

3.1 单区域 OSPF 基本配置实验

3.1.1 实验目的

通过本实验可以掌握：

- (1) 在路由器上启动 OSPF 路由进程。
- (2) 启用参与路由协议的接口,并且通告网络及所在的区域。
- (3) 度量值 cost 的计算。
- (4) hello 相关参数的配置。
- (5) 点到点链路上的 OSPF 的特征。
- (6) 查看和调试 OSPF 路由协议相关信息。

3.1.2 实验设备

- (1) 4 台思科路由器。
- (2) 1 台思科交换机。
- (3) 3 台 PC。
- (4) 1 根 V35 线。
- (5) 6 根双绞线。

3.1.3 实验拓扑

单区域 OSPF 基本配置实验的拓扑图如图 3-1 所示。

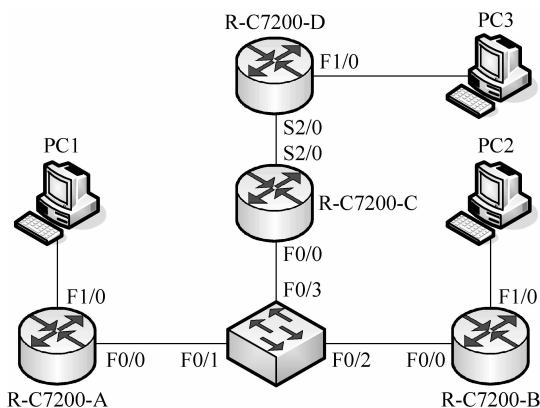


图 3-1 单区域 OSPF 基本配置实验拓扑图

图中涉及的实验设备情况如表 3-1 所示。

表 3-1 实验设备情况表

设备名称	IP 地址	设备类型	Cisco Packet Tracer 5.3 中对应设备
R-C7200-A	F0/0:200.30.67.1/24 F1/0:192.168.1.1/24	路由器	Router1
R-C7200-B	F0/0:200.30.67.2/24 F1/0:192.168.2.1/24	路由器	Router2
R-C7200-C	F0/0:200.30.67.3/24 S2/0:100.70.3.1/24	路由器	Router3
R-C7200-D	F1/0:192.168.3.1/24 S2/0:100.70.3.2/24	路由器	Router4
PC1	IP: 192.168.1.2/24; Gateway: 192.168.1.1	普通计算机	PC1
PC2	IP: 192.168.2.2/24; Gateway: 192.168.2.1	普通计算机	PC2
PC3	IP: 192.168.3.2/24; Gateway: 192.168.3.1	普通计算机	PC3

3.1.4 实验步骤

1. 搭建网络环境

启动 Cisco Packet Tracer 5.3, 在左下角的设备选择区域中选择 4 台路由器、型号为 Router-PT, 1 台交换机、型号为 2960-24TT, 3 台 PC、型号为 PC-PT。

按照图 3-1 所示的拓扑结构进行连线。

分别双击打开 4 台路由器、1 台交换机和 3 台 PC。

2. 设备基本配置

(1) R-C7200-A 路由器基本配置。

打开路由器 R-C7200-A 的 CLI 面板, 对 R-C7200-A 的配置在 CLI 面板上进行。

```
Router > enable
Router # configure terminal
Router(config) # hostname R - C7200 - A
R - C7200 - A(config) # interface fastEthernet 1/0
R - C7200 - A(config - if) # ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R - C7200 - A(config - if) # no shutdown
R - C7200 - A(config - if) # exit
R - C7200 - A(config) # interface fastEthernet 0/0
R - C7200 - A(config - if) # ip address 200.30.67.1 255.255.255.0
R - C7200 - A(config - if) # no shutdown
R - C7200 - A(config - if) # end
R - C7200 - A(config - if) # write
```

(2) R-C7200-B 路由器基本配置。

对路由器 R-C7200-B 的配置与路由器 R-C7200-A 相似,为 R-C7200-B 的接口 FastEthernet1/0、FastEthernet0/0 配置 IP 地址并开启接口,这里省略。

(3) R-C7200-C 路由器基本配置。

对路由器 R-C7200-C 的配置与路由器 R-C7200-A 相似,为 R-C7200-C 的接口 Serial2/0、FastEthernet0/0 配置 IP 地址并开启接口,需要注意的是对 Serial2/0 配置时要配置时钟频率,这里省略。

(4) R-C7200-D 路由器基本配置。

对路由器 R-C7200-D 的配置与路由器 R-C7200-A 相似,为 R-C7200-D 的接口 FastEthernet1/0、FastEthernet0/0 配置 IP 地址并开启接口,这里省略。

(5) PC1 基本配置。

打开 PC1 Desktop 面板上的 IP Configuration,将 IP Address 设置为 192.168.1.2, Subnet Mask 设置为 255.255.255.0,Default Gateway 设置为 192.168.1.1。

(6) PC2 基本配置。

打开 PC2 Desktop 面板上的 IP Configuration,将 IP Address 设置为 192.168.2.2, Subnet Mask 设置为 255.255.255.0,Default Gateway 设置为 192.168.2.1。

(7) PC3 基本配置。

打开 PC3 Desktop 面板上的 IP Configuration,将 IP Address 设置为 192.168.3.2, Subnet Mask 设置为 255.255.255.0,Default Gateway 设置为 192.168.3.1。

3. 实验测试 1

(1) PC1 到 PC3 的连通性测试。

```
PC> ping 192.168.3.2
Pinging 192.168.3.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.1.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.1.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.1.1: Destination host unreachable.
Ping statistics for 192.168.3.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

(2) 在 R-C7200-A 上查看路由表信息。

```
R-C7200-A# 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
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
C    200.30.67.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0IR
```

(3) 查看 R-C7200-A 上当前正在运行路由协议的详细信息。

```
R-C7200-A# show ip protocols  
R-C7200-A#
```

由 R-C7200-A 的路由表可知,路由器 R-C7200-A 上当前没有路由协议运行。

4. 在各路由器上配置单区域 OSPF 路由协议

(1) 在 R-C7200-A 上配置单区域 OSPF 路由协议。

```
R-C7200-A# configure terminal  
R-C7200-A(config)# router ospf 1  
R-C7200-A(config-router)# network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-A(config-router)# network 200.30.67.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-A(config-router)# end  
R-C7200-A# write
```

配置 OSPF 路由协议时, network 后只跟与本路由器直接相连的网络号,不直接相连的网络不用考虑。area-id 为 0 的区域为主干区,一个 OSPF 域内只能有一个主干区。其他区域维护各自的链路状态信息数据库,非 0 区域之间的链路状态信息交互必须经过主干区。

(2) 在 R-C7200-B 上配置单区域 OSPF 路由协议。

```
R-C7200-B# configure terminal  
R-C7200-B(config)# router ospf 1  
R-C7200-B(config-router)# network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-B(config-router)# network 200.30.67.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-B(config-router)# end  
R-C7200-B# write
```

(3) 在 R-C7200-C 上配置单区域 OSPF 路由协议。

```
R-C7200-C# configure terminal  
R-C7200-C(config)# router ospf 1  
R-C7200-C(config-router)# network 200.30.67.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-C(config-router)# network 100.70.3.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-C(config-router)# end  
R-C7200-C# write
```

(4) 在 R-C7200-D 上配置单区域 OSPF 路由协议。

```
R-C7200-D# configure terminal  
R-C7200-D(config)# router ospf 1  
R-C7200-D(config-router)# network 100.70.3.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-D(config-router)# network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0  
R-C7200-D(config-router)# end  
R-C7200-D# write
```

5. 实验测试 2

(1) PC1 到 PC3 的连通性测试。

```
PC>ping 192.168.3.2
Pinging 192.168.3.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.3.2: bytes = 32 time = 141ms TTL = 125
Reply from 192.168.3.2: bytes = 32 time = 156ms TTL = 125
Reply from 192.168.3.2: bytes = 32 time = 109ms TTL = 125
Reply from 192.168.3.2: bytes = 32 time = 156ms TTL = 125
Ping statistics for 192.168.3.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 109ms, Maximum = 156ms, Average = 140ms
```

(2) 查看 R-C7200-A 上当前正在运行路由协议的详细信息。

```
R-C7200-A# 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 200.30.67.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
    200.30.67.0 0.0.0.255 area 0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    200.30.67.2         110          00:09:03
    200.30.67.3         110          00:09:03
  Distance: (default is 110)
```

由 R-C7200-A 上当前正在运行的路由协议的详细信息可知, OSPF 路由协议已经在 R-C7200-A 上运行。Router ID 为 200.30.67.1。

(3) 查看 R-C7200-A 的 OSPF 路由表。

```
R-C7200-A# show ip route ospf 1
  100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O   100.70.3.0 [110/782] via 200.30.67.3, 00:52:45, FastEthernet0/0
O   192.168.2.0 [110/2] via 200.30.67.2, 00:55:35, FastEthernet0/0
O   192.168.3.0 [110/783] via 200.30.67.3, 00:44:37, FastEthernet0/0
```

以上输出结果表明在同一个区域内, 通过 OSPF 路由协议学习到的路由条目用代码 O 表示。

以路由条目 192.168.3.0 [110/783] via 200.30.67.3, 00:44:37, FastEthernet0/0 为例, 其中 110 为 OSPF 的管理距离, 783 为从路由器 R-C7200-A 到目标网络 192.168.3.0 的度量值 cost。OSPF 度量值 cost 计算公式为所有链路入接口的 cost 之和; 接口 cost 计算公

式为 $10^8/\text{bandwidth}$ 然后取整,其中 bandwidth 表示带宽,单位为 b/s (bit per second, 位每秒); 环回接口的 cost 值为 1。

(4) 查看 R-C7200-A 上运行 OSPF 协议的接口信息。

```
R-C7200-A# show ip ospf interface
FastEthernet1/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.1.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 200.30.67.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 200.30.67.1, Interface address 192.168.1.1
  No backup designated router on this network
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:02
  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)
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 200.30.67.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 200.30.67.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 200.30.67.1, Interface address 200.30.67.1
  Backup Designated Router (ID) 200.30.67.2, Interface address 200.30.67.2
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:01
  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 2, Adjacent neighbor count is 2
    Adjacent with neighbor 200.30.67.2 (Backup Designated Router)
    Adjacent with neighbor 200.30.67.3
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
```

(5) 查看 R-C7200-A 上 OSPF 邻居表的基本信息。

```
R-C7200-A# show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time   Address        Interface
200.30.67.2     1    FULL/BDR       00:00:31   200.30.67.2   FastEthernet0/0
200.30.67.3     1    FULL/DROTHER   00:00:38   200.30.67.3   FastEthernet0/0
```

(6) 查看 R-C7200-A 上 OSPF 链路状态数据库信息。

```
R-C7200-A# show ip ospf database
      OSPF Router with ID (200.30.67.1) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
200.30.67.1	200.30.67.1	165	0x80000006	0x00fdff	2
200.30.67.3	200.30.67.3	1540	0x80000006	0x00cd86	3
100.70.3.2	100.70.3.2	1317	0x80000005	0x00427a	3
200.30.67.2	200.30.67.2	165	0x80000006	0x00fdff	2

Net Link States (Area 0)					
Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	
200.30.67.1	200.30.67.1	45	0x80000005	0x005932	

6. 更改接口的 Hello、Dead 间隔

更改 R-C7200-C 上 FastEthernet0/0 接口的 Hello 间隔、Dead 间隔。

```
R-C7200-C# configure terminal
R-C7200-C(config)# interface fastEthernet 0/0
R-C7200-C(config-if)# ip ospf hello-interval 5
R-C7200-C(config-if)# ip ospf dead-interval 20
R-C7200-C(config-if)# end
R-C7200-C# write
```

7. 实验调试 3

(1) 查看 R-C7200-A 的 OSPF 路由表。

```
R-C7200-A# show ip route ospf 1
0    192.168.2.0 [110/2] via 200.30.67.2, 00:07:46, FastEthernet0/0
```

(2) 查看 R-C7200-A 上 OSPF 邻居表的基本信息。

```
R-C7200-A# show ip ospf neighbor
Neighbor ID    Pri  State           Dead Time   Address      Interface
200.30.67.2    1    FULL/BDR        00:00:39   200.30.67.2 FastEthernet0/0
```

由步骤 6 和 7 可以看出, R-C7200-C 上 FastEthernet0/0 接口的 Hello 间隔和 Dead 间隔改变后, 由于与 R-C7200-A 上的 FastEthernet0/0 接口的 Hello 间隔和 Dead 间隔不同, R-C7200-A 与 R-C7200-C 已不成为邻居关系。

3.1.5 实验总结

(1) 路由器启动后 OSPF 协议并没有自动运行, 只有在配置完 OSPF 协议后 OSPF 协议才运行。启动 OSPF 协议时需要指定进程 ID。

(2) 配置 OSPF 路由协议时, network 后只跟与本路由器直接相连的网络号, 不直接相连的网络不用考虑, 并且要指明路由器所在的区域。area-id 为 0 的区域为主干区, 一个 OSPF 域内只能有一个主干区。其他区域维护各自的链路状态信息数据库, 非 0 区域之间的链路状态信息交互必须经过主干区。

(3) OSPF 度量值 cost 计算公式为所有链路入接口的 cost 之和; 接口 cost 计算公式为 $10^8/\text{带宽}(\text{bps})$ 取整; 环回接口的 cost 值为 1。

(4) Router ID 选择遵循如下顺序：

- ① 最优先的是在 OSPF 进程中使用 router-id 指定了 RID。
- ② 如果没有在 OSPF 进程中指定 RID, 则选择 IP 地址最大的环回接口的 IP 地址为 RID。
- ③ 如果没有环回接口, 则选择活动的 IP 地址最大的物理接口的 IP 地址为 RID。
 - 如果使用 secondary 配置 IP 地址时, 该地址不起作用, 即不参与 RID 竞选;
 - 使用 router-id 后, 应使用命令 clear ip ospf process 重置 OSPF 进程, 新配置的 RID 才能生效;
 - 步骤(2)和(3)只有在下次重启路由器时才会生效, 即后来加入大的 IP 地址也不能选举为 RID 直到路由器重启。

(5) OSPF 邻居关系不能建立的常见原因如下：

- ① Hello 间隔和 Dead 间隔不同。
- ② 区域 ID 不一样。
- ③ 特殊区域(如 stub、nssa 等)区域类型不匹配。
- ④ 认证类型或密码不一致。
- ⑤ 路由器 ID 相同。
- ⑥ Hello 包被 ACL 拒绝。
- ⑦ 链路上的 MTU 不匹配。
- ⑧ 接口下 OSPF 网络类型不匹配。

通过本实验, 你学到了什么?

3.2 基于区域的 OSPF MD5 认证实验

3.2.1 实验目的

通过本实验可以掌握：

- (1) OSPF 认证的类型和意义。
- (2) 基于区域的 OSPF MD5 认证的配置和调试。

3.2.2 实验设备

- (1) 4 台思科路由器。
- (2) 1 台思科交换机。
- (3) 3 台 PC。
- (4) 1 根 V35 线。
- (5) 6 根双绞线。

3.2.3 实验拓扑

基于区域的 OSPF MD5 认证实验的拓扑图见图 3-1。

3.2.4 实验步骤

1. 搭建网络环境、设备基本配置、OSPF 路由协议配置

本实验是在 3.1 节中的单区域 OSPF 基本配置实验的基础上进行的,前半部分配置参看单区域 OSPF 基本配置实验。

2. 还原 Hello 间隔、Dead 间隔为默认值

将 R-C7200-C 上 FastEthernet0/0 接口的 Hello 间隔、Dead 间隔还原成默认值。

```
R-C7200-C# configure terminal
R-C7200-C(config)# interface fastEthernet 0/0
R-C7200-C(config-if)# no ip ospf hello-interval 10
R-C7200-C(config-if)# no ip ospf dead-interval 40
R-C7200-C(config-if)# end
R-C7200-C# write
```

3. 实验调试 1

(1) 查看 R-C7200-A 的 OSPF 路由表。

```
R-C7200-A# show ip route ospf 1
100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O 100.70.3.0 [110/782] via 200.30.67.3, 00:03:28, FastEthernet0/0
O 192.168.2.0 [110/2] via 200.30.67.2, 03:09:54, FastEthernet0/0
O 192.168.3.0 [110/783] via 200.30.67.3, 00:03:28, FastEthernet0/0
```

(2) 查看 R-C7200-A 上 OSPF 邻居表的基本信息。

```
R-C7200-A# show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
200.30.67.2	1	FULL/BDR	00:00:35	200.30.67.2	FastEthernet0/0
200.30.67.3	1	FULL/DR	00:00:38	200.30.67.3	FastEthernet0/0

由上面可知,R-C7200-A 与 R-C7200-C 又建立起了邻居关系。

4. 配置 MD5 认证

(1) 在 R-C7200-A 上配置 MD5 认证。

```
R - C7200 - A# configure terminal
R - C7200 - A(config)# router ospf 1
R - C7200 - A(config - router)# area 0 authentication message - digest
R - C7200 - A(config - router)# exit
R - C7200 - A(config)# interface fastEthernet 0/0
R - C7200 - A(config - if)# ip ospf message - digest - key 1 md5 xatu
R - C7200 - A(config - if)# exit
R - C7200 - A(config)# interface fastEthernet 1/0
R - C7200 - A(config - if)# ip ospf message - digest - key 1 md5 xatu
R - C7200 - A(config - if)# end
R - C7200 - A# write
```

以上配置中 area 0 authentication message-digest 命令的作用是在区域 0 中启用 MD5 认证,ip ospf message-digest-key 1 md5 xatu 命令的作用是配置认证 key ID 及密钥,其中 key ID 是 1,密钥是 xatu。

(2) 在 R-C7200-B 上配置 MD5 认证。

```
R - C7200 - B# configure terminal
R - C7200 - B(config)# router ospf 1
R - C7200 - B(config - router)# area 0 authentication message - digest
R - C7200 - B(config - router)# exit
R - C7200 - B(config)# interface fastEthernet 0/0
R - C7200 - B(config - if)# ip ospf message - digest - key 1 md5 xatu
R - C7200 - B(config - if)# exit
R - C7200 - B(config)# interface fastEthernet 1/0
R - C7200 - B(config - if)# ip ospf message - digest - key 1 md5 xatu
R - C7200 - B(config - if)# end
R - C7200 - B# write
```

(3) 在 R-C7200-C 上配置 MD5 认证。

```
R - C7200 - C# configure terminal
R - C7200 - C(config)# router ospf 1
R - C7200 - C(config - router)# area 0 authentication message - digest
R - C7200 - C(config - router)# exit
R - C7200 - C(config)# interface fastEthernet 0/0
R - C7200 - C(config - if)# ip ospf message - digest - key 1 md5 xatu
R - C7200 - C(config - if)# end
R - C7200 - C# write
```

(4) 在 R-C7200-D 上配置 MD5 认证。

```
R - C7200 - D# configure terminal
R - C7200 - D(config)# router ospf 1
R - C7200 - D(config - router)# area 0 authentication message - digest
R - C7200 - D(config - router)# exit
R - C7200 - D(config)# interface serial 2/0
```

```

R-C7200-D(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 xatu
R-C7200-D(config-if)# exit
R-C7200-D(config)# interface fastEthernet 1/0
R-C7200-D(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 xatu
R-C7200-D(config-if)# end
R-C7200-D# write

```

在步骤(4)的 MD5 配置中,没有给 R-C7200-C 的接口 Serial2/0 配置 MD5 认证。

5. 实验测试 2

(1) 查看 R-C7200-A 的路由表。

```

R-C7200-A# 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
 100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O   100.70.3.0 [110/782] via 200.30.67.3, 00:24:54, FastEthernet0/0
C   192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O   192.168.2.0/24 [110/2] via 200.30.67.2, 00:24:36, FastEthernet0/0
C   200.30.67.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

```

(2) 查看 R-C7200-C 的路由表。

```

R-C7200-C# 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
 100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C   100.70.3.0 is directly connected, Serial2/0
O   192.168.1.0/24 [110/2] via 200.30.67.1, 01:53:27, FastEthernet0/0
O   192.168.2.0/24 [110/2] via 200.30.67.2, 01:53:17, FastEthernet0/0
C   200.30.67.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

```

(3) 查看 R-C7200-D 的路由表。

```

R-C7200-D# 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
  100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       100.70.3.0 is directly connected, Serial2/0
C       192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

从 R-C7200-A、R-C7200-C 和 R-C7200-D 的路由表中会发现，R-C7200-A 和 R-C7200-C 学习不到网络 192.168.3.0/24 了，R-C7200-D 学习不到网络 192.168.1.0/24、192.168.2.0/24 和 200.30.67.0/24 了。其原因就在于没有给 R-C7200-C 的接口 Serial2/0 配置 MD5 认证。

(4) 在 R-C7200-C 上查看 OSPF 接口信息。

```

R - C7200 - C# show ip ospf interface
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 200.30.67.3/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 200.30.67.3, Network Type BROADCAST, Cost: 1
  Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
  Designated Router (ID) 200.30.67.3, Interface address 200.30.67.3
  Backup Designated Router (ID) 200.30.67.2, Interface address 200.30.67.2
  Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
    Hello due in 00:00:08
  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 200.30.67.1
    Adjacent with neighbor 200.30.67.2 (Backup Designated Router)
  Suppress hello for 0 neighbor(s)
  Message digest authentication enabled
  Youngest key id is 1
Serial2/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 100.70.3.1/24, Area 0
  Process ID 1, Router ID 200.30.67.3, Network Type POINT - TO - POINT, Cost: 781
  Transmit Delay is 1 sec, State POINT - TO - POINT, Priority 0
  No designated router on this network
  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 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
  Suppress hello for 0 neighbor(s)

```

```
Message digest authentication enabled
No key configured, using default key id 0
```

由上面可以看出,R-C7200-C 的 FastEthernet0/0 接口已经启用 MD5 认证,而且密钥 ID 是 1, Serial2/0 接口没有启动 MD5 认证。

(5) 查看 R-C7200-C 上的 OSPF 信息。

```
R - C7200 - C# show ip ospf
Routing Process "ospf 1" with ID 200.30.67.3
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
Area BACKBONE(0)
Number of interfaces in this area is 2
Area has message digest authentication
SPF algorithm executed 116 times
Area ranges are
Number of LSA 4. Checksum Sum 0x02477c
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless LSA 0
Number of indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0
```

6. 配置认证

为 R-C7200-C 的接口 Serial2/0 配置 MD5 认证。

```
R - C7200 - C# configure terminal
R - C7200 - C(config)# interface serial 2/0
R - C7200 - C(config-if)# ip ospf message-digest-key 1 md5 www
R - C7200 - C(config-if)# end
R - C7200 - C# write
```

将 R-C7200-C 的接口 Serial2/0 的密钥 ID 配置为 1,密钥配置为 www,与其他接口的密码不同。

7. 实验测试 3

(1) 查看 R-C7200-D 的路由表。

```
R - C7200 - D# 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
  100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       100.70.3.0 is directly connected, Serial2/0
C       192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

从 R-C7200-D 的路由表中会发现, R-C7200-D 依然学习不到网络 192.168.1.0/24、192.168.2.0/24 和 200.30.67.0/24 了。

8. 重新为接口配置认证

重新为 R-C7200-C 的接口 Serial 2/0 配置 MD5 认证。

```

R - C7200 - C# configure terminal
R - C7200 - C(config)# interface serial 2/0
R - C7200 - C(config - if)# no ip ospf message - digest - key 1 md5 www
R - C7200 - C(config - if)# ip ospf message - digest - key 1 md5 xatu
R - C7200 - C(config - if)# end
R - C7200 - C# write

```

9. 实验测试 4

(1) 查看 R-C7200-D 的路由表。

```

R - C7200 - D# 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
  100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       100.70.3.0 is directly connected, Serial2/0
O       192.168.1.0/24 [110/783] via 100.70.3.1, 00:00:48, Serial2/0
O       192.168.2.0/24 [110/783] via 100.70.3.1, 00:00:48, Serial2/0
C       192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O       200.30.67.0/24 [110/782] via 100.70.3.1, 00:00:48, Serial2/0

```

(2) 查看 R-C7200-A 的路由表。

```

R - C7200 - A# 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
  100.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O       100.70.3.0 [110/782] via 200.30.67.3, 02:24:36, FastEthernet0/0
C       192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O       192.168.2.0/24 [110/2] via 200.30.67.2, 02:24:19, FastEthernet0/0
O       192.168.3.0/24 [110/783] via 200.30.67.3, 00:00:35, FastEthernet0/0
C       200.30.67.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0

```

由 R-C7200-A、R-C7200-D 的路由表可以看到，R-C7200-A 学习到了网络 192.168.3.0/24 了，R-C7200-D 学习到了网络 192.168.1.0/24、192.168.2.0/24 和 200.30.67.0/24。

3.2.5 实验总结

(1) 在 OSPF 中进行 MD5 认证配置时，需要在路由协议的局部配置模式下启动 MD5 认证，还需要在进行 MD5 认证的接口上配置认证 Key ID 及密匙。

(2) 相互通信的接口上配置 MD5 认证时，密钥必须一致。

通过本实验，你学到了什么？

3.3 多区域 OSPF 配置实验

3.3.1 实验目的

通过本实验可以掌握：

- (1) 在路由器上启动 OSPF 路由进程。
- (2) 启用参与路由协议的接口，并且通告网络及所在的区域。
- (3) LSA 的类型和特征。
- (4) 不同路由器类型的功能。
- (5) OSPF 拓扑结构数据库的特征和含义。

(6) 查看和调试 OSPF 路由协议相关信息。

3.3.2 实验设备

- (1) 10 台思科路由器。
- (2) 5 台思科交换机。
- (3) 5 台 PC。
- (4) 12 根 V35 线。
- (5) 10 根双绞线。

3.3.3 实验拓扑

多区域 OSPF 配置实验的拓扑图如图 3-2 所示。

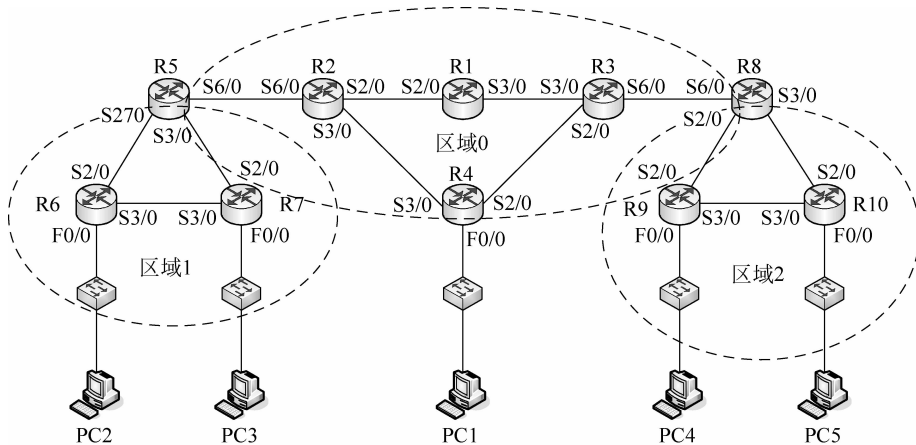


图 3-2 多区域 OSPF 配置实验拓扑图

图 3-2 中涉及的实验设备情况如表 3-2 所示。

表 3-2 实验设备情况表

设备名称	IP 地址	设备类型	Cisco Packet Tracer 5.3 中对应设备
R1	S2/0:192.168.12.1/24 S3/0:192.168.23.1/24	路由器	Router1
R2	S2/0:192.168.12.2/24 S3/0:192.168.24.1/24 S6/0:192.168.25.1/24	路由器	Router2
R3	S2/0:192.168.34.1/24 S3/0:192.168.23.2/24 S6/0:192.168.38.1/24	路由器	Router3
R4	S2/0:192.168.34.2/24 S3/0:192.168.24.2/24 F0/0:192.168.4.1/24	路由器	Router4

续表

设备名称	IP 地址	设备类型	Cisco Packet Tracer 5.3 中 对应设备
R5	S2/0:10.10.56.1/24 S3/0:10.10.57.1/24 S6/0:192.168.25.2/24	路由器	Router5
R6	S2/0:10.10.56.2/24 S3/0:10.10.67.1/24 F0/0:10.10.6.1/24	路由器	Router6
R7	S2/0:10.10.57.2/24 S3/0:10.10.67.2/24 F0/0:10.10.7.1/24	路由器	Router7
R8	S2/0:20.20.89.1/24 S3/0:20.20.80.1/24 S6/0:192.168.38.2/24	路由器	Router8
R9	S2/0:20.20.89.2/24 S3/0:20.20.90.1/24 F0/0:20.20.9.1/24	路由器	Router9
R10	S2/0:20.20.80.2/24 S3/0:20.20.90.2/24 F0/0:20.20.10.1/24	路由器	Router10
PC1	IP:192.168.4.2/24; Gateway:192.168.4.1	普通计算机	PC1
PC2	IP:10.10.6.2/24; Gateway:10.10.6.1	普通计算机	PC2
PC3	IP:10.10.7.2/24; Gateway:10.10.7.1	普通计算机	PC3
PC4	IP:20.20.9.2/24; Gateway:20.20.9.1	普通计算机	PC4
PC5	IP:20.20.10.2/24; Gateway:20.20.10.1	普通计算机	PC5

3.3.4 实验步骤

1. 搭建网络环境

启动 Cisco Packet Tracer 5.3,在左下角的设备选择区域中选择 10 台路由器、型号为 Router-PT,5 台交换机、型号为 2960-24TT,5 台 PC、型号为 PC-PT。因为 Router-PT 默认的 Serial 接口只有两个,而 R2、R3、R5、R7 需要 3 个 Serial 接口,所以需要给这 4 台路由器各增加一个 Serial 接口。其方法如下:打开路由器的 Physical 面板,关闭路由器的电源开关,在左侧的 MODULES 栏单击 PT-ROUTER-NM-1S 模块,用鼠标左键按住右下角的 Serial 图标将 Serial 接口拖入路由器预留的模块处,最后开启路由器,就可以看到路由器上已经有了 Serial6/0。

按照图 3-2 中的拓扑结构进行连线。

分别双击打开 10 台路由器、5 台交换机和 5 台 PC。

2. 设备基本配置

(1) 路由器 R1 基本配置。

```
Router# configure terminal
Router(config)# hostname R1
R1(config)# interface serial 2/0
R1(config-if)# ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)# clock rate 64000
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface serial 3/0
R1(config-if)# ip address 192.168.23.1 255.255.255.0
R1(config-if)# clock rate 64000
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# end
R1# write
```

(2) 路由器 R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8、R9、R10 基本配置。

对路由器 R2、R3、R4、R5、R6、R7、R8、R9、R10 的配置与路由器 R1 相似,这里省略。

(3) PC1 基本配置。

打开 PC1 Desktop 面板上的 IP Configuration,将 IP Address 设置为 192.168.4.2, Subnet Mask 设置为 255.255.255.0,Default Gateway 设置为 192.168.4.1。

(4) PC2、PC3、PC4、PC5 基本配置。

对 PC2、PC3、PC4、PC5 的配置与 PC1 相似,这里省略。

3. 实验测试 1

(1) PC2 到 PC5 的连通性测试。

```
PC> ping 20.20.10.2
Pinging 20.20.10.2 with 32 bytes of data:
Reply from 10.10.6.1: Destination host unreachable.
Reply from 10.10.6.1: Destination host unreachable.
Reply from 10.10.6.1: Destination host unreachable.
Reply from 10.10.6.1: Destination host unreachable.
Ping statistics for 20.20.10.2:
Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),
```

(2) 在 R5 上查看路由表信息。

```
R5# 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
  10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       10.10.56.0 is directly connected, Serial2/0
C       10.10.57.0 is directly connected, Serial3/0
C       192.168.25.0/24 is directly connected, Serial6/0
```

(3) 查看 R5 上当前正在运行路由协议的详细信息。

```
R5 # show ip protocols

R5 #
```

4. 在各路由器上配置多区域 OSPF 路由协议

(1) 在 R1 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R1 # configure terminal
R1(config) # router ospf 1
R1(config-router) # network 192.168.12.0 255.255.255.0 area 0
R1(config-router) # network 192.168.23.0 255.255.255.0 area 0
R1(config-router) # end
R1 # write
```

(2) 在 R2 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R2 # configure terminal
R2(config) # router ospf 1
R2(config-router) # network 192.168.12.0 255.255.255.0 area 0
R2(config-router) # network 192.168.24.0 255.255.255.0 area 0
R2(config-router) # network 192.168.25.0 255.255.255.0 area 0
R2(config-router) # end
R2 # write
```

(3) 在 R3 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R3 # configure terminal
R3(config) # router ospf 1
R3(config-router) # network 192.168.23.0 255.255.255.0 area 0
R3(config-router) # network 192.168.34.0 255.255.255.0 area 0
R3(config-router) # network 192.168.38.0 255.255.255.0 area 0
R3(config-router) # end
R3 # write
```

(4) 在 R4 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R4 # configure terminal
R4(config) # router ospf 1
```

```
R4(config-router) # network 192.168.24.0 255.255.255.0 area 0
R4(config-router) # network 192.168.34.0 255.255.255.0 area 0
R4(config-router) # network 192.168.4.0 255.255.255.0 area 0
R4(config-router) # end
R4 # write
```

(5) 在 R5 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R5 # configure terminal
R5(config) # router ospf 1
R5(config-router) # network 192.168.25.0 255.255.255.0 area 0
R5(config-router) # network 10.10.56.0 0.0.0.255 area 1
R5(config-router) # network 10.10.57.0 0.0.0.255 area 1
R5(config-router) # end
R5 # write
```

对 R5 配置时,将 Serial6/0 所在的网络 192.168.25.0 划分到区域 0 中,将 Serial2/0、Serial3/0 所在的网络 10.10.56.0、10.10.57.0 划分到区域 1 中。

(6) 在 R6 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R6 # configure terminal
R6(config) # router ospf 1
R6(config-router) # network 10.10.56.0 0.0.0.255 area 1
R6(config-router) # network 10.10.67.0 0.0.0.255 area 1
R6(config-router) # network 10.10.6.0 0.0.0.255 area 1
R6(config-router) # end
R6 # write
```

(7) 在 R7 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R7 # configure terminal
R7(config) # router ospf 1
R7(config-router) # network 10.10.57.0 0.0.0.255 area 1
R7(config-router) # network 10.10.67.0 0.0.0.255 area 1
R7(config-router) # network 10.10.7.0 0.0.0.255 area 1
R7(config-router) # end
R7 # write
```

(8) 在 R8 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R8 # configure terminal
R8(config) # router ospf 1
R8(config-router) # network 192.168.38.0 255.255.255.0 area 0
R8(config-router) # network 20.20.89.0 0.0.0.255 area 2
R8(config-router) # network 20.20.80.0 0.0.0.255 area 2
R8(config-router) # end
R8 # write
```

(9) 在 R9 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R9# configure terminal
R9(config)# router ospf 1
R9(config-router)# network 20.20.89.0 0.0.0.255 area 2
R9(config-router)# network 20.20.90.0 0.0.0.255 area 2
R9(config-router)# network 20.20.9.0 0.0.0.255 area 2
R9(config-router)# end
R9# write
```

(10) 在 R10 上配置 OSPF 多区域路由协议。

```
R10# configure terminal
R10(config)# router ospf 1
R10(config-router)# network 20.20.80.0 0.0.0.255 area 2
R10(config-router)# network 20.20.90.0 0.0.0.255 area 2
R10(config-router)# network 20.20.10.0 0.0.0.255 area 2
R10(config-router)# end
R10# write
```

5. 实验测试 2

(1) PC2 到 PC5 的连通性测试。

```
PC> tracert 20.20.10.2
Tracing route to 20.20.10.2 over a maximum of 30 hops:
  0  47 ms    47 ms    47 ms    10.10.6.1
  1  62 ms    93 ms    62 ms    10.10.56.1
  2 125 ms   109 ms   80 ms    192.168.25.1
  3 112 ms   111 ms  142 ms    192.168.12.1
  4 156 ms   188 ms  156 ms    192.168.23.2
  5 187 ms   172 ms  158 ms    192.168.38.2
  6 218 ms   218 ms  203 ms    20.20.80.2
  7 237 ms   281 ms  250 ms    20.20.10.2
Trace complete.
```

由上面测试可知,配置多区域 OSPF 协议以后,位于区域 1 中的 PC1 与位于区域 2 中的 PC5 已经连通。

(2) 查看 R5 上当前正在运行路由协议的详细信息。

```
R5# 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 192.168.25.2
  Number of areas in this router is 3. 3 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
```

```

192.168.25.0 0.0.0.255 area 0
10.10.56.0 0.0.0.255 area 1
10.10.57.0 0.0.0.255 area 1
Routing Information Sources:
  Gateway         Distance      Last Update
  192.168.25.1    110           00:00:55
  10.10.56.2      110           00:06:37
  10.10.57.2      110           00:06:37
Distance: (default is 110)

```

(3) 查看 R6 的路由表。

```

R6# 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
  10.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
C       10.10.6.0 is directly connected, FastEthernet0/0
O       10.10.7.0 [110/782] via 10.10.67.2, 00:00:17, Serial3/0
C       10.10.56.0 is directly connected, Serial2/0
O       10.10.57.0 [110/1562] via 10.10.56.1, 00:02:18, Serial2/0
        [110/1562] via 10.10.67.2, 00:00:27, Serial3/0
C       10.10.67.0 is directly connected, Serial3/0
  20.0.0.0/24 is subnetted, 5 subnets
O IA   20.20.9.0 [110/4687] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA   20.20.10.0 [110/4687] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA   20.20.80.0 [110/4686] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA   20.20.89.0 [110/4686] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA   20.20.90.0 [110/5467] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.4.0/24 [110/2344] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.12.0/24 [110/2343] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.23.0/24 [110/3124] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.24.0/24 [110/2343] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.25.0/24 [110/1562] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.34.0/24 [110/3124] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0
O IA 192.168.38.0/24 [110/3905] via 10.10.56.1, 00:39:57, Serial2/0

```

以上输出表明路由器 R6 的路由表中既有区域内的路由 10.10.57.0 和 10.10.7.0, 又有区域间的路由 20.20.9.0 等。

(4) 查看 R5 的 OSPF 链路状态数据库。

```

R5# show ip ospf database
      OSPF Router with ID (192.168.25.2) (Process ID 1)

```

```

Router Link States (Area 0)
Link ID      ADV Router    Age      Seq#         Checksum Link count
192.168.25.2 192.168.25.2 1730    0x8000000f  0x001174 2
192.168.34.2 192.168.34.2 1752    0x8000000c  0x00fa01 5
192.168.25.1 192.168.25.1 1730    0x80000010  0x009971 6
192.168.23.1 192.168.23.1 136     0x8000000c  0x00f2e9 4
192.168.38.2 192.168.38.2 51      0x8000000d  0x00fbff 2
192.168.38.1 192.168.38.1 50      0x8000000f  0x00fa01 6

```

```

Summary Net Link States (Area 0)
Link ID      ADV Router    Age      Seq#         Checksum
10.10.56.0   192.168.25.2 1228    0x80000031  0x00fa02
10.10.6.0    192.168.25.2 961     0x80000033  0x00fa02
20.20.80.0   192.168.38.2 1418    0x8000002b  0x00f604
20.20.90.0   192.168.38.2 1418    0x8000002c  0x00f604
20.20.10.0   192.168.38.2 1408    0x8000002d  0x00f604
10.10.57.0   192.168.25.2 528     0x80000034  0x0088c1
10.10.67.0   192.168.25.2 507     0x80000035  0x00b579
10.10.7.0    192.168.25.2 408     0x80000036  0x00b6c2
20.20.89.0   192.168.38.2 179     0x8000002e  0x00ed08
20.20.9.0    192.168.38.2 93      0x8000002f  0x00ed08

```

```

Router Link States (Area 1)
Link ID      ADV Router    Age      Seq#         Checksum Link count
192.168.25.2 192.168.25.2 433     0x8000001f  0x006079 4
10.10.67.1   10.10.67.1   422     0x8000001e  0x007354 5
10.10.67.2   10.10.67.2   417     0x8000001e  0x00774b 5

```

```

Summary Net Link States (Area 1)
Link ID      ADV Router    Age      Seq#         Checksum
192.168.25.0 192.168.25.2 1736    0x80000069  0x00e409
192.168.12.0 192.168.25.2 1723    0x8000006a  0x000fda
192.168.24.0 192.168.25.2 1723    0x8000006b  0x008854
192.168.23.0 192.168.25.2 1723    0x8000006c  0x002f9d
192.168.34.0 192.168.25.2 1723    0x8000006d  0x00b30d
192.168.4.0  192.168.25.2 1723    0x8000006e  0x006a82
192.168.38.0 192.168.25.2 1723    0x8000006f  0x002189
20.20.89.0   192.168.25.2 1723    0x80000070  0x004562
20.20.9.0    192.168.25.2 1723    0x80000071  0x00c134
20.20.80.0   192.168.25.2 1412    0x80000072  0x00e80b
20.20.90.0   192.168.25.2 1412    0x80000073  0x00e80b
20.20.10.0   192.168.25.2 1397    0x80000074  0x00e80b

```

```

Router Link States (Area 2)
Link ID      ADV Router    Age      Seq#         Checksum Link count
192.168.25.2 192.168.25.2 1674    0x80000008  0x00f163 0

```

```

Summary Net Link States (Area 2)
Link ID      ADV Router    Age      Seq#         Checksum
192.168.25.0 192.168.25.2 1736    0x8000003e  0x0047d7

```

192.168.12.0	192.168.25.2	1723	0x8000003f 0x0072a8
192.168.24.0	192.168.25.2	1723	0x80000040 0x00eb22
192.168.23.0	192.168.25.2	1723	0x80000041 0x00936a
192.168.34.0	192.168.25.2	1723	0x80000042 0x0017da
192.168.4.0	192.168.25.2	1723	0x80000043 0x00cc51
192.168.38.0	192.168.25.2	1723	0x80000044 0x008556
20.20.89.0	192.168.25.2	1723	0x80000045 0x00a92f
20.20.9.0	192.168.25.2	1723	0x80000046 0x002403
20.20.80.0	192.168.25.2	1412	0x80000047 0x00e20e
20.20.90.0	192.168.25.2	1412	0x80000048 0x00e20e
20.20.10.0	192.168.25.2	1397	0x80000049 0x00e20e
10.10.56.0	192.168.25.2	1228	0x8000004a 0x00e20e
10.10.6.0	192.168.25.2	961	0x8000004c 0x00e20e
10.10.57.0	192.168.25.2	527	0x8000004d 0x0056da
10.10.67.0	192.168.25.2	506	0x8000004e 0x008392
10.10.7.0	192.168.25.2	407	0x8000004f 0x0084db

【技术要点】

- ① 相同区域内的路由器具有相同的链路状态数据库,只是在虚链路的时候略有不同。
- ② 命令 show ip ospf database 所显示的内容并不是数据库中存储的关于每条 LSA 的全部信息,而仅仅是 LSA 的头部信息。要看 LSA 的全部信息,该命令后面还有更详细的参数,如 show ip ospf database router。

(5) 查看 R5 的 OSPF 进程信息。

```
R5# show ip ospf 1
Routing Process "ospf 1" with ID 192.168.25.2
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
It is an area border router
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
Minimum LSA interval 5 secs. Minimum LSA arrival 1 secs
Number of external LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of opaque AS LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless external and opaque AS LSA 0
Number of DoNotAge external and opaque AS LSA 0
Number of areas in this router is 3. 3 normal 0 stub 0 nssa
External flood list length 0
Area BACKBONE(0)
Number of interfaces in this area is 1
Area has no authentication
SPF algorithm executed 121 times
Area ranges are
Number of LSA 16. Checksum Sum 0x0e4d54
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
Number of DCbitless LSA 0
Number of indication LSA 0
Number of DoNotAge LSA 0
Flood list length 0
```



```
Area 1
  Number of interfaces in this area is 2
  Area has no authentication
  SPF algorithm executed 70 times
  Area ranges are
  Number of LSA 15. Checksum Sum 0x0b2d1d
  Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
  Number of DCbitless LSA 0
  Number of indication LSA 0
  Number of DoNotAge LSA 0
  Flood list length 0

Area 2
  Number of interfaces in this area is 0
  Area has no authentication
  SPF algorithm executed 42 times
  Area ranges are
  Number of LSA 18. Checksum Sum 0x0d10e5
  Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
  Number of DCbitless LSA 0
  Number of indication LSA 0
  Number of DoNotAge LSA 0
  Flood list length 0
```

以上信息表明路由器 R5 是一台区域边界路由器 ABR。

3.3.5 实验总结

(1) 多区域 OSPF 协议的区域边界位于路由器上,如图 3-2 中的 R5、R8,这种路由器称作区域边界路由器。

(2) 相同区域内的路由器具有相同的链路状态数据库,只是在虚链路的时候略有不同。通过本实验,你学到了什么?