

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/56 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610073952.1

[43] 公开日 2007年7月4日

[11] 公开号 CN 1992676A

[22] 申请日 2006.2.28

[21] 申请号 200610073952.1

[30] 优先权

[32] 2005.2.28 [33] US [31] 11/067,506

[71] 申请人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎

[72] 发明人 钱 列 汤益彦 汪宇科

B·S·布-迪亚布

W·奥列辛斯基

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 杨晓光 李 峥

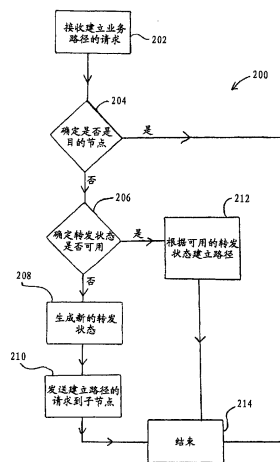
权利要求书 3 页 说明书 26 页 附图 11 页

## [54] 发明名称

在通信网络中多个业务路径之间的转发状态共享

## [57] 摘要

本发明描述了在多个业务路径之间共享转发状态。描述了一种用于在通信网络中建立从第一节点到第二节点的数据业务路径的方法。该方法包括：在一组预先存在的转发状态中搜索预先存在的与第一节点相关的用于定义从第一节点到第二节点的业务路径的转发状态。如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则生成新的用于定义从第一节点到第二节点的业务路径的转发状态。该新的转发状态用于建立从第一节点到第二节点的业务路径。还描述了实现该方法的装置。所描述的转发状态的共享可以应用在 MPLS 网络中。



1. 一种用于在通信网络中建立从第一节点向第二节点的数据业务路径的方法，所述方法包括：

在一组预先存在的转发状态中搜索预先存在的与所述第一节点相关的用于定义从所述第一节点向所述第二节点的业务路径的转发状态；以及

如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则

生成新的用于定义从所述第一节点向所述第二节点的业务路径的转发状态；以及

使用新的转发状态以建立从所述第一节点向所述第二节点的业务路径。

2. 如权利要求 1 的方法，还包括：

如果在所述一组预先存在的转发状态中找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则使用预先存在的转发状态建立业务路径。

3. 如权利要求 2 的方法，其中，如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态的步骤还包括：

将所述新的转发状态添加到所述一组预先存在的与所述第一节点相关的转发状态中。

4. 如权利要求 3 的方法，其中，所述新的转发状态包括识别所述第二节点的信息。

5. 如权利要求 4 的方法，其中，所述一组预先存在的转发状态被存储在与所述第一节点相关的记录表中；所述新的转发状态被存储为所述表中的一个记录。

6. 如权利要求 5 的方法，其中，

业务路径是所述通信网络中组播通道的组播树的一个段；

所述第二节点是组播树的分支节点。

7. 如权利要求 6 的方法，其中，所述通信网络是 MPLS 启动的；所述

新的转发状态包括 MPLS 标签。

8. 如权利要求 7 的方法, 其中, 定义为从所述第一节点向所述第二节点的业务路径的数量被记录在所述记录表中。

9. 如权利要求 8 的方法, 其中, 在生成所述新的转发状态后, 定义为向所述第二节点的业务路径的数量被增加。

10. 一种用于在通信网络中响应用于建立通过第一节点向第二节点的第一业务路径的第一请求和响应用于建立通过所述第一节点向所述第二节点的第二业务路径的第二请求的方法, 所述方法包括:

在所述第一节点接收所述第一和第二请求;

生成识别所述第二节点的转发状态, 所述转发状态用于定义通过所述第一节点向所述第二节点的第一和第二业务路径;

将所述转发状态与第一和第二业务路径相关联; 以及

根据上述转发状态建立通过所述第一节点向所述第二节点的第一和第二业务路径。

11. 如权利要求 10 的方法, 其中, 所述转发状态被存储在与所述第一节点相关的记录表中。

12. 如权利要求 11 的方法, 其中,

第一业务路径是所述通信网络中第一组播通道的第一组播树的一个段;

第二业务路径是所述通信网络中第二组播通道的第二组播树的一个段;

所述第一节点是所述第一组播树的分支节点或目的指定节点;

所述第二节点是所述第二组播树的分支节点或目的指定节点。

13. 如权利要求 12 的方法, 其中, 所述通信网络是 MPLS 启动的网络。

14. 如权利要求 13 的方法, 其中, 所述转发状态包括入口 MPLS 标签、出口 MPLS 标签、出口接口标识符和将所述转发状态与所述第二节点相关联的另一个标识符。

15. 如权利要求 14 的方法, 其中, 生成转发状态的步骤在所述第一节

点接收到建立第一业务路径的第一请求之后执行。

16. 如权利要求 14 的方法，其中，生成转发状态的步骤在所述第一节点接收到建立第一业务路径的第一请求之前执行。

17. 如权利要求 14 的方法，其中，所述第一和第二组播通道各自与多媒体数据的传输相关。

18. 一种网络单元，用于在通信网络中建立从所述网络单元向第二网络单元的数据业务路径，包括：

与所述网络单元相关的数据存储器，用于存储一组预先存在的转发状态；以及

出口接口，用于转发从所述网络单元向所述第二网络单元的业务路径的数据；

其中，

当在所述网络单元接收建立业务路径的请求时，在所述一组预先存在转发状态中搜索预先存在的用于定义从所述出口接口向所述第二网络单元的业务路径的转发状态；

如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则

生成新的用于定义通过所述出口接口向所述第二网络单元的业务路径的转发状态；

将新的转发状态存储到所述一组预先存在的转发状态中；

使用所述新的转发状态以建立通过所述出口接口从所述出口接口向所述第二网络单元的业务路径。

19. 如权利要求 18 的网络单元，其中，所述通信网络是 MPLS 启动的；所述新的转发状态包括入口 MPLS 标签、出口 MPLS 标签、识别所述出口接口的出口接口标识符以及与所述第二网络单元相关的标识符。

20. 如权利要求 19 的网络单元，其中，业务路径与组播通道相关。

## 在通信网络中多个业务路径之间的转发状态共享

### 技术领域

本发明涉及通信系统领域，更具体地，涉及实现在通信网络中多个路径之间的转发状态共享。

### 背景技术

在通信系统中，资源通常用于建立和维持通信路径，数据可以通过这些通信路径转发。在沿着通信路径的每一个节点或网络单元，可以确定诸如数字数据的分组的数据的转发状态以将分组向前转发到该通信路径的下一个节点或下一跳。因此，转发状态可以被认为是用于在每一个节点将数据转发到下一个节点的信息。

在通信网络系统的装置中，有网际协议（IP）和多协议标签交换（MPLS）控制用于通过网络转发数据分组。MPLS 被有些人认为是有效的传输数据分组的方式。这主要是因为 MPLS 不需要在分组的路径中的每一个路由器或者网络节点处检查分组的目的 IP 地址。这样，MPLS 对许多诸如 IP 网络的网络的高速核心网特别有用。

例如，IP 控制可以包括 IP 路由协议，例如 OSPF、IS-IS 和 BGP，这些协议交换网络拓扑信息并帮助建立 IP 转发状态。MPLS 控制可以包括信令协议，例如 LDP、RSVP-TE 和 BGP，以在节点之间传送转发状态信息。因此，IP 转发状态使用目的 IP 地址构建。使用 MPLS 设备，每一个进入的分组被提供 MPLS “标签”，其后，MPLS 节点检查该“标签”而不是目的 IP 地址以做出转发决定。因此，在 MPLS 节点的转发状态可以用于建立数据业务路径，数据可通过该路径传输。MPLS 节点，例如标签交换路由器（LSR），可以使用由 IP 和 MPLS 控制部件提供的信息以在节点

处构建 MPLS 转发状态，以沿着标签交换路径（LSP）建立通信路径并将数据分组转发到下游节点或者子节点。这样，MPLS 减少了执行复杂的基于目的 IP 地址的路由查找的需要，并提供交换逻辑路径 LSP 设备。

在通过网络传输数据分组之前，在节点之间建立用于传输这些分组的数据业务路径。在 MPLS 设备中，单独的标签交换路径（LSP）可以提供给经过节点或 LSR 的 MPLS 设备的不同转发等价类（FEC）的分组，例如不同的服务类别。单独的业务路径或 LSP 的建立需要可能不足的网络管理资源。尤其在 MPLS 设备中，由于 32 比特的 MPLS 垫片标签（shim label）仅提供 20 比特的标签标识符，因此只有  $2^{20}$  个唯一标签（或者 64,000 个唯一标签）可用于 MPLS 网络域。由于每一个 LSP 需要在每一个 LSR 使用一个或多个唯一标签，因此，可在 MPLS 网络中部署的 LSP 的数量限于可用的 64,000 个唯一标签。

在现有技术的组播消息在一个或多个组播通道中转发的网络中也有耗尽网络管理资源的问题。例如，在 MPLS 网络中的一个用于将数据转发到多个目的节点的组播通道中，“组播树”可以用在组播树中提供不同路径通过节点或 LSR 的 LSP 构建。例如，如果是单源组播，则组播树可以将目的节点作为叶子，源节点作为根。如果是多源，则“汇集”节点可以用作根节点。这样，在 MPLS 术语中，组播树上的每一个节点或 LSR 可以被分类为：1) 源指定路由器（SDR）或根节点；2) 分支路由器（BR），其在组播树上具有一个以上子路由器；3) 非分支路由器（NBR），其在组播树上只有一个子路由器；以及 4) 目的指定路由器（DDR），其是组播树上的叶子。每一个 LSR，即沿着组播树的 SDR、BR、NBR 或 DDR，通常被要求将与转发状态有关的信息的登记表维持为每一个经过 LSR 的组播通道或组播树的一部分。因此，在 MPLS 设备中，在每一个 LSR 都对每一个正在通过网络转发数据的组播通道消耗 MPLS 标签。对于提供多个组播通道的网络，很明显，可用的网络管理资源，例如 MPLS 网络中的唯一 MPLS 标签，会甚至更快地耗尽，并且网络的部署规模受资源消耗的限制。

这样，需要一种减小上述缺点的方法和系统。

## 发明内容

在本发明的一个方面，提供一种用于在通信网络中建立从第一节点向第二节点的数据业务路径的方法。该方法包括：在一组预先存在的转发状态中搜索一预先存在的与第一节点相关的用于定义从第一节点向第二节点的业务路径的转发状态；如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则生成一新的用于定义从第一节点向第二节点的业务路径的转发状态；使用所述新的转发状态以建立从第一节点向第二节点的业务路径。

该方法还可以包括以下步骤：如果在所述一组预先存在的转发状态中找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则使用预先存在的转发状态建立业务路径。

所述如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态的步骤还可以包括：将所述新的转发状态添加到所述一组预先存在的与第一节点相关的转发状态中。

所述新的转发状态可以包括识别第二节点的信息。所述一组预先存在的转发状态可以存储在与第一节点相关的记录表中，所述新的转发状态可以被存储为所述表中的一个记录。

业务路径可以是通信网络中组播通道的组播树的一个段，第二节点可以是组播树的分支节点。通信网络可以是 MPLS 启动的 (MPLS enabled)，所述新的转发状态可以包括 MPLS 标签。

定义为从第一节点向第二节点的业务路径的数量可以记录在记录表中。在生成新的转发状态后，可以增加向第二节点的业务路径的数量。

在本发明的另一个方面，提供了一种用于响应建立通过第一节点向第二节点的第一业务路径的第一请求和响应建立通过第一节点向第二节点的第二业务路径的第二请求的方法。该方法包括：在第一节点接收第一和第二请求；生成识别第二节点的转发状态，所述转发状态用于定义通过第一

节点向第二节点的第一和第二业务路径；将所述转发状态与第一和第二业务路径相关联；根据所述转发状态建立通过第一节点向第二节点的第一和第二业务路径。

所述转发状态可以存储在与第一节点相关的记录表中。

第一业务路径可以是通信网络中第一组播通道的第一组播树的一个段。第二业务路径可以是通信网络中第二组播通道的第二组播树的一个段。第一节点可以是第一组播树的分支节点或目的指定节点。第二节点可以是第二组播树的分支节点或目的指定节点。

通信网络可以是 MPLS 启动的网络。转发状态可以包括入口 MPLS 标签、出口 MPLS 标签、出口接口标识符以及将转发状态与第二节点相关联的另一个标识符。

生成转发状态的步骤可以在第一节点接收到建立第一业务路径的第一请求之后执行。生成转发状态的步骤也可以在第一节点接收到建立第一业务路径的第一请求之前执行。

第一和第二组播通道可以各自与多媒体数据的传输相关。

在本发明的另一个方面，提供了一种网络单元，其用于在通信网络中建立从所述网络单元向第二网络单元的数据业务路径。所述网络单元包括：与所述网络单元相关的数据存储器，用于存储一组预先存在的转发状态；出口接口，用于转发从所述网络单元向第二网络单元的业务路径的数据。当在所述网络单元接收到建立业务路径的请求时，在所述一组预先存在的转发状态中搜索一预先存在的用于定义从出口接口向第二网络单元的业务路径的转发状态。如果在所述一组预先存在的转发状态中没有找到预先存在的用于定义业务路径的转发状态，则：生成新的用于定义通过出口接口向第二网络单元的业务路径的转发状态；将所述新的转发状态存储到所述一组预先存在的转发状态中；使用所述新的转发状态以建立通过出口接口从出口接口向第二网络单元的业务路径。

通信网络可以是 MPLS 启动的，所述新的转发状态可以包括入口 MPLS 标签、出口 MPLS 标签、识别出口接口的出口接口标识符以及与第



二网络单元相关的标识符。业务路径可以与组播通道相关。

## 附图说明

根据下面仅以例子说明本发明的原理的特定实施例的描述以及附图，本发明的前述和其它方面将变得更加清楚。在附图中，相同的单元使用相同的附图标记（各个单元具有唯一的按字母顺序的后缀）：

图 1 是计算机通信网络的框图；

图 2 是在图 1 的计算机网络中建立向目的节点的路径的方法的流程图；

图 3 是在本发明的一个实施例中的由节点使用的用于建立业务路径的转发状态表的图；

图 4a 至 4c 是示出使用图 2 的方法和图 3 的表建立向目的节点的业务路径的框图；

图 5a 至 5b 是示出拆除使用图 2 和如图 4a 到 4c 所示的方法建立的业务路径的框图；

图 6 是本发明的可选实施例中的组播通道的组播树的框图，通过该组播通道，业务路径或业务隧道可以根据图 2 的方法建立；

图 7 是本发明的又一个实施例中的组播树的节点的框图，可以在这些节点中静态地建立业务隧道；

图 8 是可用于本发明的实施例的网络单元的框图。

## 具体实施方式

下面的说明和所描述的实施例以例子的方式说明本发明的原理的特定实施例。这些例子是用于说明原理的目的，而不是对本发明的限制。在下面的描述中，相同的部分在整个说明书和附图中用相同的附图标记表示。

在一个实施例中，有通信网络用于将数据在网络中从一个节点沿着数据业务路径转发到另一个节点。参考图 1，示出了网络 100。其中，节点 102、104、106、108 和 110 通过通信链路相互连接，如连接节点的实线所示。可以理解，网络 100 可以具有其它节点，这些节点可以相互连接，并

与节点 102、104、106、108 和 110 连接。然而，目前对于网络 100，仅考虑节点 102、104、106、108 和 110 以及所示的通信链路。

假设最初在网络 100 中没有有关定义数据业务路径的转发状态的信息。通信或业务路径可以通过向第一节点提供向第二节点的路径的请求建立。该请求可以在第一节点生成以响应向第二节点转发数据的愿望，或者从第一节点外部、从网络 100 之内或之外的另一个单元接收。例如，如果在节点 102 接收到建立向节点 104 的通信路径的请求，则路径 112（如虚线所示）可以通过转发状态定义，该转发状态与每一个节点 102、106 和 108 本地相关，用于识别向目的节点 104 的业务路径 112。因此，在接收到定义向节点 104 的路径的请求后，可以对通过节点 102 和节点 106 之间的链路向节点 104 的路径 112 生成与节点 102 本地相关的转发状态。可以理解，该链路可以是由网络 100 的任何网络层提供的任何链路。该在节点 102 生成的转发状态可以被识别为与目的节点 104 相关，并且还可以被存储以便容易由节点 102 访问，用于与除了路径 112 以外的业务路径共享。可以理解，转发状态的生成和存储可以在节点 102 本地，或者在网络 100 之内或之外的另一个单元。然后，建立到目的节点 104 的路径的请求可以被传递到向节点 104 的下一跳或节点，如图 1 所示的，下一跳或节点是节点 106，随后是节点 108。在节点 106 和 108，重复进行与在节点 102 相同的过程，用于生成与每一个节点 106 和 108 本地相关的转发状态，以建立向目的节点 104 的业务路径 112。在节点 106 和 108 生成的转发状态与目的节点 104 相关，并且可以被存储为与其它业务路径共享，如同节点 102 的情况。因此，可以理解，转发路径 112 可以通过在每个节点 102、106 和 108 生成的转发状态建立和定义，这些转发状态都与特定的目的节点（即本例中的节点 104）相关。

在如上所述地在节点 102、106 和 108 生成转发状态后，如果在节点 102 接收到建立另一个到目的节点 104 的路径的请求，则不再需要创建全新的转发状态信息以生成新的到目的节点 104 的路径。现在，节点 102 可以搜索其可用的一组转发状态，并发现这组转发状态已经有与到作为目

的的节点 104 的业务路径 112 相关的转发状态。这样，新请求的业务路径可以使用已经可用于节点 104 的转发状态定义。此外，定义新路径的请求不需要转发到节点 106 或 108，因为下游转发状态也可以被共享。

如果期望在节点 110 和 104 之间有业务路径，则最初在节点 110 没有与目的节点 104 相关的转发状态信息。这样，对节点 110 生成转发状态以建立向节点 104 的路径 114，例如，通过节点 110 和 106 之间的链路。与在节点 102 类似，当最初没有转发状态信息时，建立向节点 104 的路径的请求从节点 110 发送到节点 106。然而现在，由于节点 106 已经有存储的与目的节点 104 相关的转发状态，因此不用生成新的转发状态以响应来自节点 110 的路径请求，所存储的与目的节点 104 相关的转发状态可以被共享，并用于定义向节点 104 的业务路径 114。因此，从节点 110 到节点 104 的路径 114 可以只用在节点 110 生成的新的转发状态信息定义，而避免在中间节点 106 和 108 生成新的转发状态，因为预先存在的可用于与路径 112 的连接转发状态可以与路径 114 共享，这些路径都有共同的目的点。

可以理解，转发路径 112 和 114 都经过在路径 112 和 114 的公共部分中的公共段或隧道，如 118 所示，其中转发状态被共享。

在一个实施例中，在网络 100 中，在每个节点建立从第一节点向第二或目的节点的业务路径的处理可以如图 2 的流程图 200 所示。在向目的节点的每一个节点，路径建立过程从步骤 202 开始，接收建立向目的节点的业务路径的请求，在路径的第一或起始节点的情况下，该请求可以在内部生成以响应建立向第二或目的节点的路径，如上所述。在步骤 204，如果发现所考虑的节点是目的节点，则路径建立过程在步骤 214 结束，因为在沿着期望的业务路径的节点处的转发状态必定已经生成。然而，如果该节点不是目的节点，则该处理继续执行步骤 206，确定是否有合适的识别目的节点的转发状态，该转发状态可用于所考虑的节点。如果有，则在步骤 212，使用可用的转发状态建立向目的节点的路径。然而，如果在步骤 206，没有找到合适的转发状态，则在步骤 208，生成新的转发状态以建立向目的节点的路径。可以理解，步骤 206 可以包括与网络信息管理系统进行通

信，或者与向目的节点的下一个节点进行通信，以生成转发状态并可选择地进行存储。接着，在步骤 210，建立向目的节点的路径的请求被发送到向目的节点的下一个节点，之后，在所考虑的节点处的路径建立请求的处理在步骤 214 结束。

可以理解，在一些实施例中，转发状态可以在业务路径之间不共享，即使这些路径共享向共同目的节点的公共段。例如，通信网络中的数据业务路径可以各自与特定的服务类别相关，每个各自的服务类别可以有一定的服务质量（QoS）要求。例如，在业务路径建立和定义期间，保留网络资源以提供路径所请求的 QoS，并且这样的路径可以被定义为使得其带宽是不可共享的。这样，在具有不同 QoS 要求的业务路径之间共享转发状态是不适当的。当可能在业务路径之间的 QoS 差别的可接收范围内共享转发状态时，可接收的差别阈值可以在不同的网络设备中改变。在不同的设备中，共享可用的转发状态的管理可以用不同的技术处理，例如通过在每一个网络节点的信息（例如通过在如上描述的图 2 的步骤 206 和 212 之间的 QoS 性能检查），或者通过网络信息管理系统。

现在对于在通信网络中提供 MPLS 转发的实施例，提供更多有关上述在数据业务路径之间的转发状态共享方法的实现和应用的细节。

在传统的网络中的 IP 转发中，每一个可以被认为是网络节点的路由器通常独立地检查其接收到的数据分组，并将分组分配给转发路径，其可以是“转发等价类”（FEC）。相反，在 MPLS 中，只有在分组进入 MPLS 域时，分组才被分配给 FEC，并且表示 FEC 的“标签”被附在分组上。FEC 可以被认为是传输通道，分组通过该传输通道进行传输，FEC 可以是单播（点到点）或组播（点到多点）的。在随后的沿着 MPLS 域内的转发路径的节点，分组的 IP 信息不再被检查。相反，MPLS 标签提供表内的索引，该表通常指 MPLS 标签交换表，其规定下一跳和新的标签。这种转发路径在本领域中是已知的，称为标签交换路径（LSP），LSP 可以在静态操作中由网络操作者手动地建立成永久标签交换路径（PLSP），由此，网络的一些或全部 LSP 被预先确定。可选择地，可以使用标签分布协议

(LDP)，其中网络根据来自网络操作者的命令，或者无需转发路径到达节点的分组，动态地建立 LSP，其中分组可以在该转发路径上被转发到其目的。这样的路径在本领域通常称作软-永久或信令方式的 LSP (SLSP)。有关 MPLS 的更多的细节可以在下面的草案 MPLS 标准或建议中找到，在此结合其中的每一个作为参考：

[1] E. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, Multiprotocol Label Switching Architecture(多协议标签交换结构), 草案 ietf-mpls-arch-06.txt.

[2] L. Andersson, P. Doolan, N. Feldem, A. Fredette, B. Thomas, LDP Specification (LDP 规范), draft-ietf-mpls-ldp-06.txt.

[3] B. Davie, J. Lawrence, K. McCloghrie, Y. Rekhter, E. Rosen, G. Swallow, P. Doolan, MPLS Using LDP and ATM VC Switching (使用 LDP 和 ATM VC 交换的 MPLS), draft-ietf-mpls-atm-02.txt.

[4] B. Jamoussi, Constraint-Based LSP Setup using LDP (使用 LDP 的基于强制的 LSP 建立), draft-ietf-mpls-cr-ldp-01.txt.

[5] E. Braden 等, Resource Reservation Protocol (资源保留协议), RFC2205。该 LDP 设备在下文中也称作“RSVP”。

在一个实施例中，转发状态共享可以通过维持 MPLS 标签交换表中除了标签和接口信息之外的信息实现。这种附加信息可以连同标签交换信息一起被排列在表或记录中，可以被称作“隧道信息”。隧道记录表可以对每一个节点或 LSR 实现。典型的隧道记录表可以如图 3 的表 300 表示，其可以用于维持与经过 LSR 的业务路径或 LSP 有关的信息。在表 300 中，该表中的每个条目 308 规定可定义业务路径或在业务路径之间共享的转发状态信息。例如，条目 308 可以规定入口标签  $L_{in}$ ，出口标签  $L_{out}$  的一个或多个部分和输出接口  $I_{out}$ 。 $I_{out}$  规定 LSR 的出口接口。在表 300 中的条目 308 提供超过一对  $L_{out}$  和  $I_{out}$  信息的情况下，条目可以在组播通道的分支节点使用，在该分支节点，分组被复制并从 LSR 的具有该出口接口  $I_{out}$  专用的出口标签  $L_{out}$  的另一个出口接口发送出去。为了易于说明，仅仅考虑非分支节点或 LSR，即目前考虑诸如条目 308 的仅提供一对 ( $L_{out}$ ,  $I_{out}$ ) 信

息的的条目。虽然没有详细考虑点到多点 LSP，但是可以理解，相同的原理可以应用于点到多点 LSP，如下面详细描述。

LSR 可以具有多个入口接口和出口接口，用于连接到多个相邻 LSR。隧道记录表，诸如表 300，可以与 LSR 相关或与 LSR 的接口相关，或者只有单独的标签交换表中的标签交换信息可以与 LSR 的每一个接口相关，用于共享转发状态的 LSP 信息可以记录在 LSR 的集中式隧道记录表中。如下面将要详细描述的，在一个实施例，实现网络节点或 LSR 的转发状态共享可以要求使用更多的 MPLS 标签，其中网络节点或 LSR 对于每一个入口接口具有单独的隧道记录表。

对于本实施例，数据业务路径或 LSP 可以利用在隧道记录表中生成的条目沿着向目的节点的节点建立。每一个条目中的表信息可以识别通信路径，因为在数据路由期间，当数据的分组到达 LSR 时，LSR 在诸如表 300 的隧道记录表中搜索具有与分组上的标签匹配的入口标签  $L_{in}$  的条目，例如通过与 MPLS 启动的分组的 32 个比特的垫片头中的 MPLS 头匹配 20 比特固定长度。对于匹配条目中的每一对  $L_{out}$  和  $I_{out}$  信息，LSR 将分组的标签值  $L_{in}$  与该条目的  $L_{out}$  字段中的表进行交换，并通过出口接口  $I_{out}$  将分组转发到相邻 LSR。这个过程可以称作分组的“标签交换”，其利用 LSP 通过 MPLS 网络转发分组，该 LSP 由沿着分组的业务路径的每一个 LSR 的隧道记录表中的转发状态信息定义。因此，诸如表 300 的隧道记录表中包括与 LSR 相关的  $L_{in}$  和  $(L_{out}, I_{out})$  的条目可以用于识别经过 LSR 的业务路径或 LSP。这样，生成 LSR 的隧道记录表中的转发状态也是创建通过 LSR 的 LSP，并且对于每一个 LSR，由于表中的每一个条目也与目的节点相关，因此该条目也与 LSR 相关。本领域的技术人员可以理解，MPLS 标签交换表可以用于维持有关 MPLS 域中的业务路径的信息，并且诸如表 300 的隧道记录表可以包含 MPLS 标签交换表的典型信息，而且还包含启动转发状态共享的附加信息。可以理解，虽然上述的包括信息的表 300 与 MPLS 标签交换表类似，但在其它实施例中，除了隧道记录表或者类似表 300 的合并表，可以保持单独的严格用于标签交换的 MPLS 标签交换表，

这对于本领域的技术人员是明显的。

对于一个实施例，表 300 的每一个记录还维持字段“路径数量”，如图中所示的“PC”，其给出使用维持在该记录中的转发状态信息的业务路径的数量。当响应路径建立请求生成表 300 的每一个记录时，路径数量的值设为“1”，当额外的路径被定义以共享记录的下游转发状态信息时，该值被增加，如下详细描述。

如所描述的，在一个实施例中，表 300 中的每一个条目还包括与目标相关的信息，或者与条目 308 相关的 LSP 的目的节点。该目标或目的节点信息在路径建立请求中被提供给 MPLS 域，并且可以被提供给 MPLS 网络中的节点或 LSR。此外，该信息可以用于生成业务路径，该业务路径提供具有向不同通信路径的共同目的节点的共享转发状态的“隧道”部分。

例如，给定网络中的一个节点，如网络 100 中的节点 102，用于使用转发状态共享能力建立向节点 104 的通信路径 112 的典型方法可以沿着节点 106 和 108 建立。参考图 4a，节点 102、106 和 108 每一个都分别与隧道记录表 300a、300b 和 300c 相关，这些记录表每一个都具有 MPLS 标签交换信息和 LSP 隧道信息。

为了建立从节点 102 到节点 104 的路径，节点 102 首先检查其相关的表 300a 以发现是否有先前建立的经过或源自节点 102 且终点在节点 104 的 LSP。该确定可以通过确定表 300a 中是否有具有与节点 104 匹配的目标节点信息的条目而进行。假设在表 300a 中没有找到这样的条目，则节点 102 通过任何现有技术向节点 104 的下一跳找到“子”节点或下一个下游节点，例如，查询 IP 路由数据库或如由网络 100 的网络信息管理系统(未示出)用于约束路径路由所指示的。下一跳节点也可以由具有目的节点 104 的地址的节点 102 使用本领域技术人员已知的路由方案确定。在确定了下一跳节点之后，节点 102 向子节点 106 发送建立业务路径的请求 402，用 Req (节点 104) 表示。识别节点 104 的信息，诸如节点 104 的网络地址，被承载在发送到节点 106 的请求 402 中。

当节点 106 从节点 102 接收请求 402 时，节点 106 还检查其表 300b

以确定是否有任何先前建立的经过或源自节点 106 且终点在节点 104 的 LSP，采用与已经参照节点 102 所讨论的相同的方式。再次假设如果节点 106 在其表 300b 中没有找到任何已有的在节点 104 终止的 LSP，则节点 106 选择未使用的 MPLS 标签  $L_1$  并向父节点 102 发送应答 404。应答 404 可以采用 Rep (节点 104,  $L_1$ ) 的格式，其中目的节点和所选择的标签  $L_1$  被返回给节点 102。可以理解，请求 402 和应答 404 可以包括其它信息（未示出），例如，所请求的被定义的业务路径的服务质量的指示符。

在隧道记录表 300b 中对节点 106 创建新的 LSP 的新条目 308b，其中目的节点为节点 104，入口标签为  $L_1$ 。在表 300b 的新条目 308b 中的出口标签-接口对被暂时复位 (unset)。在接收到应答 404 后，在表 300a 中对节点 102 创建条目 308a，其中，在目标节点字段中是识别节点 104 的信息， $L_{out}$  字段被设为标签  $L_1$ ， $I_{out}$  被设为选择从节点 102 到节点 106 的出口链路的值，例如  $I_{106}$ 。表 300a 中条目的  $L_{in}$  值可取决于节点 102 是否是 MPLS 域的边缘节点。如果是边缘节点，则  $L_{in}$  是不相关的，因为在节点 102 接收的分组不用 MPLS 标签就能到达，因此，当标签  $L_1$  被推入存储栈中以代替先前与分组相关的路由信息（诸如 IP 目的地址）时，标签  $L_1$  将是第一个附着在通过节点 102 进入 MPLS 域的分组上的标签。然而，如果节点 102 不是 MPLS 域中的边缘节点，那么  $L_{in}$  可以是将节点 102 识别为接收数据分组的下一个节点的标签。

节点 106 还发送请求 406，如 Req (节点 104) 所示，到在向节点 104 的下一跳上的下一个 LSR，即发到节点 108。在节点 108，重复与在节点 106 相同的处理，并再次假设在与节点 108 相关的表 300c 中没有找到预先存在的在节点 104 终止的 LSR 的条目，那么，在表 300c 中创建用于建立新 LSR 的条目 308c。例如，MPLS 标签、 $L_2$  可以被选择用于在节点 108 新 LSR， $L_2$  与识别节点 104 为条目 308c 的目标节点的信息一起被放置在条目 308c 的入口标签字段中。还向节点 106 提供响应 408，如 rep (节点 104,  $L_2$ ) 所示。在节点 106 接收响应 408 后，表 300b 的条目 308b 被更新，其中，出口标签被设置为  $L_2$ ，出口链路字段  $I_{out}$  被设置为选择从节点



106 到节点 108 的出口链路。

节点 108 还发送请求 410，如 Req（节点 104）所示，到下一个 LSR，在本例中，下一个 LSR 是目的节点 104。在节点 104，选择另一个 MPLS 标签  $L_{end}$ ，并将其随着响应 412，如 Rep（节点 104， $L_{end}$ ）所示，发送到节点 108。然后，表 300c 的条目 308c 被更新为出口标签字段  $L_{out}$  为  $L_{end}$ ，出口接口字段  $I_{out}$  被设置为选择从节点 108 到节点 104 的出口链路。

根据上述描述，从节点 102 向节点 104 的业务路径 112 使用由表 300a、300b 和 300c 中的 MPLS 标签表示的转发状态建立。如上所述，每一个隧道记录表的每一个记录，例如记录 308a、308b 和 308c 还保存路径数量字段，并且每次创建记录时就将路径数量字段设为值“1”。因此，在定义了路径 112 之后，记录 308a、308b 和 308c 将各自表明该路径 112 是使用由记录维持的转发状态信息的单个路径。

所生成的用在通信路径 112 中的转发状态可以与另一个通信路径共享，如在参照图 4b 的另一个实施例中所指示的。假设已经描述的具有转发状态信息的通信路径 112 是预先存在的，并且节点 110 现在请求建立到节点 104 的通信路径 114。与在节点 102 一样，在与节点 110 相关的隧道记录表 300d 中搜索在目标字段中识别用于识别节点 104 的信息的条目。假设没有找到这样的条目，那么请求 420，如 Req（节点 104）所示，被发送到其子节点，节点 106。节点 106 接收请求 420，检查其表 300b，并确定表 300b 具有在目标字段中具有识别节点 104 的信息的条目 308b。节点 106 还可以确定可用路径 112 是否适合与新请求的通信路径 114 共享，例如通过检查路径 114 是否具有与通信路径 112 类似或相同的服务质量要求（这可以通过路径 112 和 114 共享同一个 FEC 表明）以及通信路径 112 是否允许共享带宽。如果确定存在适合共享转发状态的路径，例如路径 112，则节点 106 不需要保留任何额外的 MPLS 标签以建立从节点 110 向节点 104 的路径 114，节点 106 也不需要向需要额外的 MPLS 标签的子节点 108 发送额外的请求（依次的，从节点 108 到节点 104 的请求）。相反，已经提供给与节点 106 相关的条目 308b 的标签  $L_1$  被重新获得并随响应 422，如 Rep（节

点 104,  $L_1$ ) 所示, 发送到节点 110。接着, 与节点 110 相关的表 300d 的条目 308d 可以被更新以显示  $L_1$  作为出口标签  $L_{out}$ , 出口接口字段  $I_{out}$  被设置成选择从节点 110 到节点 106 的出口链路。因为在节点 106 和 108 或条目 308b 和 308c 中的转发状态被共享并可以由向目的节点 104 的路径 114 使用, 所以, 业务路径 114 被完全建立。

此外, 在节点 106, 记录 308b 的路径数量字段被加 1 以表明节点 106 的下游转发状态信息正在被共享。如图 4b 所示, 记录 308b 的路径数量被增加到“2”以表明有两个路径, 路径 112 和路径 114, 正在共享与记录 308b 相关的下游转发状态信息。对于该实施例, 即使当两个路径共享记录 308c 的下游转发状态信息时, 与节点 108 相关的记录 308c 的路径数量字段也不增加。因此, 对于本实施例, 共享下游转发状态信息的路径的数量被维持在“合并”节点中, 例如如图 4b 所示例子的节点 106。

因此, 可以理解, 即使有多个通信路径或 LSR 经过节点 106 和 108, 在通信路径终止于共同点 (诸如节点 104) 的情况下, 这些节点的转发状态也可以被共享。

参考图 4c, 提供了另一个转发状态共享的例子。现在假设节点 102 被链接到另一个节点 430, 该节点 430 请求建立到目的节点 104 的路径, 假设通信路径 112 和 114 已经预先存在了, 具有相同的转发状态信息, 如上所述。当节点 430 发起定义到节点 104 的通信路径的请求时, 在与节点 430 相关的隧道记录表 300e 中搜索可以在目标字段信息中识别节点 104 的条目。假设没有找到这样的条目, 那么请求 434, 如 Req (节点 104) 所示, 被发送到子节点, 如图 4c 所示, 节点 102。节点 102 接收请求 434, 检查其表 300a 并确定具有在目标字段中具有识别节点 104 的信息的条目 308a。可选地, 也可以确定与路径 112 和 114 相关的转发状态是否适合共享。现在, 即使有识别到节点 102 的路径的条目 308a, 记录 308a 中的入口标签  $L_{in}$  字段也被复位, 因为节点 102 是路径 112 的起始节点。这样, 为了在到节点 104 的公共“隧道”中共享转发状态信息, 节点 102 必须选择未使用的 MPLS 标签  $L_3$ , 用于定义节点 430 所请求的路径。那么, 表 300a 中的

条目 308a 的入口标签字段  $L_{in}$  可以更新为标签  $L_3$ 。标签  $L_3$  还包括在响应 436 中，如 Rep (节点 104,  $L_3$ ) 所示，然后，该响应 436 被提供给节点 430。接着，在表 300e 中创建条目 308e 以将标签  $L_3$  插入出口标签  $L_{out}$  字段中，出口接口字段  $I_{out}$  被设置成选择从节点 430 到节点 102 的出口链路。节点 102 也变成合并节点，在该节点，两个或更多个业务路径汇合，并共享下游转发状态，因此，记录 308a 的路径数量字段也增加到“2”已表明与记录 308a 相关的下游转发状态信息正在两个数据路径之间共享。因此，可以理解，即使 MPLS 标签被用于定义从节点 430 到节点 104 的路径 432，在该实施例中也“保存”了三个标签，因为用于定义 (i) 节点 102 和 106、(ii) 节点 106 和 108 以及 (iii) 节点 108 和 104 之间的路径的标签或下游转发状态在路径 112、114 和 432 之间共享。

上述用于在通信网络中建立向目的节点的业务路径的技术可以分成三个主要部分。

#### I: 起始节点处理

在起始节点发起新路径的请求之后，起始节点首先检查其相关的隧道记录表，以确定是否有任何先前建立的终点在目的节点、经过（或源自）起始节点并且可与新路径共享的 LSP。这可以例如通过仅仅检查隧道记录表中的条目是否在目标节点字段具有识别目的节点的信息进行，如上所述。如果存在这样的条目，则这证实了有预先存在的在目的节点终止的 LSR。

如果找到预先存在的在目的节点终止的 LSP，可选地，预先存在的 LSP 也被确定为适合共享下游转发状态信息，则不生成新的使用额外的 MPLS 标签的转发状态信息，而只是下游转发状态，例如预先存在的在目的节点终止的 LSP 的 MPLS 标签，被用于新请求的业务路径，如上所述。然后，新连接的建立被终止，因为预先存在的具有已经保留用于该路径的 MPLS 标签的到目的节点的路径可以与所请求的路径共享。接着，起始节点例如通过增加与下游转发状态相关的记录的路径数量字段而被标识为合并节点以在与起始节点相关的隧道记录表中被共享。可以理解，在其它实施例中，隧道记录表也可以存储有关所建立的每一个 LSP 的信息。这样，隧道记录

表的每一个记录或条目也可以包括识别 LSP 的起始和中间节点的数据字段，具有记录在每一个 LSP 的表中的不同的表条目，并通过将标签和出口接口信息从一个条目复制到另一个条目来实现转发状态共享，其中转发状态信息可以在与表条目相关的 LSP 之间共享。

然而，如果没有找到在目的节点终止的 LSP，则路径请求被发送到子节点，例如沿着向目的节点的下一跳的下一个 LSR，如上所述。起始节点可以被认为是子节点的父节点。在这方面，每一对节点与其下一跳节点都共享父-子关系，这也可以称作上游-下游关系。父-子关系在网络中不是静态的，而是依赖于所定义的业务路径或 LSP。可以理解，在基于路径的网络中，例如 MPLS 域，可以例如通过网络信息管理系统提供与哪些节点或 LSR 对于任何其它节点是父或子关系有关的信息。例如，父-子关系可以由节点从网络的另一层（例如 IP 层）中的数据的路由中导出。因此，在任何节点，给定任何期望的向目的地的路径，该节点就可以通过 IP 层路由识别向目的节点的子节点，并且识别父节点为向该节点发送请求的节点。对于该实施例，子节点可以是目的节点或沿着到目的节点的通信路径的中间节点。识别目的节点的信息被承载在路径请求中，该请求可以采用 Req（目的节点）的形式。

## II: 路径请求的下游节点处理

如果下游节点从识别下游节点的父节点接收到路径请求，例如 Req（目的节点），则下游节点也被识别为目的节点，并且选择标签  $L_{end}$  用于发送到父节点的响应，例如 Rep（目的节点， $L_{end}$ ）。目的节点也可以终止路径建立过程，因为在这一点，沿着 LSP 的 MPLS 标签已经生成，用于沿着 LSR 从起始节点到目的节点的标签交换数据分组。可以理解， $L_{end}$  是与目的节点相关的入口标签，其可以在所有在目的节点终止的 LSP 或路径中共享。

如果在下游节点，来自父节点的路径请求 Req（目的节点）没有识别该下游节点是目的节点，那么下游节点检查与子节点相关的隧道记录表以确定是否有终止于在路径请求中识别的目的节点的 LSP 的记录。

如果子节点找到这样的记录, 则该记录包含出口标签-接口对 ( $L_{out}$ ,  $I_{out}$ ), 如上所述。该记录也可以具有与其相关的入口标签  $L_{in}$ , 表示子节点是沿着预先存在的到目的节点的路径。然而, 如果该记录没有入口标签, 则这暗示该记录与预先存在的开始于子节点并终止于目的节点的 LSP 相关。在这种情况下, 未使用的标签  $L_c$  可以被选择作为子节点的入口标签。该入口标签, 或者是新选择  $L_c$  或者是预先存在的标签, 在路径响应中连同识别目的节点的信息一起被发送到父节点, 例如  $Rep$  (目的节点,  $L_c$ )。与目的节点相关的子节点的隧道记录表中的记录也被更新为同一个入口标签  $L_c$ , 并且记录的路径数量字段被增加 1 以表明下游转发状态信息正在与另一个业务路径共享。当路径被配置成目的节点并且不需要向下一跳或另一个子节点发送另一个路径请求时, 子节点可以终止路径创建的下游过程。

然而, 如果在子节点接收到路径请求后, 在子节点的相关隧道记录表中没有找到识别预先存在的在目的节点终止的 LSP 的记录, 那么选择未使用的标签  $L_c$ , 并且生成例如  $Rep$  (目的节点,  $L_c$ ) 的路径响应并发送到父节点。在与识别目的节点的子节点信息相关的隧道记录表中也创建一个记录, 并将标签  $L_c$  设置在该记录的入口标签字段中。新记录中的出口标签-接口对 ( $L_{out}$ ,  $I_{out}$ ) 被暂时复位, 子节点发送另一个诸如  $Req$  (目的节点) 的路径请求到在向目的节点的下一跳上的下一个节点或 LSR。

## II: 路径响应的父处理

当起始节点或父节点从其子节点接收到例如  $Rep$  (目的节点,  $L_c$ ) 的响应时, 可以采取某些措施。如果父节点也是起始节点, 那么在与起始节点相关的隧道记录表中创建一个新记录, 在该记录中, 目的节点被识别并且入口标签被复位。新记录还具有设置为  $L_c$  的出口标签字段和设置为选择从起始节点到子节点的链路的出口接口字段。

如果父节点不是起始节点, 那么其相关的隧道记录表已经具有已创建的与向目的节点的业务路径相关的记录。那么, 该记录被更新, 以致在如上所述的子节点处理后复位的出口标签-接口对分别变为  $L_c$  和从父节点到子节点的出口接口。

在父节点是起始节点或不是起始节点的两种情况下，对于 MPLS 标签交换表被单独维持用于 MPLS 域中的标签交换路由的实施例，可以在与父节点相关的 MPLS 标签交换表中可选择地创建条目，其具有与隧道记录表中的记录相同的入口标签和出口标签-接口对信息。

还可以理解，选择未使用标签和管理隧道记录表可以由任何特定网络内或外的网络单元执行，在该特定网络中驻留所考虑的节点，包括节点本身或网络信息管理系统。

在其它实施例中，可以参考节点或 LSR 的每一个入口接口维持转发状态信息。当合并节点接收到经过不同物理链路到节点的路径的请求时，可以使用这种转发状态维持方案，这些链路可以与不同的线卡相关。在这样的实施例中，对于节点的每一个入口接口，可以维持例如包括在标签交换表中的标签交换信息，也可以例如在隧道记录表中维持一组集中的与穿过该节点的业务路径有关的信息。对于这样一个实施例，MPLS 标签空间的使用可以更有效，因为唯一标签仅仅通过网络节点之间的物理连接维持。然而，在这样的实施例中，合并节点不能共享向共同目的节点的两个业务路径之间的相同的入口标签  $L_{in}$ 。例如，考虑具有第一和第二入口接口的合并节点，其具有通过它向定义的共同节点的第一数据路径，第一路径的第一父节点通过第一个入口接口链接到合并节点。因此，对于第一入口接口，标签  $L_{first}$  被选择用在标签交换表中的一个记录的  $L_{in}$  字段中，以提供向共同节点的标签转换。此后，可以在合并节点通过合并节点的第二物理入口接口从第二父节点接收用于定义向共同节点的第二业务路径的请求。然而，因为例如标签已经用在合并节点的第二入口接口上，所以标签  $L_{first}$  不适合用在与第二入口接口相关的交换表记录的  $L_{in}$  字段中。在这种情况下，另一个未使用的标签，例如  $L_{second}$ ，可以被选择用于合并节点的第二入口接口，以响应用于建立向共同节点的第二路径的请求。在合并节点，该标签  $L_{second}$  可以被设置成第二数据路径的入口标签，并且可以在对第二路径的请求的响应中提供给第二父节点。因此，对于这样的实施例，被共享的转发状态不能包括在合并节点的入口标签，并且该共享是合并节点的下游

转发状态，包括在合并节点的 ( $L_{out}$ ,  $I_{out}$ ) 出口标签和出口接口对。

除了如上所述的业务路径建立，在一个实施例中，还可以有除去或“拆除”例如 LSP 的业务路径的能力。

例如，当诸如 LSP 的通信路径不再被使用时，可以发出路径拆除请求。这样的路径拆除请求可以例如通过网络信息管理系统生成。在一个实施例中，路径拆除请求包括识别路径的目的节点的信息，并且首先被发送到起始节点，路径拆除过程可以分成 (i) 起始节点处理和 (ii) 子节点处理。这两个大步骤的应用在下面参考图 5a 和 5b 说明，其中假设在网络 100 中只定义了通信路径 112 和 114，如上面参考图 4a 和 4b 描述的。

#### I: 起始节点处理

起始节点首先在其相关的隧道记录中识别与路径拆除请求相关的记录，例如通过识别目标或目的节点字段在拆除请求中被识别的记录。接着起始节点检查该记录，并通过检查该记录的路径数量字段是两个还是更多个而确定其是否还是合并节点，对于该实施例，这会表明下游转发状态信息正在被共享和起始节点是合并节点。如果是这样，那么在起始节点接收的路径拆除请求会使得该记录的路径数量字段的值减 1，然后拆除请求完成。

然而，如果起始节点不是合并节点，例如记录的路径数量字段的值表明小于 2，那么拆除请求使得记录从隧道记录表中删除。起始节点还向其向目的节点的起始节点的下一跳上的子节点发送除去与目的节点相关的 LSP 的拆除请求。拆除请求可以承载目的节点的地址。在可选的实施例中，路径数量字段的值可以首先被减到 0，可以在路径数量的值达到 0 时触发记录的删除。

因此，在如图 5a 所示的实施例中，拆除请求可以在节点 110 发起。随着该请求，与节点 110 相关的表 300d 中路径数量值为“1”的记录 308d 被删除。节点 110 还发送请求 502 到节点 106。请求 502 如  $REM_{LSP}$  (节点 104) 所示，其承载识别路径 114 的目的节点 104 的信息。

#### II: 子节点处理

如果接收到拆除请求的子节点还是 LSP 的目的节点，那么路径拆除过程完成并且过程被终止。MPLS 标签  $L_{\text{end}}$  还可以随意用在另一个 LSR 的定义中。

如果子节点不是目的节点，那么当子节点从父节点接收到拆除请求时，例如  $REM_{LSP}$ （目的节点），子节点首先识别其相关的隧道记录表中与在拆除请求中识别的目的节点相关的记录。接着，确定子节点是否是合并节点以致从子节点向所识别的目的节点的下游转发状态信息正在与另一个路径共享。这可以例如通过检查记录中的路径数量变量是否大于 2 进行，如上面关于起始节点所述的。如果子节点不是合并节点，那么子节点删除与在拆除请求中识别的目的节点相关的记录。在由单独的 MPLS 交换标签处理 MPLS 标签交换的实施例中，表中的相关条目也可以被删除。此后，子节点发送拆除请求到向目的节点的下一跳节点。可以理解，在删除隧道记录表中的记录后，在记录的入口标签  $L_{\text{in}}$  字段中规定的 MPLS 标签可以任意用在另一个 LSR 中。

然而，如果确定下游转发状态正在节点被共享，那么与在拆除请求中识别的目的节点相关的记录被修改成路径数量字段的值减 1。可选地，子节点也可以确定记录的字段  $L_{\text{in}}$  中的入口标签是否仍然被使用，例如在只有剩余的路径共享下游转发状态信息在该子节点开始以致字段  $L_{\text{in}}$  中的标签可以返回到未使用的 MPLS 标签池的情况中。然后拆除请求的处理被终止。

例如，再次参考图 5a，假设业务路径 112 和 114 在先前如上面参考图 4a 和 4b 所描述地定义。如果节点 106 从节点 110 接收拆除请求 502，如  $REM_{LSP}$ （节点 104e）所示，节点 106 根据请求 502 识别请求 502 是用于拆除到目的节点 104 的通信路径 114。接着，节点 106 通过检查记录 308b 的路径数量字段，确定与存储在与节点 106 相关的表 300b 的条目 308b 中的目的节点 104 相关的转发状态是否与任何其它向目的节点 104 的通信路径共享。由于字段显示“2”个路径正在共享下游转发状态信息，因此，记录 308b 中的路径数量的值减 1 而成为“1”，如图 5a 所示。



这将终止从节点 110 发起的拆除请求 502 的处理。可以理解，随着条目 308d 从与节点 110 相关的表 300d 中删除以及将与节点 106 相关的表 300b 的记录 308b 中的路径数量字段减 1，通信路径 114 从而被拆除。

现在，如果在通信路径 114 被拆除之后，在节点 102 可以接收另一个拆除通信路径 112 的请求以拆除路径 112。参考图 5b，当在节点 102 发起这样的拆除请求时，那么如在步骤 1 中所述的，记录 308a 首先从与节点 102 相关的表 300a 中删除，因为路径数量字段的值不是 2 或更大的值。拆除请求 508，如  $REM_{LSP}$  (节点 104) 所示，被发送到节点 106。节点 106 在接收到请求 508 后，确定该请求与目的节点 104 有关。节点 106 通过记录 308b 识别该节点不是合并节点，因为记录 308b 的路径数量值不是 2 或更大的值，然后，节点 106 将其条目 308b 从表 300b 中删除，并发送另一个识别目的节点 104 的拆除请求 512 到向节点 104 的下一跳子节点。如图 5b 所示，该下一跳子节点是节点 108，请求 512 如  $REM_{LSP}$  (节点 104) 所示。

在接收到请求 512 后，在这个例子中，节点 108 确定它也不是合并节点，因为记录 308c 的路径数量值不是 2 或更大的值。这样，将条目 308c 从表 300c 中除去，并且另一个拆除请求 516 被发送到下一跳节点或目的节点 104。

如上所述，由于节点 104 是路径的目的节点，因此，在从父节点接收到路径拆除请求后，例如来自节点 108 的请求 516，不再采取其它措施并且拆除通信路径 112 的处理完成。在如图 5a 和 5b 所示的例子中，在拆除路径 112 和 114 之后，MPLS 标签  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  和  $L_{end}$  都可以被释放，并返回到未使用标签池。

可以理解，其它技术可以用于记录关于节点的转发状态是否在不同的业务路径中共享的信息。例如，在另一个实施例中，合并节点可以保存共享合并节点的转发状态的父节点的网络标识地址的列表。

可以理解，除了如上所述地动态生成具有共享的转发状态的通信路径之外，在其它实施例中，还可以有在网络设备中预先生成的具有共享转发

状态的静态通信路径。因此，不用在数据将被路由时等待生成路径的请求和在路径不使用时拆除路径，网络操作者可以在节点之间静态地建立具有转发状态共享的路径，其中这些节点被认为可能具有经过这些节点的通信路径。可以理解，随着静态路径的生成，可能减少初始数据传输的等待时间，因为对于将要建立的路径不再需要等待一段时间，但是，诸如 MPLS 标签的资源可以不从没有使用的通信路径中定期释放。静态通信路径的建立可以利用现有的 LSP 建立协议，例如 LDP 和 RSVP。

此外，可以理解，在其它的生成具有转发状态共享的静态和动态路径是有效的实施例中可以有混合设备。在这样的实施例中，可以有一些预先建立的在节点之间具有转发状态共享的路径，其具有在被期望是共同共享的相同的目的节点终止的隧道部分，然而被认为很少共同使用的其它通信路径并不通过基于需要动态地建立和拆除而预先生成。

如在前面提到的，在通信路径之间共享转发状态在存在组播通道的网络设备中可以被认为是期望的。在这样的实施例中，转发状态共享容易增加网络的部署规模。例如，具有许多组播通道的 MPLS 网络域的部署规模受可用标签的数量的限制。在不同的通信路径（单播或者组播）之间共享转发状态或标签容易减少可用转发状态的损耗，因此容易允许更大的网络部署规模。

可以理解，组播通道可以在网络中创建以将数据从一个源节点传输到多个目的节点。例如，参考图 6，示出了 MPLS 网络中一个组播通道的组播树 600。组播树 600 可以被认为是从起始节点 602 到多个目的节点 614、616、618、620 和 630 的通信路径。在组播树 600 中，节点或 LSR 可以被分类成：源节点，通常在组播树中进行数据广播时数据从这类节点发起（节点 602）；分支节点，在这类节点中的节点有一个以上的子节点（节点 608 和 612）；非分支节点，在这类节点中的节点只有一个子节点（节点 604、606、610 和 622）；以及目的指定节点，其也是组播树上的“叶子”，是组播通道的目的（节点 614、616、618、620 和 630）

诸如树 600 的组播树的生成可以采用本领域技术人员已知的任何一种

方法。例如，集中式网络信息管理系统（CNIMS，未示出）可以用于计算 MPLS 网络中的组播树。CNIMS 可以收集有关特定网络布局以及每一个节点或 LSR 的通道成员（单播或组播）的信息。在收集了通道的成员信息后，CNIMS 可以计算网络中那个通道的组播树。通过具有网络和组播树的完整概述，CNIMS 可以使用一种本领域技术人员已知的组播树构造算法，例如最短路径树或斯泰纳树，以发现通道或树中每个节点的分支节点、对应的下一跳分支节点和目的指定节点。例如，对于如图 6 所示的树 600，CNIMS 可以用于确定 (i) 节点 608 是节点 602 的下一跳分支节点，节点 612 是节点 608 的下一跳分支节点；(ii) 节点 614 和 616 是节点 608 的下一跳目的指定节点，节点 618 是节点 602 的下一跳目的指定节点，节点 620 和 630 分别是节点 612 和 622 的下一跳目的指定节点。这样，“下一跳”分析略过非分支节点，直到沿着业务路径识别出分支节点或目的指定路由器。

在一个实施例中，诸如数据分组的数据仅仅在组播树上的分支节点复制，用于在向叶子的分支节点之后沿着多个分支继续传输数据。使用如上所述的转发状态，可以在 MPLS 网络中的不同组播树之间共享转发状态信息以在 MPLS 网络中减少转发状态或者消耗 MPLS 标签。在一个实施例中，这可以通过生成在组播树的分支节点或目的节点终止的业务路径或 LSP 隧道的可共享转发状态和具有用于通过标签交换转发向下一跳分支节点或下一跳目的指定节点转发的组播业务来完成。

例如，对于如图 6 所示的组播树 600，不是直接创建从起始节点 602 到每一个目的指定节点 614、616、618、620、622 和 630 的业务路径，而是可以在源节点、下一跳分支路由器和目的指定节点之间建立 LSP 隧道。这样，隧道 624 可以在节点 602 和 608 之间建立（源节点到下一跳分支节点隧道）；隧道 626 可以在节点 602 和 618 之间建立（分支节点到下一跳目的指定节点隧道）；隧道 628 可以在节点 608 和 612 之间建立（分支节点到下一跳分支节点隧道）；隧道 632 可以在节点 612 和 630 之间建立（分支节点到下一跳目的指定节点隧道）。可以理解，还可以建立其它到目的

指定节点 614、616 和 620 的隧道。为了实现与另一个组播树的转发状态共享，LSP 隧道 624、626、628 和 632 可以动态或静态地建立，如上所述，但 (i) 起始节点是源节点 602 或分支节点 608、612；(ii) 下一跳分支节点或下一跳目的指定节点是在路径生成请求中的“目的节点”，例如如上所述的 Req (目的节点)。因此，尽管组播树 600 有多个目的，但在节点之间的元件点到点“隧道”可以被定义，这些点到点隧道基本上与如以上相对图 4a、4b、4c、5a 和 5b 所述的通信路径 112 和 114 相同。因此，在另一个组播通道的另一个组播树 (未示出) 存在于同一个 MPLS 网络设备的情况下，其它树还将具有下一跳分支节点或下一跳目的指定节点和到这些节点的隧道。在创建其它树的这些隧道过程中，在 (i) 其它树的下一跳分支节点或下一跳目的节点还是 (ii) 树 600 的下一跳分支节点或下一跳目的节点的情况下，转发状态信息可以在每个树的隧道之间共享，以与上述相同的方式，尤其如上关于图 4a、4b、4c、5a 和 5b 所描述的通信路径 112 和 114 的例子。可以理解，按照路径 112 和 114，转发状态可以不管隧道的起始节点而被共享，只要不同组播树的隧道在同一个节点终止，该同一个节点是每个隧道的下一跳分支节点或目的指定节点。

LSP 隧道的建立也可以静态地完成，如上所述。可以理解，在某些应用中，MPLS 网络中组播通道的使用可以用于诸如多媒体的信息广播。在这样的使用中，数据业务模式可以主要是一个方向的，从几个源节点 (例如多媒体内容提供商) 到多个目的指定节点 (例如终端用户或内容提供商的客户)。在这种情况下，在不同组播通道之间的转发状态共享可以是完全强迫的，因为每一个组播通道的源和目的指定节点的设置是非常类似的，以致许多下一跳分支节点和下一跳目的指定节点对于组播通道的组播树是相同的。此外，由于在某些 MPLS 应用中，带宽也和标签保留一起保留，因此在不同组播通道要求相似的服务质量的情况中，以所描述的方式共享转发状态还保留类似的由不同组播通道使用的带宽。更进一步的，对于这样的组播通道，更希望使用静态 LSP 隧道建立，因为每一个信道的源和目的指定节点的集合可以非常类似，因此具有高的置信水平，只有非常少的

静态 LSP 隧道没有使用。

在静态建立 LSP 隧道的实施例中，可以利用最短路径组播做出关于在节点之间建立隧道的决定。使用这个方案，网络中的所有节点被分成边缘节点和核心节点。只有边缘节点可以是组播树的源节点或目的指定节点。因此，核心节点是非分支节点或分支节点。参考图 7，示出了具有边缘节点 E1、E2、E3 和 E4 以及中心节点 R1、R2、R3、R4 和 R5 的节点集合 700 的例子。

给定节点的集合 700，诸如 CNIMS 的网络管理可以使用最短路径组播规则计算一组静态隧道 LSP：

规则 1：静态 LSP 从边缘路由器 ER 到另一个路由器 R（边缘或核心路由器）在其间最短的路径上建立，只有当下述条件满足时：

- a. R 是在从边缘路由器到任何其它边缘路由器的最短路径上；
- b. R 是：
  - (i) 具有 2 个以上的出链路的核心路由器（即大于 2 级）；或者
  - (ii) 边缘路由器。

因此，对于节点集合 700，最短边缘到边缘路径的集合被确定为：

E1<->R4<->R3<->R5<->E2

E1<->R4<->R2<->E4

E1<->R1<->E3

E3<->R1<->R2<->E4

E3<->R1<->R2<->R3<->R5<->E2

E2<-> R5<->R3<->R2<->E4

另外，根据上述的规则 1，可以建立 30 个静态 LSP 隧道的集合，如图 7 所示。如上所述，静态 LSP 隧道可以通过使用本领域技术人员已知的任何 LSP 建立协议（例如 LDP 和 RSVP）和存储在与隧道路径中的 LSR 相关的隧道记录表中的每个静态 LSP 隧道的转发状态信息来建立。在一些实施例中，不需要建立用于实现最短路径组播树的动态 LSP 隧道，在该组播树中，所有 LSP 隧道是使用上述方法预先生成的。如上所述，可以理解，

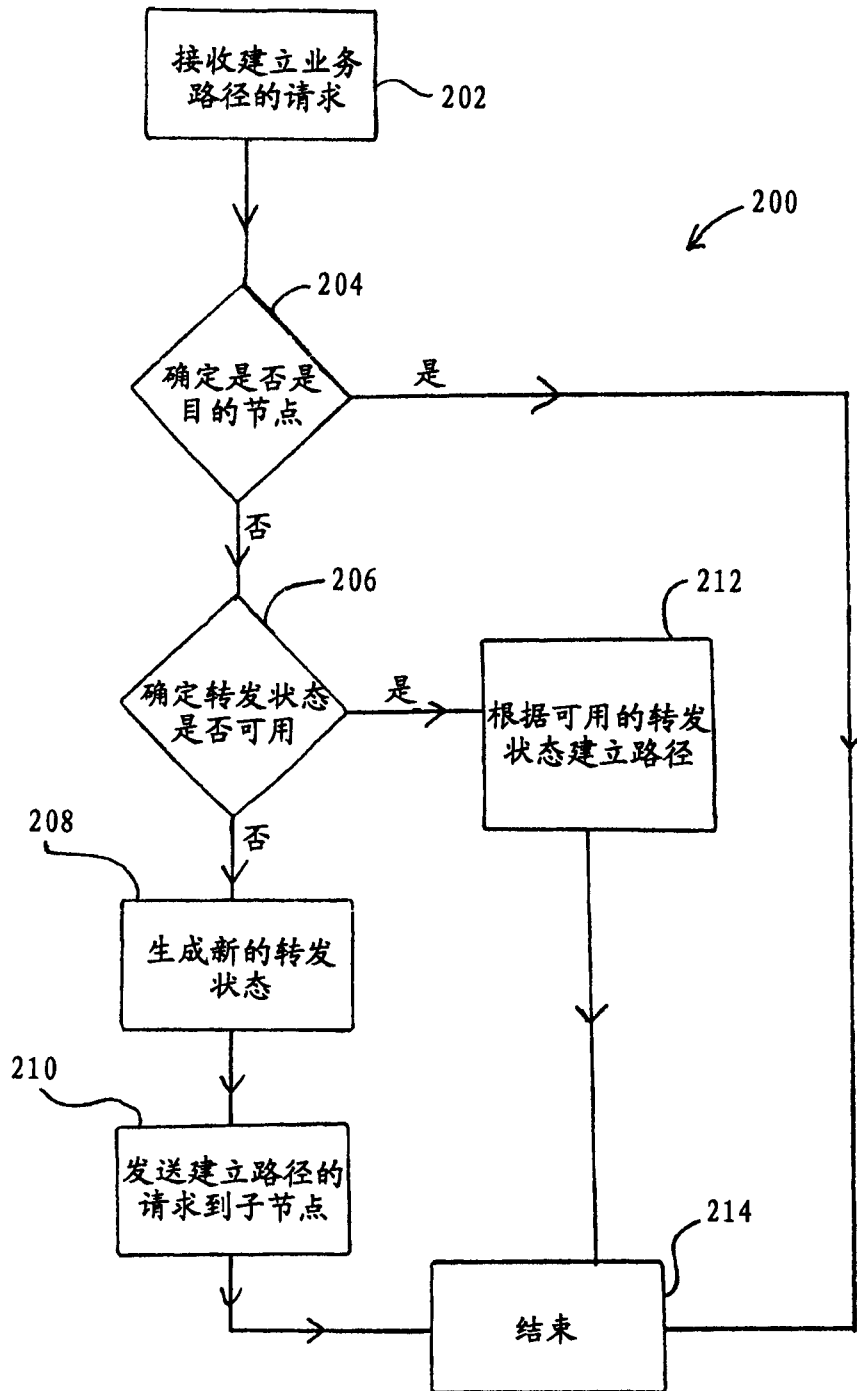
一些 LSP 隧道是静态的并且其它 LSP 隧道是动态的混合系统可以在其它实施例中实现，在这些实施例中，静态 LSP 隧道在由组播树经常使用的一些路径上预先建立，其它没有预先建立的静态 LSP 隧道的路径将在一个或多个通道中的组播业务需要时动态地建立 LSP 隧道。

参考图 8，示出了网络单元 800 的方框图，其可以用作 MPLS 网络的路由器。路由器 800 包括一个或多个通过用于连接父节点和子节点的互连接 806 相互连接到一个或多个出口接口 804 的入口接口 802，如上所述。路由器 800 还包括标签交换电路 808，用于读取从入口接口 802 接收的进入数据业务中的 MPLS 标签和执行标签路径交换。路径交换电路 808 可以分布在一个或多个连接到入口接口 802 和出口接口 804 的线卡之中。路由器 800 还可以提供集中式处理电路 812，其执行路径建立和拆除，并管理分布式交换表，该表可以在每一个线卡中实现。对于一个实施例，路由器 800 还包括数据存储器 810，例如 RAM 或本领域的技术人员已知的其它数据存储器。存储器 810 可以由处理电路 812 访问，并且可以向处理电路 812 提供对诸如隧道记录表中的记录的数据的读和写访问以定义业务路径。可以理解，交换电路 808，例如线卡，也可以具有数据存储器以保存其标签交换信息，例如数据路由的交换标签。在其它实施例中，路由器也可以包括与网络信息管理系统（未示出）的通信端口。可以理解，网络单元可以用于实现其它实施例。

虽然上面参考某些特定实施例对本发明进行了描述，但在不脱离本发明的范围的情况下，对本发明的各种修改对于本领域技术人员来说是显而易见的，本发明的范围由所附的权利要求限定。



图 2





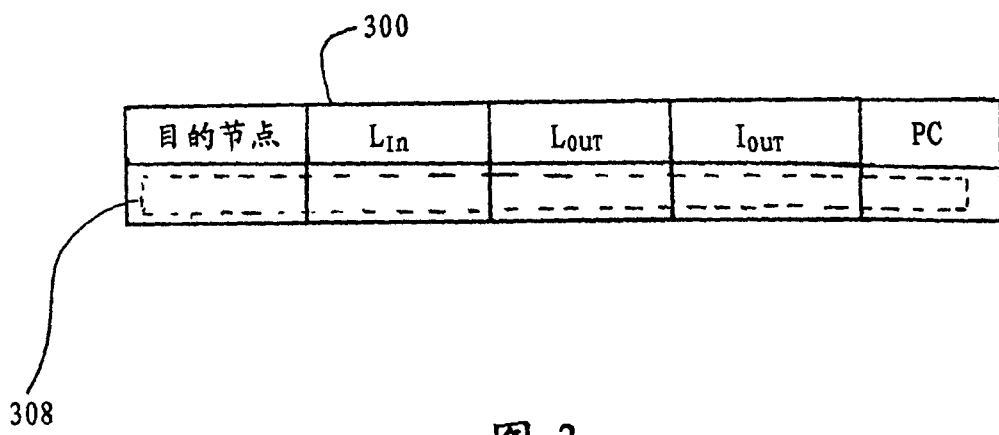


图 3

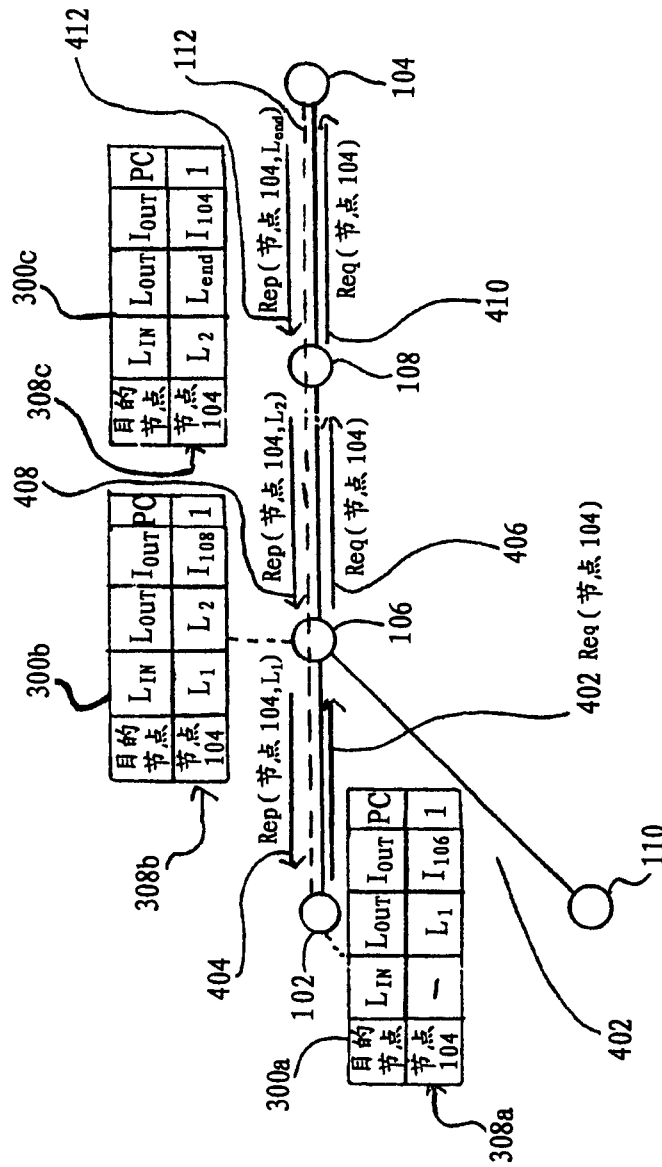


图 4a

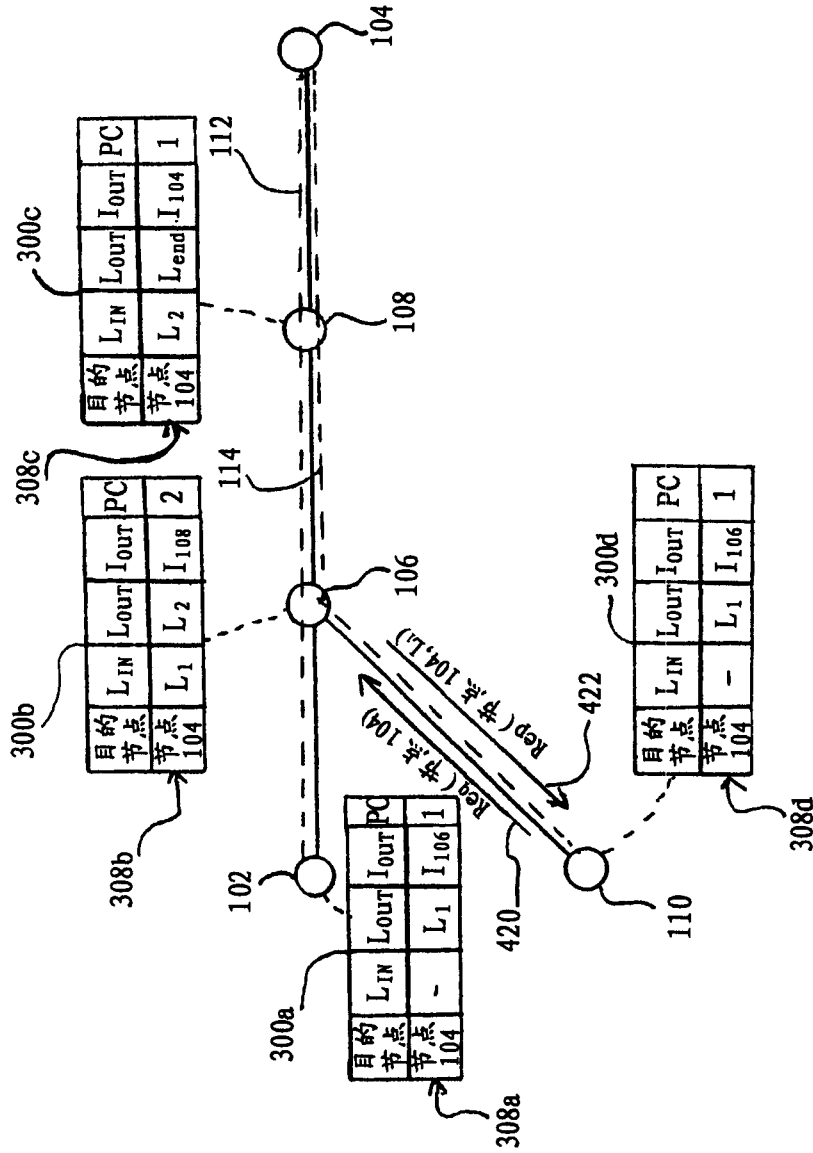


图 4b

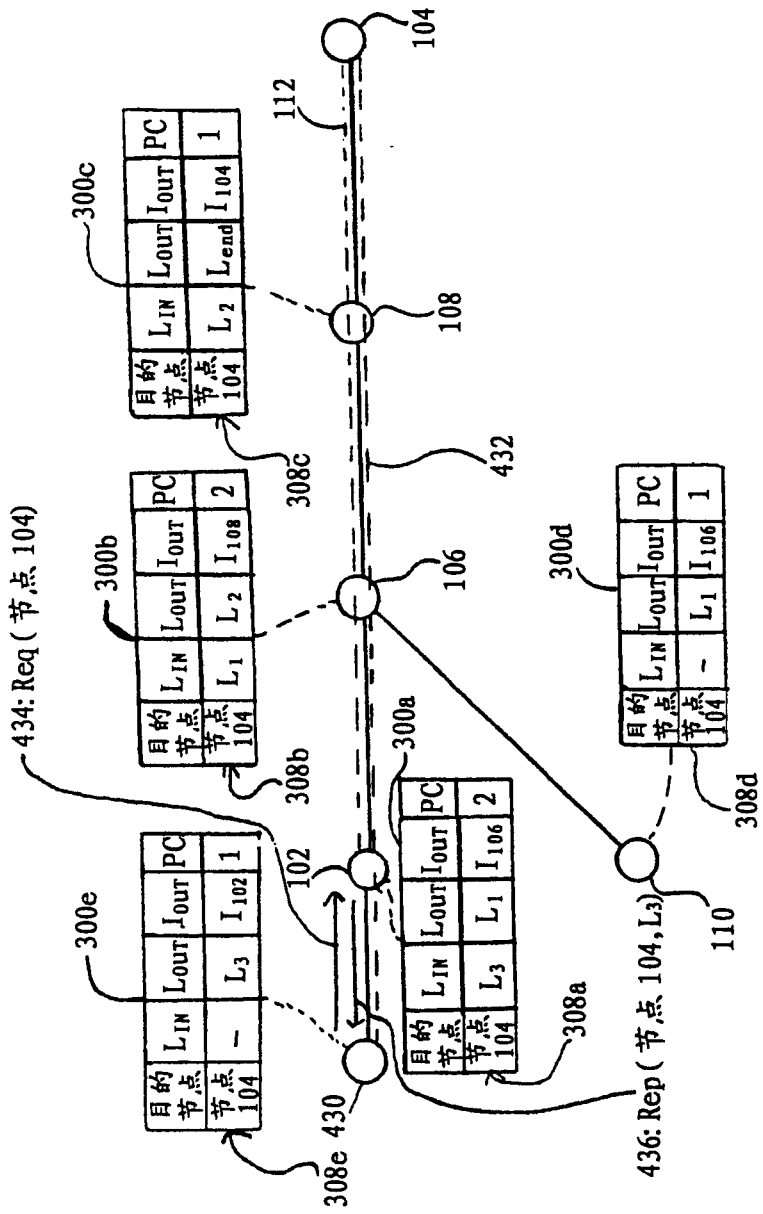


图 4C

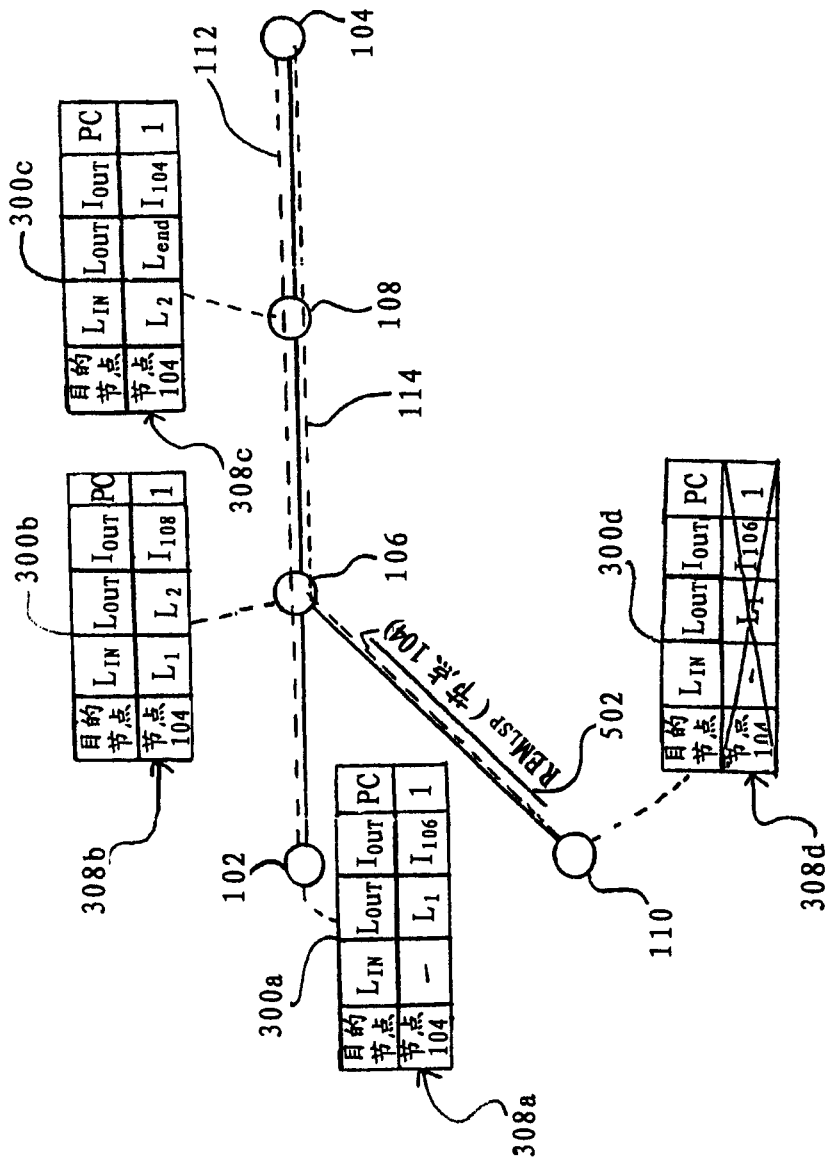


图 5a

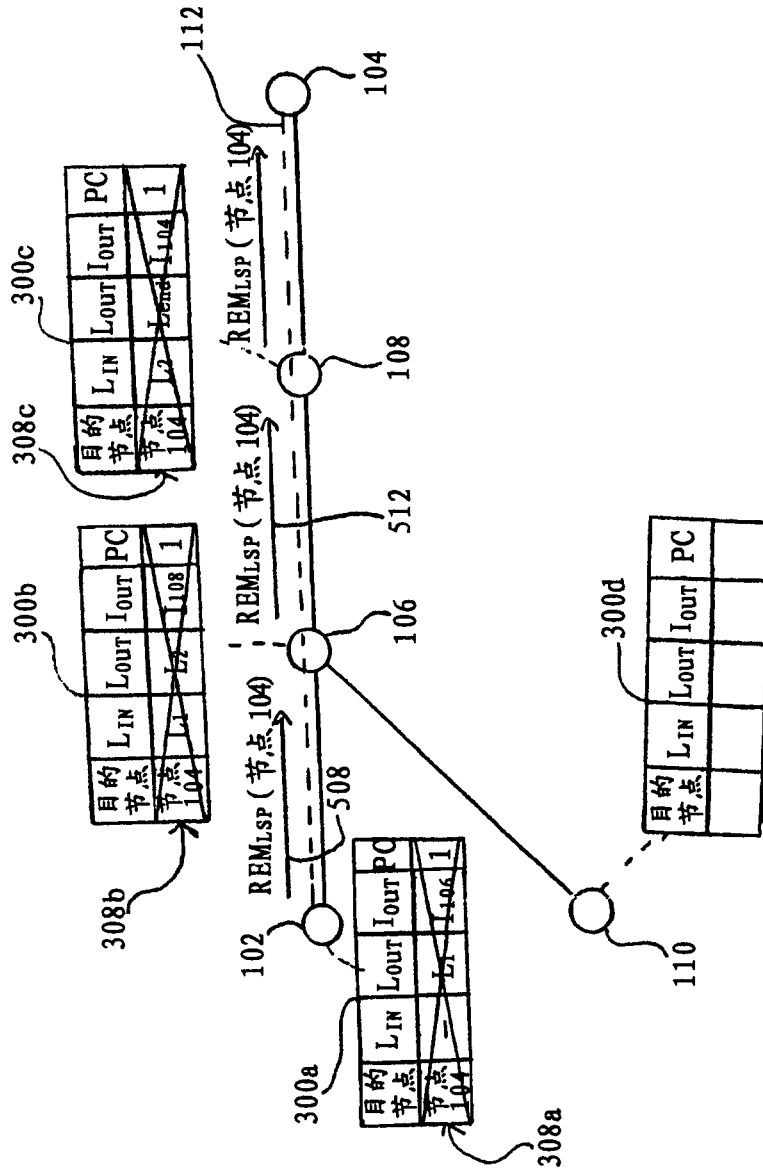


图 5b

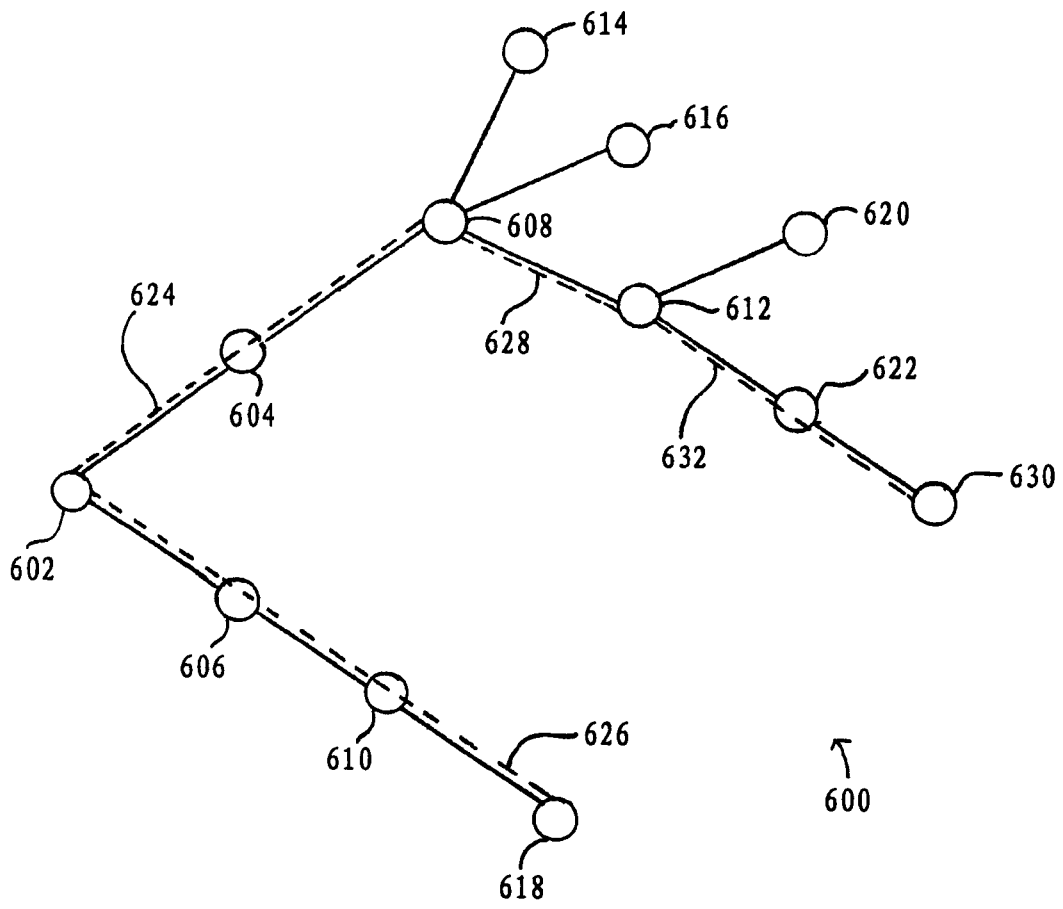


图 6

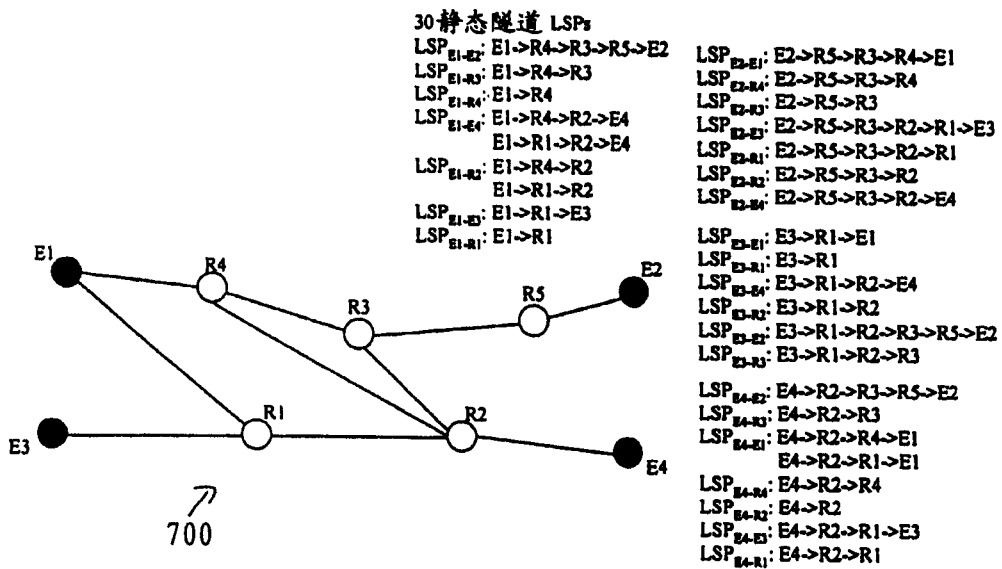


图 7



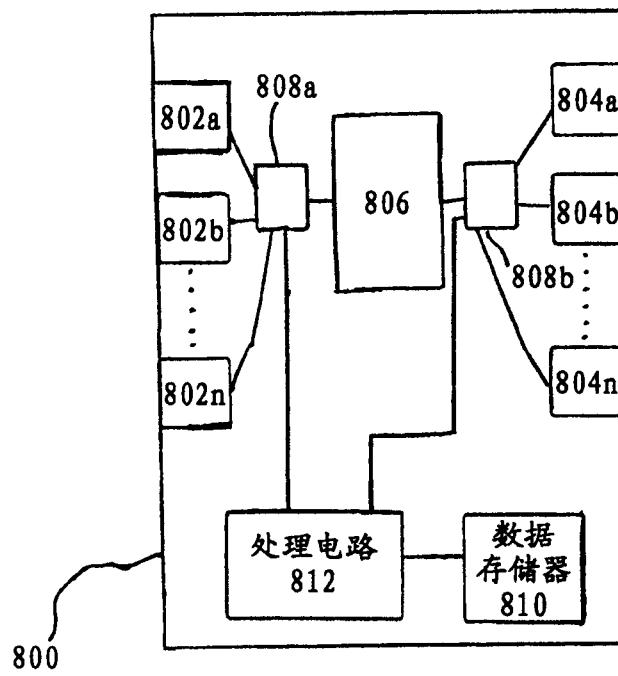


图 8