

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 12/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510080409.X

[45] 授权公告日 2008年3月5日

[11] 授权公告号 CN 100373848C

[22] 申请日 2005.7.1

[21] 申请号 200510080409.X

[30] 优先权

[32] 2004.7.2 [33] EP [31] 04291693.2

[73] 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

[72] 发明人 马丁·胡克 斯特凡·安佐格

[56] 参考文献

EP1294136A1 2003.3.19

CN1230065A 1999.9.29

EP1134922A2 2001.9.19

US2003/0137932A1 2003.7.24

CN1464674A 2003.12.31

Signaling for Fast Restoration in Optical Mesh Networks. Bala Rajagopalan 等. Internet Draft (URL: <http://www.watersprings.org/pub/id/draft.bala.restoration.signaling.01.txt>). 2002

审查员 陈升

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 朱海波

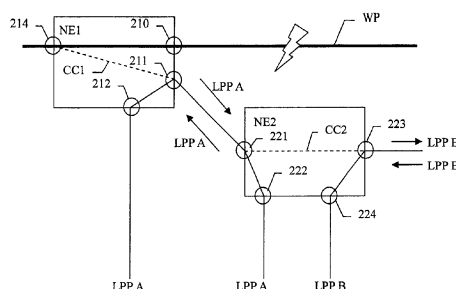
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 4 页

[54] 发明名称

支持附加业务的传输网恢复方法

[57] 摘要

为了在传输网中恢复故障的工作通道(WP)，在相邻网元(NE1、NE2)之间中继恢复请求，并且通过遵照所述请求，依照本地存储在网元内的路由信息，建立本地交叉连接(CC1、CC2)，在备用资源上逐跳地建立通道。在无故障运行期间，允许在备用资源上存在用于具有不同信号结构的附加业务的低优先级通道(LPPA)，而且在故障的情况下先取得该通道。使用附加业务通道的旧信号结构转发恢复请求。只有在接收到对等节点(NE2)使用新信号结构发送回来的确认之后，I/O端口(211)才重新配置为新信号结构。



1.一种在传输网中恢复双向工作通道的方法，该双向工作通道具有根据预先定义的复用体系的第一信号结构，所述网络包括多个物理上互连的网元；所述方法包括：通过在相邻网元之间发送和转发恢复请求，以及通过遵照所述请求，依照本地存储在所述网元内的路由信息，在所述相邻网元内建立本地交叉连接，在所述网络内所提供的备用资源上执行恢复通道的逐跳通道建立，其中将恢复请求插入到将要沿着所述要建立的恢复通道传输的信号中；其中在无故障运行期间，允许使用所述备用资源建立具有不同于所述第一信号结构的第二信号结构的低优先级通道，而且所述方法包括下列步骤：

- 如果发生故障，先取得一个已建立的低优先级通道，以释放所述备用资源；

- 使用所述第二信号结构，沿着将要建立的所述恢复通道，在两个所述相邻网元之间传输所述恢复请求；

- 当在该两个相邻网元中的第二网元处接收到所述恢复请求时，重新配置所述第二网元，以从该两个相邻网元中的第一网元处接收具有所述第一信号结构的传输信号，并且将具有所述第一信号结构的传输信号传输至所述第一网元；

- 使用所述第一信号结构将请求确认发送至所述第一网元；以及

- 当接收到所述请求确认时，以及可选地发生指示不匹配信号结构的告警时，重新配置所述两个相邻网元中的所述第一网元，以沿着所述保护通道传输具有所述第一信号结构的传输信号。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中该恢复请求是通道标签，并且该请求确认是携带与请求相同的通道标签的消息。

3. 根据权利要求1所述的方法，包括抑制所述低优先级通道的步骤。

4. 根据权利要求1所述的方法, 包括在先取得所述低优先级通道之后, 在恢复通道上发送空闲信号。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其中所述空闲信号是监视或简单的未装载信号。

5 6. 根据权利要求1所述的方法, 其中将不同的优先级等级指定给所述网络中不同的工作通道。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其中如果要恢复较高优先级工作通道, 而所述备用资源被具有较低优先级等级的工作通道占用, 则先取得所述较低优先级工作通道。

10 8. 一种传输网的网元, 包括多个 I/O 端口和交换矩阵, 用于在所述 I/O 端口之间切换交叉连接, 以建立通过所述传输网的通道; 至少所述 I/O 端口中的一些端口可配置为接受具有依照复用体系的一个可配置的信号结构的复用信号, 否则配置为发出告警;

所述网元进一步包括控制装置, 用于:

15 - 控制所述 I/O 端口, 以监控接收到的、用于所接收到的恢复请求的传输信号;

- 当接收到此类为故障工作通道请求恢复通道的恢复请求时, 遵照所述请求, 从本地存储的路由信息确定适当的输出端口, 其中故障的工作通道具有依照预先定义的复用体系的第一信号结构;

20 - 控制所述适当的输出端口, 以使用不同于所述第一信号结构的第二信号结构在备用资源上传输输出恢复请求;

- 控制所述适当的输出端口, 以先取得一个已建立的、具有所述第二信号结构的低优先级通道, 以释放在网络内提供的、用于恢复目的的所述备用资源;

25 - 如果接收到一个确认或者检测到不匹配信号结构, 则重新配置所述适当的输出端口, 以发送和接收具有所述第一信号结构的传输信号; 以及

- 控制所述矩阵, 以将本地交叉连接切换至所述适当的输出端口, 以建立所述恢复通道的一部分。

9. 一种用于控制网元的控制器，网元包括多个 I/O 端口和一个交换矩阵，该交换矩阵用于在所述 I/O 端口之间切换交叉连接，以建立通过传输网的通道；所述控制器可用于：

5 - 控制所述 I/O 端口，以监控接收到的、用于所接收到的恢复请求的传输信号；

- 当接收到此类为故障工作通道请求恢复通道的恢复请求时，遵照所述请求，从本地存储的路由信息中确定适当的输出端口，其中故障的工作通道具有依照预先定义的复用体系的第一信号结构；

10 - 控制所述适当的输出端口，以使用不同于所述第一信号结构的第二信号结构在备用资源上传输输出恢复请求；

- 控制所述适当的输出端口，以先取得一个已建立的、具有所述第二信号结构的低优先级通道，以释放在网络内提供的、用于恢复目的的所述备用资源；

15 - 如果接收到一个确认或者检测到不匹配信号结构，重新配置所述适当的输出端口，以发送和接收具有所述第一信号结构的传输信号；以及

控制所述矩阵，以将本地交叉连接切换至所述适当的输出端口，以建立所述恢复通道的一部分。

支持附加业务的传输网恢复方法

5 相关申请的交叉引用

本发明基于优先申请 EP 04291693.2，这里，通过参考将其引入本申请。

技术领域

10 本发明涉及电信领域，尤其涉及传输网中的通道恢复方法以及一种具有快速恢复能力的网元。

背景技术

传输网为高比特率辅助信号的物理层传输服务。尤其是，对在
15 传输网中传输的信号进行编码，并且复用到连续比特流中，连续比特流构成长度相同的帧。在这个恒定比特率比特流中，帧以通常的 8kHz 帧重复率周期性地重复，并且依照一种复用体系而构成。这种复用体系的一个实例是 SDH（同步数字体系，参见 ITU-T G.707
10/2000），其中帧称为 N 级同步传输模块（STM-N，其中，N=1、4、
20 16、64 或 256）。帧具有段开销，并且包含至少一个高阶复用单元，称为虚容器 VC-4。VC-4 既能够直接携带辅助信号，也能够携带多个低阶复用单元，例如 VC-12 或 VC-3，VC-12 或 VC-3 再携带辅助信号。可选地，多个虚容器可以联合起来，以传送较高比特率的辅助信号。

25 虚容器通过 SDH 网络从信源传输至信宿，因此其代表通过网络的一条“逻辑”通道。同样的 VC 的序列与其在随后帧中的相对位置相同，并且形成沿着通道方向的业务流。每个 VC 包含通道开销（POH）和称为容器（C）的净荷段。与 SDH 等效的美国标准称为 SONET（同步光网络）。另一个已知的具有相似复用单元的传输网是最近定义

的光传输网 OTN；参见 ITU-T G.709,02/2001。

所有类型的传输网的一个非常基本的方面是服务的有效性和可靠性。换句话说，传输网对于任何类型的故障必须是健壮的，并且平均断线时间必须非常小。因此，传输网需要提供各种装置和设备，
5 以确保充分的有效性。通常地，确保有效性的网络机制以保护和恢复而著称。这两者的共同原理是在备用资源上对故障的物理链路或逻辑通道的业务重新定向发送。

在保护机制中，将已经建立的保护通道或链路指定给一个选定的高优先级通道或链路（称为 1+1 或 1:1 保护，依赖于保护资源上
10 是否有低优先级的附加业务）或一个具有 n 个此类选定的通道或链路的组（称为 1:n 保护）。在故障的情况下，业务可以在受到影响的网元的单一控制下，在先前建立的保护资源上快速重新进行路由，通常少于 50ms。但是，这需要在受到影响的节点之间有某种协议，以发出信号和同步切换。保护是一种限于少数选定的高级连接的高质量服务，一般收费价格会比较高。而且，与所保护的资源相比，
15 保护需要大量的备用资源，也就是，在 1+1 保护的情况下，需要 100% 的备用能力。

恢复是指一种只有在服务通道故障之后，网络才搜索恢复能力并且建立恢复通道的机制。并不是在故障之后才计算恢复通道，而是可以使用预先计算的恢复路由，只是在故障之后才执行建立通道的交叉连接。恢复机制在备用能力的使用中更加紧缩，但是，会以较慢的速度提供故障屏蔽，通常在几秒的范围内必须完成网络中新通道的建立。

与传输网相反，在标记交换分组网中已经可以完成可选的标记交换通道（LSP），然后将其用于故障的情况。传输网和其中应用
25 MPLS（多协议标记交换）的分组网之间的基本差别在于，在分组网中，使用了统计复用，使得可以对链路进行超额订制，并且在于可以不使用任何带宽地建立 LSP。但是，在传输网中，如果建立了一条通道，则在定义上来讲，通道所请求的全部带宽都被消耗了，而

不依赖于在这条通道上是否有业务传输。在 MPLS 中，可以在故障之前建立 LSP，但直到发生故障之后才使用，而这在传输网中是不可能的。

G.Li 等人提出的 IETF 提议“RSVP-TE Extension for Shared-Mesh Restoration in Transport Networks (draft-li-shared-mesh-restoration-01.txt)”提出了这个问题，并且提出一种 GMPLS 扩展，在网络的管理平面上预先建立备份通道，但只在检测到故障之后才激活。这需要在管理平面上交换信令消息，而 GMPLS 控制网络中的信令消息分布于整个网络中。但是，分散网络管理的这种相互作用是一个相对很慢的过程，这会导致恢复时间至少在几百毫秒的范围内。

Bala Rajagopalan 等人提出的 IETF 提议“Signaling for Fast Restoration in Optical Mesh Networks”描述了一种用于 GMPLS 控制网络的可供选择的恢复方法，其提出了一种新的专用协议，而不是 RSVP-TE 扩展，以对恢复通道的建立进行通信和同步。

EP1294136 描述了一种恢复方法，其中闭合网孔用于保护交叉链路的故障。在故障的情况下，受到影响的业务自动沿着闭合网孔重新定向传送。基于接收到的信号，在每个节点完成 I/O 端口的自动重新配置，以匹配接收到的信号结构。

在这里，通过参考引入 EP 1463370 A1，其描述了 SDH 传输网中一种基于标记的恢复方法，其中至少在本地用称为通道标签的标识符来标识网络中的每个通道，通道标签是代表相应通道的复用单元的一部分，并且在每个网元处提供转发信息。在通道故障的情况下，源网元将受到影响的业务流交叉连接至一个替换输出端口。当网元在输入端口接收到新的业务流时，其检查接收到的通道标签，并基于标签和转发信息确定适当的输出端口，并且在输入端口和相应的输出端口之间建立内部交叉连接。转发信息由传输网的管理平面提供，且代表预先计算的恢复通道。

另一种用于在网孔网络中发送恢复信息的方法得自于 EP

1134922 A2, 其中使用了预先计算的恢复通道。网络中的每个节点具有监控、发送信令和交叉连接功能以及数据库, 以主动参与实时恢复。当节点检测到通道故障时, 其定义一个用于恢复故障通道的信令消息。之后, 该恢复信令消息在信令通道的开销或净负荷中, 5 从一个节点中继至另一个节点, 其中信令通道占用的带宽与随后恢复通道使用的带宽相同。一旦信令消息传输至相邻节点, 传输此消息的节点就建立一个交叉连接, 用恢复通道的一部分替换信令通道, 而恢复通道的建立是在所传输的信令消息中请求的。

但是, 这后两种恢复方法不支持空闲恢复资源上的附加业务, 而是需要在空闲链路上发送“监视的未装载信号”或其它类型的信令通道信号。这使得资源利用效率低。 10

发明内容

由此, 本发明的目的在于提供一种改进的恢复技术, 其一方面 15 在传输网中提供快速恢复, 而另一方面允许在无故障运行期间, 可以在网络中为恢复目的而提供的备用资源上传送附加业务。

通过一种在传输网中恢复双向工作通道的方法, 可以实现这些以及下面其它目的, 其中双向工作通道具有依照预先定义的复用体系的第一信号结构。网络包含多个物理上相互连接的网元。本方法 20 包括, 通过在相邻网元之间发送和转发恢复请求, 以及通过遵照所述请求, 依照本地存储在所述网元内的路由信息, 在所述相邻网元内建立本地交叉连接, 在所述网络内所提供的备用资源上完成恢复通道的逐跳 (hop-by-hop) 通道建立, 其中将所述恢复请求插入到将要沿着所述要建立的恢复通道传输的信号中。在无故障运行期间, 25 允许使用所述备用资源建立具有不同于所述第一信号结构的第二信号结构的低优先级通道。依照本发明的一个方面, 本方法包括下列步骤:

- 如果发生故障, 先取得一个已经建立的低优先级通道, 以释放所述资源;

- 使用所述第二信号结构，沿着所述要建立的恢复通道在两个相邻网元之间传输恢复请求；

- 当在所述相邻两个网元中的所述第二网元处接收到所述恢复请求时，重新配置所述第二网元，以从所述第一网元接收具有所述第一信号结构的传输信号，以及将具有所述第一信号结构的传输信号传输至所述第一网元；

- 使用所述第一信号结构向所述第一网元发送确认；以及

- 当接收到所述确认时，以及可选地当发生指示不匹配的信号结构的告警时，重新配置所述两个相邻网元中的所述第一网元，以沿着所述保护通道传输具有所述第一信号结构的传输信号。

在本发明的另一方面，提供了一种传输网的网元，其包含多个 I/O 端口和一个交换矩阵，用于在所述 I/O 端口之间切换交叉连接，以建立通过所述传输网的通道。至少一些 I/O 端口可配置为接受具有依照复用体系的可配置信号结构的复用信号，以及另外配置为发出告警。该网元进一步包括控制装置，用于：

- 控制所述 I/O 端口，以监控接收到的、恢复请求的传输信号；

- 当接收到为故障的工作通道（WP）请求恢复通道的恢复请求时，遵照所述请求，从本地存储的路由信息中确定适当的输出端口，其中故障的工作通道具有依照预先定义的复用体系的第一信号结构；

- 控制所述适当的输出端口，以使用所述第二信号结构在所述备用资源上传输恢复请求；

- 控制所述适当的输出端口，以先取得一个已建立的、具有不同于所述第一信号结构的第二信号结构的低优先级通道，以释放在网络中提供的、用于恢复目的的备用资源；

- 如果接收到确认或者检测到不匹配的信号结构，则重新配置所述适当的输出端口，以发送和接收具有所述第一信号结构的传输信号；以及

- 控制所述矩阵，以将本地交叉连接切换至所述适当的输出端

口，以建立所述恢复通道的一部分。

本发明的另一方面提供了一种控制器，其为包括多个 I/O 端口和一个交换矩阵的网元服务，该交换矩阵用于在所述 I/O 端口之间切换交叉连接，以建立通过传输网的通道。该控制器用于：

- 5 - 控制所述 I/O 端口，以监控接收到的、恢复请求的传输信号；
 - 当接收到为故障的工作通道请求恢复通道的恢复请求时，遵照所述请求，从本地存储的路由信息中确定适当的输出端口，其中故障的工作通道具有依照预先定义的复用体系的第一信号结构；
 - 控制所述适当的输出端口，以使用所述第二信号结构在所述备用资源上传输恢复请求；
- 10 - 控制所述适当的输出端口，以先取得一个已建立的、具有不同于所述第一信号结构的第二信号结构的低优先级通道，以释放在网络中提供的、用于恢复目的的备用资源；
 - 如果接收到确认或者检测到不匹配的信号结构，则重新配置所述适当的输出端口，以发送和接收具有所述第一信号结构的传输信号；以及
- 15 - 控制所述矩阵，以将本地交叉连接切换至所述适当的输出端口，以建立所述恢复通道的一部分。

为了在传输网中恢复故障的工作通道，恢复请求在相邻网元之间进行带内转发，而且通过遵照所述请求，依照本地存储在网元内的路由信息建立本地交叉连接，在备用资源上逐跳地建立通道。在无故障运行期间，允许备用资源上有用于具有不同级联等级（=信号结构）的附加业务的低优先级通道，并且在故障的情况下先取得该低优先级通道。使用附加业务通道的旧信号结构转发恢复请求。只有

20 在接收到对等节点使用新信号结构发送回来的确认之后，或者当
25 检测到信号结构发生变化时，I/O 端口才重新配置为新信号结构。

本发明支持附加业务和不同的业务优先级，由于动态的接口结构，以灵活的方式支持了多种类型的连接，由于多个节点的并行活动性，降低了所需要的恢复时间，并且防止与现有附加业务信号发

生误连接。

附图说明

现在参照附图描述本发明的具体实施方式，其中：

- 5 图 1 表示网络拓扑的实例；
图 2 更详细地表示图 1 网络的一部分；
图 3 表示依照本发明的恢复动作的流程图；
图 4 表示网络恢复的顺序流程；
图 5 表示网元的控制和管理；以及
10 图 6 表示本发明所使用的网元的设计。

具体实施方式

在本说明书中，我们对于细分为具有相同长度的帧的复用信号使用了传输信号这个术语。依照复用体系，将帧构造成复用单元，
15 例如 SDH 中的虚容器 VC。一个特定的复用单元代表一条通过网络的通道，并且在每帧内重复。沿同一通道传输的相同复用单元的序列组成传送辅助信号的业务流。因此，多个业务流依照复用体系进行复用，以形成传输信号。

图 1 中表示了一个网络拓扑的实例。以实例的方式表示了四个
20 网元 NE1-NE4，也就是，分插复用器或交叉连接。在网络中建立通过网元 NE1 和 NE4 的工作通道 WP。在故障的情况下，可以经由网元 NE2 和 NE3 建立从 NE1 至 NE4 的恢复通道 RP。从而，分别在节点 NE1、NE2、NE3 和 NE4 之间的链路上提供恢复资源。必须要注意的是，与通道保护机制不同，保护通道并不预先建立，而只是在
25 故障的情况下才进行交叉连接。

在现有技术的恢复机制中，传输网的管理平面需要通过将接收到的告警报告相互关联对故障进行定位，以及请求受到影响的网元切换新的交叉连接，以建立动态计算的或预先计算的恢复通道。因此，已知的恢复机制相对较慢。

相反地，本发明使用一种基于标签的恢复机制，其与在 EP1463370A1 中所描述的机制类似。其所基于的思想是，如果发生故障，网元在空闲资源上向信号中插入通道标签。接收网元使用这个通道标签并且解释为恢复请求。所有网元为具有新的、未知通道
5 标签的信号监控空闲资源，并且当接收到新通道标签时，将这个信号切换至适当的输出端口，该输出端口是使用包含在本地路由表中的信息动态确定的。使用这个“带内”信令，可以实现逐跳恢复，而这不需要任何耗费时间的协议来对通道建立进行沟通 and 同步。可以使用标准化的串联监控（TCM）功能，并结合非插入式串联监控和
10 临时串联资源在传输通道上实现故障定位，以便在上行和下行方向上都转发故障位置。这样的故障定位机制在 EP 1422968 中进行了详细描述，在这里，通过引用将其包含到本申请中。

通常，监视或简单未装载信号（SU）在空闲备用资源之间的链路上交换。SU 信号是 STM-N 内普通 AU4 信号。SU 信号允许传送
15 恢复请求，以及监控备用资源的可用性。

但是，对于空闲备用资源的需要导致对网络资源使用的效率很低。由此，本发明的一个基本概念是，允许在这样的“备用”资源上传送附加业务，以增加网络的效率。通常地，业务流具有指定的优先级。当依照本发明要恢复高优先级业务流时，具有最低优先级的
20 附加业务被取代。较高优先级业务流还可以取代先前已经使用备用资源进行恢复的较低优先级业务流。

当对 SU 信号和附加业务也指定优先级时，这个方法可用更普通的方式进行描述。SU 信号将具有可能存在的最低优先级，附加业务具有次高的优先级等级，而且所有常规信号将具有依照运营商的需要指定的较高等级的优先级。由此，通用规则就是，一旦较高优先级业务流或通道（HPP）请求同一资源，则较低优先级业务流或通道
25 （LPP）就被取代。

但是，真实网络环境中的复用信号必须支持不同的信号特征，也就是信号结构。特别地，复用信号可以具有不同的级联等级。信

号结构必须被预先配置，并且在接收侧接口必须是已知的。这些不同结构所导致的结果在于，LPP 可能被具有不同信号结构的 HPP 所取代。

5 由于当存在有 LPP 时，在备用资源上不存在允许传送恢复请求的 SU 信号，因此有必要实现一种方法，允许传送 HPP 的恢复请求，而不管是否存在现有的具有不同信号结构的 LPP。一方面，不匹配的信号结构可能导致接收网元的传输失败。结果，这样的失败又将妨碍对恢复请求信息的访问。另一方面，两个节点之间的任何关于未来通道结构的协商将增加恢复时间。一旦下行节点接收到恢复请
10 求，在两个相邻节点之间链路上传输的复用信号的结构将发生改变。

而且，节点将确保恢复请求没有在将被取代的现有 LPP 上传播。通常在现有 LPP 上传送的恢复请求将立即分发至下行节点，而这样的请求将会被错误的解释。由此，优选地，恢复请求只是传送至随后的下行网络节点，并在其中将请求终止。

15 最后，非常重要的一点是，要确保现有 LPP 和恢复的 HPP 不会互相连接。恢复请求的传播是依照本发明以逐跳的方式实现的。如果一些沿着恢复通道的前面的节点已经设置了新连接，则随后的节点仍可能保持其“旧”连接为激活状态。这将会导致暂时的错误连接，而这是必须要避免的。

20 本发明寻求实现在每个节点处的一系列特定恢复动作，允许在所涉及的节点处进行请求的并行处理，而不会干扰现有附加业务通道。由此，本发明的一个基本思想是，在第一时刻使用现有的较低优先级通道（LPP）及其信号结构，以传送恢复请求。当转发该请求时，LPP 断开连接，并被 SU 替换，SU 继续传送该请求。这种恢复
25 是以逐跳方式实现的。之后，使用握手机制在两个对等节点之间以同步方式建立较高优先级连接。换句话说，首先使用具有“旧”信号结构的现有通道，用于进行恢复请求的快速转发，然后旧信号被中断，并被 SU 代替。这避免了对复杂协议的需求，使得可以进行并行请求处理，从而有助于缩短总体恢复时间。

将 HPP 请求插入到 HPP 将要开始的 STM 帧的第一列中。在上面的实例中，NE1、NE2、NE3 和 NE4 之间备用资源上的帧类型在这个实例中是 STM 16。NE1 和 NE4 之间的通道具有结构 VC4-16c，而对于 LPP,备用资源被构成为 VC4-4c。HPP 仍然可独立地请求 VC4-4c，
5 而不管 LPP 是否位于 STM 16 帧中的位置 1、2、3、或 4。一旦由下行对等节点接收到，接口结构从 4×VC4-4c 重新配置成 VC4-16c。

图 2 更详细地表示网元 NE1 和 NE2。指定从左至右的传输方向为下行方向，而从右至左的方向为上行方向。但是，这种指定是任意的，而且没有技术上的含义。所有通道都是双向的。其示出工作通道
10 WP 已故障。因此，必须建立恢复通道。网元 NE1、NE2 受到影响的端口分别表示为圆圈 210-213、221-224。存在带有附加业务的第一低优先级通道 LPP A，通过端口 212 与 NE1 的端口 211 进行内部交叉连接，并通过端口 221 与 NE2 的端口 222 进行内部交叉连接，以及存在带有附加业务的第二低优先级通道 LPP B，通过端口 224 与 NE2
15 的端口 223 进行交叉连接。必须先取得这些现有的 LPP，以释放用于恢复通道（HPP）的备用资源。假定在这个实施方式中，LPP 和 HPP 具有不同的信号结构，即 VC4-4c(LPP)和 VC4-16c（HPP）。

图 3 表示一系列恢复动作的流程图，这些恢复动作发生在单个网元（NE1）内，以建立 HPP。该恢复以检测到端口 210 处的故障开始
20 （见图 2），这在图 3 中表示为步骤 S0。此时必须确定新的下行链路端口（步骤 S1）。这个步骤使用内部路由信息，以确定在哪个输出端口上可以恢复故障的业务。在这个实施方式中，这个端口是输出端口 211，不过，在这里附加业务 LPP 占用了原来可用于恢复的备用资源。

在步骤 S3 中，使用 LPP A 的通道开销和信号结构，将恢复请求
25 （例如，HPP 恢复通道标签）插入到所选择的 DPtx 中。步骤 S1-S3 表示为转发阶段，而且对于快速恢复来说，尽快转发请求是非常重要的。

下一个网元 NE2 在端口 221 的上行接收机（UPrx）处接收恢复

请求(步骤 S0), 确定所请求的恢复通道 HPP 的输出端口(步骤 S1), 并且使用 LPP B 的通道开销和信号结构, 在端口 223 的下行发射机处插入恢复请求(步骤 S3)。

其间, 网元 NE1 在两个方向上断开端口 211 和 212 之间的 LPP A 内部交叉连接(步骤 S4)。从而, 在下行方向上用 SU 替换 LPP A。SU 信号具有和 LPP A 相同的信号结构, 并且继续发送 HPP 的恢复请求。此时, NE1 在端口 211 的下行链路接收机(DPrx)处等待来自 NE2 的请求确认(步骤 S6)。

当 NE1 接收到作为确认的 HPP 通道标签或出现了指示不匹配信号结构的告警时, 对请求进行确认。在后一种情况下, NE2 已经接受了这个请求, 并且已经将其上行至 NE1 的端口的信号结构改变为 HPP 信号结构, 而 NE2 仍然在期望 LPP B 的不匹配信号结构。

非常重要的一点是, 在下一个节点返回确认从而接受恢复请求之前, DPrx 和 DPtx 的信号结构并不发生改变: 在 NE1 向 NE2 发送请求的同一时刻, NE2 能够向 NE1 发送具有不同信号结构的不同通道的恢复请求。如果, 此时 NE1 的 DPrx 上的信号结构立即发生改变, 则在 NE1 处就不会检测到这个请求, 并且该过程就被阻塞了。步骤 S4 至 S6 也表示准备阶段。

以相同的方式, NE2 在内部断开 LPP A/B 连接, 并抑制 LPP A/B (步骤 S4)。然后, NE2 依照 HPP 结构在上行链路方向, 重新配置端口 221 的接收机(UPrx)和发射机(UPtx)(步骤 S5a), 并在端口 221 的发射机 UPtx 处向上行链路方向插入对于恢复请求的确认(HPP 的通道标签)(步骤 S5b)。注意, 步骤 S5a 和 S5b 在启动恢复的首端节点处不执行, 也就是在这个实施方式中的 NE1 处不执行。因此, 这些步骤在图 3 的流程图中以虚线框表示。

尽管网元 NE2 已经将其端口 221 重新配置为新结构(步骤 S5a), 但是其仍然在端口 223 处接收用于 LPP B 的通道标签, 这是因为假定了其后的网元 NE3 还没有结束其准备。此时, NE2 等待 NE3 已经接受了恢复请求的确认(步骤 S6)。

是否接收到确认，或是否发生告警依赖于级联等级：如果接收机具有比发射机较低或相等的级联等级，则其接收确认，而不出现告警。否则，如果接收机的级联等级高于发射机的级联等级，接收机检测到“指针丢失”状态（LOP），而这妨碍了对确认的正确接收。原因在于，级联中的第一个 VC 具有有效的指针值，而级联中其余的 VC 只携带级联指示符，而不是有效指针值。这意味着，例如，如果接收机期望的是 VC4-4c，却接收到 VC4-16c，因为具有有效的指针值，所以没有出现告警。而在相反的情况下，如果接收机期望的是 VC4-16c，却接收到 VC4-4c，就会出现告警。

NE1 接着从 NE2 接收恢复请求的确认（HPP 通道标签或信号结构不匹配告警），并且响应于此，将端口 211 重新配置为 HPP 信号的结构（步骤 S7）。然后，其在入口端口 213，也就是这条通道的上行端口（UP），和下行端口（DP）211 之间切换本地双向交叉连接 CC1，以建立新通道 HPP。步骤 S7 至 S9 表示为连接阶段。相同的，NE2 在稍后一些时候从 NE3 接收确认，重新配置端口 223 的发射接口，并在端口 221 和 223 之间切换本地交叉连接 CC2。

换句话说，转发阶段包含下列动作：在第一步骤中，从本地路由信息中确定下行链路端口（DP）。为了实现各节点的并行处理，尽早地将恢复请求传播至下一个下行节点。这是通过使用下行端口发送接口（DPtx）的实际配置来实现的，以避免与下行节点配置的任何不匹配或节点之间耗时的协商。

如果 LPP 信号处于 AIS，则将转发延迟至在准备阶段中激活 SU 之时。这样的异常 AIS 状态可能有多种原因：

- 来自客户网络的 LPP 可能已经处于 AIS；
- 一些 LPP 部分可能已经被其它恢复请求取代，或者
- 前面的上行节点已经断开到 LPP 的连接。

但是，本领域的技术人员可以理解，除了标准的 SU 信号，任何其它适当的空闲信号将同样适用于此目的。依照本发明，唯一重要

的是，这个空闲信号可以用于传送请求，并且这个请求可以在下一个节点中读出。

如果在同一时间窗口内有多个恢复请求到达，则优选地，这些请求将被全部转发。从而，如果必须转发新的请求，准备和/或连接
5 阶段可能被延迟甚至被中断。

在准备阶段期间，下行发射机和接收机被断开连接，并且 LPP 信号被 SU 所代替。这个 SU 确保了此请求仍然会被传送至下一个下行节点。

下一步，上行发射机和接收机(UPrx/tx)断开连接，并且 LPP 被
10 SU 信号所代替。接着，依照 HPP 结构配置 UPrx/tx。一旦所有 LPP (UP,DP) 断开连接，而且节点改变了上行接口结构，则其就将恢复请求确认插入到 UPtx SU 信号中。该发送回上行节点的确认或者信号结构不匹配告警指示：所有 LPP 断开连接，并且上行节点可以产生新的交叉连接，而且没有任何错误连接的风险。

15 在连接阶段，一旦网络节点从对等下行节点接收到对于恢复请求的确认，就产生新的交叉连接，并移除 SU 生成器。从而，依照 HPP 特性配置所有端口。

图 4 表示具有所有节点 NE1 至 NE4 的情况，以及这些节点如何完成由于快速请求转发而带来的并行处理。图中表示所有四个网元的
20 转发阶段、准备阶段和连接阶段。可以清楚地看出，请求从 NE1 经过 NE2 和 NE3 逐跳地传送至 NE4。一旦请求到达新的网元，请求处理就在这个网元中开始，而且与进行请求的网元中的处理并行运行。从而，所有网元或多或少地以并行方式准备并连接恢复通道。这就产生一种非常灵活、鲁棒而且快速的恢复机制。当最后一个网
25 元，也就是 NE4，切换了内部交叉连接时，恢复通道最终得以建立，而且来自 HPP 的业务得到了恢复。

下面，将详细说明依照本方明的网元的实施方式。图 5 示意性地表示了网元的硬件设计和其控制方式。网元本身包括多个硬件模块，例如以实例的方式在实施方式中表示的输入/输出板 I/O 和交叉

连接矩阵板 X。每个 I/O 板支持多个 I/O 端口，例如 4 个 STM16 端口。每个端口有一个输入接口（接收机）和一个输出接口（发射机）。矩阵板用于互连从任何输入端口至任何输出端口的任何通道（例如，代表辅助信号的输入信号中任意时隙）。但是，互连和传输信号的信号流未在本图中示出。

单个板由称为第二级控制器 SLC 的低等级硬件控制器进行控制和配置。该第二级控制器可以分布在各个板中，可以包括少数机架控制器，或者如果网元只安装在一个机架上，其还可以是单一控制器。其包含面向硬件的控制软件，称为固件。第二级控制器由称为第一等级控制器 FLC 的较高等级控制器进行控制。该第一级控制器为了网络管理包含网元的抽象，以及管理信息库（MIB）形式的网元的资源。MIB 包含分别代表整个网元的物理和逻辑资源及其配置的管理对象。虚硬件模块和固件适配器将第一级控制器的 MIB 和第二等级控制器的固件相连接起来。

第一级控制器 FLC 由网络管理或管理平面 TMN 控制，网络管理或管理平面 TMN 可以是整个网络的集中网络管理系统。集中网管系统和网元之间的接口称为 Q-接口，对于这个接口存在有标准的协议。可选择地，管理平面可能是分布式网络管理系统，其中每个网元由单独的网元控制器控制，而且这些网元控制器使用最近定义的 GMPLS 协议彼此进行通信，以寻找通过网络的路由并建立网络通道。管理平面内的通信以及面向网元的通信使用了传输网之外的专用分组交换控制网络。但是，这个专用控制网络里的一些互连可能使用开销字节，即传输网中传输信号段开销中的数据通信信道。

管理平面 TMN 负责正确地配置整个网络。例如，如果要在网络中建立新连接，则管理平面指示受到影响的网元的第一级控制器，以切换新连接。从而，第一等级控制器相应地重新配置其相应网元的抽象，并更新其保留的配置数据。然后，将请求转发至第二级控制器，其确定所涉及的实际硬件模块并且重新配置这些模块，以建立所请求的连接。

在相反方向上，第二级控制器监控硬件模块的任何告警和故障状态，并且将这些报告给第一级控制器。第一级控制器将告警和故障报告映射为抽象，并向管理平面报告任何异常。

在所知的恢复机制中，管理平面需要通过将接收到的告警报告相关联来定位故障，并请求受到影响的网元切换新的交叉连接，以建立动态计算或预先计算的恢复通道。但是，从上面说明可看出，很明显的是，这个过程需要延长耗时的通信和处理，这将使得恢复时间变得相当长。

相反，依照本发明，关于预先计算的恢复通道的信息已在最低等级，也就是第二级控制器 SLC 甚至在同样的硬件中提供了。因此，在故障情况下建立恢复通道所必要的本地交叉连接的切换只可利用本地可用的信息进行触发。

如果发生故障，通道等级上的业务用一个标识符进行标记，其至少在本地具有明确的含意。对网元的接口进行永久监控，以发现新的业务流。如果在一个接口检测到新业务流，则这个业务流将自动交叉连接至适当的输出端口，这是由以转发表形式提供的本地可用转发信息定义的。

图 6 表示一个网元 NE，带有第一 I/O 端口，包括第一接收机 I1 和第一发射机 O1；以及带有第二 I/O 端口，包括第二接收机 I2 和第二发射机 O2。必须注意的是，只以实例方式示出了这两个 I/O 端口，而网元实际上具有多于两个 I/O 端口。在 I/O 端口之间提供了网元的交叉连接矩阵 S，以允许在矩阵控制器 CT2 控制下的从任何输入到任何输出的交叉连接。对于在接收到的复用信号中周期性重复的单个复用单元来说，这样的交叉连接是半永久的直通连接。从而，交叉连接呈现为通道等级上的透明连接。

第一 I/O 端口由 I/O 控制器 CT1 控制，并且第二 I/O 端口由 I/O 控制器 CT3 控制。控制器 CT1-CT3 形成网元的第二级控制器。由于依照本发明，恢复通道是直通连接，不需要第一级控制器和高级管理平面之间的相互作用，所以第一级控制器未在本图中示出。

在接收机 I1 处提供监控器 M1,其监控接收到的业务流。特别是,监控器检查接收到的传输信号中业务流的通道标签。如果接收到的通道标签对应于所配置的通道标签,则一切正常。如果监控器 M1 检测到接收到的标签和配置标签之间的不匹配,则其向 I/O 控制器

5 CT1 发出相应的告警,并且报告接收到的标签。特别是,例如由于前面网元的恢复动作,在接收机 I1 处接收到新业务流的情况。然后,I/O 控制器 CT1 检查存储在控制器内存中的转发表,以确定将新接收到的业务流交叉连接至哪个 I/O 端口,并由此指示相关联的 I/O 控制器 M3,使得上面所说明的必要步骤能够得以完成。

10 在发射机 O1 处提供模式生成器 G1,其用于在当前未使用的时隙中生成称为监视未装载信号(SU)的空闲信号,代表备用传输能力。可以预见,在发射机 O2 处也提供有类似的模式生成器 G2。

依照本发明,分布式第二级控制器 CT1-CT3 适用于完成如上所说明的一系列恢复动作。特别是,指定给下行端口的 I/O 控制器控制

15 对附加业务信号(LPP)进行抑制,对恢复请求进行插入以及将接口重新配置为新信号结构;指定给上行端口的 I/O 控制器控制,在接收到恢复请求时断开附加业务信号的连接,并且重新配置新信号结构;以及指定给矩阵板的矩阵控制器控制内部交叉连接的建立。

虽然不是优选的,但作为选择,可能由外部控制器控制 I/O 端口

20 和矩阵板。无论如何,所有现有的网元需要依照接收到的信号结构进行正确的 I/O 端口配置,并且必须在接收到带有不期望信号结构的信号时发出告警。由于上行和下行方向上的信号通常具有相同的结构,不能够将现有网元配置为在同一 I/O 端口处相反传输方向上对不同信号结构进行处理。因此,为了实现依照本发明的方法,有必要

25 对网元作最小的变化,以允许 I/O 端口在发送恢复请求和接收确认期间,在两个传输方向上独立地进行配置。网元可能具有不同类型的 I/O 端口。例如,SDH 网元可能具有 STM-N 端口和支路端口。显然,在这种情况下,只需要 STM-N 端口可以对于不同的信号结构进行配置。

尽管已经详尽地描述了本发明的优选实施方式，本领域的技术人员可以在不偏离本发明概念的条件下，对本发明进行各种改变、变形和替代。

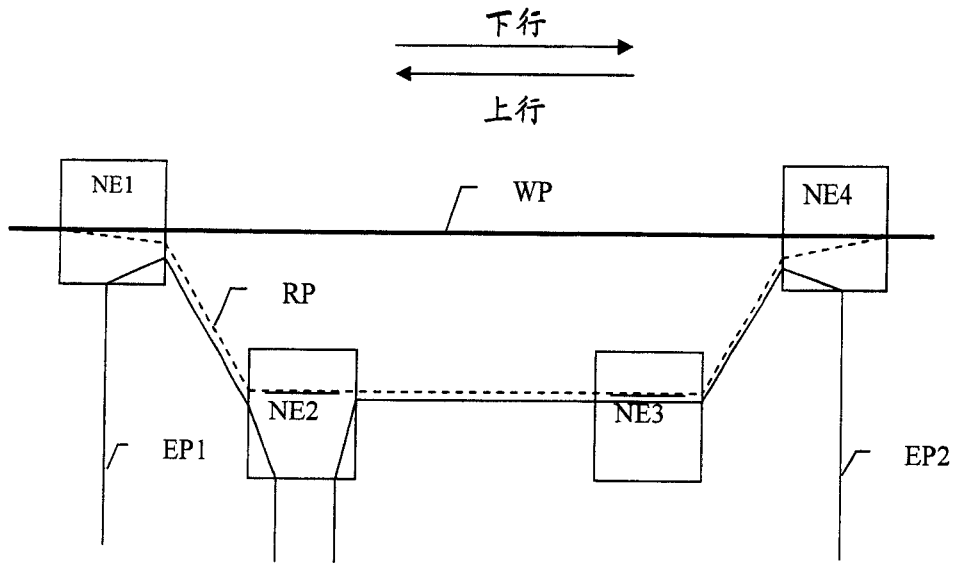


图 1

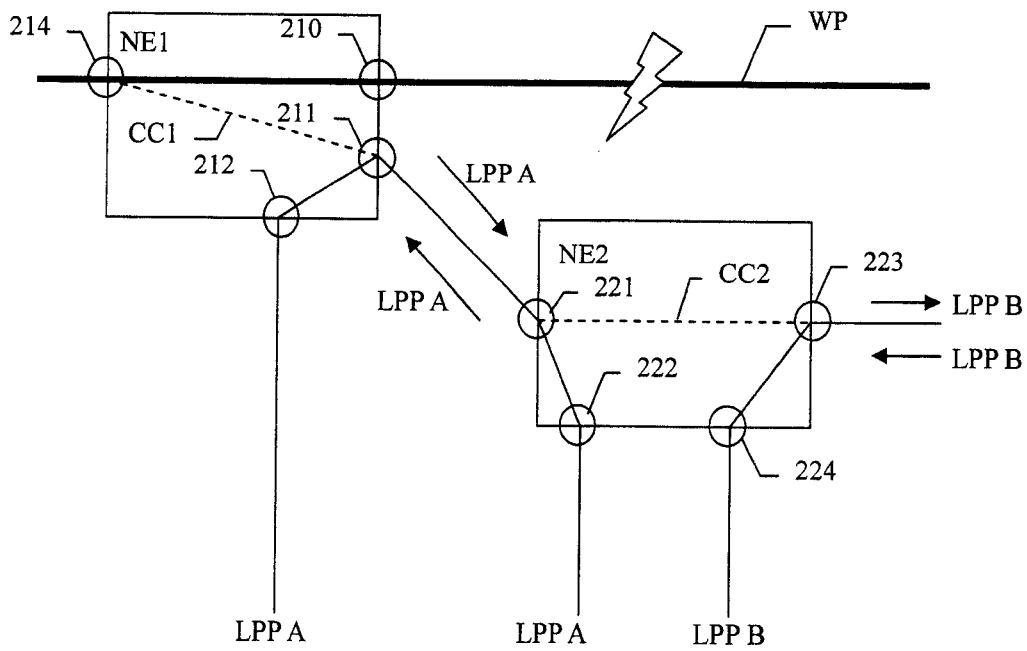


图 2

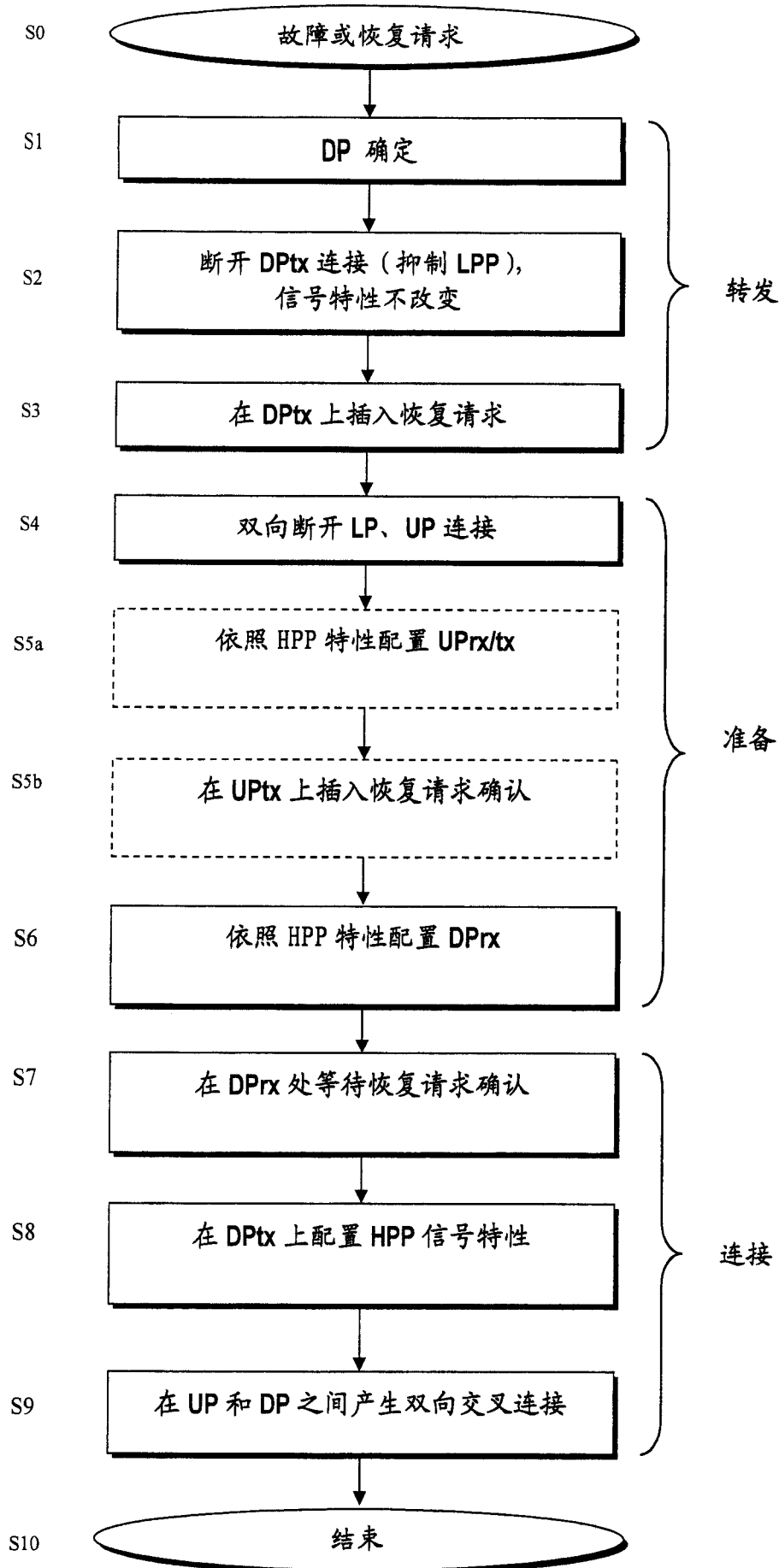


图 3

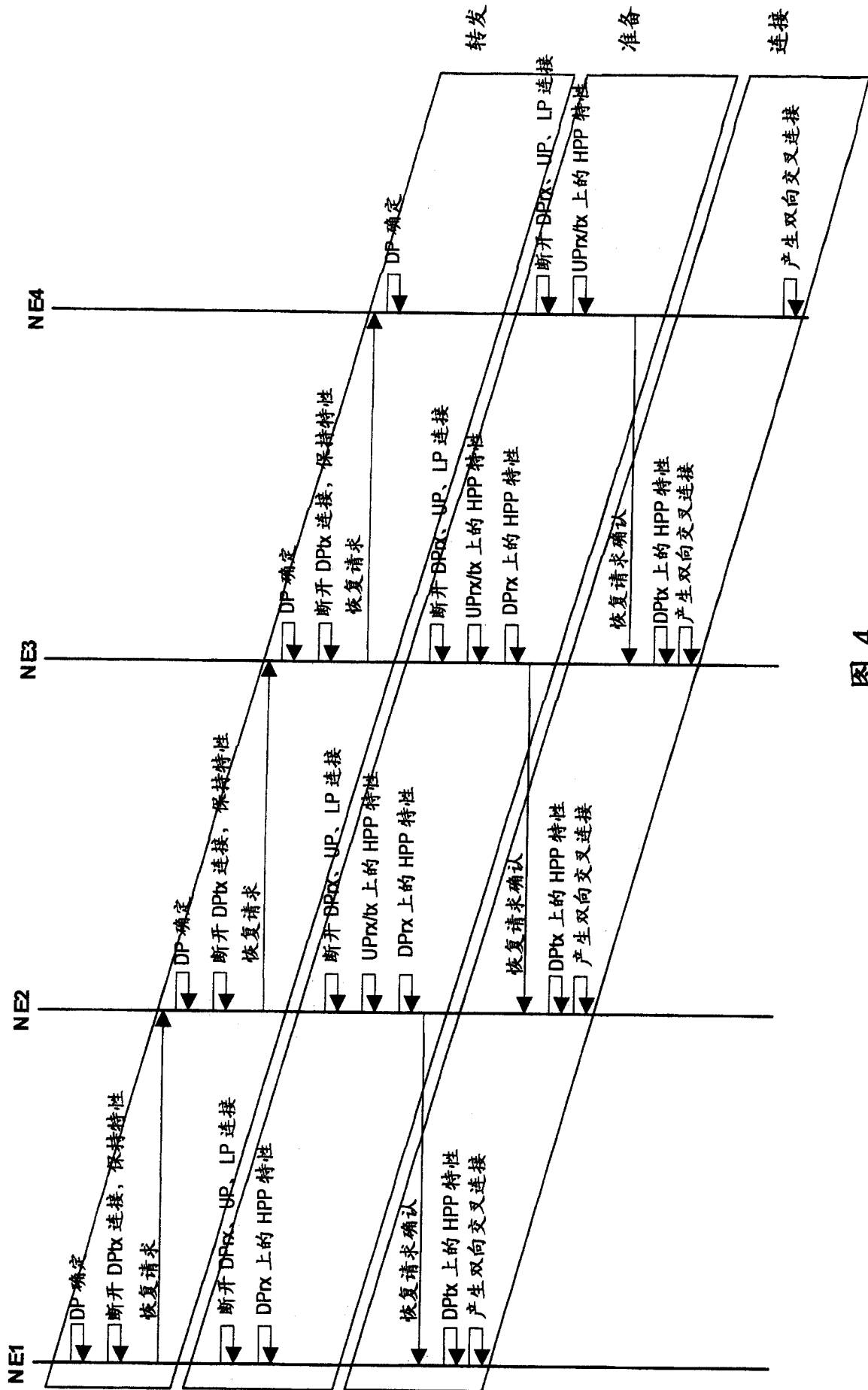


图 4

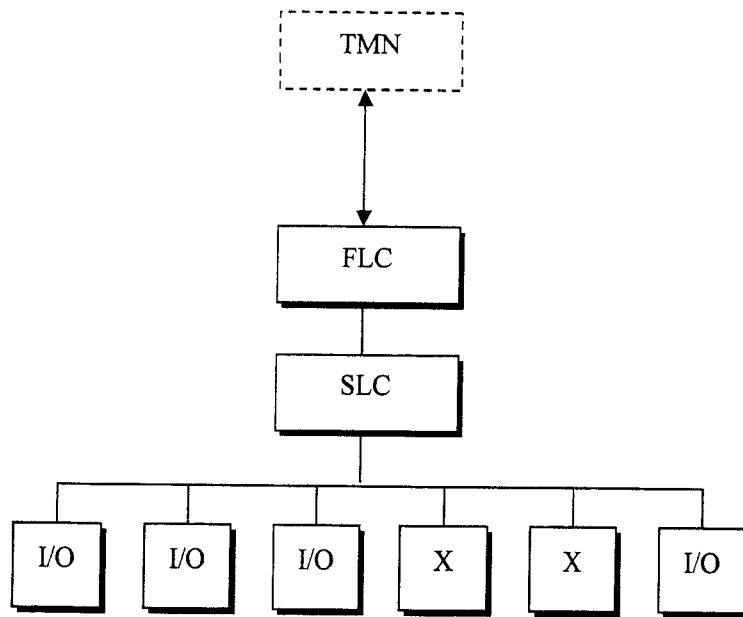


图 5

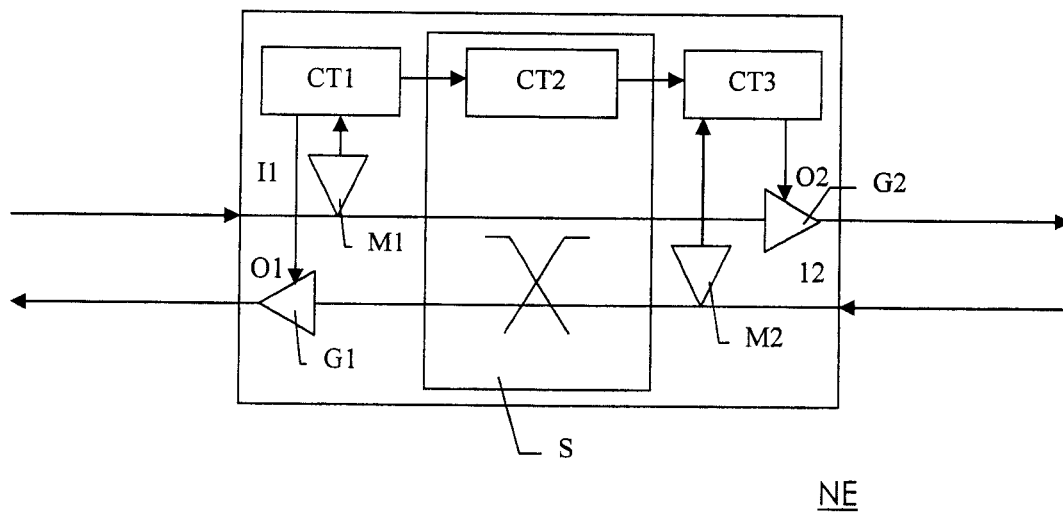


图 6