



新世纪高等学校规划教材·计算机专业核心课程系列

计算机网络

综合实践

主 编◎李 环

副主编◎赵宇明

丨 JISUANJI WANGLUO
ZONGHE SHIJIAN 丨



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

内 容 简 介

本书从基本的网络搭建出发，结合现代流行的网络技术和应用，针对计算机网络、网络工程、网络安全、网络管理、网络编程、网络新技术等方面设计了 40 多个针对性较强的实验，目的是培养全方位的网络方向应用型人才。全书分为 7 章，分别设计和交换机、路由器相关的综合应用实验、运用现代流行的系统和工具实现了网络安全、网络管理类的综合实验，用 C 语言实现了从物理层到应用层协议和应用的程序设计，描述了云存储、软件定义网络等技术，为了方便教学，本书还配有电子辅助教学资料。

本书的特点是内容丰富、结构严谨。注重计算机网络的实际应用，每个章节的实验都是精心设计的，尽可能贴近目前流行的网络应用。

本书可作为高校本科计算机网络实验教材，尤其适合应用型人才培养，也可以供计算机网络及其应用方面的工程技术人员参考学习。

前 言

随着计算机网络技术的飞速发展,结合我国网络发展的需要,考虑高等学校网络原理、网络工程、网络安全、网络管理、网络编程、网络综合实践等课程教学的实际情况,为了培养具有网络综合应用能力的人才,受全国高校计算机专业(本科)实验教材与实验环境开发专家委员会委托,我们从计算机网络工程、网络安全、网络管理、网络编程、网络新技术等方面入手,着重网络综合应用实践,特组织编写了本书。

全书共分为7章,各章内容如下:

第1章(局域网基础实验)介绍网线的制作、本地局域网的组建以及无线局域网的建立,通过实验使学员了解局域网建设的过程,具备组建局域网的能力。第2章(交换机配置实验)介绍了交换机的工作原理和目前常用的交换机,设计了使用超级终端配置交换机、VLAN、远程访问、交换机的绑定配置、链路聚合、VTP、生成树7个和交换机相关的综合实验,达到使用交换机组建、配置、管理局域网的目的。第3章(网络互联设备配置)介绍了路由器的工作原理、路由器的外部接口,设计了静态路由动态路由、RIP、OSPF、广域网配置、ACL访问控制列表配置等6种和路由器相关的综合实验,提升网络互联能力和网络安全管理能力。第4章(网络协议分析)通过对TCP/IP协议族的协议分析,懂得网络协议的工作原理,以及网络数据的传输过程,本章共设计了ARP、IP分片、ICMP、TCP链路的建立和连接的释放、DNS、HTTP、E-MAIL和DHCP等9个实验。第5章(网络编程)目的是了解数据报网络编程的方法,讲述了基于网络模型的程序设计知识,设计了用C语言实现RS232通信、ARP、sniffer、ping、TCP、UDP、FTP、HTTP、POP3、SMTP等10个和网络七层相关的网络编程实验。第6章(网络安全与管理)讲述了网络安全、管理的基本概念、设计了VPN的配置、防火墙的安装配置实验、SNMP访问的安装配置、网络监控配置实验。目的是了解相关网络安全、管理的基本知识,提升网络管理员对网络管理的基本能力。第7章(网络新技术应用)设计了iSCSI存储配置、云桌面配置和软件定义网络配置实验,通过实验使学生了解网络新技术的应用,提高网络综合配置管理的技能。

本书的编写以学生的兴趣点入手,从实用的网络应用实验到网络综合应用,逐步深入,力求将复杂网络技术和原理应用到实际的工作中,达到理论联系实际的目的,有助于提高动手能力,另外每个实验都有实验目的、实验原理、实验过程作为实验的指导,有助于让学生通过实践再次提升理论水平,从而提高学生的综合应用能力。

本书主编从事网络实践工作30年,执教计算机网络课程已达20年,其中的参编人员都是一线网络管理、安全、编程的教授、高级工程师,本书的编写融入了他们多年的工作和教学经验,所以本书不仅注重培养学生的网络应用水平,还注重了网络理论知识教授,并力图反映网络发展的新技术。

本书由李环主编，其中第1章由李猛坤编写，第2章由吕慧颖编写，第3章由苏群编写，第4章由李环编写，第5章由邹蓉编写，第6、7章由赵宇明编写，在编写过程中得到了陈明、王锁柱等教授的关心和帮助，本书的出版得到了北京师范大学出版社的大力支持，在此一并表示感谢。

由于笔者水平有限，书中难免有错误和疏漏，殷切期盼广大读者不吝指正，在此表示衷心感谢。

作 者

2018.2

目 录

第 1 章 局域网基础实验	1
实验 1.1 网线制作	1
实验 1.2 构建对等网络	5
实验 1.3 无线局域网的建立	8
第 2 章 交换机配置实验	16
实验 2.1 通过 Console 端口访问交换机	16
实验 2.2 虚拟局域网配置	18
实验 2.3 交换机的远程访问配置	22
实验 2.4 交换机的绑定配置	25
实验 2.5 交换机的链路聚合	30
实验 2.6 交换机的 VTP 配置	35
实验 2.7 交换机的生成树配置	41
第 3 章 网络互联设备配置	47
实验 3.1 路由器的基本配置实验	47
实验 3.2 静态路由和默认路由的配置	55
实验 3.3 RIP 协议配置	61
实验 3.4 OSPF 协议配置	64
实验 3.5 广域网的配置	66
实验 3.6 访问控制列表的配置	70
第 4 章 网络协议分析	76
实验 4.1 Wireshark 的安装与使用	76
实验 4.2 ARP 协议分析	79
实验 4.3 IP 分片协议分析	82
实验 4.4 ICMP 协议分析	90
实验 4.5 TCP 链路连接与释放协议分析	96
实验 4.6 DNS 协议分析	106
实验 4.7 HTTP 协议分析	110
实验 4.8 E-MAIL 协议分析与仿真	114
实验 4.9 DHCP 协议分析	120

第 5 章 网络编程.....	132
实验 5.1 RS232 编程实验.....	132
实验 5.2 ARP 编程实验.....	136
实验 5.3 sniffer 编程实验.....	139
实验 5.4 ping 编程实验.....	146
实验 5.5 TCP 编程实验.....	153
实验 5.6 UDP 编程实验.....	158
实验 5.7 FTP 编程实验.....	162
实验 5.8 HTTP 编程实验.....	177
实验 5.9 POP3 编程实验.....	180
实验 5.10 SMTP 编程实验.....	187
第 6 章 网络安全与管理.....	196
实验 6.1 VPN 服务配置实验.....	196
实验 6.2 Windows Server 2016 防火墙配置实验.....	246
实验 6.3 SNMP 服务的安装和配置.....	260
实验 6.4 监控配置实验.....	271
第 7 章 网络新技术应用.....	296
实验 7.1 iSCSI 存储配置实验.....	296
实验 7.2 云桌面配置实验.....	313
实验 7.3 软件定义网络配置实验.....	341
参考文献.....	354

第 1 章 局域网基础实验

实验 1.1 网线制作

实验目的

- (1) 学会非屏蔽双绞线网线的制作方法。
- (2) 掌握直连网线的制作，能够独立制作网线。

实验环境

非屏蔽双绞线、RJ-45 水晶头、压线钳、测线仪。

相关知识

网络用非屏蔽双绞线是 4 对 8 芯、两两双绞、颜色不一（绿、绿白、棕、棕白、橙、橙白、蓝、蓝白）的线缆，在网络中根据用途的不同，接线方法有两种：直连线和交叉线。

1. 直连接法

在 EIA/TIA 的布线标准中规定了两种直连双绞线的线序——T568A 与 T568B。对 RJ-45 水晶头的接线方式规定为：

- 1、2 引脚用于发送，3、6 引脚用于接收，4、5 引脚和 7、8 引脚是双向线。
- 1、2 线必须是双绞，3、6 是双绞，4、5 是双绞，7、8 是双绞。

这样可以有效地抑制干扰信号，提高传输质量。

EIA/TIA T568A 标准接线规定：RJ-45 水晶头的第 1 引脚到第 8 引脚分别对应：

1	2	3	4	5	6	7	8
绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕

EIA/TIA T568B 标准接线规定：RJ-45 水晶头的第 1 引脚到第 8 引脚分别对应：

1	2	3	4	5	6	7	8
橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕

水晶头塑料弹片朝下，金属引脚在上，开口朝向自己，从左到右为 1 到 8 引脚，如图 1-1 所示。

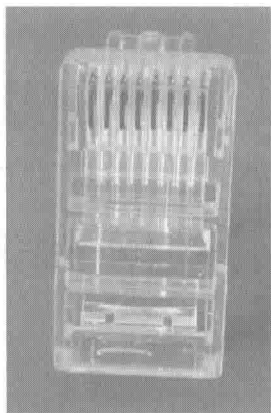


图 1-1 水晶头

做直连网线时，要求线缆两头都必须以同一标准连接 RJ-45 水晶头。

还有一种简单的一一对应接法：双绞线的两端芯线要一一对应，即如果一端的第 1 脚为绿色，另一端的第 1 脚也必须为绿色的芯线，4 个芯线对通常不分开，即芯线对的两条芯线通常为相邻排列。但这样的网线信号干扰大，一般达不到 100Mbps 带宽的通信速率。

直连线通常用于集线器或交换机与计算机之间的连接。

在实际应用中，一般都采用 EIA/TIA T568B 标准接线。

2. 1-3、2-6 交叉线（级联线）接法

虽然双绞线有 4 对 8 芯线，但实际上在网络中只用到了其中的 4 条，即水晶头的第 1、2 和 3、6 引脚，它们分别起着收、发信号的作用。交叉网线的芯线排列规则是：网线一端的第 1 引脚连另一端的第 3 引脚，网线一端的第 2 引脚连另一端的第 6 引脚，其他引脚一一对应即可。这种排列做出来的通常称之为“交叉线”。例如，当线的一端采用 EIA/TIA T568B 标准接线时，即从 1 到 8 的芯线顺序依次为橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕，另一端从 1 到 8 的芯线顺序则应当依次为绿白、绿、橙白、蓝、蓝白、橙、棕白、棕。这种网线一般用在集线器（交换机）的级连、对等网计算机的直接连接等情况。

实验过程

EIA/TIA T568B 标准直连线的制作如下。

1. 剥线

用双绞线压线钳（当然也可以用其他剪线工具）的剪线口把双绞线的两端剪齐（网线长度符合实际使用长度，学生实验可做 1m 线），然后把剪齐的一端插入到压线钳用于剥线的缺口中，注意网线应直插进去，直到顶住压线钳后面的挡位，稍微握紧压线钳，剥线刀口非常锋利，握压线钳力度不要太大，否则易剪断芯线，只要看到电缆外皮略有变形就应停止加力，慢慢旋转一圈，让刀口划开双绞线的保护胶皮，拔下胶皮，如图 1-2 所示。当然也可使用专门的剥线工具来剥线皮。

注意：压线钳挡位离剥线刀口长度通常恰好为水晶头长度，这样可以有效避免剥线过长或过短。剥线过长一则不美观，另一方面因网线外皮不能被水晶头卡住，容易松动；剥线过短，因有包皮存在，芯线不能完全插到水晶头底部，造成水晶头插针不能与网线芯线完好接触，当然也不能制作成功。如果不是专用压线钳，剥线长度掌握在 13~15mm，不宜太长或太短。

2. 理线

剥除外包皮后即可见到双绞线网线的 4 对 8 芯线，并且可以看到每对的颜色都不同。每对缠绕的两根芯线是由一条染有相应颜色的芯线和一条染有少许相应颜色的白色相间芯线组成。四条全色芯线的颜色为绿色、棕色、橙色、蓝色。

按照 EIA/TIA T568B 标准线序将芯线排好，不能重叠，然后用压线钳垂直于芯线排列方向剪齐（不要剪太长，只需剪齐即可），如图 1-3 所示。

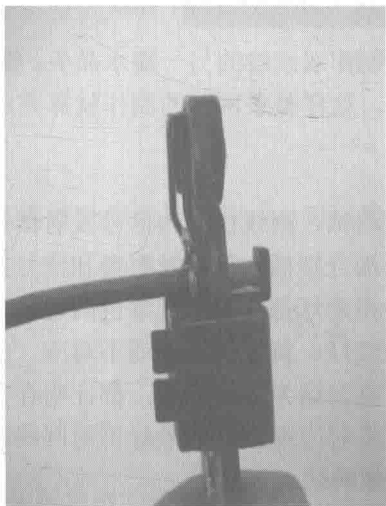


图 1-2 剥线

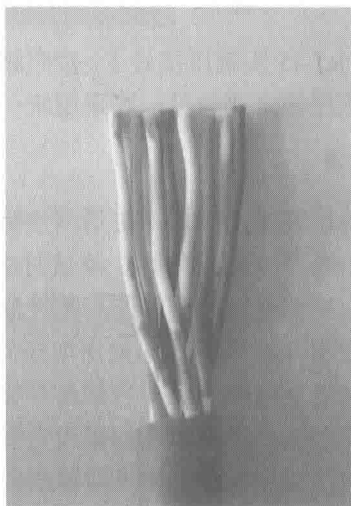


图 1-3 理线

3. 插线

一手水平握住水晶头（塑料弹片的一面朝下），另一只手将剪齐、并列排序好的 8 条芯线对准水晶头开口并排插入水晶头中（注意线序与引脚的对应关系），注意一定要使各条芯线都插到水晶头的底部，不能弯曲（因为水晶头是透明的，所以可以从水晶头有卡位的一面清楚地看到每条芯线所插入的位置），如图 1-4 所示。

4. 压线

确认所有芯线都插到水晶头底部后，即可将插入网线的水晶头直接放入压线钳压线槽中，如图 1-5 所示。因槽位结构与水晶头结构一样，一定要正确放入。水晶头放好后即可压下压线钳手柄，一定要使劲，使水晶头的插针都能插入到网线芯线之中，与之接触良好。然后再用手轻轻拉一下网线与水晶头，看是否压紧，最好多压一次。

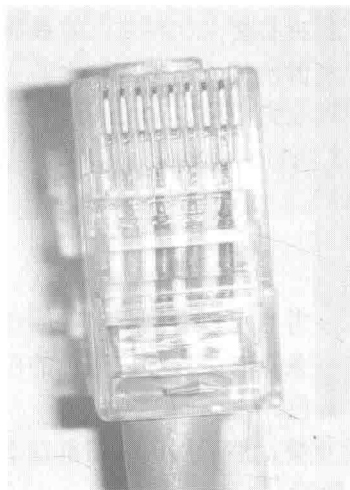


图 1-4 插线

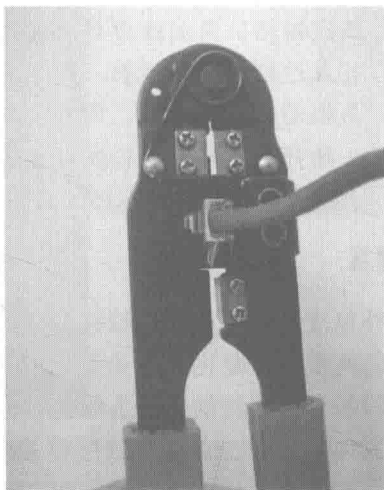


图 1-5 压线

至此, RJ-45 头就压接好了。按照相同的方法制作双绞线的另一端水晶头。要注意的是, 芯线排列顺序一定要与另一端采用统一标准线序, 这样整条网线的制作就算完成了。

5. 检测

两端都做好水晶头后即可用网线测线仪进行测试。测线仪分为信号发射器和信号接收器两部分, 各有 8 盏信号灯。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, 如果信号发射器和信号接收器上的 8 对指示灯都依次对应绿色闪过, 证明网线制作成功, 如图 1-6 所示。如果出现任何一对灯为红灯、黄灯、不亮或不对应 (信号灯不对应亮: 如信号发射器 1 灯对应成信号接收器 5 灯亮, 这为线序错), 都证明存在断路、接触不良或者接错线序现象, 如果没有发生信号灯不对应现象, 则最好再用网线钳将两端水晶头压一次, 然后检测, 如果故障依旧, 只好重做网线。

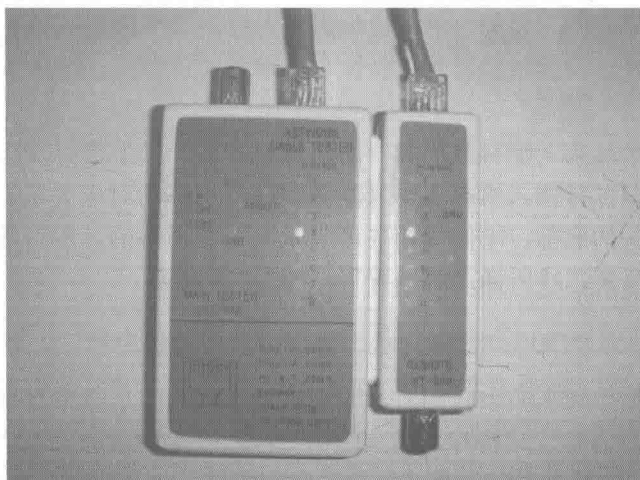


图 1-6 检测

注意事项

注意水晶头内的芯线不要留得太长，应让水晶头的尾端包住双绞线的外包皮，否则插拔网线时很容易损坏水晶头内连线，造成网线接触不良或彻底损坏，如图 1-7 所示。

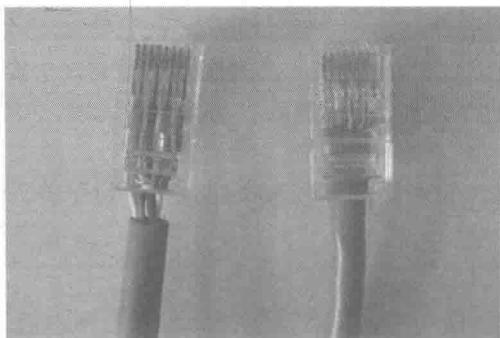


图 1-7 线头比较

实验思考

直连线分标准接法和一一对应接法，为什么标准接法制成的网线效果好、速度快？

实验 1.2 构建对等网络

实验目的

- (1) 清楚星型网络拓扑结构。
- (2) 掌握组建简单星型局域网的技术和方法。

实验环境

- (1) 硬件：交换机或集线器一台，标准直连网线若干条，带网卡的 PC 机若干台。
- (2) 软件：PC 机中已装好 Windows 操作系统。

相关知识

星型拓扑结构由一个中央节点和若干个从节点组成，中央节点可以和从节点直接通信，而从节点之间的通信必须通过中央节点转发，其拓扑结构图如图 1-8 所示。

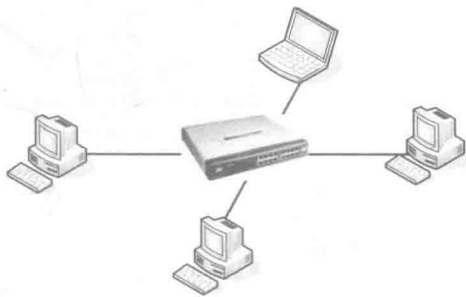


图 1-8 星型拓扑结构图

由于中央节点要与多台主机连接,线路较多,为便于集中连线,多采用集线器(HUB)或交换机作为中央节点,传输介质大多使用非屏蔽双绞线。星型网是目前广泛而又首选的网络拓扑结构。

星型结构的主要优点如下:

- (1) 网络结构简单,便于管理、维护和调试。
- (2) 控制简单,建网容易,移动某个工作站非常简单。
- (3) 每个连接只接一个设备,单个连接的故障只影响一个设备,不会影响全网。
- (4) 每个站点直接连到中央节点,故障容易检测和隔离,可方便地将有故障的站点从系统中删除。
- (5) 任何一个连接只涉及中央节点和一个站点,控制介质访问的方法简单,使访问协议也十分简单。

星型结构的主要缺点如下:

中央节点负荷太重,而且当中央节点产生故障时,全网不能工作,所以对中央节点的可靠性和冗余度要求很高。

实验过程

1. 组建星型局域网

用网线将若干台 PC 机分别联入一台交换机上的不同端口,交换机加电运行。

2. PC 机安装配置 TCP/IP 协议

打开计算机,通过控制面板打开“网络连接”窗口,如图 1-9 所示。



图 1-9 “网络连接”窗口

右击“本地连接”,在弹出的快捷菜单中选择“属性”命令,打开“本地连接 属性”对话框,如图 1-10 所示。

双击“Internet 协议(TCP/IP)”选项,打开“Internet 协议(TCP/IP)属性”对话框,配置 IP 地址和子网掩码,如图 1-11 所示。



图 1-10 “本地连接 属性”对话框

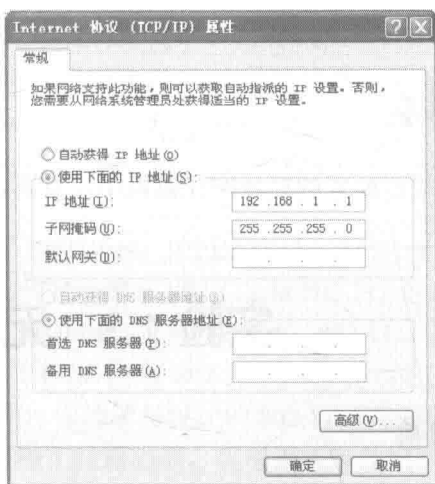


图 1-11 “Internet 协议 (TCP/IP) 属性”对话框

单击“确定”按钮，退出配置窗口，一台 PC 机配置完成；同理，将其他 PC 机配置好，注意每台 PC 机的 IP 地址分别为 192.168.1.1、192.168.1.2、192.168.1.3……以此类推，最后完成局域网中所有 PC 机的配置。

3. 测试网络是否连通

- 观察交换机和 PC 机网卡状态指示灯的变化。
- 打开命令提示符（DOS 命令）窗口。
方法 1：“开始”→“所有程序”→“附件”→“命令提示符”。
方法 2：“开始”→“运行”→cmd。
- 使用 ping 命令测试网络是否连通（如利用 IP 地址为 192.168.1.2 的 PC 机去 ping IP 地址为 192.168.1.1 的 PC 机），观察该命令的输出结果，判断网络是否连通，如图 1-12 所示。

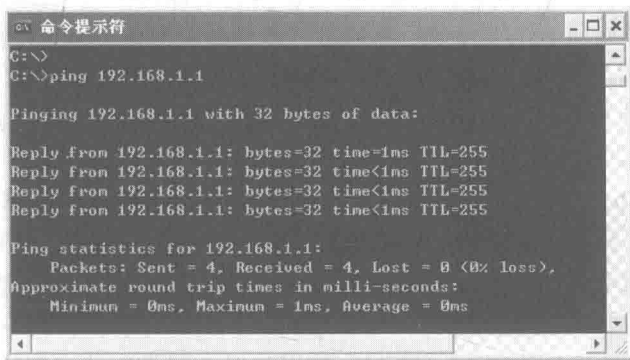


图 1-12 ping 命令的结果

注意事项

PC 机联入交换机时，注意插入端口，不要插入标有 uplink 的端口，因为这是级联交换

机的专用端口。

实验思考

如果在配置的局域网计算机中，有两台计算机使用了相同的 IP 地址会发生什么现象，为什么？

实验 1.3 无线局域网的建立

实验目的

- (1) 了解常用的无线网络的协议标准。
- (2) 掌握组建办公室（家庭）无线局域网的技术和方法。

实验环境

- (1) 硬件：无线宽带路由器一台（本书实验用 TP-Link TL-WR641G 108M 一台），标准直连网线两条，带有线网卡的计算机一台，带无线网卡的计算机若干台。
- (2) 软件：计算机中已装好 Windows 操作系统。

相关知识

无线局域网的原理和我们熟悉的有线网络是基本相同的，只是用一台无线接入器（即无线 AP）代替冗长的网线，无线信号传输使用无线局域网协议。

802.11 是 IEEE（美国电气电子工程师协会）在 1997 年为无线局域网（Wireless LAN）定义的一个无线网络通信的工业标准。此后这一标准又不断得到补充和完善，形成 802.11x 的标准系列。IEEE802.11b 标准是现在无线局域网的主流标准，也是 Wi-Fi 的技术基础。

目前主流的无线协议 802.11x 主要有 IEEE802.11b、IEEE802.11g、IEEE802.11a 和 IEEE802.11n 这 4 类。

- IEEE802.11b：802.11b 即 Wi-Fi，它利用 2.4GHz 的频段。2.4GHz 的 ISM 频段为世界上绝大多数国家通用，因此 802.11b 得到了最为广泛的应用。它的最大数据传输速率为 11Mbps，无须直线传播。在动态速率转换时，如果射频情况变差，可将数据传输速率降低为 5.5Mbps、2Mbps 和 1Mbps。支持的范围在室外为 300m，在办公环境中最长为 100m。802.11b 使用与以太网类似的连接协议和数据包确认，来提供可靠的数据传送和网络带宽的有效使用。这是目前最流行的无线局域网标准，支持这类协议的 AP 最多也是最便宜的。
- IEEE802.11g：该标准共有 3 个不重叠的传输信道。虽然同样运行于 2.4GHz，但由于使用了与 IEEE802.11a 标准相同的调制方式——OFDM（正交频分），因而能

使无线局域网达到 54Mbps 的数据传输率。此标准向下兼容 IEEE802.11b。

- IEEE802.11a: 扩充了标准的物理层, 规定该层使用 5GHz 的频带。该标准采用 OFDM 调制技术, 传输速率范围为 6~54Mbps, 共有 12 个非重叠的传输信道。不过此标准与以上两标准都不兼容。支持该协议的无线 AP 及无线网卡在国内均比较罕见。
- IEEE802.11n: 提升了传输速度, 突破了 100Mbps。IEEE802.11n 工作小组由高吞吐量研究小组发展而来, 并将 WLAN 的传输速率从 802.11a 和 802.11g 的 54Mbps 增加至 108Mbps 以上, 最高速率可达 320Mbps, 成为 802.11b、802.11a、802.11g 之后的另一个重要标准。和以往的 802.11 标准不同, 802.11n 协议为双频工作模式 (包含 2.4GHz 和 5.8GHz 两个工作频段), 保障了与以往的 802.11a/b/g 标准兼容。

在办公室或家庭组建无线局域网时, 使用何种无线路由器, 需根据实际使用环境来选择, 如出口带宽比较大, 同一办公室上网人数比较多, 就应选择支持 IEEE802.11n 协议标准的无线宽带路由器, 否则, 可选择经济、通用的支持 IEEE802.11b 协议的无线宽带路由器。

实验过程

1. 硬件连接

一般家用无线宽带路由器都有一个 WAN 口和 4 个 LAN 口, 用网线将无线宽带路由器的 WAN 口与接入网相连 (如果是 ADSL 方式上网, 此端口应与 ADSL modem 上的 LAN 口相连), 再用另一根网线将无线宽带路由器的 LAN 口与带有线网卡的计算机 (用于配置无线宽带路由器) 相连。

2. 设置用于配置无线宽带路由器的计算机

在用于配置无线宽带路由器的计算机上, 对“本地连接”设置 IP 地址为 192.168.1.2, 子网掩码为 255.255.255.0, 默认网关为 192.168.1.1。方法同实验 1.2。

3. 登录无线路由器的管理界面

打开 IE 浏览器, 在地址栏中输入“http://192.168.1.1”, 然后按回车键, 随后将弹出一个对话框, 如图 1-13 所示。

输入默认的用户名和密码 admin, 再单击“确定”按钮, 进入无线路由器的配置界面, 如图 1-14 所示。

窗口界面左侧为相关配置命令选项。

4. 设置无线路由器

(1) 设置 WAN 口的连网方式

单击左侧“网络参数”选项, 右侧弹出配置

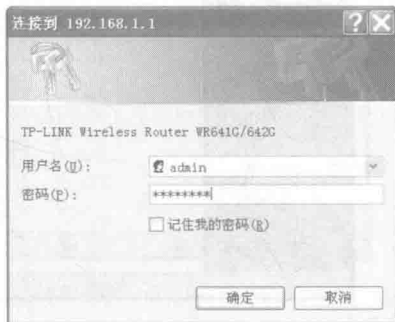


图 1-13 “连接到 192.168.1.1”对话框

WAN 口的界面, 根据实际情况, 适当设置相关参数, 如图 1-15 (动态获取 IP 地址)、图 1-16 (静态获取 IP 地址) 和图 1-17 (ADSL 拨号上网) 所示。

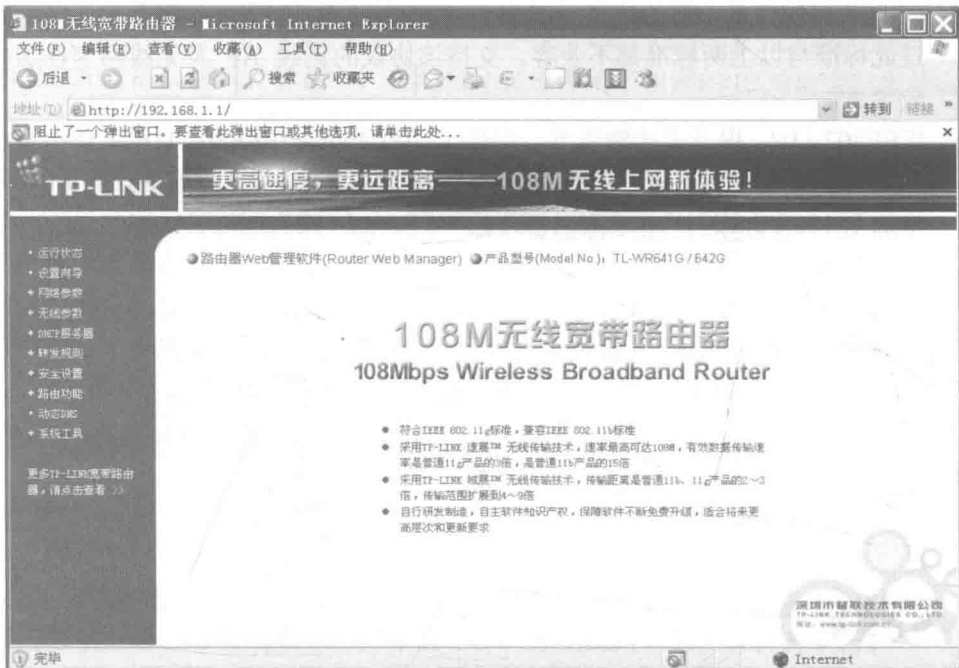


图 1-14 “108M 无线宽带路由器”窗口

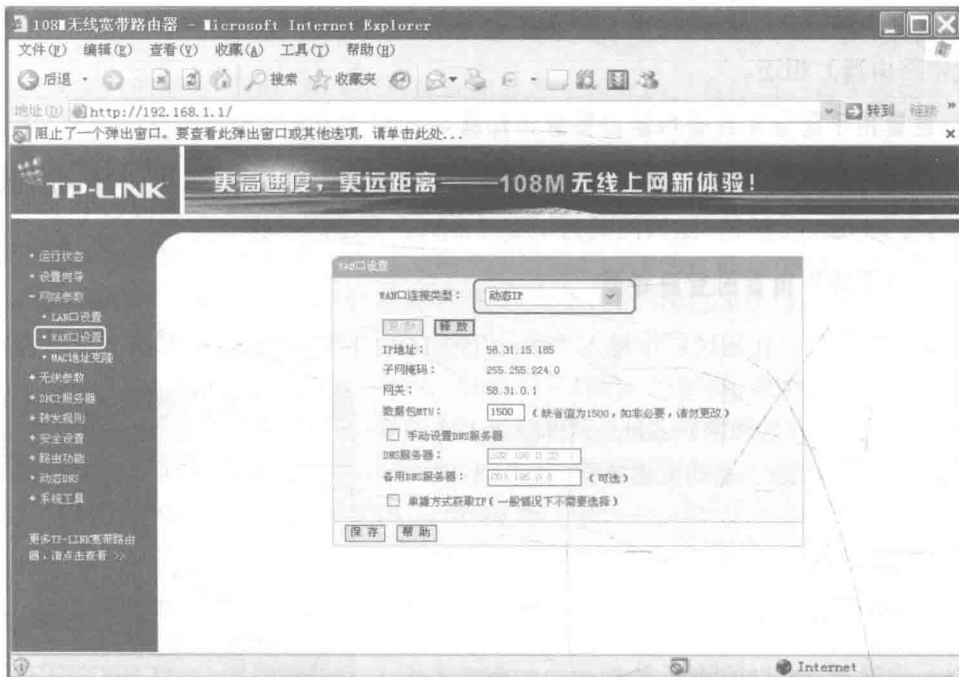


图 1-15 “WAN 口设置—动态获取 IP 地址”界面

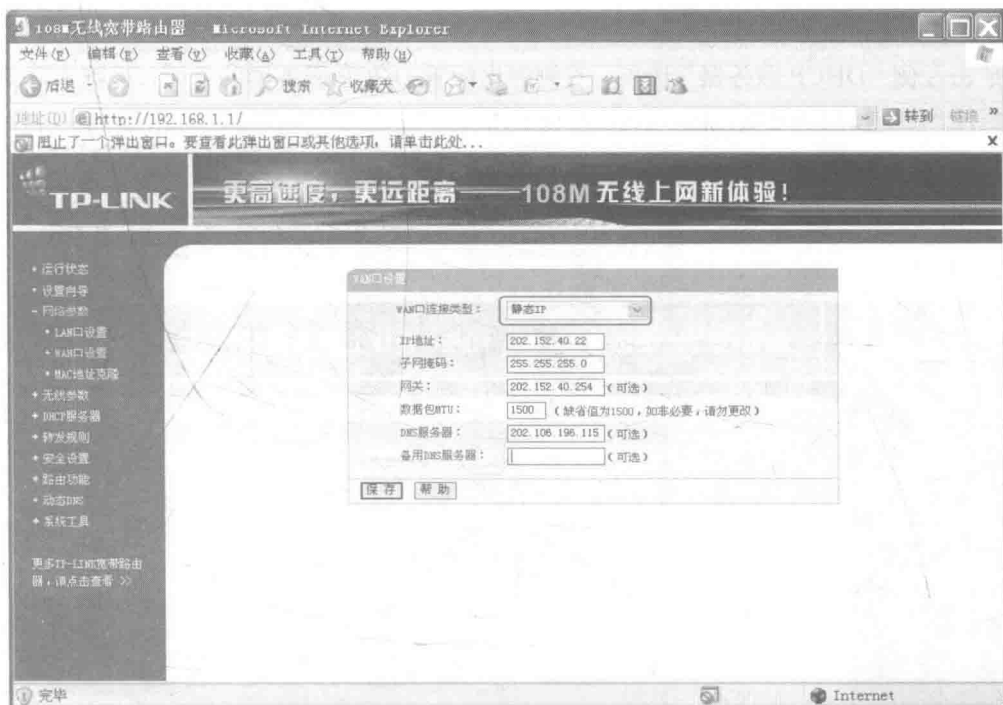


图 1-16 “WAN 口设置—静态获取 IP 地址”界面

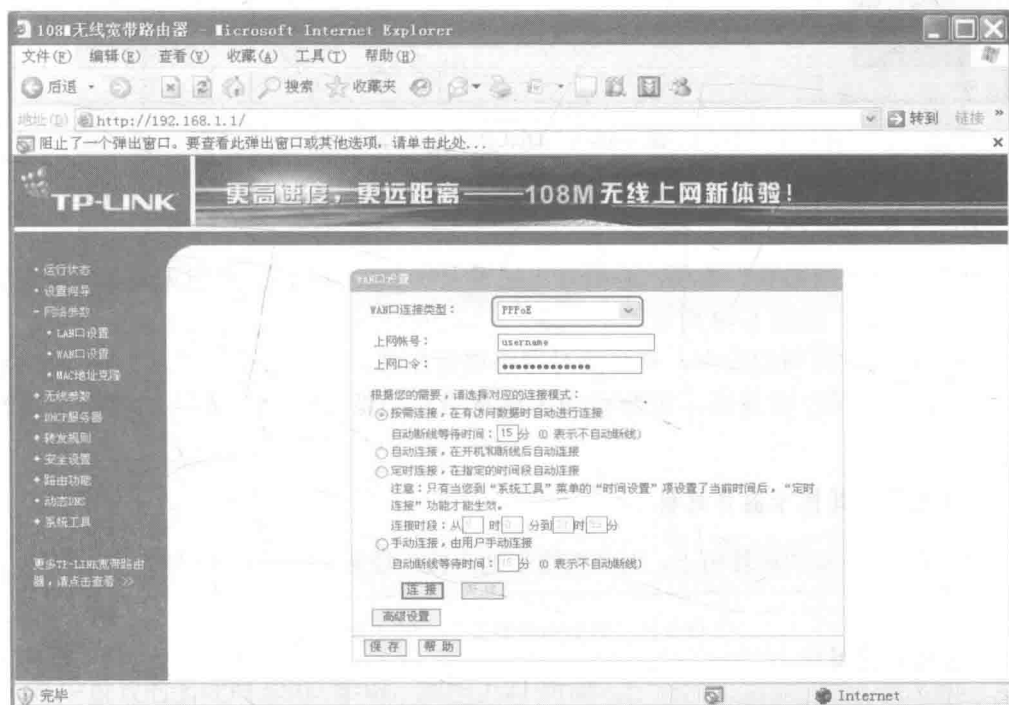


图 1-17 “WAN 口设置—ADSL 拨号上网”界面

设置好后，单击“保存”按钮即可。