



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00816070.8

[45] 授权公告日 2004 年 8 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1160905C

[22] 申请日 2000.9.25 [21] 申请号 00816070.8

[30] 优先权

[32] 1999. 9. 28 [33] US [31] 09/407,481

[32] 1999. 9. 28 [33] US [31] 09/407,713

[32] 1999. 9. 28 [33] US [31] 09/407,712

[86] 国际申请 PCT/US2000/026240 2000.9.25

[87] 国际公布 WO2001/024446 英 2001.4.5

[85] 进入国家阶段日期 2002.5.22

[71] 专利权人 艾利森公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 L·艾雷斯

审查员 陈 军

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

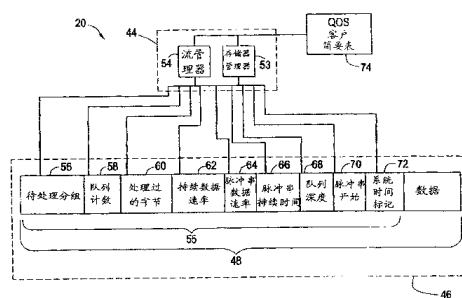
代理人 栾本生 李亚非

权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 7 页

[54] 发明名称 分组数据路由器系统中服务质量的管理

[57] 摘要

公开了一种用于控制在一个或多个路由器中数据分组的处理的方法和系统结构。每个路由器将接收到的数据分组存入一个或多个入口数据队列中。在公开内容的第一方面中,保存在一个入口数据队列中的分组被路由器按动态调节的分组流速率进行处理。入口数据队列有一个数据队列头段结构,包括一个待处理分组字段。所述待处理分组字段有一个值,指示在给定的处理时间间隔内从入口数据队列选取的要被处理的分组的数目。用这种方式,通过根据路由器的当前运行状况(例如,当前的处理器或存储器利用程度)改变待处理分组字段的值来调节入口数据队列的分组流速率。



1. 一种方法，用于以选定的分组流速率控制在路由器的一个或多个入口数据队列中分组的处理，所述方法包括以下步骤：

5 通过将数据队列头段结构用作一个或多个入口数据队列之中每一个队列的报头，管理和控制保存在所述路由器的存储器中的一个或多个入口数据队列之中每一个队列的分组流速率，其中所述数据队列头段结构包括多个数据字段，所述数据字段包括：

待处理分组字段，具有指示保存在一个或多个入口数据队列中将在给定处理间隔期间由所述路由器处理的分组的数目的值，其中通过
10 增加或减小所述待处理分组字段的值来调节所述分组流速率；和

持续数据速率字段，用于指示目标最大分组处理速率，其中通过以下步骤来确定是否接收到数据脉冲串：

将所述持续数据速率字段的值设置为一个选定的非脉冲串分组流速率；

15 计算所述一个或多个入口数据队列的当前分组流速率；和
将计算的分组流速率与所述持续数据速率字段的值相比较。

2. 如权利要求 1 的方法，用于一个或多个入口数据队列之中每一个队列的数据队列头段结构还包括：

脉冲串数据速率字段，用于指示增加的最大数据处理速率，其中
20 如果在所述一个或多个入口数据队列上未检测到数据脉冲串，则将所述待处理分组字段的值基于所述持续数据速率字段的值，或者如果在所述一个或多个入口数据队列上检测到数据脉冲串，则对于一个选定的持续时间将所述待处理分组字段的值基于所述脉冲串数据速率字段的值。

25 3. 如权利要求 2 的方法，所述数据队列头段结构还包括一个脉冲串持续时间字段，所述脉冲串持续时间字段具有指示用于将所述待处理分组字段的值基于所述脉冲串数据速率字段的值的所选定的持续时间的值。

4. 如权利要求 3 的方法，其中根据所述路由器中的当前运行状况
30 来调节所述脉冲串数据速率字段和脉冲串持续时间字段的值。

5. 如权利要求 1 的方法，还包括：

检测在所述一个或多个入口数据队列之一上是否在接收数据脉冲

串；和

如果是的话，在检测到接收的数据脉冲串时，临时增加所述一个或多个入口数据队列之一的分组流速率。

- 5 6. 如权利要求 1 的方法，所述数据队列头段结构还包括一个时间标记字段和一个处理过字节字段，其中通过以下步骤来计算所述一个或多个入口数据队列的当前分组流速率：

将所述时间标记字段的值设置为最后计算当前分组流速率的时间；

- 10 设置所述处理过字节字段的值，以反映自最后计算分组流速率之后处理过的数据字节的数目；和

根据所述时间标记字段和处理过字节字段的相应值，计算所述一个或多个入口数据队列的分组流速率。

- 15 7. 如权利要求 1 的方法，所述一个或多个入口数据队列之中的每一个队列在所述路由器中具有已分配的其中将存储接收分组的存储空间，所述方法还包括如下步骤：

根据所述存储器的当前利用程度，调节被分配用于存储所述一个或多个入口数据队列之中的每一个队列中的接收分组的存储空间，其中所述一个或多个入口数据队列之中的每一个队列的数据队列头段结构还包括：

- 20 队列深度字段，用于指示允许被保存在相关的入口数据队列中的分组的最大数目，其中根据与所述一个或多个入口数据队列之中的其它队列相关的队列深度字段能够同时调节所述队列深度字段；

队列计数字段，用于指示当前保存在相关的入口数据队列中的分组的数目；和

- 25 监视和调节所述队列深度字段和所述队列计数字段，以便根据一个预定范围来最优化分配给所述一个或多个入口数据队列之中每一个队列中的接收分组的存储空间。

8. 如权利要求 1 的方法，还包括根据路由器处理器的当前利用程度来调节所述一个或多个入口数据队列的分组流速率。

- 30 9. 如权利要求 1 的方法，所述路由器具有存储器，其中所述入口数据队列的分组流速率根据所述存储器的当前利用程度进行调节。

10. 如权利要求 1 的方法，其中每个入口数据队列的分组处理速

率独立于每个其它入口数据队列的分组处理速率进行调节。

11. 如权利要求 10 的方法，还包括以下步骤：

增加第一队列的分组处理速率；和

5 在检测到在第一队列上已接收到数据脉冲串时，减小第二队列的分组处理速率。

12. 一种设备，用于以选定的分组流速率控制在路由器的一个或多个入口数据队列中分组的处理，所述设备包括：

10 流管理器，用于管理和控制保存在所述路由器的存储器中的一个或多个入口数据队列之中的每一个队列的分组流速率，其中所述流管理器将数据队列头段结构用作所述一个或多个入口数据队列之中每一个队列的报头，所述数据队列头段结构包括多个数据字段，所述数据字段包括：

持续数据速率字段，用于指示目标最大数据处理速率；

15 待处理分组字段，具有指示保存在一个或多个入口数据队列中将在给定处理间隔期间由所述路由器处理的分组的数目的值，其中通过增加或减小所述待处理分组字段的值来调节分组流速率；

20 脉冲数据速率字段，用于指示增加的最大数据处理速率，其中如果在所述一个或多个入口数据队列上未检测到数据脉冲串，则将所述待处理分组字段的值基于所述持续数据速率字段的值，或者如果在所述一个或多个入口数据队列上检测到数据脉冲串，则对于一个选定的持续时间将所述待处理分组字段的值基于所述脉冲串数据速率字段的值；和

25 脉冲串持续时间字段，具有指示用于将所述待处理分组字段的值基于所述脉冲串数据速率字段的值的选定的持续时间的值，其中所述流管理器能够通过如下步骤来确定是否接收到数据脉冲串：

将所述持续数据速率字段的值设置为一个选定的非脉冲串分组流速率；

计算所述一个或多个入口数据队列的当前分组流速率；和

将计算的分组流速率与所述持续数据速率字段的值相比较。

30 13. 如权利要求 12 的设备，其中所述流管理器能够根据所述路由器中的当前运行状况来调节所述脉冲串数据速率字段和脉冲串持续时间字段的值。

14. 如权利要求 12 的设备, 其中所述流管理器能够检测在所述一个或多个入口数据队列之一上是否接收到数据脉冲串, 并且在检测到接收数据脉冲串时, 所述流管理器能够临时增加所述一个或多个入口数据队列之一的分组流速率。

- 5 15. 如权利要求 12 的设备, 其中所述数据队列头段结构还包括:
时间标记字段, 用于指示最后执行所述数据队列头段结构的轮询的时间;

10 处理过字节字段, 用于指示在当前处理间隔期间已处理的数据字节的数目, 其中所述时间标记字段和所述处理过字节字段被用于根据所述时间标记字段和所述处理过字节字段的相应值来计算所述一个或多个入口数据队列之中每一个队列的分组流速率。

16. 如权利要求 12 的设备, 所述一个或多个入口数据队列之中的每一个队列具有已分配的其中将存储接收分组的路由器存储空间, 所述设备还包括:

- 15 存储器管理器, 用于根据所述存储器的当前利用程度来监视和调节被分配用于存储所述一个或多个入口数据队列之中每一个队列中的接收分组的存储空间, 其中所述数据队列头段结构还包括:

20 队列深度字段, 用于指示允许被保存在相关的入口数据队列中的分组的最大数目, 其中所述存储器管理器能够以对服务质量准则的不利影响最小的方式来调节所述一个或多个入口数据队列中的队列深度字段; 和

队列计数字段, 用于指示当前保存在相关的入口数据队列中的分组的数目。

- 25 17. 如权利要求 12 的设备, 所述路由器包括一个或多个共同执行公共控制功能的处理器, 所述一个或多个处理器具有处理器利用程度, 其中第一队列的分组处理速率和第二队列的分组处理速率被独立地进行调节。

分组数据路由器系统中服务质量的管理

技术领域

5 本发明一般涉及分组数据网的领域，更具体而言，涉及用于调节和管理在一个或多个分组数据路由器中数据分组流的系统结构和方法。

背景技术

10 在一种典型的分组数据路由器中，通过多个通信接口接收从各种源位置始发的分组。每个分组包含路由信息，如一个目的地地址，通过，例如，一种路由表或分组发送协议将它与路由器的各个通信接口相关联。该路由器读出每个接收到的分组的路由信息，如果认出该信息，将该分组发送到适当的通信接口以便进一步传送到它的目的地。没有已知的目的地地址或发送协议信息的分组，在典型情况下，被丢
15 弃。

由于在分组数据通信业务型式和容量方面的正常涨落，一个分组数据路由器或许不能够立刻将新接收到的分组传送到各自被指定的通信接口。特别是，分组数据通信业务趋向于具有高活动性的脉冲串形式，随后是平静。因此，一个分组数据路由器可以由一种持续数据速率和一种脉冲串数据速率来表征。当接收分组通信业务的脉冲串时，
20 路由器暂时将接收到的分组存入有关的存储器直到它具有处理，并将该分组发送到它们各自的输出通信接口的处理能力为止。当在某个时间周期内一个路由器的持续的或脉冲串数据速率超过时，再到来的分组将被丢弃是不可避免的。当然，有时不可避免的丢弃未被处理的分组是不希望的，因为该源然后将重发被丢弃的分组作为其恢复程序的部分，这趋向于延长分组路由器的拥挤状态，并进一步造成未被处理的分组被丢弃。
25

分组数据网的用户经常从服务提供者分享或者一个单独的路由器，或者路由器系统。例如，多个不同的因特网用户，可以通过各自的数据调制解调器或原级速率接口（“PRI”）线路连到由一个因特网服务提供者（“ISP”）操作的单个因特网协议（“IP”）路由器，或
30 IP 路由器系统。这些终端用户本身可以是单个用户，或者他们可以是

被 ISP 组合作为单个用户账户的多个（例如，联网的）用户。根据合同约定的服务连通度类型和等级，可由 ISP 分配每个用户账户各自的服务优先权等级和分组吞吐量带宽。

5 为清楚起见，将在此所谈的，“路由器”规定为一种物理的（与逻辑的相对）实体，具有规定数目的在集体地执行单个控制功能的一个或多个处理器控制下的物理通信接口（例如，调制解调器）。典型情况下，一个单独的物理路由器在一个单独的路由域下工作，也就是，其中可将任何通信接口上接收到的分组只发送到路由器的相同接口或任何其他通信接口。将在此所谈到的，“路由器系统”规定为两个或多个独立的10 路由器，带有一个外部的控制器，用于有选择地将公共的（到来的）分组数据通信业务引向系统内的各个路由器。

在一个单独的路由器内实现一个或多个虚拟路由器实例（“VRI”）是已知的。每个 VRI 具有它自己的通信接口子集。或者在一个共享的通信接口上的逻辑电路，和它自己的路由域，但仍然与路由器处理的其他15 分组通信业务处于公共控制功能的控制之下。特别是，VRI 作为由路由器实施的一批处理存在的，大体上对应于 ICP/IP 协议模型中的层。例如，可将一个专用网构成为一个 VRI，使分组数据只可能在相同网络上的终端用户之间交换。也已经提议在路由器系统中拥有单个 VRI 跨距的多重路由器。例如，一种建议的实施方案是拥有一个专用的接口20 链路，桥接具有一个公共 VRI 的多重路由器的各个通信接口。

由于变化的并经常是不可预测的增长率，以及其他的经济因素，一个分组路由器，或分组路由器系统，将不一定具有同时提供合同约定的对于每个用户或对它服务的 VRI 的带宽分配的处理或存储器容量。而且，各种用户将在不同的，经常是不可预测的时间并以需要变化的25 速率和带宽连接到 IP 路由器。

典型情况下 IP 路由器是用实时操作系统（“RTOS”）控制的，允许在一种公共控制功能的控制下（例如，在一个单独的中央处理单元内）多重处理共存的不同优先级。例如，RTOS 可以有传感器，提供有关一给定用户当前的使用特性的反馈信息，用于根据需求的变化调节30 RTOS 操作参数。对于 RTOS 通常的应用是过程控制，移动控制，在某些应用中，是命令和控制。

问题在于这些操作系统常常没有有效地适应由 ISP 的终端用户按

合同约定的不同优先级和带宽要求。例如，在一种移动控制系统中，来自传感器的信息流进入该系统，控制信号流从系统输出。可能有大量的传感器，并且可能有大量的子系统要控制，但是输入信息并未流通该系统并成为输出。这就具有使 RTOS 过程/任务优先级的固有控制特性对于控制该系统无效的效果。

特别是，典型的 IP 路由器是一种“分组驱动”系统。接收数据分组越多，负载就越大，负载通过整个系统，使得输入就是（对于所有的实际用途）输出。因此，其对路由器的连接正在处理大多数分组的用户将趋向于将系统资源垄断。

例如，考虑一种被分成两个不同的 VRI 的路由器，大体上拥有相同数目的终端用户，并提供给 ISP 相同的服务质量（“QOS”）的每个 VRI，包括相同的优先级和带宽要求。因此，该路由器应该能够提供每个 VRI 的终端用户在任何给定时间上的相同的每秒位数（“BPS”）的系统吞吐量。然而，假设，路由器的处理能力只能够处理一个 VRI 的峰值负载而没有丢弃未处理的分组。如果第一 VRI 的用户已经事实上占用了路由器的吞吐量处理能力，第二 VRI 的用户将不接收它们被另外赋予的服务优先级和带宽。

因此，需要更好地调节通过分组数据路由器，或路由器系统处理数据分组的方法和系统结构，从而使服务质量对于每个用户和/或 VRI 是平衡的，并在其中即使出现重负载时，系统也被保持稳定。

发明内容

依据本发明的第一方面，提供一种用于控制分组数据路由器中数据分组的处理的方法，该方法根据路由器当前的运行状况动态地调节保持在各自的入口数据队列中的分组被处理的速率。

在一种优选实施方案中，入口数据队列有一个数据队列头段（head）结构，包括一个待处理分组字段和一个持续数据速率字段。该待处理分组字段存储指明保持在入口数据队列中的分组数目的一个值，这些分组将在一个给定的处理间隔期间由路由器进行处理。照这样，根据路由器的当前运行状况，如处理器或存储器的利用程度（utilization），通过增加或减小待处理分组字段的值可以调节入口数据队列的分组流速率。该持续数据速率字段存储一个指明对于入口数据队列，用每秒位表示的，目标（例如最大）数据处理速率的值。

该待处理分组字段的值通常是基于入口数据队列的持续数据速率。

依据本发明的又一方面，一种动态地调节入口数据队列的分组流速率的方法包括检测是否已经在（或正在）队列上接收到一个数据分组脉冲串。在一种优选实施方案中，该数据队列头段结构既包括脉冲串数据速率字段又包括脉冲串持续时间字段。如果接收到的数据分组脉冲串已被检测到—也就是大于持续数据速率，该脉冲串数据速率字段存储一个指明用于处理保持在入口数据队列中数据分组的所选择的速率的值。当一个数据脉冲串被检测到时，根据该脉冲串数据速率，而不是持续数据速率，重新计算待处理分组字段。该脉冲串持续时间字段存储一个用于根据脉冲串数据速率，指明维持入口数据队列的处理速率的时间周期值。照这样，通过增加或减少脉冲串数据速率字段或脉冲串持续时间字段的值可以进一步控制入口数据队列的分组流速率。

依据本发明的又一方面，对该入口数据队列的数据队列头段结构也提供一个队列深度（depth）字段，存储一个指明被分配存储入口数据队列中数据分组的当前的路由器存储空间（amount of router memory）的值。一旦这个限度被达到，指向入口数据队列的任何其它的分组将被丢弃。取决于该路由器的当前运行状况，为了调节路由器的存储器利用程度，可以增加或减少队列深度字段—也就是通过限制可被保持在用于在任何给定的时间间隔上处理的路由器存储器中的分组数目来达到。

依据本发明的另一方面，提供一种用于控制对分组数据路由器中数据分组的处理的方法，根据该路由器的当前运行状况，动态地调节保持在多个入口数据队列中的分组被处理的速率。

在一种优选实施方案中，与其他入口数据队列的分组流无关地调节每个入口数据队列的分组流速率，从而允许在一个入口数据队列的水平上进行灵活地管理和控制。该方法最好也包括检测是否在多个入口数据队列中至少一个队列上已经接收到一个数据脉冲串。例如，可增加第一入口数据队列的分组流速率，而同时减少第二入口数据队列的分组流速率，以便容纳对在第一队列上接收到的分组脉冲串的处理，而不危害整个系统的吞吐量和路由器的运行稳定性。

依据本发明的又一方面，对该多个入口数据队列中每一个队列的

数据队列头段结构提供一个队列深度字段，存储一个指明被分配存储在各个入口数据队列中的数据分组的当前存储空间的值。在一种优选实施方案中，为了控制存储器的利用程度，独立地增加或减少每个入口数据队列的队列深度字段—也就是通过限制可被保持在用于在任何给定的时间间隔上对任何给定的入口数据队列进行处理的路由器存储器中的分组数目来达到。在一种优选实施方案中，通过调节一个或多个入口数据队列的分组流速率也控制存储器的利用程度。

依据本发明的另一方面，提供一种用于控制在具有多个虚拟路由器实例(instance) (“VRI”) 的一个路由器中的分组数据，这是通过动态地调节各自的速率达到的，根据路由器的当前运行状况以这样的速率处理保持在与一个或多个 VRI 有关联的一个或多个入口数据队列中的分组。

最好，独立地调节与每个 VRI 关联的入口数据队列的各种分组流速率。举个例子，在一种优选实施方案中，根据路由器相同的当前运行状况分别减少与第一虚拟路由器实例关联的一个或多个入口数据队列的分组流速率，而增加与第二虚拟路由器实例关联的一个或多个入口数据队列的分组流速率。

依据本发明的另一方面，提供一种用于控制在一个路由器中的分组数据通信业务的方法，该路由器有一个或多个集体地执行一种单独的控制功能的处理器，并掌握在路由器操作期间的处理器利用程度，该路由器还具有多个虚拟路由器实例 (“VRI”)，通过动态地调节保持在与一个或多个 VRI 关联的一个或多个入口数据队列中的分组被处理的速率，对路由器当前的处理器利用程度作出响应。与每个 VRI 关联的入口数据队列的各种分组流速率最好也被独立地调节。

举个例子，在一种优选实施方案中，根据相同的处理利用程度，分别减少与第一 VRI 关联的一个或多个入口数据队列的分组流速率，而增加与第二 VRI 关联的一个或多个入口数据队列的分组流速率。

依据本发明的另一方面，周期性地调节与一个或多个 VRI 关联的一个或多个入口数据队列的分组流速率，以便在所选的工作范围内保持处理器的利用程度，或存储器的利用程度，或两者。

依据本发明的再一个方面，周期性地调节被分配用于存储与一个或多个 VRI 关联的一个或多个入口数据队列的每个队列中的分组的存

存储空间，以便在所选的工作范围内保持与路由器关联的存储器的利用程度。

依据本发明的另一方面，对于一种具有多个路由器并被配置支持多个虚拟路由器实例（“VRI”）的分组数据路由器系统，提供一种用于控制对数据分组的处理的方法，至少一个 VRI 出现在多重路由器上，其中每个虚拟路由器存储在一个或多个队列中接收到的数据分组，这些队列位于虚拟路由器出现的每个路由器中。存储在任何一个队列中的数据被各自的路由器按与各自的队列关联的数据处理速率进行处理。

10 在一种优选实施方案中，该方法包括根据第一或第二路由器的当前运行状况，独立地调节与位于第一路由器上的第一 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率，和位于第二路由器上的第一 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率。举个例子，根据第一路由器当前的运行状况减少与位于第一路由器上的第一 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率，而增加与位于第二路由器上的第一 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率。

在另一种优选实施方案中，第一和第二 VRI 既出现在第一又出现在第二路由器上，该方法包括调节与位于两个路由器上的第一和第二 VRI 关联的一个或多个队列的各种数据处理速率。特别是，与第一 VRI 20 关联的队列的数据处理速率是独立于与第二 VRI 关联的队列的数据处理速率进行调节的。

举例来说，根据第一或第二路由器中相同的当前运行状况，分别地减少与位于第一路由器上的第一 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率，增加与位于第二路由器上的第一 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率，而同时增加与在第一路由器上的第二 VRI 关联的一个或多个队列的数据处理速率，并减少与位于第二路由器上的第二 VRI 25 关联的一个或多个入口数据队列的数据处理速率。

特别地，本发明提供一种方法，用于以选定的分组流速率控制在路由器的一个或多个入口数据队列中分组的处理，所述方法包括以下 30 步骤：通过将数据队列头段结构用作一个或多个入口数据队列之中每一个队列的报头，管理和控制保存在所述路由器的存储器中的一个或多个入口数据队列之中每一个队列的分组流速率，其中所述数据队列

头段结构包括多个数据字段，所述数据字段包括：待处理分组字段，具有指示保存在一个或多个入口数据队列中将在给定处理间隔期间由所述路由器处理的分组的数目的值，其中通过增加或减小所述待处理分组字段的值来调节所述分组流速率；和持续数据速率字段，用于指示目标最大分组处理速率，其中通过以下步骤来确定是否接收到数据脉冲串：将所述持续数据速率字段的值设置为所选定的非脉冲串分组流速率；计算所述一个或多个入口数据队列的当前分组流速率；和将计算的分组流速率与所述持续数据速率字段的值相比较。

具体地，本发明还提供一种设备，用于以选定的分组流速率控制在路由器的一个或多个入口数据队列中分组的处理，所述设备包括：流管理器，用于管理和控制保存在所述路由器的存储器中的一个或多个入口数据队列之中的每一个队列的分组流速率，其中所述流管理器将数据队列头段结构用作所述一个或多个入口数据队列之中每一个队列的报头，所述数据队列头段结构包括多个数据字段，所述数据字段包括：持续数据速率字段，用于指示目标最大数据处理速率；待处理分组字段，具有指示保存在一个或多个入口数据队列中将在给定处理间隔期间由所述路由器处理的分组的数目的值，其中通过增加或减小所述待处理分组字段的值来调节分组流速率；脉冲数据速率字段，用于指示增加的最大数据处理速率，其中如果在所述一个或多个入口数据队列上未检测到数据脉冲串，则所述待处理分组字段的值基于所述持续数据速率字段的值，或者如果在所述一个或多个入口数据队列上检测到数据脉冲串，则所述待处理分组字段的值对于所选定的持续时间基于所述脉冲串数据速率字段的值；和脉冲串持续时间字段，具有指示用于将所述待处理分组字段的值基于所述脉冲串数据速率字段的值的选定的持续时间的值，其中所述流管理器能够通过如下步骤来确定是否接收到数据脉冲串：将所述持续数据速率字段的值设置为所选定的非脉冲串分组流速率；计算所述一个或多个入口数据队列的当前分组流速率；和将计算的分组流速率与所述持续数据速率字段的值相比较。

附图说明

通过举例，而不是作为限制说明了本发明的各种优选实施方案，在附图中相同的标号是指相同的部件，其中：

图 1 是一种作为用于多个终端用户的因特网网关应用的优选的分组数据路由器的简化方框图;

图 2 是一种存储在图 1 的路由器中的存储器内的入口数据队列的简化方框图;

5 图 3 是在图 1 的路由器中的一种优选的分组流和存储器管理过程的框图说明;

图 4 用作说明在图 1 的路由器中采用的一种优选的方法的流程图,对在入口数据队列上接收到的分组数据脉冲串进行检测和调节;

图 5 是作为对多重客户网的因特网网关采用的一种优选的分组数据路由器系统的简化方框图;

图 6 是图 5 的路由器系统的一种进一步简化的方框图,用作说明将到来的上游分组分配到系统的各个路由器的情况;和

图 7 是用作说明在图 5 的路由器系统中优选的分组流和存储器控制过程的框图。

15 具体实施方式

图 1 示出一种被因特网服务提供者 (“ISP”) 22 用作因特网网关的优选的分组数据路由器 20。路由器 20 从多个不同的终端用户 24 接收 “上游” 数据分组。根据包含在每个接收到的数据分组中的路由信息,路由器 20 或者 (1) 将分组转交给各个因特网服务器 38; (2) 将
20 分组转交给连到路由器 20 的一个终端用户 24; 或 (3) 由于该分组具有未知的目的地地址或其他不可能递交的原因而被丢弃。路由器 20 也从因特网服务器 38 接收 “下游” 数据分组,如果可能的话,将接收到的下游分组转交给各个终端用户 24。

终端用户 24 可以包括在一种传统的公共交换电话网 (“PSTN”) 25 26 上经过,例如,拨号连接的调制解调器连接 28,或一种基本速率的集成数字服务网 (“ISDN”) 线路 30,连接到路由器 20 的个人。各个终端用户网 32A 和 32B,每个包括大量的终端用户 24,被经过各个专用的 T1 线路 34A 和 34B 连到路由器 20,这些线路也被作为 PSTN 26 的部件提供。从 PSTN 26,各个通信链路被经过多条专用线路 36 转交
30 给 ISP 22 上的路由器 20。其他的通信链路也是可能的,如无线调制解调器链路 (未示出),或者通过有线电视网提供的同轴电缆调制解调器连接 (未示出)。

参考图 2，路由器 20 包括集体地执行一个单独的控制功能的一个或多个处理器，为了容易说明被集体地表示在图 2 中，并在此被称为一个单独的中央处理单元（“CPU”）44。路由器 20 也包括一个共享的缓冲存储器 46，它最好作为一个动态随机存取存储器（“DRAM”）

5 来实施。在路由器 20 上，来自 PSTN 26 的通信线路 36 被端接在一种包括多个软件可配置的数字信号处理器（“DSPs”）42 的通信接口 40 上。被 DSP 42 处理过（也就是解调过）的上游分组起初被保持在各个入口数据队列 48 中，组成存储器 46 中被链接的目录。

正如本领域的技术人员将认识到的那样，入口数据队列 48 是软件

10 数据结构，保存被存储的分组用以按先进先出（FIFO）方式进行处理。在路由器 20 中实施的入口数据队列 48 具有“深度”的概念，一也就是，各个队列可以保存的被存储的分组的最大数目。在存储器 46 中入口数据队列 48 的特定配置可以改变而不偏离在此讲授的本发明的概念。显然，在图 2 所示的实施方案中，每个终端用户 24，联网的终端

15 用户组 32A/32B 或 VRI 50/52，可以有一个或多个专用的入口数据队列 48 用以存储由路由器 20 接收到的分组。

例如，从第一终端用户组 32A 接收到的数据分组，并且只有从组 32A 接收到的分组，才被存储在第一专用的多个入口数据队列 48A 中。同样，从第二终端用户组 32B 接收到的数据分组，并且只有从组 32B

20 接收到的分组，才被存储在第二专用的多个入口数据队列 48B 中。另一种方案是，利用许多可能的配置，两个或多个终端用户 24 可以共享一个或多个入口数据队列 48。

在图 2 所示的实施方案中，入口数据队列 48A 在路由器 20 内作为第一 VRI 50 被实施，入口数据队列 48B 作为第二 VRI 52 被实施，VRI

25 50 和 52 每个都有它自己的路由域。显然，分组处理，或对于 VRI 50 或 VRI 52 的“流速率”是相应的各个入口数据队列 48A 和 48B 的流速率。

在路由器 20 中可以实施其他的 VRI，但为了容易说明本发明的概念，只示出第一和第二 VRI 50 和 52。重要的是，在路由器 20 内的每个

30 个 VRI 被分配一个或多个可管理的入口数据队列 48。在另一种可替换的优选实施方案中，可管理的队列的位置可以在分组的丢弃和延时参数是已知的 VRI 协议层之间，而不是在入口点。

CPU 44 在 FIFO 的基础上有选择地从入口数据队列检索分组，并将它们转交给与各自的输出目的地关联的输出队列（未示出），或者按另一种方式丢弃不可能递交的分组。来自每个各自的入口数据队列 48 的分组被 CPU 44 按给定的“分组流速率”进行处理，这个速率通常被规定为在一个给定的处理时间间隔期间来自各个入口数据队列 48，被 CPU 44 处理过的分组数目。每个入口数据队列 48 的分组流速率可以不同，并如更详细地描述的那样，受一种流管理过程，或“流管理器” 53 控制，该管理器是路由器 20 的 RTOS 的一部分。

将很明显，如果由 CPU 44 对保存在一个给定的入口数据队列 48 中的分组进行立即处理是不可能的，将按所说的情形增加队列的长度。当然，存储器 46 有有限的容量用于存储分组，每个入口数据队列 48 只在存储器 46 中分配一定数量的缓冲器空间。每个入口数据队列 48 中被存储的分组数目被一种存储器管理过程，或“存储器管理器” 53 跟踪，该管理器是路由器 20 的 RTOS 的一部分。显然，被存储的分组长度可以改变。

通常，共享的缓冲器存储器，如 DRAM，十分适合于在分组数据路由器中使用，在其中它们以紧凑的形式提供比较便宜的，高的存储容量。然而，每次读或写访问存储器 46 可能是相当费时间的，这是因为在 CPU 44 和存储器 46 之间有限的总线带宽，以及在 DRAM 中固有的行地址选通执行时间（如果适用的话）。换句话说，CPU 44 存储（写）或检索（读）每个数据分组进或出存储器 46 花费相当多的时间和处理器资源。

参考图 3，流管理器 54 的功能是管理和控制入口数据队列 48 的数据流，在一种当前优选的实施方案中，流管理器 54 是作为在所选的时间间隔上，如对于每个入口数据队列 48 每秒一次，重复的一种系统任务实施的。流管理器 54 监测保存在每个入口数据队列 48 中数据分组的处理情况，以便管理通过路由器 20 的整个数据流，特别是，CPU 44 和存储器 46 的利用程度。

朝着这个目的，流管理器 54 保持存储在存储器 46 中的数据队列头段结构 55 作为对每个各自的入口数据队列 48 的头段。数据队列头段结构 55 包括由流管理器 54 应用的几个数据字段，用于控制分组流速率和分配给各个入口数据队列 48 的存储空间。在一种优选实施方案

中，数据队列头段结构 55 中的数据字段包括：

(1) “待处理分组” 字段 56，有一个指明保存在各个数据队列 48 中要由 CPU 44 在一个给定的处理时间间隔期间进行处理的分组数目的值。

5 (2) “队列计数” 字段 58，有一个指明当前保存在各个数据队列 48 中的分组数目的值。

(3) “处理过字节” 字段 60，有一个指明在当前的处理时间间隔期间从各个数据队列 48 处理过的数据字节数目的值。

10 (4) “持续数据速率” 字段 62，有一个值，以每秒位表示，指明对于各个数据队列 48 的目标最大数据处理速率，例如，根据由 ISP 22 提供的客户服务协议。

(5) “脉冲串数据速率” 字段 64，有一个值，以每秒位表示，指明对于各个数据队列 48 的一种增长的最大数据处理速率，以便在接收数据脉冲串时暂时地实施。

15 (6) “脉冲串持续时间” 字段 66，有一个值，以秒表示（或以它的某个分数值表示），指明最大的持续时间，在这段时间内，接收数据脉冲串时应该保持在脉冲串数据速率字段 64 中所规定的的数据速率。

20 (7) “队列深度” 字段 68，指明允许一次在在各个数据队列 48 中被保存的最大分组数目——也就是，在其中任何进一步接收到的分组将被丢弃，直到现有的被存储的分组被处理使更多的空间可被存储为止。

(8) “脉冲串开始” 字段 70，用于保存时间标记值，指明在在各个数据队列 48 上接收数据脉冲串已被检测到的时间。

25 (9) “系统时间标记” 字段 72，用于保存一个时间标记值，指明最后执行数据队列头段结构 54 的轮询的时间。

正如本领域的技术人员将认识到的那样，数据字段 (1) - (9) 的实际次序是没有特别意义的，可能有许多变更而不偏离在此所公开的本发明的概念。

30 依据本发明的一个综合方面，流和存储器管理器 54 和 53 一直监测路由器 20 的当前运行状况，例如，处理器和存储器的利用程度。在每个数据队列头段结构 55 中的数据字段 (1) - (9) 被流和存储器管理器 54 和 53 用于执行几个任务，包括分别监测和调节每个入口数据

队列 48 的流速率，管理脉冲串数据速率和调节存储器的分配和使用。

流管理器 54，例如，作为一项周期性的任务，也监测每个入口数据队列 48 各自的流速率，如果适当的话，对一个或多个入口数据队列 48 的分组流速率作相应的调节，以便按最少影响终端用户服务质量 (QOS) 的方式保持整个系统的稳定性。特别是，路由器 20 的系统稳定性，更重要的是，由路由器 20 提供服务的每个用户 24，用户组 32A/32B 和/或 VRI 50/52 的 QOS 可以通过控制各自的分组流速率和对每个单独的入口数据队列 48 的成比例的存储器分配得到最好的管理。

例如，依据本发明的一个综合方面，如果处理器利用程度接近或超过所希望的工作范围的高端，流管理器 54 将通过减少待处理分组字段 56 的相应值减少一个或多个入口数据队列 48 的分组流速率。相反，如果处理器利用程度接近或低于所希望的工作范围的低端，流管理器 54 可以通过增加待处理分组字段 56 的相应值增加一个或多个入口数据队列 48 的分组流速率。

在入口数据队列的水平上控制数据分组的处理的一个优点是路由器 20 的系统资源可被公平地分配，或限制，不使各个终端用户 24，用户组 32A/32B 或 VRI 50/52 受到不成比例的影响。另一方面，路由器的一种传统的 RTOS 不可能在具有相同 QOS 的终端用户之间进行区分，而是在不同的入口数据队列上接入路由器。

举例说明，假设 VRI 50 和 VRI 52 具有相同的 QOS 简要表 (profile)，但在一种给定的情况下 VRI 50 在它们的网络上只有一个有效的终端用户 24，而在相同的情况下 VRI 52 有 19 个有效的终端用户 24。一种传统的路由器 RTOS 系统将在不同的用户之间等同地分配 (和限制) 资源，也就是每个终端用户 24 分配总带宽的 5%，不顾这样的事实，即 VRI 50 的单独的终端用户 24 应该拥有可用的路由器带宽的一半 (50%)，而 VRI 52 的 19 个终端用户 24 分享其中的另一半。

通过能够控制各个入口数据队列的流速率，本发明克服了先前技术中的这个缺点。而且，利用本发明也能够保证各个用户或 VRI 的带宽 (也就是，在一个入口数据队列的水平上)。通过控制一个入口数据队列 48 的数据处理速度，ISP 22 可进一步增强对高速调制解调器的子速率带宽等级，例如，对于一个 QOS 简要表只被定为 28.8K 的终端用户允许进行 56K 的调制解调器连接。更重要的是，对入口数据队

列 48 的独立控制使得对于峰值通信业务负载有更多的预测能力。

依据本发明的这一方面，流管理器 54 最好相互独立地调节入口数据队列 48 的各个流速率。根据由 ISP 22 保存的各个 QOS 简要表 74，流管理器 54 将调节这样一些入口数据队列 48 的流速率，使对于任何
5 一个终端用户 24，用户组 32A 或 32B 和/或 VRI 50 或 52 的 QOS 准则将受到最少的不良影响。

每个客户 QOS 简要表的某些方面被保留在每个入口数据队列 48 的数据队列头段结构 55 中。例如，持续数据速率字段 62 对于各个入口数据队列 48 提出目标最大数据处理速率，据此计算对于各个数据队列
10 48 的待处理分组字段 56 的值。在一种优选实施方案中，对于每个入口数据队列 48 的持续数据速率 62 起初是根据与各个数据队列 48 关联的任何终端用户 24，用户组 32A/32B 或 VRI 50/52 的最大被分配的速率确定的。然后，对于每个入口数据队列 48 的持续数据速率 62 是动态地根据路由器 20 的当前运行状况确定的。例如，与 VRI 50 和/或 VRI
15 52 关联的一个或多个数据队列 48A 的分组流速率可被周期性地调节，以便将路由器 20 的处理器利用程度保持在所选的工作范围内。

流管理器 54 也管理可在每个入口数据队列 48 上接收到的数据脉冲串。QOS 用户简要表 74 最好对一个给定的终端用户 24 提供在一个短的时间周期内的附加的分组处理带宽量，以便适应偶然性的脉冲串分
20 组通信业务。例如，一个终端用户 24 可能需要每月一次传送一个大的文件。代替必须提供较贵的持续数据速率带宽的做法，ISP 22 可以在一个所规定的持续时间内（也就是，“脉冲串持续时间”）对终端用户 24 提供一个附加的“脉冲串数据速率”。

在一种优选实施方案中，对于各个入口数据队列 48 的脉冲串数据速率 64 起初是根据由 ISP 22 对与各个入口数据队列 48 关联的任何终端用户 24 保证的最高最大脉冲串数据速率确定的。同样，对于各个入口数据队列 48 的脉冲串持续时间字段 66 起初是根据由 ISP 22 对与各个入口数据队列 48 关联的任何终端用户 24 保证的最高最大脉冲串持续时间确定的。然后，根据路由器 20 的当前运行状况，对每个入口数
30 据队列 48 动态地调节脉冲串数据速率 64 和脉冲串持续时间 66。

显然，流管理器 54 可以根据非峰值使用准则，例如，一天时间的变动，对一个或多个入口数据队列 48 分配不同的持续数据速率 62，脉

冲串数据速率 64 和脉冲串持续时间 66 值，但最好不把任何入口数据队列 48 的流速率减少到低于由 ISP 22 对与各个入口数据队列 48 关联的任何终端用户 24（例如，根据用户的 QoS 简要表）保证的最高最小速率，除非为了保护系统的完整性绝对有必要。

5 图 4 示出一种优选的过程，流管理器 54 用此检测是否在各个入口数据队列 48 上正在接收数据脉冲串。流管理器 54 周期性地轮询每个入口数据队列 48 并计算（在步骤 78）它的当前数据流速率 78（用每秒位表示）。在一种优选实施方案中，流管理器 54 通过将对于各个入口数据队列 48 的数据头段队列结构 55 中处理过字节字段 60 的值乘以
10 8 来计算当前的流速率。然后所得的乘积被除以当前时间和系统时间标记字段 72 的值之间的差。接着，流管理器 54 将计算的当前分组流速率与持续数据速率字段 62 中的值相比较（在步骤 80）。

如果计算的速率大于持续数据速率，流管理器 54 假定一个数据脉冲串正出现在各个入口数据队列 48 上。然后流管理器 54 根据脉冲串
15 数据速率字段 64 的值重新计算（在步骤 82）待处理分组字段 56 的值，并将带有当前时间的的时间标记放入脉冲串开始字段 70。如果没有接收到的脉冲串被检测到，即，如果计算的数据速率等于或小于持续数据速率字段 62 的值，流管理器 54（在步骤 85）更新系统时间标记字段 72 并在下一个轮询循环期间将处理过字节字段 60 的值复位。

20 如果在一个入口数据队列 48 上检测到一个数据脉冲串，流管理器 54 通过计算当前时间和脉冲串开始字段 70 中的时间标记之间的差周期性地计算（在步骤 84）数据脉冲串的持续时间。然后流管理器将计算的脉冲串持续时间与脉冲串持续时间字段 66 中的值相比较（在步骤 86）。

25 如果当前的数据脉冲串持续时间小于脉冲串持续时间字段 66 的值，则流管理器根据脉冲串数据速率字段 64 的值保持（在步骤 88）待处理分组字段 56 的值。如果脉冲串持续时间比脉冲串持续时间字段 66 的值长，流管理器 54 根据持续数据速率字段 62 的值重新计算待处理分组字段 56 的值。

30 在一种优选实施方案中，流管理器 54 可以根据路由器中当前的运行状况调节脉冲串数据速率字段 64 和脉冲串持续时间字段 66 的值。举例来说，作为一种客户服务的好处，只要路由器 20 的处理器利用率程

度位于或低于所规定的工作范围，ISP 22 可以配置流管理器 54 增加脉冲串数据速率字段 64 和脉冲串持续时间字段 66 的值。

5 返回到图 3，存储器管理器 53 监测对于每个入口数据队列 48 的各个队列计数和队列深度字段 58 和 68 作为存储器管理过程的部分。如果路由器存储器 46 的整个利用程度接近或超过所希望的范围的高端，存储器管理器 53 将通过减少相应的队列深度组 68 的值减少对一个或多个入口数据队列 48 所分配的存储空间。相反，如果存储器 46 的利用程度接近或落在所希望的范围的下端以下，存储器管理器 54 可以通过增加队列深度字段 68 的相应值增加对一个或多个入口数据队列 48 10 所分配的存储空间。在一种优选实施方案中，存储器管理器 53 根据检测接收到的数据脉冲串增加一个入口数据队列 48 的队列深度字段 68。在这么做时，同时减少一个或多个其他的入口数据队列 48 的队列深度字段 68 以便保持存储器的利用程度可能是必要的。

最好利用分组流速率，独立于对所有其他的队列 48 所分配的存储器 15 器来确定为存储在每个入口数据队列 48 中的分组所分配的存储空间。在一种优选实施方案中，队列深度字段 68 起初是根据分配给与各个数据队列 48 关联的每个终端用户 24，用户组 32A/32B 和/或 VRI 50/52 的共同的最大存储空间确定的。然后，对于每个入口数据队列 48 的队列深度字段 68 是动态地以路由器 20 的当前运行状况为基础的。例如，20 与 VRI 50 和/或 VRI 52 关联的一个或多个数据队列 48A 的队列深度字段 68 可被周期性地调节，以便将存储器 46 的利用程度保持在所选的范围内。

存储器管理器 53 将调节那些入口数据队列 48 的队列深度字段 68，例如，根据由 ISP 22 保存的各个 QOS 简要表 74，对于任何一个 25 终端用户 24，用户组 32A 或 32B 和/或 VRI 50 或 52 的 QOS 准则将最少不良影响。最好，存储器管理器 53 将不把任何入口数据队列 48 的队列深度字段 68 的值减少到由 ISP 22 对与各个数据队列 48 关联的共同的终端用户 24，用户组 32A/32B 和/或 VRI 50/52 保证的最高最小速率以下。

30 组成各个存储器管理器 53 和流管理器 54 的操作过程最好被链接，以便改进对路由器 20 可用的管理工具。例如，如果处理器资源是可用的，流管理器 54 将减少一个或多个入口数据队列 48 的分组流速

率—也就是，增加所存储的分组后备负载的处理速率—以便减少存储器利用程度。事实上，如果可能的话，从 QOS 的观点它可被优选，以便临时增加具有最高队列计数字段 58 的那些入口数据队列 48 的分组流速率，而不是减少队列深度字段 68 的值，以便避免或将丢弃的分组减至最少。

图 5 示出被 ISP 100 用作因特网网关的一种可替代的优选的分组数据路由器系统 110。路由器系统 110 包括多个路由器 112, 114, 116 和 118，它们通过 PSTN 26，从多个不同的终端用户网络 124 接收和处理数据分组。根据包含在每个接收到的数据分组中的路由信息，路由器系统 110 或者将分组转交给各个因特网服务器 38；将分组转交给一个终端用户网络 124；或者由于它具有未知的目的地地址或另外的不可传送的原因而将该分组丢弃。路由器系统 110 也从因特网服务器 38 接收“下游”数据分组，如果可能的话，将接收到的下游分组转交给各个终端用户网络 124。

终端用户网络 124 包括至少三个不同的客户账户，124 (A)，124 (B) 和 124 (C)。路由器系统 110 可以有許多其他的终端用户和客户账户，既包括个人也包括网络。然而，为了容易说明本发明的进一步的各个方面只示出网络 124 (A)，124 (B) 和 124 (C)。

参考图 6，路由器系统 110 的每个路由器 112, 114, 116 和 118 被配置成基本上与路由器 20 相同。每个路由器 112, 114, 116 和 118 有一个或多个共同执行单一控制功能的处理器，为了容易说明被共同地示出并在此称为单个 CPU 144。每个路由器 112, 114, 116 和 118 也包括一个共享的缓冲存储器 146，最好作为一个 DRAM 实施。

在所示的优选实施方案中，来自 PSTN 26 的通信线路被端接在包括多个软件可配置的 DSP 142 的一种系统通信接口 140。在一种可替代的优选实施方案中，一个或多个单独的路由器 112, 114, 116 和 118 有它们自己各自的通信接口，至少一个接口连接其他的各个路由器中的每一个以便允许转移到来的分组通信业务。

由 DSP 142 处理的上游分组起初被保存在各个入口数据队列 148 中，组成每个路由器 112, 114, 116 和 118 的各个存储器 146 中的链接目录。如同路由器 20 中以上所描述的入口数据队列 48 那样，路由器系统 110 中各个路由器 112, 114, 116 和 118 的入口数据队列 148

是软件数据结构，保存被存储的分组用以按 FIFO 方式进行处理，每个队列 148 有各自的深度，一也就是，各个队列可以保存的所存储的分组最大数目。正如在此将更详细地描述的那样，路由器系统 110 包括一个系统 QOS 控制器 120，监测各个路由器 112，114，116 和 118 的运行状况，并动态地控制如何把上游分组数据通信业务分配到多种多样的各个入口数据队列 148。

参考图 7，在每个路由器 112，114，116 和 118 中一个或多个入口数据队列 148A 被作为用于客户 A 的第一 VRI (“VRI-A”) 实施；在路由器 112 和 116 中一个或多个入口数据队列 148B 被作为用于客户 B 的第二 VRI (“VRI-B”) 实施；在路由器 114 和 118 中一个或多个入口数据队列 148C 被作为用于客户 C 的第三 VRI (“VRI-C”) 实施。每个 VRI 在它出现的各个路由器内有它自己的路由域。每个路由器 112，114，116 和 118 可以有一个或多个其他的 VRI，但为了简单起见只有 VRI-A，VRI-B，VRI-C 被示出。

系统 110 的每个路由器 112，114，116 和 118 包括一个 QOS 管理器 152，流管理器 154 和存储器管理器 156，它们全都是各个路由器的 RTOS 的部件。QOS 管理器 152 是在每个路由器 112，114，116 和 118 的各个流和存储器管理器 154 和 156，与系统 QOS 控制器 120 之间的控制接口。如在路由器 20 中的流和存储器管理器 54 和 53 那样，在每个路由器 112，114，116 和 118 中的各个存储器和流管理器 154 和 156 管理和控制各个路由器中入口数据队列 148 的数据流。在一种当前的优选实施方案中，流和存储器管理器 154 和 156 被作为系统任务实施，对各个路由器 112，114，116 和 118 的每个入口数据队列 148 在所选的时间间隔上，例如，每秒一次，重复地进行。

特别是，各个流和存储器管理器 154 和 156 监测保存在每个入口数据队列 148 中数据分组的处理，以便通过路由器管理器整个数据流，特别是，各个路由器的 CPU 144 和存储器 146 的利用程度。各个流和存储器管理器 154 和 156 监测和保持用于每个各自的路由器 112，114，116 和 118 中每个入口数据队列 148 的数据队列头段结构，至少包括每个与路由器 20 的数据队列头段结构 55 中相同的字段。因此，如路由器 20 那样，路由器系统 110 的每个路由器 112，114，116 和 118 有控制能力单独地控制每个入口数据队列 148 的分组流速率和被

分配的存储器。而且，系统 QoS 控制器 120，连同每个路由器 QoS 管理器 152，有能力根据任何一个路由器的运行状况在各个路由器 112，114，116 和 118 的各个入口数据队列 148 之间转移到来的分组通信业务。

5 例如，依据本发明的一个进一步的方面，根据路由器 112 当前的运行状况，调节与一个或多个路由器 112，114，116 和 118 上的 VRI-A 关联的一个或多个入口数据队列 148 的数据处理速率。最好，与每个各自的路由器 112，114，116 和 118 的 VRI-A 关联的各自的一个或多个入口数据队列 148 的数据处理速率是独立于与位于其他路由器上的
10 VRI-A 关联的各自的一个或多个入口数据队列 148 的处理速率进行调节的。除了调节单独的数据队列的流速率外，系统 QoS 控制器 120 可以重新分配与任何一个 VRI 关联的入口数据队列 148 之间的到来的分组通信业务，以便更好地平衡系统负载。

15 虽然已示出和描述了本发明的优选实施方案和各种应用。正如对于本领域的技术人员将明白的那样，可能有许多修改和应用而并不偏离在此所公开的本发明的概念。因此，除了依据所附的权利要求外，所公开的本发明的范围并不受到限制。

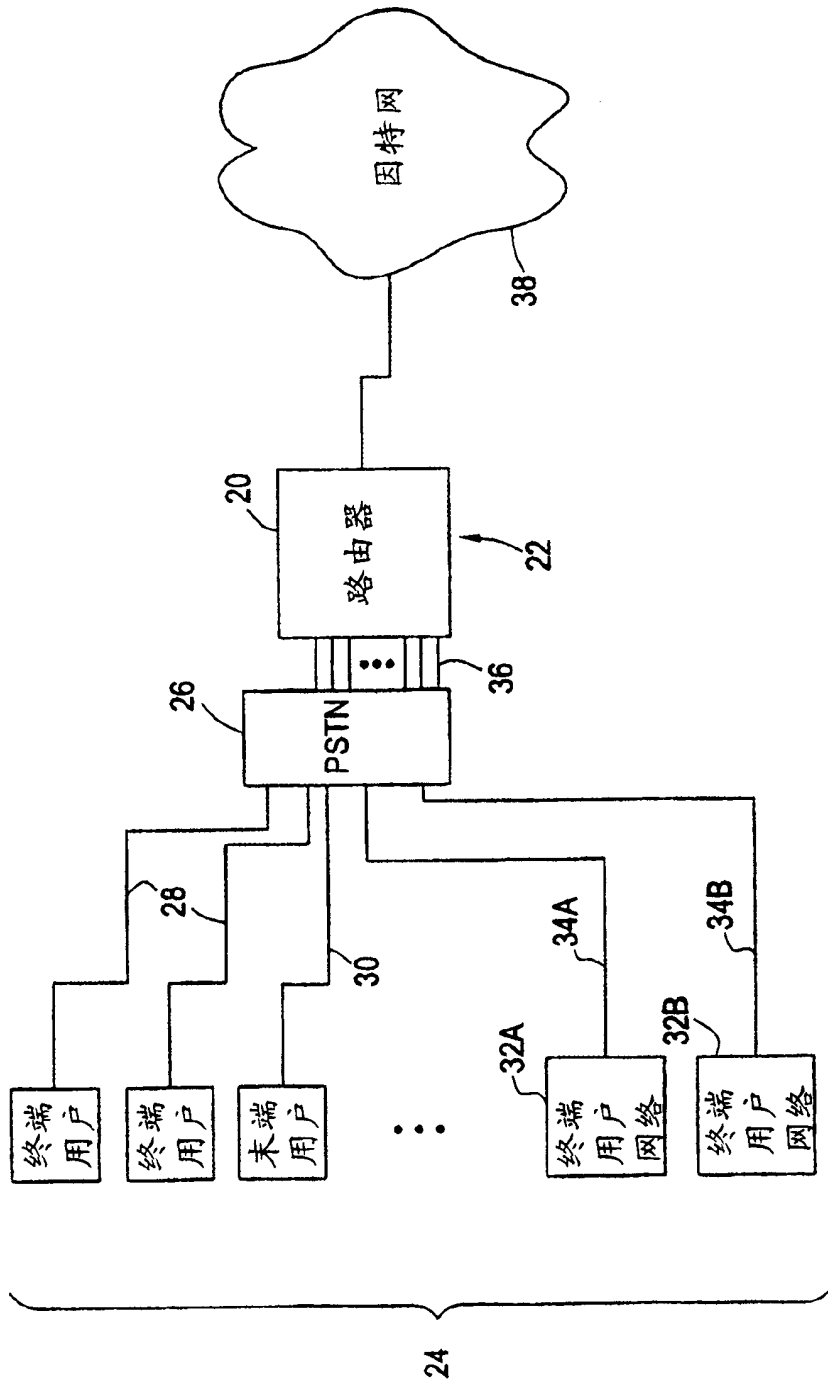


图 1

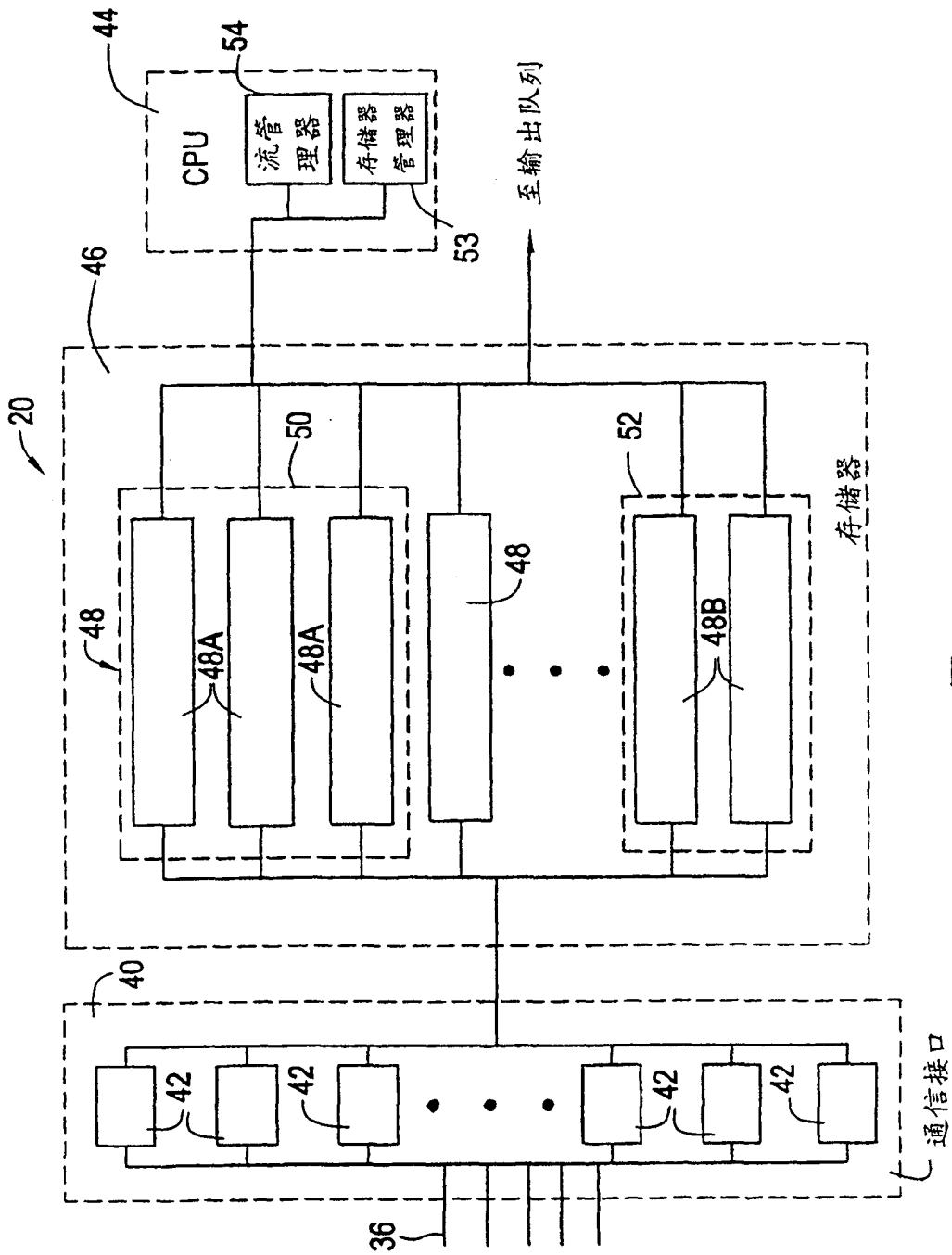


图 2

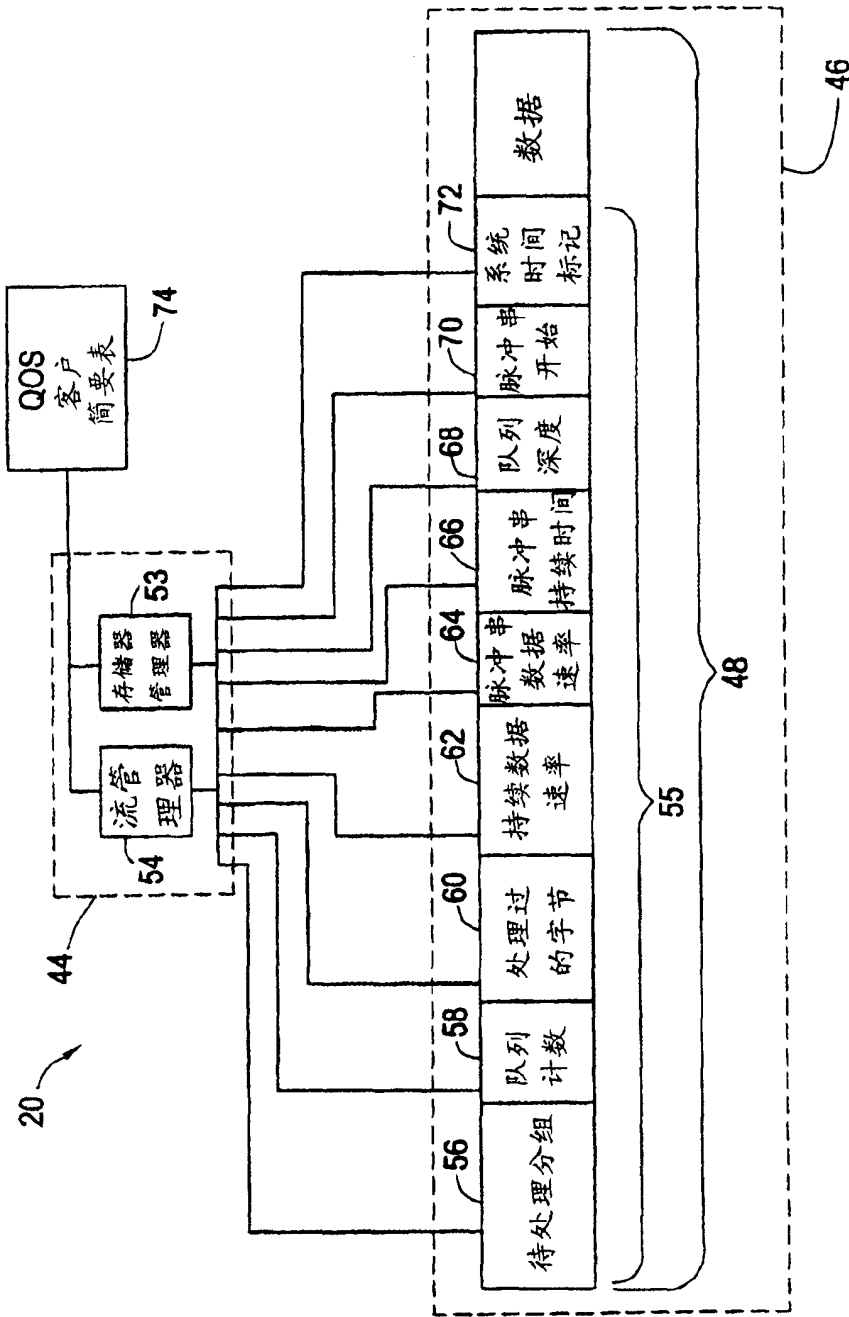


图 3

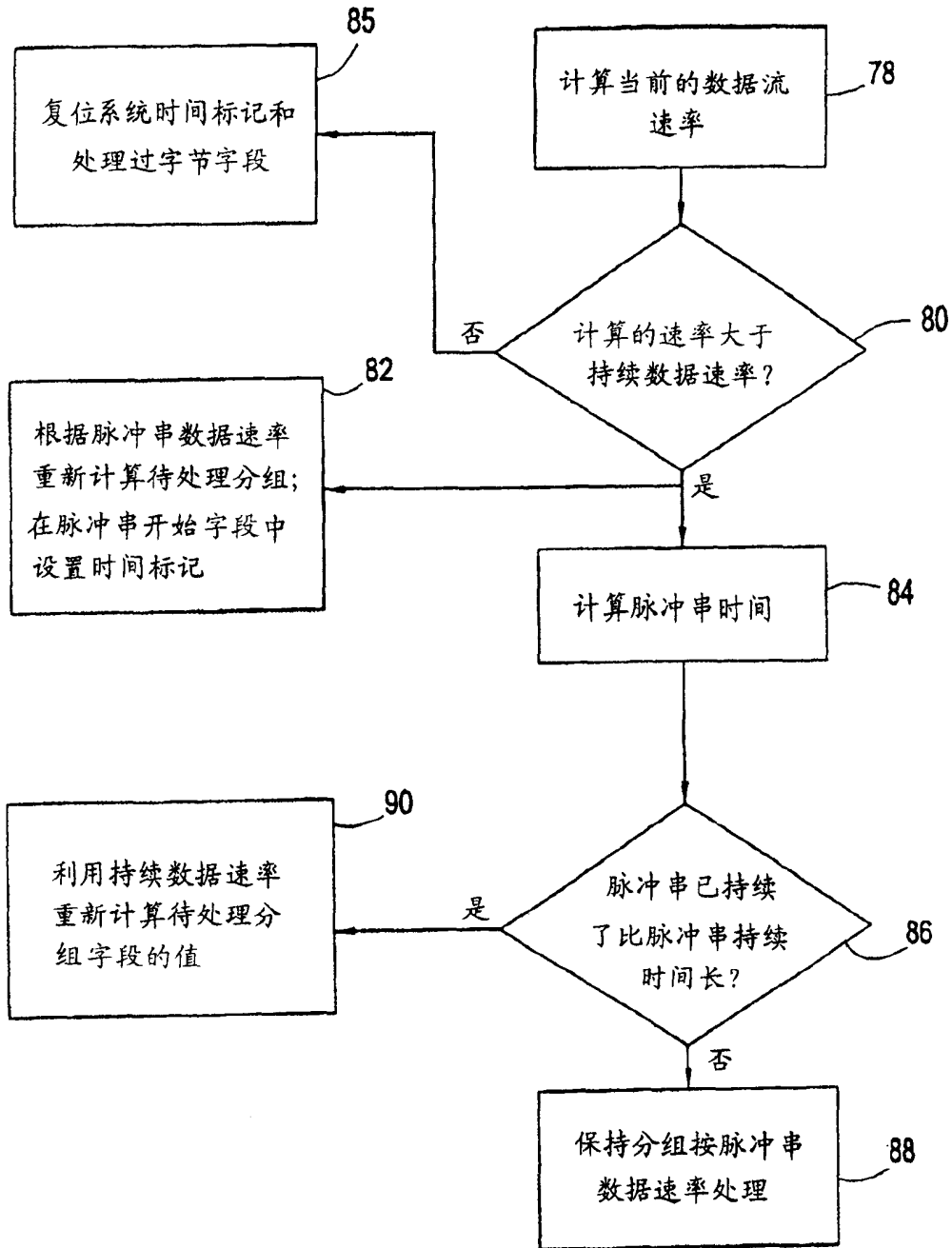


图 4

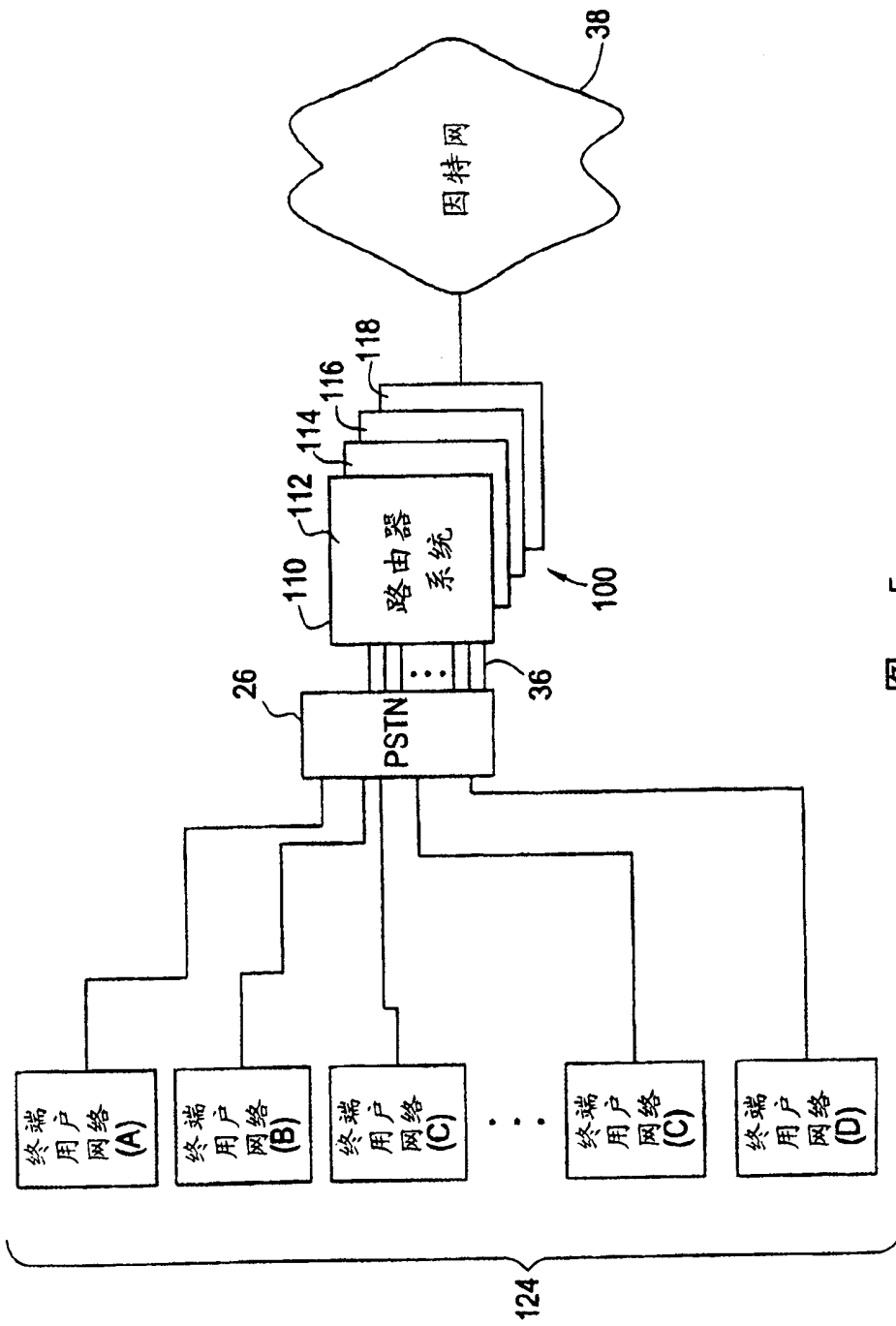


图 5

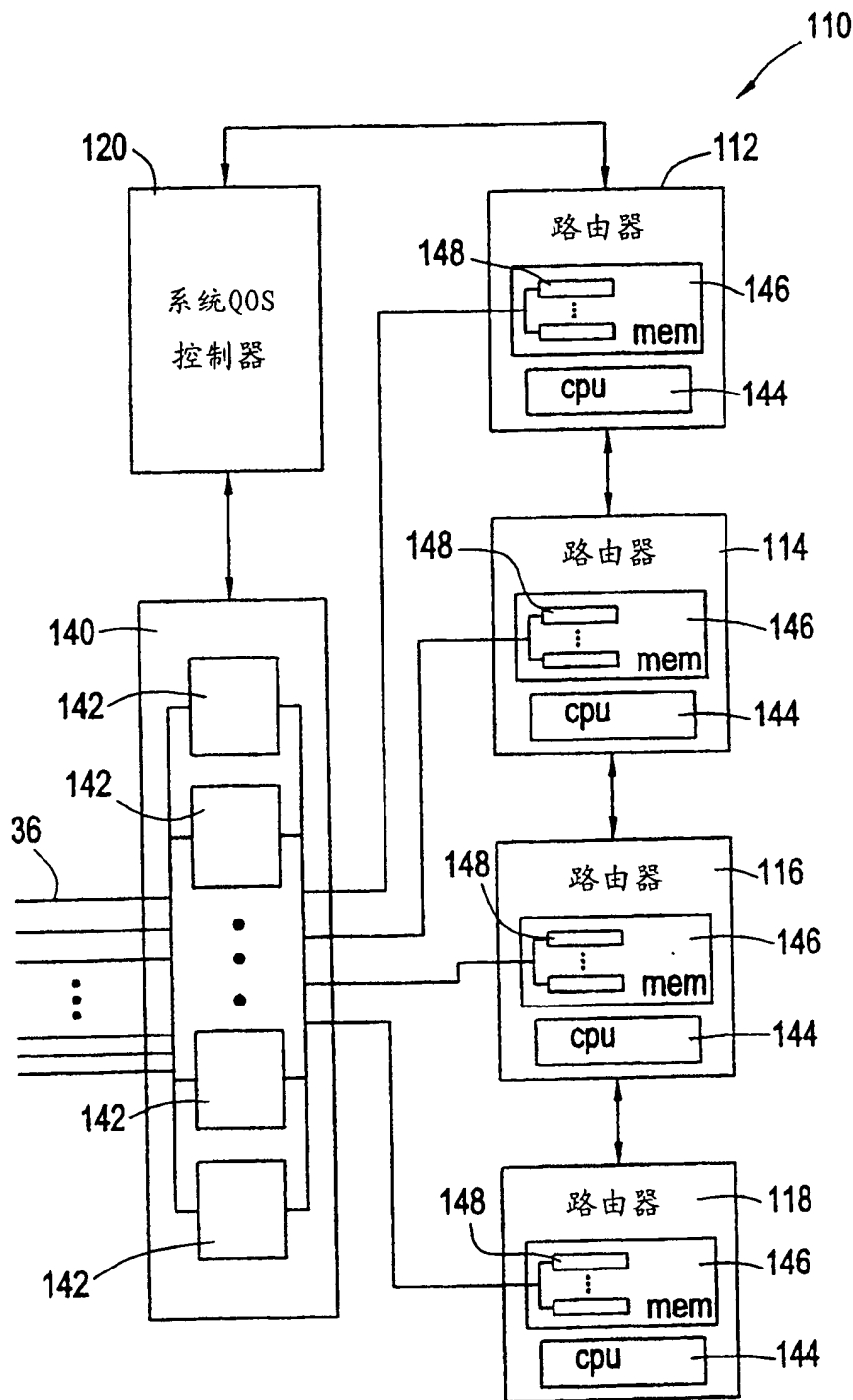


图 6

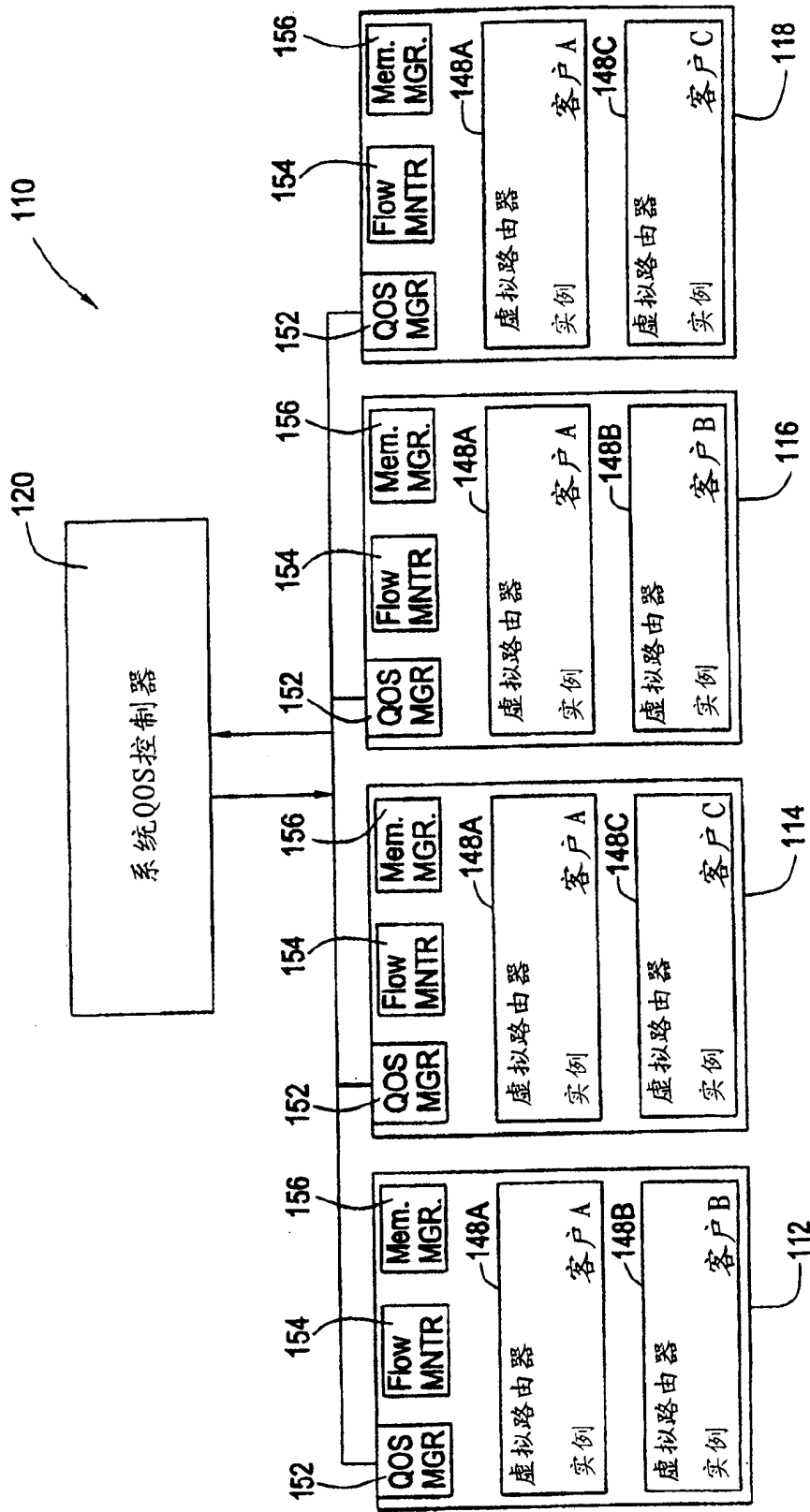


图 7