



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115184979 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 25

(21) 申请号 202211092075.8

(22) 申请日 2022.09.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115184979 A

(43) 申请公布日 2022.10.14

(73) 专利权人 中交第一航务工程局有限公司
地址 300461 天津市滨海新区天津港保税
区跃进路航运服务中心8号楼
专利权人 中交一航局第二工程有限公司
上海瞰沃科技有限公司

(72) 发明人 锁旭宏 王强 李允良 宁进进
王伟 安鸣赞 成益品 张超
朱岭 王利江

(74) 专利代理机构 青岛清泰联信知识产权代理
有限公司 37256
专利代理师 张玲

(51) Int.Cl.
G01S 19/51 (2010.01)

(56) 对比文件
CN 113720296 A, 2021.11.30
CN 110005469 A, 2019.07.12
CN 112000069 A, 2020.11.27
CN 104652442 A, 2015.05.27
US 10667091 B1, 2020.05.26
WO 2021203871 A1, 2021.10.14
WO 2022160966 A1, 2022.08.04

审查员 王琳琳

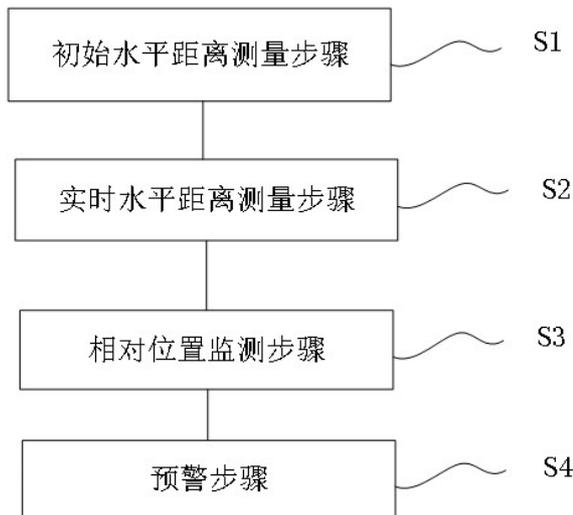
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

船管相对位置监测方法、系统、计算机设备及存储介质

(57) 摘要

本申请涉及测控领域,特别是涉及船管相对位置监测方法、系统、计算机设备和计算机可读存储介质,其中,该船管相对位置监测方法包括:初始水平距离测量步骤、实时水平距离测量步骤与相对位置监测步骤,通过计算得到初始水平距离 d_1 与实时水平距离 D_1 的第一差值,初始水平距离 d_2 与实时水平距离 D_2 的第二差值,基于第一差值与第二差值监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置。通过本申请,解决了浮运安装过程中,沉管与安装船的相对位置无法实时监控的问题,实现了沉管浮运安装过程中的精准定位。



1. 一种船管相对位置监测方法,其特征在于,包括:

初始水平距离测量步骤,通过GNSS定位设备分别标定沉管的首端初始坐标、沉管的尾端初始坐标与安装船的初始坐标,并计算所述沉管的首端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_1 及所述沉管的尾端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_2 ;

实时水平距离测量步骤,通过所述GNSS定位设备实时解算浮运或安装时沉管的首端实时解算坐标、沉管的尾端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标,并计算所述沉管的首端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_1 及所述沉管的尾端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_2 ;

相对位置监测步骤,通过计算得到所述初始水平距离 d_1 与所述实时水平距离 D_1 的第一差值、所述初始水平距离 d_2 与所述实时水平距离 D_2 的第二差值,基于所述第一差值与所述第二差值监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置,通过计算沉管和安装船之间的相对位置实时检测沉管和安装船的相对位移变化;

预警步骤,若所述第一差值和/或所述第二差值超出一预设的安全阈值,则发出风险预警,所述安全阈值包括一级预警参考值、二级预警参考值,所述一级预警参考值为0.1m,所述二级预警参考值为0.15m;

其中,所述沉管的首端初始坐标为 (x_1, y_1, z_1) ,所述沉管的尾端初始坐标为 (x_2, y_2, z_2) ,所述安装船的初始坐标为 (x_3, y_3, z_3) ,所述初始水平距离通过如下计算模型得到:

$$d_1 = \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2}$$

$$d_2 = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2};$$

所述沉管的首端实时解算坐标为 (X_1, Y_1, Z_1) ,所述沉管的尾端实时解算坐标为 (X_2, Y_2, Z_2) ,所述安装船的实时解算坐标为 (X_3, Y_3, Z_3) ,所述实时水平距离通过如下计算模型得到:

$$D_1 = \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2}$$

$$D_2 = \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2}。$$

2. 根据权利要求1所述的船管相对位置监测方法,其特征在于,所述沉管的首端、尾端及安装船上分别设置有所述GNSS定位设备,所述安装船上还设置有主控电子设备,所述GNSS定位设备电性连接所述主控电子设备,所述GNSS定位设备利用全站仪法标定坐标并发送坐标数据至所述主控电子设备。

3. 根据权利要求2所述的船管相对位置监测方法,其特征在于,所述主控电子设备预先配置有一沉管坐标系及一施工坐标系,所述初始水平距离测量步骤在所述沉管坐标系下进行,所述实时水平距离测量步骤在所述施工坐标系下进行,所述主控电子设备通过计算实时平面转换参数将所述沉管坐标系下标定的坐标转换至所述施工坐标系。

4. 一种船管相对位置监测系统,用于实现如权利要求1-3中任一项所述的相对位置监测方法,其特征在于,包括:

初始水平距离测量模块,用于通过GNSS定位设备分别标定沉管的首端初始坐标、沉管

的尾端初始坐标与安装船的初始坐标,并计算所述沉管的首端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_1 及所述沉管的尾端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_2 ;

实时水平距离测量模块,用于所述GNSS定位设备实时解算浮运或安装时沉管的首端实时解算坐标、沉管的尾端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标,并计算所述沉管的首端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_1 及所述沉管的尾端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_2 ;

相对位置监测模块,用于计算得到所述初始水平距离 d_1 与所述实时水平距离 D_1 的第一差值、所述初始水平距离 d_2 与所述实时水平距离 D_2 的第二差值,基于所述第一差值与所述第二差值监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置。

5. 根据权利要求4所述的船管相对位置监测系统,其特征在于,还包括:预警模块,所述预警模块预设有一个安全阈值,若所述第一差值和/或所述第二差值超出所述安全阈值,则所述预警模块发出风险预警。

6. 一种计算机设备,其特征在于,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述权利要求1-3中任一项所述的船管相对位置监测方法。

7. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如上述权利要求1-3中任一项所述的船管相对位置监测方法。

船管相对位置监测方法、系统、计算机设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及测控领域,特别是涉及船管相对位置监测方法、系统、计算机设备和存储介质。

背景技术

[0002] 目前,在沉管浮运过程中,主要通过管节纵横向定位缆索(H缆)、沉放缆索(L缆)和支墩及拉索使得一体船和沉管结合为一体,也就是沉管运输安装一体船吊缆系统,在沉管安装过程中,需要在沉管水箱中注入一定的水,抵消负浮力,此时,沉管和一体船脱离,通过竖向L缆和水平向的H缆控制沉管的实时位置。

[0003] 现有的船管相对位置监测技术,在沉管的浮运安装过程中只对船和沉管进行了单独定位,并且实时显示船和沉管的实时位置,一般允许有几公分的微小活动量,但当连接装置有故障或损坏时,如果没有及时发现可能导致沉管无法精确控制,甚至掉落,造成损失无法估量。这是沉管浮运安装的一个风险点,目前针对相关技术中对船管相对位置的实时监测,尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种船管相对位置监测方法、系统、计算机设备和计算机可读存储介质,以至少解决相关技术中船管相对位置监测的问题。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种船管相对位置监测方法,包括:

[0006] 初始水平距离测量步骤,通过GNSS定位设备(Global Navigation Satellite System,全球卫星导航系统)分别标定沉管的首端初始坐标、沉管的尾端初始坐标与安装船的初始坐标,并计算所述沉管的首端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_1 及所述沉管的尾端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_2 ;

[0007] 实时水平距离测量步骤,通过所述GNSS定位设备实时解算浮运或安装时沉管的首端实时解算坐标、沉管的尾端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标,并计算所述沉管的首端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_1 及所述沉管的尾端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_2 ;

[0008] 相对位置监测步骤,通过计算得到所述初始水平距离 d_1 与实时水平距离 D_1 的第一差值、所述初始水平距离 d_2 与实时水平距离 D_2 的第二差值,基于所述第一差值与第二差值监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置。

[0009] 优选的,所述船管相对位置监测方法还包括:预警步骤,若所述第一差值和/或第二差值超出一预设的安全阈值,则发出风险预警。

[0010] 优选的,根据所述船管相对位置监测方法,所述沉管的首端初始坐标为 (x_1, y_1, z_1) ,所述沉管的尾端初始坐标为 (x_2, y_2, z_2) ,所述安装船的初始坐标为 (x_3, y_3, z_3) ,所述初始水平距离通过如下计算模型得到:

$$[0011] \quad \begin{aligned} d_1 &= \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2} \\ d_2 &= \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} \end{aligned} \circ$$

[0012] 优选的,根据所述船管相对位置监测方法,所述沉管的首端实时解算坐标为(X1, Y1, Z1),沉管的尾端实时解算坐标为(X2, Y2, Z2),安装船的实时解算坐标为(X3, Y3, Z3),所述实时水平距离通过如下计算模型得到:

$$[0013] \quad \begin{aligned} D_1 &= \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2} \\ D_2 &= \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} \end{aligned} \circ$$

[0014] 优选的,根据所述船管相对位置监测方法,所述沉管的首端、尾端及安装船上分别设置有所述GNSS定位设备,所述安装船上还设置有主控电子设备,所述GNSS定位设备电性连接所述主控电子设备,所述GNSS定位设备利用全站仪法标定坐标并发送坐标数据至所述主控电子设备。

[0015] 优选的,根据所述船管相对位置监测方法,所述主控电子设备预先配置有一沉管坐标系及一施工坐标系,所述初始水平距离测量步骤在所述沉管坐标系下进行,所述实时水平距离测量步骤在所述施工坐标系下进行,所述主控电子设备通过计算实时平面转换参数将沉管坐标系下标定的坐标转换至所述施工坐标系。

[0016] 第二方面,本申请实施例提供了一种船管相对位置监测系统,用于实现上述的相对位置监测方法,包括:

[0017] 初始水平距离测量模块,用于通过GNSS定位设备分别标定沉管的首端初始坐标、沉管的尾端初始坐标与安装船的初始坐标,并计算所述沉管的首端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_1 及所述沉管的尾端初始坐标与所述安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_2 ;

[0018] 实时水平距离测量模块,用于所述GNSS定位设备实时解算浮运或安装时沉管的首端实时解算坐标、沉管的尾端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标,并计算所述沉管的首端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_1 及所述沉管的尾端实时解算坐标与所述安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_2 ;

[0019] 相对位置监测模块,用于计算得到所述初始水平距离 d_1 与实时水平距离 D_1 的第一差值、所述初始水平距离 d_2 与实时水平距离 D_2 的第二差值,基于所述第一差值与第二差值监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置。

[0020] 在其中一些实施例中,所述船管相对位置监测系统,还包括:预警模块,所述预警模块预设有一个安全阈值,若所述第一差值和/或第二差值超出所述安全阈值,则所述预警模块发出风险预警。

[0021] 第三方面,本申请实施例提供了一种计算机设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述第一方面所述的船管相对位置监测方法。

[0022] 第四方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如上述第一方面所述的船管相对位置监测方法。

[0023] 相比于相关技术,本申请实施例提供的船管相对位置监测方法、系统、计算机设备和计算机可读存储介质,无需多加传感器,只需通过计算沉管和安装船之间的相对位置即

可实时监测沉管和安装船的相对位移变化,并在沉管与安装船的相对位置超出安全阈值时提供风险预警,保障沉管施工的安全高效,解决了当连接装置有故障或损坏时未及时发现导致的沉管无法精确控制或掉落的问题。

附图说明

[0024] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0025] 图1是根据本申请实施例的船管相对位置监测方法的流程图;

[0026] 图2是根据本申请实施例的GNSS定位设备的安装示意图;

[0027] 图3是根据本申请实施例的沉管坐标系的示意图;

[0028] 图4是根据本申请实施例的船管相对位置监测系统的结构框图。

[0029] 以上图中:

[0030] 1、船管相对位置监测系统;11、初始水平距离测量模块;12、实时水平距离测量模块;13、相对位置监测模块;14、预警模块。

具体实施方式

[0031] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请进行描述和说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。基于本申请提供的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0032] 显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些示例或实施例,对于本领域的普通技术人员而言,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图将本申请应用于其他类似情景。此外,还可以理解的是,虽然这种开发过程中所作出的努力可能是复杂并且冗长的,然而对于与本申请公开的内容相关的本领域的普通技术人员而言,在本申请揭露的技术内容的基础上进行的一些设计,制造或者生产等变更只是常规的技术手段,不应理解为对本申请公开的内容不充分。

[0033] 在本申请中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域普通技术人员显式地和隐式地理解的是,本申请所描述的实施例在不冲突的情况下,可以与其它实施例相结合。

[0034] 除非另作定义,本申请所涉及的技术术语或者科学术语应当为本申请所属技术领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请所涉及的“一”、“一个”、“一种”、“该”等类似词语并不表示数量限制,可表示单数或复数。本申请所涉及的术语“包括”、“包含”、“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含;例如包含了一系列步骤或模块(单元)的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可以还包括没有列出的步骤或单元,或可以还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。本申请所涉及的“连接”、“相连”、“耦接”等类似的词语并非限于物理的或者机械的连接,而是可以包括电气的连接,不管是直接的还是间接的。本申请所涉及的“多个”是指两个

或两个以上。“和/或”描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。本申请所涉及的术语“第一”、“第二”、“第三”等仅仅是区别类似的对象,不代表针对对象的特定排序。

[0035] 全站仪,即全站型电子测距仪(Electronic Total Station),是一种集光、机、电为一体的高技术测量仪器,是集水平角、垂直角、距离(斜距、平距)、高差测量功能于一体的测绘仪器系统。

[0036] 在沉管浮运或安装过程中,当沉管和安装船的连接装置有故障时,安装船会失去对沉管的控制,随着安装船的前进,沉管会逐渐远离安装船,这样它们相对关系就会发生较大变化。如果实时监测该变化,当变化超过限值,马上提醒,即可及时发现故障并解决。为了实时监测该变化,本实施例提供了一种船管相对位置监测方法,图1是根据本申请实施例的船管相对位置监测方法的流程图,该方法基于如图2所示的GNSS定位设备及主控电子设备。

[0037] 结合参考图1、图2所示,该流程包括如下步骤:

[0038] 初始水平距离测量步骤S1,在一预先建立的沉管坐标系下,通过GNSS定位设备分别标定沉管的首端初始坐标为 (x_1, y_1, z_1) ,沉管的尾端初始坐标为 (x_2, y_2, z_2) ,安装船的初始坐标为 (x_3, y_3, z_3) ,并计算沉管的首端初始坐标与安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_1 及沉管的尾端初始坐标与安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_2 ,计算模型为:

$$[0039] \quad \begin{aligned} d_1 &= \sqrt{(x_3 - x_1)^2 + (y_3 - y_1)^2} \\ d_2 &= \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2} \end{aligned} \circ$$

[0040] 实时水平距离测量步骤S2,在一预先建立的施工坐标系下,通过GNSS定位设备实时解算浮运或安装时沉管的首端实时解算坐标为 (X_1, Y_1, Z_1) ,沉管的尾端实时解算坐标为 (X_2, Y_2, Z_2) ,安装船的实时解算坐标为 (X_3, Y_3, Z_3) ,并计算沉管的首端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_1 及沉管的尾端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_2 ,计算模型为:

$$[0041] \quad \begin{aligned} D_1 &= \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_3 - Y_1)^2} \\ D_2 &= \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Y_3 - Y_2)^2} \end{aligned} \circ$$

[0042] 相对位置监测步骤S3,通过计算得到初始水平距离 d_1 与实时水平距离 D_1 的第一差值Diff1,初始水平距离 d_2 与实时水平距离 D_2 的第二差值Diff2,基于第一差值Diff1与第二差值Diff2监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置,计算模型为:

$$[0043] \quad \begin{aligned} \text{Diff1} &= D_1 - d_1 \\ \text{Diff2} &= D_2 - d_2 \end{aligned} \circ$$

[0044] 预警步骤S4,预设一个安全阈值,若第一差值Diff1和/或第二差值Diff2超出安全阈值,则发出风险预警。可选的,该安全阈值可配置为具有多个级别的预警参考值。

[0045] 举例而非限制,本申请实施例设置一级预警参考值为0.1m,二级预警参考值为0.15m,当第一差值Diff1和/或第二差值Diff2超过一级预警参考值时,可将显示界面的监测结果文字显示为黄色字体,当第一差值Diff1和/或第二差值Diff2超过二级预警参考值时,可将显示界面的监测结果文字显示为红色字体,也可以设置字体闪烁等效果,或者可以

配置预警显示灯以便于查看,若配置有专门的操作员,也可以基于施工系统将预警信息通过软件、小程序、邮件或短信等多种形式推送至相关负责人员,以及时提醒负责人员及时检查、排除险情。

[0046] 其中,如图2所示,上述GNSS定位设备具体设置于沉管的首端、尾端及安装船上,图示中,沉管首端的GNSS定位设备表示为GNSS1、沉管尾端的GNSS定位设备表示为GNSS2、安装船的GNSS定位设备表示为GNSS3,安装船上的主控室还设置有主控电子设备,GNSS1和GNSS2通过专用线缆各自连接到安装船艏艉集成机柜,集成机柜中配有数据采集器和网络交换机,然后通过网线连接到主控室的主控电子设备,从而可通过GNSS定位设备,或GNSS定位设备配合全站仪标定的坐标数据传输到主控电子设备中。

[0047] 在实际应用场景下,若配合全站仪,GNSS1与GNSS2的位置还设有测量塔,每个测量塔顶部安装GNSS天线及全站仪棱镜,其位置通过放置在岸边视野开阔地的若干个全站仪精确标定,全站仪与主控电子设备通信连接,沉管沉放过程中,测量塔的顶端始终露出海水面,以保证GNSS定位设备正常工作。本实施例中的水下定位也可以采用GNSS-RTK法(实时动态全球定位测量技术)等其他定位方法,在此不作具体限定,均属于本申请实施例的保护范围。

[0048] 另外,在初始水平距离测量步骤S1中,参考图3,沉管坐标系为三维空间直角坐标系,以 $o-xyz$ 表示,其 x 轴、 y 轴定义在沉管的顶面, x 轴与沉管的顶面中轴线重合,原点 o 位于 x 轴与沉管首端(GINA端)端面交叉点上,沉管尾端指向沉管首端方向为 x 轴正方向, z 轴与沉管的顶面垂直,沉管底面指向沉管顶面为 z 轴正向, $o-xyz$ 坐标系为左手坐标系,取沉管的顶面设计高程为沉管坐标系的高程基准,主控电子设备通过计算实时平面转换参数将沉管坐标系下标定的坐标转换至施工坐标系,计算的实时平面转换参数包括平面四参数和高程。

[0049] 基于如上步骤,本申请实施例的监测方法通过计算沉管和安装船之间的相对位置即可实时监测沉管和安装船的相对位移变化,并在沉管与安装船的相对位置超出安全阈值时提供风险预警,保障沉管施工的安全高效,解决了当连接装置有故障或损坏时未及时发现导致的沉管无法精确控制或掉落的问题。

[0050] 本实施例还提供了一种船管相对位置监测系统,该系统用于实现上述实施例及优选实施方式,已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的,术语“模块”、“单元”、“子单元”等可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的系统较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

[0051] 图4是根据本申请实施例的船管相对位置监测系统的结构框图,如图4所示,该系统包括:

[0052] 初始水平距离测量模块11,用于在一预先建立的沉管坐标系下,通过GNSS定位设备分别标定沉管的首端初始坐标为 (x_1, y_1, z_1) ,沉管的尾端初始坐标为 (x_2, y_2, z_2) ,安装船的初始坐标为 (x_3, y_3, z_3) ,并计算沉管的首端初始坐标与安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_1 及沉管的尾端初始坐标与安装船的初始坐标之间的初始水平距离 d_2 ,计算模型基于如上实施例 d_1 、 d_2 所述。

[0053] 实时水平距离测量模块12,用于在一预先建立的施工坐标系下,通过GNSS定位设备实时解算浮运或安装时沉管的首端实时解算坐标为 (X_1, Y_1, Z_1) ,沉管的尾端实时解算坐标为 (X_2, Y_2, Z_2) ,安装船的实时解算坐标为 (X_3, Y_3, Z_3) ,并计算沉管的首端实时解算坐标

与安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_1 及沉管的尾端实时解算坐标与安装船的实时解算坐标之间的实时水平距离 D_2 ,计算模型基于如上实施例中 D_1 、 D_2 所述;

[0054] 相对位置监测模块13,用于通过计算得到初始水平距离 d_1 与实时水平距离 D_1 的第一差值Diff1,初始水平距离 d_2 与实时水平距离 D_2 的第二差值Diff2,基于第一差值Diff1与第二差值Diff2监测沉管首端、尾端与安装船的相对位置。

[0055] 预警模块14,预警模块14预设有一个安全阈值,若第一差值和/或第二差值超出安全阈值,则预警模块14发出风险预警。

[0056] 基于如上结构,本申请实施例的监测系统通过计算沉管和安装船之间的相对位置即可实时监测沉管和安装船的相对位移变化,并在沉管与安装船的相对位置超出安全阈值时提供风险预警,保障沉管施工的安全高效,解决了当连接装置有故障或损坏时未及时发现导致的沉管无法精确控制或掉落的问题。

[0057] 需要说明的是,上述各个模块可以是功能模块也可以是程序模块,既可以通过软件来实现,也可以通过硬件来实现。对于通过硬件来实现的模块而言,上述各个模块可以位于同一处理器中;或者上述各个模块还可以按照任意组合的形式分别位于不同的处理器中。

[0058] 结合图1描述的本申请实施例船管相对位置监测方法,可以由计算机设备来实现,该计算机包括存储器、处理器以及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,处理器执行计算机程序时实现上述实施例中的任意一种船管相对位置监测方法。

[0059] 结合图1描述的本申请实施例船管相对位置监测方法,本申请实施例可提供一种计算机可读存储介质来实现。该计算机可读存储介质上存储有计算机程序指令;该计算机程序指令被处理器执行时实现上述实施例中的任意一种船管相对位置监测方法。

[0060] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0061] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

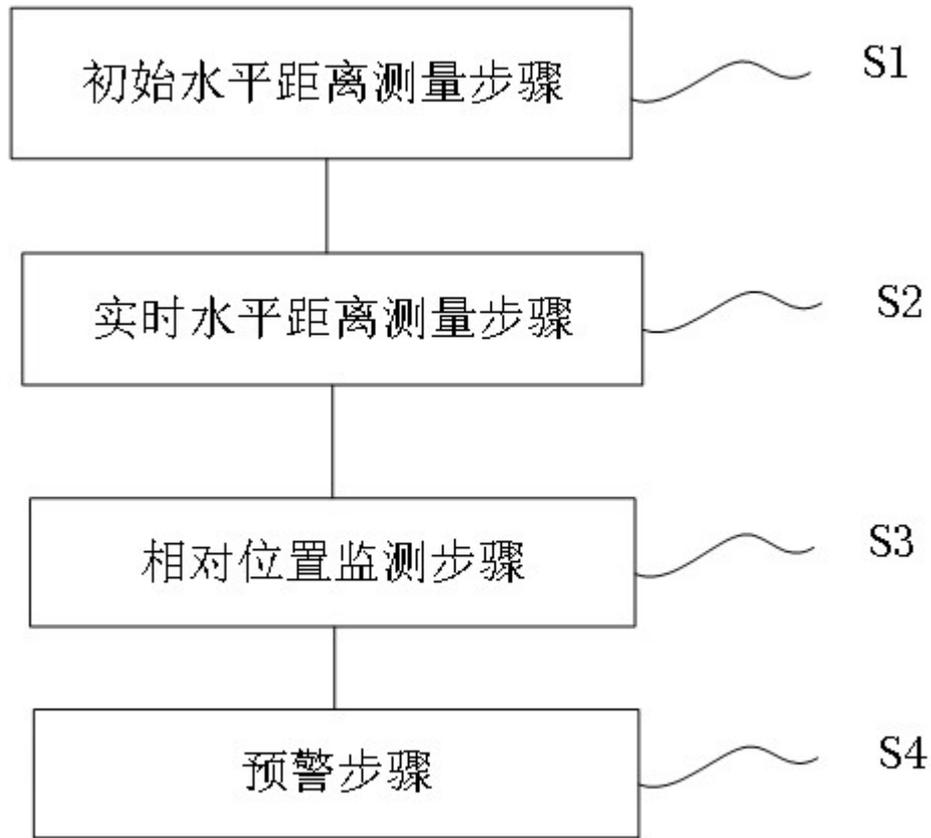


图1

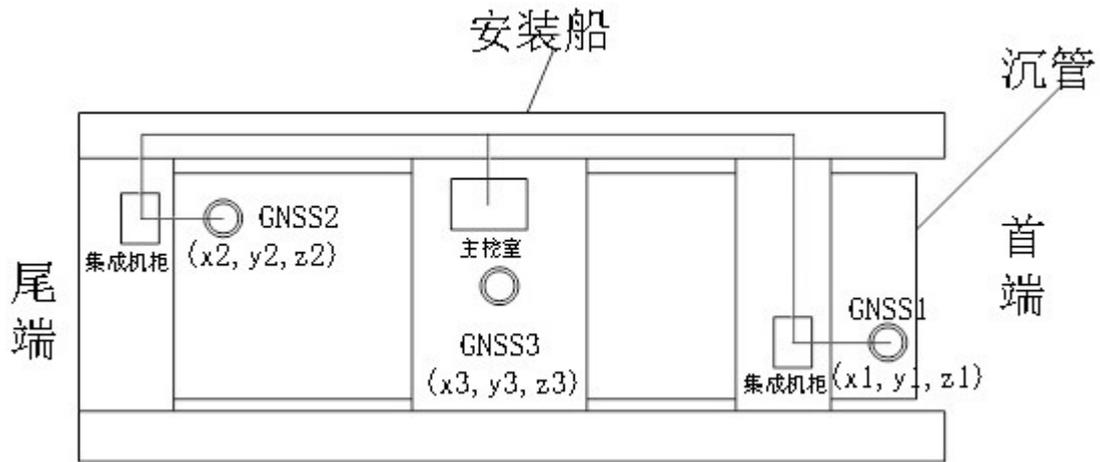


图2

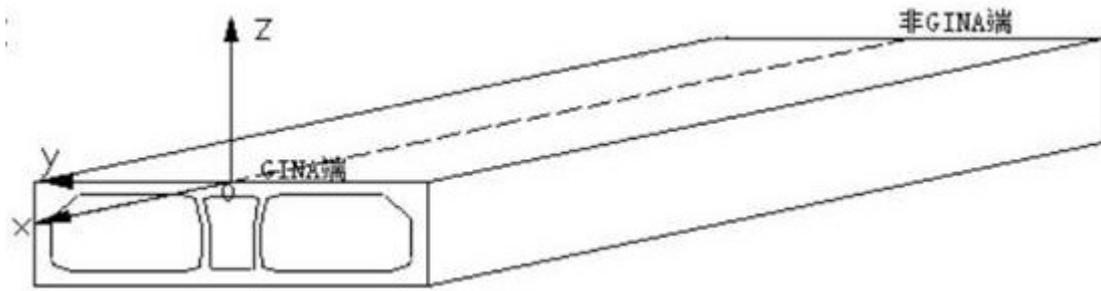


图3

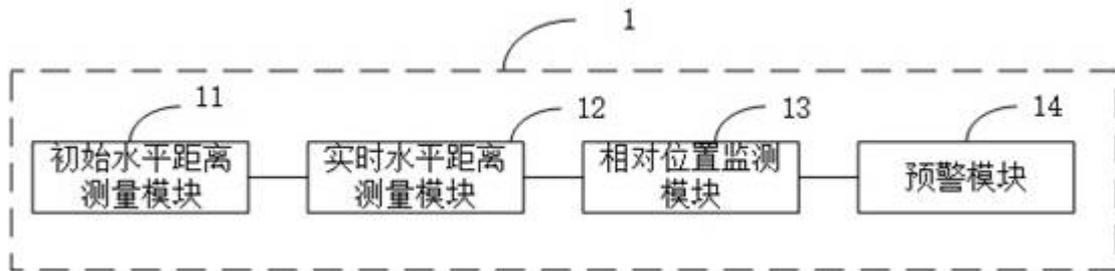


图4