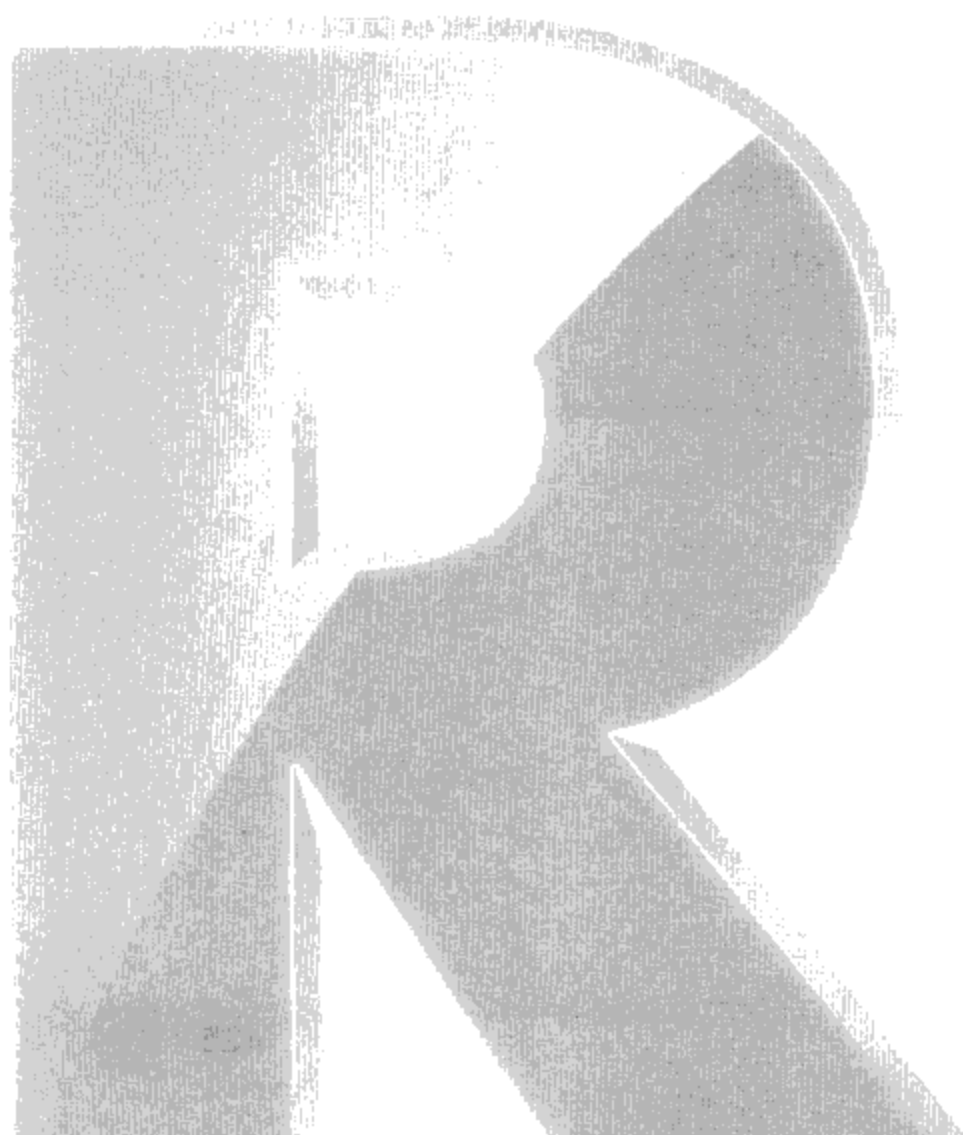
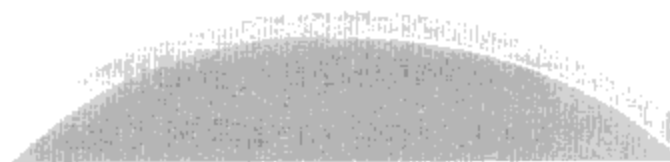
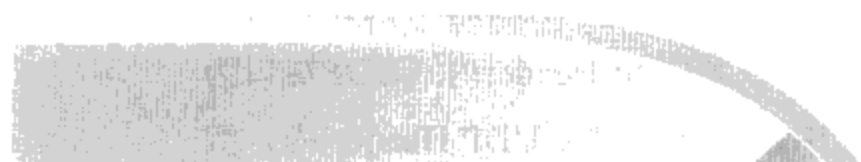


第 11 章

路由器与网桥的设置

不同网络之间通过路由器（router）或网桥（bridge）串接后，便可以让分别位于不同网络内的计算机通过路由器或网桥来通信。

- ✎ 路由器的原理
- ✎ 设置Windows Server 2008 R2路由器
- ✎ 筛选进出路由器的数据包
- ✎ 动态路由RIP
- ✎ 网络网桥的设置



11-1 路由器的原理

不同网络之间的计算机可以通过路由器来通信，而您可以利用硬件路由器来串接不同的网络，也可以让Windows Server 2008 R2计算机来扮演路由器的角色。

以图 11-1为例，图中甲乙丙三个网络是利用两个Windows Server 2008 R2路由器来串接，当甲网络内的计算机1要与丙网络内的计算机6通信时，计算机1会将数据包（packet）发送到路由器1，路由器1会将其转发给路由器2，最后再由路由器2负责将其发送给丙网络内的计算机6。

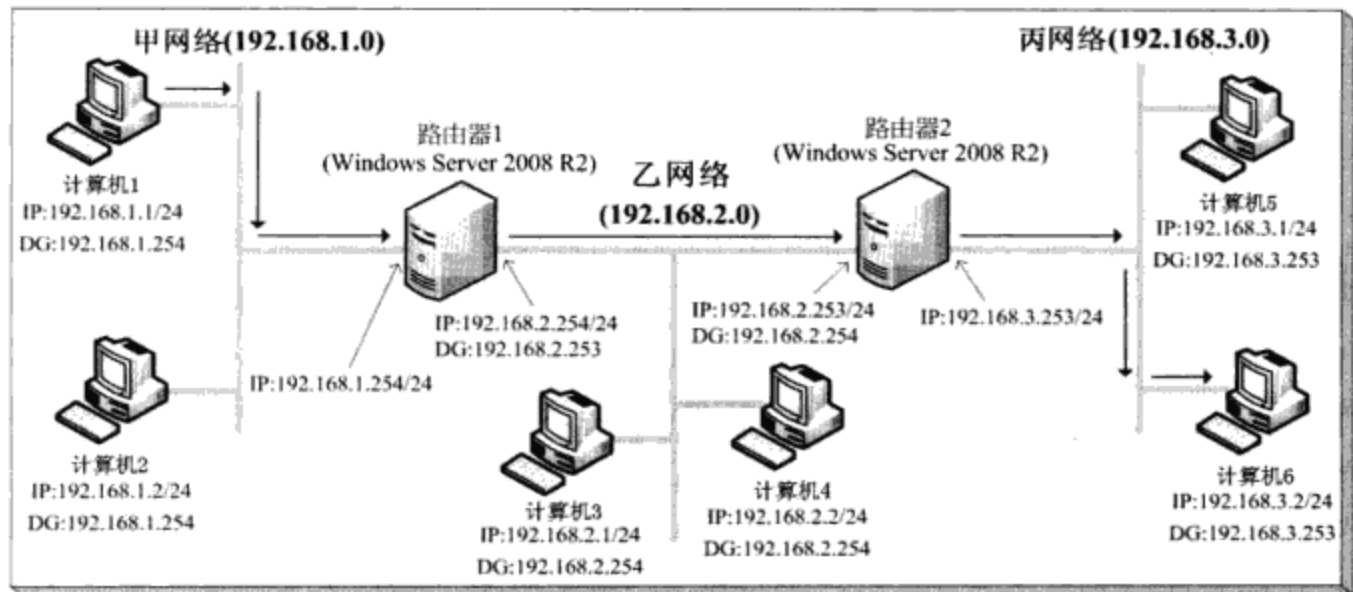


图 11-1

然而当计算机1要发送数据包给计算机6时，它是如何知道要通过路由器1来转发呢？而路由器1又如何知道要将其转发给路由器2呢？答案是**路由表**（routing table）。一般计算机与路由器内的路由表，提供了数据包发送的路径信息，以便让它们能够正确地将数据包发送到目标。

11-1-1 一般主机的路由表

以前面的图 11-1为例，计算机1内的路由表如图 11-2所示（Windows Server 2008 R2、Windows 7中文版等系统所显示的路由表字段并未对齐，不易阅读，图中为作者修改过的图），我们先稍微解释每个字段的定义，接着再详细解释其中几条数据的意义，最后再举例来解说。您可以到计算机1打开**命令提示符**窗口（或单击左下角的**Windows PowerShell**图标），然后运行**route print**（或**route print -4**）来得到图 11-2的界面。

```

管理员: 命令提示符

C:\>route print

=====
接口列表
10 ...02 bf c0 a8 08 08 ..... Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
1 ..... Software Loopback Interface 1
16 ...00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter #2
=====

IPv4 路由表

活动路由:
=====
网络目标      网络掩码      网关          接口          跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0      192.168.1.110 192.168.1.1    266<---1
127.0.0.0      255.0.0.0    在链路上      127.0.0.1      306<---2
127.0.0.1      255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1      306
127.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1      306
192.168.1.0    255.255.255.0 在链路上      192.168.1.1    266<---3
192.168.1.1    255.255.255.255 在链路上      192.168.1.1    266<---4
192.168.1.255 255.255.255.255 在链路上      192.168.1.1    266<---5
224.0.0.0      240.0.0.0    在链路上      127.0.0.1      306
224.0.0.0      240.0.0.0    在链路上      192.168.1.1    266<---6
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1      306
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上      192.168.1.1    266<---7
=====

永久路由:
=====
网络地址      网络掩码      网关地址      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0      192.168.9.110 默认
=====

```

图 11-2

- **网络目标:** 它可以是一个网络标识符、一个IP地址、广播地址或多播地址等。
- **网络掩码:** 也就是子网掩码 (subnet mask)。
- **网关:** 若目标计算机的IP地址与**网络掩码**执行逻辑AND运算后的结果, 等于**网络目标**的话, 就会将数据包发送给其右边**网关**处的IP地址。
- 如果**网关**处为**在链路上** (on-link) 的话, 表示计算机1可以直接与目标计算机通信 (例如目标计算机与计算机1在同一个网络), 不需要通过路由器来转发。



提示

在旧版Windows系统中并不会出现**在链路上**的字样, 而是计算机1自己的IP地址, 此时上面那一段的说明应改为: 如果**网关**处的IP地址等于计算机1自己的IP地址的话, 表示计算机1可以直接与目标计算机通信 (例如目标计算机与计算机1在同一个网络), 不需要通过路由器来转发。

- **接口:** 表示数据包是从计算机1的这个IP地址发出。
- **跃点:** 表示通过此路径来发送数据包的成本, 它可能代表发送速度的快慢、数据包从源到目标需要经过多少个路由器 (hop)、此路径的稳定性等。
- **永久路由:** 表示此处的路径并不会因为关机而消失, 它存储在注册表 (registry) 数据库中, 每次系统重新启动时, 都会自动设置此路径。

以下解释图 11-2中几条数据的意义 (请与图 11-1对照):

- **1号箭头:** 这是**默认路径** (default route)。当计算机1要发送数据包时, 若在路由表内找不到其他可用来发送此数据包的路径时, 该数据包就会通过**默认路径**来发送, 也就是说数据包会从**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出, 然后送给**网关**为192.168.1.254这个IP地址。192.168.1.254是路由器1的IP地址。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.254	192.168.1.1	266

➤ **2号箭头：**这是**环回网络路径**（loopback network route）。当计算机1要发送数据包给IP形式是127.x.y.z的地址时，这个数据包会从**接口**为127.0.0.1这个IP地址送给目标，不需要通过路由器来转发（从**网关处为在链路上**可知）。IP地址127.x.y.z是计算机内部使用的IP地址，通过127.x.y.z地址让计算机可以送数据包给自己，一般我们使用127.0.0.1。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
127.0.0.0	255.0.0.0	在链路上	127.0.0.1	306

➤ **3号箭头：**这是**直接连接的网络路径**（directly-attached network route）。所谓**直接连接的网络**就是指计算机1所在的网络，也就是网络标识符为192.168.1.0的网络。此路径表示当计算机1要发送数据包给192.168.1.0这个网络内的计算机时，该数据包会从**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出。而在**网关处为在链路上**，表示数据包将直接发送给目标，不需要通过路由器来转发。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
192.168.1.0	255.255.255.0	在链路上	192.168.1.1	266

➤ **4号箭头：**这个路径是**主机路径**（host route）。当计算机1要发送数据包到192.168.1.1（计算机1自己）时，该数据包会从**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出，然后发送给自己，不需要通过路由器来转发（从**网关处为在链路上**可知）。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
192.168.1.1	255.255.255.255	在链路上	192.168.1.1	266

➤ **5号箭头：**这个路径是**子网广播路径**（subnet broadcast route）。表示当计算机1要发送数据包给192.168.1.255时（也就是要广播给192.168.1.0这个网络内的所有计算机），该数据包会通过**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出。**网关处为在链路上**，表示数据包将直接发送给目标，不需要通过路由器。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
192.168.1.255	255.255.255.255	在链路上	192.168.1.1	266

➤ **6号箭头**: 这是**多播路径** (multicast route)。表示计算机1要发送**多播**的数据包时, 该数据包会通过**接口**为192.168.1.1这个IP发出。**网关**处为**在链路上**, 表示数据包将直接发送给目标, 不需要通过路由器。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
224.0.0.0	240.0.0.0	在链路上	192.168.1.1	266

➤ **7号箭头**: 它是**有限广播路径** (limited broadcast route)。表示当计算机1要发送广播数据包到255.255.255.255 (**有限广播地址**) 时, 该数据包会通过**接口**为192.168.1.1这个IP发出。**网关**处为**在链路上**, 表示数据包将直接发送给目标 (255.255.255.255), 不需要通过路由器。

网络目标	网络掩码	网关	接口	跃点
255.255.255.255	255.255.255.255	在链路上	192.168.1.1	266



提示

当您要发送数据包给255.255.255.255 (**有限广播地址**) 时, 此数据包将被发送给同一个物理网络内网络标识符相同的所有计算机。

了解路由表的内容后, 接着利用几个实例来解释计算机1如何通过路由表来选择发送数据包的路径 (参考图 11-3)。

➤ 发送给同一个网络内的计算机2, 其IP地址为192.168.1.2:
计算机1会将计算机2的 IP地址 192.168.1.2 与路由表内的每一个路径的**网络掩码**执行逻辑 AND 运算, 结果发现192.168.1.2与第 3 号箭头的**网络掩码** 255.255.255.0执行逻辑AND运算时, 其结果与**网络目标**处的192.168.1.0相符合, 因此会通过第3号箭头的路径来发送数据包, 也就是该数据包会从**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出, 而在**网关**处为**在链路上**, 表示数据包将直接发送给目标 (192.168.1.2), 不需要通过路由器。



Q 当192.168.1.2与第1号箭头的**网络掩码**0.0.0.0执行逻辑AND运算后, 其结果也与第1号箭头的**网络目标**的0.0.0.0相符合, 那为何计算机1不选择第1号箭头的路径来发送数据包呢?



A 如果同时有多个路径可用来发送数据包的话, 计算机1会选择**网络掩码**中, 位值为1 (2进制) 的数目最多的路径, 第1号箭头的**网络掩码**为0.0.0.0, 转换成2进制后, 其位值为1的数目是0个, 而第3号箭头的**网络掩码**为255.255.255.0, 它有24位是1, 故计算机1会选择第3号箭头的路径来发送数据包。

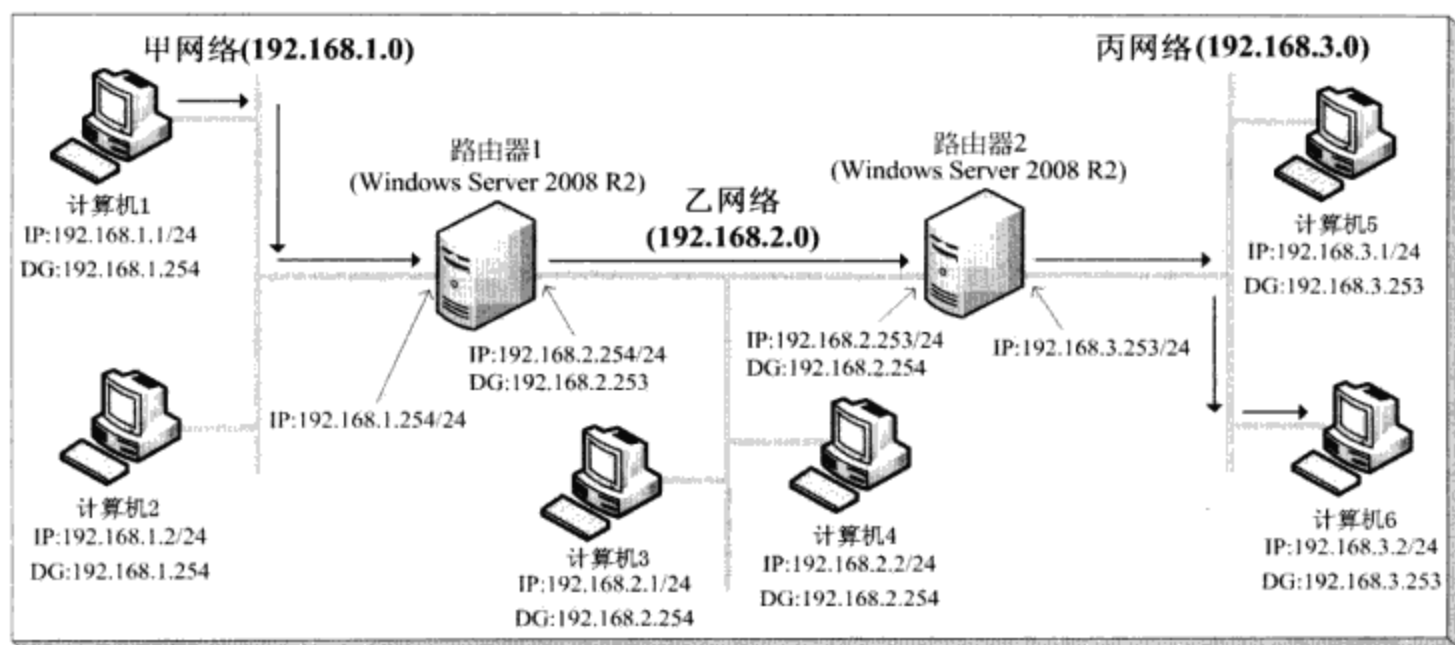


图 11-3

- ✎ 发送给丙网络内的计算机6，其IP地址为192.168.3.2：
计算机1会将计算机6的IP地址192.168.3.2与路由表内的每一个路径的**网络掩码**执行逻辑 AND 运算，结果发现192.168.3.2与第1号箭头的**网络掩码** 0.0.0.0执行逻辑AND运算时，其结果与**网络目标**处的0.0.0.0相符合，因此会通过第1号箭头的路径来发送数据包。也就是该数据包会从**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出，然后发送到**网关**字段的192.168.1.254，它就是路由器1的IP地址，再由路由器1根据其内的路由表来决定如何将数据包发送到计算机6。
 - ✎ 发送广播数据包给192.168.1.255：
也就是将数据包广播给网络标识符为192.168.1.0的所有计算机。经过将192.168.1.255与路由表内的每一个路径的**网络掩码**执行逻辑AND运算后，结果发现运算结果与第5号箭头的**网络目标** 192.168.1.255相符合，因此会通过第5号箭头的路径来发送数据包，也就是该数据包会从**接口**为192.168.1.1这个IP地址发出，而在**网关**字段处为**在链路上**，表示数据包将直接发送给目标（192.168.1.255），不需要通过路由器。
- 又例如以图中的计算机3来说，以下是其选择发送路径的3个范例的简要说明。
- ✎ 若要发送给甲网络内的计算机：
此数据包会发送给其默认网关，也就是路由器1（IP地址192.168.2.254），再由路由器1将其发送给甲网络内的计算机。
 - ✎ 若要发送给乙网络内的计算机：
此数据包将直接发送给目标计算机，不需要通过路由器。
 - ✎ 若要发送给丙网络内的计算机：
此数据包会发送给其默认网关，也就是路由器1（IP地址192.168.2.254），再由路由器1

将其发送给其默认网关，也就是路由器2（IP地址192.168.2.253），最后再由路由器2传给丙网络内的计算机。

11-1-2 路由器的路由表

以图 11-4 为例，图中除了路由器1与2之外，甲乙两个网络另外还通过一个路由器3串接在一起。其中路由器1内的路由表如图 11-5 所示，由于它与一般主机的路由表类似，故在此我们只针对**跃点**（metric）部分做说明。

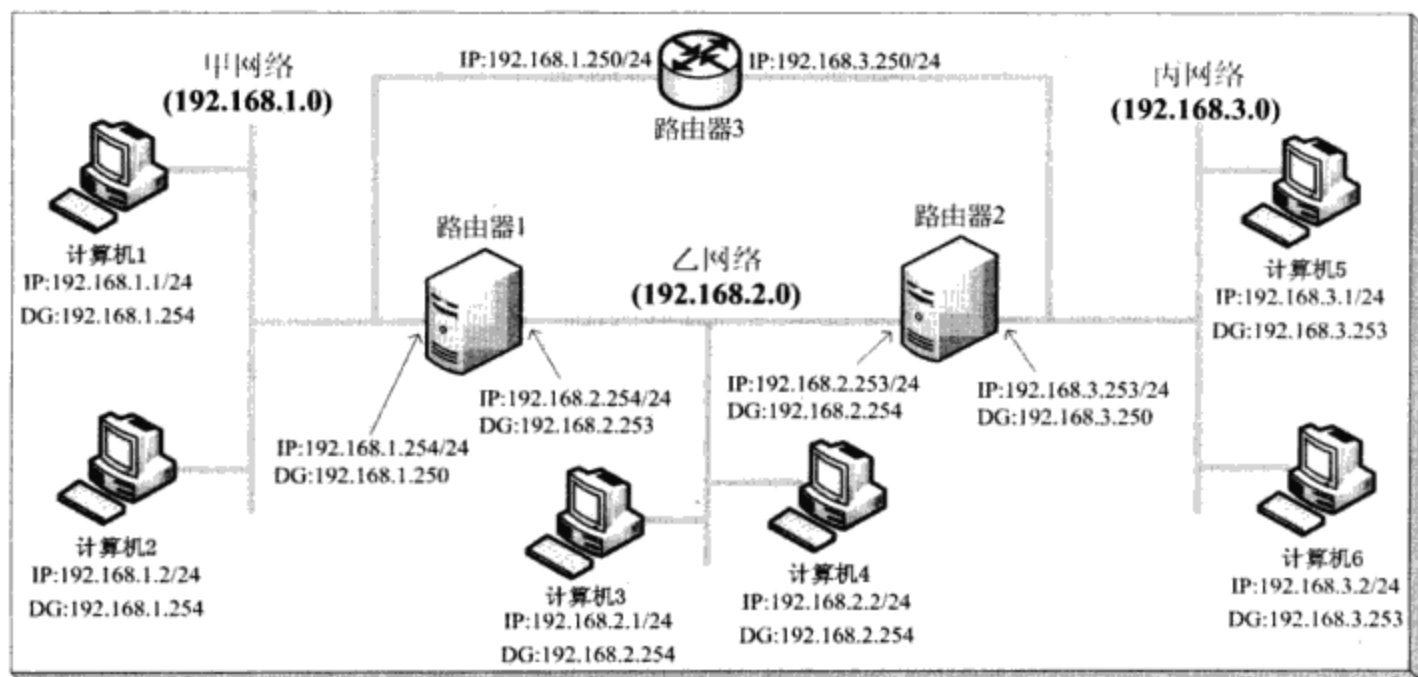


图 11-4

图中路由器1的两块网卡都各自设置了默认网关（正常应该只有一片网卡需指定默认网关，此处是为了解释方便起见，才会在两块网卡都指定默认网关），分别是192.168.2.253与192.168.1.250，因此在图 11-5 中的箭头1与箭头2可以看到两个**默认路径**，如果路由器1要通过**默认路径**来发送数据包时（例如将数据包发送到丙网络），请问路由器要选择哪一个路径呢？也就是要将数据包传给路由器2？还是路由器3呢？前面介绍过它会选择**网络掩码**中（2进制）位值为1的数目最多的路径，可是这两个**默认路径**的**网络掩码**一样都是0.0.0.0，此时路由器1要如何选择呢？此时需由图 11-5 中最右边的**跃点**数字段来决定。

跃点数用来表示通过此路径发送数据包的成本，它可能代表发送速度的快慢、发送途中需要经过多少个路由器、此路径的稳定性等，您可以根据这些因素来自行设置此路径的**跃点**数，**跃点**数越低表示此路径越佳。

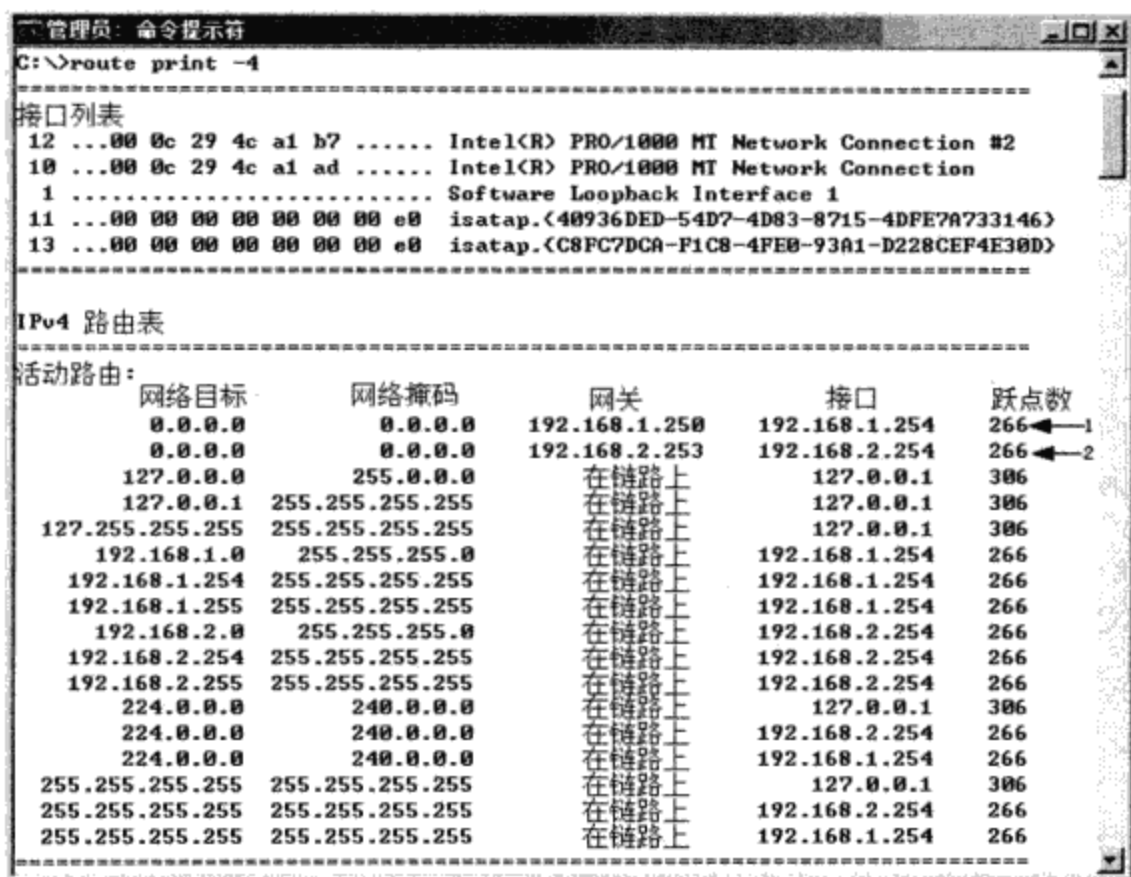


图 11-5

路由器会先选择跃点数最低的路径来发送，如果跃点数相同的话，例如图 11-5 中两个默认路径的跃点数都是由系统自动设置的 266，则系统会选择连接顺序在前面的网络接口。您可以通过【开始 ➤ 对着网络单击右键 ➤ 属性 ➤ 单击更改适配器设置 ➤ 单击 Alt 键 ➤ 如图 11-6 所示选择高级菜单 ➤ 高级设置 ➤ 通过前图来查看连接顺序】，图中乙网络排在甲网络前面，因此路由器 1 会选择通过乙网络来将数据包发出，也就是选择图 11-5 中 2 号箭头的路径来将其发送给路由器 2（192.168.2.253）。您可以通过图 11-6 右边的上下箭头来调整连接顺序。

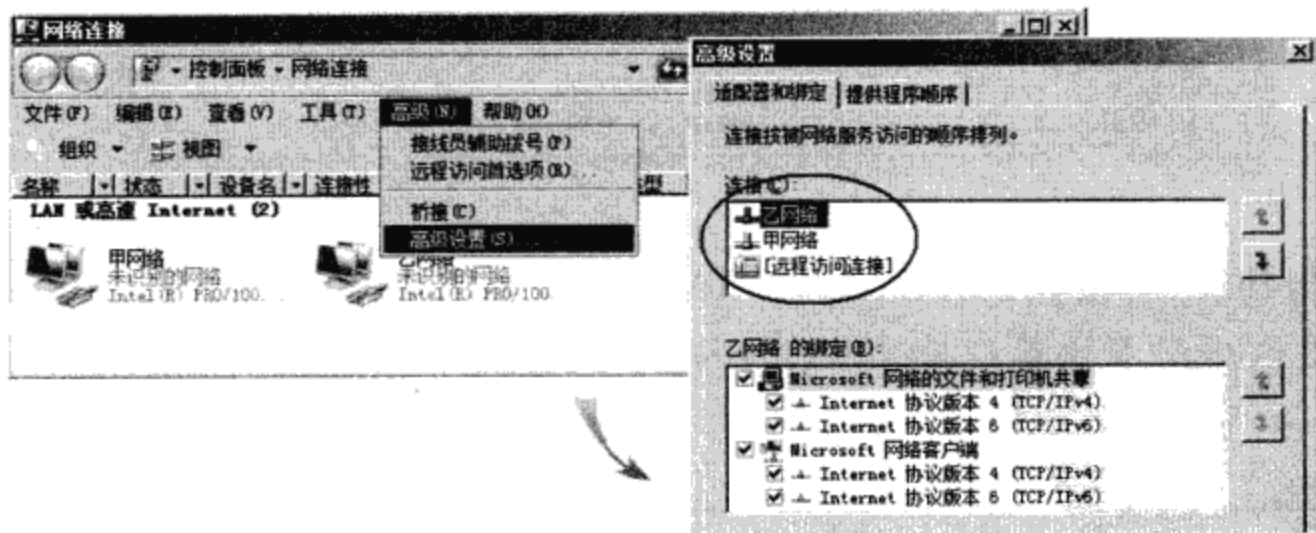


图 11-6

Windows 系统会自动检测网关是否正常，因此若因故无法通过排在列表前面的乙网络的网关（也就是图 11-5 中 2 号箭头的 192.168.2.253）来发送数据包的话，系统会自动改使用排在后面的甲网络的网关（也就是图 11-5 中 1 号箭头的 192.168.1.250）。



提示

系统是通过注册参数 **DeadGWDetectDefault** 来决定是否要自动检测网关正常与否，此参数位于以下注册路径：

HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Tcpip\Parameters

参数类型为REG_DWORD，数值为1表示要检测，0表示不检测。

Windows系统具备自动计算**跃点数**的功能，而在Windows Server 2008 R2（Windows Server 2008 R2、Windows 7与Windows Vista）内是通过以下方式来自动计算每一个路径的**跃点数**：

路径跃点数 = 接口跃点数 + 网关跃点数

接口跃点数是以网络接口的速度来计算的，例如100 Mbps网卡的默认**接口跃点数**为20、1 Gbps网卡的**接口跃点数**为10、10 Gbps网卡的**接口跃点数**为5。**网关跃点数**默认为256。因此若您在1 Gbps网卡上指定默认网关的话，则在路由表中**默认路径**的跃点数为 $10 + 256 = 266$ 。



提示

您可以如图 11-7所示利用**netsh interface ip show address**命令来查看网络接口的网关跃点数与接口跃点数（Interface Metric）。

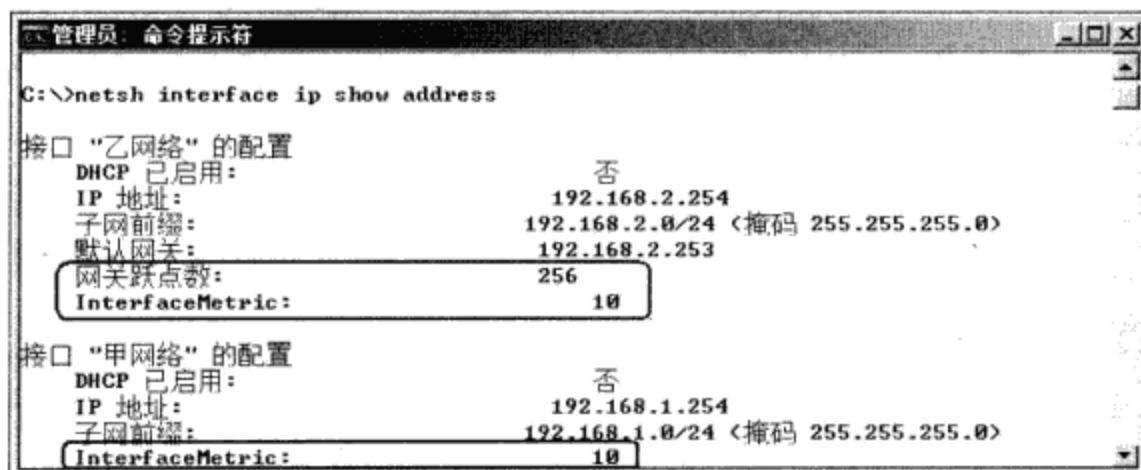


图 11-7

若要更改**接口跃点数**或**网关跃点数**的默认值的话，请选用【开始☞对着**网络**单击右键☞属性☞单击**更改适配卡设置**☞对着网络连接单击右键☞属性☞单击**Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)**☞单击**属性**☞单击**高级**☞然后通过图 11-8中**默认网关与在自动跃点处来设置**】。



提示

旧版Windows系统（例如Windows Server 2003）的设置有所不同：网关跃点数就是路径跃点数，而网关跃点数默认会自动继承接口跃点数，不过您也可以自行设置每一个网关的网关跃点数（不继承接口跃点数）。100 Mbps网卡的默认**接口跃点数**为20，而1 Gbps网卡则为10。

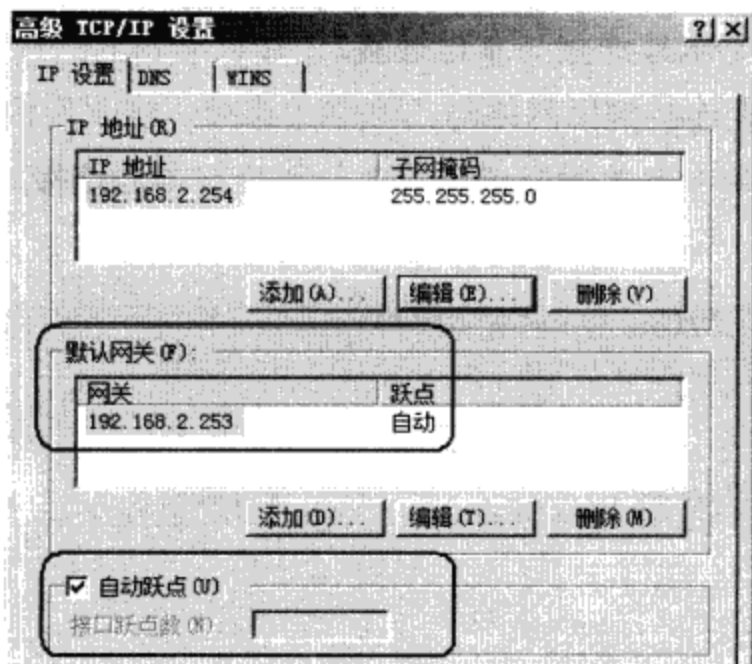


图 11-8

11-2 设置Windows Server 2008 R2路由器

我们将通过图 11-9来说明如何将Windows Server 2008 R2服务器设置为路由器（图中的路由器1）。请依照图指示将路由器1、计算机1与计算机2的IP地址、默认网关等设置好，并务必利用ping命令来确认计算机1与路由器1、路由器1与计算机2相互之间都可以正常通信，请先暂时将这3台计算机的Windows防火墙关闭（或启用入站规则中的文件和打印机共享（回显请求-ICMPv4-In）），因为它会阻挡ping命令所发送的数据包。



提示

由于我们还没有将路由器1的路由功能启用，故计算机1与计算机2之间目前还无法通过路由器来通信。

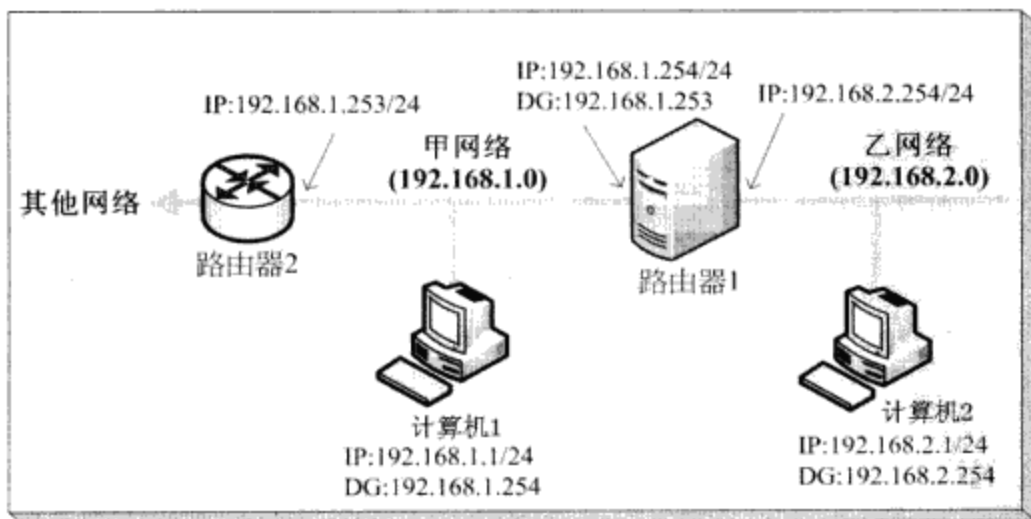


图 11-9

图中扮演路由器1角色的Windows Server 2008 R2计算机内安装了两块网卡，这两片网卡所

对应的连接名称默认分别是**本地连接**与**本地连接2**，建议您将其改成比较有意义的名称，如图11-10所示2个连接分别代表连接到甲网络与乙网络的连接，修改连接名称的方法为【开始➤对着**网络**单击右键➤属性➤单击**更改适配器设置**➤分别对着**本地连接**与**本地连接2**单击右键➤重命名】。

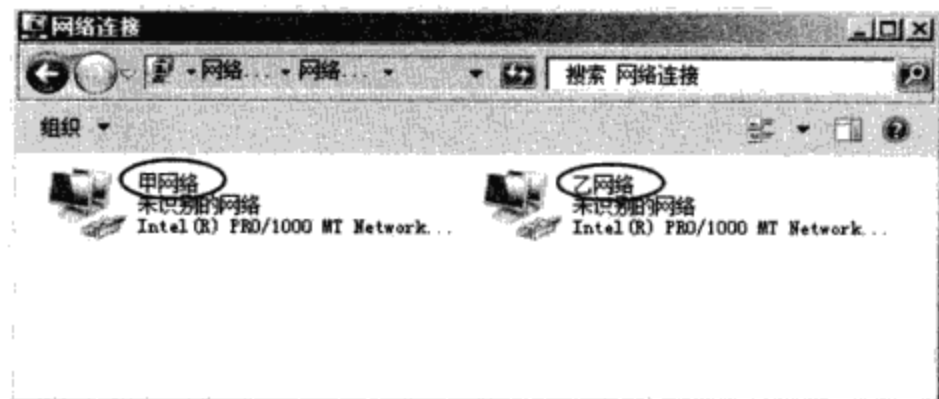


图 11-10

11-2-1 启用Windows Server 2008 R2路由器

请到即将扮演路由器1角色的Windows Server 2008 R2计算机上执行以下步骤。

STEP 1 单击左下角**服务器管理器**图标➤**角色**➤单击**添加角色**。

STEP 2 出现**开始之前**界面时单击**下一步**。

STEP 3 在图 11-11中选择**网络策略和访问服务**后**下一步**。

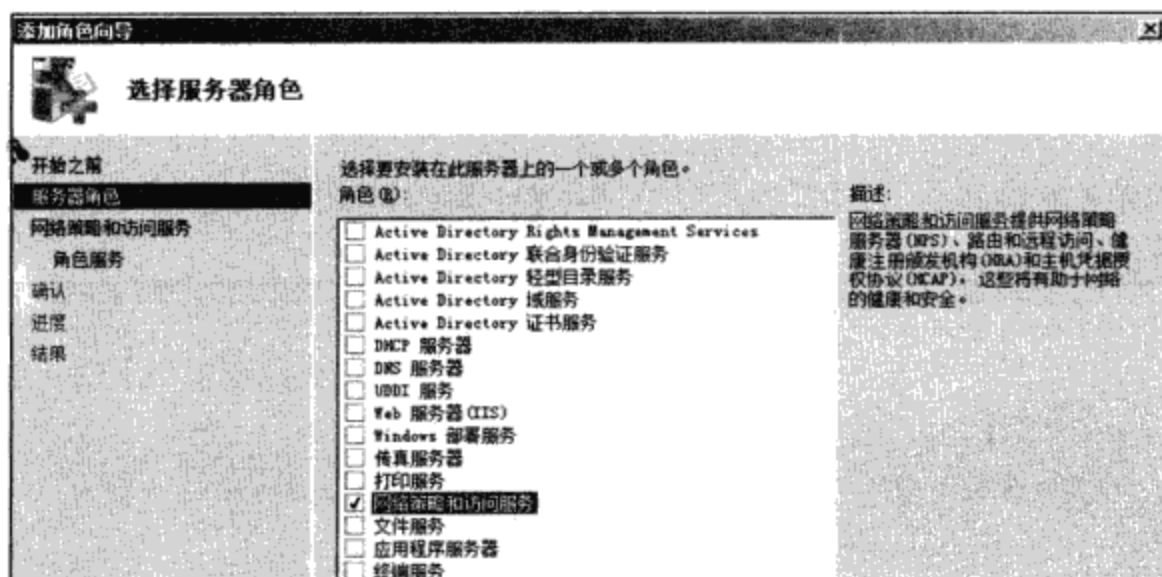


图 11-11

STEP 4 出现**网络策略和访问服务**界面时单击**下一步**。

STEP 5 如图 11-12所示选择**路由和远程访问服务**，然后单击**下一步**。

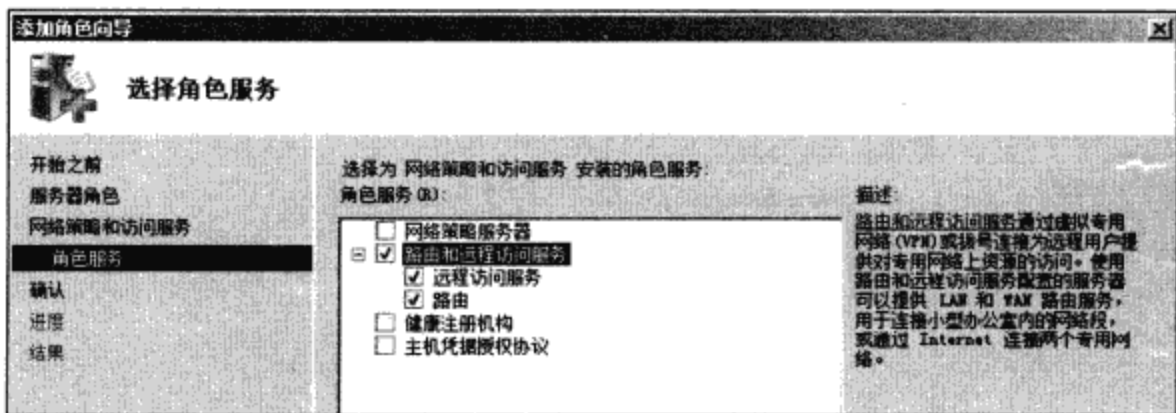


图 11-12

STEP 6 在确认安装选择界面中单击**安装**，之后单击**关闭**。

STEP 7 选用【开始➤管理工具➤路由和远程访问➤如图 11-13所示对着本地计算机单击右键➤配置并启用路由和远程访问】。



图 11-13

STEP 8 在欢迎使用路由和远程访问服务器安装向导界面中单击**下一步**。

STEP 9 如图 11-14所示【选择自定义配置➤单击**下一步**➤选择LAN路由➤单击**下一步**】。

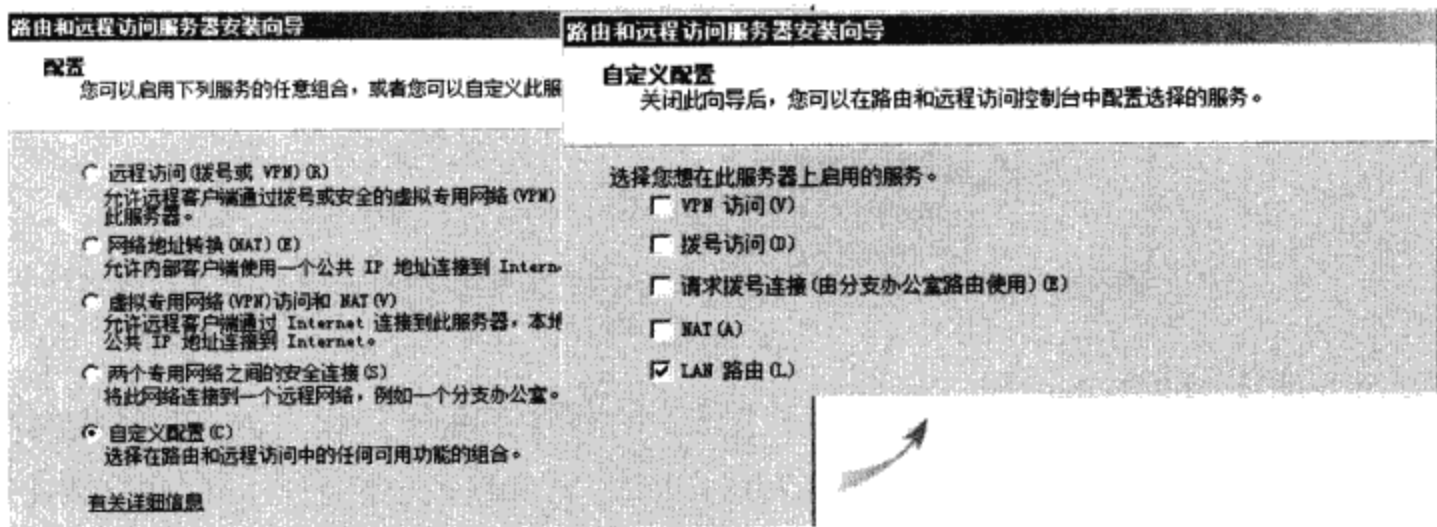


图 11-14

STEP 10 出现完成路由和远程访问服务器安装向导界面时单击**完成**。

STEP 11 出现启动服务界面时单击**启动服务**。

STEP 12 您可以通过以下方法来确认此计算机已经具备路由器功能：【如图 11-15所示单击本地计算机➤单击上方的属性图标➤确认前图中已选择IPv4路由器】。

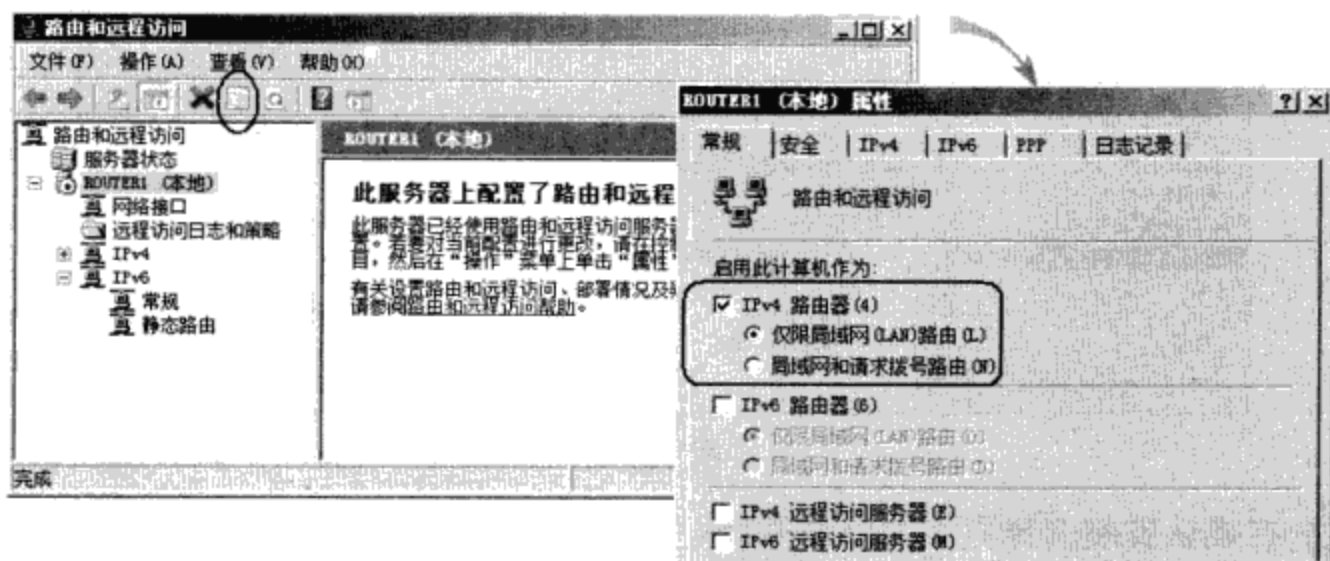


图 11-15

完成以上设置后，位于甲网络的计算机1就可以与位于乙网络的计算机2正常通信，您可以利用ping命令来测试，不过请先将计算机2的Windows防火墙关闭。

11-2-2 查看路由表

Windows Server 2008 R2路由器设置完成后，您可以利用前面曾经介绍过的route print（或route print -4）命令来查看路由表或通过图 11-16所示的方法。

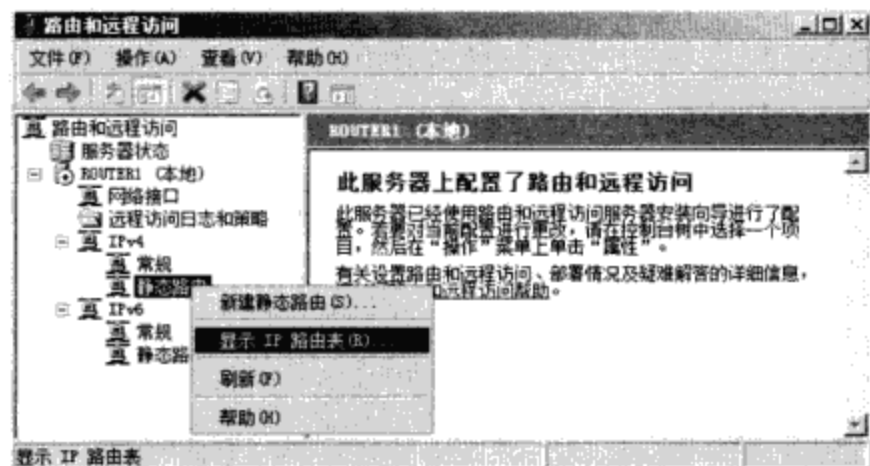


图 11-16

如图 11-17所示为路由器1默认的路由表内容，由图中可看出与路由器直接连接的两个网络，也就是192.168.1.0（甲网络）与192.168.2.0（乙网络），其路径已经被自动创建在路由表内。

目标	网络掩码	网关	接口	跃点数	协议
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.253	甲网络	266	网络管理
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	环回	51	本地
127.0.0.1	255.255.255.255	127.0.0.1	环回	306	本地
192.168.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.1.254	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.2.0	255.255.255.0	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.2.254	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
224.0.0.0	240.0.0.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
255.255.255.255	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理

图 11-17

图中**协议**字段是用来说明此路径是如何产生的：

- 若是通过**路由和远程访问**控制台手动创建的路径，则此处为**静态**（Static）。
- 若不是通过**路由和远程访问**控制台手动创建的路径，而是利用其他方式手动创建的，例如利用**route add**命令创建的或是在网络连接（例如**本地连接**）的TCP/IP中设置的，则此处为**网络管理**（Network Management）。
- 若是利用RIP协议从其他路由器学习得来的话，则此处为**RIP**。
- 除去以上的情况之外，则是**本地**（Local）。

11-2-3 新建静态路径

我们将通过图 11-18来说明如何新建静态路径。以图中的路由器1来说，当它接收到数据包时，会根据数据包的目标来决定发送方法。

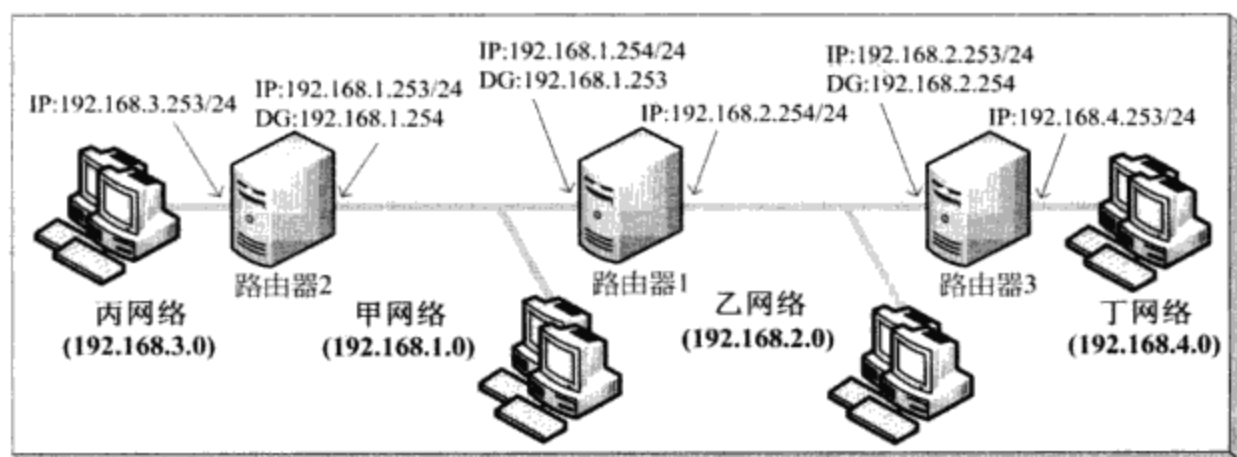


图 11-18

- 如果数据包的目标为甲网络内的计算机：此时它会通过IP地址为192.168.1.254的网卡将数据包直接发送给目标计算机。
- 如果数据包的目标为乙网络内的计算机：此时它会通过IP地址为192.168.2.254的网卡将数据包直接发送给目标计算机。
- 如果数据包的目标为丙网络内的计算机：由于对路由器1来说，丙网络为另外一个网段（非直接连接的区段），因此路由器1会将其传给默认网关来转发，也就是会通过IP地址为192.168.1.254的网卡将其传给路由器2的IP地址192.168.1.253，再由路由器2将此数据包传给目标计算机。
- 如果数据包的目标为丁网络内的计算机：同样对路由器1来说，丁网络为另外一个网段（非直接连接的区段），因此路由器1会将其传给默认网关转发，也就是会通过IP地址为192.168.1.254的网卡将其传给路由器2的IP地址192.168.1.253，然而对路由器2来说，丁网络也是另外一个网段，因此路由器2又会将此数据包传给其默认网关192.168.1.254，也就是路由器1，路由器1又会将其发给路由器2……，如此循环，数据包将无法被发送到目标计算机。

您可以通过在路由器1新建静态路径的方式来解决上述第4点的问题，这个静态路径可让路

由器1将目标为丁网络的数据包，传给路由器3来转发。您可以通过**路由和远程访问控制台**或**route add**命令来新建静态路径。

通过“路由和远程访问”控制台

如图 11-19所示【展开IPv4➡对着**静态路由**单击右键➡新建静态路由➡通过前图来设置新路径】，图中范例表示发送给192.168.4.0网络（丁网络）的数据包，将通过连接**乙网络**的网络接口（也就是IP地址为192.168.2.254的网卡）发出，并且会传给IP地址为192.168.2.253的网关（路由器3），而此路径的**网关跃点数**（metric）为256。

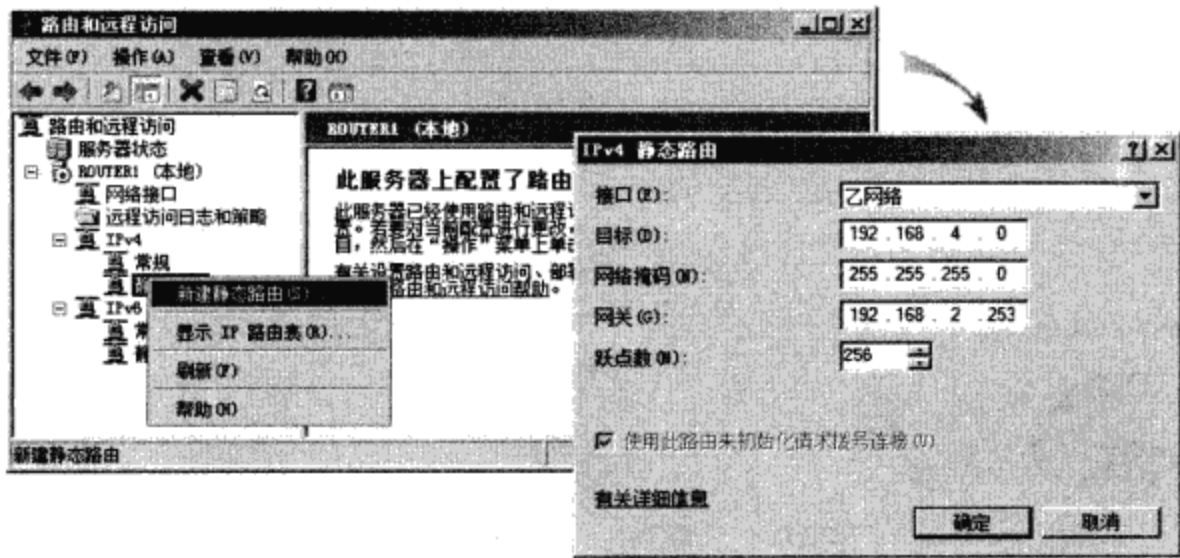


图 11-19

图 11-20为其路由表，其中目标为192.168.4.0的路径就是我们刚才所新建的路径，此路径的跃点数为**网关跃点数 + 接口跃点数 = 256 + 10（1 Gbps网络的默认值） = 266**。

ROUTE1 - IP 路由表						
目标	网络掩码	网关	接口	跃点数	协议	
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.253	甲网络	266	网络管理	
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	环回	51	本地	
127.0.0.1	255.255.255.255	127.0.0.1	环回	306	本地	
192.168.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理	
192.168.1.254	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理	
192.168.1.255	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理	
192.168.2.0	255.255.255.0	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理	
192.168.2.254	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理	
192.168.2.255	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理	
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.2.253	乙网络	266	静态 (非请求拨号)	
224.0.0.0	240.0.0.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理	
255.255.255...	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理	

图 11-20

利用route add命令

您也可以利用**route add**命令来新建静态路径。假设在图 11-18右方还有一个网络标识符为192.168.5.0的网络，而我们要在路由器1内新建一条192.168.5.0的静态路径，也就是当路由器1要发送数据包到此网络时，它会通过**乙网络**的网络接口（IP地址为192.168.2.254的网卡）发出，并且会传给IP地址为192.168.2.253的网关（路由器3），假设此路径的**网关跃点数**为256。

请在路由器1上开启**命令提示符**窗口（或单击左下角的**Windows PowerShell**图标），然后

利用route print命令来查看IP地址为192.168.2.254的网络接口（网卡）的序号，假设其代号为如图 11-21所示的12（可通过其右边的网卡名称或MAC地址来比对得知）。

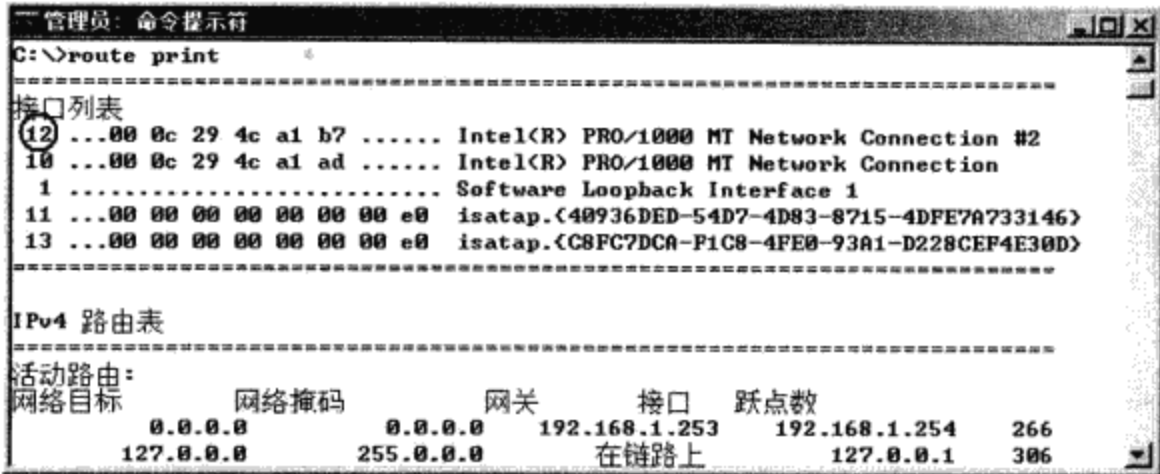


图 11-21

接着执行以下命令（参考图 11-22）：

route -p add 192.168.5.0 mask 255.255.255.0 192.168.2.253 metric 256 if 12

其中-p参数表示永久路径，它会被存储在注册表数据库内，下一次重新启动此路径依然存在。

图 11-23为在路由和远程访问控制台中所看到的界面，其中的192.168.4.0与192.168.5.0就是我们刚才分别利用两种方法所新建的路径。

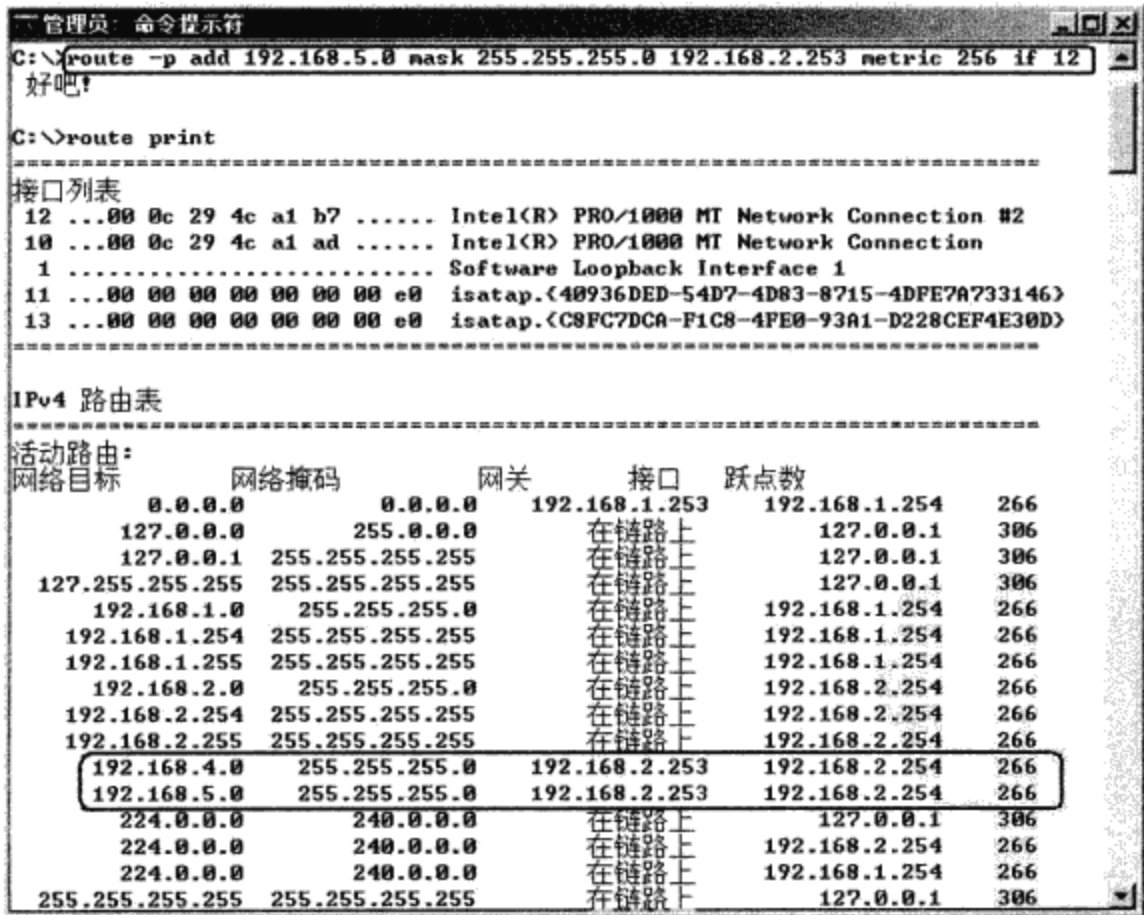


图 11-22

ROUTE1 - IP 路由表					
目标	网络掩码	网关	接口	跃点数	协议
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.253	甲网络	266	网络管理
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	环回	51	本地
127.0.0.1	255.255.255.255	127.0.0.1	环回	306	本地
192.168.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.1.254	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.1.255	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.2.0	255.255.255.0	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.2.254	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.2.255	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.2.253	乙网络	266	静态 (非请求拨号)
192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.2.253	乙网络	266	网络管理
224.0.0.0	240.0.0.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
255.255.255.255	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理

图 11-23



提示

您可以通过route delete命令来删除路径，例如要删除路径192.168.5.0的话，可以执行route delete 192.168.5.0。

11-3 筛选进出路由器的数据包

Windows Server 2008 R2路由器支持数据包筛选功能，让我们可以通过筛选规则来决定哪一类型的数据包被允许通过路由器来发送，以便提高网络的安全性。路由器的每一个网络接口都可以被设置来筛选数据包，例如：

以图 11-24为例，您可以通过入站筛选器让路由器不接受由甲网络内的计算机所发来的ICMP数据包，因此甲网络内的计算机将无法利用ping命令来与乙、丙两个网络内的计算机通信。

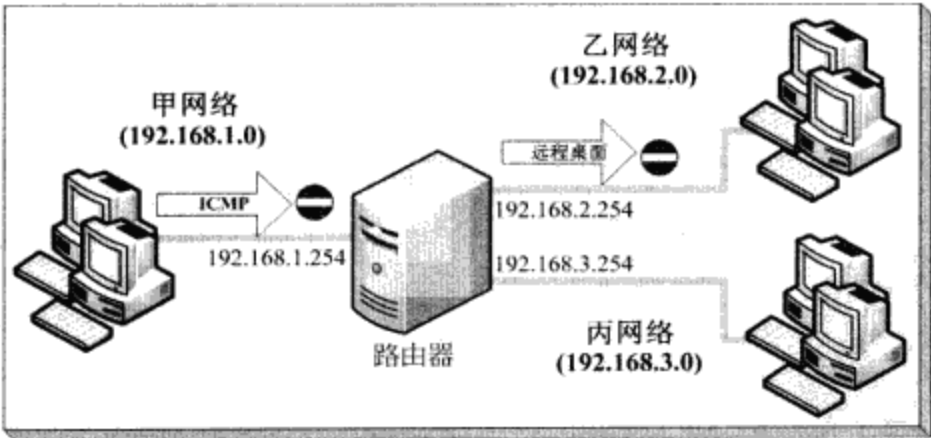


图 11-24

又例如您可通过出站筛选器让路由器不将远程桌面的数据包送到乙网络，因此甲、丙两个网络内的计算机无法利用远程桌面来与乙网络内的计算机通信。

11-3-1 入站筛选器的设置

我们以图 11-24中的路由器为例来说明如何设置入站筛选器，以拒绝接受从甲网络来的

ICMP数据包，无论此数据包的目标为乙或丙网络内的计算机。请如图 11-25所示【展开IPv4➡常规➡选择网络接口甲网络➡单击上方的属性图标➡单击入站筛选器】。

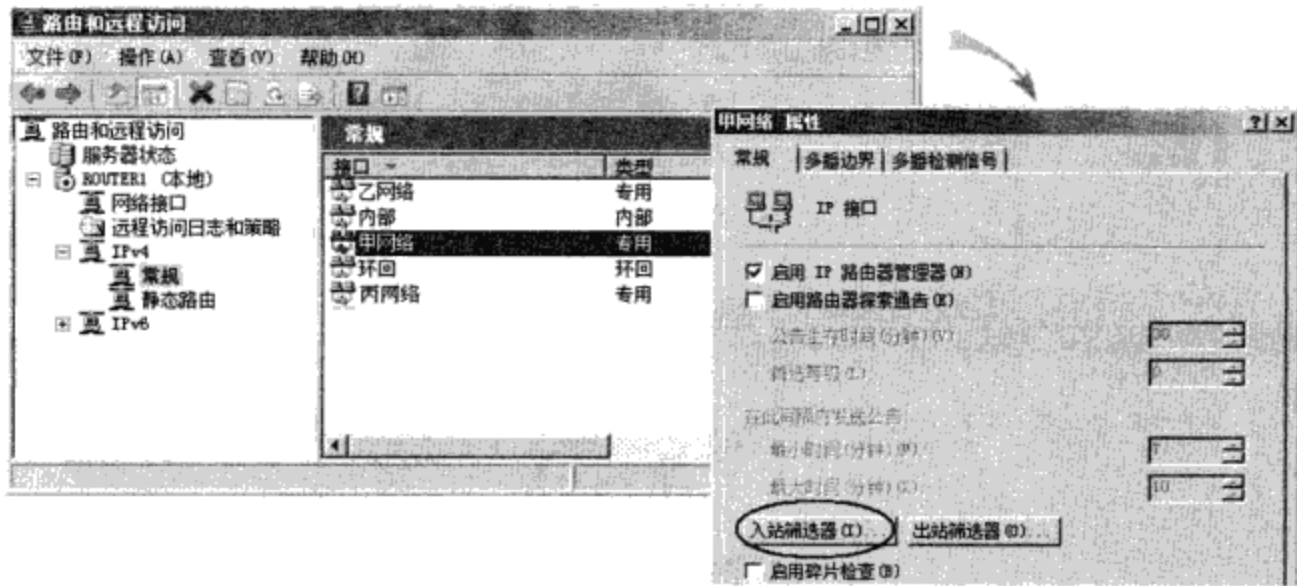


图 11-25

接着如图 11-26所示单击新建，然后通过前图来设置，图中设置凡是从甲网络（源网络，192.168.1.0/24）传进来的ICMP数据包，无论其目标为何，都一律拒绝接受。图中我们只限制ICMP Echo Request数据包，它的ICMP类型（type）为8、代码（code）为0，因此甲网络内的计算机将无法利用ping命令来与乙、丙两个网络内的计算机通信。

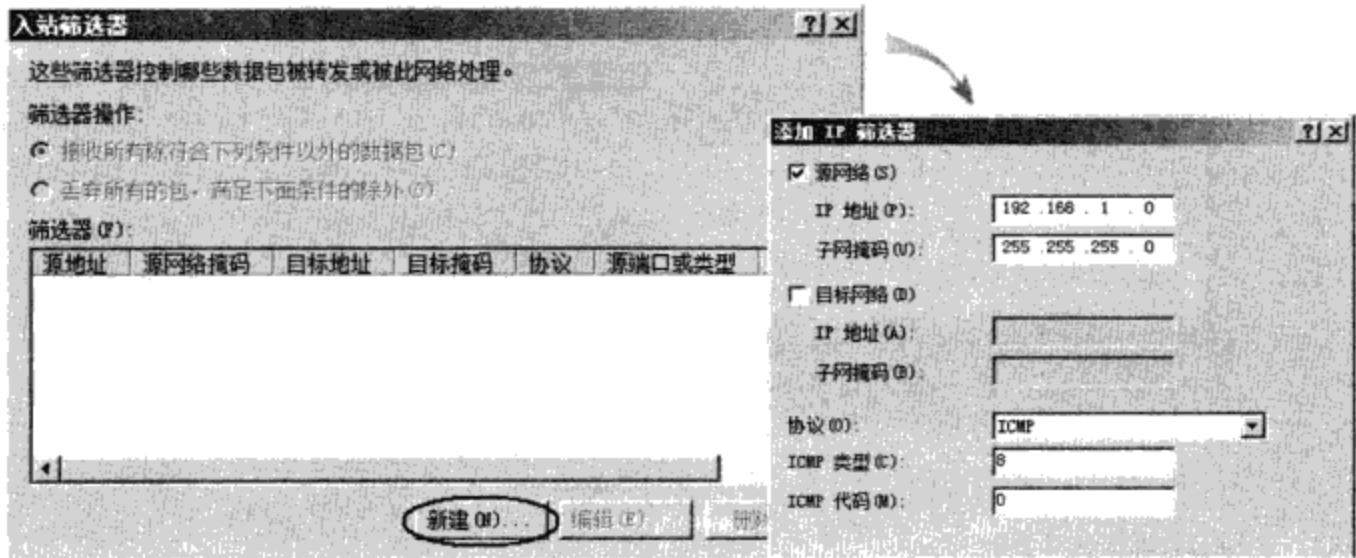


图 11-26

11-3-2 出站筛选器的设置

同样以图 11-24中路由器来说明如何设置出站筛选器，以便拒绝将与远程桌面有关的数据包发送到乙网络，甲、丙两个网络内的计算机因此将无法利用远程桌面连接来与乙网络内的计算机通信。请如图 11-27所示【展开IPv4➡常规➡选择网络接口乙网络➡单击上方的属性图标➡单击出站筛选器】。

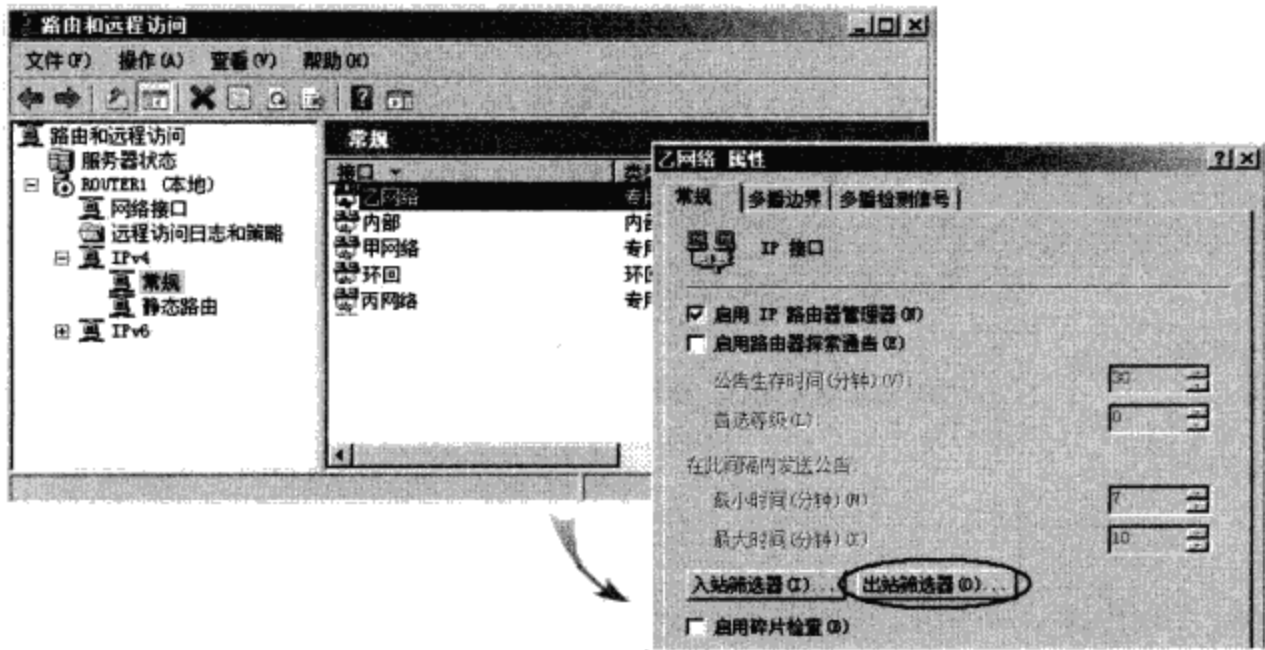


图 11-27

接着【如图 11-28单击新建通过前图来设置】，图中设置了无论从哪一个网络所发送来的远程桌面数据包（TCP端口号为3389），一律拒绝将其发送到目标网络192.168.2.0/24（乙网络）。

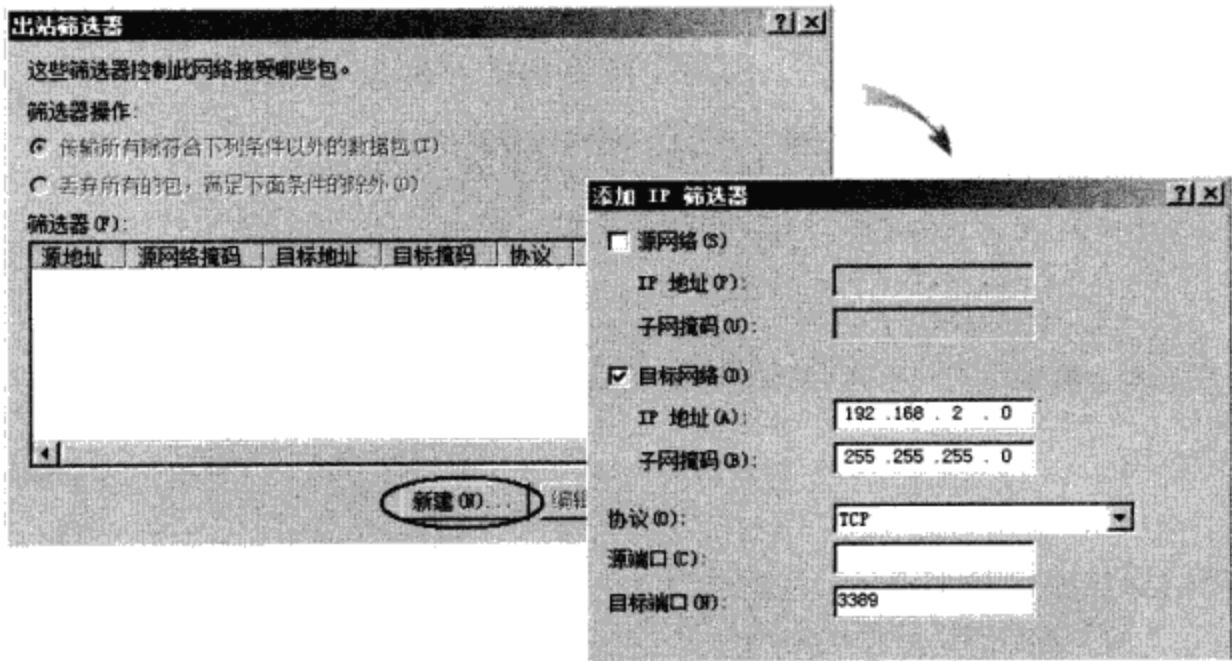


图 11-28

11-4 动态路由RIP

路由器会自动在路由表内新建与路由器直接串接的网络路径，例如在图 11-29中，路由器1自动在路由表内添加了往甲网络（192.168.1.0）与乙网络（192.168.2.0）的路径，而路由器2则自动添加了往乙网络（192.168.2.0）与丙网络（192.168.3.0）的路径。然而非与路由器直接串接的网络路径需要另外新建，例如丙网络并没有直接连接到路由器1，因此您需要手动在路

由器1内新建往丙网络的网络路径，这些自行手动新建的路径被称为**静态路径**（static route）。手动新建会增加管理路由器的负担。本节我们将介绍**动态路径**（dynamic route）协议：RIP（Routing Information Protocol）。

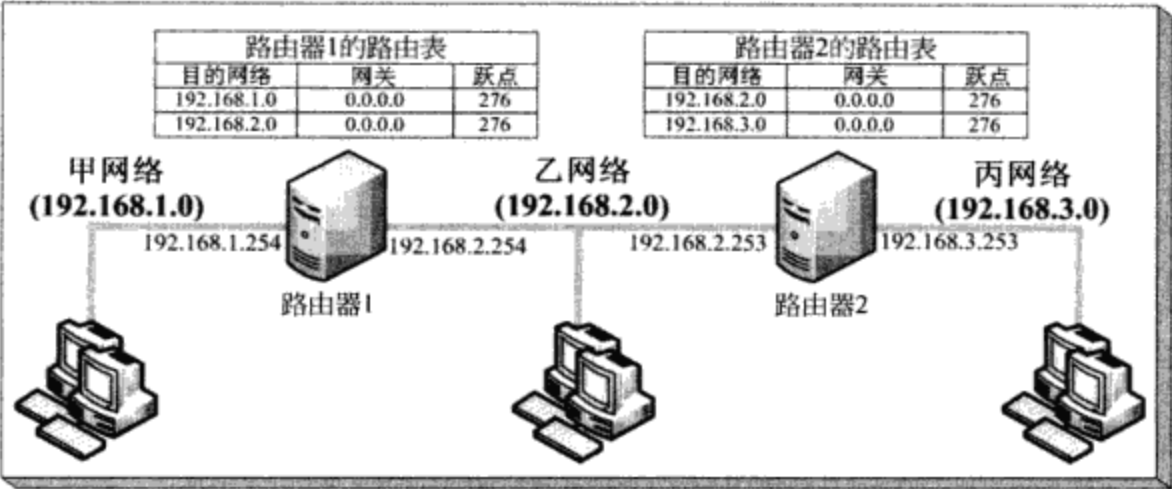


图 11-29



提示

图中路由表中**网关**处的**0.0.0.0**，表示此网络是直接与路由器串接，也就是利用**route print**所查看路由表中的**在链路上**（on-link）。

11-4-1 RIP路由器概述

支持RIP的路由器会将其路由表内的路径数据，通告给其他相邻的路由器（连接在同一个网络的路由器），而其他也支持RIP的路由器在收到路径数据后，便会依据这些路径数据，来自动修正自己的路由表。因此所有RIP路由器在相互通告后，便都可以自动新建正确的路由表，不需要系统管理员来手动新建，例如在图 11-30中路由器1往丙网络的路径（192.168.3.0）、路由器2往甲网络的路径（192.168.1.0），都是利用 RIP相互交换学习得来的。

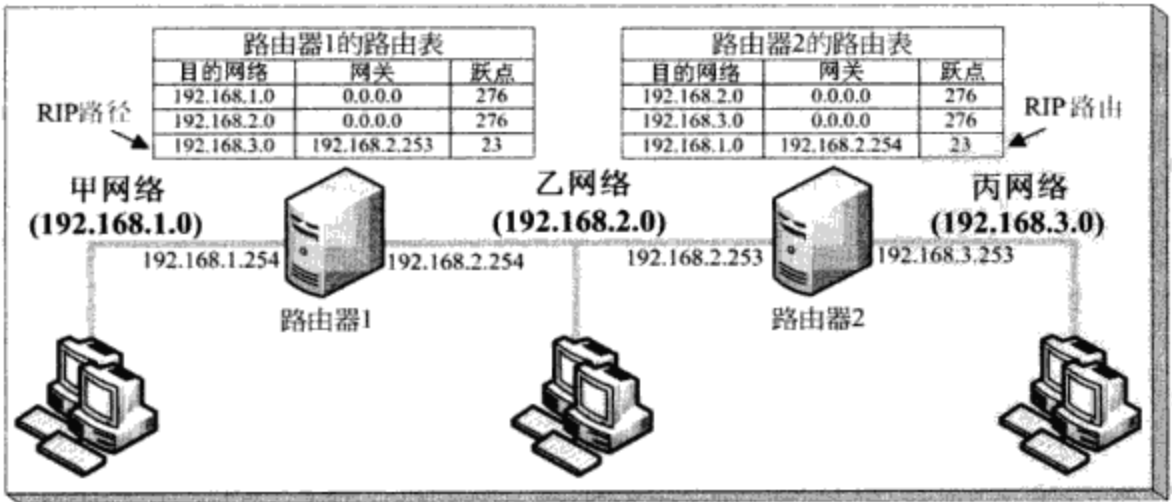


图 11-30

RIP路径跃点数

RIP路由器的**路径跃点数**（metric）是利用以下方式来计算：

$\text{RIP路径跃点数} = \text{接口跃点数} + \text{RIP跃点数}$

接口跃点数是以网络接口的速度来计算的，例如100 Mbps网卡的默认**接口跃点数**为20，而1 Gbps网卡为10、10 Gbps网卡为5。

RIP跃点数是以数据包发送过程中所经过的路由器数量（hop count）来计算的，也就是每经过一个RIP路由器，此路由器就会将**RIP跃点数**加1。

另外Windows Server 2008 R2的RIP动态路由器在将路由表内的路径通告给相邻的其他路由器时，会将所有非通过RIP学习来的路径的**RIP跃点数**固定为2，包含直接连接的网络路径与静态路径。因此其他相邻路由器收到的这些路径时，其**RIP跃点数**都是2。

经过以上的分析后，如果图 11-30中乙网络的速度为1 Gbps的话，则路由器1的RIP路径192.168.3.0，其**RIP路径跃点数**的计算方式如下：

$\text{RIP路径跃点数} = \text{接口跃点数} + \text{RIP跃点数} = 10 + (2+1) = 13$

其中**RIP跃点数**的2是路由器2所通告的跃点数，而1代表路由器1自己。

RIP的缺点

RIP的设置非常容易，不过它只适合于中小型的网络，无法扩展到大型或超大型网络，因为它有一些缺点，例如：

- ✎ RIP路由器所发送的数据包最多只可以经过15个路由器。
- ✎ 每一个RIP路由器定期的路径通告操作，会影响网络效率，尤其是较大型网络。这个通告操作是采用广播（broadcast）或多播（multicast）的方式。
- ✎ 当某个路由器的路径有异动时（例如某个网络断线），虽然它会通告相邻的其他路由器，再由这些路由器来通告给它们相邻的路由器，但若网络太大时，这些新路径数据可能很久才会通知到所有其他远程路由器，因而可能会造成路径环回（routing loop）的情况，以至于无法正常在网络内发送数据。

11-4-2 启用RIP路由器

我们将通过**新增路由协议**的方式来将一般的Windows Server 2008 R2路由器改为RIP路由器。以前面图 11-30来说，我们需要分别将图中的路由器1与路由器2设置为RIP路由器，它们将通过乙网络来交换路径信息。

STEP 1 请到图中的路由器1来执行以下的步骤：【如图 11-31所示对着IPv4之下**常规**单击右键 ➤ **新增路由协议** ➤ 选择**用于Internet协议的RIP 版本2** ➤ 单击**确定**】。



图 11-31

STEP 2 请【如图 11-32所示对着RIP单击右键→新增接口→选择网络接口→单击**确定**】，只有被选取的网络接口才可以利用RIP来与其他路由器交换路径数据，图中我们选择了连接乙网络的网络接口。

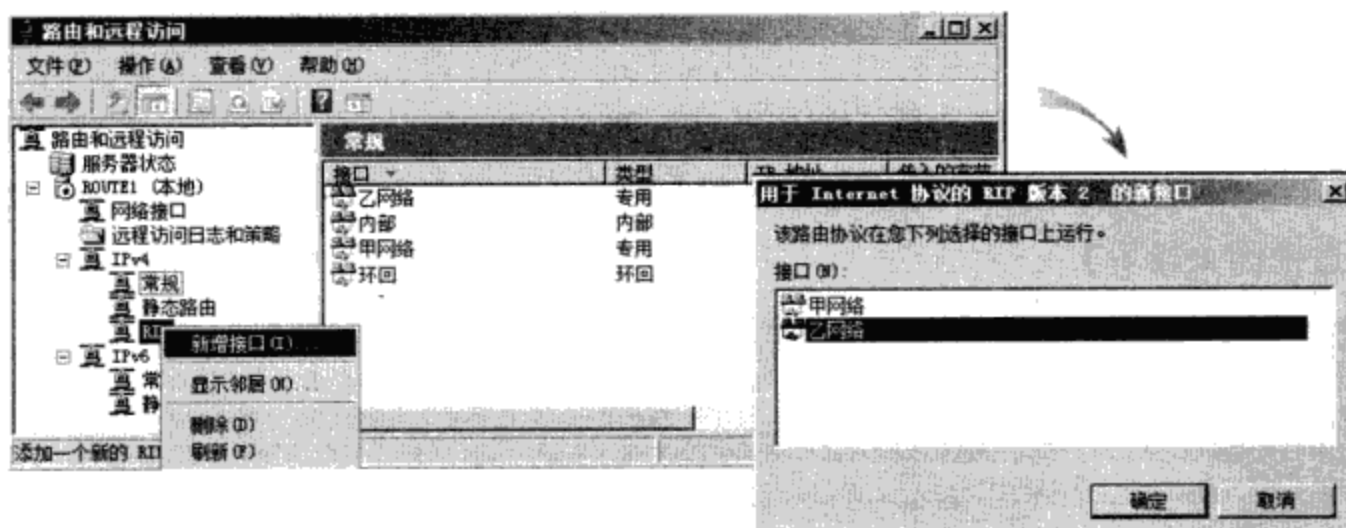


图 11-32

STEP 3 出现图 11-33时单击**确定**即可（后面我们再来解释图中的选项）。

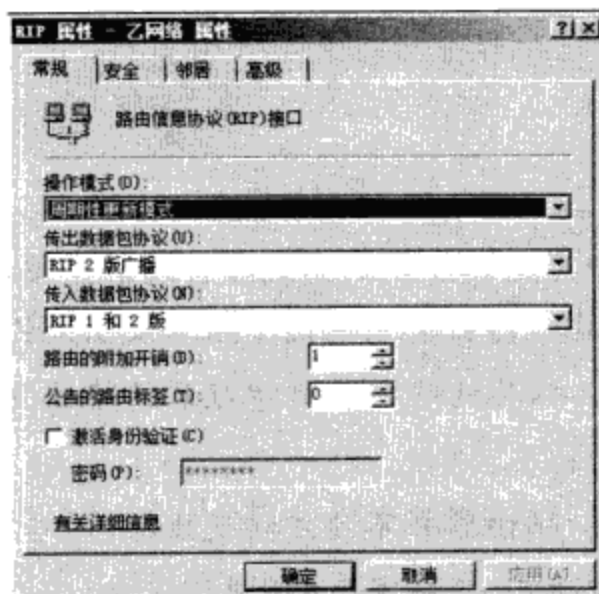


图 11-33

STEP 4 请到路由器2上重复相同的步骤来将其设置为RIP路由器。

STEP 5 在两台路由器开始通告路径信息后，您就可以来查看路由表内的数据，如图 11-34所示为路由器1的路由表，其中目标为192.168.3.0的路径是通过RIP的方式得来的，其跃点数为13。

ROUTE1 - IP 路由表					
目标	网络掩码	网关	接口	跃点数	协议
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.1.253	甲网络	266	网络管理
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	环回	51	本地
127.0.0.1	255.255.255.255	127.0.0.1	环回	306	本地
192.168.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.1.254	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.1.255	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
192.168.2.0	255.255.255.0	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.2.254	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.2.255	255.255.255.255	0.0.0.0	乙网络	266	网络管理
192.168.3.0	255.255.255.0	192.168.2.253	乙网络	13	网络管理
224.0.0.0	240.0.0.0	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理
255.255.255...	255.255.255.255	0.0.0.0	甲网络	266	网络管理

图 11-34

11-4-3 RIP路由接口的设置

RIP路由器要如何来与其他RIP路由器通信呢？您可以针对每一个网络接口来做不同的设置，例如要设置乙网络接口的RIP组态的话，请【如图 11-35所示选择乙网络单击上方的属性图标通过前图来设置】。



图 11-35

✎ **操作模式：**操作模式分为周期性更新模式与自动静态更新模式两种：

■ **周期性更新模式：**路由器会定期从这个接口发出RIP信息，以便将路径数据发送给其他相邻的路由器；从其他路由器所学习来的路径会因为路由器停止或重新启动，而从路由表中清除。

■ **自动静态更新模式：**路由器并不会主动发出RIP通告信息，而是在其他路由器提出更新路径数据的请求时，才会发出RIP通告信息；从其他路由器所学习来的路径，并不会因路由器停止或重新启动而被从路由表中清除，除非是被手动删除。

- ▮ **传出数据包协议**: 用来选择发出RIP通告信息时所采用的协议:
- **RIP1版广播**: 以广播方式发出RIP通告信息。
 - **RIP2版广播**: 以广播方式发出RIP通告信息。若网络内有的路由器支持**RIP1版广播**、有的支持**RIP2版广播**的话, 请选择此选项。
 - **RIP2版多播**: 以多播的方式发出RIP通告信息。必须是所有相邻的路由器都使用**RIP2版**的情况下, 才可以选择此选项, 因为只支持**RIP1版**的路由器无法处理**RIP2版多播**信息。
 - **静态RIP (Silent RIP)**: 它不会通过这个网络接口发出RIP通告信息。
- ▮ **传入数据包协议**
- **RIP 1和2版**: 同时接受RIP 版本1与版本2的通告信息。
 - **只是RIP1版**: 只接受RIP 版本1的通告信息。
 - **只是RIP2版**: 只接受RIP 版本2的通告信息。
 - **忽略传入数据包**: 忽略所有由其他路由器传来的 RIP通告信息。
- ▮ **路由的附加开销**: 它就是**RIP跃点数的“增量值”**, 其默认值1, 也就是RIP路由器收到其他路由器传来的路径信息时, 会自动将其**RIP跃点数**增加1。您可以通过此处来更改**路由的附加开销**, 例如若同时有两个网络接口可以将数据包发送到目标, 假设这两个网络的速度是相同的, 而您希望路由器能够优先通过您所指定的网络接口来发送的话, 此时只要将另外一个网络接口的**路由的附加开销**的数值增加即可。
- ▮ **公告的路由标签**: 它会将所有通过这个接口发出的路径都加上一个标记号码, 以便于系统管理员追踪、管理用, 此功能仅适用于**RIP2版**, 一般来说您并不需要启用此功能。
- ▮ **激活身份验证**: **RIP2版**支持验证计算机身份的功能。若选择此选项, 则所有与这台RIP路由器相邻的其他RIP路由器都必须要在此处设置相同的密码 (1到16个字符), 它们才会相互接受对方发来的RIP通告信息。此处的密码有大小写分别, 不过在发送密码时是以明文方式来发送, 并没有加密。

11-4-4 RIP路径筛选

您可以针对每一个RIP网络接口来设置**路径筛选器**, 以便决定要将哪一些路径通告给其他的RIP路由器, 或是要接受其他RIP路由器所送来的哪一些路径。设置的方法为选择图 11-36 中的**安全**标签, 然后通过**操作处**的**供传入路由**来筛选由其他RIP路由器所发送来的路径, 或通过**供传出路由**来筛选要通告给其他RIP路由器的路径。

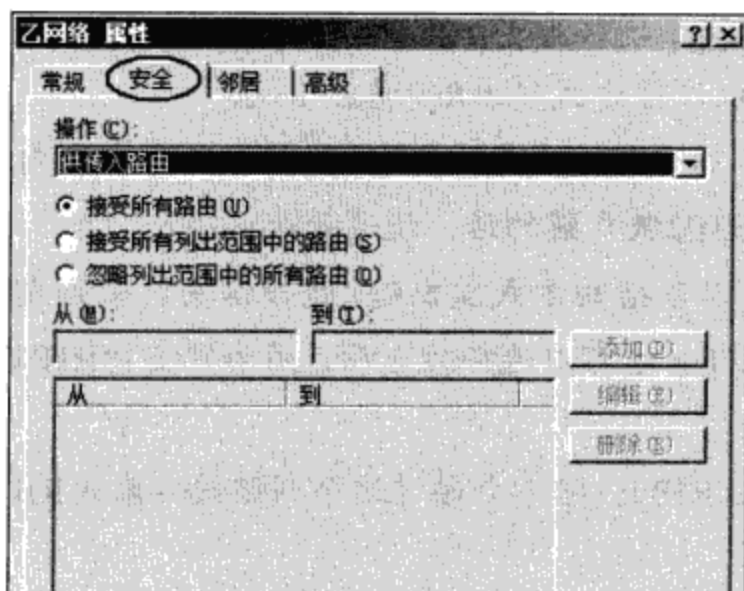


图 11-36

11-4-5 与相邻路由器的互动设置

RIP路由器默认会利用**广播或多播**的方式，来将路径数据通告给相邻的RIP路由器。您可以修改这个默认值，让RIP路由器以**单播**（unicast）的方式直接将RIP通告信息发送给指定的RIP路由器，这个功能特别适用于RIP网络接口连接到不支持广播消息的网络，例如Frame Relay、X.25、ATM，也就是RIP路由器必须将RIP路径通告信息，以单播的方式，通过这些网络发送给指定的RIP路由器。

其设置方法为单击图 11-37 中的**邻居**标签。图中我们将其修改成直接将路径通告给IP 地址为192.168.2.200与192.68.2.202这两个路由器。由图中可看出可以选择同时使用广播、多播与邻居列表等3种方式。

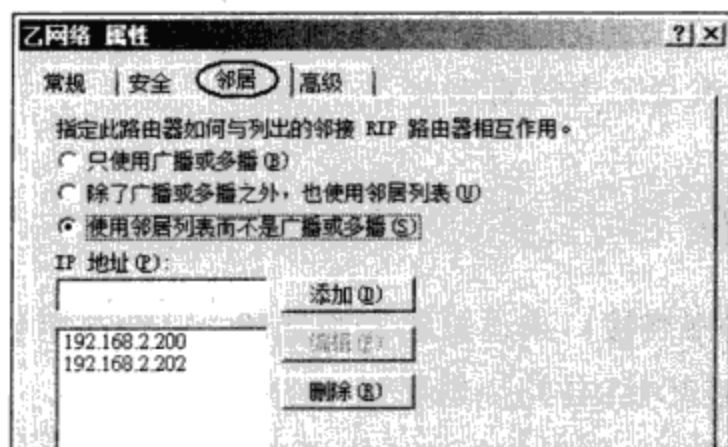


图 11-37

11-5 网络网桥的设置

一般来说，您可以选用以下两种方法来将数个网段串接在一起：

- **利用IP路由器：**这种方法我们在前面几节内已经介绍过了，不过设置比较麻烦、费用也比较高，但是功能较强。路由器是在OSI模型中的第3层（网络层）工作。
- **利用网桥：**这种方法较经济实惠，设置也比较简单，但是功能较差。您可以选购硬件网桥，或通过Windows Server 2008 R2服务器的**网桥**（Network Bridge）功能，将此服务器设置为网桥。网桥是在OSI模型中的第2层（数据链路层）工作。

例如图 11-38中甲乙两个Ethernet网络内的桌面计算机、使用无线网卡的笔记本电脑之间通过Windows Server 2008 R2网络网桥的桥接功能来通信，图中每一台计算机的IP地址的网络标识符都是192.168.1.0。

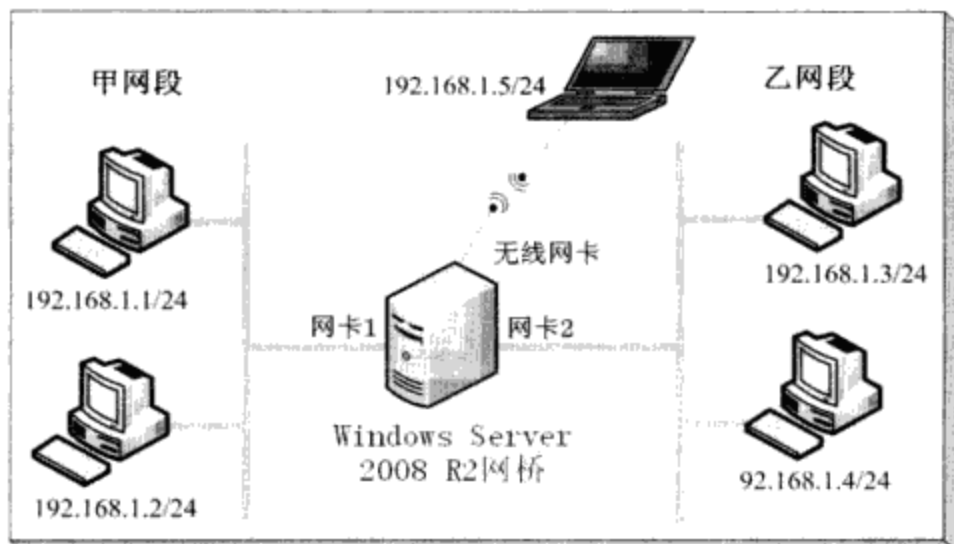


图 11-38

将Windows Server 2008 R2计算机设置为网桥的方法为【开始➤对着**网络**单击右键➤内容➤单击**更改适配器设置**➤按着**Ctrl**键不放➤选择要被包含在网桥内的所有网络接口➤如图 11-39所示对着其中一个网络接口单击右键➤桥接】。



提示

不可以将**因特网连接共享**（Internet Connection Sharing, ICS，见第12章）的对外网络接口包含在网桥内。



图 11-39

图 11-40为完成后的界面，请到前面图 11-38中甲网络内的计算机上，利用ping命令来测试是否可以与乙网络内的计算机通信（先将**Windows防火墙**关闭）。

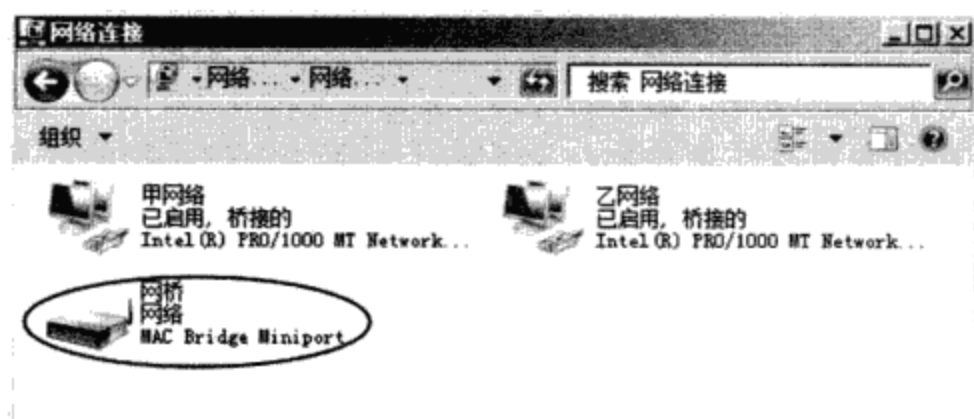


图 11-40

这台扮演网桥的计算机，其IP地址是设置在图 11-40中的**网桥**，默认为自动取得IP地址，但不论**网桥**的IP地址为何，都不会影响到其桥接功能。除了桥接功能之外，若您希望其他计算机也可以来访问这台网桥内其他资源的话（例如文件、打印机），则**网桥**必须拥有一个能够可以与其他计算机通信的IP地址。如果您要手动设置其IP地址的话，请选用【对着图中的**网桥**单击右键→内容→单击Internet协议第4版(TCP/IPv4)→单击属性→…】，之后其他计算机便可以通过这个IP地址来与这台扮演**网桥**角色的计算机通信。