



# OSPF特殊区域及其他特性



# 前言

- 在一个大型网络中，OSPF路由器通常需要同时维护由域内路由、域间路由、外部路由构成的数据库。当网络规模不断扩大时，LSDB规模也不断增长。如果某区域不需要为其他区域提供流量中转服务，那么该区域内的路由器就没有必要维护本区域外的链路状态信息。
- OSPF通过划分区域可以减小区域内路由器LSDB的规模，对于那些位于自治系统（AS）边界的非骨干区域的低端路由器来说仍然无法承受，通过OSPF的特殊区域特性可以进一步减少LSA数量和路由表规模。
- 本课程主要介绍OSPF特殊区域，以及OSPF协议相关特性。



# 目标

- 学完本课程后，您将能够：
  - 描述OSPF特殊区域类型及相关特征
  - 阐明OSPF路由汇总的应用场景及功能优势
  - 实现OSPF报文认证的配置



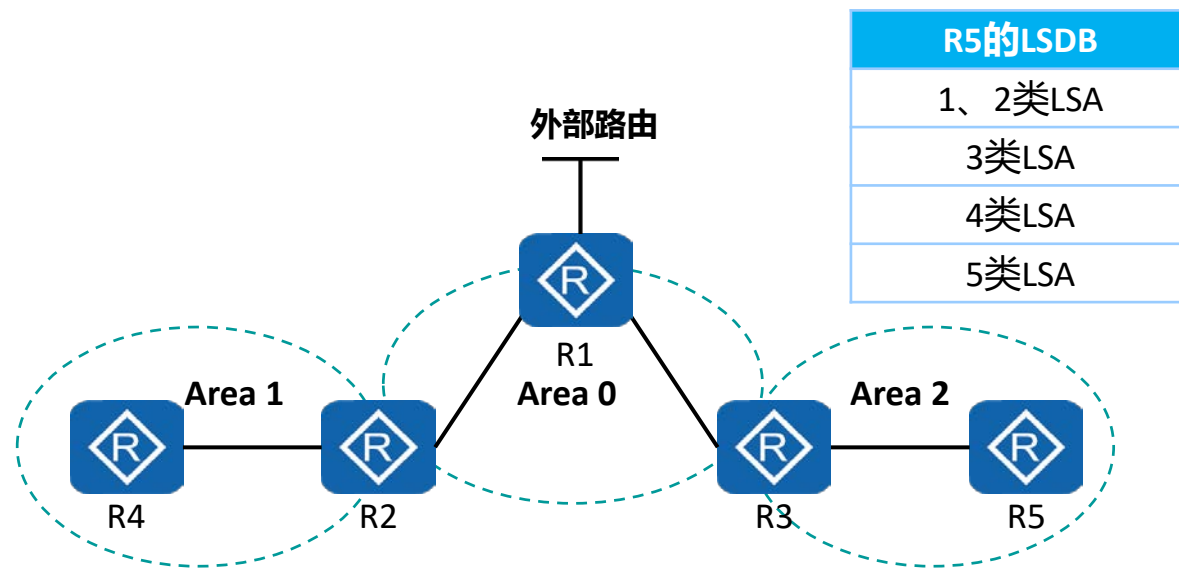
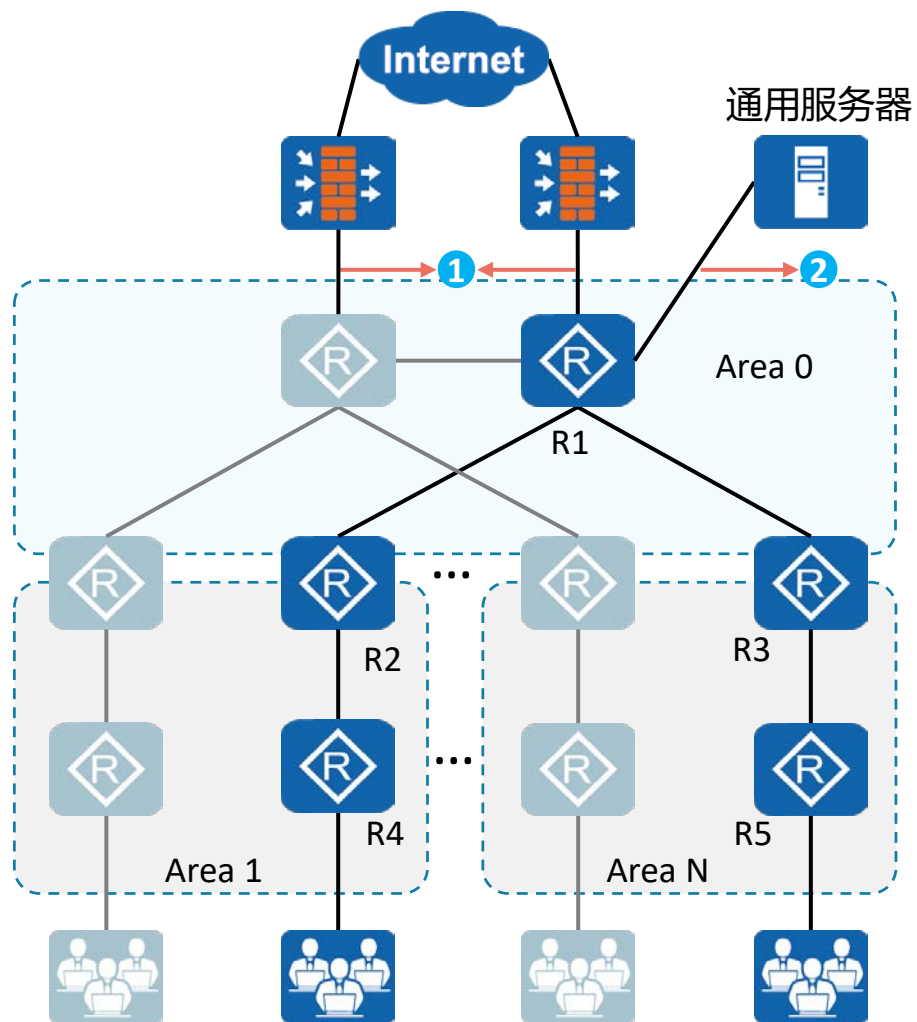
# 目录

1. **Stub区域和Totally Stub区域**
2. NSSA区域和Totally NSSA区域
3. 区域间路由汇总和外部路由汇总
4. OSPF协议特性



# 网络规模变大引发的问题

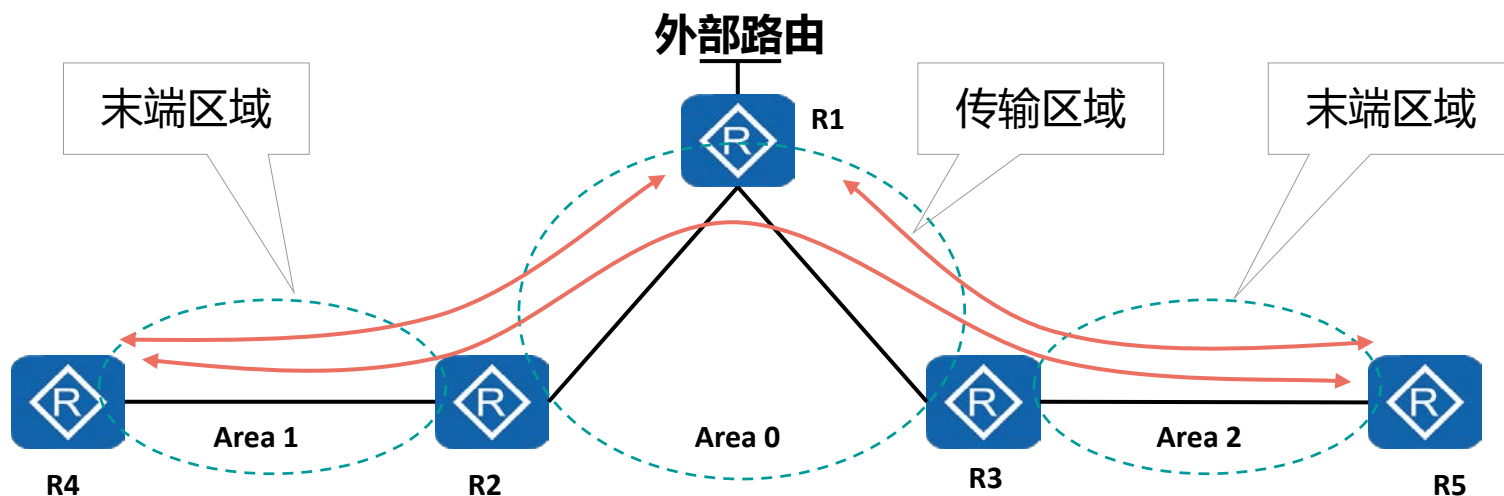
OSPF路由器计算区域内、区域间、外部路由都需要依靠网络中的LSA，当网络规模变大时，设备的LSDB规模也变大，设备的路由计算变得更加吃力，造成设备性能浪费。



如何在不影响IP可达性的情况下，减少LSA的数量？



# 传输区域和末端区域



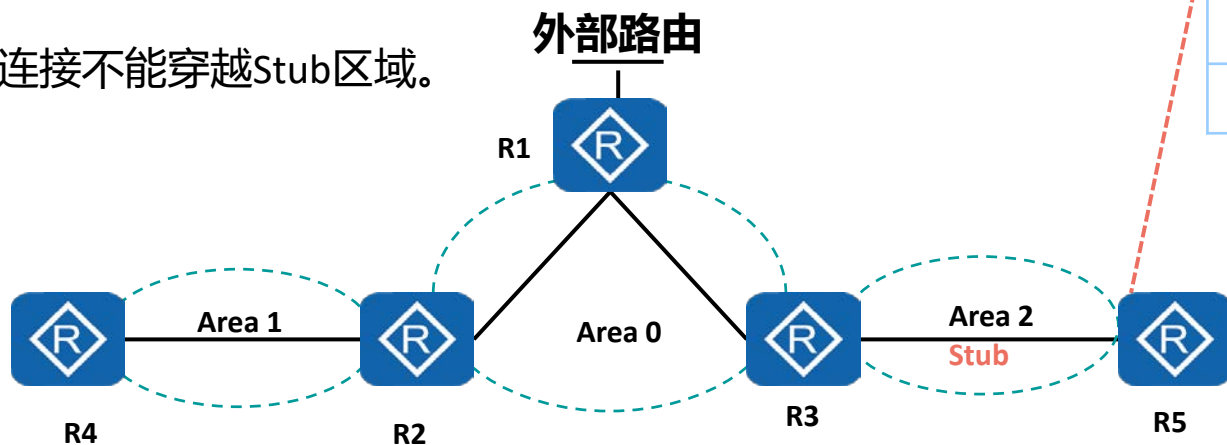
OSPF的区域可分为两种类型：

- 传输区域（Transit Area）：除了承载本区域发起的流量和访问本区域的流量外，还承载了源IP和目的IP都不属于本区域的流量，即“穿越型流量”，如本例中的Area 0。
- 末端区域（Stub Area）：只承载本区域发起的流量和访问本区域的流量，如本例中的Area 1和Area 2。



# Stub区域

- Stub区域的ABR不向Stub区域内传播它接收到的AS外部路由，Stub区域中路由器的LSDB、路由表规模都会大大减小。
- 为保证Stub区域能够到达AS外部，Stub区域的ABR将生成一条缺省路由（使用3类LSA描述）。
- 配置Stub区域时需要注意下列几点：
  - 骨干区域不能被配置为Stub区域。
  - Stub区域中的所有路由器都必须将该区域配置为Stub。
  - Stub区域内不能引入也不接收AS外部路由。
  - 虚连接不能穿越Stub区域。



| 普通区域    |
|---------|
| R5的LSDB |
| 1、2类LSA |
| 3类LSA   |
| 4类LSA   |
| 5类LSA   |



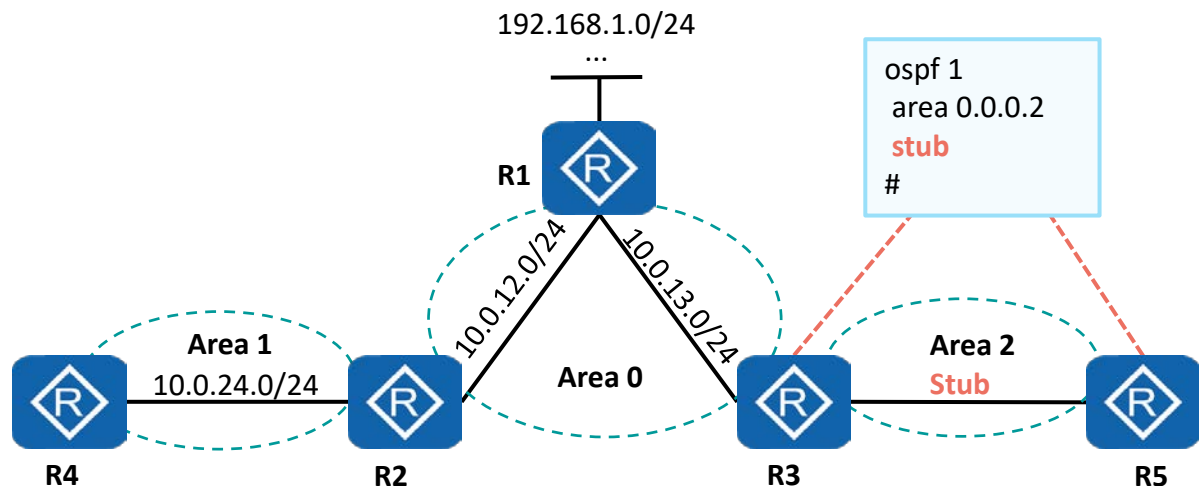
| Stub区域  |
|---------|
| R5的LSDB |
| 1、2类LSA |
| 3类LSA   |
| *3类LSA  |

\* ABR通告的缺省路由





# Stub区域的路由表及3类LSA



```
<R5>display ospf routing
```

OSPF Process 1 with Router ID 10.0.5.5  
Routing Tables

Routing for Network

| Destination      | Cost     | Type              | NextHop          | AdvRouter       | Area           |
|------------------|----------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|
| 10.0.35.0/24     | 1        | Transit           | 10.0.35.5        | 10.0.5.5        | 0.0.0.2        |
| <b>0.0.0.0/0</b> | <b>2</b> | <b>Inter-area</b> | <b>10.0.35.3</b> | <b>10.0.3.3</b> | <b>0.0.0.2</b> |
| 10.0.12.0/24     | 3        | Inter-area        | 10.0.35.3        | 10.0.3.3        | 0.0.0.2        |
| 10.0.13.0/24     | 2        | Inter-area        | 10.0.35.3        | 10.0.3.3        | 0.0.0.2        |
| 10.0.24.0/24     | 4        | Inter-area        | 10.0.35.3        | 10.0.3.3        | 0.0.0.2        |

```
<R5>display ospf lsdb
```

OSPF Process 1 with Router ID 10.0.5.5

Link State Database

Area: 0.0.0.2

| Type    | LinkState ID | AdvRouter | Metric |
|---------|--------------|-----------|--------|
| Sum-Net | 0.0.0.0      | 10.0.3.3  | 1      |
| Sum-Net | 10.0.13.0    | 10.0.3.3  | 1      |
| Sum-Net | 10.0.24.0    | 10.0.3.3  | 3      |
| Sum-Net | 10.0.12.0    | 10.0.3.3  | 2      |

不存在4、5类LSA，但描述区域间路由的3类LSA仍然存在

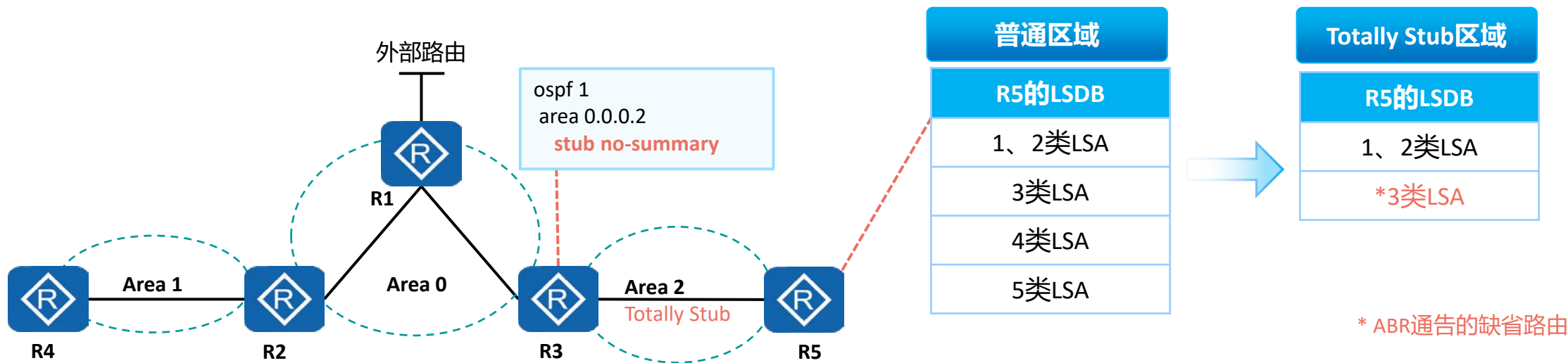
- R1作为ASBR引入多个外部网段，如果Area 2是普通区域，则R3将向该区域注入5类和4类LSA。
- 当把Area 2配置为Stub区域后：
  - R3不会将5类LSA和4类LSA注入Area 2。
  - R3向Area 2发送用于描述缺省路由的3类LSA，Area 2内的路由器虽然不知道到达AS外部的具体路由，但是可以通过该默认路由到达AS外部。





# Totally Stub区域 (1)

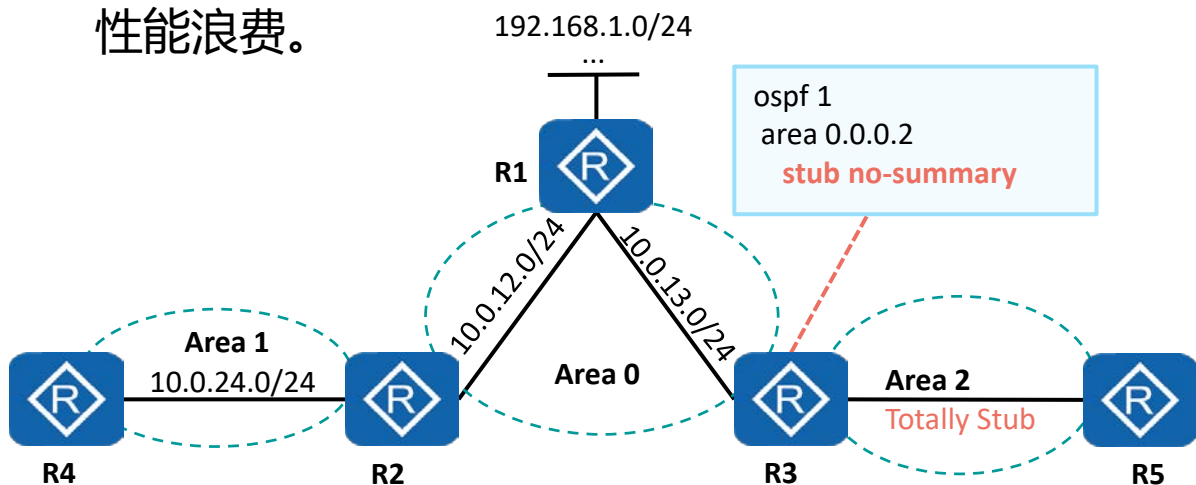
- Totally Stub区域既不允许AS外部路由在本区域内传播，也不允许区域间路由在本区域内传播。
- Totally Stub区域内的路由器通过本区域ABR下发的缺省路由（使用3类LSA描述）到达其他区域，以及AS外部。
- 配置Totally Stub区域时需要注意：
  - 与Stub区域配置的区别在于，在ABR上需要追加no-summary关键字。





## Totally Stub区域 (2)

- Totally Stub区域访问其他区域及AS外部是通过默认路由实现的。
- AS外部、其他OSPF区域的拓扑及路由变化不会导致Totally Stub区域内的路由器进行路由重计算，减少了设备性能浪费。



```
<R5>display ospf lsdb
      OSPF Process 1 with Router ID 10.0.5.5
      Link State Database
      Area: 0.0.0.2
```

| Type    | LinkState ID | AdvRouter | Metric |
|---------|--------------|-----------|--------|
| Sum-Net | 0.0.0.0      | 10.0.3.3  | 1      |

当Area 2配置为Totally Stub区域后:

- R3不会将5类LSA和4类LSA注入Area 2。
  - R3不会将3类LSA注入Area 2，但是会向该区域注入一条使用3类LSA描述的缺省路由。
  - R5通过缺省路由到达AS外部网络和其他OSPF区域。
- Stub区域、Totally Stub区域解决了末端区域维护过大LSDB带来的问题，但对于某些特定场景，它们并不是最佳解决方案。



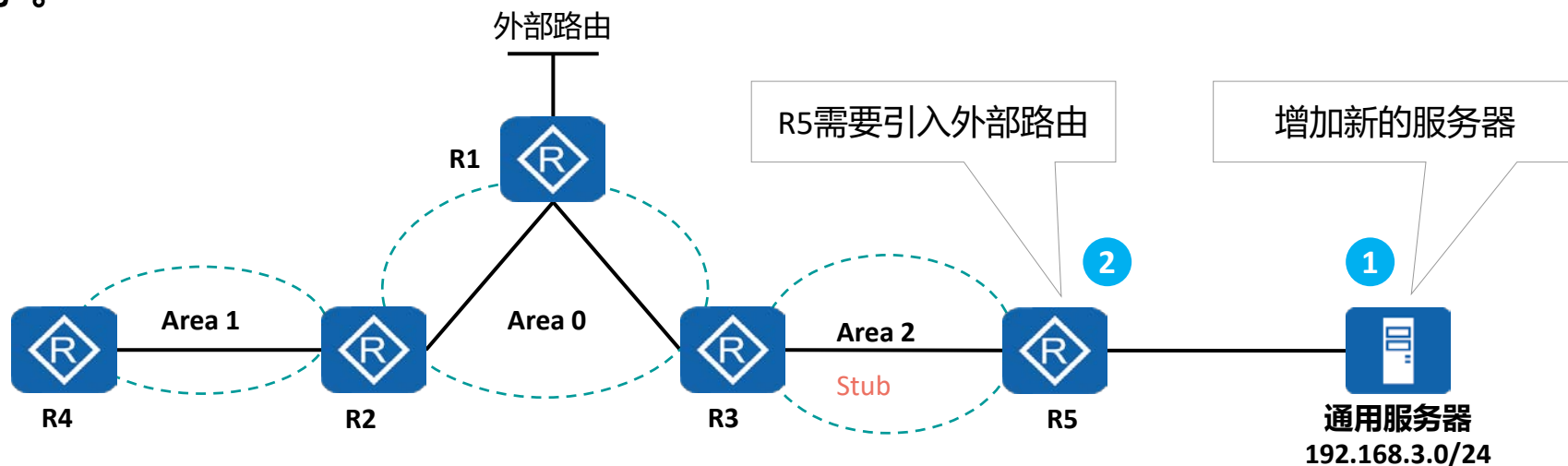
# 目录

1. Stub区域和Totally Stub区域
- 2. NSSA区域和Totally NSSA区域**
3. 区域间路由汇总和外部路由汇总
4. OSPF协议特性



# Stub区域与Totally Stub区域存在的问题

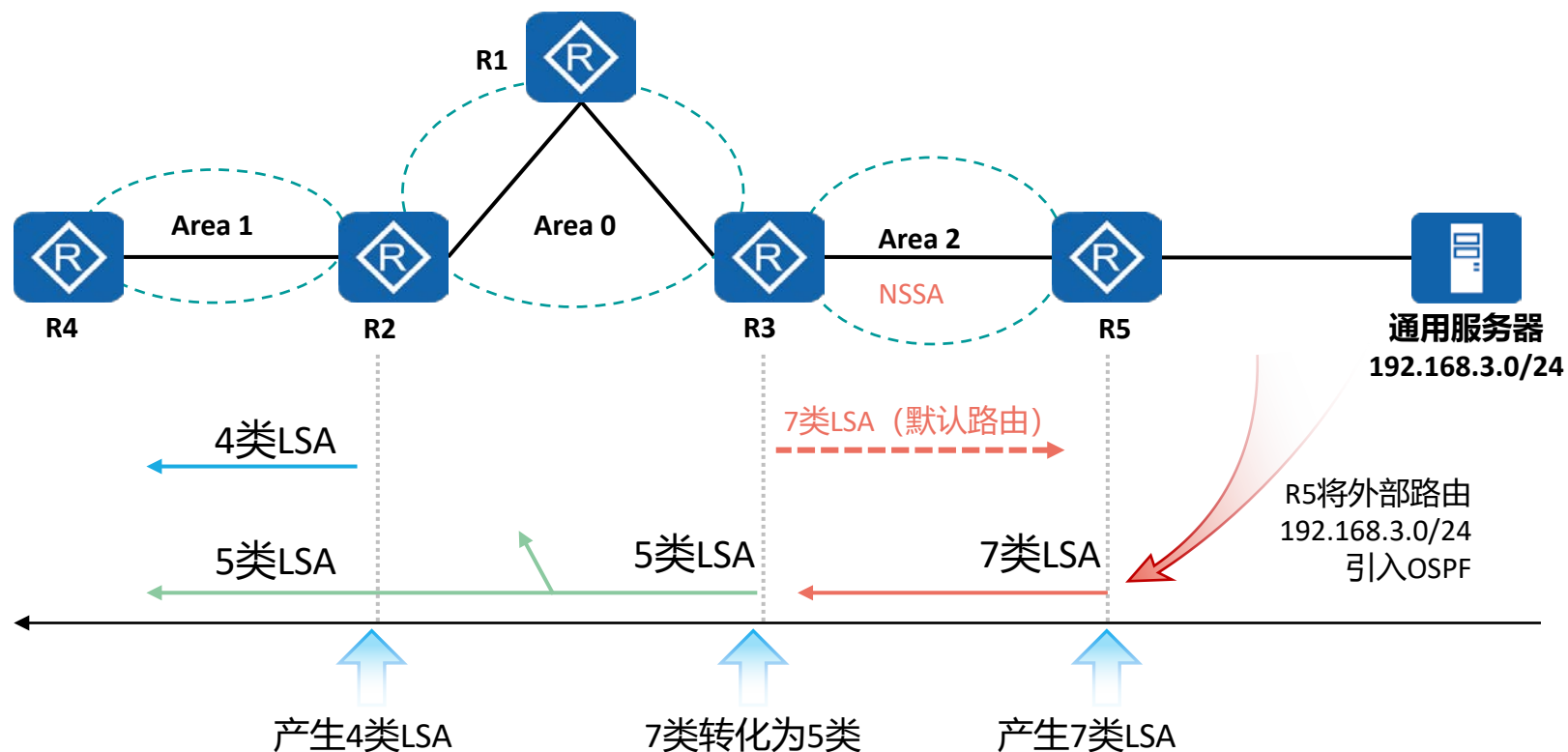
- OSPF规定Stub区域是不能引入外部路由的，这样可以避免大量外部路由引入造成设备资源消耗。
- 对于既需要引入外部路由又要避免外部路由带来的资源消耗的场景，Stub和Totally Stub区域就不能满足需求了。





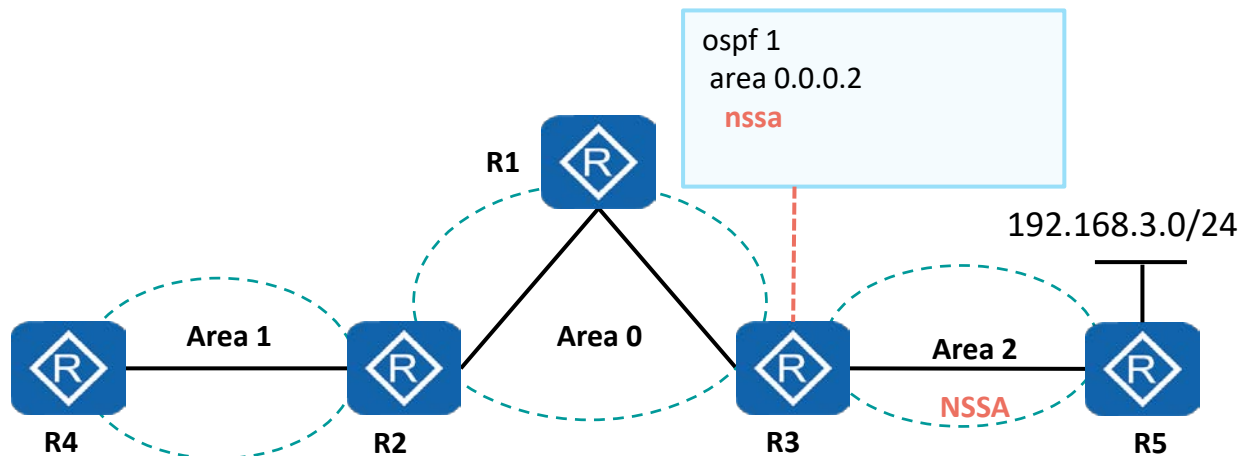
# NSSA区域与Totally NSSA区域

- NSSA区域能够引入外部路由，同时又不会学习来自OSPF网络其它区域引入的外部路由。
- Totally NSSA与NSSA区域的配置区别在于前者在ABR上需要追加no-summary关键字。





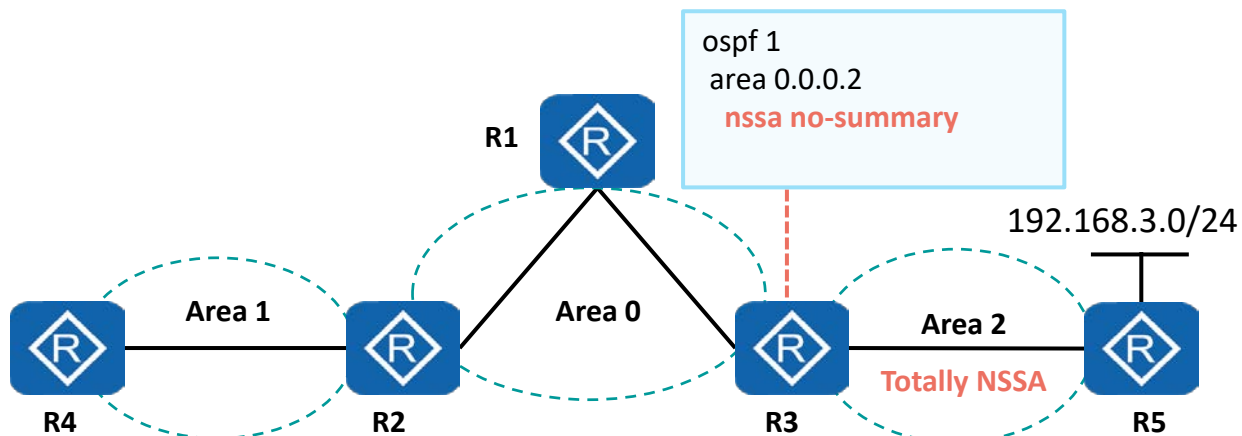
# NSSA区域与Totally NSSA区域的LSDB



<R5>display ospf lsdb

OSPF Process 1 with Router ID 10.0.5.5 Area: 0.0.0.2

| Type    | LinkStateID | AdvRouter | Metric |
|---------|-------------|-----------|--------|
| NSSA    | 192.168.3.0 | 10.0.5.5  | 1      |
| NSSA    | 0.0.0.0     | 10.0.3.3  | 1      |
| Sum-Net | 10.0.13.0   | 10.0.3.3  | 1      |
| Sum-Net | 10.0.24.0   | 10.0.3.3  | 3      |



<R5>display ospf lsdb

OSPF Process 1 with Router ID 10.0.5.5 Area: 0.0.0.2

| Type    | LinkStateID | AdvRouter | Metric |
|---------|-------------|-----------|--------|
| Sum-Net | 0.0.0.0     | 10.0.3.3  | 1      |
| NSSA    | 192.168.3.0 | 10.0.5.5  | 1      |
| NSSA    | 0.0.0.0     | 10.0.3.3  | 1      |



# OSPF LSA回顾

| 类型 | 名称                               | 描述  |
|----|----------------------------------|---|
| 1  | 路由器LSA<br>(Router LSA)           | 每个设备都会产生，描述了设备的链路状态和开销，该LSA只能在接口所属的区域内泛洪  |
| 2  | 网络LSA<br>(Network LSA)           | 由DR产生，描述该DR所接入的MA网络中所有与之形成邻接关系的路由器，以及DR自己。该LSA只能在接口所属区域内泛洪  |
| 3  | 网络汇总LSA<br>(Network Summary LSA) | 由ABR产生，描述区域内某个网段的路由，该类LSA主要用于区域间路由的传递   |
| 4  | ASBR汇总LSA<br>(ASBR Summary LSA)  | 由ABR产生，描述到ASBR的路由，通告给除ASBR所在区域的其他相关区域。  |
| 5  | AS外部LSA<br>(AS External LSA)     | 由ASBR产生，用于描述到达OSPF域外的路由   |
| 7  | 非完全末梢区域LSA<br>(NSSA LSA)         | 由ASBR产生，用于描述到达OSPF域外的路由。NSSA LSA与AS外部LSA功能类似，但是泛洪范围不同。NSSA LSA只能在始发的NSSA内泛洪，并且不能直接进入Area0。NSSA的ABR会将7类LSA转换成5类LSA注入到Area0 |

- 特殊区域的使用减小了设备的LSDB规模，从而减少设备性能浪费，且一定程度上也缩小了网络故障的影响范围。
- 对于普通区域，该如何在保证IP可达性的前提下，减少LSA泛洪、减小设备LSDB规模，从而优化OSPF网络？

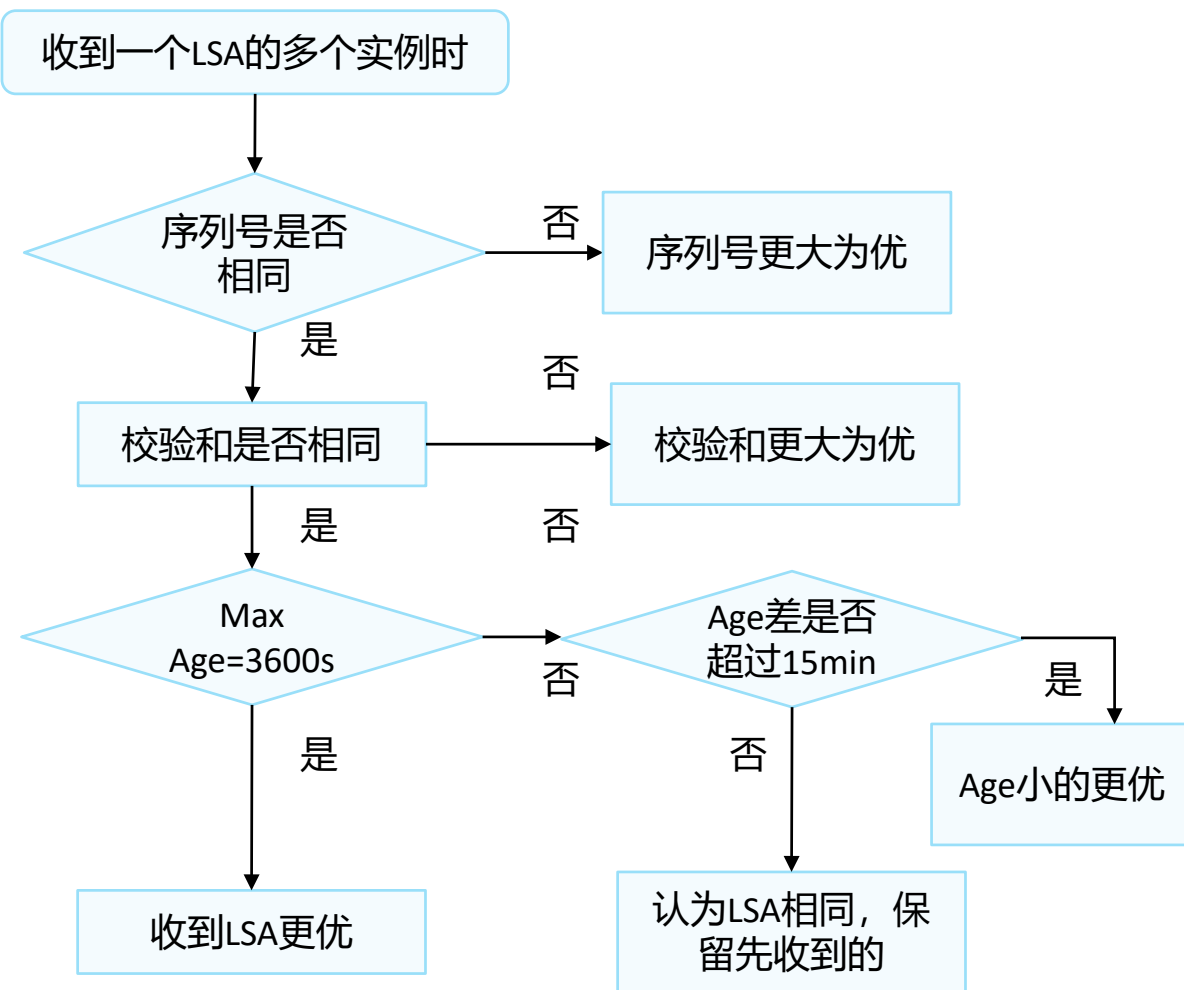




# 路由器对LSA的处理原则

OSPF通过交互LSA实现链路状态数据库同步，路由器收到LSA后，按照以下原则处理：

- 如果收到的LSA本地没有，则更新LSDB并泛洪该LSA。
- 如果本地LSDB已存在该LSA，但是收到的更新，则更新LSDB并泛洪该LSA。
- 如果收到的LSA和LSDB中相同，则忽略，并终止泛洪。
- 如果收到的LSA损坏，例如Checksum错误，则不接收该LSA。





# 目录

1. Stub区域和Totally Stub区域
2. NSSA区域和Totally NSSA区域
- 3. 区域间路由汇总和外部路由汇总**
4. OSPF协议特性



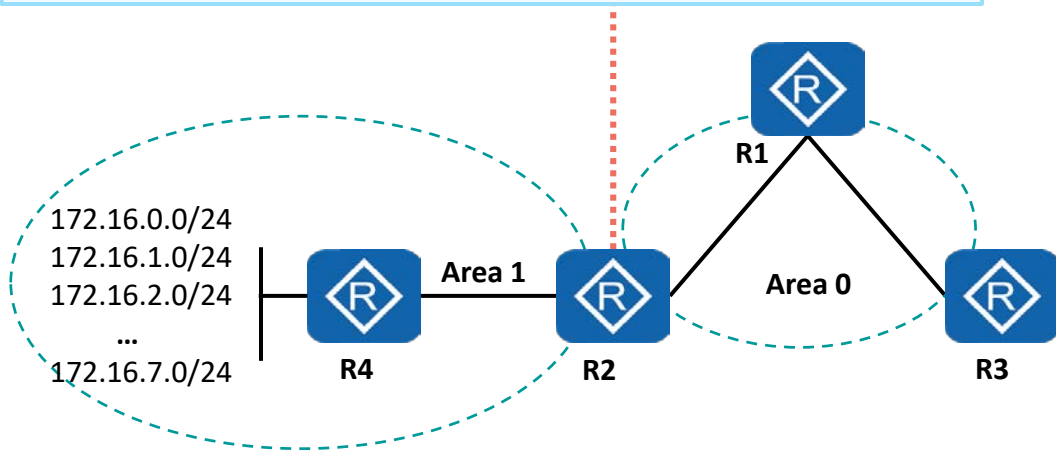
# 在ABR执行路由汇总

- 路由汇总又被称为路由聚合，即是将一组前缀相同的路由汇聚成一条路由，从而达到减小路由表规模以及优化设备资源利用率的目的，我们把汇聚之前的这组路由称为精细路由或明细路由，把汇聚之后的这条路由称为汇总路由或聚合路由。

- OSPF路由汇总的类型：

- 在ABR执行路由汇总：对区域间的路由执行路由汇总。
- 在ASBR执行路由汇总：对引入的外部路由执行路由汇总。

```
[R2]ospf
[R2-ospf-1]area 1
[R2-ospf-1-area-0.0.0.1]abr-summary 172.16.0.0 255.255.248.0
```



```
<R2>display ospf lsdb
      area 0
Type   LinkState ID  AdvRouter
Sum-Net 172.16.0.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.1.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.2.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.3.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.4.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.5.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.6.0   10.0.2.2
Sum-Net 172.16.7.0   10.0.2.2
```

执行路由汇总前

```
<R2>display ospf lsdb
      area 0
Type   LinkState ID  AdvRouter
Sum-Net 172.16.0.0   10.0.2.2
```

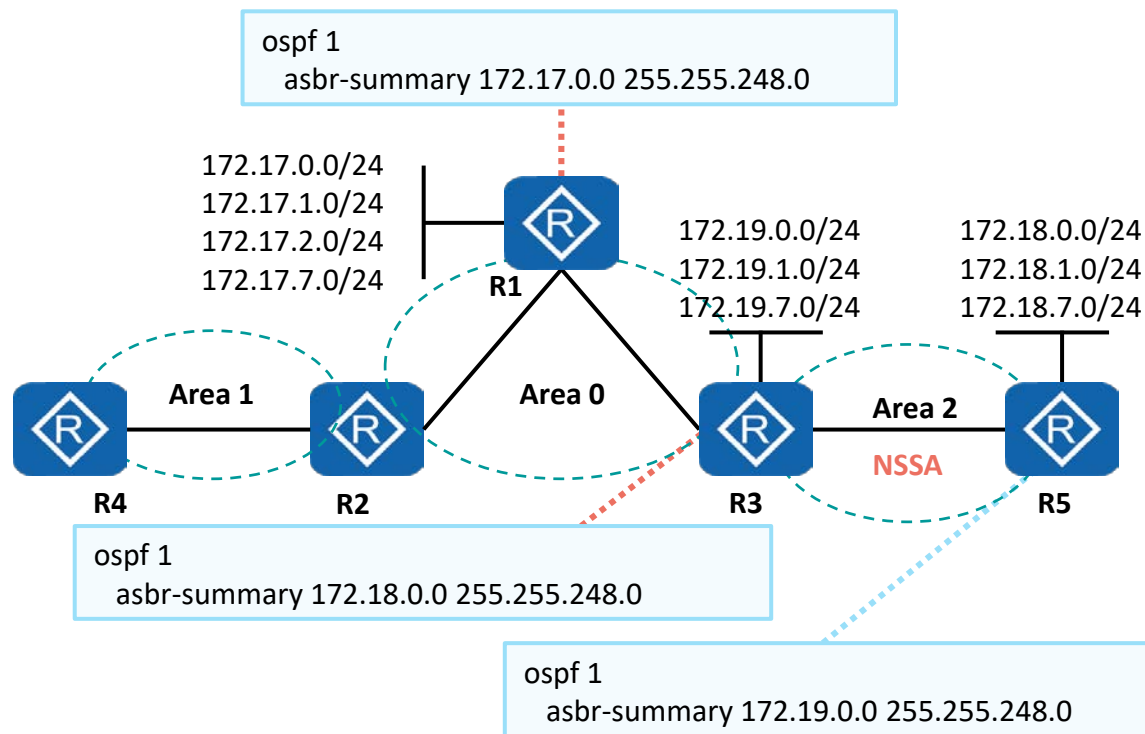
执行路由汇总后

- 执行路由汇总后，ABR R2只向Area 0通告汇总路由172.16.0.0/21。
- 明细路由对应的网段如果产生翻动（Up/Down），该拓扑变更造成的影响将被限制在Area 1内。



# 在ASBR执行路由汇总

- 在ASBR配置路由汇总后，ASBR将对自己所引入的外部路由进行汇总。
- NSSA区域的ASBR也可以对引入NSSA区域的外部路由进行汇总。
- 在NSSA区域中，ABR执行7类LSA转化成5类LSA动作，此时它也是ASBR。若配置路由汇总，则对由7类LSA转化成的5类LSA进行汇总。



<R3>display ospf lsdb

OSPF Process 1 with Router ID 10.0.3.3

| Area: 0.0.0.2 |             |           |
|---------------|-------------|-----------|
| Type          | LinkStateID | AdvRouter |
| NSSA          | 0.0.0.0     | 10.0.3.3  |
| NSSA          | 172.19.0.0  | 10.0.3.3  |
| NSSA          | 172.18.0.0  | 10.0.5.5  |

| Area: 0.0.0.0 |              |           |
|---------------|--------------|-----------|
| Type          | LinkState ID | AdvRouter |
| External      | 172.19.0.0   | 10.0.3.3  |
| External      | 172.18.0.0   | 10.0.3.3  |
| External      | 172.17.0.0   | 10.0.1.1  |



# 目录

1. Stub区域和Totally Stub区域
2. NSSA区域和Totally NSSA区域
3. 区域间路由汇总和外部路由汇总
- 4. OSPF协议特性**



# Silent-Interface

- 通过Silent-Interface的配置，增强OSPF的组网适应能力，减少系统资源的消耗。

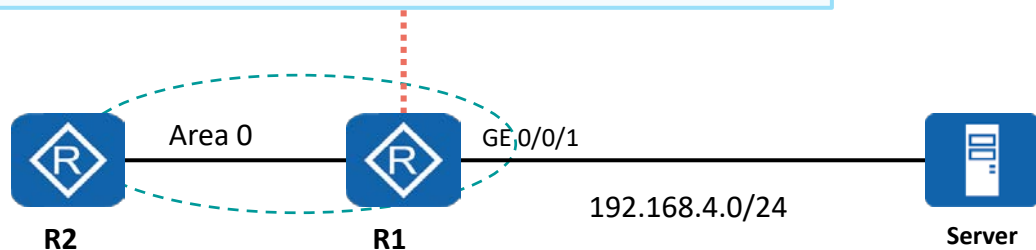
- Silent-Interface有以下特性：

- Silent-Interface不会接收和发送OSPF报文。
- Silent-Interface的直连路由仍可以发布出去。

```
[R1]ospf
[R1-ospf-1]area 0
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.4.0 0.0.0.255
[R1-ospf-1]silent-interface GigabitEthernet 0/0/1
```

```
<R1>display ospf interface GigabitEthernet 0/0/1
```

```
OSPF Process 1 with Router ID 10.0.1.1
Interface: 10.0.13.1 (GigabitEthernet0/0/1)
Cost: 1   State: Waiting   Type: Broadcast   MTU: 1500
Priority: 1
Designated Router: 0.0.0.0
Backup Designated Router: 0.0.0.0
Timers: Hello 10 , Dead 40 , Poll 120 , Retransmit 5 , Transmit Delay 1
Silent interface, No hellos
```



- R1的GE0/0/1接口在OSPF network命令的网段范围内。
- 到达该接口的路由将被通告到OSPF，使得其他设备能够访问Server。
- 由于该接口上未连接任何其他OSPF路由器，因此管理员将该接口配置为Silent-Interface，该接口将不再收发Hello报文，从而避免了对Server的性能降低。



# OSPF报文认证

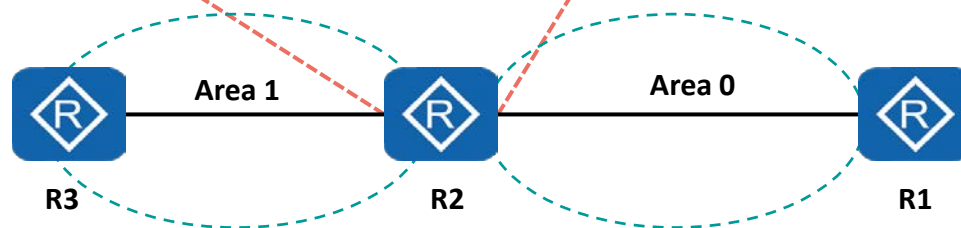
- OSPF支持报文认证功能，只有通过认证的OSPF报文才能被接收。
- 路由器支持两种OSPF报文认证方式，当两种认证方式都存在时，优先使用接口认证方式：
  - 区域认证方式：一个OSPF区域中所有的路由器在该区域下的认证模式和口令必须一致。
  - 接口认证方式：相邻路由器直连接口下的认证模式和口令必须一致。

```
[R2]interface GigabitEthernet 0/0/1  
[R2-GigabitEthernet0/0/1]ospf authentication-mode md5 1 cipher Huawei
```

在R2的GE0/0/1接口上配置接口认证方式

```
[R2]ospf  
[R2-ospf-1]area 0  
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]authentication-mode simple cipher Huawei
```

在R2上将Area 0使能区域认证方式



在本例中，R2分别配置了接口认证及区域认证，为了正常建立OSPF邻居关系，R3及R1也需完成相关配置





## 思考题

1. （多选题） OSPF定义了以下哪几种特殊区域？（ ）
  - A. Stub Area
  - B. Totally Stub Area
  - C. Not-So-Stubby Area （NSSA）
  - D. Totally NSSA
2. （简答题） Stub区域与Totally Stub区域的主要差别是什么？
3. （简答题） 区域间路由汇总功能在什么路由器上配置？



## 本章总结

- 本章详细介绍了OSPF特殊区域，Stub区域内的路由器通过缺省路由到达外部网络、Totally Stub区域内的路由器通过缺省路由到达外部网络和OSPF区域间网络；NSSA、Totally NSSA区域内的路由器可引入外部路由。
- 在本章还介绍了OSPF协议的特性。包括Silent-Interface、认证、以及OSPF路由器收到LSA时的处理方式。

The background of the slide features a blue-tinted image of several business professionals in a modern office environment. On the left, a group of four people is gathered around a table, looking at documents. In the center and right, other individuals are standing and talking. The floor is highly reflective, mirroring the people and the office structures. The overall aesthetic is professional and corporate.

# 谢谢

[www.huawei.com](http://www.huawei.com)