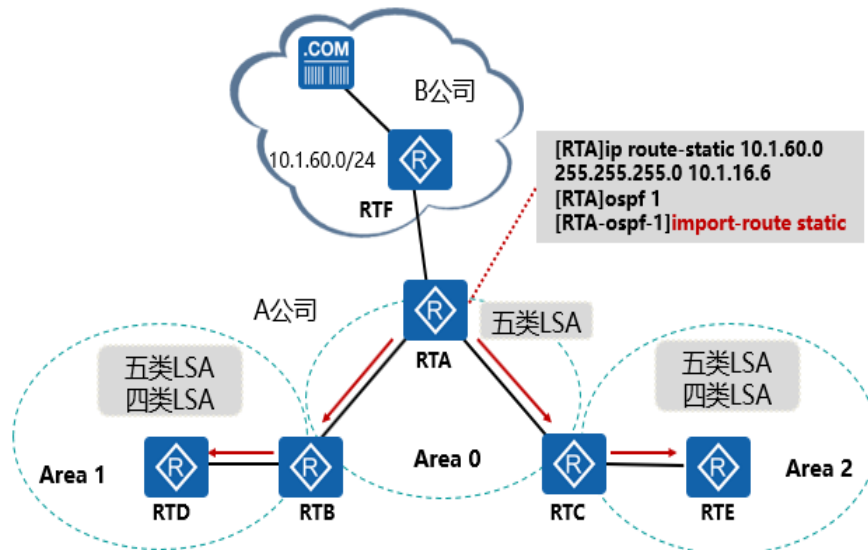


## OSPF 外部路由

### 前言

- 除了内部通信外，企业还需要与外部网络进行通信，不同企业网络之间存在互访需求。
- 假设A公司网络部署OSPF协议实现内部通信，因业务发展，需要访问B公司的一台WEB服务器。那么作为A公司的网络工程师，如何操作才能使本公司获取B公司的路由信息呢？

### 外部路由引入



- 本例中，RTA 上配置了一条静态路由，目的网络是 10.1.60.0/24，下一跳是 RTF。
- 在 RTA 的 OSPF 进程下，将配置的静态路由重发布到 A

公司的 OSPF 网络中，其中引入外部路由的 OSPF 路由器叫做 ASBR（设备间互访需要路由双向可达，这里仅介绍 OSPF 网络内获取外部路由的过程）。

- RTA 会生成一条 AS-External-LSA（五类 LSA），用于描述如何从 ASBR 到达外部目的地；RTB 和 RTC 会生成一条 ASBR-Summary-LSA（四类 LSA），用于描述如何从 ABR 到达 ASBR。

- 四类 LSA 和五类 LSA，将被 OSPF 路由器用来计算外部路由。



## AS-External-LSA

```
<RTA>display ospf lsdb ase self-originate

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
Link State Database
Type           : External           //LSA类型
Ls id          : 10.1.60.0          //目的网段地址
Adv rtr        : 1.1.1.1            //产生此五类LSA ASBR的Router ID
Ls age         : 1340
Len            : 36
Options        : E
seq#           : 80000004
chksum         : 0xb5cc
Net mask       : 255.255.255.0      //网络掩码
TOS 0          Metric: 1             //开销值
E type         : 2
Forwarding Address : 0.0.0.0
Tag            : 1
Priority        : Low
```

- 这是由 RTA 生成的五类 LSA，将被泛洪到所有 OSPF 区域。

- 五类 LSA 中包含的主要信息如下：

- Ls id：目的网段地址。

- Adv rtr：ASBR 的 Router ID。

- Net mask：目的网段的网络掩码。

- Metric：ASBR 到达目的网络的开销值，默认值为 1。

- Tag：外部路由信息可以携带一个 Tag 标签，用于传递该路由的附加信息，通常用于路由策略，默认值为 1。

## ASBR-Summary-LSA

```
<RTB>display ospf lsdb asbr self-originate

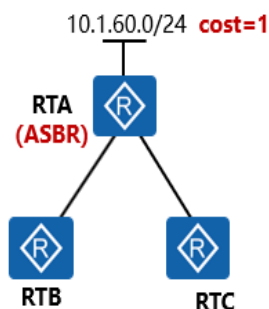
                        Area: 0.0.0.1
                        Link State Database

Type       : Sum-Asbr      //LSA类型
Ls id      : 1.1.1.1      //ASBR的Router ID
Adv rtr    : 2.2.2.2      //产生此四类LSA ABR的Router ID
Ls age     : 15
Len        : 28
Options    : E
seq#       : 80000005
chksum     : 0xf456
Tos 0      : metric: 1    //从RTB到达此ASBR的开销
```

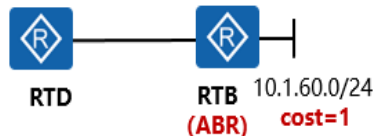
- 这是由 RTB 在 Area 1 内生成的 ASBR-Summary-LSA（四类 LSA）。
- RTB 向 Area 1 泛洪一条五类 LSA 时，同时生成一条四类 LSA 向 Area 1 泛洪。
- 该四类 LSA 主要包含下列信息：
- Ls id：该 ASBR 的 Router ID。
- Adv rtr：该产生此四类 LSA 的 ABR 的 Router ID。
- Metric：从该 ABR 到达此 ASBR 的 OSPF 开销值。
- 四类 LSA 只能在一个区域内泛洪，五类 LSA 每泛洪到一个区域，相应区域的 ABR 都会生成一条新的四类 LSA 来描述如何到达 ASBR。
- 因此描述到达同一个 ASBR 的四类 LSA 可以有多条，其 Adv rtr 是不同的，表示是由不同的 ABR 生成的。

## 外部路由计算

Area 0中RTB的计算结果  
(ASBR所在区域)



Area 1中RTD的计算结果  
(非ASBR所在区域)



- 以 Area 0 中 RTB 的外部路由计算为例：RTB 收到五类 LSA 后，根据 Adv rtr 字段 1.1.1.1 发现，ASBR 与自己同属于一个区域 (Area 0)，再根据 Ls id、Net mask、Metric 字段最终生成目的网络 10.1.60.0/24 cost=1，下一跳为 RTA 的路由。
- 以 Area 1 中 RTD 的外部路由计算为例：RTD 收到五类 LSA 后，根据 Adv rtr 字段 1.1.1.1 发现，ASBR 与自己不同属于一个区域，再查找 Ls id 为 1.1.1.1 的四类 LSA，发现此四类 LSA 的 Adv rtr 为 2.2.2.2。再根据五类 LSA 中的 LS id、Net mask、Metric 字段最终生成目的网络 10.1.60.0/24 cost=1，下一跳为 RTB 的路由。
- RTB、RTD 最终计算出的路由条目 cost 都为 1，根据物理拓扑可知，RTD 开销值明显大于 RTB，那么问题出在哪里呢？



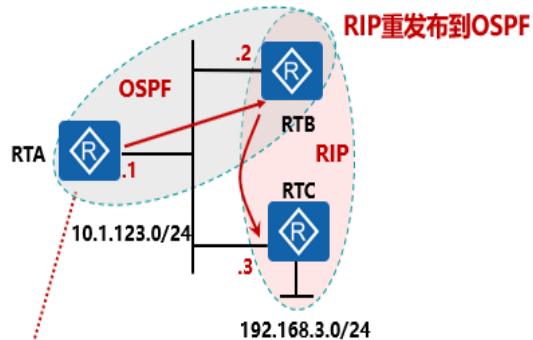
## 外部路由类型

| Type                         | Cost            |
|------------------------------|-----------------|
| 第一类外部路由<br>(External Type-1) | AS内部开销值+AS外部开销值 |
| 第二类外部路由<br>(External Type-2) | AS外部开销值         |

- OSPF 引入外部路由，共有两种类型可选：
- 第一类外部路由的 AS 外部开销值被认为和 AS 内部开销值是同一数量级的，因此第一类外部路由的开销值为 AS 内部开销值（路由器到 ASBR 的开销）与 AS 外部开销值之和；这类路由的可信程度高一些，所以计算出的外部路由的开销与自治系统内部的路由开销是相当的，并且和 OSPF 自身路由的开销具有可比性。
- 第二类外部路由的 AS 外部开销值被认为远大于 AS 内部开销值，因此第二类外部路由的开销值只包含 AS 外部开销，忽略 AS 内部开销（默认为第二类），这类路由的可信度比较低。
- 默认情况下，OSPF 外部路由采用的是第二类外部路由。



## 次优外部路由的产生原因



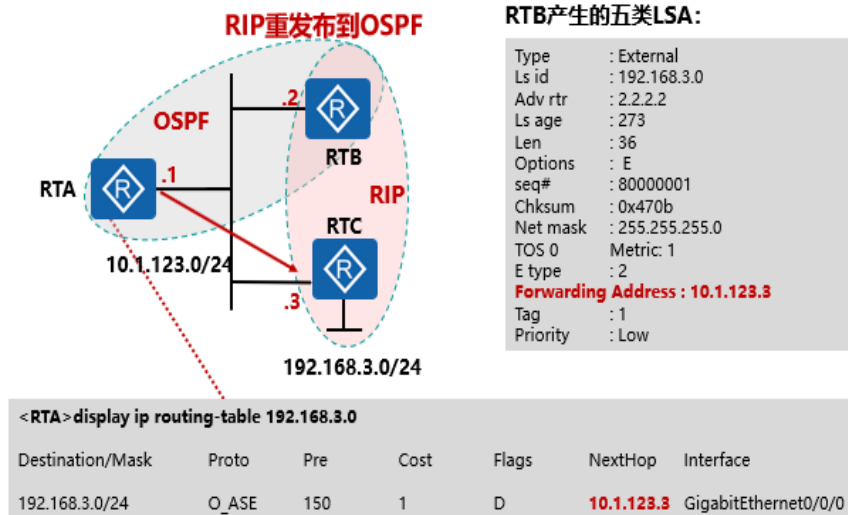
<RTA> display ip routing-table 192.168.3.0

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | Flags | NextHop    | Interface            |
|------------------|-------|-----|------|-------|------------|----------------------|
| 192.168.3.0/24   | O_ASE | 150 | 1    | D     | 10.1.123.2 | GigabitEthernet0/0/0 |

- 如图所示，RTA、RTB、RTC 同处于一个 MA 网络，RTA 和 RTB 之间运行 OSPF，RTB 和 RTC 之间运行 RIP。
- RTB 将通过 RIP 学来的路由重发布到 OSPF，RTA 通过 OSPF 学习到 RIP 中 192.168.3.0/24 的外部路由，但是下一跳是 RTB。所以 RTA 访问 192.168.3.0/24 的流量先发送给 RTB，RTB 收到后又转发给 RTC。在 RTA 上这条路由是次优的，最优的下一跳应当为 RTC。
- OSPF 通过设置 Forwarding Address 来解决这个问题。



## Forwarding Address



- 通常情况下，ASBR 引入外部路由产生的五类 LSA 中 Forwarding Address 字段设置为 0.0.0.0。
- 对于图中的场景，RTB 路由表中到达 192.168.3.0/24 的下一跳地址为 10.1.123.3。10.1.123.3 所属网段 10.1.123.0/24 运行 OSPF，所以 RTB 生成的五类 LSA 中，Forwarding Address 被设置为 10.1.123.3。
- 当 RTA 收到五类 LSA 时，发现 Forwarding Address 字段非 0，其值为 10.1.123.3，所以 RTA 按照 Forwarding Address 计算下一跳。



## 思考题

1. AS External LSA是在什么角色的路由器上产生的？它的基本作用是什么？
2. ASBR Summary LSA是在什么角色的路由器上产生的？它的基本作用是什么？
3. OSPF外部路由类型有哪两种？哪一种的优先级更高？

- 答案：AS External LSA 是在 ASBR 路由器上产生的。AS External LSA 的基本作用是用来向 OSPF 网络宣告外部路由。注意，一条 AS External LSA 只能宣告一条外部路由。
- 答案：ASBR Summary LSA 是在 ABR 路由器上产生的。ASBR Summary LSA 的基本作用是告诉其他路由器应该如何去往 ASBR 路由器。
- 答案：OSPF 外部路由类型有 External Type-1 和 External Type-2。External Type-1 的优先级高于 External Type-2。