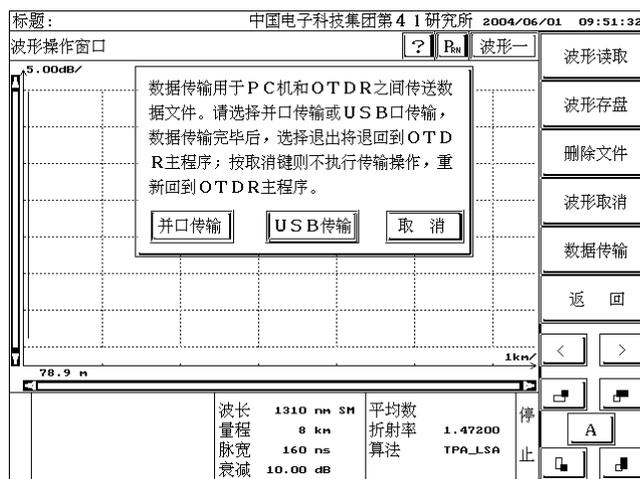


图 17 数据传输选择界面

◆ 利用并口传输的操作步骤

- 在主菜单下点击【波形操作】项，进入波形操作子菜单。
- 在波形操作子菜单下，点击【数据传输】，则屏幕上将出现如图 17 所示的界面。
- 点击【并口传输】，则将退出 OTDR 的主程序，进入并口数据传输窗口。如图 18 所示。此传输程序是通过并口通信缆在 OTDR 和 PC 机之间传输数据。当数据传输完毕后，必须重新开机才能进入 OTDR 主程序。

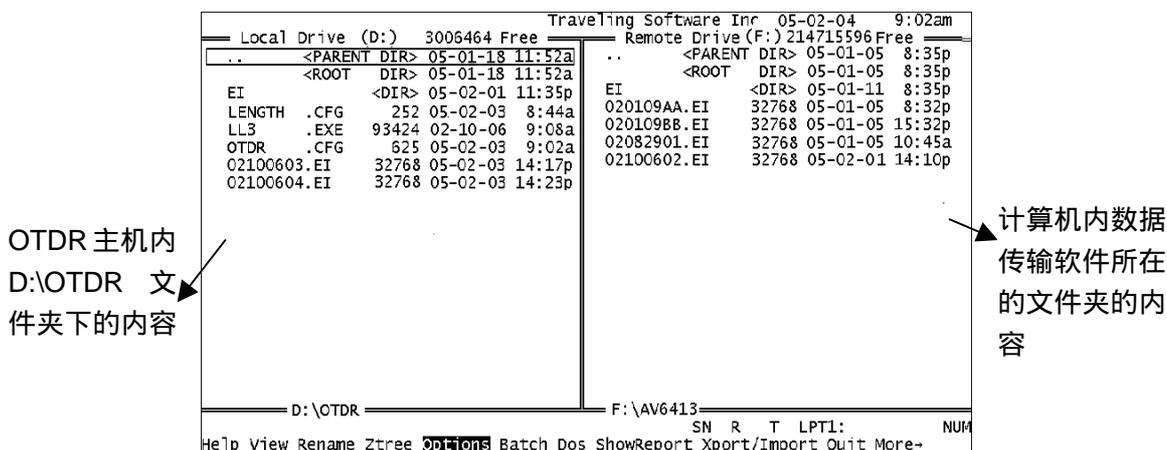


图 18 并口数据传输软件的界面

- 在计算机上同时运行数据传输软件，当 OTDR 和计算机之间的通信建立后，OTDR 上显示的界面如上图 18 所示。在计算机上显示的界面与上图类似，只是左、右两边显示的内容与 OTDR 上显示的相反，即左边显示的计算机上数据传输软件所在的文件夹的内容，右边显示的是 OTDR 主机内 D : \OTDR 文件夹下的内容。

- 在计算机上通过键盘可以修改读取和存储文件的路径、选择文件、拷贝文件，从而实现 OTDR 与计算机之间的数据传输。

◆ 利用 U 盘通过 USB 口与计算机实现数据传输的步骤

- 在主菜单下点击【波形操作】项，进入波形操作子菜单。
- 在波形操作子菜单下，点击【数据传输】，则屏幕上将出现如图 17 所示的界面。
- 点击【USB 传输】，则将进入 USB 传输界面。如图 19 所示。通过 USB 接口可在 OTDR 和 U 盘之间互传文件。传输完毕后，点击【退出】键，则将返回到 OTDR 主程序。

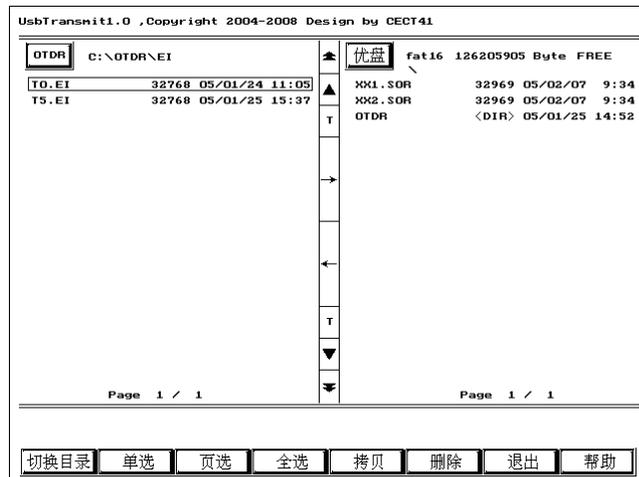


图 19 U 盘传输显示界面

- 可通过相应的菜单按钮选择文件，执行拷贝、删除文件等功能，从而实现 OTDR 与 U 盘间的数据传输。
- 点击【取消】，则将返回到 OTDR 波形操作子菜单。
- 将 U 盘接入计算机的 USB 借口，即可将 U 盘中的数据文件拷贝至计算机中。

- 为了确保 U 盘读写的可靠，建议用户使用厂家推荐型号的 U 盘。
- 厂家推荐型号的 U 盘：朗科系列 U 盘、昂达系列 U 盘、盈科系列 U 盘，上述 U 盘不能加密分区使用。

## 6.8 如何使用模拟分析软件

AV6413 模拟分析软件 OTDRVIEW.EXE 是在计算机上运行的 OTDR 测试曲线分析软件。可通过随机配备的光盘或登陆中国电子科技集团第四十一研究所的网站：[www.ei-electro.com](http://www.ei-electro.com) 下载获得。

模拟分析软件的界面示意图如图 20 所示：

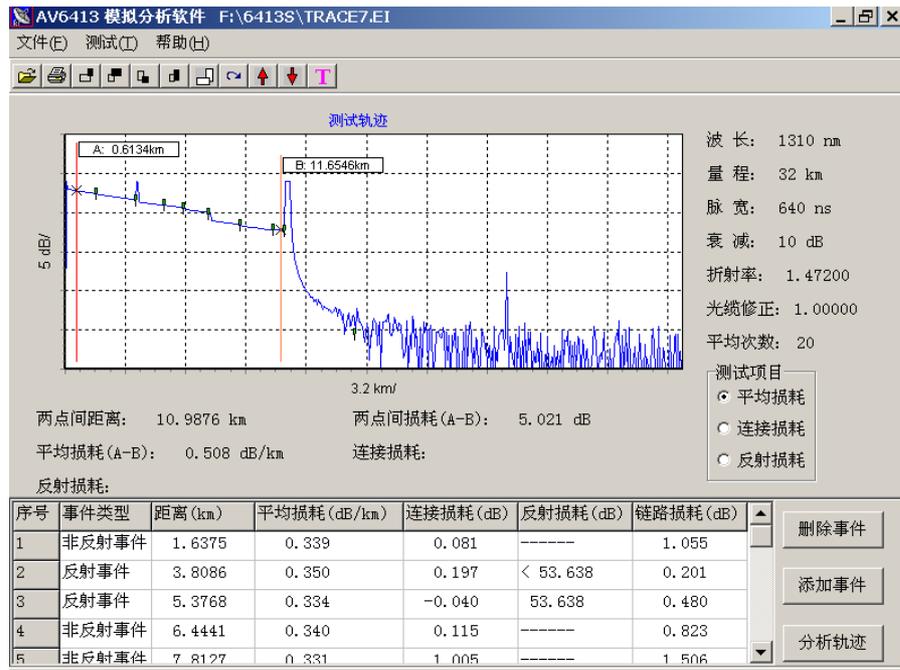


图 20 模拟分析软件界面示意图

模拟分析软件可实现以下功能：

- 读取波形文件，显示波形文件中存储的测试曲线和测试条件。
- 分析测试结果。可通过【分析轨迹】自动分析曲线，生成事件表；也可通过移动光标，设置标记点，手动测试平均损耗、连接损耗、距离等项目。
- 修改事件表功能。可删除、添加、修改事件表内容。
- 扩展和压缩测试曲线，观察事件点。
- 设置光缆信息功能。可通过【测试(T)】—【设置参数(P)】菜单项，设置被测光纤或光缆的编号、测试者、测试评语、测试日期等内容，并可在测试报告中打印出此信息。
- 拷贝功能。可将测试曲线、测试条件、事件表内容拷贝至剪贴板，然后通过编辑软件进行编辑。

- 打印内容设置功能。可根据需要设置测试报告中的打印内容。
- 打印功能。可通过与计算机相连的任意一款打印机输出测试报告。

## 6.9 如何清洁 OTDR 光纤输出头

利用 OTDR 测试光纤时，必须确保被测光纤及 OTDR 的输出光纤头均保持清洁，否则将造成测试误差，甚至导致无法测试出正确的光纤曲线。

清洁 OTDR 光纤输出头的示意图及步骤如下：

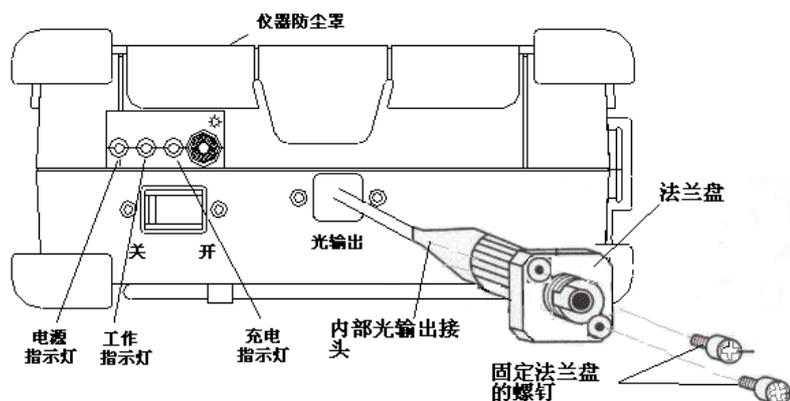


图 21 清洗光纤输出头的示意图

- 用小十字螺丝刀将固定法兰盘的两颗螺钉卸下，轻轻地将法兰盘拉出。
- 逆时针旋转法兰盘内侧的光输出软线的 FC 头，将此 FC 头从法兰盘上拧下来，用脱脂药棉蘸适量无水乙醇清洁此 FC 头。
- 用清洁完毕后，将此 FC 头插入法兰盘中，注意 FC 头上的定位销必须插入法兰盘上的缺口中，然后顺时针拧紧。
- 再将法兰盘轻轻送回仪器内，注意法兰盘上的螺钉孔必须与仪器上的安装孔相对应，然后用小十字螺丝刀将原先卸下的螺钉拧进螺钉孔内，使法兰盘安装牢固。

**注意：**法兰盘内侧连接着光输出软线，轻轻地将法兰盘连着光输出软线拉出，拉出的长度不可太长，只要能将内侧光输出软线的 FC 头从法兰盘上拧下即可，否则将可能损伤内部光组件，导致 OTDR 无输出。

## 7 AV6413 OTDR 使用注意事项

### ◆ AC/DC 适配器

- (1) 电源适配器的输出特性必须符合以下要求：17V ~ 22V，2.5A，极性：中心为正。使用过高的电压会引起设备损坏。
- (2) 请使用厂家提供的适配器为本仪器供电，其它适配器可能会损坏仪器。

### ◆ 内部电池

- (1) 机内电池为专用锂电池，使用其它的电池将会损害仪器并危及使用者的人身安全。
- (2) 为了充分发挥电池的性能，在开始使用本设备时，应首先使用内部电池供电，直至将电池电量用尽，然后再对电池充电，如此循环 2-3 次，首次充电时间应不小于 10 小时。如果电池已存储了较长时间，在首次使用时也应进行如上所述的充放电循环，以确保获得最佳的电池性能。
- (3) 为了延长内部电池寿命，电池被充电后应移去外电，如需要长时间用外电供电，请将内部电池取出并妥善保存，并建议每 2 ~ 3 个月对电池进行一次充放电循环，以确保电池的性能。
- (4) 机内电池的充电温度范围为 5 ~ 40，环境温度过高时，充电将自动终止。
- (5) 为安全起见，不可拆解电池包，以防短路；更不要猛烈撞击电池或将电池投入火中，以防爆炸。

### ◆ 触摸屏及 LCD

- (1) 不可用尖锐的物体点击液晶屏，不可用力冲击液晶屏，这样会导致液晶屏被损坏。
- (2) 不要将有机溶剂或污染物滴落或溅在触摸屏上，如丙酮、机油、防冻液、油膏等，否则将可能导致触摸屏工作不正常。

## ◆ 激光安全

- (1) 本仪器所用激光器 (850nm/1300nm/1310nm/1550nm/1625nm) 安全级别为 : CLASS1 LASER PRODUCT : 21 CFR 1040.10 或 CLASS 3A LASER PRODUCT : IEC 60825-1:Ed.1:1998
- (2) 尽管本仪器所用激光器的输出强度在安全标准范围之内,但仍可能损伤视力,因而应避免激光器输出直接射入眼睛,如不要用眼睛直接看 OTDR 的光输出连接器,也不要进行测试时,直视光纤的尾端。

## ◆ OTDR 使用

- (1) 绝对不能将带有任何光信号的光纤连接到 OTDR 端口上,这样会导致 OTDR 永久性的损伤,确保在连接时所有光纤都是在无信号状态下。
- (2) 将光纤接入端口前,一定要将光纤端面清洗干净,否则将会导致 OTDR 测试误差。
- (3) 必须保持 OTDR 光输出连接器内部的清洁,避免油膏等污物污染光输出连接器,否则将导致 OTDR 无法测试出光纤曲线。

## 8 一般故障处理

### ◆ 接上被测光纤后看不到后向散射波形或曲线很散

检查处理:

- ◇ 光连接器是否连接良好。
- ◇ 接入 OTDR 输出端的被测光纤输出头类型是否匹配。OTDR 光纤输出头为标准 FC/PC 型,如果不匹配,应用转接跳线连接。
- ◇ 被测光纤的端面是否清洁。
- ◇ 外接 FC 型活动连接器或仪器的光输出连接器是否清洁。
- ◇ FC 型活动连接器是否磨损严重,是则更换连接器。
- ◇ 被测光纤近端是否有高损耗点。

◆ 触摸屏不响应

检查处理：

- ◇ 检查触摸屏边框是否被挤压。确保触摸屏边框没有被挤压。

◆ 光纤长度测试不准

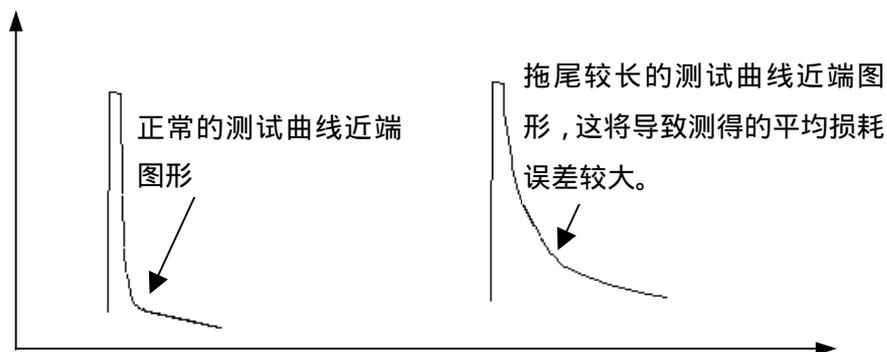
检查处理：

- ◇ 折射率置入是否正确，否则调节折射率与标称值一致。
- ◇ 光缆系数置入是否正确，当光缆系数不等于 1 时显示的长度为光缆长度而非光纤长度。
- ◇ 测试标记点设置是否则正确。标记点必须设置在测试曲线末端反射峰上升沿的起始点，此时光标与测试原点（即 OTDR 的输出端）的距离为被测光纤的长度。

◆ 光纤平均损耗测试不准

检查处理：

- ◇ 检查测得的光纤曲线的近端是否拖尾较长。如果拖尾较长，说明测试近端的光纤耦合较差，请清洁被测光纤的端面和 OTDR 光输出头的端面，并确保连接二者的法兰盘清洁和完好无损。



- ◇ 检查算法设置是否合适。仪器默认算法为 TPA-LSA。

◆ 无法与 U 盘进行数据传输

检查处理：

- ◇ 检查 U 盘连接是否可靠。
- ◇ 检查所用的 U 盘是否适配。

◆ OTDR 无法启动

检查处理：

- ◇ 检查机内电池是否没有电。
- ◇ 检查外界适配器是否供电正常。

## 9 OTDR 典型测试曲线

◆ OTDR 典型测试曲线

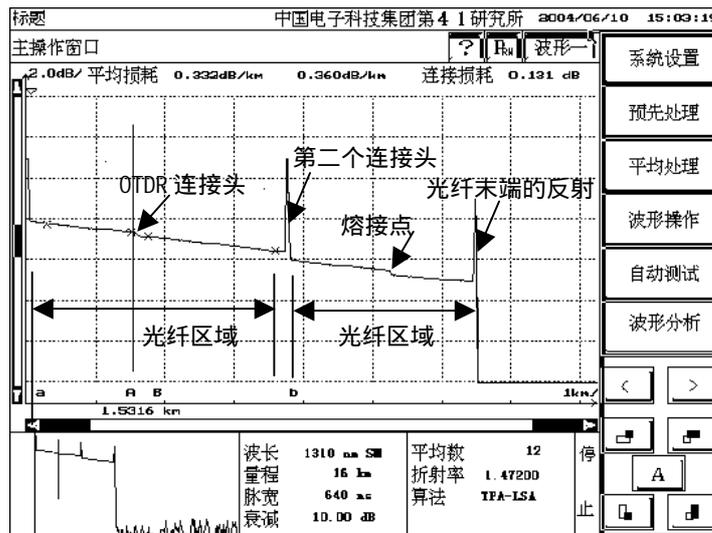


图 22 OTDR 典型测试曲线

◆ OTDR 事件类型一

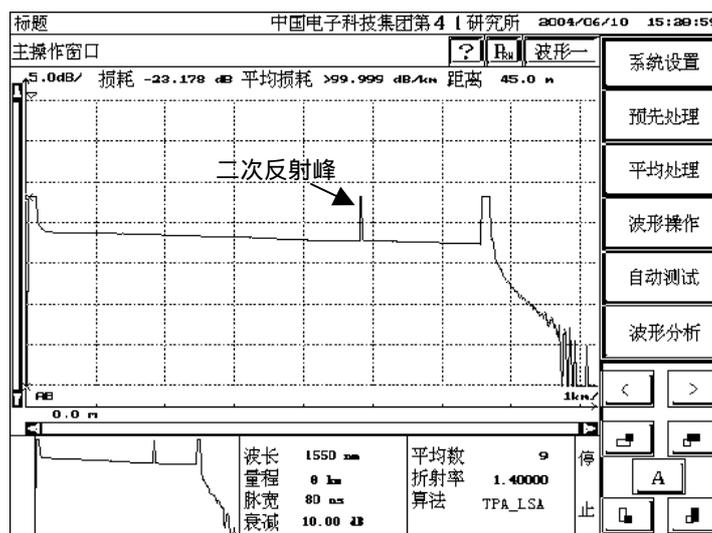


图 23 事件一

这个故障是由于测试量程选择过小造成，量程的选择最好是被测光纤的两倍，这样可以避免光纤信号二次反射（即 OTDR 发射的光脉冲到达光纤的末端

后又反射回 OTDR 引起的假信号) 的影响。

### ◆ OTDR 事件类型二

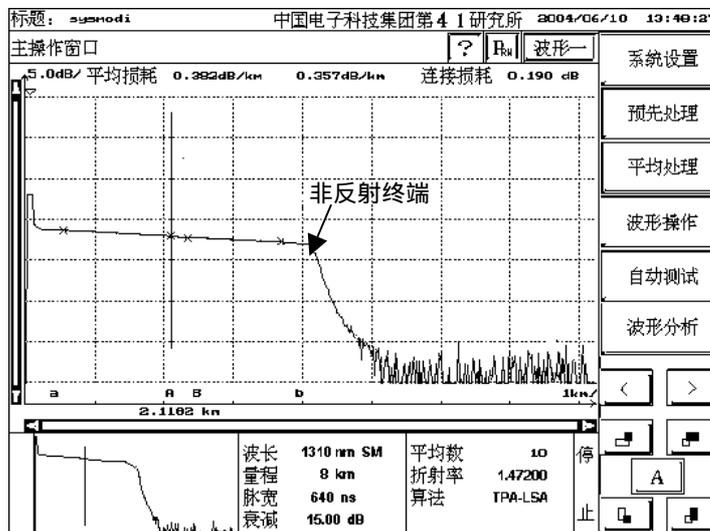


图 24 事件二

非反射终端说明光纤可能受到挤压或是断了，或者是光纤的尾端磨花了。

### ◆ OTDR 事件类型三

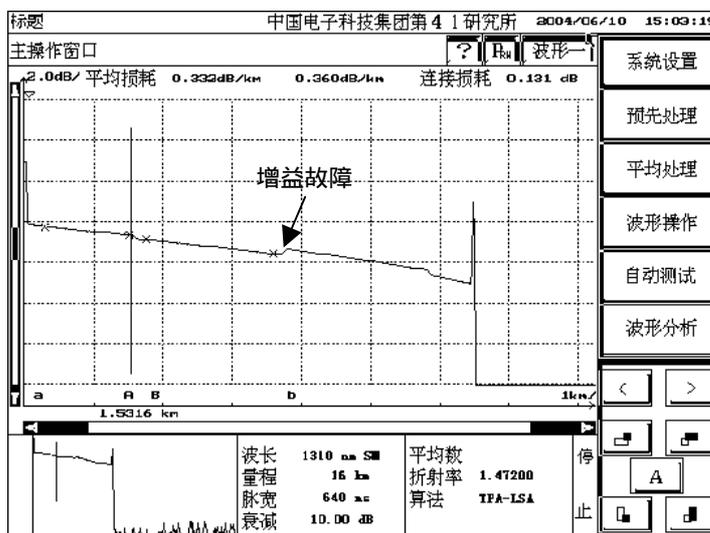


图 25 事件三

增益故障是因为两段光纤的接合部分具有不同的瑞利散射系数，导致此接合点有明显的增值。此接合点的实际损耗值是从光纤两端测试的损耗值的平均值。