

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01C 17/30

G01C 17/38 G01C 21/20

G01C 25/00



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98800118.7

[43] 授权公告日 2003 年 3 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 1103910C

[22] 申请日 1998.2.5 [21] 申请号 98800118.7

[30] 优先权

[32] 1997. 2. 10 [33] DE [31] 19704853.6

[86] 国际申请 PCT/EP98/00627 1998.2.5

[87] 国际公布 WO98/35206 德 1998.8.13

[85] 进入国家阶段日期 1998.10.9

[71] 专利权人 莱卡地球系统公开股份有限公司

地址 瑞士希尔布鲁格

[72] 发明人 S·格内普夫 P·纳赫鲍尔

F·迪特里希

审查员 李 璐

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

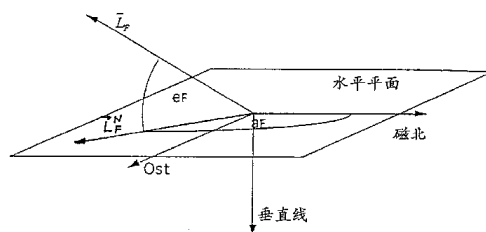
代理人 马铁良 王忠忠

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 校正参数的确定方法

[57] 摘要

确定校正参数的方法,对于装在车辆中供导向目的使用的磁罗盘指示的交通工具的行驶方向的方位角 a 、坡度仪指示的交通工具行驶方向相对于水平平面的仰角 e 、以及里程表指示的驶过里程测量值 s 进行计算所用的校正参数;用来通过两次目视导向的测试行驶,沿不同方向在的规定起点和终点之间进行确定。将测量值 a , e , s 分别用经过 $a' = a + A + B \cdot \sin a + C \cdot \cos a$, $e' = e - A_2$, $s' = \rho \cdot s$ 校正的 a' , e' , s' 替换;通过将已知的方向值和行程值 a' , e' , s' 与实测值进行矢量对比,求出供校正方位角的角偏移及罗盘安装误差用的校正参数 A , 供校正硬磁和软磁的车辆磁性校正参数 B 、 C , 供校正仰角用的坡度仪安装误差用的校正参数 A_2 , 以及供校正里程表的比例用的校正参数 ρ 。



1. 确定校正参数的方法, 用来对于装在车辆中供导向目的使用的磁罗盘指示的交通工具的行驶方向的方位角 a 、坡度仪指示的交通工具行驶方向相对于水平平面的仰角 e 、以及里程表指示的驶过里程测量值 s 进行计算所用的校正参数; 在进行计算时, 交通工具的瞬时方向矢量按下式计算:

$$\int_0^s \vec{L} ds \approx \sum_{j=1}^N \vec{L}_j \cdot s_j = \sum_{j=1}^N \begin{bmatrix} \cos e_j \cdot \cos a_j \\ \cos e_j \cdot \sin a_j \\ \sin e_j \end{bmatrix} \cdot s_j$$

10 式中: L_j = 交通工具在水平平面上的行驶方向;

s_j = 在两个检测点 j 和 $j-1$ 之间的里程;

其特征在于:

第一次测试行驶是在以目视导向的方式从一个标有地理坐标的起点到一个同样标有地理坐标的终点进行的;

15 而接下来的第二次测试行驶则是在以目视导向改变方向到达标有地理坐标的第二个终点进行的;

当测试行驶的时刻为 t_j , 而 $j = 1 \dots N$ 时, 测得的测量值为 a_j, e_j, s_j ; 根据已知的起点和终点的地理坐标求出的相应值为 a'_j, e'_j, s'_j ;

将求出的方向矢量替代通过检测求出与下式相对应的测量值;

$$20 \quad a' = a + A + B \cdot \sin a + C \cdot \cos a$$

$$e' = e - A_2$$

$$s' = \rho \cdot s$$

求出校正参数:

- 25 A 供校正方位角用的角偏移量及罗盘安装误差,
 $C,$ C 供校正硬磁和软磁的车辆磁性,
 A_2 供校正仰角用的坡度仪安装误差,
 ρ 供校正里程表的比例.

2. 如权利要求 1 中的方法, 其特征在于:

第二次测试行驶是从第一次的终点驶回起点进行的.

30 3. 如权利要求 1 的方法, 其特征在于: 起点和终点的地理坐标通过在交通工具中安装的 GPS 检测系统测取.

4. 如权利要求 3 的方法, 其特征在于: 在测试行驶过程中不断进行 GPS

坐标检测，确定出与驶过路段 s 成比例的 GPS 坐标的精确度，并且据此确定相关的满足比例的终点。

校正参数的求算方法

本发明涉及一种校正参数的求算方法。

5 当在车辆导向中利用电子罗盘指示方位角、利用坡度仪指示仰角或标高、以及利用里程表指示距离时，会在计算出的位置上产生误差。其原因在于：

- 作为导向用的每张地图的北向和磁北之间存在差异，
- 罗盘和坡度计的安装误差和导向方向之间存在地理差异，
- 10 - 车辆的软磁和硬磁对罗盘产生影响，
- 利用里程表计量里程时的刻度误差。

在导向时要使用地图北系统坐标标注交通工具的行驶方向，这种方向与磁北系统相比，还要在水平方向上增加一个偏转量。该偏转量可以从表中查取。但是，还要对此另外叠加一个罗盘坐标
15 系统与导向方向之间的偏转量，该偏转量是个未知数。

如果交通工具是一辆车辆，其行驶方向不容易通过几何结构或者光学结构参照事先给定车底架数据或者根据制造数据求出。只能按照实际的、和计算的驾驶方向之间的差异，根据经验确定。

DE 41 25 369 A1 发表了一种装在汽车上的导向装置，其中包括一个作为方位角传感器使用的地磁传感器。为了对于该传感器受磁性环境的影响产生的指示误差进行补偿，利用另外获取的 GPS
20 导向数据进行比较。然而这仅只能够对于坐标系的零点移位进行校准。

在 DE 31 41 439 A1 中介绍一种方位角求算装置，用来校准在
25 交通工具上安装的方位角传感器的正北和正东方向。针对测定的方位角传感器双组分检测信号与预先规定的校准值之间的偏差通过校准电路对检测信号进行的调整加以补偿。由于方位角传感器的剩磁产生的伪输出信号也同样通过零点移位加以校准。

通过船舶导向发现了磁罗盘对航向所作的错误校正产生的影响，以及硬磁场和软磁场对于指示误差产生的影响。为了对于罗
30 盘误差进行补偿，定义了 A, B, C, D, E 系数，并且分别对其做

出明确的规定。其中，A 是指一个恒定的指示误差，例如，罗盘相对于船舶纵向偏转移位的安装结果造成的指示误差；B 是指纵向船磁的影响；C 是指横向船磁的影响；D 是指由低碳钢部件感应生成的磁性；E 是指船体钢材的不对称分布（“罗盘 ABC”，A. Hein 著，Klasing + Co 出版社出版（1983），43~45 页）。由于 D 和 E 的影响很小，其系数一般忽略不计。

在测定这些系数时，将船舶设定在东、南、西、北的已知航向上，分别读出罗盘相对于已知航向的指示误差。根据相对于选定导向方向的偏差值的平均值求出每个系数。

10 在陆地导向中由于不精确的里程检测和山路导向而产生的相对于地图所标距离的里程偏差对于船舶导向不起作用。但是，针对车辆的自动驾驶，除了用作方向测量所用的磁罗盘之外，还需要另外加装用于计量里程用的一个里程表和一个坡度计；以便能够将在上坡和下坡的山路行驶导向中计量的里程换算成地图平面上所标的相应数值。

为了校准罗盘的指示，一般是采用环路行驶，并在按照相对于圆心的角度定义的多个位置上测取测量值。有的还借助于坡度传感器来校准磁方向指示值以供水平平面之用。在 Fa. Leica AG, Herrbrugg, Schweiz 制造的数字式磁罗盘（DMC）中，除了拥有三个供空间坐标使用的磁场传感器之外，还有两个供仰角和坡度用的坡度计传感器。里程检测和由此结合方向检测所求得的位置可以借助于单独获取的卫星导向信号（GPS）进行验证，有时还要进行校准。方向检测、里程检测以及位置检测可以采用各自独立的系统进行（Fa. KVH Industries, Inc. USA, 的信息文件 25 （1995），TACNAV 系统）。

本发明的任务所依附的基础是：提供一种能够用来求算在车辆中装设的、供检测方位角、仰角、和里程之用的简单可行的方法，从而达到大大提高导向的精确度，并且可以省却 GPS 验证。

30 这项任务采用本发明的下述方案就能够完成。确定校正参数的方法，用来对于装在车辆中供导向目的使用的磁罗盘指示的交通工具的行驶方向的方位角 α 、坡度仪指示的交通工具行驶方向

相对于水平平面的仰角 e 、以及里程表指示的驶过里程测量值 s 进行计算所用的校正参数；在进行计算时，交通工具的瞬时方向矢量按下式计算：

$$5 \quad \int_0^s \bar{L} ds \approx \sum_{j=1}^N \bar{L}_j \cdot s_j = \sum_{j=1}^N \begin{bmatrix} \cos e_j \cdot \cos a_j \\ \cos e_j \cdot \sin a_j \\ \sin e_j \end{bmatrix} \cdot s_j$$

式中： L_j = 交通工具在水平平面上的行驶方向；

s_j = 在两个检测点 j 和 $j-1$ 之间的里程；

10 其特征在于：

第一次测试行驶是在以目视导向的方式从一个标有地理坐标的起点到一个同样标有地理坐标的终点进行的；

而接下来的第二次测试行驶则是在以目视导向改变方向到达标有地理坐标的第二个终点进行的；

15 当测试行驶的时刻 t_j 为 $j = 1 \dots N$ 时，测得的测量值为 a_j, e_j, s_j ；根据已知的起点和终点的地理坐标求出的相应值为 a'_j, e'_j, s'_j ；

将求出的方向矢量替代通过检测求出与下式相对应的测量值；

$$a' = a + A + B \cdot \sin a + c \cdot \cos a$$

$$20 \quad e' = e - A_2$$

$$s' = \rho \cdot s$$

求出校正参数：

A 供校正方位角用的角偏移量及罗盘安装误差，

B, C 供校正硬磁和软磁的车辆磁性，

25 A_2 供校正仰角用的坡度仪安装误差，

ρ 供校正里程表的比例。

当采用在标有地理坐标的两点之间来回行驶的办法进行时，特别有利于数值的计算工作。起点和终点的地理坐标最好是通过在交通工具中安装的一套 GPS 系统获取。在测试行驶的过程中 GPS
30 连续进行坐标的测试，确定出与驶过路段相关的 GPS 坐标的精确度，并且据此确定与其相关的终点。

图中所示是交通工具行驶方向相对于水平平面 = 地图平面的矢量图。图中：

图 1 是方位角和仰角的透视图，

图 2 所示是方位角误差对于仰角指示值的影响图。

- 5 现以下列示例对本发明进行说明。该示例是采用将方位角检测和仰角检测互相结合的系统（DMC）进行的。起点和终点的地理坐标可以从地图、表格或者路标上读取，或者也利用 GPS 检测系统测取。起点和终点一般可以任选，其中的具体终点可以在测试行驶过程中方才确定。这样选定的终点位置的地理坐标最好是通过 GPS 位置检测获取。对于确定终点有决定性意义的可能是，要使 GPS 坐标值的质量和测试行驶的行驶路段保持足够良好的相互关系。在测试行驶过程中要不断对这种关系进行核查。

- 15 方位角和仰角的数值是以交通工具行驶方向 $\bar{L}_F^N$ 按水平平面的单位矢量表示，并且按磁北方向换算。图 1 是相互关系的透视图，图中， e_F 表示交通工具实际行驶方向 $\bar{L}_F$ 与水平平面之间的仰角； a_F 表示磁北和 $\bar{L}_F$ 在水平平面上的投影之间的方位角。通过乘以 s_F 的运算，得出在水平平面中的位置的通用表达式：

$$20 \quad s_F \cdot \bar{L}_F^N = s_F \begin{pmatrix} \cos e_F \cdot \cos a_F \\ \cos e_F \cdot \sin a_F \\ \sin e_F \end{pmatrix}$$

- 25 在实际情况下，达到的位置是以 $\bar{L}_j$ ， s_j 的多个中间数值是以取 $j = 1 \dots N$ 的数列为起点算出的。在船舶的行驶中，这种方法称为复式导向法。省却其中的指数 N 和 F ，即适用于交通工具沿着水平平面的行驶方向。

$$30 \quad \int_0^s \bar{L} ds \approx \sum_{j=1}^N \bar{L}_j \cdot s_j = \sum_{j=1}^N \begin{pmatrix} \cos e_j \cdot \cos a_j \\ \cos e_j \cdot \sin a_j \\ \sin e_j \end{pmatrix} \cdot s_j$$

还可以使用其他的近似积分式，仍然处于专业人员的技能范畴

以内。

在仰角 e 、方位角 a 和里程段 s 可供使用、起点已知的先决条件下，通过总计值进行的计算，即可得到精确的位置数据，或者从地图中取 a 和 s 值，求出精确的导向值。实际上，如在开头部分中所述以及在图 2 中所示，从测量仪表中所读取的值都受误差的影响。

在 DMC 坐标系统中测出仰角 e 和方位角 s 。其 x -轴应当相当于交通工具的行驶方向。图 2 所示是交通工具行驶方向 $\bar{L}_F$ 的投影与 x -轴的投影之间的方位角移位量 Δa_F ，以及 x -轴的仰角 e 和交通工具行驶方向的仰角 e_F 之间的差异。

按照本发明，测量值 a ， e ， s 应该使用按下式规定的校准值 a' ， e' ， s' 替代：

$$a' = a + A + B \cdot \sin a + c \cdot \cos a$$

$$e' = e - A_2$$

$$s' = \rho \cdot s$$

式中的参数表示：

A 方位角与磁北之间角偏移及其中的罗盘安装误差，

B ， C 硬磁和软磁的车辆磁性，

A_2 仰角中坡度仪的安装误差，

ρ 里程表的比例误差。

未知的校正系数按照本发明的方法通过两次目视驾驶测试行驶求出，从而找到在起点到终点之间的校正值 a' ， e' ， s' ，并且测出实际值 a ， e ， s 。在每次测试行驶中得出供空间坐标 x ， y ， z 使用的、与测量值相对应的、足够多的独立测定公式，所以能够测定专用的校正参数，可供在日后仪表导向行驶中的检测仪表参照之用。

特别有利的是：在两次测试行驶中是在一次往返方向中进行的。这仅只需要知道标有地理坐标的两个点，实际的路程差异等于零，从而使测定公式得以简化。

当交通工具是在平地上使用时，就可以省略不用坡度仪。从而减少了校正参数的个数，也简化了测定公式的求解过程。这些特

殊情况当然不是根据本发明的思路推导出的。主要的是知识，借以能够对于经过校正的方位角用一定的形式加以描述，并且能够在最简单情况下通过在已知的两点之间的两次测试行驶求出所有必需的校正参数。

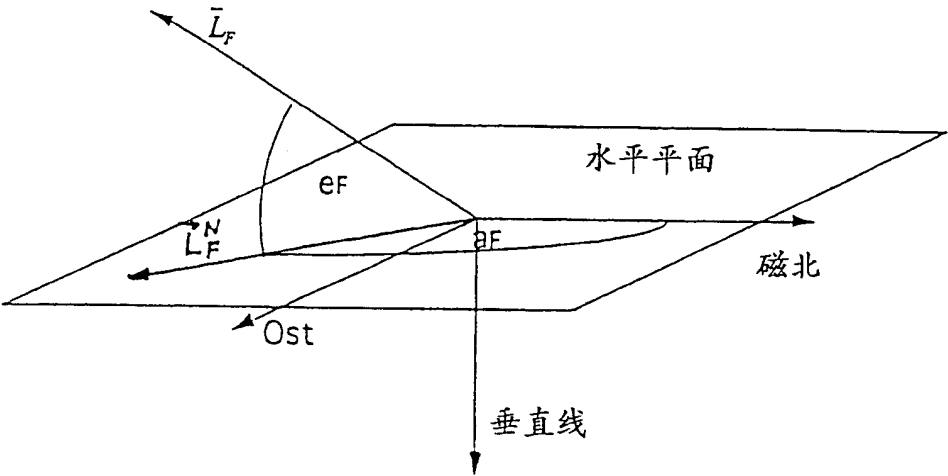


图 1

