

ZUWANG JISHU
SHIYAN SHIXUN JIAOCHENG

主 编◎段国云 黄 文

副主编◎邓小霞 朱凌志 景永霞 陈青青

组网技术 实验实训教程



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

组网技术实验实训教程

主 编 段国云 黄 文

副主编 邓小霞 朱凌志 景永霞 陈青青



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

组网技术实验实训教程 / 段国云, 黄文主编. —杭州:
浙江大学出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-308-13171-1

I. ①组… II. ①段… ②黄… III. ①计算机网络—高
等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 094503 号

组网技术实验实训教程

主 编 段国云 黄 文

副主编 邓小霞 朱凌志 景永霞 陈青霞

责任编辑 王元新

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州林智广告有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

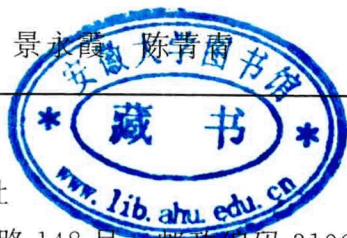
印 张 14.75

字 数 341 千

版 印 次 2014 年 6 月第 1 版 2014 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-13171-1

定 价 33.00 元



版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcb.tmall.com>

前 言

本书以计算机网络及相关课程理论为基础,在计算机组网技术的基础上,从网络工程设计的角度出发,由浅入深、循序渐进地介绍局域网组建过程中常用的网络技术。在编写过程中以实践教学为主线,将大中型局域网组建过程中需要用到的技术分解成多个具体的任务,以实际工程案例为参考进行教学引导,系统地阐述了每个任务实现的工作原理和设计方法,并以此任务为驱动,为每个知识点安排了对应的实验。

全书共4篇,精心设计了17个实验和5个实训项目,对3套模拟平台的使用进行了介绍;整个教学过程建议在48~86学时内完成,具体视所在专业的培养计划和教学要求而定。基础实验篇介绍交换机及路由器的基本原理和配置、VLAN技术、静态路由技术、RIP技术、ACL技术、NAT技术,这些都是在组建中小型局域网过程中常用的技术,是学习计算机组网技术课程必须掌握的知识点;扩展实验篇和进阶实验篇主要介绍STP技术、镜像技术、策略路由、OSPF技术、级联和堆叠技术,这些是在大型局域网的设计与管理中需要深入学习和使用的知识点;组网技术实训篇是根据工程背景设计网络,促使学习者利用所学知识解决实际工程项目问题,是对前期所学知识的检验及综合应用。为了给学习者提供一个好的环境,本书介绍了3款模拟软件,分别是Boson NetSim、Dynamips和Packet Tracer;建议学习者学习过程中遇到有关交换机的实验都在Packet Tracer中完成,有关路由器的实验都在Dynamips中完成,这样做的目的使学习者更好地掌握本书实验及相关知识。

本书内容翔实、步骤清晰、注重理论与实践的结合,可作为普通本科、高职高专等院校计算机类、教育技术类、通信和电子类专业的教材,也可作为计算机类专业技术人员和网络技术爱好者的参考书。读者通过阅读本书,可以循序渐进地全面学习、实验和掌握交换机、路由器的工作原理以及在局域网设计技术中的应用,通过分析、规

划实际的工程需求,培养学习者分析问题和解决问题的能力。

本书由黄文、段国云统一编写提纲及统稿,参加编写的还有邓小霞、朱凌志、景永霞和陈青青 4 位老师,分别承担了比较繁重的任务。在编写过程中,参考了大量相关的技术资料,吸取了许多同仁的宝贵经验;在编写和试用过程中,认真听取了计算机系多位同志提出的宝贵意见,并得到了湖南科技学院网络中心有益的帮助,以及计算机应用技术重点学科资助和湖南省教育厅 2014 年教学改革项目的资助,在此向所有为本书作出贡献的同行、同事表以衷心的感谢。

由于时间仓促,加之作者水平有限,书中难免存在疏忽和不妥之处,恳请各位专家和读者来信批评指正。作者 E-mail 为:Dguoyun@163.com。

段国云

2014 年 5 月

目 录

第 1 篇 基础实验

实验 1	交换机简介及配置	3
实验 2	路由器简介及配置	13
实验 3	简单局域网组建	24
实验 4	虚拟局域网	34
实验 5	三层交换实现 VLAN 间通信	47
实验 6	交换机、路由器操作系统的升级与修复	56
实验 7	静态路由和默认路由	64
实验 8	VLAN 下的单臂路由	75
实验 9	动态路由协议 RIP	81
实验 10	访问控制列表	92
实验 11	网络地址转换	100
实验 12	网络组建综合实验	108

第 2 篇 扩展实验

实验 13	镜像	127
实验 14	交换机的级联和堆叠	133
实验 15	策略路由	139

第 3 篇 进阶实验

实验 16 生成树协议	149
实验 17 OSPF 路由协议	167

第 4 篇 组网项目实训

实训 1 家庭局域网的组建	191
实训 2 小型局域网的组建	194
实训 3 大中型企业网络的组建	197
实训 4 大中型校园网的组建	201
实训 5 行业城域网的组建	206

附录 工具的使用	211
附录 A Boson NetSim	213
附录 B Dynamips	220
附录 C Packet Tracer	225
本书图标约定	228
参考文献	229
参考标准	230

第 1 篇 基础实验

■ 本篇概述

本篇共 12 个实验,其中基础知识练习实验 3 个,验证性实验 7 个,综合应用实验 2 个。主要介绍交换机和路由器的基本原理,并对它进行了验证。通过本篇的学习,学生可以掌握构建网络所需的基本技能。

■ 实验内容

- ✓ 交换机、路由器的简介、构成、升级及工作原理
- ✓ 虚拟局域网的作用和多个 VLAN 之间的通信
- ✓ 静态、动态和默认路由之间的区别、联系及应用
- ✓ 访问控制列表的原理及应用
- ✓ NAT 的分类、原理及应用
- ✓ 掌握中型局域网的设计要点、规划及实施方法

实验 1

交换机简介及配置

1.1 实验目的

- 熟悉交换机的结构,了解交换机的工作原理。
- 理解交换机的管理方式。
- 掌握交换机的基本配置及配置方式,能独立完成思科、锐捷等网络设备的基本配置。

1.2 实验内容^①

以 Cisco 2950(或 RG2126G)为例,通过超级终端、Telnet 等方式对交换机进行管理,配置交换机的 IP 地址,设置管理密码和交换机名称等基本信息,掌握交换机各种模式之间的灵活切换。

1.3 实验原理

1.3.1 交换机简介

交换机工作在 OSI 参考模型的第二层,即数据链路层,主要功能包括快速转发、接入、错误校验、帧序列以及流控。随着网络技术的发展,目前使用的交换机还具有 VLAN 支

^① 注:在实验中的命令有 Cisco(思科)和 RG(锐捷)两种命令版本。

持、链路汇聚、端口镜像、远程管理等新功能。

从外观看,交换机与集线器类似,具有多个端口,每个端口可连接一台计算机或其他网络设备。它们的区别在于工作方式不同:集线器是共享传输介质,同时有多个端口,传输数据时会发生冲突;而交换机内部采用背板总线交换结构,为每个端口提供独立的共享介质,每个端口就是一个冲突域。

以太网交换机在数据链路层进行数据转发时,读取数据帧中的 MAC(media access control)地址信息,根据帧中的 MAC 地址进行数据转发,其结构如图 1-1 所示。任何交换机出厂时,它的 MAC 表为空,加电后的工作步骤如下:

(1) 在数据交换进行过程中,交换机从某个端口收到一个数据帧并读取帧头中的源 MAC 地址,记录源 MAC 地址与端口的对应关系,并写入 MAC 地址表中。

(2) 交换机分析收到数据帧帧头中的目的 MAC,在地址表中查找相应的端口。如果表中有与此 MAC 地址对应的端口,则把数据包复制到该端口上;如果表中找不到相应的端口,则把数据包广播到所有的端口上。当目的机器对源机器回应时,把回应的数据帧的源 MAC 地址与相应端口的对应关系记录在 MAC 表中,以便下次查询。

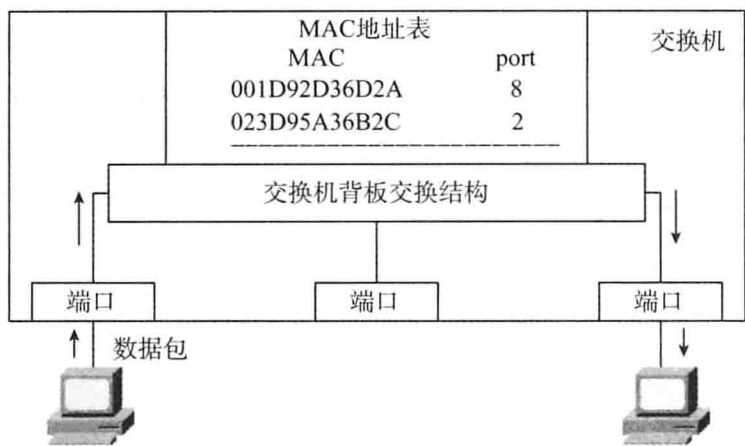


图 1-1 交换机结构

1.3.2 常用交换技术

(1) 端口交换。端口交换技术最早出现于插槽式集线器中。这类集线器的背板通常划分有多个以太网网段(每个网段为一个广播域),各网段间互不相通,需通过网桥或路由器相连。以太网模块插入后通常被分配到某个背板网段上,端口交换适用于将以太模块的端口在背板的多个网段之间进行分配。这样网络管理人员就可以根据网络的负载情况,将用户在不同网段之间进行分配。这种交换技术在 OSI 第一层(物理层)上完成,它并没有改变共享传输介质的特点。

(2) 帧交换。帧交换是目前应用最广泛的局域网交换技术之一,它通过对传统传输媒介进行微分段,提供并行传送的机制,减少网络的碰撞冲突域,从而获得较高的带宽。不同厂商的产品实现帧交换技术均有差异,但对网络帧的处理方式一般有存储转发式和直通式两种。

► 存储转发式(store-and-forward)。当一个数据包以存储转发的方式进入交换机时,交换机将读取足够的信息,其不仅能决定哪个端口将被用来发送该数据包,而且还能决定是否发送该数据包。这样就能有效地排除那些有缺陷的网络段,只对被读取帧进行校验和控制。

► 直通式(cut-through)。当一个数据包以直通模式进入交换机时,它的地址将被读取,接着不管该数据包是否为错误的格式,它都将被发送。

(3) 信元交换。信元交换的基本思想是采用固定长度(53 字节)的信元进行交换,便于用硬件实现交换,从而大大提高交换速度,尤其适合语音、视频等多媒体信号的有效传输。目前,信元交换的实际应用标准是 ATM(异步传输模式),但是 ATM 设备的造价较为昂贵,在局域网中的应用已经逐步被以太网的帧交换技术所取代。ATM 的带宽可达到 25 MB、155 MB、622 MB 甚至几 GB 的传输能力。

1.3.3 管理方法

交换机的管理方法主要针对可网管交换机。可网管交换机的管理方法有带外管理(out-of-band)和带内管理(in-band)两种。

(1) 带外管理。通过不同的物理通道传送管理控制信息和数据信息,两者完全独立,互不影响。如串行(console)口,就是用一条 9 芯串口线缆把 PC 机与交换机的串行口连接起来。采用这种方式,数据只在交换机和管理计算机之间传递,安全性高。

(2) 带内管理。控制信息与数据信息使用统一物理通道进行传送,可通过 HTTP、Telnet、SNMP 等网管软件及协议进行远程控制。其最大的缺陷是:当网络出现故障中断时,数据传输和管理都无法正常进行。

1.3.4 交换机分类

交换机是个庞大的家族,涵盖从几十元的家用桌面型交换机到几百万元的骨干网交换机。不同类的交换机结构、性能、价格、配置都不相同。交换机的分类标准多种多样,常见的有以下几种:

(1) 从端口结构上进行分类。可分为固定端口交换机、模块化端口交换机和线路卡结构交换机。一般低端的交换机为了节约成本和使用方便都将端口固化在交换机上;模块化端口交换机的端口能够进行替换、升级;在较高级别的交换机上一般采用线路卡结构,这种结构的交换机具有性能高、可扩展性强的特点。

(2) 从管理功能上进行分类。可分为可网管交换机和非网管交换机。低端的交换机成本较低,使用简单,不具备管理功能,只需要接通电源、连接网线即可工作。这种交换机在家庭局域网和小型办公环境中使用较多。可网管交换机的样式和性能也有很大差别,低端的可网管交换机只能简单地查看状态,而高端的可网管交换机命令结构非常复杂。具有管理功能的交换机能像路由器一样通过控制台和远程登录等方式连接,从而对交换机进行配置,同时也支持 SNMP 等网络管理协议。

(3) 从是否具备 VLAN 功能进行分类。可分为不支持 VLAN 功能交换机和支持 VLAN 功能交换机。一般功能简单的低端交换机不支持 VLAN 功能,无法在交换机上划分 VLAN;中高端交换机均支持 VLAN 功能,可以根据实际网络需求划分 VLAN,有些还具有 VLAN 间路由功能,即三层交换技术。

(4) 从设备工作层次上分类。可分为二层交换机、三层交换机和多层交换机。传统的二层交换机工作在 OSI 参考模型的第二层(数据链路层)上,它基于 MAC 地址转发数据帧;其结构简单、功能有限、价格便宜。三层交换机是在二层交换机的基础上整合了三层路由功能的交换机设备。它不但能基于 MAC 地址转发数据帧,还能根据数据包中的 IP 地址为数据包提供路由服务,能够将二层交换网络分割为多个广播域,从而为交换网络提供更强的扩展性和更好的性能。在结构更复杂的网络需求中,我们会使用多层交换机。它不但能提供三层交换机所能提供的所有功能,而且还能控制更高层的信息数据流,比如提取 TCP 数据包中的目的端口号,在多层交换机中对传输层以上的各层信息进行更加安全的过滤。

交换机除了上述分类方式外还有其他的分类方法,如从性能上可以分为高、中、低端不同类型的产品;从网络覆盖范围可分为广域网交换机、局域网交换机。

1.4 实验环境与设备

- Cisco 2950 或 RG2126G 1 台、已安装超级终端的 PC 1 台。
- Console 电缆 1 条、双绞线 1 条。
- 每组 1 位同学,操作 PC 进行设备配置。

1.5 实验组网(见图 1-2)

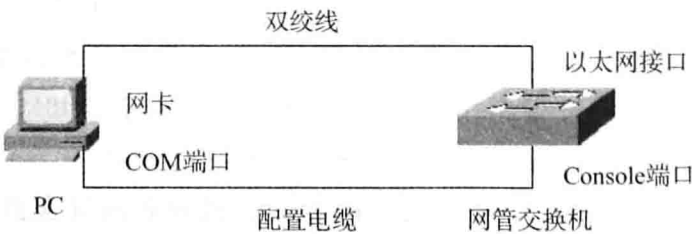


图 1-2 交换机管理方式

1.6 实验步骤

1.6.1 通过 Console 口配置

第一次使用交换机时,必须通过 Console 口连接对交换机进行配置。操作步骤如下:

步骤一:如图 1-2 所示,建立本地配置环境,将 PC 机(或终端)的串口通过配置电缆与以太网交换机的 Console 口相连接;再将 PC 机(或终端)的 RJ45 网络接口与交换机的任意一个 RJ45 端口相连。

步骤二:在 PC 机中运行超级终端程序,程序路径为:开始→程序→附件→通信→超级终端;设置终端通信参数波特率(每秒位数)为 9600 bps,数据位为 8,奇偶校验为无,停止位为 1,数据流控为无(见图 1-3);单击“确定”进入下一步。

步骤三:按要求将各电缆连接好,并保证交换机已启动。在超级终端窗口按 Enter 键,进入交换机的用户视图,并出现标识符 Switch>。如果交换机未启动,超级终端会自动显示交换机启动的整个过程。

在交换机首次加电使用时,交换机内部没有任何用户配置,这时交换机自动进入 Setup 交互式配置模式,也可以在特权模式下随时键入 Setup 进入交互式配置模式。这时用户只需简单回答系统的问题便可完成交换机的基本配置。但由于交互式方式只能配置有限数目的命令,我们建议按 Ctrl+C 组合键中断 Setup 交换模式,采用命令行方式进行配置。

步骤四:在此标识符下,可输入各类命令对以太网交换机进行配置或查看交换机的运行状态。如需帮助,则可输入“?”,屏上会显示当前状态下的所有命令。

上述配置过程采用 Windows 操作系统提供的 Hyperterm(超级终端)进行演示。在实际实验中,可利用 Secure CRT 等终端仿真程序进行连接。

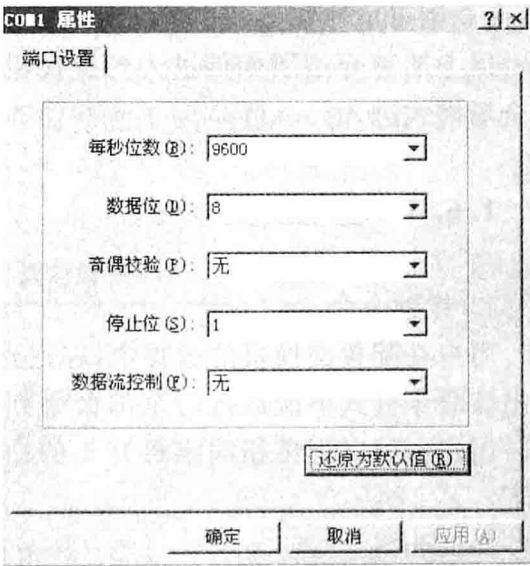


图 1-3 超级终端设置

1.6.2 命令行接口

思科、锐捷等系列以太网交换机向用户提供了一系列配置命令以及命令行接口,方便用户配置和管理以太网交换机。思科产品命令行接口使用等级结构模式,这个结构可登

录不同的模式来完成详细的配置任务。从安全的角度考虑,Cisco IOS 软件将 EXEC 会话分为用户(user)模式和特权(privileged)模式。

► 用户模式。用户模式仅允许运行基本的监测命令,在这种模式下不能改变交换机的配置,其命令提示符为 Switch>。

► 特权模式。特权模式可以运行所有的配置命令,在用户模式下访问特权模式需要密码,其命令提示符为 Switch#。

用户模式一般只允许用户显示交换机的基本信息而不能改变任何设置,要想使用所有的命令,就必须进入特权模式。在特权模式下,还可以进入到全局模式和其他特殊的配置模式,这些特殊模式都是全局模式的一个子集。

当交换机第一次启动成功后,会出现用户模式提示符 Switch>。从用户模式切换到特权模式需键入 Enable 命令(第一次启动交换机时不需要密码),这时交换机的命令提示符变为 Switch#,表示用户成功切换到特权模式。在特权模式下,键入 Configure Terminal 命令则可成功切换到全局配置模式。

以上简单介绍了如何进入到交换机的各种配置模式,其他特殊的配置模式都可以通过全局模式进入。

1.6.3 基本配置

1. 帮助命令

用户在配置交换机的过程中,忘记当前命令时,可随时在命令提示符下输入“?”,即可列出该命令模式下能运行的全部命令列表,也可按 Tab 键,对命令进行自动补齐剩余单词。用户也可以列出相同字母开头的命令关键字或者每个命令的参数信息。使用方法如下:

Switch> ?	//列出用户模式下所有命令
Switch# ?	//列出特权模式下所有命令
Switch> s?	//列出用户模式下所有以 S 开头的命令
Switch# show conf <Tab>	//自动补齐 conf 后剩余字母
Switch# show configuration ?	//列出命令的下一个关联的关键字

2. 模式的切换

Switch>enable	//用户模式切换到特权模式
Switch# Configure Terminal	//特权模式切换到全局模式

3. 配置密码

交换机的密码有虚拟终端(VTY)密码和特权模式密码。VTY 线路密码控制 Telnet 到交换机的访问;特权模式密码是为保护交换机特权模式而设置的密码,即 enable password/enable secret。enable password 配置的密码是明文;enable secret 配置的密码是密文,在交换机的配置清单中不显示其内容。当同时配置了 enable password 和 enable secret 时,后者生效。如表 1-1 所示。

表 1-1 密码的配置

说明	Cisco	RG
配置 VTY 密码	Switch(config) # line vty 0 15 Switch(config-line) # password password Switch(config-line) # login Switch(config-line) # end	Switch(config) # enable secret level level 0 15 password Switch(config) # end
配置 特权 密码	Switch(config) # enable password password enable secret password Switch(config) # end	

命令关键字解释：

- 在 Cisco 命令中,0 15 是指用户级别,是普通用户级别,如果不指明用户的级别则缺省为 15 级(最高授权 1 15 级别)。
- 在 RG 命令中,level 表示用户权限级别,取值为 1~15,1 是普通用户级别,如果不指明用户的级别则缺省为 15 级(最高授权级别);0|5,0 表示不加密,5 为 RG 私有的加密算法。如果选择了加密类型,则必须输入加密后的密文形式的口令,密文固定长度为 32 个字符。

4. 配置系统日期时间(见表 1-2)

表 1-2 配置系统日期时间

说明	Cisco	RG
设置时钟	Switch# Clock set {hh: mm: ss day month year}	Switch # clock set hh: mm: ss day month year
显示时钟	Switch# show clock	Switch# show clock

命令关键字解释：

hh: mm: ss: 小时(24 小时制)、分钟和秒。

day: 日,范围 1~31。

month: 月,范围 1~12。Cisco 设备为每月的英文单词,RG 设备为数字。

year: 年,注意不能使用缩写。

例如：将系统时钟设置为年月日下午点分：2009 年 8 月 6 日 15 时 20 分 58 秒,设置完后查看系统时钟。

Switch#clock set 15:20:58 6 August 2009

Switch# show clock

显示结果：

15:21:00.643 UTC Thu Aug 6 2009

表示年月日点分秒,星期四。

5. 配置交换机名

Switch(config) # hostname switchname //交换机名为 switchname

命令关键字解释:

Switchname 为系统名,名称必须由可打印字符组成,长度不能超过 255 字节。

例如:配置交换机名为 lab

```
Switch(config)# hostname lab
```

```
lab(config)#
```

6. 配置保存

```
Switch# write
```

```
Switch# copy running-config startup-config //将 RAM 中的当前配置保存到 NVRAM 中
```

命令关键字解释:

Write 和 copy running-config startup-config

功能一样,只是为了保留老用户命令系统的习惯。

7. 查看命令

```
Switch# show version //查看版本信息
```

```
Switch# show running-config //在特权模式下显示现行配置文件内容
```

```
Switch> show int //在普通模式下显示接口配置
```

```
Switch# show vlan //查看 VLAN 信息
```

关于查看命令,在交换机系统中有多个子项,可在特权模式下输入“show ?”列出所有子项。

8. 恢复出厂设置

方法一:

```
Switch# delete config.text //删除配置文件 config.text
```

```
Delete filename [config.text]? config.text //确认删除配置文件文件名
```

设备中配置了 VLAN,在恢复时需删除 VLAN 配置文件:

```
Switch# delete vlan.dat //删除配置文件 vlan.dat
```

```
Delete filename [vlan.dat]? vlan.dat //确认删除配置文件文件名
```

方法二:

```
Switch# Write erase //清除设备配置
```

9. 重启交换机

```
Switch# reload
```

```
System configuration has been modified. Save? [yes/no]: yes
```

//是否保存当前配置文件

```
Building configuration...
```

1.6.4 通过 Telnet 配置

用户通过串行口已正确配置了以太网交换某个 VLAN(常指管理 VLAN,默认为 VLAN1)接口的 IP 地址(在 VLAN 接口视图下使用 IP address 命令),并已指定与终端