

更新时钟同步拓扑的方法、确定时钟同步路径的方法及设备

|  |  |
| --- | --- |
| 申请号： | CN202110639149.4 |
| 申请日： | 20160318 |
| 申请（专利权）人： | [华为技术有限公司] |
| 地址： | 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 |
| 发明人： | [徐金春, 江元龙, 朱恒军, 刘娴] |
| 主分类号： | H04L12/751 |
| 公开（公告）号： | CN113472669A |
| 公开（公告）日： | 20211001 |
| 代理机构： |  |
| 代理人： |  |

www.patexplorer.com

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **（19）中华人民共和国国家知识产权局** | | |
|  |  |  |
| **（12）发明专利** | |
| **（10）授权公告号** CN113472669A  **（45）授权公告日** 20211001 | | |

|  |  |
| --- | --- |
| **（21）申请号** CN202110639149.4  **（22）申请日** 20160318  **（71）申请人** [华为技术有限公司]  **地址** 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼  **（72）发明人** [徐金春, 江元龙, 朱恒军, 刘娴]  **（74）专利代理机构**  **代理人** |  |
| **（54）发明名称**  更新时钟同步拓扑的方法、确定时钟同步路径的方法及设备 |  |
| **（57）摘要**  本申请涉及通信领域，尤其涉及一种更新时钟同步拓扑以及确定时钟同步路径的方法及设备。该方法包括接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；根据所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。进一步地，该方法还包括根据所述第一网元的请求，根据第一网络的时钟同步拓扑确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径。通过自动根据网元时钟同步能力的信息，更新时钟同步拓扑，确定时钟同步路径，降低了时钟同步路径部署的成本。 |

|  |
| --- |
| **权 利 要 求 书** |

1.一种确定时钟同步路径的方法，其特征在于，包括：

从第一网络中的路径计算设备接收第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

根据网间时钟同步拓扑，将所述第一网络中的第一边缘网络设备确定为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网间时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备和第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络为所述第一网络的上游网络；

确定从所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一报文还包括所述第一网络的第三时钟注入节点的标识，所述第三时钟注入节点和所述第一时钟注入节点为不同的边缘网络设备。

3.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：

接收来自第一网络中的路径计算设备的第二报文，所述第二报文包括所述第一网络中的第一网元的时钟同步能力信息，所述第一网元的时钟同步能力信息包括所述第一网元中至少一个具有时钟同步能力的端口的信息；

根据所述第一网元的时钟同步能力信息，更新网间时钟同步拓扑。

4.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第一网元为所述第一网络中的第一边缘网络设备。

5.根据权利要求3或4所述的方法，其特征在于，更新后的网间时钟同步拓扑还包括第二网络的时钟注入节点和所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备，所述方法还包括：

根据所述更新后的网间时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

6.一种网间路径计算设备，其特征在于，包括接收单元和确定单元，

所述接收单元用于从第一网络中的路径计算设备接收第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

所述确定单元用于根据网间时钟同步拓扑，将所述第一网络中的第一边缘网络设备确定为所述第一网络的第一时钟注入节点；其中，所述网间时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备和第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络为所述第一网络的上游网络；

所述确定单元还用于确定从所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

7.根据权利要求6所述的设备，其特征在于，所述第一报文还包括所述第一网络的第三时钟注入节点的标识，所述第三时钟注入节点和所述第一时钟注入节点为不同的边缘网络设备。

8.根据权利要求6或7所述的设备，其特征在于，所述设备还包括更新单元；

所述接收单元还用于从第一网络中的路径计算设备接收第二报文，所述第二报文包括所述第一网络中的第一网元的时钟同步能力信息；所述第一网元的时钟同步能力信息包括所述第一网元中至少一个具有时钟同步能力的端口的信息；

所述更新单元用于根据来自所述接收单元的所述第一网元的时钟同步能力信息，更新网间时钟同步拓扑。

9.根据权利要求8所述的设备，其特征在于，所述第一网元为所述第一网络中的第一边缘网络设备。

10.根据权利要求8或9所述的设备，其特征在于，更新后的网间时钟同步拓扑还包括第二网络的时钟注入节点和所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备，所述设备还包括确定单元；

所述确定单元用于根据所述更新后的网间时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

|  |
| --- |
| **说 明 书** |

**更新时钟同步拓扑的方法、确定时钟同步路径的方法及设备**

本申请是于2016年3月18日提交中国专利局、申请号为CN201610161046.0、发明名称为“更新时钟同步拓扑的方法、确定时钟同步路径的方法及设备”的中国专利申请的分案申请。

**技术领域**

本发明涉及通信领域，尤其涉及一种更新时钟同步拓扑的方法、确定时钟同步路径的方法及设备。

**背景技术**

在网络中，相互通信的网络设备需要具有同步的时钟。两个网络设备之间具有同步的时钟，可以是指：

(1)该两个网络设备之间具有相同频率的时钟，即时钟信号的相位差为恒定值；

(2)该两个网络设备之间具有相同相位的时钟，即时钟信号的相位差恒定为零。

在移动承载网络中，不同的基站之间具有同步的时钟具有尤其重要的意义。

不同的网络设备要获得同步的时钟，通常采用的方法是使不同的网络设备都从相同的时钟源直接或间接地获取时钟信号，并根据该时钟信号生成网络设备本地的系统时钟。例如，与时钟源连接的第一跳网络设备从时钟源直接获取时钟信号，从而生成该网络设备本地的系统时钟。该网络设备向该网络设备的下一跳网络设备发送时钟信号，该下一跳网络设备接收该时钟信号并生成自己本地的系统时钟，相当于该下一跳网络设备从时钟源间接地获取了时钟信号。

从时钟源到从时钟源直接或间接获取时钟信号的某个网络设备之间用于传输时钟信号的路径，就是从该时钟源到该网络设备的时钟同步路径。

现有技术中，时钟同步路径通常通过网络管理员进行规划部署。在网络规模庞大时，时钟同步路径的部署十分复杂，因此部署效率低，容易出现错误。当预先为某个网络设备部署的主备用时钟同步路径均出现故障时，网络管理员常常不能及时重新部署时钟同步路径，从而导致故障节点的下游时钟同步路径节点的时钟的精度劣化，影响业务传输。

**发明内容**

本申请提供了一种更新时钟同步拓扑以及确定时钟同步路径的方法，用于提高时钟同步路径的部署效率。

第一方面，提供了一种更新时钟同步拓扑的方法，所述方法包括：

接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

根据所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。

通过根据所述第一网络的时钟同步能力的信息更新所述第一网络的时钟同步拓扑，可以自动获取用于计算时钟同步路径的信息，从而为正确计算时钟同步路径提供了充分的信息，降低了时钟同步路径的部署成本。

可选的，更新后的所述第一网络的时钟同步拓扑中包括所述第一网络的时钟注入节点，所述方法进一步包括，根据所述更新后的所述第一网络的时钟同步拓扑，确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径。通过利用更新后的时钟同步拓扑，可以自动为所述第一网元计算出准确的时钟同步路径，提高了同步路径的部署效率。

第二方面，提供了一种路径计算设备，包括接收单元和更新单元，

所述接收单元，用于接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

所述更新单元，用于根据来自所述接收单元的所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。

可选的，所述设备还包括确定单元，所述第一网络的所述更新后的时钟同步拓扑中包括所述第一网络的时钟注入节点，所述确定单元用于根据所述更新后的时钟同步拓扑，确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径。

第三方面，提供了一种路径计算设备，包括网络接口，存储器以及处理器，所述存储器用于存储第一网络的时钟同步拓扑，所述处理器用于执行以下操作：

通过所述网络接口接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

根据所述存储器中的所述第一网络的时钟同步拓扑以及所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。

可选的，所述第一网络的所述更新后的时钟同步拓扑中包括所述第一网络的时钟注入节点，所述处理器还用于根据所述更新后的时钟同步拓扑，确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径。

可选的，基于第一方面，第二方面和第三方面的任一方面，所述第一网元的时钟同步能力的信息包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

第四方面，提供了一种确定时钟同步路径的方法，包括：

接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文用于请求为所述第一网元确定时钟同步路径，所述第一网元为第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

根据所述第一网络的时钟同步拓扑，确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径，所述第一网络的时钟同步拓扑包括所述时钟注入节点和所述第一网元。

通过利用所述第一网络的时钟同步拓扑，实现了在所述第一网元请求确定时钟同步路径时，自动为所述第一网元确定时钟同步路径，降低了同步路径的部署成本和难度。

第五方面，提供了一种路径计算设备，包括接收单元和确定单元，

所述接收单元，用于接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文用于请求为所述第一网元确定时钟同步路径，所述第一网元为第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

所述确定单元，用于根据所述第一网络的时钟同步拓扑，确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径，所述第一网络的时钟同步拓扑包括所述时钟注入节点和所述第一网元。

第六方面，提供了一种路径计算设备，包括网络接口，存储器和处理器，所述处理器用于读取存储器中的程序，执行以下操作：

通过所述网络接口接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文用于请求为所述第一网元确定时钟同步路径，所述第一网元为第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

根据所述第一网络的时钟同步拓扑，确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径，所述第一网络的时钟同步拓扑包括所述时钟注入节点和所述第一网元。

可选的，基于上述第四方面，第五方面和第六方面的任一方面，所述第一报文还用于指示从所述时钟注入节点到所述第一网元的第二时钟同步路径故障，所述第二时钟同步路径包括至少一个不在所述第一时钟同步路径上的网元。

通过在第一报文中携带所述第二时钟同步路径故障的信息，可以自动为第一网络确定出第一时钟同步路径，所述第一时钟同步路径中不包括出现故障的网元或端口。从而使得所述第一网元在时钟同步路径故障后，快速获得新的同步路径，降低因时钟信号劣化对业务传输带来的影响。

第七方面，提供了一种更新网络间的时钟同步拓扑的方法，包括：

接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文中包括第一网络的第一网元的时钟同步能力的信息；

根据所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述网络间的时钟同步拓扑。

通过接收第一网元的时钟同步能力的信息更新网络间的时钟同步拓扑，可以自动获取用于计算网络间的时钟同步路径的信息，从而实现了为正确计算网络间时钟同步路径提供了充分的信息，降低了网络间时钟同步路径部署的成本和难度。

可选的，所述更新后的网络间的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备和第二网络的时钟注入节点所述方法进一步包括：根据所述更新后的网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。通过利用网络间的时钟同步拓扑，自动为第一网络确定时钟注入节点，降低了时钟同步路径的部署成本和难度。

第八方面，提供了一种网络间算路设备，包括接收单元和更新单元：

所述接收单元，用于接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文中包括第一网络的第一网元的时钟同步能力的信息；

所述更新单元，用于根据来自所述接收单元的所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新网络间的时钟同步拓扑，并将所述更新后的网络间时钟同步拓扑发送给所述存储单元。

可选的，所述更新后的网络间的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备和第二网络的时钟注入节点所述设备还包括确定单元，所述确定单元，用于根据所述更新后的网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

第九方面，提供了一种网络间算路设备，包括网络接口，存储器和处理器，所述存储器用于存储网络间的时钟同步拓扑，所述处理器用于执行以下操作：

通过所述网络接口接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文中包括第一网络的第一网元的时钟同步能力的信息；

根据所述存储器中的网络间的时钟同步拓扑以及所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述网络间的时钟同步拓扑。

可选的，所述更新后的网络间的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备和第二网络的时钟注入节点所述处理器还用于执行，根据所述更新后的网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

可选的，基于上述第七方面，第八方面和第九方面的任一方面，所述第一网元为所述第一网络的第一边缘网络设备。

可选的，基于上述第七方面，第八方面和第九方面的任一方面，所述第一网元的时钟同步能力的信息，包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

第十方面，提供了一种确定时钟同步路径的方法，包括：

接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

根据网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的第一边缘网络设备为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备以及第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络是所述第一网络的上游网络；

确定所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

通过利用网络间的时钟同步拓扑，自动为第一网络确定时钟注入节点以及所述时钟注入节点的获取时钟信号的时钟同步路径，降低了时钟同步路径的部署成本和难度。

第十一方面，提供了一种网络间算路设备，包括接收单元和确定单元，

所述接收单元，用于接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

所述确定单元，用于根据网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的第一边缘网络设备为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备以及第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络是所述第一网络的上游网络；

所述确定单元还用于，确定所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

第十二方面，提供了一种网络间算路设备，包括网络接口，存储器和处理器，所述处理器用于读取所述存储器中的程序，执行以下操作：

通过网络接口接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

根据网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的第一边缘网络设备为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备以及第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络是所述第一网络的上游网络；

确定从所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

可选的，基于上述第十方面，第十一方面和第十二方面，所述第一报文还包括所述第一网络中的第三时钟注入节点的标识，所述第三时钟注入节点与所述第一时钟注入节点为不同的边缘网络设备。通过在第一报文中携带所述第三时钟注入节点的标识，可以自动为第一网络确定出与所述第三时钟节点不同的时钟注入节点，从而使得在所述第三时钟注入节点不能满足所述第一网络获取时钟信号的需求时，所述第一网络快速获得新的时钟注入节点。降低因时钟信号劣化对业务传输带来的影响。

可选的，基于上述第一方面至第十二方面的任一方面，所述第一报文为路径计算单元通信协议PCEP报文。通过采用PCEP报文携带所述第一报文中的信息，网络中各个设备之间无需对信息的交互共同开发和定义新的通信协议，从而降低了该方案的实现成本。

**附图说明**

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本申请实施例提供的一种应用场景示意图。

图2为本申请实施例提供的另一种应用场景示意图。

图3为本申请实施例提供的一种更新时钟同步拓扑的方法流程图。

图4为本申请实施例提供的一种确定时钟同步路径的方法流程图。

图5为本申请实施例提供的一种更新网络间的时钟同步拓扑的方法流程图。

图6为本申请实施例提供的另一种确定时钟同步路径的方法流程图。

图7为本申请实施例提供的一种路径计算设备的结构示意图。

图8为本申请实施例提供的另一种路径计算设备的结构示意图。

图9为本申请实施例提供的又一种路径计算设备的结构示意图。

图10为本申请实施例提供的又一种路径计算设备的结构示意图。

图11为本申请实施例提供的一种网络间算路设备的结构示意图。

图12为本申请实施例提供的另一种网络间算路设备的结构示意图。

图13为本申请实施例提供的又一种网络间算路设备的结构示意图。

图14为本申请实施例提供的又一种网络间算路设备的结构示意图。

**具体实施方式**

本申请实施例描述的应用场景是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定，本领域普通技术人员可知，随着网络架构的演变和新业务场景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

本申请中，“网元”可以指网络设备，比如“网元”可以是路由器、交换机、光传送网(英文：optical transport network，简称：OTN)设备、分组传送网(英文：packettransport network，简称：PTN)设备、波分复用(英文：wavelength divisionmultiplexing，简称：WDM)设备或服务器。“节点”可以指网络设备，比如“节点”可以是路由器、交换机、OTN设备、PTN设备、WDM设备或服务器。

本申请中，设备间或节点间的“连接”关系，也可以替换为“耦合”关系或“通信”关系。

本申请中，第一网络设备发送的时钟信号经过一跳或多跳网络设备，被第二网络设备所接收，则时钟信号由所述第一网络设备发送到所述第二网络设备的路径，称作从该第一网络设备到该第二网络设备的时钟同步路径。

时钟同步路径上两个相邻的网络设备中，发送时钟信号的网络设备称作上一跳时钟同步路径节点，接收时钟信号的网络设备称作下一跳时钟同步路径节点。

本申请中，某个网络的时钟同步拓扑包括该网络中多个具有时钟同步能力的网络设备，所述多个具有时钟同步能力的网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及所述多个具有时钟同步能力的网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。所述端口相互连接的关系，可以是物理上的连接关系，也可以是逻辑上的连接关系。

图1为本申请实施例提供的一种可能的应用场景示意图。网络100中包括网络设备101，网络设备102，网络设备103，网络设备104以及网络设备105以及网络设备106。上述网络设备可以是路由器、网络交换机、防火墙、波分复用设备、分组传送网设备、基站、基站控制器或者数据中心等。网络100可以是运营商网络，尤其可以是采用无线通信的移动承载网。网络100还可以是运营商网络中一部分网络设备组成的网络域，例如网络100可以是根据边界网关协议(英文：Border Gateway Protocol，简称：BGP)定义的自治系统(英文：autonomous system，简称：AS)，网络100也可以是由网络管理员根据网络拓扑结构划分的网络域，例如网络100可以是接入环，汇聚环和核心环等。

网络100中的一些网络设备需要从时钟源获取时钟信号，从而实现与时钟源的时钟同步。例如，网络设备106为基站，各个基站之间均需要与时钟源进行时钟同步，从而实现各个基站之间的时钟同步。用户从第一基站切换到第二基站的过程中，如果第一基站的时钟和第二基站的时钟不同步，用户会出现掉线或者语音单通等异常情况。因此，包括基站106在内的运营商网络中的各个基站，需要从相同的时钟源，或者从彼此同步的时钟源获得时钟信号，从而实现时钟同步。

在网络100中，基站106与网络设备105连接。因此，基站106需要通过网络设备105从时钟源间接获取时钟信号。因此，从时钟源到网络设备105需要部署至少一条时钟同步路径。在时钟源到网络设备105的时钟同步路径上，可以包括一跳或多跳中间网络设备，也可以是时钟源直接与网络设备105连接。当然，基站106也可以直接与时钟源连接。

图1中网络100的网络设备101与时钟源120连接，从时钟源120获取时钟信号。时钟源又可以称为时间源。举例来说，时钟源120可以是通讯楼定时供给(英文：buildingintegrated timing supply，简称：BITS)设备。时钟源120可以位于网络100内，也可以位于网络100以外。当然，网络100中，也可以不存在任何网络设备与时钟源120连接，网络100中的网络设备从其他网络的网络设备中获取时钟信号。

本申请中，网络中，从时钟源或其他网络的网络设备获取时钟信号的第一个网络设备，称为该网络的时钟注入节点。比如，假定的网络设备101是网络100中的网络设备，并且网络设备101是网络100中从时钟源120获取时钟信号的第一个网络节点，因此，网络设备101称为网络100的时钟注入节点。当然，网络设备101作为时钟注入节点，处理可以与时钟源直接相连，还可以与其他网络的边缘设备相连，从该边缘网络设备获取时钟信号，具体的示例可以参见图2中的描述。

网络中与时钟源不直接相连的网络设备，可以从该网络的时钟注入节点直接或间接获取时钟信号。需要说明的是，网络中的时钟注入节点可以是一个或多个。

在网络中的时钟注入节点是多个的情况下，该多个时钟注入节点可以从相同的时钟源获取时钟信号，也可以从彼此同步的时钟源获取时钟信号。该多个时钟注入节点包括一个主时钟注入节点以及一个或多个备时钟注入节点。在主时钟注入节点故障时，备时钟注入节点为网络中的网络设备提供时钟信号。该多个时钟注入节点也可以互相同步并为网络中的网络设备提供时钟信号。对于某个需要从时钟注入节点获取时钟信号的网络设备来说，该网络设备可以只接收该多个时钟注入节点中的一个时钟注入节点的时钟信号，也可以同时接收多个时钟注入节点的多个时钟信号，并按照该网络设备中预先配置的优先级，选择优先级较高的时钟信号用于生成该网络设备本地的系统时钟。举例来说，优先级较高的时钟信号，可以是经过较少的跳数从时钟注入节点传输到该网络设备的时钟信号。

为叙述方便，本申请实施例中主要以网络中存在一个时钟注入节点的情况进行举例说明。本领域技术人员可以理解的是，在存在多个时钟注入节点的情况下，本申请中所述的方法可以同样适用。

从网络100中的时钟注入节点到某个网络设备(例如网络设备105)，可以有一条时钟同步路径，也可以有多条时钟同步路径。在有多条时钟同步路径的情况下，所述多条时钟同步路径中可以包括一条主时钟同步路径以及一条或多条备时钟同步路径。在主时钟同步路径故障的情况下，备时钟同步路径向网络设备105发送时钟信号。也可以同时通过所述多条时钟同步路径向网络设备105发送时钟信号，网络设备105根据设备内部预设策略，选择其中一条路径上的时钟信号，用于生成网络设备105本地的系统时钟。所述预设策略可以是按照该网络设备中预先配置的优先级，选择优先级较高的时钟信号用于生成该网络设备本地的系统时钟。举例来说，优先级较高的时钟信号，可以是经过较少的跳数从时钟注入节点传输到该网络设备的时钟信号。

路径计算设备110用于为网络100中需要时钟同步的各个网络设备计算时钟同步路径。路径计算设备110可以位于网络100内或网络100之外。举例来说，所述路径计算设备可以是独立的物理设备，例如服务器。所述路径计算设备也可以是网络100中某个网络设备上的一个功能模块。所述路径计算设备可以位于网络内或网络外。例如，路径计算设备110通过预先建立的连接与网络100中的网络设备通信。路径计算设备110用于接收网络设备发送的时钟同步能力的信息，或者接收网络设备发送的时钟同步路径计算请求，或者将为网络设备计算的时钟同步路径的信息发送给该网络设备。在一种示例中，网络100中每个网络设备在接入网络100之后均与所述路径计算设备110建立连接。在另一种可能的示例中，只有网络100中具有时钟同步能力的网络设备与所述路径计算设备110建立连接。

举例来说，路径计算设备110与网络100中的网络设备101、102、103、104和105建立连接，所述连接的建立可以是通过路径计算单元通信协议(英文：Path ComputationElement Communication Protocol，简称：PCEP)建立的连接。例如，路径计算设备110可以是PCEP模型中的路径计算单元(英文：Path Computation Element，简称：PCE)，网络设备101、102、103、104、105中的每一个都可以是PCEP模型中的路径计算用户(英文：PathComputation Client，简称：PCC)。对于PCE和PCC网络架构请参见Internet工程任务组(Internet Engineering Task Force)的请求注解(英文：request for comments，简称：RFC)4655。

举例来说，获取时钟信号以生成网络设备本地的系统时钟的方法，可以采用同步以太技术。下一跳时钟同步节点从上一跳时钟同步节点发送的物理层串行码流中提取时钟信号生成该下一跳时钟同步节点的系统时钟。例如，在该下一跳时钟同步节点的某个接口电路中集成锁相环(英文：phase locked loop，简称：PLL)，将上一跳时钟同步节点发送的时钟信号作为锁相环的输入信号，生成与该上一跳时钟同步节点发送的时钟信号频率相同的系统时钟。

举例来说，获取时钟信号以生成本地的系统时钟的方法，还可以是采用从上一跳时钟同步节点发送的报文中获取时间戳，并根据时间戳生成系统时钟。根据时间戳生成系统时钟的具体实现方法可以参考精确时钟协议(英文：precision time protocol，简称：PTP)，例如电气和电子工程师协会(英文：Institute of Electrical and ElectronicsEngineers，简称：IEEE)1588协议。

本领域技术人员可以理解的是，在采用锁相环进行时钟同步的方案中，网络设备从该网络设备的上一跳时钟同步节点获取时钟信号后，根据该时钟信号校对该网络设备本地的系统时钟，再将该网络设备本地的系统时钟生成的时钟信号发送给该网络设备的下一跳时钟同步节点。在采用时间戳进行时钟同步的方案中，网络设备可以根据上一跳时钟同步节点发送的时间戳校对该网络设备本地的系统时钟，再用该网络设备本地的系统时钟生成新的时间戳发送给该网络设备的下一跳时钟同步节点；该网络设备也可以直接将该网络设备的上一跳时钟同步节点发送的携带时间戳的报文透传给该网络设备的下一跳时钟同步节点。即，网络设备向下一跳时钟同步节点发送的时钟信号，可以是未经该网络设备处理而直接透传的，也可以是由该网络设备的经过时钟同步的本地系统时钟生成的。

图2为本申请实施例的另一种应用场景示意图。网络100和网络200分别为网络中的两个网络域。网络100可以是运营商网络或运营商网络的一部分，网络100也可以是企业网或企业网的一部分。网络200可以是运营商网络或运营商网络的一部分，网络200也可以是企业网或企业网的一部分。网络100和网络200可以都是运营商网络中的网络域。网络100和网络200也可以分别是运营商网络中的网络域与企业网中的网络域。网络100和网络200可以都是企业网络中的网络域。举例来说，网络100和网络200可以分别是根据边界网关协议(英文：Border Gateway Protocol，简称：BGP)定义的两个自制系统(英文：autonomoussystem，简称：AS)，也可以分别是由网络管理员根据网络拓扑结构划分的两个网络域。路径计算设备110根据网络100中各个网络设备的时钟同步能力以及时钟同步的需求，为网络100中的网络设备计算时钟同步路径。路径计算设备210根据网络200中各个网络设备的时钟同步能力以及时钟同步的需求，为网络200中的网络设备计算时钟同步路径。例如，图2中的网络100可以是图1中所示的网络100。

路径计算设备110可以位于网络100内或网络100之外。路径计算设备210可以位于网络200内或网络200之外。

路径计算设备110，以及路径计算设备210分别与网络间算路设备230通信。网络间算路设备230可以是独立的物理设备，例如服务器。网络间算路设备230也可以是某个网络设备上的功能模块。网络间算路设备230可以位于网络100中或网络200中，或者网络间算路设备230也可以位于网络100和200之外。网络间算路设备230用于为各个网络确定时钟注入节点，以及所述时钟注入节点用于获取时钟信号的时钟同步路径。

与图1同理，从时钟源或其他网络的网络设备获取时钟信号的第一个网络设备，称为该网络的时钟注入节点。比如，假定的网络设备101是网络100中的网络设备，并且网络设备101从网络200的网络设备203获取时钟信息，那么，网络设备101是网络100中从网络200中的设备获取时钟信号的第一个网络节点，因此，网络设备101称为网络100的时钟注入节点。当然，本领域的技术人员可以理解的是，一个边缘网络设备也可以同时位于多个网络中，并作为该多个网络中至少一个网络的时钟注入节点，为该至少一个网络提供时钟信号。

假定网络100中没有时钟源或者与时钟源直接相连的设备，因此路径计算设备110要为网络100中的网络设备计算时钟同步路径之前，需要先请求网络间算路设备230为网络100确定时钟注入节点，然后再根据网络100中的时钟同步拓扑，计算从网络100的时钟注入节点到网络100中的其他网络设备的时钟同步路径。

网络间算路设备230中可以存储多个网络中的网络设备的时钟同步拓扑，比如，网络间算路设备230中存储网络100中的网络设备的时钟同步拓扑和网络200中的网络设备的时钟同步拓扑。所述网络100的网络设备的时钟同步拓扑和网络200中的网络设备的时钟同步拓扑可以是预先存储在网络间算路设备230中的，也可以由路径计算设备110和路径计算设备210分别发送给网络间算路设备230。可选地，网络间算路设备230可以只存储网络100和网络200中的具有时钟同步能力的边缘网络设备，这些边缘网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及这些边缘网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。

图3为本申请实施例提供的一种更新时钟同步拓扑的方法流程图。举例来说，所述方法可以应用于图1所示的网络100中，还可以应用于图2所示的网络100中，或者图2所示的网络200中。下面以所述方法应用于图1所示的网络100中为例进行说明。例如，图3所述的第一网元可以是图1所示的网络设备105，图3所述的第一网络的时钟注入节点，可以是图1所示的网络设备101。

图3提供的更新网络的时钟同步拓扑的方法，包括S301和S302。举例来说，S301和S302的执行主体可以是图1所示的路径计算设备110。

S301，接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力。

本申请中，某个网元的时钟同步能力的信息，可以包括该网元所支持的时钟同步协议。可选的，某个网元的时钟同步能力的信息，还可以包括该网元的端口的信息，以及该网元的每个端口所支持的时钟同步协议。

可选的，所述第一网元的时钟同步能力的信息包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

举例来说，第一网元可以是图1中所示的网络设备105，所述网络设备105包括端口A，端口B和端口C。网络设备105通过端口A与网络设备102通信，通过端口B与网络设备104通信，通过端口C与网络设备103通信。所述第一报文中携带的信息包括，网络设备105具有所述时钟同步能力，以及端口A和端口B具有所述时钟同步能力，端口C不具有所述时钟同步能力。本领域技术人员可以理解的是，在所述第一报文中，也可以只包括端口A和端口B具有所述时钟同步能力，所述第一网元包括至少一个具有时钟同步能力的端口，意味着所述第一网元具有时钟同步能力。

举例来说，所述第一报文中可以只携带所述第一网元具有时钟同步能力的指示信息，不携带端口的同步能力信息，路径计算设备110在接收第一报文后，确定所述第一网元的所有具有所述时钟同步能力都端口。

可选的，所述第一报文为路径计算单元通信协议PCEP报文，所述时钟同步能力的信息携带在所述PCEP报文中。

S302，根据所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。

举例来说，所述第一网络的时钟同步拓扑存储于图1所示的路径计算设备110的存储器中。

在一种可能的示例中，路径计算设备110在S301之前，没有获得过所述第一网元的时钟同步能力的信息，因此更新前的第一网络的时钟同步拓扑中不包括所述第一网元。例如，所述第一网元为新加入网络100的网络设备，所述第一报文为所述第一网元与路径计算设备110建立连接后第一次上报时钟同步能力信息时发送的报文。在所述更新后的时钟同步拓扑中，路径计算设备110增加了第一网元，第一网元中具有时钟同步能力的端口，以及第一网元中具有时钟同步能力的端口与其他具有时钟同步能力的网络设备上具有时钟同步能力的端口的连接关系。

在另一种可能的示例中，路径计算设备110在更新前的第一网络的时钟同步拓扑中包括所述第一网元以及所述第一网元的若干具有时钟同步能力的端口。所述第一网元由于一些端口故障使得一部分此前具有时钟同步能力的端口不再具有时钟同步能力，或者由于业务需要使得此前未开通时钟同步功能的端口开通了时钟同步功能，则所述第一网元向所述路径计算设备110发送所述第一报文。所述路径计算设备110根据第一网元具有的时钟同步能力的变化对所述第一网络的时钟同步拓扑进行调整，比如将该第一网元中不再具有时钟同步能力的端口及与该端口关联的连接关系从所述第一网络的时钟同步拓扑中删除，或者将该第一网元中此前未开通时钟同步功能的端口开通了时钟同步功能的端口及与该端口关联的连接关系加入所述第一网络的时钟同步拓扑中。

在另一种可能的示例中，路径计算设备110在更新前的第一网络的时钟同步拓扑中包括所述第一网元以及所述第一网元的若干具有时钟同步能力的端口。由于某种原因，比如所述第一网元上此前具有时钟同步能力的端口都不再具有时钟同步能力，或者由于业务需要使得此前开通时钟同步功能的端口关闭时钟同步功能，则所述第一网元向所述路径计算设备110发送所述第一报文。所述路径计算设备110根据第一网元具有的时钟同步能力的变化对所述第一网络的时钟同步拓扑进行调整，比如将该第一网元从所述第一网络的时钟同步拓扑中删除。

本领域技术人员可以理解的是，要根据所述第一网元的时钟同步能力的信息更新时钟同步拓扑，所述路径计算设备还需要获取第一网络的拓扑信息。例如，在所述时钟同步拓扑是物理链路之间的拓扑的情况下，路径计算设备还需要获取第一网络的物理拓扑信息，该物理拓扑信息包括第一网元的物理端口以及所述物理端口与其他网络设备的其他物理端口的连接关系。例如，在所述时钟同步拓扑是逻辑链路之间的拓扑的情况下，路径计算设备还需要获取第一网络的逻辑拓扑的信息，该逻辑拓扑包括第一网元的逻辑端口以及所述逻辑端口与其他网络设备建立的逻辑链路之间的关系。所述第一网元的拓扑信息，可以是路径计算设备中预先存储的，也可以是第一网元向路径计算设备发送的。在所述第一网元的拓扑信息是第一网元向路径计算设备发送的情况下，所述拓扑信息可以携带在所述第一报文中，也可以携带在其他报文中。

可选的，所述更新后的时钟同步拓扑中包括所述第一网络的时钟注入节点，所述方法进一步包括S303，根据所述更新后的时钟同步拓扑，确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径。例如，S303的执行主体可以是网络100中的路径计算设备110。

举例来说，所述路径计算设备根据所述更新后的时钟同步拓扑确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径的计算策略，可以是路径计算设备中预先存储的，也可以是所述第一网元发送给所述路径计算设备的，还可以是控制器发送给所述路径计算设备的。所述控制器可以是图2中的网络间算路设备。

举例来说，所述路径计算策略，可以采用点到多点(英文：point to multipoint，简称：P2MP)的多协议标签交换(英文：multi-protocol label switching，简称：MPLS)或通用多协议标签交换(英文：generalized multi-protocol label switching，简称：GMPLS)流量工程标签交换路径(traffic engineering label switched paths，简称：TE LSP)的路径计算策略。例如，路径计算设备110将网络100中的时钟注入节点，例如网络设备101，作为TE LSP的入节点，将所述第一网元，例如网络设备105作为TE LSP的出节点，进行路径计算。具体的路径计算方法可以参见RFC 6006中的描述。

举例来说，所述路径计算策略，可以是获取从所述时钟注入节点到所述第一网元之间最短路径。例如，假定图1中的网络设备101、102、103、104和105中的每个都包括具有所述时钟同步能力的端口，则图1中网络设备101到网络设备102再到网络设备105的路径是最短路径，因此所述路径计算设备确定网络设备105的上一跳时钟同步节点为网络设备102，网络设备105通过端口A从网络设备102获取时钟信号。

举例来说，所述路径计算设备确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径之后，向所述第一网元发送第一指示信息。所述第一指示信息用于指示所述第一网元从所述时钟同步路径中所述第一网元的上一跳时钟同步节点获取时钟信号。可选的，所述路径计算设备还可以向所述时钟同步路径中所述第一网元的上一跳时钟同步节点发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示该时钟同步路径中所述第一网元的上一跳时钟同步节点向所述第一网元发送时钟信号。

图4示出了本申请实施例提供的一种确定时钟同步路径的方法流程图。举例来说，图4所述的方法可以应用于图1所示的网络100中，还可以应用于图2所示的网络100中，或者图2所示的网络200中。下面以所述方法应用于图1所示的网络100中为例进行说明。图4所述的第一网元可以是图1中的网络设备105。图4所述的步骤执行主体可以是图1所示的路径计算设备110。所述方法包括S401和S402。

S401，接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文用于请求为所述第一网元确定时钟同步路径，所述第一网元为第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力。

举例来说，所述第一报文为路径计算单元通信协议PCEP报文。

S402，根据所述第一网络的时钟同步拓扑，确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径，所述第一网络的时钟同步拓扑中包括所述时钟注入节点和所述第一网元。

具体来说，所述第一网络的时钟同步拓扑中包括所述第一网络中多个具有时钟同步能力的网络设备，所述多个具有时钟同步能力的网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及所述多个具有时钟同步能力的网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。

举例来说，所述第一网络的时钟同步拓扑，可以是路径计算设备110通过图3所述的方式从网络100中各个具有时钟同步能力的网络设备处获取时钟同步能力的信息并生成的，也可以是预先存储在路径计算设备110中的。

所述第一网元具有时钟同步能力，因此所述第一网络的时钟同步拓扑中包括所述第一网元。所述第一网络的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络的时钟注入节点。

确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径的路径计算策略，可以采用与图3的S304中相同的路径计算策略。

在一种可能的示例中，所述第一网元在S401之前不在任何时钟同步路径中，所述第一报文用于请求路径计算设备110为所述第一网元计算时钟同步路径。

在另一种可能的示例中，所述第一网元在S401之前，在第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第二时钟同步路径中，所述第一报文还用于指示从所述时钟注入节点到所述第一网元的第二时钟同步路径故障。例如，所述第二时钟同步路径中所述时钟注入节点为网络设备101，网络设备101将时钟信号发送给网络设备102，网络设备102再将时钟信号通过网络设备105的A端口将时钟信号发送给网络设备105。

其中，所述第二时钟同步路径故障，可以是所述第一网元检测到所述第二时钟同步路径无法为所述第一网元提供正确的时钟信号，也可以是所述第一网元检测到该第一网元本地的系统时钟信号劣化。即，所述第二时钟同步路径故障，包括所述第二时钟同步路径上所述第一网元之外的某个网络设备故障，或者某两个网络设备之间的链路故障，或者所述第一网元的A端口本身故障。所述第一网元的A端口本身故障可以包括A端口无法正常接收时钟信号，或者所述第一网元的A端口接收到所述时钟信号后，A端口所在的单板无法对时钟信号进行正常的处理。

举例来说，在S401中所述第一报文携带所述第二时钟同步路径故障的信息的情况下，S402中确定的所述第一时钟同步路径包括至少一个不在所述第二时钟同步路径上的网元。例如，路径计算设备110根据所述第一网络的时钟同步拓扑中还包括网络设备105的B端口，确定所述第一时钟同步路径为从网络设备101到网络设备103，再到网络设备104，再到网络设备105的B端口的同步路径。

图5为本申请实施例提供的一种更新网络间的时钟同步拓扑的方法流程图。举例来说，所述方法可以应用于图2所示的场景中。举例来说，图5所述的方法中步骤的执行主体可以是图2所示的网络间算路设备230，图5所述的方法中的第一网络的路径计算设备可以是图2所示的路径计算设备110，图5所述的第一边缘网络设备网元可以是图2的网络设备101。该方法包括S501和S502。

S501，接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文中包括第一网络的第一网元的时钟同步能力的信息。

举例来说，所述第一网元的时钟同步能力的信息的具体类型，可以与图3所述的S301中第一网元的同步能力的信息的具体类型相同。举例来说，所述第一网元的时钟同步能力的信息，包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

可选的，所述第一报文为路径计算单元通信协议PCEP报文。

在一种可能的示例中，所述第一网元为所述第一网络的第一边缘网络设备。例如，路径计算设备110只向网络间算路设备230发送所述第一网络的边缘网络设备的时钟同步能力的信息，不发送网络内部的网络设备的时钟同步能力的信息。

在另一种可能的示例中，所述第一网元也可以是所述第一网络中的任意网络设备。例如，路径计算设备110将所述第一网络的所有网络设备或者所有具有时钟同步能力的网络设备的时钟同步能力的信息均发送给网络间算路设备230。

S502，根据所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述网络间的时钟同步拓扑。

举例来说，所述网络间的时钟同步拓扑，可以存储于图2所示的网络间算路设备230中。

在一种可能的示例中，网络间的时钟同步拓扑包括多个网络中每个网络的各个具有时钟同步能力的边缘网络设备，所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。

在另一种可能的示例中，网络间的时钟同步拓扑包括多个网络中每个网络的时钟同步拓扑，以及所述多个网络中每个网络的各个具有时钟同步能力的边缘网络设备，所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。

在一种可能的示例中，网络间算路设备230在S501之前，没有获得所述第一网络中任何网络设备的时钟同步能力的信息，因此更新前的网络间的时钟拓扑不包括所述第一网络的时钟同步拓扑。

在另一种可能的示例中，更新前的网络间的时钟同步拓扑中包括第一网络中的网络设备，或者只包括第一网络中的边缘网络设备。第一网络的路径计算设备在S501中发送第一报文，是由于所述第一网元的时钟同步能力的信息发生了变化。

本领域技术人员可以理解的是，要根据所述第一网元的时钟同步能力的信息更新时钟同步拓扑，所述路径计算设备还需要获取第一网络的拓扑信息。例如，在所述时钟同步拓扑是物理链路之间的拓扑的情况下，路径计算设备还需要获取第一网络的物理拓扑信息，该物理拓扑信息包括第一网元的物理端口以及所述物理端口与其他网络设备的其他物理端口的连接关系。例如，在所述时钟同步拓扑是逻辑链路之间的拓扑的情况下，路径计算设备还需要获取第一网络的逻辑拓扑的信息，该逻辑拓扑包括第一网元的逻辑端口以及所述逻辑端口与其他网络设备建立的逻辑链路之间的关系。所述第一网元的拓扑信息，可以是路径计算设备中预先存储的，也可以是第一网元向路径计算设备发送的。在所述第一网元的拓扑信息是第一网元向路径计算设备发送的情况下，所述拓扑信息可以携带在所述第一报文中，也可以携带在其他报文中。

可选的，所述更新后的网络间的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备以及第二网络的时钟注入节点，所述方法还包括S503，根据所述更新后的网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

可选地，所述第一网络的时钟注入节点可以是所述第二边缘网络设备，也可以是所述第一网络中的其他边缘网络设备。可选地，当所述第二网络的时钟注入节点是位于所述第一网络和所述第二网络中的边缘网络设备时，所述第一网络的时钟注入节点是所述第二网络的时钟注入节点。

举例来说，所述第一网元可以和所述第二边缘网络设备是相同的网络设备，也可以和所述第二边缘网络设备是不同的网络设备。

举例来说，所述第二网络是图2中的网络200，所述第一网络是图2中的网络100。所述第二边缘网络设备是网络设备101，所述第三边缘网络设备是网络设备203。网络间算路设备230确定网络设备101为所述第一网络的时钟注入节点的具体实现方式，可以采用图6中所述的具体实现方式。

图6示出了本申请实施例提供的另一种确定时钟同步路径的方法流程图。举例来说，图6所示的方法可以应用于图2所示的场景中。该方法包括S601，S602以及S603，该方法中步骤的执行主体可以是图2中的网络间算路设备230。

S601，接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点。

举例来说，所述第一网络可以是图2中的网络100，第一网络的路径计算设备可以是路径计算设备110。假定网络100中不存在时钟源，第一网络的路径计算设备110向网络间算路设备230发送所述第一报文，请求网络间算路设备230根据网络间的时钟同步拓扑为所述第一网络确定时钟注入节点，以及所述第一网络的时钟注入节点需要从第一网络以外的哪个网络设备中获取时钟信号。

举例来说，所述第一报文为路径计算单元通信协议PCEP报文。

S602，根据网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的第一边缘网络设备为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备以及所述第二网络的第二时钟注入节点。

具体来说，所述第二网络是所述第一网络的上游网络。所述第一网络的时钟注入节点从所述第二网络中具有时钟同步能力的网络设备中获取时钟信号。

本申请中，某个网络(如网络1)的时钟注入节点从另一个网络(如网络2)的网络设备中获取时钟信号，则称网络1是网络2的下游网络，网络2是网络1的上游网络。

举例来说，网络间算路设备230在为各个网络确定时钟注入节点时，先计算上游网络的时钟注入节点，再计算下游网络的时钟注入节点。在一种示例中，网络之间的上游和下游关系是由网络管理员在网络间算路设备230中预先配置的。在另一种示例中，网络之间的上游和下游关系是网络间算路设备230将每个网络作为一个节点，将存在时钟源的网络作为时钟注入节点，将存在相互连接的边缘网络设备的两个网络作为相互连接的节点，并通过采用与网络设备时钟同步路径计算相同的方法计算出来的。

在一种可能的示例中，网络间的时钟同步拓扑包括多个网络中每个网络的各个具有时钟同步能力的边缘网络设备，所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。其中，所述多个网络包括所述第一网络和所述第二网络。

在另一种可能的示例中，网络间的时钟同步拓扑包括多个网络中每个网络的时钟同步拓扑，以及所述多个网络中每个网络的各个具有时钟同步能力的边缘网络设备，所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备的各个具有时钟同步能力的端口，以及所述各个具有时钟同步能力的边缘网络设备之间通过具有时钟同步能力的端口相互连接的关系。其中，所述多个网络包括所述第一网络和所述第二网络。

举例来说，网络间的时钟同步拓扑还可以包括时钟源，时钟源可以位于所述第二网络，也可以位于所述第一网络和所述第二网络之外。所述第二网络的时钟注入节点可以是S602之前所述网络间算路设备已经确定，并记录在所述网络间的时钟同步拓扑中的。

S603，确定从所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

在一种可能的示例中，如S602中所述，在所述网络间的时钟同步拓扑仅包括所述第一网络和所述第二网络中的边缘网络设备的时钟拓扑。例如在图2的应用场景中，所述网络间的时钟同步拓扑包括网络200的时钟注入节点网络设备201，网络200中的边缘网络设备202和边缘网络设备203。所述网络间的时钟同步拓扑还包括网络100的边缘设备，例如网络设备101和网络设备102。所述网络间的同步拓扑中，网络设备101与网络设备203连接，网络设备102与网络设备202连接。

在该示例中，假定网络间的时钟同步拓扑不包括网络内部的网络设备，因此网络间算路设备230不能直接确定所述网络200的时钟注入节点到边缘网络设备202或边缘网络设备203的时钟同步路径。因此，网络间算路设备230向路径计算设备210发送查询报文，确定从网络设备201到网络设备202的时钟同步路径，或者从网络设备201到网络设备203的时钟同步路径。如果路径计算设备210确定从网络设备201到网络设备202存在时钟同步路径，且从网络设备201到网络设备203也存在时钟同步路径，则网络间算路设备230可以选择网络设备101或网络设备102中任一设备作为网络100的时钟注入节点。可选地，网络间算路设备230在网络设备101和网络设备102中选择到网络设备201跳数较少的网络设备作为网络100的时钟注入节点。如果路径计算设备210确定从网络设备201到网络设备202不存在时钟同步路径，且从网络设备201到网络设备203存在时钟同步路径，则网络间算路设备230确定与网络设备203连接的网络设备101作为网络100的时钟注入节点。

举例来说，网络间算路设备230为网络100的第一时钟注入节点(网络设备101)确定的时钟同步路径，包括路径计算设备210计算的从网络设备201到网络设备203的时钟同步路径，以及由网络设备203到网络设备101的时钟同步路径。

举例来说，路径计算设备210可以向网络间算路设备230上报从网络设备201到网络设备203的时钟同步路径中具体包括哪些网络设备，也可以在路径计算设备210中保存从网络设备201到网络设备203的时钟同步路径以及该时钟同步路径的标识，并且只向网络间算路设备230发送所述时钟同步路径的标识。

在另一种示例中，如S602中所述，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一网络和所述第二网络中的边缘网络设备的时钟拓扑，还包括所述第一网络和所述第二网络中中非边缘网络设备的时钟拓扑。所述网络间算路设备根据该网络间的时钟同步拓扑，采用与上述示例中网络间算路设备230以及路径计算设备210类似的方式，实现S602和S603。

本领域技术人员可以理解的是，S602和S603可以是同时实现的。

举例来说，网络间算路设备确定所述第一边缘网络设备为所述第一网络的时钟注入节点之后，向所述第一路径计算设备发送第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一网络的路径计算设备将所述第一边缘网络设备作为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述第一指示信息中还可以包括所述第一边缘网络设备的上一跳时钟同步路径节点的网络设备的标识。所述第一网络的路径计算设备再向所述第一边缘网络设备发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述第一边缘网络设备从所述上一跳时钟同步路径节点中获取时钟信号。

可选的，所述第一报文还包括所述第一网络中的第三时钟注入节点的标识，所述第三时钟注入节点与所述第一时钟注入节点为不同的边缘网络设备。具体来说，S601中的所述第一报文还用于指示所述网络间算路设备为所述第一网络确定与所述第三时钟注入节点不同的边缘网络设备作为所述第一网络的时钟注入节点。

在一种可能的示例中，所述第一网络的路径计算设备接收所述第三时钟注入节点的下游节点上报的告警信息，确定所述第三时钟注入节点向所述第一网络中其他网络设备提供的时钟信号性能劣化或无法向其他网络设备提供正确的时钟信号，发送所述第一报文请求重新确定所述第一网络的时钟注入节点。

在另一种可能的示例中，所述第一网络的路径计算设备接收到所述第三时钟注入节点上报的告警信息，确定所述第三时钟注入节点从所述第三时钟注入节点的上一跳时钟同步节点接收到的时钟信号性能劣化或不正常，发送所述第一报文请求重新确定所述第一网络的时钟注入节点。

在又一种可能的示例中，所述第一网络中在时钟同步路径上的某个网络设备检测到其上一跳时钟同步节点故障，请求所述第一网络的路径计算设备重新计算同步路径，所述第一网络的路径计算设备确定采用所述第三时钟注入节点无法重新计算出新的同步路径或者新的同步路径跳数过多，则所述第一网络的路径计算设备向所述网络间算路设备发送所述第一报文请求重新确定所述第一网络的时钟注入节点，或者为所述第一网络增加新的时钟注入节点。例如，网络设备102为所述第三时钟注入节点，网络设备105从A端口获得时钟信号。网络设备105的A端口故障，请求路径计算设备110为网络设备105重新计算时钟同步路径。路径计算设备110确定在网络设备102作为时钟注入节点的情况下，另一条可能的时钟同步路径，即网络设备102到网络设备101，网络设备101到网络设备103，网络设备104到网络设备105的时钟同步路径跳数过多，向网络间算路设备230发送所述第一报文，网络间算路设备230将网络100的时钟注入节点改为网络设备101。

图7为本申请实施例提供的一种路径计算设备的结构示意图。如图7所示，路径计算设备700包括接收单元701和更新单元702。

接收单元701，用于接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力。接收单元701可以是网络接口，例如图8中所示的网络接口801。

更新单元702，用于根据来自所述接收单元701的所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。

可选的，所述第一网元的时钟同步能力的信息包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

可选的，路径计算设备700还包括确定单元，所述确定单元用于根据所述更新后的时钟同步拓扑，确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径。

本实施例提供的路径计算设备700可以应用于图1或图2所示的应用场景中，实现其路径计算设备110或路径计算设备210的功能。路径计算设备700可以作为图3实施例的方法中的执行主体，实现图3实施例中所述的方法。所述路径计算设备可以实现的其他附加功能，以及与其他设备的交互过程，请参照图3的方法实施例中对路径计算设备的描述，在这里不再赘述。

图8为本申请实施例提供的另一种路径计算设备的结构示意图。如图8所示，路径计算设备800包括网络接口801，存储器802以及处理器803。例如，路径计算设备800可以是一台单独的服务器。路经计算设备800也可以是一个路由器上的软件模块或硬件模块，所述网络接口、存储器和处理器是路由器上的网络接口、存储器和处理器。

网络接口801可以是有线接口，例如光纤分布式数据接口(英文：FiberDistributed Data Interface，简称：FDDI)、以太网(英文：Ethernet)接口。网络接口801也可以是无线接口，例如无线局域网接口。

存储器802用于存储第一网络的时钟同步拓扑。存储器802包括但不限于是随机存取存储器(英文：random-access memory，简称：RAM)、只读存储器(英文：read onlymemory，简称：ROM)、可擦除可编程只读存储器(英文：erasable programmable read onlymemory，简称：EPROM)。

处理器803包括但不限于中央处理器(英文：central processing unit，简称：CPU)，网络处理器(英文：network processor，简称：NP)，专用集成电路(英文：application-specific integrated circuit，简称：ASIC)或者可编程逻辑器件(英文：programmable logic device，缩写：PLD)中的一个或多个。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件(英文：complex programmable logic device，缩写：CPLD)，现场可编程逻辑门阵列(英文：field-programmable gate array，缩写：FPGA)，通用阵列逻辑(英文：genericarray logic,缩写：GAL)或其任意组合。

存储器802也可以集成在处理器803中。如果存储器802和处理器803是相互独立的器件，存储器802和处理器803相连，例如存储器802和处理器803可以通过总线通信。网络接口801和处理器803可以通过总线通信，网络接口801也可以与处理器803直连。

处理器803用于执行以下操作：

通过网络接口801接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文包括所述第一网元的时钟同步能力的信息，所述第一网元是第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

根据所述存储器802中存储的所述第一网络的时钟同步拓扑以及所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述第一网络的时钟同步拓扑。

可选的，所述第一网元的时钟同步能力的信息包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

可选的，所述处理器803还用于根据所述更新后的时钟同步拓扑，确定所述时钟注入节点到所述第一网元的时钟同步路径。

图8所示的路径计算设备800与图7所示的路径计算设备700可以是同一个装置，例如均为图3的方法中的执行主体。可以认为，图8从物理的角度显示了路径计算设备包括的内容，而图7从逻辑的角度显示了路径计算设备包括的内容。可选地，图7所示的接收单元701可以由图8所示的网络接口801来实现，图7所示的更新单元702可以由图8所示的存储器802和处理器803来实现。

图9为本申请实施例提供的一种路径计算设备的结构示意图。如图9所示，路径计算设备900包括接收单元901和确定单元902。

所述接收单元901，用于接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文用于请求为所述第一网元确定时钟同步路径，所述第一网元为第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

所述确定单元902，用于根据所述第一网络的时钟同步拓扑，确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径，所述第一网络的时钟同步拓扑包括所述时钟注入节点和所述第一网元。

可选的，所述第一报文还用于指示从所述时钟注入节点到所述第一网元的第二时钟同步路径故障，所述第二时钟同步路径包括至少一个不在所述第一时钟同步路径上的网元。

本实施例提供的路径计算设备900可以应用于图1或图2所示的应用场景中，实现其路径计算设备110的功能。路径计算设备900可以作为图4实施例的方法中的执行主体，实现图4实施例中所述的方法。所述路径计算设备可以实现的其他附加功能，以及与其他设备的交互过程，请参照图4的方法实施例中对路径计算设备的描述，在这里不再赘述。

图10为本申请实施例提供的另一种路径计算设备的结构示意图。如图10所示，路径计算设备1000包括网络接口1001，存储器1002以及处理器1003。

例如，路径计算设备1000可以是一台单独的服务器。路经计算设备1000也可以是一个路由器上的软件模块或硬件模块，所述网络接口、存储器和处理器是路由器上的网络接口、存储器和处理器。

网络接口1001可以是有线接口，例如光纤分布式数据接口(英文：FiberDistributed Data Interface，简称：FDDI)、以太网(英文：Ethernet)接口。网络接口1001也可以是无线接口，例如无线局域网接口。

存储器1002包括但不限于是随机存取存储器(英文：random-access memory，简称：RAM)、只读存储器(英文：read only memory，简称：ROM)、可擦除可编程只读存储器(英文：erasable programmable read only memory，简称：EPROM)。

处理器1003包括但不限于中央处理器(英文：central processing unit，简称：CPU)，网络处理器(英文：network processor，简称：NP)，专用集成电路(英文：application-specific integrated circuit，简称：ASIC)或者可编程逻辑器件(英文：programmable logic device，缩写：PLD)中的一个或多个。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件(英文：complex programmable logic device，缩写：CPLD)，现场可编程逻辑门阵列(英文：field-programmable gate array，缩写：FPGA)，通用阵列逻辑(英文：genericarray logic,缩写：GAL)或其任意组合。

存储器1002也可以集成在处理器1003中。如果存储器1002和处理器1003是相互独立的器件，存储器1002和处理器1003相连，例如存储器1002和处理器1003可以通过总线通信。网络接口1001和处理器1003可以通过总线通信，网络接口1001也可以与处理器1003直连。

处理器1003用于读取存储器1002中的程序，执行以下操作：

通过网络接口1001接收来自第一网元的第一报文，所述第一报文用于请求为所述第一网元确定时钟同步路径，所述第一网元为第一网络中的网元，所述第一网元具有时钟同步能力；

根据所述第一网络的时钟同步拓扑，确定从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第一时钟同步路径，所述第一网络的时钟同步拓扑包括所述时钟注入节点和所述第一网元。

可选的，所述第一报文还用于指示从所述第一网络的时钟注入节点到所述第一网元的第二时钟同步路径故障，所述第二时钟同步路径包括至少一个不在所述第一时钟同步路径上的网元。

图10所示的路径计算设备1000与图9所示的路径计算设备900可以是同一个装置，例如均为图4的方法中的执行主体。可以认为，图10从物理的角度显示了路径计算设备包括的内容，而图9从逻辑的角度显示了路径计算设备包括的内容。可选地，图9所示的接收单元901可以由图10所示的网络接口1001来实现，图9所示的确定单元902可以由图10所示的处理器1003来实现。

图11为本申请实施例提供的一种网络间算路设备的结构示意图。如图11所示，网络间算路设备1100包括接收单元1101和更新单元1102。

所述接收单元1101，用于接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文中包括第一网络的第一网元的时钟同步能力的信息。

所述更新单元1102，用于根据来自所述接收单元1101的所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述网络间的时钟同步拓扑。

可选的，所述第一网元为所述第一网络的第一边缘网络设备。

可选的，所述更新后的网络间的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备和第二网络的时钟注入节点。路径计算设备1100还包括确定单元，所述确定单元用于根据所述更新后的网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

可选的，所述第一网元的时钟同步能力的信息，包括所述第一网元的、至少一个具有时钟同步能力的端口的信息。

本实施例提供的网络间算路设备1100可以应用于图2所示的应用场景中，实现其网络间算路设备230的功能。网络间算路设备1100可以作为图5实施例的方法中的执行主体，实现图5实施例中所述的方法。所述网络间算路设备1100可以实现的其他附加功能，以及与其他设备的交互过程，请参照图5的方法实施例中对网络间算路设备的描述，在这里不再赘述。

图12为本申请实施例提供的另一种网络间算路设备的结构示意图。如图12所示，网络间算路设备1200包括网络接口1201，存储器1202以及处理器1203。

例如，路径计算设备1200可以是一台单独的服务器。网络间算路设备1400也可以是一个路由器上的软件模块或硬件模块，所述网络接口、存储器和处理器是路由器上的网络接口、存储器和处理器。

网络接口1201可以是有线接口，例如光纤分布式数据接口(英文：FiberDistributed Data Interface，简称：FDDI)、以太网(英文：Ethernet)接口。网络接口1201也可以是无线接口，例如无线局域网接口。

存储器1202用于存储网络间的时钟同步拓扑。存储器1202包括但不限于是随机存取存储器(英文：random-access memory，简称：RAM)、只读存储器(英文：read onlymemory，简称：ROM)、可擦除可编程只读存储器(英文：erasable programmable read onlymemory，简称：EPROM)。

处理器1203包括但不限于中央处理器(英文：central processing unit，简称：CPU)，网络处理器(英文：network processor，简称：NP)，专用集成电路(英文：application-specific integrated circuit，简称：ASIC)或者可编程逻辑器件(英文：programmable logic device，缩写：PLD)中的一个或多个。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件(英文：complex programmable logic device，缩写：CPLD)，现场可编程逻辑门阵列(英文：field-programmable gate array，缩写：FPGA)，通用阵列逻辑(英文：genericarray logic,缩写：GAL)或其任意组合。

存储器1202也可以集成在处理器1203中。如果存储器1202和处理器1203是相互独立的器件，存储器1202和处理器1203相连，例如存储器1202和处理器1203可以通过总线通信。网络接口1201和处理器1203可以通过总线通信，网络接口1201也可以与处理器1203直连。

处理器1203用于执行以下操作：

通过网络接口1201接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文中包括第一网络的第一网元的时钟同步能力的信息。

根据所述存储器1202中的网络间的时钟同步拓扑以及所述第一网元的时钟同步能力的信息，更新所述网络间的时钟同步拓扑。

所述存储器1202还用于，存储所述更新后的网络间时钟同步拓扑。

可选的，所述第一网元为所述第一网络的第一边缘网络设备。

可选的，所述更新后的网络间的时钟同步拓扑中还包括所述第一网络中具有时钟同步能力的第二边缘网络设备和第二网络的时钟注入节点。处理器1203还用于，根据所述更新后的网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的时钟注入节点。

图12所示的网络间算路设备1200与图11所示的网络间算路设备1100可以是同一个装置，例如均为图5的方法中的执行主体。可以认为，图12从物理的角度显示了网络间算路设备包括的内容，而图11从逻辑的角度显示了网络间算路设备包括的内容。可选地，图11所示的接收单元1101可以由图12所示的网络接口1201来实现，图11所示的更新单元1102可以由图12所示的存储器1202和处理器1203来实现。

图13为本申请实施例提供的一种网络间算路设备的结构示意图。如图13所示，网络间算路设备1300，包括接收单元1301和确定单元1302。

所述接收单元1301，用于接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

所述确定单元1302，用于根据网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的第一边缘网络设备为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备以及第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络是所述第一网络的上游网络；

所述确定单元1302还用于，确定从所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

可选的，所述第一报文还包括所述第一网络中的第三时钟注入节点的标识，所述第三时钟注入节点与所述第一时钟注入节点为不同的边缘网络设备。

本实施例提供的网络间算路设备1300可以应用于图2所示的应用场景中，实现其网络间算路设备230的功能。网络间算路设备1300可以作为图6实施例的方法中的执行主体，实现图6实施例中所述的方法。所述网络间算路设备1300可以实现的其他附加功能，以及与其他设备的交互过程，请参照图6的方法实施例中对网络间算路设备的描述，在这里不再赘述。

图14为本申请实施例提供的另一种网络间算路设备的结构示意图。如图14所示，网络间算路设备1400包括网络接口1401，存储器1402以及处理器1403。

例如，路径计算设备1400可以是一台单独的服务器。网络间算路设备1400也可以是一个路由器上的软件模块或硬件模块，所述网络接口、存储器和处理器是路由器上的网络接口、存储器和处理器。

网络接口1401可以是有线接口，例如光纤分布式数据接口(英文：FiberDistributed Data Interface，简称：FDDI)、以太网(英文：Ethernet)接口。网络接口1401也可以是无线接口，例如无线局域网接口。

存储器1402用于存储网络间的时钟同步拓扑。存储器1402包括但不限于是随机存取存储器(英文：random-access memory，简称：RAM)、只读存储器(英文：read onlymemory，简称：ROM)、可擦除可编程只读存储器(英文：erasable programmable read onlymemory，简称：EPROM)。

处理器1403包括但不限于中央处理器(英文：central processing unit，简称：CPU)，网络处理器(英文：network processor，简称：NP)，专用集成电路(英文：application-specific integrated circuit，简称：ASIC)或者可编程逻辑器件(英文：programmable logic device，缩写：PLD)中的一个或多个。上述PLD可以是复杂可编程逻辑器件(英文：complex programmable logic device，缩写：CPLD)，现场可编程逻辑门阵列(英文：field-programmable gate array，缩写：FPGA)，通用阵列逻辑(英文：genericarray logic,缩写：GAL)或其任意组合。

存储器1402也可以集成在处理器1403中。如果存储器1402和处理器1403是相互独立的器件，存储器1402和处理器1403相连，例如存储器1402和处理器1403可以通过总线通信。网络接口1401和处理器1403可以通过总线通信，网络接口1401也可以与处理器1403直连。

处理器1403用于执行以下操作：

通过网络接口1401接收来自第一网络的路径计算设备的第一报文，所述第一报文用于请求确定所述第一网络的时钟注入节点；

根据网络间的时钟同步拓扑，确定所述第一网络的第一边缘网络设备为所述第一网络的第一时钟注入节点，所述网络间的时钟同步拓扑包括所述第一边缘网络设备以及第二网络的第二时钟注入节点，所述第二网络是所述第一网络的上游网络；

确定从所述第二时钟注入节点到所述第一时钟注入节点的时钟同步路径。

可选的，所述第一报文还包括所述第一网络中的第三时钟注入节点的标识，所述第三时钟注入节点与所述第一时钟注入节点为不同的边缘网络设备。

图14所示的网络间算路设备1400与图13所示的网络间算路设备1300可以是同一个装置，例如均为图6的方法中的执行主体。可以认为，图14从物理的角度显示了网络间算路设备包括的内容，而图13从逻辑的角度显示了网络间算路设备包括的内容。可选地，图13所示的接收单元1301可以由图14所示的网络接口1401来实现，图13所示的确定单元1302可以由图14所示的处理器1403来实现。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

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。

|  |
| --- |
| **说 明 书 附 图** |

