

(19) 世界知识产权组织
国际局(43) 国际公布日
2015年12月3日 (03.12.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/180040 A1(51) 国际专利分类号:
H04L 12/741 (2013.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/078551

(22) 国际申请日: 2014年5月27日 (27.05.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(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: 唐朋成 (TANG, Pengcheng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。周伟 (ZHOU, Wei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市国贸大厦 15 楼西座 1521 室, Guangdong 518014 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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)。

本国国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: FLOW TABLE MANAGEMENT METHOD AND RELEVANT DEVICE AND SYSTEM

(54) 发明名称: 流表管理方法及相关设备和系统

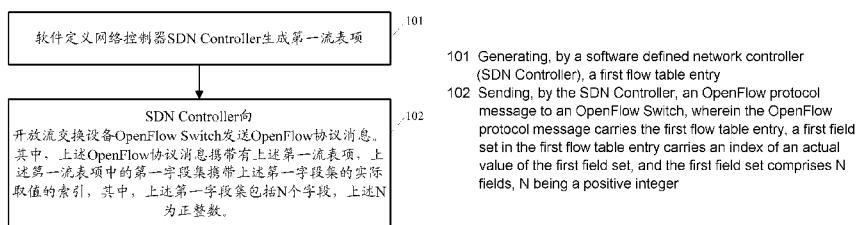


图 1-a / FIG. 1-a

(57) **Abstract:** A flow table management method and a relevant device and system. A flow table management method, comprising: generating, by a software defined network controller, a first flow table entry, wherein a first field set in the first flow table entry carries an index of an actual value of the first field set, and the first field set comprises N fields; and sending, by the software defined network controller, an open flow protocol message to an open flow switch, the open flow protocol message carrying the first flow table entry. The technical solution in the embodiments of the present invention is beneficial to reduce the data amount of flow table entries issued by an SDN Controller to an OpenFlow Switch, thereby reducing the overhead of a control channel, reducing the congestion risk of the control channel, and reducing the occupation of issuing the flow table entries on network processing resources of the SDN Controller and the OpenFlow Switch.

(57) 摘要: 一种流表管理方法及设备和系统。一种流表管理方法, 包括: 软件定义网络控制器生成第一流表项, 其中, 第一流表项中的第一字段集携带第一字段集的实际取值的索引, 第一字段集包括 N 个字段; 软件定义网络控制器向开放流交换设备发送开放流协议消息, 开放流协议消息携带有第一流表项。本发明实施例的技术方案有利于降低 SDN Controller 向 OpenFlow Switch 下发流表项的数据量, 进而减少控制信道开销, 进而降低控制信道拥塞风险, 减少下发流表项对 SDN Controller 和 OpenFlow Switch 的网络处理资源占用。

—1—

流表管理方法及相关设备和系统

技术领域

本发明涉及网络通信技术领域，具体涉及流表管理方法以及相关设备和通信系统。

5 背景技术

开放流（OpenFlow）技术最早是由斯坦福大学提出，旨在基于传输控制协议/因特网互联协议（TCP/IP, Transmission Control Protocol/Internet Protocol）技术条件，以创新的网络互联理念，来解决当前网络面对新业务而产生的种种瓶颈问题。

其中，OpenFlow技术的核心思想主要是将原本完全由交换设备（交换设备例如可为交换机、路由器等）控制的报文转发过程，转化为由OpenFlow交换设备（OpenFlow Switch）和软件定义网络（SDN, Software Defined Network）控制器（SDN Controller）协同完成。

SDN Controller可主动或在OpenFlow Switch请求时向OpenFlow Switch下发用于指示报文转发处理方式的流表项，OpenFlow Switch则根据SDN Controller下发的流表项对接收到的与之匹配的报文进行转发处理。

现有技术在任何时候，SDN Controller向OpenFlow Switch下发的流表项都是标准完整的流表项。SDN Controller有的时候还一次性向OpenFlow Switch下发几十上百条流表项。SDN Controller下发标准完整的流表项在有些情况下可能造成控制信道较大开销，增加控制信道拥塞风险，且占用SDN Controller和OpenFlow Switch双方较多网络处理资源。

发明内容

本发明实施例提供流表管理方法及设备和系统，以期降低SDN Controller向OpenFlow Switch下发流表项的数据量，进而减少控制信道开销，进而降低控制信道拥塞风险，减少下发流表项对SDN Controller和OpenFlow Switch的网络处理资源占用。

第一方面，一种流表管理方法，包括：

软件定义网络控制器生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字

—2—

段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，其中，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；

所述软件定义网络控制器向开放流交换设备发送开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项。

5 结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实施方式中，所述索引为所述开放流交换设备已保存的流表项的流表项标识。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实施方式，在第一方面的第二种可能的实施方式中，所述第一流表项中的第二字段集中的每个字段携带有多个实际取值，其中，所述第二字段集包括M个字段，其中，所述M为正整数。

10 结合第一方面或第一方面的第一种可能的实施方式或第一方面的第二种可能的实施方式，在第一方面的第三种可能的实施方式中，

所述生成第一流表项之前还包括：所述软件定义网络控制器接收来自交换设备的第一报文或第一报文的报文头，并按照预设处理策略确定用于处理所述第一报文的路由指令集；其中，所述第一流表项的指令字段携带所述路由指令集或所述路由指令集的索引。

第二方面，一种流表管理方法，包括：

开放流交换设备接收开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，其中，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；

20 所述开放流交换设备基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值；

所述开放流交换设备利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

结合第二方面，在第二方面的第一种可能的实施方式中，所述索引为所述25 交换设备已保存的流表项的流表项标识；其中，所述基于所述第一字段集的索引获取所述第一字段集的实际取值，包括：基于所述流表项标识获取所述流表项标识所表示的流表项中与所述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，所述第三字段集和所述第一字段集之中协议类型相同

—3—

的字段的实际取值相同。

结合第二方面或第二方面的第一种可能的实施方式，在第二方面的第二种可能的实施方式中，所述方法还包括：所述开放流交换设备向软件定义网络控制器发送所述第一流表项的标识或保存的所述第一流表项。

5 结合第二方面或第二方面的第一种可能的实施方式或第二方面的第二种可能的实施方式，在第二方面的第三种可能的实施方式中，

所述开放流交换设备接收第一流表项之前还包括：

所述开放流交换设备向软件定义网络控制器发送第一报文或第一报文的报文头；

10 其中，所述第一流表项的指令字段携带用于处理所述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；

所述方法还包括：所述开放流交换设备基于所述路由指令集处理所述第一报文。

第三方面，一种流表中继方法，可包括：

15 虚拟层设备接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；

所述虚拟层设备接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流协议消息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；

所述虚拟层设备将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；

所述虚拟层设备向开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息。

第四方面，一种软件定义网络控制器，可包括：

25 生成单元，用于生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；

发送单元，用于向开放流交换设备发送开放流协议消息，所述开放流协议

—4—

消息携带有所述第一流表项。

结合第四方面，在第四方面的第一种可能的实施方式中，所述索引为所述开放流交换设备已保存的流表项的流表项标识。

5 结合第四方面或第四方面的第一种可能的实施方式，在第四方面的第二种可能的实施方式中，所述第一流表项中的第二字段集中的每个字段携带多个实际取值，其中，所述第二字段集包括M个字段，其中，所述M为正整数。

结合第四方面或第四方面的第一种可能的实施方式或第四方面的第二种可能的实施方式，在第四方面的第三种可能的实施方式中，

10 所述软件定义网络控制器还包括接收单元，用于在所述生成单元生成第一流表项之前，接收来自交换设备的第一报文或第一报文的报文头，并按照预设处理策略确定用于处理所述第一报文的路由指令集；其中，所述第一流表项的指令字段携带所述路由指令集或所述路由指令集的索引。

第五方面，一种开放流交换设备，可包括：

15 接收单元，用于接收开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，其中，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数。

获取单元，用于基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值；

20 替换单元，用于利用所述获取单元获取的所述第一字段集的实际取值，替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

结合第五方面，在第五方面的第一种可能的实施方式中，所述索引为所述开放流交换设备已保存的流表项的流表项标识；

25 其中，所述获取单元具体用于，基于所述流表项标识获取所述流表项标识所表示的流表项中与所述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，所述第三字段集和所述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实施方式，在第五方面的第二种

—5—

可能的实施方式中，所述开放流交换设备还包括：第一发送单元，用于向软件定义网络控制器发送所述第一流表项的标识或保存的所述第一流表项。

结合第五方面或第五方面的第一种可能的实施方式或第五方面的第二种可能的实施方式，在第五方面的第三种可能的实施方式中，

5 所述开放流交换设备还包括：

第二发送单元，用于接收第一流表项之前向软件定义网络控制器发送第一报文或第一报文的报文头；其中，所述第一流表项的指令字段携带用于处理所述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；

报文处理单元，用于基于所述路由指令集处理所述第一报文。

10 第六方面，一种虚拟层设备，包括：

接收单元，用于接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流协议消息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；

合并单元，用于将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；

发送单元，用于向开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息。

第七方面，一种通信系统，包括：

20 软件定义网络控制器，用于生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；向开放流交换设备发送开放流协议消息，其中，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项；

25 所述开放流交换设备，用于接收所述开放流协议消息；基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值；利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

第八方面，一种通信系统，包括：

—6—

第一软件定义网络控制器，用于发送第一开放流开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；

第二软件定义网络控制器，用于第二开放流协议消息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；

虚拟层设备，用于接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流协议消息；将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；向所述开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息；

所述开放流交换设备，用于接收所述第三开放流协议消息；将所述第三开放流协议消息携带的所述第三流表项拆分为所述第一流表项和所述第二流表项；基于所述第一字段的实际取值的索引获取所述第一字段的实际取值；基于所述第四字段的实际取值的索引获取所述第四字段的实际取值；利用所述第一字段的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段所携带的所述第一字段的实际取值的索引；利用所述第四字段的实际取值替换所述第二流表项的所述第四字段所携带的所述第四字段的实际取值的索引。

可以看出，本发明实施例的方案中，对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常小于甚至远小于字段实际取值，因此，本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

25 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例和现有技术中的技术方案，下面将对实施例和现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付

—7—

出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1-a为本发明实施例提供的一种流表管理方法的流程示意图；

图1-b为本发明实施例提供的一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-c为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-d为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-e为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-f为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-g为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-h为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图1-i为本发明实施例提供的一种流表项拆分的示意图；

图1-j为本发明实施例提供的另一种流表项拆分的示意图；

图2-a为本发明实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图；

图2-b为本发明实施例提供的一种OpenFlow Switch保存的流表的示意图；

图2-c为本发明实施例提供的另一种SDN下发的流表项的示意图；

图3-a为本发明实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图；

图3-b为本发明实施例提供的一种流表项合并的示意图；

图3-c为本发明实施例提供的另一种流表项合并的示意图；

图4为本发明实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图；

图5为本发明实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图；

图6为本发明实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图；

图7为本发明实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图；

图8-a为本发明实施例提供的一种SDN Controller的结构示意图；

图8-b为本发明实施例提供的另一种SDN Controller的结构示意图；

图9-a为本发明实施例提供的一种OpenFlow Switch的结构示意图；

图9-b为本发明实施例提供的另一种OpenFlow Switch的结构示意图；

图9-c为本发明实施例提供的另一种OpenFlow Switch的结构示意图；

图10为本发明实施例提供的一种虚拟层设备的结构示意图；

图11为本发明实施例提供的另一种SDN Controller的结构示意图；

—8—

图12为本发明实施例提供的另一种SDN Controller的结构示意图；

图13为本发明实施例提供的另一种OpenFlow Switch的结构示意图；

图14为本发明实施例提供的另一种OpenFlow Switch的结构示意图；

图15为本发明实施例提供的另一种虚拟层设备的结构示意图；

图16为本发明实施例提供的另一种虚拟层设备的结构示意图；

图17为本发明实施例提供的一种通信系统的示意图；

图18为本发明实施例提供的另一种通信系统的示意图。

具体实施方式

本发明实施例提供流表管理方法及设备和系统，以期降低SDN Controller

向OpenFlow Switch下发流表项的数据量，进而减少控制信道开销，进而降低
10 控制信道拥塞风险，减少下发流表项对SDN Controller和OpenFlow Switch的网
络处理资源占用。

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施
例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所
15 描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本发
明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所
有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

以下分别进行详细说明。

本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第
20 三”“第四”等是用于区别不同的对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术
语“包括”和“具有”以及他们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如
语“包括”和“具有”以及他们任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如
包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出
的步骤或单元，而是可包括没有列出的步骤或单元。

本发明流表管理方法的一实施例，一种流表管理方法包括：SDN Controller
25 生成第一流表项，其中，上述第一流表项中的第一字段集携带上述第一字段集
的实际取值的索引，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数；向
OpenFlow Switch发送OpenFlow协议消息，其中，上述OpenFlow协议消息携带
有上述第一流表项。

—9—

首先请参见图1-a，图1-a是本发明的一个实施例提供的一种流表管理方法的流程示意图。如图1-a所示，本发明的一个实施例提供的一种流表管理方法可包括以下内容：

101、SDN Controller生成第一流表项。

5 其中，SDN Controller可基于预设策略生成流表项（可称第一流表项以便于后续引述），SDN Controller也可在用户指令或某OpenFlow交换机的触发下生成第一流表项。当然，SDN Controller也可能在其它条件的触发下生成一条或者多条流表项。

10 SDN架构中，SDN Controller决定数据包在网络中传输路径。OpenFlow交
换设备会在本地保存若干个流表（Flow Table），每个Flow Table中可包含若干流表项。其中，若需OpenFlow Switch转发的数据包（例如报文）在其本地保存的Flow Table中存在与之匹配的流表项，则OpenFlow Switch基于Flow Table
15 中与之匹配的流表项进行数据包的转发处理。此外，若本地保存的Flow Table
中没有与数据包匹配的流表项，OpenFlow Switch可将该数据包或该数据包的
包头发送到SDN Controller进行相应转发处理方式确认。其中，SDN Controller
向OpenFlow Switch反馈与该数据包匹配的新流表项。OpenFlow Switch则根据
SDN Controller下发的与该数据包匹配的新流表项进行数据包转发处理。这就
意味着OpenFlow网络中的设备可分布部署、集中管控，这就使得OpenFlow网
络变为软件可定义的形态，因此OpenFlow网络也称之为SDN。SDN可提供可
20 编程接口，让网络使用者可决定如何路由数据包、如何实现负载均衡或者如何
进行访问控制等等。这就使得SDN中部署一种新路由协议或者安全算法，一般
往往仅需要在SDN Controller上撰写数百行代码，其开放性有利于加快新网络
应用的快速开发和部署。

25 需要说明，本发明各实施例中提及的OpenFlow Switch为支持OpenFlow协议的交换设备。其中，支持OpenFlow协议的交换设备例如可为支持OpenFlow协议的路由器或交换机等数据包（如报文）转发设备。

102、SDN Controller向OpenFlow Switch发送OpenFlow协议消息。

其中，上述OpenFlow协议消息携带有上述第一流表项，上述第一流表项

—10—

中的第一字段集携带上述第一字段集的实际取值的索引，其中，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数。其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是流修改（flow_mod）消息或其它OpenFlow协议消息。

5 可以理解，第一流表项的数据结构可与标准的流表项相同，例如第一流表项所包含的协议字段的类型、第一流表项中各类型协议字段的位置关系，可以与标准的流表项相同。但是，第一流表项中的部分或者全部协议字段所携带的信息类型不同于标准流表项，具体来说，第一流表项中的第一字段集中的某字段携带该字段的实际取值的索引，而标准的流表项中的各字段均携带其实际取
10 值本身。

其中，本发明各实施例中的N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段，也就是说，第一字段集中各字段在第一流表项中的分布位置可以是任意的，这样就有利于更加灵活的满足多种实际应用场景的灵活需求。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的介质访问控制（MAC，Media Access Control）地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等。其中，第一字段集中某字段的实际取值，即表示该字段所应该携带的标准值，例如，端口号字段的实际取值即为端口号，源IP地址字段的实际取值即为源IP地址、目的IP地址字段的实际取值即为目的IP地址、目的MAC地址字段的实际取值即为目的MAC地址、虚拟局域网标识字段的实际取值即为虚拟局域网标识、源MAC地址字段的实际取值即为源MAC地址，其它字段的实际取值以此类推。而本发明实施例中，SDN Controller下发的第一流表项中的第一字段集中各字段携带的并非该字段的实际取值本身，而是该字段的实际取值的索引，即可索引到该字段的实际取值的信息。假设第一字段集包括端口号字段，则该端口号字段并不携带端口号，而是携带能够索引到该端口号的索引。又例如，第一字段集包括源IP地址字段，则该源IP地址字段并不携带源IP地址，而是携带能够索引到该源

-11-

IP地址的索引。又例如，第一字段集包括目的IP地址字段，则该目的IP地址字段并不携带目的IP地址，而是携带能够索引到该目的IP地址的索引，又例如第一字段集包括虚拟局域网标识字段，则该虚拟局域网标识字段并不携带虚拟局域网标识，而是携带能够索引到该虚拟局域网标识的索引。又举例来说，第一字段集包括目的MAC地址字段，则该目的MAC地址字段并不携带目的MAC地址，而是携带能够索引到该目的MAC地址的索引。又例如，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。第一字段集若还包含其它协议字段，则相关情况以此类推。

可以理解，上述实际取值的索引可能是多种多样的，只要OpenFlow Switch能够根据实际取值的索引获取到该实际取值即可满足要求。在本发明的一些实施方式中，上述实际取值的索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项中的第一字段集中的任意1个字段携带的索引，均可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若上述N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同（例如，第一字段集中的各字段所携带的索引具体可能为同一个流表项标识）。可以理解，若某字段实际取值的索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，则既可有利于极大简化OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的方式，也可有利于提高OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的效率，并且由于流表项标识通常数据量较小，因此有利于SDN Controller较好的控制所下发的第一流表项的数据量。

在本发明的一些实施方式中，上述第一流表项中的第二字段集中的每个字段还可携带该字段的多个实际取值。上述第二字段集包括M个字段，上述M为正整数。其中，字段的实际取值的举例如上所述。可以理解，由于第二字段集中的每个字段还可携带用该字段的多个实际取值，因此，这就相当于说明第一流表项可拆分为多个流表项，这也有利于SDN Controller较好的控制所下发的第一流表项的数据量。例如，第一流表项中的第二字段集包括目的MAC地址

—12—

字段，该目的MAC地址字段携带3个目的MAC地址（例如该目的MAC地址字段携带的信息如下：192.168.0.2、192.168.0.3、192.168.0.4，或者该目的MAC地址字段携带的信息如下：192.168.0.2~192.168.0.4，上述举例的两种方式都可表示目的MAC地址字段携带了3个目的MAC地址，当然也可通过其它方式来表示目的MAC地址字段携带3个MAC地址），此场景下OpenFlow Switch可将该第一流表项拆分为4个流表项，这3个流表项的目的MAC地址字段分别携带上述3个目的MAC地址中的不同1个，这3个流表项的其它字段相同。当然，若这3个流表项的其它字段也携带多个实际取值，则也可按照类似方式，对这3个流表项分别进行拆分，例如，拆分得到的这3个流表项的虚拟局域网标识字段携带了2个虚拟局域网标识，则可将该3个流表项中的每个流表项又拆分为2个流表项，具体拆分方式可如图1-i-图1-j所示。可以直到拆分得到的流表项的每个字段只携带该字段的一个实际取值或实际取值的索引为止。

其中，本发明各实施例中的M例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一流表项中的第二字段集所包括的M个字段可为第一流表项中不同于第一字段集中任意1个字段的任意M个字段，第二字段集包括的M个字段可以是第一流表项中相邻的M个字段、部分相邻的M个字段或均不相邻的M个字段。上述M个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

其中，上述第二字段集和上述第一字段集的交集为空集。

下面通过附图举例第一流表项的几种可能结构。

参见图1-b~图1-e，其中，图1-b举例示出第一流表项中的第一字段集包括1个字段，该字段携带该字段实际取值的索引。图1-c举例示出第一流表项的第一字段集包括相邻2个字段，该相邻2个字段中的每个字段携带该字段实际取值的索引。图1-d举例示出第一流表项的第一字段集包括相邻t1个字段（其中t1为大于2的正整数），其中，该相邻t1个字段中的每个字段携带该字段实际取值的索引。图1-e举例示出第一流表项的第一字段集包括不相邻的2个字段，该不相邻的2个字段中的每个字段携带该字段实际取值的索引。可以理解，第一字

—13—

段集包括更多字段的场景可以此类推。

又例如，参见图1-f~图1-h，其中，图1-f举例示出第一流表项包括第一字段集和第二字段集，第一字段集包括1个字段，该1个字段携带该字段实际取值的索引；第二字段集也包括1个字段，该1个字段携带来用于描述该字段的多个实际取值。图1-g举例示出第一流表项的第一字段集包括相邻多个字段，该相邻多个字段中的每个字段携带该字段实际取值的索引，而第二字段集包括1个字段，该1个字段携带该字段的多个实际取值。其中，图1-h举例示出第一流表项的第一字段集包括相邻的多个字段，其中，该相邻多个字段中的每个字段携带该字段实际取值的索引；而第二字段集也包括多个字段，第二字段集包括的多个字段中的每个字段携带该字段的多个实际取值。可以理解，第一字段集和第二字段集包括更多字段的场景可以此类推。

在本发明的一些的实施方式中，SDN Controller生成第一流表项之前，还可接收来自OpenFlow Switch的第一报文，并可按照预设处理策略确定上述第一报文的路由指令集。其中，上述第一流表项的指令（Instructions）字段携带上述路由指令集或上述路由指令集的索引，其中，该索引例如可为上述OpenFlow Switch上已保存的某个流表项的流表项标识。进一步的，上述OpenFlow Switch在获得上述第一流表项之后，可基于上述第一流表项的Instructions字段携带的上述路由指令集（或基于上述路由指令集的索引获取到的路由指令集）来处理上述第一报文。

例如，上述SDN Controller接收来自OpenFlow Switch的第一报文或第一报文的报文，可包括：SDN Controller接收来自OpenFlow Switch的携带第一报文或者第一报文的报文头的OpenFlow协议消息（其中，该OpenFlow协议消息例如可为入分组（packet_in）消息或者其它OpenFlow协议消息）。当然该OpenFlow协议消息中还可携带1个或多个其它报文或报文头，当然，该OpenFlow协议消息也还可携带其它信息。

在本发明的一些实施方式中，对于相同的流表项，在OpenFlow Switch和SDN Controller中用于标识该相同的流表项的流表项标识可以是相同的或者是具有约定映射关系的，若OpenFlow Switch和SDN Controller中使用设定映射关

—14—

系的流表项标识来标识相同的流表项，则OpenFlow Switch和SDN Controller均可利用该设定映射关系推导出相同流表项在对端设备中的流表项标识。

其中，一个SDN Controller可以管辖多个OpenFlow Switch(即，同一个SDN Controller可能向多个OpenFlow Switch下发流表项)。一个OpenFlow Switch可受5一个或多个SDN Controller管辖(即，多个SDN Controller有可能向同一个OpenFlow Switch下发流表项)。

在本发明一些实施方式中，SDN Controller和OpenFlow Switch之间交互的信息可经虚拟层设备(若存在)转发而到达对端，虚拟层设备可透传SDN Controller和OpenFlow Switch交互的信息，也可对SDN Controller和OpenFlow 10Switch交互的信息进行一定的中继处理(例如流表项拆分、流表项合并等中继处理)之后转发到对端。举例来说，SDN Controller向OpenFlow Switch发送OpenFlow协议消息可经虚拟层设备(若存在)转发到达OpenFlow Switch，同理，OpenFlow Switch向SDN Controller发送OpenFlow协议消息可经虚拟层设备转发到SDN Controller，当然还可能存在其它中继设备。

15 其中，本发明实施例中的虚拟层设备可为能够对物理的OpenFlow Switch进行虚拟化的设备，虚拟层设备例如可以将一个物理的OpenFlow Switch虚拟成多个虚拟的OpenFlow Switch。其中，本发明实施例的技术方案主要关注的是虚拟层设备对SDN Controller和OpenFlow Switch之间交互的信息进行中继转发的问题。

20 可以看出，本实施例的方案中，对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此，本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和25 OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

本发明流表管理方法的另一实施例，一种流表管理方法可包括：OpenFlow Switch接收携带第一流表项的OpenFlow协议消息；其中，上述第一流表项中的

—15—

第一字段集可携带上述第一字段集的实际取值的索引，其中，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数；基于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值；利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

5 首先请参见图2-a，图2-a是本发明的另一个实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图。如图2-a所示，本发明的另一个实施例提供的另一种流表管理方法可包括以下内容：

201、OpenFlow Switch接收携带第一流表项的OpenFlow协议消息。

其中，上述第一流表项中的第一字段集可携带上述第一字段集的实际取值的索引。其中，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数。上述N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

其中，SDN Controller可能主动的向OpenFlow Switch下发流表项，SDN Controller也可在用户指令或者在某OpenFlow Switch的触发之下向该OpenFlow Switch下发流表项。当然，SDN Controller也可能在其它的条件的触发下向OpenFlow Switch下发流表项。其中，上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项可能是由某SDN Controller生成的，或者该第一流表项也可能是由虚拟层设备（或其它的中继设备）对某SDN Controller或多个SDN Controller下发的多个流表项进行合并而得到的。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

202、OpenFlow Switch基于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值。

可以理解，上述实际取值的索引可能的多种多样的，只要OpenFlow Switch

—16—

能够根据实际取值的索引获取到该实际取值即可满足要求。在本发明的一些实施方式中，上述实际取值的索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项中的第一字段集中的任意1个字段携带的索引，均可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若上述N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同。例如，第一字段集中的各字段所携带的索引具体可能为同一个流表项标识。可以理解，若某字段实际取值的索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，则既可有利于极大简化OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的方式，也可有利于提高10 OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的效率，并且由于流表项标识通常数据量较小，因此有利于SDN Controller较好的控制所下发的第一流表项的数据量。

其中，第一字段集中某字段的实际取值，即表示该字段所应该携带的标准值，例如，端口号字段的实际取值即为端口号，源IP地址字段的实际取值即为15 源IP地址、目的IP地址字段的实际取值即为目的IP地址、目的MAC地址字段的实际取值即为目的MAC地址、虚拟局域网标识字段的实际取值即为虚拟局域网标识、源MAC地址字段的实际取值即为源MAC地址，其它字段的实际取值以此类推。而本发明实施例中，SDN Controller下发的第一流表项中的第一字段集中各字段携带的并非该字段的实际取值本身，而是该字段的实际取值的索20 引，即可索引到该字段的实际取值的信息。假设第一字段集包括端口号字段，则该端口号字段并不携带端口号，而是携带能够索引到该端口号的索引。又例如，第一字段集包括源IP地址字段，则该源IP地址字段并不携带源IP地址，而是携带能够索引到该源IP地址的索引。又例如，第一字段集包括目的IP地址字段，则该目的IP地址字段并不携带目的IP地址，而是携带能够索引到该目的IP地址的索引，又例如，第一字段集包括虚拟局域网标识字段，则该虚拟局域网标识字段并不携带虚拟局域网标识，而是携带能够索引到该虚拟局域网标识的索引。又例如，第一字段集包括目的MAC地址字段，则该目的MAC地址字段并不携带目的MAC地址，而是携带能够索引到该目的MAC地址的索引。又举25 例，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。

—17—

例来说，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。第一字段集若还包含其它协议字段，则相关情况以此类推。

在本发明的一些实施例之中，若上述索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识；则基于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值，可包括：基于上述流表项标识获取上述流表项标识所表示的流表项中，与上述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，上述第三字段集和上述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。可以理解，第三字段集和第一字段集的字段数量相等，且第三字段集和第一字段集包含的字段的协议类型一一对应。

203、OpenFlow Switch利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

进一步的，OpenFlow Switch可保存所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引被替换为所述第一字段集的实际取值之后的所述第一流表项，即，保存在上述第一字段集中填充了获取的上述实际取值之后的上述第一流表项。

在本发明的一些实施例中，OpenFlow Switch还可向SDN Controller发送上述第一流表项的标识或上述保存的上述第一流表项，以便于OpenFlow Switch和SDN Controller之间同步保存的流表项。当然，若SDN Controller也按照20 OpenFlow Switch类似的方法得到并保存相同的第一流表项，这样也可实现OpenFlow Switch和SDN Controller之间同步保存的流表项，此时OpenFlow Switch则可无需向SDN Controller发送上述第一流表项的标识或者上述SDN Controller保存的上述第一流表项。

在本发明一些实施例中，上述OpenFlow Switch接收第一流表项之前还可25 包括：向上述SDN Controller发送第一报文或第一报文的报文头。其中，上述第一流表项的Instructions字段携带有用于处理上述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；上述方法还可进一步包括：OpenFlow Switch基于上述路由指令集处理上述第一报文。

—18—

例如，向上述SDN Controller发送第一报文可包括：向上述SDN Controller发送携带第一报文的OpenFlow协议消息（该OpenFlow协议消息例如可为packet_in消息或其它OpenFlow协议消息）。

在本发明的一些实施方式中，对于相同的流表项，在OpenFlow Switch和5 SDN Controller中用于标识该流表项的流表项标识可以是相同的或者是具有约定映射关系的，而OpenFlow Switch和SDN Controller均可利用该设定映射关系推导出同一个流表项在对端设备中的流表项标识。

例如，图2-b所示，OpenFlow Switch保存了流表1、流表2和流表3等。各流10 表中均包含多个流表项。假设第一流表项如图2-c所示，第一流表项的第一字段集包括Switch port字段、MAC src字段、IP src字段，这些字段都携带的是各自实际取值的索引，该索引为OpenFlow Switch流表项的标识，因此，OpenFlow Switch可基于Switch port字段携带的流表项标识，找到已保存的流表项1.3，并利用已保存的流表项1.3的Switch port字段的实际取值，替换第一流表项Switch15 port字段携带的实际取值的索引。同理，OpenFlow Switch可基于MAC src字段携带的流表项标识，找到已保存的流表项2.1，并可利用已保存的流表项2.1的MAC src字段的实际取值，替换第一流表项MAC src字段携带的实际取值的索引。同理，OpenFlow Switch可基于IP src字段携带的流表项标识，找到已保存的流表项3.5，并利用已保存的流表项3.5的IP src字段的实际取值，替换第一流表项IP src字段携带的实际取值的索引，以此类推。

20 可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，由于第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和25 OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

本发明流表中继方法的一个实施例，一种流表中继方法包括：虚拟层设备接收来自第一SDN Controller的第一OpenFlow协议消息，上述第一OpenFlow协

—19—

议消息携带上述第一流表项，上述第一流表项中的第一字段携带上述第一字段的实际取值的索引；接收来自第二SDN Controller的第二开放流OpenFlow协议消息，其中，上述第二OpenFlow协议消息携带上述第二流表项，上述第二流表项中的第四字段携带上述第四字段的实际取值的索引；将上述第一流表项和上述第二流表项合并为第三流表项；向OpenFlow Switch发送携带上述第三流表项的第三OpenFlow协议消息。

请参见图3-a，图3-a是本发明的另一个实施例提供的另一种流表中继方法的流程示意图。如图3-a所示，本发明的另一个实施例提供的另一种流表中继方法可包括以下内容：

10 301、虚拟层设备接收来自第一SDN Controller的第一OpenFlow协议消息。

其中，上述第一OpenFlow协议消息携带第一流表项，上述第一流表项中的第一字段集携带上述第一字段集的实际取值的索引。

其中，上述携带有第一流表项的第一OpenFlow协议消息例如可以是第一flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

15 302、虚拟层设备接收来自第二SDN Controller的第二OpenFlow协议消息。

其中，上述第二OpenFlow协议消息携带上述第二流表项，上述第二流表项中的第四字段集携带上述第四字段集的实际取值的索引。

其中，上述携带有第二流表项的第二OpenFlow协议消息例如可以是第三flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

20 303、虚拟层设备将上述第二流表项和上述第一流表项合并为第三流表项。

304、虚拟层设备向OpenFlow Switch发送携带上述第三流表项的第三OpenFlow协议消息。

可以理解，每个流表项都具有多种不同协议类型的字段，每个流表项具有的字段数量相同，其中，不同流表项中相同协议类型字段中的填充数据可能相同或不同。

其中，虚拟层设备可采用多种方式，将上述第二流表项和上述第一流表项合并为第三流表项。

其中，所谓将多个流表项的合并，主要是指将多个流表项中的同种协议类

—20—

型的字段的填充数据进行合并。例如，假设第二流表项和上述第二流表项均包括：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等协议类型的字段，则虚拟层设备可将上述第二流表项和上述第一流表项的端口号字段的填充数据进行合并、将上述5 第二流表项和上述第一流表项的源IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的目的MAC地址字段的填充数据进行合并、将上述第一流表项和上述第二流表项的目的IP地址字段的填充数据进行合并、将上述10 第二流表项和第一流表项的虚拟局域网标识字段的填充数据进行合并、和/或将上述第一流表项和上述第二流表项的源MAC地址字段的填充数据进行合并等，其它种类协议类型字段的填充数据合并方式可以此类推。

在本发明的一些实施方式中，虚拟层设备可以检测上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的每个字段，其中，若上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的字段的填充数据相同，则将该相同的填充数据填充到第一流表项的该相同协议类型的字段；若上述第二流表项和上述第一流表项的15 相同协议类型的字段的填充数据不同，则将该不同的填充数据均填充到第三流表项的该相同协议类型的字段。如此，在第三流表项中，对于上述第二流表项和上述第一流表项中相同协议类型且填充数据相同的每个字段的填充数据，在第三流表项的对应相同协议类型字段中只填充一份；而对于上述第二流表项和上述第一流表项中相同协议类型且填充数据不同的每个字段的填充数据，在第20 三流表项的对应相同协议类型字段中填充该不同的填充数据，这样能够在一定程度上实现第三流表项的数据量小于上述第二流表项和上述第一流表项的数据量之和。

例如图3-b和图3-c所示，虚拟层设备可以检测上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的每个字段，其中，上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的字段的填充数据相同，则将该相同的填充数据填充到第一流表项的该相同协议类型的字段（取值A1~An的字段）；上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的字段的填充数据不同（图中取值B1的字段和取值B2的字段），则将该不同的填充数据均填充到第三流表项的该相同协议类型

—21—

的字段（图3-b所示）。图3-b和图3-c举例示出了三个流表项合并场景，更多流表项进行合并的场景均可分解为两两进行合并的方案的叠加，合并方式可按照上述方式以此类推。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的
5 OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和
10 OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。并且在SDN Controller和OpenFlow Switch之间的虚拟层设备还可对若干个流表项进行合并，这样有利于进一步减小流表项的传输数据量。

本发明实施例还提供另一种流表中继方法，可包括：虚拟层设备接收来自
15 N1个SDN Controller的N2条OpenFlow协议消息；其中，所述N2条OpenFlow协议消息携带有N3个流表项，所述N2为大于或等于所述N1的正整数，所述N1为正整数，所述N3为大于或等于上述N2且大于1的正整数；将上述N3个流表项合并为第一流表项；向所述OpenFlow Switch发送携带第一流表项的
20 OpenFlow协议消息。

其中，虚拟层设备可采用多种可行的方式，将上述N3个流表项合并为第一流表项。其中，所谓将多个流表项的合并，主要是指将多个流表项中的同种
25 协议类型的字段的填充数据进行合并。例如，假设N3个流表项均包括：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等协议类型的字段，则虚拟层设备可将上述N3个流表项的端口号字段的填充数据进行合并、将上述N3个流表项的源IP地址字段的填充数据进行合并、将上述N3个流表项的目的MAC地址字段的填充数据进行合并、将上述N3个流表项的目的IP地址字段的填充数据进行合并、将上述N3个流表项的虚拟局域网标识字段的填充数据进行合并、和/或将上述N3个流表项的源MAC地址字段的填充数据进行合并等，其它种类协议类型字段的填

充数据合并方式可以此类推。

在本发明一些实施方式中，虚拟层设备可检测上述N3个流表项之间同种协议类型的每个字段的填充数据，其中，若上述N3个流表项的第一协议类型的字段的填充数据相同，则将N3个流表项中的任意一个流表项的该第一协议类型的字段的填充数据填充到第一流表项的该第一协议类型的字段中；若上述N3个流表项的第一协议类型的字段的填充数据不全相同，则将可该N3个流表项的该第一协议类型的字段的填充数据均填充到第一流表项的该第一协议类型的字段之中，其中，第一协议类型为流表项的任意一种协议类型。基于这种举例的流表项合并机制，在第一流表项中，对于上述N3个流表项中同种协议类型且填充数据相同的每个字段的填充数据，在第一流表项的对应同种协议类型字段中只填充一份。而对于上述N3个流表项中同种协议类型且填充数据不全相同的每个字段的填充数据（共N3个填充数据），则均填充到第一流表项的对应同种协议类型字段之中，因此，第一流表项中的该同种协议类型的字段中共填充了N3个填充数据（由于不进行N3个填充数据去重）。当然，这N3个填充数据在第一流表项的该同种协议类型的字段中的排列位置可默认约定或进行显示指示，以便于OpenFlow Switch据此进行第一流表项的拆分。

在本发明的另一些实施方式中，虚拟层设备可检测上述N3个流表项之间的同种协议类型的每个字段的填充数据，其中，若上述N3个流表项之间的任意同种协议类型的字段的填充数据均相同，则第一流表项之中的任意一种协议类型的字段的填充数据等于上述N3个流表项中的任意一个流表项中，该任意一种协议类型的字段的填充数据。若上述N3个流表项之间，除第一协议类型的字段之外的任意同种协议类型的字段的填充数据均相同，则第一流表项之中除第一协议类型的字段之外的任意同种协议类型的字段的填充数据，等于上述N3个流表项中的任意一个流表项中，除第一协议类型之外的该任意一种协议类型的字段的填充数据。其中，第一流表项中的第一协议类型的字段中的填充数据为，对上述N3个流表项中的第一协议类型的字段的填充数据进行去重处理后得到的至少两个填充数据。其中，第一协议类型的字段为流表项中的任意一种协议类型的字段。特别的，若上述N3个流表项之间的第一协议类型的字

—23—

段的填充数据不完全相同，且上述N3个流表项之间的第二协议类型的字段的填充数据也不完全相同，则虚拟层设备也可不执行上述将上述N3个流表项合为第一流表项的操作，其中，第一协议类型的字段和第二协议类型的字段可为上述N3个流表项的任意两种协议类型的字段。

5 可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch下发的OpenFlow协议消息所携带的流表项，流表项中的某字段集携带的是该某个字段集的实际取值的索引，而并非携带该某个字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常小于甚至远小于字段实际取值，因此这种机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低
10 控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。并且，虚拟层设备进一步将SDN Controller下发的流表项进行合并得的新流表项，并向OpenFlow Switch发送携带合并得到的新流表项的OpenFlow协议消息，这有利于进一步减小所传输流表项总数据量，进而有利于进一步降低控制信道拥塞的风险，进一步降低对交换设备网络资源的消
15 耗，有利于更好的满足复杂组网的需求。

为便于更好的理解和实施本发明实施例的上述方案，下面通过一些具体例子进行举例说明。

请参见图4，图4是本发明另一个实施例提供的一种流表同步方法的流程示意图。如图4所示，本发明另一个实施例提供的一种流表同步方法可包括以下
20 内容：

401、SDN Controller向OpenFlow Switch发送流表同步请求（table feature request）消息以请求进行流表同步。

其中，SDN Controller可以主动的或者在一些触发条件（该触发条件例如可为用户指令或系统重启等）的触发下，向OpenFlow Switch发送table feature
25 request消息以请求进行流表同步。

402、OpenFlow Switch向SDN Controller发送流表同步回复（table feature reply）消息。

其中，上述table feature reply消息中可携带OpenFlow Switch当前保存的所

—24—

有流表项。或者，上述table feature reply消息中也可携带OpenFlow Switch保存的发生了变化的流表项，其次，发生了变化的流表项是指与前一次向SDN Controller同步的流表项相比发生了变化的流表项。

403、SDN Controller接收上述table feature reply消息，根据上述table feature
5 reply消息携带的流表项更新SDN Controller维护的流表数据库。

在本发明一些实施例中，若OpenFlow Switch上保存的流表项由于某些原因发生变化，OpenFlow Switch也可主动通过table feature reply消息向SDN Controller传递OpenFlow Switch保存的发生了变化的流表项，以便于SDN Controller根据收到来自OpenFlow Switch的流表项更新其维护的流表数据库。

10 在本发明的一些实施方式中，对于相同的流表项，在OpenFlow Switch和SDN Controller中用于标识该流表项的流表项标识可以是相同的或者是具有约定映射关系的，而OpenFlow Switch和SDN Controller均可利用该设定映射关系推导出同一个流表项在对端设备中的流表项标识。

15 在本发明一些实施例中，若SDN Controller每次都对向OpenFlow Switch下发的流表项进行本地备份，则也可无需执行步骤401~403所描述的SDN Controller和OpenFlow Switch同步流表项的操作。

可以看出，基于本实施例中提出的SDN Controller和OpenFlow Switch之间进行流表同步的方式，有利于实现OpenFlow Switch和SDN Controller之间的流表同步。

20 请参见图5，图5是本发明另一个实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图。如图5所示，本发明另一个实施例提供的另一种流表管理方法可包括以下内容：

501、OpenFlow Switch接收报文S1。

其中，报文S1可以是UDP或TCP或其它协议封装的IP报文，报文S1可具有外层IP和还有内层IP和用于描述隧道端点的标识符TEID，当然，报文S1亦可具有其它的层结构。

502、OpenFlow Switch在流表中查询是否存在与报文S1匹配的流表项。

若是，则执行步骤503；

—25—

若否，则执行步骤504。

503、OpenFlow Switch基于查询到的与报文S1匹配的流表项中的Instructions字段携带路由指令集对报文S1进行处理。

504、OpenFlow Switch向SDN Controller发送携带报文S1的packet_in消息，
5 以请求SDN Controller下发对应的流表项。

其中，packet_in消息为OpenFlow协议消息。

505、SDN Controller接收OpenFlow Switch发送的上述packet_in消息，并可按照预设处理策略确定上述报文S1对应的路由指令集。

其中，SDN Controller按照预设处理策略确定出的上述报文S1的路由指令
10 集可包括处理报文S1的多条指令。例如路由指令集包括指示OpenFlow Switch 基于MAC转发上述报文S1的指令、指示OpenFlow Switch基于IP路由上述报文 S1的指令、指示OpenFlow Switch对上述报文S1进行GTP隧道封装的指令、指示OpenFlow Switch对上述报文S1进行GTP隧道解封装的指令等等。

506、SDN Controller生成第一流表项，向OpenFlow Switch发送用于响应上
15 述packet_in消息的且携带有上述第一流表项的flow_mod消息。

其中，flow_mod消息为OpenFlow协议消息。

其中，上述第一流表项中的第一字段集携带上述第一字段集的实际取值的索引，其中，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数。其中，第一流表项的Instructions字段可为第一字段集之中的其中一个字段，当然Instructions
20 字段也可不属于第一字段集。例如，上述第一流表项的指令Instructions字段携带上述路由指令集或上述路由指令集的索引（其中，该索引例如可为上述 OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识）。

其中，本发明实施例中的N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中的任意N个字段，例如N个字段可包括如下字段中的一个或多个：协议字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、源MAC地址字段、端口号字段、虚拟局域网标识字段等。

在本发明的一些的实施方式中，上述索引可为上述OpenFlow Switch已保

—26—

存的流表项的流表项标识，即，上述flow_mod消息携带的上述第一流表项中的第一字段集中的任意一个字段所携带的索引可以为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同。

5 507、OpenFlow Switch接收到上述flow_mod消息之后，基于上述第一字段集的索引获取上述第一字段集的实际取值，将获取的上述第一字段集的实际取值填充上述第一流表项的上述第一字段集之中。OpenFlow Switch保存在上述第一字段集中填充了上述实际取值的第一流表项。

其中，OpenFlow Switch对flow_mod消息携带的第一流表项中未填充实际10 取值的各字段填充实际取值，OpenFlow Switch保存未填充实际取值的各字段都被全部填充了实际取值之后的第一流表中。

其中，假设于第一字段集所携带的索引为流表项标识，OpenFlow Switch可基于该流表项标识获取上述流表项标识所表示的流表项中与上述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，上述第三字段集和15 上述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。

508、OpenFlow Switch基于上述第一流表项的Instructions字段携带用于处理报文S1的路由指令集，对第一报文S1进行处理。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的flow_mod消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述20 第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至是远小于字段实际取值，因此，本实施例所提供的机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，也有利于降低对OpenFlow Switch计算资源的消耗。

25 请参见图6，图6是本发明另一个实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图。如图6所示，本发明另一个实施例提供的另一种流表管理方法可包括以下内容：

601、OpenFlow Switch接收K1个报文。

—27—

其中，K1为大于1的正整数。K1个报文可为UDP或TCP或其它协议封装的IP报文，K1个报文中的部分或全部报文可具有外层IP和还有内层IP和用于描述隧道端点的标识符TEID。当然，K1个报文中的部分或全部报文亦可具有其它的层结构。

5 其中，上述K1个报文可由OpenFlow Switch在设定时长之内接收到，该设
定时长可以是1秒、两秒或5秒或其它的时长。

602、OpenFlow Switch在流表中查询是否存在与K1个报文中的每个报文匹
配的流表项。

其中，本实施例中假设OpenFlow Switch在流表中查询到存在与K1个报文
10 之中的K2个报文中的每个报文匹配的流表项，但OpenFlow Switch在流表中未
查询到与K1个报文之中的K3个报文中的每个报文匹配的流表项。

其中， $K_1 = K_2 + K_3$ ，假设K2为正整数，K3为大于1的正整数。

603、OpenFlow Switch基于查询到的与上述K2报文中的每个报文匹配的流
表项中的Instructions字段所携带路由指令集，对该每个报文进行处理。

15 604、OpenFlow Switch向SDN Controller发送携带有上述K3个报文的
packet_in消息，以请求SDN Controller下发对应的流表项。

其中，packet_in消息为OpenFlow协议消息。

605、SDN Controller接收OpenFlow Switch发送的上述packet_in消息，并可
按照预设处理策略确定上述K3个报文中的每个报文对应的路由指令集。

20 其中，SDN Controller按照预设处理策略确定出的上述K3个报文中的每个
报文的路由指令集可包括处理该每个报文的多条指令。其中，SDN Controller
确定出的K3个报文中的部分或全部报文对应的路由指令集可能相同，当然，
SDN Controller确定出的K3个报文中的每个报文对应的路由指令集也可能均不
相同。

25 606、SDN Controller生成K4个流表项，向OpenFlow Switch发送用于响应
上述packet_in消息的且携带有上述K4个流表项的flow_mod消息。

其中，flow_mod消息为OpenFlow协议消息。

其中，上述K4个流表项中的第一流表项的第一字段集携带有上述第一字段

—28—

集的实际取值的索引，其中，上述第一字段集可包括N个字段，上述N为正整数。其中，第一流表项的Instructions字段可为第一字段集之中的其中一个字段，当然Instructions字段也可不属于第一字段集。例如，上述第一流表项的指令Instructions字段携带上述路由指令集或上述路由指令集的索引（该索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识）。

其中，本发明实施例中的N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一流表项可为K4个流表项中的任意一个流表项。第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中的任意N个字段，例如N个字段可包括如下字段中的一个或多个：协议字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、源MAC地址字段、端口号字段、虚拟局域网标识字段等。

在本发明的一些的实施方式中，上述索引可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即，上述flow_mod消息携带的上述第一流表项中的第一字段集中的任意一个字段所携带的索引可以为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若N大于1，则第一字段集中的各15 字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同。

可以理解，上述K4个流表项中包括第一流表项在内的至少一个流表项的第一字段集均可携带上述第一字段集的实际取值的索引，以期减少flow_mod消息携带的K4个流表项的数据量。

607、OpenFlow Switch接收到上述flow_mod消息之后，OpenFlow Switch可以对flow_mod消息携带的K4个流表项中未填充实际取值的各字段填充实际20 取值，OpenFlow Switch保存各字段都被全部填充了实际取值之后的K4个流表项。

其中，假设于第一字段集所携带的索引为流表项标识，OpenFlow Switch可基于该流表项标识获取上述流表项标识所表示的流表项中与上述第一字段25 集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，上述第三字段集和上述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。

608、OpenFlow Switch基于与上述K3报文中的每个报文匹配的流表项中的Instructions字段所携带路由指令集，对上述每个报文进行处理。.

—29—

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的flow_mod消息所携带的K4流表项，K4流表项中的至少一个流表项中的第一字段集携带的是第一字段集的实际取值的索引，而并非携带第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的数据量通常是小于甚至是远小于字段5 实际取值，因此本实施例提供的机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，也有利于降低对OpenFlow Switch计算资源的消耗。

请参见图7，图7是本发明另一个实施例提供的另一种流表管理方法的流程示意图。如图7所示，本发明另一个实施例提供的另一种流表管理方法可包括10 以下内容：

701、OpenFlow Switch接收报文S1和报文S2。

其中，报文S1和报文S2可为UDP或TCP或其它协议封装的IP报文，报文S1和报文S2可具有外层IP、内层IP和用于描述隧道端点的标识符TEID，当然报文S1和报文S2亦可具有其它的层结构。

15 其中，上述K1个报文可由OpenFlow Switch在设定时长之内接收到，该设定时长可以是1秒、两秒或5秒或其它的时长。

702、OpenFlow Switch可以流表中查询是否存在报文S1和报文S2匹配的流表项。

其中，本实施例中，假设OpenFlow Switch在流表中并未查询到与报文S120 匹配的流表项，OpenFlow Switch在流表中也未查询到与报文S2匹配的流表项。

703、OpenFlow Switch向第一SDN Controller发送携带报文S1的packet_in消息m1，以请求SDN Controller下发对应的流表项。OpenFlow Switch向第二SDN Controller发送携带报文S2的packet_in消息m2，以请求SDN Controller下发对应的流表项。

25 其中，packet_in消息m1和packet_in消息m2为OpenFlow协议消息。

704、虚拟层设备接收packet_in消息m1和packet_in消息m2，向第一SDN Controller转发packet_in消息m1；虚拟层设备向第二SDN Controller转发packet_in消息m2。

—30—

705、第一SDN Controller接收上述packet_in消息m1，按照预设处理策略确定上述报文S1对应的路由指令集。

其中，第一SDN Controller按照预设处理策略确定出的上述报文S1的路由指令集可包括处理报文S1的多条指令。例如路由指令集包括指示OpenFlow Switch基于MAC转发上述报文S1的指令、指示OpenFlow Switch基于IP路由上述报文S1的指令、指示OpenFlow Switch对上述报文S1进行GTP隧道封装的指令、指示OpenFlow Switch对上述报文S1进行GTP隧道解封装的指令等等。

706、第一SDN Controller生成流表项x1，向OpenFlow Switch发送用于响应上述packet_in消息m1的且携带有上述流表项x1的flow_mod消息mf1。

其中，flow_mod消息mf1为OpenFlow协议消息。

其中，上述流表项x1的字段集c1携带上述字段集c1的实际取值的索引，其中，上述字段集c1包括Nn1个字段，上述Nn1为正整数。其中，流表项x1的Instructions字段可为字段集c1之中的其中一个字段，当然Instructions字段也可不属于字段集c1。例如，上述流表项x1的指令Instructions字段携带上述路由指令集或上述路由指令集的索引（其中，该索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识）。

其中，本发明实施例中的Nn1例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，字段集c1包括的Nn1个字段可为流表项x1中任意Nn1个字段，例如Nn1个字段可包括如下字段中的一个或多个：协议字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、源MAC地址字段、端口号字段、虚拟局域网标识字段等。

在本发明的一些的实施方式中，上述索引可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即，上述flow_mod消息携带的上述流表项x1中的字段集c1中的任意一个字段所携带的索引可以为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，例如若Nn1大于1，则字段集c1中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同。

707、第二SDN Controller接收上述packet_in消息m2，按照预设处理策略确定上述报文S2的路由指令集。

—31—

其中，第二SDN Controller按照预设处理策略确定出的上述报文S2的路由指令集可包括处理报文S2的多条指令。例如路由指令集包括指示OpenFlow Switch基于MAC转发上述报文S2的指令、指示OpenFlow Switch基于IP路由上述报文S2的指令、指示OpenFlow Switch对上述报文S2进行GTP隧道封装的指令、指示OpenFlow Switch对上述报文S2进行GTP隧道解封装的指令等等。

708、第二SDN Controller生成流表项x2，向OpenFlow Switch发送用于响应上述packet_in消息m2的且携带有上述流表项x2的flow_mod消息mf2。

其中，flow_mod消息mf2为OpenFlow协议消息。

其中，上述流表项x2中的字段集c2携带上述字段集c2的实际取值的索引，
10 其中，上述字段集c2包括Nn2个字段，上述Nn2为正整数。其中，流表项x2的Instructions字段可为字段集c2之中的其中一个字段，当然Instructions字段也可不属于自己字段集c2。例如，上述流表项x2的指令Instructions字段携带上述路由指令集或上述路由指令集的索引（其中，该索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识）。

15 其中，本发明实施例中的Nn2例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，字段集c2包括的Nn2个字段可为流表项x2中的任意Nn2个字段，例如Nn2个字段可包括如下字段中的一个或多个：协议字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、源MAC地址字段、端口号字段、虚拟局域网标识字段等。

20 在本发明的一些的实施方式中，上述索引可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即，上述flow_mod消息携带的上述流表项x2中的字段集c2中的任意一个字段所携带的索引可以为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，例如若Nn2大于1，则字段集c2中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同。

25 709、虚拟层设备接收flow_mod消息mf1和flow_mod消息mf2，将flow_mod消息mf1携带的流表项x1和flow_mod消息mf2携带的流表项x2进行合并得到流表项x3。

在本发明一些实施方式中，将流表项x1和流表项x2合并为流表项x3的方式

—32—

可以是多种多样的。例如，虚拟层设备可检测流表项x1和流表项x2每个相同协议类型的字段的填充数据，若流表项x1和流表项x2的相同协议类型的字段的填充数据相同，将该相同填充数据的其中1个填充到流表项x3的相同协议类型的字段，若流表项x1和流表项x2的相同协议类型的字段的填充数据不同，则将该不同的填充数据均填充到流表项x3的对应相同协议类型的字段中（例如图7-c举例所示）。

例如参见图3-b和图3-c，图3-b举例示出了将2个流表项合并为1个流表项的场景。图3-c举例示出了将3个流表项合并为1个流表项的场景，而更多的流表项进行合并的场景可以此类推。

710、虚拟层设备向OpenFlow Switch发送携带流表项x3的flow_mod消息mf3。

711、OpenFlow Switch接收到上述flow_mod消息mf3之后，将流表项x2拆分为多个流表项（其中，拆分得到的每个流表项的每个字段只有一种实际取值或实际取值的索引）。OpenFlow Switch将拆分得到的多个流表项中未填充实际取值的各字段填充实际取值（实际取值可根据对应索引得到），OpenFlow Switch保存各字段都被全部填充了实际取值之后的多个流表项。

712、OpenFlow Switch基于与报文S1匹配的流表项中的Instructions字段所携带路由指令集对报文S1进行处理。类似的，OpenFlow Switch基于与报文S2匹配的流表项中的Instructions字段所携带路由指令集对报文S2进行处理。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的flow_mod消息所携带的K4流表项，K4流表项中的至少一个流表项中的第一字段集携带的是第一字段集的实际取值的索引，而并非携带第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至是远小于字段实际取值，因此本实施例提供的机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，也有利于降低对OpenFlow Switch计算资源的消耗。

参见图8-a，本发明实施例还提供一种软件定义网络控制器800，可包括生成单元810和发送单元820。

—33—

生成单元810，用于生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数。

其中，生成单元810可基于预设策略生成第一流表项，生成单元810也可在5 用户指令或某OpenFlow交换机的触发下生成第一流表项。当然生成单元810也可能在其它条件的触发下生成一条或者多条流表项。

发送单元820，用于向开放流交换设备发送开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项。

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是10 flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

在本发明的一些实施例中，所述索引为所述交换设备已保存的流表项的流表项标识。

可以理解，第一流表项的数据结构可与标准的流表项相同，例如第一流表项所包含的协议字段的类型、第一流表项中各类型协议字段的位置关系，可以15 与标准的流表项相同。但是，第一流表项中的部分或者全部协议字段所携带的信息类型不同于标准流表项，具体来说，第一流表项中的第一字段集中的某字段携带该字段的实际取值的索引，而标准的流表项中的各字段均携带其实际取值本身。

其中，本发明各实施例中的N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段，也就是说，第一字段集中各字段在第一流表项中的分布位置可以是任意的，这样就有利于更加灵活的满足多种实际应用场景的灵活需求。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址25 字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等。其中，第一字段集中某字段的实际取值，即表示该字段所应该携带的标准值，例如，端口号字段的实际取值即为端口号，源IP地址字段的实际取值即为源IP地址、目的IP地址字段的实际取值即为目的IP地址、目的MAC

—34—

地址字段的实际取值即为目的MAC地址、虚拟局域网标识字段的实际取值即为虚拟局域网标识、源MAC地址字段的实际取值即为源MAC地址，其它字段的实际取值以此类推。而本发明实施例中，SDN Controller 800下发的第一流表项中的第一字段集中各字段携带的并非该字段的实际取值本身，而是该字段的
5 实际取值的索引，即可索引到该字段的实际取值的信息。假设第一字段集包括端口号字段，则该端口号字段并不携带端口号，而是携带能够索引到该端口号的索引。又例如，第一字段集包括源IP地址字段，则该源IP地址字段并不携带源IP地址，而是携带能够索引到该源IP地址的索引。又例如，第一字段集包括目的IP地址字段，则该目的IP地址字段并不携带目的IP地址，而是携带能够索
10 引到该目的IP地址的索引，又例如第一字段集包括虚拟局域网标识字段，则该虚拟局域网标识字段并不携带虚拟局域网标识，而是携带能够索引到该虚拟局域网标识的索引。又举例来说，第一字段集包括目的MAC地址字段，则该目的MAC地址字段并不携带目的MAC地址，而是携带能够索引到该目的MAC地址的索引。又例如，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段
15 并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。第一字段集若还包含其它协议字段，则相关情况以此类推。

可以理解，上述实际取值的索引可能是多种多样的，只要OpenFlow Switch能够根据实际取值的索引获取到该实际取值即可满足要求。在本发明的一些实施方式中，上述实际取值的索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项中的第一字段集中的任意1个字段携带的索引，均可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若上述N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同（例如，第一字段集中的各字段所携带的索引具体可能为同一个流表项标识）。可以理解，若某字段实际取值的索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，则既可有利于极大简化OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的方式，也可有利于提高OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的效率，并且由于流表项标识通常数据量较小，因此有利于SDN Controller 800较好的控制所下发的第一流表项

的数据量。

在本发明的一些实施方式中，上述第一流表项中的第二字段集中的每个字段还可携带该字段的多个实际取值。上述第二字段集包括M个字段，上述M为正整数。其中，字段的实际取值的举例如上所述。可以理解，由于第二字段集中的每个字段还可携带用该字段的多个实际取值，因此，这就相当于说明第一流表项可拆分为多个流表项，这也有利于SDN Controller 800较好的控制所下发的第一流表项的数据量。例如，第一流表项中的第二字段集包括目的MAC地址字段，该目的MAC地址字段携带3个目的MAC地址（例如该目的MAC地址字段携带的信息如下：192.168.0.2、192.168.0.3、192.168.0.4，或者该目的MAC地址字段携带的信息如下：192.168.0.2~192.168.0.4，上述举例的两种方式都可表示目的MAC地址字段携带了3个目的MAC地址，当然也可通过其它方式来表示目的MAC地址字段携带3个MAC地址），此场景下OpenFlow Switch可将该第一流表项拆分为4个流表项，这3个流表项的目的MAC地址字段分别携带上述3个目的MAC地址中的不同1个，这3个流表项的其它字段相同。当然，若这3个流表项的其它字段也携带多个实际取值，则也可按照类似方式，对这3个流表项分别进行拆分，例如，拆分得到的这3个流表项的虚拟局域网标识字段携带了2个虚拟局域网标识，则可将该3个流表项中的每个流表项又拆分为2个流表项，具体拆分方式可如图1-i-图1-j所示。可以直到拆分得到的流表项的每个字段只携带该字段的一个实际取值或实际取值的索引为止。

其中，本发明各实施例中的M例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一流表项中的第二字段集所包括的M个字段可为第一流表项中不同于第一字段集中任意1个字段的任意M个字段，第二字段集包括的M个字段可以是第一流表项中相邻的M个字段、部分相邻的M个字段或均不相邻的M个字段。上述M个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

其中，上述第二字段集和上述第一字段集的交集为空集。

如图8-b所示，在本发明的一些实施例中，所述SDN控制器还包括接收单

—36—

元830，用于在生成单元810生成第一流表项之前，接收来自交换设备的第一报文或第一报文的报文头，并按照预设处理策略确定用于处理所述第一报文的路由指令集；其中，所述第一流表项的指令字段携带所述路由指令集或所述路由指令集的索引。

5 举例来说，上述接收来自OpenFlow Switch的第一报文或第一报文的报文例如可包括：接收来自OpenFlow Switch的携带第一报文或者第一报文的报文头的OpenFlow协议消息(其中，该OpenFlow协议消息例如为入分组(packet_in)消息或者其它OpenFlow协议消息)。当然，该OpenFlow协议消息中还可携带1个或多个其它报文或报文头，当然，该OpenFlow协议消息也还可以携带其它的信息。
10

在本发明的一些实施方式中，对于相同的流表项，在OpenFlow Switch和SDN Controller 800中用于标识该相同的流表项的流表项标识可以是相同的或者是具有约定映射关系的，若OpenFlow Switch和SDN Controller 800中使用设定映射关系的流表项标识来标识相同的流表项，则OpenFlow Switch和SDN
15 Controller 800均可利用该设定映射关系推导出相同流表项在对端设备中的流表项标识。

可以理解的是，本实施例的SDN Controller 800的各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

20 可以看出，本实施例的方案中，对于SDN Controller 800向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常小于甚至远小于字段实际取值，因此，本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller 800
25 和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

参见图9-a，本发明实施例还提供一种开放流交换设备900，可包括：接收单元910、获取单元920和替换单元930。

—37—

接收单元910，用于接收开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，其中，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数。

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是5 flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。
10

获取单元920，用于基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值。

替换单元930，用于利用获取单元920获取的第一字段集的实际取值，替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。
15

可以理解，上述实际取值的索引可能的多种多样的，只要OpenFlow Switch能够根据实际取值的索引获取到该实际取值即可满足要求。在本发明的一些实施方式中，上述实际取值的索引例如可为上述OpenFlow Switch 900已保存的流表项的流表项标识，即上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项中的第一字段集中的任意1个字段携带的索引，均可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若上述N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同。例如，第一字段集中的各字段所携带的索引具体可能为同一个流表项标识。可以理解，若某字段实际取值的索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，则既可有利于极大简化OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的方式，也可有利于提高OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的效率，并且由于流表项标识通常数据量较小，因此有利于SDN Controller较好的控制所下发的第一流表项的数据量。
20
25

—38—

其中，第一字段集中某字段的实际取值，即表示该字段所应该携带的标准值，例如，端口号字段的实际取值即为端口号，源IP地址字段的实际取值即为源IP地址、目的IP地址字段的实际取值即为目的IP地址、目的MAC地址字段的实际取值即为目的MAC地址、虚拟局域网标识字段的实际取值即为虚拟局域网标识、源MAC地址字段的实际取值即为源MAC地址，其它字段的实际取值以此类推。而本发明实施例中，SDN Controller下发的第一流表项中的第一字段集中各字段携带的并非该字段的实际取值本身，而是该字段的实际取值的索引，即可索引到该字段的实际取值的信息。假设第一字段集包括端口号字段，则该端口号字段并不携带端口号，而是携带能够索引到该端口号的索引。又例如，第一字段集包括源IP地址字段，则该源IP地址字段并不携带源IP地址，而是携带能够索引到该源IP地址的索引。又例如，第一字段集包括目的IP地址字段，则该目的IP地址字段并不携带目的IP地址，而是携带能够索引到该目的IP地址的索引，又例如，第一字段集包括虚拟局域网标识字段，则该虚拟局域网标识字段并不携带虚拟局域网标识，而是携带能够索引到该虚拟局域网标识的索引。又例如，第一字段集包括目的MAC地址字段，则该目的MAC地址字段并不携带目的MAC地址，而是携带能够索引到该目的MAC地址的索引。又举个例子来说，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。第一字段集若还包含其它协议字段，则相关情况以此类推。

在本发明的一些实施例中，若所述索引为所述交换设备已保存的流表项的流表项标识；其中，所述获取单元920具体用于，基于所述流表项标识获取所述流表项标识所表示的流表项中与所述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，所述第三字段集和所述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。

如图9-b所示，在本发明一些实施例中，开放流交换设备900还包括：第一发送单元940，用于向软件定义网络控制器发送所述第一流表项的标识或保存的所述第一流表项。

如图9-c所示，在本发明的一些实施例中，所述OpenFlow Switch 900还可

—39—

进一步包括：第二发送单元950，用于接收第一流表项之前向软件定义网络控制器发送第一报文或第一报文的报文头；其中，所述第一流表项的指令字段携带有用于处理所述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引。

报文处理单元960，用于基于所述路由指令集处理所述第一报文。

在本发明的一些实施方式中，对于相同的流表项，在OpenFlow Switch 900和SDN Controller中用于标识该流表项的流表项标识可以是相同的或者是具有约定映射关系的，而OpenFlow Switch 900和SDN Controller均可利用该设定映射关系推导出同一个流表项在对端设备中的流表项标识。

可以理解的是，本实施例的OpenFlow Switch 900的功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch 900发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，由于第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch 900之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对OpenFlow Switch 900的网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

参见图10，本发明实施例还提供一种虚拟层设备1000，可包括：接收单元1010、合并单元1020和发送单元1030。

其中，接收单元1010，用于接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流开放流协议消息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引。

合并单元1020，用于将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表

—40—

项。

发送单元1030，用于向开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息。

可以理解，每个流表项都具有多种不同协议类型的字段，每个流表项具有的字段数量相同，其中，不同流表项中相同协议类型字段中的填充数据可能相同或不同。

其中，虚拟层设备可采用多种方式，将上述第二流表项和上述第一流表项合并为第三流表项。

其中，所谓将多个流表项的合并，主要是指将多个流表项中的同种协议类型的字段的填充数据进行合并。例如，假设第二流表项和上述第二流表项均包括：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等协议类型的字段，则合并单元1020可将上述第二流表项和上述第一流表项的端口号字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的源IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的目的MAC地址字段的填充数据进行合并、将上述第一流表项和上述第二流表项的目的IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和第一流表项的虚拟局域网标识字段的填充数据进行合并、和/或将上述第一流表项和上述第二流表项的源MAC地址字段的填充数据进行合并等，其它种类协议类型字段的填充数据合并方式可以此类推。

在本发明的一些实施方式中，合并单元1020可以检测上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的每个字段，其中，若上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的字段的填充数据相同，则将该相同的填充数据填充到第一流表项的该相同协议类型的字段；若上述第二流表项和上述第一流表项的相同协议类型的字段的填充数据不同，则将该不同的填充数据均填充到第三流表项的该相同协议类型的字段。如此，在第三流表项中，对于上述第二流表项和第一流表项中相同协议类型且填充数据相同的每个字段的填充数据，在第三流表项的对应相同协议类型字段中只填充一份；而对于上述第二流表项和上述第一流表项中相同协议类型且填充数据不同的每个字段的填充数据，在第三

—41—

流表项的对应相同协议类型字段中填充该不同的填充数据，这样能够在一定程度上实现第三流表项的数据量小于上述第二流表项和上述第一流表项的数据量之和。

可以理解的是，本实施例的虚拟层设备1000各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。并且在SDN Controller和OpenFlow Switch之间的虚拟层设备1000还可对若干个流表项进行合并，这样有利于进一步减小流表项的传输数据量。

参见图11，图11为本发明实施例提供的一种软件定义网络控制器1100的示意图，软件定义网络控制器1100可包括至少一个总线1101、与总线1101相连的至少一个处理器1102以及与总线1101相连的至少一个存储器1103。

其中，处理器1102通过总线1101，调用存储器1103中存储的代码以用于生成第一流表项，其中，上述第一流表项中的第一字段集携带上述第一字段集的实际取值的索引，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数；向OpenFlow Switch发送OpenFlow协议消息，其中，上述OpenFlow协议消息携带有上述第一流表项。

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是流修改（flow_mod）消息或其它OpenFlow协议消息。

可以理解，第一流表项的数据结构可与标准的流表项相同，例如第一流表项所包含的协议字段的类型、第一流表项中各类型协议字段的位置关系，可以与标准的流表项相同。但是，第一流表项中的部分或者全部协议字段所携带的

—42—

信息类型不同于标准流表项，具体来说，第一流表项中的第一字段集中的某字段携带该字段的实际取值的索引，而标准的流表项中的各字段均携带其实际取值本身。

其中，本发明各实施例中的N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段，也就是说，第一字段集中各字段在第一流表项中的分布位置可以是任意的，这样就有利于更加灵活的满足多种实际应用场景的灵活需求。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等。其中，第一字段集中某字段的实际取值，即表示该字段所应该携带的标准值，例如端口号字段的实际取值即为端口号，源IP地址字段的实际取值即为源IP地址、目的IP地址字段的实际取值即为目的IP地址、目的MAC地址字段的实际取值即为目的MAC地址、虚拟局域网标识字段的实际取值即为虚拟局域网标识、源MAC地址字段的实际取值即为源MAC地址，其它字段的实际取值以此类推。而本发明实施例中，软件定义网络控制器1100下发的第一流表项中的第一字段集中各字段携带的并非该字段的实际取值本身，而是该字段的实际取值的索引，即可索引到该字段的实际取值的信息。假设第一字段集包括端口号字段，则该端口号字段并不携带端口号，而是携带能够索引到该端口号的索引。又例如第一字段集包括源IP地址字段，则该源IP地址字段并不携带源IP地址，而是携带能够索引到该源IP地址的索引。又例如第一字段集包括目的IP地址字段，则该目的IP地址字段并不携带目的IP地址，而是携带能够索引到该目的IP地址的索引，又例如第一字段集包括虚拟局域网标识字段，则该虚拟局域网标识字段并不携带虚拟局域网标识，而是携带能够索引到该虚拟局域网标识的索引。又举例来说，第一字段集包括目的MAC地址字段，则该目的MAC地址字段并不携带目的MAC地址，而是携带能够索引到该目的MAC地址的索引。又例如，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。第一字段

—43—

集若还包含其它协议字段，则相关情况以此类推。

可以理解，上述实际取值的索引可能是多种多样的，只要OpenFlow Switch能够根据实际取值的索引获取到该实际取值即可满足要求。在本发明的一些实施方式中，上述实际取值的索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项中的第一字段集中的任意1个字段携带的索引，均可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若上述N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同（例如，第一字段集中的各字段所携带的索引具体可能为同一个流表项标识）。可以理解，若某字段实际取值的索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，则既可有利于极大简化OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的方式，也可有利于提高OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的效率，并且由于流表项标识通常数据量较小，因此有利于软件定义网络控制器1100较好的控制所下发的第一流表项的数据量。

在本发明的一些实施方式中，上述第一流表项中的第二字段集中的每个字段还可携带该字段的多个实际取值。上述第二字段集包括M个字段，上述M为正整数。其中，字段的实际取值的举例如上所述。可以理解，由于第二字段集中的每个字段还可携带用该字段的多个实际取值，因此，这就相当于说明第一流表项可拆分为多个流表项，这也有利于软件定义网络控制器1100较好的控制所下发的第一流表项的数据量。

其中，本发明各实施例中的M例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一流表项中的第二字段集所包括的M个字段可为第一流表项中不同于第一字段集中任意1个字段的任意M个字段，第二字段集包括的M个字段可以是第一流表项中相邻的M个字段、部分相邻的M个字段或均不相邻的M个字段。上述M个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

其中，上述第二字段集和上述第一字段集的交集为空集。

—44—

可以理解的是，本实施例的软件定义网络控制器1100各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

可以看出，本实施例的方案中，对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此，本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

参见图12，图12是本发明另一实施例提供的软件定义网络控制器1200的结构框图。

其中，软件定义网络控制器1200可包括：至少1个处理器1201，至少1个网络接口1204或者其他用户接口1203，存储器1205，至少1个通信总线1202。通信总线1202用于实现这些组件之间的连接通信。其中，该软件定义网络控制器1200可选的包含用户接口1203，包括显示器（例如触摸屏、LCD、CRT、全息成像（Holographic）或者投影（Projector）等）、点击设备（例如鼠标，轨迹球（trackball）触感板或触摸屏等）、摄像头和/或拾音装置等。

其中，存储器1202例如可包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器20 1201提供指令和数据。

存储器1202中的一部分还包括非易失性内存（NVRAM）等。

在一些实施方式中，存储器1205存储了如下的元素，可执行模块或者数据结构，或者他们的子集，或者他们的扩展集：

操作系统12051，包含各种系统程序，用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

应用程序模块12052，包含各种应用程序，用于实现各种应用业务。

在本发明实施例中，通过调用存储器1205存储的程序或指令，处理器1201生成第一流表项，其中，上述第一流表项中的第一字段集携带上述第一字段集

—45—

的实际取值的索引，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数；向OpenFlow Switch发送OpenFlow协议消息，其中，上述OpenFlow协议消息携带有上述第一流表项

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是5 flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

可以理解，第一流表项的数据结构可与标准的流表项相同，例如第一流表项所包含的协议字段的类型、第一流表项中各类型协议字段的位置关系，可以与标准的流表项相同。但是，第一流表项中的部分或者全部协议字段所携带的信息类型不同于标准流表项，具体来说，第一流表项中的第一字段集中的某10 字段携带该字段的实际取值的索引，而标准的流表项中的各字段均携带其实际取值本身。

其中，本发明各实施例中的N例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一15 字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段，也就是说，第一字段集中各字段在第一流表项中的分布位置可以是任意的，这样就有利于更加灵活的满足多种实际应用场景的灵活需求。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等。其中，第一字段集中某字段的实际取值，即表示该字段所应该20 携带的标准值，例如，端口号字段的实际取值即为端口号，源IP地址字段的实际取值即为源IP地址、目的IP地址字段的实际取值即为目的IP地址、目的MAC地址字段的实际取值即为目的MAC地址、虚拟局域网标识字段的实际取值即为虚拟局域网标识、源MAC地址字段的实际取值即为源MAC地址，其它字段的实际取值以此类推。而本发明实施例中，软件定义网络控制器1200下发的第一流表项中的第一字段集中各字段携带的并非该字段的实际取值本身，而是该25 字段的实际取值的索引，即可索引到该字段的实际取值的信息。假设第一字段集包括端口号字段，则该端口号字段并不携带端口号，而是携带能够索引到该端口号的索引。又例如，第一字段集包括源IP地址字段，则该源IP地址字段并

—46—

不携带源IP地址，而是携带能够索引到该源IP地址的索引。又例如，第一字段集包括目的IP地址字段，则该目的IP地址字段并不携带目的IP地址，而是携带能够索引到该目的IP地址的索引，又例如第一字段集包括虚拟局域网标识字段，则该虚拟局域网标识字段并不携带虚拟局域网标识，而是携带能够索引到该虚拟局域网标识的索引。又举例来说，第一字段集包括目的MAC地址字段，则该目的MAC地址字段并不携带目的MAC地址，而是携带能够索引到该目的MAC地址的索引。又例如，第一字段集包括源MAC地址字段，则该源MAC地址字段并不携带源MAC地址，而是携带能够索引到该源MAC地址的索引。第一字段集若还包含其它协议字段，则相关情况以此类推。

可以理解，上述实际取值的索引可能是多种多样的，只要OpenFlow Switch能够根据实际取值的索引获取到该实际取值即可满足要求。在本发明的一些实施方式中，上述实际取值的索引例如可为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，即上述OpenFlow协议消息携带的第一流表项中的第一字段集中的任意1个字段携带的索引，均可为上述OpenFlow Switch已保存的某个流表项的流表项标识。可以理解，若上述N大于1，则第一字段集中的各字段所携带的索引可以全部相同、部分相同或均不相同（例如，第一字段集中的各字段所携带的索引具体可能为同一个流表项标识）。可以理解，若某字段实际取值的索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识，则既可有利于极大简化OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的方式，也可有利于提高OpenFlow Switch索引到该字段的实际取值的效率，并且由于流表项标识通常数据量较小，因此有利于软件定义网络控制器1100较好的控制所下发的第一流表项的数据量。

在本发明的一些实施方式中，上述第一流表项中的第二字段集中的每个字段还可携带该字段的多个实际取值。上述第二字段集包括M个字段，上述M为正整数。其中，字段的实际取值的举例如上所述。可以理解，由于第二字段集中的每个字段还可携带用该字段的多个实际取值，因此，这就相当于说明第一流表项可拆分为多个流表项，这也有利于软件定义网络控制器1200较好的控制所下发的第一流表项的数据量。

—47—

其中，本发明各实施例中的M例如可等于1、2、5、8、10或其它值。

其中，第一流表项中的第二字段集所包括的M个字段可为第一流表项中不同于第一字段集中任意1个字段的任意M个字段，第二字段集包括的M个字段可以是第一流表项中相邻的M个字段、部分相邻的M个字段或均不相邻的M个5字段。上述M个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

其中，上述第二字段集和上述第一字段集的交集为空集。

可以理解的是，本实施例的软件定义网络控制器1200的各功能模块的功能10可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

参见图13，图13为本发明实施例提供的一种开放流交换设备1300的示意图，开放流交换设备1300可包括至少一个总线1301、与总线1301相连的至少一个处理器1302以及与总线1301相连的至少一个存储器1303。

15 其中，处理器1302通过总线1301，调用存储器1303中存储的代码以用于接收携带第一流表项的OpenFlow协议消息；其中，上述第一流表项中的第一字段集可携带上述第一字段集的实际取值的索引，其中，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数；基于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值；利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的20所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

若上述索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识；则基

于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值，可包括：基于上述流表项标识获取上述流表项标识所表示的流表项中，与上述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，上述第三字段集和上述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。可以理解，
5 第三字段集和第一字段集的字段数量相等，且第三字段集和第一字段集包含的字段的协议类型一一对应。

进一步的，存储器1303还可以保存所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引被替换为所述第一字段集的实际取值之后的所述第一流表项，即，保存在上述第一字段集中填充了获取的上述实际取值之后的上述第
10 一流表项。

在本发明的一些实施例中，处理器1302还可向SDN Controller发送上述第一流表项的标识或上述保存的上述第一流表项，以便于OpenFlow Switch和SDN Controller之间同步保存的流表项。

在本发明一些实施例中，上述处理器1302还可用于，在接收第一流表项之前向上述SDN Controller发送第一报文或第一报文的报文头。其中，上述第一流表项的Instructions字段携带有用于处理上述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；上述处理器1302还可用于，基于上述路由指令集处理上述第一报文。
15

可以理解的是，本实施例的开放流交换设备1300的各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。
20

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch 1300发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，由于第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。
25

—49—

参见图14，图14是本发明的另一实施例提供的开放流交换设备1400的结构框图。

其中，开放流交换设备1400可包括：至少1个处理器1401，至少1个网络接口1404或者其他用户接口1403，存储器1405，至少1个通信总线1402。通信总线1402用于实现这些组件之间的连接通信。其中，该开放流交换设备1400可选的包含用户接口1403，包括显示器（例如触摸屏、LCD、CRT、全息成像或者投影等）、点击设备（例如鼠标，轨迹球、触感板或触摸屏等）、摄像头和/或拾音装置等。

其中，存储器1402例如可包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器1401提供指令和数据。

存储器1402中的一部分还包括非易失性内存（NVRAM）等。

在一些实施方式中，存储器1405存储了如下的元素，可执行模块或者数据结构，或者他们的子集，或者他们的扩展集：

操作系统14051，包含各种系统程序，用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

应用程序模块14052，包含各种应用程序，用于实现各种应用业务。

在本发明实施例中，通过调用存储器1405存储的程序或指令，处理器1401接收携带第一流表项的OpenFlow协议消息；其中，上述第一流表项中的第一字段集可携带上述第一字段集的实际取值的索引，其中，上述第一字段集包括N个字段，上述N为正整数；基于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值；利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

其中，上述携带有上述第一流表项的上述OpenFlow协议消息例如可以是flow_mod消息或其它OpenFlow协议消息。

其中，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中任意N个字段，第一字段集包括的N个字段可为第一流表项中相邻的N个字段、部分相邻的N个字段或均不相邻的N个字段。上述N个字段例如可包括如下字段的至少1个：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标

—50—

识字段、源MAC地址字段、协议字段等等。

若上述索引为上述OpenFlow Switch已保存的流表项的流表项标识；则基于上述第一字段集的实际取值的索引获取上述第一字段集的实际取值，可包括：基于上述流表项标识获取上述流表项标识所表示的流表项中，与上述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，上述第三字段集和上述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。可以理解，第三字段集和第一字段集的字段数量相等，且第三字段集和第一字段集包含的字段的协议类型一一对应。

进一步的，存储器1402还可以保存所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引被替换为所述第一字段集的实际取值之后的所述第一流表项，即，保存在上述第一字段集中填充了获取的上述实际取值之后的上述第一流表项。

在本发明的一些实施例中，处理器1401还可向SDN Controller发送上述第一流表项的标识或上述保存的上述第一流表项，以便于OpenFlow Switch和SDN Controller之间同步保存的流表项。

在本发明一些实施例中，上述处理器1401还可用于，在接收第一流表项之前向上述SDN Controller发送第一报文或第一报文的报文头。其中，上述第一流表项的Instructions字段携带有用于处理上述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；上述处理器1401还可用于，基于上述路由指令集处理上述第一报文。

可以理解的是，本实施例的开放流交换设备1400的各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

参见图15，图15为本发明实施例提供的一种虚拟层设备1500的示意图，虚拟层设备1500可包括至少一个总线1501、与总线1501相连的至少一个处理器1502以及与总线1501相连的至少一个存储器1503。

其中，处理器1502通过总线1501，调用存储器1503中存储的代码以用于接收来自第一SDN Controller的第一OpenFlow协议消息，上述第一OpenFlow协议

—51—

消息携带上述第一流表项，上述第一流表项中的第一字段携带上述第一字段的实际取值的索引；接收来自第二SDN Controller的第二开放流OpenFlow协议消息，其中，上述第二OpenFlow协议消息携带上述第二流表项，上述第二流表项中的第四字段携带上述第四字段的实际取值的索引；将上述第一流表项和上述第二流表项合并为第三流表项；向OpenFlow Switch发送携带上述第三流表项的第三OpenFlow协议消息

其中，所谓将多个流表项的合并，主要是指将多个流表项中的同种协议类型的字段的填充数据进行合并。例如，假设第二流表项和上述第二流表项均包括：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等协议类型的字段，则虚拟层设备可将上述第二流表项和上述第一流表项的端口号字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的源IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的目的MAC地址字段的填充数据进行合并、将上述第一流表项和上述第二流表项的目的IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和第一流表项的虚拟局域网标识字段的填充数据进行合并、和/或将上述第一流表项和上述第二流表项的源MAC地址字段的填充数据进行合并等，其它种类协议类型字段的填充数据合并方式可以此类推。

可以理解的是，本实施例的虚拟层设备1500的各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。并且在SDN Controller和OpenFlow Switch之间的虚拟层设备1500还可对若干个流表项

—52—

进行合并，这样有利于进一步减小流表项的传输数据量。

参见图16，图16是本发明另一实施例提供的虚拟层设备1600的结构框图。

其中，虚拟层设备1600可以包括：至少1个处理器1601，至少1个网络接口1604或者其他用户接口1603，存储器1605，至少1个通信总线1602。通信总线5 1602用于实现这些组件之间的连接通信。其中，该虚拟层设备1600可选的包含用户接口1603，包括显示器（显示器例如触摸屏、LCD、CRT、全息成像或者投影等）、点击设备（例如鼠标，轨迹球、触感板或触摸屏等）、摄像头和/或拾音装置等。

其中，存储器1602例如可包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器10 1601提供指令和数据。

存储器1602中的一部分还包括非易失性内存（NVRAM）等。

在一些实施方式中，存储器1605存储了如下的元素，可执行模块或者数据结构，或者他们的子集，或者他们的扩展集：

操作系统16051，包含各种系统程序，用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

应用程序模块16052，包含各种应用程序，用于实现各种应用业务。

在本发明实施例中，通过调用存储器1605存储的程序或指令，处理器1601接收来自第一SDN Controller的第一OpenFlow协议消息，上述第一OpenFlow协议消息携带上述第一流表项，上述第一流表项中的第一字段携带上述第一字段的实际取值的索引；接收来自第二SDN Controller的第二开放流OpenFlow协议消息，其中，上述第二OpenFlow协议消息携带上述第二流表项，上述第二流表项中的第四字段携带上述第四字段的实际取值的索引；将上述第一流表项和上述第二流表项合并为第三流表项；向OpenFlow Switch发送携带上述第三流表项的第三OpenFlow协议消息

25 其中，所谓将多个流表项的合并，主要是指将多个流表项中的同种协议类型的字段的填充数据进行合并。例如，假设第二流表项和上述第二流表项均包括：端口号字段、源IP地址字段、目的IP地址字段、目的MAC地址字段、虚拟局域网标识字段、源MAC地址字段等等协议类型的字段，则虚拟层设备可将

—53—

上述第二流表项和上述第一流表项的端口号字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的源IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和上述第一流表项的目的MAC地址字段的填充数据进行合并、将上述第一流表项和上述第二流表项的目的IP地址字段的填充数据进行合并、将上述第二流表项和第一流表项的虚拟局域网标识字段的填充数据进行合并、和/或或将上述第一流表项和上述第二流表项的源MAC地址字段的填充数据进行合并等，其它种类协议类型字段的填充数据合并方式可以此类推。

可以理解的是，本实施例的虚拟层设备1600的各功能模块的功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

参见图17，本发明实施例还提供一种通信系统，可包括：软件定义网络控制器1710和开放流交换设备1720。

其中，软件定义网络控制器1710，用于生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，所述第一字段集包括N个字段，其中，所述N为正整数；向开放流交换设备发送开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项。

开放流交换设备1720，用于接收所述开放流协议消息；基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值；利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

可以理解的是，本实施例的软件定义网络控制器1710可具有上述实施例描述的任意一种软件定义网络控制器的部分或全部，开放流交换设备1720可具有如上述实施例描述的任意一种开放流交换设备的部分或全部，其功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

进一步的，通信系统还可包括其他开放流交换设备1730。

可以看出，本实施例中对于软件定义网络控制器1710向开放流交换设备1720发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，由于第一流表项中的第

—54—

一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常是小于甚至远小于字段实际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少软件定义网络控制器1710和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，5 并且也有利于降低对OpenFlow Switch的网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。

参见图 18，本发明实施例还提供另一种通信系统，可包括：第一软件定义网络控制器 1810、第二软件定义网络控制器 1820、虚拟层设备 1830 和开放流交换设备 1840。

10 第一软件定义网络控制器1810，用于发送第一开放流开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引。

15 第二软件定义网络控制器1820，用于发送第二开放流协议消息，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；

虚拟层设备1830，用于接收来自第一软件定义网络控制器1810的第一开放流协议消息；接收来自第二软件定义网络控制器1820的第二开放流协议消息；将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；向所述开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息。

20 开放流交换设备1840，用于接收所述第三开放流协议消息；将所述第三开放流协议消息携带的所述第三流表项拆分为所述第一流表项和所述第二流表项；基于所述第一字段的实际取值的索引获取所述第一字段的实际取值；基于所述第四字段的实际取值的索引获取所述第四字段的实际取值；利用所述第一字段的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段所携带的所述第一字段的实际取值的索引；利用所述第四字段的实际取值替换所述第二流表项的所述第四字段所携带的所述第四字段的实际取值的索引。

可以理解的是，本实施例的软件定义网络控制器可具有上述实施例描述的任意一种软件定义网络控制器的部分或全部，开放流交换设备1840可具有如上

述实施例描述的任意一种开放流交换设备的部分或全部，虚拟层设备1830可具有如上述实施例描述的任意一种虚拟层设备的部分或全部。其功能可根据上述方法实施例中的方法具体实现，其具体实现过程可以参照上述方法实施例的相关描述，此处不再赘述。

5 进一步的，通信系统还可包括其他开放流交换设备1850。

可以看出，本实施例中对于SDN Controller向OpenFlow Switch发送的OpenFlow协议消息所携带的第一流表项，第一流表项中的第一字段集携带的是上述第一字段集的实际取值的索引，而并非携带上述第一字段集的实际取值，在技术实现中字段实际取值的索引的数据量通常小于甚至远小于字段实
10际取值，因此本实施例的流表项下发机制有利于减少SDN Controller和OpenFlow Switch之间的控制信道开销，降低控制信道拥塞的风险，并且也有利于降低对交换设备网络资源的消耗，有利于满足复杂组网的需求。并且在SDN Controller和OpenFlow Switch之间的虚拟层设备还可对若干个流表项进行合并，这样有利于进一步减小流表项的传输数据量。

15 需要说明的是，对于前述的各方法实施例，为了简单描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本发明，某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

20 在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没有详述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置，可通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性或其他的形式。

—56—

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

5 另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售
10 或使用时，可以保存在一个计算机可读取保存介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品保存在一个保存介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的
15 保存介质包括：U盘、只读保存器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取保存器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以保存程序代码的介质。

以上所述，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

权利要求

1、一种流表管理方法，其特征在于，包括：

软件定义网络控制器生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，其中，所述第一字段集包括N个
5 字段，所述N为正整数；

所述软件定义网络控制器向开放流交换设备发送开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述索引为所述开放流交换设备已保存的流表项的流表项标识。

10 3、根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述第一流表项中的第二字段集中的每个字段携带有多个实际取值，其中，所述第二字段集包括M个
字段，其中，所述M为正整数。

4、根据权利要求1至3任一项所述的方法，其特征在于，

所述生成第一流表项之前还包括：所述软件定义网络控制器接收来自交换
15 设备的第一报文或第一报文的报文头，并按照预设处理策略确定用于处理所述
第一报文的路由指令集；其中，所述第一流表项的指令字段携带所述路由指令
集或所述路由指令集的索引。

5、一种流表管理方法，其特征在于，包括：

开放流交换设备接收开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有第一流
20 表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值
的索引，其中，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；

所述开放流交换设备基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一
字段集的实际取值；

所述开放流交换设备利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表
25 项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述索引为所述交换设备已
保存的流表项的流表项标识；其中，所述基于所述第一字段集的索引获取所述
第一字段集的实际取值，包括：基于所述流表项标识获取所述流表项标识所表

示的流表项中与所述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，所述第三字段集和所述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。

7、根据权利要求5或6所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：所述

5 开放流交换设备向软件定义网络控制器发送所述第一流表项的标识或保存的所述第一流表项。

8、根据权利要求5至7任意一项所述的方法，其特征在于，

所述开放流交换设备接收第一流表项之前还包括：

所述开放流交换设备向软件定义网络控制器发送第一报文或第一报文的

10 报文头；

其中，所述第一流表项的指令字段携带用于处理所述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；

所述方法还包括：所述开放流交换设备基于所述路由指令集处理所述第一报文。

15 9、一种流表中继方法，其特征在于，包括：

虚拟层设备接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；

所述虚拟层设备接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流协议消

20 息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；

所述虚拟层设备将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；

所述虚拟层设备向开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息。

25 10、一种软件定义网络控制器，其特征在于，包括：

生成单元，用于生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；

—59—

发送单元，用于向开放流交换设备发送开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项。

11、根据权利要求10所述的软件定义网络控制器，其特征在于，所述索引为所述开放流交换设备已保存的流表项的流表项标识。

5 12、根据权利要求10或11所述的软件定义网络控制器，其特征在于，所述第一流表项中的第二字段集中的每个字段携带多个实际取值，其中，所述第二字段集包括M个字段，其中，所述M为正整数。

13、根据权利要求10至12任一项所述的软件定义网络控制器，其特征在于，

10 所述软件定义网络控制器还包括接收单元，用于在所述生成单元生成第一流表项之前，接收来自交换设备的第一报文或第一报文的报文头，并按照预设处理策略确定用于处理所述第一报文的路由指令集；其中，所述第一流表项的指令字段携带所述路由指令集或所述路由指令集的索引。

14、一种开放流交换设备，其特征在于，包括：

15 接收单元，用于接收开放流协议消息，所述开放流协议消息携带有第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，其中，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数。

获取单元，用于基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值；

20 替换单元，用于利用所述获取单元获取的所述第一字段集的实际取值，替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

15、根据权利要求14所述的开放流交换设备，其特征在于，所述索引为所述开放流交换设备已保存的流表项的流表项标识；

25 其中，所述获取单元具体用于，基于所述流表项标识获取所述流表项标识所表示的流表项中与所述第一字段集的协议类型相同的第三字段集中填充的实际取值，其中，所述第三字段集和所述第一字段集之中协议类型相同的字段的实际取值相同。

16、根据权利要求14或15所述的开放流交换设备，其特征在于，所述开放

—60—

流交换设备还包括：第一发送单元，用于向软件定义网络控制器发送所述第一流表项的标识或保存的所述第一流表项。

17、根据权利要求14至16任意一项所述的开放流交换设备，其特征在于，所述开放流交换设备还包括：

5 第二发送单元，用于接收第一流表项之前向软件定义网络控制器发送第一报文或第一报文的报文头；其中，所述第一流表项的指令字段携带有用于处理所述第一报文的路由指令集或路由指令集的索引；

报文处理单元，用于基于所述路由指令集处理所述第一报文。

18、一种虚拟层设备，其特征在于，包括：

10 接收单元，用于接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；所述第一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流协议消息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；

15 合并单元，用于将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；

发送单元，用于向开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息。

19、一种通信系统，其特征在于，包括：

20 软件定义网络控制器，用于生成第一流表项，其中，所述第一流表项中的第一字段集携带所述第一字段集的实际取值的索引，所述第一字段集包括N个字段，所述N为正整数；向开放流交换设备发送开放流协议消息，其中，所述开放流协议消息携带有所述第一流表项；

25 所述开放流交换设备，用于接收所述开放流协议消息；基于所述第一字段集的实际取值的索引获取所述第一字段集的实际取值；利用所述第一字段集的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段集所携带的所述第一字段集的实际取值的索引。

20、一种通信系统，其特征在于，包括：

第一软件定义网络控制器，用于发送第一开放流开放流协议消息；所述第

—61—

一开放流协议消息携带所述第一流表项，所述第一流表项中的第一字段携带所述第一字段的实际取值的索引；

第二软件定义网络控制器，用于发送第二开放流协议消息，其中，所述第二开放流协议消息携带所述第二流表项，所述第二流表项中的第四字段携带所述第四字段的实际取值的索引；
5

虚拟层设备，用于接收来自第一软件定义网络控制器的第一开放流协议消息；接收来自第二软件定义网络控制器的第二开放流协议消息；将所述第一流表项和所述第二流表项合并为第三流表项；向所述开放流交换设备发送携带所述第三流表项的第三开放流协议消息；

10 所述开放流交换设备，用于接收所述第三开放流协议消息；将所述第三开放流协议消息携带的所述第三流表项拆分为所述第一流表项和所述第二流表项；基于所述第一字段的实际取值的索引获取所述第一字段的实际取值；基于所述第四字段的实际取值的索引获取所述第四字段的实际取值；利用所述第一字段的实际取值替换所述第一流表项的所述第一字段所携带的所述第一字段的实际取值的索引；利用所述第四字段的实际取值替换所述第二流表项的所述第四字段所携带的所述第四字段的实际取值的索引。
15

—1/13—

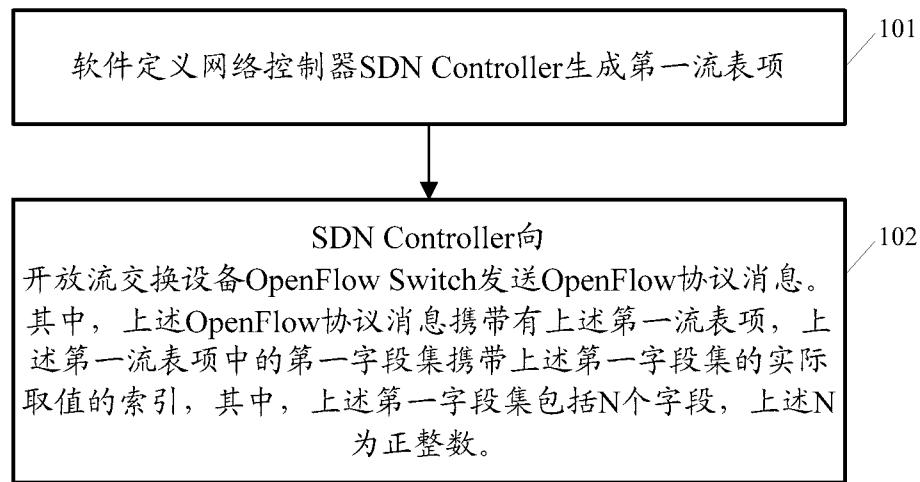


图 1-a

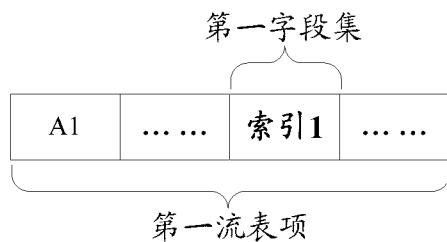


图 1-b

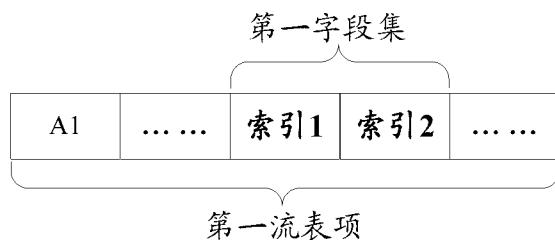


图 1-c

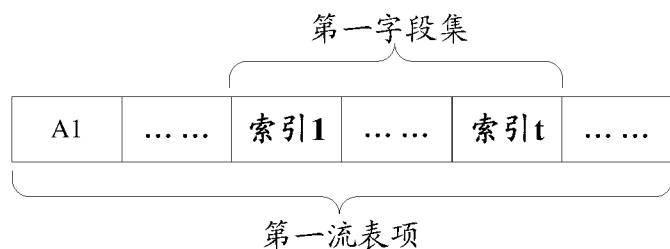


图 1-d

—2/13—

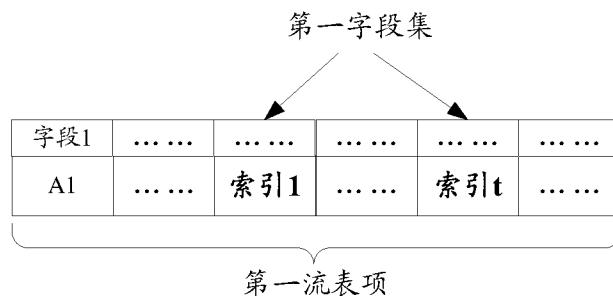


图 1-e

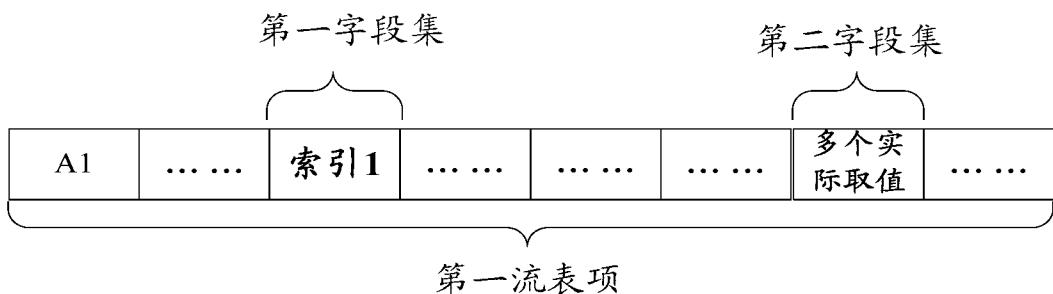


图 1-f

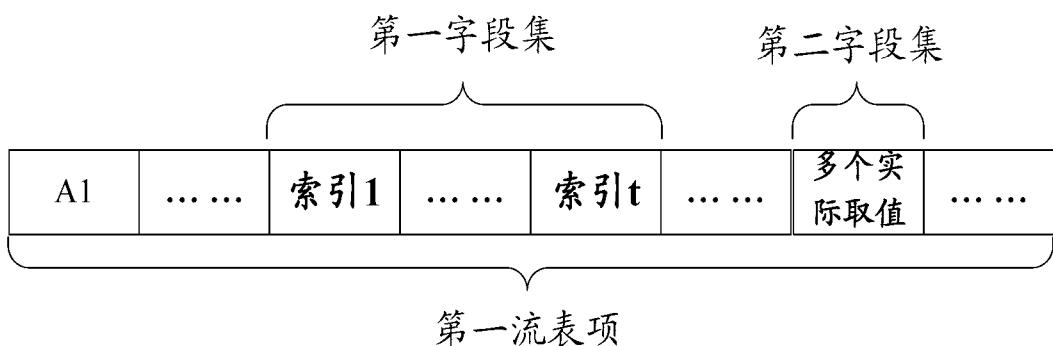


图 1-g

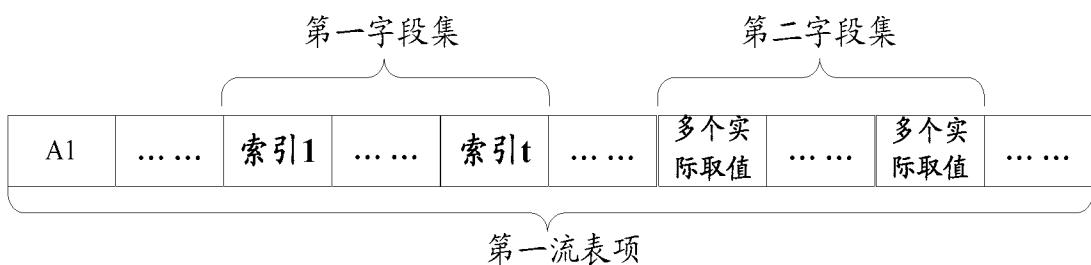


图 1-h

-3/13-

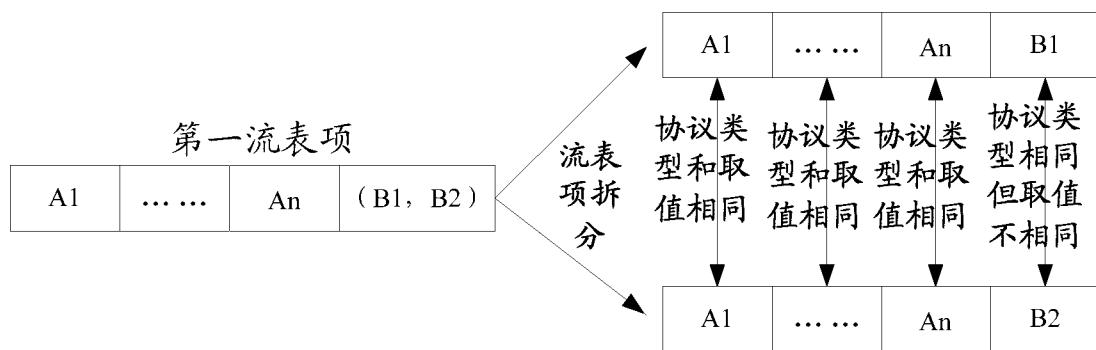


图 1-i

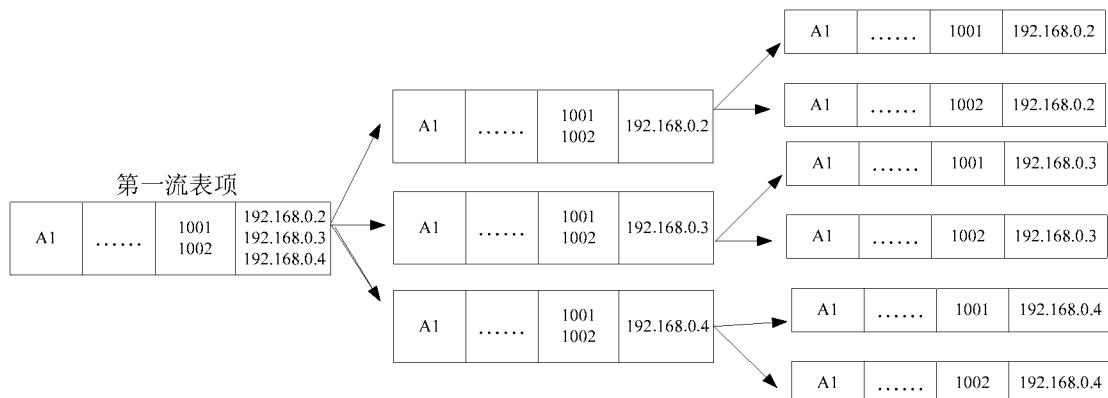


图 1-j

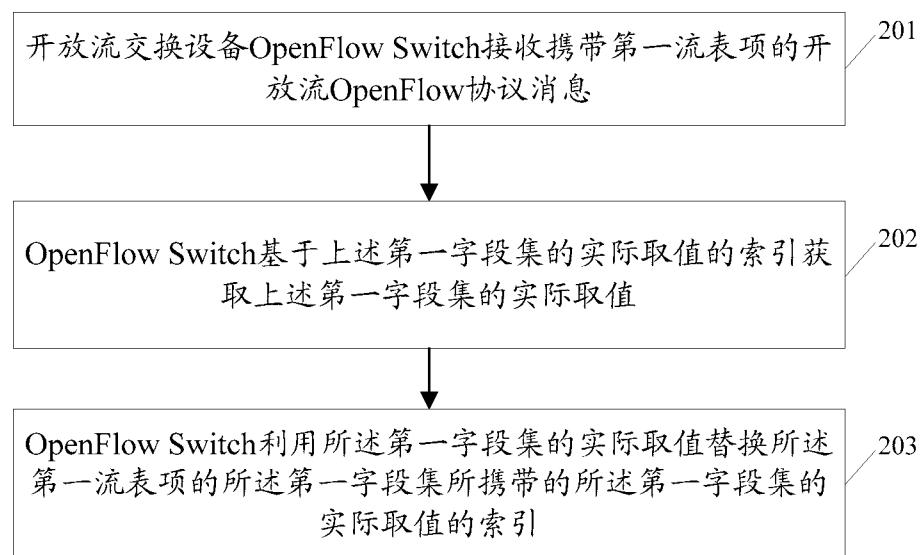


图 2-a

-4/13-



图 2-b

端口 (Switch port) 字段

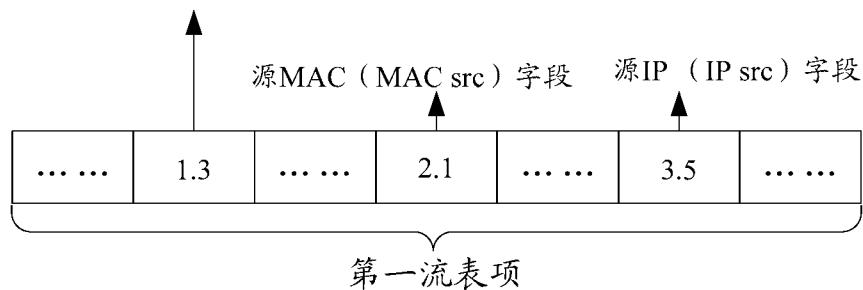


图 2-c

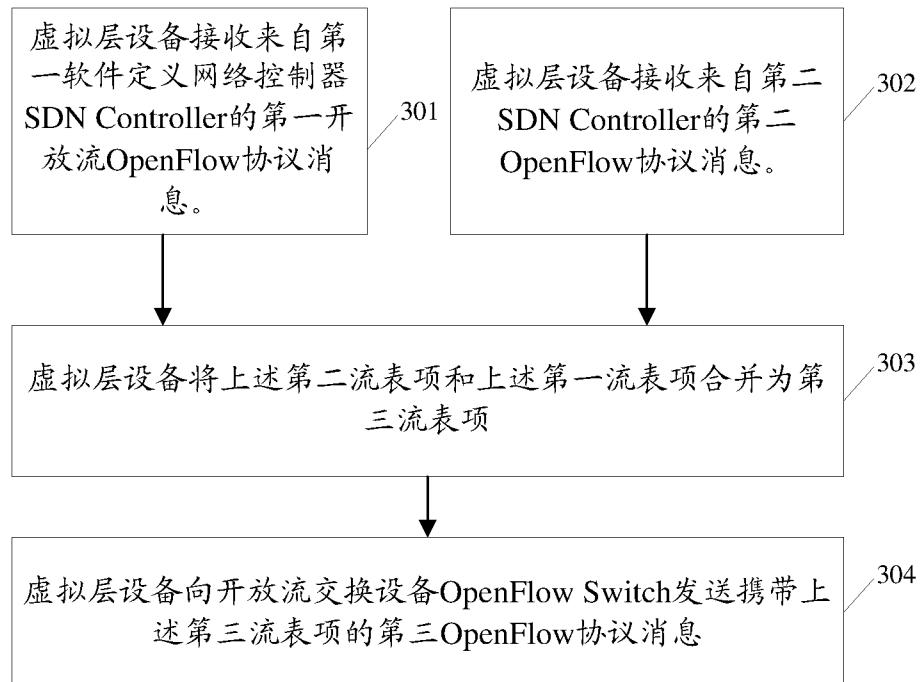


图 3-a

-5/13-

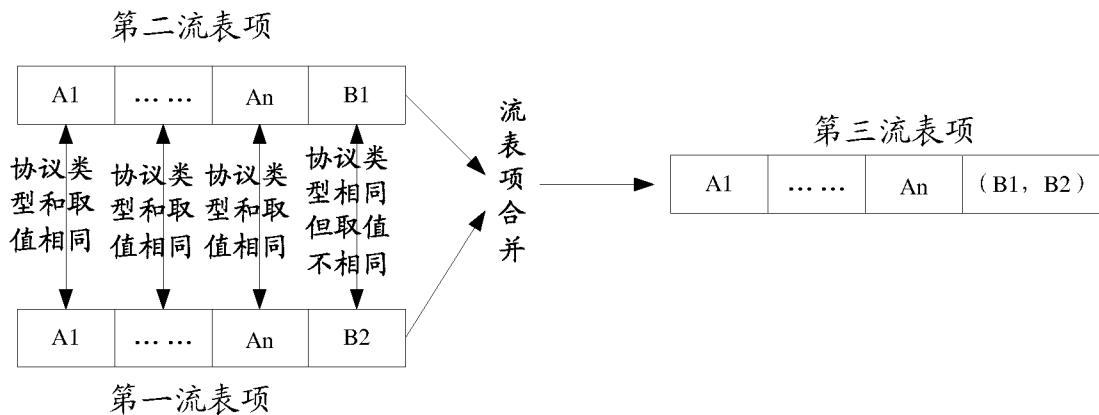


图 3-b

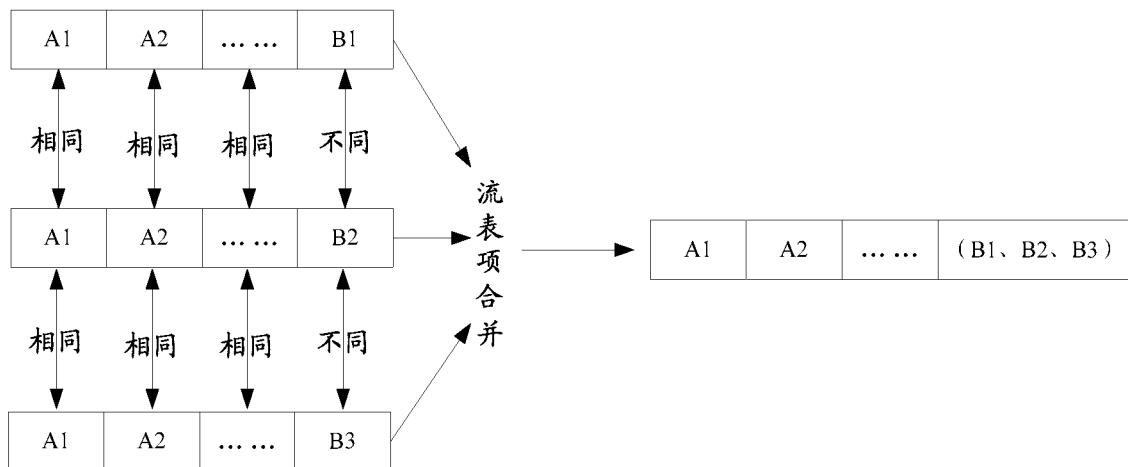


图 3-c

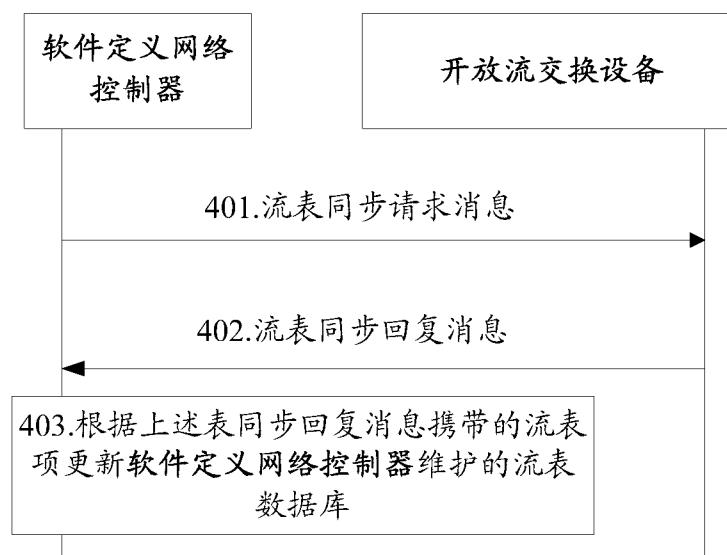


图 4

-6/13-

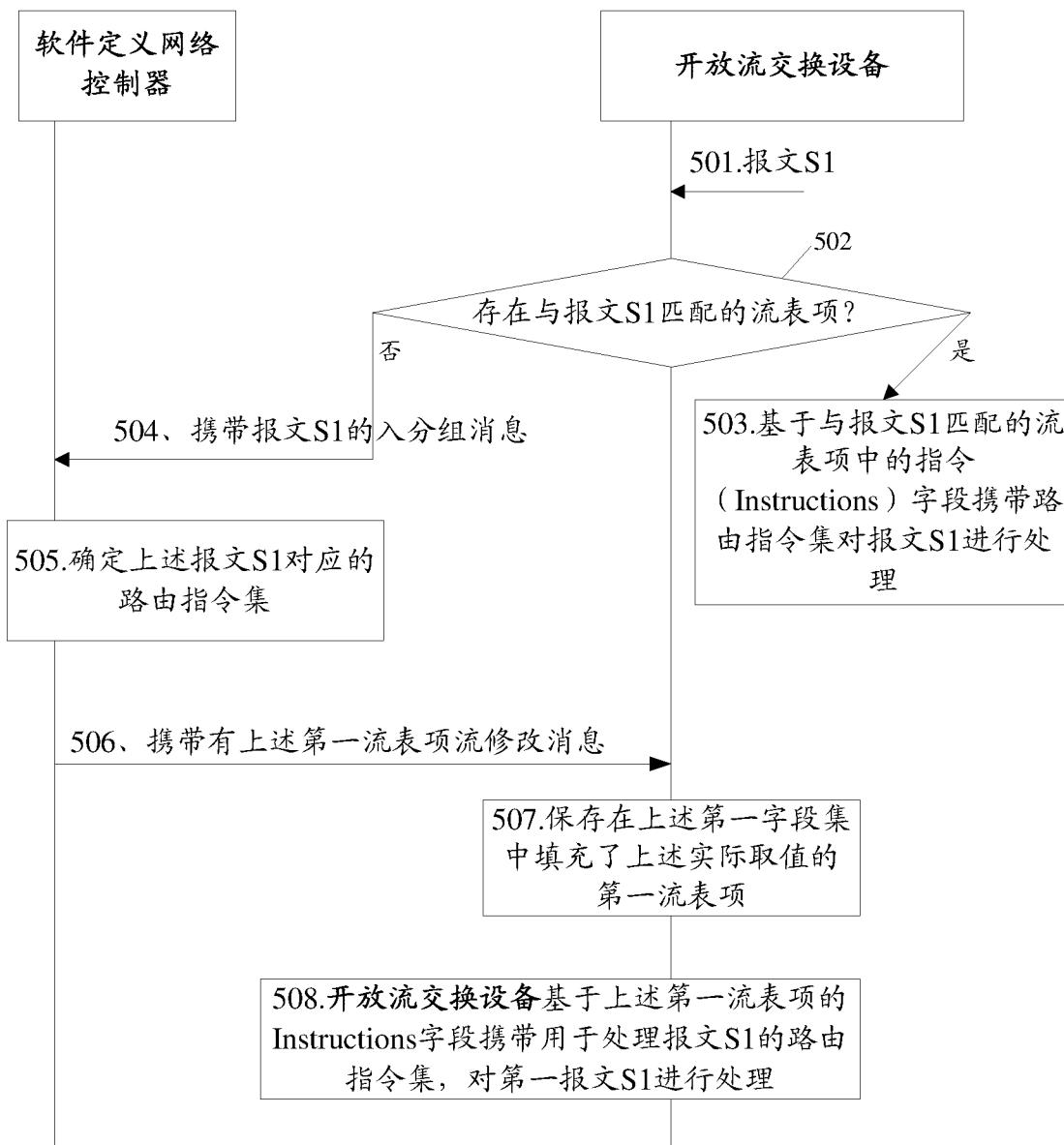


图 5

-7/13-

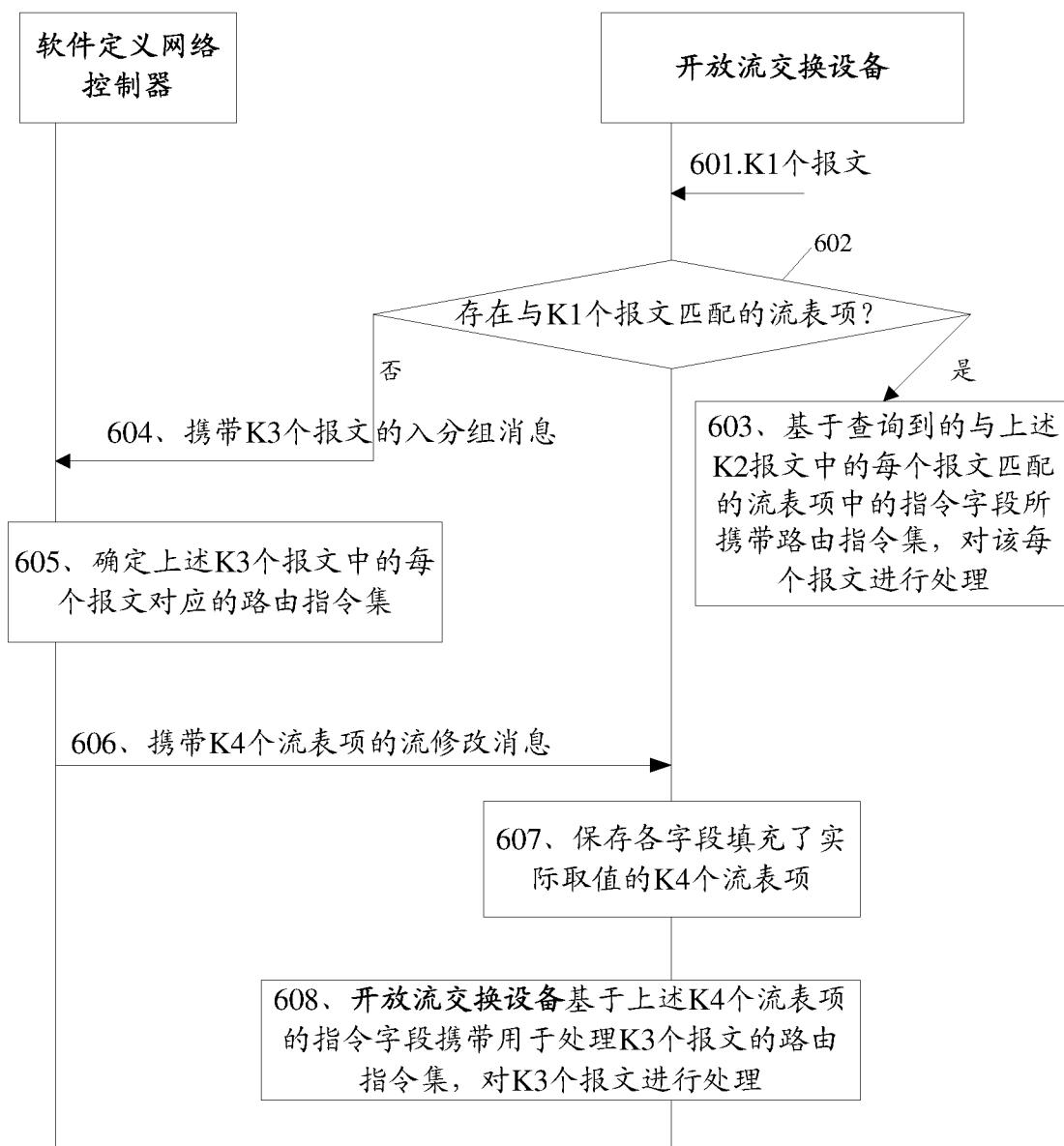


图 6

-8/13-

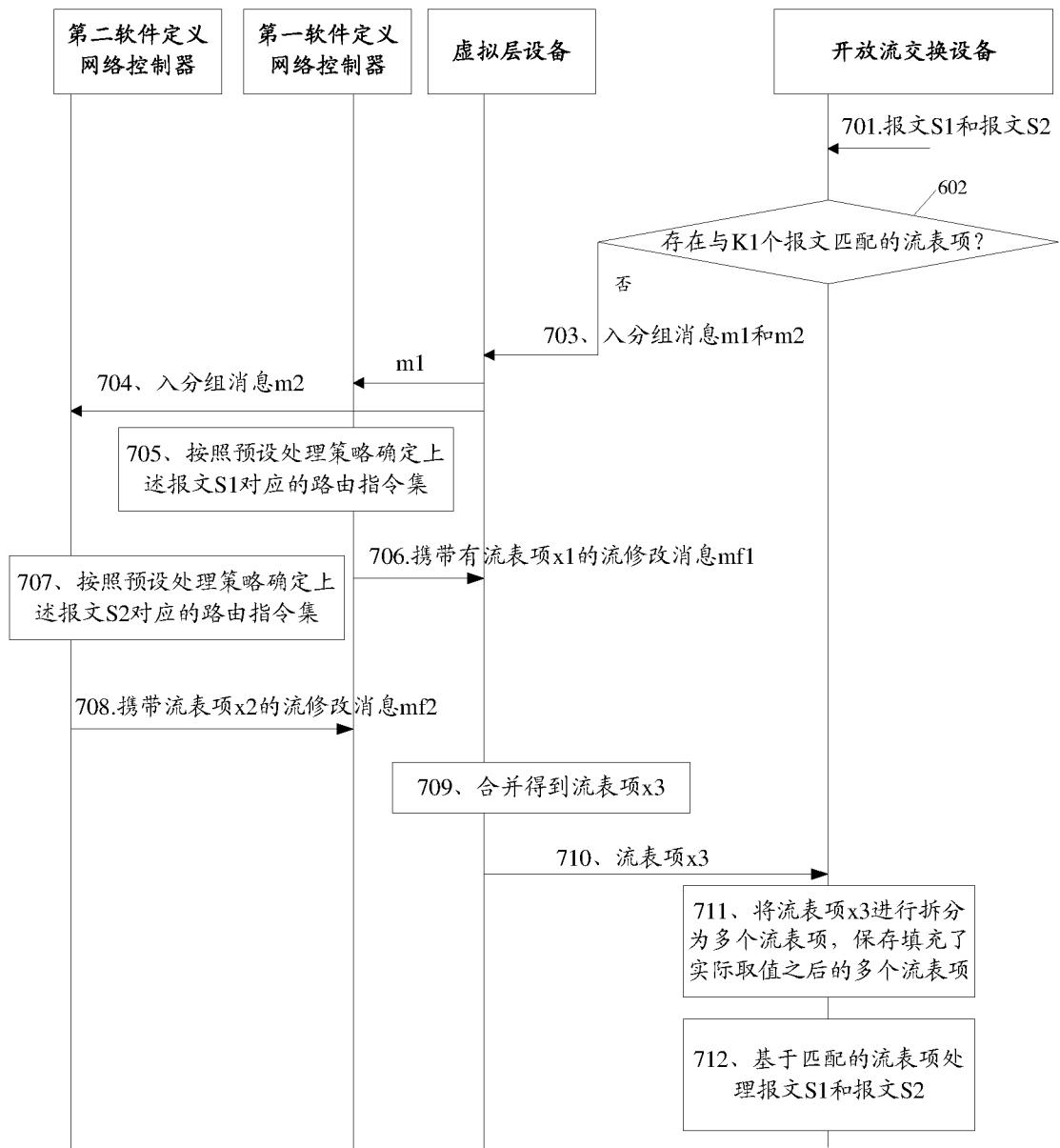


图 7

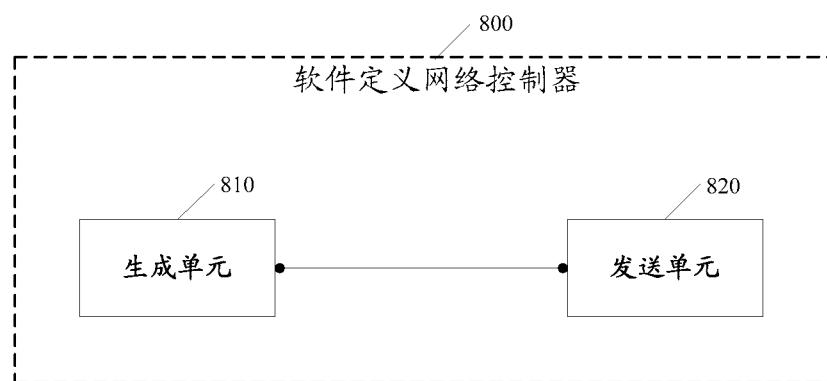


图 8-a

—9/13—

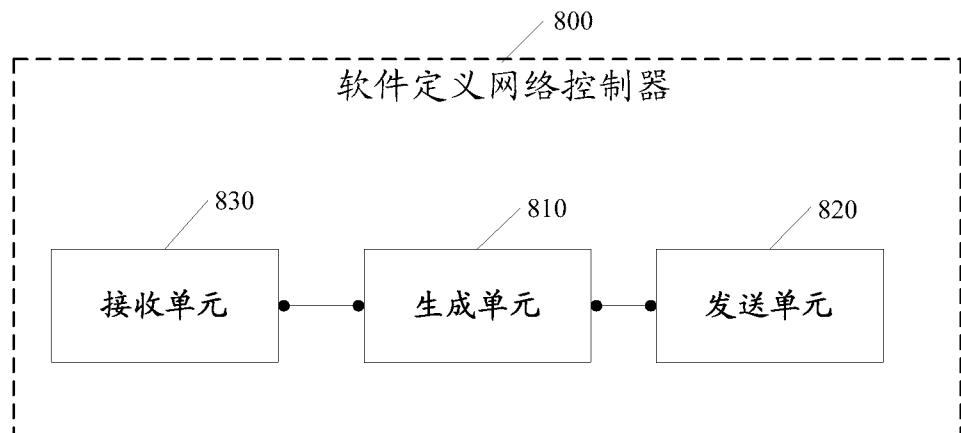


图 8-b

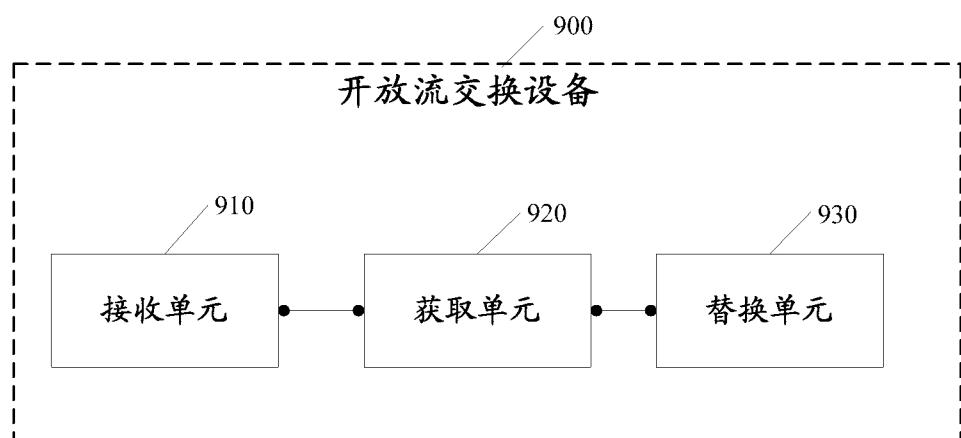


图 9-a

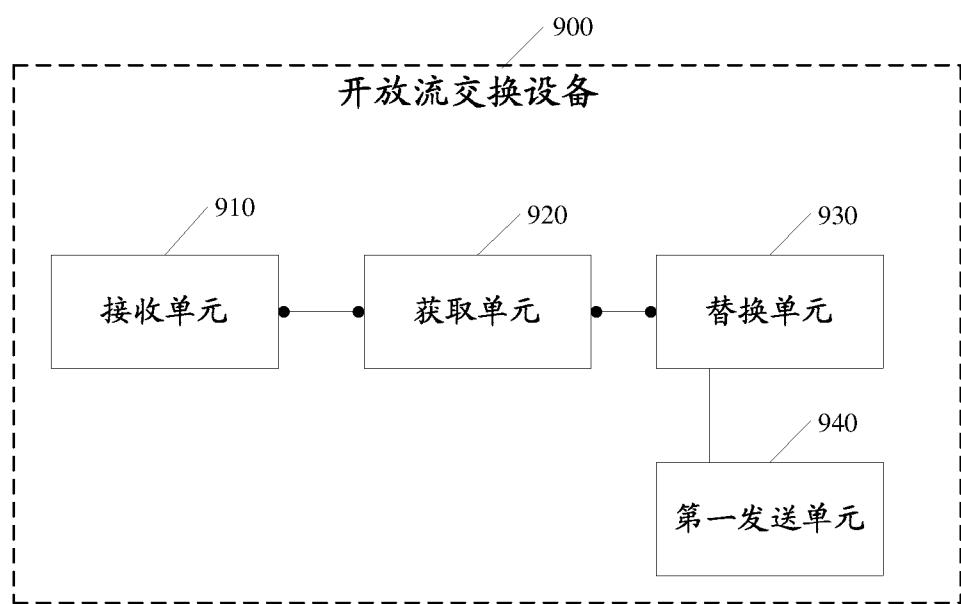


图 9-b

-10/13-

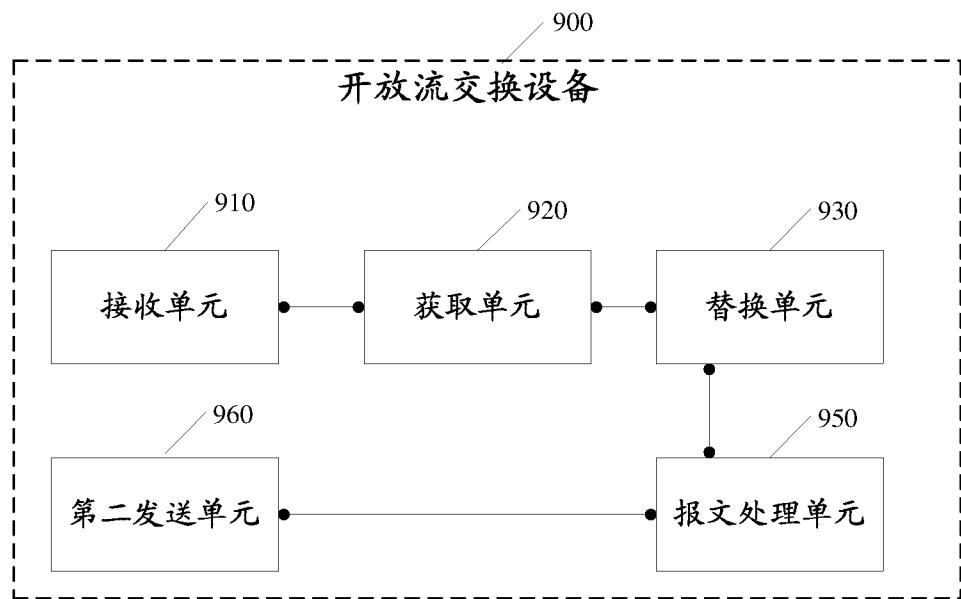


图 9-c

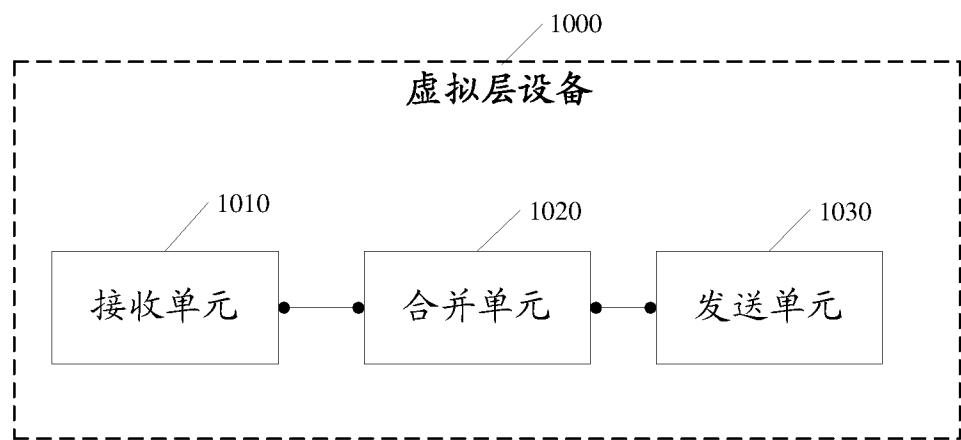


图 10

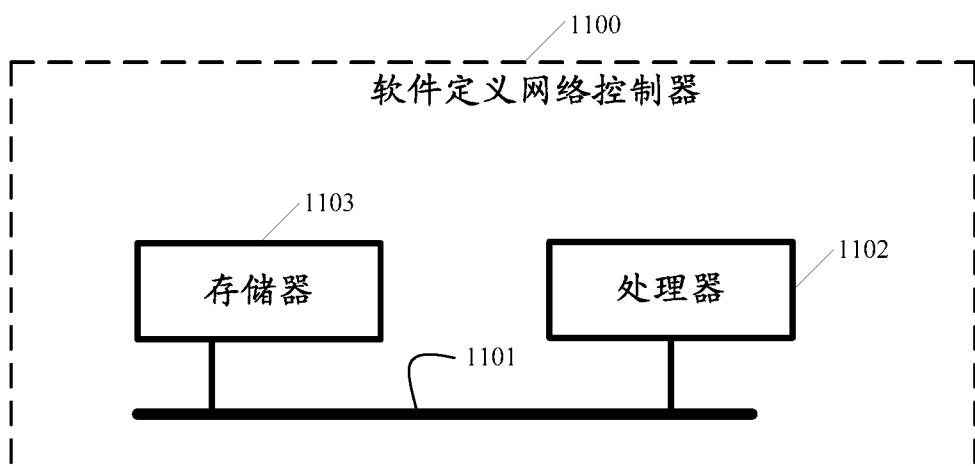


图 11

-11/13-

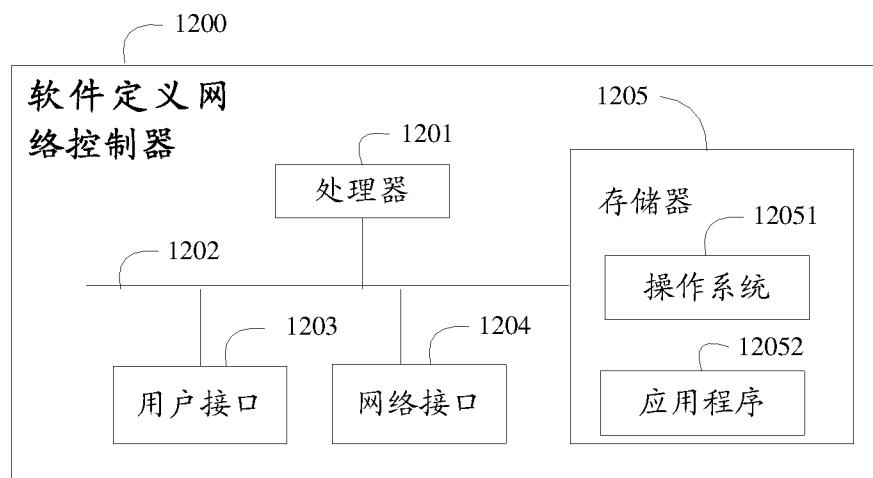


图 12

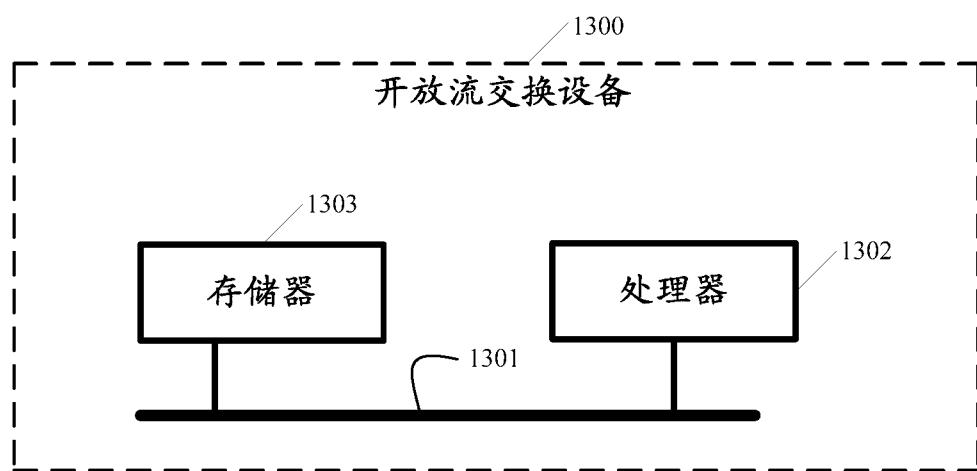


图 13

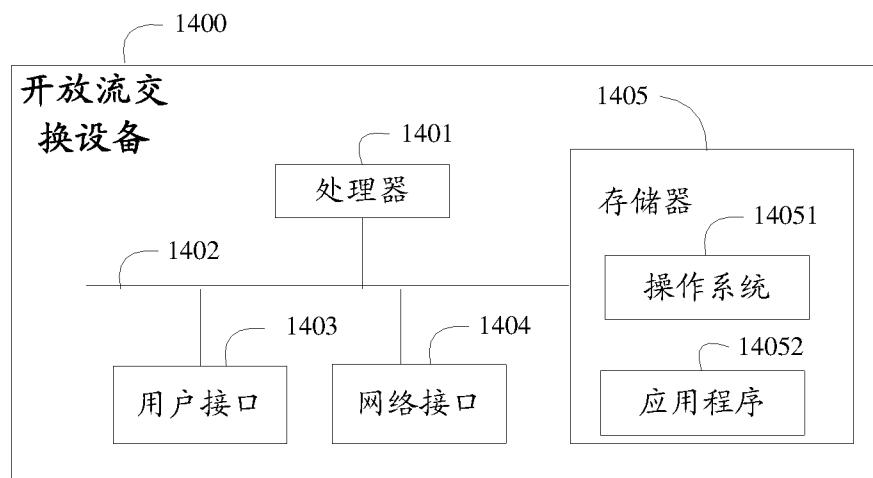


图 14

—12/13—

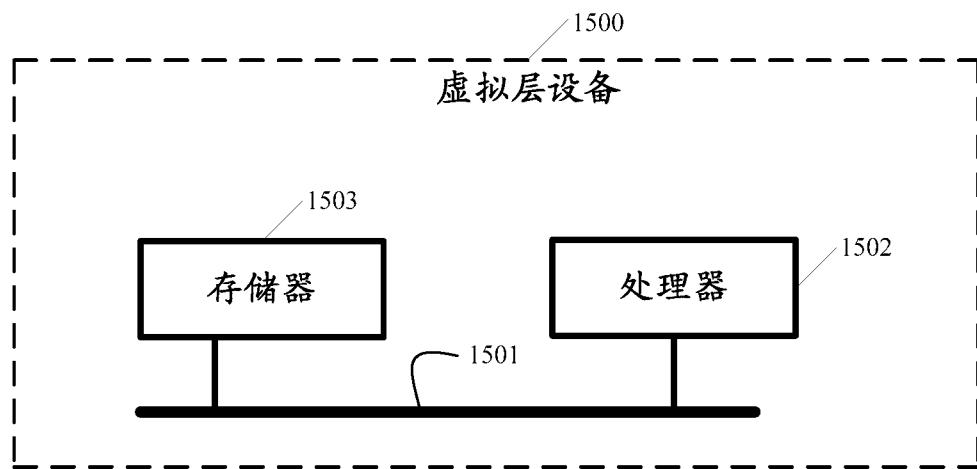


图 15

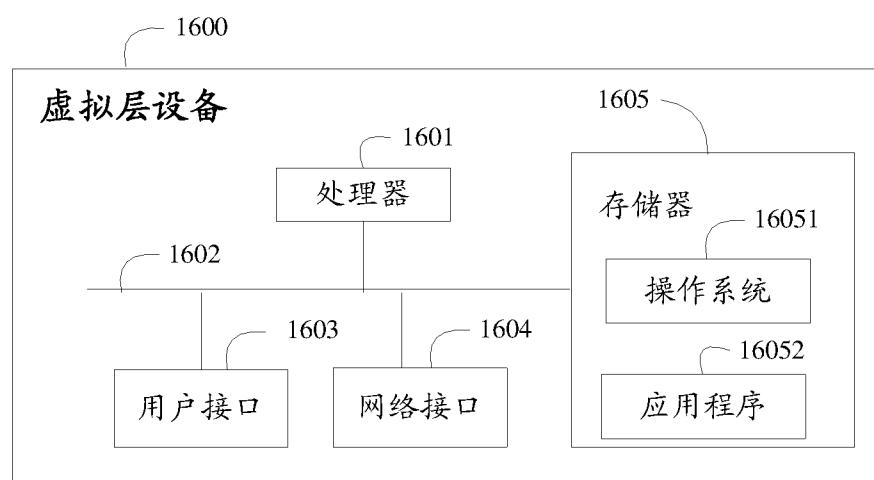


图 16

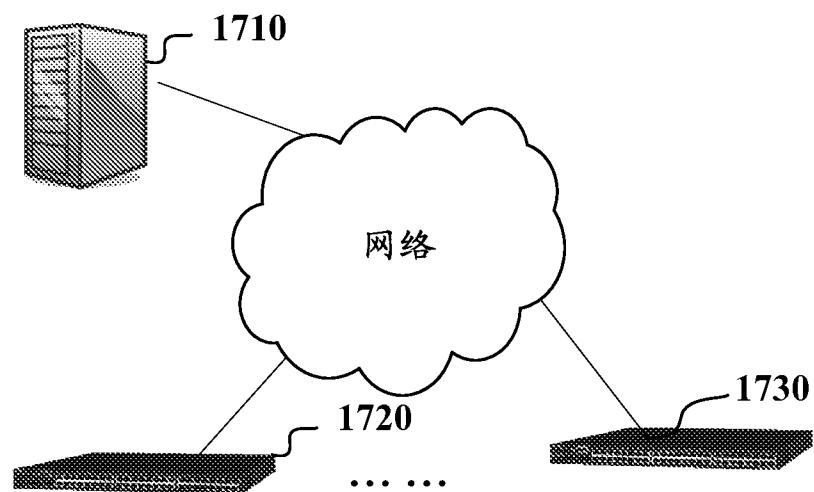


图 17

—13/13—

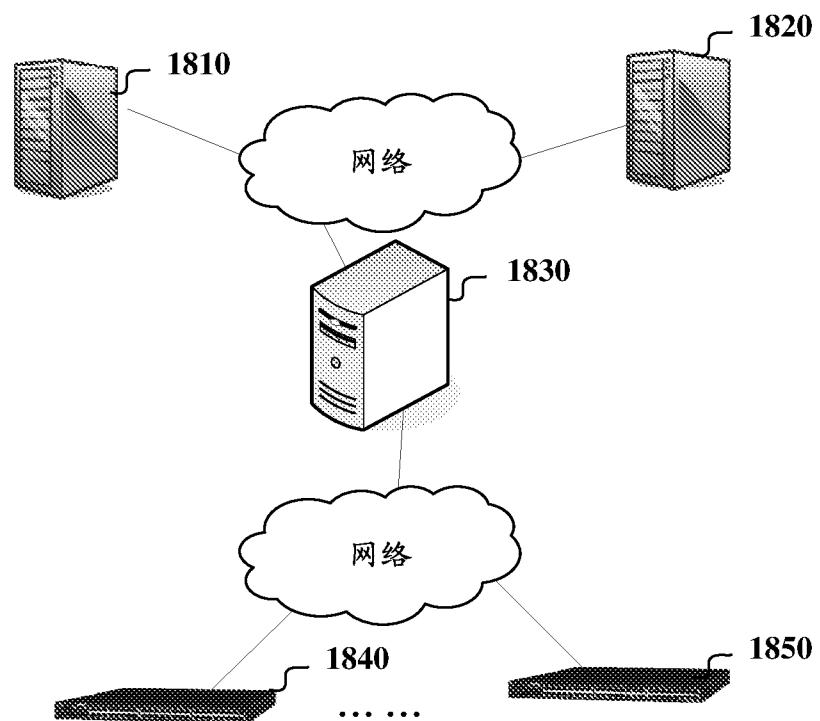


图 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/078551

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; G06F

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: tang pengcheng, zhou wei, exchange device, open flow, openflow, flow table, flow table key, flow table entry, identifier, id, controller, switch, field group, field set, match field, index, replace, save, bandwidth, exchanger

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103067245 A (ZTE CORP.) 24 April 2013 (24.04.2013) description, paragraphs [0083]-[0117], and figures 2 and 3	1-20
A	US 2012099591 A1 (DELL PRODUCTS LP) 26 April 2012 (26.04.2012) the whole document	1-20
A	CN 103401784 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 20 November 2013 (20.11.2013) the whole document	1-20
A	CN 103703726 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2 April 2014 (02.04.2014) the whole document	1-20

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
30 January 2015

Date of mailing of the international search report
26 February 2015

Name and mailing address of the ISA
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No. (86-10) 62019451

Authorized officer
LI, Wenjuan
Telephone No. (86-10) 62413337

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2014/078551

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103067245 A	24 April 2013	None	
US 2012099591 A1	26 April 2012	None	
CN 103401784 A	20 November 2013	None	
CN 103703726 A	2 April 2014	WO 2014000290 A1	03 January 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/078551

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; G06F

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))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 唐朋成, 周伟, 开放流, 流表, 流表项, 字段组, 字段集, 匹配域, 索引, 标识, 代替, 替代, 取代, 节省, 带宽, 控制器, 交换装置, 交换设备, 交换机, open flow, openflow, flow table, flow table key, flow table entry, identifier, id, controller, switch

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
A	CN 103067245 A (中兴通讯股份有限公司) 2013年 4月 24日 (2013 - 04 - 24) 说明书第[0083]-[0117]段, 图2, 3	1-20
A	US 2012099591 A1 (DELL PRODUCTS, LP) 2012年 4月 26日 (2012 - 04 - 26) 全文	1-20
A	CN 103401784 A (华为技术有限公司) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 全文	1-20
A	CN 103703726 A (华为技术有限公司) 2014年 4月 2日 (2014 - 04 - 02) 全文	1-20

 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

2015年 1月 30日

国际检索报告邮寄日期

2015年 2月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

受权官员

李文娟

电话号码 (86-10)62413337

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/078551

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	103067245	A	2013年 4月 24日		无		
US	2012099591	A1	2012年 4月 26日		无		
CN	103401784	A	2013年 11月 20日		无		
CN	103703726	A	2014年 4月 2日	WO	2014000290	A1	2014年 1月 3日