



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01819584.9

[43] 公开日 2004 年 11 月 17 日

[11] 公开号 CN 1547814A

[22] 申请日 2001.10.26 [21] 申请号 01819584.9

[30] 优先权

[32] 2000.10.26 [33] US [31] 60/244,052

[32] 2000.10.27 [33] US [31] 60/243,978

[32] 2000.12.28 [33] US [31] 60/258,837

[32] 2001.5.8 [33] US [31] 60/289,112

[32] 2001.7.5 [33] US [31] 09/899,410

[86] 国际申请 PCT/US2001/051350 2001.10.26

[87] 国际公布 WO2003/001737 英 2003.1.3

[85] 进入国家阶段日期 2003.5.27

[71] 申请人 WAVE7 光学公司

地址 美国佐治亚

[72] 发明人 斯蒂芬·A·托马斯

凯文·博尔格 戴文·安东尼

帕特利克·W·奎恩

詹姆斯·O·法莫

约翰·J·肯尼

托马斯·A·泰赫

保尔·F·维特莱斯

伊缪尔·A·维拉

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

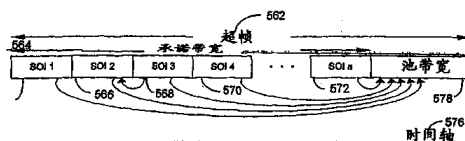
代理人 李勇

权利要求书 4 页 说明书 39 页 附图 9 页

[54] 发明名称 处理光网络中上行数据包的系统和
方法

[57] 摘要

用于光网络的协议，能够控制光网络中允许用户光接口向传输节点传送数据的时间。本协议可以防止特定用户组中的用户光接口之间发生上行传输冲突。通过本协议，接近用户的传输节点可以根据一个或多个用户的需求分配增加的或者减少的上行带宽。也即，接近用户的传输节点能够监测（或监控）、并根据预约或者需求来调整，用户的上行带宽。本协议可以处理数据包的集合而不仅是个人数据包。通过对数据包集合进行计算，本算法可以低频率执行，这反过来使得它能够在更低性能下、采用更便宜的设备（比如运行在通用微处理器中的软件）来执行。



1. 处理光网络中的上行数据包的方法，包括以下步骤：
对于光网络中的一组用户光接口，
接收用户光接口的状态信息，
根据状态信息计算用于上行传输的保留信息，
计算每个用户光接口的上行传输时隙长度，
把计算得出的上行传输时隙长度传送给每个用户光接口，
在各自计算得出的上行传输时隙期间内从各个用户光接口接收上行传输信息。
2. 如权利要求 1 中所述的方法，其中每个状态信息指示用户光接口可能传输多少数据。
3. 如权利要求 1 中所述的方法，其中计算上行传输时隙长度的步骤还包括以下步骤：
确定用户光接口是否激活，
计算用户光接口的队列大小。
4. 如权利要求 1 中所述的方法，其中计算上行传输时隙长度的步骤还包括在时域内对用户光接口的提供负载进行滤波。
5. 如权利要求 1 中所述的方法，其中计算上行传输时隙长度的步骤还包括在令牌桶中增加令牌的步骤，增加令牌的数量大致等于用户光接口的持续速率。
6. 如权利要求 1 中所述的方法，还包括如果一个上行传输时隙不够大，容纳不下上行数据包，就决定是否传输之前把上行数据包留在用户光接口处的步骤。

7. 如权利要求 1 中所述的方法, 还包括根据同一用户组中其他用户光接口计划传送的数据量, 来决定是否从特定的用户光接口接收上行数据包的步骤。

8. 如权利要求 1 中所述的方法, 还包括根据是否给予了用户光接口服务级别, 来决定是否从特定的用户接收上行数据包的步骤。

9. 具有计算机可执行的指令的计算机可读介质, 用来执行权利要求 1 中所述的步骤。

10. 光网络系统, 包括:

多个用户光接口;

与多个用户光接口耦合的光学抽头路由设备, 上述光学抽头路由设备还包括存储设备和与上述存储设备相连的中央处理单元, 对其中的上述中央处理单元设定程序, 用来执行下列步骤:

使用令牌桶算法计算用户上行传输的时间间隔长度;

在时间间隔内从多个用户光接口中的每个用户获得至少一个数据包, 这样来自于多个用户之中不同用户的数据包之间的冲突可以显著减少。

11. 如权利要求 10 中所述的光网络系统, 其中中央处理单元还被设定执行以下步骤:

监控第一用户光接口的带宽;

将第一用户光接口的带宽中未用部分提供给一个或多个其他第二用户光接口。

12. 如权利要求 10 中所述的光网络系统, 其中中央处理单元还被设定执行根据是否赋给用户光接口服务等级, 来决定是否从特定用

户接收上行数据包的步骤。

13. 处理光网络中的上行数据包的方法，包括的步骤有，
对于光网络中的一组用户光接口，
从一个用户接收传送一个或多个上行数据包的请求；
判断是否能处理这一个或多个上行数据包；
向用户送出信息，指示这一个或多个数据包是否能被处理；
如果确定这一个或多个上行数据包能被处理，就接收该上行数据包。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中判断是否能处理上行数据包的步骤还包括用令牌桶算法计算可用上行带宽的步骤。

15. 如权利要求 13 所述的方法，其中判断是否能处理上行数据包的步骤还包括，根据其他用户计划传送的其他上行数据包，来计算可用上行带宽的步骤。

16. 如权利要求 13 所述的方法，其中判断是否能处理上行数据包的步骤还包括判断用户的协议服务水平的上行带宽的步骤。

17. 如权利要求 13 所述的方法，其中判断是否能处理上行数据包的步骤还包括，根据送往数据服务集线器的全部上行数据流量负载，来计算可用上行带宽的步骤。

18. 如权利要求 13 所述的方法，其中发送信息的步骤还包括发送指示用户能够上行传送的数据包的数量的信息的步骤。

19. 如权利要求 13 所述的方法，还包括如果确定一个或多个上行数据包不能被处理，则在用户处不再保留这些上行数据包的步骤。

20. 如权利要求 13 所述的方法，还包括根据一个加权最大-最小数学算法，在用户光接口之间分配带宽的步骤。

21. 具有计算机可执行的指令的计算机可读的介质，用来执行权利要求 13 中所述的步骤。

22. 如权利要求 1 中所述的方法，其中计算上行传输时隙长度的步骤还包括通过令牌桶仿真算法计算时间长度。

处理光网络中上行数据包的系统和方法

相关申请的说明

本专利是标题为“在数据服务提供方和用户之间传送光信号的系统和方法”(System and Method for Communicating Optical Signals between a Data Service Provider and Subscribers)的非临时专利文件的继续申请,该专利申请于2001年7月5日提交,美国专利号为09/899,410。本专利还与题为“在数据服务提供方和用户之间传送上行和下行光信号的系统和方法”(System and Method for Communicating Optical Signals Upstream and Downstream between a Data Service Provider and Subscribers)的非临时专利文件相关。该专利申请于2001年10月4日提交,美国专利号为09/971,363。本专利在先申请还包括以下临时专利文件,分别是于2000年10月26日提交的美国专利号为60/244,052的申请“通过光纤提供图像、语音和数据服务的系统——第二部分”(Systems to Provide Video, Voice and Data services via Fiber Optic Cable-Part2);于2000年10月28日提交的美国专利号为60/258,837的申请“通过光纤提供图像、语音和数据服务的系统——第三部分”(Systems to Provide Video, Voice and Data services via Fiber Optic Cable-Part3);于2000年10月27日提交的美国专利号为60/243,978的“通过光纤提供语音和数据服务的协议”(Protocol to Provide Voice and Data services via Fiber Cable);以及于2001年5月8日提交的美国专利号为60/289,112的“通过光纤提供语音和数据服务的协议——第二部分”(Protocol to Provide Voice and Data services via Fiber Cable-Part2)”;每个专利文件的全部内容都作为参考。

技术领域

本发明涉及图像、语音和数据通信。本发明特别涉及到用户向数据服务提供方传送上行光信号的系统和方法。

发明背景

现在越来越依靠通信网络传输更复杂的数据，如声音和视频传输，导致了对带宽的很高的需求。为了解决带宽需求，通信网络现在更多的依靠光纤来传送这些复杂数据。常规的使用同轴电缆的通信结构正逐渐的被仅含光缆的通信网络所替代。光纤比起同轴电缆的一个优点是一根光纤上可以传送的信息量要大的多。

光纤到户（FTTH）的光网结构是许多数据服务提供方的梦想，因为上面提到的光纤的容量能够在高可靠度的网络上向商家和消费者传送任何综合高速服务信息。与 FTTH 相关的是光纤到光纤到公司（FTTB）。FTTH 和 FTTB 结构是令人向往的，因为这样的系统增强了信号质量，降低了维护成本。并且延长了硬件使用时间。然而，在过去，FTTH 和 FTTB 结构的价格是非常昂贵的。但现在，因为对带宽的高需求和现在对光网络的研究和发展，FTTH 和 FTTB 已经成为了现实。

工业上提出了一个常规的混合光纤到户(FTTH)/混合光纤-同轴电缆(HFC)结构的建议。HFC 现在在许多有线电视系统的选择。在这种 FTTH/HFC 结构中，数据服务网络集线器和用户之间放置了一个有源信号源。该结构中的有源信号源一般包括一个路由器。这个常规的路由器一般有多个数据端口用来支持单个用户。具体来说，该常规的路由器的每个端口用于一个单独的用户。路由器每个数据端口与一根光纤相连，光纤的另一端与用户相连。这种常规 FTTH/HFC 结构中数据端口和光纤之间的连接产生了一个特定的光纤最后一英里问题。注意这里的术语“最后一英里”和“第一英里”都是用来描述与用户相连的光网的最后一部分的一类词。因此，不应从字面上理解成一英里的距离。

除发自路由器的光缆数目很多之外，FTTH/HFC 结构要求无线电

频率信号沿常规的同轴电缆传播。因为使用同轴电缆，用户和数据服务方之间需要大量的无线电频率（RF）放大器。例如，同轴电缆系统中一般每 1-3 公里就需要一个 RF 放大器。

同轴电缆和 FTTH/HFC 结构的使用增加了系统的整体成本，因为这种结构中存在两种分离的且截然不同的网络。换句话说，FTTH/HFC 结构的维护成本很高，因为要支持这样两种不同的系统，除了电气和光学设备之外，还需要完全不同的波导（光纤与同轴电缆的混合体）。描述的更简单些，FTTH/HFC 结构仅仅将光网络和电网络结合起来，而两种网络都是相互独立运行。

FTTH/HFC 结构中的电网络有一个问题，就是能够支持数据服务提供方和用户之间进行数据通信的电缆调制解调技术。数据服务提供方一般使用电缆调制解调终端系统（CMTS）产生送往用户的下行数据流。为了接收到这个下行数据流，用户一般使用电缆调制解调器，根据工业上已知的电缆数据服务接口规则（DOCSIS）这个特定的协议来进行操作。DOCSIS 协议规定了业务流，它是 CMTS 检查数据包中的一些参数，并据此分配给下行数据流之中成组数据包的标识符。

具体来说，业务流是介质存取控制（MAC）层的传送服务，对电缆调制解调器送出的上行数据包或对 CMTS 送出的下行数据包进行单向传输。DOCSIS 协议中分配给成组数据包的识别符可以包括例如 TCP、UDP、IP、LLC 和 802.1P/Q 识别符的参数。

基于这些识别符，CMTS 对每个特定的数据流规定了一个业务流 ID（SFID）。当 CMTS

将一个 SFID 分配给一个数据流之后，这个 SFID 就存在了。SFID 在 CMTS 中作为业务流的基本的识别符。作为特征，一个业务流至少具有一个 SFID 和相关的传送方向。

SFID 一般在用户希望通信时进行分配。当用户离开通信通道后，SFID 就不存在了，并且如果所有的话路都关闭了，与这个特定的调制解调器的所有通信都会终止。一旦调制解调器需要再次通信，必须争取到间隙来要求带宽。因此，在通信重新开始之前会有一定的延迟。

对于用户来说该延迟可能可感知或不可感知，取决于系统负荷和应用特性。

通过电缆调制解调器进行通信是不对称的。也就是，下行方向能达到的数据速率比上行方向能达到的数据速率要大的多。这对于一些特定类型的通信，如上网冲浪，已经足够了。但对于其他类型的服务，如对等文件传送（例如数字音频文件传送，像 Napster 网站的服务），就不够了，传送附件很大的电子邮件效果也不好。这种不对称通信是因为使用了同轴电缆而需要限制低频回返信号。

因此，在技术上需要一种系统和方法能够在数据服务提供方和用户之间传送光信号，并且不使用同轴电缆，以及支持数据信号沿同轴电缆传输的相关硬件和软件。在技术上还需要一种在数据服务提供方和用户之间传送光信号的系统和方法，能够为大量用户提供服务，并减少数据服务集线器的节点数量。

在技术上也需要一种处理上行光通信的方法和系统，为光网络中每个用户提供承诺的带宽。进一步的需求是有一种系统和方法能提供承诺的带宽，并且把该承诺带宽的剩余部分放在每个用户都能进入的“池塘”中。换句话说，就是需要一种系统和方法能够在众多用户中回收承诺的带宽，将收回的带宽集合起来。另外技术上还需要一种系统和方法，能够采用仿真令牌桶处理成组的或聚合的信息包。另外还需要一种能够对不同的用户提供公平的带宽分配的系统和方法，这里的“公平”有一个精确的数学界定。技术上对系统和方法的另一个要求是能够减轻上行数据路径中的通信量负载。

发明内容

本发明的目的是提供一种系统和方法，能够在光纤网络中有效的传送数据和广播信号。本发明尤其提供了一种系统和方法，能够处理光网络中用户向数据服务集线器传送的上行光通信。术语“上行”规定指用户向光网络中的数据服务集线器送出数据信号的方向。相反，术语“下行”是指光网络中的数据服务集线器向用户送出数据信号的

方向。

本发明中的方法和系统可以调整用户光接口的操作，一般是预设用户组中的一部分。本方法和系统可包括一个协议，可以控制每个光接口在传送模式下被允许传送数据的时间。这种对于特定组的光接口允许传送时间的控制可以被认为是时分复用（TDMA）的一种形式。使用 TDMA 技术，协议可以防止特定用户组的用户光接口之间上行传输的冲突。

与常规技术中带有载波侦听或者冲突检测的协议和发送器不同的是，本发明的协议和用户光接口并不检测或侦听共享同一传输节点的用户组中其他光接口的传输。换句话说，执行本发明中协议的传输节点，可以控制或者确定用户组中的用户光接口被允许向网络传送信息的时间。

采用本发明中的协议，传输节点可以根据一个或多个用户的需求分配额外的，或者减少上行带宽。也就是，传输节点可以监控（或控制）并且根据预定或需求来调整用户的上行带宽。传输节点可以向用户以预设的增量来提供上行数据带宽。例如，传输节点可以以 1、2、5、10、20、50、100、200 和 450 兆比特/每秒（MB/S）的速率单元为特定用户或用户组提供上行带宽。

传输节点的组件中，用来执行或运行本发明协议的是一个光学抽头路由设备。光学抽头路由设备可以决定哪个光学抽头复用器将接收下行电信号，或辨别许多光学抽头中的哪一个产生了上行光信号。光学抽头路由设备可以编排数据格式，并执行协议。这种协议用来发送和接收来自于每个连接到各自光学抽头的用户的数据（下面将进行讨论）。光学抽头路由设备能够提供一种集中控制一组用户的形式。光学抽头路由设备可包括一台计算机或硬连线设备，用来执行规定本发明中发明的协议的程序。

比起单个信息包，本发明中的算法还可以处理多个信息包的集合体。通过计算信息包的集合体，算法执行次数较少，从而可以由性能和成本更低的设备来实现。本发明中，这个方法可以通过在通用微处

理器中执行的软件来实现，以代替专用的高速硬件。

与常规的仿真令牌桶单独处理每个数据包不同，通过计算机执行的本发明协议可以通过仿真令牌桶处理成组的或者集合的数据包。对令牌桶的模拟使得发明的协议能够有效地处理带宽问题。仿真令牌桶能允许用户组中每个用户都能得到承诺的带宽。然而，每个特定用户的承诺带宽中未使用的部分可以通过协议收回，并提供给其他在特定瞬间需要使用带宽的用户。回收的带宽可以从为用户组而形成的带宽“池塘”中得到。

回收的带宽，承诺带宽以及仿真令牌桶包括协议所追踪的几个参数的功能：峰值速率、保持速率、突发帧大小（burst size）、优先级加权（priority weighting）以及承诺标志（其中承诺标志用来监测是否能够保证用户一直拥有保持速率）。常规技术中前三个参数，峰值速率，保持速率和突发帧大小是由硬件进行监测的，而本发明却不同，是通过发明的可被软件执行的协议来监控这些参数。所有这些参数可由网络提供方进行调整，从而使光网络适应不同的用户环境。

常规的路由器中首先接收到一个信息包，然后用令牌桶算法决定如何处理接收到的信息包，而本发明不同的是，能够把用户光接口发送成组数据包的需求通知给本发明，然后光学抽头路由设备使用令牌桶算法来把自身所能接收到的比特数通知用户光接口。也就是，光学抽头路由设备执行令牌桶算法来决定用户光接口能否发送它需要送出的所有信息包（a），或部分信息包（b），或不能发送信息包（c）。如果用户光接口不能发送所有希望发送的信息包，它可以决定是丢弃这些信息包还是保留它们以便在以后尝试发送。

这样，上行数据流可以被更有效地处理。上行信息可从上行数据路径中取出：如果光学抽头路由设备不打算接受一个信息包，则用户光接口就不会发送该信息包。换种描述方式，用户光接口上的信息包可被保留到下个传送窗中传送（下面称为超帧）。如果保留信息包的内存已经满了，传输节点就不再接受用户设备的任何信息包。

另外，光学抽头路由设备可以决定是否允许用户光接口发送信息

包，不仅根据信息包类型和正在发送的用户光接口的数据加载，还根据同一用户组中其他用户光接口需要发送多少数据，以及对每个用户光接口提供的服务水平（比如基于用户付了多少服务费或运营商规定的其他标准）。

此外，决定能够接受多少信息包可以不仅基于用户光接口组（共享一个进入光学抽头路由设备的公共路径）的全部负载，还可以基于所知道的将要离开光学抽头路由设备送往数据服务集线器的全部负载。

在一个示范性实施例中，有六个逻辑用户组，每个都向光学抽头路由设备传送数据。从光学抽头路由设备传往数据服务集线器一般有一到四条路径。光学抽头路由设备可以预测来自于六个逻辑组的全部负载，并决定是否接受所有的信息包，和将它们送到数据服务集线器，还是只能接受提供的信息包的一部分。如果光学抽头路由设备能够接受全部的信息包，将不能把所有的信息包送往数据服务集线器。

决定是否接受用户光接口信息包使得发明的协议能够有效地分配带宽；而同样地，通过软件，本发明能够提供对上行通信的集中控制，并在用户组和组之间公平的分配带宽，这里“公平”有一个数学界定。“公平”的数学界定包括一个加权的最大-最小算法。该算法中，加权因子包括预设加权值和一个测量度的乘积，该测量度表示用户光接口组中每个用户光接口的缓冲器占有率，并经过低通滤波。每个用户光接口的最大-最小参数可以包含它的最大分配。

最大-最小公平算法把每个用户都必须接受的最小值最大化了。换句话说，最大-最小分配的结果就是接受最小分配的用户要确保没有其他用户得到的带宽比他还少，否则他不能得到更大的分配额。加权最大-最小分配法为每个组分配了一个相对加权因子。它把加权因子乘以分配额的最小值最大化，并严格地执行最大-最小分配的方法以偏向于具有更高优先级的用户。

附图说明

图 1 是本发明的一个实施例中，光网络结构一些核心器件的功能框图。

图 2 是本发明的一个实施例中，光网络结构的功能框图。

图 3 是本发明的一个实施例中，传输节点的功能框图。

图 4 是本发明的一个实施例中，用一个光波导将光学抽头与用户光接口相连的框图。

图 5 是本发明的第一实施例中，在一个超帧中承诺的上行带宽和汇聚成“池”的上行带宽的框图。

图 6 是本发明的第二实施例中另一个超帧的框图，包含了一个预设的包含六个用户的组中用户光接口的不同长度的时隙。

图 7 是本发明的第二实施例中，在一个单独的时隙中传送的成组的数据信息包的框图。

图 8 是本发明的第二实施例中，数据信息包的示范性内容和区域的大小的框图。

图 9 是本发明的第二实施例中，多个超帧的框图。

图 10 是本发明的第二实施例中，多个超帧和可能的队列以及传输延迟的框图。

图 11 是本发明的一个实施例中，管理上行数据的高层步骤的逻辑流程图。

图 13 是图 11 中步骤 1220 的更详细的子过程的逻辑流程图。

图 14 是图 12 中步骤 1325 的更详细的子过程的逻辑流程图。

图 15 是图 12 中步骤 1330 的更详细的子过程的逻辑流程图。

图 16 是图 12 中步骤 1335 的更详细的子过程的逻辑流程图。

图 17 是图 12 中步骤 1365 的更详细的子过程的逻辑流程图。

具体实施方式

本发明用在光网络中时，可以内嵌在软件或硬件中，或是两者的结合。本发明包括一个传输节点，它包含一个光学抽头路由设备和多个光学抽头复用器，用来从一个或多个用户光接口接收上行信息包。

常规的令牌桶仿真是一个接一个处理数据包，本发明中的协议与之不同的是可用令牌桶仿真处理成组的信息包。利用本发明中的协议，传输节点能够根据一个或多个用户的需求进行增加或减少上行带宽分配。本发明可以根据协定或需求来监控并调整用户的上行带宽。本发明能够允许用户组中每个用户具有承诺的带宽。然而，一个特定的用户他未使用的承诺带宽中大部分可以依照协议进行回收，并提供给其他在特定时间段需要使用带宽的用户。

下面结合附图对本发明的各个方面，以及示范性操作环境进行描述。在所有的图中，同样的数字代表同样的元件。

图 1 是根据本发明的示范性光网络 100 的功能框图。示范性光网络结构 100 包括一个数据服务集线器 110，它与一个或多个传输节点 120 相连。传输节点 120 接下来与光学抽头 130 相连。术语“传输节点”可参照 2001 年 7 月 5 日所提交的待审专利申请中的节点，题为“在数据服务提供方和用户之间传送光信号的系统和方法 (System and Method for Communicating Optical Signals Between A Data Service Provider and Subscriber)”，申请号为 09/899,410；还有 2001 年 10 月 4 日提交的待审专利申请，题为“在数据服务提供方和用户之间传送光信号的系统和方法 (System and Method for Communicating Optical Signals Between A Data Service Provider and Subscriber)” 申请号为 09/971,363。这两篇专利申请的内容在此都一并作为参考。

光学抽头 130 可以和多个用户光接口 140 连接。在示范性光网络结构 100 的各个元件之间是光波导，如光波导 150,160,170 和 180。光波导 150-180 用箭头表示，其中箭头方向表示了光网络结构 100 中各个元件之间数据流的方向。图 1 中仅表示了一个单独的传输节点 120，一个单独的光学抽头 130 和一个单独的用户光接口 140；而在图 2 中以及相应的描述中就可以更加明显地看出，可以使用多个传输节点 120，多个光学抽头 130 以及用户光接口 140，而并没有偏离本发明的范围和本质。一般情况下，本发明的许多实施例中，多个用户光接口 140 与一个或多个光学抽头 130 相连。

传输节点 120 可以根据使用用户光接口 140 的一个或多个用户的需求，分配额外的带宽或减少带宽。传输节点 120 能够设计得适应户外环境，并且可以设计成用绳子悬挂或者安装在底座或“安装孔”中。传输节点能在 -40°C ~ $+60^{\circ}\text{C}$ 的温度范围下工作。传输节点 120 可以通过不消耗功率的无源制冷设备在该温度范围下工作。

与常规技术中路由器放置在用户光接口 140 和数据服务集线器 110 之间不同的是，传输节点 120 不需要有源制冷和加温设备来控制传输节点 120 周围的温度。本发明更多地具有判决功能的电子元件放置在传输节点 120 处，而不是用户光接口 140 处。一般来说，判决元件比放置在本发明的用户光接口 140 处的电子元件尺寸大，且费用要高。

因为传输节点 120 不需要有源温度控制装置，就可以压缩它自身的电子封装体积，使它通常比传送路由器的外壳小一些。

本发明的一个实施例中，三个主干光波导 160,170 和 180（可包括光纤）可以将光信号从数据服务集线器 110 传送到传输节点 120。注意本发明中使用的术语“光波导”可以指光纤，平面光波导线和尾光纤（fiber optic pigtails），以及其他类似的光波导。

第一光波导 160 能够传送广播视频和其他信号。信号可以以常规的有线电视格式进行传送，其中广播信号被调制到载波上，载波再对数据服务集线器 110 中的一个光发射机（未示出）进行调制。第二光波导 170 能够传送下行目标性服务（如数据和电话服务），将其送往一个或多个用户光接口 140。除了传送用户特定光信号，第二光波导 170 也可以传送 internet 协议广播数据包，本领域技术人员对此已有了解。

实施例中，第三光波导 180 可以把上行数据信号从传输节点 120 传送到数据服务集线器 110。沿着第三光波导 180 传输的光信号也可以包括来自于一个或多个用户的数据和电话服务。与第二光波导 170 类似，第三光波导 180 也可以传送 IP 广播数据包，本领域技术人员对此已有了解。

本发明中第三或上行光波导 180 用虚线表示，意为它只是示范性实施例中可选的一部分。换句话说，第三光波导 180 可以不选用。在另一个实施例中，第二光波导 170 传送上行和下行方向的光信号，在图中表示为第二光波导 170 是双向箭头。在这种实施例中，第二光波导传送双向光信号，数据服务集线器 110 和传输节点 120 之间只需要两个光波导 160,170 来传送光信号。在另一个实施例中（未示出），数据服务集线器 110 和传输节点 120 之间只使用一个光波导进行连接。在这种单个光波导实施例中，使用了三个不同的波长来传输上行和下行信号。另外，双向数据还可以调制到一个波长中。

在一个实施例中，光学抽头 130 包含了一个 8 路光分配器。这意味着包含一个 8 路光分配器的光学抽头 130 可以把下行光信号分成 8 路送往 8 个不同的用户光接口 140。而上行方向，光学抽头 130 可以把从 8 个用户光接口 140 收到的光信号合并。

在另一个实施例中，光学抽头 130 包含了一个 4 路光分配器来为 4 个用户光接口 140 服务。然而在另一个实施例中，光学抽头 130 又包括了一个也作为通路抽头（pass-through tap）的 4 路光分配器，这意味着光学抽头 130 收到的光信号的一部分可以被用来送往它里面包含的 4 路分配器，同时剩余的光能量可以进一步下行传到另一个光学抽头或另一个用户光接口 140。本发明并不限于 4 路和 8 路光分配器。其他有少于 4 路或多于 8 路分配器的光学抽头也不超出本发明的范围。

图 2 是示范性光网络结构 100 的功能框图，并进一步包括了与传输节点 120 相对应的用户组 200。图 2 描述了光网络结构 100 的不同情况，其中传输节点 120 和光学抽头 130 之间的一些光波导 150 被最小化了。图 2 还描述了光学抽头 130 可以实现的不同类型用户组 200。

每个光学抽头 130 可包括一个光分配器。光学抽头 130 允许多个用户光接口 140 与一个连接到传输节点 120 的光波导 150 耦合。在一个实施例中，设计了六根光纤 150 与传输节点 120 相连。通过使用光学抽头 130，与传输节点 120 相连的六根光纤 150 中的每根都可分配 16 个用户。

在另一个实施例中，12根光纤150和传输节点120相连，其中每根都可分配8个用户。本领域技术人员可以理解，连接在传输节点120和用户光接口140之间的特定光波导150可分配的用户光接口140的数量可以是不同的或者可变的，这也不偏离本发明的范围和本质。另外，本领域技术人员会认识到，分配给特定光缆的用户光接口140的实际数量取决于光纤150的可用功率大小。

如用户组200中所示，有很多种为用户提供通信服务的可能的配置方式。例如，光学抽头130_A可以把从用户光接口140_{A1}到用户光接口140_{AN}与激光传输节点120连接起来，光学抽头130_A也可以把其他光学抽头130，比如光学抽头130_{AN}，与传输节点120连接起来。光学抽头130与其它光学抽头130的结合，以及光学抽头130与用户光接口140的结合是没有限制的。使用光学抽头130，集中在传输节点120处的分布式光波导150可以减少。另外，服务用户组200所需的光纤总数量也可以减少。

使用本发明中的有源传输节点120，传输节点120和数据服务集线器110之间的距离在0-80公里范围内。然而，本发明并不限于这个范围。本领域技术人员将会意识到，可以通过为组成本系统的一些装置选择不同的现有元件，来扩展这个距离的范围。

本领域技术人员将会意识到，放置在数据服务集线器110和传输节点120之间的光波导的其他配置也没超出本发明的范围。因为光波导具有双向性能，可以使得数据服务集线器110和传输节点120之间的光波导的不同数量和数据流方向不超出本发明的范围。

本领域技术人员将会意识到，可以根据数据服务集线器110和传输节点120之间所需要的光路径长度，来为每个回路优化选择包含光波导收发器430和数据服务集线器110的光发射器。另外，本领域技术人员将会意识到，上述讨论的波长是现实的，并且只是举例性的。在一些情况下，可能采用不同的方法使用1310nm和1550nm的通信窗，而并不偏离本发明的范围。另外，本发明并不限于1310nm和1550nm波段。本领域技术人员将会意识到，采用更小或更大波长的光信号也

没超出本发明的范围。

图3是本发明的示范性传输节点120的功能框图。在本实施例中，传输节点120包括一个单向光信号输入端口405，能够接收从数据服务集线器110发出，并沿第一光波导160传送的光信号。单向光信号输入端口405收到的光信号可以包括广播视频数据。输入端口405收到的光信号传送到放大器410，如掺铒光纤放大器(EDFA)，在其中光信号被放大。放大后的光信号就被传送到分配器415，分配器415在双工器420中分离广播视频光信号，双工器420再把光信号传送到预设的用户组200。

此外，传输节点120还可以包括一个双向光信号输入/输出端口425，把传输节点120与第二光波导170相连接，第二光波导170支持数据服务集线器110和传输节点120间的双向数据流。下行光信号沿双向光信号输入/输出端口425流向光波导发送器430，在其中把下行光信号转换成电信号。此外，光波导发送器将上行电信号转换成光信号。光波导发送器430还可以包括一个光/电转换器和一个电/光转换器。另一个实施例的系统中，光纤170传送下行信号，光纤180传送上行信号。

下行和上行电信号在光波导发送器430和光学抽头路由设备435间传输。光学抽头路由设备435能够形成与数据服务集线器光信号间的接口，并能根据单个抽头复用器440对数据服务集线器信号进行发送或分离或分配，其中抽头复用器440与一个或多个光学抽头130，并最终与一个或多个用户光接口140进行光信号的通信。注意抽头复用器440在电领域内对激光发射器进行调制，目的是能产生光信号并送往与一个或多个光学抽头相耦合的用户组。

当可用上行数据包到达时，每个抽头复用器440就通知光学抽头路由设备435。光学抽头路由设备和每个抽头复用器440连接来接收这些上行数据包。光学抽头路由设备435再通过光波导收发器430把这些信息包传递到数据服务集线器110。通过读取每个信息包的源IP地址，并把信息包与它经过的抽头复用器440相联系，光学抽头路由

设备 435 可以为所有抽头复用器 440 (或端口) 送来的上行数据包建立一个速查表。该速查表可被用来在下行路径中发送信息包。当光波导收发器 430 送来信息包时, 光学抽头路由设备 435 就查看目的 IP 地址 (与上行信息包的源 IP 地址相同)。从速查表中, 光学抽头路由设备 435 可判定哪个端口与该 IP 地址相连接, 就把信息包送往该端口。如同本领域技术人员所知道的, 这可以描述成普通的第三层路由功能。

光学抽头路由设备 435 可对一个端口分配多个用户。更具体来说, 光学抽头路由设备 435 使用相应独立的端口可为成组用户服务。与各个抽头复用器 440 耦合的光学抽头 130 能够对预先分配的用户组提供下行光信号, 用户组通过用户光接口 140 接收到下行光信号。

换句话说, 光学抽头路由设备 435 可以决定由哪个抽头复用器 440 来接受下行电信号, 或辨别哪几个光学抽头 130 传送上行光信号 (被转换成电信号)。光学抽头路由设备 435 能够编排数据格式, 并执行所需协议, 来对与各个光学抽头 130 连接的每个单独的用户发送和接收数据。光学抽头路由设备 435 可以包括电脑或硬线连接装置, 这些装置定义了能够执行与分配给单个端口的成组用户通信的协议。

光学抽头路由设备 435 的每个端口与对应的抽头复用器 440 连接。使用光学抽头路由设备 435, 传输节点 120 能够根据预定或需求来调整带宽。传输节点 120 通过光学抽头路由设备 435 可对用户以预设的增量来提供数据带宽。例如, 传输节点 120 通过光学抽头路由设备 435 以 1,2,5,10,20,50,100,200 和 450 兆比特/每秒 (MB/S) 的速率单元为特定用户或用户组提供上行和下行带宽。本领域技术人员会意识到, 其他速率单元也未超出本发明的范围。

电信号在光学抽头路由设备 435 和各个抽头复用器 440 之间进行传输。抽头复用器 440 收发光信号到不同的用户组。每个抽头复用器 440 与一个光发射器 325 相连。每个光发射器 325 包括法布里-珀罗 (F-P) 激光器, 分布反馈激光器 (DFB), 或垂直腔表面发射激光器 (VCSEL)。然而, 也可采用其他类型的光发射器, 并不超出本发明的范围。光发射器产生下行光信号, 并传送到用户光接口 140。

每个抽头复用器 440 也与一个光接收器 370 相耦合。各个光接收器 370 能把从双向分配器 360 收到的上行光信号转换成电信号。光接收器 370 包括一个或多个感光器或光电二极管，把光信号转换成电信号。因为光发射器 325 和光接收器 370 可以包括现有的硬件来产生和接收各个光信号，传输节点 120 自身可以有效的升级和维护，提供显著增加的数据速率。

光发射器 325 和光接收器 370 都与一个双向分配器 360 相连。而双向分配器 360 与双工器 420 连接，双工器把从分配器 415 接收到的单向光信号和光接收器 370 收到的下行光信号合并起来。这样，广播视频服务和数据服务一样都可由一个光波导提供，如图 2 中的分布光波导 150。换句话说，各个双工器 420 的光信号可以耦合到与分布光波导 150 相连的组的信号输入/输出端口 445。

与常规技术不同的是，传输节点 120 没有使用常规的路由器。传输节点 120 的组件可以放在一个压缩的电子封装外壳内。例如，传输节点 120 可用绳子悬挂或放置在基架上，就和常规的有线电视装置放置在最后一英里，或网络中与用户最近的部分是相同的。注意这里的术语“最后一英里”是一个普通名词，常用来描述光网络中与用户相连的最后一部分。

同样也因为光学抽头路由设备 435 不是常规的路由器，它就不需要有源控温装置来把操作环境保持在一个特定的温度值。换句话说，在一个实施例中，传输节点 120 可以在 -40°C 到 $+60^{\circ}\text{C}$ 下工作。

因为传输节点 120 不使用消耗功率的有源控温装置来把它保持在单一温度值，传输节点 120 可包括一个或多个不消耗功率的无源控温装置 450。无源控温装置 450 包括一个或多个散热片或热导管来散去传输节点 120 的热量。本领域技术人员可知，本发明中也不限于这些示范性的无源控温装置。另外，本领域技术人员可知，本发明中也不限于公开的这些示范性的工作温度范围。使用适当的无源控温装置 450，传输节点 120 的操作温度范围可以缩小或扩大。

传输节点 120 除了能够忍受恶劣的户外环境之外，还能提供高速

对称数据传送。换句话说，传输节点 120 能够以同样的上行、下行比特率和网络用户通信。这就是相对于常规网络的另一个优点，如背景部分所述，常规网络一般不能支持上述的对称数据传送。此外，如果同时减少数据服务集线器 110 和传输节点 120 自身的连接数量，传输节点 120 可以为大量的用户提供服务。

传输节点 120 可以对自身有效的升级，这可以完全在网络一侧或数据服务集线器 110 侧执行。也就是，对构成传输节点 120 的硬件的升级可在数据服务集线器 110 和传输节点 120 之间的位置处进行。这意味着网络的用户端（从分布光波导 150 到用户光接口 140）在传输节点 120 或数据服务集线器或两者都进行升级时，能完全保留下来。

图 4 是本发明的一个实施例中，用一个光波导 150 将光学抽头 130 与用户光接口 140 相连的功能性框图。光学抽头 130 包括一个与另一个分布光波导连接的组合信号输入/输出端口 505，该光波导与传输节点 120 相连接。如上所述，光学抽头 130 包括一个 4 路或 8 路的光分配器 510。其他使用少于或多于 4 路或 8 路光分配器的光学抽头也在本发明的范围内。光学抽头把下行光信号分配到几个用户光接口 140 中。实施例中光学抽头 130 包括了一个 4 路光学抽头，这样的光学抽头可以是直通类型，意思是下行光信号的一部分被分配到其中的 4 路分配器，而剩余的光能量则直接下行送往其他分布光波导 150。

光学抽头 130 是一个有效的耦合器，可以在传输节点 120 和用户光接口 140 之间传送光信号。光学抽头 130 可以级联，或者可以从传输节点 120 被连成星形结构。如上所述，光学抽头 130 也可把信号送往下行方向上的其他光学抽头中。

光学抽头 130 也可与有限的或少量的光波导连接，这样任何传输节点 120 都不会连接太多的光波导。换句话说，在一个实施例中，光学抽头可在远离传输节点 120 的一点处连接数量有限的光波导 150，这样就避免了传输节点处的光波导 150 过于集中。然而，本领域技术人员意识到，光学抽头 130 可与传输节点 120 一体化，如下面详细描述图 11 中实施例所示的传输节点 120。

用户光接口 140 用来把从光学抽头 130 收到的下行光信号转换成能够用适当的通信设备处理的电信号。用户光接口 140 还可以把上行电信号转换成上行光信号，再沿分布光波导 150 送到光学抽头 130。用户光接口 140 还包括一个光双工器 515，可将从分布光波导 150 收到的下行光信号进行分离，分布光波导 150 在双向光信号分配器 520 和模拟光接收器 530 之间。光双工器 515 可以接收数字光发射器 530 产生的上行光信号。数字光发射器 530 把电的二进制/数字信号转换成光信号格式，这样光信号可以被送回到数据服务集线器 110。反过来，数字光接收器 540 把光信号转换成电的二进制/数字信号，这样电信号能够被处理单元 550 所处理。

本发明能传送不同波长的光信号。然而，上面讨论的波长区域是实际的，并且只是实施例中示范性的。本领域技术人员会意识到，其他高于或低于或在 1310nm 和 1550nm 之间的波长区域都没超出本发明的范围。

模拟光接收器 525 能将下行广播视频光信号转换成调制的 RF 电视信号，RF 电视信号是从调制 RF 单向信号输出 535 传送出来的。调制 RF 单向信号输出 535 可向 RF 接收器如电视机（未示出）或收音机（未示出）馈送信号。模拟光接收器 525 可以处理模拟调制 RF 传送信号，和用于数字电视应用中的数字调制 RF 传送信号。

双向光分配器 520 能在各自方向上传送混合光信号。也就是，从光双工器 515 送入双向光分配器 520 的下行光信号被传送到数字光接收器 540。从数字光发射器 530 发出的上行光信号送往光双工器 515，然后到达光学抽头 130。双向光信号分配器 520 与数字光接收器 540 相连，它将上行数据光信号转换成电信号。此时双向光信号分配器 520 也和数字光发射器 530 相连接，它将上行电信号转换成光信号。

数字光接收器 540 可能包含一个或多个感光器或光电二极管，将光信号转换成电信号。数字光发射器包括一个或多个激光器，如法布里-珀罗（F-P）激光器，分布反馈激光器（DFB），或垂直腔表面发射激光器（VCSEL）。

数字光接收器 540 和数字光发射器 530 和处理器 550 相连，它根据内嵌地址选择送往即时用户光接口 140 的数据。处理器 550 处理的数据包括一个或多个电话和数据服务，如 Internet 服务。处理器 550 和一个包含了模拟接口的电话输入/输出 555 相连。处理器 550 还和数据接口 560 相连，可以提供和计算机设备，电视机顶盒，ISDN 电话以及其他类似设备的连接。或者，数据接口 560 也可以提供和 IP 语音 (VoIP) 电话或以太网电话的连接。数据接口 560 可能包括一个以太网 (10BaseT, 100BaseT, Gigabit) 接口，HPNA 接口，通用串行总线 (USB) IEEE1394 接口，ADSL 接口和其他类似接口。

图 5 是本发明的实施例中在一个超帧 562 内的承诺上行带宽和汇聚上行带宽的框图。超帧 562 通常包括重复一次完整事件队列的时间。实施例中，超帧持续时间可以是 8 毫秒。这意味着，每 8 毫秒，传输节点 120 可在给定抽头复用器 440 的所有用户 140 间循环一次，给每个用户 140 一个传送数据包的时机或机会。实施例中，一个上行通道可为 16 个用户 140 服务。然而，本领域技术人员意识到，通道中选用较多或较少用户 140 也是在本发明范围内的。

一个表示时间的水平轴 576 与帧 500 相邻近。图 5 中，每个时隙代表用户光接口 (SOI) 在上行方向上传送数据信息包的时间。时隙 564, 566, 568, 570 和 572 构成了超帧 562 的承诺带宽 574。图 5 中所示的带宽，是每单位时间能传送的数据比特数。通常它是数据速率和允许时间的函数。带宽常用来指每秒兆比特的数值 (兆比特每秒, Mbps)。

如图 5 中所示，每个用户光接口 140 有一个分配的时隙 564, 566, 568, 570 和 572，用来传送光网络 110 上行方向上的信息。例如，分配给第一时隙 564 的第一用户光接口首先传送，而第二用户光接口在第一时隙 564 之后的第二时隙 566 期间传送信息。每个用户光接口在各自分配的时隙内传送信息之后，每个用户光接口还可以在汇聚带宽 578 内传送信息。通常，在带宽能够被主要由传输节点 120 执行的本发明的协议承认之前，每个用户光接口 140 必须从聚集带宽 578 中要求带宽。

如果聚集带宽 578 没有被另外的用户光接口先行使用,任何用户光接口 140 都可以使用汇聚带宽。一般来说,用户光接口 140 首先使用承诺带宽,如果需要传送的数据超出了承诺带宽的范围,用户光接口 140 可要求从汇聚带宽 578 中分配额外时段。

图 6 是第二实施例并且是优选实施例,显示了在一个超帧内,上行带宽是如何分配成单个时隙的。超帧 600 一般包括重复一个完整事件队列的时间。在一个实施例中,一个超帧的持续时间为 8 个毫秒。这意味着,每 8 个毫秒,传输节点可在给定通道的所有用户间循环一次,给每个用户一个传送数据包的时机或机会。实施例中,一个上行通道可为 16 个用户服务。然而,本领域技术人员意识到,通道中选用较多或较少用户也是在本发明范围内的。

图 6 中的时间从左到右逐渐增加。每个时隙代表用户光接口 140 (SOI) 在上行方向传送数据信息包的特定时间段。例如,分配给时隙 0 的第一用户光接口在这个时隙内传送数据,而第二用户光接口在第一时隙之后的第二时隙内传送数据。

每个时隙的时间长度由传输节点 120 控制。传输节点控制每个时隙,以便为每个用户提供承诺带宽,同样也在当前超帧内控制用户可用的汇聚带宽。所有时隙的总和一般必须小于或等于超帧的长度。如果不需要用整个超帧来传送可用的数据,那么时隙都“聚集”在时隙的开头部分,而超帧的末端部分就没有任何东西(无数据)被传送。

图 6 中的最后一个时隙是为未知的用户光接口传送数据而保留的特殊时隙,允许传输节点发现它们的存在。因为传输节点和任何未知的用户光接口没有设置方向信息和可能会影响这两个系统之间相对定时的其他参数,这个特殊的发现时隙必须足够长,以能够容纳很宽范围的相对定时偏差。本发明的一个实施例中发现时隙的最小长度设置为 180 微秒。

不是每个超帧中都需要此发现时隙。本发明的一个典型实施例中,传输节点设置了大约每秒钟、或每 125 个超帧一个发现时隙。

图 6 还示出了在两个相邻时隙之间有一个监控带或监控时间。监

控带提供了足够的时间，使第一用户光接口 140 将激光器的输出功率降为零，并使第二用户光接口 140 的激光器达到最大输出功率，而且不会干扰第一个激光器。它还包括使抽头复用器 440 锁定（或同步）在起始用户光接口 140 的时钟上的时间。例如所示的监控时间为 $2\mu\text{s}$ 。监控带的确切时间根据数字光发射器 530 的发射时间和抽头复用器 440 的时钟捕获时间来确定。

监控时间一般都存在，但在两个光接收器共享一个传输节点的情况时要小一些。这种情况下，如果 SOI 140 结束了它的时隙，另一个 SOI 启动时隙，要送往不同的光接收器时（也就是，当开关必须改变来接收启动的 SOI 140 时），启动 SOI 的光发射器可以在结束 SOI 的光发射器关闭之前打开，而结束 SOI 的光发射器可在开关启动之后关闭。这样的操作可以节省一些监控时间。然而，还是可能有一定的监控时间存在，在这个过程中启动 SOI 140 发出一个必要的“插入序列”来把抽头复用器时钟锁定（或同步）在发射器的时钟上。这是一个被本领域技术人员所了解的常见要求。

图 7 描述了每个独立的用户光接口是如何利用分配给它的时隙的。图中显示了用户光接口首先发送一个 SOI 状态信息，接着是零信息或更多的数据信息。数据信息的数量受限于分配的时隙的长度；整个数据信息的发送必须在时隙结束前终止。每个信息（状态和数据）采用标准以太网帧格式（图 8 所示），而标准以太网帧间隙（如在 1Gbit/s 速率上是 96ns）把各个帧分开。本领域技术人员了解，帧间隙用来帮助接收器鉴别一个以太网信息的开始。

表 1 数据包字段

字段描述	长度 (比特)	长度 (字节)	偏差 (字节)
目标地址 (固定数值, 未使用)	48	6	0
源地址 (固定数值, 未使用)	48	6	6
类型字段, 必须匹配[]传输节点 类型字段	16	2	12
保留字段 (未用)	16	2	14
保留字段 (未用)	16	2	16
保留字段 (未用)	16	2	18
TN 传送时间标志 (T2), ms, 使用 4 bit	16	2	20
TN 传送时间标志 (T2), 1s, 单 位为 8ns	16	2	22
状态字 保留	19		
用户光接口状态	5		
用户光接口 id	8	4	24
低优先级缓冲数据数, 单位 128 字节	16	2	28
高优先级缓冲数据数, 单位 128 字节	16	2	30
软件信息 0	16	2	32
软件信息 1	16	2	34
软件信息 2	16	2	36
软件信息 3	16	2	38
保留字段 (未使用)	8*20	20	40
FCS	32	4	60

SOI 状态信息的格式也采用标准以太网帧的格式。它的有效负荷

包括在时隙开始时，存储在用户光接口的上行传送序列中的一些数量的字节。该信息被用来计算在接下来的超帧内 SOI 将获得多长时间来传送，如下文所示。表 1 示出了示范性的 SOI 状态信息。

注意用户光接口 140 的一个时隙，可能占据了超帧的大部分时间，或只占超帧的一小部分。如果只有一个 SOI 140 有重要数据需传送，它会被分配几乎整个超帧。在最佳实施例中，每个 SOI 有一个最小持续时间来传送它的 SOI 状态信息 710。例中，传送 256kb 数据所需的最小时间是 256 μ s。一个例外是时隙 16,650，最小时间可能会短一些，因为仅有很少的信息须被传送。这些情况仅作为例子，本发明可以使用较长或较短的最小时隙。

图 8 中描述了一个示范性的时隙 800 的内容。本领域技术人员认为这是个标准的以太网信息包，尽管本发明并不局限于以太网数据包。示范时隙 800 可以包括一个示范性长度为 8 字节的报头 810。时隙 800 还包括示范性长度为 6 字节的目标介质存取控制信息 815。时隙 800 还包括示范性长度也为 6 字节的源介质存取控制信息 820。源介质存取控制信息 820 旁边是一个类型/长度指针，T825，本领域技术人员会明白这些。

与 T825 相邻的是示范性长度在 46 到 1500 字节之间的信息数据 830。与信息数据 830 相邻是 FCS 835。FCS 是一个帧检测序列，这是以太网的一个标准性能，用来验证数据包中数据的完整性。FCS 信息 840 的示范性长度为 4 个字节。本领域技术人员明白，本发明不局限于上述描述的示范性长度。即，较短或较长的数据信息都在本发明的范围内。

图 9 描述了本发明中能被传输节点 120 处理的几个示范性的超帧 910,915 和 920。图 9 显示了用户光接口 140 如何把它们各自的带宽需求通知传输节点 120，以及传输节点 120 如何许可用户光接口 140 发送该数据。传输节点 120 内，光学抽头路由设备 435 和几个抽头复用器 440 一起工作，执行处理信息流通所需的智能操作。在超帧 j_2 910 中，用户光接口可做出资源保留请求。

超帧 $j_2 910$ 和保留收集延迟 (RCD) 925 结束之后, 光学抽头路由设备 435 可获得完整的保留请求设置。RCD925 包括单向传输时延和传输节点 120 内的其他时延。光学抽头路由设备 435 一般必须在超帧开始之前完成对超帧 $j_2 910$ 的时隙分配的计算, 留出足够的时间对所有用户光接口 140 进行分配。

保留传输延迟 (RTD) 935 一般包括为了向所有用户光接口 140 传达分配所需要保留的时间。它包括光学抽头路由设备 435 的启动时间, 下行信息传送过程中的最大传输时间 (下行信息必须在启动数据能被传输前完成), 单向传输时延, 以及用户光接口 140 的接收和译码时间。

RCD925 和 RTD935 之间是实际处理时间 930, 用来计算超帧 $j_2 920$ 的时隙分配。在这个过程中, 光学抽头路由设备 435 通常必须完成分配超帧 $j_2 930$ 期间数据传输的所有计算。注意 RCD925, 计算时间 930 和 RTD935 通常都发生在超帧 $j_1 915$ 内。在超帧 $j_1 915$ 的过程中, 也根据在超帧 $j_2 910$ 之前的超帧中的请求来传输上行数据。如果该超帧在图中示出, 在图 9 中它应该在超帧 $j_2 910$ 的左边。

因此, 图 9 中的过程可被认为是一个连续的或滑动的过程, 其中在每个帧内, 数据以及对传输时隙的请求被传输, 传输时延请求可能在其后在超帧中得到准许 (或未准许, 根据可用的时间)。在请求时间 (超帧 910 期间) 和准许时间 (发生在超帧 920 期间) 之间要插入至少一个超帧 915, 给光学抽头路由设备 435 一定的时间来汇总所有的请求, 决定如何处理它们, 然后对每个用户光接口 140 发送适当的指令。然而, 在插入的超帧 915 内, 根据上一个请求、决定和准许循环的情况, 来传输上行数据。

图 10 描述了几个示范性长度为 τ 的超帧 1010, 1015, 1020 和 1025。本图描述了传送一个数据包的最大时延, 取决于用来决定发送哪个信息的方法。本图描述了实施例中一个数据包遇到的最大延迟时间, 从它进入用户光接口 140 的时刻到它到达光学抽头路由设备 435 的时刻。示范性系统中, 光学抽头路由设备 435 的数据包根据定义为 802.3z 的

标准吉比特以太网协议来处理。然而，本发明不局限于使用以太网协议来处理从光学抽头路由设备 435 上行到达标准路由器的数据包。其他已知协议如 SONET 也可用于处理过程中。

上面图 9 中描述的流程的结果是，在用户光接口 140 识别资源需求的时间和能够获得这些资源的时间之间通常有一个最小延迟。如图 10 描述，最坏情况下该延迟的数值大约是超帧长度（如示范性系统为 8ms）的 4 倍。因此，实施例中的系统，数据包可能延迟大约 32ms。这种发生最大延迟的情况如图 10 所示。

本例中，在用户光接口 140 传输了超帧 j_31010 的数据后，通信流量 1035 到达该用户光接口 140。用户光接口 140 直到超帧 j_21015 中它的时隙 1040 时，才能要求一个时隙用于传送通信流量 1035。

如图 9 所示，数据包延迟到超帧 j_1015 时才被传输。一般来说，带有通信流量 1035 的用户光接口 140 在每个超帧中相似的时间点传输数据，但也有可能在超帧 j_1025 中以前的时间，另一个用户光接口 140 要求并被给予一个很长的时隙。这种情况下，通信流量 1035 直到超帧 j_1025 末端才能被发送。检查图 10 会发现，通信流量 1035 的总延迟要略小于四个超帧的长度，由队列延迟 1055 表示。从通信流量 1035 到达用户光接口的时间，到它被完全发送到传输节点 120 的时间，即总延迟，通常是总 SOI 时延 1065。

如图 9 中所示，图 10 中的过程是一个“滑动的”过程，其中同一事件在每个超帧中都会发生。因此，如果通信流量 1035 在超帧 1015 和 1020 中没有被发送，其他数据在这些时间内被处理。本领域技术人员会意识到，图 10 中的例子是最大延迟，而平均延迟要小一些。

图 11 中描述了一个示范性的方法，用来处理从光网络中的用户传送到数据服务集线器 110 的上行通信数据。基本上，图 11 提供了传输节点 120，具体来说是光学抽头路由设备 435，执行的流程的概述。

下面描述的流程图主要以常规计算机组件的进程术语和操作表示符号来表示，常规计算机器件包括一个处理单元（处理器），记忆存储设备，连接的显示设备以及输入设备。此外，这些进程和操作可

可以在各种分布计算环境中使用常规的计算机器件，包括远程文件服务器，计算机服务器和存储设备。这些常规的分布式计算器件都可通过一个通信网络由处理器进行存取。

下面执行的进程和操作可包括处理器进行的信号处理和驻留于一个或多个存储设备里面的数据结构中保存这些数据。为了本讨论的目的，可以把进程设想成计算机执行的一系列步骤，并能产生一个希望的结果。这些步骤通常需要物理量的物理操作。通常，尽管并不是必须的，这些物理量以电、磁、或光信号的形式存在，可以进行存储、转移、合并、比较或者其它操作。本领域技术人员习惯于把这些信号的代表称为比特、字节、字、信息、元素、符号、字母、数字、点、数据、条目、物体、图像、文件或类似名称。但是要记住，这些相似的术语都与计算机操作中相应的物理量有关，且这些术语仅是应用于计算机操作过程中的物理量的常规名称。

还应该了解计算机的操作一般称为诸如生成、相加、计算、比较、移动、接收、判断、识别、增加，装载，执行等术语，这些术语通常和由人工操作者执行的处理操作相对应。这里描述的操作可以是与各种输入值相结合的机器操作，其中输入值由与电脑交互的人类操作员或使用者提供。

另外，应该了解这里描述的程序、进程、方法等并不相关于或者局限于任何特定的计算机或者装置。相反，不同类型的通用计算机都可应用下面的进程（进程与此处的说明相一致）。

图 11-16 描述的逻辑流程图是核心逻辑或最高层的处理，并可重复进行。图 11-16 描述的逻辑流程框图显示了一个可在图 1-5 中的软件或硬件或两者都进行初始化之后就能够在运行的进程。

例如，在一个面向对象的编程环境中，用来执行图 11-16 中的步骤的软件组件或软件对象或硬件可以被初始化或被生成。因此，采用本专业常用的一个技术，在图 1 到图 5 中描述的用来初始化软件对象或硬件的几个步骤，在这里可能并未表示。

本发明还包括一个计算机程序或硬件或两者的结合，内嵌了这里

描述的功能，并在附加的流程图中进行描述。然而，很显然，在计算机编程或硬件设计上，有许多不同的方法来执行本发明，本发明不应被理解为局限于某些计算机编程指令集。此外，一个熟练的程序员能够根据流程图和申请文件中的相关描述，毫无困难的写出这样的计算机程序或确定适当的硬件电路来执行本发明。因此，公开一些特定的程序代码指令集或详细的硬件设备对于充分理解如何使用本发明是毫无必要的。下文中，将结合描述流程图的剩余图片，详细描述提出权力要求的计算机执行过程中所发明的功能。

本发明中，在下文中描述的过程或者流程图中的某些特定步骤，必须先于其他步骤执行。但是，本发明不局限于下面描述的步骤顺序，如果其他顺序或序列并不改变本发明的功能。也就是，一些步骤可以在其他步骤之前或之后执行，这并不偏离本发明的范围和精神。

简单的回顾图 2，一个传输节点 120 通过使用光学抽头 130，可以为几个用户光接口 140 服务。图 3 更详细的描述了传输节点 120，其中一个光学抽头路由设备 435 对多个抽头复用器 440 协同工作，同时每个抽头复用器 440 与几个用户光接口 140 相连。每个抽头复用器 440 可以执行图 11 中的过程。图 11 中描述了两个类似的进程，可以有六个或更多的这样的进程以并行方式同时运行。参照图 11，将详细描述其中一个进程。

步骤 1205 是图 11 中处理上行数据数据包的方法的第一步。在步骤 1205 中，每个超帧过程中，每个 SOI 140 发送一个状态信息，指示 SOI 140 的缓冲器中有多数据要传送。该数据量被称为瞬时队列大小。在传送状态信息之后，SOI 尽可能多地发送该超帧内允许其发送的数据（流程图中未示出）。例如，在实施例 1 中，通常在一个超帧内每个 SOI 传送一次且仅一次。在该传送时间内，SOI 一般首先传送自身的状态信息，接着是最小时间的通信量（如电话或 DS1 通道），然后传送允许发送的其他所有的数据包。

步骤 1205 中，第一 SOI 140 发送状态信息，然后是数据。步骤 1210 中，抽头复用器 440 判断是否还有其他 SOI 没有发送它们的状态

信息。如果在当前超帧内没有收到所有的状态信息，方法就跳回到步骤 1205 等待其他 SOI 140 的状态信息。换句话说，抽头复用器 440 在下个 SOI 发送状态信息前不能收到该信息，所以它等待。注意在图 9 中，这个过程发生在超帧 $j-2$ 910。

所有信息都收到后，方法继续到步骤 1215，其中传输节点对保留信息进行处理，如所有 SOI 的状态信息中报告的瞬时队列大小。保留信息会告诉抽头复用器 440，每个 SOI 140 的队列中有多少数据要传送。该信息被用来被确定在超帧中该 SOI 的时隙分配。图 9 中，这个过程发生在 RCD 时隙 925。

在收集了所有必需的数据后，在程序 1220 中，大多数上行数据会被处理。程序 1220 可包括一个仿真令牌桶算法，能够控制多个用户光接口 140 的上行数据传输。因为程序 1220 以仿真令牌桶算法为特征，它的仿真令牌桶算法与常规的令牌桶算法有一些不同，这将在下面详细讨论。本领域技术人员对仿真令牌桶算法很熟悉。描述该算法的参考文献如下：“Policing and Shaping Overview”，思科系统公司出版，页码 QC87-QC98。另一个描述仿真令牌桶算法的文献是下面的白皮书：“Cisco IOS(TM) Software Quality of Service Solutions”，思科系统公司出版，1998 年版权。两篇参考文献的内容在本文中都被作为参考。

在程序 1220 的结尾，就确定在下个超帧中每个 SOI 140 在什么时候传送以及传送多长时间。这个信息在步骤 1225 下行传输到 SOI 140，这个过程是图 9 中的 RTD 时间 935。

在步骤 1230 中，在图 9 中的超帧 j 920 过程中，在程序 1220 中分配了时隙的数据被上行传输。在由各个抽头复用器 440 执行的步骤 1205 到 1230 的步骤链或者组中，来自于并行进程的数据可用后，信息在步骤 1235 中上行传送到数据服务集线器 110。

图 12 中，将详细描述程序 1220。对程序 1220 的处理开始于步骤 1305。对于每个与对应的抽头复用器 440 连接的 SOI 140，随后的步骤分别执行。步骤 1310 中，要估计队列大小，也就是单个 SOI_n 140_n

要传送的数据量。（用户光接口 140 的下标 n 用来指示 SOI 140 中的任何一个。）

在判断步骤 1310 中，确定瞬时 $\text{SOI}_n 140_n$ 在该时刻是否处于激活状态。如果询问判断步骤 1310 的结果是肯定的，就分配给 SOI 应得的时隙分配来传送上行数据。然而，如果询问判断步骤 1310 的结果是否定的，并且 SOI 140 在几个连续超帧内保持休眠，那么瞬时 SOI 140 的带宽就被取消，并分配给另一个需要该带宽的激活 SOI 140。本发明中，为每个 SOI 140 保留了一定的最小带宽，从而能够执行某些特定的维持功能。这些维持功能包括监控 SOI 140 的内部性能以及快速得知 SOI 140 何时要有数据要传送。下几个步骤中确定瞬时 $\text{SOI}_n 140$ 是否被激活。

每个 SOI 140 有一个状态计数器，并在最初由网络服务提供方或 SOI 140 的生产商设置成某个最大数值。如果，举例来说，最大数值设为 5，那么如果 SOI 140 在五个连续的超帧中没有发送任何通信数据，它就被确定为未激活的。

步骤 1310 中，还确定瞬时 SOI_n 的队列大小是否超过了维持通信量的最小门限。如果查询判断步骤 1310 中的结果是否定的，那么“**No**”路径到达步骤 1320，状态计数器递减。如果轰动性计数器到达 0，接收评估的瞬时 SOI 的带宽就被取消，并分配给其他 SOI 140。如果查询判断步骤 1310 中的结果是肯定的，存在超过最小队列大小 Q_{\min} 的数据，那么“**Yes**”路径到达步骤 1315，状态计数器被重设为它的最大数值。

在方法 1325 中，提供的负载（一般等于队列大小减去在当前超帧 $j-1$ 中要传送的通信量）在时域中被滤波。程序 1325 中滤波功能的目的在于防止系统对负载的瞬时增加或减少反应过度。本领域技术人员中很容易理解反应过度带来的问题。程序 1325 的更多细节将在参照图 13 在下文中描述。

下一步，方法 1330 中，更新 $\text{SOI}_n 140$ 的仿真令牌桶算法中的令牌数量。程序 1330 的更多细节将在参照图 14 在下文中描述。该更新

后的令牌数用在方法 1335 中，判断 SOI_n 允许传送数据的最大时隙长度 T_{maxn} 。程序 1335 的更多细节将在参照图 15 在下文中描述。。

最小时隙， T_{min} ，包括允许 SOI_n 140 传输的最小时间，由判断步骤 1340 来决定。如果询问判断步骤 1340 的结果是否定的，并且上面描述的状态计数器到达了零，沿 “No” 路径到达步骤 1350，其中假设 SOI_n 140 是休眠的。然后 SOI_n 140 被分配最小时隙，大小刚好足够进行维持功能。

如果 SOI_n 140 的状态计数器大于 0，或如果 SOI_n 140 已经被给予一定持续可用的持续速率且不考虑是否被使用（如提供了一个 DS1 电路），那么沿 “yes” 路径到达步骤 1345。本领域技术人员理解，DS1 电路通常被公司采用来传输 PBX（局域网电话交换）以及其他数据。同样，也有可能用户偶尔传送一些数据，但传送数据时必须以最小延迟进行处理。在这个范畴中电话可能会中断。

前面提到要注意的是如果两个条件中有一个存在，就沿着 “Yes” 路径到达步骤 1345，其中 SOI 140 的 T_{minn} 被设定为一个适当的数值。这个适当的数值一般在服务建立或者修改的时候，根据协议或者用户要求的服务水平来确定。

判断步骤 1355 中，要确定是否所有的 SOI 140 在瞬时超帧内都被响应或处理了。如果查询判断步骤 1340 的结果是否定的，沿 “No” 路径回到步骤 1310，处理下一个 SOI 140 的数据。如果所有的 SOI 140 都进行了处理，沿 “Yes” 路径到达步骤 1360，其中 SOI 140 按照增序 T_{max} 排序或者分类。这种排序法确定了下面计算 SOI 的顺序，但并不影响到他们传输的顺序。

SOI 140 在步骤 1360 中排序之后，实际的传输时间在程序 1365 中被计算出，下面将结合图 16 详细解释。程序 1365 中计算出传输时间后，令牌桶仿真结束，进程回到步骤 1225。

图 13 中描述了程序 1325 对提供的负载更新的过程。图 13 描述了一个滤波过程，能减少提供负载或队列大小的改变。本领域技术人员中的滤波能够增强通信系统的性能，防止反应过强引起的通信量的

突然增加或减少。滤波器适用了以前负载的大部分（在方法之外）和当前超帧计算出的负载的小部分，来算出平均负载。

步骤 1410 中，平均负载的早先的数值乘以分数 f 。在本发明的范围内，许多数值可用于分数 f ，但尤为有效的示范性数值是 $15/16$ 。下一步，步骤 1415 中， SOI_n 140 的瞬时负载被计算出。该负载是 SOI_n 140 在最后报告时间（超帧 j 910）报告的当前瞬时队列大小，减去瞬时超帧 $j-1$ 915 中要传输的实际数据量。因为传输时间分配（用在当前超帧 $j-1$ 915 期间）已被送往 SOI_n 140，就可算出该数值。

步骤 1420 中，最后一次计算的结果与分数 $(1-f)$ 相乘。在步骤 1425 中，步骤 1410 和 1420 的计算结果被相加，这个步骤 1425 的数值成为新的提供负载“ L ”，用在将来的计算中。步骤 1430 中， L 数值被存储，当子程序下次进入 SOI_n 中的时候用在步骤 1410 的中。子程序在步骤 1435 结束，进程回到图 12 中的程序 1330。

程序 1330 包括令牌桶的更新，并在图 14 中详细描述。更新功能在第一步 1505 开始。步骤 1510 中，将令牌加到 SOI_n 140 的令牌桶中，增加的令牌数等于当前 SOI_n 的持续速率乘以超帧长度。例如，如果允许的持续速率是 10Mb/s ，超帧的长度是 8ms ，需要加上的标志数量就是 10Mb/s 乘以 8ms ，或 $80,000$ 比特。假设 SOI 需要传输这些比特数，并且没有其他因素干扰允许传输的内容，比特数名义上可以在一个超帧内传输。

步骤 1515 中，与前一个超帧中传输的数据量对应的比特数被减去，作为该时刻传输的比特。在判断步骤 1520 中，确定令牌桶包括的令牌是否比当前 SOI 140 的溢出限要多。如果在前一超帧中传输很少，判断步骤 1520 的结果就是肯定的。如果允许令牌桶保留过多令牌，则允许 SOI 140 传输的数据比付费服务水平所允许的要多。

因此，如果令牌比溢出限要多，询问判断步骤 1520 的结果产生一个肯定的输出，沿“yes”路径到达步骤 1525，除去过多的标志，把桶中的令牌减到溢出限。如果询问判断步骤 1520 的结果是否定的，沿“No”路径到达步骤 1530，结束子程序。

程序 1335 是另外一个子程序，可以影响要处理的数据量。程序 1335 在图 15 中详细描述。在程序 1335 中，确定 SOI 140 传输速率是否试图超过允许峰值速率。步骤 1610 中， SOI_n 允许的最大时隙， T_{maxn} ，首先设置等于 SOI_n 140 的持续速率乘以超帧长度（用来计算允许 SOI 140 传送多少比特，以使它在被允许的持续速率传输），加上当前令牌桶分配长度。

判断步骤 1615 中，确定该速率是否超过允许峰值速率乘以超帧长度的数值。如果判断步骤 1615 的结果是肯定的，沿 “yes” 路径到达步骤 1620，调整 T_{maxn} 的数值等于允许峰值速率相等（乘以超帧长度）。步骤 1620 之后，算法在步骤 1625 结束，进程返回。如果判断步骤 1615 的结果是否定的，步骤 1610 中计算出的 T_{maxn} 的数值小于峰值速率乘以超帧长度，沿 “No” 路径到达步骤 1625，算法结束。进程就返回到图 12 中的判断步骤 1340。

参照附图 16，下文将详细描述程序 1365，其中最大-最小算法最终计算得出每个 SOI 140 在随后的超帧中允许传输的时间长度。步骤 1705 是程序 1365 的第一步。步骤 1710 中，所有 SOI 140 的 T_{maxn} 相加得到一个总值 T_{max} 。该值代表所有 SOI 140 要求的传输时间以及它们允许的传输时间。如果 SOI 140 没有超过可用的传输时间，就接收该传输时间。

为了确定有多少可用的传输时间，把步骤 1345 或步骤 1350 里所有 SOI 140 的最小传输时间总和， T_{min} ，从步骤 1715 中的超帧长度中减去。区别在于剩余时间，这个时间是所有 SOI 140 已经被允许传输他们认为必要的的数据之后剩余的。（如果随后超帧中这些计算被用来发现新的 SOI 140，那么发现时隙的时间通常也必须在步骤 1715 中减去。）

接下来的步骤将在给与每个 SOI 140 的最小传输时间 T_{min} 之后分配超帧中的可用传输时间，如果必要的话，还要分配发现时间。步骤 1720 中，使用了根据在步骤 1360 中计算得出的最大传输时间 T_{max} 对 SOI 140 排序。步骤 1720 中最先考虑的带宽需求最小的 SOI 140。

判断步骤 1725 中，确定超帧中是否还有足够的时间，来分给每个 SOI 140 在步骤 1720 中估计出的传输时间。如果判断步骤 1725 的结果是肯定的，即有足够的时间（第一次循环很快会显示的一个类似的结果），就沿 “Yes” 路径到达步骤 1730，其中每个 SOI 140 被给予的传输时间就是需求最小的 SOI 140 得到的传输时间。

因为步骤 1730 中需求最小的 SOI 140 得到满足，步骤 1735 中的下一步考虑中就去除该 SOI。步骤 1740 中，减去刚刚允许的总时间，得到新的超帧中的可用时间。判断步骤 1745 中，确定是否有其他更多的 SOI 140 需要额外的时间。在较早的重复过程中，判断步骤 1745 的结果是肯定的，就沿 “Yes” 路径返回到步骤 1720。

在重复几次之后，SOI 140 得到响应后，需要考虑的 SOI 140 的数量逐渐减少。再次到步骤 1720 时，就考虑具有次最小带宽需求的 SOI。在一次重复中，当前 SOI 140 被给与需求最小的 SOI 140 的传输时间，但剩余的 SOI 140 仍需要较多的传输时间。

判断步骤 1725 检查是否剩余的传输时间是否能足够分给所有剩余的 SOI 140。如果判断步骤 1725 的结果是肯定的，沿 “yes” 路径再次到达步骤 1730，所有剩余的 SOI 140 得到这额外带宽的传输时间。步骤 1735 中，刚刚得到响应的 SOI 140 在下一步考虑中被去除，且在步骤 1740 中，刚刚分配的时间也从可用时间中去除。

步骤 1720 和 1745 间的循环一直重复，直到有下列两种情况之一发生：一种是所有的 SOI 140 在子程序中最后都得到承诺的全部时间，那么判断步骤 1745 产生一个 “N” 结果，子程序结束。另外一种是在某个时刻，没有足够的时间分配给所有剩余 SOI 中需求最小的剩余 SOI 140 以它所需要的时间。这种情况下，判断步骤 1725 产生一个否定结果，沿 “No” 路径到达步骤 1750。

如果判断步骤 1725 的结果是否定的，不是所有的 SOI 140 能够得到它们要求并批准的带宽。可能是网络服务操作者希望能允许一个或多个用户来要求对剩余带宽的不成比例的分享。这可通过对每个 SOI 140 指派一个加权参数来实现。当对每个 SOI 140 的服务被建

立起来时，这个加权参数就已经指派了，但直到程序中该时刻才被使用。当程序到达时刻时，步骤 1750 中， T_{max} 乘以预设的加权参数。这个结果命名为 T_{maxwn} ，这里的下标 n 用来指示对其中每个 SOI 140（即那些还未得到允许的传输时间的 SOI 140）进行此操作。

步骤 1755 中，计算出要分给每个 SOI 140 的分配时间。首先，根据所有单元的 T_{maxw} 的总和分成每个 SOI 的 T_{maxwn} 。这产生了目标单元得到的可用时间段。这个时间段再乘以可用时间，就得出目标 SOI 能得到的时间。在步骤 1755 中对所有包括在内的 SOI 140 进行此操作，这样在步骤 1755 的结尾，每个 SOI 得到根据相对需求和预设加权值进行加权后的传输时间。然后子程序在步骤 1760 结束，进程返回到图 12 中的步骤 1370，然后回到图 11 中的步骤 1225，计算出从传输节点 120 传送到每个 SOI 140 的传输时间。

另一个可选实施例在图 16 中未示出，其中，可以在步骤 1715 和 1720 之间加上几个步骤。这些额外的步骤能够测试所有抽头复用器 440，来判断是否每个抽头复用器 440 都有足够的带宽来传输将要从数据转发器接收的数据量。为了做到这一点，步骤 1715 中，把所有抽头复用器 440 的可用时间相加，并与在传输路径上通过光波导发射器 430 回到数据转发器的可用时间相比较。如果该数值小于所有抽头复用器 440 的需要，在步骤 1715 和 1720 之间就加上一个与步骤 1755 相似的步骤。

上行传输时序安排

传输节点 120 通过对每个用户光接口 140 分配带宽，从而建立和数据服务集线器 110 间的上行连接或数据路径。这部分详细描述了该分配过程，并引述了几个例子中的配置。与下行通信相似，每个通道包括一个预设数量的用户的上行数据路径，并独立运行。

传输节点 120 通过模拟了令牌桶算法，进行上行传输。传输节点 120 内，每个用户光接口 140 一般预设了下列参数：

- 峰值速率。峰值速率是允许用户传输上行数据包的最大速率。

- 持续速率。持续速率是用户的特征速率。一般来说该速率代表了保证用户能得到的最小带宽，和用户在长期过程中能够使用的最大速率。

- 突发帧大小。用户以峰值速率传输的数据量。特定值表示用户的突发帧大小没有限制。

- 优先级加权。该用户的数据与其他用户比较的相对重要性。当多个用户光接口 140 要传输数据脉冲，而总量会超过连接或上行数据路径的容量时，传输节点 120 就使用该数值对上行传输进行仲裁。

- 承诺标志。用户是否必须得到其持续速率的标志。如果为真，传输节点 120 必须为用户分配所指示的带宽，即使该用户当前未激活。这种设置使得用户在激活之后立即就能以持续速率传输数据。如果该标志为假，那么当用户空闲时，传输节点 120 会“借走”带宽，并将其分配给其他的用户光接口 140。

图 11—图 17 的方法可具有几个关键特性。

- 实施例中，每个用户光接口 140 的最小分配可以是它的持续速率，或者，如果用户的带宽未被承诺，是 256Kb/s。

- 实施例中，每个用户光接口 140 的最大分配可以是它的峰值速率，或者，如果它的当前令牌桶溢出，就会略小一些。

- 实施例中，如果所有用户光接口 140 不能得到它们的最大分配，就使用加权的最大-最小算法分配超过和高于最小分配的带宽。加权参数是预设的加权值与用低通滤波测量得到的每个用户光接口 140 的缓冲占用率的乘积。

如图 11-17 中方法的示例，表 2 给出了一个三个用户的简化示例。第一列是每个用户的计算出的限速；第二列是平均提供负载，且第三列是每个用户的优先级加权值。

表 2 - 包含三个用户的用户组

	限速	平均负载	加权值	分配速率
SOI 1	500Mbit/s	100Kbit	1	128Mbit/s
SOI 2	500Mbit/s	150Kbit	2	362Mbit/s
SOI 3	10Mbit/s	5Kbit	1	10Mbit/s

使用这些参数, 传输节点 120 可以根据表中最后一列来分配带宽。因为表 2 中的第三用户光接口 140 有最低限速, 它就得到允许的全部 10Mbit/s。(其他两个用户光接口 140 同样收到 10Mbit/s。)本实施例中, 第三用户光接口 140 是唯一能得到全速率的用户, 然而剩余的带宽 (470Mbit/s) 在剩下的两个用户间进行分配。每个用户得到的带宽与负载和权值成比例。因此, 第二用户光接口 140 除 10Mbit/s 之外, 得到了 470Mbit/s 中的 75%。第一用户光接口 140 得到了 470Mbit/s 中的 25%, 再加上 10Mbit/s。

用户光接口 140 的数据包处理

用户光接口 140 通过一个两优先级队列机制, 支持上行通信的服务质量管理。用户光接口 140 可以包括一个标准 layer-2 以太网开关; 最后一英里连接或上行数据路径可被简单认为是开关的另一个以太网端口。为了给音频和通过 IP 的 TDM 通信提供优先权, 用户光接口 140 开关设置成对内部应用产生的数据包提供优先权。区分优先次序后, 上行数据包在输出缓冲器排队, 直到它们被送到传输节点 120。输出缓冲器提供先进先出服务。为每个用户光接口 140 单独设定缓冲器大小。

主干网集成

当可以全球性地管理整个网络时, 服务质量 (QoS) 是最为强大的, 本发明为整个骨干网上的全球 QoS 管理提供了非并行机会。集成的基础是 IP 的差异性服务 (diffserv) 结构。

生成服务水平协议

传输节点 (TN) 120 为在用户中管理服务水平协议 (SLA) 提供了广泛的支持。尽管 TN 120 在整个协议中是唯一必须的元器件, 对于接入网来说, 它是必不可少的。下面来看看最后一英里连接或上行数据路径如何为 SLA 服务, 以及 QoS 管理功能如何支持 SLA。

SLA 的组成

服务水平协议通常在专用网技术, 如 ATM 或帧中继中, 更为常见。但 TN 120 的 QoS 管理的能力和灵活性, 使这些概念可以延伸到 IP 接入网。作为常规 ATM 或帧中继 SLA 的一部分, 同样的组成部分可作为数据路径 SLA 的一部分。

- 峰值速率。网络能够接受用户的通信脉冲的最大速率, 表示为比特每秒。网络会丢弃超过峰值速率的通信数据。
- 持续速率。整个网络提供给用户的最小通信量, 表示为比特每秒。
- 突发帧大小。在用户峰值速率上网络能够无延迟地接受的通信量, 表示为比特。
- 最大时延。在最坏情况下, 用户的通信量经过网络时经历的时延。
- 丢失率。网络按照峰值速率、持续速率和溢出限而丢弃的通信量的百分比。

当然, 服务提供方可能在他们的服务水平协议中包括其他的要素。传输节点 120 提供了大量的性能, 服务提供方可以将其定位为增值服务。TN 120 提供如下的服务:

- 应用优先分级。对关键网络应用提供优先权 (如虚拟专用网通信)。
- 增强统计。提供详细的通信情况描述和统计, 从而支持用户网络增长计划。

- 活动监控。持续监控用户通信，提供网络应用缺陷的早期监测（如 Web 服务故障）。
- 网络安全。对用户提供加密通信。

这部分重点详细描述了常规 SLA 性能标准。它检验传输节点 120 如何对网络性能做出贡献，以及如何提供下行 QoS 管理来达到 SLA 的要求。下表 3 列出了本部分描述的等式中采用的关键参数和数值。

表 3 - 固有连接特性

C	线路容量 (500Mbit/s)
τ	超帧长度 (8ms)

表 4 - 上行配置参数 (每用户)

Bu	上行突发帧大小 (bit)
Pu	上行峰值速率 (bit/s)
Ou	SOI 输出缓冲大小 (bit)
Ru	上行持续速率 (bit/s)
Wu	上行加权 (unit-less)

严格的 SLA 和过度使用

因为业务要求在服务提供方之间和在用户之间都是不同的，传输节点 120 一般有很好的灵活性，来加强 SLA 性能标准。一些应用可能要求固定的服务水平协议；这些环境要求一个保守的预定策略。保守的预定能够提供非常严格的性能保证，但它通常会导致较低的整网利用率，以及最终较大的资金花费。

在其他应用中（例如，住宅因特网访问），SLA 是不常见的，可能也是不希望的。这些环境中，更积极的规定策略可能更有效。通常，当网络采取积极策略时，有意义的 SLA 一般不可实施，而产生的网络却能以高很多的利用率运行。

这部分既考虑了严格的 SLA，还有略微宽松的 SLA。宽松的 SLA 允许对网络资源的适度的过量使用；作为交换，服务提供方不能对网

络性能的所有方面都提供严格的保证。

上行性能

对于严格的 SLA 环境，服务提供方能对上行性能提供严格的保证，包括峰值速率、持续速率、突发帧大小、时延和丢失率。为了做到这一点，运营商必须坚持以下限制。

- 所有用户的峰值速率的总和必须小于线路容量。[$\sum P_u < C$]
- 每个用户的突发帧大小必须等于配置在该用户的最后一英里网关的输出缓冲的大小。[$B_u = O_u \forall SOIs$]

在这些条件下，就可将传输节点配置参数直接与 SLA 性能联系起来。

表 4 - 传输节点 120 配置参数和 SLA 性能关系表

SLA 性能	节点配置参数
峰值传输速率	等于上行峰值速率[= P_u]
持续传输速率	等于上行持续速率[= R_u]
传输突发帧大小	等于上行突发帧大小和 SOI 输出缓冲大小[= B_u]
节点上行反应时间	等于上行突发帧大小除以上行持续速率，再加上超帧长度 [= $B_u/R_u + \tau$]
节点上行丢失率	0

要求更为宽松的应用可以降低峰值速率的限制，并将其改为对持续速率的限制。在该环境中，限制如下：

- 所有用户的持续速率的总和可以小于线路或上行数据路径容量。[$\sum R_u < C$]
- 每个用户的溢出限可以等于配置在该用户光接口中的输出缓冲的大小。[$B_u = O_u \forall SOIs$]

这种配置下，用户的最坏可能的峰值传输速率可能小于它的配置的上行峰值速率。最坏可能的上行反应时间和丢失率同样增加了。在该配置下，SLA 性能的严格的封闭形式等式也是不可能的。表 5 提供了适用于 SLA 协议的 SLA 性能的限制。

表 5 - 适用于 SLA 协议的 SLA 性能的限制

SLA 性能	节点配置参数
峰值传输速率	上行峰值速率或
持续传输速率	等于上行持续速率 [=Ru]
传输突发帧大小	等于上行突发帧大小和 SOI 输出缓冲大小 [=Bu]
节点上行时延	不大于下列迭代等式计算出的数值 $I_0 \leftarrow (P_u - R_u) \cdot \tau; A_0 \leftarrow 0; S_0 \leftarrow R_u \cdot \tau$ $I_{i+1} \leftarrow I_i - S_i; A_{i+1} \leftarrow 15/16 \cdot A_i + 1/16 \cdot I_i;$ $S_{i+1} \leftarrow R_u \cdot \tau + A_i \cdot W_u \cdot (C - \sum R_u) / \sum (B_u \cdot W_u)$ $\text{delay} \leq i \cdot \tau \mid \sum S_i > (P_u \cdot \tau)$
节点上行丢失率	不大于时延超过最恶劣情况下的数值 $[\leq (\text{Latency} - B_u / R_u - \tau) / \text{Latency}]$

应该理解前述仅是用来描述本发明的实施例，而在其中可做很多改变，也并未偏离本发明由下列权利要求所确定的范围和精神。

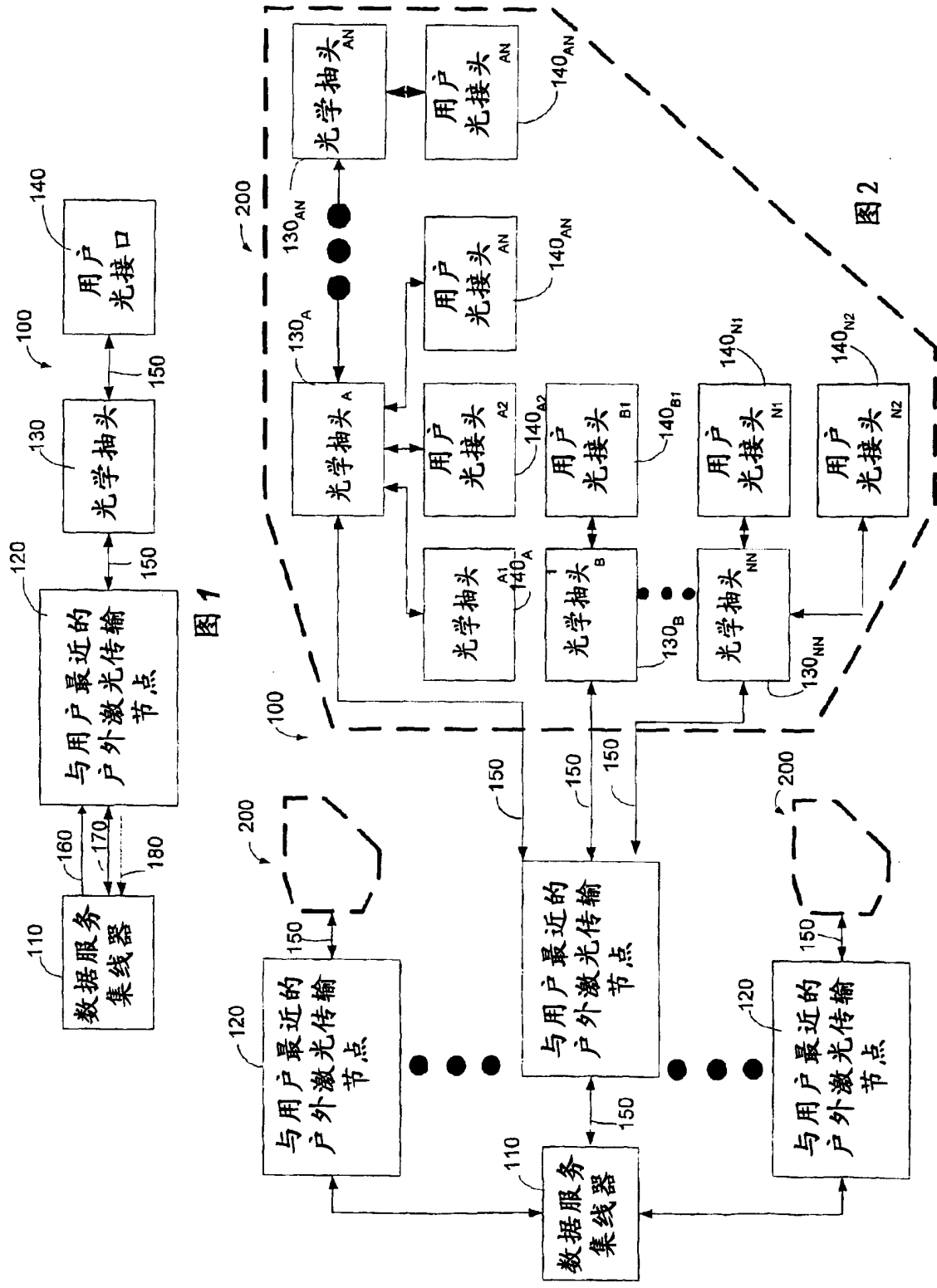


图1

图2

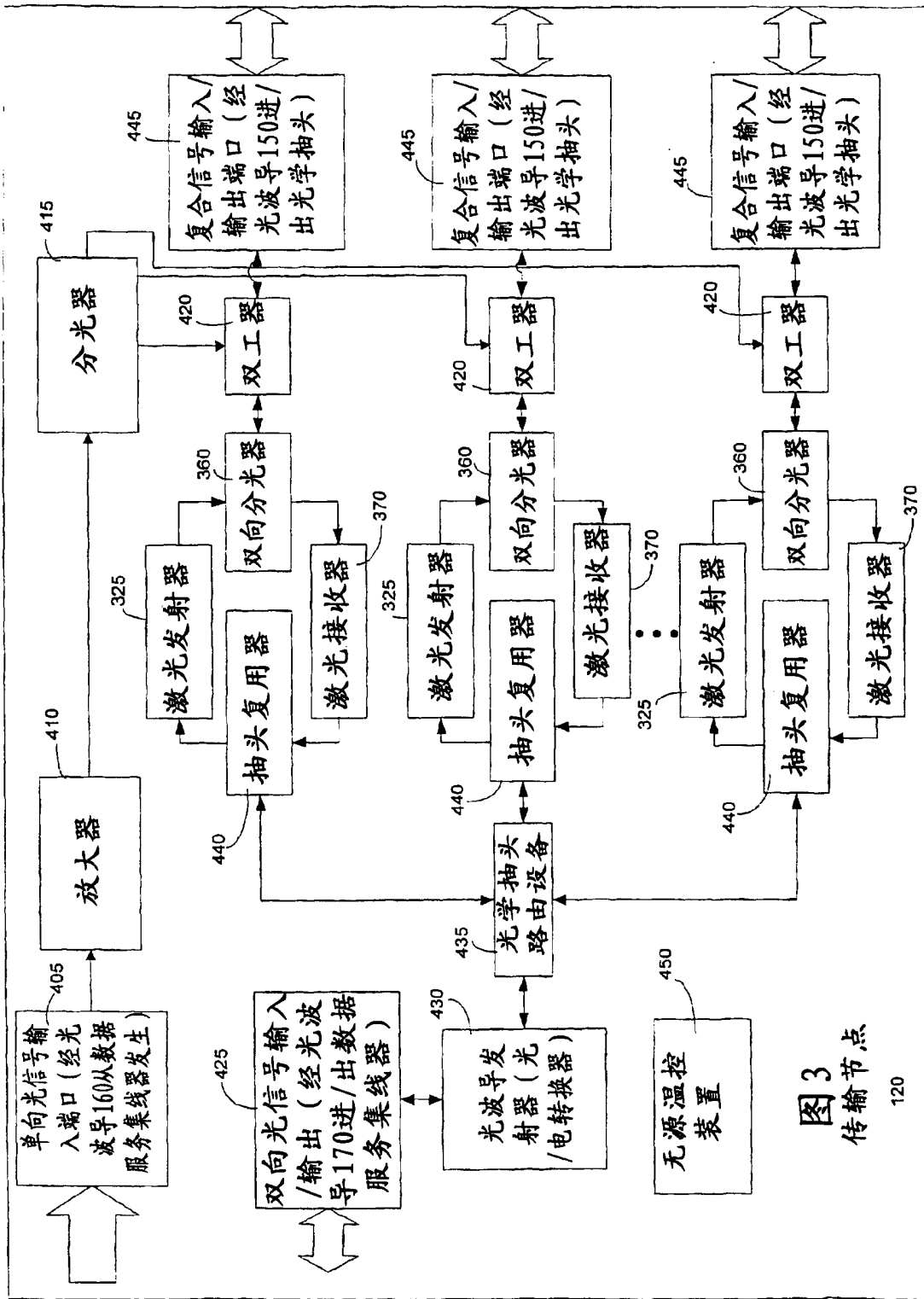


图3
传输节点

120

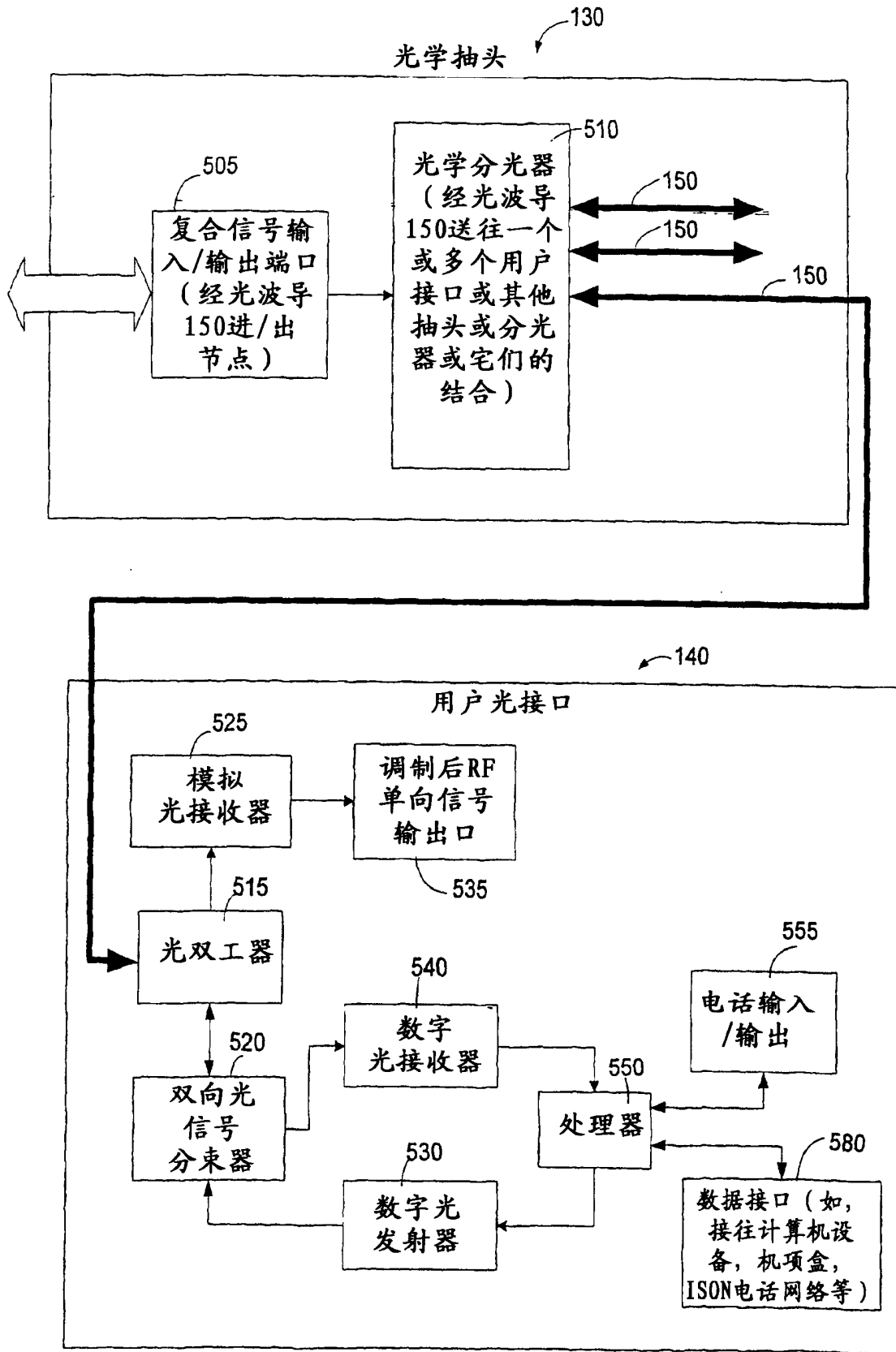


图4

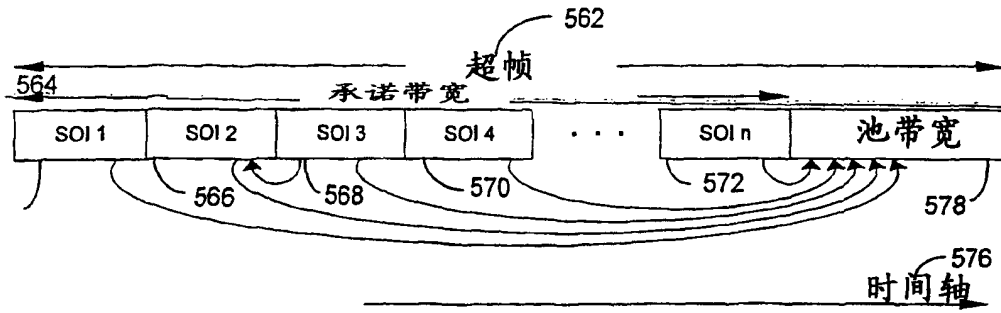


图 5

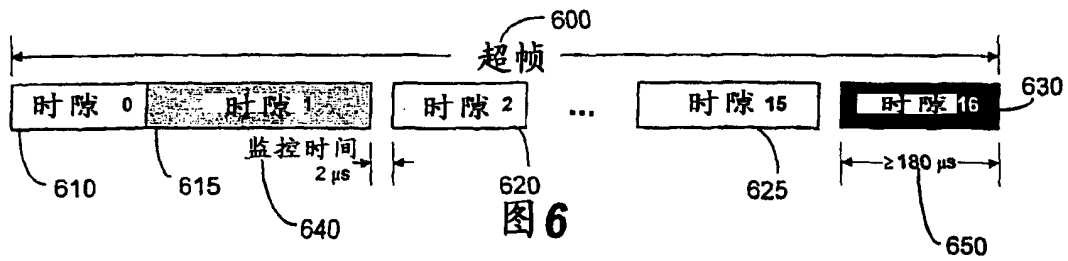


图 6

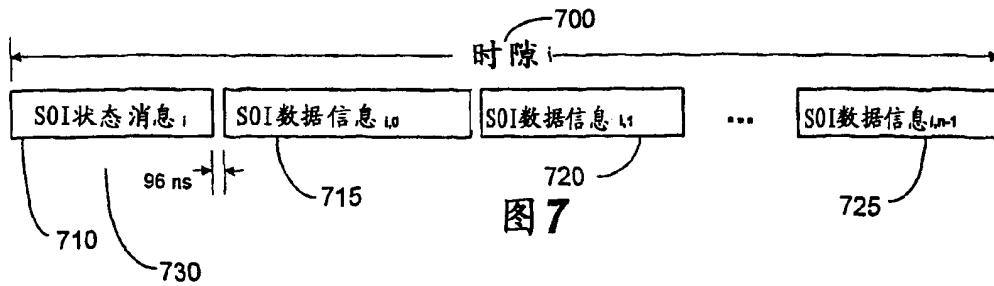


图 7

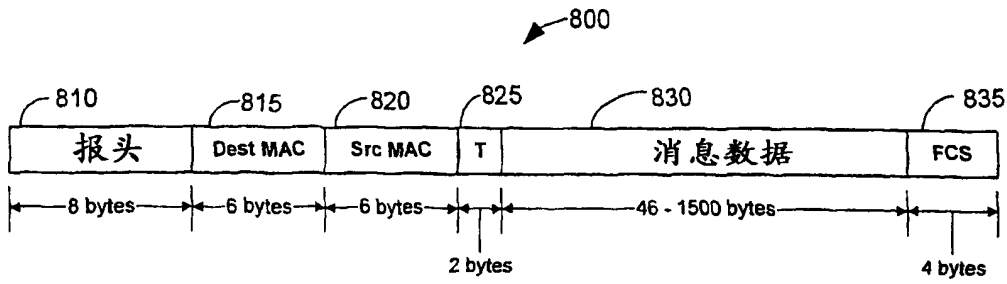


图 8

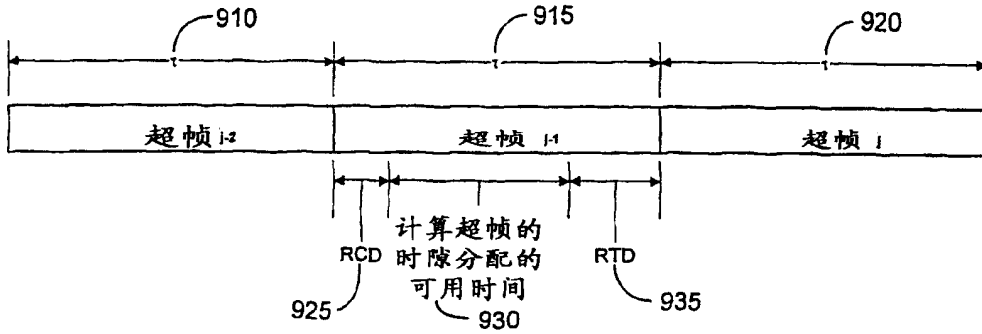


图 9

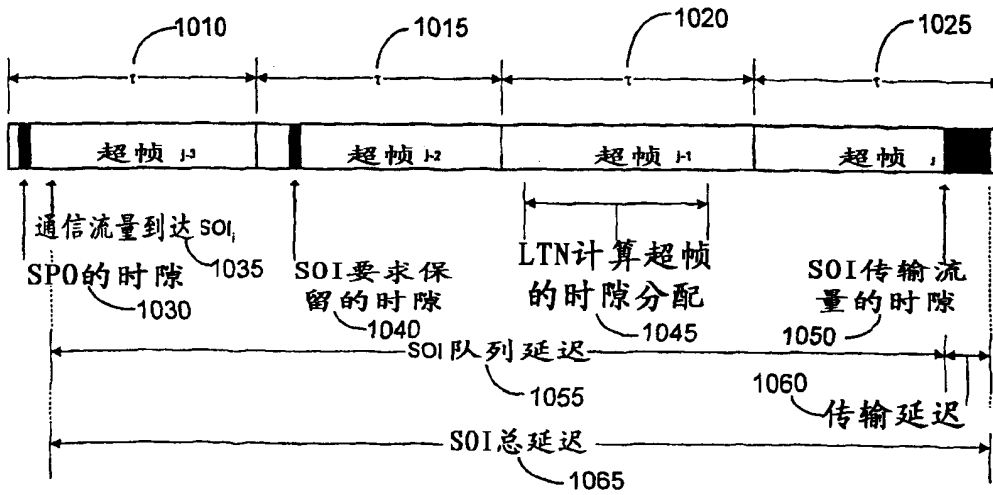


图10

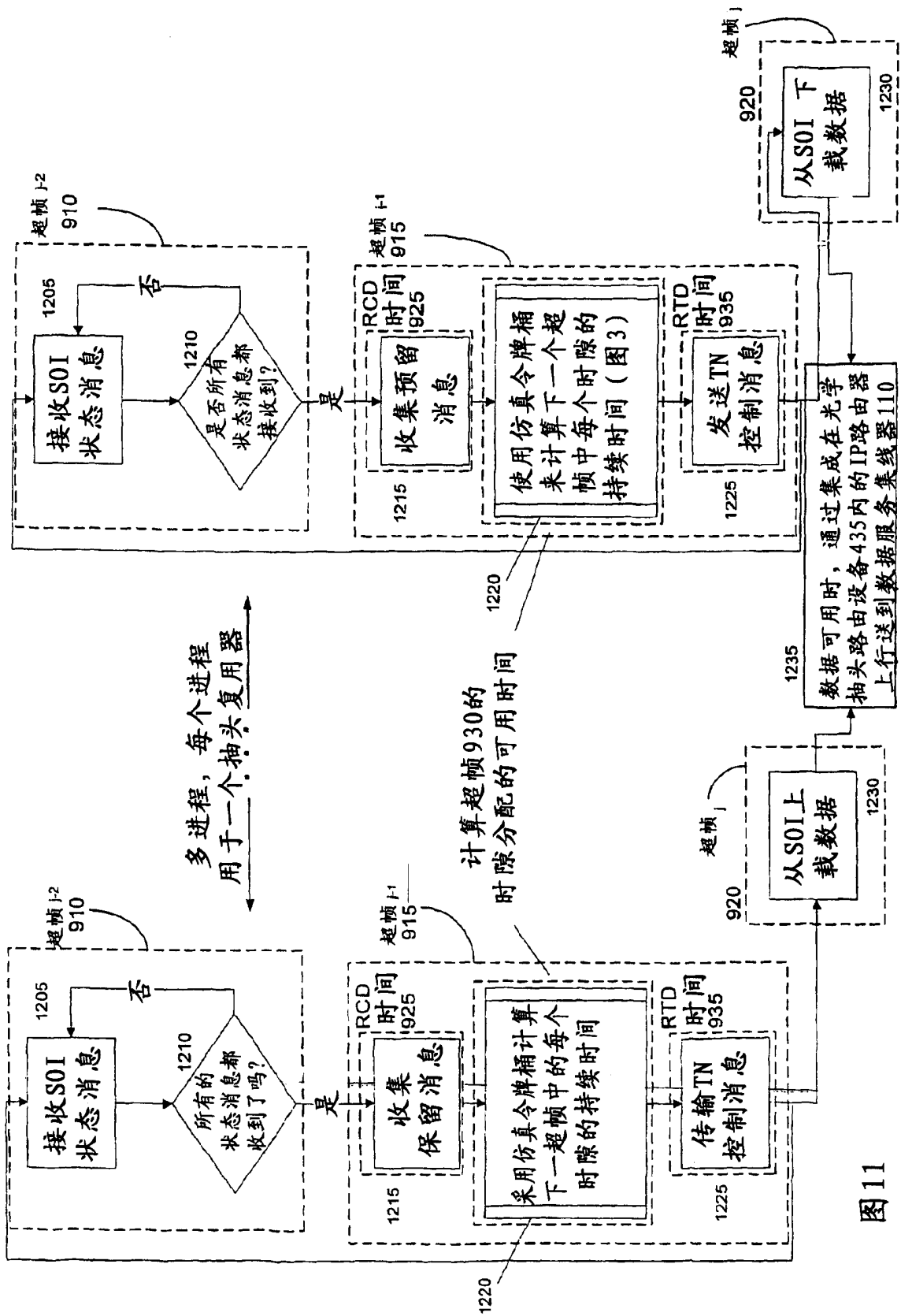


图 11

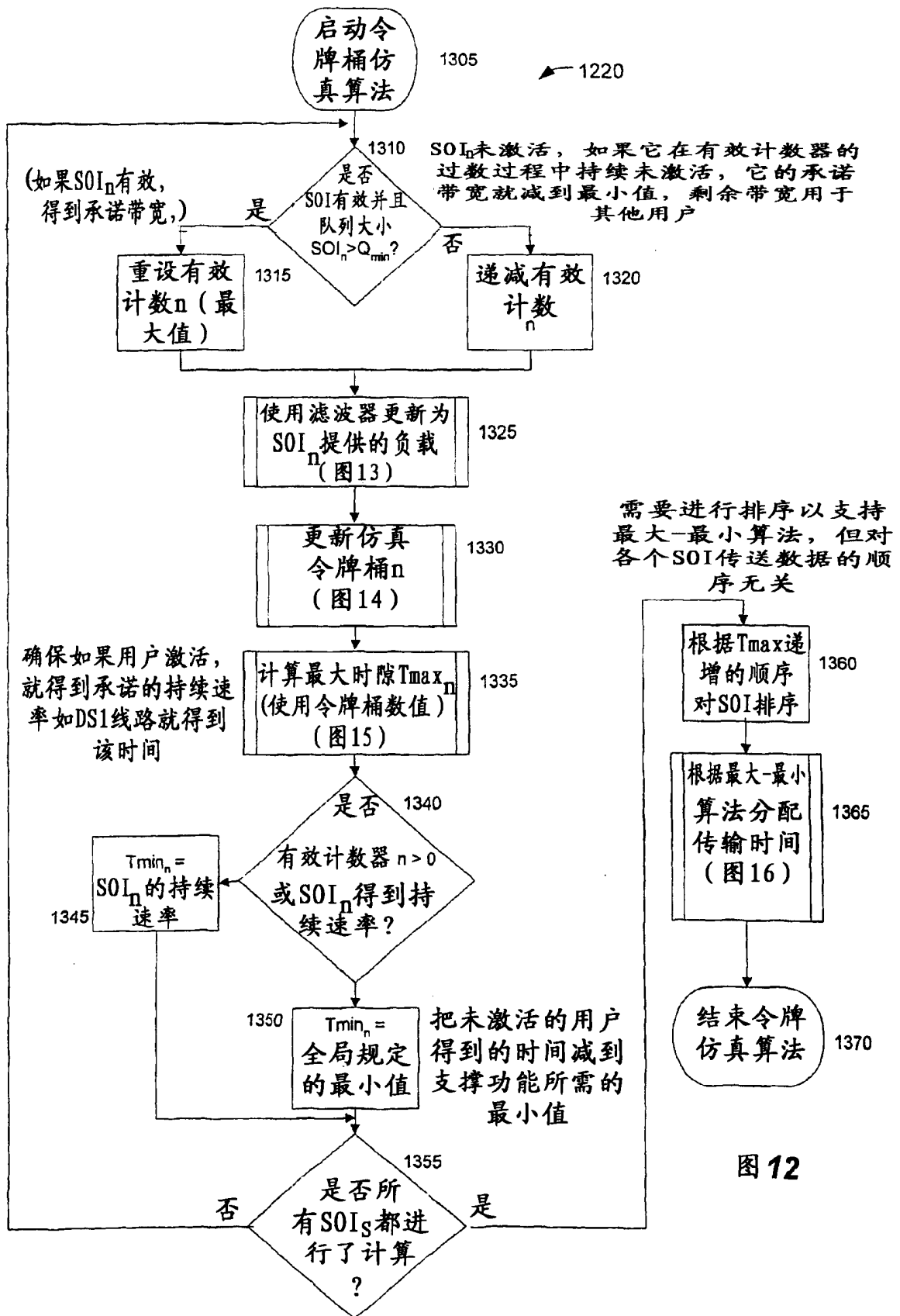


图 12

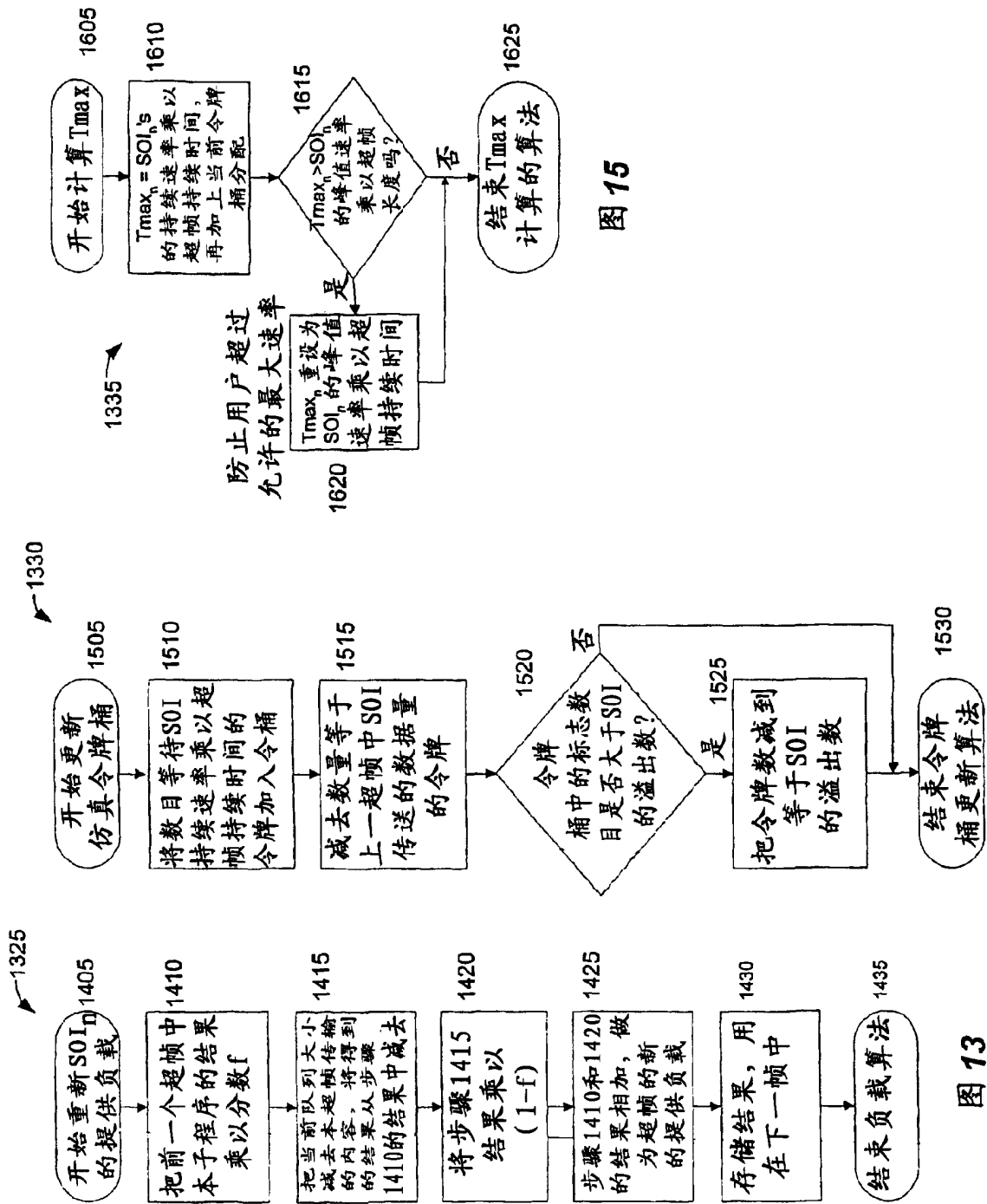


图 13

图 14

图 15

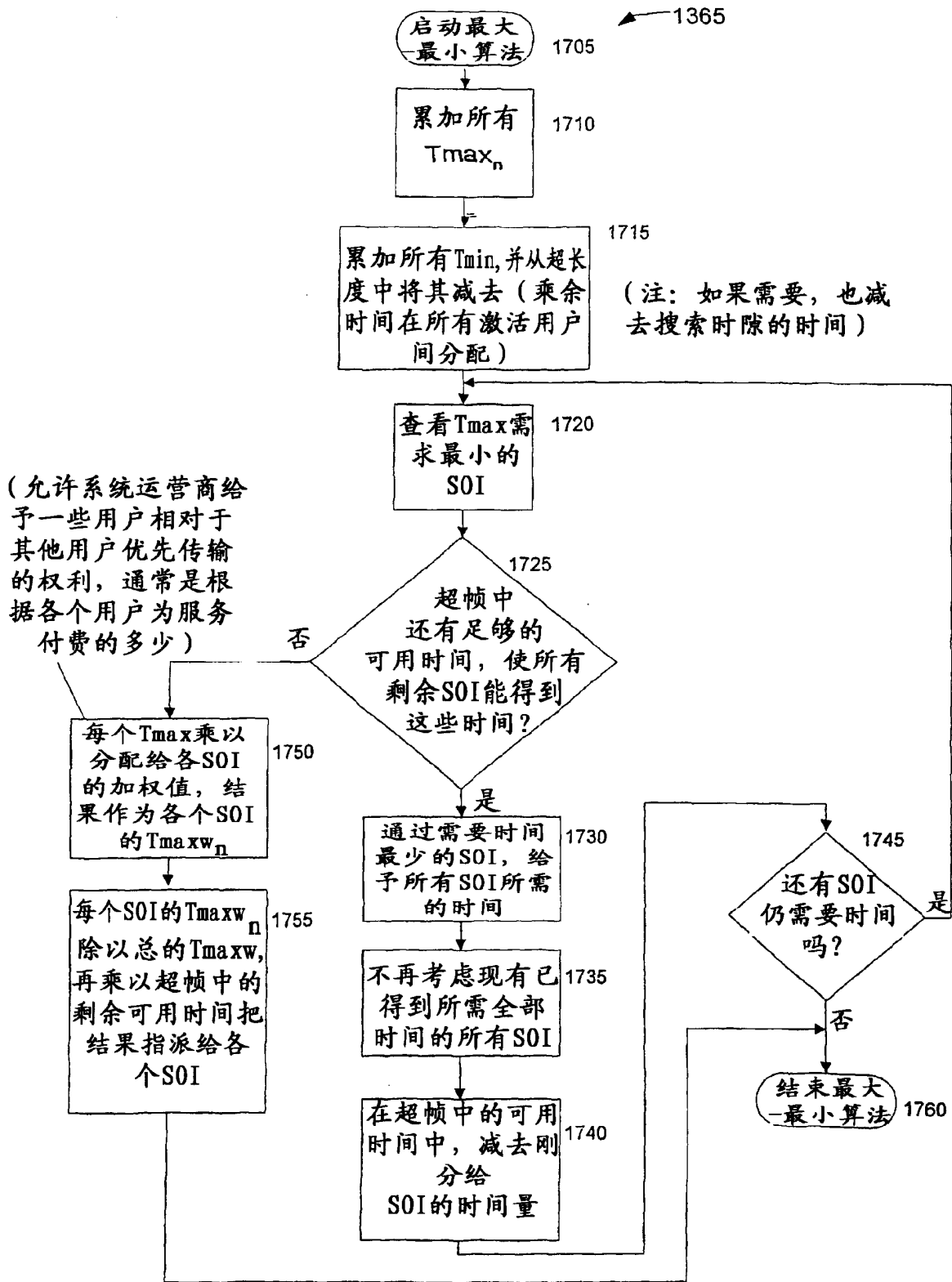


图 16