

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99807037.8

[51] Int. Cl.

H04J 1/16 (2006.01)

H04J 3/14 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

G01R 31/08 (2006.01)

G06F 11/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100352185C

[51] Int. Cl. (续)

G08C 15/00 (2006.01)

[22] 申请日 1999.6.3 [21] 申请号 99807037.8

[30] 优先权

[32] 1998. 6. 5 [33] US [31] 09/092,605

[86] 国际申请 PCT/US1999/012416 1999. 6. 3

[87] 国际公布 WO1999/063689 英 1999. 12. 9

[85] 进入国家阶段日期 2000. 12. 5

[73] 专利权人 维里逊实验室公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 托马斯 M·陈 斯蒂芬 S·刘

迈克尔 J·普罗卡尼克

[56] 参考文献

US5592432A 1997. 1. 7

US5515363A 1996. 5. 7

US5748612A 1998. 5. 5

US5519689A 1996. 5. 21

审查员 曹雅春

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 方挺 余 朦

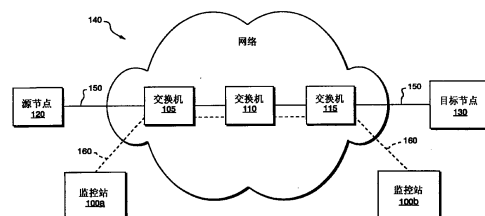
权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 14 页

[54] 发明名称

监控宽带服务质量的方法和系统

[57] 摘要

一种用于监控异步传输模式网络的第一虚拟电路的方法和系统，包括步骤：在网络建立具有与第一虚拟电路相同的路径和 QoS 参数的第二虚拟电路，并通过确定第二虚拟电路的 QoS 参数监控第一虚拟电路。具体地说，监控站(100A, 100B)通过在第二虚拟电路发送和接收的信元中插入监控信息来确定第二虚拟电路的 QoS 参数。监控站(100A, 100B)在发送信元之前和接收信元之后立即插入监控信息。更进一步，监控站(100A, 100B)比较第二虚拟电路的 QoS 参数和第一虚拟电路的 QoS 参数来确定网络报警信息。



1. 一种用于监控网络中的第一虚拟电路的方法，第一虚拟电路具有一个路径和第一组服务质量参数，所述方法包括如下步骤：

在网络中建立具有上述路径和第一组服务质量参数的第二虚拟电路；和

确定第二虚拟电路的第二组服务质量参数；

比较第二虚拟电路的第二组服务质量参数与第一虚拟电路的第一组服务质量参数，决定网络的报警信息，来监控第一虚拟电路。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

确定第二虚拟电路中的信元传输延迟。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

确定第二虚拟电路中的信元延迟的变化。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

确定第二虚拟电路中的信元损耗比。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

确定第二虚拟电路中的最大信元传输延迟。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

确定第二虚拟电路中的最小信元传输延迟。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

确定第二虚拟电路中的平均信元传输延迟。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含如下步骤：

在第二虚拟电路中发送信元时，对该信元加上时间标记；

在第二虚拟电路中接收信元时，对该信元加上时间标记。

9. 一种用于监控网络中第一虚拟电路的计算机，该第一虚拟电路具有一路径和一组服务质量参数，所述计算机包括：

用于建立到第二虚拟电路的连接的连接管理器，第二虚拟电路具有上述路径及第一组服务质量参数；

用于在第二虚拟电路发送多个信元的通信业务发生器；

通过确定第二虚拟电路上的第二组服务质量参数来监控第一虚拟电路的通信分析器。

10. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述通信业务分析器进一步包括用于将第二组服务质量参数和第一组服务质量参数进行比较的装置。

11. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述通信业务分析器进一步包括用于确定第二虚拟电路中的信元传输延迟的装置。

12. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述通信业务分析器进一步包括用于确定第二虚拟电路中的信元延迟变化的装置。

13. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述通信业务分析器进一步包括用于确定第二虚拟电路中的信元损耗比的装置。

14. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述的通信业务分析器进一步包括用于确定第二虚拟电路中的最大信元传输延迟的装置。

15. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述的通信业务分析器进一步包括用于确定第二虚拟电路中的最小信元传输延迟的装置。

16. 如权利要求 9 所述的计算机，其中所述的通信业务分析器进一步包括用于确定第二虚拟电路中的平均信元传输延迟的装置。

17. 一种用于监控网络中一组虚拟电路的方法，该组虚拟电路的每一个虚拟电路都有一路径和第一组服务质量参数，上述方法包括下面步骤：

建立网络中的第二虚拟电路，第二虚拟电路具有上述路径及第一组服务质量参数；

确定第二虚拟电路的第二组服务质量参数；和

比较第二虚拟电路的第二组服务质量参数与第一虚拟电路的第一组服务质量参数，决定网络的报警信息，来监控第一虚拟电路。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含下面步骤：

确定第二虚拟电路的信元传输的延迟。

19. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述的监控步骤进一步包含下面步骤：

确定第二虚拟电路的信元延迟的变化。

20. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含下面步骤：

确定第二虚拟电路的信元损耗比。

21. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含下面步骤：

确定第二虚拟电路的最大信元传输延迟。

22. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含下面步骤：

确定第二虚拟电路的最小信元传输延迟。

23. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含下面步骤：

确定第二虚拟电路的平均信元传输延迟。

24. 如权利要求 17 所述的方法，其中所述监控步骤进一步包含下面步骤：

在第二虚拟电路中发送信元时，对该信元加上时间标记；

在第二虚拟电路中接收信元时，对该信元加上时间标记。

监控宽带服务质量的方法和系统

技术领域

本发明涉及网络的异步传输模式(ATM)的监控。更实际地, 本发明涉及 ATM 网络的点对点的服务质量(QoS)的运行监控。

技术背景

在 ATM 网络中, 用户可以通过一个在网络中建立的、被称为一个虚拟电路的连接与另一个用户交换信息, 这个连接可以在 53 字节的固定尺寸信元载有声音、视频和数据, 这个信元包括 5 个字节的标题和 48 字节的有效负荷字段。该连接能够支持由一组服务质量(QoS)参数定义的宽范围的服务。

在 ATM 论坛标准-业务管理规范第 4 版中(ATM 论坛/95-0013R10,1996 年 2 月), 定义了一组特征为 ATM 网络中的连接的点对点性能的 QoS 参数。当通过一个 ATM 网络建立一个连接时, 用户可以和网络协商描述该连接的 QoS 参数集。特定的 QoS 参数集与用户要求网络提供的服务类型有关。这些服务类型包括: 恒定比特率(CBR)、可变比特率(VBR)、可用比特率(ABR)、以及未定义比特率(UBR)。

具体地说, 通过一呼叫许可控制程序, 用户发出在网络中建立一个新连接的请求信号, 并且网络根据具体的 QoS 参数和可用网络资源来决定接受或拒绝建立该新连接请求。通常, 如果网络确定可用网络资源能足够满足具体的 QoS 时, 网络就接受一个新连接。如果网络接受一个新连接, 则网络毫无疑问会同意一个通信协议, 该通信协议要求只要连接中的通信业务符合协商的通信协议, 网络就要保持规定的 QoS。

支持一个连接的协商通信业务协议强调了监控和校验由 ATM 网络提供的实际的 QoS 的需要。

现存的监控连接中的 QoS 的方法要求用户通过在 ATM 的适应层 (AAL) 或更高协议层交换监控信息来测量连接的点对点性能。例如, 用户通过交换定时信息来测量用于一个连接中的信元传输的点对点延迟。

然而, 现有的监控连接的 QoS 的方法仍存在一些缺点。首先, ATM 网络交换机、路由器、和网桥只能访问信元标题, 而不是信元有效负荷。更进一步, ATM 网络不能将信元标题用于性能监控, 因为信元标题被设计得简单而短小以使快速完成信元交换或中继成为可能。最后, 为了减少 ATM 交换机中的处理, 一个 ATM 信元有意地被设计为不支持信元标题字段, 该信元标题字段包含性能监控信息, 如信元序列号和时间标志。

第二, 当实施 QoS 监控时, 网络管理系统为了获得性能监控信息, 通常要轮询 ATM 交换机。但是, 由网络管理系统收集的性能监控信息通常对每个交换机是特定的, 并且不包括点对点的 QoS 监控信息。

第三, 网络操作员通常使用特殊的高速测试设备来测试和监控一个 ATM 网络内的连接。但是, 现有的用于宽带网络如 ATM 网络的测试设备一般都很昂贵且使用复杂, 更适用于受控实验室测试而不适用于大规模现场应用。

ITU-T Rec. 1.610, B-ISDN 操作和维护原理和基础, Geneva 1995 年 7 月, 定义了一种监控方法, 该方法被称为用于 ATM 网络的运行性能监控的操作和维护方法 (OAM)。OAM 方法在用户生成的信元

块间插入 OAM 信元。为了使用 OAM 方法，ATM 交换必须能够识别 OAM 信元且必须能将其中继给用户信元。当一个用作端点节点的交换机接收到一个 OAM 信元时，该交换机处理这个 OAM 信元并将其监控信息插入一个新的 OAM 信元，该交换机接着反向传输该新的 OAM 信元。部分原因是 OAM 方法涉及的附加过程和信元处理都比较复杂，大部分现有的 ATM 交换机都还不支持这些功能。

而且，为了降低成本及将网络管理功能集成在一个单一的硬件平台上，其余的 ATM 交换机试图使用标准计算机如个人计算机（PC）来实现用于监控一个连接或一组连接中的点对点 QoS 的监控系统。但是，由于 PC 的多任务操作环境，其它任务如用户的应用程序、屏幕保护、磁盘缓存甚至鼠标移动都会和监控系统竞争 CPU 周期，因此，就会限制监控测量的准确性和连续性，而监控系统本身是对时间很敏感的。

例如：监控系统必须在即将出局信元发送到网络之前对该出局信元加上时间标记，类似地，监控系统在从网络接收到入局信元时也必须对该入局信元加上时间标记。但是，PC 操作系统的资源共享则有可能使监控系统在计算时间标记时不准确。特别是，当一个入局信元到达时监控系统不能立即计算时间标记，也不能在传输出局信元之前立即计算时间标记，其部分原因是因为 PC 操作系统可能已经将当前的 CPU 周期分配给其它的任务，使得监控系统必须等待空闲的 CPU 周期。

因此，迫切需要一种用于 ATM 网络中的一个连接或一组连接的点对点 QoS 的运转监控的方法和系统，同时该方法和系统不具有上述各种缺点。

本发明的公开

在本文所公开并广义地描述的与本发明相关的方法和系统中，通

过在网络中建立与第一虚拟电路具有相同路径及其 QoS 参数的第二虚拟电路，来监控异步传输模式（ATM）的第一虚拟电路，并且通过确定第二虚拟电路的 QoS 参数来监控第一虚拟电路。具体地说，这些方法和系统通过在第二虚拟电路中传输的信元中插入监控信息，来确定第二虚拟电路的 QoS 参数。更进一步，这些方法和系统通过比较第二虚拟电路的 QoS 参数和第一虚拟电路的 QoS 参数来决定网络的报警信息。

具体的讲，本发明提供了一种用于监控网络中的第一虚拟电路的方法，第一虚拟电路具有一个路径和第一组服务质量参数，所述方法包括如下步骤：在网络中建立具有上述路径和第一组服务质量参数的第二虚拟电路；确定第二虚拟电路的第二组服务质量参数；和比较第二虚拟电路的第二组服务质量参数与第一虚拟电路的第一组服务质量参数，决定网络的报警信息，来监控第一虚拟电路。

本发明还提供了一种用于在计算机中对信元加上时间标记的方法，其中该计算机包含时钟、适配器驱动器、与通信网络接口的适配器卡，其中适配器卡包括存储器、处理器、中断控制器、寄存器，所述方法包含下列步骤：接收来自通信业务发生器所产生的信元；通过适配器驱动器将信元写到存储器中；将时钟的当前时间加入到信元中；通过驱动中断控制器在适配器卡内产生中断信号；和响应中断信号，并将该信元发送到网络中。

本发明还提供了一种用于在计算机中对信元加上时间标记的方法，该计算机包含存储器，时钟，适配器驱动器，和与通信网络接口的适配器卡，所述方法包含下列步骤：从网络中将信元接收到适配器卡内；将该信元存储到存储器中；在计算机内部产生中断信号；响应中断信号，适配器驱动器产生一个时钟的当前时间并将该时间存储到存储器中；将存储的时钟的当前时间加入到该信元中。

本发明还提供了一种用于监控网络中第一虚拟电路的计算机，该第一虚拟电路具有一路径和一组服务质量参数，所述计算机包括：用于建立到第二虚拟电路的连接的连接管理器，第二虚拟电路具有上述路径及第一组服务质量参数；用于在第二虚拟电路发送多个信元的通信业务发生器；通过确定第二虚拟电路上的第二组服务质量参数来监控第一虚拟电路的通信分析器。

本发明还提供了一种用于监控网络中一组虚拟电路的方法，该组虚拟电路的每一个虚拟电路都有一路径和第一组服务质量参数，上述方法包括下面步骤：建立网络中的第二虚拟电路，第二虚拟电路具有上述路径及第一组服务质量参数；确定第二虚拟电路的第二组服务质量参数；和比较第二虚拟电路的第二组服务质量参数与第一虚拟电路的第一组服务质量参数，决定网络的报警信息，来监控第一虚拟电路。

本发明还提供了一种计算机，用于在即将信元发送到通信网络之前对信元加上时间标记，该计算机包括：通过高速总线相互连接的存储器、中央处理器单元、中断控制器和 DMA 控制器并通过外部设备总线接口与以太网卡、适配器卡、二级存储器、输入设备及视频显示器相互连接。

根据本发明的方法和系统，具有通过使用标准 PC 能够准确一致地监控一个虚拟电路或一组虚拟电路的点对点的 QoS 参数的优点。而且，这种方法和系统具有在确定虚拟电路的 QoS 参数时不中断虚拟电路的服务、因此对网络用户来说是无侵入且透明的优点。最后本方法和系统和现有的任何 ATM 网络都是兼容的，不需要在网络交换器中实现特殊的昂贵的功能模块。

上述简介及下面对本发明的描述不应该限制本发明权利要求的范围。二者都提供了例子和解释以便其它人可以实施本发明。构成了对本发明的描述的一部分的附图，示出本发明的几个实施例。这些附图

与描述一起解释本发明的原理。

附图的简要说明

图 1 示出根据本发明一个实施例的具有用来监控虚拟电路的监控站的通信网络的方框图；

图 2 示出根据本发明的一个实施例的监控站的方框图；

图 3 示出根据本发明的一个实施例的网络适配器卡的方框图；

图 4 示出根据本发明的一个实施例的监控系统的方框图；

图 5 示出根据本发明的一个实施例的监控系统中的连接管理器所执行步骤的流程图；

图 6a 和 6b 示出根据本发明的一个实施例的监控系统中的通信业务发生器所执行步骤的流程图；

图 7a、7b 和 7c 示出根据本发明的一个实施例的监控系统中的通信业务分析器所执行步骤的流程图；

图 8 示出根据本发明的一个实施例当发送一个信元时监控系统中的适配器驱动器所执行步骤的流程图；

图 9 示出根据本发明的一个实施例当发送一个信元时监控系统中的适配器卡所执行步骤的流程图；

图 10 示出根据本发明的一个实施例当接收一个信元时监控系统中的适配器卡所执行步骤的流程图；

图 11 示出根据本发明的一个实施例当接收一个信元时监控系统中的适配器驱动器所执行步骤的流程图；

图 12 示出根据本发明的一个实施例的具有用来监控一组虚拟电路的监控站的通信网络的方框图；和

图 13 示出根据本发明的一个实施例的具有一个单独监控站的通信网络的方框图。

实现本发明的最佳模式

下面描述的本发明的实施例参照上述相关的附图。为了方便，在不同附图中的相同的标记数字涉及相同或相似的组成部分。

根据本发明的方法和系统，通过在网络中建立具有与第一虚拟电路（VC）相同路径及其 QoS 参数的第二虚拟电路（VC）来监控异步传输模式（ATM），并且通过确定第二虚拟电路（VC）的 QoS 参数来监控第一虚拟电路。具体地说，这些方法和系统通过将监控信息，例如，发送或接收时间标记和序列号，插入到监控站在第二虚拟电路发送和接收的信元中来确定第二虚拟电路的 QoS 参数。监控站通过比较第二虚拟电路的 QoS 参数和第一虚拟电路的参数来决定网络的报警信息。

关于在信元中的插入监控信息，监控站内的适配器驱动程序在将该信元发送到网络之前立即对该信元加上时间标记。具体地说，适配器驱动器将信元写入网络适配器卡的存储器中，并在适配器卡内即将生成中断信号之前对信元的有效负荷字段加上时间标记。响应中断信号，适配器卡的固件则将信元发送到网络中。

适配器驱动程序在从网络中接收一个信元后也立即对该信元加上时间标记。具体地说，适配器固件从网络中接收到一个信元后，立即在监控站生成一个中断信号。响应该中断信号，适配器驱动器立即对该信元内的有效负荷字段加上时间标记。

网络结构

图 1 是根据本发明一个实施例的通信网络 140 的方框图。如附图所示，网络 140 包括监控站 100A 和 100B、源节点 120、目的节点 130、交换机 105、110，和 115。具体地说，源节点 120 通过虚拟电路（VC）150 与目的节点 130 进行通信，虚拟电路 150 经过交换机 105、110 和 115。监控站 100A 通过虚拟电路（VC）160 与监控站 100B 进行监控信息通信，虚拟电路（VC）160 具有与 150 相同的经交换机 105、110，115 的路径以及 QoS 参数。相应地，监控站 100A 通过监控 VC 160 内的点对点的 QoS 可以监控 VC 150 内的点对点的 QoS。

监控站 100A 在每个信元的有效负荷中插入监控信息,并在 VC 160 中传送这些信元。这些信元通过交换机 105、110 和 115,到达监控站 100B,其中交换机可以是例如 ATM 交换机。监控站 100B 则将各个信元反向传送到 100A。当监控站 100A 接收到返回的信元时,监控站 100A 根据信元的往返传输时间来检测 VC 150 的点对点 QoS。作为一种替换的方法,在另一个实施例中,监控站 100B 在将信元返回到监控站 100A 之前,也可以在该信元的有效负荷中插入监控信息,在该替换实施例,监控站 100A 可以根据单程传输时间来检测 VC 150 的点对点的 QoS。

图 2 是根据本发明一个实施例,例如,监控站 100A 的方框图。监控站 100A 可以包括一个个人计算机(PC),该计算机具有存储器单元 200、中央处理器单元 200 (CPU) 210、中断控制器 215、直接存储器存取 (DMA) 控制器 220、高速总线 222、外部设备总线接口 225、外部设备总线 260、以太网卡 230、适配器卡 235、二级存储器 240、输入设备 240 及视频显示器 250。存储器单元 200、CPU 210、中断控制器 215 和 DMA 控制器 220 通过高速总线 222 相互连接。更进一步,存储器单元 200、CPU 210、中断控制器 215 和 DMA 控制器 220 通过外部设备总线接口 225 与外部设备总线 260、以太网卡 230、适配器卡 235、二级存储器 240、输入设备 245 及视频显示器 250 相互连接。

存储器单元 200 包括监控系统 201 和操作系统 209,监控系统 201 和操作系统 209 都包含 CPU 210 执行的一组指令。存储器单元 200 可以例如包含一个 32M 大小的随机存取存储器 (RAM),而 CPU 210 可以例如包含一个 200MHz 的奔腾处理器。监控系统 201 包括一个监控程序 (INQUIRE) 202、网络管理程序 204、适配器驱动器应用程序接口 (API) 206 及适配器驱动器 208。操作系统 209 可以包括 Windows NT 操作系统。API 206 可以包含 WinSock2™ 软件。操作系统 209 和

API 206 都来自微软公司。

二级存储器 240 包括计算机可读介质如磁盘驱动器和磁带驱动器。软件和数据可以从磁带驱动器上下载到磁盘驱动器中，然后由磁盘驱动器再拷贝到存储器单元 200 中。同样，存储器单元 200 中的软件和数据也可以拷贝到磁盘驱动器中，然后再下载到磁带驱动器中。

图 3 是根据本发明一个实施例的网络适配器卡 235 的方框图。如附图所示，适配器卡 235 包括电可编程只读存储器（EPROM）300、存储器单元 305、中央处理器单元 200（CPU）310、外部设备总线接口 315、直接存储器存取（DMA）控制器 320、中断控制器 325、存储体 330、以及链接接口 335，所有这些组成部分都与适配器总线 340 相接。

EPROM 300 包括适配器固件 302，CPU 310 执行固件 302。存储器单元 305 包括数据和一组指令，CPU 310 执行这些指令。存储体 330 包括一个发送（Tx）寄存器存储体 334 和一个接收（Rx）寄存器存储体。Tx 寄存器存储体和 Rx 寄存器存储体包含一个指针寄存器和一个命令寄存器。外部设备总线接口 315 与外部设备总线 260 相接。适配器卡 235 通过链接接口 335 与网络 140 相接。

图 4 是根据本发明一个实施例的监控系统 201 的方框图。如附图所示，监控系统 201 包括监控程序网络管理程序 204、INQUIRE 202、API 206 及适配器驱动器 208。网络管理程序 204 建立、保持、终止网络 140 中的任何两点间的永久虚拟电路。具体地说，网络管理程序 204 借助以太网卡 230 与交换机 105, 110 和 115 进行通信。以太卡 230 则通过，例如一个网际协议（IP）网络（附图中未示出）与交换机 105, 110 和 115 相接。网络管理程序 204 可以通过给每一个交换机 105, 110, 115 发送特定交换命令来建立 VC 160，该特定命令规定 VC 160 必须要经过的每一个交换机的入口和出口。此外，网络管理程序 204 同样

建立具有与 VC 150 相同的路径和 QoS 参数的 VC 160。网络管理程序可以包括交换机的配置软件，该配置软件对于每个交换机是特定的，且一般由相应的交换机制造商提供。

INQUIRE 202 一般发送和接收信元，确定并分析实时的 QoS 测量值，确定并分析 QoS 的统计数据，图形显示这些测量值和统计数据，显示不满足 QoS 的底线报警，以及在数据库 415 中存储 QoS 的测量值和统计值。更进一步，INQUIRE 202 通过 API 206 调用适配器驱动器 208 来建立一个到 VC 160 的套接口（socket）并在每一个 VC 160 上的发送和接收信元的有效负荷中插入监控信息。为提高插入到每一个信元的有效负荷中的监控信息的准确性，INQUIRE 202 和适配器驱动器 208 被赋予高优先级。

INQUIRE 202 包括连接管理器（CM）400、通信业务发生器（TG）405，通信业务分析器（TA）410，和数据库 415。CM 400 一般协调 TA 410 和 TG 405 之间的通信，启动和终止监控会话，并处理主要的图形用户接口。TG 405 一般构成出局信元的有效负荷，并将这些信元传送给 CM 400 以便再传送到网络 140 上。TA 410 主要确定 QoS 的统计数据，并将这些统计数据进行分析并存储到数据库 415 中，以及提供图形用户接口来显示 QoS 的统计和报警。下面详细列出 CM 400、TG 405 和 TA 410 各部分执行步骤的流程图。

图 5 是根据本发明一个实施例的 CM 400 所执行步骤的流程图。CM 400 初始化数据库 415 和程序变量（步骤 500），接着 CM 400 初始化适配器卡 235（步骤 502）。CM 400 显示主会话框（步骤 504），提示用户输入（步骤 506）。

如果用户输入一个请求（步骤 508），接着 CM 400 确定用户的请求是否是一个新的监控会话（步骤 512）。如果用户请求一个新的监控会话给监控器（步骤 514），例如，在网络 140 中建立源节点 120

和目的节点 130 之间的 VC 150，CM 400 就显示一个会话框用来输入监控参数（步骤 532）。

接着 CM 400 提示用户确定下列监控参数（步骤 534）：虚拟路径标识符（VPI）、虚拟电路标识符（VCI），VCI 识别，例如 VC 160 以及一组 QoS 底线参数，这些 QoS 参数包括例如信元传送延迟、信元延迟变化、以及信元损耗比等。用户必须为定义一个用于 VC 160 的 VPI 和一个 VCI，网络管理程序 204 已经建立与 VC 150 相同的路径。同样，用户必须确定 VC 160 的底线 QoS 以便使之与已协商的 VC 150 的 QoS 相匹配。用户还要确定这个监控会话的开始时间、持续时间、终止时间以及监控站 100A 在 VC 160 上产生信元的速率。

CM 400 接着建立一个连接到 VC 160（步骤 536），VC 160 已经由网络管理程序 204 建立。具体地说，CM 400 调用适配器驱动器 208 并通过适配器卡 235 建立所要建立的连接。CM 400 接着创建任务 TG 405（步骤 538）和任务 TA 410（步骤 540）。然后 CM 400 检查来自 TG 405 和 TA 410 的任何信息（步骤 524）。

如果用户没有输入一个请求（步骤 510），那么 CM 400 就要在存储器单元 200 中的内部过程的消息队列中确定是否有来自 TG 405 和 TA 410 的任何信息（步骤 524）。如果在任何内部过程消息队列中存在一个消息（步骤 526），CM 400 就处理这个消息（步骤 530）。接着，CM 400 检查是否有任何更多的用户输入（步骤 506）。

如何用户输入一个请求（步骤 508），且用户没有要求一个新的监控会话（步骤 516），CM 400 就要确定是否用户要求终止一个监控会话时间（步骤 518）。如果用户没有要求终止一个监控会话时间（步骤 520），CM 400 就查找是否有来自 TG 405 和 TA 410 的任何消息（步骤 524）。如果用户要求终止一个监控会话（步骤 522），CM 400 则释放所有的程序缓冲器和分配给这个监控会话的队列（步骤 542）。

然后 CM 400 将 QoS 统计数据注册到数据库 415 中（步骤 544），这些 QoS 统计数据是在监控会话过程中测得的，并且存储在存储器单元 200 中。接着，CM 400 通知 TG 405 和 TA 410 终止该监控会话（步骤 546）。

图 6a 是根据本发明一个实施例的 TG 405 所执行步骤的流程图。TG 405 初始化数据库 415 和程序变量（步骤 600）。TG 405 接着通过 VC 160 执行与远程监控站 100B 协议的信号交换（步骤 605）。然后 TG 405 产生一个 48 字节的信元有效负荷，并通过调用适配器驱动器 208 来将监控信息插入到该有效负荷中（步骤 610）。具体地说，监控信息可以包括例如表示当前时间和序列号的传输时间标记。适配器驱动器 208 所要执行的步骤就是在信元的有效负荷中插入传输时间标记，具体详述如下。

TG 405 接着立即将 VC 160 上的信元传输到网络 140 中，并更新 VC 160 的 QoS 统计数据，这些统计数据可以包括例如 TG 405 已经传输的信元总数（步骤 615）。然后 TG 405 根据信元的传输率来决定下一个信元的传输时间，信元的传输率已经由用户定义并存储到数据库 415 中。（步骤 620）。接着 TG 405 调度一个用于下一个信元传输的中断（步骤 625）。

TG 405 检查用于来自 CM 400 或 TA 410 的任何消息的内部过程消息队列（步骤 630）。如果在任何的内部过程消息队列存在一个消息（步骤 640），TG 405 就处理这个消息（步骤 645）。然后 TG 405 检测队列中的更多信息（步骤 630）。如果任何一个队列中都没有消息（步骤 635），TG 405 则继续检测消息（步骤 630）。

图 6b 是根据本发明一个实施例的当 TG 405 接到一个中断后所执行步骤的流程图。在步骤 625 之后的任何一个时间点上，TG 405 可以经中断控制器 215 接收一个中断以发送一个信元（步骤 650）。如上

所述，TG 405 将产生一个信元的有效负荷，并在有效负荷中插入监控信息（步骤 655）。

具体地说，监控信息可以包括例如表示当前时间和序列号的时间标记。TG 405 接着将 VC 160 上的信元传输到网络 140，并在数据库 415 中更新 VC 160 的 QoS 统计数据（步骤 655）。然后 TG 405 根据用户所定义的信元传输速率确定下一个信元的传输时间（步骤 660），接着 TG 405 为下一个信元传输准备一个中断（步骤 665）。然后 TG 405 返回到处理中的某点，在该点它接收到中断（步骤 670）。

图 7a 是根据本发明一个实施例的 TA 410 所执行步骤的流程图。TA 410 初始化数据库和程序变量（步骤 700）。接着 TA 410 建立两个中断：定时器中断和信元到达中断（步骤 702）。定时器中断在 CPU 210 的固定间隔如 100ms 的时间内产生一个中断。只要适配器卡 235 从网络 140 中接收到一个信元，信元到达中断就会在 CPU 210 产生一个中断。如下详述，在一个信元到达中断中，TA 410 通常根据最新到达的信元中的有效负荷中的监控信息来测量 VC 160 的 QoS 参数，而在一个定时器中断中，TA 410 通常根据已经测量的 QoS 参数重新计算 VC 160 的 QoS 统计数据及报警状态。

当建立完定时器中断和信元到达中断后，TA 410 为显示 QoS 测量数据及 QoS 统计数据产生一个会话框（步骤 704）。具体而言，QoS 测量数据可以包括例如信元传输延迟。信元传输延迟表示信元的有效负荷中发送时间标记和到达时间标记之间的差。会话框中显示的 QoS 统计数据可以包括例如已发送信元的总数、已接收信元的总数、信元延迟的变化、信元损耗比、最小信元传输延迟、最大信元传输延迟、以及平均信元传输延迟，这些统计数据的定义参见 ATM 论坛-通信业务管理规范第 4 版（ATM 论坛/95-0013R10，1996 年 2 月）。

图 7b 是根据本发明一个实施例的当 TA 410 接收到一个定时中断

器后所执行步骤的流程图。在步骤 702 之后的固定时间间隔内，TA 410 接收一个定时器中断（步骤 722）。然后 TA 410 按照下列步骤确定 VC 160 的 QoS 统计数据：TA 410 从数据库 415 中读取到达 VC 160 的最后一个信元的 QoS 测量数据，TA 410 将这个最后到达的信元的信元传输延迟和存储在数据库 415 的最大信元传输延迟及最小信元传输延迟进行比较。如果这个信元的信元传输延迟大于最大信元传输延迟，TA 410 就将最大信元传输延迟设定为这个信元的信元传输延迟。如果这个信元的信元传输延迟小于 VC 160 的最小信元传输延迟，TA 410 就将信元传输的最小延迟设定为该最后信元的信元传输延迟。最后根据这个最后信元的信元传输延迟，TA 410 将 TG 405 发送的和 TA 410 接收的每一个信元的信元传输延迟累加再除以 TA 410 接收到的信元的总数，就计算出了一个新的平均信元传输延迟。

如果 TA 410 已经计算了一个新的最大信元传输延迟或最小信元传输延迟，接着 TA 410 从最大信元传输延迟中减去最小信元传输延迟就得到了一个新的信元延迟的变化。然后 TA 410 按照下述步骤计算一个新的信元损耗比：TA 410 通过在从 TA 410 接收到的前一个信元的序列号中减去新到达的信元的序列号来增加一个信元损耗计数器，TA 410 接着将信元损耗计数器的内容除以新到达的信元的序列号，最后，TA 410 将新计算出来的 QoS 统计数据存储到数据库 415 中。

TA 410 通过将步骤 724 确定的 QoS 统计数据和 VC 160 的底线 QoS 参数进行比较来决定 VC 160 的报警信息（步骤 726）。VC 160 的底线 QoS 参数如下确定：TA 410 从数据库 415 中读取 QoS 的底线参数，例如平均信元传输延迟、信元延迟的变化及信元损耗比。如果 TA 410 计算的 VC 160 的任何一个 QoS 统计数据超出这些底线参数，TA 410 就更新报警信息，这些报警信息表示 QoS 统计数据与底线 QoS 参数之间的差并由 TA 410 进行存储。最后，TA 410 在显示 QoS 统计数据和 QoS 测量数据的会话框内显示新计算的 QoS 统计数据和报警状态

信息（步骤 728）。然后 TA 410 返回到它接收到定时器中断的过程点上（步骤 730）。

图 7c 是根据本发明一个实施例的当 TA 410 接收到一个信元到达中断后所执行步骤的流程图。当一个信元到达适配器卡 235 时，中断控制器 235 在 CPU 210 中产生一个中断，使适配器驱动器 208 在新到达信元的有效负荷中插入一个到达时间标记（步骤 732）。适配器驱动器 208 在新到达信元的有效负荷中插入一个到达时间标记的步骤具体详述如下。

TA 410 接着按照下述步骤根据信元有效负荷上的时间标记和序列号的监控信息来测量 VC 160 的 QoS（步骤 734）：TA 410 从信元的有效负荷中读取序列号、传输时间标记和收到时间标记。TA 410 通过从收到时间标记中减去传输时间标记来计算该信元的信元传输延迟，并将该结果存储到数据库 415 中，再在前面产生的会话框中显示该结果（步骤 736）。然后 TA 410 返回到它接收到信元到达中断的过程点上（步骤 738）。

图 8 到图 11 的流程图共同描述了根据本发明一个实施例的适配器驱动器 208、适配器固件 302 在时间标记 ATM 信元时所执行的步骤。但是，在一个替换的实施例中，即当在除 ATM 网络之外的通信网络中发送和接收数据分组时，监控站通常可以执行这些相同的步骤以对这些分组加上时间标记。例如，一个监控站可以执行下述的附图 8 到附图 11 步骤，以对用于监控分组交换通信网络的数据分组加上时间标记。

图 8 是根据本发明一个实施例的当发送一个信元时适配器驱动器 208 所执行步骤的流程图。适配器驱动器 208 将该信元存储到适配器卡的存储器 305 中（步骤 800），并在 Tx 寄存器存储体 334 的指针寄存器中存储该信元的地址（步骤 805）。适配器驱动器 208 在该信元

的有效负荷中插入时间标记和序列号（步骤 810）。适配器驱动器 208 接着写一个发送命令给 Tx 寄存器存储体 334 的命令寄存器（步骤 812），该命令驱动中断控制器 325 在适配器卡 235 上产生一个硬件中断（步骤 814）。

图 9 是根据本发明一个实施例的当中断控制器 325 在适配器卡 235 内产生一个硬件中断时适配器卡 235 所执行步骤的流程图。适配器固件 302 读取 Tx 寄存器存储体 334 的命令寄存器的命令代码。适配器固件 302 确定该命令是否是一个发送命令（步骤 905）。如果这个命令不是 SEND（发送）命令（步骤 910），适配器固件 302 就处理这个命令代码（步骤 915）。

如果该命令代码是一个 SEND 命令（步骤 920），适配器固件 302 就从 Tx 寄存器存储体 334 的指针寄存器中读取存储在适配器卡存储器 305 的信元的地址（步骤 925）。适配器固件 302 接着指示 DMA 控制器 320 从适配器卡存储器 305 中读取该信元（步骤 930）并将该信元通过链接接口 335 传送到网络 140 上（步骤 935）。

图 10 是根据本发明一个实施例的、当适配器卡 235 接收一个信元时所执行步骤的流程图。适配器卡 235 通过链接接口 335 从网络 140 上接收一个信元（步骤 1000）。适配器固件 302 通过外部设备总线接口 315、外部设备总线 260 和外部设备总线接口 225 将该信元存储到存储器单元 200 中（步骤 1005）。适配器卡 235 将信元的存储器地址存储到 Tx 寄存器存储体 332 的指针寄存器内（步骤 1010）。接着，中断控制器 325 在 CPU 210 内产生一个中断（步骤 1015）。

图 11 是根据本发明一个实施例的当 CPU 210 接收一个中断后适配器驱动器 208 所执行步骤的流程图。适配器驱动器 208 产生一个当前时间的的时间标记并存储到存储器单元 200 内（步骤 1100）。适配器驱动器 208 从 Tx 寄存器存储体 332 的指针寄存器内读取该信元的存

存储器地址（步骤 1105）。然后适配器驱动器 208 在 TA 410 上产生一个信元到达中断（步骤 1115）。

如上所述，当监控站 100A 根据信元往返传输的时间来测量 VC 160 的点对点的 QoS 时，监控站 100B 在将信元发送回到监控站 100A 之前，并不在信元的有效负荷中插入监控信息。但是，在一个实施例中，当监控站 100A 通过信元单向传输的时间来测量 VC 160 的点对点的 QoS 时，监控站 100B 在发送信元返回到监控站 100A 之前，必须在信元的有效负荷中插入监控信息，在这种实施例中，监控站 100A 必须同步于监控站 100B，这样使得 QoS 测量值准确和一致。

根据本发明一个实施例，监控站 100A 和 100B 可以使用各种方法以获得时钟同步。例如：全球定位系统（GPS）接收器可以周期性地在地面系统与轨道卫星的星座同步到例如 10ns 或更短的时间内。而监控站 100A 和 100B 可以使用网络时间协议（NTP）来周期性地与互连网时间服务器同步。其准确性与时间服务器的层级和连接时间服务器的方法有关。作为一种替代方法，监控器 100A 和 100B 还可以通过电路交换连接与普通服务器周期性地同步。每一个监控站可以建立一个到普通服务器的电路交换链接，并发送消息到该服务器。这个服务器对该信息加上时间标记并将该信息返回到监控站，监控站可以将传播延迟减少到往返延迟的一半，并将该传播延迟累加到每一个时间标记，以用来同步监控站与普通服务器的时钟时间。

图 12 是根据本发明一个实施例的一个通信网络 1240 的方框图，通信网络 1240 包括用来监控一组虚拟电路的监控站。如附图所示，网络 1240 包括监控站 1200A 和 1200B、源节点 1220、目的节点 1230、和交换机 1205，1210，1215。交换机 1205、1210、1215 可以是例如 ATM 交换机。具体地说，源节点 1220 与目的节点 1230 通过一组经过交换机 1205、1210、1215 的虚拟电路（VC）1250₁ 至 1250_N 进行通信。VC1250₁ 和 1250_N 每一个都有相同的 QoS 参数及经过交换机 1205、

1210、1215 的相同路径。监控站 1200A 与监控站 1200B 通过 VC 1260 进行监控信息的通信，VC 1260 具有与 VC 1250_i 和 1250_N 相同的 QoS 参数及相同的路径。更进一步，监控站 1200A 可以通过执行上述图 5 到图 8 的各个步骤来监控 VC1250_i 至 1250_N 的点对点的 QoS。

在本发明的再一个实施例中，一个单独的监控站监控通信网络 1340 内的单个虚拟电路 (VC) 或一组虚拟电路(VC)。图 13 是网络 1340 的方框图，它包括监控站 1300、源节点 1320、目的节点 1330、虚拟电路 (VC) 1350 和 1360 以及交换机 1305、1310、1315。交换机 1305、1310、1315 可以是例如 ATM 交换机。源节点 1320 与目的节点 1330 通过 VC 1350 进行通信。如附图所示，VC 1350 和 1360 每一个都有相同的 QoS 参数及经过交换机 1305、1310、1315 的相同路径。相应地，监控站 1300 通过监控 VC 1360 的 QoS 参数来监控 VC 1350 的 QoS 参数。具体地说，监控站 1300 可以包括如一个具有 ATM 适配器卡的个人计算机 (PC)，并可以执行上述图 5 到图 8 的各个步骤。

在监控站 1300 或其它不同的计算机上的网络管理程序 (未示出) 通过指定 VC 1360 经过的每个交换机 1305、1310、1315 的输入和输出端口，可以建立具有与 VC 1350 相同的路径和 QoS 参数的 VC 1360。更进一步，网络管理程序配置交换机 1315 使得 VC 1360 在交换机 1315 内实现环路返回。通过环路返回配置，交换机 1315 对监控站 1300 在交换机 1315 内发送的信元择路发送，并经交换机 1310 和 1305 将其发送回监控站 1300。相应地，监控站 1300 可以通过确定 VC 1360 的 QoS 参数来监控 VC 1350 的点对点的 QoS 参数。

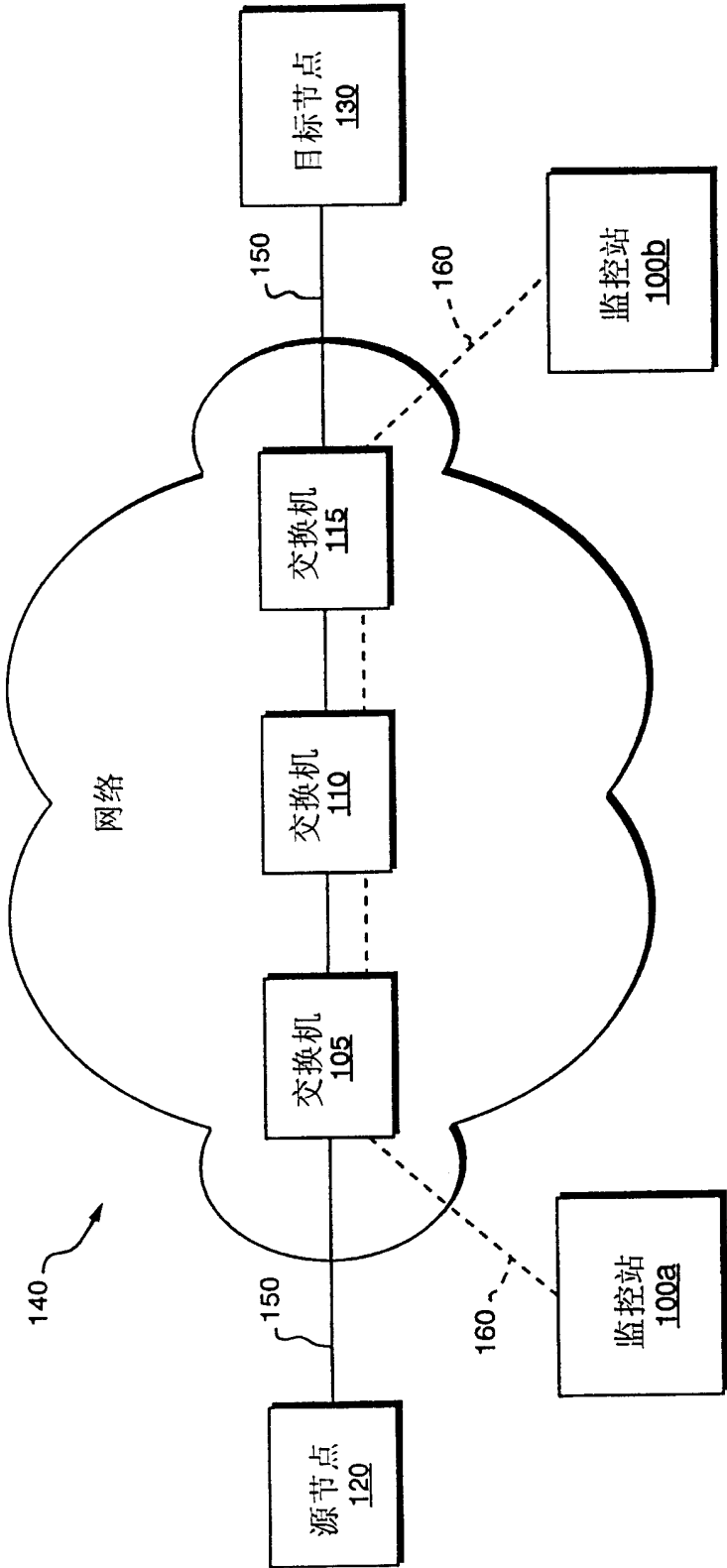


图1

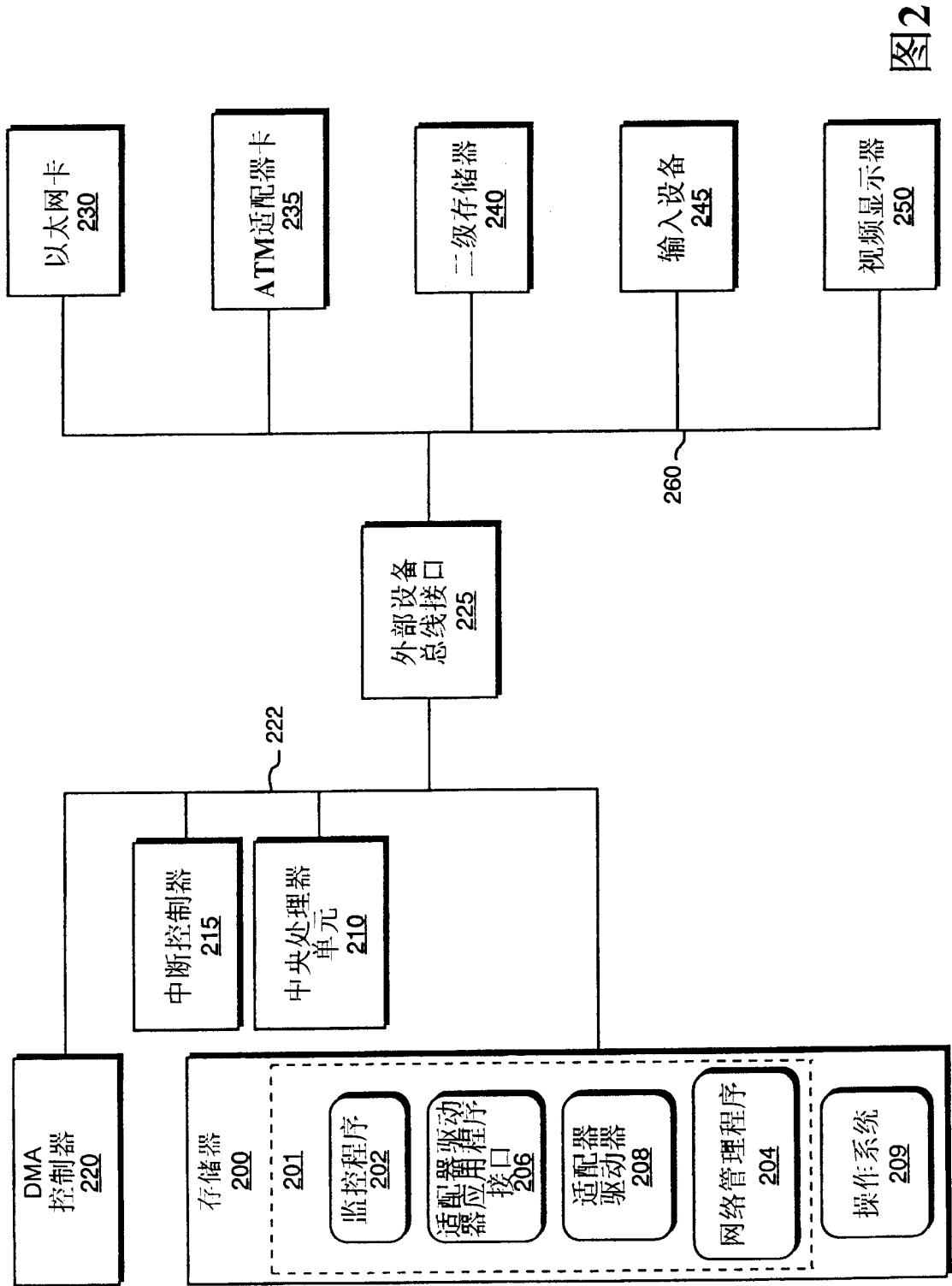
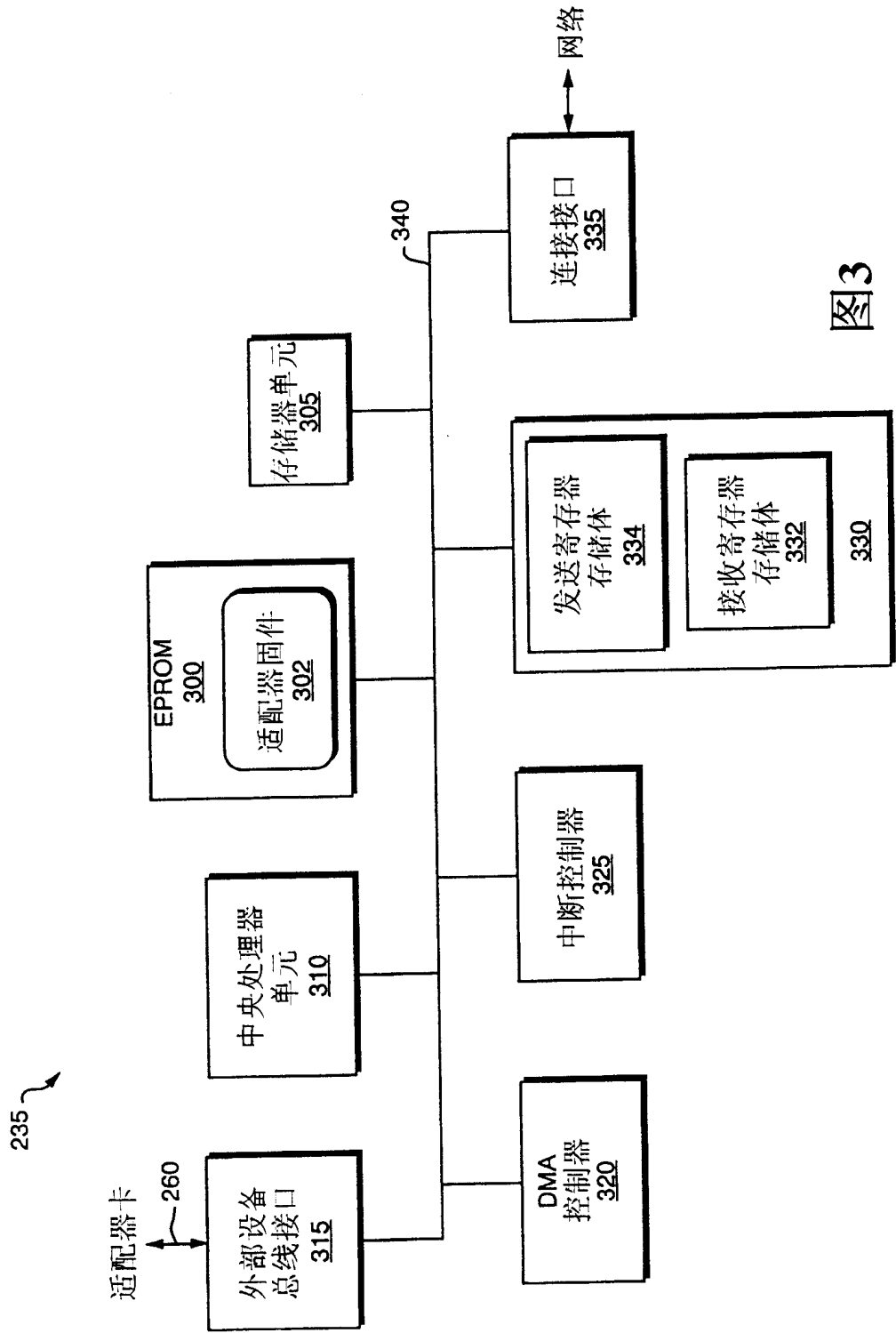


图2



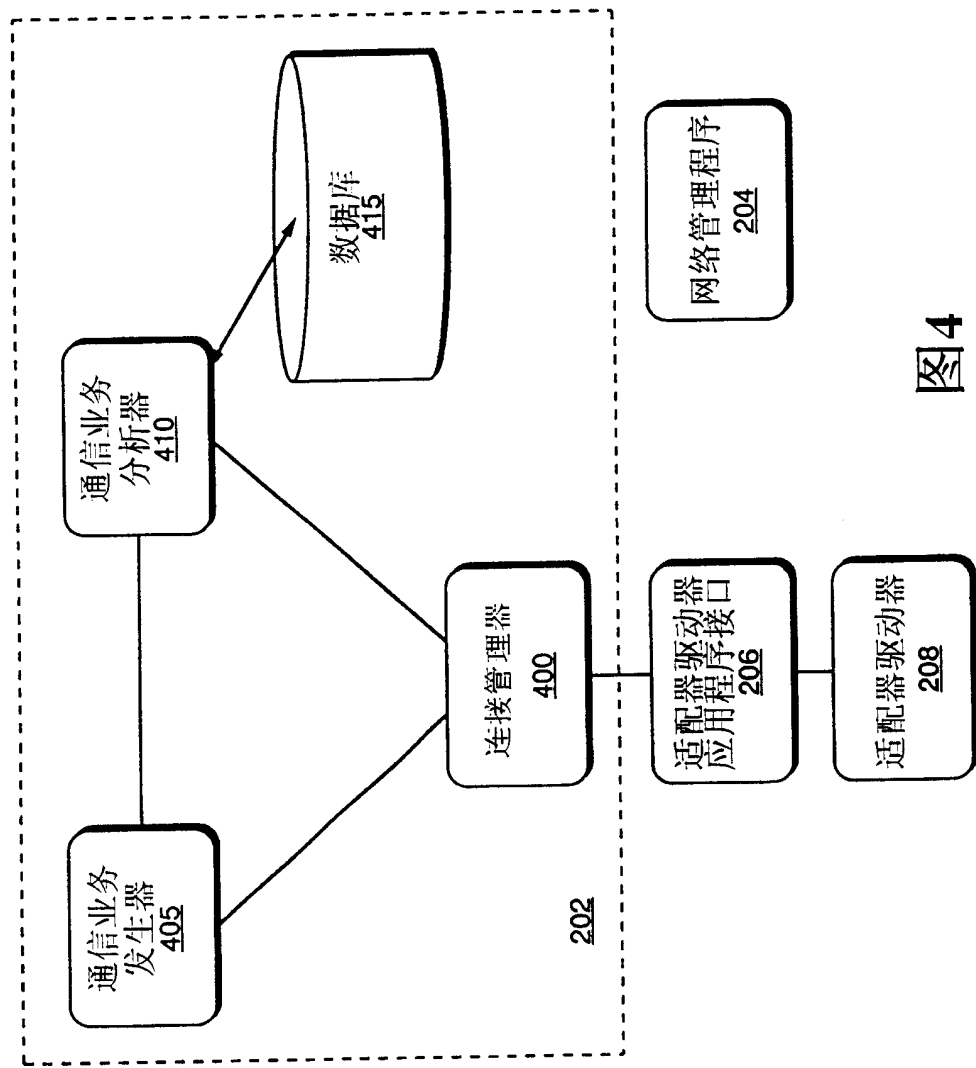


图4

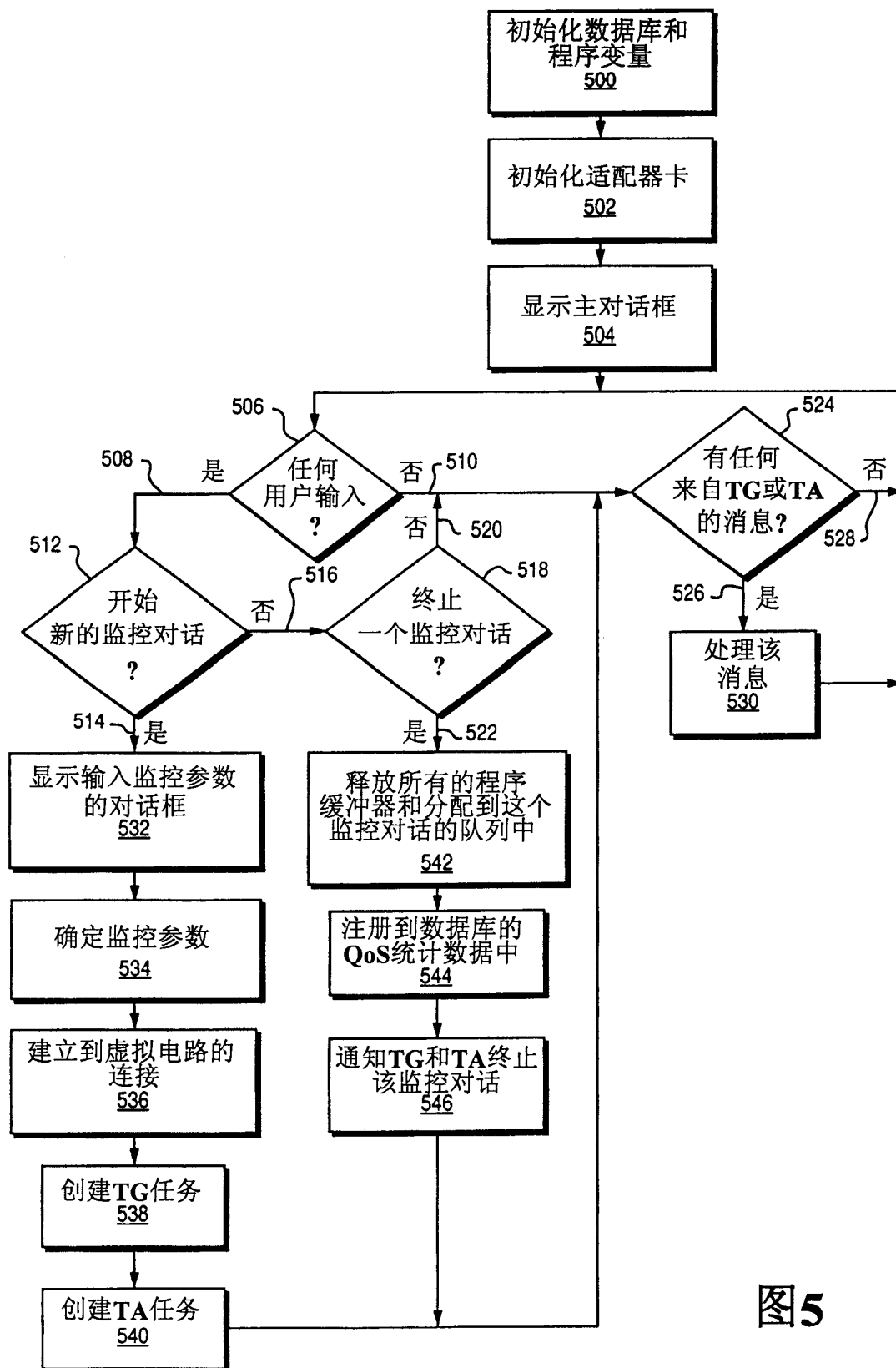


图5

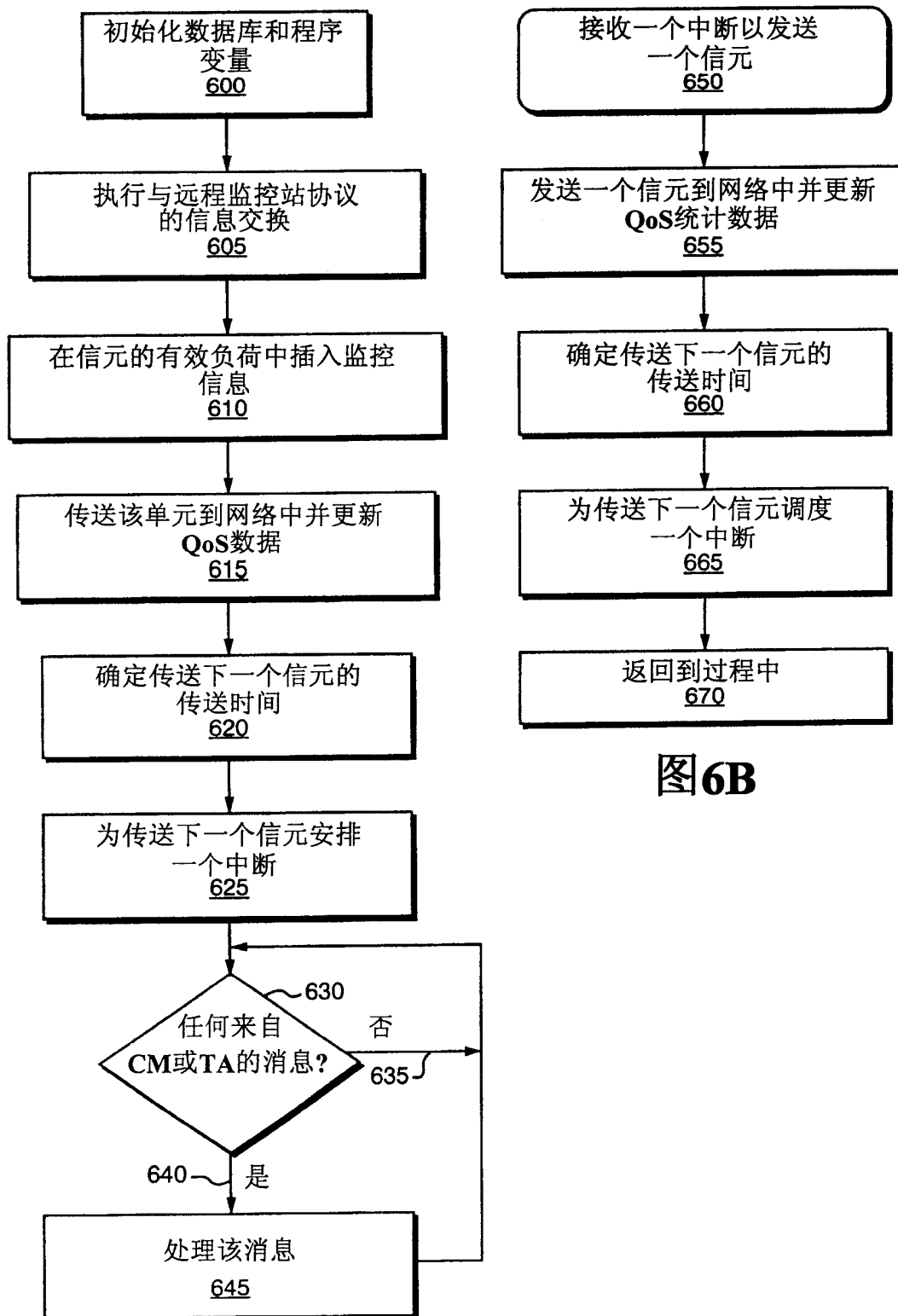


图6B

图6A

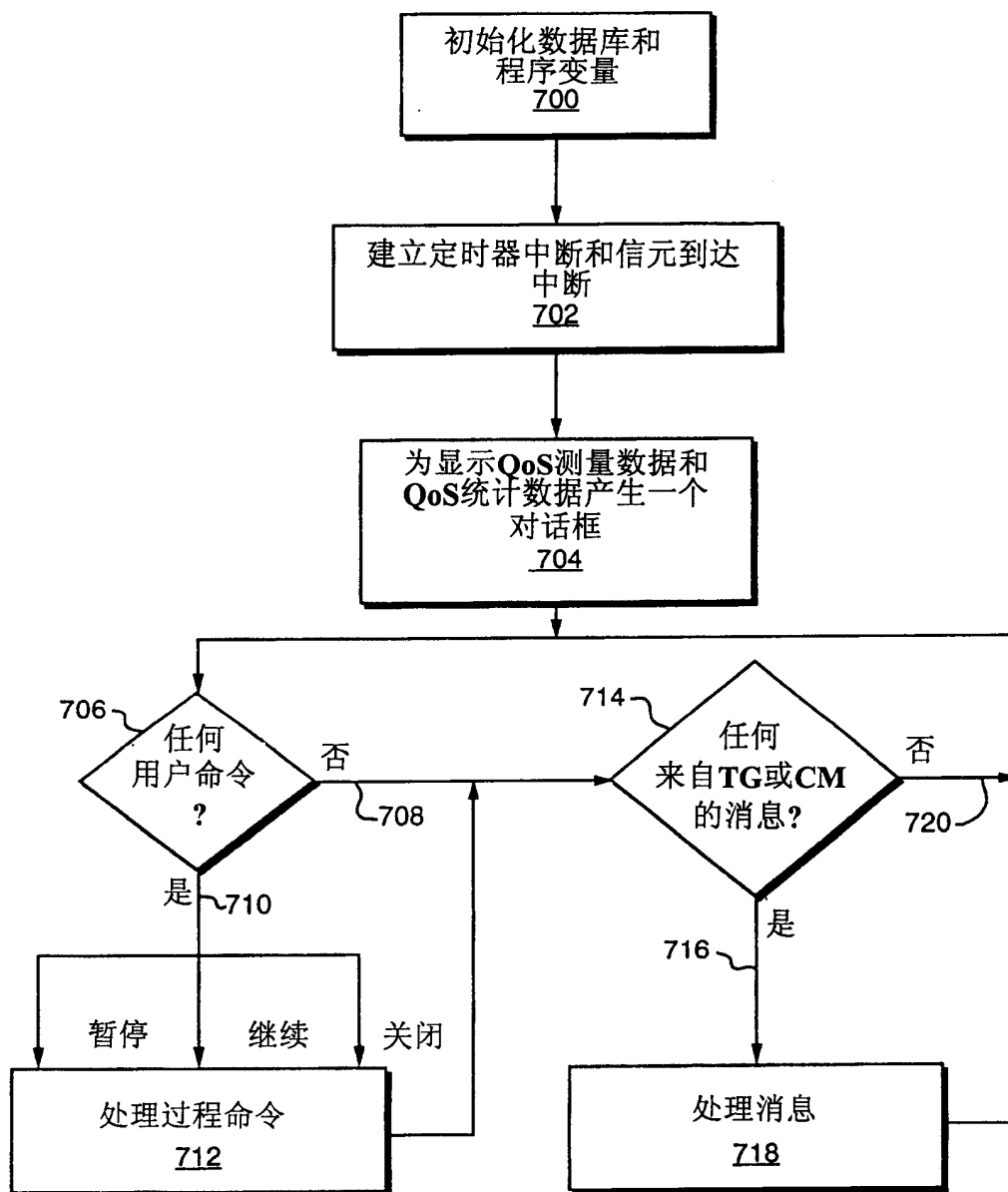
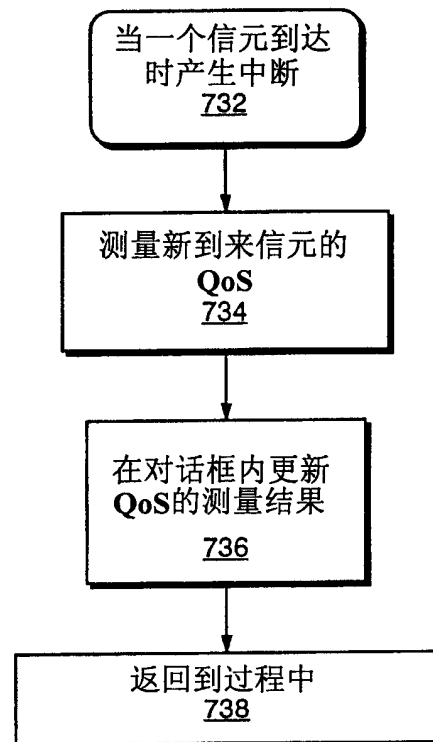
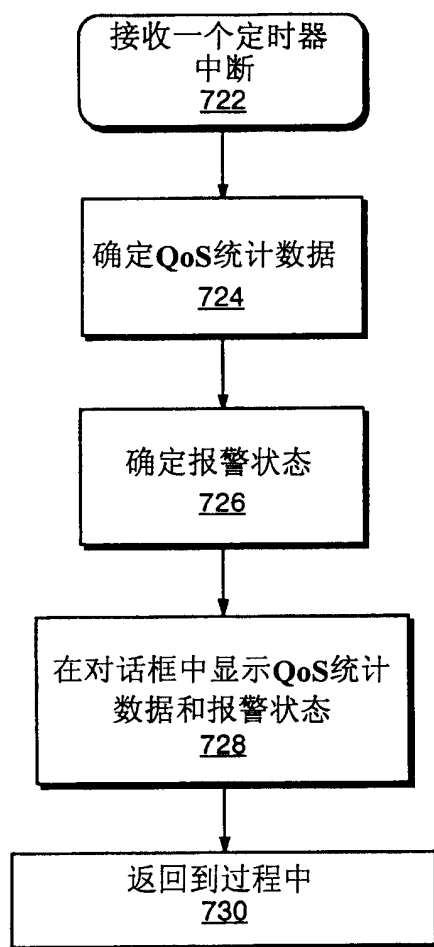
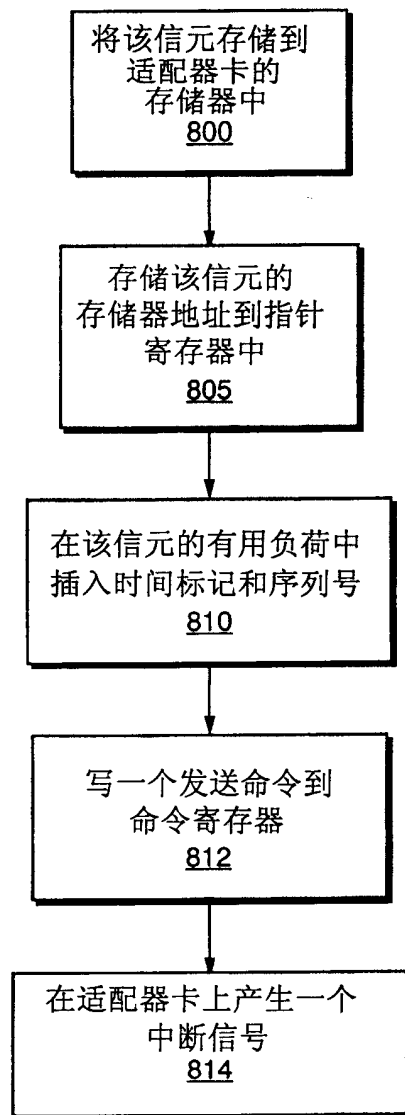


图7A



**图8**

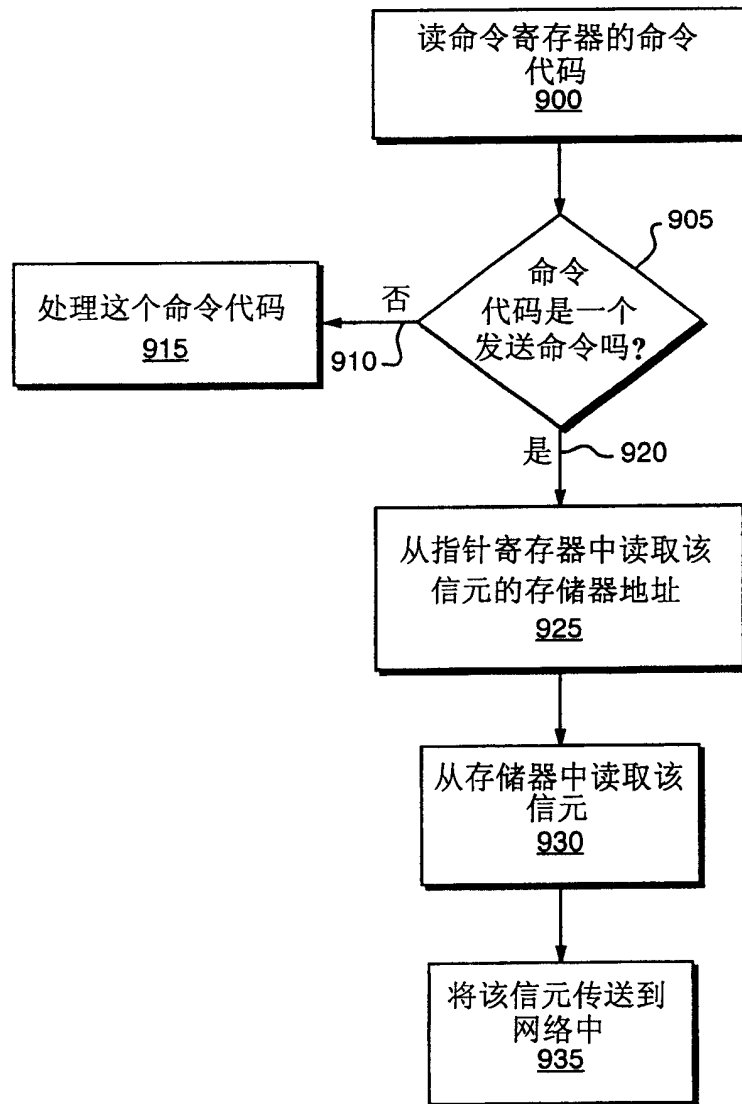
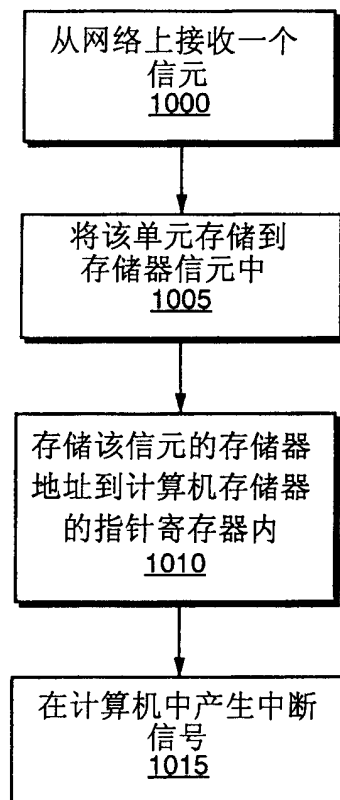


图9

**图10**

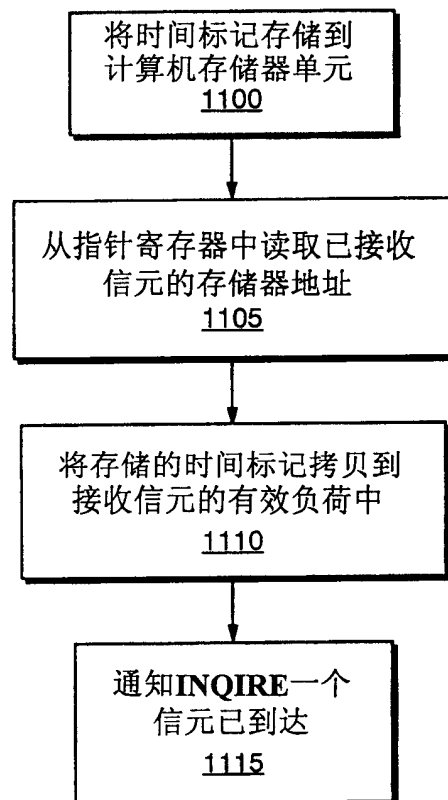


图11

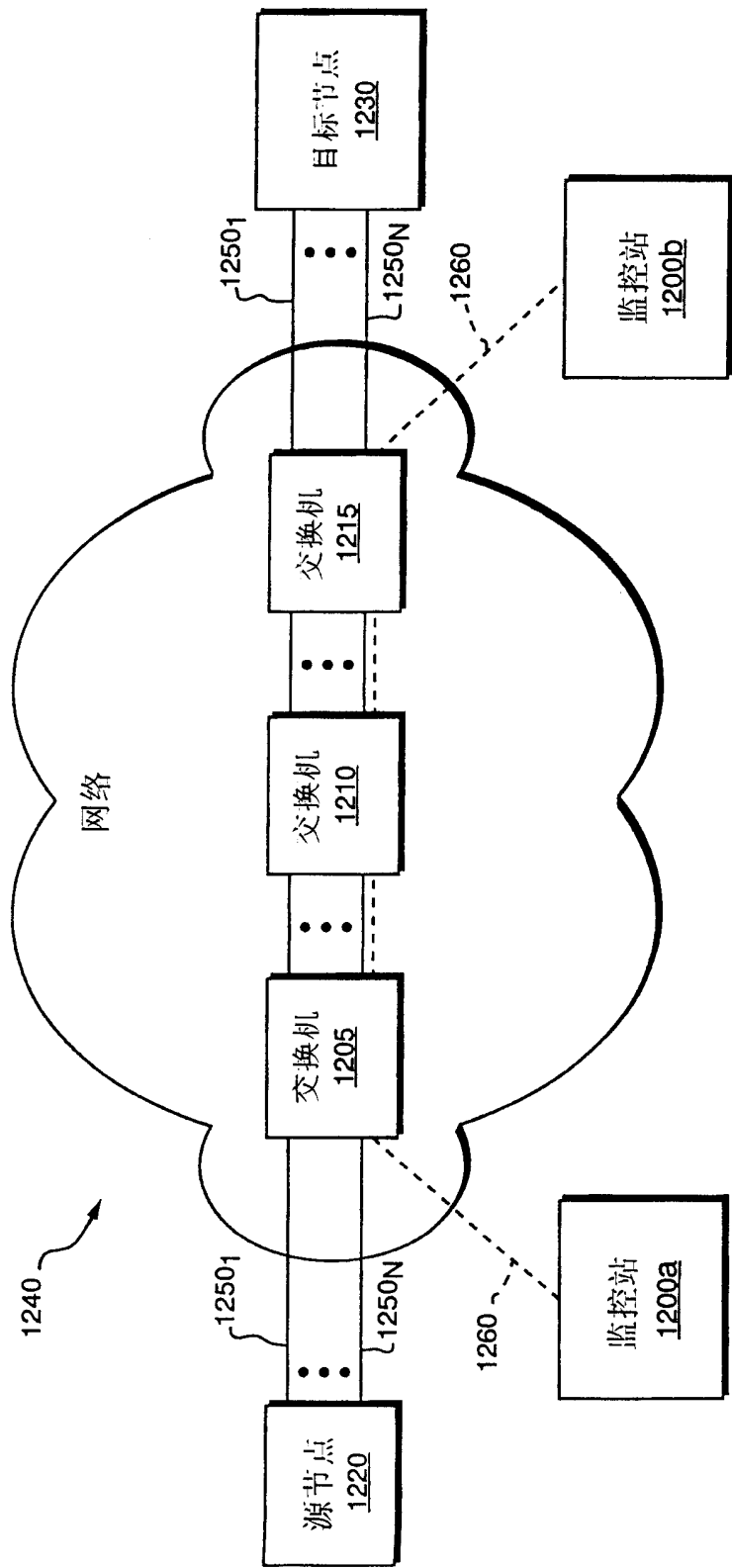


图12

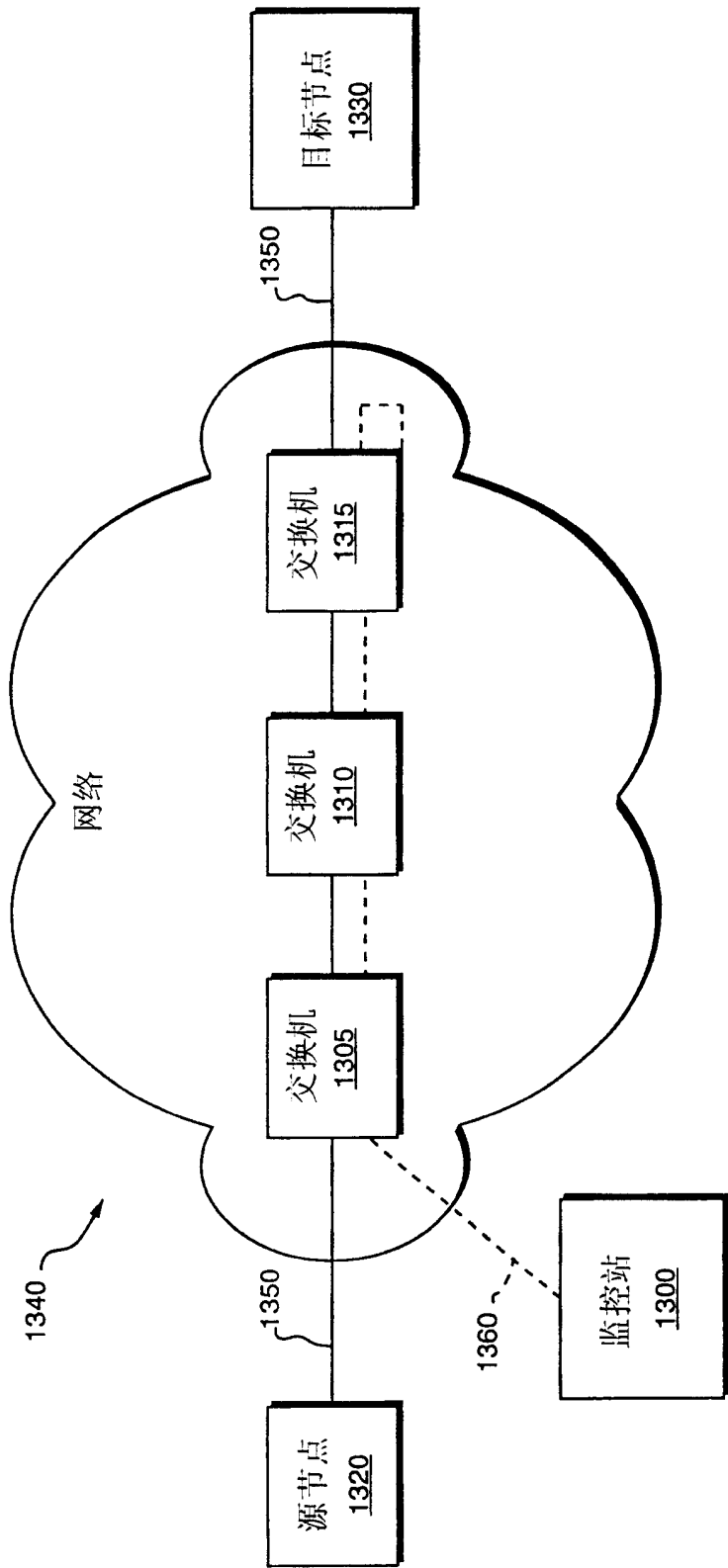


图13