

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04W 72/12 (2009.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02811679.8

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100584125C

[22] 申请日 2002.4.11 [21] 申请号 02811679.8  
[30] 优先权

[32] 2001.4.12 [33] US [31] 60/283,885

[32] 2001.10.10 [33] US [31] 09/974,933

[86] 国际申请 PCT/US2002/011639 2002.4.11

[87] 国际公布 WO2002/085061 英 2002.10.24

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.11

[73] 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 R·K·潘卡纪

[56] 参考文献

US5923650A 1999.7.13

CN1286000A 2001.2.28

审查员 刘琼艳

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
代理人 钱慰民

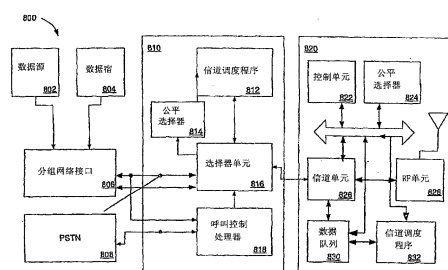
权利要求书 3 页 说明书 36 页 附图 15 页

## [54] 发明名称

在无线通信系统中调度发送的方法和设备

## [57] 摘要

用于通用化调度程序(400)的方法和设备,用于调度通信系统(100,120)中的发送。通过信道条件和公平标准的优先级函数定义调度程序。通用化调度程序适用于应用信道条件量度和用户公平量度的多种组合。调度程序区分用户类别,允许单独处理每个类别。在一个实施例中,系统控制器接收多个用户(1202)中的每一个的传递优先级参数(DPP),并把每个 DPP 映射为对应的公共映射优先级参数(MPP)(1206)。确定工作点(1208),以及把每个用户的对应的 MPP 值应用于(1210)调度发送。



1. 一种在无线通信系统中的调度方法，其特征在于，它包括：

从多个移动用户处接收信道条件指示符，

其中，所述信道条件指示符对应于前向链路通信；

确定对应于所述信道条件指示符中每一个的信道条件函数(A)为：

$$A_i(t) = B_i(t) / B\_AVE_i(t) \quad i=1, \dots, N,$$

其中， $A_i(t)$ 是第*i*个移动站的信道条件指示符的函数， $B_i(t)$ 是在时刻*t*时来自第*i*个移动站的信道条件指示符， $B\_AVE_i(t)$ 是最近从第*i*个移动站接收到的信道条件指示符的平均值，而*N*是在多个移动站中的移动站的总数；

确定用户公平量度，为对于多个移动用户中每一个的通过量的函数；

为多个移动用户中的每一个确定每个移动用户的信道条件函数(A)与每个移动用户的用户公平量度的比；以及

基于所述每个移动用户的信道条件函数(A)与每个移动用户的用户公平量度的比来确定调度方案。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，确定发送调度进一步包括：

计算多个移动站的调度指示符为每个移动用户的信道条件函数(A)和每个移动用户的用户公平量度的比；以及

根据所述调度指示符，选择所述多个移动站中的至少一个用于下一个的发送。

3. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述信道条件指示符是数据速率控制请求，而所述信道条件指示符的平均值是来自第*i*个移动站的经滤波的数据速率控制请求。

4. 如权利要求3所述的方法，其特征在于，计算所述信道条件指示符的信道条件函数包括：

计算在时刻*t*处来自第*i*个移动站的经滤波的数据速率控制请求为：

$$B\_AVE_i(t+1) = B\_AVE_i(t) [1 - (1/T_c)] + B_i(t) [1/T_c]$$

其中， $T_c$ 是公平时间周期。

5. 如权利要求4所述的方法，其特征在于，计算所述信道条件指示符的信

道条件函数进一步包括：

对最近接收到的所述数据速率控制请求中的每一个分配一个权重。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，对于每个移动站，所述用户公平量度是在公平时间周期期间所述移动站得到服务的时间的分数。

7. 一种设备，用于当所述设备耦合到处理机时控制所述处理机执行一功能，所述设备包括：

用于处理从多个移动用户接收到的信道条件指示符的装置；

用于确定对应于所述信道条件指示符中每一个的信道条件函数(A)的装置，所述函数(A)为：

$$A_i(t) = B_i(t) / B\_AVE_i(t) \quad i=1, \dots, N,$$

其中， $A_i(t)$ 是第  $i$  个移动站的信道条件指示符的函数， $B_i(t)$ 是在时刻  $t$  时来自第  $i$  个移动站的信道条件指示符， $B\_AVE_i(t)$ 是最近从第  $i$  个移动站接收到的信道条件指示符的平均值，而  $N$ 是在多个移动站中的移动站的总数；

用于确定用户公平量度为多个移动用户中每一个的通过量的函数的装置；

为多个移动用户中的每一个确定每个移动用户的信道条件函数(A)与每个移动用户的用户公平量度的比的装置；以及

用于基于所述每个移动用户的信道条件函数(A)与每个移动用户的用户公平量度的比来确定调度方案的装置。

8. 一种在无线通信系统中的接入网络，其特征在于，它包括：

接收装置，用于从多个移动用户接收信道条件指示符，其中，所述信道条件指示符对应于前向链路通信；

用于确定对应于所述信道条件指示符中每一个的信道条件函数(A)的装置，所述函数(A)为：

$$A_i(t) = B_i(t) / B\_AVE_i(t) \quad i=1, \dots, N,$$

其中， $A_i(t)$ 是第  $i$  个移动站的信道条件指示符的函数， $B_i(t)$ 是在时刻  $t$  时来自第  $i$  个移动站的信道条件指示符， $B\_AVE_i(t)$ 是最近从第  $i$  个移动站接收到的信道条件指示符的平均值，而  $N$ 是在多个移动站中的移动站的总数；

用于确定用户公平量度为对于多个移动用户中每一个的通过量的函数的装置；

为多个移动用户中的每一个确定每个移动用户的信道条件函数(A)与每个移动用户的用户公平量度的比的装置；以及

用于基于所述每个移动用户的信道条件函数(A)与每个移动用户的用户公平量度的比来确定调度方案的装置。

## 在无线通信系统中调度发送的方法和设备

### 根据 35 U. S. C. § 120 的优先权申请

本专利申请要求 2001 年 4 月 12 日提出的，已转让给本发明的受让人，并特地在此引用作为参考的美国临时申请第 60/283,885 号的优先权。

### 相关的未定申请的参考

本专利申请涉及 2001 年 2 月 27 日提出的，题为“SYSTEM FOR ALLOCATING RESOURCES IN A COMMUNICATION SYSTEM”的美国专利申请第 09/796,583 号，已转让给本发明的受让人，并特地在此引用作为参考。

### 技术领域

本发明涉及通信，尤其涉及用于在通信系统中调度发送的方法和设备。

### 背景技术

以在多个用户之间有效分配资源为目标来设计通信系统，尤其是无线系统。尤其，无线系统针对提供足够的资源以满足所有签约用户的要求同时使成本最低。已经开发了各种调度算法，每种调度算法都是基于预定的系统标准的。

在使用码分多址，CDMA，方案的无线通信系统中，一种调度方法在时间多路复用的基础上在指定的时间间隔处把所有码信道分配给签约用户单元中的每一个。诸如基站，BS，之类的中央通信节点实施与签约用户相关联的唯一的载波频率或信道码以使与签约用户的专用通信成为可能。还可以使用物理接触中继交换或分组交换在陆地线系统中实施 TDMA 方案。可以设计 CDMA 系统使之支持一种或多种标准，诸如：（1）“TIA/EIA-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System”，这里称为 IS-95 标准；（2）名称为“第三代伙伴关系项目”，这里称为 3GPP

的协会提供的标准；并在包括文件号 3G TS 25.211、3G TS 25.212、3G TS 25.213、3G TS 25.214 和 3G TS 25.302 等一组文件中实施，这里称为 W-CDMA 标准；

（3）名称为“第三代伙伴关系项目 2”，这里称为 3GPP2 的协会提供的标准，以及 TR-45.5，这里称为 cdma2000 标准，以前称为 IS-2000 MC；或（4）某些其它无线标准。

在通信系统中，尤其是在无线系统中，一般把用户分配到各类别，其中每一个类别具有相关联的系统性能标准。例如，相对于公平标准对每个类别进行不同的处理，其中对在一个类别中的每个用户进行相似的处理。可以根据每个类别的优先级来处理这些类别。在一个系统中，根据在系统中使用的服务对用户进行分类，诸如根据服务计划。在一个通信系统中可以存在数个类别。

因此，需要一种方法和设备，用于调度在多个类别的用户应用的通信系统中的发送。因此，需要适应多种不同调度优先级的一种调度方法和设备。

### 发明内容

这里揭示的实施例通过提供调度在无线通信系统中的数据发送的一种装置而着手于上述需求。通用调度程序允许多个移动站的调度，其中每个移动站可以具有不同的传递优先级参数。传递优先级参数定义用于影响所要求的数据发送传递速率的参数。例如，传递优先级参数可以是所要求的通过量、所要求的时间分配、所要求的时间延迟等。把传递优先级参数值的每一个都映射到被称为映射优先级参数的公共标度（common scale）上。然后选择工作点，以及抽取每个移动用户对应的映射优先级参数值。然后，通用调度程序使用公共映射优先级参数值来调度移动用户。换言之，调度每个用户使之在相应的传递优先级参数范围内得到相同比例的部分。

根据一个方面，在无线通信系统中，一种方法包括：接收来自多个移动用户的信道条件指示符，其中，信道条件指示符对应于前向链路通信；确定作为到多个移动用户的通过量的函数的公平指示符；以及确定多个移动用户的发送调度，其中，发送调度是信道条件指示符和公平指示符的函数。

在另一个方面，包含计算机—可执行指令的、嵌入计算机—可读媒体的程序包括：第一指令集，用于处理从多个移动用户接收到的信道条件指示符；

第二指令集，用于确定作为到多个移动用户的通过量的函数的公平指示符；以及第三指令集，用于确定作为信道条件指示符和公平指示符的函数的多个移动用户的发送调度。

在又另一个方面，用于在无线通信系统中的多个远程站中的一个远程站和基站之间发送数据的一种方法包括：在基站处接收一个远程站发送的信息；以及根据信息对特定于一个远程站的服务参数调节至少一个等级。

在再另一个方面，调度无线通信系统中数据发送的一种方法包括：接收来自多个移动用户中的每个用户的传递优先级参数的值，如果任何传递优先级参数是不同类型的，则把每个传递优先级参数映射到映射优先级参数；以及根据多个移动用户的映射优先级参数来确定工作点。

根据另一个方面，在无线通信系统中的一种设备包括：处理单元以及耦合到处理单元的存储器存储单元，存储器存储单元适用于存储计算机一可读出指令，用于执行：接收来自多个移动用户中的每个用户的传递优先级参数的值；把每个传递优先级参数映射到映射优先级参数；以及根据多个移动用户的每一个用户的映射优先级参数来确定工作点。

### 附图说明

从下面结合附图的详细描述中，对本发明的特性、目的和优点将更为明了，在所有的附图中，用相同的标记所表示的意义相同，其中：

图 1A 是无线通信系统；

图 1B 是支持高数据速率发送的无线通信系统；

图 2 是服务等级、GOS、以及调度无线通信系统中的数据发送的算法的流程图；

图 3 是无线通信系统中数据发送的调度算法的流程图；

图 4A 和 4B 是用于调度无线通信系统中数据发送的比例—公平算法的流程图；

图 5 是在无线通信系统中执行比例—公平算法和 GOS 算法的组合调度算法的流程图；

图 6 是用于无线通信系统的通用调度程序的流程图；

图 7 是支持诸如图 5 和 6 中示出的组合调度算法的无线通信系统；以及图 8 是无线通信系统的调度算法的流程图。

图 9A 示出各种传递优先级参数范围到公共映射优先级参数范围的映射。

图 9B、9C 和 9D 示出在多个映射优先级参数上各个工作点的确定。

图 10 示出通用调度程序的流程图。

### 具体实施方式

要求现代通信系统支持多种应用。一种如此的通信系统是码分多址 (CDMA) 系统，它符合“双模宽带扩频蜂窝系统的 TIA/EIA-95 移动站-基站兼容性标准”以及它的后代，下文把它称为 IS-95。CDMA 系统允许地面链路上用户之间的话音和数据通信。在题为“SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS”的美国专利第 4,901,307 号中以及在题为“SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM”的美国专利第 5,103,459 号中揭示了 CDMA 技术在多址通信系统中的应用，该两专利已转让给本发明的受让人，并在此引用作为参考。

在 CDMA 系统中，通过一个或多个基站进行用户之间的通信。在无线通信系统中，前向链路是指信号从基站传播到签约用户站的信道，而反向链路是指信号从签约用户站传播到基站的信道。通过在反向链路上把数据发送到基站，在一个签约用户站中的第一用户与在第二签约用户站中的第二用户进行通信。基站接收来自第一签约用户站的数据，并通过规定路由把数据传递到为第二签约用户站服务的基站。根据签约用户站的位置，两者都可以作为单个基站或多个基站。在任何情况中，为第二签约用户站服务的基站在前向链路上发送数据来代替与第二签约用户站的通信，签约用户站还可以通过与服务基站的连接与地面互联网进行通信。在诸如那些符合 IS-95 的无线通信中，在不连贯的频带中发送前向链路和反向链路信号。

图 1A 作为通信系统 100 的一个例子，所述通信系统 100 支持许多用户并且能够执行本发明的至少某些方面和实施例。可以使用多种算法和方法中的任何一种来调度系统 100 中的发送。系统 100 提供许多小区 102A 到 102G 的通信，

相应的基站 104A 到 104G 分别为每个小区服务。在示例实施例中，某些基站 104 具有多个接收天线，而其它基站只有一个接收天线。相似地，某些基站 104 具有多个发射天线，而其它基站只有单个发射天线。在发射天线和接收天线的组合上没有限制。因此，有可能基站 104 具有多个发射天线和单个接收天线，或具有多个接收天线和单个发射天线，或具有单个或多个发射和接收天线两者。

在覆盖区中的终端 106 可以是固定的（即，静止的）或移动的。如在图 1 中所示，各个终端 106 分散在整个系统中。在任何给定时刻，例如，根据是否使用软越区切换以及是否设计和操作终端以（同时或顺序）接收来自多个基站的多个发送，每个终端 106 在下行链路和上行链路上与至少一个基站 104 以及可能更多个基站 104 进行通信。在本技术领域众知 CDMA 通信系统中的软越区切换，并且在题为“Method and System for providing a Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System”的美国专利第 5,101,501 号中进行详细的描述，该专利已转让给本发明的受让人。

下行链路是指从基站到终端的发送，而上行链路是指从终端到基站的发送。在示例实施例中，某些终端 106 有多个接收天线而其它的终端只有一个接收天线。在图 1A 中，基站 104A 在下行链路上把数据发送到终端 106A 和 106J；基站 104B 把数据发送到终端 106B 和 106J，基站 104C 把数据发送到终端 106C，依次类推。

通过无线通信技术可得到的无线数据发送和服务扩展的日益增长的要求已经导致特定数据服务的开发。一种如此的服务是指高数据速率（HDR）。在称之为“HDR 规格”的“EIA/TIA—IS856 cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification”中建议了示例的 HDR 服务。一般，HDR 服务是话音通信系统的覆盖层（overlay），它提供在无线通信系统中发送数据分组的有效方法。当所发送的数据量和发送的次数增加时，可用于无线电发送的有限的带宽成为一个极缺的资源。因此，在最优化使用可得到的带宽的无线通信系统中，在调度发送的有效和公平的方法方面存在一种需求。在示例实施例中，在图 1 中示出的系统 100 是符合具有 HDR 服务的 CDMA 型系统的。

图 1B 示出通信系统 120 的基础结构参考模型，所述通信系统 120 具有通过空中接口 124 与接入终端 AT 126 进行通信的接入网络 AN 122。在一个实施例

中，系统 10 是码分多址，CDMA，系统，它具有高数据速率，HDR，覆盖层系统，诸如在 HDR 标准中所规定的。AN 122 通过空中接口 124 与 AT 126 和在系统 120（未示出）中的任何其它 AT 进行通信。AN 122 包括多个扇区，其中每个扇区提供至少一个信道。把信道定义为在给定频率分配中用于 AN 122 和 AT 之间的发送的通信链路集。信道包括用于从 AN 122 到 AT 126 的发送的前向链路（FL），以及用于从 AT 126 到 AN 122 的发送的反向链路（RL）。

对于数据发送，AN 122 接收来自 AT 126 的数据请求。数据请求规定发送数据所按照的数据速率、所发送的数据分组的长度、以及发送数据的扇区。AT 126 根据 AN 122 和 AT 126 之间的信道质量来确定数据速率。在一个实施例中，通过载波对干扰比，C/I，来确定信道的质量。另外的实施例可以使用相应于信道质量的其它量度。AT 126 通过经由被称为 DRC 信道的特定信道发送数据速率控制，DRC，消息而提供数据发送的请求。DRC 消息包括数据速率部分和扇区部分。数据速率部分表示 AN 122 用于发送数据所请求的数据速率，而扇区表示 AN 122 从该扇区发送数据。一般，需要数据速率和扇区信息两者来处理数据发送。把数据速率部分称为 DRC 值，并把扇区部分称为 DRC 覆盖。DRC 值是通过空中接口 124 发送到 AN 122 的消息。在一个实施例中，每个 DRC 值对应于具有根据预定 DRC 值分配的相关联的分组长度的、单位为 kbit/sec（千位/秒）的数据速率。分配包括指定为零数据速率的 DRC 值。实际上，零数据速率向 AN 122 指示 AT 126 不能够接收数据。例如，在一种情况中，信道质量不满足于使 AT 126 准确地接收数据。

在操作中，AT 126 连续监测信道质量以计算数据速率，AT 126 能够按该数据速率接收下一个数据分组发送。然后 AT 126 产生相应的 DRC 值；把 DRC 值发送到 AN 122 以请求数据发送。注意，一般把数据发送成分组。发送数据分组所需要的时间是所施加的数据速率的函数。

这个 DRC 信号还提供信息，信道调度程序使用该信息来确定与每个队列相关联的每个远程站的消耗信息的瞬时速率（或接收所发送的数据）。根据一个实施例，从任何远程站发送的 DRC 信号表示远程站能够按多个有效数据速率中的任何一个数据速率来接收数据。在题为“Method for Assigning Optimal Packet Length in a Variable Rate Communication System”的美国专利第

6,064,678 号中揭示了这种可变速率发送系统，该专利已转让给本发明的受让人，并在此引用作为参考。

在图 7 中示出支持 HDR 发送和适用于对多个用户调度发送的通信系统的一个例子。下文详细说明图 7，特别，其中基站 820 和基站控制器 810 与分组网络接口 806 对接。基站控制器 810 包括信道调度程序 812，用于对系统 800 中的发送执行调度算法。信道调度程序 812 确定服务时间间隔的长度，在所述服务时间间隔期间，根据远程站相关联的、用于接收数据的瞬时速率（如在最近接收到的 DRC 信号中所表示），把数据发送到任何特定远程站。服务时间间隔在时间上可能不连续，但是可能每  $N$  个时隙发生一次。根据一个实施例，在第一时间的第一时隙期间发送分组的第一部分，并在 4 个时隙之后的后续时间发送第二部分。还有，在具有相似的 4 个时隙范围（即，相互离开 4 个时隙）的多个时隙中发送分组的后续部分。根据一个实施例，接收数据  $R_i$  的瞬时速率确定与特定数据队列相关联的服务时间间隔长度  $L_i$ 。

此外，信道调度程序 812 选择用于发送的特定数据队列。然后从数据队列 830 检索要发送的相关联的数据量，并提供给信道单元 826，用于发送到与数据队列 830 相关联的远程站。如下所述，信道调度程序 812 选择提供数据的队列，这是使用包括与每个队列的权重相关联的信息在随之而来的服务时间间隔中发送的。然后更新与所发送的队列相关联的权重。

注意，即使只发送分组的一部分，用户也有可能正确地接收分组。这发生在当信道条件比用户预先考虑的信道条件较好时。在该情况中，用户可以把“ACK”（确认）信号发送给基站，表示已经正确地接收到分组和不需要发送分组的剩余部分。当发生这种情况时，在较短的服务时间间隔上把整个数据分组有效地发送给用户，从而增加了发送数据的有效数据速率。然后基站再分配原先计划发送该分组的剩余部分的时隙，把另一个分组发送给同一个用户或不同的用户。一般把这个过程称为自动请求重发（ARQ）。

在支持 ARQ 的系统中，对于预定发送数调度数据分组，其中每个发送可以包括不同的信息。顺序地把其它分组插入多个发送。当接收机已经接收到对分组进行解码和处理的足够信息时，接收机把一个指示发送给发射机，表示不再需要当前分组的进一步的信息。然后发射机自由地把原先计划用于当前分组的

时隙调度给另一个分组。如此，节省了系统资源和减少了对于接收机的发送时间。

在图 7 中示出说明示例可变速率通信系统的基本子系统的方框图。基站控制器 810 与分组网络接口 806、公用电话交换网 PTSN 808 以及通信系统中的所有基站对接（为了简单起见，图 7 中只示出一个基站）。基站控制器 810 协调通信系统中的远程站和连接到分组网络接口 806 和 PTSN 808 的其它用户之间的通信。PTSN 808 通过标准电话网（在图 7 中未示出）与其它用户对接。

基站控制器 810 包括许多选择器单元 816，虽然为了简单起见在图 7 中只示出一个单元。分配每个选择器单元 816 以控制一个或多个基站 820 和一个远程站（未示出）之间的通信。如果未曾把选择器单元 816 分配给给定的远程站，则通知呼叫控制处理器 818 需要寻呼远程站。然后呼叫控制处理器 818 指挥基站 820 寻呼远程站。

数据源 802 包括要发送到给定远程站的大量数据。数据源 802 把数据提供给分组网络接口 806。分组网络接口 806 接收数据，并把数据通过选择路由传递到选择器单元 816。然后选择器单元 816 把数据发送到与目标远程站通信的每个基站 820。在示例实施例中，每个基站 820 保持数据队列 830，它存储要发送到远程站的数据。

数据按数据分组从数据队列 830 发送到信道单元 826。在示例实施例中，在前向链路上，“数据分组”是指最多为 1024 位的大量数据和要在预定“时隙”（诸如 $\approx 1.667$  毫秒）中发送到目的地远程站的大量数据。对于每个数据分组，信道单元 826 插入需要的控制字段。在示例实施例中，信道单元 826 执行循环冗余校验，CRC，对数据分组和控制字段进行编码和插入一组码尾位。数据分组、控制字段、CRC 奇偶位以及码尾位构成一个经格式化的分组。在示例实施例中，信道单元 826 然后对经格式化的分组进行编码并在经编码的分组中使码元交错（或再排序）。在示例实施例中，用沃尔什码覆盖经交错的分组，并用短 PNI 和 PNQ 码进行扩展。把经扩展的数据提供给 RF 单元 828，RF 单元 828 对信号进行正交调制、滤波和放大。通过天线在空中把前向链路信号发送到前向链路。

在远程站处，通过天线接收前向链路信号，并通过选择路由传递到接收机。

接收机对信号进行滤波、正交解调和量化。把数字化的信号提供给解调器（DEMOM），对信号用短 PNI 和 PNQ 码进行去扩展以及用沃尔什码进行去覆盖。把经解调的数据提供给解码器，解码器执行的功能与在基站 820 处进行的信号处理功能相反，特别是，去交错、解码和 CRC 校验功能。把经解码的数据提供给数据宿。

如上面指出，硬件支持数据、消息、话音、视频、以及前向链路上其它通信的可变速率发送。从数据队列 830 发送的数据的速率变化而适应远程站处的信号强度和噪声环境。最好，每个远程站在每个时隙处把数据速率控制，DRC，信号发送到相关联的基站 820。DRC 信号把信息提供给基站 820，包括远程站的身份和远程站从与它相关联的数据队列接收数据的速率。因此，在远程站处的电路测量信号强度和估计远程站处的噪声环境，以确定要在 DRC 信号中发送的速率信息。

每个远程站发送的 DRC 信号通过反向链路信道传播，并且在基站 820 处通过耦合到 RF 单元 828 的接收天线接收。在示例实施例中，在信道单元 826 中对 DRC 信息进行解调，并提供给位于基站控制器 810 中的信道调度程序 812，或提供给位于基站 820 中的信道调度程序 832。在第一示例实施例中，信道调度程序 832 是位于基站 820 中的。在另外的实施例中，信道调度程序 812 位于基站控制器 810 中，并且连接到基站控制器 810 中的所有选择器单元 816。

在上述第一示例实施例中，信道调度程序 832 接收来自数据队列 830 的信息，该信息表示对于每个远程站的排队数据的量，也称之为队列大小。然后信道调度程序 832 根据基站 820 提供服务的每个远程站的 DRC 信息和队列大小执行调度。如果队列大小要求在另外的实施例中使用的调度算法，则信道调度程序 812 可以接收来自选择器单元 816 的队列大小信息。

在把分组发送给用户的一个或多个用户的期间，用户在包括一部分发送分组的每个时隙之后发送“ACK（确认）”信号。每个用户发送的 ACK 信号通过反向链路信道传播，并在基站 820 处通过耦合到 RF 单元 828 的接收天线接收。在示例实施例中，在信道单元 826 中对 ACK 信息进行解调，并提供给位于基站控制器 810 中的信道调度程序 812 或位于基站 820 中的信道调度程序 832。在第一示例实施例中，信道调度程序 832 是位于基站 820 中的。在另外的实施例中，

信道调度程序 812 位于基站控制器 810 中，并连接到基站控制器 810 中的所有选择器单元 816。

本发明的实施例可应用于能够支持可变速率发送的其它硬件结构。可以容易地扩展本发明来包括反向链路上的可变速率发送。例如，基站 820 测量从远程站接收到的信号的强度和估计噪声环境以确定从远程站接收数据的速率来代替根据来自远程站的 DRC 信号来确定在基站 820 处接收数据的速率。然后基站 820 按在反向链路上从远程站发送数据的速率向每个相关联的远程站发送。然后基站 820 可以按这里对于前向链路描述的方法相同的方法根据反向链路上的不同速率来调度反向链路上的发送。

还有，上述实施例中的基站 820 使用码分多址 (CDMA) 方案向远程站中的一个远程站，或一些远程站发送，而把与基站 820 相关联的其余远程站排除在外。在任何特定时刻，基站 820 通过使用分配给接收基站 820 的一个码向远程站中的一个远程站，或一些远程站发送。然而，本发明还可应用于使用不同的时分多址，TDMA，方法把数据提供给选择基站 820 的其它系统而使其它基站 820 排除在外，以便最优化地分配发送资源。

信道调度程序 812 调度前向链路上的可变速率发送。信道调度程序 812 接收表示发送给远程站的数据量的队列大小以及来自远程站的消息。最好，信道调度程序 812 调度数据发送而得到最大数据通过量同时符合公平约束条件的系统目标。

如在图 1 中所示，使远程站分散在整个通信系统中，并且这些远程站可以在前向链路上与零个或一个基站进行通信。在示例实施例中，信道调度程序 812 协调整个通信系统上的前向链路数据发送。在 1997 年 2 月 11 日提出的，题为“Method and Apparatus for Forward Link Rate Scheduling”的美国专利第 08/798,951 号中描述了用于高速数据发送的调度方法和设备，该专利已转让给本发明的受让人，并在此特地引用作为参考。

根据一个实施例，在计算机系统中实施信道调度程序 812，所述计算机系统包括处理器、随机存取存储器，RAM、以及用于存储处理器（未示出）执行的指令的程序存储器。处理器、RAM 和程序存储器对于信道调度程序 812 的功能可能是专用的。在其它实施例中，处理器、RAM 和程序存储器可以是用于在基

站控制器 810 处执行附加功能的共享计算资源的一部分。在示例实施例中，把通用调度程序应用于图 7 示出的系统 800，这将在下文详细描述。在建立通用调度程序的细节之后，再讨论在 BSC（基站控制器）810 和 BS（基站）820 中用于实施调度数据发送的优先级功能的这些模块。

随着无线数据应用的要求日益增长，对于极有效的无线数据通信系统的要求已经大大地增加。IS-95 标准能够在前向和反向链路上发送话务数据和语音数据。根据 IS-95 标准，把话务数据和语音数据分成宽度为 20 毫秒而数据速率高达 14.4 Kbps 的码信道帧。在 IS-95 系统中，把有限数量的正交前向链路信道中的至少一个信道分配给每个签约用户站。当基站和签约用户站之间正在进行通信时，继续把前向链路信道分配给签约用户站。当在 IS-95 系统中提供数据服务时，即使在没有前向链路数据发送给签约用户站的时间期间，前向链路信道还继续分配给签约用户站。

语音服务和数据服务之间的重大差异在于前者强加了精确的和固定的延迟要求这一事实。一般，规定语音帧的总的单向延迟小于 100 毫秒。对比之下，数据延迟可以成为用于使数据通信系统的效率最优化的可变参数。

语音服务和数据服务之间的另一个重大差异在于前者要求对于所有用户的固定的和共同的服务等级（GOS）。一般，对于提供语音服务的数字系统，这解译为对于所有用户的固定的和相等的发送速率，以及语音帧的差错率的最大容许值。对比之下，对于数据服务，从用户到用户可以有不同的 GOS，而且可以是经过最优化来增加数据通信系统的总效率的一个参数。一般，把数据通信系统的 GOS 定义为在传递预定数据量（在下文中称为数据分组）中发生的总延迟。

语音服务和数据服务之间的再另一个重大差异在于前者要求可靠的通信链路，在示例 CDMA 通信系统中，是通过软越区切换来提供这个通信链路的。软越区切换导致来自两个或多个基站的冗余发送以提高可靠性。然而，对于数据发送，不需要这个附加的可靠性，因为可以再发送所接收的有差错的数据分组。对于数据服务，可以更有效地使用支持软越区切换所使用的发射功率来发送另外的数据。

传递数据分组所要求的发送延迟和平均通过率是用来定义数据通信系统的

质量和效率的两个属性。发送延迟在数据通信中的影响与它对话音通信的影响不同，但是这是测量数据通信系统的质量的一个重要的量度。平均通过率是通信系统的数据发送能力的效率的量度。在本技术领域对于一些通信系统有一定的需求，这些通信系统在提供适用于供无线信道的服务类型的 GOS 的同时，提供改进的数据通过量。

通用化调度程序的需要是基于无线系统中数据发送的要求和目标的。对于数据发送，根据在数据分组发送中发生的延迟来定义通过量而不是根据各个位或字节。诸如互联网协议，IP，数据报之类的的数据分组是一个不可分割的单元，在大多数情况中，只接收一部分分组就没有包括足够信息供用户对整个分组进行解码和使用，即，分组对于用户是无用的。最终用户接收数据分组，在数据分组上执行循环冗余校验，CRC，以及处理数据。因此，用户最关心分组的最后位的到达时间，而对于数据分组中个别位的延迟不怎么关心。在小于数据分组的发送时间的标度上，这允许对于不同用户的速率分配有相当大的适应性。此外，在发送控制协议，TCP，型连接中，某些分组延迟的变化是可接受的，只要不需要地引起 TCP 再发送的变化不是太不可预测的。

无线信道的另一个特征是信道本身的可变性。在 HDR 型系统中，这种可变性导致所请求的速率在时间周期上变化。为了使信道的使用最大化，设计调度程序为高速率用户，即，请求最高数据速率的用户，提供服务。这意味着，偶然地，当用户所请求的速率较低时，用户可能有得不到服务的时间周期。当调度程序对低速率用户不提供服务达较长时间周期时，将使总通过量最大化。然而，理想地，调度程序使这个对于分组延迟和延迟变化的要求进行平衡而相对一致，如上文所述。

另一个方面考虑公平对待系统中的多个用户。为了实现公平的调度方法，调度程序理想地在不同用户之间分配总的通过量。不同系统使用公平的不同基础（或允许的不公平）来影响各个系统的需求和需要。在许多调度算法中，公平的概念是一个关键概念。在对不同用户提供服务中，公平提供不同量的适应性，因此在扇区的总通过量上有影响。

根据一个实施例，对应用于多个用户级别的通信系统中的发送进行调度的一种方法和设备结合通用化调度程序。通用化调度程序适合多种不同的调度优

优先级。对于所有用户保持高通过量的通用化调度程序对每个具有特定发送要求的不同级别的用户提供服务。

在示例实施例中，通用化调度程序的操作执行信道条件量度和公平标准的优先级函数，其中定义优先级函数为：

$$f(A_i(t), U_i(t)) \quad (1)$$

其中  $A_i(t)$  是指信道条件量度，而  $U_i(t)$  是指用户公平量度。函数  $A_i(t)$  规定根据当前信道条件在时刻  $t$  为用户  $i$  提供服务的需要程度。函数  $U_i(t)$  规定根据所接收服务的过去历史在时刻  $t$  为用户  $i$  提供服务的需要程度。优先级函数  $f()$  组合两个需要程度量度， $A_i(t)$  和  $U_i(t)$ ，以确定每个用户的优先级等级。

参考图 9A，在示例实施例中，多个用户的每一个具有从相同基站接收发送的所要求的标准。这里把测量标准所使用的标度称为传送优先级参数（DPP），其中 DPP 反映每个用户所要求的优先级。例如，第一用户可以要求接收规定时间分配的发送，而第二用户可以要求接收规定通过量的发送。再有，第三用户可以要求接收具有规定延迟的发送。第一用户的 DPP 反映时间标度；第二用户的 DPP 反映每秒位（bps）的标度；而第三用户的 DPP 反映时间延迟标度。每个用户的 DPP 识别用于接收发送的所要求标准的特定值。

把多个用户的 DPP 映射到公共标度上。公共标度是在 DPP 中的值的范围的无单位的、比例表示。如在图 9A 中所示，DPP 的每一个可以具有值的不同范围，其中把不同 DPP 范围中的每一个映射到公共标度上。这里把在 DPP 范围中的特定用户的实际值的映射称为映射的优先级参数（MPP）。

图 9B 示出第一 DPP 到 MPP 映射情况，其中用 A、B 和 C 标出三种不同 DPP 类型。对于三种类型中的每一种，水平轴表示 DPP 范围。垂直轴表示值的 MPP 范围。为了清楚理解起见，在图 9B 中，A 型 DPP 表示按每秒位测量的通过量参数；B 型 DPP 表示时间比例参数，是作为分配给一个用户的时间对分配给所有用户的总时间的比例的无单位的比值而测量的；以及 C 型 DPP 表示作为无单位比值测量的时间延迟比例。此外，另外的实施例可以实施对于给定系统为特定的任何 DPP 类型；另外的实施例可以包括实际时间单位而不是这里的例子中描述的比例值。在预定范围上提供给定 DPP 的值的范围。例如，A 型 DPP 的值的范围是从 0 bps 到系统支持的最大值。相似地，B 型 DPP 的值的范围是从用户

没有接收发送的 0 到用户接收发送时间中所有的发送的预定最大值。C 型 DPP 的值的范围是从无延迟到最大延迟。

A 型是增加函数，其中  $MPP=1$  对应于最大值，而  $MPP=0$  对应于最小值。B 型也是增加函数，其中  $MPP=1$  对应于最大值，而  $MPP=0$  对应于最小值。注意，C 型是减少函数，其中  $MPP=1$  对应于没有延迟，而  $MPP=0$  对应于最大延迟。MPP 范围反映 DPP 的最小值到最大值。换言之，MPP 范围利用 DPP 范围。可以结合另外的映射来提供估算各种 DPP 的公共基础。继续参考图 9B，在 1 到 0 的 MPP 范围内选择一个工作点。工作点反映可得到的资源，以满足如在 DPP 范围内所反映的用户中的每一个。工作点第一在所提供的范围内的每个 DPP 的确切的值。例如，工作点定义 A 型的一个值  $d3$ ，B 型的一个值  $d2$  和 C 型的一个值  $d1$ 。这些将成为具有这些 DPP 的个别用户的工作点。值  $d1$ 、 $d2$ 、 $d3$  是在根据对应的 DPP 单位解译的范围的每个范围中的特定值。把值  $d1$  解译为 bps；把值  $d2$  解译为时间的比例；并且把值  $d3$  解译为延迟的比例。

图 9C 说明相同的 DPP 到 MPP 映射，其中选择不同的工作点。B 型和 C 型 DPP 产生共同值  $d4$ ，而 A 型产生不同值  $d5$ 。图 9D 说明另外的 DPP 到 MPP 映射。然而，这里所产生的函数是减少函数，所以函数不是线性的。工作点定义 DPP 值  $d6$ 。

图 10 说明根据一个实施例的通用化调度程序方法 1200 的流程图。在步骤 1202 处，通用化调度程序从 N 个用户中的每个用户接收 DPP 型信息。DPP 型信息向通用化调度程序提供用于确定 N 个用户中间的工作点的信息。在判定方块 1204 处，通用化调度程序判定是否所有的 DPP 值对于所有成对的用户都是相等的，即，不考虑单位的绝对值。如果所有 DPP 对都具有相等的值，则处理继续进行到步骤 1212 以应用上文公式 (1) 定义的通用化调度程序。如果 DPP 值不是都相等的，则处理继续进行到步骤 1206 以把每个 DPP 范围映射到对应的 MPP 范围，诸如在图 9A—9D 中所示出。在步骤 1208 处，通用化调度程序确定由每个用户可得到的资源支持的工作点。在步骤 1210 处，处理对每个用户应用工作点确定继续操作的确切 DPP 值。然后处理继续进行到步骤 1212 以应用上文公式 (1) 定义的通用化调度程序算法。如此，通用化调度程序算法对每个用户应用公共 MPP 工作点而不管个别的 DPP。一旦选择了 MPP 工作点，通用化调

度程序就用外推法而返回每个 DPP 范围内的确切 DPP 值。因此每个用户可以请求不同的优先级参数，其中通用化调度程序应用公共标度来调度。

根据示例实施例，通用化调度程序对在给定级别或类型的用户中具有最高优先级函数  $f(A_i(t), U_i(t))$  的用户提供服务。在示例实施例中，通过优先级函数  $f(A_i(t), U_i(t))$  取得的值随信道条件函数  $A_i(t)$  的增加而增加，并随公平函数  $U_i(t)$  的增加而减少。相应地定义函数  $A_i(t)$  和  $U_i(t)$ 。此外，优先级函数  $f()$  是测量信道条件量度和用户公平量度的至少一个时间周期的函数。在另外的实施例中，优先级函数  $f()$  可以是每个用户与时间有关的函数。然而，为了简单起见，最好不离开对所有用户都是共同的组合函数上，并修改用户公平量度来反映用户要求。还有，为了讨论的清楚起见，考虑优先级函数作为除法运算 (division operation)。

信道条件量度取得信道条件变化的优点。如下文所述，可以把这个量度定义为  $DRC$ 、 $DRC/DRC_{ave}$  ( $DRC$  平均值)、 $DRC - DRC_{ave}$  或常数值。为了使多用户分集的增益最大，当信道条件优于用户的平均条件时，所选择的信道质量量度应该具有较大值。为了讨论清楚起见，示例实施例考虑  $DRC/DRC_{ave}$  作为信道条件量度。特别重要的是  $DRD_{ave}$  的定义。应该在信道条件时间常数， $T_c$ ，上进行平均。如此，期望信道条件量度在小于  $T_c$  的时间标度上随  $DRC$  而变化。认为在大于  $T_c$  的时间周期上发生的  $DRC$  值变化是长时期的，并且对于信道条件量度的分子和分母两者有同等的影响，因此相互抵消。通过观察信道动态特性而选择  $T_c$  的值。如果信道动态特性是如此的，致使  $DRC$  值随时间标度的长度，即， $T_1$ ，而显著地变化，则时间常数  $T_c$  应该大于  $T_1$ 。注意，信道条件量度应该使用用户要求所允许的最大时间常数。

根据示例实施例，有效地保持每用户类别的公平量度为恒定。如果所选择的信道条件量度以及信道条件量度的趋势围绕 1 而振荡，则调度程序将趋向于对具有低用户公平量度值的用户提供服务。如此，通用化调度程序与在取得多用户分集优点的同时保持用户公平量度恒定的一种算法相似。确定用户公平量度致使每个用户最需要的状态导致相同数字值的用户公平量度，允许系统对具有许多不同类型要求的用户提供服务。还有，围绕所要求工作点的斜率将确定在不同用户中间如何分配过度容量或缺容量。洞察不同用户的调度的关键在

于在取得多用户分集的优点的同时保持用户公平量度为恒定值。

在根据服务对用户进行分类的系统中，根据优先级或其它方案（诸如按分不清先后的方式）对不同类别的用户提供服务。首先考虑单个类别或类型的用户。示例实施例使用最高  $f(A_i(t), U_i(t))$ ，然而，另外的实施例可以使用最低值和/或另外类型的函数。 $f(\cdot)$ 、 $(A_i(t), U_i(t))$  的合适的定义确定确定了调度的有效性。

本发明可应用于多种调度算法和优先化，并且不限于这里所描述的那些。为了清楚起见，将讨论数个调度算法来提供通用化调度程序以及各种实施的例子。

本发明的实施例针对一种系统和设备，用于在到通过单个通信节点服务的通信网络的多个签约用户中间分配资源。在各个分立的发送时间间隔，或“服务时间间隔”，中，个别签约用户利用排除所有其它签约用户的通信节点的有限资源。根据与个别签约用户相关联的权重或得分来选择个别的签约用户使之利用有限的资源。与个别签约用户相关联的权重的变化最好是基于瞬时速率的，所述个别签约用户能够按这个瞬时速率来消耗有限资源。

在一个实施例中，AT 126 用 DRC 覆盖来覆盖 DRC 值。DRC 覆盖是应用来识别要发送数据的扇区的一个编码。在一个实施例中，DRC 覆盖是应用于 DRC 值的沃尔什码，其中唯一的码对应于在 AT 126 的有效组中的每个扇区。当前 AT 126 用构成这些扇区的有效组，AS，来发送和接收信息。当 DRC 值规定数据速率和 DRC 覆盖识别发送扇区时，DRC 值和 DRC 覆盖提供完整的数据请求。另外的实施例可以使用识别发送扇区的另外的覆盖或方法。再另一个实施例可以包括在 DRC 值中的扇区识别。

可以使用通用化调度程序框架实施的调度程序的一个例子是相等时间调度程序，它通过取得多用户分集的优点而改进了系统通过量。这个调度程序的信道条件量度是上述的 DRC/DRCave。尤其，在任何时刻  $t$ ，调度程序计算每个用户  $i$  的信道条件量度  $A_i(t)$ 。 $A_i(t) = \text{DRC}_i(t) / \text{DRCave}_i(t)$ ，其中  $\text{DRC}_i(t)$  是所接收 DRC 信号，它表示来自用户  $i$  的、在时刻  $t$  的信道条件，而  $\text{DRCave}_i(t)$  是由下列公式给出的：

$$\text{DRCave}_i(t) = \text{DRCave}_i(t-1)(1-1/\tau_a) + \text{DRC}_i(t-1)(1/\tau_a) \quad (2)$$

其中  $t_a$  是用于平均的时间常数。

给出用户公平量度 ( $U_i(t)$ ) 为  $\text{fraci}(t)$ ，其中使用下列公式定义  $\text{fraci}(t)$ ：

$$\text{fraci}(t) = \text{fraci}(t-1)(1-1/t_a) + \text{Servedi}(t-1)(1/t_a) \quad (3)$$

如果在时隙  $t-1$  期间为用户  $i$  服务，则  $\text{Servedi}(t-1)$  是 1，如果在时隙  $t-1$  期间不为用户  $i$  服务，则  $\text{Servedi}(t-1)$  是 0。注意， $\text{fraci}(t)$  是为用户  $i$  服务所花费时间的平均分数，其中根据公式 (2) 完成平均。

然后调度程序计算在每个时隙  $t$  处和有数据要发送的那些用户中间的每个用户的  $A_i(t)/U_i(t)$ ，向具有最高  $A_i(t)/U_i(t)$  的一个用户提供服务。

可以使用通用化调度程序框架实施的调度程序的另一个例子是相等时间调度程序，它通过取得多用户分集的优点而改进了系统通过量，但是还把两个不同质量的服务提供给两个不同类别的用户。一个类别的用户，即 A 类用户，对于分组延迟敏感，因此调度程序用比另一类，即 B 类，较小的抖动来提供服务。这个调度程序的信道条件量度是上述的  $\text{DRC}/\text{DRCave}$ 。尤其，在任何时刻  $t$ ，调度程序计算每个用户  $i$  的信道条件量度  $A_i(t)$  为：

$$A_i(t) = \text{DRCi}(t) / \text{DRCavei}(t) \quad (4)$$

其中  $\text{DRCi}(t)$  是所接收 DRC 信号，它表示来自用户  $i$  的、在时刻  $t$  的信道条件，而  $\text{DRCavei}(t)$  是由下列公式给出的：

$$\text{DRCavei}(t) = \text{DRCavei}(t-1)(1-1/t_a) + \text{DRC}(t-1)(1/t_a) \quad (5)$$

其中  $t_a$  是用于平均的时间常数。

对于 A 类中的用户的用户公平量度 ( $U_i(t)$ ) 是  $\text{fracia}(t)$ ，其中使用下列公式定义  $\text{fracia}(t)$ ：

$$\text{fraci}(t) = \text{fraci}(t-1)(1-1/t_a) + \text{Servedia}(t-1)(1/t_a) \quad (6)$$

其中如果在时隙  $t-1$  期间对 A 类用户  $i$  提供服务，则  $\text{Servedia}(t-1)$  是 1，如果在时隙  $t-1$  期间没有对 A 类用户  $i$  提供服务，则  $\text{Servedia}(t-1)$  是 0。注意， $\text{fracia}(t)$  是为用户  $i$  服务花费的时间的平均分数，其中平均是根据公式 (5) 来进行的。

对于 B 类中的用户的用户公平量度 ( $U_i(t)$ ) 是  $\text{fracib}(t)$ ，其中使用下列公式定义  $\text{fracib}(t)$ ：

$$\text{fracib}(t) = \text{fracib}(t-1)(1-1/tub) + \text{Servedib}(t-1)(1/tub) \quad (7)$$

其中如果在时隙  $t-1$  期间对 B 类用户  $i$  提供服务, 则  $\text{Servedib}(t-1)$  是 1, 如果在时隙  $t-1$  期间没有对 B 类用户  $i$  提供服务, 则  $\text{Servedib}(t-1)$  是 0。注意,  $\text{fracib}(t)$  是为用户  $i$  服务花费的时间的平均分数, 其中平均是根据公式 (5) 来进行的。调度程序计算每个时隙  $t$  处以及在那些有数据要发送的用户中间的每个用户的  $A_i(t)/U_i(t)$ , 对具有最高  $A_i(t)/U_i(t)$  的用户提供服务。

在  $tua < tub$  的情况中, 表示在 A 类中的用户的  $U_i(t)$  比在 B 类中的用户的  $U_i(t)$  衰减得较快。结果, 为在 A 类中的用户提供的服务比在 B 类中的用户更频繁; 然而, 每次在 A 类中的用户得到的服务只是用较小的时间量的。总的说来, 调度程序对每个用户的服务花费相等的时间量。

使用通用化调度程序框架可以实施的调度程序的另一个例子是比例—公平调度程序, 它通过取得多用户分集的优点而提高了系统通过量。这种调度程序的信道条件量度是上述的  $\text{DRC}/\text{DRCave}$ 。尤其, 在任何时刻  $t$ , 调度程序计算每个用户  $i$  的信道条件量度  $A_i(t)$  为:

$$A_i(t) = \text{DRC}_i(t) \text{DRCave}_i(t) \quad (8)$$

其中  $\text{DRC}_i(t)$  是所接收 DRC 信号, 它表示来自用户  $i$  的、在时刻  $t$  的信道条件, 而  $\text{DRCave}_i(t)$  是由下列公式给出的:

$$\text{DRCave}_i(t) = \text{DRCave}_i(t-1)(1-1/ta) + \text{DRC}_i(t-1)1/ta \quad (9)$$

其中  $ta$  是用于平均的时间常数。给出用户公平量度 ( $U_i(t)$ ) 为  $\text{ServedRateave}_i(t)/\text{DRCave}_i(t)$ , 其中使用下列公式定义  $\text{ServedRateave}_i(t)$ :

$$\begin{aligned} \text{ServedRateave}_i(t) = \\ \text{ServedRateave}_i(t-1)(1-1/ta) + \text{Served\_Rate}_i(t-1)(1/ta) \end{aligned} \quad (10)$$

其中  $\text{Served\_Rate}_i(t-1)$  是在时隙  $t-1$  期间对用户  $i$  提供服务的速率, 如果在时隙  $t-1$  期间没有对用户提供服务, 则是 0。注意,  $\text{Served\_Rate}_i(t-1)$  是为用户  $i$  提供服务所使用的平均数据速率, 其中平均是根据公式 (9) 来进行的。

现在调度程序对于在每个时隙  $t$  处和具有要发送的未定数据的用户中间的每个用户计算  $A_i(t)/U_i(t)$ , 对具有最高  $A_i(t)/U_i(t)$  的用户提供服务。

再有, 使用通用化调度程序方法可以实施的调度程序的另一个例子是服务调度程序的等级。服务调度程序的等级的原理是把任何两个用户之间的位速率

比值保持在预定值  $G$  内。服务调度程序的等级在给定的时间间隔上保持位速率比值要求。这个调度程序通过在短时间间隔上取得多用户分集的优点而提高系统通过量。这个调度程序的信道条件量度是上述  $DRC/DRC_{ave}$ 。在任何时刻  $t$ ，调度程序计算每个用户  $i$  的信道条件量度  $A_i(t)$ 。 $A_i(t) = DRC_i(t)/DRC_{avei}(t)$ ，其中  $DRC_i(t)$  是所接收  $DRC$  信号，它表示来自用户  $i$  的、在时刻  $t$  的信道条件，而  $DRC_{avei}(t)$  是由下列公式给出的：

$$DRC_{avei}(t) = DRC_{aei}(t-1)(1-1/t_a) + DRC_i(t-1)(1/t_a) \quad (11)$$

其中  $t_a$  是用于平均的时间常数。

按下列方式计算用户公平量度 ( $U_i(t)$ )。在每个时隙处，存储系统总通过量的量度，即，由基站提供服务的所有用户的通过量的总和，并把它称为  $R_{total}$ 。保持跟踪  $R_{total}$  的一种可能的方法是在每个时隙  $t$  处进行下列计算：

$$R_{total}(t) = R_{total}(t-1)(1-1/t_{total}) + SystemServedRate(t-1)(1/t_{total}) \quad (12)$$

其中  $SystemServedRate(t-1)$  是在时刻  $t-1$  处系统为它的任何用户提供服务的速率，如果在时刻  $t-1$  处没有用户得到服务，则它为 0，其中  $t_{total}$  是适当地选择的时间常数。

还有，对每个用户保持权重  $W$ 。当把具有  $B$  字节长度的数据分组发送给用户，并且在发送分组的时刻用户的数据速率小于  $R_{total}$  时，使权重  $W$  递增  $B \cdot G$ 。在把  $B$  字节分组发送给用户之后使权重  $W$  递增  $B$ ，并且在发送分组的时刻，用户的数据速率大于或等于  $R_{total}$ 。由于权重  $W$  随时间而变化，所以把它表示为  $W(t)$ 。还有，由于每个用户具有不同的权重，所以我们使用下标来识别权重所归属的用户。因此，把在时刻  $t$  处的用户  $i$  的权重表示为  $W_i(t)$ 。

此外还有称为 collar (套环) 的一个参数。Collar 是规定作为调度程序参数的、和不随时间变化的一个数。假定  $W_{min}(t)$  是在时刻  $t$  处所有用户中间的最小权重。对于权重在  $W_{min}(t)$  和  $W_{min}(t) + Collar$  之间的所有用户，把用户公平量度  $U_i(t)$  定义为 1。在一种情况中，对于所有其它用户，把  $U_i(t)$  定义为一个大的常数，比方说 1000。

调度程序接着计算在每个时隙  $t$  处的和在有未定数据要发送的那些用户中间的每个用户的  $A_i(t)/U_i(t)$ ，对具有最高  $A_i(t)/U_i(t)$  的用户提供服务。

如上所述，可以使用多种调度方案来调度诸如 HDR 系统之类支持数据发送的系统中的发送。一种方法称为服务等级，GOS，调度算法。图 2 说明可应用于图 1 的系统 100 的 GOS 调度算法，其中每个有效用户或移动站，MS，把数据速率请求发送到基站，BS。GOS 调度程序提供选择数据发送的用户的一种方法，它保持两个用户的任何对之间的速率比值，因此满足相应的公平标准。换言之，GOS 调度程序的公平标准保证每个用户的通过量与其它用户中的每一个用户成比例。

在基站处执行调度程序方法 200，并考虑一组有效用户，其中当一个用户和基站之间存在要进行通信的未定数据时，该用户是有效组中的一个成员。给出有效用户的总数为 N，指数 i 识别有效组的各个成员。对于数据发送，在有效组中 N 个用户中的每一个用户命令基站按用户要求的数据速率发送数据。数据速率信息是作为数据速率请求消息来提供的。在一个实施例中，数据速率请求是数据速率控制，DRC，消息。数据速率请求消息表示前向链路，FL，的质量。

继续参考图 2，在步骤 202 处，N 个用户中的每一个用户发送 DRC 值。在步骤 204 处，基站根据所发送的位数确定 N 个用户中的每一个用户的通过量。基站向 N 个用户中的每一个用户发送，因此在给定时间周期期间发送给每个用户确认发送位的数目。给出用户 i 的通过量为  $T_i$ 。使用第二指数 j 来识别作为用户 i 的伴侣的用户。在判定方块 206 处，基站判定在有效组中用户 i 到用户 j 的所有用户的通过量的比值。然后把该比值与公平标准比例值，G，进行比较：

$$\frac{T_i}{T_j} \leq G \quad \text{对于所有的 } i \text{ 和 } j \quad (13)$$

注意，如在公式 (13) 中给出，通过量随 G 的增加而增加。所增加的通过量是以公平为代价的，较高的 G 值允许不同用户的通过量有较大的差异。在这种意义上，公平是指发送给给定用户的实际位数。如果公式 (13) 的比值不满足用户 i 和 j 的任何组合的公式，则在步骤 210 处，基站确定一个调度程序来得到或近似得到公式 (13) 的关系式。既然是这样，基站一般将对具有低通过量值的用户增加发送。如此，使具有最低通过量的用户对于具有最高通过量的用户的比值减小。如果在判定方块 206 处满足公式 (13)，则在步骤 208 处基站确定一种调度程序来保持通过量比值使之近似地低于或等于 G。在步骤 212 处应用调度程序，并且处理返回步骤 202，以接收例如 DRC 之类的下一组数据

速率请求消息。

在图 3 中说明可应用于系统 100 的另一种调度算法。调度方法 250 在步骤 252 处使每个用户的权重初始化。权重是优先级指示符，其中较大的权重表明用户发送的重要性。另外的实施例可以实施权重的不同重要性。可以通过多种因素来确定权重，包括，但是不限于，通过用户选择的服务计划。在步骤 254 处，基站选择具有最小权重的用户。在步骤 256 处基站计算第 R 个速率门限值，并在判定方块 258 处把第 R 个与用户选择的速率进行比较。基站计算速率门限值，作为与具有数据的用户相关联的所有瞬时速率的平均值。最好，这个计算消除不包括数据的、与用户相关联的瞬时速率。基站把第 R 个速率门限值与用户选择的速率进行比较，如果用户速率超过第 R 个门限值，则在步骤 260 处，基站用较低的值来递增与这个用户相关联的权重，所述较低值最好是表示要在后续服务时间间隔期间发送的、以诸如位、字节或兆字节为单位的数据量的一个数。如果用户速率没有超过第 R 个门限值，则步骤 262 用较高值递增用户的权重，所述较高的值最好是要在后续服务时间间隔期间发送的、以诸如，位、字节或兆字节为量的数据量的“K”倍。

最好根据公平标准来选择 K，所述公平标准支持把服务时间间隔分配给具有以较高速率接收数据的容量的远程站或用户。系统设计师根据支持以较高速率接收数据的远程站超过较低接收的远程站的程度来选择 K 的大小。利用 K 的较大值，基站的更有效的前向链路。然而，这种效率的得来以剥夺前向链路的发送资源的较慢接收用户的签约用户为代价。因此，系统设计师最好按一种方式来选择 K 值，这种方式平衡两个竞争的目标：1) 增加前向链路的总效率以及 2) 防止严重剥夺较慢接收用户。所选择的、具有相关联的较快瞬时数据速率（即，超过第 R 个门限值）的用户将趋向于具有只通过较小量递增的相关联的权重，而所选择的、具有较低数据速率（即，不超过第 R 个门限值）的用户将具有通过显著较大量递增的相关联的权重。图 3 的方法 250 趋向于支持服务的用户，它超过以较低数据速率接收数据的那些远程站而按相当快的速率接收数据。这种趋势增强了前向链路中发送数据的基站的通过量效率；然而，当继续递增与通常选择的队列（所述队列与具有较高接收数据速率（即，超过第 R 个门限值）的用户相关联）相关联的权重时，这些权重最后接近与通常较少选择的队列（所

述队列与具有较低接收数据速率（即，不超过第 R 个门限值）的用户相关联）相关联的队列的权重。然后，当较快接收用户的权重开始超过较慢接收用户的权重时，接收过程将开始支持较慢接收用户。这通过防止较快接收用户排斥较慢接收用户支配基站的前向链路发送资源而在选择过程上强加了公平限制。

又另一种调度方法是指比例公平调度程序，它具有试图使有效组中的所有用户的发送时间均衡的公平标准。根据比例公平调度方法，基站跟踪作为时间的函数的、与每个用户 i 相关联的参数，诸如数据速率， $R_i(t)$ 。基站接收来自有效组中的每个用户的 DRC 信息，并对于有效组中的每个用户计算比值：

$$DRC_i/R_i \quad (14)$$

比值有效地对当前信道条件与最近的过去进行比较。对于给定的用户，如果 DRC 是高的同时参数 R 是低的，则认为用户是发送的优良候选人。减少的 R 值表示用户在最近的过去未曾接收来自基站的数据发送。高 DRC 表示用户已经检测到优良的信道条件。根据一个实施例，给出用户参数 R 的计算为：

$$R_i(t+1) = R_i(t) * \left(1 - \frac{1}{T_c}\right) + D * \left(\frac{1}{T_c}\right) \quad (15)$$

其中 D 表示在预定时间间隔 t 期间接收的数据速率，而  $T_c$  表示所考虑的时间间隔。对最近的数据速率进行更重的加权，以反映每个用户的实际条件。

图 4A 说明上述方法的组合，其中把数据速率门限值应用于预定时间周期中的瞬时值，并把 GOS 标准应用于预定时间周期定义的时间周期上。在步骤 402 处方法 400 首先使定时器初始化以跟踪 GOS 时间周期。在步骤 404 处，如果定时器时间尚未期满，即，还在 GOS 时间周期内，则处理继续进行到图 4B 的步骤 420 以确定每个用户的优先级函数。在示例实施例中，优先级函数是用户的数据速率， $R_i(t)$ 。在步骤 422 处，基站根据优先级函数选择优胜者，并在步骤 424 处发送数据。如果在步骤 426 处数据还是未定的，则处理返回步骤 420，否则结束这个时间周期的处理。

继续参考图 4A，如果在步骤 404 处定时器已经期满，即，完成了 GOS 时间周期，则处理继续进行到步骤 406，以接收来自其它用户的 DRC。在步骤 408 处，基站根据所发送的位数确定每个用户的通过量。然后把比值与这里（15）中给出的公平标准比例值，G，进行比较。如果公式（13）的比值不满足对于

用户  $i$  和  $j$  的任何组合的公式，则在步骤 414 处，基站确定调度程序以得到或近似地得到公式 (13) 的关系式。既然是这样，基站一般将对具有低通过量值的用户增加发送。如此，减小了具有最低通过量的用户对具有最高通过量的用户的比值。如果在判定方块 410 处满足公式 (13)，则在步骤 414 处基站确定调度程序以使通过量比值保持接近小于或等于  $G$ 。在步骤 416 处应用调度程序，并且使处理返回步骤 402 以接收下一组数据速率请求消息，例如，DRC。

在图 5 中提供在图 4A 和 4B 中说明的方法 400 的特定例子。在步骤 602 处，方法 600 首先确定  $M$  个用户中间的最小权重。方法 600 在步骤 604 处进一步确定所选择用户的 collar  $K$ ，并在步骤 606 处计算  $(M+K)$ 。对于发送有效 DRC 和具有未定数据的那些用户，如果用户的权重比  $(M+K)$  的计算值小很多的话，则处理继续进行到步骤 612，以根据信道条件选择一个用户。否则，处理继续进行到步骤 610，以选择具有最小权重的用户。在步骤 614 处更新所选择用户的权重，并且处理返回步骤 602。

建议用于 HDR 系统中的前向链路的一种调度算法在 HDR 编码器分组的间隔尺寸允许的仅可能小的时间周期上提供服务等级公平。定义服务等级公平的意思为在某个时间周期上两个用户看到的通过量的相互差异应该不大于  $G:1$  的比值，其中  $G \geq 1$ 。描述同一件事的另外的方式是在长度  $t$  的任意时间周期上，

$$b_A(t) \leq G * b_B(t) \forall A, B \quad (16)$$

其中  $b_A(t)$  和  $b_B(t)$  分别是用户 A 和 B 在长度  $t$  的时间周期上接收到的位数。GOS 调度算法首先使与队列相关联的所有权重初始化到为零的额定权重值。然后算法选择用于发送的队列，并从所选择的队列发送分组。然后更新所有队列的所有权重。然后算法选择用于发送的下一个队列。

使所选择的队列初始化到无输入，并且给出负无穷大的权重。然后处理考虑下一个队列，并检查在调度而开始控制信道发送之前算法是否有足够的时间供下一个队列完成数据分组发送。如果没有足够的时间，则处理检查另外的队列。这个处理继续进行直到找到能够在可用的时间中完成发送的一个队列。算法对当前队列权重和所选择队列的权重进行比较。如果当前队列权重小于所选择队列的权重，则算法选择当前队列，并把权重存储在存储器中。否则，如果当前队列权重等于所选择队列的权重，则算法执行下列检查：(a) 当前队列

能够使用至少如所选择队列那么长的当前时隙吗？（b）当前队列的远程站能够按比所选择队列的速率更高的速率接收吗？如果两个回答都是是，则算法选择当前队列，并把相关联的权重存储在存储器中。对于所有队列重复进行处理。如果没有数据是未定的，则在该点没有选择的队列。

比例公平算法导致扇区的通过量随有效用户数的增加而增加。GOS 算法没有这个特性。这种差异是由保持公平的时间标度引起的。在短于平均通过量计算器的时间标度上，比例公平方案不保证公平。结果，在短时间周期上有对于不同用户再安排发送的适应性，以在信道条件变化中取得益处。只要这些时间周期足够短，不会显著地允许分组延迟。

然而，比例公平算法还从服务调度程序的等级改变公平的观念。因此，在最坏的情况中，对于个别用户的位速率的比值可以大到所请求速率的最大比值（对于 HDR 系统的一个实施例为 64：1）。这是不希望的。希望在短时期上取得信道变化的益处来增加通过量但是在较长时间周期上保持服务公平等级。

如上所述，根据公平的 GOS 概念的调度程序一般保证在所有时间间隔上满足公式（16）。修改公式（16）使之包括常数值 C 产生了下列表达式

$$b_A(t) \leq G * b_B(t) + C \forall A, B \quad (17)$$

在扩展的时间间隔上，即，t 的大值，在时间间隔  $b_A(t)$  和  $b_B(t)$  期间发送的位数与 C 比较将是极大的。在 t 趋向无穷大的极限处，新的规则降低到老的规则。这提供了在长时间周期上的服务公平等级。然而，在短时间周期上，发送给用户 A 和 B 的位数可以具有任何比值。因此，通过仔细地选择 C，可以设计系统以确定认为哪个时间周期是短的以及认为哪个时间周期是长的。这允许在短时间周期上有侵犯 GOS 公平标准的自由，因此系统可以自由使用使通过量最大的任何方案。这里讨论的经修改的算法的相互不同在于：每种算法如何通过取得这种自由的益处而使性能最优化，以及另外，每种算法如何确定 C 的值。

然而，根据把参数或常数值 C 引入到选择步骤中的用户选择过程的实施，按上述 GOS 算法的相似方式执行的另外的调度算法可以有所不同。如上所述，在一个实施例中，GOS 算法在具有有效 DRC 消息的用户中间选择具有通过变量 M 识别的最小权重的一个用户。在另外的实施例中，调度算法选择具有权重的一个用户，所述权重是在通过围绕最小权重用户的常数值 C 定义的范围中的，

即，把该范围定义为  $M+C$ 。换言之，算法实施相对于最小权重的一个裕度。可以确定具有预定范围（即，通过  $(M+C)$  确定的权重范围）中的权重的一组用户。在范围中的选择过程可以基于另外的标准，包括，但是不限于，所请求的数据速率，诸如 DRC 值，或它的函数。各种实施例可以实施相似的调度方法，其中对于从这个组中选择用户所使用的方法可以随各个调度方案而有所不同。最小权重用户是在包括没有未定数据的有效用户和具有无效 DRC 消息的有效用户的所有有效用户的组中具有最小权重的用户。因此，有可能在这个组中没有用户具有未定数据和有效的 DRC，其中在其余用户中间选取具有最小权重的用户进行发送，即，在有效组中具有大于  $(M+C)$  权重但是具有未定数据和有效 DRC 的用户。

图 8 说明根据一个实施例的调度算法 900，其中所述方法在步骤 902 处确定用户或队列的最小权重  $M$ 。在步骤 904 处确定范围值  $C$ ，其中使用该值来定义权重的范围，可以在该权重的范围中使用另外的选择标准。在步骤 906 处，所述方法计算范围为  $M+C$ ，并在步骤 908 处确定范围中的一组用户。如果在组中的至少一个用户具有未定数据和有效 DRC 消息，则处理继续进行到标准 914 以从组中选择下一个用户。如果在组中没有用户具有未定数据和有效 DRC 消息，则定义该组不包括通过  $M+C$  的范围定义的组中的用户。换言之，在步骤 912 中把该组重新定义为具有大于  $M+C$  权重的用户的组，并且处理返回 908。如果在组中的至少一个用户具有未定数据和有效 DRC 消息，则处理继续进行到步骤 914，以从组中选择下一个用户。注意，如果在有效组中没有用户具有未定数据和有效 DRC，则没有发送要处理。可以把用来从组选择用户或队列的标准称为需要性量度。

在一个实施例中，值  $C$  是常数，不管用户的数目。与比例公平型算法相似，实施对于每个用户的平均通过量的经滤波的形式作为需要性量度。例如，根据一个实施例，定义需要性量度为当前请求的数据速率减去给定用户的平均通过量值。

根据另一种的实施例， $C$  是常数，并且需要性量度等于当前请求的数据速率。把这个方法称为应用高 DRC 值的修改的 GOS 算法。

根据又一个实施例， $C$  是常数，并且保持对于每个用户的平均通过量的经

滤波的形式如同在比例公平型算法中那样。在这个实施例中，把需要性量度设置得等于当前请求的数据速率除以平均通过量。

在再另一个实施例中，C 的值与  $(1/\text{有效用户数})$  成正比。以与比例公平方案相同的方式保持对于每个用户的平均通过量的经滤波的形式，并且把需要性量度设置成等于当前请求的数据速率除以平均通过量。

在一个实施例中，调度算法控制用于调度从基站 820 到远程站的发送的、图 7 的信道调度程序 812。如上所述，数据队列 830 与每个远程站相关联。信道调度程序 812 给每个数据队列 830 分配一个“权重”，估计该权重，用于选择与基站 820 相关联的一个特定远程站来接收在后续服务时间间隔中的数据。信道调度程序 812 选择个别远程站，以在分立的服务时间间隔中接收数据发送。信道调度程序首先使与基站 820 相关联的每个队列的权重初始化。

信道调度程序 812 对于发送时间间隔或服务时间间隔期间的一系列进行循环。信道调度程序 812 判定是否由于在以前的服务时间间隔中检测到的附加远程站 6 与基站 820 的关联而要添加任何附加的队列。信道调度程序 812 还使与新队列相关联的权重初始化。如上所述，基站 820 按诸如时隙之类有规则的时间间隔接收来自与其相关联的每个远程站的 DRC 信号。

本发明的示例实施例可应用于多种调度算法并且有效地得到许多公平标准。图 6 说明示例实施例的调度方法 700，在步骤 702 处，首先估计信道条件和准备信道条件指示符。在步骤 704 处选择公平指示符。公平指示符是用于估计所实施的调度方法的公平性的一个量度。要求是通过使通过量最大化而对于具有极少未定数据或较差信道条件的用户不会产生延迟而使系统资源最优化。此外，所述方法根据每个用户的类别来提供服务。公平标准包括，但是不限于，下列类型：1) 作为信道条件和通过量的函数的比例公平方法；2) 作为通过量和用户优先级的函数的一个分组一个分组通用处理器共享 (PGPS) 方法；3) 作为服务时间的函数的等时间方法；4) 作为通过量的函数的 GOS 方法；以及 5) 作为等待时间和完成的最后界线的函数的服务时间方法。

继续参考图 6，在步骤 706 处，方法 700 确定作为通过量的函数的公平指示符。在步骤 708 处，作为信道条件指示符和公平指示符的函数估计每个用户。根据步骤 708 的估计确定调度程序，并在步骤 710 中应用调度程序。根据示例

实施例，可得到用于信道条件估计的多种方法，因此，可得到信道条件指示符和公平指示符的多个组合，供调度中使用。

图 7 说明系统 800，该系统包括与网络进行通信的基站控制器，BSC，部分 810 和 BS 部分 820。网络包括数据源 802 和数据宿 804，每个都与网络分组接口 806 进行通信。此外，网络可以包括公用电话交换网，PSTN，808。BSC 810 包括信道调度程序 812、公平选择器 814、选择器单元 816 以及呼叫控制处理器 818。把分组网络接口 806 耦合到选择器单元 816 和呼叫控制处理器 818。呼叫控制处理器 818 对系统 800 中的有效用户组的变化起作用。选择器单元 816 确定通信的目标参与者，并作出合适的连接。还把选择器单元 816 耦合到 BS 820。公平选择器 814 允许 BSC 810 实施所要求的公平标准，并把信息提供给信道调度程序 812。公平选择器 814 还可以接收来自 BS 820 的公平指示符命名。

BS 820 包括信道调度程序 832，它把信息提供给具有为下一个数据发送选择的用户的信道单元 826。BS 820 进一步包括数据队列 830、RF 单元 828、公平选择器 824 以及微处理器 822。公平选择器 814、824 可以实施图 6 中示出的方法 700。

如上所述，示例实施例允许根据优先级方案或其它方案对多个用户进行分类。考虑支持两组用户的一个系统。第一组具有延迟要求，而第二组简单地要求最佳效果服务。第一组的延迟要求表示小于预定延迟而发生发送，因此与第二组相比是较高优先级组。在示例实施例中，用户  $i$  是第一组的成员。用户  $i$  规定前向链路，或下行链路，上的发送的分组延迟小于预定延迟  $d_i$ ，其中用户  $i$  将用适应性的预定级别  $f_i$  来实施延迟。向第二组用户提供按相等时间方式来访问时隙。对于调度第一和第二组用户，所要求的调度程序将提供多用户分集同时以不同的方式满足每个不同用户的要求。为了清楚地示例，不改变信道条件量度。

第一步是确定合适的用户公平量度，其中通过对于两个类别的用户不同的函数来描述用户公平量度。进一步的限制是第一和第二组两者在所要求的工作点处产生相同的数字值。例如，考虑如下定义的用户公平量度：

$$U_i(t) = \frac{d_i + f_i - W_i(t)}{f_i} \quad (18)$$

其中  $W_i(t)$  是在时刻  $t$  处在未定数据的用户  $i$  的队列中已经等待最长时间的

数据分组遭受到的延迟。这个函数具有的特性是当分组的延迟是  $d_i$  时，它取值 1，但是当延迟到达  $d_i + f_i$  时，它趋向 0。目标是保持  $d_i$  处的延迟，但是允许它趋向  $d_i + f_i$  那么高，即，停留在所要求的延迟范围内。

对于第二组用户，示例实施例通过把相等时间调度提供给所有用户而相对于数据分组延迟提供最佳效果。为了得到相等时间调度，所述方法可以使用用户公平量度，诸如：

$$U_i(t) = n * \text{frac}_i(t) \quad (19)$$

其中  $n$  是（两个组的）扇区中的用户总数，而  $\text{frac}_i(t)$  是用于对这个用户提供服务的时隙的分数。通过经过合适时间常数的 IIR 滤波器的传递来计算  $\text{frac}_i(t)$  的值。对于每个用户，这个量度的额定值是 1，但是实际得到的值取决于最近的信道条件和其它组用户的存在。注意，当不向用户提供服务时，这个量度随时间的减少比对于第一组用户定义的量度更慢。

对于一个用户，这个量度的低值向该用户提供高优先级。这暗示如果两个用户（每个组一个）处于用户公平量度的额定值（即，用户公平等于 1），但是它们不能接受服务，因为调度程序正在为另一个用户服务，则第一组用户的用户公平量度将较快的下降，因此它接受来自调度程序的服务将早于第二组用户。这个特性是正确的，因为第二组用户只要求最佳效果服务，而第一组要符合严格的最后界线。

考虑上文详细描述的例子，有可能识别有助于确定合适的用户公平量度的数个差异。应该使时间常数， $T_c$ ，保持较短，允许处理以及考虑时间标度大于  $T_c$  的用户要求。

每个调度程序可以具有额定工作点，其中调度程序将调度为用户的服务，使得每个用户得到相同数字值的用户公平量度。要定义量度致使考虑不同用户要求中的差异。另一个考虑是具有围绕额定工作点的斜率，表示公平的增加为所接收服务的函数。其中公平以具有较低优先级服务的那些用户为代价而趋向于支持具有较高优先级服务的那些用户。根据一个实施例，作为所接收服务的函数的用户公平量度斜率对于下降的服务优先级始终是负的。 $1/（用户公平量度）$  的灵敏度应该考虑每个用户要求所允许的适应性。

对于诸如图 7 示出的无线通信系统的通用化调度程序的实施，把公平标准

和信道条件标准应用于信道调度功能。例如，实施信道条件量度可以包括提供信道反馈机制。反馈机制可以是明确的指示符，诸如用户提供的 DRC，或是暗示的指示符，诸如 C/I 测量值。用于估计和调度的信道条件指示符和方法可以是对系统特定的。信道条件指示符不限于上文提供的那些，而是提供这里详细描述的信道条件指示符作为例子以便清楚理解。希望有信道质量的可靠测量。

与此类似，希望有用户公平量度的可靠的测量。当基站对给用户的发送进行初始化和处理时，基站对于在给定时间周期中发送给特定用户的位数或分组具有足够的知识。基站使用这个信息来估计通过量、正确度和公平性。公平量度可以是应用它的系统的一个函数，因此不限于上文提供的公平量度。

虽然没有明确陈述，但是对于在相同时刻处防止多用户的服务没有有效的限制。通用化调度程序可以按  $f(A_i(t), U_i(t))$  的下降次序使用户排序，如果对列表中的第一个提供服务还留下供服务的剩余容量，则可以同时为下一个用户服务。一个以上的用户的并行处理使带宽使用最大化，并且整体上使系统的通过量最优化。

图 4A 示出上述方法的组合，其中把数据速率门限值应用于预定时间周期中的瞬时值，并在预定时间周期定义的时间间隔上应用 GOS 标准。方法 400 首先在步骤 402 处使定时器初始化以跟踪 GOS 时间周期。如果在步骤 404 处定时器未曾期满，即，仍在 GOS 时间周期中，则处理进行到图 4B 的步骤 420 以确定每个用户的优先级函数。在示例实施例中，优先级函数是用户的数据速率， $R_i(t)$ 。在步骤 422 处，基站根据优先级函数选择优胜者，并在步骤 424 处发送数据。如果在步骤 426 处数据仍是未定的，则处理返回步骤 420，否则结束这个时间周期的处理。

继续参考图 4A，如果在步骤 404 处定时器已经期满，即，完成了 GOS 时间周期，则处理进行到步骤 406 以接收来自其它用户的 DRC。在步骤 408 处，基站根据所发送的位数确定每个用户的通过量。然后，对比值与上述公式 (13) 中给出的公平标准比例值， $G$ ，进行比较。如果公式 (13) 的比值不满足用户  $i$  和  $j$  的任何组合的公式，则在步骤 414 处基站确定得到或近似地得到公式 (13) 的关系式的调度。既然是这样，基站一般将增加对具有低通过量值的用户的发送。如此，具有最低通过量的用户对具有最高通过量的用户的比值减小。如果

在判定方块 410 处满足公式 (13)，则在步骤 414 处基站确定一种调度，使通过量比值保持近似地小于或等于  $G$ 。在步骤 416 处应用调度，处理返回步骤 402 以接收下一组数据速率请求消息，例如，DRC。

在图 5 中提供在图 4A 和 4B 中说明的方法 400 的特定例子。在步骤 602 处，方法 600 首先确定  $M$  个用户中间的最小权重。方法 600 在步骤 604 处进一步确定所选择用户的 collar  $K$ ，并在步骤 606 处计算  $(M+K)$ 。对于发送有效 DRC 和具有未定数据的那些用户，如果用户的权重比  $(M+K)$  的计算值小很多的话，则处理继续进行到步骤 612，以根据信道条件选择一个用户。否则，处理继续进行到步骤 610，以选择具有最小权重的用户。在步骤 614 处更新所选择用户的权重，并且处理返回步骤 602。

原先建议用于 HDR 系统中的前向链路的一种调度算法在 HDR 编码器分组的间隔尺寸允许的仅可能小的时间周期上提供服务等级公平。定义服务等级公平的意思为在某个时间周期上两个用户看到的通过量的相互差异应该不大于  $G:1$  的比值，其中  $G \geq 1$ 。描述同一件事的另外的方式是在长度  $t$  的任意时间周期上，

$$b_A(t) \leq G * b_B(t) \forall A, B \quad (20)$$

其中  $b_A(t)$  和  $b_B(t)$  分别是用户 A 和 B 在长度  $t$  的时间周期上接收到的位数。GOS 调度算法首先使与队列相关联的所有权重初始化到为零的额定权重值。然后算法选择用于发送的队列，并从所选择的队列发送分组。然后更新所有队列的所有权重。然后算法选择用于发送的下一个队列。

如上所述，示例实施例提供一种方法，用于通过用于信道条件指示符和公平指示符而在多个用户中间调度发送。作为一个例子，考虑在根据示例实施例的通用化调度程序的框架中的比例公平调度程序。定义公式 (1) 的函数  $f()$  为简单的除法运算符。给出信道条件量度  $R_i(t)$  为：

$$R_i(t) = \text{DRC}_i(t) / \text{average\_DRC}_i(t) \quad (21)$$

给出用户公平量度为：

$$U_i(t) = \text{average\_throughput}_i(t) / \text{average\_DRC}_i(t) \quad (22)$$

考虑公式 (1)，所产生的方法为具有最高  $\text{DRC}_i(t) / \text{average\_throughput}_i(t)$  的用户提供服务，它是比例公平调度程序。既然是这样，所有平均都是使用具

有预定时间常数的无限脉冲响应，IIR，滤波器来完成的。上文提供的表达式的检查显露多用户分集增益是信道条件量度的函数，即，是通过信道条件量度引入的。使用每个用户平均 DRC 所用的时间周期来计算信道条件量度的控制。用户公平量度给出算法中的实际公平。给出每个用户的信道条件量度为围绕 1 的值。因此，长时间周期上不同用户接收的通过量的相对值大多受用户公平量度的影响而不是受信道条件量度的影响。尤其，用户得到的相对通过量将是如此的，致使每个用户的公平量度得到相同的值。

此外，可以再陈述给定用户的用户公平量度为：DRCave while served

$$U_i(t) = (\text{fraction of slots served}) * \frac{\text{DRCave while served}}{\text{DRCave}} \quad (23)$$

如果所有用户的 DRC（按 dB 为单位）随围绕平均值的相同统计值而变化，则对于所有用户的 DRCave\_while\_served 和 DRCave 的比值是相同的，导致算法的相等时间特性。

重写比例公平调度程序公式的优点在于得到相等时间调度程序。相等时间调度程序具有由多用户分集引起的增益。信道条件量度保持与根据比例公平算法的信道条件量度相同，但是现在通过应用由 fraction\_of\_slots\_served 定义的用户公平量度而保证了对于每个用户的相等时间。在一个实施例中，使用与当前比例公平算法具有相同时间常数的 IIR 滤波器对这个分数进行平均。

此外，如上所述，示例实施例允许根据分类方案对用户中的个别用户或组进行区别处理（differentiation of treatment）。如此，可以对不同用户分配不同的用户公平量度值。如果把 j 类用户的用户公平量度定义为：

$$U_i(t) = a_j * \text{average\_throughput}(t) / \text{average\_DRC}(t) \quad (24)$$

则与其它用户类别相比，其中 j 类用户将接收正比于  $(1/a_j)$  的相对优先级。例如，考虑把 GOS 算法应用于通用化调度程序，在所有时刻，对于所有用户的信道条件量度是 1（即，算法没有取得多用户分集的优点），而用户公平量度是分配给用户的权重。回忆权重是按如此的方式分配的，即，得到 GOS 公平同时使扇区通过量最大。组合函数是公式（10）中给出的运算符。这个例子说明，对于 f 的不同选择， $A_i(t)$  和  $U_i(t)$  会影响相同的算法。换言之，当估计优先级函数时，对于  $A_i(t)$  和  $U_i(t)$  的不同组合，所产生的算法是相同的。例如，考虑

$f()$ 是不同的运算符, 即,  $f(a, b) = a - b$ , 用 0 作为信道条件量度, 而权重作为用户公平量度。所产生的结果接近 GOS 算法, 当前所服务的用户是具有最低权重的用户。

在修改的服务等级算法中, 使用称之为 collar 的一个参数, 并根据信道条件对具有最小权重值的裕度中或范围中的权重(即,  $\text{min\_weight}$  到  $(\text{min\_weight} + \text{collar})$ ) 的所有用户提供服务。如果在该范围内没有发现具有未定数据要发送或发送有效 DRC 的用户, 则该方法选择用户中间具有最小权重的用户。然后定义用户公平量度对于在该范围内(即, 在  $\text{min\_weight}$  和  $\text{min\_weight} + \text{collar}$  之间, 以及对于其它用户为无穷大)的所有用户都是 1。可以使用多种信道条件量度应用于示例实施例, 包括, 但是不限于: 1)DRC; 以及 2)DRC/DRCAve。

可以根据相等时间调度程序来发展加强的相等时间调度程序。根据一个实施例, 在加强的相等时间调度程序方法中, 时间常数  $T_c$  与用户公平量度相关联。根据通过量随时间标度的变化小于  $T_c$  是不重要的、传输控制协议, TCP, 型仿真的经验, 可以定义时间常数  $T_c$  等于预定的时隙数。然而, 有可能根据当前运行的应用, 不同用户在所应用的时间标度中具有不同的适应性。在一个实施例中, 用户公平量度继续计算每用户或每用户组的平均通过量, 其中用户公平量度计算使用个别的, 即, 不同的时间常数来计算每用户的平均值。每用户不同时间常数的使用导致围绕每用户的时隙平均分数不同变化。小变化是由于小时间常数的应用而引起的。每用户的时隙分数保持近似相等。用其它用户公平量度也可能有相似的加强, 例如, 通过比例公平调度程序使用的量度 ( $\text{average\_throughput}/\text{average\_DRC}$ )。优先级函数  $f()$  的应用提供相对于每个个别用户的通过量的不同可变性。

对于系统 120 的 HDR 操作, 除了信号处理模块之外, AN 122 和 AT 126 每一个都包括一个处理器以及至少一个存储器存储器件。处理器可以是中央处理单元或可以是专用控制器。存储器存储器件存储计算机可读出指令和/或控制无线系统 120 中的通信的例行程序。在 AN 122 中, 存储器存储器件可以存储指令以控制数据发送。在 AT 126 中, 存储器存储器件可以存储控制数据发送的指令, 包括数据请求。

在一个实施例中，无线通信系统支持一种发送协议，它可能导致高于所请求的数据速率的实际接收数据速率。一个如此的系统是结合 ARQ 方案的 HDR 系统。在如此的系统中，用户把诸如 DRC 消息之类的数据速率请求消息发送到诸如基站或接入终端之类的发射机。DRC 消息表示用于发送所请求的数据所需要的时隙总数。发射机按比在 DRC 消息中表示的时隙总数较少的时隙数来发送数据。如果接收机能够在小于时隙总数的时隙数中对信息进行解码，则接收机把确认消息发送给发射机，而发射机终止发送。否则，如果发射机没有接收到确认，则发射机继续进行，并且如果没有接收到确认，可以按所识别的时隙总数而发送。

在接收数据速率可能与请求数据速率不同的情况下，系统设计师为了调度的目的可以要求使用实际接收数据速率。在确定接收数据速率中存在一个问题，发射机事先不知道这个速率，而是在发送过程期间在现场确定的。换言之，发射机已知诸如 DRC 之类的请求数据速率，并开始根据发送可能需要通过 DRC 识别的所有时隙的理解来向接收机发送。当接收机发送确认消息时，发射机发现接收机能够在较少时隙中接收发送。这一般发生在已经确定调度算法的选择之后。事实上，支持具有 ARQ 型方案的物理层的无线通信系统分离 DRC 请求的速率和实际接收速率。当使用 DRC 来选择发送目标时影响调度公平。

作为一个例子，考虑具有两个接入终端，AT1 和 AT2，的一个系统。AT1 对于 307.2 kbps 速率的总共两个时隙上请求数据，而 AT2 对于 614.4 kbps 速率的总共一个时隙上请求数据。应用比例公平型调度算法，用相等时间来调度 AT1 和 AT2，其中 AT1 的通过量是 AT2 的通过量的一半，即，AT1 的通过量是 153.6 kpbs，而 AT2 的通过量是 307.2 kpbs。如果在所有时间中，AT1 都在接收到一个时隙之后发送确认消息，则 AT1 的接收速率是 614.4 kpbs。因此，AT1 的通过量是 204.8 kpbs 或 614.4 kpbs 的  $1/3$ ，而 AT2 的通过量是 409.6 kpbs 和 AT2 的  $2/3$ 。将侵犯公平标准。希望用户得到与实际接收速率成比例的通过量，而不是与请求速率成比例的通过量。在 ARQ 型方案对具有低数据速率的用户的数据速率趋向于有利的情况下，一般的比例公平型算法将对抗通过把系统资源再分配给所有用户得而到的利益。

上述一个实施例通过把公平比例型算法与 GOS 型调度结合而解决了这个问

题。对于短时间间隔，组合过程使用公平比例型算法，并在较长时间间隔上应用 GOS 限制。在 GOS 公平标准估计在预定时间周期上发送的位或字节的总数的情况下，实际请求数据速率不直接进入选择过程中。

在一种不相等的 GOS 算法中，可以应用两个级别：高和低。向每个用户分配一个权重，如上所述。当为高级用户服务时，即，当高级用户是数据发送的接收者时，使用户的权重增加预定值，诸如增加 1。当为低级用户服务时，使用户的权重增加一个调节量，其中调节量是通过增益因子  $G$  调节的预定值。给定用户根据请求数据速率和平均通过量改变级别。把门限通过量值以上的用户分配到高级，并指定升高平均通过量值。把门限值以下的用户分配到低级，使对于通过量的任何影响最小。使用 DRC 可以计算每时隙门限值，以确定使用 GOS 型调度程序可得到的理论平均通过量。计算可以忽略信道变化。

如上对于比例公平算法型所述，在 DRC 与实际接收数据速率不同的情况下，GOS 算法存在一个问题。一个实施例通过使用 IIR 滤波器跟踪每扇区的实际平均通过量而解决了这个问题。可以把滤波器时间常数固定在通过仿真或在操作中确定的一个值上。根据这个实施例，把给定扇区或小区的通过量定义为：

$$T[n+1] = T[n] * (1 - \alpha) + \alpha * R[n] \quad (25)$$

其中  $T$  是门限值， $R$  是时间实例  $n$  处的服务速率，而  $\alpha$  是预定值。然后使用通过量作为门限值来分配高级和低级用户。

为了进一步取得多用户分集的优点同时应用 GOS 型调度算法作为修改和如上所述，一个实施例应用预定时间周期。在时间周期中，过程取得多用户分集的优点，并在时间周期上应用 GOS 型调度算法。所述方法通过经过 IIR 滤波器传递相应的 DRC 而跟踪每个用户的请求数据速率的最近平均值。对于每个用户计算当前 DRC 对请求数据速率的最近平均值的一个比值。具有最高比值的用户接收服务。在另外的实施例中，如果所有权重在值的预定范围内，则具有最高比值的用户接收服务。在 DRC 值是比值的分子和分母的一部分的情况下，期望选择过程反映实际接收数据速率而不是请求速率。

又一个实施例试图通过修改比例公平型调度算法来解决请求数据速率和接收数据速率之间的分歧。比例公平型算法是基于请求数据速率对每用户的平均通过量的比值的，其中选择具有最高比值的用户提供服务。计算平均通过量为：

$$T_{ave}[n+1]=T_{ave}[n]*(1-\alpha)+\alpha*R[n] \quad (26)$$

其中  $T_{ave}$  是平均门限值,  $R$  是在时间实例  $n$  处的服务速率, 而  $\alpha$  是预定值。修改改变通过量的值, 定义为:

$$T_{ave}[n+1]=T_{ave}[n]*(1-\alpha)+\alpha*DRC[n] \quad (27)$$

在计算平均门限值中的 DRC 应用导致潜在地低于实际接收通过量的平均门限值。通过减小请求数据速率对平均通过量的比值的控制, 增加比值, 从而产生所要求的效果。

因此, 已经描述了用于调度通信系统中的发送的一种新颖的和改进的方法和设备。熟悉本技术领域的人员会理解, 可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或任何它们的组合来表示可能在上述说明中引用的数据、指令、命令、信息、信号、位、码元以及码片。熟悉本技术领域的人员会进一步理解, 可以实施这里联系所揭示的实施例描述的各种示意逻辑块、模块、电路以及算法步骤作为电子硬件、计算机软件或它们的组合。已经一般按功能性描述各种示例部件、块、模块、电路以及步骤。作为硬件还是作为软件来实施这种功能性取决于施加于整个系统上的特定应用和设计限制。在这些情况下, 熟练的技术人员会理解硬件和软件的互换性。作为例子, 可以用数字信号处理器 (DSP)、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA) 或其它可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、诸如, 例如, 寄存器和 FIFO 之类的分立硬件元件、执行一组固件指令的处理器、任何传统可编程软件模块和处理器或设计成执行这里所描述的功能的任何它们的组合来实施或执行联系这里揭示的实施例描述的各种示例逻辑块、模块、电路和算法步骤。处理器可以有利地是微处理器, 但是另一方面, 处理器可以是任何传统的处理器、控制器、微控制器、可编程逻辑器件、逻辑元件的阵列或状态机。软件模块可以驻留在 RAM 存储器、快闪存储器、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可拆卸盘、CD-ROM 或技术领域中众知的任何其它形式的存储媒体中。有利地把示例处理器耦合到存储媒体使之从存储媒体读出信息和把信息写入存储媒体。另一方面, 可以把存储媒体集成到处理器中。处理器和存储媒体可以驻留在 ASIC 中。ASIC 可以驻留在电话或其它用户终端中。另一方面, 处理器和存储媒体可以驻留在电话或其它用户终端中。可以实施处理器作为 DSP

和微处理器的组合或作为连同 DSP 核心等的两个微处理器。

因此，已经示出和描述本发明的较佳实施例。然而，熟悉本领域技术的人员会明白，可以对这里揭示的实施例作出许多修改而不偏离本发明的精神和范围。因此，除了根据下面的权利要求书之外，不对本发明作出限制。

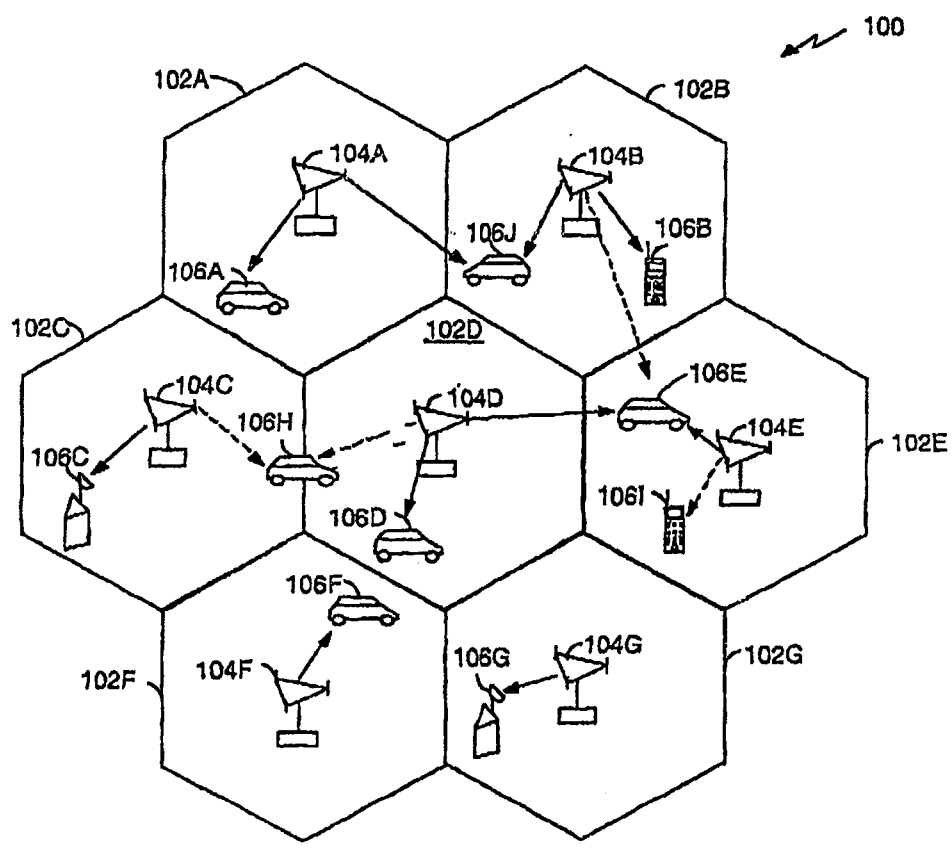


图 1A

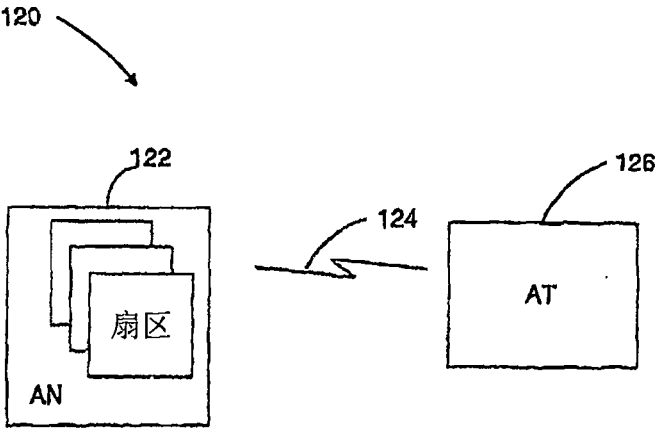


图 1B

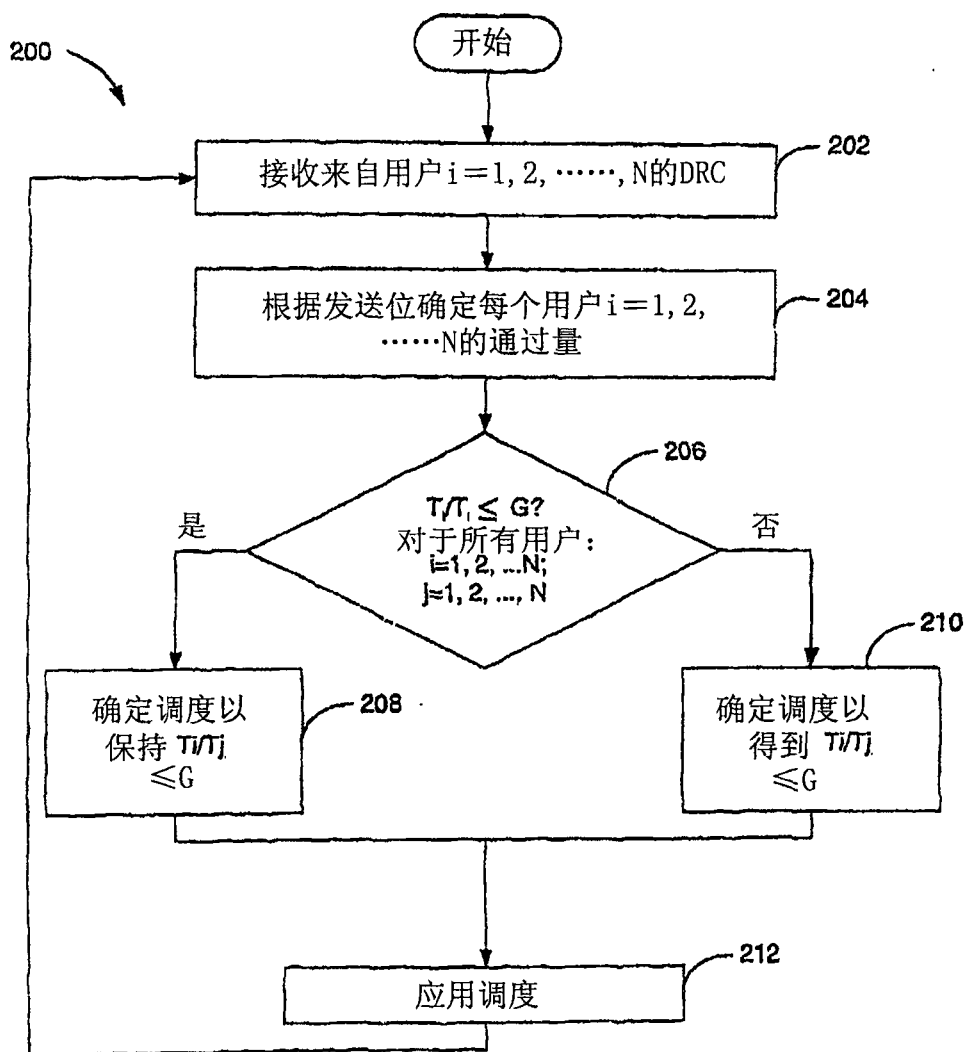


图 2

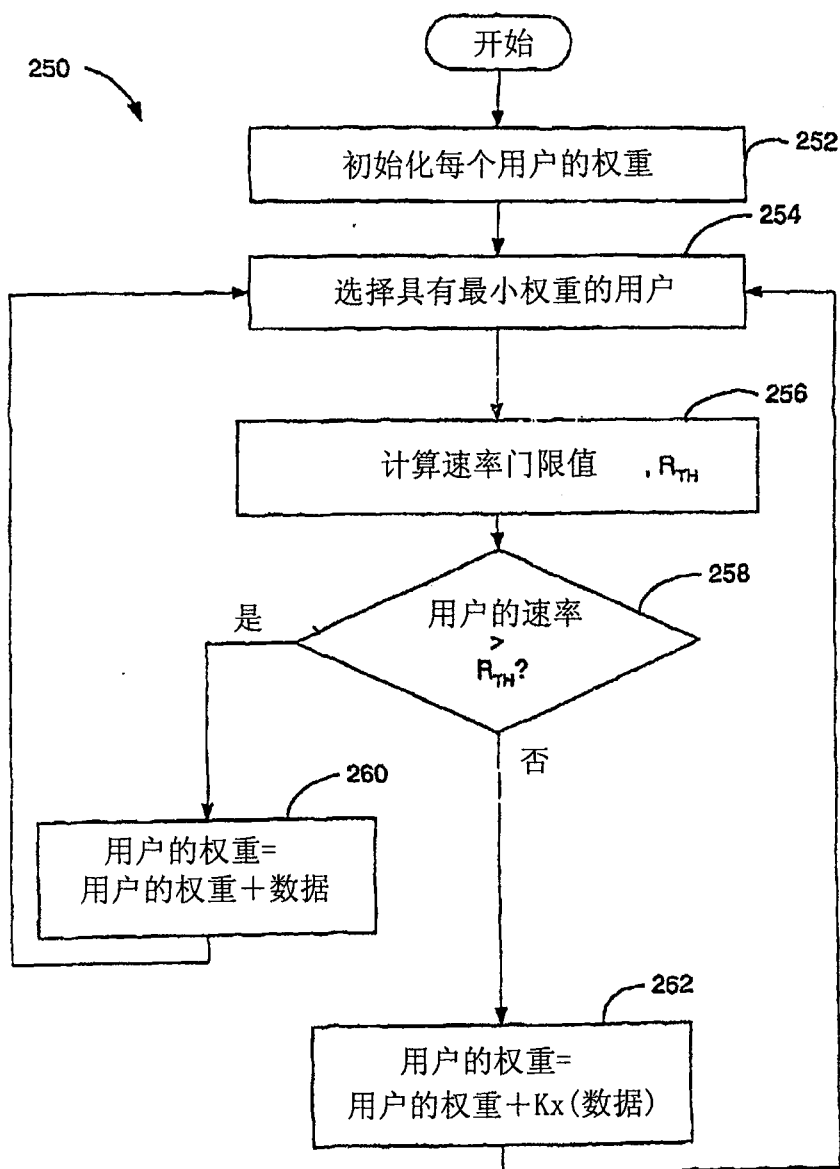


图 3

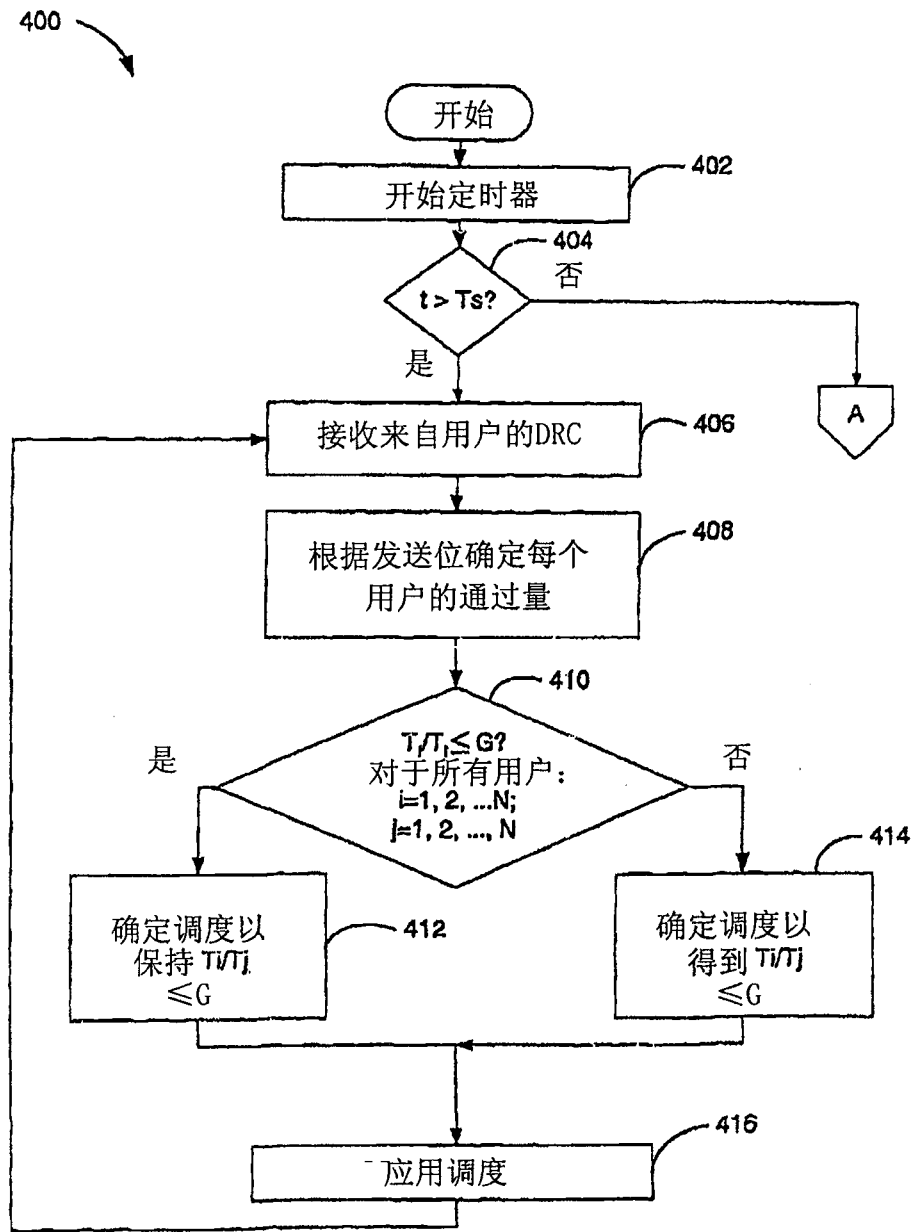


图 4A

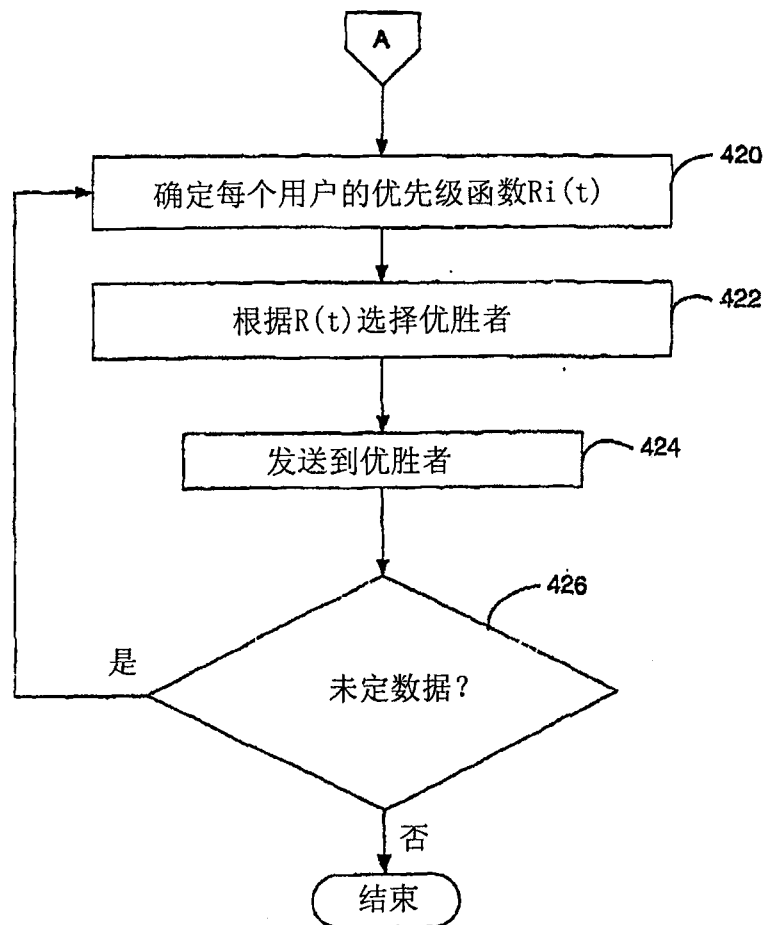


图 4B

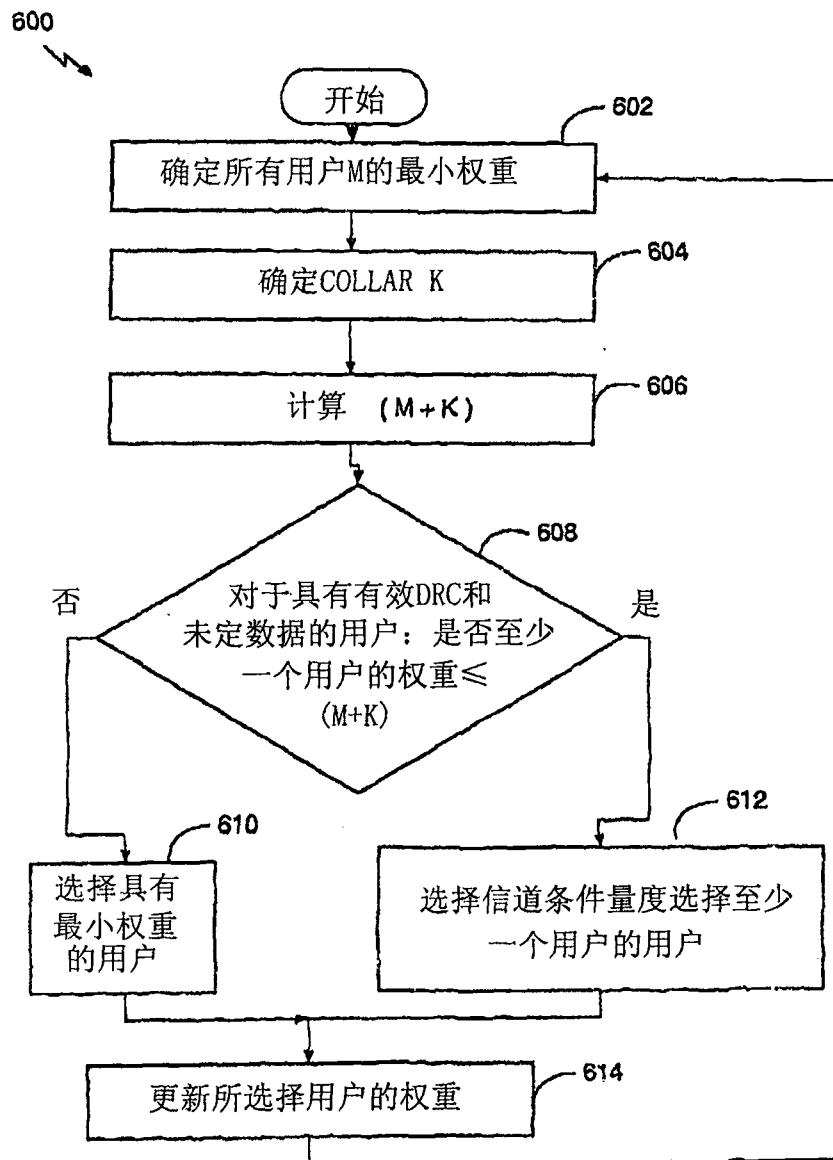


图 5

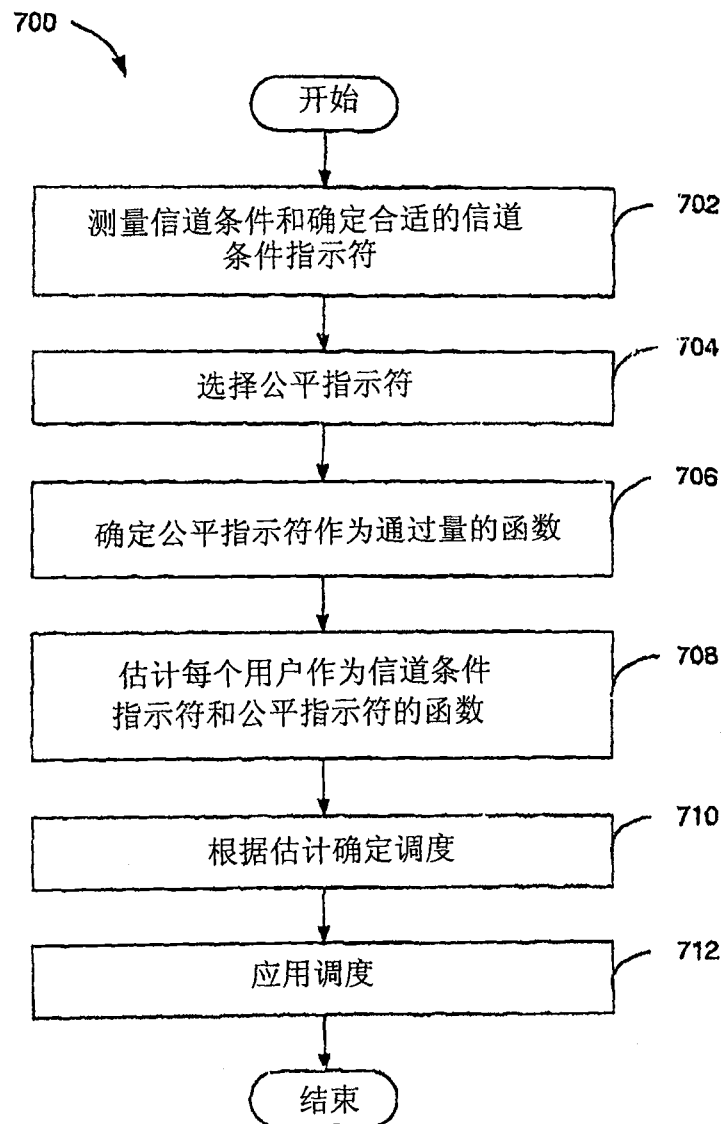


图 6

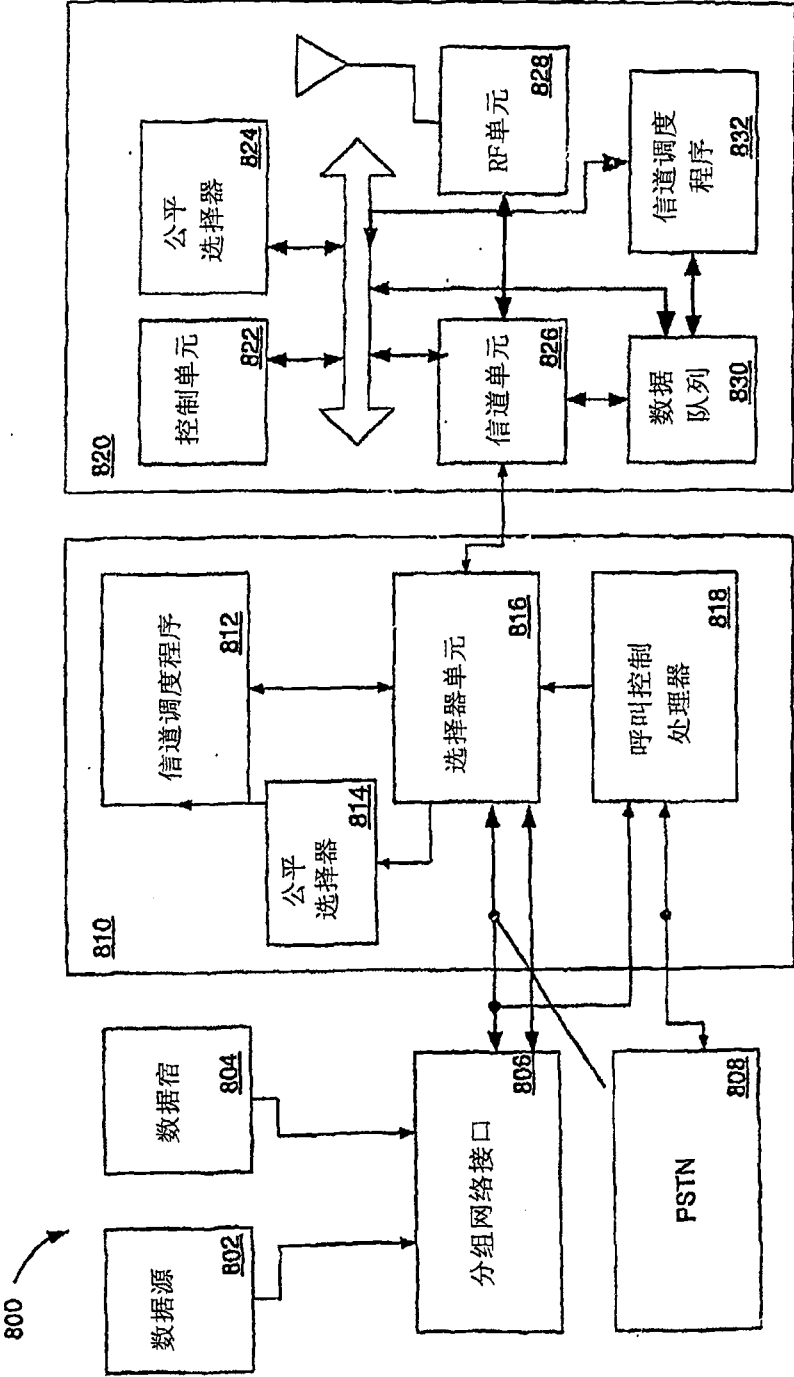


图 7

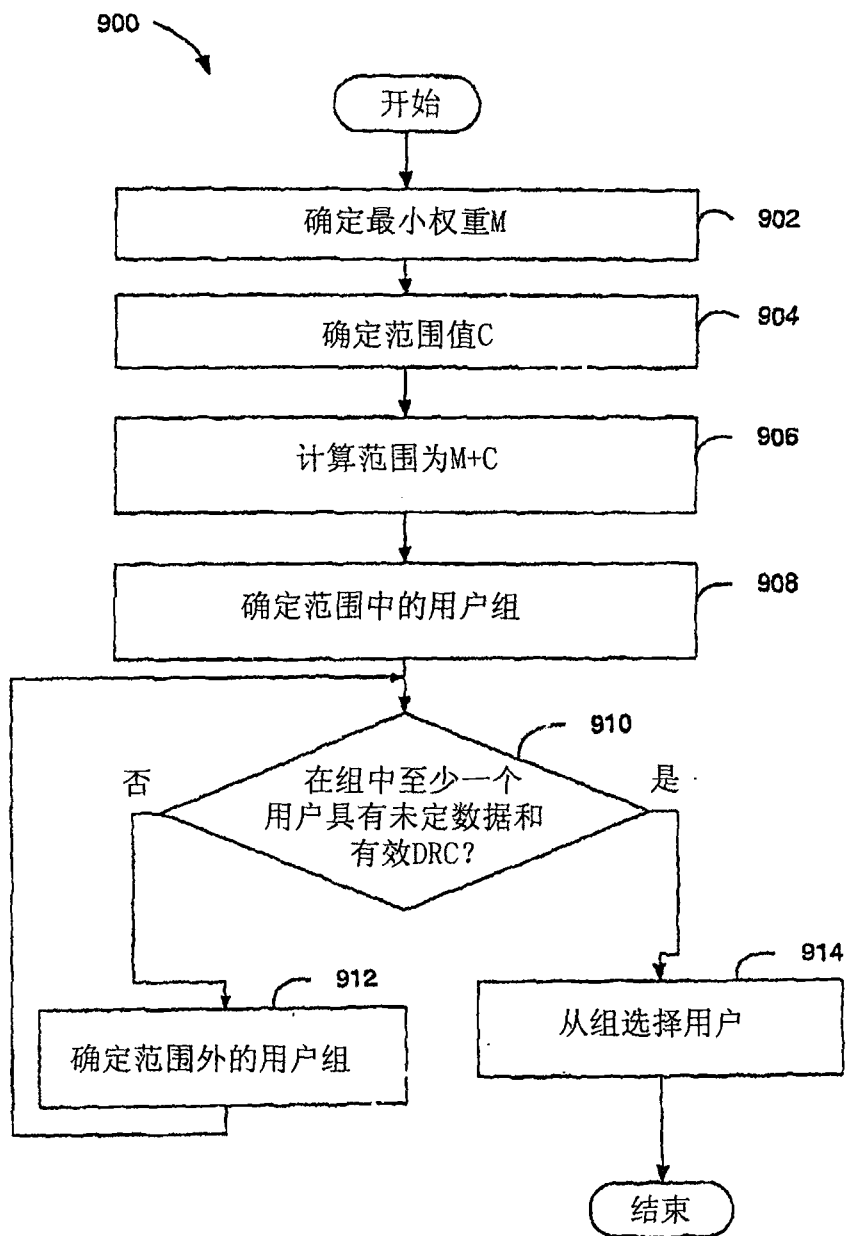


图 8

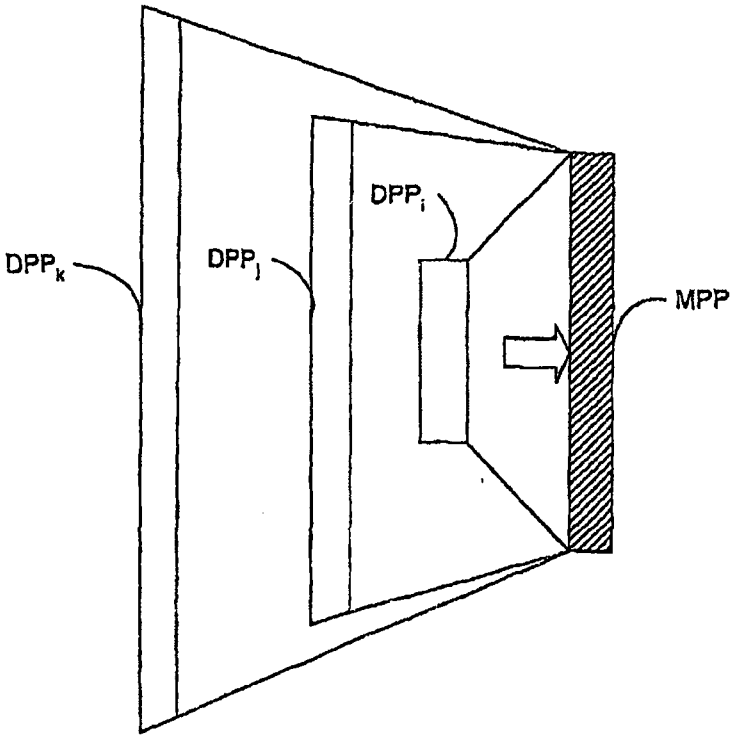


图 9A

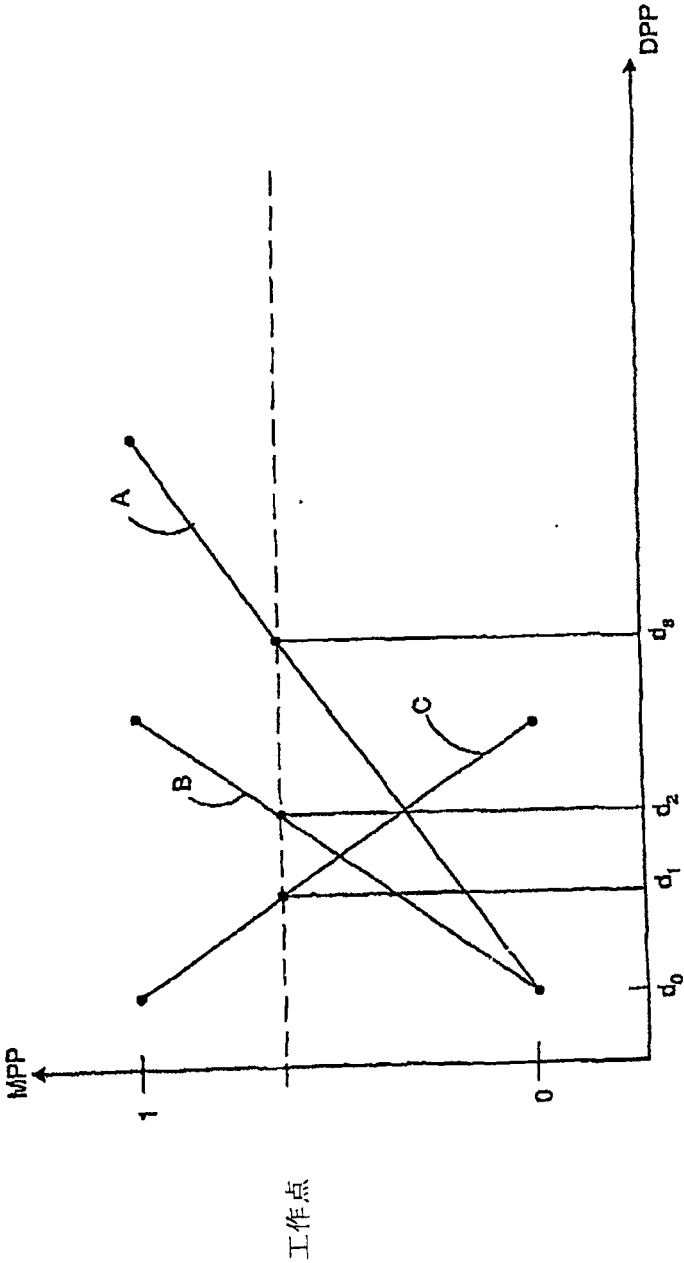


图 9B

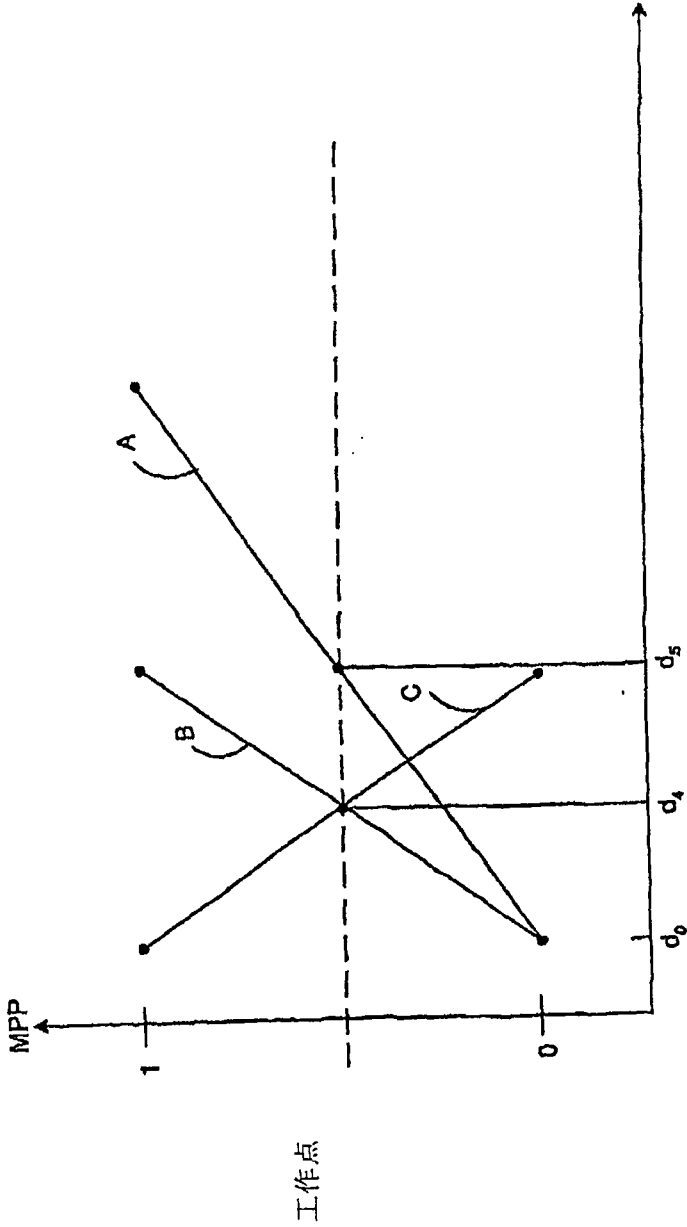


图 9C

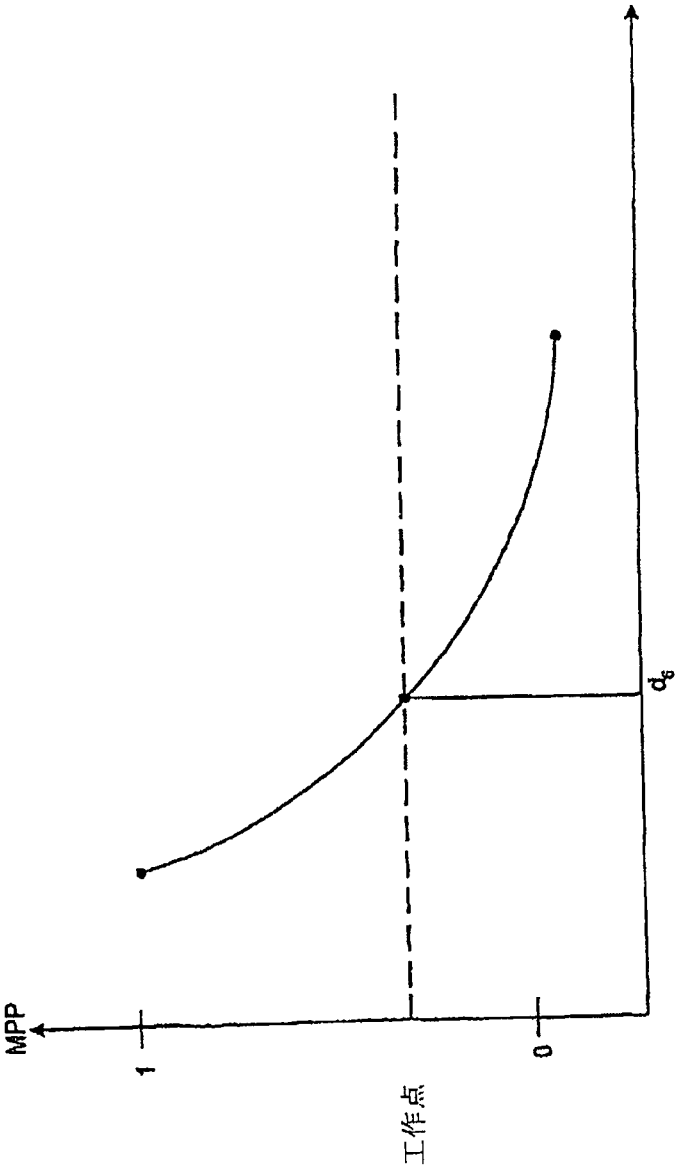


图 9D

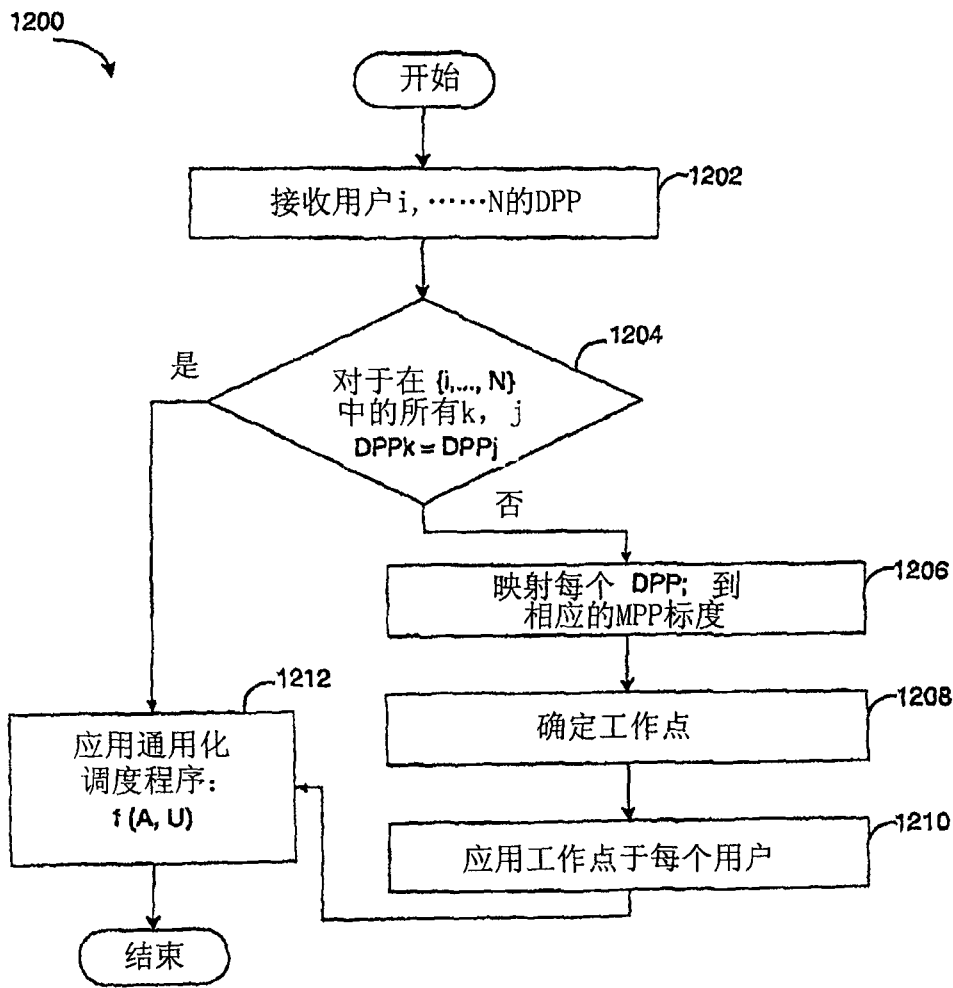


图 10