

实验一 学习制作网线、配置网络、使用网络分析工具

一、网线的制作和测试

1.1 实验目的

掌握网线的制作和测试，了解标准 568A 与 568B 网线的线序。通过制作网线，接触以太网传输介质，进一步理解以太网 MAC 层的设计机制。

1.2 实验内容

每两人一组，剪取适当长度的双绞线进行实验，制作直连网线和交叉网线

1.3 实验原理

1. 双绞线

局域网内组网所采用的网线，使用最为广泛的为双绞线（Twisted-Pair Cable；TP），双绞线是由不同颜色的 4 对 8 芯线组成，每两条按一定规则绞织在一起，成为一个芯线对。如图 1 所示。通过把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起，可以降低信号干扰的程度，每一根导线在传输中辐射的电波会被另一根线上发出的电波抵消。“双绞线”的名字也是由此而来。双绞线一般有屏蔽（Shielded Twisted-Pair STP）与非屏蔽（Unshielded Twisted-Pair UTP）双绞线之分，屏蔽的当然在电磁屏蔽性能方面比非屏蔽的要好些，但价格也要贵些。



图 1 双绞线

2. RJ-45 连接器

一般的双绞线、集线器和交换机均使用 RJ-45 连接器进行连接。RJ-45 连接器又称水晶头。如图 2 所示，RJ-45 接口前端有 8 个凹槽，简称 8P (Position)，凹槽内的金属触点共有 8 个，简称 8C (Contact)，因而也有 8P8C 的别称。RJ-45 接口没有被压线之前金属触点凸出在外。从侧面观察 RJ-45 接口，可以看到平行排列的金属片，一共有 8 片，每片金属片前端都有一个突出透明框的部分，从外表来看就是一个金属触点。在压接网线的过程中，金属片的侧刀必须刺入双绞线的线芯，并与线芯总的铜质导线内芯接触，以联通整个网络。



图 2 二叉式水晶头

EIA/TIA 的布线标准中规定了两种双绞线的线序 568A 与 568B，及水晶头接线顺序。规格及每对线的作用如表 1 所示：

标准	1	2	3	4	5	6	7	8
568A	白绿	绿	白橙	蓝	白蓝	橙	白棕	棕
568B	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕
绕对	同一绕对		与 6 绕对		同一绕对		与 3 绕对	
接口	用于发送		用于接收		双向接口		用于接收	

表 1 双绞线线序

上表中 1~8 表示水晶头的引脚。水晶头无塑料弹片的一面朝上，从左到右分别对应引脚 1~8。用图表示如下：

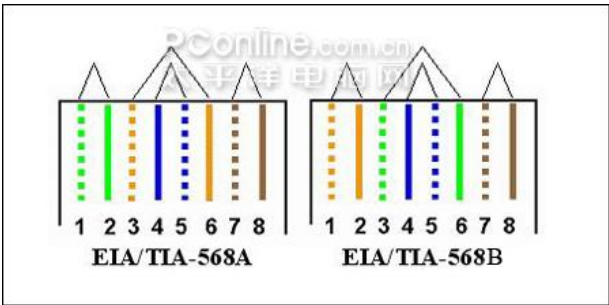


图 3 水晶头引脚图示

3. 直通线、交叉线

基于 RJ-45 的网线分为直通线和交叉线两种。直通线就是双绞线两端的发送端口与发送端口直接相连，接收端口与接收端口直接相连。交叉线是指双绞线两端的发送端口与接收端口交叉相连。在制作直通线时，网线两端采用相同规范，如都用 568A 或者 568B。而在制作交叉线时，网线两端采用不同规范。

进行设备连接时，需要正确的选择连线。如下表所示。需要指出的是，随着技术的发展，新一代的网络设备可以自动识别连接的网络类型。

	主机	路由器	交换机 MDIX	交换机 MDI	集线器
主机	交叉	交叉	直通	N/A	直通
路由器	交叉	交叉	直通	N/A	直通
交换机 MDIX	直通	直通	交叉	直通	交叉
交换机 MDI	N/A	N/A	直通	交叉	直通
集线器	直通	直通	交叉	直通	交叉

表 2 设备间连线选择

1.4 实验分组与实验内容

每大组 5 名同学，每组领取网线、网头、卡线钳、电缆测试仪，制作本组需要的直通线和交叉线（至少每人做好一根线），采用电缆测试仪对制作好的网线进行测试，在下表中记录直通线及交叉线测试仪的闪亮顺序。

直通线测试仪的闪亮顺序：

发射器								
接收器								

交叉线测试仪的闪亮顺序：

发射器								
接收器								

1.5 实验步骤

步骤 1：剥线

利用斜口错剪下所需要的双绞线长度，然后再利用双绞线剥线器（实际用什么剪都可以）将双绞线的外皮除去 2—3 厘米。有一些双绞线电缆上含有一条柔软的尼龙绳，如果在剥除双绞线的外皮时，觉得裸露出的部分太短，而不利于制作 RJ-45 接头时，可以紧握双绞线外皮，再捏住尼龙绳往外皮的下方剥开，就可以得到较长的裸露线。剥线完成后的双绞线电缆如图 4 所示。



图 4 剥好的双绞线

步骤 2：解绕并调整线序

小心的剥开每一对线，白色混线朝前。因为我们是遵循 EIA / TIA 568B 的标准来制作接头，所以线对颜色是有一定顺序的（如图 5 所示）。



图 5 线对颜色顺序，从左到右：白橙 / 橙 / 白绿 / 蓝 / 白蓝 / 绿 / 白棕 / 棕

需要特别注意的是，绿色条线应该跨越蓝色对线。这里最容易犯错的地方就是将白绿线与绿线相邻放在一起，这样会造成串扰，使传输效率降低。

步骤 3：连接 RJ-45 接头

将裸露出的双绞线用剪刀或斜口钳剪下只剩约 14mm 的长度，之所以留下这个长度是为了符合 EIA / TIA 的标准。最后再将双绞线的每一根线依序放入 RJ-45 接头的引脚内，第一只引脚内应该放白橙色的线，其余类推，如图 6 所示：

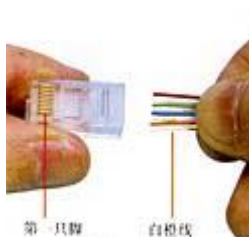


图 6 连接 RJ-45 接头

步骤 4：压线

确定双绞线的每根线已经正确放置之后，就可以用 RJ-45 压线钳压接 RJ-45 接头。市面上还有一种 RJ-45 接头的保护套，可以防止接头在拉扯时造成接触不良。使用这种保护套时，需要在压接 RJ-45 接头之前就将这种胶套插在双绞线电缆上。

步骤 5：制作另一端 RJ-45 接头

重复步骤 1 到步骤 4，再制作另一端的 RJ-45 接头。注意在制作直通线时，另一端双绞线线序与原来相同，都是按照 568B 的线序。而在制作交叉线时，两端双绞线线序不同，一端采用 568B 的线序，另一端采用 568A 的线序。

步骤 6：测试

在把网线的两端都做好后即可用网线测试仪进行测试，如果测试仪上 8 个指示灯都依次为绿色闪过，证明网线制作成功。如果出现任何一个灯为红灯或黄灯，都证明存在断路或者接触不良现象，此时最好先对两端水晶头再用网线钳压一次，再测，如果故障依旧，再检查一下两端芯线的排列顺序是否一样，如果不一样，剪掉一端重新按另一端芯线排列顺序制作水晶头。如果芯线顺序一样，但测试仪在重启后仍显示红色灯或黄色灯，则表明其中肯定存在对应芯线接触不好。此时没办法了，只好先剪掉一端按另一端芯线顺序重做一个水晶头了，再测，如果故障消失，则不必重做另一端水晶头，否则还得把原来的另一端水晶头也剪掉重做。直到测试全为绿色指示灯闪过为止。

【思考题】

如果两个接头的线序发生同样的错误，网线还能用吗？

二、熟悉实验室网络环境

2.1 实验目的

熟悉实验室网络环境，弄清实验室每台终端网卡的作用，掌握网络配置的基本方法。

2.2 实验内容

熟悉实验室网络环境，根据指导书说明，每位同学对自己终端的网络进行配置，使组内控制网能够互通。

2.3 网络实验室说明

网络实验室（小屋）分为 8 大组，每组配备学生终端 4~5 台，每台终端的实验台配置二个网络信息插座，其中一个配置单网络模块插座，一个配置双网络模块插座，每台学生终端配置有两块网络适配卡（即网卡）和两个串口。

三个插座用途分配如下：

单网络模块插座和学生终端的扩展网卡连接，学生终端扩展网卡的 IP 设为 10.111.1.XX,，一般情况不要更改，以保证控制网络的通畅。该插座也通过机房内的交换机等设备连接到了外网。

双网络模块插座的 b 口和学生终端的集成网卡连接，此集成网卡可设置成不同的 IP 地址供实验网络使用。

双网络模块插座的 a 口可以通过专用线缆和串口连接，用以和网柜中交换机的控制口连接，进行交换机的配置管理；也可以根据实验要求供实验网络使用。

2.5 实验步骤

步骤 1：用网线连接终端与控制网的插座（单网络模块插座），拔掉其他网线。

步骤 2：配置控制网络

在桌面网上邻居上单击右键选属性，打开本地连接，左键点击属性，在弹出的菜单中上双击选择 TCP/IPv4，为控制网络配置 IP 地址。控制网络 IP 地址设置如下：

第 1 大组: 10.111.1.10 ~ 10.111.1.13

第 2 大组: 10.111.1.20 ~ 10.111.1.24

第 3 大组: 10.111.1.30 ~ 10.111.1.34

第 4 大组: 10.111.1.40 ~ 10.111.1.44

第 5 大组: 10.111.1.50 ~ 10.111.1.54

第 6 大组: 10.111.1.60 ~ 10.111.1.64

第 7 大组: 10.111.1.70 ~ 10.111.1.74

第 8 大组: 10.111.1.80 ~ 10.111.1.84

控制网络所在子网为 10.111.1.0/22, 网关为 10.111.1.1。根据这些信息填写 IP 地址、子网掩码和默认网关。确认后退出网络配置。

步骤 3: 小组内网络连通性测试

打开命令行, 通过 ping 确认是否能连接到组内其他成员。例如, 若某主机的 IP 地址为 10.111.1.73, 可以采用如下命令测试到它的连通性:

```
ping 10.111.1.73
```

【思考题】

1. ping 使用了什么协议? 该协议属于 TCP/IP 分层结构中的那一层协议?
2. 控制网络的 IP 地址属于哪一类? 可以采用这类 IP 地址访问 INFO 等网页吗? 为什么?

三、以太网帧格式分析

3.1 实验目的

学习使用抓包工具 Wireshark, 利用 Wireshark 分析 Ethernet V2 标准规定的 MAC 层帧结构, 和 TCP/IP 的主要协议和协议的层次结构。

3.2 实验内容

1. 根据实验指导书说明组成实验网络, 对终端网络进行配置。
2. 利用 Wireshark 截获链路层的数据帧, 对截获的帧进行分析, 验证 Ethernet V2 标准规定的 MAC 层帧结构, 和 TCP/IP 的主要协议和协议的层次结构。

3.3 实验原理

1. 以太网简介

局域网按照网络拓扑结构可以分为星型网、环形网、总线网和树形网，相应具有代表性的网络主要有以太网、令牌环形网、令牌总线网等。目前采用 CSMA/CD 接入方法的以太网是局域网的主要接入方式。以太网 MAC 帧格式有两种标准：DIX Ethernet V2 标准；IEEE802.3 标准（参考教材）。图 7 为 Ethernet V2 标准的以太网帧格式：

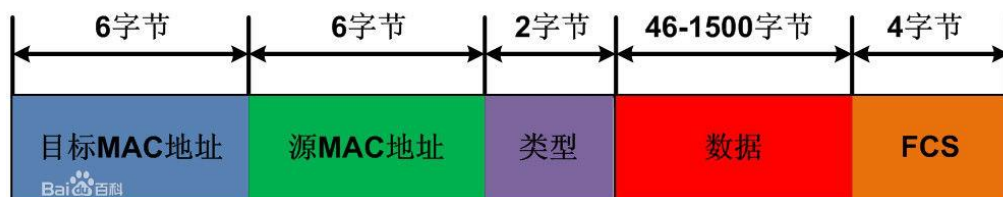


图 7 以太网帧格式

其中前 12 字节分别标识出发送数据帧的源节点 MAC 地址和接收数据帧的目标节点 MAC 地址。接下来的 2 个字节标识出以太网帧所携带的上层数据类型，如 16 进制数 0x0800 代表 IP 协议数据。在 不定长的数据字段后是 4 个字节的帧校验序列（Frame Check Sequence, FCS），采用 32 位 CRC 循环冗余校验对从"目标 MAC 地址"字段到"数据"字段的数据进行校验。

2. Wireshark 简介

Wireshark 是网络包分析工具，其主要作用是捕获网络包，并尝试显示包的尽可能详细的情况。可以把网络包分析工具当成是一种用来测量有什么东西从网线上进出的测量工具，就好像电工用来测量电量的电度表一样。Wireshark 是目前应用最广泛且兼容性最好的开源网络包分析软件。利用捕获数据包的功能，Wireshark 可以用来学习网络协议、供开发人员测试协议执行情况、供网络管理员解决网络问题等。除此之外，Wireshark 也提供许多高级功能，如通过多种方式过滤包、查找包，生成各种统计分析图表等。掌握使用 Wireshark 后，大家就能够自己解决以后实验中碰到的各种问题了。

3.1 实验分组

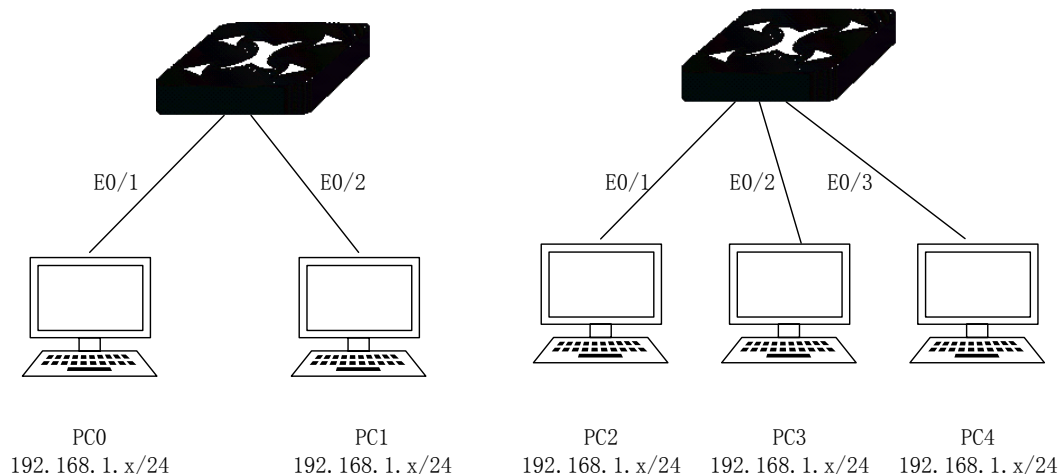
每组 5 名同学，其中每 2-3 名同学作为一个小组（PC0-PC1 一小组，PC2-PC4 一小组），每小组共同配置 1 台交换机。

3.2 实验步骤

1. 组网

步骤 1:

用网线将插座 b 与 PC 终端相连，然后在机房内将小组内的 PC 终端连接到同一台交换机上，如图 8 所示：



步骤 2:

配置实验网网络。在 PC 终端上将实验网网卡的 IP 地址设置为 192.168.1.x/24。x 根据组号和 PC 编号设置。如第一组的 PC1 的 IP 地址设置为 192.168.1.11，第三组的 PC2 的 IP 地址设置为 192.168.1.32，其他类推。默认网关设置为 192.168.1.1。实验网卡配置方法同控制网网卡，不再赘述。

配置完成后小组内的 PC 之间应该能互相 ping 通，如果不通，请先检查网线连接，确认连接没有问题后再检查网络配置。

2. 分析 ping 包的结构

步骤 1:

在 PC 终端上安装 Wireshark 软件。Wireshark 的安装及使用方法见网络学堂，请在预习时自学。

步骤 2:

在 PC 机上运行 Wireshark 软件捕获报文。然后在小组内的一台主机上 ping 另一台主机。在 Wireshark 上捕获到 ping 报文后，终止截获报文。

步骤 3:

对截获的 ping 报文进行分析，填写下表：

Ethernet II 协议树中	Source 字段值	
	Destination 字段值	
	类型字段值	
IP 协议树中	Source 字段值	
	Destination 字段值	
	协议字段值	

3. 分析 NWLink IPX/SPX/NetBIOS 兼容传输协议

NWLink IPX/SPX/NetBIOS 是一种常用的兼容传输协议，是 Windows XP 的内置协议。它支持将 Windows 2000 Server 服务器连接到 Novell NetWare 服务器上。通过使用 NWLink 协议，Windows 和 NetWare 客户可以访问在对方服务器上运行的客户或服务应用程序。其中，IPX/SPX 协议即 IPX 与 SPX 协议的组合，它是 Novell 公司为了适应网络的发展而开发的通信协议，具有很强的适应性，安装方便，同时还具有路由功能，可以实现多网段间的通信。NetBIOS 是 1983 年 IBM 开发的一套网络标准，微软在这基础上继续开发。微软的客户机/服务器网络系统都是基于 NetBIOS 的。应用程序通过标准的 NetBIOSAPI 调用，实现 NetBIOS 命令和数据在各种协议中传输。

步骤 1：PC 机中配置 NWLink IPX/SPX/NetBIOS 兼容传输协议

具体方法如下：

- 1) 双击“网络连接”图标，打开本地连接，然后单击属性。
- 2) 在本地连接属性对话框中，单击安装。在选择网络组件类型对话框中，单击协议，然后单击添加。
- 3) 在选择网络协议单击 NWLink IPX/SPX/NetBIOS 兼容的传输协议，然后单击确定。
- 4) 关闭本地连接对话框。

步骤 2：

在计算机上运行 Wireshark 截获报文，在一台计算机上执行如下命令向另一台计算机发送消息：

```
net send 192.168.1.21 hello
```

其中 192.168.1.21 为接收消息的计算机的 IP 地址，实验时根据具体的 IP 地址设置。hello 为发送的消息，也可以替换为其他字符串。

此步如果无法实现，可能是 net 所需的 Messenger 服务没有启用。启用对应服务即可。

步骤 3：对截获的报文进行分析，填写下表：

Ethernet II 协议树中	Source 字段值	
	Destination 字段值	
	类型字段值	
Internet Protocol 协议树中	Source 字段值	
	Destination 字段值	
	协议字段值	
TCP 协议树中	Source Port 字段值	
	Destination Port 字段值	
应用层协议树	协议名称	
	包含“Hello”的字段名	

【思考题】

ping 包和 NetBIOS 包哪些字段值不同？这些字段的作用分别是什么？

实验报告要求

每人独自完成实验报告，标明学号，班级，姓名，组别。要求报告内容合乎逻辑，表达清晰，有实验过程记录、截图及思考题分析。图表须有标号及相应备注。