

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 8 月 6 日 (06.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/156105 A1

(51) 国际专利分类号:

H04L 12/741 (2013.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2020/071570

(22) 国际申请日:

2020 年 1 月 11 日 (11.01.2020)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201910094301.8 2019 年 1 月 30 日 (30.01.2019) CN

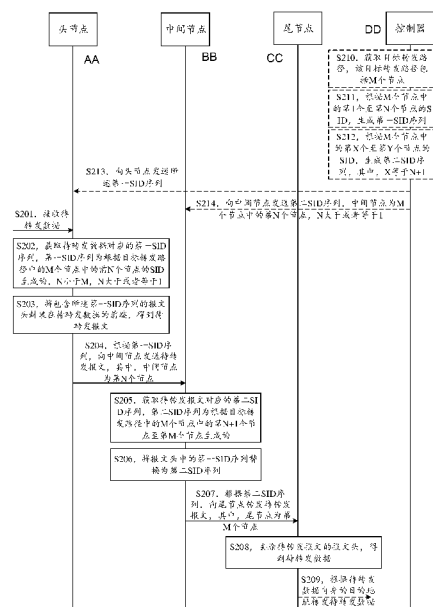
(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 张永康 (ZHANG, Yongkang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘世兴 (LIU, Shixing); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 徐新海 (XU, Xinhai); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: DATA FORWARDING METHOD AND RELATED DEVICE

(54) 发明名称: 数据转发方法及相关装置



AA Head node
BB Middle node
CC Tail node
DD Controller
S201 Receiving data to be forwarded
S202 Acquiring a first SID sequence corresponding to the data to be forwarded, wherein the first SID sequence is generated according to the SID of the first N nodes of M nodes in a target forwarding path, N is less than M, and is greater than or equal to 1
S203 Encapsulating a packet header containing the first SID sequence at the front end of the data to be forwarded to obtain a packet to be forwarded
S204 Sending the packet to be forwarded to the middle node according to the first SID sequence, wherein, the middle node is the Nth node
S205 Acquiring a second SID sequence corresponding to the packet to be forwarded, the second SID sequence is generated according to the N+1th to Mth node of the M nodes in the target forwarding path
S206 Replacing the first SID sequence in the packet header with the second SID sequence
S207 Forwarding the packet to be forwarded to the tail node according to the second SID sequence, wherein, the tail node is the Mth node
S208 Removing the packet header of the packet to be forwarded to obtain the data to be forwarded
S209 Forwarding the data to be forwarded according to the own destination address of the data to be forwarded
S210 Acquiring the target forwarding path, which comprises M nodes
S211 Generating the first SID sequence according to the SID of the 1st to Nth node of the M nodes
S212 Generating the second SID sequence according to the SID of the Xth to Yth node of the M nodes, wherein, X is equal to N+1
S213 Sending the first SID sequence to the head node
S214 Sending the second SID sequence to the middle node, the middle node is the Nth node of the M nodes, and N is greater than or equal to 1

图 2

(57) Abstract: The present application provides a data forwarding method and a related device, wherein the method comprises: acquiring, by a head node, data to be forwarded; acquiring a first segment identification SID sequence corresponding to the data to be forwarded, wherein the first SID sequence is generated according to the SID of some nodes in a target forwarding path; encapsulating a packet header containing the first SID sequence at a front end of the data to be forwarded to obtain a packet to be forwarded; sending the packet to be forwarded according to the first SID sequence; wherein, the target forwarding path comprises M nodes, the first SID

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

sequence is generated according to the first N nodes of the M nodes, and the first SID sequence is replaced with a second SID sequence at the middle node, the second SID sequence is generated according to the Xth to Yth nodes of the M nodes, wherein, M is greater than N, N is greater than or equal to 1, X is greater than or equal to N, and Y is equal to or less than M. The technical solution of the present application can solve the problem that data information cannot be transmitted normally in a data transmission network because the target forwarding path is too long.

(57) 摘要: 本申请提供一种数据转发方法及相关装置, 该方法包括: 头节点获取待转发数据; 获取待转发数据对应的第一段标识SID序列, 第一SID序列为根据目标转发路径中的部分节点的SID生成的; 将包含第一SID序列的报文头封装在待转发数据的前端, 得到待转发报文; 根据第一SID序列, 发送待转发报文; 其中, 目标转发路径包括M个节点, 第一SID序列为根据M个节点中的前N个节点生成的, 第一SID序列在中间节点被替换为第二SID序列, 第二SID序列为根据所述M个节点中的第X个至第Y个节点生成的, 其中, M大于N, N大于或者等于1, X大于或者等于N, Y小于或者等于M。本申请提供的技术方案能够解决由于目标转发路径过长导致数据信息在数据传输网络中无法正常传输的问题。

数据转发方法及相关装置

本申请要求了 2019 年 1 月 30 日提交的，申请号为 201910094301.8，发明名称为“数据转发方法及相关装置”的中国申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及数据通信技术领域，特别涉及数据转发方法及相关装置。

背景技术

随着数据通信技术的飞速发展，越来越多的用户通过连接到数据传输网络实现海量数据信息的交互。

数据信息由用户的终端设备发送至数据传输网络的接入设备，再经由接入设备传输到数据传输网络的骨干网络。在数据信息转发的过程中，数据传输网络需要根据数据信息的业务需求，确定数据信息的目标转发路径。数据传输网络为了控制数据信息按照目标转发路径转发，需要在控制的起始节点，可称为头节点，为数据信息封装报文头，其中携带目标转发路径。

由于业务需求的飞速发展，目标转发路径的长度可能大于数据传输网络中的设备支持的最大路径，进而可能导致数据信息在数据传输网络中无法正常传输。

发明内容

本申请提供了一种数据转发方法及相关装置，用于解决由于目标转发路径过长导致数据信息在数据传输网络中无法正常传输的问题。

第一方面，本申请提供一种数据转发方法，所述方法包括：

头节点获取待转发数据；

头节点获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列，所述第一 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；

头节点将包含所述第一 SID 序列的报文头封装在所述待转发数据的前端，得到待转发报文；

头节点根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的前 N 个节点生成的，所述第一 SID 序列在中间节点被替换为第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点生成的，其中，M 大于 N，N 大于或者等于 1，X 大于或者等于 N，Y 小于或者等于 M。

在本申请提供的技术方案中，通过将目标转发路径涉及的 M 个节点划分为至少两段子路径，头节点添加到待转发数据中的前端的 SID 序列为根据 M 个节点中的部分节点生成的，第一段子路径包含前 N 个节点。从而可以缩短数据传输网络中的设备传输需要支持的最大 SID 个数，进而能够确保目标转发路径较长时数据的正常传输。

在一种可能的实现方式中，在获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列之前，所述方法包括：所述头节点接收控制器发送的 SR policy，所述 SR policy 包括所述第一 SID 序列；所述获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列，包括：所述头节点根据所述待转发数据的业务属性，获取所述待转发数据对应的 SR policy；并将所述 SR policy 中包含的 SID 序列，

确定为所述待转发数据对应的所述第一 SID 序列。

在一种可能的实现方式中，所述获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列，包括：所述头节点获取所述头节点自身的 SID，读取其中的功能 function 字段和参数 Argument 字段，所述 function 字段用于指示将包含第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端，所述 Argument 字段用于指示所述第一 SID 序列。

在一种可能的实现方式中，所述头节点与 DCN 的入口边缘节点通过基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述 DCN 的入口边缘节点、所述 DCN 中的至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述 DCN 的入口边缘节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为根据所述 DCN 中的至少一个 SF 和所述 DCN 的出口边缘节点生成的；所述第一 SID 序列用于在所述 DCN 的入口边缘节点替换为所述第二 SID 序列；

所述根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述第一 SID 序列，通过所述基础转发网络向所述 DCN 的入口边缘节点发送所述待转发报文。

在本申请中，通过将分段 SID 序列中的第一 SID 序列中仅包含 DCN 中的边缘节点的方式，能够避免 DCN 网络内部节点的 SID 暴露于基础转发网络中，从而可以将本申请提供的数据转发方法应用于电信云网络等场景。

在一种可能的实现方式中所述头节点与 DCN 中的第一 DCN 子网的入口边缘节点通过基础转发网络中的第一基础转发网络连接；所述第一 DCN 子网的出口边缘节点与所述 DCN 中的第二 DCN 子网的入口边缘节点通过所述基础转发网络中的第二基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述第一 DCN 子网的入口边缘节点、所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点、所述第二 DCN 子网的入口边缘节点、所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网的入口边缘节点的 SID 生成的；所述第一 SID 序列在所述第一 DCN 子网的入口边缘节点被替换为所述第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 和所述第一 DCN 子网的出口边缘节点生成的；所述第二 SID 序列用于在所述第一 DCN 子网的出口边缘节点替换为第三 SID 序列，所述第三 SID 序列为根据所述第二 DCN 子网的入口边缘节点生成的；

所述根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述第一 SID 序列，通过所述第一基础转发网络向所述第一 DCN 子网的入口边缘节点发送所述待转发报文。

在一种可能的实现方式中所述头节点为 PRE-AGG，所述第一 DCN 子网为 EDC 网络，所述第二 DCN 子网为 RDC 网络，所述 EDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 PE-AGG，所述 RDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 DCGW；示例性地，所述 EDC 网络的入口边缘节点的 SID 和出口边缘节点的 SID 分别为 PE-AGG 的 SID1 和 SID2，所述 RDC 网络的入口边缘节点的 SID 和出口边缘节点的 SID 分别为 DCGW 的 SID1 和 SID2。

在一种可能的实现方式中所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点为电信云网络中的 SF 节点；

所述第一基础转发网络为 Metro 网络，所述第二基础转发网络为 Core 网络。

在一种可能的实现方式中所述目标转发路径中的第 M 个节点为所述待转发数据对应的 VPN 业务的目标节点；

所述将包含所述第一 SID 序列的报文头，封装在所述待转发数据的前端，包括：

将包含所述目标节点的 SID 的内层报文头，封装在所述待转发数据的前端；

将包含所述第一 SID 序列的外层报文头，封装在所述内层报文头的前端；

将具有所述外层报文头和所述内层报文头的待转发数据作为所述待转发报文；

所述根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述外层报文头中的所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文。

在一种可能的实现方式中，所述待转发报文为 SRv6 报文。

第二方面，本申请提供一种数据转发方法，所述方法包括：

中间节点接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第一 SID 序列；

中间节点获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列；

中间节点将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列；

中间节点根据所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文；

其中，所述第一 SID 序列和所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点的 SID 生成，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Y+1 个节点至第 Z 个节点的 SID 生成，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 大于或者等于 X，所述 Z 小于或者等于 M。

在一种可能的实现方式中，所述待转发报文为 SRv6 报文。

在一种可能的实现方式中，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 Y 个节点。

在一种可能的实现方式中，在获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列之前，所述方法包括：

所述中间节点接收控制器发送的 SR policy，所述 SR policy 包括所述第二 SID 序列；

所述获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列，包括：在所述第一 SID 序列中的 Active SID 为所述中间节点的 SID 时，所述中间节点获取操作指令，所述操作指令用于指示所述中间节点将所述待转发报文中的所述第一 SID 序列替换为所述 SR policy 中包含的所述第二 SID 序列；所述中间节点将所述操作指令对应的所述 SR policy 中包含的所述第二 SID 序列确定为所述待转发报文对应的所述第二 SID 序列；

所述将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列，包括：根据所述操作指令的指示，将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列。

在一种可能的实现方式中，所述获取所述待转发数据对应的第二 SID 序列，包括：所述中间节点获取所述中间节点自身的 SID，读取其中的功能 function 字段和参数 Argument 字段，所述 function 字段用于指示将所述第一 SID 序列替换为第二 SID 序列，所述 Argument 字段用于指示所述第二 SID 序列。

在一种可能的实现方式中，所述中间节点为 DCN 的入口边缘节点，所述中间节点与基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述 DCN 的入口边缘节点、所述 DCN 中的至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述 DCN 的入口边缘节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为根据所述 DCN 中至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点的 SID 生成的；

所述中间节点接收待转发报文，包括：所述中间节点通过基础转发网络接收头节点发送的所述待转发报文；

所述根据所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述第二 SID 序列，通过所

述 DCN 的内部节点向所述 DCN 的至少一个 SF 节点中的第一个 SF 节点发送所述待转发报文。
在一种可能的实现方式中,所述中间节点为 DCN 中的第一 DCN 子网的出口边缘节点,所述第一 DCN 子网的出口边缘节点与所述 DCN 中的第二 DCN 子网的入口边缘节点通过基础转发网络连接;

所述目标转发路径包括:所述第一 DCN 子网的入口边缘节点、所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点、所述第二 DCN 子网的入口边缘节点、所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点;

所述第一 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点生成的;

所述第二 SID 序列为根据所述第二 DCN 子网的入口边缘节点生成的;或者,所述第二 SID 序列为根据所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点生成的;

所述中间节点接收待转发报文,包括:所述中间节点通过所述第一 DCN 子网的内部节点,接收所述第一 DCN 子网中所述至少一个 SF 节点中的最后一个 SF 节点发送的所述待转发报文;

所述根据所述第二 SID 序列,发送所述待转发报文,包括:根据所述第二 SID 序列,通过所述基础转发网络向所述第二 DCN 子网的入口边缘节点发送所述待转发报文。

在一种可能的实现方式中,所述第一 DCN 子网为 EDC 网络,所述第二 DCN 子网为 RDC 网络,所述 EDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 PE-AGG,所述 RDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 DCGW;所述 EDC 网络的入口边缘节点的 SID 和出口边缘节点的 SID 分别为 PE-AGG 的 SID1 和 SID2,所述 RDC 网络的入口边缘节点的 SID 和出口边缘节点的 SID 分别为 DCGW 的 SID1 和 SID2。

在一种可能的实现方式中,所述 EDC 网络中的至少一个 SF 节点和所述 RDC 网络中的至少一个 SF 节点为电信云网络中的 SF 节点。

在一种可能的实现方式中,所述 Z 小于 M;

所述目标转发路径中的第 M 个节点为所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点的 SID;

所述待转发报文具有外层报文头和内层报文头,其中,

所述外层报文头封装在所述内层报文头的前端;

所述外层报文头包含所述第一 SID 序列,所述内层报文头包含所述 VPN 业务的目标节点;

所述将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列,包括:将所述外层报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列;

所述根据所述第二 SID 序列,发送所述待转发报文,包括:根据所述外层报文头中的所述第二 SID 序列,发送所述待转发报文。

第三方面,本申请提供一种数据转发方法,所述方法包括:

尾节点接收待转发报文,所述待转发报文的报文头包含第二 SID 序列,所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的;

尾节点去除所述待转发报文的报文头,得到待转发数据;

尾节点根据所述待转发数据的目的地址转发所述待转发数据;

其中,所述目标转发路径包括 M 个节点,所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Z 个节点至第 M 个节点的 SID 生成的;所述第二 SID 序列为在中间节点替换第一 SID 序列得到的,所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点生成的,所述 Z 大于 1

且小于或等于 M，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 小于或者等于 Z，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID。

第四方面，本申请提供一种数据转发方法，其特征在于，所述方法包括：

尾节点接收待转发报文，所述待转发报文包括外层报文头和内层报文头，所述外层报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的，所述内层报文头包含所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点的 SID；

尾节点去除所述待转发报文的外层报文头，得到待转发报文；

尾节点向所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点转发所述去除外层报文头后的待转发报文；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 M-1 个节点的 SID 生成的；所述 X 大于 1，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID；所述 VPN 业务的目标节点为所述第 M 个节点。

第五方面，本申请提供一种数据转发方法，所述方法包括：

控制器获取目标转发路径，所述目标转发路径包括 M 个节点；

控制器根据所述 M 个节点中的第 1 个至第 N 个节点的 SID，生成第一 SID 序列；

控制器根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点的 SID，生成第二 SID 序列；

控制器向头节点发送所述第一 SID 序列；

控制器向中间节点发送所述第二 SID 序列；

其中，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 N 个节点，N 大于或者等于 1，X 等于 N 或 N+1，Y 小于或者等于 M；

所述头节点用于将包含所述第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端，生成待转发报文，并根据所述第一 SID 序列向所述中间节点发送所述待转发报文；

所述中间节点用于将所述待转发报文的报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列，并根据第二 SID 序列转发所述待转发报文。

在一种可能的实现方式中，所述向头节点发送所述第一 SID 序列，包括：向所述头节点发送 SR policy1，所述 SR policy1 包含所述第一 SID 序列；

所述向中间节点发送所述第二 SID 序列，包括：向所述中间节点发送 SR policy2，所述 SR policy2 包含所述第二 SID 序列。

在一种可能的实现方式中，所述 Y 小于 M，第 M 个节点为 VPN 业务的目标节点；所述方法还包括：

将所述 VPN 业务的目标节点发送给所述头节点；所述头节点还用于将包含所述 VPN 业务的目标节点的内层报文头封装在所述待转发数据的前端，以及，将包含所述第一 SID 序列的外层报文头封装在所述内层报文头的前端，生成待转发报文，并根据所述外层报文头中的第一 SID 序列向所述中间节点发送所述待转发报文。

在一种可能的实现方式中，所述控制器为 DCN 中的 DCN controller。

第六方面，本申请提供一种数据转发系统，所述系统包括：

头节点，所述头节点用于执行第一方面所述的数据转发方法；

至少一个中间节点，所述中间节点用于执行权利要求第二方面所述的数据转发方法。

在一种可能的实现方式中，所述系统还包括尾节点，所述尾节点用于执行第三方面或第四方面所述的数据转发方法。其中，所述头节点可以为 PE-AGG，所述中间节点可以为 PRE-AGG 或

者 DCGW, 所述尾节点可以为 DCGW。

在一种可能的实现方式中, 所述系统还包括控制器, 所述控制器用于执行第五方面所述的数据转发方法。其中, 控制器可以为 DCN controller。

第七方面, 本申请提供一种数据转发装置, 应用于网络系统, 所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点, 所述装置位于头节点, 包括:

接收模块, 用于接收待转发数据;

处理模块, 用于获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列, 所述第一 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的; 以及将包含所述第一 SID 序列的报文头, 封装在所述待转发数据的前端, 得到待转发报文;

发送模块, 用于根据所述第一 SID 序列, 发送所述待转发报文; 其中, 所述目标转发路径包括 M 个节点, 所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的前 N 个节点生成, 所述第一 SID 序列在中间节点被替换为第二 SID 序列, 所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点生成的, 其中, M 大于 N, N 大于或者等于 1, X 大于或者等于 N, Y 小于或者等于 M。

第八方面, 本申请提供一种数据转发装置, 应用于网络系统, 所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点, 所述装置位于中间节点, 包括:

接收模块, 用于接收待转发报文, 所述待转发报文的报文头包含第一 SID 序列;

处理模块, 用于获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列; 以及, 将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列;

发送模块, 用于根据所述第二 SID 序列, 发送所述待转发报文; 其中, 所述第一 SID 序列和所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的; 所述目标转发路径包括 M 个节点, 所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点的 SID 生成, 所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Y+1 个节点至第 Z 个节点的 SID 生成, 所述 X 大于或者等于 1, 所述 Y 大于或者等于 X, 所述 Z 小于或者等于 M。

第九方面, 本申请提供一种数据转发装置, 应用于网络系统, 所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点, 所述装置位于尾节点, 包括:

接收模块, 用于接收待转发报文, 所述待转发报文的报文头包含第二 SID 序列, 所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的;

处理模块, 用于去除所述待转发报文的报文头, 得到待转发数据;

发送模块, 用于根据所述待转发数据自身的目的地址转发所述待转发数据;

其中, 所述目标转发路径包括 M 个节点, 所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Z 个节点至第 M 个节点的 SID 生成的; 所述第二 SID 序列为在中间节点替换第一 SID 序列得到的, 所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点生成的, 所述 Z 大于 1 且小于或等于 M, 所述 X 大于或者等于 1, 所述 Y 小于或者等于 Z, 所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID。

第十方面, 本申请提供一种数据转发装置, 应用于网络系统, 所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点, 所述装置位于尾节点, 包括:

接收模块, 用于接收待转发报文, 所述待转发报文包括外层报文头和内层报文头, 所述外层报文头包含第二 SID 序列, 所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的, 所述内层报文头包含所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点的 SID;

处理模块，用于去除所述待转发报文的外层报文头，得到待转发报文；

发送模块，用于向所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点转发所述去除外层报文头后的待转发报文；其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 M-1 个节点的 SID 生成的；所述 X 大于 1，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID；所述 VPN 业务的目标节点为所述第 M 个节点。

第十一方面，本申请提供一种数据转发装置，应用于网络系统，所述网络系统包括头节点、中间节点、尾节点和控制器，所述装置位于控制器，包括：

接收模块，用于获取目标转发路径，所述目标转发路径包括 M 个节点；

处理模块，用于根据所述 M 个节点中的第 1 个至第 N 个节点的 SID，生成第一 SID 序列；以及，根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点的 SID，生成第二 SID 序列；

发送模块，用于向头节点发送所述第一 SID 序列；以及，向中间节点发送所述第二 SID 序列；其中，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 N 个节点，N 大于或者等于 1，X 等于 N 或者 N+1，Y 小于或者等于 M；

在一种可能的实现方式中，所述头节点用于将所述第一 SID 序列作为报文头中的目的地址，将所述报文头封装在待转发数据的前端，生成待转发报文，并根据所述目的地址向所述中间节点发送所述待转发报文；所述中间节点用于将所述待转发报文的报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列，并根据替换后的报文头中的目的地址转发所述待转发报文。

示例性地，该数据转发装置可以位于控制器侧。

第十二方面，本申请提供一种节点设备，包括：

一个或多个处理器；

存储装置，用于存储一个或多个程序；

当一个或多个程序被一个或多个处理器执行，使得一个或多个处理器实现如上述第一方面中的数据转发方法，或者，如上述第二方面中的数据转发方法，或者，如上述第三方面中的数据转发方法，或者，如上述第四方面中的数据转发方法。

在一种可能的实现方式中，节点设备可以为 PRE-AGG，该节点设备可以执行上述第一方面中的数据转发方法。

在一种可能的实现方式中，节点设备可以为 PE-AGG，该节点设备可以执行上述第二方面中的数据转发方法，或者，第一方面中的数据转发方法。

在一种可能的实现方式中，节点设备可以为 DCGW，该节点设备可以执行上述第二方面中的数据转发方法，和/或，第三方面中的数据转发方法，或者，该节点设备可以执行上述第一方面中的数据转发方法和第三方面中的数据转发方法。

第十三方面，本申请提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有指令，当指令在计算机上运行时，用于执行上述第一方面至第四方面中任一方面中的数据转发方法。

第十四方面，本申请提供一种计算机程序，当计算机程序被计算机执行时，用于执行上述第一方面至第四方面中任一方面中的数据转发方法。

附图说明

图 1 为一种网络架构的示意图一；

图 2 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图一；

图 3 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图二；

图 4 为一种网络架构的示意图二；

图 5 为一种网络架构的示意图三；

图 6 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图三；

图 7 为一种网络架构的示意图四；

图 8 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图四；

图 9 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于一种业务场景的网络架构的示意图；

图 10 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于一种业务场景的处理流程的总体框架示意图；

图 11 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于业务场景的处理流程图一；

图 12 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于业务场景的处理流程图二；

图 13 为本申请实施例提供的数据转发装置的结构示意图；

图 14 为本申请实施例提供的节点设备的结构示意图。

具体实施方式

本申请的实施方式部分使用的术语仅用于对本申请的具体实施例进行解释，而非旨在限定本申请。

本申请提供的技术方案用于实现在数据传输网络中按照预设的目标转发路径传输待转发数据的控制过程。在本申请中，数据传输网络可以由若干节点组成，目标转发路径可以定义为由至少两个节点的节点标识组成的节点标识的序列。

本申请提供的数据转发方法可以应用于多种网络架构，下面分别结合各种网络架构对本申请提供的数据转发方法的技术方案和技术效果进行说明。

图 1 为一种网络架构的示意图一。如图 1 所示，在该网络架构中，数据传输网络可包括头节点、尾节点、中间节点和其他节点。其中，头节点可以为控制待转发数据按照目标转发路径转发过程的起始节点，尾节点可以为控制过程的结束节点，中间节点可以为目标转发路径中的节点，其他节点可以位于传输网络中的其他位置，例如，其他节点可以位于头节点之前、尾节点之后、中间节点之间等。目标转发路径可以包括至少一个中间节点，目标转发路径中的各个中间节点可以相邻也可以通过其他节点连接。目标转发路径还可以包括一个或多个其他节点。在本申请实施例中，目标转发路径可以不包含头节点，也可以包含头节点。

基于图 1 所示的网络架构，为了实现控制待转发数据按目标转发路径转发，在一种控制方式中，当待转发数据到达头节点时，头节点可对待转发数据进行预处理，将包含目标转发路径的报文头封装在待转发数据的前端，得到待转发报文，该目标转发路径可用于指示数据传输网络中的节点按照报文头中的目标转发路径对应的节点序列将待转发数据转发至尾节点，在尾节点中可以对报文进行解除控制的处理，将包含目标转发路径的报文头从待转发报文中去除，得到待转发数据。之后，待转发数据可以按照待转发数据自身中原有的目的地址在网络中继续传输。示例性地，待转发数据可以为数据帧，如以太网帧，则待转发数据自身的目的地址可以为以太网帧中的目的 MAC 地址，又如，待转发数据可以为网络层报文，如 IP 报文，则待转发数据自身的目的地址可以为 IP 报文中的目的 IP 地址。

在实际应用中，国际互联网工程任务组（The Internet Engineering Task Force, IETF）中的网络中的源包路由（Source Packet Routing in Networking, SPRING）工作组（WorkGroup, WG）定义的段路由（Segment Routing, SR）技术可用于实现上述控制方式。

SR 本身是一种基于源路由转发模式的隧道技术。对于传输网络中的一条 SR 隧道来说, SR 隧道的入口节点和出口节点可以分别视为上述控制方式中的头节点和尾节点。SR 隧道可以对应上述控制方式中由至少两个节点组成的目标转发路径, SR 的一个基本设计思想是: 只需要在头节点维护每流 (per-flow) 状态, 不需在中间节点和尾节点维护 per-flow 状态。每流状态用于 SR 隧道对每个业务流进行资源预留, 如预留一定的带宽。

在 SR 技术中, 节点的标识可以用段标识 (Segment Identifier, SID) 表示。SID 可以是一种具有拓扑或者业务语义的指令。SR 隧道对应的目标转发路径可以根据至少两个节点的 SID 生成, 例如, 目标转发路径可以为至少两个节点的 SID 按照预设的转发顺序依次排列组成。举例来说, 图 1 所示的数据传输网络中的头节点、中间节点 1、中间节点 2、中间节点 3、尾节点的标识可以分别为 SID1、SID2、SID3、SID4、SID5, 在一示例中, 若待转发数据必须经过中间节点 1、中间节点 2、中间节点 3 传输至尾节点, 则对应的目标转发路径可表示为 {SID2;SID3;SID4;SID5}, 在另一示例中, 若待转发数据必须经过中间节点 1、中间节点 3 传输至尾节点, 则对应的目标转发路径可以表示为 {SID2;SID3;SID4;SID5}。

在 SR 技术中, SR 的数据面可以基于多协议标签交换 (Multi-Protocol Label Switching, MPLS), 也可以基于 IPv6, 分别称为使用 MPLS 作为数据面的段路由 (SR MPLS) 和使用 IPv6 作为数据面的段路由 (Segment Routing based IPv6 data plane, SRv6)。在采用 SRv6 技术实现上述控制方式时, 可以将目标转发路径中的节点的 SID 按照业务需求组成 SID 序列 (SID list), 用以指示采用 SRv6 作为数据面的方式定义的 SRv6 隧道的转发路径。每个 SID 序列可以包括至少一个 SID。对于 SRv6 而言, SID 在形式上是 16-bits 的 IPv6 地址, SID 包括寻址 (Locator)、功能 (Function)、操作参数 (Argument) 三部分。表 1 为 SRv6 报文中的 SID 的结构的一种示意。

表 1

SRv6 报文的 SID (共 16-bits)		
Locator	Function	Argument

其中, Locator 可用于寻址, 即与路由相关, Function 可用于指定与 SID 相关的功能, 如拓扑功能或者业务功能, Argument 为可选参数, 可用于指定执行 Function 相关操作的参数。Function 和 Argument 可以为用于实现 SRv6 的网络编程功能的网络编程参数。在后面将对网络编程功能进行说明。

需要说明的是, 对采用 SRv6 方式定义的 SRv6 隧道可以使用常规 IPv6 中的 traceroute 功能对 SRv6 隧道进行路径检测, 也就是说, SID 需要支持在除了转发路径中的中间节点之外的普通节点被按照普通 IPv6 地址进行路由转发, 在一示例中, SID 中的 Locator 部分可以在普通节点的路由表中匹配到一个网段地址, 则普通节点可以按照网络地址对应的下一跳地址转发该报文。此外, SRv6 的报文头中的 SID list 在 SRv6 中的某些特殊节点需要支持报文头的修改操作。

在 SR 技术中, 对于 SRv6 类型的报文 (以下简称 SRv6 报文), IETF 6man WG 定义可以使用 IPv6 段路由头 (Segment Routing Header, SRH) 携带 SID list, 用来指定 IPv6 报文的转发路径。SRH 可以为 Routing Type=4 的 IPv6 的路由头 (Routing Header), 示例性的, SRH 对应的 IE 的名称可以为 draft-ietf-6man-segment-routing-header-14。SRH 可以采用宽松源路由模式, 即不要求转发路径上的每一跳都支持和解析 SRH, 也不要求 SRH 中的 SID list 包含转发路径上的每一跳节点, 在一示例中, SRH 中的 SID list 可以只包含一个节点。在一

些场景中, SRv6 的隧道报文中甚至可以不包含 SRH 字段, 示例性地, 当需要添加的 SID list 只包含一个节点的 SID 时, 可以将该节点的 SID 添加至待转发报文的目的地址字段。

在 SR 技术中, 在利用 SR 隧道实现按照目标转发路径转发数据之前, 需要先建立 SR 隧道, 即分配各个节点的 SID 以及确定目标转发路径对应的 SID list。SR 隧道的建立 SID list 可以通过显示候选路径 (Explicit candidate path)、动态候选路径 (Dynamic candidate path) 两种方式指定。在一示例中, 可以由数据传输网络的控制器为各个节点分配 SID。在另一示例中, 可以为到达头节点的各种待转发数据, 规划目标转发路径。

在 SR 技术中, 在按照 SRv6 方式定义的 SRv6 隧道转发数据的过程中, SRv6 报文在数据传输网络中可能经过的节点可以被划分成以下几种设备角色 (device role) 的类型。

非 SRv6 节点 (Non-SRv6 node): 不支持或未使能 SRv6 功能的节点, 这类节点只能进行普通 IPv6 报文的转发。例如, 该类型的节点不支持按照报文头的 SRH 字段中携带的 SID list 转发报文, 又如, 该类型的节点仅支持对待转发的报文的目的地址中的 IP 地址为本地 (Native) IPv6 报文的转发。

转发节点 (Transit node): 已使能 SRv6 功能的节点, 该类节点上的我的本地 SID 表 (My Local SID table) 中未安装 SRv6 报文的活跃 SID (Active SID)。需要说明的是, 一个节点上的 My Local SID Table 中配置的 SID 为该节点所具有的 SID。一个 SRv6 报文的 Active SID 为 SRv6 报文携带的 SID list 中的一个 SID, Active SID 用于表示 SRv6 报文当前期望到达的目的节点。若某个节点接收到 SRv6 报文时, SRv6 报文的报文头中携带的 SID list 中的 Active SID 不是本节点所具有的 SID (即未安装 SRv6 报文的 Active SID) 时, 该节点需要按照 Active SID 指示的目的节点继续转发该 SRv6 报文, 此时, 该节点所起的作用仅仅是转发该报文, 而不进行特殊的处理, 则该节点的角色就是转发节点。

绑定段标识节点 (Binding Segment Identifier node, BSID node): 已使能 SRv6 功能的节点, 同时, 通过 BSID 机制 (draft-ietf-spring-segment-routing-policy-01), 将流量引入一个新的 SR 策略 (SR policy) 的节点。也就是说, BSID 节点可以是配置了 SR policy 的节点。

端点节点 (Endpoint node): 已使能 SRv6 功能的节点, 且该节点上的 My Local SID table 中已安装 SRv6 报文的 Active SID。需要说明的是, 若某个节点接收到 SRv6 报文时, SRv6 报文的报文头中携带的 SID list 中的 Active SID 是本节点所具有的 SID (即该节点上已安装 SRv6 报文的 Active SID) 时, 该节点需要将 SRv6 报文携带的 SID list 中当前被标识为 Active SID 的下一个 SID 标识为新的 Active SID, 之后, 当前节点按照新的 Active SID 指示的目的节点继续转发该 SRv6 报文, 此时, 该节点的角色就是端点节点。也就是说, 端点节点可以是目标转发路径对应的 SID list 中的节点。

需要说明的是, My Local SID Table 用于实现 SRv6 的网络编程功能, 这张表维护 Endpoint node 的本节点所具有的所有 local SID (由该节点分配和解释的 SID)。根据 draft-filsfils-spring-srv6-network-programming-05 的说明, My Local SID table 中的 SID 必须显式配置生成。

可以看出, 上述这几种设备角色 (device role) 是基于转发流程中 Active SID 与 My Local SID table 的匹配情况划分的。

待转发数据在 SRv6 隧道中的转发过程可以包括:

头节点 (可视为 BSID 节点) 将流量引流至 SR policy, 其中, 头节点根据 SR policy 的

当前激活候选路径 (active Candidate path), 获得所指定路径对应的 SID list, 然后, 头节点将包含 SID list 的报文头封装在待转发数据的前端, 得到封装好的待转发报文, 其中, SID list 中的第一个 SID 被指示为 Active SID, 然后将 Active SID 作为目的地址 (Destination Address, DA), 向下游设备转发该待转发报文。在 SRv6 隧道中转发 SRv6 报文的任意时刻, SRv6 报文的 SID list 中只有一个活跃 SID (Active SID), Active SID 用于标识下一跳节点的 SID。中间节点在接收到 SRv6 报文时, 根据 Active SID (即 IPv6 DA), 查询 My Local SID table, 如果存在匹配表项 (即 Active SID 为中间节点自身所具有的 SID), 根据所命中的 local SID 表项所关联的功能 (Function) 进行相关处理。在完成相关处理后, 中间节点更新 SID list 中的 Active SID (例如, 将 SID list 中当前 Active SID 后的下一个 SID 指示为新的 Active SID), 之后, 中间节点按照更新的 Active SID 所指示的目的节点, 向下游节点转发该 SRv6 报文, 当 SRv6 报文被转发至尾节点 (尾节点的 SID 与 Active SID 相同, 且是 SID list 中的最后一个 SID) 时, 尾节点可以去除封装在待转发数据前端的报文头。头节点与尾节点之间可以经过一个或多个中间节点 (每个中间节点可视为端点节点), 头节点与中间节点之间可以经过一个或多个其他节点 (可以视为非 SRv6 节点或者转发节点), 中间节点和尾节点之间也可以经过一个或多个其他节点 (可以视为非 SRv6 节点或者转发节点)。

需要说明的是, 在 SR 技术中, 采用 SRv6 方式定义的 SR 隧道技术除了具备 SR 的通用特点之外, 采用 SRv6 方式定义的 SR 隧道技术与采用 MPLS 方式定义的 SR 隧道技术的不同之处在于, 采用 SRv6 方式定义的隧道技术支持网络编程。利用网络编程, 采用 SRv6 方式定义的隧道技术具有非常强大的可扩展能力。

在 SR 技术中, SID 中的 Function 和 Argument 可以作为支持网络编程功能的网络编程参数。网络编程参数可以用于指示采用 SRv6 方式定义的隧道中的节点按照网络编程参数对应的功能 (function) 对报文进行处理。SR 技术支持定义多种类型的 Function。

举例来说, End 功能 (End Function) 可以用于实现端点节点更新 Active SID 以及指示端点节点根据更新后的 Active SID 转发 SRv6 报文的处理步骤。示例性地, End Function 中可以包含以下处理逻辑:

1. IF NH=SRH and SL>0
2. decrement SL
3. update the IPv6 DA with SRH[SL] //更新 IPv6 目的地址 (Destination Address, DA)
4. FIB lookup on the update DA //根据更新后的 DA 转发
5. forward accordingly to the matched entry
6. ELSE
7. drop the packet

从逻辑上讲, 其他 Function 都可以是 End Function 的变种。需要说明的是, SRv6 的网络编程的优势在于 Function 允许多种扩展形式, 举例来说, SRv6 的网络编程功能允许符合逻辑的“任意”形式的扩展。

又如, 在上述待转发数据在 SRv6 隧道中的转发过程中, 传输网络中的头节点可以为 BSID 节点, SRv6 报文中携带的网络编程参数可用于指示 BSID 节点根据 SRv6 报文对应的 SR 策略 (SR policy) 对 SRv6 进行预处理, 如, 可以根据 SR policy 对应的 SID list 生成包含 SID list 的报文头, 并封装在待转发数据的前端, 得到待转发的 SRv6 报文。

此外，支持网络编程的 SRv6 技术还可以适用于多种应用场景，例如，可实现边界网关协议（Border Gateway Protocol, BGP）或者基于 SR 的三层 VPN 业务（SR L3VPN）或者基于以太网 VPN 业务的二层 VPN 业务（EVPN L2VPN）或者基于以太网 VPN 业务的三层 VPN 业务（EVPN L3VPN）或者业务链（Service Function Chain, SFC）等报文转发的控制方式。在一示例中，可以将报文按照 SR L3VPN 定义转发时所对应的转发路径，作为 SID list，在 SRv6 隧道的头节点添加到报文头中。

在本申请其他实施例中，网络编程对应的 IE 名称可以为 draft-filsfils-spring-srv6-network-programming-05。

还需要说明的是，在 SR 技术中，为了屏蔽部分网络的拓扑细节、以及规避硬件芯片 MSD 规格不足的问题，可以利用 BSID 技术来将流量引流（steer）至 SR policy。BSID 节点被定义为 SR 隧道中具有特殊功能的节点。BSID 节点中可以预先设置了一个或多个 SR policy，每个 SR policy 可以对应一个 SID list。结合上述转发流程来说，头节点被赋予 BSID 节点的角色，头节点可以预先接收一个 SR policy，其中包含一个目标转发路径，该 SR policy 可以是网络中控制器设备下发的。BSID 节点可以将包含该 SID list 的报文头封装在待转发数据的前端，生成待转发报文。示例性地，SID list 可以位于 SRH 字段或者目的地址字段。

在采用前面所述的控制方式中，头节点封装在待转发数据前端的 SID list 为根据完整目标转发路径中必须经过的所有节点的 SID 生成，在必须经过的节点的数量较多时，SID list 的长度将非常长。例如，完整的目标转发路径可以包括中间节点 1、中间节点 2、中间节点 3、……中间节点 19、尾节点，各个节点的 SID 组成的 SID list 可以为 {SID2;SID3;SID4;……SID20;SID21; }，这就要求数据传输网络中的 BSID 节点和端点节点需要支持 SID list 的长度为 20。可见，上述控制方式的实现对数据传输网络中的设备需要支持的 SID 的最大深度（Maximum SID Depth, MSD）提出了较高的要求。在一些场景中，由于数据传输网络中的一些低端设备自身支持的 MSD 小于一些业务场景所需的 SID list 的长度时，将导致无法沿着完整的目标转发路径转发数据。

为解决上述问题，本申请实施例提供下面的数据转发方法。

图 2 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图一。本申请实施例涉及头节点、中间节点、尾节点等。

下面以图 1 所示数据传输网络为例进行说明，目标转发路径可以包括中间节点 1、中间节点 2、中间节点 3 和尾节点，由这些节点组成的目标转发路径对应的 SID list 为 {SID2;SID3;SID4; SID5;}。

为了使得需要添加到待转发数据或者待转发报文中的 SID 序列的长度较短，在一示例中，在头节点收到待转发数据之前，在控制层面，网络中的控制器可以将目标转发路径划分为若干段。以划分为 2 段为例，目标转发路径对应的 SID list 可以划分为第一 SID 序列和第二 SID 序列。之后，控制器可以将第一 SID 序列下发给头节点，并将第二 SID 序列下发给第一 SID 序列中的最后一个节点。在图 2 所示交互流程中的中间节点可以为第一 SID 序列中的最后一个节点。之后，在转发层（也可称为数据层），头节点、中间节点和尾节点可以按照下面的步骤实施。如图 2 所示，本申请实施例的步骤包括：

S201，头节点接收待转发数据。

其中，待转发数据可以为数据帧或者 IP 报文。示例性地，数据帧可以是以太（Ethernet）帧。待转发数据可以携带所请求的业务类型信息、与业务相关的参数信息等业务属性。如，

请求访问服务器上的视频文件以及文件名称等。在一示例中，头节点可以从其他节点接收待转发数据。

S202，头节点获取待转发数据对应的第一 SID 序列，第一 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的前 N 个节点的 SID 生成的，N 小于 M，N 大于或者等于 1。

其中，头节点可以根据待转发数据的业务属性，获取待转发数据对应的 SR policy 1；并将 SR policy 1 中包含的 SID 序列，确定为待转发数据对应的所述第一 SID 序列。需要说明的是，从业务的角度来说，不同的业务属性可以对应不同的目标转发路径，控制器可以预先规划各种业务属性对应的目标转发路径，并对长度较长的目标转发路径进行分段，然后将一个目标转发路径分段后的 SID 序列分别通过不同的 SR policy 下发至头节点以及对应的其他中间节点上。头节点可以存储 SR policy 与业务属性的对应关系，并在接收到待转发数据时，根据待转发数据中携带的业务属性获取对应的 SR policy。

在本申请中，若 N 等于 1，第一 SID 序列为根据目标转发路径中的第 1 个节点的 SID 生成，即第一 SID 序列可以包括目标转发路径中的第一个节点的 SID；若 N 大于 1，第一 SID 序列为根据目标转发路径中的第 1 个至第 N 个节点的 SID 生成，即第一 SID 序列可以包括第 1 个至第 N 个节点的 SID。

S203，头节点将包含第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端，得到待转发报文。

其中，封装后的待转发报文可以包括报文头和待转发数据两个部分。其中，报文头中包含第一 SID 序列。需要说明的是，将报文头封装在待转发数据的前端是指封装在待转发数据的外侧，而非待转发数据的内部。表 2 为封装后的待转发报文的一种示意。

表 2

待转发报文	
添加的报文头	待转发数据

在本申请的一种实施方式中，当第一 SID 序列仅包含一个 SID 时，可以直接将该 SID 作为报文头中的目的地址，并将报文头封装在待转发数据的前端，在另一种实施方式中，当第一 SID 序列包括两个及以上 SID 时，可以将该 SID 序列添加到报文头中的 SRH 字段，并将封装有 SRH 字段的报文头封装在待转发数据的前端。在本申请中，头节点将包含任一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端时，以及中间节点替换 SID 序列时均可以采用上述两个实施方式。S204，头节点根据第一 SID 序列，向中间节点发送待转发报文，其中，中间节点为第 N 个节点。

在本申请中，当报文头中的 SID 序列仅包含一个 SID 时，该 SID 可以位于报文头中的目的地址，则头节点可以根据报文头中的目的地址，向中间节点发送待转发数据。当报文头中的 SID 序列包含至少两个 SID 时，SID 序列被添加至报文头中的 SRH 字段，头节点需要设置 SID 序列中的尚未到达的第一个 SID 为 Active SID，并将该 Active SID 设置为报文头中的目的地址，用于指示待转发报文的下一跳地址。

S205，中间节点获取待转发报文对应的第二 SID 序列，第二 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的第 N+1 个节点至第 M 个节点生成的。

其中，中间节点接收到待转发报文时，待转发报文中的第一 SID 序列中的 Active SID 为中间节点的 SID，中间节点可以获取 Active SID 匹配的操作指令，该操作指令用于指示中间节点将待转发报文中的第一 SID 序列替换为 SR policy2 中包含的第二 SID 序列；中间节点

将操作指令对应的 SR policy2 中包含的第二 SID 序列确定为待转发报文对应的第二 SID 序列。

需要说明的是，操作指令可以是 Active SID 在 My Local SID Table 中匹配到的处理步骤，如 SID 对应的 operation，也可以是 Active SID 的 Function 字段、Argument 字段所指示的处理步骤。

S206，中间节点将报文头中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列。

在本申请中，中间节点将报文头中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列可以包括两种方式。

在一种实施方式中，中间节点可以将接收到的待转发数据的报文头完整地替换为新的报文头，例如，可以先对原有报文头进行剥离，再封装新的报文头，其中，新的报文头中的包含第二 SID 序列，若第二 SID 序列仅包含一个 SID，新的报文头中的第二 SID 序列可以位于新的报文头中的目的地址，若第二 SID 序列包含两个及以上 SID，新的报文头中的第二 SID 序列可以位于新的报文头中的 SRH 字段中，并将下一跳节点的 SID 设置为 ActiveSID，同时将 Active SID 设置为报文头中的目的地址，新的报文头中的其他字段可以根据原有报文头中的字段的值填充或者根据业务实际的转发场景的需求生成。示例性地，报文头中还可以包括源地址、流标签等字段，可以根据 DCGW 的实际情况，按照 DCGW 的本地策略拷贝或设置为新的值。

在另一种实施方式中，中间节点也可以只替换待转发报文中的 SID 序列，当头节点中的第一 SID 序列位于报文头中的目的地址时，中间节点将第二 SID 序列添加到待转发报文的报文头中的 SRH 字段中，并将下一跳节点的 SID 设置为 Active SID，并将 Active SID 设置为报文头中的目的地址，当头节点中的第一 SID 序列位于报文头中的 SRH 字段时，中间节点可以将原有报文头中的 SRH 字段中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列，并将下一跳节点的 SID 设置为 Active SID，并将 Active SID 设置为报文头中的目的地址。

S207，中间节点根据第二 SID 序列，向尾节点转发待转发报文，其中，尾节点为第 M 个节点。

其中，中间节点按照第二 SID 序列指示的节点序列转发报文，并最终转发至尾节点。需要说明的是，在本申请各个实施例中，中间节点为 ActiveSID 时，需要将下一个未到达的 SID 设置为 Active SID，并将 Active SID 设置为报文头中的目的地址，以指示待转发报文的下一跳地址。

S208，尾节点去除待转发报文的报文头，得到待转发数据。

在一示例中，头节点、中间节点均可以为 SRv6 隧道中的 BSID 节点。中间节点可以是 SRv6 隧道中的端点节点。尾节点可以是目标转发路径中的最后一个节点。

在本申请中，通过将目标转发路径涉及的 M 个节点划分为两段子路径，第一段子路径包含前 N 个节点，第二段子路径包含第 N+1 个节点至第 M 个节点。使得数据传输网络中的设备传输的待转发报文中的 SID 序列中的 SID 个数可以不超过单个设备的支持的 MSD 的个数。从而能够在目标转发路径较长时保证数据的正常传输。

在本申请实施例中，如图 2 所示，在 S208 之后，还可以包括 S209：

S209，尾节点根据待转发数据自身的目的地址转发待转发数据。

其中，示例性的，待转发数据可以为数据帧或者 IP 报文，待转发数据的目的地址可以为数据帧中的目的 MAC 地址或者 IP 报文中的目的 IP 地址，尾节点可以根据数据帧的目的 MAC 地址或者 IP 报文中的目的 IP 地址继续转发待转发数据。

在本申请实施例中，示例性地，如图 2 所示，在 S201 之前，数据传输网络中的控制器预先划分和下发各个分段的 SID 序列，可以包括以下步骤：

S210，控制器获取目标转发路径，该目标转发路径包括 M 个节点。

其中，控制器可以根据到达头节点的各种类型的待转发数据预先规划目标转发路径。示例性地，控制器可以为请求各种业务的待转发数据规划不同的目标转发路径，并分别对各个目标转发路径进行分段，并将分段后的目标转发路径下发至相应的头节点、中间节点。举例来说，对于请求访问互联网（Internet）的待转发数据，可以规划一条经过电信云网络的若干核心网 SF 功能节点的目标转发路径。待转发数据中可以携带标识所请求的业务为访问互联网的相关业务属性。

S211，控制器根据 M 个节点中的第 1 个至第 N 个节点的 SID，生成第一 SID 序列。

其中，在一示例中，控制器可以将中间节点 1 和中间节点 2 的 SID 作为第一 SID 序列，将中间节点 3 和尾节点的 SID 作为第二 SID 序列，在另一示例中，控制器可以将中间节点 1 的 SID 作为第一 SID 序列，将中间节点 2、中间节点 3 和尾节点的 SID 作为第二 SID 序列。在本申请其他实施例中，目标转发路径中的 M 个节点还可以分为三段。

S212，控制器根据 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点的 SID，生成第二 SID 序列，其中，X 等于 N+1。

S213，控制器向头节点发送所述第一 SID 序列。

其中，向头节点发送第一 SID 序列，可以包括：向头节点发送 SR policy1，SR policy1 包含第一 SID 序列。

S214，控制器向中间节点发送第二 SID 序列，中间节点为 M 个节点中的第 N 个节点，N 大于或者等于 1。

其中，向中间节点发送所述第二 SID 序列，可以包括：向中间节点发送 SR policy2，SR policy2 包含第二 SID 序列。

在本申请中，对于控制器来说，第一 SID 序列的接收方应为头节点，头节点用于将包含第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端（可参看表 2 所示），生成待转发报文，并根据待转发报文的中的第一 SID 序列向中间节点发送待转发报文；第二 SID 序列的接收方应为中间节点，中间节点用于将待转发报文的报文头中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列，并根据替换后的报文头中的目的地址转发待转发报文。

在本申请其他实施例中，若划分为 3 段，即第一 SID 序列、第二 SID 序列和第三 SID 序列，则第一 SID 序列可以下发给头节点，第二 SID 序列下发给第一 SID 序列中的最后一个节点，第三 SID 序列下发给第二 SID 序列中的最后一个节点，则第二 SID 序列中的最后一个节点和第三 SID 序列中的最后一个节点可以分别为中间节点 1 和中间节点 2。

在本申请实施例中，目标转发路径还可以被划分为两段以上子路径。举例来说，数据传输网络中的中间节点可以是多个，示例性地，中间节点可以为 3 个。图 3 为本申请实施例提供的的数据转发方法的交互流程的示意图二。本申请实施例涉及头节点、中间节点 1、中间节点 2、中间节点 3、尾节点等。在一种可能的场景中，中间节点 1 和中间节点 2 之间，以及，中间节点 3 和尾节点之间可以包含目标转发路径中的其他节点；头节点和中间节点 1 之间，以及，中间节点 2 和中间节点 3 之间可以包含非目标转发路径中的其他节点。如图 3 所示，本申请实施例的步骤包括：

S301，头节点接收待转发数据。

S302, 头节点获取待转发数据对应的第一 SID 序列, 第一 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的前 N 个节点的 SID 生成的, N 小于 M, N 大于或者等于 1。

S303, 头节点将包含第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端, 得到待转发报文。

S304, 头节点根据第一 SID 序列, 向中间节点 1 发送待转发报文, 其中, 中间节点 1 为第 N 个节点。

S305, 中间节点 1 获取待转发报文对应的第二 SID 序列, 第二 SID 序列为根据 M 个节点中的第 N+1 个节点至第 X-1 个节点生成的。

S306, 中间节点 1 将报文头中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列。

S307, 中间节点 1 根据第二 SID 序列, 向中间节点 2 转发待转发报文, 其中, 中间节点 2 为第 X-1 个节点。

S308, 中间节点 2 获取待转发报文对应的第三 SID 序列, 第三 SID 序列为根据 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点生成的。

S309, 中间节点 2 将报文头中的第二 SID 序列替换为第三 SID 序列。

S310, 中间节点 2 根据第三 SID 序列, 向中间节点 3 转发待转发报文, 其中, 中间节点 3 为第 Y 个节点。

S311, 中间节点 3 获取待转发报文对应的第四 SID 序列, 第四 SID 序列为根据 M 个节点中的第 Y+1 个节点至第 Z 个节点生成的。

S312, 中间节点 3 将报文头中的第三 SID 序列替换为第四 SID 序列。

S313, 中间节点 3 根据第四 SID 序列, 向尾节点转发待转发报文, 其中, 尾节点为第 Z 个节点。

S314, 尾节点去除待转发报文的报文头, 得到待转发数据。

S315, 尾节点根据待转发数据自身的目的地址转发待转发数据。

本申请实施例中头节点、中间节点、尾节点执行的步骤可以采用图 2 所示实施例中实施方式实施, 具体可参考图 2 所示实施例中的详细描述。

采用图 2 至图 3 任一所示的数据传输方法, 能够将目标转发路径所包含的 SID 节点划分为至少两个部分, 这使得在转发数据时, 数据传输网络中的设备支持传输的最大 SID 数能够满足报文头中包含的 SID 节点的数量。

本申请提供的数据转发方法还可以应用于一种网络架构。图 4 为一种网络架构的示意图二。如图 4 所示, 在该网络架构中, 图 1 所示的传输网络可以包括: 基础传输网络和目标传输网络。在一示例中, 目标传输网络可以通过位于目标传输网络边缘的边缘设备与基础传输网络进行数据传输。在另一示例中, 目标传输网络可以包括若干个目标传输子网, 每个目标传输子网中的边缘设备可以通过基础传输网络中的设备进行数据传输, 报文在目标传输子网传输时需要经由目标传输子网的边缘设备传入目标传输子网内的节点, 因此, 边缘设备也可以成为各个目标传输子网的网关设备。在本申请中, 报文在目标传输网络中传输时需要遵循预设的转发路径。

在实际应用中, 图 4 中的目标传输网络可以为数据中心网络 (Data Center Network, DCN)。在一种作为示例的应用中, DCN 可用于承载电信云网络中的各种业务单元。需要说明的是, 电信云网络也可以称为电信云, 是一种基于 NFV 技术架构的网络。NFV 技术被提出用以解决电信网络硬件繁多、部署运维复杂、业务创新困难等问题, NFV 技术的目标是以分布式云数

据中心为基础进行网络架构的规划和建设,采用 NFV 技术和 SDN 技术,实现软硬件分层解耦、功能虚拟化、自动化部署以及资源弹性调度。电信云网络即是基于上述思路建设的 NFV 网络。在另一种作为示例的应用中,基础传输网络可以包括城域(Metro)网和骨干(Core)网。Metro 网和 Core 网可以包括一种或多种路由设备,如用户边缘(Custom Edge, CE)设备、运营商边缘(Provider Edge, PE)设备、运营商路由/骨干路由设备(Provider Router, 简称 P)设备等。

图 5 为一种网络架构的示意图三。如图 5 所示,DCN 可以采用具有多级分层架构。示例性地,DCN 可以包括:接入数据中心(Access Data Center, ADC)网络、边缘数据中心(Edge Data Center, EDC)网络、大区数据中心(Region Data Center, RDC)网络、中央数据中心(Central Data Center, CDC)网络和 DCN 控制器(DCN Controller)。其中,ADC 网络、EDC 网络、RDC 网络、CDC 网络为 DCN 中的多个 DCN 子网。ADC 网络可以包括二级汇聚设备,可称为前置汇聚(prefix aggregation, PRE-AGG)设备,EDC 网络可以包括位于 EDC 网络边缘的一级汇聚设备,可称为(PE aggregation, PE-AGG)设备、若干虚拟网络功能(Virtual Network Function, VNF)节点以及拓扑节点,一级汇聚设备相较于二级汇聚设备通常用于连接更高级别的基础转发网络,RDC 网络可以包括位于 RDC 网络边缘的数据网关(Data Center Gateway, DCGW)、若干 VNF 节点以及拓扑节点。示例性的,EDC 网络中的 VNF 节点可以为 vIPS 和 vFW 等 VNF 节点,RDC 网络中的 VNF 节点可以包括广域网优化控制器(WAN Optimization Controller, vWOC)等,EDC 网络和 RDC 网络中的拓扑节点可为叶子(leaf)节点、脊(spine)节点和虚拟交换(vSwitch)节点等。此外,在一示例中,EDC 网络与 RDC 网络可以通过 PE 设备互联。在一示例中,DCGW 设备可以与 PE 设备合设或分设。

在本申请其他实施例中,DCN Controller 用于对 DCN 进行统一的规划和管理。

在图 5 所示的网络架构中,光线路终端(optical line terminal, OLT)为接入网设备,OLT 可以为电信云中的业务流的发起方,业务流的目标是访问远端的网络,示例性地,远端的网络可以为互联网(Internet),互联网可以通过互联网网关(Internet GateWay, IGW)连接到基础传输网络或者 DCN 的边缘节点。

基于图 5 所示的网络架构,在业务流到达远端的网络之前,需要按照业务流的业务属性,依次流经多个 DCN 子网中的若干个 VNF 节点,以实现电信网络中对业务流的访问控制,如鉴权、计费等控制需求。业务流在 DCN 中需要经过的 VNF 节点的序列可以称为业务链(Service Function Chain, SFC),随着电信网络的 SDN 化和 NFV 化的程度越来越高,各种业务流在不同条件下需要经过的 SFC 需要进行灵活的配置和管理,灵活编排 SFC 也逐渐成为电信云的关键技术之一。在 NFV 网络架构中,可以包括 SF 节点、SFF 节点、分类节点、代理节点。示例性地,IETF SFC WG 定义了 SFC 的架构(RFC7498/RFC7665)与基于 NSH 的实现方案(RFC8300)。

需要说明的是,与 Metro 网络和 Core 网络不同的是,DCN 通常被认为是企业的私有网络,尤其是 DCN 中的服务承载网(Underlay Network)部分通常不希望直接暴露给 Metro 网络和 Core 网络。因此,在控制业务流按照配置的 SFC 转发的基础上,在实现 SFC 时,还需要考虑数据转发的隐私性需求。隐私性要求可以概况为如下约束条件:DCN 内部的拓扑结构和 SF 节点的 SID 不能暴露于基础转发网络。

此外,在将图 2 至图 3 所示的数据转发方法应用于图 4 至图 5 所示的 DCN 及基于 DCN 部署的电信云网络时,还需要满足转发数据对网络架构的拓展需求。网络架构的拓展需求可以概况为如下约束条件:数据转发方法需要支持任意数量分层的 DCN,以及,SID 序列的长度不能

超过数据传输网络中的设备支持的最大 SID 长度。

基于图 2 至图 3 所示的数据转发方法可以看出，本申请提供的数据转发方法能够满足 SID 序列的长度不超过设备支持的最大 SID 长度的这一约束条件。为了满足隐私性需求约束条件，本申请提供如下的数据转发方法，其中，头节点添加的第一 SID 序列仅包含 DCN 中的边缘节点的 SID 而不包括 DCN 内部节点的 SID。

图 6 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图三。本申请实施例涉及头节点、中间节点、尾节点，其中，示例性地，中间节点可以为 DCN 的入口边缘节点，尾节点可以为 DCN 的出口边缘节点。中间节点和尾节点之间还可以包括 DCN 的内部节点。在一示例中，本申请实施例中的入口边缘节点和出口边缘节点可以为同一节点设备，可称为 DCN 的边缘节点，需要说明的是，该边缘节点在作为入口边缘节点时和出口边缘节点时的 SID 分别为 SID1 和 SID2。

在本申请的一些场景中，头节点与 DCN 的入口边缘节点可以通过基础转发网络连接。

如图 6 所示，本申请实施例的步骤可以包括：

S601，头节点接收待转发数据。

其中，头节点可以为 PRE-AGG。在本申请其他实施例中，头节点也可以是 PE-AGG。

S602，头节点获取待转发数据对应的第一 SID 序列，第一 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的前 N 个节点的 SID 生成的，N 等于 1。

其中，头节点可以根据待转发数据的业务属性，获取待转发数据对应的 SR policy 1；并将 SR policy 1 中包含的 SID 序列，确定为待转发数据对应的所述第一 SID 序列。

S603，头节点将包含第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端，得到待转发报文。

S604，头节点根据第一 SID 序列，向中间节点发送待转发报文，其中，中间节点为 DCN 的入口边缘节点。

其中，示例性地，DCN 的入口边缘节点可以为 PRE-AGG 或者 DCGW。

S605，中间节点获取待转发报文对应的第二 SID 序列，第二 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的第 N+1 个节点至第 M 个节点生成的，第二 SID 序列中的节点属于 DCN。

其中，在第一 SID 序列中的 Active SID 为中间节点的 SID 时，中间节点可以获取 Active SID 匹配的 function，该 function 用于指示所述中间节点将待转发报文中的第一 SID 序列替换为 SR policy2 中包含的第二 SID 序列；中间节点将 function 对应的 SR policy2 中包含的第二 SID 序列确定为待转发报文对应的第二 SID 序列。

S606，中间节点将报文头中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列。

S607，中间节点根据第二 SID 序列，向尾节点转发待转发报文，其中，尾节点为第 M 个节点。

其中，中间节点按照报文头中的目的地址指示的节点序列转发报文，并最终转发至尾节点。

S608，尾节点去除待转发报文的报文头，得到待转发数据。

S609，尾节点根据待转发数据自身的目的地址转发待转发数据。

在本申请其他实施例中，DCN 还可以包括第一 DCN 子网和第二 DCN 子网，其中，第一 DCN 子网可以包括第一 DCN 子网的入口边缘节点、出口边缘节点、第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点，第二 DCN 子网可以包括第二 DCN 子网的入口边缘节点、出口边缘节点、第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点。

举例来说，数据在分级 DCN 中的转发过程与图 3 所示数据转发方法中的交互流程类似。示

例性地，图 3 所示方法中的中间节点 1 可以是第一 DCN 子网的入口边缘节点，中间节点 2 可以是第一 DCN 子网的出口边缘节点，中间节点 3 可以是第二 DCN 子网的入口边缘节点，尾节点可以是第二 DCN 子网的出口边缘节点。

需要说明的是，头节点匹配到的 SR policy1 对应的 SID 序列 1 仅包含第一个 DCN 子网的入口边缘节点的 SID，该入口边缘节点可以为目标转发路径中属于第一 DCN 子网中的第一个节点。第一个 DCN 子网的入口边缘节点（即中间节点）匹配到的 SR policy2 对应的 SID 序列 2 包含第一个 DCN 子网的内部节点（即目标转发路径中的 SF 节点）的 SID 以及第一个 DCN 子网的出口边缘节点（即中间节点）的 SID。第一个 DCN 子网的出口边缘节点（即中间节点）匹配到 SR policy3 对应的 SID 序列 3 包含尾节点的 SID 或者第二个 DCN 子网的入口边缘节点（即中间节点）的 SID。采用这种方式，可以确保每个分级的 DCN 子网的内部节点的 SID 不会暴露于基础转发网络中，从而可以确保满足将 SRv6 技术应用于 DCN 及电信云网络时对数据转发的隐私性需求。

本申请实施例中头节点、中间节点 1、中间节点 2、中间节点 3、尾节点执行的步骤可以采用图 2 所示实施例中实施方式实施，具体可参考图 2 所示实施例中的详细描述。本申请实施例的其他技术方案细节及技术效果可参看本申请前述实施例中的描述，此处不再赘述。

在前述数据转发方法的基础上，本申请还提供一种数据转发方法，可以应用于 SRv6 隧道承载 VPN 业务的场景。

图 7 为一种网络架构的示意图。如图 7 所示，VPN 业务通常用于控制数据在数据传输网络中的指定的设备之间传输，示例性地，PE1 至 PE2（即 VPN 业务的目标 PE）之间，PE1 从 CE1 接收待转发数据，待转发数据经过 PE1 至 PE2 之间的支持 VPN 业务的 SRv6 隧道（VPN over SRv6）后，PE2 向 CE2 发送待转发数据，PE 之间还可以包括 P 设备。此时，VPN 业务对应的目标 PE 的 SID 可以作为 VPN 业务的 SID。在一种控制方式中，当待转发数据进入 SRv6 隧道，头节点判断该待转发数据需要传输至 VPN 业务指定的目标节点，此时，头节点添加到报文头中的 SID 序列将包括完整的目标转发路径的 SID 和 VPN 业务的 SID，VPN 业务的 SID 位于 SID 序列的最后一位。尾节点去除报文头时，该报文头包含完整的目标转发路径的 SID 和 VPN 业务的 SID。在这种控制方式中，由于 SRv6 技术仅允许在一节点上替换报文头中的 SID 序列，而不允许替换报文头中的 SID 序列中的部分 SID，例如，若 SRv6 隧道对应的节点序列为 ABCD，VPN 业务的目的节点的 SID 为 E，在一示例中，头节点添加的 SID 序列可以为 ABCDE，即完整的 SRv6 隧道节点的 SID 以及 VPN 业务的 SID。在一些场景中，由于只允许整体替换 SID 序列，如 ABE 整体替换为 CDE，而不允许只将 ABE 中的 AB 替换为 CD，因此，当头节点添加的 SID 序列中的最后一个 SID 是 VPN 业务的 SID 时，如 ABCDE 中的 E 时，若头节点添加的是分段的 SID 序列，如 ABE 时，中间节点不被允许将其整体替换为 CDE。因此，若 SRv6 隧道用于承载 VPN 业务，将无法采用前述实施例中涉及路径分段下发的数据转发方法。

为解决上述问题，本申请提供的数据转发方法，将头节点添加到待转发数据的前端的报文头分拆为两个部分，分别为内层报文头和外层报文头，其中，内层报文头可用于携带 VPN 业务的 SID，可称为业务报文头，外层报文头可用于携带与目标转发路径相关的 SID 序列，可称为传输报文头。中间节点在替换 SID 序列时，只需要替换外层报文头中包含的 SID 序列。尾节点在去除报文头时，可以去除外层报文头和内层报文头。从而可以在实现路径分段下发的基础上支持 SRv6 隧道承载 VPN 业务的数据转发场景。

图 8 为本申请实施例提供的数据转发方法的交互流程的示意图四。本申请实施例涉及 VPN 业务的起点节点、头节点、中间节点、尾节点、VPN 业务的目标节点。在本申请一示例中，头节点可以与 VPN 业务的起点节点相连，尾节点可以与 VPN 业务的目标节点相连，头节点可以在接收待转发数据的接口为预设的 VPN 业务的接口时，确定待转发数据需要在 SRv6 隧道中转发至 VPN 业务的目标节点。下面以 PE1 和 PE2 分别作为 VPN 业务的起点节点和目标节点为例进行说明。如图 8 所示，本申请实施例的步骤可以包括：

S801，PE1 向头节点发送待转发数据。

其中，示例性地，待转发数据为以太帧。

S802，头节点确定待转发数据对应的 VPN 业务的 SID 为 PE2 的 SID。

其中，头节点可以根据接收到待转发数据的入端口确定是否按照 VPN 业务传输带转发数据，头节点可以预先从控制器获取 VPN 业务的 SID。

S803，头节点获取待转发数据对应的第一 SID 序列。

其中，第一 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的前 N 个节点生成的。

S804，头节点将包含 PE2 的 SID 的内层报文头封装在待转发数据的前端。

其中，PE2 的 SID 可以位于内存报文头中的目的地址或者 SRH 字段中。

S805，头节点将包含第一 SID 序列的外层报文头封装在内层报文头的前端。

S806，头节点将具有外层报文头和内层报文头的待转发数据作为待转发报文。

表 3 为添加了外层报文头和内层报文头后的待转发报文的一种示意。

表 3

待转发报文		
添加的外层报文头	添加的内层报文头	待转发数据

S807，根据待转发报文的外层报文头中的第一 SID 序列，向中间节点发送待转发报文。

S808，中间节点获取待转发报文对应的第二 SID 序列。

其中，第二 SID 序列为根据目标转发路径中的 M 个节点中的第 N+1 个节点至第 M 个节点生成的。

S809，中间节点将外层报文头中的第一 SID 序列替换为第二 SID 序列。

S810，中间节点根据外层报文头中的第二 SID 序列，向尾节点转发待转发报文，其中，尾节点为第 M 个节点。

其中，步骤 S808 至 S810 与 S205 至 S207 类似。

S811，尾节点去除待转发报文的外层报文头，得到待转发报文，得到的待转发报文的报文头包含 VPN 业务的 SID。

S812，尾节点根据待转发报文中的 VPN 业务的 SID，向 PE2 转发待转发报文。

S813，PE2 去除待转发报文中包含 VPN 业务的 SID 的报文头，得到待转发数据。

S814，PE2 根据待转发数据自身的目的地址，转发待转发数据。

在本申请其他实施例中，也可以由尾节点去除外层报文头和内层报文头，并将去除外层报文头和内层报文头后得到的待转发数据发送至 PE2。

在本申请实施例中，上述实施例中中间节点的数量可以为多个，中间节点也可以是多个 DCN 子网中的边缘节点。

在本申请其他实施例中，预先规划的目标转发路径也可以包含 VPN 业务的目标节点，示例性地，示例性地，目标转发路径中的第 M 个节点的 SID 可以为 VPN 业务的 SID。则第二 SID

序列可以为根据目标转发路径中的 M 个节点中的第 N+1 个节点至第 Z 个节点生成的, 其中, Z 可以等于 M-1。

本申请实施例中头节点、中间节点、尾节点执行的步骤可以采用图 2 所示实施例中实施方式实施, 具体可参考前述所示实施例中的详细描述。本申请实施例的其他技术方案细节及技术效果可参看本申请前述实施例中的描述, 此处不再赘述。

下面针对在分级 DCN 中部署的电信云网络中实现支持 VPN 业务的业务流控制的场景, 对本申请提供的数据转发方法进行举例说明。

图 9 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于一种业务场景的网络架构的示意图。如图 9 所示, 为待转发数据的按照业务链预设的转发路径转发的流向的一种示意。其中, OLT 设备向 PRE-AGG 发送的待转发数据可以用于请求 Internet。其中, Metro、Core (Core 中的 P)、PE 为基础转发网络中的设备, PRE-AGG 为第一分级的 DCN 中的设备, PE-AGG、EDC 网络中的 Leaf 为第二分级的 DCN 中的设备, DCGW、RDC 中的 spine、Leaf 为第三分级的 DCN 中的设备, 其中 DCGW 和与 DCGW 相邻的 PE 可以为合设的设备或分设的设备。

图 10 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于一种业务场景的处理流程的总体框架示意图。如图 10 所示为待转发数据在转发过程中执行被添加报文头、替换报文头中的 SID 序列、以及去除报文头的处理过程。

图 11 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于业务场景的处理流程图一。

图 12 为本申请实施例提供的数据转发方法应用于业务场景的处理流程图二。

下面结合上述图 9 至图 10 进行详细描述。

基于图 9 所示的网络架构, 本申请提供一种数据传输方法。在执行图 12 所示的交互流程之前, 还可以预先执行图 11 所示如下控制流程。

Step 1.1: DCN Controller 自动发现分布在电信云网络中的 SF 相关信息, 并为这些 SF 分配和下发对应的 SRv6 SID。

其中, 电信云网络中部署的 SF 可以采用广播的方式向 DCN Controller 告知自身的 SF 的标识信息, 并请求 DCN Controller 为其分配 SID。

Step 1.2: WAN Controller 为 Metro 网络和 Core 网络中的设备分配对应的 SRv6 SID。

其中, WAN Controller 可以为基础转发网络的控制器。示例性地, 基础转发网络中的设备可以向 WAN Controller 发送自身的设备标识信息, 并请求 WAN Controller 为其分配 SID。

Step 1.3: 协调器 (Orchestrator) 对 DCN Controller 和 WAN Controller 的相关信息协同, 根据业务需要, 对 Topo SID 和 Service SID 进行统一编排, 生成若干 SR policy, 分别下发给 EVPN SRv6 的 Ingress PE (PRE-AGG) 和分级 DC 的网关设备 (PE-AGG/DC-GW)。

在本申请实施例中, 需要说明的是, DCN Controller 与 WAN Controller 进行协同时, DCN Controller 可以根据 DCN 子网被基础转发网络的多个基础转发子网隔开的情况确定目标转发路径对应的划分后的分段的转发路径。

举例来说, Orchestrator 可以首先根据电信云网络中各种业务规划业务链, 即各种待转发数据需要在 DCN 中流经的 SF 节点的 SID 的序列, 这些业务链可视为 SRv6 隧道对应的目标转发路径。然后, 将分级 DCN 的级数作为目标转发路径对应的 SID 序列需要被分段的数量, 将各个分级 DCN 的入口边缘节点作为每个分段的最后一个节点, 尾节点作为最后一个分段的最后一个节点, 将目标转发路径对应的 SID 序列分段, 如三个分级可以对应三段。

此外，将 VPN 业务的 SID 单独通知 PRE-AGG（可视为头节点）。

之后，可以由 WAN controller 和 DCN Controller 将分配好的 SID 和分段后的 SID 序列下发下去。

在执行上述控制流程后，各个节点的 SID 已经分配并下发完成，各个 BSID 节点上的 SR policy 也已经下发完成。

示例性地，表 4 为 SRv6 隧道中各个节点的 SID 规划的一种示意。

表 4

数据传输网络中的节点设备的名称	节点设备的 SID 标识	节点设备的 SID 标识对应的 SID 类型	SID 标识对应的操作指令（operation）	设备描述	节点设备的 SID 标识对应的 SR policy
PRE-AGG	AC1	节点类型 SID（Node SID）	End. D X2	用来标识 PRE-AGG 的 AC 口，并用来实现 VPWS 业务。	SR policy1
PE-AGG	B1	BSID 节点的 SID（BSID）	End. D B6	用来关联 EDC 网络内的传输报文头 Transport header，同时用来实现 EDC 内的 SFC 功能。End. DB6 为本申请新增定义的 SRv6 Function。	SR policy2
	B2	BSID	End. D B6	用来关联将 SRv6 报文从 PE-AGG 传输至 DCGW 的 Transport header。	SR policy3
DCGW	B3	BSID	End. D B6	用来关联 RDC 内的 Transport header，同时用来实现 RDC 内的 SFC 功能。	SR policy4
	B4	BSID	End. D T6	用来剥掉 Transport header，并将 Service header 及之后的报文发送至 PE。	
Leaf (EDC)	vIPS	Node SID	End	用来关联 vIPS，实现 EDC 内的 IPS（Intrusion Prevention System）功能。	

				注: 如果 vIPS 是 SR-aware, 也可以由 vIPS 直接分配和分发该 SID, 以下同。	
	vFW	Node SID	End	用来关联 vFW, 实现 EDC 内的 FW (Firewall) 功能	
Leaf (RDC)	vWOC	Node SID	End	用来关联 vWOC, 实现 RDC 内的 WOC (WAN Optimization Controller) 功能	
PE	AC2	Node SID	End. D X2	用来标识 PE 的 AC 口, 并用来实现 VPWS 业务	

表 4 所示为数据传输网络中的各个节点设备的名称、节点设备对应的 SID 标识、节点设备的 SID 标识对应的 SID 类型、SID 标识对应的操作指令、设备描述、节点设备的 SID 标识对应的 SR policy。

其中, PRE-AGG、PE-AGG、DCGW 的 SID 标识对应的 SID 类型均为 BSID 节点 (BSID node) 的设备。Leaf (EDC) 和 Leaf (RDC) 分别表示位于 EDC 网络内核位于 RDC 网络内的叶子 (leaf) 节点。Leaf (EDC 网络) 为在 EDC 网络中用于部署 SF 功能的节点设备, 示例性地, 其上部署有 vIPS 和 vFW 两个 SF, SF 功能的 SID 分别以 vIPS 和 vFW 表示。AC1 为 PRE-AGG 的入接口的 SID, AC2 为连接 IGW 的 PE 设备的出接口的 SID。

可参考图 10, 在本申请实施例中, PRE-AGG 可以作为头节点, PE-AGG 可作为中间节点, DCGW 可作为中间节点和尾节点。其中, PRE-AGG 的 SID 为 AC1, 当 PE1 向 PRE-AGG 的 AC1 接口发送业务流中的以太帧时, PRE-AGG 按照 AC1 确定以太帧需要匹配 VPN 业务, 可以获取到 VPN 业务对应的 SID, 如 AC2。同时, 根据业务流的业务属性可以获取到对应的 function 和 SR policy 对报文进行处理。PE-AGG 具有 B1 和 B2 两个 SID, 当报文被转发至 B1 时 (即报文中 Active SID 为 B1 时), PE-AGG 按照 B1 对应的 SR policy 对报文进行处理, 当报文被转发至 B2 时 (即报文中的 Active SID 为 B2 时), PE-AGG 按照 B2 对应的 SR Policy 对报文进行处理。类似地, DCGW 具有 B3 和 B4 两个 SID, 当报文被转发至 B3 时 (即报文中 Active SID 为 B3 时), DCGW 按照 B3 对应的 SR policy 对报文进行处理, 当报文被转发至 B4 时 (即报文中的 Active SID 为 B4 时), DCGW 按照 B4 对应的 SR Policy 对报文进行处理。

在本申请中, 各个 DCN 子网中的 SID 只允许发布给本 DCN 子网内的设备和本 DCN 子网的边缘设备或 DCN 子网的网关设备。对于 EDC 网络来说, PE-AGG 为 EDC 网络的边缘设备, vIPS 和 vFW 为 EDC 网络中的 leaf 节点上部署的 SF 的 SID, 由于 PE-AGG 知晓 EDC 网络中的内部拓扑结构, 根据报文中携带的各个 SF 的 SID 可以控制报文按照报文头中的 SID list 指示的 SFC, 控制报文依次经过 SFC 中的 SF; 类似地, 对于 RDC 网络来说, DCGW 为 RDC 网络的网关设备, vWOC 为 RDC 网络中的 leaf 节点上部署的 SF 的 SID, 由于 DCGW 知晓 RDC 网络中的内部拓扑结构, 根据报文中携带的各个 SF 的 SID 可以控制报文按照报文头中的 SID list 指示的 SFC, 控制报文依次经过 SFC 中的 SF。在本申请其他实施例中, DCN 子网也可以是应用于除电信云之外的其他业务的 DCN 子网, 上述 vIPS、vFW 和 vWOC 也可以是电信云网络中的其他业务需

要访问的 SF。

需要说明的是，上述 SID 规划为针对 EVPN SRv6 VPWS 业务。如果需要采用 SRv6 隧道的方式部署其他业务类型，如 BGP SRv6 L3VPN、EVPN SRv6 VPLS、EVPN SRv6 L3VPN 等，需要对 PRE-AGG (VPN 业务的 Ingress PE) 和 PE (VPN 业务的 Egress PE) 上 SID 的进行差异化规划，在一示例中，可以按照其他业务类型的需要规划目标转发路径的首节点的 SID 和尾节点的 SID。本申请的技术方案主要针对 DCN 子网中的边缘设备或网关设备中，分级 DC 网关 (PE-AGG 和 DCGW) 上的处理，因此，SRv6 隧道所承载的业务类型对中间节点实施本申请实施例提供的方法没有差异。

在本申请实施例中，可以预先配置各个 SID 对应的 SR policy，其中，AC1 对应的 SR policy 可以为 SR policy1，B1 对应的 SR policy 可以为 SR policy2，B2 对应的 SR policy 可以为 SR policy3，B3 对应的 SR policy 可以为 SR policy4。

表 5 为 SR policy 的一种示例。表 5 所示为 SR policy1~SR policy4。

表 5

SR policy	SID list	SID list 用途
SR policy1	<B1>	用于添加到外层报文头的 SID list
SR policy2	<vIPS, vFW, B2>	当外层报文头中的 Active SID 为当前节点的 SID，用于替换外层报文头中的 SID list
SR policy3	< B3>	当外层报文头中的 Active SID 为当前节点的 SID，用于替换外层报文头中的 SID list
SR policy4	<vWOC, B4>	当外层报文头中的 Active SID 为当前节点的 SID，用于替换外层报文头中的 SID list

在本申请中，外层报文头可以称为传输报文头 (Transport header)，内层报文头可以称为 (Service header)。

如图 12 所示，本申请实施例提供的数据转发方法的处理流程包括以下步骤：

Step 2.1: PRE-AGG 从 AC 口接收到 Ethernet 帧时，将其引流到对应的 SR policy1 中，在 Ethernet 帧外，封装两层 IPv6 报文头 (IPv6 header)，其中，内层 IPv6 报文头 (Inner IPv6 header) 携带的 SID 为 AC2，外层 IPv6 报文头 (Outer IPv6 header) 携带 SID 为 B1。完成封装后的 SRv6 隧道报文将被发送给 PE-AGG。

其中，PRE-AGG 根据 Ethernet 帧中请求的业务是访问 Internet，确定 Ethernet 帧的业务属性对应的 SR policy 为 SR policy1，获取第一个分段的 SID 序列，即 B1。此外，根据 DCN controller 的指示或者是 PRE-AGG 自身的 VPN 业务配置，确定按照基于 SRv6 的 EVPN 业务的方式实现 VPWS，获取 VPN 业务的目的节点的 SID 为 AC2，即 PE 的出端口的 SID。在一示例中，PRE-AGG 可以根据接收到 Ethernet 帧的入端口为 AC1 时，确定待转发报文需要按照 VPN 业务转发以及该 VPN 业务对应的目的节点的 SID。

Step 2.2: PE-AGG 在接收到 SRv6 隧道报文后，确定 Active SID 为 B1 以及 B1 对应的 SR

policy 为 SR policy2, 使用 B1 引流到 SR policy2。由于 B1 配置的 Function 为 End.DB6, 因此, 剥掉 Outer IPv6 header 后, 又封装一个与 SR policy2 对应的 Outer IPv6 header, 即替换外层 IPv6 报文头。然后, 重新封装后的 SRv6 隧道报文被转发至 EDC 网络内。

Step 2.3: 在 EDC 网络内, 将 SRv6 隧道报文先后转发给 vIPS 和 vFW 处理。在此过程中, 有可能需要 Leaf 实现 SFC proxy 处理流程。在完成 EDC 网络内的处理后, SRv6 隧道报文中的 Active SID 变为 B2, SRv6 隧道报文会根据 B2 回送给 PE-AGG。

Step 2.4: PE-AGG 确定 Active SID 为 B2 以及 B2 对应的 SR policy 为 SR policy3, 使用 B2 配置的 function (End.DB6) 将 SRv6 隧道报文引流到 SR policy3, 并对报文进行处理, 剥掉 Outer IPv6 header 后, 又封装一个与 SR policy3 对应的 Outer IPv6 header。然后, 重新封装后的 SRv6 隧道报文中的 Outer IPv6 header 中的第一个 SID 为 DCGW 的入口 SID, 即 B3, 根据 B3, SRv6 隧道报文被转发至 DCGW。

Step 2.5: DCGW 确定 Active SID 为 B3 以及 B3 对应的 SR policy 为 SR policy4。使用 B3 配置的 function (End.DB6) 将 SRv6 隧道报文引流到 SR policy4, 并对报文进行处理, 剥掉 Outer IPv6 header 后, 又封装一个与 SR policy4 对应的 Outer IPv6 header。然后, 重新封装后的 SRv6 隧道报文被转发至 RDC 网络内。

Step 2.6: 在 RDC 网络内的处理与 EDC 网络内的处理类似 (Step 2.3), 例如, SRv6 隧道报文可转发给 vWOC 处理, 在完成 RDC 网络内的处理后, SRv6 隧道报文中的 Active SID 变为 B4, SRv6 隧道报文会根据 B4 回送给 DCGW。

Step 2.7: DCGW 在接收到 RDC 回送的 SRv6 隧道报文时, 确定 Active SID 为 B4, 由于 B4 的 Function 为 End.DT6, 因此, 在剥掉 Outer IPv6 header 后, 使用 Inner IPv6 header 的 DA (即 AC2) 查询 My Local SID table, 然后, 再将包含 Inner IPv6 header 的报文转发给 PE。

Step 2.8: PE 在接收到上述 IPv6 报文时, 确定报文头中作为目的地址的 SID 为 AC2, 使用 AC2 配置的 function (End.DX2) 关联到对应的 AC 口, 对报文进行处理, 剥掉 Inner IPv6 header 后, 使用这个 AC 口发送 Ethernet 帧。

本申请实施例中上述步骤 Step2.2 至 Step2.8 的技术细节可参看本申请前述实施例中的描述。

从上述实施例可知, 在应用于基于 SRv6 的 L2VPN/L3VPN 时, 通过在业务报文 (Ethernet/IPv4/IPv6) 的前面封装两层 IPv6 header (可以携带 SRH, 也可以不携带 SRH), 实现了 Transport layer 与 Service layer 的分离, 从而降低了对 SRv6 MSD 的需求。

通过本申请定义的新的 SRv6 Function (End.DB6), 并且将该 Function 部署在分级 DC (ADC/EDC/RDC/CDC) 的网关设备上, 结合 SR BSID 机制, 对外 (Metro/Core Network) 屏蔽了分级 DC 内部的拓扑与业务信息, 从而有效地实现了 SRv6 SFC。

此外, 由于可以满足前述实施例中描述的约束条件, 从而可以高效地应用于电信云的 SR SFC 场景。并且, 由于只需要入口 Ingress PE (PRE-AGG) 和分级 DC 的网关设备 (PE-AGG/DCGW) 上进行少量改动, 实现简单。借助 SDN Controller, 可以自动生成和下发相关的 SR policy, 部署便利。另外, 同时支持 SR 最短路径 (Best Effort, BE) 模式 (指 IGP 使用最短路径算法计算得到的最优 SR LSP) 和 SR 流程工程 (Traffic Engineering, TE) 模式, 同时适用于各种类型的 SRv6 VPN (包括: BGP SRv6 L3VPN、EVPN SRv6 L2VPN/L3VPN 等), 上述技术方

案的适用范围广泛。

图 13 为本申请提供的数据转发装置的结构示意图，如图 13 所示，本申请实施例提供的的数据转发装置 1300 可以包括接收模块 1310，处理模块 1320，发送模块 1330。

在本申请实施例的一种实施方式中，数据转发装置 1300 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中的头节点执行的步骤。其中，

接收模块 1310，可用于获取待转发数据；

处理模块 1320，可用于获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列，所述第一 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；以及将包含所述第一 SID 序列的报文头，封装在所述待转发数据的前端，得到待转发报文；

发送模块 1330，可用于根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文；其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的前 N 个节点生成的，所述第一 SID 序列在中间节点被替换为第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点生成的，其中，M 大于 N，N 大于或者等于 1，X 大于或者等于 N，Y 小于或者等于 M。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，接收模块 1310，还可以用于在获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列之前，接收控制器发送的 SR policy，所述 SR policy 包括所述第一 SID 序列；

处理模块 1320，可以具体用于根据所述待转发数据的业务属性，获取所述待转发数据对应的 SR policy；并将所述 SR policy 中包含的 SID 序列，确定为所述待转发数据对应的所述第一 SID 序列。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述头节点与 DCN 的入口边缘节点通过基础转发网络连接；

所述目标转发路径可以包括：所述 DCN 的入口边缘节点、所述 DCN 中的至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列根据所述 DCN 的入口边缘节点的 SID 生成；

发送模块 1330 可以具体用于根据所述第一 SID 序列，通过所述基础转发网络向所述 DCN 的入口边缘节点发送所述待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述头节点与 DCN 中的第一 DCN 子网的入口边缘节点通过基础转发网络中的第一基础转发网络连接；所述第一 DCN 子网的出口边缘节点与所述 DCN 中的第二 DCN 子网的入口边缘节点通过所述基础转发网络中的第二基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述第一 DCN 子网的入口边缘节点、所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点、所述第二 DCN 子网的入口边缘节点、所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列根据所述第一 DCN 子网的入口边缘节点的 SID 生成；

发送模块 1330，可以具体用于根据所述第一 SID 序列，通过所述第一基础转发网络向所述第一 DCN 子网的入口边缘节点发送所述待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述头节点为 PRE-AGG，所述第一 DCN 子网为 EDC 网络，所述第二 DCN 子网为 RDC 网络，所述 EDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 PE-AGG，所述 RDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 DCGW。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述

第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点为电信云网络中的 SF 节点；

所述第一基础转发网络为 Metro 网络，所述第二基础转发网络为 Core 网络。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述目标转发路径中的第 M 个节点为所述待转发数据对应的 VPN 业务的目标节点；

处理模块 1320，可以具体用于将包含所述目标节点的 SID 的内层报文头，封装在所述待转发数据的前端；将包含所述第一 SID 序列的外层报文头，封装在所述内层报文头的前端；将具有所述外层报文头和所述内层报文头的待转发数据作为所述待转发报文；

发送模块 1330，可以具体用于根据所述外层报文头中的所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述待转发报文为 SRv6 报文。

在本申请实施例的另一种实施方式中，数据转发装置 1300 可用于执行前述任一实施例中所示数据转发方法中中间节点执行的步骤。其中，

接收模块 1310，可用于接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第一 SID 序列；

处理模块 1320，可用于获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列；以及，将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列；

发送模块 1330，可用于根据所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文；其中，所述第一 SID 序列和所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点的 SID 生成，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Y+1 个节点至第 Z 个节点的 SID 生成，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 大于或者等于 X，所述 Z 小于或者等于 M。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述待转发报文可以为 SRv6 报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述中间节点可以为所述 M 个节点中的第 Y 个节点。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，接收模块 1310，可具体用于在获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列之前，接收控制器发送的 SR policy，所述 SR policy 包括所述第二 SID 序列；

处理模块 1320，可以具体用于在所述第一 SID 序列中的 Active SID 为所述中间节点的 SID 时，获取 function，所述 function 用于指示所述中间节点将所述待转发报文中的所述第一 SID 序列替换为所述 SR policy 中包含的所述第二 SID 序列；将所述 function 对应的所述 SR policy 中包含的所述第二 SID 序列确定为所述待转发报文对应的所述第二 SID 序列；根据所述 function 的指示，将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述中间节点为 DCN 的入口边缘节点，所述中间节点与基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述 DCN 的入口边缘节点、所述 DCN 中的至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述 DCN 的入口边缘节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为根据所述 DCN 中至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点的 SID 生成的；

接收模块 1310，可以具体用于通过基础转发网络接收头节点发送的所述待转发报文；

发送模块 1330，可以具体用于根据所述第二 SID 序列，通过所述 DCN 的内部节点向所述 DCN 的至少一个 SF 节点中的第一个 SF 节点发送所述待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述中间节点为 DCN 中的第一 DCN 子网的出口边缘节点，所述第一 DCN 子网的出口边缘节点与所述 DCN 中的第二 DCN 子网的入口边缘节点通过基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述第一 DCN 子网的入口边缘节点、所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点、所述第二 DCN 子网的入口边缘节点、所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点生成的；

所述第二 SID 序列为根据所述第二 DCN 子网的入口边缘节点生成的；

接收模块 1310，可具体用于通过所述第一 DCN 子网的内部节点，接收所述第一 DCN 子网中所述至少一个 SF 节点中的最后一个 SF 节点发送的所述待转发报文；

发送模块 1330，可具体用于根据所述第二 SID 序列，通过所述基础转发网络向所述第二 DCN 子网的入口边缘节点发送所述待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述第一 DCN 子网为 EDC 网络，所述第二 DCN 子网为 RDC 网络，所述 EDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 PE-AGG，所述 RDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 DCGW。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述 EDC 网络中的至少一个 SF 节点和所述 RDC 网络中的至少一个 SF 节点为电信云网络中的 SF 节点。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述 Z 小于 M；所述目标转发路径中的第 M 个节点为所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点；所述待转发报文具有外层报文头和内层报文头，其中，所述外层报文头封装在所述内层报文头的前端；所述外层报文头包含所述第一 SID 序列，所述内层报文头包含所述 VPN 业务的目标节点；

处理模块 1320，可具体用于将所述外层报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列；

发送模块 1330，可具体用于根据所述外层报文头中的所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文。

在本申请实施例的再一种实施方式中，数据转发装置 1300 可用于执行前述任一实施例中所示数据转发方法中尾节点执行的步骤。其中，

接收模块 1310，可用于接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；

处理模块 1320，可用于去除所述待转发报文的报文头，得到待转发数据；

发送模块 1330，可用于根据所述待转发数据自身的目的地址转发所述待转发数据；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Z 个节点至第 M 个节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为在中间节点替换第一 SID 序列得到的，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点生成的，所述 Z 大于 1 且小于或等于 M，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 小于或者等于 Z，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID。

在本申请实施例的又一种实施方式中，数据转发装置 1300 可用于执行前述任一实施例中所示数据转发方法中尾节点执行的步骤。其中，

接收模块 1310，可用于接收待转发报文，所述待转发报文包括外层报文头和内层报文头，

所述外层报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的，所述内层报文头包含所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点的 SID；

处理模块 1320，可用于去除所述待转发报文的外层报文头，得到待转发报文；

发送模块 1330，可用于向所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点转发所述去除外层报文头后的待转发报文；其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 M-1 个节点的 SID 生成的；所述 X 大于 1，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID；所述 VPN 业务的目标节点为所述第 M 个节点。

在本申请实施例的又一种实施方式中，数据转发装置 1300 可用于执行前述任一实施例中所示数据转发方法中控制器执行的步骤。其中，

接收模块 1310，可用于获取目标转发路径，所述目标转发路径包括 M 个节点；

处理模块 1320，可用于根据所述 M 个节点中的第 1 个至第 N 个节点的 SID，生成第一 SID 序列；以及，根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点的 SID，生成第二 SID 序列；

发送模块 1330，可用于向头节点发送所述第一 SID 序列；以及，向中间节点发送所述第二 SID 序列；其中，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 N 个节点，N 大于或者等于 1，X 等于 N 或者 N+1，Y 小于或者等于 M；

所述第一 SID 序列被所述头节点用于发送所述头节点接收的待转发数据；

所述第二 SID 序列被所述中间节点用于发送所述中间节点接收的待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述头节点用于将所述第一 SID 序列作为报文头中的目的地址，将所述报文头封装在待转发数据的前端，生成待转发报文，并根据所述目的地址向所述中间节点发送所述待转发报文；所述中间节点用于将所述待转发报文的报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列，并根据替换后的报文头中的目的地址转发所述待转发报文。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，发送模块 1330，可具体用于向所述头节点发送 SR policy1，所述 SR policy1 包含所述第一 SID 序列；

发送模块 1330，可具体用于向所述中间节点发送 SR policy2，所述 SR policy2 包含所述第二 SID 序列。

在本实施方式的一种可能的实现方式中，所述控制器为 DCN 中的 DCN controller。

本申请实施例提供的节点设备中，可以在不同场景中作为不同的角色，举例来说，同一节点设备可以在不同的 SRv6 隧道中充当头节点、中间节点、尾节点中任意一种或者多种角色，例如，节点设备 1 在场景 1 中为头节点，在场景 2 中为中间节点。此外，在一个场景中，同一节点设备也可以作为不同的角色，在一示例中，头节点和中间节点可以是同一节点设备，在另一示例中，中间节点和尾节点可以是同一节点设备。在这种情况下，上述用于执行头节点的功能的数据传输装置中的接收模块还可以具有用于执行中间节点的功能的数据传输装置中的接收模块的功能，类似地，上述用于执行头节点的功能的数据传输装置中的处理模块还可以具有用于执行中间节点的功能的数据传输装置中的处理模块的功能，上述用于执行头节点的功能的数据传输装置中的发送模块还可以具有用于执行中间节点的功能的数据传输装置中的发送模块的功能。

本申请实施例，上述数据传输装置中各个模块的处理的详细实现过程可以参考上述图 2、图 2、3、6、8 中所对应的实施例中的处理步骤，此处不再予以赘述。

图 14 为本申请提供的节点设备的结构示意图。如图 14 所示，本申请还提供一种节点设备

1400, 包括:

一个或多个处理器 1410;

存储装置 1420, 用于存储一个或多个程序;

当一个或多个程序被一个或多个处理器执行, 使得一个或多个处理器实现如上述实施例所示数据转发方法中头节点执行的步骤, 或者, 上述实施例所示数据转发方法中中间节点执行的步骤, 或者, 上述实施例所示数据转发方法中尾节点执行的步骤, 或者, 上述实施例所示数据转发方法中控制器执行的步骤。

在本申请实施例中, 上述节点设备还可以包括接口 1430, 接口可以用于接收其他节点设备发送待转发数据或者待转发报文, 或者, 用于向其他节点设备发送经过本节点设备处理后的待转发数据或者带转发报文。

在本申请实施例中, 上述节点设备中的处理器、存储装置、接口可以通过总线 1460 连接。

在本申请实施例的一种实施方式中, 上述节点设备可以为 DCN 中的边缘设备。

在本申请实施例的一种实施方式中, 上述节点设备可以为 PRE-AGG 设备, 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中的头节点执行的步骤。

在本申请实施例的一种实施方式中, 上述节点设备可以为 PE-AGG 设备, 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中的头节点执行的步骤, 或者, 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中中间节点执行的步骤。

在本申请实施例的一种实施方式中, 上述节点设备可以为 DCGW 设备, 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中的头节点执行的步骤, 或者, 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中中间节点执行的步骤。

在本申请实施例的一种实施方式中, 上述节点设备可以为 DCN 控制器设备, 可用于执行前述任一实施例所示数据转发方法中的控制器执行的步骤。

本申请还提供一种数据转发系统, 其中可以包括: 头节点、至少一个中间节点。

在一种可能的实现方式中, 所述系统还可以包括尾节点。

在一种可能的实现方式中, 所述系统还可以包括控制器。

其中, 头节点、中间节点、尾节点可以相互配合, 执行前述任一实施例所示数据转发方法中各个节点执行的步骤。在一示例中, 头节点可以为 PE-AGG, 中间节点可以为 PRE-AGG 和/或 DCGW, 尾节点可以为 DCGW。在一示例中, 所述控制器为数据中心网络的控制器 DCN Controller。

本申请还提供一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质存储有指令, 当该指令在计算机上运行时, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及头节点的步骤, 或者, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及中间节点的步骤, 或者, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及尾节点的步骤, 或者, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及控制器的步骤。在一种可能的实现方式中, 所述计算机存储介质还可以同时用于执行上述头节点、中间节点、尾节点中至少一种节点涉及的步骤。

本申请提供一种计算机程序, 当所述计算机程序被计算机执行时, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及头节点的步骤, 或者, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及中间节点的步骤, 或者, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及尾节点的步骤, 或者, 用于执行上述各个附图任一所示的方法实施例中涉及控制器的步骤。

在上述实施例中, 可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使

用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线）或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质，（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，DVD）、或者半导体介质（例如固态硬盘 Solid State Disk）等。

权 利 要 求

1、一种数据转发方法，其特征在于，所述方法包括：

头节点获取待转发数据；

所述头节点获取所述待转发数据对应的第一段标识 SID 序列，所述第一 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；

所述头节点将包含所述第一 SID 序列的报文头，封装在所述待转发数据的前端，得到待转发报文；

所述头节点根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的前 N 个节点生成的，所述第一 SID 序列在中间节点被替换为第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点生成的，其中，M 大于 N，N 大于或者等于 1，X 大于或者等于 N，Y 小于或者等于 M。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列之前，所述方法包括：所述头节点接收控制器发送的段路由策略 SR policy，所述 SR policy 包括所述第一 SID 序列；

所述获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列，包括：所述头节点根据所述待转发数据的业务属性，获取所述待转发数据对应的 SR policy；并将所述 SR policy 中包含的 SID 序列，确定为所述待转发数据对应的所述第一 SID 序列。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述头节点与数据中心网络 DCN 的入口边缘节点通过基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述 DCN 的入口边缘节点、所述 DCN 中的至少一个业务功能 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述 DCN 的入口边缘节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为根据所述 DCN 中的至少一个 SF 和所述 DCN 的出口边缘节点生成的；所述第一 SID 序列在所述 DCN 的入口边缘节点被替换为所述第二 SID 序列；

所述根据所述所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述第一 SID 序列，通过所述基础转发网络向所述 DCN 的入口边缘节点发送所述待转发报文。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述头节点与数据中心网络 DCN 中的第一 DCN 子网的入口边缘节点通过基础转发网络中的第一基础转发网络连接；所述第一 DCN 子网的出口边缘节点与所述 DCN 中的第二 DCN 子网的入口边缘节点通过所述基础转发网络中的第二基础转发网络连接；

所述目标转发路径包括：所述第一 DCN 子网的入口边缘节点、所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点、所述第二 DCN 子网的入口边缘节点、所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点；

所述第一 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网的入口边缘节点的 SID 生成的；所述第一 SID 序列在所述第一 DCN 子网的入口边缘节点被替换为所述第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 和所述第一 DCN 子网的出口边缘节点生成的；所述第二 SID 序列在所述第一 DCN 子网的出口边缘节点被替换为第三 SID 序列，所述第三 SID 序列为根据所述第二 DCN 子网的入口边缘节点生成的；

所述根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述第一 SID 序列，通过所述第一基础转发网络向所述第一 DCN 子网的入口边缘节点发送所述待转发报文。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述头节点为二级汇聚设备 PRE-AGG，所述第一 DCN 子网为边缘数据中心 EDC 网络，所述第二 DCN 子网为大区数据中心 RDC 网络，所述 EDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为一级汇聚设备 PE-AGG，所述 RDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为数据网关 DCGW。

6、根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点为电信云网络中的 SF 节点；

所述第一基础转发网络为城域网络，所述第二基础转发网络为骨干网络。

7、根据权利要求 1-6 任一所述的方法，其特征在于，所述目标转发路径中的第 M 个节点为所述待转发数据对应的虚拟专用网络 VPN 业务的目标节点；

所述将包含所述第一 SID 序列的报文头，封装在所述待转发数据的前端，包括：

将包含所述目标节点的 SID 的内层报文头，封装在所述待转发数据的前端；

将包含所述第一 SID 序列的外层报文头，封装在所述内层报文头的前端；

将具有所述外层报文头和所述内层报文头的待转发数据作为所述待转发报文；

所述根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述外层报文头中的所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文。

8、根据权利要求 1-7 任一所述的方法，其特征在于，所述待转发报文为 SRv6 报文。

9、一种数据转发方法，其特征在于，所述方法包括：

中间节点接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第一段标识 SID 序列；

所述中间节点获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列；

所述中间节点将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列；

所述中间节点根据所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文；

其中，所述第一 SID 序列和所述第二 SID 序列分别为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点的 SID 生成，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Y+1 个节点至第 Z 个节点的 SID 生成，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 大于或者等于 X，所述 Z 小于或者等于 M。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述待转发报文为 SRv6 报文。

11、根据权利要求 9 或 10 所述的方法，其特征在于，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 Y 个节点。

12、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，在获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列之前，所述方法包括：所述中间节点接收控制器发送的 SR policy，所述 SR policy 包括所述第二 SID 序列；

所述获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列，包括：在所述第一 SID 序列中的 Active SID 为所述中间节点的 SID 时，所述中间节点获取操作指令，所述操作指令用于指示所述中间节点将所述待转发报文中的所述第一 SID 序列替换为所述 SR policy 中包含的所述第二 SID 序列；所述中间节点将所述操作指令对应的所述 SR policy 中包含的所述第二 SID 序列确定为所述待转发报文对应的所述第二 SID 序列；

所述将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列, 包括: 根据所述操作指令的指示, 将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列。

13、根据权利要求 9-12 任一所述的方法, 其特征在于, 所述中间节点为数据中心网络 DCN 的入口边缘节点, 所述中间节点与基础转发网络连接;

所述目标转发路径包括: 所述 DCN 的入口边缘节点、所述 DCN 中的至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点;

所述第一 SID 序列为根据所述 DCN 的入口边缘节点的 SID 生成的; 所述第二 SID 序列为根据所述 DCN 中至少一个 SF 节点和所述 DCN 的出口边缘节点的 SID 生成的;

所述中间节点接收待转发报文, 包括: 所述中间节点通过基础转发网络接收头节点发送的所述待转发报文;

所述根据所述所述第二 SID 序列, 发送所述待转发报文, 包括: 根据所述第二 SID 序列, 通过所述 DCN 的内部节点向所述 DCN 的至少一个业务功能 SF 节点中的第一个 SF 节点发送所述待转发报文。

14、根据权利要求 9-12 任一所述的方法, 其特征在于, 所述中间节点为 DCN 中的第一 DCN 子网的出口边缘节点, 所述第一 DCN 子网的出口边缘节点与所述 DCN 中的第二 DCN 子网的入口边缘节点通过基础转发网络连接;

所述目标转发路径包括: 所述第一 DCN 子网的入口边缘节点、所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点、所述第二 DCN 子网的入口边缘节点、所述第二 DCN 子网中的至少一个 SF 节点和所述第二 DCN 子网的出口边缘节点;

所述第一 SID 序列为根据所述第一 DCN 子网中的至少一个 SF 节点、所述第一 DCN 子网的出口边缘节点生成的;

所述第二 SID 序列为根据所述第二 DCN 子网的入口边缘节点生成的;

所述中间节点接收待转发报文, 包括: 所述中间节点通过所述第一 DCN 子网的内部节点, 接收所述第一 DCN 子网中所述至少一个 SF 节点中的最后一个 SF 节点发送的所述待转发报文;

所述根据所述第二 SID 序列, 发送所述待转发报文, 包括: 根据所述第二 SID 序列, 通过所述基础转发网络向所述第二 DCN 子网的入口边缘节点发送所述待转发报文。

15、根据权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述第一 DCN 子网为边缘数据中心 EDC 网络, 所述第二 DCN 子网为大区数据中心 RDC 网络, 所述 EDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 PE-AGG, 所述 RDC 网络的入口边缘节点和出口边缘节点均为 DCGW。

16、根据权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述 EDC 网络中的至少一个 SF 节点和所述 RDC 网络中的至少一个 SF 节点为电信云网络中的 SF 节点。

17、根据权利要求 9-16 任一所述的方法, 其特征在于, 所述 Z 小于 M;

所述目标转发路径中的第 M 个节点为所述待转发报文对应的虚拟专用网络 VPN 业务的目标节点;

所述待转发报文具有外层报文头和内层报文头, 其中, 所述外层报文头封装在所述内层报文头的前端;

所述外层报文头包含所述第一 SID 序列, 所述内层报文头包含所述 VPN 业务的目标节点的 SID;

所述将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列, 包括: 将所述外层

报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列；

所述根据所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文，包括：根据所述外层报文头中的所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文。

18、一种数据转发方法，其特征在于，所述方法包括：

尾节点接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；

去除所述待转发报文的报文头，得到待转发数据；

根据所述待转发数据的目的地址转发所述待转发数据；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Z 个节点至第 M 个节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为在中间节点替换第一 SID 序列得到的，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点生成的，所述 Z 大于 1 且小于或等于 M，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 小于或者等于 Z，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID。

19、一种数据转发方法，其特征在于，所述方法包括：

尾节点接收待转发报文，所述待转发报文包括外层报文头和内层报文头，所述外层报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的，所述内层报文头包含所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点的 SID；

去除所述待转发报文的外层报文头，得到待转发报文；

向所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点转发所述去除外层报文头后的待转发报文；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 M-1 个节点的 SID 生成的；所述 X 大于 1，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID；所述 VPN 业务的目标节点为所述第 M 个节点。

20、一种数据转发方法，其特征在于，所述方法包括：

控制器获取目标转发路径，所述目标转发路径包括 M 个节点；

根据所述 M 个节点中的前 N 个节点的 SID，生成第一 SID 序列；

根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点的 SID，生成第二 SID 序列；

向头节点发送所述第一 SID 序列；

向中间节点发送所述第二 SID 序列；

其中，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 N 个节点，N 大于或者等于 1，X 等于 N 或 N+1，Y 小于或者等于 M；

所述第一 SID 序列被所述头节点用于发送所述头节点接收的待转发数据；

所述第二 SID 序列被所述中间节点用于发送所述中间节点接收的待转发报文。

21、根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述方法包括：

所述头节点用于将包含所述第一 SID 序列的报文头封装在待转发数据的前端，生成待转发报文，并根据所述目的地址向所述中间节点发送所述待转发报文；

所述中间节点用于将所述待转发报文的报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列，并根据替换后的报文头中的目的地址转发所述待转发报文。

22、根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述向头节点发送所述第一 SID 序列，

包括：向所述头节点发送 SR policy1，所述 SR policy1 包含所述第一 SID 序列；

所述向中间节点发送所述第二 SID 序列，包括：向所述中间节点发送 SR policy2，所述 SR policy2 包含所述第二 SID 序列。

23、根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述控制器为 DCN 中的 DCN controller。

24、一种数据转发装置，其特征在于，应用于网络系统，所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点，所述装置位于头节点，所述装置包括：

接收模块，用于获取待转发数据；

处理模块，用于获取所述待转发数据对应的第一 SID 序列，所述第一 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；以及将包含所述第一 SID 序列的报文头，封装在所述待转发数据的前端，得到待转发报文；

发送模块，用于根据所述第一 SID 序列，发送所述待转发报文；其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的前 N 个节点生成的，所述第一 SID 序列在中间节点被替换为第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点生成的，其中，M 大于 N，N 大于或者等于 1，X 大于或者等于 N，Y 小于或者等于 M。

25、一种数据转发装置，其特征在于，应用于网络系统，所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点，所述装置位于中间节点，所述装置包括：

接收模块，用于接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第一 SID 序列；

处理模块，用于获取所述待转发报文对应的第二 SID 序列；以及，将所述报文头中的所述第一 SID 序列替换为所述第二 SID 序列；

发送模块，用于根据所述第二 SID 序列，发送所述待转发报文；其中，所述第一 SID 序列和所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点的 SID 生成，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Y+1 个节点至第 Z 个节点的 SID 生成，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 大于或者等于 X，所述 Z 小于或者等于 M。

26、一种数据转发装置，其特征在于，应用于网络系统，所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点，所述装置位于尾节点，所述装置包括：

接收模块，用于接收待转发报文，所述待转发报文的报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的；

处理模块，用于去除所述待转发报文的报文头，得到待转发数据；

发送模块，用于根据所述待转发数据自身的目的地址转发所述待转发数据；

其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 Z 个节点至第 M 个节点的 SID 生成的；所述第二 SID 序列为在中间节点替换第一 SID 序列得到的，所述第一 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 Y 个节点生成的，所述 Z 大于 1 且小于或等于 M，所述 X 大于或者等于 1，所述 Y 小于或者等于 Z，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID。

27、一种数据转发装置，其特征在于，应用于网络系统，所述网络系统包括头节点、中间节点和尾节点，所述装置位于尾节点，所述装置包括：

接收模块，用于接收待转发报文，所述待转发报文包括外层报文头和内层报文头，所述

外层报文头包含第二 SID 序列，所述第二 SID 序列为根据目标转发路径中的部分节点的 SID 生成的，所述内层报文头包含所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点的 SID；

处理模块，用于去除所述待转发报文的外层报文头，得到待转发报文；

发送模块，用于向所述待转发报文对应的 VPN 业务的目标节点转发所述去除外层报文头后的待转发报文；其中，所述目标转发路径包括 M 个节点，所述第二 SID 序列为根据所述 M 个节点中的第 X 个节点至第 M-1 个节点的 SID 生成的；所述 X 大于 1，所述尾节点的 SID 为所述第二 SID 序列中的最后一个 SID；所述 VPN 业务的目标节点为所述第 M 个节点。

28、一种数据转发装置，其特征在于，应用于网络系统，所述网络系统包括头节点、中间节点、尾节点和控制器，所述装置位于控制器，所述装置包括：

接收模块，用于获取目标转发路径，所述目标转发路径包括 M 个节点；

处理模块，用于根据所述 M 个节点中的第 1 个至第 N 个节点的 SID，生成第一 SID 序列；以及，根据所述 M 个节点中的第 X 个至第 Y 个节点的 SID，生成第二 SID 序列；

发送模块，用于向头节点发送所述第一 SID 序列；以及，向中间节点发送所述第二 SID 序列；其中，所述中间节点为所述 M 个节点中的第 N 个节点，N 大于或者等于 1，X 等于 N 或者 N+1，Y 小于或者等于 M；

所述第一 SID 序列被所述头节点用于发送所述头节点接收的待转发数据；

所述第二 SID 序列被所述中间节点用于发送所述中间节点接收的待转发报文。

29、一种数据转发系统，其特征在于，所述系统包括：

头节点，所述头节点用于执行权利要求 1 至 8 任一所述的数据转发方法；

至少一个中间节点，所述中间节点用于执行权利要求 9 至 17 任一所述的数据转发方法。

30、根据权利要求 29 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：

尾节点，所述尾节点用于执行权利要求 18 或 19 所述的数据转发方法。

31、根据权利要求 29 或 30 所述的系统，其特征在于，所述系统还包括：

控制器，所述控制器用于执行权利要求 20-22 任一所述的数据转发方法。

32、根据权利要求 30 所述的系统，其特征在于，所述头节点为一级汇聚设备 PE-AGG，所述中间节点为二级汇聚设备 PRE-AGG 或者数据网关 DCGW，所述尾节点为 DCGW。

33、根据权利要求 31 所述的系统，其特征在于，所述控制器为数据中心网络的控制器 DCN Controller。

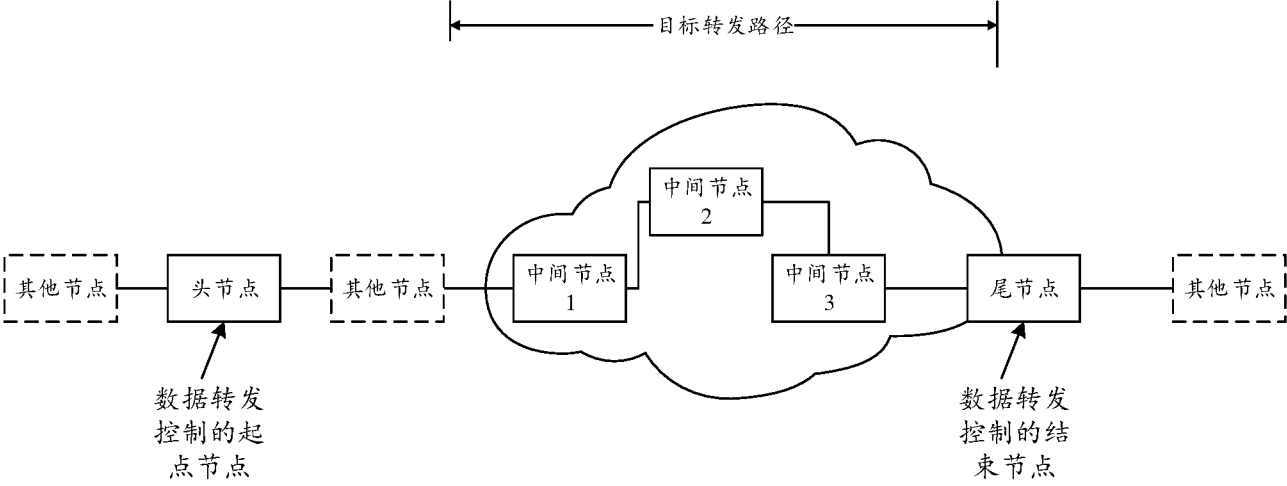


图 1

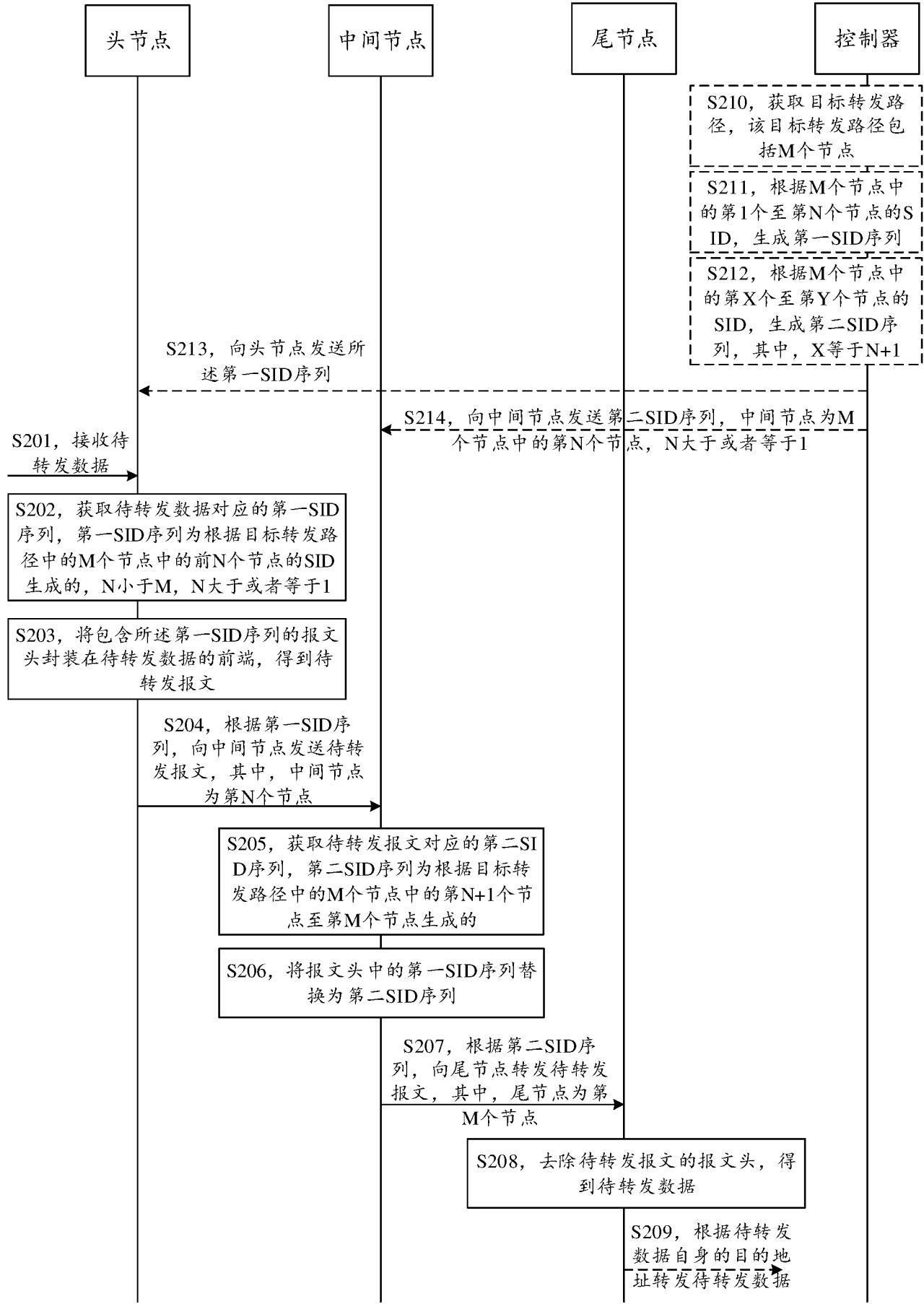


图 2

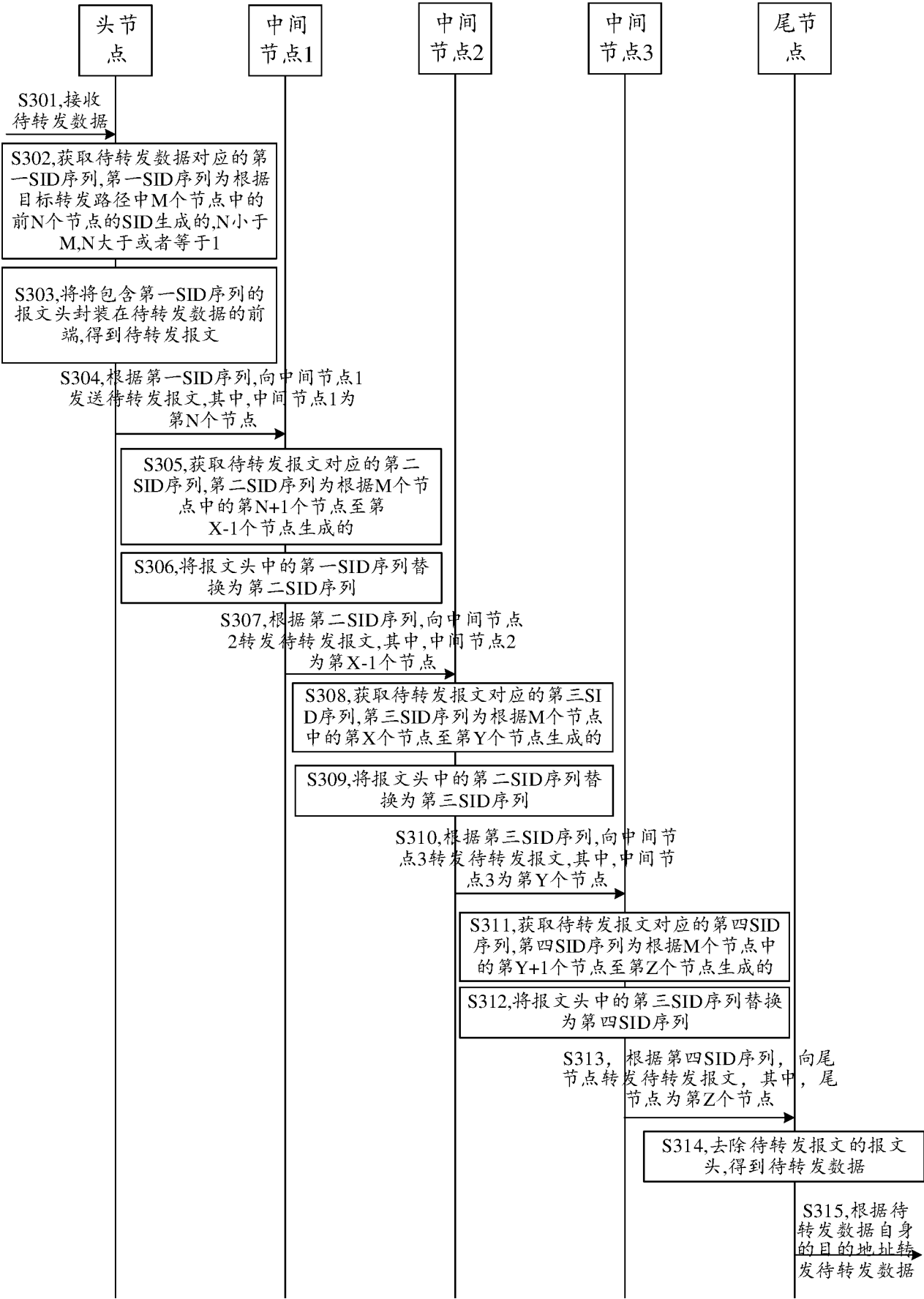


图 3

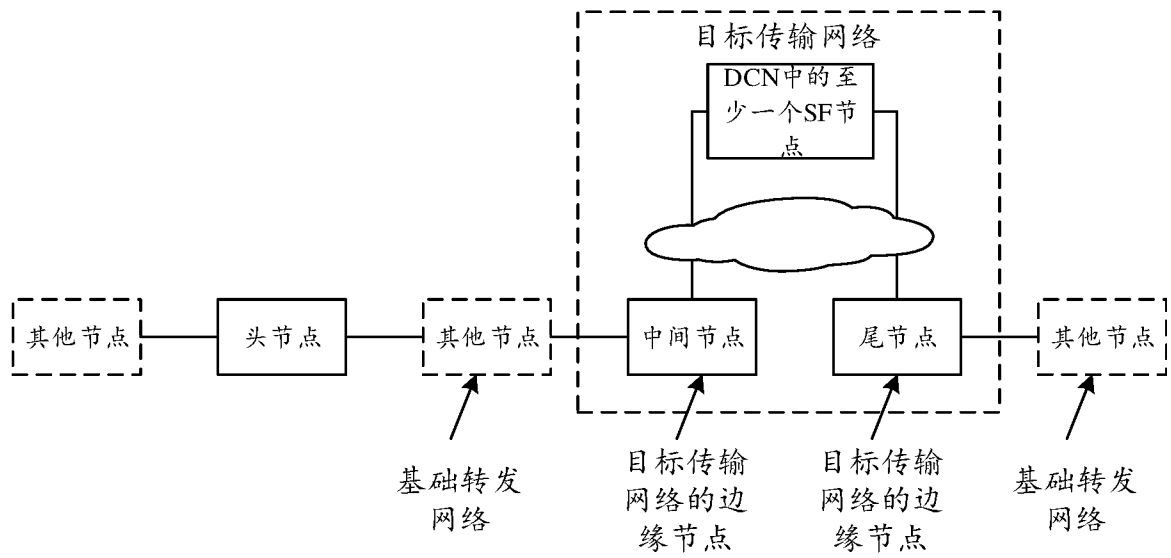


图 4

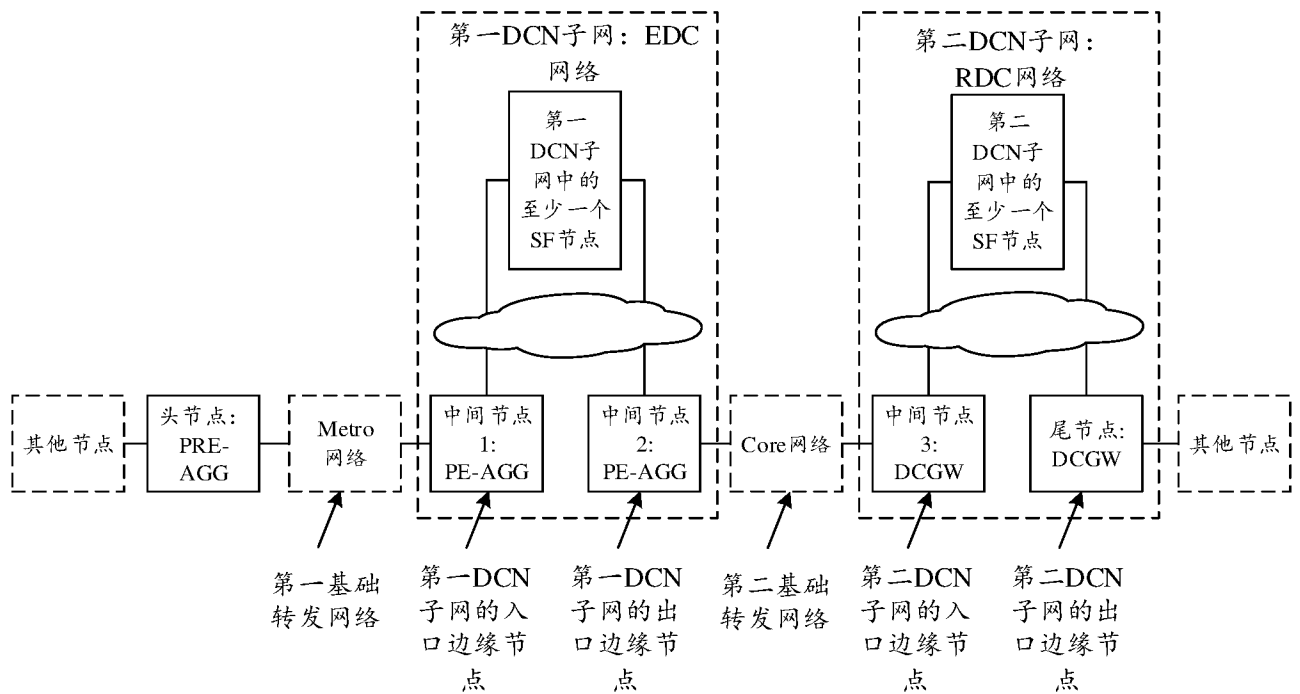


图 5

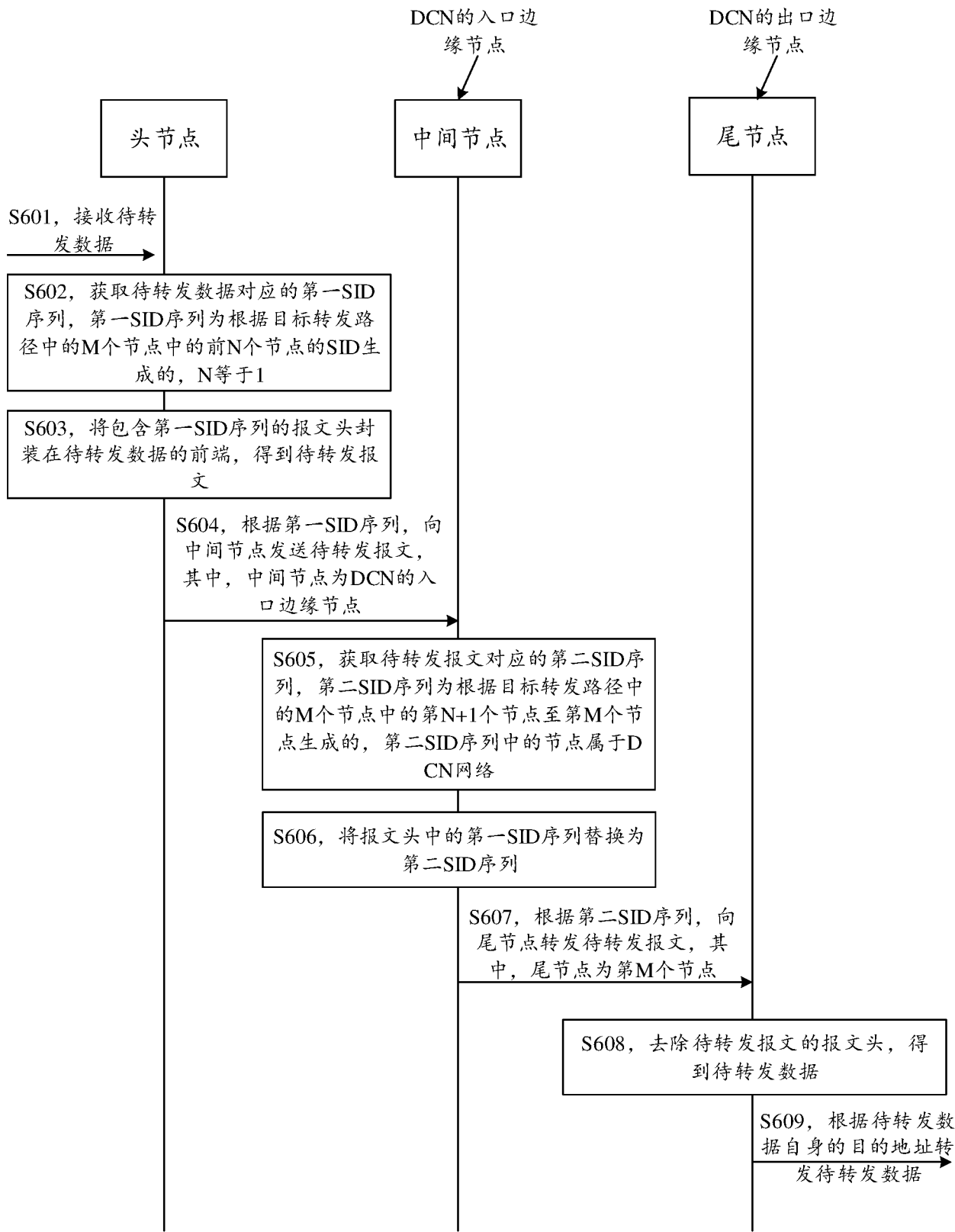


图 6

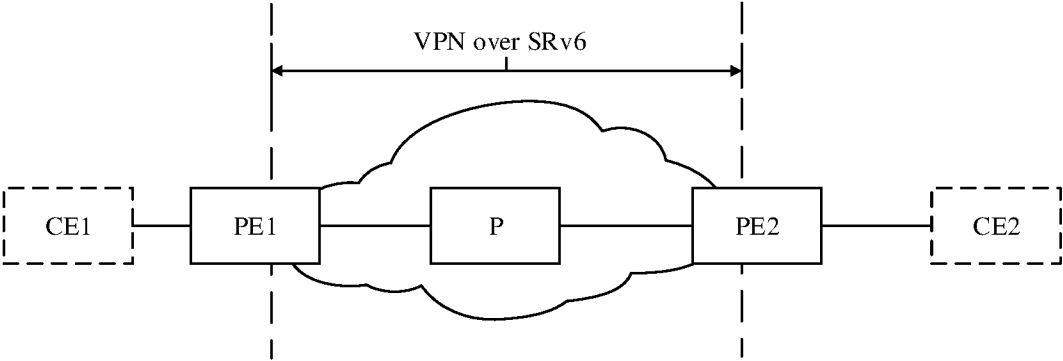


图 7

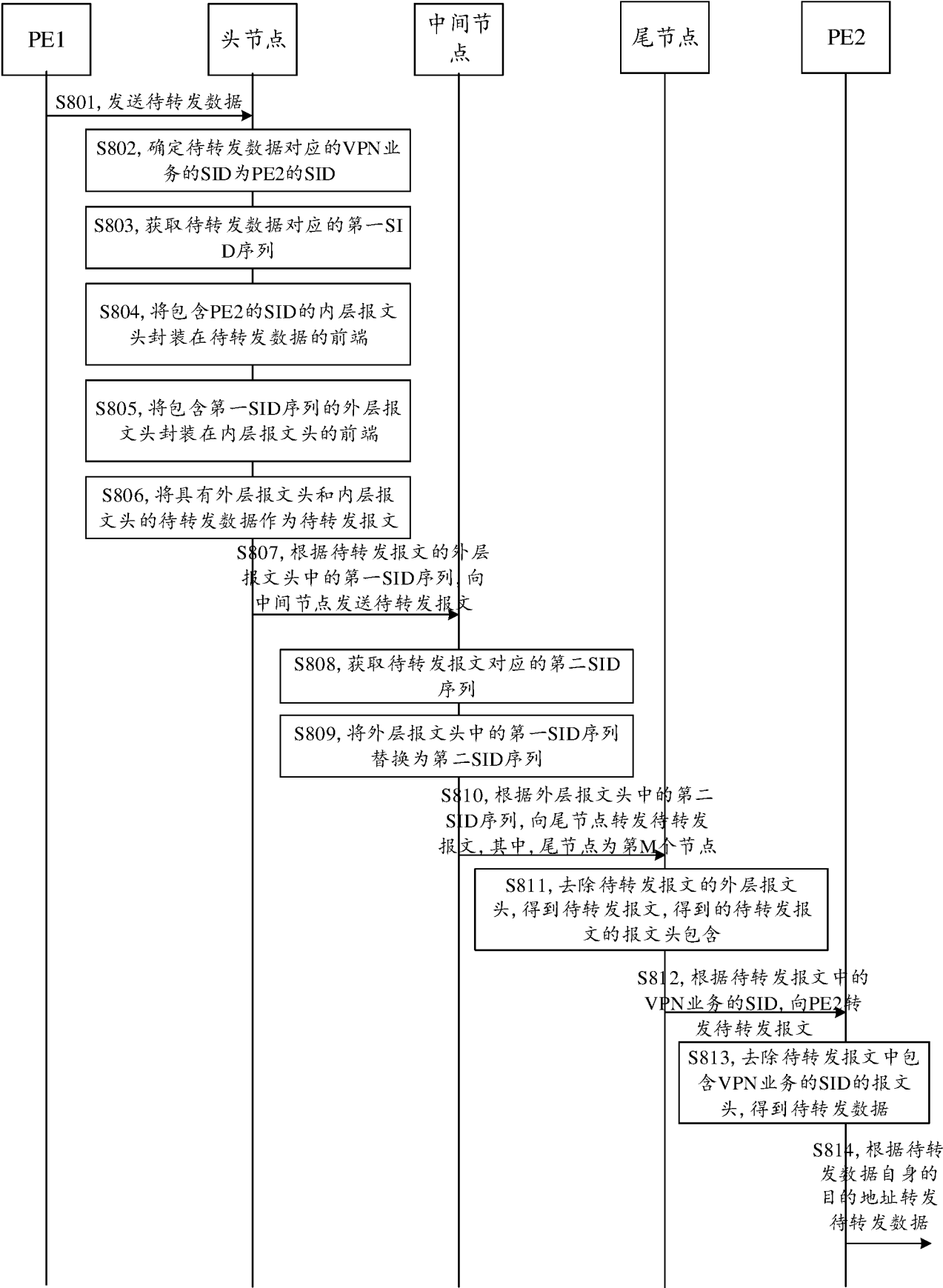


图 8

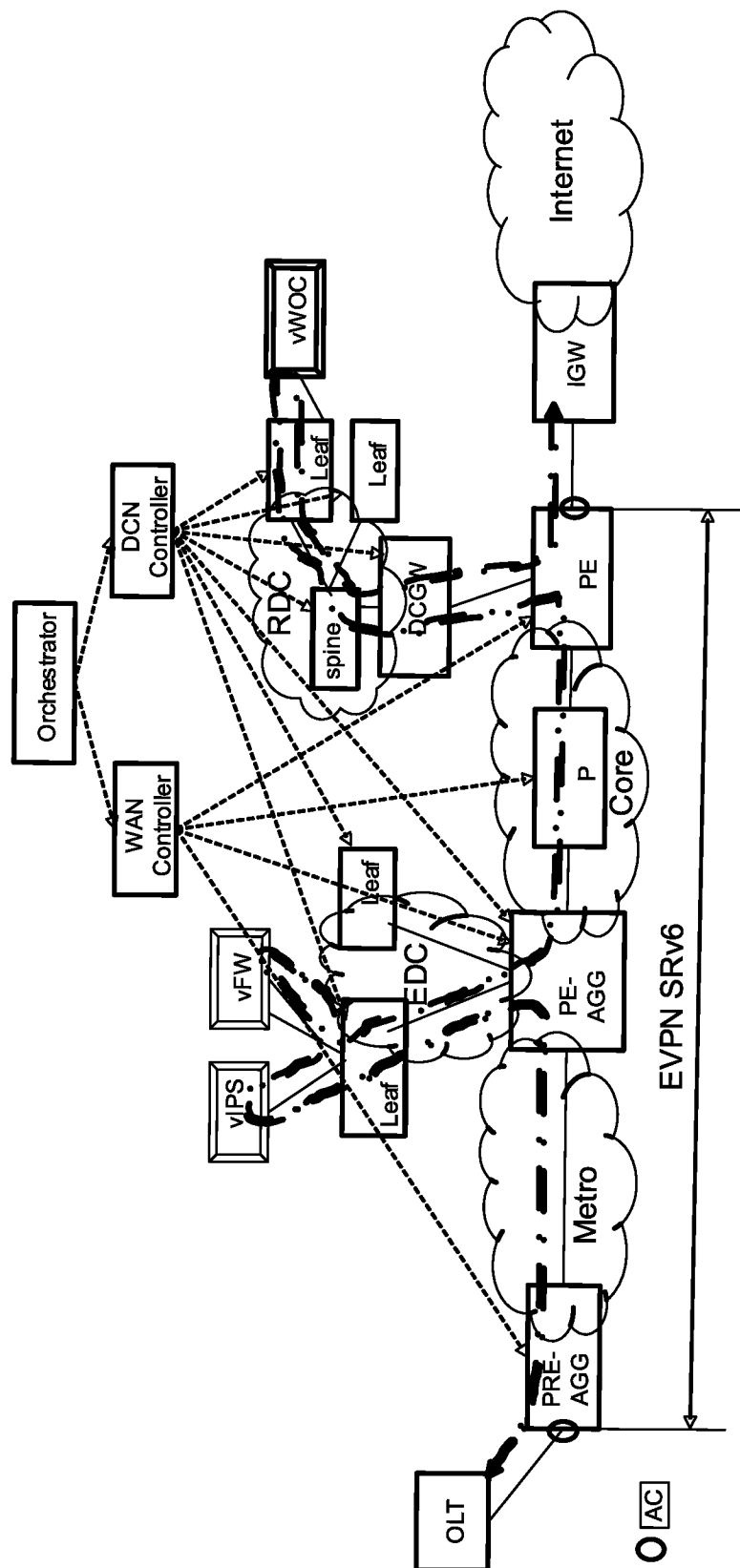


图9

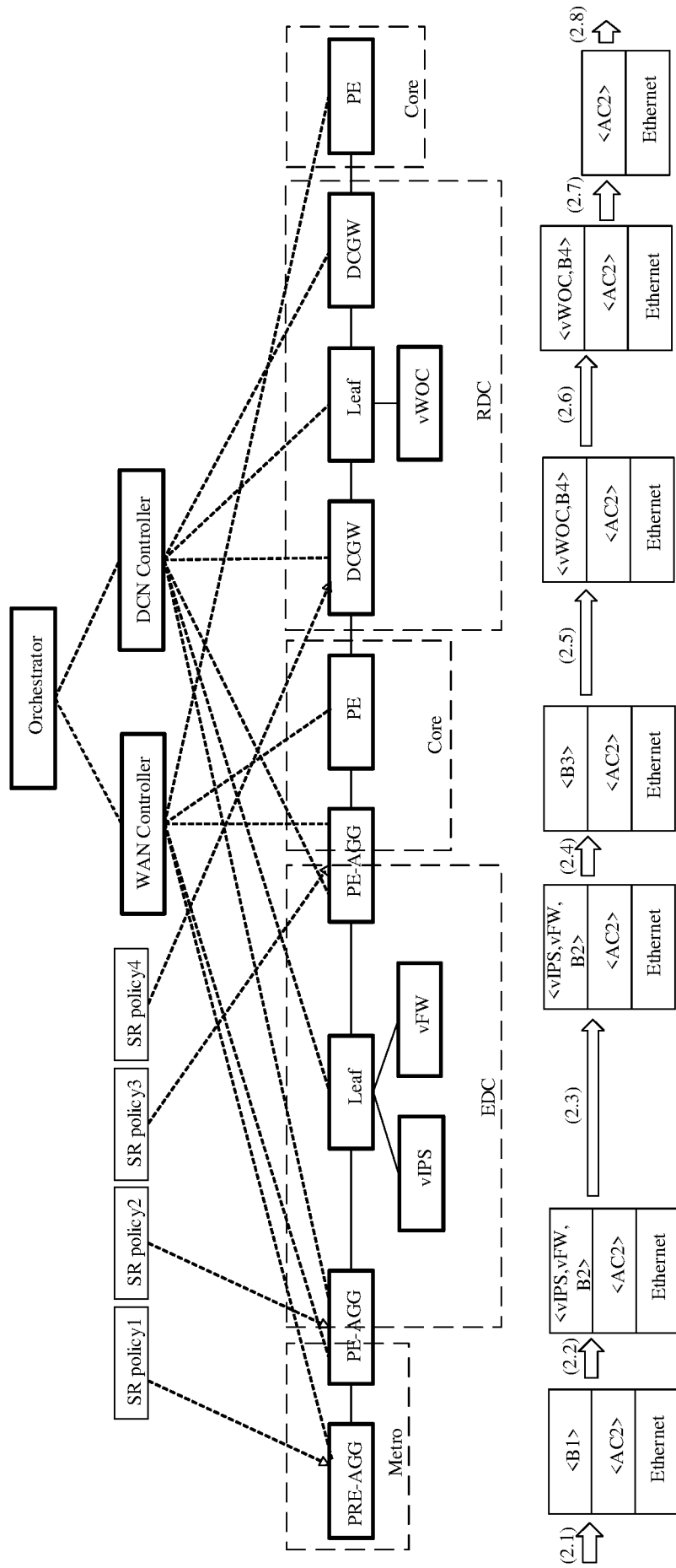


图 10

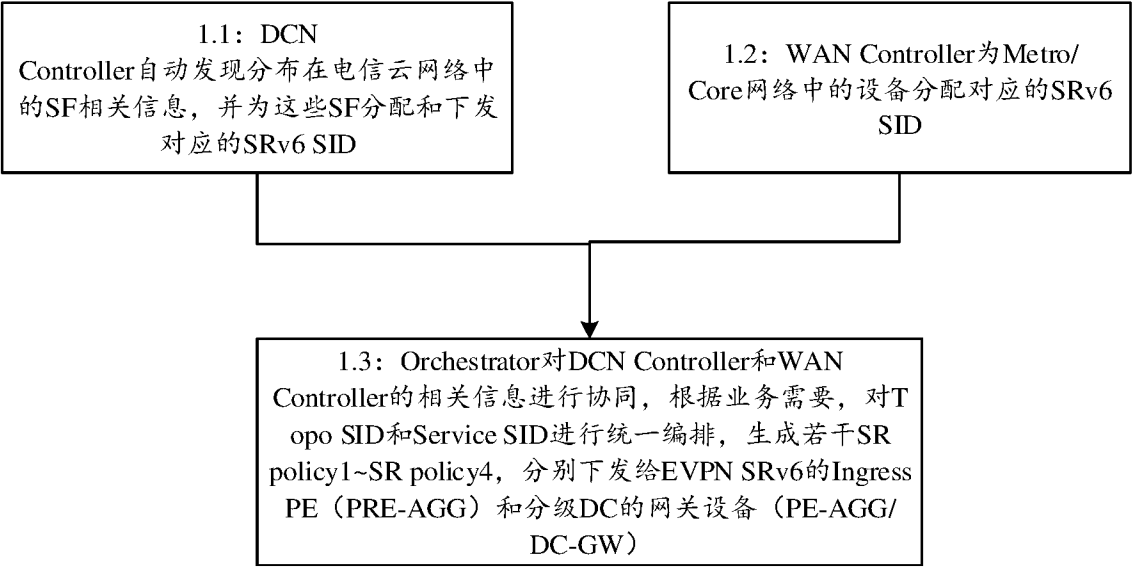


图 11



图 12

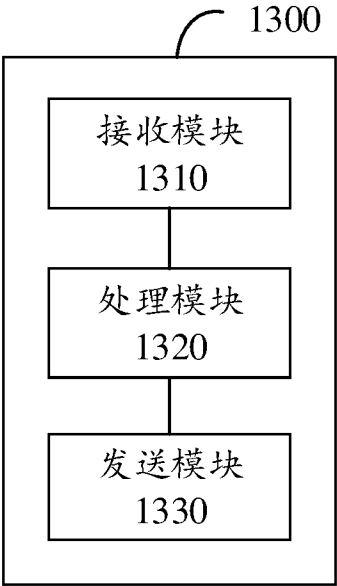


图 13

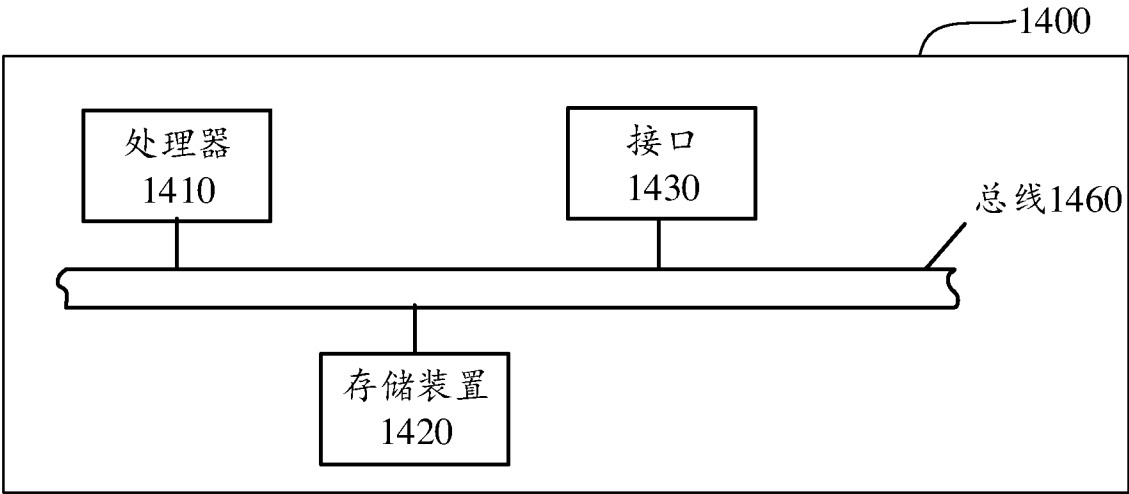


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/071570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/741(2013.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 转发路径, 路由路径, 分割, 切分, 分成, 划分, 分为, 段, 部分, 大于, 长于, 超过, forwarding path, routing path, divide, partition, segment, part, exceed, longer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108768848 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 06 November 2018 (2018-11-06) description, paragraphs 0054-0181, and abstract	1-33
X	CN 101436998 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 20 May 2009 (2009-05-20) description, page 3, third-to-last paragraph to page 20, third-to-last paragraph, and figures 1b, 1c, 2a	1-33
A	US 2003193959 A1 (GENERAL INSTRUMENT CORPORATION) 16 October 2003 (2003-10-16) entire document	1-33



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 March 2020

Date of mailing of the international search report

26 March 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/071570

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108768848	A	06 November 2018	None			
CN	101436998	A	20 May 2009	CN	101505278	A	12 August 2009
US	2003193959	A1	16 October 2003	CN	1496632	A	12 May 2004
				WO	03063422	A1	31 July 2003
				DE	60336115	D1	07 April 2011
				CA	2439865	A1	31 July 2003
				AT	499778	T	15 March 2011
				KR	20030085016	A	01 November 2003
				EP	1468528	A1	20 October 2004
				AU	2003205172	A1	02 September 2003

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/071570

A. 主题的分类

H04L 12/741 (2013. 01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 转发路径, 路由路径, 分割, 切分, 分成, 划分, 分为, 段, 部分, 大于, 长于, 超过, forwarding path, routing path, divide, partition, segment, part, exceed, longer

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 108768848 A (北京邮电大学) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 说明书第0054-0181段、摘要	1-33
X	CN 101436998 A (华为技术有限公司) 2009年 5月 20日 (2009 - 05 - 20) 说明书第3页倒数第3段-第20页倒数第3段、附图1b, 1c, 2a	1-33
A	US 2003193959 A1 (GENERAL INSTRUMENT CORPORATION) 2003年 10月 16日 (2003 - 10 - 16) 全文	1-33

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 3月 7日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

贺希佳

电话号码 86- (10) -53961586

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/071570

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108768848	A	2018年 11月 6日	无	
CN	101436998	A	2009年 5月 20日	CN	101505278 A 2009年 8月 12日
US	2003193959	A1	2003年 10月 16日	CN	1496632 A 2004年 5月 12日
				WO	03063422 A1 2003年 7月 31日
				DE	60336115 D1 2011年 4月 7日
				CA	2439865 A1 2003年 7月 31日
				AT	499778 T 2011年 3月 15日
				KR	20030085016 A 2003年 11月 1日
				EP	1468528 A1 2004年 10月 20日
				AU	2003205172 A1 2003年 9月 2日