

# 综合布线工程测试 实验教程



上海朗坤

# 目录

实验一 熟悉认证测试仪 .....	3
任务一 熟悉线缆认证测试仪 .....	3
🌐 模拟器操作步骤 .....	10
任务一：熟悉线缆认证测试仪 .....	11
实验二 铜缆认证测试 .....	12
2.1 思路和方法 .....	12
2.2 相关设备和附件 .....	19
任务一 使用测试仪选择铜缆验收标准进行测试 .....	20
任务二 导出测试报告 .....	24
🌐 模拟器操作步骤 .....	27
任务一：使用测试仪选择铜缆验收标准进行测试 .....	27
任务二：导出测试报告 .....	28
实验三 铜缆故障分析 .....	28
3.1 思路和方法 .....	28
3.2 相关设备和附件 .....	34
任务一 接线图问题故障分析 .....	35
任务二 长度类问题故障分析 .....	38
任务三 衰减类性能问题故障分析 .....	39
任务四 串音类性能问题故障分析 .....	40
任务五 回波损耗性能问题故障分析 .....	42
任务六 平衡性问题故障分析 .....	43
🌐 模拟器操作步骤 .....	44
实验四 光纤认证测试 .....	47
4.1 思路和方法 .....	47
4.2 相关设备和附件 .....	62
任务一 使用测试仪选择光纤验收标准进行测试 .....	63
任务二 使用 OTDR 测试仪进行光纤测试 .....	67
任务三 生成测试报告 .....	70
🌐 模拟实验操作步骤 .....	73
任务一 选择光纤验收标准进行测试 .....	73
任务二 使用 OTDR 进行光纤测试 .....	74
任务三 生成测试报告 .....	75
实验五 光纤故障分析 .....	75
5.1 思路与方法 .....	75
5.2 相关设备和附件 .....	81
任务一 一级测试中的故障分析 .....	82
任务二 OTDR 测试中的故障及事件分析 .....	84
🌐 模拟器操作步骤 .....	87
实验六 报告软件的使用与统计 .....	89
6.1 思路和方法 .....	90
🌐 模拟器操作步骤 .....	98

# 实验一 熟悉认证测试仪

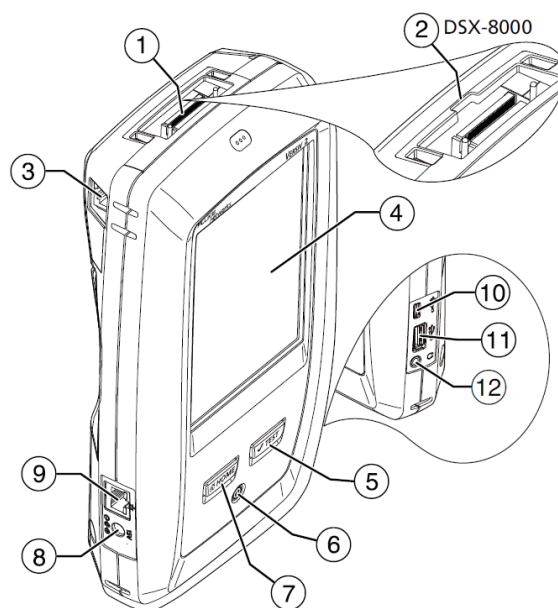
## 任务一 熟悉线缆认证测试仪

DSX2-5000 测试仪是福禄克（Fluke）推出的一款专业网络测试设备，用于测试和诊断网络布线的质量和性能。

### 【操作要领】

#### 1.观察测试仪器外观

##### 主机



① 链路接口适配器接头

②如 DSX-8000 型号，模块上有一个凹口，用于适配 Cat 8 和 I/II 类适配器上的翼片。Cat 8 和 I/II 类适配器不能连接到 DSX-5000 模块。

③进行外部串扰测量时主测试仪与远端测试仪之间的通信用 RJ45 插头。

④带触摸屏的 LCD 显示屏

⑤测试按钮。如果远端测试仪未连接到主测试仪，打开音频发生器。还可以在显示屏上轻触测试来启动测试。

⑥电源按钮。Versiv 2: 按钮中的 LED 显示电池充电过程的状态。

⑦主屏幕按钮。

⑧交流适配器接头。Versiv: 电池充电时，LED 亮红灯；电池完全充满时亮绿灯。电池不充电时 LED 呈黄色。

⑨RJ45 接头：可用于连接网络，以访问云服务。

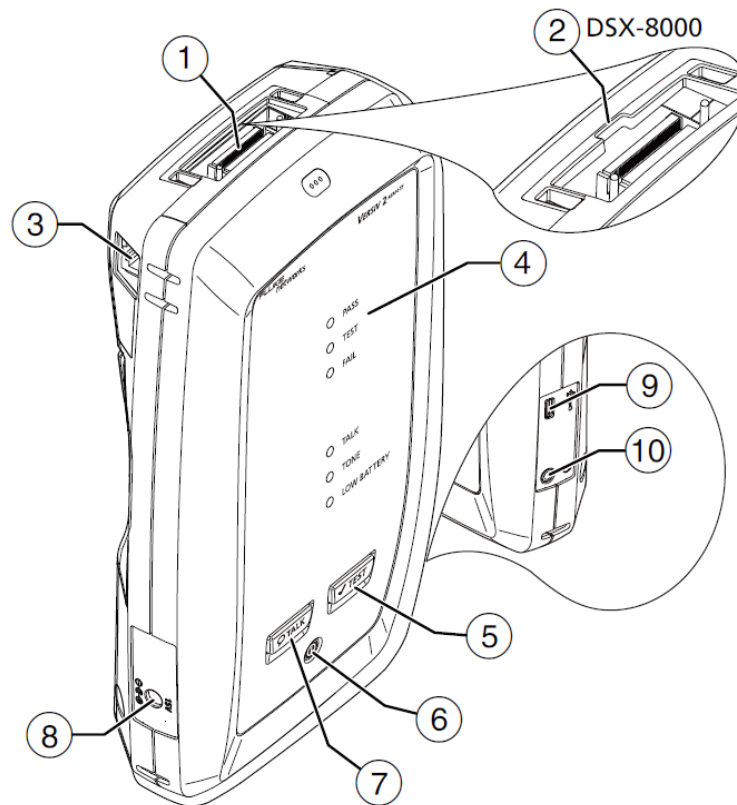
⑩ Micro USB 端口：通过此 USB 端口可将测试仪连接到 PC，以便将测试结果上传到 PC 以及在测试仪中安装软件更新。

⑪ A 型 USB 端口：通过此 USB 主机端口可将测试结果存储在 USB 闪存盘上。在 Versiv 主测试仪上，此端口允许您连接 Wi-Fi 适配器以访问 FlukeNetworks 云服务 LinkWare Live。（Versiv 2 测试仪具有内部 Wi-Fi 无线电。）

⑫耳机插孔

远端





① 链路接口适配器接头

② DSX-8000 模块上有一个凹口，用于适配 Cat 8 和 I/II 类适配器上的翼片。

Cat 8 和 I/II 类适配器不能连接到 DSX-5000 模块。

③ 进行外部串扰测量时主测试仪与远端测试仪之间的通信用 RJ45 插头。

④ 测试通过时通过 LED 亮起。测试进行时测试 LED 亮起。测试失败时失败 LED 亮起。

⑤ 测试按钮。

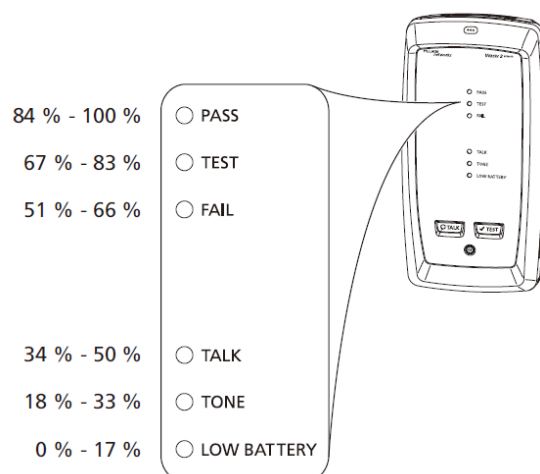
⑥ 电源按钮。Versiv 2: 按钮中的 LED 显示电池充电过程的状态。

⑦ 通话按钮。按下用耳机与链路另一端的人员进行通话。再次按下以调节音量。要关闭通话功能，再次按下。

⑧ 交流适配器接头。Versiv: 电池充电时，LED 亮红灯；电池完全充满时亮绿灯。电池不充电时 LED 呈黄色。

⑨ Micro USB 端口：通过此 USB 端口可将测试仪连接到 PC，以便在测试仪中安装软件更新。

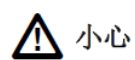
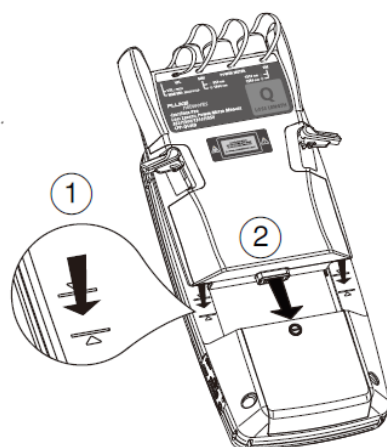
⑩ 耳机插孔



开机时测试仪远端电量确认

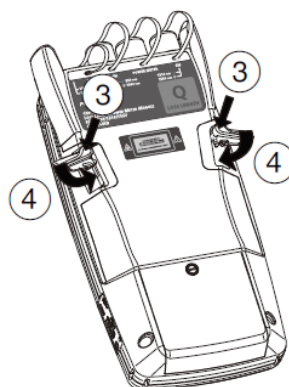
## 2.模块操作

## 安装



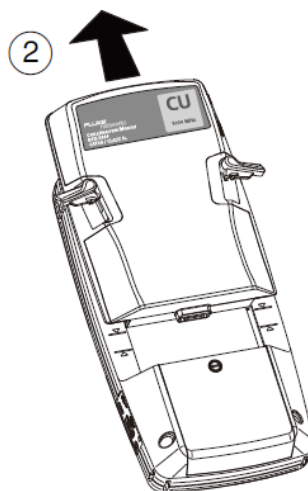
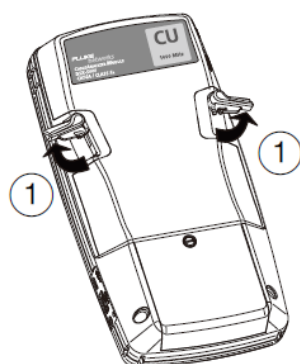
小心

要防止损坏外壳，请按下门锁 (3) 后再将其 (4) 转动。



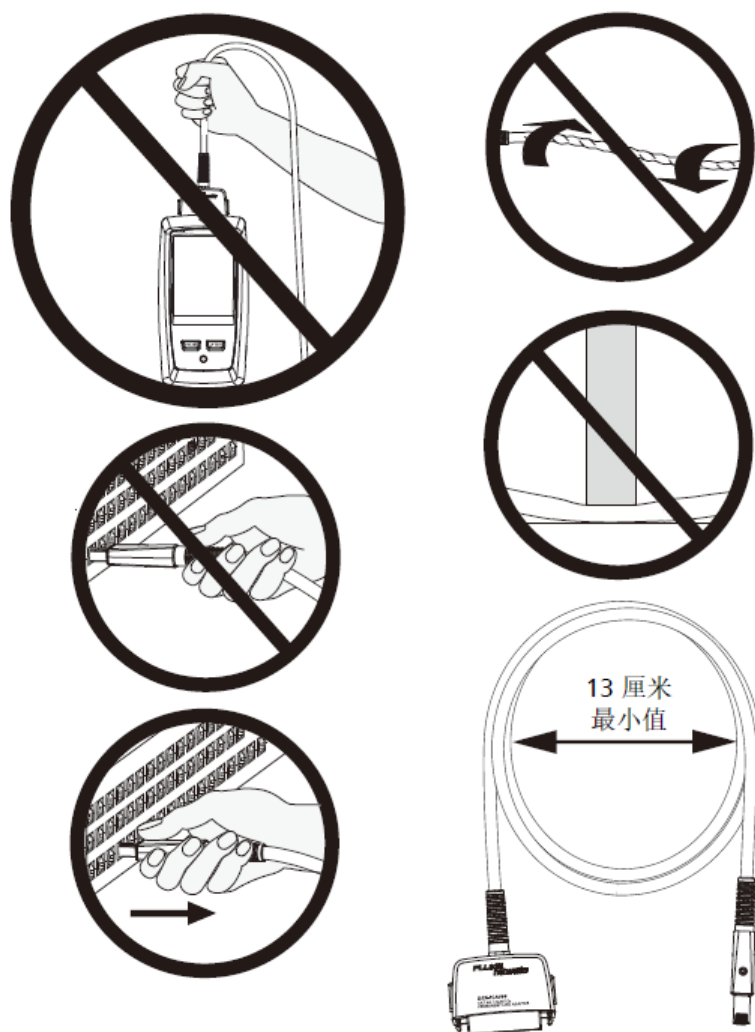
## 模块安装

### 拆卸

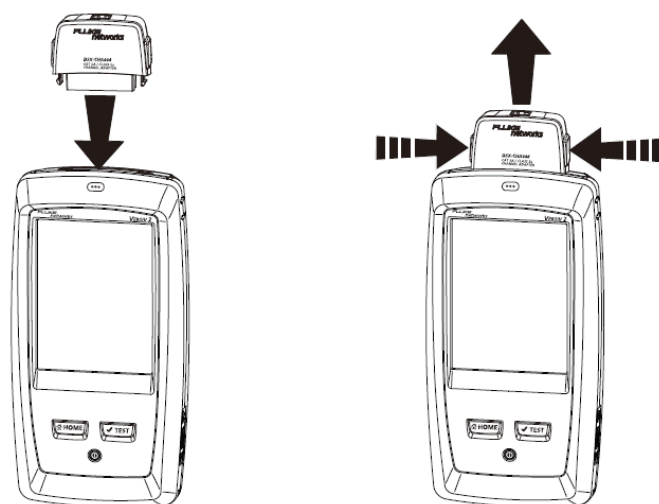


## 模块拆卸

## 3.链路接口适配器操作



## 链路接口适配器使用注意事项



## 安装和拆卸链路接口适配器

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

## 4. 开机熟悉测试界面



① 项目：项目包含作业设置，可帮助您监控作业状态。保存测试结果时，测试仪会同时将其存入项目中。轻触项目面板以编辑项目设置、选择不同的项目或建立新项目。

② 显示项目测试结果摘要：打勾表示通过的测试数，打叉表示失败的测试数，打星号表示整体出现边缘结果的测试数量。

③ 轻触测试，测试设置面板会显示测试仪将使用的设置。要更改这些设置，请轻触面板。

④ 图标显示存储绘图数据的状态和 AC 布线图设置。

⑤ 下一个 ID

⑥ 操作员：执行作业人员的姓名。最多可输入 20 个操作员姓名。还可以为每位操作员输入电子邮件地址，操作员将使用此地址作为 ID 登录 LinkWare Live。

⑦ 工具：工具菜单使您能够设置基准、查看测试仪状态，以及设置语言和显示亮度等用户首选项。

⑧ 结果：轻触结果以了解和管理保存在测试仪中的结果。

⑨ 同步：轻触同步，将项目同步至 LinkWare Live。

⑩ 测试：轻触测试，在测试设置面板中执行测试。

⑪ 已完成项目的百分比。

⑫ 连接至主机设备的模块类型。

⑬ 测试仪链路接口适配器连接到远端上的适配器且远端开启时，将显示此图标。

仅限 DSX-5000: 当测试仪使用远程通信模式时，连接图标上的箭头呈橙色。

⑭ LinkWare Live 账户的所有者启用测试仪上的资产管理服务时，会显示资产管理图标。请参见“通过桌面设备或移动设备登录到 LinkWare Live”。

⑮ 通话功能启用时，将显示此图标。要使用通话功能：

1 通过具有一个或多个良好线对的链路连接主测试仪和远端

测试仪。

2 将头戴式耳机连接到测试仪上的耳机插孔。

3 按下一个耳机麦克风上的按钮，或按下远端上的 TALK，然后对着麦克风讲话

## 模拟器操作步骤



## 任务一：熟悉线缆认证测试仪

### 任务提要

教师端 PC 机+真实测试仪/学生端 PC 机+测试仪模拟器

点击【模拟器一：线缆测试仪界面实验】

1. 进入测试仪首页，点击“项目菜单”，进入项目菜单，点击“更改项目”-“新项目”，点击屏幕上的键盘（模拟输入过程），点击“完成”，这样就完成了项目的创建，点击返回键到首页
2. 点击第二栏“测试极限值”，点击左下角“新测试”可以新建一个测试内容，也可以点击下方中间的“编辑”直接修改现有的测试内容，每个项目下面可以创建最多 10 个测试内容，返回到测试仪首页。
3. 点击“下一个 ID”，进入后可以更改和创建测试结果的 ID 名称
4. 回到首页点击下方的“结果”，可以查看之前测试仪所测的所有数据
5. 最后在首页点击“同步”，在这边通过登陆云端的账号可以把测试数据同步到云端服务器中
6. 在首页点击“工具”进入工具菜单
7. 点击“设置参照”，介绍如何设置参照，为确保精度，一般定期需要按照图例连接主机和远端进行参照设置，保证测试的精度，点击测试，查看是否有报错，如未连接远端，则按示意图进行连接，然后再次点击“测试”，成功后点击“完成”返回。
8. 点击“诊断”，介绍诊断功能，可以直接跳过参数的测试进入故障诊断的测试，随后点击返回。
9. 点击“单个测试”，可以分别点击“布线图”、“电阻”和“长度”，并简单介绍一下该参数，完成后返回工具界面
10. 点击“音频发生器”，介绍音频发生器的功能和使用场景，打开和关闭音频的界面，完成后返回

11. 点击“主端设备作为远端设备”，介绍使用的场景，完成后点击“停止”返回。
12. 点击“FiberInspector”，进入光纤显微镜模式，介绍下作用后返回
13. 点击“登陆”，通过云服务器网站注册的账号在这边进行设置登陆，以便把测试数据可以上传者该账号的云服务器中
14. 点击“网络”，测试仪自带 Wi-Fi 模块，可连接无线网络进行测试报告的上  
传
15. 点击“版本信息”，进入后可以查看当前测试仪的版本，随着新的标准更新和颁布会有新的版本，此时可以根据需求来进行升级，点击“远端”可以查看远端设备的版本信息，点击“模块”可以查看测试仪背后测试模块的信息，如序列号、校准日期等，因为线缆测试仪属于认证级的测试设备，所以需要每年对测试模块进行校准（以防测试数据有偏差），最后点击“适配器”可以查看适配器的序列号和使用次数，由于测试时经常要插拔线缆，所以测试适配器属于消耗器材，根据建议测试 5000 次左右就需要更换以便保证测试结果的正确率，完成后返回工具菜单。
16. 点击查看“电池状态”，可以看到主机和远端的电量，如要看到远端状态一定要时有线缆连通的情况下
17. 点击“内存状态”，查看当前测试仪的可用空间，返回
18. 点击“语言”，可以切换当前设备的系统语言，大陆国行只有英文和中文。
19. 点击“日期/时间”，可以设置测试仪的日期和时间，在每次测试前要注意测试仪的时间是否正确，如果测试完成后发现时间不对，在测试报告中是无法更改时间和日期
20. 点击显示屏，查看亮度设置，点击完成返回

## 实验二 铜缆认证测试

### 2.1 思路和方法

#### 【思路与方法】

进行铜缆布线认证测试前，要查看环境，确定每层楼的布线链路点位，首先判断链路类型，选择测试模型，再确定链路类型和屏蔽方式；其次设置测试仪，连接测试链路，执行测试，生成报告。

确定线缆链路类型和测试模型

确定链路类型

永久链路是信息模块到楼层配线设备之间的传输线路，包含水平线缆、模块和可选的 CP 点（固定转接点），但不包含两端跳线，如图 1.7.1。

通道链路是包含两端用户跳线，以及信息模块到楼层水平线缆配线设备之间的传输线路，如图 1.7.2。

MPTL(Modular Plug Terminated Links)链路是 RJ45 水晶头端接到楼层配线设备的传输线路，又称模块化插头端接链路。如图 1.7.3。

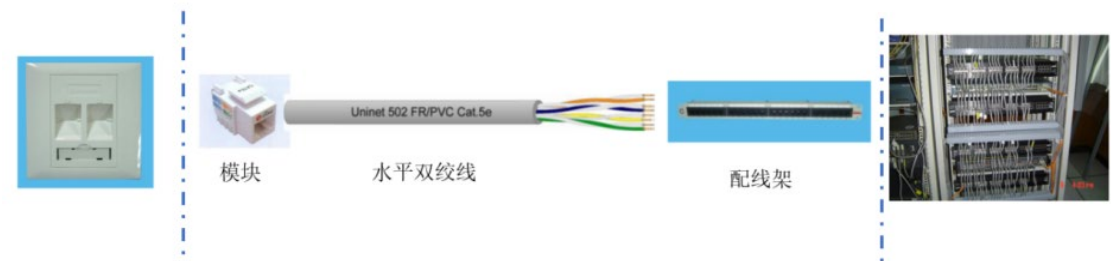


图 1.7.1 模块到配线架

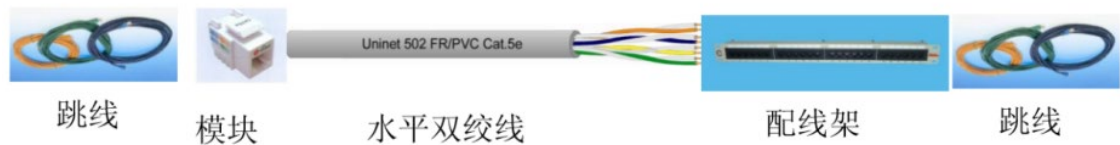


图 1.7.2 水平链路加两端跳线

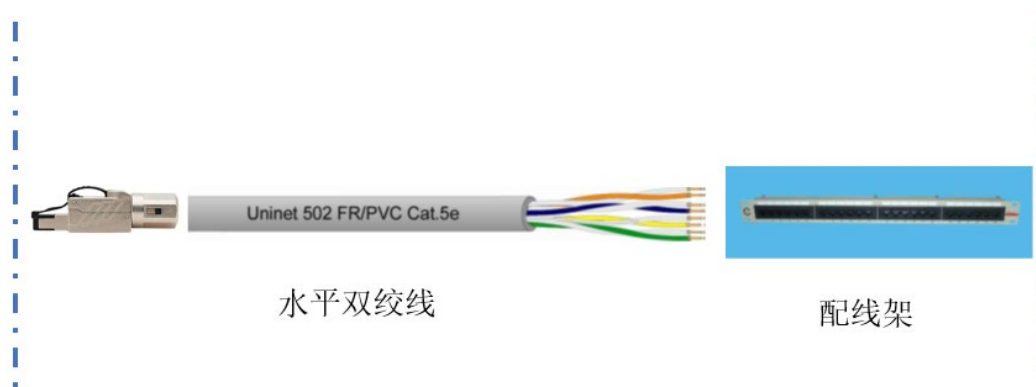


图 1.7.3 模块化插头到配线架

### 确定链路测试模型

如链路组成为 1.7.1 所示，则测试时测试仪采用永久链路测试模型。

如链路组成为 1.7.2 所示，则测试时测试仪采用通道链路测试模型。

如链路组成为 1.7.3 所示，则测试时测试仪采用 **MPTL 链路测试模型**。

### 3.判断线缆类型

识别线缆类型，判定线缆是 CAT5E、CAT6 还是 CAT6A 还是其他类型。一般可通过识别线缆表皮喷码进行识别，如图 1.7.4 所示，显示为 CAT 6，则判定为六类线。



图 1.7.4 线缆喷码（六类线）

另外，也可以通过结构进行辅助识别，如图 1.7.5 所示，不同类型双绞线结构设计是不同的，超五类线一般是没有十字骨架设计的，6 类和 6A 线缆则会采用骨架设计。



图 1.7.5 双绞线中的十字骨架设计（六类线）

并且 CAT5E，CAT6，CAT6A 绞率也是不同的，如图 1.7.6 所示，线缆等级越高，绞率越密。

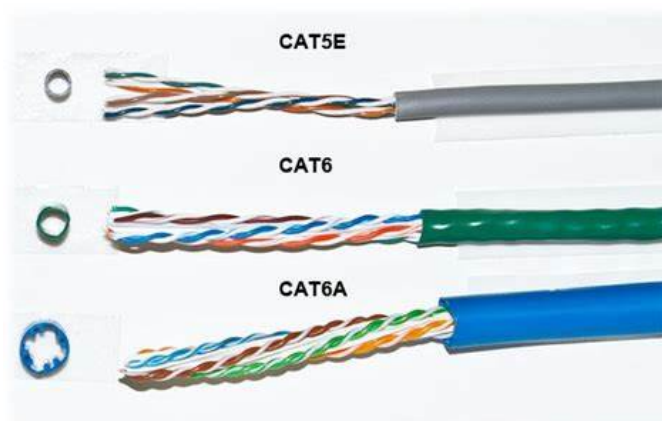


图 1.7.6 不同类型双绞线的结构

### 识别链路的屏蔽方式

识别线缆屏蔽类型，一般也可通过线缆表皮喷码进行识别，如图 1.7.4 所示，为 UTP 非屏蔽双绞线。

此外，还可以借助屏蔽结构判断。如图 1.7.7 所示屏蔽结构，分别为 UTP 非屏蔽双绞线，STP（FTP）线对屏蔽双绞线，S/UTP（F/UTP）外层屏蔽内层非屏蔽双绞线，S/STP(S/FTP)外层屏蔽内层屏蔽双绞线。

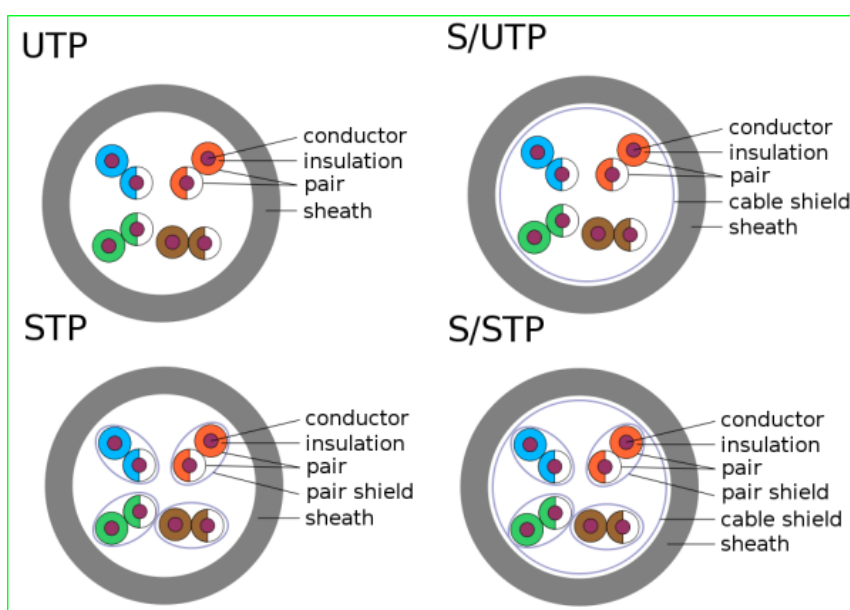




图 1.7.7 屏蔽结构

选定标准执行测试

连接测试仪和被测链路

按照不同链路模型进行线缆连接。如图 1.7.8 所示为永久链路测试模型连接方式，图 1.7.9 所示为通道链路测试模型连接方式，图 1.7.10 所示为 MPTL 链路测试模型连接方式。

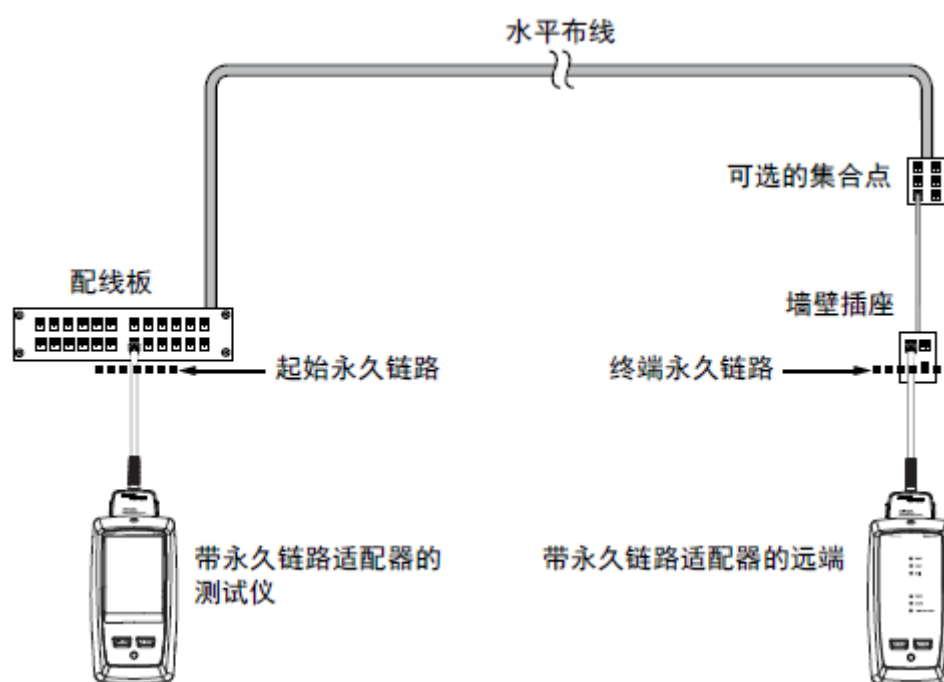


图 1.7.8 永久链路测试模型连接方式

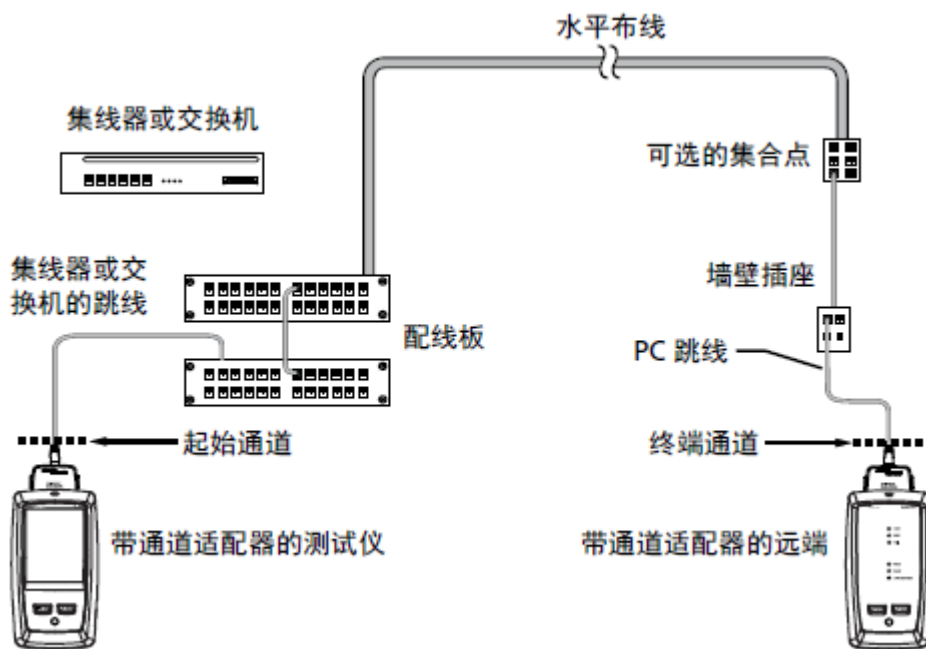
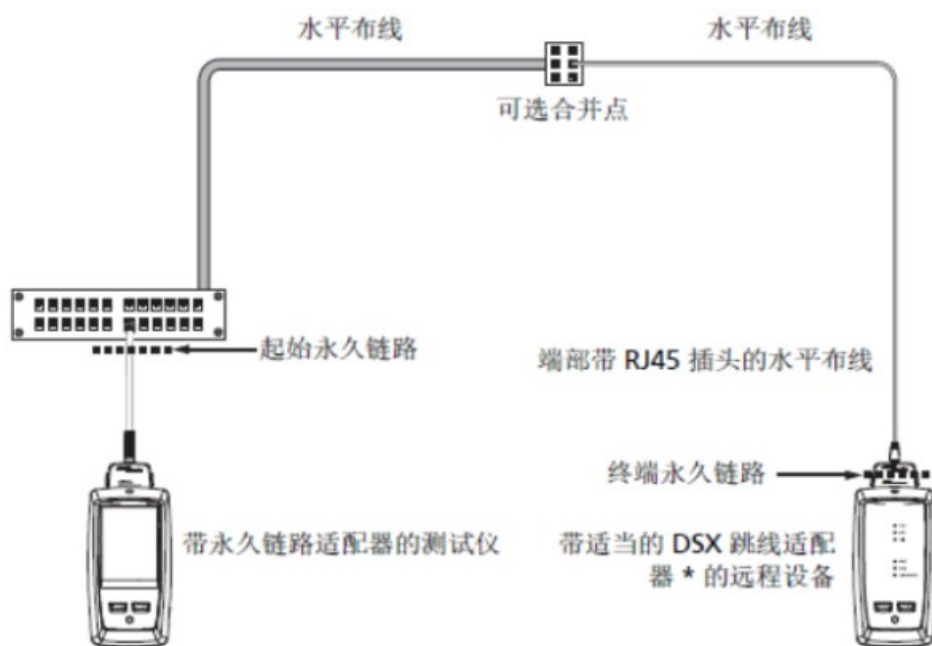


图 1.7.9 通道链路测试模型连接方式



\* 请使用与链路中的电缆类别相匹配的 DSX 跳线适配器。

图 1.7.10MPTL 链路测试模型连接方式

选定标准进行测试

按照不同链路模型，选择测试标准，进行线缆测试，测试建筑物布线系统内的每一条双绞线链路，每测试完一条链路，命名并存储测试结果，直至所有链路测试完毕。

## 2.2 相关设备和附件

测试需要结合现场布线情况，更换不同的测试适配器，常见设备和适配器及数量（如图 1.7.11 所示）：

（1）福禄克网络 DSX2-5000 线缆认证测试仪 x 1

（2）永久链路适配器 x 2

（3）通道链路适配器 x 2

（4）5E 类跳线链路适配器 x 2

（5）6 类跳线链路适配器 x 2

（6）6A 类跳线链路适配器 x 2



图 1.7.11 DSX2-5000 测试仪和适配器

## 任务一 使用测试仪选择铜缆验收标准进行测试

注意事项:

- (1) 如测试中有 **PoE** 链路或电话线链路时，请确认链路处于无源状态；
- (2) 如测试中被测链路端口或连接头有损坏，请勿强行与测试仪进行连接；
- (3) 如测试仪亏电，请充电后再使用；
- (4) 测试需要按照训练活动的测试步骤，逐步执行，对于生成的测试结果，及时存储报告，随时了解通过率百分比情况。
- (5) 测试中经常会遇到不通过的情形，可运用仪器上的线序图、长度、**HDTDR** 和 **HDTDx** 故障定位技术，了解不通过原因和位置。

## 【操作要领】

### 设置基准

(1) 选择福禄克 DSX2-5000 线缆认证测试仪，包括主机、远端和适配器，图 1.7.11。

(2) 关机状态下，将一个“DSX-PLA004”永久链路适配器安装于主机，一个“DSX-CHA004”通道链路适配器安装于远端。

(3) 开机，进入主界面，选择工具->设置参照，如图 1.7.12，按下测试，等待几秒钟，至参照设置完成。

(4) 取下测试适配器，备用。



图 1.7.12 设置参照

### 安装测试适配器

(1) 保持开机状态，将测试标准对应的测试适配器安装在主机、远端上。

(2) 当选择“ TIA CAT 6A PERM.LINK”永久链路测试标准时，主机远端各安装一个“DSX-PLA004”永久链路适配器；

(3) 当选择“ TIA CAT 6A CHANNEL”通道测试标准时，主机远端各安装一个“DSX-CHA004”通道适配器；

(4) 当选择 “ TIA CAT 6A CHANNEL+MPTL” MPTL 测试标准时，主机安装一个“DSX-PLA004”永久链路适配器，远端安装一个“DSX-PC6A”跳线链路适配器。

新建测试项目

新建一个测试项目，按表 1.7.1 步骤①-⑫所示步骤，标准选择 TIA Cat 6A 通道。

表 1.7.1 新建测试项目步骤

<p>步骤①：在主界面选择第二栏</p> 	<p>步骤②：选择“新测试”</p> 	<p>步骤③：选中“模块：DSX-5000”选项</p> 
<p>步骤④：选择 DSX-5000 模块</p>	<p>步骤⑤：选中线缆类型项</p>	<p>步骤⑥：选择线缆类型</p>



<p>步骤①：在主界面选择第二栏</p> 	<p>步骤②：选择“新测试”</p> 	<p>步骤③：选中“模块：DSX-5000”选项</p> 
<p>步骤⑦：选中测试极限值项</p> 	<p>步骤⑧：选择测试极限值</p> 	<p>步骤⑨：保存设置</p> 
<p>步骤⑩：选中“使用所选的”</p> 	<p>步骤⑪：完成 TIA 6A 标准选择</p> 	

## 执行测试

(1) 如图 1.7.13~图 1.7.14 所示，按下测试 Test 键，进行 TIA Cat 6A 通道标准测试，得到通过或失败的结果，如下图中，本图中显示失败，即当前线缆不符合 TIA CAT6A 的标准。

(2) 请按照对应的 CAT5E，CAT6，CAT6A TIA 标准进行测试。



图 1.7.13 测试进程



图 1.7.14 测试失败时的界面图例

(3) 如测试失败，按下稍后解决按钮，再按下存储按钮保存测试报告；如测试成功，按下存储按钮保存测试报告。

(4) 继续寻找下一条链路进行测试，直至整个建筑物布线系统内所有铜缆信息点测试完成。

## 任务二 导出测试报告

本章需要结合 **Linkware** 报告管理软件

## 注意事项

(1) 确保测试仪处于平稳位置，不易摔落，再连接数据线，进行报告导出操作；

(2) 如测试仪亏电，请充电后再使用；

### 【操作要领】

1.在 PC 电脑上安装福禄克最新版本的 **LinkWare PC** 软件。

2.打开测试仪并启动 PC 电脑上的 **LinkWare PC** 软件。

3.使用随机附带的 **USB** 数据线将测试仪上的 **Micro USB** 端口连接到 PC 上的 **A 型 USB** 端口。请参如图 1.7.15。



4.在 **LinkWare PC** 工具栏中单击。随后选择一个产品从一台测试仪进行导入。

5.在 **LinkWare PC** 中的导入对话框中，选择要导入的结果和保存的位置。

导入数据，如图 1.7.16，然后保存原始数据（**flw**）格式，并生成 **pdf** 报告。

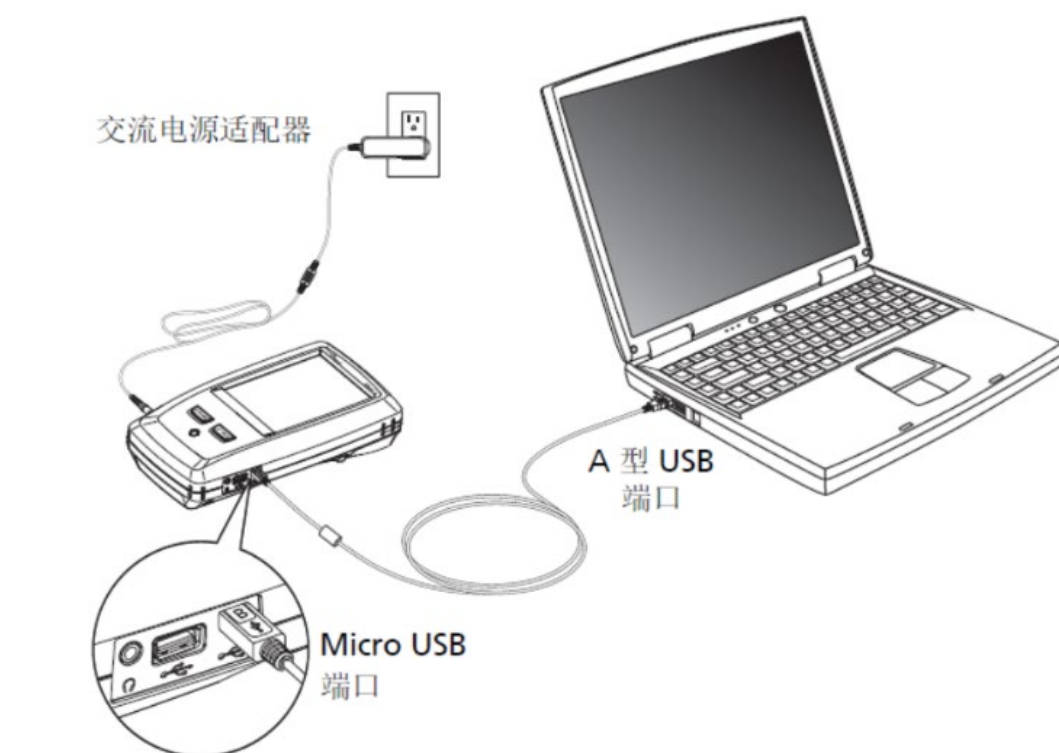


图 1.7.15 USB 数据线连接示意图

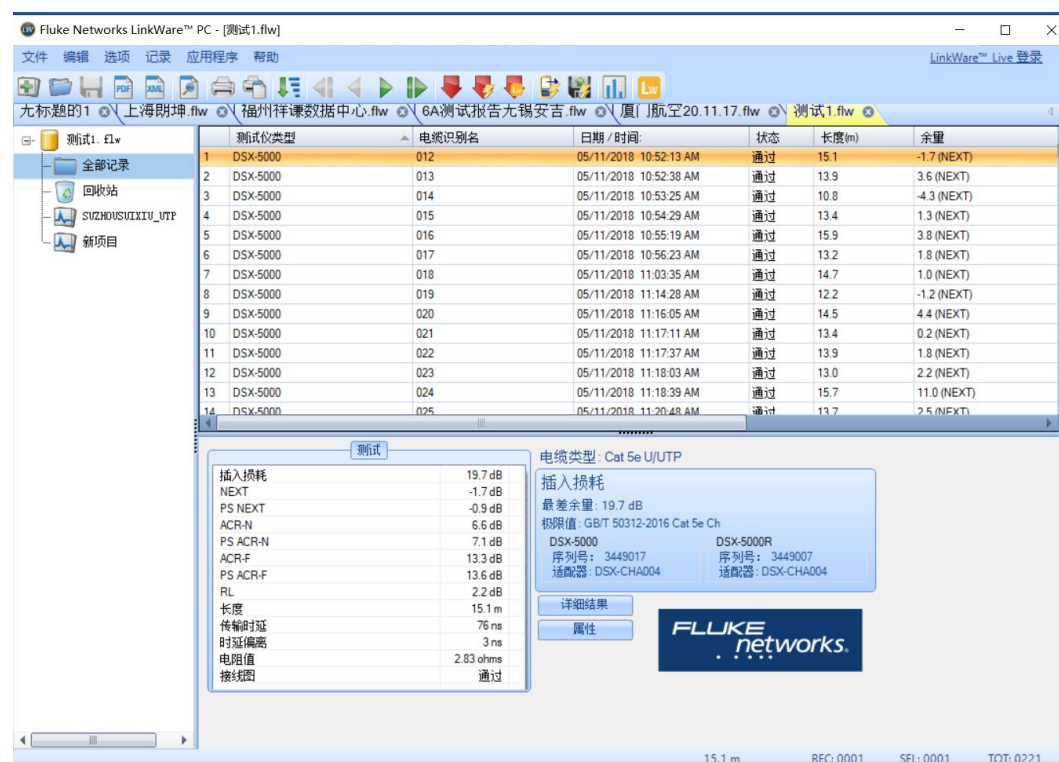


图 1.7.16 导入的测试数据

## 模拟器操作步骤

### 任务一：使用测试仪选择铜缆验收标准进行测试

#### 任务提要

教师端 PC 机+真实测试仪/学生端 PC 机+测试仪模拟器

#### 永久链路测试 CAT6A 的非屏蔽链路

1. 打开【模拟器二：铜缆认证测试】，可以要求学生跟着老师一起操作，老师用教师端 PC 机+真实测试仪，学生用学生端 PC 机+测试仪模拟器
2. 点击首页第二栏“当前极限值内容”菜单，进入后点击左下角“新测试”，点击“电缆类型”，点击选择“Cat 6A U/UTP”
3. 点击“测试极限值”，选择“更多”，选择“ISO”的标准，点击“Class Ea”，选择“ISO11801 PL2 Class Ea”，点击“保存”-“使用所选的”，在首页点击“测试”键开始测试
4. 测试完成后点击下方的“保存”按钮，自动识别 ID 并再次点击“保存”，（留意左上方出现命名好的线缆 ID），完成测试
5. 点击性能，可以查看该条链路的测试数据
6. 关闭退出模拟器

#### 通道适配器测试 CAT6A 的非屏蔽链路

1. 重新打开【模拟器二：铜缆认证测试】实验
2. 点击首页第二栏“当前极限值内容”菜单，进入后点击左下角“新测试”，点击“电缆类型”，点击选择“更多”-“通用”，进入后往下找到“Cat 6A U/UTP”
3. 点击“测试极限值”，选择“更多”，选择“TIA”-“Cat 6A”，进入后选择“TIA Cat 6A Channel”，点击“保存”-“使用所选的”，在首页点击“测试”键开始测试
4. 测试完成后点击下方的“保存”按钮，自动识别 ID 并再次点击“保存”，（留意左上方出现命名好的线缆 ID），完成测试
5. 点击性能，可以查看该条链路的测试数据
6. 关闭退出模拟器

#### 应用标准测试 CAT5e 的屏蔽链路


1. 重新打开【模拟器二：铜缆认证测试】实验
2. 点击首页第二栏“当前极限值内容”菜单，进入后点击左下角“新测试”，点击“电缆类型”，点击选择“更多”-“通用”，进入后往下找到“Cat 5e F/UTP”

3. 点击“测试极限值”，选择“更多”，选择“应用”，进入后选择“2.5GBASE-T”，点击“保存”-“使用所选的”，在首页点击“测试”键开始测试
4. 测试完成后点击下方的“保存”按钮，自动识别 ID 并再次点击“保存”，（留意左上方出现命名好的线缆 ID），完成测试
5. 点击性能，可以查看该条链路的测试数据
6. 关闭退出模拟器

## 任务二：导出测试报告

### 任务提要

此任务老师用教师端 PC 机+真实测试仪，学生端 PC 如果可以安装软件，则将 LinkWare PC 软件分发，由学生自行安装在学生端 PC 机

1. 打开启动电脑上的 LinkWare PC 软件
2. 使用 USB 数据线将测试仪上的 Micro USB 端口连接到 PC 上的 A 型 USB 端口（教师端 PC 机+真实测试仪）（学生端 PC 机打开老师导出后的分发给学生的 Linkware 格式原始数据 flw 格式）
3. 在 LinkWare PC 工具栏中点击，随后选择一个“DSX CableAnalyzer”，选择所有报告
4. 点击工具栏中的保存图标键进行保存，也可以点击 PDF 图标键进行保存
5. 点击“文件”-“pdf”-“自动测试报告”，学生端生成 pdf 测试报告

# 实验三 铜缆故障分析

## 3.1 思路和方法

### 【思路与方法】

如果要排除双绞线布线中的问题和故障，首先要知道常见的故障分哪几类，并且分析这些故障产生的原因是什么，然后才能针对不同的故障原因，进行修复或整改。

### 一、常见的故障问题

#### 1.连通性故障问题



主要包括：接线图（线序图）、长度、传输时延、时延偏离等参数失败问题。

2.性能故障问题

主要包括：衰减/插入损耗、近端串音、回波损耗、近端串音功率和、衰减近端串音比、衰减远端串音比、衰减近端串音比功率和、衰减远端串音比功率和等参数失败问题。

3.平衡性故障问题

主要包括：DC 电阻不平衡、传输不平衡 TCL 和 ELTCTL 等参数失败问题。

二、常见故障问题产生的原因

1.接线图故障原因

Wire Map 接线图是指线缆两端的打线方式，最常见的打线方法有两种，T568A、T568B 如图 1.8.1 示：

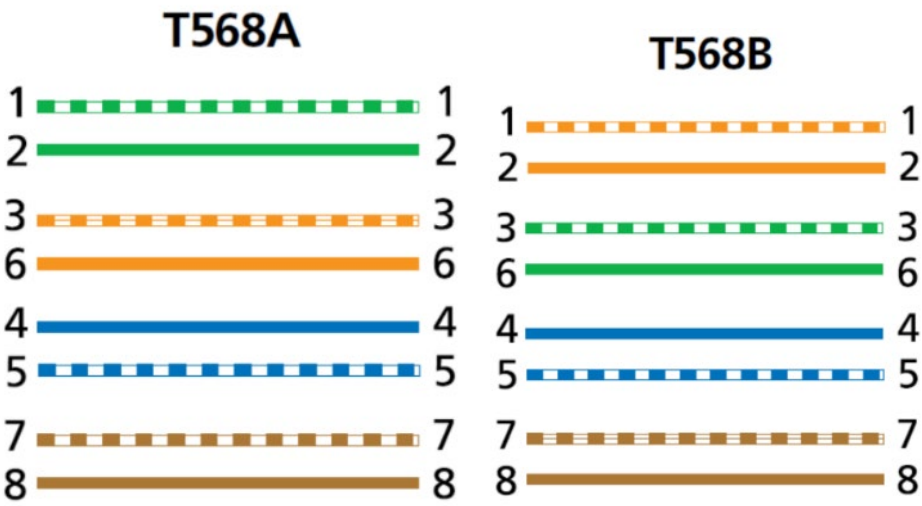


图 1.8.1 常见打线方法

以下是常见的打线错误的例子：

### （1）开路

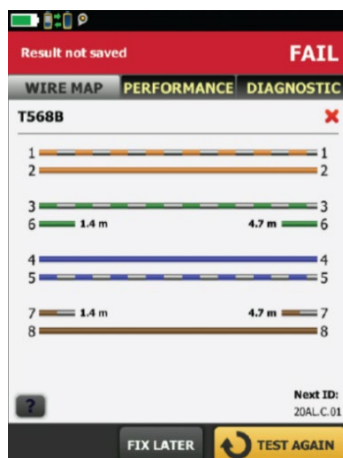


图 1.8.2 接线图示意图

线缆中有断开现象，如图 1.8.2，一般造成原因是水晶头处线缆接触不良，故障位置为离主机端（左侧）1.4m 处，离远端（右侧）4.7m 处。

### （2）短路

短路指线缆中有一芯或多芯铜线互相接触，或与屏蔽层等金属接触，导致短路。

### （3）错对/跨接

错对或跨接指布线过程中两端的打线方法混用，如图 1.8.3 所示，即一端使用了 568A 另一端使用了 568B 的打线方法，通常此种打线方法用在网络设备的级连、网卡间互连，但作为一般的布线来说建议保持两端的打线方法一致。

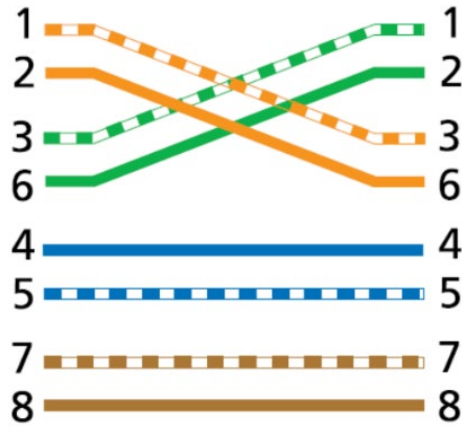


图 1.8.3 错对/跨接示意图

#### (4) 反接

反接指由于线缆中一对线的两端正负极连接错误，如 568B 中为 pin1 的橙白线为第一线对的正极，pin2 的橙线为负极，这样可以形成直流环路，反接就是同一线对的正负极接反了。

#### (5) 串绕

标准中规定的是 1-2 为一线对，3-6 为一线对，串绕指把 3-6 线对接到 3-4，造成双绞线干扰抵消特性破坏，NEXT(近端串音)变大。

## 2. 长度故障原因

标准中各个测试模型所定义的长度不同，超过标准定义极限长度则视作错误。

**\*\*Permanent Link 永久链路：**\*\*长度极限为 90m，包括了两端的模块及同模块相连的测试跳线插头，但不包括跳线本身。

**\*\*Channel Link 通道链路：**\*\*长度极限为 100m，包括了两端的测试跳线、链路中的转接和信息插座模块。

**\*\*MPTL 链路：** \*\*长度极限为 90m，包括了一端的模块以及另一端的插头。

### **3.衰减/插入损耗故障原因**

衰减或插入损耗定义为链路中传输所造成的信号损耗(以分贝 dB 表示)，衰减/插入损耗不通过一般和线缆设计、制造相关，一般无法用单一手段准确定位。

### **4.NEXT 近端串音故障原因**

串音分为近端串音（Near End Crosstalk，NEXT），和远端串音（Far End Crosstalk，FEXT）两种。远端串音无法直接测得，一般通过 ACR-F 看作等效的 FEXT。

近端串音单位为 dB，为负值，但取绝对值，故值越高越好。

### **5.PSNEXT 近端串音功率和故障原因**

近端串音功率和，是所有其它线对对一对线的近端串音的功率之和。其故障原因和定位原理同 NEXT 参数相似。

### **6.Return Loss 回波损耗故障原因**

当一对线在传输过程中遇到阻抗不匹配的情况时就会引起信号的反射或回波，当整条链路有阻抗异常点，就会有反向的反射或回波。一般情况下双绞线链路的特性阻抗为 100 欧姆，在标准里可以有 $\pm 5\%$ （线缆）的浮动，如果超出范围则视作阻抗不连续或不匹配。

### **7.Propagation Delay 传输时延故障原因**

信号在每对线对上传输的时间，用 ns 表示。一般极限值为 555ns。如果线缆过长，传输时延变大，会造成延迟碰撞增多。

## 8.Delay Skew 时延偏离故障原因

信号在各线对上传输时，时延最小和最大的差值，用 ns 表示，一般 100m 链路范围在 50ns 以内，如果时延偏离过大，会造成传输失败。

## 9.ACR -N 衰减近端串音比故障原因

衰减近端串音比为衰减与串音的比值(以分贝表示)，并非另外的测量，而是两者的计算结果。其含义是一对线对感应到的泄漏的信号(NEXT)与预期接受的经过衰减的信号(Attenuation)的比较，最后的值应该是越大越好。

## 10.ACR-F 衰减远端串音比故障原因

ACR-F(旧称 ELFEXT)是相对于衰减的 FEXT(FEXT 与 Attenuation 的比值（对数为差值），类似 ACR)，即经过了衰减后到达对端得 FEXT。如比值偏小，则到达对端的信号不容易和干扰信号区分。

## 11.PS ACR-N 衰减近端串音比功率和故障原因

衰减近端串音比功率和指多对线对一对线形成的近端串音功率和同衰减或插入损耗的比值。比值偏小，则传输信号不容易和干扰信号区分。

## 12.PS ACR-F 衰减远端串音比功率和故障原因

衰减远端串音比功率和(旧称 PS ELFEXT)，同样是一对线受到其他线对的影响，类似于 PS ACR-N，只不过定义为多对线对一对线形成的远端串音功率和同衰减或插入损耗的比值。如图 1.8.11，如比值偏小，则到达对端的信号不容易和干扰信号区分。

## 13.DC 电阻不平衡故障原因

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

电阻不平衡会导致电缆通道中的电流不平衡，从而在双绞线进行 PoE 供电时，可能导致电源供电设备（PSE）网络变压器饱和，无法正常传输信号。

#### 14.传输不平衡 TCL 和 ELTCTL 故障原因

网络中传输的为平衡信号，如果链路具有良好的平衡性，则可以消除注入电缆的大部分噪声。还可指示链接发出多大信号。

如果传输链路平衡性差，则注入电缆的噪声将成为信号的一部分。链路中的不平衡会导致线对上的注入电压不相等。

这有可能引起网络数据帧传输产生错误，从而导致信号重新传输并降低网络性能。这在延迟至关重要的应用中尤成问题。在数据中心特别嘈杂并且以微秒为单位测量事务处理时间的情况下，重新传输信号也会导致网络处理明显延迟增加。

电缆损伤、制造工艺问题均可导致传输不平衡的现象。

### 3.2 相关设备和附件

本章节内容可参考《信息网络布线》 华东师范大学出版社，上海朗坤参与编写测试部分内容

测试需要结合现场布线情况，更换不同的测试适配器，常见设备和适配器及数量（如图 1.7.11 所示）：

- （1）福禄克网络 DSX2-5000 线缆认证测试仪 x 1
- （2）永久链路适配器 x 2
- （3）通道链路适配器 x 2
- （4）5E 类跳线链路适配器 x 2
- （5）6 类跳线链路适配器 x 2

(6) 6A 类跳线链路适配器 x 2



图 1.7.11 DSX2-5000 测试仪和适配器

## 任务一 接线图问题故障分析

### 任务一 接线图问题故障分析

一般测试正常，则测试设备在测试界面右上方显示“通过”，顶部背景色为绿色，如存在问题，则右上方显示“失败”，顶部背景色为红色。测试失败的链路，测试结果会显示失败的参数，以红叉表示，以下通过六个不同任务，需要你对失败参数进行分析，找出故障问题原因，并修复故障。



(a) 通过 (b) 失败

## Ø 注意事项

(1) 测试中经常会遇到各种测试不通过的情形，故障原因可能是单一故障，也可能是复杂故障，有的故障可以定位，有的故障无法定位，须结合不通过的原因进行综合故障分析或定位。

(2) 定位可运用仪器上的 **HDTDR** 和 **HDTDx** 故障定位技术，分别定位回波损耗故障以及串音类故障。

## 任务一：接线图问题故障分析

### 【操作要领】

#### 1. 确定错误类型

测试结果未通过时，查看是否为接线图问题。

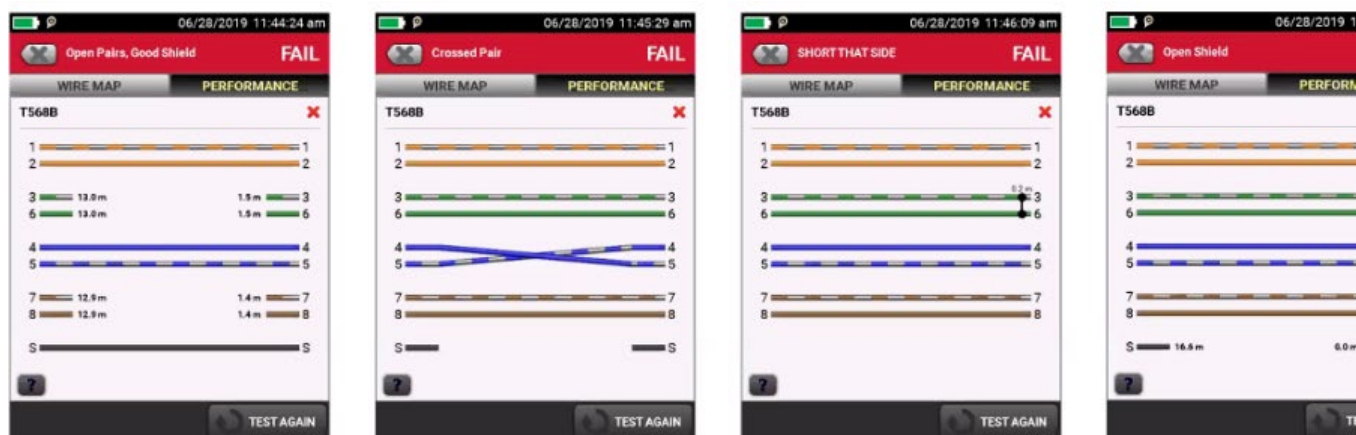
#### 2. 接线图问题故障分析

查看结果中接线图详情。如图 1.8.20，判断各种接线图故障类型。





(a) (b) (c)



(d) (e) (f) (g)

图 1.8.20 接线图测试结果

图 1.8.20 接线图类型中，自 (a) 到 (g) 分别为通过、跨接、串绕、开路、交叉、短路、屏蔽不连续等。对照你的测试结果，判断属于何种接线图故障。

### 3.记录接线图问题分析故障原因

按照表 1.8.1 格式，填写故障类型、故障定位和原因分析。

表 1.8.1 故障类型、故障定位和原因分析

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

故障类型	主要故障位置 and 原因分析（样例）
开路	3 线路于近端 2.5m 处开路，于远端 17.5m 处开路
短路	7,8 线对于近端 3.7m 处短路
跨接	1,2-3,6 线对跨接
交叉	1, 2 线对交叉
串绕	3,4-5,6 线对串绕
屏蔽不连续	近端 2m 处屏蔽层不连续
乱序	多线路线序错误

#### 4.修复故障链路

对于线序错误问题，重打模块或水晶头，进行修复。

对于开路短路问题，查看距离，找到故障位置，并尝试修复，如不能修复，则更换线缆。

对于屏蔽问题，查看距离，找到故障位置，重做屏蔽，进行修复。

## 任务二 长度类问题故障分析

### 任务二 长度类问题故障分析

#### 【操作要领】

#### 1.确定错误类型

测试结果未通过时，查看是否为长度、传输时延或时延偏离问题。如图 1.8.21 所示。

#### 2.长度类问题故障分析

查看结果中长度详情，在测试分析时，传输时延和长度属于同一类问题，时延偏离属于线对间长度偏差问题。

传输延迟 (ns)	延迟时差 (ns)	长度* (m)
1,2	426	15
3,6	411	0
4,5	415	4
7,8	424	13
极限	498	44

\* 仅在最短线对上测量长度。

## 任务三 衰减类性能问题故障分析

### 任务三 衰减类性能问题故障分析

本章节内容可参考《信息网络布线》华东师范大学出版社，上海朗坤参与编写测试部分内容

#### 【操作要领】

#### 1.确定错误类型

测试结果未通过时，查看是否为衰减/插入损耗等问题。

#### 2.衰减类问题故障分析

查看结果中衰减/插入损耗详情。如图 1.8.22 所示。

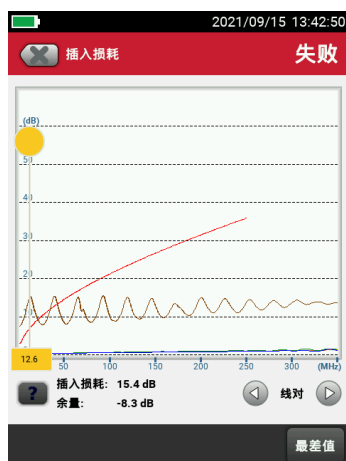


图 1.8.22 衰减/插入损耗测试结果

3.记录衰减类问题分析故障原因

按照表 1.8.3 格式，填写故障类型、故障定位和原因分析。

表 1.8.3 故障类型、故障定位和原因分析

故障类型	主要故障位置和原因分析（样例）
衰减/插入损耗失败	线缆设计缺陷或超长或浸水

4.修复故障链路

衰减/插入损耗不通过一般和线缆设计、制造相关，一般无法用单一手段准确定位，多数情况下也难以修复(需要更换线材)，但如果施工中或使用中出现线缆超长、浸水或屏蔽受损不连续，也将会引起衰减/插入损耗不通过。

任务四 串音类性能问题故障分析

任务四 串音类性能问题故障分析

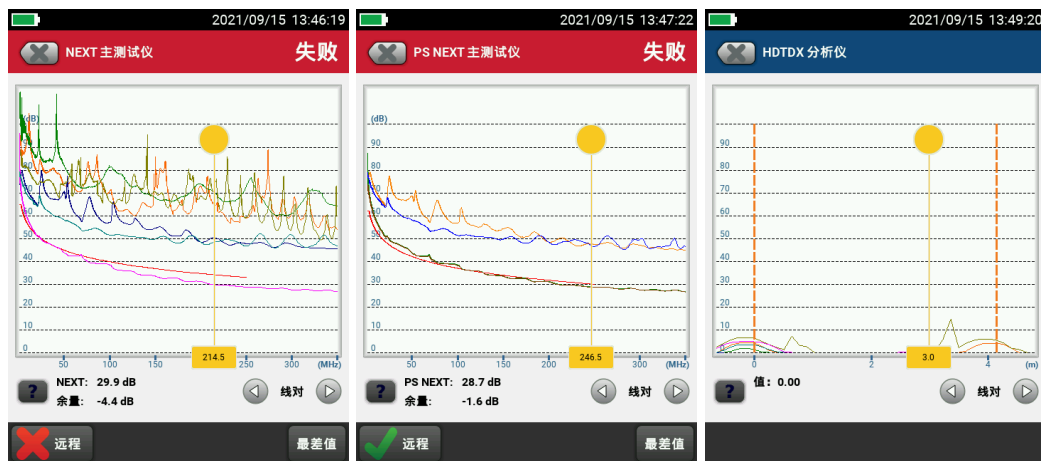
【操作要领】

1.确定错误类型

测试结果未通过时，查看是否为近端串音、近端串音功率和、衰减近端串音比、衰减远端串音比、衰减近端串音比功率和、衰减远端串音比功率和等问题。如图 1.8.23 所示。

2.串音类问题故障分析

查看 HDTDX 分析中串音发生位置信息。



(a) NEXT 失败 (b) PS NEXT 失败 (c) HDTDX 定位

图 1.8.23 串音测试结果

### 3.记录串音类问题分析故障原因

按照表 1.8.4 格式，填写故障类型、故障定位和原因分析。

表 1.8.4 故障类型、故障定位和原因分析

故障类型	主要故障位置和原因分析（样例）
近端串音 NEXT 失败	近端 2.3m 处，线对间干扰超标
综合近端串音 PS NEXT 失败	近端 2.3m 处，线对组间干扰超标
衰减近端串音比 ACR -N 失败	近端 2.3m 处，线对间抗干扰能力不达标
衰减远端串音比 ACR -F 失败	线对间抗干扰能力不达标（无法定位）
衰减近端串音比功率和 PS ACR -N 失败	近端 2.3m 处，线对组间抗干扰能力不达标
衰减远端串音比功率和 PS ACR-F 失败	线对组间抗干扰能力不达标（无法定位）

### 4.修复故障链路

对于串音故障为某一个位置点造成的，则尝试修复该位置，可重打该处模块或水晶头，保证各线对开绞距离尽量小，如测试仍不通过，则更换该处模块或水晶头再行测试，判断是否通过测试。

对于串音故障为某一段链路造成的，则替换该段链路，如无法替换，则弃用该链路。

## 任务五 回波损耗性能问题故障分析

### 任务五 回波损耗性能问题故障分析

本章节内容可参考《信息网络布线》华东师范大学出版社，上海朗坤参与编写测试部分内容

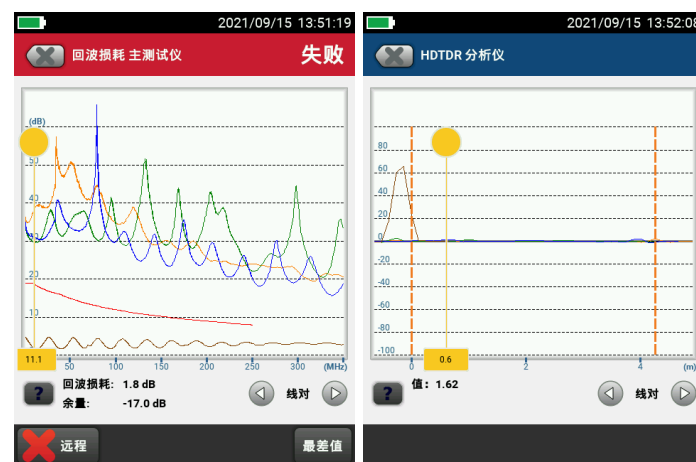
#### 【操作要领】

#### 1.确定错误类型

测试结果未通过时，查看是否为回波损耗问题。如图 1.8.24 所示。

#### 2.长度问题故障分析

查看 HDTDR 分析中回波发生位置信息。



(a) 回波损耗失败 (b) HDTDR 定位

图 1.8.24 回波损耗测试结果

#### 3.记录回波损耗问题分析故障原因

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

按照表 1.8.5 格式，填写故障类型、故障定位和原因分析。

表 1.8.5 故障类型、故障定位和原因分析

故障类型	主要故障位置和原因分析（样例）
回波损耗失败	近端 2.5m 处，1-2 线对阻抗不匹配，回波超标
回波损耗失败	近端 5 到 10m 段，3-6 线对阻抗不匹配，回波超标

4.修复故障链路

对于回波损耗故障为某一个位置点造成的，则尝试修复该位置，可重打该处模块或水晶头，保证每对线间距变化尽量小且均匀，如测试仍不通过，则更换该处模块或水晶头再行测试，判断是否通过测试。

对于回波损耗故障为某一段链路造成的，则替换该段链路，如无法替换，则弃用该链路。

任务六 平衡性问题故障分析

任务六 平衡性问题故障分析

本章节内容可参考《信息网络布线》华东师范大学出版社，上海朗坤参与编写测试部分内容

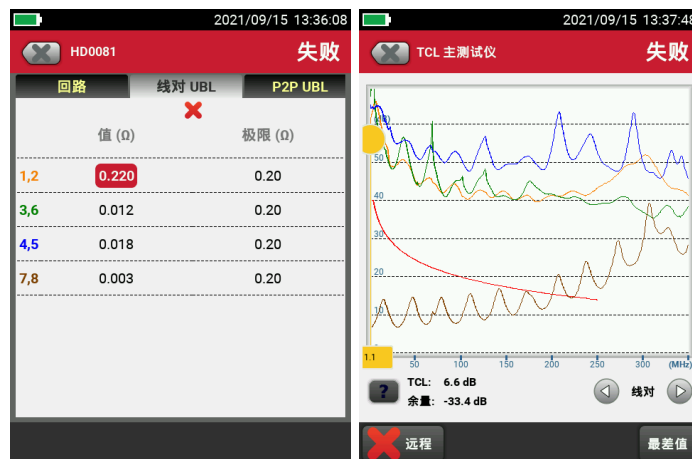
【操作要领】

1.确定错误类型

测试结果未通过时，查看是否为平衡性问题。

2.平衡性问题故障分析

查看结果中电阻平衡性和传输平衡性详情，如图 1.8.25 所示。电阻平衡性在电阻结果一栏中进行分析，传输平衡性在 TCL 和 ELTCTL 中查看。



(a) 电阻平衡性失败 (b) 传输平衡性失败

图 1.8.25 平衡性测试结果

### 3.记录平衡性问题分析故障原因

按照表 1.8.6 格式，填写故障类型、故障定位和原因分析。

表 1.8.6 故障类型、故障定位和原因分析

故障类型	主要故障位置和原因分析（样例）
电阻不平衡	电阻线对间阻值不平衡或线对与线对间阻值不平衡
传输不平衡	TCL 和 ELTCTL 抗外部干扰能力不达标

### 4.修复故障链路

对于电阻不平衡故障，原因可能为压接不到位或者电阻特性不稳定。尝试再次压接模块或水晶头，测试平衡是否改善，如未改善，需要分段测试排除有问题链路节点。

对于传输不平衡故障，原因可能为线缆对地阻抗的不均衡，这很难通过现场修复，一般通过更换高稳定性的线缆来改善传输平衡性。

## 模拟器操作步骤



•模拟实验-铜缆故障分析（30 分钟）

1. 打开【模拟器三：铜缆故障分析】，可以要求学生跟着老师一起操作，老师用教师端 PC 机+真实测试仪，学生用学生端 PC 机+测试仪模拟器
2. 在测试仪首页，在项目栏目中可以看到有 8 条失败的测试结果，点击“项目”进入后再次点击 8 条失败测试结果就能看到这 8 条测试的数据，也可以在测试仪首页直接点击“结果”菜单进入查看测试结果
3. 接线图问题故障分析：分别点击“TEST1-1”、“TEST1-2”和“TEST1-3”，查看不同的接线图问题，并分析故障类型和位置。
  - TEST1-1，点击“布线图”，观察每芯线的情况，对照本实验理论课中故障知识进行归类判断；点击性能，观察长度和电阻情况。
  - TEST1-2，点击“布线图”，观察每芯线的情况，对照本实验理论课中故障知识进行归类判断；点击性能，观察长度和电阻情况。
  - TEST1-3，点击“布线图”，观察每芯线的情况，对照本实验理论课中故障知识进行归类判断；点击性能，观察长度和电阻情况。
4. 长度类问题故障分析：返回结果界面，点击“TEST2”，该结果显示长度过长，点击进入查看故障描述，返回。对照本实验理论课中故障知识进行归类判断。

点击“性能”-“长度”来查看每对线缆的长度和标准要求的长度范围，此时极限长度是 90 米（说明是永久链路的标准），不合格的红框标识在 102 米，说明判定是按照 4 对线最短的一对定义为被测双绞线的长度。
5. 衰减类性能问题故障分析：返回结果界面，点击“TEST3”，故障信息中会提示近端有个的接头电阻的故障，点击“HDTDR 分析仪”观察曲线基于长度的变化情况，返回，点击“HDTDX 分析仪”观察曲线基于长度的变化情况，返回。

点击“性能”观察不通过的参数，插入损耗，对照本实验理论课中故障知识进行归类判断，衰减/插入损耗过大一般和线缆设计、制造相关，一般无法用单一手段准确定位。

点击“线对”左右切换，观察 4 对不同线对的插入损耗情况，比较 1-2，3-6，4-5，7-8 线对，其中 1-2 线对明显插入损耗情况最差，结合 HDTDR 和 HDTDx 结果，此线缆存在设计或制造上缺陷，无法达到相应标准要求。

6. 串音类性能问题故障分析：返回结果界面，点击“TEST4”，查看故障信息。对照本实验理论课中故障知识进行归类判断。

点击“HDTDR 分析仪”观察曲线基于长度的变化情况，返回，

点击“HDTDx 分析仪”观察曲线基于长度的变化情况，返回。

点击“性能”“NEXT”，点击“线对”左右切换，观察 6 组不同线对组间 NEXT 的情况，比较“主机”12-36，12-45，12-78，36-45，36-78，45-78，切换到“远程”重复比较 6 组，比较后得出其中 36-45 余量最差。

点击“故障信息”“HDTDx”，线对切换，36-45 线对发生最差情况的值是 56.18，发生距离在离主机端 2.6 米的位置

7. 回波损耗性能问题故障分析：返回结果界面，点击“TEST5”，查看故障信息，对照本实验理论课中故障知识进行归类判断。

点击“HDTDR 分析仪”观察曲线基于长度的变化情况，返回，

点击“HDTDx 分析仪”观察曲线基于长度的变化情况，返回。

点击“性能”“回波损耗”, 点击“线对”左右切换, 观察 4 对线对中回波损耗的情况, 比较“主机”1-2, 3-6, 4-5, 7-8, 切换到“远程重复比较 4 对线对, 比较后得出其中主机 36 余量最差。

点击“故障信息”“HDTDR”, 线对切换, 36 线对多处发生突变, 标明阻抗是 多处变化导致回波损耗不合格。

8. 平衡性问题故障分析: 返回结果界面, 点击“TEST6”, 查看故障信息, 对照本实验理论课中故障知识进行归类判断。

点击“性能”-“电阻”查看电阻不平衡参数, 环路电阻极限值是 25 欧姆, 45 线对达到了 32.74 欧姆, 超标了。点击“线对 UBL”观察每对线的电阻差, 此类线用于 PoE 会导致偏流, 网络接口电路异常。

\*增加分析 (时间允许的话, 3dB 原则和 4dB 原则)

在短链路时, 由于链路过短, 衰减较小, 信号会在测试仪主机和远端间反射, 导致二次信号叠加, 反映在测试仪参数, 对应于回波损耗和 NEXT, 如果发现测试结果如 TEST6 所示, 回波损耗-1.8dB, 则点击进入“回波损耗”, 此时观察判定门限值为黑色, 不是红色, 代表判定门限此时未生效, 此时即便蓝色线对低于门限值, 但回波损耗判定依然通过。其原理就和两个人通信, 面对面, 即便噪声很大, 回声很大, 但由于衰减小, 嗓门大, 距离近也能听的非常清楚。

## 实验四 光纤认证测试

### 4.1 思路和方法

#### 4.1 思路和方法

查看项目施工区域平面图，确定主干光缆分布，确定光纤链路构成分段情况。首先查看光纤配线架接口类型、室内室外、光纤类型、熔接情况等信息，确定光纤链路点位，判断测试方法、测试波长，根据链路两端情况，选择测试模型，并设置参考；再根据设计施工要求，选择合适的测试标准，配置仪器的熔接点和连接器数量或其他参数，然后连接测试链路，执行测试，生成报告。

## 确定现场光纤布线情况

### 1.确定光纤链路点位路由

光纤的测试一般位于机柜两端，通过一到两芯红光测试确认光缆走向。需要注意一般红光功率为 1dBm 到 30dBm，检测距离有 5km~40km 不等，长距离使用时，须注意量程，超长距离光纤不适用于红光确定点位路由。

### 2.确定测试方法

光纤测试方法分两种，一级测试和二级测试。一般智能建筑验收建议采用一级测试，如本次任务中的光纤链路测试，数据中心建议采用二级测试，如网络核心机房内以及各汇聚机房内光纤链路，GB/T50312-2016《综合布线系统工程验收规范》中对于光纤的测试，首选一级测试，高速光纤建议验收测试采用二级测试。

一级测试，主要用于确保高质量的网络性能和完整性。

一级测试测试内容包括：

（1）验证电缆长度

（2）验证极性

（3）衰减

测试方法为借助光损耗测试装置（OLTS- Optical Loss Test Set）完成，即光源光功率计进行测试。本任务中，测试设备为福禄克 CertiFiber Pro 光纤认证测试仪。

二级测试，为一级测试加上 OTDR（光时域反射计）测试曲线和事件判断。

OTDR 测试可以检测损耗，连接器反射，熔接点位置，弯曲事件等，判断安装质量，这些在 OLTS 测试中是无法获得的。

二级测试测试内容包括：

- （1）验证电缆长度
- （2）验证极性
- （3）衰减
- （4）OTDR 曲线和事件

本任务中，二级测试设备为 CertiFiber Pro 光纤认证测试仪和 OptiFiber Pro 光纤 OTDR 测试仪。

### 3.确定测试光纤类型和波长

光纤分不同类型，单模分为 OS1(或 OS1a),OS2，多模分为 OM1,OM2,OM3,OM4,OM5。

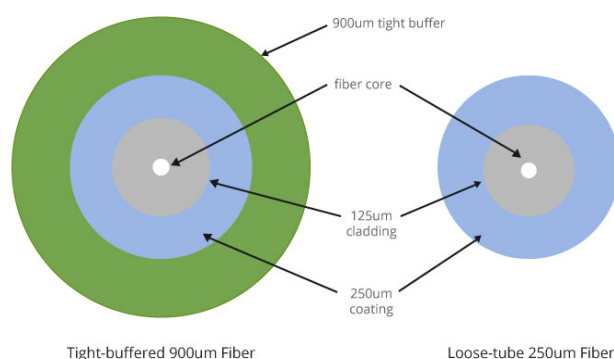


图 2.4.1 紧套管和松套管示意图

(1) 根据套管和喷码确定光纤类型

OS1(或 OS1a)单模光纤通常采用紧套管结构，专为室内应用而设计。

OS2 单模光纤通常采用松套管设计，更适合户外应用。

紧套管和松套管的结构示意图如图 2.4.1。可根据产品包装识别光纤类型，如图 2.4.2。



图 2.4.2 包装说明示意图（本图为 OS2 类型）

注意识别分类，不同分类在测试时存在较大区别

衰减系数

OS1(或 OS1a)的最大允许衰减系数为 1.0db/km

OS2 的最大允许衰减系数为 0.4db/km。

传输距离

OS1(或 OS1a)单模光纤的最大传输距离为 10km,

OS2 单模光纤的最大传输距离则可以达到 200km。

支持速率

OS1(或 OS1a)和 OS2 单模光纤都可以在不同的传输距离下实现 1 到 10GbE 的传输速率

OS2 类型的单模光纤还可用于 40G/100G 以太网传输。

OM1,OM2,OM3,OM4,OM5 多模光纤区别主要在模式带宽，用于室内。其跳线可借助喷码区别多模光纤类型，如图 2.4.3 可观察到该光纤为 OM4 类别多模光纤。

选择正确的分类，注意区别

传输距离和速率

OM1 最大传输距离为 1G 时 275 m，10G 时 33m

OM2 最大传输距离为 1G 时 550 m，10G 时 82m

OM3 最大传输距离为 1G 时 550 m，10G 时 300m，40G 时 240m

OM4,OM5 最大传输距离为 1G 时 550 m，10G 时 400m，40G 时 350m



图 2.4.3 多模 OM4 喷码

## （2）根据跳线颜色确定光纤类型

根据光纤跳线的颜色和孔径确定光纤类型，如图 2.4.4。

OM1 为橙色，孔径为 62.5um

OM2 为橙色，孔径为 50um

OM3 为水蓝色，孔径为 50um

OM4 为水蓝色或紫罗兰色，孔径为 50um

OM5 为草绿色，孔径为 50um

OS1(或 OS1a)/OS2 为黄色，孔径为 9um





图 2.4.4 跳线颜色示意图

## 选择测试方法执行测试

### 1.确定链路模型

光纤存在三种被测模型。

- (1) 永久链路，两端都是连接器（耦合器）
- (2) 半链路，一端为连接器（耦合器），一端为连接头
- (3) 通道链路(最简结构就是跳线直连)，一般情况下其两端均为连接头

### 2.进行参考设置

基于三种被测模型，对应三种不同的参考跳线参考设置方法

- (1) 一跳线法，针对光纤永久链路的被测链路，连接方式如图 2.4.5，图 2.4.6 所示。测试结果含两端的连接器。

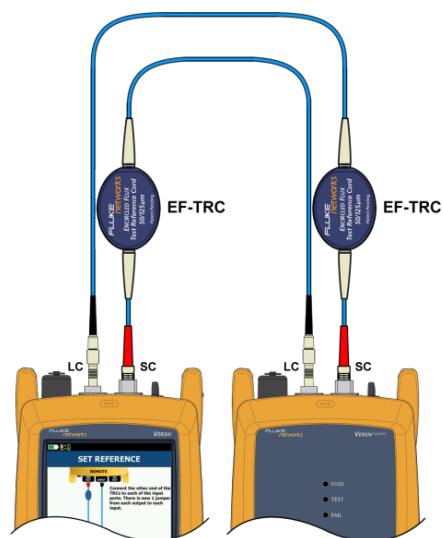


图 2.4.5 一跳线参考设置（多模）

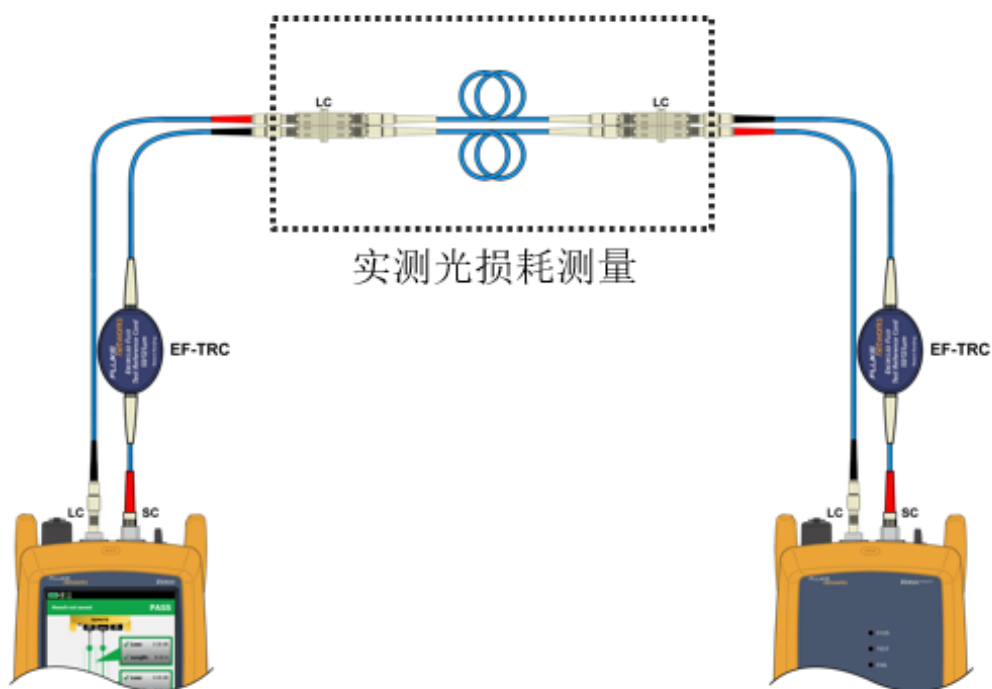


图 2.4.6 一跳线法：接入被测链路

（2）二跳线法，针对一端为连接器（耦合器），一端为连接头的被测链路，连接方式如图 2.4.7，图 2.4.8 所示。测试结果含一端的连接器。

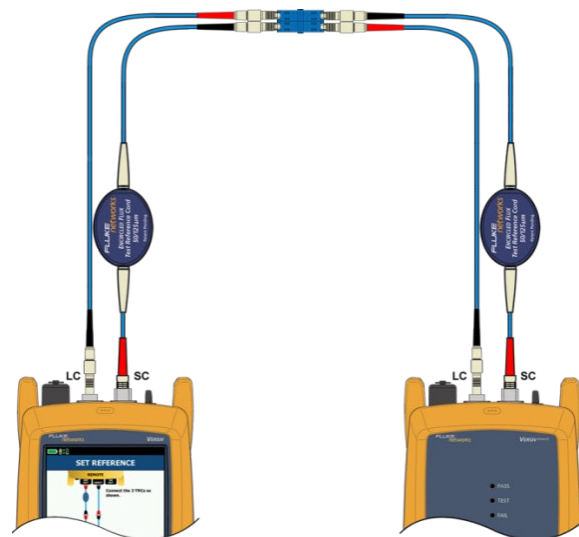


图 2.4.7 二跳线参考设置（多模）

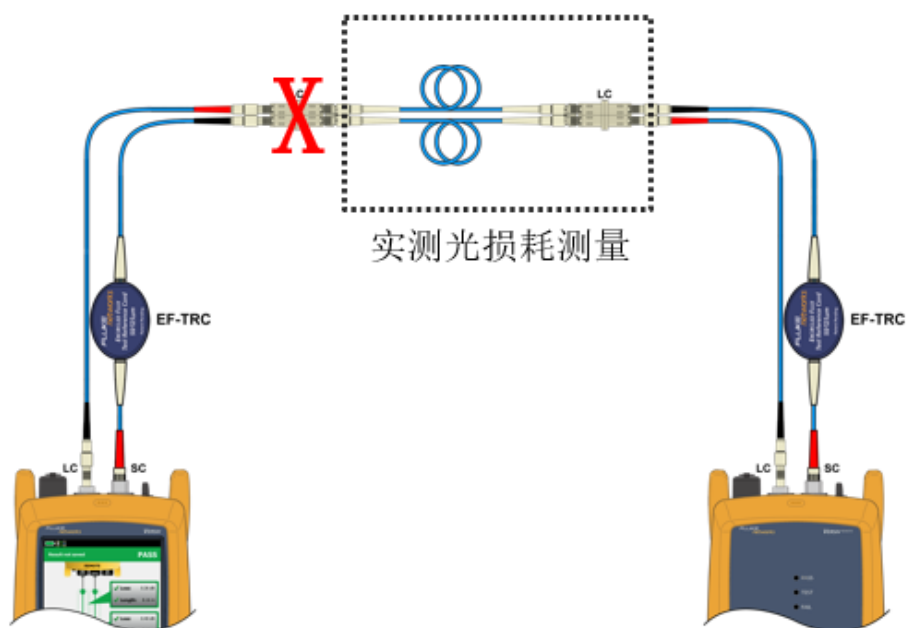


图 2.4.8 二跳线法：接入被测链路

（3）三跳线法，针对光纤通道链路的被测链路，连接方式如图 2.4.9，图 2.4.10 所示。测试结果不含两端的连接器。

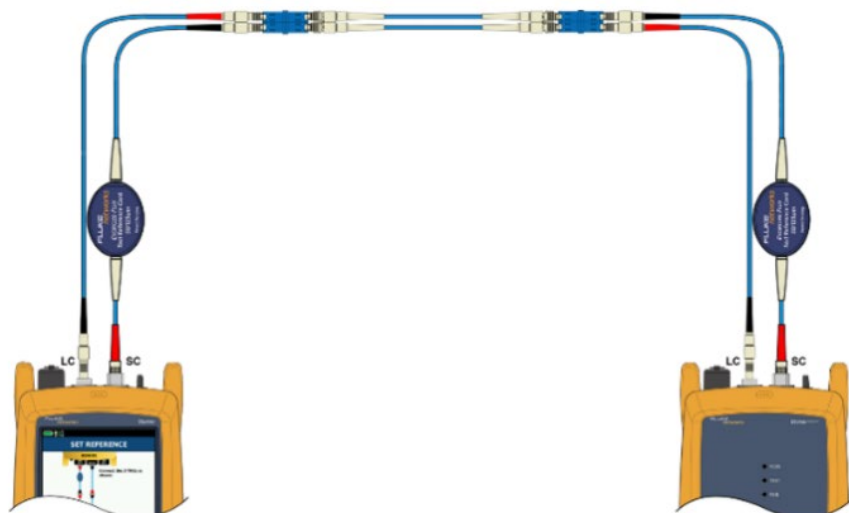


图 3.4.9 三跳线参考设置（多模）

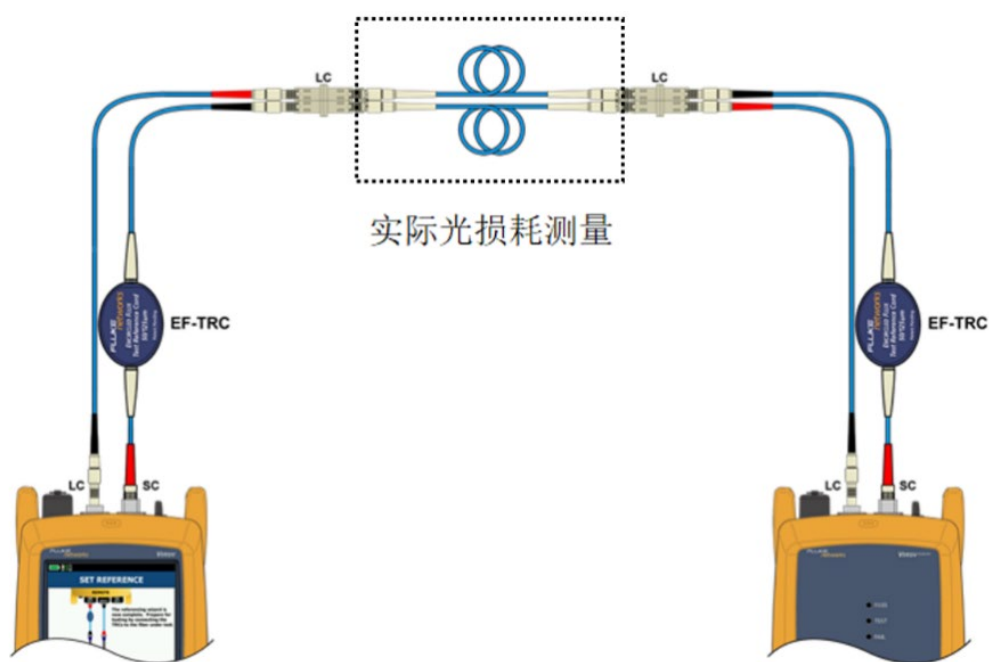


图 2.4.10 三跳线法：接入被测链路

OTDR 测试也分三种测试模型，对应三种不同的发射光纤补偿方法

### （1）仅发射光纤补偿

如图 2.4.11 和图 2.4.12 所示，进行发射光纤补偿和接入被测链路，补偿设置完成后，测试时，以灰色显示，代表该段补偿链路已经扣除。



图 2.4.11 发射光纤补偿



图 2.4.12 接入被测链路示意图

## (2) 发射+接收光纤补偿

如图 2.4.13 和图 2.4.14 所示，进行发射光纤补偿和接入被测链路。补偿设置完成后，测试时，以灰色显示，代表该段发射和接收补偿光纤已经扣除。



图 2.4.13 发射+接收光纤补偿

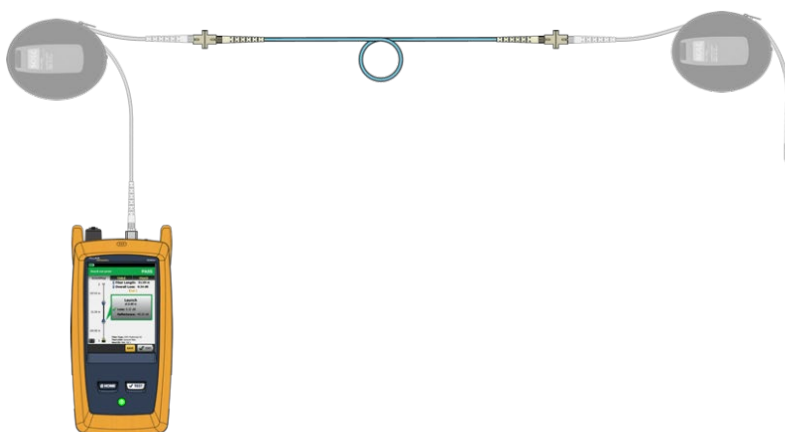


图 2.4.14 接入被测链路示意图

### (3) 双向测试光纤补偿

如图 2.4.15 和图 2.4.16 所示，进行发射光纤补偿和接入被测链路。补偿设置完成后，测试时，以灰色显示，代表发射和接收补偿光纤已经扣除。



图 2.4.15 双向测试光纤补偿



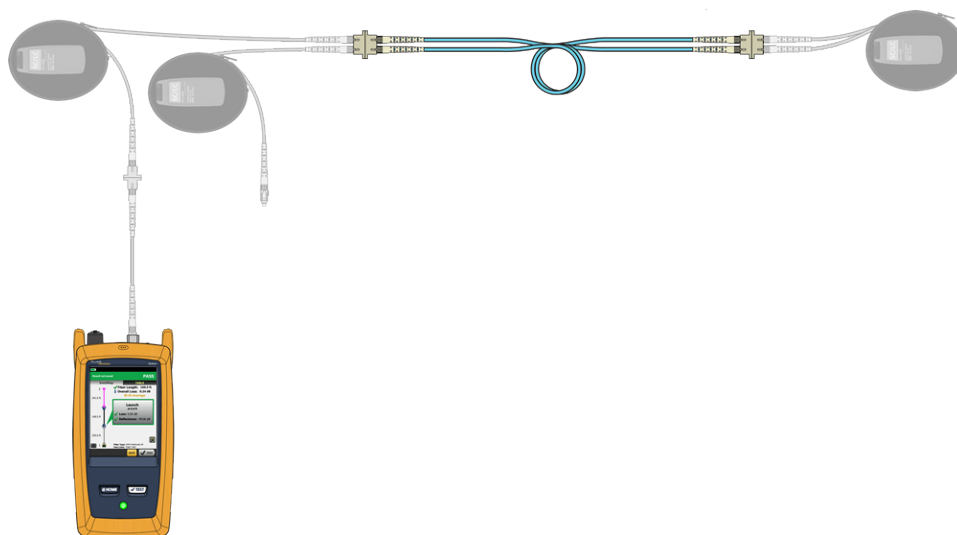
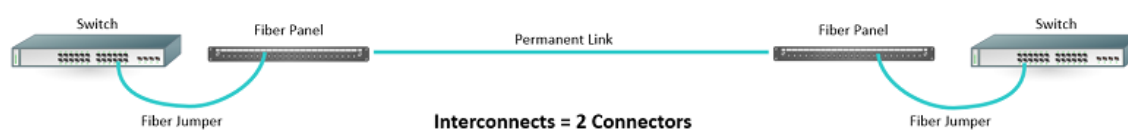


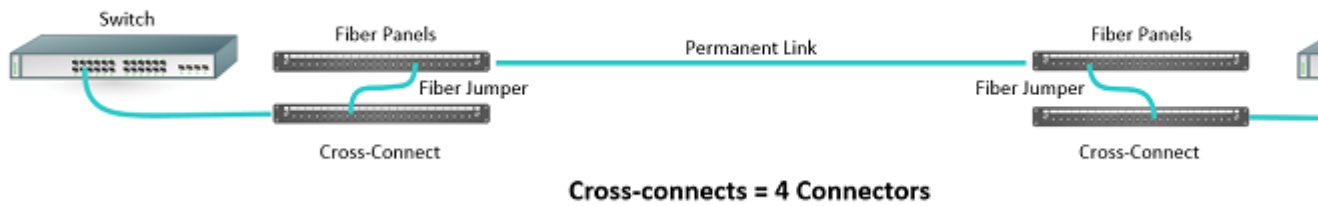
图 2.4.16 接入被测链路示意图

### 3.确定链路测试标准

确定光纤测试标准，可以选择 ANSI/TIA-568 或 ISO 11801 的相关标准，并根据设计点位信息，确认连接器和熔接点数量。如图 2.4.17(a)所示，连接器数量为 2，如存在中间跳接，则图 2.4.17(b)显示为 4 个连接器。熔接点数量也需要提前确认，特别是长途链路中有几处熔接。



(a)



(b)

图 2.4.17 连接器数量

## 4.2 相关设备和附件

### 4.2 相关设备和附件

测试需要结合现场光纤情况，更换不同测试仪或模块进行测试，常见设备和适配器及数量（如图 2.4.18 所示）：

- （1）福禄克网络 CertiFiber Pro 光纤认证测试仪 x 1
- （2）福禄克网络 OptiFiber Pro 光纤 OTDR 测试仪 x 1
- （3）TRC(Test Reference Cords)测试参考跳线 x 若干
- （4）OTDR 补偿光纤 x 若干
- （5）0.3m 测试短跳线 x 若干
- （6）SC 适配器、LC 适配器 x 若干



图 2.4.18 光纤测试常用测试仪和附件

## 任务一 使用测试仪选择光纤验收标准进行测试

任务一 使用测试仪选择光纤验收标准进行测试

注意事项：

- (1) 如测试中仪器检测到光纤中有活动光，请立即断开光纤和测试仪的连接；
- (2) 如测试中被测链路端口或连接头有损坏，请勿强行与测试仪进行连接；
- (3) 如测试仪亏电，请充电后再使用；
- (4) 测试需要按照训练活动的测试步骤，逐步执行，对于生成的测试结果，及时存储报告，随时了解通过率百分比情况。

（5）测试中可能会遇到各种无法测试或测试数据异常的情形，需要重新连接被测链路，紧固连接器，清洁被测链路等操作后，再继续进行测试。

【操作要领】

1.测试仪准备

（1）选择福禄克网络公司的 CertiFiber Pro 测试仪，包括主机、远端和光纤附件。

（2）开机，预热 5 分钟。

2.新建测试项目

（1）新建一个测试项目，按表 2.4.1 中①-⑫所示步骤，标准选择 OS2 TIA-568.3-D-1 Singlemode OSP（STD）

表 2.4.1 新建测试项目步骤

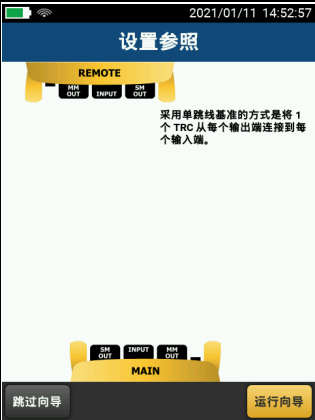
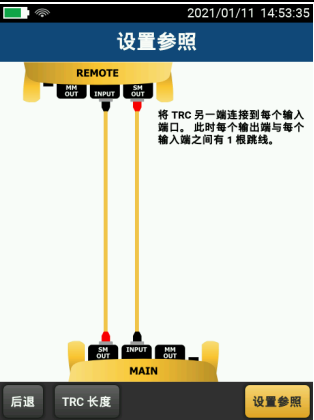
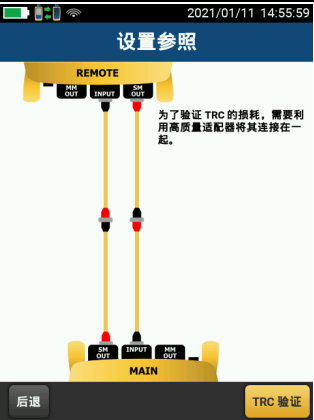
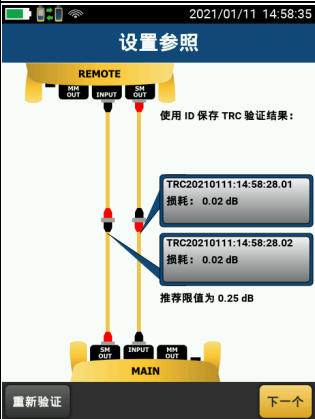
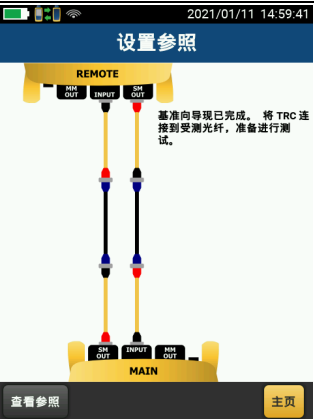
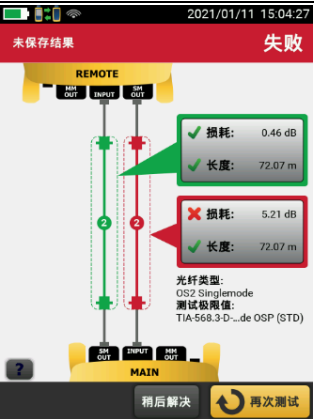
<p>步骤①：在主界面选择第二栏</p> 	<p>步骤②：选择“新测试”</p> 	<p>步骤③：进入配置界面</p> 
<p>步骤④：选择测试类型：智能远端</p>	<p>步骤⑤：选择光纤类型项</p>	<p>步骤⑥：选择光纤类型</p>

<p><b>步骤①：在主界面选择第二栏</b></p> 	<p><b>步骤②：选择“新测试”</b></p> 	<p><b>步骤③：进入配置界面</b></p> 
<p><b>步骤⑦：选择测试极限值项</b></p> 	<p><b>步骤⑧：选择测试极限值</b></p> 	<p><b>步骤⑨：选择参考值方法，设置连接器和熔接点数量</b></p> 
<p><b>步骤⑩：选择连接器类型</b></p> 	<p><b>步骤⑪：选中“使用所选的”</b></p> 	<p><b>步骤⑫：完成光纤测试标准选择</b></p> 

### 3.设置参考执行测试

(1) 按照表 2.4.2 中①-⑥所示步骤，按图连接参考跳线，设置参照，并接入被测链路，进行测试。

表 2.4.2 设置参考执行测试步骤

<p>步骤①：运行向导</p> 	<p>步骤②：连接测试跳线，如果跳线有黑红标识，注意跳线两头连接</p> 	<p>步骤③：接入两根新跳线做 TRC 验证，确保新接入跳线损耗小于测试最低要求</p> 
<p>步骤④：进行测试参考跳线 TRC 验证</p> 	<p>步骤⑤：接入被测链路</p> 	<p>步骤⑥：测试被测链路</p> 

(2) 测试完成后，按照表 2.4.3 中①-③所示步骤，设置名称，获得测试结果，存储报告，并查看测试结果。

表 2.4.3 测试完成步骤

<p>步骤①：设置名称，保存结果。如果收发方向命名反了，则点击互换名称按钮</p>	<p>步骤②：查看失败测试结果（如有）</p>	<p>步骤③：查看成功测试结果（如有）</p>
---	-------------------------	-------------------------

步骤①：设置名称，保存结果。如果收发方向命名反了，则点击互换名称按键	步骤②：查看失败测试结果（如有）	步骤③：查看成功测试结果（如有）

继续寻找下一条链路的进行测试，直至整个系统所有光纤信息点测试完成。

## 任务二 使用 OTDR 测试仪进行光纤测试

### 任务二 使用 OTDR 测试仪进行光纤测试

注意事项：

- （1）如测试中仪器检测到光纤中有活动光，请立即断开光纤和测试仪的连接；
- （2）如测试中被测链路端口或连接头有损坏，请勿强行与测试仪进行连接；
- （3）如测试仪亏电，请充电后再使用；

#### 【操作要领】

#### 1.测试仪准备

- （1）选择福禄克网络公司的 OptiFiber Pro 测试仪，包括主机和光纤附件。
- （2）开机，预热 5 分钟。

#### 2.新建测试项目

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

(1) 新建一个测试项目，按表 2.4.4 中①-⑨所示步骤，标准选择 OS2

ANSI/TIA-568.3-D-1 RL=35dB

表 2.4.4 使用 OTDR 新建测试项目步骤

<p><b>步骤①：在主界面选择第二栏</b></p> 	<p><b>步骤②：选择“新测试”</b></p> 	<p><b>步骤③：进入配置界面</b></p> 
<p><b>步骤④：选择测试类型：自动 OTDR</b></p> 	<p><b>步骤⑤：选中光纤类型，进入光纤类型列表</b></p> 	<p><b>步骤⑥：选择光纤类型，本任务中为 OS2 Singlemode</b></p> 
<p><b>步骤⑦：选中测试极限值项</b></p> 	<p><b>步骤⑧：选择测试极限值</b></p> 	<p><b>步骤⑨：选中“使用所选的”</b></p> 

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队



3.设置补偿执行测试

(1) 测试仪端口接入补偿光纤，按照表 2.4.5 中①-⑥所示步骤，设置完补偿后，接入被测链路，并进行测试。

表 2.4.5 设置补偿执行测试步骤

<p>步骤①：选择设置补偿</p> 	<p>步骤②：设置仅前导</p> 	<p>步骤③：设置补偿</p> 
<p>步骤④：设置补偿成功后，保存</p> 	<p>步骤⑤：返回主界面，确认设置补偿提示已变灰色</p> 	<p>步骤⑥：接入被测光纤，按下测试，得到测试结果</p> 

(2) 测试完成后，按照表 2.4.6 中①-③所示步骤，设置名称，获得测试结果，存储报告，并查看测试结果。

表 2.4.6 测试完成步骤

步骤①：设置名称，保存结果	步骤②：保存完成（左上角确认名称已生效）	步骤③：查看结果，1310nm 和 1550nm 详情
---------------	----------------------	-----------------------------



（3）当测试结果以相同名字命名时，测试仪会将一级测试报告和 OTDR 报告合并成二级测试报告。如图 2.4.18，图 2.4.19 合并后 001，002 报告中既包含了一级测试损耗报告，又包含了 OTDR 报告。



图 2.4.18 二级测试报告的生成 图 2.4.19 二级测试报告的生成

（4）继续寻找下一条链路的进行测试，直至整个系统所有光纤信息点测试完成。

## 任务三 生成测试报告

### 任务三 导出测试报告

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

## 注意事项

(1) 确保测试仪处于平稳位置，不易摔落，再连接数据线，进行报告导出操作；

(2) 如测试仪亏电，请充电后再使用；

### 【操作要领】

在 PC 电脑上安装福禄克最新版本的 **LinkWare PC** 软件。

打开测试仪并启动 PC 电脑上的 **LinkWare PC** 软件。

使用随机附带的 **USB** 数据线将测试仪上的 **Micro USB** 端口连接到 PC 上的 **A** 型 **USB** 端口。请参如图 2.4.20。



在 **LinkWare PC** 工具栏中单击。随后选择一个产品从一台测试仪进行导入。

在 **LinkWare PC** 中的导入对话框中，选择要导入的结果和保存的位置。

导入数据，如图 2.4.21，保存原始数据（**flw**）格式，并生成 **pdf** 报告。

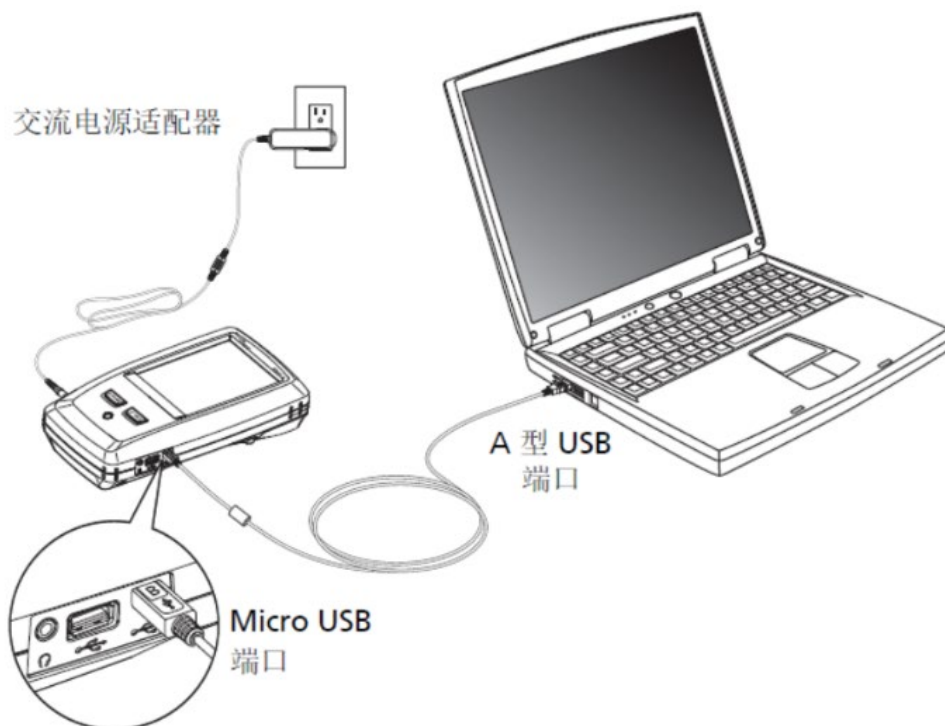


图 2.4.20 USB 数据线连接示意图

Fluke Networks LinkWare™ PC - [未归类.flw]

文件 编辑 选项 记录 应用程序 帮助

LinkWare™ Live 登录

未归类.flw 上海朗坤2018.flw

测试仪类型	电缆识别名	日期 / 时间	状态	长度(m)	余量
1 CertiFiber Pro	001	09/07/2021 08:22:11 PM	通过	2.7	1.24 (损耗余量)
2 CertiFiber Pro	002	09/07/2021 08:22:11 PM	通过	2.7	0.58 (损耗余量)
3 CertiFiber Pro	001	08/10/2021 01:41:36 PM	通过	21.8	2.53 (损耗余量)
4 CertiFiber Pro	002	08/10/2021 01:41:36 PM	通过	21.8	2.47 (损耗余量)
5 CertiFiber Pro	004	08/10/2021 01:44:23 PM	通过	21.8	2.48 (损耗余量)
6 CertiFiber Pro	003	08/10/2021 01:44:46 PM	通过	21.8	2.47 (损耗余量)
7 OptiFiber Pro	HD0083	09/09/2021 10:32:47 AM	失败	0.0	不适用 (损耗余量)
8 OptiFiber Pro	HD0084	09/09/2021 10:32:47 AM	失败	0.0	不适用 (损耗余量)
9 OptiFiber Pro	N-B12-B6-1	07/29/2021 09:40:19 AM	通过	660.8	不适用 (损耗余量)
10 OptiFiber Pro	N-B12-B6-2	07/29/2021 09:41:47 AM	通过	660.8	不适用 (损耗余量)
11 OptiFiber Pro	N-B12-B6-3	07/29/2021 09:42:27 AM	通过	660.8	不适用 (损耗余量)
12 OptiFiber Pro	N-B12-B6-4	07/29/2021 09:42:56 AM	通过	660.8	不适用 (损耗余量)
13 OptiFiber Pro	N-B12-B6-5	07/29/2021 09:43:42 AM	通过	660.8	不适用 (损耗余量)
14 OptiFiber Pro	N-B12-B6-6	07/29/2021 09:44:16 AM	通过	660.8	不适用 (损耗余量)
15 OptiFiber Pro	N-B12-B6-7	07/29/2021 09:44:45 AM	通过	660.5	不适用 (损耗余量)
16 OptiFiber Pro	N-B12-B6-8	07/29/2021 09:45:19 AM	失败	660.6	不适用 (损耗余量)
17 OptiFiber Pro	N-B12-B6-9	07/29/2021 09:46:11 AM	通过	660.6	不适用 (损耗余量)

测试

损耗 (R->M) 1.24 dB

电缆类型: OS2 Singlemode

损耗 (R->M)  
最差余量: 1.24 dB  
极限值: GB/T 50312-2016 Fiber Link

CertiFiber Pro  
序列号: 21113480  
模块: CFP-QUAD

CertiFiber Pro Remote  
序列号: 21110326  
模块: CFP-QUAD

详细结果  
属性

FLUKE networks

2.7 m REC: 0001 SEL: 0001 TOT: 0074

图 2.4.21 导入的测试数据

# 模拟实验操作步骤

## 任务一 选择光纤验收标准进行测试

### •模拟实验-光纤认证测试（30 分钟）

1. 打开【模拟器四：光纤认证测试-OLTS 认证测试】实验，可以要求学生跟着老师一起操作，老师用教师端 PC 机+真实测试仪，学生用学生端 PC 机+测试仪模拟器
2. 点击第二栏“当前极限值内容”菜单，进入后点击左下角“新测试”，点击“测试类型”，选择“智能远端”。
3. 点击“光纤类型”-“更多”-“通用”，选择“OM3 Multimode 50”
4. 点击“测试极限值”-“更多”，选择“TIA”-“TIA-568.3-E Multimode（STD）”，完成后点“保存”-“使用所选的”
5. 在首页点击“设置参照”，点击“运行向导”-“下一步”-“设置参照”，完成对第一步的线缆归零，完成后可以点击“查看参照”来检查测试跳线的质量，此时点击左下角？，查看帮助，建议 62.5um 多模光纤预期功率在-17.5dBm~-23.0dBm，50um 多模光纤预期功率在-19.4dBm~-26.5dBm，单模光纤预期功率在-1.0dBm~-6.0dBm。返回到设置参照动画向导界面，然后再次点击“下一步”，断开输入（千万注意测试时任何时候不能断开光源处连接）-“下一步”，接入 TRC 测试参考光纤并连接，-“下一步”-“TRC 验证”，验证添加的一根光纤和一个耦合器的损耗，不要超过推荐值后，此时左侧 TRC 为 0.14dB，右侧 TRC 为 0.13dB，点击左侧 TRC 信息框，为了保证测试精度，测试用跳线极限值多模为 0.15dB，单模为 0.25dB，不能达到时，建议更换测试用跳线。点击“下一步”-“下一步”-提示接入被测光纤，点击“主页”，准备测试
6. 点击“测试”键进行测试，测试完成后可以点击每条线缆的测试结果框来查看每条光纤的测试结果，最后点击“保存”键对测试结果进行保存
7. 测试结果显示 TEST-01 损耗为 0.56dB，TEST-02 损耗为 1.10dB，光纤长度为 22.20 米。点击左侧光纤信息框，此时由于选用测试极限值为 TIA-568.3-E，损耗极限会随着长度变化而变化（和应用标准定值损耗极限值完全不同），返回，点击右侧光纤信息框，注意绿色光圈显示具体是哪一芯。
8. 返回主页，点击“结果”，光纤是按照单芯进行存储，LL 图标代表测试结果包含长度和损耗，点击任意记录，图形显示单芯测试结果，注意 OUT 和 IN 的方向。

## 任务二 使用 OTDR 进行光纤测试

### •模拟实验-光纤认证测试（30 分钟）

1. 打开【模拟器四：光纤认证测试-OTDR 认证测试】实验，可以要求学生跟着老师一起操作，老师用教师端 PC 机+真实测试仪，学生用学生端 PC 机+测试仪模拟器
2. 点击第二栏“当前极限值内容”菜单，进入后点击下角“编辑”，点击“测试类型”，选择“自动 OTDR”
3. 点击“光纤类型”-“更多”，选择“通用”，点击“OS2 Singlemode”
4. 点击“测试极限值”-“更多”，选择“ISO”，点击“ISO/IEC 11801-2002 Fibre Link”，点击“保存”-“使用所选的”
5. 点击“设置补偿”，在设置前导方法中选择“前导+末尾”，点击“设置”，在测试补偿线是可以查看到端口连接质量，最后点击“保存”
6. 点击“测试”键开始测试，测试完成后点击“保存”把报告记录下来
7. 点击底部灰色区域位置 1 处，观察 OTDR 端口，注意长度是-157.32 米，并注意此时端口连接质量评估是良好状态
8. 点击 0 米处，前导，显示损耗为 0.31dB，反射率为-44.72dB。点击中间提示框，查看事件详情，观察到 1310nm 波长和 1550nm 波长实际结果的差异。
9. 左侧 1310sm 时为 0.31dB，右侧 1550nm 时为 0.26dB，此时最大极限值是 0.75dB，故余量分别为 0.44dB 和 0.49dB；上方绿色✓打勾表示是标准判定参数。
10. 再点击反射率，不同波长反射率测量值不同分别为-44.72 和-46.11；上方深蓝色 i 表示是仅供参考信息。
11. 再点击线段衰减系数，分别为 0.32dB/km 和 0.20dB/km；上方深蓝色 i 表示是仅供参考信息。
12. 点击 50.35 米处，反射，显示损耗为 0.45dB，反射率为-49.67dB
13. 左侧 1310sm 时为 0.54dB，右侧 1550nm 时为 0.38dB，此时最大极限值是 0.75dB，故余量分别为 0.21dB 和 0.37dB；上方绿色✓打勾表示是标准判定参数。
14. 再点击反射率，不同波长反射率测量值不同分别为-49.67 和-50.84；上方深蓝色 i 表示是仅供参考信息。
15. 再点击线段衰减系数，分别为 0.55dB/km 和 0.40dB/km；上方深蓝色 i 表示是仅供参考信息。
16. 点击 69.99 米处，末尾，显示损耗为 0.56dB，反射率为-51.23dB
17. 左侧 1310sm 时为 0.41dB，右侧 1550nm 时为 0.56dB，此时最大极限值是 0.75dB，故余量分别为 0.34dB 和 0.19dB；上方绿色✓打勾表示是标准判定参数。
18. 再点击反射率，不同波长反射率测量值不同分别为-51.23 和-56.08；上方深蓝色 i 表示是仅供参考信息。
19. 再点击线段衰减系数，分别为 0.00dB/km 和 0.00dB/km；上方深蓝色 i 表示是仅供参考信息。

20. 点击 123.65 米处，损耗，此处由于是补偿光纤中有熔接点，显示损耗为 0.31dB，反射率<-75.08dB
21. 点击 233.41 米处，端点，末端无法测出损耗，反射率为-13.21dB
22. 当选中不同事件点，再点击左下角？可以获得故障点信息
23. 点击“表”标签，以表格方式查看数据，点击下方左右按钮切换 1310nm 和 1550nm，观察区别；点击左下方“总体”，查看光纤总体结果，分别观察总损耗、长度、光学回波损耗，点击返回；
24. 点击“曲线”标签，查看 OTDR 曲线，点击下方“事件”左右切换光标位置，底部显示事件描述或相关数值，点击下方“波长”切换 1310nm 和 1550nm 波长。

## 任务三 生成测试报告

### •模拟实验-光纤认证测试（30 分钟）

此任务老师用教师端 PC 机+真实测试仪，学生端 PC 如果可以安装软件，则将 LinkWare PC 软件分发，由学生自行安装在学生端 PC 机

1. 打开启动电脑上的 LinkWare PC 软件
2. 使用 USB 数据线将测试仪上的 Micro USB 端口连接到 PC 上的 A 型 USB 端口（教师端 PC 机+真实测试仪）（学生端 PC 机打开老师导出后的分发给学生的 Linkware 格式原始数据 flw 格式）
3. 在 LinkWare PC 工具栏中点击，随后选择一个“CertiFible Pro”，选择所有报告
4. 点击工具栏中的保存图标键进行保存，也可以点击 PDF 图标键进行保存

## 实验五 光纤故障分析

### 5.1 思路与方法

#### 5.1 思路与方法



## 【思路与方法】

### 常见的故障问题

#### 1.一级测试中的故障问题

主要包括：光纤本身损耗、连接器损耗、熔接点损耗、长度等。

#### 2.OTDR 测试中的故障问题

主要包括：事件问题、光纤段问题(劣质或异质光纤等)、整个链路问题等。

### 常见故障产生的原因和分析方式

#### 1.一级测试故障原因和分析方式

一级测试故障主要原因是损耗或长度不合格，损耗由光纤本身损耗、连接器总损耗、熔接点总损耗三部分组成，一级测试又称 OLTS(Optical Loss Test Set)测试，如图 2.5.1 所示，该测试通过判定光纤损耗是否小于测试标准，长度是否低于标准，由此判断光纤是否合格，但该测试无法进行故障定位。

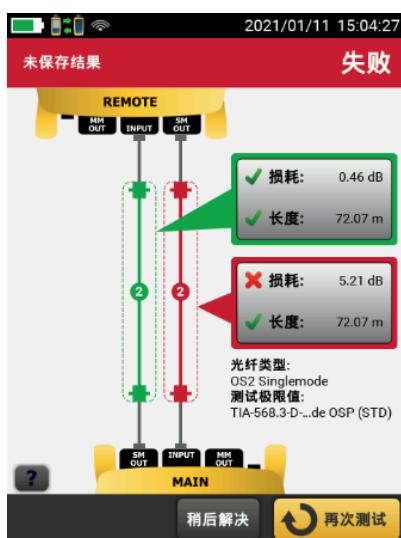


图 2.5.1 OLTS 方法测试结果

链路的损耗或衰减大小根据 ANSI/TIA 568 3-D 标准定义为：



**光纤链路损耗 (Link Attenuation)** = 光纤本身损耗 (Cable\_Attn) + 连接器总损耗 (Connector\_Attn) + 熔接点总损耗 (Splice\_Attn)

其中：

(1) 光纤本身损耗 (dB) = 衰减系数 (dB/km) × 长度 (Km)。

(2) 连接器总损耗(dB) = 连接器数量 × 单个连接器损耗 (dB)，单个连接器允许的最大损耗为 0.75 dB。

(3) 熔接点总损耗(dB) = 熔接点数量 × 单个熔接点损耗，单个熔接点最大允许损耗为 0.3 dB。

示例：如一根长度为 200m 的多模光纤，有两个连接器，工作波长为 850nm，依据 ANSI/TIA-568-3-D 标准，光纤对应的每公里损耗为 3 dB，连接器的损耗为 0.75dB，则此光纤的衰减合格判定阈值为 2.1dB (3×0.2+2×0.75=2.1dB)。

## **2.OTDR 测试分析故障产生的原因和分析方式**

光纤 OTDR(Optical Time Domain Reflectometer)测试失败故障原因主要是链路中存在各类事件和问题。

大致可分为三类.

(1) 事件型故障：损耗、弯曲、反射、增益、幻像等；

(2) 光纤段问题：段损耗、段损耗系数；

(3) 整个链路问题：总链路长度，总链路损耗、总链路回波损耗；

一般借助事件通道图、事件表和曲线进行综合判断，如图 2.5.2 所示。



图 2.5.2 OTDR 测试界面（EventMap、表、曲线）

基于各类事件，测试原理和故障判定过程如下。OTDR 测试事件并不等于发生故障，但它反映了光纤沿长度的变化情况，有助于了解整个光纤链路，辅助故障诊断，如图 2.5.3 是一个比较典型的 OTDR 光纤测试结果，曲线横坐标为长度，纵坐标为反射水平，数字注明处为各类不同的事件。

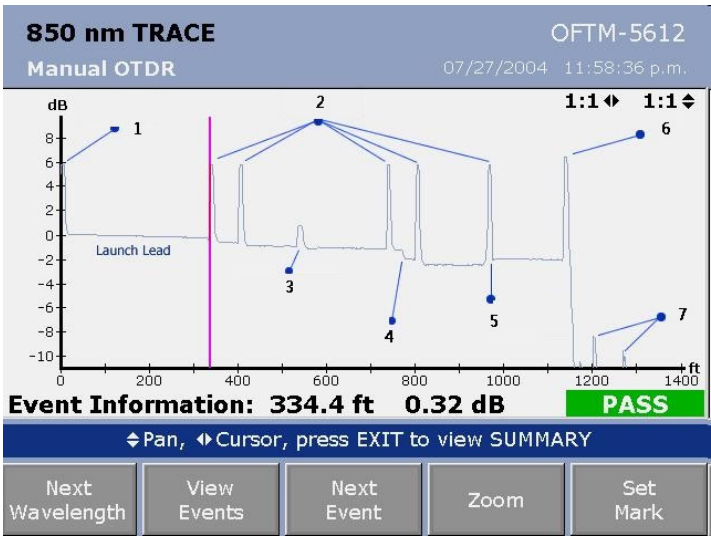


图 2.5.3 OTDR 测试事件说明

(1) 发射端口事件：表示该处为 OTDR 测试端口，即测试的起点。

(2) 反射事件：表示该处存在有光纤连接器。当遇到连接器时，会形成类似镜面一样的菲涅尔反射，能量较反向瑞利散射要高很多，在图形上会形成尖峰状脉冲，尖峰脉冲前后的落差就是该连接器的插入损耗大小。反射通常为负数，越接近 0 代表反射越大，是判别连接器质量的一个重要指标。表 2.5.1 是典型器件反射值。

表 2.5.1 典型器件反射值

器件	PC 连接器	UPC 连接器	APC 连接器
典型值	-35dB	-45dB	-55dB

(3) 反射事件：表示该处存在机械熔接的情况。

(4) 损耗事件：表示该处存在熔接、宏弯曲或光纤受到挤压变形。

(5) 增益事件：表示光纤类型不匹配。由于光纤中采用了连接器连接，在连接前后的两端光纤反向散射系数可能不同，如 50 $\mu\text{m}$  和 62.5 $\mu\text{m}$  的光纤对接，由于光脉冲在连接点反射回来的散射反而要大于连接器前的，所以在图形上看好像光纤发射水平被抬高，出现了增益现象。如果出现这样的图形，需要进行双向测试。

(6) 末端事件：被测链路的末端。

(7) 幻象事件：脏的连接器的截面、裂缝或宏弯曲，造成光脉冲在连接器和发射接收端来回震荡。

光纤段问题：测试随着距离的增加，信号会减弱。伴随着信号通过距离的增加，损耗也不断增加，所以 OTDR 的测试曲线会向下倾斜。光纤损耗为定义起始点和结束点之间的损耗落差值。

段长度，段损耗 dB 或损耗系数 dB/Km 等在测试中会运用标记的方式来测量分段距离上的损耗。将损耗除以长度，得到平均损耗系数（dB/Km），如图 2.5.4

所示的测量结果，其平均损耗系数为 0.3dB/km。段损耗判定一般基于波长而不同。

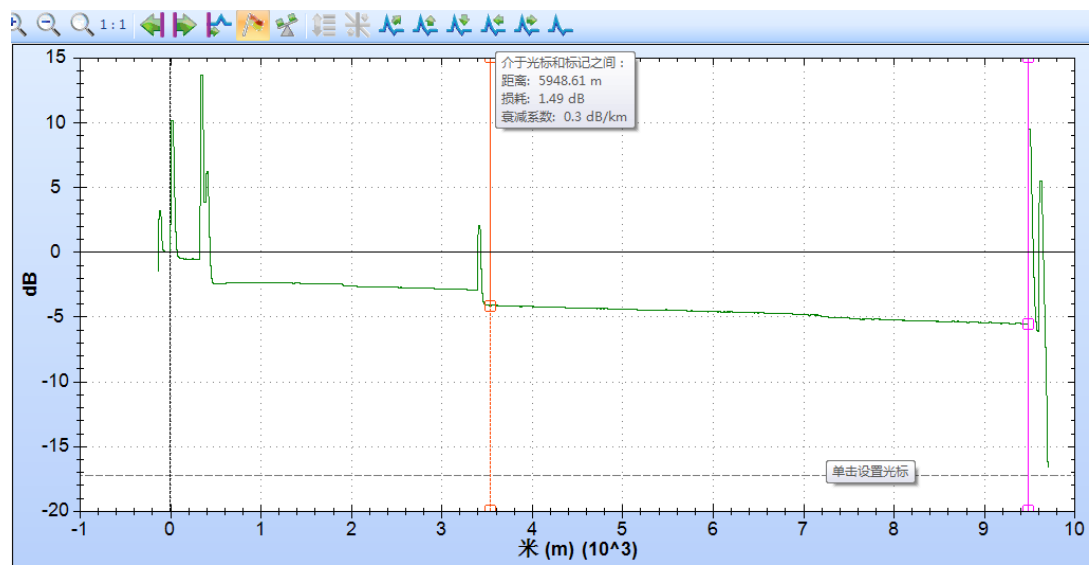


图 2.5.4 平均损耗系数测试值

整个链路问题测试内容包括：

- （1）总链路长度：原理和段长度测试相似，但测试是整个链路，OTDR 通过来回反射的原理进行距离计算，在发送端测量发出光信号到接收到返回光信号之间的时间，计算出光纤距离。如超长则判定不合格。
- （2）总链路损耗：整个光纤首末的 OTDR 曲线反射能量的对比情况。总损耗是否通过视光纤测试标准而定。
- （3）总链路回波损耗：整个光纤首末的 OTDR 曲线的反射能量的对比情况以及被测光纤整个长度的总反向散射。

常见故障分析的步骤

分析光纤布线故障，首先查看光纤网络的系统结构，判断光纤链路的组成、光纤的类型、应用的场景，选择测试标准方法，再进行测试。测试前需要充分了解测试参数的定义，测试数据的解读方式，光纤故障的定位方法等。

1.确定测试模型

(1) 光纤网络测试前，首先确定光纤类型，光纤是单模还是多模，单模属于哪一种级别，OS1 还是 OS2，多模属于哪一种级别，OM1/OM2/OM3/OM4/OM5 其中哪一种？

(2) 评估链路中有多少熔接点或耦合器，耦合器类型为 SC/LC/ST/FC 中哪一种？

(3) 一级测试（OLTS 光损耗测试）、OTDR 光时域反射测试，还是二级测试？

(4) 光纤链路组成，需要用哪一种参考值设置方式或补偿方式？

(5) 光纤跳线端面成端方式，采用 PC/UPC/APC 中哪一种？

## 2. 确定测试标准

根据实际部署光纤的情况，选择标准进行光纤诊断测试。

不同标准，分析参数不同，如选用 OS2 TIA-568.3-D-1 Singlemode OSP (STD) 标准进行 OLTS 光损耗测试，可以判定哪一芯光纤损耗不合格，但该标准不能确定长度是否符合光纤应用。但 10G BASE-SR 则可以判定长度是否符合。

又如选用 OS2 ANSI/TIA-568.3-D-1 RL=35dB 标准进行 OTDR 光时域反射测试，作为光纤故障诊断分析依据，可以定位故障点。

## 5.2 相关设备和附件

测试需要结合现场光纤情况，更换不同测试仪或模块进行测试，常见设备和适配器及数量（如图 2.4.18 所示）：

(1) 福禄克网络 CertiFiber Pro 光纤认证测试仪 x 1

(2) 福禄克网络 OptiFiber Pro 光纤 OTDR 测试仪 x 1

(3) TRC(Test Reference Cords)测试参考跳线 x 若干

(4) OTDR 补偿光纤 x 若干

(5) 0.3m 测试短跳线 x 若干

(6) SC 适配器、LC 适配器 x 若干



图 2.4.18 光纤测试常用测试仪和附件

## 任务一 一级测试中的故障分析

### 任务一 一级测试中的故障分析

注意事项:

如测试中仪器检测到光纤中有活动光，请立即断开光纤和测试仪的连接；

如测试中被测链路端口或连接头有损坏，请勿强行与测试仪进行连接；

如测试仪亏电，请充电后再使用；

测试中经常会遇到各种测试不通过的情形，故障原因可能是单一故障，也可能是复杂故障，有的故障可以定位，有的故障无法定位，须结合不通过的原因进行故障分析或定位。

有时光纤质量太差时，可能不满足 **OTDR** 测试最低端面要求，此时可运用红光测试或通断测试辅助进行故障排除和定位。

### 【操作要领】

#### 1.确定故障分析标准

测试结果未通过时，查看错误原因。

（1）采用链路标准测试，测试内容为损耗。

损耗结果是光纤总损耗，当某芯光纤损耗不合格，意味着该芯光纤不满足设计要求。

（2）采用应用标准测试，测试内容为损耗加长度。

损耗结果是光纤总损耗，当某芯光纤损耗不合格，意味着该芯光纤不满足应用标准要求；当长度测试超标，意味着该芯光纤超过应用标准规定的使用长度。

#### 2.损耗问题故障分析

查看损耗测试结果，判断故障类型。一般有损耗故障、断开故障、极性、长度故障等。

#### 3.记录损耗问题故障分析

按照表 2.5.2 格式，填写故障类型、故障位置定位和原因分析。

表 2.5.2 故障类型、故障定位和原因分析

故障类型	主要故障定位和原因分析（样例）
OLTS 测试	
损耗	A 芯链路损耗超标 B 芯链路损耗超标
损耗	A 芯链路损耗超标
损耗	B 芯链路损耗超标
断开	A 芯断路
极性	A,B 芯反接
长度	A,B 芯长度超标

4.修复故障链路

如因损耗超标导致故障，建议使用 OTDR 测试进行故障定位。

如光纤断开，使用红光笔或 OTDR 进行断点定位，如发生在适配器，则检查适配器，重新插拔紧固或更换适配器，如发生在光纤链路中，更换光纤或熔接光纤，排除故障。

如极性故障，对调 A、B 芯光纤，排除故障。

如长度超标，需要进行标记或备案，说明该链路不适用于当前应用标准。

任务二 OTDR 测试中的故障及事件分析

任务二 OTDR 测试中的故障及事件分析

【操作要领】

1.确定故障类型

测试结果未通过时，查看错误原因。OTDR 测试时，获得故障位置和事件类型。

如图 2.5.5 所示，测得的 OTDR 通道结果图中，存在反射、弯曲、幻象干扰源等故障类型。



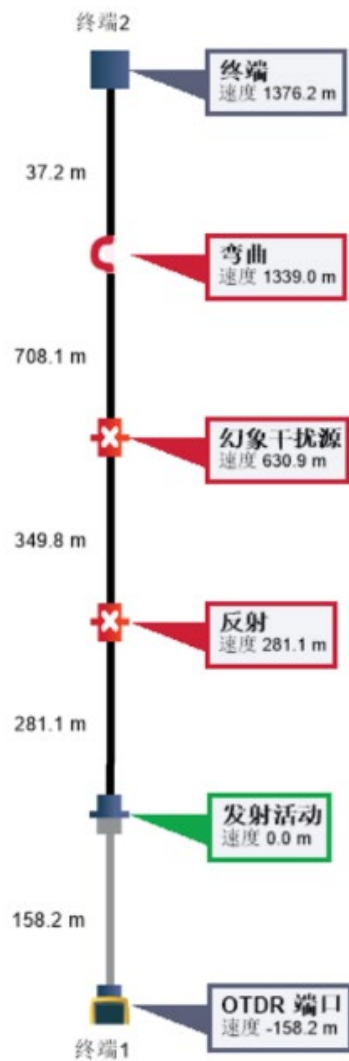
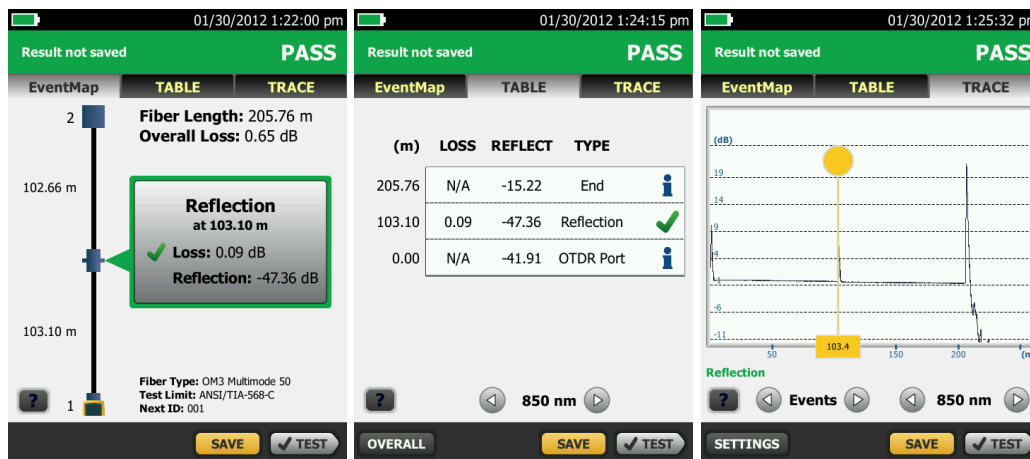


图 2.5.5 OTDR 通道图结果

## 2.故障及事件分析

查看不同的事件，如图 2.5.6 测试结果中所示，观察通道图、事件表和曲线图等，判断故障位置和原因。表 2.5.3 为通道图结果中各类事件说明，红色代表存在故障的事件。



(a) 通道图 (b) 事件图 (c) 曲线图

图 2.5.6 OTDR 测试结果

表 2.5.3 通道图事件说明

事件图例	事件说明
	通过的反射事件，对象连接器，小于 0.75dB
	通过的反射事件，对象连接器，大于 0.75dB
	隐藏反射事件，对象连续两个连接器
	通过的损耗事件，对象熔接点，大于 0.1dB，小于 0.3dB
	失败的损耗事件，对象熔接点，大于 0.3dB
	隐藏事件和前连接器总损耗
	弯曲事件

### 3.记录 OTDR 问题和故障分析

按照表 2.5.4 格式，填写故障类型、故障定位和原因分析。

表 2.5.4 故障类型、故障定位和原因分析

故障类型	主要故障定位和原因分析（样例）
OTDR 测试	
反射事件	距主机端 20m 处，存在连接器，损耗为 0.95dB，超标
反射事件	距主机端 50m 处，存在连接器，反射为-25.85dB，超标
损耗事件	距主机端 58m 处，存在熔接损耗过大或锐弯，损耗为 0.85dB，超标
增益事件	距主机端 35m 处，存在光纤孔径失配，由细变粗
幻象事件	距主机端 60m 处，光耦合点存在端面问题
弯曲事件	距主机端 85m 处，光纤存在影响损耗的钝弯

提示：单个连接器损耗要求 $\leq 0.75\text{dB}$ ，单个熔接点损耗要求 $\leq 0.3\text{dB}$ ，总体链路损耗由光纤本身损耗+连接器总损耗+熔接点总损耗组成，视选择标准而定。

OTDR 测试一般要求反射为：PC 连接器 $\leq -35\text{dB}$  UPC 连接器 $\leq -40\text{dB}$  APC 连接器 $\leq -55\text{dB}$

#### 4.修复故障链路

对于发射事件造成的损耗超标故障，可以清洁连接头端面，如故障仍未排除，可使用光纤放大镜查看光纤端面是否存在划痕和破损，重新打磨或更换光纤连接头，或更换光纤。

对于发射事件造成的反射超标故障，可以清洁连接头端面，如故障仍未排除，可重新打磨或更换光纤连接头，或更换光纤。

对于损耗事件造成的损耗超标故障，可检查故障位置扎带松紧情况，是否存在锐弯，如为熔接点，则需要重新熔接光缆。

对于增益事件造成的故障，需要更换孔径和材质、等级一致的光纤(绝大多数业主不接受异质光纤链路)。

对于幻象事件造成的故障，可以清洁连接头端面。

对于弯曲事件造成的故障，可检查故障位置扎带松紧情况，是否存在钝弯，进行平整修复故障。

## 模拟器操作步骤

### •模拟实验-光纤故障分析（30 分钟）

## 任务一：OTDR 测试中的故障分析及事件分析

打开【模拟器五：光纤故障分析】实验，可以要求学生跟着老师一起操作

### 光纤断点故障

1. 点击“结果”键，选择“TEST01”
2. 查看测试通道图，确认光纤总的长度和损耗。
  - 点击底部灰色区域位置 1 处，观察 OTDR 端口，注意长度是-107.39 米，并注意此时端口连接质量评估是良好状态
  - 点击 0 米处，前导，显示损耗为 0.14dB，反射率为-45.81dB。点击中间提示框，查看事件详情，观察 1310nm 波长和 1550nm 波长实际结果的差异。
  - 点击顶底部区域位置 2 处，没有损耗，代表光纤到达末端
3. 点击“表”，查看信息表分析距离和事件
4. 点击“曲线”，通过经典的曲线图来分析光纤事件
5. 返回结果列表页面

### 光纤耦合器故障

1. 点击“结果”键，选择“TEST02”，通过通道图，分析光纤连接器故障，包括距离、损耗和反射率
  - 点击底部灰色区域位置 1 处，观察 OTDR 端口，注意长度是-19.86 米，并注意此时端口连接质量评估是良好状态
  - 点击 0 米处，前导，显示损耗为 0.99dB，反射率为-49.23dB，红色表示超过判定阈值。点击中间提示框，查看事件详情，观察 1310nm 波长和 1550nm 波长实际结果的差异。1310nm 波长上结果不通过，1550nm 波长上损耗通过。
  - 点击 50.29 米处，末尾，结果中采样发射/接收光纤均补偿，故可以测得此处损耗值，为 0.49dB。
  - 点击顶底部区域位置 2 处，没有损耗，代表光纤到达末端
2. 点击“表”，查看信息表分析距离和事件
3. 点击“曲线”，通过经典的曲线图来学习如何通过曲线图判断耦合器的损耗问题，通过切换事件左右选择不同位置事件

#### 4. 返回结果列表页面

## 光纤弯曲故障

1. 点击“结果”键，选择“TEST03”，通过通道图来查看弯曲故障的位置、损耗
  - 点击底部灰色区域位置 1 处，观察 OTDR 端口，注意长度是-19.89 米，并注意此时端口连接质量评估是良好状态
  - 点击 0 米处，前导，显示损耗为 0.66dB，反射率为-32.74dB，查看事件详情，观察 1310nm 波长和 1550nm 波长实际结果的差异。
  - 点击“弯曲”，12.26 米处，表示存在弯曲事件，红色表示超过判定阈值。点击中间提示框。两个波长均超过极限值。点击右侧弯曲标签，观察 1310nm 和 1550nm 相差 1.21dB，说明 1550nm 波长对弯曲更敏感。
  - 点击顶底部区域位置 2 处，没有损耗，代表光纤到达末端
2. 点击“表”，查看信息表分析距离和事件
3. 点击“曲线”，查看弯曲所对应的曲线的变化
4. 返回结果列表页面

## 光纤隐藏事件

1. 点击“结果”键，选择“TEST04”，通过通道图甄别隐藏事件，包括如何判断隐藏事件的好坏
  - 点击底部灰色区域位置 1 处，观察 OTDR 端口，注意长度是-19.73 米，并注意此时端口连接质量评估是良好状态
  - 点击 0 米处，前导，显示两个连接器在衰减盲区内，但不属于事件盲区，损耗为 3.98dB，反射率为-27.08dB，查看事件详情，1310nm 波长和 1550nm 波长结果均失败。
  - 点击连接器，2.91 米处，表示存在隐藏事件。
  - 点击顶底部区域位置 2 处，没有损耗，代表光纤到达末端
2. 点击“表”，查看信息表分析距离和事件
3. 点击“曲线”，如何通过曲线图来发现光纤链路中存在隐藏事件

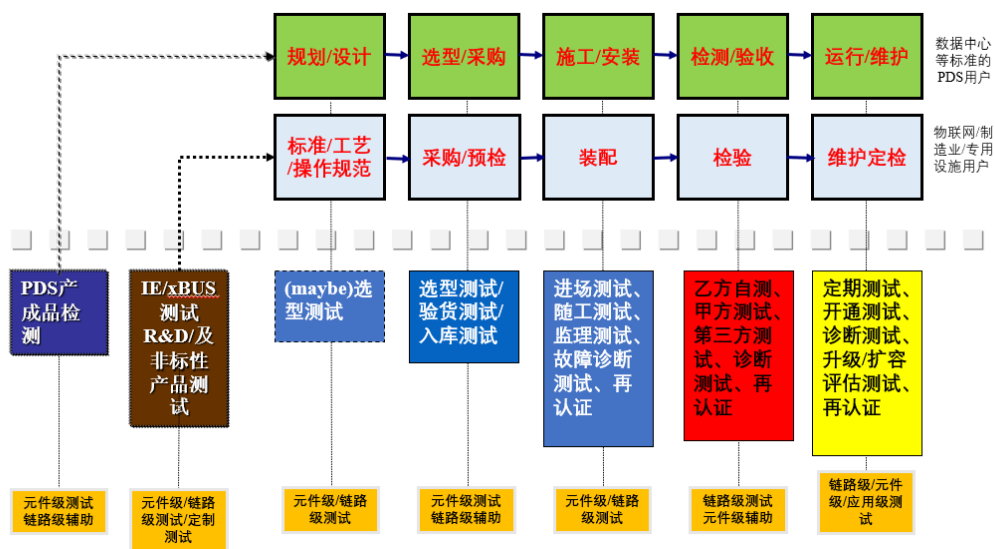
## 实验六 报告软件的使用与统计

# 6.1 思路和方法

测试报告可用于诸多场合，在数据中心或 PDS 综合布线系统场景中，如图

6.1.1 除了工程验收外还可以运用到规划设计、选型/采购、施工安装、运行维护等环节，而在物联网、制造业和专用设施用户场景中，还可以指导标准工艺操作规范建设、采购或预检、装配和维护定检等环节。

因此掌握报告的基本内容查看分析和方法是非常必要的。



图

6.1.1 测试数据可以用于不同场景模型  
报告数据可分两种，一种是原始测试数据，一种是加工提炼数据。在福禄克 Linkware 报告管理软件中，导入保存未 flw 后缀文件的为原始数据，保存为 pdf、txt、html 等后缀的为加工提炼数据。

## 1. 测试报告数据分析

一般福禄克的测试报告为 pdf 格式。

## 2. 电缆报告

典型的电缆认证测试报告如下图 6.1.2 所示，

左侧为表格数据，右侧为图形数据。

其中参数表示时，会分别列出主机和远端数据，线对间或线对测试数值，以及最差余量和最差值，需要注意前者是测试值和标准极限值最接近的点，后者是测试值和 x 轴最接近的点。

通过测试后，左下角所列出的是当前电缆满足的应用标准，如满足 1000Base-T。

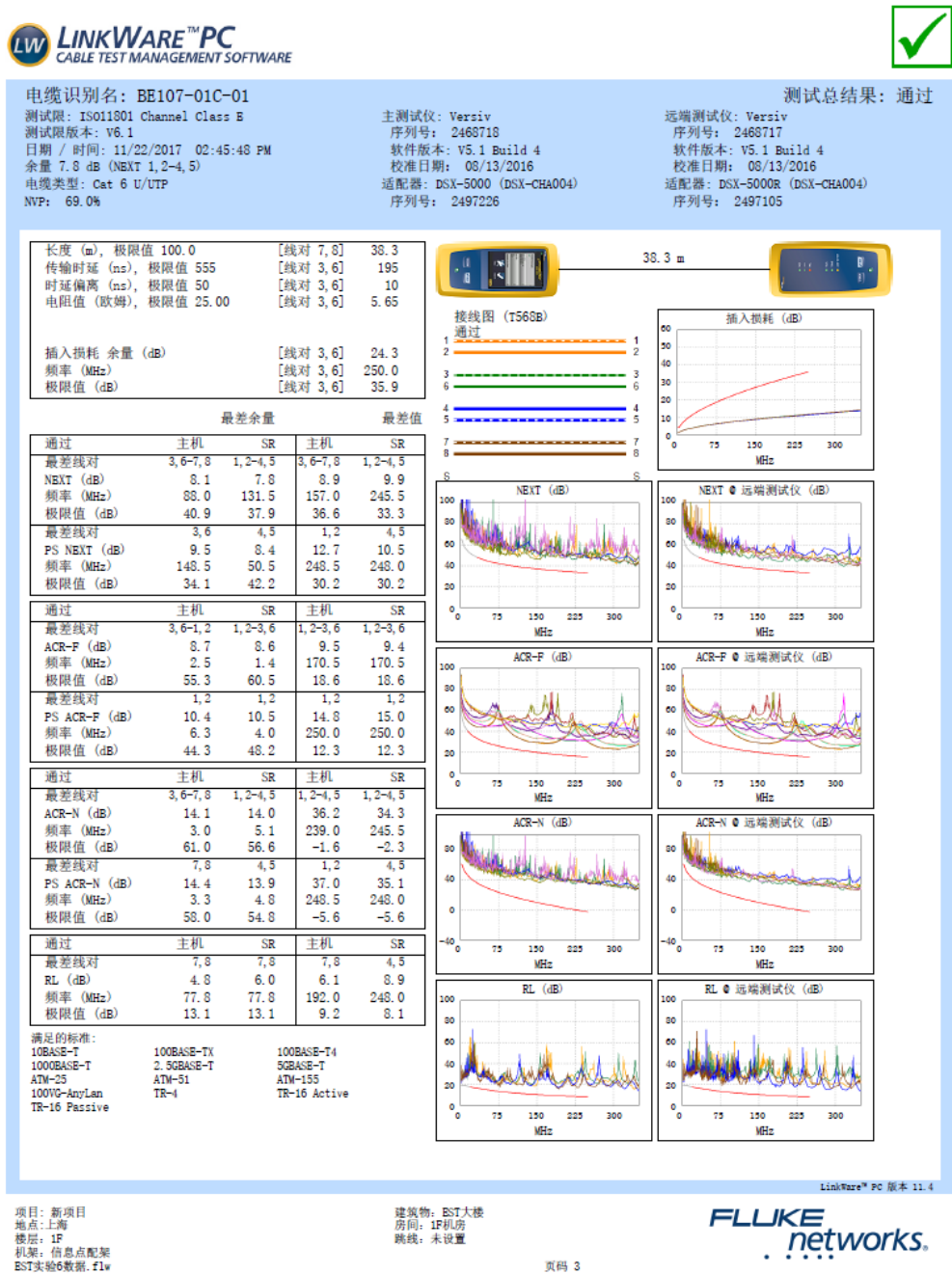


图 6.1.2 铜缆测试报告

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

### 3. 光纤报告

典型的光纤一级认证测试报告如下图 6.1.3 所示，

以数字表格数据显示结果。

其中参数为长度、损耗、波长等。测试配置会显示转换器、熔接点和连接器类型。

通过测试后，下方会列出的是当前光纤满足的应用标准，如满足 1000Base-LX。





电缆识别名: BE107-01B-M1-01

日期 / 时间: 01/10/2023 01:30:58 PM

电缆类型: OM3 Multimode 50

逆向散射系数: -68.0dB (850 nm)

n = 1.482000 (850 nm)

n = 1.477000 (1300 nm)

逆向散射系数: -75.8dB (1300 nm)

测试总结果: 通过

模态带宽: 2000MHz-km (850 nm)

模态带宽: 500MHz-km (1300 nm)

#### 损耗 (R->M)

通过

测试限: TIA-568.3-E Multimode (STD)

测试限版本: 7.7

日期 / 时间: 01/10/2023 01:30:58 PM

操作人员: LI

主测试仪: Verriv

序列号: 3697929

软件版本: V6.8 Build 6

模块: CertiFiber Pro (CFP-QUAD)

序列号: 19081366

校准开始日期: 08/22/2019

远端测试仪: Verriv

序列号: 3711207

软件版本: V6.8 Build 6

模块: CertiFiber Pro Remote (CFP-QUAD)

序列号: 19081367

校准开始日期: 08/22/2019

传输延迟 (ns)	510	
长度 m	103.4	通过
极限值 2000.0		
结果	850 nm	1300 nm
损耗 (dB)	通过	通过
损耗值 (dB)	0.90	1.30
余量 (dB)	1.81	1.66
参考 (dBm)	0.91	0.96
	-23.83	-23.54

转换器数目: 2

熔接点数目: 0

连接器类型: LC

跳接长度1 (m): 2.0

基准日期: 01/10/2023 01:10:20 PM

1个跳接

满足的标准:

10/100BASE-SX

100BASE-FX

100BASE-LX4

ATM155W

ATM622W Fiber Optic

Fibre Channel 100-M5-SN-I

Fibre Channel 200-M5-SN-I

Fibre Channel 266W

Fibre Channel 800-M5-SN-I

100BASE-LX

10BASE-FL

10BASE-SR

ATM622

FDDI Fiber Optic

Fibre Channel 1200-M5-SN-I

Fibre Channel 200-M5-SN-I

Fibre Channel 400-M5-SN-I

100BASE-SX

10BASE-LRM

ATM155

ATM622 Fiber Optic

Fibre Channel 100-M5-SN-I

Fibre Channel 133

Fibre Channel 266

Fibre Channel 400-M5-SN-I

LinkWare™ PC 版本 11.4

项目: 新项目  
地点: 上海  
楼层: 1F  
机架: 信息点配架  
EST实验数据.flw

建筑物: EST大楼  
房间: 1F机房  
用户电缆: 未设置  
页码 3

FLUKE  
networks

图 6.1.3 光纤一级测试报告

典型的光纤 OTDR 测试报告如下图 6.1.4 所示，

以通道图、数字表格和图形数据显示结果。

其中参数为长度、损耗、反射等。测试配置会显示量程、分辨率、脉宽、平均时间、损耗阈值等。

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队

结果异常时，会显示事件错误和相关信息。

**LINKWARE™ PC**  
CABLE TEST MANAGEMENT SOFTWARE

电缆识别名: BE107-01A-M1-04

日期 / 时间: 11/23/2021 10:14:50 AM

电缆类型: OS2 Singlemode

n = 1.467000 (1310 nm)

n = 1.468000 (1550 nm)

逆向散射系数: -79.5 dB (1310 nm)

逆向散射系数: -82.0 dB (1550 nm)

测试总结果: 通过

### OTDR 终端1 EventMap

光纤长度: 747.18 m

总损耗: 0.33 dB

终端2

716.40 m

30.78 m

157.48 m

终端1

终端速度 747.18 m

反射: -64.63 dB

反射 30.78 m

✓ 损耗: 0.03 dB

✓ 反射: -62.29 dB

发射活动 速度 0.00 m

✓ 损耗: 0.05 dB

✓ 反射: -49.91 dB

OTDR 端口 速度 157.48 m

反射: -45.84 dB

### OTDR 终端1 通过

测试限: ANSI/TIA-568.3-D-1 RL = 20 dB 仅发射

测试限版本: 7.6 前导类型: 单模

日期 / 时间: 11/23/2021 10:14:50 AM 发射长度: 157.48 m

操作人员: LW 补偿日期: 11/23/2021 09:58 AM

Version 宏弯检测: 已禁用

序列号: 18235858

软件版本: V6.6 Build 2

模块: OptiFiber Pro (OFF-QUAD)

序列号: 2377004

校准日期: 04/08/2013

手动 OTDR

量程 (自动)

分辨率 (自动)

信号宽度 (自动)

平均时间 (手动)

损耗阈值 (手动)

1310 nm

993 m

0.13 m

10 ns

3 s

0.09 dB

1550 nm

996 m

0.03 m

30 ns

3 s

0.09 dB

1310 nm (dB)

米 (m)

1550 nm (dB)

米 (m)

测量	状态	数值	1310 nm 极限值	数值	1550 nm 极限值
总长度 (m)	通过	747.18	40000	0.07	
总损耗 (dB)		0.33		42.58	
ORL (dB)		40.73			

LinkWare™ PC 版本 11.4

项目: 新项目

地点: 上海

楼层: 1F

机架: 信息点配架

测试数据: flw

建筑物: EST大楼

房间: 1F机房

用户电缆: 未设置

页码 3

**FLUKE**  
networks

相关内容，均有版权，如需转载，请联系上海朗坤 EST 团队



电缆识别名: BE107-01A-M1-04

日期 / 时间: 11/23/2021 10:14:50 AM  
电缆类型: OS2 Singlemode

n - 1.467000 (1310 nm)  
n - 1.468000 (1550 nm)

测试总结果: 通过

逆向散射系数: -79.5dB (1310 nm)  
逆向散射系数: -82.0dB (1550 nm)

#### OTDR 终端1 通过

测量	状态	1310 nm		1550 nm	
		数值	限值	数值	限值
事件					
747.18 m 终端					
反射 (dB)		-69.89		-64.63	
衰减系数 (dB/km)		0.34		0.21	
30.78 m 反射	通过				
损耗 (dB)		0.03	0.75	0.00	0.75
反射 (dB)		-70.68	-20.00	-62.29	-20.00
衰减系数 (dB/km)		0.27		0.37	
0.00 m 发射活动	通过				
损耗 (dB)		0.05	0.75	-0.09	0.75
反射 (dB)		-49.91	-20.00	-50.49	-20.00
衰减系数 (dB/km)		0.27		0.37	
-157.48 m OTDR 端口					
反射 (dB)		-45.84		-46.14	

Linkware® PC 版本 11.4

项目: 新项目  
地点: 上海  
楼层: 1F  
机架: 信息点配架  
EST实验数据.flw

建筑物: EST大楼  
房间: 1F机房  
用户电缆: 未设置  
页码 4

**FLUKE**  
networks

图 6.1.4 光纤 OTDR 测试报告

## 1. 测试报告统计分析

如果测试链路数量较多, 评估工作除了链路报告外, 可以增加统计分析, 查看更多相关信息, 如总长度、关键指标分布、测试通过情况分布等。

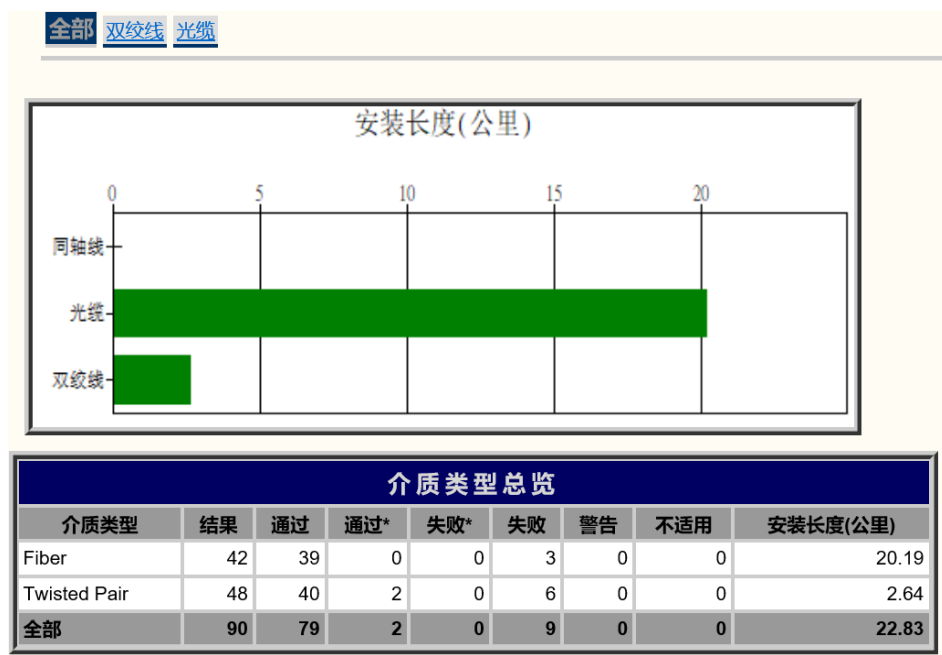


图 6.1.5 总体项目统计



图 6.1.6 项目子项统计

## 2. 原始数据分析和导出

## 3. 电缆原始数据分析管理

对于高性能高可靠的电缆数据传输性能分析，有时需要查看原始准确数据，一般我们可以通过软件导入数据后，通过软件所带分析器或界面进行观察记录。

所看到数据可以导出成 csv 报告，做归档或进一步比对分析。

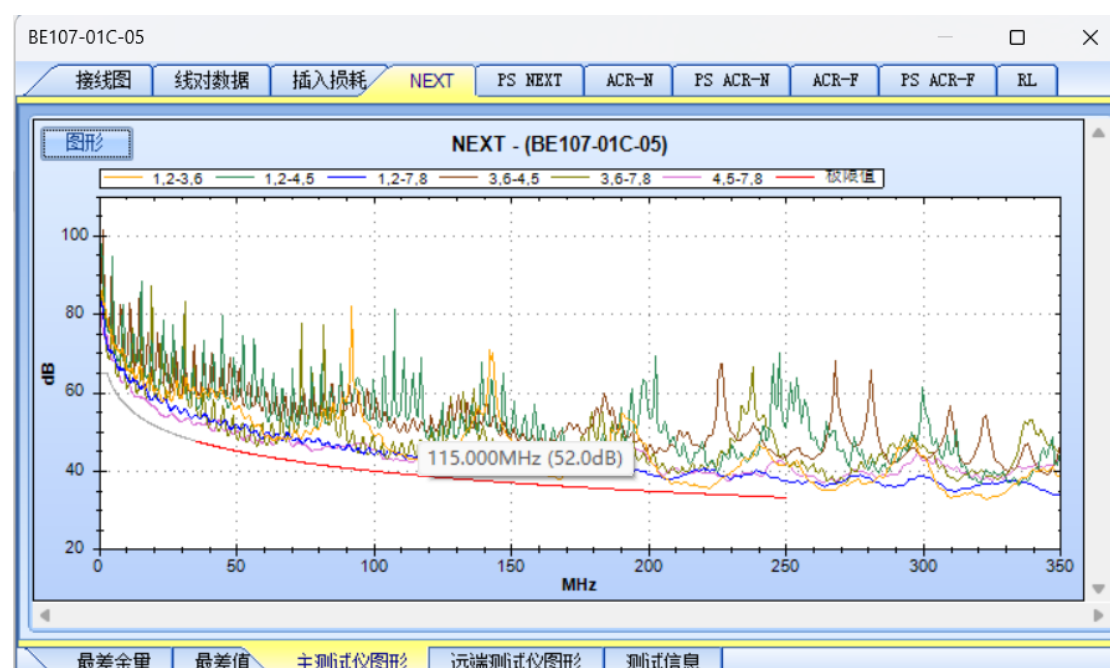


图 6.1.7 铜缆参数原始数据分析

## 4. 光纤原始数据分析管理

对于高性能高可靠的光纤数据传输性能分析，有时需要查看原始准确数据，一般我们可以通过软件导入数据后，通过软件所带分析器或界面进行观察记录。

不同光纤数据进行分析比对，查看差异，如下图 6.1.8 所示，不同芯光纤测试数据存在差异。

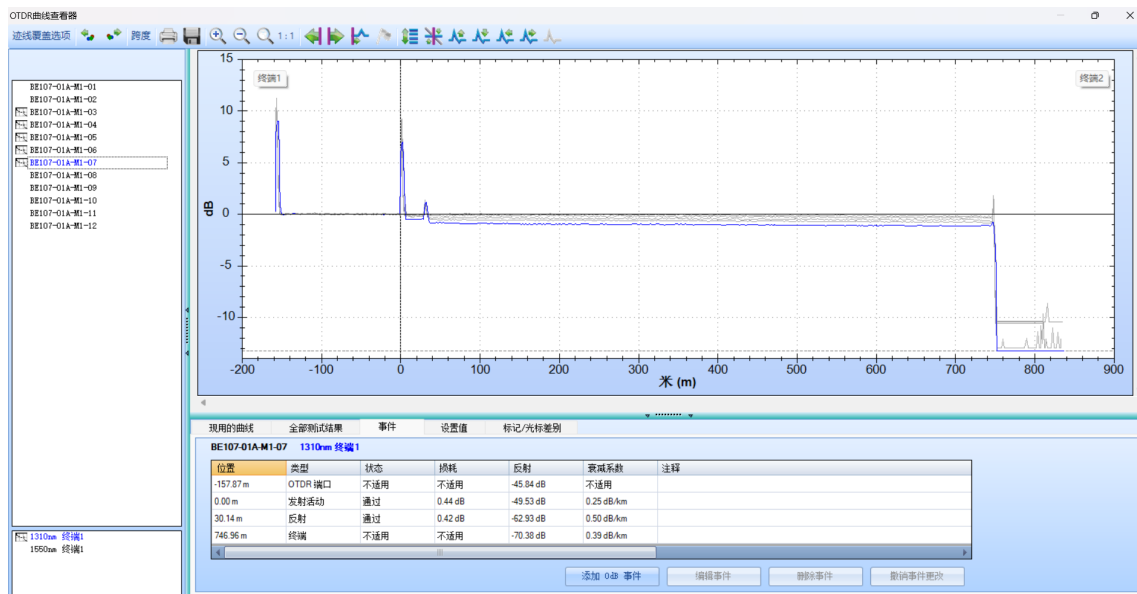


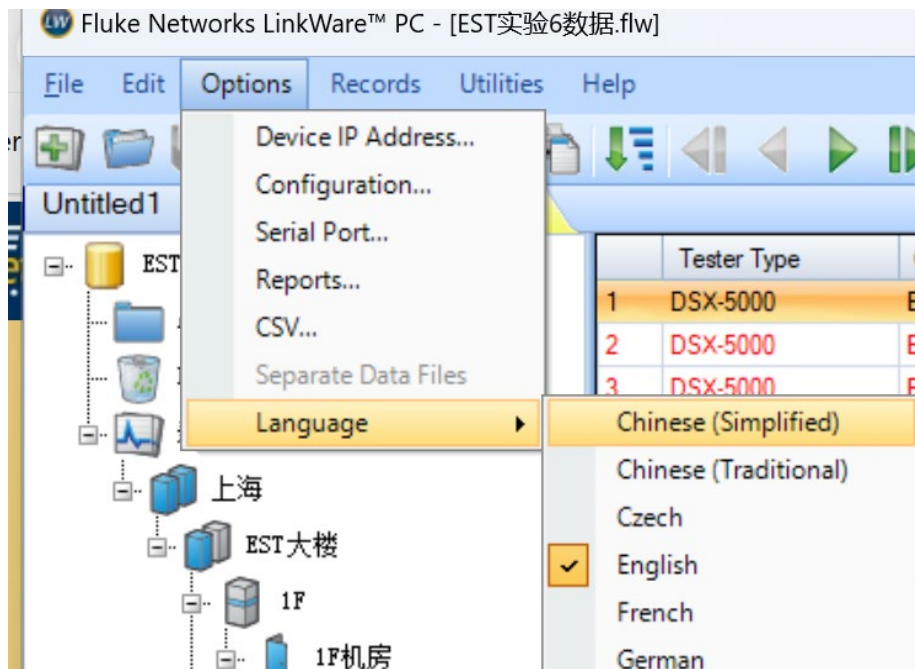
图 6.1.8 多光纤同波长数据趋势比对

## 模拟器操作步骤

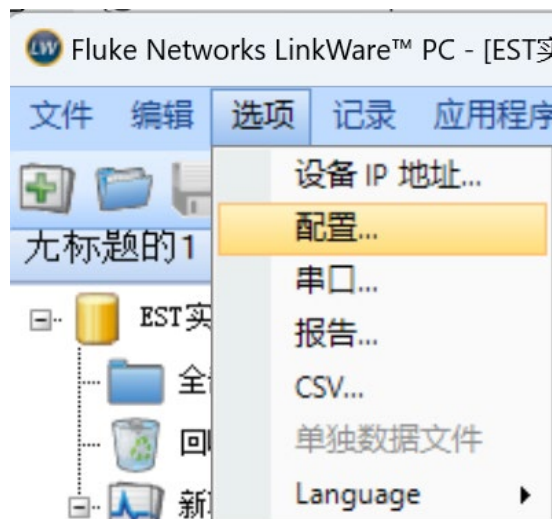
[点击下载 Fluke LinkWare 软件](#)

报告软件的使用和结果统计实验（30 分钟）

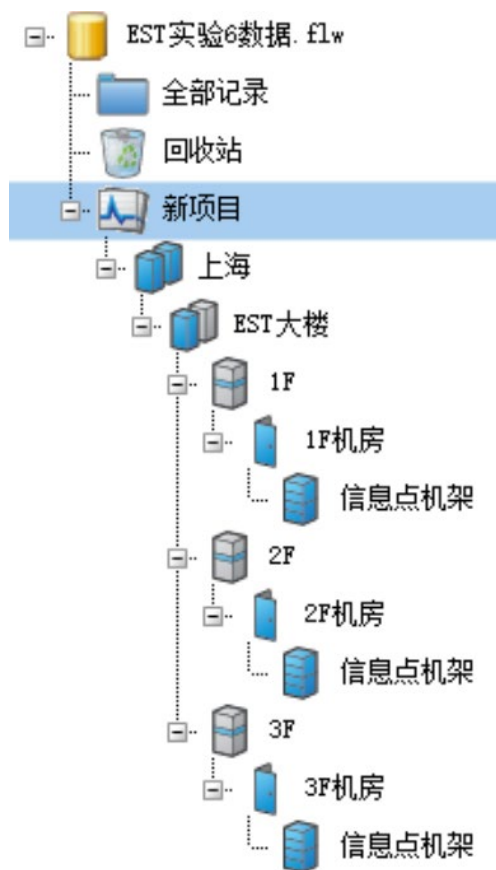
1. 安装并打开 LinkWare PC 软件，如果是首次运行，打开软件默认是英文版，所以先要更改语言，点击上方菜单栏的“Options”，选择“Language”-“Chinese (Simplified)”（如果打开是中文请跳过这一步）



2. 点击“选项”-“配置”，进入后把长度单位设置成米（m）



3. 点击“文件”-“打开”，选择“EST 实验 6 数据”，打开测试报告
4. 打开测试数据后，点击左侧的项目，通过项目可以查看到该测试所对应的测试地点和区域，符合 TIA606 标准当中针对测试所对应的命名要求，分别点击 1F 到 3F 的信息点配架，可以看到每个楼层所测的链路信息，双击想要查看的链路结果可以显示该链路的具体详细数据（包括每项测试参数的结果）




测试仪类型	电缆识别名	日期 / 时间	状态	长度(m)	余量	信息	测试限
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-06	01/10/2023 01:32:01 PM	通过	103.5 m	0.57 (损耗余量)		TIA-568.3-E Multimode (STD)
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-07	01/10/2023 01:32:27 PM	通过	103.5 m	0.34 (损耗余量)		TIA-568.3-E Multimode (STD)
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-08	01/10/2023 01:32:27 PM	通过	103.5 m	0.56 (损耗余量)		TIA-568.3-E Multimode (STD)
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-09						
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-10						
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-11						
CertiFiber Pro	BE107-01B-M1-12						
DSX-5000	BE107-01C-01						
DSX-5000	BE107-01C-02						
DSX-5000	BE107-01C-03						
DSX-5000	BE107-01C-04						
DSX-5000	BE107-01C-05						
DSX-5000	BE107-01C-06						

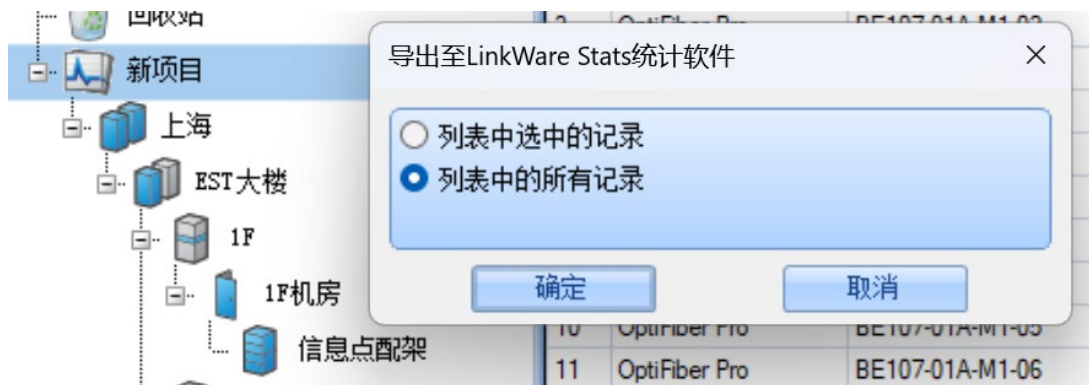
姓名	线对	已测量	极限值	状态
长度	7,8	26.9 m	100.0 m	不适用
传输时延	3,6	137 ns	555 ns	通过
时延偏差	3,6	7 ns	50 ns	通过
电阻值	3,6	4.00 ohms	25.00 ohms	通过

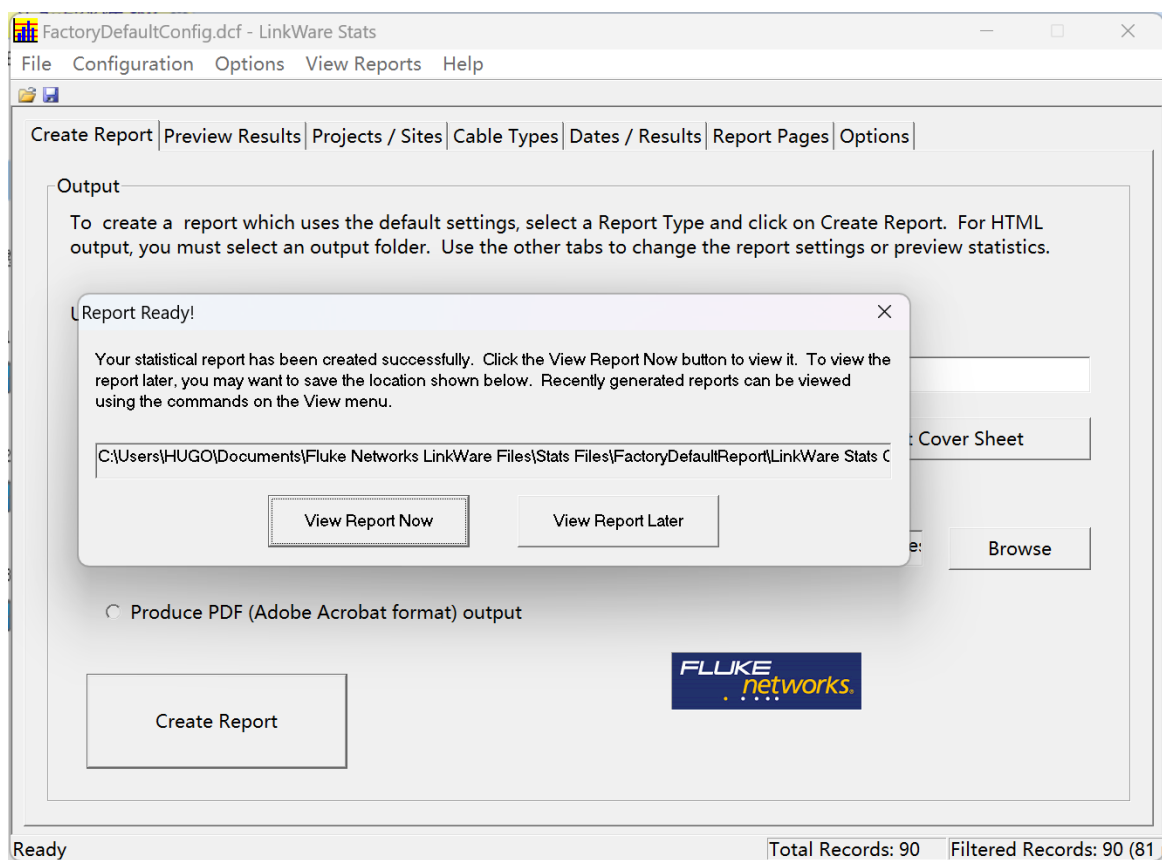
线对	已测量
1,2	131 ns
3,6	137 ns
4,5	136 ns
7,8	130 ns

5. 选中左侧“新项目”，然后再点击上方菜单栏中的  数据统计键，选择“列表中的所有记录”并确定





6. 在统计软件中点击“Create Report”-“是”，点击“View Report Now”来查看统计结果



7. 统计报告会以 HTML 的格式进行打开显示，首页上会显示日期范围和全部记录的链路数量以及参数统计的图表，点击上方的“点击此处”查看具体的信息
8. 在查看数据之前需要对浏览器进行设置，点击浏览器上的设置菜单，在“默认浏览器”选项中把“允许在 Internet Explorer 模式下重新加载网站（IE 模式）”设置成允许，随后重启浏览器，在设置菜单中会多出“在 Internet Explorer 模式下重新加载”的选项，点击并选择“完成”，再次点击上方的“双绞线”或者“光纤”按键，在浏览器下方弹出的确认框中点击“允许阻止的内容”即可

