**电子科技大学计算机科学与工程学院**

**实 验 指 导 书**

**（实验）课程名称 计算机网络基础**

**电子科技大学教务处制表**

**目 录**

[实验1 交换机和路由器的基本配置 4](#_Toc482365759)

[实验2 虚拟局域网VLAN组网 15](#_Toc482365760)

[一、网络拓扑构建 17](#_Toc482365761)

[二、使用VLAN实现隔离 17](#_Toc482365762)

[三、使用三层交换机实现VLAN间互联互通 21](#_Toc482365763)

[实验3 静态路由 25](#_Toc482365764)

[一、网络拓扑构建 27](#_Toc482365765)

[二、静态路由配置 28](#_Toc482365766)

[实验4 动态路由协议OSPF 35](#_Toc482365767)

[一、网络拓扑构建 38](#_Toc482365768)

[二、配置静态路由（与后续的OSPF作对比） 39](#_Toc482365769)

[三、配置动态路由OSPF 44](#_Toc482365770)

实验1 交换机和路由器的基本配置

实验所属系列： 《计算机网络基础》课内实验 实验对象： 本科

相关课程及专业：计算机网络、信息安全 实验时数（学分）：**1**学时

实验类别 课内上机

实验开发教师： 计算机网络课程组

**【实验目的】**

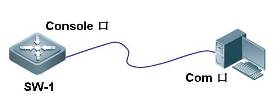
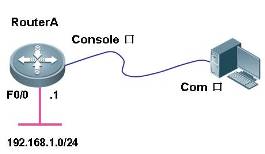
理解和掌握交换机和路由器的工作原理；掌握交换机和路由器命令行各种操作模式的区别；能够使用各种帮助信息，以及用命令进行基本的配置。

**【实验内容】**

假设是某公司新进的网管，公司要求你熟悉网络产品。

首先要求你登录交换机或路由器，了解并掌握交换机和路由器的命令行操作，以及如何使用一些基本命令对设备进行配置，包括交换机和路由器的设备名、登录时的描述信息、端口参数的基本配置，以及设备运行状态的查看。

**【实验环境】**

交换机console方式连接图 路由器console方式连接图

**【实验设备】**

交换机1台、路由器1台、计算机1台。

**【实验原理】**

交换机和路由器（以下简称设备）的管理方式基本分为两种：带内管理和带外管理。通过设备的Console口管理设备属于带外管理，不占用设备的网络接口，其特点是需要使用配置线缆，近距离配置。第一次配置交换机或路由器时必须利用Console端口进行配置。

交换机或路由器的命令行操作模式，主要包括：用户模式、特权模式、全局配置模式、端口模式等几种。

* 用户模式：进入设备后得到的第一个操作模式，该模式下可以简单查看设备的软、硬件版本信息，并进行简单的测试。用户模式提示符为switch>或router>
* 特权模式：由用户模式进入的下一级模式，该模式下可以对设备的配置文件进行管理，查看设备的配置信息，进行网络的测试和调试等。特权模式提示符为switch#或router#
* 全局配置模式：属于特权模式的下一级模式（子模式），该模式下可以配置设备的全局性参数（如设备名、登录信息等）。在该模式下可以进入下一级的配置模式，对设备的具体功能进行配置。全局配置模式提示符为switch(config)#或router(config)#
* 端口配置模式：属于全局配置模式的下一级模式（子模式），该模式下可以对交换机或路由器的网络端口进行参数配置。端口模式提示符为switch(config-if)#或router(config-if)#

交换机或路由器的基本操作命令包括：

Exit命令是退回到上一级操作模式。

End命令是指用户从特权模式以下级别直接返回到特权模式。

交换机和路由器的命令行支持获取帮助信息、命令的简写、命令的自动补齐、快捷键功能。配置交换机的设备名称和配置交换机的描述信息必须在全局配置模式下执行。

Hostname配置交换机和路由器的设备名称。当用户登录交换机或路由器时，你可能需要告诉用户一些必要的信息。你可以通过设置标题来达到这个目的。你可以创建两种类型的标题：每日通知和登录标题。

* + Banner motd配置交换机和路由器每日提示信息。motd是message of the day的缩写。
  + Banner login配置交换机和路由器登录提示信息，位于每日提示信息之后。

查看交换机或路由器的系统和配置信息，相应的查看命令要在特权模式下执行。

* 1. Show version查看交换机或路由器的版本信息，可以查看到交换机或路由器的硬件版本信息和软件版本信息，用于进行交换机路由器操作系统升级时的依据。
  2. Show mac-address-table查看交换机当前的MAC地址表信息。
  3. Show ip route查看路由器中的路由表信息。
  4. Show running-config查看交换机路由器当前生效的配置信息。

**【预备知识】**

交换机和路由器的命令行界面和基本操作

**【实验步骤】**

* **交换机的配置**

**第一步：交换机各个操作模式直接的切换**

Swtich>**enable**

* 注释：*使用enable命令从用户模式进入特权模式*

Swtich#**configure terminal**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

* 注释：*使用configure terminal命令从特权模式进入全局配置模式*

Swtich(config)#**interface fastEthernet 0/1**

* 注释：*使用interface命令进入端口配置模式*

Swtich(config-if)#

Swtich(config-if)#**exit**

* 注释：*使用exit命令退回上一级操作模式*

Swtich(config)#**interface fastEthernet 0/2**

Swtich(config-if)#**end**

Swtich#

* 注释：*使用end命令直接退回特权模式*

**第二步：交换机命令行界面基本功能**

Switch> **?**

* 注释：*显示当前模式下所有可执行的命令，如*：

disable Turn off privileged commands

enable Turn on privileged commands

exit Exit from the EXEC

help Description of the interactive help system

ping Send echo messages

rcommand Run command on remote switch

show Show running system information

telnet Open a telnet connection

traceroute Trace route to destination

Swtich>**en <tab>**

Swtich>enable

* 注释：*使用tab键补齐命令*

Swtich#**con?**

configure connect

* 注释：*使用？显示当前模式下所有以“con”开头的命令*

Swtich#**conf t**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Swtich(config)#

* 注释：*交换机支持命令的简写，该命令代表configure terminal，进入全局配置模式。*

Swtich(config)#**interface ？**

注释：显示interface命令后可执行的参数，如：

Aggregateport Aggregate port interface

Dialer Dialer interface

FastEthernet Fast IEEE 802.3

GigabitEthernet Gbyte Ethernet interface

Loopback Loopback interface

Multilink Multilink-group interface

Null Null interface

Tunnel Tunnel interface

Virtual-ppp Virtual PPP interface

Virtual-template Virtual Template interface

Vlan Vlan interface

range Interface range command

Switch(config)#**interface**

Swtich(config)#**interface fastEthernet 0/1**

Switch(config-if)# **^Z**

Switch#

* 注释：*使用快捷键“Ctrl+Z”可以直接退回到特权模式*

Switch#**ping 1.1.1.1**

sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.1,

timeout is 2000 milliseconds.

. **^C**

Switch#

* 注释：*在交换机特权模式下执行ping 1.1.1.1命令，发现不能ping通目标地址，交换机默认情况下需要发送5个数据包，如不想等到5个数据包均不能ping通目标地址的反馈出现，可在数据包未发出5个之前通过执行快捷键“Ctrl+C”终止当前操作。*

**第三步：配置交换机的名称和每日提示信息**

Switch(config)#**hostname SW-1**

* 注释：*使用hostname命令更改交换机的名称*

SW-1(config)#**banner motd $**

* 注释：*使用banner命令设置交换机的每日提示信息—Message of the Day (motd)，参数motd指定以哪个字符为信息的结束符，本例是指定$为信息输入结束的标志符。*

Enter TEXT message. End with the character '$'.

Welcome to SW-1, if you are admin, you can config it.

If you are not admin, please EXIT!

$

SW-1(config)#

SW-1(config)#**exit**

SW-1#**exit**

SW-1 CON0 is now available

Press RETURN to get started

Welcome to SW-1, if you are admin, you can config it.

If you are not admin, please EXIT!

SW-1>

**第四步：配置接口状态**

交换机Fastethernet接口默认情况下是10M/100Mbit/s自适应端口，双工模式也为自适应（端口速率、双工模式可配置）。默认情况下，所有交换机端口均开启。

如果网络中存在一些型号比较旧的主机，还在使用10Mbit/s半双工的网卡，此时为了能够实现主机之间的正常访问，应当在交换机上进行相应的配置，把连接这些主机的交换机端口速率设为10Mbit/s，传输模式设为半双工。

SW-1(config)#**interface fastEthernet 0/1**

* 注释：*进入端口Fastethernet 0/1的配置模式*

SW-1(config-if)#**speed 10**

* 注释：*配置端口速率为10M*

SW-1(config-if)#**duplex half**

* 注释：*配置端口的双工模式为半双工*

SW-1(config-if)#**no shutdown**

* 注释：*开启端口，使端口转发数据。交换机端口默认已经开启。*

SW-1(config-if)#**description "This is a Accessport."**

* 注释：*配置端口的描述信息，可作为提示。*

SW-1(config-if)#**end**

SW-1#

SW-1#**show interface fastEthernet 0/1**

* 注释：*显示特定端口fastethernet 0/1的状态*

Index(dec):1 (hex):1

FastEthernet 0/1 is UP , line protocol is UP

Hardware is marvell FastEthernet

Description: "This is a Accessport."

Interface address is: no ip address

MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit

Encapsulation protocol is Bridge, loopback not set

Keepalive interval is 10 sec , set

Carrier delay is 2 sec

RXload is 1 ,Txload is 1

Queueing strategy: WFQ

Switchport attributes:

interface's description:""This is a Accessport.""

medium-type is copper

lastchange time:329 Day:22 Hour: 5 Minute: 2 Second

Priority is 0

admin duplex mode is Force Half Duplex, oper duplex is Half

admin speed is 10M, oper speed is 10M

flow control admin status is OFF,flow control oper status is OFF

broadcast Storm Control is OFF,multicast Storm Control is OFF,unicast Storm Control is OFF

5 minutes input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec

5 minutes output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec

0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer, 0 dropped

Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants

0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort

0 packets output, 0 bytes, 0 underruns , 0 dropped

0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets

SW-1#

**第五步：查看交换机的系统和配置信息**

SW-1#**show version**

* 注释：*查看交换机的系统信息*

System description: CISCO Multi-Layer Switch(S3760-24) By CISCO

* 注释：*交换机的描述信息（型号等）*

System start time : 2008-11-25 21:58:44

System hardware version : 1.0

* 注释：设备的硬件版本信息

System software version : IOS 10.2.00(2), Release(27932)

* 注释：操作系统版本信息

System boot version : 10.2.27014

System CTRL version : 10.2.24136

System serial number : 0000000000000

SW-1#

SW-1#**show running-config**

* 注释：*查看交换机的配置信息*

Building configuration...

Current configuration : 1279 bytes

!

version IOS 10.2.00(2), Release(27932)(Thu Dec 13 10:31:41 CST 2007 -ngcf32)

hostname SW-1

!

vlan 1

!

no service password-encryption

!

interface FastEthernet 0/1

!

interface FastEthernet 0/2

!

interface FastEthernet 0/3

!

interface FastEthernet 0/4

!

interface FastEthernet 0/5

!

interface FastEthernet 0/6

!

interface FastEthernet 0/7

!

interface FastEthernet 0/8

!

interface FastEthernet 0/9

!

interface FastEthernet 0/10

!

interface FastEthernet 0/11

!

interface FastEthernet 0/12

!

interface FastEthernet 0/13

!

interface FastEthernet 0/14

!

interface FastEthernet 0/15

!

interface FastEthernet 0/16

!

interface FastEthernet 0/17

!

interface FastEthernet 0/18

!

interface FastEthernet 0/19

!

interface FastEthernet 0/20

!

interface FastEthernet 0/21

!

interface FastEthernet 0/22

!

interface FastEthernet 0/23

!

interface FastEthernet 0/24

!

interface GigabitEthernet 0/25

!

interface GigabitEthernet 0/26

!

interface GigabitEthernet 0/27

!

interface GigabitEthernet 0/28

!

!

line con 0

line vty 0 4

login

!

!

banner motd ^C

Welcome to SW-1, if you are admin, you can config it.

If you are not admin, please EXIT!

^C

!

end

**第六步：保存配置**

* 注释：*下面的3条命令都可以保存配置。*

SW-1#**copy running-config startup-config**

SW-1#**write memory**

SW-1#**write**

* **路由器的配置**
* 提示：*路由器的命令行界面操作、模式转换和基本配置与交换机同。请注意系统提示符为router>或router#。此处省略相关步骤。*

**第一步：配置路由器的接口并查看接口配置**

router#**configure terminal**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

router(config)#**interface fastEthernet 0/0**

* 注释：*进入端口Fa0/0的接口配置模式*

router(config-if)#i**p address 192.168.1.1 255.255.255.0**

* 注释：*配置接口的IP地址*

router(config-if)#**no shutdown**

* 注释：*开启该端口*

router(config-if)#**end**

Router#**show interfaces fastEthernet 0/0**

* 注释：*查看端口Fa0/0的状态是否为UP，地址配置和流量统计等信息*

Index(dec):1 (hex):1

FastEthernet 0/0 is UP, line protocol is UP

Hardware is MPC8248 FCC FAST ETHERNET CONTROLLER FastEthernet, address is 00d0.f86b.3832 (bia 00d0.f86b.3832)

Interface address is: 192.168.1.1/24

ARP type: ARPA,ARP Timeout: 3600 seconds

MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit

Encapsulation protocol is Ethernet-II, loopback not set

Keepalive interval is 10 sec , set

Carrier delay is 2 sec

RXload is 1 ,Txload is 1

Queueing strategy: FIFO

Output queue 0/40, 0 drops;

Input queue 0/75, 0 drops

Link Mode: 100M/Full-Duplex

5 minutes input rate 1 bits/sec, 0 packets/sec

5 minutes output rate 1 bits/sec, 0 packets/sec

1 packets input, 60 bytes, 0 no buffer, 0 dropped

Received 1 broadcasts, 0 runts, 0 giants

0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort

1 packets output, 42 bytes, 0 underruns , 0 dropped

0 output errors, 0 collisions, 2 interface resets

**第二步：显示路由表的信息**

Router#**show ip route**

* 注释：*查看路由表信息*

Codes: C - connected, S - static, R - RIP B - BGP

O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area

\* - candidate default

Gateway of last resort is no set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 0/0

C 192.168.1.1/32 is local host.

**【注意事项】**

1、命令行操作进行自动补齐或命令简写时，要求所简写的字母必须能够惟一区别该命令。如switch#conf可以代表configure，但switch#co无法代表configure，因为co开头的命令有两个copy和configure，设备无法区别。

2、注意区别每个操作模式下可执行的命令种类。交换机和路由器不可以跨模式执行命令。

3、配置设备名称的有效字符是22个字节。

4、配置每日提示信息时，注意终止符不能在描述文本中出现。如果键入结束的终止符后仍然输入字符，则这些字符将被系统丢弃。

5、交换机端口在默认情况下是开启的，即端口处于管理员人工开启的状态（UP），如果该端口没有实际连接其他外部设备，则实际运行状态是down状态。

路由器端口在默认情况下是关闭的，即端口处于人工关闭的状态（down），需要通过命令no shutdown**打开。**

6、注意区分路由器Show interface和show ip interface之间的区别。

7、show running-config查看的是当前生效的配置文件信息，该信息存储在RAM内存中。show startup-config是查看保存在NVRAM（非易失性RAM）里的备份配置文件信息。

当交换机或路由器掉电，内存中的配置信息将丢失。重新启动过程中，设备会从NVRAM中的配置文件加载到RAM中重新生成新的配置信息。

**【实验结果】**

1. 交换机的配置文件内容，即show running-config 的结果
2. 路由器的配置文件内容，即show running-config 的结果

# 实验2 虚拟局域网VLAN组网

**实验所属系列： 《计算机网络基础》课内实验 实验对象： 本科**

**相关课程及专业：计算机网络、信息安全 实验时数（学分）： 2学时**

**实验类别 课内上机**

**实验开发教师： 计算机网络课程组**

**【实验目的】**

掌握如何在交换机上划分基于端口的VLAN、如何给VLAN内添加端口，理解跨交换机之间VLAN的特点。

**【实验内容】**

本实验包括**两阶段组网需求**：

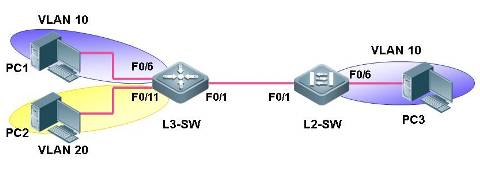
（1）**阶段一：使用VLAN实现隔离。**假设某企业有两个主要部门：销售部和技术部，其中销售部门内部的个人计算机系统连接在不同的交换机上，他们之间需要相互进行通信，但为了数据安全起见，销售部和技术部需要进行相互隔离，现要在交换机上做适当配置来实现这一目标。

通过划分Port VLAN实现交换机的端口隔离，然后使在同一VLAN里的计算机系统能跨交换机进行相互通信，而在不同VLAN里的计算机系统不能进行相互通信。

（2）**阶段二：使用三层交换机实现VLAN间互联互通。**在采用VLAN实现了阶段一的不同VLAN之间隔离需求后，现在销售部和技术部之间也需要互联。现要在交换机上做适当配置来实现这一目标。

需要在网络内所有的交换机上配置VLAN，然后在三层交换机上给相应的VLAN设置IP地址，以实现VLAN间的路由。

**【实验环境】**

****

**【实验设备】**

三层交换机： 1台

二层交换机： 1台

PC：若干

**【实验原理】**

**（1）使用VLAN实现隔离：**

VLAN（Virtual Local Area Network，虚拟局域网）是指在一个物理网段内，进行逻辑的划分，划分成若干个虚拟局域网。VLAN最大的特性是不受物理位置的限制，可以进行灵活的划分。VLAN具备了一个物理网段所具备的特性。相同VLAN内的主机可以互相直接访问，不同VLAN间的主机之间互相访问必须经由路由设备进行转发。广播数据包只可以在本VLAN内进行传播，不能传输到其他VLAN中。

Port Vlan是实现VLAN的方式之一，Port Vlan是利用交换机的端口进行VLAN的划分，一个端口只能属于一个VLAN。

Tag Vlan是基于交换机端口的另外一种类型，主要用于实现跨交换机的相同VLAN内主机之间可以直接访问，同时对于不同VLAN的主机进行隔离。Tag Vlan遵循了IEEE802.1q协议的标准。在利用配置了Tag vlan的接口进行数据传输时，需要在数据帧内添加4个字节的802.1q标签信息，用于标识该数据帧属于哪个VLAN，以便于对端交换机接收到数据帧后进行准确的过滤。

**（2）使用三层交换机实现VLAN间的互联互通**

在交换网络中，通过VLAN对一个物理网络进行了逻辑划分，不同的VLAN之间是无法直接访问的，必须通过三层的路由设备进行连接。一般利用路由器或三层交换机来实现不同VLAN之间的互相访问。三层交换机和路由器具备网络层的功能，能够根据数据的IP包头信息，进行选路和转发，从而实现不同网段之间的访问。

直连路由是指：为三层设备的接口配置IP地址，并且激活该端口，三层设备会自动产生该接口IP所在网段的直连路由信息。

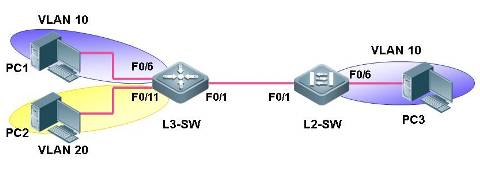
三层交换机实现VLAN互访的原理是，利用三层交换机的路由功能，通过识别数据包的IP地址，查找路由表进行选路转发。三层交换机利用直连路由可以实现不同VLAN之间的互相访问。三层交换机给接口配置IP地址，采用SVI（交换虚拟接口）的方式实现VLAN间互连。SVI是指为交换机中的VLAN创建虚拟接口，并且配置IP地址。

【预备知识】

交换机的基本配置方法，VLAN的工作原理和配置方法，Trunk的工作原理和配置方法，三层交换的工作原理和配置方法

【实验步骤】

## 一、网络拓扑构建

****

1．设备准备

（1）三层交换机L3-SW：3560-24PS

（2）二层交换机L2-SW：2960-24TT

（3）终端：普通PC

## 二、使用VLAN实现隔离

第一步：配置两台交换机的主机名

* **二层交换机**

Switch#**configure terminal**

Switch(config)#**hostname L2-SW**

L2-SW(config)#

* **三层交换机**

Switch #**configure terminal**

Switch (config)#**hostname L3-SW**

L3-SW(config)#

第二步：在**三层交换机上**生成VLAN 并添加成员端口

L3-SW(config)#**vlan 10**

L3-SW(config-vlan)#**name xiaoshou**

* 注释：*划分销售部的VLAN 10*

L3-SW(config-vlan)#**vlan 20**

L3-SW(config-vlan)#**name jishu**

* 注释：*划分技术部的VLAN 20*

L3-SW(config-vlan)#**exit**

L3-SW(config)#

L3-SW(config)#**interface range fastEthernet 0/6-10**

* 注释：*将端口Fa0/6至Fa0/10划分到VLAN 10*

L3-SW(config-if-range)#**switchport mode access**

L3-SW(config-if-range)#**switchport access vlan 10**

L3-SW(config-if-range)#**exit**

L3-SW(config)#**interface range fastEthernet 0/11-15**

* 注释：*将端口Fa0/11至Fa0/15划分到VLAN 20*

L3-SW(config-if-range)#**switchport mode access**

L3-SW(config-if-range)#**switchport access vlan 20**

L3-SW(config-if-range)#**exit**

L3-SW(config)#

第三步：在二层交换机上生成VLAN并添加成员端口

L2-SW(config)#**vlan 10**

L2-SW(config-vlan)#**name xiaoshou**

* 注释：*划分销售部的VLAN 10*

L2-SW(config-vlan)#**vlan 20**

L2-SW(config-vlan)#**name jishu**

* 注释：*划分技术部的VLAN 20*

L2-SW(config-vlan)#**exit**

L2-SW(config)#

L2-SW(config)#**interface range fastEthernet 0/6-10**

* 注释：*将端口Fa0/6至Fa0/10划分到VLAN 10*

L2-SW(config-if-range)#**switchport mode access**

L2-SW(config-if-range)#**switchport access vlan 10**

L2-SW(config-if-range)#**exit**

L2-SW(config)#

第四步：设置交换机之间的链路为Trunk

**三层交换机**

L3-SW(config)#**interface fastEthernet 0/1**

L3-SW(config-if)#**switchport trunk encapsulation dot1q**

* 注释：*明确VLAN id号的封装格式*

L3-SW(config-if)#**switchport mode trunk**

L3-SW(config-if)#**exit**

L3-SW(config)#

**二层交换机**

L2-SW(config)#**interface fastEthernet 0/1**

L2-SW(config-if)#**switchport trunk encapsulation dot1q**

* 注释：*某些二层交换机无此命令，可继续执行下面的配置命令*

L2-SW(config-if)#**switchport mode trunk**

L2-SW(config-if)#**exit**

L2-SW(config)#

第五步：查看VLAN和Trunk的配置

L2-SW#**show vlan**

L2-SW#**show interfaces fastEthernet 0/1 switchport**

L3-SW#**show vlan**

L3-SW#**show interfaces fastEthernet 0/1 switchport**

第六步：验证配置

PC3和PC1都属于VLAN 10，它们的IP地址都在C类网络192.168.10.0/24内，PC2属于VLAN 20，它的IP地址在C类网络192.168.20.0/24内，可以看到从PC3是可以ping通PC1的，如图2-1所示，而从PC3是不能ping通PC2的，如图2-2所示。

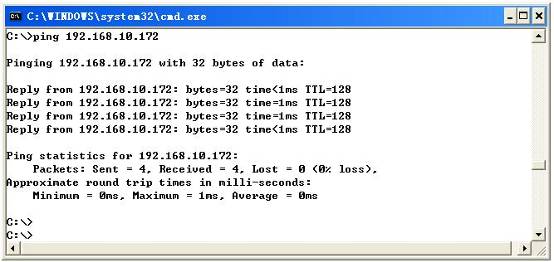


图2-1 从PC3可以ping通PC1

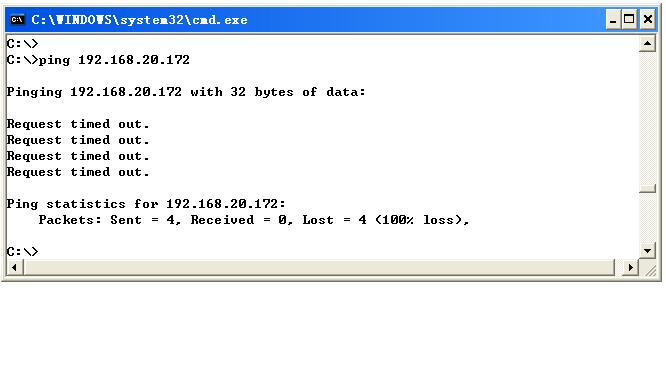


图2-2 从PC3不能ping通PC2

此时，如果把PC1的连线转移到属于VLAN 20的端口上去，PC3和PC1将不再能够ping通了，如图2-3所示。

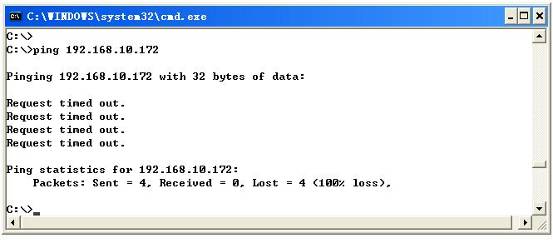


图2-3 把PC1移到VLAN 20后也不能ping通信

## 三、使用三层交换机实现VLAN间互联互通

**第七步：在三层交换机上配置SVI端口**

L3-SW#**configure terminal**

L3-SW(config)#**interface vlan 10**

* 注释：*激活VLAN 10的SVI端口并配置IP地址*

L3-SW(config-if)#**ip address 192.168.10.1 255.255.255.0**

L3-SW(config-if)#**no shutdown**

L3-SW(config-if)#**exit**

L3-SW(config)#

L3-SW(config)#**interface vlan 20**

* 注释：*激活VLAN 20的SVI端口并配置IP地址*

L3-SW(config-if)#**ip address 192.168.20.1 255.255.255.0**

L3-SW(config-if)#**no shutdown**

L3-SW(config-if)#**exit**

L3-SW(config)#

**第八步：启动三层交换机路由转发**

L3-SW#**configure terminal**

L3-SW(config)#**ip routing**

**第九步：查看SVI端口的配置**

L3-SW#**show ip route**

Codes: C - connected, S - static, R - RIP B - BGP

O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area

\* - candidate default

Gateway of last resort is no set

C 192.168.10.0/24 is directly connected, VLAN 10

C 192.168.10.1/32 is local host.

C 192.168.20.0/24 is directly connected, VLAN 20

C 192.168.20.1/32 is local host.

* 注释：*从中可以看到，VLAN的虚拟端口上配置的IP地址，其网段成为了三层交换机的直连路由。*

**L3-SW#show interfaces vlan 10**

**L3-SW#show interfaces vlan 20**

L3-SW#

**第十步：验证配置**

给PC3添加网关192.168.10.1，如图2-4所示，此时再从PC3去ping不同VLAN的主机PC2，是可以ping通的，如图2-5所示。

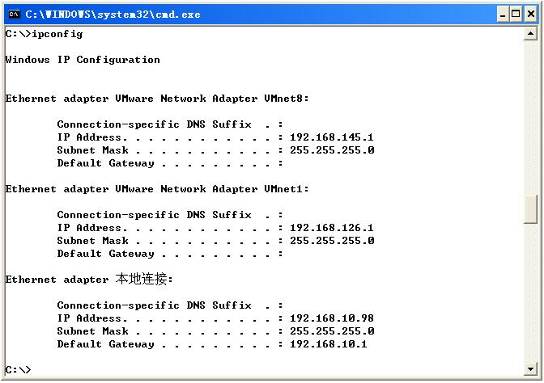


图2-4 为PC3设置网关

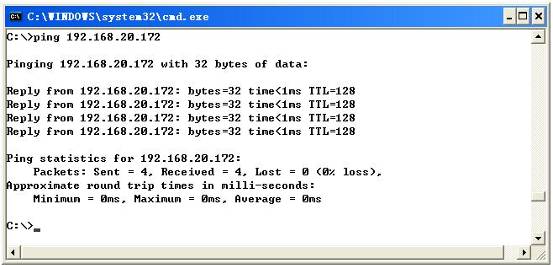


图2-5设置三层交换机后，PC3可以ping通PC2

**【注意事项】**

1．交换机所有的端口在默认情况下属于ACCESS端口，可直接将端口加入某一VLAN。利用switchport mode access/trunk命令可以更改端口的VLAN模式。

2．VLAN1属于系统的默认VLAN，不可以被删除

3．删除某个VLAN，使用no命令。例如：switch(config)#no vlan 10

4．删除当前某个VLAN时，注意先将属于该VLAN的端口加入别的VLAN，再删除VLAN。

5．两台交换机之间相连的端口应该设置为tag vlan模式。

6．Trunk接口在默认情况下支持所有VLAN的传输。

7．两台交换机之间相连的端口应该设置为tag vlan模式。

8．给SVI端口设置完IP地址后，一定要使用**no shutdown**命令进行激活，否则无法正常使用。

9．如果VLAN内没有激活的端口，相应VLAN的SVI端口将无法被激活。

1. 需要设置PC的网关为相应VLAN的SVI接口地址。

**【实验结果】**

1. 使用VLAN实现隔离：
2. 每个交换机的配置文件内容，即show running-config 的结果
3. 各个ping的测试结果截图
4. 使用三层交换机实现VLAN间的互联互通
5. 每个交换机的配置文件内容，即show running-config 的结果
6. 各个ping的测试结果截图

# 实验3 静态路由

实验所属系列： 《计算机网络基础》课内实验 实验对象： 本科

相关课程及专业：计算机网络、信息安全 实验时数（学分）： **2**学时

实验类别 课内上机

实验开发教师： 计算机网络课程组

**【实验目的】**

理解静态路由的工作原理，掌握如何配置静态路由。

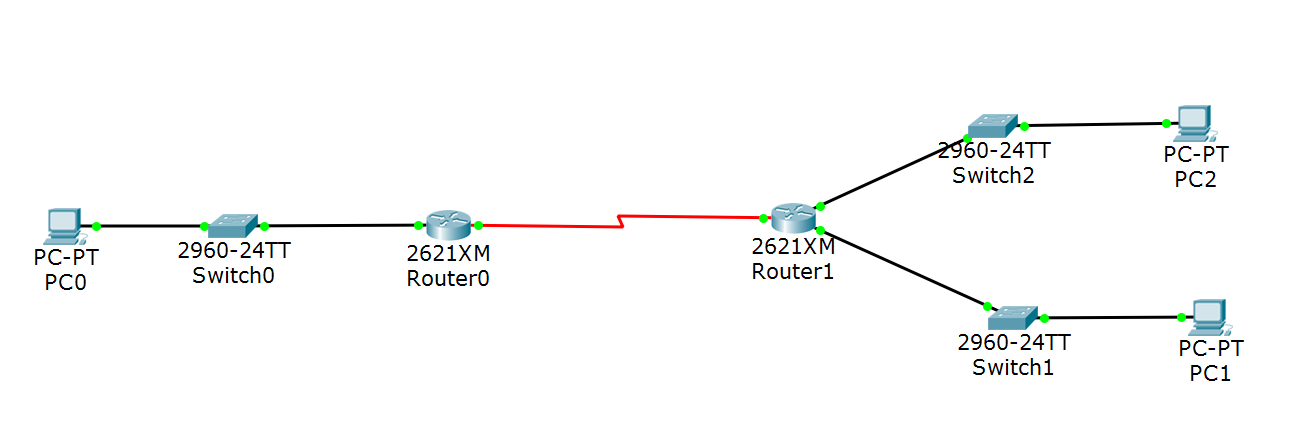
**【实验内容】**

假设计划建设的园区网，分为两个区域，距离较远。其中区域1中存在网络NET1，区域2中存在网络NET3，NET4。现在需要使用两台路由器实现两个区域之间的互联互通。

NET1，NET3和NET4均是通过二层交换机构建的以太网局域网，连接用户PC机，每个局域网均连接到各自的网关路由器以太网接口上。NET2是广域网，实现两个区域两台路由器之间的连接。局域网NET1中的PC机与NET3、NET4中PC机的通信通过广域网NET2实现。现要在路由器上做适当配置，实现园区网内各个区域子网之间的相互通信。

两台路由器通过广域网串行接口，以V.35 DCE/DTE广域网专用电缆连接在一起，设置静态路由，实现所有子网间的互通。

**【实验拓扑】**



Fa0/1

Se1/0

Se1/0

NET 1

NET 2

NET 3

NET 4

Fa0/1

Fa0/0

Fa0/1

Fa0/1

Fa0/0

**【实验设备】**

交换机：3台

路由器（带广域网串行接口）：2台

广域网电缆V.35 DCE/DTE：1对

PC：若干

**【实验原理】**

路由器属于网络层设备，能够根据IP包头的信息，选择一条最佳路径，将数据包转发出去。实现不同网段的主机之间的互相访问。

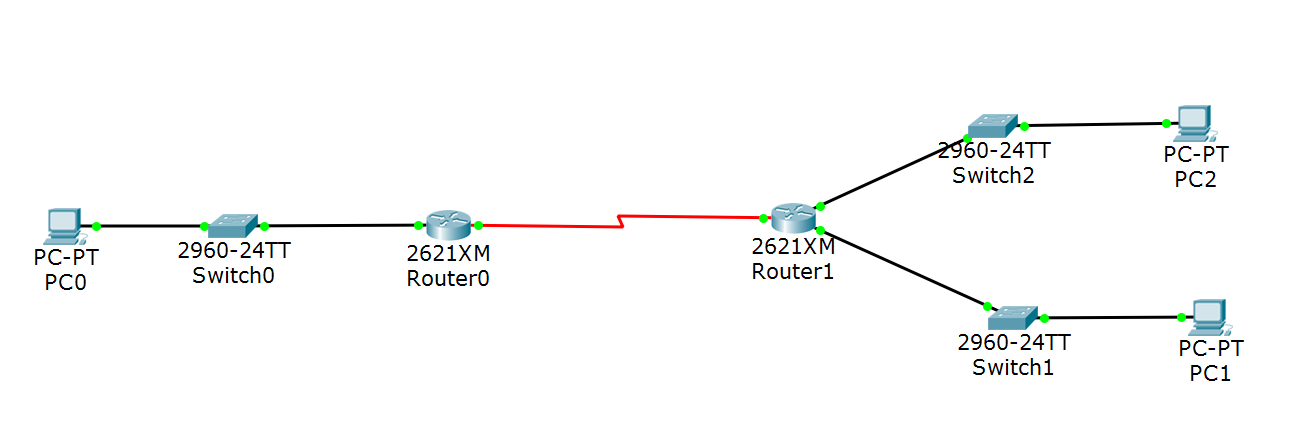
路由器是根据路由表进行选路和转发的。而路由表里就是由一条条的路由信息组成。路由表的产生方式一般有3种：

* 直连路由：给路由器接口配置一个IP地址，路由器自动产生本接口IP所在网段的路由信息。
* 静态路由：在拓扑结构简单的网络中，网管员通过手工的方式配置本路由器未知网段的路由信息，从而实现不同网段之间的连接。
* 动态路由协议学习产生的路由：在大规模的网络中，或网络拓扑相对复杂的情况下，通过在路由器上运行动态路由协议，路由器之间互相自动学习产生路由信息。

**【预备知识】**

路由器的工作原理和基本配置方法，静态路由的工作原理和配置方法

**【实验步骤】**



Fa0/1

Se1/0

Se1/0

NET 1

NET 2

NET 3

NET 4

Fa0/1

Fa0/0

Fa0/1

Fa0/1

Fa0/0

## 一、网络拓扑构建

1. 设备准备

（1）路由器：

* 型号—2621XM
* 端口扩展：采用**扩展模块NM-4A/S**进行端口数量和类型的扩展。（插入扩展模块前请关闭路由器的电源，插入后打开路由器电源。），采用NM-4A/S扩展后，每个路由器将增加4个广域网接口（serial接口），用于路由器之间的互联。

（2）交换机型号：2960-24TT

（3）终端：普通PC

2. 线路和网络端口连接

（1）交换机—PC机：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

（2）交换机—路由器：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

Switch0—Router0： 以太网 Fa 0/1——Fa 0/0

Switch1—Router1： 以太网Fa 0/1——Fa 0/0

Switch2—Router1： 以太网Fa 0/1——Fa 0/1

Router0—Router1： 广域网 Serial 1/0——Serial 1/0

1. 网络地址分配

网络 IP地址范围 网络地址 子网掩码

NET 1 192.168.1.0—192.168.1.255 192.168.1.0 255.255.255.0

NET 2 202.115.18.0—202.115.18.3 202.115.18.0 255.255.255.252

NET 3 192.168.5.0—192.168.5.255 192.168.5.0 255.255.255.0

NET 4 192.168.9.0—192.168.9.255 192.168.9.0 255.255.255.0

## 二、静态路由配置

### 1．路由器Router0的端口（局域网、广域网）配置

（1）进入路由器的命令行配置界面。

首先进入的是用户模式。

Router>

（2）进入特权模式。

Router>**enable**

Router#

（3）进入配置模式，开始对设备进行配置

Router# **configure terminal**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Router(config)#

（4）修改路由器的名字为Router0

Router(config)#**hostname Router0**

Router0(config)#

（5）进入以太网端口fastEthernet 0/0，打开该端口

Router0(config)#**interface fastEthernet 0/0**

Router0(config-if)#**no shutdown**

* *屏幕实时提示，该端口状态变化为UP*

*%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up*

*%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up*

（6）对端口fastEthernet 0/0配置IP地址（NET1）

Router0(config-if)#**ip address 192.168.1.1 255.255.255.0**

Router0(config-if)#

（7）配置广域网端口serial 1/0

Router0(config-if)#**interface serial 1/0**

Router0(config-if)#**no shutdown**

* *屏幕实时提示，该端口状态变化为UP*

*%LINK-5-CHANGED: Interface Serial1/0, changed state to down*

（8）对端口serial 1/0配置IP地址（NET2）

Router0(config-if)#**ip address 202.115.18.1 255.255.255.252**

（9）为端口serial 1/0配置时钟速率

Router0(config-if)#**clock rate 64000**

Router0(config-if)#

### 2．路由器Router1的端口（局域网、广域网）配置

（1）进入路由器的命令行配置界面。

首先进入的是用户模式。

Router>

（2）进入特权模式。

Router>**enable**

Router#

（3）进入配置模式，开始对设备进行配置

Router# **configure terminal**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Router(config)

（4）修改路由器的名字为Router1

Router(config)#**hostname Router1**

（5）进入以太网端口fastEthernet 0/0，打开该端口

Router1(config)#**interface fastEthernet 0/0**

Router1(config-if)#**no shutdown**

（6）对端口fastEthernet 0/0配置IP地址（NET4）

Router1(config-if)#**ip address 192.168.9.1 255.255.255.0**

（7）进入以太网端口fastEthernet 0/1，打开该端口

Router1(config)#**interface fastEthernet 0/1**

Router1(config-if)#**no shutdown**

（8）对端口fastEthernet 0/1配置IP地址（NET3）

Router1(config-if)#**ip address 192.168.5.1 255.255.255.0**

（9）配置广域网端口serial 1/0

Router1(config-if)#**interface serial 1/0**

Router1(config-if)#**no shutdown**

（8）对端口serial 1/0配置IP地址（NET2）

Router1(config-if)#**ip address 202.115.18.2 255.255.255.252**

Router1(config-if)#**end**

Router1#

* *注释：该端口不需配置端口时钟速率，因为对端路由器Router0的接口已经配置了。*

### 3. 对路由器Router0配置静态路由

（1）显示当前Router0的路由表

Router0#**show ip route**

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area

\* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR

P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

* + *注释：有2条直连路由（NET1、NET2）已被路由器Router0自动添加到自身路由表中。*

（2）为Router0添加连接到Router1的两个远程局域网NET3和NET4的静态路由

Router0# **configure terminal**

Router0(config)#**ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.2**

Router0(config)#**ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.2**

* + *注释：该路由表示，如果Router0接收到目的地为NET3（192.168.5.0/24）或NET4（192.168.9.0/24）的数据包，必须将数据包发往202.115.18.2端口，即传递给Router1即可。*

Router0(config-if)#**end**

Router0#

（3）保存上述配置

Router0#**write**

（4）显示Router0的路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

S 192.168.5.0/24 [1/0] via 202.115.18.2

S 192.168.9.0/24 [1/0] via 202.115.18.2

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

* + *注释：共有4条网络的路由，包括2个直连网络，2个远程网络。Router0路由表完整。*

### 4. 对路由器Router1配置静态路由

（1）显示当前Router1的路由表

Router1#**show ip route**

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP

i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area

\* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR

P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

* + *注释：有3条直连路由（NET2、NET3、NET4）已被路由器Router1自动添加到自身路由表中。*

（2）添加连接到Router0的远程局域网NET1的静态路由

Router1# **configure terminal**

Router1(config)#**ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.1**

* + *注释：该路由表示，如果Router1接收到目的地为NET1（192.168.1.0/24）的数据包，必须将数据包发往202.115.18.1端口，即接力传递给Router0即可。*

Router1(config-if)#**end**

Router1#

（3）保存上述配置

Router1#**write**

（4）显示Router1的路由表

Router1#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

S 192.168.1.0/24 [1/0] via 202.115.18.1

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

* + *注释：共有4条网络的路由，包括3个直连网络，1个远程网络。Router1路由表完整。*

### 5. 网络测试

使用PC中的ping命令，验证PC机之间的网络连通性。

（1）为各个PC分配IP地址、子网掩码和网关地址等必要信息。

PC编号 IP地址 子网掩码 网络地址

PC0 192.168.1.10 255.255.255.0 192.168.1.1

PC1 192.168.9.10 255.255.255.0 192.168.9.1

PC2 192.168.5.10 255.255.255.0 192.168.5.1

（2）在不同PC上，使用PING命令，进行测试。

如测试从PC0到PC1（192.168.9.10）的网络是否连通。

PC>**ping 192.168.9.10**

Pinging 192.168.9.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=2ms TTL=126

Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 192.168.9.10: bytes=32 time=10ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.9.10:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 1ms, Maximum = 10ms, Average = 3ms

* + *注释：表明网络连通，路由正确，目的地为PC1（192.168.9.10）的数据包可以被路由器Router0和Router1正确路由到目的地。*

### 6. 配置缺省路由

在Router0上，配置到NET3和NET4的缺省路由，代替之前配置的2条静态路由。

（1）显示Router0的当前路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

S 192.168.5.0/24 [1/0] via 202.115.18.2

S 192.168.9.0/24 [1/0] via 202.115.18.2

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

* + *注释：路由表中，配置了2个静态路由，分别代表NET3和NET4的2个远程网络如何达到的路由信息。*

（2）在Router0上删除对应的2条静态路由。

Router0#**configure terminal**

Router0(config)#**no ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.2**

Router0(config)#**no ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.2**

Router0(config)#**exit**

Router0#

（3）显示当修改后的路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

* + *2条静态路由已被删除。此时router0中已无NET3和NET4的路由信息，该两个网络不可到达。PC0无法ping通PC1和PC2。显示***Destination host unreachable**

PC>ping 192.168.5.10

Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: **Destination host unreachable.**

Reply from 192.168.1.1: **Destination host unreachable.**

Reply from 192.168.1.1: **Destination host unreachable.**

Reply from 192.168.1.1: **Destination host unreachable.**

（4）为Router0配置缺省路由

Router0#**configure terminal**

Router0(config)#**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 202.115.18.2**

Router0(config)#**exit**

（5）显示当前路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is 202.115.18.2 to network 0.0.0.0

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

S\* 0.0.0.0/0 [1/0] via 202.115.18.2

* + *缺省路由S\* 0.0.0.0/0 [1/0] via 202.115.18.2已添加到路由表中。Router0通过缺省路由的信息，可以路由数据包到达NET3和NET4。*

（6）PC0重新与PC1和PC2连通

PC>**ping 192.168.5.10**

Pinging 192.168.5.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=16ms TTL=126

Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 192.168.5.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

**【注意事项】**

1. 如果两台路由器通过广域网串行接口直接互连，则必须在其中一端设置时钟频率（DCE）
2. 静态路由必须双向都配置才能互通，配置时注意回程路由。

**【实验结果】**

（1）各个路由器的配置文件内容，即show running-config 的结果。

（2）各个ping的测试结果截图。

# 实验4 动态路由协议OSPF

实验所属系列： 《计算机网络基础》课内实验 实验对象： 本科

相关课程及专业：计算机网络、信息安全 实验时数（学分）： **3**学时

实验类别 课内上机

实验开发教师： 计算机网络课程组

**【实验目的】**

掌握在路由器上如何配置OSPF路由协议。

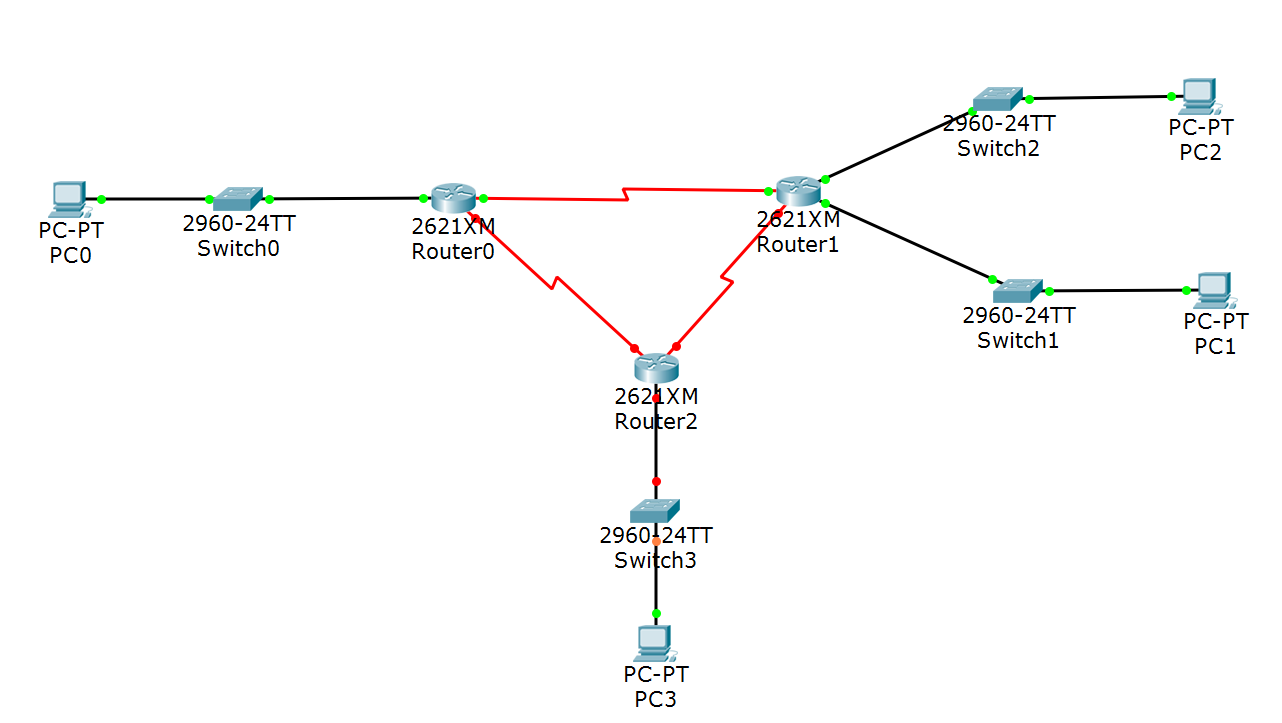
**【实验内容】**

假设计划建设的园区网分为三个区域，距离较远。其中区域1中存在网络NET1，区域2中存在网络NET3，NET4，区域3中存在网络NET7。现在需要使用三台路由器实现三个区域之间的互联互通。

NET1，NET3、NET4和NET7均是通过二层交换机构建的以太网局域网，连接用户PC机，每个局域网均连接到各自的网关路由器以太网接口上。NET2、NET5和NET6各是一个广域网，分别实现三个区域三台路由器之间的连接。现要在路由器上做适当配置，实现园区网内各个区域子网之间的相互通信。

如拓扑图中的连接关系，三台路由器两两之间需要通过广域网串行接口，以V.35 DCE/DTE广域网专用电缆连接在一起。为了在未来每个园区区域扩充子网数量的时候，管理员不需要同时更改路由器的配置，计划在路由器上启动OSPF路由协议实现所有子网之间的互通。

**【实验环境】**



Fa0/0

Fa0/1

NET 5

NET 6

Se1/1

Se1/1

Se1/0

Se1/1

Fa0/1

Fa0/0

Fa0/1

Fa0/1

Se1/0

Fa0/1

Se1/0

Fa0/0

NET 7

NET 4

NET 3

NET 2

NET 1

**【实验设备】**

交换机：4台

路由器（带广域网串行接口）：3台

广域网电缆V.35 DCE/DTE：3对

PC：若干

**【实验原理】**

OSPF（Open Shortest Path First，开放最短路径优先协议）是应用较早、使用较普遍的IGP（Interior Gateway Protocol，内部网关协议），适用于中大型同类网络，是典型的链路状态（Link-State）协议。OSPF协议已成为目前Internet广域网和Intranet企业网采用最多、应用最广泛的路由协议之一。 OSPF协议是由IETF（Internet Engineering Task Force）IGP工作小组提出的，是一种基于SPF算法的路由协议，

OSPF路由协议一般用于同一个路由域内。在这里，路由域是指一个自治系统Autonomous System—AS。在AS中，所有的OSPF路由器都维护一个相同的描述这个AS结构的数据库，该数据库中存放的是路由域中相应链路的状态信息，OSPF路由器正是通过这个数据库计算出其OSPF路由表的。OSPF将链路状态广播数据包LSA（Link State Advertisement）传送给在某一区域内的所有路由器，这一点与距离矢量路由协议不同。运行距离矢量路由协议的路由器是将部分或全部的路由表传递给与其相邻的路由器。

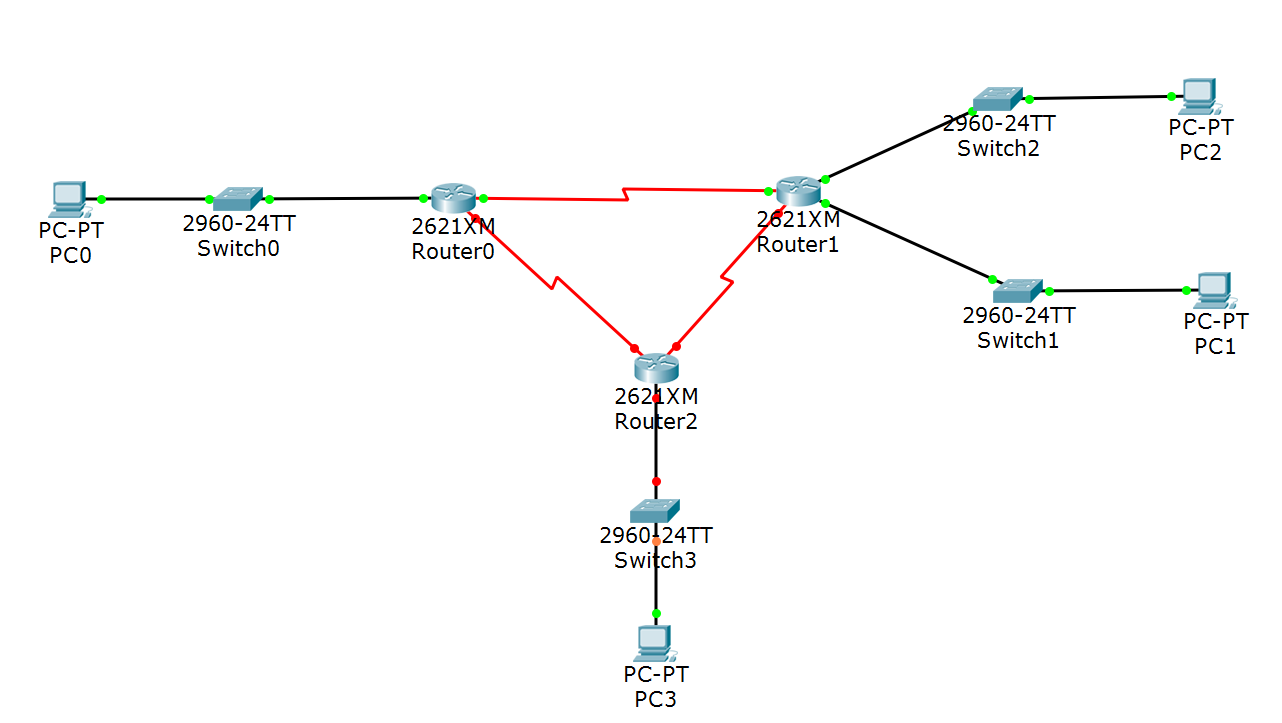
SPF算法（也被称为Dijkstra算法）是OSPF路由协议的基础。SPF算法将每一个路由器作为根（ROOT）来计算其到每一个目的地路由器的距离，每一个路由器根据一个统一的数据库会计算出路由域的拓扑结构图，该结构图类似于一棵树，在SPF算法中，被称为最短路径树。

在OSPF路由协议中，最短路径树的树干长度，即OSPF路由器至每一个目的地路由器的距离，称为OSPF的Cost，其算法为：Cost = 100×106/链路带宽。在这里，链路带宽以bps来表示。也就是说，OSPF的Cost 与链路的带宽成反比，带宽越高，Cost越小，表示OSPF到目的地的距离越近。举例来说，FDDI或快速以太网的Cost为1，2M串行链路的Cost为48，10M以太网的Cost为10等。

**【预备知识】**

路由器的工作原理和基本配置方法，链路状态路由协议，OSPF工作原理和配置方法

**【实验步骤】**



Fa0/0

Fa0/1

NET 5

NET 6

Se1/1

Se1/1

Se1/0

Se1/1

Fa0/1

Fa0/0

Fa0/1

Fa0/1

Se1/0

Fa0/1

Se1/0

Fa0/0

NET 7

NET 4

NET 3

NET 2

NET 1

## 一、网络拓扑构建

1. 设备准备

（1）路由器：

* 型号—2621XM
* 端口扩展：采用**扩展模块NM-4A/S**进行端口数量和类型的扩展。（插入扩展模块前请关闭路由器的电源，插入后打开路由器电源。），采用NM-4A/S扩展后，每个路由器将增加4个广域网接口（serial接口），用于路由器之间的互联。

（2）交换机型号：2960-24TT

（3）终端：普通PC

2. 线路和网络端口连接

（1）交换机—PC机：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

（2）交换机—路由器：非屏蔽双绞线直通线（Copper Straight-Through）

Switch0—Router0： 以太网 Fa 0/1——Fa 0/0

Switch1—Router1： 以太网Fa 0/1——Fa 0/0

Switch2—Router1： 以太网Fa 0/1——Fa 0/1

Switch3—Router2： 以太网Fa 0/1——Fa 0/0

Router0—Router1： 广域网 Serial 1/0——Serial 1/0

Router0—Router2： 广域网 Serial 1/1——Serial 1/0

Router1—Router2： 广域网 Serial 1/1——Serial 1/1

1. 网络地址分配

网络 IP地址范围 网络地址 子网掩码

NET 1 192.168.1.0—192.168.1.255 192.168.1.0 255.255.255.0

NET 2 202.115.18.0—202.115.18.3 202.115.18.0 255.255.255.252

NET 3 192.168.5.0—192.168.5.255 192.168.5.0 255.255.255.0

NET 4 192.168.9.0—192.168.9.255 192.168.9.0 255.255.255.0

NET 5 202.115.18.4—202.115.18.7 202.115.18.4 255.255.255.252

NET 6 202.115.18.8—202.115.18.11 202.115.18.8 255.255.255.252

NET 7 192.168.12.0—192.168.12.255 192.168.12.0 255.255.255.0

## 二、配置静态路由（与后续的OSPF作对比）

本实验是在实验3的基础上，增加了路由器Router2，以及NET5、NET6、NET7三个网络。因此，我们需要在实验3的配置基础上，完成实验的路由配置。

### 1．路由器Router0的端口（局域网、广域网）配置

（1）配置路由器Router0的广域网端口Serial 1/1

* *注释：Router0的以太网端口Fa 0/0和广域网端口Serial 1/0在实验一中已配置好，无需重新配置。*

Router0#**configure terminal**

Router0(config)#**interface serial 1/1**

Router0(config-if)#**no shutdown**

Router0(config-if)#**ip address 202.115.18.5 255.255.255.252**

Router0(config-if)#

* + *注释：端口Serial 1/1不需要配置时钟速率，因为将在对端路由器Router2的广域网接口上配置时钟速率。*

### 2．路由器Router1的端口（局域网、广域网）配置

（1）配置路由器Router1的广域网端口Serial 1/1

* + *注释：Router1的以太网端口Fa 0/0、Fa 0/1和广域网端口Serial 1/0在实验一中已配置好，无需重新配置。*

Router1#**configure terminal**

Router1(config)#**interface serial 1/1**

Router1(config-if)#**no shutdown**

Router1(config-if)#**ip address 202.115.18.9 255.255.255.252**

Router1(config-if)#

* + *注释：端口Serial 1/1不需要配置时钟速率，因为将在对端路由器Router2的广域网接口上配置*时钟速率。

### 3．路由器Router2的端口（局域网、广域网）配置

* + *注释：Router2 是一个新增加的路由器，需要配置局域网和广域网各端口。*

（1）进入配置模式，开始对设备进行配置

Router# **configure terminal**

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Router(config)#

（2）修改路由器的名字为Router2

Router(config)#**hostname Router2**

Router2(config)#

（3）进入以太网端口fastEthernet 0/0，配置该端口

Router2(config)#**interface fastEthernet 0/0**

Router2(config-if)#**no shutdown**

Router2(config-if)#**ip address 192.168.12.1 255.255.255.0**

Router2(config-if)#

（4）配置广域网端口serial 1/0（连接Router0）

Router2(config-if)#**interface serial 1/0**

Router2(config-if)#**no shutdown**

Router2(config-if)#**ip address 202.115.18.6 255.255.255.252**

Router2(config-if)#**clock rate 64000**

Router2(config-if)#

（5）配置广域网端口serial 1/1（连接Router1）

Router2(config-if)#**interface serial 1/1**

Router2(config-if)#**no shutdown**

Router2(config-if)#**ip address 202.115.18.10 255.255.255.252**

Router2(config-if)#**clock rate 64000**

Router2(config-if)#

* + 假设：根据网络拓扑图，如图中箭头所示，管理员选择的通信路径为Router0-Router2-Router1（反向路径为Router1-Router2-Router0），根据此路径，配置各路由器上的静态路由。

### 4．对路由器Router0配置静态路由

（1）删除实验一中在Router0上配置的缺省路由

Router0(config)#**no ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 202.115.18.2**

（2）显示Router0上的当前路由表

Router0# **show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 2 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：3个直连网络（NET1、NET2、NET5）已被路由器Router0自动添加到自身路由表中。*

（3）配置从Router0到其他各个网络（NET3，NET4，NET6，NET7）的静态路由。

Router0#configure terminal

Router0(config)#**ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.6**

Router0(config)#**ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.6**

Router0(config)#**ip route 202.115.18.8 255.255.255.252 202.115.18.6**

Router0(config)#**ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 202.115.18.6**

Router0(config)#**end**

（4）显示Router0的路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

S 192.168.5.0/24 [1/0] via 202.115.18.6

S 192.168.9.0/24 [1/0] via 202.115.18.6

S 192.168.12.0/24 [1/0] via 202.115.18.6

202.115.18.0/30 is subnetted, 3 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/1

S 202.115.18.8 [1/0] via 202.115.18.6

* + *注释：拓扑图中的7个网络（包括直连网络和远程网络）均出现在Router0的路由表中。*

### 5．对路由器Router1配置静态路由

（1）删除实验一中在Router1上设置的静态路由

Router1#**configure terminal**

Router1(config)#**no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.1**

Router1(config)#**exit**

Router1#

（2）显示Router1的当前路由表

Router1#show ip route

Gateway of last resort is not set

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 2 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + 注释：*4个直连网络（NET2、NET3、NET4、NET6）已被路由器Router0自动添加到自身路由表中。*

（3）配置从Router1到其他各个网络（NET1，NET5，NET7）的静态路由。

Router1#**configure terminal**

Router1(config)#**ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.10**

Router1(config)#**ip route 202.115.18.4 255.255.255.252 202.115.18.10**

Router1(config)#**ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 202.115.18.10**

Router1(config)#**exit**

Router1#

（4）显示Router1的路由表

Router1#show ip route

Gateway of last resort is not set

S 192.168.1.0/24 [1/0] via 202.115.18.10

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

S 192.168.12.0/24 [1/0] via 202.115.18.10

202.115.18.0/30 is subnetted, 3 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

S 202.115.18.4 [1/0] via 202.115.18.10

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：拓扑图中的7个网络（包括直连网络和远程网络）均出现在Router1的路由表中。*

### 6．对路由器Router2配置静态路由

（1）显示Router2的当前路由表

Router2#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 2 subnets

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + 注释：*3个直连网络（NET5、NET6、NET7）已被路由器Router1自动添加到自身路由表中。*

（2）配置从Router2到其他各个网络（NET1，NET2，NET3，NET4）的静态路由。

Router2#configure terminal

Router2(config)#**ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.5**

Router2(config)#**ip route 202.115.18.0 255.255.255.252 202.115.18.5**

Router2(config)#**ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.9**

Router2(config)#**ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.9**

Router2(config)#**exit**

Router2#

（3）显示Router2的路由表

Router2#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

S 192.168.1.0/24 [1/0] via 202.115.18.5

S 192.168.5.0/24 [1/0] via 202.115.18.9

S 192.168.9.0/24 [1/0] via 202.115.18.9

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 3 subnets

S 202.115.18.0 [1/0] via 202.115.18.5

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：拓扑图中的7个网络（包括直连网络和远程网络）均出现在Router2的路由表中。*

### 7．网络测试

使用PC中的ping命令，验证PC机之间的网络连通性。

（1）为各个PC分配IP地址、子网掩码和网关地址等必要信息。

PC编号 IP地址 子网掩码 网络地址

PC0 192.168.1.10 255.255.255.0 192.168.1.1

PC1 192.168.9.10 255.255.255.0 192.168.9.1

PC2 192.168.5.10 255.255.255.0 192.168.5.1

PC3 192.168.12.10 255.255.255.0 192.168.12.1

（2）在不同PC上，使用PING命令，进行测试。

如测试从PC3到PC0（192.168.1.10）的网络是否连通。

PC>**ping 192.168.1.10**

Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=9ms TTL=126

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=8ms TTL=126

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=5ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.10:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 1ms, Maximum = 9ms, Average = 5ms

* + *注释：表明网络连通，路由正确，目的地为PC0（192.168.1.10）的数据包可以被路由器正确路由到目的地。*

（3）跟踪路由

使用tracert命令，跟踪由PC0发送到PC2的数据包所走的路径。

在PC0上运行tracert 192.168.5.10

PC>**tracert 192.168.5.10**

Tracing route to 192.168.5.10 over a maximum of 30 hops:

1 0 ms 0 ms 0 ms 192.168.1.1

2 0 ms 0 ms 0 ms 202.115.18.6

3 2 ms 3 ms 1 ms 202.115.18.9

4 1 ms 1 ms 1 ms 192.168.5.10

Trace complete.

* + *注释：从tracert命令的运行结果可以看出，由PC0（192.168.1.10）发送到PC2（192.168.5.10）的数据包，经过的路径为*192.168.1.1（Router0的Fa0/0端口）——202.115.18.6（Router2的se1/0端口）——202.115.18.9（Router1的se1/1端口）——192.168.5.10（PC2）*，与网络管理员在拓扑图中设计的数据传输路径（图中箭头所示）一致。*

## 三、配置动态路由OSPF

* + 注释：静态路由的方式，在网络结构复杂时，管理员的路由配置工作量很大，容易出错，并且无法根据网络运行状况（如线路中断等故障发生时）进行及时的、自动的调整。

### 1．配置Router0上动态路由协议

（1）删除Router0上配置的静态路由

Router0#**configure terminal**

Router0(config)#**no ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.6**

Router0(config)#**no ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.6**

Router0(config)#**no ip route 202.115.18.8 255.255.255.252 202.115.18.6**

Router0(config)#**no ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 202.115.18.6**

Router0(config)#**exit**

Router0#

（2）显示Router0的当前路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 2 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：路由表中只有直连网络存在，配置的静态路由已删除。*

（3）启用OSPF动态路由协议

Router0#**configure terminal**

Router0(config)#**router ospf 1**

Router0(config-router)#**network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0**

Router0(config-router)#**network 202.115.18.0 0.0.0.3 area 0**

Router0(config-router)#**network 202.115.18.4 0.0.0.3 area 0**

Router0(config-router)#**end**

Router0#

### 2．配置Router1上动态路由协议

（1）删除Router1上配置的静态路由

Router0#**configure terminal**

Router1(config)#**no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.10**

Router1(config)#**no ip route 202.115.18.4 255.255.255.252 202.115.18.10**

Router1(config)#**no ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 202.115.18.10**

Router1(config)#**exit**

Router1#

（2）显示Router1的当前路由表

Router1#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 2 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：路由表中只有直连网络存在，配置的静态路由已删除。*

（3）启用OSPF动态路由协议

Router1#**configure terminal**

Router1(config)#**router ospf 1**

Router1(config-router)#**network 202.115.18.0 0.0.0.3 area 0**

Router1(config-router)#**network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 0**

Router1(config-router)#**network 192.168.9.0 0.0.0.255 area 0**

Router1(config-router)#**network 202.115.18.8 0.0.0.3 area 0**

Router1(config-router)#**end**

Router1#

### 3．配置Router2上动态路由协议

（1）删除Router2上配置的静态路由

Router2#**configure terminal**

Router2(config)#**no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.115.18.5**

Router2(config)#**no ip route 202.115.18.0 255.255.255.252 202.115.18.5**

Router2(config)#**no ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 202.115.18.9**

Router2(config)#**no ip route 192.168.9.0 255.255.255.0 202.115.18.9**

Router2(config)#**exit**

Router2#

（2）显示Router2的当前路由表

Router2#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 2 subnets

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：路由表中只有直连网络存在，配置的静态路由已删除。*

（3）启用OSPF动态路由协议

Router2#**configure terminal**

Router2(config)#**router ospf 1**

Router2(config-router)#**network 202.115.18.4 0.0.0.3 area 0**

Router2(config-router)#**network 202.115.18.8 0.0.0.3 area 0**

Router2(config-router)#**network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0**

Router2(config-router)#**end**

Router2#

### 4．显示各个路由器的路由表

（1）显示Router0的路由表

Router0#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

O 192.168.5.0/24 [110/65] via 202.115.18.2, 02:23:41, Serial1/0

O 192.168.9.0/24 [110/65] via 202.115.18.2, 02:23:11, Serial1/0

O 192.168.12.0/24 [110/65] via 202.115.18.6, 00:25:20, Serial1/1

202.115.18.0/30 is subnetted, 3 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/1

O 202.115.18.8 [110/128] via 202.115.18.2, 00:25:50, Serial1/0

[110/128] via 202.115.18.6, 00:25:50, Serial1/1

* + *注释：共有7条网络的路由，包括3个直连网络，4个由OSPF协议获知的远程网络。Router0路由表完整。*

（2）显示Router1的路由表

Router1#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

O 192.168.1.0/24 [110/65] via 202.115.18.1, 02:31:08, Serial1/0

C 192.168.5.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

C 192.168.9.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

O 192.168.12.0/24 [110/65] via 202.115.18.10, 00:32:17, Serial1/1

202.115.18.0/30 is subnetted, 3 subnets

C 202.115.18.0 is directly connected, Serial1/0

O 202.115.18.4 [110/128] via 202.115.18.1, 00:32:36, Serial1/0

[110/128] via 202.115.18.10, 00:32:36, Serial1/1

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* + *注释：共有7条网络的路由，包括4个直连网络，3个由OSPF协议获知的远程网络。Router0路由表完整。*

（3）显示Router2的路由表

Router2#**show ip route**

Gateway of last resort is not set

O 192.168.1.0/24 [110/65] via 202.115.18.5, 00:35:44, Serial1/0

O 192.168.5.0/24 [110/65] via 202.115.18.9, 00:35:14, Serial1/1

O 192.168.9.0/24 [110/65] via 202.115.18.9, 00:35:14, Serial1/1

C 192.168.12.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

202.115.18.0/30 is subnetted, 3 subnets

O 202.115.18.0 [110/128] via 202.115.18.5, 00:35:14, Serial1/0

[110/128] via 202.115.18.9, 00:35:14, Serial1/1

C 202.115.18.4 is directly connected, Serial1/0

C 202.115.18.8 is directly connected, Serial1/1

* *注释：共有7条网络的路由，包括3个直连网络，4个由OSPF协议获知的远程网络。Router0路由表完整。*

### 5．网络测试

使用PC中的ping命令，验证PC机之间的网络连通性。

（1）为各个PC分配IP地址、子网掩码和网关地址等必要信息。

PC编号 IP地址 子网掩码 网络地址

PC0 192.168.1.10 255.255.255.0 192.168.1.1

PC1 192.168.9.10 255.255.255.0 192.168.9.1

PC2 192.168.5.10 255.255.255.0 192.168.5.1

PC3 192.168.12.10 255.255.255.0 192.168.12.1

（2）在不同PC上，使用PING命令，进行测试。

如测试从PC3到PC0（192.168.1.10）的网络是否连通。

PC>**ping 192.168.1.10**

Pinging 192.168.1.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=2ms TTL=126

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=10ms TTL=126

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=2ms TTL=126

Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=2ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.10:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 2ms, Maximum = 10ms, Average = 4ms

* + *注释：表明网络连通，路由正确，目的地为PC0（192.168.1.10）的数据包可以被路由器正确路由到目的地。*

（3）跟踪路由

使用tracert命令，跟踪由PC0发送到PC2的数据包所走的路径。

在PC0上运行tracert 192.168.5.10

PC>**tracert 192.168.5.10**

Tracing route to 192.168.5.10 over a maximum of 30 hops:

1 0 ms 0 ms 0 ms 192.168.1.1

2 0 ms 1 ms 0 ms 202.115.18.2

3 0 ms 2 ms 0 ms 192.168.5.10

Trace complete.

* + *注释：从tracert命令的运行结果可以看出，由PC0（192.168.1.10）发送到PC2（192.168.5.10）的数据包，经过的路径为*192.168.1.1（Router0的Fa0/0端口）——202.115.18.2（Router1的se1/0端口）——192.168.5.10（PC2）*。OSPF协议为PC0到PC2的通信，选择了Router0—Router1的路径（该路径与各个路由器路由表中的信息一致），与我们静态路由时人工选择的路径不同，这取决于OSPF对最佳路径的度量标准和决策。*

**【注意事项】**

**【实验结果分析】**

（1）各个路由器的配置文件内容，即show running-config的结果。

（2）各个ping的测试结果截图。