

任务 6 认识路由器

路由器（Router）又叫选径器，是一种多端口设备。各种端口是用来连接各种各样网络的。根据每个端口连接网络的不同，需要用不同的协议来驱动不同端口。如以太网口需要以太网协议驱动，以太网口的以太网协议是默认的。广域网口需要相应的广域网协议驱动，由于广域网协议众多，需要配置相应的协议，默认为 HDLC 协议。正是由于路由器支持不同的网络协议，所以能够实现不同协议网络的互联。

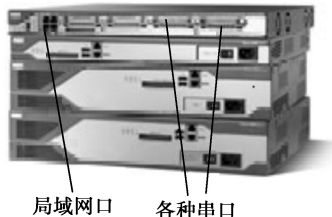


图 6.1 路由器

典型的路由器像计算机一样带有自己的处理器、内存、电源和为各种不同类型的网络连接而准备的输入/输出插座。如图 6.1 所示是一组路由器的示意图。

Cisco 路由器的操作系统叫作互联网操作系统（Internetwork Operating System）或 IOS。

Cisco 路由器主要有以下几种存储器。

ROM: 只读存储器，包含路由器正在使用 IOS 的一份副本。

RAM: 随机访问存储器，主要用来存储运行中的路由器配置和与路由协议有关的 IOS 数据结构。

FLASH: 闪存，用来存储 IOS 软件映像文件。闪存是可擦除内存，能够用 IOS 的新版本覆盖，IOS 升级就是对闪存中的 IOS 映像文件进行更换。

NVRAM: 非易失性随机访问存储器，用来存储系统的配置文件。

配置寄存器: 路由器的配置寄存器起着类似于开关的作用，在有多个 IOS 映像可供引导时，决定路由器启动引导哪一个映像，决定是否引导启动配置文件。

配置寄存器的值是一个 16 位的二进制数，出厂时的值为 0X2102，其中 0X 是填充值，表示其后是十六进制数。表 6.1 显示了 16 位配置寄存器在出厂时默认的各位二进制值。

表 6.1 寄存器默认值

													启动区				十六进制
寄存器位编号	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
每位的值	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0X2102

一般情况下，网络管理员比较关心寄存器的 0~7 位，其中，0~3 位的值决定启动时加

载哪个 IOS，4~7 位决定是否加载启动配置文件。

0~3 位为 0000，启动时会进入 ROM 监控模式；为 0001，则会从 ROM 中引导 IOS；为 0010~1111，则由 NVRAM 中的启动配置文件所包含的系统引导命令来决定，系统引导命令中会指定引导哪个闪存中的哪个 IOS 文件。如果没有配置系统引导命令，则从默认的闪存中引导默认的 IOS。如果 FLASH 中 IOS 被损坏或删除，则试图从网络上的 TFTP 服务器里引导 IOS。如果从网络上的 TFTP 服务器引导 IOS 仍然失败，就进入 ROM 监控模式。

4~7 位为 0000，开机时需要用启动配置文件初始化；为 0100，启动时不需要用启动配置文件初始化。这对网络管理员密码遗忘后重新设置密码提供了方便。

路由器的主要功能就是进行路径选择和数据转发。路由器在转发数据时需要查找路由器内部维护的路由表，根据数据携带的目标网络 IP 地址找到路由表里相应的表项，把数据转发到相应的路由器端口。

路由表里的路由可以由网络管理者手工配置的静态路由，也可以是由动态路由协议自动产生的，当动态路由和静态路由发生冲突时，静态路由具有最高优先级。

路由器端口可以连接不同传输速率、运行在不同环境下的局域网和广域网。路由器是依赖于协议的，在使用某种协议转发数据之前，必须被设计或者配置成能识别该协议。路由器连接局域网的端口必须支持局域网协议，连接 X.25 广域网的端口必须配置 X.25 协议，连接帧中继网的端口必须配置帧中继协议。不管进出路由器各端口数据链路层协议是什么，路由器内部处理的是网络层上统一的 IP 数据分组。

6.1 了解路由器的工作原理

当 IP 子网中的一台主机发送 IP 分组给同一 IP 子网的另一台主机时，将直接把 IP 分组送到网络上，对方就能收到。而要送给不同 IP 子网上的主机时，要选择一个能到达目的子网上的路由器，把 IP 分组发送给该路由器，由路由器负责把 IP 分组发送到目的地。如果没有找到这样的路由器，主机就把 IP 分组发送给一个称为“默认网关”（Default Gateway）的路由器上，路由器被称为网关是有其历史原因的。“默认网关”是每台主机上的一个配置参数，它通常是指接在同一个网络上的某个路由器端口的 IP 地址。假设网络 192.168.1.0 的默认网关是 192.168.1.1，如图 6.2 所示的就是这个网络里第 111 号主机上的默认网关配置。

路由器转发 IP 分组时，只根据 IP 分组目的 IP 地址的网络号部分，查找路由表，选择合适的端口，把 IP 分组发送出去。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来传送分组。路由器也有默认网关，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联起来的，Internet 就是成千上万个 IP 子网通过路由器互联起来的国际性网络。这种网络称为以路由器为基础的网络（Router Based Network），

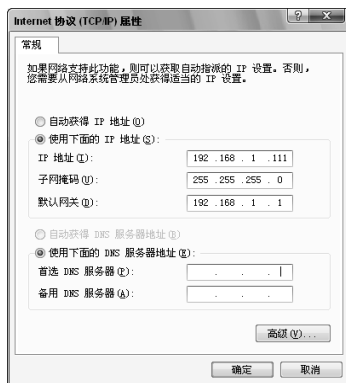


图 6.2 计算机默认网关设置

形成了以路由器为节点的“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. 了解路由器接口的 IP 地址分配方法

路由器连接几个网络就需要有几个端口，每个端口都需要分配一个该端口所连接网络的 IP 地址。

例如，路由器 R1 连接着三个 C 类网络 192.168.1.0、192.168.2.0 和 192.168.3.0，需要三个接口，路由器 R2 连接着两个 C 类网络 192.168.2.0 和 192.168.3.0，需要两个接口。路由器的每个接口都分配了一个所在网络的 IP 地址。

多个网络通过路由器连接以及路由器各个接口分配不同网络内 IP 地址的情况如图 6.3 所示。

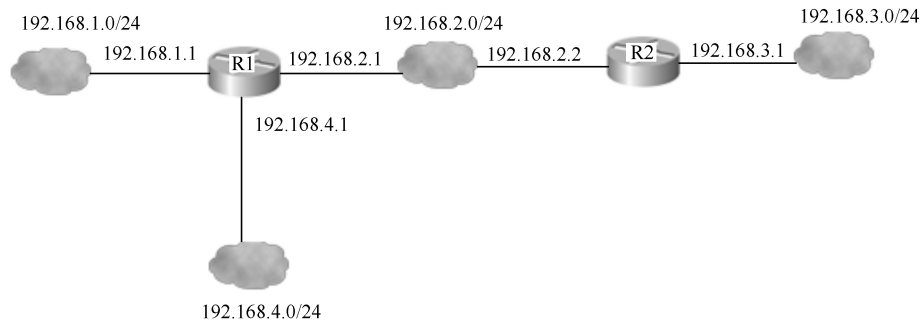


图 6.3 通过两台路由器互联的 4 个网络

2. 认识路由表

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

还以如图 6.3 所示的互联网络拓扑为例来看 R1 和 R2 的路由表。如表 6.2 所示为 R1 的路由表，如表 6.3 所示为 R2 的路由表。

表 6.2 R1 的路由表

子网掩码	目标网络	下一路由器
255.255.255.0	192.168.1.0	直接交付
255.255.255.0	192.168.2.0	直接交付
255.255.255.0	192.168.3.0	192.168.2.2
255.255.255.0	192.168.4.0	直接交付

表 6.3 R2 的路由表

子网掩码	目标网络	下一路由器
255.255.255.0	192.168.1.0	192.168.2.1
255.255.255.0	192.168.2.0	直接交付
255.255.255.0	192.168.3.0	直接交付
255.255.255.0	192.168.4.0	192.168.2.1

当路由器 R1 收到一个去往目的地址为 192.168.2.3 的数据包时，会根据这个地址的子网掩码 255.255.255.0 判断出这个 IP 地址所在的网络为 192.168.2.0，然后查找路由表，直接交付

给该网络；如果 R1 收到的是一个目的地址为 192.168.3.5 数据包，会根据子网掩码知道是去往网络 192.168.3.0 的数据包，然后在路由表里查看有没有目的地址为 192.168.3.0 的表项，如果有就转发，如果没有就丢弃。很显然，R1 查到了 192.168.3.0，是通过 R2 到达的，而 R2 的入口地址是 192.168.2.2。R1 会将数据包交给 R2 去处理。

3. 认识计算机中的路由表

不仅仅路由器有路由表，如果一个子网内的某台计算机需要和其他子网的计算机通信，这台计算机也需要有路由表。如果只是和自己子网内的计算机通信，可以直接交付，不需要路由表。计算机向其他子网发送数据时，会发往默认网关路由器，所以一定要在计算机上指明默认网关的地址。默认网关地址就是数据发往目标网络的路径上的第一个路由器入口地址。

如图 6.3 所示，如果有 IP 地址为 192.168.1.5 的计算机，那么它的默认网关应该设置为 192.168.1.1。默认网关地址要和主机 IP 地址在同一网段。

6.2 区分路由选择协议与路由转发协议

路由动作包括两项基本内容：寻径和转发。寻径即选定到达目的地的最佳路由，路由选择的质量关键在于路由选择算法。路由选择协议根据不同的路由选择算法产生的路由表信息，来决定最佳的路径。

路由选择算法有很多种，一般分为静态路由选择算法和动态路由选择算法两大类。

静态路由选择算法是指采用某种路由选择算法预先计算出每个路由器的路由表，在路由器加电启动时加载到路由器中。在路由器工作过程中，路由表内容保持不变。如果网络拓扑结构或其他网络参数发生变化，则需要重新预先计算出各个路由器的路由表，并重新加载到路由器中。这种路由选择算法也称固定路由选择算法。在静态路由选择算法中，有最短路径 SP（Shortest Path）和基于流量的路由选择 FR（Flow-based Routing）等。

动态路由选择算法根据网络变化情况动态地产生路由表。网络的拓扑结构和通信量是动态变化的，如路由器的加入或退出，网络发生拥挤或阻塞等。如果路由器能够及时获得这些网络动态变化情况，并以此作为路由选择的依据，则会有助于路由器优化路由选择。动态路由选择算法就是采用这一机理进行路由选择的，也称自适应路由选择算法。在动态路由选择算法中，最常用的有距离矢量路由选择和链路状态路由选择两种算法。

转发即沿最佳路径传送信息分组。路由器首先在路由表中查找，判明是否知道将分组发送到下一个站点（路由器或主机），如果路由器不知道如何发送分组，通常将该分组丢弃；否则就根据路由表的相应表项将分组发送到下一个站点，如果目的网络直接与路由器相连，路由器就把分组直接发送到相应的端口上。这就是路由转发协议（Routed Protocol）。

路由转发协议和路由选择协议是相互配合又相互独立的概念，前者使用后者维护的路由表，同时后者要利用前者提供的功能来发布路由协议数据分组。一般说的路由协议，都是指路由选择协议。

1. 区分静态路由和动态路由的不同应用场合

典型的路由选择方式有两种：静态路由和动态路由。

在一个路由器中，可同时配置静态路由和一种或多种动态路由。它们各自维护的路由表都提供转发程序，但这些路由表的表项间可能会发生冲突。这种冲突可通过配置各路由表的优先级来解决。通常静态路由具有默认的最高优先级，当其他路由表表项与其矛盾时，均按

静态路由转发。

静态路由是在路由器中设置的固定路由表。除非网络管理员干预，否则静态路由不会发生变化。由于静态路由不能对网络的改变做出反应，一般用于网络规模不大、拓扑结构固定的网络中。静态路由的优点是简单、高效、可靠。

动态路由是网络中的路由器之间相互通信，传递路由信息，利用收到的路由信息更新路由器表的过程。它能实时地适应网络结构的变化。如果网络发生了变化，路由选择软件就会根据路由更新信息重新计算路由，并发出新的路由更新信息。这些信息通过网络，传给其他路由器，待重新启动其路由算法，并更新各自的路由表从而动态地反映网络拓扑变化。动态路由适用于网络规模大、网络拓扑复杂的网络。当然，各种动态路由协议会不同程度地占用网络带宽和 CPU 资源。

静态路由和动态路由有各自的特点和适用范围，因此在网络中动态路由通常作为静态路由的补充。当一个分组在路由器中进行寻径时，路由器首先查找静态路由，如果查到则根据相应的静态路由转发分组；否则再查找动态路由。

2. 区分不同动态路由协议的应用场合

根据是否在一个自治域内部使用，动态路由协议分为内部网关协议（IGP）和外部网关协议（EGP）。这里的自治域指一个具有统一管理机构、统一路由策略的网络。自治域内部采用的路由选择协议称为内部网关协议，常用的有 RIP、OSPF 等；外部网关协议主要用于多个自治域之间的路由选择，常用的是 BGP 和 BGP4。下面分别进行简要介绍。

（1）RIP 路由协议。

RIP 协议最初是为 Xerox 网络系统的 Xerox PARC 通用协议而设计的，采用距离向量算法，即路由器根据距离选择路由，所以也称为距离向量协议。路由器收集所有可到达目的地的不同路径，并且保存有关到达每个目的地的最少站点数的路径信息，除到达目的地的最佳路径外，任何其他信息均予以丢弃。同时路由器也把所收集的路由信息用 RIP 协议通知相邻的其他路由器。这样，正确的路由信息逐渐扩散到了全网。

RIP 协议使用非常广泛，它简单、可靠，便于配置。但是 RIP 协议只适用于小型的网络，因为其允许数据经过的最大站点数为 15，任何超过 15 个站点的目的地均被标记为不可达。RIP 协议每隔 30 秒需要广播一次路由信息更新，这是造成网络的广播风暴的重要原因之一。

（2）OSPF 路由协议。

20 世纪 80 年代中期，RIP 协议已不能适应大规模异构网络的互联，OSPF 协议随之产生。它是网间工程任务组织（IETF）的内部网关协议工作组为 IP 网络开发的一种路由协议。OSPF 协议是一种基于链路状态的路由协议，需要每个路由器向其同一管理域的所有其他路由器发送链路状态广播信息。在 OSPF 协议的链路状态广播中包括所有接口信息、所有的量度和和其他一些变量。利用 OSPF 的路由器必须先收集有关的链路状态信息，并根据一定的算法计算出到每个节点的最短路径。而基于距离向量的路由协议仅向其邻接路由器发送有关路由更新信息。

与 RIP 协议不同，OSPF 协议将一个自治域再划分为区，相应地即有两种类型的路由选择方式：当源和目的地在同一区时，采用区内路由选择；当源和目的地在不同区时，则采用区间路由选择。这就大大减少了网络开销，并增加了网络的稳定性。当一个区内的路由器出故障时并不影响自治域内其他区路由器的正常工作，这也给网络的管理、维护带来了方便。

(3) BGP 和 BGP4 路由协议。

BGP 协议是为 TCP/IP 互联网设计的外部网关协议，用于多个自治域之间。它既不是基于纯粹的链路状态算法，也不是基于纯粹的距离向量算法。它的主要功能是与其他自治域的 BGP 协议交换网络可达信息。各个自治域可以运行不同的内部网关协议。BGP 协议更新信息包括网络号、自治域路径的成对信息。自治域路径包括到达某个特定网络须经过的自治域串，这些更新信息通过 TCP 传送出去，以保证传输的可靠性。

为了满足 Internet 日益扩大的需要，BGP 协议还在不断地发展。在最新的 BGP4 协议中，还可以将相似路由合并为一条路由。

6.3 了解路由器选择原则

路由器的价钱从几百元到上百万元人民币不等，企业该如何选择路由器呢？这实质是路由器的分类问题。弄清楚路由器的分类是正确选择合适产品的基础。以市场占有率很高的 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. 了解路由器的分类

Cisco 路由器的产品线很长，如图 6.4 所示是 Cisco 全线路由器产品的分类。

- | | |
|------------------|-------------------|
| » 中小企业路由器 | » 数据中心互联平台 |
| » 云连接器（US） | » 服务供应商基础架构软件（US） |
| » 分支机构路由器 | » 服务供应商核心路由器 |
| » 工业路由器 | » 服务供应商边缘路由器 |
| » 广域网聚合与互联网边缘路由器 | » 移动互联路由器 |
| » 应用优化 | » 虚拟路由器 |

图 6.4 Cisco 全线路由器产品的分类

用户可以根据具体应用从相应的分类产品中进行选择，每个分类中又有很多具体的产品可供选择。

2. 了解路由器的选购原则

对于用户来讲，应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，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。另外需要考虑的包括设备是否标准化、可管理能力如何、系统容错冗余怎样及安全性如何。

核心路由器在网络中起核心作用，选择核心路由器时更要注重可靠性，可靠性也包括多个方面，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”，

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，也就无须花“高价”买“高档品”。但是对于一些分支机构要实现传输语音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。

6.4 了解 Cisco 路由器基本配置方法和配置命令

路由器在使用前需要进行配置，各厂商的路由器基本配置方法不完全相同，但大同小异。Cisco 路由器被广泛应用于各行各业，配置方法和交换机基本类似。这里将从基础配置入手，简单介绍一下 Cisco 路由器的配置方法。

路由器的配置主要是局域网口、广域网口的配置和路由表的配置，各个接口的配置需要配置网络层的 IP 地址和数据链路层的协议、通信连接参数等。这里只介绍一些基本的配置方法，详细的配置介绍会在具体的应用中介绍。

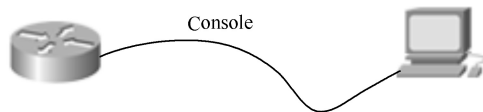


图 6.5 路由器基本配置连接

用路由器厂商提供的 Console 电缆连接路由器的控制口（Console 口）和一台计算机的 COM1 或 COM2 口，如图 6.5 所示。

单击计算机的“开始”→“程序”→“附件”→“通信”→“超级终端”按钮，然后按要求输入相应内容，直到出现“连接描述”对话框，输入连接名称（如 my）→单击“确定”按钮→出现“连接到”对话框→选 COM1（如果使用 COM1 口连接的话）→单击“确定”按钮→出现“COM1 属性”对话框→单击“还原为默认值”选项→单击“确定”按钮→出现超级终端窗口。此时 COM1 口的属性被设置为 9600、8、无、1、无。路由器的本地配置连接和参数设置和配置交换机时一样。

在超级终端窗口中按回车键，路由器启动后超级终端上会出现一串信息，用户可以从了解操作系统版本、设备名称、内存大小等信息。

```
System Bootstrap, Version 12.1(3r)T2, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 2000 by cisco Systems, Inc.
cisco 2620 (MPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of
memory

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

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) C2600 Software (C2600-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5)
Technical Support: <http://www.cisco.com/techsupport>
Copyright (c) 1986-2005 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by miwang

cisco 2620 (MPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory.

Processor board ID JAD05190MTZ (4292891495)

M860 processor: part number 0, mask 49

Bridging software.

X.25 software, Version 3.0.0.

1 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)

32K bytes of non-volatile configuration memory.

16384K bytes of processor board System flash (Read/Write)

--- System Configuration Dialog ---

Continue with configuration dialog? [yes/no]:

提示用户是采用对话方式配置还是采用命令行方式配置。一般情况下输入“n”，提示“Press RETURN to get started!”，按回车键，进入命令行方式。

出现“>”提示符，就可以对路由器进行基本配置了。Cisco 路由器的基本配置方法和交换机类似，也有用户模式、特权模式、全局配置模式、接口模式等，不同模式之间的转换也和交换机上一样。Cisco 的各种命令均可以简写，只要不与其他命令重复即可，如“configure terminal”可以写成“conf t”，下面介绍基本配置。

1. 配置端口 IP 地址

前面已经配置过交换机的管理地址，是为 VLAN 1 接口配置的 IP 地址，为二层交换机的每个接口配置 IP 地址是没有意义的。路由器是网络层设备，每个接口用于连接一个 IP 网段，所以需要为路由器的每个接口配置所连接网段的 IP 地址，然后用“no shutdown”命令启用这个接口，也可以用“shutdown”命令关闭这个接口。

```
Router#configure terminal
Router(config)#interface f0/0                                !-- 指定 f0/0 口
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
! -- 192.168.1.1 为快速以太网口地址，为这个接口所连子网内的地址；255.255.255.0 为子网掩码
Router(config-if)#no shutdown                                !--激活 f0/0 口
Router(config-if)#exit
```


除了给路由器接口配置网络层协议参数 IP 地址外,还要为接口配置数据链路层协议参数。关于数据链路层参数的具体配置,会在后面的广域网互联部分讲解。

2. 配置路由

路由器的主要功能就是根据路由表转发数据,路由表可以人工静态配置,也可以启用动态路由协议,由动态路由协议生成。路由表属于全局参数,是在全局配置模式下配置的。根据路由协议的不同,启用动态路由的方式也稍有区别(后面有详细介绍),这里只演示 RIP 协议的配置。

(1) 动态路由的配置。

在全局配置模式下启用动态路由协议后,需要在路由配置模式下通告本路由器的直连网络。如路由器直连两个 C 类网络 192.168.1.0 和 192.168.2.0,启用 RIP 协议:

```
Router# configure terminal
Router(config)#router rip      !--使用 RIP 路由协议,常用的路由协议有 Rip、OSPF、
!--IGRP、IS-IS、EIGRP 等
Router(config-router)#network 192.168.1.0    !--192.168.1.0 为路由器接口连
!--接的某个网络
Router(config-router)#network 192.168.2.0    !--192.168.2.0 为路由器接口
!--连接的另一个网络
Router(config-router)#exit
```

(2) 静态路由的配置。

指定目标网络 192.168.1.0/24 和下一跳 172.16.1.2 的静态路由:

```
Router(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.1.2 90
```

其中的 90 为管理距离,通常情况下不配置,采用默认值。在去往同一目标网络有多条路由表项时,哪个表项的管理距离值小,就优先根据这个路由表项路由数据包。在静态路由作为动态路由的备份时,需要设置这个管理距离。

3. 保存配置文件

```
Router#copy running-config startup-config
Router#write memory      !--保存到 NVRAM
Router#write terminal     !--在终端上显示配置信息
```

6.5 配置路由器局域网口实现两个局域网互联

如图 6.6 所示是两个子网通过路由器的两个局域网口连接,子网 192.168.1.0 内有 1 号机和 2 号机,而子网 192.168.2.0 内有 3 号机和 4 号机。

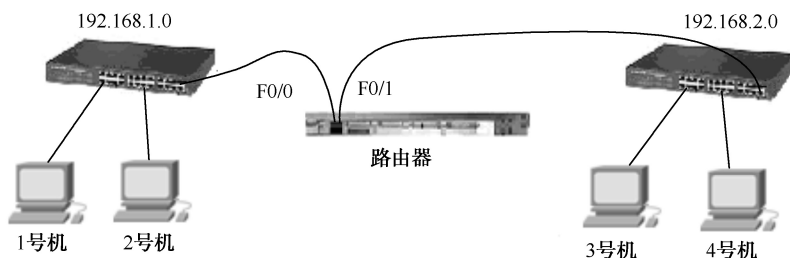


图 6.6 两个子网通过路由器的两个局域网口连接

将 1 号、2 号机的 IP 地址分别设置为 192.168.1.1 和 192.168.1.2，将 3 号、4 号机的 IP 地址分别设置为 192.168.2.1 和 192.168.2.2，子网掩码都设置为 255.255.255.0。在没有配置路由器之前，1 号和 2 号计算机是可以通信的，因为它们属于同一个子网 192.168.1.0；同样，3 号和 4 号计算机之间也是可以通信的，它们属于同一个子网 192.168.2.0。但是，1 号、2 号和 3 号、4 号计算机之间就不能通信，因为连接两个子网的路由器还没有进行必要的设置。

在 1 号、2 号计算机上增加网关地址 192.168.1.254；在 3 号、4 号计算机上增加网关地址 192.168.2.254，再完成如下的路由器设置，1 号、2 号和 3 号、4 号计算机之间就能够通信了。

```
Router>
Router>enable          !--输入 enable 或 en，然后按回车键；进入特权模式
Router#                !--进入特权模式
Router#configure terminal !--输入 configure terminal，然后按回车键
Router(config)#        !--进入全局配置模式
```

按上述方法配置路由器的局域网口 F0/0 地址 192.168.1.254，这个地址也就是网络 192.168.1.0 的网关地址。

```
Router(config)#interface f0/0      !--进入接口 F0/0 的配置模式
Router(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
                                   !--给接口分配 IP 地址
Router(config-if)#no shutdown      !--激活这个接口
Router(config-if)#exit             !--退出这个接口的配置模式
Router(config)#                   !--回到全局配置模式
```

以同样方法配置路由器的局域网口 F0/1 的地址 192.168.2.254，这个地址将作为网络 192.168.2.0 的网关地址。

```
Router(config)#interface f0/1      !--进入接口 F0/1 的配置模式
Router(config-if)#ip address 192.168.2.254 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

经过上面的配置后，可以看到路由表中包含了两条直连路由，如图 6.7 所示。

```
Router#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
```

图 6.7 路由器中的直连路由

由于有了这两条直连路由，当路由器接收到去往 192.168.1.0/24 和 192.168.2.0/24 这两个子网的数据包时会分别从 F0/0 和 F0/1 口转发出去。

6.6 配置本地路由器

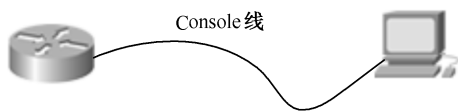


图 6.8 路由器本地配置连接

配置路由器可以采用本地配置和远程配置，本地配置是经常使用的配置方式，一般使用如图 6.8 所示的连接方式，使用路由器的 Console 线连接路由器的 Console 口和计算机的通信口。

1. 任务要求

路由器有固定配置的路由器和模块化的路由器，有局域网接口和广域网接口，在进行配置之前应仔细观察。然后进行设备连接，为配置本地路由器做好准备。

路由器的很多命令和交换机是一样的，这里主要是进一步熟悉这些命令，尽量使用命令的缩写。另外，完成如表 6.4 所示的配置内容。在完成配置后，对控制口接入、特权密码进行验证，对解析的关闭进行验证，对消息同步输出进行验证，检查配置结果是否正确。

表 6.4 路由器配置参数表

路由器名称	sales
时钟	2013 年 12 月 25 日 8 点 37 分 52 秒
特权加密密码	cisco
启用、设置控制口接入认证密码	class
启用、设置 AUX 口认证密码	cisco
启用、设置 vty 接入认证密码	cisco
配置 F0/0 端口 IP 地址	192.168.0.1/24
配置静态路由	配置去往网络 192.168.1.0/24 的静态路由，下一跳为 202.202.202.1
关闭	地址解析
开启	同步输出
查看	运行配置

2. 任务分析

通过对交换机的学习，掌握了一些 IOS 配置命令，这里可以重点练习命令的缩写，以及以前没有碰到过的一些命令，特别注意接口的 IP 地址配置命令和路由表的配置命令，路由器接口配置后要注意激活。有些命令的使用教材中没有说明，注意使用“？”进行帮助。

如果在用户模式或特权模式下输入了错误的命令，路由器可能会当作域名而试图解析，就可以关闭域名解析功能。

在输入命令的过程中，有时会有系统消息中断命令的输入，这时可以通过命令重新显示已经输入的部分。

在进行配置前，特别注意不要将 Console 线连接到路由器的 AUX 端口上。

3. 操作步骤

(1) 配置路由器名。

```
Router(config)#hostname sales
```

(2) 配置路由器工作时间。

```
sales#clock set 08:37:52 25 december 2013
```

(3) 配置特权口令。

```
sales(config)#enable secret cisco
```

(4) 配置控制台登录口令。

```
sales(config)#line console 0
sales(config-line)#password class
sales(config-line)#login
sales(config-line)#end
sales#exit
sales>exit
```

(5) 重新登录。

输入刚才设置的控制台口令和 enable 口令，再进入特权模式。

(6) 配置辅助接口口令。

```
sales(config)#line aux 0
sales(config-line)#password cisco
sales(config-line)#login
```

(7) 配置 VTY 口令。

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

(8) 给密码加密。

```
sales(config)#service password-encryption
```

(9) 在特权状态下输入一条非命令字符串，查看路由器解析。

```
sales#aaaaaaaaaaaa
```

(10) 关闭域名解析。

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

(11) 再次回到特权状态，输入一条非命令字符串，查看路由器解析。

```
sales#aaaaaaaaaaaa
```

(12) 接口模式下配置接口的 IP 地址。

```
sales(config)#interface f0/0
sales(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
sales(config-if)#no shutdown
sales(config-if)#exit
```

(13) 全局配置模式下配置一条静态路由表。

```
sales#configure terminal
sales(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.202.202.1
sales(config)#exit
sales#
```

(14) 查看路由器的运行配置，看看刚才所配置的信息是否齐全。

```
sales#show running-config
```

(15) 查看交换机的接口状态，尽量多地了解显示信息的含义。

```
sales#show interface f0/0
```

(16) 同步消息输出，不至于中断输入的命令。该命令比较长，练习以缩写方式输入该命令。

```
sales(config)#line console 0  
sales(config-line)#logging synchronous  
sales(config-line)#exit
```

练 习 题

一、填空题

1. 查看命令 show 在_____模式下使用，在_____模式下关闭地址解析。
2. 在_____模式下启用路由协议，在_____模式下配置静态路由表。
3. 在_____模式下配置 IP 地址，封装各种广域网协议在_____模式下配置。
4. 保存运行配置文件的命令为_____，这个命令在_____模式下运行。
5. 路由分为静态路由和动态路由，_____路由是在路由器中设置固定的路由表，_____路由是网络中的路由器之间相互通信，传递路由信息，利用接收到的路由信息更新路由表的过程。
6. 如果路由器上去往同一目标网络既配置了静态路由又有动态路由协议产生的路由，默认情况下使用_____路由。
7. 路由协议分为内部网关协议和外部网关协议，同一自治系统内部使用_____网关协议，不同自治系统之间使用_____网关协议；BGP 是_____网关协议，RIP 和 OSPF 是_____网关协议。
8. 路由表保存在_____存储器中。
9. 在_____模式下设置 Console 口接入认证密码，特权密码在_____模式下配置。
10. 配置寄存器默认值为_____。

二、选择题

1. 下面描述正确的是（ ）。
 - A. Router#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 - B. Router(config)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 - C. Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 - D. Router(config-line)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
2. 下面描述正确的是（ ）。
 - A. Router#encapsulation frame-relay
 - B. Router(config)#encapsulation frame-relay
 - C. Router(config-if)#encapsulation frame-relay

- D. Router(config-line)#encapsulation frame-relay
3. 下面描述正确的是 ()。
- A. Router#no ip domain-lookup
B. Router(config)#no ip domain-lookup
C. Router(config-if)#no ip domain-lookup
D. Router(config-line)#no ip domain-lookup
4. 下面的命令, () 是正确的。
- A. Router#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.202.202.1
B. Router(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.202.202.1
C. Router(config-if)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.202.202.1
D. Router(config-line)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 202.202.202.1
5. 下面的命令, () 是正确的。
- A. Router#logging synchronous
B. Router(config)#logging synchronous
C. Router(config-line)#logging synchronous
D. Router(config-if)#logging synchronous

三、综合题

如图 6.9 所示拓扑图中两台路由器连接三个网段, 请给各个路由器的局域网口 (F0/0) 和广域网口 (S0/0) 分配 IP, 给计算机 A 和 B 分配 IP 地址、子网掩码和网关地址。

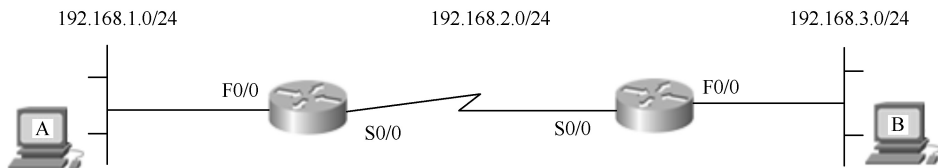


图 6.9 两台路由器连接三个网段

任务 7 解决 VLAN 之间的通信问题

交换机在数据链路层上根据 MAC 地址表转发数据, 从一个端口接收到数据帧后, 交换机会查看帧头中的目的 MAC 地址, 然后查找 MAC 地址表来转发数据。如果 MAC 地址表中没有对应的端口, 就以广播的方式, 发送给除接收端口以外的所有端口。交换机划分 VLAN 之后, 由于一个 VLAN 的单播和广播都不能进入其他 VLAN, 因此要想实现 VLAN 间通信应采取以下几种办法。

(1) 将一个 VLAN 的交换机端口通过交叉线与另一个 VLAN 的交换机端口连接, 这样可以实现两个 VLAN 之间的通信, 但是失去了划分 VLAN 的意义。

(2) 路由器根据 IP 地址, 通过查找路由表, 实现 VLAN 之间的通信, 有效隔离 VLAN 之间的广播, 但使用路由器实现 VLAN 间的通信要对每个数据包进行拆封和封装过程, 通信

效率会降低。

(3) 通过三层交换机实现 VLAN 之间的高速通信，既隔离 VLAN 之间的广播，又能发挥交换机的高速交换能力。



7.1 使用路由器解决 VLAN 之间的通信问题

1. 路由器多端口实现 VLAN 间通信

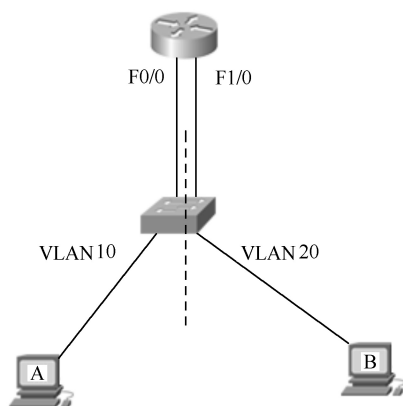


图 7.1 使用路由器的两个局域网口实现两个 VLAN 之间的通信

实现 VLAN 之间的通信，最简单的方法就是有几个 VLAN 就采用几个局域网口，每个局域网口分别连接一个 VLAN，采用路由器的直连路由来解决 VLAN 之间的访问问题。如图 7.1 所示的网络连接，可以实现 VLAN 10 和 VLAN 20 之间的通信。

先在交换机上划分两个 VLAN，分别给这两个 VLAN 分配一些端口成员，计算机 A 接入 VLAN 10，计算机 B 接入 VLAN 20；路由器的快速以太网端口 F0/0 用直通线接入 VLAN 10，快速以太网端口 F1/0 用直通线接入 VLAN 20。再通过路由器的配置和计算机 IP 地址的设置就可以实现两个不同 VLAN 间的计算机 A 和 B 的通信。

(1) 路由器配置。

```
Router#configure terminal
Router(config)#interface f0/0
Router(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface f1/0
Router(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
```

由于路由器的局域网端口默认为以太网协议，所以局域网端口不需要另外配置数据链路层协议，只要配置网络层的 IP 地址就可以了。

注意：接口配置好后要激活。

(2) 计算机路由配置。

VLAN 10 里的所有计算机都需要配置和 F0/0 口地址同一网段的 IP 地址，这里为计算机 A 配置 192.168.0.2，子网掩码为 255.255.255.0。也要为 VLAN 10 内的计算机配置路由，下一站路由器地址（默认网关）为路由器的 F0/0 接口的地址 192.168.0.1。

同样，VLAN 20 里的计算机 B 需要配置和 F1/0 口地址同一网段的 IP 地址，也要配置路由、子网掩码，下一站路由器地址为路由器的 F1/0 接口的地址 192.168.1.1。

计算机 A 和 B 的路由配置就是设置 TCP/IP 属性，具体配置如图 7.2 所示。

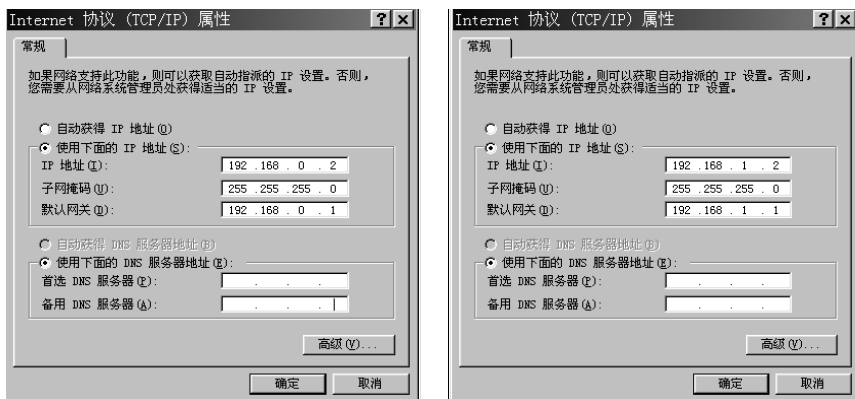


图 7.2 计算机 A 和 B 的 Internet 协议 (TCP/IP) 属性设置

在完成了以上的配置后, 不同 VLAN 里的计算机 A 和 B 就可以互相访问了。

这种方式虽然解决了 VLAN 之间的通信问题, 但每个 VLAN 需要占用一个路由器端口和一个交换机端口, 很不经济。

2. 单臂路由解决 VLAN 间通信

针对前面的方式进行改进, 可以使用一个 Trunk 链路来代替多根交换机和路由器之间的连线, 所有的 VLAN 数据都通过 Trunk 链路传输。

先在交换机上划分两个 VLAN, 分别给这两个 VLAN 分配一些端口成员, 然后计算机 A 接入 VLAN 10, 计算机 B 接入 VLAN 20; 路由器的快速以太网端口 F0/0 用直通线接入交换机的快速以太网端口 F0/24, 如图 7.3 所示。下面将完成配置使不同 VLAN 里的这两台计算机之间能够通信。

(1) 交换机的 Trunk 口配置。

交换机的 F0/24 端口必须是一个 Trunk 口, 不同 VLAN 的数据从 Trunk 口流向路由器时, 需要由 VLAN 封装协议打标记, 从逻辑上分开不同 VLAN 的数据流。VLAN 封装协议需要和路由器端统一。Cisco 产品既可以使用 802.1q 协议封装, 也可以使用 ISL 封装。

路由器上使用 F0/0 接口的子接口来接收不同 VLAN 的数据。

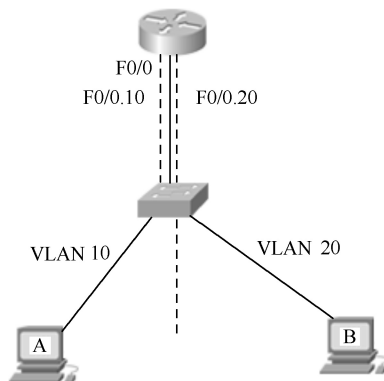


图 7.3 单臂路由

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface f0/24
Switch(config-if)#duplex full
Switch(config-if)#speed 100
Switch(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if)#switchport mode trunk
```

这里需要指明交换机端口的双工通信方式和通信速率, 通信方式和通信速率只要和路由器 F0/0 端口一致就可以, 或者设置成 Auto 双方自动协商。

(2) 路由器的 F0/0 接口配置、子接口配置。

路由器接口没有 Trunk 属性, 但支持子接口划分。可以将一个物理接口逻辑上划分为多个子接口。子接口的数字编号是任意的, 但为了管理方便, 一般配置成和 VLAN 号对应。

F0/0 口只需要指定全双工、100Mb/s 通信速率，以便和交换机端一致。VLAN 封装协议和 IP 地址在子接口上配置，这样，每个子接口就可以处理相应 VLAN 的数据。

```
Router# configure terminal
Router(config)#interface f0/0
Router(config-if)#duplex full
Router(config-if)#speed 100
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface f0/0.10          !--创建子接口 f0/0.10
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 10  !--封装 802.1q 协议,处理 VLAN 10
!--标记
Router(config-subif)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#interface f0/0.20          !--创建子接口 f0/0.20
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 20  !--封装 802.1q 协议,处理 VLAN 20
!--标记
Router(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#
```

（3）计算机的路由配置。

计算机 A 的地址为 192.168.0.2，子网掩码为 255.255.255.0，默认网关为子接口 F0/0.10 的 IP 地址 192.168.0.1；计算机 B 的地址为 192.168.1.2，子网掩码为 255.255.255.0，默认网关为子接口 F0/0.20 的 IP 地址 192.168.1.1。这样设置后，不同 VLAN 之间就可以通信了。

7.2 使用三层交换机解决 VLAN 之间的通信问题



1. 认识三层交换机

传统交换机是多端口的网桥，是数据链路层的设备，所以称为二层交换机。当它从一个端口接收到数据帧时，会根据数据帧头部的 MAC 地址，查找 MAC 地址表，然后将数据帧转发到相应端口。因为它仅需要识别数据帧中的 MAC 地址，而直接根据 MAC 地址选择转发端口的算法又十分简单，非常便于采用 ASIC 芯片实现。二层交换机的最大好处是数据传输速度快，能划分 VLAN 子网，但不能解决 VLAN 子网之间的通信问题。

路由器是网络层设备，当它从一个端口接收到数据帧时，需要先拆去数据链路层的封装，然后查看数据帧的头部目的地址，再与子网掩码进行与运算，计算出目的网络地址，查找路由表，然后再进行数据链路层的封装，从相应的目的端口转发出去。这个过程不像二层交换机那样简单快捷，只能由软件实现，会产生转发延时。由于广播地址不对应任何目的网络，所以路由器能有效地隔离广播。

三层交换机是将二层交换机与路由器有机结合的网络设备，它既可以完成二层交换机的端口交换功能，又可完成路由器的路由功能。进入三层交换机的数据帧，如果源和目的 MAC 地址在同一个 VLAN，数据交换会采用二层交换方式；如果源和目的 MAC 地址不在同一个 VLAN，则会将数据帧拆封后交给网络层去处理，经过路由选择后，转发到相应的端口。当某一信息源的第一个数据流进入三层交换机后，其中的路由系统将会产生一个 MAC 地址与 IP 地址映射表，并将该表存储起来，当同一信息源的后续数据流再次进入第三层交换机时，交换机将根据第一次产生并保存的地址映射表，直接从二层由源地址转发到目的地址，而不

需要再经过第三层的路由系统处理，即“一次路由、多次交换”，从而消除了路由选择时造成的网络延迟，提高了数据包的转发效率，解决了网间传输信息时路由产生的速率瓶颈。

三层交换机主要用于中小型局域网的核心设备，或者用于大中型局域网的分布层和核心层设备。

(1) 配置三层交换机的二层交换端口和三层路由端口。

三层交换机的端口默认情况下是二层的交换端口，不能配置 IP 地址。如果要配置 IP 地址，必须使用“no switchport”命令改变端口的二层特性。例如，将 F0/1 端口变成三层路由端口，配置 IP 地址 192.168.1.1。

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface f0/1
Switch(config-if)#no switchport
Switch(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#
```

要将三层路由端口变成二层交换端口，使用“switchport”命令，如：

```
Switch(config)#interface f0/1
Switch(config-if)#switchport
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#
```

当交换机端口由三层路由端口变成二层交换端口时，原先配置的 IP 地址就无效了。

(2) 配置三层交换机的端口汇聚。

分布层交换机和核心层交换机的级联链路，在配置端口汇聚功能时需要根据具体情况配置。

如果分布层不使用路由功能，端口汇聚的方式就采用二层汇聚的方式。但是，一般在分布层使用三层交换机时，都会使用三层路由功能，这时就需要为以太通道接口配置 IP 地址，就必须使用三层路由端口来汇聚。

例如，分布层交换机的 G0/1 和 G0/2 两个上联口连接核心交换机的 G3/1/1 和 G3/1/2 口，将这两条链路汇聚成 2Gb/s 的以太通道，配置分布层通道端口 IP 地址为 192.168.1.1/30，核心层通道端口 IP 地址为 192.168.1.2/30。

分布层交换机配置：

```
Distributer(config)#interface port-channel 1      !--通道组 1 内的多个接口汇聚
!--成一个通道口 1
Distributer(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.252
Distributer(config-if)#interface g0/1
Distributer(config-if)#no switchport
Distributer(config-if)#no ip address
Distributer(config-if)#channel-group 1 mode on    !--将 g0/1 接口加入通道组 1
Distributer(config-if)#no shutdown
Distributer(config-if)#interface g0/2
Distributer(config-if)#no switchport
Distributer(config-if)#no ip address
Distributer(config-if)#channel-group 1 mode on    !--将 g0/2 接口加入通道组 1
Distributer(config-if)#no shutdown
```

核心层交换机配置：

```
Core(config)#interface port-channel 1          !--通道组 1 内的多个接口汇聚成一
!--个通道口 1
Core (config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
Core (config-if)#interface g3/1/1
Core (config-if)#no switchport
Core (config-if)#no ip address
Core (config-if)#channel-group 1 mode on        !--将 g3/1/1 接口加入通道组 1
Core (config-if)#no shutdown
Core (config-if)#interface g3/1/2
Core (config-if)#no switchport
Core (config-if)#no ip address
Core (config-if)#channel-group 1 mode on        !--将 g3/1/2 接口加入通道组 1
Core (config-if)#no shutdown
```

有关在三层交换机的物理端口配置 IP 地址的具体应用，会在后面的模块 5 中讲解。

2. 配置三层交换机实现 VLAN 间路由

企业内部网络通常以部门为单位划分虚拟局域网来限制广播域，提高网络安全性，通过三层交换机的路由功能实现各个 VLAN 之间的访问。

例如，某单位有企管部、生产部、销售部、研发部、供应部、售后服务部 6 个部门，生产部门有计算机 28 台左右，研发部和供应部各 10 台，其他每个部门有计算机 20 台左右，另外还有几台共享服务器，每个部门单独使用一个 VLAN。网络连接如图 7.4 所示，接入交换机使用 F0/1 口上连核心交换机，核心交换机使用 F0/1~F0/7 口连接各接入交换机。下面实现各个 VLAN 之间的通信。

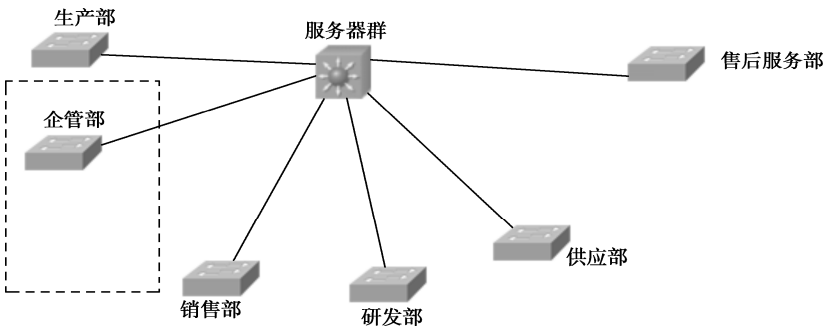


图 7.4 某单位网络拓扑

第一步，规划各个部门的 IP 地址，如表 7.1 所示。

表 7.1 各个部门的 IP 地址规划

部 门	VLAN 号	VLAN 名	IP 地址	子 网 掩 码	网 关 地 址
生产部	VLAN 10	scb	192.168.0.32	255.255.255.224	192.168.0.62
企管部	VLAN 20	qgb	192.168.0.64	255.255.255.224	192.168.0.94
销售部	VLAN 30	xsb	192.168.0.96	255.255.255.224	192.168.0.126
研发部	VLAN 40	yfb	192.168.0.128	255.255.255.224	192.168.0.158
供应部	VLAN 50	gyb	192.168.0.160	255.255.255.224	192.168.0.190
售后服务部	VLAN 60	shfwb	192.168.0.192	255.255.255.224	192.168.0.222
服务器群	VLAN 70	fwqq	192.168.0.224	255.255.255.224	192.168.0.254

注：0 号子网一般不使用。网关地址是子网内的计算机向外部子网或网络发送数据时的下一个路由器地址。

第二步，三层交换机使用 F0/1~F0/7 口连接各部门接入交换机，配置这些端口为 Trunk 口。并配置 VTP 协议，配置 VTP 修剪，创建 VLAN。

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#interface range f0/1-7
Switch(config-if-range)#switchport mode trunk
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#vtp domain factory
Switch(config)#vtp mode server
Switch(config)#vtp pruning    !--VTP 修剪
Switch(config)#vlan 10
Switch(config-vlan)#name scb
Switch(config-vlan)#vlan 20
Switch(config-vlan)#name qgb
Switch(config-vlan)#vlan 30
Switch(config-vlan)#name xsb
Switch(config-vlan)#vlan 40
Switch(config-vlan)#name yfb
Switch(config-vlan)#vlan 50
Switch(config-vlan)#name gyb
Switch(config-vlan)#vlan 60
Switch(config-vlan)#name shfwb
Switch(config-vlan)#vlan 70
Switch(config-vlan)#name fwqq
```

因为交换机并不需要所有的 VLAN 信息，所以多余的 VLAN 信息需要动态修剪掉，这样可以节约 Trunk 链路的带宽。修剪只需要在 VTP 服务器上设置。所有的 VLAN 在三层交换机上创建，接入交换机通过 VTP 协议更新自己的 VLAN 数据库。

第三步，在三层交换机上创建 VLAN 接口，并配置 IP 地址。这个 IP 地址将作为相应 VLAN 内计算机的默认网关。

```
Switch(config)#interface vlan 10
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.62 255.255.255.224
Switch(config-if)#interface vlan 20
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.94 255.255.255.224
Switch(config-if)#interface vlan 30
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.126 255.255.255.224
Switch(config-if)#interface vlan 40
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.158 255.255.255.224
Switch(config-if)#interface vlan 50
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.190 255.255.255.224
Switch(config-if)#interface vlan 60
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.222 255.255.255.224
Switch(config-if)#interface vlan 70
Switch(config-if)#ip address 192.168.0.254 255.255.255.224
```

VLAN 接口作为三层交换机上创建的虚拟接口，不需要激活，只要创建，物理链路层就是 UP 状态。如果该 VLAN 内有计算机接入，VLAN 接口的数据链路层线路协议就会处于 UP 状态，VLAN 接口的封装协议为 ARPA，就是 Ethernet II 协议。

第四步，启动三层交换机路由功能。

```
Switch(config)#ip routing
```