

大学计算机科学实验教学示范中心教材



总主编 张为群



交换与路由技术实验

JIAO HUAN YU LU YOU JI SHU SHI YAN

主编 唐明 刘盛弘

副主编 陆渝 崔贯勋 李仕锋

西南师范大学出版社

内容简介

本书较系统全面地介绍了目前高校实验教学中交换与路由技术的基本配置技术,以 H3C 系列网络设备为硬件平台,从实战出发,以实验为依托,详细介绍了交换机、路由器等网络设备的配置。全书共分 6 章,由 30 多个实验构成,内容涵盖了组建局域网、广域网的主要技术知识、中低端交换机和路由器的基本配置、无线局域网和简单网络故障排除等。

本书可作为本科院校计算机网络教学的参考教材,也可作为交换与路由实验的实验教学教材和实验指导教材,还可供从事计算机网络相关工作的技术人员参考。

本书加入了“H3C 授权认证参考教材”计划,已被列为“H3C 推荐认证培训/网络学院参考书目”,建议有意考取 H3C 认证的人士参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

交换与路由技术实验/唐明 刘盛弘主编. —重庆:西南
师范大学出版社,2008.6

ISBN 978-7-5621-4109-9

I. 交… II. 唐…刘… III. ①计算机网络—信息交换机—高
等学校:技术学校—教材②计算机网络—路由选择—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(2008)第 079524 号

大学计算机科学实验教学示范中心教材

交换与路由技术实验

总 主 编:张为群

本册主编:唐 明 刘盛弘

责任编辑:张浩宇

封面设计:陈 扬

出版发行:西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编:400715

网址:www.xscbs.com)

印 刷:重庆东南印务有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:9.5

字 数:240 千字

版 次:2008 年 9 月第 1 版

印 次:2008 年 9 月第 1 次

书 号:ISBN 978-7-5621-4109-9

定 价:17.00 元



大学计算机科学实验教学示范中心教材

总 主 编:张为群

副总主编:刘 枫

编 委:(按姓氏笔划排序)

马 燕(重庆师范大学)

王 玲(四川师范大学)

甘利佳(重庆工商大学派斯学院)

甘登文(江西师范大学)

刘 枫(西南大学)

李 明(重庆师范大学)

李 梁(重庆工学院)

应 宏(重庆三峡学院)

张为群(西南大学)

肖定寿(西南大学育才学院)

罗 宪(重庆交通大学)

钟 诚(广西大学)

梁金明(四川理工学院)

前言

近年来,计算机网络课程在高校教学中显得越来越重要,逐渐成为了计算机相关专业的平台课,理论教学也越来越深入,但是,这门课程也被公认为是一门比较难学好的课程。究其原因,计算机网络本身是一门交叉学科,它要求学生具有较为宽广和深入的通信知识和计算机知识,同时,计算机网络领域知识发展迅速,而网络技术的特点是理论性和实践性都很强,目前相关实验教学基本处于一种探索阶段。对于实验所需的网络设备也各不相同,以至于学校在网络实验方面的投入越来越大但收效甚微,如何设计一套能满足大多数本科院校实验教学需要的网络实验教程是网络实验指导教师梦寐以求的事情。

因此,我们根据重庆部分本科院校当前计算机网络实验教学的情况编写了本实验教程,力求能满足大多数本科院校在交换与路由方面的实验需要。

由于计算机网络设备指令系统差异较大,即使同一厂商提供的设备,不同版本也具有较大差异,因此,本书在设计实验的过程中,力求给出实验的关键点,对于不同厂商的产品,可参照有关实验的关键点完成实验。

本书所有实验均通过实验验证,使用的二层交换机为 H3C 3100,三层交换机为 H3C3600,路由器为 MSR20-20,路由器版本为 ComWare 5.20。读者在使用其他厂商网络设备(或 H3C 的其他版本网络设备)进行实验过程中可能与本书所用的实验指令有较大差异,请参阅有关指令手册和用户手册。

本网络实验教程共两册,编者均为高校中长期从事计算机网络教学的教

师,他们是西南大学的刘盛弘、唐明、夏大飞、于显平,重庆大学的孙天昊,重庆工商大学的陆渝,重庆师范大学的龚伟、黄鑫,重庆工学院的崔贯勋、董世都,西南大学育才学院的李仕峰、石会恩,派斯学院的程光德。

本册共六章,其中,第一章由唐明、夏大飞、石会恩编写,第二章由陆渝、崔贯勋、李仕峰编写,第三章由唐明编写,第四章由刘盛弘编写、第五章由陆渝、董世都编写,第六章由刘盛弘、夏大飞编写。由唐明和刘盛弘完成全书统稿编审。

本书编写过程中,使用了 H3C 公司的大量图标,并参考了 H3C 公司以下资料:

H3C S3100-SI 系列以太网交换机 操作手册-RELEASE 0011(V1.04);
H3C S3610[S5510]系列以太网交换机 操作手册-RELEASE 5301(V1.04);
H3C MSR 20[30][50]系列路由器 用户手册(V1.05);
中低端路由器用户手册;
构建企业级交换网络;
构建企业级路由网络。

本书编写过程中,得到了西南师范大学出版社的编辑张浩宇,H3C 公司沈鑫、陈喆、张涛及因篇幅所限未能在此一一列出的公司许多其他同仁的大力支持,统稿过程中,西南大学计算机与信息科学学院夏大飞老师做了大量实验验证工作,在此一并表示感谢!

本书可作为本科院校计算机网络教学的参考教材,也可作为交换与路由实验的实验教学教材和指导教材。

本书已获 H3C 授权并加入“H3C 授权认证参考教材”计划,列入“H3C 推荐认证培训/网络学院参考书目”,建议有意考取 H3C 认证的人士参考使用。

由于作者水平有限,不足之处在所难免,恳请读者在使用过程中不吝赐教。

编者

2008 年 6 月于西南大学



大学计算机实验教学示范中心教材

近几年我国每年培养的计算机应用、计算机软件等专业的毕业生已经达到数 10 万人的规模,一方面是学生就业率连年下滑,但另一方面却是相关企业存在严重的人才匮乏。为什么会出现如此矛盾的现象,就是因为很多毕业生只会照抄照搬别人的东西,不善于综合运用自己所学的理论、原理和方法进行新产品、新技术的革新,动手实践能力差,缺乏创新意识。这一矛盾现象提醒我们当前的人才培养模式中存在比较严重的问题,最主要的原因就在于教学的实践环节不能很好地培养学生的创新能力,不能满足社会对人才的新要求。

众所周知,计算机学科是一门实践很强的学科,对这一类学科而言,实验教学可以说是培养学生创新能力的基础。但是,当前计算机实验教学存在许多弊端,例如,实验课时偏少,学生上机实验和动手能力训练的时间不足;在开设的实验中验证型实验偏多,综合型、设计型、创新型实验较少,而后一类实验更能培养起学生的创新能力;实验教学形式的单一,教学方法呆板,缺乏灵活性和弹性,难以适应学生个性化学习的需要,更谈不上因材施教,不能调动学生学习的积极性;实验教学计划、教学大纲陈旧,已不能很好地满足社会的需要等等。因而改革计算机实验教学模式,建设起实验教学完整科学的体系,注重在实验教学中培养学生的创新实践能力有着十分重要的现实意义。

为此,教育部积极推动在全国各地建设一系列的“实验教学示范中心”,并且专门颁布了《实验教学示范中心建设标准》。在这一文件中明确指出,实验课程应该是“适应学科特点及自身系统性和科学性的、完整的课程体系”,其目的是使学生通过实验教学“掌握基本的实验操作方法,能够正确地使用仪器设备,准确地采集实验数据。具有正确记录、处理数据和表达实验结果的能力;认真观察实验现象进行判断、逻辑推理、作出结论的能力;正确设计实验(选择实验方法、实验条件、仪器和试剂等),并通过查阅手册、工具书及其他信息源获得信息以解决实际问题的能力。要注重培养学生实事求是的科学态度,百折不挠的工作作风,相互协作的团队精神和勇于开拓的创新意识。”

该系列教材就是按照教育部相关文件的精神,结合计算机学科的自身特点,并在总结各参编院校实验教学经验的基础上编撰而成。该套教材的编写宗旨是“以能力培养为目标,综合改革实验教学,以期构建起科学的实验教学课程体系”。遵循着从“技术方法”到“思维方法”而至“思想方法”的主线,培养学生的创新实践能力。

当然,综合改革人才培养模式无疑是一项规模浩大、充满挑战的教育工程,本系列教材仅仅是一次探索、一次尝试,疏漏差错在所难免。但我们愿以此抛砖引玉,为这一十分有意义事业尽一份绵薄之力。欢迎广大读者批评指正,不吝赐教。

总主编:张为群 教授

2008年9月于重庆

目 录

第一章 交换机技术	(1)
实验一 交换机配置基础	(1)
实验二 Mac 地址表与地址端口绑定	(8)
实验三 端口配置实验	(10)
实验四 端口聚合	(13)
实验五 VLAN 基础配置	(15)
实验六 VLAN 间路由	(18)
实验七 STP 实验	(21)
第二章 路由器技术	(25)
实验一 路由器基本配置	(25)
实验二 路由器基本维护	(31)
实验三 系统管理	(35)
实验四 链路层协议	(38)
实验五 网络协议	(43)
实验六 路由协议	(48)
实验七 组播协议	(52)
实验八 QoS	(55)
实验九 语音	(64)
第三章 网络安全技术	(69)
实验一 访问控制列表(ACL)实验	(69)
实验二 MAC 地址安全认证	(74)
实验三 网络地址转换(NAT)配置实验	(77)
实验四 VPN	(80)

实验五	IPSec 配置实验	(83)
实验六	防火墙配置实验	(89)
第四章	无线局域网	(94)
实验一	无线局域网的连接部署	(94)
实验二	无线局域网的安全、加密部署	(102)
实验三	无线漫游	(107)
第五章	IPv6 实验	(110)
实验一	IPv6 基础实验	(110)
实验二	IPv6 部署实验	(114)
第六章	简单网络故障排除	(121)
实验一	PING 指令	(121)
实验二	TRACERT 命令	(126)
实验三	全双工\半双工匹配问题	(130)
实验四	NBMA 网络与 RIP 路由协议问题	(133)
实验五	防火墙相关问题	(137)

第一章 交换机技术

交换机是目前局域网中广泛使用的网络设备,它工作在 OSI 参考模型第二层(数据链路层),用来解决网络瓶颈和带宽不足问题,是多个计算机或网段之间的数据交换设备。

交换机内部拥有一条高带宽的背板总线和内部交换结构,能够根据局域网的拓扑结构自动形成端口 MAC 地址,并将其存放在内部地址表中,在数据链路层进行数据转发时,利用 MAC 地址表,在数据帧的信源和信宿之间建立临时的交换路径,将数据帧直接由源地址转发到目的地址,从而减少了网络冲突,增加了网络带宽。

本章实验主要介绍了交换机配置的相关技术,包括交换机的基本配置、端口技术、MAC 地址绑定、VLAN 和 STP 配置等内容。通过本章实验,能够掌握交换机的基本使用与配置方法,使用端口技术和 VLAN 技术改善交换网络的性能。

实验一 交换机配置基础

一、背景知识描述

根据网络需求对交换机做必要的配置可以提高网络传输效率、实现网络安全和方便网络管理。可网管的交换机上都至少有一个 Console 端口,用于对交换机进行配置和管理。交换机的配置必须借助于计算机来实现,将计算机的 Com 端口和交换机的 Console 端口连接并使用超级终端,是配置和管理交换机最基本的方法之一。其他配置和管理交换机的方式(如 Web、Telnet 方式等)都必须通过 Console 端口进行基本配置后才能进行。Web 与 Telnet 等方式往往需要借助于 IP 地址、域名或设备名称来实现连接,但通常交换机出厂设置没有内置这些参数,所以,通过 Console 端口连接并配置交换机是网络管理员必须掌握的最基本的交换机配置技术。

二、实验内容

1. 通过 Console 口配置交换机；
2. 交换机命令行接口视图配置；
3. 交换机常用配置命令验证；
4. 通过 Telnet 登录并配置交换机。

三、实验目的

掌握交换机的管理特性,学会配置交换机的基本方法,熟悉各种视图及常用命令。

四、应用场景描述

网络应用环境往往需要对交换机进行相应配置。网络管理员对交换机进行初始配置前,必须通过交换机的 Console 口搭建配置环境,完成交换机的初始配置后,可以通过 Telnet、Web 等方式对交换机进行远程管理。

五、实验拓扑

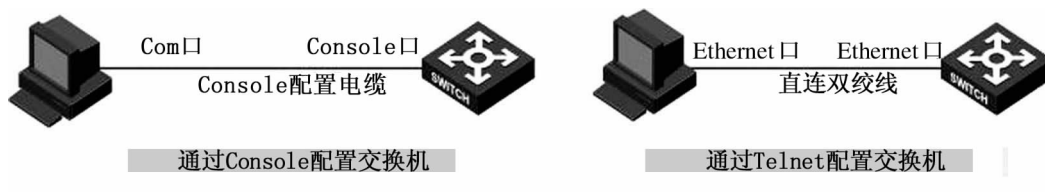


图 1-1 通过 Console 口/Telnet 配置交换机

六、实验设备

H3C 系列交换机一台,计算机一台,Console 配置电缆一条,双绞线一条。

七、实验步骤

1. 通过 Console 口连接交换机

- (1) 按图 1-1 搭建实验环境；
- (2) 创建超级终端；

在计算机上点击【开始】→【所有程序】→【附件】→【通讯】→【超级终端】,设置终端通信参数为:波特率为 9600bit/s、8 位数据位、1 位停止位、无校验和无流控。如图 1-2 所示。

【提示】可通过单击“还原为默认值(R)”按钮完成 COM 端口属性设置。



图 1-2 超级终端设置

(3) 进入命令行接口视图；

单击图 1-2 中“确定”按钮。给交换机上电（启动交换机），终端上显示交换机自检信息。自检结束后提示用户键入回车，用户回车后进入交换机用户视图。命令提示符显示如下：

<H3C>

(4) 熟悉各类视图；

命令行提供多种视图，在各种视图中，可进行相应功能的配置。下表 1-1 中列出了 H3C 系列交换机常见命令视图：

表 1-1 交换机命令行视图

命令视图	提示符	功能	进入命令	退出命令
用户视图	<H3C>	查看简单的运行状态和信息	与路由器建立连接即进入	quit
系统视图	[H3C]	配置系统参数	System-view	quit
以太网端口视图	[H3C-Ethernet1/0/1]	配置和查看端口信息	Interface Ethernet1/0/1	quit
VLAN 端口视图	[H3C-Vlan-interface1]	配置 VLAN 端口	Interface vlan-interface 1	quit
VLAN 配置视图	[H3C-vlan10]	VLAN 端口的增加、删除	Vlan 10	quit
AUX 用户接口视图	[H3C-ui-aux0]	设置用户访问控制权限	User-interface aux 0	quit

(5) 验证交换机常用配置命令；

查看当前设备配置：

```
<H3C>display current-configuration
```

【提示】不同系列的交换机其端口的编号方式有可能不同，通过该指令，可详细看到各种端口的编号。

保存当前设备配置：

```
<H3C>save
```

查看 Flash 中的配置信息：

```
<H3C>display saved-configuration
```

删除 Flash 中的配置信息：

```
<H3C>reset saved-configuration
```

重启交换机：

```
<H3C>reboot
```

显示系统版本信息：

```
<H3C>display version
```

显示历史命令，命令行接口为每个用户缺省保存 10 条历史命令：

```
[H3C]display history-command
```

查看接口状态：

```
[H3C]display interface
```

关闭/启用端口：

```
[H3C-Ethernet1/0/1]shutdown //关闭端口 Ethernet1/0/1
```

```
[H3C-Ethernet1/0/1]undo shutdown //启用端口 Ethernet1/0/1
```

设备重新命名，设备的默认缺省名称为 H3C：

```
[H3C]sysname switch //把设备名称更改为 switch
```

【提示】交换机编辑特性介绍

在对交换机的配置过程中可以进行下列操作：

普通按键	输入字符到当前光标位置；
退格键 BackSpace	删除光标位置的前一个字符；
左光标键←	光标向左移动一个字符位置；
右光标键→	光标向右移动一个字符位置；
上下光标键↑↓	显示历史命令；
Tab 键	系统用完整的关键字替代原输入并换行显示。

键入关键字时，可以不必键入关键字的全部字符而只键入关键字的前几个字符，只要设备能唯一的识别，如 display 可以只键入 dis。

【提示】交换机显示特性介绍

Language-mode:

在用户视图下使用该命令可以实现中英文显示方式切换；

暂停显示时键入“Ctrl+c”；

当信息一屏显示不完时,按此键可以停止显示和命令执行；

暂停显示时键入空格键；

当信息一屏显示不完时,按此键可以继续显示下一屏信息；

暂停显示时键入回车键；

当信息一屏显示不完时,按此键可以继续显示下一行信息。

【提示】交换机在线帮助介绍

完全帮助:

在任何视图下,键入“?”获取该视图下所有命令及其简单描述。

部分帮助:

命令后接以空格间隔的“?”,如果该位置是关键字,则列出全部关键字及其简单描述;如果该位置为参数,则列出有关的参数及其描述,如:

<H3C> di?

字符串后跟“?”,则显示以该字符串开头的所有命令,如<H3C>p? 则列出以 P 开头的所有命令;

命令后接参数的部分字符串再接“?”,如<H3C> display ver?,则列出该命令后参数中以该字符串开头的所有关键字。

【提示】交换机错误提示

当输入有误时将在错误处下方给出一个“^”,并给出相应的错误提示,如图 1-3 所示。

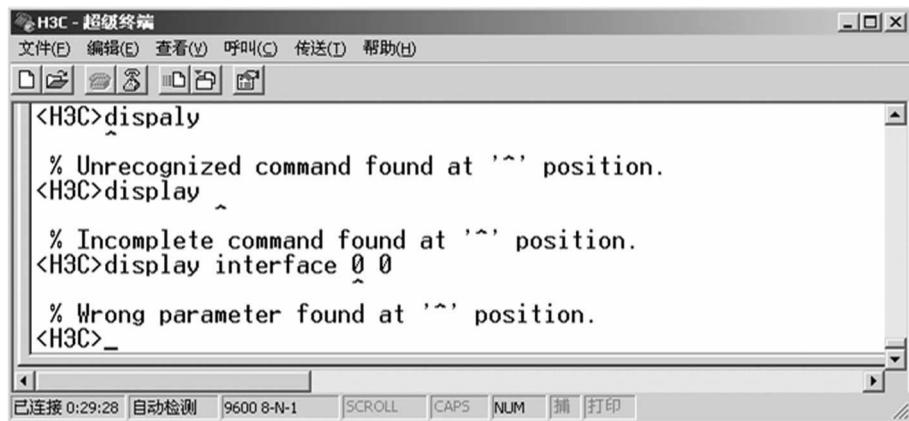


图 1-3 错误信息提示

2. 通过 Telnet 配置交换机

(1)通过 Telnet 配置交换机管理 VLAN 的 IP 地址；

```
<H3C>
<H3C>system-view
[H3C]interface Vlan-interface 1
[H3C-Vlan-interface1]ip address 192.168.10.10 255.255.255.0
```

(2)配置 Telnet 用户认证方式；

Telnet 登录有以下几种认证方式：None、Password 和 Scheme。其中，None 方式不需要用户名和密码，Password 方式仅需要密码，Scheme 方式需要用户名和密码。

认证方式为 None 时 Telnet 登录方式的配置：

```
[H3C]user-interface vty 0
[H3C-ui-vty0]authentication-mode none //认证方式为 None
```

认证方式为 Password 时 Telnet 登录方式的配置：

```
[H3C] user-interface vty 0
[H3C-ui-vty0] authentication-mode password //认证方式为 Password
[H3C-ui-vty0] set authentication password simple h3cpass //h3cpass 是通过
```

Telnet 方式登录交换机的口令

认证方式为 Scheme 时 Telnet 登录方式的配置：

```
[H3C]user-interface vty 0 4
[H3C -ui-vty0-4] authentication-mode scheme //认证方式为 scheme
[H3C]local-user h3c //telnet 用户名为 h3c
[H3C -user-h3c]password simple h3cpass //密码为 h3cpass
[H3C -user-h3c]service-type telnet level 3
```

(3)配置计算机的 IP 地址和子网掩码，使之与交换机管理 VLAN 的 IP 地址在同一网段，如 IP 地址为 192.168.10.11，子网掩码为 255.255.255.0；

(4)在计算机上运行 Telnet 程序，输入交换机管理 VLAN 的 IP 地址，然后按【确定】，如图 1-4 所示；



图 1-4 运行 Telnet

(5)根据设置的不同认证方式登录到交换机,如认证方式为 Password 方式时,终端上显示“Password:”,如图 1-5 所示,并提示用户输入已设置的登录口令,口令输入正确后则出现命令行提示符<H3C>。如果出现“Too many users!”的提示,表示当前 Telnet 到交换机的用户过多,则请稍候再连接(H3C 系列以太网交换机最多允许 5 个 Telnet 用户同时登录)。

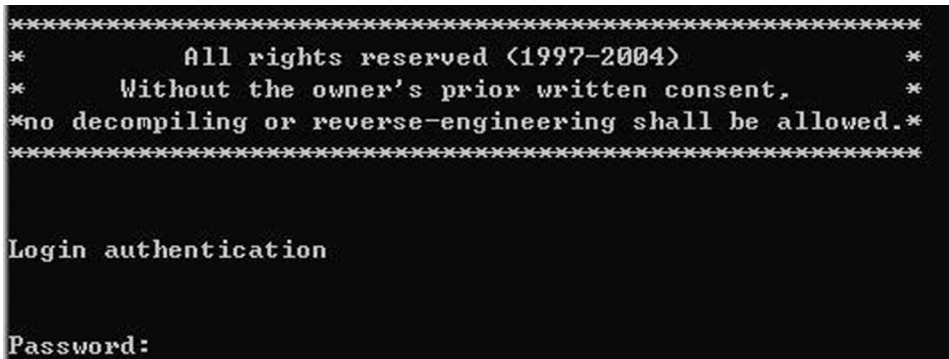


图 1-5 Telnet 登录界面

【提示】输入密码过程中屏幕没有任何显示信息(包括星号“*”),输入完毕回车即可。

【注意事项】

- ① 通过 Telnet 配置交换机时,不要删除或修改交换机上的 VLAN 接口的 IP 地址,否则会导致 Telnet 连接断开。
- ② Telnet 用户登录时,缺省用户访问命令级别为 0 级。
- ③ 本地用户可以通过用户名和口令进行 Telnet 用户登录,其访问命令级别为预设级别(用户命令级别为 0—3,对应为 0——VISIT, 1——MONITOR, 2——SYSTEM, 3——MANAGE,数字越小,级别越低)。

通过 Console 配置可预设用户访问级别,参考配置如下:

```
[H3C]user-interface vty 0 4
[H3C -ui-vty0-4] authentication-mode scheme
[H3C]local-user h3c
[H3C -user-h3c]password simple h3cpass
[H3C -user-h3c]service-type telnet level 3//用户访问级别为 3,即 Manage。
```

使用 Telnet 进行登录 192.168.10.10,按照提示输入 user:h3c,password:h3cpass,即进入用户视图。

思考题

1. 如何将交换机还原为出厂配置?
2. 如何将交换机升级到更高版本?

实验二 Mac 地址表与地址端口绑定

一、背景知识描述

MAC 地址是局域网节点的物理地址,采用 6 个字节共 48 位表示。MAC 地址表是标识目的 MAC 地址与交换机端口之间映射关系的表,MAC 地址表用于二层转发,其 MAC 地址分为静态 MAC 地址和动态 MAC 地址。静态 MAC 地址由用户配置,具有最高优先级(不会被动态 MAC 地址覆盖)且永久生效;动态 MAC 地址由交换机在转发数据帧的过程中学习或者手动添加,且在老化时间内生效。当交换机接收到需要转发的数据帧时,首先学习数据帧的源 MAC 地址,与接收端口建立映射关系,然后根据目标 MAC 地址查询 MAC 地址表,如果查到相关表项,交换机将数据帧从相应端口转发,否则,交换机将数据帧在其所属广播域内广播。如果动态 MAC 地址在老化时间内没有从转发数据帧中使用到,交换机就将其从 MAC 地址表中删除。

二、实验内容

1. 交换机的 MAC 地址表操作;
2. 计算机的 MAC 地址和交换机端口绑定。

三、实验目的

通过本实验,学会并掌握设置交换机静态 MAC 地址和查看 MAC 地址表信息。

四、应用场景描述

在交换网络中,交换机既可以通过动态方式学习 MAC 地址,也可以由手工方式配置静态 MAC 地址。在计算机需要占用交换机固定端口的情形下,网络管理员可以考虑为其配置静态 MAC 地址,这样可以减少一些因动态地址老化而导致的网络广播流量,提高网络效率和稳定性。

五、实验拓扑



图 1-6 MAC 地址绑定拓扑结构图