

OSPF



前言

开放式最短路径优先OSPF (Open Shortest Path First) 协议是IETF定义的一种基于链路状态的内部网关路由协议。

RIP是一种基于距离矢量算法的路由协议，存在着收敛慢、易产生路由环路、可扩展性差等问题，目前已逐渐被OSPF取代。

OSPF概述：Open Shortest Path First，开放最短路径优先

- 大中型网络上使用最为广泛的IGP协议
- 链路状态路由协议
- 无类
- 使用组播（224.0.0.5和224.0.0.6）
- 收敛较快
- 以开销（Cost）作为度量值
- 采用的SPF算法可以有效的避免环路
- 触发式更新（以较低的频率（每30分钟）发送定期更新，被称为链路状态泛洪）
- 区域的设计使得OSPF能够支持更大规模的网络
- 不支持自动汇总，支持手动汇总

OSPF区域概述：

区域（Area）	为了适应大型的网络，OSPF在AS内划分多个区域 区域是以接口为单位来划分的 每个OSPF路由器只维护所在区域的完整链路状态信息
• 区域 ID（Area ID）	可以表示成一个十进制的数字，如：1 也可以表示成一个IP，如：1.1.1.1
区域优点	尽量减少路由表条目 使拓扑变化仅影响本区域内部

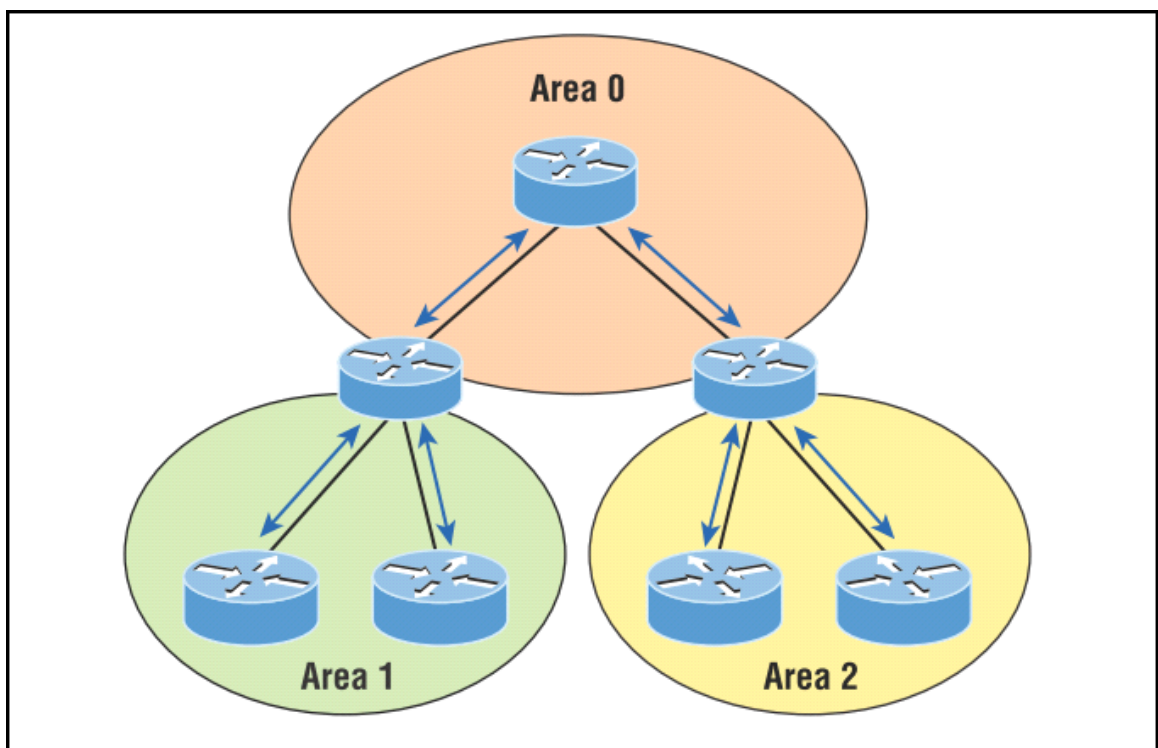
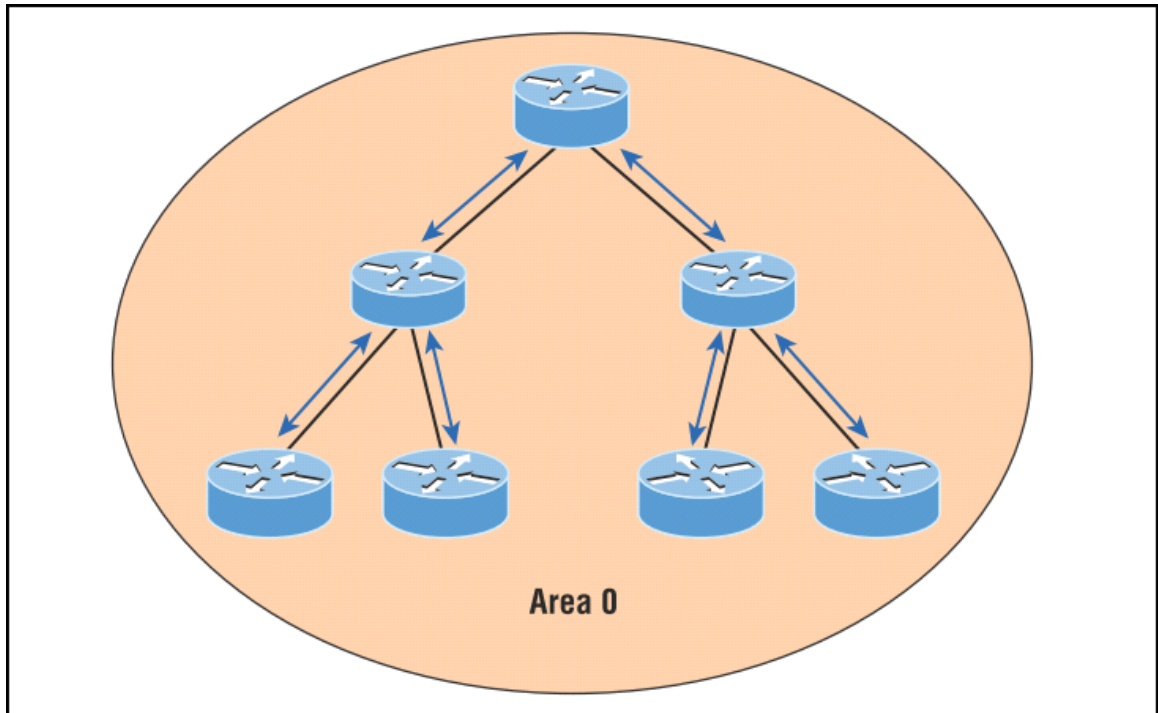
OSPF的区域类型：

骨干区域	Area 0，核心区域 所有其他非骨干区域必须和骨干区域直接相连 也叫传输区域（负责在不同的非骨干区域之间分发路由信息）
•	

非骨干区域

非Area 0

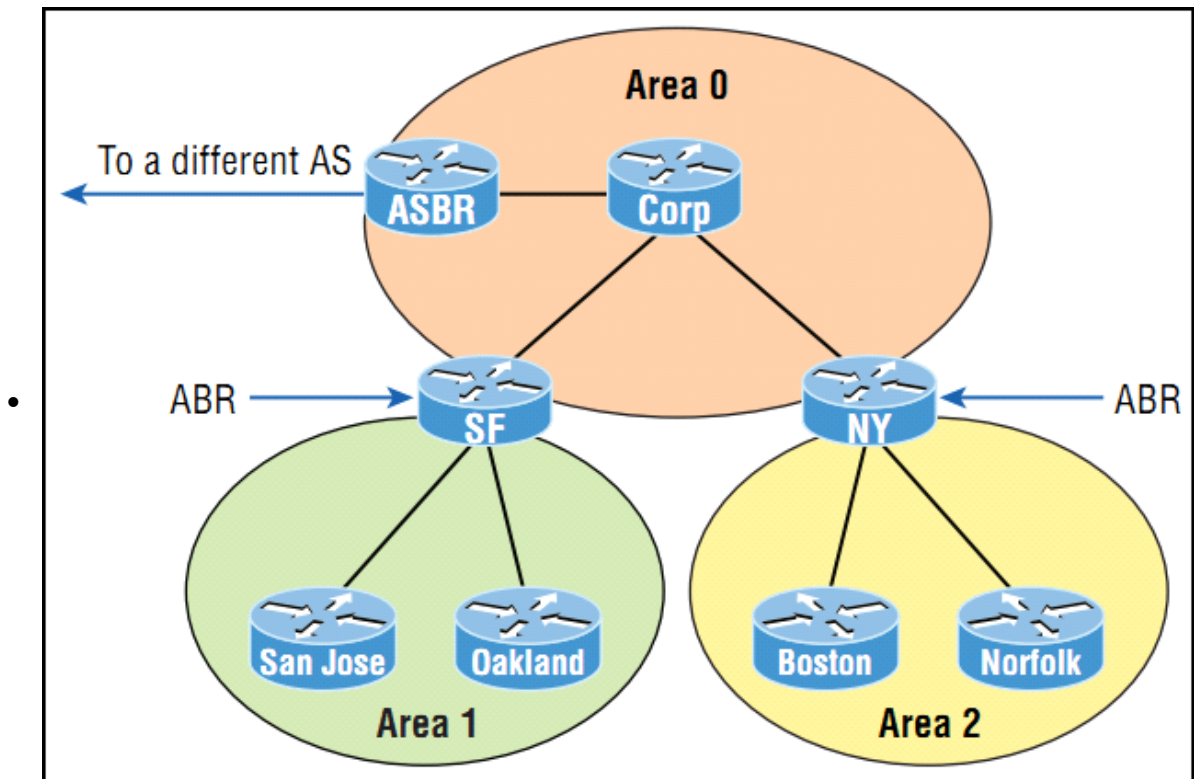
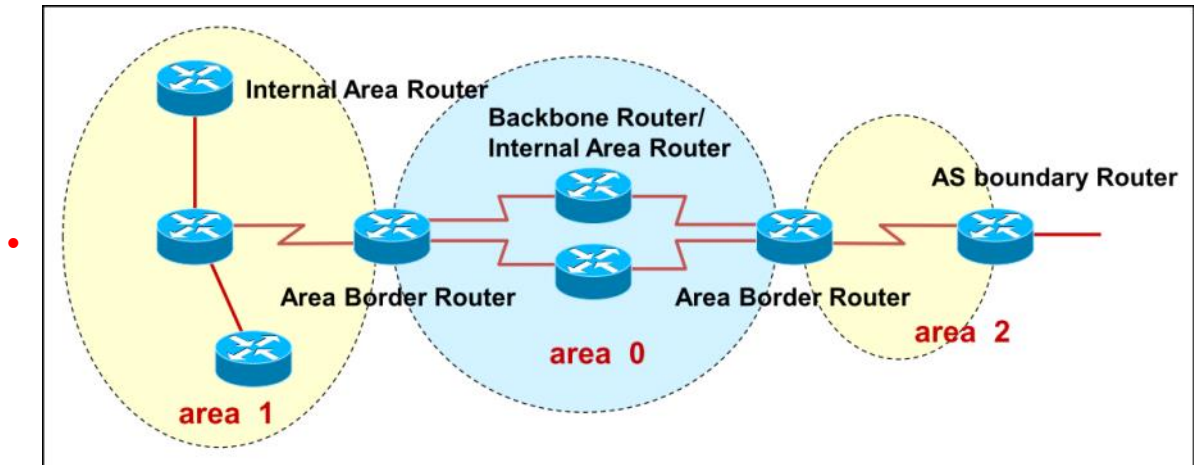
也称为常规区域

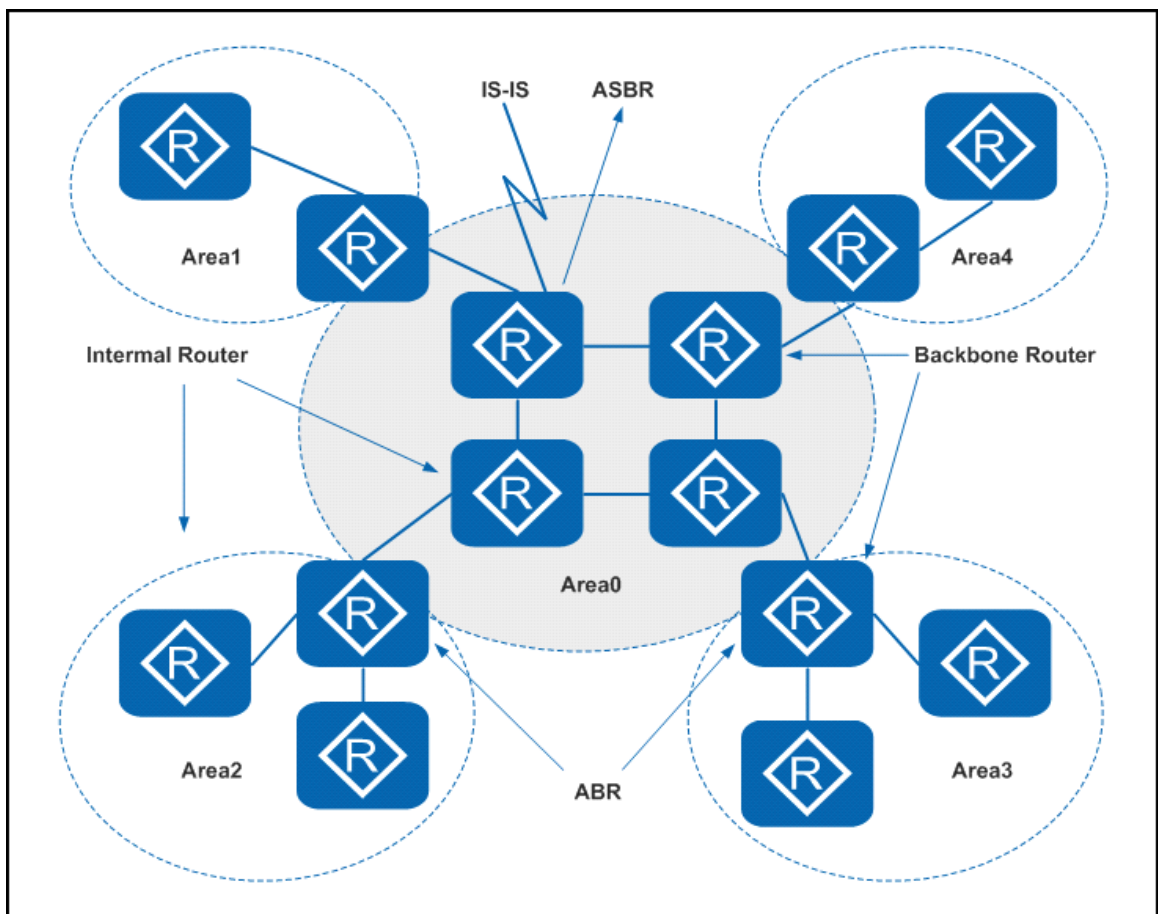
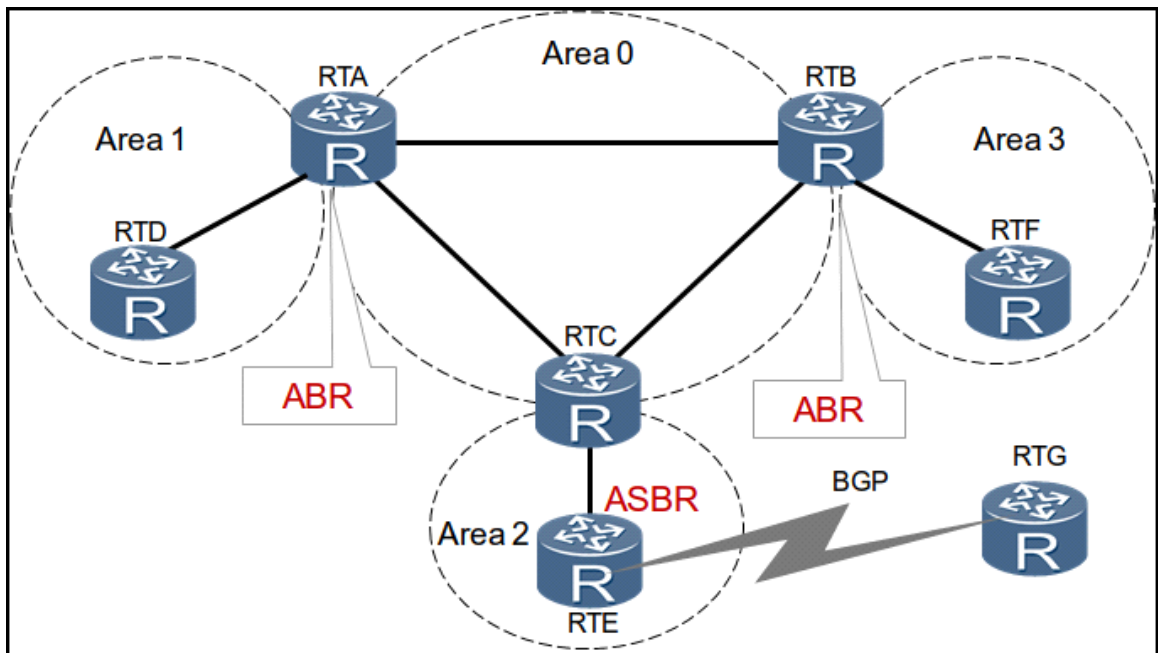


OSPF的路由器类型：

IR	Internal Router，内部路由器 所有的接口都属于同一区域
BR	Backbone Router，骨干路由器 至少有一个接口属于骨干区域

• ABR	Area Border Router，区域边界路由器 连接一个或者多个区域到骨干区域，至少有一个接口属于骨干区域
ASBR	Autonomous System Border Router，自治系统边界路由器 把从其他路由协议学习到的路由以注入的方式到OSPF进程中
PS	一台路由器可以同时属于多种类型

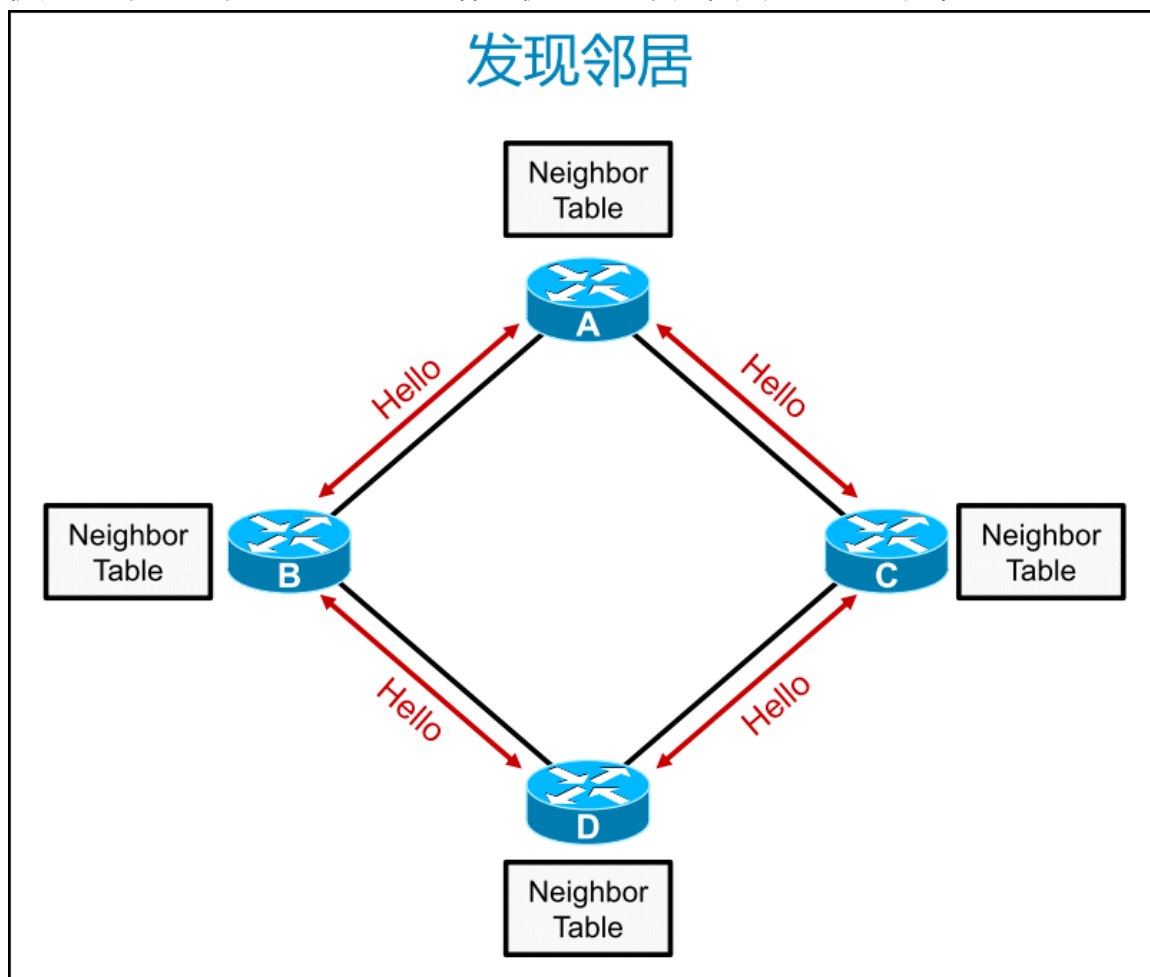




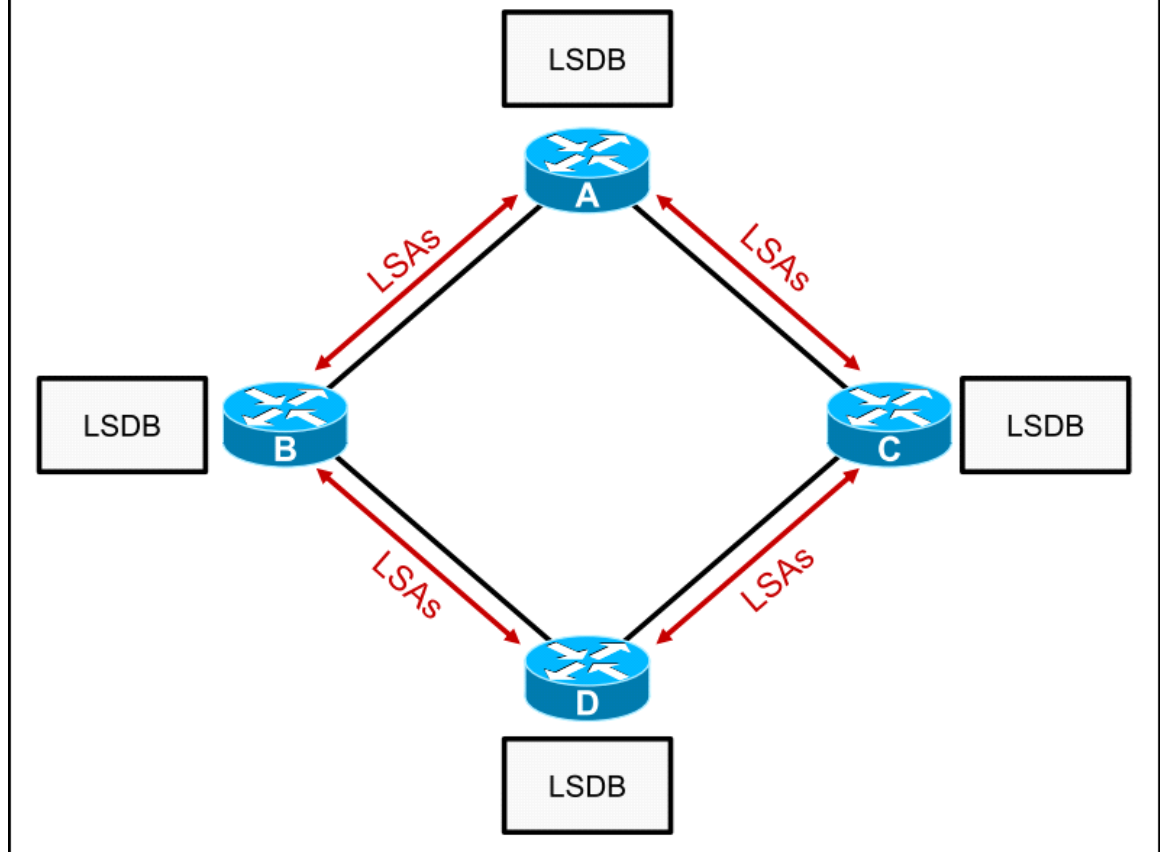
OSPF核心工作流程：

1. 发现并建立邻居
2. 传播 **LSA** (区别于距离矢量的路由表更新)
 - a. **Link State Advertisement** , 链路状态宣告
 - b. 链路：路由器接口
 - c. 状态：描述接口信息 (地址、掩码、开销、网络类型、邻居关系等)

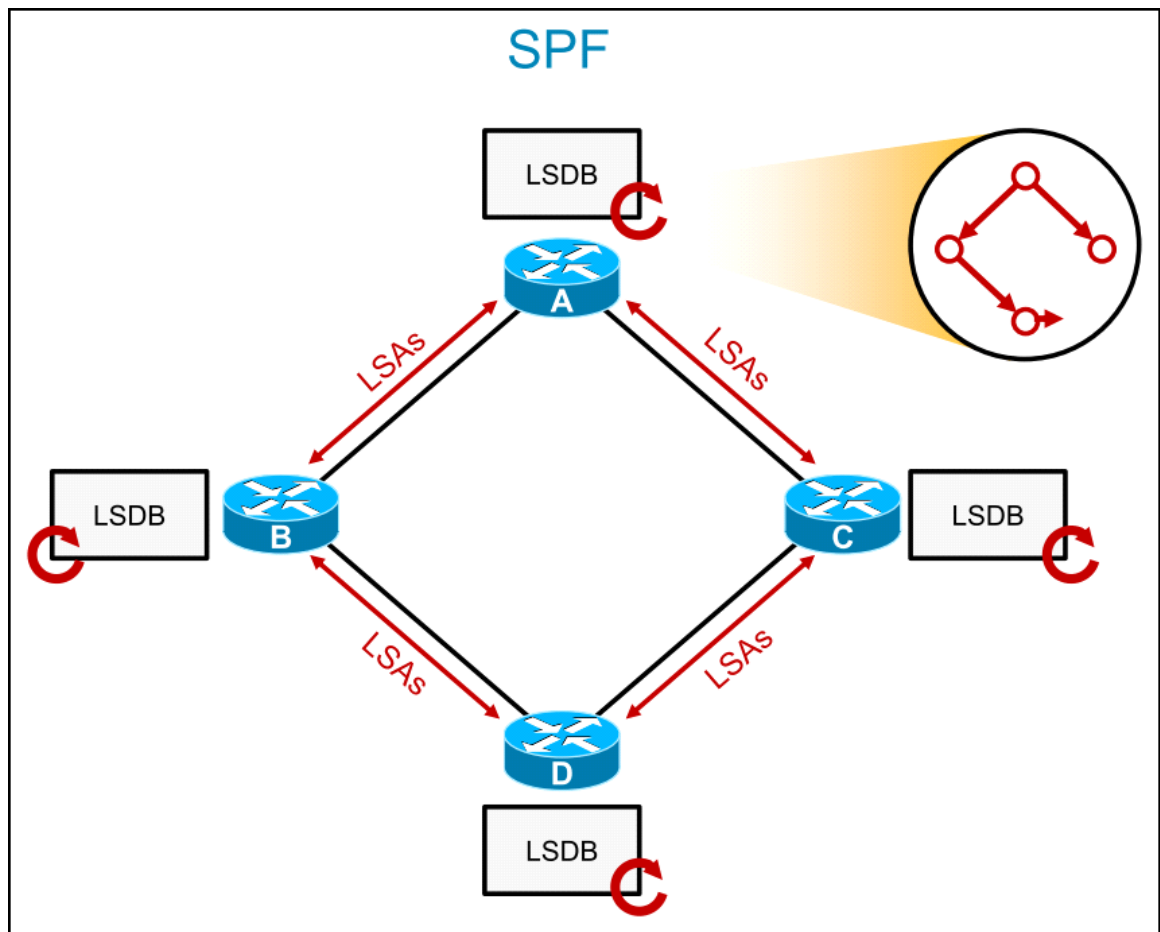
3. 将LSA泛洪到区域中的所有OSPF路由器，而不仅是直连的路由器
4. 收集LSA创建LSDB（链路状态数据库）
5. 使用SPF算法计算到每个目标网络的最短距离，并将其置于路由表中



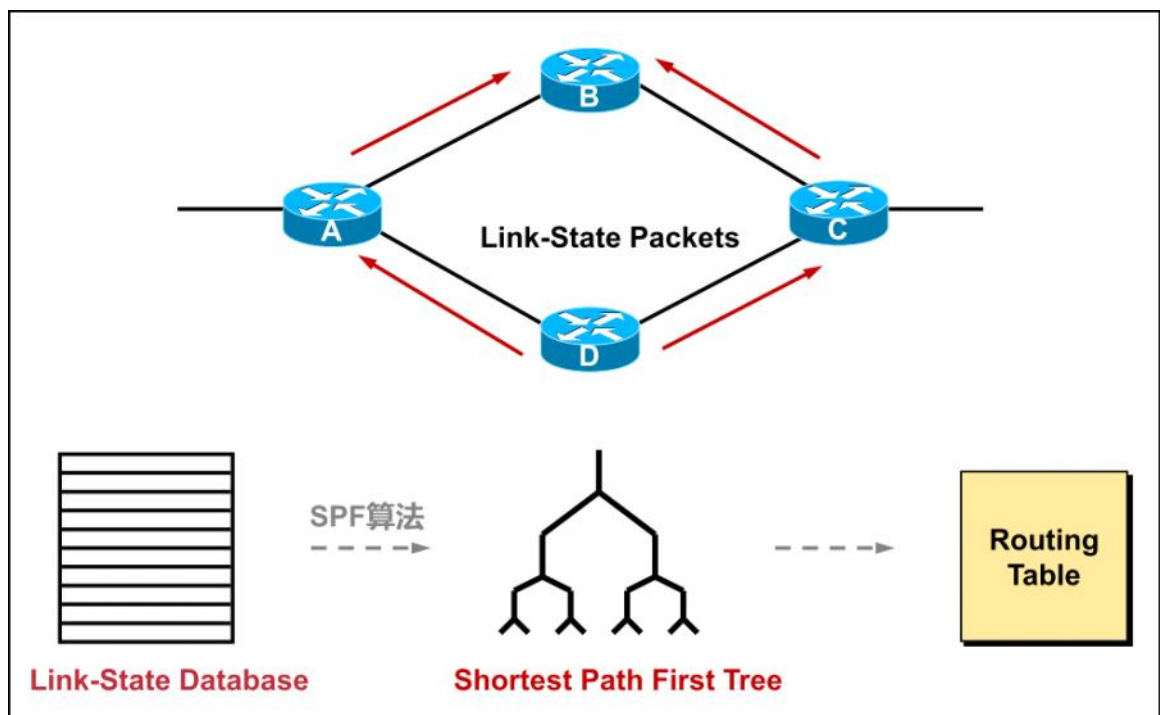
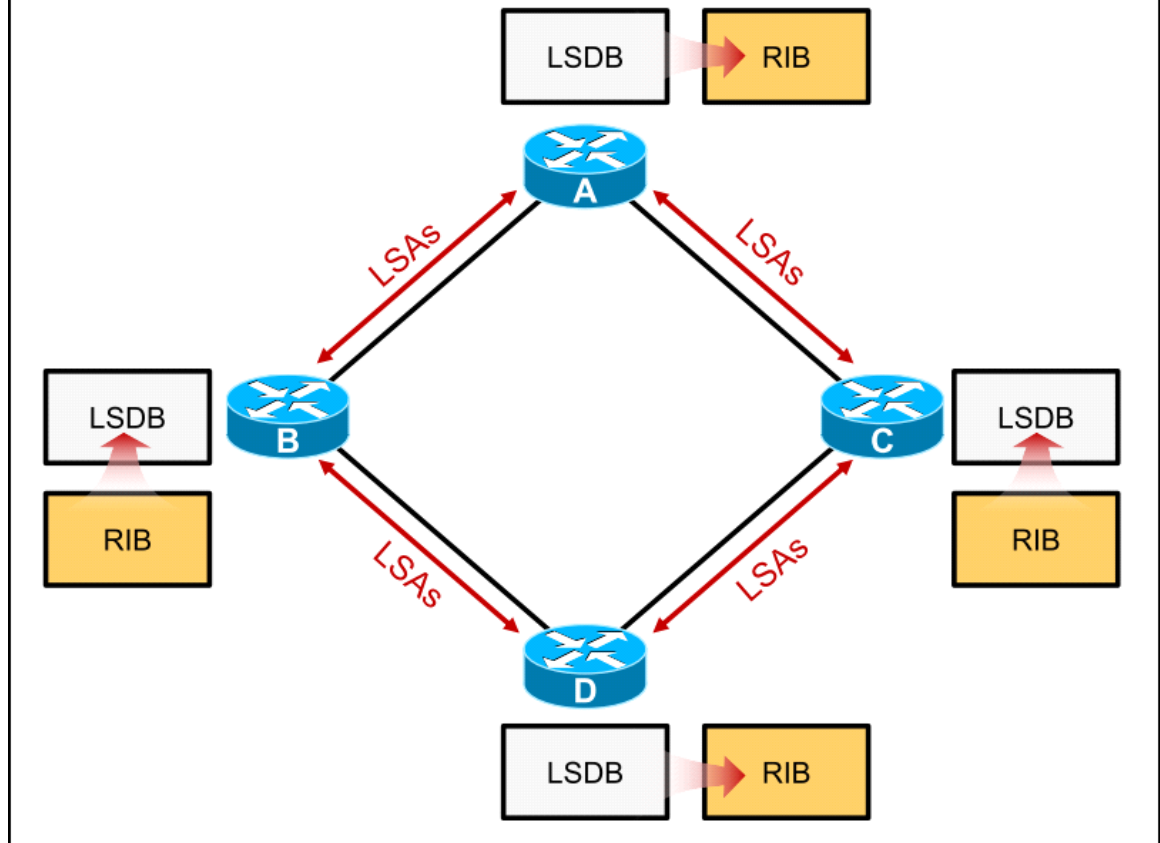
泛洪LSAs



SPF



生成路由



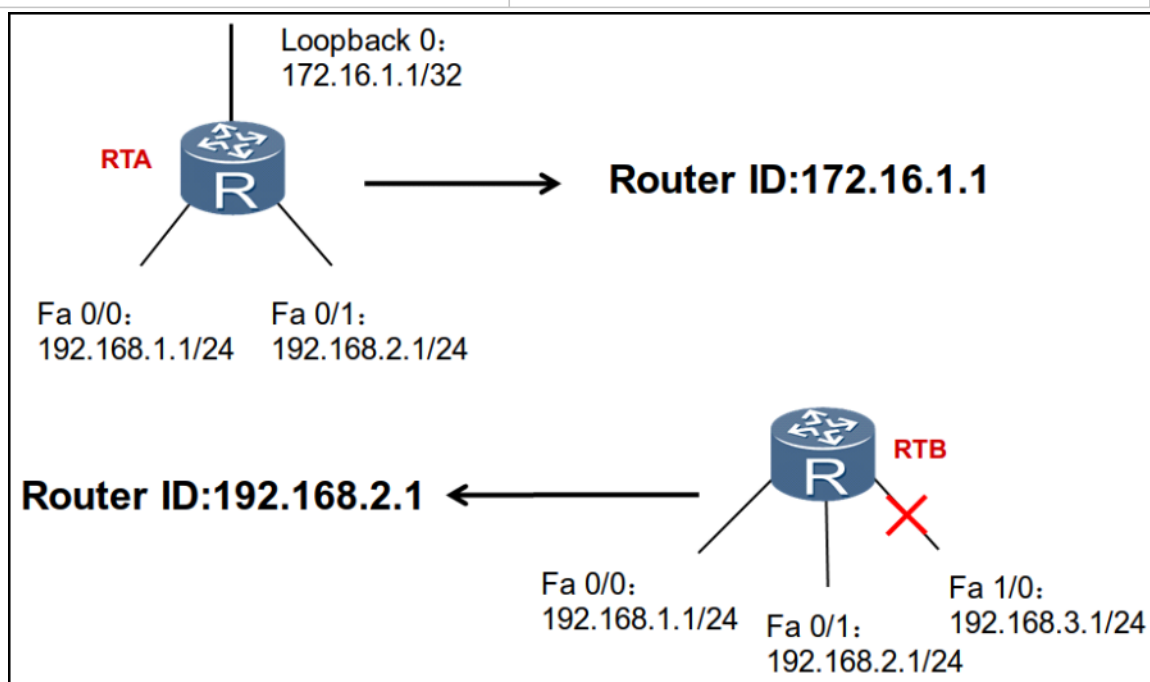
OSPF三张表：

邻居表	记录所有邻居关系
链路状态数据库	记录所有链路状态信息
路由表	记录最佳路由

Router ID :

- 运行OSPF协议前，必须选取一个RID
- 用来**唯一标识**一台OSPF路由器
- RID可以手动配置，也可以自动生成

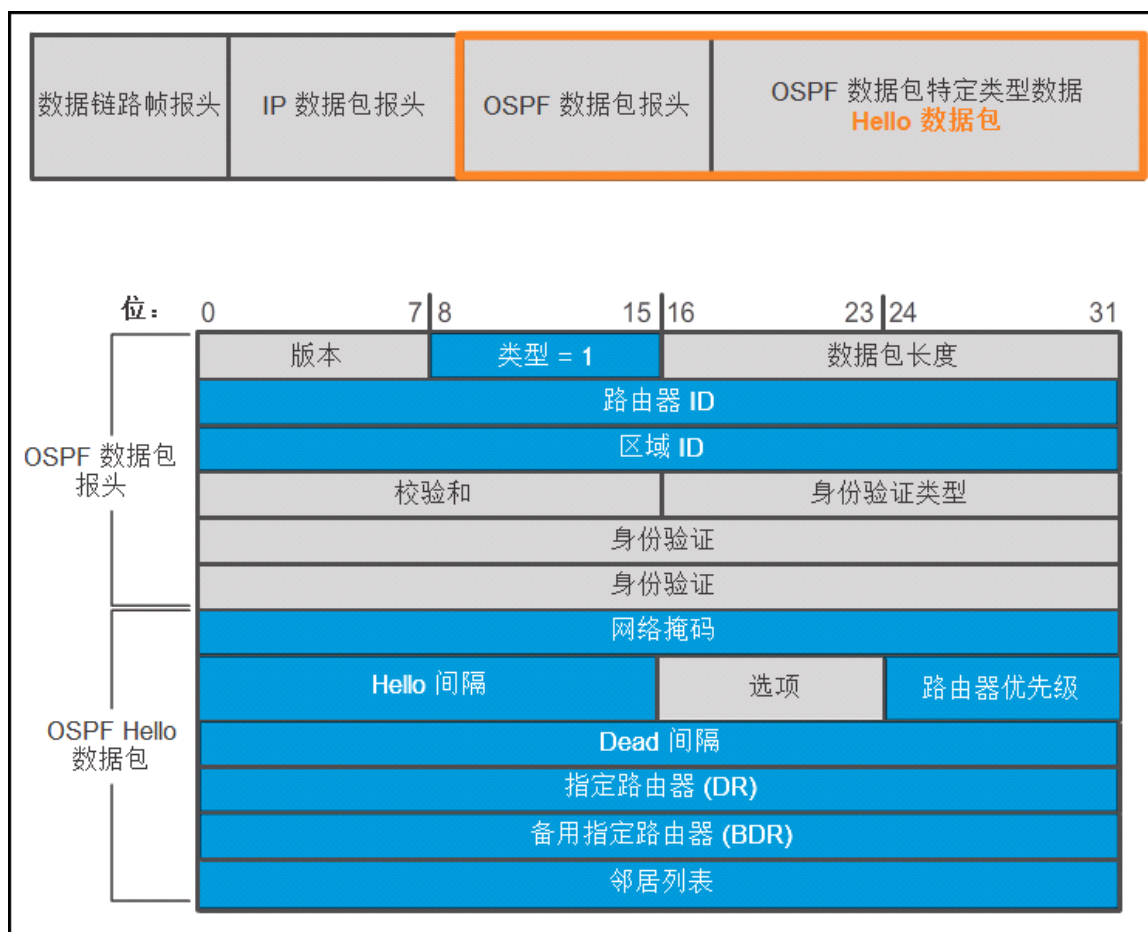
RID选取顺序规则	1. 手动配置（推荐） 2. 活动回环接口上选取IP地址最高的 3. 活动物理接口上选取IP地址最高的
PS	RID选举具有非抢占性，除非重启OSPF进程



OSPF数据包结构和类型：

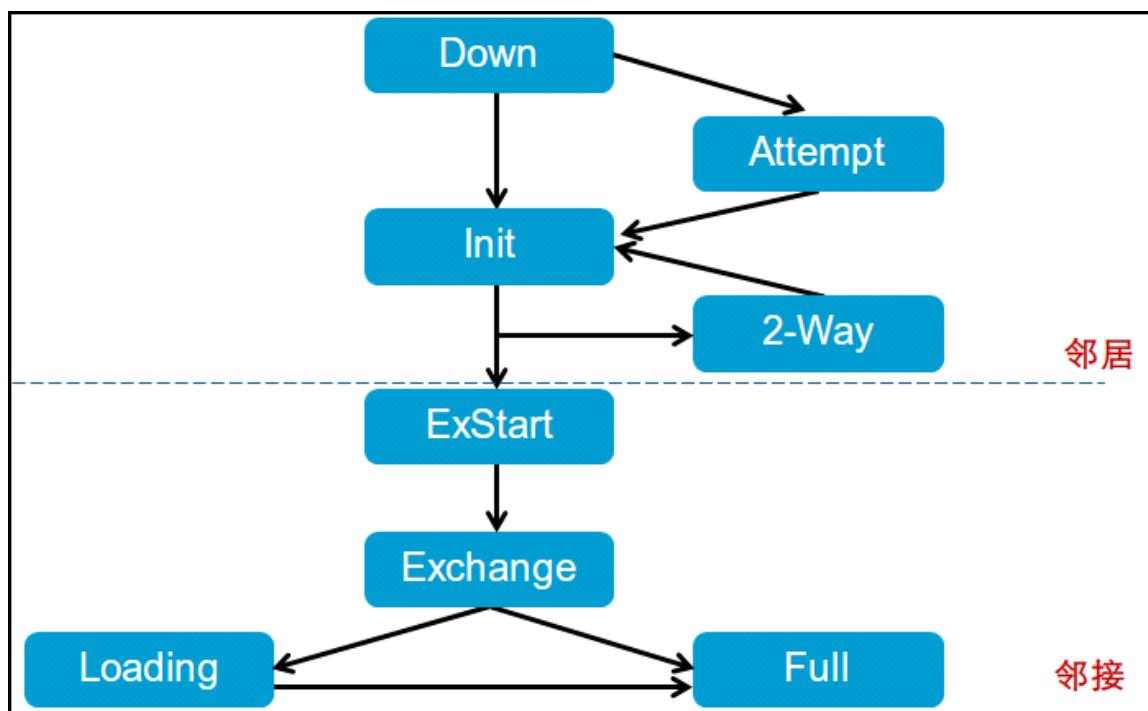
- OSPF直接运行于IP协议之上，使用**IP协议号89**

数据链路帧报头	IP 数据包报头	OSPF 数据包报头	OSPF 数据包特定类型数据 Hello 数据包
---------	----------	------------	------------------------------------



OSPF 数据包类型	作用
Hello	建立并维护邻居关系
Database Description (DD)	LSDB的摘要 (仅包含LSA头部)
Link State Request (LSR)	请求LSA
Link State Update (LSU)	发送LSA
Link State Acknowledge (LSAck)	对LSU的确认

OSPF状态机制：

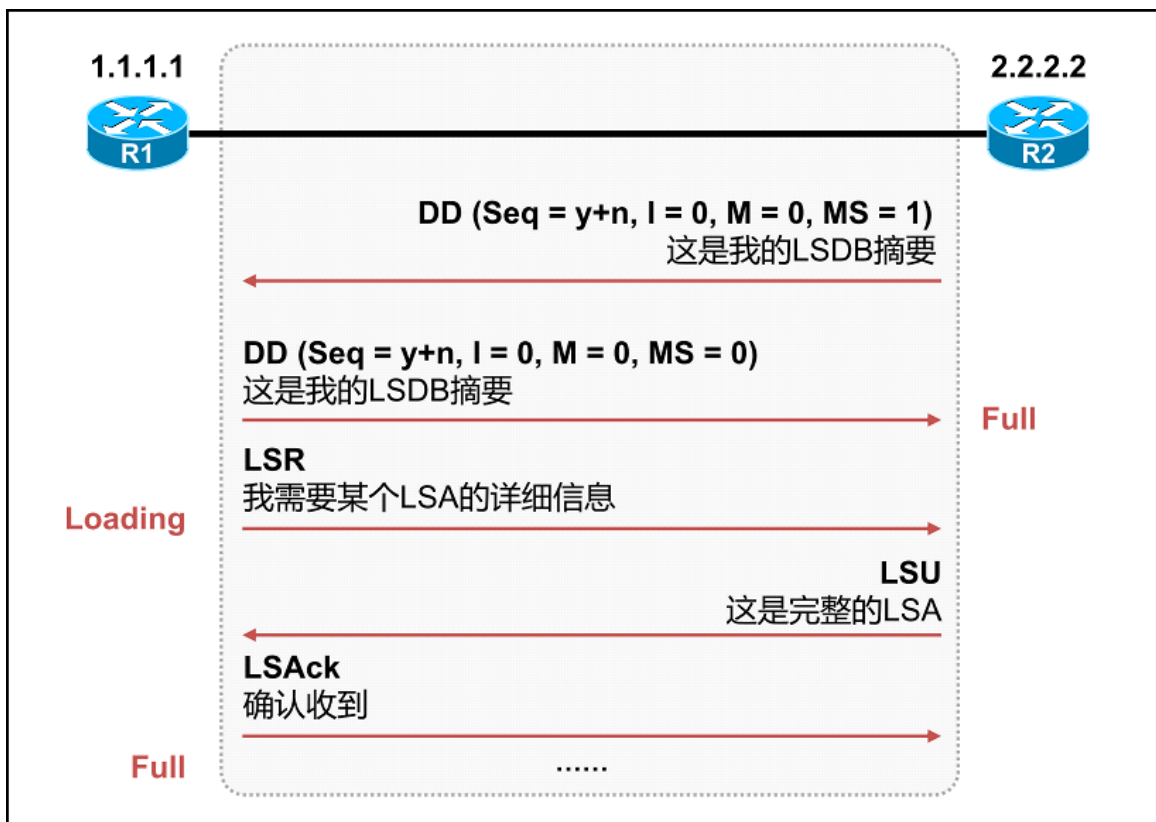
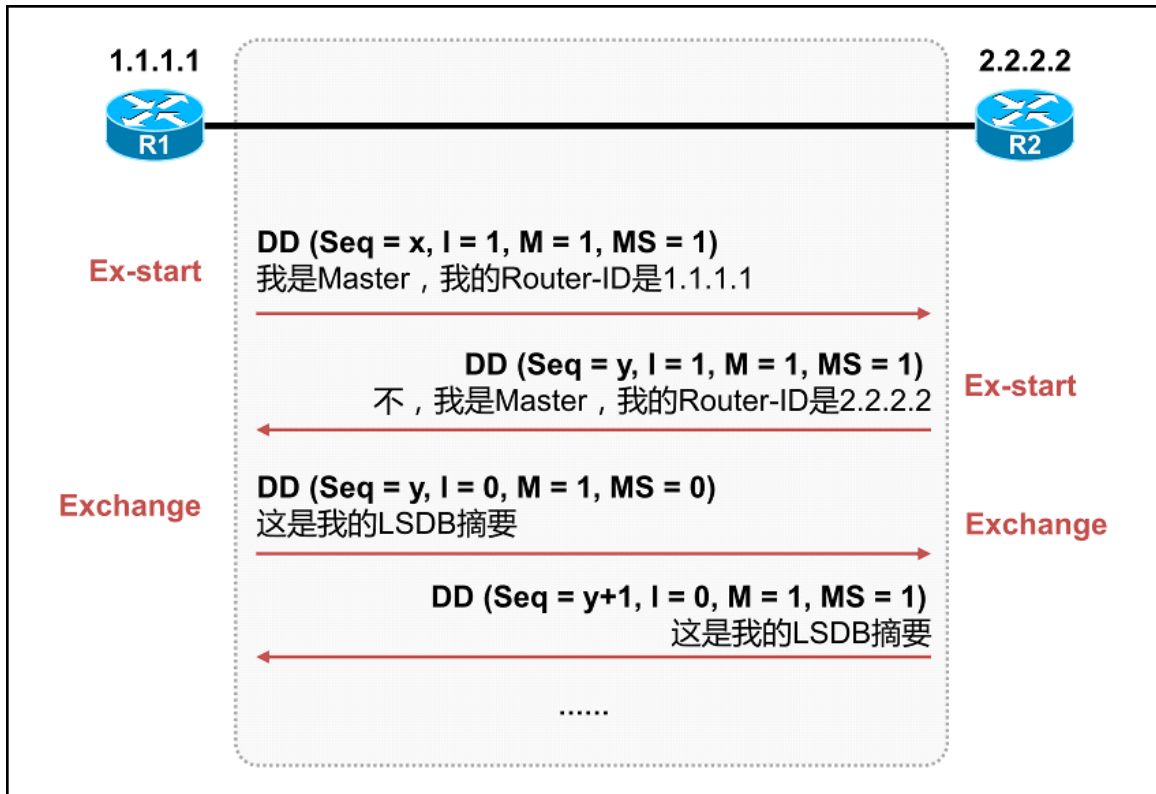


失效状态 (Down)	没有收到Hello包
初始状态 (Init)	收到Hello包，但没有看到自己
双向通讯状态 (Two-Way)	收到Hello包，且看到了自己，形成邻居关系
交换初始状态 (Exstart)	决定信息交换时路由器的主从关系
交换状态 (ExChange)	向邻居发送DD数据包
加载状态 (Loading)	LSR和LSU交换
完全邻接状态 (Full)	LSDB同步，形成邻接关系
PS	只有Two-Way和Full是稳定状态

OSPF工作流程（数据包和状态切换过程）：



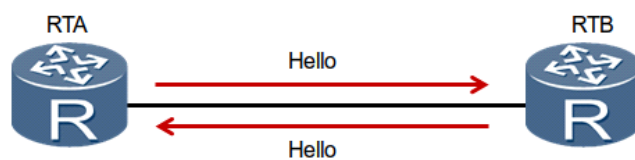
- OSPF**第一阶段**是使用Hello包建立双向通信的过程，成为**邻居**关系。



- OSPF**第二阶段**是通过交换LSA达到LSDB同步，建立**邻接**关系。

OSPF邻居建立条件：

邻居发现

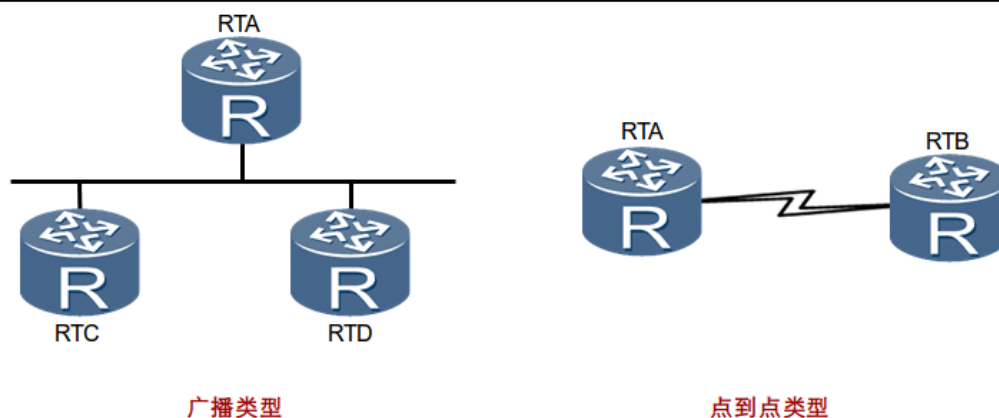


Network Mask		
Hello Interval	Options	Router Priority
Router Dead Interval		
Designated Router		
Backup Designated Router		
Neighbor		

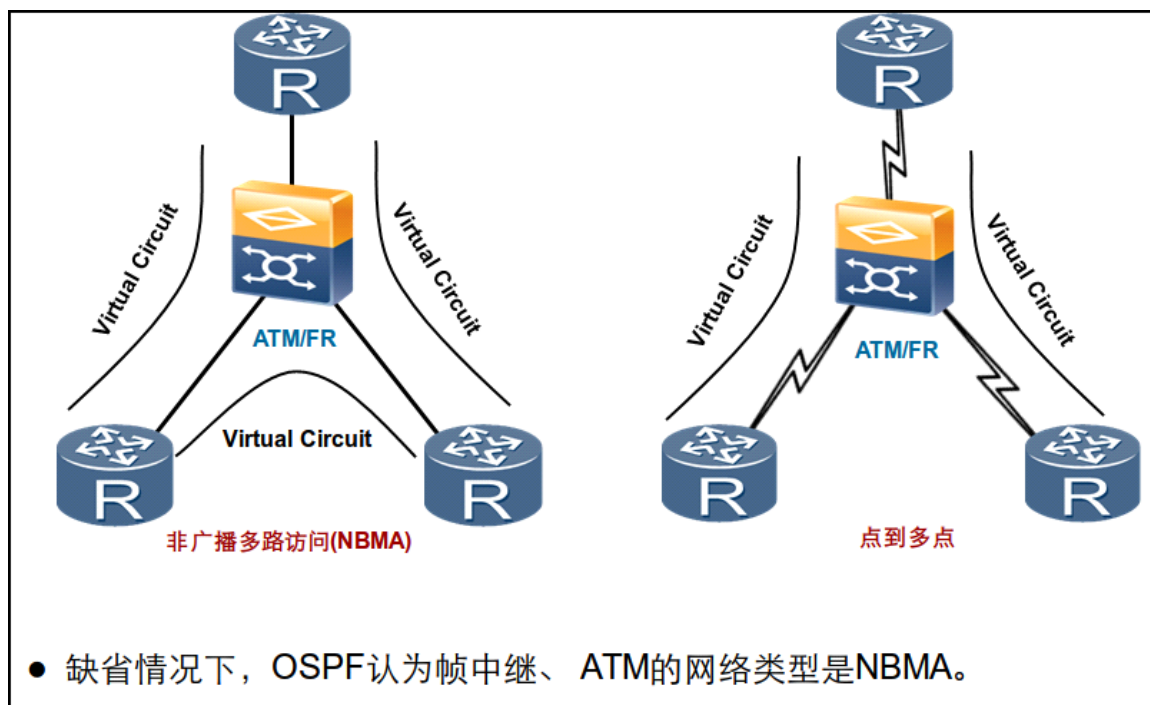
- Hello报文用来发现和维持OSPF邻居关系。

- RID唯一
- Hello/Dead时间间隔一致
- 区域ID一致
- 认证（如果启用了认证）一致
- 链路MTU大小一致
- 子网掩码一致（以太网环境）
- 网络地址一致
- 末梢区域设置一致

OSPF网络类型：基于接口

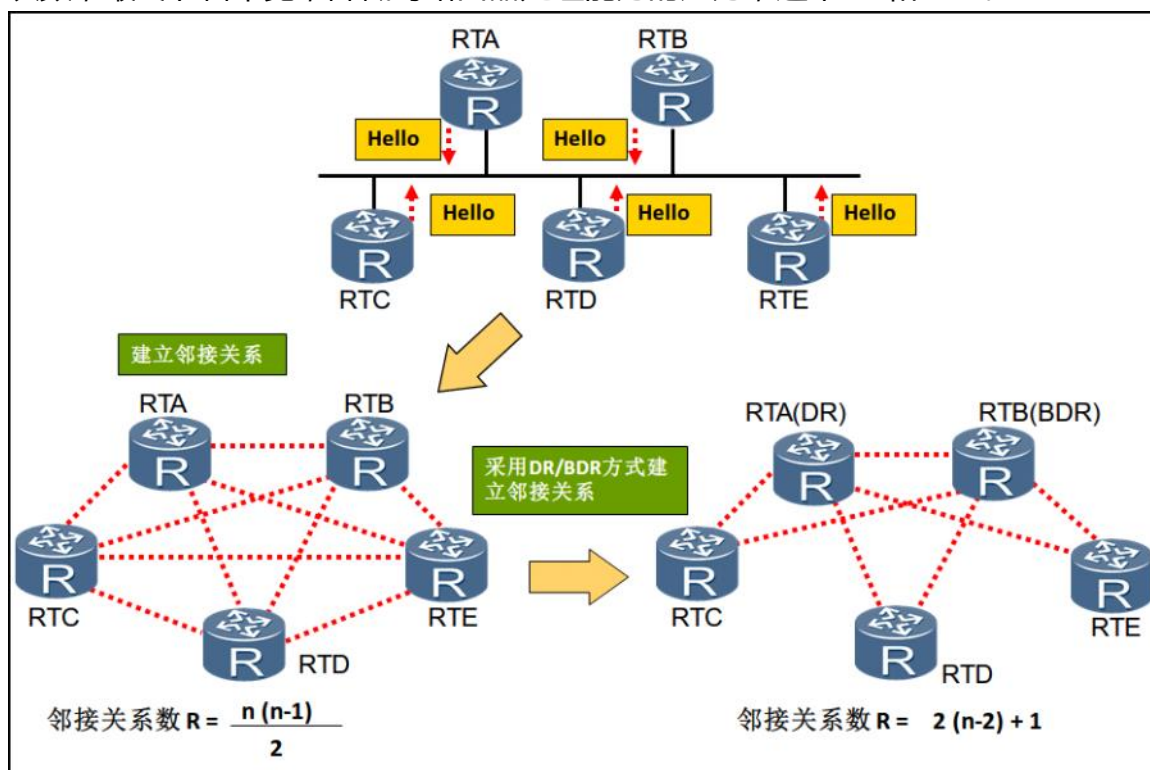


- 缺省情况下，OSPF认为以太网的网络类型是广播类型，PPP、HDLC的网络类型是点到点类型。



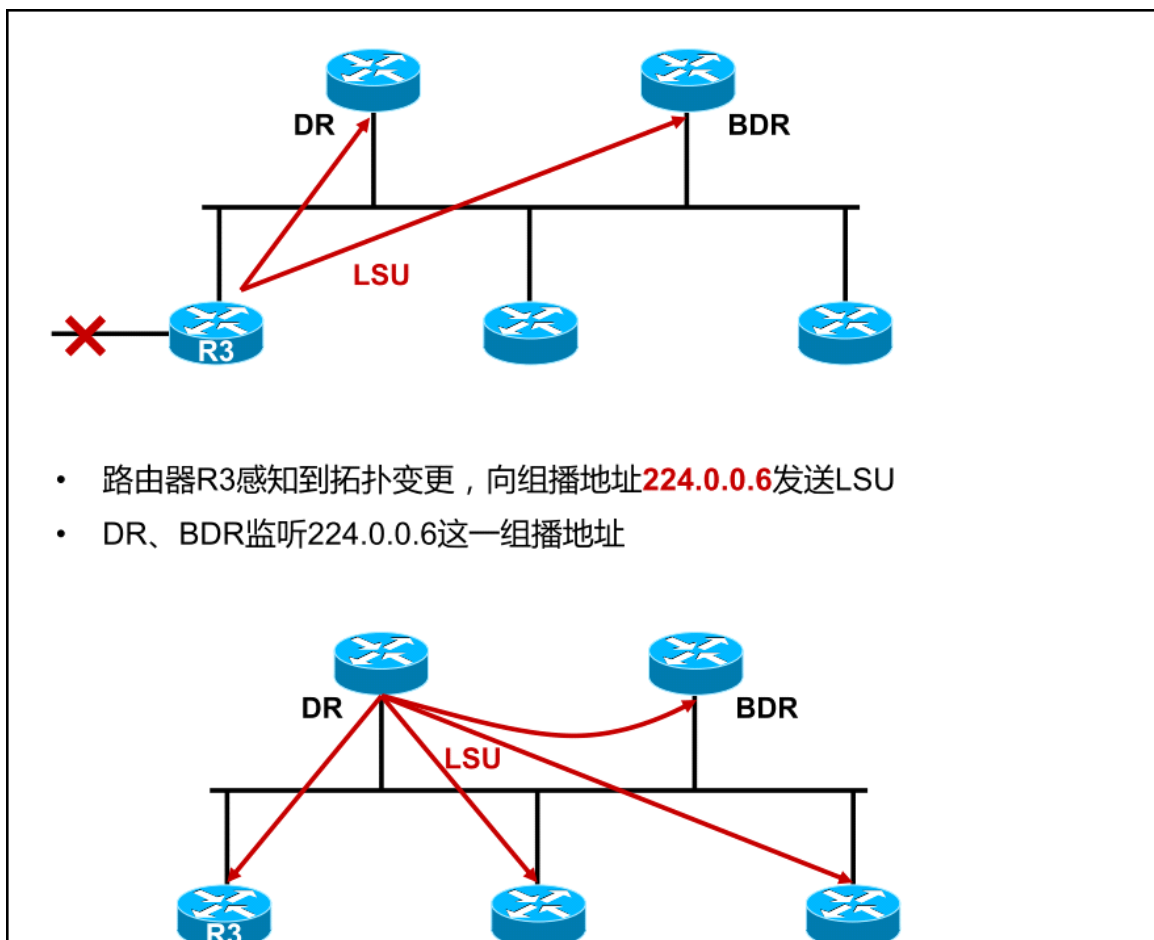
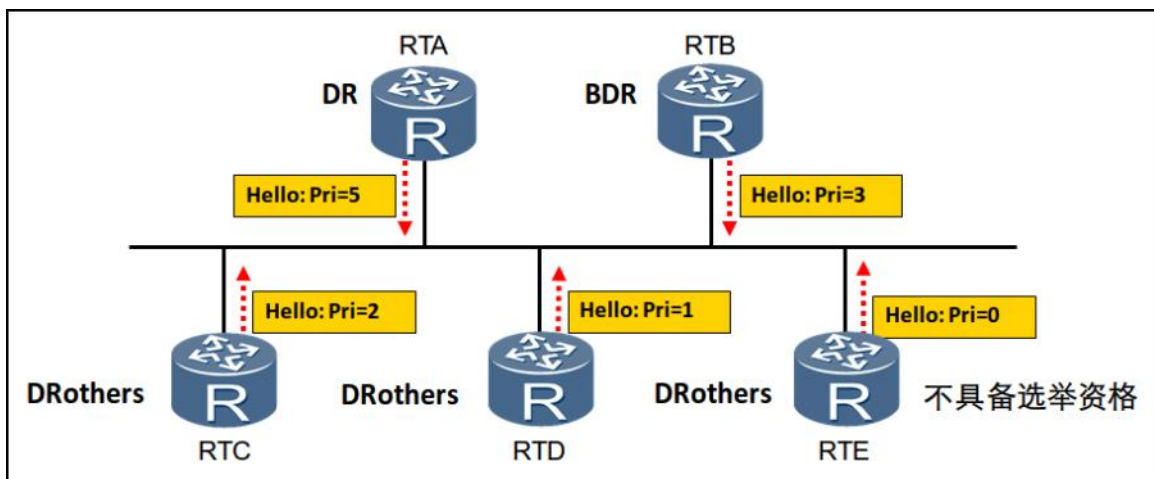
DR和BDR：

- 广播型网络MA和NBMA网络中，为了减少邻接关系的数量，从而减少数据包交换次数，最终节省带宽，降低对路由器处理能力的压力，选举DR和BDR。



DR	Designated Router，指定路由器，类似班长、总经理
BDR	Backup DR，备用DR，类似副班长、副总经理
DRothers	类似普通学生、普通员工
关系	DR、BDR、DRothers之间都保持邻接关系（Full）

	DRothers之间保持邻居关系（Two-Way）
地址	224.0.0.6向DR和BDR发送链路状态更新 224.0.0.5向所有OSPF路由器发送
选举规则	<p>首先比较Hello报文中携带的优先级</p> <ul style="list-style-type: none"> • 优先级范围0~255，默认=1 • 优先级最高的被选举为DR，优先级次高的被选举为BDR • 优先级为0的不参与选举 <p>优先级一致的情况下，比较RID，越大越优先</p> <p>选举不具有抢占性，除非当DR和BDR都失效或重启OSPF进程。</p>



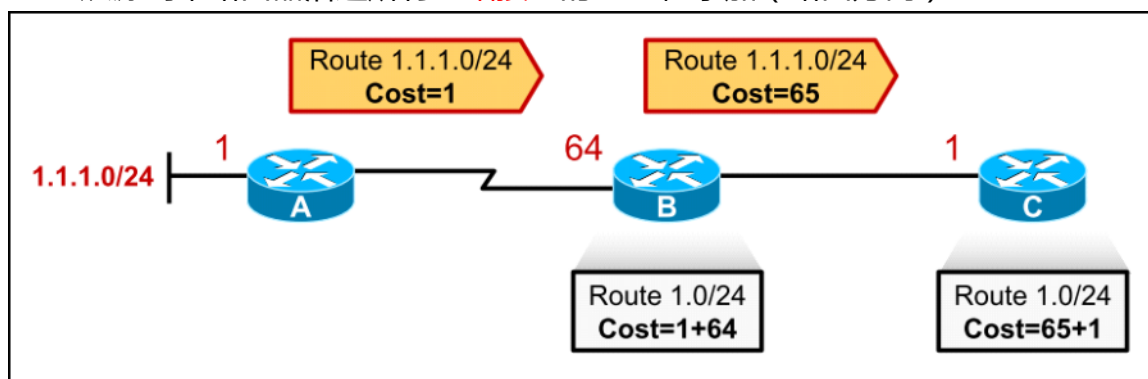
- 路由器R3感知到拓扑变更，向组播地址**224.0.0.6**发送LSU
- DR、BDR监听224.0.0.6这一组播地址



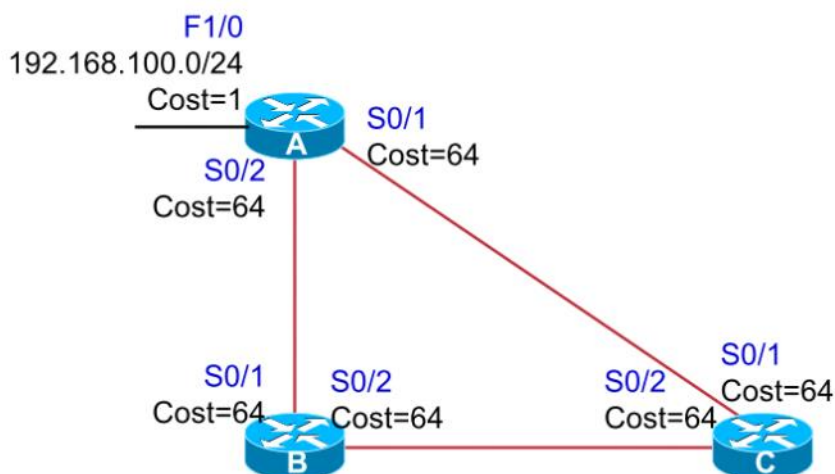
- DR向组播地址**224.0.0.5**发送更新以便通知其它路由器
- 所有的OSPF路由器监听224.0.0.5这一组播地址，便能收到DR泛洪的LSU

OSPF度量值：Cost

- 在每一个运行OSPF的接口上，都维护着一个接口Cost
- $\text{Cost} = 10^8 / \text{BW (bps)} = 100\text{Mbps} / \text{BW} = \text{接口带宽参考值} / \text{接口带宽}$
- 到一个目标网络的度量值 =
 - 从源到目标所有**出站接口**的Cost值累加（数据方向）
 - 从源到本路由器沿途所有**入站接口**的Cost值累加（路由方向）



Router C上路由表存放的192.168.100.0的路由，COST是多少？



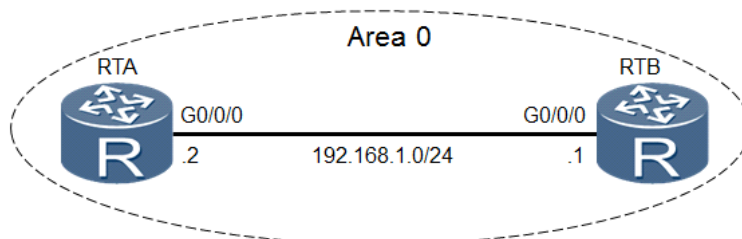
OSPF基本配置：

ospf 1

开启OSPF，进程号缺省为1

ospf 1 router-id 1.1.1.1	手动配置Router ID
area 0.0.0.0	配置区域
network 192.168.0.0 0.0.0.255	宣告网络，即指定运行OSPF的接口； 使用反掩码来匹配（255.255.255.255-掩码）
display ospf peer 【brief】	显示OSPF邻居信息
ospf timer hello 10	修改Hello包发送间隔
ospf timer dead 40	修改Hello包超时时间
display ospf interface g0/0/0	显示OSPF接口信息
ospf dr-priority 100	修改OSPF接口优先级
ospf cost 10	修改开销，范围1~65535，缺省为1
bandwidth-reference 100	调整带宽参考值，默认为100Mbps 需要在整个OSPF网络中统一进行调整
reset ospf process	重启OSPF进程

OSPF配置



```
[RTA]ospf router-id 1.1.1.1
[RTA-ospf-1]area 0
[RTA-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.0 0.0.0.255
```

```
[RTB]ospf router-id 2.2.2.2
[RTB-ospf-1]area 0
[RTB-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.0 0.0.0.255
```

配置验证

```
[RTA]display ospf peer
```

```
OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1  
Neighbors
```

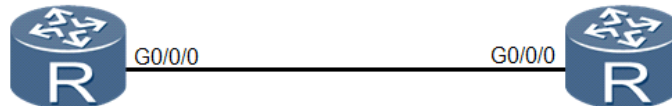
```
Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.2(GigabitEthernet0/0/0)'s  
neighbors
```

```
Router ID: 2.2.2.2      Address: 192.168.1.1  
State: Full  Mode:Nbr is Slave  Priority: 1  
DR: 192.168.1.2  BDR: 192.168.1.1  MTU: 0  
Dead timer due in 40 sec  
Retrans timer interval: 5  
Neighbor is up for 00:00:31  
Authentication Sequence: [ 0 ]
```

OSPF开销

RTA (Router ID=1.1.1.1)

RTB (Router ID=2.2.2.2)



```
[RTA]interface GigabitEthernet 0/0/0  
[RTA-GigabitEthernet0/0/0]ospf cost 20
```

```
[RTB]ospf  
[RTB-ospf-1]bandwidth-reference 10000
```