

## 第6章 交换机、路由器的基本配置

本章主要介绍如何利用超级终端对交换机、路由器进行基本配置。通过本章的学习，我们应该学会网络互连设备的基本配置方法，为后续章节进一步配置交换机、路由器奠定基础。

### 6.1 网络互连设备的配置端口

配置交换机、路由器时必须把计算机和交换机、路由器连接在一起，以使两者之间能够进行正常的通信。通常情况下，实现的方式有两种，即通过 console 端口直接连接和通过集线设备间接连接，下面对直接连接方式进行简单的介绍。

#### 1. console 端口

可进行配置管理的交换机、路由器上都有一个 console 端口(如图 6.1 所示)，用于对交换机、路由器进行配置和管理。除了直接与 console 端口连接外，配置和管理交换机、路由器的方式还有很多种，如 Web 方式、Telnet 方式，但是这些方式都必须在通过 console 端口进行基本配置后才能进行。原因很简单，其他配置方式往往需要借助于设备名称、IP 地址或域名来实现，而新购买的交换机、路由器显然不可能内置这些参数。通过 console 端口连接来配置交换机、路由器是最常用、最基本的方式，也是网络管理员必须掌握的基本技能之一。

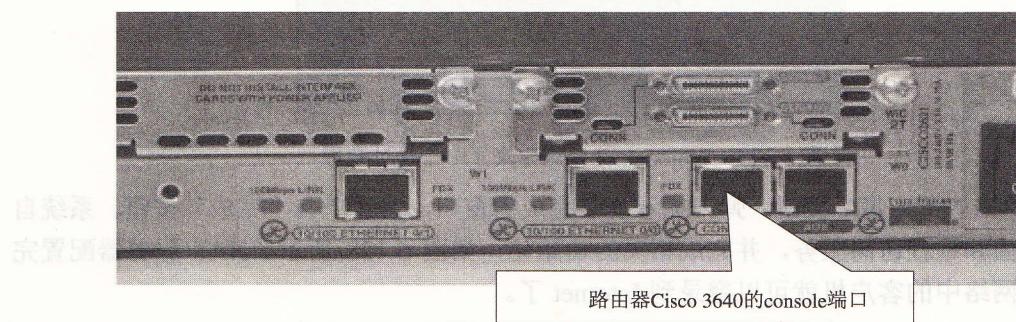


图 6.1 Cisco 3640 路由器后面板示意图

对于不同类型的交换机和路由器，console 端口所处的位置并不相同，有的位于前面板(如 Catalyst3200 和 Catalyst 4006)，而有的位于后面板(如 Catalyst 1900 和 Catalyst 2900xl)。该端口的周围常会有类似“console”字样的标识，因此我们不用担心无法找到 console 端口。

除了位置不同之外,console 端口的类型也有所不同,绝大多数(如 Catalyst 1900 和 Catalyst 4006)都采用 RJ-45 端口,但也有少数采用 DB-9 串口端口(如 Catalyst 3200)或 DB-25 串口端口(如 Catalyst 2900)。

### 2. console 线

无论是采用 DB-9 或 DB-25 串行接口,还是采用 RJ-45 接口,都需要通过专门的 console 线把交换机、路由器连接到计算机(通常称作终端)的串行口。与不同的 console 端口相对应,console 线也分为两种:一种是串行线,即两端均为串行接头(均为母头),可以分别连接到计算机的串口和交换机的 console 端口;另一种是两段均为 RJ-45 接头的扁平线,由于扁平线两段均为 RJ-45 接头,无法直接与计算机串口进行连接,因此还必须同时使用一个 RJ-45-TO-DB-9(或 RJ-45-TO-DB-25)的适配器。

### 3. 准备工作

利用 console 线将计算机的串口与交换机、路由器的 console 端口连接之前,应当确认已经做好了一些准备工作:

- (1) 用来配置交换机、路由器的计算机运行正常,最好用便携式计算机,这样在移动和操作时都比较方便。
- (2) 计算机中安装有“超级终端”(Hyper Terminal)组件,如果找不到这一组件,可以通过控制面板中的“添加/删除程序”来添加。
- (3) 准备好 console 线,有时还需要 RJ-45-TO-DB-9 或 RJ-45-TO-DB-25 适配器。
- (4) 明确为交换机和路由器分配的名称、IP 地址或域名。

## 6.2 交换机的基本配置

### 6.2.1 交换机简介

#### 1. 基础知识

交换机是一种具有操作简单、低价、高性能和高端口密集等特点的交换产品,体现了桥接技术中复杂交换技术在 OSI 参考模型的第二层操作。与桥接器一样,交换机按每一个包中的 MAC 地址相对简单地决定信息转发,而这种转发决定一般不考虑包中隐藏的更深的其他信息。与桥接器不同的是,交换机转发延迟很小,操作接近单个局域网性能,远远超过了使用普通桥接器时的转发性能。

类似传统的桥接器,交换机提供了许多网络互联功能。交换机能经济地将网络分成小的冲突网域,为每个工作站提供更高的带宽。协议的透明性使得交换机在软件配置简单的情况下可直接安装在多协议网络中;交换机使用现有的电缆、中继器、集线器和工作站的网卡,不必作高层的硬件升级;交换机对工作站是透明的,这样管理成本低廉,简化了网络节点的增加、移动和网络发生变化时的操作。

下面从不同的方面对交换机和集线器进行比较:

从 OSI 体系结构来看，集线器属于 OSI 的第一层(物理层)设备，而交换机属于 OSI 的第二层(数据链路层)设备。这就意味着集线器只是对数据的传输起到同步、放大和整形的作用，对数据传输中的短帧、碎片等无法进行有效处理，不能保证数据传输的完整性和正确性；而交换机不但可以对数据的传输做到同步、放大和整形，而且可以过滤帧、碎片等。

从工作方式来看，集线器采用的是一种广播模式，也就是说集线器的某个端口在工作的时候，其他所有端口都能收听到信息，容易产生广播风暴，当网络较大时，网络性能会受到很大的影响；然而当交换机工作的时候，只有发出请求的端口之间互相响应而不影响其他端口，因此交换机就能够隔离冲突域和有效地抑制广播风暴的产生。

从带宽来看，集线器不管有多少个端口，所有端口都是共享带宽，在同一时刻只能有两个端口传送数据，其他端口只能等待，同时集线器只能工作在半双工模式下；而对于交换机而言，每个端口都有独占的带宽，当两个端口工作时并不影响其他端口的工作，另外，交换机不但可以工作在半双工模式下，而且可以工作在全双工模式下。

交换机的工作状态可以通过指示灯来判断，如表 6-1 所示。

表 6-1 交换机状态指示灯的含义

指示灯	指示灯状态
系统 LED(SYST)	绿色：系统正常加电 橙色：故障
冗余电源供应(RPS)	绿色：RPS 工作正常 橙色：RPS 安装了但没有正常工作 闪绿色：RPS 和内部电源开始供电，但内部电源给交换机供电
端口 LED(STAT)	绿色：正在连接 橙色：端口没有转发 闪绿色：活动 绿色和橙色交替：连接失败
带宽利用(UTIL)	1~8 号 LED 亮：带宽 0.1~6 Mb/s 9~16 号 LED 亮：带宽 6~120 Mb/s 17~24 号 LED 亮：带宽 120~250 Mb/s
全双工(DUPLX)	绿色：端口配置为全双工方式 无绿色：端口配置为半双工方式

## 2. 交换技术

### 1) 端口交换

端口交换技术最早出现在插槽式的集线器中，这类集线器的背板通常划分有多个以太网段(每个网段为一个广播域)。各以太网段间不使用网桥或路由连接，是互不相通的。以太主模块插入后通常被分配到某个背板的网段上，端口交换用于将以太模块的端口在背板的多个网段之间进行分配和平衡。

根据网段迁移的范围，端口交换还可进一步分为以下几种：

- (1) 模块交换：将整个模块进行网段迁移。
- (2) 端口组交换：通常模块上的端口被划分为若干组，每组端口都允许进行网段迁移。

(3) 端口级交换：支持每个端口在不同网段之间进行迁移。这种交换技术是基于 OSI 第一层完成的，具有灵活性和负载平衡能力等优点。如果配置得当，还可以在一定程度上进行容错，但没有改变共享传输介质的特点，因而不能称之为真正的交换。

### 2) 帧交换

帧交换是目前应用最广的局域网交换技术，它通过对传统传输媒体进行微分段，提供并行传送的机制，以减小冲突域，获得高的带宽。一般来说，不同公司产品的实现技术有所差异，但对网络帧的处理方式主要包括以下两种：

直通交换：提供线速处理能力，交换机只读出网络帧的前 14 个字节，便将网络帧传送到相应的端口上。

存储转发：通过对网络帧的读取进行验错和控制。

直通交换的交换速度非常快，但不能对网络帧进行高级的控制，缺乏智能性和安全性，同时也无法支持具有不同速率的端口之间的交换。因此，各厂商把存储转发技术作为重点。

有的厂商甚至对网络帧进行分解，即将帧分解成固定大小的信元，而对信元的处理极易用硬件实现，处理速度快，同时能够完成高级控制功能(如优先级控制)。

## 3. 产品分类

Cisco 公司的交换机产品以“Catalyst”为商标，包含 1900、2800、2900、3500、4000、5000、5500、6000、8500 等十多个系列。总的来说，这些交换机可以分为两类：一类是固定配置交换机，包括 3500 及以下的型号，比如 1924 是 24 口 10 M 以太网交换机，带两个 100 M 上行端口。除了具有有限的软件升级能力之外，这些交换机无法扩展。另一类是模块化交换机，主要指 4000 及以上的型号，网络设计者可以根据网络需求，选择不同数目和型号的接口板、电源模块及相应的软件。

网络集成项目中常见的 Cisco 交换机有以下 3 个系列：1900/2900 系列、3500 系列、6500 系列，它们分别使用在网络的低端、中端和高端。在低端交换机市场，Cisco 公司主要的产品有 3 个系列：Catalyst 1900、Catalyst 2800 和 Catalyst 2900，但是 Catalyst 1900 系列和 Catalyst 2800 系列已经到了“产品生命周期”的结束期。Cisco 公司建议用户把同类产品的使用场合移植到 Catalyst 2950 系列上，它配备有 Cisco 公司网际操作系统(Cisco IOS)，与 Cisco 路由器上使用的 Cisco IOS 命令集相似，适合小型、中型网络在现在、未来对数据、视频、语音业务的高级需求。

Cisco Catalyst 2950 系列以太网交换机(如图 6.2 所示)是一种固定配置、可堆叠的设备，它提供了最容易解决的快速以太网和千兆位以太网的连接方案，是目前最廉价的 Cisco 交换产品。

Catalyst 2950 交换机同时支持快速以太通道(Fast EtherChannel)和千兆位以太通道(Gigabit EtherChannel)技术，可在 Catalyst 2950 交换机、路由器和服务器之间提供最大 4 Gb/s 的高性能带宽。

网络管理员可以为每个交换机配置最多 64 个虚拟局域网(VLAN)来获得更高水平的数据安全性和增强的 LAN 性能。

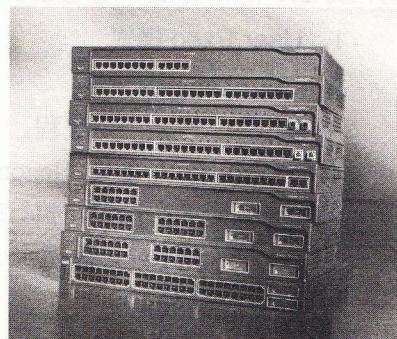


图 6.2 Catalyst 2950 系列交换机

120 基于 MAC 地址的端口级安全性可以防止未授权的工作站访问交换机，还可以创建静态和动态地址访问权限，增强管理员对网络访问的控制能力。

在后续的实验环节，我们将以 Catalyst 2950-24(如图 6.3 所示)交换机为例介绍交换机的基本配置。

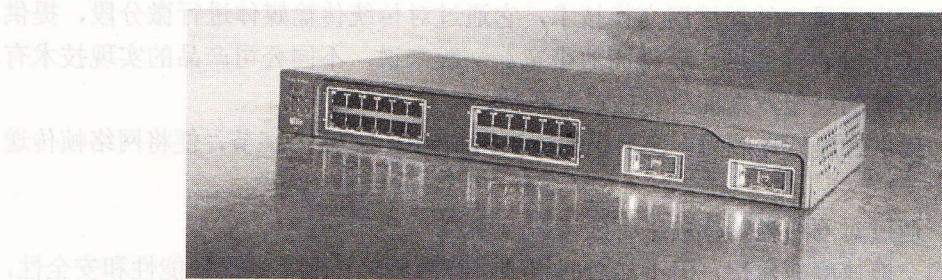


图 6.3 Catalyst 2950-24 交换机

## 6.2.2 交换机的命令模式

Cisco 交换机使用的软件系统为 Catalyst IOS(网际操作系统)，其中包含的命令行界面(Command-Line Interface, CLI)是一个基于 DOS 命令行的软件系统模式，对大小写敏感。CLI 具有一系列相关命令，但它与 DOS 命令不同，CLI 可以缩写命令与参数，只要输入的 CLI 命令和参数包含的字符足以与其他当前可用到的命令和参数相区别。对交换机的配置和管理可以通过多种方式来实现，既可以使用纯字符形式的命令行和菜单，也可以使用图形界面的 Web 浏览器或专门的网管软件(如 CiscoWorks 2000)。相比较而言，命令行方式的功能更强大，但掌握起来难度也更大些。

Cisco IOS 包括 6 种不同的命令模式：User Exec 模式、Privileged Exec 模式、VLAN Database 模式、Global Configuration 模式、Interface Configuration 模式和 Line Configuration 模式。在不同的模式下，CLI 界面中会出现不同的提示符，下面分别对 6 种模式的提示符、访问方法、退出方法和用途加以说明。

### 1. User Exec 模式

提示符：Switch>。

访问方法：开始一个进程。

退出方法：键入命令“logout”或“quit”。

用途：改变终端设置，执行基本测试或显示系统信息。

### 2. Privileged Exec 模式

提示符：Switch#。

访问方法：在 User Exec 模式中键入命令“enable”。

退出方法：键入命令“disable”。

用途：校验键入命令，该模式有密码保护。

### 3. VLAN Database 模式

提示符：Switch(vlan)#。

访问方法：在 Privileged Exec 模式中键入命令“vlan database”。

退出方法：键入命令“exit”，返回到 Privileged Exec 模式。

用途：配置 VLAN 参数。

#### 4. Global Configuration 模式

提示符：Switch(config)#。

访问方法：在 Privileged Exec 模式中键入“configure”命令。

退出方法：键入命令“exit”、“end”或按下 Ctrl+Z 组合键返回到 Privileged Exec 模式。

用途：将配置的参数应用于整个交换机。

#### 5. Interface Configuration 模式

提示符：Switch(config-if)#。

访问方法：在 Global Configuration 模式中键入命令“interface”。

退出方法：键入命令“exit”，返回至“Global Configuration”模式，按下“Ctrl+Z”组合键或键入命令“end”返回至“Privileged Exec”模式。

用途：为“Ethernet interfaces”配置参数。

#### 6. Line Configuration 模式

提示符：Switch(config-line)#。

访问方法：在 Global Configuration 模式中，键入“line vty”或“line console”命令指定交换机使用的终端线路类型。

退出方法：键入命令“exit”返回至“Global Configuration”模式，按下“Ctrl+Z”组合键或键入命令“end”，返回至“Privileged Exec”模式。

用途：为“terminal line”配置参数。

可以把各种命令模式之间的转换用流程图的形式表示，如图 6.4 和图 6.5 所示。

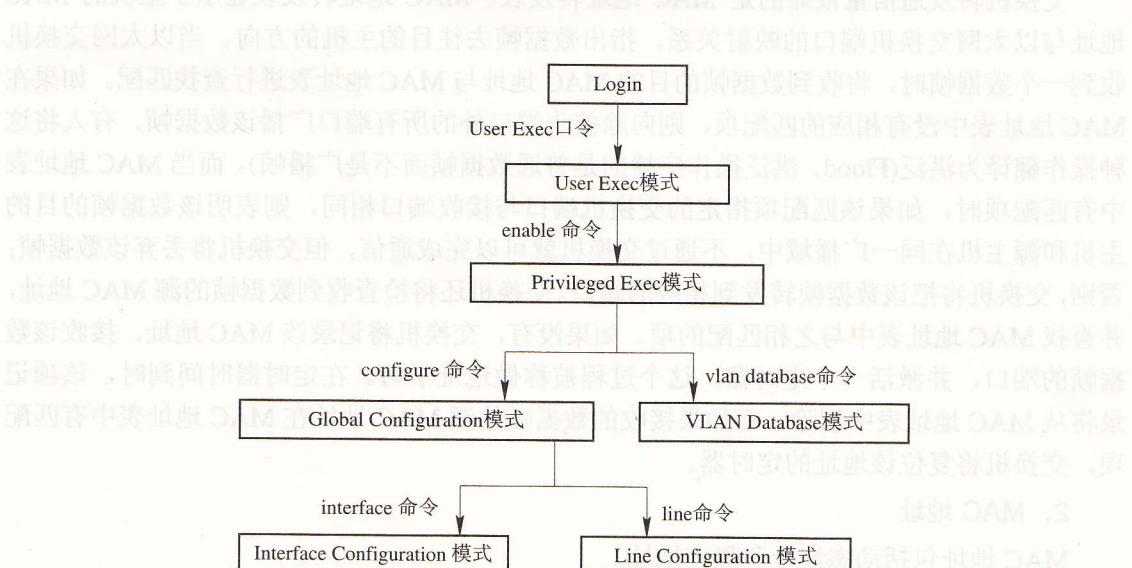


图 6.4 命令模式进入流程

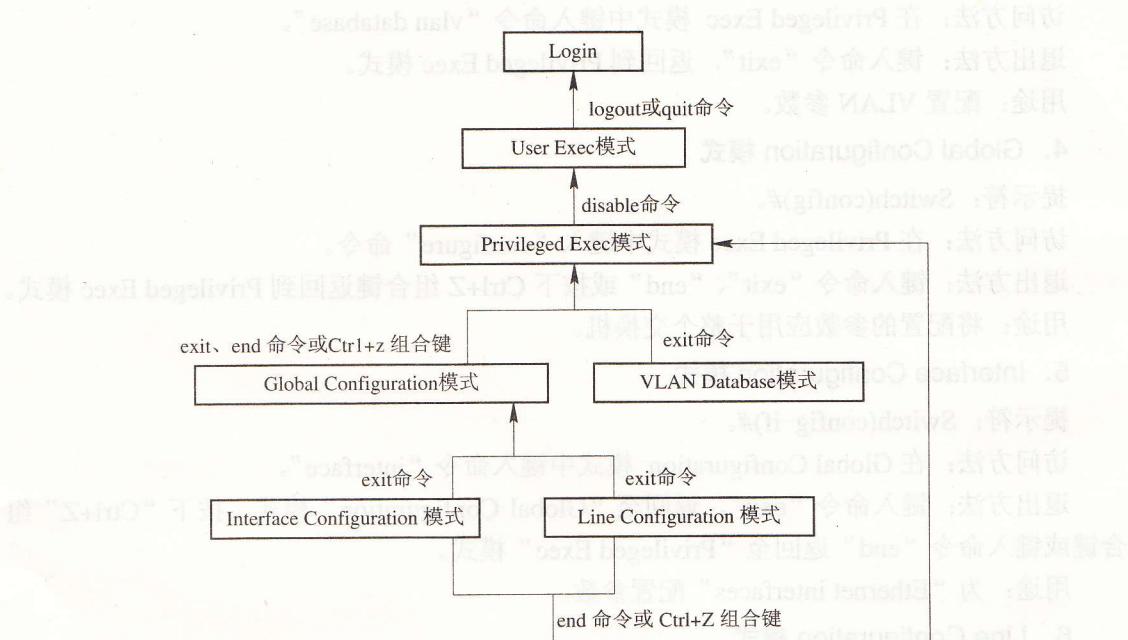


图 6.5 命令模式退出流程

### 6.2.3 交换机端口的 MAC 地址

#### 1. 数据转发

交换机转发通信量依靠的是 MAC 地址转发表。MAC 地址转发表显示了主机的 MAC 地址与以太网交换机端口的映射关系，指出数据帧去往目的主机的方向。当以太网交换机收到一个数据帧时，将收到数据帧的目的 MAC 地址与 MAC 地址表进行查找匹配。如果在 MAC 地址表中没有相应的匹配项，则向除接收端口外的所有端口广播该数据帧，有人将这种操作翻译为洪泛(Flood，洪泛操作广播的是普通数据帧而不是广播帧)。而当 MAC 地址表中有匹配项时，如果该匹配项指定的交换机端口与接收端口相同，则表明该数据帧的目的主机和源主机在同一广播域中，不通过交换机就可以完成通信，但交换机将丢弃该数据帧；否则，交换机将把该数据帧转发到相应的端口。交换机还将检查收到数据帧的源 MAC 地址，并查找 MAC 地址表中与之相匹配的项。如果没有，交换机将记录该 MAC 地址，接收该数据帧的端口，并激活一个定时器，这个过程被称做地址学习。在定时器时间到时，该项记录将从 MAC 地址表中删除。而如果接收的数据帧的源 MAC 地址在 MAC 地址表中有匹配项，交换机将复位该地址的定时器。

#### 2. MAC 地址

MAC 地址包括动态地址和静态地址。

##### 1) 动态 MAC 地址

动态地址指交换机动态学习到的数据帧源地址，该地址在转发表中的存留期由一个定

时器控制，如果超时前没有被再利用，就从表中删除该地址。即交换机会定期更新转发表中的动态地址表项。

### 2) 静态 MAC 地址

静态 MAC 地址是管理人员为其分配的一个 MAC 地址，交换机不会定期更新转发表中的静态地址表项，静态 MAC 地址一直都存在。

命令格式：

```
switch(config)#mac-address-table static mac_address vlan vlan_id interface module/port  
输入 show mac-address-table 命令可查看 MAC 地址转发表。
```

## 6.2.4 生成树

生成树的目的是维护一个无回路的网络。当一个设备识别一个拓扑回路、阻塞一个或多个冗余端口时，无回路路径即被完成。如图 6.6 所示，从网段 1 到网段 2 只有一个活动路径。

当网络拓扑结构改变时，生成树重配交换机或网桥的端口，避免丢失连接或生成新的回路。图 6.6 表示由生成树协议创建的无回路网络。

### 1. 生成树协议的工作要点

(1) 选取一个根部网桥。在给定广播域内只有一个网桥被标明为根部网桥(Root Bridge)。根部网桥的所有端口都是转发状态，它们被称为标志(Designated)端口。在转发状态时，一个端口可以发送、接收数据帧。图 6.7 中的交换机 A 被选为根部网桥。

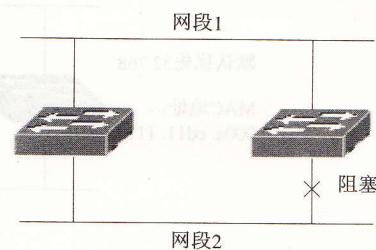


图 6.6 端口阻塞

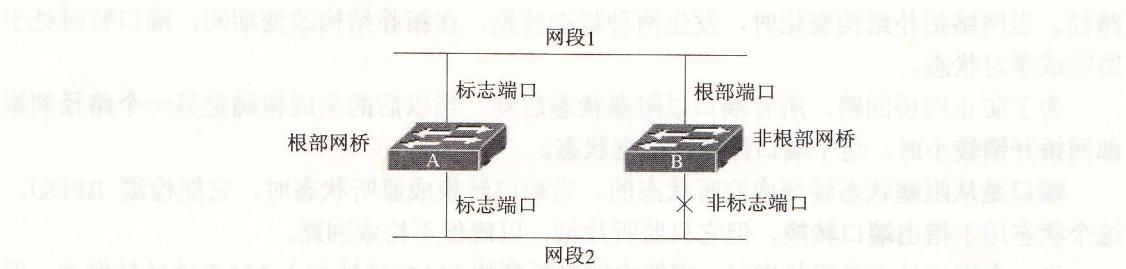


图 6.7 端口性质

(2) 每一个非根部网桥只有一个根部端口。从一个非根部网桥到根部网桥，根部端口是开销最小的路径。根部端口处于转发状态并且连接到根部网桥。生成树路径开销是基本带宽累计的开销。开销相同时，决定性因素是最小端口号。

(3) 每一个网段只有一个标志端口。换句话说，当一个网段上连有多个网桥时，只能有一个网桥的一个以太网端口被设为标志端口。

网桥上选择的标志端口到根部网桥的开销最小，标志端口处在转发状态，负责网段数据帧的转发。图 6.7 所示的网络中，两个网段的标志端口都在根部网桥上，因为根部网桥直接连接在两个网段上。交换机 B 上连接网段 2 的端口不是标志端口，因为每个网段只有一

个标志端口。非标志端口一般情况下处于阻塞状态，这样就打破了回路拓扑。当一个端口处于阻塞状态时，端口不能转发数据帧。

## 2. 网桥 ID

运行生成树算法的交换机会定期(默认值为 2 s)用网桥协议数据单元 BPDU 与其他交换机交换配置信息，BPDU 中包含网桥 ID。

生成树要求每个网桥有唯一的标识(网桥 ID)，网桥 ID 是由 2 字节的优先级加上 6 字节的 MAC 地址组成的。默认优先级是中间值 32 768，根部网桥是网桥 ID 最小的网桥。如图 6.8 所示，如果两个交换机采用相同的默认优先级，则具有较低 MAC 地址的交换机作为根部网桥。

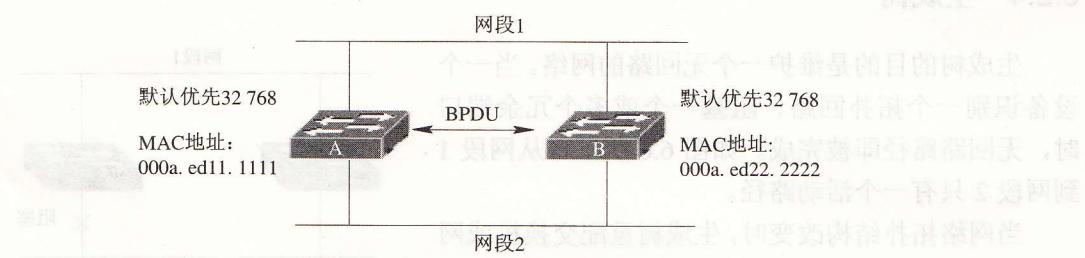


图 6.8 网桥 ID

## 3. 生成树状态

生成树通过状态转换来维持一个无回路拓扑。生成树有 4 种状态：阻塞、监听、学习和转发。

正常操作期间，端口处于转发或阻塞状态。转发端口提供一个到根部网桥的最小开销路径。当网络拓扑结构变化时，发生两种状态转换。在拓扑结构改变期间，端口暂时处于监听或学习状态。

为了防止网桥回路，所有端口以阻塞状态启动。当以后的生成树确定另一个路径到根部网桥开销较小时，这个端口停留在阻塞状态。

端口是从阻塞状态转变成监听状态的。当端口转换成监听状态时，它能检测 BPDU。这个状态用于指出端口转换，但它只监听片刻，以确保不构成回路。

当一个端口处于学习状态时，它能将端口听到的 MAC 地址加入 MAC 地址转发表，但不能转发帧。

当一个端口处于转发状态时，便可以转发数据。

## 4. 重新计算生成树

由于网桥或链路故障导致拓扑结构改变时，生成树协议通过将阻塞端口变成转发状态来确保连接。

如图 6.9 所示的网络中，如果交换机 A(根部网桥)出现故障，且相邻交换机在一个时段内没有收到新的 BPDU，则会开始计算新的生成树。此时，PORT1 变成监听状态，接着变成学习状态，最后变成转发状态。PORT1 变成标志端口的同时，交换机 B 变成根部网桥。

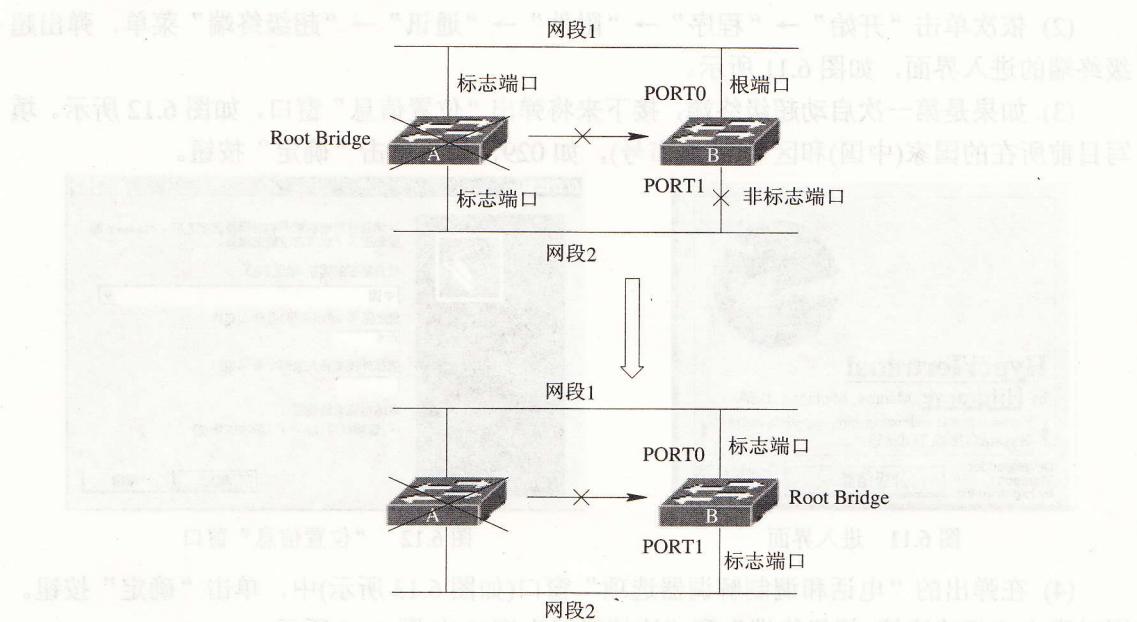


图 6.9 重新计算生成树

### 6.2.5 实验 交换机的初始化配置

#### 1. 实验要求

- (1) 学会超级终端的使用方法。
- (2) 能够利用超级终端对交换机进行初始化配置。

#### 2. 实验设备

- (1) 计算机 1 台。
- (2) 交换机 1 台。
- (3) console 连接线 1 根。

#### 3. 实验过程和主要步骤

##### 1) 超级终端的使用

在使用超级终端与交换机通信前，必须先对超级终端进行必要的设置，下面简要介绍一下操作过程。

- (1) 利用连接线将计算机的串口与交换机的 console 端口连接在一起(如图 6.10 所示)，然后打开计算机电源。



图 6.10 通过 console 端口配置交换机

(2) 依次单击“开始”→“程序”→“附件”→“通讯”→“超级终端”菜单，弹出超级终端的进入界面，如图 6.11 所示。

(3) 如果是第一次启动超级终端，接下来将弹出“位置信息”窗口，如图 6.12 所示。填写目前所在的国家(中国)和区号(或城市号)，如 029，最后单击“确定”按钮。



图 6.11 进入界面

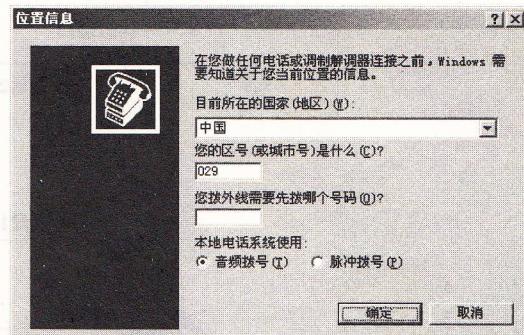


图 6.12 “位置信息”窗口

(4) 在弹出的“电话和调制解调器选项”窗口(如图 6.13 所示)中，单击“确定”按钮。同时弹出“新建连接-超级终端”和“连接描述”窗口(如图 6.14 所示)。

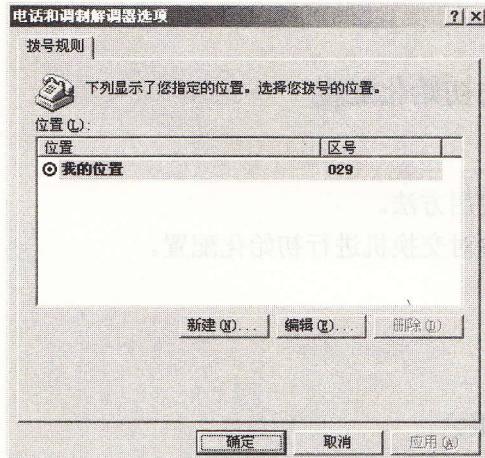


图 6.13 “电话和调制解调器选项”窗口

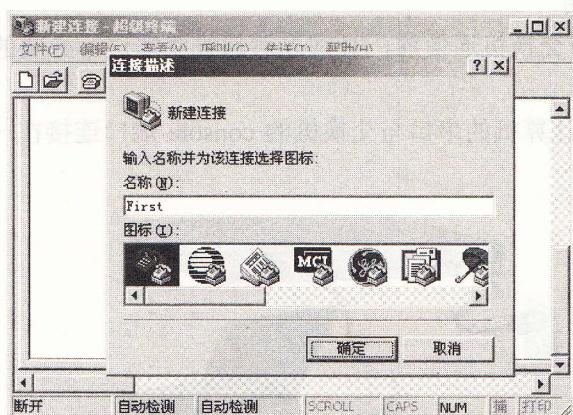


图 6.14 填写新建连接的名称

(5) 在“名称”栏内填写新建连接的名称(如 First)，也可以选择不同的图标。然后单击“确定”按钮，关闭“连接描述”窗口。随后弹出“连接到”窗口，如图 6.15 所示。

(6) 选择连接时使用的端口，本例中使用的端口为 COM1。然后单击“确定”按钮，关闭“连接到”窗口。随后弹出端口(如 COM1)属性窗口，如图 6.16 所示。

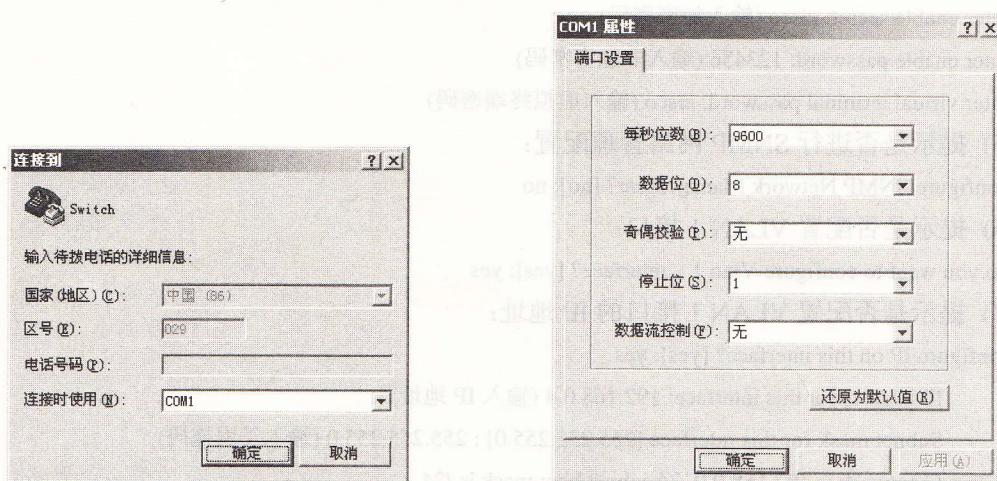


图 6.15 选择连接时使用的端口

图 6.16 端口属性窗口

(7) 单击“还原为默认值”按钮，波特率被设置为 9600 b/s，如图 6.16 所示。单击“确定”按钮，关闭端口属性窗口。

(8) 打开交换机的电源，观察指示灯的状态以及控制台的显示信息，即可对交换机进行配置。

## 2) 交换机的初始化配置

交换机加电后，在超级终端的控制台首先出现自检信息。如果是第一次启动交换机，会自动进入初始化配置模式，在控制台输入一系列回答信息即可完成初始化配置。

### (1) 提示是否进入初始化配置和基本管理：

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

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

### (2) 提示是否查看当前端口信息：

First, would you like to see the current interface summary? [yes]: yes

Any interface listed with OK? value "NO" does not have a valid configuration

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
Vlan1	unassigned	NO	unset	up	down
FastEthernet0/1	unassigned	YES	unset	down	down
FastEthernet0/2	unassigned	YES	unset	down	down
:					
FastEthernet0/24	unassigned	YES	unset	down	down
GigabitEthernet0/1	unassigned	YES	unset	down	down
GigabitEthernet0/2	unassigned	YES	unset	down	down

(3) 配置全局参数，首先输入交换机的名称：

Configuring global parameters:

Enter host name [Switch]: sw2950

(4) 提示输入交换机密码：

Enter enable secret: cisco (输入加密密码)

Enter enable password: 123456 (输入非加密密码)

Enter virtual terminal password: cisco (输入虚拟终端密码)

(5) 提示是否进行 SNMP 网络管理配置：

Configure SNMP Network Management? [no]: no

(6) 提示是否配置 VLAN 1 接口：

Do you want to configure Vlan 1 interface? [yes]: yes

(7) 提示是否配置 VLAN 1 接口的 IP 地址：

Configure IP on this interface? [yes]: yes

IP address for this interface: 192.168.0.4 (输入 IP 地址)

Subnet mask for this interface [255.255.255.0] : 255.255.255.0 (输入子网掩码)

Class C network is 192.168.0.0, 24 subnet bits; mask is /24

(8) 提示是否配置以太网端口 fa0/1~fa0/24 以及两个吉比特端口，为了以后的配置方便，这里全部回答 no：

Do you want to configure FastEthernet0/1 interface? [yes]: no

:

Do you want to configure FastEthernet0/24 interface? [yes]: no

Do you want to configure GigabitEthernet0/1 interface? [yes]: no

Do you want to configure GigabitEthernet0/2 interface? [yes]: no

(9) 提示是否将本交换机设置为交换机集群中的命令交换机(回答 no)，完成初始化配置，系统显示当前的配置信息：

Would you like to enable as a cluster command switch? [yes/no]: no

The following configuration command script was created:

```
hostname sw2950
enable secret 5 $1$t9Ms$LdFWEeM0GlmE5iCvKud5b
enable password 123456
line vty 0 15
password cisco
no snmp-server
!
```

```

interface Vlan 1
ip address 192.168.0.4 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/1
!
:
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
end

```

(10) 如果配置正确，在下面的提示中，选择“2”保存设置：

- [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]:2

如果选择“0”，将不保存设置，直接进入用户模式命令提示符“switch>”；如果选择“1”，将不保存设置，重新回到配置对话中。

### 6.2.6 实验 交换机的基本配置

#### 1. 实验要求

学会利用超级终端对交换机进行基本配置。

#### 2. 实验设备

- (1) 计算机 1 台。
- (2) 交换机 1 台。
- (3) console 连接线 1 根。

#### 3. 实验过程和主要步骤

##### 1) 密码恢复

(1) 在断电情况下利用 console 线连接计算机和交换机，然后启动计算机并打开计算机上的超级终端。

(2) 按住交换机前面板上的 mode 键不放，给交换机加电，等到前面板端口 1 的 LED 绿灯熄灭后松开 mode 键。此时，控制台上显示如下信息：

C2950 Boot Loader (C2950-HBOOT-M) Version 12.1(11r)EA1, RELEASE SOFTWARE (fc1)

Compiled Mon 22-Jul-02 17:18 by antonino

WS-C2950G-24-EI starting...

Base ethernet MAC Address: 00:0a:f4:0f:e8:00

Xmodem file system is available.

The system has been interrupted prior to initializing the flash filesystem. The following commands will initialize the flash filesystem, and finish loading the operating system software:

```
flash_init  
load_helper  
boot
```

switch:

(3) 在出现的命令行中依次输入 flash\_init、load\_helper 和 dir flash: (注意不要丢掉 flash 后的冒号 “:” )，屏幕出现如下信息：

Directory of flash:/

2	-rwx	2490607	<date>	c2950-i6q4l2-mz.121-9.EA1.bin
3	-rwx	273	<date>	env_vars
4	-rwx	1609	<date>	running-config
5	-rwx	1609	<date>	config.text
7	-rwx	108	<date>	info
8	drwx	640	<date>	html
19	-rwx	108	<date>	info.ver

3573760 bytes available (4167680 bytes used) 7741440 bytes total (3574784 bytes free)

(4) 输入命令 rename flash:config.text flash:config.old 后，用命令 boot 重新启动系统。

(5) 出现如下提示，输入 no。

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

(6) 输入命令 “en” 进入提示符 “Switch#”，将文件 config.old 的名称改回 config.text，命令如下：

```
rename flash:config.old flash:config.text
```

(7) 将原配置装入内存，命令如下：

```
copy flash:config.text system:running-config
```

(8) 修改密码，命令如下：

```
config terminal
```

```
enable secret 新密码
```

```
exit
```

(9) 输入命令 “exit” 回到用户模式 “switch>” 后，输入命令 “en” 验证密码是否修改

成功。

(10) 将配置写入 nvram，命令如下：

```
copy running-config startup-config
```

#### 2) 设置 IP

为了管理的需要，在交换机上需要配置一个 IP 地址。如果需要通过 Telnet 连接到交换机，或者需要用 SNMP 管理交换机，都需要一个 IP 地址。IP 地址是设置在交换机上的全局参数，分配给整个交换机。

命令：sw2950 (config)# ip address address mask

例如：sw2950 (config)#interface vlan 1

```
sw2950 (config-if)#ip address 10.0.0.3 255.0.0.0
```

用“no ip address”命令可以将 IP 地址重置为厂家默认值 0.0.0.0。

#### 3) 配置默认网关

如果交换机需要发送信息到另一个不同的 IP 网络，则首先把信息发送到默认网关，从而实现在不同网络间进行通信。

命令：sw2950 (config)# ip default-gateway address

例如：sw2950 (config)# ip default-gateway 10.0.0.1

用“no ip default-gateway”命令可以删除配置的默认网关，从而将网关设置为厂家默认值 0.0.0.0。

#### 4) 配置端口速率及双工模式

可以配置快速以太口的速率为 10/100 Mb/s 及千兆以太口的速率为 10/100/1000 Mb/s，但对于 GBIC(Giga Bitrate Interface Converter)端口则不能配置速率及双工模式。

(1) 进入端口配置模式下，配置端口速率的命令如下：

```
sw2950 (config-if)#speed {10|100|auto}
```

例如：sw2950 (config-if)#speed 100

(2) 进入端口配置模式下，配置端口双工模式的命令如下：

```
sw2950 (config-if)#duplex {auto|full|half}
```

例如：sw2950 (config-if)#duplex full

如果参数选择“auto”，端口的速率和双工模式都会自动协商，但是自动协商可能会产生意想不到的结果。默认情况下，交换机端口设置为半双工模式。一端是半双工，一端是全双工的配置可能导致全双工终端冲突，从而出错。

### 6.2.7 实验 管理 MAC 地址转发表

#### 1. 实验要求

- (1) 通过 MAC 地址转发表，理解交换机的基于 MAC 地址转发表的工作过程。
- (2) 掌握添加静态 MAC 地址的方法。

#### 2. 实验设备

- (1) 交换机 1 台。
- (2) 计算机 2 台。

(3) console 线 1 根。

(4) 直通双绞线 2 根。

### 3. 实验过程和主要步骤

(1) 按照图 6.17 所示拓扑连接好网络。用 console 线连接交换机和任一计算机，启动计算机和交换机，并进入超级终端控制台。

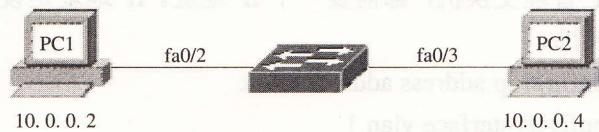


图 6.17 管理 MAC 地址转发表

(2) 在发生通信前查看 MAC 地址转发表，结果为空，显示信息如下：

```
sw2950#show mac-address-table
```

Mac Address Table

Vlan	Mac Address	Type	Ports
---	---	---	---

(3) 在计算机命令提示符下，用命令“ipconfig/all”分别查看网卡的 MAC 地址：

PC1 网卡的 MAC 地址是 00-E0-4C-3C-29-5F；

PC2 网卡的 MAC 地址是 00-E0-4C-3C-2C-D3。

(4) 在主机 PC1 上用 ping 命令对主机 PC2 发送信息后，再查看 MAC 地址转发表，显示信息如下：

```
sw2950#show mac-address-table
```

Mac Address Table

Vlan	Mac Address	Type	Ports
---	---	---	---

1	00e0.4c3c.295f	DYNAMIC	fa0/2
1	00e0.4c3c.2cd3	DYNAMIC	fa0/3

Total Mac Addresses for this criterion: 2

这是一个自学习数据帧源地址的过程。用 ping 命令对主机 PC2 发送信息时，由于转发表为空，没有任何匹配信息，因此交换机向除源端口外的所有端口广播此帧，最终 PC2 会收到该数据帧。交换机学习到了该帧的源地址(00e0.4c3c.295f)，则将“00e0.4c3c.295f→Fa0/2”这样一条映射关系列入转发表中。PC2 响应 PC1 时也是同样的过程。

(5) 设置静态 MAC 地址，命令如下：

```
sw2950 (config)#mac-address-table static 00e0.4c3c.2cd3 vlan 1 interface fa0/3
```

查看 MAC 地址转发表，显示信息如下：

```
sw2950#show mac-address-table
      Mac Address Table
-----
Vlan   Mac Address        Type      Ports
---   -----
1     00e0.4c3c.295f    DYNAMIC   Fa0/2
1     00e0.4c3c.2cd3    STATIC    Fa0/3
Total Mac Addresses for this criterion: 2
```

现在把 PC2(00e0.4c3c.2cd3)连接到 fa0/4 上, PC1 无法 ping 通 PC2, 原因是所有发往 00e0.4c3c.2cd3 的数据帧全部转发至转发表指出的端口 fa0/3。

需要注意的是, 即使将对应该静态 MAC 地址的设备 PC2 拆除, 目的地址为 00e0.4c3c.2cd3 的数据帧依然会被转发至端口 fa0/3。

(6) 取消静态 MAC 地址, 命令如下:

```
sw2950 (config)#no mac-address-table static 00e0.4c3c.2cd3 vlan 1 interface fa0/3
```

## 6.2.8 实验 生成树

### 1. 实验要求

通过观察生成树状态, 能够分析生成树的工作过程。

### 2. 实验设备

- (1) 交换机 2 台。
- (2) 计算机 2 台。
- (3) console 线 2 根。
- (4) 直通双绞线 2 根。
- (5) 交叉双绞线 2 根。

### 3. 实验过程和主要步骤

- (1) 按照图 6.18 所示拓扑, 连接好网络。

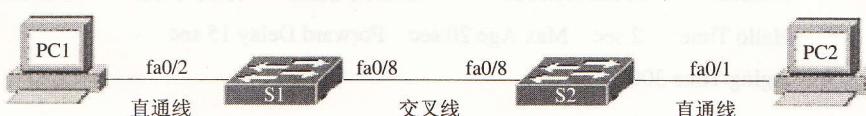


图 6.18 无回路连接

- (2) 分析图 6.18 所示的网络, 画出拓扑图并标注相应端口。

- (3) 查看生成树。

- (1) 对于交换机 S1, 显示信息如下:

```
S1#show spanning-tree
```

```
VLAN0001
```

```
Spanning tree enabled protocol ieee
```

```

Root ID      Priority      32769
Address      000a.f40f.e7c0
This bridge is the root
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address      000a.f40f.e7c0
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time 300

```

Interface	Port ID	Designated	Port ID		
Name	Prio.Nbr	Cost Sts	Cost	Bridge ID	Prio.Nbr
Fa0/2	128.2	19 FWD	0 32769 000a.f40f.e7c0	128.2	
Fa0/8	128.8	19 FWD	0 32769 000a.f40f.e7c0	128.8	

注意: FWD 表示转发状态。

② 对于交换机 S2, 显示信息如下:

S2#show spanning-tree

VLAN0001

```

Spanning tree enabled protocol ieee
Root ID      Priority      32769
Address      000a.f40f.e7c0
Cost          19
Port          8 (FastEthernet0/8)
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec

```

```

Bridge ID    Priority      32769 (priority 32768 sys-id-ext 1)
Address      000a.f40f.e800
Hello Time   2 sec  Max Age 20 sec  Forward Delay 15 sec
Aging Time 300

```

Interface	Port ID	Designated	Port ID		
Name	Prio.Nbr	Cost Sts	Cost	Bridge ID	Prio.Nbr
Fa0/1	128.1	19 FWD	19 32769 000a.f40f.e800	128.1	
Fa0/8	128.8	19 FWD	0 32769 000a.f40f.e7c0	128.8	

(4) 在先前画好的拓扑图上标出 Root Bridge 以及 S1、S2 上的标志端口和根端口。

(5) 在图 6.18 所示网络连接的基础上, 再增加一根交叉线, 如图 6.19 所示。

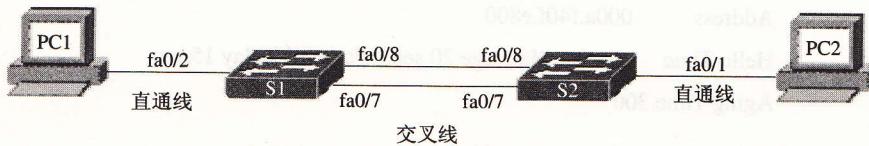


图 6.19 有回路连接

- (6) 分析图 6.19 所示的网络结构，画出拓扑图并标注相应端口。

- (7) 再次查看生成树。

- ① 对于交换机 S1，显示信息如下：

S1#show spanning-tree

VLAN0001

## Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32769

Address 000a f40

This bridge is the root

Priority 52789 (phone)

Hall, T. 2 Mar. 22 Eng. 1 B. 1-15

Aging Times 200

Interface Port ID Designated

Name	Prio Nbr	Cost Sta	Cost	Bridges ID	Prio Nbr
------	----------	----------	------	------------	----------

a0/2 128.2 19 FWD 0 32769 000a.f40f.e7c0 128.2

0/7 128.7 19 FWD 0 32769 000a.f40f.e7c0 128.7

a0/8 128.8 19 FWD 0 32769 000a.f40f.e7c0 128.8

- ② 对于交换机 S2，显示信息如下：

S2#show spanning-tree

## VLAN0001

### Spanning tree enabled protocol ieee

Root ID Priority 32769

Address 000a.f40f.e7

Cost 19

Port 7 (FastEthernet0/7)

Home Time = 2 sec Max Age 20 sec Forward

Address	000a.f40f.e800				
Hello Time	2 sec	Max Age	20 sec	Forward Delay	15 sec
Aging Time	300				
Interface	Port ID	Designated		Port ID	
Name	Prio.Nbr	Cost Sts	Cost	Bridge ID	Prio.Nbr
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Fa0/1	128.1	19 FWD	19 32769 000a.f40f.e800	128.1	
Fa0/7	128.7	19 FWD	0 32769 000a.f40f.e7c0	128.7	
Fa0/8	128.8	19 BLK	0 32769 000a.f40f.e7c0	128.8	

(8) 在第二次画出的拓扑图上标出 Root Bridge，并在 S1、S2 上指明哪个端口是标志端口、非标志端口或根端口。

## 6.3 路由器的基本配置

### 6.3.1 路由器

#### 1. 路由器简介

早在 40 多年之前就已经出现了对路由技术的讨论，但是直到 20 世纪 80 年代路由技术才逐渐进入商业化的应用。路由技术之所以在问世之初没有被广泛使用，主要是因为 20 世纪 80 年代之前的网络结构都非常简单，路由技术没有用武之地。直到最近十几年，大规模的互联网络才逐渐流行起来，为路由技术的发展提供了良好的基础和平台。

所谓路由，就是指通过相互连接的网络把信息从源地点移动到目标地点的活动。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。

人们经常把路由和交换进行对比，主要是因为在普通用户看来两者所实现的功能是完全一样的。路由和交换之间的主要区别在于交换发生在 OSI 参考模型的第二层(数据链路层)，而路由发生在第三层(网络层)，这一区别决定了路由和交换在移动信息的过程中需要使用不同的控制信息，因此两者实现各自功能的方式是不同的。

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，转发策略称为路由选择(Routing)，这也是路由器名称 Router(转发者)的由来。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 的国际互联网络 Internet 的主体脉络，也可以说，路由器构成了 Internet 的骨架。路由器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连的质量。因此在园区网、地区网、乃至整个 Internet 研究领域中，路由器技术始终处于核心地位，其发展历程和方向，成为整个 Internet 研究的一个缩影。

#### 2. 路由器的作用

路由器可以用来连通不同的网络，并且能够选择信息传送的路径。选择通畅快捷的路径，能大大提高通信速度，减轻网络系统通信负荷，节约网络系统资源，提高网络系统畅

通率，从而让网络系统发挥出更大的效益。

从过滤网络流量的角度来看，路由器的作用与交换机、网桥非常相似。但是与工作在网络底层、从物理上划分网段的交换机不同，路由器使用专门的软件协议从逻辑上对整个网络进行划分。例如，一台支持IP协议的路由器可以把网络划分成多个子网络，只有网间的网络流量才可以通过路由器。对于每一个接收到的数据包，路由器都会重新计算其校验值，并写入新的物理地址。因此使用路由器转发和过滤数据的速度往往要比只查看数据包物理地址的交换机慢，但是对于那些结构复杂的网络，使用路由器可以提高网络的整体效率。路由器的另一个明显优势就是可以自动过滤网络广播。总体来说，在网络中添加路由器的整个安装过程要比安装即插即用的交换机复杂很多。

一般来说，异种网络互联或多个子网互联都应采用路由器来完成。路由器的主要工作就是为经过路由器的每个数据包寻找一条最佳传输路径，并将该数据有效地传送到目的站点。由此可见，选择最佳路径的策略(即路由算法)是路由器的关键所在。为了完成这项工作，在路由器中保存着各种传输路径的相关数据——路由表(Routing Table)，供路由选择时使用。路由表中保存着子网的标志信息、网上路由器的个数和下一个路由器的名字等内容。路由表可以由系统管理员固定设置，也可以由系统动态修改；可以由路由器自动调整，也可以由主机控制。

(1) 静态(Static)路由表。静态路由表由系统管理员预先设置固定的路由，一般是在系统安装时根据网络的配置情况来设置，它不会随未来网络结构的改变而有所变化。

(2) 动态(Dynamic)路由表。动态路由表由路由器根据网络系统的运行情况自动调整路由。路由器根据路由选择协议(Routing Protocol)提供的功能，自动学习和记忆网络运行情况，在需要时自动计算数据传输的最佳路径。

### 3. 路由器的构成

路由器的逻辑结构主要包括4个部分：输入端口、交换开关、输出端口和路由处理器。

输入端口是物理链路和输入包的进口处。端口通常由线卡提供，一块线卡一般支持4、8或16个端口。输入端口具有如下一些功能：

(1) 进行链路层数据的封装和解封。

(2) 在转发表中查找输入包的目的地址，从而决定目的端口，这种过程被称为路由查找。路由查找可以使用一般的硬件来实现，或者通过在每块线卡上嵌入一个微处理器来完成。

(3) 为了提供QoS(服务质量)，端口需要把收到的包分成几个预定义的服务级别。

交换开关可以使用多种不同的技术来实现，迄今为止，使用最多的交换开关技术是总线开关、交叉开关和共享存储器。最简单的开关使用一条总线来连接所有输入和输出端口，总线开关的缺点是其交换容量受限于总线的容量以及为共享总线仲裁所带来的额外开销。交叉开关通过开关提供多条数据通路，具有 $N \times N$ 个交叉点的交叉开关可以被认为具有 $2N$ 条总线。如果一个交叉闭合，则输入总线上的数据在输出总线上可用，否则不可用。交叉点的闭合与打开由调度器来控制，因此，调度器限制了交换开关的速度。在共享存储器路由器中，输入的包被存储在共享存储器中，所交换的仅是包的指针，从而提高了交换容量，但是开关的速度受限于存储器的存取速度。尽管存储器容量每18个月能够翻一番，但存储器的存取时间每年仅降低5%，这是共享存储器交换开关的一个固有限制。

在包被发送到输出链路之前，输出端口对包存储可以实现复杂的调度算法，从而能够支持优先级等要求。与输入端口一样，输出端口同样要能支持链路层数据的封装和解封，以及许多较高级协议。

路由处理器计算转发表实现路由协议，并运行对路由器进行配置和管理的软件。同时，它还处理那些目的地址不在线卡转发表中的包。

从硬件组成上来看，路由器由 CPU、内存和接口等部分组成。

### 1) CPU

路由器和 PC 机一样，有中央处理单元 CPU，CPU 是路由器的处理中心。对于不同的路由器，其 CPU 一般也不相同。

### 2) 内存

内存用来存储路由器的信息和数据，Cisco 路由器有以下几种内存组件：

(1) ROM(Read Only Memory): ROM 中存储路由器加电自检程序(Power-On Self-Test Program)、启动程序(Bootstrap Program)和部分或全部的 IOS。

(2) NVRAM(Nonvolatile Random Access Memory, 非易失 RAM): 用来存储路由器的启动配置(Startup-Config)文件。NVRAM 是可擦写的，可将路由器的配置信息拷贝到 NVRAM 中。

(3) Flash RAM(闪存): 可擦写也可编程，用于存储当前正在使用的完整的 IOS。可以通过替换其中的 IOS 文件实现对系统的升级。如果 Flash 容量足够大，则可以存放多个版本的 IOS。

(4) RAM(Random Access Memory): 与 PC 机上的随机存储器相似，提供临时信息的存储，同时保存当前的路由表和配置信息(Running-Config)。

### 3) 接口

路由器接口用来连接路由器和网络，分为局域网接口和广域网接口两种。对于不同型号的路由器，接口数目和类型也不尽一样。常见的接口主要有以下几种：

(1) 高速同步串口：可连接 DDN、帧中继(Frame Relay)、X.25 和 PSTN(模拟电话线路)。

(2) 同步/异步串口：可用软件将端口设置为同步工作方式。

(3) AUI 端口：即粗缆口，一般需要外接转换器(AUI-RJ 45)，连接 10 Base-T 以太网络。

(4) ISDN 端口：可以连接 ISDN 网络(2B+D)，也可用来把局域网接入因特网。

(5) AUX 端口：该端口为异步端口，主要用于远程配置，也可用于拨号备份，能够与 Modem 连接，支持硬件流控制(Hardware Flow Control)。

(6) console 端口：该端口为异步端口，主要连接终端或运行终端仿真程序的计算机，用来在本地配置路由器。该端口不支持硬件流控制。

## 4. 路由器的启动过程

路由器的启动过程可以用图 6.20 来表示，具体步骤如下：

(1) 加电之后，运行 ROM 中的加电自检程序(POST)，检查路由器的处理器、内存及接口等硬件设备。

(2) 执行路由器中的启动程序(Bootstrap)，搜索 Cisco 的 IOS。路由器中的 IOS 可从 ROM 中装入，或从 Flash RAM 中装入，也可从 TFTP 服务器装入。

(3) 装入 IOS 后，寻找配置文件。配置文件通常在 NVRAM 中，也可从 TFTP 服务器装入。

- (4) 装入配置文件后，其中的信息将激活有关接口、协议和网络参数。  
 (5) 如果找不到配置文件，路由器将进入配置模式。

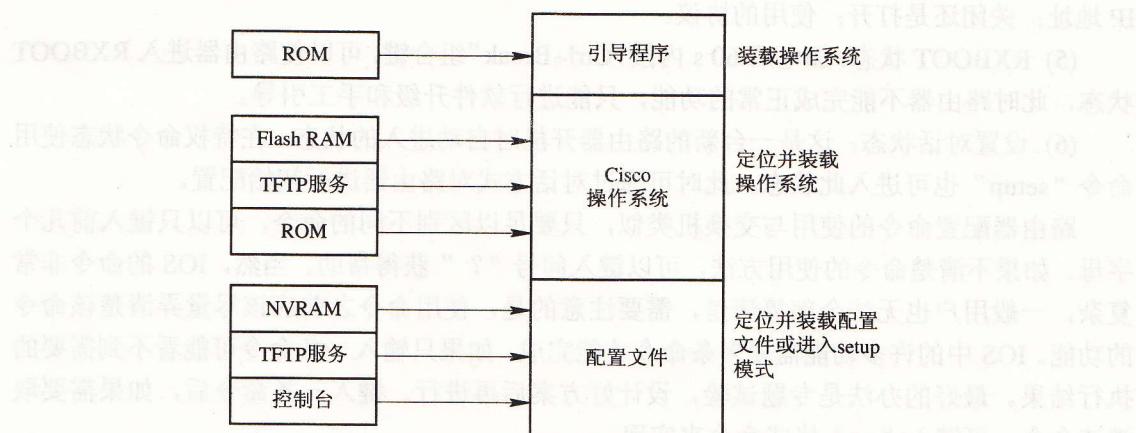


图 6.20 路由器的启动过程

## 5. 路由器的配置途径

可通过以下几种途径对路由器进行配置：

- (1) 控制台。将 PC 机的串口直接通过 Rollover 线与路由器控制台端口 `console` 相连，在 PC 机上运行超级终端程序与路由器进行通信，完成路由器的配置，也可将 PC 机与路由器辅助端口 `AUX` 直接相连，进行路由器的配置。
- (2) 虚拟终端(Telnet)。如果路由器已经具有一些基本配置，就可将运行 Telnet 程序的计算机作为路由器的虚拟终端与路由器进行通信，完成路由器的配置。
- (3) 网络管理工作站。路由器可通过运行网络管理软件的工作站进行配置，如 Cisco 的 CiscoWorks、HP 的 OpenView。

### 6.3.2 路由器的命令模式

与交换机的配置类似，路由器也有许多命令模式。

- (1) `router>`：路由器处于用户命令状态，此时用户可以查看路由器的连接状态，访问其他网络和主机，但不能查看和更改路由器的设置内容。
- (2) `router#`：在提示符“`router>`”下键入命令“`enable`”后，路由器进入特权命令状态(`router#`)，此时不但可以执行所有的用户命令，还可以查看和更改路由器的设置内容。在特权模式下键入命令“`exit`”，则退回到用户模式。在特权模式下仍然不能对路由器进行配置，必须键入命令“`configure terminal`”进入全局配置模式下才能实现配置。
- (3) `router(config)#`：在提示符“`router#`”下键入命令“`configure terminal`”，出现提示符“`router(config)#`”，此时路由器处于全局配置模式，可以对路由器的全局参数进行配置。
- (4) `router(config-if)#, router(config-line)#, router(config-router)#, ...`：路由器处于局部配置状态，此时可以配置路由器的局部参数，局部模式有许多种提示符，类似于“`Router(config-if)#`”。路由器上有许多接口，例如多个串行口，多个以太网口，对每一接口也有许多参数需要配置。这些配置无法用一条命令来解决，因此必须进入某一接口或部件

的局部配置模式，此时键入的命令只对当前接口有效，也只能键入该接口能够接受的命令。例如，可以对串行接口 1 的如下内容进行配置：同步还是异步；波特率；DCE 还是 DTE；IP 地址；关闭还是打开；使用的协议。

(5) RXBOOT 状态：加电后 60 s 内按“Ctrl+Break”组合键，可以使路由器进入 RXBOOT 状态，此时路由器不能完成正常的功能，只能进行软件升级和手工引导。

(6) 设置对话状态：这是一台新的路由器开机时自动进入的状态，在特权命令状态使用命令“setup”也可进入此状态，此时可通过对话方式对路由器进行初始配置。

路由器配置命令的使用与交换机类似，只要足以区别不同的命令，可以只键入前几个字母。如果不清楚命令的使用方法，可以键入问号“？”获得帮助。当然，IOS 的命令非常复杂，一般用户也无法全部搞清楚，需要注意的是，使用命令之前应该尽量弄清楚该命令的功能。IOS 中的许多功能需要多条命令才能完成，如果只输入一条命令可能看不到需要的执行结果。最好的办法是专题试验，设计好方案后再进行。键入一条命令后，如果需要取消该命令，可键入“no”格式命令来实现。

表 6-2、表 6-3 和表 6-4 分别列出了常用的网络命令、显示命令及模式转换命令。

表 6-2 网络命令

任务	命令
登录远程主机	telnet hostname/IP address
网络侦测	ping hostname/IP address
路由跟踪	trace hostname/IP address

表 6-3 显示命令

任务	命令
查看版本及引导信息	show version
查看运行设置	show running-config
查看开机设置	show startup-config
显示端口信息	show interface type slot/number
显示路由信息	show ip route

表 6-4 模式转换命令

任务	命令
进入特权命令状态	enable
退出特权命令状态	disable
进入设置对话状态	setup
进入全局设置状态	config terminal
退出全局设置状态	end
进入端口设置状态	interface type slot/number
进入子端口设置状态	interface type number. subinterface [point-to-point   multipoint]
进入线路设置状态	line type slot/number
进入路由设置状态	router protocol
退出局部设置状态	exit

### 6.3.3 实验 利用路由器连接两个子网

#### 1. 实验要求

- (1) 了解路由器的常用配置命令。
- (2) 学习路由器的基本连接和配置。
- (3) 能够利用路由器实现两个子网的通信。

#### 2. 实验设备

- (1) 计算机多台(多于 4 台)。
- (2) 路由器 1 台。
- (3) 交换机 2 台。
- (4) 直通双绞线若干。

#### 3. 实验过程和主要步骤

- (1) 根据图 6.21 所示的拓扑，连接好网络并使用 Console 线连接路由器和任意一台 PC 机，然后启动计算机和交换机。

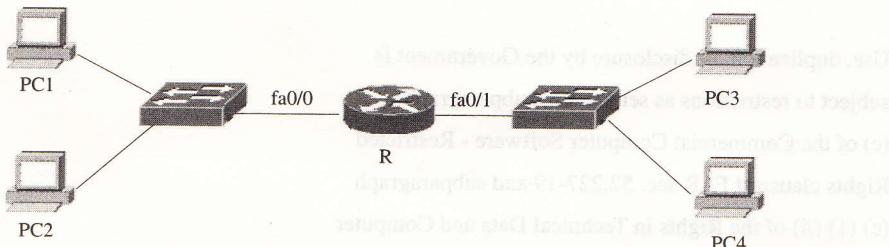


图 6.21 利用路由器连接两个子网

- (2) 按照表 6-5 所示的内容，设置 PC 机的网络属性。

表 6-5 PC 机网络属性

	IP 地址	子网掩码	默认网关
PC1	192.168.0.2	255.255.255.0	192.168.0.1
PC2	192.168.0.3	255.255.255.0	192.168.0.1
PC3	10.0.0.2	255.0.0.0	10.0.0.1
PC4	10.0.0.3	255.0.0.0	10.0.0.1

- (3) 参考 6.2.5 节介绍的方法，打开超级终端。

- (4) 启动路由器，在超级终端控制台显示如下信息，此时可以通过超级终端对路由器进行配置。

```
System Bootstrap, Version 11.1(20)AA2, EARLY DEPLOYMENT RELEASE SOFTWARE (fc1)
```

```
Copyright (c) 1999 by cisco Systems, Inc.
```

```
C3600 processor with 32768 Kbytes of main memory
```

```
Main memory is configured to 32 bit mode with parity disabled
```

program load complete, entry point: 0x80008000, size: 0x5b30cc

Self decompressing the image :

```
#####
#####
```

Smart Init is disabled. IOMEM set to: 25

Using iomem percentage: 25

#### Restricted Rights Legend

Use, duplication, or disclosure by the Government is subject to restrictions as set forth in subparagraph

(c) of the Commercial Computer Software - Restricted Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph

(c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer Software clause at DFARS sec. 252.227-7013.

cisco Systems, Inc.

170 West Tasman Drive

San Jose, California 95134-1706

Cisco Internetwork Operating System Software

IOS (tm) 3600 Software (C3620-I-M), Version 12.2(6h), RELEASE SOFTWARE (fc1)

Copyright (c) 1986-2002 by cisco Systems, Inc.

Compiled Mon 26-Aug-02 19:34 by kellythw

Image text-base: 0x600089A8, data-base: 0x60A62000

cisco 3620 (R4700) processor (revision 0x81) with 24576K/8192K bytes of memory.

Processor board ID 28946261

R4700 CPU at 80Mhz, Implementation 33, Rev 1.0

Bridging software.

X.25 software, Version 3.0.0.

```
2 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
DRAM configuration is 32 bits wide with parity disabled.
29K bytes of non-volatile configuration memory.
16384K bytes of processor board System flash (Read/Write)

--- System Configuration Dialog ---

Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no //是否进入初始化配置向导
Press RETURN to get started!

00:00:09: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
00:00:09: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
00:00:10: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to down
00:00:10: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to down
00:00:16: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to administratively down
00:00:16: %LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state to administratively down
00:00:16: %SYS-5-RESTART: System restarted --
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) 3600 Software (C3620-I-M), Version 12.2(6h), RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 1986-2002 by cisco Systems, Inc.
Compiled Mon 26-Aug-02 19:34 by kellythw
00:00:16: %SNMP-5-COLDSTART: SNMP agent on host Router is undergoing a cold start
Router>en //进入特权模式
Router#config t //从终端配置路由器
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fasteth0/0 //指定端口 fasteth0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0 //设置 IP 地址和子网掩码
Router(config-if)#no shut //激活端口
Router(config-if)#
00:01:13: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
00:01:14: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Router(config-if)^Z //退出
Router#
00:01:28: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#copy run star //保存设置
```

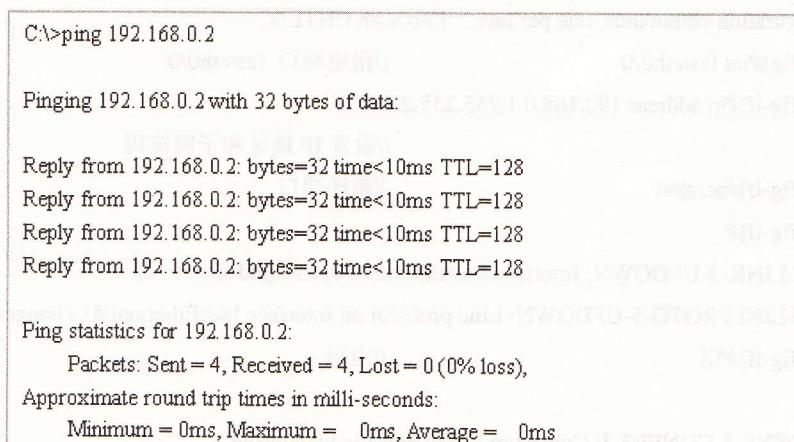
```

Destination filename [startup-config]? //保留默认文件名
Building configuration...
[OK]
Router#write memory //写入 NVRAM
Building configuration...
[OK]
Router#config t //开始进入另一端口的设置
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#int fasteth0/1
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#
00:03:07: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1, changed state to up
Router(config-if)#^Z
Router#
00:03:19: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#copy run star
Destination filename [startup-config]?
Building configuration...
[OK]
Router#write memory
Building configuration...
[OK]
Router#

```

(5) 连通性测试。如果在客户机 PC1 上测试网络的连通性，可以按如下步骤进行：

- ① 测试本机的 IP 地址，如图 6.22 所示。如果无法连通，仔细检查网卡是否松动或 IP 地址是否设置好。



```

C:\>ping 192.168.0.2

Pinging 192.168.0.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.2: bytes=32 time<10ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

```

图 6.22 测试本机的 IP 地址

② 测试子网 1 的网关 192.168.0.1，如图 6.23 所示。如果不能连通，仔细检查交换机的电源是否打开，网线是否合格、是否连接好，然后继续用 ping 命令测试。如果仍然无法连通，可能是路由器的配置不正确，需要重新配置。

```
C:\>ping 192.168.0.1

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<10ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<10ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=16ms TTL=255
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<10ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 16ms, Average = 4ms
```

图 6.23 测试子网 1 的网关

③ 测试子网 2 的网关 10.0.0.1，如图 6.24 所示。

```
C:\>ping 10.0.0.1

Pinging 10.0.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time<10ms TTL=255

Ping statistics for 10.0.0.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

图 6.24 测试子网 2 的网关

④ 测试主机 PC3 的 IP 地址，如图 6.25 所示。如果无法连通，仔细检查 PC3 的 IP 地址设置是否正确，网线是否合格。

```
C:\>ping 10.0.0.2

Pinging 10.0.0.2 with 32 bytes of data:

Reply from 10.0.0.2: bytes=32 time<10ms TTL=127

Ping statistics for 10.0.0.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
```

图 6.25 测试 PC3 的 IP 地址

经过以上几步测试，如果能够使得 PC1 与 PC3 连通，就说明成功配置了一个简单的带有路由功能的网络。

#### (6) 可以通过命令来查看路由器的配置或工作状态。

##### ① 查看配置情况：

```
Router# show startup-config
```

```
Using 429 out of 30712 bytes
```

```
!
```

```
version 12.2
```

```
service timestamps debug uptime
```

```
service timestamps log uptime
```

```
no service password-encryption
```

```
!
```

```
hostname Router
```

```
!
```

```
!
```

```
ip subnet-zero
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/0
```

```
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
```

```
duplex auto
```

```
speed auto
```

```
!
```

```
interface FastEthernet0/1
```

```
ip address 10.0.0.1 255.0.0.0
```

```
duplex auto
```

```
speed auto
```

```
!
```

```
ip classless
```

```
no ip http server
```

```
ip pim bidir-enable
```

```
!
```

```
!
```

```
line con 0
```

```
line aux 0
```

```

line vty 0 4
!
end
② 查看端口 0 的工作状态:
Router# show int f0/0
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up //显示端口是否激活、网络是否连通
    Hardware is AmdFE, address is 000a.b757.4361 (bia 000a.b757.4361)
    Internet address is 192.168.0.1/24
    MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
    Encapsulation ARPA, loopback not set
    Keepalive set (10 sec)
    Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
    ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
    Last input 00:00:02, output 00:00:00, output hang never
    Last clearing of "show interface" counters never
    Queueing strategy: fifo
    Output queue 0/40, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops
    5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
        1087 packets input, 131848 bytes
        Received 587 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
        0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
        0 watchdog
        0 input packets with dribble condition detected
        1543 packets output, 137116 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 查看端口 1 的工作状态:
Router# show int f0/1
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up
    Hardware is AmdFE, address is 000a.b757.4362 (bia 000a.b757.4362)
    Internet address is 10.0.0.1/8
    MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec, reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
    Encapsulation ARPA, loopback not set
    Keepalive set (10 sec)
    Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
    ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00

```

```
Last input 00:00:00, output 00:00:00, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Queueing strategy: fifo
Output queue 0/40, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    884 packets input, 115249 bytes
    Received 491 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
    0 watchdog
    0 input packets with dribble condition detected
    1450 packets output, 130028 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
```

## 6.4 TFTP 服务器及网络设备的维护

### 6.4.1 TFTP 介绍

TFTP 即简单文件传输协议(Trivial File Transfer Protocol)，是一个简单且易于实现的文件传输协议。TFTP 使用客户服务器方式进行通信，但使用的是 UDP 数据报，因此 TFTP 需要有自己的差错控制措施。在 TFTP 中采用类似于停止等待协议的工作方式，在发送数据后要等待对方的确认，如果在规定的时间内未收到对方的确认返回信息，则重发数据 PDU，发送确认 PDU 的一方在规定时间收不到下一个数据 PDU，也要重发确认 PDU，这样能保证双方的文件正确传输。

TFTP 可用于 UDP 环境，而且代码较少。这对于一些特殊用途的设备是非常重要的。这些设备没有永久存储介质，但是在只读存储器中固化有 TFTP、UDP 和 IP 的代码。这样就可以通过这些代码，在需要的时候通过 TFTP 向网络上广播一个 TFTP 请求，网络上的 TFTP 服务器发出响应，从而在双方之间实现文件的传输。因此，在一些常用的网络设备，如交换机、路由器中都固化有 TFTP 的代码，支持通过 TFTP 与网络中的 TFTP 服务器进行文件传输。

因此，在利用 TFTP 进行网络设备的维护时，可以在网络上安装 TFTP 服务器，利用网络设备中使用的 TFTP 命令来实现。在 Cisco IOS 中，可以通过 copy 命令实现。

copy 命令的格式如下：

copy <源位置> <目的位置>

该命令的功能是将某个源位置的文件复制到目的位置。这些位置可以是 Flash、DRAM、NVRAM 和 TFTP 服务器。

### 6.4.2 实验 Cisco IOS 的备份和升级

#### 1. 实验要求

- (1) 熟悉路由器 copy 命令。
- (2) 通过 TFTP 服务器实现 IOS 的备份及升级。

#### 2. 实验设备

- (1) 计算机 1 台。
- (2) 交换机 1 台。
- (3) 路由器 1 台。
- (4) 带水晶头的双绞线若干。

#### 3. 实验过程和主要步骤

- (1) 按照图 6.26 所示连接网络。
- (2) 启动超级终端，配置路由器和计算机。

路由器的 f0/0 配置如下：

```
Router#config t
```

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

```
Router(config)#int f0/0
```

```
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
```

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

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

主机的 TCP/IP 协议配置如图 6.27 所示。

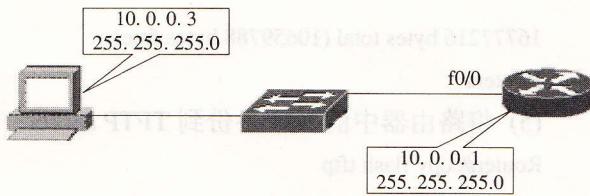


图 6.26 TFTP 实验连接图

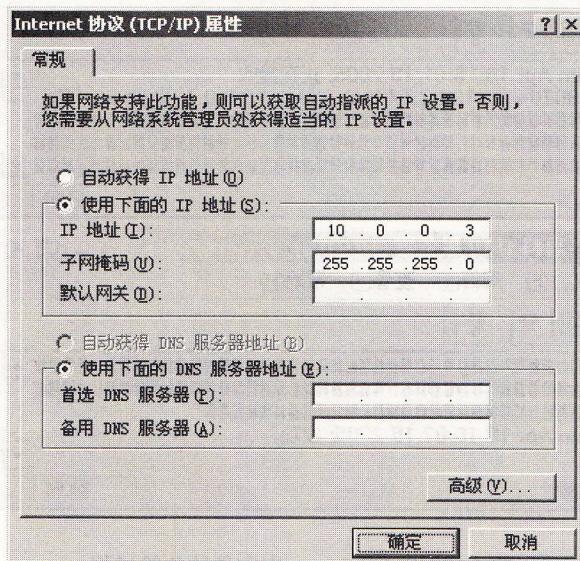


图 6.27 TCP/IP 协议配置图

- 用 ping 命令测试，双方能相互连通。  
(3) 安装并启动 TFTP Server，如图 6.28 所示。  
(4) 用 dir 或 show 命令查看 Flash 中的 IOS 镜像文件：

```
Router#dir flash:
```

```
Directory of flash:/
```

```
1 -rw- 6117364 <no date> c3620-i-mz.122-2.T4.bin
```

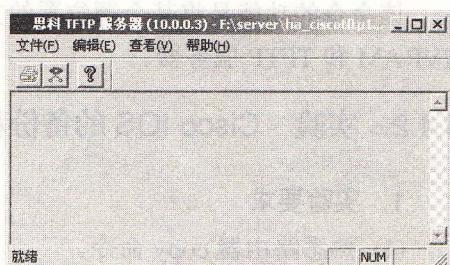


图 6.28 启动 TFTP server

```
16777216 bytes total (10659788 bytes free)
```

```
Router#
```

- (5) 将路由器中的 IOS 备份到 TFTP server：

```
Router#copy flash tftp
```

```
Source filename []? c3620-i-mz.122-2.T4.bin
```

```
Address or name of remote host []? 10.0.0.3
```

```
Destination filename [c3620-i-mz.122-2.T4.bin]?
```

```
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!  
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!  
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
```

```
6117364 bytes copied in 56.288 secs (109238 bytes/sec)
```

```
Router#
```

在 TFTP 的操作界面中，可以观察到文件的传输过程，如图 6.29 所示。

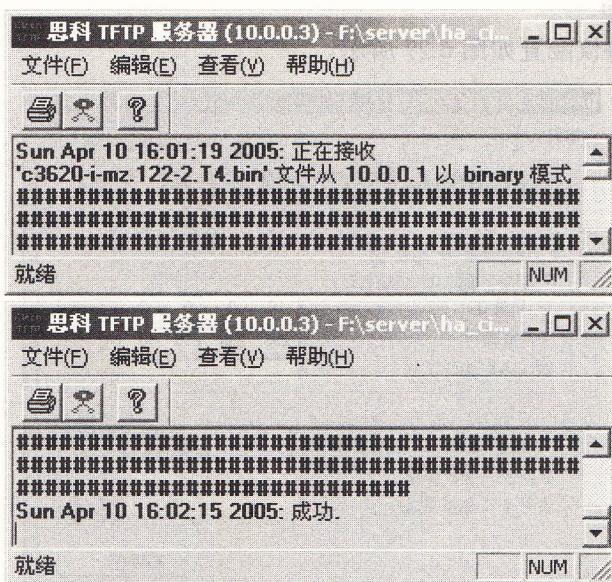


图 6.29 TFTP Server 中文件的传输过程

在主机中的相关文件夹中可以看到备份的文件，如图 6.30 所示。

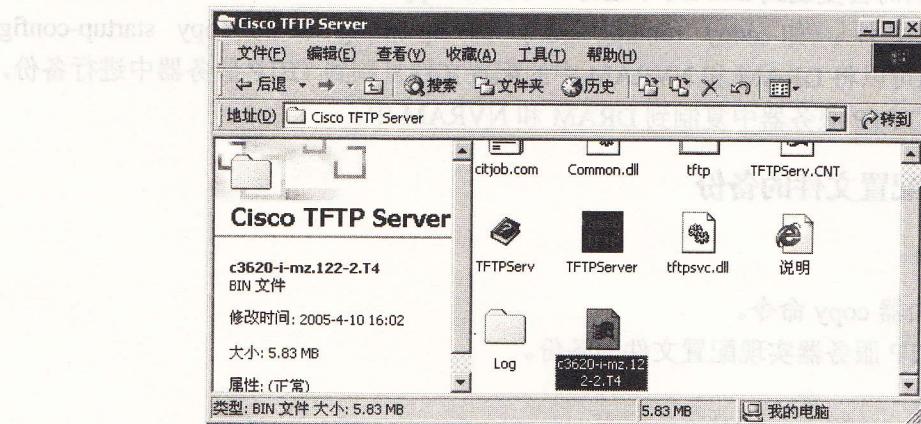


图 6.30 IOS 备份文件的存放

(6) 将 TFTP Server 中的 IOS 备份文件 copy 到 Flash 中。在恢复或升级 IOS 时可以使用 copy 命令。命令如下：

```
Router#copy tftp flash
Address or name of remote host [10.0.0.3]?
Source filename [c3620-i-mz.122-2.T4.bin]?
Destination filename [c3620-i-mz.122-2.T4.bin]?
Accessing tftp://10.0.0.3/c3620-i-mz.122-2.T4.bin...
Loading c3620-i-mz.122-2.T4.bin from 10.0.0.3 (via FastEthernet0/0): !!!!  
Erase flash: before copying? [confirm]  
Erase flash: before copying? [confirm]  
Erasing device... eeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeeee  
...erased  
Erase of flash: complete  
Loading c3620-i-mz.122-2.T4.bin from 10.0.0.3 (via FastEthernet0/0): !!!!!!!  
!!!!!!!!!!!!!!  
!!!!!!!!!!!!!!  
[OK - 6117364/12233728 bytes]  
Verifying checksum... OK (0x7236)  
6117364 bytes copied in 62.236 secs (98667 bytes/sec)
Router#
```

### 6.4.3 配置文件的备份

对于配置文件，running-config 表示存放在 DRAM 中的配置，所有键入的配置命令存放在 DRAM 中，掉电或重启后就会丢失。Startup-config 表示存放在 NVRAM 中的配置，掉电

后不会丢失，重启时会复制到 DRAM 中运行。可以用 copy 命令在 DRAM 和 NVRAM 之间相互复制配置文件，如 copy running-config startup-config 以及 copy startup-config running-config。也可以将 DRAM 和 NVRAM 中的配置文件复制到 TFTP 服务器中进行备份，在需要时，再从 TFTP 服务器中复制到 DRAM 和 NVRAM 中。

#### 6.4.4 实验 配置文件的备份

## 1. 实验要求

- (1) 熟悉路由器 copy 命令。
  - (2) 通过 TFTP 服务器实现配置文件的备份。

## 2. 实验设备

- (1) 计算机 1 台。
  - (2) 交换机 1 台。
  - (3) 路由器 1 台。
  - (4) 带水晶头的双绞线若干。

### 3. 实验过程和主要步骤

- (1) 按照图 6.26 所示连接并配置网络。
  - (2) 查看 NVRAM 中的内容:

Router#dir nvram:

## Directory of nvram:/

28	-rw-	552	<no date>	startup-config
29	----	5	<no date>	private-config
1	-rw-	0	<no date>	ifIndex-table

30712 bytes total (29079 bytes free)

Router#

(3) 将 startup-config 文件复制到 TFTP 服务器:

Router#copy startup-config tftp

Address or name of remote host []? 10.0.0.3

Destination filename [router-config]?

11

552 bytes copied in 0.64 secs

Router#

在 TFTP 服务器操作界面中可以看见文件的传输过程。

#### (4) 删除 NVRAM 中的配置文件:

Router#erase startup-config

Erasing the nvram filesystem will remove all files! Continue? [confirm]

[OK]

```
Erase of nvram: complete
Router#show startup-config
%% Non-volatile configuration memory is not present
Router#dir nvram:
Directory of nvram:/  

28 -rw-          0      <no date>  startup-config
29 ----         0      <no date>  private-config
1  -rw-          0      <no date>  ifIndex-table
30712 bytes total (29636 bytes free)
Router#
(5) 从 TFTP 服务器复制 startup-config 配置文件到 NVRAM:
Router#copy tftp startup-config
Address or name of remote host [10.0.0.3]?
Source filename [router-config]? router-config
Destination filename [startup-config]?
Accessing tftp://10.0.0.3/router-config...
Loading router-config from 10.0.0.3 (via FastEthernet0/0): !
[OK - 552/1024 bytes]
[OK]
552 bytes copied in 27.800 secs (20 bytes/sec)
在 TFTP 服务器中可以看到相关操作, 如图 6.31 所示。
```

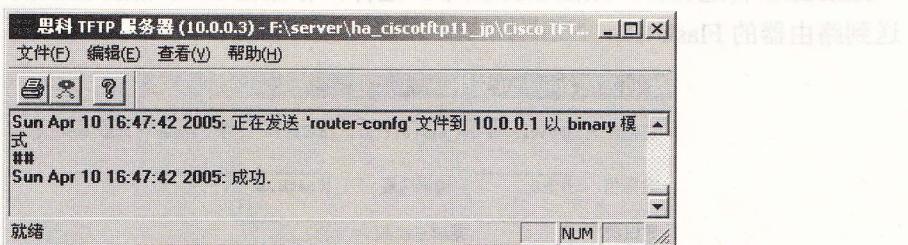


图 6.31 TFTP server 向 Flash 传送配置文件

另外，也可以通过 dir nvram: 及 show startup-config 观察配置文件的变化。

#### 6.4.5 实验 IOS 文件的恢复

## 1. 实验要求

- (1) 掌握 IOS 文件的恢复。
  - (2) 掌握 Xmodem 的使用

### 3 实验设备

- (1) 计算机 1 台

- (2) 交换机 1 台。
- (3) 路由器 2 台。
- (4) 带水晶头的双绞线若干。

### 3. 实验过程和主要步骤

在网络设备的配置和操作过程中，有可能会出现误操作，如：

Router#del flash:

```
Delete filename []? c3620-i-mz.122-2.T4.bin
```

```
Delete flash:c3620-i-mz.122-2.T4.bin? [confirm]
```

这样的操作将删除掉 Flash 中的 IOS 文件，在重新启动设备后，将不能正常进入到配置状态，而进入监控状态，因此，需要将 IOS 文件装入到 Flash 中。

(1) 找到一个相同的路由器，用上述 6.4.2 节所讲的实验方法将 IOS 文件复制到 TFTP 服务器，或者登录相关站点下载相应路由器的 IOS 文件。

(2) 启动超级终端，启动路由器，进入监控状态：

```
rommon 1 >
```

(3) 启动 xmodem 进行文件传输：

```
rommon 1 > xmodem -r
```

```
Do not start the sending program yet...
```

Invoke this application only for disaster recovery.

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

Ready to receive file ...

在超级终端上的“传送”菜单上选择“发送文件”，找到文件所在位置及文件，选择“Xmodem”传送文件，如图 6.32 所示。这样，存储在 TFTP 服务器上的 IOS 文件就可以传送到路由器的 Flash 中。

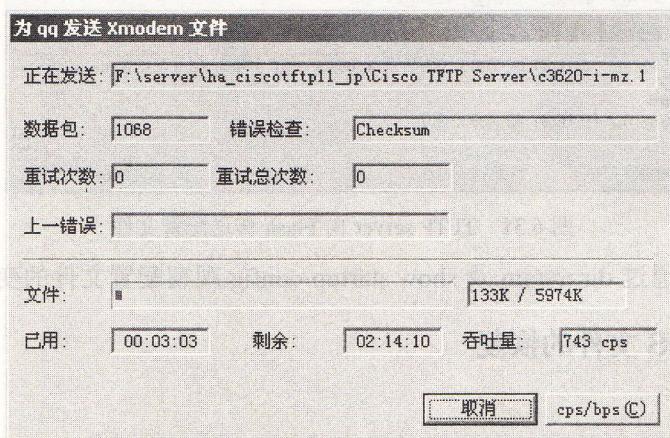


图 6.32 在超级终端用 xmodem 向路由器传送 IOS 文件

注：在本例的操作中，路由器 console 端口的速率是默认的 9600 b/s，计算机的串口速率也选择的是 9600 b/s，传输速度较慢。也可以在进入监控模式时，输入 confreg 命令，将 console

端口的默认速率修改为 115 200 b/s，同时将计算机端口速率的配置修改为 115 200 b/s，修改超级终端的传输速率为 115 200 b/s，这样可以加快传输速度。命令如下：

```
rommon 1 > confreg
Configuration Summary
enabled are:
load rom after netboot fails
ignore system config info
console baud: 9600
boot: image specified by the boot system commands
or default to: cisco2-C3600

do you wish to change the configuration? y/n [n]: y
enable "diagnostic mode"? y/n [n]: n
enable "use net in IP bcast address"? y/n [n]: n
disable "load rom after netboot fails"? y/n [n]: n
enable "use all zero broadcast"? y/n [n]: n
enable "break/abort has effect"? y/n [n]: n
disable "ignore system config info"? y/n [n]: n
change console baud rate? y/n [n]: y
enter rate: 0 = 9600, 1 = 4800, 2 = 1200, 3 = 2400
4 = 19200, 5 = 38400, 6 = 57600, 7 = 115200 [0]: 7
change the boot characteristics? y/n [n]: n
```

```
Configuration Summary
enabled are:
load rom after netboot fails
ignore system config info
console baud: 115200
boot: image specified by the boot system commands
or default to: cisco2-C3600
```

do you wish to change the configuration? y/n [n]: n

You must reset or power cycle for new config to take effect

rommon 2 >reset

(4) 传输结束，重新启动路由器，进入正常配置状态。

Download Complete!

program load complete, entry point: 0x80008000, size: 0x5d56d8

Self decompressing the image : #####  
#####  
#####  
#####  
#####  
##### [OK]