

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019年1月3日 (03.01.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/000241 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 12/24 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/090402
- (22) 国际申请日: 2017年6月27日 (27.06.2017)
- (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: 孙亮 (SUN, Liang); 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: 北京三高永信知识产权代理有限公司 (BEIJING SAN GAO YONG XIN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市

海淀区学院路蓟门里和景园A座1单元102室, Beijing 100088 (CN)。

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

(54) Title: PROTECTION SWITCHING METHOD, DEVICE AND SYSTEM

(54) 发明名称: 保护倒换方法、设备及系统

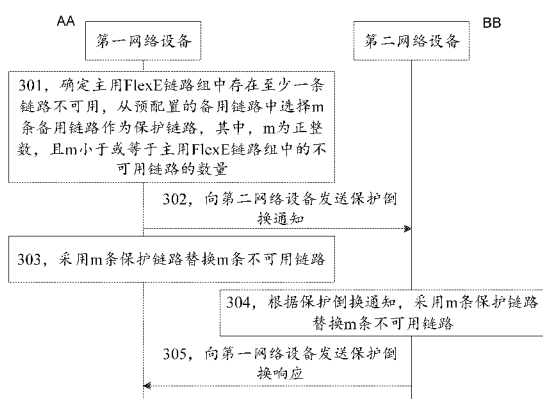


图 3

- 301 Determine that there is at least one unavailable link in a primary FlexE link group, and select m backup links from pre-configured backup links and take same as protection links, wherein m is a positive integer, and m is less than or equal to the number of unavailable links in the primary FlexE link group
- 302 Send a protection switching notification to the second network device
- 303 Replace m unavailable links with the m protection links
- 304 Replace the m unavailable links with the m protection links according to the protection switching notification
- 305 Send a protection switching response to the first network device
- AA First network device
- BB Second network device

(57) Abstract: A protection switching method, device and system, which relate to the technical field of communications. The method comprises: a first network device determining that there is at least one unavailable link in a primary FlexE link group, and selecting m backup links from pre-configured backup links and taking same as protection links, wherein m is a positive integer, and m is less than or equal to the number of unavailable links in the primary FlexE link group; the first network device sending a protection switching notification to a second network device, and replacing m unavailable links from among the at least one unavailable link with the m protection links; the second network device using the m protection links to replace the m unavailable links according to the protection switching notification, wherein the m protection links correspond to the m unavailable links on a one-to-one basis; and the second network device sending a protection switching response to the first network device. The embodiments of the present application satisfy the application requirements for a FlexE for protection switching.

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种保护倒换方法、设备及系统，属于通信技术领域。所述方法包括：第一网络设备确定主用FlexE链路组中存在至少一条链路不可用，从预配置的备用链路中选择m条备用链路作为保护链路，其中，m为正整数，且m小于或等于主用FlexE链路组中的不可用链路的数量；第一网络设备向第二网络设备发送保护倒换通知，并采用m条保护链路替换至少一条不可用链路中的m条不可用链路；第二网络设备根据保护倒换通知，采用m条保护链路替换m条不可用链路，其中，m条保护链路和m条不可用链路一一对应；第二网络设备向第一网络设备发送保护倒换响应。本申请实施例满足了FlexE对保护倒换的应用需求。

保护倒换方法、设备及系统

技术领域

5 本申请实施例涉及通信技术领域，特别涉及一种保护倒换方法、设备及系统。

背景技术

灵活以太网（Flexible Ethernet, FlexE）是一种基于以太网的改进型网络。

10 请参考图 1，其示例性示出了一种 FlexE 的网络架构。第一网络设备 11 和第二网络设备 12 之间建立有多条链路，这些链路组成一个 FlexE 链路组，这些链路用于承载至少一个客户业务。由于一个客户业务可通过多条链路传输，因此具备更高的灵活性。

在目前的 FlexE 标准中，并没有定义相关的保护倒换机制。一个 FlexE 链路组中如果有一条链路出现故障，则整个 FlexE 链路组停止工作，这会造成大面积的业务中断。

15 发明内容

本申请实施例提供了一种保护倒换方法、设备及系统，用以解决现有技术所存在的因 FlexE 链路组中存在链路不可用时，导致整个 FlexE 链路组停止工作的问题。

一方面，本申请实施例提供一种保护倒换方法，该方法包括：第一网络设备确定主用 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用，从预配置的备用链路中选择 m 条备用链路作为保护链路，其中，主用 FlexE 链路组包括逻辑上捆绑的多条链路，m 为正整数，且 m 小于或等于主用 FlexE 链路组中的不可用链路的数量；第一网络设备向第二网络设备发送保护倒换通知，并采用 m 条保护链路替换上述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路；第二网络设备根据保护倒换通知，采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路，其中，m 条保护链路和 m 条不可用链路一一对应；第二网络设备向第一网络设备发送保护倒换响应。

25 本申请实施例提供的方案中，通过为 FlexE 链路组中的链路提供备用链路，实现了链路的冗余备份。这样，当 FlexE 链路组中存在不可用链路时，选择备用链路作为保护链路，采用该保护链路替换掉不可用链路，从而避免因一条链路出现故障而导致整个 FlexE 链路组停止工作的问题，满足了 FlexE 对保护倒换的应用需求。

30 在一个可能的设计中，保护链路属于备用 FlexE 链路组。第一网络设备/第二网络设备采用 m 条保护链路替换至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，包括：对于 m 条保护链路中的第一保护链路，若第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且第一保护链路用于替换第一不可用链路，则第一网络设备/第二网络设备将第一不可用链路从主用 FlexE 链路组中删除，并将第一保护链路添加至主用 FlexE 链路组中。

通过上述方式，实现了在保护链路属于备用 FlexE 链路组的情况下链路的替换。

35 在另一个可能的设计中，保护链路属于主用 FlexE 链路组。第一网络设备/第二网络设备采用 m 条保护链路替换至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，包括：对于 m 条保护链路中的第二保护链路，若第二保护链路属于主用 FlexE 链路组，且第二保护链路用于替换第二不可用链路，则第一网络设备/第二网络设备将第二不可用链路的时隙配置，配置到第二保护链路。

通过上述方式，实现了在保护链路属于主用 FlexE 链路组的情况下链路的替换。

在又一个可能的设计中，保护倒换通知为 FlexE 信息帧，FlexE 信息帧的目标字段中携带保护倒换信息，保护倒换信息用于指示第二网络设备采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路。

5 通过扩展 FlexE 信息帧中的目标字段的功能，实现了保护倒换信息的发送。

在又一个可能的设计中，所述方法还包括：若确定 m 条不可用链路中存在 n 条链路恢复至可用，则第一网络设备向第二网络设备发送链路恢复通知，并采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路；第二网络设备根据链路恢复通知，采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路，n 为正整数，且 n 小于或等于 m；第二网络设备向第一网络设备发送链路恢复响应。

10 通过上述方式，在确定链路由不可用恢复至可用时，采用恢复至可用的链路替换保护链路，以实现及时恢复备用链路资源。

在又一个可能的设计中，所述方法还包括：第一网络设备确定主用 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用，包括：第一网络设备检测在主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收第二网络设备发送的 FlexE 信息帧；第一网络设备根据检测结果确定主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用；和/或，第一网络设备接收第二网络设备发送的接收状态信息，该接收状态信息用于指示第二网络设备在主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收第一网络设备发送的 FlexE 信息帧；第一网络设备根据接收状态信息确定主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用。

20 通过上述方式，提供了两种确定链路是否可用的方式，以实现链路的单向可用情况分别进行检测。

在又一个可能的设计中，所述方法还包括：第一网络设备向第二网络设备发送第一主从配置信息，第一主从配置信息用于指示在第一网络设备中配置的主从关系，以使得第二网络设备根据第一主从配置信息以及在第二网络设备中配置的主从关系，确定第一网络设备与第二网络设备之间的主从关系是否配置正确。第二网络设备向第一网络设备发送第二主从配置信息，第二主从配置信息用于指示在第二网络设备中配置的主从关系，以使得第一网络设备根据第二主从配置信息以及在第一网络设备中配置的主从关系，确定第一网络设备与第二网络设备之间的主从关系是否配置正确。

30 通过上述方式，FlexE 的两端设备之间即可明确主从关系，在出现不可用链路时，由主端设备选择保护链路，并发起保护倒换通知，简化流程。

另一方面，本申请实施例提供一种网络设备，该网络设备具有实现上述方法示例中第一网络设备侧或第二网络设备侧行为的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元。

35 在一个可能的设计中，网络设备的结构中包括处理器和通信接口，所述处理器被配置为支持网络设备执行上述方法中相应的功能。所述通信接口用于支持网络设备与其它网络设备之间的通信。进一步的，网络设备还可以包括存储器，所述存储器用于与处理器耦合，其保存网络设备必要的程序指令和数据。

再一方面，本申请实施例提供一种保护倒换系统，该系统包括上述方面所述的第一网络设备和第二网络设备。

又一方面，本申请实施例提供一种计算机存储介质，用于储存为上述第一网络设备和/或第二网络设备所用的计算机软件指令，其包含用于执行上述方面所设计的程序。

又一方面，本申请实施例提供一种计算机程序产品，当该计算机程序产品被执行时，其用于执行上述方面所述的第一网络设备和/或第二网络设备侧的方法。

5 相较于现有技术，本申请实施例提供的方案中，通过为 FlexE 链路组中的链路提供备用链路，实现了链路的冗余备份。这样，当 FlexE 链路组中存在不可用链路时，选择备用链路作为保护链路，采用该保护链路替换掉不可用链路，从而避免因一条链路出现故障而导致整个 FlexE 链路组停止工作的问题，满足了 FlexE 对保护倒换的应用需求。

10 附图说明

图 1 是示例性示出的一种 FlexE 的网络架构；

图 2 是示例性示出的一种保护倒换的示意图；

图 3 是本申请一个实施例提供的保护倒换方法的流程图；

图 4 是示例性示出的另一种保护倒换的示意图；

15 图 5A 是示例性示出的主端至从端方向的链路不可用时，保护倒换的示意图；

图 5B 是示例性示出的主端至从端方向的链路不可用时，保护倒换的流程图；

图 6A 是示例性示出的从端至主端方向的链路不可用时，保护倒换的示意图；

图 6B 是示例性示出的从端至主端方向的链路不可用时，保护倒换的流程图；

图 7 是示例性示出的链路恢复过程的流程图；

20 图 8 是本申请另一个实施例提供的保护倒换方法的流程图；

图 9 是示例性示出的一种应用场景的示意图；

图 10 是示例性示出的另一种应用场景的示意图；

图 11 是示例性示出的又一种应用场景的示意图；

图 12A 是本申请一个实施例提供的网络设备的示意性框图；

25 图 12B 是本申请一个实施例提供的网络设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

30 本申请实施例描述的网络架构以及业务场景是为了更加清楚地说明本申请实施例的技术方案，并不构成对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。

本申请实施例提供的技术方案可适用于图 1 所示的一种 FlexE 的网络架构中。该网络架构包括：第一网络设备 11 和第二网络设备 12。

35 网络设备（例如第一网络设备 11、第二网络设备 12 等）可以是具备数据收发功能的设备，例如路由器、交换机、数据存储设备等。

第一网络设备 11 和第二网络设备 12 之间具有至少一个 FlexE 链路组，每一个 FlexE 链路组包括逻辑上捆绑的多条链路。所谓的逻辑上捆绑，是指多条链路被划分在一起形成一

个 FlexE 链路组，这多条链路可以不存在物理连接关系，因此，FlexE 链路组中的多条链路在物理上可以是独立的。本申请实施例中涉及的链路可以是以以太网物理链路，例如光纤。在本申请实施例中，对每一条链路提供的带宽不作限定，示例性地，每一条链路提供的带宽为 100G，也即 100G 比特，1G=1024M。FlexE 的网络设备可以通过链路的编号来标识一个 FlexE 链路组中包含哪些链路，来实现多条链路的逻辑捆绑。例如，每一条链路的编号可用 1-254 之间的一个数字来标识，0 和 255 为保留数字。一个链路的编号可对应网络设备上的一个端口。第一网络设备 11 和第二网络设备 12 两端需采用相同的编号来标识同一条链路。一个 FlexE 链路组中包括的各条链路的编号不必是连续的。两个网络设备之间具有一个或多个 FlexE 链路组。一条链路可用于承载至少一个客户业务，一个客户业务可在至少一条链路上传输。在 FlexE 标准中，客户业务可以称为 Client。

在一个示例中，如图 2 所示，假设第一网络设备和第二网络设备之间具有 2 个主用 FlexE 链路组和 1 个备用 FlexE 链路组。主用 FlexE 链路组 1 中包括 4 条链路，分别记为 PG1:PHY1、PG1:PHY2、PG1:PHY3 和 PG1:PHY4。主用 FlexE 链路组 2 中包括 2 条链路，分别记为 PG2:PHY1 和 PG2:PHY2。备用 FlexE 链路组中包括 2 条链路，分别记为 Spare PHY1 和 Spare PHY2。采用本申请实施例提供的技术方案，假设当主用 FlexE 链路组 1 中的链路 PG1:PHY2 因出现故障而不可用时，从备用 FlexE 链路组中选择一条备用链路（如 Spare PHY1）作为保护链路，采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2，从而实现保护倒换。如果主用 FlexE 链路组中存在多条链路不可用，则需为该多条链路中的每一条链路提供上述保护倒换。

下面将基于上面所述的本申请实施例涉及的共性方面，对本申请实施例进一步详细说明。

请参考图 3，其示出了本申请一个实施例提供的保护倒换方法的流程图。该方法可以包括如下几个步骤。

步骤 301，第一网络设备确定主用 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用，从预配置的备用链路中选择 m 条备用链路作为保护链路，其中，m 为正整数，且 m 小于或等于主用 FlexE 链路组中的不可用链路的数量。

主用 FlexE 链路组包括逻辑上捆绑的多条链路。例如，图 2 示出的主用 FlexE 链路组 1 中包括 4 条链路，主用 FlexE 链路组 2 中包括 2 条链路。

备用链路是指当主用 FlexE 链路组中的链路不可用时，用于替换上述不可用链路的冗余链路。预配置的备用链路的总数量可根据实际需求进行确定。例如，当需要提供较强的保护倒换功能时，预配置较多数量的备用链路。

在第一种可能的实施方式中，预配置的备用链路不属于任一主用 FlexE 链路组。可选地，预配置的备用链路属于备用 FlexE 链路组。备用 FlexE 链路组中的任意一条备用链路，可用于为任一主用 FlexE 链路组中的任意一条链路提供保护倒换。例如，图 2 示出的备用 FlexE 链路组中包括 2 条链路，分别记为 Spare PHY1 和 Spare PHY2。Spare PHY1 可用于为主用 FlexE 链路组 1 和主用 FlexE 链路组 2 中的任意一条链路提供保护倒换，同样的，Spare PHY2 可用于为主用 FlexE 链路组 1 和主用 FlexE 链路组 2 中的任意一条链路提供保护倒换。

在第二种可能的实施方式中，在主用 FlexE 链路组中预配置备用链路。在某一主用 FlexE 链路组中预配置的备用链路，仅用于为其所属的主用 FlexE 链路组中的任意一条链路提供保

护倒换，而无法用于为其它主用 FlexE 链路组中的链路提供保护倒换。例如，如图 4 所示，假设第一网络设备和第二网络设备之间具有 2 个主用 FlexE 链路组。主用 FlexE 链路组 1 中包括 6 条链路，其中 4 条主用链路和 2 条备用链路。上述 4 条主用链路分别记为 PG1:PHY1、PG1:PHY2、PG1:PHY3 和 PG1:PHY4，上述 2 条备用链路分别记为 PG1:Spare PHY1 和 PG1:Spare PHY2。主用 FlexE 链路组 2 中包括 2 条链路，分别记为 PG2:PHY1 和 PG2:PHY2，上述 2 条链路均为主用链路，主用 FlexE 链路组 2 中不包括备用链路。PG1:Spare PHY1 可用于为主用 FlexE 链路组 1 中的任意一条主用链路提供保护倒换，同样的，PG1:Spare PHY2 可用于为主用 FlexE 链路组 1 中的任意一条主用链路提供保护倒换。但是，PG1:Spare PHY1 和 PG1:Spare PHY2 均无法用于为主用 FlexE 链路组 2 中的链路提供保护倒换。

第一网络设备在从预配置的备用链路中选取保护链路时，从可供选择的备用链路中选取保护链路。可供选择的备用链路是指：属于备用 FlexE 链路组和/或与不可用链路属于同一主用 FlexE 链路组，且未被使用的备用链路。

假设第一网络设备确定主用 FlexE 链路组中存在 n 条链路不可用， n 为正整数，预配置的可供选择的备用链路的数量为 p ， p 为正整数。如果 p 大于或等于 n ，则第一网络设备最多可选取 n 条保护链路，也即上述 m 的最大取值为 n ，从而为上述 n 条不可用链路中的全部链路提供保护倒换；如果 p 小于 n ，则第一网络设备最多可选取 p 条保护链路，也即上述 m 的最大取值为 p ，从而为上述 n 条不可用链路中的部分链路提供保护倒换。

针对上文提及的两种实施方式，选择保护链路的具体过程可参见下文介绍说明。

不可用链路可以是已被分配给客户业务使用的链路，也可以是未被分配给客户业务使用的链路。另外，导致链路不可用的情况可以是该链路出现故障。当然，本申请实施例并不限定其它可能情况导致链路不可用，例如在测试或维护过程中，链路被配置为由可用状态切换至不可用状态。

步骤 302，第一网络设备向第二网络设备发送保护倒换通知。

保护倒换通知用于指示第二网络设备采用 m 条保护链路替换上述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路。其中， m 条保护链路和 m 条不可用链路一一对应，也即 1 条保护链路用于替换 1 条不可用链路。可选地，保护倒换通知中指示有保护链路和不可用链路之间的对应关系，也即指示采用哪一条保护链路替换哪一条不可用链路。

第一网络设备可通过任意一条或多条可用的 FlexE 链路向第二网络设备发送保护倒换通知。上述可用的 FlexE 链路可以是主用 FlexE 链路组中未故障的链路，也可以是备用链路，如保护链路。在其它可能的实现方式中，第一网络设备与第二网络设备之间还具有除 FlexE 链路之外的其它通信通道，第一网络设备还可以通过上述其它通信通道向第二网络设备发送保护倒换通知。上述其它通信通道包括但不限于以太网通道、光传输网络通道等等，本申请实施例对此不作限定。

可选地，当保护倒换通知采用 FlexE 链路发送时，保护倒换通知为 FlexE 信息帧。FlexE 信息帧的目标字段中携带保护倒换信息，保护倒换信息用于指示第二网络设备采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路。FlexE 的两端设备（如本申请实施例中的第一网络设备和第二网络设备）在 FlexE 链路上传输的报文可称为 FlexE 信息帧，FlexE 信息帧可以是 FlexE 开销帧或 FlexE 管理帧。在 FlexE 标准中称为 FlexE Overhead Frame 和 FlexE Multiframe。FlexE 信息帧中包括 FlexE Group Number、PHY Map、PHY Number、Client Calendar、Reserved、

Management Channel-Section、Management Channel-Shim to Shim 等字段。例如，FlexE Group Number 字段用于指示 FlexE 链路组的编号，PHY Map 字段用于指示 FlexE 链路组所包括的链路，PHY Number 字段用于指示 FlexE 链路组中的链路的编号，Client Calendar 字段可称为时隙分配表，用于指示时隙与客户业务之间的分配关系，Reserved 字段为保留字段，Management Channel 字段用于指示与 FlexE 链路组相关的管理信息。上述目标字段可以是 Management Channel-Section 字段，也可以是 Reserved 字段，本申请实施例对此不作限定。

步骤 303，第一网络设备采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路。

对于上述 m 条不可用链路中的每一条不可用链路，第一网络设备采用上述 m 条保护链路中的一条保护链路进行替换。

对于上述 m 条保护链路中的第一保护链路，若第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且第一保护链路用于替换第一不可用链路，则第一网络设备将第一不可用链路从主用 FlexE 链路组中删除，并将第一保护链路添加至主用 FlexE 链路组中。其中，第一保护链路是上述 m 条保护链路中的一条，第一不可用链路是上述 m 条不可用链路中的一条。第一网络设备将第一不可用链路从主用 FlexE 链路组中删除，也即解除第一不可用链路与主用 FlexE 链路组之间的关联关系。第一网络设备将第一保护链路添加至主用 FlexE 链路组中，也即创建第一保护链路与主用 FlexE 链路组之间的关联关系。

在一个示例中，结合参考图 2，第一网络设备采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2，该替换过程可以包括如下几个步骤：

1、将 PG1:PHY2 从主用 FlexE 链路组 1 中删除，也即解除 PG1:PHY2 与主用 FlexE 链路组 1 之间的关联关系；

2、将 Spare PHY1 从备用 FlexE 链路组中删除，也即解除 Spare PHY1 与备用 FlexE 链路组之间的关联关系；

3、将 Spare PHY1 添加至主用 FlexE 链路组 1 中；

第一网络设备使用 PG1:PHY2 的配置信息进行如下配置：(1)配置 Spare PHY1 的 FlexE Group Number；(2)配置 Spare PHY1 的 PHY Map；(3)配置 Spare PHY1 的 PHY Number；(4)配置 Spare PHY1 的 Client Calendar；(5)创建 Spare PHY1 与主用 FlexE 链路组 1 之间的关联关系。

可选地，还包括如下步骤 4：

4、将 PG1:PHY2 添加至备用 FlexE 链路组中；

第一网络设备使用 Spare PHY1 的配置信息进行如下配置：(1)配置 PG1:PHY2 的 FlexE Group Number；(2)配置 PG1:PHY2 的 PHY Map；(3)配置 PG1:PHY2 的 PHY Number；(4)创建 PG1:PHY2 与备用 FlexE 链路组之间的关联关系。

对于上述 m 条保护链路中的第二保护链路，若第二保护链路属于主用 FlexE 链路组，且第二保护链路用于替换第二不可用链路，则第一网络设备将第二不可用链路的时隙配置，配置到第二保护链路。其中，第二保护链路是上述 m 条保护链路中的一条，第二不可用链路是上述 m 条不可用链路中的一条。时隙配置包括但不限于：时隙划分，时隙状态的配置，客户业务与时隙的分配关系的配置。时隙状态包括不可用 (unavailable) 状态、已使用 (used) 状态和未使用 (unused) 状态。不可用状态表示该时隙不可被分配给客户业务使用。已使用状态表示该时隙已被分配给客户业务使用。未使用状态表示该时隙可被分配给客户业务使

用，且暂未被分配给客户业务使用。

属于主用 FlexE 链路组中的备用链路，在未被使用时，其所有时隙均被配置为 unavailable 状态。在一个示例中，结合参考图 4，第一网络设备采用 PG1:Spare PHY1 替换 PG1:PHY2，第一网络设备将 PG1:PHY2 的时隙配置，配置到 PG1:Spare PHY1。例如，PG1:PHY2 上某一时隙的状态为 used，则配置 PG1:Spare PHY1 上该对应时隙由 unavailable 状态变为 used 状态。又例如，PG1:PHY2 上某一时隙被分配给客户业务 1 使用，则配置 PG1:Spare PHY1 上该对应时隙被分配给客户业务 1 使用。另外，第一网络设备还将 PG1:PHY2 上所有时隙均配置为 unavailable 状态。

步骤 304，第二网络设备根据保护倒换通知，采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路。

第二网络设备接收到第一网络设备发送的保护倒换通知之后，根据该保护倒换通知，采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路。

对于 m 条保护链路中的第一保护链路，若第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且第一保护链路用于替换第一不可用链路，则第二网络设备将第一不可用链路从主用 FlexE 链路组中删除，并将第一保护链路添加至主用 FlexE 链路组中。

对于 m 条保护链路中的第二保护链路，若第二保护链路属于主用 FlexE 链路组，且第二保护链路用于替换第二不可用链路，则第二网络设备将第二不可用链路的时隙配置，配置到第二保护链路。

第二网络设备采用保护链路替换不可用链路的具体操作过程，与步骤 303 中介绍的第一网络设备的具体操作过程相同，参见步骤 303 中的介绍说明，此处不再赘述。

步骤 305，第二网络设备向第一网络设备发送保护倒换响应。

保护倒换响应用于指示第二网络设备已根据保护倒换通知，完成链路替换。

第二网络设备可通过任意一条或多条可用的 FlexE 链路向第一网络设备发送保护倒换响应。上述可用的 FlexE 链路可以是主用 FlexE 链路组中未故障的链路，也可以是备用链路，如保护链路。在其它可能的实现方式中，第一网络设备与第二网络设备之间还具有除 FlexE 链路之外的其它通信通道，第二网络设备还可以通过上述其它通信通道向第一网络设备发送保护倒换响应。上述其它通信通道包括但不限于以太网通道、光传输网络通道等等，本申请实施例对此不作限定。

另外，对于任意一条不可用链路来说，如果该不可用链路已被分配给客户业务使用，则第一网络设备在接收到保护倒换响应之后，将在上述不可用链路上传输的客户业务切换到相应的一条保护链路上传输；如果该不可用链路未被分配给客户业务使用，则不需要进行上述客户业务的切换。

本申请实施例提供的方案中，通过为 FlexE 链路组中的链路提供备用链路，实现了链路的冗余备份。这样，当 FlexE 链路组中存在不可用链路时，选择备用链路作为保护链路，采用该保护链路替换掉不可用链路，从而避免因一条链路出现故障而导致整个 FlexE 链路组停止工作的问题，满足了 FlexE 对保护倒换的应用需求。

可选地，第一网络设备选择保护链路的具体过程可以如下：

第一网络设备在确定某一主用 FlexE 链路组中存在 a 条链路不可用时，如果该主用 FlexE 链路组中未预配置备用链路或者该主用 FlexE 链路组中不存在可供选择的备用链路，而备用

FlexE 链路组中存在可供选择的备用链路，则第一网络设备从备用 FlexE 链路组中选择 b 条备用链路作为保护链路；其中，a、b 均为正整数，且 b 小于或等于 a。假设备用 FlexE 链路组中可供选择的备用链路的数量为 c，c 为正整数。如果 c 大于或等于 a，则第一网络设备最多可选取 a 条保护链路，也即为上述 a 条不可用链路中的全部链路提供保护倒换；如果 c 小于 a，则第一网络设备最多可选取 c 条保护链路，也即为上述 a 条不可用链路中的部分链路提供保护倒换。

第一网络设备在确定某一主用 FlexE 链路组中存在 a 条链路不可用时，如果该主用 FlexE 链路组中存在可供选择的备用链路，而备用 FlexE 链路组中不存在可供选择的备用链路或者未预配置备用 FlexE 链路组，则第一网络设备从上述主用 FlexE 链路组中选择 b 条备用链路作为保护链路；其中，a、b 均为正整数，且 b 小于或等于 a。假设上述主用 FlexE 链路组中可供选择的备用链路的数量为 c，c 为正整数。如果 c 大于或等于 a，则第一网络设备最多可选取 a 条保护链路，也即为上述 a 条不可用链路中的全部链路提供保护倒换；如果 c 小于 a，则第一网络设备最多可选取 c 条保护链路，也即为上述 a 条不可用链路中的部分链路提供保护倒换。

第一网络设备在确定某一主用 FlexE 链路组中存在 a 条链路不可用时，如果该主用 FlexE 链路组中存在可供选择的备用链路，且备用 FlexE 链路组中也存在可供选择的备用链路，则第一网络设备从上述主用 FlexE 链路组和/或备用 FlexE 链路组中选择 b 条备用链路作为保护链路；其中，a、b 均为正整数，且 b 小于或等于 a。假设上述主用 FlexE 链路组和备用 FlexE 链路组中可供选择的备用链路的总数量为 c，c 为正整数。如果 c 大于或等于 a，则第一网络设备最多可选取 a 条保护链路，也即为上述 a 条不可用链路中的全部链路提供保护倒换；如果 c 小于 a，则第一网络设备最多可选取 c 条保护链路，也即为上述 a 条不可用链路中的部分链路提供保护倒换。可选地，第一网络设备优先从主用 FlexE 链路组中选取保护链路。

在上述图 3 实施例中，以第一网络设备选择保护链路，并发起保护倒换通知为例。为了避免因 FlexE 的两端设备同时发起保护倒换通知而导致选择的保护链路不同，两端设备之间可以协商主从关系，由主端设备选择保护链路并发起保护倒换通知。

可选地，主从关系的协商过程包括如下两部分：

第一部分，第一网络设备向第二网络设备发送第一主从配置信息，第一主从配置信息用于指示在第一网络设备中配置的主从关系。第二网络设备接收到第一主从配置信息之后，根据第一主从配置信息以及在第二网络设备中配置的主从关系，确定第一网络设备与第二网络设备之间的主从关系是否配置正确；

第二部分，第二网络设备向第一网络设备发送第二主从配置信息，第二主从配置信息用于指示在第二网络设备中配置的主从关系。第一网络设备接收到第二主从配置信息之后，根据第二主从配置信息以及在第一网络设备中配置的主从关系，确定第一网络设备与第二网络设备之间的主从关系是否配置正确。

其中，第一网络设备与第二网络设备之间的主从关系可以是第一网络设备为主端设备，第二网络设备为从端设备；也可以是第一网络设备为从端设备，第二网络设备为主端设备。上述主从关系可以由用户在第一网络设备与第二网络设备中配置，且可根据实际需求更改。

另外，上述主从配置信息（包括第一主从配置信息和第二主从配置信息）可以在主从关系初始配置或者重新配置时发送，也可以每隔预设时间间隔发送一次。其中，相邻两次的预设时间间隔可以相同，也可以不同。

5 可选地，上述主从配置信息被携带于 FlexE 信息帧中发送。例如，在 FlexE 信息帧的目标字段中携带主从配置信息。目标字段可以是上文介绍的 Management Channel-Section 字段，或 Reserved 字段，本申请实施例对此不作限定。另外，上述主从配置信息可以在主从关系初始配置或者重新配置后发送的第一个 FlexE 信息帧中携带，也可以在每一个 FlexE 信息帧中携带。例如，在每一个 FlexE 开销帧的 Management Channel-Section 字段中携带主从配置信息。

10 通过上述协商，第一网络设备与第二网络设备之间即可明确主从关系，在出现不可用链路时，由主端设备选择保护链路，并发起保护倒换通知，简化流程。

另外，当第一网络设备或第二网络设备确定主从关系配置不正确的情况下，可以发出告警信息，该告警信息用于指示主从关系配置不准确。通过上述方式，实现了对主从关系是否配置准确进行检测，确保主从配置的准确性。

15 可选地，第一网络设备采用如下方式，确定主用 FlexE 链路组中是否存在链路不可用。

在第一种方式中，第一网络设备自行检测是否存在链路不可用。第一网络设备检测在主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收第二网络设备发送的 FlexE 信息帧，根据检测结果确定主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用。

20 若第一网络设备在某一链路上正确接收第二网络设备发送的 FlexE 信息帧，则确定该链路可用；若第一网络设备在某一链路上未正确接收第二网络设备发送的 FlexE 信息帧，则确定该链路不可用。例如，FlexE 开销帧通常以 104.77us 发送一次，若第一网络设备在某一链路上超时未接收到第二网络设备发来的 FlexE 开销帧，则第一网络设备确定该链路不可用。或者，若第一网络设备在某一链路上接收到第二网络设备发来的 FlexE 信息帧，但接收信号强度小于预设门限值，则第一网络设备也可确定该链路不可用。

25 可选地，第一网络设备在获取上述检测结果之后，向第二网络设备发送接收状态信息，该接收状态信息用于指示第一网络设备在主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收第二网络设备发送的 FlexE 信息帧。

30 在第二种方式中，第一网络设备根据第二网络设备反馈的接收状态信息，确定是否存在链路不可用。第二网络设备自行检测是否存在链路不可用（其方式可参见上文介绍），而后向第一网络设备发送接收状态信息，该接收状态信息用于指示第二网络设备在主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收第一网络设备发送的 FlexE 信息帧。而后，第一网络设备根据接收到的接收状态信息，确定主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用。

35 第一网络设备与第二网络设备之间的链路是双向的，第一网络设备可自行检测对端至本端方向的链路是否可用，第二网络设备也可自行检测对端至本端方向的链路是否可用。

在一个示例中，接收状态信息中指示的链路状态包括：正常（Normal）状态、信号失效（signal failure, SF）状态和信号劣化（signal degradation, SD）状态。Normal 状态表示链路可用，SF 状态和 SD 状态均表示链路不可用。其中，SF 状态是指无法检测到对端信号，如无法接收到对端发送的 FlexE 信息帧；SD 状态是指能够检测到对端信号，但信号强度较

低，如能够接收到对端发送的 FlexE 信息帧，但存在误码。处于 SF 状态和 SD 状态的链路均为不可用链路，均需要通过保护链路来替换。可选地，优先替换处于 SF 状态的链路。

可选地，上述接收状态信息被携带于 FlexE 信息帧中发送。例如，在 FlexE 信息帧的目标字段中携带接收状态信息。目标字段可以是上文介绍的 Management Channel-Section 字段，或 Reserved 字段，本申请实施例对此不作限定。另外，上述接收状态信息可以在链路状态发生变化时发送，也可以在每一个 FlexE 信息帧中携带。例如，在每一个 FlexE 开销帧的 Management Channel-Section 字段中携带接收状态信息。

在一个示例中，通过对 FlexE 信息帧中的目标字段（如 Management Channel-Section 字段）进行扩展，使之携带接收状态信息、主从指示信息或倒换动作信息。其中，倒换动作信息可以是上文介绍的保护倒换信息和保护倒换响应，也可以是下文介绍的链路恢复信息和链路恢复响应。

在主用 FlexE 链路组中的链路上传输的 FlexE 信息帧的目标字段中携带的信息如下表-1 所示：

目标字段中携带的信息	用途	传递时机
接收状态信息	用于通知对端，本端在此链路上接收对端发送的 FlexE 信息帧的状态，包括 Normal、SF 和 SD 三种状态	始终
主从指示信息	用于通知对端，在本端中配置的主从关系	始终

表-1

在备用链路上传输的 FlexE 信息帧的目标字段中携带的信息如下表-2 所示：

目标字段中携带的信息	用途	传递时机
接收状态信息	用于通知对端，本端在此链路上接收对端发送的 FlexE 信息帧的状态，包括 Normal、SF 和 SD 三种状态	始终
倒换动作信息	主端设备向从端设备发送的倒换动作信息，用于通知从端设备，利用保护链路替换不可用链路（也即保护倒换信息），或者，利用恢复至可用的链路替换保护链路（也即链路恢复信息）； 从端设备向主端设备发送的倒换动作信息，用于通知主端设备，倒换的执行结果（如保护倒换响应或链路恢复响应）	倒换时

表-2

另外，上述表-1 和表-2 中的传递时机为“始终”表示在每一个 FlexE 信息帧中携带，传递时机为“倒换时”表示在需要进行倒换时发送的某一个 FlexE 信息帧中携带。

在上文已经介绍，发生链路不可用的情况，可能是主端设备至从端设备的方向不可用，也可能是从端设备至主端设备的方向不可用。

结合参考图 5A 和图 5B，以第一网络设备为主端设备，第二网络设备为从端设备为例，对于主用 FlexE 链路组 1 中的 PGI:PHY2 链路，如果主端设备至从端设备的方向不可用，相应的保护倒换过程如下：

步骤 51, 第二网络设备向第一网络设备发送接收状态信息, 该接收状态信息中指示 PG1:PHY2 为 SF 状态;

步骤 52, 第一网络设备从预配置的备用链路中选择 Spare PHY1 作为保护链路;

步骤 53, 第一网络设备向第二网络设备发送保护倒换通知, 该保护倒换通知用于指示
5 第二网络设备采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2;

步骤 54, 第一网络设备采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2;

步骤 55, 第二网络设备根据保护倒换通知, 采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2;

步骤 56, 第二网络设备向第一网络设备发送保护倒换响应。

结合参考图 6A 和图 6B, 以第一网络设备为主端设备, 第二网络设备为从端设备为例,
10 对于主用 FlexE 链路组 1 中的 PG1:PHY2 链路, 如果从端设备至主端设备的方向不可用, 相应的保护倒换过程如下:

步骤 61, 第一网络设备检测到 PG1:PHY2 不可用;

步骤 62, 第一网络设备向第二网络设备发送接收状态信息, 该接收状态信息中指示
15 PG1:PHY2 为 SF 状态;

步骤 63, 第一网络设备从预配置的备用链路中选择 Spare PHY1 作为保护链路;

步骤 64, 第一网络设备向第二网络设备发送保护倒换通知, 该保护倒换通知用于指示
第二网络设备采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2;

步骤 65, 第一网络设备采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2;

步骤 66, 第二网络设备根据保护倒换通知, 采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2;

20 步骤 67, 第二网络设备向第一网络设备发送保护倒换响应。

可选地, 如图 7 所示, 第一网络设备和第二网络设备在采用 m 条保护链路替换 m 条不可用链路之后, 还执行如下步骤:

步骤 306, 若第一网络设备确定 m 条不可用链路中存在 n 条链路恢复至可用, 则第一
25 网络设备向第二网络设备发送链路恢复通知, n 为正整数, 且 n 小于或等于 m。

第一网络设备可以采用上文介绍的自行检测的方式, 或者根据第二网络设备发来的接收状态信息, 确定不可用链路是否恢复至可用。

链路恢复通知用于指示第二网络设备采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路。其中, n 条恢复至可用的链路和 n 条保护链路一一对应, 也即 1 条恢复至可用的链路用于替
30 换 1 条保护链路。可选地, 链路恢复通知中指示有恢复至可用的链路与保护链路之间的对应关系, 也即指示采用哪一条恢复至可用的链路替换哪一条保护链路。

第一网络设备可以通过任意一条或多条可用的 FlexE 链路向第二网络设备发送保护倒换通知。上述可用的 FlexE 链路可以是主用 FlexE 链路组中未故障的链路, 如恢复至可用的链路, 也可以是保护链路, 或者其它备用链路。或者, 第一网络设备还可以通过其它通信
35 通道向第二网络设备发送链路恢复通知。上述其它通信通道包括但不限于以太网通道、光传输网络通道等等, 本申请实施例对此不作限定。

可选地, 当链路恢复通知采用 FlexE 链路发送时, 链路恢复通知为 FlexE 信息帧。FlexE 信息帧的目标字段中携带链路恢复信息, 链路恢复信息用于指示第二网络设备采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路。例如, 上述目标字段可以是 Management Channel-Section

字段，也可以是 Reserved 字段，本申请实施例对此不作限定。

步骤 307，第一网络设备采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路。

对于上述 n 条保护链路中的每一条保护链路，第一网络设备采用上述 n 条恢复至可用的链路中的一条链路进行替换。

5 对于上述 n 条保护链路中的第一保护链路，若第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且采用第一恢复链路替换第一保护链路，则第一网络设备将第一保护链路从主用 FlexE 链路组中删除，并将第一恢复链路添加至主用 FlexE 链路组中。其中，第一恢复链路是上述 n 条恢复至可用的链路中的一条链路。第一网络设备将第一保护链路从主用 FlexE 链路组中删除，也即解除第一保护链路与主用 FlexE 链路组之间的关联关系。第一网络设备将第一恢复链路
10 添加至主用 FlexE 链路组中，也即创建第一恢复链路与主用 FlexE 链路组之间的关联关系。

在一个示例中，结合参考图 2，假设 PG1:PHY2 由不可用恢复至可用，第一网络设备采用 PG1:PHY2 替换 Spare PHY1。该替换过程与上文介绍的采用保护链路替换不可用链路的替换过程相同，此处不再赘述。

15 对于上述 n 条保护链路中的第二保护链路，若第二保护链路属于主用 FlexE 链路组，且采用第二恢复链路替换第二保护链路，则第一网络设备将第二保护链路的时隙配置，配置到第二恢复链路。其中，第二恢复链路是上述 n 条恢复至可用的链路中的一条链路。

在一个示例中，结合参考图 4，假设 PG1:PHY2 由不可用恢复至可用，第一网络设备采用 PG1:PHY2 替换 PG1:Spare PHY1。该替换过程与上文介绍的采用保护链路替换不可用链路的替换过程相同，此处不再赘述。

20 步骤 308，第二网络设备根据链路恢复通知，采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路。

第二网络设备接收到第一网络设备发送的链路恢复通知之后，根据该链路恢复通知，采用 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路。

25 第二网络设备采用恢复至可用的链路替换保护链路的具体操作过程，与步骤 307 中介绍的第一网络设备的具体操作过程相同，参见步骤 307 中的介绍说明，此处不再赘述。

步骤 309，第二网络设备向第一网络设备发送链路恢复响应。

链路恢复响应用于指示第二网络设备已根据链路恢复通知，完成链路替换。

30 第二网络设备可通过任意一条或多条可用的 FlexE 链路向第一网络设备发送链路恢复响应。上述可用的 FlexE 链路可以是主用 FlexE 链路组中未故障的链路，如恢复至可用的链路，也可以是保护链路，或者其它备用链路。或者，第二网络设备还可以通过其它通信通道向第一网络设备发送链路恢复响应。上述其它通信通道包括但不限于以太网通道、光传输网络通道等等，本申请实施例对此不作限定。

35 第一网络设备可以通过任意一条或多条可用的 FlexE 链路向第二网络设备发送保护倒换通知。上述可用的 FlexE 链路可以是主用 FlexE 链路组中未故障的链路，如恢复至可用的链路，也可以是保护链路，或者其它备用链路。或者，第一网络设备还可以通过其它通信通道向第二网络设备发送链路恢复通知。上述其它通信通道包括但不限于以太网通道、光传输网络通道等等，本申请实施例对此不作限定。

本申请实施例提供的方案中，通过在确定链路由不可用恢复至可用时，采用恢复至可用的链路替换保护链路，以实现及时恢复备用链路资源。

此外，在其它可能的实现方式中，也可以使用非恢复模式，也即不可用链路在被保护链路替换之后，即变成备用链路，在不可用链路恢复至可用后，无需执行上述实施例介绍的链路恢复的操作。

5 在一个示例中，如图 8 所示，对于主用 FlexE 链路组中的任意一条链路，当第一网络设备确定该链路不可用（也即该链路为不可用链路）时，执行如下步骤流程，对该不可用链路进行保护倒换。

步骤 801，第一网络设备在确定主用 FlexE 链路组中存在任意一条链路不可用时，从预配置的备用链路中选择一条备用链路作为保护链路；

10 在本实施例中，以图 2 所示的保护倒换场景为例。第一网络设备在确定主用 FlexE 链路组 1 中的 PG1:PHY2 不可用时，从备用 FlexE 链路组中选择 Spare PHY1 作为保护链路。

步骤 802，第一网络设备通过保护链路向第二网络设备发送保护倒换通知；

15 可选地，第一网络设备通过 Spare PHY1 向第二网络设备发送 FlexE 信息帧，该 FlexE 信息帧的 Management Channel-Section 字段中携带保护倒换信息。该保护倒换信息用于指示第二网络设备采用 Spare PHY1 替换 PG1:PHY2，例如，该保护倒换信息中携带 PG1:PHY2 的编号以及保护倒换动作的指示信息。

步骤 803，第一网络设备采用保护链路替换不可用链路；

20 第一网络设备将 PG1:PHY2 从主用 FlexE 链路组 1 中删除，将 Spare PHY1 从备用 FlexE 链路组中删除，而后将 Spare PHY1 添加至主用 FlexE 链路组 1 中。可选地，第一网络设备还将 PG1:PHY2 添加至备用 FlexE 链路组中。

步骤 804，第二网络设备根据保护倒换通知，采用保护链路替换不可用链路；

25 第二网络设备在接收到保护倒换通知之后，根据保护倒换通知，将 PG1:PHY2 从主用 FlexE 链路组 1 中删除，将 Spare PHY1 从备用 FlexE 链路组中删除，而后将 Spare PHY1 添加至主用 FlexE 链路组 1 中。可选地，第二网络设备还将 PG1:PHY2 添加至备用 FlexE 链路组中。

步骤 805，第二网络设备通过保护链路向第一网络设备发送保护倒换响应；

第二网络设备完成上述保护倒换动作之后，通过 Spare PHY1 向第一网络设备发送 FlexE 信息帧，该 FlexE 信息帧的 Management Channel-Section 字段中携带保护倒换响应。

可选地，如果采用恢复模式，如图 8 所示，本实施例还包括如下步骤：

30 步骤 806，第一网络设备在确定不可用链路恢复至可用后，通过保护链路向第二网络设备发送链路恢复通知；

35 可选地，第一网络设备在确定 PG1:PHY2 由不可用恢复至可用后，通过 Spare PHY1 向第二网络设备发送 FlexE 信息帧，该 FlexE 信息帧的 Management Channel-Section 字段中携带链路恢复信息。该链路恢复信息用于指示第二网络设备采用 PG1:PHY2 替换 Spare PHY1，例如，该链路恢复信息中携带 PG1:PHY2 的编号以及链路恢复动作的指示信息。

步骤 807，第一网络设备采用恢复至可用的链路替换保护链路；

第一网络设备将 Spare PHY1 从主用 FlexE 链路组 1 中删除，而后将恢复至可用的 PG1:PHY2 添加至主用 FlexE 链路组 1 中，并将 Spare PHY1 添加至备用 FlexE 链路组中。

步骤 808，第二网络设备根据链路恢复通知，采用恢复至可用的链路替换保护链路；

第二网络设备在接收到链路恢复通知之后，根据链路恢复通知，将 Spare PHY1 从主用 FlexE 链路组 1 中删除，而后将恢复至可用的 PG1:PHY2 添加至主用 FlexE 链路组 1 中，并将 Spare PHY1 添加至备用 FlexE 链路组中。

步骤 809，第二网络设备通过保护链路向第一网络设备发送链路恢复响应。

5 第二网络设备完成上述链路恢复动作之后，通过 Spare PHY1 向第一网络设备发送 FlexE 信息帧，该 FlexE 信息帧的 Management Channel-Section 字段中携带链路恢复响应。

需要说明的一点是，在本实施例中，仅以通过保护链路发送链路恢复通知和链路恢复响应为例。在其它可能的实现方式中，也可以通过恢复至可用的链路发送链路恢复通知和链路恢复响应。

10 对于主用 FlexE 链路组中的任意一条链路，当该链路不可用时，均可采用本实施例提供的方式选择保护链路，通过该保护链路对该不可用链路进行保护倒换。

下面，对本申请实施例提供的技术方案的应用场景做示例性介绍。

1、数据设备 FlexE 接口直连场景

15 如图 9 所示，两台数据设备（包括数据设备 1 和数据设备 2）之间通过 FlexE 接口直连，其中，数据设备 1 作为主端设备，数据设备 2 作为从端设备。数据设备 1 和数据设备 2 之间包括主用 FlexE 链路组 1，该主用 FlexE 链路组 1 中包括 4 条链路。数据设备 1 和数据设备 2 之间还包括备用 FlexE 链路组，该备用 FlexE 链路组中包括 2 条备用链路。示例性地，当主用 FlexE 链路组 1 中的 PG1:PHY2 不可用时，采用备用 FlexE 链路组中的 Spare PHY1

2、传送网 FlexE Termination 应用场景

20 在此种应用场景下，如图 10 所示，传送网设备（如图中的传送设备 1 和传送设备 2）将 FlexE 信号还原到 FlexE Client 级别进行传送。接入传送网的两端分别配置了两个保护组（如图中示出的保护组 1 和保护组 2），通过保护组对数据设备与传送设备之间的 FlexE 接口进行保护。两个保护组的配置互相独立。

30 如图 10 所示，保护组 1 中包括数据设备 1 和传送设备 1，其中，数据设备 1 作为主端设备，传送设备 2 作为从端设备。数据设备 1 和传送设备 1 之间包括主用 FlexE 链路组 1，该主用 FlexE 链路组 1 中包括 4 条链路。数据设备 1 和传送设备 1 之间还包括备用 FlexE 链路组 1，该备用 FlexE 链路组 1 中包括 2 条备用链路。示例性地，当主用 FlexE 链路组 1 中的 PG1:PHY2 不可用时，采用备用 FlexE 链路组 1 中的 Spare PHY1 作为保护链路，替换 PG1:PHY2。保护组 2 中包括传送设备 2 和数据设备 2，其中，传送设备 2 和数据设备 2 之间包括主用 FlexE 链路组 2，该主用 FlexE 链路组 2 中包括 5 条链路。传送设备 2 和数据设备 2 之间还包括备用 FlexE 链路组 2，该备用 FlexE 链路组 2 中包括 3 条备用链路。

3、传送网 FlexE Aware 应用场景

35 在此种应用场景下，如图 11 所示，传送网设备（如图中的传送设备 1 和传送设备 2）对 FlexE 的开销和净荷进行传送。接入传送网的两端分别配置了两个保护组（如图中示出的保护组 1 和保护组 2），通过保护组对数据设备与传送设备之间的 FlexE 接口进行保护。两个保护组的配置互相独立。

如图 11 所示，保护组 1 中包括数据设备 1 和传送设备 1，其中，数据设备 1 作为主端

设备，传送设备 2 作为从端设备。数据设备 1 和传送设备 1 之间包括主用 FlexE 链路组 1，该主用 FlexE 链路组 1 中包括 4 条链路。数据设备 1 和传送设备 1 之间还包括备用 FlexE 链路组 1，该备用 FlexE 链路组 1 中包括 2 条备用链路。示例性地，当主用 FlexE 链路组 1 中的 PG1:PHY2 不可用时，采用备用 FlexE 链路组 1 中的 Spare PHY1 作为保护链路，替换 PG1:PHY2。保护组 2 中包括传送设备 2 和数据设备 2，其中，传送设备 2 和数据设备 2 之间包括主用 FlexE 链路组 2，该主用 FlexE 链路组 2 中包括 4 条链路。传送设备 2 和数据设备 2 之间还包括备用 FlexE 链路组 2，该备用 FlexE 链路组 2 中包括 3 条备用链路。

上述主要从第一网络设备和第二网络设备交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是，网络设备（例如第一网络设备、第二网络设备）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。结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，本申请实施例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。本领域技术人员可以对每个特定的应用来使用不同的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实施例的技术方案的范围。

本申请实施例可以根据上述方法示例对网络设备（例如第一网络设备、第二网络设备）进行功能单元的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能单元，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理单元中。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。需要说明的是，本申请实施例中对单元的划分是示意性的，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。

在采用集成的单元的情况下，图 12A 示出了上述实施例中所涉及的网络设备的一种可能的结构示意图。网络设备 1200 包括：处理单元 1202 和通信单元 1203。处理单元 1202 用于对网络设备 1200 的动作进行控制管理。例如，当网络设备 1200 为第一网络设备时，处理单元 1202 用于支持网络设备 1200 执行图 3 中的步骤 301-303，图 7 中的步骤 306-307，图 8 中的步骤 801-803 和 806-807，和/或用于执行本文所描述的技术的其它步骤。当网络设备 1200 为第二网络设备时，处理单元用于支持网络设备 1200 执行图 3 中的步骤 304-305，图 7 中的步骤 308-309，图 8 中的步骤 804-805 和 808-809，和/或用于执行本文所描述的技术的其它步骤。通信单元 1203 用于支持网络设备 1200 与其它网络设备的通信。网络设备 1200 还可以包括存储单元 1201，用于存储网络设备 1200 的程序代码和数据。

其中，处理单元 1202 可以是处理器或控制器，例如可以是中央处理器（Central Processing Unit, CPU），通用处理器，数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP），专用集成电路（Application-Specific Integrated Circuit, ASIC），现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array, FPGA）或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。其可以实现或执行结合本申请公开内容所描述的各种示例性的逻辑方框，模块和电路。所述处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包含一个或多个微处理器组合，DSP 和微处理器的组合等等。通信单元 1203 可以是通信接口、收发器、收发电路等，其中，通信接口是统称，可以包括一个或多个接口，例如第一网络设备与第二网络设备之间的接口。存储单元 1201 可以是存储器。

当处理单元 1202 为处理器，通信单元 1203 为通信接口，存储单元 1201 为存储器时，

本申请实施例所涉及的网络设备可以为图 12B 所示的网络设备。

参阅图 12B 所示，该网络设备 1210 包括：处理器 1212、通信接口 1213、存储器 1211。可选地，网络设备 1210 还可以包括总线 1214。其中，通信接口 1213、处理器 1212 以及存储器 1211 可以通过总线 1214 相互连接；总线 1214 可以是外设部件互连标准（Peripheral Component Interconnect，简称 PCI）总线或扩展工业标准结构（Extended Industry Standard Architecture，简称 EISA）总线等。所述总线 1214 可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 12B 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

上述图 12A 或图 12B 所示的网络设备可以是第一网络设备或第二网络设备。

结合本申请实施例公开内容所描述的方法或者算法的步骤可以硬件的方式来实现，也可以是由处理器执行软件指令的方式来实现。软件指令可以由相应的软件模块组成，软件模块可以被存放于随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、闪存、只读存储器（Read Only Memory, ROM）、可擦除可编程只读存储器（Erasable Programmable ROM, EPROM）、电可擦可编程只读存储器（Electrically EPROM, EEPROM）、寄存器、硬盘、移动硬盘、只读光盘（CD-ROM）或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。当然，存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外，该 ASIC 可以位于网络设备中。当然，处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于网络设备中。

本领域技术人员应该可以意识到，在上述一个或多个示例中，本申请实施例所描述的功能可以用硬件、软件、固件或它们的任意组合来实现。当使用软件实现时，可以将这些功能存储在计算机可读介质中或者作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质，其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

以上所述的具体实施方式，对本申请实施例的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本申请实施例的具体实施方式而已，并不用于限定本申请实施例的保护范围，凡在本申请实施例的技术方案的基础之上，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包括在本申请实施例的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种保护倒换方法，其特征在于，所述方法包括：

第一网络设备确定主用灵活以太网 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用，从预配置
5 的备用链路中选择 m 条备用链路作为保护链路，其中，所述主用 FlexE 链路组包括逻辑上
捆绑的多条链路， m 为正整数，且 m 小于或等于所述主用 FlexE 链路组中的不可用链路的
数量；

所述第一网络设备向第二网络设备发送保护倒换通知，并采用所述 m 条保护链路替换
所述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，所述保护倒换通知用于指示所述第二网络
10 设备采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路，其中， m 条保护链路和 m 条不可用
链路一一对应；

所述第一网络设备接收所述第二网络设备发送的保护倒换响应。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一网络设备采用所述 m 条保护链
15 路替换所述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，包括：

对于所述 m 条保护链路中的第一保护链路，若所述第一保护链路属于备用 FlexE 链路
组，且所述第一保护链路用于替换第一不可用链路，则所述第一网络设备将所述第一不可
用链路从所述主用 FlexE 链路组中删除，并将所述第一保护链路添加至所述主用 FlexE 链路
组中。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一网络设备采用所述 m 条保护链
20 路替换所述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，包括：

对于所述 m 条保护链路中的第二保护链路，若所述第二保护链路属于所述主用 FlexE
链路组，且所述第二保护链路用于替换第二不可用链路，则所述第一网络设备将所述第二
25 不可用链路的时隙配置，配置到所述第二保护链路。

4、根据权利要求 1 至 3 任一项所述的方法，其特征在于，所述保护倒换通知为 FlexE
信息帧，所述 FlexE 信息帧的目标字段中携带保护倒换信息，所述保护倒换信息用于指示所
30 述第二网络设备采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路。

5、根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若确定所述 m 条不可用链路中存在 n 条链路恢复至可用，则所述第一网络设备向所述
第二网络设备发送链路恢复通知，并采用所述 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路，
所述链路恢复通知用于指示所述第二网络设备采用所述 n 条恢复至可用的链路替换所述
35 条保护链路， n 为正整数，且 n 小于或等于 m ；

所述第一网络设备接收所述第二网络设备发送的链路恢复响应。

6、根据权利要求 1 至 5 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一网络设备确定主用
FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用，包括：

所述第一网络设备检测在所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收所述第二网络设备发送的 FlexE 信息帧；所述第一网络设备根据检测结果确定所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用；

和/或，

5 所述第一网络设备接收所述第二网络设备发送的接收状态信息，所述接收状态信息用于指示所述第二网络设备在所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收所述第一网络设备发送的 FlexE 信息帧；所述第一网络设备根据所述接收状态信息确定所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用。

10 7、根据权利要求 1 至 6 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一网络设备向所述第二网络设备发送第一主从配置信息，所述第一主从配置信息用于指示在所述第一网络设备中配置的主从关系，以使得所述第二网络设备根据所述第一主从配置信息以及在所述第二网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的主从关系是否配置正确；

15 和/或，

所述第一网络设备接收所述第二网络设备发送的第二主从配置信息，所述第二主从配置信息用于指示在所述第二网络设备中配置的主从关系；所述第一网络设备根据所述第二主从配置信息以及在所述第一网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的主从关系是否配置正确。

20 8、一种保护倒换方法，其特征在于，所述方法包括：

第二网络设备接收第一网络设备发送的保护倒换通知，所述保护倒换通知由所述第一网络设备在确定主用灵活以太网 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用时，从预配置的备用链路中选择 m 条备用链路作为保护链路后发送，所述主用 FlexE 链路组包括逻辑上捆绑的多条链路，所述保护倒换通知用于指示所述第二网络设备采用所述 m 条保护链路替换所述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，其中，m 条保护链路和 m 条不可用链路一一对应，m 为正整数，且 m 小于或等于所述主用 FlexE 链路组中的不可用链路的数量；

所述第二网络设备根据所述保护倒换通知，采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路；

30 所述第二网络设备向所述第一网络设备发送保护倒换响应。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述第二网络设备采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路，包括：

35 对于所述 m 条保护链路中的第一保护链路，若所述第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且所述第一保护链路用于替换第一不可用链路，则所述第二网络设备将所述第一不可用链路从所述主用 FlexE 链路组中删除，并将所述第一保护链路添加至所述主用 FlexE 链路组中。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述第二网络设备采用所述 m 条保护

链路替换所述 m 条不可用链路，包括：

对于所述 m 条保护链路中的第二保护链路，若所述第二保护链路属于所述主用 FlexE 链路组，且所述第二保护链路用于替换第二不可用链路，则所述第二网络设备将所述第二不可用链路的时隙配置，配置到所述第二保护链路。

5

11、根据权利要求 8 至 10 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二网络设备接收所述第一网络设备发送的链路恢复通知，所述链路恢复通知由所述第一网络设备在确定所述 m 条不可用链路中存在 n 条链路恢复至可用后发送，所述链路恢复通知用于指示所述第二网络设备采用所述 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路，

10 n 为正整数，且 n 小于或等于 m；

所述第二网络设备根据所述链路恢复通知，采用所述 n 条恢复至可用的链路替换所述 n 条保护链路；

所述第二网络设备向所述第一网络设备发送链路恢复响应。

15 12、根据权利要求 8 至 11 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二网络设备向所述第一网络设备发送接收状态信息，所述接收状态信息用于指示所述第二网络设备在所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收所述第一网络设备发送的 FlexE 信息帧。

20 13、根据权利要求 8 至 12 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二网络设备接收所述第一网络设备发送的第一主从配置信息，所述第一主从配置信息用于指示在所述第一网络设备中配置的主从关系；所述第二网络设备根据所述第一主从配置信息以及在所述第二网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的

25 和/或，

所述第二网络设备向所述第一网络设备发送第二主从配置信息，所述第二主从配置信息用于指示在所述第二网络设备中配置的主从关系，以使得所述第一网络设备根据所述第二主从配置信息以及在所述第一网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的主从关系是否配置正确。

30

14、一种网络设备，其特征在于，所述网络设备为第一网络设备，所述网络设备包括：处理单元和通信单元；

所述处理单元，用于确定主用灵活以太网 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用，从预配置的备用链路中选择 m 条备用链路作为保护链路，其中，所述主用 FlexE 链路组包括逻辑上捆绑的多条链路，m 为正整数，且 m 小于或等于所述主用 FlexE 链路组中的不可用链路的数量；

35

所述通信单元，用于向第二网络设备发送保护倒换通知，所述保护倒换通知用于指示所述第二网络设备采用所述 m 条保护链路替换所述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，其中，m 条保护链路和 m 条不可用链路一一对应；

所述处理单元，还用于采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路；
所述通信单元，还用于接收所述第二网络设备发送的保护倒换响应。

15、根据权利要求 14 所述的网络设备，其特征在于，所述处理单元，用于：

5 对于所述 m 条保护链路中的第一保护链路，若所述第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且所述第一保护链路用于替换第一不可用链路，则将所述第一不可用链路从所述主用 FlexE 链路组中删除，并将所述第一保护链路添加至所述主用 FlexE 链路组中。

16、根据权利要求 14 所述的网络设备，其特征在于，所述处理单元，用于：

10 对于所述 m 条保护链路中的第二保护链路，若所述第二保护链路属于所述主用 FlexE 链路组，且所述第二保护链路用于替换第二不可用链路，则将所述第二不可用链路的时隙配置，配置到所述第二保护链路。

17、根据权利要求 14 至 16 任一项所述的网络设备，其特征在于，所述保护倒换通知
15 为 FlexE 信息帧，所述 FlexE 信息帧的目标字段中携带保护倒换信息，所述保护倒换信息用于指示所述第二网络设备采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路。

18、根据权利要求 14 至 17 任一项所述的网络设备，其特征在于，

20 所述通信单元，还用于若所述处理单元确定所述 m 条不可用链路中存在 n 条链路恢复至可用，则向所述第二网络设备发送链路恢复通知，所述链路恢复通知用于指示所述第二网络设备采用所述 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路，n 为正整数，且 n 小于或等于 m；

所述处理单元，还用于采用所述 n 条恢复至可用的链路替换所述 n 条保护链路，
所述通信单元，还用于接收所述第二网络设备发送的链路恢复响应。

19、根据权利要求 14 至 18 任一项所述的网络设备，其特征在于，所述处理单元，用于：

检测在所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收所述第二网络设备发送的 FlexE 信息帧；根据检测结果确定所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用；

30 和/或，

根据所述通信单元从所述第二网络设备接收到的接收状态信息，确定所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路是否可用，所述接收状态信息用于指示所述第二网络设备在所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收所述第一网络设备发送的 FlexE 信息帧。

20、根据权利要求 14 至 19 任一项所述的网络设备，其特征在于，

35 所述通信单元，还用于向所述第二网络设备发送第一主从配置信息，所述第一主从配置信息用于指示在所述第一网络设备中配置的主从关系，以使得所述第二网络设备根据所述第一主从配置信息以及在所述第二网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的主从关系是否配置正确；

和/或，

所述通信单元，还用于接收所述第二网络设备发送的第二主从配置信息，所述第二主从配置信息用于指示在所述第二网络设备中配置的主从关系；所述处理单元，还用于根据所述第二主从配置信息以及在所述第一网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与
5 所述第二网络设备之间的
主从关系是否配置正确。

21、一种网络设备，其特征在于，所述网络设备为第二网络设备，所述网络设备包括：处理单元和通信单元；

所述通信单元，用于接收第一网络设备发送的保护倒换通知，所述保护倒换通知由所述
10 所述第一网络设备在确定主用灵活以太网 FlexE 链路组中存在至少一条链路不可用时，从预配置的备用链路中选择 m 条备用链路作为保护链路后发送，所述主用 FlexE 链路组包括逻辑上捆绑的多条链路，所述保护倒换通知用于指示所述第二网络设备采用所述 m 条保护链路替换所述至少一条不可用链路中的 m 条不可用链路，其中，m 条保护链路和 m 条不可用链路一一对应，m 为正整数，且 m 小于或等于所述主用 FlexE 链路组中的不可用链路的数量；

所述处理单元，用于根据所述保护倒换通知，采用所述 m 条保护链路替换所述 m 条不可用链路；

所述通信单元，还用于向所述第一网络设备发送保护倒换响应。

22、根据权利要求 21 所述的网络设备，其特征在于，所述处理单元，用于：

对于所述 m 条保护链路中的第一保护链路，若所述第一保护链路属于备用 FlexE 链路组，且所述第一保护链路用于替换第一不可用链路，则将所述第一不可用链路从所述主用 FlexE 链路组中删除，并将所述第一保护链路添加至所述主用 FlexE 链路组中。

23、根据权利要求 21 所述的网络设备，其特征在于，所述处理单元，用于：

对于所述 m 条保护链路中的第二保护链路，若所述第二保护链路属于所述主用 FlexE 链路组，且所述第二保护链路用于替换第二不可用链路，则将所述第二不可用链路的时隙配置，配置到所述第二保护链路。

24、根据权利要求 21 至 23 任一项所述的网络设备，其特征在于，

所述通信单元，还用于接收所述第一网络设备发送的链路恢复通知，所述链路恢复通知由所述
30 所述第一网络设备在确定所述 m 条不可用链路中存在 n 条链路恢复至可用后发送，所述链路恢复通知用于指示所述第二网络设备采用所述 n 条恢复至可用的链路替换 n 条保护链路，n 为正整数，且 n 小于或等于 m；

所述处理单元，还用于根据所述链路恢复通知，采用所述 n 条恢复至可用的链路替换
35 所述 n 条保护链路；

所述通信单元，还用于向所述第一网络设备发送链路恢复响应。

25、根据权利要求 21 至 24 任一项所述的网络设备，其特征在于，

所述通信单元，还用于向所述第一网络设备发送接收状态信息，所述接收状态信息用

于指示所述第二网络设备在所述主用 FlexE 链路组包括的各条链路上是否正确接收所述第一网络设备发送的 FlexE 信息帧。

26、根据权利要求 21 至 25 任一项所述的网络设备，其特征在于，

5 所述通信单元，还用于接收所述第一网络设备发送的第一主从配置信息，所述第一主从配置信息用于指示在所述第一网络设备中配置的主从关系；所述处理单元，还用于根据所述第一主从配置信息以及在所述第二网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的主从关系是否配置正确；

和/或，

10 所述通信单元，还用于向所述第一网络设备发送第二主从配置信息，所述第二主从配置信息用于指示在所述第二网络设备中配置的主从关系，以使得所述第一网络设备根据所述第二主从配置信息以及在所述第一网络设备中配置的主从关系，确定所述第一网络设备与所述第二网络设备之间的主从关系是否配置正确。

15 27、一种保护倒换系统，其特征在于，所述系统包括：第一网络设备和第二网络设备；
所述第一网络设备是如权利要求 14 至 20 任一项所述的网络设备；
所述第二网络设备是如权利要求 21 至 26 任一项所述的网络设备。

20 28、一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质中存储有可执行指令，
所述可执行指令用于执行如权利要求 1 至 7 任一项所述的方法。

29、一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质中存储有可执行指令，
所述可执行指令用于执行如权利要求 8 至 13 任一项所述的方法。

25

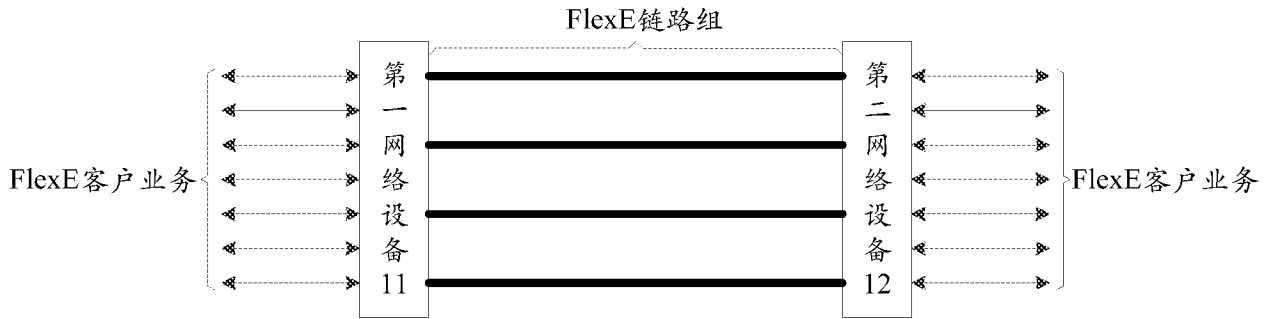


图 1

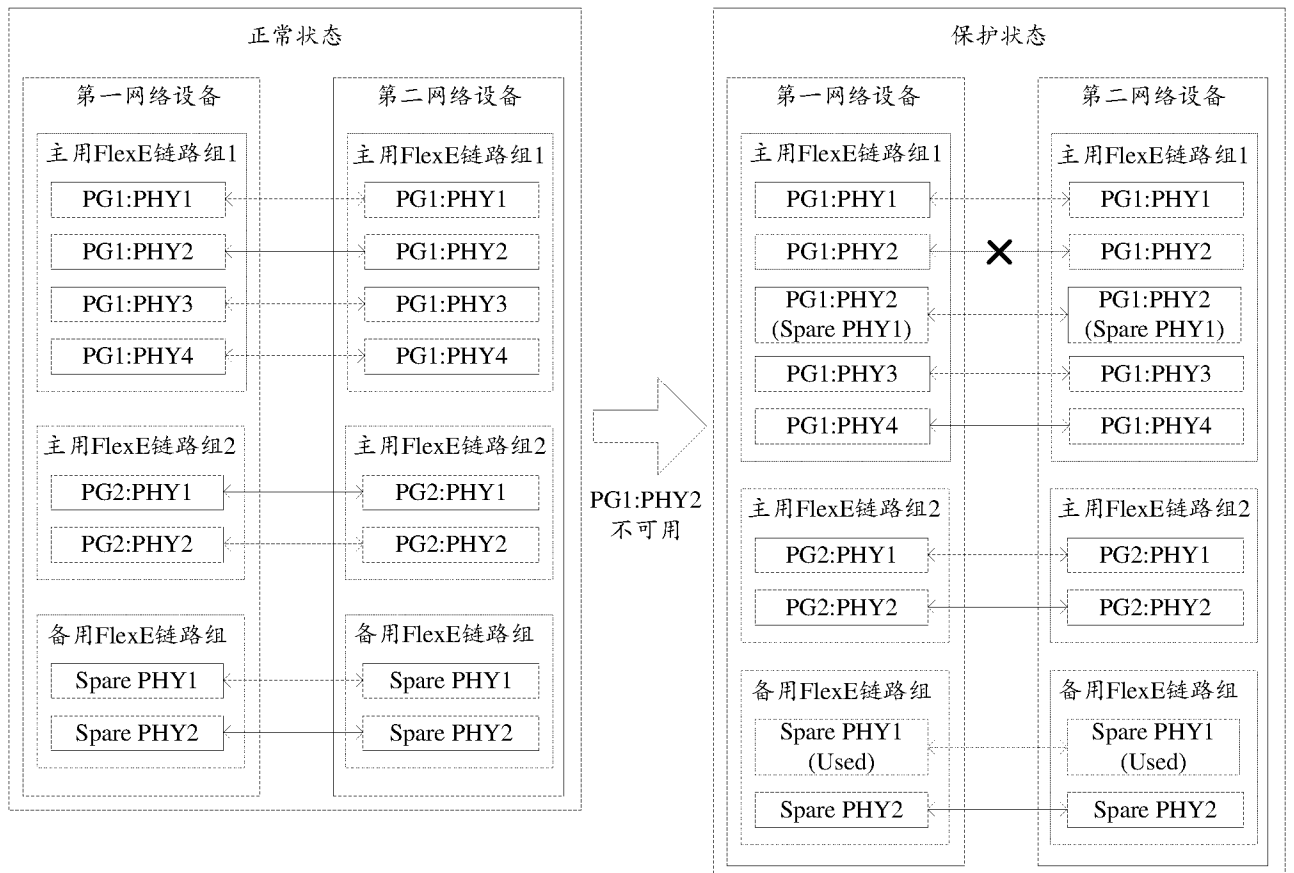


图 2

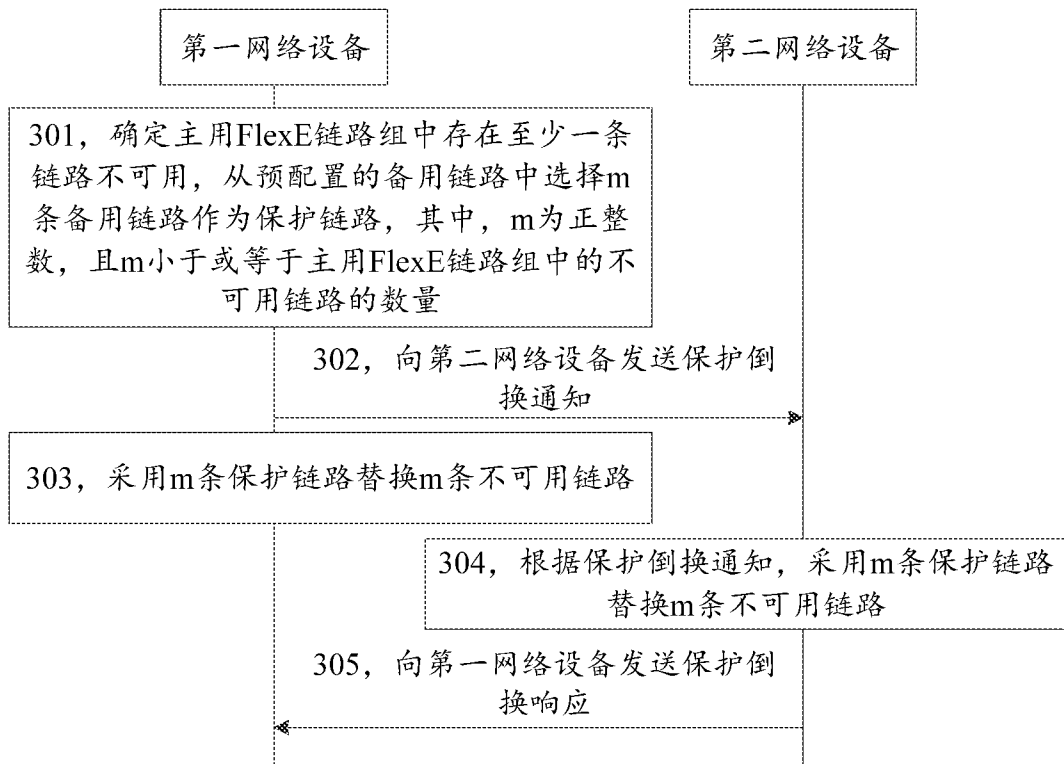


图 3

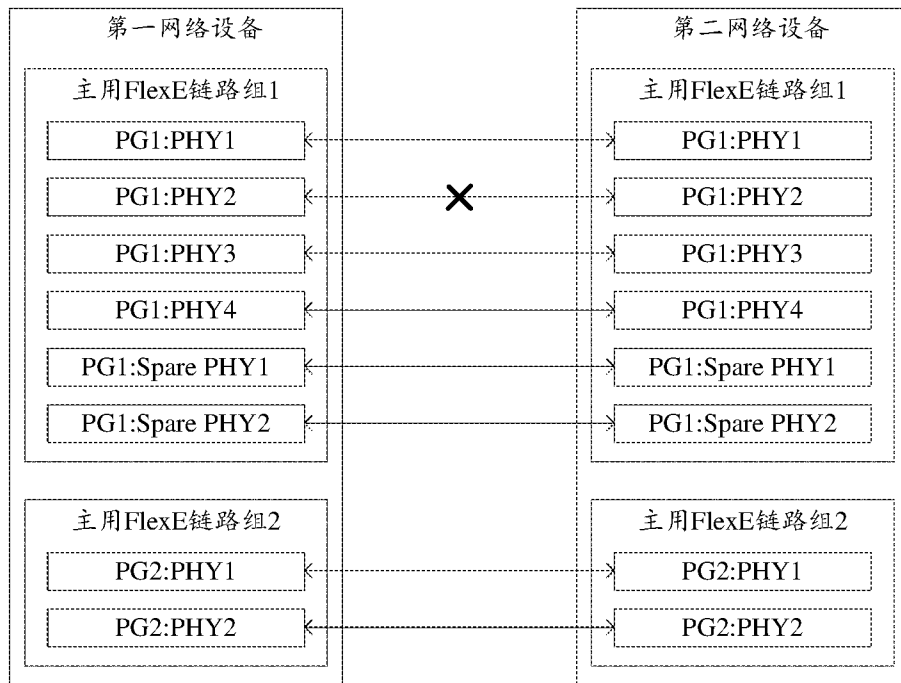


图 4

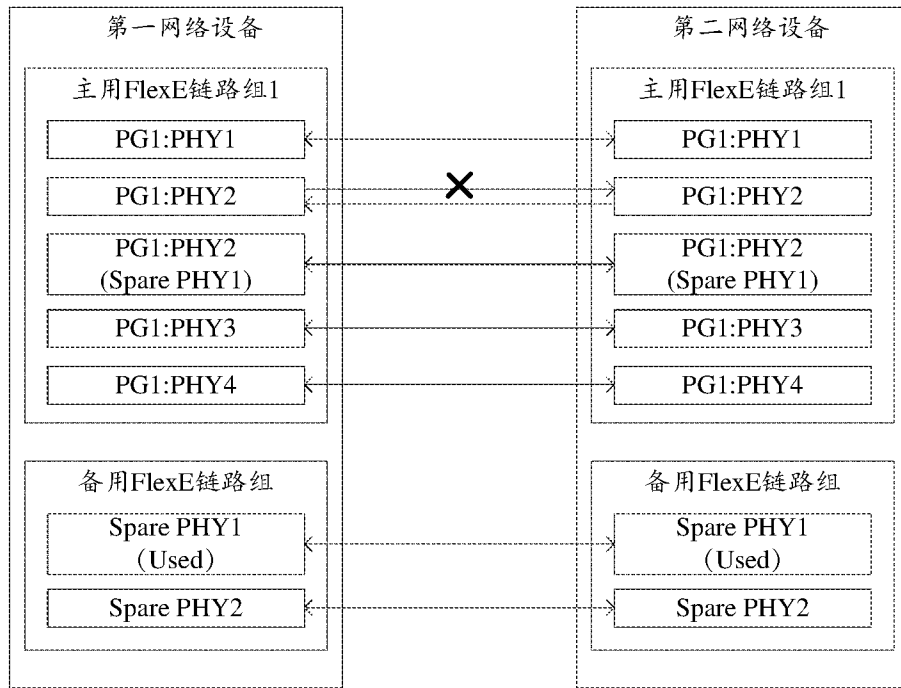


图 5A

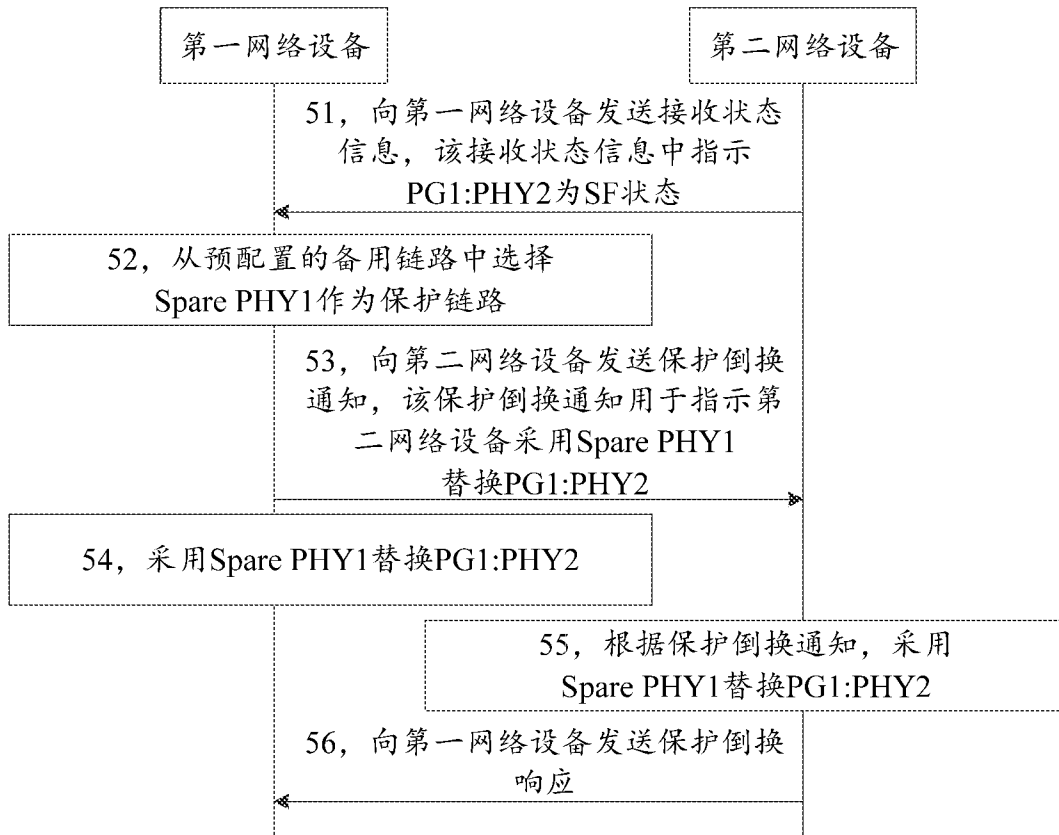


图 5B

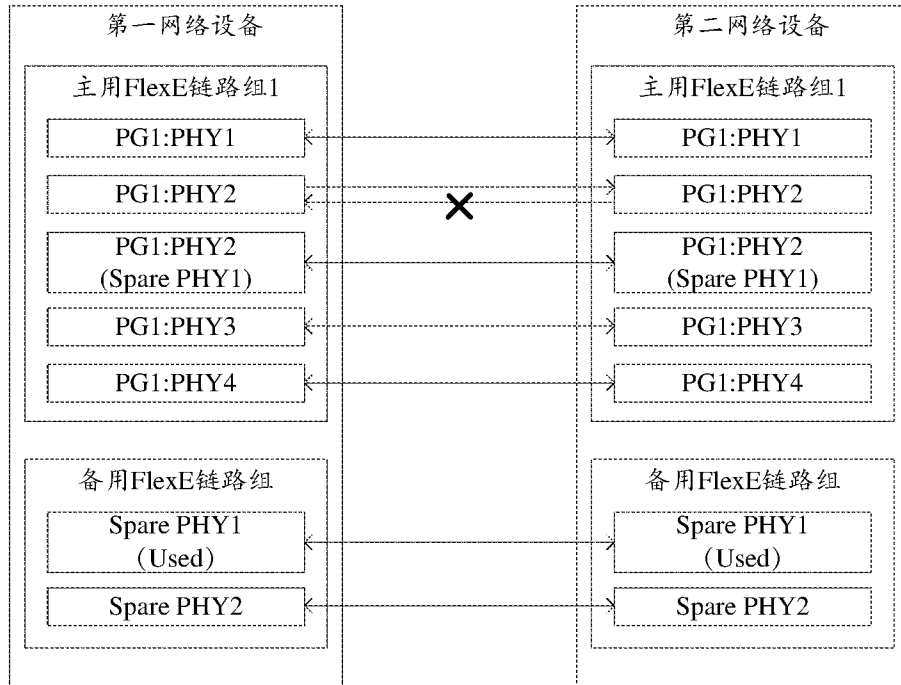


图 6A

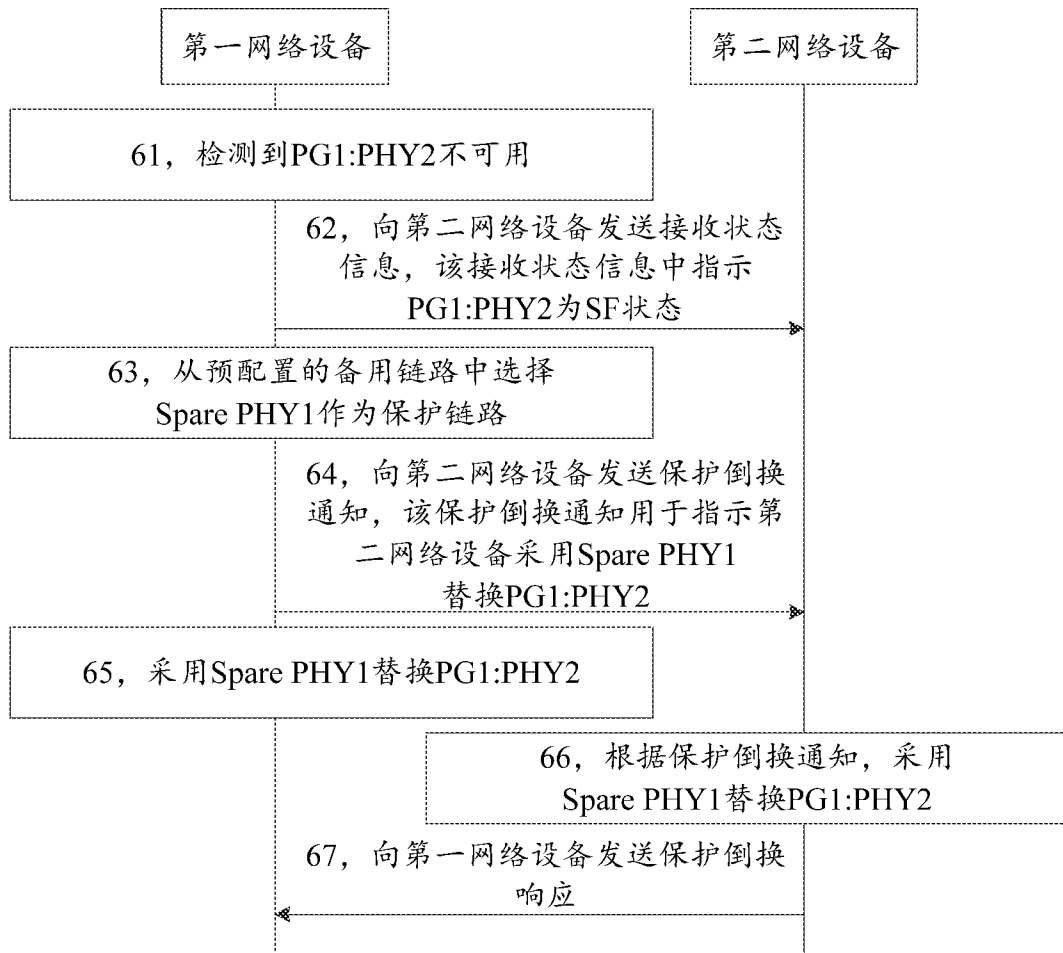


图 6B

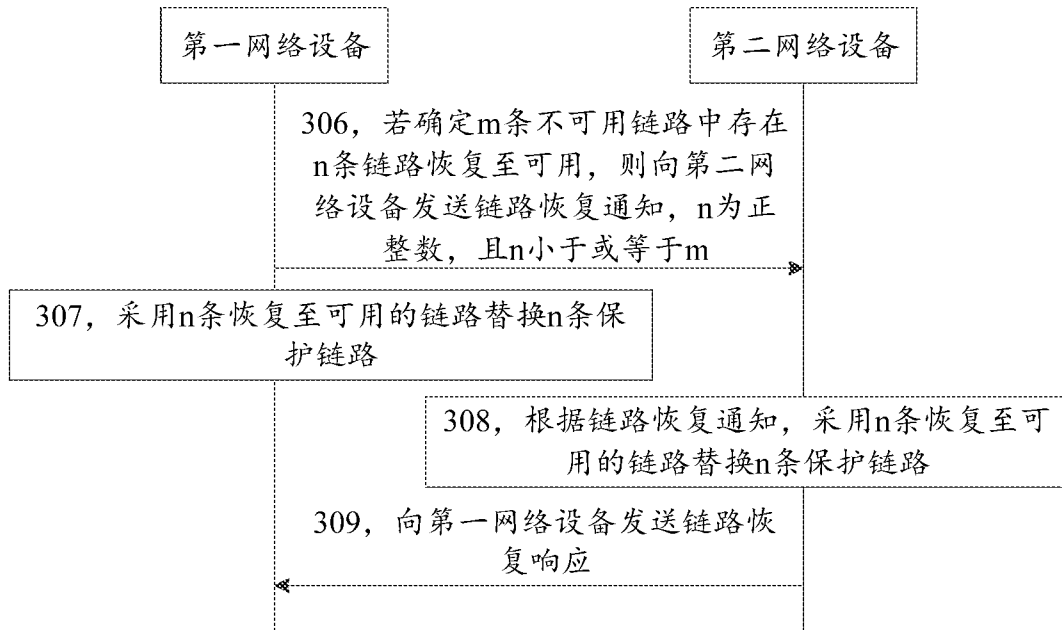


图 7

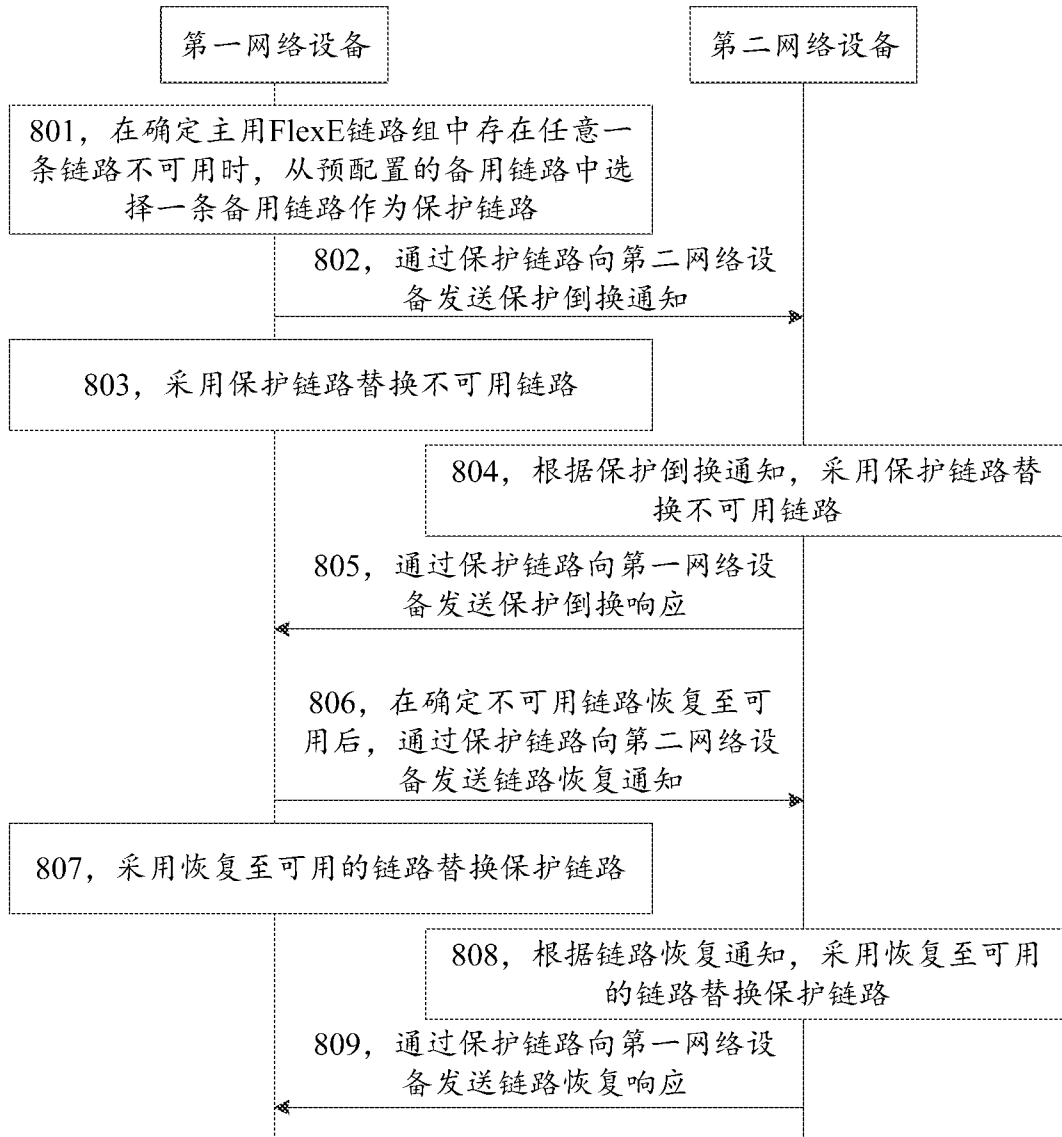


图 8

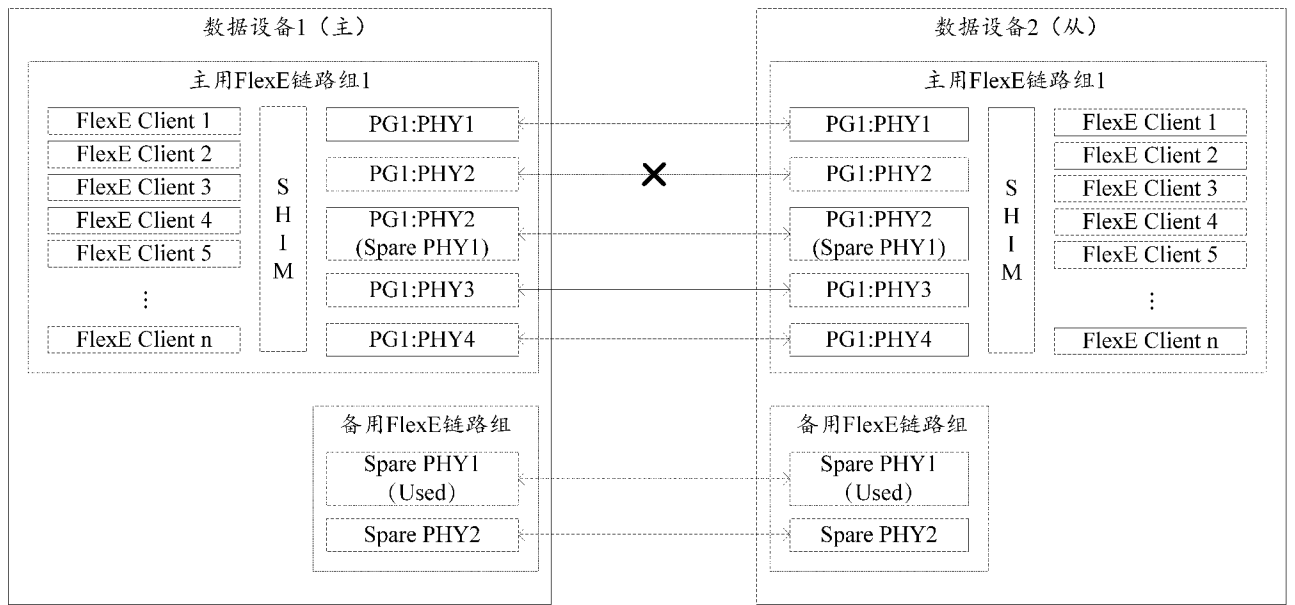


图 9

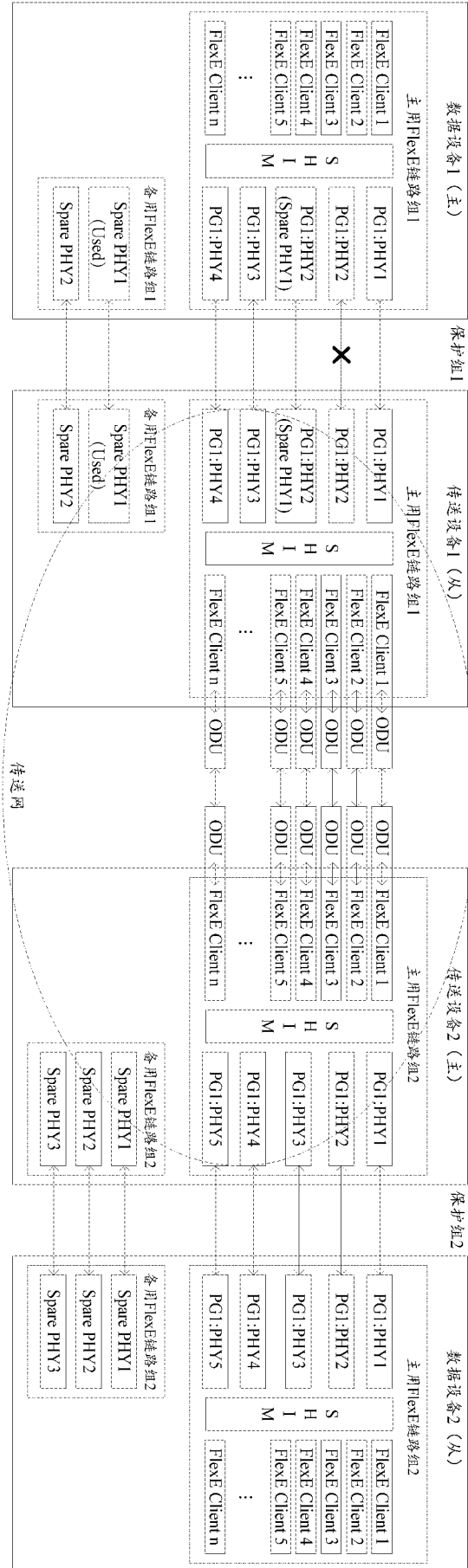


图 10

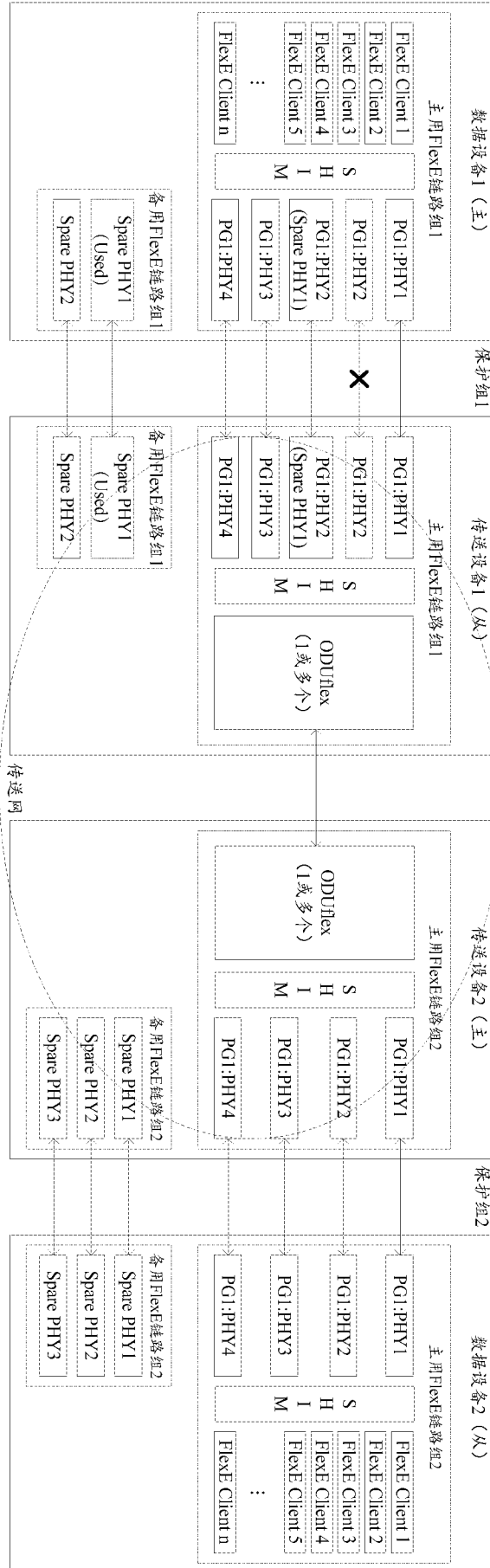


图 11

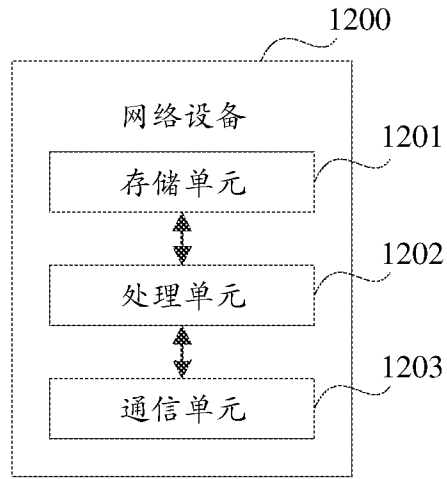


图 12A

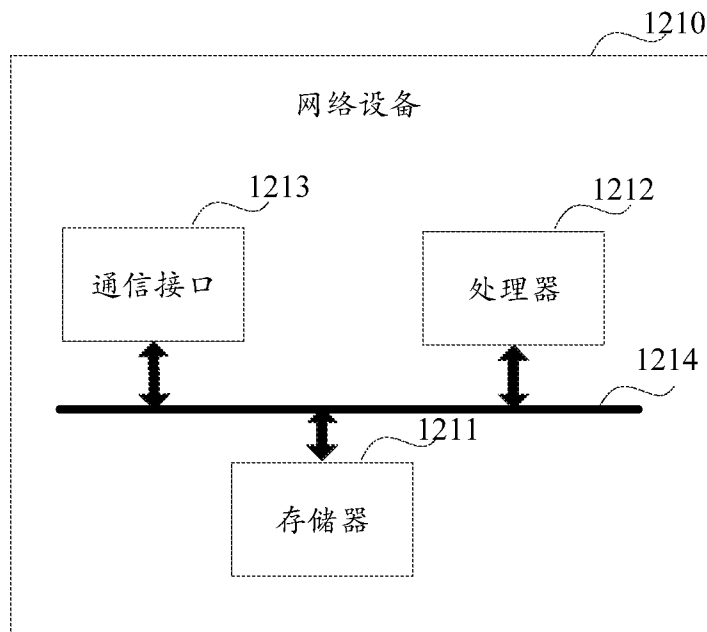


图 12B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/090402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 12/24 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L

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

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

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: 灵活以太网, 链路组, 故障, 备份, 备用, 保护, 通知, 响应, Flex E, FlexE, Flexible Ethernet, link?, fault, fail, backup, slave, standby, protection, notif+, inform+, respons+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102833089 A (ZTE CORP.), 19 December 2012 (19.12.2012), description, paragraphs [0024]-[0039] and [0062]-[0072], and figure 6	1-29
A	CN 101997751 A (ZTE CORP.), 30 March 2011 (30.03.2011), entire document	1-29
A	CN 106803785 A (ZTE CORP.), 06 June 2017 (06.06.2017), entire document	1-29
A	EP 3013017 A1 (CIENA CORP.), 27 April 2016 (27.04.2016), entire document	1-29

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

<p>Date of the actual completion of the international search</p> <p style="text-align: center;">19 September 2017</p>	<p>Date of mailing of the international search report</p> <p style="text-align: center;">30 October 2017</p>
<p>Name and mailing address of the ISA</p> <p>State Intellectual Property Office of the P. R. China</p> <p>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao</p> <p>Haidian District, Beijing 100088, China</p> <p>Facsimile No. (86-10) 62019451</p>	<p>Authorized officer</p> <p style="text-align: center;">CAO, Yuhua</p> <p>Telephone No. (86-10) 62412272</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/090402

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102833089 A	19 December 2012	WO 2012171397 A1	20 December 2012
CN 101997751 A	30 March 2011	WO 2011017892 A1	17 February 2011
		CN 101997751 B	17 December 2014
CN 106803785 A	06 June 2017	WO 2017088494 A1	01 June 2017
EP 3013017 A1	27 April 2016	US 2016119075 A1	28 April 2016

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L 12/24 (2006.01) i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNTXT, VEN, CNKI: 灵活以太网, 链路组, 故障, 备份, 备用, 保护, 通知, 响应, Flex E, FlexE, Flexible Ethernet, link?, fault, fail, backup, slave, standby, protection, notif+, inform+, respons+</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 102833089 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 12月 19日 (2012 - 12 - 19) 说明书第[0024]-[0039]、[0062]-[0072]段, 图6</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101997751 A (中兴通讯股份有限公司) 2011年 3月 30日 (2011 - 03 - 30) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106803785 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 6月 6日 (2017 - 06 - 06) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EP 3013017 A1 (CIENA CORP) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 全文</td> <td>1-29</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 102833089 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 12月 19日 (2012 - 12 - 19) 说明书第[0024]-[0039]、[0062]-[0072]段, 图6	1-29	A	CN 101997751 A (中兴通讯股份有限公司) 2011年 3月 30日 (2011 - 03 - 30) 全文	1-29	A	CN 106803785 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 6月 6日 (2017 - 06 - 06) 全文	1-29	A	EP 3013017 A1 (CIENA CORP) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 全文	1-29
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 102833089 A (中兴通讯股份有限公司) 2012年 12月 19日 (2012 - 12 - 19) 说明书第[0024]-[0039]、[0062]-[0072]段, 图6	1-29															
A	CN 101997751 A (中兴通讯股份有限公司) 2011年 3月 30日 (2011 - 03 - 30) 全文	1-29															
A	CN 106803785 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 6月 6日 (2017 - 06 - 06) 全文	1-29															
A	EP 3013017 A1 (CIENA CORP) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 全文	1-29															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2017年 9月 19日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2017年 10月 30日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>曹玉华</p> <p>电话号码 (86-10) 62412272</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/090402

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	102833089	A	2012年 12月 19日	WO	2012171397	A1	2012年 12月 20日
CN	101997751	A	2011年 3月 30日	WO	2011017892	A1	2011年 2月 17日
				CN	101997751	B	2014年 12月 17日
CN	106803785	A	2017年 6月 6日	WO	2017088494	A1	2017年 6月 1日
EP	3013017	A1	2016年 4月 27日	US	2016119075	A1	2016年 4月 28日