# 实验5 静态路由

### 5.1 实验目标

- (1) 理解路由选择原理。
- (2) 掌握静态路由配置的方法。

# 5.2 实验背景

路由选择是路由器将分组从一个网络搬运到另一个网络的过程,而路由表是路由器工作的核心。路由器采用静态路由和动态路由来生成路由表。对于一般的小微企业,网络结构和配置一般长期固定,采用静态路由可以减少路由器的负担,提高效率。

### 5.3 技术原理

### 5.3.1 路由与路由表

路由选择是指将分组从一台设备发往不同网络上的另一台设备的操作。当一台主机要发送数据包给同一网络中的另一台主机时,它直接把数据包送到网络上,这时候不需要进行路由选择;而要送给不同 IP 地址的网络中的主机时,将选择一个能到达目的网络的路由器或默认网关(default gateway),由它负责把数据包送到目的地。路由器转发数据包时,只根据目的 IP 地址的网络部分查找路由表,选择合适的接口,将数据包发送出去。如果路由器的接口所连接的就是目的网络,则直接通过接口把包送到目的网络;否则,将选择其他邻居路由器。通过不断地转发,数据包最终将被送到目的地,送不到目的地的则被丢弃。当路由器收到一个包中的目的网络没有在路由表中列出时,它并不广播该数据包寻找目的网络,而是直接丢弃。

路由表是路由器工作的核心,主要包含所知道的目的网络和下一跳的关联信息,这些信息可以告诉路由器如何以最佳的方式到达某一目的地。路由器通常采用以下3种途径构建路由表。

- (1) 直连网络: 就是直接连到路由器某一接口的网络,当这个接口处于活动状态,路由器将自动添加和自己直连的网络到路由表中。
- (2) 静态路由:通过网络管理员手工配置添加到路由器表中的固定路由,路由明确地指定了数据包到达目的地必须经过的路径,除非网络管理员干预,否则静态路由不会发生变化。
  - (3) 动态路由: 通过路由协议自动学习来构建路由表。

在路由表中,最重要的两个概念是管理距离和度量值。

#### 1. 管理距离

管理距离(administrative distance, AD)表明了路由来源的可信度。可信度的范围是 0~255,它表示一个路由来源的可信值,该值越小,可信度越高。0 为最信任,255 为最不信任。每种路由来源按可靠性从高到低依次分配一个信任等级,这个信任等级就叫管理距离。直连路由管理距离最小,默认管理距离为 0,也就意味着直连路由的可信度最高。其次为静态路由,默认管理距离为 1。表 5.1 列举了常见的路由来源的管理距离。

路由来源	管 理 距 离	路由来源	管 理 距 离
直连	0	OSPF	110
静态	1	RIP	120
EIGRP	90	EGP	140
IGRP	100	未知	255

表 5.1 常见路由来源的管理距离

#### 2. 度量值

度量值(metric)是指路由协议用来计算到达目的网络的开销值。对同一种路由协议,若有多条路径通往同一目的网络时,路由协议使用度量值来选择最佳路径。度量值越低,路由越优先。每一种路由协议都有自己的度量方法,常用的计算度量的参数如下。

- (1) 跳数:数据包经过的路由器台数。
- (2) 带宽: 链路的数据负载能力。
- (3) 负载:特定链路的数据承载能力。
- (4) 延迟: 数据包从源端到达目的端需要的时间。
- (5) 可靠性: 通过以往链路的故障估计出现链路故障的可能性。
- (6) 开销: 不同的协议有不同的计算链路开销的方式,如 OSPF 中的开销是根据接口带宽计算的。

如图 5.1 所示的网络拓扑图,在路由器 RA 上执行 show ip route,就能显示图 5.2 所示的路由表。图 5.2(a)为路由来源的缩写解释;图 5.2(b)中路由表的结构一般由路由来源、目的网络地址/掩码、管理距离/代价、下一跳地址、路由更新时间、本地输出接口这几项构成。

### 5.3.2 静态路由的配置命令

静态路由的优点是占用资源少,可控性强,不需要动态路由更新,减少了对带宽的占用, 简单易于配置。

静态路由的缺点是配置和维护耗费时间,容易出错。当网络拓扑发生变化时,需要管理员维护变化的路由表,不适合大规模变化的网络。

所以静态路由适合在小规模固定网络中实施,配置命令如下:

ip route [dest-network] [mask] [next-hop address] [administrativedistance]
[permanent]

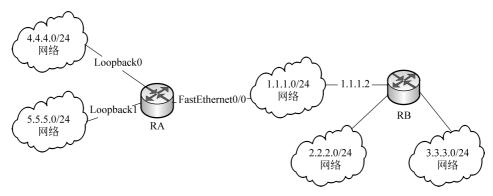
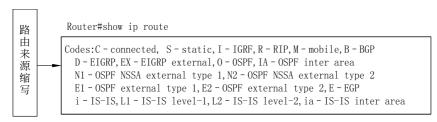


图 5.1 网络拓扑图



#### (a) 路由来源的缩写解释

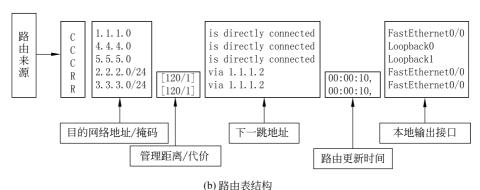


图 5.2 路由表

#### 或

ip route [dest - network] [mask] [exit interface] [administrativedistance]
[permanent]

#### 参数的说明如下。

- (1) ip route: 创建静态路由。
- (2) dest-network. 目的网络。
- (3) mask: 目的网络的子网掩码。
- (4) next-hop address: 到达目的网络所经过的下一跳的地址。
- (5) exit interface: 到达目的网络的发送接口(本路由器的出口)。
- (6) administrative distance: 管理距离。默认情况下静态路由的管理距离是 1,如果用

exit interface 代替 next-hop address,则管理距离是 0。

(7) permanent:如果接口被 shutdown 或者路由器不能和下一跳路由器通信,这条路由线路将自动从路由表中被删除。使用这个参数保证即使出现上述情况,这条路由仍然保持在路由表中。

静态路由命令格式可简单表示为如下两种形式。

- (1) ip route+目的网络地址+子网掩码+下一跳路由器 IP 地址+管理距离。
- (2) ip route+目的网络地址+子网掩码+本路由器输出接口+管理距离。

# 5.4 静态路由配置实验

实验首先根据拓扑图在模拟器中布线,然后执行初始路由器和 PC 配置。使用接口地址分配表中提供的 IP 地址为网络设备分配地址。完成基本配置之后,在路由器上配置静态路由,测试连通性。

#### 步骤 1: 设备选择和线缆连接

在模拟器中按图 5.3 所示的拓扑图完成设备选择(路由器为 2621XM),并添加串口模块,完成线缆连接。注意,若实验过程中选用的路由器类型不同,添加的串口模块也不相同,会导致读者在模拟器中看到的路由器端口号可能与图中不一致,对应的接口地址分配表也会不一致。读者可以按照自己在模拟器中实际所用路由器端口号和对应地址进行配置,不影响学习过程。

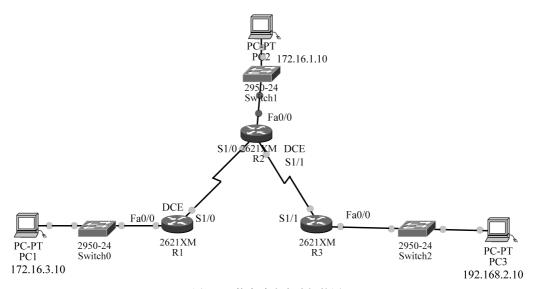


图 5.3 静态路由实验拓扑图

#### 步骤 2:清除配置,并重新加载、配置路由器和 PC

- (1) 使用 erase startup-config 命令清除每台路由器上的配置,然后使用 reload 命令重新加载路由器。若提示是否保存更改,则输入 n。具体步骤参考 4.6 节的实验。
- (2) 进入每台路由器的全局配置模式,然后配置基本全局配置命令,包括配置 hostname 为 R1、R2、R3,并执行 no ip domain-lookup, enable secret 命令。具体步骤参考路

由器基本配置实验。

(3) 配置路由器各端口,分配 IP 地址,并激活接口,接口地址分配如表 5.2 所示。路由器的 DCE 端口时钟设置为 64000bps,具体步骤参考路由器基本配置实验。

设备名称	接口	IP 地址	子网掩码	默认网关
PC1	网卡	172.16.3.10	255.255.255.0	172.16.3.1
PC2	网卡	172.16.1.10	255.255.255.0	172.16.1.1
PC3	网卡	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1
R1	Fa0/0	172.16.3.1	255.255.255.0	无
	S1/0	172.16.2.1	255.255.255.0	无
R2	Fa0/0	172.16.1.1	255.255.255.0	无
	S1/0	172.16.2.2	255.255.255.0	无
	S1/1	192.168.1.2	255.255.255.0	无
R3	Fa0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	无
	S1/1	192.168.1.1	255.255.255.0	无

表 5.2 接口地址分配表

(4) 配置主机 PC 上的 IP 地址, 地址分配见表 5.2。主机 PC1 的 IP 配置如图 5.4 所示。

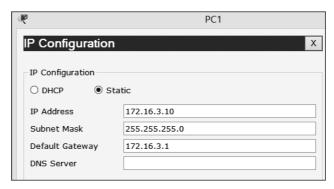


图 5.4 PC1 的 IP 配置

(5) 测试并检验配置。

从每台主机 ping 其默认网关,以此来测试连通性。

(6) 检查路由器接口的状态,命令如下:

R2#show ip interface brief

检查每台路由器上的相关接口是否都已激活(即处于 Status up 和 Protocol up 状态)。 查看 R1 和 R3 上激活了多少个接口,思考为什么 R2 上激活了 3 个接口。

(7) 查看所有 3 台路由器的路由表信息,命令如下:

R1#show ip route

R2#show ip route R3#show ip route

根据图 5.2 中的路由表结构,对 3 台路由器的已知路由表进行分析,思考为什么并非所有网络都在这些路由器的路由表中,哪些目的网络已经存在于路由表中。

#### 步骤 3. 配置静态路由

从网络拓扑看,总共有5个逻辑网段,它们的分布情况如下。

- (1) 路由器 R1 直连网段为 2 个,分别是 172.168.3.0/24、172.168.2.0/24。
- (2) 路由器 R2 直连网段为 3 个,分别是 172.168.1.0/24、172.168.2.0/24,192.168.1. 0/24。
  - (3) 路由器 R3 直连网段为 2 个,分别是 192.168.1.0/24、192.168.2.0/24。

由于路由器对直连网段是直接投递的,不需要进一步路由,所以为路由器配置静态路由必须给出除了直连网段外所有到达其他网段的下一跳路由项。

因此,路由器 R1 需配置 3 个静态路由项,分别指出到达目的网络为 172.168.1.0/24、192.168.1.0/24、192.168.2.0/24 的下一跳。

路由器 R2 需配置 2 个静态路由项,分别指出到达目的网络为 172.168.3.0/24、192.168. 2.0/24 的下一跳。

路由器 R3 需配置 3 个静态路由项,分别指出到达目的网络为 172.168.1.0/24、172.168. 3.0/24、172.168.2.0/24 的下一跳。

具体配置如下。

(1) 在 R1 路由器上配置静态路由,命令如下:

```
R1(config) # ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2 R1(config) # ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2 R1(config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
```

(2) 在 R2 路由器上配置静态路由,命令如下:

```
R2(config) # ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.2.1
R2(config) # ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.1
```

(3) 在 R3 路由器上配置静态路由,命令如下:

```
R3(config) #ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config) #ip route 172.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.2
R3(config) #ip route 172.168.3.0 255.255.255.0 192.168.1.2
```

#### 步骤 4: 验证路由表

对路由器 R1、R2、R3 使用 show ip route 命令查看路由表,记录每台路由器的路由表内容,并和步骤 2 第(7)步进行比较,思考多出的路由来源是什么。

#### 步骤 5. 默认路由配置

从以上配置可以发现,R1 静态路由的下一跳都是指向 172.16.2.2 的,因此可以采用默认路由进行简化配置。默认路由又称缺省路由(default route),是静态路由的一个特例,一般需要管理员手动配置管理,是指路由器收到数据包时查找对应路由表,当没有可供使用或

匹配的路由选择信息时,或者下一跳都一致时,将使用默认路由为数据包指定路由,换句话说,也就是默认路由是所有 IP 数据包都可以匹配的路由条目。

默认路由采用全0作为目的网络地址来表示全部路由,默认路由的语法如下:

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {next hop ip-address/exit-interface}

在 R1 上用 no ip route 命令删除 3 条静态路由,命令如下:

R1(config) # no ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2 R1(config) # no ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2 R1(config) # no ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2

#### 替换默认路由,命令如下:

R1(config) # ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2

这1条路由就起到以上3条路由的作用。

同样可知,在R3上也可以采用默认路由配置,其配置命令是什么?

此时,R2 应该具有完整的路由表,其中表示路由来源的第一列中应该有 3 个 C(直连网段)和 2 个 S(静态路由项)。

#### 步骤 6: 验证连通性

使用 ping 检查主机 PC1、PC2 与 PC3 之间的连通性。

#### 拓展:

根据图 5.5 所示的网络拓扑,如果在边界路由器 RA 上配置静态路由来提供从内部网络来的对 Internet 的访问请求,该如何实现?

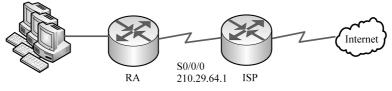


图 5.5 网络拓扑