



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96109626.8

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1122185C

[22] 申请日 1996.8.29 [21] 申请号 96109626.8

[30] 优先权

[32] 1995.9.14 [33] JP [31] 236511/1995

[71] 专利权人 株式会社扫佳

地址 日本东京

[72] 发明人 石井洋

[56] 参考文献

- US4638320A 1987.01.20 G01S5/04
- US5010343A 1991.04.23 G01S5/04
- US5185610A 1993.02.09 H04B7/185
- US5359332A 1994.10.25 G01S5/02
- US5471218A 1995.11.28 G01S5/02

审查员 梁永芳

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

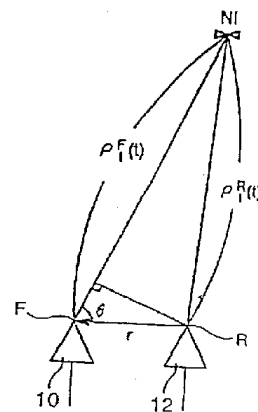
代理人 邵伟

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称 改进的测位干涉法

[57] 摘要

在测位干涉法中，一对全球定位系统天线 (GPS) 被设置在一个固定的已知位置和一个未知位置，用这对全球定位系统天线同时接收许多卫星发射的射频信号，以测定已知地点与未知地点之间的距离和方法。在此过程中，在相对于设置在已知地点的全球定位系统天线等距离并互相反向 180° 的两个位置依次设置未知地点的全球定位系统天线，从在这两个位置处所接收到的来自卫星的射频信号计算整数波相位。



时刻 t 时的未知地点 (R) 的位置

ISSN 1008-4274

1、一种改进的测位干涉法，包括以下步骤：分别在一个固定的已知地点和在一个未知地点设置一对全球定位系统天线，用这对全球定位系统天线同时接收至少一个卫星发射的射频信号，以测定该已知地点与未知地点之间的距离和方位；其中，其改进包括通过以下步骤计算整数波相位：

在两个位置依次设置未知地点的全球定位系统天线，所述两个位置相对于设置在已知地点的另一个全球定位系统天线间隔等距离 r 并且成 180° 相互相对；以及

根据在这两个成 180° 相对位置从卫星接收到的射频信号以独立于距离 r 的长度的方式计算整数波相位；

仅仅通过计算所述卫星相对于位于所述固定地点的所述全球定位系统天线的仰角 θ 以及通过计算由所述一对全球定位系统天线在几乎同时的时间 t 和 t' 所接收的所述射频信号中的相位差来实施所述计算整数波相位的步骤；

所述射频信号在所述依次设置过程中被连续地传递和接收；以及

通过二阶在所述两个位置的所述射频信号的载波相位差、将所述二阶差加起来并将所得的总和除以二来计算所述整数波相位。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，两个全球定位系统天线适合是圆形的，并且包括在所述依次设置步骤之前计算所述天线的直径。

改进的测位干涉法

技术领域

本发明涉及一种改进的测位干涉法。

背景技术

使用全球定位系统（GPS）的各种各样的测量方法是公知的。在这些类型的测量方法中的测位干涉法，是用许多全球定位系统接收器同时接收由许多（四个或更多）卫星发射出的无线电波，而由全球定位系统接收器接收的无线电波的相位差，经过演算处理而计算出，从而来测量地球上各点之间的距离及其方位。

由测位干涉法测量的未知量不是未知地点的座标值，而是包含在全球定位系统卫星载波相位二阶有限差中的整数波相位。因此，必须用某种方法计算整数波相位以便确定未知地点的位置座标。

通常使用如下两种方法之一来计算整数波相位：（1）由下列步骤组成的一种方法，即：在已知地点和未知地点分别设置全球定位系统接收器，接收卫星发射的无线电波约一小时，从接收到的这些无线电波所获得的信息中计算整数波相位，或（2）使用下列步骤组成的所谓天线交换法，即：在全球定位系统接收器交换其全球定位系统天线的时候接收卫星发射的无线电波，从接收到这样的无线电流所获得的信息中计算整数波相位。

但是，这些计算整数波相位的现有技术方法存在下述技术问题。

因为上述两种计算整数波相位的现有技术方法需要利用卫星的运动，所以需要很长的时间以采集数据，或需要进行例如交换天线这类麻烦的操作。

发明内容

本发明是针对现有技术的这类问题而作出的，所以本发明的主要目的是提供一种测位干涉法，用这种方法可以不必花费很长时间以采集数据，而且不需要进行麻烦的操作，即可计算整数波相位。

为达到上述目的，本发明提供了一种改进的测位干涉法，包括以下步骤：分别在一个固定的已知地点和在一个未知地点设置一对全球定位系统天线，用这对全球定位系统天线同时接收至少一个卫星发射的射频信号，以测定该已知地点与未知地点之间的距离和方位；其中，其改进包括通过以下步骤计算整数波相位：在两个位置依次设置未知地点的全球定位系统天线，所述两个位置相对于设置在已知地点的另一个全球定位系统天线间隔等距离 r 并且成 180° 相

互相对；以及根据在这两个成 180° 相对位置从卫星接收到的射频信号以独立于距离 r 的长度的方式计算整数波相位；仅仅通过计算所述卫星相对于位于所述固定地点的所述全球定位系统天线的仰角 θ 以及通过计算由所述一对全球定位系统天线在几乎同时的时间 t 和 t' 所接收的所述射频信号中的相位差来实施所述计算整数波相位的步骤；所述射频信号在所述依次设置过程中被连续地传递和接收；以及通过二阶在所述两个位置的所述射频信号的载波相位差、将所述二阶差加起来并将所得的总和除以二来计算所述整数波相位。

假如未知地点的全球定位系统天线依次设置在这样两个位置，即相对于设置在已知地点的另一个全球定位系统天线是等距离的并互相反向 180° 的两个位置，则从已知地点的天线指向另一个天线的矢量对这两个位置而言在方向上将正好是相反的。

假如在此过程中来自卫星的射频信号是不间断的，则同样的整数波相位量将被包含在从这两个正好反向的位置所得到的载波相位的二阶有限差中。因此，当将这两个位置的二阶有限差作加法时，则是整数波相位量的两倍之数，所以整数波相位量可以通过对该和数除以 2，并然后对该商数取其最接近的整数而予以计算出。

综上所述，在测位干涉法中应用本发明的整数波相位计算方法，具有不必进行麻烦的操作和选择专门的观测位置即可容易地予以计算的优点。

为使具有上述目的和特点的本发明方法的实现能被更详细的了解，将以附图图解方式对本发明较佳实施例作出更详细的描述，该附图形成本发明说明书的一个组成部分。

附图说明

图 1 (A) 和图 1 (B) 是一个简图，该简图说明了按本发明方法用测位干涉仪计算整数波相位的原理。

具体实施方式

参考附图，将描述本发明的较佳实施例。图 1 所示为在测位干涉法中实施本发明方法以计算出整数波相位的一个模式。在这种类型的地学定位中，通常是通过接收由四个卫星发射的射频信号来进行测量的。但是，为描述方便起见，图 1 (A) 和图 1 (B) 中所示的情况是只接收来自一个卫星的射频信号。

该图中所示，配置了两个接收器用以接收卫星发射的射频信号，其中一个全球定位系统天线 10 被设置在一个已知的固定地点 (F)，而另一个全球定位系统天线 12 被设置在一个未知的点 (R)，两个地点之间相隔的距离为 (r)。此处，按测位干涉法，从卫星到天线 10 和 12 的距离 (ρ) 由下列总的关系式给出：

$$\rho = N \cdot \lambda + (\phi + \Delta) \quad \dots (a)$$

此处 N 是在全球定位系统接收器处测量到的载波数， λ 是该载波的波长， ϕ 是该载波之间的相位差，而在 Δ 中则包括了接收器的误差，当无线电波在大气中传播时形成的电离层而导致的误差，以及包括在全球定位系统卫星的载波相位二阶有限差中的整数波相位。

如图1 (A) 所示，假设固定地点天线1 0 (F) 和未知地点天线1 2 (R) 在时间 t 中同时接收来自卫星 N_i 和 N_j 的射频信号，则在固定地点天线1 0 (F) 处，以下方程式成立：

$$\rho^F_i(t) = N_i \cdot \lambda + \{\phi^F_i(t) + \Delta\} \quad \dots (b)$$

$$\rho^F_j(t) = N_j \cdot \lambda + \{\phi^F_j(t) + \Delta\} \quad \dots (c)$$

此外，在未知地点天线1 2 (R) 处以下方程式成立：

$$\rho^R_i(t) = N_i \cdot \lambda + \{\phi^R_i(t) + \Delta\} \quad \dots (d)$$

$$\rho^R_j(t) = N_j \cdot \lambda + \{\phi^R_j(t) + \Delta\} \quad \dots (e)$$

因为由接收器引起的误差，和由无线电流通过大气传播形成电离层而导致的误差，都包括在方程式 (b) 到 (e) 中，所以当从方程式 (b) 中减去方程式 (c)，和从方程式 (d) 中减去方程式 (e) 时，这些误差都被消除了，而只有包括在该全球定位系统卫星载波相位的二阶有限差中的整数波相位还保留在 Δ 中。而且，通过求解 [(b) - (c)] - [(d) - (e)] 得到如下结果：

$$\begin{aligned} & \rho^F_i(t) - \rho^R_i(t) - \rho^F_j(t) + \rho^R_j(t) \\ &= \phi^F_i(t) - \phi^R_i(t) - \phi^F_j(t) + \phi^R_j(t) + N_{ij} \quad \dots (f) \end{aligned}$$

此处， N_{ij} 应是包括载波相位的二阶有限差中的整数波相位量。

同样，当未知地点的天线1 2 从图1 (A) 所示情况移开而设置在图1 (B) 所示位置，即以相反方向与天线1 0 相距离 r 处，换句话说，即相对于图1 (A)

所示的位置旋转 180° 处, 天线1 2 在时间 t' 内从相同的卫星接收射频信号, 此时, 以下方程式成立:

$$\begin{aligned} & \rho^F_i(t') - \rho^R_i(t') - \rho^F_j(t') + \rho^R_j(t') \\ & = \phi^F_i(t') - \phi^R_i(t') - \phi^F_j(t') + \phi^R_j(t') + N_{ij} \end{aligned} \quad \dots (g)$$

此处, 假定卫星的仰角为 θ , 下列等式成立:

$$\rho^R_i(t) = \rho^F_i(t) - r \cos \theta_i(t) \quad \dots (h)$$

$$\rho^R_j(t) = \rho^F_j(t) - r \cos \theta_j(t) \quad \dots (i)$$

$$\rho^R_i(t') = \rho^F_i(t') - r \cos \theta_i(t') \quad \dots (j)$$

$$\rho^R_j(t') = \rho^F_j(t') - r \cos \theta_j(t') \quad \dots (k)$$

当将等式 (h) 到 (k) 代入方程式 (f) 和 (g) 时, 得到下列等式:

$$r \cos \theta_i(t) - r \cos \theta_j(t) = d \phi^{FR}_{ij}(t) + N_{ij} \quad \dots (l)$$

$$-r \cos \theta_i(t') + r \cos \theta_j(t') = d \phi^{FR}_{ij}(t') + N_{ij} \quad \dots (m)$$

此处

$$\begin{aligned} d \phi^{FR}_{ij}(t) & = \phi^F_i(t) - \phi^R_i(t) - \phi^F_j(t) + \phi^R_j(t) \\ d \phi^{FR}_{ij}(t') & = \phi^F_i(t') - \phi^R_i(t') - \phi^F_j(t') \\ & \quad + \phi^R_j(t') \end{aligned}$$

假定时间 t 和时间 t' 之差很小, 则

$$\begin{aligned} \cos \theta_i(t) & \doteq \cos \theta_i(t'), \\ \cos \theta_j(t) & \doteq \cos \theta_j(t') \end{aligned} \text{ 的近似式成立。}$$

当把上述近似值应用于测算等式 (l) 和 (m) 时,

$$d\phi_{ij}^{FR}(t) + N_{ij} + d\phi_{ij}^{FR}(t') + N_{ij} = 0$$

由于该等式可被改写为

$$N_{ij} = -1/2 \{ d\phi_{ij}^{FR}(t) + d\phi_{ij}^{FR}(t') \}$$

还由于从使用全球定位系统天线1 0 和1 2 所取得的观测值可以计算出

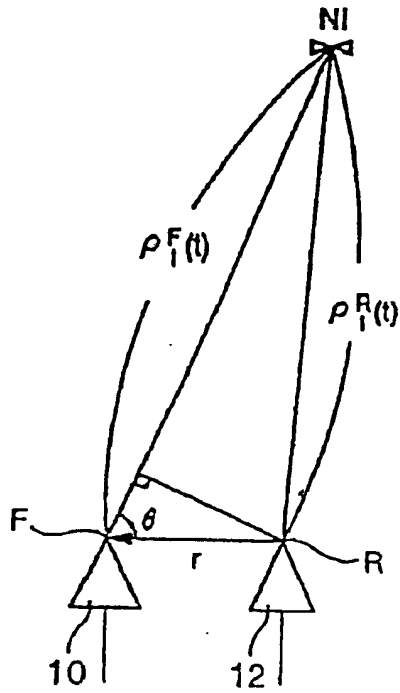
$$d\phi_{ij}^{FR}(t) \text{ 和 } d\phi_{ij}^{FR}(t')$$

并且众所周知整数波相位量 N_{ij} 是一个整数, 因而整数波相位可以通过计算观测值的最接近的整数值而被计算出。

由于使用上述方法计算出了整数波相位量 N_{ij} , 就不需要用很长一段时间来采集数据, 同时不必如现有技术的计算方法那样进行交换天线这类麻烦的操作。

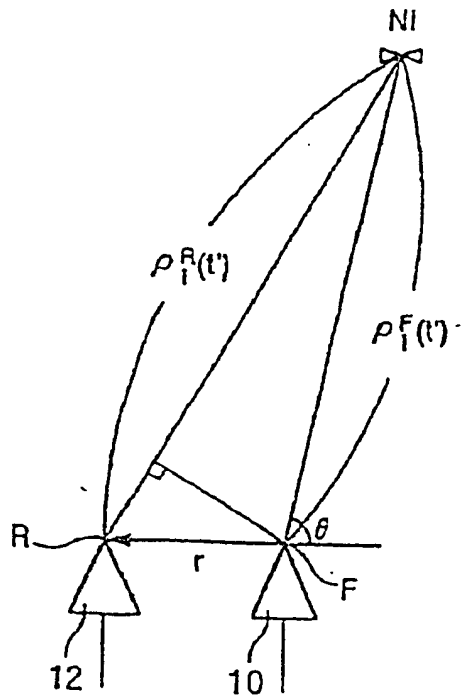
上述实施本发明的方式说明了在这种情况下整波相位的计算, 即位于未知地点的全球定位系统天线1 2 与位于已知地点的全球定位系统天线1 0 之间分开距离为 r 的这种情况。然而, 由于该距离 r 可取任何长度只要它保持恒定, 例如, 假如该全球定位系统天线是环形的, 而天线1 2 被设置在相对于天线1 0 旋转 180° 处, 则 r 的数值就将是天线1 0 的直径。这样, 通过预先测定天线的直径, 就能规定相等距离的相反位置, 而整数波相位就能被计算出而不必测量距离 r 。

图 1 (A)



时刻 t 时的未知地点 (R) 的位置

图 1 (B)



时刻 t' 时的未知地点 (R) 的位置