

第五章 网络层

开放的最短路径优先

L-S路由协议的实例—OSPF

开放的路径优先（Open Shortest Path First）

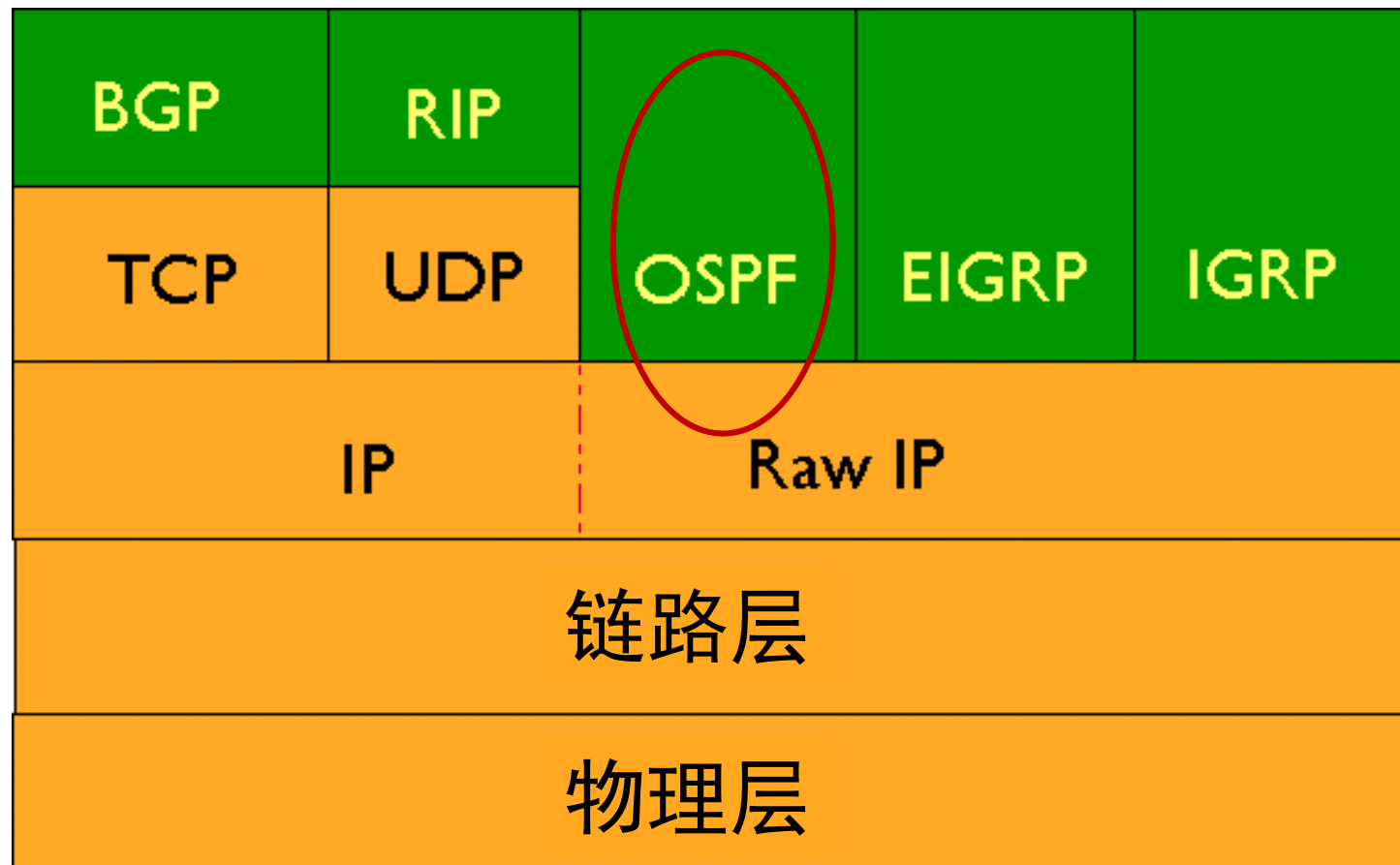
使用图（graph）来表述真实的网络

- 每个路由器/Lan都是一个节点
- 测量代价/量度（metric）

计算最短路径



OSPF在参考模型中的地位





OSPF概述

- OSPF是一种基于开放标准的链路状态路由协议，是目前IGP中应用最广、性能最优的一个协议
- OSPF可以在大型网络中使用
- 无路由自环
- OSPF支持VLSM、CIDR等
- 使用带宽作为度量值（ $10^8/BW$ ）
- 收敛速度快
- 通过分区实现高效的网络管理



单域OSPF的基本概念

- 必须划分区域

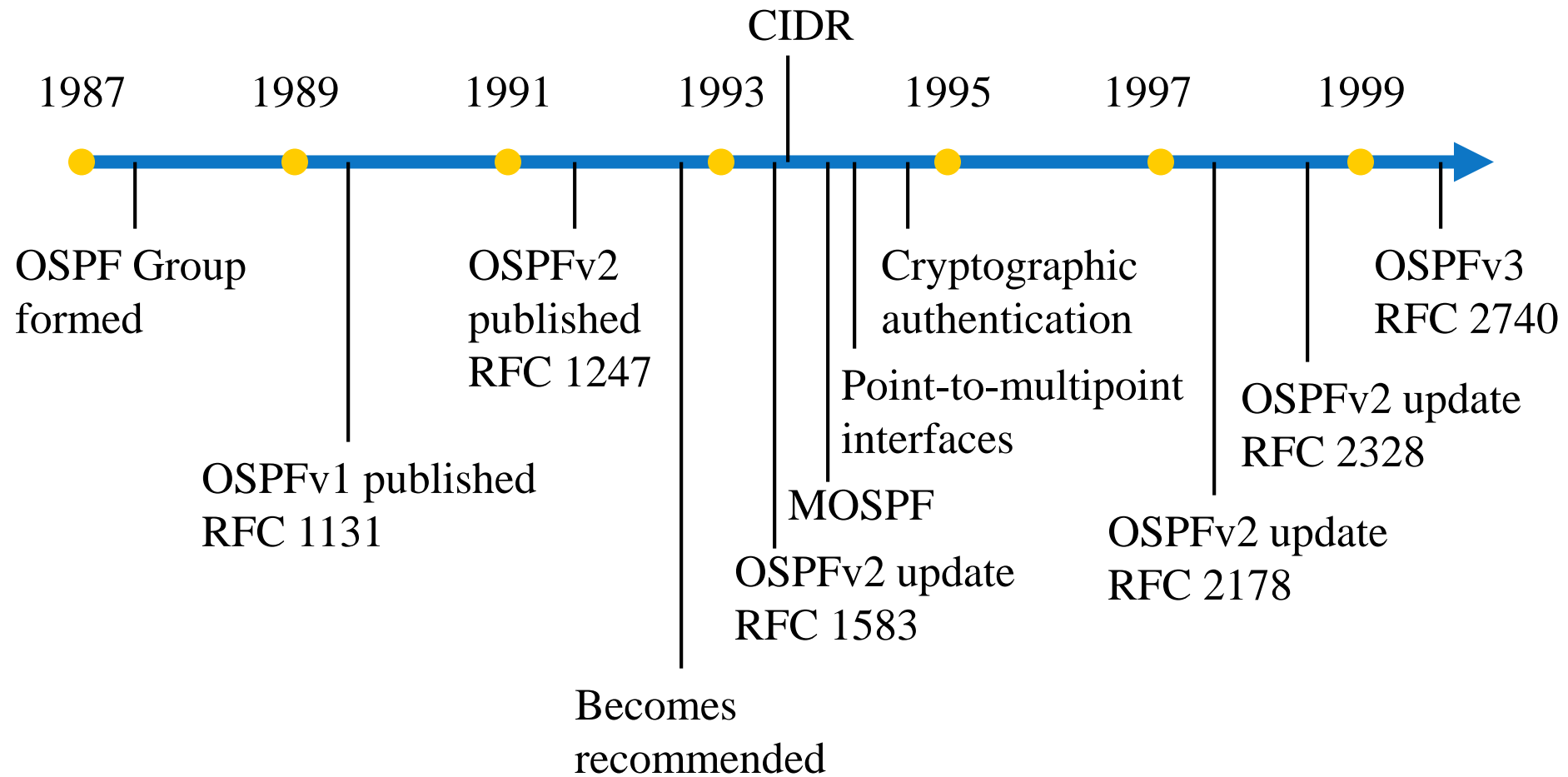


- Area 0（区域0），骨干区域（ Backbone area ）

- 所有子区域必须连接到区域 0 上



OSPF的发展历程





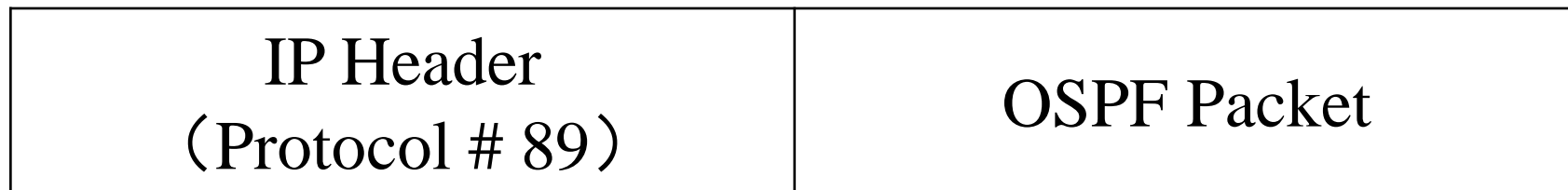
单区域OSPF

RouterID

一个32位的无符号整数，是一台路由器的唯一标识，在整个自治系统内唯一

协议号

IP头中代表OSPF报文的协议号是89

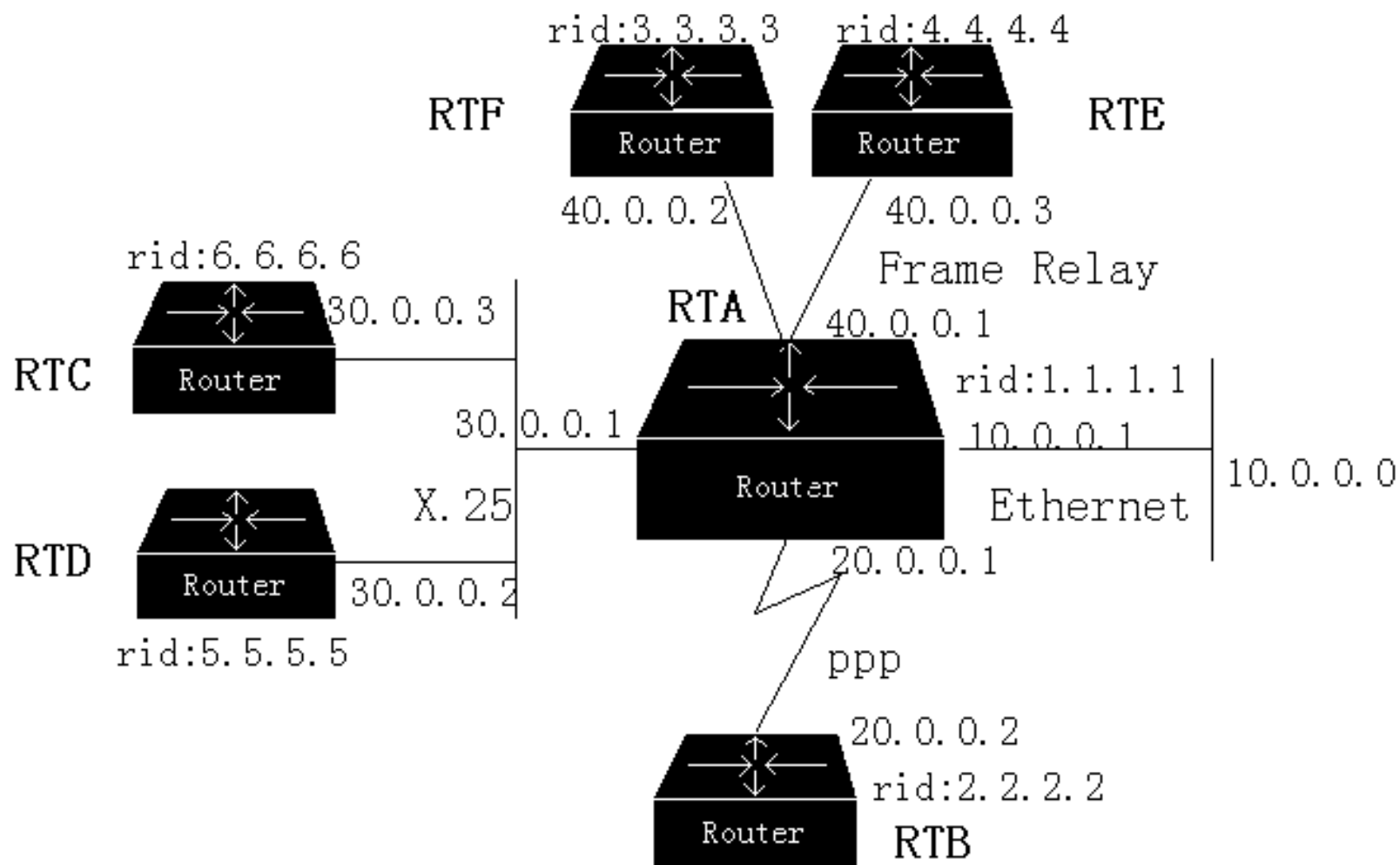


TTL=1

通常OSPF报文不转发，只被传递一条，即在IP报头的TTL值被设为1，但虚链接除外

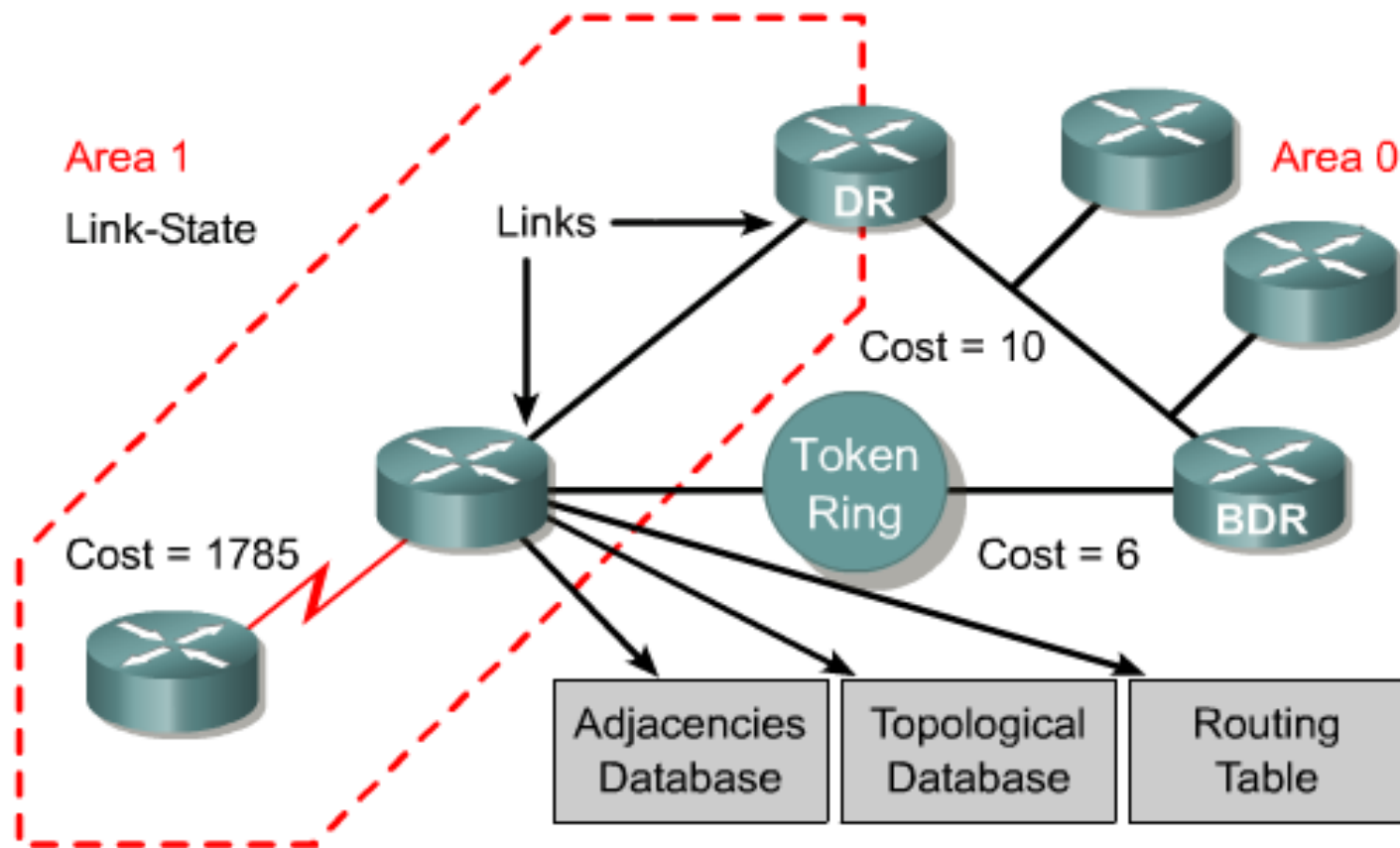


OSPF的网络类型





OSPF术语



OSPF分组(packet)类型

OSPF数据包类型	描述
Type 1—Hello	与邻居建立和维护毗邻关系。
Type 2—数据库描述包（DD）	描述一个OSPF路由器的链路状态数据库内容。
Type 3—链路状态请求（LSR）	请求相邻路由器发送其链路状态数据库中的具体条目
Type 4—链路状态更新（LSU）	向邻居路由器发送链路状态通告
Type 5—链路状态确认（LSA）	确认收到了邻居路由器的LSU

OSPF的运行步骤

1

建立路由器毗邻关系

2

选举DR和BDR

3

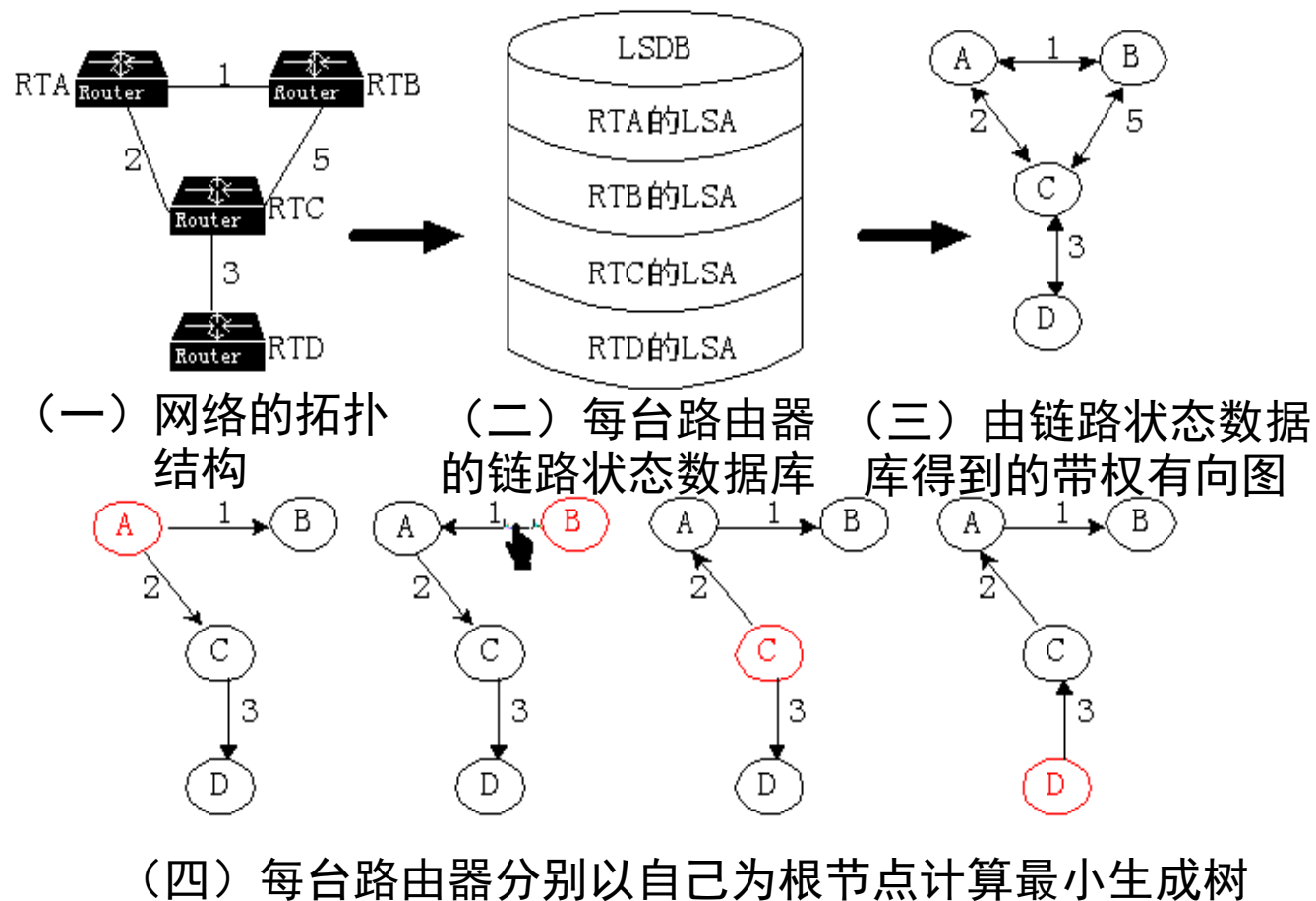
发现路由

4

选择最佳路由

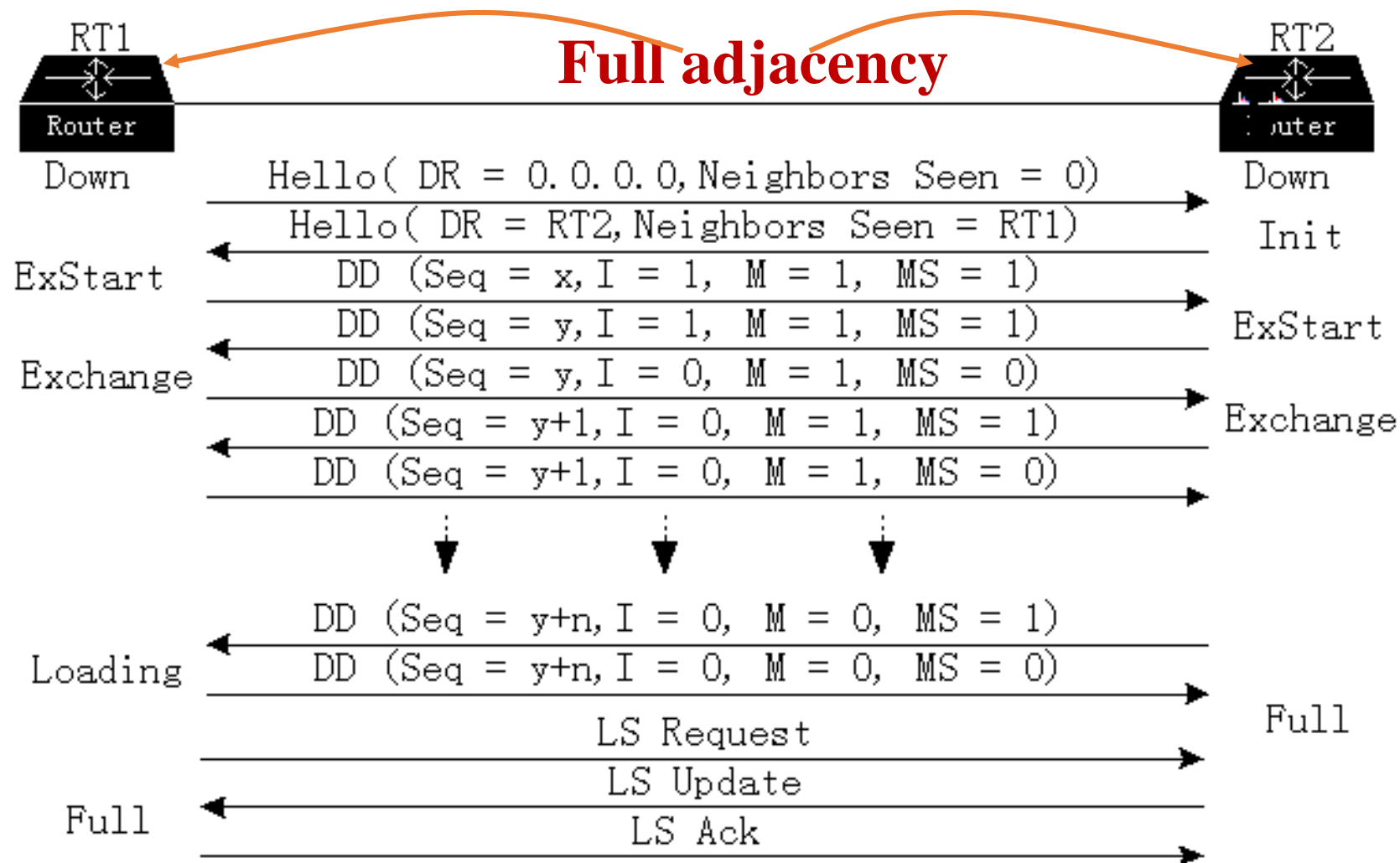
5

维护路由信息





建立路由器毗邻关系



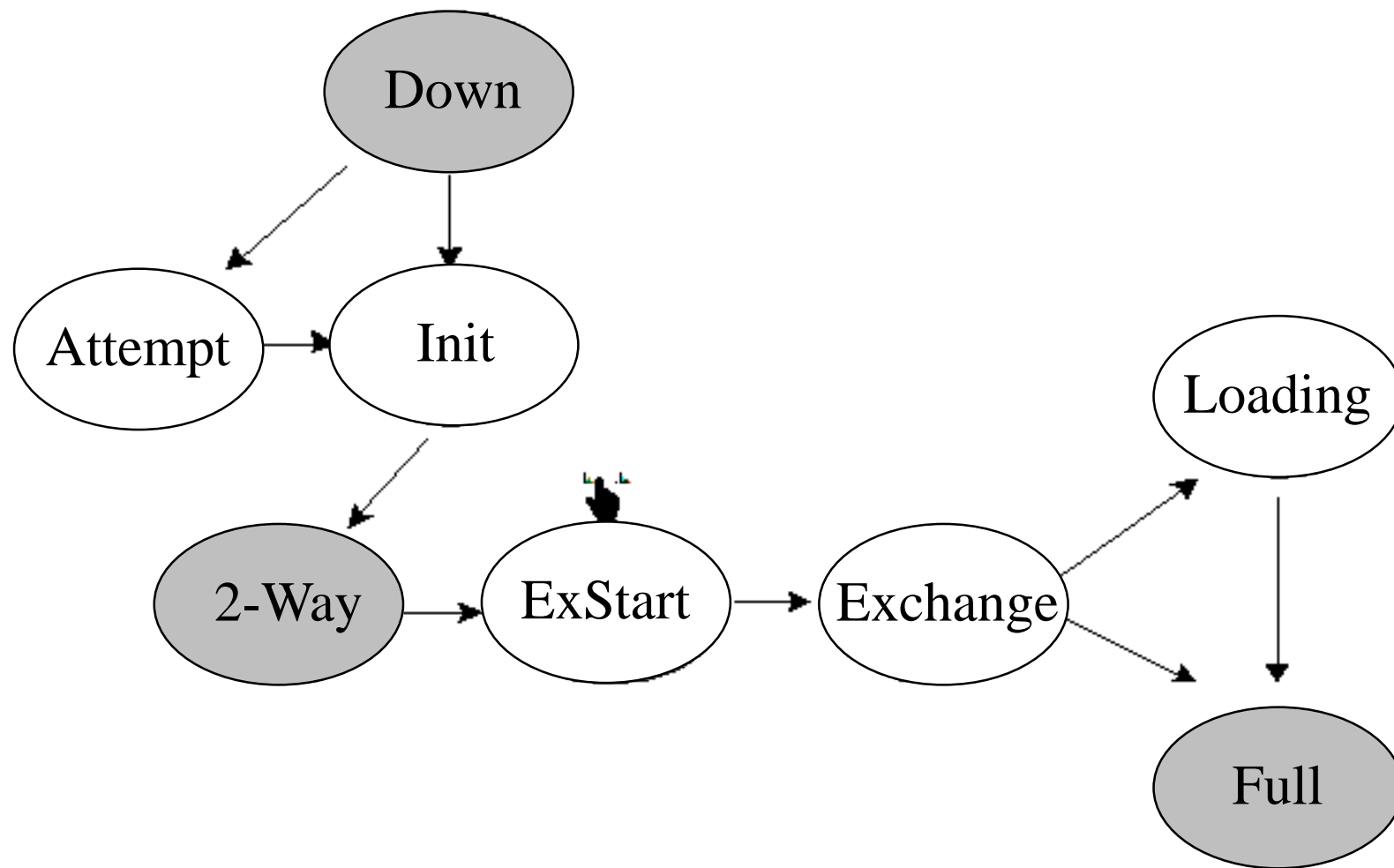


OSPF 状态



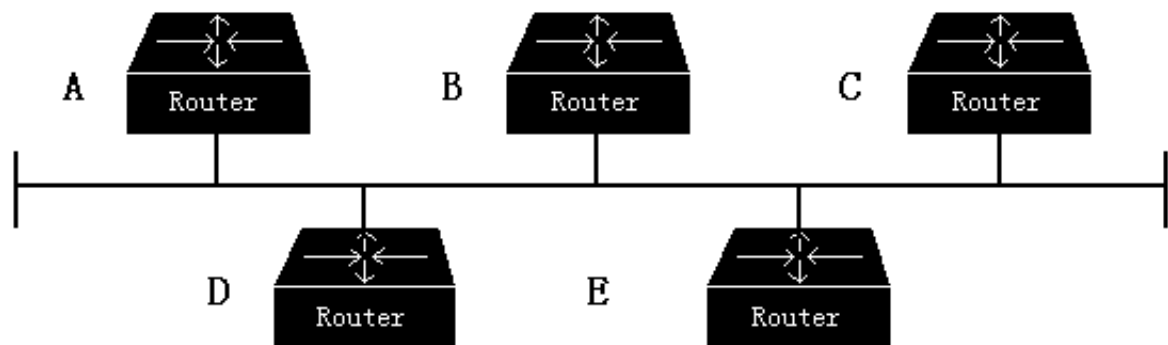


运行OSPF的路由器状态图

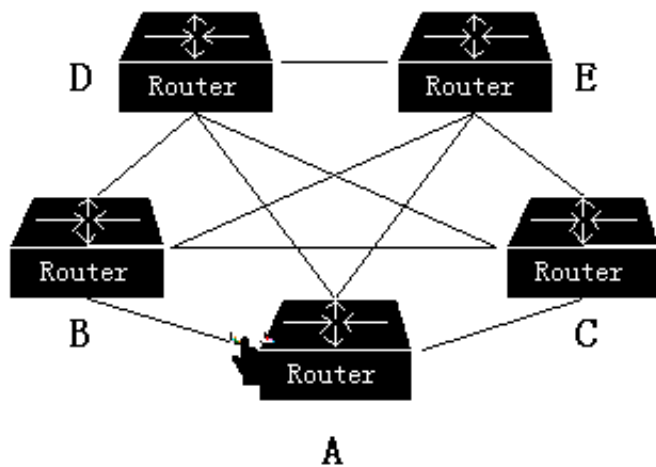




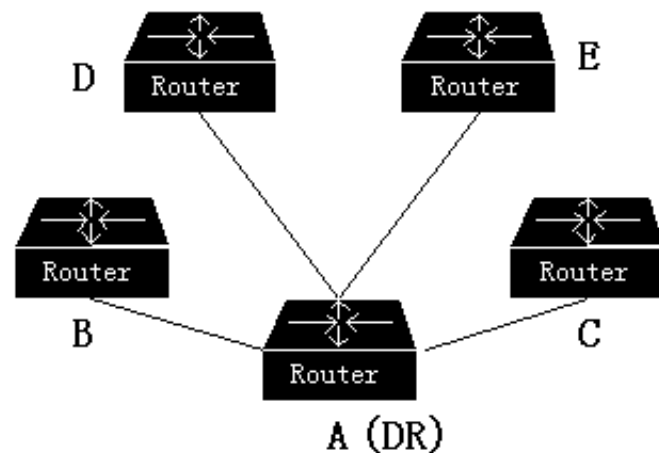
为什么要选举DR和BDR?



图一 网络的拓扑结构



图二 没有选举DR时的邻接关系



图三 选举DR后的邻接关系

DR（村长）选举过程



登记选民

本网段内的OSPF路由器
本村内的18岁以上公民



登记候选人

本网段内的priority>0的OSPF路由器
本村内的30岁以上公民，且在本村居住3年以上



竞选演说

所有的priority>0的OSPF路由器都认为自己是DR
所有的候选人都自认为应该当村长



投票

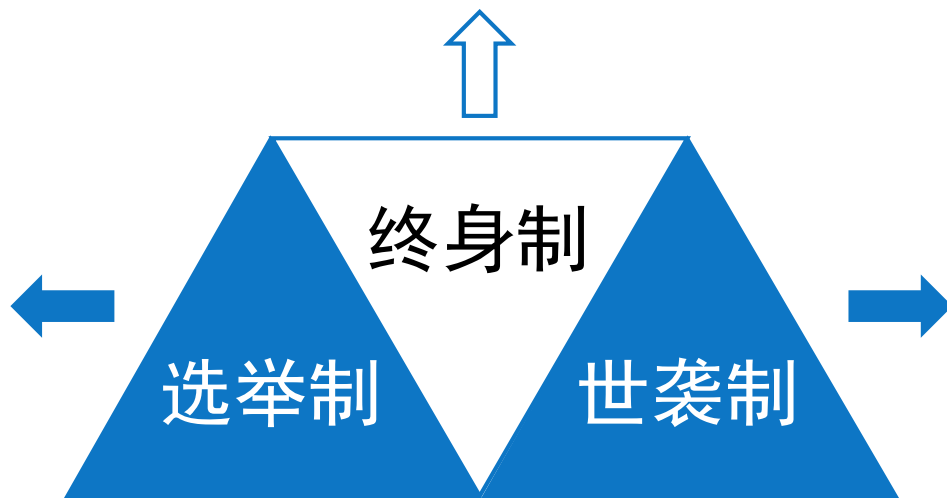
选priority值最大的，若priority值相等，选Router ID最大的
选年纪最大的，若年龄相等，按姓氏笔划排序



DR选举中的指导思想

DR一旦当选，除非路由器故障，否则不会更换

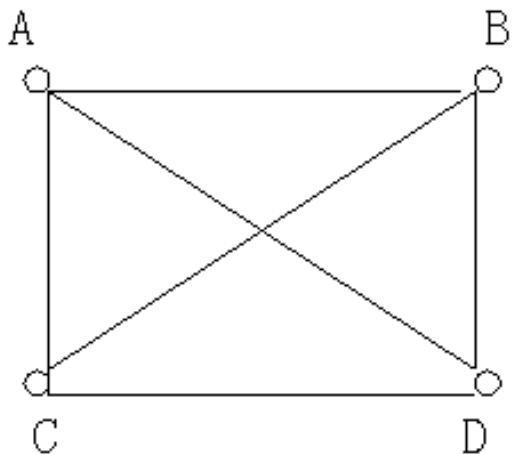
DR是路由器选出来的，而非人工指定



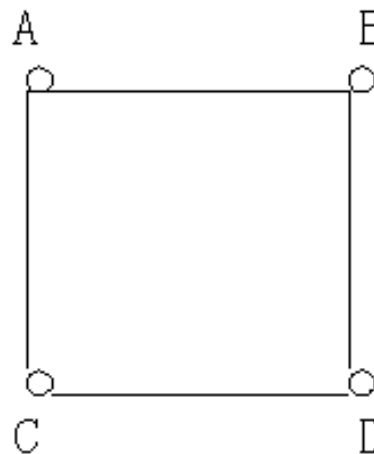
DR选出的同时，也选出BDR，DR故障后，由BDR接替DR成为新的DR

DR可能带来的问题

- 非全连通网络（full mesh），如PTMP网络



NBMA—任意两点都直接可达



PTMP—不满足任意两点都直接可达，AD，BC不能直接可达

- 由管理员配置成PTMP，不选举DR

DR带来的变化

同步的次数减少了 ($O(n)$)，减少了带宽的利用

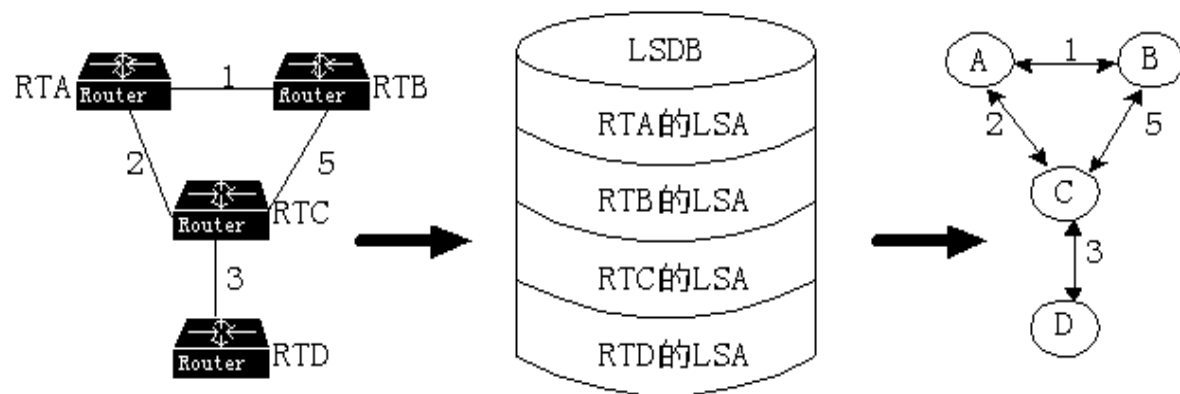
路由器的角色：DR、BDR、DROther

路由器间的关系：Unknown、Neighbor、Adjacent



选择最佳路由

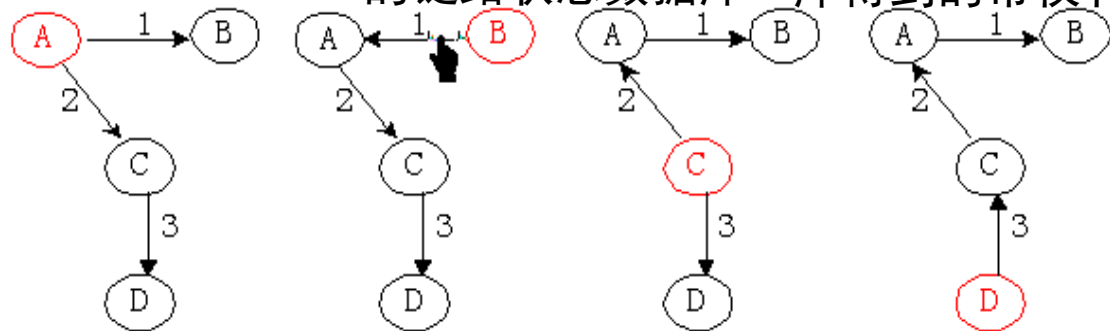
- SPF算法
- 负载均衡



(一) 网络的拓扑结构

(二) 每台路由器的链路状态数据库

(三) 由链路状态数据库得到的带权有向图



(四) 每台路由器分别以自己为根节点计算最小生成树



维护路由信息

- 触发更新，LSU
- Hello分组发送的时间间隔：缺省10秒
- Hello分组的失效间隔：缺省40秒
- 即使没有拓扑变化，LSA在条目过期（缺省30分钟）后，发送LSU，通告链路存活



为什么说OSPF克服了路由自环？

- ❑ 每一条LSA都标记了生成者（用生成该LSA的路由器的RouterID标记），其他路由器只负责传输，这样不会在传输的过程中发生对该信息的改变和错误理解。
- ❑ 路由计算的算法是SPF，计算的结果是一棵树，路由是树上的叶子节点，从根节点到叶子节点是单向不可回复的路径。
- ❑ 区域之间通过规定骨干区域避免



小结

- ❑ OSPF是内部网关协议（IGP）中性能最优、应用最广的一个协议
- ❑ 建立全毗邻关系的目的是：同步链路状态数据库（拓扑数据库）
- ❑ OSPF路由器启动之后，随着报文的交互，状态发生了变化（初始、双向、准启动……）
- ❑ 选举DR来减少同步次数

思考题

- ❑ OSPF的量度（代价、开销）采用了什么？一个100M的快速以太网链路，其量度是多少？
- ❑ OSPF克服了路由环吗？为什么？
- ❑ 怎样建立全毗邻关系？
- ❑ 为什么要选举DR？

谢谢观看

致谢

本课程课件中的部分素材来自于：（1）清华大学出版社出版的翻译教材《计算机网络》（原著作者：Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall）；（2）思科网络技术学院教程；（3）网络上搜到的其他资料。在此，对清华大学出版社、思科网络技术学院、人民邮电出版社、以及其它提供本课程引用资料的个人表示衷心的感谢！

对于本课程引用的素材，仅用于课程学习，如有任何问题，请与我们联系！