



全国高等职业教育规划教材

路由器/交换机 应用案例教程



电子教案下载网址
www.cmpedu.com

张文科 杨莉 程书红 编著

- 内容精, 展现目前路由交换技术应用中成熟的思想、结构和方法。
- 表达规范, 深入浅出、通俗易懂。
- 形式生动活泼, 采用案例形式, 图例丰富直观。
- 学习规律明显, 注重专业特色与网络教学规律的有机结合, 循序渐进。
- 实践性和实用性强, 紧扣高职学生职业能力的要求, 注重培养路由交换技术的实用技能。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

路由器/交换机应用 案例教程

张文科 杨莉 程书红 编著
曹毅 主审



机械工业出版社

本书全面系统地介绍了路由器、交换机、防火墙的基础知识、指令系统以及工程应用,详尽地讲述了实际工程应用中常用的路由器、交换机、防火墙等设备的配置技术,以及这些设备在不同网络中的各种应用方法。每个能力单元都给出了配置实例以及形式多样的习题。

本书通俗易懂,重点突出,全书侧重于工程实际应用。本书适用于高职高专电子、计算机相关专业的学生,也可供从事系统集成、网络工程实施等工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路由器/交换机应用案例教程/张文科,杨莉,程书红编著,一北京:机械工业出版社,2009.4

(全国高等职业教育规划教材)

ISBN 978-7-111-26671-6

I. 路… II. ①张…②杨…③程… III. ①计算机网络-路由选择-高等学校:技术学校-教材②计算机网络-信息交换机-高等学校:技术学校-教材 IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 043951 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王 颖

责任编辑:王 颖

责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2009 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·13.75 印张·339 千字

0001-3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-26671-6

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294 68993821

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材计算机专业

编委会成员名单

主 任 周智文

副 主 任 周岳山 林 东 王协瑞 张福强
陶书中 龚小勇 王 泰 李宏达
赵佩华 陈 晴

委 员 （按姓氏笔画排序）

马 伟	马林艺	卫振林	万雅静
王兴宝	王德年	尹敬齐	卢 英
史宝会	宁 蒙	刘本军	刘新强
刘瑞新	余先锋	张洪斌	张 超
杨 莉	陈 宁	汪赵强	赵国玲
赵增敏	贾永江	陶 洪	康桂花
曹 毅	眭碧霞	鲁 辉	裴有柱

秘 书 长 胡毓坚

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多个品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

本书重点论述目前路由交换技术应用中比较成熟的思想、结构和方法，并且力求做到深入浅出、通俗易懂。在内容选择上，一方面以 ISO/OSI 参考模型、TCP/IP 协议为背景介绍了路由交换应用技术的基本概念、原理和设计方法；另一方面以案例的方式介绍了这些基本理论如何应用到实际的组网环境之中。

本书的目的就是为了学生在校学习的时候，有一定量的网络技术能力训练，把理论知识应用到实际的工程之中。通过本课程的学习，使学生在学校的时候就了解现代的网络工程到底都要做些什么，怎么做，能够在毕业之前具备举一反三的能力，从而增强学生的就业能力。本书以锐捷网络、CISCO 公司的网络产品为背景，介绍路由器与交换机的配置技术以及在实际工程之中的应用。

本书从交换设备的外观开始讲起，由浅入深，逐步介绍当前广泛使用的网络拓扑结构的配置方法和配置步骤，直到一个完整的工程项目结束等内容。本课程建议授课学时为 60 学时，实验学时为 30 学时。

在设计应用方面，以当前最广泛使用的三层结构为背景，介绍网络工程项目实施步骤；本书中所介绍的实例都是在 CISCO 与锐捷的网络设备环境下调试运行通过的。能力单元 5 这部分还给出了多个完整的实例，读者可以直接应用于实际工程之中，每个能力单元后附有习题。

本书由重庆城市管理职业学院张文科、杨莉、程书红编著，本书的编写自始至终都得到了曹毅博士的指导和支持。在完稿之后，曹博士在百忙之中认真审阅了初稿，提出了许多宝贵意见，在此向他致以最诚挚的谢意。在编写过程中，参阅了许多同行的著作，在此向所有为本书做出贡献的同志致以衷心的感谢。

由于计算机网络应用技术发展非常迅速，涉及知识面广，加之编者水平有限，虽经编者艰苦努力，但书中难免存在错漏之处，欢迎广大读者、专家提出批评指正。

为了配合教学，本书还提供了与教材配套的电子教案，读者可在机械工业出版社网站 www.cmpedu.com 下载。

编 者

目 录

出版说明

前言

能力单元 1 实现交换机的操作与

配置 1

1.1 实现交换机的基本操作 1

1.1.1 掌握配置交换机的方法 1

1.1.2 识别交换机的命令层次 4

1.1.3 识别交换机的常见指令 5

1.2 实现 VLAN 的应用 10

1.2.1 一台交换机配置 VLAN 的 应用 10

1.2.2 多台交换机配置 VLAN 的 应用 11

1.3 实现三层交换机的基本应用 14

1.3.1 三层交换机的简单配置 14

1.3.2 单台三层交换机的简单配置 15

1.3.3 三层交换机的应用 19

1.4 拓展学习资料 28

1.4.1 交换机的组成及工作原理 和分类 28

1.4.2 VLAN 技术原理 32

1.4.3 三层交换机原理 33

1.5 小结 35

1.6 上机实验 35

1.7 习题 37

能力单元 2 实现路由器的操作与

配置 38

2.1 实现路由器的基本操作 38

2.1.1 掌握路由器的配置方法 38

2.1.2 识别路由器的命令层次 41

2.1.3 识别路由器的常见指令 42

2.2 实现路由器接口的配置 45

2.2.1 以太网口的配置应用 45

2.2.2 广域网口的配置应用 47

2.2.3 dialer 口的配置应用 51

2.3 实现数据流的控制 53

2.3.1 标准访问控制列表的应用 53

2.3.2 扩展访问控制列表的应用 54

2.4 实现私有地址上互联网 55

2.4.1 实现局域网访问互联网 55

2.4.2 实现互联网访问私有服务器 63

2.5 拓展学习资料 65

2.5.1 PPP 协议工作原理 65

2.5.2 HDLC 协议工作原理 66

2.5.3 PPPoE 工作原理 67

2.5.4 ACL 工作原理 69

2.5.5 NAT 工作原理 70

2.6 小结 71

2.7 上机实验 72

2.8 习题 74

能力单元 3 实现常见的路由协议 75

3.1 实现 OSPF 路由协议 75

3.1.1 OSPF 单域的实现 75

3.1.2 路由器 OSPF 多域的实现 82

3.1.3 三层交换机 OSPF 的实现 91

3.2 实现 RIP 路由协议 105

3.2.1 RIP 版本 1 的实现 105

3.2.2 RIP 版本 2 的实现 110

3.3 拓展学习资料 116

3.3.1 OSPF 路由协议工作原理 116

3.3.2 RIP 路由协议工作原理 121

3.3.3 OSPF 与 RIP 的比较 124

3.4 小结 125

3.5 上机实验 125

3.6 习题 131

能力单元 4 实现防火墙的配置 133

4.1 实现防火墙的部署 133

4.2 实现防火墙的配置 134

4.2.1 三口无 NAT 配置	134	5.3 实现多核心大型网络	166
4.2.2 三口有 NAT 配置	137	5.4 实现专线网络	173
4.3 拓展学习资料	141	5.5 拓展学习资料	190
4.3.1 防火墙的工作原理	141	5.5.1 DHCP 及 DHCP 中继原理	190
4.3.2 防火墙的分类方法	142	5.5.2 SPAN 原理	195
4.3.3 IDS 简介	144	5.5.3 VRRP 协议原理	196
4.4 接口防火墙的配置	145	5.6 小结	200
4.5 小结	148	5.7 习题	200
4.6 上机实验	148	附录	201
4.7 习题	150	附录 A 常见光纤跳线	201
能力单元 5 实现常见网络工程	151	附录 B CISCO 路由器接口	202
5.1 实现小型企事业网络	151	附录 C CISCO、锐捷、华为三康常用 指令对照表	210
5.2 实现中小型企事业及校园 网络	154	参考文献	212

能力单元 1 实现交换机的操作与配置

单元教学内容

- 了解交换机的基本操作
- 熟练掌握交换机的 VLAN 技术
- 掌握三层交换机配置
- 了解交换设备互连

1.1 实现交换机的基本操作

1.1.1 掌握配置交换机的方法

【项目背景】

网络管理新手的首要任务是熟悉网络设备。交换机是网络设备中应用最广泛、数量最多的网络设备之一。在网络管理中,要熟练地操作与管理它,首先就要知道如何对它进行访问和控制,以及通过什么方式对它进行配置与管理。

【实现步骤】

步骤 1:识别 CONSOLE 接口。

步骤 2:配置超级终端。

步骤 3:交换机上电。

【实现过程】

步骤 1:识别 CONSOLE 接口。

每台交换机都有一个 CONSOLE 端口,该端口的实质是一个 RS-232 接口,但有些交换机上的接口外观如同 RJ-45 接口(而不是常见的 DB-9 接口)。在配置全新的交换机的时候要使用这种方式,即使用配置线,把这个交换机的 CONSOLE 接口与计算机的 RS-232 接口相连。CONSOLE 接口外观图如图 1-1 所示。

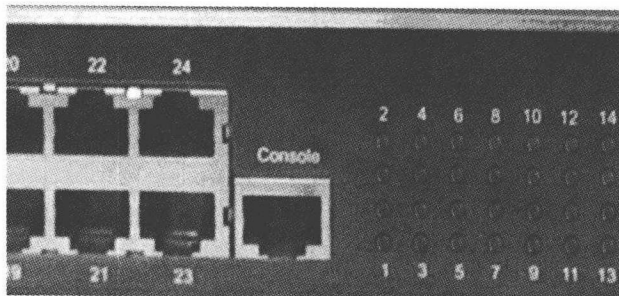


图 1-1 交换机的 CONSOLE 接口

步骤 2:配置超级终端。

(1) 启动超级终端

启动超级终端的方法为:用鼠标左键单击“开始”→“程序”→“附件”→“通讯”→“超级终端”,如图 1-2 所示。

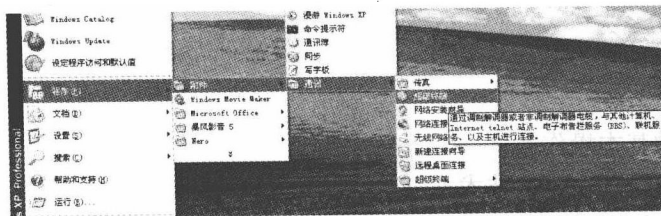


图 1-2 启动超级终端

(2) 给连接命名

当启动超级终端后,将弹出一个新建连接对话框。在这个框内输入名称,如 SWITCH。弹出的对话框如图 1-3 所示。

(3) 选择串口

输入新建连接名称后,应当正确选择与交换机 CONSOLE 端口相连的串口,在计算机中,第一个串口为 COM1,依次类推。如果没有正确选择串口,则配置交换机会失败。图 1-4 所示为选择 COM6 为连接时使用的串口。

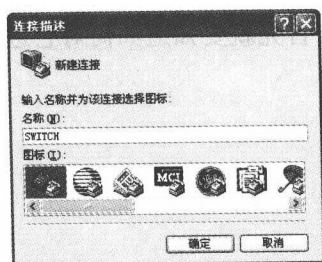


图 1-3 新建连接

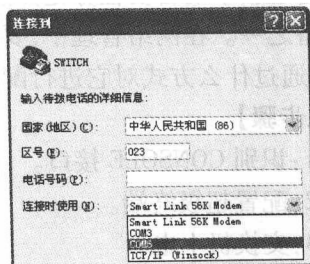


图 1-4 选择串口

(4) 端口设置

端口设置部分包含每秒位数、数据位、奇偶校验、停止位、数据流控制等。常见的交换机把串口速率设置为 9600B/s,数据位 8 位,停止位 1 位,数据流控制为无,如图 1-5 所示。

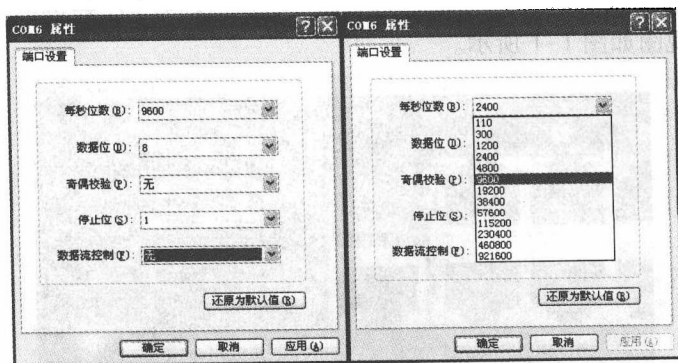


图 1-5 串口属性设置

(5) 设置终端仿真类型

在交换机配置时,终端仿真类型设置为 VT100。当然也可以采用自动检测,在采用自动检测时,应采用 Xmodem 方式上传与下载配置文件,同时,在对交换机底层操作时有可能会出错。更改终端仿真类型如图 1-6 和图 1-7 所示。

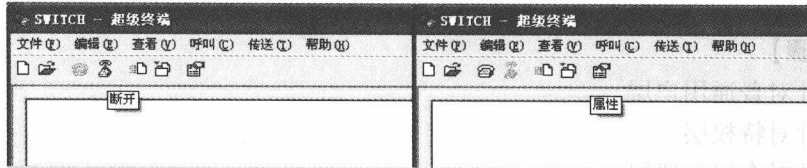


图 1-6 断开超级终端的连接并选择属性

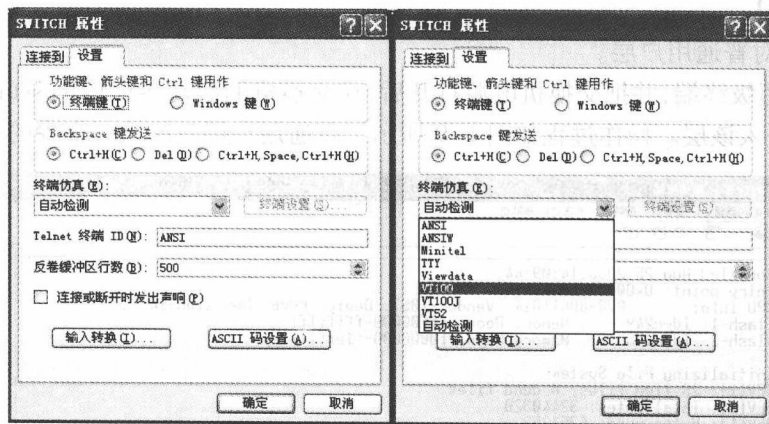


图 1-7 设置终端仿真

步骤 3: 交换机上电。

打开交换机的电源开关,并使超级终端窗口为当前活动窗口,在窗口内按回车键。如果交换机正常启动,就会出现图 1-8 所示的配置对话框界面。

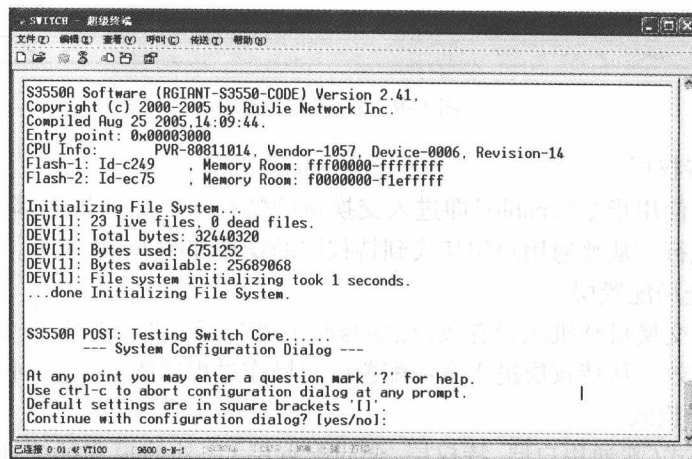


图 1-8 交换机启动画面

1.1.2 识别交换机的命令层次

【项目背景】

交换机的指令系统非常庞大,把指令进行分类管理是一种好的方法,不同类别的指令在不同的状态下执行。

【实现步骤】

步骤 1:针对普通用户层。

步骤 2:针对特权层。

步骤 3:针对全局配置层。

步骤 4:针对子模式。

【实现过程】

步骤 1:针对普通用户层。

当配置好超级终端,并把交换机电源打开后,在交换机的启动界面内的 setup 配置对话框后输入“n”即进入该层。操作过程如图 1-9 所示。普通用户层只能执行很少的指令。

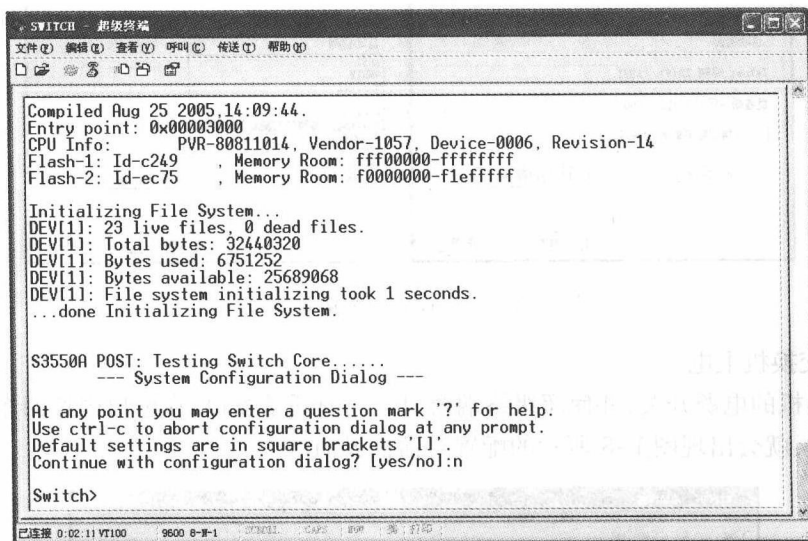


图 1-9 普通用户层

步骤 2:针对特权层。

在普通用户层使用指令“enable”即进入交换机的特权层。交换机大部分查看状态、性能的指令在特权层执行。从普通用户层切换到特权层的操作如图 1-10 所示。

步骤 3:针对全局配置层。

如果指令是对交换机整机配置有效(比如修改主机名等),那么这些指令就要在全局配置层下使用才能够生效。从特权层进入全局配置层的操作过程如图 1-11 所示。

步骤 4:针对子模式。

除以上 3 种模式(普通用户层、特权层、全局配置层)之外的模式都统称为子模式。子模式内的配置指令,只是针对特定事物有效。如接口子模式,只针对相应的接口。

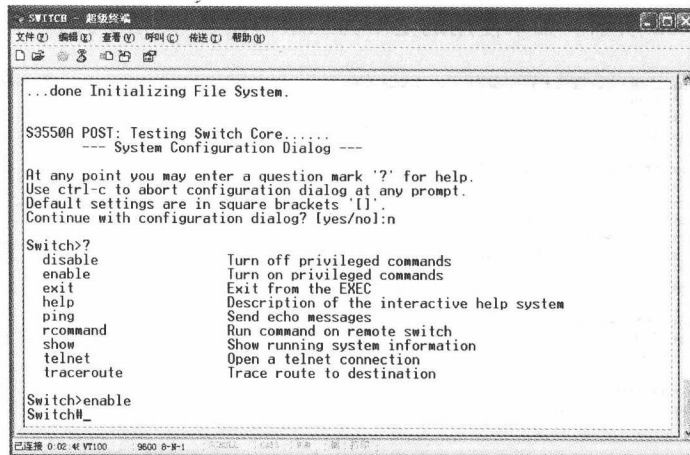


图 1-10 特权层

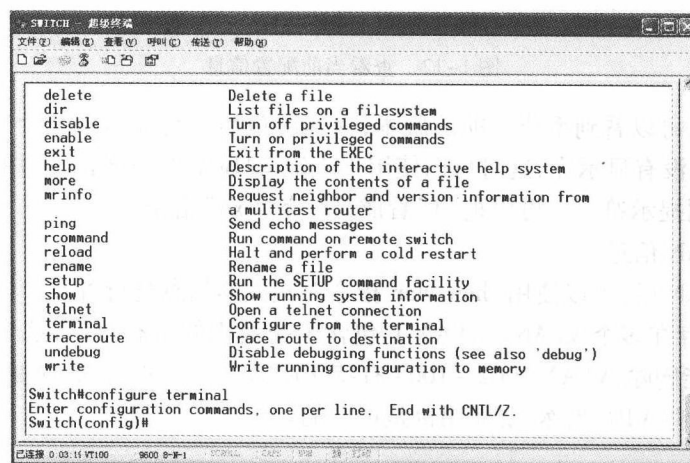


图 1-11 全局配置层

1.1.3 识别交换机的常见指令

【项目背景】

当对交换机的配置进行了修改,应该如何保存呢? 交换机要重新启动,难道就只有关闭电源再打开这一个途径吗? 如果设备安装在其他地方,怎么办等这些在网络管理中所遇到的具体问题,都要涉及到交换机的基本操作及基本指令的灵活运用。

【实现步骤】

步骤 1:设备状态相关的指令。

步骤 2:使用 telnet 管理交换机。

【实现过程】

1. 设备状态相关的指令

(1) 查看当前配置信息

查看当前配置信息可以在特权层使用 `show running-config` 指令实现。在 CISCO 设备实现

过程及结果如图 1-12 所示。如果使用的是华为三康的设备,则指令为:display curr。

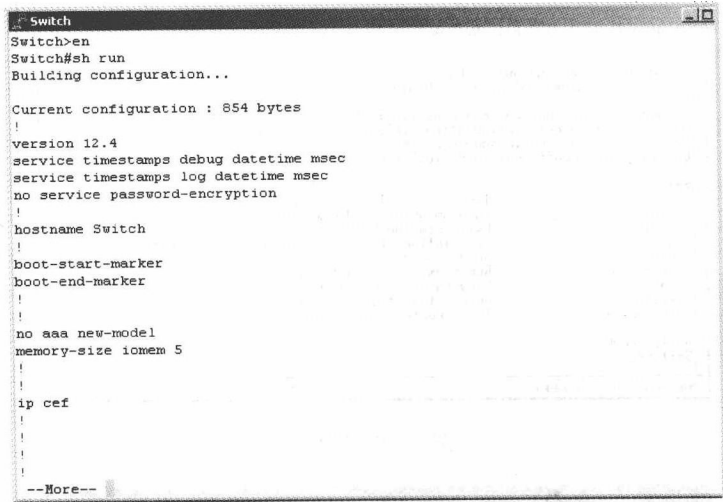


图 1-12 查看当前配置信息

在图 1-12 中,可以看到系统当前的版本,在本屏最后一行显示了一个“More”信息,表示内容在当前屏幕内没有显示完,这时可以使用〈空格〉键显示下一屏幕,使用〈回车〉键显示下一行,〈Esc〉键退到提示符下。可以把“!”看成是一条“exit”指令。

(2) 查看 VLAN 信息

当配置好 VLAN 后,可以使用 show vlan 指令对相应的信息进行查看。如图 1-13 所示,可以看到,在系统中存在多个 VLAN。VLAN 1 包含了交换机的所有接口,这个 VLAN 是交换机的默认 VLAN,不能删除,VLAN 1002~1005 有特殊用途。鉴于此,在后面配置 VLAN 的时候,应尽量避免使用这些 VID,当然,要使用也是可以的。

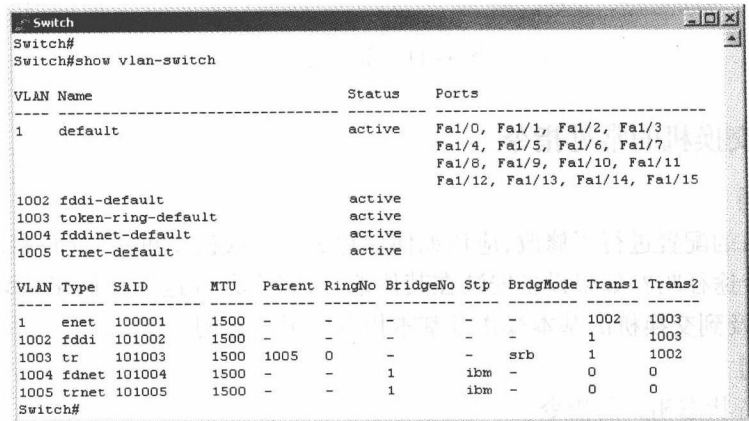
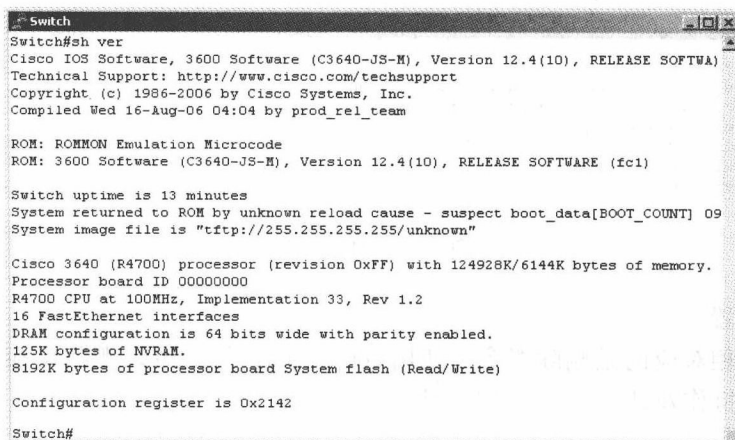


图 1-13 查看 VLAN 信息

(3) 查看设备的版本

交换机的软件如同计算机的操作系统一样,存在一些漏洞,不同的版本之间也存在差异。这时,就要了解当前交换机使用的软件版本。使用 show ver 指令可以对交换机的版本进行查

看。指令执行的结果如图 1-14 所示,可以看到交换机的软件版本、寄存器的值等交换机内部信息。



```
Switch#
Switch#sh ver
Cisco IOS Software, 3600 Software (C3640-JS-M), Version 12.4(10), RELEASE SOFTWARE
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2006 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 16-Aug-06 04:04 by prod_rel_team

ROM: ROMMON Emulation Microcode
ROM: 3600 Software (C3640-JS-M), Version 12.4(10), RELEASE SOFTWARE (fc1)

Switch uptime is 13 minutes
System returned to ROM by unknown reload cause - suspect boot_data[BOOT_COUNT] 09
System image file is "tftp://255.255.255.255/unknown"

Cisco 3640 (R4700) processor (revision 0xFF) with 124928K/6144K bytes of memory.
Processor board ID 00000000
R4700 CPU at 100MHz, Implementation 33, Rev 1.2
16 FastEthernet interfaces
DRAM configuration is 64 bits wide with parity enabled.
125K bytes of NVRAM.
8192K bytes of processor board System flash (Read/Write)

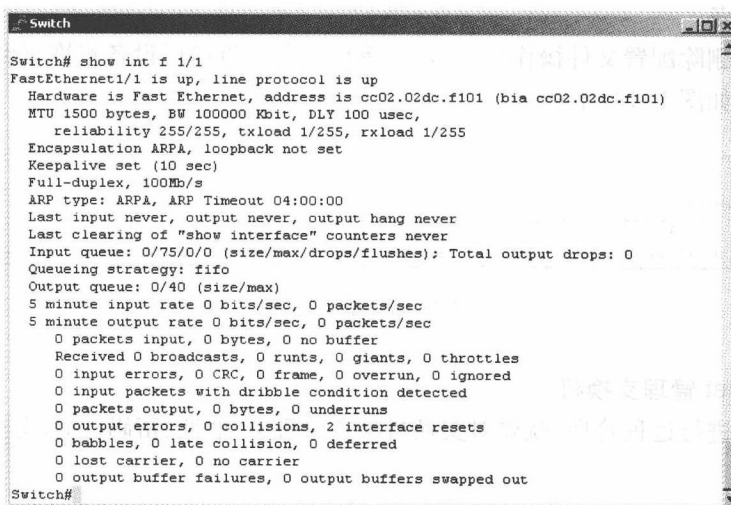
Configuration register is 0x2142

Switch#
```

图 1-14 查看交换机的版本

(4) 查看接口工作状态

查看交换机接口的状态在工程实际之中应用非常广泛。通过查看端口相应的状态,可以初步判断接口是否工作正常、收发数据是否有异、是否存在 CRC 出错等信息。想查看相应端口的状态,应在特权层使用“show interface 接口类型 端口号”来查看。图 1-15 所示为使用“show int f 1/1”指令的结果。



```
Switch#
Switch# show int f 1/1
FastEthernet1/1 is up, line protocol is up
Hardware is Fast Ethernet, address is cc02.02dc.f101 (bia cc02.02dc.f101)
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 100 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Full-duplex, 100Mb/s
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue: 0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
0 input packets with dribble condition detected
0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 2 interface resets
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

Switch#
```

图 1-15 查看接口状态

(5) 保存配置

对交换机进行配置过后,一定要保存配置的成果,否则交换机一断电配置信息就将完全丢失。在保存配置文件时,需要做一个判断。如果修改的配置信息是有用、正确的,就要保存,如果

是无效的,则不用保存。保存配置文件的指令为“copy run star”,也可以使用“write memory”、“save config”等,因机器而异。图 1-16 所示为 CISCO 的设备使用保存指令的结果图。

```
Switch
Switch#
Switch#copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Switch#
Switch#
```

图 1-16 保存配置

(6) 删除配置

与保存指令相对应的是删除指令。使用“erase start”指令可以删除交换机的配置文件。删除配置文件的操作及结果如图 1-17 所示。

```
Switch
Switch#erase startup-config
Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files! Continue? [con]
[OK]
Erase of nvram: complete
Switch#
*Mar 1 00:16:10.791: %SYS-7-NV_BLOCK_INIT: Initialized the geometry of nvram
Switch#
Switch#
Switch#
```

图 1-17 删除配置文件

(7) 重启设备

对设备进行删除配置文件操作后,一定要重启设备。重启后设备将恢复到出厂时的状态。重启设备的指令如图 1-18 所示。

```
Switch#
Switch#
Switch#reload
Proceed with reload? [confirm]
*Mar 1 00:16:39.847: %SYS-5-RELOAD: Reload requested by console. Reload Reason: Reload Co.
```

图 1-18 重启设备

2. 实现 telnet 管理交换机

要对交换机进行远程管理,就要对交换机配置管理 IP 地址、密码、网关等信息。配置过程如下所述。

步骤 1:配置 vlan1 的 IP 地址。

```
en                //进入特权层
conf ter          //进入全局配置层
int vlan 1        //进入 vlan1 配置子模式
ip add 192.168.1.200 255.255.255.0 //这里配置实际的 IP 地址与子网掩码
no shutdown       //使能端口
```

```
exit //退出子模式
```

步骤 2: 配置交换机的密码。

```
en //进入特权层
conf ter //进入全局配置层
enable secret 1 0 password //配置 telnet 密码为 password
enable secret 15 0 password //配置 enable 密码为 password
```

步骤 3: 配置默认路由。

```
en //进入特权层
conf ter //进入全局配置层
ip default-gateway 192.168.1.1 //这与管理 VLAN 的 IP 地址有关
```

步骤 4: 保存结果。

```
en //进入特权层
copy run start //保存配置
```

步骤 5: 查看配置文件。

```
Switch#sh run
System software version : 1.61 Build Jun 17 2005 Release
Building configuration. . .
Current configuration : 181 bytes
!
version 1.0
!
hostname Switch
enable secret level 1 5 $ x,1u_ ;Cx& -8U0 <Dx: tj9 = Gx + /7R; > H
enable secret level 15 5 $ x,1u_aCx& -8U0 <Dx: tj9 = Gx + /7R; > H
vlan 1
!
interface vlan 1
no shutdown
ip address 192.168.1.200 255.255.255.0
!
ip default-gateway 192.168.1.1
end

Switch#
```

步骤 6: 完整的配置过程如图 1-19 所示。