

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01C 17/00 (2006.01)

G01C 21/16 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710193520.9

[43] 公开日 2008 年 5 月 28 日

[11] 公开号 CN 101187558A

[22] 申请日 2007.12.11

[21] 申请号 200710193520.9

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 沈铖武 王志乾 刘畅 高峰端
李建荣 赵雁

[74] 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所
代理人 赵炳仁

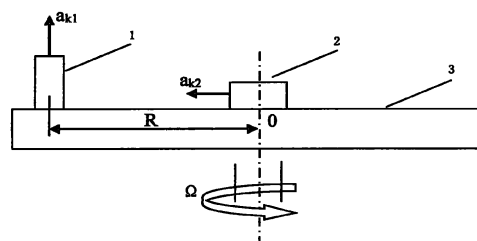
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

寻北装置

[57] 摘要

本发明涉及应用于定向、定位领域的一种寻北装置，特别是一种以加速度计作为惯性器件的惯性寻北装置，由通过伺服系统、电机驱动的转台、设置在电机上的编码器、固置在转台上的测量加速度计和附加加速度计，及通过串口连接的数据采集与处理系统组成，其测量加速度计设置在所述转台的边缘上，其测量轴 a_{k1} 垂直于台面，附加加速度计设置在转台的中心处，其测量轴 a_{k2} 沿转台矢径指向测量加速度计。本发明寻北装置具有自动调平补偿功能。所说的调平补偿包括对调平误差引起的测量误差的补偿，对调平误差引起的干扰噪声的消除。因此有效的提高了测量精度。



1. 一种寻北装置，由通过伺服系统、电机驱动的转台（3）、设置在电机上的编码器、固置在转台（3）上的测量加速度计（1）和附加加速度计（2），及通过串口连接的数据采集与处理系统组成，其特征在于，所述的测量加速度计（1）设置在所述转台（3）的边缘上，其测量轴 a_{k1} 垂直于台面，所述的附加加速度计（2）设置在转台（3）的中心处，其测量轴 a_{k2} 沿转台（3）矢径指向测量加速度计（1）。

寻北装置

技术领域

本发明涉及应用于定向、定位领域的一种寻北装置，特别是一种以加速度计作为惯性器件的惯性寻北装置。

背景技术

惯性寻北技术是惯性技术领域的重要组成部分。它通过测量或敏感地球速率来获得北向信息，从而测量出任意测点的真子午线位置，实现找北过程。随着精确测量技术的发展，寻北定位也出现了诸多方法如：惯性法、天文观测法、大地测量法、卫星定位法、参照物法等多种高精度寻北方法。但是，在坑道、水下等复杂地形和复杂天候环境等特殊条件下，天文观测法，大地测量法、卫星定位法和参照物法都会受到不同程度的条件制约，或者精度低，或者根本无法实施。只有惯性法才能不受自然条件或环境的干扰，独立完成寻北任务，而且具有连续工作时间长、精度高等特点。因此，对惯性寻北方法的研究有它独特的应用价值。

寻北装置在许多领域得到了广泛的应用，除了在航空、航天、航海导航及武器制导等方面具有非常重要的应用外，在其他如隧道施工、矿山开采、大地测量、资源勘测等民用工程领域中也越来越显示出广阔的应用前景。目前的寻北装置主要采用气浮速率陀螺、动力调谐陀螺、环形激光陀螺、光纤陀螺以及静电陀螺等作为惯性器件来完成对地球速率的检测，成本很高。随着加速度计制造精度的进一步提高，20 世纪 80 年代出现了非陀螺惯性测量单元，由于它摒弃了昂贵的陀螺，从而使制造成本大为下降。因此，开展非陀螺寻北装置的研究在军事、民用领域都有重要的意义。

但是，由于非陀螺寻北系统是基于 Coriolis 加速度原理，通过转台动态调制，地球自转角速度的北向分量与该点上切向速度复合生成的哥氏加速度输出为一正弦信号，通过检测出该正弦信号的峰值所对应的相位，即为地球上所在位置的正北方向。测量过程中当转台转轴倾斜一定角度时，由于地球速率垂直分量的影响，系统寻找到的不再是地球自转北向分量的方向，而是北向分量和垂直分量合成速率方向。目前，有人提出在测量加速度计对称的转台边缘安装一支附加加速度计，附加加速度计测量轴平行于转台面，沿转台切线方向。通过附加加速度计测量出转台转轴倾斜一定角度时，地球速率垂直分量的影响。

但是，经过理论分析得知，由于转台的倾斜，转台边缘点在铅垂方向存在一个周期性变化的加速度，对要提取的哥氏加速度信号造成严重的干扰。因此，调平误差的大小会严重影响系统的测量精度，甚至功能实现，必须对系统的该部分干扰进行滤除。

发明内容

本发明的目的是为了消除调平误差对测量精度的影响、滤除调平误差对系统产生的干扰，提出一种改进结构的寻北装置。

本发明寻北装置，由通过伺服系统、电机驱动的转台、设置在电机上的编码器、固置在转台上的测量加速度计和附加加速度计，及通过串口连接的数据采集与处理系统组成，其特点是所述的测量加速度计设置在所述转台的边缘上，其测量轴 a_{k1} 垂直于台面，所述的附加加速度计设置在转台的中心处，其测量轴 a_{k2} 沿转台矢径指向测量加速度计。

本发明寻北装置具有自动调平补偿功能。所说的调平补偿包括对调平误差引起的测量误差的补偿，对调平误差引起的干扰噪声的消除。因此有效的提高了测量精度。

附图说明

图1为本发明寻北装置的结构示意图；

图2为调平误差对精度影响的分析示意图；

图3为调平误差产生的干扰分析示意图；

图4为本发明寻北装置的工作过程示意图。

具体实施方式

下面结合附图给出的实施例对本发明作进一步详细说明。

参照图 1，由通过伺服系统、电机驱动的转台 3、设置在电机上的编码器、固置在转台 3 上的测量加速度计 1 和附加加速度计 2，及通过串口连接的数据采集与处理系统组成，其特征在于，所述的测量加速度计 1 设置在所述转台 3 的边缘上，距转台 3 轴心距离为 R，其测量轴 a_{k1} 垂直于台面，所述的附加加速度计 2 设置在转台 3 的中心 O 处，其测量轴 a_{k2} 沿转台 3 矢径指向测量加速度计 1。

本发明寻北装置的工作原理：

如图 2 所示，当转台倾斜 ε 为小角度，这时方位误差为：

$$\Delta\varphi \approx \tan\varphi \cdot \varepsilon \quad \varphi \text{——纬度角}$$

在中等纬度地区 $\Delta\varphi$ 和 ε 是同一个数量级，所以必须进行调平补偿。安装在转台上的附加加速度计 2 输出信号经转台调制为：

$$a' = a_0' + g \sin \varepsilon \sin(\Omega t - \zeta) + \sigma_g'$$

式中： a_0' 为加速度计的零偏信号， ε 为转台倾斜角， σ_g' 为加速度计输出信号噪声， ζ 为倾斜角引起的方位角补偿量。

图中 O 为转台中心，O' 为测倾斜角加速度计安装中心，A、B 表示初始时哥氏加速度在 R 及其正交方向上的投影，经交流放大器滤波后，其输出模型可改写为：

$$a_g = g \sin \varepsilon \sin(\Omega t - \zeta) + \sigma_g' = C \sin \Omega t - D \cos \Omega t + \sigma_g'$$

式中 $C = g \sin \varepsilon \cos \zeta$ ， $D = g \sin \varepsilon \sin \zeta$

经同步检波可求得 C、D，经最小二乘处理可得 ε 和 ζ 的估值

$$\varepsilon = \sin^{-1} \frac{\sqrt{C^2 + D^2}}{g}$$

$$\zeta = \tan^{-1} \frac{D}{C}$$

如图 3 所示，图中 OCDE 为水平面，OABE 为转台面，测量加速度计 1 安装在 A 点，当加速度计 1 转到 B 点时 $\beta = \Omega t + \lambda$ ，则

$$S = \overline{BD} = \overline{EB} \sin \alpha = R \sin \beta \sin \varepsilon$$

$$\text{即： } S = R \sin \varepsilon \sin(\Omega t + \lambda)$$

则 A 点测量加速度计 1 敏感的由调平误差引起的加速度可以近似表示为：

$$a_z = S'' = -R\Omega^2 \sin \varepsilon \sin(\Omega t + \lambda)$$

附加加速度计 2 经转台 3 调制输出信号为：

$$a_o = r\Omega^2 + g \sin \varepsilon \sin(\Omega t + \lambda)$$

其中 r 为距转台轴的偏心半径， $r\Omega^2$ 为常值，可以通过交流放大器滤除，其输出模型可以改写为：

$$a_o = g \sin \varepsilon \sin(\Omega t + \lambda)$$

可见， $a_z = -\frac{R\Omega^2}{g} a_o$ ，与倾斜角 ε 无关。

通过矢量运算，可以消除测量加速度计 1 敏感的由调平误差引起的干扰。

可见，通过在转台 3 中心沿矢径方向安装附加加速度计 2 实现了消除调平误差引起的噪声，对调平误差引起的测量误差进行修正。

参照图 4，工作过程中，由伺服系统驱动电机，电机带动编码器和加速度计 1、加速度计 2 绕轴心匀速转动，加速度计 1 与加速度计 2 测量的信号经过比例减法运算后得到的即为哥氏加速度信号，结合编码器的输出值，计算出未经修正的编码器零位与北向的夹角。加速度计 2 输出的信号经过单独处理后

计算出调平误差引起的测量误差值，将该误差值带入前面计算出的编码器零位与北向的夹角，就是本寻北系统的最终测量结果。

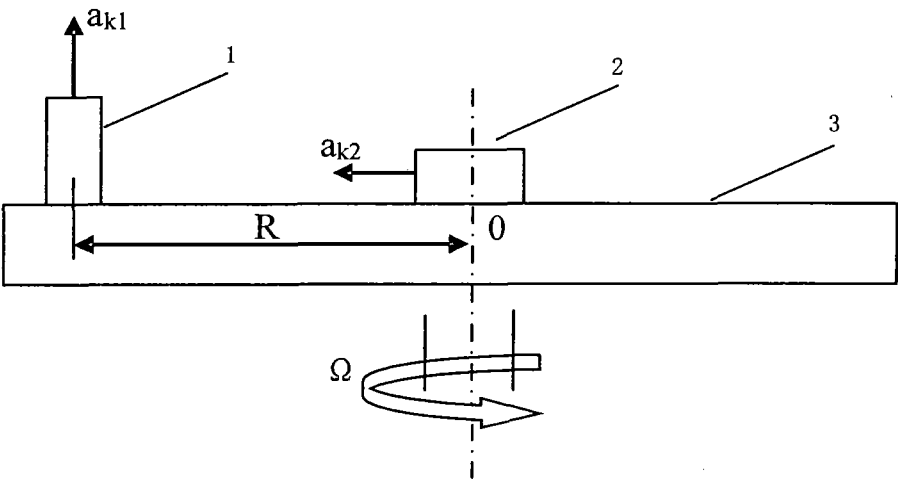


图 1

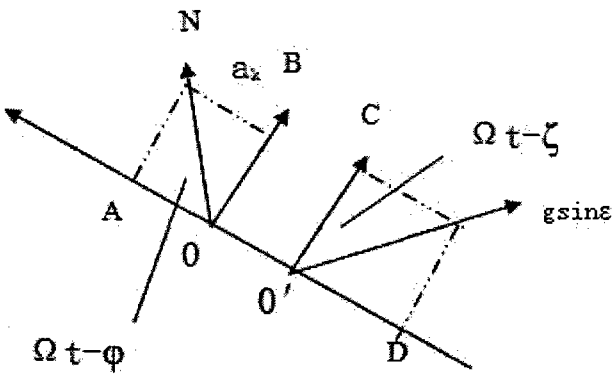


图 2

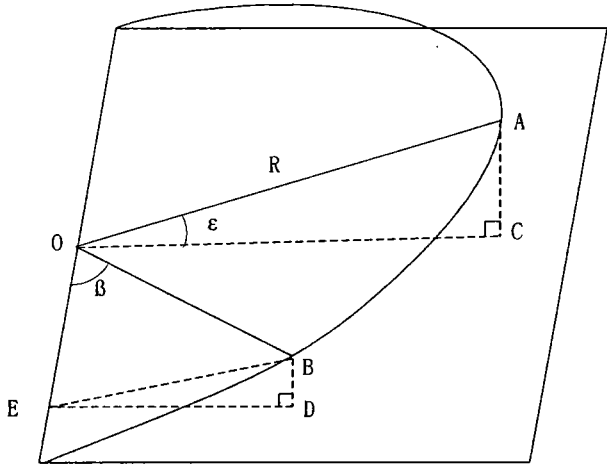


图 3

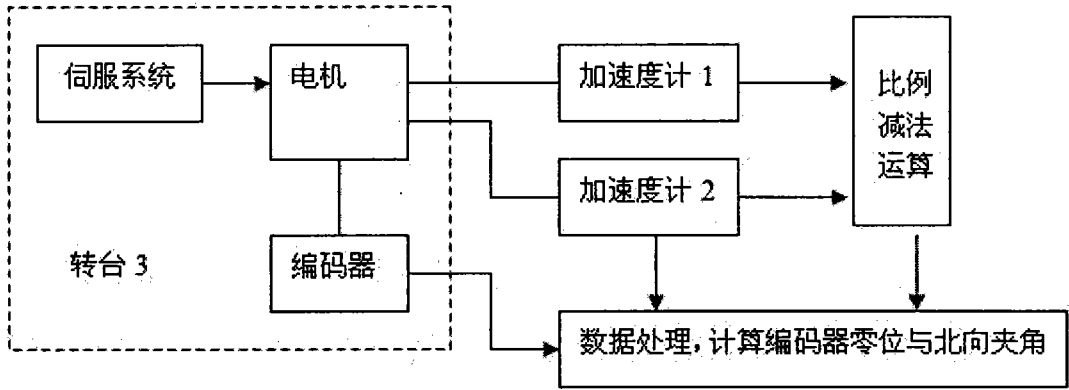


图 4