

IS-IS【中间系统到中间系统】

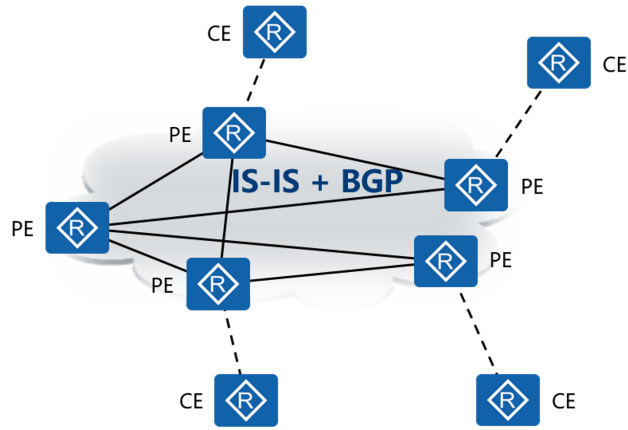
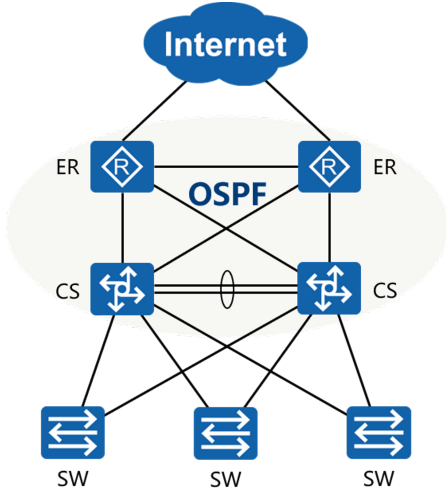
一、IS-IS与OSPF的场景应用

1、OSPF更适用于园区网：

优势：区域多样、策略多变、调度精细

2、IS-IS更适用于骨干网：

优势：区域扁平、收敛快速、承载庞大



二、IS-IS的起源及发展

1、IS-IS最初是由ISO为它的无连接网络协议【CLNP】设计的一种动态路由协议

2、无连接的包交换是指通信双方不需要事先建立一条通信线路，而是把每个带有目的地址的报文传送到线路上，发送方和接收方之间没有初始协商，发送方仅仅向网络上发送数据报，每个分组含有源地址和目的地址。该方法中没有接收方发来的分组接收或未接收的应答，也没有流控制，所以分组可能不按次序到达，接收方必须对它们重新排序。如果接收到有错误的分组，则将它删掉。当重新整理分组时，就会发现被删掉的包并请求重发。IP、UDP协议就是一种无连接协议

3、IETF对IS-IS进行了扩充和修改，使它能够在同时应用在TCP/IP和OSI环境中，称为集成化IS-IS

4、IS-IS属于IGP，是一种链路状态型路由协议

三、OSI与TCP/IP参考模型

OSI参考模型

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层 CLNP【CLNS】、NPDU、NSAP
数据链路层
物理层

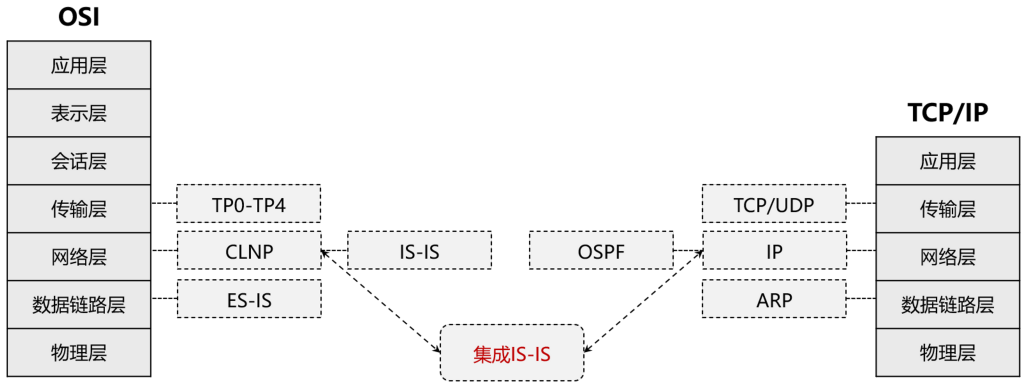
TCP/IP参考模型

应用层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

1、CLNP提供CLNS【Connection Less Network Service | 无连接网络服务】，类似于IP所提供的“尽力而为”的服务

2、NPDU【Network Protocol Data Unit | 网络协议数据单元】是OSI中的网络层协议报文，相当于TCP/IP中的IP报文

3、NSAP【Network Service Access Point | 网络服务接入点】是OSI中网络层的地址，用来标识一个抽象的网络服务访问点，描述OSI模型的网络地址结构



• **集成IS-IS特点:**

- 支持CLNP网络、IP网络
- 工作在数据链路层

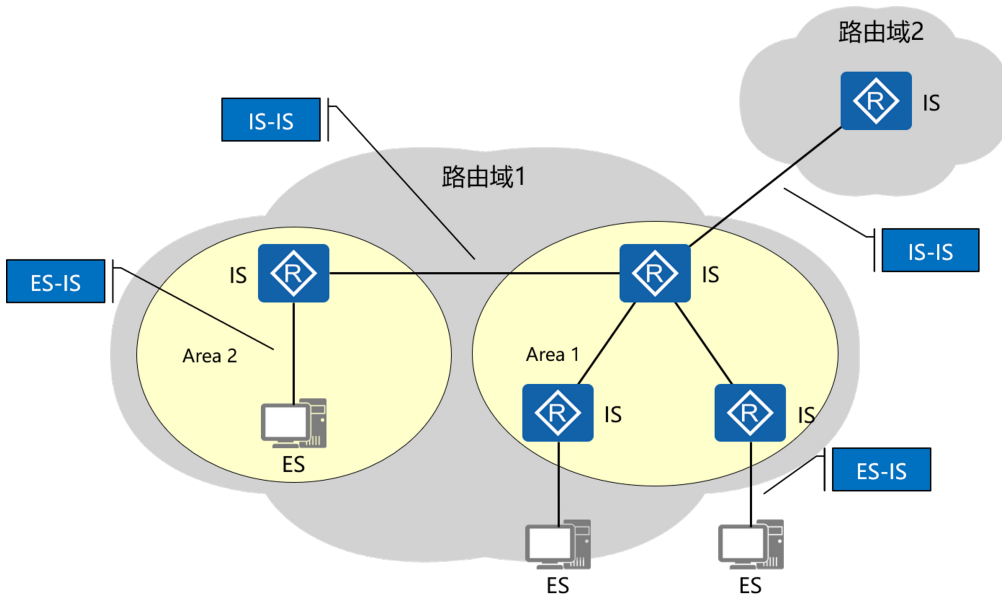
• **OSPF特点:**

- 目前只支持IP网络
- 工作在IP层

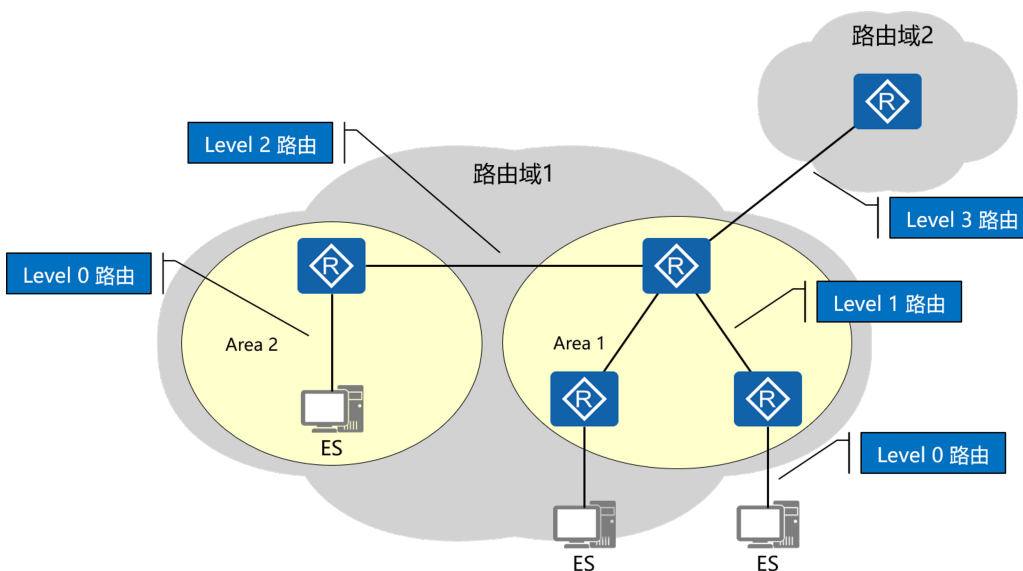
四、IS-IS基本概念与术语

1、IS【Intermediate System】：中间系统

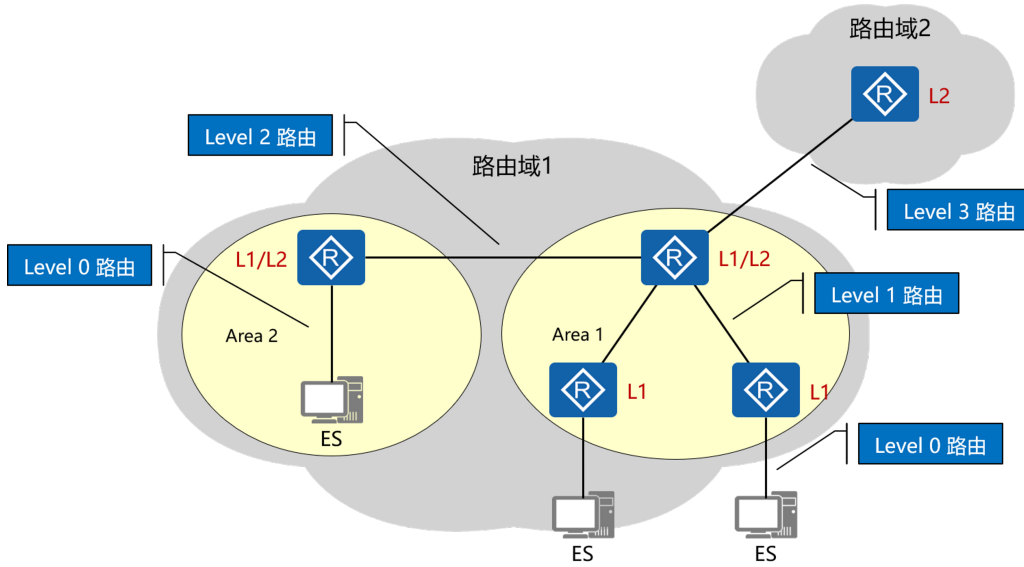
2、ES【End System】：终端系统



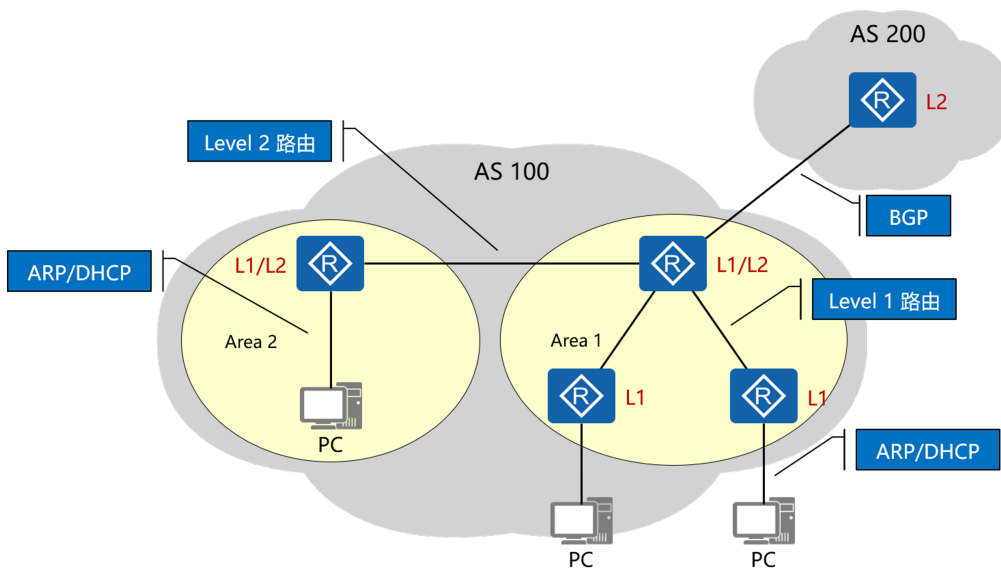
五、OSI路由分级



六、IS-IS中路由器角色



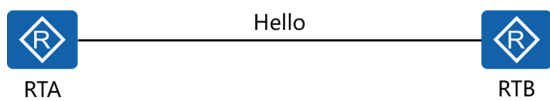
七、集成化IS-IS分层网络



八、IS-IS与OSPF的比较

1、路由计算过程比较

1.1、IS-IS同样需要建立邻居关系

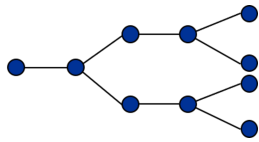


1.2、同样需要同步LSDB数据库



1.3、同样执行SPF算法

最短路径树



1.4、与OSPF不同，ISIS交互链路状态的基本载体不是LSA【Link State Advertisement】，而是LSP【Link State PDU】；交互的过程没有OSPF协议那样经历了多个阶段，主要是通过CSNP和PSNP两种协议报文来同步，请求以及确认链路状态信息【承载的是链路状态信息摘要】，而链路状态信息的详细拓扑和路由信息是由LSP报文传递

2、协议应用比较

2.1、IS-IS与OSPF的相同点：

2.1.1、均为链路状态型路由协议

2.1.2、收敛快速

2.1.3、支持网络分层与路由分级，适用于大规模网络

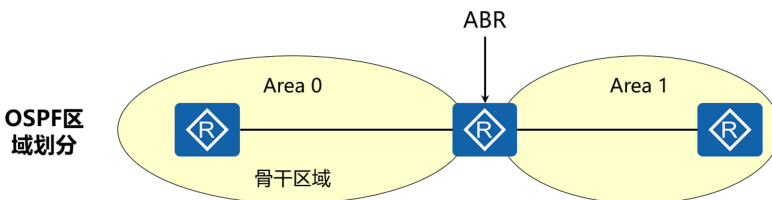
2.1.4、均有在运营商网络中运行的成功经验

2.2、集成化IS-IS可同时支持IP和OSI；协议采用TLV架构，更易扩展

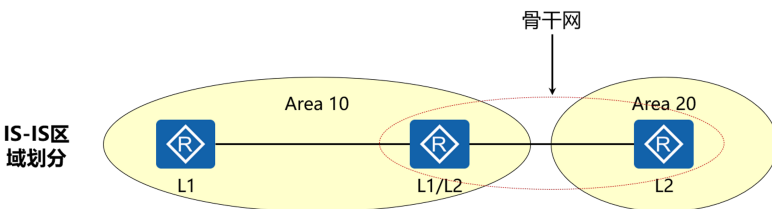
2.3、OSPF应用更加广泛

3、区域设计比较

3.1、OSPF的区域划分在接口上



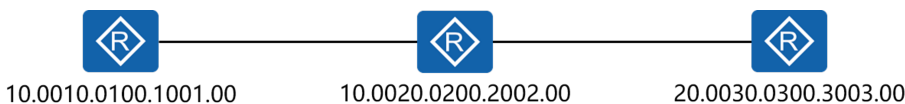
3.2、IS-IS的区域划分在链路上



九、OSI地址

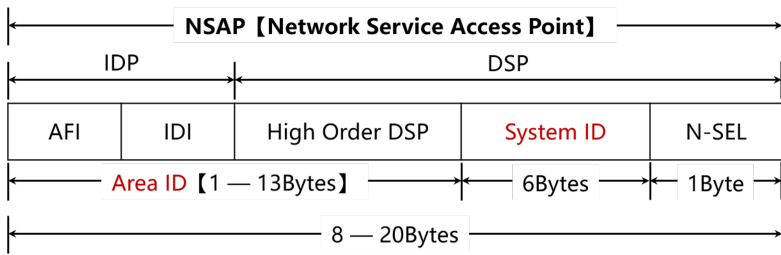
1、在OSI体系结构中，使用OSI地址标识网络设备，建立拓扑信息

2、OSI地址采用NSAP【Network Service Access Point | 网络服务接入点】地址格式



3、IS-IS中的NSAP地址格式

TCP/IP协议栈	IP协议	IP地址	OSPF	Area ID + Router ID
OSI协议栈	CLNP协议	NSAP地址	IS-IS	NET标识符



3.1、NSAP由IDP【Initial Domain Part】和DSP【Domain Specific Part】组成；IDP相当于IP地址中的主网络号，DSP相当于IP地址中的子网号或主机地址

3.2、NSAP地址为8 — 20Bytes，以十六进制方式标识

3.3、IS-IS中的NSAP地址由下列三部分组成：

3.3.1、Area ID：长度可变，为1 - 13Bytes

3.3.2、System ID：系统ID，用来唯一标识区域内的IS，长度固定为6Bytes

3.3.3、N-SEL：网络区分器，长度为1Byte

4、IS-IS中的NET地址

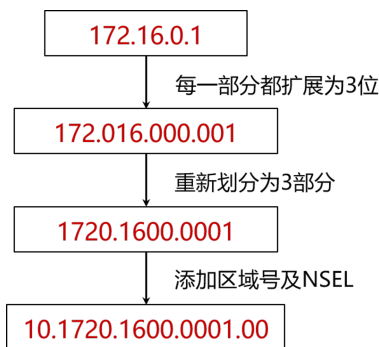
4.1、NET【Network Entity Title，网络实体名称】指的是IS本身的网络层信息，不包括传输层信息，可以看作是一类特殊的NSAP，即N-SEL为00的NSAP地址

4.2、每台IS可以有最多不超过三个NET，这些NET拥有相同的System ID和不同的区域地址

4.3、NET是一类特殊的NSAP【N-SEL=00】，在IP网络种，路由器配置IS-IS时，只需将N-SEL配置为00即可

5、典型NET生成方法

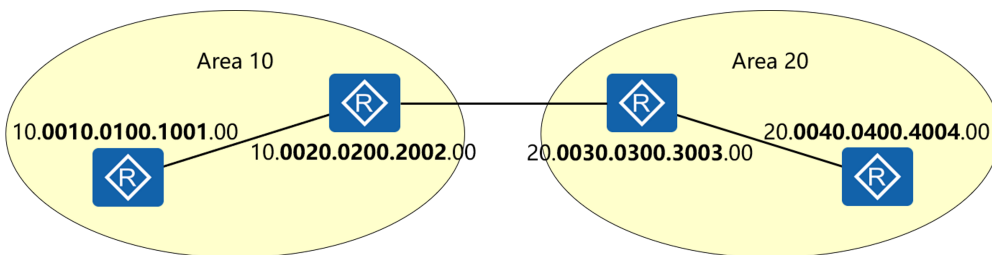
为了便于管理，一般根据Router ID来生成对应的System ID



6、NET规划注意事项

6.1、同一个区域内的所有IS包含相同的区域地址

6.2、每台IS拥有所在区域内唯一的System ID



十、IS-IS路由器类型

1、IS-IS中，路由器共分为三种类型：

1.1、Level-1路由器【只能创建level-1的LSDB】Level-1只能与属于同一区域的Level-1和Level-1-2路由器形成邻居关系，只负责维护Level-1

的链路状态数据库，该LSDB包含本区域内的路由信息，到本区域外的报文转发给最近的Level-1-2路由器。Level-1路由器只能建立Level-1的邻接关系

1.2、Level-2路由器【只能创建level-2的LSDB】Level-2路由器负责区域间的路由，它可以与相同或者不同区域的Level-2路由器或者不同区域的Level-1-2路由器形成邻居关系。Level-2路由器维护一个Level-2的LSDB，该LSDB包含区域间的路由信息。Level-2路由器只能建立Level-2的邻接关系

1.3、Level-1-2路由器【路由器的默认类型，可同时创建level-1与level-2的LSDB】同时属于Level-1和Level-2的路由器称为Level-1-2路由器。Level-1-2路由器维护两个LSDB，Level-1的LSDB用于区域内路由，Level-2的LSDB用于区域间路由；Level-1-2路由器可以与同一区域的Level-1形成Level-1邻居关系，也可以与其他区域的Level-2和Level-1-2路由器形成Level-2的邻居关系

2、不同区域间，只能建立Level-2的邻接关系：

- 2.1、Level-2路由器可以与Level-2路由器建立邻接关系
- 2.2、Level-1-2路由器可以与Level-2路由器建立邻接关系
- 2.3、Level-1-2路由器可以与Level-1-2路由器建立邻接关系

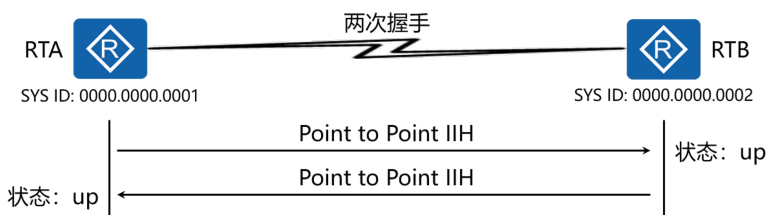
十一、IS-IS网络类型

- 1、IS-IS目前只支持【点对点】及【广播网络】类型
- 2、PPP、HDLC上，接口缺省网络类型为点对点
- 3、Ethernet、Token-Ring上，接口缺省网络类型为广播网络



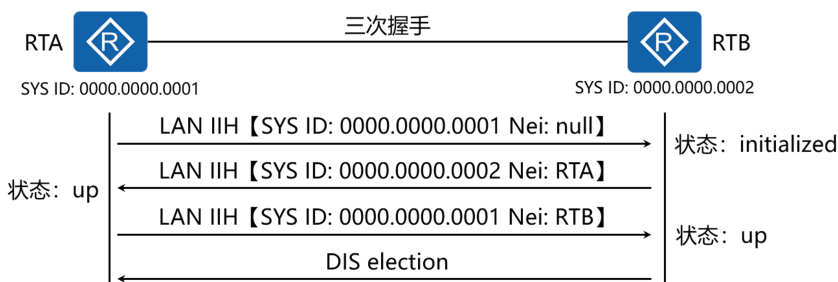
十二、邻居关系的建立【P2P】

- 1、在P2P网络中，分为两次握手机制与三次握手机制
- 1.1、两次握手机制：只要路由器接收到对端发来的Hello报文，就单方面宣布邻居为up状态，建立邻居关系，容易存在单通风险
- 1.2、三次握手机制：发送P2P的IS-IS Hello PDU最终建立起邻居关系，与广播链路邻居关系的建立情况相同



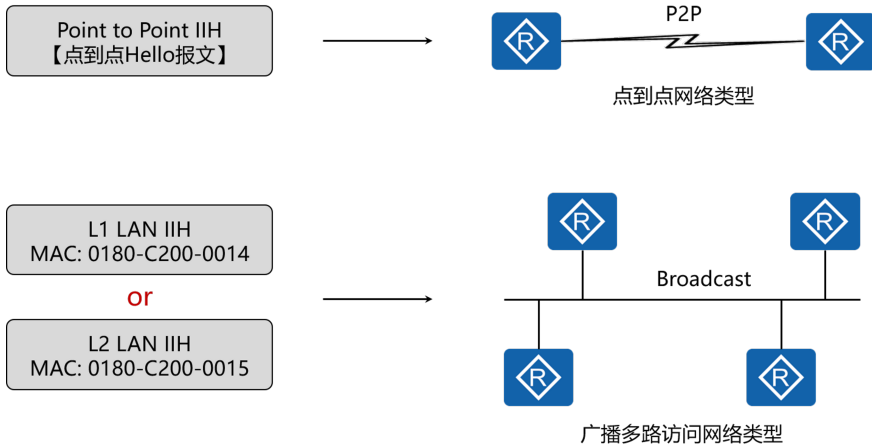
十三、邻居关系的建立【广播网络】

- 1、广播网络使用LAN IIH报文执行三次握手机制建立邻居关系
- 2、若收到的邻居发送的Hello PDU报文中没有自身的System ID时，状态机进入initialized
- 3、只有在收到的邻居发来的Hello PDU中包含自身的system ID时才会进入up状态，排除了链路单通的风险
- 4、广播网络中邻居up后会选举DIS【伪节点】，DIS的功能类似于OSPF中的DR

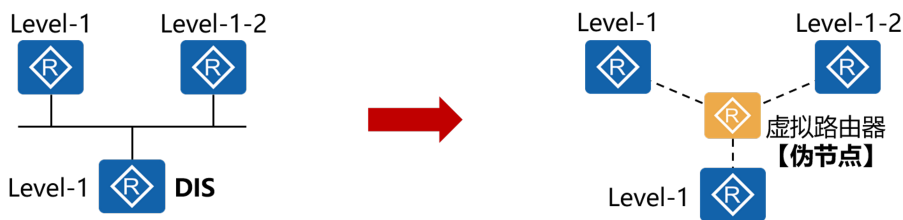


十四、IS-IS的Hello PDU报文

- 1、Hello PDU【Hello Protocol Data Unit】报文用于邻居发现、参数协商并建立邻居关系，后期用于协议保活
- 2、IS-IS建立邻居关系与OSPF一致，均通过交互Hello报文来完成
- 3、在IS-IS中，Hello报文会根据场景分为三种类型：
 - 3.1、广播型网络中的Level-1 IS-IS使用Level-1 LAN IIH【Level-1 LAN IS-IS Hello】，目的组播MAC地址为：0180-C200-0014
 - 3.2、广播型网络中的Level-2 IS-IS使用Level-2 LAN IIH【Level-2 LAN IS-IS Hello】，目的组播MAC地址为：0180-C200-0015
 - 3.3、非广播网络中则使用P2P IIH【Point to Point IS-IS Hello】，其没有表示DIS【伪节点】的相关字段

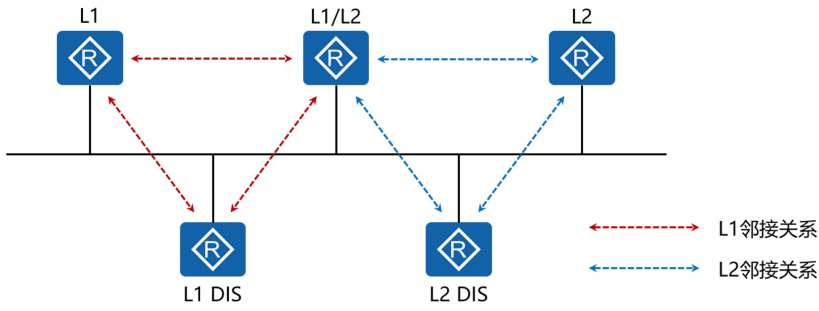


十五、IS-IS的DIS与OSPF的DR对比



类比点	IS-IS【DIS】	OSPF【DR】
选举优先级	所有优先级均参与选举	优先级0不参与选举
选举等待时间	2个Hello报文间隔	40s
备份	无	BDR
邻接关系	所有路由器相互均建立邻接关系	DROthers之间为2-Way关系
抢占性	抢占	不抢占
作用	为减少LSP泛洪；周期性发送CSNP，保障广播网络的LSDB同步	为减少LSA泛洪

- 1、DIS【Designated IS | 指定中间系统】
 - 2、伪节点：是指在广播型网络中由DIS创建的虚拟路由器，其作用为简化拓扑，减少资源消耗
 - 3、当整个网络没有DR和BDR存在时，所有的OSPF路由器都会在2-Way状态下，等待一个Dead Interval【40s】后进行选举
 - 4、邻居关系建立后，路由器等待2个Hello报文间隔再进行DIS选举
- Hello报文中包含优先级字段，优先级值最大的将被选举为该广播网的DIS；优先级取值范围为0 — 127，默认值为64
 若优先级相同，接口MAC地址较大的被选举为DIS
 IS-IS中DIS发送Hello报文的时间间隔默认为10秒3次
 其它非DIS路由器发送Hello报文，间隔为10秒



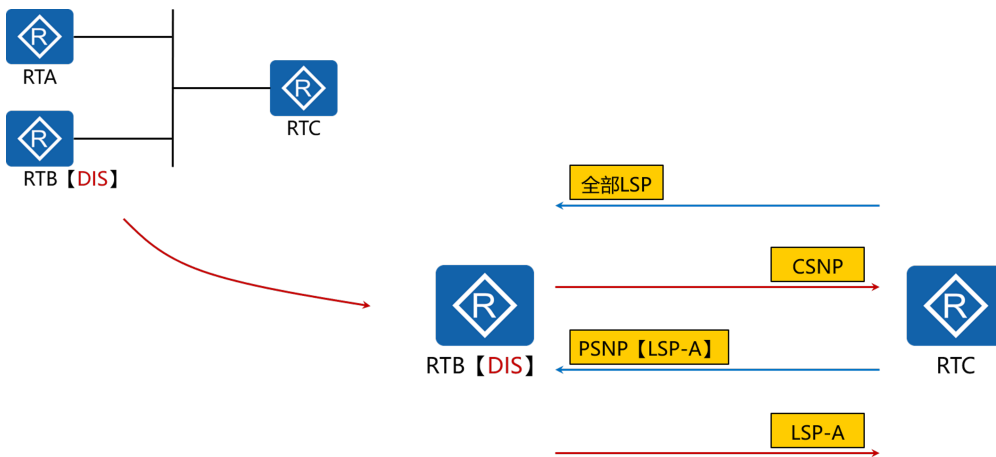
5、两种网络上邻接建立过程比较

比较内容	点到点网络	广播网络
Hello报文	P2P IIH	Level-1/Level-2 LAN IIH
Hello报文形式	单播	组播
Hello Timer	10s	10s, DIS为3.3s
有无DIS	无	有
邻接关系数量	1个	多个

6、IS-IS与OSPF术语对比

缩略语	OSI术语	IETF术语
IS	Intermediate System	Router
ES	End System	Host
DIS	Designated Intermediate System	OSPF-DR
SYS ID	System ID	OSPF-Router ID
LSP	Link State PDU	OSPF-LSA
IIH	IS-IS Hello PDU	OSPF Hello
PSNP	Partial Sequence Number PDU	OSPF-LSR/LSAck
CSNP	Complete Sequence Number PDU	OSPF-DBD

十六、LSDB的交互过程【广播型网络】

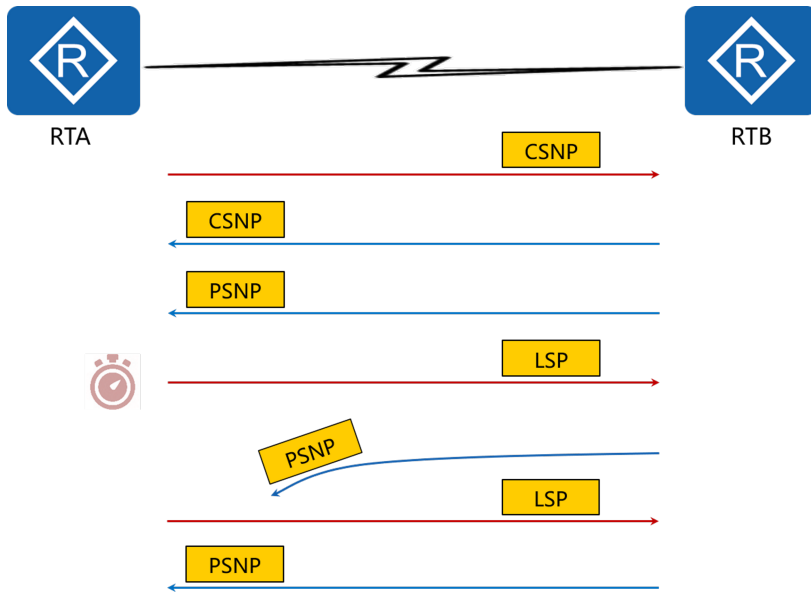


- 1、新加入的IS将自身的LSP发往组播地址Level-1: 01-80-C2-00-00-14; Level-2: 01-80-C2-00-00-15, 以确保网络中所有的邻居路由器都将收到该LSP
- 2、DIS将收到的LSP加入到LSDB中, 并等待CSNP报文定时器超时【DIS每隔10s周期性发送CSNP报文】并发送CSNP 报文, 进行该网络内的

LSDB同步

- 3、RTC收到DIS发来的CSNP报文后对比自身的LSDB数据库，向DIS发送PSNP报文请求自身没有的LSP【RTA与RTB的LSP】
- 4、RTB作为DIS收到该PSNP报文请求后，立即向RTC发送对应的LSP进行LSDB同步

十七、LSDB的交互过程【P2P网络】



- 1、建立邻接关系之后，RTA与RTB先发送CSNP给对端设备；若对端的LSDB与CSNP没有同步，则发送PSNP请求索取相应的LSP
- 2、RTB向RTA索取相应的LSP，此时向RTA发送PSNP
- 3、RTA发送RTB请求的LSP的同时启动LSP重传计时器【5s】，等待RTB发送PSNP作为收到LSP的确认
- 4、作为确认报文的PSNP没有成功的传递至对端
- 5、若在LSP重传计时器超时后没有收到RTB发送的PSNP确认报文，则重新发送该LSP，直至收到RTB的PSNP报文作为确认为止

十八、LSDB使用的报文【LSP】

1、LSP【Link State PDU】类似于OSPF中的LSA，承载的是链路状态信息，包含了拓扑结构与网络号

- 1.1、Level-1的LSP由Level-1的路由器负责发送
- 1.2、Level-2的LSP由Level-2的路由器负责发送
- 1.3、Level-1-2的路由器可发送上述两类LSP

2、LSP报文中包含了两个重要字段

- 2.1、ATT【attachment | 附属】：用于标识该路由由L1/L2路由器发送的
- 2.2、IS-Type：用来指明生成此LSP的IS-IS类型是Level-1还是Level-2 IS-IS

3、LSP的老化时间从1200s【20m】递减，刷新周期为900s【15m】，递减至0老化

4、一条LSP的老化除了要等待20m外，还要等待60s的零老化时延

5、LSP重传计时器为5秒

6、CSNP【Complete Sequence Number PDU】类似于OSPF中的DBD报文，传递的是LSDB中所有链路信息的摘要

7、PSNP【Partial Sequence Number PDU】类似于OSPF中的LSR与LSAck报文，用于请求和确认链路信息

十九、网络分层路由域

1、为了支持大规模路由网络，IS-IS在自治系统内采用骨干区域与非骨干区域两级的分层结构

1.1、将Level-1路由器部署在非骨干区域，Level-2路由器与Level-1-2路由器部署在骨干区域；每一个非骨干区域都通过Level-1-2路由器与骨干区域相连

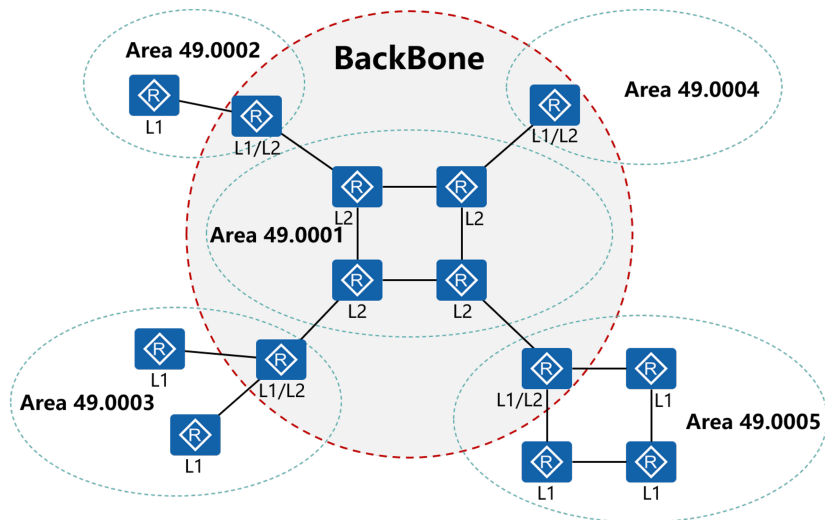
1.2、Level-1-2级别的路由器可以属于不同的区域；在Level-1区域维护Level-1的LSDB；在Level-2区域维护Level-2的LSDB

2、拓扑体现层面上，IS-IS与OSPF的不同点在于：

2.1、在OSPF中，每个链路只属于一个区域；而在IS-IS中，每个链路可以属于不同的区域

2.2、在IS-IS中，单个区域没有物理的骨干与非骨干区域的概念；而在OSPF中，Area0被定义为骨干区域

2.3、在IS-IS中，Level-1和Level-2级别的路由器分别采用SPF算法，分别生成最短路径树SPT；在OSPF中，只有在同一个区域内才使用SPF算法，区域之间的路由需要通过骨干区域来转发



二十、IS-IS的域间路由

1、区域49.0001访问区域49.0002

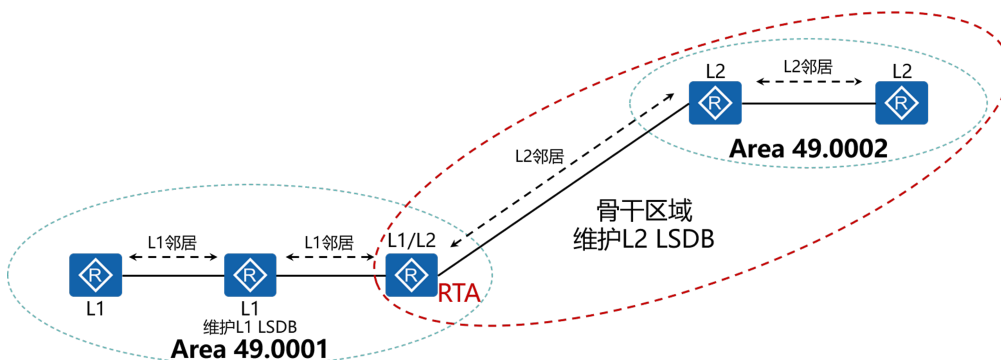
1.1、L1/L2路由器RTA产生ATT置位为1的LSP

1.2、L1路由器收到ATT为1的LSP会产生下一跳指向L1/L2路由器的缺省路由

2、区域49.0002访问区域49.0001

2.1、L1/L2路由器RTA会把区域49.0001的明细路由以叶子节点方式挂载在L2级别的LSP上面并处在Level-2的LSDB中

2.2、L2路由器通过自身SPF计算得出访问Area49.0001的明细路由



3、Level-1路由器的路由特点：

3.1、只拥有Level-1的链路状态数据库

3.2、其链路状态数据库中只有本区域路由器LSP

3.3、其路由表里没有其它区域的路由信息

3.4、其路由表里有一条缺省路由，下一跳指向到Level-1-2路由器

4、Level-2路由器的路由特点：

4.1、Level-2路由器只有Level-2的链路状态数据库

4.2、其LSDB中有骨干区域路由器的LSP，但是没有Level-1路由器产生的LSP

4.3、其路由表里有整个网络的路由信息

5、Level-1-2路由器的路由特点：

5.1、Level-1-2路由器同时拥有Level-2和Level-1的链路状态数据库

5.2、Level-1数据库包含本区域的LSP，Level-2数据库包含骨干区域LSP

5.3、在自身产生的Level-1的LSP中设置了ATT为1

5.4、路由表里有整个网络的路由信息

二十一、IS-IS的路由算法

IS-IS路由计算的开销方式：

- 1、narrow模式：默认开销均为10，取值范围为1 — 63【默认模式】
- 2、wide模式：默认开销均为10，取值范围为1 — 16777214
- 3、narrow-compatible模式：可同时接收开销值类型为narrow与wide的报文，但只发送narrow报文
- 4、wide-compatible模式：可同时接收开销值类型为narrow与wide的报文，但只发送wide报文
- 5、compatible：兼容模式，可同时接收或发送开销值类型为narrow与wide报文

注1：进程下使用auto-cost enable命令，可令narrow模式与wide模式都会参考接口带宽大小计算开销值

注2：使用auto-cost enable命令后，IS-IS路由器的不同开销风格会对路由计算造成不同的影响

- 1、对于wide方式的开销风格而言，其接口链路开销的计算方式为：

【Bandwidth-reference / Link-bandwidth】 x 10

Bandwidth-reference为参考带宽，默认情况下为100M

也可在IS-IS视图下通过命令：bandwidth-reference 1000 来修改IS-IS的参考带宽

上述命令中1000的单位是Mbit/s

- 2、对于narrow方式的开销风格而言，其接口链路开销如下表所示：

链路开销	接口带宽
60	接口链路带宽小于10M
50	接口链路带宽大于10M，小于100M
40	接口链路带宽大于100M，小于155M
30	接口链路带宽大于155M，小于622M
20	接口链路带宽大于622M，小于2.5G
10	接口链路带宽大于2.5G

二十二、IS-IS的配置

详细配置见实验手册