

中华人民共和国通信行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

SRv6 控制面技术要求
第 1 部分：ISIS 协议扩展

Technical specification for SRv6 control plane— Part 1: Extension for ISIS

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定内容起草。

本文件是YD/T XXXX《SRv6控制面技术要求》的第1部分，YD/T XXXX计划发布以下部分：

- 第1部分：ISIS协议扩展；
- 第2部分：OSPFv3协议扩展；
- 第3部分：BGP-LS协议扩展；
- 第4部分：BGP SRv6 Policy协议扩展；
- 第5部分：PCEP协议扩展。

注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国电信集团有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国信息通信研究院、中国信息通信科技集团有限公司、华为技术有限公司、新华三技术有限公司、上海诺基亚贝尔股份有限公司。

本文件主要起草人：伍佑明、龚霞、朱永庆、刘尧、张征、田辉、强小应、彭书萍、万晓兰、陈端、杨冰、邓丽洁、马科、汪俊芳、张卡、顾方方。

引 言

为加快政务应用改造、拓展行业融合应用，推动 IPv6 规模部署和应用创新成果标准化，我国制定了一系列 IPv6 标准。其中，GB/T XXXXX《SRv6 控制面技术要求》是为规范 SRv6 部署而制定的标准，拟分为以下部分：

第 1 部分：ISIS 协议扩展。目的在于规定了 SRv6 控制面关于 ISIS 协议扩展的技术要求，包括新定义了节点通告 SRv6 支持能力、节点通告 SRv6 支持的最大段标识深度能力、各类 ISIS 协议扩展 SID 及其 Sub-TLV 等。

第 2 部分：OSPFv3 协议扩展。目的在于规定了 SRv6 控制面关于 OSPFv3 协议扩展的技术要求，包括新定义了节点通告 SRv6 支持能力、节点通告 SRv6 支持的最大分段标识深度能力、各类 OSPFv3 协议扩展 SID 及其 Sub-TLV 等。

第 3 部分：BGP-LS 协议扩展。目的在于规定了 SRv6 控制面基于 BGP-LS 协议扩展的技术要求，包括节点对 SRv6 支持能力、SID 分段标识深度处理能力、相关 SID、SID 各部分长度描述、相关 Locator 路由等信息的通告。

第 4 部分：BGP SRv6 Policy 协议扩展。目的在于规定了 SRv6 控制面基于 BGP SRv6 Policy 扩展的技术要求，包括新定义了 SAFI 类型用于描述 SRv6 Policy 信息、新定义了 NLRI 类型及相关 Attribute 属性等。

第 5 部分：PCEP 协议扩展。目的在于规定了 SRv6 控制面基于 PCEP 协议扩展的技术要求，包括扩展已有字段通告 SRv6 创建 TE 路径能力、新增 TLV/Subobject 通告 SRv6 能力及 SRv6 SID 信息等。

SRv6 控制面技术要求 第 1 部分：ISIS 协议扩展

1 范围

本文件规定了SRv6控制面关于ISIS协议扩展的技术要求，包括新定义了节点通告SRv6支持能力、节点通告SRv6支持的最大段标识深度能力、各类ISIS协议扩展SID及其Sub-TLV等。

本文件适用于SRv6组网下使用ISIS作为IGP协议通告和学习SRv6相关信息的网络设备和系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IETF RFC7794 用于扩展IPv4和IPv6可达性的ISIS前缀属性（IS-IS Prefix Attributes for Extended IPv4 and IPv6 Reachability）

IETF RFC8491 使用ISIS协议发送最大分段标识深度（Signaling Maximum SID Depth (MSD) Using IS-IS）

IETF RFC8667 用于SR的ISIS协议扩展（IS-IS Extensions for Segment Routing）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

分段标识符 segment identifier

简称为SID，表示在分段路由域中的具体分段。在SRv6中，SID由Locator、Function和Argument三部分组成，编码为IPv6地址形式。SID列表表示为<S1, S2, S3>，用于指示报文转发路径。

3.2

SRv6行为 SRv6 behavior

一种SRv6节点本地定义的行为，也称为端点行为（endpoint behavior），用于处理SRv6报文，不同类型的SRv6 SID对应不同的SRv6行为。

4 缩略语

以下缩略语适用于本文件。

IGP	内部网关路由协议	Interior Gateway Protocol
LSA	链路状态通告	Link State Advertisement

LSP	链路状态报文	Link State PDU
MSD	最大分段标识深度	Maximum SID Depths
SID	分段标识	Segment ID
SPF	最短路径优先算法	shortest path first
SRH	IPv6 分段路由头部	Segment Routing Header
SRv6	IPv6 数据面的分段路由技术	SR for IPv6
TLV	数据的类型、长度、值	Tag/Length/Value
IGP	内部网关路由协议	Interior Gateway Protocol
LSA	链路状态通告	Link State Advertisement
LSP	链路状态报文	Link State PDU

5 概述

ISIS 协议采用 TLV (Type/Length/ Value, 类型/长度/值) 三元组来编码通告的信息, 并可通过 Sub-TLV 携带更多的信息。通过在 ISIS 协议中定义新的 TLV 或扩展现有 TLV, 可实现新功能扩展。

ISIS 协议对 SRv6 的扩展主要包含以下四个部分:

通告节点支持 SRv6 能力: 新定义 SRv6 Capabilities Sub-TLV 通告节点 SRv6 能力, 采用 SR Algorithm Sub-TLV 通告节点支持的算法。

通告支持的最大分段标识深度: 采用 Node MSD Sub-TLV 通告节点最大分段标识深度, 采用 Link MSD Sub-TLV 通告链路最大分段标识深度。

通告 Locator 路由: 采用 SRv6 Locator TLV 和 IPv6 Prefix Reachability TLV 通告 SRv6 Locator 及与邻居无关的 SID 信息。

通告各类 SID 及其端点指令: 在 SRv6 Locator TLV 中扩展 SRv6 End SID Sub-TLV、SRv6 End.X SID Sub-TLV、SRv6 LAN End.X SID Sub-TLV、SRv6 SID Structure Sub-sub-TLV, 通告各类 SID 和端点指令信息。

6 ISIS 通告节点支持 SRv6 能力

6.1 SRv6 能力子 TLV

ISIS 通过扩展其 ISIS Router Capability TLV (类型 242), 新定义 SRv6 Capabilities Sub-TLV (类型 25) 通告节点 SRv6 能力, 如表 14 所示, 采用 RFC8667 定义的 SR Algorithm Sub-TLV (类型 19) 通告节点支持的算法。

SRv6 Capabilities Sub-TLV 格式如图 1 所示。

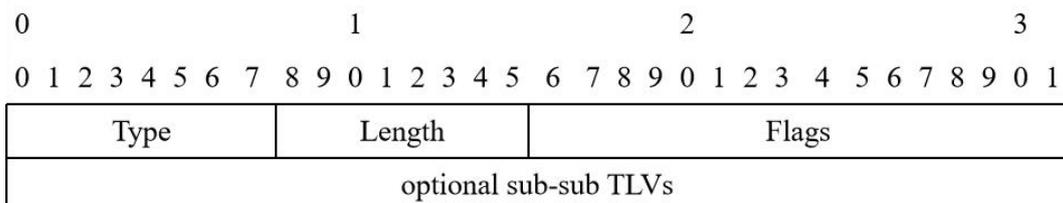


图 1 SRv6 Capabilities Sub-TLV 格式

其中, 各字段说明如表 5-1。

表 1 SRv6 Capabilities Sub-TLV 各字段说明

字段	长度	说明
Type	8bit	Sub-TLV 类型, Capabilities Sub-TLV 类型值为 25
Length	8bit	长度
Flags	16bit	标志位
Optional Sub-sub TLVs	长度可变	可选的 Sub-sub TLV, 暂无定义, 如表 15 所示

其中, Flags 标志位目前定义了 1 个, 即 0 标志位, 如表 22 所示, 用于指示节点支持对 SRv6 的 OAM 处理。

6.2 SR 算法子 TLV

节点支持的算法类型通过 ISIS Router Capability TLV 中携带 SR Algorithm Sub-TLV 进行通告, 其报文格式如图 2 所示。

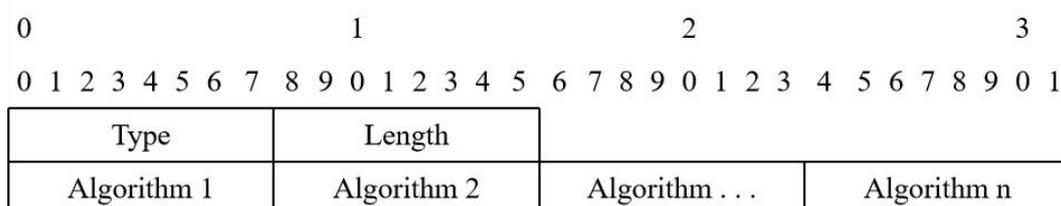


图 2 SR Algorithm Sub-TLV 格式

其中, 各字段说明如表 2。

表 2 SR Algorithm TLV 各字段说明

字段	长度	说明
Type	8bit	类型, SR Algorithm TLV 类型值为 19
Length	8bit	长度
Algorithm	8bit	算法类型值 0: SPF 算法 1: 严格 SPF 算法 128-255: 用于 Flex-Algo 场景

7 ISIS 通告支持的最大分段标识深度

SRv6 网络涉及节点最大分段标识深度和链路最大分段标识深度。RFC8491 定义了基于 ISIS 协议实现不同类型 SID 最大分段标识深度的通告方案, 主要包括节点最大分段标识深度 (Node MSD) 和链路最大分段标识深度 (Link MSD) 两种类型。

节点最大分段标识深度通过扩展 ISIS Router Capability TLV, 采用 Node MSD Sub-TLV (代码值 23) 进行通告; 链路最大分段标识深度则通过扩展 ISIS NBR 相关 TLV (包括类型 22、23、25、141、222 和 223), 携带 Link MSD Sub-TLV (类型 15) 进行通告。Node MSD Sub-TLV 与 Link MSD Sub-TLV 报文格式相同, 如图 3 所示。

8 ISIS 通告 Locator 路由

在 SRv6 网络中, Locator 通常具有唯一性, 以实现节点定位功能。但对于某些特殊场景, 如 Anycast 场景下, 多个节点可配置相同的 Locator, 以实现备份等功能。ISIS 协议通常基于两个 TLV 来发布 Locator 路由信息, 分别为 SRv6 Locator TLV(类型 27)和 IPv6 Prefix Reachability TLV (类型 236 或 237), 如表 11 所示。

SRv6 Locator TLV 用于通告 SRv6 Locator 及与邻居无关的 SID 信息。SRv6 Locator TLV 包含 Locator 前缀与前缀长度, 通过该 TLV, 网络中其他 SRv6 节点能学习到本节点 Locator 路由。SRv6 Locator TLV 中, 还携带了与 ISIS 邻居无关的 SRv6 SID 信息, 如 End SID 等。SRv6 Locator TLV 格式如图 4 所示。

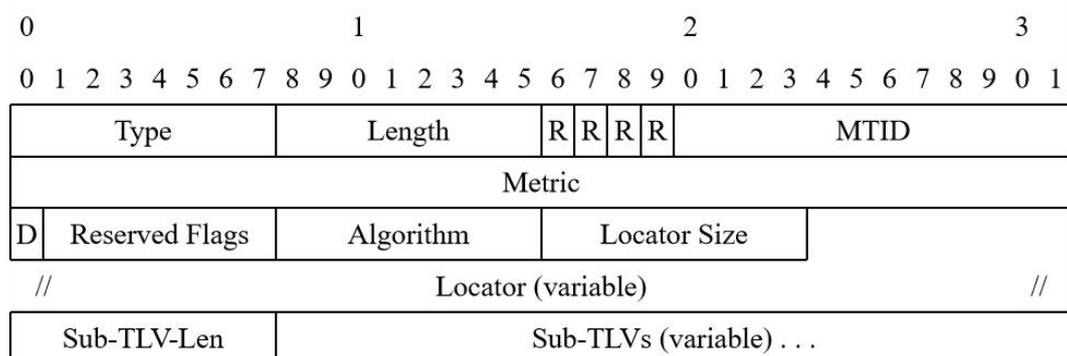


图 4 SRv6 Locator TLV 格式

其中, 包括 Type、Length 在内前 32bit 为 SRv6 Locator TLV 公共字段, 后面可携带多个 Locator 路由条目信息。各字段含义如表 5 所示。

表 5 SRv6 Locator TLV 各字段含义说明

字段	长度	说明
Type	8bit	ISIS TLV 类型, SRv6 Locator TLV 类型值为 27
Length	8bit	长度
MTID	12bit	多拓扑标识符
Metric	32bit	度量值
Flags	8bit	标志位
Algorithm	8bit	算法 ID 0: SPF 算法 1: 严格 SPF 算法 128-255: 用于 Flex-Algo 场景
Locator Size	8bit	Locator 长度
Locator	长度可变	表示发布的 SRv6 Locator
Sub-TLV-Len	8bit	Sub-TLV 长度
Sub-TLVs	长度可变	包含的 Sub-TLV, 如 SRv6 End SID Sub-TLV

其中, D-Flag 标志位用于防止路由环路, 如表 23 所示, 当 SID 从 Level-2 渗透到 Level-1 时, 需置位; 当 D 标志位置位后, SID 不能从 Level-1 渗透到 Level-2。

当网络节点接收到 SRv6 Locator TLV 信息后, 将生成对应的 Locator 路由。由此 Locator 所属节点分配的 SID 根据最长前缀匹配可匹配此 Locator 路由, 从而将流量转发至此 Locator 对应的节点。

Locator 信息除了通过 SRv6 Locator TLV 字段携带外, 还可通过 IPv6 Prefix

Reachability TLV 字段携带。IPv6 Prefix Reachability TLV 是 ISIS 协议已有 TLV，不支持 SRv6 功能的节点可通过此 TLV 学习到 SRv6 节点的 Locator 路由，指导 SRv6 报文根据 IPv6 地址进行转发，进而支持与 SRv6 节点共同组网。

当 SRv6 Locator TLV 中的 Algorithm 字段为 0 时，Locator 信息必须通过 IPv6 Prefix Reachability TLV 字段发布出去，以使不支持 SRv6 的节点能够生成相应的路由表项，指导流量转发。若 Locator 支持灵活算法 (Flex-Algo)，则不应通过 IPv6 Prefix Reachability TLV 发布出去。若网络节点同时收到 IPv6 Prefix Reachability TLV 和 SRv6 Locator TLV，则优先按照 IPv6 Prefix Reachability TLV 进行处理。

为标识 IPv6 Prefix 是否为 Anycast 类型，可在 IPv6 Prefix Reachability TLV 或 SRv6 Locator TLV 中，对其携带的 Prefix Attribute Flags Sub-TLV 字段进行扩展：新定义 Flag 字段的第 4 个 bit 位为 A-Flag 标志位，用于标识 Locator 是否为 Anycast 前缀类型，如表 21 所示。Prefix Attribute Flags Sub-TLV 格式如图 5 所示。

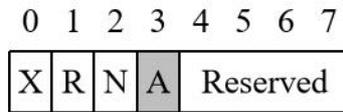


图 5 Prefix Attribute Flags Sub-TLV 格式

当节点宣告相同的 Anycast Locator 时，必须在 Locator 下实例化相同的 SID，即 Anycast SID。

9 ISIS 通告各类 SID 及其端点指令

9.1 SRv6 End SID Sub-TLV

SRv6 End SID Sub-TLV 为 SRv6 Locator TLV 的子 TLV 类型，如表 12 和表 13 所示，用于通告 End、End.DT6、End.DT4 及 End.DT46 SID 信息及其 Endpoint 功能类型，其格式如图 6 所示。

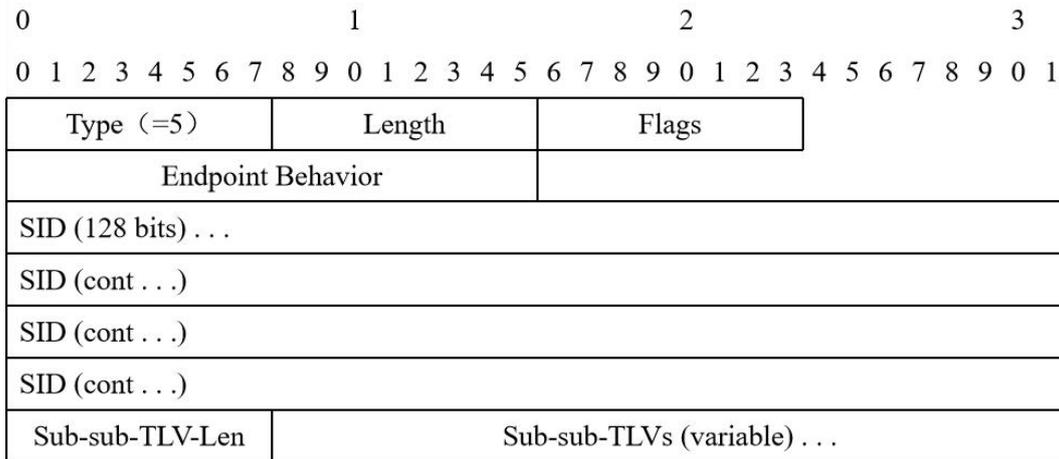


图 6 SRv6 End SID Sub-TLV 格式

其中，各字段含义如表 6 所示。

表 6 SRv6 End SID Sub-TLV 各字段含义说明

字段	长度	说明
Type	8bit	Sub-TLV 类型，SRv6 End SID Sub-TLV 类型值为 5
Length	8bit	长度

Flags	8bit	标志位，必须置为0，接收时需要忽略，如表24所示
Endpoint Behavior	16bit	SRv6 Endpoint 行为，即 SID 指令类型
SID	128bit	需通告的 SRv6 SID
Sub-sub-TLV-Len	8bit	Sub-sub-TLV 长度
Sub-sub-TLVs	长度可变	包含的 Sub-sub-TLV，如 SRv6 SID Structure Sub-sub-TLV

同一个 Locator 下可分配多个 SRv6 End SID，一个 SRv6 End SID Sub-TLV 可携带多个 SID，当超出字段长度要求时，SID 可通过多个 SRv6 End SID Sub-TLV 携带。

SRv6 End. X SID Sub-TLV 和 SRv6 LAN End. X SID Sub-TLV 字段是对 ISIS NBR 相关 TLV 字段的扩展，以通告与邻居相关的 End. X、End. DX6 及 End. DX4 SID 信息。

在 SRv6 End SID Sub-TLV 中必须忽略任何不被允许的 Sub-sub-TLVs。

如果 SRv6 End SID Sub-TLV 的数量超过了单个 TLV 的容量，那么具有相同 Locator 的多个 Locator TLVs 就会被通告出去。对于给定的 MTID/Locator，在所有的 TLVs 中算法必须是相同的。如果未满足此限制，则必须忽略用于 MTID/Locator 的所有 TLVs。

9.2 SRv6 End. X SID Sub-TLV

SRv6 End. X SID Sub-TLV 用于发布 P2P 网络中的 SRv6 End. X SID 信息。该 TLV 作为 ISIS 邻居 TLV 的子 TLV 发布，如表 16 和表 17 所示。在 SRv6 Locator TLV 中携带了 Algorithm 字段标识 Locator 及 End SID 支持的算法。而 ISIS 邻居通告的 TLV 是基于拓扑的，并未携带算法相关信息。因此，需在每个 SRv6 End. X SID Sub-TLV 中通告其关联 Locator 的算法，以实现基于 End. X SID 的路由计算。

SRv6 End. X SID Sub-TLV 格式如图 7 所示。

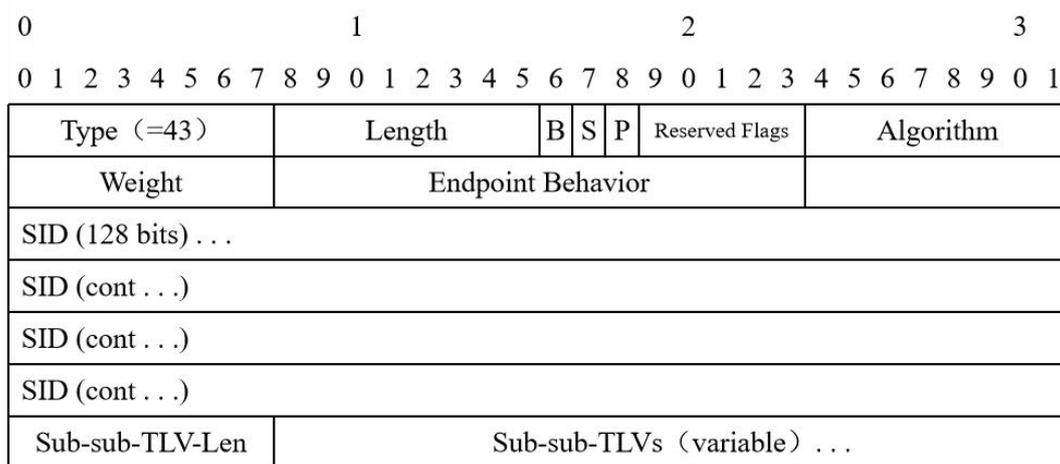


图 7 SRv6 End. X SID Sub-TLV 格式

其中，各字段含义如表 7 所示。

表 7 SRv6 End. X SID Sub-TLV 各字段含义说明

字段	长度	说明
Type	8bit	Sub-TLV 类型，SRv6 End. X SID Sub-TLV 类型值为 43
Length	8bit	长度
Flags	8bit	标志位
Algorithm	8bit	算法 ID 0: SPF 算法

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/758120014131006105>