



普通高等教育“十二五”规划教材

计算机网络实验教程

郭慧敏 主编

陈 晨 程明权 参编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

要 要 要

计算机网络实验教程

主编 郭慧敏

参编 陈 晨 程明权

主审 谭方勇

清华大学出版社
北京 100084

清华大学出版社
北京 100084

清华大学出版社
北京 100084

清华大学出版社
北京 100084

清华大学出版社
北京 100084

清华大学出版社
北京 100084

清华大学出版社
北京 100084



中国电力出版社

内 容 提 要

本书遵循“理论够用，突出实践”的原则，为读者提供了不同层次的实验和相应的理论讲解。内容安排由易到难，包括初级篇、中级篇、高级篇三个级别。初级篇共8个实验，包括网络基础知识讲解和网络协议分析实验，通过抓包工具 Wireshark 进行的观测性抓包实验，最终能让学生对网络各层协议的运行机制得到更深入地理解；中级篇的内容共23个实验，覆盖了交换技术、路由技术、网络编程技术、数据流控制技术、广域网技术等内容；高级篇包括多个综合项目实验，如 IGP 综合实验、通过 BGP 协议组建 ISP 的网络、企业网络安全综合实验、架构运营商的 MPLS VPN 网络等。

本书内容丰富，实例众多，针对性强，叙述和分析透彻，书中所有实验均基于 Cisco 设备，不仅有实验原理的理论讲述，还专门介绍了多个网络模拟软件，对于不具备物理实验设备的学校，实验仍可在实例的引导下在虚拟环境中完成。本书不仅适宜作为普通高等院校、独立学院理工科相关专业的本科生实验教材，也对从事计算机网络工作的工程技术人员有一定的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络实验教程 / 郭慧敏主编. —北京: 中国电力出版社, 2015.1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-7054-8

I. ①计... II. ①郭... III. ①计算机网络—实验—高等学校—教材 IV. ①TP393-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 004810 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11 印张 266 千字

定价 22.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

当前,各个高等院校都开展了计算机网络技术相关的理论和实验课程的教学,作为一所独立学院,如果计算机网络课程的相关设置完全照搬成熟本科高校的教材,将严重偏离我院的培养高素质应用型人才的培养目标,因此,结合学生的特点,我们在总结多年教学经验,参考大量相关文献的基础上编写了这本适合民办高校,独立学院理工科类本科生使用的教材。

与国内现有同类教材相比,本教材的特色及创新如下:

(1) 本教材适合于民办高校、独立学院的大学计算机本科专业、信息工程专业及其他理工科专业的学生学习,内容安排为初级篇、中级篇、高级篇,从易到难,循序渐进,学时合适,对实验环境依赖不是很大,既有设备的配置和应用,又包含部分软件编程的内容,学习安排比较灵活。

(2) 着重体现校企合作,将思科认证的(CCNA 和部分 CCNP)考核重点和理论教材的内容有机结合,内容相互联系,各有侧重。本实验教材强调对学生动手能力的培养,通过协议分析与观测,局域网组件等实验操作,在掌握应用技能的同时,加深对理论知识的理解。同时在中级和高级篇设计有多个面向不同实际工作情境的综合项目的实现。

(3) 一个实验重点解决一个问题,既便于学生在较短的时间内完成实验,又便于学生加深理解。

(4) 每个实验都有理论的仔细讲解,学生可以掌握到课本中没有仔细介绍的知识 and 应用。

(5) 每个实验结束后都有实验思考题的提出,让学生在课余都带着问题多思考,可以进行自我提升。

本书由郭慧敏担任主编,陈晨、程明权参加编写。高级篇部分由获有三个类别 CCIE 证书,并且有多年培训经验的南京市吾曰思程网络科技有限公司的资深专家程明权总经理编写。顾利民教授一直关心和支持本书的编写出版工作,并提出了一些宝贵的意见,在此谨表示衷心的感谢。本书由谭方勇副教授担任主审。如读者需要课程配套的课件和视频录制资料,请用邮件联系我们,联系方式:hmguo@nuaa.edu.cn。

限于水平,加上时间仓促,书中的疏漏和不足之处在所难免,恳请同行和广大读者批评指正。

编 者

2014 年 11 月

目 录

前言

初 级 篇

第一章 计算机网络基础实验	3
实验一 非屏蔽双绞线的制作与测试	3
实验二 Windows XP 对等网的构建	7
实验三 有关网络测试命令的使用	10
第二章 网络各层协议配置分析	17
实验一 以太网链路层帧格式分析	20
实验二 ARP 协议分析	21
实验三 IP 协议分析	23
实验四 ICMP 协议分析	26
实验五 TCP 协议分析	29

中 级 篇

第三章 路由器的基础配置与使用	37
实验一 熟悉使用 Packet Tracer	37
实验二 路由器的基本配置	43
实验三 IOS 各种基本配置命令	47
实验四 配置文件管理和 IOS 管理	48
第四章 交换机的配置与 VLAN、STP	54
实验一 交换机的基本配置	55
实验二 VLAN 划分	56
实验三 VLAN 间 Trunk 的配置	58
实验四 VLAN 间通信	60
实验五 三层交换技术	62
实验六 VTP 配置	64
实验七 STP 协议	65

第五章 静态路由与默认路由	72
实验一 静态路由的配置	72
实验二 默认路由的配置	76
第六章 动态路由选择协议 RIP	78
实验一 配置动态路由协议 RIPv1	78
实验二 配置动态路由协议 RIPv2	80
第七章 动态路由选择协议 OSPF	83
实验一 点到点链路上的 OSPF	85
实验二 广播多路访问链路上的 OSPF	89
第八章 ACL 与 NAT	93
实验一 ACL 访问控制列表	93
实验二 NAT 网络地址转换	96
第九章 HDLC 和 PPP	100
实验一 HDLC 和 PPP 封装	100
实验二 PAP 认证	102
实验三 CHAP 认证	103
第十章 基于 Socket 的 UDP 和 TCP 编程	105
实验 基于 Socket 的 UDP 和 TCP 编程	105

高级篇

第十一章 IGP 综合实验	119
第十二章 通过 BGP 协议组建 ISP 的网络	129
第十三章 企业网络安全综合实验	144
第十四章 架构运营商的 MPLS VPN 网络	151
第十五章 综合实验（大作业）	160
综合实验一 中小型企业内部网络访问控制解决方案	160
综合实验二 某企业网络规划与设计	160
附录 A	162
参考文献	170

第一章 计算机网络基础实验

实验一 网络基础操作与测试

初 级 篇

实验一	实验二	实验三	实验四	实验五	实验六	实验七	实验八
实验一	实验二	实验三	实验四	实验五	实验六	实验七	实验八
实验一	实验二	实验三	实验四	实验五	实验六	实验七	实验八

第一章 计算机网络基础实验

实验一 非屏蔽双绞线的制作与测试

1 实验内容

- (1) 在非屏蔽双绞线上压制接头。
- (2) 制作非屏蔽双绞线的直通线与交叉线，并测试连通性。

2 实验目的

- (1) 掌握非屏蔽双绞线与 RJ-45 接头的连接方法。
- (2) 了解 T568A 和 T568B 标准线序的排列顺序。
- (3) 掌握非屏蔽双绞线的直通线与交叉线的制作方法，了解它们的区别和适用环境。
- (4) 掌握线缆测试的方法。

3 实验环境要求

水晶头、100Base-TX 双绞线、网线钳、网线测试仪。

4 实验理论

(1) 双绞线的主要特点：非屏蔽双绞线易弯曲、易安装，具有阻燃性，布线灵活。屏蔽双绞线价格高，安装困难，需连接器，抗干扰性好。

(2) 网络距离：每网段 100m，接 4 个中继器后最长可达到 500m。

(3) 非屏蔽双绞线的六种类型：双绞线按照电气性能划分，通常分为一类、二类、三类、四类、五类、超五类、六类双绞线等类型，数字越大，技术就越先进，带宽也越宽。在线缆的外皮上，可以看到相应的级别标识。

(4) 线序标准：由于一根双绞线内有 8 根线，每两根绞在一起，且有颜色区分，因此在压接水晶头（RJ-45 头），将每对绞线拆开，8 根线排成一排时，有线序要求。

RJ-45 水晶头由金属片和塑料构成，制作网线所需要的 RJ-45 水晶头前端有 8 个凹槽，简称 8P（Position，位置）。凹槽内的金属触点共有 8 个，简称 8C（Contact，触点），因此业界对此有“8P8C”的别称。特别需要注意的是 RJ-45 水晶头引脚序号，当金属片面对我们的时候，从左至右引脚序号是 1~8，序号对于网络连线非常重要，不能搞错。按照 EIA/TIA568B 标准（工程中使用比较多的是 T568B 打线方法），线序的规则见表 1-1。

表 1-1 线序规则表

B 线序	1	2	3	4	5	6	7	8
	橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕
A 线序	1	2	3	4	5	6	7	8
	绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕

对于不同用途的网线，每端的水晶头按照不同的标准制作，规则见表 1-2。

表 1-2

双绞线水晶头制作方法

网线的用途	水晶头的做法
交换机、HUB—计算机	B—B, 或 A—A
计算机—计算机	B—A
交换机 HUB—下级交换机 HUB (普通口)	B—A
交换机 HUB—下级交换机 HUB (Uplink 口)	B—B, 或 A—A

【实验说明】 我们经常使用的相关制作线序是：直通线，交叉线，全反线。直通线一般用来连接异种类型设备，如计算机和交换机之间的连接。交叉线一般用来连接同种类型的设备，如两台计算机之间的连接。全反线主要用于路由器或交换机的 Console 端口与计算机 COM 端口的连接。

路由器和 PC 属于 DTE 类型设备，交换机和 HUB 属于 DCE 类型设备；HUB 或交换机的级联口是按 DTE 设备的引脚连接的。

(1) 直通线两端的线序：

1 2 3 4 5 6 7 8

端 1：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕；

端 2：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕。

(2) 交叉线两端的线序：

1 2 3 4 5 6 7 8

端 1：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕；

端 2：绿白，绿，橙白，蓝，蓝白，橙，棕白，棕。

5 实验步骤

5.1 制作直通双绞线并测试

实验用的 RJ-45 接头外观如图 1.1 所示。为了保持制作的双绞线有最佳的兼容性，通常采用最普遍使用的 EIA/TIA568B 标准来制作（见图 1.2），制作步骤如下。

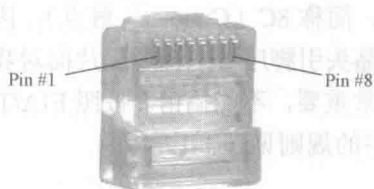


图 1.1 RJ-45 接头

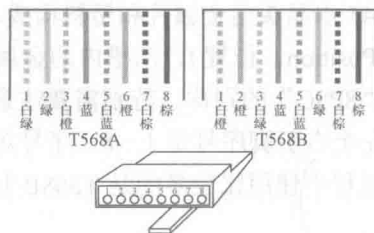


图 1.2 EIA568A、568B 标准线序

(1) 制作步骤。可以简述为 1—剥线；2—理线；3—插线；4—压线；具体的制作过程如图 1.3～图 1.12 所示。

【实验注意】 握网线钳的力度不能太大，否则就会剪断芯线，剥线的长度不宜太长或者太短，一般 10～11mm 合适。

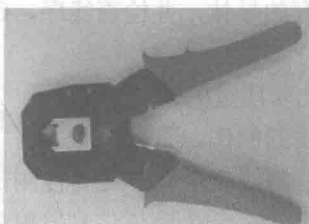


图 1.3 步骤 1 准备工作



图 1.4 步骤 2 准备剥线

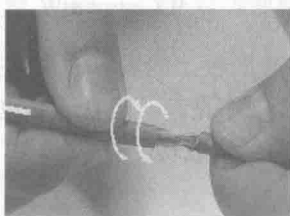


图 1.5 步骤 3 抽出外套层

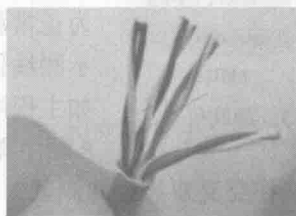


图 1.6 步骤 4 露出电缆

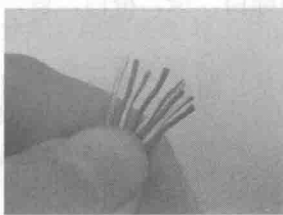


图 1.7 步骤 5 按序号排好图

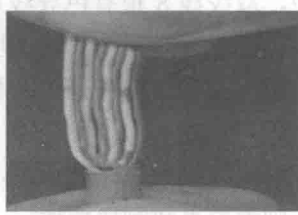


图 1.8 步骤 6 排列整齐

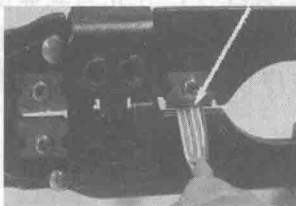


图 1.9 步骤 7 剪断

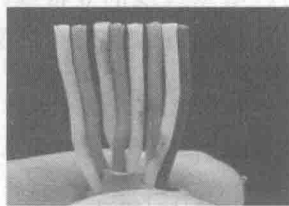


图 1.10 步骤 8 剪断后

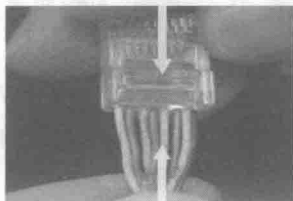


图 1.11 步骤 9 放入插头



图 1.12 步骤 10 压线

将线缆放入 RJ-45 连接器中，在放置过程中注意 RJ-45 连接器的水晶弹片朝下，RJ-45 连接器的口对着自己，并保持线缆的颜色顺序不变，并确保护套也被插入到插头。将电缆推入

得足够紧凑，从而确保在从终端查看插头时能够看见所有的导体，并检查线序，确保它们都是正确的。

【实验注意】 压过的 RJ-45 接口的 8 只金属脚一定比未压过的低。

按照上述方法制作双绞线的另一端，即可完成直通线的制作。

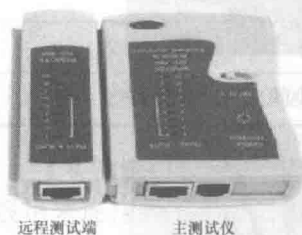


图 1.13 测线仪

(2) 测试。先用一个简易测线仪进行下连通性测试。测线仪如图 1.13 所示，通常一组有两个，一个座位信号发射器（主端），一个作为信号接收器（远程端）；测试时将双绞线的两个接头插入测线仪的两个 RJ-45 接口中，打开测线仪的开关，开到 ON 开关，为正常测试速度，S 为慢速测试，此时应看到一个灯在闪烁，表示测线仪已经开始工作。观察其面板上的表示线对连接的绿灯，如主程端的指示绿灯按照 1~8 顺序亮起，而且远端也是按照 1~8 顺序亮起，则表示该直通线缆制作成功。

5.2 制作交叉双绞线并测试

(1) 用上述方法制作双绞线的一端。

(2) 取双绞线的另一端按照上述方法完成剥线、理线、插线、压线各个步骤。注意，在理线步骤中，双绞线 8 根有色导线从左到右的顺序是按照绿白，绿，橙白，蓝，蓝白，橙，棕白，棕的顺序平行排列，其他的步骤都是相同的。

(3) 连通性测试方法与直通线相同，但是需要注意的是，测试交叉线时，测线仪的绿灯是交替亮起的。

(4) 若网线两端的线序不正确，这时如主端的测试指示灯亮起顺序正常，而远程端亮起顺序不对，则需要重新制作连线。

【实验注意】 RJ-45 信息模块的认识如图 1.14、图 1.15 所示，前面插孔内有 8 芯线针触点分别对应着双绞线的 8 根线；后部两边分列各 4 个打线柱，外壳为聚碳酸酯材料，打线柱内嵌有连接各线针的金属夹子；有通用线序色标清晰标注于模块两侧面上，分两排。A 排表示 T586A 线序模式，B 排表示 T586B 线序模式。部分打线工具如图 1.16 所示。

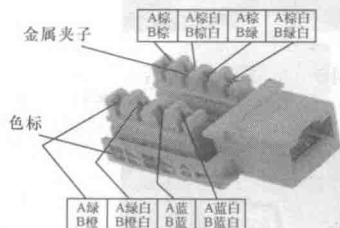


图 1.14 RJ-45 信息模块

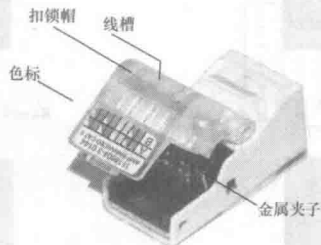


图 1.15 免打线型 RJ-45 信息模块

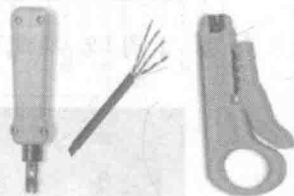


图 1.16 部分打线工具图

6 实验思考

(1) 交叉线的用途有哪些？测试仪的实际亮灯顺序分别是什么？

(2) 请同学们翻阅资料，查看 RJ-45 信息模块相应打线方法，进行信息模块的压制和测试，并记录打线步骤。

实验二 Windows XP 对等网的构建

1 实验内容

(1) 现在实验室有两台计算机都已经安装好 Windows XP 系统, 要求用交换机 (或者一根网线) 把这两台计算机连接起来, 使之成为对等网, 能够实现两台计算机之间的数据共享。

(2) 连接对等网后, 要求实现两台计算机之间的某些文件共享和打印机共享。

2 实验目的

(1) 了解 Windows XP 对等网建设的软硬件条件。

(2) 掌握 Windows XP 对等网建设过程中的相关配置。

(3) 了解判断 Windows XP 是否导通的方法。

(4) 掌握 Windows XP 对等网中文件夹共享和打印机共享的设置方法, 以及映射网络驱动器的设置方法。

3 实验原理

Windows XP 对等网的构建

对等网也称为工作组网, 在对等网中没有域, 只有工作组。因此在后面的具体网络配置中没有域的分配, 而需要配置工作组。在对等网络中, 对等网上各台计算机的地位是相同的, 无主从之分, 任何一台计算机均可以同时兼作服务器和工作站。对等网的主要特点如下:

(1) 网络用户较少, 一般在 20 台计算机以内。

(2) 网络中的计算机在同一区域中。

(3) 对于网络来说, 网络安全不是最重要的问题。

4 实验步骤

任务一 构建对等网

(1) 初始化实验环境。一般对等网的建设应该从网卡的安装和网线的制作开始。但目前各学校计算机实验室的硬件实验环境并不适合大面积展开网络实验, 这里将对等网实验的起始步骤定位在网络组件的配置上。所以本实验假设实验环境中的网卡、网线已经安装连接到位, 甚至对等网络可能都是能够正常运行的。这样, 进行实验时首先要在网络组件中将已经安装的“Microsoft 网络客户端”、“Microsoft 网络的文件及打印机共享”删除, 然后再进行安装 (如果是正常运行对等网环境中, 则此步骤可以去掉)。

(2) 设置网络协议。TCP/IP 协议是 Windows XP 安装时自动配置的协议, 这里对它进行重新设置 (如果是正常运行对等网环境中, 则此步骤可以去掉)。

1) 在 Windows XP 上, 单击“开始”→“连接到”→“显示所有连接”或双击“控制面板”中的“网络连接”打开“网络连接”对话框。在“网络连接”对话框中双击“本地连接”图标, 弹出“本地连接 状态”对话框, 选择“属性”选项, 出现“本地连接 属性”对话框。

2) 选择“属性”选项卡中“使用下面的 IP 地址”选项, 并输入 IP 地址 (例: 212.211.112.121) 和子网掩码 (例: 255.255.255.0), 单击“确定”按钮, 完成网络协议的设置并返回到“本地连接 属性”对话框。

(3) 设置网络客户端, 并标识计算机。

单击“开始”→“控制面板”，在弹出的“控制面板”对话框中选择“系统”选项，这时弹出“系统属性”对话框，单击“计算机名”标签，在窗口中单击“更改”按钮，弹出“计算机名称更改”对话框，在其中的“计算机名”文本框中输入计算机名称，在“工作组”文本框中输入工作组名（默认为 Workgroup）。如图 1.17 所示。

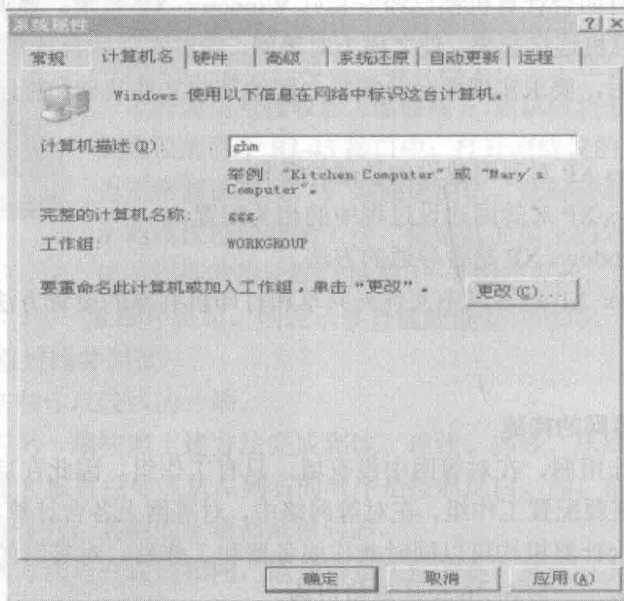


图 1.17 “系统属性”对话框

任务二 测试对等网的连通性

有三种测试方法：

(1) 进入命令行模式后输入“Ping 127.0.0.1”，如果 Ping 通，则说明 TCP/IP 协议正常，在连接网线之后，就可以在某台计算机上 Ping 另一台计算机的 IP 地址，如果能够 Ping 通，则说明网络设置正常，对等网已经连接好了。

(2) 利用“搜索”是否成功来判断。方法是，选择“搜索命令”，再选择“计算机或人”，然后选择“网络上的一个计算机”，在出现的对话框中输入对方的计算机名，最后如果能够找到对方的计算机名，说明对等网络已经连接成功。

(3) 打开“网上邻居”，如果能够发现对方的计算机名，说明对等网络已经连接成功。

任务三 设置共享

(1) 共享某个盘符。在桌面上打开“我的电脑”，选择要共享的盘符，单击鼠标右键，在弹出的菜单上选择“共享和安全”选项后弹出“本地磁盘 属性”对话框。选择“网络共享和安全”框中的“在网络上共享这个文件夹”，并在“共享名”栏中输入共享符（如：D），单击“确定”按钮完成共享设置。

(2) 设置共享文件夹的方法也非常简单，在此就不一一介绍了。

(3) 设置共享打印机。

1) 在连接打印机的计算机上进行打印机的共享设置。单击“开始”，选择控制面板，单击“打印机和其他硬件”选项，打开该对话框，在打印机和传真窗口选中要设置共享的打印机图标，用鼠标右键单击该打印机图标，选择共享命令。打开“打印机属性”对话框中的“共享”，选中“共享这台打印机”，在共享名中输入打印机在网络上的共享名称，如 Print，单击“确定”按钮。

2) 在其他计算机上进行打印机的共享设置。

单击“添加打印机选项”后，可以再单击“添加打印机”选项，如图 1.18 所示，单击“下一步”按钮，进入“设置打印机类型”对话框。此时要设置是“网络共享打印机”，可以选择“网络打印机”，或“连接到另一台计算机的打印机”，单击“下一步”按钮，打开选择指定打印机的对话框，若用户不知道该打印机的确切位置及名称，可以选择后面两项中的任意一个；若不知道，可以选择“浏览打印机”单选按钮浏览打印机。

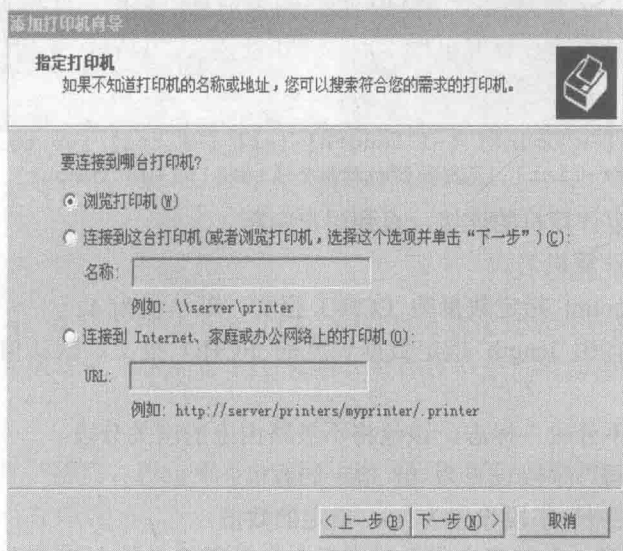


图 1.18 添加打印机向导

3) 在列表框中选择要设置共享的打印机。单击将该打印机，将其设置为“默认打印机”，如图 1.19 所示，这样基本设置就完成了。

4) 选做部分：映射网络驱动器。在对等网连接好的基础上，将一台计算机上的共享文件夹设置为网络的映射驱动器，不需要的时候也可以删除。主要就是方便访问共享网络上的资源，在“我的电脑”里就可以打开。Windows 提供了多种映射驱动器的方法。一种方法是从“网上邻居”连接驱动器，还有一种简单的方法是从“我的电脑”或“Windows 资源管理器映射驱动器”。

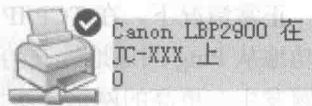


图 1.19 打印机设置成功

5 实验思考

(1) 若两台计算机安装了不同的操作系统，对等网搭建是否会成功？

(2) 防火墙启用后，两台计算机使用 Ping 命令测试网络的连通性，结果会如何？

实验三 有关网络测试命令的使用

1 实验内容

主要学习掌握在 Windows 环境下, Ping 命令, IPconfig 命令, Arp 命令, Tracert 命令, Netstat 命令, Route 命令等的使用方法和使用原理。

2 实验目的

- (1) 掌握常用网络命令的使用方法。
- (2) 熟悉和掌握网络管理、网络维护的基本内容和方法。

3 实验命令解释及实验步骤

(1) Ping: 测试网络连通性。Ping (Packet Internet Grope), 因特网包探索器, 用于测试网络连接量的程序。Ping 发送一个 ICMP 回声请求消息给目的地并报告是否收到所希望的 ICMP 回声应答。校验与远程计算机或本地计算机的连接。只有在安装 TCP/IP 协议之后才能使用该命令。

```
ping [-t] [-a] [-n count] [-l length] [-f] [-i ttl] [-v tos] [-r count] [-s count] [[-j computer-list] | [-k computer-list]] [-w timeout] destination-list
```

参数-t 校验与指定计算机的连接, 直到用户中断。

-a 将地址解析为计算机名。

-n count 发送由 count 指定数量的 ECHO 报文, 默认值为 4。

-l length 发送包含由 length 指定数据长度的 ECHO 报文。默认值为 64B, 最大值为 8192B。

-f 在包中发送“不分段”标志。该包将不被路由上的网关分段。

-i ttl 将“生存时间”字段设置为 ttl 指定的数值。

-v tos 将“服务类型”字段设置为 tos 指定的数值。

-r count 在“记录路由”字段中记录发出报文和返回报文的路由。指定的 count 值最小可以是 1, 最大可以是 9。

从上面的许多选项来看, 实质上是指定因特网如何处理和携带回应请求/应答 ICMP 报文的 IP 数据包。

正常情况下, 在 TCP/IP 网络中, 排查网络问题的第一步, 通常是使用 Ping 命令, 如果成功地从 Ping 回还地址开始逐步排查, 就可以判断派出了网络连接出现故障的可能性, 说明问题发生在更高的网络层次。下面就给出一个典型的检测次序以及对应的可能的结果。

1) Ping 127.0.0.1: 该命令执行结果显示不正常, 表示 TCP/IP 的安装或者运行存在某些最基本的问题。

2) Ping 本机 IP 地址: 该命令执行结果显示不正常, 表示本地配置或者安装存在问题, 出现此问题时, 局域网用户请断开网络电缆, 然后重新发送该命令。如果网线断开后本命令正确, 则表示另一台计算机可能配置了相同的 IP 地址。

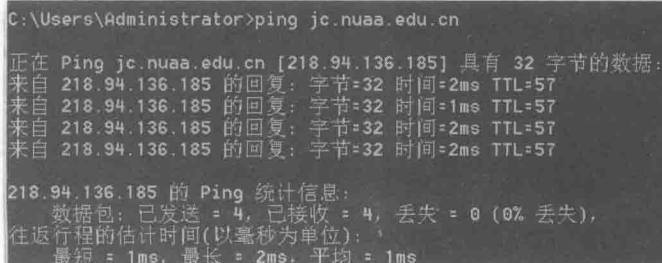
3) Ping 局域网内其他 IP 地址: 该命令执行结果显示不正常, 表示子网掩码不正确, 或者网卡配置错误, 或者网线有问题。

如上面所列出的 Ping 命令都能正常地运行,网络配置基本上就没有问题了,但是并不表示所有的网络配置都没有问题。

例如:输入命令,发送 Ping 测试报文, Ping 金城学院的域名。

```
c:>ping jc.nuaa.edu.cn
```

则发现它会自动用域名查找,解析出对应的 IP 地址。例如,如图 1.20 所示,发送的数据包的大小是 32B,发送的时间往返是多少,平均速度等都有显示。直接换成 Ping IP 地址,结果显示是一样的。



```
C:\Users\Administrator>ping jc.nuaa.edu.cn

正在 Ping jc.nuaa.edu.cn [218.94.136.185] 具有 32 字节的数据:
来自 218.94.136.185 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=57
来自 218.94.136.185 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=57
来自 218.94.136.185 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=57
来自 218.94.136.185 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=57

218.94.136.185 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 1ms, 最长 = 2ms, 平均 = 1ms
```

图 1.20 Ping 命令的执行结果显示

注意

此处选项中有 `-i`, 在参数的说明中, TTL 的作用是在通过过长的路径或者有环路的情况下使设备能舍弃数据包。在设置 TTL 值后, 每经过一个中间结点值就减 1, 为零时丢弃该数据包。

在排除网络连通性故障时, Ping 命令比较有用, 但是也存在局限性, 在一些场合需要使用 `tracert` 命令, 后面有介绍。

(2) ARP: 显示和修改 IP 地址与物理地址之间的转换表。

```
ARP -s inet_addr eth_addr [if_addr]
```

```
ARP -d inet_addr [if_addr]
```

```
ARP -a [inet_addr] [-N if_addr]
```

-a 显示当前的 ARP 信息, 可以指定网络地址。

-g 跟 -a 一样。

-d 删除由 `inet_addr` 指定的主机, 可以使用 * 来删除所有的主机。

-s 添加主机, 并将网络地址跟物理地址相对应, 这一项是永久生效的。

例如: `C: \>arp -a` (显示当前所有的表项)

```
Interface:10.111.142.71 on Interface 0x10000003
```

Internet Address	Physical Address	Type
10.111.142.1	00-01-f4-0c-8e-3b	dynamic
10.111.142.112	52-54-ab-21-6a-0e	dynamic
10.111.142.253	52-54-ab-1b-6b-0a	dynamic

```
C:\>arp -a 10.111.142.71 (只显示其中一项)
```

```
No ARP Entries Found
```

```
C:\>arp -a 10.111.142.1 (只显示其中一项)
```

```
Interface:10.111.142.71 on Interface 0x10000003
```