OSPFv3 技术白皮书

Copyright © 2019 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 OSPFv3 技术实现 ····· 1
2.1 OSPFv2 简介 ····· 1
2.1.1 OSPF 基本概念 ····· 1
2.1.2 OSPF 路由计算过程 ····· 3
2.2 OSPFv3 与 OSPFv2 的相同点 ····· 3
2.3 OSPFv3 与 OSPFv2 的不同点 ····· 3
2.3.1 基于链路的运行 ····· 4
2.3.2 使用链路本地地址 ····· 4
2.3.3 链路支持多实例复用 ····· 4
2.3.4 通过 Router ID 唯一标识邻居 ····· 4
2.3.5 认证的变化 ····· 5
2.3.6 Stub 区域的支持 ····· 5
2.3.7 报文的不同 ····· 5
2.3.8 Option 字段不同 ····· 5
2.3.9 LSA 类型不同 ····· 6
2.3.10 扩大了 LSA 的泛洪范围 ····· 6
2.3.11 支持对未知类型 LSA 的处理 ····· 6
2.3.12 LSA 报文格式不同 ····· 7
3 典型组网应用 ····· 13
4 参考文献 ····· 14

1 概述

OSPFv2 是 IETF 组织开发的一个基于链路状态的内部网关协议，具有适应范围广、收敛迅速、无自环、便于层级化网络设计等特点，因此在 IPv4 网络中获得了广泛应用。

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。基于此，IETF 在保留了 OSPFv2 优点的基础上，针对 IPv6 网络修改形成了 OSPFv3。OSPFv3 主要用于在 IPv6 网络中提供路由功能，是 IPv6 路由技术中的主流协议。

2 OSPFv3 技术实现

OSPFv3 在工作机制上与 OSPFv2 基本相同，但为了支持 IPv6 地址格式，OSPFv3 对 OSPFv2 做了一些改动。下面先对 OSPFv2 进行简要介绍，之后再详细介绍 OSPFv3 与 OSPFv2 的异同点。

2.1 OSPFv2简介

2.1.1 OSPF 基本概念

1. OSPF 网络类型

OSPF 根据链路层协议类型将网络分为下列四种类型：

- 广播类型：当链路层协议是 Ethernet、FDDI 时，OSPF 认为网络类型是广播。在该类型的网络中，通常以组播形式（224.0.0.5 和 224.0.0.6）发送协议报文。
- NBMA 类型：当链路层协议是帧中继、ATM 或 X.25 时，OSPF 认为网络类型是 NBMA。在该类型的网络中，以单播形式发送协议报文。
- P2MP 类型：没有一种链路层协议会被 OSPF 认为是 P2MP 类型，只能将其他的网络类型强制更改为点到多点类型。常用做法是将 NBMA 改为点到多点的网络。在该类型的网络中，缺省情况下，以组播形式（224.0.0.5）发送协议报文。可以根据用户需要，以单播形式发送协议报文。
- P2P 类型：当链路层协议是 PPP、HDLC 时，OSPF 认为网络类型是 P2P。在该类型的网络中，以组播形式（224.0.0.5）发送协议报文。

2. DR 和 BDR

在广播网或 NBMA 网络中，任意两台路由器之间都要交换路由信息。如果网络中有 n 台路由器，则需要建立 n（n-1）/2 个邻接关系。这使得任何一台路由器的路由变化都会导致多次传递，浪费了带宽资源。为解决这一问题，OSPF 提出了 DR（Designated Router，指定路由器）的概念，所有路由器只将信息发送给 DR，由 DR 将网络链路状态发送出去。

另外，OSPF 提出了 BDR（Backup Designated Router，备份指定路由器）的概念。BDR 是对 DR 的一个备份，在选举 DR 的同时也选举出 BDR，BDR 也和本网段内的所有路由器建立邻接关系并交换路由信息。当 DR 失效后，BDR 会立即成为新的 DR。

OSPF 网络中，既不是 DR 也不是 BDR 的路由器为 DR Other。DR Other 仅与 DR 和 BDR 建立邻接关系，DR Other 之间不交换任何路由信息。这样就减少了广播网和 NBMA 网络上各路由器之间邻接关系的数量，同时减少网络流量，节约了带宽资源。

3. 区域

随着网络规模日益扩大，当一个大型网络中的路由器都运行 OSPF 路由协议时，会存在以下问题：

- 路由器数量会增多，每台路由器都生成 LSA，整个 LSDB 即所有 LSA 的集合会非常大，占用大量存储空间。
- 计算最短路径树耗时增加，导致 CPU 负担很重。
- 在网络规模增大之后，拓扑结构发生变化的概率也会增大，网络会经常处于“震荡”之中，造成网络中大量的 OSPF 协议报文在传递，降低了网络的带宽利用率。更为严重的是，每一次变化都会导致网络中所有的路由器重新进行路由计算。

OSPF 协议通过将自治系统划分成不同的区域来解决上述问题。区域是从逻辑上将路由器划分为不同的组，每个组用区域号 ID 来标识。

为了适应特定的网络需求，OSPF 定义了两种特殊的区域：

(1) Stub/Totally Stub 区域

Stub 区域是一些特定的区域，Stub 区域的 ABR 不允许注入 Type5 LSA，在这些区域中路由器的路由表规模以及路由信息传递的数量都会大大减少。

为了进一步减少 Stub 区域中路由器的路由表规模以及路由信息传递的数量，可以将该区域配置为 Totally Stub（完全 Stub）区域，该区域的 ABR 不会将区域间的路由信息和外部路由信息传递到本区域。

Stub/Totally Stub 区域是一种可选的配置属性，但并不是每个区域都符合配置的条件。通常来说，Stub/Totally Stub 区域位于自治系统的边界。

(2) NSSA/Totally NSSA 区域

NSSA（Not-So-Stubby Area）区域是 Stub 区域的变形，与 Stub 区域有许多相似的地方。NSSA 区域也不允许 Type5 LSA 注入，但可以允许 Type7 LSA 注入。Type7 LSA 由 NSSA 区域的 ASBR 产生，在 NSSA 区域内传播。当 Type7 LSA 到达 NSSA 的 ABR 时，由 ABR 将 Type7 LSA 转换成 Type5 LSA，传播到其他区域。

为了进一步阻挡 NSSA 区域外的其他区域的 Type3 LSA 注入，可以将该区域配置为 Totally NSSA（完全 NSSA）区域，该区域的 ABR 不会将区域间的路由信息传递到本区域。为保证到本自治系统的其他区域的路由依旧可达，该区域的 ABR 将生成一条缺省路由 Type-3 LSA，发布给本区域中的其他非 ABR 路由器。

4. OSPF 协议报文

OSPF 有五种类型的协议报文：

- Hello 报文：周期性发送，用来发现和维持 OSPF 邻居关系。内容包括一些定时器的数值、DR、BDR 以及自己已知的邻居。
- DD 报文：描述了本地 LSDB 中每一条 LSA 的摘要信息，用于两台路由器进行数据库同步。
- LSR 报文：向对方请求所需的 LSA。两台路由器互相交换 DD 报文之后，得知对端的路由器有哪些 LSA 是本地的 LSDB 所缺少的，这时需要发送 LSR 报文向对方请求所需的 LSA。内容包括所需要的 LSA 的摘要。
- LSU 报文：向对方发送其所需要的 LSA。
- LSAck 报文：用来对收到的 LSA 进行确认。内容是需要确认的 LSA 的 Header（一个报文可对多个 LSA 进行确认）。

2.1.2 OSPF 路由计算过程

OSPF 协议的路由计算过程可简单描述如下：

- 每台 OSPF 路由器根据自己周围的网络拓扑结构生成 LSA，并通过更新报文将 LSA 发送给网络中的其它 OSPF 路由器。
- 每台 OSPF 路由器都会收集其它路由器通告的 LSA，所有的 LSA 放在一起便组成了 LSDB。LSA 是对路由器周围网络拓扑结构的描述，LSDB 则是对整个自治系统的网络拓扑结构的描述。
- OSPF 路由器将 LSDB 转换成一张带权的有向图，这张图便是对整个网络拓扑结构的真实反映，各个路由器得到的有向图是完全相同的。
- 每台路由器根据有向图，使用 SPF 算法计算出一棵以自己为根的最短路径树，这棵树给出了到自治系统中各节点的路由。

2.2 OSPFv3与OSPFv2的相同点

OSPFv3 在协议设计思路和工作机制与 OSPFv2 基本一致：

- 报文类型相同：包含 Hello、DD、LSR、LSU、LSAck 五种类型的报文。
- 区域划分相同。
- LSA 泛洪和同步机制相同：为了保证 LSDB 内容的正确性，需要保证 LSA 的可靠泛洪和同步。
- 路由计算方法相同：采用最短路径优先算法计算路由。
- 网络类型相同：支持广播、NBMA、P2MP 和 P2P 四种网络类型。
- 邻居发现和邻接关系形成机制相同：OSPF 路由器启动后，便会通过 OSPF 接口向外发送 Hello 报文，收到 Hello 报文的 OSPF 路由器会检查报文中所定义的参数，如果双方一致就会形成邻居关系。形成邻居关系的双方不一定都能形成邻接关系，这要根据网络类型而定，只有当双方成功交换 DD 报文，交换 LSA 并达到 LSDB 的同步之后，才形成真正意义上的邻接关系。
- DR 选举机制相同：在 NBMA 和广播网络中需要选举 DR 和 BDR。

2.3 OSPFv3与OSPFv2的不同点

为了支持在 IPv6 环境中运行，指导 IPv6 报文的转发，OSPFv3 对 OSPFv2 做出了一些必要的改进，使得 OSPFv3 可以独立于网络层协议，而且只要稍加扩展，就可以适应各种协议，为未来可能的扩展预留了充分的可能。

OSPFv3 与 OSPFv2 不同主要表现在：

- 基于链路的运行
- 使用链路本地地址
- 链路支持多实例复用
- 通过 Router ID 唯一标识邻居
- 认证的变化
- Stub 区域的支持
- 报文的不同
- Option 字段不同
- LSA 类型、处理方式和格式不同

2.3.1 基于链路的运行

OSPFv2 是基于网络运行的，两个路由器要形成邻居关系必须在同一个网段。

OSPFv3 的实现是基于链路，一条链路可以包含多个子网，节点即使不在同一个子网内，只要在同一链路上就可以直接通信。

2.3.2 使用链路本地地址

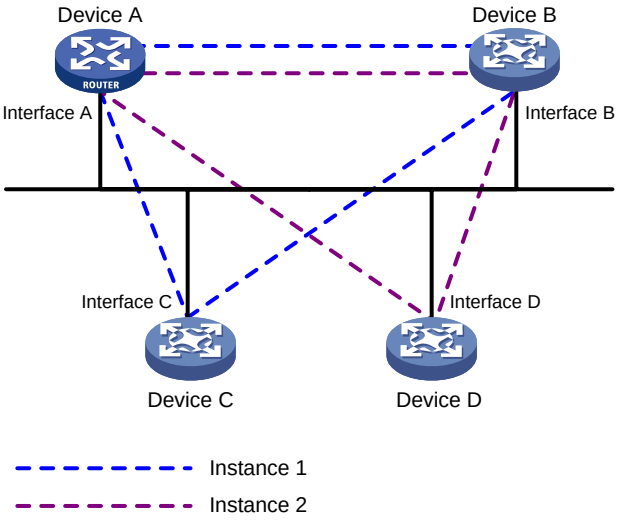
OSPFv3 的路由器使用链路本地地址作为发送报文的源地址。一台路由器可以学习到这条链路上相连的所有其它路由器的链路本地地址，并使用这些链路本地地址作为下一跳来转发报文。但是在虚连接上，必须使用全球范围地址作为 OSPFv3 协议报文的源地址。

由于链路本地地址只在本链路上有意义且只能在本链路上泛洪，因此链路本地地址只能出现在 Link LSA 中。

2.3.3 链路支持多实例复用

如图 1 所示，OSPFv3 支持在同一链路上运行多个实例，实现链路复用并节约成本。

图1 链路支持多实例复用示意图



Device A、Device B、Device C 和 Device D 连接到同一个广播网上，它们共享同一条链路。在 Device A 的 Interface A、Device B 的 Interface B、Device C 的 Interface C 上指定实例 1；在 Device A 的 Interface A、Device B 的 Interface B、Device D 的 Interface D 上指定实例 2，实现了 Device A、Device B 和 Device C 可以建立邻居关系，Device A、Device B 和 Device D 可以建立邻居关系。

这是通过在 OSPFv3 报文头中添加 Instance ID 字段来实现的。如果接口配置的 Instance ID 与接收的 OSPFv3 报文的 Instance ID 不匹配，则丢弃该报文，从而无法建立邻居关系。

2.3.4 通过 Router ID 唯一标识邻居

在 OSPFv2 中，当网络类型为点到点或者通过虚连接与邻居相连时，通过 Router ID 来标识邻居路由器，当网络类型为广播或 NBMA 时，通过邻居接口的 IP 地址来标识邻居路由器。

OSPFv3 取消了这种复杂性，无论对于何种网络类型，都是通过 Router ID 来唯一标识邻居。

2.3.5 认证的变化

OSPFv3 协议除了自身可以提供认证功能外，还可以通过使用 IPv6 提供的安全机制来保证自身报文的合法性。

2.3.6 Stub 区域的支持

由于 OSPFv3 支持对未知类型 LSA 的泛洪，为防止大量未知类型 LSA 泛洪进入 Stub 区域，对于向 Stub 区域泛洪的未知类型 LSA 进行了明确规定：只有当未知类型 LSA 的泛洪范围是区域或链路而且 U 比特没有置位时，未知类型 LSA 才可以向 Stub 区域泛洪。

2.3.7 报文的不同

OSPFv3 报文封装在 IPv6 报文中，每一种类型的报文均以一个 16 字节的报文头部开始。

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。

OSPFv3 的 LSU 和 LSAck 报文与 OSPFv2 相比没有什么变化，但 OSPFv3 的报文头、Hello 与 OSPFv2 略有不同，报文的改变包括以下几点：

- 版本号从 2 升级到 3。
- 报文头的不同：与 OSPFv2 报文头相比，OSPFv3 报文头长度只有 16 字节，去掉了认证字段，但增加了 Instance ID 字段。Instance ID 字段用来支持在同一条链路上运行多个实例，且只在链路本地范围内有效。
- Hello 报文的不同：与 OSPFv2 Hello 报文相比，OSPFv3 Hello 报文去掉了网络掩码字段，增加了 Interface ID 字段，用来标识发送该 Hello 报文的接口 ID。

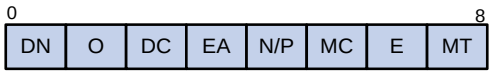
2.3.8 Option 字段不同

在 OSPFv2 中，Option 字段出现在每一个 Hello 报文、DD 报文以及每一个 LSA 中。

在 OSPFv3 中，Option 字段只在 Hello 报文、DD 报文、Router LSA、Network LSA、Inter Area Router LSA 以及 Link LSA 中出现。

OSPFv2 的 Option 字段如图 2 所示。

图2 OSPFv2 Option 字段格式



OSPFv3 的 Option 字段如图 3 所示。

图3 OSPFv3 Option 字段格式

从上图可以看出，与 OSPFv2 相比，OSPFv3 的 Option 字段增加了 R 比特、V 比特。其中：

- R 比特：用来标识设备是否是具备转发能力的路由器。如果 R 比特置 0，则表示该节点的路由信息将不会参加路由计算。如果当前设备不想转发目的地址不是本地地址的报文，可以将 R 比特置 0。
- V 比特：如果 V 比特置 0，该路由器或链路不会参加路由计算。

2.3.9 LSA 类型不同

OSPFv3 支持七种类型的 LSA。OSPFv3 LSA 与 OSPFv2 LSA 的异同如表 1 所示。

表1 OSPFv3 与 OSPFv2 LSA 的异同点

OSPFv2 LSA	OSPFv3 LSA	与 OSPFv2 LSA 异同点说明
Router LSA	Router LSA	名称相同，作用也类似，但是不再描述地址信息，仅仅用来描述路由域的拓扑结构
Network LSA	Network LSA	
Network Summary LSA	Inter Area Prefix LSA	作用类似，名称不同
ASBR Summary LSA	Inter Area Router LSA	
AS External LSA	AS External LSA	作用与名称完全相同
无	Link LSA	新增LSA
	Intra Area Prefix LSA	新增LSA

OSPFv3 新增了 Link LSA 和 Intra Area Prefix LSA。

- Router LSA 不再包含地址信息，使能 OSPFv3 的路由器为它所连接的每条链路产生单独的 Link LSA，将当前接口的链路本地地址以及路由器在这条链路上的一系列 IPv6 地址信息向该链路上的所有其它路由器通告。
- Router LSA 和 Network LSA 中不再包含路由信息，这两类 LSA 中所携带的路由信息由 Intra Area Prefix LSA 来描述，该类 LSA 用来公告一个或多个 IPv6 地址前缀。

2.3.10 扩大了 LSA 的泛洪范围

LSA 的泛洪范围已经被明确地定义在 LSA 的 LS Type 字段。目前，有三种 LSA 泛洪范围：

- 链路本地范围：LSA 只在本地链路上泛洪，不会超出这个范围，该范围适用于新定义的 Link LSA。
- 区域范围：LSA 的泛洪范围仅仅覆盖一个单独的 OSPFv3 区域。Router LSA、Network LSA、Inter Area Prefix LSA、Inter Area Router LSA 和 Intra Area Prefix LSA 都是区域范围泛洪的 LSA。
- 自治系统范围：LSA 将被泛洪到整个路由域，AS External LSA 就是自治系统范围泛洪的 LSA。

2.3.11 支持对未知类型 LSA 的处理

在 OSPFv2 中，收到类型未知的 LSA 将直接丢弃。

OSPFv3 在 LSA 的 LS Type 字段中增加了一个 U 比特位来位标识对未知类型 LSA 的处理方式：

- 如果 U 比特置 1，则对于未知类型的 LSA 按照 LSA 中的 LS Type 字段描述的泛洪范围进行泛洪。
- 如果 U 比特置 0，对于未知类型的 LSA 仅在链路范围内泛洪。

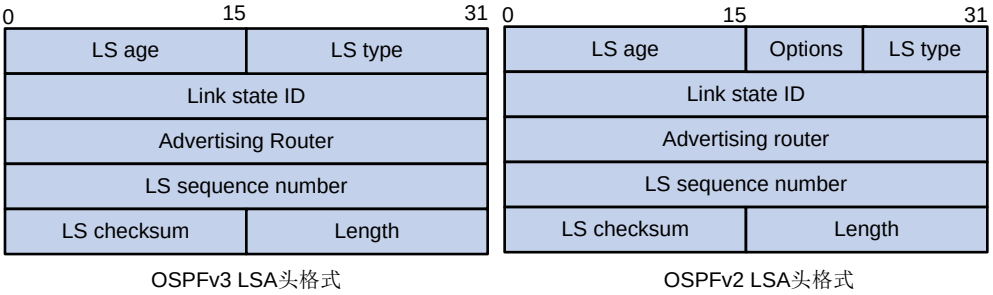
2.3.12 LSA 报文格式不同

OSPFv3 LSA 封装在 LSA 头的后面，下面将重点介绍 OSPFv3 与 OSPFv2 在 LSA 头以及 LSA 内容上的不同点。

1. LSA 头

如图 4 所示，与 OSPFv2 相比，OSPFv3 的 LSA 头部取消了 Options 字段，且 Link State ID 不再有具体的含义，而是由当前路由器随机生成，用来同 Advertising Router、LS Sequence Number 字段一同标识一个 LSA。

图4 OSPFv2 LSA 头和 OSPFv3 LSA 头格式对比



OSPFv2 中的 LS Type 长度为 8 比特，标识 LSA 的类型；OSPFv3 的 LS Type 字段由 OSPFv2 的 8 比特扩充为 16 比特，具体如图 5 所示。

图5 OSPFv3 LS Type 字段

OSPFv3 的 LS Type 字段中 U 位、S2 位、S1 位和 LSA Function Code 的含义如下：

- U 位：描述了路由器收到一个类型未知的 LSA 时如何处理。
  - 取值为 0：表示把未知类型的 LSA 当成具有链路本地范围的 LSA 处理。
  - 取值为 1：表示按照 S2/S1 位标识的泛洪范围来处理。
- S2/S1 位：共同标识 LSA 的泛洪范围。
  - 取值 00：表示 LSA 只在产生该 LSA 的本地链路上泛洪。
  - 取值 01：表示 LSA 的泛洪范围为产生该 LSA 的路由器所在区域。
  - 取值 10：表示 LSA 将在整个自治系统内进行泛洪。
  - 取值 11：保留。
- LSA Function Code：LSA 类型编码，描述 LSA 的类型，类型编码取值与 LSA 类型的对应关系如表 2 所示。

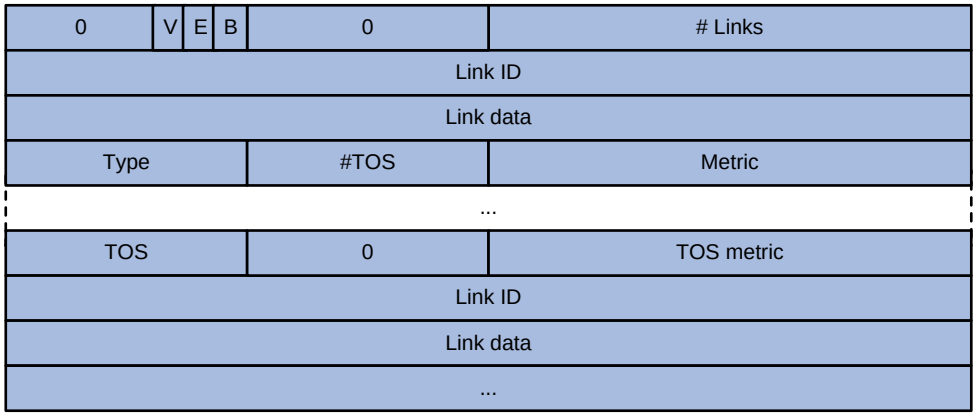
表2 类型编码取值与 LSA 类型对应关系

类型编码取值	LSA 类型
1	Router LSA
2	Network LSA
3	Inter Area Prefix LSA
4	Inter Area Router LSA
5	AS External LSA
7	NSSA LSA
8	Link LSA
9	Intra Area Prefix LSA

2. Router LSA

OSPFv2 的 Router LSA 格式如图 6 所示。

图6 OSPFv2 Router LSA 格式



OSPFv3 的 Router LSA 格式如图 7 所示。与 OSPFv2 相比，OSPFv3 的 Router LSA 格式变化比较大：

- 新增了 Options 字段，用来标识该路由器支持的功能。
- 取消了用来描述路由器连接数量的连接数字段#Links。
- 对链路的描述方式发生改变，通过 Interface ID、Neighbor Interface ID 和 Neighbor Router ID 进行综合描述。

与 OSPFv2 不同的字段解释如下：

- W：Wild-card，用于 MOSPF，目前我司不支持。
- Interface ID：所描述链路的本地接口 ID。
- Neighbor Interface ID：所描述链路的邻居路由器的接口 ID。
- Neighbor Router：所描述链路的邻居路由器 ID。

图7 OSPFv3 Router LSA 格式

0	W	V	E	B	Options
Type			0		Metric
Interface ID					
Neighbor Interface ID					
Neighbor Router ID					
...					
Type			0		Metric
Interface ID					
Neighbor Interface ID					
Neighbor Router ID					

3. Network LSA

如图 8 所示，OSPFv3 的 Network LSA 中新增了 Option 字段，减少了 Network Mask 字段。

当网络类型为广播网和 NBMA 时，OSPFv3 的 Network LSA 仅仅描述了连接到链路上的所有路由器，包括 DR 本身，由于不包含 Network Mask 字段，OSPFv3 的 Network LSA 仅描述了拓扑信息，不再描述路由信息。

图8 OSPFv2 Network LSA 和 OSPFv3 Network LSA 格式对比

Network Mask
Attached Router
……

OSPFv2 Network LSA格式

0	Options
Attached Router	
Attached Router	

OSPFv3 Network LSA格式

4. Inter Area Prefix LSA

Inter Area Prefix LSA 的 LSA 类型编码为 3，相当于 OSPFv2 的 Network Summary LSA。该 LSA 通过 PrefixLength、PrefixOptions 以及 Address Prefix 来描述到达区域外的 IPv6 地址前缀的路径信息。每一个 IPv6 地址前缀都会产生一个单独的 Inter Area Prefix LSA。

对于 Stub 区域，Inter Area Prefix LSA 还可以用来描述缺省路由，描述缺省路由时前缀长度取值为 0。

OSPFv2 的 Network Summary LSA 格式如图 9 所示。

图9 OSPFv2 Network Summary LSA 格式

Network mask	
0	Metric
TOS	TOS metric
...	

OSPFv3 的 Inter Area Prefix LSA 格式如图 10 所示。

图10 OSPFv3 Inter Area Prefix LSA 格式

0	Metric	
PrefixLength	PrefixOptions	0
Address Prefix		
...		

OSPFv3 的 Inter Area Prefix LSA 与 OSPFv2 Network Summary LSA 不同字段解释如下：

- PrefixLength：IPv6 地址前缀长度。
- PrefixOptions：IPv6 地址前缀选项，用来标识前缀的功能。根据前缀选项的设置，在路由计算过程中允许某些前缀被忽略，或者标识为不用重新公告。
- Address Prefix：IPv6 地址前缀。

如图 11 所示，前缀选项的长度为一个字节，各字段含义为：

- P（Propagate）：传播功能位，在 NSSA 前缀上设置，置 1 表示该前缀应该在 NSSA 区域边界重新公告。
- MC（Multicast）：多播功能位，置位表示该前缀应该包含在 IPv6 多播路由计算中。
- LA（Local Address）：本地地址功能位，置位表示该前缀就是发出该 LSA 的路由器接口的 IPv6 地址。
- NU（No Unicast）：非单播功能位，置位表示该前缀不会包括在 IPv6 单播路由计算中。

图11 OSPFv3 PrefixOption

				P	MC	LA	NU

5. Inter Area Router LSA

Inter Area Prefix LSA 的 LSA 类型编码为 4，相当于 OSPFv2 中的 ASBR Summary LSA。OSPFv2 的 ASBR Summary LSA 格式与 Network Summary LSA 相同，如图 9 所示。

OSPFv3 的 Inter Area Router LSA 格式如图 12 所示。主要字段描述如下：

- Metric：到达区域外的目的路由器的路径开销。
- Destination Router ID：区域外的目的路由器的 Router ID。

图12 OSPFv3 的 Inter Area Router LSA 格式

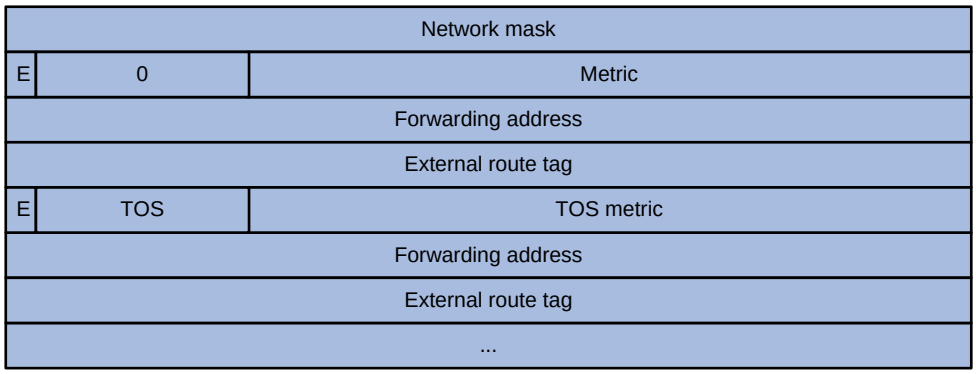
0	Options
0	Metric
Destination Router ID	

6. AS External LSA

AS External LSA 的 LSA 类型编码为 5，与 OSPFv2 中的 AS External LSA 作用相同。

OSPFv2 的 AS External LSA 格式如图 13 所示。

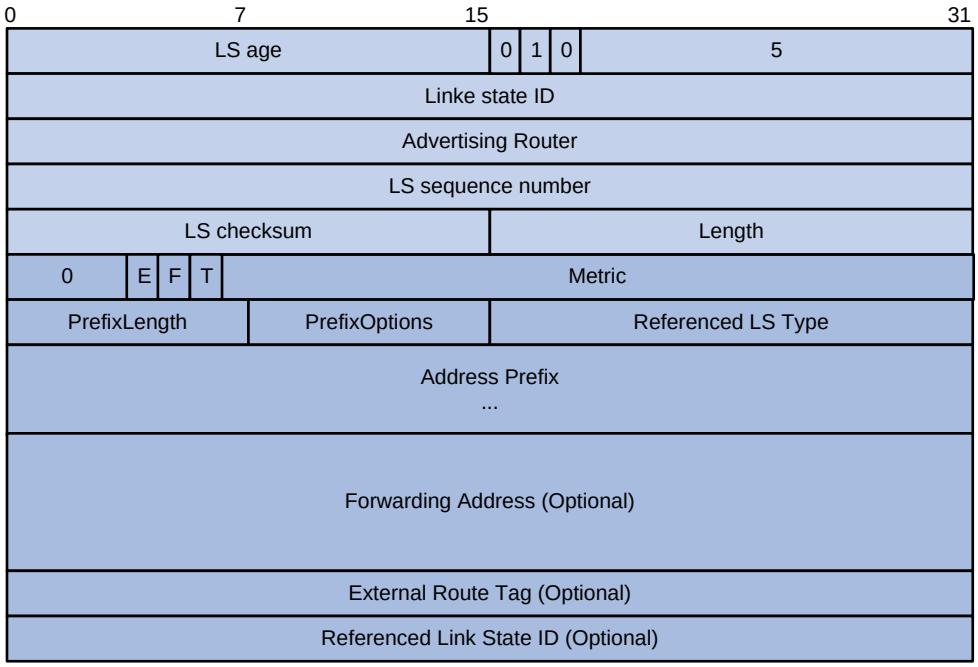
图13 OSPFv2 的 AS External LSA 格式



OSPFv3 的 AS External LSA 格式如图 14 所示。OSPFv3 的 AS External LSA 与 OSPFv2 AS External LSA 不同字段解释如下：

- Address Prefix、PrefixLength、PrefixOptions 共同标记了一个自治系统外部的一个 IPv6 地址前缀。
- Referenced LS Type：引用的 LSA 的类型。如果该字段非 0，则会有一个 LSA 与该 LSA 相关，Referenced LS Type 为与该 LSA 相关的 LSA 类型。
- Referenced Link State ID：引用的 LSA 的 Link State ID，目前我司不支持。

图14 OSPFv3 的 AS External LSA 格式



7. Link LSA

Link LSA 的 LSA 类型编码为 8，每个路由器都为它所连接的每条链路产生单独的 Link LSA。

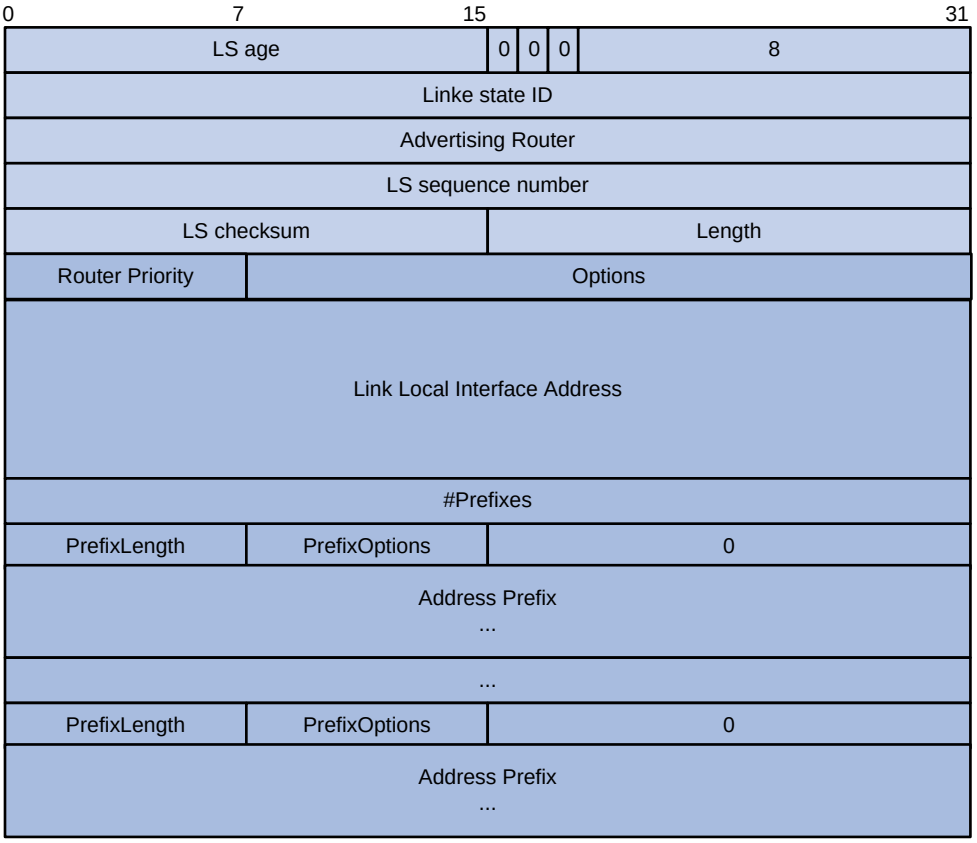
通过使用 Link LSA：

- 路由器可以把当前接口的链路本地地址向该链路上的所有其它路由器通告。

- 把自己在这条链路上的一系列 IPv6 地址信息向该链路上的所有其它路由器通告。
- 为 Network LSA 收集 Option 位。

Link LSA 的报文格式如图 15 所示。

图15 OSPFv3 Link LSA



主要字段解释如下：

- Router Priority：路由器优先级。
- Options：代表当前路由器支持的可选性能。一个链路上的所有 Link LSA 的能力并集是 Network LSA 的能力。
- Link Local Interface Address：链路本地接口地址。
- #Prefixes：该 LSA 中所包含的 IPv6 地址前缀个数。

8. Intra Area Prefix LSA

Intra Area Prefix LSA 的 LSA 类型编码为 9，OSPFv3 的设计思想之一就是拓扑信息和路由信息分离，即计算拓扑的基本 LSA（Router LSA 和 Network LSA）中不再含有路由信息。所以原来 OSPFv2 中这两类 LSA 中所携带的路由信息由新的 LSA 来描述，于是引入了 Intra Area Prefix LSA。

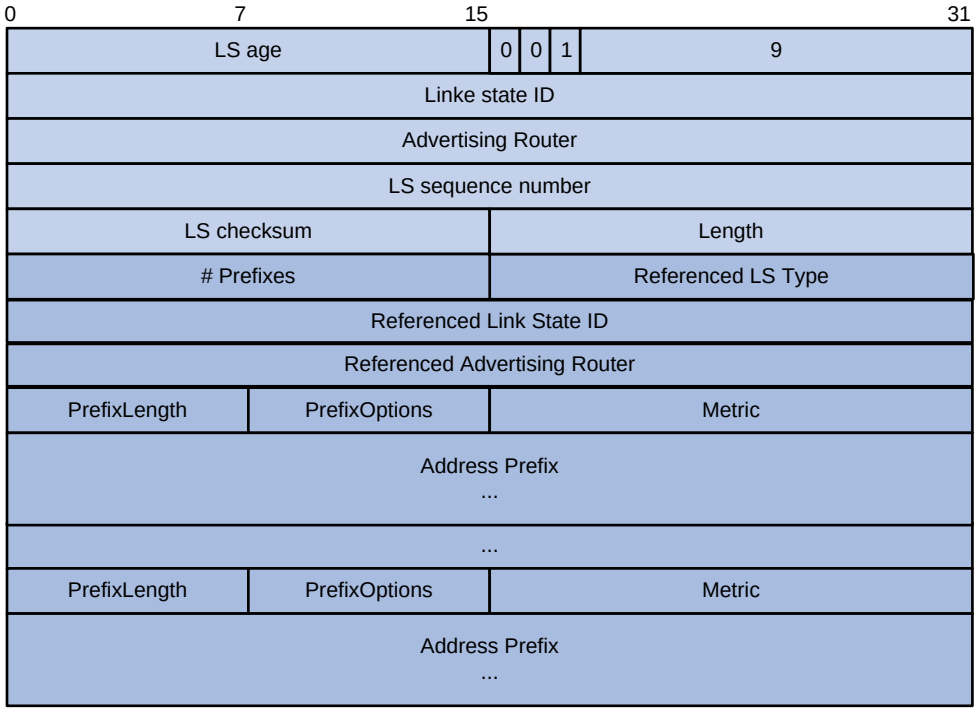
路由器使用 Intra Area Prefix LSA 来公告一个或多个 IPv6 地址前缀，这些地址前缀信息描述如下路由信息：

- 描述路由器自身的路由信息。
- 描述路由器连接到的一个 Stub 网络的路由信息。

- 描述路由器连接到的一个传输网络的路由信息。

Intra Area Prefix LSA 的报文格式如图 16 所示。

图16 OSPFv3 Intra Area Prefix LSA



Intra Area Prefix LSA 描述了 Router LSA 和 Network LSA 所携带的路由信息，因此在 Intra Area Prefix LSA 中需要标明该 LSA 引用的 Router LSA 或 Network LSA，这是通过 Referenced LS Type、Referenced Link State ID 和 Referenced Advertising Router 字段来联合标识的。

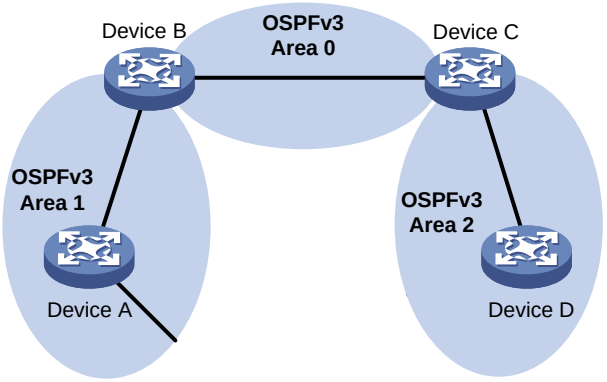
主要字段的解释如下：

- # Prefixes：包含的 IPv6 地址前缀的个数。
- Referenced LS Type：引用 LSA 的类型，取值为 1 表明该 LSA 与 Router LSA 相关，取值为 2 表明该 LSA 与 Network LSA 相关。
- Referenced Link State ID：引用 LSA 的 Link State ID。如果引用的是 Router LSA，此字段值为 0；如果引用的是 Network LSA，此字段值为 DR 在该条链路上的 Interface ID。
- Referenced Advertising Router：引用 LSA 的发布路由器。如果引用的是 Router LSA，此字段值为产生该 LSA 路由器的 Router ID；如果引用的是 Network LSA，此字段值为 DR 的 Router ID。

3 典型组网应用

如图 17 所示，Device A～Device D 均运行 OSPFv3 协议。整个自治系统划分为 3 个区域。其中 Device B 和 Device C 作为 ABR 来转发区域之间的路由。将 Area2 配置为 Stub 区域，减少通告到此区域内的 LSA 数量，但不影响路由的可达性。

图17 OSPFv3 典型应用组网图



4 参考文献

- RFC 3101：The OSPF Not-So-Stubby Area (NSSA) Option
- RFC 5340：OSPF for IPv6