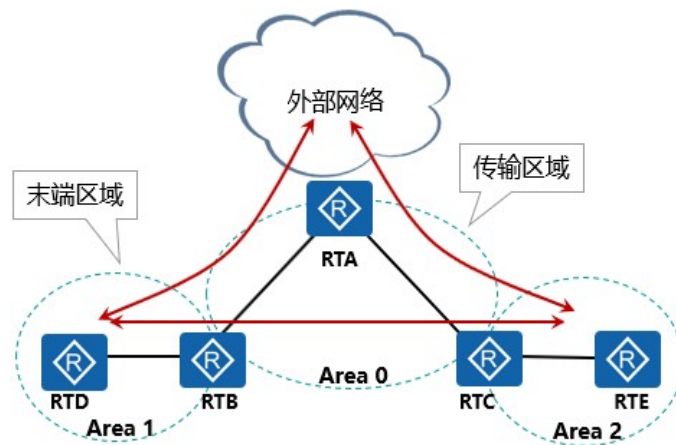


## OSPF 特殊区域及其他特性

### 前言

- OSPF路由器需要同时维护域内路由、域间路由、外部路由信息数据库。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数据库。
- OSPF通过划分区域可以减少网络中LSA的数量，而可能对于那些位于自治系统边界的非骨干区域的低端路由器来说仍然无法承受，所以可以通过OSPF的特殊区域特性进一步减少LSA数量和路由表规模。

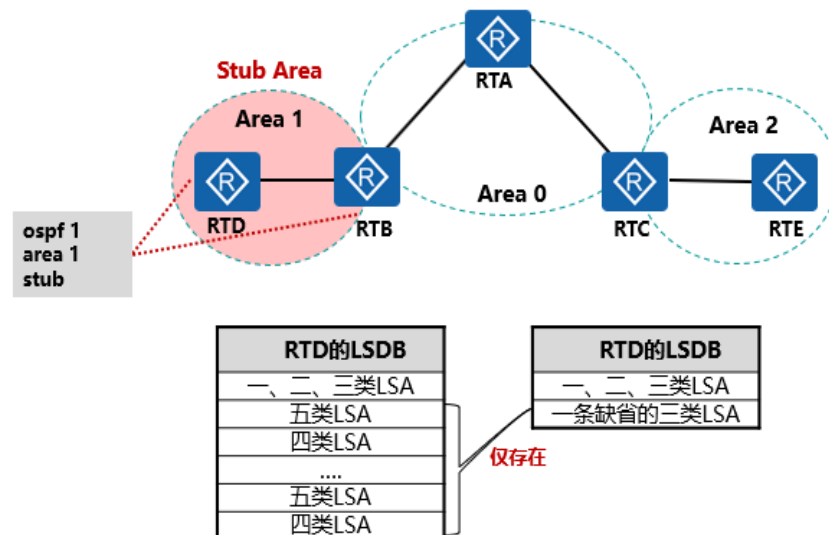
### 传输区域和末端区域



- 如图所示，全网可分为四部分 Area 0、Area 1、Area 2、外部网络。
- 四部分之间相互访问的主要流量如图中红线所示。
- 对于 OSPF 各区域，可分为两种类型：

- 传输区域：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 Area 0。
- 末端区域：只承载本区域发起的流量和访问本区域的流量，如 Area 1。
- 对于末端区域，需要考虑下几个问题：
- 保存到达其他区域明细路由的必要性：访问其他区域通过单一出口，“汇总”路由相对明细路由更为简洁。
- 设备性能：网络建设与维护必须要考虑成本因素。末端区域中可选择部署性能相对较低的路由器。
- OSPF 路由器计算区域内、区域间、外部路由都需要依靠收集网络中的大量 LSA，大量 LSA 会占用 LSDB 存储空间，所以解决问题的关键是在不影响正常路由的情况下，减少 LSA 的数量。

## Stub区域



- Stub 区域的 ABR 不向 Stub 区域内传播它接收到的自治系统外部路由（对应四类、五类 LSA），Stub 区域中路由器的 LSDB、路由表规模都会大大减小。

- 为保证 Stub 区域能够到达自治系统外部，Stub 区域的 ABR 将生成一条缺省路由（对应三类 LSA），并发布给 Stub 区域中的其他路由器。
- Stub 区域是一种可选的配置属性，但并不建议将每个区域都配置为 Stub 区域。通常来说，Stub 区域位于自治系统的末梢，是那些只有一个 ABR 的非骨干区域。
- 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。
- 如果要将一个区域配置成 Stub 区域，则该区域中的所有路由器必须都要配置成 Stub 路由器。
- Stub 区域内不能存在 ASBR，自治系统外部路由不能在本区域内传播。
- 虚连接不能穿越 Stub 区域建立。



## Stub区域的OSPF路由表

<RTD>display ospf routing

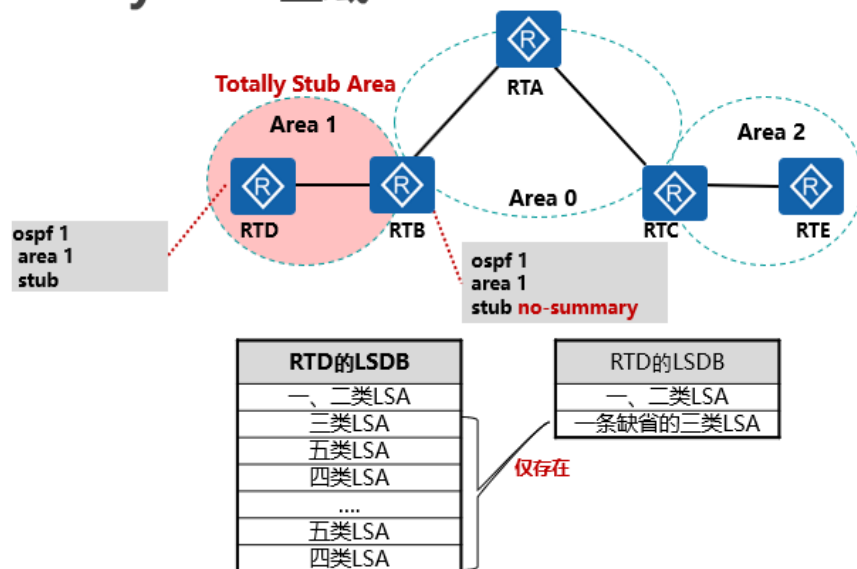
OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4  
Routing Tables

Routing for Network

Destination	Cost	Type	NextHop	AdvRouterArea	
10.1.24.0/24	1	Transit	10.1.24.4	4.4.4.4	0.0.0.1
<b>0.0.0.0/0</b>	<b>2</b>	<b>Inter-area</b>	<b>10.1.24.2</b>	<b>2.2.2.2</b>	<b>0.0.0.1</b>
10.1.12.0/24	2	Inter-area	10.1.24.2	2.2.2.2	0.0.0.1
10.1.13.0/24	3	Inter-area	10.1.24.2	2.2.2.2	0.0.0.1
10.1.35.0/24	4	Inter-area	10.1.24.2	2.2.2.2	0.0.0.1
192.168.2.0/24	4	Inter-area	10.1.24.2	2.2.2.2	0.0.0.1

- 配置 Stub 区域后，所有自治系统外部路由均由一条三类的默认路由代替。
- 除路由条目的减少外，当外部网络发生变化后，Stub 区域内的路由器是不会直接受到影响的。

## Totally Stub区域



- Totally Stub 区域既不允许自治系统外部路由（四类、五类 LSA）在本区域内传播，也不允许区域间路由（三类 LSA）在本区域内传播。
- Totally Stub 区域内的路由器对其他区域及自治系统外部的访问需求是通过本区域 ABR 所产生的三类 LSA 缺省路由实现的。
- 与 Stub 区域配置的区别在于，在 ABR 上需要追加 no-summary 参数。



## Totally Stub区域的OSPF路由表

<RTD>display ospf routing

OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4  
Routing Tables

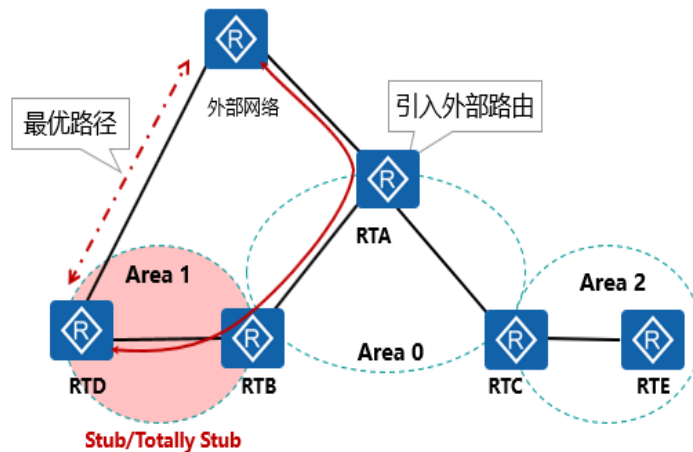
Routing for Network

Destination	Cost	Type	NextHop	AdvRouter	Area
10.1.24.0/24	1	Transit	10.1.24.4	4.4.4.4	0.0.0.1
<b>0.0.0.0/0</b>	<b>2</b>	<b>Inter-area</b>	<b>10.1.24.2</b>	<b>2.2.2.2</b>	<b>0.0.0.1</b>

- Totally Stub 区域访问其他区域及自制系统外部是通过默认路由实现的。
- 自制系统外部、其他 OSPF 区域的网络发生变化，Totally Stub 区域内的路由器是不直接受影响的。
- Stub、Totally Stub 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，Stub、Totally Stub 并不是最佳解决方案。



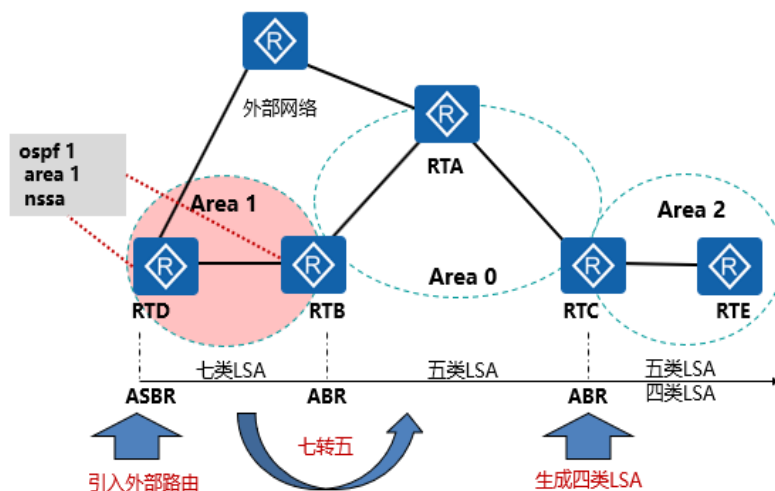
## Stub区域、Totally Stub区域存在的问题



- RTD 和 RTA 同时连接到某一外部网络，RTA 引入外部路由到 OSPF 域，RTD 所在的 Area 1 为减小 LSDB 规模被设置为 Stub 或 Totally Stub 区域。RTD 访问外部网络的路径是“RTD->RTB->RTA->外部网络”，显然相对于 RTD 直接访问外部网络而言，这是一条次优路径。
- 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对 Stub 区域设备资源的消耗。
- 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



- OSPF NSSA 区域 ( Not-So-Stubby Area ) 是在原始 OSPF 协议标准中新增的一类特殊区域类型。
- NSSA 区域和 Stub 区域有许多相似的地方。两者的差别在于，NSSA 区域能够将自治域外部路由引入并传播到整个 OSPF 自治域中，同时又不会学习来自 OSPF 网络其它区域的外部路由。
- NSSA LSA ( 七类 LSA ) ：
- 七类 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。
- 七类 LSA 由 NSSA 区域的 ASBR 产生，其扩散范围仅限于 ASBR 所在的 NSSA 区域。
- 缺省路由也可以通过七类 LSA 来产生，用于指导流量流向其它自治域。
- 七类 LSA 转换为五类 LSA ：
- NSSA 区域的 ABR 收到七类 LSA 时，会有选择地将其转换为五类 LSA，以便将外部路由信息通告到 OSPF 网络的其它区域。
- NSSA 区域有多个 ABR 时，进行 7 类 LSA 与 5 类 LSA

转换的是 Router ID 最大的 ABR。

- Totally NSSA 和 NSSA 区别：
- Totally NSSA 不允许三类 LSA 在本区域内泛洪。
- Totally NSSA 与 NSSA 区域的配置区别在于 ABR 上需要追加 no-summary 参数。



## NSSA区域与Totally NSSA区域的LSDB

### NSSA区域

```
<RTB> display ospf lsdb
```

OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2  
Link State Database

Type	LinkState ID	AdvRouter
Router	4.4.4.4	4.4.4.4
Router	2.2.2.2	2.2.2.2
Network	10.1.24.4	4.4.4.4
Sum-Net	10.1.35.0	2.2.2.2
Sum-Net	10.1.13.0	2.2.2.2
Sum-Net	10.1.12.0	2.2.2.2
Sum-Net	192.168.2.0	2.2.2.2
NSSA	0.0.0.0	2.2.2.2
NSSA	10.1.47.0	4.4.4.4
NSSA	192.168.7.0	4.4.4.4
NSSA	10.1.24.0	4.4.4.4

### Totally NSSA区域

```
<RTB> display ospf lsdb
```

OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2  
Link State Database

Type	LinkState ID	AdvRouter
Router	4.4.4.4	4.4.4.4
Router	2.2.2.2	2.2.2.2
Network	10.1.24.4	4.4.4.4
Sum-Net	0.0.0.0	2.2.2.2
NSSA	0.0.0.0	2.2.2.2
NSSA	10.1.47.0	4.4.4.4
NSSA	192.168.7.0	4.4.4.4
NSSA	10.1.24.0	4.4.4.4

- 配置了 NSSA 区域的 ABR 产生一条七类 LSA 缺省路由。
- 配置了 Totally NSSA 区域的 ABR 会自动产生一条三类 LSA 缺省路由。





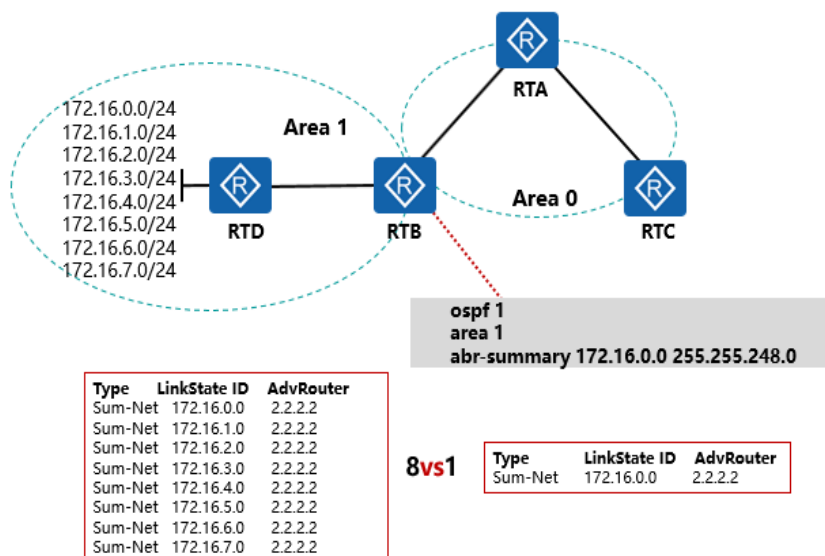
## LSA总结

LSA类型	通告路由器	LSA内容	传播范围
Router LSA (Type-1)	OSPF Router	拓扑信息+路由信息	本区域内
Network LSA (Type-2)	DR	拓扑信息+路由信息	本区域内
Network-summary-LSA (Type-3)	ABR	域间路由信息	非 (Totally) STUB区域
ASBR-summary-LSA (Type-4)	ABR	ASBR's Router ID	非 (Totally) STUB区域
AS-external-LSA (Type-5)	ASBR	路由进程域外部路由	(非STUB区域) OSPF进程域
NSSA LSA (Type-7)	ASBR	NSSA域外部路由信息	(Totally) NSSA区域

- 思考：特殊区域的局限性在哪里，减少LSA还有没有其他方法？
- LSA 作用：
- Router LSA (一类)：每个路由器都会产生，描述了路由器的链路状态和开销，在所属的区域内传播。
- Network LSA (二类)：由 DR 产生，描述本网段的链路状态，在所属的区域内传播。
- Network-summary-LSA (三类)：由 ABR 产生，描述区域内某个网段的路由，并通告给其他相关区域。
- ASBR-summary-LSA (四类)：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。
- AS-external-LSA (五类)：由 ASBR 产生，描述到 AS 外部的路由，通告到所有的区域 (除了 Stub 区域和 NSSA 区域)。
- NSSA LSA (七类)：由 ASBR 产生，描述到 AS 外部的路由，仅在 NSSA 区域内传播。
- 特殊区域不仅有效减少了区域内 LSA 的数量以及路由计算的压力，而且一定程度上也缩小了网络故障的影响范围。但特殊区域的局限性在于其作用范围只在本区域内，对于其他区域，如何才能减少 LSA、降低路由计算的压力呢？



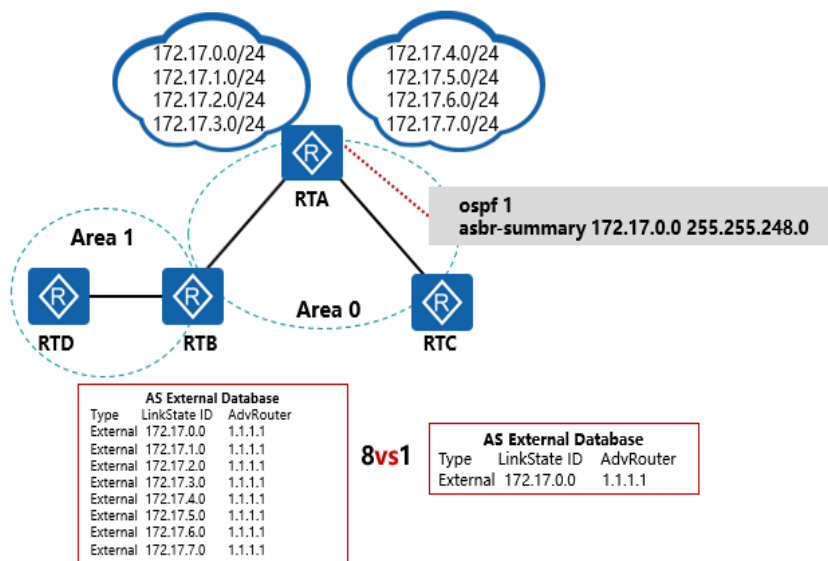
## 区域间路由汇总



- 在大规模部署 OSPF 网络时，可能会出现由于 OSPF 路由表规模过大而降低路由查找速度的现象，为了解决这个问题，可以配置路由汇总，减小路由表的规模。
- 路由汇总是指将多条连续的 IP 前缀汇总成一条路由前缀。如果被汇总的 IP 地址范围内的某条链路频繁 Up 和 Down，该变化并不会通告给被汇总的 IP 地址范围外的设备。因此，可以避免网络中的路由振荡，在一定程度上提高了网络的稳定性。
- 路由汇总只能汇总路由信息，所以 ABR 是可以执行路由汇总的位置之一：
- ABR 向其它区域发送路由信息时，以网段为单位生成三类 LSA。如果该区域中存在一些连续的网段，则可以通过命令将这些连续的网段汇总成一个网段。这样 ABR 只发送一条汇总后的三类 LSA，所有属于命令指定的汇总网段范围的 LSA 将不会再被单独发送出去。
- 如图所示，Area 1 中存在 8 个连续网段，汇总前 RTB 将产生 8 条三类 LSA。在 RTB 上配置汇总后，RTB 仅产生 1 条三类 LSA 并泛洪到 Area 0。
- 引入外部路由的 ASBR 也是执行路由汇总的位置之一。



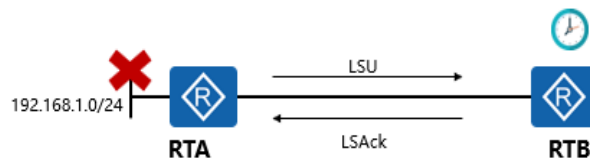
## 外部路由汇总



- ASBR 汇总：
- 配置 ASBR 汇总后，ASBR 将对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。
- 如果设备既是 NSAA 区域的 ASBR 又是 ABR，则可在将七类 LSA 转换成五类 LSA 时对相应前缀进行汇总。
- 如图所示，Area 0 中 RTA 将 8 个连续的外部路由引入到 OSPF 域内，产生 8 条五类 LSA 并在 OSPF 进程域内泛洪。
- 在 ASBR ( RTA ) 配置外部路由汇总后，RTA 将仅产生 1 条五类 LSA 并泛洪至 OSPF 路由进程域内。
- 路由汇总降低了网络故障的影响范围。
- 网络发生故障后，路由协议的收敛速度也是衡量路由协议的重要参考依据之一。

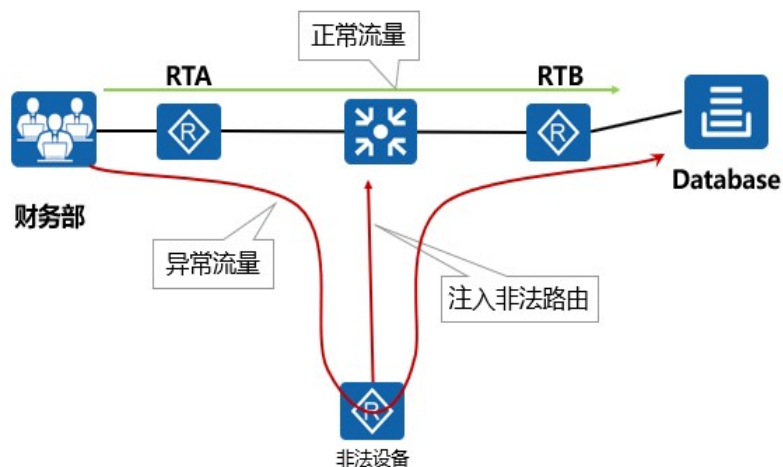
## 定时更新与触发更新

- 定时更新：
  - LSA每1800s更新一次，3600s失效。
- 触发更新：
  - 当链路状态发生变化之后，立即发送链路状态更新。



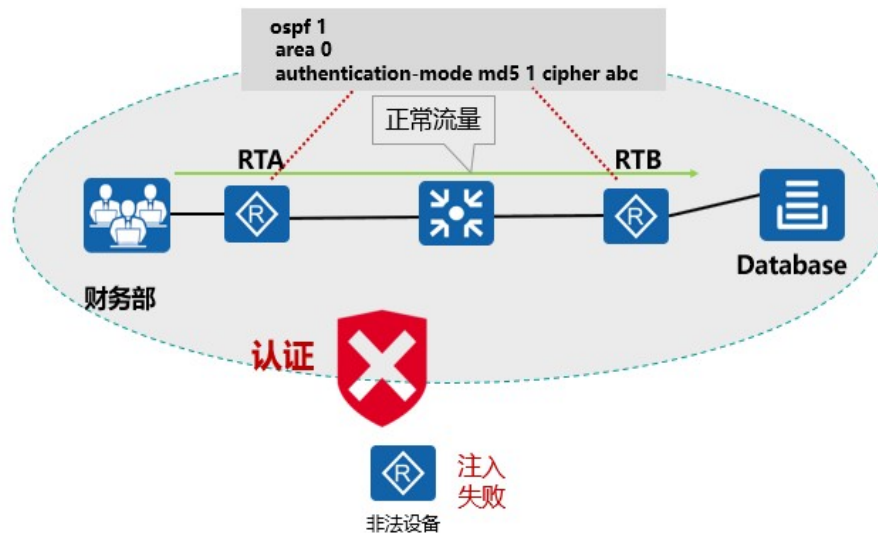
- 为了保证路由计算的准确性，需要保证 LSA 的可靠性。
- OSPF 为每个 LSA 条目维持一个老化计时器（3600s），当计时器超时，此 LSA 将从 LSDB 中删除。
- 为了防止 LSA 条目达到最大生存时间而被删除，OSPF 通过定期更新（每 1800s 刷新一次）机制来刷新 LSA。
- OSPF 路由器每 1800s 会重新生成 LSA，并通告给其他路由器。
- 为了加快收敛速度，OSPF 设置了触发更新机制。
- 当链路状态发生变化后，路由器立即发送更新消息，其他路由器收到更新消息后立即进行路由计算，快速完成收敛。

## 安全隐患



- 如图所示，内部网络通过 OSPF 协议传递路由。正常情况下，财务部访问公司数据库的流量走向是“财务部->RTA->RTB->Database”。
- 非法设备接入公司内网，通过向网络中注入非法路由，引导流量进行非正常的转发。即“财务部->RTA->非法设备->RTB->Database”。非法设备收到财务部的流量之后，进行恶意分析，获取财务部关键信息，造成公司机密泄露。
- OSPF 如何保证路由的安全性呢？

## 认证解决安全隐患

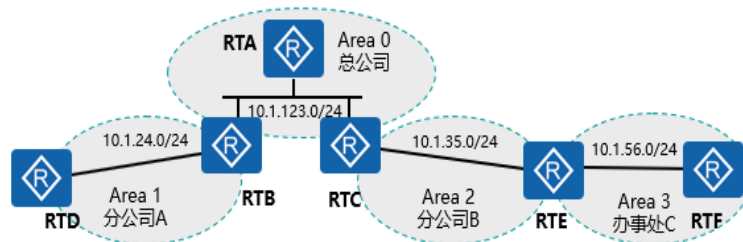


- OSPF 支持认证功能，只有通过认证的 OSPF 路由器才能正常建立邻居关系，交互信息。
- 两种认证方式：
  - 区域认证方式。
  - 接口认证方式。
- 支持的认证模式分为 null ( 不认证 )、simple ( 明文 )、MD5 以及 HMAC-MD5。
- 当两种认证方式都存在时，优先使用接口认证方式。



## OSPF综合应用场景

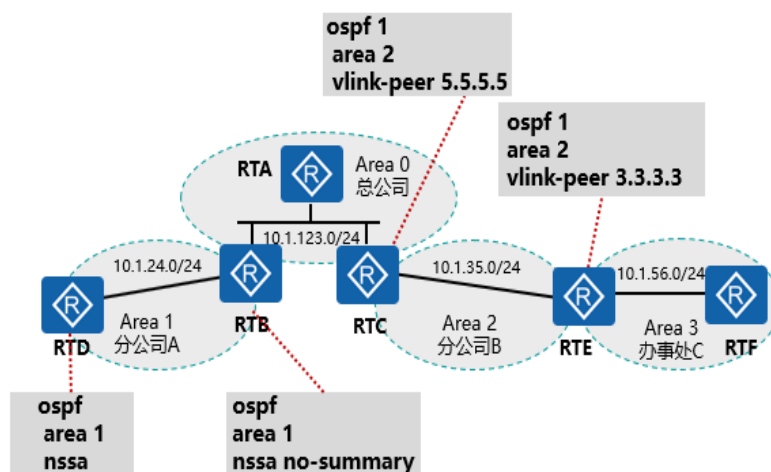
- 公司网络拓扑如下图所示：OSPF基础配置已经完成，作为网络管理员，有如下几个问题需要解决：
  - 总公司与分公司A、B之间通信正常，但无法与办事处C通信。
  - 分公司A的设备性能较低，希望降低路由计算、存储压力，同时考虑网络扩展，需要保留引入外部路由的功能。
  - 办事处C外来人员较多，采用较安全的方式保证路由交互的安全性。
  - RTA引入外部路由时除了考虑外部开销之外，还需要考虑OSPF域内的开销。



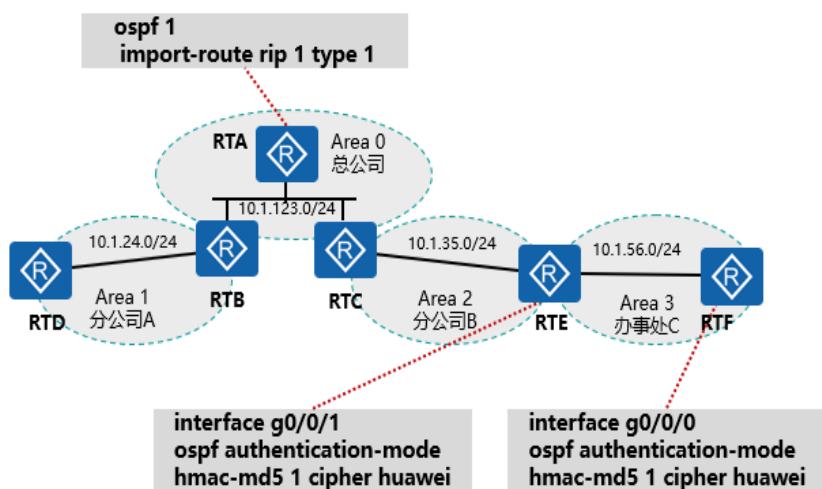
- 需求 1 分析：办事处 C 处于 Area 3，RTE 左侧与 Area 2 相连。根据 OSPF 骨干区域与非骨干区域的连接规则，不能正常通行的原因在于 Area 3 没有与 Area 0 直接相连。解决的方式是在 RTE 和 RTC 之间建立虚连接。
- 需求 2 分析：区域内部设备性能低，降低路由计算压力可以通过 Stub、Totally Stub、NSSA、Totally NSSA，最大程度减少需要选择 Totally Stub 或 Totally NSSA，同时为了保留外部路由引入的功能，只能选择 Totally NSSA。
- 需求 3 分析：保证路由安全性需要通过认证的方式，最安全的认证模式是采用 HMAC-MD5。认证形式采取接口认证。
- 需求 4 分析：在计算外部路由时如要考虑 OSPF 域内开销，可通过引入类型为 1 类的外部路由实现。



## OSPF配置实现 (1)



## OSPF配置实现 (2)







## 思考题

1. OSPF定义了哪几种特殊区域?
2. Stub区域与Totally Stub区域的主要差别是什么?
3. 区域间路由汇总功能在什么路由器上配置?

- 答案：OSPF 定义了四种特殊区域，分别是 Stub Area，Totally Stub Area，Not-So-Stubby Area ( NSSA )，Totally NSSA。
- 答案：Stub 区域不允许 Type-4 和 Type-5 LSA 进入，但允许 Type-3 LSA 进入。Totally Stub 区域不仅不允许 Type-4 和 Type-5 LSA 进入，同时也不允许 Type-3 LSA 进入，只允许表示缺省路由的 Type-3 LSA 进入。
- 答案：在区域边界路由器 ( ABR ) 上配置。
-