



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101005313 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200710078818.5

WO 0014907 A1, 2000.03.16, 全文.

(22) 申请日 2001.04.05

CN 1126931 A, 1996.07.17, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 胡绍芹

60/195,543 2000.04.07 US

60/223,405 2000.08.04 US

(62) 分案原申请数据

01810755.9 2001.04.05

(73) 专利权人 交互数字技术公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 S·G·迪克 E·泽拉

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司

公司 11314

代理人 程伟

(51) Int. Cl.

H04B 7/26 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5448570 A, 1995.09.05, 全文.

US 6014376 A, 2000.01.11, 全文.

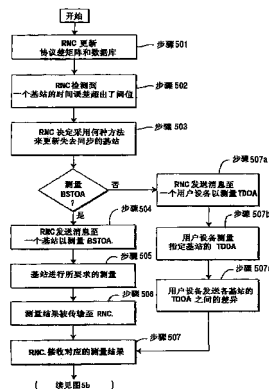
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

在无线通信系统中保持基站同步的无线网络控制器及方法

(57) 摘要

本发明是一种为无线通信系统中多个基站进行时间同步处理的系统和方法。本系统确定与每一个基站相关的时序精确度估计。当一个基站的时序精确度超过阈值时,该系统确定是否有一个相邻的基站具有更好的时序精确度。超过阈值的基站根据该基站与相邻基站之间的估计时差而受到调节。



CN 101005313 B

1. 一种用于一射频网络控制器以保持于一无线通信系统中的多个基站同步的方法,其中所述无线通信系统包含一节点 B,该射频网络控制器以及至少一用户设备,且所述节点 B 包含多个基站,所述方法包括:

更新一协方差矩阵与一数据库;

侦测一第一基站,其中所述第一基站的一时间误差差异超过一个第一预定的阈值;

以信号通知一用户设备测量由所述第一基站所传输出来的信号与由一基准基站所传输出来的信号之间的一到达时间差;

测量与报告所述到达时间差的测量结果;

将所述到达时间差的测量结果的值与储存在所述数据库中的一个值作比较;以及

传输一消息至所述第一基站,在所述到达时间差的测量结果的值与储存在所述数据库中的所述值之间的差超过一第二预定阈值的情况下,基于所述比较来调整所述第一基站的时间基础。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述协方差矩阵保持每一个所述多个基站的一个状态估计,其中所述状态估计包含每一个基站相对于一个基准的一个时间误差,每一个时间误差的一个变化速率,以及基站对之间的一传输延迟。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述数据库保持先前所接收的到达时间差的测量结果,以及每一个所述多个基站的一时间基准与时间变化速率。

4. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包含:

根据所传输的所述调整消息,调整在所述第一基站的一个时间基准;

向该射频网络控制器报告所述调整;以及

根据所述调整,更新所述协方差矩阵与所述数据库。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其中所述基准基站是在该节点 B 的一个主基站,以及其中所述第一基站从属于所述主基站。

6. 一种设置来保持多个基站同步的射频网络控制器,其中所述多个基站是位于一节点 B 中,所述射频网络控制器包含:

一协方差矩阵,设置以保持每一个所述多个基站的一个状态估计;

一数据库,设置以保持所接收的多个到达时间差的测量值;

一消息产生器,设置以产生与传输多个测量要求消息;

一测量接收装置,设置以接收与处理所述所接收的多个到达时间差的测量值;以及

一同步控制器,设置以基于所述所接收的多个到达时间差的测量值来计算每一个所述多个基站的一传输时间与滤波器增益,且测定所述所接收的到达时间差的测量值与储存在所述数据库的到达时间差值之间的差是否超过一预定阈值;

其中,该消息产生器产生及传输一调整信息到一失去同步基站,以所述所接收的到达时间差的测量值与所储存的到达时间差值之间的差为基础调整该失去同步基站的时序。

7. 如权利要求 6 所述的射频网络控制器,其中所述状态估计包含每一个基站相对于一个基准的一个时间误差,每一个时间误差的一个变化速率,以及基站对之间的一传输延迟。

8. 如权利要求 7 所述的射频网络控制器,其中所述同步控制器更设置以更新所述协方差矩阵中的所述状态估计,以及更新具有所接收的多个到达时间差的测量值的所述数据库。

在无线通信系统中保持基站同步的无线网络控制器及方法

[0001] 本申请是申请号为 01810755.9, 申请日为 2001 年 4 月 5 日, 发明名称为“用于无线通信系统的基站同步”的中国专利申请的分案申请。

[0002] 背景技术

[0003] 本发明主要涉及数字通信系统。更具体地说, 本发明涉及一种对蜂窝式通信网络中多个基站进行同步处理的系统和方法。

[0004] 业界提议的第三代无线协议需要有一种建立在简单但费用高昂的程序基础上的方案, 这套程序要求每一个基站都得到外部处理以保持与一个高度精确的外部信源的同步。

[0005] 支持基站同步的技术要求一个基站被动地听从其相邻单元 (即同步信道 (SCH) 或共同控制物理信道 (CCPCH)) 的同步传输, 并遵循类似于用户设备 (UE) 所执行的程序以便获得同步。另一种方法要求每一个基站都偶尔发送一个特殊的同步猝发以便和听从传输的一个或多个相邻单元保持协作。还有一种方法让用户设备测量每两个发射区 (TDOA) 之间的到达时差。这些技术在每一个基站中运用一种非常精确的信源。因为每一个基站都有这种信源, 因此这些技术费用高昂且不方便。

[0006] 因此, 需要有一种允许在工作中的各工作基站之间进行快速、高效、费用较低的同步处理、而不消耗额外物理资源的系统和方法。

[0007] 发明内容

[0008] 本发明是一种为无线通信系统中多个基站进行时间同步处理的系统和方法。本系统确定与每一个基站相关的时序精确度估计。当一个基站的时序精确度超过阈值时, 该系统确定是否有一个相邻的基站具有更好的时序精确度。超过阈值的基站根据该基站与相邻基站之间的估计时差而受到调节。

[0009] 在所属领域的技术人员阅读较佳实施例的详细描述之后, 本系统和方法的其他目标和优势将非常显著。

[0010] 附图说明

[0011] 图 1 为一个通信系统的框图。

[0012] 图 2 为一个根据本发明较佳实施例的射频网络控制器 (RNC) 框图。

[0013] 图 3 为一个根据本发明较佳实施例 6a 的基站和用户设备框图。

[0014] 图 4 为一个根据本发明较佳实施例的分层时间因数设计的示意图。

[0015] 图 5a 和 5b 为一个根据本发明较佳实施例的系统的流程图。

具体实施方式

[0016] 本发明较佳实施例现结合图示详细说明如下, 相同参考编号始终代表相同元件。

[0017] 图 1 显示一个简化的无线扩频码分多址 (CDMA) 或时分双工 (TDD) 通信系统 18。系统 18 包括多个节点 B 26、32、34, 多个 RNC36、38、……40, 多个用户设备 (UE) 20、22、24, 以及一个核心网络 46。系统 18 中的节点 B26 与相联的用户设备 20 ~ 24 (UE) 进行通信。节点 B26 具有一个与单一基站 30 相联或与多个基站 $30_1 \dots 30_n$ 相联的单一站点控制器 (SC)。

每一个基站都有一个被称为发射区的相关地理区域。应该清楚即使基站同步被揭示了,但是使用本发明也可以实现发射区同步。

[0018] 一组节点 B26、32、34 被连接到一个射频网络控制器 (RNC) 36。射频网络控制器 36……40 又被连接到核心网络 46。为叙述简便起见,下列说明只参照一个节点 B 进行,但是本发明可以很容易地用于多个节点 B。

[0019] 根据一个较佳实施例,射频网络控制器 36 会保持内部和节点 B26、32、34 之间的基站同步。参照图 2,射频网络控制器 36 可以通过其消息发生器 53 要求基站 30_1 …… 30_n 或用户设备 20、22、24 进行测量;可以通过其测量接收组件 54 接收测量结果;可以用其同步控制器 55 以最佳方式对其基于这些测量结果作出的状态估计进行更新;还可以管理储存在一个协方差矩阵 57 中的一组状态。所储存的状态被用于进行同步处理,且代表每一个基站 30 相对于一个基准基准的时间误差、每一个时间误差的变化速率、以及基站 30 之间的传输延迟。

[0020] 射频网络控制器 36 也管理储存在一个数据库 59 中的一组测量结果,该组测量结果包括:测量到的波形(即同步猝发)的到达时间;由用户设备 20 测量到的来自两个基站的传输的到达时差;以及对状态不确定性和测量不确定性的估计。射频网络控制器 36 使用高级滤波器,例如卡尔曼滤波器,以便估计界定相对时钟漂移的参数,并改进参数,该参数例如为一组件与另一组件之间的确切距离。所估计出的时间偏差被用来推断对应各基站的频率基准之间的频率失配并进行合理性检查,以保证偶然的、严重的不精确测量不会破坏程序。

[0021] 射频网络控制器 36 为每一个基站 30_1 …… 30_n 指定一个时间因数。这个时间因数由射频网络控制器 36 来测量,其测量方法是选择一个基站作为其他基站的时间基础基准。所有其他的基站都被指定了一个可变的时间因数,该时间因数根据测量和应用校准得到更新。时间因数可以是一个整数(例如,0 到 10)。一个较低的质量值表明较好的精确度。另一种方法是,质量可以是一个连续的(浮点)变量。基准基站(主基站)优选被永久指定一个因数:0。所有其余基站都被指定了可以变化的数值,这些数值根据基准基站而调节。为了说明这种时间因数分层设计,图 4 显示了一个主基站,在此所有从基站 1、从基站 2、从基站 3 都被指定了可以根据主基站而改变的时间因数值。在一个实施例中,从基站 2 的时间因数被指定了根据从基站 1 而变的数值,而从基站 3 则被指定了值根据从基站 2 而变的数值。

[0022] 射频网络控制器 36 的正常工作模式会为储存在射频网络控制器数据库 59 中的状态更新协方差矩阵 57,每经一个预定的时间单位(例如,每 5 秒钟或一个由操作员设定的时间)更新一次。协方差矩阵 57 的一个矩阵元是每个基站的时间误差的估计差异。

[0023] 当一个基站的时间误差差异超过了一个预定的阈值,射频网络控制器 36 就发出一个消息以支持基站的时间误差更新。更新可以通过以下三种方法之一进行:第一,该从属基站得到指令以测量来自一个相邻基站 30_1 、 30_2 、…… 30_n 的同步猝发的基站到达时间(BSTOA);第二,一个具有更好因数的相邻基站 30_1 、 30_2 、…… 30_n 得到指令以测量该从属基站的传输的基站到达时间;或者,第三,一个用户设备 20 测量该基站以及一个相邻基站 30_1 、 30_2 、…… 30_n 的同步猝发的基站到达时间。

[0024] 在使用基站到基站的 BSTOA 的第一和第二种方法中,一个基站对另一个基站的

传输到达时间通过观测获得。参照图 3, 传输基站 30_1 在一个预定的时间发送一个已知的传输模式 (transmission pattern)。这个传输模式可以是一个来自基站 30_1 的同步猝发发生器 62 的同步猝发, 该模式在被天线 70 发射以前经过一个隔离器 64。接收端基站 30_1 使用其测量组件 60 探测到所传输的波形, 当接收到的信号符合预期符号时, 其测量组件输出一个大的值。如果接收器和发射器在同一个地区, 而且具有精确同步的时钟, 那么测量组件 60 的输出就会与传输波形同时出现。但是, 时钟未校准以及传输路径延迟会导致一个时差。

[0025] 公式 1 说明了传输路径延迟:

[0026] $R/c+x$ 公式 1

[0027] R/c 是传输单元和接收单元之间的距离 R 除以光速 c 。 x 为设备延迟。当各基站之间相距甚远时, R/c 通常起主导作用。无线电波以光速传播, 大约每毫微秒 1 英尺, 或者说每秒 3×10^8 米。基站同步的目标是使各基站校准到 1 ~ 3 微秒之内。因此, 当基站距离在大约 1/2 英里 (1 公里) 或更远的量级上时, 距离就是重要因素。但是, 对于相隔数十米的微微蜂窝或微蜂窝小区而言, 与起主导作用的测量精确度 x 相比, 距离就不重要了。

[0028] 基于上述考虑, 当试图对距离遥远 (1 公里以上) 的基站进行同步处理时, 对距离的了解就很重要。当试图对相距 50 米左右的基站进行同步处理时, 确切的位置就变得不重要了。在基站到达时间的测量进行之后, 减去储存在射频网络控制器数据库 59 中的已知传播距离, 差值即被认为是两个基站之间在时间上的失调 (misalignment)。

[0029] 第三种方法测量由一个用户设备所观测到的两个不同基站发送的两个传输之间的相对到达时差 (TDOA)。该用户设备测量并报告所观测到的来自两个基站的传输之间的到达时差。射频网络控制器 36 发送一个消息到用户设备 20、22、24 以测量两个基站的到达时差。当接收到这个消息时, 用户设备 20、22、24 通过其天线 72 和隔离器 64 接收两个基站的传输, 并以用户设备测量接收组件 68 测量到达时差, 且将测量结果传输到其相联的基站。

[0030] 如果用户设备的位置是已知的 (即其与两个基站的距离 r_1 和 r_2 是已知的), 且两个基站的时序都是正确的, 那么到达时差就如公式 2 所示。

[0031] $(r_1-r_2)/c$ 公式 2

[0032] 从这个值得到的测量偏差将称为时间基准失调的指示标志。如所属领域的技术人员所知的那样, 如果距离 r_1 和 r_2 对于微微蜂窝基站而言的确足够小, 那么就不必要知道它们的值。可以直接用观测到的到达时差作为传输时差的度量。

[0033] 一旦选择了一种方法, 合适的消息就被传输到一个基站 $30_1 \dots 30_n$ 或一个用户设备 22、24、20。如果消息被发送到基站 30_2 , 那么基站 30_2 就被告知要监控和测量哪一个相邻单位。如果消息被发送到用户设备 22, 那么用户设备 22 就被告知要测量哪一个基站, 另外该用户设备 22 还要测量它自己的基站。

[0034] 重新参照图 2, 射频网络控制器 36 已经在其数据库 59 中储存了每一个基站 $30_1 \dots 30_n$ 之间的距离。射频网络控制器 36 接下来检查是否有一个比待更新的基站 30_2 具有更好时间因数的相邻基站 30_1 。一旦发现了这样的相邻基站 30_1 , 就会有一个消息发送到相邻基站 30_1 以便接收“失去同步”的基站 30_2 的测量结果。替代方法是, 射频网络控制器 36 能够发送一个消息到“失去同步”的基站 30_2 , 并要求它接收相邻基站 30_1 的测量结果。在本具体实施例中, 受到要求的基站, 即“失去同步”的基站 30_2 , 随后接收“同步中”的基站 30_1 的测量结果, 并将测量值发回到射频网络控制器测量组件 54。射频网络控制器测量组件 54

将测量值转发到同步控制器 55, 该控制器通过减去传播时间 R/C 计算出测量结果的传输时间。

[0035] 一旦射频网络控制器同步控制器 55 计算出了传输时间, 该值被用来与射频网络控制器数据库 59 中储存的值进行比较。射频网络控制器同步控制器 55 然后计算出卡尔曼滤波器增益, 并使用计算出的到达时间和共同增益与预定值之间的差异来更新协方差矩阵 57 中的各状态。如果该差异超出了一个特定的阈值, 那么射频网络控制器消息发生器 53 就将发送另一个消息到“失去同步”的基站 30_2 以调节其时基或其基准频率, 以便与其他基站 $30_1 \cdots 30_n$ 在射频网络控制器 36 的控制下保持同步。

[0036] 基站 30_2 执行所要求的调节, 并将其报告回射频网络控制器测量组件 54。射频网络控制器 36 内的数据库得到了更新, 包括对从属基站 30_2 的时间基准的校准、其时间变化速率、其协方差矩阵 57 的更新 (最重要的是包括其估计的 RMS 时间误差和漂移误差)、以及对其时间因数的更新。参照图 4, 如果一个基站的时间基准根据与其他基站的比较而得到校准, 那么该基站永远也不会被指定一个等同于或优于其主基站的因数。这种方法保证了稳定性。为了说明起见, 如果一个从基站 2 有待校准, 那么该从基站 2 被指定得到的值就只能低于从基站 1 的时间因数的值。这样做, 就确保了一个基站的时间因数不会与同级或低级的一个从基站保持同步, 此种同级或低级从基站最终会导致一组基站发生偏差, 与主基站“失去同步”。

[0037] 如前文所揭示的那样, 另一种接收测量结果以便调节“失去同步”的基站 30_2 的方法使用一个用户设备 20、22、24。如果射频网络控制器 36 选择了这种方法, 它就发送一个消息到用户设备 22 以测量“失去同步”的基站 30_2 的同步猝发以及“同步中”的基站 30_1 的同步猝发。一旦用户设备 22 接收到测量结果, 测量结果就被发送到射频网络控制器 36 并得到处理。与上文描述的方法相似的是, 测量结果被与储存在射频网络控制器数据库 56 以及协方差矩阵 57 中的已知测量结果以及发送到“失去同步”的基站 30_2 的调节测量结果进行比较。

[0038] 符合较佳实施例的系统流程图见图 5a 和 5b。射频网络控制器 36 在每个单位时间内更新协方差矩阵 57 和数据库 59 (步骤 501)。当射频网络控制器 36 检测到一个基站 $30_2 \cdots 30_n$ 的时间误差差异超过了一个预定的阈值 (步骤 502), 射频网络控制器 36 就决定是否要使用一个基站去测量基站到达时间或使用一个用户设备去测量到达时差, 以便更新“失去同步”的基站时间误差差异 (步骤 503)。如果射频网络控制器 36 决定去测量基站到达时间, 那么它就会发送一个消息到一个与“失去同步”的基站相邻的基站以测量该基站的到达时间, 或发送一个消息到“失去同步”的基站以测量相邻基站的到达时间 (步骤 504)。对应的基站进行必要的测量 (步骤 505) 且将测量结果传输到射频网络控制器 36 (步骤 506)。如果射频网络控制器 36 决定测量到达时差, 那么射频网络控制器 36 就发送一个消息给一个用户设备以测量两个基站之间的到达时差 (步骤 507a), 其中一个基站是“失去同步”的基站。用户设备测量每个基站的到达时差 (步骤 507b) 且将测量结果的差异发送到射频网络控制器 36 (步骤 507c)。在射频网络控制器 36 接收到适当的测量结果时 (步骤 508), 射频网络控制器 36 就将测量结果与储存在射频网络控制器数据库 59 中的值进行比较 (步骤 509)。如果差异超过了一个特定的阈值, 那么射频网络控制器 36 就发送一个消息到“失去同步”的基站, 以根据这个差异调节其时基或其基准频率 (步骤 510)。“失去同步”的基

站按要求进行调节（步骤 511）且将调节报告回射频网络控制器 36（步骤 512）。射频网络控制器数据库 59 以及协方差矩阵 57 然后得到更新以包容新的值（步骤 513）。

[0039] 一种较佳实施例是一种驻留在每一个射频网络控制器 36 中的系统和方法。在现有技术中，一个主控射频网络控制器（C-RNC）直接与其基站进行通信，而一个服务射频网络控制器（S-RNC）直接与其用户设备进行通信。在相邻基站处于不同的射频网络控制器控制之下的情况中，可能需要增加控制相邻基站与用户设备的主控射频网络控制器（C-RNC）和服务射频网络控制器（S-RNC）之间的通信。

[0040] 一种替代实施例要求能相互接听的每一对基站将自身的频率移近对方的频率。相对调节量由一组独特的加权决定，该加权被指定给每一个基站且被储存在射频网络控制器数据库 59 中。调节每一个基站的过程与上文较佳实施例的描述相同，不同之处在于“同步中”以及“失去同步”的基站都根据指定给相应基站的加权得到了调节。根据不同的加权，人们可以在完全中心式和完全分布式之间获得不同程度的中心性。

[0041] 最佳实施例使一个射频网络控制器 36 能够将时间校准和 / 或频率校准发送到一个基站 $30_1 \cdots 30_n$ 。主基站负责确保其每一个基站都有一个从属于它的时间基准，该时间基准在一个指定的限度内保持精确。射频网络控制器 36 在其算法和校准中假定在主基站与其基站之间存在着可以忽视的误差，因此假定所有的基站都有相同的时间基准。

[0042] 结果，射频网络控制器 36 并不试图估计主基站与其基站之间的单个时间误差，而且主基站必须消除或补偿主基站与所有其他基站之间的时间误差，因为相联的射频网络控制器 36 并不进行校准。这种实施例提出了一种在一个射频网络控制器 36 与一个主基站之间的整洁界面。该实施例使主基站能够应用其自身的解决方案来进行非常适应微微蜂窝基站的从基站同步处理。

[0043] 在一种替代实施例中，每一个基站都有一个独立的时间和频率基准，该基准使一个射频网络控制器 36 能够将时间校准和 / 或频率校准发送到每一个基站。射频网络控制器 36 在其算法和校准中估计出代表每一个基站的时间与频率误差的状态。

[0044] 结果，射频网络控制器 36 试图估计每一个基站与主基站之间的单个时间误差，涉及到一个基站的测量无助于估计另外一个基站的状态。因此，基站制造商仅需要提供边界松散的、有关基站时序以及时间偏差的误差，而且每一个基站与另一个基站（相同或不同的基站）之间必须具有可以接受的无线电连通性。

[0045] 这种替代实施例有利于广大的蜂窝式发射区，在这种区域里，基站之间的距离很远。通过涉及另一个从属于相同主基站的基站的测量来校准一个从属与该主基站时间基准的基站的能力受到了限制。

[0046] 这种替代实施例中的每一个基站都使用独立的时间基准，但是主基站提供一个频率基准。一个射频网络控制器 36 为每一个基站单独发送时间校准和 / 或发送一个单独的频率校准到一个主基站。射频网络控制器 36 确保每一个基站的时钟都在频率上从属于主基站的时钟。射频网络控制器 36 在其算法和校准中假定在主基站和其指定的基站之间存在着可以忽视的漂移误差，但是估计作为常数处理的偏移。

[0047] 结果，射频网络控制器 36 估计主基站和其基站之间的单个时间误差以及各基站相对于主基站的共同频率漂移。

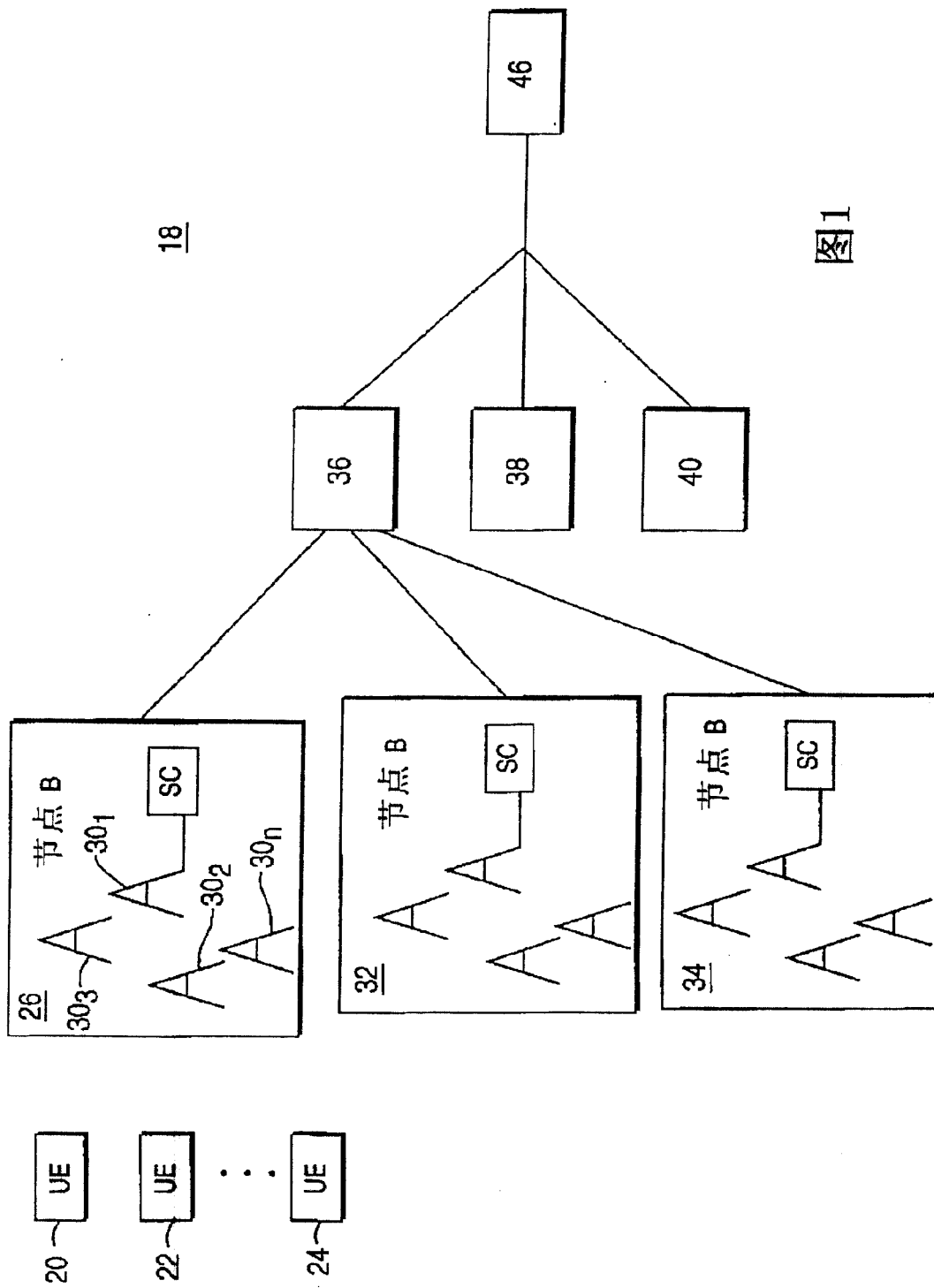
[0048] 这种替代实施例具有与上一种替代实施例相似的特征，即与主基站相距甚远的基

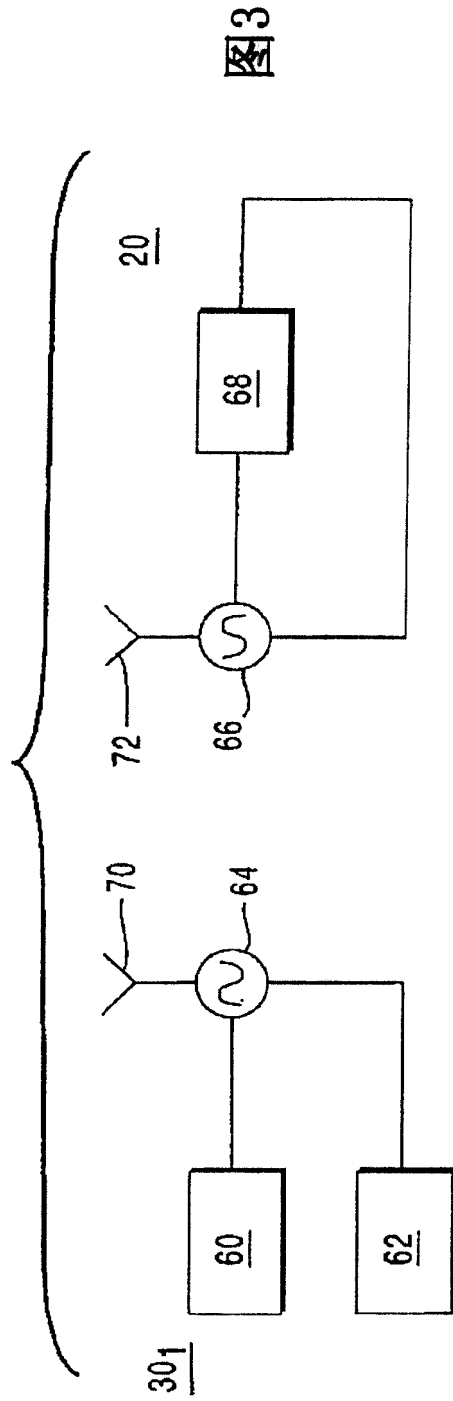
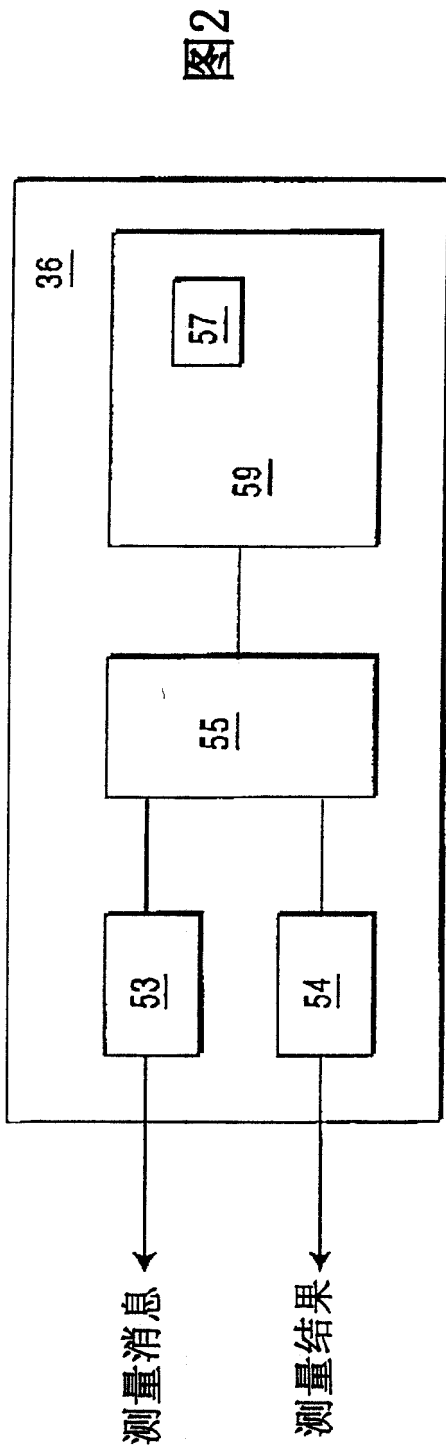
站得到了益处。这种实施例提供了一种机制以移初远距离的时间失配。根据这样一种假定，即这些时间偏移是稳定的，那么这种实施例就利用了一种涉及频率从属于主基站时钟的任何基站的测量，以更新所有从属于相同主基站的基站的漂移速率。

[0049] 另一种替代实施例具有射频网络控制器 36，该射频网络控制器 36 能向主基站提供估计以支持其对从属基站的同步处理。一个射频网络控制器 36 向其相应的主基站发送每一个相联基站的时间校准和 / 或频率校准。主基站确保其相联的每一个基站都具有一个从属于其自身的时间基准，该基准在一个指定的限度内保持精确。主基站可以选择使用基站独有的估计以帮助基站同步。射频网络控制器 36 在其算法和校准中创建一个对主基站和其基站之间的时间和频率误差的最佳估计。在进行状态估计时，该射频网络控制器 36 对测量结果与基站误差不确定性之间的相对置信度进行加权。

[0050] 结果，射频网络控制器 36 试图估计主基站与其基站之间的单个时间误差，且主基站消除和 / 或补偿主基站与从属于其时间基准的每一个基站之间的时序误差，或要求得到射频网络控制器 36 的援助。

[0051] 尽管本发明的描述是以较佳实施例为基础的，但是对所属领域的技术人员而言，所附权利要求书所列的本发明范围内的其他不同方案也是显而易见的。





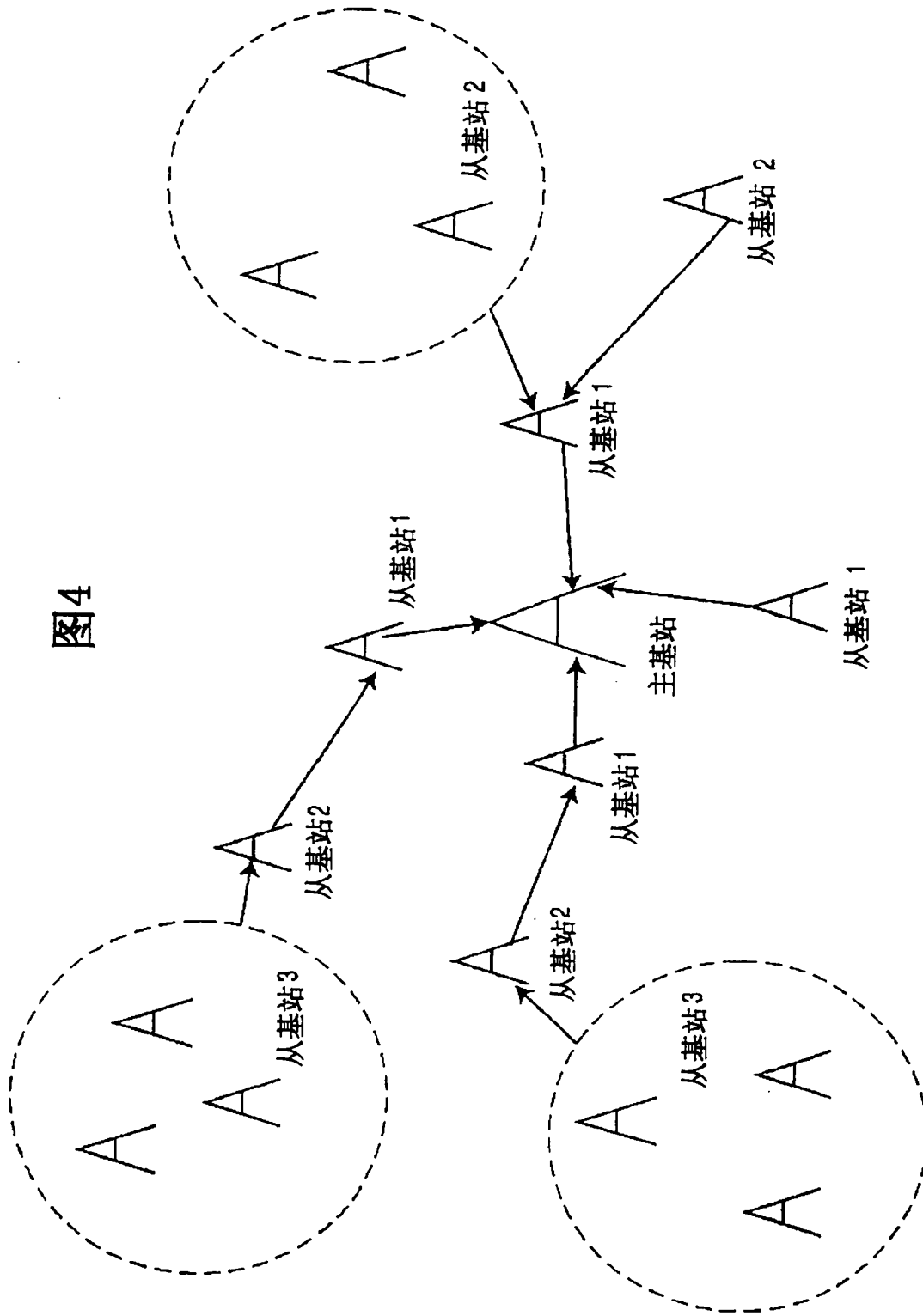


图4

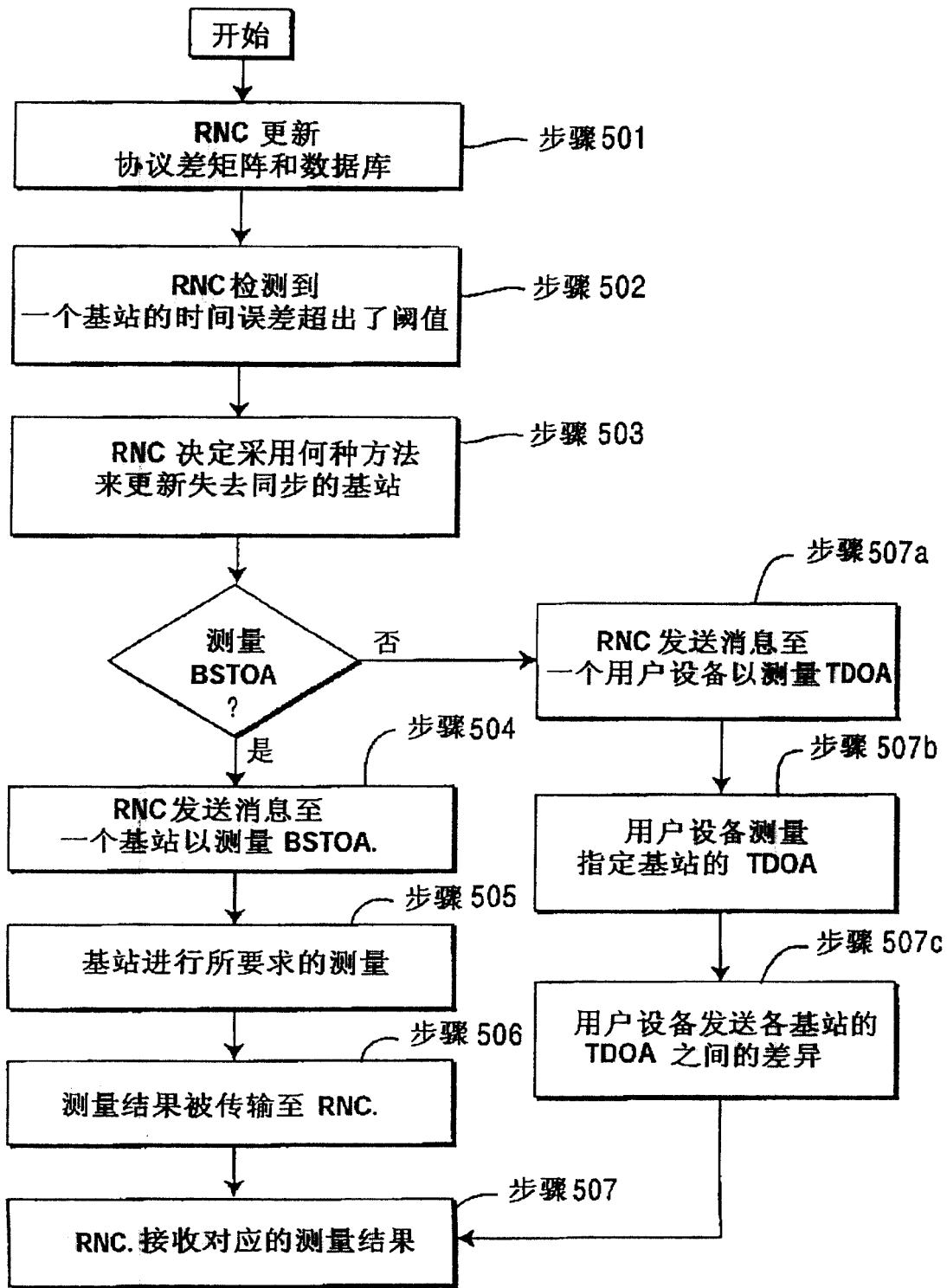


图5a

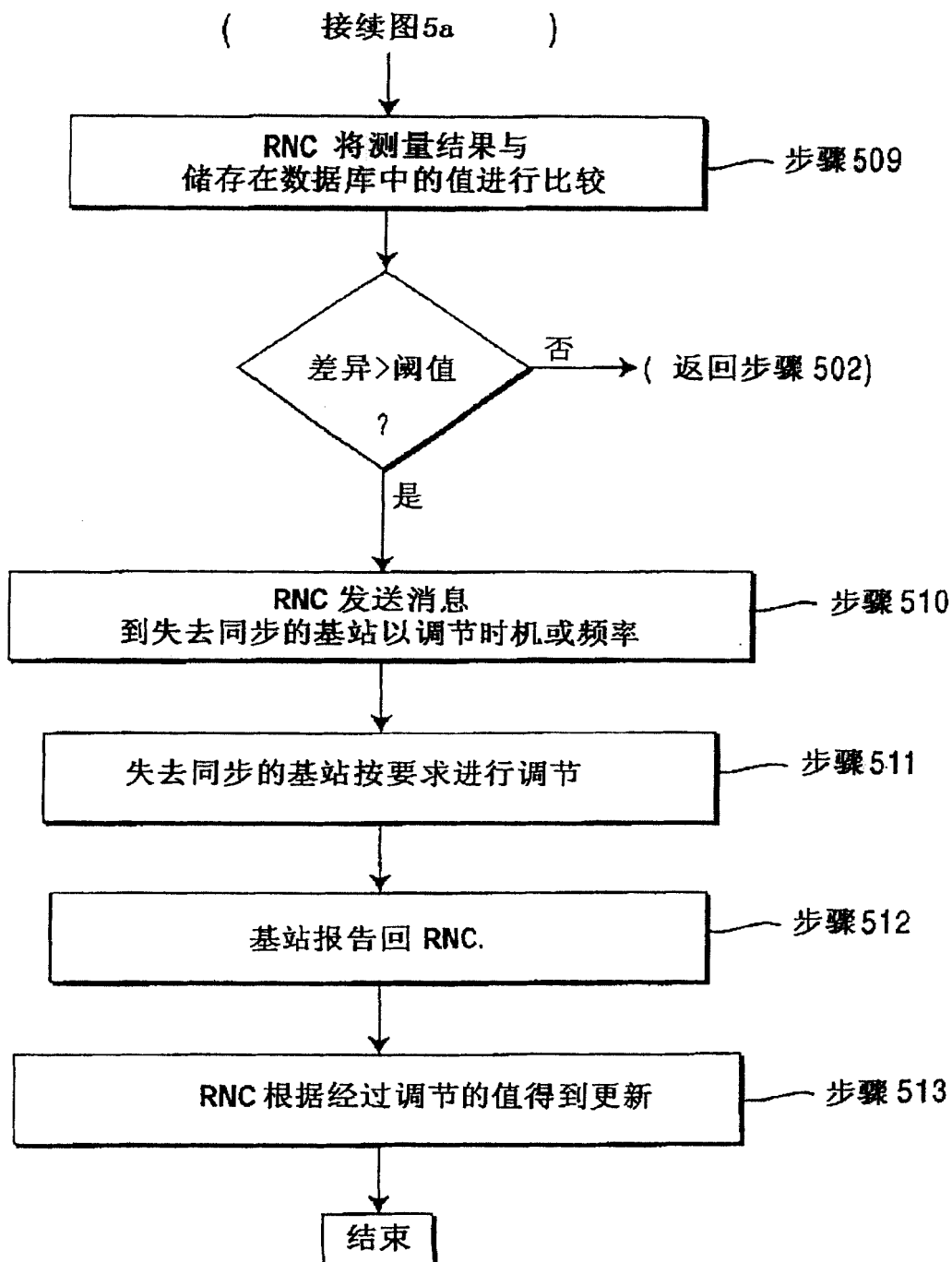


图 5b