

## 实验 11.6.1: 基本 OSPF 配置实验

### 学习目标

完成本实验后，您将能够：

- 根据拓扑图完成网络电缆连接
- 删除路由器启动配置并将其重新加载到默认状态
- 在路由器上执行基本配置任务
- 配置并激活接口
- 在所有路由器上配置 OSPF 路由
- 配置 OSPF 路由器 ID
- 使用 show 命令检验 OSPF 路由
- 配置静态默认路由
- 向 OSPF 邻居传播默认路由
- 配置 OSPF Hello 计时器和 Dead 计时器
- 在多路访问网络上配置 OSPF
- 配置 OSPF 优先级
- 理解 OSPF 选举过程
- 记录 OSPF 配置

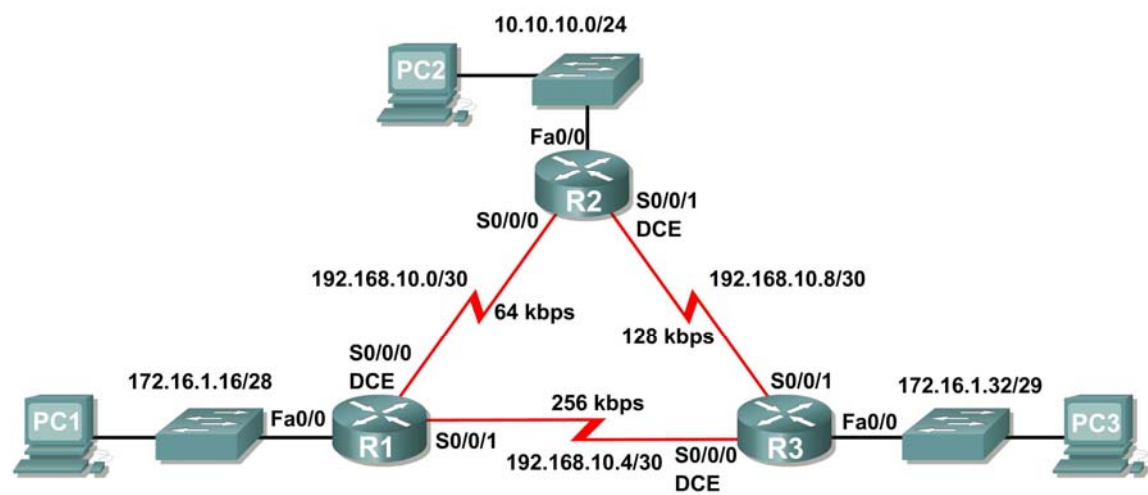
### 场景

在本实验练习中有两个独立的场景。在第一个场景中，您将使用场景 A 中的拓扑图所示的网络学习如何配置 OSPF 路由协议。该网络中的各个网段使用 VLSM 划分了子网。OSPF 是一种无类路由协议，可用于在路由更新中提供子网掩码信息。这将使 VLSM 子网信息可传播到整个网络。

在第二个场景中，您将学习在多路访问网络中配置 OSPF。您还将学习使用 OSPF 选举过程来确定指定路由器 (DR)、后备指定路由器 (BDR) 和 DRother 状态。

场景 A：基本 OSPF 配置

拓扑图



地址表

设备	接口	IP 地址	子网掩码	默认网关
R1	Fa0/0	172.16.1.17	255.255.255.240	不适用
	S0/0/0	192.168.10.1	255.255.255.252	不适用
	S0/0/1	192.168.10.5	255.255.255.252	不适用
R2	Fa0/0	10.10.10.1	255.255.255.0	不适用
	S0/0/0	192.168.10.2	255.255.255.252	不适用
	S0/0/1	192.168.10.9	255.255.255.252	不适用
R3	Fa0/0	172.16.1.33	255.255.255.248	不适用
	S0/0/0	192.168.10.6	255.255.255.252	不适用
	S0/0/1	192.168.10.10	255.255.255.252	不适用
PC1	网卡	172.16.1.20	255.255.255.240	172.16.1.17
PC2	网卡	10.10.10.10	255.255.255.0	10.10.10.1
PC3	网卡	172.16.1.35	255.255.255.248	172.16.1.33

## 任务 1：准备网络。

**步骤 1：根据拓扑图所示完成网络电缆连接。**

您可使用实验室中现有的、具有拓扑中所示接口的路由器。

**注意：**如果您使用 1700、2500 或 2600 路由器，则路由器输出和接口描述将有所差异。

**步骤 2：清除路由器上现有的配置。**

## 任务 2：执行基本路由器配置。

根据下列指导原则在路由器 R1、R2 和 R3 上执行基本配置：

1. 配置路由器主机名。
2. 禁用 DNS 查找。
3. 配置特权执行模式口令。
4. 配置当日消息标语。
5. 为控制台连接配置口令。
6. 为 VTY 连接配置口令。

## 任务 3：配置并激活串行地址和以太网地址。

**步骤 1：在 R1、R2 和 R3 上配置接口。**

使用拓扑图下方的表中的 IP 地址在路由器 R1、R2 和 R3 上配置接口。

**步骤 2：检验 IP 地址和接口。**

使用 `show ip interface brief` 命令检验 IP 地址是否正确以及接口是否已激活。

完成后，确保将运行配置保存到路由器的 NVRAM 中。

**步骤 3：配置 PC1、PC2 和 PC3 的以太网接口。**

使用拓扑图下方的表格中的 IP 地址和默认网关配置 PC1、PC2 和 PC3 的以太网接口。

**步骤 4：通过在 PC 上 ping 默认网关测试 PC 配置。**

## 任务 4：在路由器 R1 上配置 OSPF

**步骤 1：在路由器 R1 上，在全局配置模式下使用 `router ospf` 命令启用 OSPF。**对于 `process-ID` 参数，输入进程 ID 1。

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#
```

**步骤 2：配置 LAN 的 `network` 语句。**

一旦您处于 OSPF 配置子模式后，请将 LAN 172.16.1.16/28 配置为包括在从 R1 发出的 OSPF 更新中。

与 EIGRP 相似, OSPF **network** 命令也使用 *network-address* 和 *wildcard-mask* 参数组合。但与 EIGRP 不同的一点是, 在 OSPF 中必须输入通配符掩码。

对于 *area-id* 参数, 使用区域 ID 0。我们将在本拓扑的所有 **network** 语句中使用 0 作为 OSPF 区域 ID。

```
R1(config-router)#network 172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
R1(config-router)#
```

**步骤 3: 配置路由器, 使其通告 Serial0/0/0 接口所连接的网络 192.168.10.0/30。**

```
R1(config-router)# network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)#
```

**步骤 4: 配置路由器, 使其通告 Serial0/0/1 接口所连接的网络 192.168.10.4/30。**

```
R1(config-router)# network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
R1(config-router)#
```

**步骤 5: 在 R1 上完成 OSPF 配置后, 返回到特权执行模式。**

```
R1(config-router)#end
%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
R1#
```

## 任务 5: 在路由器 R2 和 R3 上配置 OSPF

**步骤 1: 使用 `router ospf` 命令在路由器 R2 上启用 OSPF 路由。**  
使用 1 作为进程 ID。

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#
```

**步骤 2: 配置路由器, 使其在 OSPF 更新中通告 LAN 10.10.10.0/24。**

```
R2(config-router)#network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#
```

**步骤 3: 配置路由器, 使其通告 Serial0/0/0 接口所连接的网络 192.168.10.0/30。**

```
R2(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)#
00:07:27: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.10.5 on Serial0/0/0
from EXCHANGE to FULL, Exchange Done
```

请注意, 当将从 R1 到 R2 的串行链路添加到 OSPF 配置时, 路由器会向控制台发送一条通知消息, 声明已与另一台 OSPF 路由器建立相邻关系。

**步骤 4: 配置该路由器，使其通告 Serial0/0/1 接口所连接的网络 192.168.10.8/30。**  
完成后，返回到特权执行模式。

```
R2(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
R2(config-router)#end
%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
R2#
```

**步骤 5: 在 R3 上使用 router ospf 和 network 命令配置 OSPF。**  
使用 1 作为进程 ID 配置该路由器，使其通告三个直连网络。完成后，返回到特权执行模式。

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#network 172.16.1.32 0.0.0.7 area 0
R3(config-router)#network 192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
R3(config-router)#
00:17:46: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.10.5 on Serial0/0/0
from LOADING to FULL, Loading Done
R3(config-router)#network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
R3(config-router)#
00:18:01: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.10.9 on Serial0/0/1
from EXCHANGE to FULL, Exchange Done
R3(config-router)#end
%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
R3#
```

请注意，将从 R3 到 R1 以及从 R3 到 R2 的串行链路添加到 OSPF 配置时，该路由器会向控制台发送一条通知消息，声明已与另一台 OSPF 路由器建立相邻关系。

## 任务 6: 配置 OSPF 路由器 ID

OSPF 路由器 ID 用于在 OSPF 路由域内唯一标识每台路由器。一个路由器 ID 其实就是一个 IP 地址。Cisco 路由器按下列顺序根据下列三个条件得出路由器 ID:

1. 通过 OSPF **router-id** 命令配置的 IP 地址。
2. 路由器的环回地址中的最高 IP 地址。
3. 路由器的所有物理接口的最高活动 IP 地址。

**步骤 1: 检查拓扑中当前的路由器 ID。**

因为这三台路由器上未配置路由器 ID 或环回接口，所以各台路由器的路由器 ID 由各自活动接口的最高 IP 地址确定。

R1 的路由器 ID 是什么? \_\_\_\_\_  
R2 的路由器 ID 是什么? \_\_\_\_\_  
R3 的路由器 ID 是什么? \_\_\_\_\_

还可在 **show ip protocols**、**show ip ospf** 和 **show ip ospf interfaces** 命令的输出中看到路由器 ID。

```
R3#show ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.168.10.10
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
```

〈省略部分输出〉

```
R3#show ip ospf
Routing Process "ospf 1" with ID 192.168.10.10
  Supports only single TOS(TOS0) routes
  Supports opaque LSA
  SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
```

〈省略部分输出〉

```
R3#show ip ospf interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 172.16.1.33/29, Area 0
  Process ID 1, Router ID 192.168.10.10, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 192.168.10.10, Interface address 172.16.1.33
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:00
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

〈省略部分输出〉

R3#

**步骤 2: 使用环回地址来更改拓扑中路由器的路由器 ID。**

```
R1(config)#interface loopback 0
R1(config-if)#ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
```

```
R2(config)#interface loopback 0
R2(config-if)#ip address 10.2.2.2 255.255.255.255
```

```
R3(config)#interface loopback 0
R3(config-if)#ip address 10.3.3.3 255.255.255.255
```

### 步骤 3: 重新加载路由器以强制使用新的 Router ID。

新配置的路由器 ID 在 OSPF 进程重新启动后才生效。确保将当前配置保存到 NRAM 中, 然后使用 **reload** 命令重新启动每台路由器。

R1 重新启动后的路由器 ID 是什么? \_\_\_\_\_  
R2 重新启动后的路由器 ID 是什么? \_\_\_\_\_  
R3 重新启动后的路由器 ID 是什么? \_\_\_\_\_

### 步骤 4: 使用 **show ip ospf neighbors** 命令检验路由器 ID 是否已更改。

R1#**show ip ospf neighbor**

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address
Interface				
10.3.3.3	0	FULL/ -	00:00:30	192.168.10.6
Serial0/0/1				
10.2.2.2	0	FULL/ -	00:00:33	192.168.10.2
Serial0/0/0				

R2#**show ip ospf neighbor**

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address
Interface				
10.3.3.3	0	FULL/ -	00:00:36	192.168.10.10
Serial0/0/1				
10.1.1.1	0	FULL/ -	00:00:37	192.168.10.1
Serial0/0/0				

R3#**show ip ospf neighbor**

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address
Interface				
10.2.2.2	0	FULL/ -	00:00:34	192.168.10.9
Serial0/0/1				
10.1.1.1	0	FULL/ -	00:00:38	192.168.10.5
Serial0/0/0				

### 步骤 5: 在路由器 R1 上使用 **router-id** 命令更改路由器 ID。

**注意:** 某些 IOS 版本不支持 **router-id** 命令。如果无法使用此命令, 接下去请执行任务 7。

```
R1(config)#router ospf 1  
R1(config-router)#router-id 10.4.4.4  
Reload or use "clear ip ospf process" command, for this to take effect
```

如果在已经激活 (具有邻居) 的 OSPF 路由器进程中使用此命令, 则新的路由器 ID 会在路由器下一次重新加载或手动重新启动 OSPF 进程后生效。要手动重新启动 OSPF 进程, 请使用 **clear ip ospf process** 命令。

```
R1#(config-router)#end  
R1#clear ip ospf process  
Reset ALL OSPF processes?[no]:yes  
R1#
```

**步骤 6:** 在路由器 R2 上使用 `show ip ospf neighbor` 命令验证 R1 的路由器 ID 是否已更改。

```
R2#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address
Interface				
10.3.3.3	0	FULL/-	00:00:36	192.168.10.10
Serial0/0/1				
10.4.4.4	0	FULL/-	00:00:37	192.168.10.1
Serial0/0/0				

**步骤 7:** 使用 `router-id` 命令的 `no` 形式删除所配置的路由器 ID。

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#router-id 10.4.4.4
Reload or use "clear ip ospf process" command, for this to take effect
```

**步骤 8:** 使用 `clear ip ospf process` 命令重新启动 OSPF 进程。

重新启动 OSPF 进程会强制路由器使用 Loopback 0 接口上所配置的 IP 地址作为路由器 ID。

```
R1(config-router)#end
R1#clear ip ospf process
Reset ALL OSPF processes? [no]:yes
R1#
```

**任务 7: 验证 OSPF 的运行情况。**

**步骤 1:** 在路由器 R1 上使用 `show ip ospf neighbor` 命令查看与 OSPF 相邻路由器 R2 和 R3 相关的信息。您应该能够看到每台相邻路由器的邻居 ID 和 IP 地址以及 R1 用于连接该 OSPF 邻居的接口。

```
R1#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address
Interface				
10.2.2.2	0	FULL/-	00:00:32	192.168.10.2
Serial0/0/0				
10.3.3.3	0	FULL/-	00:00:32	192.168.10.6
Serial0/0/1				

```
R1#
```



**步骤 2:** 在路由器 R1 上使用 `show ip protocols` 命令查看与该路由协议运行情况相关的信息。

请注意，输出中会显示上述任务中所配置的信息，例如协议、进程 ID、邻居 ID 和网络。还会显示邻居的 IP 地址。

R1#**show ip protocols**

```
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 10.1.1.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    172.16.1.16 0.0.0.15 area 0
    192.168.10.0 0.0.0.3 area 0
    192.168.10.4 0.0.0.3 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    10.2.2.2         110          00:11:43
    10.3.3.3         110          00:11:43
  Distance: (default is 110)
```

R1#

请注意，输出指出了 OSPF 所用的进程 ID：请记住，所有路由器上的进程 ID 必须相同，OSPF 才能建立相邻关系并共享路由信息。

## 任务 8: 检查路由表中的 OSPF 路由。

在路由器 R1 上查看路由表。在路由表中，OSPF 路由标有“O”。

R1#**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

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
O       10.10.10.0/24 [110/65] via 192.168.10.2, 00:01:02, Serial0/0/0
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
O       172.16.1.32/29 [110/65] via 192.168.10.6, 00:01:12, Serial0/0/1
    192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C       192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
C       192.168.10.4 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
O      192.168.10.8 [110/128] via 192.168.10.6, 00:01:12, Serial0/0/1
      [110/128] via 192.168.10.2, 00:01:02, Serial0/0/0
R1#
```

请注意, 与 RIPv2 和 EIGRP 不同的是, OSPF 不会自动在主网边界总结。

## 任务 9: 配置 OSPF 开销

**步骤 1:** 在路由器 R1 上使用 `show ip route` 命令查看达到网络 10.10.10.0/24 的 OSPF 开销。

```
R1#show ip route
```

<省略部分输出>

```
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
O      10.10.10.0/24 [110/65] via 192.168.10.2, 00:16:56, Serial0/0/0
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
O      172.16.1.32/29 [110/65] via 192.168.10.6, 00:17:06, Serial0/0/1
      192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C      192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
C      192.168.10.4 is directly connected, Serial0/0/1
O      192.168.10.8 [110/128] via 192.168.10.6, 00:17:06, Serial0/0/1
      [110/128] via 192.168.10.2, 00:16:56, Serial0/0/0
R1#
```

**步骤 2:** 在路由器 R1 上使用 `show interfaces serial0/0/0` 命令查看 Serial 0/0/0 接口的带宽。

```
R1#show interfaces serial0/0/0
```

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is HD64570
  Internet address is 192.168.10.1/30
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec, rely 255/255, load
1/255
  Encapsulation HDLC, loopback not set, keepalive set (10 sec)
  Last input never, output never, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 0
```

<省略部分输出>

在大多数串行链路上, 带宽度量默认为 1544 Kbit。如果这不是该串行链路的实际带宽, 则需要更改带宽值以正确计算 OSPF 开销。

**步骤 3:** 在路由器 R1 和 R2 上使用 `bandwidth` 命令将串行接口的带宽更改为实际带宽 64 kbps。

路由器 R1:

```
R1(config)#interface serial0/0/0
R1(config-if)#bandwidth 64
R1(config-if)#interface serial0/0/1
```

```
R1(config-if)#bandwidth 64
```

路由器 R2:

```
R2(config)#interface serial0/0/0
R2(config-if)#bandwidth 64
R2(config)#interface serial0/0/1
R2(config-if)#bandwidth 64
```

**步骤 4:** 在路由器 R1 上使用 `show ip ospf interface` 命令验证串行链路的开销。

现在, 各条串行链路的开销均为 1562, 该值通过如下方法算得:  $10^8/64,000$  bps。

```
R1#show ip ospf interface
```

<省略部分输出>

```
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.10.1/30, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.1.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost:
1562
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT,
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:05
  Index 2/2, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 1 , Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 10.2.2.2
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.10.5/30, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.1.1.1, Network Type POINT-TO-POINT, Cost:
1562
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT,
```

<省略部分输出>

**步骤 5:** 在路由器 R3 上使用 `ip ospf cost` 命令配置 OSPF 开销。

`bandwidth` 命令的替代方法之一是使用 `ip ospf cost` 命令, 该命令可用于直接配置开销。使用 `ip ospf cost` 命令将路由器 R3 上的串行接口带宽更改为 1562。

```
R3(config)#interface serial0/0/0
R3(config-if)#ip ospf cost 1562
R3(config-if)#interface serial0/0/1
R3(config-if)#ip ospf cost 1562
```

**步骤 6:** 在路由器 R3 上使用 `show ip ospf interface` 命令验证各条串行链路的带宽现在是否为 1562。

```
R3#show ip ospf interface
```

<省略部分输出>

```
Serial0/0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.10.10/30, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.3.3.3, Network Type POINT-TO-POINT, Cost:
1562
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT,
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:06
  Index 2/2, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 10.2.2.2
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.10.6/30, Area 0
  Process ID 1, Router ID 10.3.3.3, Network Type POINT-TO-POINT, Cost:
1562
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT,

<省略部分输出>
```

## 任务 10: 重新分配 OSPF 默认路由

**步骤 1:** 在路由器 R1 上配置一个环回接口，以模拟通向 ISP 的链路。

```
R1(config)#interface loopback1

%LINK-5-CHANGED: Interface Loopback1, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Loopback1, changed
state to up

R1(config-if)#ip address 172.30.1.1 255.255.255.252
```

**步骤 2:** 在路由器 R1 上配置一条静态默认路由。

使用已配置的用于模拟通向 ISP 的链路的环回地址作为出口接口。

```
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 loopback1
R1(config)#
```

**步骤 3:** 使用 `default-information originate` 命令将该静态路由包括在从路由器 R1 发出的 OSPF 更新中。

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#default-information originate
R1(config-router)#
```

**步骤 4:** 在路由器 R2 上查看路由表, 验证该静态默认路由是否正在通过 **OSPF** 重分布。

R2#**show ip route**

<省略部分输出>

Gateway of last resort is 192.168.10.1 to network 0.0.0.0

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    10.2.2.2/32 is directly connected, Loopback0
C    10.10.10.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
    172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
O    172.16.1.16/28 [110/1563] via 192.168.10.1, 00:29:28,
Serial0/0/0
O    172.16.1.32/29 [110/1563] via 192.168.10.10, 00:29:28,
Serial0/0/1
    192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C    192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
O    192.168.10.4 [110/3124] via 192.168.10.10, 00:25:56,
Serial0/0/1
    [110/3124] via 192.168.10.1, 00:25:56, Serial0/0/0
C    192.168.10.8 is directly connected, Serial0/0/1
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.10.1, 00:01:11, Serial0/0/0
R2#
```

## 任务 11: 配置其它 OSPF 功能

**步骤 1:** 使用 **auto-cost reference-bandwidth** 命令调整参考带宽值。

将参考带宽增大到 10000 以模拟 10GigE 的速度。在 OSPF 路由域内的所有路由器上配置此命令。

```
R1(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all
routers.
```

```
R2(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all
routers.
```

```
R3(config-router)#auto-cost reference-bandwidth 10000
% OSPF: Reference bandwidth is changed.
Please ensure reference bandwidth is consistent across all
routers.
```

**步骤 2:** 在路由器 R1 上检查路由表以验证 OSPF 开销度量所发生的变化。

请注意, 现在 OSPF 路由的开销值大得多了。

R1#**show ip route**

<省略部分输出>

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      10.1.1.1/32 is directly connected, Loopback0
O      10.10.10.0/24 [110/65635] via 192.168.10.2, 00:01:01,
Serial0/0/0
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      172.16.1.16/28 is directly connected, FastEthernet0/0
O      172.16.1.32/29 [110/65635] via 192.168.10.6, 00:00:51,
Serial0/0/1
172.30.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      172.30.1.0 is directly connected, Loopback1
192.168.10.0/30 is subnetted, 3 subnets
C      192.168.10.0 is directly connected, Serial0/0/0
C      192.168.10.4 is directly connected, Serial0/0/1
O      192.168.10.8 [110/67097] via 192.168.10.2, 00:01:01,
Serial0/0/0
S*    0.0.0.0/0 is directly connected, Loopback1
R1#
```

**步骤 3:** 在 R1 上使用 `show ip ospf neighbor` 命令查看 Dead 间隔。  
Dead 间隔正在从默认的 40 秒钟开始倒计时。

```
R1#show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address
Interface
10.2.2.2          0    FULL/-          00:00:34    192.168.10.2
Serial0/0/0
10.3.3.3          0    FULL/-          00:00:34    192.168.10.6
Serial0/0/1
```

**步骤 4:** 配置 OSPF Hello 间隔和 Dead 间隔。

可分别使用 `ip ospf hello-interval` 和 `ip ospf dead-interval` 接口命令手动修改 OSPF Hello 间隔和 Dead 间隔。在路由器 R1 的 Serial 0/0/0 接口上使用这些命令将 hello 间隔和 Dead 间隔分别更改为 5 秒和 20 秒。

```
R1(config)#interface serial0/0/0
R1(config-if)#ip ospf hello-interval 5
R1(config-if)#ip ospf dead-interval 20
R1(config-if)#
01:09:04: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.2.2.2 on Serial0/0/0 from
FULL to DOWN, Neighbor Down: Dead timer expired
01:09:04: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.2.2.2 on Serial0/0/0 from
FULL to Down: Interface down or detached
```

20 秒之后, R1 上的 Dead 计时器到期。R1 和 R2 失去相邻关系, 因为 R1 和 R2 之间链路的两端上的 Dead 计时器和 Hello 计时器必须配置为分别相等。

**步骤 5:** 修改 Dead 计时器和 Hello 计时器。

在路由器 R2 的 Serial 0/0/0 接口上修改 Dead 计时器和 Hello 计时器, 使其分别匹配 R1 的 Serial 0/0/0 接口上所配置的相应间隔。

```
R2(config)#interface serial0/0/0
R2(config-if)#ip ospf hello-interval 5
R2(config-if)#ip ospf dead-interval 20
R2(config-if)#
```

```
01:12:10: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 10.1.1.1 on Serial0/0/0 from  
EXCHANGE to FULL, Exchange Done
```

请注意, IOS 显示一条消息, 表明已建立相邻关系, 且状态变为 FULL。

**步骤 5:** 使用 `show ip ospf interface serial0/0/0` 命令验证是否已修改 Hello 计时器和 Dead 计时器。

```
R2#show ip ospf interface serial0/0/0  
Serial0/0/0 is up, line protocol is up  
Internet address is 192.168.10.2/30, Area 0  
Process ID 1, Router ID 10.2.2.2, Network Type POINT-TO-POINT, Cost:  
1562  
Transmit Delay is 1 sec, State POINT-TO-POINT,  
Timer intervals configured, Hello 5, Dead 20, Wait 20, Retransmit 5  
Hello due in 00:00:00  
Index 3/3, flood queue length 0  
Next 0x0(0)/0x0(0)  
Last flood scan length is 1, maximum is 1  
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec  
Neighbor Count is 1 , Adjacent neighbor count is 1  
Adjacent with neighbor 10.1.1.1  
Suppress hello for 0 neighbor(s)  
R2#
```

**步骤 6:** 在 R1 上使用 `show ip ospf neighbor` 命令验证与 R2 的相邻关系是否已恢复。

请注意, Serial 0/0/0 接口的 Dead 间隔现在低得多了, 因为它现在从 20 秒钟而非默认的 40 秒钟开始倒计时。Serial 0/0/1 仍然使用默认计时器工作。

```
R1#show ip ospf neighbor  
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address  
Interface  
10.2.2.2          0    FULL/-          00:00:19    192.168.10.2  
Serial0/0/0  
10.3.3.3          0    FULL/-          00:00:34    192.168.10.6  
Serial0/0/1  
R1#
```

## 任务 12: 记录路由器配置。

在每台路由器上, 将下列命令输出捕获为文本文件, 保存下来供以后参考:

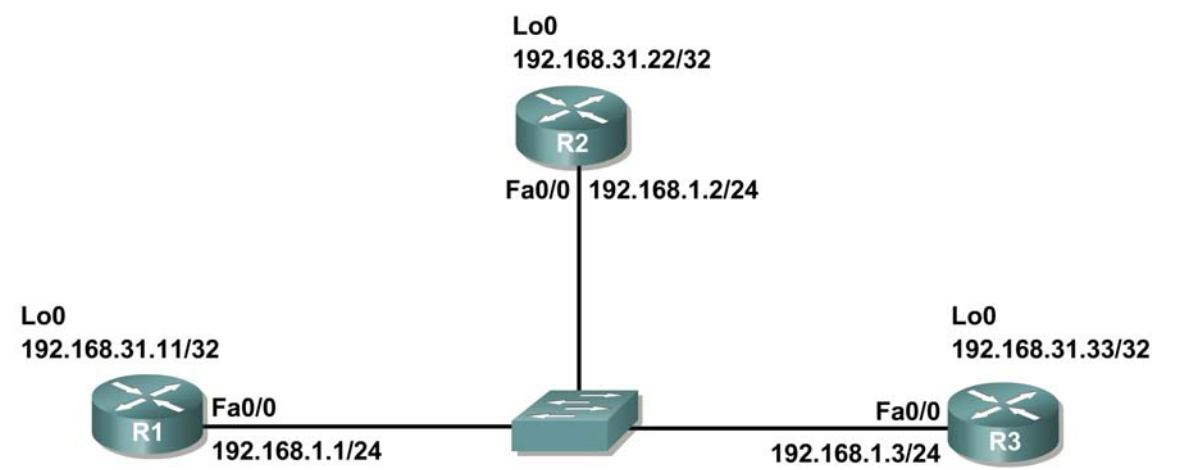
- 运行配置
- 路由表
- 接口总结
- `show ip protocols` 命令的输出

## 任务 11: 课后清理。

删除配置, 然后重新加载路由器。拆下电缆并放回保存处。对于通常连接到其它网络 (例如学校 LAN 或 Internet) 的 PC 主机, 请重新连接相应的电缆并恢复原有的 TCP/IP 设置。

场景 B：在多路访问网络上配置 OSPF

拓扑图



设备	接口	IP 地址	子网掩码	默认网关
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	不适用
	Loopback1	192.168.31.11	255.255.255.255	不适用
R2	Fa0/0	192.168.1.2	255.255.255.0	不适用
	Loopback1	192.168.31.22	255.255.255.255	不适用
R3	Fa0/0	192.168.1.3	255.255.255.0	不适用
	Loopback1	192.168.31.33	255.255.255.255	不适用

任务 1：准备网络。

步骤 1：根据拓扑图所示完成网络电缆连接。

您可使用实验室中现有的、具有拓扑中所示接口的路由器。

注意：如果您使用 1700、2500 或 2600 路由器，则路由器输出和接口描述将有所差异。

在此拓扑中，三台路由器共享一个公共以太网多路访问网络 192.168.1.0/24。将在每台路由器的快速以太网接口上配置一个 IP 地址，并配置一个环回地址以充当路由器 ID。

步骤 2：清除路由器上的所有配置。



## 任务 2：执行基本路由器配置。

根据下列指导原则在路由器 R1、R2 和 R3 上执行基本配置：

1. 配置路由器主机名。
2. 禁用 DNS 查找。
3. 配置特权执行模式口令。
4. 配置当日消息标语。
5. 为控制台连接配置口令。
6. 为 VTY 连接配置口令。

## 任务 3：配置并激活以太网地址和环回地址

步骤 1：在 R1、R2 和 R3 上配置接口。

使用拓扑图下方的表中的 IP 地址在路由器 R1、R2 和 R3 上配置以太网接口和环回接口。使用 **show ip interface brief** 命令验证 IP 地址是否正确。完成后，确保将运行配置保存到路由器的 NVRAM 中。

步骤 2：验证 IP 地址和接口。

使用 **show ip interface brief** 命令验证 IP 地址是否正确以及接口是否已激活。

完成后，确保将运行配置保存到路由器的 NVRAM 中。

## 任务 4：在 DR 路由器上配置 OSPF

一旦多路访问网络中第一台具有启用了 OSPF 的接口的路由器开始工作，DR 和 BDR 选举过程即开始。这可能发生在路由器开机时或配置 **OSPF network** 命令时。如果在选出 DR 和 BDR 后有新路由器加入网络，即使新路由器的 OSPF 接口优先级或路由器 ID 比当前 DR 或 BDR 高，也不会成为 DR 或 BDR。首先在具有最高路由器 ID 的路由器上配置 OSPF 进程，以确保此路由器成为 DR。

步骤 1：在路由器 R3 上，在全局配置模式下使用 **router ospf** 命令启用 OSPF。

对于 *process-ID* 参数，输入进程 ID 1。配置该路由器，使其通告 192.168.1.0/24 网络。对于 **network** 语句中的 *area-id* 参数，使用区域 ID 0。

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)#end
R3#
```

步骤 2：使用 **show ip ospf interface** 命令验证是否已正确配置 OSPF 以及 R3 是否为 DR。

```
R3#show ip ospf interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
Internet address is 192.168.1.3/24, Area 0
Process ID 1, Router ID 192.168.31.33, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
```

```
Designated Router (ID) 192.168.31.33, Interface address 192.168.1.3
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 00:00:07
Index 1/1, flood queue length 0
Next 0x0(0)/0x0(0)
Last flood scan length is 1, maximum is 1
Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
Suppress hello for 0 neighbor(s)
R3#
```

## 任务 5: 在 BDR 路由器上配置 OSPF

接下来, 在具有第二高路由器 ID 的路由器上配置 OSPF 进程, 以确保此路由器成为 BDR。

**步骤 1:** 在路由器 R2 上, 在全局配置模式下使用 **router ospf** 命令启用 OSPF。

对于 *process-ID* 参数, 输入进程 ID 1。配置该路由器, 使其通告 192.168.1.0/24 网络。对于 **network** 语句中的 *area-id* 参数, 使用区域 ID 0。

```
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-router)#end
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R2#
00:08:51: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.31.33 on
FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```

请注意, 它会与路由器 R3 形成相邻关系。路由器 R3 可能需要 40 秒钟才会发送 hello 数据包。当收到此数据包时, 就会形成相邻关系。

**步骤 2:** 使用 **show ip ospf interface** 命令验证是否已正确配置 OSPF 以及 R2 是否为 BDR。

```
R2#show ip ospf interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.1.2/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 192.168.31.22, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 1
  Designated Router (ID) 192.168.31.33, Interface address 192.168.1.3
  Backup Designated Router (ID) 192.168.31.22, Interface address
192.168.1.2
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:03
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
    Adjacent with neighbor 192.168.1.3 (Designated Router)
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
R2#
```

**步骤 3:** 使用 `show ip ospf neighbors` 命令查看与该 OSPF 区域内的其它路由器相关的信息。

请注意, R3 为 DR。

```
R2#show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address
Interface
192.168.31.33    1     FULL/DR         00:00:33    192.168.1.3
FastEthernet0/0
```

## 任务 6: 在 DRother 路由器上配置 OSPF

最后, 在具有最低路由器 ID 的路由器上配置 OSPF 进程。此路由器将被指定为 DRother 而非 DR 或 BDR。

**步骤 1:** 在路由器 R1 上, 在全局配置模式下使用 `router ospf` 命令启用 OSPF。

对于 `process-ID` 参数, 输入进程 ID 1。配置该路由器, 使其通告 192.168.1.0/24 网络。对于 `network` 语句中的 `area-id` 参数, 使用区域 ID 0。

```
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-router)#end
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#
00:16:08: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.31.22 on
FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
00:16:12: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.31.33 on
FastEthernet0/0 from EXCHANGE to FULL, Exchange Done
```

请注意, 它会与路由器 R2 及 R3 形成相邻关系。路由器 R2 和 R3 可能需要 40 秒钟才会发送各自的 hello 数据包。

**步骤 2:** 使用 `show ip ospf interface` 命令验证是否已正确配置 OSPF 以及 R1 是否为 DRother。

```
R1#show ip ospf interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.1.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 192.168.31.11, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
  Designated Router (ID) 192.168.31.33, Interface address 192.168.1.3
  Backup Designated Router (ID) 192.168.31.22, Interface address
192.168.1.2
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:00
  Index 1/1, flood queue length 0
  Next 0x0(0)/0x0(0)
  Last flood scan length is 1, maximum is 1
  Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec
  Neighbor Count is 2, Adjacent neighbor count is 2
    Adjacent with neighbor 192.168.31.33 (Designated Router)
    Adjacent with neighbor 192.168.31.22 (Backup Designated Router)
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
R1#
```

**步骤 3:** 使用 `show ip ospf neighbors` 命令查看与该 OSPF 区域内的其它路由器相关的信息。

请注意, R3 是 DR, R2 是 BDR。

```
R1#show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address
Interface
192.168.31.22    1     FULL/BDR        00:00:35    192.168.1.2
FastEthernet0/0
192.168.31.33    1     FULL/DR         00:00:30    192.168.1.3
FastEthernet0/0
```

## 任务 7: 使用 OSPF 优先级确定 DR 和 BDR

**步骤 1:** 使用 `ip ospf priority` 接口命令将路由器 R1 的 OSPF 优先级更改为 255。

这是允许的最高优先级。

```
R1(config)#interface fastEthernet0/0
R1(config-if)#ip ospf priority 255
R1(config-if)#end
```

**步骤 2:** 使用 `ip ospf priority` 接口命令将路由器 R3 的 OSPF 优先级更改为 100。

```
R3(config)#interface fastEthernet0/0
R3(config-if)#ip ospf priority 100
R3(config-if)#end
```

**步骤 3:** 使用 `ip ospf priority` 接口命令将路由器 R2 的 OSPF 优先级更改为 0。优先级为 0 导致路由器不具备参与 OSPF 选举并成为 DR 或 BDR 的资格。

```
R2(config)#interface fastEthernet0/0
R2(config-if)#ip ospf priority 0
R2(config-if)#end
```

**步骤 4:** 关闭 FastEthernet0/0 接口, 然后将其重新启动, 以强制进行 OSPF 选举。

可关闭每台路由器的 FastEthernet0/0 接口然后将其重新启用以强制进行 OSPF 选举。在三台路由器上逐台关闭 FastEthernet0/0 接口。请注意, 关闭该接口时, 会失去 OSPF 相邻关系。

**R1:**

```
R1(config)#interface fastEthernet0/0
R1(config-if)#shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to
administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0,
changed state to down
02:17:22: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.31.22 on
FastEthernet0/0 from FULL to Down: Interface down or detached
02:17:22: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.31.33 on
FastEthernet0/0 from FULL to Down: Interface down or detached
```

**R2:**

```
R2(config)#interface fastethernet0/0
R2(config-if)#shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED:Interface FastEthernet0/0, changed state to
administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN:Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed
state to down
02:17:06: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.33 on
FastEthernet0/0 from FULL to Down:Interface down or detached
02:17:06: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.11 on
FastEthernet0/0 from FULL to Down:Interface down or detached
```

**R3:**

```
R3(config)#interface fastethernet0/0
R3(config-if)#shutdown
```

```
%LINK-5-CHANGED:Interface FastEthernet0/0, changed state to
administratively down
%LINEPROTO-5-UPDOWN:Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed
state to down
02:17:22: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.22 on
FastEthernet0/0 from FULL to Down:Interface down or detached
02:17:22: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.11 on
FastEthernet0/0 from FULL to Down:Interface down or detached
```

**步骤 5:** 在路由器 R2 上重新启用 FastEthernet0/0 接口。

```
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#end
%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
R2#
```

**步骤 6:** 在路由器 R1 上重新启用 FastEthernet0/0 接口。

请注意，它会与路由器 R2 形成相邻关系。路由器 R2 可能需要 40 秒钟才会发送 hello 数据包。

```
R1(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED:Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN:Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed
state to up
R1(config-if)#end
%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
R1#
02:31:43: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.22 on
FastEthernet0/0 from EXCHANGE to FULL, Exchange Done
```

**步骤 7:** 在路由器 R1 上使用 `show ip ospf neighbor` 命令查看该路由器的 OSPF 邻居信息。

请注意，尽管路由器 R2 的路由器 ID 比 R1 的高，R2 的状态仍然被设为 DRother，原因在于其 OSPF 优先级被设为 0。

```
R1#show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address
Interface
192.168.31.22    0     FULL/DROTHER    00:00:33   192.168.1.2
FastEthernet0/0
R1#
```

**步骤 8：在路由器 R3 上重新启用 FastEthernet0/0 接口。**

请注意，它会与路由器 R1 及 R2 形成相邻关系。路由器 R1 和 R2 可能需要 40 秒钟才会发送各自的 hello 数据包。

```
R3(config-if)#no shutdown

%LINK-5-CHANGED:Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN:Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed
state to up
R3(config-if)#end
%SYS-5-CONFIG_I:Configured from console by console
02:37:32: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.11 on
FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
02:37:36: %OSPF-5-ADJCHG:Process 1, Nbr 192.168.31.22 on
FastEthernet0/0 from EXCHANGE to FULL, Exchange Done
```

**步骤 9：在路由器 R3 上使用 show ip ospf interface 命令验证 R3 是否已成为 BDR。**

```
R3#show ip ospf interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.1.3/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 192.168.31.33, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 100
  Designated Router (ID) 192.168.31.11, Interface address 192.168.1.1
```

<省略部分输出>

## 任务 8：记录路由器配置。

在每台路由器上，将下列命令输出捕获为文本文件，保存下来供以后参考：

- 运行配置
- 路由表
- 接口总结
- **show ip protocols** 命令的输出

## 任务 9：课后清理。

删除配置，然后重新加载路由器。拆下电缆并放回保存处。对于通常连接到其它网络（例如学校 LAN 或 Internet）的 PC 主机，请重新连接相应的电缆并恢复原有的 TCP/IP 设置。