

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 开放最短路径优先OSPF(Open Shortest Path First)，是为克服RIP的缺点在1989年开发出来的。
 - ☐ “开放”表明OSPF协议不是受某一家厂商控制，而是公开发表的。
 - ☐ “最短路径优先”是因为使用了Dijkstra提出的最短路径算法SPF。
- OSPF是基于链路状态的，而不像RIP那样是基于距离向量的。
- OSPF采用SPF算法计算路由，从算法上保证了不会产生路由环路。
- OSPF不限制网络规模，更新效率高，收敛速度快。
- 链路状态是指本路由器都和哪些路由器相邻，以及相应链路的“代价”（cost）。
 - ☐ “代价”用来表示费用、距离、时延、带宽，等等。这些都由网络管理人员来决定。

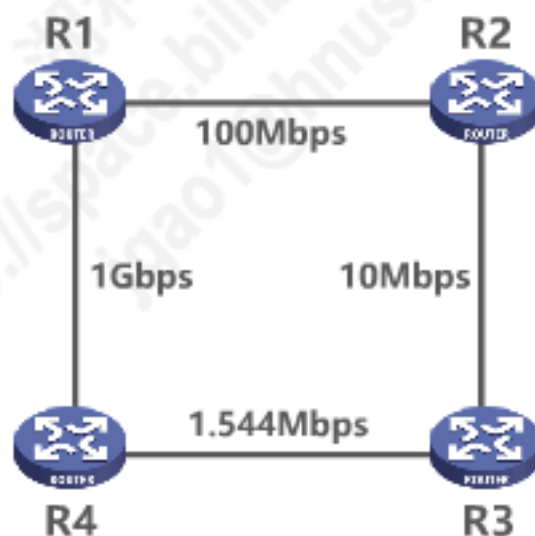
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ **链路状态**是指本路由器都和哪些路由器相邻，以及相应链路的“代价”（cost）。

□ “代价”用来表示费用、距离、时延、带宽，等等。这些都由网络管理人员来决定。

【举例】

思科路由器中OSPF计算代价的方法： $100\text{Mbps} / \text{链路带宽}$
计算结果小于1的值仍记为1；大于1且有小数的，舍去小数。



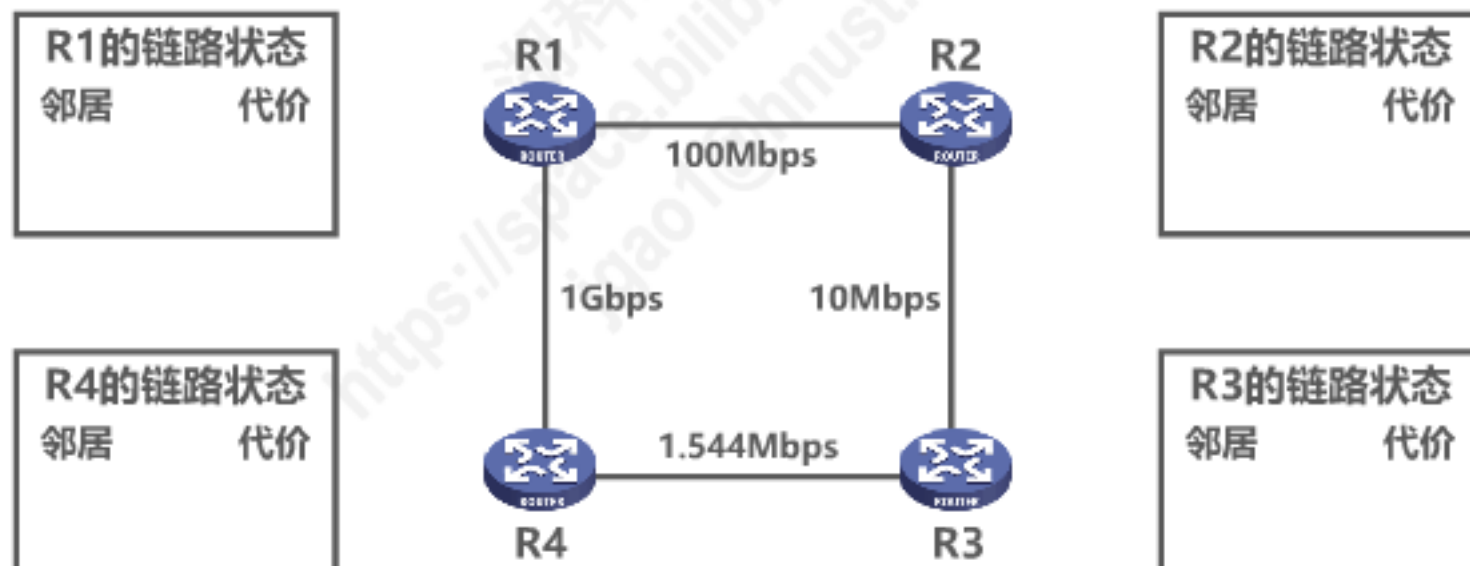
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ **链路状态**是指本路由器都和哪些路由器相邻，以及相应链路的“代价”（cost）。

□ “代价”用来表示费用、距离、时延、带宽，等等。这些都由网络管理人员来决定。

【举例】

思科路由器中OSPF计算代价的方法： $100\text{Mbps} / \text{链路带宽}$
计算结果小于1的值仍记为1；大于1且有小数的，舍去小数。



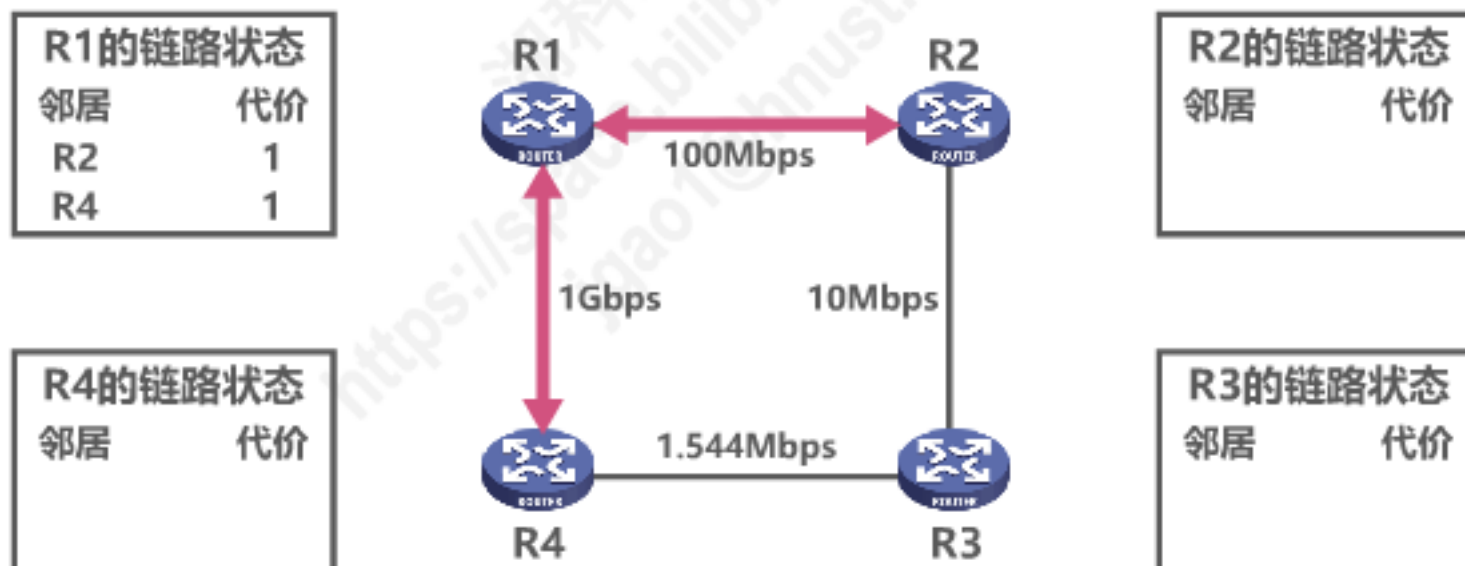
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

链路状态是指本路由器都和哪些路由器相邻，以及相应链路的“代价”（cost）。

“代价”用来表示费用、距离、时延、带宽，等等。这些都由网络管理人员来决定。

【举例】

思科路由器中OSPF计算代价的方法： $100\text{Mbps} / \text{链路带宽}$
计算结果小于1的值仍记为1；大于1且有小数的，舍去小数。



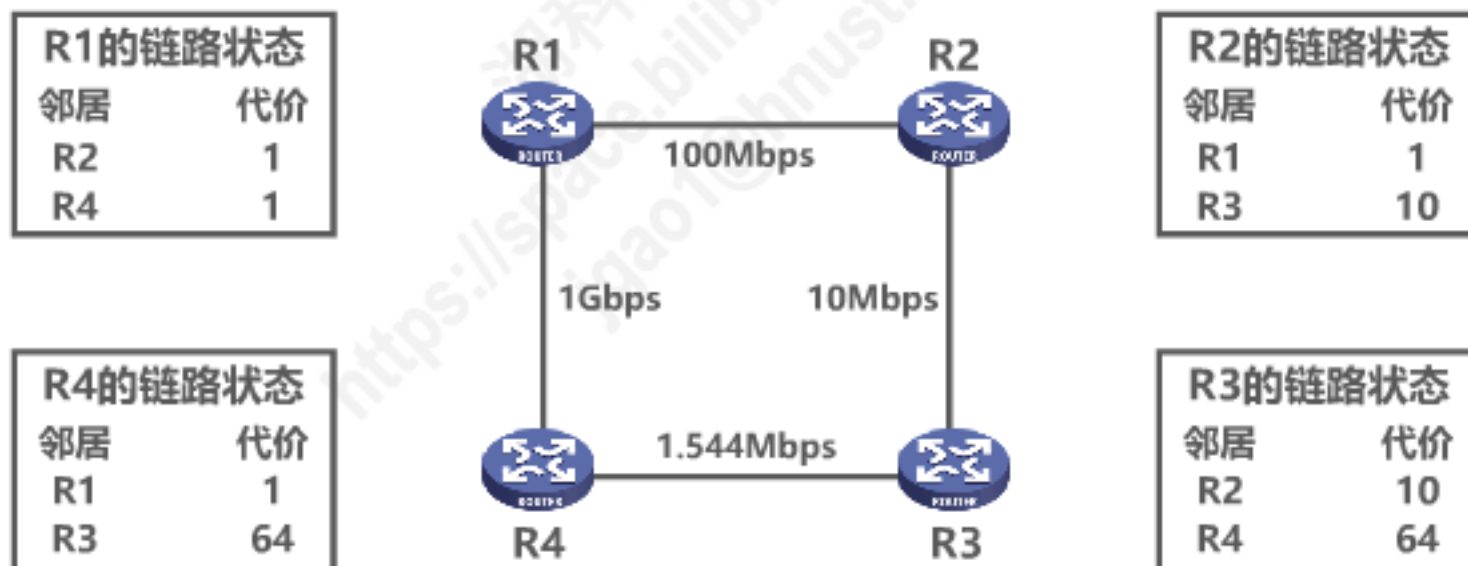
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

链路状态是指本路由器都和哪些路由器相邻，以及相应链路的“代价”（cost）。

“代价”用来表示费用、距离、时延、带宽，等等。这些都由网络管理人员来决定。

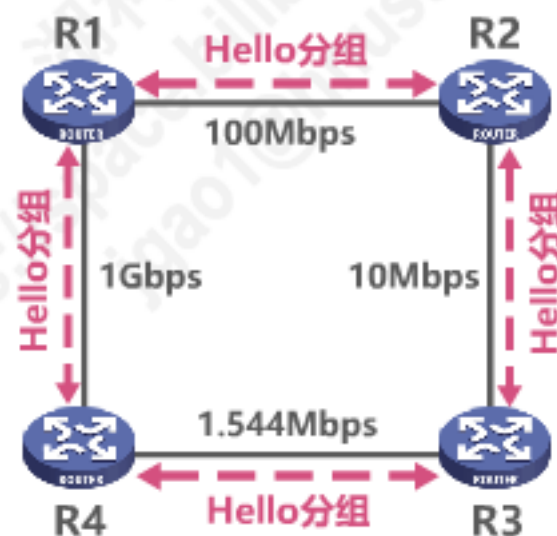
【举例】

思科路由器中OSPF计算代价的方法： $100\text{Mbps} / \text{链路带宽}$
计算结果小于1的值仍记为1；大于1且有小数的，舍去小数。



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF相邻路由器之间通过交互**问候（Hello）分组**，建立和维护**邻居关系**。



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

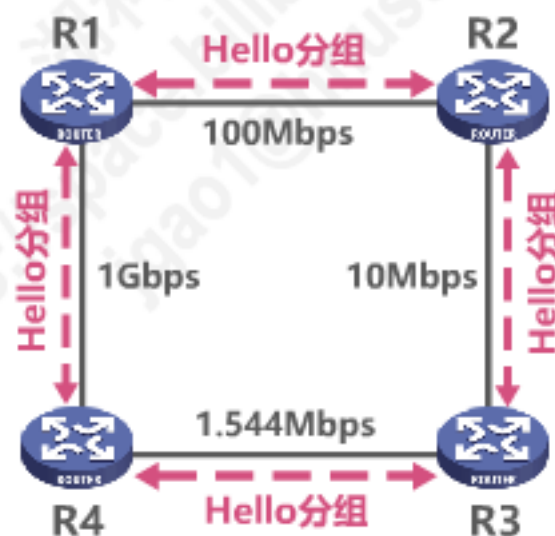
■ OSPF相邻路由器之间通过交互**问候 (Hello) 分组**，建立和维护**邻居关系**。

□ Hello分组封装在IP数据报中，发往组播地址224.0.0.5；

源IP 路由器接口IP	目的IP 224.0.0.5	协议号 89	OSPF 首部	OSPF分组载荷
----------------	-------------------	-----------	------------	----------

□ 发送周期为10秒

□ 40秒未收到来自邻居路由器的Hello分组，则认为该邻居路由器不可达。



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF相邻路由器之间通过交互**问候 (Hello) 分组**，建立和维护**邻居关系**。

□ Hello分组封装在IP数据报中，发往组播地址224.0.0.5；

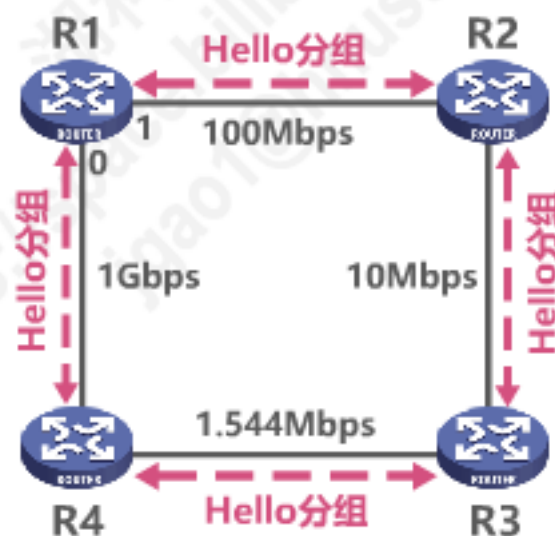
源IP 路由器接口IP	目的IP 224.0.0.5	协议号 89	OSPF 首部	OSPF分组载荷
----------------	-------------------	-----------	------------	----------

□ 发送周期为10秒

□ 40秒未收到来自邻居路由器的Hello分组，则认为该邻居路由器不可达。

R1的邻居表

邻居ID	接口	"死亡" 倒计时
R2	1	36秒
R4	0	18秒



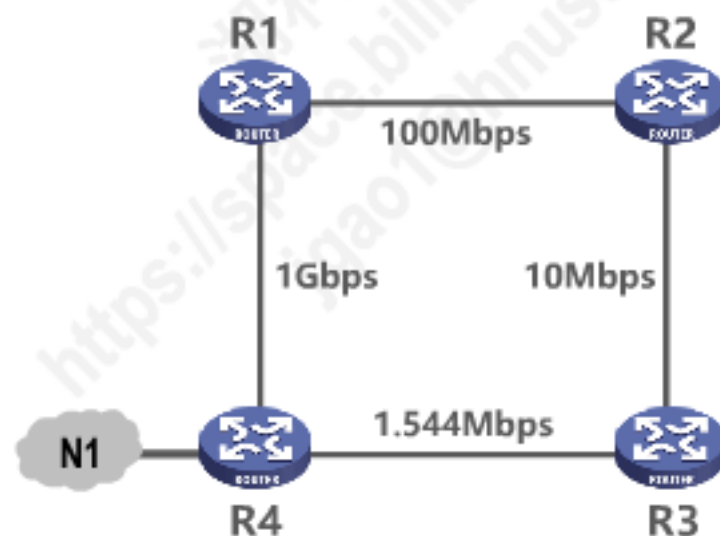
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ 使用OSPF的每个路由器都会产生**链路状态通告LSA**(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容：

- ☐ 直连网络的链路状态信息
- ☐ 邻居路由器的链路状态信息

R4的链路状态通告LSA

直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息

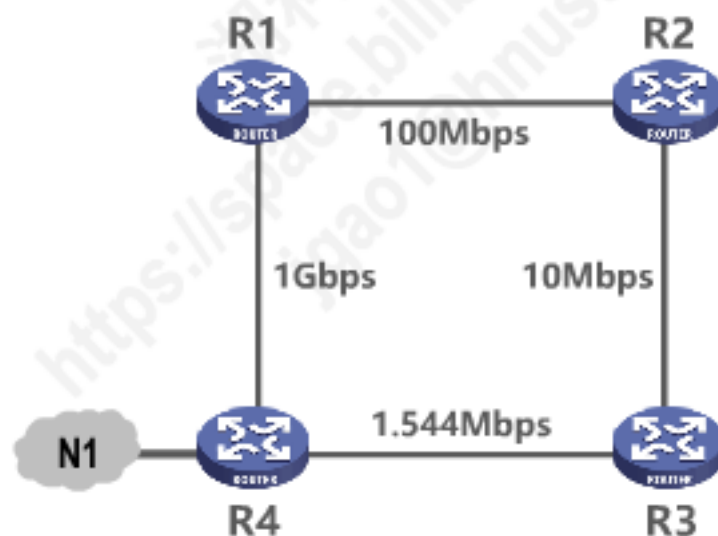


4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 使用OSPF的每个路由器都会产生**链路状态通告LSA**(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容：
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在**链路状态更新分组LSU**中，采用洪泛法发送。

R4的链路状态通告LSA

直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息

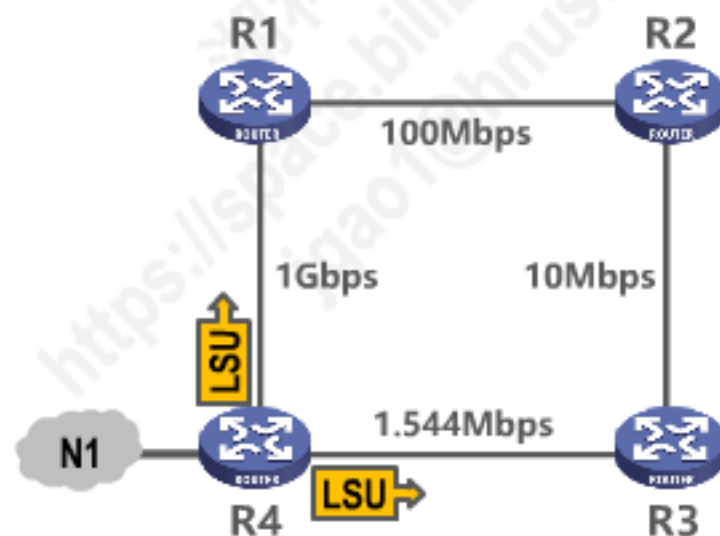


4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 使用OSPF的每个路由器都会产生**链路状态通告LSA**(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容：
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在**链路状态更新分组LSU**中，采用洪泛法发送。

R4的链路状态通告LSA

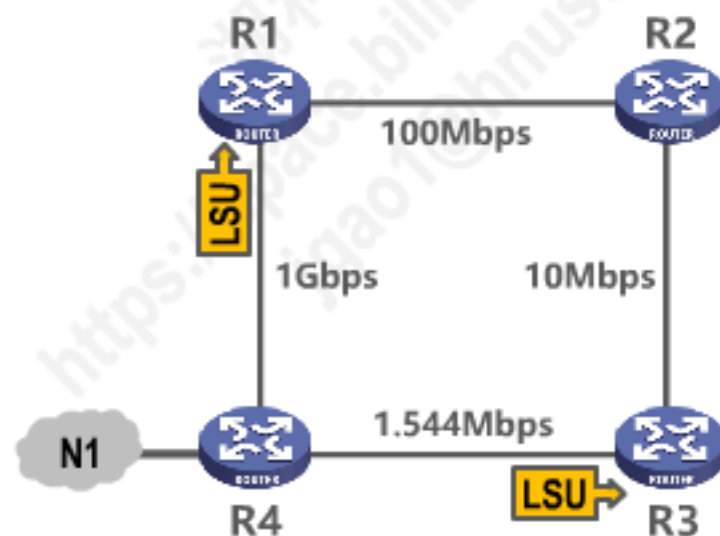
直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 使用OSPF的每个路由器都会产生**链路状态通告LSA**(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容：
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在**链路状态更新分组LSU**中，采用洪泛法发送。

R4的链路状态通告LSA
直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息

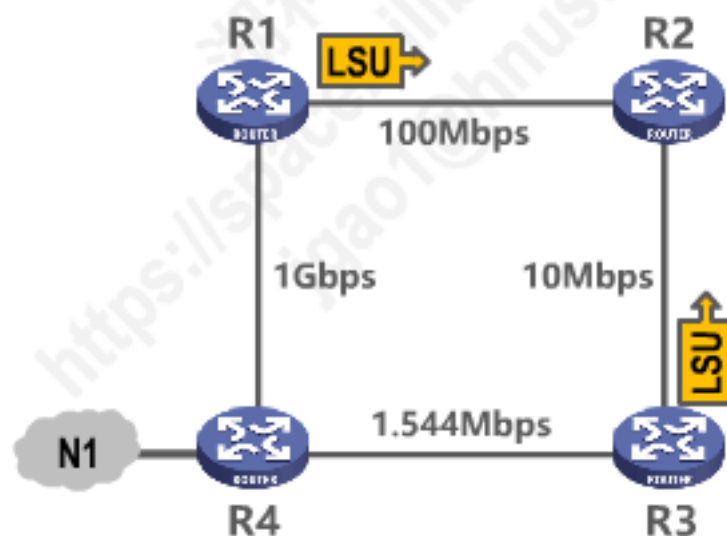


4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 使用OSPF的每个路由器都会产生**链路状态通告LSA**(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容：
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在**链路状态更新分组LSU**中，采用洪泛法发送。

R4的链路状态通告LSA

直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息

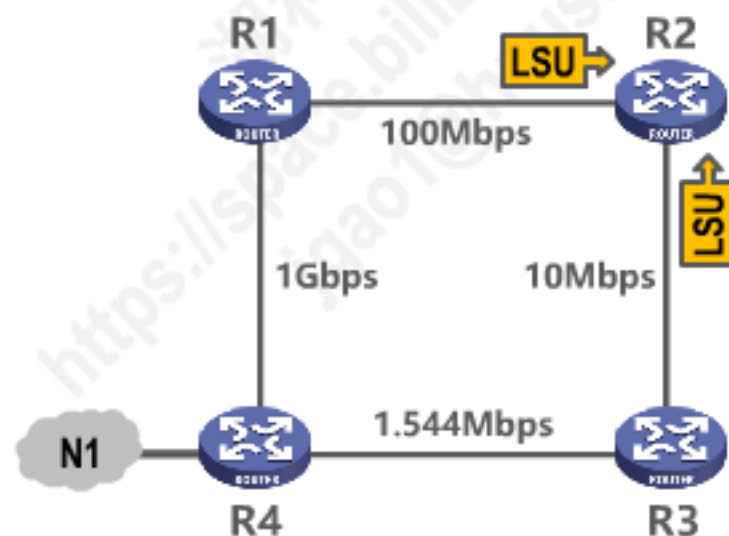


4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 使用OSPF的每个路由器都会产生**链路状态通告LSA**(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容：
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在**链路状态更新分组LSU**中，采用**洪泛法**发送。

R4的链路状态通告LSA

直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息

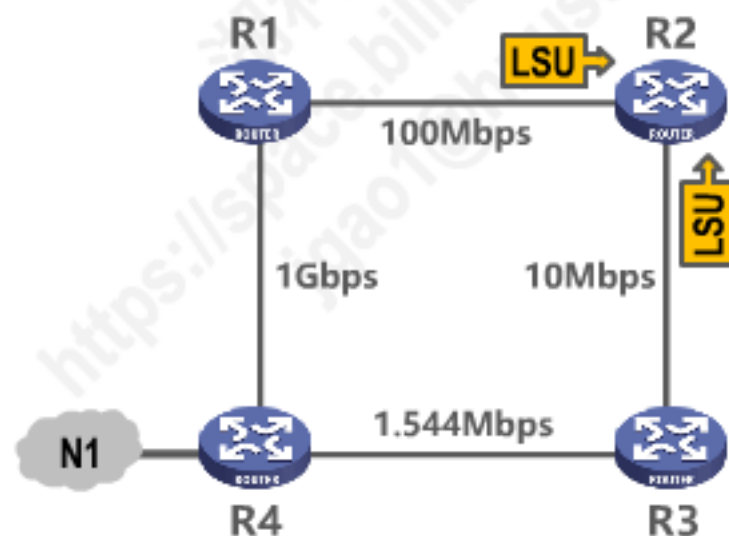


4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 使用OSPF的每个路由器都有一个**链路状态数据库LSDB**，用于存储LSA。
- 通过各路由器洪泛发送封装有自己LSA的LSU分组，各路由器的LSDB最终将达到一致。

R4的链路状态通告LSA

直连网络N1的链路状态信息
邻居路由器R1的链路状态信息
邻居路由器R3的链路状态信息

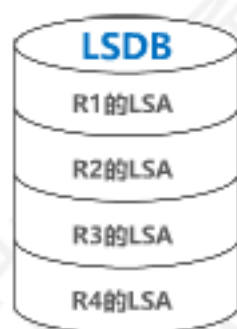
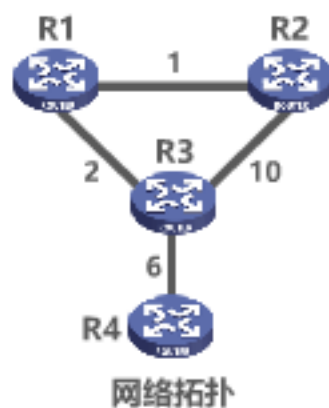


R2的LSDB

路由器R1的LSA
路由器R2的LSA
路由器R3的LSA
路由器R4的LSA

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

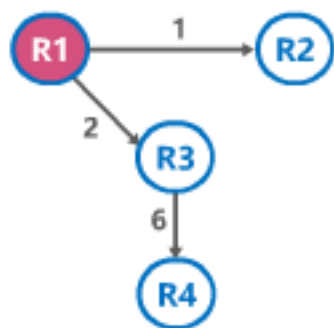
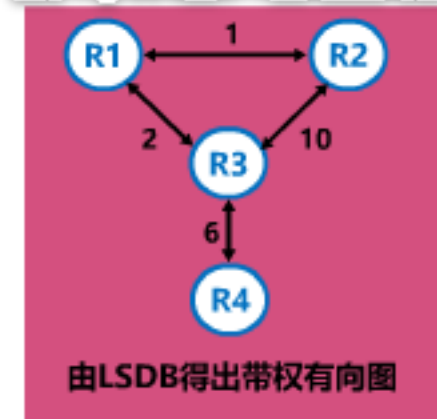
使用OSPF的各路由器**基于LSDB进行最短路径优先SPF计算**，构建出各自到达其他各路由器的最短路径，即构建各自的路由表。



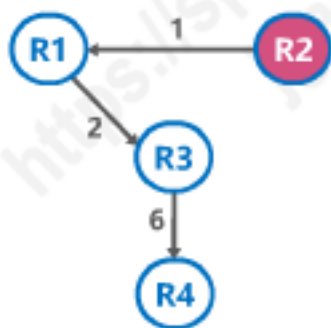
每台路由器的LSDB



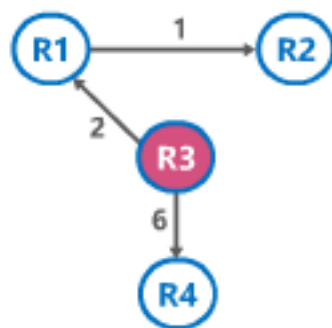
基于Dijkstra的SPF算法进行计算



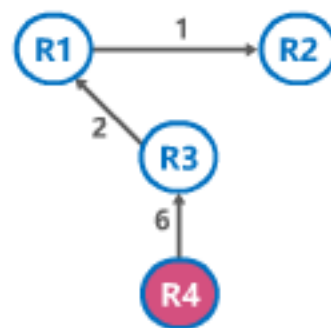
以R1为根的最短路径



以R2为根的最短路径



以R3为根的最短路径



以R4为根的最短路径

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF有以下五种分组类型

- ☐ 类型1, **问候** (Hello) 分组
用来发现和维护邻居路由器的可达性。
- ☐ 类型2, **数据库描述** (Database Description) 分组
向邻居路由器给出自己的链路状态数据库中的所有链路状态项目的摘要信息
- ☐ 类型3, **链路状态请求** (Link State Request) 分组
向邻居路由器请求发送某些链路状态项目的详细信息。
- ☐ 类型4, **链路状态更新** (Link State Update) 分组
路由器使用这种分组将其链路状态进行洪泛发送, 即用洪泛法对全网更新链路状态。
- ☐ 类型5, **链路状态确认** (Link State Acknowledgment) 分组
这是对链路状态更新分组的确认分组。

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF的基本工作过程



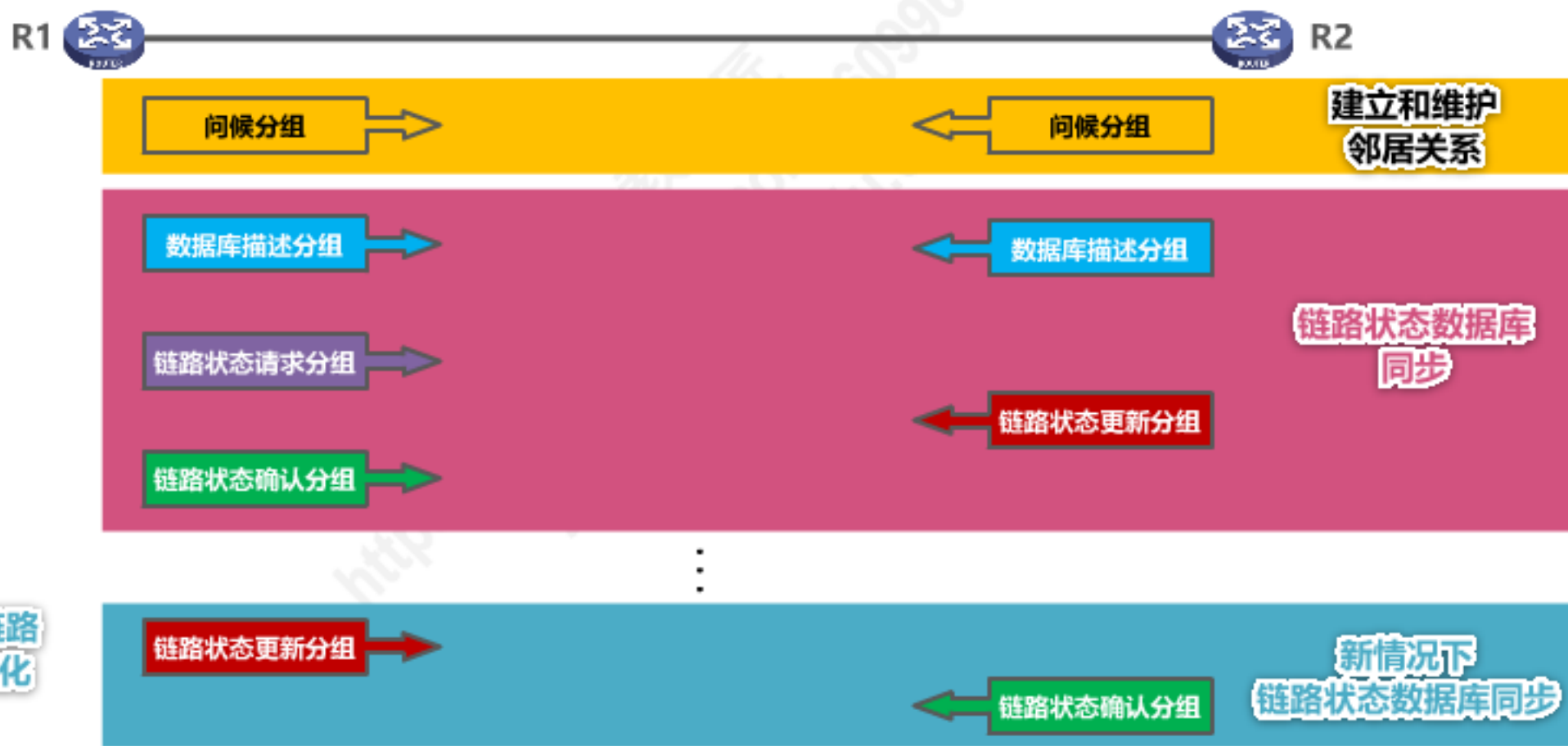
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF的基本工作过程



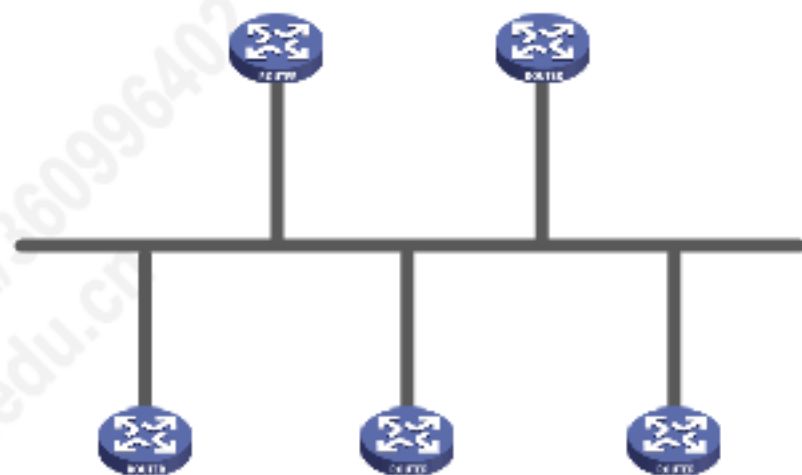
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

OSPF的基本工作过程



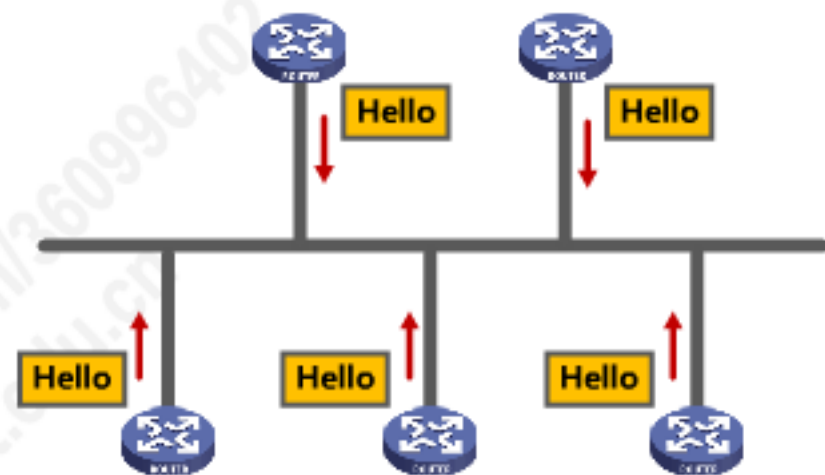
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立



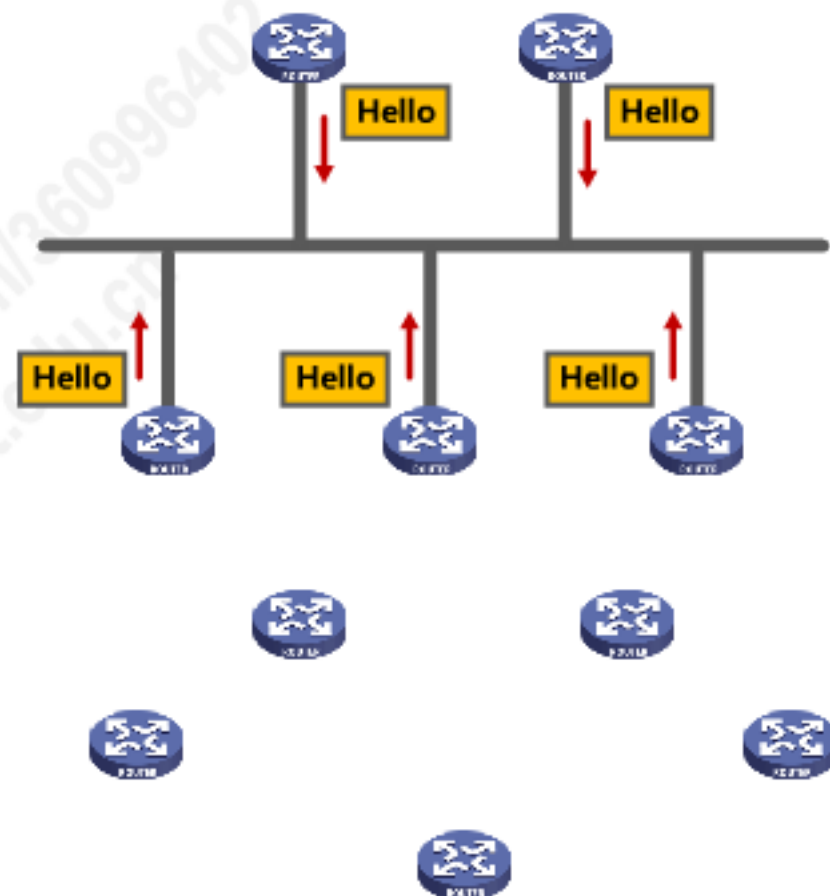
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立



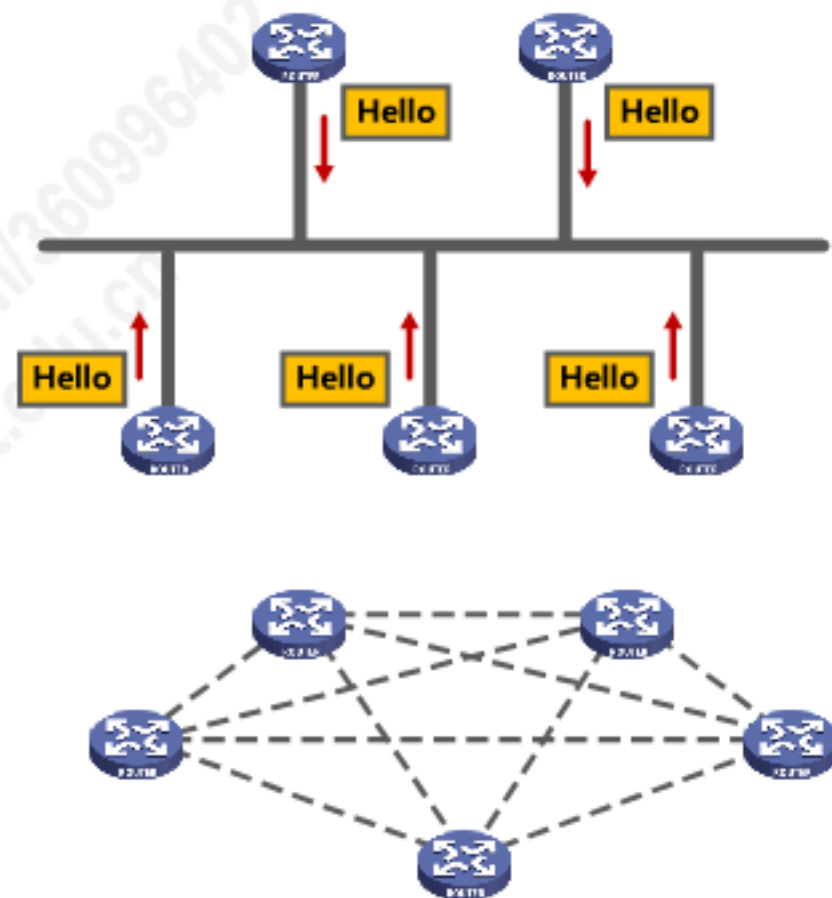
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

■ OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立

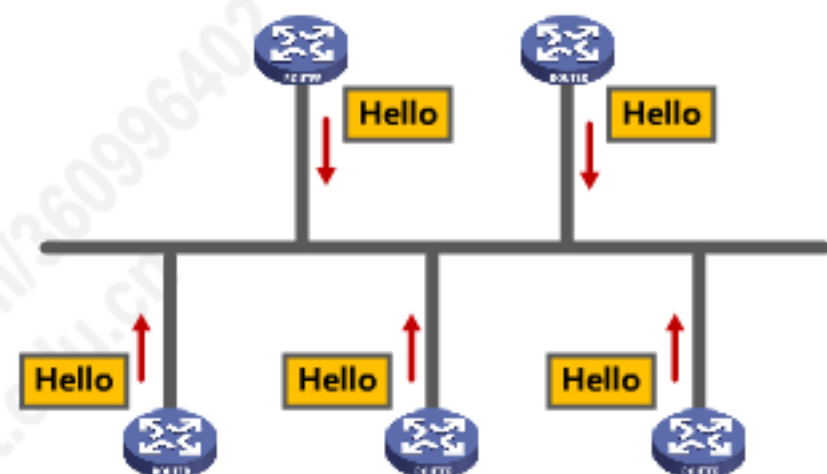


邻居关系数量: $\frac{n(n-1)}{2}$

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立

- ☐ 选举**指定路由器DR**(designated router)和**备用的指定路由器BDR**(backup designated router)
- ☐ 所有的非DR/BDR只与DR/BDR建立邻居关系

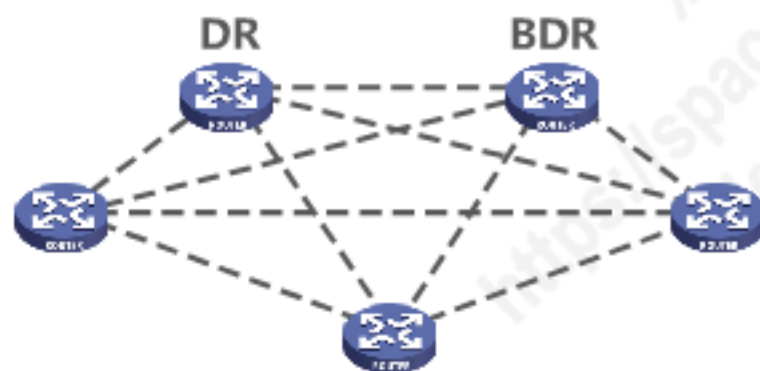


邻居关系数量: $\frac{n(n-1)}{2}$

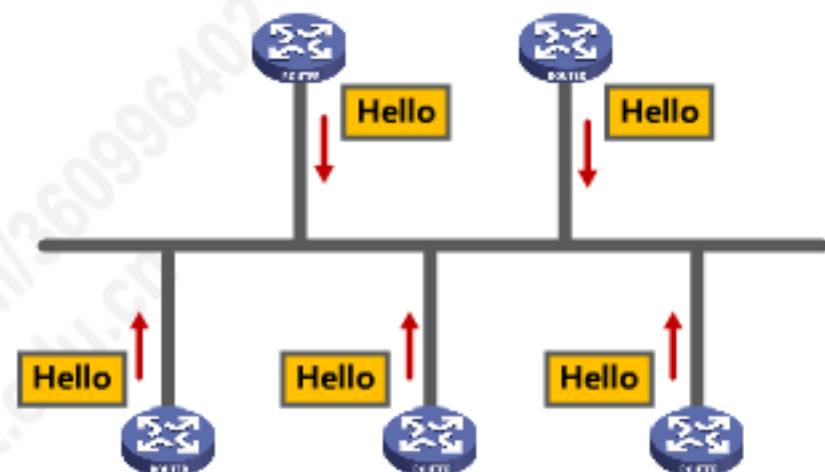
4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立

- ☐ 选举**指定路由器DR**(designated router)和**备用的指定路由器BDR**(backup designated router)
- ☐ **所有的非DR/BDR只与DR/BDR建立邻居关系**
- ☐ **非DR/BDR之间通过DR/BDR交换信息**



邻居关系数量: $2(n-2)+1$

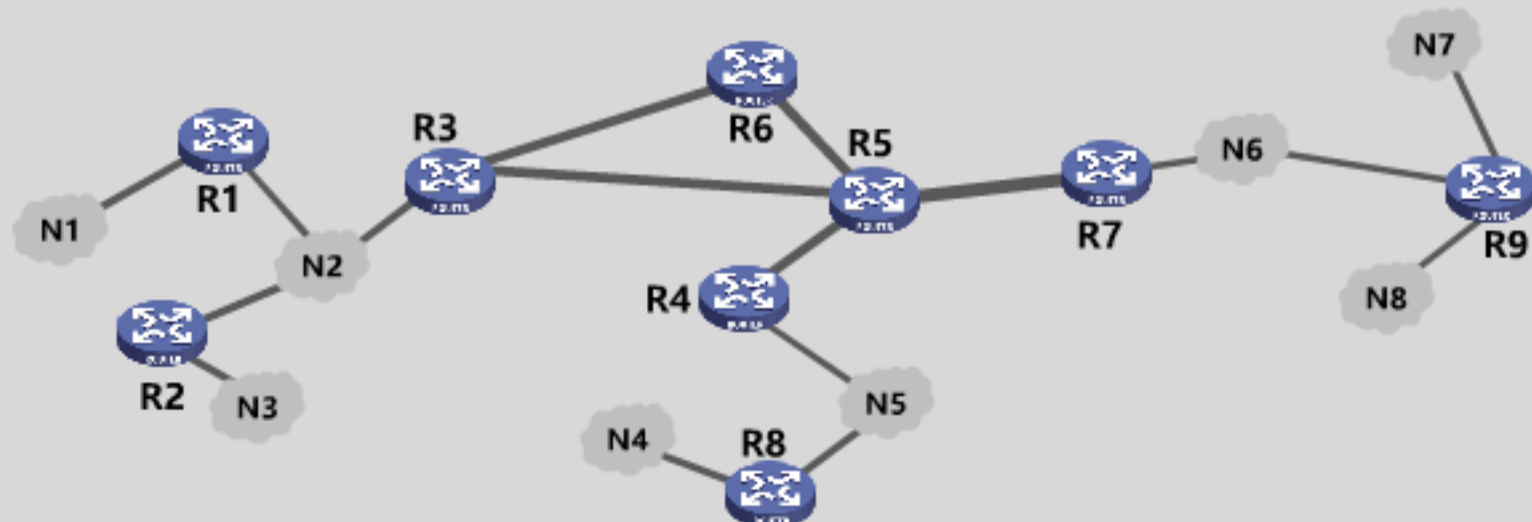


邻居关系数量: $\frac{n(n-1)}{2}$

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）

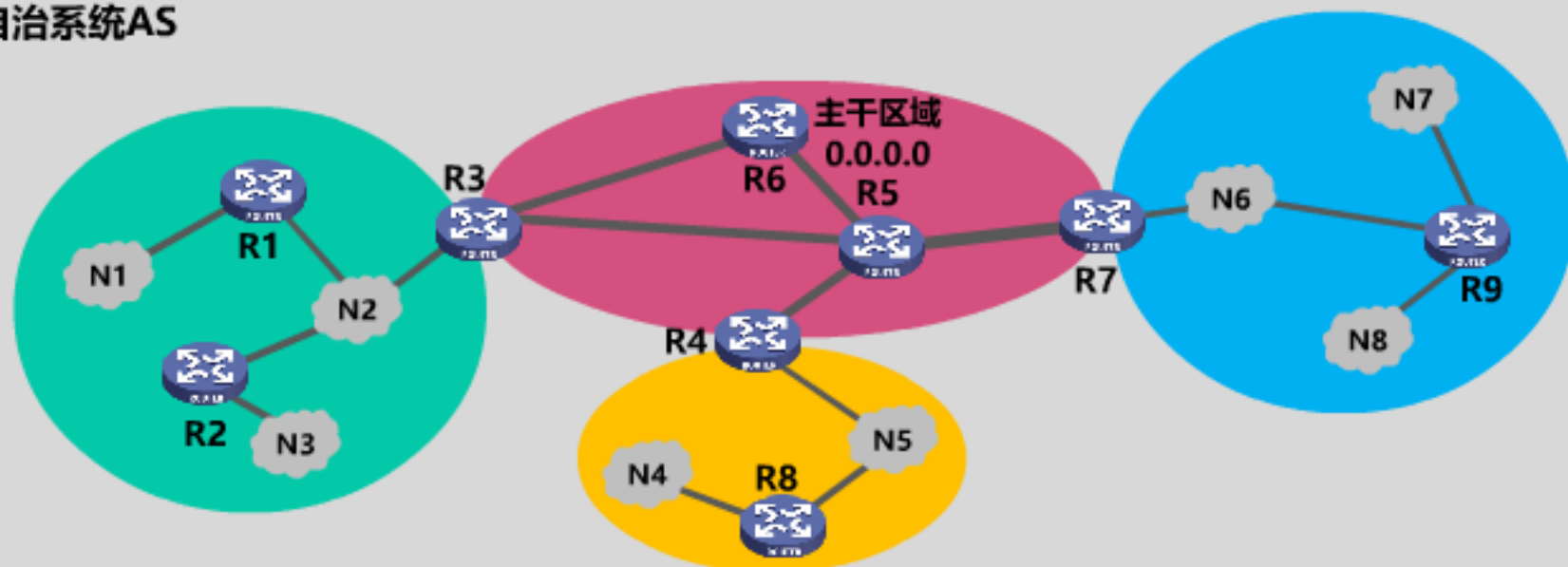
自治系统AS



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）

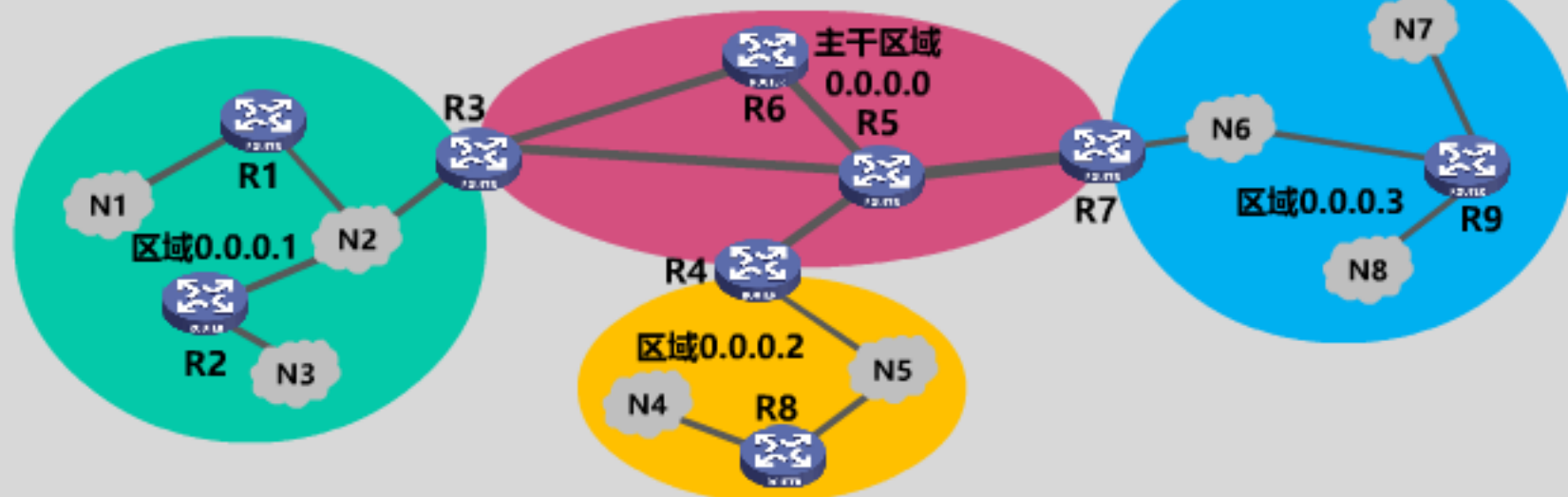
自治系统AS



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

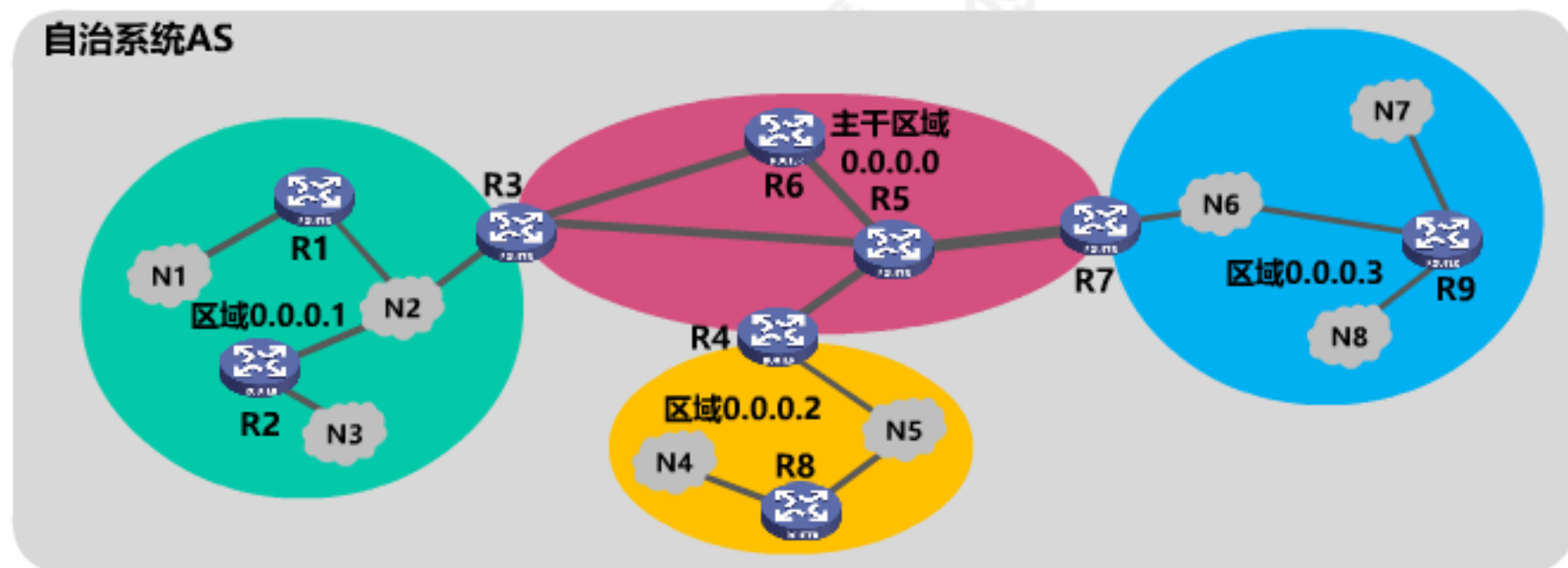
- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）

自治系统AS



4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

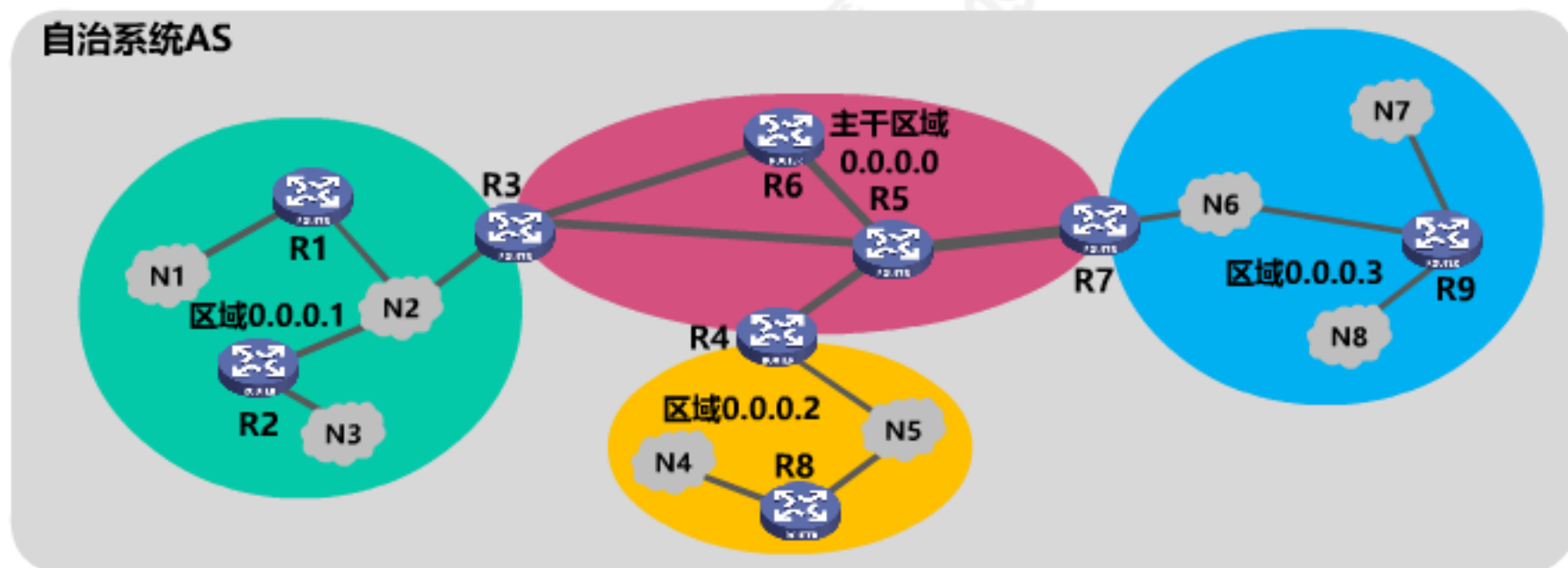
- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）



区域内路由器IR(internal router): R1, R2, R8, 49

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）

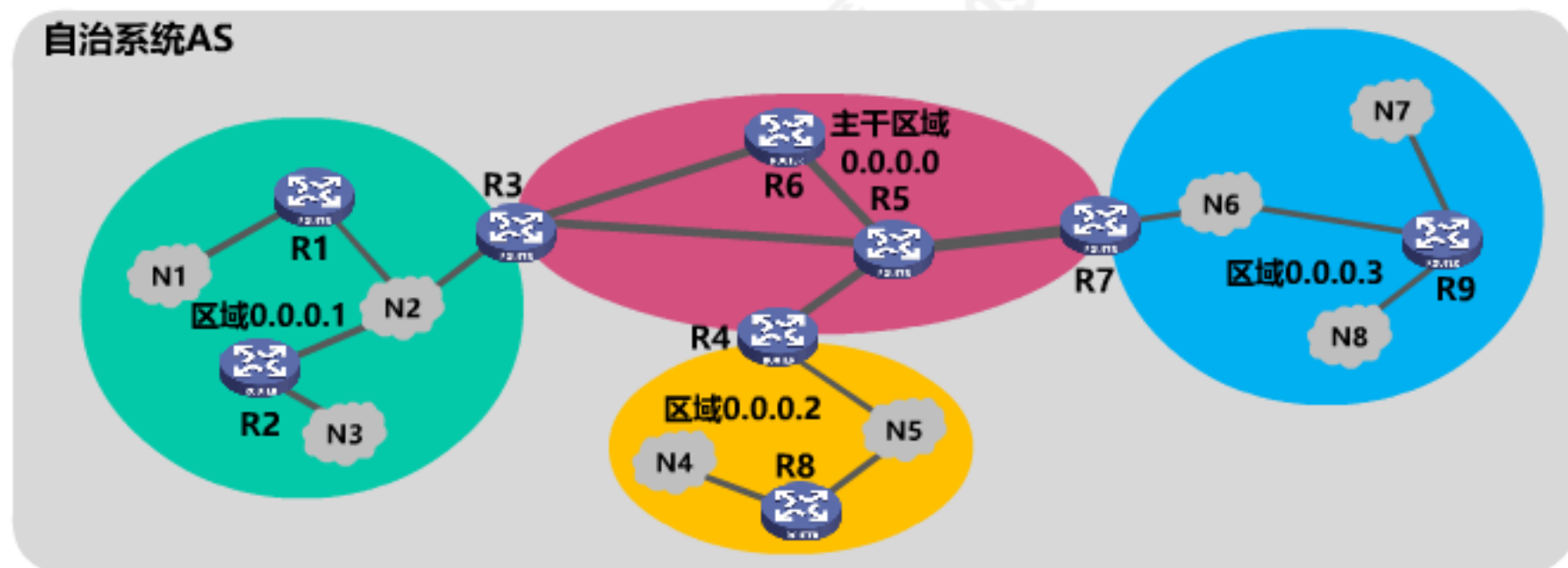


区域内路由器IR(internal router): R1, R2, R8, 49

区域边界路由器ABR(area border router): R3, R4, R7

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）



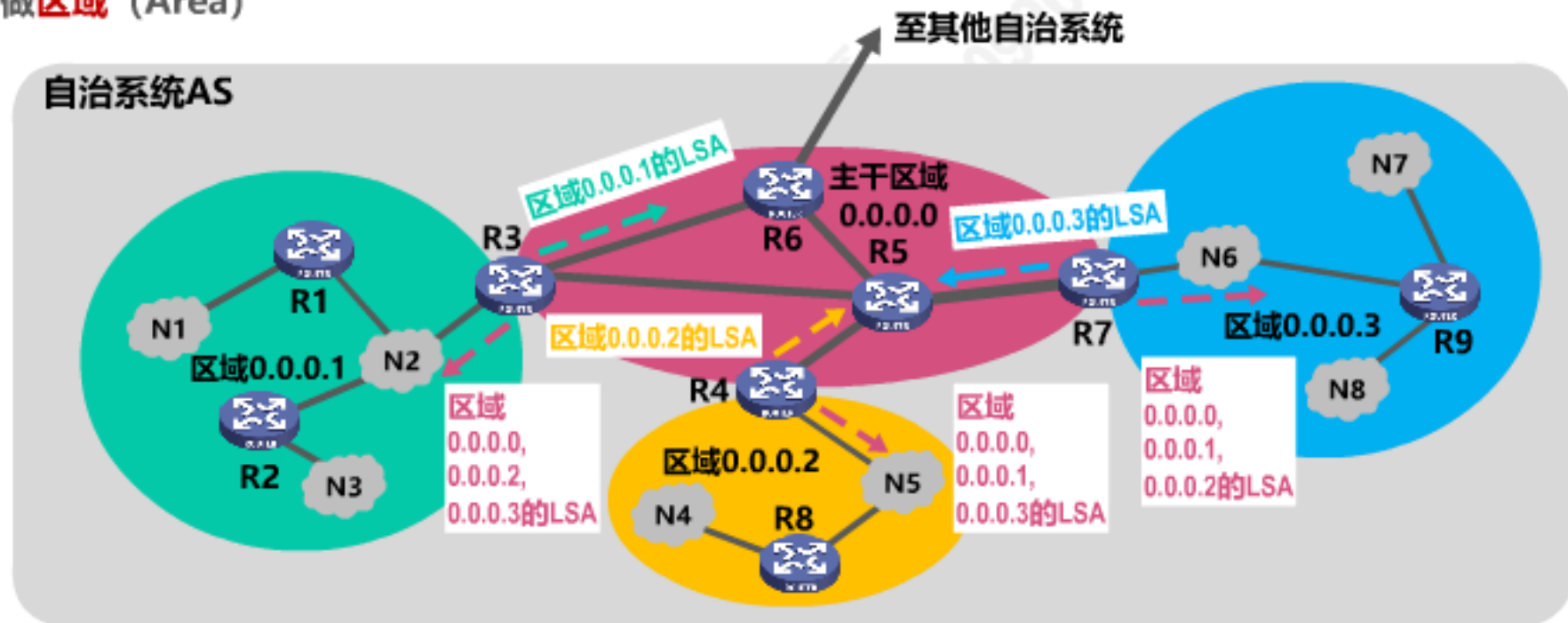
区域内路由器IR(internal router): R1, R2, R8, 49

主干路由器BBR(backbone router): R3, R4, R5, R6, R7

区域边界路由器ABR(area border router): R3, R4, R7

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络，OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围，叫做**区域**（Area）



区域内路由器IR(internal router): R1, R2, R8, 49

主干路由器BBR(backbone router): R3, R4, R5, R6, R7

区域边界路由器ABR(area border router): R3, R4, R7

自治系统边界路由器ASBR(AS border router): R6

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 开放最短路径优先OSPF(Open Shortest Path First), 是为克服RIP的缺点在1989年开发出来的。
 - ☐ “开放”表明OSPF协议不是受某一家厂商控制, 而是公开发表的。
 - ☐ “最短路径优先”是因为使用了Dijkstra提出的最短路径算法SPF。
- OSPF是基于链路状态的, 而不像RIP那样是基于距离向量的。
- OSPF采用SPF算法计算路由, 从算法上保证了不会产生路由环路。
- OSPF不限制网络规模, 更新效率高, 收敛速度快。
- 链路状态是指本路由器都和哪些路由器相邻, 以及相应链路的“代价”(cost)。
 - ☐ “代价”用来表示费用、距离、时延、带宽, 等等。这些都由网络管理人员来决定。
- 使用OSPF的每个路由器都会产生链路状态通告LSA(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容:
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在链路状态更新分组LSU中, 采用洪泛法发送。
- 使用OSPF的每个路由器都有一个链路状态数据库LSDB, 用于存储LSA。
- 通过各路由器洪泛发送封装有自己LSA的LSU分组, 各路由器的LSDB最终将达到一致。
- 使用OSPF的各路由器基于LSDB进行最短路径优先SPF计算, 构建出各自到达其他各路由器的最短路径, 即构建各自的路由表。
- OSPF有以下五种分组类型
 - ☐ 问候 (Hello) 分组
 - ☐ 数据库描述 (Database Description) 分组
 - ☐ 链路状态请求 (Link State Request) 分组
 - ☐ 链路状态更新 (Link State Update) 分组
 - ☐ 链路状态确认 (Link State Acknowledgment) 分组
- OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立
 - ☐ 选举指定路由器DR(designated router)和备用的指定路由器BDR(backup designated router)
 - ☐ 所有的非DR/BDR只与DR/BDR建立邻居关系
 - ☐ 非DR/BDR之间通过DR/BDR交换信息
- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络, OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围, 叫做区域 (Area)。
 - ☐ 划分区域的好处就是把利用洪泛法交换链路状态信息的范围局限于每一个区域而不是整个自治系统, 这就减少了整个网络上的通信量。

4.6.3 开放最短路径优先OSPF的基本工作原理

- 开放最短路径优先OSPF(Open Shortest Path First), 是为克服RIP的缺点在1989年开发出来的。
 - ☐ “开放”表明OSPF协议不是受某一家厂商控制, 而是公开发表的。
 - ☐ “最短路径优先”是因为使用了Dijkstra提出的最短路径算法SPF。
- OSPF是基于链路状态的, 而不像RIP那样是基于距离向量的。
- OSPF采用SPF算法计算路由, 从算法上保证了不会产生路由环路。
- OSPF不限制网络规模, 更新效率高, 收敛速度快。
- 链路状态是指本路由器都和哪些路由器相邻, 以及相应链路的“代价”(cost)。
 - ☐ “代价”用来表示费用、距离、时延、带宽, 等等。这些都由网络管理人员来决定。
- 使用OSPF的每个路由器都会产生链路状态通告LSA(Link State Advertisement)。LSA中包含以下内容:
 - ☐ 直连网络的链路状态信息
 - ☐ 邻居路由器的链路状态信息
- LSA被封装在链路状态更新分组LSU中, 采用洪泛法发送。
- 使用OSPF的每个路由器都有一个链路状态数据库LSDB, 用于存储LSA。
- 通过各路由器洪泛发送封装有自己LSA的LSU分组, 各路由器的LSDB最终将达到一致。
- 使用OSPF的各路由器基于LSDB进行最短路径优先SPF计算, 构建出各自到达其他各路由器的最短路径, 即构建各自的路由表。
- OSPF有以下五种分组类型
 - ☐ 问候 (Hello) 分组
 - ☐ 数据库描述 (Database Description) 分组
 - ☐ 链路状态请求 (Link State Request) 分组
 - ☐ 链路状态更新 (Link State Update) 分组
 - ☐ 链路状态确认 (Link State Acknowledgment) 分组
- OSPF在多点接入网络中路由器邻居关系的建立
 - ☐ 选举指定路由器DR(designated router)和备用的指定路由器BDR(backup designated router)
 - ☐ 所有的非DR/BDR只与DR/BDR建立邻居关系
 - ☐ 非DR/BDR之间通过DR/BDR交换信息
- 为了使OSPF能够用于规模很大的网络, OSPF把一个自治系统再划分为若干个更小的范围, 叫做区域 (Area)。
 - ☐ 划分区域的好处就是把利用洪泛法交换链路状态信息的范围局限于每一个区域而不是整个自治系统, 这就减少了整个网络上的通信量。

