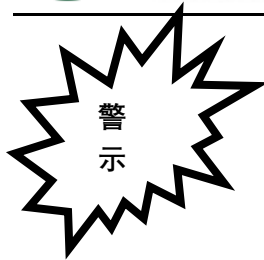




计算机网络实验报告



1. 实验报告如有雷同，雷同各方当次实验成绩均以 0 分计。
2. 当次小组成员成绩只计学号、姓名登录在下表中的。
3. 在规定时间内未上交实验报告的，不得以其他方式补交，当次成绩按 0 分计。
4. 实验报告文件以 PDF 格式提交。

院系	计算机学院	班 级	19 级计算机科学与技术 (超算)	组长	
学号	19335074				
学生	黄玟瑜				
实验分工					

【实验题目】

OSPF 路由协议实验

【实验目的】

掌握 OSPF 协议单区域的配置和使用方法。

【实验内容】

- (1) 完成路由器配置实验实例 7-3 (P252) 的“OSPF 单区域配置”，回答步骤 1、步骤 9 问题。
- (2) 在 (1) 的基础上每台路由器上各加入一台电脑，画出新拓扑，然后：
 - (a) 检查任意两个 PC 之间是否可以 Ping 通，对一台主机 ping 其它主机的结果进行截屏。
 - (b) 采用#debug ip ospf 显示上面 OSPF 协议的运行情况，观察并保存 R1 发送和接收的 Update 分组(可以改变链路状态来触发)，注意其中 LSA 类型；观察有无 224.0.0.5、224.0.0.6 IP 地址，如有说明这两地址的作用。
 - (c) 显示并记录路由器 R1 数据库的 Router LSA, Network LSA, LS 数据库信息汇总

show ip ospf database router

! 显示 router LSA



show ip ospf database network

! 显示 network LSA

show ip ospf database database

! 显示 OSPF 链路状态数据库信

息。

(d) 显示并记录邻居状态。

show ip ospf neighbor

(e) 显示并记录 R1 的所有接口信息

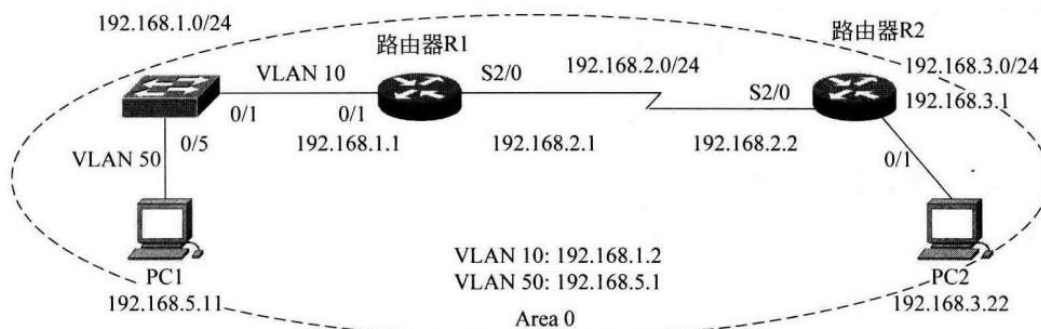
show ip ospf interface [接口名]

【实验要求】

重要信息需给出截图，注意实验步骤的前后对比。

【实验记录】(如有实验拓扑请自行画出)

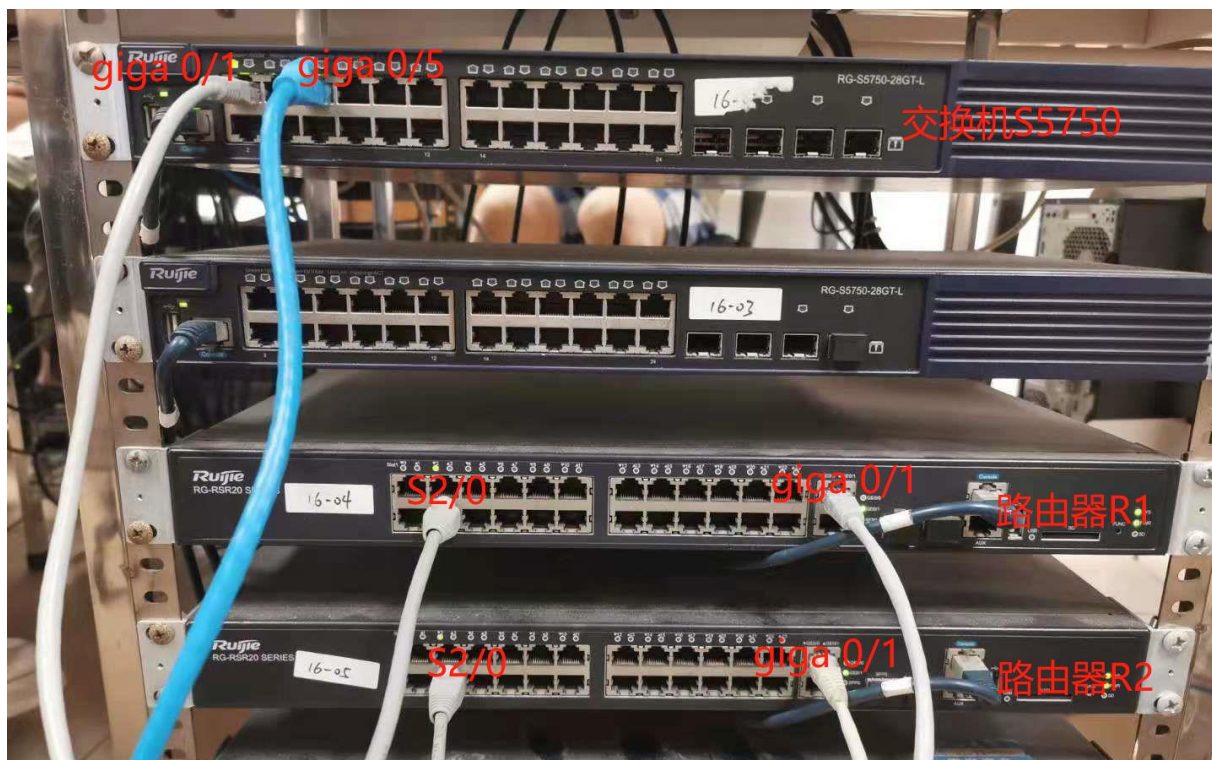
本次实验的实验拓扑图如下：



分析：本实验的预期目的是通过配置动态路由协议·OSPF，自动学习网段的路由信息，在区域内实现网络的互连互通。



线路连接如下：



步骤 0：查看路由设备的路由表信息

路由器 R1 的路由表：

```
14-RSR20-1#config
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
14-RSR20-1(config)#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
14-RSR20-1(config)#
```

路由器 R2 的路由表：

```
14-RSR20-2#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
14-RSR20-2#
```

在配置路由协议之前，路由器 R1 和路由器 R2 的路由表还是空的。



计算机网络实验报告

步骤 1: 配置 PC1、PC2 的 IP 地址、子网掩码和默认网关，并测试它们的连通性。

PC1 的基本配置:

Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性

常规

如果网络支持此功能，则可以获取自动指派的 IP 设置。否则，你需要从网络系统管理员处获得适当的 IP 设置。

☐ 自动获得 IP 地址(O)

☒ 使用下面的 IP 地址(S):

IP 地址(I): 192 . 168 . 5 . 11

子网掩码(U): 255 . 255 . 255 . 0

默认网关(D): 192 . 168 . 5 . 1

☐ 自动获得 DNS 服务器地址(B)

☒ 使用下面的 DNS 服务器地址(E):

首选 DNS 服务器(P): . . .

备用 DNS 服务器(A): . . .

☐ 退出时验证设置(L)

高级(V)...

确定 取消

PC2 的基本配置:

Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性

常规

如果网络支持此功能，则可以获取自动指派的 IP 设置。否则，你需要从网络系统管理员处获得适当的 IP 设置。

☐ 自动获得 IP 地址(O)

☒ 使用下面的 IP 地址(S):

IP 地址(I): 192 . 168 . 3 . 22

子网掩码(U): 255 . 255 . 255 . 0

默认网关(D): 192 . 168 . 3 . 1

☐ 自动获得 DNS 服务器地址(B)

☒ 使用下面的 DNS 服务器地址(E):

首选 DNS 服务器(P): . . .

备用 DNS 服务器(A): . . .

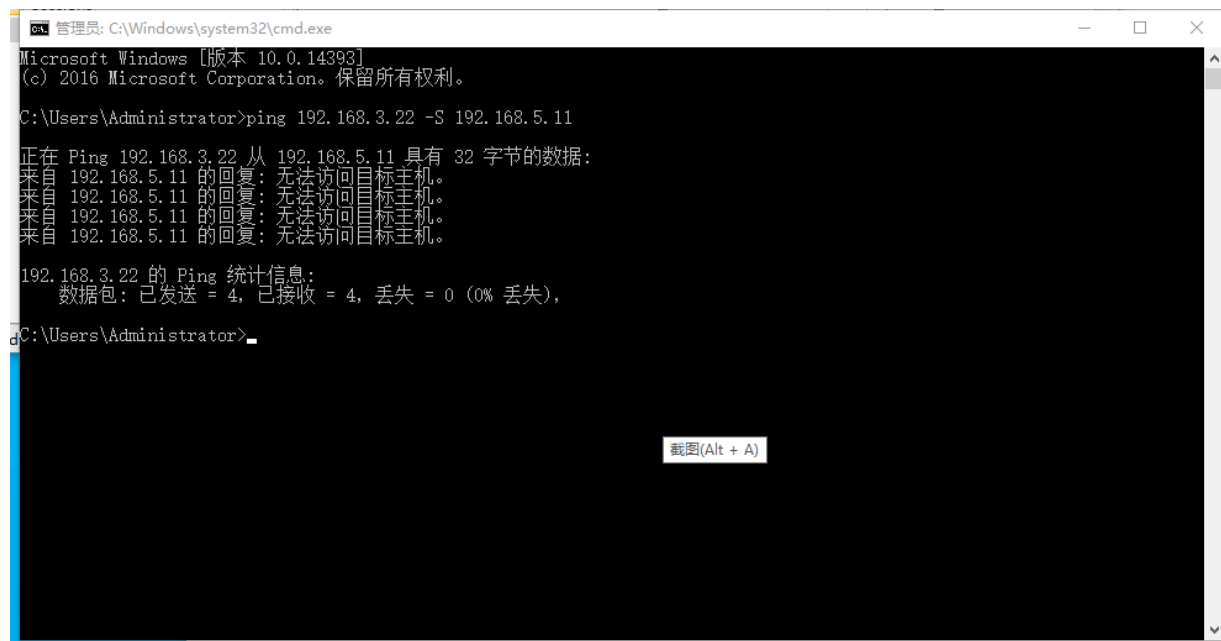
☐ 退出时验证设置(L)

高级(V)...

确定 取消



PC1 ping PC2:



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.14393]
(c) 2016 Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>ping 192.168.3.22 -S 192.168.5.11

正在 Ping 192.168.3.22 从 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.5.11 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.5.11 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.5.11 的回复: 无法访问目标主机。
来自 192.168.5.11 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.3.22 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),

C:\Users\Administrator>
```

此时，PC1 和 PC2 能够相互连通。

(现在还未划分 VLAN，PC1 和 PC2 被认为属于同一个 VLAN，因此能够相互通信。)

步骤 2：三层交换机的基本配置

```
14-S5750-1(config)#vlan 10
14-S5750-1(config-vlan)#exit
14-S5750-1(config)#vlan 50
14-S5750-1(config-vlan)#exit
14-S5750-1(config)#inter giga 0/1
14-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switchport access vlan 10
14-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
14-S5750-1(config)#inter giga 0/5
14-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 50
14-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
14-S5750-1(config)#inter vlan 10
14-S5750-1(config-if-VLAN 10)#Jun  9 16:28:12: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface VLAN 10, changed state to up.

14-S5750-1(config-if-VLAN 10)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
14-S5750-1(config-if-VLAN 10)#no shutdown
14-S5750-1(config-if-VLAN 10)#exit
14-S5750-1(config)#inter vlan 50
14-S5750-1(config-if-VLAN 50)#Jun  9 16:29:05: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface VLAN 50, changed state to up.

14-S5750-1(config-if-VLAN 50)#ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
14-S5750-1(config-if-VLAN 50)#no shutdown
14-S5750-1(config-if-VLAN 50)#exit
14-S5750-1(config)#show vlan
VLAN Name                Status    Ports
-----
 1 VLAN0001                STATIC    Gi0/2, Gi0/3, Gi0/4, Gi0/6
                               Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9, Gi0/10
                               Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13, Gi0/14
                               Gi0/15, Gi0/16, Gi0/17, Gi0/18
                               Gi0/19, Gi0/20, Gi0/21, Gi0/22
                               Gi0/23, Gi0/24, Gi0/25, Gi0/26
                               Gi0/27, Gi0/28
 10 VLAN0010               STATIC    Gi0/1
 50 VLAN0050               STATIC    Gi0/5
14-S5750-1(config)#
```

创建 VLAN 10，将端口 1 划分到 VLAN 10 中，并为 VLAN 10 创建 VLAN 虚拟端口并配置 IP 地址和子网掩码为 192.168.1.2、255.255.255.0

创建 VLAN 50，将端口 5 划分到 VLAN 50 中，并为 VLAN 50 创建 VLAN 虚拟端口并配置 IP 地址和子网掩码为 192.168.5.1、255.255.255.0



步骤 3: 路由器 R1 的基本配置

```
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/0)#exit
14-RSR20-1(config)#inter giga 0/1
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#2.168.1.1 255.255.255.0
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#no shutdown
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#show interfaec brief
                                     ^
% Invalid input detected at '^' marker.

14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
14-RSR20-1(config)#inter serial 2/0
14-RSR20-1(config-if-Serial 2/0)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
14-RSR20-1(config-if-Serial 2/0)#no shut down
                                     ^
% Invalid input detected at '^' marker.

14-RSR20-1(config-if-Serial 2/0)#no shutdown
14-RSR20-1(config-if-Serial 2/0)#
```

为端口 giga0/1 配置 IP 地址和子网掩码为 192.168.1.1 255.255.255.0

为端口 S2/0 配置 IP 地址和子网掩码为 192.168.2.1 255.255.255.0

步骤 4: 路由器 R2 的基本配置

```
14-RSR20-2(config)#inter giga 0/1
14-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
14-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#no shutdown
14-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
14-RSR20-2(config)#inter serial 2/0
14-RSR20-2(config-if-Serial 2/0)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
14-RSR20-2(config-if-Serial 2/0)#no shutdown
14-RSR20-2(config-if-Serial 2/0)#
```

为端口 giga0/1 配置 IP 地址和子网掩码为 192.168.3.1 255.255.255.0

为端口 S2/0 配置 IP 地址和子网掩码为 192.168.2.2 255.255.255.0

步骤 5: 配置 OSPF 路由协议。交换机 S5750 配置 OSPF。

```
14-S5750-1(config)#
14-S5750-1(config)#router ospf 1
14-S5750-1(config-router)#network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 0
14-S5750-1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
14-S5750-1(config-router)#end
14-S5750-1#*Jun  9 16:40:32: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

在交换机 S5750 上开启 OSPF 路由协议进程，并在区域 0 上发布网段 192.168.5.0 和 192.168.1.0，

反掩码为 0.0.0.255



步骤 6:

```
14-RSR20-1(config)#router ospf
14-RSR20-1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
14-RSR20-1(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
14-RSR20-1(config-router)#end
14-RSR20-1#*Jun 11 16:59:17: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

在路由器 R1 上开启 OSPF 路由协议进程，并在区域 0 上发布网段 192.168.1.0 和 192.168.2.0，反掩码为 0.0.0.255

步骤 7:

```
14-RSR20-2(config)#router ospf 1
14-RSR20-2(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
14-RSR20-2(config-router)#*Feb 26 00:24:14: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.2.1-Serial 2/0 from Down to Init, HelloReceived
*Feb 26 00:24:15: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.2.1-Serial 2/0 from Loading to Full, LoadingDone.
14-RSR20-2(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
14-RSR20-2(config-router)#end
14-RSR20-2#*Feb 26 00:24:33: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
14-RSR20-2#
```

在路由器 R2 上开启 OSPF 路由协议进程，并在区域 0 上发布网段 192.168.2.0 和 192.168.3.0，反掩码为 0.0.0.255

步骤 8: 查看验证 3 台路由设备的路由表是否自动学习了其他网段的路由信息，请注意路由条目 O 项。

交换计 S5750 的路由表:

```
14-S5750-1(config)#
14-S5750-1(config)#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, VLAN 10
C    192.168.1.2/32 is local host.
O    192.168.2.0/24 [110/51] via 192.168.1.1, 00:02:02, VLAN 10
O    192.168.3.0/24 [110/52] via 192.168.1.1, 00:00:36, VLAN 10
C    192.168.5.0/24 is directly connected, VLAN 50
C    192.168.5.1/32 is local host.
14-S5750-1(config)#
```

可以看到，路由条目中除了直连网段 192.168.1.0 和 192.168.5.0 外，还有学习到 O 项路由条目网段 192.168.2.0、192.168.3.0。它们是从路由器 R1 上学习而来的。



路由器 R1 的路由表:

```
14-RSR20-1(config)#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.1.1/32 is local host.
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.1/32 is local host.
O    192.168.3.0/24 [110/51] via 192.168.2.2, 00:00:47, Serial 2/0
O    192.168.5.0/24 [110/2] via 192.168.1.2, 00:02:13, GigabitEthernet 0/1
14-RSR20-1(config)#
```

可以看到, 路由条目中除了直连网段 192.168.1.0 和 192.168.2.0 外, 还有学习到 O 项路由条目网段 192.168.3.0、192.168.5.0。它们分别从路由器 R2、交换机 S5750 上学习而来。

路由器 R2 的路由表:

```
14-RSR20-2#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        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
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
O    192.168.1.0/24 [110/51] via 192.168.2.1, 00:00:26, Serial 2/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.2/32 is local host.
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.3.1/32 is local host.
O    192.168.5.0/24 [110/52] via 192.168.2.1, 00:00:26, Serial 2/0
14-RSR20-2#
```

可以看到, 路由条目中除了直连网段 192.168.2.0 和 192.168.3.0 外, 还有学习到 O 项路由条目网段 192.168.1.0、192.168.5.0。它们从路由器 R1 上学习而来。

步骤 9: 测试网络的连通性。

PC1 ping PC2:



```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

正在 Ping 192.168.3.22 从 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=674ms TTL=61
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=61
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=61
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=61

192.168.3.22 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 36ms, 最长 = 674ms, 平均 = 196ms
```

此时, PC1 和 PC2 能相互连通。

(1) 将此时的路由表与步骤 0 的路由表进行比较, 有什么结论?

此时的路由表在发布直连网段后有了 C 条目, 还有了开启 OSPF 路由协议后学习来的 O 条目。

(2) 分析 traceroute PC1 (或 PC2) 的执行结果。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

3      1 ms      1 ms      2 ms  10.44.185.201
^C
C:\Users\Administrator>
C:\Users\Administrator>tracert 192.168.3.22

通过最多 30 个跃点跟踪
到 DESKTOP-BVAQLT3 [192.168.3.22] 的路由:

 1  <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒    192.168.5.1
 2  <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒    192.168.1.1
 3  42 ms      42 ms      42 ms      192.168.2.2
 4  46 ms      45 ms      45 ms      DESKTOP-BVAQLT3 [192.168.3.22]

跟踪完成。
```

PC1 发送的数据包依次通过路由 192.168.5.1、192.168.1.1、192.168.2.2, 最后到达 192.168.3.22。也就是说, 依次经过交换机 S5750、路由器 R1、路由器 R2, 最后到达 PC2。

(3) 捕获数据包, 分析 OSPF 头部结构。OSPF 包在 PC1 和 PC2 上能捕捉到吗? 如果希望 2 台主机都能捕捉到, 请描述方法。

开启 Wireshark 捕获数据包:



NO.	TIME	FROM IP	TO IP	PROTOCOL	DETAILS
1	0.000000	192.168.3.22	192.168.3.255	UDP	1482 55678 → 1689 Len=1440
2	0.436534	00:88:99:00:10:40	RuijieNe_7b:e3:b5	ARP	42 Who has 192.168.3.1? Tell 192.168.3.22
3	0.445781	RuijieNe_7b:e3:b5	00:88:99:00:10:40	ARP	60 192.168.3.1 is at 14:14:4b:7b:e3:b5
4	4.605902	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	78 Hello Packet
5	8.532304	192.168.3.22	192.168.3.255	UDP	1482 55678 → 1689 Len=1440
6	9.735483	192.168.5.11	192.168.3.22	NBNS	92 Name query NBSTAT * <00><00><00><00><00><00><00><00><00><00><00><00>
7	9.735584	192.168.3.22	192.168.5.11	NBNS	181 Name query response NBSTAT
8	10.957740	fe80::69ff:1c9b:f25_	ff02::1:2	DHCPv6	157 Solicit XID: 0x0cdb9c CID: 000100012723eb7880c16ee3ca42
9	12.735537	192.168.5.11	192.168.3.22	NBNS	92 Name query NBSTAT * <00><00><00><00><00><00><00><00><00><00><00><00>
10	12.735621	192.168.3.22	192.168.5.11	NBNS	181 Name query response NBSTAT
11	14.606008	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	78 Hello Packet
12	17.061986	192.168.3.22	192.168.3.255	UDP	1482 55678 → 1689 Len=1440
13	24.606128	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	78 Hello Packet
14	25.597551	192.168.3.22	192.168.3.255	UDP	1482 55678 → 1689 Len=1440
15	34.127248	192.168.3.22	192.168.3.255	UDP	1482 55678 → 1689 Len=1440
16	34.606230	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	78 Hello Packet
17	42.659187	192.168.3.22	192.168.3.255	UDP	1482 55678 → 1689 Len=1440

分析 OSPF 数据包头部结构 (PC1):

- > Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.5.1, Dst: 224.0.0.5
- ▼ Open Shortest Path First
 - ▼ OSPF Header
 - Version: 2
 - Message Type: Hello Packet (1)
 - Packet Length: 44
 - Source OSPF Router: 192.168.5.1
 - Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)
 - Checksum: 0x714b [correct]
 - Auth Type: Null (0)
 - Auth Data (none): 0000000000000000
 - ▼ OSPF Hello Packet
 - Network Mask: 255.255.255.0
 - Hello Interval [sec]: 10
 - ▼ Options: 0x02, (E) External Routing

Hello 报文用于发现邻居、维持邻居关系、选举 DR/BDR，声明了 OSPF 版本号是 2，类型为 Hello 报文，数据包长度为 44，源 OSPF 路由器是 192.168.5.1，区域 ID 是 0.0.0.0（区域 0），校验和 0x714b，证书类型无。

分析 OSPF 数据包头部结构 (PC2):



- ▼ Open Shortest Path First
 - ▼ OSPF Header
 - Version: 2
 - Message Type: Hello Packet (1)
 - Packet Length: 44
 - Source OSPF Router: 192.168.3.1
 - Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)
 - Checksum: 0x754b [correct]
 - Auth Type: Null (0)
 - Auth Data (none): 0000000000000000
 - ▼ OSPF Hello Packet
 - Network Mask: 255.255.255.0
 - Hello Interval [sec]: 10
 - > Options: 0x02, (E) External Routing
 - Router Priority: 1
 - Router Dead Interval [sec]: 40
 - Designated Router: 192.168.3.1
 - Backup Designated Router: 0.0.0.0

声明了 OSPF 版本号是 2, 类型为 Hello 报文, 数据包长度为 44, 源 OSPF 路由器是 192.168.3.1, 区域 ID 是 0.0.0.0 (区域 0), 校验和 0x754b, 证书类型无。

OSPF 数据包在 PC1 和 PC2 上都能捕获到。

(4) 使用 #debug ip ospf 命令显示上述 OSPF 协议的运行情况, 观察并保存路由器 R1 发送和接收的 Update 分组, 注意其中的 LSA 类型; 观察有无 224.0.0.5、224.0.0.6 的 IP 地址, 如有请说明这两个地址的作用。

查看 LSA 数据包:

```
14-RSR20-1(config)#show ip ospf database router
      OSPF Router with ID (192.168.2.1) (Process ID 1)
        Router Link States (Area 0.0.0.0)

LS age: 21
Options: 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
Flags: 0x0
LS Type: router-LSA
Link State ID: 192.168.2.1
Advertising Router: 192.168.2.1
LS Seq Number: 80000008
Checksum: 0x48f7
Length: 60
Number of Links: 3

Link connected to: Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 192.168.1.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metric: 1

Link connected to: another Router (point-to-point)
(Link ID) Neighboring Router ID: 192.168.3.1
(Link Data) Router Interface address: 192.168.2.1
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metric: 50

Link connected to: Stub Network
(Link ID) Network/subnet number: 192.168.2.0
(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
Number of TOS metrics: 0
TOS 0 Metric: 50
```



LSA 类型为路由器 LSA。

```
*Feb 26 00:29:49: %7: -----
*Feb 26 00:29:49: %7: Header
*Feb 26 00:29:49: %7:   Version 2
*Feb 26 00:29:49: %7:   Type 1 (Hello)
*Feb 26 00:29:49: %7:   Packet Len 44
*Feb 26 00:29:49: %7:   Router ID 192.168.3.1
*Feb 26 00:29:49: %7:   Area ID 0.0.0.0
*Feb 26 00:29:49: %7:   Checksum 0x754b
*Feb 26 00:29:49: %7:   AuType 0
*Feb 26 00:29:49: %7: Hello
*Feb 26 00:29:49: %7:   NetworkMask 255.255.255.0
*Feb 26 00:29:49: %7:   HelloInterval 10
*Feb 26 00:29:49: %7:   Options 0x2 (-|-|-|-|E|-)
*Feb 26 00:29:49: %7:   RtrPriority 1
*Feb 26 00:29:49: %7:   RtrDeadInterval 40
*Feb 26 00:29:49: %7:   DRouter 192.168.3.1
*Feb 26 00:29:49: %7:   BDRouter 0.0.0.0
*Feb 26 00:29:49: %7:   # Neighbors 0
*Feb 26 00:29:49: %7: -----
*Feb 26 00:29:53: %7: LSA[MaxAge]: Maxage walker finished (0.000000 sec)
*Feb 26 00:29:53: %7: IFSM[Serial 2/0:192.168.2.2]: Hello timer expire
*Feb 26 00:29:53: %7: SEND[Hello]: To 224.0.0.5 via Serial 2/0:192.168.2.2, length 48
*Feb 26 00:29:53: %7: -----
*Feb 26 00:29:53: %7: Header
*Feb 26 00:29:53: %7:   Version 2
*Feb 26 00:29:53: %7:   Type 1 (Hello)
*Feb 26 00:29:53: %7:   Packet Len 48
*Feb 26 00:29:53: %7:   Router ID 192.168.3.1
*Feb 26 00:29:53: %7:   Area ID 0.0.0.0
*Feb 26 00:29:53: %7:   Checksum 0x7647
*Feb 26 00:29:53: %7:   AuType 0
*Feb 26 00:29:53: %7: Hello
*Feb 26 00:29:53: %7:   NetworkMask 255.255.255.0
*Feb 26 00:29:53: %7:   HelloInterval 10
*Feb 26 00:29:53: %7:   Options 0x2 (-|-|-|-|E|-)
*Feb 26 00:29:53: %7:   RtrPriority 1
*Feb 26 00:29:53: %7:   RtrDeadInterval 40
*Feb 26 00:29:53: %7:   DRouter 0.0.0.0
*Feb 26 00:29:53: %7:   BDRouter 0.0.0.0
*Feb 26 00:29:53: %7:   # Neighbors 1
*Feb 26 00:29:53: %7:       Neighbor 192.168.2.1
*Feb 26 00:29:53: %7: -----
*Feb 26 00:29:54: %7: RECV[Hello]: From 192.168.2.1 via Serial 2/0:192.168.2.2 (192.168.2.1 -> 224.0.0.5), len = 48, cksum = 0x7647
*Feb 26 00:29:54: %7: -----
*Feb 26 00:29:54: %7: Header
```

有 224.0.0.5 的 IP 地址，没有 224.0.0.6 的 IP 地址，

224.0.0.6 指代一个多路访问网络中 DR 和 BDR 的组播接收地址。

224.0.0.5 指代在任意网络中所有运行 OSPF 进程的接口都属于该组，于是接收所有 224.0.0.5 的组播数据包。

(5) 本实验有没有 DR/BDR?

没有 DR/BDR，在上一步中没有看到 224.0.0.6 的 IP 地址，即没有 DR/BDR 进行组播。

【实验思考】

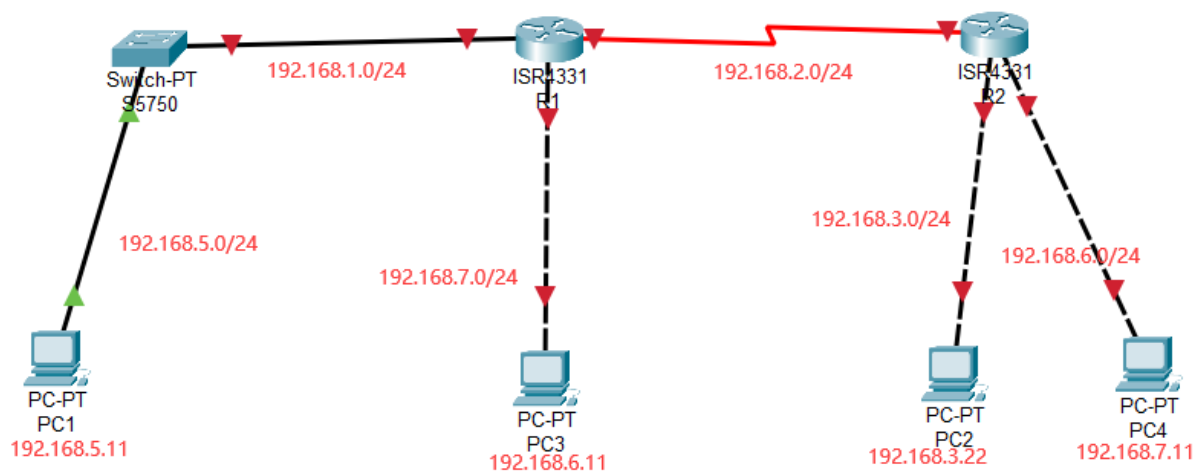
(1) 如何查看 OSPF 协议发布的网段?

通过命令 `show ip ospf database network` 可查看。

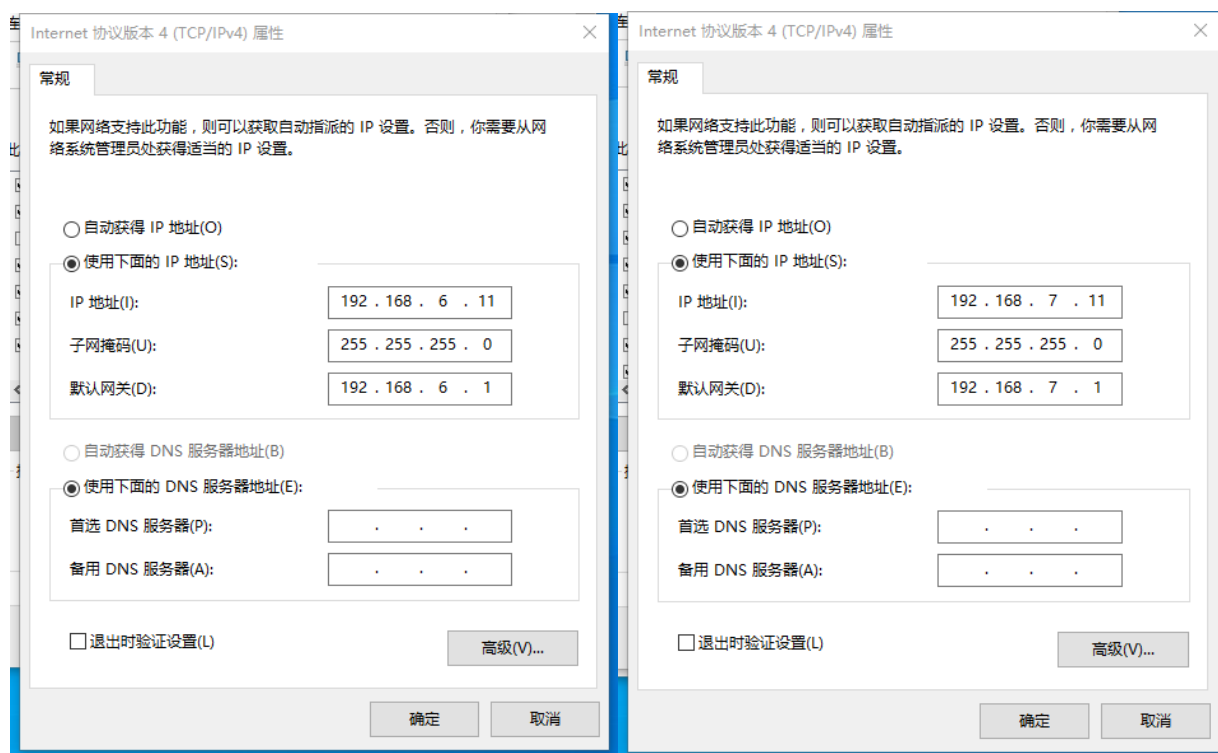


计算机网络实验报告

在上述实验的基础上每台路由器上各加入一台电脑，画出新拓扑，如下所示：



PC3、PC4 的配置如下：



路由器 R1 的基本配置：

```
14-RSR20-1(config)#inter giga 0/0
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/0)#2.168.7.1 255.255.255.0
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/0)#no shutdown
14-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/0)#exit
14-RSR20-1(config)#
```



```
14-RSR20-1(config)#  
14-RSR20-1(config)#router ospf  
14-RSR20-1(config-router)#network 192.168.7.0 0.0.0.255  
% Incomplete command.  
  
14-RSR20-1(config-router)#network 192.168.7.0 0.0.0.255 area 0  
14-RSR20-1(config-router)#end  
14-RSR20-1#Jun 11 17:28:24: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
```

路由器 R2 的基本配置:

```
14-RSR20-2#config  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
14-RSR20-2(config)#inter giga 0/0  
14-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0)#2.168.6.1 255.255.255.0  
14-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0)#no shutdown  
14-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0)#exit  
14-RSR20-2(config)#router ospf  
14-RSR20-2(config-router)#network 192.168.6.0 0.0.0.255 area 0  
14-RSR20-2(config-router)#end  
14-RSR20-2#Feb 26 00:52:31: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console  
  
14-RSR20-2#
```

(a) 检查任意两个 PC 之间是否可以 Ping 通, 对一台主机 ping 其它主机的结果进行截屏。

任意两个 PC 之间能够相互 ping 通:

```
C  
C:\Users\Administrator>ping 192.168.3.22 -S 192.168.5.11  
  
正在 Ping 192.168.3.22 从 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:  
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=61  
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=61  
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=61  
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=40ms TTL=61  
  
192.168.3.22 的 Ping 统计信息:  
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),  
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):  
最短 = 37ms, 最长 = 40ms, 平均 = 38ms
```

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.6.11 -S 192.168.5.11  
  
正在 Ping 192.168.6.11 从 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:  
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=61  
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=61  
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间=40ms TTL=61  
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=61  
  
192.168.6.11 的 Ping 统计信息:  
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),  
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):  
最短 = 36ms, 最长 = 40ms, 平均 = 38ms
```

```
C  
C:\Users\Administrator>ping 192.168.7.11 -S 192.168.5.11  
  
正在 Ping 192.168.7.11 从 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:  
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=62  
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=62  
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=62  
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=62  
  
192.168.7.11 的 Ping 统计信息:  
数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),  
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):  
最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms  
  
C:\Users\Administrator>.
```




```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.7.11 -S 192.168.3.22
```

```
正在 Ping 192.168.7.11 从 192.168.3.22 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=62
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间=40ms TTL=62
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=62
来自 192.168.7.11 的回复: 字节=32 时间=38ms TTL=62
```

```
192.168.7.11 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 38ms, 最长 = 40ms, 平均 = 39ms
```

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.6.11 -S 192.168.3.22
```

```
正在 Ping 192.168.6.11 从 192.168.3.22 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=63
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=63
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=63
来自 192.168.6.11 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=63
```

```
192.168.6.11 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms
```

(b) 采用#debug ip ospf 显示上面 OSPF 协议的运行情况，观察并保存 R1 发送和接收的 Update

分组(可以改变链路状态来触发)，注意其中 LSA 类型；观察有无 224.0.0.5、224.0.0.6 IP 地址，

如有说明这两地址的作用。

```
*Feb 26 01:24:02: %7: Header
*Feb 26 01:24:02: %7: Version 2
*Feb 26 01:24:02: %7: Type 1 (Hello)
*Feb 26 01:24:02: %7: Packet Len 44
*Feb 26 01:24:02: %7: Router ID 192.168.3.1
*Feb 26 01:24:02: %7: Area ID 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:02: %7: Checksum 0x754b
*Feb 26 01:24:02: %7: AuType 0
*Feb 26 01:24:02: %7: Hello
*Feb 26 01:24:02: %7: NetworkMask 255.255.255.0
*Feb 26 01:24:02: %7: HelloInterval 10
*Feb 26 01:24:02: %7: Options 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
*Feb 26 01:24:02: %7: RtrPriority 1
*Feb 26 01:24:02: %7: RtrDeadInterval 40
*Feb 26 01:24:02: %7: DRouter 192.168.3.1
*Feb 26 01:24:02: %7: BDRouter 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:02: %7: # Neighbors 0
*Feb 26 01:24:02: %7:
*Feb 26 01:24:03: %7: IFSM[Serial 2/0:192.168.2.2]: Hello timer expire
*Feb 26 01:24:03: %7: SEND[Hello]: To 224.0.0.5 via Serial 2/0:192.168.2.2, length 48
*Feb 26 01:24:03: %7:
*Feb 26 01:24:03: %7: Header
*Feb 26 01:24:03: %7: Version 2
*Feb 26 01:24:03: %7: Type 1 (Hello)
*Feb 26 01:24:03: %7: Packet Len 48
*Feb 26 01:24:03: %7: Router ID 192.168.3.1
*Feb 26 01:24:03: %7: Area ID 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:03: %7: Checksum 0x7647
*Feb 26 01:24:03: %7: AuType 0
*Feb 26 01:24:03: %7: Hello
*Feb 26 01:24:03: %7: NetworkMask 255.255.255.0
*Feb 26 01:24:03: %7: HelloInterval 10
*Feb 26 01:24:03: %7: Options 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
*Feb 26 01:24:03: %7: RtrPriority 1
*Feb 26 01:24:03: %7: RtrDeadInterval 40
*Feb 26 01:24:03: %7: DRouter 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:03: %7: BDRouter 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:03: %7: # Neighbors 1
*Feb 26 01:24:03: %7: Neighbor 192.168.2.1
*Feb 26 01:24:03: %7:
*Feb 26 01:24:04: %7: RECV[Hello]: From 192.168.2.1 via Serial 2/0:192.168.2.2 (192.168.2.1 -> 224.0.0.5), len = 48, cksum = 0x7647
*Feb 26 01:24:04: %7:
*Feb 26 01:24:04: %7: Header
*Feb 26 01:24:04: %7: Version 2
*Feb 26 01:24:04: %7: Type 1 (Hello)
*Feb 26 01:24:04: %7: Packet Len 48
*Feb 26 01:24:04: %7: Router ID 192.168.2.1
*Feb 26 01:24:04: %7: Area ID 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:04: %7: Checksum 0x7647
*Feb 26 01:24:04: %7: AuType 0
*Feb 26 01:24:04: %7: Hello
*Feb 26 01:24:04: %7: NetworkMask 255.255.255.0
*Feb 26 01:24:04: %7: HelloInterval 10
*Feb 26 01:24:04: %7: Options 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
*Feb 26 01:24:04: %7: RtrPriority 1
*Feb 26 01:24:04: %7: RtrDeadInterval 40
*Feb 26 01:24:04: %7: DRouter 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:04: %7: BDRouter 0.0.0.0
*Feb 26 01:24:04: %7: #
```



和前面一样，只有 224.0.0.5 的 IP 地址、没有 224.0.0.6 的 IP 地址。

(c) 显示并记录路由器 R1 数据库的 Router LSA, Network LSA, LS 数据库信息汇总

show ip ospf database router

! 显示 router LSA

```
14-RSR20-1(config)#show ip ospf database router

      OSPF Router with ID (192.168.2.1) (Process ID 1)

      Router Link States (Area 0.0.0.0)

LS age: 21
Options: 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
Flags: 0x0
LS Type: router-LSA
Link State ID: 192.168.2.1
Advertising Router: 192.168.2.1
LS Seq Number: 80000008
Checksum: 0x48f7
Length: 60
  Number of Links: 3

    Link connected to: Stub Network
      (Link ID) Network/subnet number: 192.168.1.0
      (Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 Metric: 1

    Link connected to: another Router (point-to-point)
      (Link ID) Neighboring Router ID: 192.168.3.1
      (Link Data) Router Interface address: 192.168.2.1
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 Metric: 50

    Link connected to: Stub Network
      (Link ID) Network/subnet number: 192.168.2.0
      (Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 Metric: 50

LS age: 660
Options: 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
Flags: 0x0
LS Type: router-LSA
Link State ID: 192.168.3.1
Advertising Router: 192.168.3.1
LS Seq Number: 80000004
Checksum: 0xbb84
Length: 60
  Number of Links: 3

    Link connected to: another Router (point-to-point)
      (Link ID) Neighboring Router ID: 192.168.2.1
      (Link Data) Router Interface address: 192.168.2.2
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 Metric: 50

    Link connected to: Stub Network
      (Link ID) Network/subnet number: 192.168.2.0
      (Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 Metric: 50

    Link connected to: Stub Network
      (Link ID) Network/subnet number: 192.168.3.0
      (Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
        Number of TOS metrics: 0
        TOS 0 Metric: 1

LS age: 786
Options: 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
Flags: 0x0
LS Type: router-LSA
```



```
LS age: 786
Options: 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
Flags: 0x0
LS Type: router-LSA
Link State ID: 192.168.5.1
Advertising Router: 192.168.5.1
LS Seq Number: 80000006
Checksum: 0xe92e
Length: 48
  Number of Links: 2

  Link connected to: Stub Network
    (Link ID) Network/subnet number: 192.168.5.0
    (Link Data) Network Mask: 255.255.255.0
    Number of TOS metrics: 0
    TOS 0 Metric: 1

  Link connected to: a Transit Network
    (Link ID) Designated Router address: 192.168.1.1
    (Link Data) Router Interface address: 192.168.1.2
    Number of TOS metrics: 0
    TOS 0 Metric: 1
```

路由器 R1 上有 3 条路由器 LSA。

show ip ospf database network

! 显示 network LSA

```
14-RSR20-1(config)#show ip ospf database network

      OSPF Router with ID (192.168.2.1) (Process ID 1)

      Network Link States (Area 0.0.0.0)

LS age: 435
Options: 0x2 (-|-|-|-|-|E|-)
LS Type: network-LSA
Link State ID: 192.168.1.2 (address of Designated Router)
Advertising Router: 192.168.5.1
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0x950d
Length: 32
Network Mask: /24
  Attached Router: 192.168.5.1
  Attached Router: 192.168.2.1
```

1 条网络 LSA。

show ip ospf database database

! 显示 OSPF 链路状态数据库信息。



```
14-RSR20-1(config)#show ip ospf database database
```

```
OSPF process 1:
```

```
Area 0.0.0.0 database summary:
```

```
Router Link States      : 3
Network Link States     : 1
Summary Link States     : 0
ASBR-Summary Link States : 0
NSSA-external Link States : 0
Link-Local Opaque-LSA   : 0
Area-Local Opaque-LSA   : 0
Total LSA                : 4
```

```
Process 1 database summary:
```

```
Router Link States      : 3
Network Link States     : 1
Summary Link States     : 0
ASBR-Summary Link States : 0
AS External Link States : 0
NSSA-external Link States : 0
Link-Local Opaque-LSA   : 0
Area-Local Opaque-LSA   : 0
AS-Global Opaque-LSA    : 0
Total LSA                : 4
```

3 条路由器 LSA 和 1 条网络 LSA，共 4 条，数量和前述相符。

(d) 显示并记录邻居状态。

show ip ospf neighbor

路由器 R1:

```
14-RSR20-1(config)#show ip ospf neighbor

OSPF process 1, 2 Neighbors, 2 is Full:
Neighbor ID    Pri  State           BFD State  Dead Time   Address     Interface
192.168.5.1    1   Full/DR        -          00:00:37   192.168.1.2 GigabitEthernet 0/1
192.168.3.1    1   Full/-         -          00:00:38   192.168.2.2 Serial 2/0
```

路由器 R1 有两个邻居，分别为交换机 S5750 和路由器 R1。

路由器 R2:

```
14-RSR20-2#show ip ospf neighbor

OSPF process 1, 1 Neighbors, 1 is Full:
Neighbor ID    Pri  State           BFD State  Dead Time   Address     Interface
192.168.2.1    1   Full/-         -          00:00:38   192.168.2.1 Serial 2/0
```

路由器 R2 只有一个邻居，即路由器 R1。

(e) 显示并记录 R1 的所有接口信息

show ip ospf interface [接口名]



```
14-RSR20-1(config)#show ip ospf interface giga 0/0
GigabitEthernet 0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.7.1/24, Ifindex 4, Area 0.0.0.0, MTU 1500
Matching network config: 192.168.7.0/24
Process ID 1, Router ID 192.168.2.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1
Designated Router (ID) 192.168.2.1, Interface Address 192.168.7.1
No backup designated router on this network
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 00:00:10
Neighbor Count is 0, Adjacent neighbor count is 0
Crypt Sequence Number is 0
Hello received 0 sent 212, DD received 0 sent 0
LS-Req received 0 sent 0, LS-Upd received 0 sent 0
LS-Ack received 0 sent 0, Discarded 0

14-RSR20-1(config)#show ip ospf interface giga 0/1
GigabitEthernet 0/1 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.1.1/24, Ifindex 5, Area 0.0.0.0, MTU 1500
Matching network config: 192.168.1.0/24
Process ID 1, Router ID 192.168.2.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 1
Designated Router (ID) 192.168.5.1, Interface Address 192.168.1.2
Backup Designated Router (ID) 192.168.2.1, Interface Address 192.168.1.1
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
  Hello due in 00:00:09
Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1
Crypt Sequence Number is 0
Hello received 223 sent 260, DD received 7 sent 8
LS-Req received 2 sent 2, LS-Upd received 5 sent 15
LS-Ack received 11 sent 4, Discarded 0
```

【实验感想】

在本次实验中，我学会了 OSPF 协议的配置方法，还学会了使用相关指令来查看各种参数，学会了分析 OSPF 头部结构。但对 LSA 数据包的具体含义还不够了解，在课后自己会多看看书，争取把它弄明白。