



IS-IS 协议原理与配置

除了 OSPF 之外,另外一个内部网关协议 IS-IS 也经常被应用于网络中,IS-IS 协议与 OSPF 协议有很多类似的地方,也是一个高效的路由协议。

本章介绍以下重点内容:

- (1) IS-IS 基本概念。
- (2) IS-IS 协议工作原理。
- (3) IS-IS 协议基本配置。

5.1 IS-IS 基本概念

IS 指的是中间系统,相当于路由器,IS-IS 协议指的是路由器和路由器之间的协议,也就是路由协议,下面将展开介绍这些基本概念,如表 5.1 所示。

表 5.1 IS-IS 基本概念

缩略词	OSI 中的概念	IP 中对应的概念
IS	Intermediate System(中间系统)	Router 路由器
ES	End System(端系统)	Host 主机
DIS	Designated Intermediate System(指派中间系统)	Designated Router(DR)
SysID	System ID(系统 ID)	如环回地址、接口地址
PDU	Packet Data Unit(报文数据单元)	IP 报文
LSP	Link State Protocol Data Unit(链路状态协议数据单元)	OSPF 中的 LSA
NSAP	Network Service Access Point(网络访问服务点)	IP 地址
Net	Network Entity Tile(网络实体标记)	OSPF 中的 Router ID
IIH	IS to IS Hello PDU(IS 到 IS 间的 Hello 报文)	OSPF 中的 Hello 报文
PSNP	Partial Sequence Numbers Protocol Data Unit(部分序列号数据包)	OSPF 的 LSR、ASK
CSNP	Complete Sequence Numbers Protocol Data Unit(完全序列号数据包)	OSPF 中的 DD

IS-IS 最早是 ISO 为无连接网络协议(Connectionless Network Protocol,CLNP)而设计的动态路由协议,是 ISO 定义的 OSI 协议栈中无连接网络服务(Connectionless Network Service,CLNS)的一部分,如图 5.1 所示,CLNP 类似于 IP,IS-IS 类似于 OSPF,ES-IS(终端

和网络设备之间的协议)类似于 ARP、ICMP。

设备互相通信时需要 CLNP 地址,这个地址叫作网络服务访问点(Network Service Access Point,NSAP),如图 5.2 所示,NSAP 由 3 部分组成:Area ID、System ID、NSEL。每部分有特定的长度,Area ID 是 1~13 字节,System ID 固定为 6 字节,NSEL 固定为 1 字节。这个和 IP 地址类似,IP 地址也由网络号、主机号两部分组成。



图 5.1 IS-IS 协议所处位置

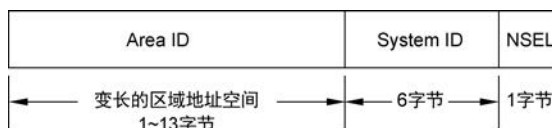


图 5.2 NSAP 格式

每个路由器需要一个编号,在 OSPF 中,路由器 ID 的格式和 IP 地址格式一样,例如 1.1.1.1,IS-IS 协议与此类似,路由器 ID 的格式和 NSAP 一样,是一个特殊格式的 NSAP,其中 NSEL 取值固定为 0。IS-IS 协议中路由器 ID 也称为网络实体标识(Network Entity Titles,NET),用来标识路由器。

NET 举例 1: 49.0001.aaaa.bbbb.cccc.00。

其中,Area ID 长度不固定,因此可以从后面往前推。

最后面的一字节 00: NSEL。

NSEL 后面倒数 6 字节 aaaa.bbbb.cccc: System ID。

剩下的 49.0001 就是 Area ID,长度是 3 字节。

NET 举例 2: 01.aaaa.bbbb.cccc.00。

NET 举例 3: 4949.5050.5050.aaaa.bbbb.cccc.00。

例子 2、3 中 Area ID 的长度分别是多少字节?

在实际应用中,System ID 可以由 MAC 或者 IP 来填充,设备的 MAC 和 IP 如图 5.3 所示,当按 MAC 来填充时,NET: 49.0001.6480.99F8.12B2.00。

```
Physical Address. . . . . : 64-80-99-F8-13-B2
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IPv4 Address. . . . . : 192.168.43.114<Preferred>
```

图 5.3 设备的 MAC 和 IP

按 IP 来填充时,先将每段补足成 3 位数,192.168.43.114→192.168.043.114,然后将

4 段变成 3 段：192.168.043.114→1921.6804.3114，最终 NET：49.0001.1921.6804.3114.00。

5.2 IS-IS 工作原理

和 OSPF 类似，路由的计算过程如图 5.4 所示，各个路由器先泛洪、收集链路状态，并存放到 LSDB 数据库中，然后使用 SPF 算法计算最短路径树，最后计算得到路由表。

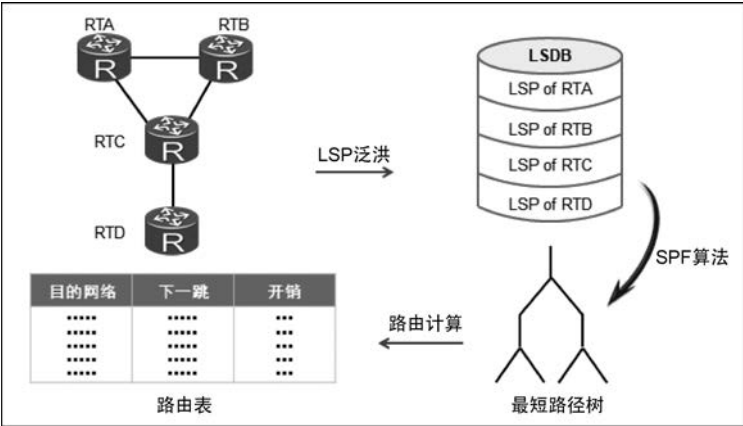


图 5.4 IS-IS 路由计算过程

5.2.1 网络分层

OSPF 协议将大型网络分成多个区域，一个骨干区域，多个普通区域。IS-IS 协议与此类似，将网络分成两层。

Level-1：普通区域叫 Level-1(L1)。

Level-2：骨干区叫 Level-2(L2)。

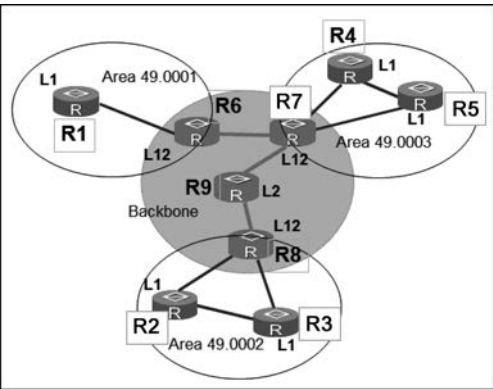


图 5.5 IS-IS 网络分层

完全处于普通区域的路由器叫 Level-1 路由器(R1、R2、R3、R4、R5)，完全处于骨干区域的路由器叫 Level-2 路由器(R9)，连接 Level-1 区域和 Level-2 区域的路由器叫 Level-1-2 路由器(R6、R7、R8)，如图 5.5 所示。

骨干区 Backbone 是连续的 Level-2 与 Level-1-2 路由器的集合。

注意：Level-1-2 路由器属于骨干区域。

(1) Level-1 路由器：只与本区域的路由器形成邻居，只参与本区域内的路由计算。

(2) Level-2 路由器：可以与其他区域的

L2、L12 路由器形成邻居,参与骨干区的路由计算。

(3) Level-1-2 路由器:有两个链路状态数据库,既承担 L1 的职责也承担 L2 的职责,完成它所在的区域和骨干之间的路由信息的交换。

默认情况下,所有路由器都是 Level-1-2 路由器,可以通过命令修改。

5.2.2 IS-IS 协议格式

IS-IS 协议使用的协议数据单元(Protocol Data Unit,PDU)有以下 4 种。

(1) IIH(IS-IS Hello):用来建立和维护邻接关系。不同网络中使用的 IIH 不一样,广播网络中的 Level-1 使用的是 Level-1 LAN IIH,Level-2 使用的是 Level-2 LAN IIH,点到点网络则使用 P2P IIH。

(2) 链路状态报文(Link State PDU,LSP):分为 Level-1 LSP、Level-2 LSP。

(3) 完全序列号协议数据包(Complete Sequence Numbers Protocol Data Unit,CSNP):类似于 OSPF 中的 DD 报文,用来简要描述 LSDB 数据库中的所有条目。

(4) 部分序列号协议数据包(Partial Sequence Numbers Protocol Data Unit,PSNP):类似于 OSPF 中的 LSR,用来请求具体的 LSDB 条目。

CSNP 与 PSNP 也有 Level-1、Level-2 之分。

IS-IS 协议格式与 OSPF 类似,分为头部、具体参数两部分,如图 5.6 所示。

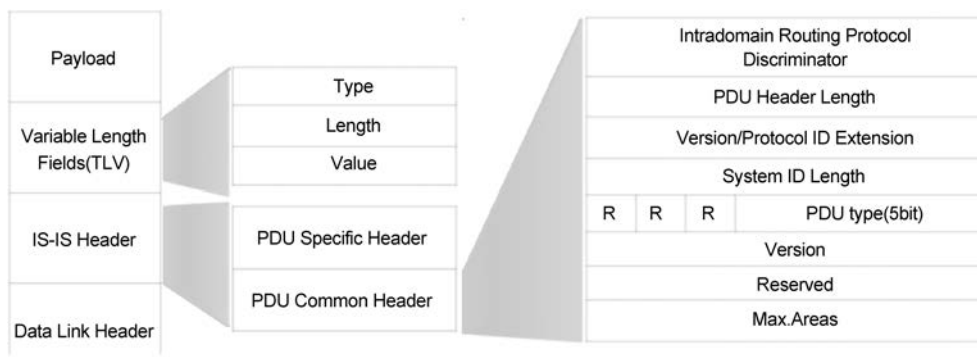


图 5.6 IS-IS 协议结构

(1) 报文头部 (IS-IS Header): 里面又分为通用头部 (Common Header) 和专用头部 (Specific Header)。IIH、LSP、CSNP、PSNP 使用相同的通用头部,但是专用头部不一样。

(2) 变长字段部分 (Variable Length Fields): 也称为类型-长度-取值 (Type-Length-Value, TLV), 用来存放参数, 具体如何使用后面再展开介绍。

公共头部各个字段含义如下。

(1) Intradomain Routing Protocol Discriminator: 域内路由选择协议鉴别符, 固定值为 0x83。

(2) Length Indicator: IS-IS 头部长度, 包括通用头部和专用头部, 单位是字节。

- (3) Version/Protocol ID Extension: 版本/协议标识扩展,固定为 0x01。
- (4) System ID Length: NSAP 地址或 NET 中 System ID 区域的长度,当值为 0 时,标识长度为 6 字节。
- (5) R(Reserved): 保留,固定为 0。
- (6) Version: 固定为 0x01。
- (7) Max. Areas: 支持的最大区域个数,取值范围为 1~254,当置为 0 时,表示该 IS-IS 进程最大支持 3 个区域。
- (8) PDU type: PDU 类型,如表 5.2 所示,不同取值表示里面封装的是不同的 PDU,专用头部也会不一样。

表 5.2 PDU 类型编码

类 型 值	简 称
15	L1 LAN IIH
16	L2 LAN IIH
17	P2P IIH
18	L1 LSP
20	L2 LSP
24	L1 CSNP
25	L2 CSNP
26	L1 PSNP
27	L2 PSNP

1. IIH 专有头部结构

广播网络和点对点网络的 IIH 专有头部不一样: 广播网络的 IIH 多了优先级和 LAN ID 字段,没有 Local Circuit ID,而点对点网络的 IIH 则有 Local Circuit ID,没有 Priority 和 LAN ID 字段,如图 5.7 所示。

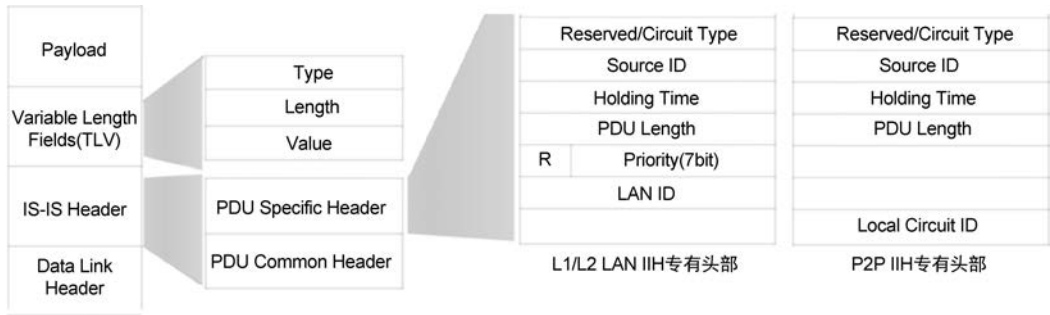


图 5.7 IIH 专有头部

- (1) Reserved/Circuit Type: 表示路由器类型(01 表示 L1,10 表示 L2,11 表示 L1-2)。
- (2) Source ID: 发出 Hello 报文的路由器的 System ID。
- (3) Holding Time: 保持时间,在此时间内如果没有收到邻接发来的 Hello 报文,则终

止已建立的邻接关系。

(4) PDU Length: PDU 的总长度,单位是字节。

(5) Priority: 选举 DIS 的优先级,取值为 0~127,数值越大,优先级越高,只在广播网络中的 Hello 报文携带,点到点网络的 Hello 报文没有此字段。

(6) LAN ID: 伪节点的 ID,格式为 Source ID.01,例如 1921.6800.0001.01。

(7) Local Circuit ID: 本地链路 ID。

2. LSP 专有头部结构

LSP 用于交换链路状态信息,分为 Level-1 LSP 和 Level-2 LSP,Level-1 路由器只发出 Level-1 LSP,Level-2 路由器只发出 Level-2 LSP,Level-1-2 路由器可以发出两种 LSP,如图 5.8 所示。

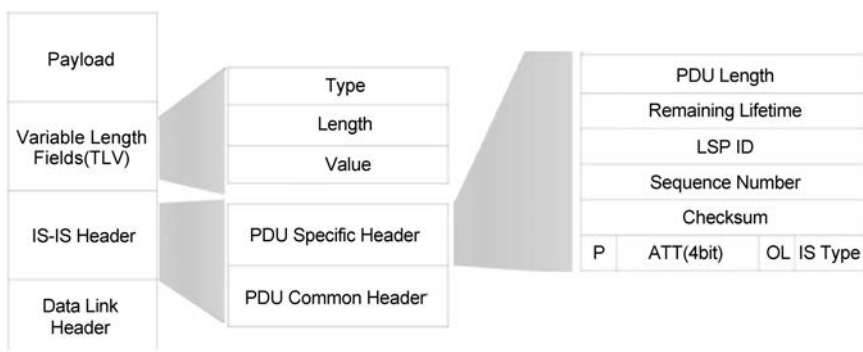


图 5.8 LSP 专有头部

(1) PDU Length: PDU 长度。

(2) Remaining Lifetime: LSP 的生存时间,以秒为单位。

(3) LSP ID: 由 3 部分组成,分别是 System ID、伪节点 ID、LSP 分片编号(如果有分片)。

(4) Sequence Number: LSP 序列号,路由器启动时发送的第 1 个 LSP 序列号为 1,以后逐个递增。

(5) Checksum: LSP 校验和。

(6) P(Partition Repair): 仅与 L2 LSP 有关,表示路由器是否支持自动修复区域分割。

(7) ATT(Attachment): 由 Level-1-2 路由器产生,用来指明始发路由器是否与其他区域相连。虽然此标示位也存在于 Level-1 和 Level-2 的 LSP 中,但在实际应用中此字段只在 Level-1-2 路由器始发的 L1 LSP 有意义。

(8) OL(LSDB Overload): 过载标志位。设置了过载标志位的 LSP 虽然还会在网络中扩散,但是其他路由器进行 SPF 计算时不会考虑这台路由器,后续的业务报文转发不会经过这台路由器。当路由器内存不足时,系统自动在发送的 LSP 报文中设置过载标志位。

(9) IS Type: 生成 LSP 的路由器的类型。用来指明是 Level-1 还是 Level-2 路由器(01 表示 Level-1,11 表示 Level-2)。

3. CSNP 与 PSNP 专有头部结构

CSNP 与 PSNP 主要用在数据库同步过程中,协议格式如图 5.9 所示。

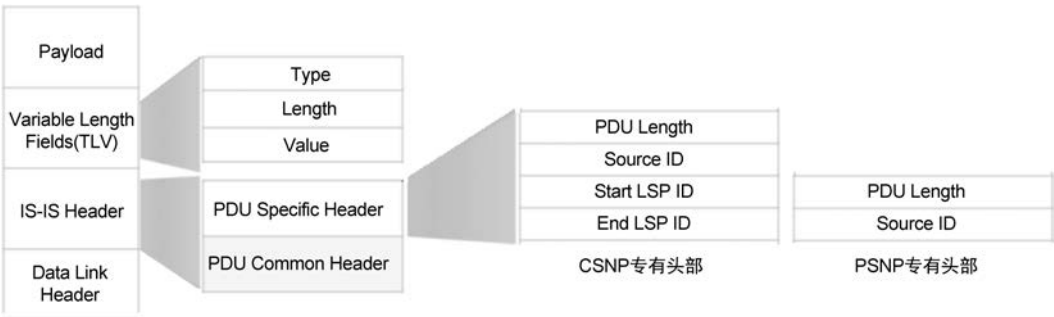


图 5.9 SNP 专有头部

- (1) Source ID: 发出 SNP 报文的路由器的 System ID。
- (2) Start LSP ID: CSNP 报文中的第 1 个 LSP 的 ID 值。
- (3) End LSP ID: CSNP 报文中最后一个 LSP 的 ID 值。

具体的 LSP ID 信息放在后面 TLV 结构中。

CSNP 包含 LSDB 中所有 LSP 的摘要信息,用来在相邻路由器间保持 LSDB 的同步。当发现 LSDB 不同步时,用 PSNP 来请求邻居发送缺少的 LSP。另外,收到对方的 LSP 之后,还可以用 PSNP 进行确认。

4. TLV 结构

TLV 主要用来存放 IS-IS 协议的具体参数。每个参数用 3 个字段来标识,分别如下: 类型(Type)、长度(Length)、取值(Value),如表 5.3 所示,各种参数都有对应的 Type 值。

表 5.3 不同的参数对应的 Type

TLV Type	名 称	PDU 类型
1	Area Address(区域地址)	IIH、LSP
2	IS Neighbors(LSP,中间系统邻居)	LSP
4	Partition Designated Level2 IS(区域分段指定 L2 中间系统)	L2 LSP
6	IS Neighbors(MAC Address,中间系统邻居)	LAN IIH
7	IS Neighbors(SNPA Address,中间系统邻居)	LAN IIH
8	Padding(填充)	IIH
9	LSP Entries(LSP 条目)	SNP
10	Authentication Information(验证信息)	IIH、LSP、SNP
128	IP Internal Reachability Information(IP 内部可达信息)	LSP
129	Protocols Supported(支持的协议)	IIH、LSP
130	IP External Reachability Information(IP 外部可达性信息)	LSP
131	Inter-Domain Routing Protocol Information(域间路由协议信息)	L2 LSP
132	IP Interface Address(IP 接口地址)	IIH、LSP

举例如下：

TLV: (1,2,0004)表示这是区域地址,长度为 2 字节,地址是 0004;

TLV: (132,4,192.168.0.1)表示这是 IP 接口地址,长度为 4 字节,取值为 192.168.0.1。

使用 TLV 结构的好处是灵活性和扩展性好,将来如果有新的特性,则只要新增 TLV 即可,不需要改变报文的整体结构。

5.2.3 IS-IS 工作过程

IS-IS 协议工作过程与 OSPF 类似,可以大致分为以下几步：

- (1) 建立邻接关系。
- (2) 同步 LSDB 数据库。
- (3) 使用 SPF 算法计算生成树。
- (4) 计算路由表。
- (5) 周期性维护邻居关系和 LSDB 数据库。

1. 建立邻接关系

建立邻接时,L1 的路由器只能与相邻的同区域的 L1 或 L12 路由器建立邻接关系,L2 与 L12 路由器则没有这个限制,只要是相邻的 L2 或 L12,都可以建立邻接,不论区域号。

目前 IS-IS 支持两类网络：点到点网络、广播网络。在不同网络中邻居关系的建立过程不一样,如图 5.10 所示,点到点网络只需两次握手就可以建立邻接关系。

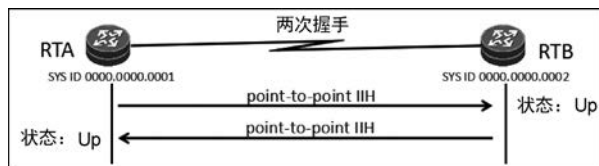


图 5.10 点到点网络建立邻接

广播网络的邻接建立和 OSPF 类似,需要 3 次握手,如图 5.11 所示,IIH 中包括邻接路由器的列表,只有当对方 IIH 中包含了己方路由器 ID 时,邻接才算建立完成。

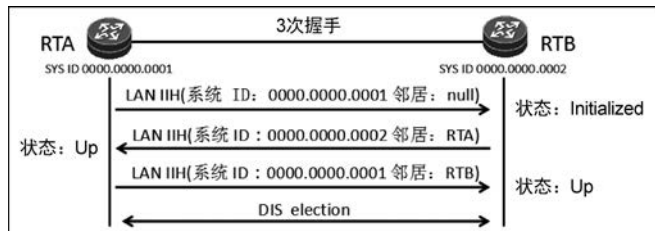


图 5.11 广播网络建立邻接

在 OSPF 协议中,为了提高 LSDB 同步效率,广播网络需要选举 DR 和 BDR。IS-IS 网络与此类似,如图 5.12 所示,IS-IS 协议在广播网络中虚拟出一个路由器作为广播网络的同步中心,这个虚拟出来的路由器称为伪节点。

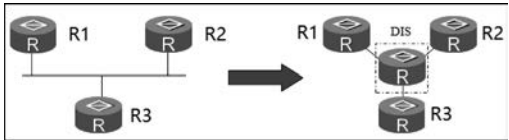


图 5.12 广播网络中的 DIS

DIS 是从广播网络中选举出来的,在邻居关系建立阶段,IIH 报文里面包含本地路由器的优先级,用来选举 DIS。具备最高优先级的路由器会成为 DIS。如果所有路由器的优先级相同,则拥有最高 MAC 地址者当选。被选举出来的路由器就会虚拟出 DIS 节点。

例如图 5.12 中 R3 的优先级最高,被选为 DIS,R3 的路由器 ID 和伪节点 DIS 的路由器 ID 如下。

R3 的 ID: 49.1921.6800.1001.00。

DIS 的 ID: 49.1921.6800.1001.01(注意最后一个数字的区别)。

伪节点 DIS 有自己的 ID,也会发出 IIH,DIS 发送 Hello 数据包的时间间隔是普通路由器的 1/3,这样可以保证当 DIS 失效时可以被快速检测到。

与 OSPF 不同,网络中只有一个 DIS,没有备份 DIS,而且选举是抢占式,优先级高的路由器会马上成为 DIS。例如新加入一个路由器,如果它的优先级最高,就会马上成为 DIS。

DIS 除了会发出 IIH 报文之外,还会发出 LSP(相当于 OSPF 的 LSA),如图 5.13 所示。



图 5.13 IS-IS 的 LSP

每条 LSP 由 LSPID 来标识,LSPID 由以下 3 部分组成。

- (1) System-ID: 标识这是由哪个路由器发出来的。
- (2) 伪节点标识: 取值 00 表示是由普通路由器发出来的,01 表示是由伪节点发出来的(见图中第 2 条 LSP)。

(3) 分片号: 当 LSP 内容太大且超过 LSP MTU 时需要进行分片发送, 用来标识分片位置。

2. 同步 LSDB 数据库

邻接建立完成后, 接着就开始同步 LSDB 数据库, 如图 5.14 所示, 广播网络中 RTA 与 RTB 已处于稳定状态, RTB 是 DIS, RTC 是新加入的路由器。

LSDB 同步过程如下:

① RTC 新加入网络中, 接口从 Down 变成 Up, 触发泛洪自己的 LSP;

② DIS 把收到的 LSP 更新到 LSDB 中, 等待 CSNP 报文定时器超时, 然后发送 CSNP;

③ RTC 收到 CSNP, 对比自己的 LSDB 数据库, 然后向 DIS 发送 PSNP 请求缺少的 LSP;

④ DIS 收到 PSNP 后, 根据 PSNP 里面的描述, 将完整的条目内容通过 LSP 发给 RTC。

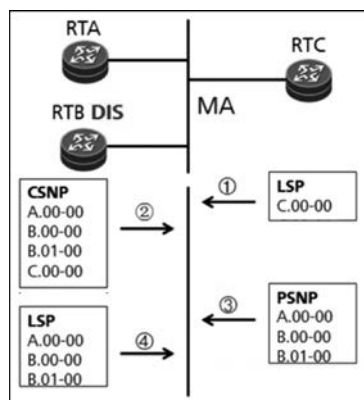


图 5.14 新加入 RTC

广播网络中, CSNP 报文由 DIS 发送, 每 10s 发送一次。

在点对点网络中, CSNP 报文只发送一次, 也就是邻接建立完成后, 互相发一次 CSNP 进行同步 LSDB, 同步完成后在邻居稳定的情况下不会再发 CSNP, RTA 往 RTB 的同步过程如图 5.15 所示。

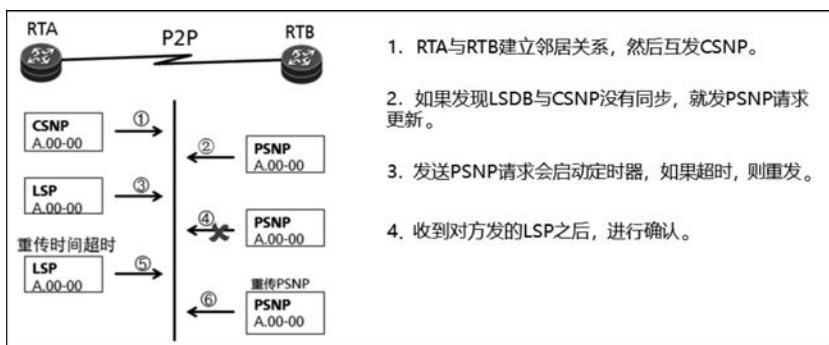


图 5.15 点对点网络同步 LSDB

点对点网络中 PSNP 还用来确认收到的 LSP, 类似 ACK。

除了在新加入的路由器请求数据库同步时 DIS 发出 LSP 之外, IS-IS 路由器在以下情况也会发出 LSP:

- ① 邻居 Up 或 Down;
- ② IS-IS 相关接口 Up 或 Down;
- ③ 引入的 IP 路由发生变化;
- ④ 区域间的 IP 路由发生变化;

- ⑤ 接口被赋了新的 Metric 值；
- ⑥ 周期性更新(每 15min 刷新一次)。

路由器收到 LSP 之后的操作如图 5.16 所示。

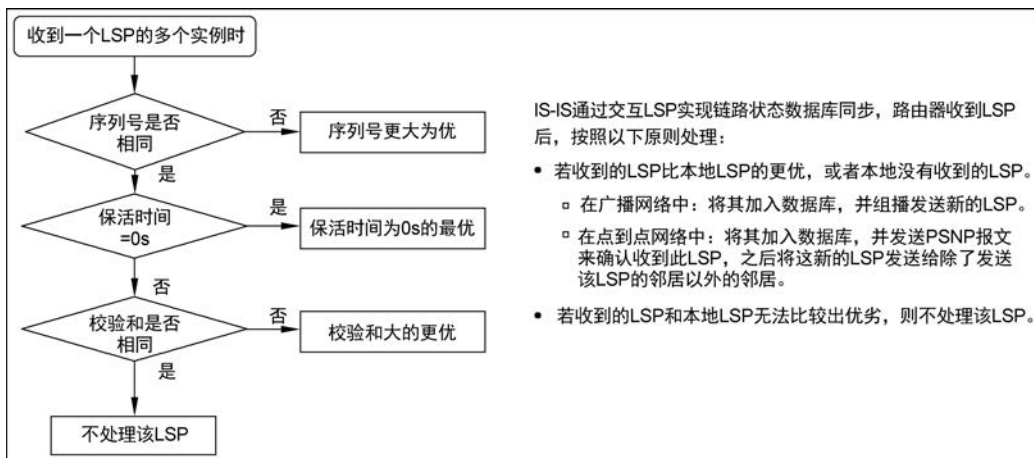


图 5.16 LSP 处理流程

3. 路由计算

IS-IS 协议也使用 SPF 算法计算生成树，区域内计算过程和 OSPF 类似，这里就不重复介绍了，有区别的是区域间路由计算过程，下面结合一个例子介绍区域间路由计算过程。

RTA、RTB 处于 L1 层，只有 Level-1 的 LSDB，RTD、RTE 处于 L2 层，只有 Level-2 的 LSDB，RTC 是 L1-2 路由器，有 Level-1 和 Level-2 两个 LSDB，如图 5.17 所示。

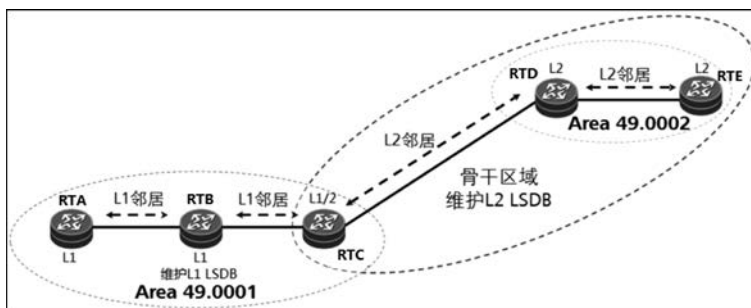


图 5.17 IS-IS 举例

IS-IS 中没有 3 类 LSA，区域间路由是如何学习的呢？先看 L1 里的 RTB 如何学习外部路由：RTC 是 L1/2 边界路由器，往 RTB 发送的 L1 LSP 里面，将 ATT 位置 1，该 LSP 在 Area 49.0001 里泛洪，RTB 收到该 LSP 后，知道 RTC 是边界路由器，然后生成一条默认路由，下一跳指向 RTC，RTA 与此类似的。

再来看 RTD、RTE 如何学习全网路由：RTC 把 Area 49.0001 的路由明细以叶节点的方式挂载在 Level-2 LSP 中，并发到骨干区域泛洪，最终 RTD、RTE 通过计算学习到全网

路由。

普通区域和骨干区域学习区域间路由的方式不同,普通区域以默认路由方式学习去往其他区域的路由,骨干区域可以学到全网的路由明细,因此对骨干区域的路由器性能要求也会高一些。

IS-IS 与 OSPF 的区别如表 5.4 所示。

表 5.4 IS-IS 与 OSPF 对比

比 较 点	IS-IS	OSPF
基于链路状态	是	是
是否有区域概念	是	是
是否适合大型网络	是	是
是否有指定路由器	是	是
DR 是否为抢占式	是	否
边界路由器	属于骨干区域	跨区域
是否支持 IP	是	是
是否支持非 IP	是	否
复杂度	LSP 类型较少	LSA 类型较多
可扩展性	非常好	一般
使用场景	大型运营商网络	企业和运营商网络

5.3 IS-IS 基础配置

RTA 是 L1 路由器,ID 是 1.1.1.1,在普通区域 Area 10 里;RTB 是 L12 路由器,ID 是 2.2.2.2,使用的区域号也是 Area 10;RTC 是 L2 路由器,ID 是 3.3.3.3,在区域 Area 20 里,如图 5.18 所示。

注意: L1 的路由器只能与同区域的路由器建立邻接,但是 L2 路由器没有这个限制,所以 RTB 被划分到了 Area 10 里。

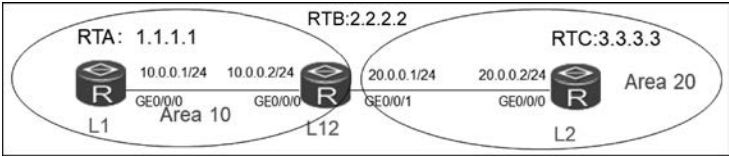


图 5.18 IS-IS 举例

1. 配置步骤

(1) 配置 RTA 的接口 IP,如图 5.19 所示。

(2) 配置 RTA 的 IS-IS 参数,如图 5.20 所示,启动 IS-IS 进程 1,将工作层次配置为 Level-1,然后配置 NET(10 表示区域号,0010.0100.1001 由 IP 1.1.1.1 扩展得来)。最后到接口 GE0/0/0 和环回接口下,使能 IS-IS 协议。

```
[RTA]inter LoopBack 0
[RTA-LoopBack0]ip add 1.1.1.1 32
[RTA-LoopBack0]quit
[RTA]
[RTA]interface ge0/0/0
[RTA-GigabitEthernet0/0/0]ip add 10.0.0.1 24
[RTA-GigabitEthernet0/0/0]quit
```

图 5.19 配置 RTA 接口 IP

```
[RTA]isis 1
[RTA-isis-1]is-level level-1
[RTA-isis-1]network-entity 10.0010.0100.1001.00
[RTA-isis-1]quit
[RTA]interface ge0/0/0
[RTA-GigabitEthernet0/0/0]isis enable
[RTA-GigabitEthernet0/0/0]quit
[RTA]interface LoopBack 0
[RTA-LoopBack0]isis enable
[RTA-LoopBack0]quit
```

图 5.20 配置 RTA 的 IS-IS 参数

(3) 配置 RTB 的接口 IP,如图 5.21 所示。

```
[RTB]interface LoopBack 0
[RTB-LoopBack0]ip add 2.2.2.2 32
[RTB-LoopBack0]quit
[RTB]interface ge0/0/0
[RTB-GigabitEthernet0/0/0]ip add 10.0.0.2 24
[RTB-GigabitEthernet0/0/0]quit
[RTB]interface ge0/0/1
[RTB-GigabitEthernet0/0/1]ip add 20.0.0.1 24
```

图 5.21 配置 RTB 的 3 个接口

(4) 配置 RTB 的 IS-IS 参数,如图 5.22 所示,将 RTB 配置为 Level-1-2 路由器(不配置也可以,默认就是 Level-1-2),区域号为 10。

```
[RTB]isis 1
[RTB-isis-1]is-level level-1-2
[RTB-isis-1]network-entity 10.0020.0200.2002.00
[RTB-isis-1]quit
[RTB]interface ge0/0/0
[RTB-GigabitEthernet0/0/0]isis enable
[RTB-GigabitEthernet0/0/0]quit
[RTB]interface ge0/0/1
[RTB-GigabitEthernet0/0/1]isis enable
[RTB-GigabitEthernet0/0/1]quit
[RTB]interface LoopBack 0
[RTB-LoopBack0]isis enable
```

图 5.22 配置 RTB 的 IS-IS 参数

(5) 配置 RTC 的接口 IP,如图 5.23 所示。

```
[RTC]interface loo 0
[RTC-LoopBack0]ip add 3.3.3.3 32
[RTC-LoopBack0]quit
[RTC]interface ge0/0/0
[RTC-GigabitEthernet0/0/0]ip add 20.0.0.2 24
[RTC-GigabitEthernet0/0/0]quit
```

图 5.23 配置 RTC 的接口 IP

(6) 配置 RTC 的 IS-IS 参数,如图 5.24 所示,将 RTC 配置为 Level-2 路由器。

```
[RTC]isis 1
[RTC-isis-1]is-level level-2
[RTC-isis-1]network-entity 20.0030.0300.3003.00
[RTC-isis-1]quit
[RTC]inter ge0/0/0
[RTC-GigabitEthernet0/0/0]isis enable
[RTC-GigabitEthernet0/0/0]quit
[RTC]interface LoopBack 0
[RTC-LoopBack0]isis enable
```

图 5.24 配置 RTC 的 IS-IS 参数

2. 配置验证

(1) RTA 可以 ping 3.3.3.3,RTC 可以 ping 1.1.1.1,如图 5.25 所示。

```
[RTA]ping 3.3.3.3
PING 3.3.3.3: 56 data bytes, press CTRL C to break
Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=80 ms
Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=70 ms
Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=50 ms
Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=60 ms
Reply from 3.3.3.3: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=60 ms

[RTC]ping 1.1.1.1
PING 1.1.1.1: 56 data bytes, press CTRL C to break
Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=90 ms
Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=60 ms
Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=60 ms
Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=40 ms
Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=50 ms
```

图 5.25 RTA 与 RTC 互 ping 成功

(2) 查看 RTA 的路由表,如图 5.26 所示,没有发现 3.3.3.3 条目,只有一个默认路由,为什么会这样?可参考前面路由计算部分的介绍。

[RTA]display ip routing-table						
Route Flags: R - relay, D - download to fib						

Routing Tables: Public						
Destinations : 8 Routes : 8						
Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
0.0.0.0/0	ISIS-L1	15	10	D	10.0.0.2	GigabitEthernet0/0/0
1.1.1.1/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	LoopBack0
2.2.2.2/32	ISIS-L1	15	10	D	10.0.0.2	GigabitEthernet0/0/0
10.0.0.0/24	Direct	0	0	D	10.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
10.0.0.1/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	GigabitEthernet0/0/0
20.0.0.0/24	ISIS-L1	15	20	D	10.0.0.2	GigabitEthernet0/0/0
127.0.0.0/8	Direct	0	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0
127.0.0.1/32	Direct	0	0	D	127.0.0.1	InLoopBack0

图 5.26 RTA 的路由表

(3) 查看 RTC 的路由表,如图 5.27 所示,RTC 有 1.1.1.1 的路由条目。

(4) 查看 RTA 的 LSDB,如图 5.28 所示,有 3 个条目,带 * 的表示自己产生的 LSP;第 2 条是由 RTB 产生的,ATT 位置 1,表示这是边界路由器;第 3 条是由伪节点 DIS 产生的,NSEL 值为 01。

```
[RTC]display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
-----
Routing Tables: Public
      Destinations : 8          Routes : 8

Destination/Mask    Proto    Pre  Cost  Flags NextHop         Interface
-----
1.1.1.1/32          ISIS-L2  15   20    D    20.0.0.1 GigabitEthernet0/0/0
2.2.2.2/32          ISIS-L2  15   10    D    20.0.0.1 GigabitEthernet0/0/0
3.3.3.3/32          Direct   0     0    D    127.0.0.1 LoopBack0
10.0.0.0/24         ISIS-L2  15   20    D    20.0.0.1 GigabitEthernet0/0/0
20.0.0.0/24         Direct   0     0    D    20.0.0.2 GigabitEthernet0/0/0
20.0.0.2/32         Direct   0     0    D    127.0.0.1 GigabitEthernet0/0/0
127.0.0.0/8         Direct   0     0    D    127.0.0.1 InLoopBack0
127.0.0.1/32        Direct   0     0    D    127.0.0.1 InLoopBack0
```

图 5.27 RTC 的路由表

```
[RTA]display isis lsdb

Database information for ISIS(1)
-----

Level-1 Link State Database

LSPID                Seq Num    Checksum  Holdtime  Length  ATT/P/OL
-----
0010.0100.1001.00-00* 0x00000008 0xb88a    526       84      0/0/0
0020.0200.2002.00-00  0x0000000b 0xe362    527       100     1/0/0
0020.0200.2002.01-00  0x00000003 0xf3ee    527       55      0/0/0

Total LSP(s): 3
* (In TLV)-Leaking Route, * (By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended)
ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
```

图 5.28 RTA 的 LSDB

(5) 查看 RTB 的 LSDB,如图 5.29 所示,RTB 有 Level-1、Level-2 两个 LSDB。

```
[RTB]display isis lsdb

Level-1 Link State Database

LSPID                Seq Num    Checksum  Holdtime  Length  ATT/P/OL
-----
0010.0100.1001.00-00  0x0000004b 0x32cd    602       84      0/0/0
0020.0200.2002.00-00* 0x00000050 0x966a    579       100     1/0/0
0020.0200.2002.01-00* 0x00000045 0x6f31    579       55      0/0/0

Level-2 Link State Database

LSPID                Seq Num    Checksum  Holdtime  Length  ATT/P/OL
-----
0020.0200.2002.00-00* 0x00000053 0x960     579       112     0/0/0
0020.0200.2002.02-00* 0x00000045 0x3922    579       55      0/0/0
0030.0300.3003.00-00  0x0000004a 0x3d47    856       84      0/0/0
```

图 5.29 RTB 的 LSDB

(6) 在 RTA 接口上抓包分析,如图 5.30 所示,这是 L1 的 Hello 报文,里面分为 4 部分:

- ① 以太网帧头部,使用的是 IEEE 802.3 协议结构,L1 使用组播地址: 01:80:c2:00:

00:14,L2 使用的组播地址是 01:80:c2:00:00:15;

- ② PDU 通用头部;
- ③ IIH 专有头部;
- ④ TLV 结构。

可参照前面介绍的协议结构,对比各个参数。

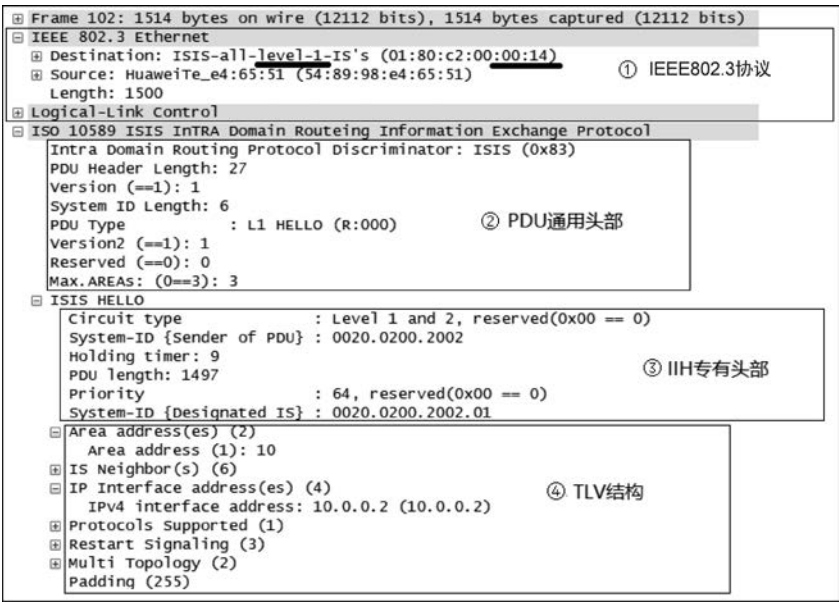


图 5.30 RTA 接口抓包

注意: IS-IS 协议封装在以太网帧里面,IP 地址作为协议参数放在 TLV 结构中。
L2 的 Hello 报文、CSNP、PSNP、LSP 里面都是什么内容? 自己可抓包练习一下。

5.4 小结

本章介绍了 IS-IS 协议的报文格式、工作原理、配置步骤及结果检验。IS-IS 协议工作过程和 OSPF 有点类似,同时也是一个常用的 IGP。特别是在运营商网络中,大部分情况下用的是 IS-IS 协议。

IS-IS 协议的 LSP 类型比较少,相比 OSPF 来讲更简单些。另外,IS-IS 使用 TLV 结构,协议更加稳定,具有良好的扩展性。