作者：豆豆老师

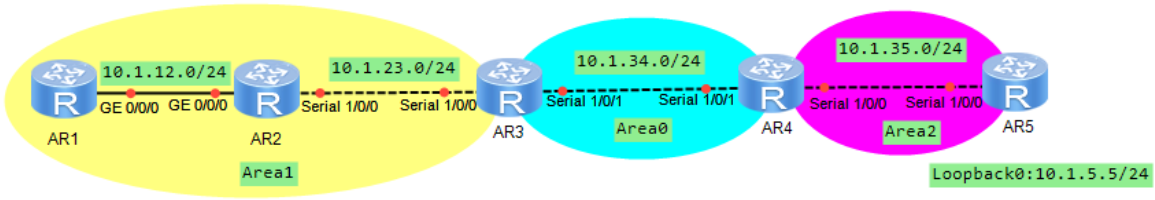
实验 11　配置多区域 OSPF

实验目的

- ✧ 掌握多区域 OSPF 的配置方法
- ✧ 理解外部路由的引入类型
- ✧ 观察 5 种类型的 LSA 的内容，以及它们的作用
- ✧ 掌握 OSPF 认证的配置方法

实验步骤

1 使用 eNSP 搭建如下拓扑图



2 基本配置（接口 IP 地址、设备主机名等）

3 配置多区域 OSPF，手工指定 RID 号

4 查看 OSPF 链路状态数据库

5 在 R5 上引入外部直连路由

6 配置 OSPF 认证

实验总结

作者：豆豆老师

实验配置详解

1 使用 eNSP 搭建拓扑图

2 基本配置（接口 IP 地址、设备主机名等）

3 配置多区域 OSPF，手工指定 RID 号

```
[R1]ospf 10 router-id 1.1.1.1
[R1-ospf-10]area 1
[R1-ospf-10-area-0.0.0.1]network 10.1.12.1 0.0.0.0
[R1-ospf-10-area-0.0.0.1]quit

[R2]ospf 10 router-id 2.2.2.2
[R2-ospf-10]area 1
[R2-ospf-10-area-0.0.0.1]network 10.1.12.2 0.0.0.0
[R2-ospf-10-area-0.0.0.1]network 10.1.23.2 0.0.0.0
[R2-ospf-10-area-0.0.0.1]quit

[R3]ospf 10 router-id 3.3.3.3
[R3-ospf-10]area 0
[R3-ospf-10-area-0.0.0.0]network 10.1.34.3 0.0.0.0
[R3-ospf-10-area-0.0.0.0]quit
[R3-ospf-10]area 1
[R3-ospf-10-area-0.0.0.1]network 10.1.23.3 0.0.0.0
[R3-ospf-10-area-0.0.0.1]quit

[R4]ospf 10 router-id 4.4.4.4
[R4-ospf-10]area 0
[R4-ospf-10-area-0.0.0.0]network 10.1.34.4 0.0.0.0
[R4-ospf-10-area-0.0.0.0]quit
[R4-ospf-10]area 2
[R4-ospf-10-area-0.0.0.2]net 10.1.45.4 0.0.0.0
[R4-ospf-10-area-0.0.0.2]quit
```

作者：豆豆老师

[R5]ospf 10 router-id 5.5.5.5

[R5-ospf-10]area 2

[R5-ospf-10-area-0.0.0.2]network 10.1.45.5 0.0.0.0

[R5-ospf-10-area-0.0.0.2]quit

查看配置：

在每台路由器上查看邻居表：display ospf peer brief

```
[AR3]display ospf peer brief

        OSPF Process 10 with Router ID 3.3.3.3
                Peer Statistic Information
 ----------------------------------------------------------------------------
 Area Id          Interface                     Neighbor id      State
 0.0.0.0          Serial1/0/1                   4.4.4.4          Full
 0.0.0.1          Serial1/0/0                   2.2.2.2          Full
 ----------------------------------------------------------------------------
```

在每台路由器上查看路由表：display ip routing-table protocol ospf

```
[AR4]display ip routing-table protocol ospf
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Public routing table : OSPF
         Destinations : 2        Routes : 2

OSPF routing table status : <Active>
         Destinations : 2        Routes : 2

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      10.1.12.0/24  OSPF    10   97        D   10.1.34.3       Serial1/0/1
      10.1.23.0/24  OSPF    10   96        D   10.1.34.3       Serial1/0/1
```

4 查看 OSPF 链路状态数据库

在每台路由器上查看链路状态数据库：display ospf lsdb

```
[AR3]display ospf lsdb

        OSPF Process 10 with Router ID 3.3.3.3
                Link State Database

                Area: 0.0.0.0
 Type      LinkState ID    AdvRouter       Age  Len  Sequence   Metric
 Router    4.4.4.4         4.4.4.4         696  48   80000005   48
 Router    3.3.3.3         3.3.3.3         696  48   80000003   48
 Sum-Net   10.1.23.0       3.3.3.3         734  28   80000002   48
 Sum-Net   10.1.35.0       4.4.4.4         687  28   80000002   48
 Sum-Net   10.1.12.0       3.3.3.3         734  28   80000002   49

                Area: 0.0.0.1
 Type      LinkState ID    AdvRouter       Age  Len  Sequence   Metric
 Router    2.2.2.2         2.2.2.2         741  60   80000005   1
 Router    1.1.1.1         1.1.1.1         776  36   80000006   1
 Router    3.3.3.3         3.3.3.3         739  48   80000004   48
 Network   10.1.12.1       1.1.1.1         776  32   80000003   0
 Sum-Net   10.1.35.0       3.3.3.3         685  28   80000002   96
 Sum-Net   10.1.34.0       3.3.3.3         734  28   80000002   48
```

作者：豆豆老师

5 在 R5 上引入外部直连路由

1）要求外部路由开销值不累加 （type = 2，默认方式）

[R5-ospf-10]import-route direct

查看配置：

R1 / R2 / R3 / R4 display ospf lsdb

R1 / R2 / R3 / R4 /R5 display ip routing-table protocol ospf

```
[AR3]display ospf lsdb

         OSPF Process 10 with Router ID 3.3.3.3
                 Link State Database

                  Area: 0.0.0.0
Type      LinkState ID    AdvRouter       Age  Len  Sequence   Metric
Router    4.4.4.4         4.4.4.4         844  48   80000005   48
Router    3.3.3.3         3.3.3.3         844  48   80000003   48
Sum-Net   10.1.23.0       3.3.3.3         882  28   80000002   48
Sum-Net   10.1.35.0       4.4.4.4         835  28   80000002   48
Sum-Net   10.1.12.0       3.3.3.3         882  28   80000002   49
Sum-Asbr  5.5.5.5         4.4.4.4         17   28   80000001   48

                  Area: 0.0.0.1
Type      LinkState ID    AdvRouter       Age  Len  Sequence   Metric
Router    2.2.2.2         2.2.2.2         889  60   80000005   1
Router    1.1.1.1         1.1.1.1         924  36   80000006   1
Router    3.3.3.3         3.3.3.3         887  48   80000004   48
Network   10.1.12.1       1.1.1.1         924  32   80000003   0
Sum-Net   10.1.35.0       3.3.3.3         833  28   80000002   96
Sum-Net   10.1.34.0       3.3.3.3         882  28   80000002   48
Sum-Asbr  5.5.5.5         3.3.3.3         16   28   80000001   96


                 AS External Database
Type      LinkState ID    AdvRouter       Age  Len  Sequence   Metric
External  10.1.5.0        5.5.5.5         18   36   80000001   1
External  10.1.35.4       5.5.5.5         18   36   80000001   1
External  10.1.35.0       5.5.5.5         18   36   80000001   1
```

发现 LSDB 中出现了 LSA-4/LSA-5，用来生成外部路由

作者：豆豆老师

```
[AR3]display ip routing-table protocol ospf
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Public routing table : OSPF
         Destinations : 4        Routes : 4

OSPF routing table status : <Active>
         Destinations : 4        Routes : 4

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      10.1.5.0/24  O_ASE   150  1           D   10.1.34.4       Serial1/0/1
     10.1.12.0/24  OSPF    10   49          D   10.1.23.2       Serial1/0/0
     10.1.35.0/24  OSPF    10   96          D   10.1.34.4       Serial1/0/1
     10.1.35.4/32  O_ASE   150  1           D   10.1.34.4       Serial1/0/1
```

发现 O_ASE 路由，这表示是 OSPF 外部引入的路由，该路由的优先级的值为 150, cost=1

2）要求外部路由开销值累加（type = 1）

[R5-ospf-10]import-route direct type 1

查看配置：

R1 / R2 / R3 / R4　display ip routing-table protocol ospf

```
[AR3]display ip routing-table protocol ospf
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Public routing table : OSPF
         Destinations : 4        Routes : 4

OSPF routing table status : <Active>
         Destinations : 4        Routes : 4

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      Flags NextHop         Interface

      10.1.5.0/24  O_ASE   150  97          D   10.1.34.4       Serial1/0/1
     10.1.12.0/24  OSPF    10   49          D   10.1.23.2       Serial1/0/0
     10.1.35.0/24  OSPF    10   96          D   10.1.34.4       Serial1/0/1
     10.1.35.4/32  O_ASE   150  97          D   10.1.34.4       Serial1/0/1
```

6 配置 OSPF 认证

1）R1 和 R2 之间配置明文认证

[R1]int g 0/0/0

[R1-GigabitEthernet0/0/0]ospf authentication-mode simple 123456

[R2]int g 0/0/0

[R2-GigabitEthernet0/0/0]ospf authentication-mode simple 123456

2）R4 和 R5 之间配置 MD5 认证

[R4-Serial1/0/0]ospf authentication-mode md5 1 123456

[R5-Serial1/0/0]ospf authentication-mode md5 1 123456

作者：豆豆老师

重要知识点

OSPF 多区域设计的优点:

简化了单区域 OSPF 网络中遇到的路由器 CPU 和内存的占用问题，减少 SPF 计算的范围。因此引入了多种 LSA 类型。

只有一个骨干区域：Area 0

非骨干区域之间不能直接通信，只能通过骨干区域通信，原因是区域之间运行的是距离矢量协议，这样可以避免路由环路

LSA：Link-State Advertisement （包含着 LSU 中）

LSA 学习要领：谁产生的、用于描述什么、泛洪范围

LSA-1：Router LSA

产生：每个 OSPF 路由器都可以产生 LSA-1

描述：路由器描述自身的接口以及接口状态和接口所连接路由器之间的关系

范围：区域内泛洪

Router# display ospf lsdb router

LSA-2：Network LSA

产生：每个多路访问网络（MAN）中的 DR 产生

描述：DR 描述这个 MAN 的网段信息和成员信息

范围：区域内泛洪

Router# display ospf lsdb network

LSA-3：Summary LSA

产生：ABR（Area Border Router，区域边界路由器）

描述：每一个区域的 ABR 都会把该区域的网段信息做汇总，然后发送到相邻的区域

范围：整个 OSPF 的所有其他区域泛洪（特殊区域除外）。

Router# display ospf lsdb summary

LSA-4：ASBR-Summary LSA

产生：首先由 ASBR 区域的 ABR 产生，并向其它区域发送，其它区域的 ABR 获知 ASBR 的位置后，产生 LSA-4

描述：描述 ASBR 的位置，LSA-4 为 LSA-5 服务

范围：整个 OSPF 的所有区域泛洪 （ASBR 不会有自己的 LSA）

Router# display ospf lsdb asbr

LSA-5：External LSA

作者：豆豆老师

产生：ASBR（Autonomous System Border Router，自治系统边界路由器：引入外界路由的路由器）

描述：外部网段信息

范围：整个 OSPF 区域泛洪

Router# display ospf lsdb ase