IS-IS for IPv6 技术白皮书

Copyright © 2021 紫光恒越技术有限公司 版权所有，保留一切权利。
非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。
除紫光恒越技术有限公司的商标外，本手册中出现的其它公司的商标、产品标识及商品名称，由各自权利人拥有。本文中的内容为通用性技术信息，某些信息可能不适用于您所购买的产品。

目 录

1 概述 ····· 1
2 IS-IS for IPv6 技术实现 ····· 1
2.1 IS-ISv6 新增 TLV ····· 1
2.1.1 IPv6 可达性 TLV（IPv6 Reachability TLV） ····· 1
2.1.2 IPv6 接口地址 TLV ····· 2
2.2 IS-ISv6 邻接关系 ····· 2
3 典型组网应用 ····· 3
3.1 IS-ISv6 在纯 IPv6 网络组网应用 ····· 3
3.2 IS-ISv6 应用在 IPv4 和 IPv6 共存网络 ····· 3
3.2.1 通过构建 IPv4 和 IPv6 共存骨干区域实现 IPv4/IPv6 网络共存组网方案 ····· 3
3.2.2 通过 GRE 隧道技术实现 IPv4/IPv6 网络共存组网方案 ····· 4
3.2.3 通过 IPv6 单播拓扑实现 IPv4/IPv6 网络共存组网方案 ····· 5
4 参考文献 ····· 6

1 概述

IS-IS 最初是为 OSI 网络设计的一种基于链路状态算法的动态路由协议。之后为了提供对 IPv4 的路由支持，IS-IS 被扩展应用到 IPv4 网络，称为集成化 IS-IS。

随着 IPv6 网络的建设，同样需要动态路由协议为 IPv6 报文的转发提供准确有效的路由信息。IS-IS 路由协议结合自身具有良好的扩展性的特点，实现了对 IPv6 网络层协议的支持，可以发现和生成 IPv6 路由。支持 IPv6 的 IS-IS 路由协议又称为 IS-ISv6 动态路由协议。

2 IS-IS for IPv6 技术实现

为了支持在 IPv6 环境中运行，指导 IPv6 报文的转发，IS-ISv6 采用 NLPID（Network Layer Protocol Identifier，网络层协议标识符）值 142（0x8E）来标识 IPv6 协议，并通过对 IS-IS TLV 进行简单的扩展，使其能够处理 IPv6 的路由信息。

2.1 IS-ISv6新增TLV

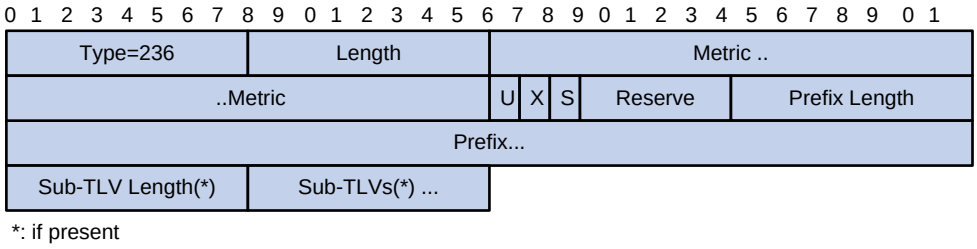
TLV（Type-Length-Value）是 LSP（Link State PDU，链路状态协议数据单元）中的一个可变长字段值。为了支持 IPv6 路由的处理和计算，IS-IS 新增了两个 TLV，分别是：

- IPv6 Reachability：类型值为 236（0xEC），通过定义路由信息前缀、度量值等信息来说明网络的可达性。
- IPv6 Interface Address：类型值为 232（0xE8），它对应于 IPv4 中的 IP Interface Address TLV，只不过把原来的 32 比特的 IPv4 地址改为 128 比特的 IPv6 地址。

2.1.1 IPv6 可达性 TLV（IPv6 Reachability TLV）

IS-ISv6 中的 IPv6 可达性 TLV 对应于 IS-IS 中的普通可达性 TLV 和扩展可达性 TLV，格式如图 1 所示。

图1 IPv6 可达性 TLV



主要字段的解释如下：

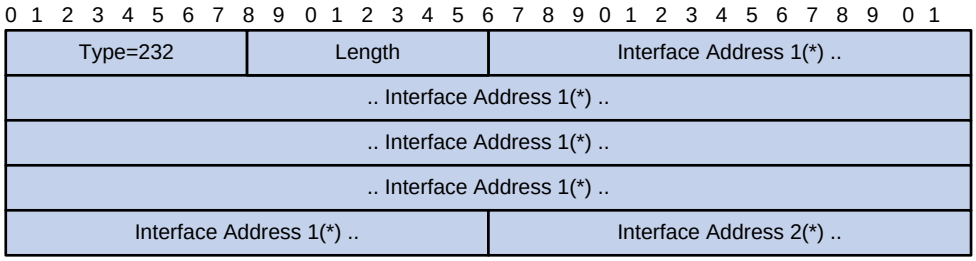
- Type：取值为 236，表示该 TLV 是 IPv6 可达性 TLV。
- Length：TLV 长度。
- Metric：度量值，使用扩展的 Metric 值，取值范围为 0～4261412864。度量值大于 4261412864 的 IPv6 可达性信息都被忽略掉。

- U：up/down 状态标志位，用来防止路由环路。当某条路由从 Level-2 路由器传播到 Level-1 路由器时，这个位被置为 1，从而保证了该路由不会被回环。
- X：外部路由引入标识，取值 1 表示该路由是从其它协议引入的。
- S：当 TLV 中不携带 Sub-TLV 时，S 位置“0”；当 S 位置“1”时，表示 IPv6 前缀后面跟随 Sub-TLV 信息。
- Reserve：保留位。
- Prefix Length：IPv6 路由的前缀长度。
- Prefix：该路由器可以到达的 IPv6 路由前缀。
- Sub-TLV Length/Sub-TLVs：Sub-TLV 字段长度以及 Sub-TLVs 字段，该选项用于以后扩展用。

2.1.2 IPv6 接口地址 TLV

IPv6 接口地址 TLV 对应于 IS-IS 中的 IPv4 接口地址 TLV，格式如图 2 所示。

图2 IPv6 接口地址 TLV



*: if present

主要字段的解释如下：

- Type：取值为 232，表示该 TLV 类型是 IPv6 接口地址 TLV。
- Length：TLV 长度。
- Interface Address：使能 IS-ISv6 功能接口的 IPv6 地址，Hello 报文中接口 IPv6 地址 TLV 填入的是接口的 IPv6 链路本地地址，LSP 报文中填入的是接口的非 IPv6 链路本地地址，即接口的 IPv6 全球单播地址。

2.2 IS-ISv6邻接关系

IS-IS 使用 Hello 报文来发现同一条链路上的邻居路由器并建立邻接关系，当邻接关系建立完毕后，将继续周期性地发送 Hello 报文来维持邻接关系。为了支持 IPv6 路由，建立 IPv6 邻接关系，IS-ISv6 对 Hello 报文进行了扩充：

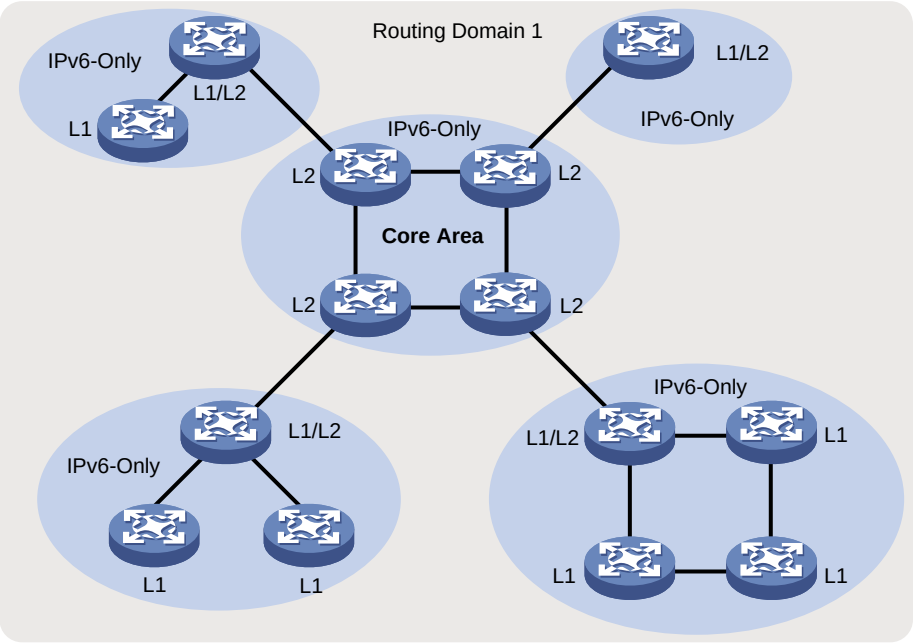
- NLPID 是标识 IS-IS 支持何种网络层协议的一个 8 比特字段，IS-ISv6 对应的 NLPID 值为 142（0x8E）。如果设备支持 IS-ISv6 功能，那么它必须在 Hello 报文中携带该值向邻居通告其支持 IPv6。
- 在 Hello 报文中添加 IPv6 接口地址 TLV，Interface Address 字段填入使能了 IS-ISv6 功能接口的 IPv6 链路本地地址。

3 典型组网应用

3.1 IS-ISv6在纯IPv6网络组网应用

在一个纯 IPv6 网络中，要求通过 IS-ISv6 协议实现网络互通。如图 3 所示，Routing Domain 1 为一纯 IPv6 路由域，骨干区和 Level-1 区域均为纯 IPv6 区域，所有的路由器都运行 IS-ISv6。

图3 纯 IPv6 网络 IS-IS 典型组网图



3.2 IS-ISv6应用在IPv4和IPv6共存网络

3.2.1 通过构建 IPv4 和 IPv6 共存骨干区域实现 IPv4/IPv6 网络共存组网方案

在一个 IPv4/IPv6 共存的网络中，要求利用 IS-IS 和 IS-ISv6 实现网络互通。

说明

一个路由域内不能同时存在两个互相独立的纯 IPv4 骨干区和纯 IPv6 骨干区，如果需要骨干区同时具有 IPv4 路由能力和 IPv6 路由能力，则必须将该骨干区配置为 Dual IP。

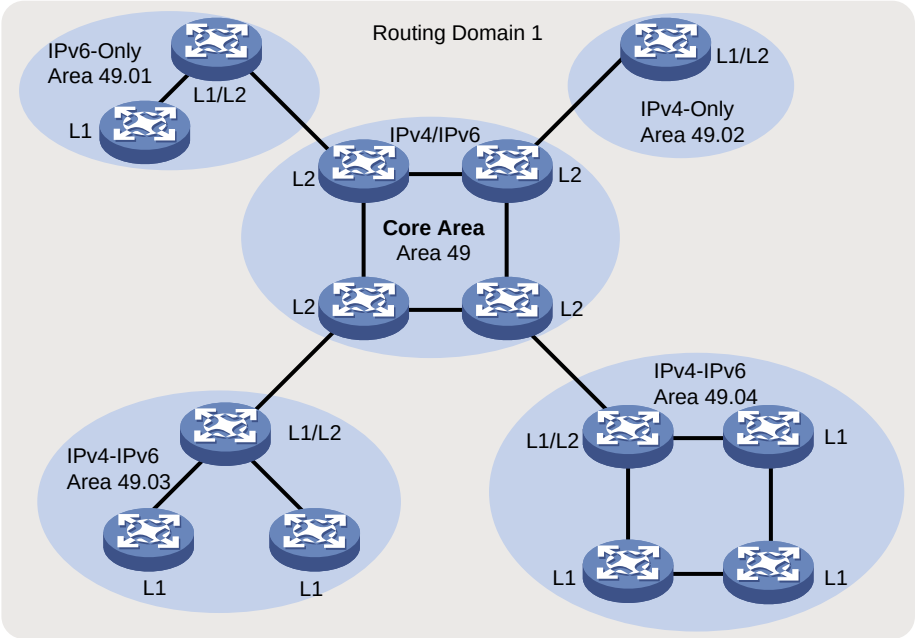
如图 4 所示，Routing Domain1 为 IPv4 和 IPv6 双协议路由域：

- 规划一个双协议栈骨干区域 Area 49，骨干区域中的所有 IS 同时使能 IS-IS、IS-ISv6 功能；
- 用户根据需要，配置 Level-1 Area 的区域类型为纯 IPv4、纯 IPv6 或双协议栈。非骨干区 Area 49.01 为 IPv6-Only 区域；非骨干区 Area 49.02 为 IPv4-Only 区域；非骨干区 Area 49.03、Area 49.04 为双协议栈区域。

- 经过这种规划而组成的IPv4/IPv6共存网络，Area 49.02、Area 49.03、Area 49.04以及Area 49之间可以实现IPv4互通；Area 49.01、Area 49.03、Area 49.04以及Area 49之间可以实现IPv6互通。

此种IPv4/IPv6共存组网方案配置较为简单，组网框架逻辑清晰，可扩展性很强，用户可以根据需要随时增减Level-1区域，很容易实现IPv4网络向IPv6网络的逐渐过渡。

图4 IPv4/IPv6典型组网



3.2.2 通过GRE隧道技术实现IPv4/IPv6网络共存组网方案

利用GRE隧道技术实现IPv6孤岛跨越IPv4核心网络进行互通，具体解决方法是在两个使能IS-ISv6功能的路由器上配置IPv6 GRE隧道，使得两个路由器在逻辑上直接相连，无需考虑隧道经过的IPv4网络。

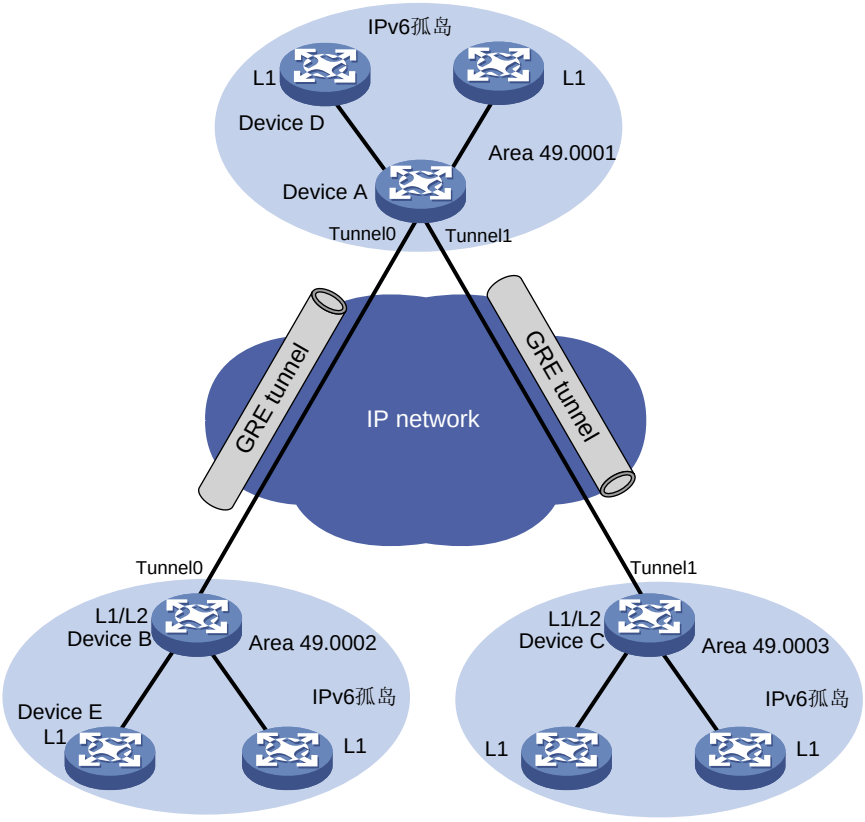
如图5所示，分别在Device A和Device B上创建并配置Tunnel 0，在Tunnel 0上使能IS-ISv6功能。Device A和Device B通过Tunnel 0发送IS-ISv6协议报文并建立邻居关系，这样两个IPv6孤岛就可以进行通信了。

通过GRE隧道技术实现IPv4/IPv6网络共存组网的优点是：

- 不要求所有路由器都运行IS-ISv6，只要IPv6网络内的路由器运行IS-ISv6即可。
- 在IPv4网络内，用户可以根据需要自由选择路由协议。

缺点是配置比较复杂，且需要对整个网络做好规划。

图5 IS-IS for IPv6 over IPv4 技术实现 IPv4/IPv6 共存组网的方案示意图



3.2.3 通过 IPv6 单播拓扑实现 IPv4/IPv6 网络共存组网方案

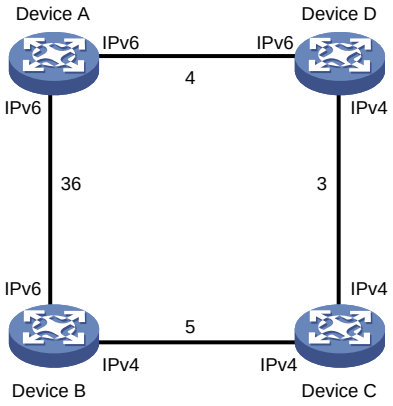
1. 功能简介

在一个 IPv4/IPv6 共存的网络中，当一些设备和链路不支持 IPv6 协议时，支持双协议栈的路由器因为无法感知到这些路由器和链路不支持 IPv6，仍然会把 IPv6 报文转发给它们，这就导致 IPv6 报文由于无法转发而被丢弃。

IS-IS 支持 IPv6 单播拓扑，即 IPv4 和 IPv6 分拓扑计算可以解决上面的问题。如图 6 所示，图中的数值表示对应链路上的开销值；Device A、Device B 和 Device D 支持 IPv4 和 IPv6 双协议栈；Device C 只支持 IPv4 协议，不能转发 IPv6 报文。

在 Device A、Device B 和 Device D 上都配置 IS-IS 支持 IPv6 单播拓扑，所有的路由器对于 IPv4、IPv6 都分为两个拓扑进行计算，则 Device A 能够感知到 Device B 和 Device C 之间、Device C 和 Device D 之间的链路不支持 IPv6，即不会将到达 Device D 的 IPv6 报文转发给 Device B，从而避免报文丢失。

图6 IS-IS 支持 IPv6 单播拓扑功能示意图



2. 应用限制

在一个区域内配置多拓扑功能需要保证所有设备均配置多拓扑功能，否则可能会导致部分设备无法计算出路由。

4 参考文献

- ISO 10589：ISO IS-IS Routing Protocol
- RFC 1195：Use of OSI IS-IS for Routing in TCP/IP and Dual Environments
- RFC 5308：Routing IPv6 with IS-IS