

3.1 路由器的配置模式

在路由器的发展过程中,在人机交互方式上曾经出现过很多不同的设备配置界面。这些配置界面中既有基于命令行方式的,也有基于 GUI 方式的,还有基于 Web 页面方式的等。但是经过长期的工程实践证明,基于命令行的配置界面是所有配置方法中最主要、最直接、最有效的。所以时至今日,虽然路由器无论从硬件性能还是软件功能上都有了长足的进步,但配置方法一直在使用命令行的方式。

使用命令行界面来配置路由器有如下优点。

- (1) 运行成本低,占用资源少。
- (2) 支持多样化的物理接口,如 Console、AUX 各种网络接口。
- (3) 命令参数灵活选择,命令交互和执行效率高。
- (4) 支持众多客户端,如超级终端、Telnet 客户端、SSH 客户端等。

所以,作为一个合格的网络工程师,应当熟练掌握路由器的命令行操作方式。路由器的功能十分复杂,命令也是成千上万。为了能够既方便又有效地管理控制路由器,设备生产商就根据权限、功能、配置目标等条件把数量庞大的命令划分成了不同的集合。这些集合就是路由器的配置模式。换句话说,只有处于正确的配置模式之中,才能执行该模式中的命令。不同的配置模式最直接的区分方法是观察命令行提示符,不同的配置模式会有不同的命令行提示符。

路由器会按照如下的顺序启动,然后进入命令行操作界面。

- (1) 对路由器自身硬件进行检测。
- (2) 根据预先配置查找并加载 IOS。
- (3) 加载预先设置的配置文件。

对路由器配置可以通过以下 5 种方法实现。

(1) 将网管工作站的串口通过随路由器附送的 Console 线连接至路由器 Console 接口,然后使用工作站中的超级终端软件对路由器进行配置。

(2) 通过 Modem 连接至路由器的 AUX 接口,远程通过 Modem 拨号的方式配置路由器。

(3) 使用 Telnet 或 SSH 客户端软件通过网络远程登录到路由器进行配置。其中使用 SSH 客户端配置路由器要比 Telnet 客户端安全性好,因为 SSH 的配置过程是完全经过加密的。

(4) 使用存储在 TFTP 服务器中的 IOS 和配置文件对路由器操作系统和配置文件进行

恢复。

(5) 通过管理工作站上的浏览器登录到路由器的 Web 管理页面对路由器进行配置。但这种配置方式安全性不高而且灵活度和执行效率都不好,所以不推荐使用这种方法配置路由器。

最常用的路由器配置模式有如下几种。

1. ROM 监控模式

有些路由器需要一块单独的 ROM 芯片来保存一个仅支持基本功能集的小 IOS 文件。除此之外,ROM 芯片中还存有加电自检程序和 ROM 监控程序。升级 ROM 中的程序的方法是用另一块 ROM 芯片进行替换。

比较新型的路由器往往都会把启动程序、ROM 监控程序和加电自检程序存放在 Flash 中而不是 ROM 中。ROM 监控模式能执行很多非常重要的功能,比如:系统诊断、硬件初始化、启动操作系统等。同时,ROM 监控模式也用来进行一些恢复性的工作,如密码恢复、改变配置寄存器数值、下载 IOS 镜像文件等。

如果路由器启动之后没有加载任何 IOS 镜像文件,路由器就会进入 ROM 监控模式。另外,通过在路由器加电启动的 60s 之内按下 Ctrl+Break 键,也可以使路由器进入 ROM 监控模式。ROM 监控模式的命令提示符是:

```
>  
或
```

```
rommon >
```

2. BOOT 模式

BOOT 模式又被称为启动模式,如果 Flash 中存储有具备最小功能的 IOS 启动程序,路由器就会进入 BOOT 模式。BOOT 模式的命令行提示符是:

```
router(boot)>
```

3. 用户模式

如果路由器成功加载了一个完整的 IOS 程序,那么对路由器的初始访问级别就是用户模式。在这个执行模式中,用户只能执行有限的命令,譬如可以显示普通系统信息、执行基本测试命令、改变终端设置等。在这一模式中,查看配置信息、修改路由器配置、使用 debug 命令都是不允许的。用户模式的命令行提示符是:

```
router >
```

4. 特权模式

特权模式是用户模式的下一个完全访问的模式,用户通过在用户模式命令行提示符中输入 enable 命令来进入特权模式,命令如下所示:

```
router > enable
```

进入特权模式后命令行提示符立刻变为下面的格式:

```
router #
```

如果在路由器中配置了特权模式密码,那么必须通过密码验证身份后才能进入特权模式。特权模式又被称为 enable 模式或私有模式。在这个模式中,用户可以查看所有的系统设置信息和路由器状态信息,并且可以执行诸如 debug 等特权命令。除此之外,特权模式还是进入配置模式的必经之路。但是在特权模式中用户无法对路由器进行配置。

特权模式的命令行提示符是:

```
router #
```

5. 全局配置模式

通过在特权模式中输入 `configure terminal` 命令,就可以进入全局配置模式。在全局配置模式中可以对路由器进行配置,而且在全局配置模式中所做的配置是针对路由器整体有效的配置。如果需要对路由器的某个接口或某种功能进行配置,还需要从全局配置模式进入各种子配置模式。在这些子配置模式中所做的配置只对路由器的某些功能有效。

进入全局配置模式的命令过程如下所示。

```
router # configure terminal
```

进入全局配置模式后,命令行提示符立即变为如下格式。

```
router(config) #
```

6. 接口配置模式

接口配置模式是全局配置模式的子配置模式之一,该模式主要用于对路由器的具体接口参数进行配置。用户只要在全局配置模式中输入命令指定不同的接口名称,即可进入接口模式,命令行提示符会带有 `if` 文字,即 `interface` 的缩写。

进入 10/100M 快速以太网接口的方法如下所示。

```
router(config) # interface fastEthernet 0/0  
router(config-if) #
```

进入串行接口的过程如下所示。

```
router(config) # interface Serial 0/3/1  
router(config-if) #
```

其中,fastEthernet 和 Serial 都是接口类型,而后面的 0/0 和 0/3/1 表示确切的接口标识。比如 0/0 表示 0 号模块的 0 号接口,0/3/1 表示 0 号板 3 号槽位的 1 号接口。

7. 路由配置模式

路由配置模式是专门针对具体路由协议进行配置的模式,是路由器最重要最常用的配置模式之一。进入的方法是在全局配置模式中用 `router` 命令指定具体要配置的路由协议名称。进入 RIP 路由协议配置模式的命令操作如下所示。

```
router(config) # router rip  
router(config-router) #
```

rip 指的是使用 RIP 路由协议,命令执行之后则进入路由配置模式。命令行提示符也出现了相应变化。进入 EIGRP 路由协议配置模式的命令操作如下所示。

```
router(config) # router eigrp 100
router(config-router) #
```

需要注意的是,有些路由协议需要在协议名称后面选不同的参数,这些参数是根据不同的路由协议自身特性来确定的。

8. setup 模式

setup 模式又被称为初始配置对话模式,这是一个比较特殊的配置模式。在路由器启动过程中,如果路由器没有进行过配置或配置文件被删除了,路由器就会提示用户进入 setup 模式。接下来路由器会通过提出一系列问题来引导用户完成路由器的基本配置,其中包括路由器的各种配置参数,例如:主机名、密码、接口 IP 地址等。配置对话结束后,路由器会让用户选择是否保存配置信息至 NVRAM 中。另外,也可以在特权模式下输入 setup 命令来进入 setup 模式,操作如下所示。

```
Router # setup
```

```
--- System Configuration Dialog ---
```

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

在此输入 yes 之后即进入 setup 模式,会出现大量的对话信息,根据每个问题做出回答,即为配置的过程,如下所示。

```
--- System Configuration Dialog ---
```

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

```
At any point you may enter a question mark '?' for help.
Use ctrl - c to abort configuration dialog at any prompt.
Default settings are in square brackets '[]'.
```

```
Basic management setup configures only enough connectivity
for management of the system, extended setup will ask you
to configure each interface on the system
```

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

```
Enter host name [router]: router
```

```
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: mypassword
```

路由器除了上面列出的配置模式之外,还有很多其他配置模式,例如,线接口配置模式是用来配置控制台和虚拟终端参数的配置模式,使用方式如下所示。

```
router(config) # line console 0
router(config-line) # exit
router(config) # line vty 0 4
router(config-line) #
```

route-map 配置模式是用来配置路由映射表的配置模式,路由映射表利用条目规则的方式匹配路由条目以实现很多过滤功能,使用方式如下所示。

```
router(config) # route-map ccna
router(config-route-map) #
```

在任何一种配置模式中,只要输入 end 命令,就可退回到特权模式。例如:

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

如果想要退回到上一级模式,只需输入 exit 命令即可。例如:

```
router(config-router) # exit
router(config) #
```

路由器各种配置模式之间的相互关系如图 3.1 所示。

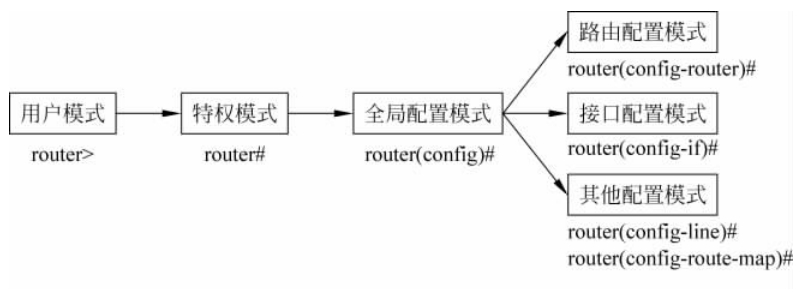


图 3.1 路由器配置模式之间相互关系图

虽然路由器有很多种配置模式,只要根据配置思路了解每种模式的用途再加以实践,就能顺利掌握路由器配置模式的使用方式。

3.2 路由器配置文件的管理

当完成对路由器的配置之后,产生的配置信息直接存放在内存中,称为运行配置文件,所有对路由器进行的配置操作都直接反映到运行配置文件上。如果需要做到路由器启动时能够加载配置文件或对配置文件进行备份,就需要把配置文件存放到其他位置中。

路由器的配置文件可以存放在路由器文件系统的很多位置,常见的有: NVRAM、DRAM、终端或 TFTP 服务器、FTP 服务器、Flash 存储器。路由器启动的过程中,加载完 IOS 之后就会查找 NVRAM 中的配置文件并把它加载到 DRAM 中,存放于 NVRAM 中的配置文件也因此被称为启动配置文件。如果 NVRAM 中没有配置文件,路由器就会进入 setup 模式。配置文件还可以在 Flash 存储器、DRAM、NVRAM、FTP、TFTP 之间灵活地进行相互传输。路由器文件系统详见表 3.1。

表 3.1 路由器文件系统

存储器标识	文 件 系 统
system:	包含系统内存中正在运行的配置文件
nvrasm:	非易失性随机存储器,存有启动配置文件
flash:	一般是存放 IOS 的位置,也是浏览文件的默认或起始文件系统
tftp:	用于表示 TFTP 服务位置
ftp:	用于表示 FTP 服务位置

1. 查看运行配置文件和启动配置文件

路由器会把当前正在运行的配置文件存放在内存中,所以及时查看当前运行的配置文件对掌握路由器运行状态至关重要。可以使用命令 `write terminal` 或 `show running-config` 来显示路由器正在运行的配置文件。这两条命令在效果上完全一样,唯一的区别是前者是一条旧命令,在未来的某个时间路由器有可能对它不再支持,第二条命令是目前最通用的。命令使用方式如下所示。

```
Router# show running-config
Building configuration...

Current configuration: 750 bytes
!
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname router
!
```

查看启动配置文件的方法如下。

```
Router# show startup-config
Using 750 bytes
!
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname router
!
```

需要注意的是,显示的信息里面 `Current configuration` 指出了当前配置文件的容量大小。`version` 表示当前配置文件是由 12.4 版本 IOS 生成的,新旧版本的配置文件在某些功能上无法完全兼容。

2. 将运行配置文件(running-config)复制到 NVRAM 中去

路由器的 NVRAM 保存了启动配置文件,由于内存有掉电丢失内容的特性,运行配置文件在断电后无法长久存储。所以,需要将运行配置文件保存至 NVRAM 中,以达到路由

器配置文件持久运行的目的。可以用两条命令实现：write memory 或 copy running-config startup-config。copy 命令第一个参数是复制的起始配置文件，第二个参数是目的配置文件。这两条命令效果一样，区别也是前者即将在未来的 IOS 版本中取消。命令使用方式如下。

```
Router# copy running-config startup-config
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Router#
```

在执行命令之后，输入要保存的文件名，中括号里面是默认的配置文件名，直接回车确认即可。

3. 将启动配置文件复制到内存中

有的时候会遇到配置出错的情况，例如，错误地删除了某些重要配置，如果先前已经把运行配置保存到 NVRAM 中，那么可以把 NVRAM 中的配置文件复制到内存中来，这样就可以将错误的操作恢复。命令操作如下。

```
Router# copy startup-config running-config
Destination filename [running-config]?

750 bytes copied in 0.416 secs (1802 bytes/sec)

%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#
```

命令执行之后，同样需要输入配置文件名称，直接回车使用默认值即可。路由器会把传输速度显示出来。需要注意的是，配置文件从 NVRAM 向内存复制的过程是一种合并的过程。合并是指，内存中存在的配置而 NVRAM 中没有的，将会保留下来；NVRAM 中存在的配置而内存中没有的，直接加入进来；NVRAM 和内存中都存在的配置形成冲突，NVRAM 中的配置将会覆盖内存中的配置。

4. 将运行配置保存到 TFTP 服务器

TFTP 服务是一种使用 TFTP(Trivial File Transfer Protocol, 简单文件传输协议)进行文件传输的服务端软件。由于 TFTP 在传输层使用了 UDP，所以具有轻快短小、实时性好、运行成本低等特点。UDP 本身没有差错重传机制，文件传输的可靠性必须由应用程序自身来保障。

把配置文件保存至 TFTP 服务器的方法非常简单，只需要在路由器上执行 copy 命令即可。示例拓扑图见图 3.2，具体操作方法如下。

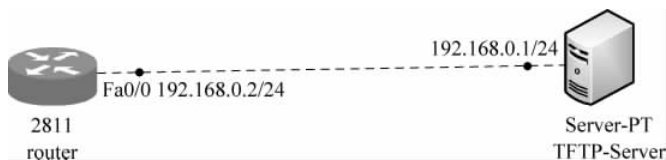


图 3.2 运行配置保存到 TFTP 服务器示例

```
Router# copy running - config tftp:
Address or name of remote host []? 192.168.0.1
Destination filename [router - config]?

Writing running - config...!!
[OK - 763 bytes]

763 bytes copied in 0.062 secs (12000 bytes/sec)
Router#
```

copy 命令后面第一个参数是起始配置文件,第二个参数是目的位置。前面所提到的各种文件存放位置都可以在这两个参数之间灵活使用。命令执行后,需要输入 TFTP 服务器的 IP 地址或主机名称,然后为配置文件命名。最后在复制过程中看到了“!”标志,这表示文件复制成功。路由器提示已复制文件的大小及所用时间。在 TFTP 服务器的文件根目录下即可看到已复制成功的配置文件。TFTP 服务器是路由器配置文件备份的主要手段之一,二者实现通过网络传输配置文件的一个重要前提是,路由器和 TFTP 服务器之间必须实现 IP 可达。

5. 将 TFTP 服务器中的配置文件复制到内存中

将 TFTP 服务器中的配置文件复制到路由器本地内存是上面例子的反向过程。只需要将 copy 命令的源与目的参数相互调换一下即可。但需要注意的是,把配置文件复制到内存中是把 TFTP 服务器上的配置和路由器现有配置进行合并的过程,合并的结果所产生的配置文件为两者的并集,如果配置内容有冲突,那么 TFTP 的相关配置项会覆盖内存中的相关配置项。操作方法如下。

```
Router# copy tftp running - config
Address or name of remote host []? 192.168.0.1
Source filename []? router - config
Destination filename [running - config]?

Accessing tftp: //192.168.0.1/router - config...
Loading router - config from 192.168.0.1: !
[OK - 763 bytes]

763 bytes copied in 3.042 secs (250 bytes/sec)
Router#
```

命令执行过程中除了要给出 TFTP 服务器的 IP 地址之外,还需要指定源配置文件的名称,这个可以从 TFTP 服务器的根目录下查到。对于目的配置文件名称,一般使用默认值即可。

6. 删除启动配置文件

如果想删除已经保存在 NVRAM 中的启动配置文件,可以使用 erase 命令。通过在该命令后面加上 startup-config 参数来指明要删除启动配置文件。操作方法如下。

```
Router# erase startup - config
Erasing the nvram filesystem will remove all configuration files! Continue? [confirm]
[OK]
```

```
Erase of nvram: complete
% SYS-7 - NV_BLOCK_INIT: Initialized the geometry of nvram
Router#
```

由于是删除重要的配置文件,路由器会提前提示是否确定要删除,直接回车就可以执行删除操作。这里需要注意的是,如果删除了启动配置文件,并在不保存运行配置的情况下重新启动路由器,路由器就会因为找不到启动配置文件而进入 setup 模式。

常用配置文件管理命令见表 3.2。

表 3.2 配置文件管理命令

配置命令	配置命令描述
show running-config	显示内存中的运行配置
copy startup-config running-config	把启动配置文件合并到内存中
copy running-config startup-config	把内存中的运行配置复制到 NVRAM 中
copy tftp running-config	把 TFTP 服务器上的配置文件合并到内存中
copy running-config tftp	把内存中的运行配置复制到 TFTP 服务器上
erase startup-config	删除启动配置文件
show startup-config	显示启动配置文件

路由器配置文件管理命令示意图如图 3.3 所示。

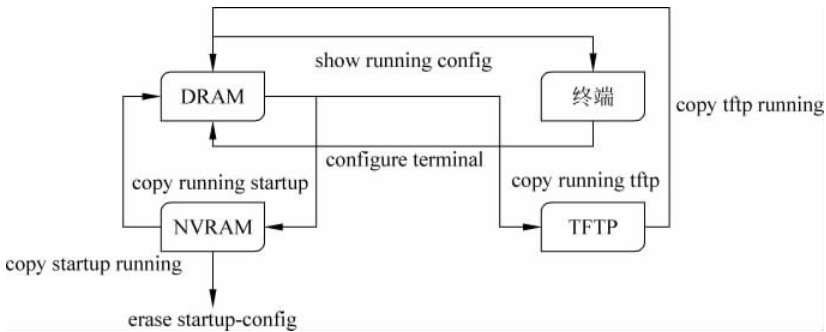


图 3.3 路由器配置文件管理命令示意图

7. 密码安全及密码恢复

为了使路由器能真正安全地投入实际运行,需要对路由器做一定的安全防护,其中最重要的一步就是给路由器设置访问密码。路由器有如下几个登录位置可以通过密码来保护,如表 3.3 所示。

表 3.3 密码设置

密码设置位置	作用
console 接口	只有通过密码验证,才能从 Console 接口配置路由器
vty 接口	只有通过密码验证,才能以 Telnet 方式登录配置路由器
路由器特权模式	只有通过密码验证,才能进入特权模式及各种配置模式

在此使用图 3.2 的拓扑来了解三种密码的配置方法、配置效果以及需要注意的问题。路由器出厂的时候是没有默认配置的,只能通过 Console 接口来配置路由器,而且路由器的

物理运行环境不见得是安全的,所以对 Console 口设置密码保护就显得尤为重要。为了对 Console 口设置密码需要使用一个新的配置模式,称为 line 配置模式。这个配置模式可以针对路由器的许多带外、带内管理接口参数进行配置,需要在全局配置模式中进入。对 Console 接口配置密码的操作步骤如下所示。

```
Router>en
Router# config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router(config)# line console 0
Router(config-line)# password myrouter123
Router(config-line)# login
```

在全局模式中使用 line 命令进入线接口配置模式,然后使用 password 命令指定验证密码,最后用 login 命令启用路由器在 Console 接口上的密码验证功能。配置完成后,通过 Console 接口登录配置路由器,路由器就会提示要通过密码验证,如下所示。

User Access Verification

Password:

在这里需要注意的是,最后一条 login 命令,这条命令是用来启用密码验证的命令,如果没有这条命令,即便是配置了密码,路由器也不会进行密码验证。

对于 vty 接口的配置,大同小异。只要把 line 命令的接口参数设为 vty 即可。为了能让多人同时通过网络登录路由器进行配置,路由器一般有多个 vty 接口。此实验在 vty 命令后面加上两个选项,用来表明起始和末尾接口编号,凡是在这两个编号范围之中的 vty 接口,都可以进行统一配置,最后统一生效。操作步骤如下所示。

```
router# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
router(config)# line vty 0 15
router(config-line)# password myrouter123
router(config-line)# login
```

这样一来,通过 TFTP 服务器用 Telnet 登录路由器配置就需要通过密码验证了。效果如下。

```
SERVER>telnet 192.168.0.2
Trying 192.168.0.2 ...Open
```

User Access Verification

Password:

在路由器的配置模式中,特权模式可谓是最重要的模式了。特权模式不仅具备对路由器完全权限的操作查看能力,而且是进入全局配置模式及所有子配置模式的必经之路。如此重要的特权模式同样需要密码的保护。

特权模式中的密码有两种类型:明文和加密。顾名思义,明文指密码是以明文的方式

保存在配置文件中的,而加密类型是指密码是以密文的方式保存在配置文件中。除此之外,这两种密码的优先级是不一样的,如果同时配置了这两种密码,那么加密密码优先生效。配置明文密码使用 `enable password` 命令,配置加密密码使用 `enable secret`,两者都是在全局配置模式中使用。配置步骤如下。

```
router# conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
router(config)# enable password myrouter123
router(config)#
```

使用加密方式配置特权模式密码只需要使用 `enable secret` 命令即可。操作方法同上,查看配置文件时可以发现两种密码保存方式的差别。

```
router# sh run
Building configuration...

Current configuration: 934 bytes
!
version 12.4
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname router
!
!
!
enable secret 5 $ 1 $ mERr $ ZGTz0Rm1QeBnT0Q9Lxmhf.
enable password myrouter123
```

路由器密码恢复的思路是,通过跳过路由器启动配置文件的加载过程,得到进入特权模式的权限。在特权模式中把存放在 NVRAM 中的启动配置合并进内存。最后再通过命令修改密码保存配置。操作步骤如下。

步骤 1,对路由器进行重新加电启动。

步骤 2,在路由器启动的 30s 内按下 `Ctrl+Break` 键,路由器就会进入 ROM 监控模式。

步骤 3,在 `rommon>` 命令提示符中输入命令 `confreg 0x2142` 设置路由器启动时不加载启动配置文件。

步骤 4,输入 `reset` 命令重启路由器。

步骤 5,因为没有加载启动配置文件,路由器启动完毕后进入 `setup` 模式。输入 `no` 或按下 `Ctrl+C` 键直接进入用户模式。

步骤 6,同样因为没有加载启动配置文件,在 `router>` 提示符中输入 `enable` 可以直接进入特权模式。

步骤 7,使用 `copy startup-config running-config` 命令把启动配置文件合并到内存中去。

步骤 8,使用 `show running-config` 查看所有配置了密码的位置,包括 Console 接口、`vtty` 接口、特权模式。所有配置密码的位置都需要做修改。

步骤 9,输入 `configure terminal` 进入全局配置模式修改所有密码。

步骤 10, 因为所有的接口都处于关闭状态, 所以需要在每个接口上使用 `no shutdown` 命令启用接口。

步骤 11, 在全局配置模式中输入 `config-register 0x2102` 命令使路由器下次启动正常加载启动配置文件。

步骤 12, 使用 `copy running-config startup-config` 保存所有配置。

步骤 13, 重启路由器, 使用修改后的密码登录。

3.3 路由器 IOS 的管理

1. 路由器 IOS 概述

路由器如 PC 一样, 也需要操作系统才能运行。Cisco(思科)路由器的操作系统称为 IOS(Internetwork Operating System), 路由器的平台不同、功能不同, 运行的 IOS 也不相同。IOS 是一个特殊的文件, 对于 IOS 文件的命名, Cisco 采用了一套独特的规则。根据这套规则, 只需要检查一下映像(Image)文件的名称, 就可以判断出它适用的路由器平台、它的特性集、它的版本号、在哪里运行、是否有压缩等。

映像文件名由两个部分组成, 中间用点号分开, 如 `c2600-is-mz.120-7.t.bin`。

注意: 第一部分细分为三个小部分, 中间用短横线连接。第一小部分(`c2600`)指出适用的路由器平台, `c2600` 表示思科的 2600 系列路由器。第二小部分(`js,is`)指出特性集。`j` 表示企业特性集; `i` 表示 IP 特性集; `s` 表示在标准的特性集中加入了一些扩展功能。第三小部分表明映像文件在哪里运行, 是否有压缩等。`l`(英文字母 L)表示映像文件既可以在 RAM 中运行, 也可以在 Flash 中运行; `m` 表示只能在 RAM 中运行, `z` 表示映像文件采用了 zip 压缩格式。

第二部分反映了映像文件的版本信息。“120-7”表示 IOS 版本号 12.0(7), 最后的 `bin` 表示这是一个二进制文件。

2. 路由器 IOS 引导顺序

启动 Cisco IOS 的目的是使路由器开始工作。Cisco 路由器加电自测确定 CPU、存储器和网络接口的基本工作情况正常后, 开始加载 Cisco IOS。其初始化顺序如下。

从 ROM 上装载普通引导程序(`bootstartup`)。引导程序是一种简单的预置操作程序, 用于引导装载其他指令。

Cisco IOS 可定于不同的位置, 这些位置取决于寄存器的配置。

装载 Cisco IOS 映像文件。

装载 NVRAM 中的配置文件。

如果 NVRAM 中没有有效的配置文件, Cisco IOS 将执行初始配置程序。

3. 升级 IOS 软件的条件

路由器需要升级 IOS 的原因有很多, 需要做一些准备工作才能使整个过程顺利完成。

首先, 确定软件包含的功能特性集, 这需要根据路由器的硬件结构来确定。还可以通过路由器的用途来确定所需特性集。

其次, 需要确定升级 IOS 所需要满足的硬件配置。比如内存的大小、处理器主频、Flash 存储器剩余空间等。

最后,确定选择什么样的发布版本。这需要考虑每种 IOS 版本的成熟度、可靠性、新功能的支持度、缺陷的修正等。

4. 备份及更新 IOS 软件

在进行路由器的管理维护过程中,可能会需要升级路由器的 IOS。在升级之前,最好将 IOS 映像备份到 TFTP 服务器中。如果路由器 IOS 升级失败,可以从 TFTP 服务器中使用原来的 IOS 来恢复。

TFTP 服务器是一台装有 TFTP 程序的 PC,TFTP 服务器 IP 地址是 192.168.0.1。路由器 IP 地址是 192.168.0.2。将路由器的 IOS 备份到这台服务器上,如图 3.4 所示。



图 3.4 备份及更新 IOS 示例

备份 IOS 的过程需要先查看 Flash 存储器的内容以确定需要备份的 IOS 文件名称,操作如下所示。

```
router# show flash
```

```
System flash directory:
```

```
File Length Name/status
```

```
4 50938004 c2800nm-advipservicesk9-mz.124-15.T1.bin
```

```
[50938004 bytes used, 13078380 available, 64016384 total]
```

```
63488K bytes of processor board System flash (Read/Write)
```

```
router#
```

注意: 其中 c2800nm-advipservicesk9-mz.124-15.T1.bin 就是 IOS 文件名称,接下来需要进行实际的备份操作,使用 copy 命令把 Flash 存储器中的 IOS 文件传输至 TFTP 服务器中。

```
router# copy flash tftp
```

```
Source filename [ ]?c2800nm-advipservicesk9-mz.124-15.T1.bin
```

```
Address or name of remote host [ ]?192.168.0.1
```

```
Destination filename [c2800nm-advipservicesk9-mz.124-15.T1.bin]?
```

```
Writing c2800nm-advipservicesk9-mz.124-15.T1.bin...!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

```
[OK - 50938004 bytes]
```

```
50938004 bytes copied in 3.96 secs (12863000 bytes/sec)
```

```
router#
```

注意：在 copy 命令执行后，需要把 show flash 命令查询出来的 IOS 文件名指定在 Source filename 的后面。然后指定 TFTP 服务器的 IP 地址，对于目的文件名称可以输入自定义的名称，大多数情况下使用默认名称即可。最后出现的感叹号表示文件正在顺利传输。如果出现句点或提示错误，那么说明配置过程存在问题。

更新 IOS 的过程如下操作所示。

[illegible]

需要注意的是,用户需要随时了解软件与硬件系统的兼容程度,因为有些路由器的容量无法同时存储两个 IOS 文件。这就需要在更新的时候删除原先的 IOS 文件。这在某种程度上是有风险的,因为如果 Flash 存储器的容量可以存储两个 IOS 文件的话,即便是更新失败,也可以通过设置使用原先的 IOS 来启动路由器。在此可以看到上面的命令输出中,在指定 TFTP 服务器 IP 地址和文件名称之后,会提示是否删除原先的 IOS 文件,然后是删除过程。当有足够的空间之后,就会继续文件复制的过程。这时不要断开网络连接,否则 IOS 会更新失败。

3.4 路由器的调试命令

路由器常用的调试命令如下所示。

(1) show 命令：在用户模式和特权模式下执行，主要用于瞬时查看路由器的各项运行参数，可以说 show 命令是路由器运行状态的照相机。

(2) debug 命令：在特权模式下执行，动态实时地查看路由器的运行状态，在很多排障环境中获取的信息比 show 命令更丰富，效果更好。可以说 debug 命令是路由器运行状态的摄像机。

(3) ping 命令：在用户模式和特权模式中执行。使用 ICMP 中的 echo 和 echo reply 报文来探测网络设备的 IP 可达性。是最常用的调试命令之一。

(4) traceroute 命令：可以用来发现数据报文抵达目的地的路径，对于 IP 协议来说，traceroute 在端口 33434 上使用 UDP 探测报文。

1. 调试工具：show 命令

show 命令既可以在用户模式下执行也可以在特权模式下执行，只不过用户模式中的 show 命令功能极其有限。show 命令功能很强大，路由器几乎所有的主要功能都可以用这个命令进行查看。show 命令的参数种类丰富，为路由器调试提供了很好的帮助。

```
Router# show ?
aaa                               Show AAA values
access - lists                    List access lists
arp                               Arp table
cdp                              CDP information
class - map                      Show QoS Class Map
clock                            Display the system clock
controllers                      Interface controllers status
crypto                           Encryption module
debugging                       State of each debugging option
dhcp                             Dynamic Host Configuration Protocol status
dot11                            IEEE 802.11 show information
ephone                           Show all or one ephone status
file                             Show filesystem information
flash:                           display information about flash: file system
frame - relay                    Frame - Relay information
history                          Display the session command history
interfaces                      Interface status and configuration
ip                               IP information
ipv6                             IPv6 information
logging                          Show the contents of logging buffers
login                            Display Secure Login Configurations and State
mac - address - table            MAC forwarding table
ntp                              Network time protocol
:
```

查看路由器接口的 IP 统计信息，可以使用如下所示的命令完成。

```
Router# show ip interface brief
```

Interface	IP - Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.0.2	YES	manual	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/3/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Serial0/3/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet1/0	unassigned	YES	unset	administratively down	down
FastEthernet1/1	unassigned	YES	unset	administratively down	down
Vlan1	unassigned	YES	unset	administratively down	down

```
Router#
```

使用这个命令可以非常清楚地从宏观角度掌握路由器每个接口所配置的 IP 信息以及它们的运行状态。其中，IP-Address 字段表示路由器接口所配置的 IP 地址，Status 字段表示接口的物理状态，Protocol 字段表示每个接口的协议状态。路由器接口的协议状态要高

于其物理状态。接口的物理状态为 down 的时候,协议状态一定是 down 的。但接口的物理状态为 up 的时候,协议状态可以是 up 或 down 状态。只有接口的物理和协议状态都为 up 时,接口的三层以下功能才算正常。如果想要查看具体接口详细信息,可以使用 show interface 命令实现,如下所示。

```
Router# show interfaces fa0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0007.ec07.3b01 (bia 0007.ec07.3b01)
Internet address is 192.168.0.2/24
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
    1995 packets input, 573604 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
    1995 packets output, 573182 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 2 interface resets
    0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
    0 lost carrier, 0 no carrier
    0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
Router#
```

show version 命令可以显示路由器的系统配置信息,如下所示。

```
Router# show version
Cisco IOS Software, C1900 Software (C1900 - UNIVERSALK9 - M), Version 15.1(4)M4, RELEASE
SOFTWARE (fc2)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986 - 2007 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 23 - Feb - 11 14: 19 by pt_team

ROM: System Bootstrap, Version 15.1(4)M4, RELEASE SOFTWARE (fc1)
cisco1941 uptime is 13 minutes, 3 seconds
System returned to ROM by power - on
System image file is "flash0: c1900 - universalk9 - mz.SPA.151 - 1.M4.bin"
Last reload type: Normal Reload
```

This product contains cryptographic features and is subject to United States and local country laws governing import, export, transfer and use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply third-party authority to import, export, distribute or use encryption.

Importers, exporters, distributors and users are responsible for compliance with U.S. and local country laws. By using this product you agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:
<http://www.cisco.com/wwl/export/crypto/tool/stqrg.html>

If you require further assistance please contact us by sending email to export@cisco.com.

Cisco CISC01941/K9 (revision 1.0) with 491520K/32768K bytes of memory.

Processor board ID FTX152400KS

2 Gigabit Ethernet interfaces

DRAM configuration is 64 bits wide with parity disabled.

255K bytes of non-volatile configuration memory.

其中包含的信息有路由器产品名称、IOS 版本、系统存储器大小、接口类型数量、配置寄存器数值等。

2. 调试工具：debug 命令

debug 命令只能在特权模式中运行,使用 debug 命令可以实时地查看路由器的运行状态,使用 debug 命令的时候需要额外注意,不恰当的 debug 命令会极大地加重 CPU 的工作负担。常用的 debug 命令如下所示。

```
Router# debug ?
aaa                AAA Authentication, Authorization and Accounting
crypto             Cryptographic subsystem
custom - queue     Custom output queueing
eigrp              EIGRP Protocol information
ephone             ethernet phone skinny protocol
frame - relay      Frame Relay
ip                 IP information
ipv6               IPv6 information
ntp                NTP information
ppp                PPP (Point to Point Protocol) information
```

在使用 debug 命令之前,为了防止前面所说的意外发生,需要提前执行一下 undebug all,这样一旦 debug 命令出现大量执行输出的情况,可以简单地按 ↑ 键加回车来执行该命令,路由器的命令提示符便会恢复正常输入状态。如果要查询当前正在执行哪些 debug 命令,可以使用如下命令实现。

```
Router# show debug
IP routing:
  RIP protocol debugging is on
  IP routing debugging is on
ICMP packet debugging is on
```

3. IP 连通性工具：ping 命令

ping 命令会向目的地址发送 icmp echo request 请求,期望得到目的地址的 echo reply 回应以探测到远端地址的可达性。ping 命令的格式如下所示。

```
# ping [protocol] {host}
```

其中, protocol 参数可以选择 appletalk、ipx、clns、ip、novell 等值, 其中 ip 是默认值, host 参数是远端设备地址或主机名。命令执行结果可能是以下 8 种类型。

- (1) ! ——成功收到一个回复报文。
- (2) . ——在超时范围 2s 内没有收到回复。
- (3) U——接收到一个目的地不可达错误。
- (4) M——接收到一个无法分片通知。
- (5) C——接收到一个经历拥塞报文。
- (6) ping 测试在路由器上被中断。
- (7) ? ——接收到未知类型报文。
- (8) &.——超出分组生命期或者生存时间(ttl)。

命令执行完成后, 会显示以 ms 为单位的最小、平均和最大往返时间信息。

4. IP 连通性工具: 扩展 ping 命令

扩展 ping 命令的格式如下所示。

```
# ping
```

扩展 ping 命令在输入时不带直接参数, 命令执行后用户会收到可用选项的提示, 可以使用的选项如下所示。

- (1) 协议类型(默认为 IP): 可以指定 appletalk、clns、xns 等协议。
- (2) 目的 IP 地址。
- (3) echo request 报文数量(默认为 5 个)。
- (4) 报文长度(默认 100B), 可以选择比 MTU 大的分组来测试报文分片。
- (5) 超时(默认为 2s), 等待每个报文回复的时间。
- (6) 源地址: 手动输入路由器上的 IP 作为报文源地址, 而不是简单地以出接口地址作为源地址。
- (7) 服务类型(TOS, 默认为 0)。
- (8) 设置 IP 报文头的 DF 位(默认为 0), 如果设置了该位, 就不会对较小 MTU 通路进行报文分片。
- (9) 验证回应数据的正确性(默认不验证)。
- (10) 数据模式(默认 0xABCD), 是一个 16b 字段, 贯穿分组的数据部分重复出现, 主要用于测试 CSU/DSU 连线数据完整性。
- (11) loose, 带有部分中间路由器地址的宽松源路由。
- (12) strict, 带有全部中间路由器地址的严格源路由。
- (13) record, 记录指定跳数路由。
- (14) timestamp, 记录每跳路由器上的时间戳。
- (15) verbose, 更详细地输出信息。
- (16) sweep 报文大小范围, 发送各种分组大小的 echo 请求。最小值默认为 36, 最大值默认为 18 024, 间隔默认为 1。

5. IP 路径测试工具: traceroute 命令

traceroute 命令格式如下。

```
traceroute [protocol] [destination]
```

这个命令通过向目的地址连续发送报文来探测到达目的地的路径。对于 IP 协议来说第一组报文的 TTL 值为 1。通过第一跳路由器时, TTL 减 1 并返回 ICMP 的 TTL 超时信息。后续报文会继续发出, TTL 值在原来数值上增加 1。通过这种方式沿途每跳路由器都会返回超时响应, 从而检测到后续的各跳路由器。返回的信息有如下 11 种。

- (1) 序列编号——当前的跳计数。
- (2) 当前路由器主机名。
- (3) 当前路由器 IP 地址。
- (4) 每组报文探测的往返时间, 以 ms 为单位。
- (5) * ——探测超时。
- (6) U——端口不可达。
- (7) H——主机不可达。
- (8) P——协议不可达。
- (9) N——网络不可达。
- (10) ? ——未知协议类型。
- (11) Q——源拥塞。

由此可见, 灵活使用以上路由器调试命令, 不仅能加深对路由器及网络的理解, 而且会为工程实践带来极大帮助。