

21

世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

路由交换技术实践教程

孙良旭 尹航 主编

杨丹 董立文 王刚 编著

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



清华大学出版社

014032249

TN915.05

138

21世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

路由交换技术实践教程

孙良旭 尹航 主编

杨丹 董立文 王刚 编著



清华大学出版社

北京



北航

C1720547

TN915.05

138

011920310

内 容 简 介

本书共 11 章,以 Cisco 的中低端路由器和交换机为核心,全面介绍路由交换技术,内容包括 IOS 配置基础、接口与管理配置、IP 特性配置、广域网配置、网络安全配置、动态路由协议配置、交换机基本配置、虚拟局域网、生成树、虚拟网间路由和综合案例。

本书内容丰富,实例众多,图文并茂,结构合理,适合作为高等院校的教材,也可以供网络工程技术人员参考。

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

路由交换技术实践教程/孙良旭等主编.--北京:清华大学出版社,2014

21 世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-34787-3

I. ①路… II. ①孙… III. ①计算机网络—路由选择—高等学校—教材 ②计算机网络—信息交换机—高等学校—教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 301267 号

责任编辑:付弘宇 薛 阳

封面设计:何凤霞

责任校对:时翠兰

责任印制:宋 林

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: 12.5

字 数: 305 千字

版 次: 2014 年 4 月第 1 版

印 次: 2014 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000

定 价: 25.00 元

产品编号: 056145-01

前言

随着网络技术的发展,网络工程技术人员越来越受到社会的欢迎。我校的网络工程专业是我国高校在此专业的首批试点单位,本专业的“路由交换技术”课程是一门实践性很强的课程,其实践教学无论在授课内容、授课学时,还是在授课方式上都没有先例可循。

本教材在内容上设计多个知识点案例和一个综合案例,注重工程实践应用背景,意在启发和引导学生能将所学的路由与交换技术原理及技术应用付诸于实践,帮助学生真正掌握安装、配置、调试和运营局域网及广域网所需的实践技能,做到学以致用。

思科(Cisco)是目前全球领先的网络设备和解决方案供应商,其网络设备和解决方案在我国已广泛应用,并得到认可。交换机和路由器是组建网络基础设施的基石。本教材重点以 Cisco 的中低端的 Catalyst 交换机和路由器作为讲授的核心设备。

本教材具有如下特点:

- (1) 知识点覆盖面广。知识点涵盖从数据链路层到应用层的重要网络配置需求。
- (2) 重点突出。重点讲解基础的、实用的和主流的路由和交换技术的实践。
- (3) 知识点案例与综合案例相结合。教材知识点案例阐述准确、清晰和简洁,综合案例设计典型、可操作和贴近实际。
- (4) 结构完整统一,设计合理科学。教材每章包括基础知识和知识点案例实验两大部分,基础知识部分简单扼要地讲解相关理论知识,知识点案例实验部分重点从多个不同的知识点讲解相关的技术应用。最后教材设计综合案例章节选取校园网典型案例,综合应用前面各章内容完成实际案例配置需求。
- (5) 例题讲解配置完整,解释清晰。全书案例都提供完整的拓扑图、命令配置、测试输出和解释说明,使读者知其然,更知其所以然。
- (6) 本教材作为《路由交换技术》教材配套的实践教材,适合作为不同专业、不同层次的教材或者工程技术参考。

由于作者水平有限,错误或不当之处在所难免,殷切期望读者批评指正。

作 者

2014 年 1 月于辽宁科技大学

目 录

第 1 章	IOS 配置基础	1
1.1	基础知识	1
1.1.1	IOS 概述	1
1.1.2	基本硬件构件	1
1.1.3	基本软件构件	2
1.1.4	IOS 配置方法	2
1.1.5	命令行的使用	3
1.2	实验 1 控制台方式访问路由器	4
1.2.1	实验拓扑	4
1.2.2	实验内容	4
1.2.3	实验步骤	4
第 2 章	接口与管理配置	9
2.1	基础知识	9
2.1.1	接口配置	9
2.1.2	系统管理	9
2.1.3	文件管理	9
2.1.4	故障处理	10
2.1.5	CDP 介绍	10
2.2	实验 1 路由器基本配置	10
2.2.1	实验拓扑	10
2.2.2	实验内容	11
2.2.3	实验步骤	11
2.3	实验 2 路由器高级配置命令	13
2.3.1	实验拓扑	13
2.3.2	实验内容	13
2.3.3	实验步骤	13
2.4	实验 3 路由器配置文件备份	15
2.4.1	实验拓扑	15
2.4.2	实验内容	15

2.4.3	实验步骤	15
2.5	实验4 路由器的密码设置、保存与破解方法	17
2.5.1	实验拓扑	17
2.5.2	实验内容	17
2.5.3	实验步骤	17
2.6	实验5 CDP	18
2.6.1	实验拓扑	18
2.6.2	实验内容	19
2.6.3	实验步骤	19
第3章 IP 特性配置		22
3.1	基础知识	22
3.1.1	地址解析方法	22
3.1.2	广播包处理	22
3.1.3	自治系统	22
3.1.4	路由技术	23
3.1.5	路由表	23
3.1.6	管辖距离	23
3.1.7	度量值	23
3.1.8	路由更新	23
3.1.9	路由查找	24
3.1.10	静态路由和动态路由	24
3.1.11	默认路由	24
3.1.12	汇总路由	25
3.1.13	DHCP 概述	25
3.2	实验1 路由器的背对背连接	25
3.2.1	实验拓扑	25
3.2.2	实验内容	26
3.2.3	实验步骤	26
3.3	实验2 静态路由协议	27
3.3.1	实验拓扑	27
3.3.2	实验内容	27
3.3.3	实验步骤	27
3.4	实验3 默认路由	29
3.4.1	实验拓扑	29
3.4.2	实验内容	29
3.4.3	实验步骤	29
3.5	实验4 DHCP 基本配置	30
3.5.1	实验拓扑	30

3.5.2	实验内容	30
3.5.3	实验步骤	30
3.6	实验 5 DHCP 中继配置	32
3.6.1	实验拓扑	32
3.6.2	实验内容	32
3.6.3	实验步骤	32
第 4 章 广域网配置		35
4.1	基础知识	35
4.1.1	DDN 概述	35
4.1.2	HDLC 概述	35
4.1.3	PPP 概述	35
4.1.4	帧中继概述	36
4.2	实验 1 HDLC 和 PPP 封装	37
4.2.1	实验拓扑	37
4.2.2	实验内容	37
4.2.3	实验步骤	37
4.3	实验 2 PAP 认证实验	39
4.3.1	实验拓扑	39
4.3.2	实验内容	39
4.3.3	实验步骤	40
4.4	实验 3 CHAP 认证实验	41
4.4.1	实验拓扑	41
4.4.2	实验内容	41
4.4.3	实验步骤	41
4.5	实验 4 路由器配置为帧中继交换机	42
4.5.1	实验拓扑	42
4.5.2	实验内容	42
4.5.3	实验步骤	42
4.6	实验 5 帧中继点到点形式及帧中继映射	44
4.6.1	实验拓扑	44
4.6.2	实验内容	44
4.6.3	实验步骤	44
4.7	实验 6 帧中继点到多点子接口	47
4.7.1	实验拓扑	47
4.7.2	实验内容	48
4.7.3	实验步骤	48

第 5 章 网络安全配置	51
5.1 基础知识	51
5.1.1 ACL 概述	51
5.1.2 ACL 在网络中的应用位置	51
5.1.3 NAT 概述	52
5.2 实验 1 标准 ACL 实验	53
5.2.1 实验拓扑	53
5.2.2 实验内容	53
5.2.3 实验步骤	53
5.3 实验 2 扩展访问控制列表	55
5.3.1 实验拓扑	55
5.3.2 实验内容	56
5.3.3 实验步骤	56
5.4 实验 3 命名访问控制列表	58
5.4.1 实验拓扑	58
5.4.2 实验内容	59
5.4.3 实验步骤	59
5.5 实验 4 访问控制列表综合应用	60
5.5.1 实验拓扑	60
5.5.2 实验内容	61
5.5.3 实验步骤	61
5.6 实验 5 静态 NAT 服务	64
5.6.1 实验拓扑	64
5.6.2 实验内容	64
5.6.3 实验步骤	65
5.7 实验 6 动态 NAT 与 PAT 服务	66
5.7.1 实验拓扑	66
5.7.2 实验内容	67
5.7.3 实验步骤	67
第 6 章 动态路由协议配置	71
6.1 基础知识	71
6.1.1 RIP 概述	71
6.1.2 RIP 认证	71
6.1.3 自动汇总	71
6.1.4 IGRP 概述	72
6.1.5 IGRP 的度量权重	72
6.1.6 OSPF 概述	72

6.1.7	OSPF 认证	72
6.1.8	EIGRP 概述	73
6.1.9	EIGRP 认证	73
6.2	实验 1 RIP v1 路由协议配置	73
6.2.1	实验拓扑	73
6.2.2	实验内容	74
6.2.3	实验步骤	74
6.3	实验 2 RIP v2 路由协议配置	76
6.3.1	实验拓扑	76
6.3.2	实验内容	76
6.3.3	实验步骤	76
6.4	实验 3 RIP v2 认证和触发更新	79
6.4.1	实验拓扑	79
6.4.2	实验内容	80
6.4.3	实验步骤	80
6.5	实验 4 EIGRP 基本配置	82
6.5.1	实验拓扑	82
6.5.2	实验内容	82
6.5.3	实验步骤	82
6.6	实验 5 EIGRP 路由汇总	86
6.6.1	实验拓扑	86
6.6.2	实验内容	86
6.6.3	实验步骤	86
6.7	实验 6 EIGRP 认证	87
6.7.1	实验拓扑	87
6.7.2	实验内容	88
6.7.3	实验步骤	88
6.8	实验 7 EIGRP 基本配置	89
6.8.1	实验拓扑	89
6.8.2	实验内容	90
6.8.3	实验步骤	90
6.9	实验 8 点到点链路 OSPF 配置	94
6.9.1	实验拓扑	94
6.9.2	实验内容	94
6.9.3	实验步骤	95
6.10	实验 9 广播多路访问链路上的 OSPF	99
6.10.1	实验拓扑	99
6.10.2	实验内容	99
6.10.3	实验步骤	100

6.11	实验 10	基于区域的 OSPF 简单口令认证	102
6.11.1	实验拓扑		102
6.11.2	实验内容		102
6.11.3	实验步骤		102
6.12	实验 11	基于区域的 OSPF MD5 认证	104
6.12.1	实验拓扑		104
6.12.2	实验内容		105
6.12.3	实验步骤		105
第 7 章 交换机基本配置			107
7.1	基础知识		107
7.1.1	交换机工作原理		107
7.1.2	交换机功能		107
7.1.3	交换机工作特性		107
7.1.4	交换机分类		107
7.2	实验 1 控制台方式访问交换机		108
7.2.1	实验拓扑		108
7.2.2	实验内容		108
7.2.3	实验步骤		108
7.3	实验 2 交换机基本配置		111
7.3.1	实验拓扑		111
7.3.2	实验内容		111
7.3.3	实验步骤		111
7.4	实验 3 Telnet 方式访问交换机		115
7.4.1	实验拓扑		115
7.4.2	实验内容		116
7.4.3	实验步骤		116
7.5	实验 4 MAC 地址管理		118
7.5.1	实验拓扑		118
7.5.2	实验内容		118
7.5.3	实验步骤		119
第 8 章 虚拟局域网			125
8.1	基础知识		125
8.1.1	VLAN 定义		125
8.1.2	VLAN 的优点		126
8.1.3	VLAN 划分		126
8.1.4	VLAN 标准		127
8.2	实验 1 静态 VLAN		127

8.2.1	实验拓扑	127
8.2.2	实验内容	127
8.2.3	实验步骤	127
8.3	实验 2 干道链接	130
8.3.1	实验拓扑	130
8.3.2	实验内容	131
8.3.3	实验步骤	131
8.4	实验 3 干道协议	138
8.4.1	实验拓扑	138
8.4.2	实验内容	138
8.4.3	实验步骤	138
第 9 章 生成树		145
9.1	基础知识	145
9.1.1	STP 概述	145
9.1.2	STP 算法	145
9.1.3	网桥协议数据单元	146
9.1.4	端口的状态	146
9.1.5	选举根网桥	147
9.1.6	选举根端口	147
9.1.7	选举指定端口	147
9.2	实验 1 生成树	148
9.2.1	实验拓扑	148
9.2.2	实验内容	148
9.2.3	实验步骤	148
第 10 章 虚拟网间路由		161
10.1	基础知识	161
10.1.1	一般路由器实现 VLAN 间路由	161
10.1.2	单臂路由器实现 VLAN 间路由	161
10.1.3	三层交换机实现 VLAN 间路由	163
10.2	实验 1 一般路由器实现 VLAN 间路由	163
10.2.1	实验拓扑	163
10.2.2	实验内容	164
10.2.3	实验步骤	164
10.3	实验 2 单臂路由实现 VLAN 间路由	166
10.3.1	实验拓扑	166
10.3.2	实验内容	166
10.3.3	实验步骤	166

10.4	实验 3 三层交换实现 VLAN 间路由	168
10.4.1	实验拓扑	168
10.4.2	实验内容	168
10.4.3	实验步骤	168
第 11 章	综合案例	170
11.1	案例需求	170
11.1.1	案例背景和目的	170
11.1.2	案例配置需求	170
11.2	拓扑图设计	171
11.2.1	拓扑图	171
11.2.2	IP 地址规划	171
11.3	需求配置	172
11.3.1	帧中继网络	172
11.3.2	访问控制	174
11.3.3	网络地址转换	174
11.3.4	动态地址分配	175
11.3.5	动静态路由	175
11.3.6	VLAN 间路由	176
11.3.7	STP 负载分担	178
11.4	设备配置	179
	参考文献	187

1.1 基础知识

1.1.1 IOS 概述

互联网操作系统(Internetwork Operating System, IOS)是思科私有的核心软件数据包,主要在思科路由器和交换机上实现。Cisco IOS 软件通过一组增值技术和特性而具有因特网智能作用。Cisco IOS 包含一组精湛的网络技术,主要由互联网设备诸如路由器、交换机、PC 和工作站等提供。

Cisco 的网络设备需要依靠 IOS 这个操作系统进行工作,它指挥和协调 Cisco 设备的硬件进行网络服务和应用的传递。通过使用 IOS 命令,可以为 Cisco 网络设备进行各种各样的配置,使之适应于各种网络功能。

1.1.2 基本硬件构件

Cisco 路由器系列包含各种类型的路由产品,尽管这些产品的处理能力和所支持的接口数目具有相当大的差异,但它们都由相似的核心硬件构件所组成。尽管中央处理器(CPU)、只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM)的数目及所使用的接口、介质转换器的数量和方式会因产品类别的差异而不同,但每台路由器均含有如图 1.1 所示的硬件构件,其中 2600 系列路由器内部构成如图 1.2 所示。

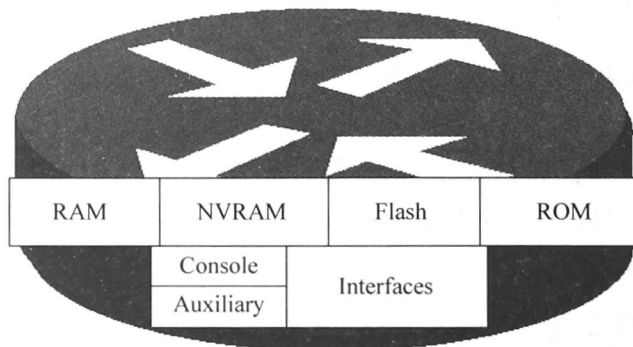


图 1.1 路由器基本硬件构件

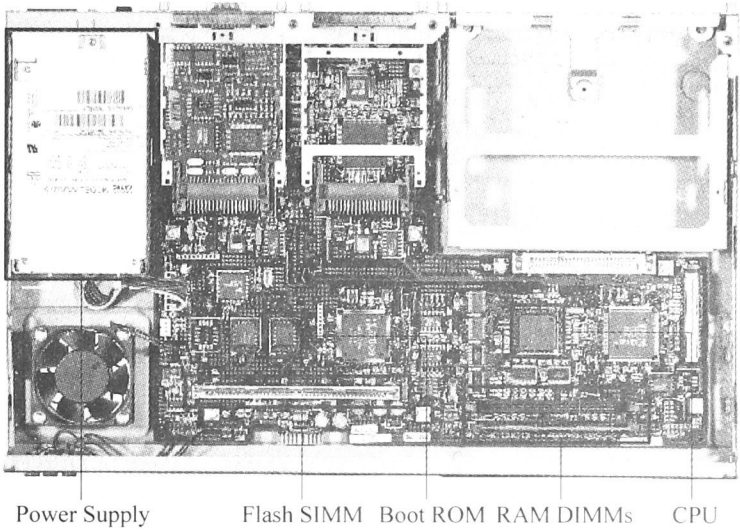


图 1.2 2600 系列路由器硬件构件

1.1.3 基本软件构件

Cisco 路由器有两种主要的软件构件：IOS 的映像文件和配置文件。这两种主要的路由器软件构件与路由器内存的对应关系如图 1.3 所示。

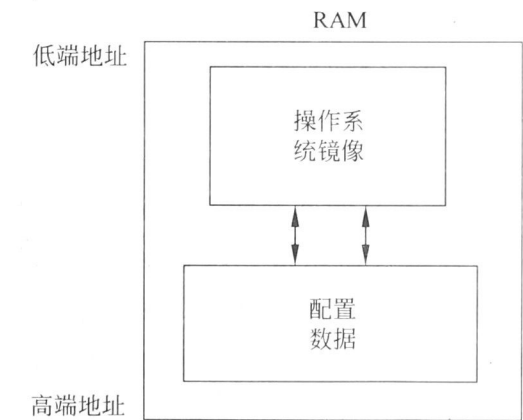


图 1.3 路由器基本软件构件

1. IOS 的映像文件

IOS 的映像是保存在存储器的 IOS 代码。映像文件以二进制形式保存。自启加载器根据配置寄存器所设定的内容定位操作系统镜像文件的位置，一旦找到镜像文件，便将其加载到内存的低端地址。操作系统的镜像文件包含一系列规则，这些规则规定如何通过路由器传送数据、管理缓存空间、支持不同的网络功能、更新路由表和执行用户命令。

2. 配置文件

配置文件由路由器管理员创建，其中存放的配置内容由操作系统解释，操作系统指示路由器如何完成其中的各种功能。例如，配置文件可以定义一个或多个访问控制表，并要求操作系统设置不同的访问控制表来访问不同的接口，以提供流入该路由器的包的控制级别。尽管配置文件定义了如何完成影响路由器运行的各种功能，实际上是由操作系统来完成这些工作的，这是因为操作系统解释并响应配置文件中所述的要求。

1.1.4 IOS 配置方法

路由器没有键盘和鼠标，要初始化路由器，需要把计算机的串口和路由器的 Console 口进行连接。访问 Cisco 路由器的方法还有 Telnet、Web browser、网管软件(如 Cisco Works)等。通常可以通过 5 种方法实现配置，如图 1.4 所示。

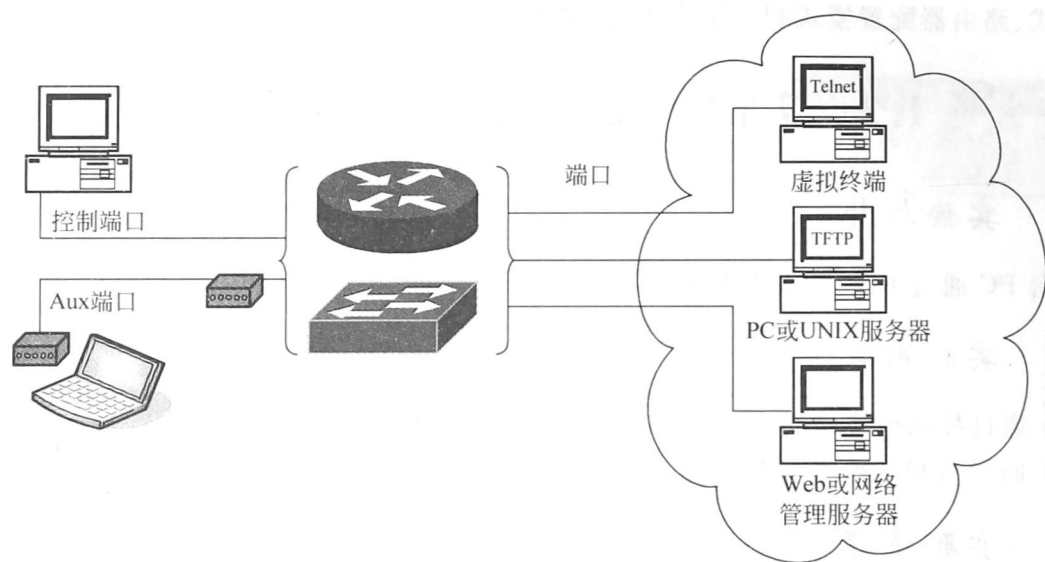


图 1.4 IOS 配置方式

1. 通过 Console 接口直接配置

将主机的串口通过 Console 线连接到设备的 Console 接口,并且使用主机的超级终端对设备进行配置。

2. 通过 Aux 接口进行远程配置

通过 Modem 连接设备的 Aux 接口,从远程通过拨号的方式配置设备。

3. 通过 Telnet 进行远程配置

通过 Telnet 远程登录到设备上上进行配置。

4. 通过 TFTP 服务器进行远程配置

在网络中建立 TFTP 服务器,把设备的 IOS 和启动配置备份到该服务器,在必要时可以把该服务器上的备份恢复到设备中。

5. 通过 Web 或者 SNMP 网管工作站远程配置

通过启用 Web 配置方式,以使管理人员能够从远程通过浏览器来配置设备。由于 HTTP 的不安全性,不建议采用这样的方法配置路由器。通过网管工作站进行配置,这就需要在网络中有至少一台运行 Cisco Works 及 Cisco View 等的网管工作站。

IOS 默认方式是从控制台终端输入命令,这种方式是用户的主要配置方式。如果通过其他方式访问,使用者应首先配置路由器或交换机以便能使用该访问方式。

1.1.5 命令行的使用

Cisco 的 IOS 是命令行界面(Command Line Interface, CLI)。CLI 有两种基本工作模式:

(1) 用户模式(User mode)。通常用来查看路由器的状态。在此状态下,无法对路由器进行配置,可以查看的路由器信息也是有限的。

(2) 特权模式(Privilege mode)。可以更改路由器的配置,当然也可以查看路由器的所有信息。

除此之外,还具有全局配置模式、接口配置模式、子接口配置模式、线路配置模式、ROM

监控模式、路由器配置模式和 VLAN 配置模式等。

1.2 实验 1 控制台方式访问路由器

1.2.1 实验拓扑

一台 PC 通过 RS-232 串口使用控制台线连接一台路由器的 Console 端口,见图 1.5。

1.2.2 实验内容

- (1) 通过控制台线缆实现 PC 连接路由器。
- (2) 通过控制台程序实现 PC 访问路由器。

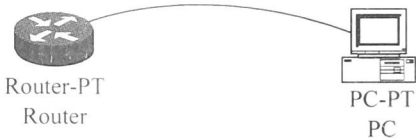


图 1.5 控制台方式连接路由器

1.2.3 实验步骤

(1) 选择【开始】→【所有程序】→【附件】→【通讯】→【超级终端】菜单项,启动超级终端程序,见图 1.6。

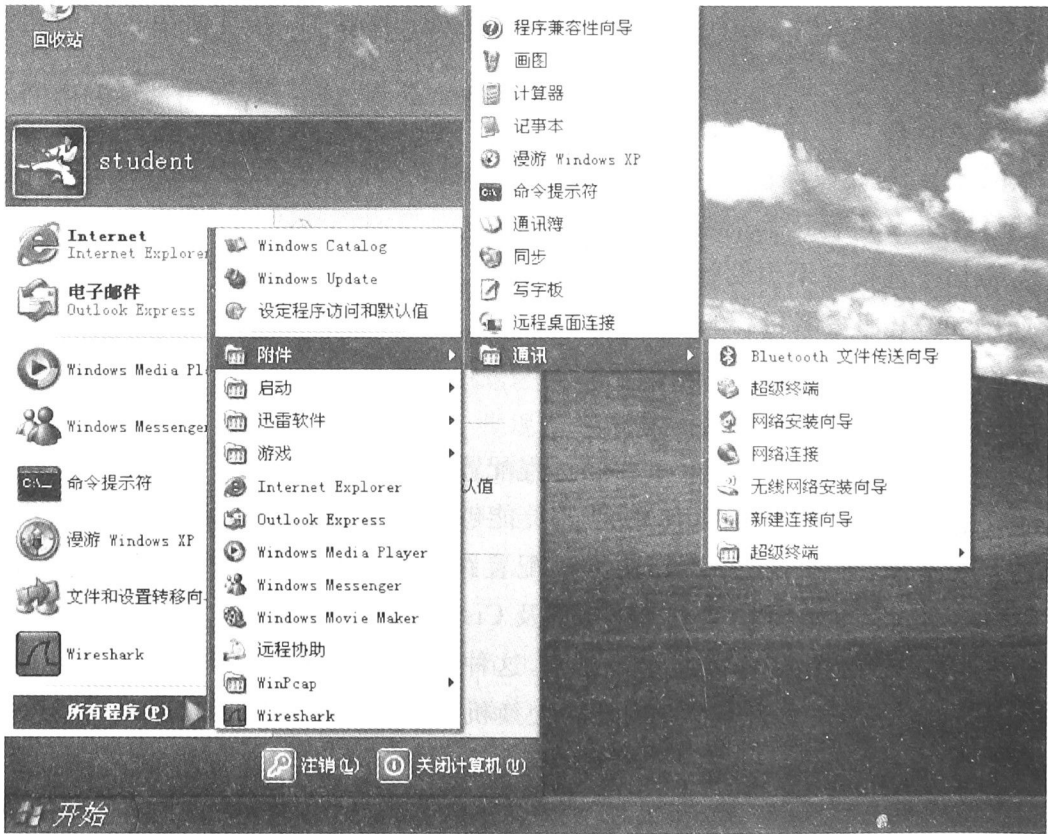


图 1.6 启动超级终端程序

- (2) 输入新建连接名称为 cisco,选择任一图标,单击【确定】按钮,见图 1.7。
- (3) 根据在连接时使用列表选择 COM1,单击【确定】按钮,见图 1.8。
- (4) 单击【还原为默认值】按钮,还原 COM1 端口设置为默认属性值,单击【确定】按钮,见图 1.9。



图 1.7 输入新建连接名称

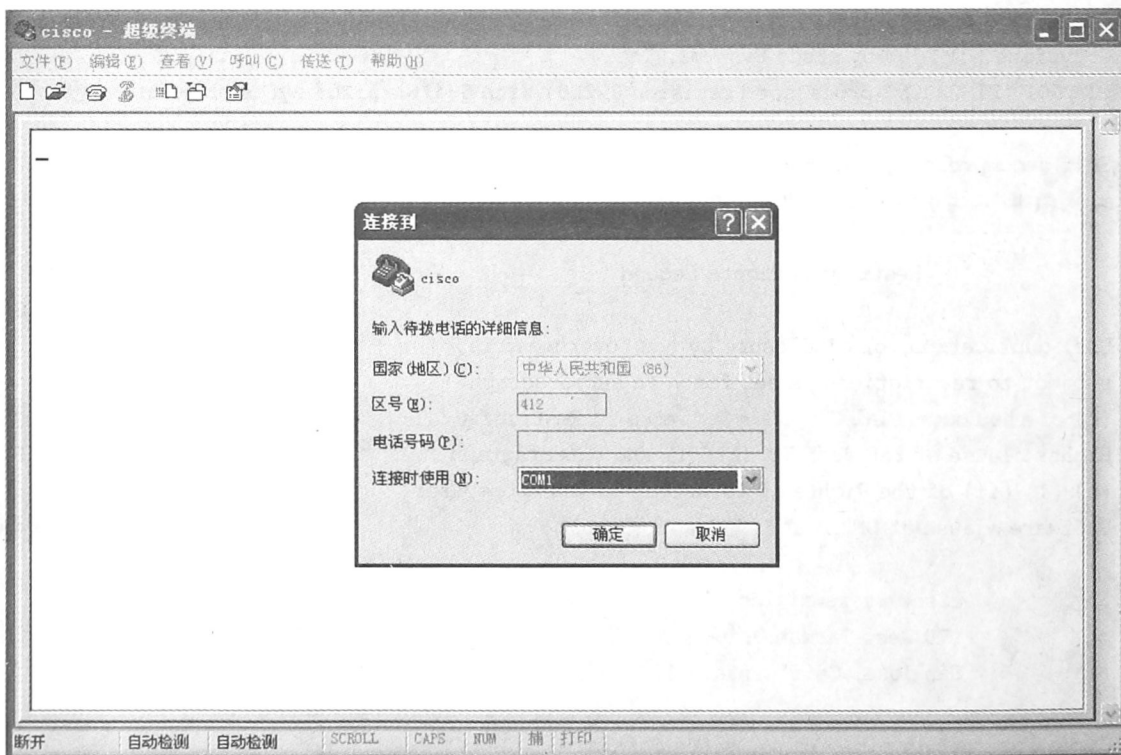


图 1.8 设置连接