



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

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 (第2版)

孙良旭 李林林 吴建胜 主编

杨丹 王刚 董立文 编著

清华大学出版社



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

## (第2版)

孙良旭 李林林 吴建胜 主编  
杨丹 王刚 董立文 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书共 11 章,以思科公司的交换机和路由器作为设备环境,全面介绍工程实践中基础、主流、实用的路由交换技术,主要包括 IOS 配置基础、接口与管理、IP 特性、广域网、网络安全、动态路由协议、交换机基础、虚拟局域网、生成树协议、VLAN 干道协议和综合案例。

本书内容丰富完整,组织结构合理,案例典型,图文并茂,分析清晰准确,适合作为高等院校相关课程教材使用,也可以作为网络工程技术人员参考使用。

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/孙良旭,李林林,吴建胜主编.--2 版.--北京:清华大学出版社,2016

21 世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-42490-1

I. ①路… II. ①孙… ②李… ③吴… 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(2015)第 311381 号

责任编辑:王冰飞

封面设计:何凤霞

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto: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:20.75 字 数:499 千字

版 次:2010 年 6 月第 1 版 2016 年 3 月第 2 版 印 次:2016 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50 元

产品编号:064771-01

# 目 录

---

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 IOS 配置基础 .....    | 1  |
| 1.1 IOS 概述 .....        | 1  |
| 1.2 基本硬件构件 .....        | 3  |
| 1.2.1 中央处理器 .....       | 3  |
| 1.2.2 接口 .....          | 4  |
| 1.2.3 随机存取存储器 .....     | 6  |
| 1.2.4 闪存 .....          | 6  |
| 1.2.5 只读存储器 .....       | 7  |
| 1.2.6 非易失性随机存取存储器 ..... | 7  |
| 1.3 基本软件构件 .....        | 7  |
| 1.3.1 IOS 映像文件 .....    | 8  |
| 1.3.2 配置文件 .....        | 8  |
| 1.3.3 数据流 .....         | 8  |
| 1.4 IOS 配置过程 .....      | 9  |
| 1.4.1 基本配置方式 .....      | 9  |
| 1.4.2 初始化过程 .....       | 10 |
| 1.4.3 建立初始配置 .....      | 13 |
| 1.5 命令行接口 .....         | 16 |
| 1.5.1 命令解释器 .....       | 16 |
| 1.5.2 命令模式种类 .....      | 16 |
| 1.5.3 获得帮助 .....        | 19 |
| 1.5.4 简写命令 .....        | 22 |
| 1.5.5 no 命令形式 .....     | 22 |
| 1.5.6 搜索和过滤命令输出 .....   | 22 |
| 1.6 实验练习 .....          | 23 |
| 习题 .....                | 23 |
| 第 2 章 接口与管理 .....       | 25 |
| 2.1 接口配置 .....          | 25 |
| 2.1.1 接口配置概述 .....      | 25 |

|            |                       |           |
|------------|-----------------------|-----------|
| 2.1.2      | 配置逻辑接口 .....          | 27        |
| 2.1.3      | 配置接口描述信息 .....        | 28        |
| 2.1.4      | 配置接口保持队列长度 .....      | 28        |
| 2.1.5      | 配置接口带宽 .....          | 29        |
| 2.1.6      | 配置接口延时 .....          | 29        |
| 2.1.7      | 配置接口存活计时器 .....       | 30        |
| 2.1.8      | 配置接口 MTU .....        | 30        |
| 2.1.9      | 配置接口 IP 地址 .....      | 31        |
| 2.1.10     | 监视与维护接口 .....         | 32        |
| 2.2        | 系统管理 .....            | 34        |
| 2.2.1      | 配置线路 .....            | 34        |
| 2.2.2      | 配置口令 .....            | 35        |
| 2.2.3      | 配置主机名 .....           | 37        |
| 2.3        | 文件管理 .....            | 37        |
| 2.3.1      | 复制配置文件 .....          | 37        |
| 2.3.2      | 复制映像 .....            | 40        |
| 2.3.3      | 配置启动文件 .....          | 41        |
| 2.4        | 故障处理 .....            | 44        |
| 2.4.1      | 显示系统信息 .....          | 44        |
| 2.4.2      | 测试网络连接 .....          | 44        |
| 2.4.3      | 调试系统状态 .....          | 51        |
| 2.4.4      | 系统日志消息 .....          | 53        |
| 2.5        | CDP 协议配置 .....        | 56        |
| 2.5.1      | CDP 协议概述 .....        | 56        |
| 2.5.2      | 配置 CDP 协议特性 .....     | 57        |
| 2.5.3      | 启用或禁用 CDP 协议 .....    | 58        |
| 2.5.4      | 监视与维护 CDP 协议 .....    | 59        |
| 2.6        | 实验练习 .....            | 63        |
|            | 习题 .....              | 67        |
| <b>第3章</b> | <b>IP 特性 .....</b>    | <b>70</b> |
| 3.1        | IP 寻址配置 .....         | 70        |
| 3.1.1      | 接口辅助 IP 地址 .....      | 70        |
| 3.1.2      | 全 1 和全 0 网段 .....     | 72        |
| 3.1.3      | 无编号 IP 地址 .....       | 73        |
| 3.2        | 配置地址解析方法 .....        | 75        |
| 3.2.1      | IP 地址到 MAC 地址映射 ..... | 75        |
| 3.2.2      | 主机域名到 IP 地址映射 .....   | 77        |
| 3.3        | 配置广播包处理 .....         | 79        |

|         |                       |     |
|---------|-----------------------|-----|
| 3.3.1   | 启用定向广播到物理广播转换 .....   | 79  |
| 3.3.2   | 转发 UDP 广播 .....       | 80  |
| 3.4     | 监视与维护 IP 寻址 .....     | 82  |
| 3.4.1   | IP 地址到 MAC 地址映射 ..... | 82  |
| 3.4.2   | 主机域名到 IP 地址映射 .....   | 85  |
| 3.5     | 自治系统 .....            | 86  |
| 3.6     | 路由技术 .....            | 88  |
| 3.7     | 路由表 .....             | 88  |
| 3.8     | 管辖距离 .....            | 89  |
| 3.9     | 度量值 .....             | 90  |
| 3.10    | 路由更新 .....            | 91  |
| 3.11    | 路由查找 .....            | 91  |
| 3.12    | 静态路由和动态路由 .....       | 92  |
| 3.13    | 默认路由 .....            | 93  |
| 3.14    | VLSM 与 CIDR .....     | 99  |
| 3.15    | 路由汇总 .....            | 101 |
| 3.16    | 监视与维护路由 .....         | 102 |
| 3.17    | DHCP 协议配置 .....       | 105 |
| 3.17.1  | DHCP 协议概述 .....       | 105 |
| 3.17.2  | 配置数据库代理和冲突日志 .....    | 107 |
| 3.17.3  | 配置排除 IP 地址 .....      | 107 |
| 3.17.4  | 配置地址池 .....           | 108 |
| 3.17.5  | 配置手工绑定 .....          | 112 |
| 3.17.6  | 配置服务器启动文件 .....       | 113 |
| 3.17.7  | 配置 ping 包数量 .....     | 113 |
| 3.17.8  | 配置 ping 包超时值 .....    | 114 |
| 3.17.9  | 启用服务 .....            | 114 |
| 3.17.10 | 监视和维护服务 .....         | 114 |
| 3.17.11 | 接口启用客户机 .....         | 119 |
| 3.18    | 实验练习 .....            | 120 |
| 习题      | .....                 | 121 |
| 第 4 章   | 广域网 .....             | 123 |
| 4.1     | DDN 配置.....           | 123 |
| 4.1.1   | DDN 概述 .....          | 123 |
| 4.1.2   | 配置 HDLC 协议 .....      | 124 |
| 4.1.3   | 配置 PPP 协议 .....       | 125 |
| 4.2     | 帧中继配置 .....           | 134 |
| 4.2.1   | 帧中继概述 .....           | 134 |

|            |                      |            |
|------------|----------------------|------------|
| 4.2.2      | 配置帧中继封装 .....        | 136        |
| 4.2.3      | 配置 DLCI 编号 .....     | 137        |
| 4.2.4      | 配置 LMI 类型 .....      | 138        |
| 4.2.5      | 配置地址映射 .....         | 138        |
| 4.2.6      | 配置子接口 .....          | 140        |
| 4.2.7      | 配置帧中继交换 .....        | 143        |
| 4.2.8      | 监视与维护帧中继 .....       | 146        |
| 4.3        | 实验练习 .....           | 150        |
|            | 习题 .....             | 152        |
| <b>第5章</b> | <b>网络安全 .....</b>    | <b>154</b> |
| 5.1        | ACL 配置 .....         | 154        |
| 5.1.1      | ACL 概述 .....         | 154        |
| 5.1.2      | 配置标准 ACL .....       | 156        |
| 5.1.3      | 应用 ACL .....         | 157        |
| 5.1.4      | 配置扩展 ACL .....       | 158        |
| 5.1.5      | 配置命名 ACL .....       | 160        |
| 5.1.6      | 配置时间 ACL .....       | 162        |
| 5.1.7      | ACL 网络应用位置 .....     | 164        |
| 5.1.8      | 监视与维护 ACL .....      | 165        |
| 5.2        | NAT 配置 .....         | 167        |
| 5.2.1      | NAT 概述 .....         | 167        |
| 5.2.2      | 内部源地址静态转换 .....      | 168        |
| 5.2.3      | 内部源地址动态转换 .....      | 171        |
| 5.2.4      | 内部源地址复用动态转换 .....    | 174        |
| 5.2.5      | 配置转换超时 .....         | 176        |
| 5.2.6      | 监视与维护 NAT .....      | 177        |
| 5.2.7      | NAT 与路由 .....        | 179        |
| 5.2.8      | 其他形式 NAT 转换及应用 ..... | 180        |
| 5.3        | 实验练习 .....           | 182        |
|            | 习题 .....             | 184        |
| <b>第6章</b> | <b>动态路由协议 .....</b>  | <b>187</b> |
| 6.1        | RIP 协议配置 .....       | 187        |
| 6.1.1      | RIP 协议概述 .....       | 187        |
| 6.1.2      | 启用 RIP 协议 .....      | 189        |
| 6.1.3      | 单播更新 .....           | 189        |
| 6.1.4      | 配置计时器 .....          | 190        |
| 6.1.5      | 配置最大路径数 .....        | 191        |

|              |                       |            |
|--------------|-----------------------|------------|
| 6.1.6        | 配置 RIP 协议版本 .....     | 191        |
| 6.1.7        | 配置 RIP 协议认证 .....     | 193        |
| 6.1.8        | 水平分割 .....            | 197        |
| 6.1.9        | 配置路由汇总 .....          | 198        |
| 6.1.10       | 监视与维护 RIP .....       | 200        |
| 6.2          | OSPF 协议配置 .....       | 202        |
| 6.2.1        | OSPF 协议概述 .....       | 202        |
| 6.2.2        | OSPF 协议基础 .....       | 203        |
| 6.2.3        | 启用 OSPF 协议 .....      | 205        |
| 6.2.4        | 配置接口度量 .....          | 206        |
| 6.2.5        | 配置 OSPF 认证 .....      | 207        |
| 6.2.6        | NBMA 网络配置 OSPF .....  | 211        |
| 6.2.7        | 配置路由器优先级 .....        | 213        |
| 6.2.8        | 配置路由汇总 .....          | 214        |
| 6.2.9        | 监视与维护 OSPF .....      | 214        |
| 6.3          | EIGRP 协议配置 .....      | 221        |
| 6.3.1        | EIGRP 协议概述 .....      | 221        |
| 6.3.2        | EIGRP 与 IGRP 协议 ..... | 221        |
| 6.3.3        | EIGRP 协议基础 .....      | 223        |
| 6.3.4        | 启用 EIGRP 协议 .....     | 224        |
| 6.3.5        | 配置负载均衡 .....          | 225        |
| 6.3.6        | 配置 EIGRP 认证 .....     | 226        |
| 6.3.7        | 配置路由汇总 .....          | 230        |
| 6.3.8        | 监视和维护 EIGRP .....     | 230        |
| 6.4          | 实验练习 .....            | 233        |
|              | 习题 .....              | 236        |
| <b>第 7 章</b> | <b>交换机基础 .....</b>    | <b>239</b> |
| 7.1          | 交换机概述 .....           | 239        |
| 7.1.1        | 交换机的工作原理 .....        | 239        |
| 7.1.2        | 交换机功能 .....           | 239        |
| 7.1.3        | 交换机的工作特性 .....        | 239        |
| 7.1.4        | 交换机的分类 .....          | 240        |
| 7.2          | 交换机的启动 .....          | 240        |
| 7.2.1        | 交换机物理启动 .....         | 240        |
| 7.2.2        | 交换机指示灯 .....          | 241        |
| 7.3          | 交换机初始配置 .....         | 242        |
| 7.3.1        | 默认配置 .....            | 242        |
| 7.3.2        | 端口属性 .....            | 243        |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 7.3.3 | VLAN 属性 .....        | 244 |
| 7.3.4 | 闪存目录 .....           | 244 |
| 7.3.5 | 版本信息 .....           | 245 |
| 7.4   | 交换机网络设置 .....        | 246 |
| 7.4.1 | 配置主机名和密码 .....       | 246 |
| 7.4.2 | 配置 IP 地址和默认网关 .....  | 246 |
| 7.5   | MAC 地址表管理 .....      | 246 |
| 7.5.1 | 配置 MAC 地址老化 .....    | 246 |
| 7.5.2 | 配置静态 MAC 地址 .....    | 247 |
| 7.5.3 | 配置端口安全 .....         | 248 |
| 7.5.4 | 监视和维护 MAC 地址表 .....  | 251 |
| 7.6   | 实验练习 .....           | 253 |
| 习题    | .....                | 254 |
| 第 8 章 | 虚拟局域网 .....          | 256 |
| 8.1   | VLAN 概述 .....        | 256 |
| 8.1.1 | VLAN 的定义 .....       | 256 |
| 8.1.2 | VLAN 的优点 .....       | 257 |
| 8.1.3 | VLAN 划分 .....        | 257 |
| 8.1.4 | VLAN 标准 .....        | 258 |
| 8.2   | 配置静态 VLAN .....      | 258 |
| 8.3   | 监视与维护 VLAN .....     | 260 |
| 8.4   | VLAN 干道配置 .....      | 262 |
| 8.4.1 | VLAN 干道概述 .....      | 262 |
| 8.4.2 | 配置干道端口 .....         | 263 |
| 8.4.3 | 配置干道允许 VLAN 列表 ..... | 264 |
| 8.4.4 | 配置本征 VLAN .....      | 264 |
| 8.4.5 | 配置 VLAN 间路由 .....    | 265 |
| 8.5   | 实验练习 .....           | 270 |
| 习题    | .....                | 272 |
| 第 9 章 | 生成树协议 .....          | 273 |
| 9.1   | 生成树协议概述 .....        | 273 |
| 9.2   | 生成树协议算法 .....        | 273 |
| 9.2.1 | 网桥协议数据单元 .....       | 274 |
| 9.2.2 | 端口状态 .....           | 275 |
| 9.2.3 | 选举根网桥 .....          | 275 |
| 9.2.4 | 选举根端口 .....          | 276 |
| 9.2.5 | 选举指定端口 .....         | 276 |

|               |                           |            |
|---------------|---------------------------|------------|
| 9.3           | 启用或禁用 STP 协议 .....        | 281        |
| 9.4           | 配置 STP 协议 .....           | 282        |
| 9.5           | 配置端口路径成本 .....            | 283        |
| 9.6           | 配置端口优先级 .....             | 284        |
| 9.7           | 配置 STP 负载分担 .....         | 284        |
| 9.7.1         | 基于端口优先级 .....             | 284        |
| 9.7.2         | 基于端口路径成本 .....            | 285        |
| 9.8           | 监视与维护 STP 协议 .....        | 286        |
| 9.9           | 实验练习 .....                | 289        |
|               | 习题 .....                  | 291        |
| <b>第 10 章</b> | <b>VLAN 干道协议 .....</b>    | <b>293</b> |
| 10.1          | VLAN 干道协议概述 .....         | 293        |
| 10.2          | VTP 协议配置 .....            | 294        |
| 10.2.1        | 配置 VTP 版本 .....           | 294        |
| 10.2.2        | 配置 VTP 域 .....            | 294        |
| 10.2.3        | 配置 VTP 模式 .....           | 295        |
| 10.2.4        | 配置 VTP 剪裁 .....           | 296        |
| 10.2.5        | 监视与维护 VTP .....           | 297        |
| 10.3          | 实验练习 .....                | 298        |
|               | 习题 .....                  | 300        |
| <b>第 11 章</b> | <b>综合案例 .....</b>         | <b>302</b> |
| 11.1          | 网络拓扑 .....                | 302        |
| 11.2          | 配置需求 .....                | 303        |
| 11.3          | 功能配置 .....                | 303        |
| 11.3.1        | 接口地址和类型配置 .....           | 303        |
| 11.3.2        | DHCP 配置 .....             | 304        |
| 11.3.3        | VTP 配置 .....              | 305        |
| 11.3.4        | VLAN 间路由配置 .....          | 305        |
| 11.3.5        | PPP 配置 .....              | 306        |
| 11.3.6        | 动态路由协议配置 .....            | 307        |
| 11.3.7        | ACL 配置 .....              | 308        |
| 11.3.8        | 帧中继配置 .....               | 309        |
| 11.3.9        | NAT 配置 .....              | 310        |
| 11.3.10       | 静态路由配置 .....              | 310        |
| <b>附录 A</b>   | <b>综合实验拓扑图和地址方案 .....</b> | <b>311</b> |
| <b>附录 B</b>   | <b>综合习题拓扑图和地址方案 .....</b> | <b>313</b> |
|               | <b>参考文献 .....</b>         | <b>315</b> |

# 第 1 章

## IOS 配置基础



### 本章学习目标

- 了解 Cisco 设备基本的硬件构件和软件构件。
- 了解路由器初始化过程。
- 掌握命令模式种类和切换方法。

## 1.1 IOS 概述

互联网操作系统(Internetwork Operating System, IOS)是思科公司所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 软件的增值技术和特性具有因特网智能作用,其精湛的网络技术,主要通过互联网设备诸如路由器、交换机、防火墙和工作站等实现。

Cisco 的网络设备需要依靠 IOS 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,使之适用于各种网络功能。

通过 IOS,可以完成以下 3 个方面的配置。

- (1) 实现网络所需的策略。
- (2) 设定协议地址和参数。
- (3) 实现管理性的操作。

Cisco 的 IOS 是一种通过命令行方式进行配置的操作系统。对于不同型号的 Cisco 设备,由于其硬件结构不同,它们所使用的 IOS 也不一样。Cisco 所生产的路由器和交换机的 IOS 初始配置不太相同。交换机有初始的设置,即不对交换机进行任何配置,其也可以依靠初始配置进行工作。但是路由器必须进行初始配置,否则它不能进行任何工作。

Cisco 的 IOS 主要特征如下。

(1) 可靠的路径选择。Cisco IOS 软件为所有主要的互联网协议组(包括 IP、Novell NetWare、Apple AppleTalk、Banyan VINES、DECNet、OSI、XNS 等)提供了协议和路由选择支持。

(2) 带宽最优化。Cisco IOS 体系结构通过消除广域网(WAN)链路上不必要的流量以及智能选择最经济的可用 WAN 链路来实现带宽的最优化处理。IOS 的带宽预留和优先权排序等性能使得网络管理员能够存储带宽,并基于应用程序类型、源或目的地等划分流量优先级。

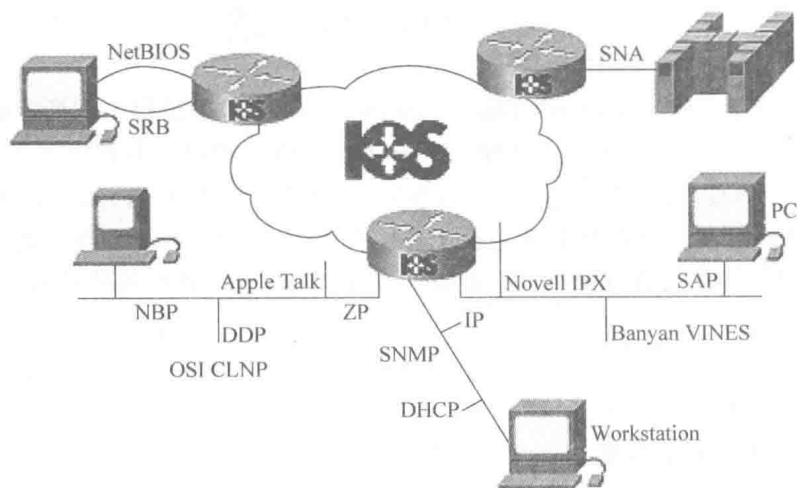
(3) 资源分配控制。Cisco IOS 中包含优先权排队和客户排队操作。优先权输出排队

操作允许网络管理员传送一定的数据包到较高优先级的队列中,而客户排队操作允许网络管理员预留带宽,或基于用户定义的变量类型划分 WAN 链路上的流量优先级。Cisco 与其他桌面软件和计算机供应商共同合作,将 Cisco IOS 体系结构部件应用于服务器,并从服务器一直延伸至终端用户都支持带宽预留和排队技术。

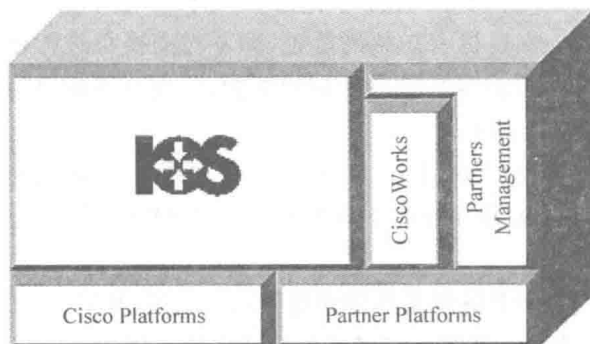
(4) 管理和安全。Cisco IOS 具有网络管理的性能和特征,它可以降低网络带宽需求,并提供处理开销、卸载服务器、保存资源和减轻系统配置任务等功能。Cisco IOS 软件具有一组完善的安全工具箱,用以区分资源以及禁止访问敏感或保密的信息或程序。访问控制列表可以防止用户知道其他网络用户或资源信息。密码加密处理、拨入认证、多级配置权限、计费 and 日志等特性可以阻止未被授权的用户访问信息。强大的防火墙技术和远程访问安全方案主要用于保护共同信息和资产。

(5) 综合和可伸缩性。Cisco IOS 软件支持综合路由选择技术、LAN 交换技术及 ATM 信元交换技术,并提供了可伸缩性,即可以任意连接大量的 LAN 和终端。此外 IOS 也支持可伸缩路由选择协议,从而可以避免无用拥塞,克服协议固有局限性,并越过由于互联网区域分布特点及其分布范围引起的障碍。

思科产品中的 Cisco IOS 实现过程如图 1.1 所示。



(a)



(b)

图 1.1 Cisco IOS 实现过程

## 1.2 基本硬件构件

Cisco 路由器系列包含有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 1.2 所示的构件,其中 2600 系列路由器内部构成如图 1.3 所示。

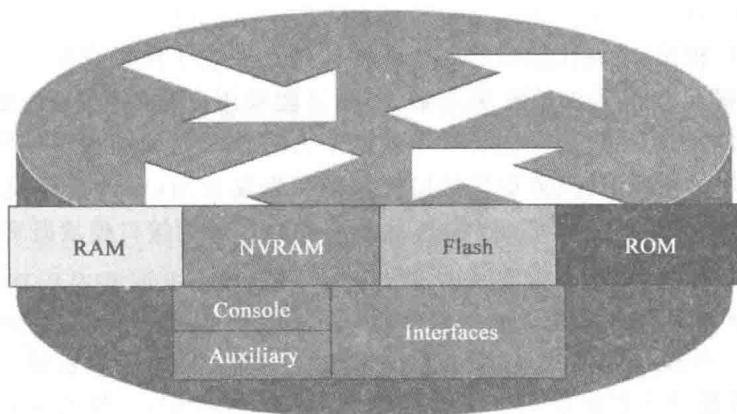


图 1.2 路由器基本硬件构件

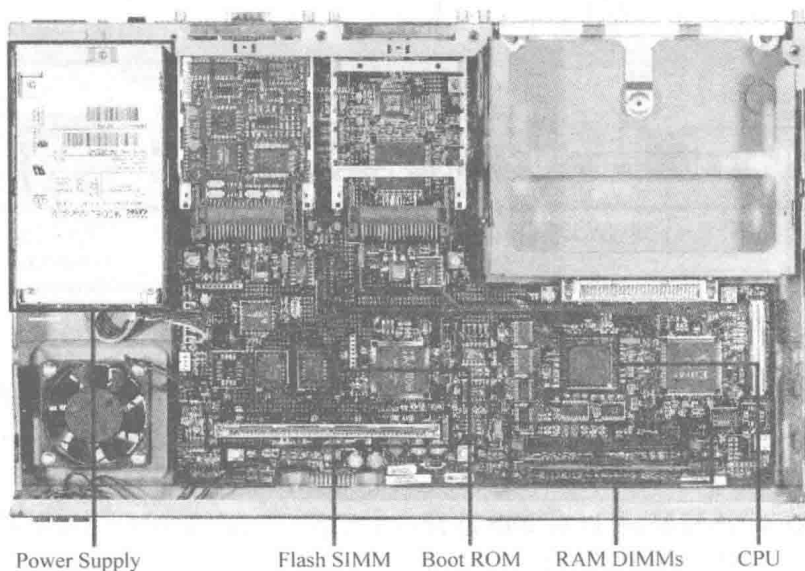


图 1.3 2600 系列路由器硬件构件

### 1.2.1 中央处理器

大部分 Cisco 设备需要用 CPU 执行大量的软件计算。Cisco 在不同设备中使用不同类型的 CPU,这依赖于设备的使用目的。在路由器中,CPU 占据特别重要的地位,因为大部

分的路由功能需要软件计算,CPU的好坏将对性能产生决定性的影响,而在交换机中,CPU的作用通常没有那么重要,因为大部分交换计算由专用集成电路完成。

### 1.2.2 接口

固化接口是指固化在网络设备上的接口,其缺点是实用性和扩展性不强。用户的需求多种多样,一台性能合适的设备的所有接口也许不能满足用户的全部需要,也许根本用不了那么多接口。当一个接口因某种原因而不能正常工作,但其他硬件部分还可以正常运行时,整套设备将面临无法使用的可能。老一代低端的 Cisco 设备上的接口都是固化的。

与固化的接口相比,模块化接口的实用性和扩展性产生了质的飞跃。用户可以在现场进行升级以提供满足当前需求的解决方案,同时又能采用以后的技术,需要时增加其他接口,以适应网络的增长。用户能轻而易举地根据个人需求对局域网和广域网网络接口进行配置。在接口损坏的情况下,只要更换接口模块即可恢复使用,而且接口模块具有通用性,一些模块在设备间可以通用,如 Cisco 2600 系列路由器广域网接口模块既可以用于 1700 系列上,也可以用于 3600 系列上,这是固化接口不能实现的。

在模块化 Cisco 设备上主要有 Network 模块和 WAN 模块两种。Network 模块主要是针对内部网络的一些接口的集合,如以太网接口、串行接口,但也可以包括像 BRI 这样的广域网接口。WAN 模块主要提供一些广域网接口。实际操作中,具体的接口要依据设备的型号和用户的实际需求决定。2600 系列路由器接口如图 1.4 所示。

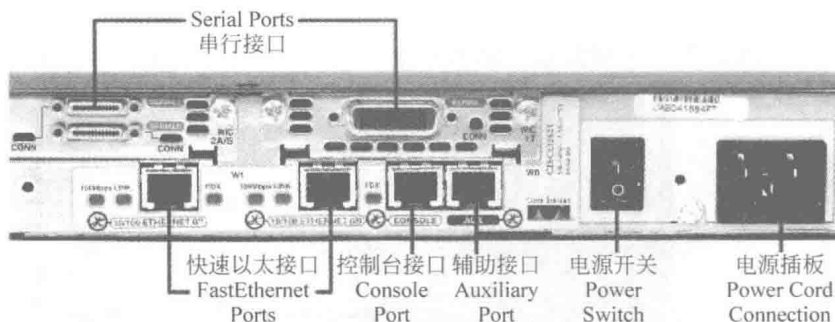


图 1.4 2600 系列路由器接口

Cisco 设备上的接口有许多种,且各具不同的功能。一些现在常见和常用的接口如下。

(1) Console 接口(控制台接口)。Cisco 设备的控制台接口是大部分 Cisco 设备的基本接口,管理员可以通过它对路由器或交换机进行控制和设置。Console 接口是一个 RJ-45 接口,通过一个 RJ-45 连接器,可以对 IOS 进行初始配置。Console 接口实际上是一种低速异步串行接口(类似于 PC 的串行接口),Console 接口通过连接 PC 的 COM 口进行控制操作。它有着特殊的插脚引线并连接专用线缆,绝对不能用控制线以外的其他线缆插进 Console 接口,以避免损坏或烧毁设备。在默认状态下,控制台接口会对产生的所有信号响应,因而在故障诊断时就成为最重要的接口。

(2) AUX 接口(辅助接口)。辅助接口用 AUX 来表示,是另一种低速、异步的串行接口。大部分 Cisco 设备都有一个 AUX 接口。它具有多种功能,主要有以下几个作用。

① 远程拨号调试功能。AUX 串行接口可以连接调制解调器,用户可以通过电话拨号方式对设备进行远程调试。

② 拨号备份功能。作为主干线路的备份,AUX 串行接口连接调制解调器,当主干线路断掉后,系统会自动启动 AUX 接口电话拨号,保持线路的连接。当主干线路恢复后,电话线路自动断掉。

③ 网络设备之间的线路连接。AUX 串行接口也可以实现两台路由器通过电话拨号方式的线路连接。

④ 本地调试接口。直接连接 AUX 接口,做本地调试。

(3) Ethernet 接口(以太网接口)。用于连接网络或主机的接口。路由器和交换机上都有。该种接口现在一般都是 RJ-45 接口。大部分 Cisco 设备至少提供一个 10BaseT 以太网接口,但是否提供还要看 Cisco 设备的型号。以太网接口允许使用不同类型的以太网线缆,如同轴线缆。

(4) Serial 接口(串行接口)。常用于连接广域网接入,如帧中继、DDN 专线等,也可通过背对背电缆实现路由器之间的互联。有几种类型的 Cisco 设备提供了高速和低速串行接口。路由器通常使用高速同步串行接口与 WAN 的信道服务单元/数据服务单元(CSU/DSU)通信。而访问服务器一般使用多路低速异步串行端口与调制解调器进行通信。连在 Serial 接口上的电缆绝对不能带电插拔,这样可以避免 Serial 接口被烧坏。

路由器接口编号方式,主要有以下几种。

① 类型接口。

首先要指明接口的类型,如 Ethernet,然后是接口号。

**【例 1.1】** 以太网接口 0。

```
Ethernet 0
```

**【例 1.2】** 快速以太网接口 1。

```
FastEthernet 1
```

**【例 1.3】** 串行接口 2。

```
Serial 2
```

② 类型模块/接口(或是插槽/接口)。

首先指明接口的类型,如 Ethernet,然后是模块或插槽号(后跟“/”),最后是接口号。

**【例 1.4】** 以太网接口 0/0。

```
Ethernet 0/0
```

**【例 1.5】** 快速以太网接口 1/0。

```
FastEthernet 1/0
```

**【例 1.6】** 串行接口 1/1。

```
Serial 1/1
```

**③ 类型卡/子卡/接口。**

首先指明接口的类型,然后是卡号,其次是子卡号,最后是接口号。

**【例 1.7】** 以太网接口 0/0/0。

```
Ethernet 0/0/0
```

**【例 1.8】** 快速以太网接口 0/1/0。

```
FastEthernet 0/1/0
```

**【例 1.9】** 串行接口 1/1/1。

```
Serial1/1/1
```

Cisco 路由器上的接口按照基本连接类型还可分为 LAN 接口、WAN 接口和管理接口。

### 1.2.3 随机存取存储器

Cisco 设备像 PC 一样使用动态 RAM 作为工作存储器。这些 RAM 保存系统当前的配置,即运行配置,并保存 IOS 的运行版本。当设备在运行时,RAM 用来保存路由表,执行包缓冲,并对那些因某一端口超载而不能直接输出的包进行排队。另外,RAM 可缓存 ARP 协议中地址映射的信息,这样可减少地址解析消息的数量,并提高与路由器相连的局域网的通信能力。当路由器断电后,RAM 的内容就丢失。

在大多数情况下,Cisco 设备不需要像常规 PC 那么多的内存,因为 IOS 要比现在的 PC 操作系统小很多。通常情况下,大部分路由器只需要 16MB RAM 就可以正常工作。但是对于一些高端的特性,就不得不增加 RAM 来支持这些特性。

Cisco 设备像 PC 一样,一般使用单列直插式内存模块(SIMM)和双列直插式内存模块(DIMM)。但它们不是那种为 PC 配置的标准 SIMM 或 DIMM。准确地说,它们是专门为 Cisco 设备制造的,所以价格相对要贵一些。

### 1.2.4 闪存

闪存(Flash Memory)在 Cisco 设备中的作用与 PC 中的硬盘相似。闪存用于保留操作系统和路由器微代码映像。由于路由器断电时,闪存中的信息不会丢失,因此它是比 RAM 保存更永久的存储器。已上市的 Cisco 设备闪存有两种基本类型:一种是像标准 RAM 那样可插入的 SIMM 或 DIMM,另一种是闪存 PCMCIA 卡。无论使用哪种闪存,它都是 Cisco 设备所必需的一部分。

由于闪存在更新内容时无须拔插芯片,因而可以节省芯片升级带来的费用和时间。只要有足够有效的空间,闪存可保留多于一个操作系统的映像。这对于测试新的系统映像是很有用的。路由器里的闪存也可用于通过 TFTP 协议传送操作系统映像到另一个路由器。

另外,闪存可存放路由器配置文件的备份,这有利于当 TFTP 服务器失效或系统紧急恢复情况下的操作。

### 1.2.5 只读存储器

ROM 在 Cisco 设备中通常为当前正在使用的 IOS 提供一个基本的版本备份。当用其他方法不能启动设备时,可以使用 ROM 中的备份。

ROM 中包含 ROM 监控代码,当闪存中的 IOS 被破坏或者不能引导,或者做低级诊断和系统重新设置时,就要使用这些代码。ROM 装载了系统加电时的诊断代码,路由器运行时首先运行 ROM 中的诊断代码,主要进行低层 CPU 初始化和加电自检,对路由器的硬件进行检测。ROM 中有一段启动程序用作操作系统代码的加载。

当路由器断电后,ROM 的内容不会丢失。因为 ROM 是只读的,所以升级 ROM 的版本时,必须要用集成电路拔取器,从插槽中拔出旧的 ROM 芯片,然后插入新的 ROM 芯片。

### 1.2.6 非易失性随机存取存储器

非易失性随机存取存储器(NVRAM)是一种在掉电后不会丢失信息的 RAM。大部分 Cisco 设备中的 NVRAM 都比较小,通常在 32KB 到 256KB 之间,用来存储用于启动的配置(启动配置)。若把配置文件保存到 NVRAM 中,则路由器可以很快地从断电灾难中恢复工作,而无须使用硬盘或软盘来备份路由器的配置文件。在计算机里的很多硬件,如硬盘等,因在移动中造成的老化和损害而经常失效。因为使用了 NVRAM 而无须移动路由器里的各个部分,这使得路由器里各个部件的寿命得以延长。

由于 Cisco 路由器没有硬盘或软盘,配置文件通常存放在 PC 中,这样可使用文件编辑器方便地修改配置文件,通过网络的 TFTP 协议直接将配置文件加载到 NVRAM 上。当使用网络加载路由器的配置信息时,路由器应作为客户端而文件所在的 PC 则应为服务器,即必须给 PC 安装 TFTP 服务器软件来支持文件的存取。

## 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 1.5 所示。

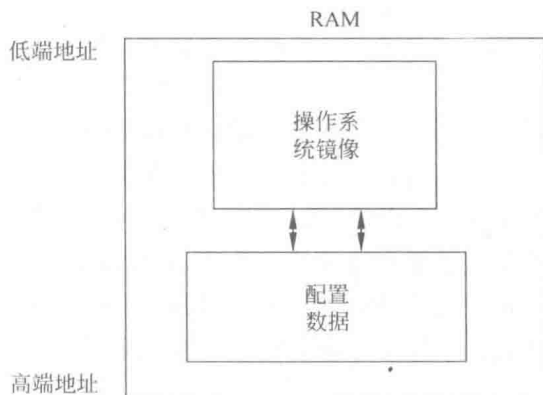


图 1.5 路由器基本软件构件