

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)

H04Q 3/52 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03149955.4

[45] 授权公告日 2006年9月27日

[11] 授权公告号 CN 1277375C

[22] 申请日 2003.7.31 [21] 申请号 03149955.4

[71] 专利权人 华为技术有限公司

地址 518057 广东省深圳市科技园科发路
华为用服大厦

[72] 发明人 许用梁

审查员 刘 栩

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 王 琦 宋志强

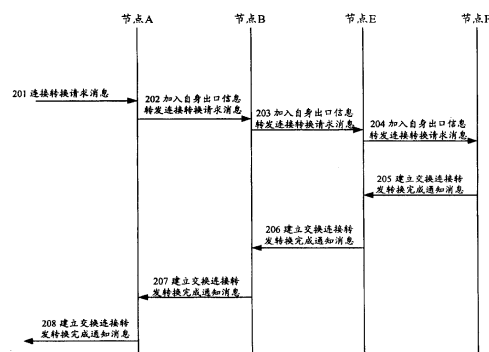
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种光网络中永久连接和交换连接之间的转换方法

[57] 摘要

本发明公开了一种光网络中永久连接和交换连接之间转换的方法，包括以下步骤：当前连接的入口节点接收连接转换请求消息；从入口节点开始沿当前永久连接的业务信号传输方向逐节点转发连接转换请求消息，直到当前连接的出口节点；收到连接转换请求消息后，逐节点进行两种连接方式的转换，直到入口节点。本发明通过在光网络的每个节点逐点进行连接类型转换，实现了永久连接和交换连接之间的平滑过渡，有效避免了业务终端和业务数据的传输损伤，增加了网络业务实施的灵活性。



1、一种光网络中永久连接和交换连接之间的转换方法，其特征在于，包括以下步骤：

a) 当前连接的入口节点在接收到连接转换请求消息后，从入口节点开始沿当前连接的业务信号传输方向逐节点转发连接转换请求消息，直到当前连接的出口节点；

b) 收到连接转换请求消息后，逐节点进行永久连接和交换连接的转换。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述连接转换请求消息的转发和连接转换过程由节点的控制平面执行，并通过控制链路传递连接转换请求消息。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述永久连接转换为交换连接是在节点的控制平面建立交换连接状态，并由控制平面接管永久连接在该节点的交叉连接。

4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述交换连接转换为永久连接是在当前连接所经节点的控制平面中删除当前交换连接状态，并由所述节点对应的管理平面接管所述交换连接在该节点的交叉连接。

5、根据权利要求2、3、4中任意一项所述的方法，其特征在于，所述控制平面为基于TCP/IP协议，所述永久连接和交换连接的转换采用带流量工程扩展的资源预留协议RSVP-TE信令协议或路由受限的标签分布协议CR-LDP信令协议实现。

6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，步骤b)所述逐节点进行永久连接和交换连接的转换是在连接转换请求消息到达所述出口节点后，从出口节点开始沿所述连接转换请求消息转发路径的相反方向逐节点进行永久连接和交换连接的转换，直到入口节点。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，进一步包括：所述每个节点转换完成后向下一个需要转换的节点发送转换完成通知消息，直到入口节点，

入口节点将所述转换完成通知消息发送至连接转换请求发起者。

8、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，步骤b)所述逐节点进行永久连接和交换连接的转换是每个节点在接收到连接转换请求消息后，即进行永久连接和交换连接的转换。

9、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，进一步包括：在所述所有节点转换完成后，从出口节点开始沿所述请求消息转发路径的相反方向逐节点转发转换完成通知消息，直到入口节点，入口节点将所述转换完成通知消息发送至连接转换请求发起者。

10、根据权利要求7或9所述的方法，其特征在于，所述转换完成通知消息中包括整个转换连接链路的路由信息。

11、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述入口节点收到的连接转换请求消息中至少包括：当前请求转换的连接在入口节点上的入口节点标识和入口信息，或入口节点上的入口节点标识和出口信息；每个节点在转发连接转换请求消息以前，在该连接转换请求消息中进一步加入自身的出口信息。

12、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述入口信息是入口端口标识或入口通道标识或其组合，所述出口信息是出口端口标识或出口通道标识或其组合。

13、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述节点自身的出口信息是根据当前节点的入口信息通过查询自身中保存的交叉连接信息获得的。

14、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述入口节点进行永久连接和交换连接的转换前进一步包括：判断收到的连接转换请求消息中包含的入口节点标识和入口信息，或入口节点标识和出口信息是否正确，如果是，则进行转换，否则，返回失败消息，结束本流程。

15、根据权利要求11所述的方法，其特征在于，所述入口节点收到的连接转换请求消息中进一步包括：当前请求转换的连接在出口节点的出口节点标识，或出口节点标识和出口信息。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述出口节点进行永久连接和交换连接的转换前进一步包括：判断收到的连接转换请求消息包含的出口节点标识，或出口节点标识和出口信息是否正确，如果是，则在该节点上建立或删除交换连接，否则，返回失败消息，结束本流程。

17、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述连接是单向连接或双向连接。

18、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述交换连接是由网络管理系统发起的软永久连接，或是由客户设备或客户设备的代理发起的交换连接。

一种光网络中永久连接和交换连接之间的转换方法

技术领域

本发明涉及光网络中永久连接和交换连接之间的转换技术，特别是指一种实现光网络中永久连接和交换连接之间无损伤转换的方法。

背景技术

光网络包括同步数字体系/同步光网络（SDH/Sonet）、波长网络等。传统的光网络是一种基于集中管理的系统，网络的节点之间采用永久连接方式实现通信，连接路径由管理平面根据连接要求以及网络资源利用情况预先计算，然后沿着连接路径通过网络管理接口（NMI-T）向节点发送交叉连接命令，进行统一指配，最终完成通路的建立过程。永久连接方式在光网络发展初期因其设计简单、成本较低等取得了较好效果。但是，永久连接方式光连接的创建、维护和拆除都需要人工或网管系统进行干预，随着数据业务量的不断增长，这种连接方式已不能满足对光网络系统动态、灵活的要求。

解决这个问题关键是实现动态光交换，因此，国际电联（ITU-T）提出了自动交换光网络（ASON）架构，该架构在传统上的光网络增加了一个控制平面，并提出了交换连接的概念。根据这一思想，光网络的节点首先通过链路局部的发现技术获得本节点与其他光节点的连接关系，再通过控制平面发布其节点和链路状态，并接收网络中其他节点的状态发布，最终每个光节点都有一份描述网络精确拓扑的“网络地图”，“网络地图”中包括节点、链路、资源等多种信息。当节点被客户设备或管理系统要求建立连接时，节点利用“网络地图”的信息，结合一定的路由算法得到一条可行的路径，再通过信令协议驱动路径上的节点建立交叉连接。在网络连接动态建立、拆除、或者故障引起链路资源变化时，相应节点将及时发布更新的节点、链路状态

信息，实现“网络地图”的再同步。在ASON中，如果节点接收的连接请求来自客户设备或者代理，则这时建立的连接称交换连接（Switched Connection）；如果来自网管系统，这时建立的连接称软永久连接（Soft Permanent Connection），在本文中如果没有特别指出，交换连接和软永久连接将统一称为交换连接。在网络故障，如：链路中断或节点失效发生时，如果交换连接或软永久连接被中断，则控制平面能动态地重建连接路由并恢复业务。采用这种交换方式的光网络系统具有动态、灵活的特点，可以满足数据业务量增长的需要。

虽然交换连接方式会带来很多好处，但是从传统基于供给的光网络升级到自动交换光网络是一个庞大的系统工程，涉及到网络设备、网络管理系统、操作支持系统和其他方面的升级换代，需要一个长期的演进过程。在目前的过渡过程中，控制平面只是在一部分的节点上实现，即使在这些实现了控制平面的“智能”节点上基于供给的业务也不会立刻消失，永久连接和交换连接还会在网络中共存。当永久连接和交换连接共存于一个网络中时，通常通过管理平面分配各自控制的网络资源，网络资源分配之后就不易更改，但是，资源的静态分割往往不能满足不断变化光网络业务的开展，运营商可能经常需要进行永久连接和交换连接之间的转换，以重新分配两种连接各自占用的网络资源，和利用两种连接不同的特性。

然而现有技术中，并没有制定永久连接和交换连接之间转换的方法，如果需要进行连接类型的转换，则需拆除已有连接后，再建立所需类型的连接。这样做将会引起业务的中断，造成业务数据在网络传输损伤，从而会给业务运营带来问题，给运营商的使用带来不便，并进而会影响自动交换光网络这项新技术的推广。

发明内容

有鉴于此，本发明的主要目的在于提供一种光网络中永久连接和交换连接之间转换的方法，实现永久连接和交换连接之间不中断业务情况下的无损

伤转换，使转换过程更加方便、安全，推动自动交换光网络技术的发展。

本发明的一种光网络中永久连接和交换连接之间的转换方法，包括以下步骤：a) 当前连接的入口节点在接收到连接转换请求消息后，从入口节点开始沿当前连接的业务信号传输方向逐节点转发连接转换请求消息，直到当前连接的出口节点；b) 收到连接转换请求消息后，逐节点进行永久连接和交换连接的转换。

该方法所述连接转换请求消息的转发和连接转换过程由节点的控制平面执行，并通过控制链路传递连接转换请求消息。

该方法所述永久连接转换为交换连接是在节点的控制平面建立交换连接状态，并由控制平面接管永久连接在该节点的交叉连接。

该方法所述交换连接转换为永久连接是在当前连接所经节点的控制平面中删除当前交换连接状态，并由所述节点对应的管理平面接管所述交换连接在该节点的交叉连接。

该方法所述控制平面为基于 TCP/IP 协议，所述永久连接和交换连接的转换采用带流量工程扩展的资源预留协议 RSVP-TE 信令协议或路由受限的标签分布协议 CR-LDP 信令协议实现。

该方法步骤 b) 所述逐节点进行永久连接和交换连接的转换是在连接转换请求消息到达所述出口节点后，从出口节点开始沿所述连接转换请求消息转发路径的相反方向逐节点进行永久连接和交换连接的转换，直到入口节点。

该方法进一步包括：所述每个节点转换完成后向下一个需要转换的节点发送转换完成通知消息，直到入口节点，入口节点将所述转换完成通知消息发送至连接转换请求发起者。

该方法步骤 b) 所述逐节点进行永久连接和交换连接的转换是每个节点在接收到连接转换请求消息后，即进行永久连接和交换连接的转换。

该方法进一步包括：在所述所有节点转换完成后，从出口节点开始沿所述请求消息转发路径的相反方向逐节点转发转换完成通知消息，直到入口节点，

入口节点将所述转换完成通知消息发送至连接转换请求发起者。

该方法所述转换完成通知消息中包括整个转换连接链路的路由信息。

该方法所述入口节点收到的连接转换请求消息中至少包括：当前请求转换的连接在入口节点上的入口节点标识和入口信息，或入口节点上的入口节点标识和出口信息；每个节点在转发连接转换请求消息以前，在该连接转换请求消息中进一步加入自身的出口信息。

该方法所述入口信息是入口端口标识或入口通道标识或其组合，所述出口信息是出口端口标识或出口通道标识或其组合。

该方法所述节点自身的出口信息是根据当前节点的入口信息通过查询自身中保存的交叉连接信息获得的。

该方法所述入口节点进行永久连接和交换连接的转换前进一步包括：判断收到的连接转换请求消息中包含的入口节点标识和入口信息，或入口节点标识和出口信息是否正确，如果是，则进行转换，否则，返回失败消息，结束本流程。

该方法所述入口节点收到的连接转换请求消息中进一步包括：当前请求转换的连接在出口节点的出口节点标识，或出口节点标识和出口信息。

该方法所述出口节点进行永久连接和交换连接的转换前进一步包括：判断收到的连接转换请求消息包含的出口节点标识，或出口节点标识和出口信息是否正确，如果是，则在该节点上建立或删除交换连接，否则，返回失败消息，结束本流程。

该方法所述连接是单向连接或双向连接。

该方法所述交换连接是由网络管理系统发起的软永久连接，或是由客户设备或客户设备的代理发起的交换连接。

从上述方案可以看出，本发明通过在光网络的每个节点逐点进行连接类型转换，实现了永久连接和交换连接之间的平滑过渡，有效避免了业务终端和业务数据的传输损伤，增加了网络业务实施的灵活性。

附图说明

图 1 为本发明实施例中带控制平面的光网络和网络连接示意图；

图 2 为本发明中永久连接转换为交换连接的流程图；

图 3 为本发明中交换连接转换为永久连接的流程图。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本发明再作进一步详细的说明。

本发明方案可应用于 SDH/Sonet、波长网络等光网络，在这些光网络中包括多个网络节点和连接这些节点的链路，需要进行连接类型转换的网络节点具备传送、控制、管理三个平面，控制平面控制传送平面并支持交换连接的建立，管理平面管理控制平面和传送平面并支持永久连接的建立。

下面以图 1 所示的光网络为例对本发明方案进行说明。图 1 所示的光网络中包括六个节点：节点 A - 节点 F，每个节点中都包括有传送平面 $A_T - F_T$ 和控制平面 $A_C - F_C$ ，其中，传送平面和控制平面可以是物理分离的，也可以物理上合在一起，逻辑上分离。并且每个节点都包含管理平面，管理平面使得传送平面和控制平面可以被网络管理系统所管理，在图 1 中为清楚起见没有示出。节点之间通过光链路连接，光链路在图 1 中用实线表示；节点的控制平面实体之间通过控制链路相互通信，控制链路在图 1 中用虚线表示，这些控制链路通道是逻辑的，具体实现上有多种方式，如 SDH/Sonet 可以利用开销字节。这里光网络中所有节点间已经建立了正常的光链路连接，控制平面已经通过控制通道与相邻节点建立正常的会话；通过链路管理协议每个节点得到与邻居节点的光链路连接关系；这些相邻光链路节点的连接关系通过链路状态路由协议扩散，最终在每个节点建立起一致的“网络地图”，其中包括所有的网络节点、它们之间的链路连接关系和链路资源信息；另外每个节点中都有一份交叉连接关系表，记录该节点上各端口、通道的连接关系。并且在该网络中已经建立一条连接 A-B-E-F，它们的连接在图 1 中用点

划线表示。其中，所述控制平面通常为基于 TCP/IP 协议的，永久连接和交换连接的转换采用带流量工程扩展的资源预留协议 RSVP-TE 信令协议或路由受限的标签分布协议 CR-LDP 信令协议实现。

当图 1 中所建立的连接 A-B-E-F 是永久连接，并需要将该永久连接 A-B-E-F 转换为交换连接时，转换过程参见图 2 所示，包括以下步骤：

步骤 201，由软永久连接情况下的网络管理系统或交换连接情况下的客户设备向入口节点，即节点 A 发送将永久连接 A-B-E-F 转换为交换连接的连接转换请求消息。

其中，在本文中所述消息如果是从网络管理系统发出的通常是命令，如果是从客户设备发出的通常是信令。

所述连接转换请求消息中包含路由记录列表，如果当前待转换的永久连接 A-B-E-F 是从入口节点 A 的入端口或入口通道开始，到出口节点 F 的出端口或出口通道结束，则在连接转换请求消息的路由记录列表中应至少包括：入口节点地址（ID）和该入口节点的入口信息；如果当前待转换的永久连接 A-B-E-F 是从入口节点 A 开始，到出口节点 F 结束，则连接转换请求消息的路由记录列表中应至少包括：入口节点 ID 和该入口节点的出口信息。这里所述入口信息是该节点的入端口 ID，如果待转换永久连接包括所在端口的某个通道，则入口信息中还需要包括入端口中所在入口通道 ID；出口信息是出端口 ID，如果待转换永久连接包括所在端口的某个通道，则出口信息中还需要包括出端口中所在通道 ID。本实施例中所有网络设备的标识都用网络设备的 ID 表示。另外，在所述列表中还可以进一步包括：当前连接的连接方向，即指双向或者单向，连接负荷类型等信息。并进而为了方便后续的步骤 205 中出口节点对连接转换请求消息进行验证，还可在请求消息中加入出口节点 ID，并且如果待转换永久连接从入口节点 A 的入端口或入口通道开始，到出口节点 F 的出端口或出口通道结束，则还应在其中包括出口节点的出口信息。

步骤 202, 入口节点 A 从其入端口接收到步骤 201 的连接转换请求消息后, 如果该连接转换请求消息中包含入口节点入端口 ID、入口节点入口信息, 则通过这些信息, 并根据自身交叉连接关系表中保存的交叉连接信息得到当前需要转换的永久连接在 A 节点的出口信息, 将这些出口信息加入该转换请求消息中; 如果连接转换请求消息中包含出口信息, 则将这些出口信息直接加入转换请求消息的路由记录列表中。再根据控制平面中保存的相邻链路管理维护的链路连接关系, 即“网络地图”得到下一跳节点, 即节点 B 的 ID, 将转换请求消息通过基于 IP 的控制通道连接向节点 B 发送。

本步骤较佳的方式还可以在节点 A 接收到连接转换请求消息后, 先验证该消息中的信息是否正确, 具体包括: 检查信令中包含的入端口节点 ID 是否存在, 如果消息中包括入口信息, 则还应检查其入口信息是否存在, 并且在该通道上是否已经存在永久连接, 如果是, 则进入步骤 202 的后续步骤, 否则, 向转换请求的发起者返回错误消息, 结束。这样, 可以避免错误消息的干扰。

步骤 203, 节点 B 收到从节点 A 发来的连接转换请求消息后, 从中可得到前一站, 即节点 A 的出口信息, 再结合自身交叉连接关系表中保存的链路管理维护的链路连接关系可以得到该待转换永久连接在节点 B 的相关入口信息; 然后, 与节点 A 的处理类似, 即通过入口信息找出出口信息, 并将出口信息添加到转换请求消息中的路由记录列表的末尾, 再根据“网络地图”得到下一跳节点 E 的 ID, 将转换请求消息通过控制通道向节点 E 发送。

步骤 204, 节点 E 收到从节点 B 发来的连接转换请求消息后, 用与节点 B 同样的方法将转换请求消息转发给出口节点 F。

步骤 205, 节点 F 收到从节点 E 发来的连接转换请求消息后, 在节点 F 的控制平面中建立起请求的交换连接状态, 由控制平面接管该连接占用的端口、通道和交叉资源, 并生成转换完成通知消息, 该消息中保留有转换请求消息路由记录列表中的所有内容, 并加入了本节点 ID, 如果连接转换请求

消息中包含入口节点的入口信息，则还应在转换完成通知消息中加入出口节点的出口信息，即出端口 ID 或出通道 ID，这样，在转换完成通知消息中包含有完整的待转换永久连接的链路路由，然后将该转换完成通知消息沿连接转换请求消息传送路径的相反方向发送，即沿 F-E-B-A 的路径发送。

本步骤较佳地可以在节点 F 收到从节点 E 发来的连接转换请求消息后，进一步验证该消息是否正确，具体包括：对消息中所携带的出口节点 ID 进行分析，如果还包含出口节点的出口信息，则同时对该出口信息进行分析，比较这些信息与本节点的 ID 以及出口信息是否一致，如果一致，则接受该连接转换请求，继续步骤 205 的后续步骤，否则，沿 F-E-B-A 的路径向发起者返回失败消息，并给出错误原因，结束。其中的出口节点 F 自身的出口信息可以通过类似节点 B、E 的处理得到节点 F 上出端口 ID 和出端口通道 ID 等出口信息。

步骤 206，节点 E 收到节点 F 发来的转换完成通知消息后，与节点 F 类似，在其控制平面中建立起请求的交换连接状态，并由控制平面接管本节点的交叉连接状态，并接管连接占用的资源，然后将转换完成通知消息向节点 B 转发。

步骤 207，节点 B 收到节点 E 发来的转换完成通知消息后，用与节点 E 做同样的方法建立起交换连接后，向节点 A 返回转换完成通知消息。

步骤 208，节点 A 收到节点 B 的转换完成通知消息后，用与节点 E、B 同样的方法在节点 A 中建立起交换连接，如果转换成功，则将转换完成通知消息返回至消息发起者，此时，永久连接 A-B-E-F 已经被转换为交换连接，该连接与其他的交换连接一样具备像动态恢复等功能；如果转换失败，则向消息发起者返回失败消息，结束。

从上述中可以看出，本实施例中交换转换请求消息是沿待转换永久连接的下游方向，即沿该连接的业务信号走向逐节点依次转发的，而交换连接的最终建立过程是从出口节点沿上游方向逐节点建立的。对于连接方向是双向

的情况，可以任意选择其中的一个业务信号走向进行连接转换过程。

当图 1 中所建立的连接 A-B-E-F 是交换连接，并需要将交换连接 A-B-E-F 转换为永久连接时，转换过程参见图 3 所示，包括以下步骤：

步骤 301，由软永久连接情况下的网络管理系统或交换连接情况下的客户设备向入口节点 A 发送由交换连接转换为永久连接的转换请求消息，这里为了区分前面的过程，将该消息称之为反向转换请求消息。

其中，所述反向转换请求消息中包含路由记录列表，如果当前待转换的交换连接 A-B-E-F 是从入口节点 A 的入端口或入口通道开始，到出口节点 F 的出端口或出口通道结束，则在连接转换请求消息的路由记录列表中应至少包括：入口节点地址（ID）和该入口节点的入口信息；如果当前待转换的交换连接 A-B-E-F 是从入口节点 A 开始，到出口节点 F 结束，则连接转换请求消息的路由记录列表中应至少包括：入口节点 ID 和该入口节点的出口信息。这里所述入口信息是该节点的入端口 ID，如果待转换交换连接是所在端口的某个通道，则入口信息中还需要包括入端口中所在入口通道 ID；出口信息是出端口 ID，如果待转换交换连接包括所在端口的某个通道，则出口信息中还需要包括出端口中所在通道 ID。本实施例中所有网络设备的标识都用网络设备的 ID 表示。另外，在所述列表中还可以进一步包括：当前连接的连接方向，即指双向或者单向，连接负荷类型等信息。并进而为了方便后续的步骤 305 中出口节点对连接转换请求消息进行验证，还可在请求消息中加入出口节点 ID，并且如果待交换永久连接从入口节点 A 的入端口或入口通道开始，到出口节点 F 的出端口或出口通道结束，则还应在其中包括出口节点的出口信息。

步骤 302，入口节点 A 从其入端口接收到步骤 301 的反向转换请求消息后，从控制平面将该连接标记为删除进行中状态，但不删除交叉连接；如果该反向转换请求消息中包含入口节点入端口 ID、入口节点入口信息，则通过这些信息，并根据自身交叉连接关系表中保存的交叉连接信息得到当前需

要转换的交换连接在 A 节点的出口信息，将这些出口信息加入该反向转换请求消息中；如果反向转换请求消息中包含出口信息，则将这些出口信息直接加入反向转换请求消息的路由记录列表中。再根据控制平面中保存的相邻链路管理维护的链路连接关系，即“网络地图”得到下一跳节点，即节点 B 的 ID，将反向转换请求消息通过基于 IP 的控制通道连接向节点 B 发送。

本步骤较佳地方式还可以在节点 A 接收到连接转换请求消息后，先验证该消息中的信息是否正确，具体包括：检查信令中包含的入端口节点 ID 是否存在，如果消息中包括入口信息，则还应检查其入口信息是否存在，并且在该通道上是否已经存在交换连接，如果是，则进入步骤 302 的后续步骤，否则，向转换请求的发起者返回错误消息，结束。这样，可以避免错误消息的干扰。

步骤 303，节点 B 收到从节点 A 发来的反向转换请求消息后，从控制平面将该连接标记为删除进行中状态，但不删除交叉连接；并可得到节点 A 的出口信息，再结合自身交叉连接关系表中保存的链路管理维护的链路连接关系可以得到该待转换交换连接在节点 B 的相关入口信息；然后，与节点 A 的处理类似，即通过入口信息找出出口信息，并将出口信息添加到转换请求消息中的路由记录列表的末尾，再根据“网络地图”得到下一跳节点 E 的 ID，将反向转换请求消息通过控制通道向节点 E 发送。

步骤 304，节点 E 收到从节点 B 发来的反向转换请求消息后，执行与节点 B 同样的操作，并将反向转换请求消息转发给出口节点 F。

步骤 305，节点 F 收到从节点 E 发来的连接转换请求消息后，删除控制平面中该交换连接的状态，但不删除该连接的交叉连接，将该连接占用的资源交由管理平面管理；并生成转换完成通知消息，该消息中保留有转换请求消息路由记录列表中的所有内容，并加入了本节点 ID，如果连接转换请求消息中包含入口节点的入口信息，则还应在转换完成通知消息中加入出口节点的出口信息，即出端口 ID 或出通道 ID，这样，在转换完成通知消息中

包含有完整的已转换连接的链路路由，然后将该转换完成通知消息沿连接转换请求消息传送路径的相反方向发送，即沿 F-E-B-A 的路径发送。

本步骤较佳地可以在节点 F 收到从节点 E 发来的反向转换请求消息后，进一步验证该是否正确，具体包括：对消息中所携带的出口节点 ID 进行分析，如果还包含出口节点的出口信息，则同时对该出口信息进行分析，比较这些信息与本节点的 ID 以及出口信息是否一致，如果一致，则接受该反向连接转换请求，继续步骤 305 的后续步骤，否则，沿 F-E-B-A 的路径向发起者返回失败消息，并给出错误原因，结束。其中的出口节点 F 自身的出口信息可以通过类似节点 B、E 的处理得到节点 F 上出端口 ID 和出端口通道 ID 等出口信息。

步骤 306，节点 E 收到节点 F 发来的转换完成通知消息后，与节点 F 类似，删除控制平面中该交换连接的信息，但不删除该连接的交叉连接，将该连接占用的资源交由管理平面管理；然后将转换完成通知消息向节点 B 转发。

步骤 307，节点 B 收到节点 E 发来的反向转换完成通知消息后，用与节点 E 做同样的方法删除交换连接后，向节点 A 返回转换完成通知消息。

步骤 308，节点 A 收到节点 B 的转换完成通知消息后，用与节点 E、B 同样的方法删除交换连接，但不删除该连接的交叉连接，将该连接占用的资源交由管理平面管理，如果反向转换成功，则将转换完成通知消息返回至消息发起者，此时，交换连接 A-B-E-F 已经被转换为永久连接，控制平面不再管理该连接占用的资源；如果转换失败，则向消息发起者返回失败消息，结束。

与永久连接到交换连接的转换过程相同，本实施例中反向转换请求消息是沿待转换永久连接的下游方向，即沿该连接业务信号走向逐节点依次转发的，而交换连接的取消过程是从出口节点沿上游方向逐节点建立的。对于连接方向是双向的情况，可以任意选择其中的一个方向进行连接转换过程。

上面所述的较佳实施例中，光网络中永久连接和交换连接之间的转换都是在连接转换请求消息到达所述出口节点后，从出口节点开始沿所述连接转换请求消息转发路径的相反方向逐节点进行永久连接和交换连接的转换，直到入口节点。另外，本发明中永久连接和交换连接之间的转换过程也可以沿连接转换请求消息的路径 A-B-E-F 进行，具体为：在每个节点接收到连接转换请求消息后即刻进行永久连接和交换连接的转换，在该节点连接转换完成后向下一个需要转换的节点转发连接转换请求消息，当最后一个节点即出口节点连接转换完成后，沿上游方向，即沿图 1 光网络中的 F-E-B-A 方向转发转换完成通知消息，直至转换请求的发起者。其中，这里连接转换请求消息和转换完成通知消息在每个节点中的内容和节点对消息的处理方式与上面所述实施例中完全相同。

在上述方案中，如果转换请求发起者发出的连接转换请求消息中事先包括有待转换链路的整个或部分路由信息，则在连接转换请求消息到达节点后，节点可先对请求消息中包括的路由信息进行分析，判断该请求消息中包含的关于下一节点的路由与根据自身交叉连接关系表中的内容和“网络地图”自动发现待转换连接中下一个节点的路由是否一致，如果一致，则继续进行后续步骤的操作，否则，向转换请求发起者返回包含有出错节点标识信息的错误消息，结束流程。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

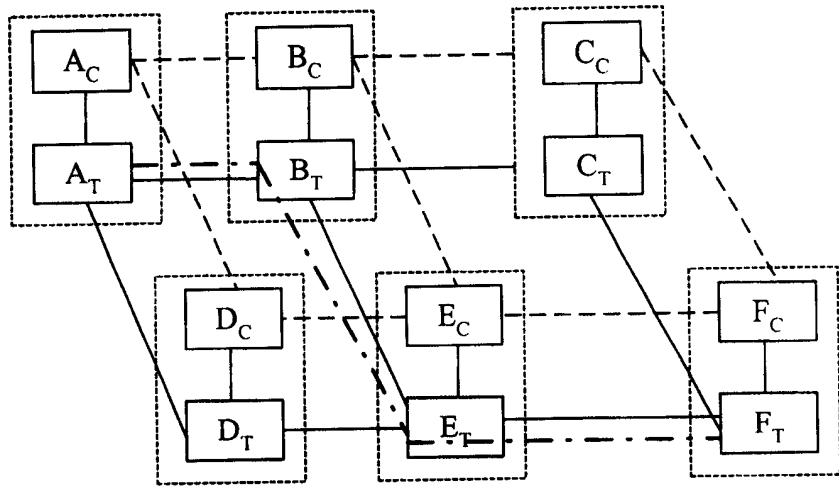


图 1

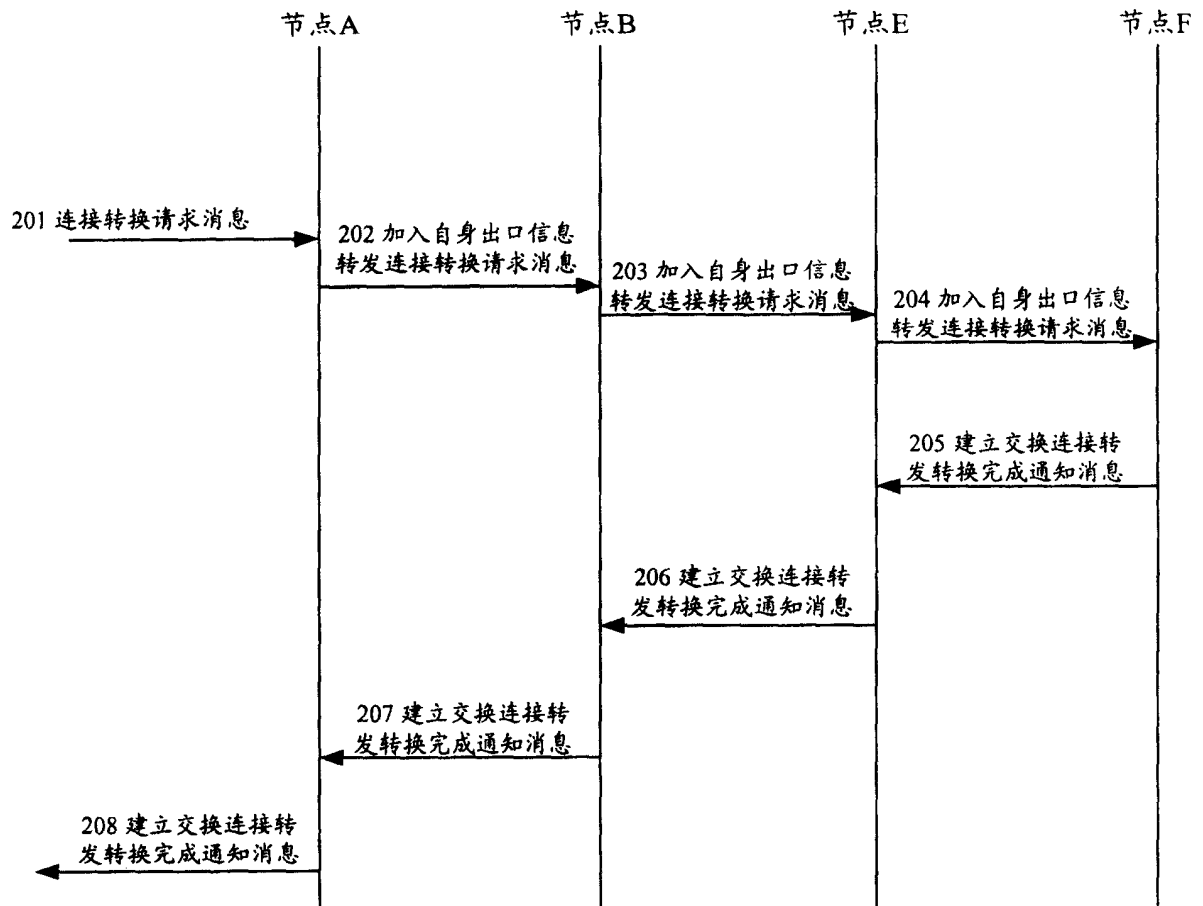


图 2

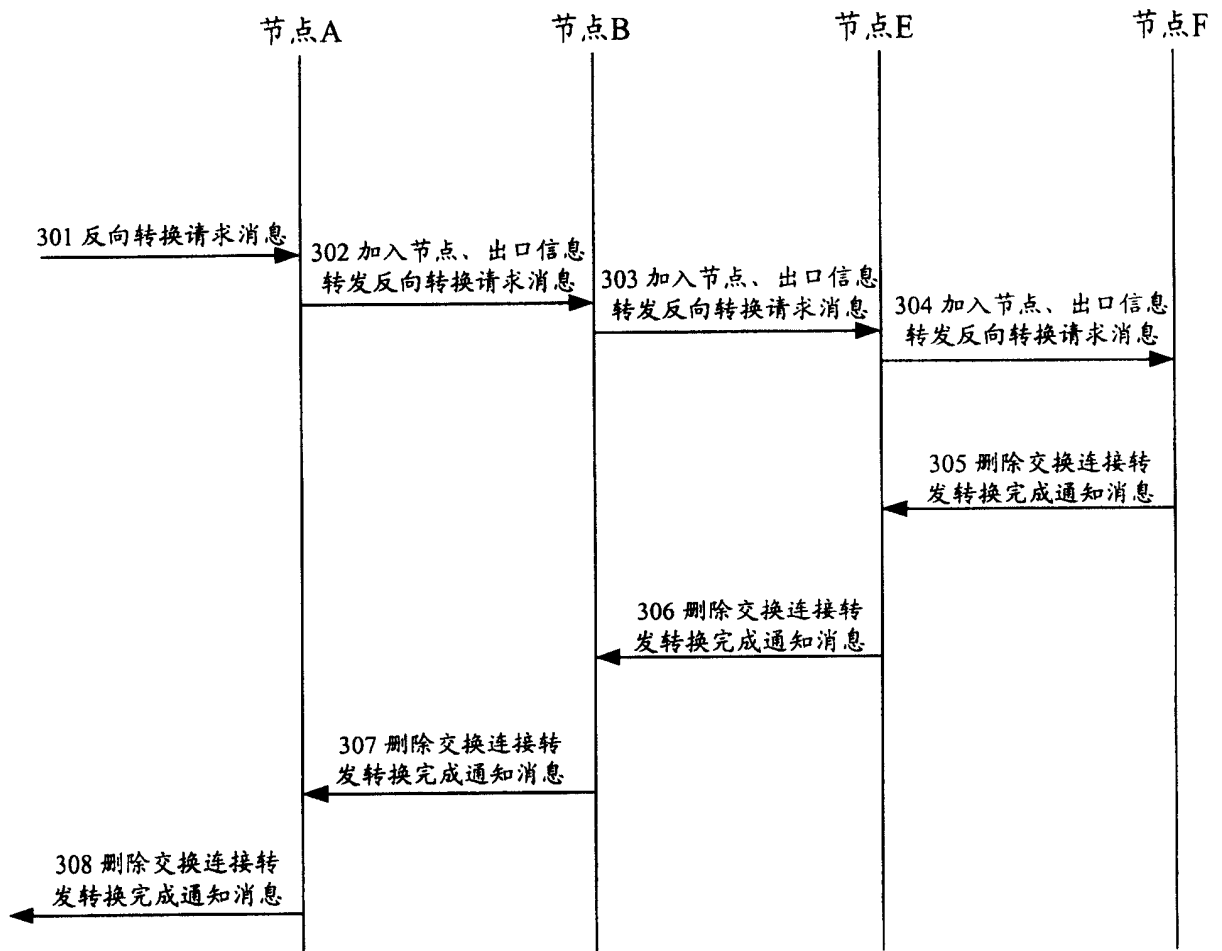


图 3