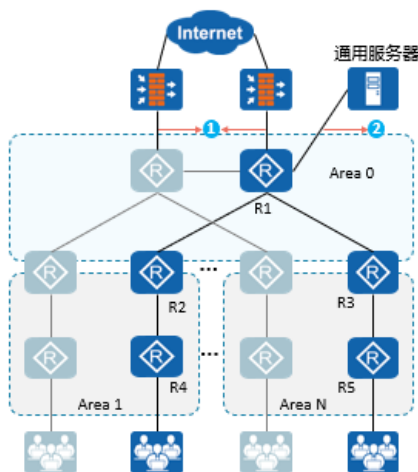


## OSPF 特殊区域及其他特性

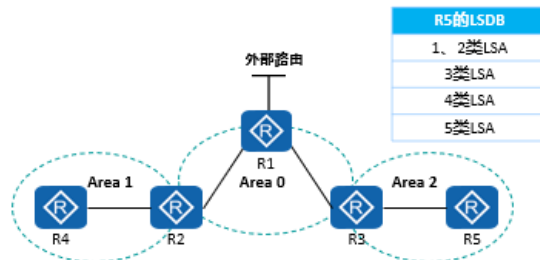
- 在一个大型网络中，OSPF 路由器通常需要同时维护由域内路由、域间路由、外部路由构成的数据库。当网络规模不断扩大时，LSDB 规模也不断增长。如果某区域不需要为其他区域提供流量中转服务，那么该区域内的路由器就没有必要维护本区域外的链路状态信息。
- OSPF 通过划分区域可以减小区域内路由器 LSDB 的规模，对于那些位于自治系统 (AS) 边界的非骨干区域的低端路由器来说仍然无法承受，通过 OSPF 的特殊区域特性可以进一步减少 LSA 数量和路由表规模。
- 本课程主要介绍 OSPF 特殊区域，以及 OSPF 协议相关特性。



### 网络规模变大引发的问题



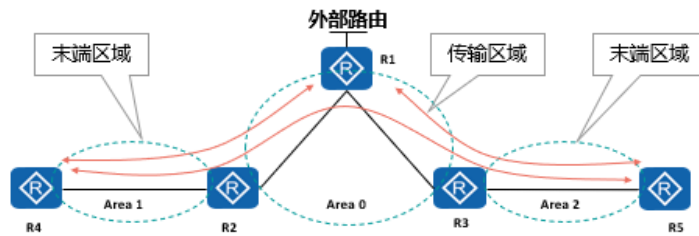
OSPF路由器计算区域内、区域间、外部路由都需要依靠网络中的LSA，当网络规模变大时，设备的LSDB规模也变大，设备的路由计算变得更加吃力，造成设备性能浪费。



R5的LSDB
1、2类LSA
3类LSA
4类LSA
5类LSA

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

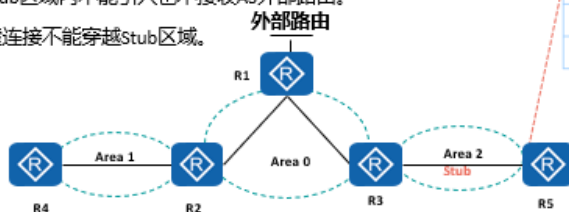


OSPF的区域可分为两种类型：

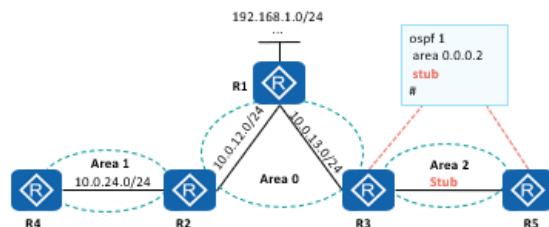
- 传输区域（Transit Area）：除了承载本区域发起的流量和访问本区域的流量外，还承载了源IP和目的IP都不属于本区域的流量，即“穿越型流量”，如本例中的Area 0。
- 末端区域（Stub Area）：只承载本区域发起的流量和访问本区域的流量，如本例中的Area 1和Area 2。

## 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区域时需要注意以下几点：
  - 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。



## Stub区域的路由表及3类LSA



```
<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

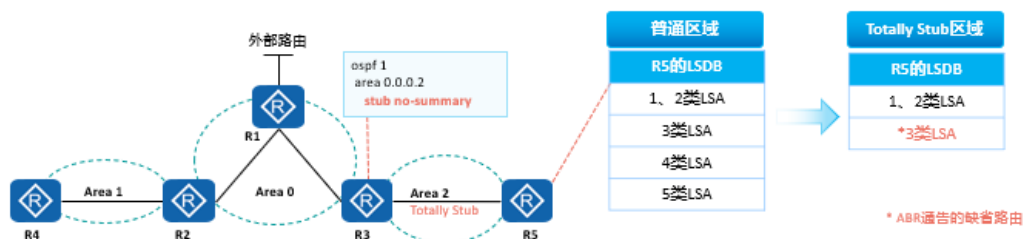
```
<R5>display ospf routing
OSPF Process 1 with Router ID 10.0.5.5
Routing Tables
```

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
0.0.0.0/0	2	Inter-area	10.0.35.3	10.0.3.3	0.0.0.2
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

- 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。

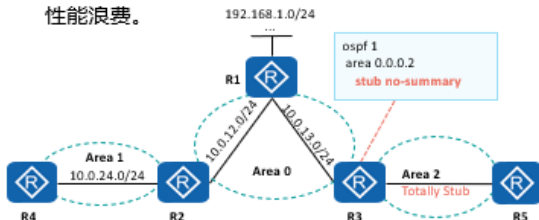


- 思考：为什么非 ABR 设备不需要追加 no-summary 参数呢？



## 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
```

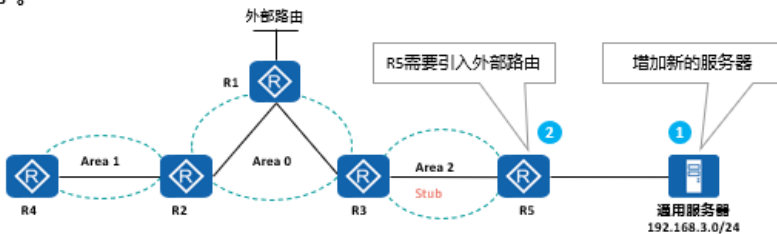
当Area 2配置为Totally Stub区域后:

- 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。



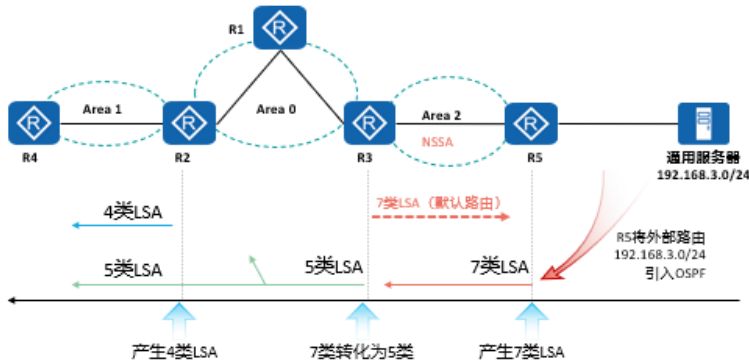
## Stub区域与Totally Stub区域存在的问题

- 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。



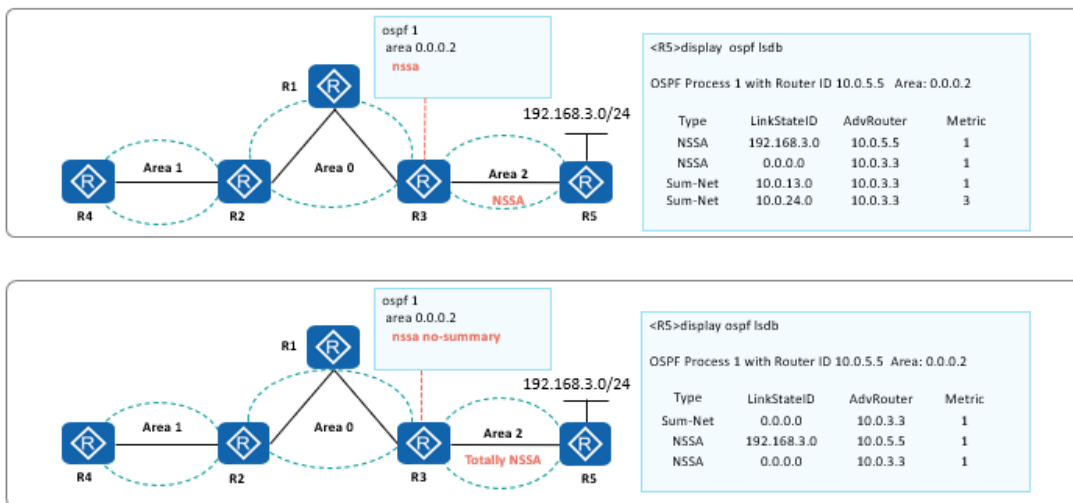
## NSSA区域与Totally NSSA区域

- 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 区域能够引入外部路由，同时又不会学习来自 OSPF 网络其它区域的外部路由。
- 7 类 LSA 是为了支持 NSSA 区域而新增的一种 LSA 类型，用于描述 NSSA 区域引入的外部路由信息。NSSA 区域的 AS BR 将外部路由引入该区域后，使用 7 类 LSA 描述这些路由。
- 7 类 LSA 的扩散范围仅限于始发 NSSA 区域，7 类 LSA 不会被注入到普通区域。
- NSSA 区域的 ABR 会将 7 类 LSA 转化为 5 类 LSA，并将该 LSA 注入到骨干区域，从而在整个 OSPF 域内泛洪。
- NSSA 区域的 ABR 会阻挡其他区域引入的外部路由引入本区域，即 NSSA 区域内不会存在 4 类及 5 类 LSA，为了让 NSSA 区域内的路由器能够通过骨干区域到达 AS 外部，NSSA 区域的 ABR 会自动向该区域注入一条缺省路由，该路由采用 7 类 LSA 描述。

## NSSA区域与Totally NSSA区域的LSDB



- 场景 1 ( 将 Area 2 配置为 NSSA 区域 ) : 当 R5 将外部路由 192.168.3.0/24 引入 NSSA 区域时，R5 作为 ASBR 生成 7 类 LSA 在 Area 2 内泛洪；R3 生成使用 7 类 LSA 描述的缺省路由注入 Area 2，Area 2 内的路由器依然会收到 R3 注入的 3 类 LSA，并计算出到达其他区域的区域间路由。

- 场景 2（将 Area2 配置为 Totally NSSA 区域）：Totally NSSA 区域和 NSSA 区域类似，只是 Totally NSSA 区域的 ABR 会阻挡 3 类 LSA 进入该区域，因此在场景 2 中，R3 不会将区域间路由注入 Area 2，故而在 R5 的 LSDB 中，仅会看到一条描述缺省路由的 3 类 LSA。

## OSPF LSA回顾

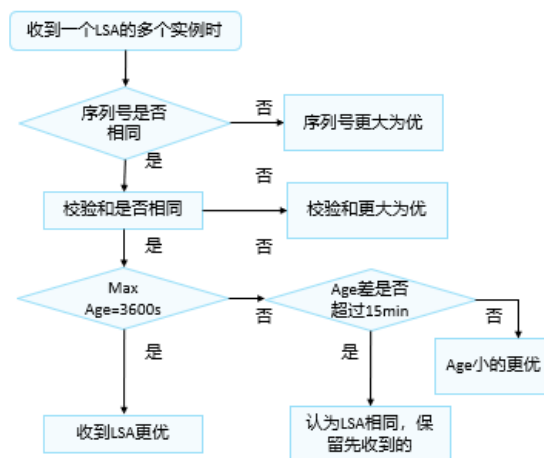
类型	名称	描述
1	路由器LSA (Router LSA)	每个设备都会产生，描述了设备的链路状态和开销，该LSA只能在接口所属的区域内泛洪
2	网络LSA (Network LSA)	由DR产生，描述该DR所接入的MA网络中所有与之形成邻接关系的路由器，以及DR自己。该LSA只能在接口所属区域内泛洪
3	网络汇总LSA (Network Summary LSA)	由ABR产生，描述区域内某个网段的路由，该类LSA主要用于区域间路由的传递
4	ASBR汇总LSA (ASBR Summary LSA)	由ABR产生，描述到ASBR的路由，通告给除ASBR所在区域的其他相关区域。
5	AS外部LSA (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 (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，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。





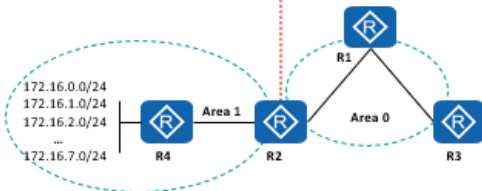
## 在ABR执行路由汇总

- 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
```

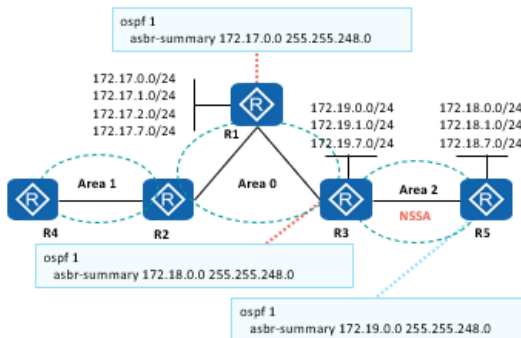
执行路由汇总后

- 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
```





## 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

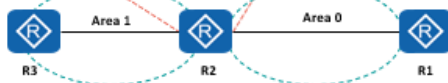
- OSPF支持报文认证功能，只有通过认证的OSPF报文才能被接收。
- 路由器支持两种OSPF报文认证方式，当两种认证方式都存在时，优先使用接口认证方式：
  - 区域认证方式：一个OSPF区域中所有的路由器在该区域下的认证模式和口令必须一致。
  - 接口认证方式：相邻路由器直连接口下的认证模式和口令必须一致。

```
[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

- 区域视图下，配置OSPF区域的认证模式。
- 执行命令 **authentication-mode simple** [**plain plain-text** | [**cipher**] **cipher-text**]，配置OSPF区域的认证模式。
- plain 表示明文口令类型。
- cipher 表示密文口令类型。对于MD5/HMAC-MD5认证模式，当此参数缺省时，默认为cipher类型。
- 配置接口认证方式。
- 执行命令 **ospf authentication-mode simple** [**plain plain-text** | [**cipher**] **cipher-text**]，配置OSPF接口的认证模式。



思考题：

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

答案：

- ABCD
- Stub 区域不允许 4 类和 5 类 LSA 进入，但允许 3 类 LSA 进入。Totally Stub 区域不仅不允许 4 类和 5 类 LSA 进入，同时也不允许 3 类 LSA 进入，只允许表示缺省路由的 3 类 LSA 进入。
- 在 ABR 上配置。
-