

思科网络技术学院理事会推荐用书

思科网络实验室 CCNA 实验指南

◎ 梁广民 王隆杰 编著 ◎

<http://www.phei.com.cn>



NETWORKS



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

思科网络实验室 CCNA 实验指南

梁广民 王隆杰 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 Cisco2811 路由器、Catalyst3560 和 Catalyst2960 交换机以及 Linksys WRT54G 无线路由器为平台,以新版 CCNA 内容为基础,以实验为依托,从行业的实际需求出发组织全部内容,全书分为 4 篇,总计 18 章。其中,路由基础篇包括实验拓扑与终端服务器配置(第 1 章)和路由器基本配置(第 2 章);路由协议和概念篇包括静态路由(第 3 章)、RIP(第 4 章)、EIGRP(第 5 章)和 OSPF(第 6 章);LAN 交换和无线篇包括交换机基本概念和基本配置(第 7 章),VLAN、Trunk 和 EtherChannel(第 8 章),VTP(第 9 章),STP(第 10 章),VLAN 间路由(第 11 章)及无线局域网(第 12 章);接入 WAN 篇包括 HDLC 和 PPP(第 13 章)、帧中继(第 14 章)、网络安全(第 15 章)、ACL(第 16 章)、远程工作者服务(第 17 章)和 IP 编址服务(第 18 章)。

本书既可以作为思科网络技术学院的实验教材,用来增强学生的实际操作技能,也可以作为电子和计算机等专业的网络集成类课程的教材或者实验指导书使用,还可以作为相关企业员工的培训教材;同时对于从事网络管理和维护的技术人员,也是一本很实用的技术参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

思科网络实验室 CCNA 实验指南 / 梁广民、王隆杰编著. —北京:电子工业出版社, 2009.6

ISBN 978-7-121-08763-9

I. 思… II. ①梁… ②王… III. 计算机网络—实验—指南 IV. TP393-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 068998 号

责任编辑:宋 梅

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 25.5 字数: 652 千字

印 次: 2009 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 58.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系电话:(010) 68279077;邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

作为全球领先的互联网设备供应商，思科公司的产品已经涉及路由、交换、安全、语音、无线和存储等诸多方面，而思科公司推出的系列职业认证 CCNA，CCNP 和 CCIE 无疑是 IT 领域最为成功的职业认证规划之一。本书以 CCNA (Exploration 和 Discovery) 为依托，从实际应用的角度出发，以思科网络实验室为背景设计拓扑，全面、细致地介绍了新版 CCNA 的内容。本书的特色如下：

在目标上，以企业实际需求为向导，以培养学生的网络设计能力、对网络设备的配置和调试能力、分析和解决问题能力以及创新能力为目标，讲求实用。

在内容选取上，坚持集先进性、科学性和实用性为一体，全面覆盖新版 CCNA 的内容，但又不局限于 CCNA 范围，尽可能覆盖最新、最实用的技术。如本书对多区域的 OSPF、帧中继上的 OSPF、IPv6 技术、VPN 技术、ADSL 技术及多层交换技术等领域进行了适当的扩展。

在内容表现形式上，把握“理论够用、操作为主”的原则，用最简单和最精炼的描述讲解网络基本知识，然后通过详尽的实验现象分析来分层、分步骤地讲解网络技术，而且对实验调试信息做了详细的注释，并把作者多年实验调试的经验加以汇总和注释，写入本书，直观，易懂。

在内容结构上，本书按照 CCNA 新版教材的结构和布局，设计为路由基础篇、路由协议和概念篇、LAN 交换和无线篇以及接入 WAN 篇 4 个模块。从配置开始，逐渐展开，结合实验调试结果来巩固和深化所学的内容，最后达到学习知识、培养能力的目的。

本书以 Cisco2811 路由器、Catalyst3560 和 Catalyst2960 交换机以及 Linksys WRT54G 无线路由器为硬件平台，由于各个实验室的具体情况不同，在实际使用过程中，教师可能需要做稍微的改动，以适应自己实验室不同实验设备和环境。

本书既可以作为思科网络技术学院的实验教材，用来增强学生的实际操作技能，也可以作为电子和计算机等专业的网络集成类课程的教材或者实验指导书使用，还可以作为相关企业员工的培训教材，同时对于从事网络管理和维护的技术人员，也是一本很实用的技术参考书。

本书由梁广民组织编写及统稿，其中，第 3、4、5、6、13、14、16、18 章由梁广民 (CCIE#14496 R/S,Security) 编写，第 1、2、7、8、9、10、11、12、15、17 章由王隆杰 (CCIE#14676 R/S,Security) 编写。从复杂和庞大的 Cisco 网络技术中，编写出一本简明的、适合实验室使用的实验指南确实不是一件容易的事情，衷心感谢思科网络技术学院理事会的各位执委以及各位金牌教师在本书编写过程中给予的支持和帮助。如果没有思科公司的韩江和刘亢经理提出的建设性意见和建议，本书不可能在很短的时间内高质量地完成，在此也向他们表示衷心感谢！

由于时间仓促，加上作者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请同行专家指正。
E-mail: gmliang@oa.szpt.net.

编著者

2009 年 5 月于深圳

目 录

路由基础篇

第 1 章 实验拓扑与终端服务器配置	3
1.1 访问 Cisco 路由器的方法概述	3
1.1.1 通过 Console 口访问路由器	3
1.1.2 通过 Telnet 访问路由器	4
1.1.3 终端访问服务器	4
1.1.4 本书实验拓扑	5
1.2 实验 1: 通过 Console 口访问路由器	6
1.3 实验 2: 通过 Telnet 访问路由器	9
1.4 实验 3: 配置终端访问服务器	11
第 2 章 路由器基本配置	16
2.1 路由器和 IOS 概述	16
2.1.1 路由器的硬件组成	16
2.1.2 IOS 简介	17
2.1.3 路由器的启动过程	17
2.1.4 CLI 简介	18
2.1.5 CDP 协议介绍	20
2.2 实验 1: CLI 的使用与 IOS 基本命令	20
2.3 实验 2: 配置文件的管理和 IOS 的管理	30
2.4 实验 3: 密码恢复和 IOS 的恢复	35
2.5 实验 4: CDP 配置	38

路由协议和概念篇

第 3 章 静态路由	45
3.1 静态路由与动态路由协议概述	45
3.1.1 静态路由简介	45
3.1.2 动态路由协议简介	46
3.1.3 路由表简介	47
3.1.4 管理距离和度量值	47
3.1.5 默认路由介绍	49
3.2 实验 1: 带下一跳地址的静态路由	49
3.3 实验 2: 带送出接口的静态路由	54

3.4	实验 3: 浮动静态路由	59
第 4 章	RIP	62
4.1	RIP 概述	62
4.1.1	动态路由协议分类	62
4.1.2	VLSM (Variable Length Subnet Masking)	63
4.1.3	RIP 特征	64
4.1.4	RIP 数据包格式	65
4.2	RIPv1	66
4.2.1	实验 1: RIPv1 基本配置	66
4.2.2	实验 2: 被动接口与单播更新	72
4.3	RIPv2	74
4.3.1	实验 3: RIPv2 基本配置	74
4.3.2	实验 4: RIPv2 手工总结、验证和触发更新	77
4.3.3	实验 5: 向 RIP 网络中注入默认路由	85
第 5 章	EIGRP	88
5.1	EIGRP 概述	88
5.1.1	EIGRP 特征	88
5.1.2	EIGRP 数据包格式	88
5.2	实验 1: EIGRP 基本配置	91
5.3	EIGRP 高级配置	101
5.3.1	实验 2: EIGRP 负载均衡	101
5.3.2	实验 3: EIGRP 路由总结和 EIGRP 验证	105
5.3.3	实验 4: 向 EIGRP 网络中注入默认路由	109
第 6 章	OSPF	113
6.1	OSPF 概述	113
6.1.1	OSPF 特征	113
6.1.2	OSPF 术语	113
6.1.3	OSPF 路由器类型	114
6.1.4	OSPF LSA 类型	114
6.1.5	OSPF 区域类型	115
6.1.6	OSPF 数据包格式	115
6.2	单区域 OSPF	117
6.2.1	实验 1: 点到点链路上的 OSPF	117
6.2.2	实验 2: 广播多路访问链路上的 OSPF	124
6.2.3	实验 3: 基于区域的 OSPF 简单口令验证	128
6.2.4	实验 4: 基于区域的 OSPF MD5 认证	130

6.2.5 实验 5: default-information originate	132
6.3 多区域 OSPF	134
6.3.1 实验 6: 多区域 OSPF 基本配置	134
6.3.2 实验 7: OSPF 手工总结	141
6.3.3 实验 8: OSPF 末节区域和完全末节区域	144
6.3.4 实验 9: OSPF NSSA 区域	147

LAN 交换和无线篇

第 7 章 交换机基本概念和基本配置	155
7.1 交换机概述	155
7.1.1 交换机工作原理	155
7.1.2 交换机上的安全	156
7.2 实验 1: 交换机基本配置	157
7.3 实验 2: 使用 GUI 配置交换机	162
7.4 实验 3: 交换机端口安全	165
7.5 实验 4: DHCP 欺骗	171
7.6 实验 5: 交换机的密码恢复	173
7.7 实验 6: 交换机的 IOS 恢复	175
第 8 章 VLAN、Trunk 和 EtherChannel	177
8.1 VLAN、Trunk 和 EtherChannel 概述	177
8.1.1 VLAN 简介	177
8.1.2 Trunk 简介	178
8.1.3 DTP (Dynamic Trunk Protocol) 简介	180
8.1.4 EtherChannel 简介	180
8.2 实验 1: 划分 VLAN	181
8.3 实验 2: Trunk 配置	186
8.4 实验 3: Voice VLAN 配置	191
8.5 实验 4: DTP 的配置	194
8.6 实验 5: EtherChannel 配置	196
第 9 章 VTP	202
9.1 VTP 概述	202
9.1.1 为什么需要 VTP	202
9.1.2 VTP 域与 VTP 角色	202
9.1.3 VTP 通告	203
9.1.4 VTP 修剪	205
9.2 实验 1: VTP 配置	205

9.3	实验 2: VLAN 信息覆盖	216
9.4	实验 3: VLAN 修剪	220
第 10 章	STP	225
10.1	STP、RSTP 概述	225
10.1.1	STP 简介	225
10.1.2	PVST 简介	226
10.1.3	Portfast、Uplinkfast 和 Backbonefast	227
10.1.4	RSTP 简介	227
10.1.5	MST 简介	229
10.1.6	STP 防护	229
10.2	实验 1: STP、PVST 配置	229
10.3	实验 2: Portfast, Uplinkfast 和 Backbonefast	239
10.4	实验 3: RSTP	242
10.5	实验 4: MST	244
10.6	实验 5: STP 保护	247
第 11 章	VLAN 间路由	251
11.1	VLAN 间路由概述	251
11.1.1	使用路由器实现 VLAN 间的通信	251
11.1.2	单臂路由	251
11.1.3	三层交换	252
11.2	实验 1: 单臂路由实现 VLAN 间路由	253
11.3	实验 2: 三层交换实现 VLAN 间路由	255
第 12 章	无线局域网	259
12.1	无线局域网概述	259
12.1.1	无线网络简介	259
12.1.2	无线网络标准	259
12.1.3	无线局域网技术	260
12.1.4	无线局域网的安全	261
12.2	实验 1: WRT54G 无线路由器配置	262
12.3	实验 2: 无线网卡配置	272

接入 WAN 篇

第 13 章	HDLC 和 PPP	277
13.1	HDLC 和 PPP 概述	277
13.1.1	HDLC 简介	277

13.1.2	PPP 简介	278
13.2	实验 1: HDLC 和 PPP 封装	279
13.3	实验 2: PAP 验证	283
13.4	实验 3: CHAP 验证	284
第 14 章	帧中继	288
14.1	帧中继概述	288
14.1.1	什么是帧中继	288
14.1.2	帧中继术语	288
14.1.3	帧中继帧格式	289
14.1.4	帧中继映射	289
14.1.5	帧中继子接口	291
14.2	实验 1: 把一台 Cisco 路由器配置为帧中继交换机	291
14.3	实验 2: 帧中继基本配置	295
14.4	实验 3: 帧中继多点子接口下配置 OSPF	302
14.5	实验 4: 帧中继点到点子接口下配置 OSPF	307
第 15 章	网络安全	312
15.1	网络安全概述	312
15.1.1	网络攻击的类型	312
15.1.2	保护路由器	312
15.1.3	Cisco SDM 简介	313
15.2	实验 1: 路由器的访问安全	314
15.3	实验 2: 路由器日志	322
15.4	实验 3: 用 SDM 配置路由器	325
第 16 章	ACL	327
16.1	ACL 概述	327
16.1.1	ACL 简介	327
16.1.2	Cisco ACL 类型	328
16.2	实验 1: 标准 ACL	328
16.3	实验 2: 扩展 ACL	332
16.4	实验 3: 基于时间 ACL	336
16.5	实验 4: 动态 ACL	338
16.6	实验 5: 自反 ACL	340
第 17 章	远程工作者服务	343
17.1	远程工作者服务概述	343
17.1.1	将远程工作者连接到 Internet	343

17.1.2 VPN	346
17.2 实验 1: 通过 ADSL 连接到 Internet (使用 ADSL Modem)	348
17.3 实验 2: 通过 ADSL 连接到 Internet (使用 WIC-1ADSL 卡)	349
17.4 实验 3: GRE Tunnel	351
17.5 实验 4: Site To Site VPN	354
17.6 实验 5: Easy VPN	359
第 18 章 IP 编址服务	365
18.1 IP 编址服务概述	365
18.1.1 DHCP 简介	365
18.1.2 NAT 简介	367
18.1.3 IPv6 简介	368
18.2 实验 1: DHCP 配置	370
18.3 NAT	377
18.3.1 实验 2: 静态 NAT 配置	377
18.3.2 实验 3: 动态 NAT 配置	379
18.3.3 实验 4: NAT 过载配置	382
18.4 IPv6 路由	383
18.4.1 实验 5: IPv6 静态路由配置	383
18.4.2 实验 6: IPv6 的 RIPng 配置	387
18.4.3 实验 7: IPv6 隧道配置	393
参考文献	398

001010101000100

010100010101001001

010101

010101011010100001001

010010100010001010100010

0101000110001000

000110001

010101011010100001001

01001011

100010001010100

01010001100010

000110001

路由基础篇



第 1 章 实验拓扑与终端服务器配置

要配置路由器，首先要能连接到路由器，进入配置界面（CLI，命令行界面）。在实际工作中，通常是先通过路由器的 Console 口连接到路由器，进行一些初始化的配置；此后就可以远程 Telnet 到路由器进行配置。然而有些工作，例如，密码恢复和 IOS 被删除后的恢复，只能连接到路由器的 Console 口来进行处理。本章将先介绍如何通过路由器的 Console 或者 Telnet 来对路由器进行配置，随后还要介绍本书中始终要用到的网络拓扑，将详细介绍如何配置终端服务器，以便我们可以同时控制多个路由器或者交换机。

1.1 访问 Cisco 路由器的方法概述

路由器是一台特殊用途的计算机，然而路由器没有键盘和显示器，需要借助计算机的键盘和显示器来完成配置。路由器出厂时通常是没有初始配置的（Cisco 最新的路由器已经有了一些初始配置以便远程登录），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。在配置了 IP 地址和密码等初始化配置后，就可以使用其他方法：Telnet、Web Browser、网络管理软件（如 Cisco Works）和 AUX 口等配置路由器，本节讨论 Console 和 Telnet 两种方法。图 1-1 是常见的访问路由器方法。

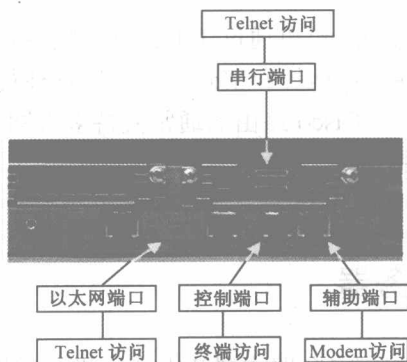


图 1-1 常见的访问路由器方法

1.1.1 通过 Console 口访问路由器

计算机的 COM 口和路由器的 Console 口是通过反转线（Roll Over）进行连接的，反转线的一端接在路由器的 Console 口上，另一端接在计算机的 COM 口上（有时反转线是先接到一个 RJ45 转 DB9 的转接头上，DB9 再接到计算机的串口上），如图 1-2 所示。所谓的反转线就是线两端的 RJ45 接头上的线序是反的。现在的笔记本电脑大多已经不带串口了，这时

需要使用 USB 转串口的转接器，如图 1-3 所示。

计算机和路由器连接好后，就可以使用各种各样的终端软件配置路由器了。

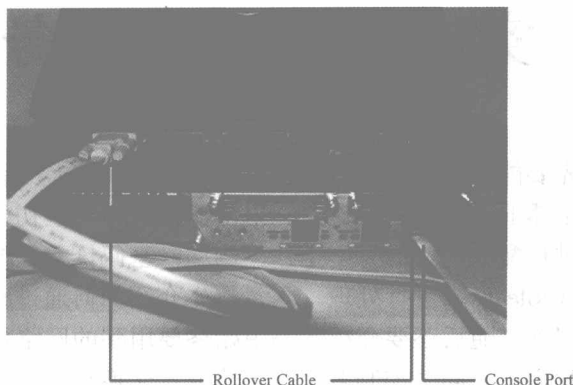


图 1-2 计算机和路由器通过 Rollover 线缆进行连接

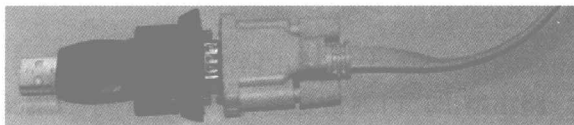


图 1-3 USB 转串口转接器

1.1.2 通过 Telnet 访问路由器

如果管理员不在路由器的现场，可以通过 Telnet 远程配置路由器，这样大大方便了管理。当然这需要预先在路由器上配置 IP 地址和密码，并保证管理员的计算机和路由器之间是 IP 可达的（简单讲就是能 ping 通）。Cisco 路由器通常支持多人同时 Telnet，每一个用户称为一个虚拟终端（VTY）。第一个用户为 vty 0，第二个用户为 vty 1，依次类推，通常路由器至少有 vty 0~vty 4。

1.1.3 终端访问服务器

稍微复杂一点的实验就会用到多台路由器或者交换机，如果通过计算机的 COM 口和它们连接，由于一个 COM 口只能连接一台设备，就需要多台计算机或者经常性拔插 Console 线，非常不方便。终端访问服务器可以解决这个问题，连接方法如图 1-4 所示。终端访问服务器可以是一台有 8 个（NM-8A 模块）或者 16 个异步口（NM-16A 模块）的路由器，从它引出多条连接线到各个路由器上（被控设备）的 Console 口。在使用时，用户首先 Telnet 到终端访问服务器，然后再从终端访问服务器访问各个路由器和交换机等被控设备，这样我们就能同时控制多台设备。

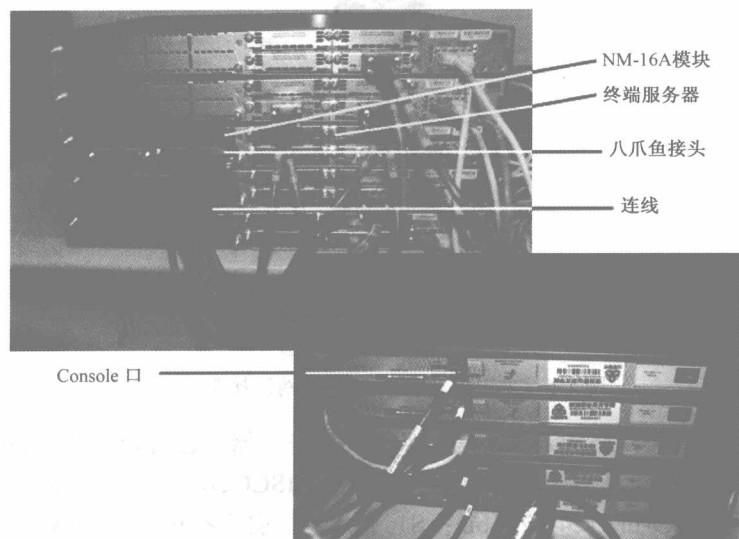


图 1-4 终端访问服务器和网络设备的连接方法

1.1.4 本书实验拓扑

为了完成各种实验，需要构建不同的拓扑，如果每次都临时进行搭建会花费大量的时间。我们设计了一个功能强大的网络拓扑，如图 1-5 和图 1-6 所示（图中不包含终端服务器和它们的连接），本书所有的实验均可以使用该拓扑完成，该拓扑还可以满足 CCNA 和 CCNP 的绝大多数实验以及 CCIE 的部分实验。拓扑中的路由器和交换机均通过终端访问服务器来进行控制，该拓扑可以满足 1~4 人共同操作。

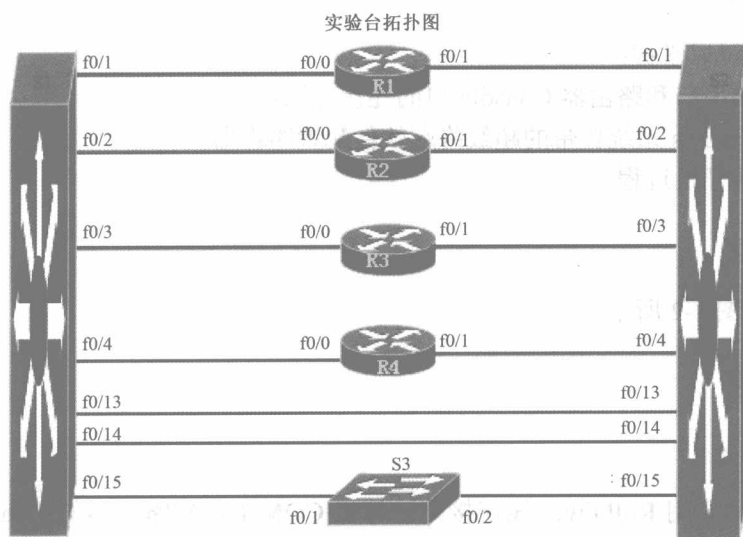


图 1-5 本书实验拓扑（以太网连接部分）

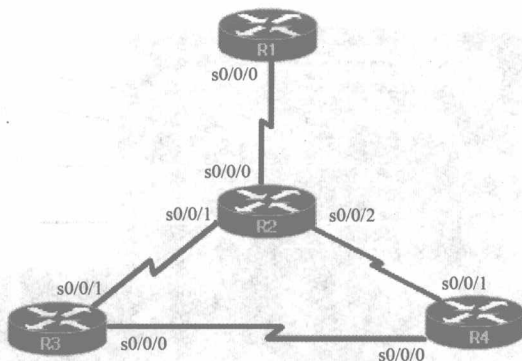


图 1-6 本书实验拓扑（广域网连接部分）

在图 1-5 拓扑中，4 台路由器均为 CISCO2811 路由器，也可以采用 CISCO2801 路由器（差别在于 CISCO2811 带有一个扩展插槽，而 CISCO2801 没有扩展插槽），IOS 采用 c2800nm-adventerprisek9-mz.124-22.T.bin；S1 和 S2 三层交换机为 Catalyst 3560，IOS 采用 c3560-advipservicesk9-mz.122-25.SEE1.bin；S3 二层交换机为 Catalyst 2950，IOS 采用 c2950-i6q4l2-mz.121-22.EA5a.bin。所有路由器的 FastEthernet0/0 以太网接口和交换机 S1 连接；FastEthernet0/1 以太网接口则和交换机 S2 连接。交换机 S1 和交换机 S2 之间通过 FastEthernet0/13 和 FastEthernet0/14 连接；交换机 S3 的 FastEthernet0/1 接口连接到交换机 S1 的 FastEthernet0/15 上，FastEthernet0/2 接口连接到 S2 的 FastEthernet0/15 上。

图 1-6 拓扑中，4 台路由器之间通过串行链路进行连接。

1.2 实验 1：通过 Console 口访问路由器

1. 实验目的

通过本实验可以掌握：

- ① 计算机的串口和路由器 Console 口的连接方法；
- ② 使用 Windows 系统自带的超级终端软件配置路由器；
- ③ 路由器的开机过程。

2. 实验拓扑

实验拓扑如图 1-2 所示。

3. 实验步骤

（1）准备工作

如图 1-2 所示，用 Roll Over 线连接好计算机 COM 1 口和路由器的 Console 口，路由器开机。

(2) 打开超级终端

在 Windows 中的【开始】→【程序】→【附件】→【通信】菜单下打开“超级终端”程序，出现图 1-7 超级终端窗口。在“名称”对话框中输入一个名称，例如，“Router”；单击【确定】按钮。当出现图 1-8 窗口时，在“连接时使用”下拉菜单中选择计算机的 COM 1 口，单击【确定】按钮。

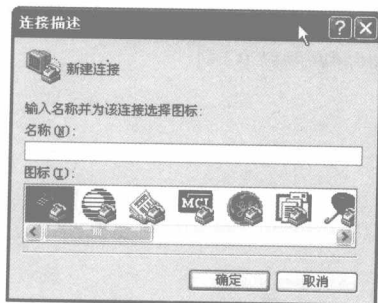


图 1-7 超级终端窗口

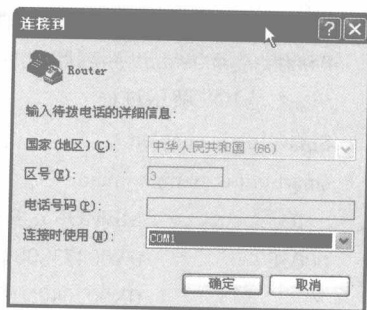


图 1-8 选择 COM 口

【提示】

如果使用 USB 转 COM 口的转接器，需要安装驱动程序，否则不会有串口。请注意计算机的串口编号通常不是 COM1。

(3) 设置通信参数

通信参数设置如图 1-9 所示。

通常，路由器在出厂时，Console 口的通信波特率为 9 600 bps，因此，在图 1-9 所示窗口中，单击【还原为默认值】按钮设置超级终端的通信参数；再单击【确定】按钮。按【回车】键，看看超级终端窗口上是否出现路由器提示符或其他字符，如果出现提示符或者其他字符，则说明计算机已经连接到路由器了，我们可以开始配置路由器了。

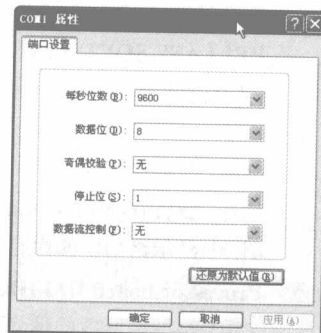


图 1-9 设置通信参数

【提示】

如果确认连线没有问题，而在超级终端中回车后路由器没有反应，很可能是路由器 Console 口的通信波特率被修改了，请在图 1-9 中，逐一选择波特率进行测试。

(4) 观察路由器开机过程

关闭路由器电源，稍后重新打开电源，观察路由器的开机过程，如下：

System Bootstrap, Version 12.4(13r)T, RELEASE SOFTWARE (fc1) //显示 BOOT ROM 的版本
 Technical Support: <http://www.cisco.com/techsupport>
 Copyright (c) 2006 by cisco Systems, Inc.