普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等院校

电子信息类系列教材

JiSuanJi WangLuo JiShu

计算机网络技术

◎ 王晓军 张志青 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

普通高等院校电子信息类系列教材

计算机网络技术

王晓军　张志青　编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络技术 / 王晓军，张志青编著. —北京：人民邮电出版社，2009.9
（普通高等院校电子信息类系列教材）
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-115-20486-8

Ⅰ. 计… Ⅱ. ①王…②张… Ⅲ. 计算机网络－高等学校－教材 Ⅳ. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第063040号

内 容 提 要

全书共分 8 章。首先，从常用网络接入技术入手，说明了网络的基本概念，对 ISO 的 OSI 分层模型和 Internet 的分层模型进行了比较；然后，按照从低层到高层的顺序，分别说明各层的功能，并对这些层中的应用情况做了详细介绍；最后，对局域网设计的过程和网络安全进行详细说明。

本书可作为理工科大学本科生的教材，并可供从事计算机网络工作的工程技术人员学习参考。

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等院校电子信息类系列教材

计算机网络技术

◆ 编　　著　王晓军　张志青
责任编辑　滑　玉
◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编　100061　　电子函件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京昌平百善印刷厂印刷
◆ 开本：787×1092　1/16
印张：18
字数：438 千字　　2009 年 9 月第 1 版
印数：1- 3 000 册　　2009 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20486-8/TP

定价：30.00 元

读者服务热线：(010)67170985　印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

前言

Internet 已经成为社会生活的一部分内容，而且随着计算机网络技术的发展，它还将不断地改变着人们的生活方式。计算机网络技术是计算机技术和网络技术共同发展的结果，本书的重点是对现今广泛使用的 Internet 技术进行介绍。

本书注重理论与实际相结合，按照计算机网络的体系结构，由网络的物理层开始进行说明，以 Internet 广泛使用的技术内容为重点，着重进行论述，并在一些章节中安排了小实践，使读者从应用的角度来掌握计算机网络技术，达到学以致用的目的。

全书共分 8 章。第 1 章概述，介绍了计算机网络的配置连接和测试方法，对计算机网络的基本概念、协议和体系结构进行了概要说明；第 2 章物理层，着重对计算机网络的信号传输进行了说明，还对各种网络介质和物理层设备进行了详细说明，其中包括集线器的原理和现在普遍使用的 ADSL 技术；第 3 章数据链路层和局域网，介绍了局域网的特点，对 IEEE 802 系列标准进行了说明，重点介绍了以太网协议和相关设备的工作原理，包括以太网卡和交换机，此外还对无线局域网进行了说明；第 4 章网络层，介绍了网络层的功能，重点介绍了 IP 和 IP 路由，对路由器的工作原理等也进行了详细说明，此外对 VLAN 技术和 IPv6 也进行了详细的介绍；第 5 章传输层，介绍了传输层的主要功能，重点介绍 TCP 和 UDP；第 6 章应用层，着重介绍了 Telnet、E-mail、FTP 和 WWW 等应用层协议的工作过程；第 7 章网络互连技术，重点介绍了各种网络互连的方法等内容；第 8 章局域网设计，详细介绍局域网的设计过程，从网络需求分析到最终的网络设备选型，对各个环节应该注意到的问题进行了详细说明。

本书可作为高等学校理工科本科生的教材。对于从事计算机网络工作的技术人员，本书是一本实用性很强的参考书。

本书由王晓军、张志青、丁莉等老师编写。限于作者的水平，书中不当甚至错误之处在所难免，望广大读者提出宝贵意见。

编　者

2009 年 2 月

目　录

第 1 章 概述

当今社会是信息社会，信息传播的途径也发生了根本性变化，计算机网络成为信息传播的主要媒体之一。

本章学习的主要内容有：

接入网络的方法；

网络命令；

Internet 的发展；

网络组成和功能；

网络协议；

网络参考模型；

网络标准化组织。

通过本章的学习，可以了解 Internet 的发展过程；掌握接入 Internet 的方法并学会使用常用的网络命令；掌握计算机网络的组成、分类和网络协议等基本概念；了解计算机网络参考模式的概念和有关标准化组织的情况。

1.1 网络接入

网络现在已经成为社会生活的一部分。通过网络可以完成很多事情，阅读新闻、聊天、玩游戏、购物、听歌、看电影、看电视等，而且各种新的应用和服务也在不断推出，这些都极大地改变了人们的生活习惯。

不管使用什么样的网络应用和服务，最基本的要求是有一台计算机，并且这台计算机能接入到网络中。网络接入的方法有多种，常见的有两种，一种是局域网接入，另外一种是通过 ADSL Modem 接入，本节将介绍这两种接入方法所使用的硬件和配置过程。其他的接入方法，如 Cable、电力 Modem、GPRS、CDMA1x 等，本书不作介绍，读者可以参阅相应的配置说明。

无论用什么样的方法接入网络，网络中的应用和服务的使用方法都是一样的，它们之间的主要差别是网络访问的速度。

1.1.1 局域网接入

局域网接入使用的主要设备是网卡，和其他的计算机外设一样，网卡接口也有多种类型。

台式计算机现在使用最多的是 PCI 接口的网卡，它的外形如图 1-1 所示。

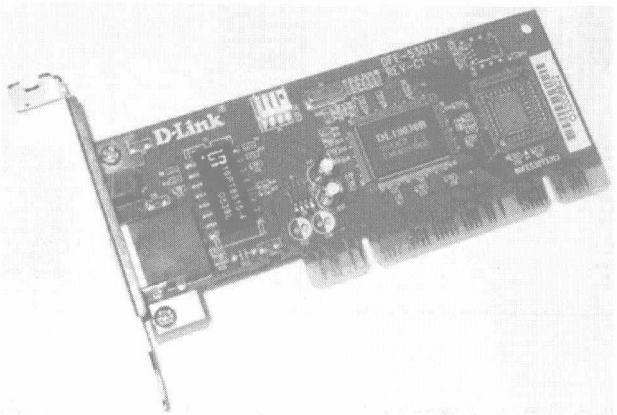

图 1-1　PCI 网卡

网卡通过网线和其他的网络设备连接。在局域网中，通常情况下，在办公区会有和网卡上相同的插座，网线的另一端就插到这些插座上。

在安装网卡时，只要把它插入计算机主板上的 PCI 插槽，用螺丝固定住即可。网卡安装好以后，打开计算机，操作系统会提示发现新硬件，并安装驱动。现在的操作系统中，附带有大量的驱动程序，一般情况下不需要再单独安装网卡的驱动程序。

要使计算机接入网络，还需要对网卡进行正确配置。网卡配置的主要内容是接入网络的 IP 地址等信息，这些信息由网管人员提供。配置的方法是打开到控制面板中的“网络连接”对话框，选择“本地连接”，弹出图 1-2 所示的对话框。

选择 Internet 协议，单击属性，就会打开图 1-3 所示的对话框。把网管所给的网络配置对应信息输入即可；如果配置准确无误，就能实现网络接入。

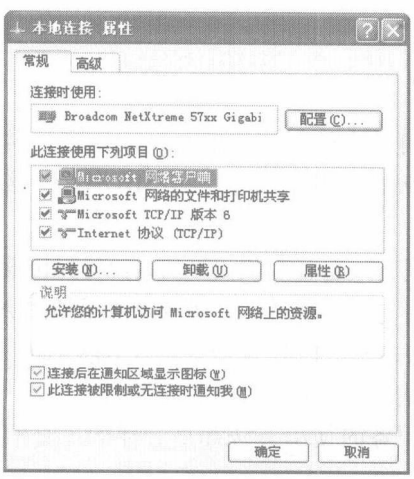

图 1-2　“本地连接 属性”对话框

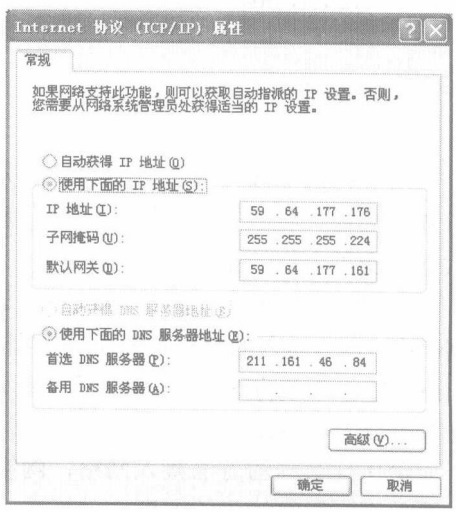

图 1-3　“Internet 协议（TCP/IP）属性”对话框

图 1-3 中的 IP 地址，就是计算机的编号，如用身份证号来标示每个人，IP 地址用来标示网络中不同的计算机；子网掩码用来区分这台计算机所在的子网络编号；默认网关是这台计

算机访问外部网络的必经之地。这些都是计算机接入网络时的必要信息。图 1-3 中下边的两个 DNS 服务器地址是在 IE 访问 www.baidu.com 之类的网站时，必须访问的服务器地址。

1.1.2 ADSL Modem 接入

ADSL 是现在常用的家庭上网技术。在使用 ADSL 上网之前需要到电话公司办理相应的开通手续，并取得用户名和密码。ADSL 上网使用的主要设备是 ADSL 调制解调器（ADSL Modem）和 ADSL 分离器。ADSL 分离器如图 1-4 所示。

ADSL 分离器是一个方形的小盒，上面有 3 个接口，分别标有 LINE、PHONE 和 ADSL，其中 LINE 口接用户入户电话线，PHONE 口接电话机，ADSL 口接 ADSL 调制解调器。ADSL 分离器连接方法如图 1-5 所示。

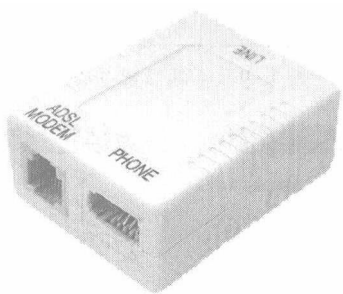

图 1-4 ADSL 分离器

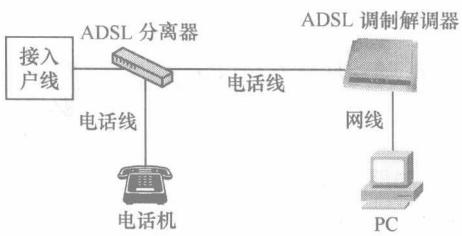

图 1-5 ADSL 分离器连接

图 1-5 中，ADSL 调制解调器通过网线连接到计算机的网卡上。

在连接好这些硬件后，打开计算机的控制面板，在网络连接中，创建新连接，这个过程如图 1-6 到图 1-13 所示。

每台计算机的配置情况可能都不相同，图 1-6 中的内容会有所差别，单击图中的“创建一个新的连接”，就会打开一个向导，如图 1-7 所示。

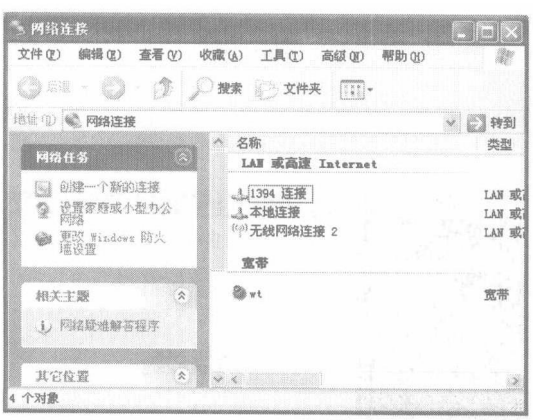

图 1-6 创建新连接

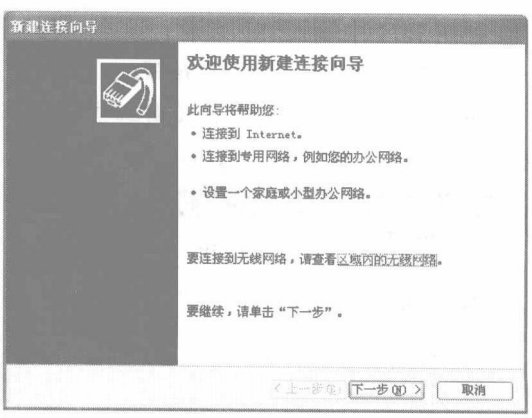

图 1-7 使用向导创建

单击图 1-7 中的下一步，会显示图 1-8 所示的界面。

在图 1-8 中选择“连接到 Internet”，然后单击下一步，显示图 1-9 所示的界面。

在图 1-9 中选择“手动设置我的连接”，然后单击下一步，显示图 1-10 所示的界面。

选择图 1-10 中的“用要求的用户名和密码的宽带连接来连接”，单击下一步，会显示图 1-11

所示的界面。

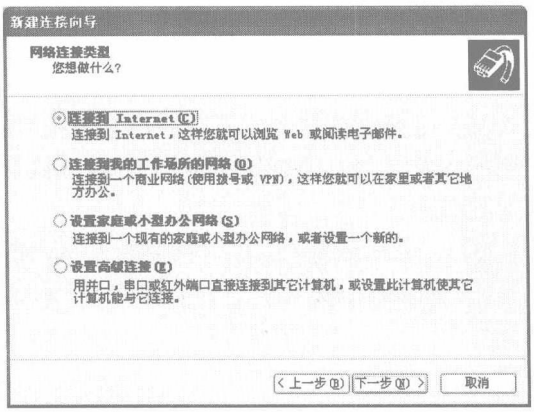

图 1-8　连接到 Internet

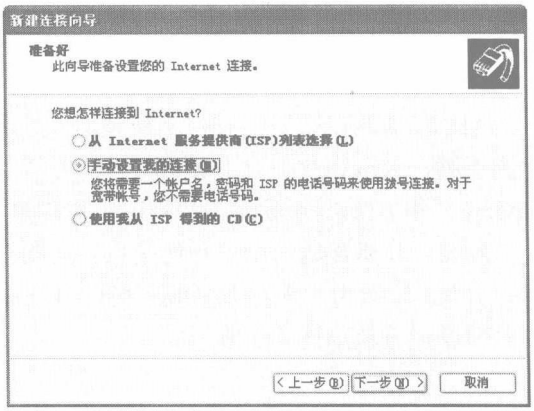

图 1-9　手动设置连接

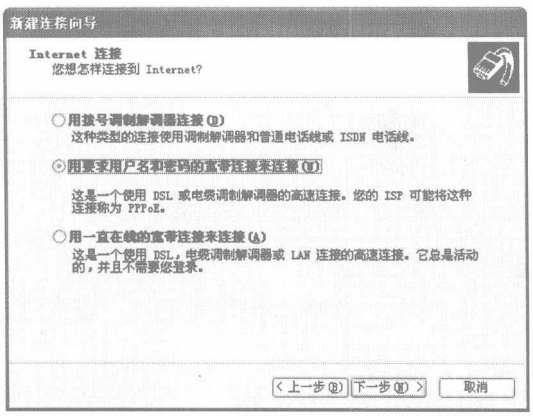

图 1-10　使用 DSL 连接

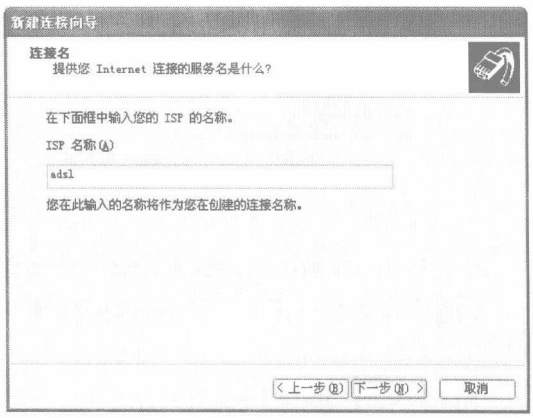

图 1-11　输入连接名称

在图 1-11 中输入 ISP 名称，这个名称可以自己命名，给出一个好记的名字即可，单击下一步就会显示图 1-12 所示的界面。

在图 1-12 所示的用户名和密码中，输入通信公司开通 ADSL 的时候，所给的账户名称和密码，单击下一步，显示图 1-13 所示的界面。

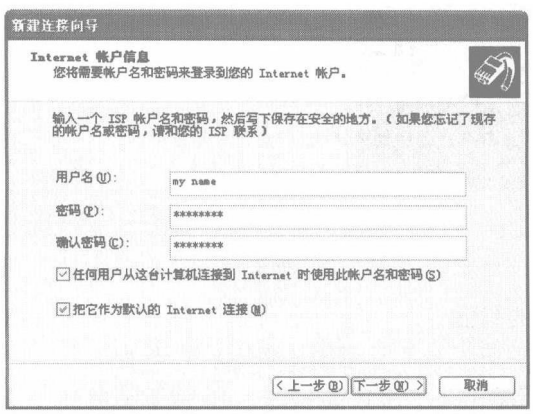

图 1-12　输入用户名和密码

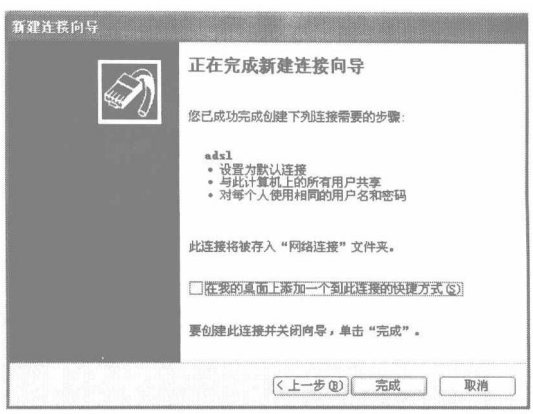

图 1-13　创建完成

至此，完成了新建连接的创建过程。打开控制面板中的网络连接，就会看到名称是 ADSL 的连接，打开 ADSL 就会显示如图 1-14 所示的对话框，单击连接就可以连接到网络上，访问网络中的应用和服务了。

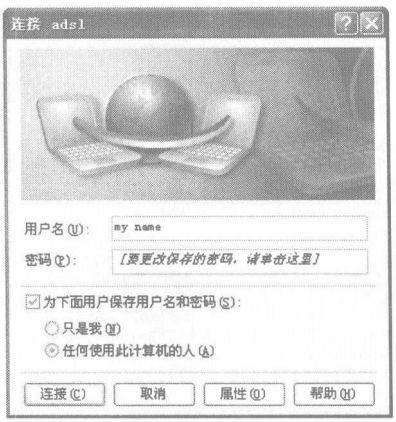

图 1-14 打开创建的连接

1.2 网络命令

在计算机接入网络以后，可以通过一些命令来查看网络连接的信息。这些信息可以帮助诊断网络故障，还可以对计算机的网络连接进行分析，判断一些异常访问，防止计算机被他人非法侵入。本节简要介绍几个常用命令的使用方法。

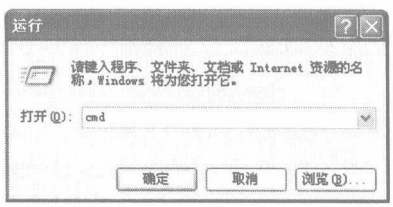

图 1-15 打开 DOS 窗口

要使用网络命令，需要在 Windows 系统的开始菜单的【运行】(如图 1-15 所示）中，输入“cmd”，单击“确定”就会弹出显示 DOS 命令行的窗口，在该窗口输入网络命令即可显示相关的网络信息。如图 1-16 所示。

在其他操作系统或者设备上，也有类似的命令，显示的内容也基本一样。另外，在 Windows 中，这些命令不区分大小写，在其他的操作系统中可能区分。

1.2.1 ipconfig 命令

ipconfig 命令用于显示当前的网络配置信息，如图 1-16 所示。

图 1-16 中主要信息的含义如下。

Host Name ：计算机的名字，是在控制面板中的系统属性中设定的计算机名。

Description：是计算机网卡的驱动。

Physical Address ：是硬件地址，就是网卡的地址。

Dhcp Enabled ：是否使用动态配置。如果是 Yes，表示这个计算机的网络配置，来自网络上的某个服务器；如果是 No，表示这些信息是手工配置的。

下边依次是 IP 地址、子网掩码、默认网关、DHCP 服务器的 IP 地址和两个 DNS 服务器的 IP 地址。

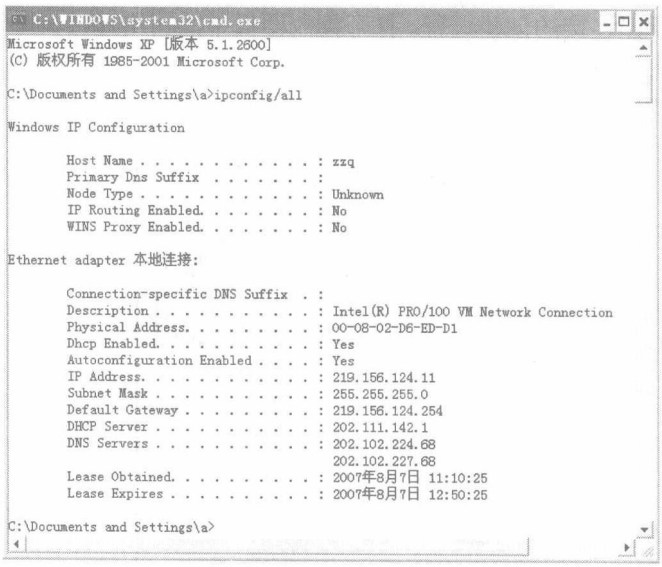

图 1-16 运行 ipconfig/all

ipconfig 命令的常用选项有以下几个。

（1）ipconfig：使用 ipconfig 不带任何参数选项时，则为每个已经配置了的接口显示 IP 地址、子网掩码和默认网关值。

（2）ipconfig /all：当使用 all 选项时，能为 DNS 和 WINS 服务器显示它已配置并且要使用的附加信息（如 IP 地址等），同时显示内置于本地网卡中的物理地址（MAC）。如果 IP 地址是从 DHCP 服务器租用的，则将显示 DHCP 服务器的 IP 地址和租用地址预计失效的日期。

（3）ipconfig/release 和 ipconfig/renew：这是两个附加选项，只能在向 DHCP 服务器租用其 IP 地址的计算机上起作用。如果使用 ipconfig/release，则所有接口的租用 IP 地址便重新交付给 DHCP 服务器（归还 IP 地址）。如果使用 ipconfig/renew，可以使计算机与 DHCP 服务器取得联系，并租用一个 IP 地址。通常情况下，DHCP 服务器会分配和以前相同的 IP 地址。

1.2.2 ping 命令

ping 命令是个使用频率极高的网络命令，用于确定本地主机是否能与另一台主机正确交换（发送与接收）数据。根据返回的信息，可以推断网络配置是否正确，运行是否正常。需要注意的是：成功地与另一台主机进行一次或两次数据报交换，并不能说明网络配置就是正确的，必须执行大量的本地主机与远程主机的数据交换，才能判断网络配置的正确性。

如果 ping 运行正确，基本可以排除网卡、Modem 的输入输出线路、电缆和路由器等网络设备存在的故障。

如果计算机的网络配置正常，就可以使用 ping 命令检测网关地址，如图 1-17 所示。

默认情况下，Windows 上运行的 Ping 命令发送 4 个数据包，并接收，然后给出统计信息。

图 1-17 中“time=”是数据包从发送到接收的时间，单位为毫秒。

图 1-17 中的这 4 个数据包都正确地返回来了，统计结果是：发送（Send）了 4 个，（Received）了 4 个，丢失（Lost）了 0 个。最短时间 9ms，最长时间 11ms，平均时间 10ms。通过这些参数，不但可以判断网络连接的情况，还可以大体知道网速如何。

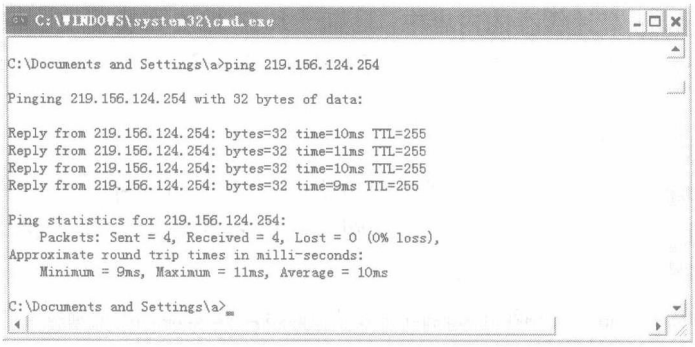

图 1-17 ping 网关

在图 1-17 中有一个“TTL = 255”，在后边的 IP 中将详细说明它的含义。

Ping 命令主要用来检查网络的连接情况，使用它可以确定网络故障的位置。

通过 ping 命令，检测网络故障的典型步骤如下。

（1）ping 127.0.0.1，如果运行不正常表示网络协议的安装或运行存在某些最基本的问题；

（2）ping 本机 IP 地址，计算机始终都应该作出应答。如果没有，断开网络电缆，再执行一次看是否正常。如果正常，则表示另一台计算机可能配置了相同的 IP 地址，否则就可以确定本地配置或安装存在问题。

（3）ping 局域网内其他正在运行的设备的 IP。数据包会离开计算机，经过网卡及网络电缆到达其他计算机，再返回。收到回送应答表明本地网络运行正常。如果收不到应答，则更换另外一个设备的 IP。如果都不行，而网络中的其他设备工作正常，可以确认这台机器的连接有问题。

（4）ping 网关 IP 地址，如果应答正确，表示局域网中的网关路由器正在运行并能够作出应答。

（5）ping 远程 IP 地址，如果收到 4 个应答，表示成功地使用了默认网关。

（6）ping www.buptnu.com.cn（北京邮电大学网络教育学院的域名）。如果这里出现问题，可能 DNS 服务器的 IP 地址配置不正确或 DNS 服务器工作不正常。

ping 命令的常用参数中“–t”是最常用的，即一直发送数据包，这经常用在检查其他网络设备。让某台计算机一直发送数据包，然后修改其他设备的配置或者网络连接，来检查网络问题。终止的方法是“Ctrl+C”。

1.2.3 arp 命令

arp 命令可以用来管理本地计算机 arp 高速缓存中的内容，包括查看、删除和设定。

arp –a 可以列出高速缓存中的内容，如图 1-18 所示。

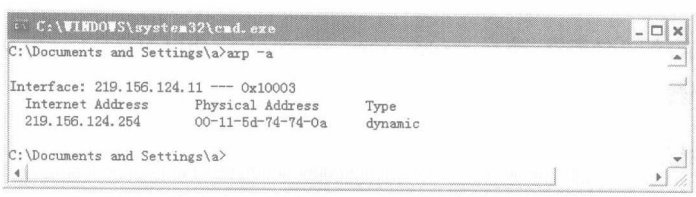

图 1-18 查看 arp 高速缓存

图 1-18 中显示 arp 高速缓存的内容中，只有一条 IP 地址和物理地址的对应关系，并指明其类型是 dynamic，即动态的，含义是这些条目是定期更新的，也就是经过一定时间，这些条目就会被删除。

arp 常用命令选项有以下几个。

（1）arp-a 或 arp-g，用于查看高速缓存中的所有项目。-a 和-g 参数的结果是一样的。

（2）arp-a IP 地址，如果计算机上有多个网卡，那么使用 arp-a 加上接口的 IP 地址，就可以只显示与该接口相关的 arp 缓存项目。

（3）arp-s 后跟 IP 地址和物理地址，用于向 arp 高速缓存中输入一个静态项目，如图 1-19 所示。

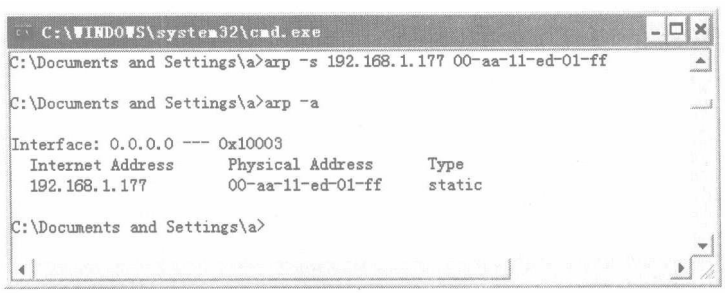

图 1-19　添加 arp 项目

（4）arp –d IP，使用本命令能够人工删除一个静态项目。

1.2.4　nslookup 命令

nslookup 命令是一个监测网络中 DNS 服务器能否正确进行域名解析的命令行工具。如上网的时候，在浏览器地址栏输入 www.buptnu.com.cn 却不能正常访问，检查网络没有发现问题，那很可能是 DNS 服务出现了问题。

图 1-20 所示为 nslookup 命令对 www.buptnu.com.cn 进行域名解析的结果。

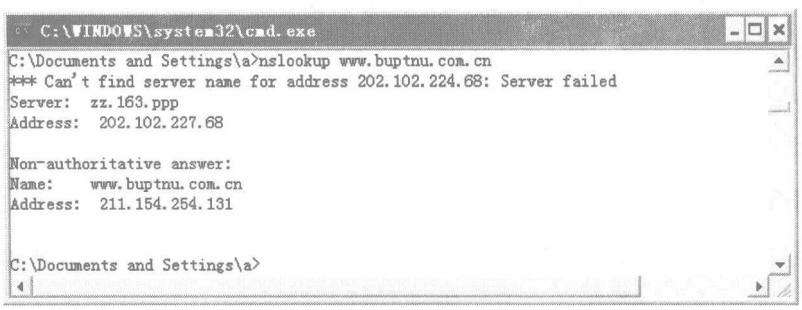

图 1-20　查看域名解析结果

图 1-19 中显示的域名服务器是 zz.163.ppp，IP 地址是 202.102.227.68，www.buptnu.com.cn 的 IP 地址解析出来是 211.154.254.131。

1.2.5　netstat 命令

netstat 命令一般用于检查本机各端口的网络连接情况。图 1-21 所示为使用 netstat –a 命令

显示的是计算机现有的网络连接情况。

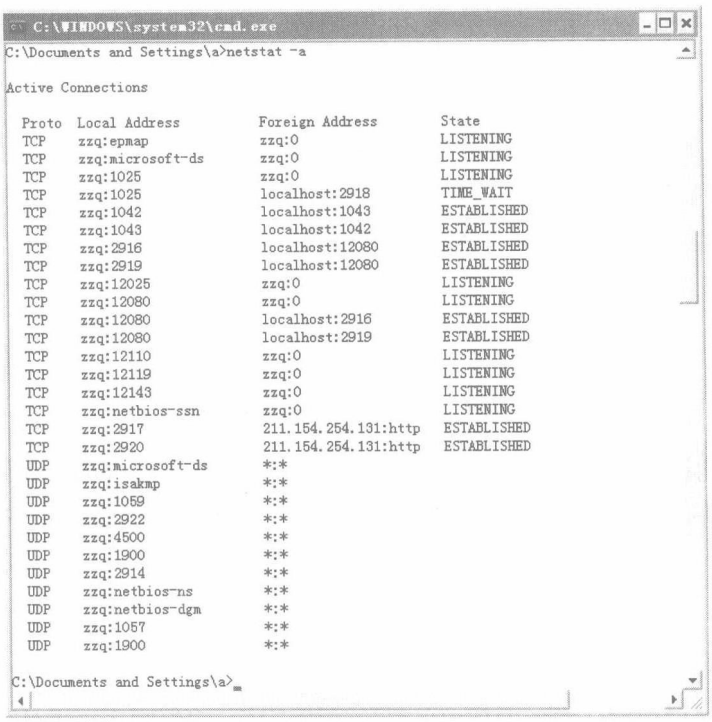

图 1-21 查看计算机各端口的网络连接

图 1-21 中的每一列，分别显示的是网络协议、本地地址、外部地址和连接状态。

协议显示的是 TCP 和 UDP，这是两种协议的名称。

本地地址和外部地址显示了两个内容，地址和端口，本地用的是计算机的名字（zzq），端口有的用编号，有的用 netbios–ns 等名字。

netstat 是非常有用的一个命令。现在网络安全是一个很大的问题，经常会有木马、病毒或者类似的软件对计算机进行攻击。如果想查看这些攻击的来源，用 netstat –a 就可以显示出所有的外部连接和端口，也就知道了攻击的来源。

netstat 命令常用选项有以下几个。

netstat –s：按照各个协议分别显示其统计数据。

netstat –e：显示关于以太网的统计数据。

netstat –r：显示关于路由表的信息。

netstat –a：显示一个所有的有效连接信息列表。

netstat –n：显示所有已建立的有效连接。

1.2.6 tracert 命令

tracert 命令用来检测故障的位置，虽然该命令不能确定出具体问题，但用它能检查到网络中出现问题的地方。

tracert 命令的使用很简单，只需要在 tracert 后面跟一个 IP 地址或域名即可。如图 1-22 所示的 tracert www.buptnu.com.cn。