

一种节点保护方法、装置、电子设备及介质

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种节点保护方法、装置、电子设备及介质。

背景技术

5 互联网协议承载语音（Voice over Internet Protocol, VoIP）应用等交互式多媒体服务应用对网络丢包非常敏感，通常只能容忍数十毫秒的网络丢包，而网络中的链路或节点发生故障时，恢复业务传输所需的时间通常为数百毫秒，甚至达到数秒，无法满足业务要求。

发明内容

10 本申请实施例的目的在于提供一种节点保护方法、装置、电子设备及介质，以增强 SRv6 尾节点的可靠性，提升网络可靠性。具体技术方案如下：

第一方面，本申请提供了一种节点保护方法，所述方法应用于第一节点，包括：

获取第一业务报文，所述第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，所述第一 SID 列表包括用于转发所述第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第一 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；

15 转发所述第一业务报文。

在一些实施例中，当所述第一节点为所述主用路径上的源节点时，所述获取第一业务报文的步骤，包括：

接收客户边缘设备发送的原始报文；

当所述主用尾节点具有备用尾节点时，将所述原始报文封装为所述第一业务报文。

20 在一些实施例中，当所述第一节点为所述主用路径上除所述主用尾节点外的端节点或中转节点时，所述获取第一业务报文，包括：

接收第二节点发送的第二业务报文，所述第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头，所述第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和所述预设标记位，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第二 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；

25 根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业务报文。

在一些实施例中，所述根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业务报文，包括：

30 若所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；

若所述主用尾节点可达，则在所述第一节点为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。

在一些实施例中，所述根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业务报文，包括：

35 若所述第一节点与所述主用尾节点直连，所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；

若所述第一节点与所述主用尾节点非直连，或，若所述第一节点与所述主用尾节点直连且所述主用尾节点可达，则在所述第一节点为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。

40 在一些实施例中，当所述第一节点为所述主用尾节点或所述备用尾节点时，所述转发所述第一业务报文的步骤，包括：

剥离所述第一业务报文的外层封装，得到原始报文；

转发所述原始报文。

在一些实施例中, 所述预设标记位被置为第一值, 所述第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主用 SID, 最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID;

所述预设标记位被置为第二值, 所述第一 SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为所述主用 SID。

5 在一些实施例中, 所述第一值为 1 或 0。

在一些实施例中, 所述第一 SRH 扩展头还包括标志位字段, 所述标志位字段中的一标志位为所述预设标记位。

第二方面, 本申请提供了一种节点保护装置, 所述装置应用于第一节点, 包括:

10 获取模块, 用于获取第一业务报文, 所述第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位, 所述第一 SID 列表包括用于转发所述第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID, 所述预设标记位被置为第一值, 指示所述第一 SRH 扩展头内携带所述备份 SID;

转发模块, 用于转发所述第一业务报文。

15 在一些实施例中, 当所述第一节点为所述主用路径上的源节点时, 所述获取模块, 具体用于:
接收客户边缘设备发送的原始报文;

当所述主用尾节点具有备用尾节点时, 将所述原始报文封装为所述第一业务报文。

在一些实施例中, 当所述第一节点为所述主用路径上除所述主用尾节点外的端节点或中转节点时, 所述获取模块, 具体用于:

20 接收第二节点发送的第二业务报文, 所述第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头, 所述第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和所述预设标记位, 所述预设标记位被置为第一值, 指示所述第二 SRH 扩展头内携带所述备份 SID;

根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态, 以及所述第二 SID 列表, 更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址, 得到所述第一业务报文。

在一些实施例中, 所述获取模块, 具体用于:

25 若所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达, 则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID, 得到所述第一业务报文;

若所述主用尾节点可达, 则在所述第一节点为端节点的情况下, 在所述第一节点为端节点的情况下, 根据所述第二 SID 列表, 将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID, 得到所述第一业务报文。

30 在一些实施例中, 所述获取模块, 具体用于:

若所述第一节点与所述主用尾节点直连, 所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达, 则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID, 得到所述第一业务报文;

35 若所述第一节点与所述主用尾节点非直连, 或, 若所述第一节点与所述主用尾节点直连且所述主用尾节点可达, 则在所述第一节点为端节点的情况下, 根据所述第二 SID 列表, 将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID, 得到所述第一业务报文。

在一些实施例中, 当所述第一节点为所述主用尾节点或所述备用尾节点时, 所述转发模块, 具体用于剥离所述第一业务报文的外层封装, 得到原始报文; 转发所述原始报文。

在一些实施例中, 所述预设标记位被置为第一值, 所述第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主用 SID, 最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID;

40 所述预设标记位被置为第二值, 所述第一 SID 列表中包括的最后一个元素中封装的 SID 为所述主用 SID。

在一些实施例中, 所述第一值为 1 或 0。

在一些实施例中, 所述第一 SRH 扩展头还包括标志位字段, 所述标志位字段中的一标志位为所述

预设标记位。

第三方面，本申请提供了一种电子设备，所述电子设备包括：

处理器；

收发器；以及

- 5 机器可读存储介质，所述机器可读存储介质存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令；所述机器可执行指令促使所述处理器执行以下步骤：

获取第一业务报文，所述第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，所述第一 SID 列表包括用于转发所述第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第一 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；

- 10 转发所述第一业务报文。

在一些实施例中，所述电子设备为所述主用路径上的源节点时，所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

接收客户边缘设备发送的原始报文；

当所述主用尾节点具有备用尾节点时，将所述原始报文封装为所述第一业务报文。

- 15 在一些实施例中，当所述电子设备为所述主用路径上除所述主用尾节点外的端节点或中转节点时，所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

接收第二节点发送的第二业务报文，所述第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头，所述第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和所述预设标记位，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第二 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；

- 20 根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业务报文。

在一些实施例中，所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

若所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；

- 25 若所述主用尾节点可达，则在所述电子设备为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。

在一些实施例中所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

若所述电子设备与所述主用尾节点直连，所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；

- 30 若所述电子设备与所述主用尾节点非直连，或，若所述电子设备与所述主用尾节点直连且所述主用尾节点可达，则在所述电子设备为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。

在一些实施例中当所述电子设备为所述主用尾节点或所述备用尾节点时，所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

- 35 剥离所述第一业务报文的外层封装，得到原始报文；转发所述原始报文。

在一些实施例中所述预设标记位被置为第一值，所述第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主用 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID；

所述预设标记位被置为第二值，所述第一 SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为所述主用 SID。

- 40 在一些实施例中所述第一值为 1 或 0。

在一些实施例中所述 SRH 扩展头还包括标志位字段，所述标志位字段中的一标志位为所述预设标记位。

第四方面，本申请提供了一种机器可读存储介质，存储有机器可执行指令，在被处理器调用和执行

时，所述机器可执行指令促使所述处理器：实现上述任一所述节点保护方法步骤。

本申请实施例提供的技术方案中，在 SRH 扩展头中增加了预设标记位，通过预设标记位指示 SRH 扩展头内携带备份 SID，并在 SRH 扩展头包括的 SID 列表中增加了备用尾节点的 SID。基于预设标记位以及 SID 列表中包括的备用尾节点的 SID，在主用尾节点不可达，备用尾节点可达时，第一节点可以将第一业务报文发送给备用尾节点，由备用尾节点将第一业务报文发送给原始报文对应的目的设备。可见，本申请实施例提供的技术方案中，当 CE 多归属于多个尾节点时，在主用尾节点不可达后，路由重新收敛前，CE 设备下连接的用户不会断流，这为尾节点可靠性提供了保障，提升了网络可靠性。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例和现有技术的技术方案，下面对实施例和现有技术中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

- 图 1 为 SRv6 SID 格式的一种示意图；
- 图 2 为 SRv6 报文格式的一种示意图；
- 图 3 为 SRv6 报文转发过程的一种示例性示意图；
- 图 4 为多归属组网的一种示意图；
- 图 5 为本申请实施例提供的节点保护的的方法的第一种流程示意图；
- 图 6a 为本申请实施例提供的 SRH 格式的第一种示意图；
- 图 6b 为本申请实施例提供的 SRH 格式的第二种示意图；
- 图 7 为本申请实施例提供的标志位字段中预设标记位的一种示意图；
- 图 8 为本申请实施例提供的节点保护的的方法的第二种流程示意图；
- 图 9 为本申请实施例提供的节点保护的的方法的第三种流程示意图；
- 图 10 为本申请实施例提供的节点保护的的方法的第四种流程示意图；
- 图 11 为本申请实施例提供的节点保护的的方法的第五种流程示意图；
- 图 12 为基于图 4 所示多归属组网的 SRv6 报文转发过程的一种示例性示意图；
- 图 13 为本申请实施例提供的节点保护的装置的一种结构示意图；
- 图 14 为本申请实施例提供的电子设备的一种结构示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案、及优点更加清楚明白，以下参照附图并举实施例，对本申请进一步详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

为方便理解，对本申请实施例涉及到的相关概念进行解释说明。

1、SRv6 简介。

段路由（Segment Routing，SR）采用源节点路径选择机制，预先在源节点封装转发路径所要经过段（Segment）的段标识（Segment Identifier，SID），当报文经过 SR 节点时，SR 节点根据报文的 SID 对报文进行转发。除源节点外，其它节点无需维护路径状态。

IPv6 段路由（Segment Routing IPv6，SRv6）是指基于 IPv6 转发平面实现 SR。SRv6 可以在 IPv6 报文中插入一个路由扩展头，即段路由头（Segment Routing Header，SRH），并在 SRH 中添加转发路径所要经过的所有段的 SID，即 SID 列表，从而显式指定该 IPv6 报文的转发路径。SRv6 为软件定义广域网（Software Defined Wide Area Network，SD-WAN）提供了一种灵活高效的控制手段，具有部署简单、容易扩展的特点，能够更好地实现流量调度和路径优化，保障关键业务质量、均衡流量分布、提高专线利用率和降低线路成本。

按照功能的不同，SRv6 网络中的节点分为如下几种角色：

— 5 —

源节点: 负责在 IPv6 报文的 IPv6 基本头中插入 SRH, 或者在报文外层封装 IPv6 基本头并插入 SRH。源节点用于将报文流引入 SRH 中段列表 (Segment List) 定义的 SRv6 路径。

中转节点: 位于报文的 SRv6 路径上, 不参与 SRv6 处理, 只执行普通的 IPv6 报文转发。中转节点可以是支持 SRv6 的节点, 也可以是不支持 SRv6 的节点。

- 5 端节点 (Endpoint 节点): 若接收到的 SRv6 报文的 IPv6 目的地址是 Endpoint 节点上配置的 SRv6 SID, 则按 SRv6 SID 的指令进行处理, 并更新 SRH。

尾节点: SRv6 转发路径的最后一个 Endpoint 节点。

同一个节点在不同 SRv6 路径中可以是不同的角色, 比如一个节点在一个 SRv6 路径里是源节点, 在其他 SRv6 路径中可以是中转节点或者 Endpoint 节点。

- 10 在 SRv6 中, SID 用于定义某种网络功能、代表某种网络指令。SRv6 SID 的格式为 IPv6 地址的形式, 如图 1 所示, SRv6 SID 由 Locator (定位符)、Function (功能)、Arguments (参数) 和 MBZ (Must be zero, 须为零) 字段四部分组成。

其中, Locator: 用于标识 SID 所属的网段, Locator 在 SR 域内唯一。

- 15 Function: 用于标识与 SID 绑定的本地操作指令, SR 域内指定节点收到流量后, 根据 SRv6 SID 的 Function 字段执行相关操作。

Arguments: 用于定义报文的流和服务等信息。

MBZ (Must be zero): 当 Locator、Function 和 Arguments 的位数之和小于 128bits 时, 将其他位使用 0 补齐。

2、SRv6 报文格式。

- 20 SRv6 的报文封装格式为: 在原始三层数据报文外层添加新的 IPv6 基本头和 SRH。SRH 是路由类型取值为 4 的一种路由扩展头。SRv6 报文的格式如图 2 所示, SRv6 报文中包括 IPv6 基本头、SRH 和原始报文。

- 25 其中, IPv6 基本头中包括: 版本号 (Version, Ver)、流量等级 (Traffic class)、流标签 (Flow Label)、有效载荷长度 (Payload Length)、下一个报头 (Next header)、跳数限制 (Hop limit)、源地址 (Source Address, SA)、目的地址 (Destination Address, DA)。其中, Next header 取值为 43, 表示下一个报头为路由扩展头。

SRH 中包括:

下一个报头 (Next Header), 长度为 8bits, 用于标识下一个报文头的类型。

- 30 SRH 长度 (Hdr Ext Len), 长度为 8bits, 表示以 8 个字节为单位的 SRH 头的长度, 不包括第一个 8 个字节。

路由类型 (Routing Type), 长度为 8bits, 取值为 4, 表示携带的是 SRH。

段索引 (Segments Left, SL), 长度为 8bits, 表示需要查找的下一个 SID 的编号, 初始取值为 n-1, n 表示 SRH 中封装的 SID 的数量, 每经过一个 endpoint 节点, SL 的值减 1。

- 35 最后一跳 (Last Entry), 长度为 8bits, 取值为 SRH 中报文实际转发路径的第一个 SID 的编号。

标志位 (Flags), 长度为 8bits, 为标志位信息。

标签 (Tag), 长度为 16bits, 用于标记具有相同特性的一组报文。

段列表 (Segment List), 为 SID 列表, 按照报文转发路径上节点从远到近的顺序进行排列, 即 Segment List [0] 表示转发路径的最后一个 SID, Segment List [1] 表示转发路径的倒数第二个 SID, 以此类推。

Optional Type Length Value objects (variable), 为可选类型长度值对象变量。

- 40 3、SRv6 报文转发过程。

如图 3 所示, 图 3 中的设备 A 为源节点, 设备 C 和设备 E 为 Endpoint 节点, 设备 B 和设备 D 为中转节点。

步骤 1、设备 A 作为源节点接收到原始报文后, 为原始报文封装 SRH 和 IPv6 基本头, 然后根据封

装的 IPv6 基本头中的目的地址查找路由表，从而将封装后的报文转发给设备 B。

由于从设备 A 至设备 D 的路径需要经过设备 C 和设备 E 两个 Endpoint 节点，因此，SRH 中的段索引字段中，SL=1，SRH 中的 SID 列表中包括 Segment List [0]=E、Segment List [1]=C。

IPv6 基本头中，源地址为设备 A 的地址，目的地址为 SL 指示的地址，即 SL=1 指示的 Segment List [1]的地址，也就是设备 C 的地址。

步骤 2、设备 B 接收到报文后，根据 IPv6 基本头中的目的地址查找路由表，将报文转发给设备 C。

步骤 3、设备 C 检查 SRH 中的 SL，如果 SL>0，则将 SL 值减 1，将 IPv6 基本头中的目的地址更新为 SL 指示的地址，即 SL=0 对应的 Segment List [0]，也就是设备 E 的地址。然后设备 C 将报文转发给设备 D。

步骤 4、设备 D 接收到报文后，根据 IPv6 基本头中的目的地址查找路由表，将报文转发给设备 E。

步骤 5、作为尾节点的设备 E 接收到报文后，检查 SRH 头中的 SL 值，发现 SL=0，则对报文进行解封装，删除封装 IPv6 基本头和 SRH，得到原始报文，根据原始报文的地址进行报文转发。

在多归属场景中，CE 多归属于多个尾节点，源节点通过路由协议学到 CE 的多归属路由后，根据路由优化策略确定最优路径和次优路径，最优路径上的出口设备是主用尾节点，主用尾节点的 SID 作为主用 SID，次优路径上的出口设备是备用尾节点，备用尾节点的 SID 作为备份 SID。其中，最优路径即为主用路径，次优路径为备用路径

如图 4 所示的多归属组网，图 4 中，客户边缘（Customer Edge，CE）设备包括 CE1-2，提供商边缘（Provider Edge，PE）设备包括 PE1-4，非提供商边缘（Non-Provider Edge，P）设备包括 P1-4。图 4 中，在 CE1 至 CE2 的方向中，PE1 为源节点，PE1 通过路由协议和路由优化策略，确定最优路径 PE1→P1→P2→PE3 和次优路径 PE1→P1→P2→P4→PE4，CE2 多归属于尾节点 PE3 和 PE4，PE3 为主用尾节点，PE3 的 SID 作为主用 SID，PE4 为备用尾节点，PE4 的 SID 作为备份 SID。

交互式多媒体服务应用对网络丢包非常敏感，通常只能容忍数十毫秒的网络丢包，而网络中的链路或节点发生故障时，恢复业务传输所需的时间通常为数百毫秒，甚至达到数秒，无法满足业务要求。为了最大限度地减少流量损失，本申请实施例提供了一种节点保护方法，以增强 SRv6 多归属尾节点的可

可靠性，提升网络可靠性。

如图 5 所示，图 5 为本申请实施例提供的节点保护方法的第一种流程示意图，该节点保护方法应用于 SRv6 网络中的任一节点，如图 4 中的 PE1-4 和 P1-4 中的任一设备。为便于区分和理解，以下以第一节点为例进行说明，并不起限定作用。上述节点保护方法包括如下步骤：

步骤 S51，获取第一业务报文，第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，第一 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，预设标记位被置为第一值，指示第一 SRH 扩展头内携带备份 SID；

步骤 S52，转发第一业务报文。

本申请实施例提供的技术方案中，在 SRH 扩展头中增加了预设标记位，通过预设标记位指示 SRH 扩展头内携带备份 SID，并在 SRH 扩展头包括的 SID 列表中增加了备用尾节点的 SID。基于预设标记位以及 SID 列表中包括的备用尾节点的 SID，在主用尾节点不可达，备用尾节点可达时，第一节点可以将第一业务报文发送给备用尾节点，由备用尾节点将第一业务报文发送给原始报文对应的目的设备。可见，本申请实施例提供的技术方案中，当 CE 多归属于多个尾节点时，在主用尾节点不可达后，路由重新收敛前，CE 设备下连接的用户不会断流，这为尾节点可靠性提供了保障，提升了网络可靠性。

上述步骤 S51 中，第一业务报文可以为网络中传输的任一 SRv6 报文，第一业务报文包括 IPv6 基本头和 SRH 扩展头，该 SRH 扩展头包括 SID 列表和预设标记位。为便于区分和理解，以下将第一业务报文包括的 SRH 扩展头称为第一 SRH 扩展头，第一 SRH 扩展头包括的 SID 列表称为第一 SID 列表。本申请实施例中，第一 SRH 扩展头包括的预设标记位被置为第一值，指示 SRH 扩展头内携带备份 SID，该备份 SID 即为备用尾节点的 SID。第一值可以为 1 或 0。主用 SID 即为主用尾节点的 SID。

第一业务报文可以为第一节点所接收的业务报文,也可以为第一节点对所接收的业务报文进行目的地址更新或 SRv6 封装处理后得到的业务报文,对此不进行限定。

第一节点在获取到第一业务报文后,执行步骤 S52,转发第一业务报文。

5 在一些实施例中,预设标记位可以用于指示 SRH 扩展头内携带备份 SID,也可以指示预设标记位指示 SRH 扩展头内不携带备份 SID。

10 当预设标记位被置为第一值时, SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为主用 SID,最后一个元素中封装的 SID 为备份 SID,如图 6a 所示的 SRH 扩展头,该 SRH 扩展头中, Segment List[0]为备份 SID,即最后一个元素中封装的 SID 为备用尾节点的 SID, Segment List[1]- Segment List[n]为主用路径上的节点从远到近的顺序进行排列,也就是, Segment List[1]为主用 SID,即倒数第二个元素中封装的 SID 为主用尾节点的 SID。此时, SRH 扩展头中的 SL 的初始值为 n, Last Entry 的值为 n。

15 当预设标记位被置为第二值时, SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为主用 SID。如图 6b 所示的 SRH 扩展头,该 SRH 扩展头中, Segment List[0]- Segment List[n-1]为主用路径上的节点从远到近的顺序进行排列,也就是, Segment List[0]为主用 SID,即最后一个元素中封装的 SID 为主用尾节点的 SID。此时, SRH 扩展头中的 SL 的初始值为 n-1, Last Entry 的值为 n-1。当预设标记位被置为第二值时, SID 列表不包括备份 SID。

本申请实施例中,备用尾节点的 SID 封装在最后一个元素中,不需要扩展控制平面的路由协议,只需对 SRv6 转发平面的处理进行小部分修改,如设置倒数第二跳弹出等,即可以实现尾节点故障时的快速路径切换,提升网络可靠性。

20 在一些实施例中,为简化节点保护的操作,第一节点可以通过预设标记位是否被置位,来确定预设标记位指示 SRH 扩展头内携带备份 SID,还是指示 SRH 扩展头内不携带备份 SID。

例如,预设标记位被置位时,指示 SRH 扩展头内携带备份 SID,如图 6a 中, B-flag 表示预设标记位, B-flag=1,表示 SRH 扩展头内携带备份 SID。相应的,预设标记位未被置位时,指示 SRH 扩展头内不携带备份 SID,如图 6b 中, B-flag 表示预设标记位, B-flag=0。

25 本申请实施例中,预设标记位只需要占用一位 (bit),即可实现对 SRH 扩展头内是否携带备份 SID 进行指示,减少了对网络资源的消耗。

30 为了进一步减少对网络资源的消耗,预设标记位可以占用 SRH 扩展头包括的 Flags 字段中的一个标志位,即 Flags 字段中的一标志位为预设标记位,如图 7 所示,图 7 中, B 表示预设标记位,图 7 中预设标记位占用的 Flags 字段包括的 8bit 中 bit[4],并不起限定作用,即预设标记位可以占用 Flags 字段包括的 bit[0]-bit[7]中的任一还未被占用的标志位。本申请实施例中,无需要在业务报文中增加预设标记位,而是占用了 Flags 字段中的一个保留位,进一步减少对网络资源的消耗。

本申请实施例中,第一节点可以为主用路径上的源节点、端节点或中转节点。

当第一节点为主用路径上的源节点时,如图 8 所示,本申请实施例还提供了一种节点保护方法,可以包括如下步骤:

步骤 S81,接收 CE 设备发送的原始报文;

35 步骤 S82,当主用尾节点具有备用尾节点时,将原始报文封装为第一业务报文,第一业务报文的第一个 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位,第一 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID,预设标记位被置为第一值,指示第一 SRH 扩展头内携带备份 SID;

步骤 S83,转发第一业务报文。

40 本申请实施例提供的技术方案中,源节点在检测到主用尾节点具有备用尾节点时,将原始报文封装为第一业务报文,使得第一业务报文包括的 SID 列表中具有主用 SID 和备份 SID,且预设标记位被置为第一值,指示 SRH 扩展头内携带备份 SID,保证了后续正确处理第一业务报文。

上述步骤 S81 中,原始报文可以为网络中传输的任一报文,该原始报文可以为 SRv6 报文、IPv4

报文或 IPv6 报文等，对此不进行限定。

源节点在接收到 CE 设备发送的原始报文后，可以提取原始报文的报文特征，该报文特征可以包括但不限于五元组、入接口和业务类型等信息，对此不进行限定。源节点将所提取的报文特征与预先存储的在 SR 路径转发的报文的特征匹配；若匹配，则可以确定该原始报文为需要在 SR 路径上转发的业务报文，即该原始报文为需要在主用路径上转发的业务报文。

在确定原始报文需要在主用路径上转发时，源节点执行步骤 S82。

上述步骤 S82 中，源节点可以根据学到的路由信息，判断主用尾节点的主用 SID 是否具有备份 SID，也就是，判断主用尾节点是否具有备用尾节点。当主用 SID 具有备份 SID，也就是，主用尾节点具有备用尾节点时，源节点在原始报文的外层封装 IPv6 基本头以及 SRH 扩展头，得到第一业务报文。对于第一业务报文的结构，可以参见步骤 S51、图 6a 和图 7 部分的相关描述。

上述步骤 S83 中，第一业务报文还包括 IPv6 基本头。源节点可以根据该 IPv6 基本头中的目的地址的行为类型，转发第一业务报文。

例如，若 IPv6 基本头中的目的地址的行为类型为 End.X 类型，则源节点可以确定 IPv6 基本头中的目的地址对应的出接口，通过所确定的出接口，将第一业务报文发送给下一跳节点。若 IPv6 基本头中的目的地址的行为类型为 End 类型，则源节点可以使用 IPv6 基本头中的目的地址查找转发表，根据转发表的查找结果，将第一业务报文发送给下一跳节点。

在一些实施例中，如图 9 所示，图 9 为本申请实施例提供的节点保护的第三种流程示意图，该节点保护方法应用于第一节点，可以包括如下步骤：

步骤 S91，接收 CE 设备发送的原始报文；

步骤 S92，当主用尾节点具有备用尾节点时，将原始报文封装为第一业务报文，第一业务报文的 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，第一 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，预设标记位被置为第一值，指示第一 SRH 扩展头内携带备份 SID；

步骤 S93，转发第一业务报文；

上述步骤 S91-S93 与上述步骤 S81-S83 相同。

步骤 S94，当主用尾节点没有备用尾节点时，将原始报文封装为普通业务报文，普通业务报文的 SRH 扩展头包括 SID 列表和预设标记位，该 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID，预设标记位被置为第二值，指示 SRH 扩展头内不携带备份 SID；

步骤 S95，转发普通业务报文。

本申请实施例提供的技术方案中，源节点在检测到主用尾节点没有备用尾节点时，将原始报文封装为普通业务报文，使得普通业务报文包括的 SID 列表中具有主用 SID，而不包括备份 SID，且预设标记位被置为第二值，指示 SRH 扩展头内不携带备份 SID，保证了后续正确处理普通业务报文。本申请实施例中，通过预设标记位，以及检测到主用尾节点是否备用尾节点，使得源节点同时支持非多归属场景以及多归属场景的报文转发，增大了本申请实施例提供的技术方案的适用范围。

源节点根据学到的路由信息，判断主用尾节点的主用 SID 是否具有备份 SID，也就是，判断主用尾节点是否具有备用尾节点。当主用 SID 没有备份 SID，也就是，主用尾节点没有备用尾节点时，源节点执行步骤 S94，在原始报文的外层封装 IPv6 基本头以及 SRH 扩展头，得到普通业务报文。对于普通业务报文的结构，可以参见图 6b 和图 7 部分的相关描述。本申请实施例中，普通业务报文为预设标记位被置为第二值的业务报文。

上述步骤 S95 中，普通业务报文还包括 IPv6 基本头。源节点可以根据该 IPv6 基本头中的目的地址的行为类型，转发普通业务报文。

例如，若 IPv6 基本头中的目的地址的行为类型为 End.X 类型，则源节点可以确定 IPv6 基本头中的目的地址对应的出接口，通过所确定的出接口，将普通业务报文发送给下一跳节点。若 IPv6 基本头中

的目的地址的行为类型为 End 类型, 则源节点可以使用 IPv6 基本头中的目的地址查找转发表, 根据转发表的查找结果, 将普通业务报文发送给下一跳节点。

当第一节点为主用路径上除主用尾节点外的端节点或中转节点时, 如图 10 所示, 本申请实施例还提供了一种节点保护方法, 可以包括如下步骤:

- 5 步骤 S101, 接收第二节点发送的第二业务报文, 第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头, 第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和预设标记位, 预设标记位被置为第一值, 指示第二 SRH 内携带备份 SID;

 步骤 S102, 根据主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态, 以及第二 SID 列表, 更新第一 IPv6 基本头中的目的地址, 得到第一业务报文;

- 10 步骤 S103, 转发第一业务报文。与上述步骤 S52 相同。

本申请实施例提供的技术方案中, 根据主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态, 可以实现第一业务报文发送给可达的主用尾节点或备用尾节点, 进而提高了网络的可靠性。

- 上述步骤 S101 中, 第二节点可以为源节点, 也可以为端节点或中转节点。第一节点可以为 SRv6 流量工程 (Traffic Engineering, TE) 路径上的端节点或中转节点, 也可以为 SRv6 尽力而为 (Best-effort, BE) 路径上的中转节点。第二业务报文为第二节点发送的第一业务报文。第一节点接收第二节点发送的业务报文, 即第二业务报文。第二业务报文的结构可参见第一业务报文的结构的相关描述。

为便于区分和理解, 本申请实施例中, 将第二业务报文包括的 SRH 扩展头称为第二 SRH 扩展头, 将第二业务报文包括的 IPv6 基本头称为第一 IPv6 基本头, 第二 SRH 扩展头包括的 SID 列表称为第二 SID 列表。

- 20 上述步骤 S102 中, 节点状态可以为可达或不可达。第一节点根据主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态, 可以确定转发报文的尾节点是采用主用尾节点, 还是备用尾节点。这里, 转发表或路由表中可以记录主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态, 第一节点可以从转发表或路由表中, 获得主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态。

- 25 基于此, 第一节点根据主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态, 可以准确的将 IPv6 基本头中的目的地址更新为可达尾节点的 SID, 保证第一业务报文可以转发给目的 CE 设备, 提升网络可靠性。

本申请实施例中, 第一节点可以按照自身在主用路径上的角色, 采用如下任一种方式, 执行上述步骤 S102:

- 30 若主用尾节点的节点状态为不可达, 备用尾节点的节点状态为可达, 即主用尾节点不可达, 备用尾节点可达, 则将第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为备份 SID, 得到第一业务报文;

 若主用尾节点的节点状态为可达, 即主用尾节点可达, 则在第一节点为端节点的情况下, 根据第二 SID 列表, 将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID, 得到第一业务报文;

- 35 若主用尾节点的节点状态为可达, 即主用尾节点可达, 则在第一节点为中转节点的情况下, 不必更新第一 IPv6 基本头的目的地址, 可以使用第一 IPv6 基本头的目的地址直接查询转发表, 并根据转发表的查找结果转发第二业务报文。

- 在一些实施例中, 第一节点还可以检测第一节点与主用尾节点的连接方式, 进而根据第一节点与主用尾节点的连接方式, 主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态, 以及第二 SID 列表, 更新第一 IPv6 基本头中的目的地址, 得到第一业务报文。其中, 连接方式可以为直连或非直连, 第一节点根据第一节点与主用尾节点的连接方式, 可以确定第一节点是否为主用路径上的倒数第二跳节点, 该倒数第二跳节点可以为端节点, 也可以为中转节点。这里, 转发表或路由表中可以记录第一节点与主用尾节点的连接方式, 第一节点可以从转发表或路由表中, 获得第一节点与主用尾节点的连接方式。

本申请实施例中, 第一节点可以按照自身在主用路径上的角色, 采用如下任一种方式, 执行上述步骤 S102:

方式一, 若第一节点与主用尾节点的连接方式为直连, 且主用尾节点的节点状态为不可达, 备用尾节点的节点状态为可达, 即第一节点与主用尾节点直连, 主用尾节点不可达且备用尾节点可达, 则将第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为备份 SID, 得到第一业务报文;

- 5 本申请实施例中, 第一节点与主用尾节点直连, 说明第一节点为主用路径上的倒数第二跳节点。倒数第二跳节点可以为端节点, 如第二业务报文的第一 IPv6 基本头中的目的地址为第一节点的 SID; 倒数第二跳节点也可以为转发节点, 如第二业务报文的第一 IPv6 基本头中的目的地址不是第一节点的 SID。

例如, SRH 扩展头的结构如图 6a 所示。

- 10 这种情况下, 当倒数第二跳节点为端节点时, 第二 SRH 扩展头中 $SL=2$; 第一节点在接收到第二业务报文后, 将第二 SRH 扩展头中 SL 减 1, 即 $SL=1$; 第一节点从第二 SID 列表中获取 Segment List[1] 中封装的 SID, 即获取主用尾节点的 SID; 若主用尾节点的 SID 不可访问, 即主用尾节点不可达, 则继续将第二 SRH 扩展头中 SL 减 1, 即 $SL=0$, 第一节点从第二 SID 列表中获取 Segment List[0] 中封装的 SID, 即获取备用尾节点的 SID; 若备用尾节点的 SID 可访问, 即备用尾节点可达, 则将第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址更新为第二 SID 列表中 Segment List[0] 中封装的 SID, 得到第一业务报文。

- 15 当倒数第二跳节点为转发节点时, 第二 SRH 扩展头中 $SL=1$; 第一节点在接收到第二业务报文后, 若第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址不可访问, 即主用尾节点不可达, 则将第二 SRH 扩展头中 SL 减 1, 即 $SL=0$, 第一节点从第二 SID 列表中获取 Segment List[0] 中封装的 SID, 即获取备用尾节点的 SID; 若备用尾节点的 SID 可访问, 即备用尾节点可达, 则将第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址更新为第二 SID 列表中 Segment List[0] 中封装的 SID, 得到第一业务报文。

- 20 方式二, 若第一节点与主用尾节点的连接方式为直连, 且主用尾节点的节点状态为可达, 即第一节点与主用尾节点直连, 且主用尾节点可达, 则在第一节点为端节点的情况下, 将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为主用 SID, 得到第一业务报文; 在第一节点为中转节点的情况下, 直接转发第二业务报文。

本申请实施例中, 第一节点与主用尾节点的连接方式为直连, 说明第一节点为主用路径上的倒数第二跳节点。倒数第二跳节点可以为端节点, 也可以为转发节点。

- 25 例如, SRH 扩展头的结构如图 6a 所示。当倒数第二跳节点为端节点时, 第二 SRH 扩展头中 $SL=2$; 第一节点在接收到第二业务报文后, 将第二 SRH 扩展头中 SL 减 1, 即 $SL=1$; 第一节点从第二 SID 列表中获取 Segment List[1] 中封装的 SID, 即获取主用尾节点的 SID; 若主用尾节点的 SID 可访问, 即主用尾节点可达, 则将第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址更新为第二 SID 列表中 Segment List[1] 中封装的 SID, 得到第一业务报文。

- 30 当倒数第二跳节点为转发节点时, 第二 SRH 扩展头中 $SL=1$; 第一节点在接收到第二业务报文后, 若第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址可访问, 即主用尾节点可达, 则使用第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址查找转发表, 并根据转发表的查找结果, 向下一跳节点转发第二业务报文, 即向主用尾节点转发第二业务报文。

- 35 方式三, 若第一节点与主用尾节点的连接方式为非直连, 即第一节点与主用尾节点非直连, 则在第一节点为端节点的情况下, 根据第二 SID 列表, 将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID, 得到第一业务报文; 在第一节点为中转节点的情况下, 直接转发第二业务报文。

本申请实施例中, 第一节点与主用尾节点的连接方式为非直连, 说明第一节点为主用路径上除源节点和尾节点外的非倒数第二跳节点。非倒数第二跳节点可以为端节点, 也可以为转发节点。

当第一节点与主用尾节点的连接方式为非直连时, 第一节点可以采用图 3 中的设备 B 或设备 C 的方式, 更新第一 IPv6 基本头的目的地址, 得到第一业务报文。

- 40 例如, 当第一节点为端节点时, 第二 SRH 扩展头中 $SL=4$; 第一节点在接收到第二业务报文后, 将第二 SRH 扩展头中 SL 减 1, 即 $SL=3$; 第一节点从第二 SID 列表中获取 Segment List[3] 中封装的 SID, 将第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址更新为第二 SID 列表中 Segment List[3] 中封装的 SID, 得到第一业务报文。

当第一节点为转发节点时，第二 SRH 扩展头中 SL=4；第一节点在接收到第二业务报文后，使用第二业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址查找转发表，并根据转发表的查找结果，向下一跳节点转发第二业务报文。

5 本申请实施例中，第一节点与主用尾节点的连接方式，实现在主用路径上的倒数第二跳节点完成主用尾节点和备用尾节点的替换，这样，只需要扩展控制平面的路由协议，只需要对数据转发平面对处理进行小部分修改，如主用路径上的倒数第二跳节点按照现有 SRv6 转发方式，将 SL 减 1，即可实现主用尾节点和备用尾节点的替换，实现路径的快速切换，提高了网络的可靠性。

10 上述步骤 S103 中，当第一节点为端节点时，第一节点根据 IPv6 基本头中的目的地址的行为类型，转发第一业务报文。当第一节点为中转节点时，第一节点使用 IPv6 基本头中的目的地址，查找转发表，根据转发表的查找结果，向下一跳节点转发第一业务报文。

在一些实施例中，第一节点可以接收第二节点发送的普通业务报文，普通业务报文包括 IPv6 基本头和 SRH 扩展头，该 SRH 扩展头包括预设标记位，预设标记位被置位第二值，指示 SRH 扩展头内不携带备份 SID；根据普通业务报文包括的 SID 列表，更新普通业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址，并转发目的地址更新后的普通业务报文。

15 普通业务报文为第二节点发送的业务报文。第一节点接收第二节点发送的普通业务报文。普通业务报文的结构可参见上述相关描述。

第一节点在接收到普通业务报文后，基于自身角色，结合普通业务报文包括的 SID 列表，更新普通业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址，并转发更新后得到的普通业务报文。

20 例如，当第一节点为端节点时，普通业务报文的 SRH 扩展头中 SL=4；第一节点在接收到普通业务报文后，将普通业务报文的 SRH 扩展头中 SL 减 1，即 SL=3；第一节点从普通业务报文包括的 SID 列表中获取 Segment List[3]中封装的 SID，将普通业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址更新为第四 SID 列表中 Segment List[3]中封装的 SID。

25 当第一节点为转发节点时，普通业务报文的 SRH 扩展头中 SL=4；第一节点在接收到普通业务报文后，使用普通业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址查找转发表，并根据转发表的查找结果，向下一跳节点转发普通业务报文。

当第一节点为主用尾节点或备用尾节点时，如图 11 所示，申请实施例还提供了一种节点保护方法，可以包括如下步骤：

30 步骤 S111，获取第一业务报文，第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，第一 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，预设标记位被置为第一值，指示第一 SRH 扩展头内携带备份 SID。与上述步骤 S51 相同。

步骤 S112，剥离第一业务报文的外层封装，得到原始报文；

步骤 S113，转发原始报文。

35 本申请实施例提供的技术方案中，支持主用尾节点或备用尾节点对第一业务报文进行解封装处理，剥离第一业务报文外层封装的 IPv6 基本头和 SRH 扩展头，使得主用尾节点可达时，由主用尾节点负责将原始报文转发给目的 CE 设备；在主用尾节点不可达时，由备用尾节点负责将原始报文转发给目的 CE 设备，为尾节点可靠性提供了保障，提升了网络可靠性，同时，提升了节点保护方法的灵活性。

当第一节点确定自身为主用尾节点或备用尾节点时，第一节点对第一业务报文进行解封装处理，得到原始报文，进而根据原始报文的地址查找转发表，根据转发表的查找结果，将原始报文转发给目的 CE 设备。

40 一个示例中，SRH 扩展头的结构如图 6a 所示。这种情况下，若第一 SRH 扩展头中 SL=1，且第一业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址为第一节点的 SID，则第一节点可确定自身为主用尾节点，进而对第一业务报文进行解封装处理，得到原始报文，并转发原始报文。

若第一 SRH 扩展头中 SL=0，且第一业务报文的 IPv6 基本头中的目的地址为第一节点的 SID，则

第一节点可确定自身为备用尾节点, 进而对第一业务报文进行解封装处理, 得到原始报文, 转发原始报文。

下面结合图 12 所示的多归属组网, 对本申请实施例提供的节点保护方法进行详细说明。图 12 中包括 CE1-2、PE1-4 和 P1-4。B-flag 表示预设标记位, B-flag=1, 指示 SRH 扩展头内携带备份 SID。

5 PE1 的 Locator 前缀为 A0::/64, P1 的 Locator 前缀为 A1::/64, P2 具有 Locator 前缀 A2::/64 和 END.X 类型的 SID A2::1, PE3 具有 Locator 前缀 A3::/64 和 VPN SID A3::100。PE4 具有 Locator 前缀 A4::/64 和 VPN SID A4::100。

10 在 PE3 正常的情况下, 从 CE1 到 CE2 的流量沿着主用路径 PE1→P1→P2→PE3 转发。配置完成后, PE1 通过路由优选策略确定备用路径 PE1→P1→P2→P4→PE4, PE3 的备份 SID 是 PE4 的 VPN SID A4::100。

在上述配置下, 报文转发流程如下:

1) 当 PE1 接收到 CE1 向 CE2 发送的报文 1 时, 确定需要经过 PE1 与 PE3 间的 IPv6 承载网中指定路径 PE1→P1→P2→PE3 转发。PE1 在报文 1 的外层封装 IPv6 基本头以及 SRH 扩展头, 得到报文 2, 如图 12 所示, 报文 2 的 SRH 扩展头中, SL=3, Last Entry=3, B-flag=1, SID 列表为 {Segment List[0]=A4::100, 15 Segment List[1]=A3::100, Segment List[2]=A2::1, Segment List[3]=A1::}。IPv6 基本头中的目的地址为 Segment List[SL]中封装的 SID, 即 IPv6 基本头中的目的地址为 Segment List[3]中封装的 A1::。

2) PE1 根据 IPv6 基本头中的目的地址 A1::, 将报文 2 发送给 P1。

3) P1 将报文 2 的 SRH 扩展头中的 SL 减 1, 得到 SL=2, 将报文 2 的 Pv6 基本头中的目的地址修改为 Segment List[SL]中封装的 SID, 即 IPv6 基本头中的目的地址为 Segment List[2]中封装的 A2::1, 得 20 到报文 3。

4) P1 根据 IPv6 基本头中的目的地址 A2::1, 将报文 3 发送给 P2。

5) P2 发现报文 3 的 SRH 扩展头中 B-flag=1, 将报文 3 的 SRH 扩展头中的 SL 减 1, 得到 SL=1; 若 Segment List[1]中封装的 SID 所指示的节点可达, 即主用尾节点 PE3 可达, 则将报文 3 的 Pv6 基本头中的目的地址修改为 Segment List[SL]中封装的 SID, 即 IPv6 基本头中的目的地址为 Segment List[1] 25 中封装的 A3::100, 得到报文 4, 进而执行步骤 6);

若 Segment List[1]中封装的 SID 所指示的节点不可达, 即主用尾节点 PE3 不可达, 将报文 3 的 SRH 扩展头中的 SL 减 1, 得到 SL=0; 若 Segment List[0]中封装的 SID 所指示的节点可达, 即备用尾节点 PE4 可达, 则将报文 3 的 Pv6 基本头中的目的地址修改为 Segment List[SL]中封装的 SID, 即 IPv6 基本头中的目的地址为 Segment List[0]中封装的 A4::100, 得到报文 5, 进而执行步骤 8);

30 6) P2 根据 IPv6 基本头中的目的地址 A3::100, 将报文 4 发送给 PE3。

7) PE3 发现报文 4 的 SRH 扩展头中 B-flag=1, 且本节点为 IPv6 基本头中的目的地址, 且是 Segment List[1]中封装的 A3::100, 则解除报文 4 的外层封装, 获得报文 1, 向 CE2 发送报文 1。

8) P2 根据 IPv6 基本头中的目的地址 A4::100, 将报文 5 发送给 PE4。

9) PE4 发现本节点为 IPv6 基本头中的目的地址, 且是 Segment List[0]中封装的 A3::100, 则解除 35 报文 5 的外层封装, 获得报文 1, 向 CE2 发送报文 1。

与上述节点保护方法对应, 本申请实施例还提供了一种节点保护装置, 如图 13 所示, 上述节点保护装置应用于第一节点, 包括:

40 获取模块 131, 用于获取第一业务报文, 第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位, 第一 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID, 预设标记位被置为第一值, 指示第一 SRH 扩展头内携带备份 SID;

转发模块 132, 用于转发第一业务报文。

在一些实施例中, 当第一节点为主用路径上的源节点时, 获取模块 131, 具体可以用于:

接收客户边缘设备发送的原始报文;

当主用尾节点具有备用尾节点时，将原始报文封装为第一业务报文。

在一些实施例中，当第一节点为主用路径上除主用尾节点外的端节点或中转节点时，获取模块 131，具体可以用于：

- 5 接收第二节点发送的第二业务报文，第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头，第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和预设标记位，预设标记位被置为第一值，指示第二 SRH 扩展头内携带备份 SID；

根据主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态，以及第二 SID 列表，更新第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到第一业务报文。

在一些实施例中，获取模块 131，具体可以用于：

- 10 若主用尾节点不可达且备用尾节点可达，则将第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为备份 SID，得到第一业务报文；

若主用尾节点可达，则在第一节点为端节点的情况下，在第一节点为端节点的情况下，根据第二 SID 列表，将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到第一业务报文。

在一些实施例中，获取模块 131，具体用于：

- 15 若第一节点与主用尾节点直连，主用尾节点不可达且备用尾节点可达，则将第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为备份 SID，得到第一业务报文；

若第一节点与主用尾节点非直连，或，若第一节点与主用尾节点直连且主用尾节点可达，则在第一节点为端节点的情况下，根据第二 SID 列表，将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到第一业务报文。

- 20 在一些实施例中，当第一节点为主用尾节点或备用尾节点时，转发模块 132，具体可以用于剥离第一业务报文的外层封装，得到原始报文；转发原始报文。

在一些实施例中，预设标记位被置为第一值，第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为主用 SID，最后一个元素中封装的 SID 为备份 SID；

预设标记位被置为第二值，第一 SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为主用 SID。

- 25 在一些实施例中，第一值为 1 或 0。

在一些实施例中，第一 SRH 扩展头还包括标志位字段，标志位字段中的一标志位为预设标记位。

- 30 本申请实施例提供的技术方案中，在 SRH 扩展头中增加了预设标记位，通过预设标记位指示 SRH 扩展头内携带备份 SID，并在 SRH 扩展头包括的 SID 列表中增加了备用尾节点的 SID。基于预设标记位以及 SID 列表中包括的备用尾节点的 SID，在主用尾节点不可达，备用尾节点可达时，第一节点可以将第一业务报文发送给备用尾节点，由备用尾节点将第一业务报文发送给原始报文对应的目的设备。可见，本申请实施例提供的技术方案中，当 CE 多归属于多个尾节点时，在主用尾节点不可达后，路由重新收敛前，CE 设备下连接的用户不会断流，这为尾节点可靠性提供了保障，提升了网络可靠性。

与上述节点保护方法对应，本申请实施例还提供了一种电子设备，该电子设备可以为第一节点，如图 14 所示，该电子设备包括：

- 35 包括处理器 141、机器可读存储介质 142 和收发器 144。机器可读存储介质 142 存储有能够被处理器 141 执行的机器可执行指令；机器可执行指令促使处理器 141 执行以下步骤：

获取第一业务报文，第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，第一 SID 列表包括用于转发第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，预设标记位被置为第一值，指示第一 SRH 扩展头内携带备份 SID；

- 40 转发第一业务报文。

在一些实施例中，电子设备为主用路径上的源节点时，机器可执行指令具体可以促使处理器 141 执行以下步骤：

接收客户边缘设备发送的原始报文；

当主用尾节点具有备用尾节点时，将原始报文封装为第一业务报文。

在一些实施例中，当电子设备为主用路径上除主用尾节点外的端节点或中转节点时，机器可执行指令具体可以促使处理器执行以下步骤：

接收第二节点发送的第二业务报文，第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头，第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和预设标记位，预设标记位被置为第一值，指示第二 SRH 扩展头内携带备份 SID；

根据主用尾节点的节点状态和备用尾节点的节点状态，以及第二 SID 列表，更新第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到第一业务报文。

在一些实施例中，机器可执行指令具体促使处理器执行以下步骤：

若主用尾节点不可达且备用尾节点可达，则将第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为备份 SID，得到第一业务报文；

若主用尾节点可达，则在电子设备为端节点的情况下，根据第二 SID 列表，将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到第一业务报文。

在一些实施例中，机器可执行指令具体促使处理器执行以下步骤：

若电子设备与主用尾节点直连，主用尾节点不可达且备用尾节点可达，则将第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为备份 SID，得到第一业务报文；

若电子设备与主用尾节点非直连，或，若电子设备与主用尾节点直连，且主用尾节点可达，则在电子设备为端节点的情况下，根据第二 SID 列表，将第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到第一业务报文。

在一些实施例中，当电子设备为主用尾节点或备用尾节点时，机器可执行指令具体促使处理器执行以下步骤：

剥离第一业务报文的外层封装，得到原始报文；转发原始报文。

在一些实施例中，预设标记位被置为第一值，第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为主用 SID，最后一个元素中封装的 SID 为备份 SID；

预设标记位被置为第二值，第一 SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为主用 SID。

在一些实施例中，第一值为 1 或 0。

在一些实施例中，第一 SRH 扩展头还包括标志位字段，标志位字段中的一标志位为预设标记位。

本申请实施例提供的技术方案中，在 SRH 扩展头中增加了预设标记位，通过预设标记位指示 SRH 扩展头内携带备份 SID，并在 SRH 扩展头包括的 SID 列表中增加了备用尾节点的 SID。基于预设标记位以及 SID 列表中包括的备用尾节点的 SID，在主用尾节点不可达，备用尾节点可达时，第一节点可以将第一业务报文发送给备用尾节点，由备用尾节点将第一业务报文发送给原始报文对应的目的设备。可见，本申请实施例提供的技术方案中，当 CE 多归属于多个尾节点时，在主用尾节点不可达后，路由重新收敛前，CE 设备下连接的用户不会断流，这为尾节点可靠性提供了保障，提升了网络可靠性。

如图 14 所示，该电子设备还可以包括通信总线 143。处理器 141、机器可读存储介质 142 及收发器 144 之间通过通信总线 143 完成相互间的通信，通信总线 143 可以是外设部件互连标准（Peripheral Component Interconnect, PCI）总线或扩展工业标准结构（Extended Industry Standard Architecture, EISA）总线等。该通信总线 1003 可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。

收发器 144 可以为无线通信模块，收发器 144 在处理器 141 的控制下，与其他设备进行数据交互。

机器可读存储介质 142 可以包括随机存取存储器（Random Access Memory, RAM），也可以包括非易失性存储器（Non-Volatile Memory, NVM），例如至少一个磁盘存储器。另外，机器可读存储介质 142 还可以是至少一个位于远离前述处理器的存储装置。

处理器 141 可以是通用处理器，包括中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、网络处理器（Network Processor, NP）等；还可以是数字信号处理器（Digital Signal Processing, DSP）、专用集成

电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array, FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

5 在本申请提供的又一实施例中,还提供了一种机器可读存储介质,机器可读存储介质存储有能够被处理器执行的机器可执行指令。在被处理器调用和执行时,所述机器可执行指令促使所述处理器:实现上述任一节点保护方法的步骤。

在本申请提供的又一实施例中,还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述实施例中任一节点保护方法的步骤。

10 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其他任何其变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

15 本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于节点保护装置、电子设备、机器可读存储介质及计算机程序产品实施例而言,由于其基本相似于节点保护方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见节点保护方法实施例的部分说明即可。

以上所述仅为本申请的较佳实施例,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请保护的范围之内。

权 利 要 求

1. 一种节点保护方法，其特征在于，所述方法应用于第一节点，包括：
获取第一业务报文，所述第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，所述
第一 SID 列表包括用于转发所述第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点
5 的备份 SID，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第一 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；
转发所述第一业务报文。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述第一节点为所述主用路径上的源节点时，所
述获取第一业务报文的步骤，包括：
接收客户边缘设备发送的原始报文；
10 当所述主用尾节点具有备用尾节点时，将所述原始报文封装为所述第一业务报文。
3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述第一节点为所述主用路径上除所述主用尾节
点外的端节点或中转节点时，所述获取第一业务报文，包括：
接收第二节点发送的第二业务报文，所述第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头，
所述第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和所述预设标记位，所述预设标记位被置为第一值，指示所述
15 第二 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；
根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所
述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业务报文。
4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾
节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业
20 务报文，包括：
若所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为
所述备份 SID，得到所述第一业务报文；
若所述主用尾节点可达，则在所述第一节点为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述
第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。
- 25 5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾
节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业
务报文，包括：
若所述第一节点与所述主用尾节点直连，所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述
第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；
30 若所述第一节点与所述主用尾节点非直连，或，若所述第一节点与所述主用尾节点直连且所述主用
尾节点可达，则在所述第一节点为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头
的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。
6. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述第一节点为所述主用尾节点或所述备用尾节
点时，所述转发所述第一业务报文的步骤，包括：
35 剥离所述第一业务报文的外层封装，得到原始报文；
转发所述原始报文。
7. 根据权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，
所述预设标记位被置为第一值，所述第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主
用 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID；
40 所述预设标记位被置为第二值，所述第一 SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为所述主用
SID。
8. 根据权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一值为 1 或 0。
9. 根据权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一 SRH 扩展头还包括标志位字段，

所述标志位字段中的一标志位为所述预设标记位。

10. 一种节点保护装置，其特征在于，所述装置应用于第一节点，包括：

获取模块，用于获取第一业务报文，所述第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位，所述第一 SID 列表包括用于转发所述第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第一 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；

转发模块，用于转发所述第一业务报文。

11. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，当所述第一节点为所述主用路径上的源节点时，所述获取模块，具体用于：

接收客户边缘设备发送的原始报文；

当所述主用尾节点具有备用尾节点时，将所述原始报文封装为所述第一业务报文。

12. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，当所述第一节点为所述主用路径上除所述主用尾节点外的端节点或中转节点时，所述获取模块，具体用于：

接收第二节点发送的第二业务报文，所述第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头，所述第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和所述预设标记位，所述预设标记位被置为第一值，指示所述第二 SRH 扩展头内携带所述备份 SID；

根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态，以及所述第二 SID 列表，更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址，得到所述第一业务报文。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述获取模块，具体用于：

若所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；

若所述主用尾节点可达，则在所述第一节点为端节点的情况下，在所述第一节点为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。

14. 根据权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述获取模块，具体用于：

若所述第一节点与所述主用尾节点直连，所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达，则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID，得到所述第一业务报文；

若所述第一节点与所述主用尾节点非直连，或，若所述第一节点与所述主用尾节点直连且所述主用尾节点可达，则在所述第一节点为端节点的情况下，根据所述第二 SID 列表，将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID，得到所述第一业务报文。

15. 根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，当所述第一节点为所述主用尾节点或所述备用尾节点时，所述转发模块，具体用于剥离所述第一业务报文的外层封装，得到原始报文；转发所述原始报文。

16. 根据权利要求 10-15 任一项所述的装置，其特征在于，

所述预设标记位被置为第一值，所述第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主用 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID；

所述预设标记位被置为第二值，所述第一 SID 列表中包括的最后一个元素中封装的 SID 为所述主用 SID。

17. 根据权利要求 10-15 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一值为 1 或 0。

18. 根据权利要求 10-15 任一项所述的装置，其特征在于，所述第一 SRH 扩展头还包括标志位字段，所述标志位字段中的一标志位为所述预设标记位。

19. 一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括：

处理器；收发器；以及

机器可读存储介质, 所述机器可读存储介质存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令; 所述机器可执行指令促使所述处理器执行以下步骤:

获取第一业务报文, 所述第一业务报文的第一 SRH 扩展头包括第一 SID 列表和预设标记位, 所述第一 SID 列表包括用于转发所述第一业务报文的主用路径上的主用尾节点的主用 SID 以及备用尾节点的备份 SID, 所述预设标记位被置为第一值, 指示所述第一 SRH 扩展头内携带所述备份 SID;

5

转发所述第一业务报文。

20. 根据权利要求 19 所述的电子设备, 其特征在于, 所述电子设备为所述主用路径上的源节点时, 所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤:

接收客户边缘设备发送的原始报文;

10

当所述主用尾节点具有备用尾节点时, 将所述原始报文封装为所述第一业务报文。

21. 根据权利要求 19 所述的电子设备, 其特征在于, 当所述电子设备为所述主用路径上除所述主用尾节点外的端节点或中转节点时, 所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤:

接收第二节点发送的第二业务报文, 所述第二业务报文包括第一 IPv6 基本头和第二 SRH 扩展头, 所述第二 SRH 扩展头包括第二 SID 列表和所述预设标记位, 所述预设标记位被置为第一值, 指示所述第二 SRH 扩展头内携带所述备份 SID;

15

根据所述主用尾节点的节点状态和所述备用尾节点的节点状态, 以及所述第二 SID 列表, 更新所述第一 IPv6 基本头中的目的地址, 得到所述第一业务报文。

22. 根据权利要求 21 所述的电子设备, 其特征在于, 所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤:

20

若所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达, 则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID, 得到所述第一业务报文;

若所述主用尾节点可达, 则在所述电子设备为端节点的情况下, 根据所述第二 SID 列表, 将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID, 得到所述第一业务报文。

23. 根据权利要求 22 所述的电子设备, 其特征在于, 所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤:

25

若所述电子设备与所述主用尾节点直连, 所述主用尾节点不可达且所述备用尾节点可达, 则将所述第一 IPv6 基本头中的目的地址更新为所述备份 SID, 得到所述第一业务报文;

若所述电子设备与所述主用尾节点非直连, 或, 若所述电子设备与所述主用尾节点直连且所述主用尾节点可达, 则在所述电子设备为端节点的情况下, 根据所述第二 SID 列表, 将所述第一 IPv6 基本头的目的地址更新为下一跳端节点的 SID, 得到所述第一业务报文。

30

24. 根据权利要求 19 所述的电子设备, 其特征在于, 当所述电子设备为所述主用尾节点或所述备用尾节点时, 所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤:

剥离所述第一业务报文的外层封装, 得到原始报文; 转发所述原始报文。

25. 根据权利要求 19-24 任一项所述的电子设备, 其特征在于,

35

所述预设标记位被置为第一值, 所述第一 SID 列表包括的倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主用 SID, 最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID;

所述预设标记位被置为第二值, 所述第一 SID 列表包括的最后一个元素中封装的 SID 为所述主用 SID。

26. 根据权利要求 19-24 任一项所述的电子设备, 其特征在于, 所述第一值为 1 或 0。

40

27. 根据权利要求 19-24 任一项所述的电子设备, 其特征在于, 所述第一 SRH 扩展头还包括标志位字段, 所述标志位字段中的一标志位为所述预设标记位。

28. 一种机器可读存储介质, 其特征在于, 存储有机器可执行指令, 在被处理器调用和执行时, 所述机器可执行指令促使所述处理器: 实现权利要求 1-9 任一所述的方法步骤。