

名师
手把手

★★★★★

计算机网络实训 创新教程 (基于Cisco IOS)

韩立刚 主编

马青 王艳华 韩利辉 副主编

- ◇ 精心提炼企业真正技术需求，从学校到职场平滑过渡
- ◇ 精心设计精彩案例，由浅入深，拒绝纸上谈兵
- ◇ 精心讲解实验过程，step by step，虚拟实验一台电脑全搞定
- ◇ 一本真正好教、好学、实用的网络技术佳作

技术
支持



韩老师教学支持网站：
<http://www.91xueit.com>

韩老师QQ：
458717185

韩老师视频课程链接：
http://edu.51cto.com/lecturer/user_id-400469.html

韩老师微信公众号：
han_91xueit



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

计算机网络实训创新教程

（基于 Cisco IOS）

主 编 韩立刚

副主编 马 青 王艳华 韩利辉



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

几乎所有网络知识的学习都有这样的规律：动手实践是对理论的最好补充。正是出于这样的思考，作者在编写《计算机网络原理创新教程》之后又续写了本书，这两本书在内容衔接上既相互联系，又各自独立，便于读者选择。

本书在章节内容组织上，把握“理论够用、操作为主”的原则，首先用直观的图文和表格精炼地描述相关网络知识的基本原理，然后通过综合实训案例分任务、分步骤地将前面的理论知识进行系统的应用，让复杂抽象的通信过程形象地展现在读者面前。理论和实践的结合既能加深和巩固读者对理论知识的理解，又能熟练和提高读者的动手技能。

为了让读者能够验证所学理论并提高操作技能，本书各章后面的实训案例大部分都是使用思科网络设备模拟软件 GNS3 搭建。考虑到 IOS 不同版本之间特性的差异，每个实训案例的前面都介绍了作者编写时使用的 IOS 类型和软件版本，便于读者重现实验过程。同时本书每章后面均配有习题，便于读者自查学习效果。

本书既可作为高校计算机网络技术的实验教材，用来增强学生的实际操作技能，也可作为电子和计算机等专业网络技能类课程的教材或实验指导书，同时对从事网络管理和维护的技术人员也是一本很实用的参考书。

图书在版编目 (C I P) 数据

计算机网络实训创新教程：基于Cisco IOS / 韩立刚主编. — 北京：中国水利水电出版社，2017.4
ISBN 978-7-5170-5216-6

I. ①计… II. ①韩… III. ①计算机网络—教材
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第039703号

策划编辑：周春元 责任编辑：张玉玲 加工编辑：张天娇 封面设计：李 佳

书 名	计算机网络实训创新教程（基于 Cisco IOS） JISUANJI WANGLUO SHIXUN CHUANGXIN JIAOCHENG （JIYU CISCO IOS）
作 者	主 编 韩立刚 副主编 马 青 王艳华 韩利辉
出版发行	中国水利水电出版社 （北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：mchannel@263.net（万水） sales@waterpub.com.cn 电话：（010）68367658（营销中心）、82562819（万水）
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 21.75印张 688千字
版 次	2017年4月第1版 2017年4月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	58.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

我并不知道社会上有多少人想精通计算机网络原理,也不知道我讲的计算机网络原理有什么过人之处。直到有一天,我把在软件学院随堂录制的计算机网络视频放到 51CTO 学院网站上,看到了几十万的访问量和众多的好评,才知道有多少人搜遍互联网只为寻找好的教程,才知道学生喜欢我的这种授课方式。

计算机网络原理这门课程在高校计算机专业属于必修课。很多非计算机专业的学生,如果想转行进入 IT 领域发展,计算机网络原理也是必备的知识之一。

当前关于计算机网络的图书品种很多,但总的来说分为两大类:一类是网络设备厂商考证的教程,例如思科网络工程师教程 CCNA、CCNP,华为认证网络工程师教程 HCNA、HCNE 等;一类是高校的传统计算机网络原理教材,代表教材有谢希仁编著的《计算机网络》。

厂商主导的认证教材是为了培养能够熟练操作和配置其网络设备的工程师,着重点放在了讲解如何配置自己厂家的网络设备,对计算机网络通信原理和过程没有进行深入细致的讲解。

传统的高校计算机网络原理教程深入讲解了计算机通信过程和各层协议,但没给学生详细讲解如何使用具体的网络设备配置来验证所学的理论,更没有进一步扩展这些理论使其能够应用于那些场景,从而学生感觉空洞和学无所用。枯燥复杂的理论同时也加大了老师的讲授难度,学生学着没意思,老师讲着也没意思,这就是这门课程的普遍现状。

本人从事 IT 企业培训和企业 IT 技术支持 15 年,积累了大量实战经验,在河北师范大学软件学院讲授计算机网络原理 7 年,在授课过程中,增加了大量案例,重新设计了完整详细的配套实验来验证所学的理论。这样,不仅能轻松给学生讲清楚计算机通信的各层协议,还能通过捕获数据包让学生看到数据包的结构,看到每一层的封装。在讲授网络层时,学生不仅学会网络畅通的条件,还能在思科路由器上配置静态路由和动态路由。这样,学生不仅学会了传输层协议和应用层协议之间的关系,还能通过设置 Windows 服务器实现网络安全。在应用层的讲解中,不仅讲解了常见的应用层协议,还使用抓包工具捕获客户端和服务器之间交互的数据包,分析各种应用层协议的数据包格式。

我在写完《计算机网络原理创新教程》之后,又编写了本书。书中配合各种理论点,绘制了大量形象的插图展示所讲的理论,每一段理论结束后,紧跟着就是使用实训案例使读者清楚这些理论如何很好地解决实际中的问题,从而能让学生真正深刻理解所学的理论点并做到学以致用。本书的内容安排恰到好处,设计了经典的案例,做到了让理论不再抽象,让实验不再盲目,让课程充满趣味,让学习充满乐趣。

本书主要内容

第1章：本章的知识是 Cisco 路由器操作的基础。首先介绍 Cisco 路由器的各种组件和逻辑功能、接口类型和操作系统；然后讲述如何使用 GNS3 软件在计算机上模拟 Cisco IOS 路由器的运行，并通过这个模拟的环境来熟悉 Cisco 命令行界面。当完全熟悉了 this 界面后，就能够配置主机名、口令和更多其他的内容，并且通过使用 Cisco IOS 来进行排错。

第2章：网络设备管理从广义上讲包括对设备硬件、设备软件、设备使用的综合协调，以便对网络资源进行监视、测试、配置、分析、评价和控制，这是网络管理员和网络技术人员必须要具备的一项基本能力，本章将介绍管理思科网络设备需要的基本知识。

第3章：路由器的作用是将各个网络彼此连接起来，并负责不同网络之间的数据包传送，即路由。本章将介绍数据包路由的详细过程、IP 路由选择的实现方式、路由选择协议和被路由协议的区别。由于这一内容与所有路由器以及使用 IP 完成配置的操作直接相关，因此是一个学习重点，这些理论也是后面静态路由、动态路由及故障排除的基础。

第4章：本章主要介绍静态路由。静态路由是指由用户或网络管理员手工配置的路由信息。当网络的拓扑结构发生变化时，网络管理员需要手工去修改路由表中相关的静态路由信息。静态路由一般适用于比较简单的网络环境，在这样的环境中，网络管理员易于清楚地了解网络的拓扑结构，便于设置正确的路由信息。在静态路由中有一种特殊的静态路由叫做默认路由，如果在路由表中没有任何一条匹配的路径，那么就会使用默认路由来分组转发，默认路由通常用于直接连接 ISP 路由器的小型网络。

第5章：在当前的网络世界里，动态路由协议起着至关重要的作用。20 世纪 80 年代，动态路由协议 RIP（路由信息协议）问世，目前已经开始使用 RIPv2，但是它无法应用在较大型的网络中。为了满足大型网络的需求，本章还会讲述 EIGRP（增强内部网关路由协议）和 OSPF（开放式最短路径优先）的工作特点和配置方法。

第6章：对中小型企业而言，基于数据、语音和视频的数字通信至关重要。因此，正确设计局域网是企业日常运营的基本需求。我们必须能够判断什么是设计优良的局域网并能够选择合适的设备来满足中小型企业的网络需求。本章主要介绍思科的分层体系架构和局域网中的组网设备，包括集线器、网桥、交换机。同时也介绍了设备的广播域、冲突域和交换机的基本设置。

第7章：虚拟局域网（VLAN）是一组逻辑上的设备和用户，这些设备和用户并不受物理位置的限制，可以根据功能、部门及应用等因素将它们组织起来，相互之间的通信就好像它们在同一个人网段中一样，由此得名虚拟局域网。VLAN 是一种能够极大改善网络性能的技术，它部署在交换机上将大型的广播域细分成较小的广播域，进而限制参与广播的设备数量，允许将设备分成各个工作组并在这些工作组之间提供安全的隔离。本章开始介绍 VLAN 的概念和特征等。

第8章：本章介绍 STP 的一系列运行和操作细节，网络环路给通信造成了不小的麻烦，它严重影响了网络中的带宽，甚至是由于产生广播风暴使网络陷入瘫痪状态。为了解决这一问题，我们引入了一个概念——生成树协议 STP，它可以阻断网络中不必要的路径，从而使整个网络以一种树状结构进行通信，以避免网络环路的产生。

第9章：网络中的主机或服务器在跨网段通信时，需要借助于网关。无论是路由器还

是多层交换机，它们作为网关在网络通信中起着至关重要的作用。在网络设计的时候我们就需要考虑到网络的高可用性，其中网关的冗余也是非常重要的一部分，这就需要在网络中部署首跳冗余协议，也称为网关冗余协议。本章将介绍几种常用的网关冗余技术，包括HSRP、VRRP和GLBP。

第10章：本章将介绍广域网使用的协议，重点讲授广域网协议HDLC、PPP和帧中继协议。现在广域网技术发展越来越成熟，网络的规模和种类越来越复杂，这就需要有各种各样的WAN技术以满足不同企业的需求。本章将介绍企业WAN的连接类型和相关术语，以及如何选择合适的WAN技术来满足发展中的企业不断变化的业务需求。

第11章：随着网络技术的不断发展和网络服务的不断丰富，网络安全成为越来越受关注的话题。网络服务和资源经常面临不同网络攻击的威胁，所以网络安全的部署和实施也是网络发展的必然要求。网络安全的范畴很广泛，包括物理层安全、数据链路层安全、网络层安全、传输层安全和应用层安全。本章的重点在于网络层安全，主要介绍网络安全的基本知识，重点介绍ACL访问控制列表。

第12章：IPv6是Internet Protocol version 6的缩写，其中Internet Protocol译为“互联网协议”。IPv6是IETF（Internet Engineering Task Force，互联网工程任务组）设计的用于替代现行版本IP协议（IPv4）的下一代IP协议，它由128位二进制数码表示，单从数量级上来说，IPv6所拥有的地址容量约是IPv4的 8×10^{28} 倍，达到 2^{128} （算上全零的）个，有一个形象的描述说IPv6会使地球上的每一粒沙子都有一个IP地址。本章将介绍IPv6比现在的IP有哪些方面的改进，包括IPv6的地址体系，IPv6下的计算机地址配置方式，IPv6的静态路由和动态路由，支持IPv6的动态路由协议RIPng、EIGRPv6和OSPFv3的配置，IPv6和IPv4共存技术，双协议栈技术，6 to 4的隧道技术，ISATAP隧道和NAT-PT技术。

学生评价

51CTO学院韩立刚老师的计算机网络原理视频教程链接：

http://edu.51cto.com/course/course_id-7313.html

以下是51CTO学院的学生听完韩老师的计算机网络原理视频教程后的评价：

课程目录

课程介绍

课程问答

学员笔记

课程评价

资料下载

★★★★★ 5分

学了一半了，感觉还不错，能把抽象的概念或晦涩难懂的内容通过直白的语言讲出来，难能可贵啊！

★★★★★ 5分

这套课程很适合那些刚接触网络或还没开始学又想学网络的人。总而言之，这套课程对网络基础讲解得很详细。

★★★★★ 5分

韩老师的课讲得很有条理，而且有很强的实用价值，对于我们这些对计算机感兴趣又找不到好的教程的人来说，简直是如鱼得水。国家关注网络安全的时期，也是全民用网的时期，网络方面的知识也是大家都需要的，希望老师录制更多优秀的视频，使更多网民学会安全用网。

★★★★★ 5分

讲得真好！实践经验太丰富了。

★★★★★ 5分

老师讲得太好了，原来书里不好理解的内容经老师讲解一下就懂了。

★★★★★ 5分

真心不错的老师，要是遇到这样的老师，哪还有逃课的学生呢？韩老师厉害。

★★★★★ 5分

韩老师的课程侧重于实际应用，没有那么多的专业术语，讲解得也浅显易懂，但是要是为了考证书还需要学习一下别的视频，韩老师很给力，顶！

★★★★★ 5分

很给力！要是中国的高校软件类专业都讲得这么好，哪还有培训基地的生存空间？

技术支持

技术交流和资料获取请联系韩老师：

韩老师 QQ: 458717185

技术支持 QQ 群（韩立刚 IT 技术交流群）: 301678170

韩老师视频教学网站: <http://www.91xueit.com>

韩老师微信: hanligangdongqing（微信支付书费，韩老师签名寄书）

韩老师微信公众号: han_91xueit



致谢

河北师范大学软件学院采用“校企合作”的办学模式。在课程体系设计上与市场接轨；在教师的使用上大量聘用来自企业一线的工程师；在教材及实验手册建设上结合国内优秀教材的知识体系，大胆创新，开发了一系列理论与实践相结合的教材（本教材即是其中一本）。在学院新颖模式的培养下，百余名学生进入知名企业实习或已签订就业合同，得到了用人企业的广泛认可。这些改革及成果的取得，首先要感谢河北师范大学校长蒋春澜教授的大力支持和鼓励，同时还要感谢河北师范大学校党委对这一办学模式的肯定与关心。

在本书整理完成的过程中，我对河北师范大学数学与信息科学学院院长邓明立教授、软件学院副院长赵书良教授和李文斌副教授表示真诚的谢意，是他们为本书提供了一个良好的写作

环境，是他们为本书内容的教学实践保驾护航，他们与编著者关于教学的沟通与交流为本书提供了丰富的案例和建议；感谢河北师范大学软件学院教学团队中的每一位成员，还要感谢河北师范大学软件学院的每一位学生，是他们的友好、热情、帮助和关心促使了本书的形成；感谢东软云科技国际运营二部姚广阔工程师在技术方面给予的鼎力支持和指导。

最后，感谢我的家人在本书创作过程中给予我的支持与理解。

编者

2017年4月

II

目 录

前言

第 1 章 思科互联网络操作系统 (IOS) 1

1.1 Cisco 路由器的硬件和 IOS..... 2	
1.1.1 Cisco 路由器的主要组件..... 2	
1.1.2 路由器的启动过程..... 4	
1.1.3 Cisco 路由器的分类..... 5	
1.1.4 路由器的接口..... 7	
1.1.5 路由器的管理方式..... 7	
1.1.6 Cisco 路由器 IOS 命名..... 12	
1.2 GNS3 网络模拟器..... 13	
1.2.1 GNS3 概述..... 13	
1.2.2 安装 GNS3..... 13	
1.2.3 启动 GNS3..... 17	
1.2.4 GNS3 配置的基本设置..... 20	
1.2.5 使用 GNS3 搭建简单的网络 拓扑实例..... 23	
1.2.6 GNS3 与 IOU 联动..... 28	
1.2.7 企业网络架构..... 35	
1.3 Cisco 路由器的命令行界面 (CLI) 36	
1.3.1 Cisco 路由器模式概述..... 36	
1.3.2 CLI 命令行的帮助机制和系统提示..... 37	
1.3.3 CLI 命令行的编辑功能..... 40	
1.4 Cisco 路由器的基本配置和验证方式..... 41	
1.4.1 配置路由器的全局参数..... 41	
1.4.2 配置路由器的接口信息..... 42	
1.4.3 配置路由器的访问口令..... 43	
1.4.4 Cisco 路由器常用的查看命令..... 44	

1.4.5 优化 show 命令的输出结果..... 49	
1.5 路由器的其他常见配置及验证..... 50	
1.5.1 建立主机列表..... 51	
1.5.2 配置 DNS 进行域名解析..... 51	
1.5.3 关闭 DNS 域名解析功能..... 52	
1.5.4 启动日志同步功能..... 52	
1.5.5 设置会话超时时间..... 53	
1.5.6 设置路由器密码加密功能..... 53	
1.5.7 命令历史记录..... 53	
1.6 实训案例..... 54	
1.6.1 实验环境..... 54	
1.6.2 实验目的..... 55	
1.6.3 实验过程..... 55	
1.7 习题..... 66	

第 2 章 思科网络设备管理 68

2.1 管理配置寄存器..... 68	
2.1.1 配置寄存器的数据位..... 69	
2.1.2 查看配置寄存器的值..... 70	
2.1.3 修改配置寄存器的值..... 70	
2.2 思科路由器详细的启动过程..... 70	
2.3 Cisco IOS 路由器密码恢复..... 72	
2.4 备份和升级思科路由器的 IOS..... 73	
2.4.1 验证缓存..... 73	
2.4.2 将路由器的 IOS 备份到 TFTP 服务器..... 73	
2.4.3 通过 TFTP 服务器升级路由器	

的 IOS	74
2.4.4 在 ROMMON 模式中安装路由器的 IOS	75
2.4.5 使用思科 IOS 文件系统升级路由器的 IOS	76
2.5 备份和恢复思科路由器的配置文件	76
2.5.1 将路由器的配置文件备份到 TFTP 服务器	77
2.5.2 通过 TFTP 服务器更新路由器的配置文件	77
2.5.3 清除路由器的 NVRAM	78
2.5.4 使用思科 IOS 文件系统管理路由器的配置文件	78
2.6 CDP 协议	79
2.6.1 CDP 定时器和保持时间	80
2.6.2 修改 CDP 定时器与保持时间信息	80
2.6.3 收集邻居信息	81
2.6.4 查看 CDP 的运行状态	82
2.7 管理和使用 Telnet 会话	82
2.7.1 使用 Telnet	83
2.7.2 挂起 Telnet 会话	84
2.7.3 检查 Telnet 用户	84
2.7.4 关闭 Telnet 会话	85
2.8 检查网络的连通性	86
2.8.1 ping 命令	86
2.8.2 Traceroute 命令	88
2.8.3 Debug 命令	89
2.9 Cisco 安全设备管理器 (SDM)	90
2.10 实训案例	91
2.10.1 实验环境	91
2.10.2 实验目的	92
2.10.3 实验过程	92
2.11 习题	96

第 3 章 路由基础

3.1 IP 路由选择	98
3.1.1 路由选择简介	98
3.1.2 数据在网络中的传递过程	99
3.1.3 路径决定	102

3.2 构造路由表	102
3.2.1 路由表简介	102
3.2.2 直连路由	103
3.2.3 静态路由	104
3.2.4 动态路由	105
3.3 自治系统	106
3.4 管理距离与度量	107
3.4.1 管理距离 AD	107
3.4.2 度量值 Metric	107
3.4.3 负载均衡	108
3.5 最长匹配原则	108
3.6 习题	109

第 4 章 静态路由

4.1 静态路由概述	111
4.2 配置并验证静态路由	112
4.2.1 静态路由的命令	112
4.2.2 配置静态路由	113
4.2.3 验证静态路由和网络的连通性	113
4.2.4 删除静态路由	114
4.3 默认路由的应用	115
4.3.1 配置命令语法	115
4.3.2 使用默认路由作为指向 Internet 的路由	116
4.3.3 让默认路由代替大多数网段的路由	117
4.3.4 使用默认路由和路由汇总简化路由表	118
4.3.5 Windows 上的默认路由和网关	119
4.4 路由汇总	122
4.4.1 通过路由汇总简化路由表	122
4.4.2 路由精确汇总的算法	123
4.5 网络负载均衡	124
4.5.1 配置和验证网络负载均衡	124
4.5.2 另外一种网络负载均衡	126
4.6 实训案例	127
4.6.1 实验环境	127
4.6.2 实验目的	128
4.6.3 实验过程	128
4.7 习题	132

第5章 动态路由 134

5.1 动态路由概述.....	134
5.1.1 协议介绍.....	134
5.1.2 网络发现和路由表维护.....	135
5.1.3 动态路由协议的优缺点.....	135
5.2 动态路由协议的分类.....	136
5.2.1 IGP 和 EGP.....	137
5.2.2 距离矢量路由协议.....	138
5.2.3 链路状态路由协议.....	139
5.2.4 有类和无类路由协议.....	139
5.3 VLSM 和 CIDR.....	140
5.3.1 发展历程.....	140
5.3.2 有类寻址.....	141
5.3.3 无类寻址.....	142
5.3.4 VLSM.....	143
5.3.5 CIDR.....	145
5.4 路由环路.....	147
5.4.1 概述.....	147
5.4.2 路由环路的产生.....	147
5.4.3 定义最大度量以防止计数至无穷大.....	148
5.4.4 水平分割.....	149
5.4.5 路由毒化和抑制计时器.....	150
5.5 RIP.....	151
5.5.1 RIP 概述.....	151
5.5.2 RIP 定时器.....	151
5.5.3 RIP 的版本.....	152
5.5.4 RIP 消息格式.....	152
5.5.5 RIPv1 和 RIPv2 的配置.....	154
5.5.6 RIP 的验证.....	155
5.5.7 路由汇总.....	157
5.6 EIGRP.....	158
5.6.1 EIGRP 概述.....	158
5.6.2 EIGRP 特点.....	159
5.6.3 EIGRP 报文格式.....	160
5.6.4 EIGRP 维护的数据结构.....	161
5.6.5 DUAL 算法相关术语.....	163
5.6.6 DUAL 算法实例解析.....	164
5.6.7 EIGRP 的配置过程.....	167

5.6.8 EIGRP 的验证命令.....	169
5.6.9 EIGRP 的路由汇总.....	173
5.6.10 EIGRP 的负载均衡.....	174
5.7 OSPF.....	176
5.7.1 OSPF 简介.....	176
5.7.2 OSPF 的相关术语.....	177
5.7.3 OSPF 的网络类型.....	178
5.7.4 OSPF 的报文格式.....	179
5.7.5 OSPF 的路由器角色.....	181
5.7.6 OSPF 的数据结构.....	183
5.7.7 OSPF 的区域类型.....	186
5.7.8 OSPF 度量值的计算.....	188
5.7.9 OSPF 的配置过程.....	189
5.7.10 OSPF 的验证命令.....	191
5.7.11 OSPF 的路由汇总.....	193
5.7.12 OSPF 默认路由的发布.....	194
5.8 路由再发布.....	195
5.8.1 向网络内部传递默认路由.....	195
5.8.2 RIP 和 EIGRP 路由再发布.....	196
5.8.3 OSPF 和 EIGRP 路由再发布.....	198
5.9 实训案例.....	200
5.9.1 实验环境.....	200
5.9.2 实验目的.....	201
5.9.3 实验过程.....	201
5.10 习题.....	205

第6章 局域网..... 208

6.1 局域网设计.....	208
6.1.1 网络的分层设计.....	208
6.1.2 分层设计的优点.....	209
6.1.3 分层设计的原则.....	210
6.2 局域网组网设备.....	211
6.2.1 集线器.....	211
6.2.2 网桥.....	212
6.2.3 交换机.....	214
6.3 广播域和冲突域.....	216
6.4 交换机的基本设置.....	218
6.4.1 管理方式.....	218
6.4.2 配置模式及命令.....	218

6.5 实训案例	221
6.5.1 实验拓扑	221
6.5.2 实验目的	221
6.5.3 实验步骤	222
6.6 习题	224

第7章 虚拟局域网 VLAN 226

7.1 VLAN 概述	226
7.1.1 概念介绍	226
7.1.2 防范广播风暴	227
7.1.3 安全性	227
7.2 TRUNK 链路	228
7.2.1 标识 VLAN	228
7.2.2 ISL	229
7.2.3 802.1Q	229
7.3 VLAN 的操作	230
7.3.1 创建 VLAN	230
7.3.2 将接口分配到指定的 VLAN	231
7.3.3 设置 TRUNK 链路	231
7.3.4 VLAN 配置实例	233
7.3.5 验证 VLAN 的操作	234
7.4 VLAN 间通信	236
7.4.1 单臂路由	236
7.4.2 SVI	239
7.5 VTP	242
7.5.1 VTP 概述	242
7.5.2 VTP 模式	243
7.5.3 配置 VTP	245
7.5.4 验证 VTP	247
7.5.5 VTP 常见问题	249
7.6 链路聚合	251
7.6.1 EtherChannel 概述	251
7.6.2 PAgP 和 LACP 协议	251
7.6.3 使用 EtherChannel 配置链路聚合	252
7.6.4 验证 EtherChannel	254
7.7 私有 VLAN	255
7.7.1 私有 VLAN 概述	256
7.7.2 私有 VLAN 的配置	257
7.8 实训案例	259

7.8.1 实验环境	259
7.8.2 实验目的	260
7.8.3 实验步骤	260
7.9 习题	264

第8章 生成树协议 STP 265

8.1 STP 概述	265
8.2 STP 术语	267
8.3 STP 的操作	267
8.3.1 选举根桥	268
8.3.2 选举根端口	269
8.3.3 选举指定端口	272
8.3.4 选举非指定端口	274
8.3.5 拓扑发生变化	275
8.4 STP 的端口状态	276
8.5 优化生成树	278
8.5.1 调整网桥的 BID	278
8.5.2 快速端口 (PortFast)	279
8.5.3 快速上行链路 (UplinkFast)	280
8.6 验证 STP 的运行	281
8.7 STP 的运行模式	283
8.7.1 快速生成树	283
8.7.2 多生成树	285
8.7.3 调整生成树的模式	286
8.8 实训案例	287
8.8.1 实验环境	287
8.8.2 实验目的	288
8.8.3 实验过程	288
8.9 习题	291

第9章 使用 FHRP 保障网络的高可用性 292

9.1 FHRP 简介	293
9.2 HSRP	293
9.2.1 HSRP 概述	293
9.2.2 HSRP 的配置	295
9.3 VRRP	296
9.3.1 VRRP 概述	296
9.3.2 VRRP 的配置	298
9.4 GLBP	299

9.4.1	GLBP 概述	299	11.2	保护 Cisco IOS 路由器的安全	338
9.4.2	GLBP 的配置	302	11.2.1	路由器的密码安全	339
9.5	实训案例	303	11.2.2	路由器的安全访问管理	340
9.5.1	实验环境	303	11.2.3	路由器的安全加固	342
9.5.2	实验目的	304	11.3	访问控制列表 ACL	346
9.5.3	实验过程	305	11.3.1	防火墙的分类	346
9.6	习题	307	11.3.2	访问控制列表 ACL 简介	347
第 10 章 广域网		309	11.3.3	通配符掩码	349
10.1	广域网概述	309	11.3.4	标准访问控制列表	349
10.1.1	广域网术语	311	11.3.5	扩展访问控制列表	351
10.1.2	广域网连接类型	311	11.3.6	ACL 的语句顺序和放置位置	353
10.2	HDLC	314	11.3.7	使用访问控制列表保护路由器的安全访问	354
10.2.1	帧格式	314	11.4	网络地址转换 NAT	354
10.2.2	配置 HDLC	314	11.4.1	NAT 概述	355
10.3	PPP	315	11.4.2	NAT 术语	355
10.3.1	PPP 组件	315	11.4.3	NAT 的类型和设置	355
10.3.2	配置 PPP	317	11.4.4	使用 NAT 实现网络安全	358
10.3.3	PPP 认证	317	11.5	实训案例	358
10.4	Frame-relay	320	11.5.1	实验环境	358
10.4.1	概述	320	11.5.2	实验目的	360
10.4.2	常用术语	321	11.5.3	实验过程	360
10.4.3	寻址方式	323	11.6	习题	366
10.4.4	配置帧中继	324	第 12 章 IPv6		368
10.4.5	水平分割	325	12.1	IPv6 概述	368
10.5	实训案例	328	12.1.1	IPv4 的不足之处	369
10.5.1	实验环境	328	12.1.2	IPv6 的改进	370
10.5.2	实验目的	329	12.1.3	IPv6 协议栈	370
10.5.3	实验过程	330	12.1.4	IPv6 的地址格式和层次结构	371
10.6	习题	332	12.1.5	IPv6 的地址类型	372
第 11 章 网络安全		334	12.1.6	IPv6 中特殊的地址	373
11.1	网络安全简介	334	12.2	IPv6 的地址配置	373
11.1.1	网络中的安全隐患	334	12.2.1	启用 IPv6 协议	373
11.1.2	常见的网络攻击方式	335	12.2.2	手工配置 IPv6 地址	377
11.1.3	网络安全概述	336	12.2.3	无状态自动配置	379
11.1.4	网络安全的实施目标	336	12.2.4	有状态自动配置	382
11.1.5	从 OSI 参考模型来看网络安全	336	12.3	配置 IPv6 路由	384
11.1.6	典型的安全网络架构	337	12.3.1	配置 IPv6 静态路由	386

12.3.2	配置 RIPng	387	12.4.4	ISATAP 隧道	397
12.3.3	配置 OSPFv3	388	12.4.5	NAT64	400
12.3.4	配置 EIGRPv6	390	12.5	实训案例	402
12.4	IPv6 和 IPv4 共存	392	12.5.1	实验环境	402
12.4.1	双协议栈技术	392	12.5.2	实验目的	404
12.4.2	手工隧道	394	12.5.3	实验过程	404
12.4.3	6to4 隧道	396	12.6	习题	411

注：第 11 章和第 12 章是电子版内容，请读者扫描下方二维码自行下载。



思科互联网络操作系统（IOS）

网络在我们的生活中扮演着重要的角色，它正在不断改变着我们的生活、工作和娱乐方式。网络的核心是路由器，其作用是将各个独立的网络彼此连接起来，并负责不同网络之间的数据包传送。网络通信的效率在很大程度上取决于路由器的性能，即取决于路由器是否能以最有效的方式转发数据包。

第一台路由器是一台接口信息处理机（IMP），出现在美国国防部高级研究计划署网络（ARPANET）中。路由器的组成结构和计算机非常相似，它包含许多计算机中常见的硬件和软件组件。思科公司生产的路由器采用的操作系统软件称为 Cisco Internetwork Operating System（Cisco IOS），是一个专为网络互连优化的复杂的操作系统。Cisco IOS 会管理路由器的硬件和软件资源，包括存储器分配、进程、安全性和文件系统。Cisco IOS 可以被视为一个网络互联中枢：一个高度智能的管理员，负责管理和控制复杂的分布式网络资源，它允许你配置这些设备正常工作。

本章将会讲述如何使用 GNS3 软件在计算机上模拟 Cisco IOS 路由器的运行，并通过这个模拟的环境来熟悉 Cisco 命令行界面。当完全熟悉了 this 界面后，你将能够配置主机名、口令和更多其他的内容，并通过使用 Cisco IOS 来进行排错。

本章将带你快速掌握路由器的配置以及命令的使用。

本章主要内容：

- Cisco 路由器的组件和功能
- Cisco 路由器的启动过程
- Cisco 路由器的接口类型和管理方式
- Cisco 路由器操作系统的命名方式
- GNS3 模拟器的使用
- Cisco 路由器 CLI 的提示符和帮助机制
- Cisco 路由器的基本设置
- Cisco 路由器配置的验证方式

1.1 Cisco 路由器的硬件和 IOS

Cisco 路由器的硬件主要由中央处理器 CPU、内存、接口、控制端口等物理硬件和电路组成, 软件主要由路由器的 IOS 操作系统组成, Cisco 的 IOS 是一个可以提供路由、交换、网络安全以及远程通信功能的专有内核。第一版 IOS 是由 William Yeager 在 1986 年编写的, 它推动了网络应用的发展。Cisco 的 IOS 运行在绝大多数的 Cisco 路由器上和数量不断增加的 Cisco Catalyst 交换机上, 如 Catalyst 的 2950/2960 和 3550/3560 系列的交换机。

Cisco 路由器的 IOS 软件负责完成一些重要的工作, 包括:

- 加载网络协议和功能。
- 在设备间提供网络连接。
- 在控制访问中提供安全性, 防止未授权的网络使用。
- 为简化网络的增长和冗余备份提供可缩放性。
- 为连接到网络中的资源提供可靠性。

可以通过路由器的控制台接口、Modem 的辅助端口, 甚至 Telnet 来访问和配置 Cisco IOS 设备。通常将访问 IOS 命令行的操作称为 EXEC (执行) 会话。

1.1.1 Cisco 路由器的主要组件

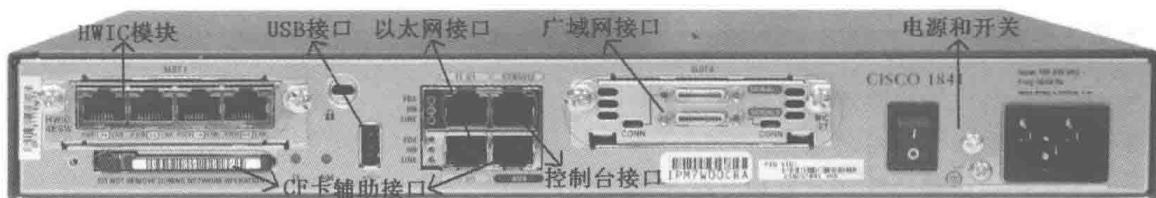
Cisco 路由器的正面面板比较简单, 主要是 LED 的指示灯, 如图 1-1 所示。



▲图 1-1 Cisco1800 系列路由器的正面视图

- SYS PWR: 系统电源 LED——稳定绿色的 LED 指示设备通电正常。
- SYS ACT: 系统活动 LED——物理接口上传输数据或监控系统活动时闪烁。

Cisco 路由器的背面面板主要是一些接口, 用来连接网络或管理设备, 如图 1-2 所示。



▲图 1-2 Cisco1800 系列路由器的背面视图

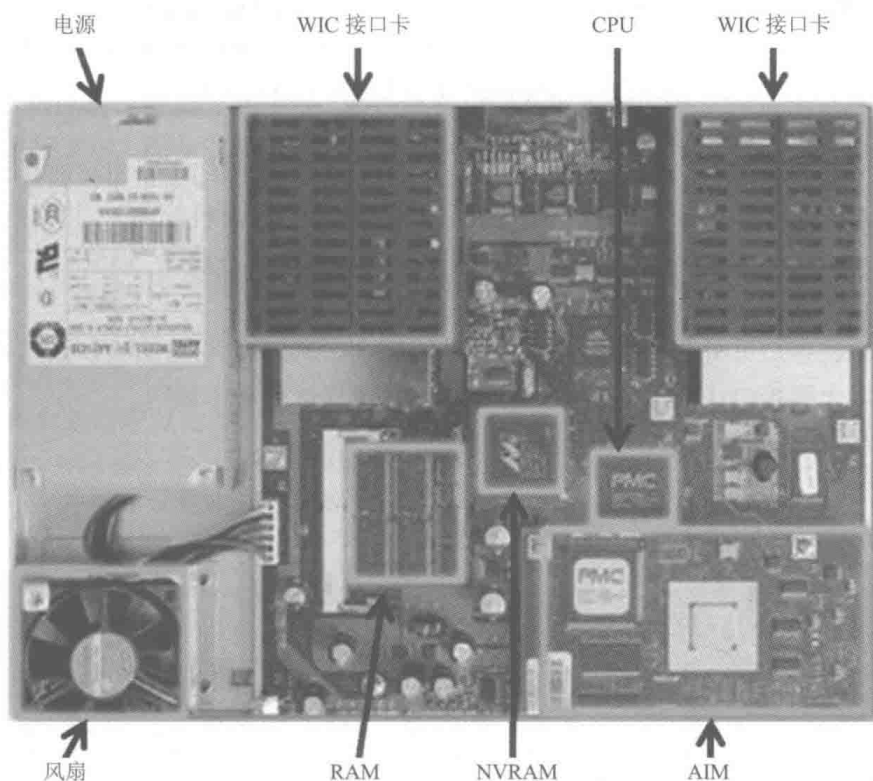
- HWIC 模块: 4 个 10/100M 自适应以太网接口交换模块。
- 以太网接口: 快速以太网接口, 用于局域网的连接。
- 广域网接口: 高速 WAN 接口, 用于多种类型的广域网连接。
- CF 卡: 外置闪存模块, 可以用于系统升级或对配置文件进行管理。

- 控制台接口：用于连接终端（如 PC），从而在终端设备上对路由器进行管理和配置。
- 辅助接口：控制台接口的备份，也可以通过远程拨号的方式来管理路由器。
- USB 接口：与传统控制台端口的功能相同，它只是提供了一种更加方便的访问串行控制台的方法，当某台计算机连接到 USB 总控时传统的控制台接口将被禁用。
- 电源开关：和 PC 机的电源系统一样，为路由器提供电力支持和控制。



提示：本小节是以 Cisco 1800 系列路由器为例进行说明的，不同系列的路由器外部视图差异很大，内部组件的基本结构都是非常类似的。

尽管路由器类型和型号多种多样，但每种路由器内部都有相似的组件，如图 1-3 和图 1-4 所示。



▲图 1-3 路由器内部主要组件的物理视图

- Flash（闪存）：非易失性存储器，路由器重新加载时并不擦除闪存中的内容，用于保存 Cisco 的 IOS。在大多数 Cisco 路由器型号中，IOS 是永久性存储在闪存中的，在启动过程中才复制到 RAM，然后再由 CPU 执行。某些较早的 Cisco 路由器型号则直接从闪存运行 IOS。闪存通常使用 SIMM 卡或 PCMCIA 卡，可以通过升级这些卡来增加闪存的容量。
- RAM（随机存取存储器）：用于保存数据包缓冲、ARP 高速缓存、路由表，以及路由器运行所需的软件和数据结构。路由器的运行配置文件存储在 RAM 中，并且有些路由器也可以从 RAM 运行 IOS，RAM 中的所有内容在断电后会被清除。
- ROM（只读存储器）：是一种永久性的存储器，是内嵌于集成电路中的固件，用来存储 Bootstrap、开机自检程序（POST）、监控程序、微型 IOS。路由器断电或重新启动，ROM 中的内容不会丢失。