

模块三

路由器配置和管理

东软电子出版社

第 1 章 认识路由器

路由器是一种多端口设备。各种端口用来连接各种各样的网络,其任务是转发分组。也就是说,路由器某个输入端口收到的分组,按照分组要去的目的地(即目的网络),将该分组从某个合适的输出端口转发给下一跳路由器。下一跳路由器也按照这种方法处理分组,直到该分组到达目的地为止。如图 1-1-1 所示,给出了一种典型的路由器的结构。



图 1-1-1 Cisco1841 路由器正反两面的结构

路由器其实也是计算机,它的组成结构类似于任何其他计算机(包括 PC)。第一台路由器是一台接口信息处理机(IMP),出现在美国国防部高级研究计划署网络(ARPANET)中。IMP 是一台 Honeywell 316 小型计算机,1969 年 8 月 30 日,ARPANET 在它的支持下开始运作。

1.1 路由器的组件

路由器中含有许多其他计算机中常见的硬件和软件组件,包括:CPU、RAM、ROM、操作系统。

1. CPU

CPU 执行操作系统指令,如系统初始化、路由功能和交换功能。

2. RAM

RAM 存储 CPU 所需执行的指令和数据。RAM 是易失性存储器,如果路由器断电或重新启动,RAM 中的内容就会丢失。RAM 用于存储以下组件:

操作系统:启动时,操作系统会将 Cisco IOS(Internetwork Operating System)复制到 RAM 中。

运行配置文件:这是存储路由器 IOS 当前所用的配置命令的配置文件。除几个特例外,路由器上配置的所有命令均存储于运行配置文件,此文件也称为 running-config。

IP 路由表:此文件存储着直连网络以及远程网络的相关信息,用于确定转发数据包的最佳路径。

ARP 缓存:此缓存包含 IPv4 地址到 MAC 地址的映射,类似于 PC 上的 ARP 缓存。ARP 缓存用在有 LAN 接口(如以太网接口)的路由器上。

数据包缓冲区:数据包到达接口之后以及从接口送出之前,都会暂时存储在缓冲区中。

3. ROM

ROM 是一种永久性存储器。Cisco 设备使用 ROM 来存储:bootstrap 指令、基本诊断软件、精简版 IOS。

ROM 使用的是固件,即内嵌于集成电路中的软件。固件包含一般不需要修改或升级的软件,如启动指令。许多类似功能(包括 ROM 监控软件)将在后续课程讨论。如果路由器断电或重新启动,ROM 中的内容不会丢失。

4. FLASH

FLASH,又叫闪存。闪存是非易失性计算机存储器,可以电子的方式存储和擦除。闪存用作操作系统 Cisco IOS 的永久性存储器。在大多数 Cisco 路由器型号中,IOS 是永久性存储在闪存中的,在启动过程中才复制到 RAM,然后再由 CPU 执行。如果路由器断电或重新启动,闪存中的内容不会丢失。

5. NVRAM

NVRAM(非易失性 RAM)在电源关闭后不会丢失信息。这与大多数普通 RAM(如 DRAM)不同,后者需要持续的电源才能保持信息。NVRAM 被 Cisco IOS 用作存储启动配置文件(startup-config)的永久性存储器。所有配置更改都存储于 RAM 的 running-config 文件中(有几个特例除外),并由 IOS 立即执行。要保存这些更改以防路由器重新启动或断电,必须将 running-config 复制到 NVRAM,并在其中存储为 startup-config 文件。即使路由器重新启动或断电,NVRAM 也不会丢失其内容。

6. 操作系统

Cisco 路由器中,操作系统叫作互联网操作系统(Internet Operating System, IOS)。与计算机上的操作系统一样,Cisco IOS 会管理路由器的硬件和软件资源,包括存储器分配、进程、安全性和文件系统。Cisco IOS 属于多任务操作系统,集成了路由、交换、网际网络及电信等功能。

虽然许多路由器中的 Cisco IOS 看似相同,但实际却是不同类型的 IOS 映像。IOS 映像是一种包含相应路由器完整 IOS 的文件。Cisco 根据路由器型号和 IOS 内部的功能,创建了许多不同类型的 IOS 映像。通常,IOS 内部的功能越多,IOS 映像就越大,因此就需要越多的闪存和 RAM 来存储和加载 IOS。例如,某些功能包括了运行 IPv6 的能力,或者能让路由器执行 NAT(网络地址转换)。

与其他操作系统一样,Cisco IOS 也有自己的用户界面。尽管有些路由器提供图形用户界面(GUI),但命令行界面(CLI)是配置 Cisco 路由器的最常用方法。

路由器启动时,NVRAM 中的 startup-config 文件会复制到 RAM,并存储为 running-config 文件。IOS 接着会执行 running-config 中的配置命令。网络管理员输入的任何更改均存储于 running-config 中,并由 IOS 立即执行。

1.2 路由器的启动过程

启动过程分为四个主要阶段:执行 POST、加载 bootstrap 程序、查找并加载 Cisco IOS 软件、查找并加载启动配置文件,或进入设置模式。如图 1-2-1 所示。



图 1-2-1 路由器启动过程

1. 执行 POST

加电自检(POST)几乎是每台计算机启动过程中必经的一个过程。POST 过程用于检测路由器硬件。当路由器加电时,ROM 芯片上的软件便会执行 POST。在这种自检过程中,路由器会通过 ROM 执行诊断,主要针对包括 CPU、RAM 和 NVRAM 在内的几种硬件组件。POST 完成后,路由器将执行 bootstrap 程序。

2. 加载 bootstrap 程序

POST 完成后,bootstrap 程序将从 ROM 复制到 RAM。进入 RAM 后,CPU 会执行 bootstrap 程序中的指令。bootstrap 程序的主要任务是查找 Cisco IOS 并将其加载到 RAM。

注意:此时,如果有连接到路由器的控制台,您会看到屏幕上开始出现输出内容。如图 1-2-2 所示。

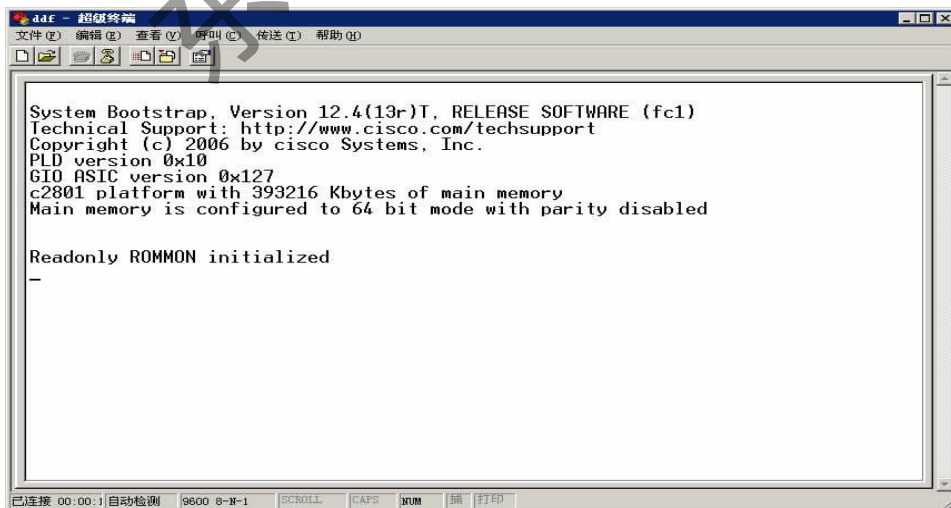


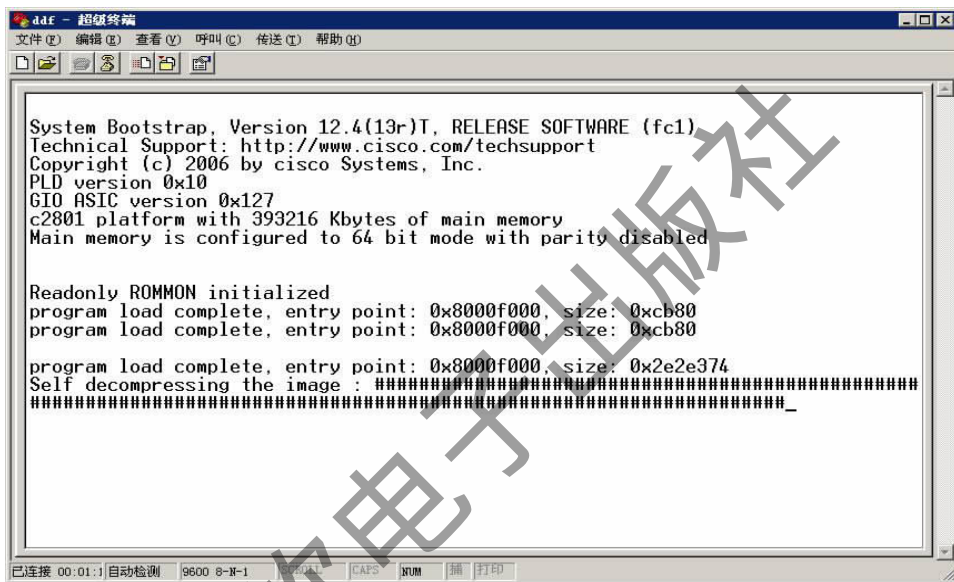
图 1-2-2 执行 bootstrap 程序

3. 查找并加载 Cisco IOS

查找 Cisco IOS 软件。IOS 通常存储在闪存中,但也可能存储在其他位置,如 TFTP (简单文件传输协议)服务器上。要从闪存正常加载 IOS,配置寄存器应设置为 0x2102。

如果不能找到完整的 IOS 映像,则会从 ROM 将精简版的 IOS 复制到 RAM 中。这种版本的 IOS 一般用于帮助诊断问题,也可用于将完整版的 IOS 加载到 RAM。

注意:TFTP 服务器通常用作 IOS 的备份服务器,但也可充当存储和加载 IOS 的中心点。一旦 IOS 开始加载,您就可能在映像解压缩过程中看到一串井号(#),如图 1-2-3 所示。



```
System Bootstrap, Version 12.4(13r)T, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 2006 by cisco Systems, Inc.
PLD version 0x10
GIO ASIC version 0x127
c2801 platform with 393216 Kbytes of main memory
Main memory is configured to 64 bit mode with parity disabled

Readonly ROMMON initialized
program load complete, entry point: 0x8000f000, size: 0xcb80
program load complete, entry point: 0x8000f000, size: 0xcb80
program load complete, entry point: 0x8000f000, size: 0x2e2e374
Self decompressing the image: #####
#####_
```

图 1-2-3 加载 IOS

4. 查找并加载配置文件

查找启动配置文件。如图 1-2-4 所示。IOS 加载后,bootstrap 程序会搜索 NVRAM 中的启动配置文件(也称为 startup-config)。此文件含有先前保存的配置命令以及参数,其中包括:

- 接口地址;
- 路由信息;
- 口令;
- 网络管理员保存的其他配置。

如果启动配置文件 startup-config 位于 NVRAM,则会将其复制到 RAM 作为运行配置文件 running-config。

注意:如果 NVRAM 中不存在启动配置文件,则路由器可能会搜索 TFTP 服务器。如果路由器检测到有活动链路连接到已配置路由器,则会通过活动链路发送广播,以搜索配置文件。这种情况会导致路由器暂停,但是您最终会看到如下所示的控制台消息:

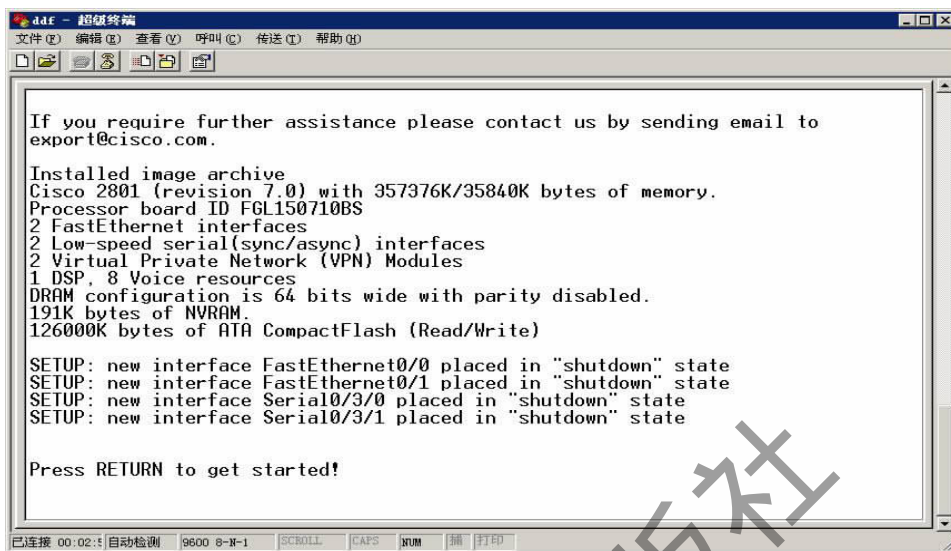


图 1-2-4 加载配置文件

```
<router pauses here while it broadcasts for a configuration file across an active link>
% Error opening tftp://255.255.255.255/network-config (Timed out)
% Error opening tftp://255.255.255.255/cisconet.cfg (Timed out)
```

执行配置文件。如果在 NVRAM 中找到启动配置文件,则 IOS 会将其加载到 RAM 作为 running-config,并以一次一行的方式执行文件中的命令。running-config 文件包含接口地址,并可启动路由过程以及配置路由器的口令和其他特性。如果不能找到启动配置文件,路由器会提示用户进入设置模式。

1.2.1 设置模式

设置模式包含一系列问题,提示用户输入一些基本的配置信息。配置信息如下:

```
Continue with configuration dialog? [yes/no]:yes
```

```
Would you like to enter basic management setup? [yes/no]:yes
```

```
Configuring global parameters:
```

```
Enter host name [Router]:R1
```

```
The enable secret is a password used to protect access to privileged EXEC and configuration modes. This password, after entered, becomes encrypted in the configuration.
```

```
Enter enable secret: class
```

```
The enable password is used when you do not specify an enable secret password, with some older software versions, and some boot images.
```

```
Enter enable password: cisco
```

```
The virtual terminal password is used to protect access to the router over a network interface.
```

```

Enter virtual terminal password:cisco
Configure SNMP Network Management? [no]:

Current interface summary
Interface      IP-Address      OK?  Method      Status      Protocol
FastEthernet0/0 unassigned      YES manual administratively down down
FastEthernet0/1 unassigned      YES manual administratively down down
Serial0/0/0    unassigned      YES manual administratively down down
Serial0/0/1    unassigned      YES manual administratively down down
Vlan1          unassigned      YES manual administratively down down

Enter interface name used to connect to the management network from the above interface
summary: FastEthernet0/0

Configuring interface FastEthernet0/0:
  Configure IP on this interface? [yes]: yes
  IP address for this interface:192.168.1.1
  Subnet mask for this interface[255.255.255.0] :
The following configuration command script was created:
hostname R1
.....
end
[0] Go to the IOS command prompt without saving this config.
[1] Return back to the setup without saving this config.
[2] Save this configuration to nvram and exit.
Enter your selection[2]:
.....
Use the enabled mode'configure'command to modify this configuration.
PressRETURN to get started!
R1>

```

注意:设置模式不适于复杂的路由器配置,网络管理员一般不会使用该模式。如果回答 yes 并进入设置模式,可随时按 Ctrl-C 终止设置过程。

1.2.2 命令行界面

本课程不会使用设置模式配置路由器。当提示进入设置模式时,请始终回答 no。当启动不含启动配置文件的路由器时,您会在 IOS 加载后看到以下问题:

```
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]:no
```

不使用设置模式时,IOS 会创建默认的 running-config。默认 running-config 是基本配置文件,其中包括路由器接口、管理接口以及特定的默认信息。默认 running-config 不包含任何接口地址、路由信息、口令或其他特定配置信息。

根据平台和 IOS 的不同,路由器可能会在显示提示符前询问以下问题:

```
Would you like to terminate autoinstall? [yes]: <Enter>
Press the Enter key to accept the default answer.
Router>
```

一旦显示此提示符,路由器便开始以当前的运行配置文件运行 IOS。而网络管理员也可开始使用此路由器上的 IOS 命令。

1.2.3 检验路由器

show version 命令用于检验路由器的基本硬件组件和软件组件,同时也可用于排查某些路由器基本硬件或软件故障。show version 命令会显示路由器当前所运行的 Cisco IOS 软件的版本信息、bootstrap 程序版本信息以及硬件配置信息。show version 命令的输出,如图 1-2-5 所示。

```
Router#show version
Cisco IOS Software2801 Software (C2801-ADVIPSERVICESK9-M),
Version 12.4(24)T2, RELEASE SOFTWARE (fc2)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc.

ROM: System Bootstrap, Version 12.1(3r)T, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 2000 by Cisco Systems, Inc.

System returned to ROM by power-on
System image file is "c2801-advipservicesk9-mz.124-24.T2.bin"
.....
Cisco 2801 (revision 7.0) with 357376K/35840K bytes of memory
Processor board ID JAD05190MTZ (4292891495)
M860 processor: part number 0, mask 49

2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
2 Virtual Private Network (VPN) Modules

191K bytes of NVRAM.
126000K bytes of ATA Compact flash (Read/Write)
Configuration register is 0x2102
```

图 1-2-5 显示路由器的信息

1. IOS 版本

```
Cisco IOS Software,2801 Software (C2801-ADVIPSERVICESK9-M), Version 12.4(24)T2, RELEASE
SOFTWARE (fc2)
```

以上是 RAM 中的 Cisco IOS 软件版本,也正是路由器所用的软件版本。

2. ROM Bootstrap 程序

```
ROM: System Bootstrap, Version 12.1(3r)T, RELEASE SOFTWARE (fc1)
```

以上显示了存储于 ROM 存储器的系统 bootstrap 软件的版本,用于启动路由器。

3. IOS 位置及文件名

```
System image file is "c2801-advipservicesk9-mz.124-24.T2.bin"
```

以上显示了 bootstrap 程序在 Cisco IOS 中加载的位置,以及 IOS 映像的完整文件名。

4. CPU 和 RAM 大小

```
Cisco 2801 (revision 7.0) with 357376K/35840K bytes of memory.  
Processor board ID FGL150710BS
```

以上前面部分显示的是该路由器的 CPU 类型。后面部分显示的是 DRAM 的大小。某些系列的路由器(如 2800)使用 DRAM 中的一段作为数据包存储器。数据包存储器用于缓冲数据包。

路由器上的总 DRAM 大小,是将两个数字相加。在本例中,Cisco 2811 路由器有 357376 KB(千字节)的可用 DRAM 用于临时存储 Cisco IOS 和其他系统进程。其余 35840 KB 专用作数据包存储器。二者相加之和为 393216K,即总共 384 兆字节(MB)的 DRAM。

注:升级 IOS 时,可能需要升级 RAM 大小。

5. 接口

```
2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)  
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)  
2 Virtual Private Network (VPN) Modules
```

以上显示的是路由器上的物理接口,在本例中,Cisco 2800 路由器有两个快速以太网接口和两个低速(同步/异步)串行接口,两个虚拟专用网络模块。

6. NVRAM 大小

```
191K bytes of NVRAM.
```

路由器上 NVRAM 的大小。NVRAM 用于存储 startup-config 文件。

7. 闪存大小

```
126000K bytes of processor board System flash (Read/Write)
```

路由器上闪存的大小。闪存用于永久存储 Cisco IOS。

注:升级 IOS 时,可能需要升级闪存大小。

8. 配置寄存器

```
Configuration register is 0x2102
```

配置寄存器的出厂默认设置是 0x2102。此值表示路由器会从闪存加载 Cisco IOS 软件映像,从 NVRAM 加载启动配置文件。

练习:路由器启动和设置模式

1. 练习情境

路由器第一次启动时会进入设置模式,以使用户执行基本路由器配置。因此您只能配置一个接口来连接到管理系统,从而通过该系统执行其余配置。路由器 R1 是网络已有的路由器。我们将清除其上的所有现有配置,并使用设置模式将它连接到路由器 R2。

2. 练习拓扑

练习拓扑如图 1-2-6 所示。

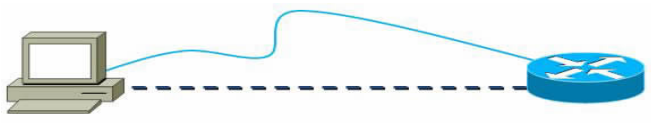


图 1-2-6 练习拓扑

3. 练习目标

- (1) 清除所有现有配置；
- (2) 查看路由器版本；
- (3) 使用设置模式配置路由器；
- (4) 输入设置信息；
- (5) 检查设置结果。

任务 1: 清除所有现有配置

步骤 1: 清除所有现有配置

访问路由器 R1。在 CLI 选项卡下,发出 enable 命令以进入特权执行模式。使用命令 erase startup-config 清除所有现有配置,并对出现的提示予以确认。

```
Router>
Router> enable
Router# erase startup-config
```

步骤 2: 重启路由器

输入 reload 命令重启未经任何配置的路由器并确认。

```
Router# reload
```

观察路由器启动全过程:

- (1) 执行 POST;
- (2) 加载 bootstrap 程序;
- (3) 查找并加载 Cisco IOS 软件;
- (4) 查找并加载启动配置文件,或进入设置模式

任务 2: 使用设置模式配置路由器

步骤 1: 输入设置信息

- 输入 yes 确认使用配置对话框;
- 键入 yes 以便输入基本管理设置(这是 Packet Tracer 支持的唯一选项);
- 输入 R1 作为主机名;
- 输入 class 作为使能加密口令;
- 输入 cisco 作为使能口令;
- 输入 cisco 作为虚拟终端口令;
- 输入 FastEthernet0/0 作为连接到管理网络的接口;

- 确认该接口上的 IP 配置；
- 输入 192.168.1.1 作为该接口的 IP 地址；
- 接受默认子网掩码；
- 接受默认设置以将此配置保存到 nvram 并退出。

步骤 2: 检查设置结果

输入 enable 命令进入特权执行模式, 并使用在设置步骤中通过 enable secret 命令设定的口令 class。使用 show running-config 命令检查新配置。

```
Router>
Router>en
Router# sh run
```

步骤 3: 查看路由器版本。

输入 show version 命令查看路由器 CPU、内存、FLASH 和 IOS。

```
Router>show version
```

1.3 路由器的工作原理

路由器是网络的核心。路由器主要负责连接各个网络, 它的功能有:

- 确定发送数据包的最佳路径;
- 将数据包转发到目的地。

路由器通过获知远程网络和维护路由信息来进行数据包转发。路由器用来连接多个网络, 每个接口属于不同的 IP 网络。当路由器从某个接口收到 IP 数据包时, 它会确定使用哪个接口来将该数据包转发到目的地。路由器用于转发数据包的接口可以位于数据包的最终目的网络(即具有该数据包目的 IP 地址的网络), 也可以位于连接到其他路由器的网络(用于送达目的网络)。

路由器使用路由表来查找数据包的目的 IP 与路由表中网络地址之间的最佳匹配。路由表最后会确定用于转发数据包的送出接口, 然后路由器会将数据包封装为适合该送出接口的数据帧。同主机一样, 路由器也要判定端口所接的是否是目的子网, 如果是, 就直接把分组通过端口送到网络上, 否则就要选择下一个路由器不传送分组。路由器也有它的默认网关, 用来传送不知道往哪儿送的 IP 分组。这样, 通过路由器把已知路径的 IP 分组正确转发出去, 把不知道路径的 IP 分组发送给“默认网关”路由器, 这样一级级地传送, IP 分组最终被送到目的地, 发送不到目的地的 IP 分组则被网络丢弃。

目前 TCP/IP 网络之间, 全部是通过路由器互连起来的, Internet 就是成千上万个 IP 子网通过路由器互连起来的国际性网络。这种网络称“网间网”。在“网间网”中, 路由器不仅负责对 IP 分组的转发, 还要负责与别的路由器进行联络, 共同确定“网间网”的路由选择和路由表的维护。

1.3.1 路由器的端口和接口

术语“端口(Port)”用在路由器上时,正常情况下它是指用于管理访问的一个管理端口。而术语“接口(Interface)”一般是指有能力发送和接收用户流量的端口。如图 1-3-1 所示。

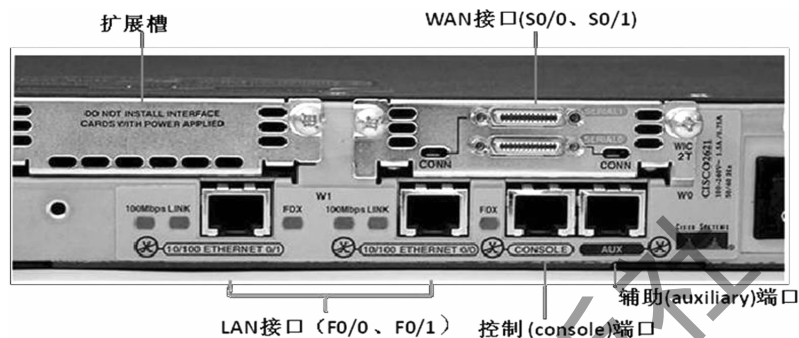


图 1-3-1 路由器接口

1. 管理端口

路由器包含用于管理路由器的物理接口(Console)。这些接口也称为管理端口。与以太网接口和串行接口不同,管理端口不用于转发数据包。最常见的管理端口是控制台端口。控制台端口用于连接终端(多数情况是运行终端模拟器软件的 PC),从而在无需通过网络访问路由器的情况下配置路由器。对路由器进行初始配置时,必须使用控制台端口。

另一种管理端口是辅助端口(Auxiliary)。并非所有路由器都有辅助端口。有时,辅助端口的使用方式与控制台端口类似,此外,此端口也可用于连接调制解调器。本课程不会涉及辅助端口。

2. 路由器接口

接口在路由器中表示主要负责接收和转发数据包的路由器物理接口。路由器有多个接口,用于连接多个网络。通常,这些接口连接到多种类型的网络,如用于连接局域网(LAN)和广域网(WAN)。LAN 通常为以太网,其中包含各种设备,如 PC、打印机和服务器。WAN 用于连接分布在广阔地域中的网络。如图 1-3-2 所示。例如,WAN 连接通常用于将 LAN 连接到 Internet 服务提供商(ISP)网络。

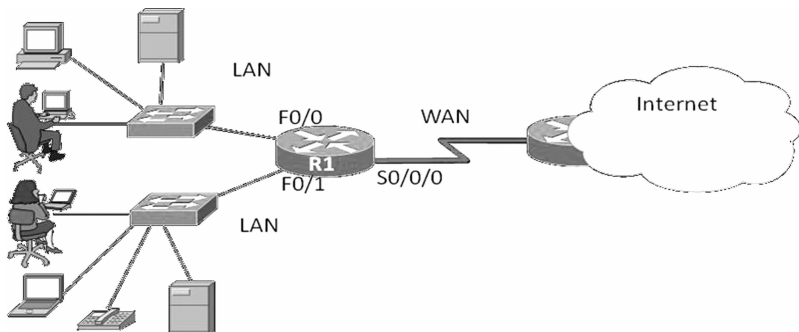


图 1-3-2 路由器不同接口连接的不同网络

例如:路由器 R1 连接着三个 C 类网络 192.168.1.0、192.168.2.0 和 209.165.200.0。

1.3.2 路由器的基本配置

配置路由器时,需要执行一些基本任务。见表 1-3-1。

表 1-3-1 路由器基本配置命令

功能	命令语法
用户模式	Router >enable
特权模式	Router #config t
全局模式	Router (config) #
命名路由器	Router (config) #hostname name
设置口令	Router (config) #enable secret password Router (config) #line console 0 Router (config-line) #password password Router (config-line) #login Router (config) #line vty 0 4 Router (config-line) #password password Router (config-line) #login
配置当天消息标识	Router (config) #banner motd # message #
配置接口	Router (config) #interface type number Router (config-if) #ip address address mask Router (config-if) #description description Router (config-if) #no shutdown
保存路由器更改	Router #copy running-config startup-config
检查 show 命令的输出	Router #show running-config Router #show ip route Router #show ip interface brief Router #show interface

1. 命令行模式

用户模式:启动路由器后的第一个提示符出现在用户模式:

```
Router >
```

用户模式可让您查看路由器状态,但不能修改其配置。

特权模式:用 enable 命令用于进入特权执行模式。在此模式下,用户可以更改路由器的配置。路由器提示符在此模式下将从“>”更改为“#”。

```
Router >enable
Router #
```

全局模式:用 config terminal 进入全局模式。在此模式下,可以设置口令、更改主机名等。

```
Router #conf t
Router (config) #
```

注:退到上一级模式:exit。

2. 路由器基本配置

配置口令:配置一个用于稍后进入特权执行模式口令。在我们的实验室环境中,我们采用口令 class。但是在生产环境中,路由器应采用强口令。

```
Router(config) # enable secret class
```

更改主机名:为路由器设置唯一的主机名。

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

配置控制台和 Telnet 的口令:

然后,将控制台和 Telnet 的口令配置为 cisco。同样,口令 cisco 仅在我们的实验室环境中使用。login 命令用于对命令行启用口令检查。如果不在控制台命令行中输入 login 命令,那么用户无需输入口令即可获得命令行访问权。

```
R1(config) # line console 0
R1(config-line) # password cisco
R1(config-line) # login
R1(config-line) # exit
R1(config) # line vty 0 4
R1(config-line) # password cisco
R1(config-line) # login
R1(config-line) # exit
```

3. 配置标语

在全局配置模式下,配置当天消息(motd)标语。消息的开头和结尾要使用定界符“#”。

```
R1(config) # banner motd # WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!! #
```

配置适当的标题也是良好安全性规划的有机组成部分。至少,标题应针对未授权的访问发出警告。

4. 配置路由器接口

现在,如图 1-3-2 所示我们来配置每个路由器接口的 IP 地址和其他信息。首先指定接口类型和编号以进入接口配置模式。然后配置 IP 地址和子网掩码:

```
R1(config) # interface FastEthernet0/0
R1(config-if) # ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if) # no shutdown //启用接口

R1(config) # interface Serial0/0/0
R1(config-if) # ip address 220.173.103.1 255.255.255.0
```

```
R1(config-if) # description Link to R2 //描述用于连接 R2
R1(config-if) # no shutdown
```

注:在实验室环境中进行点对点串行链路布线时,电缆的一端标记为 DTE,另一端标记为 DCE。对于串行接口连接到电缆 DCE 端的路由器,其对应的串行接口上需要另外使用 clockrate 命令配置。

特别注意:每个接口必须属于不同的网络。尽管 IOS 允许在两个不同的接口上配置来自同一网络的 IP 地址,但路由器不会同时激活两个接口。

例如,如果为 R1 的 FastEthernet 0/1 接口配置 192.168.1.0/24 网络上的 IP 地址,会出现什么情况呢? FastEthernet 0/0 已分配到同一网络上的地址。如果为接口 FastEthernet 0/1 也配置属于这一网络的 IP 地址,则会收到以下消息:

```
R1(config) # interface FastEthernet0/1
R1(config-if) # ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
192.168.1.0 overlaps with FastEthernet0/0
```

如果尝试使用 no shutdown 命令启用该接口,则会收到以下消息:

```
R1(config-if) # no shutdown
192.168.1.0 overlaps with FastEthernet0/0
FastEthernet0/1: incorrect IP address assignment
```

注意:show ip interface brief 命令的输出表明,为 192.168.1.0/24 网络配置的第二个接口 FastEthernet 0/1 仍然为“down”(关闭)状态。

```
R1r # show ip interface brief
Interface      IP-Address      OK? Method Status          Protocol

FastEthernet0/0 192.168.1.1    YES manual up             up
FastEthernet0/1 192.168.1.2    YES manual administratively down  down
.....
```

解决方法:设计成另一个不同的网络。

```
R1(config) # interface FastEthernet0/1
R1(config-if) # ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R1(config-if) # no shutdown
```

5. 保存路由器更改

目前在本示例中,所有先前的基本路由器配置命令都已输入并立即存储于 R1 的运行配置文件内。running-config 文件存储于 RAM 中,是由 IOS 使用的配置文件,但断电丢弃。

```
R1 # show running-config
```

既然已经输入基本配置命令,就必须将 running-config 保存到非易失性存储器,即路

路由器的 NVRAM。这样,路由器在断电或出现意外而重新加载时,才能够以当前配置启动。路由器配置完成并经过测试后,必须将 running-config 保存到 startup-config 作为永久性配置文件。

在特权模式下用 copy running-config startup-config 或者 Write 保存路由器的更改。

```
R1 # copy running-config startup-config
```

6. 检查 show 命令的输出

```
R1 # show running-config
```

此命令会显示存储在 RAM 中的当前运行中配置。除几个特例外,所有用到的配置命令都会输入到 running-config,并由 IOS 立即执行。

```
R1 # sh run
Building configuration...
Current configuration : 1850 bytes
!
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
enable password cisco
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0/0
 ip address 220.173.103.1 255.255.255.224
 clock rate 2000000
!
interface Serial0/0/1
 no ip address
```



```
clock rate 2000000
shutdown
.....
line con 0
 password cisco
 login
line vty 0 4
 password cisco
 login
```

```
R1 # show startup-config
```

此命令会显示存储在 NVRAM 中的启动配置文件。此文件中的配置将在路由器下次重新启动时用到。

```
R1 # show startup
Building configuration...
Current configuration : 1850 bytes
!
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname R1
!
enable password cisco
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/0/0
 ip address 220.173.103.1 255.255.255.224
 clock rate 2000000
```

```

!
interface Serial0/0/1
  no ip address
  clock rate 2000000
  shutdown
  .....
line con 0
  password cisco
  login
line vty 0 4
  password cisco
  login

```

```
R1 # show ip route
```

此命令会显示 IOS 当前在选择到达目的网络的最佳路径时所使用的路由表。此处，R1 只包含经过自身接口到达直连网络的路由。

```

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 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
C     192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
      220.173.103.0/27 is subnetted, 1 subnets
C         220.173.103.0 is directly connected, Serial0/0/0
R1 #

```

```
R1 # show interfaces
```

此命令会显示所有的接口配置参数和统计信息。

```

R1 # show int
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Lance, address is 00d0.978e.5801 (bia 00d0.978e.5801)
  Internet address is 192.168.1.1/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255

```

```

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 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
 0 packets input, 0 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
 0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
 0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
 0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
--More--

```

```
R1 # show ip interface brief
```

此命令会显示简要的接口配置信息,包括 IP 地址和接口状态。此命令是排除故障的实用工具,也可以快速确定所有路由器接口状态。

```
R1 # show ip int brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.1.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	192.168.2.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/0	220.173.103.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

练习:配置和检验 R1

1. 练习情境

除 R1 以外,网络中的所有设备都已配置完毕,见表 1-3-2。要使所有设备都能相互通信,必须配置 R1 并检验配置。如图 1-3-3 所示。

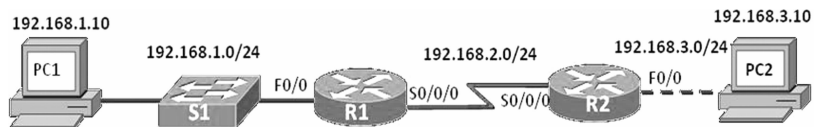


图 1-3-3 练习拓扑

表 1-3-2 地址表

设备	接口	IP 地址	子网掩码	默认网关
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	不适用
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	不适用
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	不适用
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	不适用
PC1	网卡	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	网卡	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

2. 练习目的

- (1) 配置 R1。
- (2) 使用 show 命令检验配置。

任务 1: 配置 R1

步骤 1: 配置路由器名称

将路由器 R1 的主机名配置为 R1。

```
Router>
Router>en
Router# conf t
Router(config)# hostname R1
```

步骤 2: 配置快速以太网接口

使用地址表为接口 FastEthernet0/0 配置正确的 IP 地址, 为接口添加描述并激活接口。

```
R1(config)# interface FastEthernet0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
```

步骤 3: 配置串行接口

使用地址表为接口 Serial0/0/0 配置正确的 IP 地址, 为接口添加描述并激活接口。务必配置时钟频率。

```
R1(config)# interface s0/0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# clock rate 64000
```

步骤 4: 配置口令

配置控制台口令、vty 口令和使能加密口令。使用 cisco 作为控制台和 vty 口令, class 作为使能加密口令。

```
R1(config)# enable secret class
R1(config)# line console 0
```

```
R1(config-line) # password cisco
R1(config-line) # login
R1(config-line) # exit
R1(config) # line vty 0 4
R1(config-line) # password cisco
R1(config-line) # login
R1(config-line) # exit
```

步骤 5:配置登录标语

通过 banner motd 命令配置登录标语“WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!!”,表示禁止未经授权的访问。

```
R1(config) # banner motd # WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!! #
```

步骤 6:保存配置

将配置保存到 NVRAM。

```
R1 # copy running-config startup-config
```

任务 2:配置 R2

步骤 1:配置路由器名称

将路由器 R2 的主机名配置为 R2。

```
Router>
Router>en
Router # conf t
Router(config) # hostname R2
```

步骤 2:配置快速以太网接口

使用地址表为接口 FastEthernet0/0 配置正确的 IP 地址,为接口添加描述并激活接口。

```
R2(config) # interface FastEthernet0/0
R2(config-if) # ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R2(config-if) # no shutdown
```

步骤 3:配置串行接口

使用地址表为接口 Serial0/0/0 配置正确的 IP 地址,为接口添加描述并激活接口。务必配置时钟频率。

```
R2(config) # interface s0/0/0
R2(config-if) # ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
R2(config-if) # no shutdown
```

步骤 4:配置口令

配置控制台口令、vty 口令和使能加密口令。使用 cisco 作为控制台和 vty 口令,

class 作为使能加密口令。

配置方法同 R1。

步骤 5:配置登录标语

通过 banner motd 命令配置登录标语“WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!!”,表示禁止未经授权的访问。

```
R1(config)# banner motd # WARNING!! Unauthorized Access Prohibited!! #
```

步骤 6:保存配置

将配置保存到 NVRAM。

```
R1# copy running-config startup-config
```

任务 3:检验配置

要检验 R1 是否配置正确,可使用 show 命令。在特权执行模式下,使用以下命令来检验配置。

```
show running-config
show startup-config
show ip route
show interfaces
show ip interface brief
R1# show ip int brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.1.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0/0	192.168.2.1	YES	manual	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Vlan1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

```
R2# show ip int brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.3.1	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/0/0	192.168.2.2	YES	manual	up	up
Serial0/0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Vlan1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

1.4 路由表

路由器的主要用途是连接多个网络,并将数据包转发到自身的网络或其他网络。由于路由器的主要转发决定是根据第 3 层 IP 数据包(即根据目的 IP 地址)做出的,因此路由器被视为第 3 层设备。做出决定的过程称为路由,做出决定的依据是路由表。

路由表是保存在 RAM 中的数据文件,其中存储了与直连网络以及远程网络相关的

信息。路由表包含网络与下一跳的关联信息。

直连网络:就是直连到路由器某一接口的网络。当路由器接口配置有 IP 地址和子网掩码时,此接口即成为该相连网络的主机。接口的网络地址和子网掩码以及接口类型和编号都将直接输入路由表,用于表示直连网络。

远程网络:就是间接连接到路由器的网络。换言之,远程网络就是必须通过将数据包发送到其他路由器才能到达的网络。要将远程网络添加到路由表中,可以使用动态路由协议,也可以通过配置静态路由来实现。动态路由是路由器通过动态路由协议自动获知的远程网络路由。静态路由是网络管理员手动配置的网络路由。如图 1-4-1 所示:



图 1-4-1 查看路由表拓扑

路由表可以表示为一个(N,M,R)三元组,其中 N 表示目的网络地址,M 表示子网掩码,R 表示去往目的网络 N 的路径上的下一个路由器的 IP 地址。

表 1-4-1 R1 的路由表

目标网络(N)	子网掩码(M)	下一路由器(R)
192.168.1.0	255.255.255.0	——
192.168.2.0	255.255.255.0	——
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.2.2

路由器在收到数据包时会检查其目的 IP 地址。如果目的 IP 地址不属于路由器直连的任何网络,则路由器会将该数据包转发到另一路由器。如图 1-4-1 所示,R1 会检查数据包的目的地 IP 地址。搜索路由表后,R1 将数据包转发到 R2。R2 收到数据包时会也检查该数据包的目的 IP 地址。R2 在搜索自身的路由表后,将数据包通过与 R2 直连的以太网转发到 PC2。

每个路由器在收到数据包后,都会搜索自身的路由表,寻找数据包目的 IP 地址与路由表中网络地址的最佳匹配。如果找到匹配项,就将数据包封装到对应外发接口的第 2 层数据链路帧中。数据链路封装的类型取决于接口的类型,如以太网接口或 HDLC 接口。

最后,数据包到达与目的 IP 地址相匹配的网络中的路由器。在本例中,路由器 R2 收到来自 R1 的数据包。然后 R2 会确定与目的设备 PC2 处在同一网络的以太网接口,并将数据包从该接口转发出去。

查看上图所示的路由表,解读路由表。

```
R1 # sh 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
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2

```

分析路由表的输出行：

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

路由开头部分的 C 表示这是一个直连网络。也就是说，R1 有一个接口属于该网络 192.168.1.0，子网掩码/24 标识这个网络的网络位数为 24 位，FastEthernet 0/0 表示送出接口。C 的含义在路由表顶端的代码列表中进行了定义。

```
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

192.168.2.0/24 也是一个直连网络，送出接口 Serial0/0/0。

```
S    192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
```

路由开头部分的 S 表示这是一个静态的远程网络。也就是说，R1 要到达目的网络 192.168.3.0/24 需经过下一路由器 192.168.2.2。192.168.2.2 是下一跳路由器 R2 的 IP 地址。S 的含义在路由表顶端的代码列表中进行了定义。

1.5 路由器的选择原则

路由器的价钱从几百元到上百万人民币，企业该如何选择路由器呢？这实质是路由器的分类问题。通常大家根据路由器的性能和所适应的环境，把路由器分为低端、中端和高端，这是一种约定俗成的做法，没有严格定义。我们以市场占有率最高的 Cisco 产品为例来说明，因为很多厂家的产品也和 Cisco 的产品有类似的划分方法。

1. 路由器的分类

Cisco 路由器产品线很长，如图 1-5-1 所示：

低端路由器：主要适用在分级系统中最低一级的应用，或者中小企业的的应用，产品档次应该相当于 Cisco 的 2600 系列以下的产品。至于具体选用哪个档次的路由器，应该根据自己的需求来决定，其中考虑的主要因素除了包交换能力外，端口数量也非常重要。

中端路由器：中端路由器适用于大中型企业和 Internet 服务供应商，或者行业网络中地市级网点的应用，产品的档次应该相当于 Cisco 的模块化 3600 系列，在 Cisco 7200 系列以下，选用的原则也是考虑端口支持能力和包交换能力。



图 1-5-1 Cisco 产品的分类

高端路由器:高端路由器主要是应用在核心和骨干网络上的路由器,端口密度要求极高,产品的档次应该相当于 Cisco 的 7600 系列、12000 系列、CRS-1 的产品。选用高端路由器的时候,性能因素显得更加重要。

另外,按照不同的标准,路由器又有不同的划分方式,如从结构上看,可分为模块化结构和非模块化结构;从所处的网络位置上看,分核心路由器和接入路由器(边缘路由器);从功能上看,可分为通用路由器和专用路由器(如 VPN 路由器、宽带接入路由器);从处理能力上看,可分为线速路由器和非线速路由器。通常情况下,中高端路由器采用模块化结构、处于网络的核心、具有线速处理能力,低端路由器则相反。

2. 路由器的选择原则

对于用户来讲,要根据自己的实际使用情况,首先确定是选择接入级、企业级还是骨干级路由器。这是用户选择的大方向。然后,再根据路由器选择方面的基本原则,来确定产品的基本性能要求。具体来讲,应依据以下选型基本原则和可靠性要求进行选择。

可靠性是指故障恢复能力和负载承受能力,路由器的可靠性主要体现在接口故障和网络流量增大时的适应能力,保证这种适应能力的方式就是备份。

可靠性也是选择路由器应该考虑最多的问题,因为路由器的安全可靠实际上就是网络安全可靠的一半。另外一些大的原则可包括设备是否标准化、可管理能力如何、系统容错冗余怎样以及安全性如何。

核心路由器在网络中起核心作用,选择核心路由器重点要注重可靠性,可靠性包括多个方面,如硬件冗余、模块热插拔等。和可靠性同样重要的是核心路由器的性能。性能方面除了要考察具体指标外,还要考察是否具有真正的线速处理能力,这也在很大程度上影响着网络的性能。有些厂商号称具有线速能力的路由器实际上达不到线速,所以在这方面可以看一看第三方的评测报告。另外,还要考虑厂商实力,因为这不仅仅预示着产品自身的“可靠”,同时还预示着在服务能力上的可靠。

边缘路由器一般服务于企业的分支机构,对于仅需要简单的信息传输(如主要以邮件为主,不需要传输一些关键业务)的用户而言,一些基本的边缘路由器就能胜任,也就不用花“高价”买“高档品”。但是对于一些分支机构需要实现传输语音以及视频等关键业务的用户而言(如跨国机构、行业用户、大型企业等),情况就不那么简单了,这些业务要求网络设备除了具备传统的数据传输、包交换功能之外,还要支持数据分类、优先级控

制、用户识别和快速自愈等特性,这就要求边缘路由器要“智能”。具体来讲,QoS 能力、组播技术、安全和管理性都要具备。同时,随着语音应用的发展,是否支持语音功能也要视自己的应用情况来决定。

除了考虑路由器本身的性能外,还要考虑路由器的售后服务。好的售后服务也是网络正常运行的重要保证。

1.6 实训:路由器基本配置

1. 实训目标

- 根据拓扑图进行网络布线;
- 清除启动配置并将路由器重新加载为默认状态;
- 在路由器上执行基本配置任务;
- 配置并激活以太网接口和串行接口;
- 测试并检验配置。

2. 实训拓扑

实训拓扑如图 1-6-1 所示,IP 地址表见表 1-6-1。

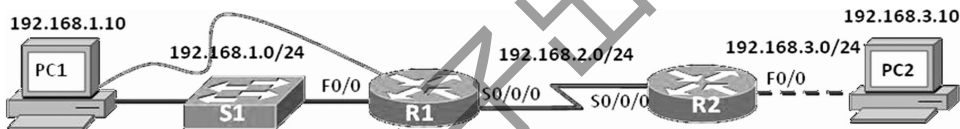


图 1-6-1 拓扑图

表 1-6-1 IP 地址表

设备	接口	IP 地址	子网掩码	默认网关
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	不适用
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	不适用
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0	不适用
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	不适用
PC1	网卡	192.168.1.10	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2	网卡	192.168.3.10	255.255.255.0	192.168.3.1

3. 实训步骤

任务 1: 建立到 R1 路由器的控制台连接

任务 2: 清除配置并重新加载路由器

```
Router# erase startup-config
```

任务 3: 重新加载配置

```
Router# reload //重新启动
System configuration has been modified. Save? [yes/no]:no //不保存
Proceed with reload? [confirm] //回车确认
```

任务 4:对路由器 R1 进行基本配置

步骤 1:将路由器名称配置为 R1。

```
R1(config)#
```

步骤 2:禁用 DNS 查找。

```
R1(config)# no ip domain-lookup
```

步骤 3:配置特权模式口令。

使用 class 配置特权模式口令。

步骤 4:配置当天消息标语。

使用“AUTHORIZED ACCESS ONLY!”配置当天消息标语。

步骤 5:配置控制台口令。

使用 cisco 配置控制台口令。配置完成后,退出线路配置模式。

步骤 6:为虚拟终端线路配置口令。

使用 cisco 作为口令。配置完成后,退出线路配置模式。

步骤 7:配置 FastEthernet0/0 接口。

使用 IP 地址 192.168.1.1/24 配置 FastEthernet0/0 接口,并激活接口。

步骤 8:配置 Serial0/0/0 接口。

使用 IP 地址 192.168.2.1/24 配置 Serial0/0/0 接口,并激活接口。将时钟频率设置为 64000。

注意:配置并激活 R2 上的串行接口后,此接口才会激活。

步骤 9:返回特权执行模式。

使用 end 命令或者 Ctrl+Z 返回特权执行模式。

```
R1(config-if)# end
```

```
R1#
```

步骤 10:保存 R1 配置。

使用 R1# copy run sta 命令保存 R1 配置。

任务 5:对路由器 R2 进行基本配置

步骤 1:对 R2 重复任务 4 中的步骤 1 到步骤 6。

步骤 2:配置 Serial 0/0/0 接口。

使用 IP 地址 192.168.2.2/24 配置 Serial 0/0/0 接口,并激活接口。

步骤 3:配置 FastEthernet0/0 接口。

使用 IP 地址 192.168.3.1/24 配置 FastEthernet0/0 接口,并激活接口。

步骤 4:返回特权执行模式。

使用 Ctrl+Z 命令返回特权执行模式。

步骤 5:保存 R2 配置。

使用 write 命令保存 R2 配置。

任务 6:配置主机 PC 上的 IP 地址

步骤 1:配置主机 PC1。

使用 IP 地址 192.168.1.10/24 和默认网关 192.168.1.1 配置连接到 R1 的主机 PC1。

步骤 2:配置主机 PC2。

使用 IP 地址 192.168.3.10/24 和默认网关 192.168.3.1 配置连接到 R2 的主机 PC2。

任务 7:检验并测试配置

步骤 1:使用 show ip route 命令检验路由表。

```
R1# show ip route
```

步骤 2:检验接口配置。

```
R1# show ip interface brief
```

步骤 3:测试连通性。

PC1 主机是否能 ping 通其默认网关?

PC2 主机是否能 ping 通其默认网关?

任务 8:思考

试一试从 PC1 主机 ping PC2 主机。

ping 的结果怎样?为什么?