

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98812377.0

[43] 公开日 2001 年 1 月 31 日

[11] 公开号 CN 1282423A

[22] 申请日 1998.12.14 [21] 申请号 98812377.0

[30] 优先权

[32] 1997.12.18 [33] US [31] 08/993492

[86] 国际申请 PCT/US98/26520 1998.12.14

[87] 国际公布 WO99/31524 英 1999.6.24

[85] 进入国家阶段日期 2000.6.19

[71] 申请人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 小 W·O·坎普

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

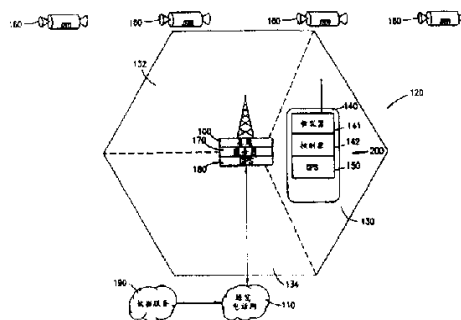
代理人 罗朋 李亚非

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 3 页

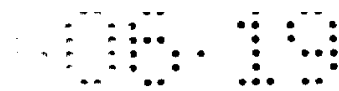
[54] 发明名称 用于利用估计的参考时间确定全球定位系统接收机的位置的方法

[57] 摘要

一种用于确定卫星接收机的位置的方法。该方法以选择用于利用至少四个卫星计算假定位置的尝试时间为开始。该假定位置是根据所选择的尝试时间而确定的。计算从该假定位置到第五卫星的第一范围,并且测量从该假定位置到第五卫星的第二范围。把第一范围与第二范围相比较。如果第一范围不等于该第二范围,则把该假定位置不是实际位置。选择一个新的尝试时间,重复该方法。当第一范围与第二范围基本上相等,则该假定位置是实际位置。

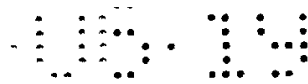


ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

1. 一种用于确定卫星接收机的位置的方法，其中包括如下步骤：
  - (a) 选择用于利用至少四个卫星计算假定位置的尝试时间；
  - (b) 根据所选择的尝试时间计算假定位置；
  - 5 (c) 计算从该假定位置到第五卫星的第一范围；
  - (d) 测量从该假定位置到第五卫星的第二范围；
  - (e) 把第一范围与第二范围相比较；
  - (f) 如果第一范围基本上等于该第二范围， 则把该假定位置确认为实际位置，否则执行如下步骤；
  - 10 (g) 选择一个新的尝试时间； 以及
  - (h) 从步骤(b)开始重复该处理。
2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，计算该假定位置的步骤包括如下步骤：
  - 为至少四个卫星的每一个计算当前位置；
  - 15 计算从该四个卫星的每一个到一个已知位置的第三范围；
  - 测量从该四个卫星的每一个到卫星接收机的位置的第三范围；
  - 根据所计算的从四个卫星中的每一个到已知位置的第三范围与所测量的从四个卫星中的每一个到未知位置的第三范围之间的差值，计算一个校正矢量； 以及
  - 20 把该校正矢量加到已知位置的坐标上。
3. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，计算校正矢量的步骤包括如下步骤：把所计算的从四个卫星中的每一个到已知位置的第三范围与所测量的从四个卫星中的每一个到未知位置的第三范围之间的差值乘以从已知位置到四个卫星中的每一个的单位矢量余弦的矩阵的逆矩阵。
- 25 4. 根据权利要求2所述的方法，其中还包括接收辅助信息的步骤。
5. 根据权利要求4所述的方法，其特征在于，接收辅助信息的步骤包括如下步骤：
  - 30 接收在该接收机的视野内的卫星的列表；
  - 接收时钟校正信息；
  - 接收用于每个所列出卫星的原始三维坐标；



接收每个所列出卫星的三维速度和轨迹；以及  
接收已知位置的三维坐标。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，计算至少四个卫星中的每一个的当前位置的步骤包括如下步骤：

5 计算所选择尝试时间与该四个卫星中的每一个的三维坐标被确定的时间之间的时间差；

把该时间差乘以该四个卫星中的每一个的速度，以确定该四个卫星中的每一个在该时间差内所经过的距离；以及

10 根据所经过的距离和该四个卫星中的每一个的轨迹，识别该四个卫星中的每一个的位置。

7. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，接收辅助信息的步骤包括如下步骤：

接收在该接收机视野内的卫星列表；

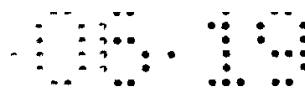
接收时钟校正信息；

15 接收用于每个所列出卫星的天文历数据；以及

接收已知位置的三维坐标。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，计算至少四个卫星的当前位置的步骤包括推算该天文历数据中的信息以计算当前位置的步骤。

20



# 说明书

## 用于利用估计的参考时间确定全球定位系统接收机的位置的方法

5 对相关申请的交叉引用

本申请涉及普通转让的美国专利申请序列号 08/950690, 名为“用于蜂窝式电话系统的简化全球定位系统接收机码移搜索空间”, 在 1997 年 10 月 15 日申请(发明人为 William O. Camp, Jr., Kambiz Zangi and Rajaram Ramesh), 该申请被包含于此以供参考。

10 发明背景

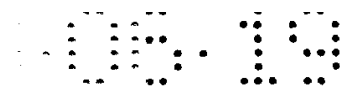
本发明的技术领域

本发明一般属于用于确定全球定位系统(GPS)接收机的位置的方法, 特别涉及当用于确定 GPS 接收机的位置的辅助信息在与由该 GPS 接收机所进行的范围测量不同的时刻被计算时, 用于确定 GPS 接收机  
15 位置的方法。

现有技术描述

蜂窝式电话系统装备有用于确定在该蜂窝式电话系统中工作的蜂窝式电话的地理位置的装置是人们所期望的, 并且有可能在不久的将来成为强制性的标准。为了满足这个要求, 人们提出在蜂窝式电话  
20 中装备有用于确定该蜂窝式电话的位置的全球定位系统(GPS)接收机。但是, GPS 接收机价格昂贵、增加蜂窝式电话的尺寸并且消耗该蜂窝式电话可用的有限电池能量。另外, 在建筑物中或在 GPS 卫星发射由于障碍物的衰减、反射等等而变弱的其他位置, GPS 接收机不能良好地工作。

25 众所周知, 通过削除用于获得辅助信息的特定 GPS 接收机的功能, 可以使 GPS 接收机做得更小、更加便宜和更加具有能量效率, 其中该辅助信息一般通过 GPS 卫星信号的解调而获得。取代解调 GPS 卫星信号的是采用另一种装置来把所需的辅助信息提供给 GPS 接收机。该辅助信息包括各种信息, 例如当前在 GPS 接收机的视野范围内的 GPS 卫星的列表、对于所列出的 GPS 卫星的多普勒频移、对于每个  
30 所列出的 GPS 卫星的天文历数据、以及对于每个所列出的 GPS 卫星的时钟校正数据。削除对 GPS 接收机解调 GPS 卫星信号的需要, 还使得



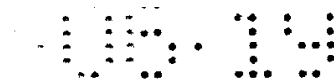
GPS 接收机可以在较长时间段上对该 GPS 卫星信号进行积分，用于接收由于障碍物所削弱的信号。

但是，为了计算由于 GPS 接收机的辅助信息，GPS 接收机的大约位置必须已知。另外，GPS 接收机的实际位置越接近于在计算辅助信息中所用的近似位置，则由 GPS 接收机所执行的最终位置搜索更少。例如，已知，如果把对 GPS 接收机实际位置的一百英里半径内的某个位置计算的辅助信息给予 GPS 接收机，则该 GPS 接收机不需要测量到 GPS 卫星的实际范围，而是仅仅需要对每个范围测量一毫秒的一部分。在一毫秒代码周期中查找相对码移位置大大地简化必要的范围测量。但是，为了实现该操作，GPS 接收机仍然必须为所有要用于该定位解决方案的所有 GPS 卫星搜索所有一千零二十三个码移位置。

码移搜索可以通过结合快速傅利叶变换与反快速傅利叶变换相关器而执行，以同时搜索所有码移位置。用于查找循环系列的码移位置的技术在教科书中描述，例如由 Oppenheim 和 Shafer 所著的《数字信号处理》。尽管这种方法比直接相关法更加具有计算效率，但是它仍然是需要大量计算，这需要附加功能并且消耗有限的电池能源。另外，随着把信息传送到移动单元以帮助它搜索 GPS 卫星范围，则由于该方法消耗计算周期来对不可能的许多码移位置进行搜索，因此它计算效率变低。

其它搜索所有一千零二十三个位移代码位置的另一种解决方法是设计专用的硬件来同时搜索多个码移位置。但是，到目前为止专用硬件的解决方法不能够同时搜索一小部分的码移位置，因此需要多次搜索和较长的时间延迟。

在共同未决共同转让的美国专利申请序号 08 / 950690，名为：用于蜂窝式电话系统的简化全球定位系统接收机码移搜索空间，在 1997 年 10 月 15 日申请，其中公开一种用于提供在移动站中的简化功能的 GPS 接收机的方法，其利用为在服务该移动站的小区中的已知地理位置计算的辅助信息。连接到蜂窝式电话网络的服务器根据在蜂窝式电话基站所服务的小区中的已知位置计算辅助信息。在一个例子中，该辅助信息包括：在该基站的视野内的 GPS 卫星的列表、用于每个所列 GPS 卫星的多普勒校正值、以及根据对已知位置的国际标准时间调整的时间的用于每个所列 GPS 卫星的码移位置。在另一个例子



中，该辅助信息包括在基站视野中的 GPS 卫星的列表、基站覆盖的中央位置、以及基于国际标准时间调整的时间的所列卫星的位置和时钟校正。

5 该方法的一个缺点是，它取决于 GPS 卫星和由 GPS 接收机所做的范围测量之间的时间同步。但是，在许多例子中，GPS 接收机进行范围计算的时间由于蜂窝式电话网络中的延迟而变化。因此，提供一种根据不与 GPS 卫星时间同步的辅助信息执行范围计算的方法是有利的。

### 发明概述

10 本发明包括一种用于确定卫星接收机的位置的方法。该方法以选择用于利用至少四个卫星计算假定位置的尝试时间为开始。该假定位置是根据所选择的尝试时间而确定的。计算从该假定位置到第五卫星的第一范围，并且测量从该假定位置到第五卫星的第二范围。把第一范围与第二范围相比较。如果第一范围不等于该第二范围，则把该假定位置不是实际位置。选择一个新的尝试时间，重复该方法。当第一范围与第二范围基本上相等，则该假定位置是实际位置。

### 附图简述

为了更加完整的理解本发明，请参照下文结合附图的具体描述，其中：

20 图 1 为根据本发明一个优选实施例用于确定地理位置的系统的功能方框图；

图 2 示出多个 GPS 卫星和一个已知和未知的位置，用于说明根据本发明一个优选实施例的用于确定地理位置的例子；以及

25 图 3 为根据本发明一个实施例用于确定地理位置的方法的流程图。

### 本发明的具体描述

现在参照图 1，其中示出根据本发明一个优选实施例的用于确定地理位置的系统的功能方框图。位于蜂窝式电话网络 110 的小区位置 120 中的蜂窝式电话基站 100 服务于一个蜂窝式电话 140。该小区位置 120 被分为第一扇区 130、第二扇区 132 和第三扇区 134，图 1 示出该蜂窝式电话 140 位于第一扇区 130 中。该蜂窝式电话 140 还包括简化功能的 GPS 接收机 150，该接收机从多个 GPS 接收机 160 接收 GPS



卫星发射信号。简化功能的 GPS 接收机 150 不包括用于解调 GPS 卫星 160 的信号以及确定辅助信息的功能。替代地，用于确定位置以及减小要搜索的多普勒频移和代码相移范围所需的辅助信息被从另一个源提供到该简化功能的 GPS 接收机 150。

5 各种不同的信息组可以包含在该辅助信息中，以实现减小搜索空间，它们每个都具有一定的优缺点。第一组包括在简化功能的 GPS 接收机 140 视野内的卫星 160 列表、用于所列卫星 160 的多普勒频率以及用于所列卫星 160 所期望的代码相位关系。但是，该信息必须以在非常短的延迟传送，因为用于所列卫星 160 的所期望代码相位关系随  
10 着时间而急剧变化。并且，需要一些形式的时间同步来在测量时定位卫星 160。

另一种辅助信息包括在简化功能的 GPS 接收机 140 视野内的卫星 160 列表，用于所列卫星 160 的天文历数据、用于所列卫星 160 的时钟校正数据，简化功能的 GPS 接收机 140 的大约位置以及时序信息。  
15 在这种情况下，该信息的延迟不太成问题，并且多普勒频率和卫星信号之间的相对代码相位可以被计算。但是，该时间信息需要在几秒内得知，用于有效搜索和伪范围的测量。例如，由于卫星 160 需要在测量时被精确地定位，因此该时间信息需要在 10 毫秒内得知以解决定位问题。时间信息可以从时间标准、内部时钟或者蜂窝式电话网络中  
20 获得。时间信息还可以从 GPS 信号中获得，但是需要把附加功能包含在该简化功能的 GPS 接收机中，以执行 GPS 信号的解调。

第三组辅助信息包括在该简化功能的 GPS 接收机 140 的视野内的卫星 160 的列表、用于所列卫星 160 的位置数据和运动数据、用于所列卫星 160 的时钟校正以及该简化功能的 GPS 接收机 140 的大约位置。  
25 该组辅助信息考虑用在已知时间的卫星 160 的位置和它们的短期运动取代通常的天文历和时间信息。使用该组辅助信息和本发明的用于定位简化功能的 GPS 接收机的方法，则可以容许直至 60 秒的延迟用于快速信号搜索和测量。在上述情况中，可以进行差别 GPS 校正的求和。

30 该已知位置是基站 100 的位置或者是该蜂窝式电话所在扇区 130 的中心 200。在基站 100 的覆盖区域中的已知位置被用于计算辅助信息。该位置可以用任何方法来确定，包括使用位于基站 100 或服务器

170 的计算辅助信息的 GPS 接收机 180。

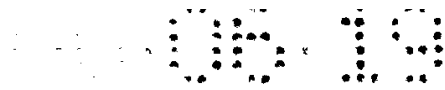
基站 100 获得并定期更新属于该 GPS 卫星 160 的当前状态的 GPS 天文历信息和时钟校正值。在一个优选实施例中，GPS 天文历信息和时钟校正值由基站 100 通过蜂窝式电话网络 110 从数据服务 190 获得。另外，该信息可以直接从由位于基站 100 或服务器 170 的 GPS 接收机 180 所接收的 GPS 卫星 160 的发射信号获得。

在将来，当称为广域增量系统 (WAAS) 的辅助 GPS 相关系统投入使用时，位于基站 100 或服务器 170 的 GPS 接收机 180 还将能够获得差分校正信息。该差分校正信息使得 GPS 接收机以更高的精度计算它们的位置。

位于基站 100 或远程位置的服务器 170 利用从 GPS 接收机 180 或者数据服务 190 获得的信息计算辅助信息，并且随后传送到基站 100 并发送到位于该蜂窝式电话 140 中的简化功能的 GPS 接收机 150。该辅助信息例如包括在基站 100 的视野内的 GPS 卫星 160 的列表、时钟校正信息、对应于该简化功能的 GPS 接收机将进行范围测量的最可能时间的每个所列 GPS 卫星 160 的位置的三维坐标、每个所列 GPS 卫星 160 的三维速度和轨迹、以及用于计算辅助信息的已知位置的三维坐标。利用速度信息对每个所列的 GPS 卫星计算多普勒频率。利用卫星 160 的位置、已知位置的地点、以及时钟校正数据计算用于每一个所列 GPS 卫星 160 的所期望代码相移。另外，该辅助信息包括在基站 100 视野内的 GPS 卫星 160 列表、用于每个所列 GPS 卫星 160 的天文历数据、以及用于计算辅助信息的已知位置的三维坐标。

如果小区位置 120 被分为多个扇区，并且基站 100 可以确定该蜂窝式电话 140 所在的扇区，在该例子中为第一扇区 130，则服务器 170 根据与小区 120 的中心相对的扇区 130 的中心位置 200 计算辅助信息。根据中心位置 200 计算辅助信息增加了辅助信息的精度，因为与在小区中心处的基站 100 相比，蜂窝式电话 140 更可能靠近中心位置 200。中心位置 200 的地理价值不必是扇区 130 的实际中心，而是可以为蜂窝式电话最可能的位置，例如在该扇区内的大型购物中心、办公室、机场或体育场所。但是，如果小区位置 120 被分为多个扇区，或者如果基站 100 不能够确定蜂窝式电话 140 所在的扇区，则根据基站 100 的地理位置计算辅助信息。





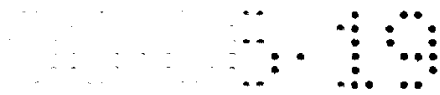
在另一个实施例中，采用商业交易区或市政服务区的地理中心位置来取代基站 100 的地理位置。每个蜂窝式电话服务区用一个由蜂窝式电话 140 所读取的系统标识 (SID) 来识别。蜂窝式电话 140 可以存储属于这些位置的辅助信息并且参考与当前 SID 有关的信息，或者该辅助信息被存储在服务器 170 中，并且蜂窝式电话把该 SID 提供给提供辅助信息的服务器 170。

在服务器 170 计算辅助信息之后，基站 100 把辅助信息发送到蜂窝式电话 140 中的简化功能的 GPS 接收器 150。该辅助信息可以通过各种途径发送到简化功能的 GPS 接收器 150。例如，在使用全球数字移动电话系统 (GSM) 的蜂窝式电话网络中，信息可以通过短信息服务消息发送、通过分组数据消息在业务信道上发送、或者通过广播消息在控制信道上发送。该辅助信息利用在本领域中所公知的用于在蜂窝式电话网络 110 和蜂窝式电话 140 之间传输信息的方式来发送。位于蜂窝式电话 140 中的收发信机 141 从基站 100 和也位于蜂窝式电话 140 中的控制器 142 接收发送信号，把该信息识别为辅助信息并且向简化功能的 GPS 接收器 150 提供该辅助信息。另外，该辅助信息可以在需要时发送到特定的蜂窝式电话或者通过广播信道发送到多个蜂窝式电话。

现在参照图 2，其中示出多个 GPS 卫星  $220_{a-n}$ 、已知位置 230 和未知位置 240，说明根据本发明一个优选实施例用于确定地理位置的例子。在辅助信息中所列的每个 GPS 卫星  $220_{a-n}$  具有一组三维坐标  $(X_{a-n}, Y_{a-n}, Z_{a-n})$ 。通常对所有坐标使用地心的地固系统。已知位置 230 还具有一组三维坐标  $(X, Y, Z)$ 。从已知位置 230 到每个 GPS 卫星  $220_{a-n}$  的范围  $R_{a-n}$  由如下等式所计算：

$$R_{a-n} = \sqrt{((X_{a-n} - X)^2 + (Y_{a-n} - Y)^2 + (Z_{a-n} - Z)^2)}$$

使用该辅助信息，简化功能的 GPS 接收器 150 根据本领域内已知的方式利用光速的已知数值和用于每个卫星的各个时钟校正值得对每个卫星  $220_{a-n}$  计算码移位置。简化功能的 GPS 接收器 150 还为每个 GPS 卫星  $220_{a-n}$  搜索码移搜索空间，以为每个 GPS 卫星  $220_{a-n}$  确定测量的码移位置。该测量的码移位置与所计算的码移位置相减，以计算到每个 GPS 卫星  $220_{a-n}$  的范围。这些增量范围的矢量被从已知位置到每个



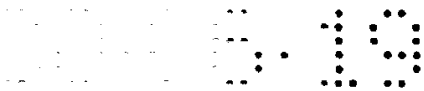
GPS 卫星  $220_{a-n}$  的单位矢量余弦的矩阵的逆矩阵所乘，得出对 X、Y 和 Z 的校正矢量的校正值，其被加到已知的位置 230，以确定未知的位置 240。

5 现在参照图 3，其中示出根据本发明一个优选实施例的用于确定地理位置的方法的流程图。在辅助信息被简化功能的 GPS 接收机所接收之后，至少四个 GPS 卫星的三维位置坐标被计算（步骤 300）。如果辅助信息包含在时刻  $T_0$  的 GPS 卫星的坐标以及它们的速度和轨迹，则通过把它们的速度乘以时间并且计算在时刻  $T_0$  和  $T_1$  之间的时间段中沿着它们的轨迹所运动的距离，而计算当前时刻  $T_1$  的 GPS 卫星的位置。另一方面，如果该辅助信息包括天文历数据，则 GPS 卫星的位置利用众所周知的并且通常用于 GPS 接收机中的方法而计算。

10 从 GPS 卫星到已知位置的范围是利用图 2 中所示的表述而计算的（步骤 320），并且从 GPS 卫星到未知位置的范围还利用在图 2 中所述的码移测量来计算（步骤 330）。计算所计算和所测量的范围之间的差别（步骤 340），并且计算校正矢量（步骤 350），如图 2 中所示。一个假定位置是通过把校正矢量加到已知位置而计算的（步骤 360）。在这一点上，该位置仅仅是假设的，因为参考 GPS 卫星的确切时间仅仅是一个尝试性的估计。因此，假设位置需要被确认。

20 为了确认该假设位置就是实际位置，从假设位置到在接收机视野中的卫星列表中第五 GPS 卫星的范围被计算（步骤 370），并且从假设位置到第五 GPS 卫星的范围被测量（步骤 380）。在假设位置与第五 GPS 卫星之间的所计算和测量范围之间的差值被计算（步骤 390），并且判断该假设位置是否为实际位置（步骤 400）。如果所计算和所测量范围之间的差值为零，则假设位置为实际位置。另一方面，如果所计算和所测量范围之间的差值不为零，则在步骤（300）的所选择时间不正确并且假设位置不正确。在这种情况下，新的尝试时间被选择（步骤 410），并且该处理过程从步骤 310 开始重复进行。在两次不正确尝试时间的选择之后，判断在选择第三尝试时间时选择时间的取向，并且任何搜索例程可以被用于识别正确的参考时间。

30 假设某个人可以把更高阶次的校正应用于根据假设的圆形轨道的轨道运动。这使得能够把简单的二次校正用于卫星位置计算。这使得该方法。实际效应使得该方法在伪范围测量的时间上几分钟不确定



的情况中 useful。

尽管本发明的方法已经参照附图和上文的具体描述进行描述，但是应当知道本发明不限于所公开的实施例，而且能够有各种改变、改进和替代而不脱离由如下权利要求所确定的本发明的精神。



说明书附图

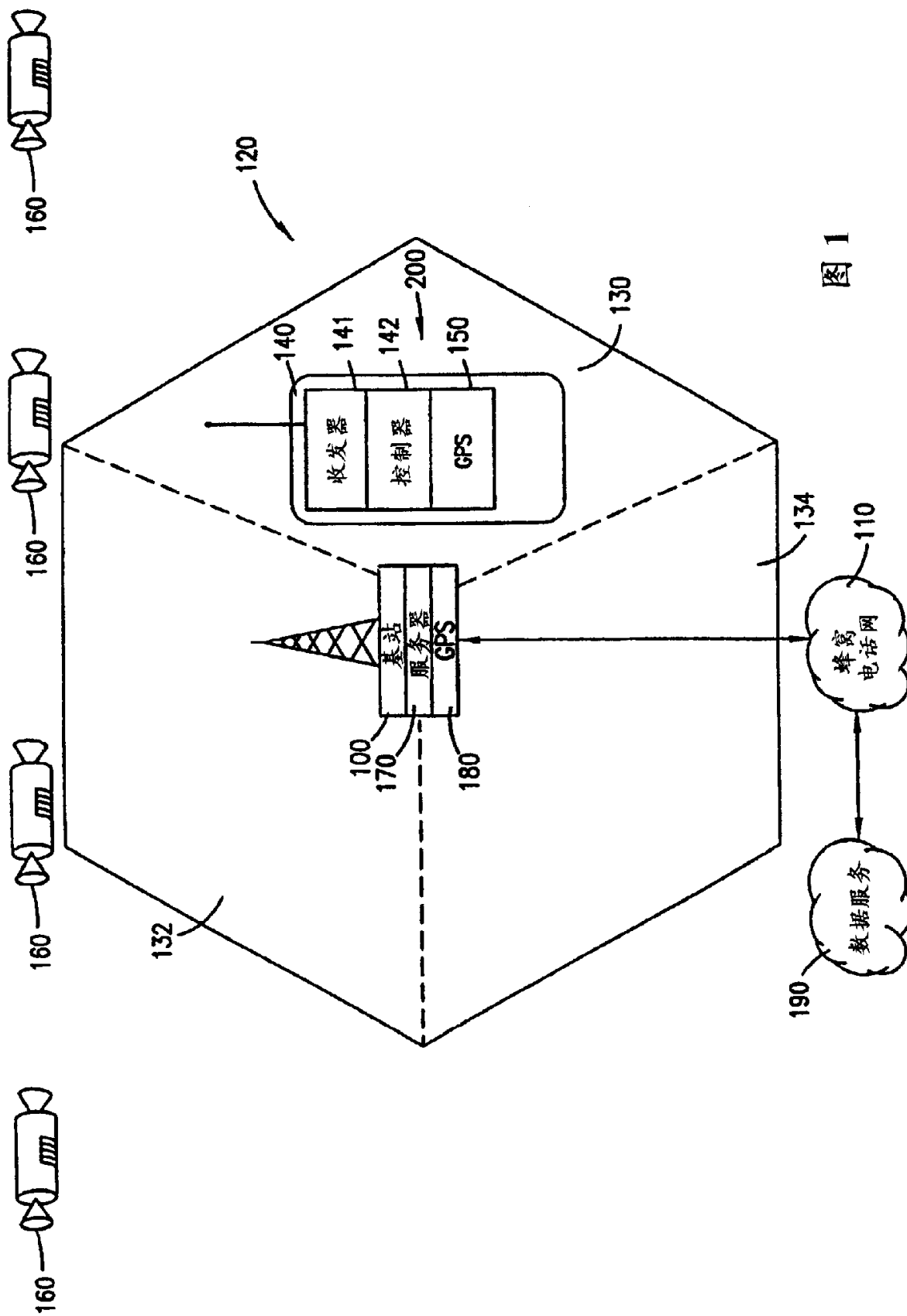


图 1

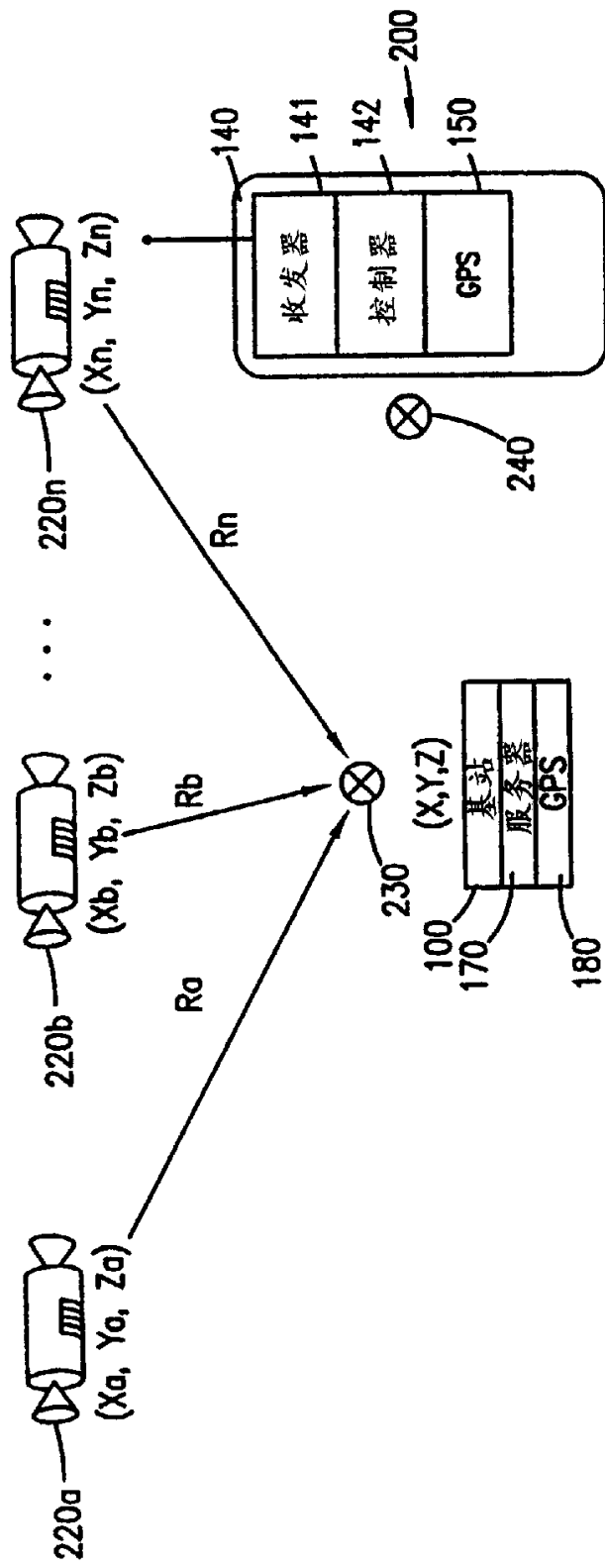


图 2

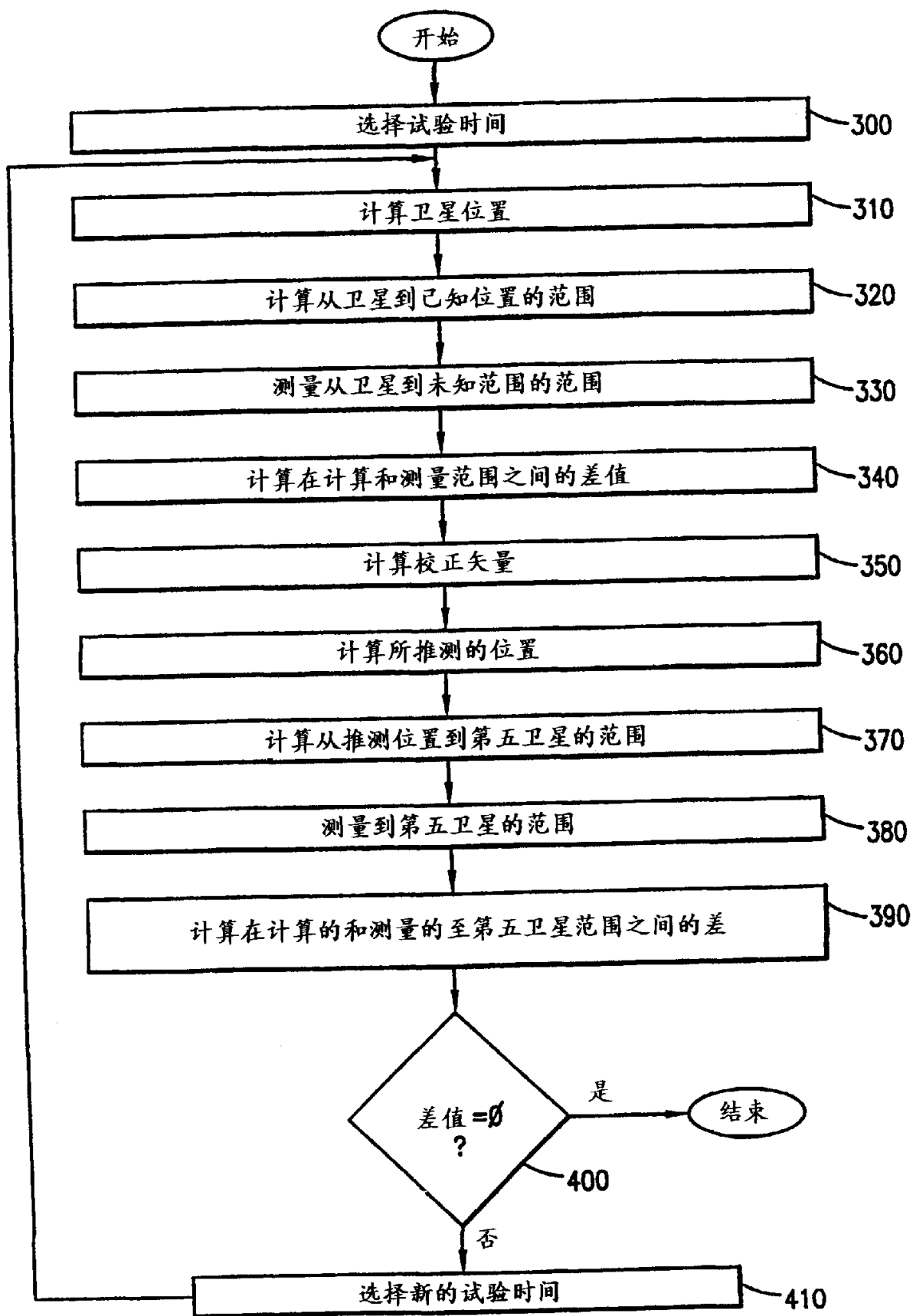


图 3