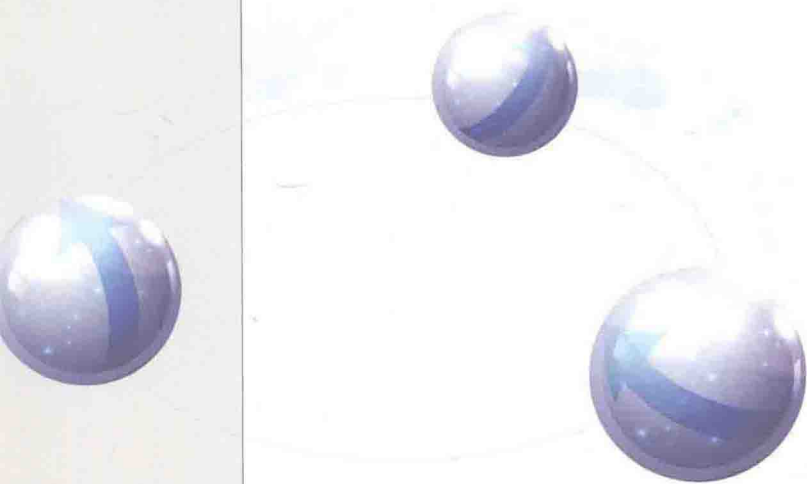


全国高职高专教育规划教材

路由 与交换技术

洪 应 李京文 主 编



全国高职高专教育规划教材

路由与交换技术

Luyou yu Jiaohuan Jishu

洪 应 李京文 主 编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是全国高职高专教育规划教材,也是国家示范性高职院校建设项目成果。

本书系统地介绍了网络互连的路由与交换两种技术,内容包括以太网的传输介质、二层交换技术、三层交换技术、路由策略以及网络安全策略。

本书在结构上采用项目化方式组织,共分6个任务19个单元,任务为线,单元为点,通过单元的操作与学习掌握路由器、交换机等网络设备的配置技术;通过任务将单元组织起来,使之系统化,每个任务配置相关知识链接部分,读者可以根据需要选择阅读。

本书可以作为高职高专院校计算机网络技术专业教材,也适用于从事计算机应用技术、通信技术等相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

路由与交换技术/洪应,李京文主编. —北京:高等教育出版社,2012.2

ISBN 978-7-04-026970-3

I. ①路… II. ①洪…②李… III. ①计算机网络—路由选择—高等职业教育—教材②计算机网络—信息交换机—高等职业教育—教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 008349 号

策划编辑	许兴瑜	责任编辑	许兴瑜	封面设计	于涛	版式设计	杜微言
插图绘制	尹莉	责任校对	王雨	责任印制	张泽业		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京机工印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 13.5
字 数 320千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2012年2月第1版
印 次 2012年2月第1次印刷
定 价 22.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 26970-00

前 言

本书以“培养学生动手能力,锻炼学生的职业技能”为指导思想而编写,主要介绍网络互连中的路由与交换技术。

本书编写的背景是如何在高职院校建设适宜学生、教师和实验实训场景的教材。其一,学生通过该教材能学到职业技能和必备的专业知识;其二,教师使用本书更容易组织教学;其三,在现有的实验实训条件下让设备的作用发挥到极限。

本书依据安徽职业技术学院电气工程系老师们在国家示范性高职院校建设项目所做的工作,依托华为 3Com 公司。具体的编写过程是:在与华为 3Com 公司共建计算机网络实验室时就编写了既不同于传统的实验指导书又不同于现有“知识体系”的教学用讲义,该讲义既适合学生阅读又适合学生训练职业技能;通过该讲义多个教学周期的实践,我们依据安徽职业技术学院示范专业的建设规划,充分吸收学生反馈的意见、教师在教学过程中一些思索以及华为 3Com 公司技术人员的合理建议,整理编写了本书。

本书以任务和任务内的单元为架构,通过单元的若干操作训练达到训练技能的目的,单元训练由简单到复杂,当完成复杂的单元训练后,学生就掌握了该任务的综合技能。为了便于阅读和教学,每个任务有“相关知识链接”,学生可以根据自己的需要在“相关知识链接”部分找到与课程内容相关的知识帮助,以加深对知识的理解。相关知识链接有广度和深度,不同能力的学生可选择不同的内容去阅读。

全书共 6 个任务 19 个单元,每个单元的操作都已经在设备上运行通过。

本书是很多人共同努力的结果。李京文编写了本书的任务 1、任务 2 和任务 4,洪应编写了本书的任务 3、任务 5 和任务 6,洪应负责统稿。在本书编写过程中,李雪教授提供了大力支持并提出很多优秀建议,教务处花冬梅老师为本书的出版做了大量的工作,金海公司的李峰工程师为本书的编写提供了很多技术资料,为本书提供帮助的还有汪采萍、李军、胡继胜、宋国富、董武、袁春雨、常辉、张栩。由于本书的编写方式还是一种探索,难免存在疏漏之处,敬请各位读者批评指正,并对今后的修改提出建议,编者的 E-mail 为 hongying189@189.cn。

编者

2012 年 1 月

目 录

任务 1 认识实验设备、网络拓扑图， 分配设备的 IP 地址

单元 1 认识实验设备	2
【认识 1】认识交换机	2
【认识 2】认识路由器	5
【认识 3】认识网络拓扑图	6
【认识 4】设备各端口 IP 地址的分配	7
相关知识链接	11
一、以太网交换机简介	11
二、路由器简介	11
三、网络基础知识	12
四、IP 地址	13

任务 2 传输介质

单元 1 双绞线线缆的连接	16
【操作训练 1】直连线的制作	16
【操作训练 2】交叉线的制作	18
单元 2 两台 PC 对等网的组建	21
【操作训练】对等网的连接与测试	21
相关知识链接	26
一、常用的网络接口	26
二、常用的传输介质	27
三、局域网的物理层规范	28
四、广域网的物理层规范	30

任务 3 交换机的配置

单元 1 通过 Console 口配置交换机	34
【操作训练】通过 Console 口配置交换机	34
单元 2 交换机端口的配置	39
【操作训练】配置交换机的端口	39
单元 3 交换机的远程登录	41
【操作训练】交换机的远程登录	41
单元 4 交换机端口的聚合	45
【操作训练】聚合交换机端口	45

单元 5 VLAN 的配置	47
【操作训练 1】在同一交换机上划分 VLAN	47
【操作训练 2】在不同的交换机上划分 VLAN	48
单元 6 VLAN 间路由	50
【操作训练】通过三层交换机实现 VLAN 间路由	50
相关知识链接	53
一、TCP/IP 协议与 OSI 参考模型	53
二、以太网简介	53
三、IEEE 802.3	54
四、交换技术	55
五、Quidway 系列交换机视图	59
六、以太网交换机的用户及权限	61
七、交换机端口	63
八、VLAN	64
九、生成树协议	66

任务 4 路由器

单元 1 路由器的基本配置	70
【操作训练 1】通过 Console 口配置路由器	70
【操作训练 2】远程登录配置路由器	77
单元 2 静态路由配置	80
【操作训练】静态路由的配置	80
单元 3 RIP 动态路由配置	94
【操作训练】RIP 动态路由的配置	94
单元 4 RIP 协议下的全网互连互通 (带 VLAN)	109
【操作训练】RIP 协议和 VLAN 的综合配置	109
单元 5 OSPF 动态路由配置	126
【操作训练】OSPF 动态路由配置	126
单元 6 OSPF 和 RIP 协议下的全网通	139

【操作训练】多种路由协议的	
使用	139
相关知识链接	145
一、IP 协议	145
二、ICMP 协议	145
三、路由器命令功能	146
任务 5 广域网配置	151
单元 1 PPP 协议的 PAP 验证和	
CHAP 验证	152
【操作训练 1】PPP 协议的 PAP	
验证	152
【操作训练 2】PPP 协议的 CHAP	
验证	153
相关知识链接	156
一、HDLC 协议原理	156
二、PPP 协议	156
三、X.25 协议	163
四、帧中继协议	165
任务 6 实现网络安全	179
单元 1 基本访问控制列表	180
【操作训练】配置和应用基本访问	
控制列表	180
单元 2 高级访问控制列表	182
【操作训练 1】配置和应用高级访	
问控制列表 IP 访问	
规则	182
【操作训练 2】配置和应用高级访问	
控制列表上层协议访	
问规则	182
单元 3 网络地址转换	185
【操作训练 1】直接使用接口的 IP	
地址作为转换后的	
源地址	185
【操作训练 2】使用地址池实现网络	
地址转换	186
相关知识链接	188
一、访问控制列表	188
二、防火墙	195
三、地址转换	198
四、访问列表和地址转换的综合	
应用举例	204
参考文献	207

任务 1

认识实验设备、网络拓扑图， 分配设备的 IP 地址

【任务要点】

- 认识二层交换机及其端口。
- 认识三层交换机及其端口。
- 认识路由器及其端口。
- 读懂网络拓扑图。
- 分配设备的 IP 地址。

单元 1 认识实验设备

【学习目标】

- 能够识别交换机的各种端口。
- 能够识别路由器的各种端口。
- 能够读懂网络拓扑图。
- 具备正确分配互连网络 IP 地址的能力。

【认识 1】认识交换机

本单元以 E017 - FE 系列以太网二层交换机和 S3900 系列以太网三层交换机为例对交换机进行说明。

1. 交换机后面板

(1) 二层交换机后面板

E017 - FE 系列以太网二层交换机后面板如图 1 - 1 所示,后面板主要有电源插座和接地端子。

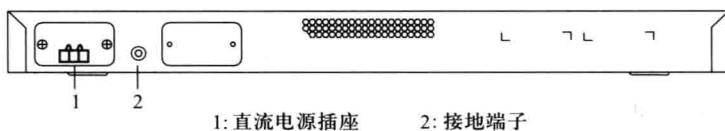


图 1 - 1 E017 - FE 系列以太网二层交换机后面板

(2) 三层交换机后面板

S3900 系列以太网三层交换机后面板如图 1 - 2 所示,后面板主要有电源插座和接地端子。

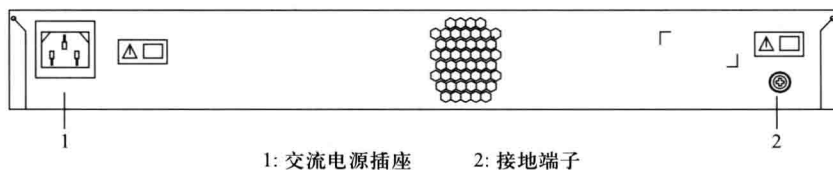


图 1 - 2 S3900 系列以太网三层交换机后面板

2. 交换机的接口与指示灯

(1) 二层交换机接口与指示灯

E017 - FE 系列以太网二层交换机前面板有 16 个以太网端口,用于连接以太网设备;1 个 Console 口,用于配置交换机;以及交换机工作状态指示灯。E017 - FE 系列以太网二层交换机前面板如图 1 - 3 所示。

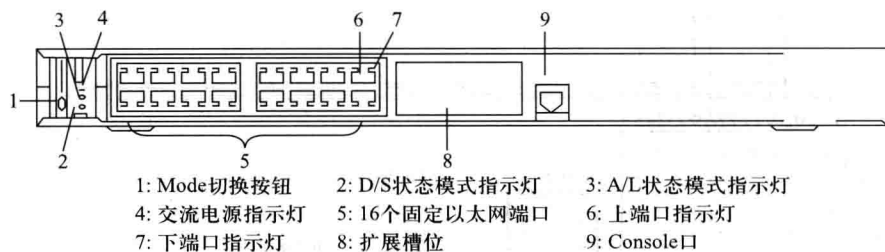


图 1-3 E017-FE 系列以太网二层交换机前面板

为方便用户监控交换机的运行情况, E017-FE 系列以太网二层交换机前面板上有 1 个交流电源指示灯, 用于指示电源是否接通; 2 个模式指示灯, 用于指示交换机的工作模式; 16 个 10/100 M 端口状态指示灯, 用于指示交换机端口的工作状态。指示灯的含义如表 1-1 所示。

表 1-1 E017-FE 系列以太网二层交换机前面板指示灯的含义

指示灯	面板表示	状态		含义	
交流电源指示灯	PWR	亮		交换机已经正常启动	
		灭		交换机断电	
模式指示灯	Mode	速率模式	绿色常亮	10/100 M 端口速率	
		双工模式	黄灯常亮	10/100 M 的双工模式	
10Base-T/ 100Base-TX 端口指示灯		速率模式	绿色	亮	端口 100 Mbit/s 连接
				闪烁	端口接收或发送数据
			黄色	亮	端口 10 Mbit/s 连接
				闪烁	端口接收或发送数据
			黄色闪烁 (3 Hz)		端口加电自检失败
			灭		端口没有连接
		双工模式	绿色	亮	端口为全双工
				闪烁	端口接收或发送数据
			黄色	亮	端口为半双工
				闪烁	端口接收或发送数据
黄色闪烁 (3 Hz)			端口加电自检失败		
灭		端口没有连接			

(2) 三层交换机接口与指示灯

S3900 系列以太网三层交换机前面板由以太网端口、Console 口和指示灯组成, 如图 1-4 所示。

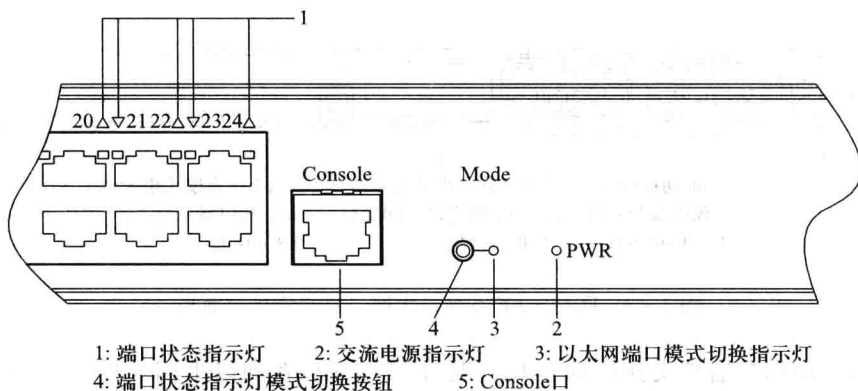


图 1-4 S3900 系列以太网三层交换机前面板

为方便用户监控交换机的运行情况,S3900 系列以太网三层交换机前面板上有 1 个交流电源指示灯,用于指示电源的开关;1 个模式指示灯,用于指示交换机的工作模式;24 个 10/100 M 自适应端口以及端口状态指示灯。指示灯的含义如表 1-2 所示。

表 1-2 S3900 系列以太网三层交换机前面板指示灯的含义

指示灯	面板表示	状态		含义	
交流电源指示灯	PWR	绿色常亮		交换机已经正常启动	
		绿色闪烁		系统正在加电自检或下载软件	
		红色常亮		系统加电自检失败,故障	
		黄色闪烁		部分端口加电自检失败,功能失效	
		灭		交换机断电	
模式指示灯	Mode	速率模式	绿色常亮	10/100 M 端口速率	
		双工模式	黄灯常亮	10/100 M 的双工模式	
10Base-T/ 100Base-TX 端口指示灯		速率模式	绿色	亮	端口 100 Mbit/s 连接
				闪烁	端口接收或发送数据
			黄色	亮	端口 10 Mbit/s 连接
				闪烁	端口接收或发送数据
			黄色闪烁(3 Hz)		端口加电自检失败
		灭		端口没有连接	
		双工模式	绿色	亮	端口为全双工
				闪烁	端口接收或发送数据
			黄色	亮	端口为半双工
				闪烁	端口接收或发送数据
黄色闪烁(3 Hz)			端口加电自检失败		
灭		端口没有连接			

【认识2】认识路由器

本单元以 AR28-09 路由器为例进行介绍,在学习路由器配置之前,先认识这一路由器的组成。

1. AR28-09 路由器前面板与指示灯

AR28-09 路由器前面板安装有 6 个状态指示灯和 1 个电源指示灯,用于指示路由器的工作状态,如图 1-5 所示,指示灯状态说明如表 1-3 所示。

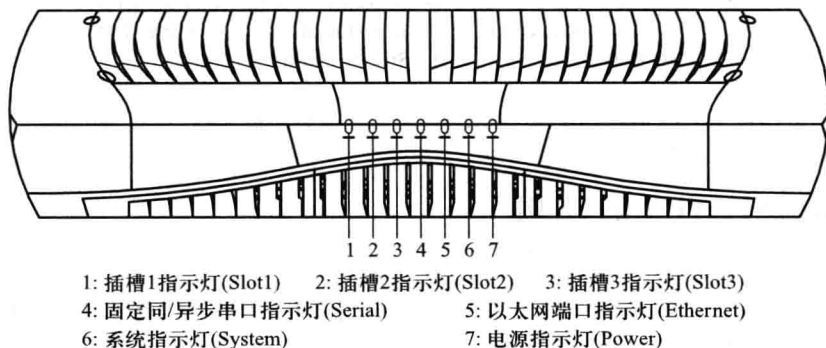


图 1-5 AR28-09 路由器前面板

表 1-3 AR28-09 路由器指示灯说明

指示灯	正常运行时含义
Slot1	灯亮表示接口模块可以正常工作,灯灭表示当前槽位没有安装模块或模块不能正常工作
Slot2	灯亮表示接口卡可以正常工作,灯灭表示当前槽位没有安装接口卡或接口卡不能正常工作
Slot3	灯亮表示接口卡可以正常工作,灯灭表示当前槽位没有安装接口卡或接口卡不能正常工作
Serial	显示串口收发数据的状态。灯灭表示没有数据收发,灯闪烁表示正在收发数据
Ethernet	显示固定以太网口收发数据的状态。灯灭表示没有数据收发,灯闪烁表示正在收发数据
System	灯闪烁表示系统正常运行。灯常亮或灯常灭表示系统工作不正常
Power	电源指示灯,上电时点亮

2. AR28-09 路由器后面板

AR28-09 路由器后面板由以太网端口、串口、Console 口、备份口以及各种插槽和电源接口组成,如图 1-6 所示。

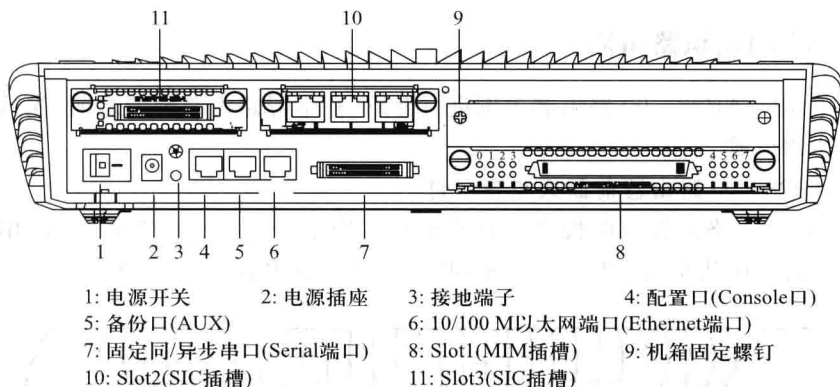


图 1-6 AR28-09 路由器后面板

【认识 3】认识网络拓扑图

1. 分组拓扑图

图 1-7 所示的是由 3 台路由器、1 台三层交换机、2 台二层交换机组成的一个分组的网络拓扑图。

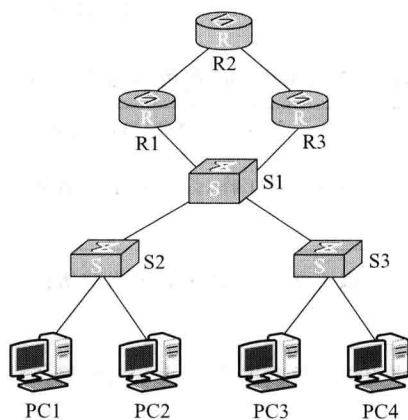


图 1-7 分组的网络拓扑图

图 1-7 中设备名称如表 1-4 所示。

表 1-4 设备名称

标记	名称	接口
R1、R3	路由器	有一个串口(Serial)和一个以太网端口(Ethernet)
R2	路由器	有两个串口(Serial)和一个以太网端口(Ethernet)
S1	三层交换机	有 24 个 10/100 M 自适应以太网端口,两个 10/100/1 000 M 自适应以太网端口,两个光口扩展槽

续表

标记	名称	接口
S2、S3	二层交换机	有 16 个 10/100 M 自适应以太网端口
PC1~PC4	PC	

2. 完整的拓扑图

图 1-8 所示为由 6 个分组拓扑图(A 组~E 组)组成完整的拓扑图。

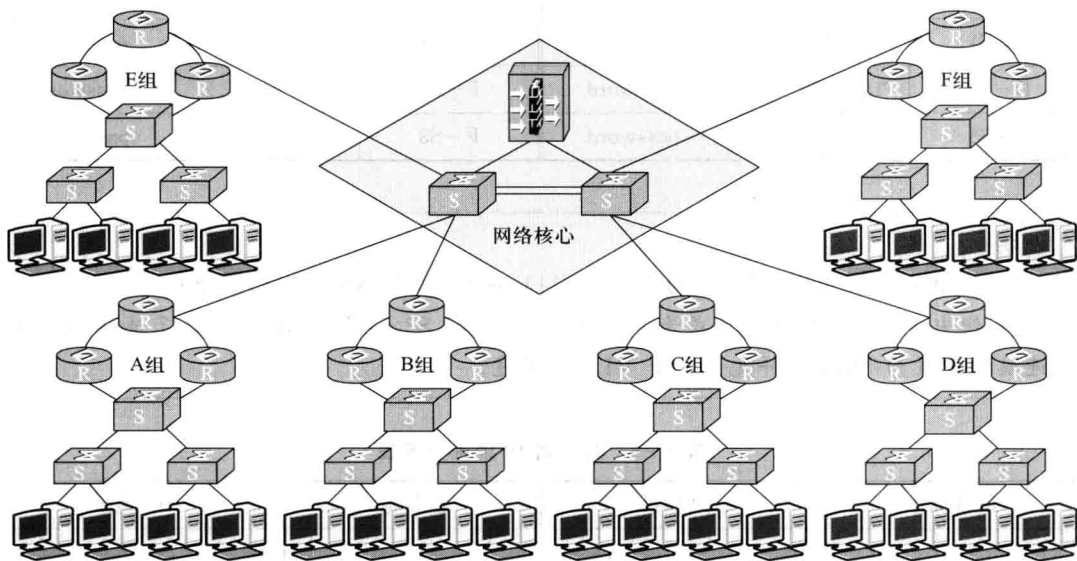


图 1-8 完整的网络拓扑图

通过本课程的学习,6 个分组之间相互协作,完成路由器、交换机的配置,实现图 1-8 中所有设备之间的互连互通。

【认识 4】设备各端口 IP 地址的分配

网络配置最基本的要求是网内 IP 地址不能重复。配置图 1-8 中的设备,使得所有的设备之间能够相互通信。为了避免配置时因为 IP 地址的混乱而引起不必要的麻烦,这里提供了针对图 1-8 的 IP 地址分配表,如表 1-5 和表 1-6 所示。

表 1-5 各分组交换机 IP 地址分配表

设备标识	管理 IP 地址	登录密码	设备标识	管理 IP 地址	登录密码
A 组			B 组		
A-S1	192.168.1.1	password	B-S1	192.168.2.1	password
A-S2	192.168.1.2	password	B-S2	192.168.2.2	password
A-S3	192.168.1.3	password	B-S3	192.168.2.3	password

续表

设备标识	管理 IP 地址	登录密码	设备标识	管理 IP 地址	登录密码
C 组			E 组		
C-S1	192.168.3.1	password	E-S1	192.168.5.1	password
C-S2	192.168.3.2	password	E-S2	192.168.5.2	password
C-S3	192.168.3.3	password	E-S3	192.168.5.3	password
D 组			F 组		
D-S1	192.168.4.1	password	F-S1	192.168.6.1	password
D-S2	192.168.4.2	password	F-S2	192.168.6.2	password
D-S3	192.168.4.3	password	F-S3	192.168.6.3	password

说明:

① 各组中交换机管理 VLAN 为 VLAN 111,地址为 VLAN 111 的虚地址。

② 各组中 3 台交换机连接方式为:S1-E1/0/5 连接 S2-E0/3,S1-E1/0/7 连接 S3-E0/3,互连端口设置为 Trunk,并允许所有 VLAN 通过。

表 1-6 路由器 IP 地址分配表

设备标识	IP 地址	设备标识	IP 地址
A 组		B 组	
A-R1 S0/0	192.0.1.X	B-R2 S0/0	192.0.4.X
A-R1 E0/0	202.0.1.X	B-R2 S3/0	192.0.5.X
A-R2 S0/0	192.0.1.X	B-R2 E0/0	202.0.5.X
A-R2 S3/0	192.0.2.X	B-R3 S0/0	192.0.5.X
A-R2 E0/0	202.0.2.X	B-R3 E0/0	202.0.6.X
A-R3 S0/0	192.0.2.X	B-VLAN2 端口	202.1.4.X
A-R3 E0/0	202.0.3.X	B-VLAN3 端口	202.1.5.X
A-VLAN2 端口	202.1.2.X	Virtual-Template1	198.1.4.X
A-VLAN3 端口	202.1.3.X	Virtual-Template2	198.1.5.X
Virtual-Template1	198.1.1.X	C 组	
Virtual-Template2	198.1.2.X	C-R1 S0/0	192.0.7.X
B 组		C-R1 E0/0	202.0.7.X
B-R1 S0/0	192.0.4.X	C-R2 S0/0	192.0.7.X
B-R1 E0/0	202.0.4.X	C-R2 S3/0	192.0.8.X

续表

设备标识	IP 地址	设备标识	IP 地址
C 组		E 组	
C - R2 E0/0	202.0.8.X	E - R2 S0/0	192.0.13.X
C - R3 S0/0	192.0.8.X	E - R2 S3/0	192.0.14.X
C - R3 E0/0	202.0.9.X	E - R2 E0/0	202.0.14.X
C - VLAN2 端口	202.1.7.X	E - R3 S0/0	192.0.14.X
C - VLAN3 端口	202.1.8.X	E - R3 E0/0	202.0.15.X
Virtual - Template1	198.1.7.X	E - VLAN2 端口	202.1.13.X
Virtual - Template2	198.1.8.X	E - VLAN3 端口	202.1.14.X
D 组		Virtual - Template1	198.1.13.X
D - R1 S0/0	192.0.10.X	Virtual - Template2	198.1.14.X
D - R1 E0/0	202.0.10.X	F 组	
D - R2 S0/0	192.0.10.X	F - R1 S0/0	192.0.16.X
D - R2 S3/0	192.0.11.X	F - R1 E0/0	202.0.16.X
D - R2 E0/0	202.0.11.X	F - R2 S0/0	192.0.16.X
D - R3 S0/0	192.0.11.X	F - R2 S3/0	192.0.17.X
D - R3 E0/0	202.0.12.X	F - R2 E0/0	202.0.17.X
D - VLAN2 端口	202.1.10.X	F - R3 S0/0	192.0.17.X
D - VLAN3 端口	202.1.11.X	F - R3 E0/0	202.0.18.X
Virtual - Template1	198.1.10.X	F - VLAN2 端口	202.1.16.X
Virtual - Template2	198.1.11.X	F - VLAN3 端口	202.1.17.X
E 组		Virtual - Template1	198.1.16.X
E - R1 S0/0	192.0.13.X	Virtual - Template2	198.1.17.X
E - R1 E0/0	202.0.13.X		

说明:表 1-6 中 X 的取值为 1~254 之间的任意值,但在同一网段中,X 的值不能重复。

【技能检验】

1. 识别图 1-7 中各端口,并将使用到的端口名称填入表 1-7 中。

表 1-7 技能检验 1

端口编号	端口名称

2. 识别图 1-8 中各端口,并将使用到的端口名称填入表 1-8 中。

表 1-8 技能检验 2

端口编号	端口名称

【课后思考】

1. 交换机工作在网络中的哪一层?
2. 路由器工作在网络中的哪一层?
3. IP 地址如何划分? 网络中能否出现重复的 IP 地址?

相关链接

一、以太网交换机简介

1. 以太网简介

以太网由施乐公司 PARC 研究中心的 Bob Metcalfe 于 1973 年 5 月 22 日首次提出,其技术不断创新与发展,已经成为世界上最流行的局域网。

传统的共享式以太网通过将用户连接到中继器实现资源共享,但是随着通信量和用户数的增加,超出一定数量时会造成碰撞冲突。

冲突不是以太网中的故障,而是作为流控的一种形式成为以太网操作的正常组成部分,它带来快速而又自动的重新发送调整。然而,随着通信量和用户数的增加,冲突率也不断地增加,使得有效带宽减少,网络性能降低,导致用户服务的响应时间变长。

大多数网络协议都利用广播来提供网络信息,而广播包到达所有的计算机,计算机必须处理这些广播包,大大浪费了处理器的性能。另外,在共享式网络中,安全问题得不到保证,由于所有数据包到达中继器后往所有端口广播,信息很容易被窃取。

随着技术的更新,网络也在不断地发展,性能更优的计算机产生了。网络不再仅仅用于发送电子邮件,声音、图像伴随着数据在网络上应运而生,此时对网络带宽的需求越来越高。对网络分段便是获得高带宽的一种有效途径。目前主要用路由器和交换机完成以太网分段。

2. 以太网交换机简介

交换机工作在数据链路层。交换机是较经济实用的一种以太网分段的技术。以太网交换机能够实现高速数据交换,各个端口完全独享带宽,使网络的可用带宽得到很大的提高。以太网交换机价格低廉,易于安装和操作。

以太网交换机工作方式有半双工工作方式和全双工工作方式。

① 半双工工作方式:以太网利用载波监听多路访问/冲突检测(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect,CSMA/CD)介质访问机制实现半双工流量控制。

② 全双工工作方式:全双工以太网技术为发送电路和接收电路提供了直接连接,这样没有了冲突,消除了竞争,性能也得到了很大的提高。

利用以太网交换机可以构建虚拟网。虚拟网能将连接在同一个物理网络上的主机分组,使它们看起来就像连接在不同的网络上。

使用虚拟网,可以限制网上的计算机互相访问的权限,各个网段可以共用同一套网络设备,节约了网络硬件的开销,同时也便于迁移,从而降低了成本。

二、路由器简介

路由器是一种用于网络互连的计算机设备,它工作在开放系统互连(Open