

# IS-IS 原理与配置

## ISIS 知识点:

ISIS 基本配置，TLV 结构，2 种网络类型，3 种路由器类型，3 张表，3 种报文类型 9 个明细报文，3 种状态，hello 报文中的 padding 开启与关闭，P2P 链路 3-way, 接口认证，修改路由器级别，接口级别，路由过载，DIS 选举，DIS 与 DR 的区别，接口优先级的修改，接口开销值，接口开销类型 ( narrow,wide ) ,修改网络类型 ( p2p , broadcast ) ,ISIS 路由聚合，ISIS 缺省路由，路由引入，引入外部路由的类型 ( internal,External ) ，路由过滤 filter-policy，IS-IS 路由渗透，静默接口

=====

## ISIS 的 3 张表

邻居表 `dis isis peer`

链路状态数据库表 `dis isis lsdb`

路由表 `dis isis route`

## silent-interface

只把网段发布到 ISIS，不会在接口上建立 ISIS 邻居关系

```
int g0/0/0
```

```
isis enable
```

```
isis silnet
```

在路由器之间通讯时，IS-IS 使用的是 ISO 定义的协议数据单元 ( PDU ) 。

IS-IS 中使用的 PDU 类型主要有：

Hello PDU ( IIH PDU )

链路状态 PDU ( LSP )

完全序列号数据包 ( CSNP )

部分序列号数据包 ( PSNP )

IIH PDU 类似于 OSPF 协议中的 hello 报文，负责形成路由器间的邻居关系，发现新的邻居，检测是否有邻居退出。

LSP 类似于 OSPF 协议中的 LSA，用于描述本路由器中所有的链路状态信息。

CSNP 包含了网络中每一个 LSP 的总结性信息，当路由器收到一个 CSNP 时，它会将该 CSNP 与其链路状态数据库进行比较，如果该路由器丢失了一个在 CSNP 中存在的 LSP 时，它会发送一个组播 PSNP，向网络中其它路由器索要其需要的 LSP。

PSNP 在点对点链路中用于确认接收的 LSP；在点对点链路和广播链路中用于请求最新版本或者丢失的 LSP。

CSNP 类似于 OSPF 的 DD 报文传递的是 LSDB 里所有链路信息摘要。

PSNP 类似于 OSPF 的 LSR 或 LSAck 报文用于请求和确认部分链路信息。

ISIS 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。

网络实体名

运行 IS-IS 协议的路由器必须有一个必须有一个被称为 NET

( Network Entity Title 网络实体名称 ) 的网络地址，即使是在 IP 环境下也是如此。

一个 NSAP 是由 IDP 和 DSP 两部分构成的

NSAP ( Network Service Access Point 网络服务接入点 )

IDP ( Initial Domain Part 初始域部分 ) , DSP ( Domain Specific Part 域指定部分 )

NET 也称为网络实体名，长度为 8 至 20 字节，其格式可以多种多样。通常，在 IP 环境下 NET 格式为：区域 ID (1 字节)+系统 ID ( 6 个字节 ) +SEL ( 1 个字节 )，NET 中的 SEL 总是为 00。

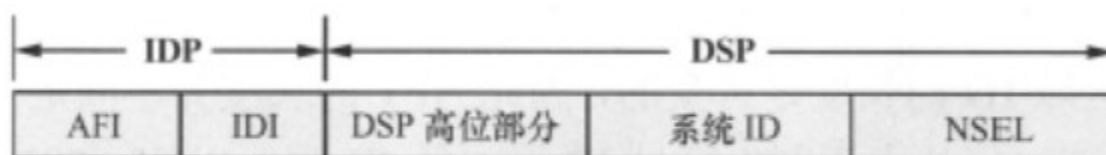


图 4-1 NSAP 地址结构

IS-IS 协议中的区域 ID 指的是十六进制数，例如区域 20，这指的是十六进制的 20，相当于十进制的 32。在配置 IS-IS 过程中，NET 最多也只能配 3 个。在配置多个 NET 时，必须保证它们的 System ID 都相同。

=====

## IS-IS 形成邻居关系的条件

1. 同一层次
2. 同一区域

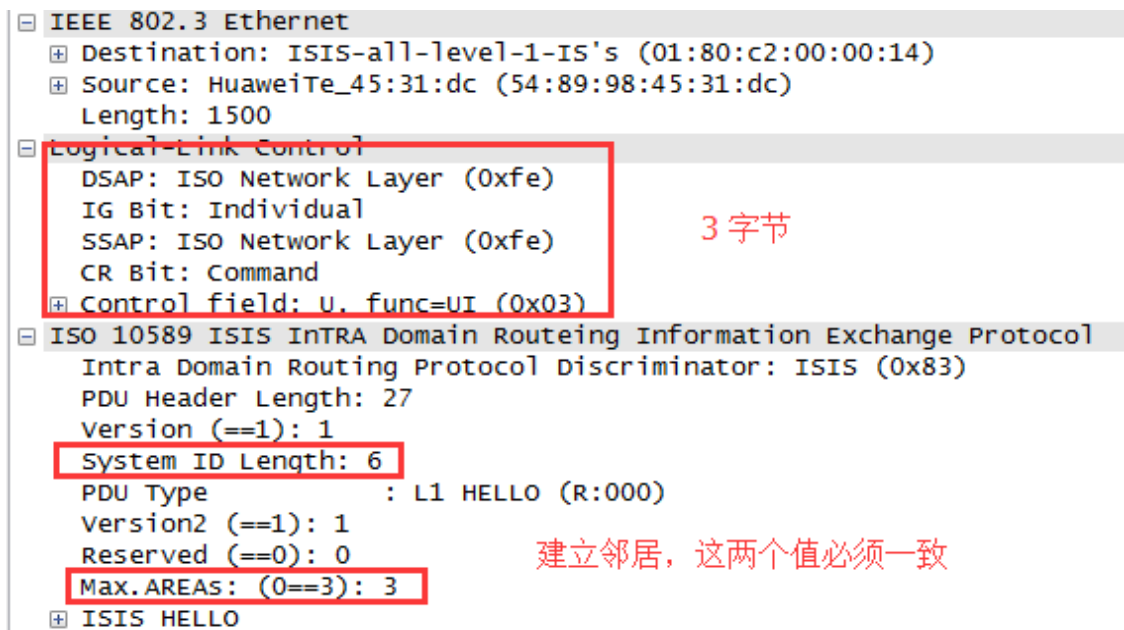
- 3.同一网段
- 4.相同网络类型 P2P broadcast
- 5.相同的 mtu 值
- 6.认证相同
- 7.接口未被设置为 silent

在 P2P 网络中，system-id 长度要一致，最大区域地址数要相同

### ISIS 邻居建立不成功的原因

- 1.两台 L1 路由器只有它们的 Area ID 一致才能建立邻居；
- 2.一台 L1 路由器和一台 L1/L2 路由器，只有它们的 Area ID 一致才能建立邻居；
- 3.建立 ISIS 邻居的 network-entity 地址是否有冲突；
- 4.建立 ISIS 邻居的认证参数不一致。
- 5.建立 ISIS 邻居接口的 MTU 值不一致。
- 6.接口网络类型不一致
- 7.接口被设置为 silent

IS-IS 接口开销类型两端类型不一致，邻居可以建立，但路由不能学习



一般情况下，一个路由只需要配置一个区域地址，且同一区域中所有节点的区域地址都要相同。为了支持区域的平滑合并，分割及转换，在设备的实现中，一个 ISIS 进程下最多可配置 3 个区域地址。

影响 isis 邻接关系建立的因素有哪些？

- (1) 路由器类型：L1 和 L2 类型的路由不能建立邻居关系
- (2) 区域 ID：L1 区域的邻居关系建立必须区域 ID 一致
- (3) 互连接口在同一子网：(hello 包不携带掩码，携带 ip，路由器用收到的 IP 与本地接口的掩码进行与运算，P2P 可以配置忽略网段检查)
- (4) ISIS 接口的网络类型一致 (不同的网络类型发送的报文不一样)
- (5) 认证
- (6) mtu (广播链路上会把 hello 填充到接口 mtu，p2p 上刚开始建立邻居时会把 hello 填充到接口 mtu) hello 报文 1497 字节+LLC3 字节，因此 MTU 低于 1500

0 无法发送 hello 包，假如接口 MTU1600，isis 的 hello 包会填充到 1600。手动修改 MTU 使邻居建立。

( 7 ) system id 不一致

( 8 ) isis 接口下没有被静默

( 9 ) 2-way 和 3-way only 不能建立邻居关系 ( 但是 3-way 和 2-way 可以建立邻居关系 )

( 10 ) 最大区域地址数要一致华为默认支持最大区域地址数是 3

注意以下因素不影响 ISIS 邻居的建立：

( 1 ) cost-style 不一致 ( 计算路由会有问题，建立邻居没有问题 )

( 2 ) hello 时间不一致

p2p HelloTimer 10 DeadTimer 30

广播 dis HelloTimer 3 DeadTimer 10

广播非 dis HelloTimer 10 DeadTimer 30

isis

is-level level-1 : level-1 与 level-2 建立不了邻居

int g0/0/0

isis circuit-type p2p : 两端接口的网络类型不同建立不了邻居

isis

cost-style wide : 两台设备的 cost 类型不同，邻居可以建立，但报文不能收发，所以没有路由

isis

cost-style narrow , cost 取值范围 1-63

cost-style wide , cost 取值范围 1-16777215

## 区域 ( Areas )

IS-IS 允许将整个路由域分为多个区域；

区域之间通过 L2(L1/L2)路由器相连接；

一个路由器目前最多有 3 个 Area Id 属于 3 个区域 (IOS 和 VRP 的实现)

一个路由器必须整个属于某个区域，而不能象 OSPF 那样是同一台路由器上不同的接口可以属于不同的区域

对于 Level-1 路由器来说，只有属于同一区域才可以建立邻居，对于 Level-2 路由器则没有此同一区域限制

## 以两台 L2 路由器在广播链路上建立邻居关系为例

R1 组播发送 Level-2 LAN IIH ( 组播 MAC:01-80-C2-00-00-15 )，此报文中无邻居标识。

R2 收到此报文后，将自己和 R1 的邻居状态标识为 Initial。然后，R2 再组播向 R1 回复 Level-2 LAN IIH，此报文中标识 R1 为 R2 的邻居。

R1 收到此报文后，将自己与 R2 的邻居状态标识为 Up。然后 R1 再组播向 R2 发送一个标识 R2 为 R1 邻居的 Level-2 LAN IIH。

R2 收到此报文后，将自己与 R1 的邻居状态标识为 Up。这样，两个路由器成功建立了邻居关系。

因为是广播网络，需要选举 DIS，所以在邻居关系建立后，路由器会等待两个 Hello 报文间隔再进行 DIS 的选举。Hello 报文中包含 Priority 字段，Priority 值最大的将被选举为该广播网的 DIS。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 时间间隔为 10/3 秒，而其他非 DIS 路由器发送 Hello 间隔为 10 秒。

IS-IS 的 Hello 报文可以具体细分为：L1 IIH、L2 IIH 和 P-2-P IIH。

L1 IIH 的组播地址为：0180-C200-0014；

L2 IIH 的组播地址为：0180-C200-0015；

P-2-P IIH 采用单播地址进行通信。

Hello 报文的作用为发现、建立和维系邻居关系，功能上类似于 OSPF 协议中的 Hello 报文。

默认情况下，普通路由的 Hello 报文的发送时间间隔为 10 秒  
DIS 发送 Hello 数据包的时间间隔是普通路由的 1/3 为 3 秒，  
这个可以保证 DIS 失效可以被快速检测到。

## IS-IS 和 OSPF 关于邻接关系的区别

IS-IS 两个邻居路由器只要相互交换 HELLO 数据包就认为相互形成了邻接关系；而 OSPF 中，两台路由器进入 2-Way 状态则认为形成了邻接关系，但是只要进入 Full 状态才被认为进入完全邻接关系。

IS-IS 中，优先级为 0 的路由器亦然可以参与 DIS 选举；而 OSPF 汇总优先级为 0 表示不参与选举。

IS-IS 中，DIS 是基于抢占的；OSPF 中 DR/BDR 已经选举不得抢占。

=====

## OSPF 协议中的 DR 与 ISIS 协议的 DIS 的区别：

DR 选举先看优先级，再比较 router-id，DIS 先看优先级，再



比较 mac 地址

DR 默认为 1，取值范围为 0-255，DIS 默认为 64，取值范围为 0-127，

DR 的值为 0，代表放弃 DR 选取，DIS 的值为 0，只是值小，并不放弃 DIS 选举

DR 主要为了减少 LSA 泛洪，DIS 是为周期发送 CSNP，同步 LSDB

DR 有备份的设备 BDR，DIS 没有备份的 DIS

DR 的选举是在链路上选举的，DIS 的选举分为 Level-1 和 Level-2，在路由器上选举

DR 默认不开启抢占，DIS 默认抢占

OSPF 选举 DR/BDR 需要 waiting time 达 40 秒，过程也较为复杂，而 ISIS 选举 DIS 等待两个 Hello 报文间隔就可以，简单快捷

选举完成后，ISIS 网络链路内所有的路由器之间都建立的是邻接关系。OSPF 中 DRothers 只与 DR/BDR 形成 full 邻接关系，DRothers 之间只有 2-way 的关系。

ISIS DIS 和 OSPF DR 的区别？

答：

DIS is preempt. No backup router. Pri  $\geq 0$  (priority and mac 越大越好)；而 OSPF DR 有 BDR,

优先级越高越好,或 router id 越高越好. 支持抢占，所以 DIS 可预测，而 ospf 的 DR 不可预测。

选举 DR 需要 wait timer,继而产生 BDR,DR,复杂,而 ISIS,只要 LAN hello 收到即可比较选择 DIS,无 backup,所以简单,快.

Full adjacency ,DIS guarantee reliable flooding. (MAlink 上同步的方式不一样)

DIS hello =3s ;

ISIS DIS 使用 LAN id 来表示 ,即 DIS's system + circuit id 标识

- IS-IS ( Intermediate System to Intermediate System , 中间系统到中间系统 ) 是 ISO ( International Organization for Standardization , 国际标准化组织 ) 为它的 CLNP ( ConnectionLessNetwork Protocol , 无连接网络协议 ) 设计的一种动态路由协议。
- 随着 TCP/IP 协议的流行 , 为了提供对 IP 路由的支持 , IETF 在 RFC1195 中对 IS-IS 进行了扩充和修改 , 使它能够在 TCP/IP 和 OSI ( Open System Interconnect , 开放式系统互联 ) 环境中 , 我们将扩展后的 IS-IS 称为集成 IS-IS。
- 本课程主要介绍集成 IS-IS 的基本概念、工作原理以及配置方法。

## IS-IS概述

IS-IS是ISO定义的OSI协议栈中的CLNS (ConnectionLess Network Service, 无连接网络服务) 的一部分。



- IS-IS 是一种链路状态路由协议 , IS-IS 与 OSPF 在许多方面非常相似 , 例如运行 IS-IS 协议的直连设备之间通过发送

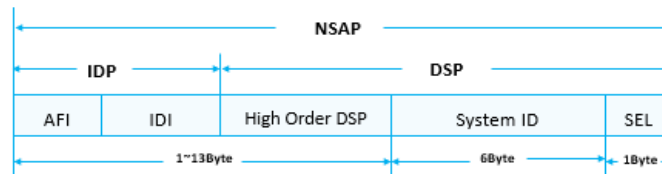
Hello 报文发现彼此，然后建立邻接关系，并交互链路状态信息。

- CLNS 由以下三个部分组成：
- CLNP：类似于 TCP/IP 中的 IP 协议。
- IS-IS：类似于 TCP/IP 中的 OSPF。
- ES-IS：类似于 TCP/IP 中的 ARP，ICMP 等。
- ES：End System，终端系统，类似于 IP 网络环境中的主机。
- ES-IS：End System to Intermediate System，终端系统到中间系统。
- IP 网络环境中不涉及 CLNP 以及 ES-IS，因此本课程不做详细介绍。

## NSAP

地址结构 拓扑结构 报文类型

- NSAP (Network Service Access Point, 网络服务访问点) 是 OSI 协议栈中用于定位资源的地址，主要用于提供网络层和上层应用之间的接口。NSAP 包括 IDP 及 DSP，如下图所示：

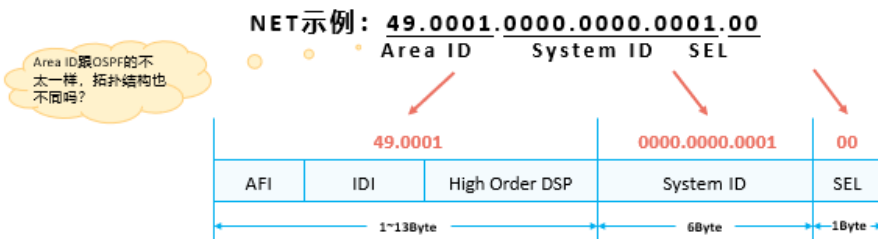


- IDP (Initial Domain Part) 相当于 IP 地址中的主网络号。它是由 ISO 规定，并由 AFI (Authority and Format Identifier) 与 IDI (Initial Domain Identifier) 两部分组成。AFI 表示地址分配机构和地址格式，IDI 用来标识域。
- DSP (Domain Specific Part) 相当于 IP 地址中的子网号和主机地址。它由 High Order DSP、System ID 和 SEL 三个部分组成。High Order DSP 用来分割区域，System ID 用来区分主机，SEL (NSAP Selector) 用来指示服务类型。



## NET

- NET (Network Entity Title, 网络实体名称) 是OSI协议栈中设备的网络层信息, 主要用于路由计算, 由区域地址 (Area ID) 和System ID组成, 可以看作是特殊的NSAP (SEL为00的NSAP)。
- NET的长度与NSAP的相同, 最长为20Byte, 最短为8Byte。
- 在IP网络中运行IS-IS时, 只需配置NET, 根据NET地址设备可以获取到Area ID以及System ID。



- Area ID 由 IDP 和 DSP 中的 High Order DSP 组成, 既能够标识路由域, 也能够标识路由域中的区域。因此, 它们一起被称为区域地址, 相当于 OSPF 中的区域编号。
- 一般情况下, 一个路由器只需要配置一个区域地址, 且同一区域中所有节点的区域地址都要相同。为了支持区域的平滑合并、分割及转换, 缺省情况下, 一个 IS-IS 进程下最多可配置 3 个区域地址。
- System ID 用来在区域内唯一标识主机或路由器。在设备的实现中, 它的长度固定为 6Byte。



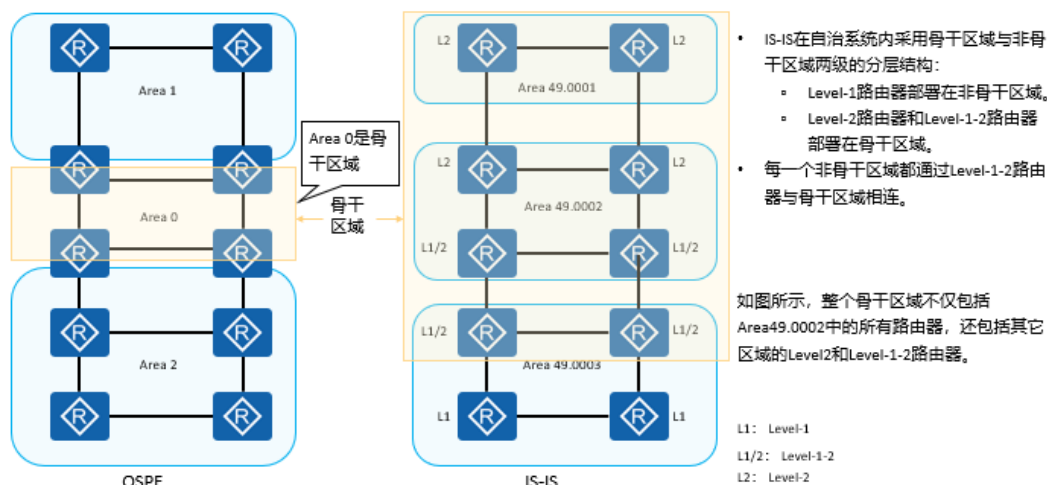
## NET的配置举例

- 每台运行IS-IS的网络设备至少需拥有一个NET, 当然, 一台设备也可以同时配置多个NET, 但是这些NET的System ID必须相同。
- 在华为的网络设备上, System ID的长度总是固定的6Byte。在一个IS-IS路由域中, 设备的System ID必须唯一, 为了便于管理, 一般根据Router ID配置System ID。





## IS-IS和OSPF区域划分的区别



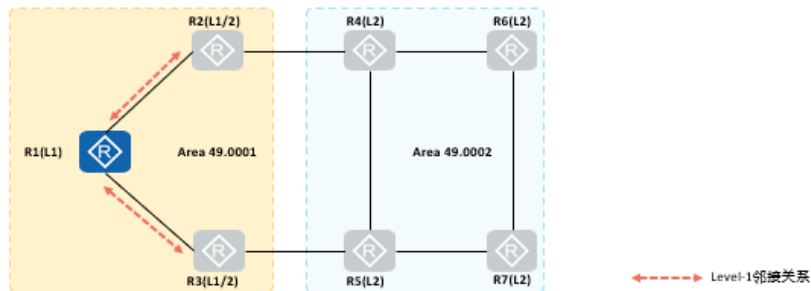
- 在学习 OSPF 过程中，我们已经体会到了多区域、层次化网络设计的好处。对于链路状态路由协议而言，运行了该协议的设备会向网络中通告链路状态信息，同时也收集网络中所泛洪的链路状态信息后加以存储，并最终以这些信息为基础进行计算，从而得到路由信息。如果不采用多区域部署的方式，那么随着网络的规模逐渐增大，网络中泛洪的链路状态信息势必会越来越多，所有设备都将承受更重的负担，路由计算机收敛将逐渐变得更加缓慢，这也使得网络的扩展性变差。
- 以上拓扑结构图可以体现 IS-IS 与 OSPF 的不同点：
- 在 IS-IS 中，每个路由器都只属于一个区域；而在 OSPF 中，一个路由器的不同接口可以属于不同的区域。
- 在 IS-IS 中，单个区域没有骨干与非骨干区域的概念；而在 OSPF 中，Area0 被定义为骨干区域。
- 在 IS-IS 中，Level-1 和 Level-2 级别的路由都采用 SPF 算法，分别生成最短路径树 SPT ( Shortest Path Tree )；而在 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。



## IS-IS路由器的分类 (1)

### Level-1路由器

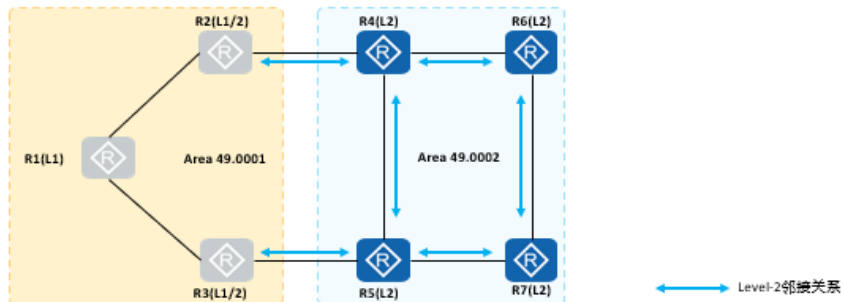
- Level-1路由器（例如图中的R1）是一种IS-IS区域内部路由器，它只与属于同一区域的Level-1和Level-1-2路由器形成邻接关系，这种邻接关系称为Level-1邻接关系。Level-1路由器无法与Level-2路由器建立邻接关系。
- Level-1路由器只负责维护Level-1的链路状态数据库LSDB，该LSDB只包含本区域的路由信息。值得一提的是，Level-1路由器必须通过Level-1-2路由器接入IS-IS骨干区域从而访问其他区域。



## IS-IS路由器的分类 (2)

### Level-2路由器

- Level-2路由器（例如图中的R4、R5、R6、R7）是IS-IS骨干路由器，它可以与同一或者不同区域的Level-2路由器或者Level-1-2路由器形成邻接关系。Level-2路由器维护一个Level-2的LSDB，该LSDB包含整个IS-IS域的所有路由信息。
- 所有Level-2级别（即形成Level-2邻接关系）的路由器组成路由域的骨干网，负责在不同区域间通信。路由域中Level-2级别的路由器必须是物理连续的，以保证骨干网的连续性。

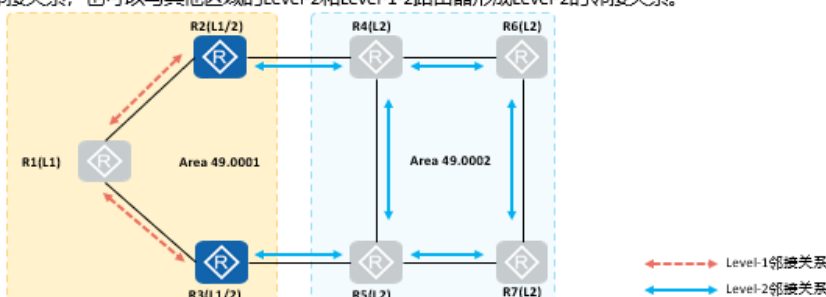




## IS-IS路由器的分类 (3)

### Level-1-2路由器

- Level-1-2路由器与OSPF中的ABR非常相似，它也是IS-IS骨干网络的组成部分。
- 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。
- 同时属于Level-1和Level-2的路由器称为Level-1-2路由器（例如图中的R2和R3），它可以与同一区域的Level-1和Level-1-2路由器形成Level-1邻接关系，也可以与其他区域的Level-2和Level-1-2路由器形成Level-2的邻接关系。



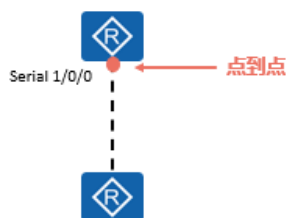
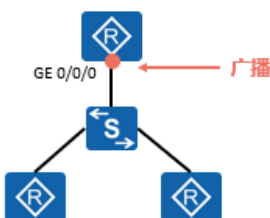
- 在华为路由器上配置 IS-IS 时，缺省时，路由器全局 Level 为 Level-1-2，当然，可以通过命令修改该设备的类型。



## IS-IS支持的网络类型

IS-IS会自动根据接口的数据链路层封装决定该接口的缺省网络类型，IS-IS支持两种类型的网络：

- 广播 (Broadcast)：如Ethernet。
- 点到点 (P2P)：如PPP、HDLC等。

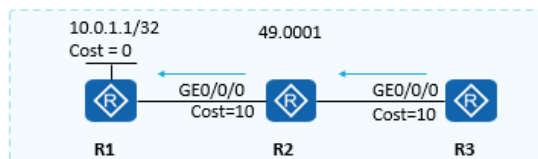


- 对于 NBMA 网络，需对其配置子接口，并注意子接口类型应配置为 P2P。



## IS-IS开销值

- IS-IS使用Cost（开销）作为路由度量值，Cost值越小，则路径越优。IS-IS链路的Cost与设备的接口有关，与OSPF类似，每一个激活了IS-IS的接口都会维护接口Cost。然而与OSPF不同的是，IS-IS接口的Cost在缺省情况下并不与接口带宽相关（在实际部署时，IS-IS也支持根据带宽调整Cost值），无论接口带宽多大，缺省时Cost为10。
- 一条IS-IS路径的Cost等于本路由器到达目标网段沿途的所有链路的Cost总和。
- IS-IS有三种方式来确定接口的开销，按照优先级由高到低分别是：
  - 接口开销：为单个接口设置开销。
  - 全局开销：为所有接口设置开销。
  - 自动计算开销：根据接口带宽自动计算开销。



如图所示，全网运行IS-IS，则R3到达10.0.1.1/32的Cost值为20（10+10+0）。

- 在早期的ISO10589中，使能IS-IS的接口下最大只能配置值为63的开销值，此时IS-IS的开销类型为narrow。但是在大型网络设计中，较小的度量范围不能满足实际需求。RFC3784中规定，使能IS-IS的接口开销值可以扩展到16777215，此时IS-IS的开销类型为wide。
- 缺省时，华为路由器采用的开销类型是narrow。
- narrow类型下使用的TLV：
- 128号TLV（IP Internal Reachability TLV）：用来携带路由域内的IS-IS路由信息。
- 130号TLV（IP External Reachability TLV）：用来携带路由域外的IS-IS路由信息。
- 2号TLV（IS Neighbors TLV）：用来携带邻居信息。
- wide类型下使用的TLV：
- 135号TLV（Extended IP Reachability TLV）：用来替换原有的IP reachability TLV，携带IS-IS路由信息，它扩展了路由开销值的范围，并可以携带sub TLV。
- 22号TLV（IS Extended Neighbors TLV）：用来携带邻居信息。



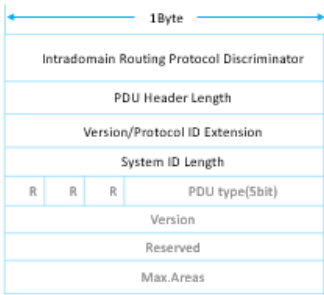
# IS-IS报文格式

- IS-IS报文是直接封装在数据链路层的帧结构中的。
- PDU（Protocol Data Unit，协议数据单元）可以分为两个部分，报文头（IS-IS Header）和变长字段部分（Variable Length Fields）。
- 其中IS-IS Header又可分为通用头部（PDU Common Header）和专用头部（PDU Specific Header）。对于所有PDU来说，通用报头都是相同的，但专用报头根据PDU类型不同而有所差别。



## IS-IS通用头部详解

地址结构 拓补结构 报文类型



通用头部

### 重要字段解释：

- Intradomain Routing Protocol Discriminator：域内路由选择协议鉴别符，固定为0x83。
- Length Indicator：IS-IS头部的长度（包括通用头部和专用头部），以Byte为单位。
- Version/Protocol ID Extension：版本/协议标识扩展，固定为0x01。
- System ID Length：NSAP地址或NET中System ID区域的长度。值为0时，表示System ID区域的长度为6Byte。
- R（Reserved）：保留，固定为0。
- Version：固定为0x01。
- Max.Areas：支持的最大区域个数。设置为1~254的整数，表示该IS-IS进程实际所允许的最大区域地址数；设置为0，表示该IS-IS进程最大只支持3个区域地址数。



## IS-IS报文类型概述

- IS-IS的PDU有4种类型：IIH(IS-IS Hello)，LSP（Link State PDU，链路状态报文），CSNP（Complete Sequence Number PDU，全序列号报文），PSNP（Partial Sequence Number PDU，部分序列号报文）。
- IIH：用于建立和维护邻接关系，广播网络中的Level-1 IS-IS路由器使用Level-1 LAN IIH；广播网络中的Level-2 IS-IS路由器使用Level-2 LAN IIH；点到点网络中则使用P2P IIH。
- LSP：用于交换链路状态信息。LSP分为两种，Level-1 LSP、Level-2 LSP。
- SNP：通过描述全部或部分链路数据库中的LSP来同步各LSDB，从而维护LSDB的完整与同步。SNP包括CSNP和PSNP，进一步又可分为Level-1 CSNP、Level-2 CSNP、Level-1 PSNP和Level-2 PSNP。

System ID Length			
R	R	R	PDU type

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



## IS-IS常见的TLV

- TLV的含义是：类型（TYPE），长度（LENGTH），值（VALUE）。实际上是一个数据结构，这个结构包含了这三个字段。
- 使用TLV结构构建报文的好处是灵活性和扩展性好。采用TLV使得报文的整体结构固定，增加新特性只需要增加新TLV即可，不需要改变整个报文的整体结构。

TLV Type	名称	PDU类型
1	Area Addresses 区域地址	IIH、LSP
2	IS Neighbors (LSP) 中间系统邻接	LSP
4	Partition Designated Level2 IS 区域分程指定L2中间系统	L2 LSP
6	IS Neighbors (MAC Address) 中间系统邻接	LAN IIH
7	IS Neighbors (SNPA Address) 中间系统邻接	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内部可达性信息	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 域间路由选择协议信息	L2 LSP
132	IP Interface Address IP接口地址	IIH、LSP

- TLV 也称为 CLV ( Code-Length-Value ) 。



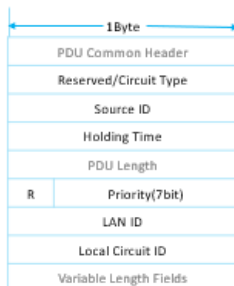
## IS-IS邻接关系建立原则

- IS-IS按如下原则建立邻接关系：
  - 只有同一层次的相邻路由器才有可能成为邻接。
  - 对于Level-1路由器来说，Area ID必须一致。
  - 链路两端IS-IS接口的网络类型必须一致。
  - 链路两端IS-IS接口的地址必须处于同一网段（默认情况下）。
- 由于IS-IS是直接运行在数据链路层上的协议，并且最早设计是给CLNP使用的，IS-IS邻接关系的形成与IP地址无关。但在实际的部署中，在IP网络上运行IS-IS时，需要检查对方的IP地址的。如果接口配置了从IP，那么只要双方有某个IP（主IP或者从IP）在同一网段，就能建立邻接，不一定要主IP相同。
- 通过将以太网接口模拟成点到点接口，可以建立点到点链路邻接关系。
- 当链路两端IS-IS接口的地址不在同一网段时，如果配置接口对接收的Hello报文不作IP地址检查，也可以建立邻接关系。
- 对于点到点接口，可以配置接口忽略IP地址检查。
- 对于以太网接口，需要将以太网接口模拟成点到点接口，然后才可以配置接口忽略IP地址检查。
- 一般情况下，一个接口只需配置一个主IP地址，但在有些特殊情况下需要配置从IP地址。比如，一台路由器通过一个接口连接了一个物理网络，但该物理网络的计算机分别属于2个不同的网络，为了使路由器与物理网络中的所有计算机通信，就需要在该接口上配置一个主IP地址和一个从IP地址。路由器的每个三层接口可以配置多个IP地址，其中一个为主IP地址，其余为从IP地址，每个三层接口最多可配置31个从IP地址。



## IIH

IIH报文用于建立和维持邻接关系，广播网络中的Level-1 IS-IS路由器使用Level-1 LAN IIH；广播网络中的Level-2 IS-IS路由器使用Level-2 LAN IIH；点到点网络中则使用P2P IIH。



**Reserved/Circuit Type**：表示路由器的类型（01表示L1，10表示L2，11表示L1/L2）。

**Source ID**：发出Hello报文的路由器的System ID。

**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，则中止已建立的邻接关系。

**Priority**：选举DIS的优先级，取值范围为0~127。数值越大，优先级越高。该字段只在广播网中的Hello消息(LAN IIH消息)携带；点到点网络的Hello消息(P2P IIH消息)没有此字段，也没有此字段之前的R保留位。

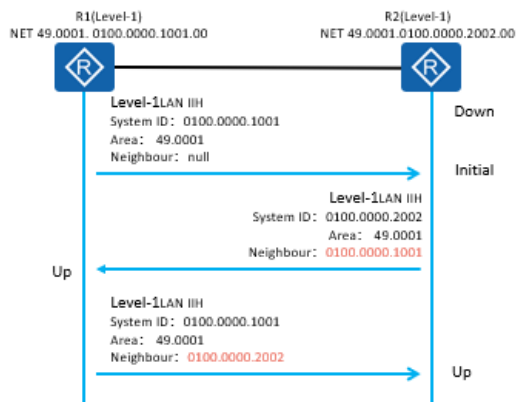
**LAN ID**：包括DIS的System ID和伪节点ID。该字段只在广播网中的Hello消息(LAN IIH消息)携带；点到点网络的Hello消息(P2P IIH消息)没有此字段。

**Local Circuit ID**：本地链路ID。该字段只在点到点网络的Hello消息(P2P IIH消息)携带；广播网中的Hello消息(LAN IIH消息)没有此字段。



## 广播网络中的邻接关系建立过程

两台运行IS-IS的路由器在交互协议报文实现路由功能之前必须首先建立邻接关系。在不同类型的网络上，IS-IS的邻接建立方式并不相同。在广播网络中，使用三次握手建立邻接关系。



R1及R2通过千兆以太网接口互联，这两台直连的Level-1路由器建立邻接关系的过程如下：

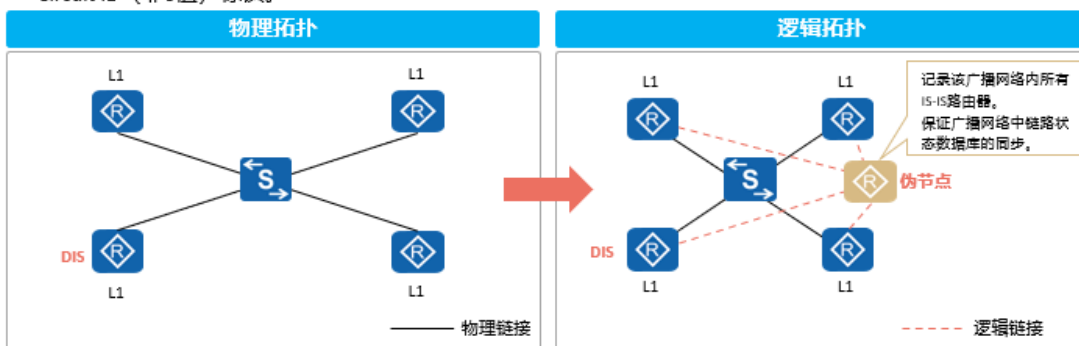
1. 在Down状态下，R1组播发送Level-1 LAN IIH，此报文中邻接列表为空。
2. R2收到此报文后，将邻接状态标识为Initial。然后，R2再向R1回复Level-1 LAN IIH，此报文中标识R1为R2的邻接。
3. R1收到此报文后，将自己与R2的邻接状态标识为Up。然后R1再向R2发送一个标识R2为R1邻接的Level-1 LAN IIH。
4. R2收到此报文后，将自己与R1的邻接状态标识为Up。这样，两个路由器成功建立了邻接关系。
5. 广播网络中需要选举DIS，在邻接关系建立后，路由器会等待两个Hello报文间隔，再进行DIS的选举。

- Level-1 IIH 和 Level-2 IIH 发送的组播地址分别为 01-80-C2-00-00-14、01-80-C2-00-00-15。
- Down：邻接关系的初始状态。
- Initial：收到 IIH，但是报文中的邻接列表未包含路由器自身的 System ID。
- UP：收到 IIS，且邻接列表中包含路由器自身的 System ID。



## DIS与伪节点

- 在广播网络中，IS-IS需要在所有的路由器中选举一个路由器作为DIS（Designated Intermediate System）。
- DIS用来创建和更新伪节点（Pseudonodes），并负责生成伪节点的LSP，用来描述这个网络上有哪些网络设备。伪节点是用来模拟广播网络的一个虚拟节点，并非真实的路由器。在IS-IS中，伪节点用DIS的System ID和Circuit ID（非0值）标识。



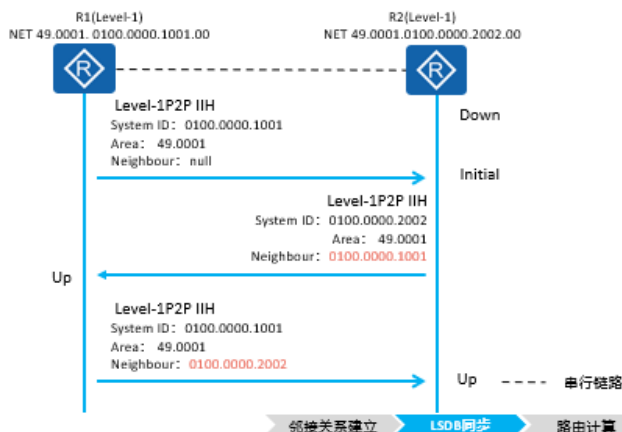
## IS-IS中的DIS与OSPF中的DR

- Level-1和Level-2的DIS是分别选举的，用户可以为不同级别的DIS选举设置不同的优先级。
- DIS的选举规则如下：
  - DIS优先级数值最大的被选为DIS。
  - 如果优先级数值最大的路由器有多台，则其中MAC地址最大的路由器会成为DIS。
- DIS发送Hello PDU的时间间隔是普通路由器的1/3，这样可以确保DIS出现故障时能够被更快速地被发现。
- IS-IS中DIS与OSPF协议中DR（Designated Router）的区别：
  - 在IS-IS广播网中，优先级为0的路由器也参与DIS的选举，而在OSPF中优先级为0的路由器则不参与DR的选举。
  - 在IS-IS广播网中，当有新的路由器加入，并符合成为DIS的条件时，这个路由器会被选中成为新的DIS，原有的伪节点被删除。此更改会引起一组新的LSP泛洪。而在OSPF中，当一台新路由器加入后，即使它的DR优先级值最大，也不会立即成为该网段中的DR。
  - 在IS-IS广播网中，同一网段上的同一级别的路由器之间都会形成邻接关系，包括所有的非DIS路由器之间也会形成邻接关系。而在OSPF中，路由器只与DR和BDR建立邻接关系。



## 点到点网络中的邻接关系建立过程

- 点到点网络中，邻接关系的建立使用两次握手方式：只要路由器收到对端发来的Hello报文，就单方面宣布邻接为Up状态，建立邻接关系。
- 两次握手机制存在明显的缺陷，华为设备在点到点网络中使用IS-IS时，默认使用三次握手建立邻接关系。此方式通过三次发送P2P IIH最终建立起邻接关系。



## LSP

- IS-IS链路状态报文LSP用于交换链路状态信息。LSP分为两种：Level-1 LSP和Level-2 LSP。Level-1 LSP由Level-1路由器传送，Level-2 LSP由Level-2路由器传送，Level-1-2路由器则可传送以上两种LSP。
- 两类LSP有相同的报文格式。

1 Byte			
PDU Common Header			
PDU Length			
Remaining Lifetime			
Holding Time			
LSP ID			
Sequence Number			
Checksum			
P	ATT(4bit)	OL	IS Type
Variable Length Fields			

**Remaining Lifetime** : LSP的生存时间，以秒为单位。

**LSP ID**:由三部分组成，System ID、伪节点ID和LSP分片后的编号。

**Sequence Number**: LSP的序列号。在路由器启动时所发送的第一个LSP报文中的序列号为1，以后当需要生成新的LSP时，新LSP的序列号在前一个LSP序列号的基础上加1。更高的序列号意味着更新的LSP。

**Checksum** : LSP的校验和。

**ATT (Attachment)** : 由Level-1-2路由器产生，用来指明始发路由器是否与其它区域相连。虽然此标志位也存在于Level-1和Level-2的LSP中，但实际上此字段只和Level-1-2路由器始发的L1 LSP有关。

**OL (LSDB Overload, 1bit)** : 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，但是在计算通过过载路由器的路由时不会被采用。即对路由器设置过载位后，其它路由器在进行SPF计算时不会考虑这台路由器。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。

**IS Type(2bit)**: 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)。

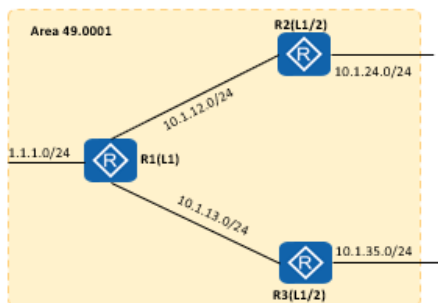


## IS-IS的LSDB

邻接关系建立

LSDB同步

路由计算



R1的System-ID 0100.0000.1001  
R2的System-ID 0100.0000.2002  
R3的System-ID 0100.0000.3003

```
<R1> display isis lsdb

Database information for ISIS(1)

Level-1 Link State Database

LSPID      Seq Num    Checksum   Holdtime  Length  ATT/P/OL
-----
0100.0000.1001.00-00* 0x00000005 0x13a8    1187     97     0/0/0
0100.0000.1001.01-00* 0x00000001 0xda2e    1185     55     0/0/0
0100.0000.2002.00-00 0x00000004 0x94e9    1188     86     1/0/0

Total LSP(s): 5

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

0100.0000.1001	00	00	*
System-ID	伪节点标识	分片号	自己产生的LSP

- 伪节点 ID：当该参数不为零时，表示该 LSP 为伪节点生成。
- 分片号：当 IS-IS 要发布的链路状态协议数据报文 PDU（Protocol Data Unit）中的信息量太大时，IS-IS 路由器将会生成多个 LSP 分片，用来携带更多的 IS-IS 信息。分片号用来区分不同的 LSP 分片。

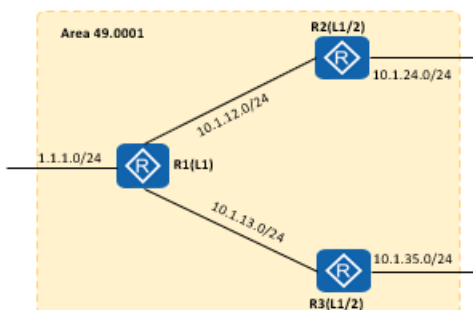
邻接关系建立

LSDB同步

路由计算



## 查看非伪节点的LSP



```
<R1> display isis lsdb 0100.0000.1001.00-00 verbose

Database information for ISIS(1)

Level-1 Link State Database

LSPID      Seq Num    Checksum   Holdtime  Length  ATT/P/OL
-----
0100.0000.1001.00-00* 0x0000000e 0x9a75    1072     113     0/0/0
SOURCE      0100.0000.1001.00
NLPID       IPV4
AREA ADDR   49.0123
INTF ADDR   10.1.12.1 //描述接口信息
INTF ADDR   10.1.13.1
NBR ID      0100.0000.1001.01 COST: 10 //描述邻接关系
NBR ID      0100.0000.3003.01 COST: 10
IP-Internal 10.1.12.0 255.255.255.0 COST: 10
IP-Internal 10.1.13.0 255.255.255.0 COST: 10 //描述路由信息
IP-Internal 1.1.1.0 255.255.255.0 COST: 10

Total LSP(s): 1
```

- AREA ADDR：该 LSP 来源的区域号
- INTF ADDR：该 LSP 中描述的接口地址
- NBR ID：该 LSP 中描述的邻接信息

- IP-Internal：该 LSP 中描述的网段信息

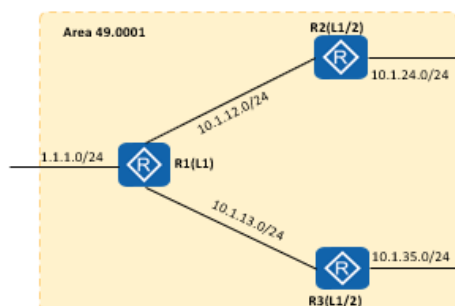


## 查看伪节点LSP

邻接关系建立

LSPB同步

路由计算



```
<R1> display isis lsdb 0100.0000.1001.01-00 verbose

Database information for ISIS(1)
Level-1 Link State Database

LSPID          Seq Num      Checksum     Holdtime    Length  ATT/P/OL
-----
0100.0000.1001.01-00*  0x00000009  0xca36      431         55     0/0/0
SOURCE          0100.0000.1001.01
NLPID           IPV4
NBR ID          0100.0000.1001.00 COST: 0 //描述该广播网络中所考IS-IS路由器
NBR ID          0100.0000.2002.00 COST: 0 //伪节点到达其他路由器的Cost值为0
Total LSP(s): 1
*(In TLV)-Leaking Route, *(By LSPID)-Self LSP, +-Self LSP(Extended),
ATT-Attached, P-Partition, OL-Overload
```

在伪节点LSP中，只包含邻接信息而不包含路由信息。



## CSNP

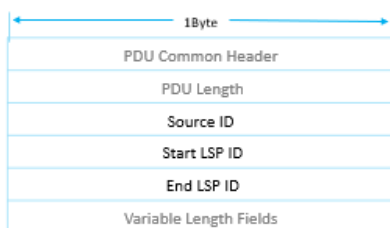
邻接关系建立

LSPB同步

路由计算

CSNP包含该设备LSDB中所有的LSP摘要，路由器通过交互 CSNP来判断是否需要同步LSDB。

- 在广播网络上，CSNP由DIS定期发送（缺省的发送周期为10秒）。
- 在点到点网络上，CSNP只在第一次建立邻接关系时发送。



**Source ID：**发出CSNP报文的路由器的System ID。

**Start LSP：**CSNP报文中第一个LSP的ID值。

**End LSP ID：**CSNP报文中最后一个LSP的ID值。

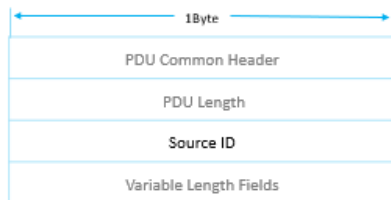




## PSNP

PSNP只包含部分LSP的摘要信息（与CSNP不同）：

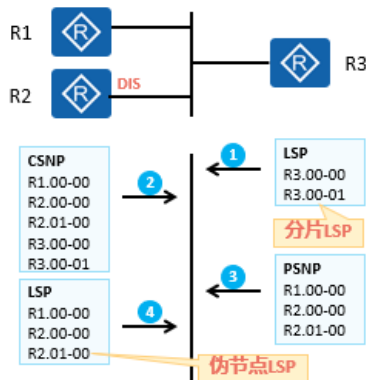
- 当发现LSDB不同步时，PSNP来请求邻居发送新的LSP。
- 在点到点的网络中，当收到LSP时，使用PSNP对收到的LSP进行确认。



Source ID：发出PSNP报文的路由器的System ID。



## 广播网络中LSP的同步过程

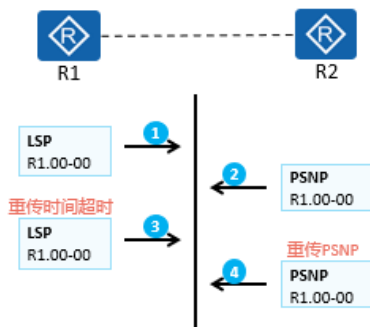


广播网络中新加入路由器与DIS同步LSDB数据库的过程：

- 新加入的路由器R3首先发送IIH报文，与该广播域中的路由器建立邻接关系。建立邻接关系之后，R3等待LSP刷新定时器超时，然后将自己的LSP发往组播地址（Level-1：01-80-C2-00-00-14；Level-2：01-80-C2-00-00-15）。这样网络上所有的邻接都将收到该LSP。
- 该网段中的DIS会把收到R3的LSP加入到LSDB中，并等待CSNP报文定时器超时并发送CSNP报文。
- R3收到DIS发来的CSNP报文，对比自己的LSDB数据库，然后向DIS发送PSNP报文请求自己没有的LSP。
- DIS收到该PSNP报文请求后向R3发送对应的LSP进行LSDB的同步。



## 点到点网络中LSP的同步过程

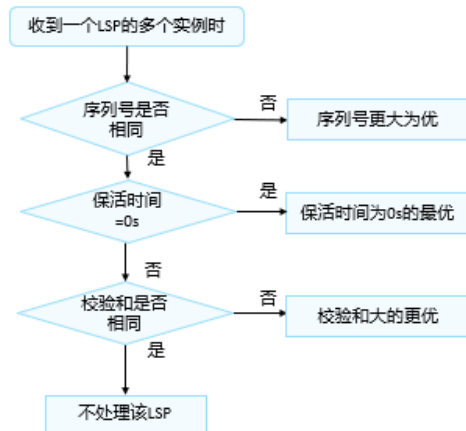


点到点网络上LSDB数据库的同步过程：

- R1先与R2建立邻接关系。
- 建立邻接关系之后，R1与R2会先发送CSNP给对端设备。如果对端的LSDB与CSNP没有同步，则发送PSNP请求索取相应的LSP。
- 假设R2向R1索取相应的LSP。
  - R1发送R2请求的LSP的同时启动LSP重传定时器，并等待R2发送的PSNP作为收到LSP的确认。
  - 如果在接口LSP重传定时器超时后，R1没有收到R2发送的PSNP报文作为应答。
  - 则R1重新发送该LSP。
  - R2收到LSP后，发送PSNP进行确认。



## LSP的处理机制



IS-IS通过交互LSP实现链路状态数据库同步，路由器收到LSP后，按照以下原则处理：

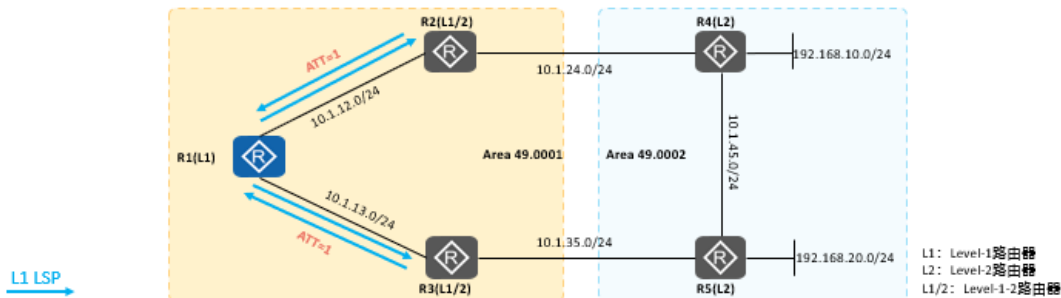
- 若收到的LSP比本地LSP的更优，或者本地没有收到的LSP：
  - 在广播网络中：将其加入数据库，并组播发送新的LSP。
  - 在点到点网络中：将其加入数据库，并发送PSNP报文来确认收到此LSP，之后将这新的LSP发送给除了发送该LSP的邻居以外的邻居。
- 若收到的LSP和本地LSP无法比较出优劣，则不处理该LSP。

- LSP产生的原因，IS-IS路由域内的所有路由器都会产生LSP，以下事件会触发一个新的LSP：
  - 邻接 Up 或 Down
  - IS-IS 相关接口 Up 或 Down
  - 引入的 IP 路由发生变化
  - 区域间的 IP 路由发生变化
  - 接口被赋了新的 metric 值
  - 周期性更新（刷新闻隔 15min）



## Level-1路由器的路由计算

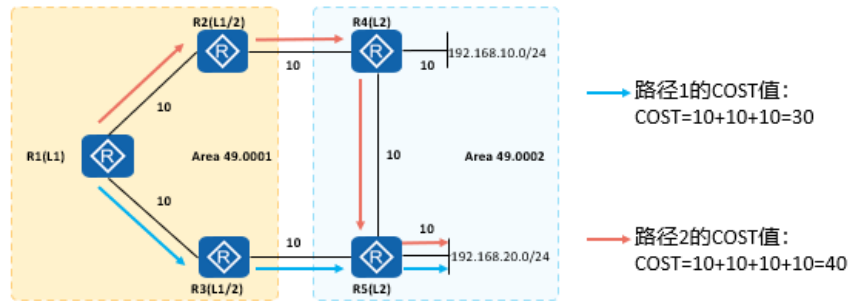
- R1是Level-1路由器，只维护Level-1 LSDB，该LSDB中包含同属一个区域的R2及R3以及R1自己产生的Level-1 LSP。
- R1根据LSDB中的Level-1 LSP计算出Area 49.0001内的拓扑，以及到达区域内各个网段的路由信息。
- R2及R3作为Area 49.0001内的Level-1-2路由器，会在它们向该区域下发的Level-1 LSP中设置ATT标志位，用于向区域内的Level-1路由器宣布可以通过自己到达其他区域。R1作为Level-1路由器，会根据该ATT标志位，计算出指向R2或R3的默认路由。





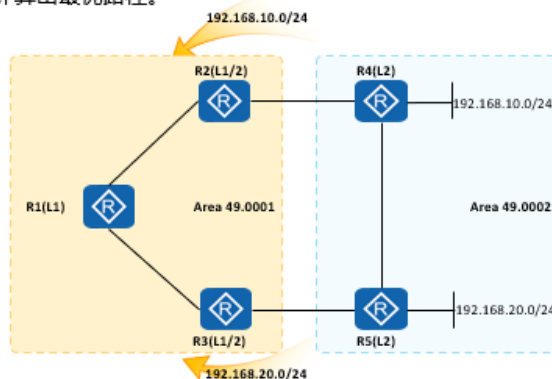
## Level-1路由器的次优路径的问题

缺省时，R1只能通过指向R2或R3的默认路由到达区域外部，但是R1距离R2和R3路由器的Cost值相等，那么当R1发送数据包到192.168.20.0/24时，就有可能选择路径2，导致出现次优路径。



## 路由渗透

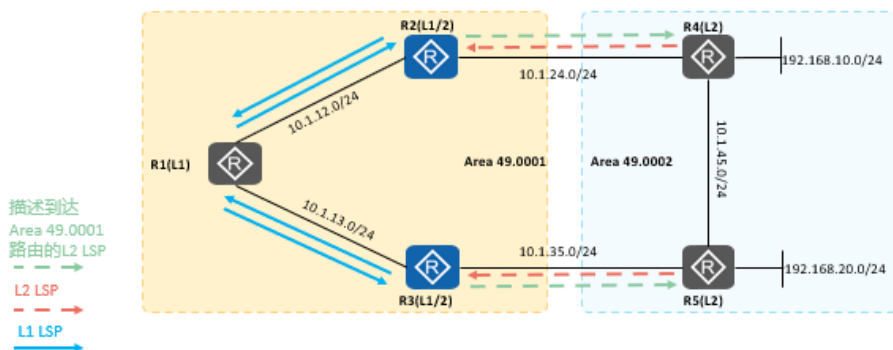
- 缺省情况下，Level-1-2路由器不会将到达其他区域的路由通告本Level-1区域中。
- 通过路由渗透，可以将区域间路由通过Level-1-2路由器传递到Level-1区域，此时Level-1路由器可以学习到其他区域的详细路由，从而计算出最优路径。





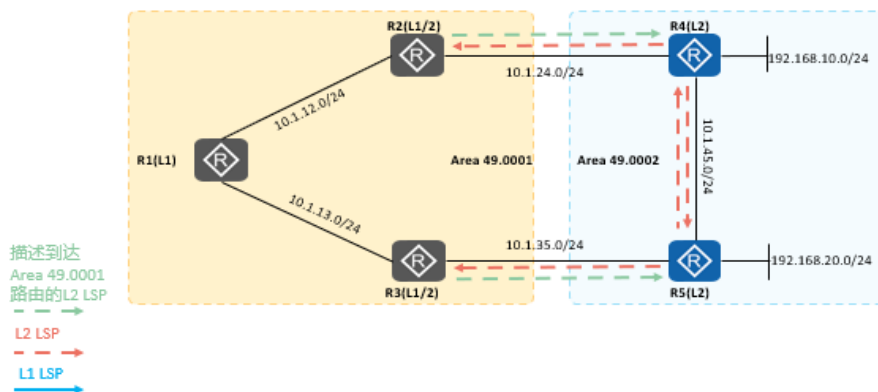
## Level-1-2路由器的路由计算

- R2及R3都维护Level-1 LSDB，它们能够通过这些LSDB中的LSP计算出Area 49.0001的路由。
- R2及R3都维护Level-2 LSDB，它们能够通过这些LSDB中的LSP计算出Area 49.0002的路由。
- R2及R3将到达Area 49.0001的路由以Level-2 LSP的形式发送到Area 49.0002。



## Level-2路由器的路由计算

R4及R5作为Level-2路由器，只会维护Level-2 LSDB，它们能够根据该LSDB计算出到达全网各个网段的路由。





## IS-IS协议的基本配置 (1)

1. 创建IS-IS进程，进入IS-IS进程

```
[Huawei] isis [process-id]
```

参数process-id用来指定一个IS-IS进程。如果不指定参数process-id，则系统默认的进程为1。

2. 配置网络实体名称（NET）

```
[Huawei-isis-1] network-entity net
```

通常情况下，一个IS-IS进程下配置一个NET即可。当区域需要重新划分时，例如将多个区域合并，或者将一个区域划分为多个区域，这种情况下配置多个NET可以在重新配置时仍然能够保证路由的正确性。由于一个IS-IS进程中区域地址最多可配置3个，所以NET最多也只能配3个。在配置多个NET时，必须保证它们的System ID都相同。

3. 配置全局Level级别

```
[Huawei-isis-1] is-level { level-1 | level-1-2 | level-2 }
```

缺省情况下，设备的Level级别为level-1-2。

在网络运行过程中，改变IS-IS设备的级别可能会导致IS-IS进程重启并可能会造成IS-IS邻居断连，建议用户在配置IS-IS时即完成设备级别的配置。



## IS-IS协议的基本配置 (2)

4. 进入接口视图

```
[Huawei] interface interface-type interface-number
```

参数interface-type为接口类型，参数interface-number为接口编号。

5. 在接口上使能IS-IS协议

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] isis enable [ process-id ]
```

配置该命令后，IS-IS将通过该接口建立邻居、扩散LSP报文。

6. 配置接口Level级别

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] isis circuit-level { level-1 | level-1-2 | level-2 }
```

缺省情况下，接口的Level级别为level-1-2。

两台Level-1-2设备建立邻居关系时，缺省情况下，会分别建立Level-1和Level-2邻居关系。如果只希望建立Level-1或者Level-2的邻居关系，可以通过修改接口的Level级别实现。



## IS-IS协议的基本配置 (3)

### 7. 设置接口的网络类型为P2P

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1]isis circuit-type p2p
```

缺省情况下，接口网络类型根据物理接口决定。

使用该命令将广播网接口模拟成P2P接口时，接口发送Hello报文的间隔时间、宣告邻居失效前IS-IS没有收到的邻居Hello报文数目、点到点链路上LSP报文的重复间隔时间以及IS-IS各种认证均恢复为缺省配置，而DIS优先级、DIS名称、广播网络上发送CSNP报文的间隔时间等配置均失效。

### 8. 恢复接口的缺省网络类型

```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] undo isis circuit-type
```

使用该命令恢复接口的缺省网络类型时，接口发送Hello报文的间隔时间、宣告邻居失效前IS-IS没有收到的邻居Hello报文数目、点到点链路上LSP报文的重复间隔时间、IS-IS各种认证、DIS优先级和广播网络上发送CSNP报文的间隔时间均恢复为缺省配置。

### 9. 修改接口的DIS优先级

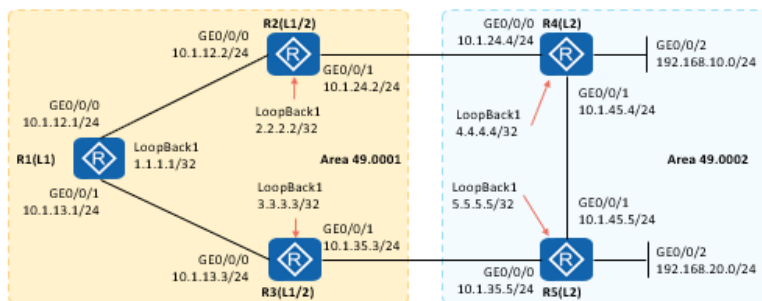
```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] isis dis-priority priority [ level-1 | level-2 ]
```

缺省情况下，IS-IS接口DIS优先级为64。

该命令用来指定挑选对应层次DIS（Designated Intermediate System）时接口的优先级。



## 案例：IS-IS配置



### 组网需求

如图所示，现网中有5台路由器。用户希望在这5台路由器实现网络互联，并且因为R1性能相对较低，所以还要使这台路由器处理相对较少的数据信息。同时用户希望R1可以选择最优路径访问192.168.10.0/24和192.168.20.0/24网段。

### 配置思路

在各路由器上配置IS-IS基本功能，实现网络互联。其中，配置R1为Level-1路由器，可以使这台路由器维护相对少量的数据信息。同时，配置R2和R3为Level-1/2路由器与R4和R5这两台Level-2路由器互联。



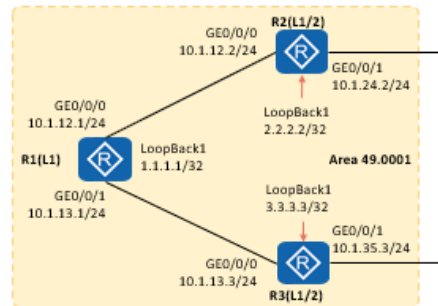
## 案例：R1、R2及R3的配置

R1的配置如下:

```
[R1] isis 1
[R1-isis-1] is-level level-1
[R1-isis-1] network-entity 49.0010.0100.1001.00
[R1-isis-1] quit
[R1] interface gigabitethernet 0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0] isis enable 1
[R1-GigabitEthernet0/0/0] interface gigabitethernet 0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1] isis enable 1
```

R2的配置如下:

```
[R2] isis 1
[R2-isis-1] is-level level-1-2
[R2-isis-1] network-entity 49.0020.0200.2002.00
[R2-isis-1] quit
[R2] interface gigabitethernet 0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0] isis enable 1
[R2-GigabitEthernet0/0/0] interface gigabitethernet 0/0/1
[R2-GigabitEthernet0/0/1] isis enable 1
```



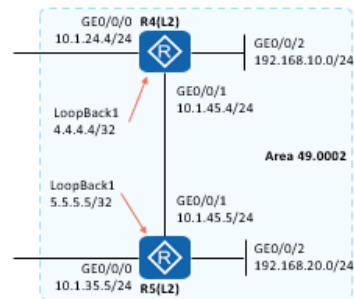
R1的路由器等级需要设置为Level1，R2、R3的路由器等级需要设置为Level1/2。R3的配置与R2相似，故不再重复展示。



## 案例：R4和R5的配置

R4的配置如下:

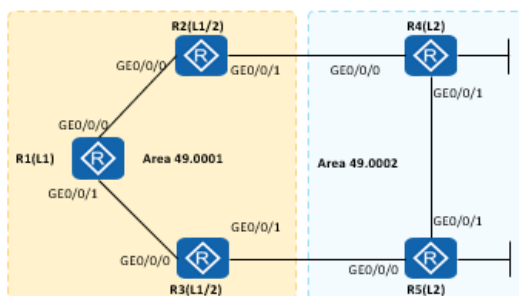
```
[R4] isis 1
[R4-isis-1] is-level level-2
[R4-isis-1] network-entity 49.0040.0400.4004.00
[R4-isis-1] quit
[R4] interface gigabitethernet 0/0/0
[R4-GigabitEthernet0/0/0] isis enable 1
[R4-GigabitEthernet0/0/0] interface gigabitethernet 0/0/1
[R4-GigabitEthernet0/0/1] isis enable 1
[R4-GigabitEthernet0/0/1] interface gigabitethernet 0/0/2
[R4-GigabitEthernet0/0/2] isis enable 1
```



R4、R5的路由器等级需要设置为Level2。R5的配置与R4相似，故不再重复展示。



## 案例：配置验证 (查看设备的IS-IS邻接表)



<R4> display isis peer

Peer information for ISIS(1)

System Id	Interface	Circuit Id	State	HoldTime	Type	PRI
0020.0200.2002	GE0/0/0	0040.0400.4004.01	Up	25s	L2	64
0050.0500.5005	GE0/0/1	0050.0500.5005.01	Up	13s	L2	64

Total Peer(s): 2

R4路由器建立Level-2的邻接关系

<R1> display isis peer

Peer information for ISIS(1)

System Id	Interface	Circuit Id	State	HoldTime	Type	PRI
0020.0200.2002	GE0/0/0	0010.0100.1001.01	Up	29s	L1	64
0030.0300.3003	GE0/0/1	0030.0300.3003.01	Up	9s	L1	64

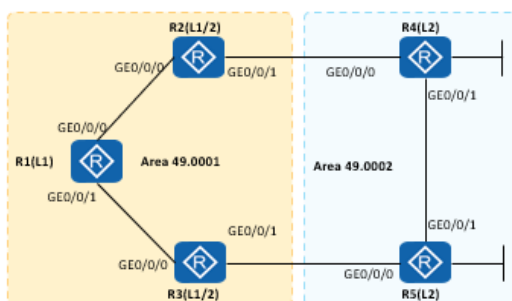
Total Peer(s): 2

R1路由器建立Level-1的邻接关系

- System Id 字段：描述邻接的系统 ID
- Interface 字段：描述通过该路由器哪个端口与邻接建立邻接关系
- Type：描述与该邻接的邻接关系类型
- PRI：描述该邻接对应端口的 DIS 优先级



## 案例：配置验证 (查看设备的IS-IS路由表) (1)



<R1> display isis route

Route information for ISIS(1)

ISIS(1) Level-1 Forwarding Table

IPv4 Destination	IntCost	ExtCost	ExitInterface	NextHop
0.0.0.0/0	10	NULL	GE0/0/0	10.1.12.2
			GE0/0/1	10.1.13.3
10.1.24.0/24	20	NULL	GE0/0/0	10.1.12.2
10.1.13.0/24	10	NULL	GE0/0/1	Direct
10.1.12.0/24	10	NULL	GE0/0/0	Direct
10.1.35.0/24	20	NULL	GE0/0/1	10.1.13.3

R1路由表中存在区域内的明细路由以及两条等价的默认路由。





## 案例：配置验证 (查看设备的IS-IS路由表) (2)

<R3> display isis route

Route information for ISIS(1)

ISIS(1) Level-1 Forwarding Table

IPv4 Destination	IntCost	ExtCost	ExitInterface	NextHop	Flags
0.0.0.0/0	20	NULL			
10.1.24.0/24	30	NULL	GE0/0/0	10.1.13.1	A/-/L/-
10.1.13.0/24	10	NULL	GE0/0/0	Direct	D/-/L/-
10.1.12.0/24	20	NULL	GE0/0/0	10.1.13.1	A/-/L/-
10.1.35.0/24	10	NULL	GE0/0/1	Direct	D/-/L/-

Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut, U-Up/Down Bit Set

ISIS(1) Level-2 Forwarding Table

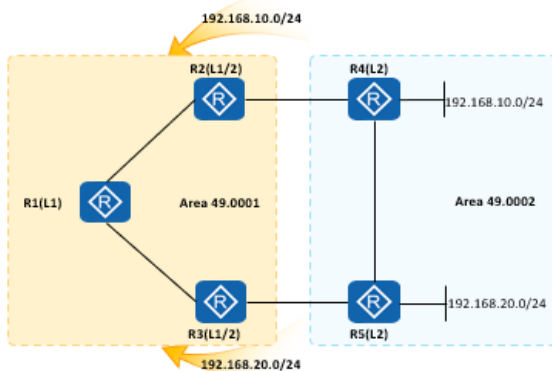
IPv4 Destination	IntCost	ExtCost	ExitInterface	NextHop	Flags
10.1.24.0/24	30	NULL			
10.1.13.0/24	10	NULL	GE0/0/0	Direct	D/-/L/-
10.1.12.0/24	40	NULL			
192.168.20.0/24	20	NULL	GE0/0/1	10.1.35.5	A/-/L/-
10.1.45.0/24	20	NULL	GE0/0/1	10.1.35.5	A/-/L/-
192.168.10.0/24	30	NULL	GE0/0/1	10.1.35.5	A/-/L/-
10.1.35.0/24	10	NULL	GE0/0/1	Direct	D/-/L/-

Flags: D-Direct, A-Added to URT, L-Advertised in LSPs, S-IGP Shortcut, U-Up/Down Bit Set

R3作为Level-1-2路由器，路由表中存在Level-1及Level-2路由。



## 路由渗透配置



R2的配置如下:

```
[R2] ip ip-prefix 1 permit 192.168.10.0 24
[R2] isis 1
[R2-isis-1] import-route isis level-2 into level-1 filter-policy ip-prefix 1
```

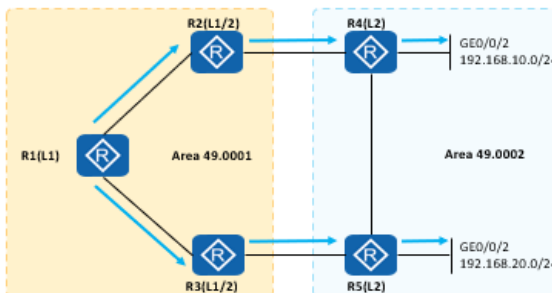
R3的配置如下:

```
[R3] ip ip-prefix 1 permit 192.168.20.0 24
[R3] isis 1
[R3-isis-1] import-route isis level-2 into level-1 filter-policy ip-prefix 1
```



## 路由渗透验证

通过查看R1的路由表，我们可以看到新增了两条明细路由192.168.10.0/24以及192.168.20.0/24，两条路由的开销值均为30，当有数据包经由R1到达这两个网段时，不会产生次优路径。



<R1> display ip routing-table protocol isis

Route Flags: R - relay, D - download to fib

Public routing table : ISIS

Destinations : 5 Routes : 6

ISIS routing table status : <Active>

Destinations : 5 Routes : 6

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
0.0.0.0/0	ISIS-L1	15	10	D	10.1.12.2	GigabitEthernet0/0/0
	ISIS-L1	15	10	D	10.1.13.3	GigabitEthernet0/0/1
192.168.10.0/2	ISIS-L1	15	30	D	10.1.12.2	GigabitEthernet0/0/0
192.168.20.0/2	ISIS-L1	15	30	D	10.1.13.3	GigabitEthernet0/0/1
10.1.24.0/24	ISIS-L1	15	20	D	10.1.12.2	GigabitEthernet0/0/0
10.1.35.0/24	ISIS-L1	15	20	D	10.1.13.3	GigabitEthernet0/0/1



## IS-IS认证的分类

- IS-IS认证是基于网络安全性的要求而实现的一种认证手段，通过在IS-IS报文中增加认证字段对报文进行认证。当本地路由器接收到远端路由器发送过来的IS-IS报文，如果发现认证密码不匹配，则将收到的报文进行丢弃，达到自我保护的目的。
- 根据报文的种类，认证可以分为以下三类：
  - 接口认证：在接口视图下配置，对Level-1和Level-2的Hello报文进行认证。
  - 区域认证：在IS-IS进程视图下配置，对Level-1的CSNP、PSNP和LSP报文进行认证。
  - 路由域认证：在IS-IS进程视图下配置，对Level-2的CSNP、PSNP和LSP报文进行认证。
- 根据报文的认证方式，可以分为以下四类：
  - 简单认证：将配置的密码直接加入报文中，这种加密方式安全性较其他方式低。
  - MD5认证：通过将配置的密码进行MD5算法加密之后再加入报文中，提高密码的安全性。
  - Keychain认证：通过配置随时间变化的密码链表来进一步提升网络的安全性。
  - HMAC-SHA256认证：通过将配置的密码进行HMAC-SHA256算法加密之后再加入报文中，提高密码的安全性。



## IS-IS认证详解

- 接口认证
  - Hello报文使用的认证密码保存在接口下，发送带认证TLV的认证报文，互相连接的路由器接口必须配置相同的口令。
- 区域认证
  - 区域内的每一台L1路由器都必须使用相同的认证模式和具有共同的钥匙串。
- 路由域认证
  - IS-IS域内的每一台L2和L1/L2类型的路由器都必须使用相同模式的认证，并使用共同的钥匙串。
  - 对于区域和路由域认证，可以设置为SNP和LSP分开认证。
    - 本地发送的LSP报文和SNP报文都携带认证TLV，对收到的LSP报文和SNP报文都进行认证检查。
    - 本地发送的LSP报文携带认证TLV，对收到的LSP报文进行认证检查；发送的SNP报文携带认证TLV，但不对收到的SNP报文进行检查。
    - 本地发送的LSP报文携带认证TLV，对收到的LSP报文进行认证检查；发送的SNP报文不携带认证TLV，也不对收到的SNP报文进行认证检查。
    - 本地发送的LSP报文和SNP报文都携带认证TLV，对收到的LSP报文和SNP报文都不进行认证检查。



## IS-IS认证的配置 (1)

### 1. 配置IS-IS区域认证

```
[Huawei-isis-1] area-authentication-mode {{ simple | md5 }} { plain plain-text | [ cipher ] plain-cipher-text } keychain keychain-name | hmac-sha256 key-id key-id } [ snp-packet { authentication-avoid | send-only } | all-send-only ]
```

**simple** 指定密码以纯文本方式参与认证；**keychain** 指定随时间变化的密钥链表；**md5** 指定密码通过HMAC-MD5算法加密后参与认证。

**snp-packet** 指定配置SNP报文相关的验证；**authentication-avoid** 指定不对产生的SNP封装认证信息，也不检查收到的SNP，只对产生的LSP封装认证信息，并检查收到的LSP；**send-only** 指定对产生的LSP和SNP封装认证信息，只检查收到的LSP，不检查收到的SNP；**all-send-only** 指定对产生的LSP和SNP封装认证信息，不检查收到的LSP和SNP。

### 2. 配置IS-IS路由域认证

```
[Huawei-isis-1] domain-authentication-mode {{ simple | md5 }} { plain plain-text | [ cipher ] plain-cipher-text } keychain keychain-name | hmac-sha256 key-id key-id } [ snp-packet { authentication-avoid | send-only } | all-send-only ]
```

参数含义与区域认证一致。



## IS-IS认证的配置 (2)

### 3. 配置IS-IS接口认证

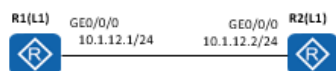
```
[Huawei-GigabitEthernet0/0/0] isis authentication-mode [keychain | md5 | simple] [ level-1 | level-2 ] [ ip | osi ] [ send-only ]
```

**level-1** 指定设置Level-1级别的认证；**level-2** 指定设置Level-2级别的认证；**send-only** 指定只对发送的Hello报文加载认证信息，不对接收的Hello报文进行认证。

在R1的接口GE0/0/0上配置接口认证：

```
[R1] interface GigabitEthernet0/0/0  
[R1-GigabitEthernet0/0/0] isis authentication-mode simple cipher huawei
```

以接口认证为例：



由于R2未配置接口认证，因此在查看IS-IS的错误信息时提示认证错误。

```
[R1] display isis error
```

Hello packet errors:

Mismatched Max Area Addr : 0      Bad Authentication : 6

### 思考题：

- (多选题) 关于 OSPF 与 IS-IS，说法正确的有？( )
- OSPF 及 IS-IS 都是链路状态路由协议。
- OSPF 仅仅支持 IP 网络，而集成 IS-IS 支持 CLNP 及 IP 网络。
- OSPF 使用区域号 0 标识骨干区域。
- IS-IS 骨干区域由 Level-2 及 Level-1-2 路由器组成。
- (多选题) 关于 Level-1 路由器说法正确的有？( )
- Level-1 路由器只能和相同区域的 IS-IS 路由器建立邻接

关系。

- Level-1 路由器可以和同区域的 Level-2 路由器建立邻接关系。
- 缺省情况下，Level-1 路由器只能通过缺省路由到达区域外部。
- Level-1 路由器的 LSDB 中只存在 Level-1 LSP。

答案：

- ABCD
- ACD