[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04Q 7/38
H04Q 7/22

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98808373.6

[45] 授权公告日 2004 年 5 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1150794C

[22] 申请日 1998.8.20 [21] 申请号 98808373.6
[30] 优先权
[32] 1997. 8.20 [33] US [31] 08/914,928
[86] 国际申请 PCT/US1998/017369 1998.8.20
[87] 国际公布 WO99/009779 英 1999.2.25
[85] 进入国家阶段日期 2000.2.21
[71] 专利权人 夸尔柯姆股份有限公司
地址 美国加州圣地埃哥
[72] 发明人 陈 道 林育全
审查员 赵 颖

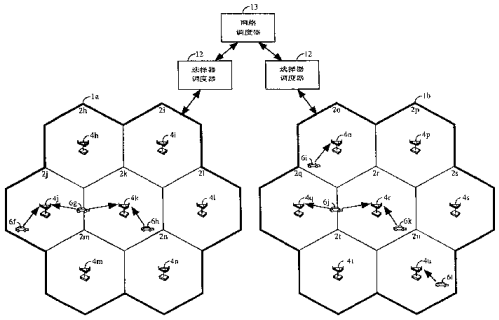
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 孙敬国

权利要求书 2 页 说明书 45 页 附图 15 页

[54] 发明名称 用于反向链路速率调度的方法和装置

[57] 摘要

在能够可变速传输的通信系统中，多级调度改进对反向链路的利用并减小在数据通信中的传输延迟。 多级高度包括基站级调度、选择器级(系统级)调度和网络级调度。 对于基站(4)执行网络级调度，其中所述基站(4)处于与由不同选择器调度器(12)控制的基站(4)的软切换状态下。 对于远程站(6)执行选择器级调度，其中所述远程站处于与由相同选择器调度器(12)控制的基站(4)的软切换状态下，而对于不处于软切换状态下的远程站(6)执行基站(4)级调度。 在已执行更高级调度之后，运用剩余容量，执行基站(4)级调度。 每个调度级可具有不同调度间隔。



ISSN1008-4274

1. 一种用于在通信网络中调度在反向链路上的高速传输的方法，其中所述通信网络包括一个或多个系统，每个系统包括一个或多个基站，每个基站与零或多个远程站进行通信，其特征在于，所述方法包括下列步骤：

确定请求高速传输的远程站的软切换状态；

确定对于与所述远程站进行通信的每个基站的反向链路容量；

如果所述远程站不处于软切换状态，那么在基站级上调度高速传输速率；

如果所述远程站处于与位于相同系统内的基站的软切换状态下，那么在选择器级上调度高速传输速率；

如果所述远程站处于与位于不同系统内的基站的软切换状态下，那么在网络级上调度高速传输速率；和

把包含所述高速传输速率的调度信息发送到所述远程站，

其中，对所述高速传输速率的所述调度基于对于与所述远程站进行通信的每个基站可获得的所述反向链路容量。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，根据在所述网络级上的所述调度之后可获得的剩余反向链路容量，执行在所述选择器级上的所述调度。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，根据在所述选择器级上的所述调度和在所述网络级上的所述调度之后可获得的剩余反向链路容量，执行在所述基站级上的所述调度。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括下列步骤：

保留对于在所述基站级上的调度可获得的一部分所述反向链路容量。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括下列步骤：

保留对于在所述选择器级上的调度可获得的一部分所述反向链路容量。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过把一信令消息发送到所述远程站来执行所述发送步骤，其中所述信令消息包含所述调度信息。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过运用穿入码元，执行所述发送步骤。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，还包括下列步骤：

确定所述远程站的优先级；

并且，根据所述远程站的所述优先级调度所述高速传输速率。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，运用对于高速传输可获得的较低百分比的所述反向链路容量，执行在所述网络级上的所述调度。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，运用对于高速传输可获得较低百分比的所述反向链路容量，执行在所述选择器级上的所述调度。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，每 K1 帧执行在所述基站级上的所述调度、每 K2 帧执行在所述选择器级上的所述调度、每 K3 帧执行在所述网络级上的所述调度，其中 K1、K2 和 K3 是大于或等于 1 的整数。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，K1 小于或等于 K2，而 K2 小于或等于 K3。

13. 一种用于在通信网络中调度在反向链路上的高速传输的设备，其中所述通信网络包括一个或多个系统，每个系统包括一个或多个基站，每个基站与零或多个远程站进行通信，其特征在于，所述装置包括：

信道元件，用于接收来自远程站的反向链路传输，所述反向链路传输包括对于高速传输的请求和每个请求远程站的软切换状态；

BTS 调度器，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述 BTS 调度器调度不处于软切换状态下的远程站的高速传输速率；

选择器调度器，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述选择器调度器调度处于与同一系统内的基站进行软切换状态下的远程站的高速传输速率；和

网络调度器，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述网络调度器调度处于与不同系统内的基站进行软切换状态下的远程站的高速传输速率。

用于反向链路速率调度的方法和装置

发明领域

本发明涉及数据通信。具体地说，本发明涉及用于在具有可变数据传输速率的通信系统中进行反向链路速率调度的新颖和经改进的方法和装置。

相关技术的描述

需要一种当代的通信系统，来支持多种应用。一种这样的通信系统是码分多址(CDMA)系统，它符合“对于双模式宽带扩展频谱蜂窝状系统的TIA/EIA/IS-95A移动站-基站兼容性标准”，下面将其称为IS-95A标准。CDMA系统允许通过地面链路，在用户之间进行语音和数据通信。在美国专利第4,901,307号(发明名称为“运用卫星或地面中继站的扩展频谱多址通信系统”)和美国专利第5,103,459号(发明名称为“用于在CDMA蜂窝状电话系统中产生波形的系统和方法”)中揭示了对在多址通信系统中的CDMA技术的运用，其中上述两项专利已转让给本发明的受让人，并作为参考资料在此引入。

设计IS-95A标准来最优化语音通信，和选择多种重要的系统设计参数来获得该目的。例如，由于不能容忍在说话者之间的时间延迟，所以寻找使处理延迟最小的方法。给每个用户分配一种能够在呼叫持续时间内携带语音数据的传输速率。一旦终止呼叫，可以将分配的传输速率重新分配给另一个用户。

在CDMA系统中，用户通过远程站相互进行通信，而远程站反过来通过一个或多个基站相互进行通信。在本说明书中，基站是指远程站可与之进行通信的硬件。小区是指硬件或地理覆盖区，这依赖于运用该术语的上下文。

在CDMA系统中，通过由基站提供服务的一个或多个小区进行在用户之间的通信。通过把在反向链路上的语音数据发送到小区，在一个远程站上的第一用户与在第二远程站或者标准电话上的第二用户进行通信。小区接收语音数据，而且可以把该数据发送到另一个小区或者公共电话交换网(PSTN)。如果第二用户是在远程站上，那么在相同小区或第二小区的前向链路上把数

据发送到第二远程站。否则，通过 PSTN 把数据发送到在标准电话系统上的第二用户。在 IS-95A 系统中，把分开的频率分配给正向链路和反向链路，而且相互独立。

远程站在通信期间，至少与一个小区进行通信。在软切换期间，CDMA 远程站能够与多个小区同时进行通信。软切换是在断开与前一个小区的链路之前建立与新小区的链路的处理过程。软切换使掉下呼叫(dropped call)的概率减至最小。在美国专利第 5,267,261 号(发明名称为“在 CDMA 蜂窝状电话系统中的一种辅助软切换”)中揭示了一种用于在软切换处理过程中通过多个小区与远程站进行通信的方法和系统，其中将上述专利转让给本发明的受让人，并作为参考资料在此引入。软切换影响了 CMDA 系统设计的多个方面，这是因为当新分配资源时必须考虑包含在软切换中的多个小区中的每个小区的状态和容量。

根据 IS-95A 标准，在与小区进行通信的持续时间内，在反向链路上，分配每个远程站传输速率 28,8Ksps。运用速率 1/3 卷积编码器，每个远程站的数据速率达到 9,6Kbps。虽然 IS-95A 标准没有规定，但是通过运用其他码速可以支持更高的数据速率。例如，通过运用速率 1/2 卷积编码器，可以获得数据速率 14.4Kbps。

CDMA 系统是扩展频谱通信系统。在现有技术中已知扩展频谱的有利之处，而且参照上述引用的参考文件可以理解。CDMA 系统必须在蜂窝状频带中的预先存在的不连续频率分配内工作。通过设计，把 1.2288MHz 带宽分配给符合 IS-95A 标准的 CDMA 系统，来完全利用蜂窝状频带。反向链路是指从远程站到小区的传输。在反向链路上，在整个 1.2288MHz 系统带宽内，扩展 28.8Ksps 传输速率。

在反向链路上，每个发送远程站都会对在网络中的其他远程站进行干扰。因此，反向链路容量受到远程站受其他远程站的总干扰的限制。当用户不说话的时候，IS-95A CDMA 系统通过发送较少位，来增加反向链路容量，从而允许较低功率并减小干扰。

为了使干扰最小和使反向链路容量最大，由两个功率控制环路来控制每个远程站的发送功率。第一功率控制环路调节远程站的发送功率，从而将由在小区处接收到的信号的能量-每位-对-噪声-加-干扰比(energy-per-bit-to-noise-plus-interference ratio)，$E_b/(N_o+I_o)$，测得的信号质量保持在恒定水平。

将该水平称为 $E_b/(N_o+I_o)$设定点(set point)。第二功率控制环路调节设定点，从而保持由帧差错率(frame-error-rate)(FER)测得的所需性能水平。在美国专利第 5,056,109 号(发明名称为“用于在 CDMA 蜂窝状移动电话系统中控制发送功率的方法和装置”，已转让给本发明的受让人并作为参考资料在此引入)中详细揭示了用于反向链路的功率控制机理。

在每个远程站上的用户根据在该用户的交谈过程中的语音活动程度(level of speech activity)，在不同的比特速率下发送。当用户正在实际说话时，可变速语音声码器提供在全速下的语音数据，而当静寂期间，例如，停顿，提供在低速下的语音数据。在美国专利第 5,414,796 号（发明名称为“可变速率声码器”）中详细描述可变速声码器，上述专利已转让给本发明的受让人并作为参考资料在此引入。

对于 CDMA 系统，由在每个远程站上的用户的传输速率确定对于在远程站和小区之间的语音通信的反向链路容量，如可由小区支持的用户数量测得。这是因为由系统设计固定或给定由反向链路容量确定的其他参数。例如，对于每个远程站可获得的最大发送功率受 FCC 规则的限制，而且还受系统设计约束。保持理想程度性能所需的 $E_b/(N_o+I_o)$依赖于不能控制的信道状况。最后，通过设计来选择 CDMA 系统带宽为 1.2288MHz。

在任何给定时刻的语音活动量是非确定性的。此外，在用户之间的语音活动程度中一般不存在任何相关性。因此，在小区处从所有发送远程站接收到的总功率随着时间而变化，而且可作为高斯分布来近似。在实际说话期间，远程站以较高功率发送并导致对其他远程站的更大干扰。更大干扰降低其他远程站的接收 $E_b/(N_o+I_o)$，如果功率控制不能跟踪动态，那么它增加在由小区接收到的语音数据中发生帧误差的概率。因此，限制能够访问通信系统的用户数量，从而由于过度干扰导致丢失小部分发送帧。

限定反向链路容量来保持所需帧差错率(FER)驱使小区以小于全容量的平均容量进行操作，从而未充分利用反向链路容量。在更加糟糕的情况下，浪费上至一半的反向链路容量来保持上至 3dB 的净空。净空是小区可以接收的最大功率和小区实际接收的平均功率之差。只在远程站处用户的语音活动很高期间使用净空。

在 CDMA 系统内的数据通信具有与语音通信不同的特征。例如，一般，数据通信的特征在于，长时间的静止或低活动，由高数据话务脉冲串(burst of

data traffic)截断(punctuate)。对于数据通信的重要系统要求是传递数据脉冲串所需的传输延迟。传输延迟对数据通信的不利影响不如它对于语音通信那样，但是它是对于测量数据通信系统的质量的一个重要量度。

在美国专利第 5,504,773 号(发明名称为“用于格式化要传输的数据的方法和装置”，已转让给本发明的受让人，并作为参考资料在此引入)中描述用于在尺寸固定的码信道帧中传输数据话务的方法，其中数据源在可变速率下提供数据。把数据分成数据帧，而且可将每个数据帧进一步分成数据部分。于是，把数据部分编码成码信道帧，它可以是 20 毫秒宽。在 28.8Ksps 码元速率下，每个 20 毫秒宽码信道帧包含 576 个码元。根据应用，用速率 1/2 或速率 1/3 卷积编码器来编码数据。运用速率 1/3 编码器，数据速率大约是 9.6Kbps。在 9.6Kbps 数据速率下，存在 172 个数据位，12 个循环冗余校验(CRC)位和 8 码尾位每码信道帧。

通过在多个码信道上同时发送数据话务，可以获得在反向链路上的高速率数据传输。在美国专利申请第 08/656,649 号(发明名称为“用于在扩展频谱通信系统中提供速率调度数据的方法和装置”，1996 年 5 月 31 日申请)和美国专利申请第 08/654,443 号(发明名称为“高数据速率 CDMA 无线通信系统”，1996 年 5 月 28 日申请)中描述了对于用于数据传输的多码信道的运用，上述两项专利已转让给本发明的受让人，并作为参考资料在此引入。

由于语音活动程度的变化，导致对于反向链路的需求将随着时间而不断变化。通过在低语音活动期间，通过发送数据话务，可以改进对于反向链路的不充分利用。为了避免语音通信质量恶化，因动态调节数据传输来与小区的可获得反向链路容量匹配。

在处理大量离散数据话务脉冲串的过程中，应将系统设计成具有以高数据速率发送的能力和需要时根据容量的可获得性把反向链路容量分配给用户的能力。在 CDMA 系统中，设计应针对其他现有系统需考虑事项。首先，由于语音通信不能容忍过度延迟，所以应赋予传输语音数据优于传输任何数据话务的优先权。其次，由于在任何给定时刻语音活动量是不可预测的，所以应连续监测反向链路，而且应动态调节数据传输，从而不能超出反向链路容量。第三，由于远程站可能处于在多个小区之间的软切换状态，所以应根据参与软切换的每个基站的反向链路容量，分配数据传输速率。由本发明提出这些和其他考虑事项。

发明概述

本发明是用于多层反向链路调度的一种新颖和经改进的方法和装置。本发明提高对反向链路的利用率并减小在数据通信中的传输延迟。根据本发明，通信网络包括一个或多个系统，每个系统包括一个或多个基站，和每个基站与零或多个远程站进行通信。基站收发机子系统(BTS)调度器调度对于每个基站的高速反向链路传输，选择器调度器调度对于每个系统的高速传输和网络调度器调度对于网络的高速传输。

在示例实施例中，请求在反向链路上发送高速数据的远程站可分成三种。第一种包括不处于软切换状态下的远程站。第二种包括处于由相同基站控制器控制的基站之间的软切换状态下的远程站。和第三种包括处于由不同基站控制器控制的基站之间的软切换状态下的远程站。

本发明的目的在于改进在通信网络中的反向链路容量的利用率并使调度延迟最小。在示例实施例中，BTS 调度器对于第一种远程站执行调度，选择器调度器执行对于第二种远程站的调度和网络调度器执行对于第三种远程站的调度。多级调度按照增加的负载和干扰，允许通信网络考虑到调度高速传输将给网络带来的影响，而且导致最佳运用可获得资源。此外，在较低调度级处的调度(例如，基站级或选择器级)可导致较短调度延迟，从而改进系统性能。

本发明的另一个目的在于能够与可获得资源中的急速波动起反应。可在短于网络或选择器级处的调度的时间周期内，由 BTS 调度器执行在基站级处的调度。较短调度延迟导致对可获得容量的更精确估计并改进系统性能。在基站级处的调度允许 BTS 调度器与系统用途变化快速起反应。较短调度延迟还允许改进估计可获得资源。

本发明的另一个目的在于通过允许对于每个调度级的不同调度间隔，最优化反向链路的利用。网络调度器要求最长调度延迟，而且可分配有最长调度间隔。相反，BTS 调度器请求最短调度延迟，而且可分配有最短调度间隔。将调度间隔与调度延迟相匹配导致更好地利用资源。

依照本发明，提供了一种用于在通信网络中调度在反向链路上的高速传输的方法，其中所述通信网络包括一个或多个系统，每个系统包括一个或多个基站，每个基站与零或多个远程站进行通信。该方法包括下列步骤：

确定请求高速传输的远程站的软切换状态；

确定对于与所述远程站进行通信的每个基站的反向链路容量；

如果所述远程站不处于软切换状态，那么在基站级上调度高速传输速率；

如果所述远程站处于与位于相同系统内的基站的软切换状态下，那么在选择器级上调度高速传输速率；

如果所述远程站处于与位于不同系统内的基站的软切换状态下，那么在网络级上调度高速传输；和

把所述高速传输速率发送到所述远程站；

其中，所述高速传输速率基于对于与所述远程站进行通信的每个基站可获得的所述反向链路容量。

在本发明的方法中，可以根据在所述网络级上的所述调度之后可获得的剩余反向链路容量，执行在所述选择器级上的所述调度。可以根据在所述选择器级上的所述调度和在所述网络级上的所述调度之后可获得的剩余反向链路容量，执行在所述基站级上的所述调度。

在本发明的方法中，可以保留对于在所述基站级上的调度可获得的一部分所述反向链路容量。也可以保留对于在所述选择器级上的调度可获得的一部分所述反向链路容量。

在本发明的方法中，可以通过把消息发送到所述远程站，执行所述发送步骤。也可以通过通过运用穿入码元，执行所述发送步骤。

在本发明的方法中，可以确定所述远程站的优先级；其中，所述高速传输速率还基于所述远程站的所述优先级。

在本发明的方法中，可以运用对于高速传输可获得的较低百分比的所述反向链路容量，执行在所述网络级上的所述调度。也可以运用对于高速传输可获得较低百分比的所述反向链路容量，执行在所述选择器级上的所述调度。

在本发明的方法中，可以每 K1 帧执行在所述基站级上的所述调度、每 K2 帧执行在所述选择器级上的所述调度、每 K3 帧执行在所述网络级上的所述调度，其中 K1、K2 和 K3 是大于或等于 1 的整数。K1 可以小于或等于 K2，而 K2 可以小于或等于 K3。

本发明还提供了一种用于在通信网络中调度在反向链路上的高速传输的装置，其中所述通信网络包括一个或多个系统，每个系统包括一个或多个

基站，每个基站与零或多个远程站进行通信。所述装置包括：

信道元件装置，用于接收来自远程站的反向链路传输，所述反向链路传输包括对于高速传输的请求和每个请求远程站的软切换状态；

BTS 调度器装置，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述 BTS 调度器装置调度不处于软切换状态下的远程站的高速传输；

选择器调度器装置，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述选择器调度器装置调度远程站的高速传输，其中所述远程站处于与在所述相同系统内的基站的软切换状态下；和

网络调度器装置，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述网络调度器装置调度远程站的高速传输，其中所述远程站处于与在不同系统内的基站的软切换状态下。

本发明还提供了一种用于在通信网络中调度在反向链路上的高速传输的电路，其中所述通信网络包括一个或多个系统，每个系统包括一个或多个基站，每个基站与零或多个远程站进行通信。所述装置包括：

信道元件，用于接收来自远程站的反向链路传输，所述反向链路传输包括对于高速传输的请求和所述请求远程站的软切换状态；

BTS 调度器，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述 BTS 调度器调度不处于软切换状态下的远程站的高速传输；

选择器调度器，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述选择器调度器调度远程站的高速传输，其中所述远程站处于与位于所述相同系统内的基站的软切换状态下；和

网络调度器，用于接收对于高速传输的所述请求和所述软切换状态，所述网络调度器调度远程站的高速传输，其中所述远程站处于与位于不同系统内的基站的软切换状态下。

附图说明

结合附图，从下面详细描述，本发明的特性、目的和优点将显而易见，其中相同标号作相应表示。

图 1 是包括多个小区、多个基站和多个远程站的蜂窝状网络的示图。

图 2 是示出在 CDMA 通信系统中的本发明的示例实施例的方框图；

图 3 是信道控制器的方框图。

图 4 是在远程站中的示例编码器的方框图；

图 5 是在远程站处的示例调制器的方框图；

图 6 是在远程站处的另一种编码器和调制器结构的方框图；

图 7 是本发明的反向链路速率调度的流程图；

图 8 是本发明的数据传输速率分配的流程图；

图 9 是本发明的数据传输速率重新分配的流程图；

图 10 是示出传输速率分配和在分配传输速率下的数据传输时序图；

图 11 是示出本发明的反向链路速率调度的示例用的示图；

图 12 是包括多个系统的示例通信网络的示图，其中每个系统包括多个基站；

图 13 是示出本发明的通信网络的基本体系的方框图；和

图 14A-B 是分别示出对于本发明的基站级调度和网络级调度的传输速率分配和在分配传输速率下的数据传输的时序图。

较佳实施例的详细描述

参照附图，图 1 表示包括多个小区 2a-2g 的示例蜂窝状通信网络。由相应的基站 4 向每个小区 2 提供服务。虽然本发明可用于所有无线通信格式，但是在示例实施例中，蜂窝状网络是 CDMA 通信网络。在 CDMA 网络内，各远程站 6 分散在网络范围内。每个远程站 6 根据远程站是否处于软切换，与一个或多个基站 4 进行通信。例如，远程站 6a 和 6b 与基站 4c 专享通信，远程站 6d 和 6e 与基站 4d 专享通信，但是位于小区边界附近的远程站 6c 处于软切换，并同时与基站 4c 和 4d 进行通信。在上述美国专利第 5,267,261 号中详细描述对在 CDMA 系统中的软切换的运用。

图 2 中示出本发明的 CDMA 网络的基本体系的方框图。基站控制器 10 与包交换网络接口 24、PSTN30 和在 CDMA 网络中的所有基站 4(为了简化，图 2 中只示出基站 4)连接。基站控制器 10 调整在 CDMA 网络中的远程站 6 和与包交换网络接口 24 和 PSTN30 相连的其他用户之间的通信。虽然为了简化在图 2 中只示出一个，但是基站控制器 10 包括多个选择器元件 14。分配一个选择器元件 14 来控制在一个或多个基站 4 和远程站 6 之间的通信。

在反向链路上，通过把请求消息发送到基站 4，远程站 6 启动呼叫。基站 4 接收消息并把该消息发送到呼叫控制处理器 16。呼叫控制处理器 16 把

命令发送到选择器元件 14 并指挥基站 4 分配前向链路话务信道。基站 4 运用一个信道元件 40 来控制与远程站 6 的呼叫。在分配话务信道之后，通知呼叫控制处理器 40。于是，呼叫控制处理器 40 命令基站 4 在前向链路上把信道分配消息发送到远程站 6。

远程站 6 通过请求信道调度器 12 允许，来启动在反向链路上的高速数据传输。在远程站 6 内的控制器 68 通过把请求命令发送到编码器 72 来处理请求。可以在微控制器、微处理器、数字信号处理(DSP)芯片或编程来执行如这里所述的功能的 ASIC 中，实施控制器 68。在示例实施例中，编码器 72 编码与在上述美国专利第 5,504,773 号中所述的空白和字符(Blank and Burst)信令数据格式相一致的请求命令。编码器 72 产生并附加一组循环冗余校验(CRC)位、附加一组码尾位、卷积编码数据和附加位和记录经编码数据码元。向调制器(MOD)74 提供交错位。调制器 74 运用 Walsh 码映射，把交错位映射在另一个信号空间中。具体地说，把交错位分成六位组。于是，把六位映射到相应的 64 个码片 Walsh 序列。于是，调制器 74 以长伪噪声(PN)码和短 PN 码扩展 Walsh 代码码片。向前端 62 提供已调信号。前端 62 滤波、放大和通过在反向链路 52 上通过天线 60 广播发送信号。

远程站 6 根据长 PN 序列调整反向链路数据。在示例实施例中，根据公共长 PN 序列发射器的瞬时偏置(temporal offset)，定义每个反向链路信道。在两个不同的偏置处，所得调制序列是不相关的。根据远程站 6 的独特的数字识别，确定远程站 6 的偏置，其中在 IS-95 的示例实施例中，远程站 6 是电子序号(ESN)。于是，每个远程站 6 都在根据它的唯一电子序号确定的一个不相关反向链路信道上进行发送。

在基站 4 中，由天线 44 接收反向链路信号并向 RF 单元 42 提供。RF 单元 42 滤波、放大、下变频和量化反向链路信号，而且向信道元件 40 提供数字化基带信号。信道元件 40 解调和解码基带信号，与在远程站 6 处执行的信号处理功能相反。信道元件 40 用短 PN 码和长 PN 码去扩展数字化基带信号。信道元件 40 信号映射去扩展数据。具体地说，把去扩展数据分成 64 个码片块，并分配有具有最接近去扩展数据块的 Walsh 序列的 Walsh 码。Walsh 码包括解调数据。于是，信道元件 40 记录解调数据、卷积解码去交错数据和执行 CRC 校验功能。向选择器元件 14 提供解码数据，例如，请求命令。选择器元件 14 把请求命令发送到信道调度器 12。

信道调度器 12 连到在基站控制器 10 内的所有选择器元件 14。信道调度器 12 分配可由每个远程站 6 运用的最大调度传输速率，从而在反向链路上以高速进行数据传输。向选择器元件 14 提供对于远程站 6 的最大调度传输速率。选择器元件 14 把调度信息发送到信道元件 40，它编码和调制调度信息。向 RF 单元 42 提供调制信号，其中上述 RF 单元 42 上变频和调节信号。由天线 44 通过前向链路 50 发送信号。

在远程站 6 处，由天线 60 接收前向链路信号，并把它发送到前端 62。前端 62 滤波、放大、下变频和量化接收到的信号并向解调器(DEMOD)64 提供数字化基带信号。由解调器 64 解调数字化基带信号并由解码器 66 解码，与由信道元件 40 执行的信号处理相反。把包含最大调度传输速率的解码数据发送到控制器 68。控制器 68 接收调度信息并配置硬件来在或低于最大调度传输速率的速率下开始数据传输。

实际上以与上述发送请求命令相同的方法发生高速数据传输，除了可以上至最大调度传输速率的速率进行数据传输之外。在远程站 6 处，把数据分成数据帧。在本说明书中，数据帧是指在一个帧时间期间，从远程站 6 发送到基站 4 的数据量。可将数据帧进一步分成较小单位称为数据部分。将数据帧从数据源 70 发送到编码器 72。编码器 72 格式化数据帧、插入产生的 CRC 位组和一组码尾位、卷积编码数据和重新记录编码数据。在上述美国专利第 5,504,773 中详细描述用于编码和交错数据的方法。向调制器 74 提供编码数据帧，其中上述调制器 74 运用 Walsh 码执行信号映射。于是，调制器 74 以长伪噪声码和短 PN 码扩展映射数据，而且向前端 62 提供扩展数据。前端 62 滤波、放大、上变频和在反向链路 52 上，通过天线 44，广播发送信号。

基站 4 接收反向链路信号和以上述相同的方法来解调和解码反向链路信号。由信道元件 40 向选择器元件 14 提供解码数据。选择器元件 14 向包交换网络接口 24 提供数据，其中上述接口 24 把数据发送到数据接收器(data sink)22。如上所述的硬件支持在 CDMA 网络上的数据和语音通信的传输。

也可通过其他实施方法来完成上述功能。信道调度器 12 和选择器 14 的位置依赖于集中或分散调度处理是否是理想的。例如，信道调度器 12 和选择器元件 14 可包含在基站 4 中。该分散处理允许每个基站 4 执行它自己的调度，从而可以使处理延迟最小。相反，可以设计信道调度器 12 来控制在网络中与所有基站 4 的通信。该集中处理可以导致对系统资源的最优化利用。这些例

子示出不必如示例实施例中所示的那样，将信道调度器 12 加入基站控制器 10 中。可以考虑上述功能的其他实施方法，并落在本发明的范围内。

可将反向链路传输分成两种。第一种包括未调度任务，在较佳实施例中，由于不能容忍附加处理延迟导致不能调度上述任务。这种传输包括语音通信和某种数据通信(例如，确认更高层的消息)。第二种包括调度任务，其中上述任务可以容忍附加处理和队列延迟。这种传输包括在远程站 6 和基站 4 之间的最多数据通信。

如图 1 所示，远程站 6 分布在 CDMA 网络中，而且可与一个或多个基站 4 同时进行通信。因此，信道调度器 12 调整在整个 CDMA 网络中的调度和未调度任务的传输。在本发明中，根据反向链路容量的可获得性，由信道调度器 12 调度在反向链路上的调度任务的传输，以避免调度和未调度任务的传输质量下降。通过将数据传输速率分配给在 CDMA 网络中的远程站 6 上的每个调度用户的功能，来分派信道调度器 12 的任务，从而最优化一组目标。这些目标包括(1)通过发送如在系统容量约束内可支持的最多的调度和未调度任务，改进对反向链路容量的利用率，(2)改进通信质量和使传输延迟最小，(3)根据一组优先权，把反向链路容量公平地分配给所有调度用户，和(4)使远程站 6 的发送功率最小来延长电池寿命和减小干扰。通过平衡下面详细描述的因素列表来最优化目标。

图 3 示出本发明的信道调度器 12 的方框图。控制器 92 收集来自在 CDMA 网络中的所有基站 4 的相关信息，而且分配数据传输速率。在微控制器、微处理器、数字信号处理(DSP)芯片或编程来实施上述功能的 ASIC 中实施控制器 92。控制器 92 连到在基站控制器 10 内的所有选择器元件 14。控制器 92 收集关于反向链路的命令和容量的信息。把收集到的信息存储在存储器元件 94 中，并按照需要由控制器 92 检索。可运用存储器元件或任何数量的存储器设备(诸如，RAM 存储器设备、锁存器或如在现有技术中已知的其他类型存储器设备)之一实施存储器元件 94。控制器 92 还连到定时元件 96。通过由系统时钟运行的计数器、锁定在外部信号的内装(on board)振荡器或来自外部信源的对于接收系统定时的存储器元件实施定时元件 96。定时元件 96 用执行反向链路速率调度所需的定时信号提供控制器 92。定时信号还允许控制器 92 以适当时间间隔把最大调度传输速率发送到选择器元件 14。

I. 反向链路速率调度

图 7 示出本发明的反向链路调度方法论的流程图。在调度处理过程中的第一步，步骤 200，包括收集在远程站 6 处对于每个调度用户的数据传输速率的最优分配所需的所有相关信息。相关信息可包括调度和未调度任务数量、每个远程站 6 可获得的发送功率、指示由每个远程站 6 发送的数据量的队列尺寸、对于在基站 4 处每个基站 6 的 $E_b/(N_o+I_o)$设定点和测得 $E_b/(N_o+I_o)$、在前调度期间对于每个远程站 6 的未调度任务的传输速率、列出与远程站 6 进行通信的小区的每个远程站 6 的现行(active)成员组、远程站 6 的优先权和在前面的调度期间内在每个小区处接收到的总功率。下面，详细描述这些参数中的每个参数。假定收集来自每个小区的信息，信道调度器 12 根据收集到的信息、上述目标组和下面在步骤 202 处描述的系统约束列表，对于每个调度用户分配最大调度传输速率。在步骤 204 中，信道调度器 12 把包含最大调度传输速率的调度信息发送到每个远程站。在预定数量的帧之后，在或低于已分配给远程站 6 的最大调度传输速率下由远程站 6 发送数据。于是，在步骤 206 处，由信道调度器 12 等待，直至下一个调度周期来重新开始调度循环。

至少可由两个实施例来完成最大调度传输速率的分配。在第一个实施例中，信道调度器 12 把最大调度传输速率发送到每个调度用户。而且，在第二实施例中，调度用户请求最大调度传输速率。

在第一实施例中，如图 8 所示的流程图进一步示出在图 7 中的流程图的步骤 202 处的对于调度用户的最大传输速率的分配。信道调度器 12 分配对于每个远程站 6 的调度任务的最大调度传输速率，从而实现上述目标。在分配传输速率过程中，信道调度器 12 符合下列系统约束：(1) 远程站 6 必须可获得远程站 6 发送功率-在最大调度传输速率下进行发送所需的功率；(2) 小区接收功率-由每个小区接收的总功率，不能超出预定门限，从而对远程站 6 的干扰不过度；(3) 对于在软切换状态下支持远程站 6 的所有小区，软切换-最大调度传输速率，是相同的；(4)只将远程站 6 队列尺寸-高传输速率，分配给远程站 6，它具有要传输的足够数量的数据。下面，详细描述每个这样的约束。

在示例实施例中，在开始每个调度周期之前的一些时间内，把对于每个远程站 6 可获得的发送功率发送到信道调度器 12，以及队列尺寸，而且可在分配最大调度传输速率过程中考虑到。如果信道调度器 12 不能获得该信息，那么执行速率分配，而不考虑远程站 6 的发送功率。

在收集把数据传输速率最优化分配给调度用户所需的相关信息之后，信道调度器 12 进入图 8 的流程图。信道调度器 12 在状态 210 下启动。第一步，信道调度器 12 计算对于在 CDMA 网络中的每个小区可获得的中容量(步骤 212)。如下，计算对于每个小区的调度传输可获得的总容量：

$$Q_{avail}=1-\frac{P_r}{P_{max}} \qquad (1)$$

其中，Q_{avail} 是对于调度发送可获得的反向链路容量，P_r 是在小区处的接收功率，它不是来自相同小区调度任务的，而 P_{max} 是在该小区处的最大可获得的总接收功率。不是来自相同小区调度任务的在该小区处接收到的功率包括背景热噪声功率 N_oW，来自邻近小区的远程站 6 的功率 P_{adj}，和来自未调度任务的相同小区内的远程站 6 的功率 $P_{unscheduled}$。当分配数据传输速率时，信道调度器 12 需要满足的等式是：

$$\sum \hat{\gamma}_i \frac{R_i}{W} \le 1-\frac{\hat{P}_r}{P_{max}} \ , \qquad (2)$$

其中，对于即将到来的调度周期，$\hat{\gamma}$ 是第 i 个远程站的预计 $E_b/(N_o+I_o)$ 设定点，R_i 是分配给第 i 个远程站的数据传输速率，W 是系统扩展带宽和 $\hat{P}$ 是小区处的预计接收功率，其中在即将到来的调度周期内，该小区不是来自相同的小区调度任务。对于 IS-95A 系统，W 是 1.2288MHz。

下面详细描述等式(2)的推导以及等式(2)中的每一项的含义。可以在数值上计算在等式(2)右侧的每一项，或者是已知的。在每个调度周期开始的时刻，对于网络中的每个小区，计算在等式(2)的右侧上的数值一次。

可用与等式(1)所示不同的其他方法来定义或计算对于调度传输可获得的容量 Q_{avail}。而且，可通过控制未调度任务的传输来影响 Q_{avail}。例如，信道调度器 12 可以通过限定一个或多个远程站 6 的传输速率来增加 Q_{avail}，从而减小 P_r。可以考虑定义和操作 Qavail 的其他方法，并落在本发明的范围内。

注意，除非特定的，否则以线性定标(不是以 dB 为单位)给出在该说明书中的所有等式中用到的项。还注意，没有特别记号的码元(例如，E_{bi})表示对于即将到来的调度周期的实际值、标有下划线的码元(例如，$\underline{E}_{bi}$)表示对于前一个调度周期已知的或测定的值，和标有帽子的码元(例如，$\hat{E}_{bi}$)表示对于即

将到来的周期的预计值。

在等式(2)的左侧，假设用于即将到来的调度周期的调度用户的预计设定点$\hat{\gamma}_i$与对于前一个调度周期的设定点$\underline{\gamma}_i$相同。因此，预测对于小区可获得的容量和特定远程站 6 的设定点，信道调度器 12 能够确定可由对于该特定远程站 6 的小区支持的最大传输速率。

于是，信道调度器 12 产生所有调度用户的优先权列表(在步骤 214 中)。优先权列表是多个因素的函数，下面描述其中每个因素。根据他们相关的优先权，安排调度用户，同时调度用户具有设置在列表顶部的最高优先权和调度用户具有设置在列表底部的最低优先权。于是，信道调度器 12 进入环路和根据优先权列表将可获得反向链路容量分配给调度用户。

在第一步，在传输速率分配环路中，信道调度器 12 选择在优先权列表中具有最高优先权的调度用户(步骤 216)。于是，信道调度器 12 识别支持该调度用户的小区。将这些小区列入调度用户的现行成员组。如果调度用户处于软切换状态，那么支持用户的每个小区同时接收由用户发送的数据。于是，对于在现行成员组中的每个小区，信道调度器 12 计算对于调度用户的最大可支持传输速率(步骤 218)。通过将在等式(2)中的右侧上的数值与 $W/\underline{\gamma}_i$相乘，可以计算对于每个小区的最大可支持传输速率。

远程站 6 还可以把请求传输速率发送到小区。请求传输速率可根据队列尺寸，它表示要发送的数据量，远程站 6 可获得的总发送功率、对于即将到来的调度周期所需的预测发送能量-每-位和远程站 6 的补偿功率。要求传输速率表示远程站 6 可支持的最大传输速率。下面详细推导该值。

信道调度器 12 还根据由调度用户要发送的数据量（如由队列尺寸所测得的）推荐最佳传输速率 (在步骤步骤 222)。还可使较佳传输速率成为远程站 6 可获得的发送功率的函数，如果该信息对于信道调度器 12 而言是可获得的。在示例实施例中，在每个调度周期开始的时刻，将对于远程站 6 可获得的队列尺寸和发送功率从远程站 6 发送到信道调度器 12。选择较佳传输速率是在或低于在调度时间间隔内发送在队列中的数据所需的传输速率。

为了保证可由支持处于软切换状态下的远程站 6 的每个小区支持对于该远程站 6 分配给调度任务的反向链路容量，信道调度器 12 从最大可支持传输速率列表中选择最小传输速率，所需传输速率和较佳传输速率(步骤 220)。对

于该调度用户，将所选择的最小传输速率定义为最大调度传输速率。已将传输速率分配给该调度用户，信道调度器 12 从优先权列表中去除调度用户(步骤 226)。于是，更新对于每个小区可获得的容量(步骤 228)，来反映分配给刚从优先权列表中去除的用户的容量 Q_i。对于在线性成员组中的每个小区，通过从在等式(2)的右侧的数值中减去刚分配的容量，如计算为 $Q_i = \underline{\gamma}_i \bullet R_i / W$。

在后面的传输速率分配过程中用到更新容量。于是，信道调度器 12 确定在优先权列表中的所有调度用户是否已分配有传输速率(步骤 230)。如果优先权表非空，那么信道调度器 12 回到步骤 216 并把数据传输速率分配给具有下一个最高优先权的调度用户。重复分配环路直至优先权列表不包括任何调度用户。如果优先权列表为空，那么分配处理过程在状态 232 处终止。

在下一个实施例中，通过将容量分配给调度用户而不是分配最大调度传输速率，也可以完成分配反向链路容量。在该实施例中，信道调度器 12 把反向链路容量分配给调度用户。把分配容量 Q_i 发送到选择器元件 14，它根据分配的容量和调度用户的设定点(例如，$R_I = Q_i \bullet W / \underline{\gamma}_i$)，计算最大调度传输速率。在该实施例中，选择器元件 14 可以根据调度用户的设定点的变化，在调度周期内，在每帧处，对于调度用户分配新的最大调度传输速率。这允许选择器元件 14 通过将干扰保持在可接受程度上，来对于在反向链路上的调度和未调度任务保持通信质量。可以考虑分配反向链路容量的其他实施例，并落在本发明的范围内。

还可将对于每个小区可获得的容量分配给调度用户，而不必使用环路。例如，根据加权函数，可以分配可获得反向链路容量。加权函数还可根据调度用户的优先权和/或一些其他因素。

优先权列表确定分配给调度用户的反向链路容量。具有较高优先权的调度用户分配有比具有较低容量的用户更多的容量。虽然根据调度用户的优先权，依次分配容量是较佳的，但是，这不是所需的限制。可以任何顺序分配可获得资源，并落在本发明的范围内。

可以连续、间歇或以阶段性方式来执行本发明的反向链路速率调度。如果连续或间歇地执行调度，那么选择调度间隔，从而在调度周期的持续时间内能够完全利用小区的反向链路容量。可通过下列实施例完成该目的。可以考虑作为下列实施例的变化或组合的其他实施例，并落在本发明的范围内。

在第一实施例中，每帧执行调度(或容量分配)。该实施例允许信道调度器 12 在每帧处动态地调节调度用户的最大调度传输速率，来完全利用对于网络中的每个小区可获得的容量。需要更多的处理来在每帧处分配最大调度传输速率。此外，需要更多系统开销(overhead)来在每帧处将所需调度信息发送到每个调度用户。此外，可要求远程站 6 向信道调度器 12 更加频繁地提供关于它的当前发送功率、它的最大发送功率和它的能力的信息。

在第二实施例中，每 K 帧执行调度，其中 K 是大于 1 的整数。对于每个调度间隔，信道调度器 12 对于每个调度用户分配最大调度传输速率。在示例实施例中，通过在等式(2)中对 P_{max} 运用高值，可以计算最大调度传输速率。此外，通过对设定点所用到的值低于对于前一个调度周期的设定点 γ_i 所用到的值，可以计算最大调度传输速率。通知调度的用户。在示例实施例中，每调度周期把最大调度传输速率的调度发送到调度用户一次。在后面的预定数量的帧，发生在高速传输速率下的数据传输，如下所述。在调度周期持续时间内，由信道调度器 12 分配对于调度任务的最大调度传输速率。在调度周期内，如果小区容量不支持在最大调度传输速率下的数据传输，那么信道调度器 12 可以指挥在较低传输速率下的数据传输。

在调度周期内，每个远程站 6 允许在上至它的最大调度传输速率下进行发送。如果远程站 6 不能在最大调度传输速率下进行发送，那么远程站 6 可以通知小区在较低传输速率下进行数据传输。于是，远程站 6 在较低传输速率下同时或不久以后发送数据。同样，如果对于小区的反向链路容量不支持在最大调度传输速率下的数据传输，那么信道调度器 12 在较低传输速率下进行数据传输。

出于几个原因，第二实施例优于第一实施例。在反向链路上，在对于远程站 6 可获得数据的时候到在高速传输速率下传输数据的时候之间存在调度延迟。在示例实施例中，调度延迟的长度可上至 7 个帧。调度延迟影响信道调度器 12 对反向链路容量和命令变化的响应性。当反向链路的负担不重，那么允许远程站 6 在上至最大调度传输速率的任何数量下进行发送，减小调度延迟。当远程站 6 没有要传输的任何数据，那么远程站 6 可以立即减小传输速率，从而减小对其他延迟器 6 的反向链路干扰。此外，在该小区处的信号处理和发送功率资源并不象在远程站 6 中那样受到限制。于是，小区可在最

大调度传输速率下解调，而没有大性能不利影响。

第二实施例还具有请求较少系统开销来将最大调度传输速率的调度发送到调度用户。在第一实施例中，在每个帧处将调度信息发送到调度用户。于是，把一部分前向链路资源分配给该开销(overhead)。在第二实施例中，每调度周期内，把调度信息发送到调度用户一次。例如，如果调度间隔是 10 个帧，那么第二实施例请求稍多于第一实施例的开销的 1/10，同时仍然保持对反向链路的有效利用率。下面讨论在调度周期内，在每个帧处，进行传输速率重新分配，来允许信道调度器 12 在每个帧处动态分配传输速率。发送临时传输速率的调度所需的附加开销是最小，因为在每个帧处，重新分配仅一部分调度用户的传输速率。实际上，只重新分配足够的调度用户，从而在网络中的所有小区以小于小区可获得的总反向链路的容量下进行操作。

另一方面，在第三实施例中，可以交错(stagger)本发明的反向链路速率调度。在该实施例中，可由某些事件来触发调度。例如，无论何时接收高速事件传输请求或无论何时完成由远程站 6 进行的调度高速数据传输，信道调度器 12 都可以执行反向链路速率调度。信道调度器 12 知道由每个远程站 6 发送的数据量和最大调度传输速率。一般，远程站 6 在最大调度传输速率下进行发送，除了在情有可原的情况下，例如，缺乏可获得的发送功率。于是，信道调度器 12 能够确定何时完成高速数据传输。一旦终止由远程站 6 进行调度传输，信道调度器 12 就可以执行调度并把反向链路容量发送到其它远程站 6。只将最大调度传输速率的调度发送到远程站，其中已向它分配或重新分配传输速率。

对于在 CDMA 网络中的所有小区，可由信道调度器 12 执行本发明的反向链路速率调度。该实施例使得信道调度器 12 能够有效地调度对于远程站 6 的高速数据传输，其中上述远程站 6 处于软切换或正与多个小区进行通信。由于在小区和远程站 6 之间的多种交互，导致整个网络的调度更加复杂。在另一个实施例中，为了简化调度，可以将调度任务分成两种，具体地说，来自处于软切换状态下的远程站 6 的调度任务和来自不处于软切换状态下的远程站 6 的调度任务。在该实施例中，可以在小区级别上，执行对于正只与一个小区进行通信的远程站 6 的反向链路速率调度。可由信道调度器 12 调度正与多个小区进行通信的远程站 6。本发明可用于前向链路速率调度的所有实施例，包括集中调度、分散调度和其任何组合。

II. 传输速率重新分配

在上述第一实施例中，其中每帧执行反向链路速率调度，可在调度期间重新分配反向链路容量来将反向链路命令与可获得容量相匹配。虽然每帧分配容量，但是调度延迟可导致不是最佳的容量分配。在调度延迟期间，可以改变系统的状态。此外，最初的预测可能不是精确的，而且可以需要修改。

在第二实施例中，其中每 K 帧执行调度，可在调度期间重新分配传输速率，来将反向链路命令与可获得反向链路容量相匹配。在示例实施例中，在调度周期的持续时间内数据传输在或低于最大调度传输速率下进行，而不必采用传输速率重新分配例行程序。这简化了调度例行程序，但是可以导致更低的 $E_b/(N_o+I_o)$，它可以恶化通信质量。在较佳实施例中，可以在每帧处重新分配最大调度传输速率来保持通信质量。

在调度周期内，如果对于小区的反向链路容量不支持在最大调度传输速率下的数据传输，那么信道调度器 12 在更低的传输速率下进行数据传输。对于每个帧，其中对于小区的反向链路容量不足以服务有调度和未调度任务的命令，信道调度器 12 确定在反向链路命令和可获得反向链路容量中的增加量。于是，信道调度器 12 分配对于一些或所有调度用户的更低传输速率，从而由用户所需的容量不超过小区可获得的总容量。在示例实施例中，把更低传输速率称为临时传输速率，而且只有一个帧可使用。对于在调度周期内的后面的帧，使用最大调度传输速率，除非由信道调度器 12 再次修改它们。

通过增加对于小区可获得的总容量，信道调度器 12 还可以试图使传输速率重新分配最小。通过降低未调度用户的传输速率(例如，将语音用户的传输速率限制到更低速率)，可以获得增加总容量。

在示例实施例中，每帧执行传输速率重新分配来保证对于每个小区的调度和未调度任务所需容量小于对于小区可获得的总反向链路容量。把临时传输速率的调度发送到调度用户，其中它们已重新分配有临时传输速率。对于每个帧，调度用户证实不重新分配传输速率。在调度周期内的每个帧处，每个调度用户在或低于最大调度传输速率或临时传输速率下发送数据。

图 9 示出传输速率重新分配的流程图。信道调度器 12 在状态 240 处开始。第一步，在步骤 242 中，信道调度器 12 产生在网络中小区的小区列表，其中调度和未调度任务所需的反向链路容量超过对于小区可获得的总容量。信道调度器 12 运用等式(2)计算对于在 CDMA 网络中的每个小区可获得反向

链路的总容量(在步骤 244 中)。接着，信道调度器 12 产生所有调度用户的优先权列表，其中上述用户与在小区列表中的至少一个小区进行通信并已分配有对于当前调度周期的传输速率(在步骤 246 中)。将在优先权列表中的调度用户称为受影响调度用户。于是，信道调度器 12 进入环路并根据优先权列表和小区列表，向一些或所有受影响调度用户重新分配传输速率。

在传输速率重新分配环路内的第一步中，信道调度器 12 选择具有最高优先权的受影响调度用户(步骤 248)。于是，信道调度器 12 识别支持对于高速数据传输的受影响调度用户的小区。将这些小区称为所选小区。接着，信道调度器 12 计算对于受每个所选小区的受影响的调度用户的最大可支持传输速率(步骤 250)。为了保证由每个所选小区提供分配给该调度用户的反向链路容量，信道调度器 12 从最大可支持传输速率和最大调度传输速率列表中选择最小传输速率(在步骤 252 中)。将所选最小传输速率定义为临时传输速率。在示例实施例中，临时传输速率低于最大调度传输速率，并对于即将到来的帧只分配给调度用户(步骤 254)。从优先权列表中去除受影响调度用户(步骤 256)。于是，在步骤 258 中，更新对于每个所选小区可获得的总反向链路容量以反映要分配给刚从优先权列表中去除的受影响调度用户的容量。于是，信道调度器 12 更新小区列表，并去除其总反向链路容量为零的小区(在步骤 260 中)。接着，信道调度器 12 确定小区列表是否为空(步骤 260)。如果小区列表不为空，那么信道调度器 12 确定优先权列表是否为空(步骤 264)。如果优先权列表不为空，那么信道调度器 12 回到步骤 248，并把数据传输速率重新分配给具有下一个最高优先权的受影响调度用户。传输速率重新分配环继续，直至小区列表或优先权列表为空。如果小区列表或优先权列表为空，那么传输速率重新分配处理在状态 266 处终止。

如果在小区处的 FER 为高或测得的总接收功率 P_{total} 高于预定门限，则信道调度器 12、选择器元件 14 或小区还可以临时分配较低传输速率给远程站 6。可将临时传输速率立即发送到远程站 6，而不必等待下一个调度周期，而且可以立即发生或此后马上发生在临时传输速率下的数据传输。这减小了处理延迟并允许信道调度器 12 或小区采取快速动作来改进在反向链路上的通信质量。

最大调度传输速率表示由信道调度器 12 给出的允许，允许远程站 6 发送上至最大调度传输速率。远程站 6 可以在较低传输速率下进行发送。如果

远程站 6 确定它的可获得发送功率不支持在最大调度传输速率下的数据传输，那么远程站 6 可以把速率减小消息发送到正与远程站 6 进行通信的所有小区。速率减小消息表示远程站 6 可使用的较低传输速率。在示例实施例中，远程站 6 在传输速率减小消息的相同帧处，或者在之后的预定数量帧处，在较低传输速率下发送。允许远程站 6 单方面地减小传输速率，而不必由信道调度器 12 重新分配，减小了处理延迟并改进了在反向链路上的通信质量。较佳的是，远程站 6 在最大调度传输速率下发送，这是因为已分配反向链路容量。在较低传输速率下的数据传输导致对于反向链路容量的不充分利用。

另一方面，如果远程站 6 确定它的可获得发送功率支持在更高传输速率下的数据传输以及队列尺寸是大的，则远程站 6 可以在调度周期内请求速率增加。可将对于更高传输速率的请求发送到支持出于软切换状态下的远程站 6 的所有小区。如果任一小区确定对于该小区的反向链路容量是满的，那么拒绝对于更高传输速率的请求。否则，将请求发送到信道调度器 12，它可考虑在调度周期内的请求。

III. 远程站发送功率考虑

由它可获得的最大发送功率约束每个远程站 6。由 FCC 规则、电池容量和对 CDMA 网络中的其它远程站 6 的干扰，确定最大发送功率。远程站 6 请求 E_{bi} 能量-每-位来把数据发送到对于需要的性能级的小区。对于语音通信，1%FER 是可接受的性能级，但是对于数据通信的请求可能更加严格。每个远程站 6 应满足的功率约束是：

$$E_{bi} \cdot R_i < P_{max,i} \qquad (3)$$

其中，E_{bi}=第 i 个远程站所需的发送能量-每-位，

R_i=第 i 个远程站的传输速率，和

$P_{max,i}$=第 i 个远程站可获得的最大发送功率。

在反向链路上，控制对于每个远程站 6，在小区处测得的能量-每-位-噪声-加-干扰比 $E_b/(N_o+I_o)$，从而保持所需性能级，同时使远程站 6 的发送功率最小。由于每个远程站 6 的发送功率是对在 CDMA 网络中的其它远程站 6 的干扰，所以在反向链路上该功率控制是临界的。使发送功率最小减小干扰并增加反向链路容量。

当远程站 6 围绕网络移动时，多路径和衰减的影响大大改变了在小区处接收到的信号的 $E_b/(N_o+I_o)$。实际上，在通信期间，在接收到的 $E_b/(N_o+I_o)$中

的动态变化可以大于 60dB。为了与这个宽范围的变化做斗争，每个远程站 6 保持功率控制结构，它动态调节发送功率来与信道状况的变化做斗争。对于符合 IS-95A 标准的 CDMA 系统，允许在 60dB 范围内对每个远程站 6 进行反向链路功率控制，而且可以增加或减小发送功率达 1dB/1.25 毫秒。

可从最大发送功率补偿(back off)远程站 6 的发送功率来保持净空高度。净空高度允许远程站 6 的功率控制结构调节发送功率来与信道状况的变化作斗争并解释未调度任务的传输速率变化。因此，可将等式(3)表示为：

$$E_{bi} \cdot R_i < \alpha \cdot P_{max,i} \qquad (4)$$

其中，α是保留用于补偿的小部分发送功率。例如，如果保留一半的最大发送功率用于补偿，那么α=0.5(3dB 补偿功率)。在前面的调度周期内，可以根据发送功率 $\underline{P}_i$ 和传输速率 $\underline{R}_i$ 预测所需能量-每-位 E_{bi}，如下：

$$\hat{E}_{bi} = \frac{\underline{P}_i}{\underline{R}_i} \bullet \delta(\underline{R}_i, R_i) \qquad (5)$$

其中，如果前面的传输速率 $\underline{R}_i$ 和调度传输速率 R_i 具有不同的所需能量-每-位，那么 $\hat{E}_{bi}$ 是对于即将到来的调度周期所需的预测能量-每-位，$\delta(\underline{R}_i, R_i)$是所用到的校正因子。还可考虑帧差错率(FER)来与预测所需能量-每-位。特别是，如果 FER 是高，那么可以增加预测能量-每-位，或者如果 FER 是低，那么减小。于是，等式(5)变成：

$$\hat{E}_{bi} = \frac{\underline{P}_i}{\underline{R}_i \bullet f(Pe)} \bullet \delta(\underline{R}_i, R_i), \qquad (6)$$

其中，Pe 是 FER 和 f(Pe)是 Pe 的函数。可以实现 f(Pe)作为等式或查询表。一般，f(Pe)是正数，并随 Pe 减小时而增加。组合等式(4)和(6)，可根据可获得发送功率分配给远程站 6 的最大传输速率、补偿功率和远程站 6 所需的预测功率-每-位变成：

$$R_{max,i} = \frac{P_{max,i} \bullet \alpha}{\hat{E}_{bi}} . \qquad (7)$$

可在远程站 6 处计算等式(7)，而且可由远程站 6 运用最大传输速率 R_{max}，

以及队列尺寸，来确定所需传输速率。另一方面，远程站 6 可以将最大发送功率 $P_{max,i}$，预测的所需能量-每-位 $\hat{E}_{bi}$ 和队列尺寸传达到信道调度器 12，来考虑将传输速率分配给远程站 6。

IV. 反向链路容量

通过每个远程站 6 对其它远程站 6 的干扰来主要确定在 CDMA 系统中的反向链路的容量。这是因为每个远程站 6 在系统带宽范围内扩展数据，并在相同的频带内发送信号。小区接收由所有远程站 6 发送的功率并解调每个远程站 6 的信号。对于调度和未调度任务，可将由小区接收的来 M 个远程站 6 的总功率表达为：

$$P_{total} = P_r + \sum_{i=1}^{M} P_i \quad , \tag{8}$$

其中，

P_{total}=由小区接收到的总功率，

P_r=由小区接收到的不是来自相同小区调度任务的功率，

P_i=从第 i 个远程站的调度任务接收到的功率，和

M=发送调度远程站的数量。

由下式给出对于给定远程站 6 的 $E_b/(N_o+I_o)$：

$$X_i = \frac{E_{bi}}{N_o + I_o} = \frac{W}{R_i} \bullet \frac{P_i}{P_r + \sum_{j=1}^{M} P_j} \quad , \tag{9}$$

其中，

E_{bi}=对于第 i 个远程站的能量-每-位，

N_o=系统的背景噪声密度，和

I_o=由系统中的其它源对从第 i 个远程站接收到的信号的干扰。

对于所需性能级，每个远程站 6 要求不同的 $E_b/(N_o+I_o)$。实际上，在与小区的通信期间，特定远程站 6 可以在不同的时候要求不同的 $E_b/(N_o+I_o)$。影响所需 $E_b/(N_o+I_o)$的主要因素是信道状况。例如，远程站 6 围绕 CDMA 网络移动的速度影响衰减量，以及信道状况。在低速的情况下，功率控制结构对于

抵销慢衰减是有效的，而且所需 $E_b/(N_o+I_o)$是低的。在高速的情况下，功率控制对于抵销快衰减是无效的，而交错效应却越来越有利。在中速的情况下，由于功率控制或交错都不太有效，所以所需 $E_b/(N_o+I_o)$是最高的。其它因素可以影响信道状况和所需 $E_b/(N_o+I_o)$。

组合等式(8)和(9)并用在等式(8)中的加法项近似在等式(9)的分母中的加法项得到：

$$P_{total}=\frac{P_r}{1-\sum_{i=1}^{M}X_i\frac{R_i}{W}} \quad (10)$$

总接收功率 P_{total} 与反向链路容量紧密相关。在等式(10)的分母中的项 $\sum X_i\frac{R_i}{W}$ 与系统负载相关。当 $\sum X_i\frac{R_i}{W}$ 接近等式(10)中的 1.0，P_{toal} 接近无穷大，这是系统无法达到的操作点。在反向链路上的更高负载导致更高干扰级。更高干扰级驱使远程站 6 在更高功率下发送来保持所需性能级。由于每个远程站 6 的发送功率具有上限，所以限制 P_{total} 上限来保证对于未达到任务的覆盖。操作点 P_{max} 依赖于系统设计并与位于小区边界上的远程站 6 的可获得 $E_{bi}/(N_o+I_o)$相关。$E_{bi}/(N_o+I_o)$与 FER 性能直接相关。在更高负载下进行操作导致对于在覆盖区的边界上的未调度用户的更差 $E_{bi}/(N_o+I_o)$，因此导致更高 FER。

在示例实施例中，小区包含对于每个远程站 6 的两个功率控制环路，来保持所需 FER 性能级，同时将对于其它远程站 6 的干扰减至最小。第一功率环路(称为内环路)调节远程站 6 的发送功率，从而在设定点保持由 $E_b/(N_o+I_o)$测得的信号质量，如在小区接收到的那样。如果测得 $E_b/(N_o+I_o)$低于设定点，那么小区测量接收到的信号的 $E_{bi}/(N_o+I_o)$，并把控制信号发送到远程站 6，命令远程站 6 增加发送功率 1dB 每阶增量。另一方面，如果测得 $E_b/(N_o+I_o)$高于设定点，那么小区命令远程站 6 减小发送功率。内环路调节远程站 6 的远程站 6 的发送功率，从而使发送功率最小，同时保持测得的 $E_b/(N_o+I_o)$等于设定点。第二功率控制环路(称为外环路)调节设定点，从而保持所需性能级，如由帧差错率(FER)测得的那样。如果测得的 FER 高于预定级，那么小区增加设定点。相反，如果 FER 低于预定级，那么小区减小设定点。为了保证在两个环路之间的稳定性，使得外环路的时间常数低于内环路的。此外，远程

站 6 可以利用开环功率控制系统，其中它根据接收到的前向链路信号的功率变化，调节它的发送功率。

信道调度器 12 分配对于每个远程站 6 的调度任务的数据传输速率，同时将 P_{tatol} 保持在低于 P_{max}。在前面的调度周期内($X_i \cong \gamma_i$)内，运用远程站 6 的设定点γ_i，可以预测对于远程站 6 的所需 $E_{bi}/(N_o+I_o)$或 X_i。因为外环路保持在设定过程中的设定点，它产生所需性能级，所以设定点是所需 $E_{bi}/(N_o+I_o)$的良好预测。

在某些极端情况下，设定点不是对于所需 $E_{bi}/(N_o+I_o)$的良好估计。在第一种情况下，远程站 6 在最大发送功率下进行发送，但 FER 仍然很高。在这种情况下，功率控制环路将保持增加设定点。在第二种情况下，远程站 6 处于与多个小区的软切换状态，而每个小区测量不同的 $E_b/(N_o+I_o)$。为了使对于在系统中的其它远程站 6 的干扰最小，如果任何小区命令远程站 6 减小功率，那么远程站 6 减小发送功率。因此，对于带有更弱反向链路的小区，测得 $E_b/(N_o+I_o)$低于设定点。此外，在第三种情况下，当前传输速率和调度传输速率具有不同的所需 $E_b/(N_o+I_o)$。

当测得 $E_b/(N_o+I_o)$低于设定点，在小区处的 FER 可能很高。在这种情况下，内功率控制环路尝试增加发送功率来保持在设定点处的测得 $E_b/(N_o+I_o)$。如果这失败并发生过度 FER，那么信道调度器 12 认识到信道状况恶化，而且可以将远程站 6 设定在保持状态，直到信道状况改善。

在一个或多个前面的调度周期内，通过从由小区接收到的总功率中减去对于调度任务接收到的功率，可以预测由不是来自相同小区调度任务的小区接收到的 P_r 如下：

$$\hat{P}_r = \underline{P}_{total}\left(1-\sum_{i=1}^{M}\underline{\gamma}_i\frac{R_i}{W}\right), \qquad (11)$$

其中，在即将到来的调度周期，$\hat{P}_r$是在不是来自相同小区调度任务的小区处的预测接收功率，而且 P_{tatol} 是在前面调度周期内由小区接收到的总功率。可以根据其它系统测量，预测$\hat{P}_r$。用在等式(11)中的$\hat{P}_r$替换在等式(10)中的 P_r，并重新排列项，可以将对于反向链路的容量表示为：

$$\sum_{i=1}^{M}\gamma_i\frac{R_i}{W}\le 1-\frac{P_{total}}{P_{max}}\bullet\left(1-\sum_{i=1}^{M}\gamma_i\frac{R_i}{W}\right). \qquad (12)$$

等式(12)表示可获得反向链路容量，例如，可以根据来自前面调度周期的信息确定对于即将到来的调度周期分配的数据传输速率。在等式(12)的右手侧的项表示在即将到来的调度周期可获得的反向链路容量，而且是基于来自前面调度周期的信息。

在对于调度任务分配数据传输速率时，可用 P_{max} 的值来调节要调度到远程站 6 的总反向链路容量。可以根据 P_{tatol} 的统计或 FER 的统计，调节 P_{max}。例如，如果平均 FER 增加或平均 P_{tatol} 太高，那么信道调度器 12 可以减小在即将到来的调度周期内的 P_{max}，从而在较低负载下操作反向链路以改善 FER。

V.软切换

在任何给定的时刻，在 CDMA 网络中的远程站 6 处于小区之间的软切换状态下是可能的。处于软切换状态下的每个远程站 6 同时与两个或多个小区进行通信。在上述美国专利第 5,267,261 号中详细描述在 CDMA 系统中的软切换的运用。

在将最大调度传输速率分配给处于软切换状态下的远程站 6 的过程中，信道调度器 12 保证处于软切换状态下的每个小区满足等式(2)的约束。在每个调度间隔的开始时候，选择器元件 14 把在 CDMA 网络中的每个远程站 6 的现行成员组发送到信道调度器 12。现行成员组包括正与远程站 6 进行通信的小区列表。对于在现行成员组中的每个小区，信道调度器 12 计算可由小区支持的最大传输速率。来自现行成员组上的所有小区的最大可支持传输速率形成可能的数据传输速率列表。由于对于所有小区必须满足等式(2)，来自最大可支持传输速率列表的最小数据传输速率对于所有小区满足等式(2)的约束。于是，可分配给特定远程站 6 的最大传输速率是最大可支持传输速率列表中的最小。

VI. 数据队列尺寸

在本发明中，在分配最大调度传输速率过程中考虑远程站 6 的队列尺寸。队列尺寸表示由远程站 6 发送的数据量作为远程站 6 接收数据的次数。在每个调度周期开始时刻，把所有调度任务的队列尺寸发送到信道调度器 12。信道调度器 12 根据队列尺寸分配高速传输速率。例如，只要队列尺寸高于预定

门限，信道调度器 12 可以分配高速传输速率。另一方面或者此外，如果队列尺寸的变化率高于另一个预定门限，信道调度器 12 可以分配高速传输速率。此外，如果远程站 6 的队列尺寸达到最大队列尺寸，那么信道调度器 12 可以分配高速传输速率。在这个方面，信道调度器 12 可以辅助接近它的存储容量极限的远程站 6。

在示例实施例中，信道调度器 12 分配最小传输速率，从而在 K 帧调度周期内，可以发送在队列中的数据。如果队列存储很小，那么信道调度器 12 忽略任务，因为在分配给与小区进行通信的每个远程站 6 的最大未调度传输速率内可以发送小量的数据。

调度延迟从远程站 6 可获得数据的时刻开始存在到以高速传输速率实际发送数量的时刻。调度延迟是因为处理延迟，在示例实施例中，它可持续 7 帧时间。在所示的实施例中，在每个调度周期开始时刻，把队列存储发送到信道调度器 12。信道调度器 12 调节队列尺寸来考虑在调度延迟期间任何可预测的队列尺寸变化。特别是，在调节队列尺寸期间，考虑在调度延迟期间发送到小区的数据和在调度延迟期间已知到达的新数据。此外，在队列尺寸预测期间，还可以考虑重新发送的数据。

通过总加在调度延迟中对于每个帧分配给远程站 6 的最大调度传输速率可以预测在调度延迟期间发送的数据量。由于在大多数情况下，远程站 6 在最大调度传输速率下进行发送，所以这是对队列尺寸的适当精确调节。如果远程站 6 在较低传输速率下发送，例如，可能由于不适当的传输功率，则实际队列尺寸大于已调队列尺寸。在下一个调度周期内，可以调度在队列中的附加数据传输。

回到图 10，在帧 K 处，远程站 6 测量要发送的数据的队列尺寸。在帧 K+1 处，远程站 6 把队列尺寸发送到信道调度器 12。由于调度延迟，导致信道调度器 12 知道不发生在高速传输速率下的数据传输，直至帧 K+7。信道调度器 12 还知道在调度延迟期间(在帧 k+1 和帧 k+6 之间的时间)，发送在队列中的一些数据。在调度延迟期间的数据传输在或低于分配给帧 k+1 至 k+6 的最大调度传输速率。因此，通过减去在帧 k+1 至帧 k+6 期间发送的数据量，信道调度器 12 调节队列尺寸，如在帧 k+7 出现的那样。把信道调度器 12 知道将在帧 k+1 和 k+6 之间到达远程站 6 的数据加到经计算的队列尺寸。

VII. 高速数据传输

可将本发明的反向链路速率调度方法和装置用于能够可变速率数据传输的任何通信系统。例如，本发明可用于 CDMA 系统、GLOBALSTAR 系统、时分多址(TDMA)系统或频分多址(FDMA)系统。运用单个可变速信道或具有固定速率的多个信道或可变和固定速率信道的组合的原理，将本发明用于 CDMA 系统或其它可变速通信系统落在本发明的范围内。

在第一实施例中，在单个可变速信道范围内发生高速数据传输。在启动与小区的呼叫期间，即将在可变速信道上的最大未调度传输速率 1(或 9.6Kbps)分配给远程站 6。因此，远程站 6 在上至 1 的任何速率下(包括速率 1/8、1/4、1/2 和 1)，可以发送未调度传输。不允许远程站 6 在更高传输速率下发送，除非由信道调度器 12 允许。在本说明书中，还可将在该方法中用到的可变速信道称为话务信道。对于高速数据传输，可将大于 1 的最大调度传输速率分配给远程站 6。对于高速数据传输，远程站 6 可在上至最大调度传输速率的高速下进行发送。

在第二实施例中，高速数据传输在多个信道中发生，下面称为话务信道和从属码信道。在建立与小区的呼叫期间把话务信道分配给每个远程站 6 并允许在上至 1 的最大未调度传输速率下进行未调度传输。从属码信道可以是固定或可变速信道。在美国专利申请第 08/798,951 号(发明名称为“用于前向链路速率调度的方法和装置”，1997 年 2 月 11 日申请，并转让给本发明的受让人，作为参考资料在此引入)中详细描述在高速数据传输中用到的从属码信道的原理和实施。

在示例实施例中，信道调度器 12 使的最大调度传输速率与一组从属码信道相等。在分配的从属码信道内，远程站 6 直接传输数据。在三个实施例之一中，把分配从属码信道的识别性传送到远程站 6。在第一实施例中，在每个调度周期内，把每个从属码信道的识别性发送到远程站 6。这需要更多的开销，当允许更大的灵活性。

在第二实施例中，把从属码信道分成信道组，其中由唯一从属码信道分组限定每个信道组。在与小区的通信的呼叫建立阶段或软切换的呼叫建立阶段期间，把信道组的定义发送到远程站 6。信道调度器 12 分配最大调度传输速率并选择与最大调度传输速率相对应的信道组。把信道组的识别性分配给远程站 6。该实施例需要少于第一实施例的开销，因为只把信道组的识别性，而不是每个从属码信道的识别性发送到远程站 6。

第三实施例是第二实施例的子集。由 Walsh 码定义每个信道组，而且信道组 N 的成员包括从属码信道 1 至 N。使经分配的传输速率等于 Walsh 码，而且把 Walsh 码发送到远程站 6。使更高传输速率等于多个从属码信道和更高 Walsh 码。远程站 6 在与 Walsh 码相对应的所有从属码信道内发送数据。例如，使 Walsh 码 5 等于从属码信道 1 至 5。Walsh 码 5 的分配表示远程站 6 可以在从属码相等 1 至 5 内发送数据。如果远程站 6 确定在更低传输速率下发送，例如，运用三个从属码信道，远程站 6 把 Walsh 码 3 发送到小区，它表示打算在从属码信道 1 至 3 内进行发送。

VIII.从属码信道的编码和调制

对于上述第二实施例，在从属码信道内发生高速数据传输，可由下述实施例完成对于反向链路的从属码信道的编码和调制。可用其它实施例来在反向链路上，在从属码信道上发生数据。在上述美国专利申请第 08/654,443 号中详细描述第一实施例。下面，描述编码器和调制器来促进对本发明的理解。

在图 4 中示出第一实施例的编码器 72 的示例方框图。数据源 70 包含要发送到小区的大量信息。通过 DEMUX102 向 BPSK 和 QPSK 信道编码器 104 和 106 系列提供数据。DEMUX102 多路分接来自数据源 70 的数据到所选 BPSK 或 QPSK 信道编码器 104 和 106。BPSK 和 QPSK 信道编码器 104 和 106 调制和排序数据，并向调制器 74 提供经编码数据。选择信道编码器的类型、BPSK 或 QPSK，依赖于系统设计。可用 BPSK 信道编码器 104 系列、QPSK 信道编码器 106 系列或 BPSK 和 QPSK 信道编码器 104 和 106 的组合构成编码器 72。

在 BPSK 信道编码器 104 内，将来自数据源 70 的数据分成数据帧，并向 CRC 发生器 110 提供。CRC 发生器 110 产生用于数据帧的 CRC 位，插入码尾位并向卷积编码器 112 提供 CRC 编码数据。卷积编码器 112 卷积编码 CRC 编码数据。在示例实施例中，卷积编码器 112 具有约束长度 K=9，而且是速率 1/4，虽然可以运用其它约束长度和速率。K=9，速率 1/4 编码器提供在语音数据的反向链路传输过程中用到的速率 1/2 和速率 1/3 编码器的附加编码增益。块交错器 114 接收编码位，并排序位来提供时间分集。时间分集扩展由小区接收到的脉冲串误差，而且改善在小区处的维特比解码性能。

可变起点转发器 116 接收交错数据并重复每位达 N_B 次数，以提供恒定输出码元速率 307.2Ksps。根据 IS-95A 标准，每个码信道帧是 20 毫秒长，并

与在 307.2Ksps 码元速率下的 6,144 个码元相对应。如果值 N_B 不是整数，那么只对一部分编码数据执行最后重复。在示例实施例中，可变起点转发器 116 运用不同的起点来开始对于每个数据帧的重复。向 BPSK 映射器 118 提供所得重复码元，其中上述映射器 118 产生对于每个经重复码元的值+1 或-1。

QPSK 信道编码器 106 以与 BPSK 信道编码器 104 几乎相同的方法起作用。将来自数据源 70 的数据分成数据帧，通过 DEMUX102 发送并向 CRC 发生器 130 提供。CRC 发生器 130 块编码数据帧并向卷积编码器 132 提供 CRC 编码数据。卷积编码器 132 利用速率 1/4，K=9 编码器卷积编码 CRC 编码数据，虽然还可使用其它速率和约束长度。块交错器 134 接收经编码位，排序该位并向可变起点转发器 136 提供交错数据。可变起点转发器 136 重复每位达 N_Q 次，来获得固定输出码元速率 614.4Ksps。向 QPSK 映射器提供重复码元，其中上述映射器将重复码元分成两组，并对于同相($QPSK_I$)和正交($QPSK_Q$)输出产生四个可能状态之一。例如，(0,0)重复码元的分组可与 $QPSK_I$=-1 和 $QPSK_Q$=-1 相对应，(0,1)重复码元的分组可与 $QPSK_I$=-1 和 $QPSK_Q$=+1 相对应，等等。在 $QPSK_I$ 和 $QPSK_Q$ 输出处的码元速率是 307.2Ksps。

在第一实施例的另外实施方法中，直接向一个 CRC 发生器 110 提供来自数据源 70 的数据，其中上述发生器 110 产生对于要发送的数据帧的 CRC 位。向卷积编码 CRC 编码数据的一个卷积编码器 112 提供 CRC 编码数据。向一个块交错器 114 提供编码位，它排序码位来提供时间分集。向可变起点转发器 116 和 136 提供交错数据，其中一个转发器通过 DEMUX102 用于每个 BPSK 和 QPSK 信道编码器 104 和 106。组合对于所有 BPSK 和 QPSK 信道编码器的 CRC 块编码、卷积编码和块交错与一个 CRC 发生器、一个卷积编码器和一个块交错器组，使硬件需要最小。

图 5 示出对于第一实施例的在远程站 6 内的调制器 74 的示例方框图。向调制器 74 提供来自编码器 72 的 BPSK、$QPSK_I$ 和 $QPSK_Q$ 输出。向唯一 BPSK Walsh 调制器 146 提供每个 BPSK 输出。在 BPSK Walsh 调制器 146 内，由乘法器 150 利用唯一 Walsh 码调制 BPSK 调制数据，并由增益调节 160 利用唯一增益放大。例如，用 Walsh 码 W_1 调制 $BPSK_I$ 输出，和用增益 B_I 放大它。同样，向唯一 QPSK Walsh 调制器 148 提供每个 $QPSK_I$ 和 $QPSK_Q$ 输出对。在 QPSK Walsh 调制器 148 内，由乘法器 152-156 通过唯一 Walsh 码调制 QPSK 编码数据并由增益调节 162-166 通过唯一增益放大。例如，由 Walsh 码 W_{M+}

$_I$ 调制 $QPSK_{II}$ 和 $QPSK_{QI}$ 输出对，并通过增益 Q_I 放大。增益调节 158 接收 PILOT 信号，在示例实施例中，它包含与帧逻辑电压相对应的逻辑电平，并根据增益 P 调节幅度。PILOT 信号不包含数据，但是提供参考载波信号，其中在基站 4 中的 RF 单元 42 可以用它来相干解调在剩余 BPSK 和 QPSK 信道上的数据。

由加法器 168a 相加 Walsh 码已调制和增益调节 $QPSK_I$ 信号。同样，由加法器 168b 总加 Walsh 码调制和增益调节 $QPSK_Q$ 信号，来形成信号 X_Q。由加法器 170 总加 Walsh 码调制和增益调节 BPSK 信号、增益调节 PILOT 信号和加法器 168a 输出来形成信号 X_I。

后来信号处理起作用来用长 PN 码和短 PN_I 和 PN_Q 码进一步扩展信号 X_I 和 X_Q，而且对 QPSK 调制信号的同相(I)和正交(Q)分量，均匀地分布 PN 调制信号。首先，由乘法器 172a 通过短 PN_I 码调制长 PN 码来产生信号 LPN_I。还由乘法器 172b 通过短 PN_Q 调制长 PN 码来产生信号 LPN_Q。

乘法器 174 和加法器 176 执行对信号 X_I、X_Q、LPN_I 和 LPN_Q 的复数相乘。运用 j 来表示复数的虚部并把上述两个复数项相乘，可以获得下列等式：

$$(X_I + jX_Q)\bullet(LPN_I + jLPQ_Q) = (X_I \bullet LPN_I - X_Q \bullet LPN_Q) + j(X_I \bullet LPN_Q + X_Q \bullet LPN_I) \tag{13}$$

为了获得上述结果，首先由乘法器 174a 通过 LPN_I 调制信号 X_I，来产生乘积项 $X_I \bullet LPN_I$，并由乘法器 174d 通过 LPN_Q 调制它来产生乘积项 $X_I \bullet LPN_Q$。接着，由乘法器 174b 通过 LPN_I 调制信号 X_Q 来产生乘积项 $X_Q \bullet LPN_I$，并由乘法器 174c 通过 LPN_Q 调制它来产生乘积项 $X_Q \bullet LPN_Q$。由加法器 176a 和 176b 组合四个中间乘积项，从而所得信号 $Y_I = X_I \bullet LPN_I - X_Q \bullet LPN_Q$ 和 $Y_Q = X_I \bullet LPN_Q + X_Q \bullet LPN_I$。滤波信号 Y_I 和 Y_Q(图 5 未示出)并分别由混频器 178a 和 178b 用同相正弦 COS(Wct)和正交正弦 SIN(Wct)调制。由加法器 180 组合来自混频器 178a 的 I 分量和来自混频器 178b 的 Q 分量，而且向前端 62 提供所得 QPSK 调制器输出。

调制器 74 在 QPSK 调制器输出的 I 和 Q 分量上均匀地分布来自 BPSK 和 QPSK 信道编码器 104 和 106 的数据。在第一例子中，假设只出现 BPSK 信道编码器 104，而且不存在 QPSK 信道编码器 106。在这种情况下，X_I 包

含 BPSK 数据和 X_Q=0。用这些量替换上面等式(13)，Y_I= X_I•LPN_I 和 Y_Q= X_I•LPN_Q。于是，通过不同的短 PN 码扩展来自 BPSK 信道编码器 104 的 BPSK 数据，并在 I 和 Q 分量之间均匀分布。

在下一个例子中，假设只出现 QPSK 信道编码器 106，而且不存在 BPSK 信道编码器 104。在这种情况下，X_I 包含 $QPSK_I$ 数据和 X_Q 包含 $QPSK_Q$ 数据。所得信号变成 Y_I= X_I•LPN_I- X_Q•LPN_Q 和 Y_Q= X_I•LPN_Q+X_Q•LPN_I。于是，用不同的短 PN 码扩展 $QPSK_I$ 和在 I 和 Q 分量之间均匀地分布它们。同样，用不同的短 PN 码扩展 $QPSK_Q$ 数据，而且在 I 和 Q 分量之间均匀地分布。由复数乘法运算导致在等式中 Y_I 的减号。

如上所述，通过系统设计选择 BPSK 或 QPSK 信道编码器的数量。在示例实施例中，把一个 BPSK Walsh 调制器 146 分配给每个 BPSK 信道编码器 104 和把一个 QPSK Walsh 调制器 148 分配给每个 QPSK 信道编码器 106。在本说明书中，把每对 BPSK 信道编码器 104 和 BPSK Walsh 调制器 146 集中称为从属码信道。同样，把每对 QPSK 信道编码器 106 和 QPSK Walsh 调制器 148 集中称为从属码信道。

在第一实施例中，通过改变重复值 N_I 和 N_Q，可使通过 BPSK 和 QPSK 信道的数据传输速率可变。包含导频音调允许小区运气部分相干(coherent)解调来改善 FER 性能。导频音调允许反向链路对于相同的 FER 性能在较低 $E_{bi}/(N_o+I_o)$进行操作。此外，当数据传输速率很高，由导频音调所利用的传输功率的百分比很小。第一实施例的不利之处在于，对于在反向链路上的调制信号，QPSK 调制器输出不符合 IS-95A 标准。因此，根据第一实施例产生的调制信号不向后(backward)与符合 IS-95A 标准的 CDMA 系统兼容。

图 6 示出第二实施例的编码器 72 和调制器 74 的示例方框图。通过利用 Walsh 码扩展产生从属码信道，来提供在从属码信道之间的正交性。通过在解调的从属码信道上提供相关信号并扩展其它从属码信道的信号，正交性改善在小区处的信号检测。于是，根据 IS-95A 标准，信号映射 Walsh 码扩展信号，来改善信号检测。最后，通过短 PN 码扩展映射信号来提供正交扩展，再次改善在小区处的信号检测。

回到图 6，向 CRC 发生器 140 提供来自数据源 70 的数据，其中上述发生器产生对于要发送的数据帧的 CRC 位，并插入码尾位。向卷积编码 CRC 编码数据的卷积编码器 142 提供 CRC 编码数据。向排序编码位来提供时间分

集的块交错器 144 提供编码位。向调制器 74 提供交错数据。

在调制器 74 内，通过 DEMUX146 发送编码数据，而且向 Walsh 码调制器 182 系列提供。Walsh 码调制器 182 用唯一 Walsh 码扩展编码数据来提供在码信道之间的正交性。向正交调制器 184 提供 Walsh 码调制数据。正交调制器 184 运用 Walsh 码映射，把输入信号映射到另一个信号空间。把输入位序列分组成 6 位组。每个 6 位组选择唯一 64 码片 Walsh 序列。向数据脉冲串随机发生器 186 提供来自正交调制器 184a 的映射信号。当远程站在小于全速率下发送来减小发送功率时，数据脉冲串随机发生器 186 关闭在前端 62 内的发射机。

由于把 Walsh 码 W_0 定义为全零序列(0,0,…0)，Walsh 码调制器 182a 不执行任何功能。因此，第一 Walsh 码信道 W_0，包含 Walsh 码调制器 182a、正交调制器 184a 和数据脉冲串随机发生器 186，符合由对于反向链路的 IS-95A 标准定义的信号处理。需要时利用从属 Walsh 码信道 W_1-W_N，包含 Walsh 码调制器 182 和正交调制器 184，而不影响第一 Walsh 码信道 W_0 的性能。由加法器 188 组合来自第一 Walsh 码信道和从属 Walsh 码信道的输出，而且由乘法器 190 通过长 PN 码调制所得信号。分别由乘法器 192a 和 192b 通过短 PN_I 和 PN_Q 码进一步扩展长 PN 码调制信号。由混频器 196a 将 PN_I 调制信号与同相正弦 COS(Wct)混合。通过延迟 194，将 PN_I 调制信号延迟半个码片，而且由混频器 196b 将它与正交正弦 SIN(Wct)混合。由加法器 198 组合来自混频器 196a 的 I 分量和来自混频器 196b 的 Q 分量，而且向前端 62 提供所得 OQPSK 调制器输出。该实施例具有提供与根据 IS-95A 标准反向链路的调制信号向后兼容的调制信号的优点。在该说明书中，将每个从属 Walsh 码信道 W_1-W_N 称为从属码信道。

IX. CRC 位

根据 IS-95A，把 CRC 位附在每个数据帧上，来允许由小区检测帧误差。根据由 IS-95A 特定的 CRC 多项式，产生 CRC 位。特别是，对于 9.6Kbps 的数据传输速率，特定多项式是 $g(x)=x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^9+x^8+x^4+x+1$。对于每个数据帧，附加 12 个 CRC 位。在本发明中，依赖于所需检测确定性，可以增加或减小 CRC 位数量。更多的 CRC 位允许以更大的确定性检测帧误差，但是需要更多的开销。相反，更少的 CRC 位减小了帧误差检测的确定性，但是需要较少的开销。

如上所述，根据硬件实施方法，可以在一个可变速信道或多个从属码信道上发生高速传输速率。对于其中在从属码信道上发生高速数据传输的实施方法，可将数据帧进一步分成数据部分，其中把每个数据部分编码成码信道帧，并在一个从属码信道上发送。把下面对于 CRC 位产生的讨论用于运用从属码信道的实施例，虽然可将原理延伸到其它硬件实施例中。为了简便起见，下列讨论假设每个从属码信道以最大未调度传输速率发送。此外，把从属码信道和话务信道称为码信道。

在多个码信道上发生高速数据传输的实施例中，可由至少两个实施例来产生对于多个码信道的 CRC 位。在第一实施例中，把每个数据部分附有它自己的 CRC 位组，这与 IS-95A 标准相类似。该实施例要求更多的开销，但是允许检测在每个码信道帧上的帧误差检测。只重新发送错误接收的码信道帧。

在第二实施例中，由一个 CRC 发生器编码在一个帧内在分配给远程站 6 的码信道上发送的数据帧。可以在几种模式中的一种模式下发送产生的 CRC 位。在第一种模式下，把数据帧分成上述数据部分。还划分 CRC 位，而且附在每个数据部分上。于是，每个码信道帧包含数据部分和一些 CRC 位。在第二种模式下，在一个码信道帧上发送 CRC 位。所有码信道帧，除了最后码信道帧之外，都只包含数据部分。最后码信道帧包含 CRC 位和一些可能数据。第二模式提供 CRC 位的时间分集，并改善由小区进行的帧误差检测。

在小区处，把码信道帧重新组合成数据帧。在第二实施例中，小区只能确定是否正确接收所有码信道帧或者是否发生一个或多个码信道帧误差。小区不能确定是否错误地接收一些码信道帧。因此，数据帧误差支配需要小区重新发送该数据帧的所有码信道帧。第二实施例具有运用对于数据帧的更少量 CRC 位的优点。

作为例子，假设在 12 个码信道上发生高速数据传输。在第一实施例中，12 个数据部分中的每个数据部分都附有它自己的 12CRC 位组。对于 12 码信道帧，共需要 144 个 CRC 位。这些 144 个 CRC 位允许检测在每个码信道帧上的帧误差。因此，如果错误接收在特定码信道上的码信道帧，那么只需重新发送误差帧。

对于第二实施例，用一组 CRC 位来编码整个数据帧。较佳的是，CRC 位数少于在第一实施例中用到的 CRC 位的总数。在上述例子中，对于 12 码信道帧，所用到的 CRC 位数至少是 12，但是小于 144。由于几乎有 12 倍多

的数据位，所以需要更多 CRC 位来允许以更大确定性来检测帧误差。假设 24 个 CRC 位允许以所需确定级来检测帧误差，可将 24 个 CRC 位分成 12 个 CRC 块，每个 CRC 块包含两个 CRC 位。把一个 CRC 块附在 12 个数据部分中的每个数据部分。另一方面，可在一个码信道帧上发送 24 个 CRC 位。在小区处，重新组合数据部分和 24 个 CRC 位。小区只能确定是否正确接收所有 12 个码信道帧。如果指示帧误差，那么小区不能确定错误地接收哪些码信道帧。因此，远程站 6 必须重新发送所有 12 个码信道帧。对于节省 120 个 CRC 位开销，小区仍然能够检测帧误差，但是没有第一实施例那样的精确度。第二实施例要求在较少的开销和码信道帧的冗余重新发送之间折衷。

X. 反向链路速率调度的定时

通过在尽量接近估计时间的时刻进行预测，改善对于未调度任务的可获得反向链路容量的预测精度。在延迟期间，重预测时刻到实际运用时刻，可能已改变网络的状态。例如，其它远程站 6 已开始或停止发送，可以添加或从网络中落下远程站 6，或者已改变信道状况。通过将处理延迟限定在少量的帧，对于本发明，未调度任务的可获得反向链路容量的预测是足够精确的。在示例实施例中，处理延迟是 7 个帧或更少。

信道调度器 12 可以在短时间间隔内进行预测，例如，通过保持短调度间隔，来改善预测精度并允许信道调度器 12 对于反向链路命令的改变作出快速响应。在较佳实施例中，每 K 帧进行一次预测，每 K 个帧或重新分配的每帧，分配最大调度传输速率，而且每 K 帧，就把对最大调度传输速率的调度发送到远程站 6。

图 10 示出本发明的反向链路速率调度的时序图的示例图解。在帧 K 处，远程站 6 具有大量要发送到小区的数据。远程站 6 测量数据的队列尺寸，以及对于远程站 6 可获得的总发送功率(在框 300)。在帧 K+1 处，远程站 6 将信息发送到小区（在框 302）。在帧 K＋2 处，为小区提供服务的基站 4 接收信息并把信息发送到选择器元件 14(在框 304)。在帧 k+3 处，由选择器元件 14 测量整个 CDMA 网络的状态，并发送到信道调度器 12(在框 306 处)。在示例实施例中，CDMA 网络的状态包括在每个小区处调度任务可获得的反向链路容量，由每个调度用户发送的数据量、对于每个远程站 6 可获得的总发送功率、每个远程站 6 的现行成员组和远程站 6 的优先权。在帧 k+4 处，信道调度器 12 分配最大调度传输速率，而且把调度信息发送到选择器元件

14(在框 308)。在帧 k+7 处，利用最大调度传输速率。

在帧 k+4 处，选择器元件 14 在前向链路上把在 k+5 处发送的数据帧发送到信道元件 40(在框 310)。在帧 k+4 处，信道元件 40 接收来自选择器元件 14 的数据帧(框 312)。在帧 k+5 处，信道元件 40 在前向链路上把包含对于帧 k+7 的最大调度传输速率的调度信息发送到远程站 6(框 314)。在帧 k+6 处，对于在高速传输速率下的数据传输，远程站 6 处理前向链路信号、确定最大调度传输速率并重新配置硬件，如果需要的话(框 316)。在帧 k+7 处，在反向链路上，在或低于最大调度传输速率下，把数据发送到基站 4(在框 318)。

在示例实施例中，在远程站 6 确定它具有要发送到基站 4 的大量数据的时刻到以高速传输速率进行数据传输的时刻的处理延迟是 7 个帧。在帧 k 处，远程站 6 测量队列尺寸和它可获得的总发送功率。在帧 k+7 处，远程站 6 以高速传输速率把数据发送到基站 4。对于符合 IS-95A 标准的 CDMA 系统，延迟的每个帧表示 20 毫秒延迟。在示例实施例中，7 个帧的处理延迟表示延迟 140 毫秒。该延迟期间足够短，从而在反向链路上的其它通信不会显著恶化。此外，在本发明中，对于未调度任务的所需反向链路容量的最初预测不是非常关键，因为信道调度器 12 能够连续监测反向链路用途并动态地重新分配调度任务的传输速率。

示例实施例的上面描述表示本发明的一个实施方法。根据如上所述，可以考虑对反向链路示例调度例行程序的其它变化，并落在本发明的范围内。例如，通过最优化硬件来使处理延迟最小，由框 304、306、308、310 和 312 所表示的处理延迟可缩短至一个或两个帧，而不是如图 10 所示的三个帧。

在多个实施例中的一个实施例中，可把包含最大调度传输速率的调度信息发送到远程站 6。在第一实施例中，保留在前向链路上的在码信道帧中的某些位，用于调度信息。在第二实施例中，通过利用分立信令消息，发送调度信息。无论何时存在新分配数据传输速率，都可把信令消息发送到远程站 6。可以考虑运用上述实施例的变化或组合来发送调度信息的其它实施例，并落在本发明的范围内。

图 11 示出本发明的反向链路速率调度和高速数据传输的示图。如上所述，在与小区的通信持续时间内，将最大调度传输速率(速率 1)分配给远程站 6。如图 11 所示，当空闲时，远程站 6 以速率 1/8 进行发送，而当发送数据时以速率 1 进行发送。由实线表示发送到小区的后备(backlog)数据，并按照

码信道帧的数量给出。码信道帧的数量等于最大未调度传输速率乘以发送数据所需的帧数量。例如，可在 20 帧内，以速率 1 发送 20 码信道帧，或者在 5 个帧内以速率 4 发送。下面的讨论关于较早描述的实施例，其中每 K 帧执行反向链路速率调度，而且每帧重新分配传输速率。此外，远程站 6 可以单方面地减小传输速率。下列例子还用于其中每帧执行反向链路速率调度的实施例。

在如图 11 所示的例子中，把远程站 6 分配给最大未调度传输速率(速率 1)，但是远程站 6 不具有要在帧 1 和 2 内发送到小区的数据。因此，远程站 6 在反向链路上以速率 1/8 进行发送。在帧 2 期间，远程站 6 接收两个码信道帧用于发送到小区。远程站 6 在帧 3 和 4 中，以速率 1 发送一个码信道帧，来在帧 3 的结束处使后备数据成为零。注意，远程站 6 可以在反向链路上，以上至速率 1 的速率发送数据，而无需调度。在帧 3 处，立即发送在帧 2 期间接收到的数据。在或低于速率 1 立即发送允许将信令从远程站 6 发送到小区以快速通过。例如，TCP 确认要求大约 40 比特，而且通过报头压缩，可以将其装入一个数据帧内。可以在一个帧内，在反向链路上，立即发送 TCP 确认。

在帧 5、6 和 7 内，远程站 6 在速率 1/8 下，发送同时空闲并等待数据。在帧 7 内，远程站 6 接收大量数据来发送到小区。在帧 8 处，远程站 6 把队列尺寸和远程站 6 可获得的总发送功率发送到小区。在帧 10 处，信道调度器 12 接收来自选择器元件 14 的信息并收集与网络状态相关的信息(例如，对在网络中的每个小区可获得的反向链路容量)。在帧 11 处，信道调度器 12 分配最大调度传输速率，而且把调度传达到小区。在该例子中，信道调度器 12 分配四倍于最大未调度传输速率的最大调度传输速率(速率 4)。在帧 12 处，小区通过前向链路把调度信息发送到远程站 6。在帧 8 至 13 期间，远程站 6 继续以速率 1 发送数据，并把后备带到 26 个码信道帧。在帧 13 期间，远程站 6 接收调度信息，而且配置它的硬件来在高速传输速率下发送数据。在帧 14 至 19 期间，在最大调度传输速率下(速率 4)发生高速数据传输。

在帧 19 期间，远程站 6 认识到队列几乎为空，而且需要传输速率 2 来在帧 20 处发送剩余数据。在帧 20 处，远程站 6 把速率减小消息发送到小区，它表示在较低传输速率下发送的意图。此外，在帧 20 处，远程站 6 在较低传输速率下发送两个剩余码信道帧。

认识到队列为空，在帧 21 处，远程站 6 要求终止在最大调度传输速率(速率 4)下的传输。在帧 21 处，已发送所有数据，远程站 6 在帧 21 处以速率 1/8，进行发送，同时空闲并等待更多数据。

上述例子示出在远程站 6 可获得数据的时刻(在图 11 中的帧 7 处)和以高速传输速率进行数据传输的时刻(在图 11 中的帧 14 处)之间的 7 个帧处理延迟。例子还示出可由远程站 6 在每帧处减小传输速率，从而在每帧处完全利用反向链路。

XI. 优先权分配

为了最优化对反向链路的利用，根据远程站 6 的优先权，把对于调度任务的最大调度传输速率分配给远程站 6。首先把反向链路容量分配给具有最高优先权的远程站 6，最后把反向链路容量分配给具有最低优先权的远程站 6。可利用许多因素来决定远程站 6 的优先权。下列讨论详细描述了在分配优先权过程中可考虑的一些因素的示例列举。还可考虑其它因素，而且落在本发明的范围内。

在远程站 6 之间确定优先权的过程中的重要因素是远程站 6 所要求的 $E_b/(N_o+I_o)$。对于所需性能级要求更高 $E_b/(N_o+I_o)$的远程站 6 消耗多于要求较低 $E_b/(N_o+I_o)$的远程站 6 的容量。实际上，对于给定反向链路容量，可由远程站 6 发送的码元速率与所需 $E_b/(N_o+I_o)$成反比。例如，如果第二远程站 6 的所需 $E_b/(N_o+I_o)$大约大于第一远程站 6 的 6dB，那么支持由第一远程站 6 在速率 38.4Kbps 下发送数据的反向链路容量只支持由第二远程站 6(1/4 码元速率)在 9.6Kbps 下的数据传输。因此，较佳的是，因为消耗较少容量，所以允许要求较低 $E_b/(N_o+I_o)$的远程站 6 首先发送。

远程站 6 可与多个小区进行软切换。因为多个小区同时支持远程站 6，所以处于软切换状态下的远程站消耗更多的容量，因此，通过把低优先权分配给处于软切换状态的远程站 6，获得在反向链路上的较高业务容量。此外，处于软切换状态的远程站 6 一般位于小区的边界，而且对于在小区处相同的能量-每-位，要求更多的发送功率。

信道调度器 12 还可以考虑发送远程站 6 要求发送到小区的能量-每-位。一般，限制远程站 6 的发送功率，而且反向链路速率调度可尝试保存电池电源来延迟远程站 6 的操作寿命。

最大调度传输速率的最优分配依赖于由远程站 6 发送的数据量。把要发

送的数据存储在位于远程站 6 内的队列中。于是，队列尺寸表示要发送的数据量。在每个调度间隔开始时候，把所有调度任务的队列尺寸发送到信道调度器 12。如果调度任务的队列尺寸很小，那么信道调度器 12 重速率调度例行程序中去除该任务。可在满意的时间期间内，在反向链路上，在或低于最大未调度传输速率下，完成少量数据的传输。需要时，信道调度器 12 只分配高速传输速率，用于传输大量数据。于是，分配给每个远程站 6 的最大调度传输速率可与要发送的数据队列尺寸基本成正比。

在远程站 6 之间分配优先权的过程中要考虑的另一个重要因素是要发送的数据类型。一些数据类型是时间灵敏的并要求快速注意。另一些数据类型可考虑较长传输延迟。明显的是，把较高优先权分配给时间要求严格的数据。

作为一个例子，小区不可避免地会错误地接收一些发送的数据。小区通过利用附在码信道帧上的 CRC 位可以确定帧误差。根据确定错误地接收码信道帧，标记对于该码信道帧的误差指示器位，而且小区通知远程站 6 帧误差。于是，信道调度器 12 调度对错误接收的码信道帧的重新传输，或者远程站可以重新发送并通知小区。在小区处，其它信号处理可依赖于错误接收的码信道帧。因此，信道调度器 12 或远程站可赋予重新发送的数据高于第一次发送的数据的优先权。

相反，由小区指示的重复帧误差可以指示反向链路遭损坏。因此，用于重复地重新发送错误接收到的码信道帧的反向链路容量是浪费。在这种情况下，远程站 6 可临时设置在保持状态或分配有较低传输速率。在保持状态下，可以暂停在高速传输速率下的数据传输，直至改善反向链路状况。远程站 6 仍然可以在或低于最大未调度传输速率下发送数据，而且小区可以继续监视反向链路的性能。一旦接收已改善反向链路状况的指示，信道调度器 12 去除远程站 6 的保持状态，而且指挥远程站 6 重新开始高速数据传输到小区。

在远程站 6 之间分配优先权的过程中，理想的是，根据向远程站 6 提供的数据业务类型，区分远程站 6。例如，对于不通的数据传输业务，可以建立价格体系。把较高优先权赋予那些收取额外费用的业务。通过价格体系，在每个远程站 6 上的用户可以单独确定优先权，以及用户可以享受的业务种类。

远程站 6 的优先权可以是远程站 6 所经历的延迟量的函数。首先，把可获得反向链路容量分配给具有最高优先权的远程站 6。因此，具有低优先权

的远程站 6 一般经历较长传输延迟。当低优先权远程站 6 所经历的延迟量增加时，远程站 6 的优先权升级。这阻止由低优先权远程站 6 发送的数据不确定地保留队列状态。没有优先权升级，低优先权远程站 6 可能要经历无法忍受的延迟量。以这种方法可以增加优先权升级，其中获得调度和未调度任务的高质量通信，同时保持系统目标。

因素具有不同的权重，这依赖于最优化的系统目标组。作为例子，为了最优化在反向链路上的业务容量，将较大权重赋予远程站 6 所要求的 $E_b/(N_o+I_o)$，而且远程站 6 处于软切换状态。这种加权方法不考虑数据类型以及远程站 6 的优先权，从而不提到系统目标的公平性。根据 FER 分配优先权的示例等式，所需 $E_b/(N_o+I_o)$的预测，和软切换可表示如下：

$$C_i = \frac{1}{(1-Pe)} \bullet \sum_{j=1}^{L} \gamma_{i,j}, \qquad (14)$$

其中，C_i 是第 i 个远程站 6 的优先权，L 是支持处于软切换状态下的小区个数、Pe 是 FER 和γ_i是远程站 6 的设定点，它是所需 $E_b/(N_o+I_o)$的预测。在该例子中，对于 C_i的较低值相当于较高优先权。可以考虑具有不同加权因素的其它等式，而且落在本发明的范围内。

另一方面，可以保持价格体系，它允许在每个远程站 6 上的用户单独确定远程站 6 的优先权。愿意为容量支付额外费用指示更高重要级。在这种情况下，尝试使税收和客户满意程度最大的系统允许额外费用远程站 6 首先发送，即使传输需要更多容量。运用上面列出的因素以及没有讨论的其它因素，还产生其它加权方法，来获得任何系统目标组，并落在本发明的范围内。

XI. 对于高速反向链路的多层调度

运用多种实施方法中的一种方法，可以实践本发明。如上所述，可以运用分布式或集中式调度。分布式调度允许每个远程站 6 执行它自己的调度，从而使调度延迟最小。调度延迟是从远程站 6 发送高速传输请求的时刻到实际以高速传输的时刻的延迟。集中式调度允许调度器对在网络中的所有基站 4 执行调度。通过使它更容易估计来自高速传输的不良影响，集中式调度可以导致最优化利用系统资源。然而，对于集中式调度的调度延迟可以是很长的，从而使得精确估计在高速传输时刻的可获得资源是很困难的。还可以使用反向链路的多层调度。多层调度引入分布式和集中式调度的特性和有利之处来最优化系统性能。

图 12 示出示例通信网络的示图。通信网络包括一个或多个系统 1。系统 1 可以是 CDMA 通信系统或其它蜂窝状系统。在示例实施例中，由一个基站控制器(BSC)10 控制每个系统 1，而且每个系统 1 包括一个或多个基站 4 组。

图 13 示出表示本发明的通信系统的基本结构的方框图。图 13 是图 2 的扩展，而且示出通信网络的分级结构。数据组网络接口 24 和 PSTN30 连到与在通信网络中的所有基站控制器 10 连接的总线，每个基站控制器 10 包括一个或多个选择器元件 14 和一个选择器调度器 12。图 13 中的选择器调度器 12 与图 12 中的信道调度器 12 相同。已改变名称来更加描述性地反映选择器调度器 12 调度对于选择器元件 14 的高速传输的这个现实。为了简化说明，已省略在基站控制器 10 内的其它元件。

每个基站控制器 10 控制一组基站 4。基站控制器 10 连到与系统中的所有基站 4 连接的回程。每个基站 4 包括一个或多个信道元件 40，和一个基站收发机子系统(BTS)调度器 46。BTS 调度器 46 调度用于常驻在与 BTS 调度器 46 相同的基站 4 内的所有信道元件 40 的高速传输。

在示例实施例中，将请求在反向链路上高速传输的远程站 6 分成三种。第一种包括不处于软切换状态下的远程站 6。第二种包括处于在由相同选择器调度器 12 控制的基站 4 之间的软切换状态下的远程站 6。而第三种包括处于在由不同选择器调度器 12 控制的基站 4 之间的软切换状态下的远程站 6。在示例实施例中，将与特定远程站 6 进行通信的基站 4 列入该远程站 6 的现行成员组中。

本发明的多层反向链路调度包括基站级调度、选择器级调度和网络级调度。由于特定远程站 6 的软切换状态反映该远程站 6 的传输对其它远程站 6 的反向链路干扰量，所以处于与远程站 6 的软切换状态下的所有基站 4 都同意允许高速传输。在示例实施例中，由用于第一种远程站 6 的 BTS 调度器 46 执行基站级调度，由用于第二种远程站 6 的选择器调度器 12 执行选择器级调度，和由用于第三种远程站 6 的网络调度器 13 执行网络级调度。网络调度器 13 可以是专用网络调度器(如图 12 所示)或者赋予网络调度器责任的一个选择器调度器 12。在基站级处的调度减小调度延迟，而且提高效率。在选择器级处的调度以增加调度延迟为代价，可以使资源利用率最大。最后，在网络级处的调度可以更长调度延迟为代价，进一步使资源利用率最大。

在示例实施例中，对于第一种远程站 6(例如，不处于软切换状态下的远

程站 6)执行在基站级处的调度。如果只有一个基站 4 与请求远程站 6 进行通信，那么 BTS 调度器 46 同意对于请求远程站 6 的高速传输速率。BTS 调度器 46 根据对于该基站 4 可获得的资源，调度最大调度传输速率。较佳的是，在如较高级调度器所要求的那样分配资源(例如，选择器调度器 12 和网络调度器 13)以避免容量利用的可能冲突之后，执行在基站处的调度。

图 14A 示出对于基站级调度的示例定时图。在帧 k 处，远程站 6 具有要发送到小区的大量数据。远程站 6 测量对远程站 6 可获得的数据的队列尺寸和总发送功率(框 400)。在帧 k+1 处，远程站 6 把信息发送到小区(框 402)。在帧 k+2 处，服务小区的基站 4 接收信息并处理请求(框 404)。基站 4 还接收来自控制该基站 4 的更高级调度器(例如，选择器调度器 12 和网络调度器 13)的对最大调度传输速率的调度。于是，基站 4 确定在基站 4 中是否有足够的剩余容量来支持请求。如果容量存在，那么基站 4 根据可获得资源分配最大调度传输速率。在帧 k+5 处，基站 4 在前向链路上，把包含对于帧 k+5 的最大调度传输速率的调度信息发送到基站 6(框 406)。在帧 k+4 处，远程站 6 处理前向链路信号，确定最大调度传输速率并重新配置硬件用于以高速传输，如果需要的话(框 408)。在帧 k+5 处，在反向链路上，在或低于最大调度传输速率下发送数据，把数据发送到基站 4(宽 410)。

根据图 14A，在远程站 6 确定它具有要发送到基站 4 的大量数据的时刻和以高速传输的时刻之间的调度延迟是 5 个帧。在帧 k 处，远程站 6 测量队列尺寸和它可获得的总传输功率。在帧 k+5 处，远程站 6 以高速传输速率把数据发送到基站 4。

对于处于软切换状态下的远程站 6(例如，第二种和第三种远程站 6)可执行在基站级处的调度。但这并不是最好，理由是：首先，按照增加的负载和干扰，任何一个基站 4 不能完全预测高速反向链路传输对邻近基站 4 的影响。第二，当远程站 6 处于软切换状态下，存在潜在的问题，因为由多个基站 4 把前向链路信号发送到远程站 6。在发射机侧，如果在基站 4 之间没有任何协调的化，那么很可能不同的基站 4 发送不同的调度。因此，很难在没有任何协调的情况下，从不同的基站 4 发送发送相同的调度。在接收机侧，从不同基站 4 的不同调度意味着，接收机不能组合来自不同软切换基站 4 的帧。独立地解调这些帧，导致接收反向链路调度过程中的更多误差。还可以运用穿入(punctured-in)码元把调度传输到远程站 6。击穿(puncture)提供更快控制，

但是相对不可靠。

在示例实施例中，对于第二种远程站 6 执行由选择器调度器 12 进行的系统级调度(例如，处于与两个或多个基站 4 的软切换状态的远程站 6，由公共选择器调度器 12 控制所有这些远程站)。由于软切换状态反映给定远程站 6 的传输对在相同小区内的其它远程站 6 的反向链路干扰量，所以处于与请求远程站 6 的软切换状态下的所有基站 4 同意允许高速传输。例如，请求远程站 6 可与两个基站 4 进行通信，而且第一基站 4 分配高速传输速率 F1 和第二基站 4 分配传输速率 F2，其中 F2 远大于 F1。如果请求远程站 6 在传输速率 F2 下进行发送，那么由该传输对正与第一基站进行通信的其它远程站 6 的干扰可能是过度的，从而恶化了第一基站 4 的反向链路性能。因此，可分配给处于软切换状态下的请求远程站 6 的最大传输速率是最大可支持传输速率表中的最小速率。

图 10 示出对于系统级调度的示例定时图，并如上所述。在示例实施例中，在远程站 6 确定它具有要发送到基站的大量数据的时刻到以高速传输的时刻之间的调度延迟是 7 个帧。在帧 k 处，远程站 6 测量队列尺寸和它可获得的总发送功率。在帧 k+7 处，远程站 6 以高速传输速率把数据发送到基站 4。在示例实施例中，延迟期间是长于用于基站级调度的延迟两个帧。

由基站 4 发送对最大调度传输速率的调度。结果，可在来自选择器调度器 12 的调度已到达基站 4 之后，由 BTS 调度器 46 执行对于不处于软切换状态下的远程站 6(第一种的远程站 6)的调度，以避免对容量运用的冲击。类似地，在来自网络调度器 13 的调度到达基站控制器 10(见图 13)之后，可由选择器调度器 12 执行对处于在由相同选择器调度器 12 控制的基站 4 之间软切换状态下的远程站 6(第二种远程站)的调度，以避免容量运用的冲击并利用还没有分配的容量。

在示例实施例中，对于第三种远程站 6(例如，处于与由不同选择器调度器 12 控制的两个或多个基站 4 的软切换状态下的远程站 6)的网络调度器 13 执行网络级调度。在这种情况下，通过在控制远程站 6 的现行成员组中的基站 4 的所有选择器调度器 12 之间进行协调，调度高速传输。选择器调度器 12 和网络调度器 13 可具有固定“主-从”关系，其中一个专用网络调度器 13 执行包括多个选择器调度器 12 的所有调度。另一方面，可以在选择器调度器 12 之间，轮换“主-从”关系。在这种情况下，一个选择器调度器 12 轮流作

为网络调度器 13 来执行网络级调度。

图 14B 示出对于网络级调度的示例定时图。在帧 k 处，远程站 6 具有要发送到小区的大量数据，远程站 6 测量数据的队列尺寸和远程站 6 可获得的总发送功率(框 500)。在帧 k+1 处，远程站 6 把信息发送到小区 (框 502)。在帧 k+2 处，服务小区的基站 4 接收信息，而且把信息发送到选择器元件 14(框 504)。在帧 k+3 处，由选择器元件 14 测量在选择器调度器 12 控制下的整个 CDMA 系统的状态，并发送到选择器调度器 12(框 506)。在示例实施例中，CDMA 系统的状态包括在每个小区处调度任务可获得的反向链路容量，由每个调度用户发送的数据量、对于每个远程站 6 可获得的总发送功率、每个远程站 6 的现行成员组和远程站 6 的优先权。此外，在帧 k+3 处，选择器调度器 12 把第三种远程站 6 的信息发送到网络调度器 13 框(508)。在帧 k+4 处，网络调度器 13 分配最大调度传输速率，而且调度信息发送到选择器调度器 12(框 510)。在帧 k+5 处，选择器调度器 12 接收来自网络调度器 13 的调度、插入对于第二种远程站 6 的它自己调度并把更新调度发送到选择器元件 14(框 512)。

在帧 k+5 处，选择器元件 14 把调度信息发送到 BTS 调度器 46(框 514)。在相同帧内，BTS 调度器 46 接收来自选择器调度器 12 的调度。在示例实施例中，BTS 调度器 46 执行对于第一种远程站 6 的基站级调度、用它自己的调度更新接收到的调度并把更新调度发送到信道元件 40。在帧 k+6 处，信道元件 40 在前向链路上，把包含对于帧 k+8 的最大调度传输速率的更新调度信息发送到远程站 6(框 516)。在帧 k+7 期间，远程站 6 处理前向链路信号、确定最大调度传输速率和重新配置硬件，如果需要的话，用于以高速进行传输(框 518)。在帧 k+8 处，在反向链路上，以在或低于最大调度传输速率的速率下把数据发送到基站 4(框 520)。

根据图 14B，在远程站 6 确定它具有要发送到基站的大量数据的时刻与以高速传输的时刻之间的调度延迟是 8 个帧。在帧 k 处，远程站 6 测量队列尺寸和它可获得的总发送功率。在帧 k+8 处，远程站 6 以高速传输速率把数据发送到基站 4。

网络级调度请求在导致更长调度延迟的选择器调度器 12 之间协调。对于第三种远程站 6 的调度通过附加调度层。然而，通过选择器调度器 12 和 BTS 调度器 46 发送来自网络调度器 13 的调度。选择器调度器 12 和 BTS 调

度器 46 可分配还没有分配的剩余系统容量。此外，选择器调度器 12 和 BTS 调度器 46 可以分别把在更短通知(notice)(例如，较短的调度延迟)上的资源分配给处于在相同选择器调度器 12 控制下的基站 4 之间的软切换状态下的远程站 6，或者分配给不处于软切换状态下的远程站 6。

在示例实施例中，在由更高级调度器(例如，选择器调度器 12 和网络调度器 13)分配资源之后，执行在基站级处的调度，以使冲突最小或使资源用途最大。网络调度器 13 调度对于第三种远程站 6 的高速传输，并把调度发送到选择器调度器 12。选择器调度器 12 确定剩余资源、调度对于第二种远程站 6 的高速传输和把调度发送到 BTS 调度器 46。BTS 调度器 46 确定剩余资源、调度对于第一种远程站 6 的高速传输和把调度发送到远程站 6。

方案具有几种可能的不利影响。首先，允许较高级调度器首先分配资源可等同于使处于软切换状态下的远程站 6 等同于较高优先权。类似地，不处于软切换状态下的远程站 6 等同于较低先权，而且经历较长调度延迟。第二，处于软切换状态下的远程站 6 可要求用于给定传输的最多资源。首先调度这些远程站 6 不导致最佳分配资源。

可采用几步骤来使多层调度的可能不利影响最小。首先，可将更高级调度器设计成更加保守(例如，分配更低百分比的可获得资源用于高速传输)。由于更高级调度器经历较长调度延迟，所以这是理想的。更长调度延迟导致在调度高速传输的时刻，发生对可获得资源的较低精确度的估计。

其次，每个基站 4 可以分配一部分可获得资源用于基站级调度。可将这种保留的容量分配给不处于软切换状态下并具有最高优先权的远程站 6，如由上面一种方法确定的那样。于是，保留剩余容量用于处于软切换状态下的远程站 6 的较高级调度器。此后，由用于不处于软切换状态下的远程站 6 的 BTS 调度器 46 利用任何剩余容量。为基站级调度所保留的资源的百分比可以是静态值或者动态值。此外，动态值可基于与基站 4 进行通信的远程站 6 数量，或者其它因素，诸如，要发送到基站 4 的数据量。

第三，为了最优化资源用途，还可对于每个调度级分配不同的调度间隔。网络调度器 13 请求最长的调度延迟，而且至少能够预测在高速传输时刻的资源的实际可获得性。长调度延迟阻止网络调度器 13 利用可获得资源中的急速波动。因此，将用于网络调度器 13 的调度间隔设为最长。类似地，选择器调度器 12 请求下一个最长调度延迟，它还阻止选择器调度器 12 利用可获得资

源的急速波动。因此，将对于选择器调度器 12 的调度间隔设为长，可能如对于网络调度器 13 的调度间隔那样长。相反，BTS 调度器 46 请求最短调度延迟，它允许 BTS 调度器 46 利用可获得资源的急速波动。因此，将对于 BTS 调度器 46 的调度间隔设为短于对于网络调度器 13 和选择器调度器 12 的调度间隔。

在示例实施例中，把消息从基站 4 发送到远程站 6 来传达最大调度传输速率。通过运用击穿位(punctured bit)来传达调度信息，可以缩短调度延迟。基站 4 可以通过如美国专利第 5,485,486 号(发明名称为“用于控制在 CDMA 蜂窝状移动电话系统中的传输功率的方法和装置”，1996 年 1 月 16 日颁布，已转让给本发明的受让人，并作为参考资料在此引入)中描述的方法用调度位代替(击穿)数据位，而不是等待下一个帧。然而，击穿位导致对于前向链路的更高开销费用(overhead cost)。本发明旨于运用特点消息、穿入位和其它消息传递方法来将调度信息传达到远程站 6。

提供较佳实施例的上列描述来使得熟悉本技术领域的人员能够进行制造或运用本发明。对于熟悉本技术领域的人员而言，对这些实施例的各种变化是显而易见的，而且可将这里限定的一般原理用于其它实施例，而不必进行创造性劳动。于是，本发明不限于这里所示的实施例，而是根据与这里所揭示的原理和新颖性一致的最宽范围。

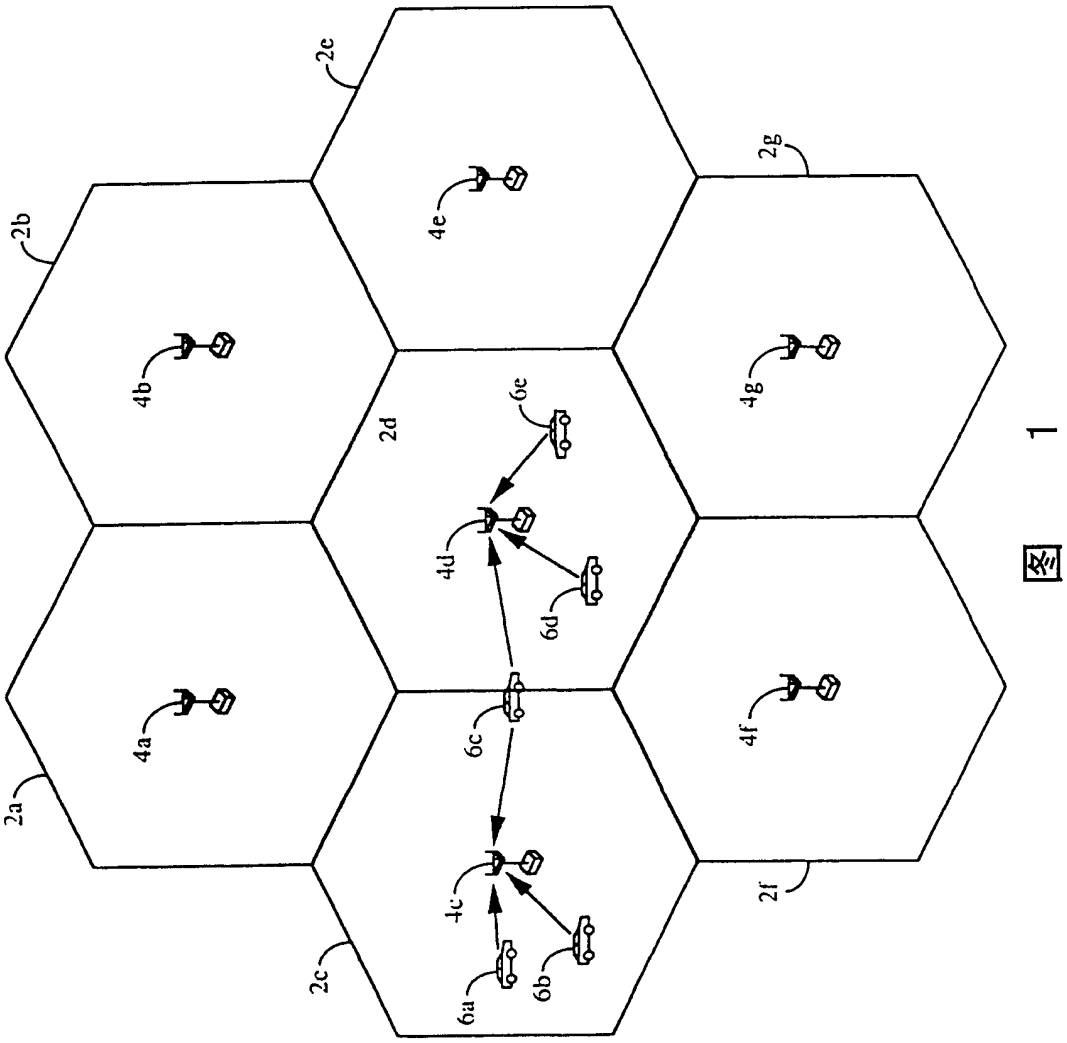


图 1

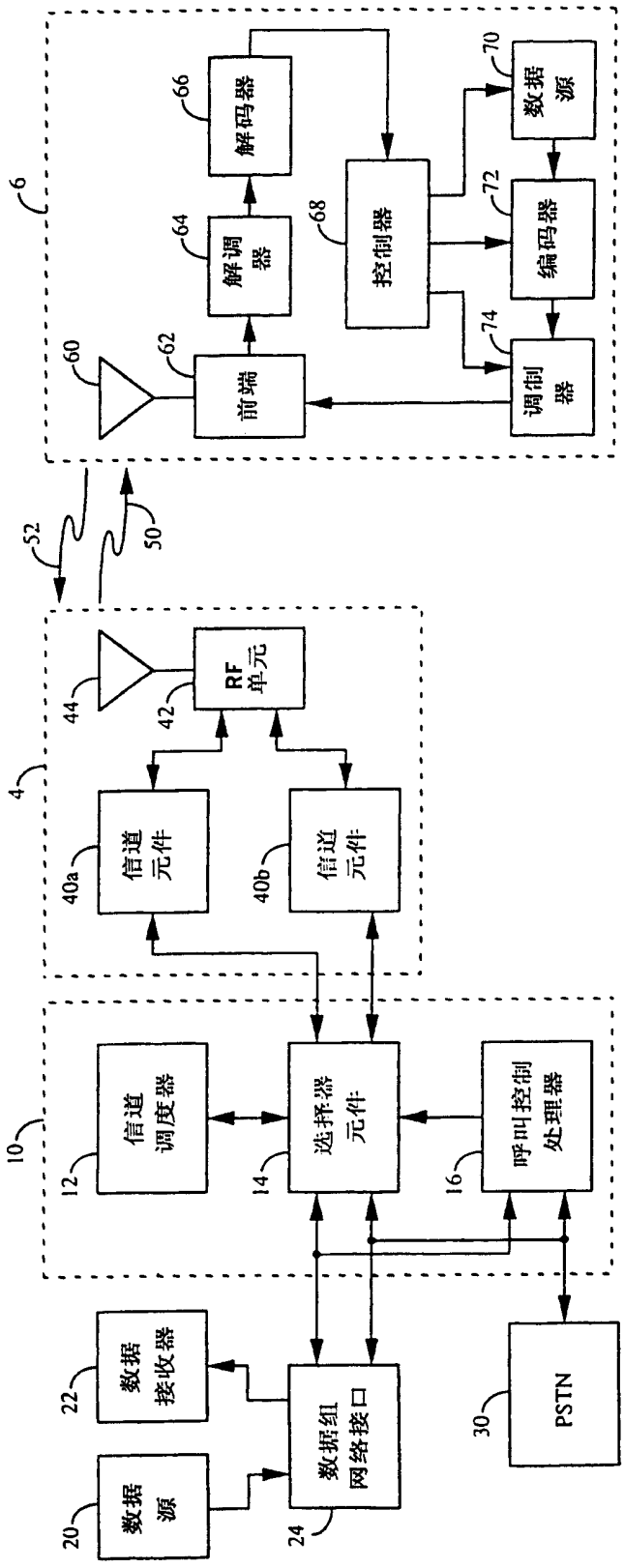

10
12
信道调度器
14
选择器元件
16
呼叫控制处理器
20
数据源
22
数据接收器
24
数据组网络接口
30
PSTN
4
40a
信道元件
40b
信道元件
42
RF单元
44
50
52
6
60
62
前端
64
解调器
66
解码器
68
控制器
70
数据源
72
编码器
74
调制器

图 2

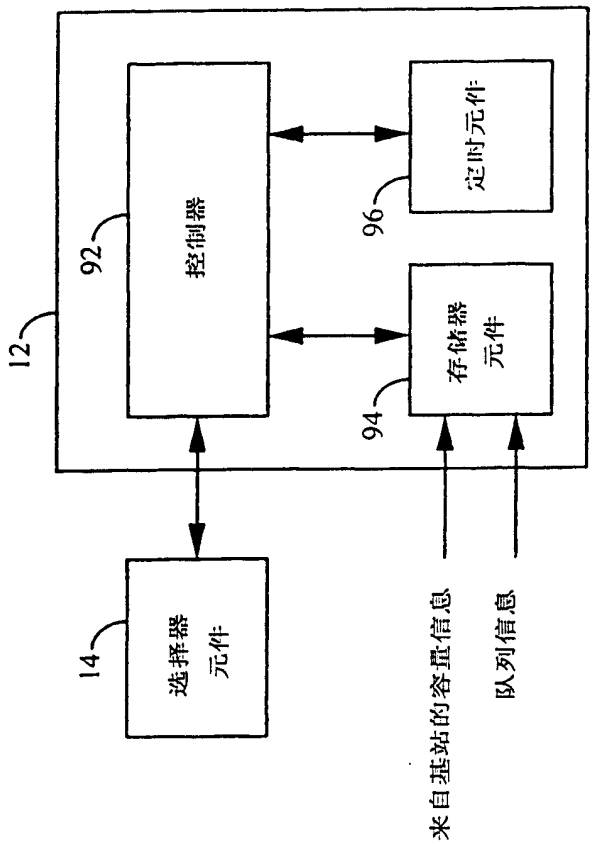


图 3

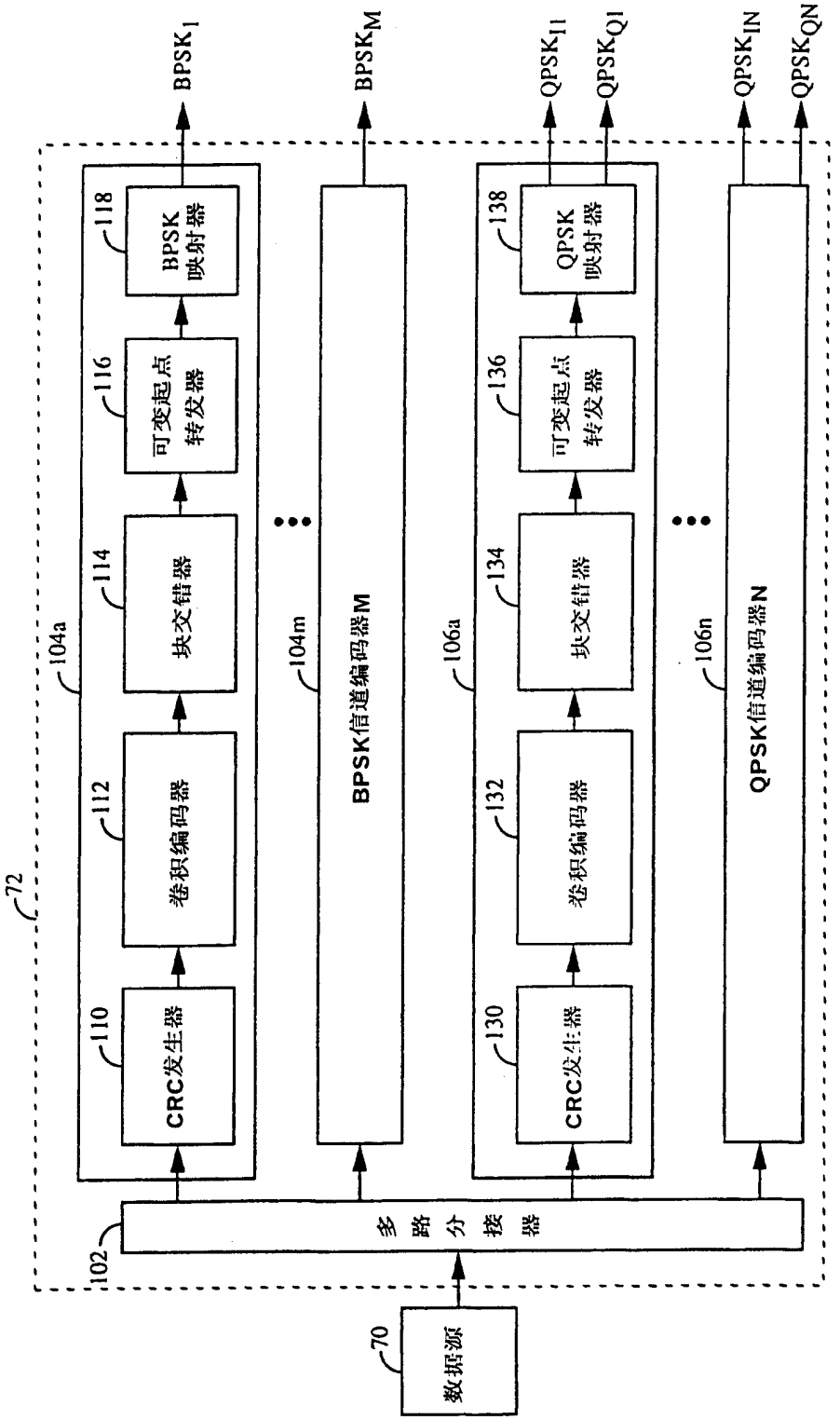

72
70
数据源
102
多路分接器
104a
CRC发生器
110
卷积编码器
112
块交错器
114
可变起点转发器
116
BPSK映射器
118
BPSK1
104m
BPSK信道编码器M
BPSKM
106a
CRC发生器
130
卷积编码器
132
块交错器
134
可变起点转发器
136
QPSK映射器
138
QPSKI1
QPSKQ1
106n
QPSK信道编码器N
QPSKIN
QPSKQN

图 4

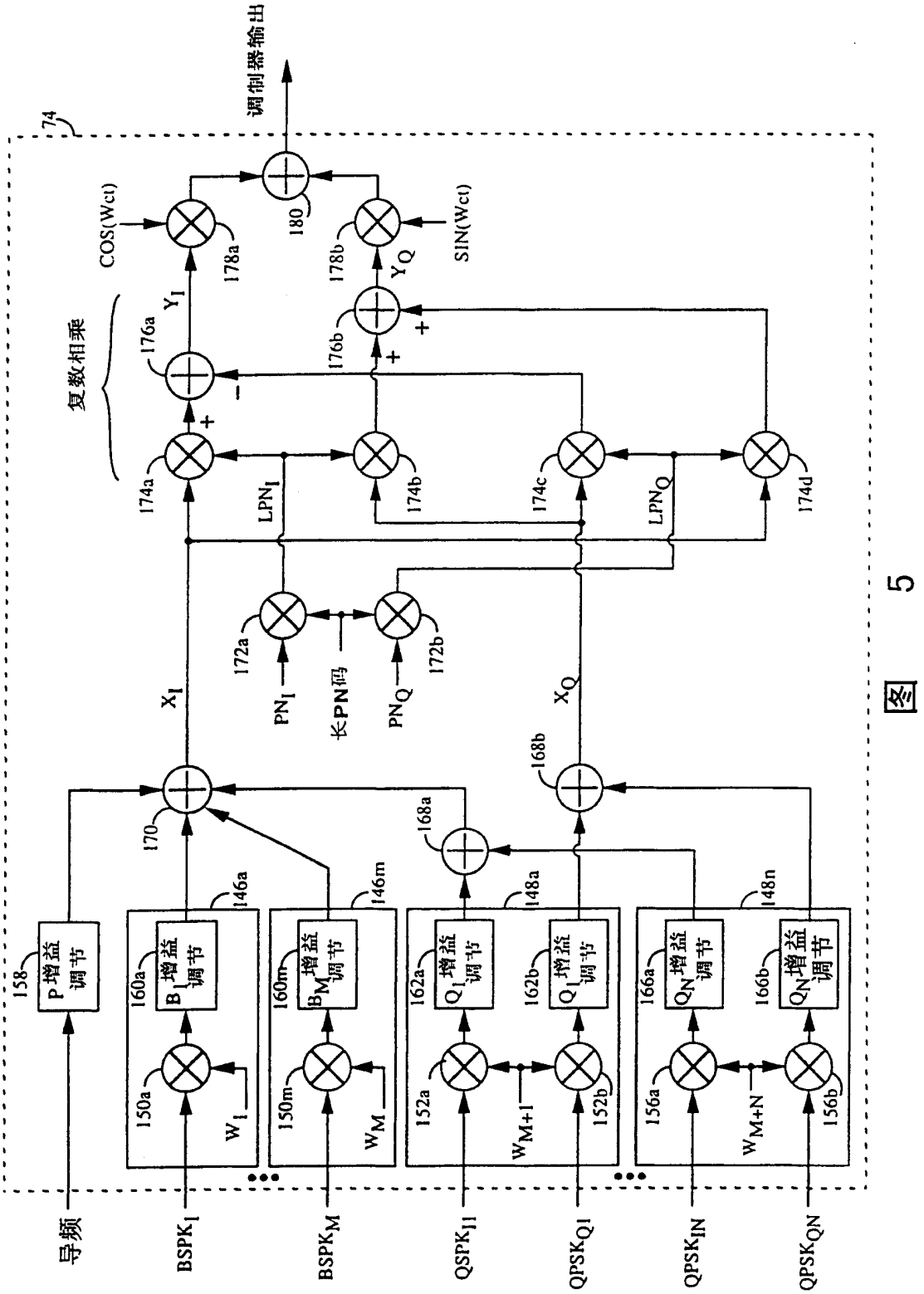

74
调制器输出
180
COS(Wct)
SIN(Wct)
178a
178b
Y_I
Y_Q
复数相乘
176a
176b
174a
174b
174c
174d
LPN_I
LPN_Q
172a
172b
PN_I
长PN码
PN_Q
X_I
X_Q
168a
168b
170
158
P增益调节
160a
B_1增益调节
160m
B_M增益调节
162a
Q_1增益调节
162b
Q_1增益调节
166a
Q_N增益调节
166b
Q_N增益调节
146a
146m
148a
148n
150a
150m
152a
152b
156a
156b
W_1
W_M
W_{M+1}
W_{M+N}
导频
$BSPK_1$
$BSPK_M$
$QSPK_{I1}$
$QPSK_{Q1}$
$QPSK_{IN}$
$QPSK_{QN}$

图 5

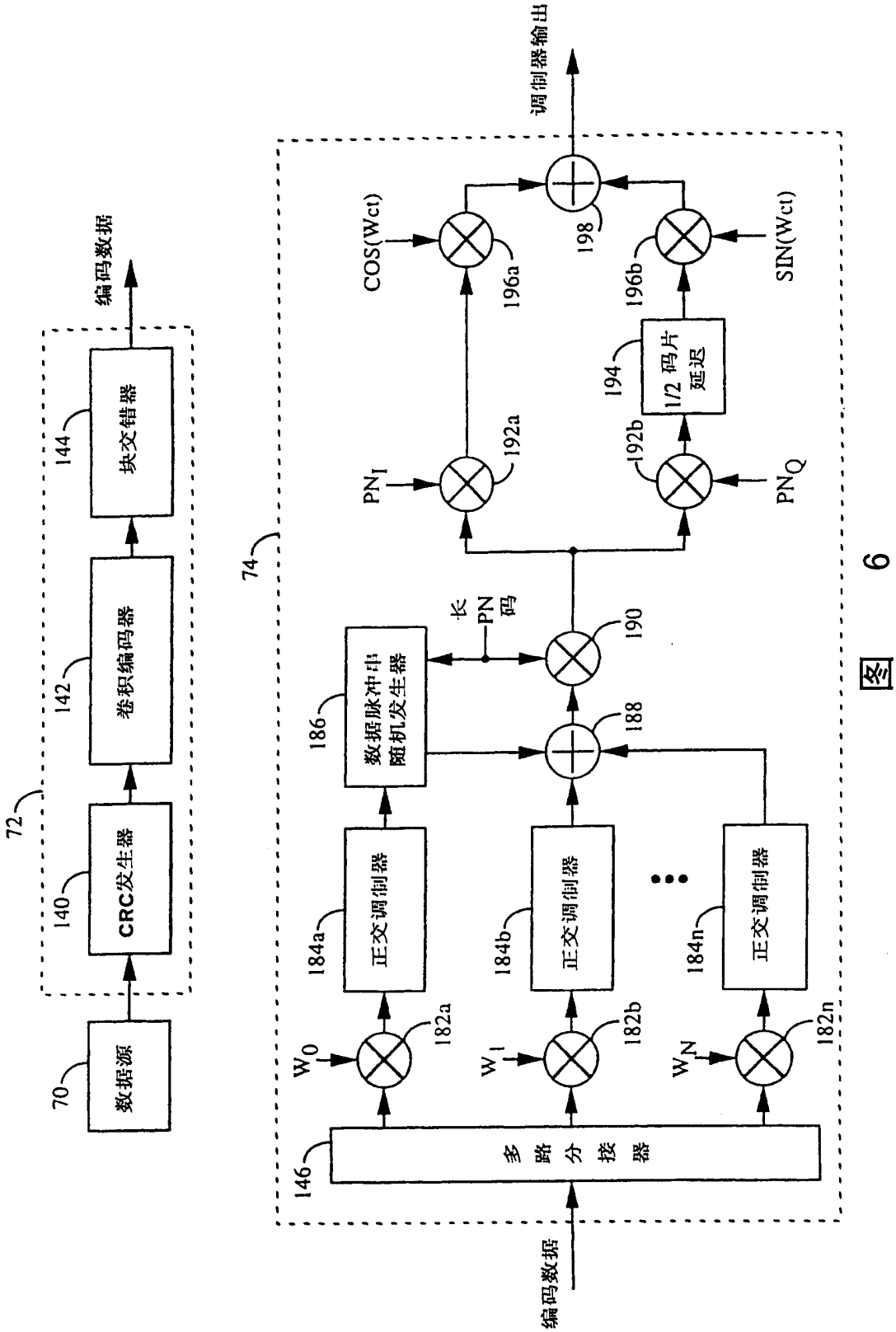

编码数据
调制器输出
数据源
CRC发生器
卷积编码器
块交错器
正交调制器
数据脉冲串随机发生器
多路分接器
长PN码
COS(Wct)
SIN(Wct)
1/2 码片延迟
70
72
74
140
142
144
146
182a
182b
182n
184a
184b
184n
186
188
190
192a
192b
194
196a
196b
198

图 6

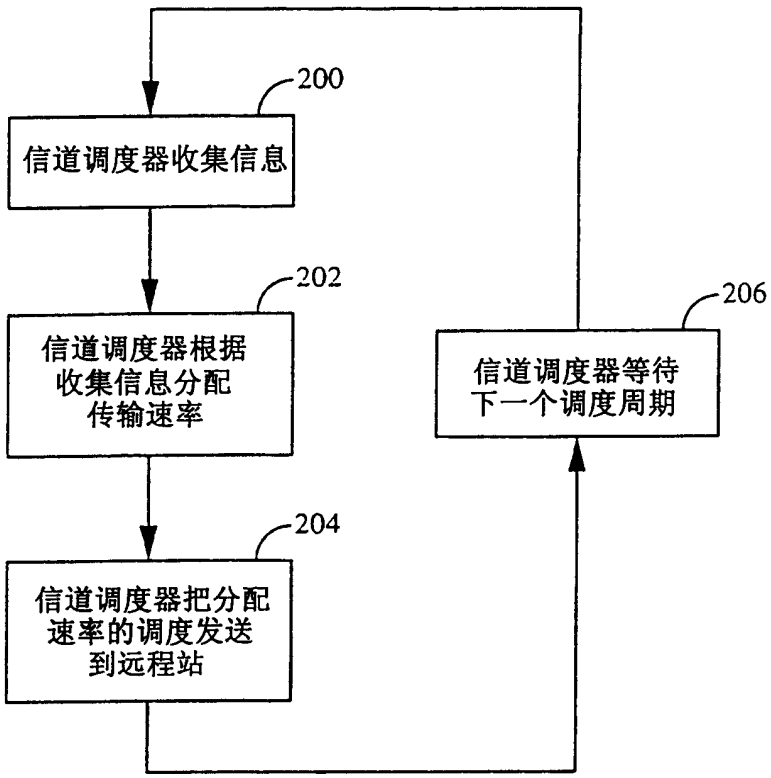

200
信道调度器收集信息
202
信道调度器根据
收集信息分配
传输速率
204
信道调度器把分配
速率的调度发送
到远程站
206
信道调度器等待
下一个调度周期

图 7

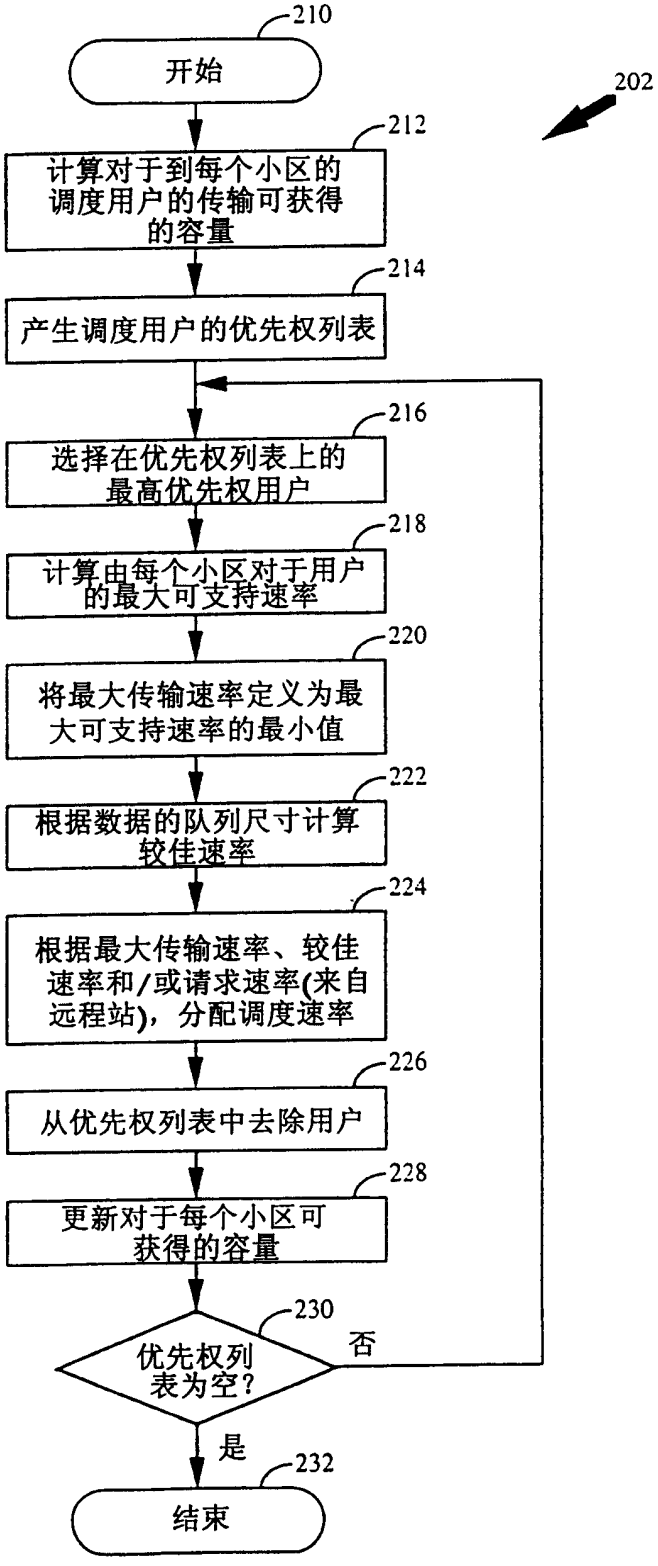

210
开始
202
212
计算对于到每个小区的调度用户的传输可获得的容量
214
产生调度用户的优先权列表
216
选择在优先权列表上的最高优先权用户
218
计算由每个小区对于用户的最大可支持速率
220
将最大传输速率定义为最大可支持速率的最小值
222
根据数据的队列尺寸计算较佳速率
224
根据最大传输速率、较佳速率和/或请求速率(来自远程站)，分配调度速率
226
从优先权列表中去除用户
228
更新对于每个小区可获得的容量
230
优先权列表为空?
否
是
232
结束

图 8

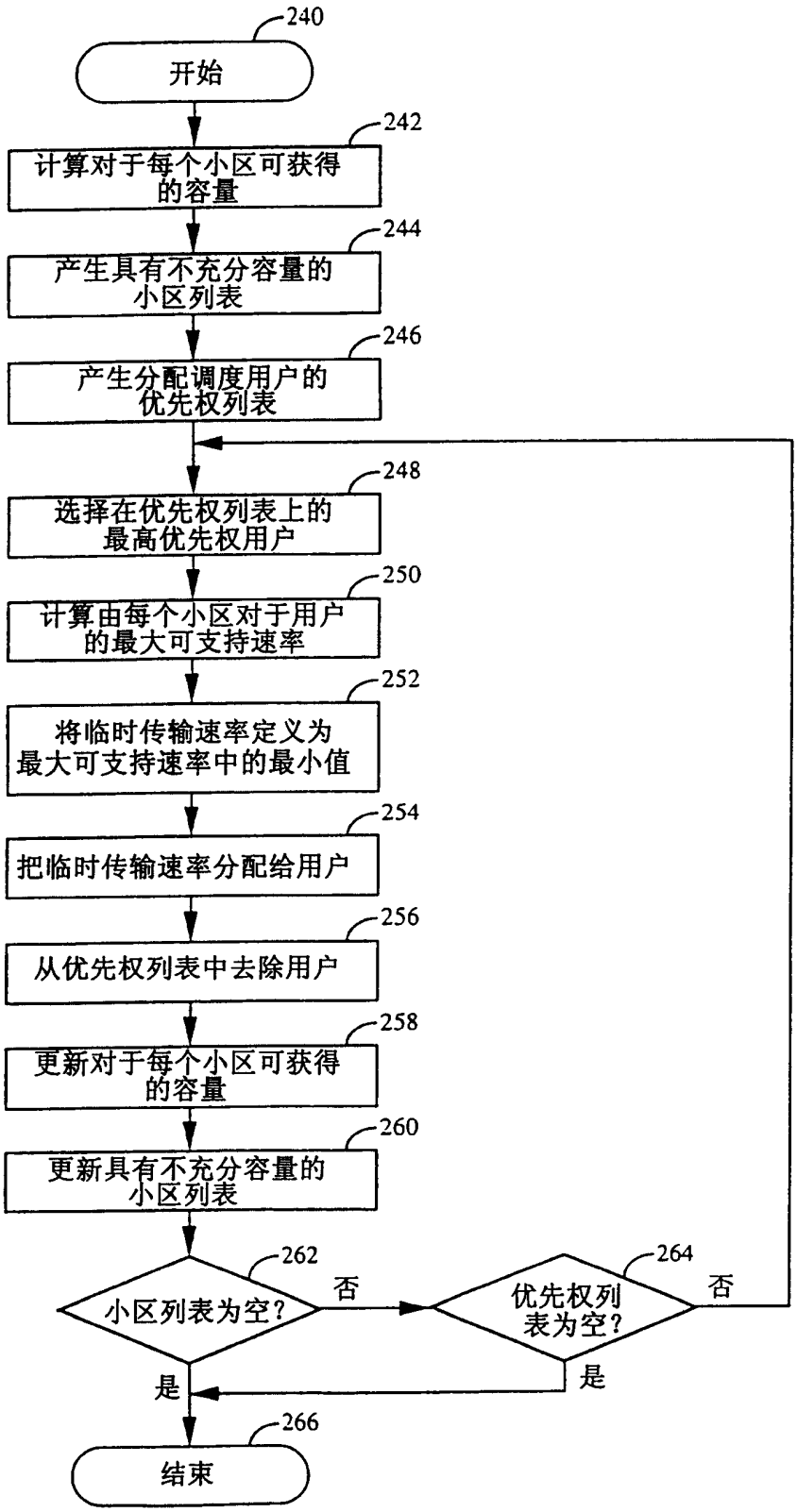

240
开始
242
计算对于每个小区可获得的容量
244
产生具有不充分容量的小区列表
246
产生分配调度用户的优先权列表
248
选择在优先权列表上的最高优先权用户
250
计算由每个小区对于用户的最大可支持速率
252
将临时传输速率定义为最大可支持速率中的最小值
254
把临时传输速率分配给用户
256
从优先权列表中去除用户
258
更新对于每个小区可获得的容量
260
更新具有不充分容量的小区列表
262
小区列表为空?
否
264
优先权列表为空?
否
是
是
266
结束

图 9

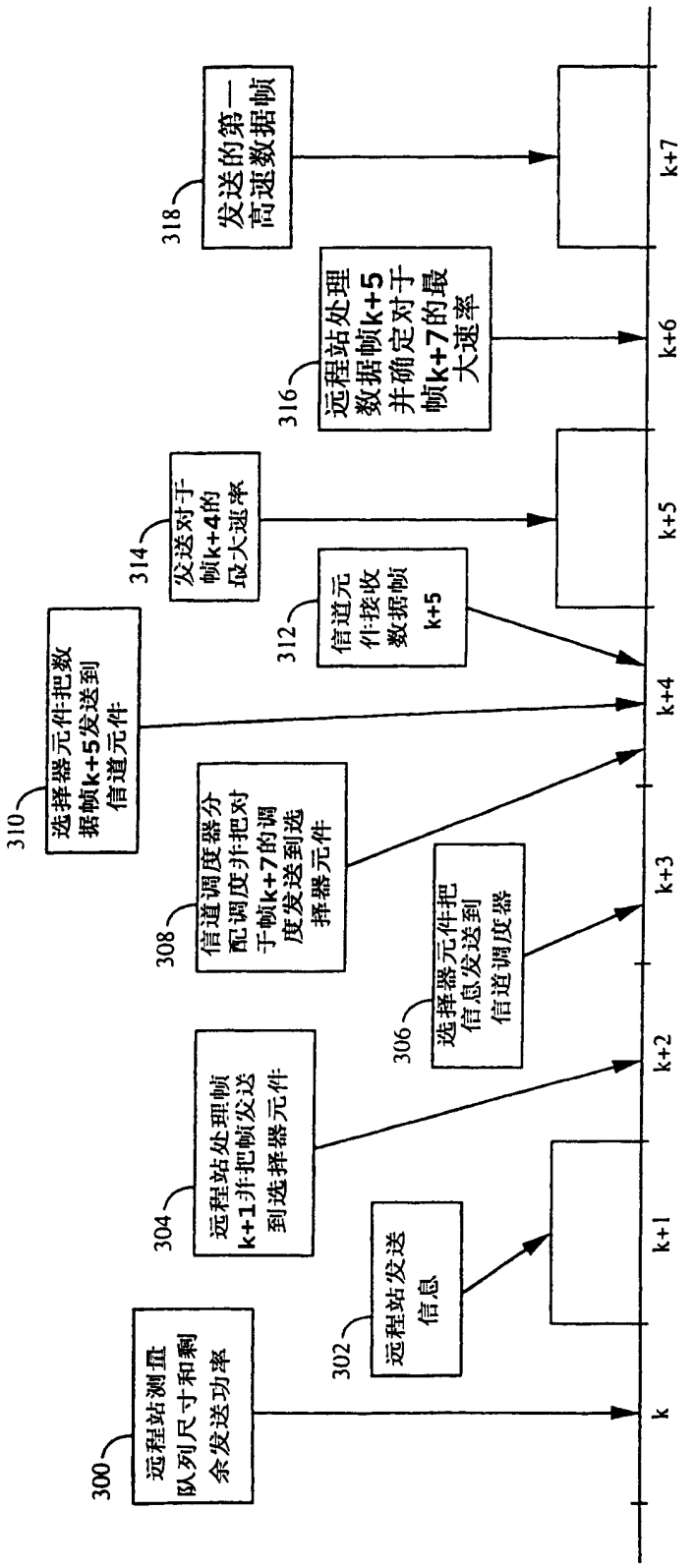

300
远程站测量队列尺寸和剩余发送功率
302
远程站发送信息
304
远程站处理帧k+1并把帧发送到选择器元件
306
选择器元件把信息发送到信道调度器
308
信道调度器分配调度并把对于帧k+7的调度发送到选择器元件
310
选择器元件把数据帧k+5发送到信道元件
312
信道元件接收数据帧k+5
314
发送对于帧k+4的成大速率
316
远程站处理数据帧k+5并确定对于帧k+7的最大速率
318
发送的第一高速数据帧
k
k+1
k+2
k+3
k+4
k+5
k+6
k+7

图 10

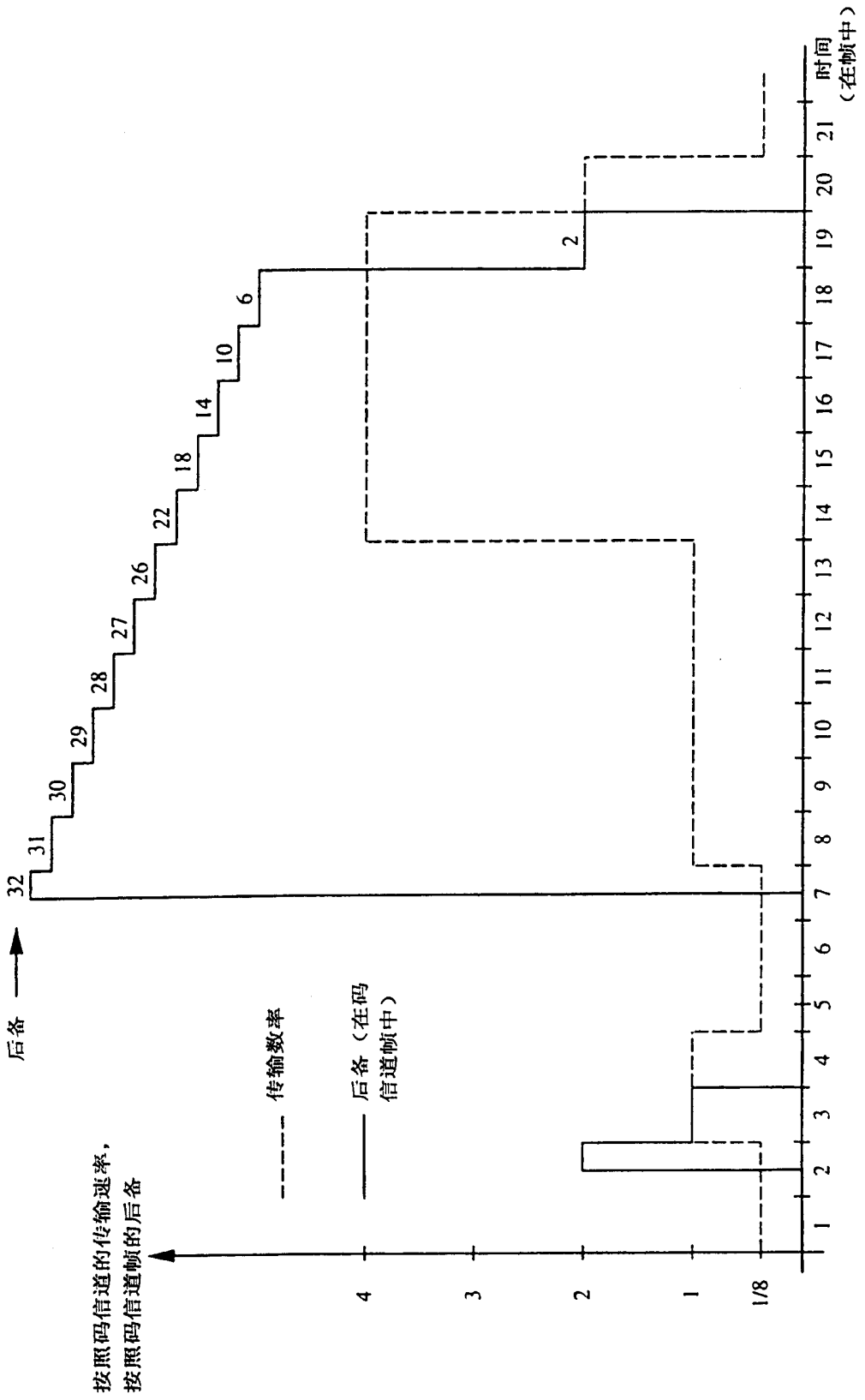

后备
32
31
30
29
28
27
26
22
18
14
10
6
2
传输数率
后备（在码
信道帧中）
按照码信道的传输速率，
按照码信道帧的后备
4
3
2
1
1/8
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
时间
（在帧中）

图 11

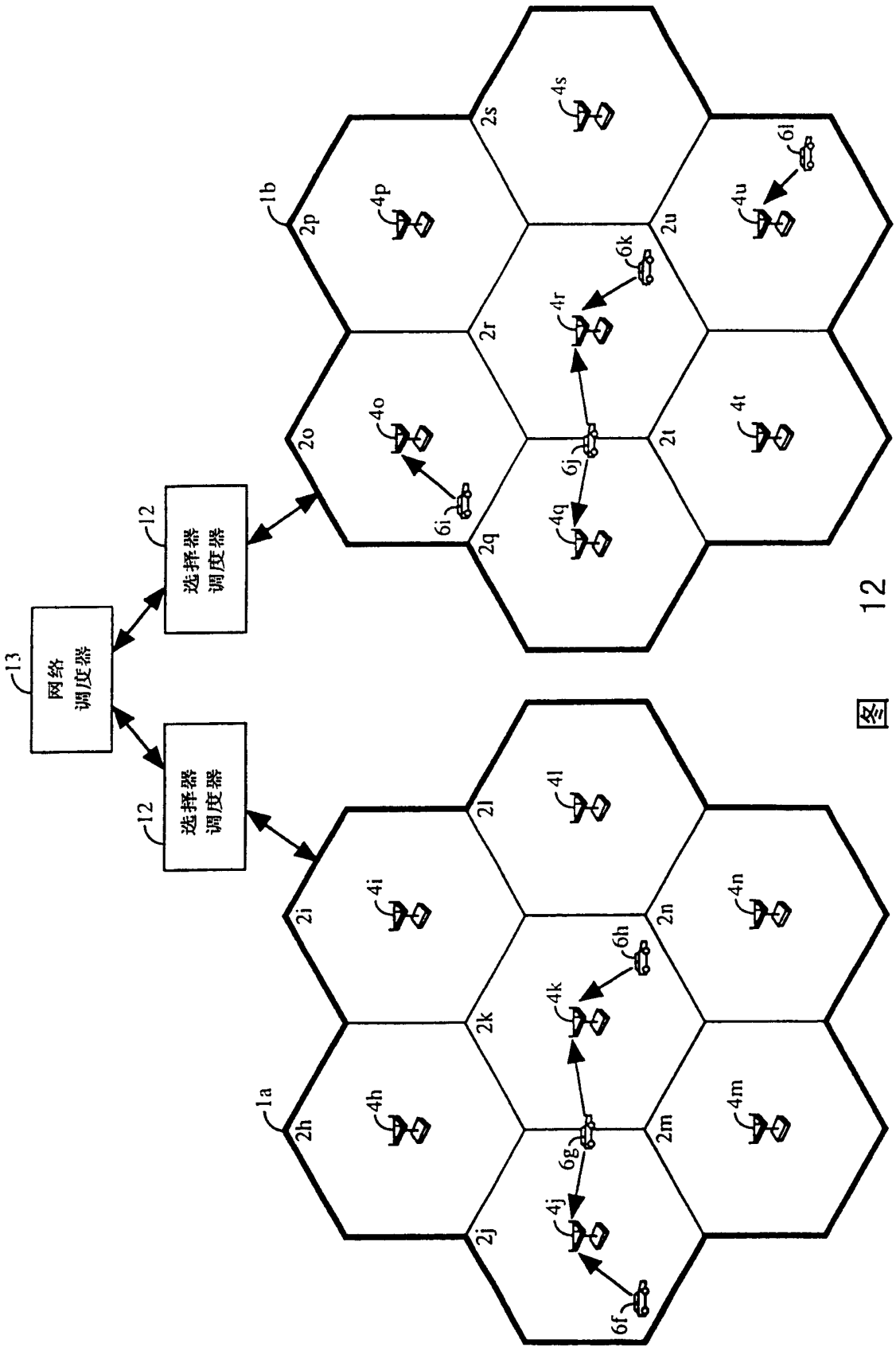

网络
调度器
13
选择器
调度器
12
选择器
调度器
12
1a
1b
2h
2i
2j
2k
2l
2m
2n
2o
2p
2q
2r
2s
2t
2u
4h
4i
4j
4k
4l
4m
4n
4o
4p
4q
4r
4s
4t
4u
6f
6g
6h
6i
6j
6k
6l

图 12

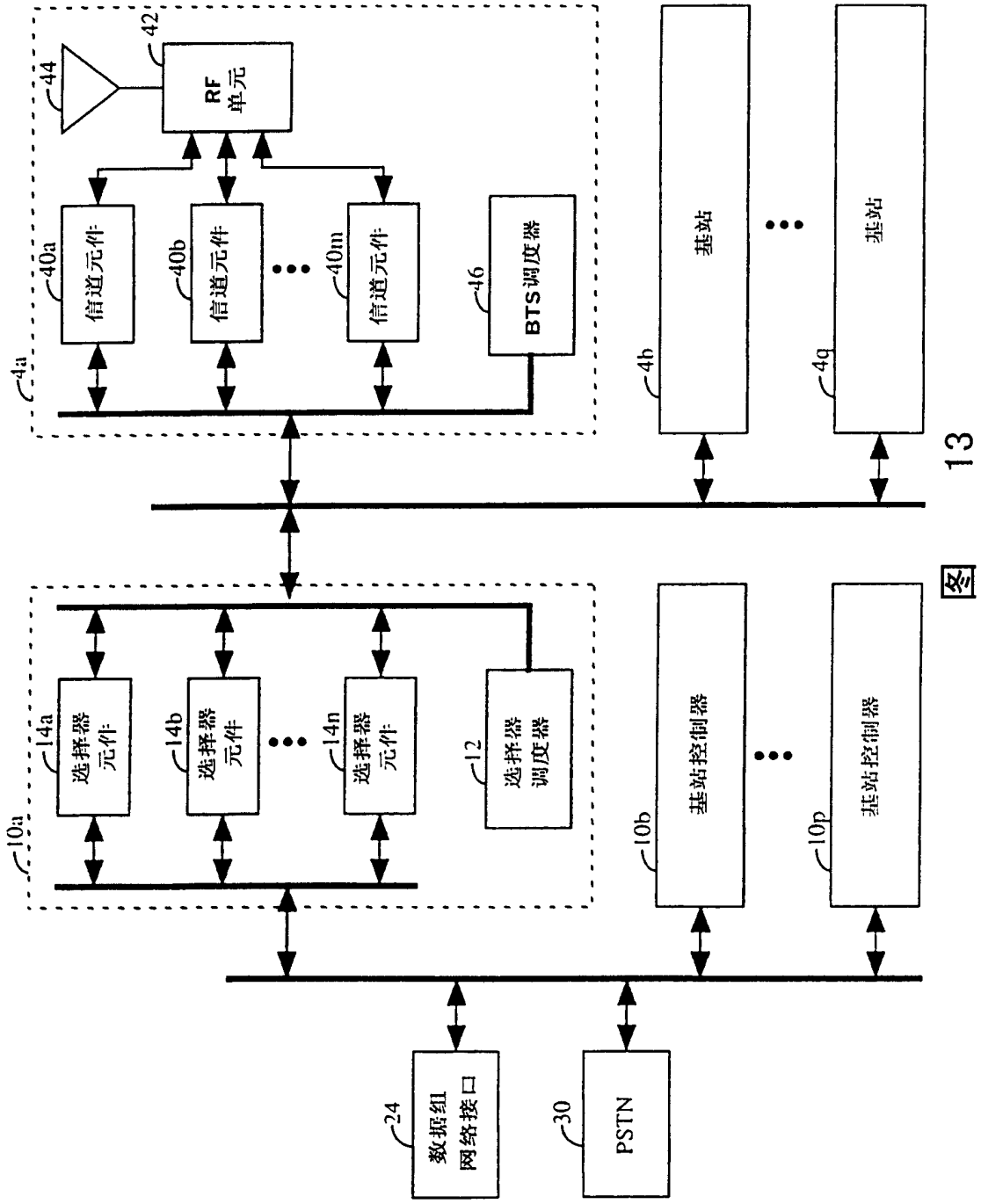

4a
42
RF 单元
44
信道元件 40a
信道元件 40b
信道元件 40m
BTS调度器 46
基站 4b
基站 4q
选择器元件 14a
选择器元件 14b
选择器元件 14n
选择器调度器 12
10a
基站控制器 10b
基站控制器 10p
数据组网络接口 24
PSTN 30

图 13

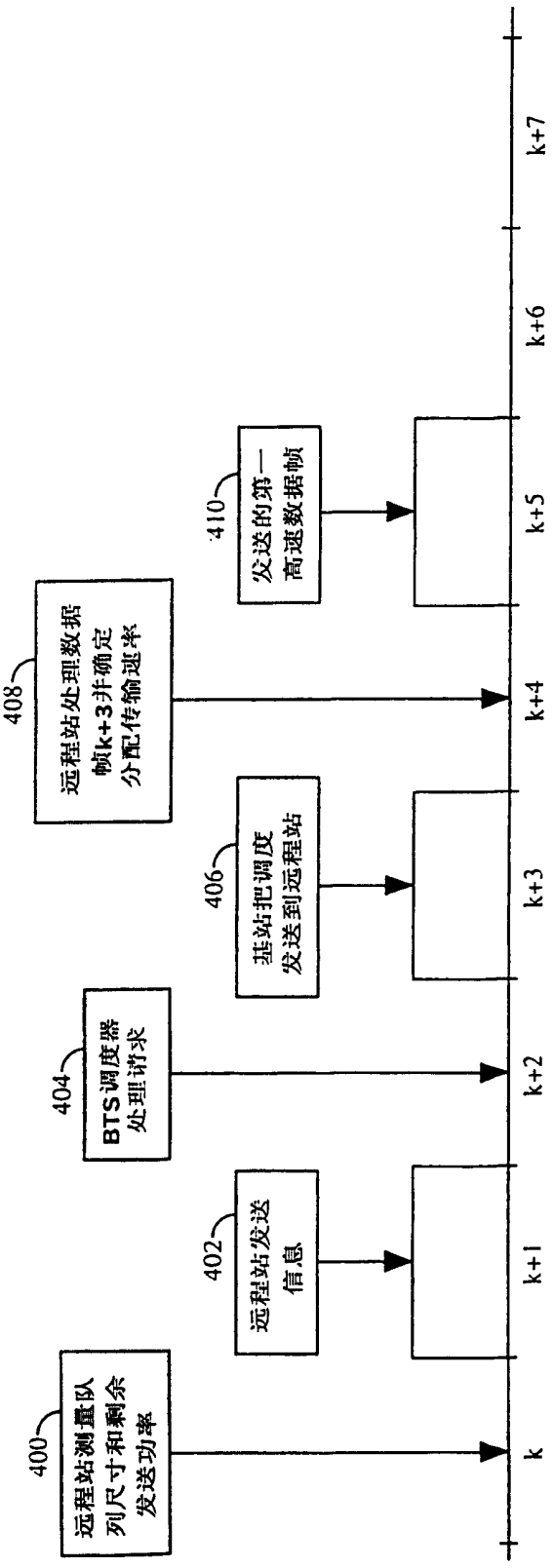

400
远程站测量队列尺寸和剩余发送功率
402
远程站发送信息
404
BTS调度器处理请求
406
基站把调度发送到远程站
408
远程站处理数据帧k+3并确定分配传输速率
410
发送的第一高速数据帧
k
k+1
k+2
k+3
k+4
k+5
k+6
k+7

图 14A

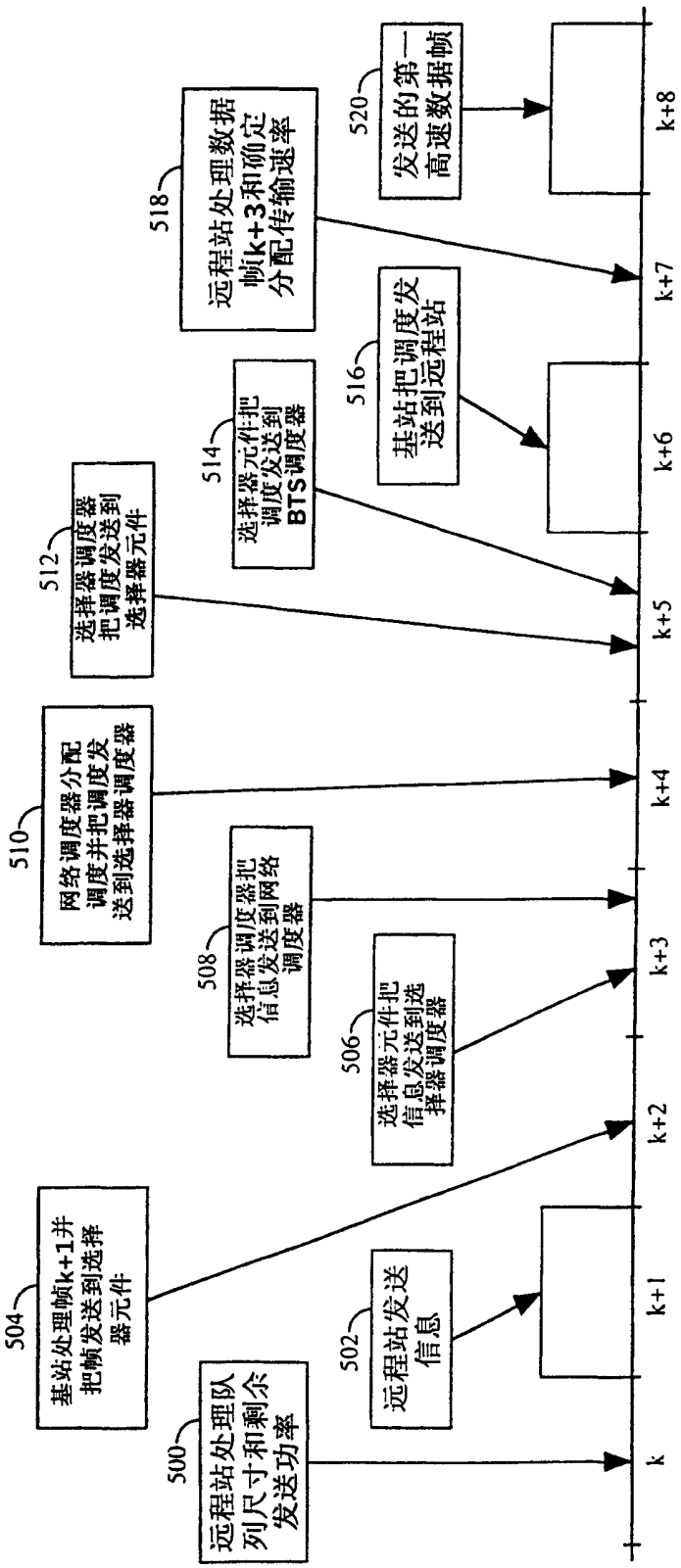

远程站处理队列尺寸和剩余发送功率
500
基站处理帧k+1并把帧发送到选择器元件
504
远程站发送信息
502
选择器元件把信息发送到选择器调度器
506
选择器调度器把信息发送到网络调度器
508
网络调度器分配调度并把调度发送到选择器调度器
510
选择器调度器把调度发送到选择器元件
512
选择器元件把调度发送到BTS调度器
514
基站把调度发送到远程站
516
远程站处理数据帧k+3和确定分配传输速率
518
发送的第一高速数据帧
520
k
k+1
k+2
k+3
k+4
k+5
k+6
k+7
k+8

图 14B