

# 单元④

## 路由器在企业网络中的应用

### 任务7 调试 Cisco 企业级路由器

#### 任务描述

某公司新购置一台 Cisco 路由器,尝试对其进行基本配置,了解 Cisco 路由器的命令特性。

#### 任务目标

通过对本任务的实施可以掌握以下技能:

- (1)了解路由器的相关概念。
- (2)了解路由器的软硬件构成。
- (3)掌握路由器的硬件连接方式。
- (4)掌握路由器的基本配置模式。

#### 相关知识

是什么把互联网的各个网络相互联起来的呢?是路由器,路由器是网络互联的枢纽。目前路由器已经广泛应用于各行各业,各种不同档次的产品已经成为实现各种骨干网内部连接、骨干网间互联和骨干网与互联网互联互通的主力军。一般局域网常见的路由器如图 7-1 所示。



图 7-1 路由器

#### 1. 路由器的概念及实现方式

所谓“路由”就是指通过相互联接的不同网络(子网)把信息从源地点传送到目标地点的操作,执行“路由”这个操作的网络设备就是“路由器”,一般来说,在路由过程中,信息至少会经过一个或多个中间节点(路由器)。通常,人们会把路由和交换进行对比,这主要是因为普通用户看来两者所实现的功能是完全一样的。其实,路由和交换之间的主要区别就是:交换工作于

OSI 参考模型的第二层(数据链路层),实现的是同一网络(子网)内的通信;而路由工作于第三层(网络层),实现的是不同网络(子网)间的通信。这一区别决定了路由和交换在传送信息过程中实现的功能和采取的方式是截然不同的。

路由器是互联网的主要节点设备。路由器通过路由决定数据的转发策略,转发策略称为路由选择(routing),也就是查询路由表选择最优路径进行数据包的转发,这也是路由器名称的由来(router,转发者)。作为不同网络之间互相连接的枢纽,路由器系统构成了基于 TCP/IP 的国际互联网的主体脉络,也可以说,路由器构成了互联网的骨架。它的处理速度是网络通信的主要瓶颈之一,它的可靠性则直接影响着网络互联的质量。

近年来出现了交换路由器产品,从本质上来说它不是什么新技术,而是为了提高通信能力,把交换机的原理组合到路由器中,使数据传输能力更快、更好。

## 2. 路由器的功能及特性

路由器的一个作用是连通不同的网络(子网),另一个作用是选择信息传送的最佳线路。选择通畅快捷的近路,可大大提高通信效率,减轻网络系统通信负荷,节约网络资源,从而让网络系统发挥更大的效益。

通过上一任务的网络互联相关知识的学习可以了解到异种网络互联(不同的物理网络)与多个子网互联都应采用路由器来完成。

路由器的最佳路径选择策略(即路由算法)是路由器的关键所在。为了完成这项工作,在路由器中保存着与各种传输路径相关的数据库——路由表(Routing Table),供路由选择使用。路由表中保存着网络(子网)的标志、转发接口及路径特征等信息。路由表可以由系统管理员固定设置,也可以由路由器自动调整。

## 3. 路由器的分类

按照具体的用途、功能特性,路由器有多种分类方式,由于本教材主要是讲述 Cisco 公司常见的网络设备的配置,下面我们就以 Cisco 路由器为例来谈谈路由器的分类。

### (1) 按照路由器的具体用途

#### ① 接入级路由器

接入级路由器主要应用于家庭上网或者小微型企业客户的网络环境当中。在接入级路由器的各种技术当中,主要是其对 PPPoE 的支持,使它可以通过 ADSL 线路拨号实现上网功能,通常使用 PSTN 电话交换网接入 Internet。此外接入级路由器对 PPP、SLIP、PPTP 等协议的支持使其在小微企业中也得到了广泛的应用。在网络产品调查任务中提到的 Cisco800、1700、1800、1900 等系列路由器都属于接入级路由器,接入路由器属于低端路由器的范畴。

#### ② 企业级路由器

大中型校园、企业、政府单位使用的路由器通常是用于内部不同网络的互联、Internet 接入以及和分支机构的连接。这些环境的路由器不仅对设备的性能提出了更高要求,而且在网络功能和外部接口特性方面也有了极大的改善。比如这些路由器对众多动态路由协议的支持、各种 VPN 技术的引入、广泛广域网技术的集成以及各种安全管理措施的应用,都是接入级路由器所不能比拟的。常见的 Cisco 企业级路由器有 2500、2600、2800、2900、3600、3800、3900 等系列的路由器,企业级路由器属于中端路由器的范畴。

### ③骨干级路由器

骨干级路由器应用于大型企业的骨干网络建设或者多个企业网络的互联,此外,构建 Internet 网络、各种广域网、城域网都离不开骨干路由器。总之,它对网络通信的传输速度和可靠性等方面提出了更高的要求。和企业级路由器相比,骨干级路由器在网络功能方面的差别不是很大,但在性能、稳定性以及外观等方面的差别巨大。Cisco 公司的 Cisco 7200、7500、9000、12000 等系列路由器都属于骨干级路由器,骨干级路由器属于高端路由器的范畴。

#### (2)按照路由器自身的扩展能力

①固定式路由器: Cisco 一些较老的路由器产品或者低端的路由器产品通常都是属于固定式路由器。比如 Cisco 的 2500 系列路由器就是典型的固定式路由器,这种路由器的接口和功能模块固定,不具备扩展能力。

②模块化路由器: Cisco 的中高端路由器,特别是近年来推出的产品大都属于模块化路由器。比如 Cisco 的 2600、2800 系列的路由器就属于典型的模块化路由器,路由器本身配置的接口有限,但是预留的扩展插槽丰富,可以根据用户的不同需求进行灵活的功能模块扩展。

#### (3)按照路由器的部署位置

目前,企业级路由器按照部署位置通常分为两种:

##### ①内部路由器

在很久以前,各公司内部需要进行子网划分,以及不同的几个网络互联,承担这些任务的路由器称为内部路由器。但是现在由于三层交换机的出现,这些工作通常由三层交换机来承担,所以目前内部路由器的使用已经越来越少了。

##### ②边界路由器

边界路由器通常工作于企业的网络边界,用于和 Internet 互联,或者通过租用专线和外部的城域网、广域网互联。承担这些任务的路由器称为边界路由器,但是现在和 Internet 互联的边界路由器在很多公司企业都由防火墙代替,所以目前路由器唯一存在的应用就是使用各种广域网接口(同步/异步串口、ISDN 接口)和城域网、广域网的互联。

虽然现在除了互联网以及广域网,在其他网络当中路由器的应用很少,但是路由器的工作原理以及相关技术却是学好其他各种网络设备(比如防火墙、三层交换机)的基础,所以说我们必须学好路由器。

## 4. Cisco 路由器概述

### (1)Cisco 路由器的构成

Cisco 路由器通常由 CPU、存储器、接口、控制电路、IOS 镜像等部分构成,下面我们对各部分进行简单的介绍。

①CPU:是路由器工作的核心。路由器使用的 CPU 和 PC 使用的 CPU 截然不同,PC 的 CPU 属于 CISC 类型的 CPU,其运行的指令集长度不固定,执行效率低。而路由器或者一些 Unix 服务器使用的 CPU 属于 RISC 类型的 CPU,其运行的指令集长度一致,大大的提高了程序的执行效率。

②路由器的存储器包含四部分,分别是 ROM、RAM、FLASH、NVRAM。

ROM 的作用类似于普通计算机的 BIOS,其中存储了开机诊断程序,用于引导操作系统,属于掉电非易失存储器。

RAM 类似于计算机的内存,为路由器的主存储器,存放 Running-config(运行配置文件),路由表,arp 表以及路由器运行过程中的一些其他信息。属于掉电易失存储器。

FLASH 类似于计算机的硬盘,为路由器的快闪存储器,用于存放路由器的 IOS(操作系统),属于掉电非易失存储器。

NVRAM:为路由器特有的存储部件,用于放置启动配置文件 Startup-Config。该部件的存在实现了配置文件和系统镜像的分离,所以路由器升级系统镜像之后仍然可以按照原有配置正常运行。属于掉电非易失存储器。

③接口:路由器的接口可以分为两种类型,物理接口和逻辑接口。其中物理接口就是路由器外部存在的接口,常见的接口有:以太接口(RJ-45 接口),同步串口(V. 35、RS 449 接口)、异步串口(RS-232C、V. 24 接口)、ISDN(T1/PRI-U、BRI S/T)等广域网接口,以及 Console、AUX 等调试接口。逻辑接口是在某些特定的应用中派生出来的虚拟接口,比如 Loopback 接口、Tunnel 接口、子接口等等。

④IOS: Cisco 路由器的操作系统镜像称之为 IOS,作为 Cisco 的专有操作系统,其功能有:连接多种网络,用于不同协议的路由和转换,实现流量控制、QoS 服务质量控制、网络安全服务,网络拨号及 VPN 等。按照不同的应用特性,IOS 又可以细分为基本特征集、增强特征集、加密特征集 3 种 IOS。其中基本特征集为购买的路由器自带的 IOS,仅能满足路由器的基本功能,比如 c2600-is-mz. 120-5. bin。而增强特征集为某一方面功能特性进行了扩展,比如支持 Voip 的 c2600-ipvoice-mz. 123-1. bin 就属于增强特征集 IOS。加密特征集通常应用于 VPN 技术,比如 c3550-ipservicesk9-mz. 122-25. bin 为支持 IPSec 加密的加密特征集 IOS。在升级 IOS 的时候需要注意的是首先要了解每一个特征集的功能特性,以及具体对应的路由器型号,而且还需要了解路由器的内存和 FLASH 容量是否支持升级等问题。

## (2)路由器的启动过程

当路由器启动时,执行一系列操作用于测试硬件并加载所需的软件。启动顺序包括下列步骤:

①路由器执行 ROM 中的 POST 程序(开机自检程序)以验证设备的所有组件目前是否可运行。

②通过 ROM 中的 bootstrap 程序查找并加载 FLASH 中的 CISCO IOS 镜像,并在 RAM 中运行相关程序。

③IOS 软件在 NVRAM 中查找有效的配置文件,比如 startup-config 文件(只有当管理员将 running-config 文件复制到 NVRAM 中才产生该文件)。如果有该文件则将其提交到 RAM 中,并改名为 running-config 文件;如果没有 startup-config 文件,路由器将启动 Setup Mode(设置模式)来进行初始化配置。

## (3)路由器的接口及编号

Cisco 的模块化路由器由多个扩展插槽组成,如图 7-2 所示的 Cisco 2621 系列路由器。插槽可以分为左右两大块儿(主插槽),并以 slot 表示,默认存在的接口都位于右边的 Slot 0 槽中,而左边的插槽称为 slot 1 槽,slot 1 槽用于插入较大的接口卡(接口模块),配置的接口卡通常以 NM 开头,比如 NM-1CT1 ISDN 接口卡,如图 7-4 所示,就是一个支持 ISDN 的接口卡,是在 ISDN 网络中使用的部件。其中在 slot 0 槽中较小的空槽称为广域网接口卡插槽,在此处的接

口卡通常以 WIC 开头,比如图 7-3 所示的 WIC-2T 串口接口卡就是我们以后要开展的帧中继、DDN 试验用到的接口模块。网络接口卡有很多,所以我们可以根据实际需求进行接口卡的选择。各接口卡和路由器的连接如图 7-5 所示。

在调试路由器之前,我们首先应该搞明白路由器的接口编号命名问题。较老的 2600 路由器接口编号的命名格式通常为“类型 插槽号/接口号”,而且从 slot 0 槽开始,从右到左,从下到上,从 0 开始编号。比如, F0/0 表示 slot 0 槽中最右边的以太网接口(第一个以太网接口)。同步串口如 S0/1 表示 slot 0 槽从右到左的第二个同步串行接口(第一个接口为 S0/0)。异步串口如 Asy1/1 表示 slot 1 槽中从右到左的第二个异步串行接口。ISDN 接口 Bri1/0 为 slot 1 槽从右到左的第一个 ISDN 接口等。当然如果实在搞不明白路由器的接口编号问题,我们也可以在路由器的特权模式下使用 show ip interface brief 命令将所有的接口列出,然后按照上面的规律查找各自对应的接口,这些命令在后面都会提到。

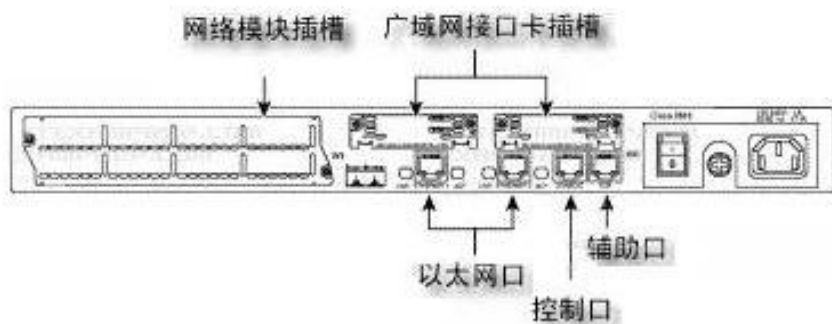


图 7-2 Cisco 2621 系列路由器示意图



图 7-3 WIC-2T 串口模块

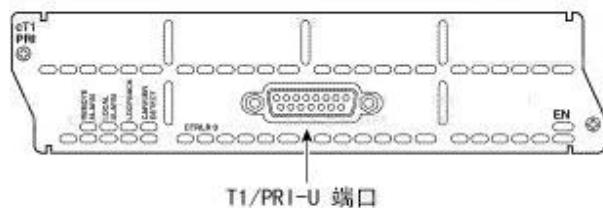


图 7-4 NM-1CT1 ISDN 模块



图 7-5 Cisco 2621 系列路由器模块配置图

Cisco 2600 系列的路由器现早已停产,而现在企业或者学校中使用较多的路由器是 Cisco2800 系列的路由器,如图 7-6 所示。Cisco 2800 系列路由器有四款产品,分别为 Cisco 2801、2811、282、2851。外观特性和设备性能与 2600 系列路由器相比都有了很大的改进,具体的产品特性和规格参数见表 7-1。Cisco 2800 路由器属于集成多业务路由器,集成的业务类型更多,功能更为全面。



图 7-6 Cisco 2800 系列路由器

Cisco 2800 系列路由器的扩展插槽以较小的扩展插槽为主(每台设备支持 4 个扩展槽),支持的扩展卡类型有 HWIC(增强 WIC)、WIC(广域网接口卡)、VIC(语音接口卡)、VWIC(语音/广域网接口卡)等。2800 路由器的接口编号也与 2600 路由器有所不同,它的接口编号规则为“类型 插槽号/子插槽号/接口号”。比如对于没有插入任何模块的 Cisco2621 路由器和 2811 路由器,如果将一块 WIC-1T(1 口高速串口)的接口插到 2621 路由器从右到左的第 2 个插槽中,系统的接口标识为 S0/0;而同样是将一块 WIC-1T 的接口插在 2811 路由器从右到左的第 2 个插槽中,系统的接口标识为 S0/1/0,这是由于对于 2600 的路由器没有子插槽的概念,仅以 Slot 插槽来区分,所以不管是插在了哪个小的插槽中都是按照从右向左、从下到上,从 0 开始编号,所以编号为 S0/0。但是在 2800 路由器中出现了子插槽的概念,对于每个同样的小插槽,使用某种规则进行固定编号,所以第 2 个插槽的子插槽编号就是 1,所以编号 S0/1/0。如果该子插槽内的板块具有多个接口(比如 WIC-2T,2 口高速串口)才从最终的接口编号 0 开始依次编号,比如 S0/1/0、S0/1/1。

表 7-1

Cisco 2800 系列路由器产品特性

产品规格特性				
Cisco 2800 系列	Cisco 2801	Cisco 2811	Cisco 2821	Cisco 2851
产品架构				
DRAM	缺省: 128 MB 最大: 384 MB	缺省: 256 MB 最大: 760 MB	缺省: 256 MB 最大: 1 GB	
DRAM	缺省: 128 MB 最大: 384 MB	缺省: 256 MB 最大: 760 MB	缺省: 256 MB 最大: 1 GB	
固定 USB 1.1 接口	1	2		
板载 LAN 接口	2 - 10/100		2 - 10/100/1000	
板载 AIM (内部) 插槽	2			
接口卡插槽	4 个插槽; 2 个插槽支持 HWIC, WIC, VIC, 或 VWIC 模块, 1 个插槽支持 WIC, VIC, 或 VWIC 模块, 1 个插槽支持 VIC 或 VWIC 模块	4 个插槽, 每个插槽可支持 HWIC, WIC, VIC, 或 VWIC 模块		
网络模块插槽	无	1 个插槽, 支持 NM 和 NME 模块	1 个插槽, 支持 NM, NME 和 NME-X 模块	1 个插槽, 支持 NM, NME, NME-X, NMD 和 NME-XD 模块
扩展话音模块插槽	0		1	
主板上的 PVDM 插槽	2		3	
基于硬件的集成加密	有			
VPN 硬件加速 (在主板上)	DES, 3DES, AES 128, AES 192 和 AES 256			
可选集成馈线电源 (PoE)	有, 需要 AC-IP 电源			
控制台接口 (高达 115.2 kbps)	1			
辅助接口 (高达 115.2 kbps)	1			
最低 Cisco IOS 软件版本	12.3(8)T			
机架安装	有, 19 英寸		有, 19 和 23 英寸选项	
墙壁安装	无	有	无	无

#### (4) 路由器的调试方法

路由器的调试方法有多种,下面我们将简单介绍。

①新买来的路由器或者恢复了出厂设置的路由器通常需要通过 Console 口进行调试, Console 也是我们最常用的路由器本地调试方法,使用的线路一端为 RG-45 接口,另一端为 9 针串口的 8 芯线缆。

②AUX 接口也是可以进行路由器调试的接口,但是该接口为远程调试接口,比如通过 Modem 拨号进行远程调试,目前很少使用。

③在路由器配置正常之后,通常采用 telnet 调试方式,就是在路由器上开启 VTY 线路,通过 Ethernet 网络对路由器进行远程调试。

④Cisco 路由器还支持 SDM 调试方式,就是在客户机上安装好 Cisco SDM 软件,在连通路由器后就可以进行图像化界面的调试,此外还有些路由器支持 Web 页面的调试。

⑤通过 TFTP 服务器进行路由器配置文件及 IOS 升级、故障维护也是网络管理人员必须掌握的一项基本技能,也是一种常用的路由器间接调试方法。

### 5. Cisco 路由器的基本调试命令

Cisco 路由器使用的命令行调试方式称之为 CLI 调试方式,这也是大部分中高端路由器普遍使用的调试方式。Cisco 的 IOS 是一种分层结构的操作系统,对于不同的操作需在不同的层次下完成,而且各层有严格的递进关系,这些层次称之为“模式”,各种常见配置模式及其递进关系如图 7-7 所示。

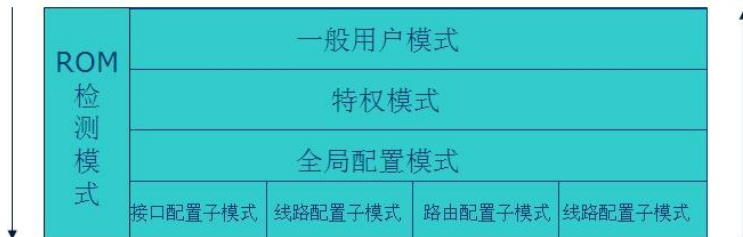


图 7-7 各种配置模式关系结构

#### (1) 一般用户模式

一般用户模式可以查看路由器的基本信息。在该模式下,用户享有的权限极少,只能运行少数的几条命令,不能对路由器进行配置和修改。一般用户模式的提示符为:“Router>”。使用“logout”命令可以退出系统。输入“enable”命令可进入特权模式。

#### (2) 特权用户模式

默认状态下,特权用户模式可以提供比一般用户模式更多的命令,而且用户享有的权限也较大。该模式通常用于网络测试、配置文件的备份恢复、IOS 系统的升级或故障恢复。默认的特权模式提示符为:“Router #”,退出命令为“exit”或“disable”,输入 config terminal 命令进入到全局模式。

常用的命令有:

- ① show 参数(用于察看配置文件及各种参数)。
- ② debug 参数(用于网络调试)。
- ③ ping 及 tracert 参数(网络连通性测试)。



④copy 源 目标(网络拷贝及保存配置文件)。

### (3)全局配置模式

在全局配置模式中配置一些路由器全局性的参数。全局配置模式的提示符为：“Router (config) #”。退出方式为:exit 或<Ctrl>+<Z>(其中 Ctrl+Z 可在任何内部层次直接退到特权模式下)。使用相关命令进入各种子模式下。

常用的命令有:

①ip route 网络地址 子网掩码 网关地址(设置静态路由)。

②enable password/secret 密码(设置特权密码)。

③hostname 设备名(设置路由器的设备名称)。

④access-list 参数(设置 IOS 的 ACL)。

⑤interface 接口(进入接口子模式)。

⑥line vty 0 线路号(进入 vty 线路子模式)。

⑦router 协议 参数(进入路由子模式)。

### (4)接口配置子模式

用于路由器接口参数的相关配置,须由全局进入,可将其看作全局下的一个子模式。接口子模式的提示符为:“Router (config-if) #”。退出方式:exit 或<Ctrl>+<Z>。

常用的命令有:

①ip address 地址 掩码(用于设置接口的 IP 地址)。

②ip access-group 参数(在接口上应用 ACL)。

### (5)线路配置子模式

用于线路参数的相关配置,线路是一个逻辑上的含义,可以看成是和路由器之间建立的通信链路。常用的线路有 TTY,CON,VTY 等,其中 TTY 线路为异步串口拨号实验使用的逻辑线路,CON 为 Console 接口对应的调试线路,VTY 为使用 telnet 命令进行调试的逻辑链路,须由全局进入,可将其看作全局下的一个子模式。线路模式的提示符为:“Router (config-line) #”。退出方式:exit 或<Ctrl>+<Z>。

常用的命令有:

①login (启用该线路)。

②password 密码(启用线路登录密码检测)。

③speed 参数(设置线路速度)。

④clock rate 参数(在串行线路中设置时钟频率)。

### (6)路由配置子模式

用于各种动态路由协议的相关配置,常用的动态路由有 RIP,EIGRP,OSFP 等,须由全局进入,是全局下的一个子模式。路由模式的提示符为:“Router (config-router) #”。退出方式:exit 或<Ctrl>+<Z>。

常用的命令有:

①network 网络号(将该地址广播出去)。

②neighbor ip 地址(设置邻居路由器)。

③no auto-summary 取消自动汇总。

### (7)ROM 检测模式

当路由器的启动过程出现问题,或者在升级或恢复 IOS 系统时需要在 ROM 模式下进行。在系统加电 30 秒内按下 Ctrl+Break 键可以进入到该模式,命令提示符为:“rommon>”。

常用命令:

① confreg 0x2142 (忽略 NVRAM 中的配置文件,在恢复 enable 密码中使用)。

② reset(重启路由器)。

## 6. Cisco 路由器 CLI 调试的注意事项

(1) 每个命令及参数无需全部输入,只要主要部分不和其他命令重合即可。

例如 Router(config) # inter f0/0 即可进入到 f0/0 接口。

(2) 输入部分命令后,按 Tab 键可以自动补全命令。

例如 Router(config) # ip acc 按下 Tab 键可自动补全为 Router(config) # ip access-list

(3) 忘记的命令或参数可以输入“?”显示全部信息。

例如 Router(config) # hostname ?

WORD This system's network name

(4) 如果某一个命令或参数输入错误,在错误处会有提示符出现。

例如 Router(config) # hostname

% Invalid input detected at '^' marker.

(5) 在特权模式下如果输入错误命令会进行 DNS 域名解析。

例如 Router # enable

Translating "enable"... domain server (255.255.255.255)

这时按下 Shift+Ctrl+6 键可以中断解析,节省调试时间。

(6) 删除输入命令。

在命令行前加 no 可以删除前面输入的命令。

Router(config) # no enable password cisco ! 删除了前面设置的 enable 密码

(7) 恢复出厂配置。

Router # cd nvram: ! 进入到 NVRAM 中

Router # dir ! 查看 NVRAM 中的文件

Directory of nvram:/

27 -rw- 552 <no date> startup-config

28 --- 5 <no date> private-config

1 -rw- 0 <no date> ifIndex-table

29688 bytes total (28055 bytes free)

Router # delete startup-config ! 删除 startup-config 配置文件

Router # reload ! 重新引导系统

## 方案设计

通常新购置的路由器必须通过 Console 接口进行初始配置,在本任务中可以使用 Windows XP 自带的超级终端软件进行路由器的连接和调试。在登录路由器后,可以尝试各种路由器模

式下命令的配置。

本实验以硬件实验为主,结合实验室的现有条件,每人一台路由器或两人一台路由器开展实验。虽然使用模拟软件也可以进行路由器的调试,但是一定要注意大量接触真实网络设备是学习网络的必经之路,只有在充分了解各种硬件网络设备的基本特性后方可使用各种软件进行模拟调试。

## 任务实施

### 1. 实施要点

使用 Cisco 路由器调试线缆连接路由器的 Console 接口和计算机的串口,接通电源后开启路由器,然后在 Windows XP 环境下通过超级终端登录路由器进行初步调试,网络拓扑如图 7-8 所示。

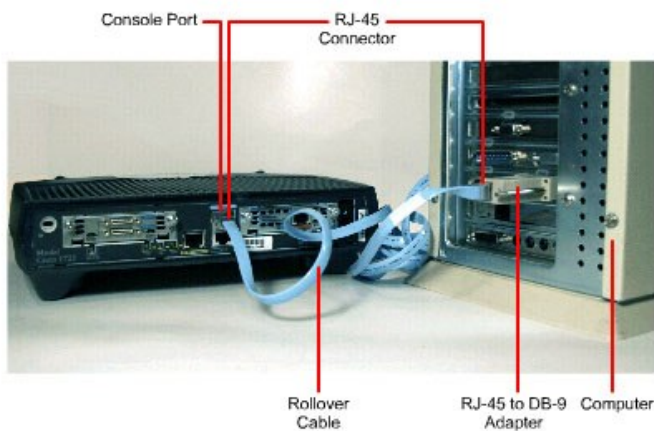


图 7-8 网络拓扑图

### 2. 设备清单

- (1) Cisco 2621XM 路由器一台。
- (2) Cisco 调试线缆一条。
- (3) 计算机一台。

### 3. 实施过程

**步骤 1:** 配置路由器的调试环境。

按照上述网络拓扑进行硬件连接,使用路由器调试线缆一头连接路由器的 Console 接口,另一头连接计算机的 9 针串口,接通路由器电源,登录计算机 Windows XP 操作系统。单击“开始→所有程序→附件→超级终端”,打开超级终端后输入一个新建连接的名称,比如“router”,然后选择设备连接的 Com 口,出现如图 7-9 所示的界面,在此处设置每秒位数为“9600”(Cisco 路由器的默认调试波特率是 9600,其他设备可以查阅路由器的随机文档),数据位“8”,奇偶校验“无”,停止位“1”,数据流控制“无”,然后单击“确定”,便进入路由器的调试界面,如图 7-10 所示。如果路由器是第一次调试,或者曾经恢复过出厂设置,那么默认进入的是“初始化配置向导”,由于该向导涉及很多方面的配置,不适合初学者使用,所以我们在此处输入“no”进行手工调试。



图 7-9 超级终端配置界面

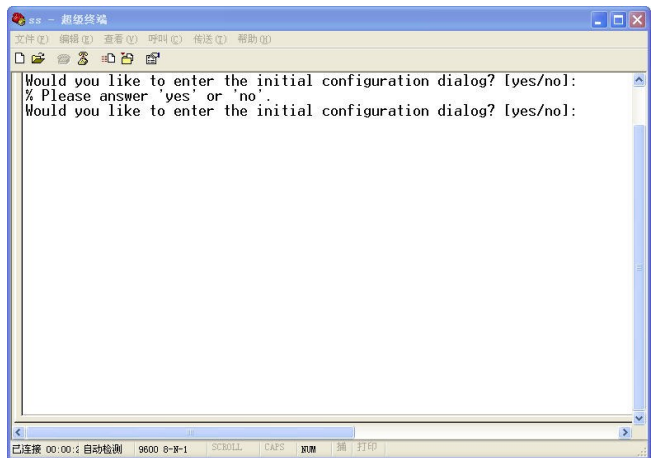


图 7-10 超级终端调试界面

**步骤 2:** 进行各种配置模式下常见命令的练习。

Router>enable ! 进入特权模式

(1) 特权模式及主要命令

① Router# show running-config ! 查看当前配置文件

Building configuration...

Current configuration : 655 bytes

version 12.2

service timestamps debug uptime

service timestamps log uptime

no service password-encryption

hostname Router1

ip subnet-zero

.....

② Router# show ip route ! 查看路由表

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

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

P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

.....

③ Router# show ip interface brief ! 查看接口的概要信息

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	172.16.1.1	YES	manual	up	down
Serial0/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down



- ④ Router(config) # ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.1.1 ! 设置路由
- ⑤ Router(config) # access-list 1 permit 192.168.1.0 ! 设置访问控制列表
- (3) 接口子模式及主要命令
- ① Router(config) # interface f0/0 ! 进入接口子模式
- ② Router(config-if) # ip address 172.16.1.1 255.255.255.0 ! 设置接口 IP 地址
- ③ Router(config-if) # no shutdown ! 开启接口
- ④ Router(config-if) # ip access-group 1 out ! 应用访问控制列表
- (4) 线路子模式及主要命令
- ① Router(config) # line vty 0 4 ! 进入线路模式
- ② Router(config-line) # password cisco ! 设置 telnet 密码
- ③ Router(config-line) # login ! 开启 VTY 线路
- (5) 路由子模式及主要命令
- ① Router(config) # router rip ! 进入路由模式
- ② Router(config-router) # network 192.168.1.0 ! 设置广播
- ③ Router(config-router) # no auto-summary ! 取消自动汇总
- (6) ROM 检测模式及主要命令
- rommon 1 > confreg 0x2142 ! 忽略 NVRAM 中的配置文件
- rommon 1 > reset ! 重启系统

## 知识拓展

### 1. 修改特权密码

路由器默认是从寄存器的 0x2102 地址处引导 NVRAM 中的配置文件,当忘记 enable 密码时,可以在 ROM 模式下通过 confreg 0x2142 命令绕过 NVRAM 中 startup-config 配置文件中设置的 enable 密码直接登录系统,但是由于以后启动也不会加载 NVRAM 中的配置文件,所以应该在进入系统后通过 copy startup-config running-config 命令将 NVRAM 中的初始配置文件拷贝到当前配置文件,然后通过 enable 命令修改密码,之后再保存当前配置文件到 NVRAM 当中,最后重启系统再次进入到 ROM 模式,使用 confreg 0x2102 命令使以后启动系统重新加载 NVRAM 中的配置文件,这样修改 enable 密码才能成功。

假设我们设置的 enable 密码忘记了,我们就使用上面描述的方法来修改 enable 密码。

- ```
rommon 2 > confreg 0x2142 ! 忽略 NVRAM 中的配置文件
rommon 3 > reset ! 重启系统
Continue with configuration dialog? [yes/no]:no ! 手工配置系统
Router>
Router>enable ! 进入特权模式
Router#
Router# copy startup-config running-config ! 将 NVRAM 中的配置文件拷贝到内存
Router(config) # enable password cisco ! 重新设置密码
Router# write memory ! 保存新的配置文件
```

```
Router # reload                ! 重新启动系统
rommon 2 > confreg 0x2102     ! 重新从 NVRAM 中加载配置文件
rommon 3 > reset              ! 重启系统密码修改成功
```

## 2. 通过 TFTP 服务器拷贝路由器的配置文件到本地

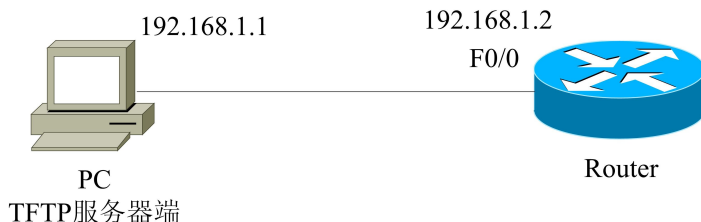


图 7-11 线路连接示意图

### (1) PC 的配置

首先设置 PC 的 IP 地址为 192.168.1.1, 然后在 PC 上下载并安装 SolarWinds 的 TFTP 软件, 默认配置文件的保存路径为“C:\TFTP-Root”下, 设置 TFTP 的 Security 标签为“Transmit and Receive files”, 保证 TFTP 软件一直处于打开状态。

### (2) 路由器配置

```
Router>enable
Router #
Router # configure terminal
Router(config) #
Router(config) # interface f0/0
Router(config-if) # ip address 192.168.1.2 255.255.255.0 ! 设置该接口 IP 地址
Router(config-if) # no shutdown                ! 开启接口
Router(config-if) #
00:01:54: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
00:01:56: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/
0, chang
ed state to up
Router(config-if) # ^Z                ! 使用 Ctrl+Z 键退出到特权模式
Router # write memory! 保存 running-config 到 startup-config 当中
Router # ping 192.168.1.1            ! ping 计算机的 IP 地址进行单段测试
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.1, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms! 如果 Ping 测试
正常, 就可以在特权下输入命令进行配置文件的下载。
Router # copy running-config tftp
Address or name of remote host []? 192.168.1.1
Destination filename [router-config]?    ! 敲回车保持默认的文件名
```





### 3. 路由器 IOS 镜像升级或者故障恢复

如果路由器由于某种原因损坏了 IOS,无法正常启动,或者需要升级当前的 IOS,我们都可以通过如下方式来实现,网络拓扑如图 7-11 所示,但需要注意只能连接 F0/0 接口。该操作通常都需要在 ROM 检查模式下完成。

(1)首先要找到合适的 IOS 镜像文件,比如 c2600-i-mz.122-8.T10.bin,然后打开 TFTP 软件,将该 IOS 镜像放置到 TFTP 的根目录下,配置计算机的 IP 地址为 192.168.1.1。

(2)路由器加电,进入 ROM 模式。

```
rommon 1 > IP_ADDRESS=192.168.1.2           ! 设置路由器接口 IP 地址。
rommon 2 > IP_SUBNET_MASK=255.255.255.0     ! 设置子网掩码
rommon 3 > DEFAULT_GATEWAY=192.168.1.1     ! 设置网关地址
rommon 4 > TFTP_SERVER=192.168.1.1        ! 设置 TFTP 服务器地址
rommon 5 > TFTP_FILE=c2600-i-mz.122-8.T10.BIN ! 设置待传输文件名称
rommon6 > sync                               ! 保存配置文件
rommon7 > tftpdnld                            ! 开始升级 IOS
```

```
IP_ADDRESS: 192.168.1.2
```

```
IP_SUBNET_MASK: 255.255.255.0
```

```
EFAULT_GATEWAY: 192.168.1.1
```

```
TFTP_SERVER: 192.168.1.1
```

```
TFTP_FILE: c2600-i-mz.122-8.T10.BIN
```

```
Invoke this command for disaster recovery only.
```

```
WARNING: all existing data in all partitions on flash will be lost!
```

```
Do you wish to continue? y/n: [n]: y
```

```
Receiving c2600-i-mz.122-8.T10.BIN from 192.168.1.1!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!.!!
```

```
!!
```

```
rommon7 > reset
```

! 等待重新出现 ROM 提示符后重启系统

**小提示:**这个过程很重要,而且需要耐心等待一段时间,特别是在传输过程中不能掉电或者松动了传输线路。

#### 思考练习

思考 startup-config 配置文件和 running-config 配置文件有什么差异?

#### 任务小结

通过本任务我们学习了路由器的各种配置模式以及基本命令的使用,此外还有一些常用的路由器命令见表 7-2。

表 7-2

路由器相关命令汇总

| 命令                                 | 作用                           |
|------------------------------------|------------------------------|
| show running-config                | 显示内存中的配置文件                   |
| show version                       | 显示路由器的 IOS 版本等信息             |
| show startup-config                | 显示 NVRAM 中的配置文件              |
| show interface s0/0                | 显示接口的信息                      |
| show flash                         | 显示 flash 的有关信息               |
| show ip arp                        | 显示路由器中的 arp 表                |
| copy running-config tftp           | 把内存中的配置文件拷贝到 tftp 服务器上       |
| copy flash: ×××.bin tftp           | 把 flash 中的 IOS 拷贝到 tftp 服务器上 |
| confreg 0x2142                     | 在 rommon 模式下修改配置寄存器值         |
| copy startup-config running-config | 把 NVRAM 中的配置文件拷贝到内存中         |
| config-register 0x2102             | 修改配置寄存器值                     |
| reload                             | 重启路由器                        |
| deleteflash: ×××.bin               | 删除 flash 中的 IOS              |
| copy tftp flash                    | 从 tftp 服务器上拷贝 IOS 到 flash 中  |
| tftpdnld                           | rommon 模式下,从 tftp 服务器下载 IOS  |
| show cdp                           | 显示 CDP 运行信息                  |
| show cdp interface                 | 显示 CDP 在各接口的运行情况             |
| show cdp neighbors                 | 显示 CDP 邻居信息                  |

## 任务 8 使用路由器实现跨网络访问

### 任务描述

两个企业位于同一栋大楼,要求将两个公司的现有网络(独立子网)相互连接,以实现双方信息交流,资源共享的目的。

### 任务目标

通过本任务的实施可以掌握以下技能:

- (1)了解路由器的路由过程。
- (2)了解直连路由的概念。
- (3)掌握简单网络的规划和设计。
- (4)学会配置路由器的 IP 参数并进行单段测试。

## 相关知识

通过上一任务的学习,我们知道路由器主要是靠“路由”来进行数据的转发,下面就来认识一下“路由”是一个怎样的过程。

### 1. 路由器的路由过程

路由器的路由过程是靠查询路由表来完成的,路由表中包含了许多的路由表项(路由记录),这些路由表项是对到达各个目的网络路径的详细描述,比如从哪个接口进行转发,到达目的网络的距离等等,路由表项又被人们简称为路由。所以作为名词的“路由”指的是路由表项,而作为动词的“路由”指的是路由器查询路由表转发数据的过程。下面通过一个简单案例来学习路由的过程。

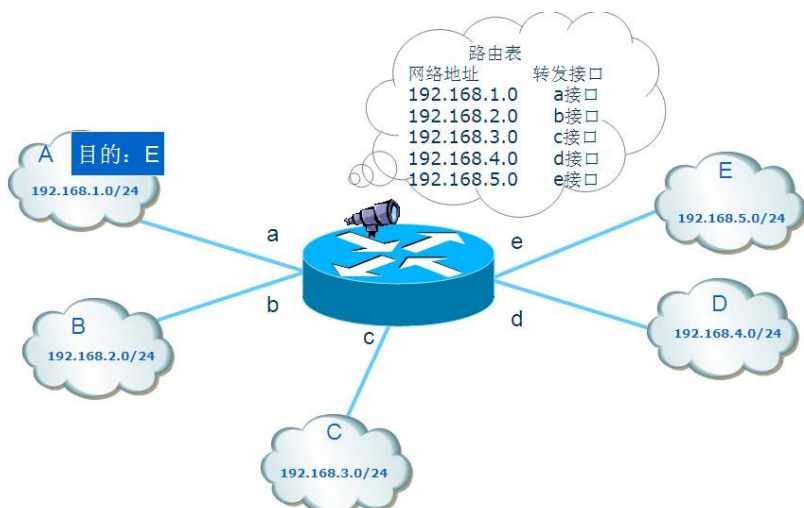


图 8-1 路由的实现

如图 8-1 所示,有一个路由器连接了 5 个网络,分别是 192.168.1.0/24~192.168.5.0/24,分别代表 A~E 网络。现在有一个从 A 网络到 E 网络的访问请求(即从 A 网络到 E 网络的数据包),当这个数据包从 A 网络到达路由器的 a 接口时,路由器通过查询先前配置或动态生成的路由表,查找到到达 E 网络(192.168.5.0)的转发接口是 e 接口,只要将这个数据包从 e 接口发送出去就完成了该数据包的路由过程。如果 E 网络是直接和该路由器相连的,这个数据包就可以直接到达 E 网络;如果还要经过几个路由器才能到达 E 网络,则每个路由器都要执行上面的路由过程,才能将该数据包转发到 E 网络。

### 2. 路由器对数据包的转发过程

上面仅仅简单的描述了一下路由的过程,实际上一个数据包从到达路由器接口到从某一接口转发出去需要经过一系列的过程,下面我们详细分析一下这个过程。

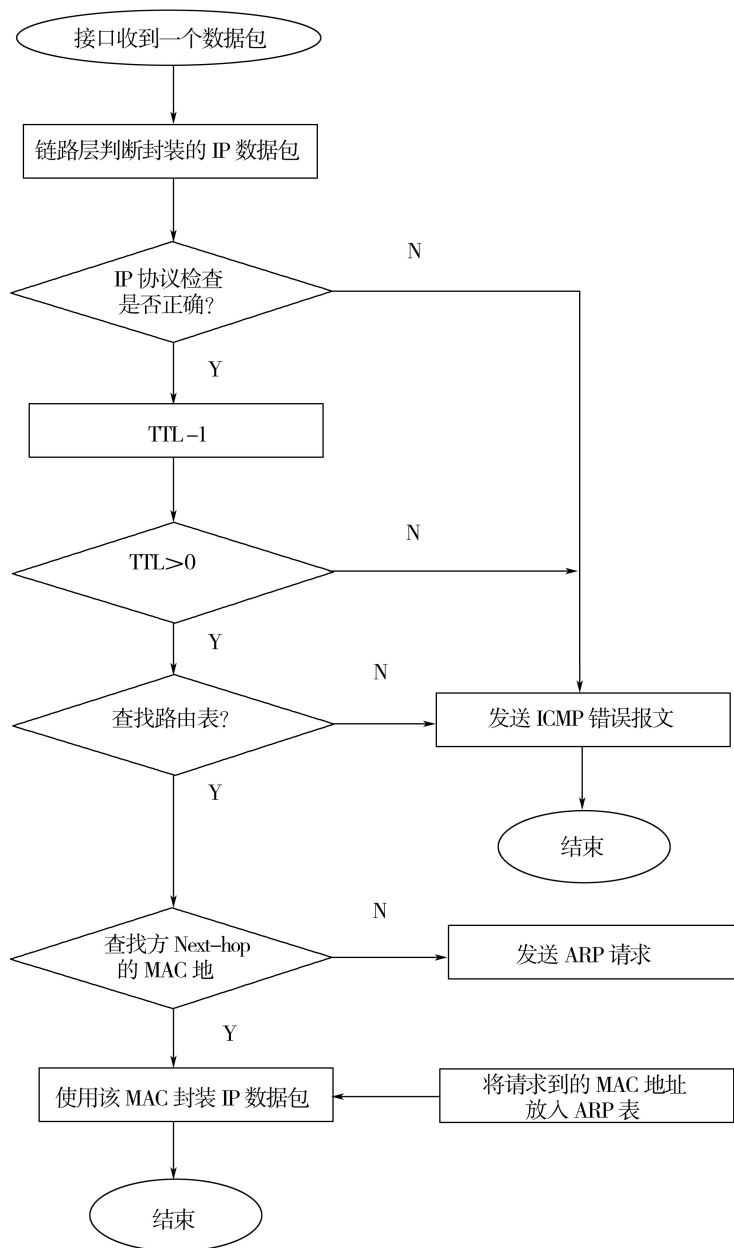


图 8-2 路由器收到数据包处理过程

如图 8-2 所示,当路由器的某一接口接收到一个数据包,首先要对该数据包进行解封操作,通过解封数据包可以让路由器了解该数据包的源 IP 地址和目的 IP 地址,源 MAC 地址和目的 MAC 地址,以及 IP 协议的一些参数特征,这些信息都是后续操作的重要依据。如果这些信息有问题,则说明该数据包已被破坏不能进行正常发送,这时路由器会丢弃数据包并向源网络主机发送 ICMP 错误信息报文报错。如果该数据包正常,则将其 TTL 生存周期减一(TTL 是一个数据包能够跨越多少个路由器到达目的网络的标识,可以避免数据包在网络中无止境的传输),如果这时 TTL 等于零,则将包丢弃并向源网络主机发送 ICMP 错误信息报文报错。如

果 TTL 仍大于零,则转到下一步进行路由表的查询(路由表中的路由表项可以是网络技术人员先前配置的静态路由信息,也可以是路由器通过动态路由学习到的路由信息),路由表的查询是从上向下进行的,如果路由表中没有到达目的网络的路由,则将该包丢弃并向源网络主机发送 ICMP 错误信息报文报错。如果查询到与目标网络匹配的路由,则继续查找该路由表项对应的转发接口或 Next-hop 地址(有时也称为下一跳网关),Next-hop 地址是该数据包进行转发的下一个路由器的接口 IP 地址。如果查询的结果是通过接口转发,则直接发送数据即可。如果查询到的转发方式是通过 Next-hop 转发,还需要查询路由器的 ARP 解析表中是否有该 IP 地址对应的 MAC 地址,如果没有则需要发送 ARP 请求获取 MAC 地址,然后才能发送数据。

## 方案设计

由于 A、B 两公司相距较近,而且都有自己独立的网络,只需要购置一台 Cisco 2621XM 企业级路由器,使用两条双绞线分别连接两个公司内网即可。整个网络的 IP 地址规划及接口连接情况如图 8-3 所示。

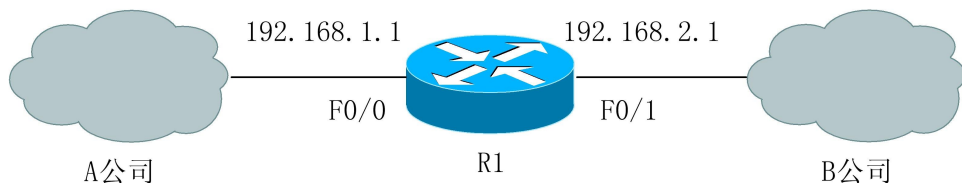


图 8-3 网络拓扑图

## 任务实施

### 1. 实施要点

为了便于实现该任务,我们可将实验中的 A、B 公司网络云(既一台交换机连接的多个同一子网的计算机)分别简化为一台计算机,通过双绞线直接连接到路由器的两个以太网接口。

设置路由器 F0/0 的接口 IP 地址为 192.168.1.1,作为 A 公司计算机的网关;设置路由器 F0/1 的接口 IP 地址为 192.168.2.1,作为 B 公司计算机的网关,这样就完成了整个网络骨干的搭建,网络拓扑如图 8-3 所示。

### 2. 设备清单

- (1)Cisco 2621XM 路由器一台。
- (2)交叉线两条。
- (3)计算机两台。
- (4)调试线缆一条。

### 3. 实施过程

**步骤 1:**配置路由器的调试环境。

按照上述拓扑进行网络连接,使用 A 公司的计算机兼作调试计算机,通过调试线连接计算机的 COM 口到路由器的 Console 口,路由器加电启动后,在 A 计算机中打开超级终端程序,按照上一任务的参数配置登录路由器调试界面,在启动到配置向导界面后输入“No”开始手工配置路由器。

**步骤 2:**配置路由器的基本网络参数。

(1)在普通用户模式下输入 enable 命令进入特权模式

```
Router>enable! 回车后命令提示符变为 Router #
```

(2)在特权模式输入 configure terminal 命令进入全局模式

```
Router # configure terminal ! 回车后命令提示符变为 Router(config) #
```

(3)在全局模式下输入 interface f0/0 命令进入接口子模式

```
Router(config) # interface F0/0 ! 回车后命令提示符变为 Router(config-if) #
```

(4)在接口子模式下配置 F0/0 的 IP 地址

```
Router(config-if) # ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

(5)在接口子模式下开启 F0/0 接口

```
Router(config-if) # no shutdown
```

如果该接口和计算机的连线已连好,并且计算机的网卡处于工作状态,则会出现下面的两条提示信息:

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up, ! 该信息提示  
路由器接口处于开启状态。
```

```
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed  
state to up, ! 该信息提示路由器的接口线路连接正常。
```

(6)退到全局模式,采用类似的方法配置 F0/1 接口的 IP 地址参数

```
Router(config-if) # exit
```

```
Router(config) # interface f0/1
```

```
Router(config-if) # ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
Router(config-if) # no shutdown
```

(7)在 F0/1 的接口子模式下使用 Ctrl+Z 键一步退到特权模式

```
Router #
```

到此为止,路由器的主要配置完毕。

**步骤 3:**配置 A、B 公司的计算机 IP 参数,并进行单段测试。

参考任务一的方式配置 A 计算机的 IP 地址为 192.168.1.2,网关 192.168.1.1,DNS 不配置,在 A 计算机上 ping 路由器的 F0/0 接口 IP 地址 192.168.1.1;配置 B 计算机的 IP 地址为 192.168.2.2,网关 192.168.2.1,DNS 不配置,在 B 计算机上 ping 路由器的 F0/1 接口 IP 地址 192.168.2.1,如果都能 ping 通,说明单段测试无误,可以开展后续工作,如果不能 ping 通则需开展故障排查。

**小提示:**

单段测试是指一条物理网络线路连接的两台设备之间的连通性测试。单段测试是网络测试当中最为重要的一种,如果测试不成功可考虑以下原因。

(1)计算机连接路由器的接口错误或者两个接口接反。

(2)物理线路不对或线路不通(计算机直接连接路由器需要采用交叉线)。

(3)路由器的接口 IP 配置错误或接口未开启。

(4)从路由器 ping 计算机不能 ping 通,可能是计算机启用了防火墙。

**步骤 4:**进行整体测试。

完成单段测试之后就可以进行整体测试,即从 A 计算机直接 pingB 计算机,如果可以 ping 通则整体测试完成。

**小提示:**

如果不能 ping 通,可能是如下原因所致:

(1)在一些老的 IOS 中,路由器默认未开启路由(通过 show ip route 不能看到路由),需要在全局下输入 ip routing 命令开启 IP 路由。

(2)由于某一计算机开启防火墙所致。

(3)某一方计算机的网关设置错误或未设置。

**步骤 5:**查看路由及接口状态以及当前配置文件。

(1)在特权模式下输入 show ip route 命令查看当前路由表。

```
Router# show ip route
```

显示结果:

```
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
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route
```

! 上面部分为显示路由的类型说明

```
Gateway of last resort is not set
```

```
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

! 为路由器自动发现的直连路由(C 代表直连路由),该条目表示 192.168.1.0/24 的子网连接在 F0/0 接口

```
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
```

! 该条目表示 192.168.2.0/24 的子网连接在 F0/1 接口

**小提示:**上述实验我们并未配置任何路由就可以实现 A、B 公司网络之间的通信,这并不代表路由器不需要路由,而是因为这两个网络都直接连接在路由器的接口上,这种情况无需他人配置路由,路由器自己就可以生成路由,这种路由称为直连路由,通常只包含子网及转发接口等路由信息。

(2)在特权模式下输入 show interface 命令查看路由器接口状态。

```
Router# show interface f0/0
```

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)
```

! 第一个 up 表示该接口状态为开启,第二个 up 表示线路连接状态良好

```
Hardware is Lance, address is 0030. a321. b501 (bia 0030. a321. b501)
```

```
Internet address is 192.168.1.1/24
```

! 以上参数表示该接口的 MAC 地址,IP 地址及子网掩码等信息

```

MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
! 以上参数是该接口的 MTU、带宽、延时、可靠性、负载大小
Encapsulation ARPA, loopback not set
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 30 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 27 bits/sec, 0 packets/sec
9 packets input, 1152 bytes, 0 no buffer
Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
0 input packets with dribble condition detected
8 packets output, 1024 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out

```

(3)在特权模式下输入 show running-config 命令查看路由器当前配置文件。

```

Router# show running-config
Building configuration...
Current configuration : 433 bytes          ! 当前配置文件大小
version 12.2                             ! 当前 IOS 版本号
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
hostname Router                          ! 当前路由器名称
interface FastEthernet0/0                ! FastEthernet0/0 接口及参数
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
duplex auto                              ! 接口的工作模式为自动匹配
speed auto                                ! 接口的速度模式为自动匹配
interface FastEthernet0/1                ! FastEthernet0/0 接口及参数
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto

```



```
ip classless          ! 无类路由模式
line con 0            ! Console 线路及参数
line vty 0 4         ! VTY 线路及参数
login
end
```

**步骤 6:**保存路由器配置文件。

如下两个命令都可以实现路由器配置文件的保存

(1)Router# write memory

(2)Router# copy running-config startup-config

## 知识拓展

应公司的管理需求,设置路由器的名称为 R1,并设置特权密码防止其他人非法登录路由器。为了管理方便开启 VTY 线路实现路由器对 telnet 配置的支持。

### 1. 改变路由器的名称为 R1

在全局下使用 hostname 命令改变路由器的名称。

```
Router(config)# hostname R1
```

### 2. 设置特权密码为 Cisco

在全局下输入 enable password 或 enable secret 命令设置密码。

```
Router(config)# enable password Cisco ! 设置明文密码
```

```
Router(config)# enable secret Cisco ! 设置 MD5 加密密码
```

**小提示:**

在使用 enable password 或 Secret 命令时大家可能会发现有个 level 参数可供选择,这是用来指定该密码的权限级别的,如果未输入该参数默认设置的是 15 级权限密码(最高级别权限,可执行所有命令)。

下面我们来谈谈 Cisco 路由器的命令权限级别,如果需要限定不同的人使用不同的命令,就可以配置 Cisco 路由器的命令权限级别。Cisco 路由器可划分的权限级别是从 0~15,共 16 个权限等级,默认存在的级别是 1 和 15。其中 1 级权限代表一般用户模式的权限,仅能使用很少的命令,15 级表示特权模式的权限,可以使用所有的命令。使用 enable 进入特权模式默认使用的是 15 级的权限,如果设置了其他的权限级别后就可以使用“enable 级别”进入与之对应的权限级别当中,能执行的操作和使用的命令取决于前期对该级别的定义。所以对于多人管理的路由器,可以在全局下使用 privilege 命令设置不同的级别和与之对应的命令,然后通过 enable 命令设置不同的 level 级别密码,就可以实现不同的人使用不同的 level 级别密码登录系统可进行不同权限的操作。具体配置可上网查询相关资料。

### 3. 开启 VTY 线路实现 telnet 登录

(1)在配置 VTY 之前先要确保配置了特权密码,否则仅配置 VTY 线路登录系统后仍无法进入特权模式。

```
Router (config)# line vty 0 4          ! 配置 0~4 号 VTY 线路,Cisco 路由器
实现最多 5 条 telnet 逻辑连接同时登录系统
```

```
Router (config-line) # login           ! 开启 VTY 登录
Router (config-line) # password aaa   ! 设置登录密码, 否则无法登录
```

(2) 配置 VTY 之后就可以在 A 计算机的 DOS 模式, 输入 telnet 192.168.1.1 登录到路由器, 过程如下:

```
telnet 192.168.1.1
Trying 192.168.1.1 ... Open
User Access Verification
Password:                             ! 输入 VTY 密码
R1>enable
Password:                             ! 输入 enable 密码
R1#
```

## 思考练习

思考为什么 Cisco 2600 路由器的快速以太网接口插入网线后指示灯不亮?

## 任务小结

通过本任务我们学习到了使用路由器实现了两个近距离的企业网连接, 了解了路由的过程和相关特性, 围绕本任务的常用命令见表 8-1。

表 8-1 路由器相关命令汇总

| 命令                                   | 功能              |
|--------------------------------------|-----------------|
| Ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 | 配置接口 IP 地址      |
| show clock                           | 显示路由器的时间        |
| show history                         | 显示历史命令          |
| terminal no editing                  | 关闭 CLI 的编辑功能    |
| terminal editing                     | 打开 CLI 的编辑功能    |
| terminal history size 50             | 修改历史命令缓冲区的大小    |
| Interface f0/0                       | 进入 f0/0 接口      |
| No shutdown                          | 开启接口            |
| clear cdp table                      | 清除 CDP 邻居表      |
| no cdp enable                        | 接口下关闭 CDP       |
| no cdp run/ cdp run                  | 关闭/打开整个路由器的 CDP |
| cdp timer 30                         | CDP 每 30 秒发送一次  |

## 任务 9 配置静态路由实现两个公司网络互联

### 任务描述

A、B 两公司都建有自己独立的局域网,而且相距较远(超过 100 米),现由于两公司进行了合并,需要通过铺设光纤来实现两公司的网络通信和资源共享。

### 任务目标

通过本任务的实施可以掌握以下技能:

- (1)了解常见的路由类型。
- (2)了解路由表的表项构成。
- (3)掌握路由器的静态路由配置方法。
- (4)学会逐点测试法的使用。

### 相关知识

路由表中各种路由大致可以分为三类,分别是直连路由、静态路由和动态路由,直连路由在上一任务中我们已经学习过了,下面来看看其他两种路由。

#### 1. 静态路由和动态路由

直连路由是无需人工配置由路由器自己学到的路由,而静态路由和动态路由多少都需要前期的人工配置才能形成。

静态路由是在路由器中设置的固定路由。这些路由是由网络管理人员在充分分析整个网络的拓扑结构之后,总结并添加到路由器当中的。除非网络管理员干预,否则这些静态路由一直不会发生变化。静态路由通常应用于网络拓扑结构简单(没有环路)的中小型网络环境当中。优点是高效、可靠、优先级别高(在所有的路由当中,静态路由优先级最高,当动态路由与静态路由发生冲突时,以静态路由为准)。缺点是配置复杂,需要网络管理人员全面准确的分析才不会导致路由表项缺失,而对于一些大型复杂的网络靠人工配置静态路由难以实现。此外静态路由对于节点故障或线路故障的解决方式也不如动态路由完善。

动态路由是靠各个路由器配置的动态路由协议进行的自动路由计算和路由表项更新,当网络节点或者链路出现故障时,动态路由能够自动发现并进行及时的路由调整。动态路由适用于网络规模巨大、网络结构复杂的网络建设项目。其优点是配置简单、能根据网络的变化实时进行路由调整,而且还可以进行最佳路由的计算。缺点是,各种动态路由协议会不同程度地占用网络带宽和 CPU 资源,另外执行的优先级也没有静态路由高。

静态路由和动态路由都有各自的特点和适用范围,具体采用静态路由还是动态路由视实际情况而定。如果到达同一目的网络既有静态路由配置的表项,又有动态路由自动生成的表项,则按静态路由执行,这是由于静态路由的优先级比较高。

#### 2. 路由表项(路由)构成

每一条路由表项都包含:路由类型、目的网络、子网掩码、转发接口或下一跳网关、管理距

离、度量值等信息。

**路由类型:**表示该路由由表项的类型或者来源,通常由一个字母表示,比如直连路由(C)、静态路由(S)、动态路由(R、O、D)。

**目的网络:**需转发数据到达的目标网络(子网)地址,比如 192.168.1.0/24、10.1.0.0/16、221.172.1.0/24 等。路由器对源网络不感兴趣,只考虑将这个包发送到哪儿,所以一般情况不涉及源网络地址(源路由除外)。

**子网掩码:**标定网络地址的数据坐标,比如/24=255.255.255.0、/16=255.255.0.0 等。

**转发接口:**到达目的网络的路由器转发硬件接口,比如 f0/0、f0/1、e0/1 等。

**下一跳网关(Next-hop 地址):**到达目标网络方向和本路由器连接的对端路由器接口 IP 地址称为下一跳网关,是用来进行数据包转发的第一个邻居路由器的接口 IP 地址。

**管理距离:**设定各条路由的优先级(0~255),比如直连路由的默认管理距离为 0,静态路由的管理距离为 1,动态路由的 RIP 为 120,OSPF 为 110。如果在路由表中有多条到达同一目的网络的路由(分别为静态路由、RIP、OSPF 类型),则选择管理距离最小的路由进行数据转发,这样避免了同时使用多条路径进行数据转发的混乱问题。

**度量值:**各种路由协议衡量到达目的网络的“路径长度”,静态路由的度量值默认为 0。如果路由器中存在同种动态路由协议生成的到达同一目标网络的多条路由,则选定度量值较小的路由进行数据转发,表示该“路径”到达目标网络的“路径开销”最小或者“路径长度”最短。

管理距离反映了各种类型的路由协议生成的到达同一目标网络的多个路由表项的优先级。度量值则反映同种路由协议生成的到达同一目标网络的多个路由表项的优先级。

### 3. 路由转发实例



| 类型 | 目标网络       | 掩码  | 管理距离 | 度量值 | 转发接口(下一跳网关) |
|----|------------|-----|------|-----|-------------|
| C  | 172.16.1.0 | /24 | 0    | 0   | F0/0        |
| C  | 172.16.2.0 | /24 | 0    | 0   | F0/1        |
| S  | 172.16.3.0 | /24 | 1    | 0   | 172.16.2.2  |
| R  | 172.16.3.0 | /24 | 120  | 23  | 172.16.2.2  |
| R  | 172.16.3.0 | /24 | 120  | 64  | 172.16.2.2  |

| 类型 | 目标网络       | 掩码  | 管理距离 | 度量值 | 转发接口(下一跳网关) |
|----|------------|-----|------|-----|-------------|
| C  | 172.16.2.0 | /24 | 0    | 0   | f0/1        |
| C  | 172.16.3.0 | /24 | 0    | 0   | f0/0        |
| S  | 172.16.1.0 | /24 | 1    | 0   | 172.16.2.1  |
| R  | 172.16.1.0 | /24 | 120  | 23  | 172.16.2.1  |

图 9-1 路由转发实例

如图 9-1 所示,由 R1 和 R2 两个路由器连接 172.16.1.0/24、172.16.2.0/24、172.16.3.0/24 三个子网。R1 和 R2 路由器分别配置了静态路由和多种动态路由保证了全网的互联互通(在实际环境中一般使用静态路由或动态路由一种技术进行路由配置),下面分别测试如下几个网络数据的转发情况。

(1)从 172.16.1.0 网络 ping 192.168.1.1

当该数据包到达 R1 路由器,查询 R1 路由表发现没有 192.168.1.1 所在网络的路由表项,所以将该包丢弃,因此不能 ping 通 192.168.1.1。

(2)从 172.16.1.0 网络 ping 172.16.2.2

当该数据包到达 R1 路由器后查询 R1 的路由表,发现第二条路由既是 172.16.2.0 的路由表项,这是一条直连路由,由路由器直接生成,对应的转发接口是 F0/1,所以从该接口直接转发数据包就能到达 R2 路由器的 F0/1 接口(172.16.2.2)。这时 R2 路由器便向源网络 172.16.1.0 的主机发送一个应答 ICMP 包表示可以 ping 通,由于 R2 路由器中正好存在 172.16.1.0 的路由,所以 ICMP 的响应包可以发送成功。因此可以 ping 通 172.16.2.2。

(3)从 172.16.1.0 网络 ping 172.16.3.2

当该数据包到达 R1 路由器后查询 R1 的路由表,发现有三条路由分别都可以到达 172.16.3.0 网络,对于这种由不同路由协议生成的相同路由表项,使用管理距离决定最优路径,选择管理距离最小的进行数据转发。在 R1 的路由表中,172.16.3.0 的路由分别是由静态路由和 RIP 动态路由生成,静态路由的管理距离默认为 1,而 RIP 的管理距离默认为 120,所以使用静态路由配置的路由表项进行数据包的转发(后面的路由忽略)。查找到静态路由对应的下一跳网关地址为 172.16.2.2,所以将该数据转发到 172.16.2.2 地址(既 R2 路由器的 F0/1 接口)。该数据包到达 R2 路由器之后,查询路由表发现目标地址 172.16.3.0 就是 R2 的直连路由,所以从直连路由的转发接口直接转发即可到达 172.16.3.2 目标主机。目标主机在收到该 ICMP 数据包后会向 172.16.1.0 的主机作出 ICMP 应答,由于 R2 和 R1 的路由表都比较完整。所以该包能够应答成功。即从 172.16.1.0 网络可以 ping 通 172.16.3.2。

在 172.16.1.0 ping 172.16.3.2 的过程中如果 R1 路由器没有配置静态路由,仅配置了 RIP,如果到达 172.16.3.0 网络出现了两条 RIP 生成的路由,则按照度量值决定选择哪条路由进行数据包的转发。

#### 4. 静态路由配置注意事项

- (1)两台相连的路由器接口必须在同一子网。
- (2)一台路由器的不同接口必须在不同子网。
- (3)配置每一个路由器到达所有网络或子网的路由(直接相连的网络或子网除外)。
- (4)静态路由的配置要避免网络或子网的重叠的发生。

这四个条件是实现三层网络互联的前提,初学者一定要牢记。

#### 5. 静态路由配置

(1)静态路由的配置

命令格式:Router(config)# ip route [目的网络] [子网掩码] {转发接口/下一跳网关}

**小提示:**在配置静态路由时,如果链路是点到点链路(例如 PPP 封装的链路),通常采用转发接口;如果链路是多路访问情况(例如以太网),则采用下一跳网关地址,不能使用转发接口。

(2)默认路由

默认路由是一种特殊的静态路由,所谓默认路由是指如果查询路由表而找不到到达目的网络的具体路由时配置的一种缺省路由,一般位于路由表的最后一条。默认路由通常在连接互联网或者若干条静态路由的下一跳网关相同的情况下使用,可以实现精简路由条目的目的。

命令格式:ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {下一跳网关/转发接口}

### 方案设计

由于 A、B 两公司相距较远,而且都有自己独立的局域网,需铺设光纤实现 A、B 两公司的

信息共享,为此,可在 A、B 公司的网络边界各放置一台 Cisco 2621XM 企业级路由器,通过光电转换器连接铺设的光纤到路由器的以太网接口即可实现整个网络的搭建。

这样实现的网络是由两台路由器连接的三个子网,由于中间的子网仅仅实现的是网络设备的互联问题,所以使用的 IP 地址可以分配/30 的设备互联地址,这样的子网中仅有 2 个 IP 地址可以使用,实现了最大化节省 IP 地址的目的。具体的网络拓扑结构设计如图 9-2 所示。

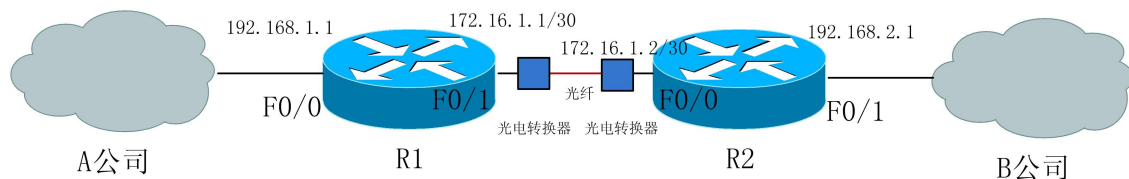


图 9-2 网络拓扑图

## 任务实施

### 1. 实施要点

为了便于实现本任务,我们可将该任务的 A、B 公司网络云使用两台计算机来代替。有条件的单位可以使用 SC—SC 光纤跳线模拟中间铺设的光缆,两头分别使用光电转换器进行双绞线和光纤的连接。条件不具备可以直接使用一条交叉线连接两台路由器。

设置路由器 R1 的 F0/0 的接口 IP 地址为 192.168.1.1,作为 A 公司计算机的网关,设置外口地址为 172.16.1.1/30;设置路由器 R2 的 F0/1 的接口 IP 地址为 192.168.2.1,作为 B 公司计算机的网关,设置外口地址为 172.16.1.2/30。在 R1 上配置到达 192.168.2.0 网络的路由,在 R2 上配置到达 192.168.1.0 网络的路由。

### 2. 设备清单

- (1)Cisco 2621 XM 路由器两台。
- (2)光电转换器两台。
- (3)计算机两台。
- (4)调试线缆一条。
- (5)SC—SC 光纤跳线一根。
- (6)交叉线两条。

### 3. 实施过程

**步骤 1:**配置路由器的调试环境。

按照上述拓扑结构进行设备连接,使用 A 公司的计算机兼作调试计算机,通过调试线连接计算机的 COM 口到 R1 路由器的 Console 口或者 R2 路由器的 Console 口。路由器加电启动,打开超级终端,正确配置设备参数后登录系统。

**步骤 2:**配置各路由器的基本网络参数。

(1)R1 的配置如下:

```
Router>enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R1
R1(config)# interface f0/0
```

```
R1(config-if) # ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if) # no shutdown
R1(config-if) # exit
R1(config) # interface f0/1
R1(config-if) # ip address 172.16.1.1 255.255.255.252    ! 配置/30 的互联地址
R1(config-if) # no shutdown
```

(2)R2 的配置如下:

```
Router>enable
Router # configure terminal
Router(config) # hostname R2
R2(config) # interface f0/0
R2(config-if) # ip address 172.16.1.2 255.255.255.252    ! 配置/30 的互联地址
R2(config-if) # no shutdown
R2(config-if) # exit
R2(config) # interface f0/1
R2(config-if) # ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R2(config-if) # no shutdown
```

**步骤 3:**配置计算机的 IP 地址并进行单段测试。

配置 A 计算机的 IP 地址为 192.168.1.2,网关 192.168.1.1;配置 B 计算机的 IP 地址为 192.168.2.1,网关 192.168.2.1。

从 A 计算机 ping 路由器 R1 的 F0/0 接口 IP;从路由器 R1 ping 路由器 R2 的 F0/0 接口 IP;从 B 计算机 ping 路由器 R2 的 F0/1 接口 IP,如果都能 ping 通,说明单段测试通过,可继续开展后面的实验,否则可参考上一任务的提示进行故障排查。

**小提示:**

此刻如果直接从 A 计算机 ping B 计算机的 IP 地址,会出现“Reply from 192.168.1.1: Destination host unreachable”的信息,说明目标地址不可到达,出现这个信息是由于路由器的路由未配置或配置错误产生的。

而出现“Request timed out”信息则提示不能 ping 通,出现这个信息的原因有很多,比如可能目标主机未开机,或者目的地址不存在,或者网络线路有问题,或者对方开启防火墙等等。

**步骤 4:**配置每个路由器各自所需的路由。

要想实现全网互联互通,必须配置每一台路由器到达任何网络(子网)的路由,根据该原则,R1 路由器上缺乏到达 192.168.2.0/24 的路由(在 R1 路由器上通过 show ip route 命令可以看到该路由器自动产生的 192.168.1.0/24 和 172.16.1.0/30 直连路由)。同理,R2 路由器上缺乏到达 192.168.1.0/24 的路由(在 R2 路由器上通过 show ip route 命令可以看到该路由器自动产生的 192.168.2.0/24 和 172.16.1.0/30 直连路由),所以仅需为各个路由器配置各自所需的路由即可实现全网通信目的。

(1)R1 的静态路由配置如下:

```
R1(config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.1.2
```

或者

```
R1(config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 f0/1
```

上面的配置方式是我们通常所用的方法,但是由于需要查找 172.16.1.2 对应的 MAC 地址,所以转发效率没有下面的配置方法高,但是下面的配置在多点通信的网络环境中不能使用。

(2)R2 的静态路由配置如下:

```
R2(config) # ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.1.1
```

或者

```
R2(config) # ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 f0/0
```

**步骤 5:**进行整体测试。

在完成上述配置后即可从 A 计算机 ping 通 B 计算机。

**小提示:**

如果上述测试不能成功,可采用“逐点测试法”进行网络测试并排除故障。需注意的是逐点测试法是在单段测试成功的基础上开展的,具体方法如下:

(1)在 A 计算机上 ping 路由器的 F0/1 接口 IP 地址,如果 ping 通则进行下一步操作,如果不能 ping 通可能是由于 A 计算机的网关设置错误造成的。

(2)上一步测试成功,继续在 A 计算机上 ping R2 路由器的 F0/0 接口 IP 地址,如果 ping 通进行下一步操作,如果不能 ping 通可能是由于 R2 路由器未设置 A 计算机所在的网络路由造成的。

(3)上一步测试成功,继续在 A 计算机上 ping R2 路由器的 F0/1 接口 IP 地址,如果 ping 通进行下一步操作,如果不能 ping 通可能是由于 R1 路由器未设置 R2 路由器 F0/1 接口所在的目的网络路由造成的。

(4)上一步测试成功,继续在 A 计算机上 ping B 计算机的 IP 地址,如果 ping 通说明全网测通,如果不能 ping 通可能是由于 B 计算机未设置网关或设置错误造成的。

**步骤 6:**查看路由器路由。

(1)R1 路由器路由

```
R1 # 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
```

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

```
P - periodic downloaded static route
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
172.16.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
```

```
C      172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
```

```
C      192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
S      192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1    ! 配置的静态路由,采取
```



转发接口的方式转发数据,S表示静态路由

(2)R2 路由器路由

R2 # 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

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

P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/30 is subnetted, 1 subnets

C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0

S 192.168.1.0/24 [1/0] via 172.16.1.1 ! 为配置的静态路由,采取下一跳网关

的方式转发数据,S表示静态路由

C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

## 知识拓展

如果上述方案中 A、B 公司是租用网通的现有光纤,则需分别接入到一个网通的路由器上,如图 9-3 所示,其中各路由器的路由配置设置如下。

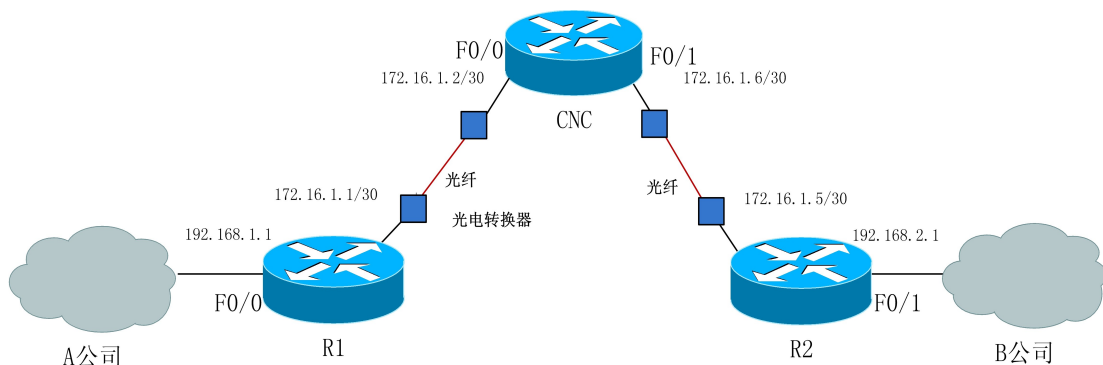


图 9-3 网络拓扑结构

该案例各路由器的路由配置为(设备的基本参数配置省略):

(1)R1 路由器的路由配置

R1(config) # ip route 172.16.1.4 255.255.255.252 172.16.1.2

R1(config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.1.2 ! 上述路由由于下一跳网关相同,所以可以使用一条默认路由代替,具体配置如下:

R1(config) # ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.1.2

(2)R2 路由器的路由配置

R2 (config) # ip route 172.16.1.0 255.255.255.252 172.16.1.6

R2 (config) # ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.1.6 ! 上述路由由于下一跳

网关相同,所以也可以使用一条默认路由代替,具体配置如下:

```
R2(config) # ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.1.6
```

(3) CNC 路由器的路由配置

```
CNC(config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.1.5
```

```
CNC(config) # ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.1.1
```

## 思考练习

思考缺省路由在什么场合下使用,缺省路由和普通静态路由有什么区别?

## 任务小结

通过本任务我们学习了路由器的静态路由配置,以及路由命令的使用,最终实现了两个远距离企业网的组建,此外还有一些常用的静态路由命令见表 9-1 所示。

表 9-1 常用的静态路由命令

| 命令                                           | 功能                    |
|----------------------------------------------|-----------------------|
| ip route                                     | 配置静态路由                |
| show ip route                                | 查看路由表                 |
| ip classless/ no ip classless                | 打开/关闭有类路由功能           |
| ip route default 或者 ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 | 配置缺省路由                |
| ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.1.1 10       | 设置缺省路由的度量值为 10(默认为 1) |

## 任务 10 使用 RIP 动态路由协议实现两公司网络互联

### 任务描述

如同任务 9 扩展部分的要求,A、B 两公司通过网通的路由器实现两公司网络的远程互联。假设现因网络调整要求,需将整个网络改造成使用 RIP 动态路由协议实现全网通信的网络,考虑该如何实现。

### 任务目标

通过本任务的实施可以掌握以下技能:

- (1) 了解动态路由的概念和相关特性。
- (2) 熟悉 RIP 动态路由协议的工作原理。
- (3) 掌握 RIP 动态路由协议的配置。
- (4) 学会 RIP 动态路由协议的故障排查方法。

### 相关知识

前面我们学习了静态路由和直连路由,对于相对复杂的网络或者大型的网络使用动态路由

实现全网通信是一个省时省力的办法,下面我们就来学习一下动态路由的相关特性。

### 1. 动态路由选择协议

动态路由选择协议是由路由器按照某种路由选择算法自动生成和更新路由的路由协议,有时候也简称为动态路由协议,使用动态路由选择协议进行数据转发的方式称之为动态路由。

### 2. 自治域(AS)

目前的互联网,为了便于管理,通常采用区域划分的方式来进行,最终以区域为单位进行通信管理和路由设计,这种化整为零的做法既便于各个网络的管理又提高了整个网络的通信效率。自治域(AS)就是出于这样的目的而产生的。

一个自治域就是处于一个管理机构控制之下的路由器或网络群组的集合。它可以是一个由企业骨干网互联的多个局域网,也可以是一个范围较大的城域网或者某个电信运营商构建的互联网络的一部分。在一个自治域内部,所有路由器必须运行相同的内部路由协议(内部网关协议)分配同一个自治域编号。自治域之间的连接由外部路由协议(外部网关协议)完成。

全球的互联网就是被分成很多个 AS 自治域,每个国家的运营商、机构、甚至公司等都可以申请 AS 号码,AS 号码是有限的,最大数目是 65536。互联网上使用的公网 IP 地址也被标属于特定的 AS 号码。

### 3. 内部网关协议和外部网关协议

根据是否处于一个自治域内部工作,动态路由协议被分为内部网关协议(IGP)和外部网关协议(EGP)。内部网关协议常用的协议有 RIP、OSPF、IGRP、EIGRP、IS-IS;外部网关协议主要用于多个自治域之间的路由选择,常用的是 BGP,是专门为 TCP/IP 互联网设计的外部网关协议。AS 和动态路由的关系如图 10-1 所示。



图 10-1 AS 与动态路由

### 4. 距离矢量和链路状态

各种动态路由协议按照工作原理大致可以分为距离矢量和链路状态两大类:

(1)采用距离矢量方式工作的动态路由协议有 RIP、EIGRP。距离矢量协议的特征有:

- ①通常采用广播方式向邻居发送路由信息。
- ②采用周期性更新的方式进行整个路由表的更新。
- ③通常以跳数作为路径的度量标准。

④BGP 采用的路径矢量技术有别于距离矢量。

(2)采用链路状态方式工作的动态路由协议有 OSPF、IS-IS,链路状态协议的特征有:

①对网络发生的变化能够快速响应。

②通常采用触发式的增量更新。

③不直接交换路由信息而是和邻居交换链路状态信息。

EIGRP 是距离矢量路由协议和链路状态路由协议的混合体。

## 5. 子网和超网、变长子网掩码和定长子网掩码

(1)子网:网络的子集。将一个网络或子网通过调整子网掩码进行划分而成。比如:将 192.168.1.0/24 划分为 192.168.1.0/26、192.168.1.64/26、192.168.1.128/26、192.168.1.192/26 四个子网,子网划分是为了节省 IP 地址而普遍采用的一种方法。

(2)超网:网络的汇总。将若干网络或子网按照某种规则合并而成。比如 4 个 /24 网络地址(192.168.0.0/24~192.168.3.0/24)合并为一个大网络地址 192.168.0.0/22。通常应用于网络聚合或路由汇总当中以精简路由条目。

(3)定长子网掩码(FLSM):按照 A、B、C 类网络的固定范围指定子网掩码,称为定长子网掩码。比如 10.0.0.0 为 A 类网络,默认的掩码为 255.0.0.0。通常应用于有类路由当中,IP 地址浪费严重。

(4)变长子网掩码(VLSM):为了实现子网划分和网络聚合采用的非固定子网掩码,称为变长子网掩码。比如:10.10.1.0/24,本来是 A 类网络却用了 /24 的子网掩码。通常应用于无类路由当中,是解决有类路由 IP 地址浪费的关键技术。

## 6. 有类域间路由和无类域间路由

有些路由协议在更新路由消息过程中不携带子网掩码信息,而是按照默认的网络分类(FLSM)进行网络地址的传送,这种动态路由协议称为有类域间路由协议。而另外一些路由协议在路由更新消息过程中需要携带子网掩码信息,可以实现子网划分及超网合并(VLSM),这种动态路由协议称为无类域间路由协议。

(1)有类域间路由协议

①有类路由协议在路由更新中不携带子网掩码信息,仅支持定长子网掩码。

②有类路由协议在网络边界按标准的主类网络地址自动进行汇总(不可关闭)。

③有类路由协议只能应用于连续的子网环境。

④有类路由协议包括:RIP v1、IGRP。

(2)无类域间路由协议(CIDR)

①无类路由协议在路由更新中可携带子网掩码信息,支持变长子网掩码。

②无类路由协议可以关闭自动汇总,或者配置手工汇总。

③适合于任意网络环境。

④无类路由协议包括:RIP v2、EIGRP、OSPF、IS-IS。

## 7. RIP 动态路由协议

(1)RIP 动态路由协议概述

RIP 协议最初是为 Xerox 网络系统 Xeroxparc 通用协议而设计的,是 Internet 中常用的动态路由协议。RIP 是一种在中小型企业网络环境中经常使用的动态路由协议。该协议有两个

版本,其中 RIP v1 属于有类路由协议,应用场合有限,而 RIP v2 属于无类路由协议,应用场合较广。

#### (2)RIP 协议的共同特性

①是距离矢量路由协议。

②使用跳数(Hop Count)作为度量值,最大跳数为 15 跳。

③默认路由由更新周期为 30 秒,180 秒没有收到路由更新则标定路由不可达,240 秒删除该路由。

④管理距离(AD)为 120。

⑤默认支持 4 条等价路由,最大支持 6 条等价路由。

⑥使用 UDP 520 端口进行路由更新。

#### (3)RIP v1 和 RIP v2 协议的区别

RIP v1 和 RIP v2 协议的区别见表 10-1。

表 10-1 RIP v1 和 v2 的区别

| RIP v1            | RIP v2             |
|-------------------|--------------------|
| 周期性更新             | 在周期更新的基础上,支持触发式更新  |
| 自动汇总不能关闭          | 自动汇总可以关闭,也可以手工汇总   |
| 不提供认证             | 提供明文和 MD5          |
| 不支持 VLSM 和 CIDR   | 支持 VLSM 和 CIDR     |
| 采用广播更新            | 采用组播(224.0.0.9)更新  |
| 有类别(Classful)路由协议 | 无类别(Classless)路由协议 |

#### (4)RIP 的工作原理

RIP 是依靠和邻居直接交换路由表信息来工作的,其工作机制我们可以形象的比喻为“传小话”,即将自己的路由信息告诉紧邻的路由器,然后由紧邻的路由器依次向下传递。

下面我们通过示意图来分析一下 RIP 的路由更新过程。如图 10-2 所示,R1、R2、R3 三台路由器连接 4 个子网,在每个路由器上配置了 RIP 动态路由协议。初始状态每个路由器仅有自己的直连路由,下面 RIP 开始工作,各个路由器和邻居开始交换路由信息。



图 10-2 RIP 工作机制

为了方便理解,我们假设当前的路由信息是从 R1 到 R3 依次传递的,如图 10-3 所示,R1 路由器将自己的两条直连路由传递给 R2 路由器,在 R2 路由器中由于 172.16.2.0 路由为直连路由无须更新(管理距离为 0),而另一条路由 172.16.1.0 在 R2 路由器中没有,所以 R2 路由器在其路由表中添加 172.16.1.0 路由,类型标识为 R,管理距离是 120,度量值是 RIP 所采用的跳数,当前为 1,表示经过一个路由器可以到达该网络,由于是从 F0/0 接口接收到的路由,所以接



口标识为 F0/0。在 R2 路由器更新完路由之后,它将最新的路由表信息继续向右传送给它的邻居 R3 路由器,采用同样的方法 R3 路由器添加 172.16.1.0 和 172.16.2.0 两条路由,这样 R3 就实现了完整的路由更新。



图 10-3 RIP 工作机制 1

在图 10-3 中,由于只是从左向右进行的路由传递,所以 R1 和 R2 的路由不完整,所以我们需要从右向左依次传递路由。如图 10-4 所示,首先 R3 将其完整的路由信息传递给邻居 R2,在 R2 上新增 172.16.4.0 路由,虽然 R3 传递过来的路由还包括 172.16.1.0、172.16.2.0、172.16.3.0 的路由,由于这些路由 R2 路由器中都存在,而且其度量值(跳数)更小,所以无需更新,这样 R2 也完成了所有的路由更新。最后 R2 将完整的路由表信息发送给 R1,采用类似的办法,R1 也完成了所有的路由更新。这样整个网络中的每一台路由器都包含有到达所有子网的路由,所以可以实现任意两点间的网络通信。



图 10-4 RIP 工作机制 2

### (5) RIP 路由环路[\*]

在维护路由表信息的时候,如果遇到拓扑结构发生改变的情况,由于网络收敛缓慢产生不协调或者矛盾的路由选择条目,就会发生路由环路的问题。在这种条件下,路由器对无法到达的网络路由不予理睬,导致用户的数据包不停地在网络上循环发送,最终造成网络资源的严重浪费。链路状态算法(OSPF)不会产生路由环路,因此,消除路由环路的技术,都是针对距离向量协议进行的。

由于 RIP 是距离矢量协议,所以也存在路由环路的问题,它给网络的稳定性造成了极大地影响。下面我们来分析一下 RIP 路由自环的成因,同上一网络,如果现在 R3 路由器连接的 172.16.4.0 网络发生了断路,R3 路由器收到故障信息,并在路由表中把 172.16.4.0 网络设置为不可达,等待更新周期到时通知相邻的 R2 路由器。但这时,如果相邻的 R2 路由器的更新周期先来了,则 R3 路由器将从 R2 路由器那里学习到 172.16.4.0 的路由(这是错误路由,因为此时的 172.16.4.0 网络已经损坏),R3 路由器在自己的路由表内增加一条经过 R2 路由器到达

172.16.4.0 的路由。至此,路由环路已经形成,R3 路由器认为到达该网络必须向 R2 路由器发包,而 R2 路由器则认为到达该网络必须向 R3 路由器发包。数据包在网络中不停的循环下去严重的影响了网络的稳定性。如图 10-5 所示。

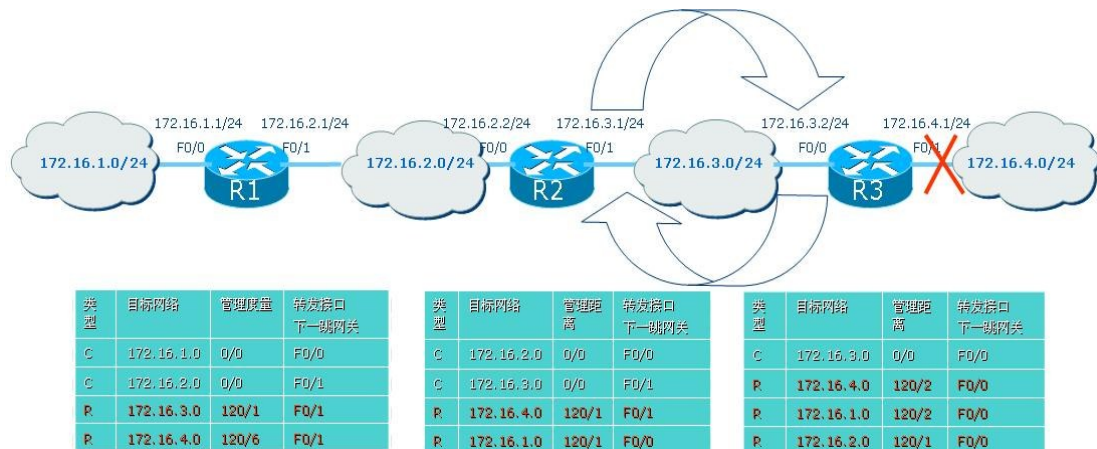


图 10-5 RIP 路由自环

关于 RIP 路由环路的解决办法:

水平分割(split horizon),它规定由一个接口发送出去的路由信息不能再朝这个接口往回发送,这个办法减少了路由信息的不确定性,但在某些环境中(例如 Frame-Relay 的 Hub 节点)水平分割将带来一些麻烦。

毒性逆转(poison reverse)。当一条路径信息变为无效之后,路由器并不立即将它从路由表中删除,而是设置度量值为 16,即使用不可达的度量值将它广播出去。这样虽然增加了路由表的大小,但对消除路由由循环很有帮助,它可以立即清除相邻路由器之间的任何环路。

触发更新(trigger update)。当路由表发生变化时,更新报文立即广播给相邻的所有路由器,而不是等待 30 秒的更新周期。同样,当一个路由器刚启动 RIP 时,它广播请求报文。收到此广播的相邻路由器立即应答一个更新报文,而不必等到下一个更新周期。这样,网络拓扑的变化会最快地在网络上传播,减少了路由循环产生的可能性。

抑制计时(holddown timer)。一条路由信息无效之后,一段时间内这条路由都处于抑制状态,即在一定时间内不再接收关于同一目的地址的路由更新。如果,路由器从一个网段上得知一条路径失效,然后,立即在另一个网段上得知这个路径有效,这个有效的信息往往是不正确的,抑制计时避免了这个问题,而且,当一条链路频繁起停时,抑制计时减少了路由的浮动,增加了网络的稳定性。

即便采用了上面的 4 种方法,路由循环的问题仍不能完全解决,只是得到了最大程度的减少。一旦路由由循环真的出现,路由项的度量值就会出现计数到无穷大(Count to Infinity)而丢弃数据包。这是因为路由信息被循环传递,每传过一个路由器,度量值就加 1,一直加到 16,路径就成为不可达的了。RIP 选择 16 作为不可达的度量值设计是很巧妙的,它既足够的大,保证了多数数据包能够正常到达;又足够小,使得计数到无穷大所花费的时间最短。

## 8. RIP 动态路由协议的配置命令

### (1) 基本配置命令

Router(config) # router rip ! 设置路由协议为 RIP

Router(config-router) # version {1|2} ! 定义版本号为 1 或 2, 通常 1 为默认

Router(config-router) # no auto-summary ! 关闭自动汇总

Router(config-router) # network network-number ! 其中, network-number 网络号必须是路由器直连网段所在的有类地址, 比如端口是 172. 16. 1. 1/24, 此处的宣告网络必须是 172. 16. 0. 0(B 类地址), 而且要保证所有的直连网段都要宣告出去。

### (2) 可选配置命令

Router1(config-router) # timers basic update timeout holddown flush ! 定义路由更新、无效、抑制、废除时间。

Router (config-router) # passive-interface serial 1/2 ! 定义被动接口。被动接口仅能接收更新而不会发生更新。

Router (config-router) # neighbor network-number ! 定义邻居

Router (config-if) # ip split-horizon ! 在接口下执行水平分割, 防止路由环路的发生。

### (3) 调试命令

Router # show ip route ! 查看路由表

Router # show ip protocol ! 查看动态路由选择协议的详细信息

Router # debug ip rip ! 使用 debug 进行 rip 通信调试

**小提示:**使用 show 命令主要用于查看各种网络参数和配置, 查看的结果是静态信息。而 debug 命令是实时了解各种网络协议深层次的工作机制, 反映的是动态信息。对于初学者而言只要掌握使用 show 命令发现问题即可。

## 方案设计

本任务是使用 RIP 动态路由协议对上一任务扩展要求的改进。通过 RIP 可以很容易的实现 A、B 两公司的互联。网络拓扑如图 10-6 所示。

由于该拓扑的 IP 地址设计为不连续网络, 所以建议使用 RIP v2 来配置路由器, 同时要关闭自动汇总, 避免产生不确定路由。

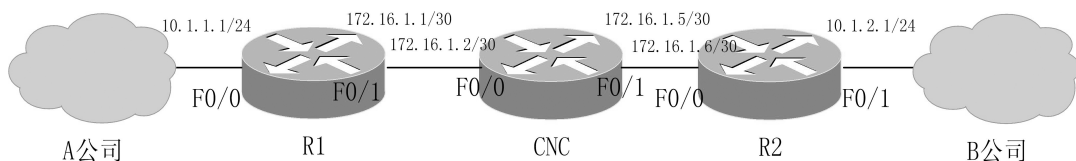


图 10-6 网络拓扑图



## 任务实施

### 1. 实施要点

Cisco Packet Tracer 软件是 Cisco 开发的一款优秀的网络仿真软件,不仅可以进行各种 Cisco 网络设备的调试以及各种服务器的配置,还可以使用它进行模拟网络的组建,地域环境的部署,数据包的包捕获和跟踪,特别是其内部集成的网络考试自动评分系统对于网络教学和网络安全学习具有极大的帮助。鉴于篇幅关系,我们在此仅讲述使用该软件配置和实现各种实验的流程,关于该软件的具体使用方法可以上网查阅相关资料。该软件默认是英文操作界面,如果不习惯,可以上网下载一个中文补丁即可进行英文到中文的转换。该软件在以后的章节中统一简称为 PT。本任务中 PT 软件的具体设备连接部署情况如图 10-7 所示。

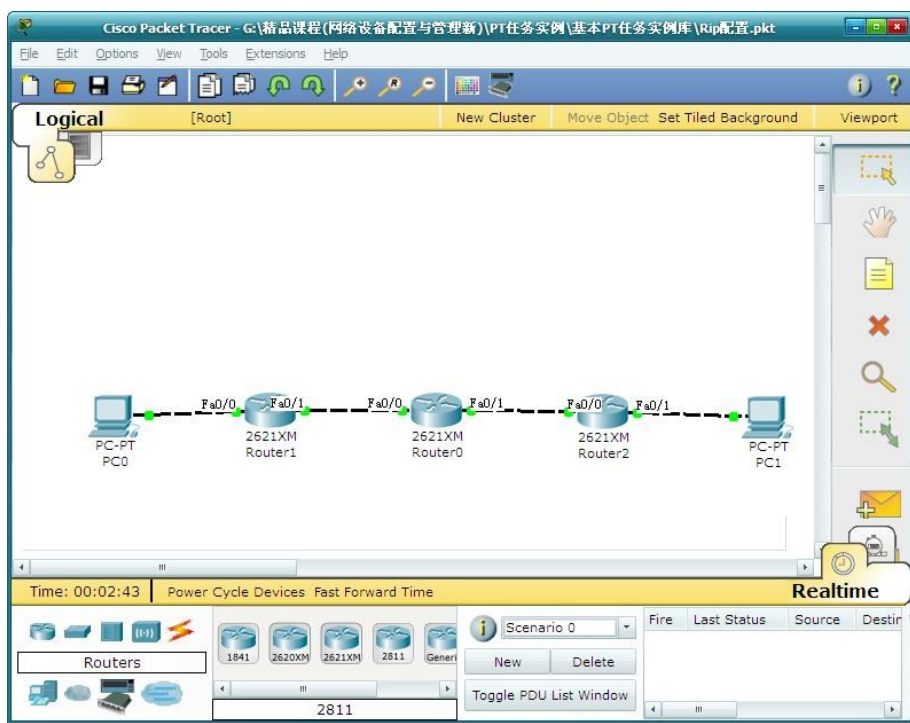


图 10-7 PT 实例图

### 2. 设备清单

- (1) Cisco 2621 XM 路由器三台。
- (2) 计算机两台。
- (3) 交叉双绞线四条。

### 3. 实施过程

**步骤 1:** 连接硬件设备。

按照上述拓扑结构使用 PT 软件进行网络设备的连接。拖入 3 台 Cisco 2621 XM 路由器和 2 台计算机,使用交叉线进行两两连接。然后点击路由器图标,在出现的窗口中选择 CLI 标签即可进入到路由器的调试界面。

**步骤 2:**配置各路由器的基本网络参数。

(1)R1 的配置如下:

```
Router>enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R1
R1(config)# interface f0/0
R1(config-if)# ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface f0/1
R1(config-if)# ip address 172.16.1.1 255.255.255.252
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

(2)CNC 的配置如下:

```
Router>enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostnameCNC
CNC(config)# interface f0/0
CNC(config-if)# ip address 172.16.1.2 255.255.255.252
CNC(config-if)# no shutdown
CNC(config-if)# exit
CNC(config)# interface f0/1
CNC(config-if)# ip address 172.16.1.5 255.255.255.252
CNC(config-if)# no shutdown
CNC(config-if)# exit
```

(3)R2 的配置如下:

```
Router>enable
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R2
R2(config)# interface f0/0
R2(config-if)# ip address 172.16.1.6 255.255.255.252
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# exit
R2(config)# interface f0/1
R2(config-if)# ip address 10.1.2.1 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# exit
```

**步骤 3:**配置计算机的 IP 地址并进行单段测试。

单击计算机图标,在出现的窗口中选择 Desktop 标签,然后再选择 IP Configure 对话框,在此可以配置计算机的 IP 地址参数。配置 A 计算机的 IP 地址为 10.1.1.2,网关为 10.1.1.1;配置 B 计算机的 IP 地址为 10.1.2.2,网关为 10.1.2.1,对各个网段进行单段测试。

**步骤 4:**配置各路由器的 RIP 动态路由。

(1)R1 的配置如下:

```
R1(config) # router rip                ! 开启 RIP 配置模式
R1(config-router) # version 2          ! 配置 RIP v2 实现无类路由
R1(config-router) # no auto-summary    ! 关闭自动汇总
R1(config-router) # network 172.16.0.0 ! 宣告 172.16.1.0/30 子网所在的大类地址
172.16.0.0
R1(config-router) # network 10.0.0.0   ! 宣告 10.1.1.0/30 子网所在的大类地址
10.0.0.0
```

(2)CNC 的配置如下:

```
CNC(config) # router rip                ! 开启 RIP 配置模式
CNC(config-router) # version 2          ! 配置 RIP v2 实现无类路由
CNC(config-router) # no auto-summary    ! 关闭自动汇总
CNC(config-router) # network 172.16.0.0 ! 宣告 10.1.1.0/30 和 10.1.1.4/30 子网所在的大类地址
10.0.0.0
```

(3)R2 的配置如下:

```
R2(config) # router rip                ! 开启 RIP 配置模式
R2(config-router) # version 2          ! 配置 RIP v2 实现无类路由
R2(config-router) # no auto-summary    ! 关闭自动汇总
R2(config-router) # network 172.16.0.0 ! 宣告 172.16.1.4/30 子网所在的大类地址
172.16.0.0
R2(config-router) # network 10.0.0.0   ! 宣告 10.1.1.0/30 子网所在的大类地址
10.0.0.0
```

**步骤 5:**进行整体测试。

从 A 计算机 ping B 计算机,如果不能 ping 通则使用逐点测试法进行故障排查。

**步骤 6:**查看路由器路由。

(1)R1 的路由如下:

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C   10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R   10.1.2.0 [120/2] via 172.16.1.2, 00:00:20, FastEthernet0/1
172.16.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
C   172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
R   172.16.1.4 [120/1] via 172.16.1.2, 00:00:20, FastEthernet0/1
```

(2)CNC 的路由如下:

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
R 10.1.1.0 [120/1] via 172.16.1.1, 00:00:01, FastEthernet0/0
```

```
R 10.1.2.0 [120/1] via 172.16.1.6, 00:00:07, FastEthernet0/1  
172.16.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
C 172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/1
```

(3)R2 的路由如下:

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
```

```
R 10.1.1.0 [120/2] via 172.16.1.5, 00:00:27, FastEthernet0/0
```

```
C 10.1.2.0 is directly connected, FastEthernet0/1  
172.16.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
```

```
R 172.16.1.0 [120/1] via 172.16.1.5, 00:00:27, FastEthernet0/0
```

```
C 172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/0
```

下面我们以 R2 路由为例解读各条路由的含义:

在上述路由中 10.0.0.0/24 子网中有两个子网构成,分别是 R 开头的 10.1.1.0(RIP 动态路由)和 C 开头的 10.1.2.0(直连路由)。

10.1.1.0 [120/2] via 172.16.1.5, 00:00:27, FastEthernet0/0,其中 120 代表 RIP 的管理距离,度量值是 2,via 172.16.1.5 说明该路由的下一跳网关是 172.16.1.5,00:00:27 表示距下一次路由更新还有 27 秒,FastEthernet0/0 表示从 F0/0 接口进行数据转发。

10.1.2.0 is directly connected, FastEthernet0/1,表示 10.1.2.0 是直连路由,而且是连接在 F0/1 接口上。

通过上面的数据,我们可以看出每个路由器都获取了到达其他网络的全部路由,所以可以实现全网通信。

我们可以使用 show ip protocol 查看 RIP 协议的其他具体特性,在 R1 路由器的特权下输入该命令,显示如下信息:

```
Routing Protocol is "rip"
```

```
! 路由器上运行的路由协议是 RIP
```

```
Sending updates every 30 seconds, next due in 10 seconds
```

```
! 更新周期是 30 秒,距离下次更新还有 10 秒
```

```
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
```

```
! 路由条目如果在 180 秒还没有收到更新,则被标记为无效
```

```
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
```

```
! 在出方向上没有设置过滤列表
```

```
Incoming update filter list for all interfaces is not set
```

```
! 在入方向上没有设置过滤列表
```

```
Redistributing: rip
```

```
! 只运行 RIP 协议,没有其他的协议重分布进来
```

```
Default version control: send version 2, receive 2
```

```
! 发送版本 2 的路由更新,接收本版 2 的路由更新(默认是版本 1)
```

```
Interface          Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
FastEthernet0/0    2     2
FastEthernet0/1    2     2
```

! 以上三行显示了运行 RIP 协议的接口,以及可以接收和发送的 RIP 路由更新的版本

Automatic network summarization is not in effect

! RIP 路由协议关闭自动汇总功能(默认开启)

Maximum path: 4

! RIP 路由协议默认可以支持 4 条等价路径负载均衡,最大为 6 条,可以通过 maximum-paths number-paths 来修改。

Routing for Networks:

10.0.0.0

172.16.0.0

! 以上三行表明 RIP 通告的网络

Passive Interface(s):

! 设置为被动接口的列表当前为空

Routing Information Sources:

```
Gateway          Distance      Last Update
172.16.1.2       120           00:00:00
```

! 以上三行表明路由信息源,其中 gateway 表示学习路由信息的路由器的接口地址,也就是下一跳地址;distance 代表管理距离;last update 代表更新发生在多长时间以前。

Distance: (default is 120)

! 默认管理距离是 120

## 知识拓展

如果上述网络实验采用 RIP v1 来配置会是什么样的结果哪? 下面我们采用 RIP v1 来重复上述实验,基本配置一样,我们仅改变动态路由部分的配置。

(1)配置各路由器的 RIP v1 动态路由

①R1 的配置如下:

```
R1(config)#router rip           ! 开启 RIP 配置模式
R1(config)#version 1           ! 配置 RIP v2 实现无类路由
R1(config)#auto-summary       ! 默认开启
```

②CNC 的配置如下:

```
CNC(config)#router rip        ! 开启 RIP 配置模式
CNC(config)#version 1        ! 配置 RIP v2 实现无类路由
CNC(config)#auto-summary     ! 默认开启
```

③R2 的配置如下:

```
R2(config)#router rip        ! 开启 RIP 配置模式
R2(config)#version 1        ! 配置 RIP v2 实现无类路由
```

```
R2(config) # auto-summary ! 默认开启
```

(2) 查看各路由器路由

① R1 的路由如下:

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
C 10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
172.16.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
```

```
R 172.16.1.4 [120/1] via 172.16.1.2, 00:00:12, FastEthernet0/1
```

! 上述路由中仅得到了 172.16.1.4 的路由,而未得到 10.1.2.0 的路由,这是由于 RIP v1 有类路由的特性造成的。

② CNC 的路由如下:

```
R 10.0.0.0/8 [120/1] via 172.16.1.1, 00:00:27, FastEthernet0/0
```

```
[120/1] via 172.16.1.6, 00:00:01, FastEthernet0/1
```

```
172.16.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
```

```
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
C 172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/1
```

! 上述路由中 10.0.0.0/8 充分说明 RIP v1 在路由更新时不携带掩码,仅用主类地址表示路由,所以出现了关于 10.0.0.0/8 下一跳混乱的问题。

③ R2 的路由如下:

```
10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
C 10.1.2.0 is directly connected, FastEthernet0/1
```

```
172.16.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
```

```
R 172.16.1.0 [120/1] via 172.16.1.5, 00:00:14, FastEthernet0/0
```

```
C 172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/0
```

! 上述路由中仅得到了 172.16.1.0 的路由,而未得到 10.1.1.0 的路由

(3) ping 测试结果

从 A 计算机 ping CNC 路由器的 F0/0 接口,提示类似于

```
Reply from 172.16.1.2: bytes=32 time=47ms TTL=254
```

```
Request timed out.
```

```
Reply from 172.16.1.2: bytes=32 time=47ms TTL=254
```

```
Request timed out.
```

该奇怪现象的产生在于 CNC 路由器的路由中,10.1.1.0/24 所在的汇总网络 10.0.0.0/8 有两个下一跳网关分别为正确的 172.16.1.1 和反方向的 172.16.1.6,两个网关依次发包便出现如上现象。

从 A 计算机 ping B 计算机,提示为:

```
Reply from 10.1.1.1: Destination host unreachable.
```

```
Reply from 10.1.1.1: Destination host unreachable.
```

```
Reply from 10.1.1.1: Destination host unreachable.
```

Reply from 10.1.1.1: Destination host unreachable.

从 A 不能 ping 通 B 计算机是因为 R1 路由器上根本就没有 10.1.2.0/24 网络的路由,所以出现了目标地址不可达的提示。

## 思考练习

思考 RIP v1 和 RIP v2 的具体差别,分别应用于什么样的场合?

## 任务小结

通过本任务我们学习了路由器的 RIP 动态路由配置以及常用命令的使用,最终完成了两个远距离的企业网组建任务,此外还有一些 rip 相关的其他命令见表 10-2。

表 10-2 常用的路由器命令

| 命令                              | 功能                |
|---------------------------------|-------------------|
| show ip route                   | 查看路由表             |
| show ip protocols               | 查看 IP 路由协议配置和统计信息 |
| show ip rip database            | 查看 RIP 数据库        |
| debug ip rip                    | 动态查看 RIP 的更新过程    |
| clear ip route *                | 清除路由表             |
| router rip                      | 启动 RIP 进程         |
| network                         | 通告网络              |
| version                         | 定义 RIP 的版本        |
| no auto-summary                 | 关闭自动汇总            |
| ip rip send version             | 配置 RIP 发送的版本      |
| ip rip receive version          | 配置 RIP 接收的版本      |
| passive-interface               | 配置被动接口            |
| neighbor                        | 配置单播更新的目标         |
| ip summary-address rip          | 配置 RIP 手工汇总       |
| key chain                       | 定义钥匙链             |
| keykey-id                       | 配置 Key ID         |
| key-string                      | 配置 Key ID 的密钥     |
| ip rip triggered                | 配置触发更新            |
| ip rip authentication mode      | 配置认证模式            |
| ip rip authentication key-chain | 配置认证使用的钥匙链        |
| timers basic                    | 配置更新的计时器          |
| maximum-paths                   | 配置等价路径的最大值        |
| ip default-network              | 向网络中注入默认路由        |