

代 IP)。

#### NAT (network address translation):

将 IP 数据包包头中的源或目的地址进行翻译或转换的一项技术, 主要被用来将内部地址转换为公共的或全球的地址。

#### PAT (port address translation):

将多个内部地址转换为一个外部地址, 并使用 TCP 和 UDP 端口号以跟踪记录不同会话的一种 NAT 过程。

#### 路由翻动 (route flapping):

接口在 “up” 和 “down” 状态间快速摇摆不定的一种状况, 导致路由表被重新进行计算, 并且可能触发路由更新。

#### 超网 (supernetting):

使用比特掩码来将多个传统的有类别网络组为单个网络地址的实践。

#### VLSM (variable-length subnet masking):

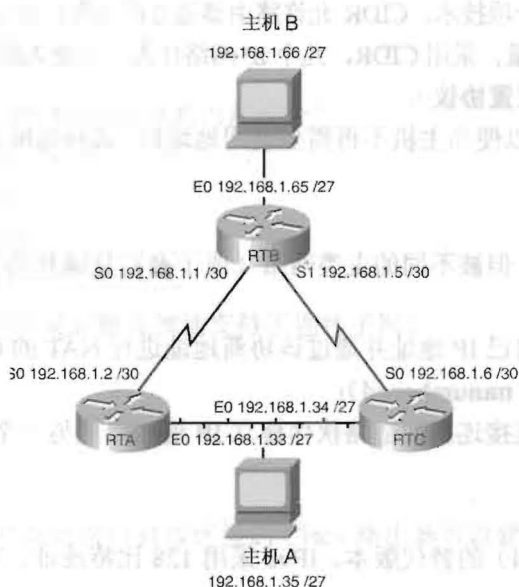
为同一个主类网络中的不同子网规定不同长度子网掩码的能力。VLSM 可以帮助优化可用的地址空间。

## 2.13 实验室练习

下面的 3 个实验室练习集中在本章的主要概念上。实验 2-1 探讨了用 VLSM 和无编号 IP 地址作为在点对点广域网链路上节省地址的替代方案。实验 2-2 介绍了 3 种不同的 NAT 配置: 静态、动态和 TCP 复用。最后, 实验 2-3 包括了配置 IOS DHCP 来服务多个子网, 包括一个通过 IP 帮助地址特性可达的远程网络。

在这些实验练习中提出了几个问题, 这些问题的答案可以参见附录 B 的“实验室练习问题答案”。

### 2.13.1 实验 2-1: 配置 VLSM 和 IP Unnumbered



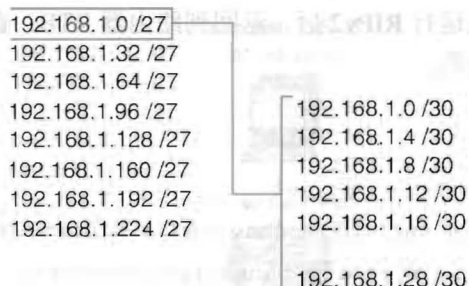
### 1. 目标

在这个实验中，我们用两种不同的路由选择协议，RIPv1 和 RIPv2 来配置 VLSM，并测试其功能。最后，我们用无编号 IP 地址——代替 VLSM——来进一步节省地址。

### 2. 背景

XYZ 公司必须用一个 C 类地址 192.168.1.0 来为它的广域网提供地址，如上图所示。要求我们用适当的地址配置路由器。该公司至少需要在每个局域网上有 25 个可用的主机地址，但也要求我们为未来的增长而尽可能多保留一些地址。

要在每个子网上支持 25 台主机，地址的主机部分最少需要 5 个比特。5 个比特将生成 30 个可能的主机地址 ( $2^5=32$ ，再减去 2 个全 0 和全 1 的保留地址)。如果必须有 5 个比特用于主机部分，那么在最后一个字节中的其余 3 个比特可以被添加到缺省的 24 比特 C 类掩码中。因此，我们可以用 27 比特掩码来创建如下图所示的子网。



要能更高效地利用该地址空间，将用一个 30 比特的掩码对子网 192.168.1.0/27 作进一步划分。这创建了能够被用在点对点链路上、浪费最少的子网，因为每个子网只包含两个可能的主机地址。

### 3. 步骤

在开始这个实验前，建议在删除各路由器的初始配置后再重新启动路由器。这样可以防止由残留配置所造成的问题。在我们准备好设备后，进行步骤 1。

步骤 1: 根据前面的图示组建和配置网络。该配置需要使用子网 0，所以我们可能要根据我们所使用的 IOS 版本情况而需要输入 “ip subnet-zero” 命令。完成这个实验不需要用到主机 A 和主机 B。

在所有 3 台路由器上，配置 RIPv1，并且用适当的 “network” 命令在所有活跃接口上启用路由更新：

```
RTA(config)#router rip
RTA(config-router)#network 192.168.1.0
```

要确保在 RTB 和 RTC 上也使用适当的 “network” 命令配置 RIP。

用 “ping” 命令核验每台路由器是否都能够 ping 到它直接连接的链路伙伴。注意，有些远程网络可能不可达。

步骤 2: 当每台路由器都能够 ping 到它的邻居时，在 RTB 上发出 “show ip route” 命令，如下例所示：

```
RTB#show ip route
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C 192.168.1.64/27 is directly connected, Ethernet0
```

```
C 192.168.1.0/30 is directly connected, Serial0
```

```
C 192.168.1.4/30 is directly connected, Serial1
```

问题 1. RTB 表中明显地缺少子网 192.168.1.32/27。其他路由器也有不完整的路由表。这是为什么?

因为我们将 RIPv1 和 VLSM 一起使用, 所以在我们网络上的路由被打断了。记住, 有类别路由选择协议, 比如 RIPv1 和 IGRP, 不支持 VLSM。这些协议不在它们的路由更新中发送子网掩码。要想使路由能正确工作, 我们需要配置支持 VLSM 的 RIPv2。

步骤 3: 在 3 台路由器的控制台口上, 启用 RIPv2 路由更新并关闭自动路由归纳功能, 如下例所示:

```
RTB(config)#router rip
```

```
RTA(config-if)#version 2
```

```
RTA(config-if)#no auto-summary
```

当所有 3 台路由器都在运行 RIPv2 后, 返回到路由器 RTB, 查看它的路由表。它现在应该是完整的, 如这里所示出的:

```
RTB#show ip route
```

```
<output omitted>
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
```

```
C 192.168.1.64/27 is directly connected, Ethernet0
```

```
R 192.168.1.32/27 [120/1] via 192.168.1.6,,00:00:12,Serial1  
[120/1] via 192.168.1.2,,00:00:13,Serial0
```

```
C 192.168.1.0/30 is directly connected, Serial0
```

```
C 192.168.1.4/30 is directly connected, Serial1
```

注意, RTB 已经同时从 RTA 和 RTC 接收到了到 192.168.1.32/27 去的等开销路由。

步骤 4: 尽管 VLSM 已经通过为点对点链路生成小的子网而减少了 XYZ 公司的地址浪费, 但是无编号 IP 地址特性能够消除为这些链路提供地址的需求。我们将通过在广域网上的每条串行接口上配置无编号 IP 地址来进一步将 XYZ 公司的地址利用率提高。要配置无编号 IP 地址, 可以使用下面的命令:

```
RTA(config)#interface s0
```

```
RTA(config-if)#ip unnumbered interface e0
```

```
RTB(config)#interface s0
```

```
RTB(config-if)#ip unnumbered interface e0
```

```
RTB(config-if)#interface s1
```

```
RTB(config-if)#ip unnumbered interface e0
```

```
RTC(config)#interface s0
```

```
RTC(config-if)#ip unnumbered interface e0
```

当我们完成了无编号 IP 地址的配置, 每个串行接口将借用其本地局域网接口的地址。再次查看 RTB 的路由表:

```
RTB#show ip route
```

```
<outp
```

```
Gatew
```

```
C 1
```

```
R 1
```

由于  
比特掩码,  
为可行的选

2.13

1. 目标

在这个

后, 我们将

2. 背景

XYZ 公

路由器。只

30 台主机, 1

30 个地址。

Web 请求被

```
<output omitted>
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
192.168.1.0/27 is subnetted, 2 subnets
```

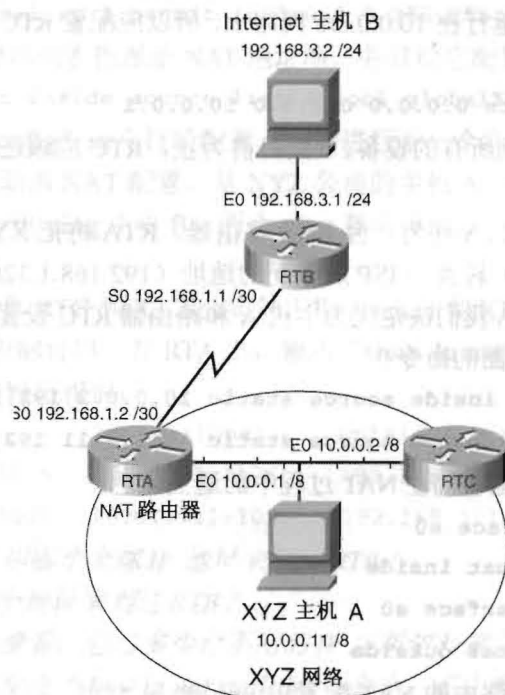
```
C 192.168.1.64 is directly connected, Ethernet0
```

```
R 192.168.1.32 [120/1] via 192.168.1.34, 00:00:00, Serial11
```

```
[120/1] via 192.168.1.33, 00:00:08, Serial0
```

由于配置了无编号 IP 地址, 只有局域网才需要地址。因为每个局域网将使用相同的 27 比特掩码, 所以不需要 VLSM, 这样使有类别路由选择协议, 比如 RIPv1 和 IGRP 再一次成为可行的选择。

### 2.13.2 实验 2-2: 配置 NAT



#### 1. 目标

在这个实验中, 我们将在 Cisco 路由器上配置 NAT。首先, 我们配置静态 NAT 转换。然后, 我们将配置动态 NAT。最后, 我们用 NAT 来配置 TCP 负载分担。

#### 2. 背景

XYZ 公司的网络是由两台路由器: RTA 和 RTC 组成的。路由器 RTA 是连接 ISP 的边界路由器。只分配了一个子网: 192.168.1.32/27 给 XYZ 公司的网络。因为这个子网只允许有 30 台主机, 所以 XYZ 公司决定在它的网络内部运行 NAT 以使成百上千个内部节点能共享这 30 个地址。除了配置 NAT 复用以外, XYZ 公司还让我们实施 TCP 负载分担以使外部来的 Web 请求被分担在两台不同的内部 Web 服务器上。



### 3. 步骤

在开始这个实验前, 建议在删除各路由器的初始配置后再重新启动路由器。这样可以防止由残留配置所造成的问题。在我们准备好设备后, 进行步骤 1。

步骤 1: 根据前面的图示组建和配置网络。该配置要求使用子网 0, 所以根据我们所使用的 IOS 版本, 可能需要输入 “ip subnet-zero” 命令。确保根据该图同时给主机 A 和主机 B 配置了静态 IP 地址。

因为路由器 RTA 和 RTB 不属于同一个自治系统, 所以我们将不在它们之间启用路由选择协议。配置 RTA 将所有的非本地数据流转发到 ISP 的路由器 (RTB):

```
RTA(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.1
```

为路由器 RTB 配置一条到子网 192.168.1.32/27 (分配给 XYZ 公司的地址块) 的静态路由:

```
RTA(config)#ip route 192.168.1.32 255.255.255.224 192.168.1.2
```

因为路由选择协议不运行在 10.0.0.0/8 网络上, 所以应配置 RTC 使用一条到 RTA 的缺省路由:

```
RTA(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.0.1
```

核验 RTA 能够 ping 到所有的设备。(到目前为止, RTC 应该还不能 ping 到 RTB, 反之亦然。)

步骤 2: 我们将配置 RTA 作为一台 NAT 路由器。RTA 将把 XYZ 公司的内部地址 (10.0.0.0/8) 转换为 ISP 所分配的地址 (192.168.1.32/27)。

在配置动态 NAT 之前, 我们决定先为主机 A 和路由器 RTC 设置静态转换作为一个测试。在路由器 RTA 上, 发出下面的命令:

```
RTA(config)#ip nat inside source static 10.0.0.2 192.168.1.34
```

```
RTA(config)#ip nat inside source static 10.0.0.11 192.168.1.35
```

下一步, 为各接口分配它们在 NAT 过程中的适当角色:

```
RTA(config)#interface e0
```

```
RTA(config-if)#ip nat inside
```

```
RTA(config-if)#interface s0
```

```
RTA(config-if)#ip nat outside
```

步骤 3: 测试 XYZ 网络内的 NAT 配置。

问题 2. 从主机 A, ping 192.168.1.34。哪一台设备做出了应答? (这个 ping 应该成功, 否则就可能需要进行排错。因为我们没有用这个地址配置一台主机。)

问题 3. 从 RTC, ping 192.168.1.35。哪一台设备做出了应答?

现在, 测试我们 XYZ 公司网络外部的 NAT 配置。从 XYZ 公司的主机 A, 向外 ping ISP 的主机 B。从路由器 RTC, 也 ping 主机 B。两个 ping 都应该成功, 尽管主机 B 的网关——路由器 RTB, 没有回到网络 10.0.0.0/8 的路由。

问题 4. 主机 B 正在应答什么网络?

步骤 4: 在路由器 RTA 上监视 NAT 转换。输入如下所示的命令:

```
RTA#show ip nat translations
```

```
RTA#show ip nat translations verbose
```

```
RTA#show ip nat statistics
```

问题 5.

步骤 5:

RTA (con

RTA (con

下一步,

地址的 NAT

RTA (con

255.255

我们还必

列表。我们想

令:

RTA (con

最后, 将

RTA (con

用 “show

步骤 6:

下一步,

并返回到路由

看到的输出应

Pro Ins

tcp 192

tcp 192

问题 6.

问题 7.

问题 8.

问题 9.

地址的百分之

关闭在 R

步骤 7:

RTA (con

RTC (con

在路由器

“rotary” 来

192.168.1.60.

问题5. 根据“show ip nat statistics”命令的输出结果, 有多少个转换是活跃的?

步骤5: 因为 XYZ 公司想最大限度地利用它所分到的地址空间, 所以, 一对一的静态映射是不够的。我们必须配置动态 NAT 复用。先从路由器 RTA 上取消静态映射:

```
RTA(config)#no ip nat inside source static 10.0.0.2 192.168.1.34
```

```
RTA(config)#no ip nat inside source static 10.0.0.11 192.168.1.35
```

下一步, 配置一个将从 XYZ 公司所分到的地址块 (192.168.1.32/27) 中分配多达 25 个地址的 NAT 地址池:

```
RTA(config)#ip nat pool globalXYZ 192.168.1.33 192.168.1.57 netmask
255.255.255.224
```

我们还必须创建一个用来决定所接收到的数据包是否应该被进行地址转换的访问控制列表。我们想让所有来自 XYZ 公司内部网络的数据流都进行地址转换, 所以使用下面的命令:

```
RTA(config)#access-list 1 permit 10.0.0.0 0.255.255.255
```

最后, 将这个访问控制列表指派给 NAT 地址池, 并且给它配置复用选项:

```
RTA(config)#ip nat inside source list 1 pool globalXYZ overload
```

用“show running-config”命令核验配置, 然后进行下一个步骤:

步骤6: 测试我们的动态 NAT 配置。从 XYZ 公司的主机 A, ping ISP 的主机 B。从路由器 RTC, 也 ping 主机 B。两个 ping 都应该成功。否则的话可能就需要进行排错。

下一步, 同时从路由器 RTC 和 XYZ 公司的主机 A telnet 到 RTB。让两个会话保持打开, 并返回到路由器 RTA 的控制台口。在 RTA 上, 输入“show ip nat translations”命令。我们看到的输出应该与下面的输出相似:

Pro	Inside global	Inside local	Outside local	Outside global
tcp	192.168.1.33:1176	10.0.0.2:1176	192.168.1.1:23	192.168.1.1:23
tcp	192.168.1.33:1026	10.0.0.11:1026	192.168.1.1:23	192.168.1.1:23

问题6. 路由器 RTC 用哪个全球 IP 地址来到达 RTB?

问题7. 主机 A 用哪个地址来到达 RTB?

问题8. 从 RTB 的角度看, 它与多少台不同的 IP 主机进行通信?

问题9. 从 RTA 上, 发出“show ip nat statistics”命令。正在被使用中的地址占所有可用地址的百分之几?

关闭在 RTC 和主机 A 上的 Telnet 会话。

步骤7: 我们最后的配置任务是设置 NAT 使用 TCP 负载分担。XYZ 公司想让外部 Web 用户以循环方式被引向两个互为镜像的内部 Web 服务器。为了达到本实验的目的, 路由器 RTA 和 RTC 将担当这两台冗余的 Web 服务器。在每台路由器上配置 HTTP 服务如下:

```
RTA(config)#ip http server
```

```
RTC(config)#ip http server
```

在路由器 RTA 上, 为 TCP 负载分担配置一个 NAT 地址池和访问控制列表。用关键字“rotary”来配置循环分担。该访问控制列表将识别外部浏览器所请求网页的虚拟地址: 192.168.1.60。(注意: 我们在步骤5中没有在 XYZ 公司全球地址池中分配这个地址):

```
RTA(config)#ip nat pool Webservers 10.0.0.1 10.0.0.2 netmask 255.0.0.0 type
rotary
```

```
RTA(config)#access-list 2 permit host 192.168.1.60
```

```
RTA(config)#ip nat inside destination list 2 pool Webservers
```

通过在 XYZ 公司网络外部的 **主机 B** 上运行一个网络浏览器来测试我们的配置。将浏览器指向地址 192.168.1.60。

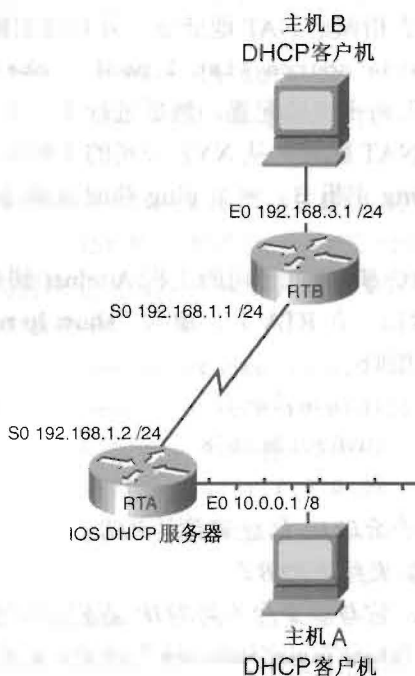
注意，是哪一台路由器的网页出现在在浏览器窗口中（查看它的主机名）。

点击我们 Web 浏览器的刷新（Refresh）键。

**问题 10.** 在刷新之后，将出现哪台路由器的网页？

重复该刷新操作，并注意其结果。

### 2.13.3 实验 2-3：使用 DHCP 和 IP 帮助地址



#### 1. 目标

在这个实验中，我们将把 Cisco 路由器配置为一台为两个不同子网上的客户端服务的 DHCP 服务器。我们也用 IP 帮助地址特性来转发来自一个远程子网的 DHCP 请求。

#### 2. 背景

在网络 192.168.3.0/24 和网络 10.0.0.0/8 上的客户机需要自动进行 IP 配置的 DHCP 服务。我们通过创建两个独立的地址池来配置路由器 RTA 以同时服务这两个子网。最后，我们配置路由器 RTB 的接口 E0 来向 RTA 转发 UDP 广播（包括 DHCP 请求）。

#### 3. 步骤

在开始这个实验前，建议在删除各路由器的初始配置后再重新启动路由器。这样可以防止

止由残留配置所

步骤 1：根

户机以自动获

能用“ping”

在 RTA 和

路由更新：

```
RTA(config)
```

```
RTA(config)
```

```
RTA(config)
```

```
RTA(config)
```

输入适当的

络并且测试 RTA

步骤 2：将

首先，核

用：

```
RTA(config)
```

下一步，为

```
RTA(config)
```

```
RTA(dhcp-c
```

步骤 3：XY

使

开

```
RTA(config)
```

步骤 4：返

地

```
RTA(dhcp-c
```

```
RTA(dhcp-c
```

```
RTA(dhcp-c
```

```
RTA(dhcp-c
```

步骤 5：现

置

主机 A 应

“winipcfg.exe”

子网掩码、缺省

错。

步骤 6：主

建

```
RTA(config)
```

```
RTA(dhcp-c
```