

两台计算机简单互联

通过本项目的实施,应具备以下能力。

- 描述 TCP/IP 基本的概念;
- 了解物理层的相关概念;
- 掌握网线(双绞线)的制作方法。

1.1 项目简介

本项目主要模拟一个由两台计算机(PC)构成的简单网络,使用双绞线直连的方法构建简单局域网。同时介绍关于 TCP/IP 网络的一些基础知识。

1.2 项目任务和要求

1. 项目任务

- (1) 制作双绞线。
- (2) 配置 TCP/IP 协议,实现两台 PC 之间的简单互联。

2. 项目完成时间

1 小时。

3. 项目质量要求

- (1) PC 间能够互联互通。
- (2) 网线制作美观,质量符合要求。

4. 安全与文明(6S)

项目实施时应注意安全与文明(6S)规范,包括但不限于以下规范。

- (1) 设备、模块、线缆应按类分别摆放整齐。
- (2) 所使用的耗材、线头等不要随意丢弃。
- (3) 接触设备、模块等电子设备时要穿戴防静电服或防静电手腕带。
- (4) 非项目要求,不随意关机断电重启。
- (5) 工作成果(配置文件)注意随时保存。
- (6) 如果设备上有模块,则不在开机状态下进行拔插操作。
- (7) 保持现场干净整洁,及时清理。

1.3 项目设备及器材

本项目所需的设备及器材如表 1-1 所示。

表 1-1 设备及器材

名称和型号	版本	数量	描述
卡线钳	—	1	—
PC	Windows 10	2	—
5类双绞线和水晶头	—	若干	—
电缆测试仪	—	1	—

1.4 项目背景

张刚和赵强是大学室友,他们平时会为他们的导师编写一些程序。由于他们主要的工作都在他们公寓的两台计算机上进行,为工作方便,现在需要将他们两人的 PC 互联起来以实现数据和文件的共享。

1.5 项目分析

对于配置了网络接口卡的两台 PC 之间的简单互联,通常可以使用双绞线,如图 1-1 所示。



图 1-1 两台计算机(PC)之间的简单互联

双绞线 (twisted pair, TP) 由两根具有绝缘保护层的铜导线组成,把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中便成了双绞线电缆,如图 1-2 所示。双绞线电缆比较柔软,便于在墙角等不规则地方施工。双绞线主要是用来传输模拟声音信息,

也可用于数字信号的传输。在大多数应用中,双绞线的最大布线长度为 100m。根据距离长短,数据传输速率一般为 10~100Mbps。然而,新技术允许在高质量的双绞线上传输 1000Mbps 的数据或更高。

网络接口卡 (network interface card, NIC) 负责将设备所要传递的数据转换为网络上其他设备能够识别的格式,通过网络介质传输数据,它的主要技术参数为带宽、总线方式、电气接口方式等。目前主要的 PC 都配备了网络接口卡,如图 1-3 所示。



图 1-2 双绞线电缆



图 1-3 网络接口卡

每个网络接口卡都有一个物理地址 (MAC 地址)。这个 MAC 地址在网络接口卡出厂时,由网络接口卡制造商把 MAC 地址写入网络接口卡的 ROM 芯片中。假如将网络接口卡插在计算机的主板中,那么这台计算机就具有了 MAC 地址。MAC 地址是唯一的,不存在两块相同 MAC 地址的网络接口卡。有关 MAC 地址的详细知识将在后续的章节中讨论。

上面介绍了如何通过双绞线互联 PC,这是物理上的连接。那么两台 PC 之间如何进行通信呢? 计算机网络的通信是由不同类型的网络设备之间通过协议来实现的。协议(protocol)是一系列规则和约定的规范性描述,它定义了设备间通信的标准。使用哪一种设备并不重要,但这些设备一定要使用相同的协议。就像人们进行语言交流一样,是哪个国家的人并不重要,只要都讲相同的语言就可以沟通。图 1-4 描述了设备间通过协议实现通信。



图 1-4 相同协议进行通信

TCP/IP(transmission control protocol/internet protocol)是发展至今最成功的通信协议,它被用于构筑目前最大的、开放的互联网络系统 Internet。TCP/IP 是一组通信协议的代名词,这组协议使任何具有网络设备的用户能访问和共享 Internet 上的信息,其中最重要的协议族是传输控制协议(TCP)和网络协议(IP)。TCP 和 IP 是两个独立且紧密结合的协议,负责管理和引导数据报文在 Internet 上的传输。二者使用专门的报文头定义每个报文的内容。TCP 负责和远程主机的连接;IP 负责寻址,使报文被送到其该去的地方。

TCP/IP 分为不同的层次开发,每层负责不同的通信功能。TCP/IP 主要包括(见图 1-5)如下五层。

- 应用层;
- 传输层;
- 网络层;
- 数据链路层;
- 物理层。

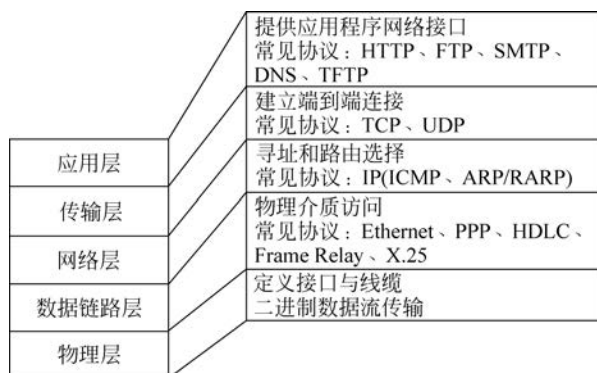


图 1-5 TCP/IP 栈

其中,物理层负责处理对介质的访问,实现传输数据需要的机械、电气、功能及接口等特性。数据链路层提供检错、纠错、流量控制等措施,使之对网络层显现为一条无差错的线路。网络层检查网络拓扑,以决定传输报文的最佳路由,执行数据转发。其关键问题是确定数

据包从源端到目的端如何选择路由。

传输层的基本功能是为两台主机间的应用程序提供端到端的通信。传输层从应用层接收数据,并且在必要的时候把它分成较小的单元,传递给网络层,并确保到达对方的各段信息正确无误。

应用层负责处理特定的应用程序细节。应用层显示接收到的信息,把用户的数据发送到低层,为应用软件提供网络接口。

上面介绍的双绞线属于 TCP/IP 栈中物理层的位置。在以太网背景下,要实现 PC 之间的通信,首先必须有物理上的连接(物理层),其次必须有 MAC 地址(数据链路层),最后必须有 IP 地址(网络层),至于传输层协议的使用则和具体的应用相关。

1.6 项目实施

通过以上分析,两人决定通过双绞线来实现两台 PC 的连通。具体实施过程包括:制作网线连接 PC;配置 TCP/IP;检测连通性。

1.6.1 制作网线连接 PC

以目前应用最广泛的 RJ-45 连接器为例,下面介绍双绞线的制作方法。

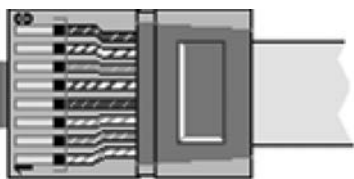


图 1-6 RJ-45 连接器

准备制作网线的工具和材料:

- RJ-45 卡线钳一把;
- RJ-45 连接器(俗称水晶头),如图 1-6 所示;
- 双绞线。

制作过程可分为四步,简单归纳为“剥”“理”“插”“压”四个字。具体操作步骤如下。

1. 剥线

用卡线钳的剪线刀口将双绞线端头剪齐,再将双绞线端头伸入剥线刀口,使线头触及前挡板,然后适度握紧卡线钳的同时慢慢旋转双绞线,让刀口划开双绞线的保护胶皮,取出端头从而剥下保护胶皮。注意:握卡线钳的力度不能过大,否则会剪断芯线;剥线的长度为 15~18mm,不宜太长或太短,如图 1-7 所示。

2. 理线

双绞线由 8 根有色导线两两绞合而成,首先制作其中一端的接头。

将线头整理平行,从左到右按橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕色平行排列。整理完毕后用剪线刀口将前端修齐,并留下约 14mm 的长度,如图 1-8 所示。



图 1-7 卡线钳剥线

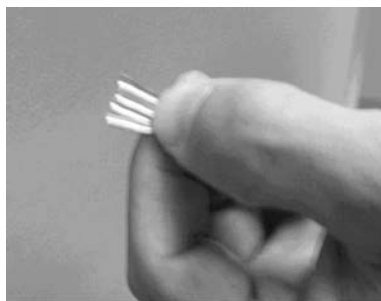


图 1-8 理线

3. 插线

将 8 根线并拢后,一只手捏住水晶头,将水晶头有弹片一侧向下,另一只手捏平双绞线,稍稍用力将排好的线平行插入水晶头内的线槽中,8 根导线顶端应插入线槽顶端。将并拢的双绞线插入 RJ-45 接头时,注意“橙白”线要对着 RJ-45 的第一脚,如图 1-9 所示。

4. 压线

确认所有导线都到位后,将水晶头放入压线钳夹槽中,用力捏几下压线钳,压紧线头即可。注意:压过的 RJ-45 接头的 8 只金属脚一定会比未压过的低,这样才能顺利地嵌入芯线中。有些压线器甚至必须在接脚完全压入后才能松开握柄,取出 RJ-45 接头,否则接头会卡在压线钳夹槽中取不出来,如图 1-10 所示。



图 1-9 插线

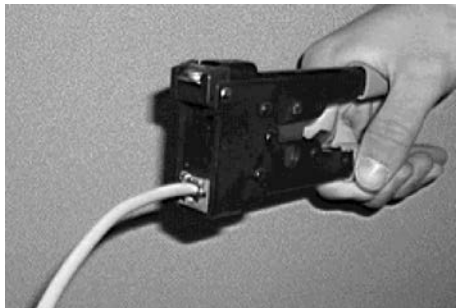


图 1-10 压线

现在,已经完成了线缆一端的水晶头的制作,然后需要制作双绞线的另一端的水晶头。但这要依据网络所接设备的不同情况来排列双绞线中线的顺序。按照双绞线两端线序的不同,通常划分为两类双绞线。一类两端线序排列一致,一一对应,即不改变线的排列,称为直连网线;另一类是改变线的排列顺序,采用“1-3,2-6”的交叉原则排列,称为交叉网线。图 1-11 是直连网线两端的线序示意图,可以看出两端线序是一样的。

交叉网线的两端线序是不一致的,如图 1-12 所示,要求双绞线的两头连线要“1-3,2-6”进行交叉,即如果在一端,橙白线对应到水晶头的第一个脚,则在另一端的水晶头,橙白线要对应到其第三个脚。

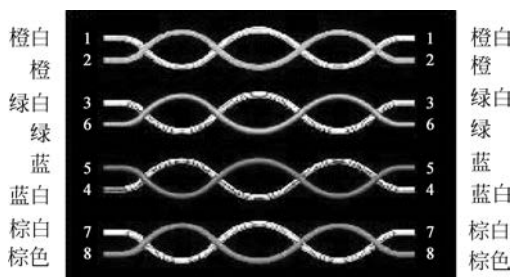


图 1-11 直连网线

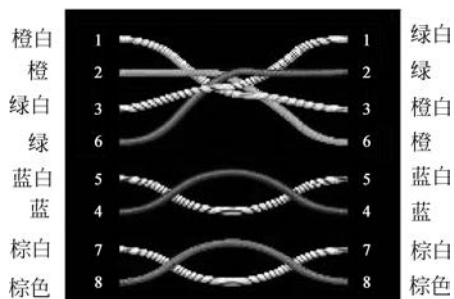


图 1-12 交叉网线

在进行设备连接时,需要正确地选择线缆。我们将设备的 RJ-45 接口分为 MDI(media dependent interface)和 MDIX 两类。当同种类型的接口通过双绞线互联时(两个接口都是 MDI 或都是 MDIX),使用交叉网线;当不同类型的接口(一个接口是 MDI,另一个接口是 MDIX)通过双绞线互联时,使用直连网线。

因此,互联两台 PC 需要制作的是交叉网线。

注意

由于通常 PC 的网络接口为 MDI,所以当 PC 和 PC 之间直接相连时,需要使用交叉网线。随着技术的发展,目前大部分新的网络设备,可以自动地识别连接的网线类型,用户不管采用直连网线或者交叉网线均可以正确连接设备。

5. 测线

制作完双绞线后,下一步需要检测它的连通性。通常使用电缆测试仪进行检测。测试时,将双绞线两端分别插入信号发射器和信号接收器,打开电源,同一条线的指示灯会一起亮起来,例如发射器的第一个指示灯亮时,若接收器第一个指示灯也亮,表示两者第一只脚接在同一条线上;若发射器的第一个指示灯亮时,接收器第七个指示灯亮,则表示线序连接

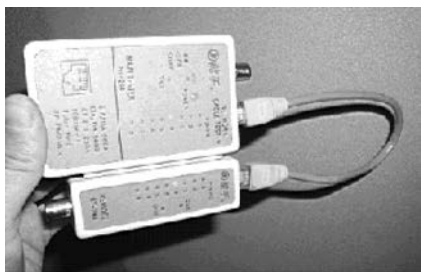


图 1-13 电缆测试仪

错误(不论是直连网线还是交叉网线,都不可能有一对 7 的情况);若发射器的第一个指示灯亮时,接收器却没有任何指示灯亮起,那么这只脚与另一端的任一只脚都没有连通,可能是导线中间断了,或是两端至少有一个金属片未接触该条芯线。制作完成的线缆一定要经过测试后才能使用,否则断路会导致无法通信,短路有可能损坏网络设备。图 1-13 是电缆测试仪的图例。

6. 连线

用做好的交叉网线连接两台 PC。

1.6.2 配置 TCP/IP

本项目需要在 PC 上配置 IP 地址以实现互联。

在通过交叉网线连接 PC 之后,已经完成了物理层的连接,而数据链路层的 MAC 地址则由网络接口卡提供,接下来只需要在 PC 上配置 IP 地址即可以实现 PC 之间的通信了。

以 Windows 10 系统为例,在系统中单击执行“开始”→“设置”→“网络和 Internet”→“以太网”命令,在弹出的窗口中右击“更改适配器选项”,找到正确的连接并右击,选择“属性”,弹出“以太网属性”窗口,双击打开“Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)属性”对话框,按照如图 1-14 所示配置 IP 地址和子网掩码。

在 PC 上配置 IP 地址时要注意 IP 地址的格式为“点分十进制”,分为地址和掩码两部分;地址又分为网络部分和主机部分(通过地址和掩码相与可以算出地址的网络部分和主机部分)。例如,IP 地址 192.168.1.1,掩码 255.255.255.0,192.168.1 为网络部分,最后的.1 为主机部分。在同一个小型局域网中,所有的主机应该配置相同网络位的 IP 地址,如网络部分都为 192.168.1,而主机部分可以从.1 到.254。如果只在同一个局域网中进行通信,则不需要配置默认网关。

按照上面提示在通过交叉网线相连的主机上配置 IP 地址(注意 IP 地址必须在同一网段且不能重复)。



图 1-14 PC 上的 TCP/IP 配置

1.6.3 检测两台 PC 的连通性

通常可以使用 ping 命令来检测 TCP/IP 的连通性和可达性。ping 这个词来源于声呐 (sonar) 的操作,众所周知声呐利用声波的反射探测和定位水下物体的位置和距离。而 ping 命令也基于类似的方法来检测网络的连通性。通过 ping 命令,主机发送多个 IP 包去往目的地,根据收到的回应消息就可以确认目的地是否可达。ping 命令可以用来检测网络接口卡的输入输出功能,主机的 TCP/IP 配置,以及远端网络是否可达。

在主机上通过 ping 命令检测主机之间的连通性。以 Windows 10 系统为例,在一台主机的系统中执行“开始”→“运行...”命令,在弹出的窗口中输入 cmd 并回车,就会弹出如图 1-15 所示的命令行窗口。在命令行窗口中输入 ping x. x. x. x(其中 x. x. x. x 是另一台主机的 IP 地址),得到类似如图 1-15 所示的输出,就说明两台主机可以正常通信了。



图 1-15 PC 上的 ping 命令

1.7 项目常见问题

在本项目实施中,容易产生以下常见问题。

(1) 在 1.6.1 小节中,做线线序错误,或接触不良。

(2) 在 1.6.2 小节中,IP 地址或掩码配置错误。

以上问题都可能导致两台 PC 无法连通。如果遇到,则解决办法如下。

(1) 熟记线序和要领,反复练习。

(2) 准确配置 IP 地址等参数。

1.8 项目评价

项目评价如表 1-2 所示。

表 1-2 项目评价表

班级_____			指导教师_____					
小组_____			日期_____					
姓名_____								
评价项目	评价标准	评价依据	评价方式			权重	得分	
			学生自评	小组互评	教师评价			
职业素养	(1) 遵守企业规章制度和劳动纪律 (2) 按时按质完成工作 (3) 积极主动承担工作任务,勤学好问 (4) 人身安全与设备安全 (5) 工作岗位 6S 完成情况	(1) 出勤 (2) 工作态度 (3) 劳动纪律 (4) 团队协作精神				0.3		
专业能力	(1) 了解网线的制作方法 (2) 掌握用网线互联两台 PC 机的方法 (3) 通过配置 TCP/IP 实现两台 PC 的互通	(1) 操作的准确性和规范性 (2) 项目技术总结完成情况 (3) 专业技能任务完成情况				0.5		
创新能力	(1) 在任务完成过程中能提出自己的有一定见解的方案 (2) 在教学或生产管理上提出建议,具有创新性	(1) 方案的可行性及意义 (2) 建议的可行性				0.2		
合计								

1.9 项目总结

本项目主要涉及以下内容。

- (1) 制作网线,进行主机之间的简单互联。
- (2) 了解交叉网线和直连网线的区别。
- (3) TCP/IP 的基本概念。

项目总结(含技术总结、实施中的问题与对策、建议等):

1.10 项目拓展

在本项目中,我们使用了交叉网线来连接两台 PC。如果把交叉网线换为直连网线,那么会有什么不同?为什么?

利用以太网交换机组建局域网

通过本项目的实施,应具备以下能力。

- 了解 TCP/IP 中数据链路层的基本概念;
- 了解以太网交换机简单工作原理;
- 掌握以太网交换机的几种常见配置方法;
- 掌握以太网交换机上的常用配置命令。

2.1 项目简介

当网络规模增加到两台 PC 以上时,使用双绞线直连的方法就不能满足互联的需求,这时可以用一台二层以太网交换机实现互联。

注意

本项目中涉及的所有配置命令的格式,语法以及参数等详细信息请参见手册。

2.2 项目任务和要求

1. 项目任务

- (1) 了解 TCP/IP 中数据链路层的基本概念。
- (2) 了解以太网交换机简单工作原理。
- (3) 掌握以太网交换机的几种常见配置方法。
- (4) 掌握以太网交换机上的常用配置命令。

2. 项目完成时间

2 小时。

3. 项目质量要求

- (1) 网线线序正确,整齐美观。
- (2) PC 之间通信正常。

4. 安全与文明(6S)

项目实施时应注意安全与文明(6S)规范,包括但不限于以下规范。

- (1) 设备、模块、线缆应按类分别摆放整齐。
- (2) 所使用的耗材、线头等不要随意丢弃。
- (3) 接触设备、模块等电子设备时要穿戴防静电服或防静电手腕带。
- (4) 非项目要求,不随意关机断电重启。
- (5) 工作成果(配置文件)注意随时保存。
- (6) 如果设备上有模块,则不在开机状态下进行拔插操作。