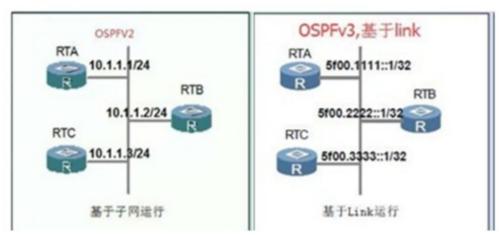
IPv6路由

OSPFv3 基于链路,不是网段

OSPFv3 运行在 IPv6 协议上,IPv6 是基于链路而不是网段的。 这样,在配置 OSPFv3 时,不需要考虑是否配置在同一网段, 只要在同一链路,就可以接口可以不配置 IPv6 全局地址而直 接建立联系。

因为 OSPF 是通过本地链路地址建立的邻居,也是通过本地链路地址计算出 SPF 树,而全球单播地址的接口通告进行去只是 SPF 树上的子叶——路由条目,所以要求双方接口可以不配置为同一网段。

(只是这个两个接口不能通过不同网段的全球单播地址通信而已)



由于 OSPFv3 通过链路地址建立邻居,这样的好处是:

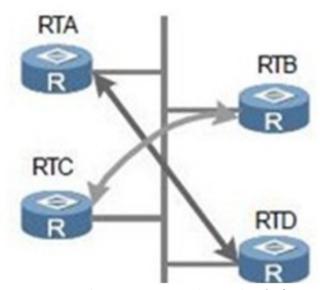
1 不需要配置 IPv6 全局地址,就可以得到 OSPFv3 拓扑,实现拓扑与地址分离。

2 在链路本地地址上泛洪的报文不会传到其他链路上,可减少报文不必要的泛洪。

OSPFv3 支持一个链路上多个进程

OSPFv3 在 OSPF 报又大添加了一个新的子域:Instance ID。

OSPFv2下,一个接口上只能有一个 OSPF 实例运行,现在可以让一个接口同时运行多个 OSPF 实例,彼此使用不同的 Instance ID 区分。这些运行在同一条物理链路.上的多个 OSPFv3 实例分别与同链路上多个相同实例 ID 的邻居建立邻居关系,这可使一个网段上同时出现多个 OSPF 路由域,彼此互不干扰,可以充分共享同一链路资源。如果 OSPFv3 报文收到实例号不同的 Hello 报文,则忽略,邻居关系建立不起来。



RouterA 和 RouterD 之间会建立 OSPF 邻居,RouterB 和 RouterC 之间建立邻居关系。RouterA 和 RouterB 之间不会建立。

OSPFv3 上移除了 IP 地址的意义

这样做的目的是为了使"拓扑与地址分离"。

OSPFv3 可以不依赖 IPv6 全局地址的配置来计算出 OSPFv3 的拓扑结构。IPv6 全局地址仅用于 Vlink 接口及报文的转发。也就是刚刚说的通过链路地址计算出 SPF 树,路由只是子叶(路由只能是全球单播地址产生,链路地址只能在本地使用,所以不会产生路由条目)。

OSPFv2的 LSA1/LSA2中含有太多和 IPv4 协议地址相关的信

息,如 LSA1 中的任何一种类型的 Link (除 StubNet 外),其 Link Data 是设备本地接口的 IPv4 地址,LinkID 是 DR 的接口 IP 或邻居的 RID 等。通过观察 LSA1/LSA2 的内容就可知 OSP F 传递的 IPv4 协议。

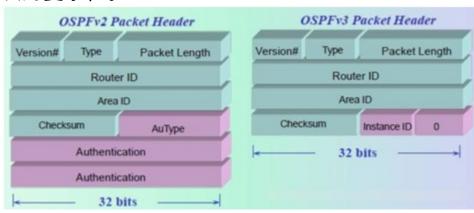
如果 IPv6 OSPFv3 依然使用这种方式,IPv6 协议地址会占用 LSA 中过多字节空间,若将来扩展 OSPFv3 使其支持新的协议地址,也需要重新改写协议报文,所以 OSPFv3 在设计现有的协议报文时,从 LSA 中"移除"对协议地址(如 IPv4、IPv 6)的依赖性。

OSPFv2 Router LSA	OSPFv3 Router LSA	
IPv4 F OSPFv2	IPv6 F OSPFv3	
LinkID 是邻居的 RID,标识邻居节点 LinkData 使用自己的接口 IP 来标识互联接口	使用接口 ID,如 0x3,标识自己的接口 使用 NeighborRID 及邻居接口 ID 来表明邻居及其接口标	
例: TransNet 类型 Link *Link ID:10.1.123.3 Data:10.1.123.2 Link Type: TransNet Metric: 1	例: TransNet 类型 link Link connected to: TransitNetwork Metric: 1 Interface ID:0x3 Neighbor Interface ID:0x3 Neighbor Router ID:3.3.3.3 #DR 的 RID 为 3.3.3.3 #部层的接口 ID: 0x3 #自己互联的接口 ID:0x3	
例: P2P 类型 Link *Link ID: 4.4.4.4	例: P2P 类型 Link Link connected to: another Router (point-to-point) Metric: 48 Interface ID: 0x8	
Data : 10.1.24.2 #自己的接口 IP 及邻居的 RID Link Type: P-2-P Metric : 48	Neighbor Interface ID: 0x8 Neighbor Router ID: 4,4,4,4 # 自己的接口 ID:0x8 # 邻居的 RID 及邻居的接口 ID	

OSPFv3 LSA1/2 中用于表述拓扑时,用二元组[RID,接口 ID]来取代 OSPFv2 中针对对方节点的表示,用接口 ID 来取代本地接口的 IP 地址; LSA1/2 中没有使用任何协议地址,这样做的结果是 LSA1/2 中"拓扑与协议地址分离了",不再依赖于协议地址,这意味着 LSA1/LSA2 描述的拓扑可以为任何协议簇服务,RFC 5838 已经设计 OSPFv3 成为可支持 IPv4 及 IPv6 等协议的路由协议,不需要为每个协议单独创建协议进程,但目前华为尚不支持。在 IPv4 和 IPv6 双栈的环境中仍需同时运行 OSPFv2 和 OSPFv3 进程。

OSPFv3 移除所有认证字段

OSPFv3 移除 OSPFv2 的接口或区域下的验证,原因是 OSPFv3 可直接使用 IPv6 扩展报文头的认证及安全机制,不需要再重复提供认证,使用协议时只需关注协议本身即可,降低协议的复杂性。



LSA type 原来是 1 字节,变成 2 字节 U S2 S1 0 U S2 S1 0

0 0 0 0 0 0X0 link-local 0x0008 8 link lsa 0 0 1 0 0X2 area 内 0x2000X 1,2,3,4,7,9 0 1 0 0 0X4 area 间 0x4005 5 external

数字越大,范围也越大

00 本地链路

01 本区域

10 本 AS

11 保留

U 位标识了对未知 LSA 的处理方法,即标识了不识别 LSA 功能代码的路由器应如何处理 LSA。

- 0:把此 LSA 当作具有链路本地泛洪范围来对待,从而只能泛 洪到本地链路上。
- 1:把此 LSA 当作类型已知的 LSA 来处理,也就是存储下来并泛洪出去。

S2 S1=0 0:链路本地范围内,即只在始发链路上泛洪。

S2 S1=0 1:区域范围内,即泛洪到始发区域内的所有路由器。

S2 S1=1 0: AS 范围内,即泛洪到本 AS 的所有路由器。

S2 S1=1 1:预留。

Link-LSA 链路 LSA

Link-LSA 是 OSPFv3 新增的一种 LSA 类型,一个路由器如果启动了 OSPFv3 协议,该路由器会为每个运行 OSPFv3 的接口生成一个 link-LSA,描述该接口的 Link-local 地址和接口在该链路上的 IPv6 前缀信息,只能在链路范围内传递,它具有链路泛洪范围

Link LSA 用于通告在本链路上直连的路由器间有用的信息,接在本链路上的每台路由器都通告自己的 Link LSA 到直连链路。当然,路由器也会从该接口收到所有接在这条链路上的其他路由器的 Link LSA。

实现了协议和网络的分离

它的作用在于:

向链路上的其他路由器通告本地链路地址,作为它们的下一跳 地址;

向链路上的其他路由器通告本地链路上的所有 IPv6 前缀;在广播网络和 NBMA 网络上为 DR 提供 Options 取值。

- 1,在链路上通告本地链路地址给其它邻居
- 2,通告本地链路上的邻居关于与自己本地链路相关联的 ipv6 的前缀列表
- 3,通告链路状态的选项集合

link Isa 每个物理接口有一个,环回口没有

放的是接口ID和FE80协议地址的对应关系,link上有的接口前缀也通告出去如果是MA网络也会为DR的option选项服务

Intra-Area-Prefix-LSA 区域内前缀 LSA

只在本地链路上传递信息是不够的,还需要在 area 范围内传播,于是有了 Intra-Area-Prefix-LSA 9 类 LSA 是在 area 范围内通告路由前缀,要通告的链路状态信息是参考 Isa 类型 1.2 而来的.

拓扑和网络分离

为什么引入 Intra-Area-Prefix-LSA?

OSPFv2 中,依附于路由器和 Stub 网络的 subnet 出现在 Router LSA 中,依附于 Transit 网络的 subnet 出现在 Network-LS A 中;OSPFv3 中,Router-LSA 和 Network-LSA 不再包含地址信息,所以引入 Intra-Area-Prefix-LSA。

OSPFv2 的主要缺点除了不能支持 IPv6 之外,还在于其 1 类 LSA 和 2 类 LSA 中既承载拓扑信息,又承载网络信息,无法 真正实现拓扑和网络信息的分离

9类 LSA 的作用是携带区域内的网络信息,即原 OSPFv2 的 Router LSA 中的 Stubnet 的网络信息和 2 类 LSA 中的网络信息,这样实现拓扑信息和网络信息分别使用不同的 LSA 来携带,1 类 LSA 和 2 类 LSA 仅仅包含用于拓扑计算的拓扑信息,区域内的网络信息使用 9 类 LSA 来携带,这样网络信息的变化仅影响 9 类 LSA,而不会导致拓扑的重新计算,完成了拓扑和网络信息的真正分离。

OSPFv3 的 Intra-Area-Prefix-LSA 具有区域泛洪范围,用于发

布区域内前缀信息。根据所参考的 LSA 不同可分为以下两种情况:

参考 Router-LSA,由各路由器分别生成,用于发布点到点链路的前缀信息以及 Stub 网络的前缀信息;

参考 Network-LSA,由 DR 生成,用于发布该链路对应网络上的所有前缀信息,这些前缀来自链路上所有路由器各自生成的 Link-LSA。但是,Link-LSA中的本地链路地址信息、NU 或 L A 位置 1 的前缀除外。

BGP 4+

NLRI 网络层可达信息(Network Layer Reachability Information)

OPEN 消息中的 Capabilities Advertisement 字段用于扩展能力的协商。

```
Frame 10: 131 bytes on wire (1048 bits), 131 bytes captured (1048 bits)
Ethernet II, Src: HuaweiTe_69:32:1c (54:89:98:69:32:1c), Dst: HuaweiTe_2d:53:8a (54:89:98:2d:53:8a)
Internet Protocol Version 6, Src: 2000::1201 (2000::1201), Dst: 2000::1202 (2000::1202)
Transmission Control Protocol, Src Port: bgp (179), Dst Port: 49153 (49153), Seq: 1, Ack: 46, Len: 45
 ■ OPEN Message
     Marker: 16 bytes
     Length: 45 bytes
     Type: OPEN Message (1)
     Version: 4
     My A5: 100
     Hold time: 180
     BGP identifier: 10.0.1.1
     Optional parameters length: 16 bytes

    □ Optional parameters

    □ Capabilities Advertisement (16 bytes)

         Parameter type: Capabilities (2)
         Parameter length: 14 bytes
       Capability code: Multiprotocol extensions capability (1)
         Capability length: 4 bytes

Gapability value

Address family identifier: IPv6 (2)
             Reserved: 1 byte
            Subsequent address family identifier: Unicast (1)
       Route refresh capability (2 bytes)

■ Support for 4-octet AS number capability (6 bytes)
```

MP_REACH_NLRI 属性(Type Code=14) BGP4+使用此属性来通告 IPv6 路由。

MP_UNREACH_NLRI 属性(Type Code= 15) BGP 4+用该属性撤销路由

网络层可达信息(Network Layer Reachability Information)域:表示含有匹配相同属性的路由信息。当此字段为 0 时,表示为缺省路由。

```
■ UPDATE Message
   Marker: 16 bytes
    Length: 77 bytes
    Type: UPDATE Message (2)
    Unfeasible routes length: 0 bytes
    Total path attribute length: 54 bytes

    □ Path attributes

⊕ ORIGIN: IGP (4 bytes)

    AS_PATH: 100 (9 bytes)

    MULTI_EXIT_DISC: 0 (7 bytes)

    ■ MP_REACH_NLRI (34 bytes)
      # Flags: 0x90 (Optional, Non-transitive, Complete, Extended Length)
        Type code: MP_REACH_NLRI (14)
        Length: 30 bytes
        Address family: IPv6 (2)
      Subsequent address family identifier: Unicast (1)

Next hop network address (16 bytes)
          Next hop: 2000::1201 (16)
        Subnetwork points of attachment: 0

    ■ Network layer reachability information (9 bytes)

        ± 2000:0:0:1::/64
```

当传递 IPv6 路由时

AFI=2 ,SAFI=1(Unicast) ,SAFI=2(Multicast) 下一跳地址长度字段决定了下一跳地址的个数 长度字段=16,下一跳地址为下一跳路由器的全球单播地址 长度字段=32,下一跳地址为下一跳路由器的全球单播地址和 链路本地地址

- 随着万物互联时代的到来,IPv4 地址空间不足,IPv6 取代 IPv4 势在必行。那么如何实现 IPv6 网络中各个节点之间的可达性呢?与 IPv4 网络相同,IPv6 网络同样支持静态路由和动态路由协议。
- IPv6 静态路由与 IPv4 静态路由在配置方式上颇为相似。 为了实现对 IPv6 网络的支持,IETF 制定了 OSPFv3,同时对 IS-IS、BGP 做了扩展。
- 本课程将介绍 IPv6 静态路由的概念及配置,还会介绍常见的 IPv6 动态路由协议,包括:OSPFv3,IS-IS(IPv6),以及 BGP4+。

IPv6静态路由

- IPv6 静态路由与 IPv4 静态路由类似,也需要管理员手工配置,适合于一些结构比较简单的 IPv6 网络。
- 在创建 IPv6 静态路由时,可以同时指定出接口和下一跳,或者只指定出接口或只指定下一跳。
- 对于点到点接口:指定出接口。
- 对于广播类型接口:指定下一跳。
- IPv6 静态路由负载分担和备份:
- 在创建相同目的地址的多条 IPv6 静态路由时,如果指定相同优先级,则可实现负载分担,如果指定不同优先级,则可实现路由备份。
- IPv6 静态路由与 IPv4 静态路由之间的主要区别是目的地址和下一跳地址有所不同,IPv6 静态路由使用的是 IPv6 地址,而 IPv4 静态路由使用 IPv4 地址。



IPv6静态路由的基础配置命令

1. 在公网上配置IPv6静态路由。

[Huawei] **ipv6 route-static** dest-ipv6-address prefix-length { interface-type interface-number [nexthop-ipv6-address] | nexthop-ipv6-address | **vpn-instance** vpn-destination-name nexthop-ipv6-address } [permanent | inherit-cost] [description text]

2. 在VPN实例下配置IPv6静态路由。

[Huawei] ipv6 route-static vpn-instance vpn-instance-name dest-ipv6-address prefix-length { [interface-type interface-number [nexthop-ipv6-address]] | nexthop-ipv6-address [public] | vpn-instance vpn-destination-name nexthop-ipv6-address } [preference preference] [permanent | inherit-cost] [description text]

- 注意事项:
 - 静态路由如果不配置优先级,默认优先级为60。
 - 。 如果将目的地址与前缀长度都配置为全0 (::0) ,则表示配置的是缺省路由 (::/0) 。
 - · undo命令中配置参数permanent时,只能取消IPv6静态路由永久发布,不能删除IPv6静态路由。
- [Huawei] **ipv6 route-static** dest-ipv6address prefix-length { interface-type interfacenumber [nexthop-ipv6-address] | nexthop-ipv6-

address | vpn-instance vpn-destination-name nexth op-ipv6-address } [preference preference]

[permanent | inherit-cost] [description text]

- preference preference: 指定路由优先级。整数形式, 取值范围为 1~255。缺省值是 60。
- permanent:指定IPv6静态路由永久发布。
- inherit-cost: 指定 IPv6 静态路由继承迭代路由的开销值。
- **description** *text*:指定静态路由的描述信息。字符串形式,支持空格,长度范围是 1~80。
- [Huawei] ipv6 route-static vpn-instance vpn-instance-name dest-ipv6-address prefix-length { [interface-type interface-number [nexthop-ipv6-address]] | nexthop-ipv6-address [public] | vpn-instance vpn-destination-name nexthop-ipv6-address}

[preference preference] [permanent | inheritcost] [description text]

• **public**:指定 *nexthop-ipv6-address* 是公网地址,而不是源 VPN 中的地址。



IPv6静态路由配置举例



设备	接口	IPv6地址
R1	GE0/0/1	2001:DB8:2345:12::1/64
N1	Loopback0	2001:DB8:2345:1::1/128
R2	GE0/0/1	2001:DB8:2345:12::2/64
K2	Loopback0	2001:DB8:2345:2::2/128

场景描述:

- 某公司网络部署了IPv6网络进行业务测试,在部署初期,通过静态路由实现IPv6网络的互联互通。
- · 实现R1和R2的Loopback0接口地址互通。

- 1、配置各路由器接口的IPv6地址。(略)
- 2、配置IPv6静态路由。

[R1] ipv6 route-static 2001:DB8:2345:2::2 128 2001:DB8:2345:12::2 [R2] ipv6 route-static 2001:DB8:2345:1::1 128 2001:DB8:2345:12::1

3、测试IPv6网络连通性。





- OSPF是IETF定义的一种基于链路状态的内部网关路由协议。目前针对IPv4协议使用的是OSPF Version 2(OSPFv2),针对IPv6协议使用OSPF Version 3(OSPFv3)。
- OSPFv3的主要目的是开发一种独立于任何具体网络层的路由协议。为实现这一目的,OSPFv3的内部路由器信息被重新进行了设计。



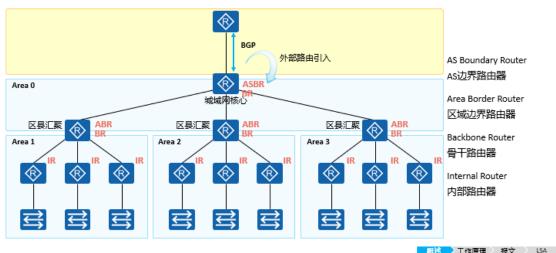
OSPFv2是运行在IPv4上的IGP路由协议; OSPFv3是运行在IPv6上的IGP路由协议。两者并不兼容。

OSPFv3与OSPFv2的相同点

OSPF 的基本运行机制没有改变,包括:

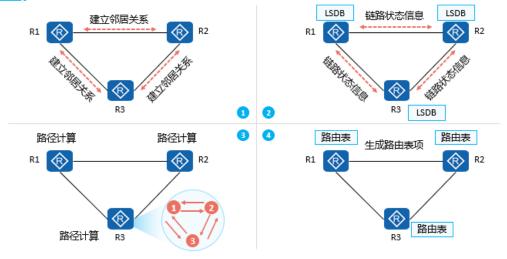
- 基本概念:
- 区域划分及路由器类型
- 路由计算影响参数:优先级、度量值
- 支持的网络类型:Broadcast(广播类型)、NBMA、P2P(点到点类型)、P2MP(点到多点类型)
- 报文类型: Hello 报文、DD 报文、LSR 报文、LSU 报文
 和 LSAck 报文
- 工作原理:
- 邻居关系的建立及邻居状态的转换
- DR 与 BDR 的选举
- LSA 泛洪机制
- 路由计算过程
- 相同点还包括:对特殊区域、虚连接、多进程的支持等。
- 本课程对以上内容不再赘述,详细内容请参考《HCIP-D atacom-Core Technology》课程。





∰基 】工作原理 】 报文 】 LSA

OSPFv3的基本工作原理与OSPFv2相似



OSPFv3与OSPFv2的不同点

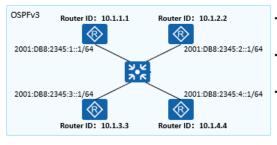
- OSPFv3 基于链路运行以及拓扑计算,而不再是网段。
- OSPFv3 支持一个链路上多个实例。
- OSPFv3 报文和 LSA 中去掉了 IP 地址的意义,且重构了报文格式和 LSA 格式。
- OSPFv3 报文和 Router LSA/Network LSA 中不包含 IP 地址。
- OSPFv3 的 LSA 中定义了 LSA 的泛洪范围。

- OSPFv3 中创建了新的 LSA 承载 IPv6 地址和前缀。
- OSPFv3 邻居不再由 IP 地址标识,只由 Router ID 标识。



唯一邻居标识: Router ID

OSPFv3诵过Router ID来标识网络设备。



Router ID是一个OSPFv3设备在自治系统中的唯一标识。如果用户没有指定Router ID,则OSPFv3进程无法运行。

概述 工作原理 报文 LSA

概述 【作原理】 雅又 LSA

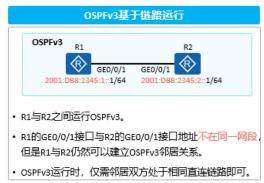
- 设置Router ID时,必须保证自治系统中任意两台设备的Router ID都不相同。
- Router ID长度32bit,本地标识符,与IPv6地址无关,用点分十进制表示法来表示。
- OSPFv2 在 Broadcast、NBMA、P2P 和 P2MP 网络中是通过 IPv4 接口地址来标识邻居,而在虚连接网络中是通过 Router ID 来标识邻居。



OSPFv3基于链路运行

OSPFv3是基于链路运行的,设备只要在同一链路,就可以建立邻居关系。





• IPv6 中重点强调了链路的概念,在 IPv6 中,一个链路上可以分配多个 IP 子网,也就是 IPv6 前缀。和 IPv4 不同的是,同一个链路上的两个节点即使不具有相同的 IPv6 前缀,也可以直接通过这个链路通信。这一点极大地改变了 OSPF 的行

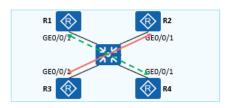
为。

• 在 OSPFv3 中我们更多的是使用"链路"和"前缀"这两个术语。但这两个概念是分离的,没有必然的对应关系,所以在讨论路由协议时,OSPFv2 的术语"网络"和"子网"在这里应该用"链路"替换掉。

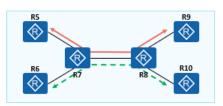


链路支持多实例

- 一个OSPFv3物理接口可以和多个实例绑定,并用不同的实例标识(Instance ID)区分,即OSPFv3的单个链路支持运行多个OSPFv3实例。
- 这些运行在同一条物理链路上的多个OSPFv3实例,分别与链路对端设备建立邻居及发送报文,且 互不干扰,这样可以充分共享同一链路资源。



通过Instance ID可以实现R2和R3建立OSPFv3邻居 关系,R1和R4也建立OSPFv3邻居关系。



可以在R7和R8各自创建2个OSPFv3实例,并且在一条链路上将两个实例激活,通过Instance ID可以实现两部分邻居关系的建立。



概述 工作原理 报文 LSA

• 多实例通过在 OSPFv3 报文头部增加一个 Instance ID 区别不同的实例来实现。一个分配了给定 Instance ID 的实例,将会丢弃那些与该 Instance ID 不匹配的 OSPFv3 报文。



OSPFv3对链路本地地址的使用

- OSPFv3使用链路本地 (FE80::/10) 地址作为发送报文的源地址和路由的下一跳地址。
 - · 使用链路本地地址来维持邻居关系,同步LSA数据库。
 - · 在虚连接上,必须使用全球单播地址或者站点本地地址作为OSPFv3协议报文的源地址。
- 优势:
 - · 不需要配置IPv6全球单播地址,就可以得到OSPFv3拓扑,实现拓扑与地址分离。
 - · OSPFv3报文不会被转发到始发链路范围之外,减少了报文不必要的泛洪,节省了带宽。



- IPv6 使用链路本地(Link-Local)地址在同一链路上发现邻居及自动配置。运行 IPv6 的路由器不转发目的地址为链路本地地址的 IPv6 报文,此类报文只在同一链路有效。
- OSPFv3 是运行在 IPv6 上的路由协议,使用链路本地地 址来发送 OSPFv3 报文。
- OSPFv3 假定每个路由器在每个连接的链路上都已被分配链路本地地址,在除虚连接外的所有 OSPFv3 接口上使用接口关联的链路本地地址作为源地址发送 OSPFv3 报文。
- 路由器学习所有其他连接到该链路上的路由器的链路本地地址,并且使用这些地址作为下一跳进行报文转发。
- 注意:关于链路本地地址的描述仅出现在 Link-LSA(链路 LSA,OSPFv3 新增 LSA)中。

OSPFv3 报文

- OSPFv3 与 OSPFv2 有相同类型的报文:
- Hello 报文、DD 报文、LSR 报文、LSU 报文和 LSAck 报文。
- OSPFv3 与 OSPFv2 使用相同的协议号 89。
- OSPFv2: IPv4 报文头部中的协议号(Protocol)为89。

- OSPFv3: IPv6 报文头部中的下一报头号(Next Heade r)为 89。
- OSPFv3 与 OSPFv2 类似,使用组播地址作为 OSPF 报 文目的地址。
- OSPFv2 使用 IPv4 组播地址:
- OSPF IGP Routers: 224.0.0.5; OSPF IGP DR: 224. 0.0.6。
- OSPFv3 使用 IPv6 组播地址:
- OSPF IGP Routers: FF02::5; OSPF IGP DR: FF02::
 6。
- OSPFv3 报文作用:
- Hello 报文:周期性发送,用来发现、建立和维持 OSPF v3 邻居关系。
- DD报文:描述了本地 LSDB 的摘要信息,用于两台设备进行数据库同步。
- LSR 报文:用于向对方请求所需的 LSA。设备只有在 O SPFv3 邻居双方成功交换 DD 报文后,才会向对方发出 LSR 报文。
- LSU 报文:向对方发送其所需的 LSA。
- LSAck 报文:用来对收到的 LSA 进行确认。



· OSPFv2报文头部:



• OSPFv3报文头部:



- 与OSPFv2一样,OSPFv3的五种报文都有同样的报文
 头,只是报文中的字段有些不同。
- · 变化点:
 - Instance ID: 1Byte,缺省值为0。允许在一个链路上运行多个OSPFv3的实例。每个实例具有唯一的Instance ID。
 Instance ID只在本地链路上有意义。
 - OSPFv3报文头部移除了所有的认证字段: OSPFv3的认证可以使用IPv6的认证及安全处理, 也可以通过 OSPFv3自身机制来完成报文认证。
- Version: 1Byte, 版本, OSPF 的版本号。对于 OSPFv 3 来说, 其值为 3。
- Type: 1Byte,类型,OSPFv3报文的类型,有下面几种类型:
- 1: Hello 报文;
- 2:DD报文;
- 3:LSR 报文;
- 4:LSU报文;
- 5: LSAck 报文。
- Packet length: 2Byte, OSPFv3 报文的总长度,包括报文头在内,单位为字节。
- Router ID: 4Byte,始发此报文的路由器的 Router ID。
- Area ID:4Byte,发送该报文的所属区域。
- Checksum: 2Byte,使用IPv6标准16位校验和。
- 0:1Byte,保留字段,必须填0。



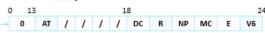
· OSPFv2的Hello报文格式:

Network Mask				
HelloInterval Options Rtr Pri				
RouterDeadInterval				
Designated Router				
Backup Designated Router				
Neighbor				

• OSPFv3的Hello报文格式:

Interface ID				
Rtr Pri	Options			
Hellol	nterval RouterDeadInterval			
Designated Router ID				
Backup Designated Router ID				
Neighbor ID				

- 与OSPFv2的Hello报文相比, OSPFv3的Hello报文去掉 了Network Mask字段,增加了Interface ID字段,用 来标识发送该Hello报文的接口ID。
- 变化点:
 - Interface ID: 4Byte,唯一标识了建立连接的(发送 Hello报文的)接口。
 - Options: 扩展到3Byte,可选项。与OSPFv2相比,增加 了R位和V6位。
 - R: 指明始发路由器是否具备转发能力。设置R位为0时, 描述该始发节点的路由信息将不参与路由计算。
 - V6:如果V6位为0,表示该路由器或链路不会参与IPv6路由计算。



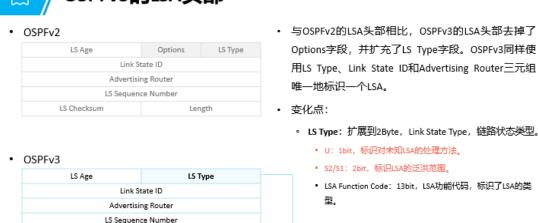
- Rtr Pri:1Byte,Router Priority,DR 优先级。默认为 1。 如果设置为 0,则路由器不能参与 DR 或 BDR 的选举。
- Options: 3Byte,可选项。
- AT: 1bit,表示是否支持 OSPFv3 认证。若 AT=1,则在 OSPFv3 报文后增加认证尾部字段,包含认证信息。
- DC:1bit,表示是否具有支持按需电路的能力。
- R:1bit,指明始发路由器是否是一台有效的路由器。
- NP: 1bit.表示是否为 NSSA 区域。
- MC:1bit,表示是否支持转发组播数据报文。
- E:1bit,表示是否支持外部路由。
- V6:1bit,表示是否参与IPv6路由计算。如果该位为0,表示该路由器或链路不参与IPv6路由计算。
- HelloInterval: 2Byte,发送 Hello报文的时间间隔。
- RouterDeadInterval : 2Byte,失效时间。如果在此时间内未收到邻居发来的 Hello 报文,则认为邻居失效。
- Designated Router ID: 4Byte, DR的 Router ID。
- Backup Designated Router ID: 4Byte, BDR的Router ID。
- Neighbor ID:4Byte,邻居,以 Router ID 标识。

• 说明: DD 报文、LSR 报文、LSU 报文和 LSAck 报文格式与 OSPFv2 相比变化不大,本课程不再赘述。



LS Checksum

OSPFv3的LSA头部



• LS Age: 2Byte, LSA产生后所经过的时间,以秒为单位。无论 LSA 是在链路上传送,还是保存在 LSDB 中,其值都会在不停的增长。

U S2 S1 LSA Function Code

- LS Type: 2Byte, LSA 的类型。该字段的高 3 位标识 L SA 的通用属性,剩下的比特位标识 LSA 的特定功能。
- U 位标识了对未知 LSA 的处理方法,即标识了不识别 LS A 功能代码的路由器应如何处理 LSA。
- 0:把此 LSA 当作具有链路本地泛洪范围来对待,从而只能泛洪到本地链路上。
- 1:把此 LSA 当作类型已知的 LSA 来处理,也就是存储下来并泛洪出去。
- S2/S1 位标识了 LSA 的泛洪范围。
- S2 S1=0 0:链路本地范围内,即只在始发链路上泛洪。
- S2 S1=0 1:区域范围内,即泛洪到始发区域内的所有路由器。
- S2 S1=1 0: AS 范围内,即泛洪到本 AS 的所有路由器。
- S2 S1=1 1:预留。

- Link State ID: 4Byte,本地 32 位标识符,与 IPv6 地址 无关,与 LSA 中的 LS Type 和 Advertising Router 一起在路 由域中描述一个 LSA。OSPFv3 与 OSPFv2 相比,Link State ID 不再包含地址信息。
- Advertising Router: 4Byte,产生此 LSA 的路由器的 Router ID。
- LS Sequence Number: 4Byte, LSA 的序列号。其他路由器根据这个值可以判断哪个 LSA 是最新的。
- LS Checksum: 2Byte,除了LS Age 外其它各域的校验和。
- Length: 2Byte, LSA 的总长度,包括 LSA Header,以字节为单位。

概述 工作原理 报文 LSA



OSPFv3的LSA类型

- · OSPFv3与OSPFv2相比, 具有类似的LSA名称, 但是功能略有区别。
- OSPFv3新增了两类LSA,包括:链路LSA和区域内前缀LSA。

	OSPFv2∰LSA		OSPFv3的LSA	异同点说明	
类型	名称	类型	型名称		
1	Router-LSA (路由器LSA)	0x2001	Router-LSA (路由器LSA)	作用类似,但不再描述地	
2	Network-LSA (网络LSA)	0x2002	Network-LSA (网络LSA)	址信息,仅描述拓扑结构	
3	Network-Summary-LSA (网络汇总LSA)	0x2003	Inter-Area-Prefix-LSA(区域间前缀LSA)	作用类似,名称不同	
4	ASBR-Summary-LSA (ASBR汇总LSA)	0x2004	Inter-Area-Router LSA(区域间路由器LSA)		
5	AS-External-LSA (AS外部LSA)	0x4005	AS-External-LSA (AS外部LSA)	作用与名称完全相同	
7	NSSA LSA (非完全末梢区域LSA)	0x2007			
		0x0008	Link-LSA (链路LSA)	OSPFv3新増	
		0x2009	Intra-Area-Prefix-LSA(区域内前缀LSA)	O3FFV3∰IAE	

- 如表中所示,OSPFv3 的 LS Type 字段,U 位缺省为 0; 除 Type5 和 Type8 的 LSA 外,其余的 LSA 泛洪范围都是区域 范围内(S2 S1=0 1)。
- 链路本地范围。LSA 仅在本地链路上泛洪,包括:Link-LSA。
- 区域范围。LSA 在单个 OSPF 区域内泛洪,包括:Rout er-LSA、Network-LSA、Inter-Area-Prefix-LSA、Inter-Area-Router-LSA、NSSA LSA 和 Intra-Area-Prefix-LSA。

 AS 范围。LSA 在整个路由域(自治系统)中扩散,包括: AS-External-LSA。



Type1: Router-LSA

 在OSPFv2中,通过Link Type、Link ID以及Link Data来描述—个接口信息。在OSPFv3中,设备会为每个运行OSPFv3接口所在的区域产生—个LSA,描述了设备的链路状态(Link Type、Interface ID、Neighbor Interface ID和Neighbor Router ID)和开销,在所属的区域内传播。



Neighbor Router ID

重要字段介绍:

。 Link Type: 1Byte, 链路类型。

。 Interface ID:4Byte,接口ID。

Neighbor Interface ID: 4Byte, 邻居的接口ID。

Neighbor Router ID: 4Byte, 邻居的路由器ID。

- OSPFv3 的 Router-LSA 字段解释:
- W:Wild-Card Receiver,值为1时,表示该路由器支持组播路由。
- V:Virtual Link,值为1时,表示产生此LSA的路由器是虚连接的一端。
- E:External,值为1时,表示产生此LSA的路由器是ASBR。
- B:Border,值为1时,表示产生此LSA的路由器是ABR。
- Options:3Byte,可选项。
- DC:1bit,表示是否具有支持按需电路的能力。
- R:1bit,指明始发路由器是否是一台有效的路由器。
- NP: 1bit.表示是否为 NSSA 区域。
- MC:1bit,表示是否支持转发组播数据报文。
- E:1bit,表示是否支持外部路由。
- V6:1bit,表示是否参与IPv6路由计算。如果该位为0,表示该路由器或链路不参与IPv6路由计算。

- Link Type: 1Byte,链路类型。
- 1:点到点连接到另一台路由器。
- 2:连接到一个传送网络(Transit Network)。
- 3:保留。
- 4:虚链路。
- Metric: 2Byte,流量出接口的开销值。



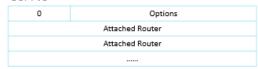
Type2: Network-LSA

OSPFv2

Network Mask
Attached Router
Attached Router

- 与OSPFv2相比,OSPFv3的Network-LSA删除了网络掩码字段,仅用相连的路由器的RouterID来描述本网段的链路状态,由DR产生,在所属的区域内传播。
- 重要字段介绍:
 - Attached Router: 4Byte, 相连的路由器,指连接在同一个网段上的所有路由器的Router ID, 也包括DR的Router ID。

OSPFv3



- OSPFv3 的 Network-LSA 字段解释:
- Options:与Router-LSA中的Options字段相同。



Type3: Inter-Area-Prefix-LSA

OSPFv2: Network-Summary-LSA



- OSPFv3

 O Metric

 PrefixLength PrefixOptions 0

 Address Prefix

- PrefixOptions:
 P MC LA MU

- 与OSPFv2类似,由ABR产生,描述区域内某个IPv6地址前缀的路由,并通告给其他相关区域。每个IPv6地址前缀,ABR都会单独发送一个Type3的LSA。
- 重要字段介绍(描述前缀的三元组):
 - 。 PrefixLength: 1Byte, 前缀的比特数。
 - PrefixOptions: 1Byte,表示这个前缀的一些特性,以 便在各种不同的路由计算时做相应的判断和处理。
 PrefixOptions字段格式如下:
 - P位: 1bit, 传播位。
 - MC位: 1bit, 组播位。
 - LA位: 1bit, 本地地址位。
 - NU位: 1bit, 非单播位。
 - 。 Address Prefix:变长,IPv6地址前缀。
- OSPFv3 的 Inter-Area-Prefix-LSA 字段解释:
- Metric: 3Byte,到目的地址的开销值。
- PrefixOptions:由LSA公告的每个前缀都拥有一个自己的 PrefixOptions 字段。
- P位: 传播位。如果一个 NSSA 区域的前缀需要被 ABR 传播出去,就需要设置这一位。
- MC 位: 组播位。如果设置为 1,则这个前缀应该纳入组播计算中,否则不纳入组播计算。
- LA 位: 本地地址位。如果设置为 1,则这个前缀是路由器的一个接口地址。
- NU 位: 非单播位。如果设置为 1,则这个前缀不会纳入 I Pv6 单播路由计算中。
- 注意:缺省路由的前缀长度为 0。ABR 也能够始发一个 区域间 Type3 的 LSA 向一个末梢区域通告一条缺省路由。



Type4: Inter-Area-Router-LSA

OSPFv2: ASBR-Summary-LSA



- 与OSPFv2类似,由ABR产生,描述到ASBR的路由,通告给除ASBR所在区域的其他相关区域。对于所描述的每一个ASBR,ABR都会单独发送一个Type4的LSA。
- 重要字段介绍:
 - Destination Router ID: 4Byte, LSA中描述的目的路由器 的Router ID. 即ASBR的Router ID。
- OSPFv3 的 Inter-Area-Router-LSA 字段解释:
- Options: Options 字段描述的不是源路由器的能力,而 是目的路由器所支持的能力,所以此字段值应该等于目的路由 器的 Router-LSA 的 Options 字段值。
- Metric:3Byte,到目的地址的开销值。



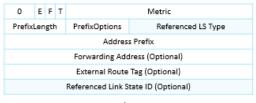
Type5: AS-External-LSA

OSPFv2



- 与OSPFv2类似,由ASBR产生,描述到达AS外部的一个前缀的路由,通告到所有的区域(除了Stub区域和NSSA区域)。
- 重要字段介绍:
 - Referenced LS Type: 2Byte, 引用链路状态类型,表明 这个LSA是否需要参考其他LSA。
 - 0: 不参考:
 - 1:参考Router-LSA
 - 2: 参考Network-LSA

OSPFv3



- OSPFv3 的 AS-External-LSA 字段解释:
- E:1bit,外部路由的 Metric 类型。
- 如果设置为 1,表示此为 2 类外部路由,其 Metric 不随着路由的传递而增长。
- 如果设置为 0,表示此为 1 类外部路由,其 Metric 随着

路由的传递而增长。

- F:1bit,如果设置为 1,则表示后面的 Forwarding Address 可选字段存在。
- T:1bit,如果设置为 1,则表示后面的 External Route T ag 可选字段存在。
- Metric: 3Byte,到目的地址的开销值。
- PrefixLength、PrefixOptions 和 Address Prefix 为描述前缀的三元组,与 Inter-Area-Prefix-LSA 中该字段含义相同。
- Forwarding Address: 4Byte,可选的 128 位 IPv6 地址, 当前面的 F 位为 1 时存在。表示到达目的的数据应该转发到这 个地址。
- External Route Tag: 4Byte,可选的标记位。可以用于 ASBR 之间的通信。一个比较常见的例子是,在 OSPF 自治 系统的两个边界路由器上进行路由引入时,通过对引入的路由 进行标记,可以很方便地进行路由过滤。
- Referenced Link State ID: 4Byte,若 Referenced LS T ype 不为 0,则该字段存在,表示引用链路状态 ID。

新增Type8: Link-LSA

Link-LSA报文格式:

Rtr Pri	Options				
Link-Local Interface Address					
	# Pre	fixes			
PrefixLength	PrefixLength PrefixOptions 0				
	Address	s Prefix			
PrefixLength	0				
Address Prefix					

- 每个设备都会为每个链路产生一个Link-LSA,仅在始 发链路内泛洪。
- · Link-LSA作用:
 - 向该链路上其他路由器通告本接口的链路本地地址。
 - · 向该链路上其他路由器通告本接口的IPv6前缀列表。
 - 向该链路上其他路由器通告本链路始发的Network-LSA中设置的可选项。
- 重要字段介绍:
 - Link-Local Interface Address: 16Byte, 路由器与该链路相连的接口上配置的链路本地地址(该地址只出现在Link-LSA中)。
- OSPFv3 的 Link-LSA 字段解释:
- Rtr Pri:1Byte,该路由器在该链路上的优先级(Router P riority)。

- Options: 3Byte,提供给 Network-LSA 的 Options。
- Number of Prefixes: 4Byte,该LSA 中携带的 IPv6 地址前缀个数。
- PrefixLength、PrefixOptions 和 Address Prefix 为描述前缀的三元组,与 Inter-Area-Prefix-LSA 中该字段含义相同。



新增Type9: Intra-Area-Prefix-LSA

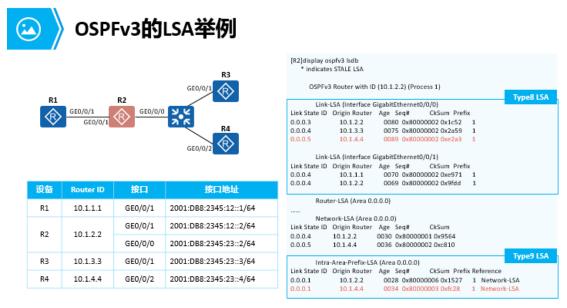
Intra-Area-Prefix-LSA报文格式:

Number	of Prefixes	Referenced LS Type		
Referenced Link State ID				
	Referenced Adve	ertising Router		
PrefixLength	PrefixOptions	Metric		
	Address	Prefix		

- 在OSPFv2中,可以通过Type1和Type2的LSA来描述拓 扑信息和网段信息;而OSPFv3的此两类LSA仅包含拓 扑信息,那OSPFv3如何描述网段信息呢?
- Type9 LSA描述的是网段信息,只在所属的区域内传播,它需要依赖于拓扑信息,才能实现OSPFv3的路由计算。其类型可以分为两种:
 - 每台设备均产生描述与Router-LSA相关联的IPv6前缀地址的Type9 LSA。
 - DR会产生描述与Network-LSA相关联的IPv6前缀地址的 Type9 LSA。
- OSPFv3 的 Intra-Area-Prefix-LSA 字段解释:
- Number of Prefixes: 4Byte,该LSA 中携带的 IPv6 地址前缀个数。必要的话,可以通过多个 Intra-Area-Prefix-LSA 来携带前缀,这样可以控制 LSA 的长度。
- Referenced LS type: 4Byte,表明这个LSA 是参考一个 Router-LSA,还是一个 Network-LSA。
- 1:表示参考一个 Router-LSA
- 2:表示参考一个 Network-LSA。
- Referenced Link State ID: 4Byte。
- 设为 0:当这个 LSA 是参考一个 Router-LSA 时。
- 设为该链路的 DR 的 Interface ID: 当这个 LSA 是参考一个 Network-LSA 时。
- Referenced Advertising Router: 4Byte。
- 设为这个路由器的 Router ID:当这个 LSA 是参考一个 R

outer-LSA 时。

- 设为该链路的 DR 的 Router ID: 当这个 LSA 是参考一个 Network-LSA 时。
- PrefixLength、PrefixOptions 和 Address Prefix 为描述前缀的三元组,与 Inter-Area-Prefix-LSA 中该字段含义相同。
- Metric: 2Byte,前缀开销值。与Router-LSA的接口开销值相同单位。
- 在 OSPFv3 中,当一条链路或它的前缀发生变化时,相连的路由器会发送一个 Intra-Area-Prefix-LSA。但是,这条 LSA 不会触发 SPF 计算。



- 如图所示:R1、R2、R3和R4运行OSPFv3路由协议, 且均部署在骨干区域。
- 网络稳定后,查看R2的LSDB,可以查看到该路由器的 Router-LSA(Type1)、Network-LSA(Type2)、Link-LSA (Type8)和Intra-Area-Prefix-LSA(Type9)。





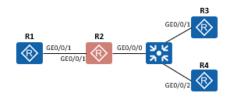
设备	Router ID	接口	接口地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	2001:DB8:2345:12::2/64
N2		GE0/0/0	2001:DB8:2345:23::2/64
R3	10.1.3.3	GE0/0/1	2001:DB8:2345:23::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	2001:DB8:2345:23::4/64

查看R2的Link State ID为0.0.0.5的Link-LSA,輸出信息如下所示。



- 输出信息解释:
- LS age: LSA 的老化时间。
- LS Type: LSA 的类型。有如下类型:
- Router-LSA、Network-LSA、Inter-Area-Prefix-LSA、Inter-Area-Router-LSA、AS-external-LSA、NSSA-LSA、Link-LSA、Intra-Area-Prefix-LSA
- Link State ID: LSA 报文头中的链路状态 ID。
- Originating Router:产生LSA的路由器。
- LS Seq Number: LSA 序列号(来自 LSA 报头)。
- Checksum: LSA 的校验和。
- Length: LSA 的长度。
- Priority:该Link对应接口的优先级。
- Options:该Link的Option值。
- Link-Local Address:链路本地地址。
- Number of Prefixes:该LSA中包含的IPv6前缀数目。
- Prefix: IPv6 前缀。
- Prefix Options:前缀 Option 值。

■ Intra-Area-Prefix-LSA举例



设备	Router ID	接口	接口地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	2001:DB8:2345:12::2/64
N2		GE0/0/0	2001:DB8:2345:23::2/64
R3	10.1.3.3	GE0/0/1	2001:DB8:2345:23::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	2001:DB8:2345:23::4/64

查看R2的Intra-Area-Prefix-LSA,输出信息如下所示。





OSPFv3的基础配置命令(1)

1. 启动OSPFv3

[Huawei] **ospfv3** [process-id] [**vpn-instance** vpn-instance-name]
创建并运行OSPFv3进程,并将创建的OSPFv3进程与VPN实例进行绑定(可选)。
[Huawei-ospfv3-1] **router-id** router-id
配置设备在该OSPFv3进程中所使用的Router ID。
注意:如果用户没有指定Router ID,则OSPFv3进程无法运行。

2. 在接口上使能OSPFv3

[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] ospfv3 process-id area area-id [instance instance-id] 在接口上使能OSPFv3的进程,并指定所属区域,也可以指定接口所属的实例ID。注意:配置此命令前,必须先创建OSPFv3进程和使能IPv6功能。

• OSPFv3 的配置命令与配置方式与 OSPFv2 类似,其他配置命令不再赘述,详细内容请参考《HCIP-Datacom-Core Technology》课程。



3. (可选)配置接口的OSPFv3网络类型

[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] ospfv3 network-type { broadcast | nbma | p2mp [non-broadcast] | p2p } [instance instance-id]

缺省情况下,接口的OSPFv3网络类型根据物理接口的数据链路层封装而定。以太网接口的缺省网络类型为Broadcast, 串口(封装PPP协议或HDLC协议时)的缺省网络类型为P2P。

4. 进入OSPFv3区域视图

[Huawei-ospfv3-1] area area-id

区域ID可以采用十进制整数或IPv4地址形式输入,但显示时是IPv4地址形式。



检查OSPFv3基本功能的配置结果

1. 查看OSPFv3的接口信息

[Huawei] display ospfv3 [process-id] interface [area area-id] [interface-type interface-number]

2. 查看OSPFv3的邻居信息

[Huawei] display ospfv3 [process-id] [area area-id] peer [interface-type interface-number | neighbor-id] [verbose]

neighbor-id: 指定邻居的Router ID号。

3. 查看OSPFv3的LSDB信息

[Huawei] display ospfv3 [process-id] lsdb [area area-id] [originate-router advertising-router-id | self-originate] [{ router | network | inter-router [asbr-router asbr-router-id] | { inter-prefix | nssa } [ipv6-address prefix-length] | link | intra-prefix } [link-state-id]]

4. 查看OSPFv3的路由表信息

[Huawei] display ospfv3 [process-id] routing [ipv6-address prefix-length | abr-routes | asbr-routes | intra-routes | interroutes | ase-routes | routes | [statistics]]

- [Huawei] display ospfv3 [processid] Isdb [area area-id] [originaterouter advertising-router-id | self-originate]
 [{ router | network | inter-router [asbrrouter asbr-router-id] | { inter-prefix | nssa }
 [ipv6-address prefix-length] | link | intraprefix | grace } [link-state-id]]
- process-id: OSPFv3 进程号。整数形式,取值范围是 1~65535。
- area area-id:区域的标识。可以是十进制整数或IPv4

地址格式。如果是十进制整数,取值范围是 0~4294967295。 如果是 IPv4 地址格式,取值是点分十进制。

- external:显示数据库中AS-external LSA的信息。
- inter-prefix:显示数据库中Inter-Area-Prefix LSA的信息。
- **inter-router**:显示数据库中 Inter-Area-Router LSA 的信息。
- intra-prefix:显示数据库中Intra-Area-Prefix LSA的信息。
- nssa:显示数据库中 NSSA LSA 的信息。
- link:显示数据库中 Link-LSA 的信息。
- network:显示数据库中 Network-LSA 的信息。
- router: 显示数据库中 Router-LSA 的信息。
- link-state-id:链路状态ID。点分十进制格式。
- **originate-router** *advertising-router-id*:指定发布 LSA 的路由器的 Router ID。点分十进制格式。
- **asbr-router** *asbr-router-id*:指定 ASBR 路由器的 Router ID。点分十进制格式。
- self-originate:显示数据库中由本路由器发布的 LSA 信息。
- *ipv6-address prefix-length*:指定 IPv6 目的地址及前缀长度。
- prefix-length 是整数形式,取值范围是0~128。
- [Huawei] display ospfv3 [processid] routing [ipv6-address prefix-length | abrroutes | asbr-routes | intra-routes | inter-routes
 | ase-routes | nssa-routes | [statistics]]
- process-id: OSPFv3 进程号。整数形式,取值范围是 1~65535。
- *ipv6-address*:指定 IPv6 地址。32 位 16 进制数,格

式为 X:X:X:X:X:X:X:X。

 prefix-length:指定前缀长度。整数形式,取值范围是 0~128。

abr-routes:显示 OSPFv3 中所有 ABR 的路由信息。

• asbr-routes:显示 OSPFv3 中所有 ASBR 的路由信息。

• intra-routes:显示 OSPFv3 中区域内路由的统计信息。

• inter-routes:显示 OSPFv3 中区域间路由的统计信息。

• ase-routes:显示 OSPFv3 中 AS 外部路由的统计信息。

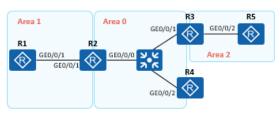
• **nssa-routes**:显示 OSPFv3 中 NSSA 区域路由的统计信

息。

• statistics:显示 OSPFv3 中所有路由表的统计信息。



OSPF双栈配置举例



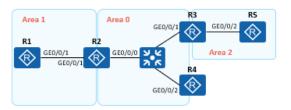
设备	Router ID	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
K2	10.1.2.2	GE0/0/0	10.1.23.2/24	2001:DB8:2345:23::2/64
R3	40433	GE0/0/1	10.1.23.3/24	2001:DB8:2345:23::3/64
K3	10.1.3.3	GE0/0/2	10.1.35.3/24	2001:DB8:2345:35::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	10.1.23.4/24	2001:DB8:2345:23::4/64
R5	10.1.5.5	GE0/0/2	10.1.35.5/24	2001:DB8:2345:35::5/64

场景描述:

- 某公司通过部署OSPFv2实现IPv4网络的互联互通。该公司为了保证未来的业务发展,同时部署了IPv6网络进行业务测试,在该网络中运行OSPFv3实现了IPv6网络的互联互通。
- 所有路由器运行OSPFv2和OSPFv3协议,整个自治系统 分为3个区域。配置完成后,每台路由器都应学到AS内 的所有网段的IPv4路由和IPv6路由。



部署IPv4网络 (1)



设备	Router ID	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
K2	10.1.2.2	GE0/0/0	10.1.23.2/24	2001:DB8:2345:23::2/64
R3	10.1.3.3	GE0/0/1	10.1.23.3/24	2001:DB8:2345:23::3/64
K5	10.1.3.3	GE0/0/2	10.1.35.3/24	2001:DB8:2345:35::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	10.1.23.4/24	2001:DB8:2345:23::4/64
R5	10.1.5.5	GE0/0/2	10.1.35.5/24	2001:DB8:2345:35::5/64

1、配置各路由器接口的IPv4地址。(略)

2、配置OSPF基本功能。

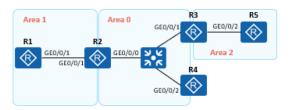
[R1] ospf 1 router-id 10.1.1.1 [R1-ospf-1] area 1 [R1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.12.1 0.0.0.0

[R2] ospf 1 router-id 10.1.2.2 [R2-ospf-1] area 1 [R2-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.1.12.2 0.0.0.0 [R2-ospf-1-area-0.0.0.1] quit [R2-ospf-1] area 0 [R2-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.23.2 0.0.0.0

[R3] ospf 1 router-id 10.1.3.3 [R3-ospf-1] area 0 [R3-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.23.3 0.0.0.0 [R3-ospf-1-area-0.0.0.0] quit [R3-ospf-1] area 2 [R3-ospf-1-area-0.0.0.2] network 10.1.35.3 0.0.0.0



部署IPv4网络 (2)



设备	Router ID	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
		GE0/0/0	10.1.23.2/24	2001:DB8:2345:23::2/64
R3	10.1.3.3	GE0/0/1	10.1.23.3/24	2001:DB8:2345:23::3/64
N.S		GE0/0/2	10.1.35.3/24	2001:DB8:2345:35::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	10.1.23.4/24	2001:DB8:2345:23::4/64
R5	10.1.5.5	GE0/0/2	10.1.35.5/24	2001:DB8:2345:35::5/64

[R4] ospf 1 router-id 10.1.4.4

[R4-ospf-1] area 0

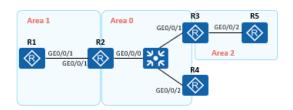
[R4-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.23.4 0.0.0.0

[R5] ospf 1 router-id 10.1.5.5

[R5-ospf-1] area 2

[R5-ospf-1-area-0.0.0.2] network 10.1.35.5 0.0.0.0





设备	Router ID	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
		GE0/0/0	10.1.23.2/24	2001:DB8:2345:23::2/64
	10.1.3.3	GE0/0/1	10.1.23.3/24	2001:DB8:2345:23::3/64
n.o		GE0/0/2	10.1.35.3/24	2001:DB8:2345:35::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	10.1.23.4/24	2001:DB8:2345:23::4/64
R5	10.1.5.5	GE0/0/2	10.1.35.5/24	2001:DB8:2345:35::5/64

1、全局及接口下使能IPv6功能,配置各路由器接口的IPv6地址。 (略)

2、启动OSPFv3功能。

[R1] ospfv3 1 [R1-ospfv3-1] router-id 10.1.1.1

[R2] ospfv3 1

[R2-ospfv3-1] router-id 10.1.2.2

[R3] ospfv3 1

[R3-ospfv3-1] router-id 10.1.3.3

[R4] ospfv3 1

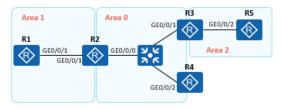
[R4-ospfv3-1] router-id 10.1.4.4

[R5] ospfv3 1

[R5-ospfv3-1] router-id 10.1.5.5



部署IPv6网络 (2)



设备	Router ID	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	10.1.1.1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
R2	10.1.2.2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
		GE0/0/0	10.1.23.2/24	2001:DB8:2345:23::2/64
R3	10.1.3.3	GE0/0/1	10.1.23.3/24	2001:DB8:2345:23::3/64
		GE0/0/2	10.1.35.3/24	2001:DB8:2345:35::3/64
R4	10.1.4.4	GE0/0/2	10.1.23.4/24	2001:DB8:2345:23::4/64
R5	10.1.5.5	GE0/0/2	10.1.35.5/24	2001:DB8:2345:35::5/64

3、接口使能OSPFv3功能。

[R1] interface gigabitethernet 0/0/1 [R1-GigabitEthernet0/0/1] ospfv3 1 area 1

[R2] interface gigabitethernet 0/0/1

[R2-GigabitEthernet0/0/1] ospfv3 1 area 1

[R2-GigabitEthernet0/0/1] quit

[R2] interface gigabitethernet 0/0/0

[R2-GigabitEthernet0/0/0] ospfv3 1 area 0

[R3] interface gigabitethernet 0/0/1

[R3-GigabitEthernet0/0/1] ospfv3 1 area 0 [R3-GigabitEthernet0/0/1] quit

[R3] interface gigabitethernet 0/0/2

[R3-GigabitEthernet0/0/2] ospfv3 1 area 2

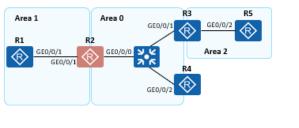
[R4] interface gigabitethernet 0/0/2 [R4-GigabitEthernet0/0/2] ospfv3 1 area 0

[R5] interface gigabitethernet 0/0/2

[R5-GigabitEthernet0/0/2] ospfv3 1 area 2



查看OSPFv3网络的邻居信息



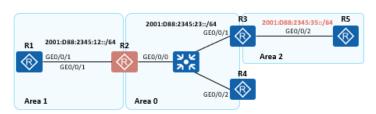


当不指定实例时,默认值为0。 两台设备的直连接口的实例ID需要相同,否 则无法建立OSPFv3邻接关系。

- 可以通过 display ospf peer 查看 OSPFv2 的邻居信息。
- 对比 OSPFv2 和 OSPFv3 的邻居信息,发现选出的 DR 和 BDR 是一致的,说明 DR 选举方式相同。



查看OSPFv3网络的路由信息





在OSPFv3中,路由的下一跳地址为链路本地地址。 本条路由的下一跳地址为R3的 GEO/0/1接口的链路本地地址。

- 可以通过 display ospf routing 查看 OSPFv2 的路由信息。
- 对比 OSPFv2 和 OSPFv3 的路由信息,发现到"同一"网段的路径一致,说明路由计算方式相同。

查看OSPFv3网络LSDB信息

```
[R2]display ospfv3 Isdb
                                                                                                 Router-LSA (Area 0.0.0.1)
Link State ID Origin Router Age Seq#
  indicates STALE LSA
      OSPFv3 Router with ID (10.1.2.2) (Process 1)
                                                                                                 0.0.0.0
                                                                                                                  10111
                                                                                                                                  0819 0x80000007 0x9460
Link-LSA (Interface GigabitEthernet0/0/0)
Link State ID Origin Router Age Seq# C
                                                                                                 0.0.0.0
                                                                                                                                  0827 0x80000007 0x8a67
                                                                                                                  10.1.2.2
                                                                                                          Network-LSA (Area 0.0.0.1)
0.0.0.3
                10.1.2.2
                               0862 0x80000003 0x486d 1
0854 0x80000003 0xc512 1
                                                                                                 Link State ID Origin Router Age Seq#
                10.1.3.3
                                                                                                 0.0.0.4
                                                                                                                 10.1.2.2
                                                                                                                                  0828 0x80000003 0x9166
                10.1.4.4
                                0840 0x80000003 0x4e3c 1
                                                                                                          Inter-Area-Prefix-LSA (Area 0.0.0.1)
        Link-LSA (Interface GigabitEthernet0/0/1)
                                                                                                 Link State ID Origin Router Age Seq# CkSum 
0.0.0.1 10.1.2.2 0570 0x80000001 0x510f
Link State ID Origin Router Age Seq#
                                                    CkSum Prefix
                            0878 0x80000003 0x9d8f 1
0868 0x80000003 0xcbf8 1
0.0.0.4
                10.1.1.1
                                                                                                 0.0.0.2
                                                                                                          10.1.2.2 0596 0x80000
Intra-Area-Prefix-LSA (Area 0.0.0.1)
                                                                                                                                  0596 0x80000001 0xfb76
0.0.0.4
                10 1 2 2
        Router-LSA (Area 0.0.0.0)
                                                                                                 Link State ID Origin Router Age Seq# CkSum Link
0.0.0.0 10.1.2.2 0567 0x8000000f 0xd411 1
0.0.0.0
                10.1.3.3
                                0576 0x8000000e 0xd70c 1
0.0.0.0
                10.1.4.4
                                0577 0x80000000a 0xdd08
        Network-LSA (Area 0.0.0.0)
Link State ID Origin Router Age Seq# CkSum
0.0.0.5 10.1.4.4 0577 0x800000006 0xc014
        Inter-Area-Prefix-LSA (Area 0.0.0.0)
Link State ID Origin Router Age Seq#
                             0862 0x80000003 0xceb3
0.0.0.1
                10.1.2.2
                                                                                                  查看R2的LSDB,有Type1、Type2、Type3、Type8和Type9五种
0.0.0.1
                10.1.3.3
                                0782 0x80000004 0x3824
         Intra-Area-Prefix-LSA (Area 0.0.0.0)
                                                                                                  LSA.

        Link State ID
        Origin Router
        Age
        Seq#
        CkSum Prefix Reference

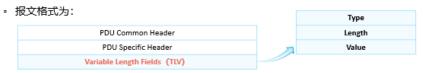
        0.0.0.1
        10.1.4.4
        0576
        0x8000000a
        0xee2f
        1
        Network-LSA
```

 可以通过 display ospf lsdb 查看 OSPFv2 的 LSDB 信息, 可以看到有 Type1、Type2 和 Type3 三种 LSA。



IS-IS (IPv6)概述

- IS-IS最初是为OSI网络设计的一种基于链路状态协议的动态路由协议。之后为了提供对IPv4的路由支持,扩展应用到IPv4网络,称为集成IS-IS。
- IS-IS报文有以下几种类型: Hello PDU (Protocol Data Unit) 、LSP和SNP。



- IS-IS报文中的变长字段部分是多个TLV(Type-Length-Value)三元组,使用TLV结构构建报文使IS-IS更具灵活性和扩展性,增加新特性只需要增加新TLV即可。
- 为了支持IPv6路由的处理和计算,IS-IS新增了两个TLV (Type-Length-Value) 和一个NLPID (Network Layer Protocol Identifier, 网络层协议标识符)。





- 232号 TLV(IPv6 Interface Address)字段解释:
- Type:8bit,TLV类型,此时值为232(0xE8)。
- Length:8bit,TLV 的 Value 部分长度。
- Interface Address: 128bit, IPv6地址。
- 236号TLV(IPv6 Reachability)字段解释:
- Type:8bit,TLV类型,此时值为236(0xEC)。
- Length: 8bit, TLV的 Value部分长度。
- Metric:32bit,度量值。
- U:1bit, Up/Down 位,标识这个前缀是否是从高 Level 通告下来的。
- X:1bit, External Original 位,标识这个前缀是否是从 其他路由协议中引入的。
- S:1bit,Sub-TLV Present 位,子 TLV 标识位(可选)。
- R:5bit, Reserve 位,保留位。
- Prefix Length: 8bit,前缀长度。
- Prefix: IPv6 地址前缀。
- Sub-TLV Length: 8bit,子TLV长度。若S位置1,则存在。
- Sub-TLV:子 TLV。若 S 位置 1,则存在。



129号TLV中新增NLPID

- 为了支持IPv6路由的处理和计算,IS-IS在129号TLV中新增了一个NLPID。
- 129号TLV (Protocol Supported)

Type=129	Length	NLPID	NLPID

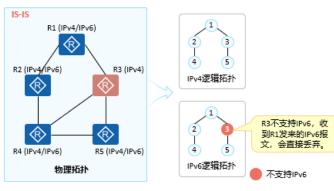
字段解释:

- 。 Type: 8bit, TLV类型,此时值为129 (0x81) ,表示支持协议TLV。
- · Length: 8bit, TLV的Value部分长度。
- 。 NLPID: 8bit, 网络层协议标识符。若支持IPv4, 则值为204 (0xCC) ; 若支持IPv6, 则值为142 (0x8E)
- · 如果IS-IS支持IPv6,那么向外发布IPv6路由时必须携带NLPID值。



IS-IS多拓扑技术背景

缺省情况下,在运行IS-IS的网络环境中,IPv4和IPv6的混合拓扑被看成是一个集成的拓扑,IS-IS针对IPv4和IPv6经计算形成相同的最短路径树。



IS-IS单拓扑存在的问题:

- 混合拓扑中的一些路由器和链路不支持IPv6协议, 但是支持双协议栈的路由器无法感知到这些路由 器和链路,仍然会把IPv6报文转发给它们,这就导 致IPv6报文因无法转发而被丢弃。
- 同样,存在不支持IPv4的路由器和链路时,IPv4报 文也无法转发。
- IS-IS 单拓扑的不足之处:
- 网络部署不适合拓扑分离。
- 为维护相同的拓扑,所有接口都必须同时运行 IS-IS(IP v4)和 IS-IS(IPv6),部署不够灵活。
- 不能使用 IPv4 区域来连接不同的 IPv6 区域,即无法通过 IPv4 网络解决 IPv6 孤岛问题。

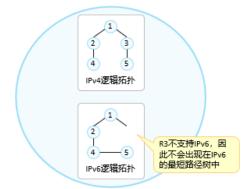
IS-IS 多拓扑概述

- IS-IS 多拓扑(Multi-Topology,MT)特性是指在一个 IS-IS 自治域内运行多个独立的 IP 拓扑。例如 IPv4 拓扑和 IPv 6 拓扑,而不是将它们视为一个集成的单一拓扑。这有利于 IS-IS 在路由计算中根据实际组网情况来单独考虑 IPv4 和 IPv6 网络。根据链路所支持的 IP 协议类型,不同拓扑运行各自的 SPF 计算,实现网络的相互屏蔽。
- IS-IS 多拓扑的实现过程
- 建立拓扑:通过报文交互建立邻居,从而建立多拓扑。
- SPF 计算:在不同的拓扑上分别进行 SPF 计算。
- IS-IS 的多拓扑特性可以解决单拓扑的不足之处。

IS-IS多拓扑原理

- IS-IS定义了新的TLV,该TLV中包含接口所属拓扑信息(MT信息)。MT信息的传播,使得网络按不同的拓扑分别进行SPF计算,最终实现拓扑分离。
- 229号多拓扑TLV:





IPv4和IPv6各自计算自己独立的拓扑。

- IS-IS 为了支持多拓扑特性,定义了多种 TLV,包括:多 拓扑 TLV、多拓扑中间系统 TLV、多拓扑可达的 IPv4 前缀 TL V 和多拓扑可达的 IPv6 前缀 TLV。其中本课程将对多拓扑 TL V 进行讲解,其他内容不详细展开。
- 多拓扑 TLV:
- 多拓扑 TLV 仅包含在 IIH 报文和 LSP 的 0 分片报文中。

- 预留的 MT ID 字段:
- MT ID=0.用于标准 IPv4 拓扑。
- MT ID=2,预留给 IPv6 拓扑。



IS-IS (IPv6)的基础配置命令

1. 使能IS-IS (IPv6) 功能

[Huawei-isis-1] ipv6 enable [topology { ipv6 | standard }]

在IS-IS进程下,使能该进程的IPv6能力。

[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] isis ipv6 enable [process-id]

在接口上使能IS-IS的IPv6功能并指定要关联的IS-IS进程号。

注意: 配置此命令前,必须先使能接口的IPv6功能。

2. 配置IS-IS接口在IPv6网络中的开销

[Huawei-GigabitEthernet0/0/1] isis ipv6 cost { cost | maximum } [level-1 | level-2] 缺省情况下,IPv6拓扑中IS-IS接口的链路开销值为10。

- IS-IS(IPv6)的基础配置命令与配置方式与IS-IS(IPv4)一致,其他配置命令不再赘述,详细内容请参考《HCIP-Datacom-Core Technology》课程。
- [Huawei-isis-1] ipv6

enable [topology { ipv6 | standard }]

- topology:用于指定网络的拓扑类型。
- **ipv6**:指定拓扑类型为 IPv6 拓扑,即在 IPv6 拓扑上使能 IS-IS 进程的 IPv6。网络中的链路可以配置成 IPv4 或 IPv6,但 SPF 计算在各自的拓扑中单独进行。
- standard:指定拓扑类型为标准模式,即在集成拓扑上使能 IS-IS 进程的 IPv6。网络管理员必须保证网络中所有的链路支持一致的拓扑模式。缺省情况下,使能 IPv6 选择 standar d 参数。
- [Huawei-GigabitEthernet0/0/1] isisipv6 cost { cost | maximum } [level-1 | level-2]
- cost: 指定 IPv6 接口的链路开销值。整数形式,取值范围根据开销类型而定。
- 当开销类型为 narrow、narrow-compatible 或 compatible

时,取值范围是1~63。

- 当开销类型为 wide 或 wide-compatible 时,取值范围是 1~16777214。
- 缺省值为 10。
- maximum:指定接口的链路开销值为 16777215。
- **level-1**:指定配置 level-1 链路的开销值。如果不指定配置链路开销的接口级别,则同时为 Level-1 和 Level-2 级别的接口设置链路开销。
- **level-2**:指定配置 level-2 链路的开销值。如果不指定配置链路开销的接口级别,则同时为 Level-1 和 Level-2 级别的接口设置链路开销。



检查IS-IS (IPv6)基本功能的配置结果

1. 查看使能了IS-IS (IPv6) 的接口信息

[Huawei] display isis interface interface-type interface-number [verbose]

2. 查看IS-IS (IPv6) 的邻居信息

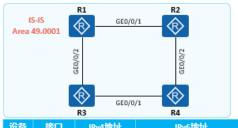
[Huawei] display isis process-id peer [verbose]

3. 查看IS-IS (IPv6) 的路由信息

[Huawei] display isis route [process-id | vpn-instance vpn-instance-name] ipv6 [verbose | [level-1 | level-2] | ipv6-address [prefix-length]]



IS-IS双栈配置举例

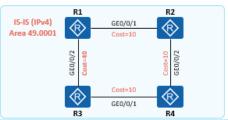


设备	接口	IPv4地址	IPv6t性址
R1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
N.I	GE0/0/2	10.1.13.1/24	2001:DB8:2345:13::1/64
R2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
N2	GE0/0/2	10.1.24.2/24	2001:DB8:2345:24::2/64
R3	GE0/0/1	10.1.34.3/24	2001:DB8:2345:34::3/64
N.S	GE0/0/2	10.1.13.3/24	2001:DB8:2345:13::3/64
R4	GE0/0/1	10.1.34.4/24	2001:DB8:2345:34::4/64
	GE0/0/2	10.1.24.4/24	2001:DB8:2345:24::4/64

场景描述:

- 某公司通过部署IS-IS实现IPv4网络的互联互通。该公司 为了保证未来的业务发展,同时部署了IPv6网络进行 业务测试,因此需要在该网络的IS-IS中使能IPv6功能。
- 由于设备性能不同,要求通过修改开销值,让IPv4和 IPv6业务优选不同的路径,且IPv6网络单独计算拓扑。
- 所有路由器运行IS-IS协议,整个网络都处于区域
 49.0001中,且所有路由器均为Level-2路由器。配置完成后,每台路由器都应学到AS内的所有网段的IPv4路由和IPv6路由。





设备	接口	IPv4班班	IPv6把址
R1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
ΝI	GE0/0/2	10.1.13.1/24	2001:DB8:2345:13::1/64
R2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
	GE0/0/2	10.1.24.2/24	2001:DB8:2345:24::2/64
R3	GE0/0/1	10.1.34.3/24	2001:DB8:2345:34::3/64
N.S	GE0/0/2	10.1.13.3/24	2001:DB8:2345:13::3/64
R4	GE0/0/1	10.1.34.4/24	2001:DB8:2345:34::4/64
	GE0/0/2	10.1.24.4/24	2001:DB8:2345:24::4/64

1、配置各路由器接口的IPv4地址。 (略)

2、配置IS-IS基本功能。

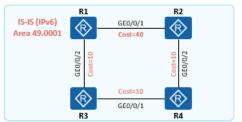
[R1] isis 1
[R1-isis-1] is-level level-2
[R1-isis-1] network-entity 49.0001.0000.0000.0001.00
#
[R1] interface gigabitethernet 0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1] isis enable 1
[R1-GigabitEthernet0/0/1] quit
[R1] interface gigabitethernet 0/0/2
[R1-GigabitEthernet0/0/2] isis enable 1
[R1-GigabitEthernet0/0/2] isis cost 40 level-2

R2、R3和R4的配置与R1类似,不再赘述。

其中,它们的网络实体名分别为: R2: 49.0001.0000.0000.0002.00 R3: 49.0001.0000.0000.0003.00 R4: 49.0001.0000.0000.0004.00



部署IPv6网络



١	设备	接口	IPv4地址	IPv6地址
	R1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
	ΝI	GE0/0/2	10.1.13.1/24	2001:DB8:2345:13::1/64
	R2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
	N2	GE0/0/2	10.1.24.2/24	2001:DB8:2345:24::2/64
	R3	GE0/0/1	10.1.34.3/24	2001:DB8:2345:34::3/64
	N.S	GE0/0/2	10.1.13.3/24	2001:DB8:2345:13::3/64
	R4	GE0/0/1	10.1.34.4/24	2001:DB8:2345:34::4/64
		GE0/0/2	10.1.24.4/24	2001:DB8:2345:24::4/64

1、配置各路由器接口的IPv6地址。(略)

2、使能IS-IS (IPv6) 功能。

[R1] isis 1
[R1-isis-1] ipv6 enable topology ipv6
#
[R1] interface gigabitethernet 0/0/1
[R1-GigabitEthernet0/0/1] isis ipv6 enable 1
[R1-GigabitEthernet0/0/1] isis ipv6 cost 40 level-2
[R1-GigabitEthernet0/0/1] quit
[R1] interface gigabitethernet 0/0/2
[R1-GigabitEthernet0/0/2] isis ipv6 enable 1

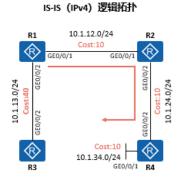
R2、R3和R4的配置与R1类似,不再赘述。



查看IS-IS (IPv4)网络路由信息

以R1为根计算最短路径树为例,可以发现IS-IS (IPv4) 的逻辑拓扑如右下图所示。





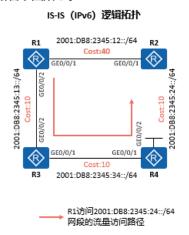
—→ R1访问10.1.34.0/24网 段的流量访问路径



查看IS-IS (IPv6)网络路由信息

以R1为根计算最短路径树为例,可以发现IS-IS (IPv6) 的逻辑拓扑如右下图所示。

[R1]dis ipv6 routing-table protocol isis Public Routing Table : ISIS Summary Count: 2 ISIS Routing Table's Status : < Active > Summary Count: 2 2001:DB8:2345:24:: Destination: PrefixLength: 64 NextHop: FE80::2E0:FCFF:FE90:3D3A Preference : 15 : ISIS-L2 Cost: 30 Protocol TunneIID RelayNextHop: Interface : GigabitEthernet0/0/2 : D Flags 2001:DB8:2345:34:: PrefixLength: 64 NextHop: FE80::2E0:FCFF:FE90:3D3A : ISIS-L2 20 : 0x0 RelayNextHop: TunnelID Interface: GigabitEthernet0/0/2 Flags : D ISIS Routing Table's Status : < Inactive > Summary Count: 0



BGP4+概述

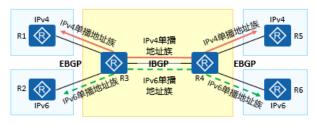
- 传统的 BGP-4 只能管理 IPv4 单播路由信息,BGP 多协议扩展(MultiProtocol BGP,MP-BGP)提供了对多种网络层协议的支持。目前的 MP-BGP,使用扩展属性和地址族来实现对 IPv6、组播和 VPN 相关内容的支持,BGP 协议原有的报文机制和路由机制并没有改变。
- 其中,MP-BGP对IPv6单播网络的支持特性称为BGP4+。BGP4+为IPv6单播网络建立独立的拓扑结构,并将路由

信息储存在独立的路由表中,保持单播 IPv4 网络和单播 IPv6 网络之间路由信息相互隔离。



MP-BGP支持的地址族

- MP-BGP采用地址族来区分不同的网络层协议,要在BGP对等体之间交互不同类型的路由信息,则需要在正确的地址族视图下激活对等体,以及发布BGP路由。
- MP-BGP支持的地址族有:
 - · IPv4单播地址族
 - · IPv4组播地址族
 - · IPv6单播地址族
 - VPNv4地址族
 - VPNv6地址族
 - .

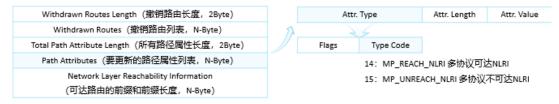


IPv4网络的邻居需要在IPv4单播地址族中使能,而IPv6网络邻居则需要在IPv6单播地址族中使能。



BGP路径属性

- BGP的Update报文在对等体之间传递路由信息,可以用于发布和撤销路由。
- Update报文格式:



- · BGP4+中引入了两个NLRI属性,分别是:
 - MP_REACH_NLRI: Multiprotocol Reachable NLRI, 多协议可达NLRI。用于发布可达路由及下一跳信息。
 - MP_UNREACH_NLRI: Multiprotocol Unreachable NLRI, 多协议不可达NLRI。用于撤销不可达路由。
- Update 报文:
- 一个 Update 报文可以通告具有相同路径属性的多条路由, 这些路由保存在 NLRI(Network Layer Reachable Information n,网络层可达信息)中。同时 Update 还可以携带多条不可 达路由,用于告知对方撤销路由,这些保存在 Withdrawn Routes 字段中。



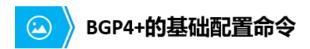
• MP_REACH_NLRI格式:



- · 当传递IPv6路由时
 - AFI=2, SAFI=1 (单播), SAFI=2 (组播)。
 - 下一跳地址长度字段决定了下一跳地址的个数。
 - 长度字段=16, 下一跳地址为下一跳路由器的全球单播地址。
 - 长度字段=32,下一跳地址为下一跳路由器的全球单播地址和链路本地地址。
 - 保留字段,恒等于0。
 - · NLRI字段,可变长字段,表示路由前缀和掩码信息。
- MP_UNREACH_NLRI格式:



- · 当撤销IPv6路由时
 - AFI=2, SAFI=1 (单播), SAFI=2 (组播)。
 - · Withdrawn Routes 字段代表需要撤回的路由前缀及掩码。
- MP_REACH_NLRI 字段解释:
- 地址族信息(Address Family Information):由 2Byte 的地址族标识(Address Family Identifier, AFI)和 1Byte 的 子地址族标识(Subsequent Address Family Identifier, SAF I)组成。
- 下一跳长度(Length of Next Hop Network Address): 1Byte,表示下一跳地址的长度,通常情况下为 16。
- 下一跳地址(Network Address of Next Hop):长度由 上一个字段决定,一般情况下为全球单播地址。
- 保留字段(Reserved):1Byte,必须为 0 。
- 网络层可达信息(Network Layer Reachability Information):表示含有匹配相同属性的路由信息。当此字段为 0 时,表示为缺省路由。
- MP UNREACH NLRI 字段解释:
- 撤销路由(Withdrawn Routes):表示撤销的路由条目。格式为<掩码长度,路由前缀>,当此掩码长度为 0 时,表示为缺省路由。



1. 配置BGP对等体

[Huawei-bgp] peer ipv6-address as-number { as-number-plain | as-number-dot }

在BGP视图下,创建IPv6对等体。

2. 使能BGP对等体

[Huawei-bgp] ipv6-family [unicast | vpnv6 | vpn-instance vpn-instance-name]

使能BGP的IPv6地址族并进入BGP的各IPv6地址族视图。

[Huawei-bgp-af-ipv6] peer ipv6-address enable

在IPv6地址族视图下使能与指定对等体之间交换相关的路由信息。

3. 配置BGP路由注入

[Huawei-bgp-af-ipv6] network ipv6-address prefix-length [route-policy route-policy-name]

配置BGP将IPv6路由表中的特定路由注入到BGP路由表中。

- BGP4+的基础配置命令与配置方式与BGP一致,其他配置命令不再赘述,详细内容请参考《HCIP-Datacom-Core Technology》课程。
- [Huawei-bgp] ipv6family [unicast | vpnv6 | vpn-instance vpninstance-name]
- unicast:进入IPv6单播地址族视图。
- vpnv6:进入BGP-VPNv6地址族视图。
- vpn-instance vpn-instance-name: 将指定的 VPN 实例与 IPv6 地址族进行关联,进入 BGP-VPN 实例 IPv6 地址族视图。字符串形式,区分大小写,不支持空格,长度范围是 1~31。当输入的字符串两端使用双引号时,可在字符串中输入空格。
- [Huawei-bgp-af-ipv6] **network** *ipv6*address prefix-length [**route-policy** route-policyname]
- ipv6-address: 指定 BGP 发布的 IPv6 网络地址。32 位 16 进制数,格式为 X:X:X:X:X:X:X.
- *prefix-length*:指定 BGP 发布的 IPv6 网络地址的前缀

长度。整数形式,取值范围是0~128。

• **route-policy** *route-policy-name*:指定发布路由应用的 Route-Policy。字符串形式,区分大小写,不支持空格,长度范围是 1~40。当输入的字符串两端使用双引号时,可在字符串中输入空格。



检查BGP4+基本功能的配置结果

1. 查看BGP4+的对等体信息

[Huawei] display bgp ipv6 peer ipv6-address [verbose]

2. 查看BGP4+的路由信息

[Huawei] display bgp ipv6 routing-table



BGP双栈配置举例



设备 接口 IPv4地址 IPv6地址 R1 GEO/0/1 10.1.12.1/24 2001:DB8:2345:12::1/64 Loopback0 10.1.1.1/32 2001:DB8:2345:11::1/128 R2 GEO/0/1 10.1.12.2/24 2001:DB8:2345:12::2/64 Loopback0 10.1.2.2/32 2001:DB8:2345:2::2/128

场景描述:

 某公司两个分部之间通过BGP实现网络互通。该公司 为了保证未来的业务发展,在两个分部都部署了IPv6 网络进行业务测试,因此还需要部署BGP4+实现IPv6网络互通。





设备	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
	Loopback0	10.1.1.1/32	2001:DB8:2345:1::1/128
R2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
	Loopback0	10.1.2.2/32	2001:DB8:2345:2::2/128

1、配置各路由器接口的IPv4地址。(略)

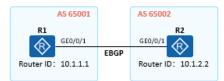
2、配置BGP基本功能:建立EBGP对等体。

[R1] bgp 65001 [R1-bgp] router-id 10.1.1.1 [R1-bgp] peer 10.1.12.2 as-number 65002 [R2] bgp 65002 [R2-bgp] router-id 10.1.2.2 [R2-bgp] peer 10.1.12.1 as-number 65001

3、发布IPv4路由。

[R1-bgp] iPv4-family unicast [R1-bgp-af-ipv4] network 10.1.1.1 32 [R2-bgp] iPv4-family unicast [R2-bgp-af-ipv4] network 10.1.2.2 32





设备	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
Νī	Loopback0	10.1.1.1/32	2001:DB8:2345:1::1/128
R2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
	LoophackO	10 1 2 2/32	2001-088-2245-2-2/128

1、配置各路由器接口的IPv6地址。(略)

2、配置BGP4+基本功能:建立EBGP对等体,并使能对等体。

[R1-bgp] peer 2001:D88:2345:12::2 as-number 65002 [R1-bgp] iPv6-family unicast [R1-bgp-af-ipv6] peer 2001:D88:2345:12::2 enable [R2] bgp 65002 [R2-bgp] peer 2001:D88:2345:12::1 as-number 65001 [R2-bgp] iPv6-family unicast [R2-bgp-af-ipv6] peer 2001:D88:2345:12::1 enable

3、发布IPv6路由。

[R1] bgp 65001

[R1-bgp-af-ipv6] network 2001:DB8:2345:1::1 128 [R2-bgp-af-ipv6] network 2001:DB8:2345:2::2 128



查看BGP对等体信息

- 通过display bgp [ipv6] peer, 分别查看IPv4和IPv6网络中的BGP对等体信息。
- 发现除建立对等体的地址不同,其他信息基本一致。





查看BGP4+路由信息

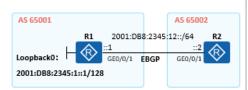


设备	接口	IPv4地址	IPv6地址
R1	GE0/0/1	10.1.12.1/24	2001:DB8:2345:12::1/64
	Loopback0	10.1.1.1/32	2001:DB8:2345:1::1/128
R2	GE0/0/1	10.1.12.2/24	2001:DB8:2345:12::2/64
	Loopback0	10.1.2.2/32	2001:DB8:2345:2::2/128



查看BGP4+路由表,发现共有2条路由信息,均为有效路由。

查看BGP4+中的NLRI属性



通过抓包,可以在R1发出的Update报文中,查看到MP_REACH_NLRI属性信息。其中:

。 该可达路由的下一跳地址为:

。 该可达路由地址前缀及前缀长度为:

2001:db8:2345:1::1/128

2001:db8:2345:12::1

```
UPDATE Message-Border Gateway Protocol
  UPDATE Message
    Marker: 16 bytes
    Length: 85 bytes
    Type: UPDATE Message (2)
    Unfeasible routes length: 0 bytes
    Total path attribute length: 62 bytes
    Path attributes
      ORIGIN: IGP (4 bytes)
      AS PATH: 65001 (9 bytes)
      MULTI_EXIT_DISC: 0 (7 bytes)
MP_REACH_NLRI (42 bytes)
        Flags: 0x90 (Optional, Non-transitive, Complete, Extended Length)
        Type code: MP_REACH_NLRI (14)
        Length: 38 bytes
        Address family: IPv6 (2)
        Subsequent address family identifier: Unicast (1)
        Next hop network address (16 bytes)
           Next hop: 2001:db8:2345:12::1 (16)
        Subnetwork points of attachment: 0
        Network layer reachability information (17 bytes)
          2001:db8:2345:1::1/128
             MP Reach NLRI prefix length: 128
             MP Reach NLRI prefix: 2001:db8:2345:1::1
```

思考题:

- (多选题)以下LSA,属于OSPFv3的有哪些?()
- Router-LSA
- Network-LSA
- Network-Summary-LSA
- Link-LSA
- (判断题) IS-IS 支持 IPv4 网络和 IPv6 网络分别计算自己的最短路径树。()
- 正确
- 错误

参考答案:

- ABD
- A

•