



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112098909 A

(43) 申请公布日 2020.12.18

(21) 申请号 202010840110.4

(22) 申请日 2020.08.20

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72) 发明人 李乐 李林丰 刘卫东

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 金凤

(51) Int. Cl.

G01R 33/04 (2006.01)

G01R 33/032 (2006.01)

G01S 5/18 (2006.01)

G01R 33/10 (2006.01)

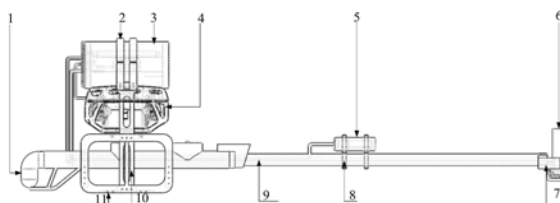
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于ROV的磁场测量系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于ROV的磁场测量系统及方法,该系统主要包括ROV模块、磁场测量模块、声学定位模块和测量杆。磁场测量模块包括数据采集器密封舱、磁通门传感器密封舱、铯光泵探头密封舱;声学定位模块包含声学鸟。数据采集器密封舱、ROV模块和声学鸟固定在测量杆一端,磁通门密封舱固定在测量杆中部,铯光泵探头密封舱固定在测量杆另一端。磁通门传感器和铯光泵探头同时进行磁场测量,通过数据融合算法提高舰船磁场的测量精度。并采用多点水下声学定位方法对ROV模块进行精确定位。该系统可以对舰船不同深度水平面的磁场进行测量,无需舰船航行到消磁站或者动态磁测量站进行专门测量,提升了舰船磁场测量的灵活性,减少了舰船磁场测量的时间和成本。



1. 一种基于ROV的磁场测量系统,其特征在于,包括ROV模块、磁场测量模块、声学定位模块、测量杆、固定框架和固定支架;

所述磁场测量模块包括数据采集器密封舱、磁通门传感器密封舱、铯光泵探头密封舱;所述铯光泵探头密封舱通过第一卡箍固定在所述测量杆的一端,铯光泵探头密封舱内密封有铯光泵探头;所述磁通门传感器密封舱通过第二卡箍固定在测量杆的中部,磁通门传感器密封舱内密封有磁通门传感器;所述数据采集器密封舱位于所述ROV模块的上方,数据采集器密封舱通过第三卡箍与ROV模块固定在一起,数据采集器密封舱内密封有数据采集器,所述数据采集器存储磁场测量模块测量的磁场数据;

所述固定框架通过第四卡箍固定在测量杆的另一端;所述固定支架的下端与固定框架固定连接,固定支架上端与第三卡箍固定连接;ROV模块和数据采集器密封舱位于固定框架的上方,数据采集器密封舱、ROV模块和固定框架组成上、中、下三层架构;

所述声学定位模块包含声学鸟B,所述声学鸟B位于ROV模块的下方,通过第四卡箍与固定框架固定连接。

2. 根据权利要求1所述的一种基于ROV的磁场测量系统,其特征在于,所述磁通门传感器和所述铯光泵探头同时对磁场进行测量,将测量数据通过数据融合算法处理降低ROV模块对磁场测量结果的影响,提高舰船磁场测量精度。

3. 根据权利要求1所述的一种基于ROV的磁场测量系统,所述声学定位模块还包括声学鸟A、声学鸟C和声学鸟定位装置;声学鸟定位装置放置在水面之上,声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C位于声学鸟定位装置下方,在水下同一深度呈三角形排列;声学鸟定位装置控制三个声学鸟发射和接收指定频段的声波;

声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C与声学鸟定位装置通过线缆连接;

声学鸟A和声学鸟C在水下位置固定,声学鸟B由ROV模块带动在水下三个声学鸟所在平面内移动,三个声学鸟在水下深度相同;三个声学鸟进行相互声学测距,对ROV模块定位。

4. 一种应用于基于ROV的磁场测量系统的多点水下声学定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:搭建能对外发射磁场信号的水上平台,将声学鸟定位装置放置在水上平台;

步骤2:将声学鸟A和声学鸟C放置于水下固定位置;声学鸟A、声学鸟C和声学鸟B在水下同一深度组成三角形的三个顶点;

步骤3:在声学鸟A、声学鸟C和声学鸟B所在的三角形平面构建平面直角坐标系,设定声学鸟A和声学鸟C的坐标分别固定为 (X_A, Y_A) 和 (X_C, Y_C) ;声学鸟B的坐标为 (X_B, Y_B) ,声学鸟B由ROV模块带动在水下三个声学鸟所在平面内移动;

步骤4:在 $t = t_0$ 时刻,声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C受声学鸟定位装置控制同时发射短时长声波,其中声学鸟A发射a频段声波,声学鸟B发射b频段声波,声学鸟C发射c频段声波;在 t_0 后的 t_{ba} 时刻和 t_{ca} 时刻,声学鸟B和声学鸟C分别接收到声学鸟A发来的a频段声波;在 t_0 后的 t_{ab} 时刻和 t_{cb} 时刻,声学鸟A和声学鸟C分别接收到声学鸟B发来的b频段声波;在 t_0 后的 t_{ac} 时刻和 t_{bc} 时刻,声学鸟A和声学鸟B分别接收到声学鸟C发来的c频段声波;

步骤5:设声波在水中的传播速度为定值 v ,声学鸟A与声学鸟B之间的距离 R_{AB} 通过下面公式计算:

$$L_{AB} = v(t_{ab} - t_0) \quad (1)$$

$$L_{BA} = v(t_{ba} - t_0) \quad (2)$$

$$R_{AB} = \frac{L_{AB} + L_{BA}}{2} \quad (3)$$

声学鸟A与声学鸟C之间的距离 R_{AC} 通过下面公式计算：

$$L_{AC} = v(t_{ac} - t_0) \quad (4)$$

$$L_{CA} = v(t_{ca} - t_0) \quad (5)$$

$$R_{AC} = \frac{L_{AC} + L_{CA}}{2} \quad (6)$$

声学鸟B与声学鸟C之间的距离 R_{BC} 通过下面公式计算：

$$L_{BC} = v(t_{bc} - t_0) \quad (7)$$

$$L_{CB} = v(t_{cb} - t_0) \quad (8)$$

$$R_{BC} = \frac{L_{BC} + L_{CB}}{2} \quad (9)$$

步骤6：声学鸟B的坐标 (X_B, Y_B) 求解下式计算：

$$\begin{cases} R_{AB} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \\ R_{BC} = \sqrt{(X_B - X_C)^2 + (Y_B - Y_C)^2} \end{cases} \quad (10)$$

由此得到ROV模块的坐标位置，通过操纵ROV模块在水下指定平面进行点阵列式测量，能够获得水上平台在水下指定深度的平面阵列式磁场信息；

步骤7：调整声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C在水下的深度，能够获得水上平台在水下不同深度的平面阵列式磁场信息。

5. 根据权利要求4所述的一种应用于基于ROV的磁场测量系统的多点水下声学定位方法，其特征在于，步骤2中将声学鸟A和声学鸟C在水下放置于水上平台同一侧的固定位置。

一种基于ROV的磁场测量系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于磁场测量技术领域，具体涉及一种舰船磁场测量系统及方法。

背景技术

[0002] 提高舰船磁隐身效能，可有效降低磁引信水雷的破坏概率，提高舰船生存能力。舰船消磁是舰船磁隐身的前提，要进行舰船消磁首先要对其磁场进行精确的测量。一般舰船磁场测量时，主要有两种方式：一种是在固定的消磁站中进行测量，另一种是在近海布放的动态磁性测量站中进行。这两种测量方式都是利用水底固定位置布置的磁力传感器阵列来完成，具有很高的测量精度。但要求舰船必须航行到消磁站或者动态磁性测量站，而且这种测量方式只能在舰船下方的一个固定平面内进行测量。这样一方面增加了舰船磁场测量的时间和成本；另一方面，大大降低了舰船磁场测量的灵活性，无法获得详实的舰船三维磁场特征。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术的不足，本发明提供了一种基于ROV的磁场测量系统及方法，该系统主要包括ROV模块、磁场测量模块、声学定位模块和测量杆。磁场测量模块包括数据采集器密封舱、磁通门传感器密封舱、铯光泵探头密封舱；声学定位模块包含声学鸟。采用上中下三层构架，ROV模块固定在中间层，数据采集器密封舱通过卡箍固定在ROV模块的上方，声学鸟安装在ROV模块的下方；数据采集器密封舱、ROV模块和声学鸟固定在测量杆一端，磁通门密封舱固定在测量杆中部，铯光泵探头密封舱固定在测量杆另一端。磁场测量模块使用磁通门传感器和铯光泵探头同时进行磁场测量，通过数据融合算法降低ROV模块对铯光泵探头舰船磁场测量结果的影响，提高舰船磁场的测量精度。同时采用多点水下声学定位方法对ROV模块进行精确定位。该系统可以对舰船不同深度水平面的磁场进行测量，无须舰船航行到消磁站或者动态磁测量站进行专门测量，提升了舰船磁场测量的灵活性，减少了舰船磁场测量的时间和成本。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案为：

[0005] 一种基于ROV的磁场测量系统，包括ROV模块、磁场测量模块、声学定位模块、测量杆、固定框架和固定支架；

[0006] 所述磁场测量模块包括数据采集器密封舱、磁通门传感器密封舱、铯光泵探头密封舱；所述铯光泵探头密封舱通过第一卡箍固定在所述测量杆的一端，铯光泵探头密封舱内密封有铯光泵探头；所述磁通门传感器密封舱通过第二卡箍固定在测量杆的中部，磁通门传感器密封舱内密封有磁通门传感器；所述数据采集器密封舱位于所述ROV模块的上方，数据采集器密封舱通过第三卡箍与ROV模块固定在一起，数据采集器密封舱内密封有数据采集器，所述数据采集器存储磁场测量模块测量的磁场数据；

[0007] 所述固定框架通过第四卡箍固定在测量杆的另一端；所述固定支架的下端与固定框架固定连接，固定支架上端与第三卡箍固定连接；ROV模块和数据采集器密封舱位于固定

框架的上方,数据采集器密封舱、ROV模块和固定框架组成上、中、下三层架构;

[0008] 所述声学定位模块包含声学鸟B,所述声学鸟B位于ROV模块的下方,通过第四卡箍与固定框架固定连接。

[0009] 进一步地,所述磁通门传感器和所述铯光泵探头同时对磁场进行测量,将测量数据通过数据融合算法处理降低ROV模块对磁场测量结果的影响,提高舰船磁场测量精度。

[0010] 进一步地,所述声学定位模块还包括声学鸟A、声学鸟C和声学鸟定位装置;声学鸟定位装置放置在水面之上,声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C位于声学鸟定位装置下方,在水下同一深度呈三角形排列;声学鸟定位装置控制三个声学鸟发射和接收指定频段的声波;

[0011] 声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C与声学鸟定位装置通过线缆连接;

[0012] 声学鸟A和声学鸟C在水下位置固定,声学鸟B由ROV模块带动在水下三个声学鸟所在平面内移动,三个声学鸟在水下深度相同;三个声学鸟进行相互声学测距,对ROV模块定位。

[0013] 一种应用于基于ROV的磁场测量系统的多点水下声学定位方法,包括以下步骤:

[0014] 步骤1:搭建能对外发射磁场信号的水上平台,将声学鸟定位装置放置在水上平台;

[0015] 步骤2:将声学鸟A和声学鸟C放置于水下固定位置;声学鸟A、声学鸟C和声学鸟B在水下同一深度组成三角形的三个顶点;

[0016] 步骤3:在声学鸟A、声学鸟C和声学鸟B所在的三角形平面构建平面直角坐标系,设定声学鸟A和声学鸟C的坐标分别固定为 (X_A, Y_A) 和 (X_C, Y_C) ;声学鸟B的坐标为 (X_B, Y_B) ,声学鸟B由ROV模块带动在水下三个声学鸟所在平面内移动;

[0017] 步骤4:在 $t=t_0$ 时刻,声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C受声学鸟定位装置控制同时发射短时宽声波,其中声学鸟A发射a频段声波,声学鸟B发射b频段声波,声学鸟C发射c频段声波;在 t_0 后的 t_{ba} 时刻和 t_{ca} 时刻,声学鸟B和声学鸟C分别接收到声学鸟A发来的a频段声波;在 t_0 后的 t_{ab} 时刻和 t_{cb} 时刻,声学鸟A和声学鸟C分别接收到声学鸟B发来的b频段声波;在 t_0 后的 t_{ac} 时刻和 t_{bc} 时刻,声学鸟A和声学鸟B分别接收到声学鸟C发来的c频段声波;

[0018] 步骤5:设声波在水中的传播速度为定值 v ,声学鸟A与声学鸟B之间的距离 R_{AB} 通过下面公式计算:

$$[0019] \quad L_{AB} = v(t_{ab} - t_0) \quad (1)$$

$$[0020] \quad L_{BA} = v(t_{ba} - t_0) \quad (2)$$

$$[0021] \quad R_{AB} = \frac{L_{AB} + L_{BA}}{2} \quad (3)$$

[0022] 声学鸟A与声学鸟C之间的距离 R_{AC} 通过下面公式计算:

$$[0023] \quad L_{AC} = v(t_{ac} - t_0) \quad (4)$$

$$[0024] \quad L_{CA} = v(t_{ca} - t_0) \quad (5)$$

$$[0025] \quad R_{AC} = \frac{L_{AC} + L_{CA}}{2} \quad (6)$$

[0026] 声学鸟B与声学鸟C之间的距离 R_{BC} 通过下面公式计算:

$$[0027] \quad L_{BC} = v(t_{bc} - t_0) \quad (7)$$

$$[0028] \quad L_{CB} = v(t_{cb} - t_0) \quad (8)$$

$$[0029] \quad R_{BC} = \frac{L_{BC} + L_{CB}}{2} \quad (9)$$

[0030] 步骤6: 声学鸟B的坐标 (X_B, Y_B) 求解下式计算:

$$[0031] \quad \begin{cases} R_{AB} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \\ R_{BC} = \sqrt{(X_B - X_C)^2 + (Y_B - Y_C)^2} \end{cases} \quad (10)$$

[0032] 由此得到ROV模块的坐标位置,通过操纵ROV模块在水下指定平面进行点阵列式测量,能够获得水上平台在水下指定深度的平面阵列式磁场信息;

[0033] 步骤7: 调整声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C在水下的深度,能够获得水上平台在水下不同深度的平面阵列式磁场信息。

[0034] 进一步地,声学鸟A和声学鸟C在水下放置于水上平台同一侧的固定位置。

[0035] 本发明的有益效果是:

[0036] 1、与传统的磁场测量系统相比,本发明磁场测量系统可以对舰船不同平面的磁场进行测量,无须舰船航行到消磁站或者动态磁测量站进行专门测量,提高了舰船磁场测量的效率,提升了舰船磁场测量的灵活性和测量精度,减少了舰船磁场测量的时间和成本;

[0037] 2、磁场测量模块使用磁通门传感器和铯光泵探头同时进行磁场测量,通过数据融合算法降低ROV模块对舰船磁场测量结果的影响,提高舰船磁场测量精度;

[0038] 3、基于ROV的磁场测量系统的三个声学鸟可以工作在同一深度进行相互声学测距,实现ROV模块水声定位,进而可以完成不同深度下的舰船磁场测量。

附图说明

[0039] 图1为本发明提出的基于ROV的磁场测量系统总体结构布局主视图;

[0040] 图2为本发明提出的基于ROV的磁场测量系统总体结构布局轴测图;

[0041] 图3为本发明提出的多点水下声学定位原理示意图。

[0042] 图中:1-声学鸟B,2-第三卡箍,3-数据采集器密封舱,4-ROV模块,5-磁通门传感器密封舱,6-铯光泵探头密封舱,7-第一卡箍,8-第二卡箍,9-测量杆,10-固定支架,11-固定框架,12-第四卡箍,13-声学鸟A,14-声学鸟C,15-声学鸟定位装置。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0044] 如图1和图2所示,一种基于ROV的磁场测量系统,包括ROV模块4、磁场测量模块、声学定位模块、测量杆9、固定框架11和固定支架10;

[0045] 所述磁场测量模块包括数据采集器密封舱3、磁通门传感器密封舱5、铯光泵探头密封舱6;所述铯光泵探头密封舱6通过第一卡箍7固定在所述测量杆9的一端,铯光泵探头密封舱6内密封有铯光泵探头;所述磁通门传感器密封舱5通过第二卡箍8固定在测量杆9的中部,磁通门传感器密封舱5内密封有磁通门传感器;所述数据采集器密封舱3位于所述ROV模块4的上方,数据采集器密封舱3通过第三卡箍2与ROV模块4固定在一起,数据采集器密封舱3内密封有数据采集器,所述数据采集器存储磁场测量模块测量的磁场数据;

[0046] 所述固定框架11通过第四卡箍12固定在测量杆9的另一端;所述固定支架10的下端与固定框架11固定连接,固定支架12上端与第三卡箍2固定连接;ROV模块4和数据采集器

密封舱3位于固定框架11的上方,数据采集器密封舱3、ROV模块4和固定框架11组成上、中、下三层架构;

[0047] 所述声学定位模块包含声学鸟B1,所述声学鸟B1位于ROV模块4的下方,通过第四卡箍12与固定框架11固定连接。

[0048] 进一步地,所述磁通门传感器和所述铯光泵探头同时对磁场进行测量,将测量数据通过数据融合算法处理降低ROV模块对磁场测量结果的影响,提高舰船磁场测量精度。

[0049] 进一步地,所述声学定位模块还包括声学鸟A13、声学鸟C14和声学鸟定位装置15;声学鸟定位装置15放置在水面之上,声学鸟A13、声学鸟B1和声学鸟C14位于声学鸟定位装置15下方,在水下同一深度呈三角形排列;声学鸟定位装置15控制三个声学鸟发射和接收指定频段的声波;

[0050] 声学鸟A13、声学鸟B1和声学鸟C14与声学鸟定位装置15通过线缆连接;

[0051] 声学鸟A13和声学鸟C14在水下位置固定,声学鸟B1由ROV模块4带动在水下三个声学鸟所在平面内移动,三个声学鸟在水下深度相同;三个声学鸟进行相互声学测距,对ROV模块4定位。

[0052] 如图3所示,一种应用于基于ROV的磁场测量系统的多点水下声学定位方法,包括以下步骤:

[0053] 步骤1:搭建能对外发射磁场信号的水上平台,将声学鸟定位装置放置在水上平台;

[0054] 步骤2:将声学鸟A和声学鸟C在水下放置于水上平台同一侧的固定位置;声学鸟A、声学鸟C和声学鸟B在水下同一深度组成三角形的三个顶点;

[0055] 步骤3:在声学鸟A、声学鸟C和声学鸟B所在的三角形平面构建平面直角坐标系,设定声学鸟A和声学鸟C的坐标分别固定为 (X_A, Y_A) 和 (X_C, Y_C) ;声学鸟B的坐标为 (X_B, Y_B) ,声学鸟B由ROV模块带动在水下三个声学鸟所在平面内移动;

[0056] 步骤4:在 $t=t_0$ 时刻,声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C受声学鸟定位装置控制同时发射短时宽声波,其中声学鸟A发射a频段声波,声学鸟B发射b频段声波,声学鸟C发射c频段声波;在 t_0 后的 t_{ba} 时刻和 t_{ca} 时刻,声学鸟B和声学鸟C分别接收到声学鸟A发来的a频段声波;在 t_0 后的 t_{ab} 时刻和 t_{cb} 时刻,声学鸟A和声学鸟C分别接收到声学鸟B发来的b频段声波;在 t_0 后的 t_{ac} 时刻和 t_{bc} 时刻,声学鸟A和声学鸟B分别接收到声学鸟C发来的c频段声波;

[0057] 步骤5:设声波在水中的传播速度为定值 v ,声学鸟A与声学鸟B之间的距离 R_{AB} 通过下面公式计算:

$$[0058] \quad L_{AB} = v(t_{ab} - t_0) \quad (1)$$

$$[0059] \quad L_{BA} = v(t_{ba} - t_0) \quad (2)$$

$$[0060] \quad R_{AB} = \frac{L_{AB} + L_{BA}}{2} \quad (3)$$

[0061] 声学鸟A与声学鸟C之间的距离 R_{AC} 通过下面公式计算:

$$[0062] \quad L_{AC} = v(t_{ac} - t_0) \quad (4)$$

$$[0063] \quad L_{CA} = v(t_{ca} - t_0) \quad (5)$$

$$[0064] \quad R_{AC} = \frac{L_{AC} + L_{CA}}{2} \quad (6)$$

[0065] 声学鸟B与声学鸟C之间的距离 R_{BC} 通过下面公式计算:

[0066] $L_{BC} = v(t_{bc} - t_0)$ (7)

[0067] $L_{CB} = v(t_{cb} - t_0)$ (8)

[0068] $R_{BC} = \frac{L_{BC} + L_{CB}}{2}$ (9)

[0069] 步骤6: 声学鸟B的坐标 (X_B, Y_B) 求解下式计算:

[0070]
$$\begin{cases} R_{AB} = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \\ R_{BC} = \sqrt{(X_B - X_C)^2 + (Y_B - Y_C)^2} \end{cases}$$
 (10)

[0071] 由此得到ROV模块的坐标位置,通过操纵ROV模块在水下指定平面进行点阵列式测量,能够获得水上平台在水下指定深度的平面阵列式磁场信息;

[0072] 步骤7: 调整声学鸟A、声学鸟B和声学鸟C在水下的深度,能够获得水上平台在水下不同深度的平面阵列式磁场信息,为舰船消磁勤务提供参考依据。

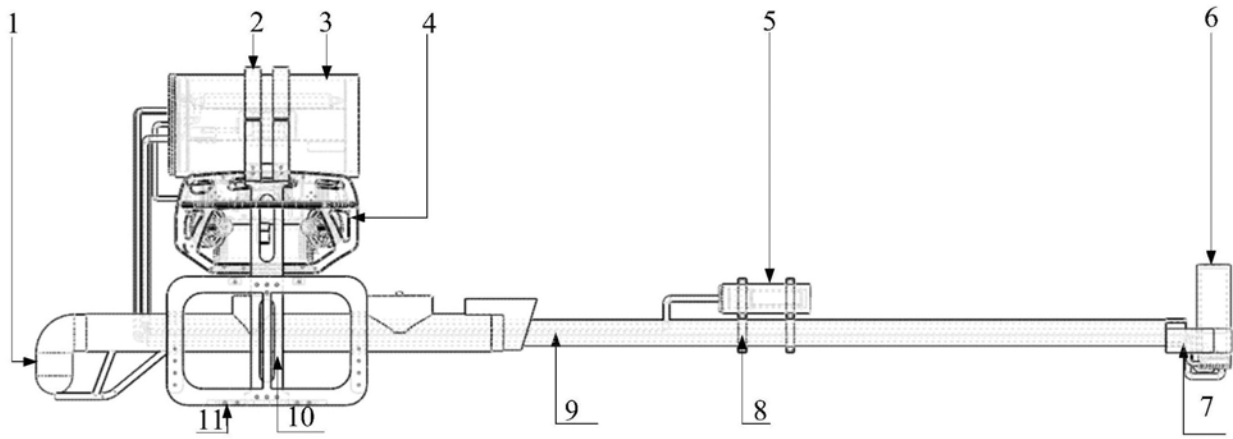


图1

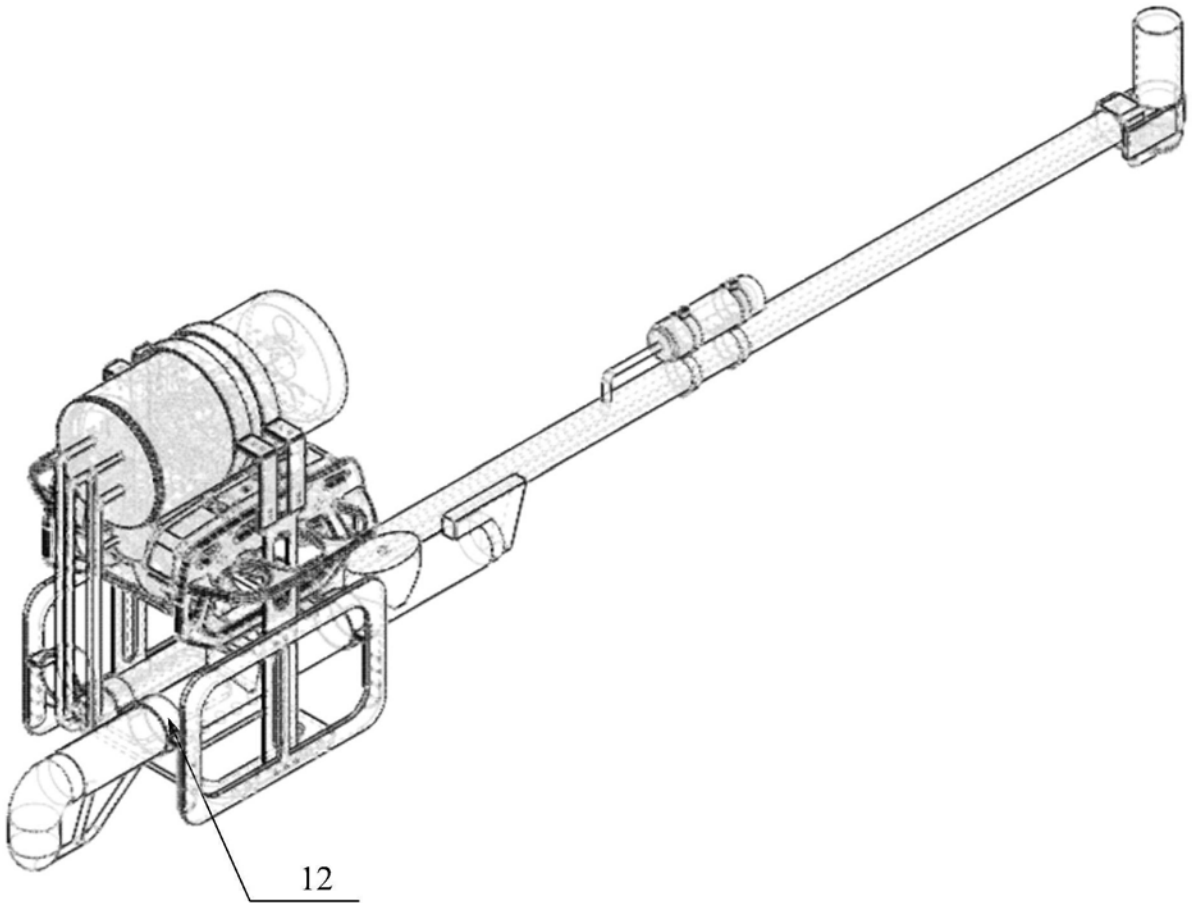


图2

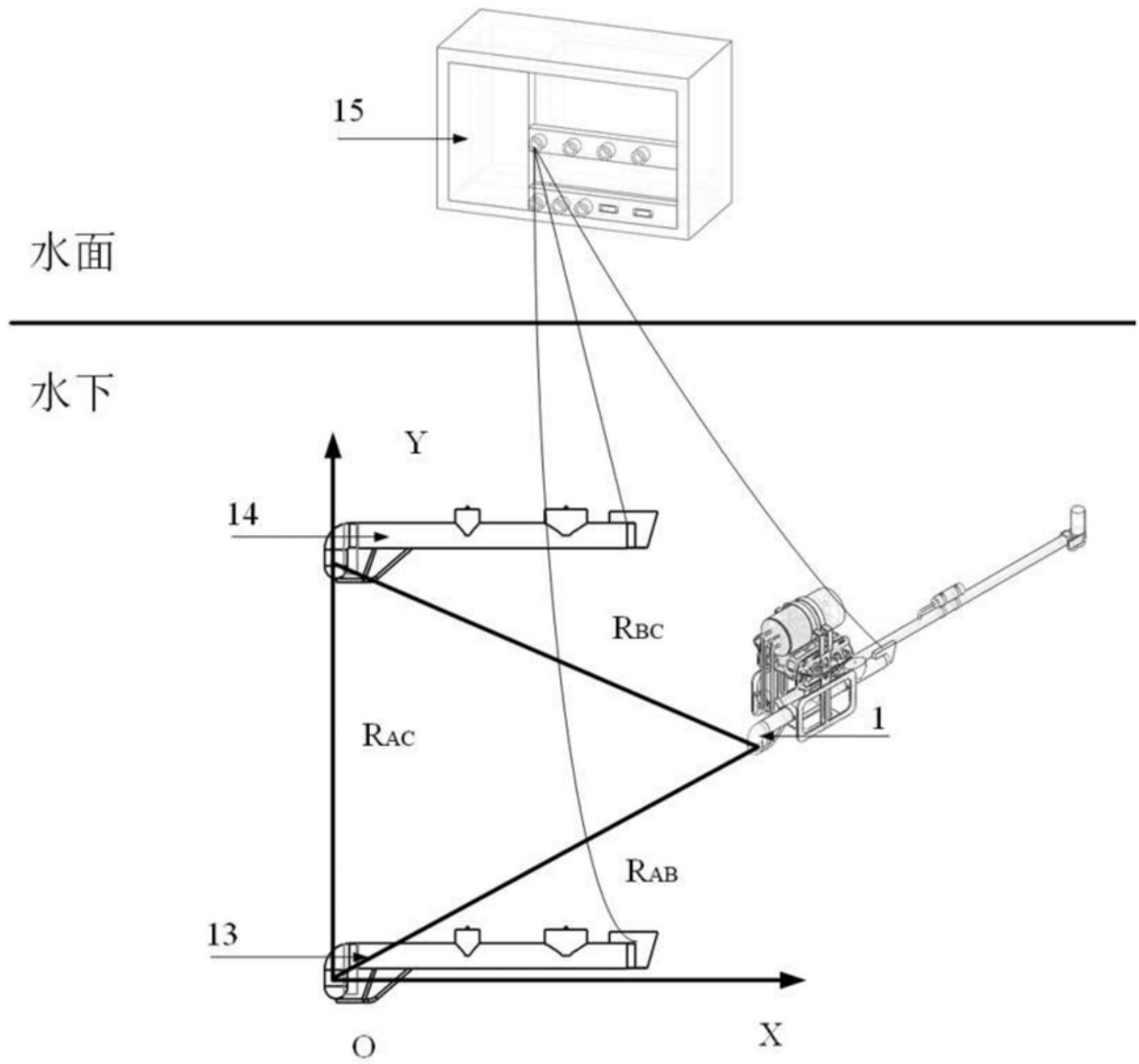


图3