

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。

5

背景技术

交互式多媒体服务应用，例如，基于网际协议的语音通话（Voice over Internet Protocol, VoIP），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。

10

发明内容

有鉴于此，本申请提供了一种节点保护方法、装置、电子设备及介质，用以降低链路或节点发生故障时的业务时延。具体技术方案如下：

15

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，所述方法包括：

接收第二节点发送的获取第一业务报文，所述第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，所述 IPv6 头包括目的地址，所述 SRH 包括 SID 列表，所述 SID 列表包括备份 SID 以及用于转发所述第一业务报文的主路径上端节点的 SID；

20

向所述备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，所述第二业务报文包括所述目的地址，所述目的地址为所述备份 SID，所述目的地址为在确定每个端节点的 SID 指所述主路径上示的每个端节点均为不可达端节点且所述备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

25

在一种可能的实现方式中，所述 SRH 还包括 SL；在所述获取第一业务报文之后，所述方法还包括：

根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID；

30

若所述第一 SID 指示的端节点不可达，则将所述第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID 的过程，直至从所述 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

35

若所述可达端节点的第一 SID 为所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述备份 SID，得到所述第二业务报文；

若所述可达端节点的第一 SID 不是所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文，向所述第一 SID 指示的端节点转发所述第三业务报文。

在一种可能的实现方式中，在所述获取第一业务报文之后，所述方法还包括：

若所述目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除所述 IPv6 头和所述 SRH，

- 2 -

得到第四业务报文；

转发所述第四业务报文。

在一种可能的实现方式中，所述备份 SID 指示的端节点为用于转发所述第一业务报文的备份路径上的尾节点；或者，

- 5 所述备份 SID 指示的端节点为第二节点，所述第一节点与所述第二节点之间具有 BE 路径。

在一种可能的实现方式中，所述 SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID。

- 10 在一种可能的实现方式中，当所述第一节点为源节点时，所述获取第一业务报文，包括：

接收第五业务报文；

若所述第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且所述 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在所述第五业务报文的外层封装所述 IPv6 头以及所述 SRH，得到所述第一业务报文。

- 15 第二方面，本申请提供一种节点保护装置，所述装置应用于第一节点，所述装置包括：
获取模块，用于获取第一业务报文，所述第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，所述 IPv6 头包括目的地址，所述 SRH 包括 SID 列表，所述 SID 列表包括备份 SID 以及用于转发所述第一业务报文的主路径上端节点的 SID；

- 20 发送模块，用于向所述备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，所述第二业务报文包括所述目的地址，所述目的地址为所述备份 SID，所述目的地址为在确定所述主路径上的每个端节点均为不可达端节点且所述备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

在一种可能的实现方式中，所述 SRH 还包括 SL；所述装置还包括修改模块；

- 25 所述获取模块，还用于根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID；若所述第一 SID 指示的端节点不可达，则将所述第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID 的过程，直至从所述 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

所述修改模块，用于若所述可达端节点的第一 SID 为所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述备份 SID，得到所述第二业务报文；

- 30 所述修改模块，还用于若所述可达端节点的第一 SID 不是所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文；

所述发送模块，还用于向所述第一 SID 指示的端节点转发所述第三业务报文。

在一种可能的实现方式中，所述装置还包括：

- 35 删除模块，用于若所述目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除所述 IPv6 头和所述 SRH，得到第四业务报文；

所述发送模块，还用于转发所述第四业务报文。

在一种可能的实现方式中，所述备份 SID 指示的端节点为用于转发所述第一业务报文

的备份路径上的尾节点；或者，

所述备份 SID 指示的端节点为第二节点，所述第一节点与所述第二节点之间具有 BE 路径。

5 在一种可能的实现方式中，所述 SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID。

在一种可能的实现方式中，当所述第一节点为源节点时，所述获取模块，具体用于：
接收第五业务报文；

10 若所述第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且所述 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在所述第五业务报文的外层封装所述 IPv6 头以及所述 SRH，得到所述第一业务报文。

第三方面，本申请提供一种电子设备，所述电子设备包括：

处理器；

收发器；

15 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，所述第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，所述 IPv6 头包括目的地址，所述 SRH 包括 SID 列表，所述 SID 列表包括备份 SID 以及用于转发所述第一业务报文的主路径上端节点的 SID；

20 向所述备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，所述第二业务报文包括所述目的地址，所述目的地址为所述备份 SID，所述目的地址为在确定所述主路径上的每个端节点均为不可达端节点且所述备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

在一种可能的实现方式中，所述 SRH 还包括 SL；所述机器可执行指令还促使所述处理器执行以下步骤：

25 根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID；

若所述第一 SID 指示的端节点不可达，则将所述第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID 的过程，直至从所述 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

30 若所述可达端节点的第一 SID 为所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述备份 SID，得到所述第二业务报文；

若所述可达端节点的第一 SID 不是所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文，向所述第一 SID 指示的端节点转发所述第三业务报文。

在一种可能的实现方式中，所述机器可执行指令还促使所述处理器执行以下步骤：

35 若所述目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除所述 IPv6 头和所述 SRH，得到第四业务报文；

转发所述第四业务报文。

在一种可能的实现方式中，所述备份 SID 指示的端节点为用于转发所述第一业务报文的备份路径上的尾节点；或者，

所述备份 SID 指示的端节点为第二节点，所述第一节点与所述第二节点之间具有 BE 路径。

5 在一种可能的实现方式中，所述 SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID。

在一种可能的实现方式中，当所述电子设备为源节点时，所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

接收第五业务报文；

10 若所述第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且所述 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在所述第五业务报文的外层封装所述 IPv6 头以及所述 SRH，得到所述第一业务报文。

第四方面，本申请实施例提供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：上述第一方面所述的方法。

15 第五方面，本申请实施例提供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第一方面所述的方法。

采用上述技术方案，第一节点获取到第一业务报文后，在确定主路径上的每个端节点均为不可达端节点，且备份 SID 指示的端节点为可达端节点的情况下，可以将第二业务报文转发给备份 SID 指示的端节点。也就是说，在主路径中的节点发生故障或者节点间的链路发生故障的情况下，无需先丢包，然后由备份路径重新传输业务报文，而是可以由主路径上的第一节点向备份 SID 指示的端节点转发第一业务报文，从而可以降低因节点或链路故障导致的业务时延，提升网络可靠性。

20

附图说明

25 为了更清楚地说明本发明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发明的一些实施例，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 为一种 SRv6 SID 格式的示意图；

30 图 2 为一种 SRv6 报文格式的示意图；

图 3 为一种 SRv6 报文转发过程的示例性示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种节点保护的方法的流程图；

图 5 为本申请实施例提供的一种 SRH 格式的示意图；

图 6 为本申请实施例提供的另一种节点保护的方法的流程图；

35 图 7 为本申请实施例提供的一种应用场景的示意图；

图 8 为本申请实施例提供的另一种应用场景的示意图；

图 9 为本申请实施例提供的一种节点保护装置的结构示意图；

图 10 为本申请实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案、及优点更加清楚明白，以下参照附图并举实施例，对本发明进一步详细说明。显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部
5 的实施例。基于本发明中的实施例，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，都属于本发明保护的范围。

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
10 径所要经过段（Segment）的 SID（Segment Identifier，段标识），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
15 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：

源节点：负责在 IPv6 报文的 IPv6 头中插入 SRH，或者在报文外层封装 IPv6 头并插入
20 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。

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
25 SID，则按 SRv6 SID 的指令进行处理，并更新 SRH。在后续实施例中，将 Endpoint 节点称为端节点。

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。

SRv6 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
30 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。

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。

35 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。

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 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 头、SRH 和原始报文。

5 其中，IPv6 头中包括：版本号 (Version)、流量等级 (Traffic class)、流标签 (Flow Label)、负载长度 (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)，源地址和目的地址的长度均可以为 128bits。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：

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

SRH 长度 (Hdr Ext Length)，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。

15 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。

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。

20 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。由于 SID 为 IPv6 地址的格式，所以每个 SID 均为一个 128 bits 的 IPv6 地址 (128 bits IPv6 address)。

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

25 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 IPv6 报文后，为 IPv6 报文封装 SRH 和 IPv6 头，然后根据封装的 IPv6 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。

30 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 SL=1，SRH 中封装的 SID 列表中包括 Segment List [0]=E、Segment List [1]=C。

IPv6 头中的源地址为设备 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。

35 步骤 2、设备 B 接收到报文后，根据 IPv6 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 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

-7-

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 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，检查 SRH 头中的 SL 值，发现 SL=0，则对
5 报文进行解封装，删除封装 IPv6 头和 SRH，根据原始报文的地址进行报文转发。

为了降低链路或节点发生故障时的业务时延，本申请实施例提供一种节点保护方法，该方法应用于第一节点，第一节点可以为 SRv6 TE 路径上的一个端节点，如图 4 所示，该方法包括：

10 S401、获取第一业务报文，第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，IPv6 头包括目的地址，SRH 包括 SID 列表，SID 列表包括备份 SID 以及用于转发第一业务报文的主路径上端节点的 SID。

S402、向备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，第二业务报文包括目的地址，目的地址为备份 SID。

15 其中，目的地址为在确定主路径上的每个端节点均为不可达端节点且备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

第一节点接收到第一业务报文后，可依次判断 SID 列表中的每个端节点是否可达，若确定主路径上的每个端节点均不可达，且备份 SID 指示的端节点可达，则可将第一节点的 IPv6 头中的目的地址修改为备份 SID，从而得到第二业务报文，并转发该第二业务报文。

20 采用该方法，第一节点获取到第一业务报文后，在确定主路径上的每个端节点均为不可达端节点，且备份 SID 指示的端节点为可达端节点的情况下，可以将第二业务报文转发给备份 SID 指示的端节点。也就是说，在主路径中的节点发生故障或者节点间的链路发生故障的情况下，无需先丢包，然后由备份路径重新传输业务报文，而是可以由主路径上的第一节点向备份 SID 指示的端节点转发第一业务报文，从而可以降低因节点或链路故障导
25 致的业务时延，提升网络可靠性。

在本申请实施例中，SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为备份 SID。

如图 5 所示，本申请实施例的 SRH 中，SID 列表中倒数第二个元素即 Segment List[1]位置封装的是主路径上尾节点的 SID。最后一个元素即 Segment List[0]位置封装的是备份
30 SID。SL 的初始值为 n，且 Last Entry=n。图 5 中包括的其他字段的介绍可参考上述实施例中
中对图 2 中的 SRH 的介绍。

在相关技术中，SRH 中包括主路径上端节点的 SID，本申请实施例在此基础上增加了备份 SID，可见本申请实施例只涉及到了数据转发平面的改动，未扩展控制平面的路由协议，实现较为简单，且对已有 SRv6 网络的影响较小。

35 在本申请的一些实施例中，SRH 还包括 SL，如图 6 所示，该方法包括：

S601、获取第一业务报文，第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，IPv6 头包括目的地址，SRH 包括 SID 列表，SID 列表包括备份 SID 以及用于转发第一业务报文的主路径上端

节点的 SID。

其中，S601 与 S401 相同。

S602、根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从 SID 列表中获取第一 SL 对应的第一 SID。

5 例如，若第一 SL=3，则第一 SL 对应的第一 SID 为 SRH 中 Segment List[3]位置封装的 SID3。

S603、若第一 SID 指示的端节点不可达，则将第一 SL 作为当前 SL，重复执行 S602，直至从 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止。

10 例如，若 SID3 指示的端节点不可达，则将 SL=3 作为当前 SL，从 SID 列表中获取 SL=2 对应的 Segment List[2]位置封装的 SID2；

若 SID2 指示的端节点仍不可达，则从 SID 列表中获取 SL=1 对应的 Segment List[1]位置封装的 SID1；

若 SID1 指示的端节点仍不可达，则从 SID 列表中获取 SL=0 对应的 Segment List[0]位置封装的 SID0。

15 按照上述过程，在获取到可达端节点的第一 SID 时，即可停止。

在获取到可达端节点的第一 SID 时，第一节点可将第一业务报文的目的地址修改为第一 SID，然后转发给第一 SID 指示的端节点。第一 SID 可能为备份 SID，也可能为主路径上端节点的 SID，若第一 SID 为备份 SID，则执行 S604，否则执行 S606。

20 S604、若可达端节点的第一 SID 为备份 SID，则将目的地址修改为备份 SID，得到第二业务报文。

其中，依据 SRv6 相关协议的规定，还需将 SRH 中的 SL 更新为指向该备份 SID 的值，即第二业务报文的 SRH 中的 SL=0。

25 结合 S603 中的例子，若最终确定 Segment List[0]位置封装的 SID 对应的端节点可达，则可确定第一 SID 为备份 SID，则可将第一业务报文的 IPv6 头中的目的地址修改为备份 SID，将 SL 的取值更新为 0，从而得到第二业务报文。

S605、向备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，第二业务报文包括目的地址，目的地址为备份 SID。

其中，S605 与上述 S402 相同。

30 S606、若可达端节点的第一 SID 不是备份 SID，则将目的地址修改为可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文，向第一 SID 指示的端节点转发第三业务报文。

其中，依据 SRv6 相关协议的规定，还需将 SRH 中的 SL 更新为指向该第一 SID 的值，即第三业务报文的 SRH 中的 SL 指示封装有该第一 SID 的 Segment List。

35 例如，结合 S603 中的例子，若可达端节点的第一 SID 为 SID1，则可将第一业务报文的 IPv6 头中的目的地址修改为 SID1，并将 SL 的取值更新为 1，得到第三业务报文，并转发该第三业务报文。

采用该方法，第一节点在确定下一跳端节点不可达时，可基于 SID 列表逐跳判断后续的端节点是否可达，直至获取到可达端节点的第一 SID 为止，进而可基于可达端节点的第

一 SID 修改第一业务报文，并则可向该可达端节点转发修改后的业务报文。在可达端节点不是备份 SID 的情况下，即主路径上的部分端节点故障，或者部分链路故障，第一节点可跳过故障的端节点或链路，向可达端节点转发业务报文，可以使得业务报文被及时转发。在可达端节点是备份 SID 的情况下，第一节点可以向备份 SID 指示的端节点转发修改后的业务报文，实现了在主路径故障的情况下快速进行路径切换，也能够使得业务报文被及时转发，避免出现长时间的业务时延，提高了 SRv6 网络的可靠性。

在本申请的一些实施例中，第一节点可以为主路径上的尾节点，主路径上的尾节点的 SID 被配置有指定附加行为（Flavor）。

作为示例，该指定附加行为可以称为倒数第二跳解封装（Penultimate Segment Decapsulation, PSD） Flavor，指定附加行为用于定义倒数第二跳端节点的解封装行为，该解封装行为是指去除业务报文的外层封装，并转发内层的原始报文。

第一节点获取第一业务报文后，若确定目的地址为本地被配置有指定附加行为的 SID，则删除 IPv6 头和 SRH，得到第四业务报文，并转发第四业务报文。

可以理解的是，将第一业务报文的 IPv6 头和 SRH 删除后，即可得到内层封装的原始业务报文，即第四业务报文。然后第一节点可基于路由表转发第四业务报文。

这种情况下，第一节点接收到的第一业务报文的 SL=1，目的地址与 SRH 中 Segment List[1]位置封装的 SID 相同。若第一节点接收到该第一业务报文，说明主路径不存在故障，第一节点作为尾节点可以将第一业务报文解封装后继续传输，而无需进一步根据 SID 列表转发给 SID 列表中 Segment List[0]指示的备份节点，使得第一业务报文中封装的原始业务报文可以被尽快转发至原始业务报文的地址。

在本申请实施例中，在第一节点为主路径上的中间端节点或者为尾节点的情况下，第一节点获取第一业务报文的方式为：接收第三节点发送的第一业务报文，第三节点为主路径上第一节点的上一跳节点。

在第一节点为源节点的情况下，第一节点获取第一报文的方式为：接收第五业务报文，若第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在第五业务报文的外层封装 IPv6 头以及 SRH，得到第一业务报文。

其中，源节点可以学习 SRv6 网络中各节点的路由信息，进而根据路由优选策略，确定最优路径和次优路径。可以将最优路径作为主路径，将次优路径作为备份路径，将次优路径的尾节点作为备份节点。

源节点可以在第五业务报文的外层封装 IPv6 头以及 SRH，此时，IPv6 头的源地址为源节点的地址，目的地址为主路径的 SID 列表中，位于源节点下一跳的端节点的地址。假设主路径对应的 SID 列表中包括 n 个 SID，SRH 中的 SL 值为 n，SRH 中的 Segment List[n]至 Segment List[1]为该 SID 列表中的 n 个 SID，SRH 中的 Segment List[0]为备份路径的尾节点的 SID。此时第一业务报文中 SRH 的格式可参见图 5。

在上述实施例中，备份 SID 指示的端节点为用于转发第一业务报文的备份路径上的尾节点。

以下结合具体的场景对本申请实施例提供的节点保护方法进行介绍。

如图 7 所示, 图 7 中用户边缘设备 (Customer Edge, CE) 1 至 CE2 之间存在两条 SRv6 TE 转发路径, 其中, PE1-->P1-->P2-->PE3 为主路径, PE1 为源节点, P1、P2 为中间节点, PE3 为尾节点。

5 PE2-->P3-->P4-->PE4 为备份路径, PE2 为源节点, P3、P4 为中间节点, PE4 为尾节点。

假设 PE1 的 Locator 为 A0::1, P1 的 Locator 为 A1::1, P2 的 End.X SID 为 A2::1, PE3 有 Locator A3::1 和 VPN SID A3::100, 且该 VPN SID A3::100 具有 PSD 附加行为。PE4 有 Locator 前缀 A4::1/64 和 VPN SID A4::200。

10 需要说明的是, 图 7 为一种场景的示例, 图 7 中示出的主路径和备份路径上的节点均为端节点。在实际实现中, 主路径和备份路径上还可以有中转节点。

图 7 中的各端节点均可通过泛洪的方式发布路由, 从而将自身的 SID 通告给其他端节点。源节点 PE1 可学习到 CE2 的双归属路由, 进而根据路由优选策略, 可确定出去往 CE2 的主路径和备份路径, 并将主路径上的尾节点作为主用尾节点, 将备份路径上的尾节点作为备份尾节点。正常情况下, CE1 到 CE2 的流量沿主路径 PE1-->P1-->P2-->PE3 转发, 主用尾节点为 PE3, 备用尾节点为 PE4, 且 PE3 的备份 SID 为 PE4 的 VPN SID A4::200。

当 PE1 接收到 CE1 到 CE2 的报文时, 对该报文的转发过程为:

步骤 1、PE1 确定 CE1 到 CE2 的报文需要经过 PE1-->P1-->P2-->PE3 路径转发该报文, PE1 可为该报文添加 IPv6 头和 SRH。

20 其中, IPv6 头的目的地址为 P1 的 SID, 即 A1::1。SRH 中的 segment list 为<A1::1, A2::1, A3::100, A4::200>, 即 Segment List[3]的位置为 P1 的 A1::1, Segment List[2]的位置为 P2 的 A2::1, Segment List[1]的位置为 PE3 的 A4::100, Segment List[0]的位置为 PE4 的 A4::200, SL=3。

步骤 2、PE1 根据 A1::1 将报文转发给 P1。

步骤 3、P1 根据下一个 Segment List A2::1 将报文转发给 P2。

25 步骤 4、P2 接收到目的地址为 END.X SID A2::1 的报文时, P2 可根据 END.X SID A2::1 在 P2 与 PE3 之间的链路上转发报文。此时报文的目的地址为 PE3 的 VPN SID A3::100。

步骤 5、PE3 收到目的地址为 VPN SID A3::100 的报文后, 确定该 VPN SID A3::100 具有 PSD 附加行为, 且根据 SL 判断出本地为倒数第二跳节点, 则执行倒数第二跳解封装和查表转发处理, 将 IPv6 头和 SRH 删除, 将内层原始业务报文转发给 CE2。

30 上述步骤 1-步骤 5 为主路径不存在故障的情况下的报文转发流程。

在 PE3 发生故障的情况下, 步骤 4 和步骤 5 可替换为:

P2 接收到目的地址为 END.X SID A2::1 的报文时, 先将报文中的 SL 减 1, 则 SL 变为 1。然后 P2 按照 SL=1 从 Segment List 中获取下一个 Segment List[1], 即 PE3 的 SID。按 Segment List[1]的 SID 查转发信息库 (Forward Information dataBase, FIB) 转发表, 发现到 PE3 的路由不可达, 则依次进行如下处理:

将 SL 减 1, 即当前 SL 变为 0;

将报文的 IPv6 头中的目的地址修改为当前 SL 指向的 Segment List[0], 即 PE4 的

A4::200;

使用新的目的地址查找 FIB 转发表, 获取出接口和下一跳信息;

根据出接口和下一跳信息, 将报文转发到 PE4。

- 5 进而, PE4 接收到报文后, 确定 SL=0, 且目的地址为自身的 VPN SID, 则可将报文的 IPv6 头和 SRH 删除, 并将内层原始业务报文转发给 CE2。

另外, 在中间节点发生故障的情况下, 假设 P2 发生故障, 则步骤 3 至步骤 5 可替换为:

- 10 P1 接收到目的地址为 A1::1 的报文, 先将报文中的 SL 减 1, 则 SL 变为 2。然后 P1 按照 SL=2 从 Segment List 中获取下一个 Segment List[2], 即 P2 的 SID。按 Segment List[2] 的 SID 查 FIB 转发表, 发现到 P2 的路由不可达, 则依次进行如下处理:

将 SL 减 1, 即当前 SL 变为 1;

用当前 SL=1 指向的 Segment List[1] (即 PE3 的 SID) 查找 FIB 转发表。

若确定到 PE3 的路由不可达, 则再次将 SL 减 1, 即当前 SL 变为 0。

- 15 用当前 SL=0 指向的 Segment List[0] (即 PE4 的 SID) 查找 FIB 转发表, 若确定到 PE4 的路由可达, 则将报文的 IPv6 头中的目的地址修改为 PE4 的 SID, 即 A4::200;

然后使用新的目的地址查找 FIB 转发表, 获取出接口和下一跳信息;

根据出接口和下一跳信息, 将报文转发到 PE4。

- 20 进而, PE4 接收到报文后, 确定 SL=0, 且目的地址为自身的 VPN SID, 则可将报文的 IPv6 头和 SRH 删除, 并将内层原始业务报文转发给 CE2, 从而使得原始业务报文进入 CE2 所在的 VPN 私网。

可见, 无论是尾节点发生故障还是中间节点发生故障, 均可实现快速的路径切换, 使得报文被转发到可达的端节点, 可以提升 SRv6 的网络性能。

在本申请实施例的另一场景中, 还可实现 SRv6 的关键转发路径故障后的逃生功能。

- 25 源节点在接收到上述第五业务报文后, 若确定第五业务报文的目的地址匹配的路由表的下一跳为 SRv6 策略, 还需判断该 SRv6 策略包括的主路径的尾节点是否具有备份节点, 在该场景中, 备份节点可以为一台逃生设备。

相应地, 上述实施例中 SID 列表中包括的备份 SID 指示的端节点为第二节点, 第一节点与第二节点之间具有尽力而为 (Best-effort, BE) 路径。其中, 第二节点也可称为逃生设备, 即主路径中的节点发生故障时, 可通过逃生设备实现报文转发。

- 30 如图 8 所示, 图 8 为该场景的一种示例, CE1 至 CE2 之间存在 IPv6 承载网内转发路径 PE1-->P1-->P2-->PE2, PE1 为源节点, P1、P2 为中间节点, PE2 为尾节点。PE2 的 SID 具有 PSD Flavor。

IPv6 承载网还部署有一台公共的逃生设备 PE3, PE1、P1、P2 与 PE3 之间均具有 BE 路径, BE 路径可作为备份路径。

- 35 PE1 接收到 CE1 到 CE2 的报文时, 可为该报文添加 IPv6 头和 SRH。

其中, IPv6 头的目的地址为 P1 的 SID, SRH 中的 Segment List[3]的位置为 P1 的 SID, Segment List[2]的位置为 P2 的 SID, Segment List[1]的位置为 PE2 的 SID, Segment List[0]

的位置为 PE3 的 SID。

正常情况下，该报文通过 PE1-->P1-->P2-->PE2 转发，PE2 接收到该报文后，确定报文的地址为自身的 SID，且该 SID 被配置有 PSD Flavor，则将该报文的 IPv6 头和 SRH 删除，将内层原始业务报文发送给 CE2。

- 5 若 PE1 与 PE2 之间发生故障，例如 P2 故障，P1 接收到报文后，若确定 P2 和 PE2 均不可达，则可将报文的地址修改为 PE3 的 SID，并将 SL 更新为 0，基于 BE 路径将修改后的报文转发给 PE3。

PE3 接收到报文后，确定目的地址为自身的 SID，且 SL=0，则可将报文的 IPv6 头和 SRH 删除，并将内层原始业务报文转发给 CE2。

- 10 通过上述方法，在报文不具有备份的 SRv6 TE 转发路径的情况下，还可基于 BE 转发方式将报文转发给逃生设备，由逃生设备将报文转发给 CE，进一步降低了节点或链路故障情况下的业务时延，提高了 SRv6 网络的可靠性。

对应于上述方法实施例，本申请实施例还提供一种节点保护装置，该装置应用于第一节点，如图 9 所示，该装置包括：

- 15 获取模块 901，用于获取第一业务报文，第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，IPv6 头包括目的地址，SRH 包括 SID 列表，SID 列表包括备份 SID 以及用于转发第一业务报文的主路径上端节点的 SID；

- 发送模块 902，用于向备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，第二业务报文包括目的地址，目的地址为备份 SID，目的地址为在确定主路径上的每个端节点均为不可达端节点且备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

在一种实现方式中，SRH 还包括 SL；该装置还包括修改模块；

- 获取模块 901，还用于根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从 SID 列表中获取第一 SL 对应的第一 SID；若第一 SID 指示的端节点不可达，则将第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从 SID 列表中获取第一 SL 对应的第一 SID 的过程，直至从 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

修改模块，用于若可达端节点的第一 SID 为备份 SID，则将目的地址修改为备份 SID，得到第二业务报文；

修改模块，还用于若可达端节点的第一 SID 不是备份 SID，则将目的地址修改为可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文；

- 30 发送模块 902，还用于向第一 SID 指示的端节点转发第三业务报文。

在一种实现方式中，该装置还包括：

删除模块，用于若目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除 IPv6 头和 SRH，得到第四业务报文；

发送模块 902，还用于转发第四业务报文。

- 35 在一种实现方式中，备份 SID 指示的端节点为用于转发第一业务报文的备份路径上的尾节点；或者，

备份 SID 指示的端节点为第二节点，第一节点与第二节点之间具有 BE 路径。

— 13 —

在一种实现方式中，SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为备份 SID。

在一种实现方式中，当第一节点为源节点时，获取模块 901，具体用于：

接收第五业务报文；

- 5 若第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在第五业务报文的外层封装 IPv6 头以及 SRH，得到第一业务报文。

对应于上述方法实施例，本申请实施例还提供一种电子设备，该电子设备可以为第一节点，如图 10 所示，该电子设备包括：

- 10 包括处理器 1001、机器可读存储介质 1002 和收发器 1004。机器可读存储介质 1002 存储有能够被处理器 1001 执行的机器可执行指令；机器可执行指令促使处理器 1001 执行以下步骤：

获取第一业务报文，第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，IPv6 头包括目的地址，SRH 包括 SID 列表，SID 列表包括备份 SID 以及用于转发第一业务报文的主路径上端节点的 SID；

- 15 向备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，第二业务报文包括目的地址，目的地址为备份 SID，目的地址为在确定主路径上的每个端节点均为不可达端节点且备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

在一种实现方式中，SRH 还包括 SL；机器可执行指令促使处理器 1001 执行以下步骤：

根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从 SID 列表中获取第一 SL 对应的第一 SID；

- 20 若第一 SID 指示的端节点不可达，则将第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从 SID 列表中获取第一 SL 对应的第一 SID 的过程，直至从 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

若可达端节点的第一 SID 为备份 SID，则将目的地址修改为备份 SID，得到第二业务报文；

- 25 若可达端节点的第一 SID 不是备份 SID，则将目的地址修改为可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文，向第一 SID 指示的端节点转发第三业务报文。

在一种实现方式中，机器可执行指令促使处理器 1001 执行以下步骤：

若目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除 IPv6 头和 SRH，得到第四业务报文；

- 30 转发第四业务报文。

在一种实现方式中，备份 SID 指示的端节点为用于转发第一业务报文的备份路径上的尾节点；或者，

备份 SID 指示的端节点为第二节点，第一节点与第二节点之间具有 BE 路径。

- 35 在一种实现方式中，SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为备份 SID。

在一种实现方式中，当电子设备为源节点时，机器可执行指令促使处理器 1001 执行以下步骤：

接收第五业务报文；

若第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在第五业务报文的外层封装 IPv6 头以及 SRH，得到第一业务报文。

如图 10 所示，该电子设备还可以包括通信总线 1003。处理器 1001、机器可读存储介质 1002 及收发器 1004 之间通过通信总线 1003 完成相互间的通信，通信总线 1003 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 1004 可以为无线通信模块，收发器 1004 在处理器 1001 的控制下，与其他设备进行数据交互。

机器可读存储介质 1002 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 1002 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 1001 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。

基于同一种发明构思，本申请实施例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。处理器被机器可执行指令促使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。

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”或者其任何其他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。

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，对于段标识确定装置、设备及机器可读存储介质。机器可读存储介质实施例而言，由于其基本相似于段标识确定方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见段标识确定方法实施例的部分说明即可。

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

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，所述方法包括：
获取第一业务报文，所述第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，所述 IPv6 头包括目的地
地址，所述 SRH 包括 SID 列表，所述 SID 列表包括备份 SID 以及用于转发所述第一业务
5 报文的主路径上端节点的 SID；
向所述备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，所述第二业务报文包括所述目的地
地址，所述目的地地址为所述备份 SID，所述目的地地址为在确定所述主路径上的每个端节点均
为不可达端节点且所述备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。
- 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述 SRH 还包括 SL；在所述获取第一
10 业务报文之后，所述方法还包括：
根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应
的第一 SID；
若所述第一 SID 指示的端节点不可达，则将所述第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据
当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID
15 的过程，直至从所述 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；
若所述可达端节点的第一 SID 为所述备份 SID，则将所述目的地地址修改为所述备份
SID，得到所述第二业务报文；
若所述可达端节点的第一 SID 不是所述备份 SID，则将所述目的地地址修改为所述可达
端节点的第一 SID，得到第三业务报文，向所述第一 SID 指示的端节点转发所述第三业务
20 报文。
- 3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述获取第一业务报文之后，所述方
法还包括：
若所述目的地地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除所述 IPv6 头和所述 SRH，得
到第四业务报文；
25 转发所述第四业务报文。
- 4、根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，
所述备份 SID 指示的端节点为用于转发所述第一业务报文的备份路径上的尾节点；或
者，
所述备份 SID 指示的端节点为第二节点，所述第一节点与所述第二节点之间具有 BE
30 路径。
- 5、根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，
所述 SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主路径上的尾节点的 SID，最后
一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID。
- 6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，当所述第一节点为源节点时，所述获取
35 第一业务报文，包括：
接收第五业务报文；
若所述第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且所述 SRv6 策略包括主

路径和备份路径，则在所述第五业务报文的外层封装所述 IPv6 头以及所述 SRH，得到所述第一业务报文。

7、一种节点保护装置，其特征在于，所述装置应用于第一节点，所述装置包括：

获取模块，用于获取第一业务报文，所述第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，所述
5 IPv6 头包括目的地址，所述 SRH 包括 SID 列表，所述 SID 列表包括备份 SID 以及用于转发所述第一业务报文的主路径上端节点的 SID；

发送模块，用于向所述备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，所述第二业务报文包括所述目的地址，所述目的地址为所述备份 SID，所述目的地址为在确定所述主路径上的每个端节点均为不可达端节点且所述备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

10 8、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述 SRH 还包括 SL；所述装置还包括修改模块；

所述获取模块，还用于根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID；若所述第一 SID 指示的端节点不可达，则将所述第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中
15 获取所述第一 SL 对应的第一 SID 的过程，直至从所述 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

所述修改模块，用于若所述可达端节点的第一 SID 为所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述备份 SID，得到所述第二业务报文；

所述修改模块，还用于若所述可达端节点的第一 SID 不是所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文；
20

所述发送模块，还用于向所述第一 SID 指示的端节点转发所述第三业务报文。

9、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

删除模块，用于若所述目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除所述 IPv6 头和所述 SRH，得到第四业务报文；

25 所述发送模块，还用于转发所述第四业务报文。

10、根据权利要求 7-9 任一项所述的装置，其特征在于，

所述备份 SID 指示的端节点为用于转发所述第一业务报文的备份路径上的尾节点；或者，

所述备份 SID 指示的端节点为第二节点，所述第一节点与所述第二节点之间具有 BE
30 路径。

11、根据权利要求 7-9 任一项所述的装置，其特征在于，

所述 SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主路径上的尾节点的 SID，最后一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID。

12、根据权利要求 7 所述的装置，其特征在于，当所述第一节点为源节点时，所述获取模块，具体用于：
35

接收第五业务报文；

若所述第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且所述 SRv6 策略包括主

路径和备份路径，则在所述第五业务报文的外层封装所述 IPv6 头以及所述 SRH，得到所述第一业务报文。

13、一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括：

处理器；

5 收发器；

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，所述第一业务报文包括 IPv6 头以及 SRH，所述 IPv6 头包括目的地址，所述 SRH 包括 SID 列表，所述 SID 列表包括备份 SID 以及用于转发所述第一业务
10 报文的主路径上端节点的 SID；

向所述备份 SID 指示的端节点转发第二业务报文，所述第二业务报文包括所述目的地址，所述目的地址为所述备份 SID，所述目的地址为在确定所述主路径上的每个端节点均为不可达端节点且所述备份 SID 指示的端节点为可达端节点后修改。

14、根据权利要求 13 所述的电子设备，其特征在于，所述 SRH 还包括 SL；所述机器
15 可执行指令还促使所述处理器执行以下步骤：

根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID；

若所述第一 SID 指示的端节点不可达，则将所述第一 SL 作为当前 SL，重复执行根据当前 SL 与固定值的差值得到第一 SL，从所述 SID 列表中获取所述第一 SL 对应的第一 SID
20 的过程，直至从所述 SID 列表中获取可达端节点的第一 SID 为止；

若所述可达端节点的第一 SID 为所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述备份 SID，得到所述第二业务报文；

若所述可达端节点的第一 SID 不是所述备份 SID，则将所述目的地址修改为所述可达端节点的第一 SID，得到第三业务报文，向所述第一 SID 指示的端节点转发所述第三业务
25 报文。

15、根据权利要求 13 所述的电子设备，其特征在于，所述机器可执行指令还促使所述处理器执行以下步骤：

若所述目的地址为被配置有指定附加行为的 SID，则删除所述 IPv6 头和所述 SRH，得到第四业务报文；

30 转发所述第四业务报文。

16、根据权利要求 13-15 任一项所述的电子设备，其特征在于，

所述备份 SID 指示的端节点为用于转发所述第一业务报文的备份路径上的尾节点；或者，

所述备份 SID 指示的端节点为第二节点，所述第一节点与所述第二节点之间具有 BE
35 路径。

17、根据权利要求 13-15 任一项所述的电子设备，其特征在于，

所述 SID 列表中倒数第二个元素中封装的 SID 为所述主路径上的尾节点的 SID，最后

一个元素中封装的 SID 为所述备份 SID。

18、根据权利要求 13 所述的电子设备，其特征在于，当所述电子设备为源节点时，所述机器可执行指令具体促使所述处理器执行以下步骤：

接收第五业务报文；

- 5 若所述第五业务报文匹配的路由表项的下一跳为 SRv6 策略，且所述 SRv6 策略包括主路径和备份路径，则在所述第五业务报文的外层封装所述 IPv6 头以及所述 SRH，得到所述第一业务报文。

19、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 1-6 任一所述的方法步骤。