**《计算机网络》实验指导书**

**实验二：路由算法实验**

重庆大学计算机学院专业实验室

二零二三年九月

**目录**

[1. 实验1 IP路由基础 1](#_Toc146292452)

[1.1. 实验目标 1](#_Toc146292453)

[1.2. 实验内容 1](#_Toc146292454)

[1.2.1. 实验组网图 1](#_Toc146292455)

[1.2.2. 实验设备与版本 1](#_Toc146292456)

[1.2.3. 实验过程 2](#_Toc146292457)

[1.2.4. 实验中的命令列表 8](#_Toc146292458)

[1.2.5. 思考题 9](#_Toc146292459)

[2. 实验2 配置RIP 10](#_Toc146292460)

[2.1. 实验目标 10](#_Toc146292461)

[2.2. 实验内容 10](#_Toc146292462)

[2.2.1. 实验组网图 10](#_Toc146292463)

[2.2.2. 实验设备与版本 10](#_Toc146292464)

[2.2.3. 实验过程 11](#_Toc146292465)

[2.2.4. 实验中的命令列表 19](#_Toc146292466)

[2.2.5. 思考题 20](#_Toc146292467)

[3. 实验3 配置OSPF 21](#_Toc146292468)

[3.1. 实验目标 21](#_Toc146292469)

[3.2. 实验内容 21](#_Toc146292470)

[3.2.1. 实验组网图 21](#_Toc146292471)

[3.2.2. 实验设备与版本 21](#_Toc146292472)

[3.2.3. 实验过程 22](#_Toc146292473)

[3.2.4. 实验中的命令列表 25](#_Toc146292474)

[3.2.5. 思考题 26](#_Toc146292475)

[4. 实验中可能出现的问题 27](#_Toc146292476)

[**文档版本** I](#_Toc146292477)

# 实验1 IP路由基础

## 实验目标

* 掌握路由转发的基本原理。
* 掌握静态路由、缺省路由的配置方法。
* 掌握查看路由表的基本命令。

## 实验内容

### 实验组网图

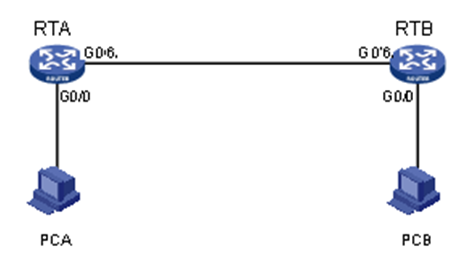


图 1‑1 静态路由配置实验拓扑

### 实验设备与版本

本实验所需主要设备器材如下表所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称和型号** | **版本** | **数量** | **描述** |
| LS-5130-30S-HI |  | 2 |  |
| RT-MSR2630 |  | 2 | 每台带有一个以太口，一个串口 |
| PC |  | 2 |  |
| V.35 DTE串口线 | -- |  |  |
| V.35 DCE串口线 | -- |  |  |
| 第5类UTP以太网连接线 | -- | 3 | 交叉线，路由器与PC机连接用 |

### 实验过程

#### 实验任务一：查看路由表

本实验任务主要是通过在路由器上查看路由表，观察路由表中路由项。通过本次实验，学员能够掌握如何使用命令来查看路由表，以及了解路由项中要素的含义。

实验步骤：

##### 建立物理连接

按照图 1‑1进行连接，并检查路由器的软件版本及配置信息，确保路由器软件版本符合要求，所有配置为初始状态。如果配置不符合要求，请读者在用户模式下擦除设备中的配置文件，然后**重启路由器**，以使系统采用缺省的配置参数进行初始化。

以上步骤可能会用到以下命令：

<H3C> **display version**

<H3C> **reset saved-configuration**

<H3C> **reboot**

##### 在路由器上查看路由表

首先，在路由器上查看路由表，如下所示：

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 2 Routes : 2

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

由以上输出可知，目前路由器只有目的地址是127.0.0.0的路由，这是路由器的环回地址直连路由。

##### 路由器接口IP配置

表 ‑1 IP地址示例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 接口 | IP地址 | 网关 |
| RTA | G0/1 | 192.168.1.1/24 | -- |
| G0/0 | 192.168.0.1/24 | -- |
| RTB | G0/1 | 192.168.1.2/24 | -- |
| G0/0 | 192.168.2.1/24 | -- |
| PCA | -- | 192.168.0.2/24 | 192.168.0.1 |
| PCB | -- | 192.168.2.2/24 | 192.168.2.1 |

参考表 1‑1，在路由器接口上分别配置IP地址。

注意：

表 1‑1仅给出了路由器和主机IP地址的示例，**实验过程中每组学员需自定义IP，若和指导书相同，验收时会影响实验成绩**。

**配置RTA：**

[RTA-GigabitEthernet0/0]**ip address 192.168.0.1 24**

[RTA-GigabitEthernet0/1]**ip address 192.168.1.1 24**

**配置RTB：**

[RTB-GigabitEthernet0/0]**ip address 192.168.2.1 24**

[RTB-GigabitEthernet0/1]**ip address 192.168.1.2 24**

**配置完成后，再次查看路由表。例如，在RTA上查看路由表，如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 7 Routes : 7

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G0/6

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G0/6

由以上输出可知，在RTA上配置了IP地址192.168.0.1和192.168.1.1以及在RTB上配置192.168.1.2后，RTA的路由表中有了直连路由192.168.0.0/24，192.168.0.1/32，192.168.1.0/24，192.168.1.1/32，192.168.1.2/32。这其中，192.168.0.1/32， 192.168.1.1/32，192.168.1.2/32是主机路由，192.168.0.0/24，192.168.1.0/24是子网路由。

直连路由是由链路层协议发现的路由，链路层协议UP后，路由器会将其加入路由表中。如果我们关闭链路层协议，则相关直连路由也消失。

**在RTA上关闭接口，如下：**

[RTA-GigabitEthernet0/0]**shutdown**

**查看路由表，如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 5 Routes : 5

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G0/6

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G0/6

可知，在接口shutdown后，所运行的链路层协议关闭，直连路由也就自然消失了。

**再开启接口，如下：**

[RTA-GigabitEthernet0/0]undo shutdown

等到链路层协议up后，再次查看路由表，可以发现接口GigabitEthernet0/0的直连路由又出现了。

#### 实验任务二：静态路由配置

本实验任务主要是通过在路由器上配置静态路由，从而达到PC之间能够互访的目的。通过本次实验，学员能够掌握静态路由的配置，加深对路由环路产生原因的理解。

实验步骤：

##### 在PC上配置IP地址

参考**表 1‑1**，在PC上配置IP地址和网关（**实验过程中每组学员需自定义IP**）。配置完成后，在Windows操作系统的【开始】里选择【运行】，在弹出的窗口里输入cmd，然后在【命令提示符】下用ipconfig命令来查看所配置的IP地址和网关是否正确。

**在PC上用Ping命令来测试到网关的可达性。例如，在PCA上测试到网关（192.168.0.1）的可达性，如下所示：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**ping 192.168.0.1**

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms 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 = 0ms, Average = 0ms

**再测试PC之间的可达性。例如，在PCA上用Ping命令测试到PCB的可达性，如下：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**ping 192.168.2.2**

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Ping statistics for 192.168.2.2:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

以上输出信息显示，RTA（192.168.0.1）返回了目的网络不可达的信息给PCA，说明RTA没有到达PCB（192.168.2.2）的路由。

**在RTA上查看路由表，如下所示：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 7 Routes : 7

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G0/6

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G0/6

问题原因发现了，是因为RTA路由表中没有到PCB所在网段192.168.2.0/24的路由。PCA发出报文到RTA后，RTA就会丢弃并返回不可达信息给PCA。我们可以通过配置静态路由而使网络可达。

##### 静态路由规划配置

请学员考虑，在RTA和RTB上应该配置到何目的网络的静态路由，其下一跳应该指向哪个IP地址？

##### 静态路由配置

**配置RTA：**

[RTA]**ip route-static 192.168.2.0 24 192.168.1.2**

**配置RTB：**

[RTB]**ip route-static 192.168.0.0 24 192.168.1.1**

**配置完成后，在路由器上查看路由表。例如，在RTA上查看路由表，如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 8 Routes : 8

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G0/6

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G0/6

192.168.2.0/24 Static 60 0 192.168.1.2 G0/6

**测试PC之间的可达性。例如，在PCA上用Ping命令测试到PCB的可达性，如下：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**ping 192.168.2.2(PCB的ip)**

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.2.2:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 20ms, Maximum = 20ms, Average = 20ms

**在PCA上用Tracert命令来查看到PCB的路径，如下所示：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**tracert 192.168.2.2(PCB的ip)**

Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops

1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.0.1

2 23 ms 23 ms 23 ms 192.168.1.2

3  28 ms 27 ms 28 ms 192.168.2.2

Trace complete.

注：Tracert操作的具体实验结果可能出现\* \* \*，与上文不符（交换机的缘故），出现28 ms 27 ms 28 ms 192.168.2.2即可。

以上结果说明，数据报文是沿PCA→RTA→RTB→PCB的路径被转发的。

##### 路由环路观察（选做）

为了人为造成环路，需要在RTA和RTB上分别配置一条缺省路由，下一跳互相指向对方。因为路由器之间是用G口相连的，所以可以配置下一跳为本地接口。

配置RTA：

[RTA]ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 G0/1

**配置RTB：**

[RTB]ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 G0/1

**配置完成后，在路由器上查看路由表。例如，在RTA上查看路由表，显示结果如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 9 Routes : 9

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

0.0.0.0/0 Static 60 0 192.168.1.1 G0/1

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G0/1

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G0/6

192.168.2.0/24 Static 60 0 192.168.1.2 G0/1

可知，缺省路由配置成功。

**然后在PC上用Tracert命令来观察环路情况。例如，在PCA上用Tracert命令来追踪到目的IP地址3.3.3.3的路径：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**tracert 3.3.3.3**

Tracing route to 3.3.3.3 over a maximum of 30 hops

1 <1 ms <1 ms <1 ms 192.168.0.1

2 23 ms 23 ms 23 ms 192.168.1.2

3 27 ms 27 ms 27 ms 192.168.1.1

4 51 ms 51 ms 50 ms 192.168.1.2

5 56 ms 55 ms 55 ms 192.168.1.1

……

29 385 ms 387 ms 386 ms 192.168.1.1

30 409 ms 409 ms 409 ms 192.168.1.2

Trace complete.

由以上输出可以看到，到目的地址3.3.3.3的报文匹配了缺省路由，报文被转发到了RTB（192.168.1.2），而RTB又根据它的缺省路由，把报文转发回了RTA（192.168.1.1）。这样就形成了转发环路，报文在两台路由器之间被循环转发，直到TTL值到0后被丢弃。

所以在不同路由器上配置到相同网段的静态路由时，不要配置路由的下一跳互相指向对方，否则就形成了环路。

### 实验中的命令列表

|  |  |
| --- | --- |
| 命令 | 描述 |
| interface Ethernet x/y | 进入到某个以太网接口视图 |
| ip address *x.x.x.x n* | 配置某个接口IP地址及掩码 |
| ip route-static dest-address { mask | mask-length } {gateway-address | interface-type interface-name } | 配置静态路由目的网段（包括子网长度）及下一跳 |
| display ip routing-table ip-address [ mask-length | mask ] | 显示IP路由表摘要信息或显示匹配某个目的网段或地址的路由 |
| ipconfig | 在Windows系统上查看IP配置 |

### 思考题

1. 在本实验中，如果仅在RTA上配置静态路由，不在RTB上配置，那么PCA发出的数据报文能到达PCB吗？PCA能够Ping通PCB吗？

答：PCA发出的数据报文能够到达PCB。因为RTA有路由，从而转发到RTB，而RTB上有直连路由到PCB所在网段，所以能够将报文转发到PCB。但是PCA不能Ping通PCB，因为RTB上没有到PCA的回程路由，而Ping报文是双向的，从PCB返回的Ping报文在RTB被丢弃。

在实际应用中，从一个网段到另一个网段的单通意义不大。因为基本所有常用应用（HTTP，FTP，E-mail等）都是基于TCP的，都需要三方握手，也就是需要互相可达才能建立连接。

1. 路由器和PC之间会形成路由环路吗？

答：不会，正常情况下PC不具备转发功能，因此当路由器将数据报文转发给PC时，如果目的地址不是该PC，报文会被丢弃而不是继续转发。

# 实验2 配置RIP

## 实验目标

* 加深RIP协议原理的理解。
* 了解RIP实现运行机制。
* 熟悉RIP路由配置。
* 熟悉RIP路由维护。

## 实验内容

### 实验组网图

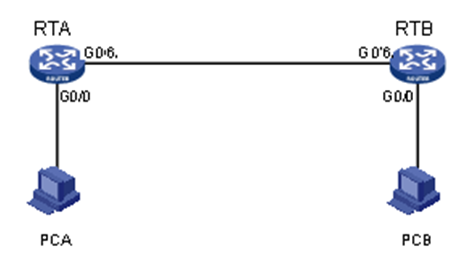


图 2‑1 RIP实验组网图

### 实验设备与版本

本实验所需主要设备器材如下表所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称和型号** | **版本** | **数量** | **描述** |
| LS-5130-30S-HI |  | 2 |  |
| RT-MSR2630 |  | 2 | 每台带有一个以太口，一个串口 |
| PC |  | 2 |  |
| V.35 DTE串口线 | -- |  |  |
| V.35 DCE串口线 | -- |  |  |
| 第5类UTP以太网连接线 | -- | 3 | 交叉线，路由器与PC机连接用 |

### 实验过程

#### 实验任务一：配置RIPv1

本实验任务主要通过在路由器上配置RIPv1协议，达到PC之间能够互访的目的。通过本次实验，学员应能够掌握RIPv1协议的基本配置。

实验步骤：

##### 建立物理连接

按照图 2‑1进行连接，并检查路由器的软件版本及配置信息，确保路由器软件版本符合要求，所有配置为初始状态。如果配置不符合要求，请读者在用户模式下擦除设备中的配置文件，然后重启路由器以使系统采用缺省的配置参数进行初始化。

以上步骤可能会用到以下命令：

<RTA> **display version**

<RTA> **reset saved-configuration**

<RTA> **reboot**

##### 在PC和路由器上配置IP地址

表 ‑1 IP地址示例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 接口 | IP地址 | 网关 |
| RTA | G0/1 | 192.168.1.1/24 | -- |
| G0/0 | 192.168.0.1/24 | -- |
| RTB | G0/1 | 192.168.1.2/24 | -- |
| G0/0 | 192.168.2.1/24 | -- |
| PCA | -- | 192.168.0.2/24 | 192.168.0.1 |
| PCB | -- | 192.168.2.2/24 | 192.168.2.1 |

参考表 2‑1，在路由器和主机上分别配置IP地址。

注意：

表 2‑1仅给出了路由器和主机IP地址的示例，**实验过程中每组学员需自定义IP，若和指导书相同，验收时会影响实验成绩**。

**配置RTA：**

[RTA-GigabitEthernet0/0]**ip address 192.168.0.1 24**

[RTA-GigabitEthernet0/6]**ip address 192.168.1.1 24**

**配置RTB：**

[RTB-GigabitEthernet0/0]**ip address 192.168.2.1 24**

[RTB-GigabitEthernet0/6]**ip address 192.168.1.2 24**

配置完成后，在Windows操作系统的【开始】里选择【运行】，在弹出的窗口里输入CMD，然后在【命令提示符】下用ipconfig命令来查看所配置的IP地址和网关是否正确。

**在PC上用Ping命令来测试到网关的可达性。例如，在PCA上测试到网关（192.168.0.1）的可达性，如下所示：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**ping 192.168.0.1**

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=255

Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms 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 = 0ms, Average = 0ms

**再测试PC之间的可达性。例如，在PCA上用Ping命令测试到PCB的可达性，如下：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**ping 192.168.2.2**

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Reply from 192.168.0.1: Destination net unreachable.

Ping statistics for 192.168.2.2:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

PC的网关返回了目的网络不可达的信息。这说明路由器没有路由到达目的地。

**在路由器上查看路由表。例如，在RTA上查看路由表，如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 7 Routes : 7

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G6/0

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G6/0

可以看到， RTA路由表中没有到PCB所在网段192.168.2.0/24的路由。所以当PCA发出的报文到RTA后，RTA就丢弃并返回不可达信息给PCA。**我们可以在路由器上配置RIP协议来解决这个问题**。

##### 启用RIP协议

**配置RTA：**

[RTA]**rip**

[RTA-rip-1]**network 192.168.0.0**

[RTA-rip-1]**network 192.168.1.0**

**配置RTB：**

[RTB]rip

[RTB-rip-1]**network 192.168.1.0**

[RTB-rip-1]**network 192.168.2.0**

**配置完成后，在路由器上查看路由表。例如，在RTA上查看路由表，如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 8 Routes : 8

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G6/0

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G6/0

192.168.2.0/24 RIP 100 1 192.168.1.2 G6/0

可以看到路由表中有到目的网络192.168.2.0/24的路由，这个路由是通过RIP协议学习到的。

**然后再测试PC之间的可达性。例如，在PCA上用Ping命令测试到PCB的可达性，如下：**

C:\Documents and Settings\Administrator>**ping 192.168.2.2**

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=19ms TTL=126

Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=20ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.2.2:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 19ms, Maximum = 20ms, Average = 19ms

可以看到，PC间可达了。

##### 查看RIP的运行状态

**在RTA上用命令display rip查看：**

[RTA]**display rip**

Public VPN-instance name :

RIP process : 1

RIP version : 1

Preference : 100

Checkzero : Enabled

Default-cost : 0

Summary : Enabled

Hostroutes : Enabled

Maximum number of balanced paths : 8

Update time : 30 sec(s) Timeout time : 180 sec(s)

Suppress time : 120 sec(s) Garbage-collect time : 120 sec(s)

TRIP retransmit time : 5 sec(s)

TRIP response packets retransmit count : 36

Silent interfaces : None

Default routes : Disabled

Verify-source : Enabled

Networks :

192.168.1.0 192.168.0.0

Configured peers : None

Triggered updates sent : 2

Number of routes changes : 1

Number of replies to queries : 1

从以上输出信息可知，目前路由器运行的是RIPv1，自动聚合功能是打开的；路由更新周期（Update time）是30秒，network命令所指定的网段是192.168.0.0和192.168.1.0。

**打开RIP的debugging，观察RIP收发协议报文的情况。**

<RTA>**terminal debugging**

<RTA>**debugging rip 1 packet**

<RTA>

\*Oct 31 02:20:12:490 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: RIP 1 : Sending response on interface GigabitEthernet0/0 from 192.168.0.1 to 255.255.255.255

\*Oct 31 02:20:12:490 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: Packet : vers 1, cmd response, length 44

\*Oct 31 02:20:12:491 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: AFI 2, dest 192.168.1.0, cost 1

\*Oct 31 02:20:12:491 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: AFI 2, dest 192.168.2.0, cost 2

\*Oct 31 02:20:12:491 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: RIP 1 : Sending response on interface GigabitEthernet0/6 from 192.168.1.1 to 255.255.255.255

\*Oct 31 02:20:12:491 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: Packet : vers 1, cmd response, length 24

\*Oct 31 02:20:12:491 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: AFI 2, dest 192.168.0.0, cost 1

\*Oct 31 02:20:19:505 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: RIP 1 : Receive response from 192.168.1.2 on GigabitEthernet0/6

\*Oct 31 02:20:19:506 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: Packet : vers 1, cmd response, length 24

\*Oct 31 02:20:19:506 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: AFI 2, dest 192.168.2.0, cost 1

由以上输出可知，RTA在接口GigabitEthernet0/0上发送的路由更新包含路由192.168.1.0（度量值为1）和192.168.2.0（度量值为2），在接口GigabitEthernet0/6上发送的路由更新包含了路由192.168.0.0（度量值为1）；以上更新是以广播方式发送的。在接口GigabitEthernet0/6上接收到了来自RTB（192.168.1.2）的路由更新，包含了路由192.168.2.0（度量值为1）。

分析以上的路由更新，可以发现，RTA在接口GigabitEthernet0/6上收到路由192.168.2.0，而不会再把此路由从接口GigabitEthernet0/6上发出去。原因是路由器启用RIP后，水平分割功能缺省是打开的。

#### 实验任务二：配置RIPv2（选做）

本实验任务首先通过让RIPv1在划分子网的情况下不能正确学习路由，从而让学员了解到RIPv1的局限性；然后指导学员启用RIPv2协议。通过本实验，学员应该能够了解RIPv1的局限性，并掌握如何在路由器上配置RIPv2。

实验步骤：

##### 建立物理连接

按照图 2‑1进行连接，并检查路由器的软件版本及配置信息，确保路由器软件版本符合要求，所有配置为初始状态。如果配置不符合要求，请读者在用户模式下擦除设备中的配置文件，然后**重启**路由器以使系统采用缺省的配置参数进行初始化。

以上步骤可能会用到以下命令：

<RTA> **display version**

<RTA> **reset saved-configuration**

<RTA> **reboot**

##### 在PC和路由器上配置IP地址

表 ‑2 IP地址示例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 接口 | IP地址 | 网关 |
| RTA | G6/0 | 192.168.1.1/24 | -- |
| G0/0 | 192.168.0.1/24 | -- |
| RTB | G6/0 | 192.168.1.2/24 | -- |
| G0/0 | 10.0.0.1/24 | -- |
| PCA | -- | 192.168.0.2/24 | 192.168.0.1 |
| PCB | -- | 10.0.0.2/24 | 10.0.0.1 |

参考表 2‑2，在路由器和主机上分别配置IP地址。

**配置RTA：**

[RTA-GigabitEthernet0/0]**ip address 192.168.0.1 24**

[RTA-GigabitEthernet0/6]**ip address 192.168.1.1 24**

**配置RTB：**

[RTB-GigabitEthernet0/0]**ip address 192.168.0.1 24**

[RTB-GigabitEthernet0/6]**ip address 192.168.1.2 24**

配置完成后，在Windows操作系统的【开始】里选择【运行】，在弹出的窗口里输入CMD，然后在【命令提示符】下用ipconfig命令来查看所配置的IP地址和网关是否正确。

##### 配置RIPv1，观察路由表

**配置RTA：**

[RTA]**rip**

[RTA-rip-1]**network 192.168.0.0**

[RTA-rip-1]**network 192.168.1.0**

**配置RTB：**

[RTB]**rip**

[RTB-rip-1]**network 192.168.1.0**

[RTB-rip-1]**network 10.0.0.0**

**配置完成后，在RTA上查看路由表，如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 8 Routes : 8

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

10.0.0.0/8 RIP 100 1 192.168.1.2 G6/0

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G6/0

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G6/0

由上述路由表信息可看到，RTA路由表中通过RIP协议学习到路由10.0.0.0/8，但实际上在RTB的网络是10.0.0.0/24，RTA并没有正确学习到路由。

**在RTA上打开debugging，观察RTA收发协议报文的情况：**

<RTA>**terminal debugging**

<RTA>**debug rip 1 packet**

<RTA>

\*Oct 31 02:41:49:503 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: RIP 1 : Receive response from 192.168.1.2 on GigabitEthernet0/6

\*Oct 31 02:41:49:504 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: Packet : vers 1, cmd response, length 24

\*Oct 31 02:41:49:504 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: AFI 2, dest 10.0.0.0, cost 1

以上输出表示RTA收到RTB发出的路由更新，更新中有路由10.0.0.0，但是并没有掩码。所以RTA假定此路由10.0.0.0的掩码是自然掩码，即10.0.0.0/8。

由此可知，**路由器间不能正确学习路由，其原因为RIPv1协议报文中不携带掩码信息。通过将RIP运行版本修改为RIPv2，可以解决这个问题**。

##### 配置RIPv2

**配置RTA：**

[RTA-rip-1]**version 2**

[RTA-rip-1]**undo summary**

**配置RTB：**

[RTB-rip-1]**version 2**

[RTB-rip-1]**undo summary**

**配置完成后，在RTA上查看路由表，如下所示：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 9 Routes : 9

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

10.0.0.0/8 RIP 100 1 192.168.1.2 G6/0

10.0.0.0/24 RIP 100 1 192.168.1.2 G6/0

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.0.0/24 Direct 0 0 192.168.0.1 GE0/0

192.168.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.0/24 Direct 0 0 192.168.1.1 G6/0

192.168.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

192.168.1.2/32 Direct 0 0 192.168.1.2 G6/0

可以看到，现在RTA能够正确学习到路由10.0.0.0/24。

路由表中仍然有路由10.0.0.0/8，其原因是RIP路由的老化时间是180秒。当未收到关于此路由的更新超过180秒后，RIP才会把此路由从IP路由表中撤销。

**观察RIP的运行状态。例如，在RTA上查看RIP的运行状态，如下：**

[RTA]**display rip**

Public VPN-instance name :

RIP process : 1

RIP version : 2

Preference : 100

Checkzero : Enabled

Default-cost : 0

Summary : Disabled

Hostroutes : Enabled

Maximum number of balanced paths : 8

Update time : 30 sec(s) Timeout time : 180 sec(s)

Suppress time : 120 sec(s) Garbage-collect time : 120 sec(s)

TRIP retransmit time : 5 sec(s)

TRIP response packets retransmit count : 36

Silent interfaces : None

Default routes : Disabled

Verify-source : Enabled

Networks :

192.168.1.0 192.168.0.0

Configured peers : None

Triggered updates sent : 5

Number of routes changes : 5

Number of replies to queries : 1

由以上信息可知，当前RIP的运行版本是RIPv2。

**再观察RTA收发协议报文的情况：**

<RTA>**terminal debugging**

<RTA>**debug rip 1 packet**

<RTA>

\*Oct 31 02:58:19:532 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: RIP 1 : Receive response from 192.168.1.2 on GigabitEthernet0/6

\*Oct 31 02:58:19:532 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: Packet : vers 2, cmd response, length 24

\*Oct 31 02:58:19:532 2008 RTA RM/6/RMDEBUG: AFI 2, dest 10.0.0.0/255.255.255.0, nexthop 0.0.0.0, cost 1, tag 0

可以观察到，RIPv2的协议报文中携带了掩码信息。

### 实验中的命令列表

|  |  |
| --- | --- |
| 命令 | 描述 |
| rip [ process-id ] | 创建RIP 进程并进入RIP 视图 |
| network network-address | 在指定网段接口上使能RIP |
| version { 1 / 2 } | 指定RIP版本 |
| undo summary | 取消路由自动聚合 |
| rip authentication-mode { md5 { rfc2082 key-string key-id | rfc2453 key-string } | simple password } | 指定RIP认证方式和认证字 |
| rip poison-reverse | 在接口使能毒性逆转功能 |
| undo rip split-horizon | 在接口取消水平分割功能 |
| display rip | 显示指定RIP进程的当前运行状态及配置信 |
| terminal debugging | 终端显示调试信息 |
| debugging rip 1 packet | 查看RIP协议收发报文的情况 |

### 思考题

1. 上述实验中，路由器不再收到路由更新后180秒才能将此路由从IP路由表中撤销。能否将此时间缩短？

答：可以将老化定时器设置为一个较小的值，缩短路由的老化时间，加快网络收敛。例如，配置老化定时器到60秒：

[RTA-rip-1] timers timeout 60

1. 上述RIP认证实验中，RTA上查看收发RIP协议报文时，看不到所配置的密码，为什么？

答：实验中所配置的认证为MD5密文认证。如果配置了明文认证，则可以在收发协议报文中看到密码。但明文认证的安全性不如MD5密文认证。

# 实验3 配置OSPF

## 实验目标

* 掌握单区域OSPF配置方法
* 掌握OSPF优先级的配置方法
* 掌握OSPF Cost的配置方法
* 掌握OSPF路由选择的方法
* 掌握多区域OSPF的配置方法

## 实验内容

### 实验组网图

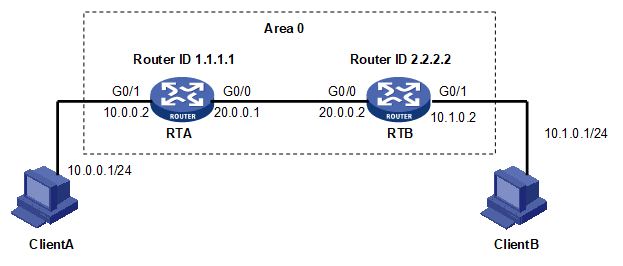


图 3‑1 OSPF实验组网图

实验组网如图 3‑1所示。本组网模拟单区域OSPF的应用。RTA和RTB分别是客户端ClientA和ClientB的网关。RTA设置loopback口地址1.1.1.1为RTA的Router ID，RTB设置loopback口地址2.2.2.2为RTB的Router ID，RTA和RTB都属于同一个OSPF区域0。RTA和RTB之间的网络能互通，客户端ClientA和ClientB能互通。

### 实验设备与版本

本实验所需主要设备器材如下表所示。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **名称和型号** | **版本** | **数量** | **描述** |
| RT-MSR2630 |  | 2 | 路由器 |
| PC |  | 2 | 主机 |
| 第5类UTP以太网连接线 | -- | 3 | 直通线 |

### 实验过程

#### 实验任务一：单区域OSPF基本配置

实验步骤：

##### 搭建实验环境

按照图 3‑1搭建实验环境。配置客户端ClientA的IP地址为10.0.0.1/24，网关为10.0.0.2；配置客户端ClientB的IP地址为10.1.0.1/24，网关为10.1.0.2。

##### 基本配置

**配置RTA：**

[RTA]**interface G0/0**

[RTA-GigabitEthernet0/0]**ip address 20.0.0.1 24**

[RTA-GigabitEthernet0/0]**interface G0/1**

[RTA-GigabitEthernet0/1]**ip address 10.0.0.2 24**

[RTA-GigabitEthernet0/1]**interface loopback 0**

[RTA-Loopback0]**ip address 1.1.1.1 32**

**配置RTB：**

[RTB]interface G0/0

[RTB-GigabitEthernet0/0]**ip address 20.0.0.2 24**

[RTB-GigabitEthernet0/0]**interface G0/1**

[RTB-GigabitEthernet0/1]**ip address 10.1.0.2 24**

[RTB-GigabitEthernet0/1]**interface loopback 0**

[RTB-Loopback0]**ip address 2.2.2.2 32**

##### 检查网络连通性和路由器路由表

**在ClientA上ping ClientB(IP地址为10.1.0.1)，显示如下：**

C:\>**ping 10.1.0.1**

Pinging 10.1.0.1 with 32 bytes of data:

From 10.0.0.2 : Destination Net Unreachable

From 10.0.0.2 : Destination Net Unreachable

From 10.0.0.2 : Destination Net Unreachable

From 10.0.0.2 : Destination Net Unreachable

From 10.0.0.2 : Destination Net Unreachable

Ping statistics for 10.1.0.1:

Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

结果显示，从ClientA无法ping通ClientB。这是因为在RTA上没有到10.1.0.1的路由。

**在RTA上使用display ip routing-table查看RTA的路由表，显示如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 7 Routes : 7

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

1.1.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

10.0.0.0/24 Direct 0 0 10.0.0.2 GE0/1

10.0.0.2/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

20.0.0.0/24 Direct 0 0 20.0.0.1 GE0/0

20.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

RTA上只有直连路由，没有到达ClientB的路由表，故从ClientA上来的数据报文无法转发给ClientB。

在RTB上也执行以上的操作，查看相关信息。

##### 配置OSPF

**在RTA上配置OSPF：**

[RTA]**router id 1.1.1.1**

[RTA]**ospf 1**

[RTA-ospf-1]**area 0.0.0.0**

[RTA-ospf-1-area-0.0.0.0]**network 1.1.1.1 0.0.0.0**

[RTA-ospf-1-area-0.0.0.0]**network 10.0.0.0 0.0.0.255**

[RTA-ospf-1-area-0.0.0.0]**network 20.0.0.0 0.0.0.255**

**在RTB上配置OSPF：**

[RTB]**router id 2.2.2.2**

[RTB]**ospf 1**

[RTB-ospf-1]**area 0.0.0.0**

[RTB-ospf-1-area-0.0.0.0]**network 2.2.2.2 0.0.0.0**

[RTB-ospf-1-area-0.0.0.0]**network 10.1.0.0 0.0.0.255**

[RTB-ospf-1-area-0.0.0.0]**network 20.0.0.0 0.0.0.255**

##### 检查路由器OSPF邻居状态及路由表

**在RTA上使用display ospf peer查看路由器OSPF邻居状态，显示如下：**

[RTA]**display ospf peer**

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1

Neighbor Brief Information

Area: 0.0.0.0

Router ID Address Pri Dead-Time Interface State

2.2.2.2 20.0.0.2 1 37 GE0/0 Full/DR

RTA与Router ID为2.2.2.2（RTB）的路由器上配置IP地址20.0.0.2的接口互为邻居，RTB的配置IP地址20.0.0.2的接口为该网段的DR路由器。此时，邻居状态达到Full，说明RTA和RTB之间的链路状态数据库已经同步，RTA具备到达RTB的路由信息。

**在RTA上使用display ospf routing查看路由器的OSPF路由表，显示如下：**

[RTA]**display ospf routing**

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1

Routing Tables

Routing for Network

Destination Cost Type NextHop AdvRouter Area

20.0.0.0/24 1 Transit 20.0.0.1 2.2.2.2 0.0.0.0

10.0.0.0/24 100 Stub 10.0.0.2 1.1.1.1 0.0.0.0

2.2.2.2/32 2 Stub 20.0.0.2 2.2.2.2 0.0.0.0

10.1.0.0/24 2 Stub 20.0.0.2 2.2.2.2 0.0.0.0

1.1.1.1/32 0 Stub 1.1.1.1 1.1.1.1 0.0.0.0

Total Nets: 5

Intra Area: 5 Inter Area: 0 ASE: 0 NSSA: 0

**在RTA上使用display ip routing-table查看路由器全局路由表，显示如下：**

[RTA]**display ip routing-table**

Routing Tables: Public

Destinations : 9 Routes : 9

Destination/Mask Proto Pre Cost NextHop Interface

1.1.1.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

2.2.2.2/32 OSPF 10 2 20.0.0.2 GE0/0

10.0.0.0/24 Direct 0 0 10.0.0.2 GE0/1

10.0.0.2/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

10.1.0.0/24 OSPF 10 2 20.0.0.2 GE0/0

20.0.0.0/24 Direct 0 0 20.0.0.1 GE0/0

20.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.0/8 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

127.0.0.1/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

RTA路由器全局路由表里加入了到达RTB的2.2.2.2/32和10.1.0.0/24网段的路由。

在RTB上也执行以上的操作，查看相关信息。

##### 检查网络连通性

**在ClientA上ping ClientB(IP地址为10.1.0.1)，显示如下：**

C:\>**ping 10.1.0.1**

Pinging 10.1.0.1 with 32 bytes of data:

Reply from 10.1.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 10.1.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 10.1.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 10.1.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 10.1.0.1:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms

**在ClientB上ping ClientA(IP地址为10.0.0.1)，显示如下：**

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=1ms TTL=126

Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Reply from 10.0.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=126

Ping statistics for 10.0.0.1:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms

### 实验中的命令列表

|  |  |
| --- | --- |
| 命令 | 描述 |
| router id ip-address | 配置router id |
| ospf ospf-id | 启动OSPF进程 |
| area area-id | 配置区域 |
| network network-address wildcard-mask | 指定网段接口上启动OSPF |
| ospf dr-priority priority | 配置OSPF接口优先级 |
| ospf cost value | 配置OSPF接口cost |

### 思考题

1. 在本实验二的步骤四里修改了RTA的G0/0接口cost值，那么在步骤五里，如果在RTB上查看路由表，会有几条到达RTA的1.1.1.1/32网段的路由？为什么？

答：2条等价路由，修改RTA的G0/0接口cost值，只能影响RTA到RTB的路由计算，不能影响RTB到RTA的路由计算。

1. 在OSPF区域内指定网段接口上启动OSPF时，是否必须包含Router ID的地址？为什么配置时往往会将Router ID的地址包含在内？

答：不需要。在OSPF区域内指定网段接口上启动OSPF时，配置Router ID地址其实是发布路由器的loopback接口地址。

1. 如何通过配置OSPF接口cost来实现路由器路由备份？

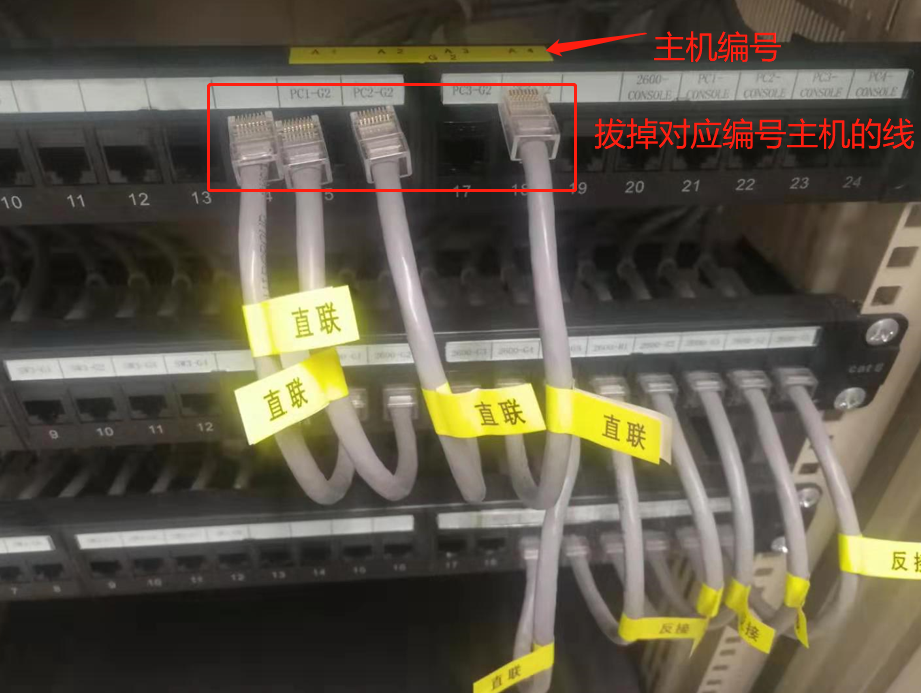
答：将备份接口的接口cost通过命令ospf cost配置为较大值，只有当主接口失效的情况下，OSPF路由才会选择备份接口。

# 实验中可能出现的问题

* 1. 连接没问题，但实验最后一步始终ping不通。

原因：主机用了双网线，容易导致主机识别IP有误。

解决办法：直接物理的拔掉另外一个网卡的连线，如下图所示。



所以建议大家：

（1）先进行网络配置

（2）ping命令测试网络连通性

（3）如果需要对网络配置需要进行修改的话，还需要把这个线连插上去。

当然如果实验时只用了2个电脑组网，则把这两个电脑对应的另外一个网卡的连线拔掉即可，使用第三个电脑进行网络配置和修改。

**文档版本**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **日期** | **版本** | **描述** |
| 2023.09 | 1.0 | 更新内容，统一格式 |