

计算机网络实验指导书

(36、37 专业)

v 2.0

罗 娅 崔贯勋

重庆工学院计算机学院

2005 年 6 月

目 录

目 录	II
第 0 章 概述	1
前 言	1
实验要求	2
第 1 章 物理层	3
实验一 双绞线的制作	3
一. 实验原理	3
二. 实验内容	4
三. 实验目的	4
四. 实验环境	4
五. 实验步骤	4
六. 思考题	4
第 2 章 数据链路层	6
实验二 交换机的基本配置方法	6
一. 实验原理	6
二. 实验内容	6
三. 实验目的	6
四. 实验环境	6
五. 实验步骤	7
六. 思考题	8
实验三 交换机的常用配置命令	9
一. 实验原理	9
二. 实验内容	9
三. 实验目的	9
四. 实验环境	9
五. 实验步骤	10
六. 思考题	10
实验四 交换机的端口配置	11
一. 实验原理	11
二. 实验内容	12
三. 实验目的	12
四. 实验环境	12
五. 实验步骤	12
六. 思考题	12
实验五 VLAN 的基础配置	13
一. 实验原理	13

二. 实验内容.....	15
三. 实验目的.....	15
四. 实验环境.....	15
五. 实验步骤.....	15
六. 思考题.....	15
实验六 交换机综合设计实验 1.....	16
一. 实验内容.....	16
二. 实验目的.....	16
三. 实验环境.....	16
实验七 交换机综合设计实验 2.....	17
一. 实验内容.....	17
二. 实验目的.....	17
三. 实验环境.....	17
第 3 章 网络层	18
实验八 路由器的基本配置方法.....	18
一. 实验原理.....	18
二. 实验内容.....	18
三. 实验目的.....	18
四. 实验环境.....	18
五. 实验步骤.....	19
六. 思考题.....	19
实验九 路由器基本配置命令.....	20
一. 实验原理.....	20
二. 实验内容.....	20
三. 实验目的.....	20
四. 实验环境.....	21
五. 实验步骤.....	21
六. 思考题.....	21
实验十 静态路由协议配置.....	22
一. 实验原理.....	22
二. 实验内容.....	22
三. 实验目的.....	23
四. 实验环境.....	23
五. 实验步骤.....	23
六. 思考题.....	24
实验十一 动态路由协议（RIP）配置.....	25
一. 实验原理.....	25
二. 实验内容.....	25
三. 实验目的.....	25
四. 实验环境.....	25
五. 实验步骤.....	26

六. 思考题.....	26
实验十二 路由器协议综合设计实验.....	28
一. 实验内容.....	28
二. 实验目的.....	28
三. 实验环境.....	28
第 4 章 网络安全	30
实验十三 防火墙的配置.....	30
一. 实验原理.....	30
二. 实验内容.....	31
三. 实验目的.....	31
四. 实验环境.....	31
五. 实验步骤.....	32
六. 思考题.....	32

第0章 概述

前 言

计算机网络是计算机技术与通信技术密切结合的综合性学科，也是计算机应用中一个重要领域，网络技术已广泛应用于各行各业，因此网络技术是计算机相关专业学生必须掌握的知识。《计算机网络》课程是计算机科学与技术专业的重要专业课程之一。随着计算机网络技术的迅速发展和在当今信息社会中的广泛应用，给《计算机网络》课程的教学提出了新的更高的要求。

作为计算机与应用专业重要的专业基础课，要求学生在通过本课程的学习基础上能对计算机网络网络体系结构、通讯技术以及网络应用技术有整体的了解，特别是Internet、典型局域网、网络环境下的信息处理方式。同时要求学生具备基本的网络规划、设计的能力和常用组网技术。

本课程实践性、综合性强，教学难度大。要求在教学工作中尽可能结合实际网络进行，务必使学生掌握一种计算机网络的实际应用。结合教学实践，要求对学生进行初步的网络安装、设计训练，培养学生的具体操作能力。

由于计算机网络是一门实践性较强的技术，课堂教学应该与实践环节紧密结合。将《计算机网络》课程建设成一流的课程，是近期《计算机网络》课程努力的方向。

我校自开始为本科生同学开设了《计算机网络》课程，当时由于设备紧张，基本实践环节都是在windows环境下进行，实验内容有限。2004年底，在学校和计算机学院的大力支持下，我们重新改建了实验环境。目前，本实验室拥有5台大组路由器、30台小组路由器、5台大组交换机、30台千兆交换机和30台百兆交换机。现在的网络实验环境不逊于各知名学府，在这样良好的硬件环境下，我们就在软件上也力争达到先进水平。所以，我们重新编写了实验指导书，调整了实验安排，加大了实践力度。希望同学们能够充分利用实验条件，认真完成实验，从实验中得到应有的锻炼和培养。

希望同学们在使用本实验指导书及进行实验的过程中，能够帮助我们不断地发现问题，并提出建议，使《计算机网络》成为具有一流水平的课程。

实验要求

计算机网络是现代信息社会最重要的基础设施之一。在过去十几年里得到了迅速的发展和应用。《计算机网络》课程实验的目的是为了使学生在课程学习的同时，通过在一个计算机网络环境中的实际操作，对现代计算机网络的基本功能有一个初步的了解；通过制作双绞线的直连线和交叉线，掌握计算机网络通信协议的物理层中的通讯媒介；通过一个交换机的基本配置方法，了解计算机网络数据链路层中交换机的工作原理；通过实现和设计一个简单虚拟局域网、掌握局域网的搭建以及在实际工作中虚拟局域网的建设；通过对路由器的实验，使学生加深对计算机网络中的网络层的路由器的基本工作原理的理解，掌握路由器的静态路由以及动态路由的配置方法。通过对防火墙的配置的实验使学生了解网络安全结束，掌握防火墙的配置，具有根据实际工作要求配置防火墙的能力。还提供了一些选做实验以供有余力有兴趣的同学进一步提高。总之，通过上述实验环节，使学生加深了解和更好地掌握《计算机网络》课程教学大纲要求的内容。

在《计算机网络》的课程实验过程中，要求学生做到：

(1) 预习实验指导书有关部分，认真做好实验内容的准备，就实验可能出现的情况提前作出思考和分析。

(2) 仔细观察上机和上网操作时出现的各种现象，记录主要情况，作出必要说明和分析。

(3) 认真书写实验报告。实验报告包括实验目的和要求，实验情况及其分析。对需编程的实验，写出程序设计说明，给出源程序框图和清单。

(4) 遵守机房纪律，服从辅导教师指挥，爱护实验设备。

(5) 实验课程不迟到。如有事不能出席，所缺实验一般不补。

实验的验收将分为两个部分。第一部分是上机操作，包括检查设备的配置和工作情况。第二部分是提交书面的实验报告。此外，针对以前教学中出现的问题，网络实验将采用阶段检查方式，每个实验都将应当在规定的时间内完成并检查通过，过期视为未完成该实验，不计成绩。以避免期末集中检查方式产生的诸多不良问题，希望同学们抓紧时间，合理安排，认真完成。

上机实验成绩和课程设计的成绩均根据上机考勤、调试情况、实验源程序和实验报告综合评分，分为五级：优、良、中、及格、不及格。上机实验成绩将记入期末总评成绩中，占总成绩的20%。

第1章 物理层

实验一、双绞线的制作

一、实验原理

1.1 物理层概述

物理层是七层结构中的第一层，物理层的功能就是实现在传输介质上传输各种数据的比特流。物理层并不是物理设备和物理媒体，它定义了建立、维护和拆除物理链路的规范和协议，同时定义了物理层接口通信的标准，包括机械的、电气的、功能的和规程的特性。机械特性定义了线缆接口的形状、引线数目及如何排列等。电气的特性说明哪根线上出现的电压应为什么范围。功能的特性说明某根线上的某一电平的电压代表何种意义。规程的特性则说明对于不同的功能各种可能时间的出现顺序。

物理介质提供数据传输的物理通道，连接各种网络设备。我们将传输介质分为有线传输介质和无线传输介质两大类。有线介质包括同轴电缆、双绞线、光纤；无线介质则有卫星、微波、红外线等。

1.2 双绞线概述

双绞线由两根具有绝缘保护层的铜导线组成。两根线按照一定的密度相互绞在一起，就可以改变导线的电气特性，从而降低信号的干扰程度。双绞线电缆比较柔软，便于在墙角等不规则地方施工，但信号的衰减比较大。在大多数应用下，双绞线的最大布线长度为100米。双绞线分为两种类型：非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线。

1.3 双绞线连接

双绞线采用的是RJ-45连接器，俗称水晶头。RJ45水晶头由金属片和塑料构成，特别需要注意的是引脚序号，当金属片面对我们的时候从左至右引脚序号是1-8，这序号做网络连线时非常重要，不能搞错。按照双绞线两端线序的不同，我们一般划分两类双绞线：一类两端线序排列一致，称为直通线；另一类是改变线的排列顺序，称为交叉线。

线序如下：

直通线：（机器与集线器连）

1 2 3 4 5 6 7 8

A端：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕；

B端：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕。

交叉线：（机器直连、集线器普通端口级联）

1 2 3 4 5 6 7 8

A端：橙白，橙，绿白，蓝，蓝白，绿，棕白，棕；

B端：绿白，绿，橙白，蓝，蓝白，橙，棕白，棕。

在进行设备连接时，我们需要正确的选择线缆。我们将设备的RJ45接口分为MDI和MDIX两类。当同种类型的接口通过双绞线互连时，使用交叉线；当不同类型的接口通过双绞线互连时使用直连线。通常主机和路由器的接口属于MDI，交换机和集线器的接口属于MDIX。例如，路由器和主机相连，采用交叉线；交换机和主机相连则采用直连线。

	主机	路由器	交换机MDIX	交换机MDI	集线器
主机	交叉	交叉	直连	N/A	直连
路由器	交叉	交叉	直连	N/A	直连
交换机MDIX	直连	直连	交叉	直连	交叉
交换机MDI	N/A	N/A	直连	交叉	直连
集线器	直连	直连	交叉	直连	交叉

二. 实验内容：制作直连和交叉双绞线

三. 实验目的：理解直连线和交叉线的应用范围，掌握直连线和交叉线的制作方法。

四. 实验环境：RJ45卡线钳一把、水晶头、双绞线、测试仪

五. 实验步骤：

- (1) 剪下一段长度的电缆
- (2) 用压线钳在电缆的一端剥去约2cm护套。
- (3) 分离4对电缆，按照所做双绞线的线序标准（T568A或T568B）排列整齐，并将线弄平直。
- (4) 维持电缆的线序和平整性，用压线钳上的剪刀将线头剪齐，保证不绞合电缆的长度最大为1.2cm。
- (5) 将有序的线头顺着RJ-45头的插口轻轻插入，插到底，并确保保护套也被插入。
- (6) 再将RJ-45头塞到压线钳里，用力按下手柄。就这样一个接头就做好了。
- (7) 用同样的方法制做另一个接头。
- (8) 用简单测试仪检查电缆的连通性。
- (9) 注意：如果两个接头的线序都按照T568A或T568B标准制作，则作好的线为直通缆；如果一个接头的线序按照T568A标准制作，而另一个接头的线序按照T568B标准制作，则作好的线为交叉缆。

六. 思考题：

- (1) 对于主机来说，交换机和路由器都属于异种设备，为什么交换机

用直连线，而路由器用交叉线？

- (2) 如果现在只有直连线若干，同时还有一个交换机和一个路由器，我们需要建立主机和路由器之间的连接可以采取什么样的办法？
- (3) 查阅相关书籍说出屏蔽双绞线和非屏蔽双绞线之间的区别。

第 2 章 数据链路层

实验二、交换机的基本配置方法

一. 实验原理

1.1 以太网交换机基础

以太网的最初形态就是在一段同轴电缆上连接多台计算机，所有计算机都共享这段电缆。所以每当某台计算机占有电缆时，其他计算机都只能等待。这种传统的共享以太网极大的受到计算机数量的影响。为了解决上述问题，我们可以做到的是减少冲突域类的主机数量，这就是以太网交换机采用的有效措施。

以太网交换机在数据链路层进行数据转发时需要确认数据帧应该发送到哪一端口，而不是简单的向所有端口转发，这就是交换机 MAC 地址表的功能。

以太网交换机包含很多重要的硬件组成部分：业务接口、主板、CPU、内存、Flash、电源系统。以太网交换机的软件主要包括引导程序和核心操作系统两部分。

1.2 以太网交换机配置方式

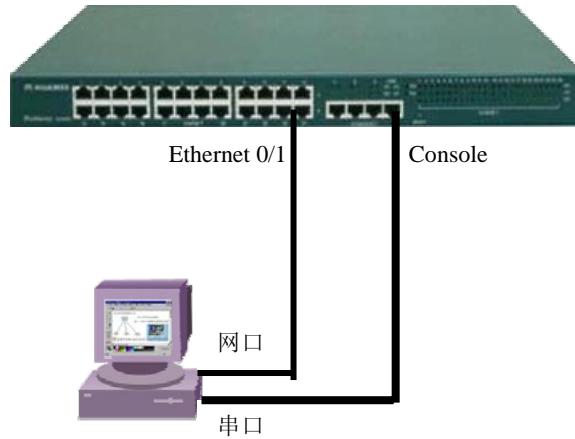
以太网交换机的配置方式很多，如本地 Console 口配置，Telnet 远程登陆配置，FTP、TFTP 配置和哑终端方式配置。其中最为常用的配置方式就是 Console 口配置和 Telnet 远程配置。

二. 实验内容：交换机配置方法

三. 实验目的：掌握交换机几种常用配置方法

四. 实验环境：

在实验中，我们采用华为 3Com Quidway 三层交换机来组建实验环境。具体实验环境如图所示。用标准 Console 线缆的水晶头一段插在交换机的 Console 口上，另一端的接口插在 PC 机上的 Console 上。同时为了实现 Telnet 配置，用一根网线的一段连接交换机的以太网口，另一端连接 PC 机的网口。



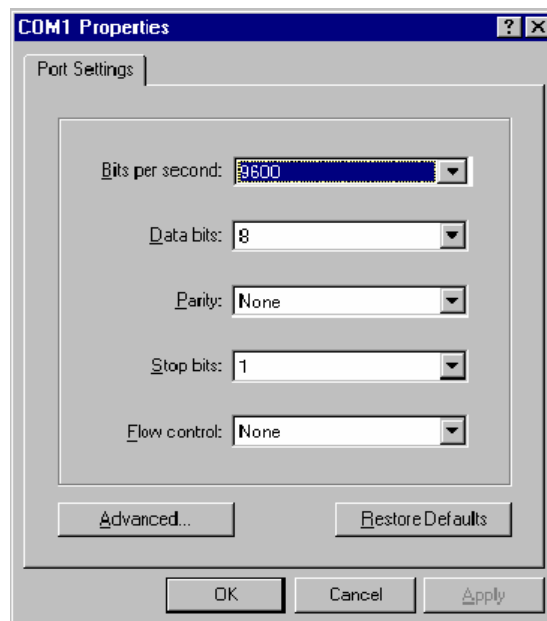
五. 实验步骤:

● Console 配置:

(1) 首先启动超级终端, 点击 Windows 的开始—程序—附件—通讯—超级终端。

(2) 根据提示输入连接名称后确定, 在选择连接的时候选择对应的串口 (COM1 或 COM2), 配置串口参数。

串口的配置参数如下:



单击“确定”按钮即可正常建立与交换机的通信。

● Telnet 配置:

如果交换机配置了 IP 地址,我们就可以在本地或远程使用 Telnet 登陆到交换机上进行配置。

(1) 配置交换机的 IP 地址: S3526 最多支持 32 个 VLAN 虚接口,可以在 VLAN 虚接口上分别配置 32 个 IP 地址。我们首先要在系统视图下使用 interface vlan-interface [vlan-number] 命令进入 VLAN 接口配置视图,然后使用 ip address 命令配置 IP 地址。

```
<Quidway>system
```

```
[Quidway]interface vlan-interface 1
```

```
[Quidway -VLAN-interface1]ip address 10.110.34.230 255.255.248.0
```

(2) 配置用户登陆口令: 在系统视图下使用 user-interface vty 0 4 进入 vty 用户界面视图,然后使用 password 命令即可配置用户登陆口令。

```
[Quidway]user-interface vty 0 4
```

```
[Quidway -ui-vty0-4] authentication-mode password
```

```
[Quidway -ui-vty0-4] set authentication password simple 123456
```

配置 PC 与交换机在同一网段,它的 IP 地址为 10.110.34.231,掩码为 255.255.248.0。

完成上述准备即可通过 **Telnet** 登陆到交换机进行配置。

(3) 登陆成功后用户的级别为 level 0 只能对交换机的用户界面进行查看,不能进行操作。在交换机上设置权限密码,命令如下:

```
[Quidway]super password level 3 simple 123
```

在 telnet 成功后输入 super 3

再输入刚才设置的密码(123)即可进入管理员权限,就可以对交换机进行远程登陆控制。

六. 思考题:

(1) 主机与交换机之间通过 telnet 建立连接时,采用交换机的什么口? 这时使用的是双绞线的直连线还是交叉线?

(2) 观察你所配置的交换机的型号,说出他是几层交换机。

(3) 请你说出二层交换机和三层交换机之间的区别,并说出二层交换机和集线器之间的区别。

实验三、交换机的常用配置命令

一. 实验原理

1.1 交换机的用户界面

交换机有以下几个常见命令视图：

(1) 用户视图：交换机开机直接进入用户视图，此时交换机在超级终端的标识符为<Quidway>。

(2) 系统视图：在用户视图下输入system-view命令后回车，即进入系统视图。在此视图下交换机的标识符为：[Quidway]。

(3) 以太网端口视图：在系统视图下输入interface命令即可进入以太网端口视图。在此视图下交换机的标识符为：[Quidway-Ethernet0/1]。

(4) VLAN配置视图：在系统视图下输入vlan vlan-number即可进入VLAN配置视图。在此视图下交换机的标识符为：[Quidway-Vlan1]。

(5) VTY用户界面视图：在系统视图下输入user-interface vty number即可进入VTY用户界面视图。在此视图下交换机的标识符为：[Quidway-ui-vty0]。

进行配置时，需要注意配置视图的变化，特定的命令只能在特定的配置视图下进行。

1.2 交换机的常用帮助

在使用命令进行配置的时候，可以借助交换机提供的帮助功能快速完成命令的查找和配置。

(1) 完全帮助：在任何视图下，输入“?”获取该视图下的所有命令及其简单描述。

(2) 部分帮助：输入一命令，后接以空格分隔的“?”，如果该位置为关键字，则列出全部关键字及其描述；如果该位置为参数，则列出有关的参数描述。

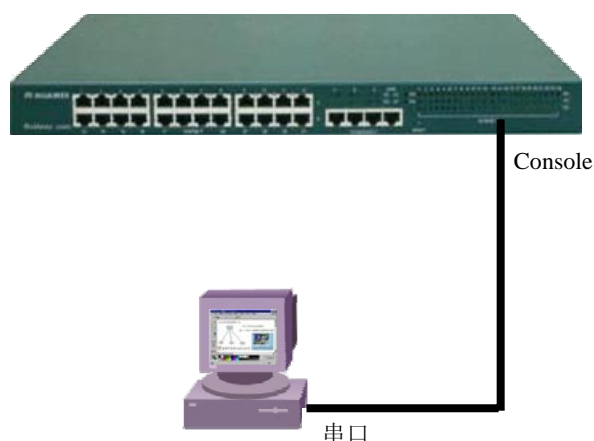
在部分帮助里面，还有其他形式的帮助，如键入一字符串其后紧接“?”，交换机将列出所有以该字符串开头的命令；或者键入一命令后接一字符串，紧接“?”，列出命令以该字符串开头的所有关键字。

二. 实验内容：交换机常用配置命令

三. 实验目的：掌握交换机的基本命令行

四. 实验环境：

如下图所示：



五. 实验步骤：

- (1) 在系统视图下使用`display current-configuration`命令来查看当前生效的配置参数。
- (2) 在系统视图下使用`display saved-configuration`命令来查看以太网交换机的启动配置。
- (3) 在用户视图下使用`save`命令来保存当前配置文件到flash中。
- (4) 在用户视图下使用`reset saved-configuration`命令擦除旧的配置文件。
- (5) 在用户视图下使用`reboot`将以太网交换机重启。
- (6) 在用户视图下使用`display version`来显示系统版本信息。

六. 思考题：

- (1) 当完成实验步骤 1 后，在交换机显示的结果中找出交换机名，虚拟局域网信息，接口相关信息的语句。
- (2) 当完成实验步骤 2 后，比较与实验步骤 1 中的显示的结果是否一致。
- (3) 执行 `sysname bbb` 后查看现在实验步骤 1 与试验步骤 2 的结果有什么不同。
- (4) 在执行实验步骤 3 后比实验步骤 1 与步骤 2 的结果，说出现在发生变化的原因。

实验四、交换机的端口配置

一. 实验原理

1.1 交换机端口基础

随着网络技术的不断发展，需要网络互联处理的事务越来越多，为了适应网络需求，以太网技术也完成了一代又一代的技术更新。为了兼容不同的网络标准，端口技术变的尤为重要。端口技术主要包含了端口自协商、网络智能识别、流量控制、端口聚合以及端口镜像等技术，他们很好的解决了各种以太网标准互连互通存在的问题。以太网主要有三种以太网标准：标准以太网、快速以太网和千兆以太网。他们分别有不同的端口速度和工作模式。

1.2 端口速率自协商

标准以太网其端口速率为固定10M。快速以太网支持的端口速率有10M、100M和自适应三种方式。千兆以太网支持的端口速率有10M、100M、1000M和自适应方式。以太网交换机支持端口速率的手工配置和自适应。缺省情况下，所有端口都是自适应工作方式，通过相互交换自协商报文进行匹配。其匹配的结果如下表。

	标准以太网 (auto)	快速以太网 (auto)	千兆以太网 (auto)
标准以太网 (auto)	10M	10M	10M
快速以太网 (auto)	10M	100M	100M
千兆以太网 (auto)	10M	100M	1000M

当链路两端一端为自协商，另一端为固定速率时，我们建议修改两端的端口速率，保持端口速率一致。其修改端口速率的配置命令为：

```
[Quidway-Ethernet0/1] speed {10|100|1000|auto}
```

如果两端都以固定速率工作，而工作速率不一致时，很容易出现通信故障，这种现象应该尽量避免。

1.3 端口工作模式

交换机端口有半双工和全双工两种端口模式。目前交换机可以手工配置也可以自动协商来决定端口究竟工作在何种模式。修改工作模式的配置命令为：

```
[Quidway-Ethernet0/1] duplex {auto|full|half}
```

1.4 端口的接口类型

目前以太网接口有MDI和MDIX两种类型。MDI称为介质相关接口，MDIX称为介质非相关接口。我们常见的以太网交换机所提供的端口都属于MDIX接口，而路由器和PC提供的都属于MDI接口。有的交换机同时支持上述两种接口，我们可以强制制定交换机端口的接口类型，其配置命令如下：

```
[Quidway-Ethernet0/1] mdi {normal | cross | auto}
```

Normal：表示端口为MDIX接口

Cross：表示端口为MDI接口

Auto：表示端口工作在自协商模式

1.5 流量控制

由于标准以太网、快速以太网和千兆以太网混合组网，在某些网络接口不可避免的会出现流量过大的现象而产生端口阻塞。为了减轻和避免端口阻塞的产生，标准协议专门规定了解决这一问题的流量控制技术。在交换机中所有端口缺省情况下都禁用了流量控制功能。开启/关闭流量控制功能的配置命令如下：

```
[Quidway-Ethernet0/1] flow-control
```

```
[Quidway-Ethernet0/1] undo flow-control
```

二. 实验内容：以太网交换机物理端口的常见配置

三. 实验目的：以太网交换机物理端口常见命令及配置方法

四. 实验环境：

本实验采用两台交换机组网，两台交换机用一根双绞线互连，组网如下图所示



五. 实验步骤：

- (1) 使用duplex对端口的工作模式进行设置。
- (2) 使用speed设置端口的工作速率，注意，需要将两端设为一致。
- (3) 使用flow-control命令启动或关闭以太网端口的流量控制功能。
- (4) 使用display interface来显示当前接口的配置信息，找出刚才你配置的结果。

六. 思考题：

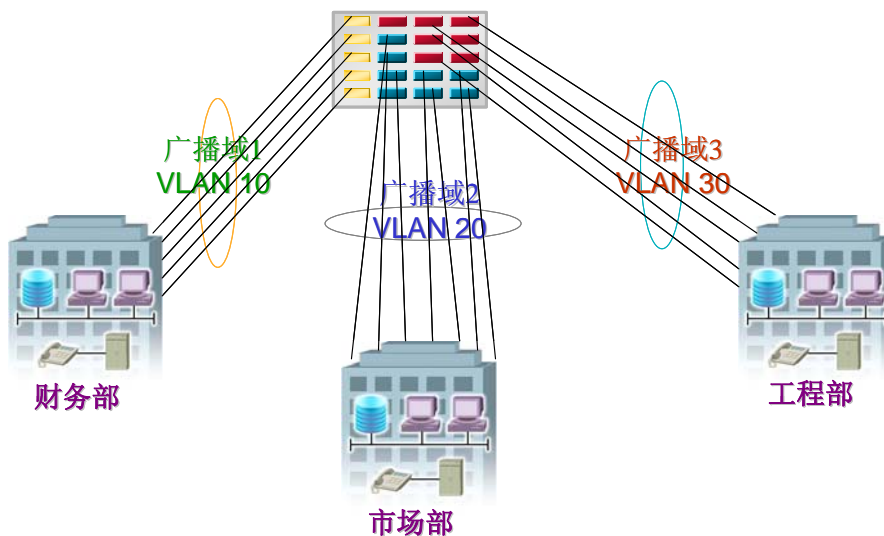
- (1) 请说出以太网的三种以太网标准。并指出他们分别支持的端口速度。
- (2) 请说出单工、半双工，全双工的区别。
- (3) 在执行完实验步骤4后在结果中找出你匹配的结果。

实验五、VLAN 的基础配置

一. 实验原理

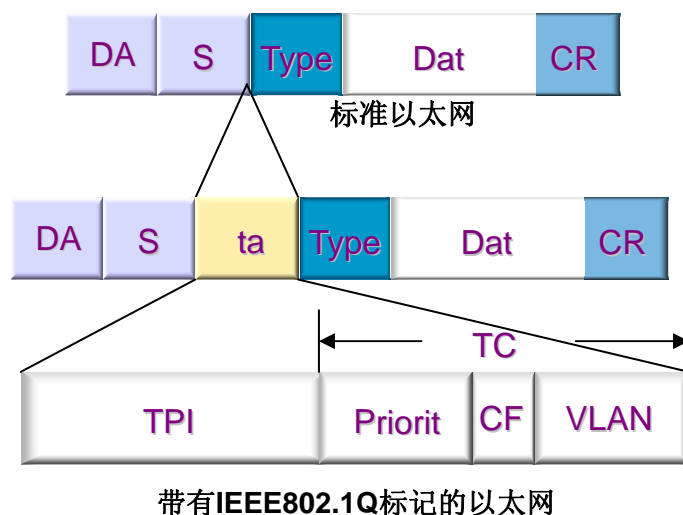
1.1 VLAN的作用

虚拟局域网VLAN逻辑上把网络资源和网络用户按照一定的原则进行划分，把一个物理上的网络划分成多个小的逻辑网络。这些小的逻辑网络形成各自的广播域，也就是VLAN。如下图所示。几个部门都使用一个中心交换机，但是各个部门属于不同的VLAN，形成各自的广播域，广播报文不能跨越这些广播域传送。



1.2 VLAN的帧格式

标准规定，在原有的标准以太网帧格式中，增加一个特殊的标志域——Tag域，用于标识数据帧所属的VLAN ID，其帧格式如下图所示。



1.3 VLAN端口

从交换机处理VLAN数据帧的不同,我们可以将交换机的端口分为两类:一类是只能传送标准以太网帧的端口,被称为Access端口;另一类是既可以传送有VLAN标签的数据帧,也可以传送标准以太网帧的端口,称为Trunk端口。

Access端口一般是指那些连接不支持VLAN技术的终端设备的端口,这些端口收到的数据帧都不包含VLAN标签,发送帧中也必须不包含VLAN标签。

Trunk端口一般是指那些连接支持VLAN技术的网络设备的端口。这些端口接收到的数据帧一般都包含VLAN标签,而向外发送数据帧时也常常需要添加VLAN标签。

1.4 VLAN的配置

配置VLAN大致分为一下几个方面:

(1) 创建/删除VLAN

```
[Quidway][undo] vlan vlan_id
```

(2) 向当前VLAN中添加/删除端口

```
[Quidway-vlan2][undo]port port_num[to port_num]&<1-10>
```

(3) 将当前端口添加/删除到指定VLAN

```
[Quidway-Ethernet0/1][undo]port access vlan vlan-id
```

(4) 指定端口类型

```
[Quidway-Ethernet0/1]port link-type {access|trunk|hybrid}
```

(5) 指定/删除端口的缺省VLAN ID

```
[Quidway-Ethernet0/1][undo]port trunk pvid vlan vlan_id
```

access的缺省VLAN ID就是它所属的VLAN ID,缺省情况下Trunk端口的VLAN ID是VLAN1。注意:在修改Trunk端口的缺省VLAN ID时,要保证Trunk链路两端的缺省VLAN ID一致,否则,同一VLAN用户不能正常通信。

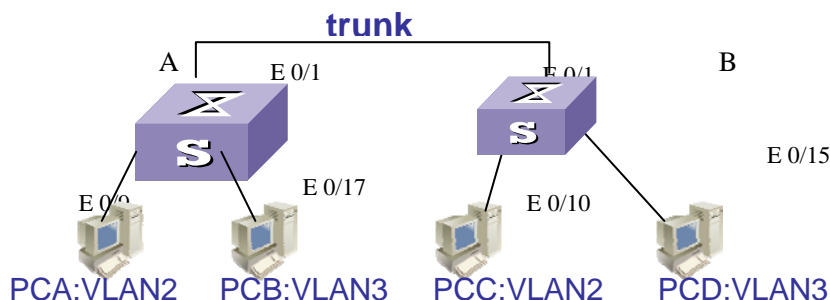
(6) 指定/删除Trunk端口可以通过的VLAN数据帧
`[Quidway-Ethernet0/1][undo]port trunk permit vlan {vlan_id_list|all}`

二. 实验内容: VLAN基本配置

三. 实验目的: 掌握VLAN基本配置命令和配置注意事项

四. 实验环境:

2~3台交换机, 4台PC, 实验组网如图所示。



五. 实验步骤:

- (1) 配置交换机A上的VLAN
- (2) 配置交换机B上的VLAN
- (3) 配置交换机之间的端口为Trunk端口, 并允许所有的VLAN通过
- (4) 配置主机IP地址
- (5) 验证实验结果: 同一VLAN内部的PC可以相互通信, 不同VLAN间的PC不能相互访问

六. 思考题:

- (1) 目前, 华为的交换机划分VLAN的方法是基于下面的哪一种?
 - A、基于端口的VLAN划分
 - B、基于MAC地址的VLAN划分
 - C、基于子网的VLAN划分
 - D、基于协议的VLAN划分
- (2) 802.1q规定了VLAN的帧格式, 他相对标准以太网帧对了 () 字节的Tag域, Tag域中包含了 () 和 (), 而后者又细分成 (), () 和 ()。
- (3) 分别描述以太网交换机的Access端口和Trunk端口在手法数据帧时的处理过程。

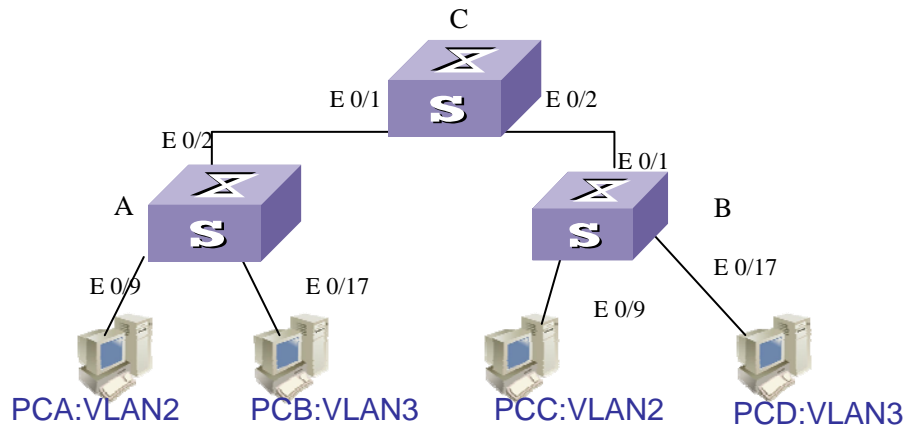
实验六、交换机综合设计实验 1

一. 实验内容：在多台交换机上配置 VLAN

二. 实验目的：进一步深入理解 VLAN 的配置

三. 实验环境：

实验环境如下图所示，实验共需要三台交换机和四台主机。



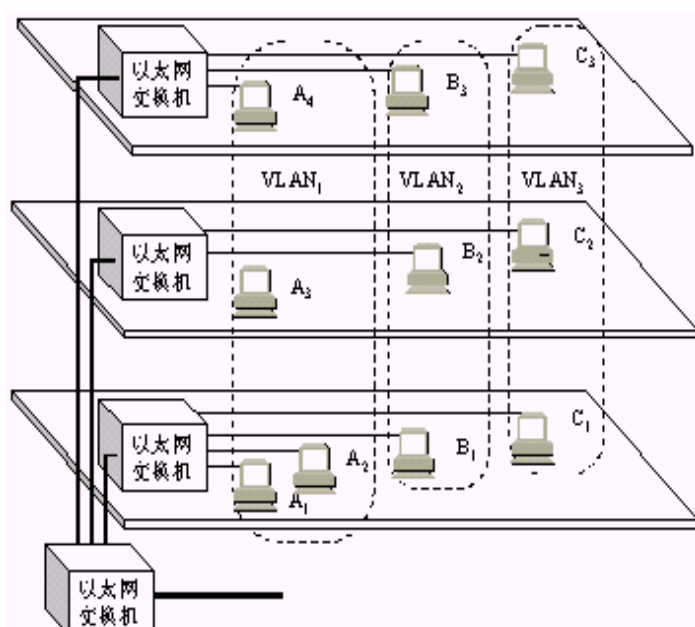
实验七、交换机综合设计实验 2

一. 实验内容：根据实际需求在多台交换机上配置 VLAN

二. 实验目的：进一步深入理解 VLAN 的配置

三. 实验环境：

10 个工作站分布在三个楼层中，构成 3 个局域网，即 LAN1 (A1, A2, A3, A4)、LAN2 (B1, B2, B3) 和 LAN3 (C1, C2, C3)。设因用户性质和需要发生变化，须将 A1、A2、B1、C1 四个节点，A3、B2、C2 三个节点，A4、B3、C3 三个节点划分为三个工作组。若在不改变网络拓扑结构及工作站物理连接的同时，希望限制接收广播信息的工作站数量，应如何实现上述要求？需要哪些硬件设备和软件？



第3章 网络层

实验八、路由器的基本配置方法

一. 实验原理

1.1 路由器简介

路由器是一个工作在OSI参考模型第三层的网络设备,其主要功能是检查数据包中与网络层相关的信息,然后根据某些规则转发数据包。

路由器的硬件组件包括如下:中央处理单元,随即存储器,闪存,非易失的RAM,只读内存,路由器接口。路由器的软件同交换机一样,也包括一个引导系统和核心操作系统。

1.2 路由器的配置方式

路由器可以通过5种方式来配置: Console终端视图、AUX口远程视图、远程TELNET视图、哑终端视图和FTP下载配置文件视图。其中通过Console口和远程TELNET配置方式是最常用的两种。

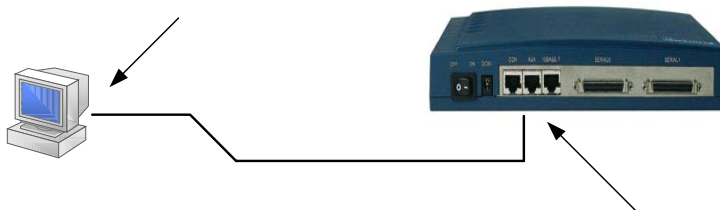
二. 实验内容: 路由器的配置方法

三. 实验目的: 掌握路由器的几种常用配置方法

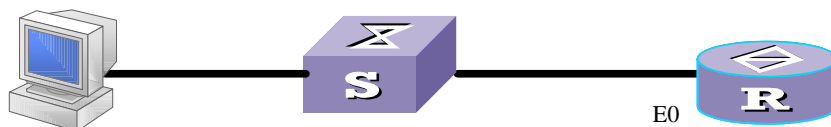
四. 实验环境:

采用Console口配置的实验环境如下图所示:

将RJ45的一端插入到路由器的Console口中, 另外一端为9针的串口接口和一个25针的串口接口, 接在计算机合适的串口上。



采用TELNET方式配置路由器的实验环境如下图所示:



五. 实验步骤:

● Console口

(1) 首先启动超级终端, 点击Windows的开始—程序—附件—通讯—超级终端。

(2) 根据提示输入连接名称后确定, 在选择连接的时候选择对应的串口 (COM1或COM2), 配置串口参数。

串口的配置参数与配置交换机时的超级终端设置一致。单击“确定”按钮即可正常建立与路由器的通信。

● Telnet配置:

(1) 在路由器上设置允许TELNET服务和配置一个TELNET用户, 具体配置为

```
[Quidway]login telnet
```

```
[Quidway]local-user wlxy service-type exec-guest password  
simple 12345
```

(2) 配置路由器的以太网口的IP地址, 相关配置如下

```
[Quidway-Ethernet0] ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
```

然后将PC的IP地址修改为10.0.0.x/8, 即可进行TELNET配置连接。

(3) 在本地PC上运行TELNET客户端程序。TELNET到路由器以太网口的地址, 与路由器进行连接, 当出现[Quidway]即可。

(4) 登陆成功后用户的级别为 level 0 只能对交换机的用户界面进行检查, 不能进行操作。在交换机上设置权限密码, 命令如下:

```
[Quidway]super password level 3 simple 123
```

在 telnet 成功后输入 super 3

再输入刚才设置的密码 (123) 即可进入管理员权限, 就可以对交换机进行远程登陆控制。

六. 思考题:

(1) 使用 Telnet 方式配置路由器时在试验环境中为什么要在路由器和主机中间使用一个交换机?如果现在没有交换机,我们需要改变双绞线为什么类型?

(2) 比较在使用 Telnet 方式配置交换机和路由器时, 在配置命令上的不同之处。

(3) 路由器处理可以采用上述两种方式进行配置外, 还可以采取哪些方式?

实验九、路由器基本配置命令

一. 实验原理

1.1 路由器的用户界面

路由器有以下几个常见命令视图：

(1) 系统视图：通过Console方式登陆路由器即可进入系统视图。在此视图下路由器的标识符为：[Quidway]。

(2) 接口视图：在系统视图下输入interface *interface-type interface-number*命令即可进入接口配置视图。在此视图下路由器的标识符为：[Quidway-Ethernet0]或[Quidway-Serial0]。

(3) 路由器协议视图：在系统视图下输入相关协议名称即可进入对应协议视图。例如，当输入rip时，路由器的标识符为：[Quidway-rip]。

1.2 路由器的常用帮助

在使用命令进行配置的时候，可以借助路由器提供的帮助功能快速完成命令的查找和配置。

(1) 完全帮助：在任何视图下，输入“?”获取该视图下的所有命令及其简单描述。

(2) 部分帮助：输入一命令，后接以空格分隔的“?”，如果该位置为关键字，则列出全部关键字及其描述；如果该位置为参数，则列出有关的参数描述。

在部分帮助里面，还有其他形式的帮助，如键入一字符串其后紧接“?”，路由器将列出所有以该字符串开头的命令；或者键入一命令后接一字符串，紧接“?”，列出命令以该字符串开头的所有关键字。

1.3 路由器系统基本配置及管理

系统的基本配置与管理的配置包括：路由器的名称、路由器的系统时钟、重启路由器等。

配置路由器的名称采用：sysname *sysname*

配置路由器的系统时钟采用：clock *hour: minute: second day month year*

重新启动路由器：reboot

显示路由器的版本信息：display version

显示路由器的名称：display sysname

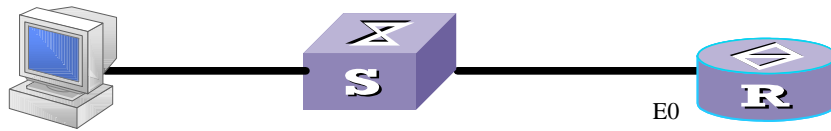
显示路由器的CPU占用情况：display processes CPU

二. 实验内容：路由器常用配置命令

三. 实验目的：掌握路由器的基本命令行

四. 实验环境：

与实验六中Console口配置实验环境相同，如下图。



五. 实验步骤:

- (1) 显示路由器的版本信息。
- (2) 更改路由器的名称
- (3) 擦除配置信息 (delete)、保存配置信息 (save)、显示配置信息 (display)
- (4) 显示当前配置信息: `display current-configuration`
- (5) 查看接口状态: `display interface`
- (6) 查看路由表: `display ip routing-table`
- (7) 修改语种显示: `language`
- (8) 显示历史命令: `display history`

六. 思考题:

- (1) 写出实验步骤1和实验步骤2的语句。
- (2) 在实验步骤5的结果中找出你认为重要的接口信息。
- (3) 在实验步骤6的结果中，写出路由器当前的路由信息。
- (4) 在实验步骤8的结果中，找出你刚才设置的命令。

实验十、静态路由协议配置

一、实验原理

1.1 路由协议

路由器依据路由表进行转发。路由表生成的方法有很多，通常可分为：手工静态配置和动态协议生成两类。对应的路由协议可划分为静态路由、动态路由协议两类。

1.2 静态路由协议简介

静态路由是一种特殊的路由，由网络管理员采用手工方法在路由器中配置而成。在小规模的网络中，静态路由有它的一些优点：

(1) 手工配置，可以精确控制路由选择，改进网络的性能。

(2) 不需要动态路由协议参与，这将会减少路由器的开销，为重要的应用保证带宽。

在路由器上增加静态路由，可以直接使用 `ip route-static` 命令，其完整语法如下：

```
[Quidway]ip route-static ip-address {mask/masklen}
{interface-type interface-name | nexthop-address } [preference
value] [reject|blackhole]
```

在路由器上删除一条静态路由，可以直接使用 `undo ip route-static` 命令，其完整语法如下：

```
[Quidway]undo ip route-static {all|ip-address {mask/masklen}
[interface-type interface-name |
nexthop-address ] [preference value]
```

1.3 缺省路由

缺省路由是一种特殊的路由。当路由器在查找路由表，没有找到与目标相匹配的路由表项时，缺省路由则是路由器为数据指定的路由。在路由表中，缺省路由是以到网络 `0.0.0.0/0` 的路由形式出现。所有的网络都会和这条路由记录符合，由于路由器在查询路由表时采用的是深度优先原则，也就是子网掩码位数长的路由记录先作转发。而缺省路由的掩码为 `0`，所以最后考虑。这样就保证了路由器将在路由表中查询不到数据包的相关路由信息时最后采用默认路由转发。

缺省路由可以通过静态路由手工配置，某些动态路由协议也可以自动生成缺省路由，如 OSPF。缺省路由的手工配置命令格式如下：

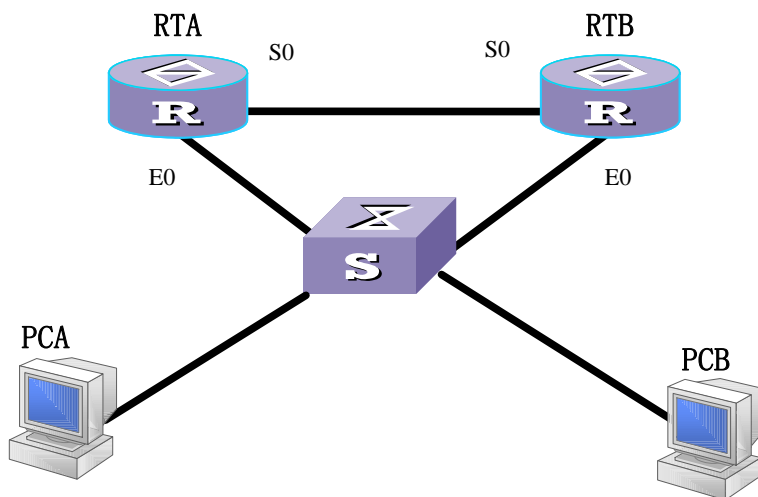
```
[Quidway]ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 next-hop-address
```

二、实验内容：配置静态路由

三、实验目的：掌握路由器上配置静态路由的命令

四. 实验环境:

实际组网中路由器是用来连接两个物理网络的，为了模拟实际环境，我们在试验中采用背靠背直接相连来模拟广域网连接。下图是模拟实验环境，共两台路由器，一台交换机，两台 PC。



路由器各接口 IP 地址设置如下：

	RTA	RTB
E0	202.0.0.1/24	202.0.1.1/24
S0	192.0.0.1/24	192.0.0.2/24

PC 机的 IP 地址和缺省网关的 IP 地址如下：

	PCA	PCB
IP Address	202.0.0.2/24	202.0.1.2/24
Gateway	202.0.0.1	202.0.1.1

五. 实验步骤:

(1) 为了标识路由器，修改路由器名称为 RTA，RTB。

(2) 按照实验环境表格中要求配置路由器各接口的 IP 地址。

注意：串口的配置需要在接口视图下完成 shutdown 和 undo shutdown 命令后才生效。

(3) 配置主机 IP 地址。

(4) 用 ping 命令测试网络互通性。

(5) 完成上述配置后，用 display current-configuration 命令显示配置信息。

(6) 用 `display ip routing-table` 命令显示路由表信息，找出为什么第 4 步不能 ping 通。

(7) 用配置静态路由的办法来添加路由。例如，RTA 上的配置命令：

```
[RTA]ip route-static 202.0.1.0 255.255.255.0 192.0.0.2  
preference 60
```

请在 RTB 上配置类似命令。

(8) 用 `display ip routing-table` 命令再次显示路由表。

(9) 用 `ping` 命令再次测试网络互通性。

六. 思考题:

- (1) 如果不采用实验步骤 7 的命令，试想一下还可以怎样修改路由表来完成这个实验？
- (2) 不按照上述路由器的各接口的 IP 地址和主机的 IP 地址、网关地址，试着自己设计一个地址方案完成这个实验。
- (3) 如果在实验中的路由器之间再加入一台路由器 RTC，试着写出 RTC 上的配置，使得两个主机能够互通。

实验十一、动态路由协议（RIP）配置

一. 实验原理

1.1 动态路由协议简介

在动态路由中，管理员不再需要手工对路由器上的路由表进行配置和维护，而是在每台路由器上运行一个路由表的管理程序。这个管理程序会根据路由器上的接口配置及所连接的链路的状态，生成路由表中的路由表项。

1.2 动态路由协议分类

目前使用的两种常见的动态路由协议算法是距离矢量算法和链路状态算法。

距离矢量算法就是相邻的路由器之间交换整个路由表，并进行矢量的叠加，最后达到生成整个路由表。目前常见的基于距离矢量算法的协议有 RIP，IGRP 等。

链路状态算法对路由的计算方法和距离矢量算法有本质的区别，它是一个层次似的。执行该算法的路由器不是简单的从相邻的路由器学习路由，而是把路由器分成区域，收集区域内所有路由器的链路状态信息，根据链路状态信息生产网络拓扑结构，每个路由器再根据拓扑结构图计算出路由，从而更新自己的路由表。目前常见的基于链路状态算法的协议有 OSPF、IS-IS。

1.3 RIP 路由协议简介

动态路由协议中，最常见的为 RIP 和 OSPF。

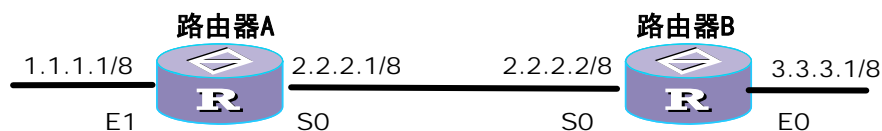
RIP 是一种相对简单的路由协议，但在实际中有着广泛的应用。它通过 UDP 报文交换路由信息，使用跳数来衡量到达目的地的距离。在 RIP 中，路由器与它直连网络的跳数为 0，通过一个路由器跳数加 1。为限制收敛时间，RIP 规定 metric 取值 0~15 之间的整数，大于或等于 16 的对应目的的网络不可达。

RIP 有 RIP-1 和 RIP-2 两个版本，RIP-2 支持明文认证和 MD5 密文认证，并支持变长子网掩码。

二. 实验内容：在路由器上配置 RIP 协议

三. 实验目的：掌握 RIP 协议的配置

四. 实验环境：实验环境如下图所示：



五. 实验步骤:

● RIP-1:

- (1) 配置 A 路由器上的相关接口的 IP 地址。
- (2) 配置 B 路由器上的相关接口的 IP 地址。
- (3) 在路由器 A 上的系统模式下通过 RIP 语句启动 RIP 协议, 并在 RIP 协议视图下输入 network 网络号。
- (4) 在路由器 B 上的系统模式下通过 RIP 语句启动 RIP 协议, 并在 RIP 协议视图下输入 network 网络号。
- (5) 分别在路由器 A 和 B 上输入 display ip routing-table 查看路由表信息。

● RIP-2:

- (1) 配置 A 路由器上的相关接口的 IP 地址。
- (2) 配置 B 路由器上的相关接口的 IP 地址。
- (3) 在路由器 A 上的系统模式下通过 RIP 语句启动 RIP 协议, 并在 RIP 协议视图下输入 network 网络号。
- (4) 在路由器 B 上的系统模式下通过 RIP 语句启动 RIP 协议, 并在 RIP 协议视图下输入 network 网络号。
- (5) 在路由器 A 上的 E0、S0 端口分别输入 rip version 2 启动 RIP-2 协议。
- (6) 在路由器 B 上的 E0、S0 端口分别输入 rip version 2 启动 RIP-2 协议。
- (7) 分别在路由器 A 和 B 上输入 display ip routing-table 查看路由表信息。

六. 思考题:

- (1) 在路由器上, 用以下命令查看路由表 ()
 - A、display ip routing-table
 - B、ARP-A
 - C、Show ip route
 - D、ROUTE PRINT
- (2) 在 rip 中一条路由的 metric 等于 () 即意味着它是不可达的。
 - A、8
 - B、9
 - C、15
 - D、16
- (3) 以下关于距离矢量陆游协议描述中不正确的是 ()
 - A、简单, 易于管理
 - B、收敛速度快
 - C、协议报文流量大
 - D、需要为避免路由环路做特殊处理
- (4) RIP 是在基于 () 之上的一种路由协议
 - A、Ethernet
 - B、IP
 - C、TCP
 - D、UDP

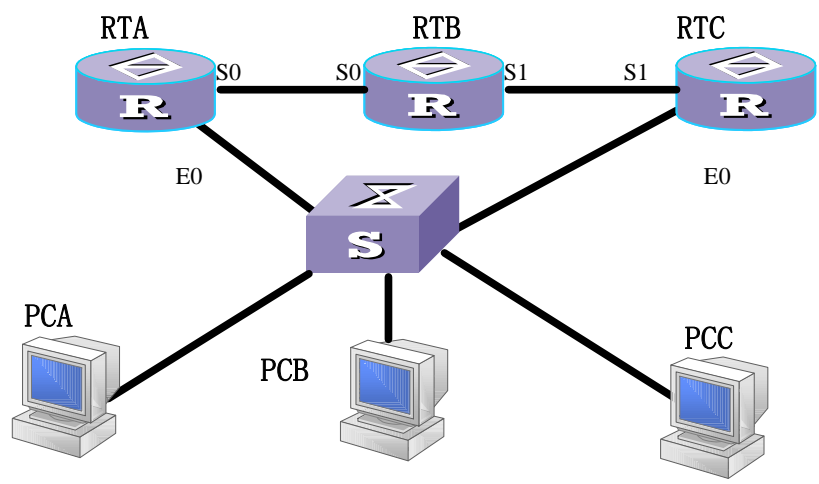
(5) 比较静态路由、RIPv1、RIPv2、OSPF 的特点。

实验十二、路由器协议综合设计实验

- 一. **实验内容：**在路由器上配置静态路由、RIP，实现互通
- 二. **实验目的：**进一步深入理解路由协议的配置

三. 实验环境:

实验环境如下图所示，实验共需要三台路由器、一台交换机和三台主机。



路由器各接口 IP 地址设置如下:

	RTA	RTB	RTC
E0	202.0.0.1/24	202.0.1.1/24	202.0.2.1/24
S0	192.0.0.1/24	192.0.0.2/24	
S1		192.0.1.1/24	192.0.1.2/24

PC 机的 IP 地址和缺省网关的 IP 地址如下:

	PCA	PCB	PCC
IP Address	202.0.0.2/24	202.0.1.2/24	202.0.2.2/24
Gateway	202.0.0.1	202.0.1.1	202.0.2.1

第 4 章 网络安全

实验十三、防火墙的配置

一. 实验原理

1.1 防火墙原理

网络的主要功能是向其他通信实体提供信息传输服务。网络安全技术的主要目的是为传输服务实施的全过程提供安全保障。在网络安全技术中，防火墙技术是一种经常被采用的对报文的访问控制技术。实施防火墙技术的目的是为了**保护内部网络免遭非法数据包的侵害**。为了对进入网络的数据进行访问控制，防火墙需要对每个进入的数据包按照预先设定的规则进行检查。目前的防火墙也有检查由内到外的数据包的功能。

我们在系统视图下，使用如下命令启用防火墙功能：

```
[Quidway]firewall enable
```

并在接口视图下利用如下命令将规则应用到该接口的某个方向上：

```
[Quidway-Ethernet0]firewall packet-filter acl-number[inbound |  
outbound]
```

可以在系统视图下使用如下命令改变缺省行为：

```
[Quidway]firewall default deny | permit
```

1.2 访问控制列表 ACL

路由器的防火墙配置包括两个内容，一是定义对特定数据流的访问控制规则，即定义访问控制列表 ACL；二是定义将特定的规则应用到具体的接口上，从而过滤特定方向上的数据流。

常用的访问控制列表可以分为两种：标准访问控制列表和扩展访问控制列表。标准访问控制列表仅仅根据 IP 报文的源地址域区分不同的数据流，扩展访问控制列表则可以根据 IP 报文中更多的域（如目的 IP 地址，上层协议信息等）来区分不同的数据流。所有访问控制列表都有一个编号，标准访问控制列表和扩展访问控制列表按照这个编号区分：标准访问控制列表编号范围为 1~99，扩展访问控制列表为 100~199。

定义标准访问控制列表的命令格式为：

```
[Quidway] acl acl-number[match-order config | auto]
```

```
[Quidway-acl-10] rule{normal|special}{permit|deny}[source source-addr  
source-wildcard | any]
```

以下是一个标准访问控制列表的例子：

```
[Quidway]acl 20
```

```
[Quidway-acl-20]rule normal permit source 10.0.0.0 0.0.0.255
```

```
[Quidway-acl-20]rule normal deny source any
```

这个访问控制列表 20 包含两条规则，共同表示除了源 IP 地址在网络 10.0.0.0/24 内的允许通过以外，其他源 IP 地址的数据包都禁止通过。

定义扩展访问控制列表的规则

```
[Quidway] acl acl-number[match-order config | auto]
```

```
[Quidway-acl-10] rule{normal|special}{permit | deny}pro-number [source  
source-addr source-wildcard | any][source-port operator  
port1[port2]][destination dest-addr dest-wildcard | any][destination-port  
operator port1[port2]][icmp-type icmp-type icmp-code][logging]
```

以下是一个扩展访问控制列表的例子：

```
[Quidway]acl 120
```

```
[Quidway-acl-120]rule normal permit ip source 10.0.0.1 0.0.0.0
destination 202.0.0.1 0.0.0.0
```

```
[Quidway-acl-120]rule normal deny ip source any destination any
```

这条访问控制列表 120 规定了除主机 10.0.0.1 到主机 202.0.0.1 的数据流可以通过外，其他一律禁止。

```
[Quidway]acl 121
```

```
[Quidway-acl-121]rule permit tcp source any destination 10.0.0.1 0.0.0.0
destination-port equal ftp logging
```

```
[Quidway-acl-121]rule permit tcp source any destination 10.0.0.2 0.0.0.0
destination-port equal telnet logging
```

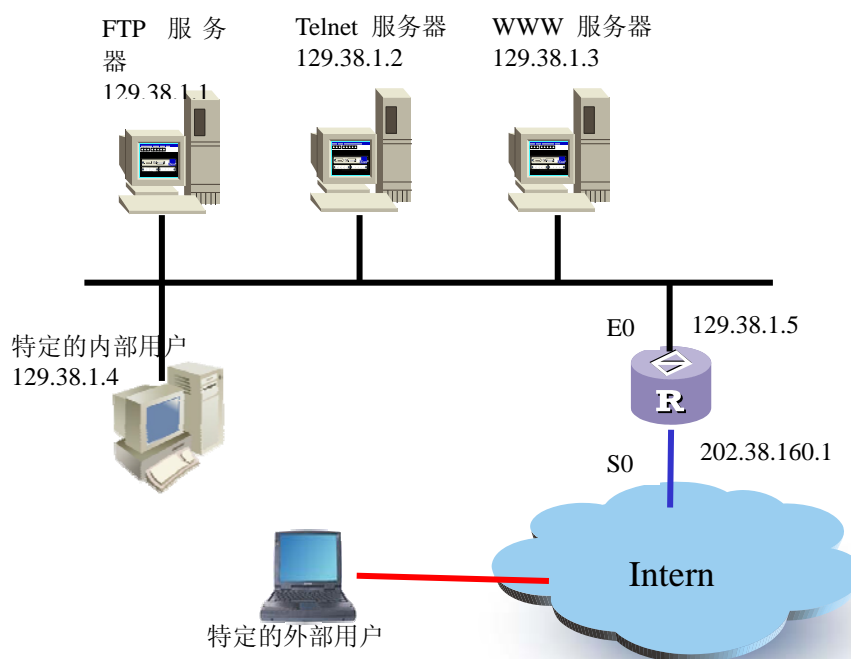
```
[Quidway-acl-121]rule deny ip source any destination any
```

这种规则实现的需求是：仅允许目的为 FTP 服务器 10.0.0.1 的 FTP 请求报文输入和目的为 TELNET 服务器 10.0.0.2 的 TELNET 报文输入，禁止其他一切输入报文。

二. 实验内容：防火墙的配置

三. 实验目的：学习配置访问控制列表设计防火墙

四. 实验环境：实验环境如下图所示：



公司对外的 IP 地址为 202.38.160.1。通过配置防火墙，希望实现以下要求：

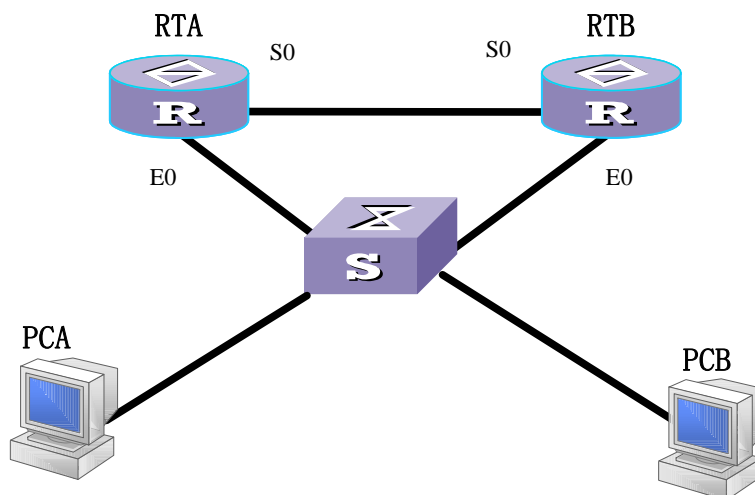
- (1) 外部网络只有特定用户可以访问内部服务器
 - (2) 内部网络只有特定主机可以访问外部网络。
- 在本实验中，假定外部特定用户的 IP 地址为 202.39.2.3。

五. 实验步骤：

- (1) 启用防火墙功能
- (2) 设置防火墙缺省过滤方式为允许通过
- (3) 配置允许特定主机允许访问外部网，此处的特定主机为 129.38.1.4 和三个服务器
- (4) 配置规则允许特定用户从外部网访问内部服务器
- (5) 将第三步所配规则作用于从接口 E0 进入的包
- (6) 将第四步所配规则作用于从接口 S0 进入的包

六. 思考题：

- (1) 如下图所示的网络环境中，基于需求：PCA 可以 ping 通 PCB，但是 PCB 不能 ping 通 PCA，请列出路由器 RTA 上的防火墙配置。



路由器各接口 IP 地址设置如下：

	RTA	RTB
E0	10.0.0.1/24	10.0.2.1/24
S0	10.0.1.1/24	10.0.1.2/24

PC 机的 IP 地址和缺省网关的 IP 地址如下：

	PCA	PCB
IP Address	10.0.0.2/24	10.0.2.2/24

Gateway	10.0.0.1	10.0.2.1
---------	----------	----------