



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 计算机系列教材

计算机网络技术 实践教程

张建伟 崔建涛 主 编
王璐娟 李健勇 毛艳芳 副主编

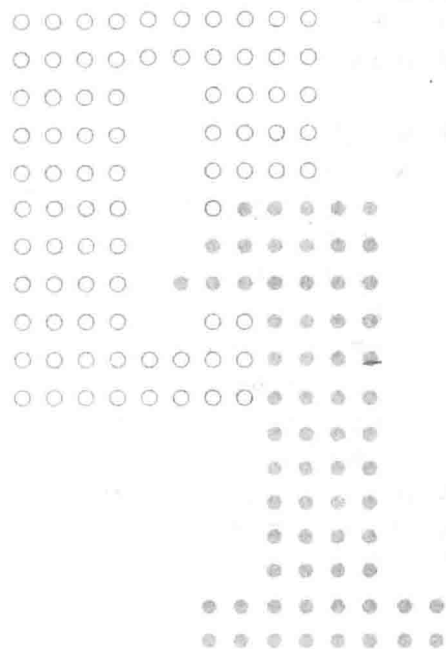


清华大学出版社

计算机系列教材

张建伟 崔建涛 主编
邓璐娟 李健勇 毛艳芳 副主编

计算机网络技术 实践教程



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

计算机网络技术是一门理论性和实践性都非常强的课程,为了让学生更好地理解计算机网络的基本原理,以及交换机和路由器等网络设备的配置方法,本书按照“卓越工程师培养计划”的思想,精心设计了计算机网络基础、交换技术、路由技术和故障排除等方面的若干案例项目,适合学生循序渐进地学习。

本书可以作为高等院校计算机及相关专业的与计算机网络课程配套的实验、实训教材,也可以作为非计算机专业计算机网络公共课程的实验教材,还可以作为网络管理员的培训教材,或者作为从事该领域工作的相关工程技术人员的学习参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术实践教程/张建伟,崔建涛主编. —北京:清华大学出版社,2014

计算机系列教材

ISBN 978-7-302-35934-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 099762 号

责任编辑:白立军

封面设计:常雪影

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.25

字 数:431 千字

版 次:2014 年 6 月第 1 版

印 次:2014 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:34.50 元

产品编号:057236-01

主 任：周立柱

副 主 任：王志英 李晓明

编委委员：（按姓氏笔画为序）

汤志忠 孙吉贵 杨 波

岳丽华 钱德沛 谢长生

蒋宗礼 廖明宏 樊晓桢

责任编辑：马瑛珺

计算机网络技术发展很快,涵盖内容也越来越多,例如,通信介质、网络设备、交换技术、路由技术、布线技术、安全技术、加密认证技术、管理维护技术、无线网络技术、VoIP 技术和 IPv6 技术等。若把众多的网络技术都囊括在一本书里也不现实,但我们力图把计算机网络基础技术提炼出来,例如,网络基础、交换技术和路由技术等。

目前大多数高等院校计算机网络课程总学时为 60 学时,其中实验学时约为 10 学时,实验学时普遍偏少,加之没有配套的计算机网络技术实践教程,学生对所学理论知识感到枯燥乏味,实验课收获小,学生灵活运用、解决实际问题的能力欠佳。本书作为与计算机网络技术课程配套的实践教程,在编写时按照“卓越工程师培养计划”的思想,着重提高学生解决实际问题的能力,同时强化学生对所学理论知识的理解。

本书既可以作为与理论教材配套的实践教材,也可以作为专门的实训、培训教材。作者建议配套实验学时为 20 学时以上,以便学生有充分的时间来完成全部案例。若学时不足,也可以让学生利用课余时间完成部分案例。本书的适用对象包括高等院校二本、三本及高职高专院校学生,以及广大的网络爱好者。

全书共分 4 篇共 17 章,第 1 篇为基础篇,包括第 1 章~第 6 章;第 2 篇为交换篇,包括第 7 章和第 8 章;第 3 篇为路由篇,包括第 9 章~第 14 章;第 4 篇为综合篇,包括第 15 章~第 17 章。涵盖计算机网络基本原理、基本的硬件组网连接、IP 地址的规划、交换机和路由器的配置等内容。本书既有相关理论的简要介绍,也有详细的网络案例实施过程,具有较强的可操作性。作者通过精心设计的若干网络案例,让学生反复练习,以提高学生运用所学理论知识解决实际问题的能力。学完本书的全部内容后,读者就能够理解计算机网络的基本原理,胜任简单的网络组建和网络设备配置等工作,从而为独立设计和实施网络项目奠定良好的基础。

本书由郑州轻工业学院软件学院的张建伟、崔建涛任主编,邓璐娟、李健勇、毛艳芳任副主编,参与本书编写的还有王文冰、张彦、韩丽、马欢、王华东、殷知磊、胡春晖。在本书的编写过程中,得到了郑州轻工业学院教务处、软件学院和清华大学出版社的大力支持,在此表示感谢。

为了便于输入,有些配置命令和参数用了小写形式,而正文中为了美观,首字母采用了大写,特进行说明。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2014 年 4 月于郑州

基 础 篇

第 1 章 计算机网络入门 /3

- 1.1 Packet Tracer 概述 /3
 - 1.1.1 Packet Tracer 界面介绍 /3
 - 1.1.2 Packet Tracer 基础操作 /4
 - 1.1.3 检查设备配置 /6
- 1.2 建立简单的双机直连和交换网络 /6
- 1.3 网络连通性测试 /9
- 1.4 路由追踪程序的使用 /15
- 1.5 思考与练习 /16

第 2 章 常见网络设备、线缆及绘制网络拓扑图 /17

- 2.1 常见网络设备 /17
- 2.2 常见网络设备接口 /17
- 2.3 常见网络设备连接 /20
- 2.4 常见线缆概述 /21
- 2.5 常用双绞线的制作 /24
- 2.6 线缆测试 /25
- 2.7 利用 Visio 绘制网络拓扑图 /27
- 2.8 思考与练习 /30

第 3 章 认识以太网帧及 MAC 地址 /31

- 3.1 捕获和分析以太网帧 /31
- 3.2 检查交换机 MAC 表 /34
- 3.3 思考与练习 /37

第 4 章 网络层编址与协议 /38

- 4.1 IPv4 地址的子网划分 /38
- 4.2 设计子网寻址方案 /41
- 4.3 了解网关并掌握 Windows 计算机的网络配置 /45
- 4.4 查看主机和路由器路由表 /48

4.5 研究 ICMP 数据包 /51

4.6 地址解析协议 /56

4.7 思考与练习 /61

第5章 传输层协议 TCP 和 UDP /62

5.1 使用 netstat 观察 TCP 和 UDP 段 /62

5.2 了解 TCP 和 UDP 报头及工作方式 /64

5.3 思考与练习 /71

第6章 应用层协议及服务 /72

6.1 应用层协议研究 /72

6.2 管理 Web 服务器 /78

6.3 思考与练习 /82

交 换 篇

第7章 交换式网络 /85

7.1 交换式网络分层模型 /85

7.2 交换机的访问方式 /86

7.3 交换机基本配置 /86

7.4 生成树协议及配置 /96

7.5 VTP 及配置 /106

7.6 管理交换机操作系统和配置文件 /115

7.7 思考与练习 /125

第8章 虚拟局域网 /126

8.1 VLAN 的基本配置 /126

8.2 VLAN 间路由基本配置 /132

8.3 思考与练习 /141

路 由 篇

第 9 章 路由器基础 /145

- 9.1 路由器的硬件结构 /145
- 9.2 路由器基本配置 /146
- 9.3 路由器 IOS 的备份与恢复 /158
- 9.4 路由器密码恢复 /161
- 9.5 思考与练习 /162

第 10 章 小型路由网络及直连路由 /163

- 10.1 设计一个小型路由网络 /163
- 10.2 思考与练习 /167

第 11 章 静态路由和默认路由 /168

- 11.1 静态路由和默认路由配置 /168
- 11.2 思考与练习 /172

第 12 章 路由信息协议 /173

- 12.1 RIP 概述 /173
- 12.2 RIPv2 的基本配置 /173
- 12.3 思考与练习 /183

第 13 章 OSPF 路由协议 /184

- 13.1 OSPF 协议概述 /184
- 13.2 OSPF 的基本配置 /185
- 13.3 思考与练习 /194

第 14 章 广域网协议 /195

- 14.1 PPP 封装、PAP 和 CHAP 认证配置 /195
- 14.2 思考与练习 /204

综 合 篇

第 15 章 DHCP、NAT 和 ACL /207

15.1 DHCP 和 NAT 概述 /207

15.1.1 DHCP 概述 /207

15.1.2 NAT 概述 /208

15.2 DHCP 和 NAT 的基本配置 /208

15.3 访问控制列表概述 /216

15.4 访问控制列表的基本配置 /217

15.5 思考与练习 /227

第 16 章 无线 LAN 接入 /228

16.1 配置无线 LAN 接入 /228

16.2 思考与练习 /232

第 17 章 网络故障排除 /233

17.1 网络故障排除概述 /233

17.2 案例：小型网络故障排除 /234

17.3 案例：企业网络故障排除 /237

17.4 思考与练习 /251

附录 A 使用 Wireshark 查看协议数据单元 /252

附录 B 使用超级终端建立控制台会话 /259

附录 C 常用 IOS 命令 /263

附录 D 清除配置并重新启动交换机 /264

附录 E 最后一个字节的子网划分图 /266

基 础 篇

第 1 章 计算机网络入门

1.1 Packet Tracer 概述

Packet Tracer 是 Cisco 公司发布的一个辅助学习工具,该工具为计算机网络初学者提供了设计、配置、排除网络故障的模拟环境。利用 Packet Tracer,用户可以直接在 GUI(图形用户界面)上使用拖曳方法建立网络拓扑,创建模拟网络连接,学习 IOS 配置方法。Packet Tracer 提供数据包在网络中的详细处理过程,并能够以实时模式显示网络运行情况,从而提高网络故障排查的效率。Packet Tracer 提供了一套较为丰富的协议、设备和功能,但只能支持真实设备的一部分功能,Packet Tracer 只能补充但不能取代操作真实设备的经验。Packet Tracer 内置的帮助文件包含了 My First PT Lab、教程以及使用 Packet Tracer 建立网络模型的优势和局限性。目前 Cisco 公司发布的 Packet Tracer 版本是 6.0.1。

1.1.1 Packet Tracer 界面介绍

1. 熟悉 Logical Workplace

Packet Tracer 6.0.1 启动后,默认主界面是 Logical Workplace(逻辑工作空间),并以 Realtime(实时)模式显示网络的逻辑视图,也可以切换到 Simulation(仿真)模式。主界面上方是菜单、工具栏区域;中间空白处是放置和连接设备的主体区域;左下方是设备选择与连接区域;右侧是设备编辑区域;右下方是场景区域。Packet Tracer 6.0.1 的主界面如图 1-1 所示。



图 1-1 Packet Tracer 6.0.1 主界面

在设备选择与连接区域,Packet Tracer 提供了常见的网络设备和电缆类型,分别有 Routers(路由器)、Switches(交换机)、Hubs(集线器)、Wireless Devices(无线设备)、Connections(连接线)、End Devices(终端设备)、WAN Emulation(广域网仿真)、Custom Made Devices(自定义设备)和 MultiUser Connection 等。有些设备虽然是模块化的,但是默认并没有添加多个模块,而 Custom Made Devices 已经添加了一些常用的模块,利用 Custom Made Devices 构建网络很方便。

Packet Tracer 还提供了不同电缆类型,包括 Automatically Choose Connection Type(自动选择连接类型)、Console(控制台连接)、Copper Straight-through(直通)、Copper Cross-over(交叉)、Fiber(光纤)、Phone(电话线)、Coaxial(同轴电缆)、Serial DCE(串行 DCE)和 Serial DTE(串行 DTE)等。其中 DCE 和 DTE 用于路由器之间的串行连接,若选择了 DCE,则和这根串行线先连的路由器为 DCE 端,在配置该路由器时需要在相应的串行接口上配置时钟。

在设备编辑区域,从上往下依次为选择/取消、移动(总体移动或移动某一设备)、Place Note(先选中,加标注)、删除(总体删除或删除某一设备)、Inspect(查看路由表、MAC 地址表、ARP 缓存表和 NAT 转换表等)、Simple PDU 和 Complex PDU。

2. 符号导航

符号导航区域位于 Packet Tracer 界面左下部,用于选择设备并放入逻辑工作空间,如图 1-2 所示。左下角的第一个方框中的符号代表设备组。将鼠标光标移到设备组符号上时,设备组名称会显示在中心的文本框中。单击某一设备组符号时,该设备组中的相应设备会出现在右侧的方框中。当光标指向具体设备时,该设备的说明就出现在特定设备下方的文本框中。请逐一单击各设备组,了解各设备组可用的设备及其符号。

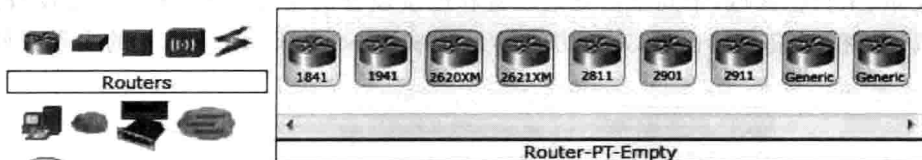


图 1-2 符号导航

1.1.2 Packet Tracer 基础操作

1. 使用不同类型的电缆连接设备

单击符号导航区域左侧的连接组符号后,右侧的连接符号区域对应了不同电缆类型: Automatically Choose Connection Type(自动选择连接类型)、Console(控制台连接)、Copper Straight-through(直通)、Copper Cross-over(交叉)、Fiber(光纤)、电话线(Phone)、同轴电缆(Coaxial)、Serial DCE(串行 DCE)和 Serial DTE(串行 DTE)等。Packet Tracer 6.0.1 版本提供的电缆类型如图 1-3 所示。



图 1-3 Packet Tracer 提供的电缆类型

第一个金黄色闪电符号代表自动选择连接类型,它将根据设备上的可用接口自动选择连接类型。要自动连接两台设备,先单击自动连接符号,然后单击第一台设备,最后单击第二台设备即可。

2. 使用自动连接符号构建简单的网络拓扑

在 Packet Tracer 中,分别添加 R1_ISP、R2_Central、S1_Central、PC 1A、PC 1B、Eagle_Server 等设备(建议使用 Custom Made Devices 里的网络设备),并使用自动连接符号,完成下列设备之间的连接,如图 1-4 所示。

- (1) 将 Eagle_Server 连接到 R1_ISP 路由器。
- (2) 将 PC 1A、PC 1B 连接到 S1_Central 交换机。
- (3) 将 R2_Central 路由器分别连接到 S1_Central 交换机和 R1_ISP 路由器。

默认情况下,Packet Tracer 显示设备型号和设备名称,但不显示端口名。

单击 Options→Preferences 命令,在 Interfaces 选项卡中,选中 Always Show Ports Labels 复选框可以显示端口名。也可取消选中 Show Device Model Labels、Show Device Name Labels 复选框,取消显示设备型号和设备名称。Packet Tracer 6.0.1 支持取消显示设备型号。

单击逻辑工作空间中的某设备(如路由器),打开 Config 选项卡,在 Display Name 后的输入框中,可以根据需要修改设备的显示名称,该 Display Name 没有本质意义,相当于设备的标签。在 Hostname 后的输入框中,也可根据需要修改设备的 Hostname,即交换机、路由器等设备的主机名,相当于在 CLI 模式执行了 hostname 命令。

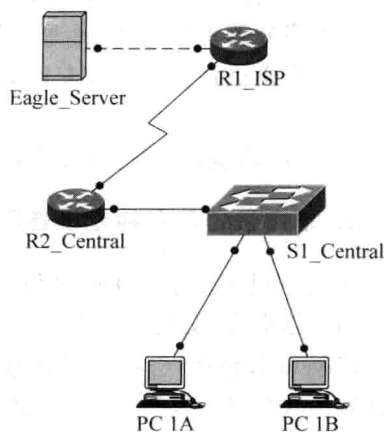


图 1-4 使用 Packet Tracer 构建简单的网络

3. 配置设备 IP 地址、子网掩码和默认网关

根据表 1-1,利用 Packet Tracer,配置计算机 PC 1A、PC 1B、服务器 Eagle_Server、路由器 R1_ISP、R2_Central 和交换机 S1_Central 等设备的 IP 地址、子网掩码和默认网关等信息。

表 1-1 简单网络的 IP 地址表

设 备	接 口	IP 地 址	子 网 掩 码	默 认 网 关
R1_ISP	Fa0/0	192.168.254.253	255.255.255.0	不需要
	S0/0/0	10.10.10.6	255.255.255.252	不需要
R2_Central	Fa0/0	172.16.255.254	255.255.0.0	不需要
	S0/0/0	10.10.10.5	255.255.255.252	不需要
S1_Central	VLAN 1	172.16.254.1	255.255.0.0	172.16.255.254
PC 1A	网卡	172.16.1.1	255.255.0.0	172.16.255.254
PC 1B	网卡	172.16.1.2	255.255.0.0	172.16.255.254
Eagle_Server	网卡	192.168.254.254	255.255.255.0	192.168.254.253

1.1.3 检查设备配置

1. 使用鼠标悬停检查设备配置

将光标指向逻辑工作空间中的某设备符号,该设备配置会出现在文本框中,假设已按上述 IP 地址表配置相关设备。

- (1) 路由器将显示端口配置信息,包括 IP 地址、端口状态和 MAC 地址。
- (2) 服务器将显示 IP 地址、MAC 地址和网关信息。
- (3) 交换机将显示端口配置信息,包括 IP 地址、MAC 地址、端口状态和 VLAN 成员资格。
- (4) PC 将显示 IP 地址、MAC 地址和网关信息。

2. 单击设备符号检查设备配置

单击逻辑工作空间中的某设备符号,可以查看该设备的配置。

(1) 路由器、交换机包含 Physical(物理)、Config(配置)和 CLI(命令行界面)3 个选项卡。Physical(物理)选项卡显示该设备的物理组件,如模块,此选项卡也可用于添加新模块;Config(配置)选项卡显示一般的配置信息,如设备名称;CLI 选项卡供用户使用命令行界面来配置设备。

(2) 集线器包含 Physical(物理)和 Config(配置)两个选项卡。Physical(物理)选项卡显示该设备的组件,如端口,使用此选项卡也可添加新模块;Config(配置)选项卡显示一般的配置信息,如设备名称。

(3) 服务器、PC 包含 Physical(物理)、Config(配置)、Desktop(桌面)和 Software/Services(软件/服务)4 个选项卡。Physical(物理)选项卡显示设备的组件,使用此选项卡也可添加新模块;Config(配置)选项卡显示设备名称、IP 地址、子网掩码、DNS 和网关信息;Desktop(桌面)选项卡供用户配置 IP 地址、子网掩码、默认网关、DNS 服务器、拨号和无线,使用 Desktop(桌面)选项卡还可访问终端仿真程序、命令提示符和模拟的 Web 浏览器;Software/Services(软件/服务)选项卡下,可以管理计算机的软件和服务,执行安装/卸载软件、激活/取消服务等。

1.2 建立简单的双机直连和交换网络

1. 学习目标

- (1) 正确识别网络中使用的电缆。
- (2) 为双机直连网络和交换网络实施布线。
- (3) 验证网络的基本连通性。

2. 案例简介

为了实现两台计算机之间的通信,可以使用交叉线缆将两台计算机直接连接在一起,组建最简单的双机直连网络。也可以使用直通线缆将两台计算机连接到交换机上,组建一个

简单的交换网络。

3. 案例任务

任务 1: 创建双机直连网络

步骤 1: 准备实验设备及线缆: 2 台计算机, 1 根交叉电缆。

建议 2 人配合完成, 每人负责配置一台计算机, 双机直连网络拓扑, 如图 1-5 所示。

步骤 2: 确定并识别要使用的电缆类型。

根据要连接的网络设备接口类型, 确定要使用的电缆类型。本任务使用交叉电缆连接设备。

T568A 线序(1 白绿-2 绿-3 白橙-4 蓝-5 白蓝-6 橙-7 白棕-8 棕), T568B 线序(1 白橙-2 橙-3 白绿-4 蓝-5 白蓝-6 绿-7 白棕-8 棕), 如图 1-6 所示。

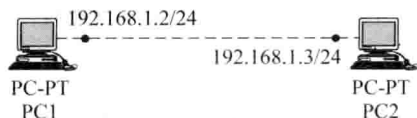


图 1-5 双机直连网络

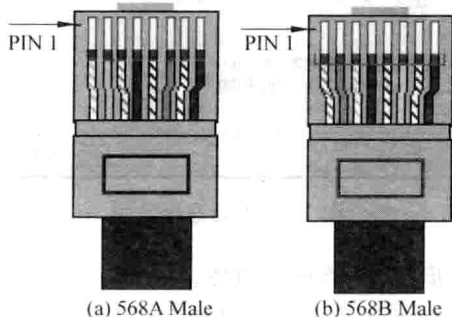


图 1-6 T568A 与 T568B 线序

T568A 与 T568B 的区别: 8 根线中的 1 号和 3 号线, 2 号和 6 号线互换位置。

(1) 交叉电缆: 一端按照 T568A 的线序排列, 另一端按照 T568B 的线序排列。交叉线一般用于相同类型设备 RJ-45 接口之间的连接, 例如, 路由器和路由器、计算机和计算机之间。

(2) 直通电缆: 两端都采用 T568B 标准或 T568A 标准, 两端都是同样的线序且一一对应。直通线用于不同类型设备 RJ-45 接口之间的连接, 例如, 路由器和交换机、PC 和交换机之间, 直通线应用最广泛。

(3) 反转电缆: 两端顺序完全相反。一般用于配置交换机和路由器, 也称为配置线缆(控制台线缆), 一端连接计算机的串口(RS-232), 另一端连接交换机、路由器的 Console 口(控制台口)。

步骤 3: 使用交叉电缆直接连接两台计算机。

步骤 4: 为每台计算机分配 IP 地址。

以 Windows XP 为例, 若使用其他操作系统, 步骤可能稍有不同。

在 PC1 上, 右击“网上邻居”选择“属性”命令, 显示“网络连接”窗口, 右击“本地连接”选择“属性”命令, 选择“Internet 协议(TCP/IP)”复选框, 单击“属性”按钮, 如图 1-7 所示。

在“常规”选项卡中, 选择“使用下面的 IP 地址”单选按钮。在 IP 地址后的输入框中, 输入 IP 地址 192.168.1.2, 按 Tab 键系统将自动输入子网掩码 255.255.255.0, 如图 1-8 所示。单击“确定”按钮, 关闭本地连接属性窗口。

在 PC2 上,配置 IP 地址的过程和 PC1 类似,输入 IP 地址为 192.168.1.3,子网掩码为 255.255.255.0。



图 1-7 本地连接属性

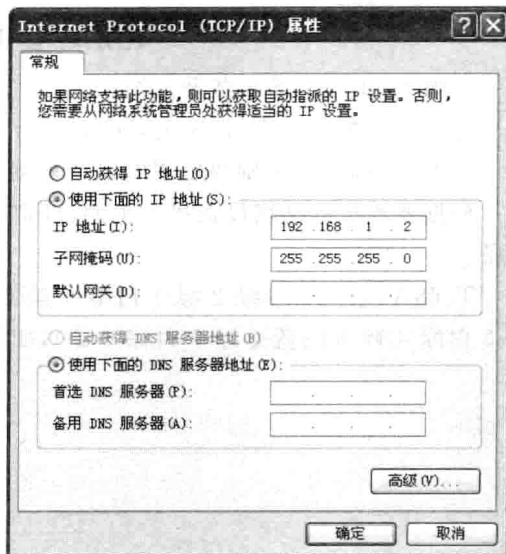


图 1-8 配置 IP 地址和子网掩码

步骤 5: 验证连通性。

在 PC1 上,单击“开始”→“运行”命令,输入 cmd,单击“确定”按钮,打开 Windows 命令行窗口。

在命令行窗口中,可以输入基本网络命令,以便测试计算机的连接。

在 PC1 上,执行 ping 192.168.1.3 命令,验证 PC1 与 PC2 之间是否可达,输出结果如下:

```
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

如果 ping 命令显示错误消息或没有收到另一台计算机的应答,请重点排查如下两项。

- (1) 确认两台计算机上的 IP 地址正确无误。
- (2) 确保两台计算机之间使用的电缆类型正确。

如果拨下网络电缆并 ping 另一台计算机,输出结果如下:

```
Destination host unreachable.
Destination host unreachable.
Destination host unreachable.
Destination host unreachable.
```

任务 2: 创建简单的交换式网络

步骤 1: 准备实验设备及线缆: 1 台交换机, 2 台计算机, 2 根直通电缆。