

网络拓扑的还原方法及装置

本申请要求于 2021 年 11 月 23 日提交国家知识产权局、申请号为 202111395863.X、申请名称为“网络拓扑的还原方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信领域，尤其涉及网络拓扑的还原方法及装置。

背景技术

网络拓扑可以描述网络中各节点之间的连接关系，能够方便业务部署和故障排查。具体的，网络拓扑可以分为逻辑拓扑和物理拓扑。

逻辑拓扑描述网络层或三层的连接关系。逻辑拓扑还原是指发现路由器间、以及路由器和各个子网的连接关系。物理拓扑描述链路层或二层的连接关系。物理拓扑还原是指发现交换机间、以及交换机与主机、路由器等设备间的实际连接关系。

物理拓扑还原主要基于链路层发现协议（Link Layer Discovery Protocol, LLDP）或思科发现协议（Cisco Discovery Protocol, CDP）实现。然而，现网中可能存在一些节点不支持 LLDP 或 CDP，或者默认不使能 LLDP 或 CDP，导致无法还原网络拓扑。

发明内容

本申请提供一种网络拓扑的还原方法及装置，可以基于媒体接入控制（Media Access Control, MAC）表还原网络拓扑，并提高拓扑还原的易用性和拓扑还原的效率。

第一方面，提供了一种网络拓扑的还原方法。该方法可以由拓扑计算装置执行。拓扑计算装置获取多个网络设备的 MAC 表，将学习到上行目的 MAC 地址的端口确定为多个网络设备的上行口，确定多个初始集合，根据多个初始集合确定多个网络设备的连接关系，并根据多个网络设备的连接关系和多个网络设备的上行口确定多个网络设备对应的网络拓扑。

上行目的 MAC 地址为多个网络设备的 MAC 表中出现次数最多的 MAC 地址。该多个初始集合与多个下行目的 MAC 地址一一对应。多个下行目的 MAC 地址包括上行口之外的端口上学习到的 MAC 地址。多个初始集合中的每个初始集合包括学习到对应的下行目的 MAC 地址的网络设备的数据。网络设备的数据包括网络设备的标识和学习到对应的下行目的 MAC 地址的端口。

本申请实现了基于网络设备的 MAC 表还原网络拓扑。并且，在还原网络拓扑的过程中，拓扑计算装置可直接基于网络设备的 MAC 表确定网络设备的上行口，不依赖于其他协议或外部输入，降低了对外部的依赖，提高了拓扑还原易用性。另外，根据多个初始集合即可得到多个网络设备的连接关系，相比于现有技术，无需在计算每两个网络设备的连接关系时，都比较端口上学习到的所有 MAC 地址，提高了拓扑还原的效率。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实施方式中，连接关系包括：多个网络设备中互相连接的两个网络设备，互相连接的两个网络设备中位于上层的网络设备和位于下层的网络设备，位于上层的网络设备的下行口。

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，多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接。上层网络设备位于下层网络设

备的上层。上层网络设备的数据在多个初始集中出现的次数最多。上层网络设备的数据中包括的端口为上层网络设备的下行口。下层网络设备的数据和上层网络设备的数据位于同一初始集中。

该实施方式可以适用于最下层的网络设备连接多个终端的场景。基于该实施方式，通过对根据 MAC 表得到的初始集合的简单分析，即可确定出网络设备的连接关系，提高了计算效率。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实施方式，在第一方面的第三种可能的实施方式中，多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接。上层网络设备位于下层网络设备的上层。上层网络设备的标识在多个初始集中出现的次数最多。上层网络设备的数据中包括的端口为上层网络设备的下行口。下层网络设备的数据和上层网络设备的数据位于同一初始集中。

该实施方式可以适用于最下层的网络设备连接一个终端的场景。基于该实施方式，通过对根据 MAC 表得到的初始集合的简单分析，即可确定出网络设备的连接关系，提高了计算效率。

结合第一方面的第二种或第三种可能的实施方式，在第一方面的第四种可能的实施方式中，上层网络设备包括第一上层网络设备和第二上层网络设备，下层网络设备双归连接第一上层网络设备和第二上层网络设备。

基于该实施方式，在拓扑计算过程中不依赖于树形网络的单根假设，可以适用新型组网，例如，可以还原出双归组网的网络拓扑，提高了拓扑还原的适应性。

结合第一方面的第四种可能的实施方式，在第一方面的第五种可能的实施方式中，拓扑还原装置获取指示信息。指示信息指示第一上层网络设备和第二上层网络设备属于同一跨设备链路聚合组 (multichassis link aggregation group, MLAG)，或同一虚拟路由冗余协议 (Virtual Router Redundancy Protocol, VRRP) 组。

基于该实施方式，使得拓扑计算装置能够识别双归组网场景，从而还原双归组网的网络拓扑，提高拓扑还原的适用性。

结合第一方面或第一方面的第一种可能的实施方式，在第一方面的第六种可能的实施方式中，当多个网络设备缺少 MAC 表时，拓扑计算装置向多个网络设备中的至少一个网络设备发送报文。

基于该实施方式，在多个网络设备缺少 MAC 表的场景，例如 MAC 表全部老化或组网内没有流量的场景下，也可以还原出网络拓扑。

结合第一方面或以上第一方面的任一种可能的实施方式，在第一方面的第七种可能的实施方式中，拓扑显示装置显示多个网络设备对应的网络拓扑。

基于该实施方式，可以形象地展示出网络拓扑，以便管理员可以直观、快速地了解网络设备之间的连接情况，从而为后续的业务部署或故障定位等处理节省时间。

第二方面，提供了一种拓扑计算装置。该拓扑计算装置用于实现上述第一方面或第一方面的任意实施方式所述的方法。所述拓扑计算装置包括实现上述方法相应的模块、单元、或手段 (means)，该模块、单元、或 means 可以通过硬件实现，软件实现，或者通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块或单元。

该拓扑计算装置可以包括获取模块和确定模块。获取模块可以用于实现第一方面或第一方面的任意实施方式中的获取功能；确定模块可以用于实现第一方面或第一方面的任意实施方式中的确定功能。

进一步的,该拓扑计算装置还可以包括发送模块和/或显示模块。发送模块可以用于实现第一方面或第一方面的任意实施方式中的发送功能。显示模块可以用于实现第一方面或第一方面的任意实施方式中的显示功能。

结合第二方面,在第二方面的第一种可能的实施方式中,获取模块用于获取多个网络设备的媒体接入控制 MAC 表,确定模块用于将学习到上行目的 MAC 地址的端口确定为多个网络设备的上行口。上行目的 MAC 地址为多个网络设备的 MAC 表中出现次数最多的 MAC 地址。

确定模块还用于确定多个初始集合。多个初始集合与多个下行目的 MAC 地址一一对应。多个下行目的 MAC 地址包括上行口之外的端口上学习到的 MAC 地址。多个初始集合中的每个初始集合包括学习到对应的下行目的 MAC 地址的网络设备的数据。网络设备的数据包括网络设备的标识和学习到对应的下行目的 MAC 地址的端口。

确定模块还用于根据多个初始集合确定多个网络设备的连接关系,并根据多个网络设备的连接关系和多个网络设备的上行口确定多个网络设备对应的网络拓扑。

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,所述连接关系包括所述多个网络设备中互相连接的两个网络设备,所述互相连接的两个网络设备中位于上层的网络设备和位于下层的网络设备和所述位于上层的网络设备的下行口。

结合第二方面或以上第二方面的任一种可能的实施方式,在第二方面的第三种可能的实施方式中,所述多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接,所述上层网络设备位于所述下层网络设备的上层,所述上层网络设备的数据在所述多个初始集合中出现的次数最多。所述上层网络设备的数据中包括的端口为所述上层网络设备的下行口。所述下层网络设备的数据和所述上层网络设备的数据位于同一所述初始集合中。

结合第二方面或以上第二方面的任一种可能的实施方式,在第二方面的第四种可能的实施方式中,所述多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接,所述上层网络设备位于所述下层网络设备的上层,所述上层网络设备的标识在所述多个初始集合中出现的次数最多。所述上层网络设备的数据中包括的端口为所述上层网络设备的下行口。所述下层网络设备的数据和所述上层网络设备的数据位于同一所述初始集合中。

结合第二方面的第三种或第四种可能的实施方式,在第二方面的第五种可能的实施方式中,所述上层网络设备包括第一上层网络设备和第二上层网络设备,所述下层网络设备双归连接所述第一上层网络设备和所述第二上层网络设备。

结合第二方面的第五种可能的实施方式,在第二方面的第六种可能的实施方式中,所述获取模块还用于获取指示信息。指示信息指示第一上层网络设备和第二上层网络设备属于同一 MLAG,或同一 VRRP 组。

结合第二方面或第二方面的第一种或第二种可能的实施方式,在第二方面的第七种可能的实施方式中,发送模块用于,当多个网络设备缺少 MAC 表时,向多个网络设备中的至少一个网络设备发送报文。

结合第二方面或以上第二方面的任一种可能的实施方式,在第二方面的第三种可能的实施方式中,显示模块用于显示多个网络设备对应的网络拓扑。

第三方面,提供了一种通信装置。该通信装置包括处理器和存储器。该存储器用于存储计算机指令,当该处理器执行该指令时,以使该通信装置执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述拓扑计算装置,或者包括上述拓扑计算装置的设备,或者上述拓扑计算

装置中包含的装置，比如芯片。

第四方面，提供一种通信装置。该通信装置包括处理器和通信接口。该通信接口用于与该通信装置之外的模块通信。该处理器用于执行计算机程序或指令，以使该通信装置执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述拓扑计算装置，或者包括上述拓扑计算装置的设备，或者上述拓扑计算装置中包含的装置，比如芯片。

第五方面，提供了一种通信装置。该通信装置包括接口电路和处理器。该接口电路为代码/数据读写接口电路，该接口电路用于接收计算机执行指令（计算机执行指令存储在存储器中，可能直接从存储器读取，或可能经过其他器件）并传输至该处理器。处理器用于执行计算机执行指令以使该通信装置执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述拓扑计算装置，或者包括上述拓扑计算装置的设备，或者上述拓扑计算装置中包含的装置，比如芯片。

第六方面，提供了一种通信装置。该通信装置包括至少一个处理器。所述处理器用于执行计算机程序或指令，以使该通信装置执行上述任一方面所述的方法。该通信装置可以为上述拓扑计算装置，或者包括上述拓扑计算装置的设备，或者上述拓扑计算装置中包含的装置，比如芯片。

在一种可能的设计中，该通信装置该包括存储器。该存储器用于保存必要的程序指令和数据。该存储器可以与处理器耦合，或者，也可以独立于该处理器。

在一种可能的设计中，该通信装置可以是芯片或芯片系统。该装置是芯片系统时，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

第七方面，提供了一种计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质中存储有指令，当其在通信装置上运行时，使得通信装置可以执行上述任一方面所述的方法。

第八方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在通信装置上运行时，使得该通信装置可以执行上述任一方面所述的方法。

其中，第二方面至第八方面中任一种实施方式所带来的技术效果可参见上述第一方面中相应实施方式所带来的技术效果，在此不再赘述。

附图说明

- 图 1 为本申请实施例提供的一种分层组网的网络拓扑示意图；
- 图 2 为本申请实施例提供的一种链式组网的网络拓扑示意图；
- 图 3 为本申请实施例提供的一种 HUB 组网的网络拓扑示意图；
- 图 4 为本申请实施例提供的一种双归组网的网络拓扑示意图；
- 图 5 为本申请实施例提供的一种网络设备之间的连接关系的示意图；
- 图 6 为本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图；
- 图 7 为本申请实施例提供的一种网络拓扑的还原方法的流程示意图；
- 图 8 为本申请实施例提供的一种组网中流量聚合的示意图；
- 图 9 为本申请实施例提供的一种网络拓扑的示意图；
- 图 10 为本申请实施例提供的另一种组网中流量聚合的示意图；
- 图 11 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
- 图 12 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
- 图 13 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
- 图 14 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；

图 15 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
图 16 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
图 17 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
图 18 为本申请实施例提供的另一种网络拓扑的示意图；
图 19 为本申请实施例提供的一种拓扑计算装置的结构示意图；
图 20 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

在本申请的描述中，除非另有说明，“/”表示前后关联的对象是一种“或”的关系，例如，A/B 可以表示 A 或 B；本申请中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。

在本申请的描述中，除非另有说明，“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如，a，b，或 c 中的至少一项(个)，可以表示：a，b，c，a-b，a-c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

另外，为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案，在本申请的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

在本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子或说明。本申请实施例中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念，便于理解。

可以理解，说明书通篇中提到的“实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各个实施例未必指相同的实施例。此外，这些特定的特征、结构或特性可以以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。可以理解，在本申请的各种实施例中，各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

可以理解，在本申请中，“...时”以及“若”均指在某种客观情况下会做出相应的处理，并非限定时间，且也不要求实现时要有判断的动作，也不意味着存在其它限定。

可以理解，本申请实施例的一些可选的特征，在某些场景下，可以不依赖于其他特征，比如其当前所基于的方案，而独立实施，解决相应的技术问题，达到相应的效果，也可以在某些场景下，依据需求与其他特征进行结合。相应的，本申请实施例中给出的装置也可以相应的实现这些特征或功能，在此不予赘述。

本申请中，除特殊说明外，各个实施例之间相同或相似的部分可以互相参考。在本申请中各个实施例、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以以组合形成新的实施例、实施方式、实施方法、或实现方法。以下所述的本申请实施方式并不构成对本申请保护范围的限制。

定。

需要说明的是，本申请实施例中，除特殊说明外，拓扑指物理拓扑，拓扑还原指物理拓扑还原。在此统一说明，后续实施例不再赘述。

如果网络设备不支持 LLDP 或 CDP，或者不使能 LLDP 或 CDP，将导致基于 LLDP 或 CDP 的拓扑还原方法无法还原网络拓扑。因此，本申请实施例基于媒体接入控制(Media Access Control, MAC)地址进行物理拓扑还原。

基于 MAC 地址的拓扑还原主要应用于以下四种典型组网，或者说，基于 MAC 地址还原的拓扑主要包括以下四种典型组网拓扑：

1) 分层组网：

分层组网为园区网络汇聚节点的常见组网。例如，分层组网的网络拓扑可以如图 1 所示，虚拟机(virtual machine, VM)1 通过交换机(switch, S)2 接入网络，VM2 通过 S3 接入网络，S2 和 S3 在 S1 处汇聚。

在网络中，层次越高交换机的转发性能越强，层次越低交换机的接入能力越强。网络通常满足“核心-汇聚-接入”的分层结构。

2) 链式组网：

链式组网为园区网络边缘节点的常见组网。例如，链式组网的网络拓扑可以如图 2 所示，S3、S2、S1 构成链式结构，VM1 和 VM2 通过 S3 接入网络。链式组网使得网络以较低成本覆盖较大范围，例如以较低成本覆盖流量小、终端少的区域。

3) 集线器(HUB)组网：

例如，一种 HUB 组网的网络拓扑可以如图 3 所示。通过拓扑还原可能发现该组网中的 S1 的一个端口(port)连接了 S2 和 S3 两台设备，不符合一个端口连接一台设备的正常现象，因此该 3 台设备可能是通过 HUB 连接的。

4) 双归组网：

例如，一种双归组网的网络拓扑可以如图 4 所示。为了增强网络可靠性，S3 双归连接到 S1 和 S2，当 S1 和 S2 中的一台设备故障时，S3 可以将流量快速切换到另一台设备。

通常，可以通过跨设备链路聚合组(multichassis link aggregation group, MLAG)协议或虚拟路由冗余协议(Virtual Router Redundancy Protocol, VRRP)实现双归组网。图 4 中以通过 MLAG 实现双归组网为例。

MLAG 是一种实现跨设备链路聚合的机制，将一台设备与另外两台设备进行跨设备链路聚合，从而将链路可靠性从单板级提高到设备级，组成双活系统。通过 VRRP 可以将多台路由设备联合组成一台虚拟的路由设备，将虚拟路由设备的互联网协议(Internet Protocol, IP)地址作为用户的默认网关实现与外部网络通信。

在一种可能的实现方式中，一种基于 MAC 地址进行拓扑还原的方案包括基于交换机下行口的 MAC 表和与该下行口连接的另一个交换机的 MAC 地址以及该另一个交换机的所有下行口的 MAC 表确定该两个相连的交换机的连接层次。如图 5 所示，若交换机 Si 的下行口(port j)上的 MAC 表包括交换机 Sk 的 MAC 地址以及 Sk 的所有下行口(port1、port2、...、port n)上的 MAC 表中的 MAC 地址，则确定 Si 的下行口与 Sk 的上行口直连。

其中，该 Sk 的上行口可以通过生成树协议(Spanning Tree Protocol, STP)或地址解析协议(Address Resolution Protocol, ARP)等确定。Si 的下行口上的 MAC 表与 Sk 的 MAC 表的关系可以表示为如下公式(1)：

$$A_{ij} = \bigcup_{n=1}^N A_{kn} \cup \{S_k\} \quad (1)$$

其中，N 为 Sk 的下行口总数， A_{ij} 表示 Si 的下行口 j 上的 MAC 表包括的 MAC 地址的集合， A_{kn} 表示 Sk 的下行口 n 上的 MAC 表包括的 MAC 地址的集合， S_k 表示 Sk 的 MAC 地址。

例如，以 N 等于 3 为例，若 Sk 的 port1、port2、port3 上的 MAC 表包括的 MAC 地址如下表 1 所示，Sk 的 MAC 地址为 MAC#Sk，Si 的下行口 j 上的 MAC 表包括的 MAC 地址如下表 2 所示时，则 Si 的下行口 j 与 Sk 的上行口直连。

表 1

MAC 地址	端口
MAC#1	port 1
MAC#2	port 2
MAC#3	port 3

表 2

MAC 地址	端口
MAC#1	port j
MAC#2	port j
MAC#3	port j
MAC#Sk	port j

上述实现方式中，需要先确定根交换机（例如，Si），并标记其他交换机（例如，Sk）的上行口，然后判断交换机之间的连接关系。上行口的标记依赖于 STP 或 ARP 等其他协议或者外部配置。需要预先标记上行口增加了该方案与外界的耦合，降低了方案的易用性。需要先确定根交换机，导致该方案不能自适应的应用于保护组网，例如双根组网或者多根组网。

基于此，本申请提供一种网络拓扑的还原方法。该方法能够基于 MAC 地址自动标记上行口，提高了方案的适用性和易用性。

本申请的实施例可以应用于图 6 所示的通信系统。如图 6 所示，该通信系统包括拓扑计算装置，该拓扑计算装置用于还原多个网络设备对应的网络拓扑。

可选的，该通信系统还可以包括网络设备、数据采集装置、和拓扑显示装置。数据采集装置用于采集网络设备中的相关数据。拓扑显示装置用于显示网络拓扑。

可选的，网络设备可以具备基于 MAC 地址进行报文转发（或信息交换）的功能，例如，网络设备可以为交换机。例如，本申请中，网络设备可以实现以下功能：

1）根据报文的目的 MAC 地址查找 MAC 表并转发该报文，以及根据报文的源 MAC 地址学习并生成 MAC 表。

2）进行 MLAG 配置或 VRRP 配置，以实现双归组网。在 MLAG 配置中，网络设备可以根据 MLAG 标识（identifier，ID）进行邻居关系协商。在 VRRP 配置中，网络设备可以根据 VRRP-ID 进行邻居关系协商。需要说明的是，该功能为可选项，即网络设备也可以不进行 MLAG 配置或 VRRP 配置。

3）配置虚拟局域网接口（Virtual Local Area Network Interface，VLANIF）。在配置 VLANIF 时，网络设备能够自动生成 VLANIF 对应的 MAC 地址（称为系统 MAC 地址）。该系统 MAC 地址可以作为网络设备发送报文时的源 MAC 地址。

拓扑显示装置和拓扑计算装置可以集成在一个设备中，或者，两者可以分别设置在两个

不同的设备中。数据采集装置和拓扑计算装置可以集成在一个设备中，或者，两者可以分别设置在两个不同的设备中。数据采集装置、拓扑计算装置、以及拓扑显示装置可以集成在一个设备中，或者，三者可以分别设置在三个不同的设备中。本申请对此不作具体限定。

可选的，以云化网络管理为例，拓扑计算装置和拓扑显示装置可以部署在云上，数据采集装置可以跟随网络设备部署在机房。

下面将结合附图，对本申请实施例提供的方法进行展开说明。为了使得下文中的描述更加的清楚，首先对本申请实施例中提到的部分概念作简单介绍。

上行：从终端到网络（或应用服务器）的传输方向。

下行：从网络（或应用服务器）到终端的传输方向。

上行口：上行方向上的出端口，或者下行方向上的入端口。

下行口：下行方向上的出端口，或者上行方向上的入端口。

网络设备的上下层关系定义为：在上行的数据传输过程中，先对数据进行转发的网络设备位于后对数据进行转发的网络设备的下层。或者，在下行的数据传输过程中，先对数据进行转发的网络设备位于后对数据进行转发的网络设备的上层。

需要说明的是，本申请中的上行口也可以称为上行端口或上联口，可以相互替换，不予限制。本申请中的下行口也可以称为下行端口或下联口，可以相互替换，不予限制。

在一种可能的实现方式中，应用服务器可以以终端的形式实现，即某个应用可以部署在终端上，部署了某个应用的终端可以称为应用服务器。

在本申请的附图中，以终端为 VM 为例进行说明。当然，本申请对终端的类型不作具体限定，例如，终端可以为各种具有无线通信功能的手持设备、车载设备、可穿戴设备、物联网（internet of things, IoT）设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备，以及各种形式的用户设备（user equipment, UE）等。

可以理解的，本申请实施例中，执行主体可以执行本申请实施例中的部分或全部步骤，这些步骤或操作仅是示例，本申请实施例还可以执行其它操作或者各种操作的变形。此外，各个步骤可以按照本申请实施例呈现的不同的顺序来执行，并且有可能并非要执行本申请实施例中的全部操作。

需要说明的是，本申请下述实施例中各个信息或参数或设备的名称等只是一个示例，具体实现中也可以是其他的名称，本申请实施例对此不作具体限定。

请参考图 7，其示出了本申请实施例提供的一种网络拓扑的还原方法的流程图。该网络拓扑的还原方法可以由拓扑计算装置实现，该方法包括如下步骤：

S701、获取多个网络设备的 MAC 表的内容。

可选的，该多个网络设备为同一虚拟局域网（virtual local area network, VLAN）中的多个网络设备。每个网络设备的 MAC 表可以包括该网络设备的各个端口上的 MAC 表。

S702、将学习到上行目的 MAC 地址的端口确定为多个网络设备的上行口。其中，上行目的 MAC 地址为多个网络设备的 MAC 表中出现次数最多的 MAC 地址。

可选的，该上行目的 MAC 地址可能为网关设备（例如路由器）的 MAC 地址，终端通过该多个网络设备（例如，交换机）连接该网关设备以访问网络。或者，该上行目的 MAC 地址可能为部署了某个应用的应用服务器的 MAC 地址。

作为一种具体的示例，如图 8 所示，终端（VM1~VM4）通过 S1 连接网关设备以访问网络。在上行方向上，VM1、VM2、VM3、VM4 发送的数据通过 S1 发送到网关设备，再由网关设备发送到网络。在下行方向上，网络向 VM1、VM2、VM3、VM4 发送相应的响应（或

数据)时,该响应先发送到网关设备,再由网关设备发送到S1,S1将发往VM1和VM2的响应发送到S2,由S2发送到VM1和VM2,S1将发往VM3和VM4的响应发送到S3,由S3发送到VM3和VM4。

在图8所示过程对应的下行传输中,网关设备发送的到各个VM的响应的源MAC地址为网关设备的MAC地址,在S1收到来自网关设备的该响应时,可以在端口0上学习到网关设备的MAC地址。类似的,S2和S3在收到来自S1的该响应时,由于该响应的源MAC地址仍然为网关设备的MAC地址,从而S2和S3可以在各自的端口0上学习到网关设备的MAC地址。

在图8所示的上行传输中,假设VM1的MAC地址为MAC#A,VM2的MAC地址为MAC#B,VM3的MAC地址为MAC#C,VM4的MAC地址为MAC#D,S1、S2、S3的其他端口上学习到的MAC地址可以如图9所示。

也就是说,结合下行传输中学习到的MAC地址,S1、S2、S3的MAC表可以分别如表3、表4、表5所示。其中,MAC#G表示网关设备的MAC地址。

表 3

MAC 地址	端口
MAC#A	端口 1
MAC#B	端口 1
MAC#C	端口 2
MAC#D	端口 2
MAC#G	端口 0

表 4

MAC 地址	端口
MAC#A	端口 1
MAC#B	端口 2
MAC#G	端口 0

表 5

MAC 地址	端口
MAC#C	端口 1
MAC#D	端口 2
MAC#G	端口 0

结合上述表3、表4、和表5,MAC#G在3个MAC表中出现的次数最多,从而MAC#G即为上行目的MAC地址。学习到MAC#G的端口为S1、S2、S3的端口0,从而,S1的上行口、S2的上行口、S3的上行口为各自的端口0。

作为另一种具体的示例,如图10所示,假设VM3上部署有某个应用,即VM3可以作为应用服务器,在上行方向上,VM1、VM2发送的数据依次经过S1、S3发送到VM3,VM4发送的数据依次经过S1、S3发送到VM3。在下行方向上,VM3向VM1、VM2发送相应的响应(或数据)时,该响应依次经过S3、S1到达VM1和VM2,VM3向VM4发送的响应依次经过S3、S2到达VM4。

在图10所示过程对应的下行传输中,VM3发送的响应的源MAC地址为VM3的MAC地址,在S3收到来自VM3的该响应时,可以在端口0上学习到VM3的MAC地址。类似的,

S1 和 S2 在收到来自 S3 的该响应时，由于该响应的源 MAC 地址仍然为 VM3 的 MAC 地址，从而 S1 和 S2 可以在各自的端口 0 上学习到 VM3 的 MAC 地址。

在图 10 所示的上行传输中，假设 VM1 的 MAC 地址为 MAC#A，VM2 的 MAC 地址为 MAC#B，VM3 的 MAC 地址为 MAC#C，VM4 的 MAC 地址为 MAC#D，S1、S2、S3 的其他端口上学习到的 MAC 地址可以如图 11 所示。

也就是说，结合下行传输中学习到的 MAC 地址，S1、S2、S3 的 MAC 表可以分别如表 6、表 7、表 8 所示。

表 6

MAC 地址	端口
MAC#A	端口 1
MAC#B	端口 2
MAC#C	端口 0

表 7

MAC 地址	端口
MAC#D	端口 1
MAC#C	端口 0

表 8

MAC 地址	端口
MAC#C	端口 0
MAC#A	端口 1
MAC#B	端口 1
MAC#D	端口 2

结合上述表 6、表 7、和表 8，MAC#C 在 3 个 MAC 表中出现的次数最多，从而 MAC#C 即为上行目的 MAC 地址。学习到 MAC#C 的端口为 S1、S2、S3 的端口 0，从而，S1 的上行口、S2 的上行口、S3 的上行口为各自的端口 0。

S703、确定多个初始集合。

该多个初始集合与多个下行目的 MAC 地址一一对应。该多个下行目的 MAC 地址包括前述上行口之外的端口学习到的 MAC 地址。例如，基于图 9 所示的示例，多个下行目的 MAC 地址为：MAC#A，MAC#B，MAC#C，和 MAC#D，包括 S1、S2、S3 的端口 1 和端口 2 上学习到的 MAC 地址。

该多个初始集合中的每个初始集合（set）包括学习到对应的下行目的 MAC 地址的网络设备的数据。网络设备的数据包括该网络设备的标识和学习到对应的下行目的 MAC 地址的端口。作为一种实现，端口可以用端口号标识。

例如，基于图 9 所示的示例，四个下行目的 MAC 地址对应的四个初始集合分别如下所示：

set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#A，包括：{S1-端口 1，S2-端口 1}；

set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#B，包括：{S1-端口 1，S2-端口 2}；

set3: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#C，包括：{S1-端口 2，S3-端口 1}；

set4: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#D，包括：{S1-端口 2，S3-端口 2}。

其中，set1 包括 S1 的数据和 S2 的数据。S1 的数据包括 S1 的标识（用 S1 表示）和学习

到对应的下行目的 MAC 地址 MAC#A 的端口 1。S2 的数据包括 S2 的标识（用 S2 表示）和学习到对应的下行目的 MAC 地址 MAC#A 的端口 1。set1 可以表示 S1 的端口 1 和 S2 的端口 1 上学习到了下行目的 MAC 地址 MAC#A。其余集合的说明可参考 set1，不予赘述。

S704、根据多个初始集合确定多个网络设备的连接关系。

可选的，该连接关系包括：该多个网络设备中互相连接的两个网络设备、该互相连接的两个网络设备中位于上层的网络设备和位于下层的网络设备、位于上层的网络设备的下行口。

S705、根据多个网络设备的连接关系和多个网络设备的上行口，确定多个网络设备对应的网络拓扑。

可选的，根据多个网络设备的连接关系和多个网络的上行口，可以确定：任意两个互相连接的网络设备中位于上层的网络设备，位于上层的网络设备的下行口，位于下层的网络设备，位于下层的网络设备的上行口。即，可以确定直连的两个网络设备，以及连接该两个网络设备的端口。连接任意两个互相连接的上层网络设备的下行口和下行网络设备的上行口即可还原多个网络设备对应的网络拓扑。

可选的，在多个网络设备中，上层网络设备和下层网络设备连接，上层网络设备位于下层网络设备的上层。上层网络设备的数据在多个初始集合中可能存在如下两种方式：

方式一，该上层网络设备的数据在多个初始集合中出现的次数最多。上层网络设备的数据中包括的端口为该上层网络设备的下行口。下层网络设备的数据和上层网络设备的数据位于同一初始集合。

作为一种可能的实现，初始集合中包括两个网络设备的数据的情况下，该两个网络设备中一个为上层网络设备，另一个为下层网络设备，且该上层网络设备与下层网络设备直连。

例如，基于图 9 所示的示例，多个初始集合中出现的次数最多的数据为：{S1-端口 1}和 {S1-端口 2}，从而 S1 为上层网络设备，S1 的端口 1 和端口 2 均为 S1 的下行口。又由于数据 {S2-端口 1}以及 {S2-端口 2}与数据 {S1-端口 1}位于同一初始集合，因此 S2 为下层网络设备，进一步的，还可以确定 S1 的端口 1 和 S2 的上行口连接。同理可以确定 S3 为下层网络设备，且 S1 的端口 2 和 S3 的上行口连接。

由于通过步骤 S702 可以确定 S2 的上行口为端口 0，S3 的上行口为端口 0，从而可以确定 S1 的端口 1 和 S2 的端口 0 连接，S1 的端口 2 和 S3 的端口 0 连接，进而可以还原出图 9 所示的网络拓扑。

可选的，可以通过对初始集合进行交集等运算，确定上层网络设备和下层网络设备。其中，至少两个集合的交集即为多个初始集合中出现次数最多的数据，该数据对应的网络设备即为上层网络设备。初始集合中除交集数据外的另一个数据对应的网络设备即为下层网络设备。

示例性的，基于图 9 所示的示例，对初始集合进行交集等运算后，可以得到如下结果：

set5: {S1-端口 1} #set1 和 set2 的交集；

更新后的 set1: {S2-端口 1} #删除交集数据后的 set1；

更新后的 set2: {S2-端口 2} #删除交集数据后的 set2。

基于该运算结果可以确定，S1 为上层网络设备，S2 为下层网络设备，S1 的端口 1 与 S2 的上行口连接。

set6: {S1-端口 2} #set3 和 set4 的交集；

更新后的 set3: {S3-端口 1} #删除交集数据后的 set3；

更新后的 set4: {S3-端口 2} #删除交集数据后的 set4。

基于该运算结果可以确定，S1 为上层网络设备，S3 为下层网络设备，S1 的端口 2 与 S3 的上行口连接。

作为另一种可能的实现，初始集合中包括至少三个网络设备的数据的情况下，该至少三个网络设备中可能存在多个下层网络设备或多个上层网络设备。

对于存在多个下层网络设备的情况，可以删除初始集合中上层网络设备的数据，对初始集合进行更新，之后再根据更新后的集合确定多个下层网络设备的连接关系。

例如，如图 12 所示，假设在图 9 所示拓扑的基础上，S1 还连接 S0，且 S0 的端口 1 上学习到 VM1、VM2、VM3、以及 VM4 的 MAC 地址，那么图 12 所示拓扑的多个初始集合可以分别如下所示：

set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#A，包括：{S0-端口 1，S1-端口 1，S2-端口 1}；

set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#B，包括：{S0-端口 1，S1-端口 1，S2-端口 2}；

set3: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#C，包括：{S0-端口 1，S1-端口 2，S3-端口 1}；

set4: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#D，包括：{S0-端口 1，S1-端口 2，S3-端口 2}。

基于图 12 所示的示例，多个初始集合中出现的次数最多的数据为：{S0-端口 0}，从而 S0 为上层网络设备，S0 的端口 1 为 S0 的下行口，S1 和 S2 为下层网络设备。此时，可以将 {S0-端口 0} 从初始集合中删除，得到更新后的集合如下所示：

更新后的 set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#A，包括：{S1-端口 1，S2-端口 1}；

更新后的 set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#B，包括：{S1-端口 1，S2-端口 2}；

更新后的 set3: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#C，包括：{S1-端口 2，S3-端口 1}；

更新后的 set4: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#D，包括：{S1-端口 2，S3-端口 2}。

更新后的多个集合中出现的次数最多的数据为：{S1-端口 1} 和 {S1-端口 2}，从而 S1 位于上层，S1 的端口 1 和端口 2 均为 S1 的下行口。又由于数据 {S2-端口 1} 以及 {S2-端口 2} 与数据 {S1-端口 1} 位于同一初始集合，因此 S2 位于 S1 的下层，进一步的，还可以确定 S1 的端口 1 和 S2 的上行口连接。同理可以确定 S3 位于 S1 的下层，且 S1 的端口 2 和 S3 的上行口连接。

由于通过步骤 S702 可以确定 S1、S2、S3 的上行口为各自的端口 0，从而可以确定 S0 的端口 1 和 S1 的端口 0 连接，S1 的端口 1 和 S2 的端口 0 连接，S1 的端口 2 和 S3 的端口 0 连接，进而可以还原出图 12 所示的网络拓扑。

可选的，可以通过对初始集合进行交集等运算，确定上层网络设备和多个下层网络设备。其中，多个初始集合的交集即为多个初始集合中出现次数最多的数据，该数据对应的网络设备即为上层网络设备。初始集合中除交集数据外的多个数据对应的多个网络设备即为下层网络设备。之后，可以删除初始集合中上层网络设备的数据，对初始集合进行更新，再对更新后的集合进行交集等运算，以确定多个下层网络设备的连接关系。

示例性的，基于图 12 所示的示例，对初始集合进行交集等运算后，可以得到如下结果：

set5: {S0-端口 1} #set1、set2、set3、set4 的交集；

更新后的 set1: {S1-端口 1，S2-端口 1} #删除交集数据后的 set1；

更新后的 set2: {S1-端口 1，S2-端口 2} #删除交集数据后的 set2；

更新后的 set3: {S1-端口 2，S3-端口 1} #删除交集数据后的 set3；

更新后的 set4: {S1-端口 2，S3-端口 2} #删除交集数据后的 set4。

基于该运算结果可以确定，S0 为上层网络设备，S1 和 S2 为下层网络设备，S0 的端口 1 为下行口。

之后，可以对更新后的 set1、更新后的 set2、更新后的 set3、更新后的 set4 进行交集运算，以确定：S1 位于 S2 和 S3 的上层，S1 的端口 1 与 S2 的上行口连接，S1 的端口 2 与 S3 的上行口连接。可参考前述相关说明，在此不再赘述。

对于存在多个上层网络设备的情况，可能为双根或多根的保护组网场景。例如，在双根场景下，多个上层网络设备包括第一上层网络设备和第二上层网络设备，下层网络设备双归连接第一上层网络设备和第二上层网络设备。

可选的，拓扑计算装置可以获取指示信息，当指示信息指示第一上层网络设备和第二上层网络设备属于同一 MLAG，或同一 VRRP 组时，下层网络设备双归连接第一上层网络设备和第二上层网络设备。

例如，如图 13 所示，假设通过 MLAG 配置 S8 双归连接 S6 和 S7，S6 和 S7 的下行口为 Eth-trunk1，且 S8 连接 VM1 和 VM2，VM1 的 MAC 地址为 MAC#E，VM2 的 MAC 地址为 MAC#F，那么基于图 13 所示的示例，多个初始集合可以如下所示：

set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#E，包括：{S6-Eth-trunk1，S7-Eth-trunk1，S8-端口 1}；

set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#F，包括：{S6-Eth-trunk1，S7-Eth-trunk1，S8-端口 2}。

该示例中，多个初始集合中出现的次数最多的数据为：{S6-Eth-trunk1，S7-Eth-trunk1}，从而 S6 和 S7 为上层网络设备，S6 和 S7 的端口 Eth-trunk1 为各自的下行口。又由于数据{S8-端口 1}以及{S8-端口 2}与数据{S6-Eth-trunk1，S7-Eth-trunk1}位于同一初始集合，因此 S8 为下层网络设备，进一步的，还可以确定 S6 和 S7 的端口 Eth-trunk1 和 S8 的上行口连接。

之后，由于存在 S6 和 S7 两个上层网络设备，需要进一步确定 S6 和 S7 的关系。此时，可以查看 S6 和 S7 的 MLAG 或 VRRP 配置，确定 S6 和 S7 属于同一 MLAG 或 VRRP 组，从而确定 S8 双归连接 S6 和 S7。

方式二，该上层网络设备的标识在多个初始集合中出现的次数最多。上层网络设备的数据中包括的端口为该上层网络设备的下行口。下层网络设备的数据和上层网络设备的数据位于同一初始集合。

例如，如图 14 所示，假设 S1 连接 S2 和 S3，S2 和 S3 分别连接 VM1 和 VM2，VM1 的 MAC 地址为 MAC#A，VM2 的 MAC 地址为 MAC#D，那么基于图 14 所示的示例，多个初始集合可以如下所示：

set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#A，包括：{S1-端口 1，S2-端口 1}；

set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#D，包括：{S1-端口 2，S3-端口 1}。

该示例中，多个初始集合中出现的次数最多的网络设备的标识为：S1，从而 S1 为上层网络设备，S1 的端口 1 和端口 2 均为 S1 的下行口。又由于数据{S2-端口 1}与数据{S1-端口 1}位于同一初始集合，因此 S2 为下层网络设备，进一步的，还可以确定 S1 的端口 1 和 S2 的上行口连接。同理可以确定 S3 为下层网络设备，且 S1 的端口 2 和 S3 的上行口连接。

由于通过步骤 S702 可以确定 S2、S3 的上行口为各自的端口 0，从而可以确定 S1 的端口 1 和 S2 的端口 0 连接，S1 的端口 2 和 S3 的端口 0 连接，进而可以还原出图 14 所示的网络拓扑。

可选的，上述方式一和方式二可能同时存在，即方式一和方式二的方案可以结合使用。示例性的，如图 15 所示，假设在图 14 所示拓扑的基础上，S1 还连接 S0，那么多个初始集合可以如下所示：

set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#A, 包括: {S0-端口 1, S1-端口 1, S2-端口 1};

set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC#D, 包括: {S0-端口 1, S1-端口 2, S3-端口 1}。

该示例中, 多个初始集合中出现的次数最多的网络设备的数据为{S0-端口 1}, 从而 S0 为上层网络设备, S0 的端口 1 为下行口。进一步的, 将{S0-端口 1}从初始集合中删除, 得到更新后的初始集合如下:

更新后的 set1: {S1-端口 1, S2-端口 1};

更新后的 set2: {S1-端口 2, S3-端口 1}。

在更新后的初始集合中, 出现的次数最多的网络设备的标识为: S1, 从而 S1 位于 S2 和 S3 的上层, S1 的端口 1 和 S2 的上行口连接, S1 的端口 2 和 S3 的上行口连接。

由于通过步骤 S702 可以确定 S1、S2、S3 的上行口为各自的端口 0, 从而可以确定 S0 的端口 1 和 S1 的端口 0 连接, S1 的端口 1 和 S2 的端口 0 连接, S1 的端口 2 和 S3 的端口 0 连接, 进而可以还原出图 15 所示的网络拓扑。

可选的, 若还原出的网络拓扑中存在网络设备的一个端口连接多个网络设备, 则可能存在设备漏采, 即漏采集了某个网络设备的 MAC 表。该场景下, 可以重新执行上述步骤 S701-S705, 或者可以由管理员确认漏采设备并完成该设备的数据采集后, 再次执行上述步骤 S702-S705。

基于上述方案, 一方面, 本申请通过网络设备的 MAC 表, 即可分析出网络设备的上行口, 不依赖于外部配置或者其他协议 (例如, STP 或 ARP), 降低了对外部的依赖, 提升了方案的易用性。另一方面, 根据多个初始集合即可得到多个网络设备的连接关系, 相比于现有技术, 无需在计算每两个网络设备的连接关系时, 都比较端口上学习到的所有 MAC 地址, 提高了计算效率。再一方面, 在拓扑计算过程中不存在树形网络的单根假设, 可以适用于新型组网, 例如, 可以还原出双归组网的网络拓扑, 即, 该方案适应性强。

此外, 上述方案中, 一条转发路径上只要有一个 MAC 地址被该路径上的所有网络设备学习到, 即可以还原出该路径上的网络设备的连接关系。示例性的, 基于图 9 所示的示例, 以转发路径 S1-S2-VM 为例, 假设 S2 的端口 1 上的 MAC 表老化了, 即图 9 所示的示例对应的 set1 为{S1-端口 1}, set2、set3、set4 不变, 该场景下, 通过上述步骤 S704 也可以确定出 S1 和 S2 的连接关系。

以转发路径 S1-S2-VM 为例, 该路径上的不同网络设备的 MAC 表中均存在 VM1 的 MAC 地址 (记为 MAC#A) 以及 VM2 的 MAC 地址 (记为 MAC#B), 假设 MAC#B 在 S1 或 S2 上发生老化, 通过 MAC#A 也可以确定出 S1 和 S2 的连接关系。例如, MAC#B 在 S2 上发生老化, 即图 9 所示的示例对应的 set2 为{S1-端口 1}, 或者, MAC#B 在 S1 和 S2 上均发生老化, 即图 9 所示的示例对应的初始集合不包括 set2, 通过上述步骤 S704 也可以确定出 S1 和 S2 的连接关系。

也就是说, 本申请的方案中, 即使存在 MAC 表老化的情况, 也有可能还原出网络拓扑, 降低了对 MAC 表的采集要求。而在现有技术中, 采集 MAC 表时, 需要避免 MAC 表老化。

需要说明的是, 图 7 所示的方案以步骤 S702 所示的确定上行口的方法和步骤 S703、S704 所示的确定连接关系的方法结合使用为例进行说明。当然, 步骤 S702 所示的方法和步骤 S703、S704 所示的方法也可以解耦使用。例如, 可以采用步骤 S702 所示的方法确定上行口, 采用公式 (1) 对应的方法确定连接关系; 或者, 可以采用 ARP 等协议确定上行口, 采用步骤 S703 和 S704 所示的方法确定连接关系, 本申请对此不作具体限定。

在一种可能的实现方式中, 数据采集装置采集网络设备的 MAC 表, 再将采集到的 MAC

表发送给拓扑计算装置。也就是说，上述步骤 S701 可以包括：接收来自数据采集装置的多个网络设备的 MAC 表。

可选的，数据采集装置可以通过 telnet 或 ssh 等方式登录网络设备，查询网络设备的 MAC 表并保存，以便向拓扑计算装置发送网络设备的 MAC 表。或者，网络设备可以主动向数据采集装置发送 MAC 表。

例如，数据采集装置保存的 MAC 表的信息可以如下所示：{“subnet”：“vlan 1”，“device”：“XXX-2f-1”，“port”：“GigabitEthernet1/0/1”，“mac”：“xxxx-xxxx-xxxx”}。其中，subnet 的值表示网络设备所在的 VLAN，device 的值为网络设备的标识或名称；port 的值为网络设备的某个端口的端口号；mac 的值为该端口上学习到的 MAC 地址。

可选的，数据采集装置和拓扑计算装置集成在一个设备中的情况下，数据采集装置可以通过设备内部的接口（硬件或软件接口）向拓扑计算装置发送该多个网络设备的 MAC 表。数据采集装置和拓扑计算装置分别由两个不同的设备实现时，数据采集装置可以通过与外部设备通信的接口向拓扑计算装置发送该多个网络设备的 MAC 表。

在一种可能的实现方式中，数据采集装置可以登录网络设备获取网络设备的配置文件，查看网络设备是否进行了 MLAG 或 VRRP 配置，即是否存在保护组，若存在保护组，采集保护组的信息。在另一种可能的实现方式中，数据采集装置可以接收保护组的信息，例如网络设备发送保护组的信息给数据采集装置。

可选的，采集保护组的信息，可以包括：若进行了 MLAG 配置，根据配置文件中的 MLAG ID 查找属于同一 MLAG 的多个网络设备，并从配置文件中获取该 MLAG 的下行口，若进行了 VRRP 配置，根据配置文件中的 VRRP ID 和接口 IP 地址确定属于同一 VRRP 组的多个网络设备，并从配置文件中获取该 VRRP 组的下行口。

例如，数据采集装置采集的保护组的信息可以如下所示：{"group_id":1, "intf_list":[{"device"="yyy-a","port"="eth-trunk 1"}, {"device"="yyy-b","port"=" eth-trunk 1"}]}。其中，group_id 为保护组的组标识，"intf_list 为同一保护组中的多个网络设备的信息，device 为网络设备的标识或名称，port 为保护组的下行口。也就是说，上述示例中，设备 yyy-a 和设备 yyy-b 属于同一 MLAG 组或 VRRP 组，下行口为 eth-trunk 1。

可选的，数据采集装置可以将保护组的信息作为指示信息向拓扑计算装置发送。上述方案中拓扑计算装置获取指示信息，可以包括：接收来自数据采集装置的指示信息。其中，数据采集装置向拓扑计算装置发送指示信息的方式可参考上述 MAC 表的发送方式，在此不再赘述。

在一种可能的实现方式中，数据采集装置可以登录网络设备，采集该网络设备的 VLANIF 的信息，将 VLANIF 对应的 MAC 地址作为该网络设备在 VLAN 内的系统 MAC 地址。

例如，数据采集装置采集到的 VLANIF 的信息可以如下所示：{"subnet"="vlan 1","device"=" xxx -2f-1","sys_mac"="xxxx-xxxx-xxxx"}。其中，subnet 的值表示网络设备所在的 VLAN，device 的值为网络设备的标识或名称，sys_mac 的值为该网络设备的系统 MAC 地址。

在一种可能的实现方式中，数据采集装置采集到网络设备的相关信息后，可以对数据格式进行标准化处理后再发送给拓扑计算装置。例如，不同厂商的网络设备的 MAC 地址显示格式可能存在差异，数据采集装置可以将采集到的 MAC 地址的格式进行标准化转换，从而统一 MAC 地址的格式。例如将“xx: xx: xx: xx: xx: xx”或“xxxx-xxxx-xxxx”，统一标准化为“xxxx-xxxx-xxxx”。

可选的，本申请上述数据采集装置的功能也可以由拓扑计算装置实现。该场景下，拓扑计算装置和数据采集装置之间的交互不再执行，本申请适用的通信系统不包括数据采集装置。

网络设备中可能会缺少 MAC 表项，例如，某一个网络设备上的 MAC 表项为空或者多个网络设备的 MAC 表项为空，这可能是由于 MAC 表项全部老化，或者组网内没有流量。在一种可能的实现方式中，该场景下，拓扑计算装置向该多个网络设备中的至少一个网络设备发送报文以促使各个网络设备生成 MAC 表项，之后再获取多个网络设备的 MAC 表项以还原网络拓扑。向网络设备发送报文可以是拓扑计算装置直接发送报文，或者，拓扑计算装置控制其他设备（例如，网关设备、该多个网络设备、终端）发送报文。该报文可以是单播报文或者广播报文。

可选的，网关设备可以指多个网络设备的最上层网络设备连接的局域网间转发设备，例如可以为路由器等。

可选的，该场景下根据 MAC 表还原网络拓扑时，可以按照上述步骤 S702 确定多个网络设备的上行口。并且，根据某个网络设备的下行口是否学习到另一网络设备的系统 MAC 地址，来确定网络设备之间的连接关系。

可选的，拓扑计算装置控制网关设备或网络设备发送包，可以是拓扑计算装置发送命令以控制网关设备或网络设备向其他网络设备发送包，或者是拓扑计算装置登录网关设备或网络设备以在网关设备或网络设备上向其他网络设备发送包。网关设备或网络设备向其他网络设备发送包可以有如下三种实现方式：

方式一、网关设备和多个网络设备均发送广播报文。

例如，对于链式组网，以图 16 所示的拓扑为例，假设网关设备的 MAC 地址为 MAC0，S1、S2、S3 的系统 MAC 地址分别为 MAC1、MAC2、MAC3。该方式一中，网关设备、S1、S2、以及 S3 均发送广播报文。下面对每个设备发送广播报文后，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址进行说明。

网关设备发送广播报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0；
- 3) S3 的端口 0 学习到 MAC0。

S1 发送广播报文（报文源地址为 S1 的系统地址 MAC1）：

- 1) S2 的端口 0 学习到 MAC1；
- 2) S3 的端口 0 学习到 MAC1。

S2 发送广播报文（报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2）：

- 1) S1 的端口 1 学习到 MAC2；
- 2) S3 的端口 0 学习到 MAC2。

S3 发送广播报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

- 1) S2 的端口 1 学习到 MAC3；
- 2) S1 的端口 1 学习到 MAC3。

也就是说，网关设备、S1、S2、S3 发送完广播报文后，S1、S2、S3 的 MAC 表可以分别如下表 9、表 10、表 11 所示。

表 9（S1 的 MAC 表）

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0

MAC2	端口 1
MAC3	端口 1

表 10 (S2 的 MAC 表)

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC1	端口 0
MAC3	端口 1

表 11 (S3 的 MAC 表)

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC1	端口 0
MAC2	端口 0

结合表 9、表 10、表 11 可以确定,3 个 MAC 表中出现次数最多的为 MAC0,学习到 MAC0 的端口为 S1、S2、S3 的端口 0,从而, S1、S2、S3 的上行口为各自的端口 0,除端口 0 之外的其他端口为下行口。

此外,如表 9 所示, S1 的下行口 (即端口 1)学习到 S2 的系统地址 MAC2 和 S3 的系统地址 MAC3,从而可以确定 S1 位于 S2 和 S3 的上层。又由于表 10 中 S2 的下行口 (即端口 1)学习到 S3 的系统地址 MAC3,从而可以确定 S2 位于 S3 的上层。

可选的, S1、S2、S3 的连接关系也可以通过根据表 9、表 10、表 11 确定的初始集合来确定。例如,根据表 9、表 10、表 11 确定的初始集合可以为:

- set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC2,包括: {S1-端口 1}
- set2: 对应下行目的 MAC 地址 MAC3,包括: {S1-端口 1, S2-端口 1}。

根据该 set1 可得: S1 的端口 1 (下行口)学习到 S2 的系统 MAC 地址。根据 set2 可以确定: S1 的端口 1 (下行口)和 S2 的端口 1 (下行口)学习到 S3 的系统 MAC 地址。由于 S1 的下行口学习到 S2 的系统 MAC 地址,从而可以确定 S1 位于 S2 的上层。又由于 S2 的下行口学习到 S3 的系统 MAC 地址,从而可以确定 S2 位于 S3 的上层。综上即可还原出图 16 所示的网络拓扑。

例如,对于分层组网,以图 17 所示的拓扑为例,假设网关设备的 MAC 地址为 MAC0, S1、S2、S3 的系统 MAC 地址分别为 MAC1、MAC2、MAC3。下面对每个设备发送广播报文后, S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址进行说明。

网关设备发送广播报文 (报文源地址为网关设备的地址 MAC0):

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0;
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0;
- 3) S3 的端口 0 学习到 MAC0。

S1 发送广播报文 (报文源地址为 S1 的系统地址 MAC1):

- 1) S2 的端口 0 学习到 MAC1;
- 2) S3 的端口 0 学习到 MAC1。

S2 发送广播报文 (报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2):

- 1) S1 的端口 1 学习到 MAC2;
- 2) S3 的端口 0 学习到 MAC2。

S3 发送广播报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

- 1) S1 的端口 2 学习到 MAC3；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC3。

也就是说，网关设备、S1、S2、S3 发送完广播报文后，S1、S2、S3 的 MAC 表可以分别如下表 12、表 13、表 14 所示。

表 12（S1 的 MAC 表）

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC2	端口 1
MAC3	端口 2

表 13（S2 的 MAC 表）

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC1	端口 0
MAC3	端口 0

表 14（S3 的 MAC 表）

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC1	端口 0
MAC2	端口 0

结合表 12、表 13、表 14 可得，3 个 MAC 表中出现次数最多的为 MAC0，学习到 MAC0 的端口为 S1、S2、S3 的端口 0，从而，S1、S2、S3 的上行口为各自的端口 0，除端口 0 之外的其他端口为下行口。

此外，结合表 12 可得，S1 的一个下行口（端口 1）学习到 S2 的系统地址 MAC2，另一个下行口（端口 2）学习到 S3 的系统地址 MAC3，从而可以确定 S1 位于 S2 和 S3 的上层，且 S2 和 S3 位于同一层。

可选的，S1、S2、S3 的连接关系也可以通过根据表 12、表 13、表 14 确定的初始集合来确定。例如，根据表 12、表 13、表 14 确定的初始集合可以为：

- set1：对应下行目的 MAC 地址 MAC2，包括：{S1-端口 1}
- set2：对应下行目的 MAC 地址 MAC3，包括：{S1-端口 2}。

根据该 set1 可得：S1 的端口 1（下行口）学习到 S2 的系统 MAC 地址。根据 set2 可以确定：S1 的端口 2（下行口）学习到 S3 的系统 MAC 地址。由于 S1 的下行口学习到 S2 和 S3 的系统 MAC 地址，从而可以确定 S1 位于 S2 和 S3 的上层。又由于 S1 的不同下行口分别学习到 S2 和 S3 的系统 MAC 地址，从而可以确定 S2 和 S3 位于同一层。综上即可还原出图 17 所示的网络拓扑。

例如，对于双归组网，以图 18 所示的拓扑为例，假设网关设备的 MAC 地址为 MAC0，S1、S2、S3 的系统 MAC 地址分别为 MAC1、MAC2、MAC3。下面对每个设备发送广播包后，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址进行说明。

网关设备发送广播报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0;
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0;
- 3) S3 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC0。

S1 发送广播报文 (报文源地址为 S1 的系统地址 MAC1):

- 1) S3 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC1;
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC1。

S2 发送广播报文 (报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2):

- 1) S3 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC2;
- 2) S1 的端口 0 学习到 MAC2。

S3 发送广播报文 (报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3):

- 1) S1 和 S2 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC3。

也就是说, 网关设备、S1、S2、S3 发送完广播报文后, S1、S2、S3 的 MAC 表可以分别如下表 15、表 16、表 17 所示。

表 15 (S1 的 MAC 表)

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC3	Eth-trunk 1
MAC2	端口 0

表 16 (S2 的 MAC 表)

MAC 地址	端口
MAC0	端口 0
MAC3	Eth-trunk 1
MAC1	端口 0

表 17 (S3 的 MAC 表)

MAC 地址	端口
MAC0	Eth-trunk 1
MAC1	Eth-trunk 1
MAC2	Eth-trunk 1

结合表 15、表 16、表 17 可得, 3 个 MAC 表中出现次数最多的为 MAC0, 学习到 MAC0 的端口为 S1、S2 的端口 0, 以及 S3 的 Eth-trunk 1, 从而, S1、S2 的上行口为各自的端口 0, S3 的上行口为 Eth-trunk 1, 其他端口为下行口。

此外, 结合表 15 和表 16 可得, S1 和 S2 的下行口 (Eth-trunk 1) 学习到 S3 的系统地址 MAC3, 从而可以确定 S1 和 S2 位于 S3 的上层, 再结合 MLAG 或 VRRP 配置即可还原出图 18 所示的网络拓扑。

可选的, S1、S2、S3 的连接关系也可以通过根据表 15、表 16、表 17 确定的初始集合来确定。例如, 根据表 15、表 16、表 17 确定的初始集合可以为:

set1: 对应下行目的 MAC 地址 MAC3, 包括: {S1- Eth-trunk 1, S2- Eth-trunk 1}。

根据该 set1 可得: S1 和 S2 的 Eth-trunk 1 (下行口) 学习到 S3 的系统 MAC 地址。由于 S1 和 S2 的下行口学习到 S3 的系统 MAC 地址, 从而可以确定 S1 和 S2 位于 S3 的上层。再结合 MLAG 或 VRRP 配置即可还原出图 18 所示的网络拓扑。

方式二、网关设备向多个网络设备中的部分网络设备发送单播报文，该部分网络设备向网关设备发送应答报文。

可选的，该单播报文可以是互联网控制消息协议（Internet Control Message Protocol, ICMP）回显请求（echo request）报文，该应答报文可以是 ICMP 回显回复（echo reply）报文。

可选的，网关设备可以先向多个网络设备中的某个网络设备发送报文，该网络设备向网关设备发送应答报文后，获取各个网络设备的 MAC 表。若基于本次获取的 MAC 表，不能够还原网络拓扑，网关设备可以向多个网络设备中的另外部分网络设备再次发送报文，直至还原出网络拓扑。

示例性的，对于链式组网，以图 16 所示的拓扑为例，网关设备可以先向 S2 发送报文，S2 向网关设备发送应答报文，该过程中，S1、S2 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S2 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0。

S2 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2）：

- 1) S1 的端口 1 学习到 MAC2。

结合 S1 和 S2 的 MAC 表可以确定 S1 和 S2 的上行口为各自的端口 0，S1 位于 S2 的上层，S1 的端口 1 与 S2 的端口 0 连接。

此时，S3 上仍然没有 MAC 表，S3 与 S1、S2 的连接关系不明朗，因此，网关设备可以继续向 S3 发送报文，S3 向网关设备发送应答报文，该过程中，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S3 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0；
- 3) S3 的端口 0 学习到 MAC0。

S3 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

- 1) S2 的端口 1 学习到 MAC3；
- 2) S1 的端口 1 学习到 MAC3。

结合 S1、S2 和 S3 的 MAC 表可以确定 S3 的上行口为端口 0，S2 位于 S3 的上层，S2 的端口 1 与 S3 的端口 0 连接。至此，即可还原出图 16 所示的拓扑。

可以理解的是，若网关设备首先向 S3 发送报文，S3 发送应答报文后，S1、S2 和 S3 均可以生成对应的 MAC 表，网关设备无需再次发送报文，拓扑计算装置即可基于 S1~S3 的 MAC 表还原图 16 所示的拓扑。

例如，对于分层组网，以图 17 所示的拓扑为例，网关设备可以先向 S2 发送报文，S2 向网关设备发送应答报文，该过程中，S1、S2 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S2 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0。

S2 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2）：

- 1) S1 的端口 1 学习到 MAC2。

结合 S1 和 S2 的 MAC 表可以确定 S1 和 S2 的上行口为各自的端口 0，S1 位于 S2 的上层，S1 的端口 1 与 S2 的端口 0 连接。

此时，S3 上仍然没有 MAC 表，S3 与 S1、S2 的连接关系不明朗，因此，网关设备可以继续向 S3 发送报文，S3 向网关设备发送应答报文，该过程中，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S3 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

2) S1 的端口 0 学习到 MAC0；

3) S3 的端口 0 学习到 MAC0。

S3 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

1) S1 的端口 2 学习到 MAC3。

结合 S1、S2 和 S3 的 MAC 表可以确定 S3 的上行口为端口 0，S1 位于 S3 的上层，S1 的端口 2 与 S3 的端口 0 连接。至此，即可还原出图 17 所示的拓扑。

例如，对于双归组网，以图 18 所示的拓扑为例，网关设备可以先向 S3 发送报文，S3 向网关设备发送应答报文，该过程中，S1、S2 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S3 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；

2) S2 的端口 0 学习到 MAC0；

3) S3 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC0。

S3 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

1) S1 和 S2 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC3。

结合该 MAC 表可以确定 S1 和 S2 的上行口为各自的端口 0，S3 的上行口为 Eth-trunk 1，S1 和 S2 位于 S3 的上层，S1 和 S2 的下行口为 Eth-trunk 1，再结合 MLAG 或 VRRP 配置即可还原出图 18 所示的网络拓扑。

方式三、网关设备向多个网络设备中的每个网络设备发送单播报文，每个网络设备向网关设备发送应答报文。

可选的，该单播报文可以是 ICMP echo request 报文，该应答报文可以是 ICMP echo reply 报文。

示例性的，对于链式组网，以图 16 所示的拓扑为例，网关设备向多个网络设备中的每个网络设备发送报文，每个网络设备向网关设备发送应答报文的过程中，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S1 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

1) S1 的端口 0 学习到 MAC0。

S1 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S1 的系统地址 MAC1）：

此时，S1、S2、S3 不会学习到 MAC 地址。

网关设备向 S2 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；

2) S2 的端口 0 学习到 MAC0。

S2 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2）：

1) S1 的端口 1 学习到 MAC2。

网关设备向 S3 发送报文（报文源地址为网关设备的 MAC0）：

1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；

2) S2 的端口 0 学习到 MAC0；

3) S3 的端口 0 学习到 MAC0。

S3 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

- 1) S1 的端口 1 学习到 MAC3。
- 2) S2 的端口 1 学习到 MAC3。

综上，可以确定 S1、S2、S3 的上行口为各自的端口 0，除端口 0 之外的其他端口为下行口。S1 位于 S2 和 S3 的上层。S2 位于 S3 的上层。可参考表 9、表 10、表 11 对应的相关说明，在此不予赘述。

示例性的，对于分层组网，以图 17 所示的拓扑为例，网关设备向多个网络设备中的每个网络设备发送报文，每个网络设备向网关设备发送应答报文的过程中，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S1 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0。

S1 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S1 的系统地址 MAC1）：

此时，S1、S2、S3 不会学习到 MAC 地址。

网关设备向 S2 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0。

S2 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2）：

- 1) S1 的端口 1 学习到 MAC2。

网关设备向 S3 发送报文（报文源地址为网关设备的 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S3 的端口 0 学习到 MAC0。

S3 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

- 1) S1 的端口 2 学习到 MAC3。

综上，可以确定 S1、S2、S3 的上行口为各自的端口 0，除端口 0 之外的其他端口为下行口。S1 位于 S2 和 S3 的上层，S2 和 S3 位于同一层。可参考表 12、表 13、表 14 对应的相关说明，在此不予赘述。

示例性的，对于双归组网，以图 18 所示的拓扑为例，网关设备向多个网络设备中的每个网络设备发送报文，每个网络设备向网关设备发送应答报文的过程中，S1、S2、S3 上学习到的 MAC 地址如下：

网关设备向 S1 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0。

S1 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S1 的系统地址 MAC1）：

此时，S1、S2、S3 不会学习到 MAC 地址。

网关设备向 S2 发送报文（报文源地址为网关设备的地址 MAC0）：

- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0。

S2 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S2 的系统地址 MAC2）：

此时，S1、S2、S3 不会学习到 MAC 地址。

网关设备向 S3 发送报文（报文源地址为网关设备的 MAC0）：

- 1) S1 的端口 0 学习到 MAC0；
- 2) S2 的端口 0 学习到 MAC0；
- 3) S3 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC0。

S3 向网关设备发送应答报文（报文源地址为 S3 的系统地址 MAC3）：

1) S1 和 S2 的 Eth-trunk 1 学习到 MAC3。

综上，S1、S2 的上行口为各自的端口 0，S3 的上行口为 Eth-trunk 1，其他端口为下行口，S1 和 S2 位于 S3 的上层，再结合 MLAG 或 VRRP 配置即可还原出图 18 所示的网络拓扑。可参考表 15、表 16、表 17 对应的相关说明，在此不予赘述。

可选的，上述方式二和方式三中，S1、S2、S3 的连接关系也可以通过初始集合确定，可参考方式一中的相关说明，在此不再赘述。

可选的，上述方案中，可以基于数据采集装置采集的 VLANIF 的信息，实现对系统 MAC 地址的识别。

可选的，拓扑计算装置还可以直接给网络设备发送报文。例如，拓扑计算装置向多个网络设备中的部分网络设备发送单播报文。又例如，拓扑计算装置向多个网络设备中的每个网络设备发送单播报文。基于拓扑计算装置发送的报文和网络设备的应答报文，该多个网络设备可以生成相应的 MAC 表。拓扑计算装置可以基于各个网络设备的 MAC 表还原多个网络设备的拓扑。具体的拓扑还原方法可参考上述拓扑计算装置控制其他设备发送报文的描述，在此不再赘述。

通过上述方案，在 MAC 表全部老化或组网内没有流量的场景下，也可以还原出网络拓扑。

在一种可能的实现方式中，还原出多个网络设备的网络拓扑后，还可以显示该多个网络设备的网络拓扑。例如以图形化形式显示网络拓扑。

可选的，显示网络拓扑的功能可以由拓扑计算装置实现，也可以由拓扑显示装置实现，本申请对此不作具体限定。

可选的，除采用本申请提供的上述方案计算网络拓扑外，还可以采用其他方式计算网络拓扑，例如采用 LLDP、或图 5 对应的方法、或人工等方式计算网络拓扑，从而得到多种方式下还原的多种网络拓扑。

该场景下，在显示网络拓扑时，可以分别显示不同方式还原的网络拓扑。或者，可以将不同方式还原的网络拓扑进行结合并显示，例如，方式 1 还原出 S1 的下行口和 S2 的上行口直连，方式 2 还原出 S2 的下行口和 S3 的上行口直连，那么可以将二者结合显示，例如显示为图 2 所示的网络拓扑。或者，在不同方式还原的某条链路的端口不同时，可以根据预设的优先级选择优先级较高的方式对应的链路，例如，方式 1 还原出的链路 1 为 S1 的端口 1 连接 S2 的端口 1，方式 2 还原出的链路 1 为 S1 的端口 1 连接 S2 的端口 0，假设方式 1 的优先级高于方式 2 的优先级，则显示方式 1 还原出的链路 1。

基于该方案，可以形象地展示出网络拓扑，以便管理员可以直观、快速地了解网络设备之间的连接情况，从而为后续的业务部署或故障定位等处理节省时间。

可以理解的是，以上各个实施例，由各个设备实现的方法和/或步骤，也可以由该设备的部件（例如处理器、芯片、芯片系统、电路、逻辑模块、或软件）实现。

相应地，本申请还提供了通信装置，该通信装置用于实现上述各种方法。例如，该通信装置可以为上述方法实施例中的拓扑计算装置，或者，该通信装置可以为上述方法实施例中的数据采集装置。

可以理解的是，该通信装置为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能

究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

本申请实施例可以根据上述方法实施例对通信装置进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本申请实施例中对模块的划分是示意性的，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。

在一种实施场景下，以通信装置为上述方法实施例中的拓扑计算装置为例，图 19 示出了一种拓扑计算装置 190 的结构示意图。该拓扑计算装置 190 包括获取模块 1901 和确定模块 1902。进一步的，还可以包括显示模块和/或发送模块（图 19 中未示出）。

可选的，该拓扑计算装置 190 还可以包括存储模块（图 19 中未示出），用于存储程序指令和数据。

可选的，确定模块 1902，可以用于执行上述方法实施例中由拓扑计算装置执行确定类的步骤，和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程；获取模块 1901，可以用于执行上述方法实施例中由拓扑计算装置执行的获取类的步骤，和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程；发送模块，可以用于执行上述方法实施例中由拓扑计算装置执行的发送类的步骤，和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

具体的，获取模块 1901，用于获取多个网络设备的 MAC 表，确定模块 1902，用于将学习到上行目的 MAC 地址的端口确定为多个网络设备的上行口。上行目的 MAC 地址为多个网络设备的 MAC 表中出现次数最多的 MAC 地址。

确定模块 1902，还用于确定多个初始集合。多个初始集合与多个下行目的 MAC 地址一一对应。多个下行目的 MAC 地址包括上行口之外的端口上学习到的 MAC 地址。多个初始集合中的每个初始集合包括学习到对应的下行目的 MAC 地址的网络设备的数据。网络设备的数据包括网络设备的标识和学习到对应的下行目的 MAC 地址的端口。

确定模块 1902，还用于根据多个初始集合确定多个网络设备的连接关系，并根据多个网络设备的连接关系和多个网络设备的上行口，确定多个网络设备对应的网络拓扑。

可选的，连接关系包括：互相连接的两个网络设备，互相连接的两个网络设备中位于上层的网络设备和位于下层的网络设备，位于上层的网络设备的下行口。

可选的，多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接。其中，上层网络设备位于下层网络设备的数据在多个初始集合中出现的次数最多，上层网络设备的数据中包括的端口为上层网络设备的下行口，下层网络设备的数据和上层网络设备的数据位于同一初始集合中。

可选的，多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接。其中，上层网络设备位于下层网络设备的数据在多个初始集合中出现的次数最多，上层网络设备的数据中包括的端口为上层网络设备的下行口，下层网络设备的数据和上层网络设备的数据位于同一初始集合中。

可选的，上层网络设备包括第一上层网络设备和第二上层网络设备，下层网络设备双归连接第一上层网络设备和第二上层网络设备。

可选的，获取模块 1901，还用于获取指示信息，指示信息指示第一上层网络设备和第二上层网络设备属于同一跨设备链路聚合组 MLAG，或同一虚拟路由冗余协议 VRRP 组。

可选的，当多个网络设备缺少 MAC 表时，发送模块，用于向多个网络设备中的至少一个网络设备发送报文。

可选的，显示模块，用于显示多个网络设备对应的网络拓扑。

其中，上述方法实施例涉及的各步骤的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述，在此不再赘述。

可选的，当图 19 中的拓扑计算装置 190 是芯片或芯片系统时，获取模块 1901 和确定模块 1902 的功能/实现过程可以通过芯片或芯片系统的处理器（或者处理电路）实现。发送模块的功能/实现过程可以通过芯片或芯片系统的输入输出接口实现。

由于本实施例提供的拓扑计算装置 190 可执行上述方法，因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例，在此不再赘述。

可选的，该拓扑计算装置 190 可以采用集成的方式划分各个功能模块的形式来呈现。这里的“模块”可以指特定专用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC），电路，执行一个或多个软件或固件程序的处理器和存储器，集成逻辑电路，和/或其他可以提供上述功能的器件。在一个简单的实施例中，该拓扑计算装置 190 可以采用图 20 所示的通信装置的形式。

如图 20 所示，为本申请实施例提供的一种通信装置 200 的结构示意图。通信装置 200 包括一个或多个处理器 2001，以及至少一个通信接口（图 20 中仅是示例性的以包括通信接口 2004，以及一个处理器 2001 为例进行说明）。可选的，该通信装置还可以包括存储器 2003 和通信线路 2002（图 20 中未示出）。

当通信装置 200 用于实现图 19 所示的拓扑计算装置的功能时，处理器 2001 可以用于实现上述获取模块 1901 和确定模块 1902 的功能。作为一种示例，图 19 中的获取模块 1901 和确定模块 1902 的功能/实现过程可以通过图 20 所示的处理器 2001 调用存储器 2003 中存储的计算机执行指令来实现。发送模块的功能/实现过程可以通过图 20 所示的通信接口 2004 来实现。

可选的，处理器 2001 可以是一个单核（single-core）处理器，也可以是一个多核（multi-core）处理器。这里的处理器可以包括但不限于以下至少一种：中央处理单元（central processing unit, CPU）、微处理器、数字信号处理器（DSP）、微控制器（microcontroller unit, MCU）、或人工智能处理器等各类运行软件的计算设备，每种计算设备可包括一个或多个用于执行软件指令以进行运算或处理的核。在具体实现中，作为一种实施例，处理器 2001 可以包括一个或多个 CPU，例如图 20 中的 CPU0 和 CPU1。

通信接口 2004 可以用于与其他通信装置通信，或者，所述通信接口 2004 可以是位于处理器 2001 内的收发电路，用以实现处理器的信号输入和信号输出。

通信线路 2002 可以用于通信装置 200 包括的不同组件之间的通信。其可以是工业标准体系结构（industry standard architecture, ISA）通信总线、外部设备互连（peripheral component interconnect, PCI）通信总线或扩展工业标准体系结构（extended industry standard architecture, EISA）通信总线等。该通信总线可以分为地址通信总线、数据通信总线、控制通信总线等。

存储器 2003 主要用于存储软件程序和数据。可以是具有存储功能的装置。例如可以是只读存储器（read-only memory, ROM）或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备，随机存取存储器（random access memory, RAM）或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备，也可以是电可擦可编程只读存储器（electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM）、只读光盘（compact disc read-only memory, CD-ROM）或其他光盘存

储、光碟存储（包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等）、磁盘存储介质或者其他磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。存储器可以是独立存在，通过通信线路 2002 与处理器相连接。存储器也可以和处理器集成在一起。

可选的，存储器 2003 可以用于存储执行本申请方案的计算机执行指令，并由处理器 2001 来控制执行。

可选的，本申请实施例中的计算机执行指令也可以称之为应用程序代码，本申请实施例对此不作具体限定。

在具体实现中，作为一种实施例，通信装置 200 还可以包括输出设备 2005 和输入设备 2006（图 20 中未示出）。

输出设备 2005 和处理器 2001 通信，可以以多种方式来显示信息。例如，输出设备 2005 可以是液晶显示器（liquid crystal display，LCD），发光二极管（light emitting diode，LED）显示设备，阴极射线管（cathode ray tube，CRT）显示设备，或投影仪（projector）等。作为一种可能的实现，输出设备 2005 可以用于显示多个网络设备的网络拓扑。

输入设备 2006 和处理器 2001 通信，可以以多种方式来接收用户的输入。例如，输入设备 2006 可以是鼠标、键盘、触摸屏设备或传感设备等。

需要说明的是，图 20 中示出的组成结构并不构成对该通信装置的限定，除图 20 所示部件之外，该通信装置可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件，软件或软件和硬件的组合实现。

在一些实施例中，本申请还提供一种通信装置，该通信装置包括处理器，用于实现上述任一方法实施例中的方法。

作为一种可能的实现方式，该通信装置还包括存储器。该存储器，用于保存必要的程序指令和数据，处理器可以调用存储器中存储的程序代码以指令该通信装置执行上述任一方法实施例中的方法。当然，存储器也可以不在该通信装置中。

作为另一种可能的实现方式，该通信装置还包括接口电路，该接口电路为代码/数据读写接口电路，该接口电路用于接收计算机执行指令（计算机执行指令存储在存储器中，可能直接从存储器读取，或可能经过其他器件）并传输至该处理器。

作为又一种可能的实现方式，该通信装置还包括通信接口，该通信接口用于与该通信装置之外的模块通信。

可以理解的是，该通信装置可以是芯片或芯片系统，该通信装置是芯片系统时，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件，本申请实施例对此不作具体限定。

本申请还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序或指令，该计算机程序或指令被计算机执行时实现上述任一方法实施例的功能。

本申请还提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品被计算机执行时实现上述任一方法实施例的功能。

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。当使用软件程序实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式来实现。该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计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。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、服务器或者数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））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以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, SSD））等。本申请实施例中，计算机可以包括前面所述的装置。

尽管在此结合各实施例对本申请进行了描述，然而，在实施所要求保护的本申请过程中，本领域技术人员通过查看所述附图、公开内容、以及所附权利要求书，可理解并实现所述公开实施例的其他变化。在权利要求中，“包括”（comprising）一词不排除其他组成部分或步骤，“一”或“一个”不排除多个的情况。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中列举的若干项功能。相互不同的从属权利要求中记载了某些措施，但这并不表示这些措施不能组合起来产生良好的效果。

尽管结合具体特征及其实施例对本申请进行了描述，显而易见的，在不脱离本申请的精神和范围的情况下，可对其进行各种修改和组合。相应地，本说明书和附图仅仅是所附权利要求所界定的本申请的示例性说明，且视为已覆盖本申请范围内的任意和所有修改、变化、组合或等同物。显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

1. 一种网络拓扑的还原方法，其特征在于，所述方法包括：

获取多个网络设备的媒体接入控制（MAC）表的内容；

将学习到上行目的 MAC 地址的端口确定为所述多个网络设备的上行口，所述上行目的 MAC 地址为所述多个网络设备的 MAC 表中出现次数最多的 MAC 地址；

确定多个初始集合，所述多个初始集合与多个下行目的 MAC 地址一一对应，所述多个下行目的 MAC 地址包括所述多个网络设备的上行口之外的端口学习到的 MAC 地址，所述多个初始集合中的每个初始集合包括学习到对应的下行目的 MAC 地址的网络设备的数据，所述网络设备的数据包括所述网络设备的标识和学习到对应的下行目的 MAC 地址的端口；

根据所述多个初始集合确定所述多个网络设备的连接关系；

根据所述多个网络设备的连接关系和所述多个网络设备的上行口，确定所述多个网络设备对应的网络拓扑。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述连接关系包括：

所述多个网络设备中互相连接的两个网络设备；

所述互相连接的两个网络设备中，位于上层的网络设备和位于下层的网络设备；

所述位于上层的网络设备的下行口。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接；

其中，所述上层网络设备位于所述下层网络设备的上层，所述上层网络设备的数据在所述多个初始集合中出现的次数最多，所述上层网络设备的数据中包括的端口为所述上层网络设备的下行口，所述下层网络设备的数据和所述上层网络设备的数据位于同一所述初始集合中。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一所述的方法，其特征在于，所述多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接；

其中，所述上层网络设备位于所述下层网络设备的上层，所述上层网络设备的标识在所述多个初始集合中出现的次数最多，所述上层网络设备的数据中包括的端口为所述上层网络设备的下行口，所述下层网络设备的数据和所述上层网络设备的数据位于同一所述初始集合中。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，所述上层网络设备包括第一上层网络设备和第二上层网络设备，所述下层网络设备双归连接所述第一上层网络设备和所述第二上层网络设备。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

获取指示信息，所述指示信息指示所述第一上层网络设备和所述第二上层网络设备属于同一跨设备链路聚合组（MLAG），或同一虚拟路由冗余协议（VRRP）组。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

向所述多个网络设备中的至少一个网络设备发送报文，以使得所述多个网络设备分别学习所述多个网络设备的 MAC 表的内容。

8. 根据权利要求 1-7 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

显示所述多个网络设备对应的网络拓扑。

9. 一种拓扑计算装置，其特征在于，所述拓扑计算装置包括获取模块和确定模块，

所述获取模块，用于获取多个网络设备的媒体接入控制（MAC）表的内容；

所述确定模块,用于将学习到上行目的 MAC 地址的端口确定为所述多个网络设备的上行口,所述上行目的 MAC 地址为所述多个网络设备的 MAC 表中出现次数最多的 MAC 地址;

所述确定模块,还用于确定多个初始集合,所述多个初始集合与多个下行目的 MAC 地址一一对应,所述多个下行目的 MAC 地址包括所述多个网络设备的上行口之外的端口学习到的 MAC 地址,所述多个初始集合中的每个初始集合包括学习到对应的下行目的 MAC 地址的网络设备的数据,所述网络设备的数据包括所述网络设备的标识和学习到对应的下行目的 MAC 地址的端口;

所述确定模块,还用于根据所述多个初始集合确定所述多个网络设备的连接关系;

所述确定模块,还用于根据所述多个网络设备的连接关系和所述多个网络设备的上行口,确定所述多个网络设备对应的网络拓扑。

10. 根据权利要求 9 所述的拓扑计算装置,其特征在于,所述连接关系包括:

所述多个网络设备中互相连接的两个网络设备;

所述互相连接的两个网络设备中,位于上层的网络设备和位于下层的网络设备;

所述位于上层的网络设备的下行口。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的拓扑计算装置,其特征在于,所述多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接;

其中,所述上层网络设备位于所述下层网络设备的上层,所述上层网络设备的数据在所述多个初始集合中出现的次数最多,所述上层网络设备的数据中包括的端口为所述上层网络设备的下行口,所述下层网络设备的数据和所述上层网络设备的数据位于同一所述初始集合中。

12. 根据权利要求 9 至 11 任一所述的拓扑计算装置,其特征在于,所述多个网络设备中的上层网络设备和下层网络设备连接;

其中,所述上层网络设备位于所述下层网络设备的上层,所述上层网络设备的标识在所述多个初始集合中出现的次数最多,所述上层网络设备的数据中包括的端口为所述上层网络设备的下行口,所述下层网络设备的数据和所述上层网络设备的数据位于同一所述初始集合中。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的拓扑计算装置,其特征在于,所述上层网络设备包括第一上层网络设备和第二上层网络设备,所述下层网络设备双归连接所述第一上层网络设备和所述第二上层网络设备。

14. 根据权利要求 13 所述的拓扑计算装置,其特征在于,

所述获取模块,还用于获取指示信息,所述指示信息指示所述第一上层网络设备和所述第二上层网络设备属于同一跨设备链路聚合组 (MLAG),或同一虚拟路由冗余协议 (VRRP) 组。

15. 根据权利要求 9 或 10 所述的拓扑计算装置,其特征在于,所述拓扑计算装置还包括发送模块,

所述发送模块,用于向所述多个网络设备中的至少一个网络设备发送报文。

16. 根据权利要求 9-15 任一项所述的拓扑计算装置,其特征在于,所述拓扑计算装置还包括:显示模块;

所述显示模块,用于显示所述多个网络设备对应的网络拓扑。

17. 一种通信装置,其特征在于,所述通信装置包括处理器和存储器;

所述处理器,用于执行所述存储器中存储的计算机程序或指令,以实现如权利要求 1-8

任一项所述的方法。

18. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被执行时，如权利要求 1-8 任一项所述的方法被实现。

19. 一种计算机程序产品，其特征在于，当所述计算机程序产品在通信装置上运行时，如权利要求 1-8 任一项所述的方法被执行。