



机械工业出版社



西元®
XIYUAN

网络综合布线系统工程技术 实训教程 第4版

* CHANGEDESIGNSTUDIO V1.0

王公儒主编

* COPYRIGHT(C) 2001 CHANGEDESIGN ALL RIGHT RESERVED
* RESOURCES 164.0+ -- 800*600+ -- MICROMEDIA FLASH/5 PLUGIN
* WEBSITE IMAGES FOR SOPHOTO AND TONYSTONE





第12章 综合布线系统工程的测试

在综合布线工程的测试里我们主要接触到永久链路测试和信道测试两种测试过程，同时也有利用电阻法判断线缆的质量和长度。在本章就简单的介绍综合布线工程的测试方法。

学习目标：

1. 了解综合布线系统工程的测试类型
2. 掌握综合布线系统工程测试方法；
3. 掌握综合布线常见故障的维修方法。

内容概要：

- 12.1 测试系统指标
- 12.2 网络双绞线电阻的计算和质量判断
- 12.3 永久链路测试；
- 12.4 信道测试；
- 12.5 综合布线系统工程的测试。
- 12.6 链路故障诊断与分析实训



12.1 测试系统指标

本节规定的系统指标，均参考《综合布线系统工程设计规范》中的第5条内容。有关电缆、连接硬件等产品标准也应符合国际标准。

1. 综合布线系统产品技术指标在工程的安装设计中应考虑机械性能指标，如缆线结构、直径、材料、承受拉力、弯曲半径等。

2. 相应等级的布线系统信道及永久链路、CP链路的具体指标项目，应包括下列内容：

3类、5类布线系统应考虑指标项目为衰减、近端串音(NEXT)。

5e类、6类、7类布线系统，应考虑指标项目有插入损耗(IL)、近端串音、衰减串音比(ACR)、等电平远端串音(ELFEXT)、近端串音功率和(PS NEXT)、衰减串音比功率和(PS ACR)、等电平远端串音功率和(PS ELEFXT)、回波损耗(RL)、时延、时延偏差等。

屏蔽的布线系统还应考虑非平衡衰减、传输阻抗、耦合衰减及屏蔽衰减。



12.1 测试系统指标

3. 综合布线系统工程设计中，系统信道的指标值包括以下12项：

回波损耗(RL)；

插入损耗(IL)值；

线对与线对之间的近端串音(NEXT)；

近端串音功率；

线对与线对之间的衰减串音比(ACR)；

ACR功率；

线对与线对之间等电平远端串音(ELFEXT)；

等电平远端串音功率；

信道直流环路电阻(d. c.)；

信道传播时延；

信道传播时延偏差；

信道非平衡衰减。





12.1 测试系统指标

4.综合布线系统工程中，永久链路的指标参数值包括以下11项内容：

最小回波损耗值；

最大插入损耗值；

最小近端串音值；

最小近端串音功率；

最小ACR值；

最小PSACR值；

最小等电平远端串音值；

最小PS ELFEXT值；

最大直流环路电阻；

最大传播时延；

最大传播时延偏差。





12.1 测试系统指标

5.各等级的光纤信道衰减值应符合表12-1的规定。

表12-1信道衰减值(dB)

信道	多模		单模	
	850nm	1300nm	1310nm	1550nm
OF-300	2.55	1.95	1.80	1.80
OF-500	3.25	2.25	2.00	2.00
OF-2000	8.50	4.50	3.50	3.50

* CHANGEDESIGNSTUDIO V3.0

* COPYRIGHT(C) 2001 CHANGEDESIGN ALL RIGHT RESERVED

* 800*800 1640+ -- 800*800+ -- MICROMEDIA FLASH/5 PLUGIN

* 100% RGB COLOR SITE IMAGES FOR SOPHOTO AND TONYSTONE

6. 光缆标称的波长，每公里的最大衰减值应符合表12-2的规定。

表12-2最大光缆衰减值 (dB / km)

项目	OM1、OM2、OM3、 OM4多模		单模光纤 OS1		单模光纤 OS2		
	850	1300nm	1310nm	1550nm	1310	1383	1550
波长(nm)	850	1300nm	1310nm	1550nm	1310	1383	1550
衰减(Db)	3.5	1.5	1.0	1.0	0.4	0.4	0.4



12.1 测试系统指标

7. 多模光纤的最小模式带宽应符合表12-3的规定。

表12-3多模光纤模式带宽

光纤类型	光纤直径 (um)	最小模式带宽 (MHz • km)		
		满注入带宽		有效激光发射带宽
		波长		
		850nm	1300nm	850nm
OM1	50或62.5	200	500	
OM2	50或62.5	500	500	
OM3	50	1500	500	2000
OM4	50	3500	500	4700



12.2 网络双绞线电缆电阻的计算和质量判断

1. 长度90米永久链路的电阻

GB50311《综合布线系统工程设计规范》中规定，双绞线电缆永久链路的最大长度为90米。网络双绞线的导体都是用铜导体，五类双绞线电缆的线芯直径为0.5毫米，半径为0.25毫米，我们不考虑每对线绞绕后增加的长度，就按照90米长度计算如下：

已知：铜材料的电阻率为 Ωm ，长度 $l=90\text{m}$ 。

面积

$$S = \pi \times R^2 = 3.14 \times (0.25 \times 10^{-3} \text{m})^2 = 0.1962 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1.75 \times 10^{-8} \Omega\text{m} \times \frac{90\text{m}}{0.1962 \times 10^{-6} \text{m}^2} = 8.02 \Omega$$

90米双绞线电缆每芯线的电阻值为8.02毫欧。

同样，当知道一段网线的电阻值，也可以套用该公式计算出网络双绞线的长度。



12.2 网络双绞线电缆电阻的计算和质量判断

2. 长度305米整箱网络双绞线电缆的电阻

整箱网络双绞线一般为1000英尺，也就是305米。因为网线由四对绞绕，每对绞绕的节距不同，四对线的长度都大于305米，每对线芯的电阻值也不同。

我们以五类双绞线电缆为例计算整箱网线的电阻。五类网络双绞线电缆的线芯直径为0.5毫米，导体直径为0.5毫米，半径为0.25毫米，铜材料的电阻率为 Ωm ，按照公式计算的电阻率如下：

- 1、2线对颜色为白蓝、蓝，实际长度约为307.7米，计算的电阻值为27.37欧姆。
- 3、4线对颜色为白橙、橙，实际长度约为319米，计算的电阻值为28.42欧姆。
- 5、6线对颜色为白绿、绿，实际长度约为311.6米，计算的电阻值为27.76欧姆。
- 7、8线对颜色为白棕、棕，实际长度约为314.9米，计算的电阻值为28.06欧姆。



12.2 网络双绞线电缆电阻的计算和质量判断

3.判断网络双绞线的质量

利用电阻值也可以判断出网络双绞线的质量。我们采用数字万用表的电阻档或二极管档对网线的相对应芯线进行测量，所得阻值可以根据表12-4所给的参数进行比较，从而得知网络双绞线质量的好坏。

表12-4 不同材质双绞线的电阻值

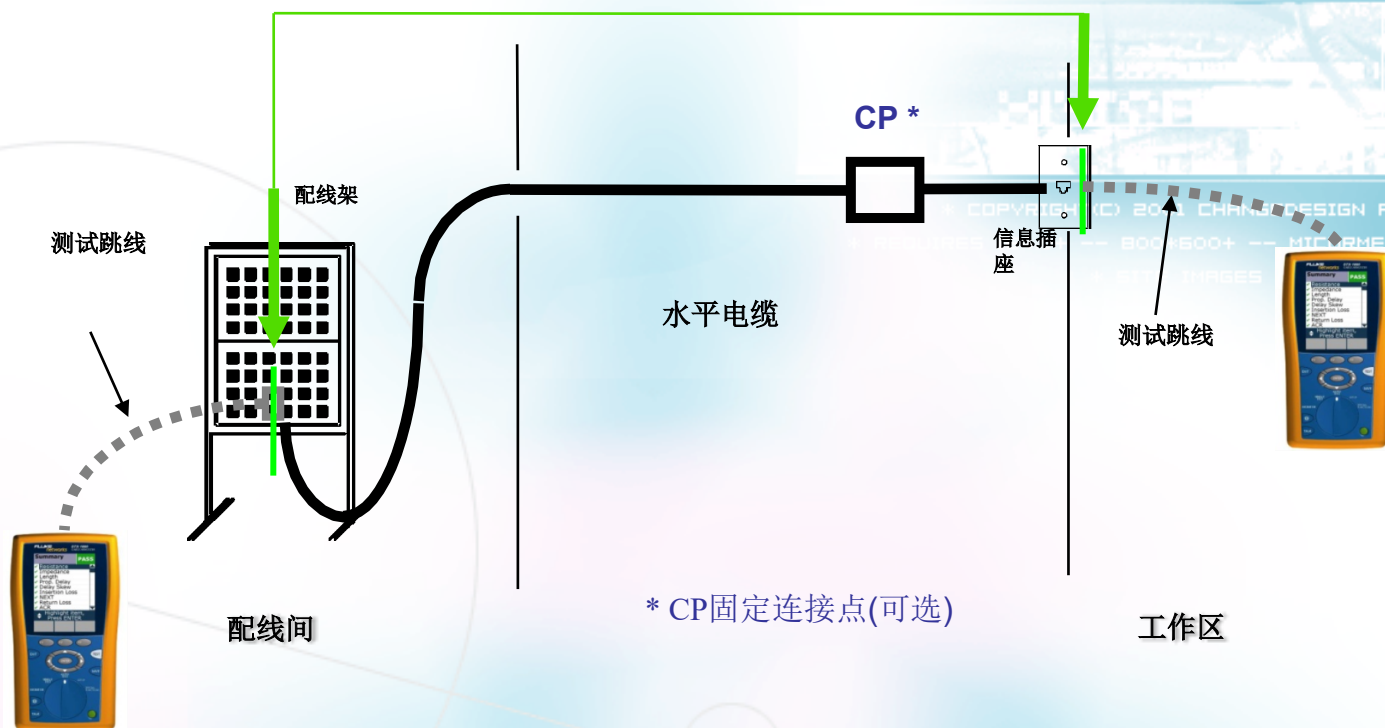
类型	单芯标准阻值	类型	单芯标准阻值
超五类全铜	28欧姆	超五类铝	44欧姆
六类全铜	21~23欧姆	超五类铁	170欧姆

相同长度相同线径线缆，铁的电阻是铜的7倍，铝是铜的1.7倍；
超五类线整箱的测试电阻值超过30欧姆，就肯定是非铜或线径不足；
超五类线整箱的测试电阻值超过100欧姆，就肯定是铁的；
六类线整箱的测试电阻值超过26欧姆，就肯定是非铜或线径不足。



12.3 永久链路测试

永久链路测试(Permanent Link Test)一般是指从配线架上的跳线插座算起，到工作区墙面板插座位置，对这段链路进行的物理性能测试，如图所示。



永久链路测试图



12.3 永久链路测试

一般来说等级越高需要测试的参数种类就越多。但也不总是这样，比如Cat6A此电缆链路需要测试外部串扰ANEXT等参数，而Class F(7类)链路就不需要测试外部串扰参数。以下所列是数据电缆需要测试的主要参数，不同类型的电缆参数数量有所取舍。

- Wire Map接线图(开路/短路/错对/串绕)
- Length长度
- Propagation Delay传输时延
- Delay Skew 时延偏离
- Insertion Loss插入损耗/Attenuation衰减
- NEXT近端串扰
- PS NEXT 综合近端串扰
- Return Loss 回波损耗
- ACR/ACR-N 衰减串扰比
- EL FEXT/ACR-F 等效远端串扰
- PS ELFEXT/PSACR-F综合等效远端串扰
- ANEXT/PSANEXT外部近端串扰





12.3 永久链路测试

在测试永久链路时，我们要注意以下问题：

1. 如何选择测试标准

最常用的标准是“通用型测试标准”，少部分用户还要求使用“应用型测试标准”或者“供应商自定义型标准”进行测试。

通用标准是直接跟电缆物理性质相关的标准，一般都高于应用标准。其中TIA568B、ISO11801、和GB50312-2007是使用最多的测试标准，基本涵盖了被检测链路总数的99%以上。

2. 如何读取仪器存储的数据

请用基于PC的通信和数据管理软件“Link Ware”从仪器中取出测试后存储的数据。并用此软件来管理测试数据。也可以用此软件将数据输出为多种报告格式供用户使用：文本格式、CSV格式、PDF格式等等。软件可以从网站上免费下载安装使用(语言可选)。



12.3 永久链路测试

3. 如何判读带星号“*”的检测结果

由于任何仪器都有测试的精度范围，故靠近精度边沿的数据将会被标注为带星号的数据。例如，仪器在100MHz的测试精度是 $\pm 0.2\text{dB}$ ，当测试结果为 $+0.5\text{dB}$ 时，测试结果肯定是合格的，而当测试结果为 $+0.1$ 分贝(合格)时，实际的真实值是 -0.05dB (不合格)，此时就会将测试结果作为可疑结果，标注为 $+0.1\text{dB}(\text{pass}^*)$ 。

4. 如何测试含110配线架的永久链路

可以在永久链路测试适配器上更换个性化模块。

5. 如何测试测试Class F链路(俗称7类链路)

由于7类链路模块与6类完全不兼容，是非RJ-45结构，目前已被TIA标准委员会批准的是Siemon公司的Tera F结构和Nexans公司的GG-RJ结构，此时需要使用7类测试适配器(比如DTX-PLA011)来进行测试。



12.3 永久链路测试

6. 如何测试Cat6A或者Class E_A链路

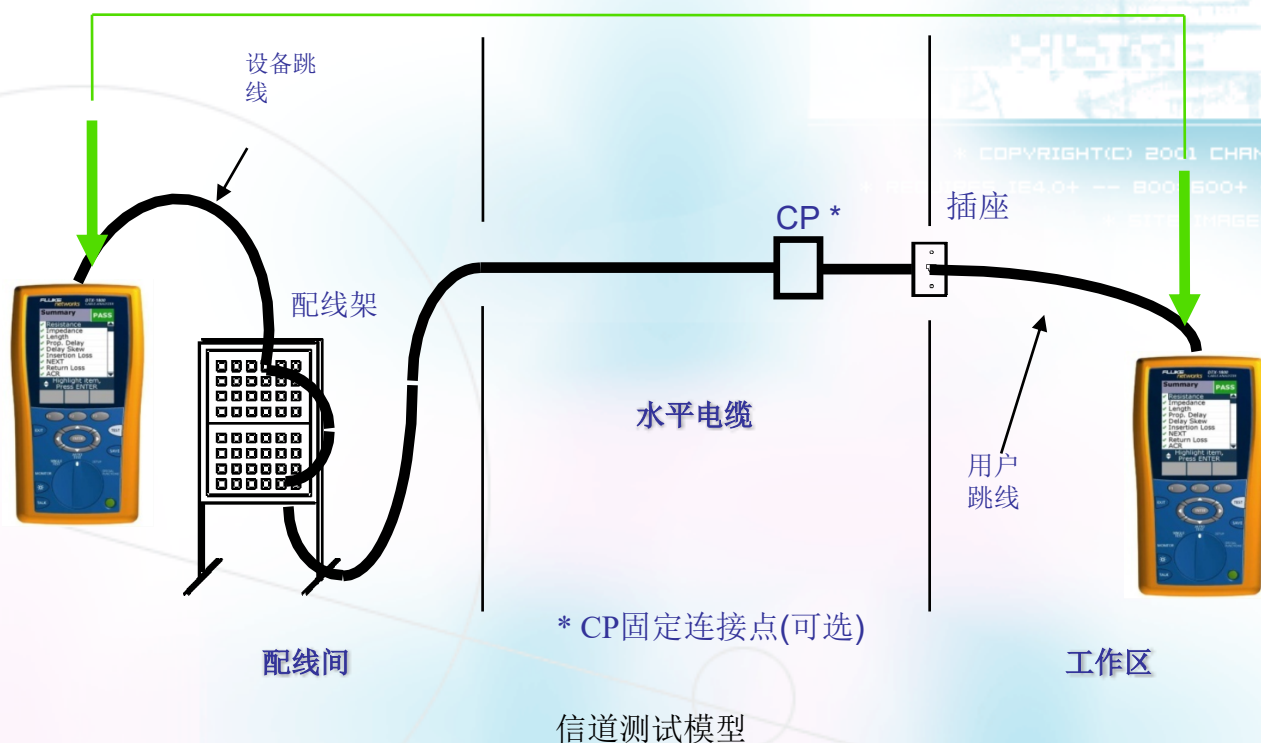
如果被测链路使用屏蔽电缆(FTP), 则可以直接使用支持Cat6A或者Class E_A的永久链路适配器即可进行测试。如果是非屏蔽电缆(UTP)链路, 则还需要增加测试电缆之间的干扰, 参见图12-3所示。电缆束中心的一根电缆会最大强度地被周围的六根电缆工作时间辐射出来的电磁波干扰(外部串扰), 这些干扰会破坏中心电缆中传递的信号, 导致误码率上升。

* CHANGEDESIGNSTUDIO V1.0
COPYRIGHT(C) 2001 CHANGEDESIGN ALL RIGHT RESERVED
+ CH 5 PLUGIN
CHANGES FOR SUPHOTO AND TONYSTONE



12.4 信道测试

信道测试(Channel Test)又译作通道测试,一般是指从交换机端口上设备跳线的RJ-45水晶头算起,到服务器网卡前用户跳线的RJ-45水晶头结束,对这段链路进行的物理性能测试,如下图所示。





12.5 综合布线系统工程的测试

综合布线系统工程的测试主要针对各个子系统，如水平布线子系统、垂直布线子系统等，当中的物理链路进行质量检测。测试的对象有电缆和光缆。系统设备开通时部分用户会选择进行“信道测试”或者“跳线测试”。以上讨论或涉及的这些测试对象均可以在测试仪器中选定对应标准进行。

1. 如何测试电缆跳线

永久链路作为质量验收的必测内容被广泛使用，信道的测试多数在开通应用的链路中会被使用。为了保证信道质量总能合乎要求，用户只需要重点把握好跳线的质量就可以了。因为只要跳线质量合格，那么合格的永久链路加上合格的跳线就几乎能保证由此构成的信道百分之百合格。

2. 如何调整卷线

整卷线购入后有时需要做进货验收，此时可以使用整卷线测试适配器进行测试。方法很简单，更换测试适配器（如LABA/MN），将整卷线的4个线对剥去外皮（1cm），插入适配器测试连接孔中，选择整卷线测试标准（如cat6 spool），按下测试键并保存结果即可。



12.5 综合布线系统工程的测试

3. 如何测试光纤

光纤的现场工程测试测试分一级测试(tier 1)和二级测试(tier 2)，一级测试是用光源和光功率计测试光纤的衰减值，并依据标准判断是否合格，附带测试光纤的长度，二级测试是“通用型”测试和“应用型”测试。主要就是测试光纤的衰减值和长度是否符合标准规定的要求，一次判断安装的光纤链路是否合格。在仪器中先选择上述某个测试标准，按后安装光纤测试模块后即可进行测试。测试结果存入仪器中或稍后用软件导入计算机中进行保存和处理。仪器会根据选择的标准自动进行判定是否合格。



12.5 综合布线系统工程的测试

4. 如何测试综合布线的接地

综合布线系统的接地主要是机架接地和屏蔽电缆接地，机架接地和一般的弱电设备接地方式和接地电阻要求是相同的，一般使用接地电阻测试仪进行测试。

屏蔽电缆的接地端一般与机架或者机架接地端相连，对于屏蔽层的直流连通性测试，则标准当中没有数值要求，只要求连通即可。测试方法：在电缆认证测试仪设置菜单中选择测试电缆类型为FTP，即可在测试电缆参数的同时自动增加对屏蔽层连通性的测试，结果自动合并保留在参数测试报告中。

5. 如何测试含防雷器的电缆链路

接入防雷器的链路一般按照通道模式进行测试。某些特殊的防雷器是按照固定安装模式接入链路的，这种防雷器则可以纳入永久链路的测试模式。建议用户先对无防雷器的链路进行测试，然后在对加装防雷器后的链路进行测试，测试参数合并或并列到验收测试报告中。



12.6 链路故障诊断与分析实训

实训项目一 光缆链路故障诊断与分析

【实训要求】

使用DTX（带单模光纤模块）线缆分析仪，检测综合布线故障检测与维护实训装置（产品型号XIYUAN KYGJZ-07-02）上安装的光纤故障模拟箱中的12个光纤永久链路，按照GB50312标准判断每个永久链路检测结果是否合格，判断和分析故障主要原因。

【实训项目和步骤】

第一步：打开“西元”综合布线故障检测实训装置电源；

第二步：取出线缆分析仪；

第三步：按照线缆分析仪的操作说明及连接方法进行测试。

用测试仪逐条测试链路，根据测试仪显示数据，判定各条链路的故障位置和故障类型。

第四步：填写故障检测分析表，完成故障测试分析。

第五步：故障维修

根据故障检测结果，采取不同的故障维修方法进行故障维修。



西元综合布线故障检测与维护实训装置



12.6 链路故障诊断与分析实训

实训项目二 铜缆链路故障诊断与分析

【实训要求】

请使用DTX 1800线缆分析仪，检测综合布线故障检测与维护实训装置（产品型号XIYUAN KYGJZ-07-02）上安装的铜缆故障模拟箱中的12个铜缆永久链路，按照GB50312标准判断每个永久链路检测结果是否合格，判断和分析故障主要原因。

【实训项目和步骤】

第一步：打开“西元”综合布线故障检测实训装置电源；

第二步：取出线缆分析仪；

第三步：按照线缆分析仪的操作说明及连接方法进行测试。

用测试仪逐条测试链路，根据测试仪显示数据，判定各条链路的故障位置和故障类型。

第四步：填写故障检测分析表，完成故障测试分析。

第五步：故障维修

根据故障检测结果，采取不同的故障维修方法进行故障维修。



西元综合布线故障检测与维护实训装置



综合布线常见故障及维修方法:

故障模拟箱模拟了常见布线工程中的开路、短路、跨接、反接、回波、串扰、阻抗、CP点、568B故障等11种故障设置，配合电缆测试仪，可进行布线故障检测实训功能。

- 1)、开路：是指链路中某根连线中断。
- 2)、短路：是指链路中的8根连线中某两根连线彼此之间短路联通。
- 3)、跨接：是指链路中的某对双绞线跨过2根以上的线序与另外的接口连接所导致的接线错误。
- 4)、反接：是指链路中两根连线之间相互线序接反。

反接故障的维修方法是找出链路故障点，在出现故障的位置重新按照正确线序打线。

- 5)、阻抗：是指链路中某根连线因为电缆性能的改变等各种原因导致阻值异常增大，引发链路传输能量的反射，影响链路的正常传输。
- 6)、串扰：在一条双绞线中，当信号在一对线缆上传输时，同时会在相邻的线对中产生感应信号，即一对线发送信号时另一相邻的线对中将收到信号，这种现象为串扰。
- 7)、回波：回波损耗，又称为反射损耗。是电缆链路由于阻抗不匹配所产生的反射，是一对线自身的反射。



12.6 链路故障诊断与分析实训

4)、反接：是指链路中两根连线之间相互线序接反。

反接故障的维修方法是找出链路故障点，在出现故障的位置重新按照正确线序打线。

5)、阻抗：是指链路中某根连线因为电缆性能的改变等各种原因导致阻值异常增大，引发链路传输能量的反射，影响链路的正常传输。

6)、串扰：在一条双绞线中，当信号在一对线缆上传输时，同时会在相邻的线对中产生感应信号，即一对线发送信号时另一相邻的线对中将收到信号，这种现象为串扰。

7)、回波：回波损耗，又称为反射损耗。是电缆链路由于阻抗不匹配所产生的反射，是一对线自身的反射。