

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410006892.2

[51] Int. Cl.

G01S 5/12 (2006.01)

G01S 5/00 (2006.01)

H04B 7/185 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 10 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 100547430C

[22] 申请日 1997.9.26

[21] 申请号 200410006892.2

分案原申请号 97180217.3

[30] 优先权

[32] 1996.9.30 [33] US [31] 08/723,722

[73] 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加州

[72] 发明人 纳达夫·莱瓦依

[56] 参考文献

WO8801392A 1988.2.25

EP0546758A2 1993.6.16

审查员 喻新

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 李玲

权利要求书 2 页 说明书 25 页 附图 10 页

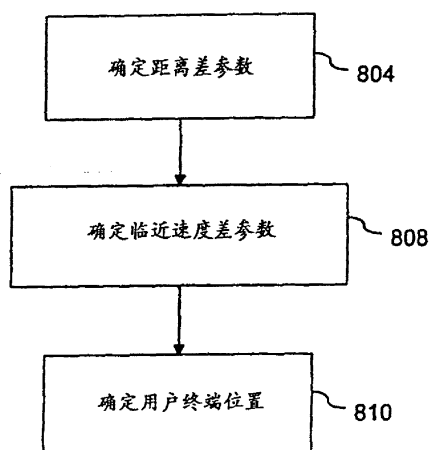
[54] 发明名称

采用低地球轨道卫星的无源位置确定

[57] 摘要

一种无源地确定低地球轨道卫星通信系统 (100) 中用户终端 (例如移动无线电话) 的位置的系统和方法。所述系统包括: 用户终端 (160A, 160B, 160C)、至少两个具有已知位置和已知速度的卫星 (104A, 104B)、通过卫星 (104A, 104B) 和用户终端 (106A, 106B, 106C) 进行通信的网关 (102) (即地面基站)。所述方法包括下述步骤: 确定距离差参数 (804) 和临近速度差参数 (806)。距离差参数代表 (1) 第一个卫星 (104A, 104B) 和用户终端 (106A, 106B, 106C) 之间的距离与 (2) 第二个卫星 (104A, 104B) 和用户终端 (106A, 106B, 106C) 之间的距离之间的差值。临近速度差在参数代表 (a) 第一个卫星 (104A, 104B) 和用户终端 (106A, 106B, 106C) 之间的相对径向速度与 (b) 第二个卫星 (104A, 104B) 和用户终端 (106A, 106B,

106C) 之间的相对径向速度之间的差值。随后, 根据卫星的已知位置和已知速度、距离差参数以及临近速度差参数确定 (810) 用户终端 (106A, 106B, 106C) 在地球表面上的位置。



1. 在一种包含用户终端(106)、至少两个卫星(104)和通过所述卫星(104)与所述用户终端(106)进行通信的网关(102)的通信系统中,在所述网关处保存所述用户终端(106)的位置的方法,其特征在于,所述方法包含下述步骤:

(a) 通过从用户终端(106)向网关(102)传输的信号,有源地确定所述用户终端(106)的位置;

(b) 在所述用户终端(106)处存储所述有源地确定的位置;

(c) 在预定的时间间隔以后,在所述用户终端(106)处无源地确定所述用户终端(106)的位置而不依靠从用户终端(106)向网关(102)传输的信号;

(d) 在所述无源地确定的位置中确定期望误差;

(e) 当所述期望误差不超过第一个预定阈值时,确定所述有源地确定的位置和所述无源地确定的位置之间的差值;以及

(f) 当所述差值超过第二个预定阈值时,通知所述网关(102)。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,它还包含下述步骤:

(g) 当所述期望误差超过所述第一个预定阈值时,执行步骤(c)至(e)。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,它还包含下述步骤:

(h) 当所述差值不超过所述第二个预定阈值时执行步骤(c)至(f)。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一个预定阈值是可调的,以补偿用户终端(106)的速度所引入的截尾误差。

5. 在一种包含用户终端(106)、至少两个卫星(104)以及通过所述卫星(104)与所述用户终端(106)进行通信的网关(102)的通信系统中,在所述网关(102)处保存所述用户终端(106)的位置的系统,其特征在于,它包含:

通过从用户终端(106)向网关(102)传输的信号,有源地确定所述用户终端(106)的位置的装置;

在所述用户终端(106)处存储所述有源地确定的位置的装置;

在预定的时间间隔以后,在所述用户终端(106)处无源地确定所述用户终端(106)的位置而不依靠从用户终端(106)向网关(102)传输的信号的装置;

确定所述无源地确定的位置的期望误差的装置;

当所述期望误差不超过第一个预定阈值时确定所述无源地确定的位置和所

述有源地确定的位置之间的差值的装置；以及

当所述差值超过第二个预定阈值时通知所述网关（102）的装置。

6. 如权利要求 5 所述的系统，其特征在于，所述第一个预定阈值是可调的，以补偿用户终端（106）的速度所引入的截尾误差。

采用低地球轨道卫星的无源位置确定

本申请是申请日为“1997年9月26日”、申请号为“97180217.3”、题为“采用低地球轨道卫星的无源位置确定”的分案申请。

发明背景

I. 发明领域

本发明总的涉及采用卫星进行目标位置确定。本发明尤其涉及用通信信号的特征对卫星通信系统中用户终端的位置进行确定的方法。

II. 相关领域

典型的基于卫星的通信系统包含至少一个地面基站(下文中称为网关)、至少一个用户终端(例如,移动电话),以及至少一个在网关和用户终端之间对通信信号进行中继的卫星。网关提供从一个用户终端到其他用户终端或通信系统如地面电话系统的链路。

人们已经开发了各种多址通信系统,用来在大量的系统用户之间传送信息。这些技术包括时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)和码分多址(CDMA)扩展频谱技术,其基本原理是本领域中所熟知的。多址通信系统的CDMA技术的使用揭示于颁布日为1990年2月13日、标题为“*Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite Or Terrestrial Repeaters*”的美国专利4,901,307中,以及申请日为1995年1月4日、标题为“*Method And Apparatus For Using Full Spectrum Transmitted Power In A Spread Spectrum Communication System For Tracking Individual Recipient Phase Time And Energy*”的美国专利申请08/368,570中,二者均已转让给本发明的受让人,在此引述供参考。

上述专利文件中所揭示的多址通信系统中,大量一般是移动系统或远端系统的用户采用用户终端与其他的系统用户或其他连接的系统(如公共电话交换网)的用户进行通信。用户终端采用CDMA扩展频谱型通信信号通过网关和卫星进行通信。

通信卫星形成波束,这些波束照射通过将卫星通信信号投射到地球表面而产

生的“点”。对于一个点的典型的卫星波束图形包含排列成预定覆盖图形的几个波束。通常，每一波束含有几个所谓的子波束(也称为 CDMA 信道)，这些子波束覆盖一个共同的地理区域，每一子波束占据不同的频带。

典型的扩展频谱通信系统中，用一组预选的伪随机噪声(PN)代码序列在将信息调制到载波信号上作为通信信号进行传输前对预定的频谱带上的信息进行调制(即扩展)。PN 扩展是一种本领域中人们所熟知的扩展频谱传输方法，PN 扩展产生用于传输的信号，该信号具有比数据信号带宽宽得多的带宽。在前向通信链路(即，在网关处发出而在用户终端处终止的通信链路)中，由不同波束上的网关所传送的信号之间用 PN 扩展码或二进制序列进行区别，以及在多径信号之间进行区别。这些 PN 代码典型地由给定子波束中所有的通信信号所共享。

典型的 CDMA 扩展频谱系统中，打算为特定用户终端在前向链路上卫星波束中传送的信号之间，用信道化代码进行鉴别。即，采用特有的“信道化”正交代码，为前向链路上每一用户终端提供特有的正交信道。通常采用沃尔什函数来实现信道化代码，对于地面系统，其典型的长度是 64 个编码畴元的数量级，而对于卫星系统来说是 128 个编码畴元的数量级。

典型 CDMA 扩展频谱通信系统(如美国专利 4,901,307 中所揭示的)对前向链路用户终端通信采用相干调制和解调。在采用这种方法的通信系统中，采用“导频”载波信号(下文中称为“导频信号”)作为前向链路的相干相位基准。即，导频信号典型地不含有数据调制，在整个覆盖区内，它是由网关发送的。单个的导频信号典型地是由用于每一波束的每一网关发送的，而每一波束用于所使用的每一频率。这些导频信号由从网关接收信号的所有用户终端所共享。

用户终端采用导频信号以获得由网关所发送的其他信号的初始系统同步和时间、频率和相位跟踪。由跟踪导频信号载波得到的相位信息被用作其他系统信号或业务信号的相干解调的载波相位基准。这一技术使得许多业务信号可以共享公共导频信号作为相位基准，提供成本低、而且更有效的跟踪机制。

当在通信期间不包含用户终端时(即，用户终端不接收或发送业务信号)，网关可以用通常称为寻呼信号的信号将信息转发到那个特定的用户终端。例如，当对特定的移动电话进行呼叫时，网关通过寻呼信号提醒该移动电话。寻呼信号还用来进行业务信道分配、选址信道分配和传送系统附加信息。

用户终端通过在反向链路(即从用户终端处开始并终止于网关的通信链路)

上发送选址信号或选址探测以对寻呼信号作出响应。选址信号还用于用户终端发出呼叫的时候。

当需要与用户终端进行通信时,通信系统可能需要确定用户终端的位置。需要用户终端位置信息是出于几个方面的考虑。一个方面的考虑是系统应当选择提供通信链路的合适的网关。这一考虑的一个方面是向恰当的服务提供方(例如电话公司)分配通信链路。典型地为服务提供方分派特定的地理区域,以处理与该区域中的用户进行的所有呼叫。当需要与特定的用户终端进行通信时,通信系统根据该用户终端所处的地理区域向服务提供方分配呼叫。为了确定合适的地理区域,通信系统需要确定用户终端的位置。当必须根据政治边界或服务合同而向服务提供方分配呼叫时也有类似的考虑。

当卫星通信系统试图确定特定用户终端的位置时,它从用户终端的最后已知位置开始,限制其搜寻的范围。通过提高有关用户最后已知位置的信息的精度,可以使搜寻进行得更有效。一种方法是,使用户终端发送一个“信标”信号或者通过与用户终端进行通信信号的双向交换,定期确定用户终端的位置。由于要求用户终端发送信号,所以这一方法被称为“有源(active)”位置确定。人们已经知道有几种位置确定系统。

一种传统的方法是美国海军的 TRANSIT 系统所使用的方法。该系统中,用户终端对低地球轨道(LEO)卫星发送的信号进行连续多普勒(Doppler)测量。这一测量持续几分钟。该系统通常需要两次卫星传送,必须等待 100 分钟以上。

另一种传统的方法是 ARGOS 和 SARSAT(Search and Rescue Satellite, 搜寻和营救卫星)系统采用的方法。该方法中,用户终端向卫星上的接收器发送一个间断的信标信号,对信号进行频率测量。如果卫星从用户终端接收到四次以上的信标信号,通常就可以解出用户终端的位置。由于信标信号是间断的,所以就不能进行如由 TRANSIT 系统进行的持续的(extended)多普勒测量。这一方法的主要缺点是用户终端必须发送一个信标信号。

另一种传统的方法是由“全球定位系统(Global Positioning System, GPS)”所采用的方法。在该方法中,每一卫星发送一个时间标记信号,该时间标记信号中包括有星历表(ephemeris)。当用户终端接收到 GPS 信号时,该用户终端测量与其自己的时钟相关的传输延迟,并确定到传送卫星位置的伪范围(pseudo-range)。GPS 系统需要三个卫星以进行二维定位,和第四个卫星以进行三维定位。

GPS 方法的主要缺点是至少需要三个卫星进行位置的确定。

所有上述方法的一个缺点是，为了采用上述方法，用户终端除了需要对通信信号进行处理的发射机或接收机以外，还必须有单独的发射机或接收机。

另一种传统的方法是颁布于 1992 年 6 月 30 日、标题为 “*Dual Satellite Navigation System And Method*” 的美国专利 5,126,748 中所揭示的方法。这一方法采用两个卫星，通过三边测量来有源地测量用户终端的位置。尽管这一方法是有用的，但采用这种方法得到的结果是不明确的，给出两个可能的位置。还需要进一步的信息来解决其不明确性。

有源位置确定方法以不产生收益的方式浪费了通信带宽。同时，需要用户终端进行定期的传送。这就造成移动用户终端或手提用户终端消耗大量的电源（例如电池）。

因此，人们需要并期望有一种用户终端能够无源地进行位置确定的卫星位置确定系统。

发明概述

本发明是一种在卫星通信系统（例如低地球轨道卫星通信系统）中无源并且明确确定用户终端（例如移动电话）的位置的系统和方法。本发明的位置确定称为“无源”，是因为用户终端无需进行发射。该系统包括用户终端，至少两个已知位置和已知速度的卫星，以及通过卫星与用户终端进行通信的网关（即，地面基站）。每一卫星发送有关其位置的信息（也称为星历表）。该方法包括确定描述用户终端和卫星之间的空间和时间关系的参数以及用这些参数和卫星的已知的位置和速度解出用户终端的位置的步骤。

采用两个参数：距离差和临近速度差。距离差参数代表（1）用户终端和第一个卫星之间的距离和（2）用户终端和第二个卫星之间的距离之间的差。临近速度差参数代表（1）用户终端和第一个卫星之间的相对径向速度和（2）用户终端和第二个卫星之间的相对径向速度之间的差。

在本发明的较佳实施例中，采用迭代加权高斯-牛顿最小平方法，根据所使用的参数和已知的卫星位置和速度来求得用户终端的位置。

本发明的一个特征是它用作称为“基于距离的登记”方法的一部分。按照这一方法，用户终端在规则的间隔内如上所述无源确定其位置。当用户终端确定其

位置已经大体上变化而与最后有源确定的(actively-determined)位置不同时, 用户终端用一个网关进行“登记”。作为回应, 网关有源地确定用户终端的新位置。采用这种方法, 卫星通信系统保持用户终端即时且精确的位置信息, 而无需用户终端进行不必要的传送。

根据本发明的第一方面, 提供一种在包含用户终端、至少两个卫星和通过所述卫星与所述用户终端进行通信的网关的通信系统中, 在所述网关处保存所述用户终端的位置的方法, 所述方法包含下述步骤: (a) 有源地确定所述用户终端的位置; (b) 在所述用户终端处存储所述有源地确定的位置; (c) 在预定的时间间隔以后, 在所述用户终端处无源地确定所述用户终端的位置; (d) 在所述无源地确定的位置中确定所述期望误差; (e) 当所述期望误差不超过第一个预定阈值时, 确定所述有源地确定的位置和所述无源地确定的位置之间的差; 以及(f) 当所述差值超过第二个预定阈值时, 通知所述网关。

根据本发明的第二方面, 提供一种在一种包含用户终端、至少两个卫星以及通过所述卫星与所述用户终端进行通信的网关的通信系统中, 在所述网关处保存所述用户终端的位置的系统, 它包含: 有源地确定所述用户终端的位置的装置; 在所述用户终端处存储所述有源地确定的位置的装置; 在预定的时间间隔以后无源地确定所述用户终端的位置的装置; 确定所述无源地确定的位置的期望误差的装置; 当所述期望误差不超过第一个预定阈值时确定所述无源地确定的位置和所述有源地确定的位置之间的差的装置; 以及当所述差值超过第二个预定阈值时通知所述网关的装置。

本发明的一个优点是, 它使得用户终端能够仅用两个卫星(如 LEO 卫星)无源地确定其位置。

本发明的另一个优点是, 它使得用户终端能够确定何时向卫星通信系统告知其位置的变化。

附图简述

通过下文中结合附图对本发明的详细描述, 读者将会更清楚地理解本发明的特征和优点, 其中, 相同的标号表示相同或功能相似的元件。另外, 标号中最左面的数字表示图中第一次出现的标号。

图 1 描绘的是典型的卫星通信系统;

图 2 是用户终端中使用的典型收发机的方框图；

图 3 是网关中使用的示例传输和接收装置的方框图；

图 4 是用户终端中使用的示例时间跟踪环路的方框图；

图 5 是用户终端中使用的示例频率跟踪环路的方框图；

图 6 和图 7 描绘的是两个卫星的子点(sub-point)和与这两个卫星相关的距离差和临近速度差的等值线在地球表面上的投影；

图 8 是描绘本发明较佳实施例工作的流程图；

图 9 是本发明可以进行工作的示例环境的方框图；以及

图 10 是按照本发明的较佳实施例进行基于距离的登记工作的流程图。

较佳实施例的详细描述

I. 引言

本发明是采用至少两个低地球轨道(LEO)卫星在卫星通信系统中进行用户终端无源位置确定的系统和方法。正如相关领域中的技术人员所知道的那样，如果象下文中所描述的那样，卫星和用户终端之间的相对移动足以进行临近速度测量的话，本发明的原理也适用于卫星在非 LEO 轨道中运行的卫星系统。

下面详细讨论本发明的这一较佳实施例。尽管讨论的是特定的步骤、结构和排列，但应当将这种情况理解为这样做仅仅是为了进行描述。相关技术领域中的技术人员将会理解，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，还可以采用其他的步骤、结构和排列。

本发明的描述分成五个部分。第一部分，讨论典型的卫星通信系统。第二部分，描述系统定位方法所采用的参数。第三部分，采用物理描述的方法描述定位方法。第四部分，描述定位方法的执行。最后，描述“基于距离的登记”的特征。

II. 典型的卫星通信系统

图 1 描绘的是典型的卫星通信系统 100。卫星通信系统 100 包含网关 102、卫星 104A 和 104B 以及用户终端 106。用户终端 106 通常有三种类型：固定的用户终端 106A，它通常安装成永久性结构；移动用户终端 106B，它通常安装在车辆上；以及便携式用户终端 106C，它通常是手提式的。网关 102 通过卫星 104A 和 104B 与用户终端 106 进行通信。

用户终端 106 中使用的示例收发机 200 如图 2 所示。收发机 200 用至少一个

天线 210 接收通信信号，将该通信信号传送到模拟接收机 214，在该模拟接收机中经下变频、放大和数字化。通常采用双工器元件 212 使得同一天线同时具有发射和接收功能。然而，有些系统采用单独的天线在不同的频率下工作。

将模拟接收机 214 输出的数字通信信号传送到至少一个数字数据接收机 216A 和至少一个数字搜寻器接收机 218。正象相关领域中的技术人员所理解的那样，根据装置复杂性所能接受的程度，能够采用其他数字数据接收机 216B-216N 形成一种“耙状(rake)”的结构来获得所要求的信号分集水平。以这种方式构成的接收机称为是一种“耙状接收机”，并且每一数字数据接收机 216 称为“手指(finger)”。

耙状接收机的手指不仅用于信号分集，而且用来从多个卫星接收信号。因此，对于执行本发明的两个卫星位置确定技术的用户终端来说，至少两个数字数据接收机 216A-216N 用来接收来自两个卫星的信号。另外，一个或附加的搜寻器接收机 218 可以用来提供高速信号捕获，或者，一个或多个搜寻器接收机对于这一任务来说可以分时。

至少一个用户终端控制处理器 220 与数字数据接收机 216A-216N 以及搜寻接收机 218 电耦合。控制处理器 220，在其他功能中，提供用于信号载波的基本信号处理、定时、功率及人工转换控制或协调以及频率的选择。控制处理器 220 经常执行的另一基本控制功能是选择或计算用于处理通信信号波形的 PN 代码序列或正交函数。控制处理器 220 信号处理可以包括对本发明采用的参数的确定。信号参数(如相关定时和频率)的这样一种计算可以包括采用附加或单独的专用电路以提高测量的效率和速度，或改进控制处理资源的分配。

数字数据接收机 216A-216N 的输出和用户终端中的用户数字基带电路 222 电耦合。用户数字基带电路 222 包含处理和显示元件用于传送往返于用户终端的信息。即，数字或数据存储元件(如暂态的或长期的数字存储器)；输入和输出装置(如显示屏、扬声器、键盘终端以及手机)；A/D 元件、声码器和其他的语音和模拟信号处理元件；等等。所有这些元件组成采用本领域中所熟知的元件的用户基带电路的部件。如果采用分集信号处理，则用户数字基带电路 222 可以包含分集组合器和译码器。这些元件中的某一些还可以在控制处理器 220 的控制下工作，或与控制处理器 220 通信而工作。

当准备话音或其他的数据作为用户终端发出的输出消息或通信信号时，用户

数字基带电路 222 用来接收、存储、处理，否则准备所要求的用于传输的数据。用户数字基带电路 222 在控制处理器 220 的控制下将这一数据提供给发射调制器 226。发射调制器 226 的输出被传送到功率控制器 228，该功率控制器 228 将输出功率控制提供给发射功率放大器 230，进行将输出信号从天线 210 到网关的最终传输。

收发机 220 还可以采用一个或多个预校正元件或预校正器 232 和 234。这些预校正器的工作情况见标题为 “*Time And Frequency Precorrection For Non-Geostationary Satellite System*” 的待批的且共同拥有的专利申请(申请号待授，律师文件号为 PA338)，该申请在此引述供参考。预校正最好是在数字功率控制器 228 的输出处在基带频率下进行。在发射功率放大器 230 中执行上变频期间，将包括频率调节的基带频谱信息变换成合适的中心频率。预校正或频率调节是用现有技术中的已知技术来完成的。例如，预校正可以通过复合信号旋转(complex signal rotation)来实现，这等效于将信号乘以因子 $e^{j\omega t}$ ，这里， ω 是根据已知的卫星星历表以及所要求的信道频率来计算的。这在将通信信号处理成同相位(I)或正交相位(Q)信道时是很有用的。可以用直接数字合成来产生某些旋转乘积(rotation product)。也可以采用坐标旋转(coordinate rotation)数字计算元件，它采用二进制移位、相加和相减，来执行一系列的离散旋转(discrete rotation)，产生所要求的整体旋转。这种技术以及有关的硬件在本领域中是人们所熟知的。

另一种情况是，将预校正元件 234 配置在发射功率放大器 230 的输出的传输路径上，用以调节输出信号的频率。这可以用众所周知的技术(如传输波形的上变频或下变频)来完成。然而，由于通常采用一系列的滤波器来形成一定的波形而使得改变模拟发射机的输出处的频率更为困难，并且在这个接点处的频率变化会干扰滤波过程。另一种情况是，预校正元件 234 可以形成用户终端的模拟上变频和调制级(230)的频率选择或控制机构的一部分，从而在一个步骤中采用适当调节的频率就可将数字信号转换成所要求的传输频率。

采用现有技术中已知的各种技术，可以把信息或数据，或一个或多个共享资源信号传送到网关，其中，信息和数据相应于所接收的通信信号的一个或多个所测量信号参数。例如，可以将信息作为单独的信息信号传送，或将该信息附在用户数字基带电路 222 准备的其他消息上。另一种情况是，在控制处理器 220 的控

制下，由发射调制器 226 或发射功率控制器 228 将信息插入作为预定的控制位。

数字数据接收机 216A-N 和搜寻器接收机 218 是用信号相关元件构成的，以对特定的信号进行解调和跟踪。搜寻器接收机 218 用来搜寻导频信号或其他相对固定图形的强信号，而数据接收机 216A-N 用来跟踪导频信号或解调与检测的导频信号相关的其他信号。所以，可以监视这些单元的输出而提供用于计算本发明的参数的信息。由用户终端 106 测量有关接收的通信信号或共享资源信号的信息，可以用现有技术中的各种技术传送到网关。例如，可以作为一个单独的数据信号传送该信息，或者将该信号附在用户数字基带电路 222 准备的其他消息上。数据接收机 216(A-N) 还采用频率跟踪元件，可对其进行监视以将当前(current)频率和定时信息提供给用于解调信号的控制处理器 220。参考图 4 和图 5 在下面将作进一步的讨论。

根据被恰当地确定在相同的频带时的本地振荡器频率，控制处理器 220 采用这样的信息，来确定接收信号与期望频率的偏离程度。可以根据要求将与频移、差错和多普勒频移相关的这一信息及其他的信息存储在一个或多个差错/多普勒存储器或存储元件 236 中。控制处理器 220 可以用这一信息来调节它的工作频率，也可以用各种通信信号将这一信息传送到网关。

至少采用一个时间基准元件 238 来产生并存储按时间顺序的信息(如某一天的日期和时间)，用以帮助确定卫星位置。可以存储并定期更新该时间。还可以由网关定期提供这一时间。另外，每次用户终端进入不工作(例如“关机”)模式时，存储当前时间。这一时间与“开机”时间一起用于确定各种随时间而变的信号参数和用户终端位置变化。

另外，存储器或存储元件 240 和 242 可以用来存储有关在下文中将详细讨论的参数的特定信息。例如，存储元件 240 可以存储与临近速度参数(例如两个到达信号之间的相对频移差)有关的用户终端测量值。存储元件 242 可以用来存储与距离差参数(例如两个信号的到达时间差)有关的用户终端测量值。这些存储元件采用本领域中所熟知的结构和电路，并且可以形成分立或单独的元件，或者更大的统一的结构，其中，该信息是以受控方式存储的，供以后的检索。

如图 2 所示，本地振荡器或参考振荡器 250 用作模拟接收机 214 的基准，将到基带的输入信号下变频至所要求的频率。也可以按照要求，在多个中间转换步骤中应用，直到信号达到所要求的基带频率。如图所示，振荡器 250 还可以用作

模拟发射机 230 的基准, 用于从基带到所要求的载波频率的上变频供反向链路传输, 并作为定时电路 252 的频率标准或基准。定时电路 252 产生定时信号用于其他级或用户终端 200 内的处理元件(如定时跟踪电路、在数字接收机 216A-N 和 218 中的相关器、发射调制器 226、时间基准元件 238 和控制处理器 220)。在处理器控制下, 还可以将定时电路 252 构成、以产生定时信号或时钟信号的相对定时滞后或超前的延迟。即, 可以由预定量调节时间跟踪。这就使得编码的应用可以超前或滞后于“正常”定时, 典型地为一个或多个码元周期, 从而 PN 代码或构成编码的码元可以根据要求采用不同的定时。

如图 3 所示, 网关 102 中采用示例的传输和接收装置 300。图 3 中描述的网关 102 的一部分具有与天线 310 相连的一个或几个模拟接收机 314, 用于接收通信信号, 这些通信信号用本领域中熟知的各种技术方案进行下变频、放大和数字化。在某些通信系统中采用多个天线 310。提供模拟接收机 314 输出的数字化信号, 作为至少一个通常在 324 处用虚线表示的数字接收机模块的输入。

每一数字接收机模块 324 与信号处理元件对应, 这些信号处理元件用来管理网关 102 和一个用户终端 106 之间的通信, 尽管在本领域中有某些变异形式。一个模拟接收机 314 可以提供许多数字接收机模块 324 的输入, 并且通常在网关 102 中用几个这样的模块, 以适用于所有卫星波束, 和在任何给定的时刻进行处理的可能的分集模式信号。每一数字接收机模块 324 具有一个或多个数字数据接收机 316 和搜寻器接收机 318。搜寻器接收机 318 通常搜寻除导频信号以外的合适分集模式的信号, 并且几个搜寻器可以并联使用以提高搜寻速度。在通信系统中实施时, 可将多个数字数据接收机 316A-316N 可以用于分集信号接收。

将数字数据接收机 316 的输出提供给后续的基带处理元件 322, 基带处理元件 322 包含本领域中所熟知并且在图中未详细示出的装置。示例的基带装置包括分集组合器和译码器, 用以将多径信号组合成一个供给每一用户的输出。示例的基带装置还包括接口电路, 典型地用于将输出数据提供给数字交换机或网络。各种其他已知的元件如(但并非局限于)声码器、数据调制解调器和数字数据交换机和存储元件, 可以形成基带处理元件 322 的一部分。这些元件控制或指挥数据信号至一个或多个发射模块 334 的传送。

要传送到用户终端的信号每一个均与一个或多个合适的发射模块 334 电耦合。典型的网关用几个这样的发射模块同时向许多用户终端 106 提供服务, 并同

时用于几个卫星和波束。网关 102 使用的传输模块 334 的数量是由本领域中熟知的因素决定的，包括系统复杂性、通常看得见的卫星数、用户容量、所选择的分集度等。

每一发射模块 334 包括发射调制器 326，该发射模块对用于传输的数据进行扩展频谱调制，并且有一个与数字发射功率控制器 328 电耦合的输出端，数字发射功率控制器 328 控制用于输出数字信号的传输功率。数字发射功率控制器 328 通常施加一最小功率电平，为了减小干扰和资源分配的目的，但当需要补偿传输路径中的损耗和其他的路径传送特征时，施加适当的功率电平。发射调制器 326 使用 PN 发生器 332，对信号进行扩展。这一编码发生器还形成网关 102 中使用的一个或多个控制处理器或存储元件的功能部分。

将发射功率控制器 328 的输出传送到加法器 336，在其中将该输出与来自其他发射功率控制电路的输出相加。这些输出是发送到其他用户终端 106 的信号，频率相同，并处于相同的波束内，作为发射功率控制器 328 的输出。将加法器 336 的输出提供到模拟发射机 338 进行数-模转换，转换成合适的 RF 载波频率，接着经放大、滤波，并输出到一个或多个天线 340 用于向用户终端辐射。根据通信系统的复杂程度和结构组成天线 310 和 340 可以是相同的天线。

至少一个网关控制处理器 320 与接收机模块 324、发射模块 334 和基带电路 322 电耦合。这些装置实际上可以是相互分开的。控制处理器 320 提供命令和控制信号以影响功能，诸如，但不局限于，信号处理、定时信号发生、功率控制、手动转换控制、分集组合和系统接口。另外，控制处理器 320 分配用于用户通信中的 PN 扩展代码、正交代码序列和特定的发射机和接收机或模块。另外，控制处理器 320 可以用来计算参数，并执行本发明的定位方法。

控制处理器 320 还控制导频、同步和寻呼信道信号的产生和功率以及它们与发射功率控制器 328 的耦合。导频信道是一种简单的信号，它不是用数据调制的，可以采用重复不变的图形或不变的帧结构。即，用来形成导频信号信道的正交函数一般具有恒定值，例如，均为 1 或均为 0，或者是 1、0 交替的众知的重复码型。

尽管控制处理器 320 可以直接与模块(例如发射模块 334 或接收模块 324)的元件电耦合，但每一模块通常包含一个模块专用的处理器，如发射处理器 330 或接收处理器 321，它们控制该模块的元件。因此，在一种较佳实施例中，控制处理器 320 与发射处理器 330 和接收处理器 321 电耦合，如图 3 所示。采用这种方

法，一个控制处理器 320 可以更有效地控制大量模块和资源的运行。发射处理器 330 控制导频、同步、寻呼信号和业务信道信号的产生和信号的功率以及这些信号相应与功率控制器 328 的耦合。接收处理器 321 控制搜寻、用于解调的 PN 扩展代码，并监视接收功率。处理器 321 还可以用来确定本发明的方法中所采用的信号参数，或者可以检测并传送从有关这些参数的用户终端接收的信息，从而降低控制处理器 320 上的负担。

为了实现本发明的实施例，可以采用一个或多个预校正器或频率预校正元件 342。预校正元件 342 最好用来将数字功率控制器 328 的数字输出的频率调节在基带频率处。与在用户终端处一样，在模拟发射机 338 中执行的上变频期间，将包括频率调节的基带频谱信息转换成合适的中心频率。频率预校正用本领域中所熟知的技术完成的，如上面讨论的复合信号旋转，其旋转角是根据已知的卫星星历表和要求的信道频率计算的。与用户终端中的相同，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以采用其他的信号旋转技术和相关的硬件。

除了频率预校正以外，可能还要求进行时间预校正，以改变信号的相对定时或 PN 代码。当信号在基带处产生时以及由功率控制器 328 输出之前，通过调节编码发生和定时或其他的信号参数定时来完成的。例如，控制器 320 可以确定何时产生编码和它们的相对定时和对信号的应用，以及发射调制器 326 何时作用于信号并且信号何时由功率控制器 328 传送到各个卫星。然而，可以根据需要采用已知的时间预校正元件或电路，或者形成单元的一部分，或者作为单独的，与预校正元件 342 和 344 类似的单元(未图示)，而无需频率校正元件或附加在其上。

图 3 中，预校正器 342 位于加法器 336 前的传输路径中。这使得可以按照要求对每一用户终端信号进行单独的控制。然而，当在加法器 336 后进行预校正时，可以采用一单个的频率预校正元件，这是因为用户终端分享有从网关到卫星的相同的传输路径。

另一种方法是，将预校正器 344 置于模拟发射机 338 的输出的传输路径上，采用众所周知的技术，调节输出信号的频率。然而，改变模拟发射机的输出的频率可能更难，这可能会干扰信号滤波过程。另外，可以由控制处理器 320 直接调节模拟发射机 338 的输出频率，以提供与正常的中心频率偏离的频移输出频率。

对输出信号进行的频率校正的量是基于网关以及通过其已建立起通信的每一卫星之间的已知多普勒而进行的。卫星多普勒所需的频移量可以采用已知的卫

星轨道位置数据通过控制处理器 320 来计算。这一数据可以存储在一个或多个存储元件 346(如查询表或存储元件)中,并从中检索出。这一数据可以根据需要从其他的数据源得到。各种人们所熟知的装置(如 RAM 和 ROM 器件)或磁性存储器件可以用来构成存储元件 346。对于给定时间内网关所使用的每一卫星,可用这一信息来建立多普勒调节。

如图 3 所示,时间和频率单元(TFU)348 提供用于模拟接收机 314 的基准频率信号。某些应用中,来自 GPS 接收机的世界时间(UT)信号可以作为这一过程的一部分。也可以根据需要用在多个中间转换步骤中。TFU348 还用作模拟发射机 338 的基准。TFU 348 还向网关传输和接收装置 330(如数字接收机 316A-N 和 318、发射调制器 326 和控制处理器 320 中的相关器)中的其他级或处理元件提供定时信号。还可以根据需要,在处理器的控制下,将 TFU348 构成使(时钟)信号的相对定时能超前或滞后预定的数量。

执行定时测量的一个实施例如图 4 中所示,它给出用于用户终端的时间跟踪环路 400。这种类型的时间跟踪环路称为 Tau Dither 型,这是本领域中人们所熟知的。图 4 中,来自模拟接收机的输入通信信号通常是重复取样(oversampled)并且随后输入到一抽取器(decimator)402。抽取器 402 在预选的速率和定时下工作,仅将某些取样传送到接收机中的后续级。

将抽取的取样传送到组合元件 404(通常是一个乘法器),用来与 PN 发生器或源 406 提供的合适的系统 PN 扩展码组合在一起,对信号进行去扩展。将经去扩展的信号被传送到组合元件 408,与所使用的编码发生器或源 410 提供的合适的正交代码函数 W_i 组合,用来获得数据。正交代码函数是用来产生通信信号信道的函数。通常,采用导频信号或寻呼信号用于这一过程,不过也可以采用其他的强信号。所以,正如本领域中人们所熟知的那样,正交码通常是用来产生导频信号或寻呼信号的。另一种情况是,也可以组合 PN 扩展和正交代码,并且随后在一个步骤中与取样组合起来,正如本领域中人们所知道的那样。

时间跟踪电路可以采用如上面讨论的美国专利 4,901,307 中所揭示的“Early(早)/Late(迟)”方案。在这一方法中,输入信号和数字接收机 216 的定时相同或对齐的程度是通过在偏离标称码元时间处对输入数据流进行取样测得的。这一偏移或者加或者减半个 PN 码元周期,并且分别称为迟或早。

如果加或减偏移数据的定时与标称去扩展输入信号峰值的定时不同但对称,

则“迟”和“早”取样值之间形成的差为零。即，当半个码元偏移位于所接收信号的“即时(on-time)”定时中心附近时，由“迟”信号和“早”信号之间形成的差而产生的值为零。如果接收机 216 采用的相对定时不是准确地跟踪所接收信号的定时，并且相对于输入信号时间较快，则迟减早之差产生具有正值的校正信号。另一方面，如果信号定时太慢，则这一差值产生具有负值的校正信号。很明显，还可以根据要求采用反向或其他的关系。

为了实施这一技术，控制抽取器的输出，使之仅比通常用于解调信号的早半个码元。随后对抽取器输出进行去扩展并译码，并在累加器 414 中在预选的周期(通常是一个码元周期)上累加合成的数据。累加的码元数据提供码元能量，该码元能量在平方元件 416 中取平方，以提供用于“早”信号的非负幅度值。

用累加器 414 在后一个预选周期上对另一组取样进行累加和相加或积分。但是，在这一周期中，采用一组延迟元件 412 使 PN 和正交代码的应用延迟一个码元周期。这与改变取样的定时或抽取具有相同的效果，产生“迟”形式的去扩展和经译码数据。在累加器 414 中，在预选周期上累加这一去扩展和经译码数据。可以根据需要采用附加的元件和存储装置。在平方元件 416 中对累加的迟码元数据取平方。产生的早和迟平方值或者彼此相减或者相比较，以在元件 418 中产生所要求的早/迟定时差。用定时滤波器 420 对这一差值滤波，以提供“超前/滞后”信号 422。时间跟踪环路在采用非延迟编码和延迟的编码之间不断地变更，以产生早和迟码元，用来更新或产生用于“超前/滞后”信号 422 的值。这一直进行到接收机定时复位，例如当使接收机不工作或偏移以跟踪新信号，这是本领域中的技术人员所清楚的。

由诸如定时控制电路 424 的电路提供用于抽取过程以及编码的延迟的初始定时控制和继续定时控制。即，定时控制电路 424 确定来自抽取器 402 的取样选择的定时。同时，由来自定时控制电路 424 的信号还控制 PN 扩展和正交代码发生。较后的定时有时被称为 PN 使能(enable)，由于它使得能够应用编码。还可以有初始化或 EPOCH 定时信号。响应于定时环路输出，由定时控制电路 424 选择的定时由超前/滞后信号 422 调节。一般情况下，定时超前一段时间，用以在抽取之前收集输入信号，这一段时间是码元周期的一小部分，例如当采用 8 次重复取样时为码元的 1/8。这种定时和超前和滞后机制的使用在本领域中是人们所熟知的。

每一手指或数字接收机调节其定时而使之与输入信号同步或对齐的量用来

确定信号达到时间中的相对延迟。这可以容易地通过跟踪定时环路 400 使用的时间变化(超前/滞后)总量来完成。累加器 426 可以用来在预选周期上简单地累加并相加每一超前/滞后信号或命令。这提供了对齐输入信号和接收器定时所需的总变化量或净变化量。这代表来自本地用户终端或接收机定时的信号的偏移。当用户终端定时与网关相当接近或同步时,提供了当信号在网关和用户终端之间过渡时信号所经历的延迟的量度,这可以进行距离计算。不幸的是,许多因素如本地振荡器的不精确性或漂移通常会妨碍这种直接计算。

然而,来自两个数字接收机 216 的定时调节可以用来提供到达差值的相对时间。这里,每一数字接收机正接收来自卫星 104A 或 104B 的信号,并确定跟踪该信号所需的定时调节。所需的定时调节可以直接提供到控制处理器或提供给专用的计算元件,在二者之间形成差值。这一差值表示用户终端处两个信号到达的相对时间差,并且可以将其向网关回报。

如上所述,可以将该数据发送回网关,作为其他的消息或专用的时间信息信号。数据可以存储在暂态存储元件中,供以后传送或使用。信息的提供或存储也可以以“时间标记”的某些形式,反映收集的时间,从而网关对于数据有精确的时间关系,并且可以更精确地确定用户终端的位置。但是,通信系统中要求的精度,如上所述,不是要求很严格的。如果信息是在从收集起的很短的时间内传送的,那么时间标记的用处不大。通常,数据是在其测量的几个数据帧中传送的,并且如果存在传送问题的话,那么在转发前再次产生数据,从而其新旧不会超过几个帧。但是,时间标记在数据传输、和不管实际时间的信号或信号组的重复传送中更具灵活性。否则,系统可能采用固定的时隙和报告要求,如果不采用时间标记来保持所要求的精度水平的话。

对于网关所接收的信号而言,这一过程是相似的,除了不检测导频信号,并且正交代码通常与接入探测信号相关之外。网关的一个优点是可以认为定时是一个绝对时间基准。即,如上所讨论的那样,网关具有精确的系统定时,并且可以精确地确定 PN 代码或正交代码的应用相对于其自身时间的的时间差。这使得网关能够从对于每一接收机或手指的正在使用的 PN 代码状态确定精确的过渡时间或距离。这些过渡时间或距离可以用来确定本发明的距离差参数。所以,尽管在某些应用中是有用的,可以对每一手指的信息进行单独处理,并且无需象前面那样,用元件 428 组合起来。

进行频率测量的一个实施例见图 5 所示, 图 5 表示用于用户终端的频率跟踪环路 500 的概述。这些频率测量可以用来确定本发明的临近速度差参数。在图 5 中, 将来自模拟接收机的通信信号输入到旋转器(rotator)502 中。旋转器 502 在经预选的但是相位可调的情况下工作, 以从数字取样中除去剩余频率差错或偏离, 所述数字取样来自数字接收机或手指中的模拟接收机。

当采用 CDMA 类型的信号时, 取样可以传送到一个或多个组合元件 504, 它通常是一个乘法器, 用来与一个或多个编码发生器或编码源 506 提供的合适的系统 PN 扩展代码组合以获得数据。这样的 PN 扩展和正交代码可以在单个步骤中与信号单独或一起组合。当采用业务信道来调节频率时, 可以用快速 Hadamard 变换(FHT)元件来代替组合器 504 和编码发生器 506。这种技术见标题为“*Frequency Tacking For Orthogonal Walsh Modulation*”的美国专利申请 08/625,481, 该专利申请已转让给本发明的受让人, 在此引述供参考。

在累加器 514 中, 在一个码元周期上对经旋转的、经去扩展的并且经译码的信号进行累加, 以提供数据码元, 并且将结果提供给矢量叉积发生元件或发生器 518。同时, 将每一码元提供到一个码元时间延迟元件 516, 在将码元传送到叉积发生器 518 之前, 所述元件 516 提供一个码元周期延迟。

叉积发生器 518 形成给定码元和前一码元之间的矢量叉积, 以确定码元间的相位变化。这就提供了作用于输入信号的相位旋转中误差的测定。将叉积发生器 518 的输出作为频率误差估算或调节因子提供到旋转器 502 和编码发生器 506。

如上面讨论的那样, 由诸如定时控制电路 524 的电路提供用于去扩展和译码过程的定时控制。这一定时可以作为上面讨论的定时环路的输出提供。

每一手指或数字接收机调节其相位以与输入信号对齐的量用来确定到达信号中的相对频移。即, 为去除信号对齐中的剩余误差而必须调节旋转器相位的量表示到达信号频率偏离用于用户终端的期望的或本地的基准频率的量。

由于通信系统工作在固定的通信信号频带组中, 所以接收机知道所使用的中心或标称载波频率。然而, 由于多普勒频移和其他的效应(可能很小), 到达信号将不会处在期望的中心频率处。上面讨论的调节定义了一种偏移, 该偏移可以用来确定多普勒频移和到达信号的实际频率。

这可以通过跟踪频率跟踪环路 500 所实现的总变化量而容易地完成。累加器 522 可以用来简单地在预选的周期上累加误差估算、信号或命令所引起的相位变

化。这提供了对齐输入信号和接收机频率所需的总的或净值的变化量，并且代表与来自合适频带内的本地用户终端或接收机频率的信号的频率偏移。

与前面一样，可以将这一数据发送到网关，作为其他消息的一部分或专用的频率信息信号。该数据可以存储在暂态存储器中，供以后传送，也可以以“时间标记”的某种形式来提供。但是，通常不是必须这样的，因为数据是在其测量的几个数据帧内发送的，并且如果有问题可以再产生。否则，系统可能采用固定的时间间隔和报告要求，如果不采用时间标记来保持所要求的精度水平的话。

III. 已有的参数

在一种较佳实施例中，本发明采用两个参数：距离差和临近速度差。这些参数描述了用户终端 106 与卫星 104A 和 104B 之间的空间和时间关系。下面描述这些参数以及它们的测量及应用。

图 6 和图 7 描绘的是代表这些参数的等值线(iso-contour)在地球表面上的投影。参数的等值线是一条连接具有相同参数值的点的曲线。图 6 和图 7 分别描绘的是两个卫星 104A 和 104B 的子点(sub-point)614A 和 614B(即，直接位于卫星下方的地球表面上的点)以及与卫星 104A 和 104B 相关的距离差和临近速度参数等值线在地球表面上的投影。提供两个轴，x 轴 602A 和 y 轴 602B 给出一个比例的例子，是以几千公里为分度的。

距离差。距离差参数代表用户终端 106 和两个卫星 104A 和 104B 之间的距离。在本发明的一个较佳实施例中，距离差参数是(1)特定用户终端 106 和第一个卫星 104A 之间的距离和(2)该用户终端 106 和第二个卫星 104B 之间的距离之差 dR 。地球表面上等 dR 值线的投影描绘的是一组双曲线，如图 6 中用虚线表示的 604 那样，当 $dR=0$ 时的等值线给出一条直线。

在本发明的一个较佳实施例中， dR 是用下述方法确定的。首先，网关 102 发射两个信号。第一个信号是通过第一个卫星 104A 发射到用户终端 106 的，而第二个信号是通过第二个卫星 104B 发射到用户终端 106 的。在本发明的一个较佳实施例中，第一个和第二个信号在网关 102 处及时预校正，如图 3 中所描述的那样，从而基本上是同时地分别由第一个和第二个卫星 104A 和 104B 再发射。

其次，用户终端 106 确定(1)用户终端 106 从第一个卫星接收信号的时间和(2)用户终端 106 从第二个卫星接收信号的时间之间的延迟差。这一延迟在下文中称为 Δt 。最后，用户终端 106 根据 Δt 确定 dR 。正如对本领域的技术人员很

明显的是，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，也可以采用其他方法来得到 dR 。

在本发明的另一个较佳实施例中， Δt 用作距离差参数。

在本发明的一个较佳实施例中，第一个和第二个信号是导频信号。正如对本领域中的技术人员很明显的是，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以采用任何合适的信号。

在本发明的一个较佳实施例中，第一个信号和第二个信号由网关 102 进行预校正，正如上文中所讨论的那样，在进行发射前以确保信号的 PN 代码是同步的，(包括对于子波束的相应的 PN 代码偏离)当它们由卫星 104A 和 104B 再发射时，用户终端 106 通过比较两个接收信号中 PN 代码的状态来确定 Δt 。在另一个实施例中，第一个和第二个信号不是及时预校正的，而是在接收到信号以后在网关 102 处去除第一个信号和第二个信号之间的再发射时间差的影响。正如对本领域中的技术人员来说是很明显的，可以采用其他的预校正方法来补偿网关 102 和卫星 104A 和 104B 之间的路径长度差。

临近速度差。临近速度差(也称为多普勒差)参数描述的是(1)特定用户终端 106 与第一个卫星 104A 之间的临近速度和(2)用户终端 106 与第二个卫星 104B 之间的临近速度之间的差。在本发明的一个较佳实施例中，临近速度差参数是(1)特定用户终端 106 与第一个卫星 104A 之间的相对径向速度和(2)用户终端 106 和第二个卫星 104B 之间的相对径向速度之间的差值 ΔR 。

在本发明的另一个实施例中，临近速度差参数是在用户终端 106 处测得的、通过第一个卫星 104A 从网关 102 接收的信号频率与通过第二个卫星 104B 从网关 102 接收的信号的频率之间的频率差值 Δf 。 ΔR 与 Δf 的关系如下： ΔR 可以通过将 Δf 乘以光速并除以中心载波频率计算得到。等 Δf 值线在地球表面上的投影是一组曲线，如图 6 中的实线在 606 处所示的那样。

在本发明的一个较佳实施例中， ΔR 是用下述方法确定的。首先，网关发射两个信号。第一个信号通过第一个卫星 104A 发射到用户终端 106，而第二个信号通过第二个卫星 104B 发射到用户终端 106。在本发明的一个较佳实施例中，如上面讨论的那样，第一个和第二个信号的频率在网关 102 处预校正，从而第一个和第二个卫星 104A 和 104B 再发射的信号具有相同的频率。

其次，用户终端 106 确定(1)从第一个卫星接收的信号的频率和(2)从第二个

卫星接收的信号频率之间的差。这一频率差是 Δf 。最后，用户终端 106 通过将 Δf 乘以光速并将结果除以第一个和第二个信号的中心载波频率来计算 ΔR 。正如对于本领域中的技术人员来说是很明显的，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，也可以采用其他的方法来得到 ΔR 。

在本发明的一个较佳实施例中，在发射前由网关 102 对第一个信号进行预校正，通过调节信号的频率以补偿第一个卫星 104A 和网关 102 之间已知的相对运动所产生的多普勒频移，并且第二个信号以类似的方法预校正。在另一种实施例中，没有一个信号进行频率预校正。正如对本领域中的技术人员来说是很明显的，也可以采用其他的预校正方法来补偿卫星 104A 和 104B 的运动。

在本发明的较佳实施例中，第一个和第二个信号是导频信号。正如对本领域中的技术人员来说是很明显的，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以采用任何合适的信号。

IV. 定位方法

上述参数可以用来确定用户终端 106 的位置。作为理解本发明的一个帮助，将参数的物理表述形式表述为投影到地球表面上的等参数值曲线。

在本发明的一个较佳实施例中，位置是根据距离差和临近速度差参数来确定的。在图 6 中，距离差参数是 dR ，而临近速度差参数是 Δf 。图 6 分别描绘的是两个卫星 104A 和 104B 的子点(sub-point)616A 和 616B，以及与卫星 104 相关的 dR 和 Δf 参数的等值线在地球表面上的投影。参数的等值线是连接所有相同参数值的点的曲线。以几千公里分度的 x 轴 602A 和 y 轴 602B 给出一个比例例子。

图 6 描绘的是在 604 处用虚线表示的等 dR 值线族。每一等 dR 值线是连接具有相同 dR 值的所有点的双曲线，并与基线 612(即连接卫星 104 的子点 614 的线)相交 90° 角。在图 6 中，等 dR 值线以几千公里为分度。 $dR=0$ 等值线是基线 612 的垂直平分线。紧贴在 $dR=0$ 右边的 $dR=+0.5$ 等值线连接与卫星 104A 的距离超过与卫星 104B 的距离 500 公里的所有点。

图 6 还描绘了在 606 处以千赫分度的，以实线表示的 Δf 参数曲线族。 Δf 曲线的形状是卫星 104A 和 104B 的相对速度的函数。卫星 104A 和 104B 的代表速度矢量通常在 616A 和 616B 处以沿传播线延伸的箭头表示。靠近图 6 的上方可找到最大 Δf 的区域，其中，卫星 104A 和 104B 的子道(sub-track)(即，连接子点的线)相交。

在典型的情况下，例如图 6 中所描述的那样，卫星 104 不是沿平行路径运行的，因此，等 dR 值线和等 Δf 值线只相交一次，并且在靠近用户终端 106 处几乎呈直角。这就使得位置的确定精确、不含糊。例如，如果 $dR=+500$ 公里，而 $\Delta f=+20$ 千赫，则用户终端 106 在图 6 中的位置 608A 处。

然而在另一种情况下，等 dR 值线将与等 Δf 值线相交两次，或者等 dR 值线与等 Δf 值线在靠近用户终端 106 邻近的地方相切或几乎相切。当卫星 104 的速度矢量平行或几乎平行时会得到这一几何形状，使得如图 7 所示，在靠近用户终端 106 的地方等 Δf 值线闭合。例如，如图 7 所示，当测得的参数是 $dR=500\text{km}$ ，而 $\Delta f=+65\text{kHz}$ 时，由于这些等值线在两个点 702A 和 702B 处相交，因而其解答是含糊的。这一问题称为“位置含糊不清”。

其他例子是，当测得的参数是 $dR=-1000\text{km}$ 而 $\Delta f=+73\text{kHz}$ 时，这一解答对差错很敏感，因为这些等值线几乎相切，如图中点 702C 处所示。所以，每一参数中的小差错将导致大的位置差错。这一问题称为“精度的几何稀释(GDOP)特性(Geometric Dilution of Precision singularity)”。这两个问题可以通过下述“基于距离的登记”技术来缓和。

图 8 是描绘本发明的一个较佳实施例的运行的流程图。如上所述，在步骤 804 处，确定一个或多个距离差参数。如上所述并在步骤 808 中示出，确定一个或多个临近速度差参数。接着，如步骤 810 中所示以及下面的描述，根据卫星的已知位置和速度以及距离差参数和临近速度差参数，确定地球表面上用户终端的位置。

V. 定位的执行

在详细描述定位的执行之前，首先描述本发明可以执行的定位方法的示例环境是有用的。图 9 是描绘这样一种示例环境的方框图。该环境是计算机系统 900 可以形成控制处理器 220 和/或控制处理器 320 的一部分。计算机系统 900 包括一个或多个处理器，如处理器 904。处理器 904 与一通信总线 906 相连。各实施例是通过该示例计算机系统来描述的。在阅读了本说明书以后，本领域的技术人员将会理解是如何用其他的计算机系统、计算机结构、硬件机器、查询表等及各种组合来实施本发明的定位方法的。

计算机系统 900 还包括主存储器 908，最好是随机存取存储器(RAM)，并且最好包括一个二级存储器 910。例如，二级存储器 910 可以包括硬盘驱动器 912 和/

或可卸存储驱动器 914，如软盘驱动器、磁带驱动器、光盘驱动器等。可卸存储驱动器 914 以人们所熟知的方式从可卸存储单元 918 中读出和写入。可卸存储单元 918 有软盘、磁带和光盘等。正如人们将会理解的那样，可卸存储单元 918 包括可用于计算机的存储媒体，在其中存储有计算机软件和/或数据。

在另一个实施例中，二级存储器 910 可以包括使得可以将计算机程序或其他指令装载入计算机系统 900 的其他类似的装置。例如，这样的装置可以包括一个可卸存储单元 922 和一个接口 920。例如，可以包括一个程序盒和盒接口（例如视频游戏机装置中所具有的）、可卸存储芯片（如 EPROM 或 PROM）和相关的插座，以及使软件和数据可以从可卸存储单元 922 传送到计算机系统 900 的其他的可卸存储单元 922 和接口 920。

计算机系统 900 还可以包括一个通信接口 924。通信接口 924 使得软件和数据可以在计算机系统 900 和外部装置之间通过通信路径 926 传送。通信接口 924 的例子可以包括调制解调器、网络接口（如以太网卡）、通信端口等。通过通信接口 924 传送的软件和数据是能够由通信接口 924 通过通信路径 926 接收的信号形式，这些信号可以是电子、电磁、光学或其他信号。

本发明定位方法的运行是通过本示例环境来描述的。这样描述仅仅是为了方便起见。不打算将本发明的定位方法的运行方式仅局限于本示例的环境。事实上，在阅读了下面的描述以后，本领域的技术人员将会清楚地看到，是如何在其他的环境中实施本发明的定位方法的。

在本发明的一个实施例中，用户终端 106 的位置是通过执行下面所描述的计算机系统 900 的定位方法来确定的。正如对有关技术领域的技术人员来说是很明显的，在不偏离本发明的精神和范围的基础上，定位方法可以由硬件机器、查询表等来执行。

一个用 z 表示的 $M \times 1$ 矢量参数由位置确定中使用的 M 个参数组成。矢量 z 可以包括上述一个或多个参数。正如本领域中人们所熟知的那样，这些参数是 2 维用户终端位置矢量 x 的非线性函数，

$$x = [lat \ long]^T \quad (1)$$

式中，上标“T”表示按照下式的矩阵或矢量的转置：

$$z = h(x) + v \quad (2)$$

式中， $M \times 1$ 矢量 v 代表测量误差，并且 h 是描述测得的参数和用户终端 106 的位

置之间关系的非线性函数。h 也是卫星 104A 和 104B 的位置和矢量的函数。在另一种实施例中，用户终端位置矢量 x 可以用三个笛卡儿坐标来表示，而不是用经度和纬度来表示，见等式(3)。

$$x = [x \ y \ z]^T \quad (3)$$

按照高斯的线性化方法，用 $M \times K$ 偏导数矩阵 H 来求得用户终端 106 的位置，这里 K 是未知的位置数，其 (m, k) 元素是在给定的位置 x 处确定的相对于第 k 个位置参数的第 m 个测量的偏导数。例如，如果在等式(1)中，位置矢量描述的是经度和纬度，那么 K 等于 2，并且矩阵 H 的 $k=1$ 的列中的元素描述相对于用户终端 106 的纬度的偏导数，而 $k=2$ 中的元素描述的是相对于用户终端 106 的经度的偏导数。如果位置矢量是在笛卡儿坐标($K=3$)中，那么 H 的 $k=(1, 2, 3)$ 列分别是 (x, y, z) 坐标。当采用笛卡儿坐标时，采用其他的等式来表示坐标的平方和是地球半径的平方。 x 和 H 之间的关系由下式给出：

$$H = H(x) = \frac{\partial h}{\partial x}(x) \quad (4)$$

采用迭代加权最小平方方法来求解未知的位置参数。在本发明的较佳实施例中，所采用的方法是加权高斯-牛顿方法，这种方法揭示于 H. W. Sorenson 的 *Parameter Estimation-Principles and Problems*(New York, Marcel Dekker, 1980)。迭代等式由下面的关系式给出：

$$\hat{x}_{i+1} = \hat{x}_i + (\hat{H}^T W \hat{H})^{-1} \hat{H}^T W (z - \hat{z}) \quad (5)$$

式中， $\hat{x}_i$ 和 $\hat{x}_{i+1}$ 分别是当前的位置估算和下一个位置估算，而 W 是 $M \times M$ 加权矩阵。下标 i 代表迭代次数， $i=0$ 代表第一次迭代。基于位置估算的矩阵和矢量用“ $\hat{\cdot}$ ”上标表示。将基准点(用户终端 106 的最后的已知位置)选择为初始位置估算。如果不知道最后的位置，那么可以用任何一个位置(如网关 102 的位置)。

$$\hat{H} = H(\hat{x}_i) \quad (6)$$

是在当前位置估算处确定的偏导数矩阵，而

$$\hat{z} = h(\hat{x}_i) \quad (7)$$

是用当前位置估算确定的期望无差错参数。当 $\hat{x}_i$ 和 $\hat{x}_{i+1}$ 之间的差低于预定的阈值时终止迭代。正如本领域中的技术人员所清楚的那样，该阈值是根据系统精度由系统设计人员和/或操作人员来确定的。例如，阈值可以根据测量的芯片(chip)精度和芯片速率而得到。

$M \times M$ 加权矩阵 W 的元素提供方法以在已知参数比未知参数多时强调特定的参数对估算的位置 x 的影响。在一个较佳实施例中，加权矩阵 W 是一个对角矩阵，其元素反映相对精度可以用其确定每一参数。因此，正如本领域的技术人员所知道的那样，元素的值是根据系统的已知测量精度设置的。所以，基于很精确的测量的参数比起无法精确测量的参数更有意义。将加权矩阵的元素初始化成预定的值，但可以动态调整。如果选择加权矩阵为测量误差协方差矩阵的逆矩阵，那么就得到了最佳精度。

如果测量误差相互独立，具有零平均值和方差：

$$\sigma_m^2, m=1, 2, \dots, M \quad (8)$$

则 W 是一个以 σ_m^2 为对角元素的对角矩阵。

选择这样的 W ，估算位置矢量 x 的第 k 个元素的方差由下式给出：

$$\sigma_k^2 = (H^T W H)^{-1}_{k,k}, k=1, 2 \quad (9)$$

最后，以距离为单位的组合理论水平位置误差由下式给出：

$$\sigma_{pos} = R_E \sqrt{\sigma_{k=1}^2 + \sigma_{k=2}^2 \cos^2(\lambda t)} \quad (10)$$

式中， R_E 是地球半径。

在一种较佳实施例中，定位方法采用光滑的椭圆模型作为地球表面。在另一种实施例中，定位方法一开始采用光滑的椭圆模型作为地球表面，如 WGS-84 地球模型。当 x 的值收敛从而 $\hat{x}_i$ 和 $\hat{x}_{i+1}$ 之差小于预定的阈值时，采用详细的数字地面模型来代替光滑模型，并继续进行迭代直至 x 值收敛，从而 x_i 和 x_{i+1} 之差小于第二个预定的距离阈值。所以，就调节了因用户终端 106 的提升而引入的误差。在另一种实施例中，在预定次数的迭代以后，替换详细数字地面模型。正如对本领域的技术人员来说很明显的是，上述距离阈值和迭代的次数是按各种因素决定

的。

VI. 基于距离的登记

在一种较佳实施例中,采用本发明作为一种已知的“基于距离的登记”方法,来跟踪移动用户终端或便携式用户终端 106 的位置。按照该方法,如上所述,在有规则的时间间隔内用户终端 106 无源地确定其位置。当用户终端 106 确定其位置大体上已与最后的有源地确定的位置不同时,它就在网关 102 处“登记”。响应于这一登记,网关 102 开始进行有源的位置的确定。这些时间间隔的持续期,以及将再触发报告的位置变化的大小是按照各种因素选择的,如用户终端速度,重要边界的接近度(如上面讨论的政治边界和服务区域边界)等,这是本领域中技术人员所熟悉的。在一种较佳实施例中,由网关 102 将这些因素下载到用户终端 106 内,并且可以经修改,当用户终端从边界进入或退出时,影响定位精度的增加或降低。采用这一方法,卫星通信系统 100 保持用户终端 106 的即时并且是精确的位置信息,而无需用户终端 106 进行不必要的发射。

如上所述,当用户终端 106 无源地确定其位置时,它从其最后确定的位置作为其当前位置的估算开始进行确定。它通常解决了明显的位置含糊不清的问题,但却永远解决不了 GDOP 特性问题。由于位置信息不是立刻需要的,所以用户终端 106 可以等待一段较短的时间,等待卫星 104 产生快速的几何形状变化,从而改进和重复进行测量。可以重复这一过程,直到得到精确的测量结果。

图 10 是描述按照本发明的较佳实施例的基于距离的登记的操作的流程图。这一过程是在有源地确定用户终端 106 的位置的时候开始的,如步骤 1002 所示。在本发明的一个较佳实施例中,当有两个或两个以上的卫星 104 时,完成有源位置确定,见共同拥有的待批的专利申请(申请号待授,律师文件号 PA278):

“Unambiguous Position Determination Using Two Low-Earth Orbit Satellites”, 该专利申请在此引述供参考。当只有一个卫星 104 的时候,完成有源位置确定,见共同拥有的待批专利申请(申请号待授,律师文件号 PA286):

“Position Determination Using One Low-Earth Orbit Satellite”, 该专利申请在此引述供参考。正如相关技术领域中的技术人员所知道的那样,本发明的基于距离的登记可以与其他有源位置确定方法一起使用。在步骤 1004 中,用户终端 106 存储有源确定的位置。

在经过了预定的时间以后,如步骤 1006 中所示的那样,用户终端 106 无源

地确定其位置，就象上面讨论的和步骤 1008 中示出的那样。如上面所述并参照等式(10)以及如步骤 1010 中所示的那样，用户终端 106 随后确定期望位置误差 σ_{pos} 。如果期望的位置误差较大，如步骤 1012 的“Y”分支所示的那样，则如在步骤 1006 中所示的那样，用户终端 106 在再次无源地确定其位置之前等待另一个时间间隔。

在本发明的一个较佳实施例中，通过将期望位置误差与预定的阈值比较，确定期望位置误差是否较大。在一个较佳实施例中，可以调节阈值，以补偿各截尾误差(bias error)。例如，可以调节阈值，以补偿用户终端 106 的速度所引入的截尾误差。

然而，如果期望位置误差不大，如步骤 1012 的“N”分支所表示的那样，则如步骤 1014 中所示的那样，将无源确定的位置与最向有源确定的位置比较。如果比较的位置间的差较大，如步骤 1016 的“Y”分支表示的那样，则如步骤 1018 中所示的那样，用户终端 106 通知网关 102。这一过程已知为“登记”。如步骤 1002 中所示的那样，网关 102 对此作出响应开始进行有源位置确定。

然而，如果比较位置间的差不大，如步骤 1016 的分支“N”所示的那样，则如步骤 1016 所示的那样，在再次无源确定其位置以前，用户终端 106 等待另一个时间间隔。

VII. 结论

尽管上面描述了本发明的各种实施例，不用说，这些描述是举例描述的，而不是限定性的。对本领域的技术人员是很明显的，在不偏离本发明的精神和范围的情况下，还可以在形式和细节上作各种变更。因此，本发明应不局限于上述示例实施例，而本发明的保护范围应当以权利要求书以及其等同的来确定。

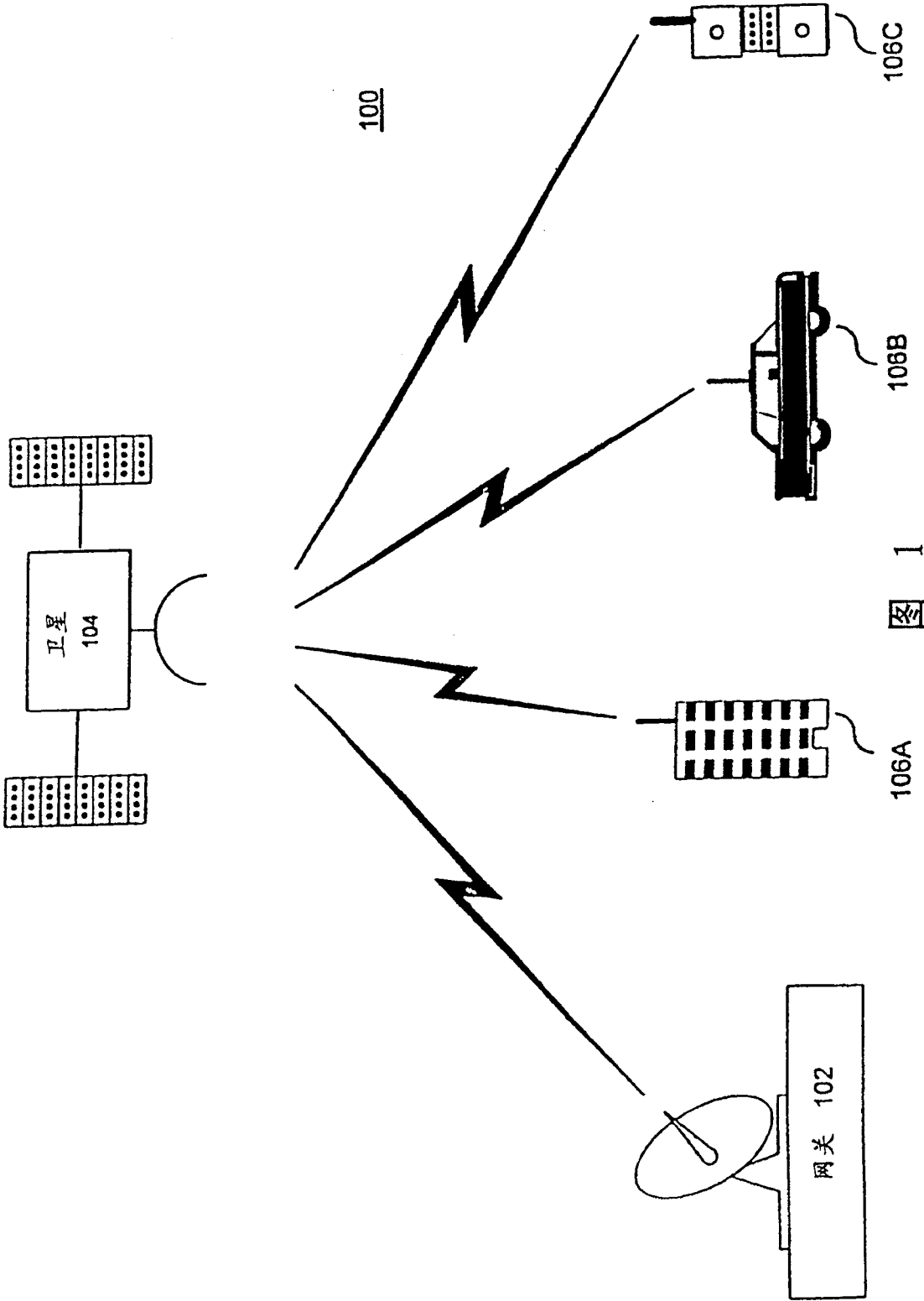


图 1

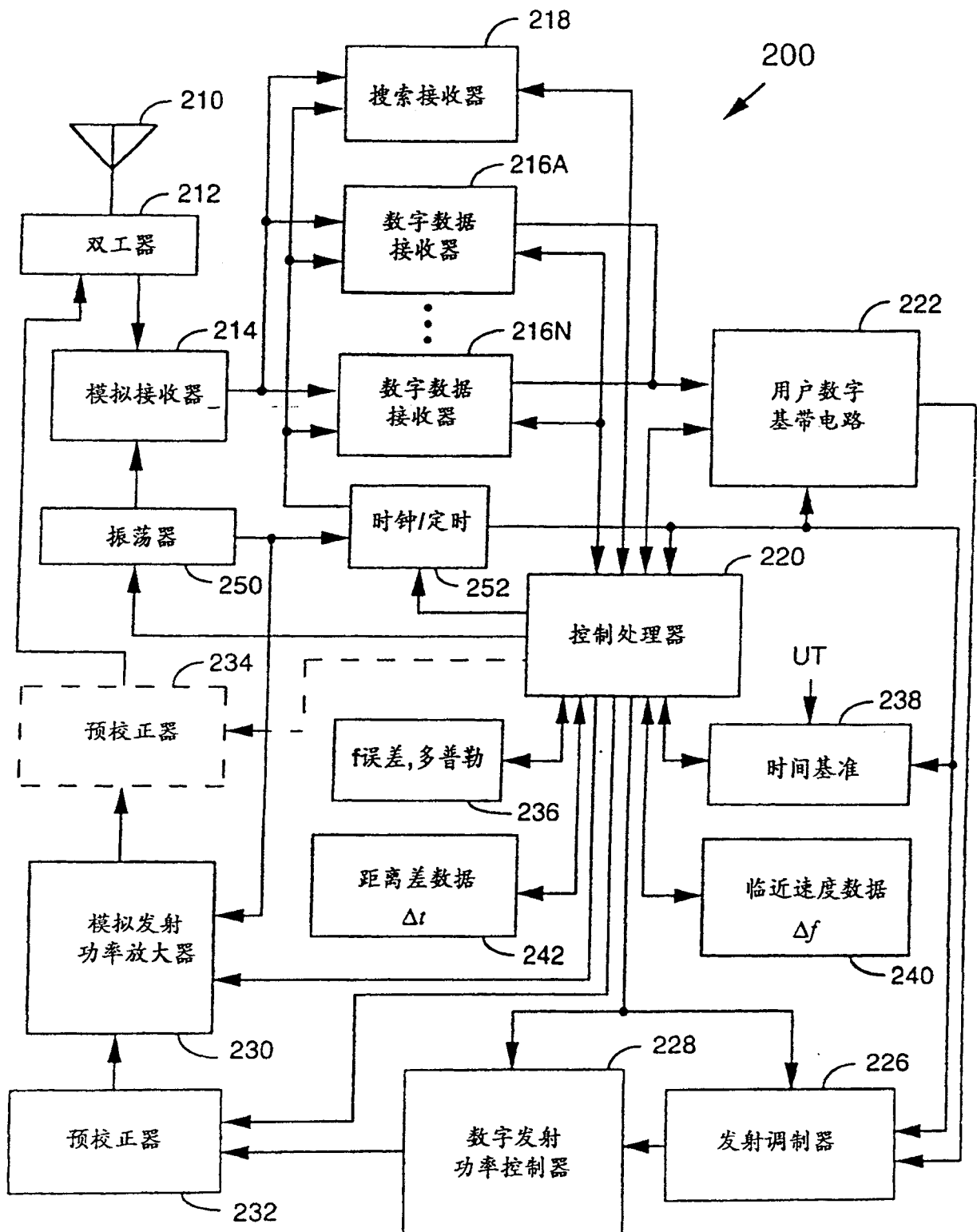


图 2

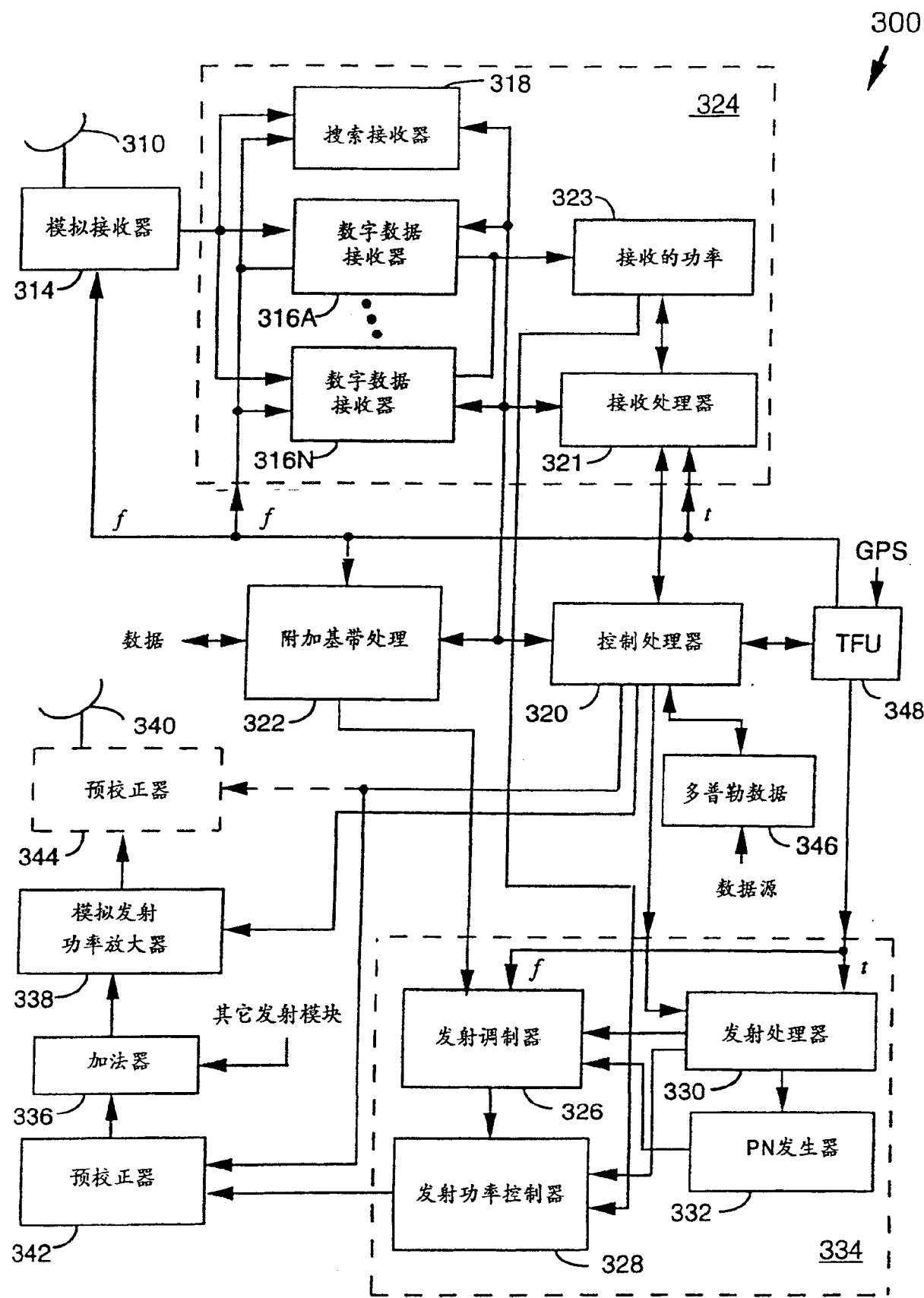


图 3

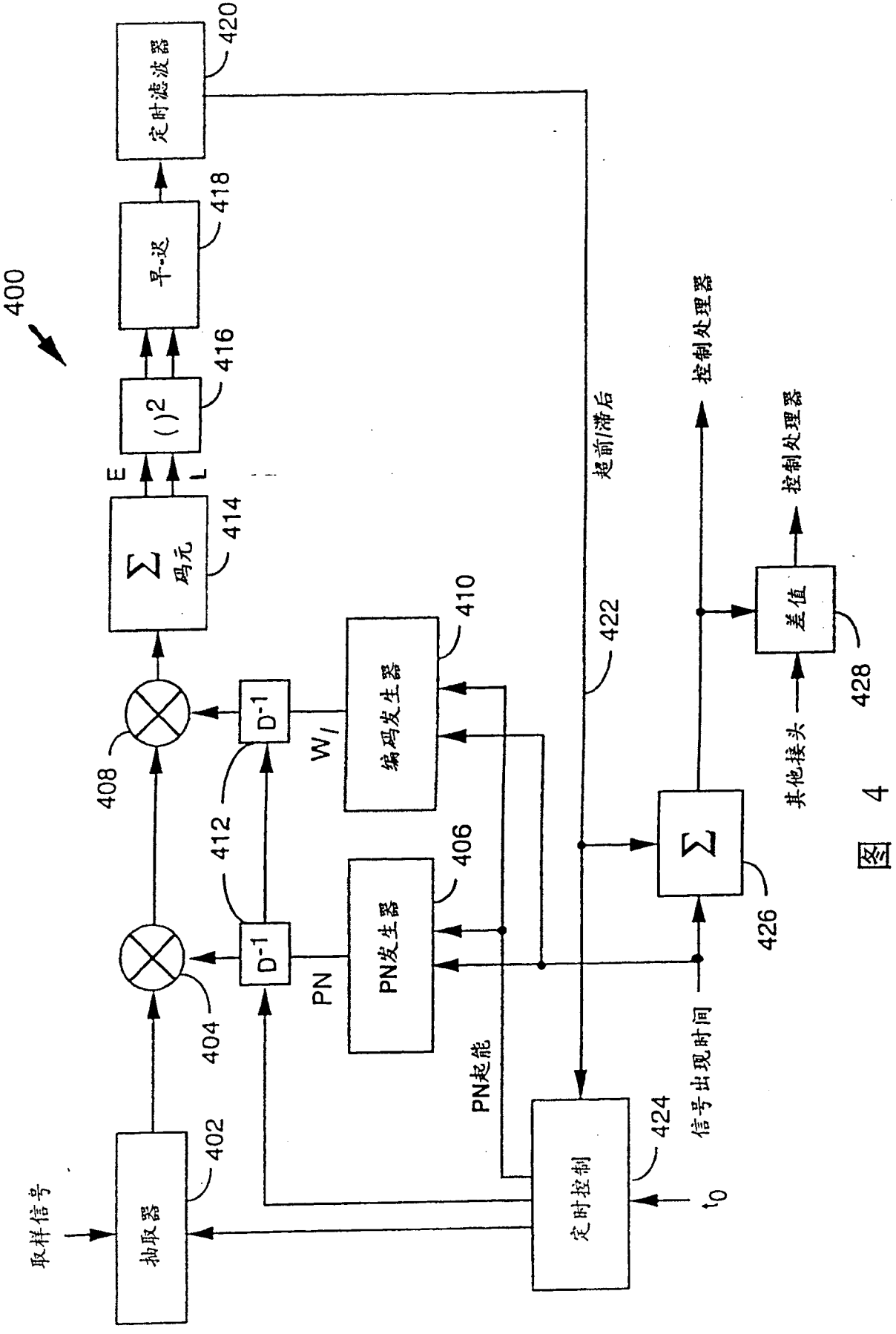


图 4

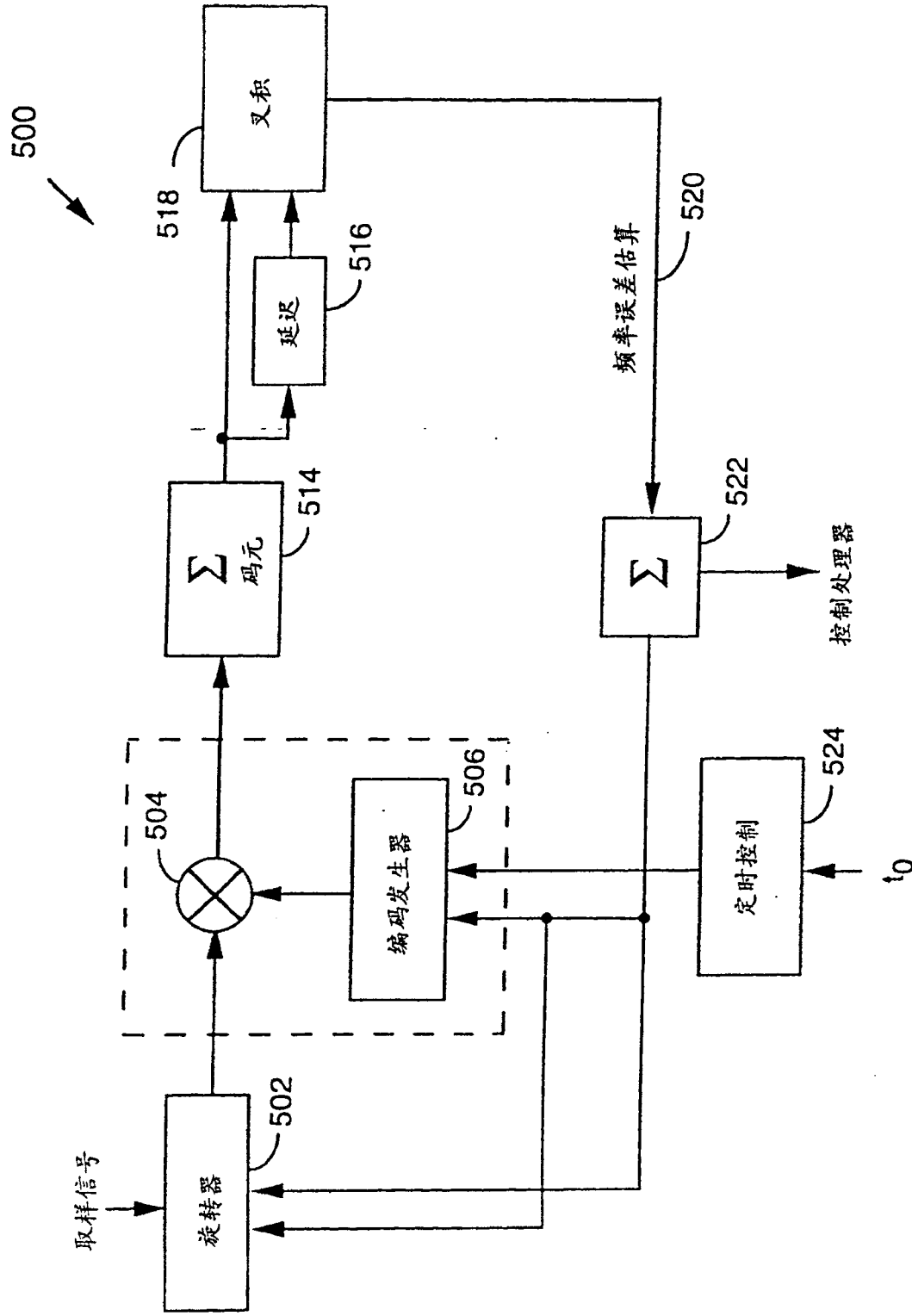


图 5

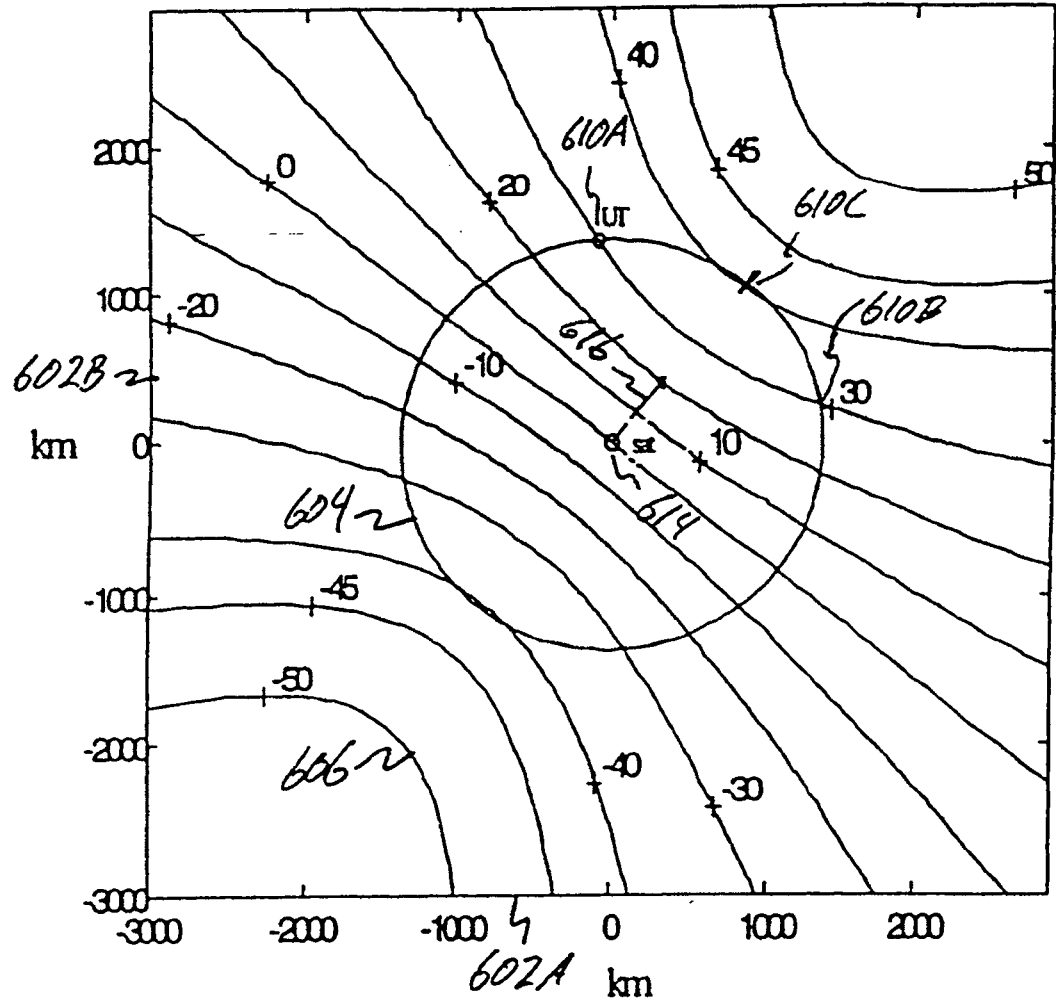


图 6

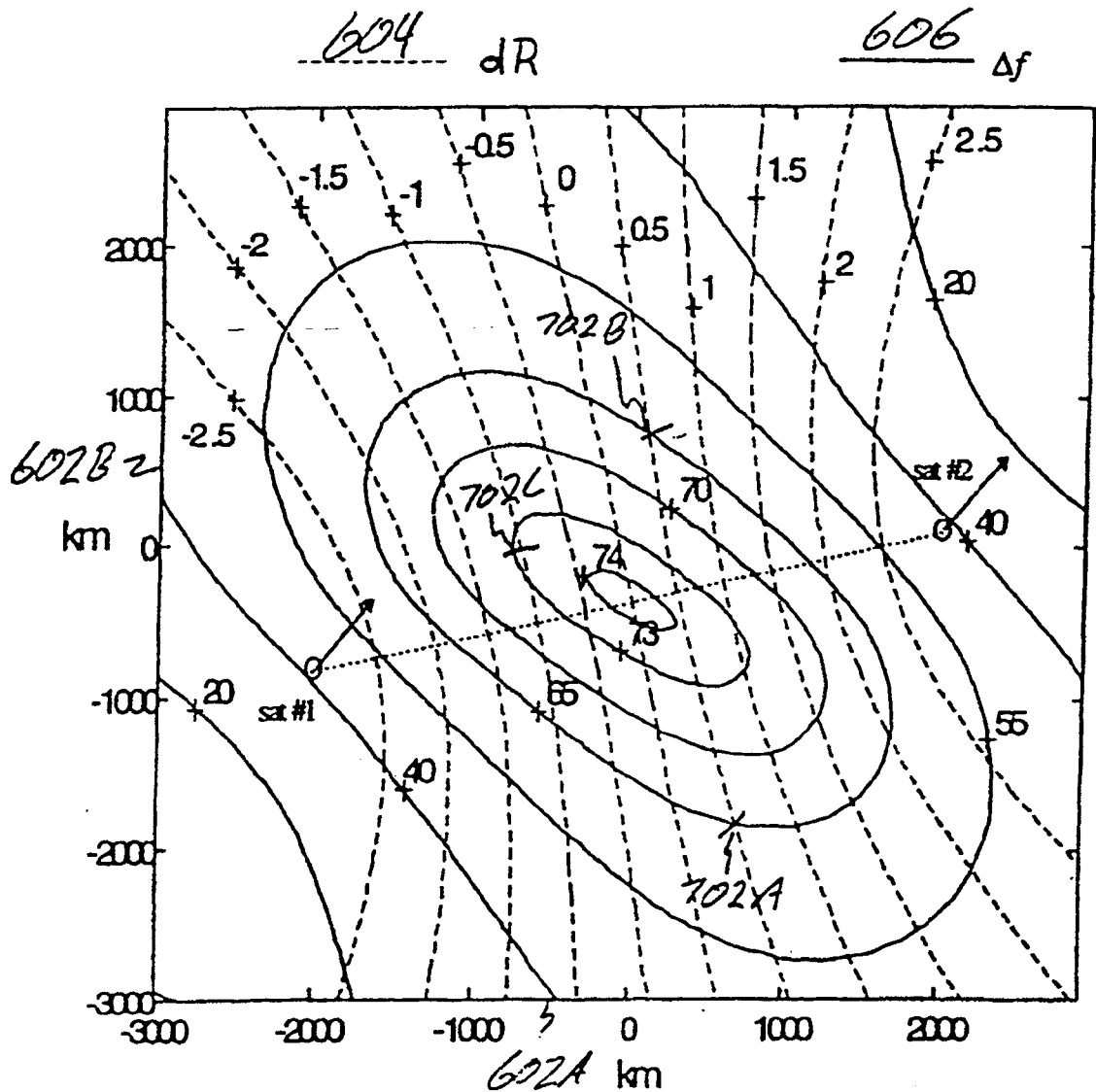


图 7

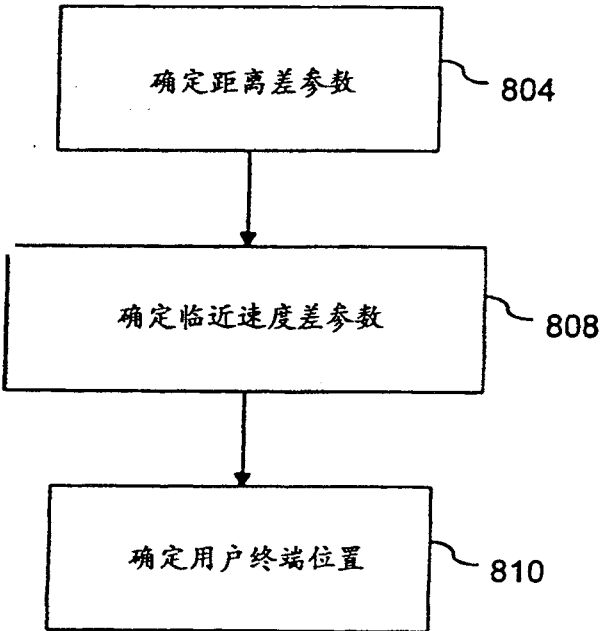


图 8

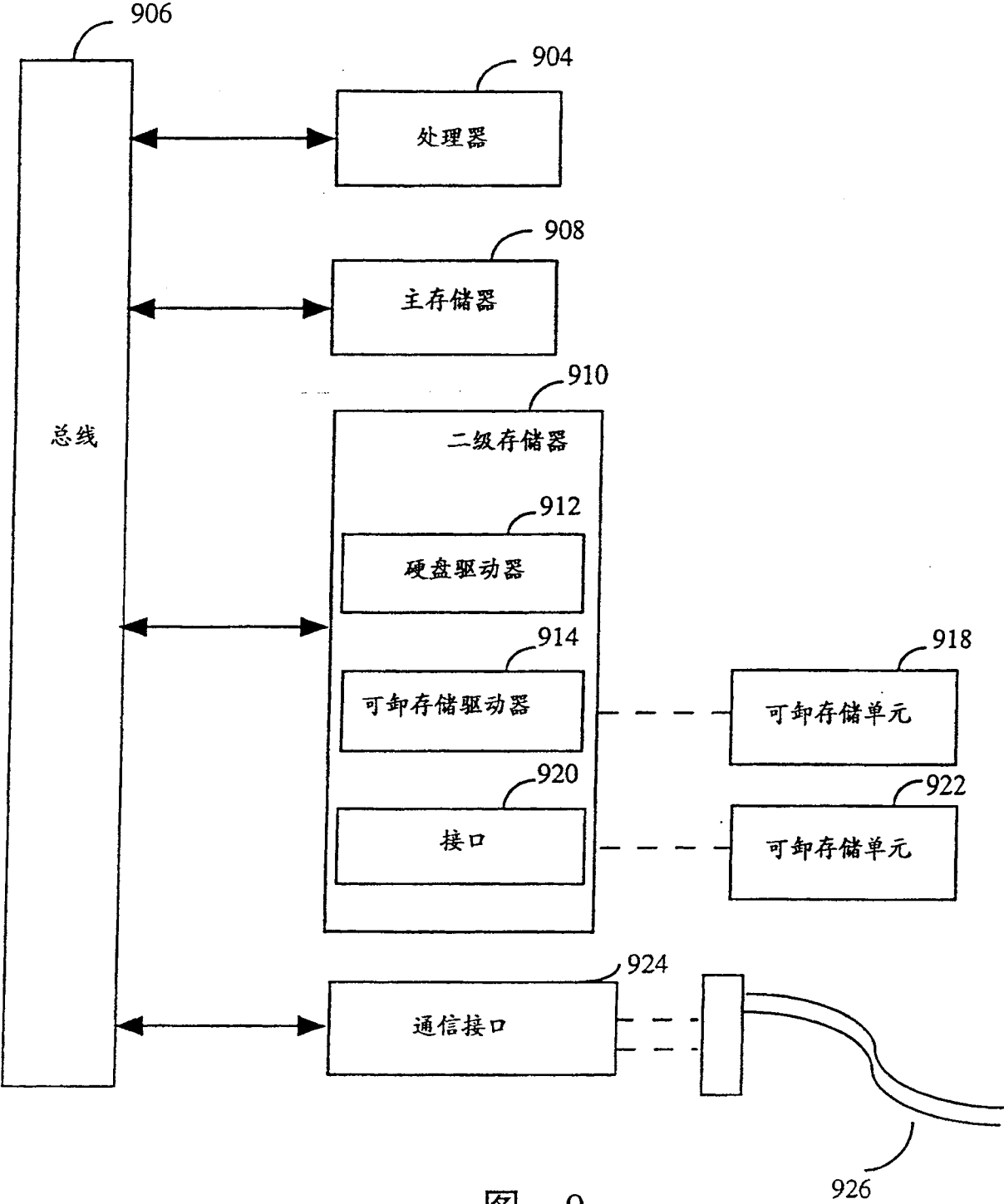


图 9

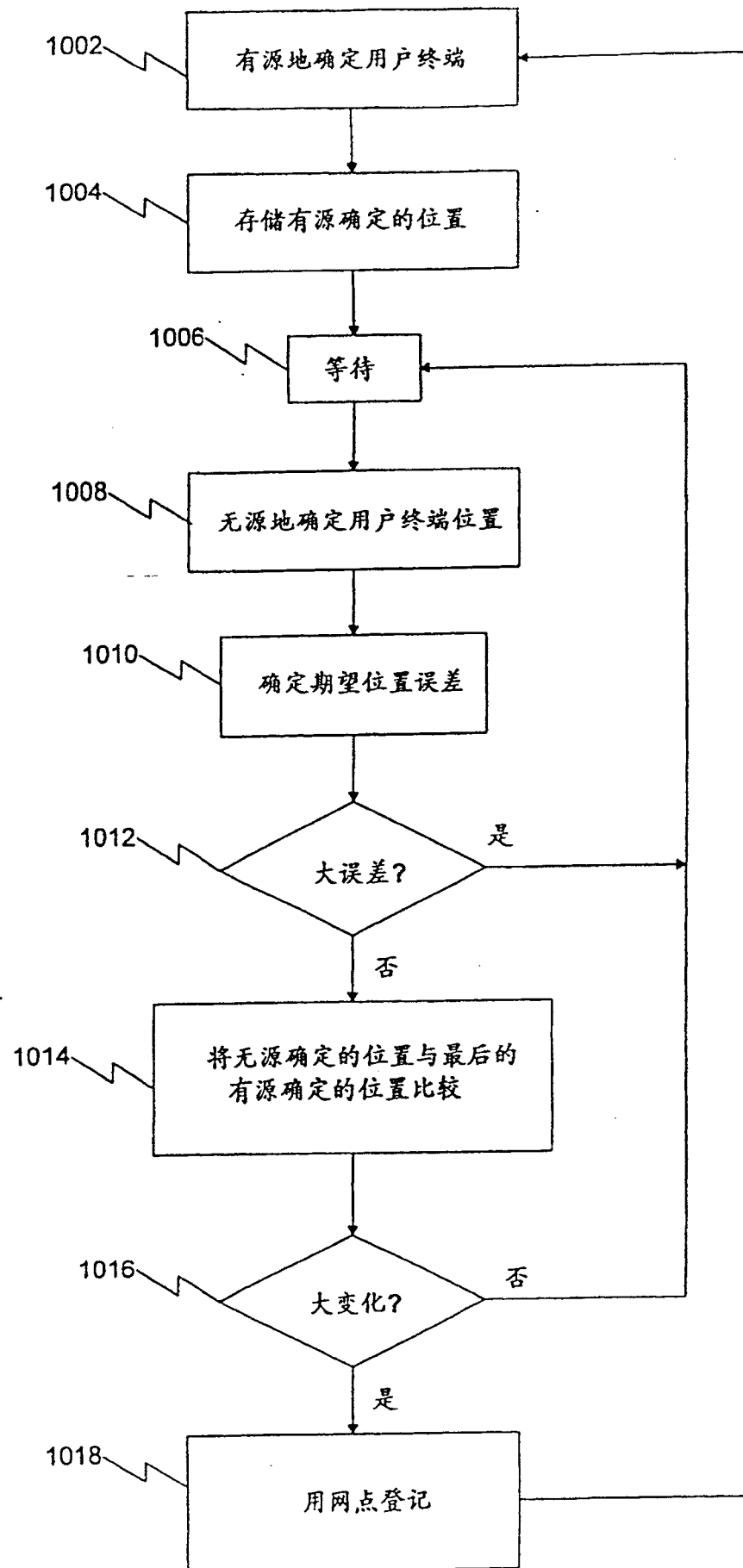


图 10