



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113686540 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 25

(21) 申请号 202111053661.7

CN 106353066 A, 2017.01.25

(22) 申请日 2021.09.09

CN 104101478 A, 2014.10.15

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108956087 A, 2018.12.07

申请公布号 CN 113686540 A

CN 110146255 A, 2019.08.20

WO 2021073166 A1, 2021.04.22

(43) 申请公布日 2021.11.23

施红辉;陈波;王昀.钝体超空泡倾斜穿过自由面出水实验及数值模拟.实验流体力学.2016,(05),全文.

(73) 专利权人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

审查员 彭鼎原

(72) 发明人 肖巍 黄锴楠 姚熊亮 黄祥宏
刘俊良 骆霄 赵庆凯 王紫璇

(51) Int. Cl.

G01M 10/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108613793 A, 2018.10.02

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置及方法

(57) 摘要

本发明属于船舶与海洋工程实验技术领域,具体涉及一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置及方法。本发明可以模拟航行体在运动过程中变角度出入水、航行体自身旋转、由水流作用而导致的航行体整体偏转以及在出入水过程中同时出现以上几种情况的复杂情况,使模拟实验的环境更能接近真实的航行体出入水环境,并且通过反复实验能够比较不同航行体运动环境对出入水实验的影响。



1. 一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置,其特征在于:包括实验罐、竖直滑台、伸缩杆和航行体模型滑台;所述的实验罐整体呈圆柱形,在实验罐表面开设有观察窗,在实验罐上部内壁上安装有上圆形轨道,在实验罐下部内壁上安装有下圆形轨道;所述的上圆形轨道与下圆形轨道上均设有两组轨道电机,四组轨道电机分别位于上圆形轨道、下圆形轨道的左右两端,且上圆形轨道上的电机与下圆形轨道上的轨道电机位于同一竖直线;所述的竖直滑台有两个,两个竖直滑台相对布置,每个竖直滑台分别与上圆形轨道、下圆形轨道上的两组轨道电机刚性固定,在每个竖直滑台上均设有一组竖直电机;所述的伸缩杆包括固定杆与滑动杆,固定杆的一端与滑动杆的一端分别通过铰链与两个竖直滑台上的竖直电机连接,滑动杆的另一端开设有矩形开口,固定杆的另一端伸入滑动杆内部;所述的滑动杆内部布置有滑轮,滑轮与固定杆外表面相切,使滑动杆可以沿着固定杆滑动;所述的固定杆中空,在固定杆顶面与底面分别开设有细长型长圆孔,在固定杆内部设有航行体模型滑台轨道;所述的航行体模型滑台包括滑台电机、转动轴和模型安装台;所述的滑台电机布置在固定杆内部的航行体模型滑台轨道上;所述的转动轴安装在滑台电机上,并从固定杆顶面与底面的细长型长圆孔伸出;所述的模型安装台分别安装在转动轴两端;所述的四组轨道电机、两组竖直电机和一组滑台电机分别通过信号控制线缆与控制箱连接,控制箱控制所有电机的运动状态。

2. 根据权利要求1所述的一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置,其特征在于:所述的实验罐底部安装有四个支座,用于支撑整个实验装置;所述的实验罐上开设有两个长圆孔开口,均为竖直开口,其中实验罐的前长圆孔开口大而长,实验罐的后长圆孔开口小而短,两个长圆孔开口处均安装与开口相对应大小的高强度钢化玻璃,钢化玻璃外侧贴曲面弧形安装板,利用螺栓将玻璃窗口与钢制罐连接,实验罐正面的观察窗大且长,便于观察实验现象,通过高速摄像机可以记录整个实验过程,实验罐后面的观察窗用于补光,在玻璃窗上贴毛玻璃纸,采用黄头灯为玻璃窗打光,以达到最好的拍摄效果。

3. 一种航行体可旋转可变角度出入水实验方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:布置航行体可旋转可变角度出入水实验装置;

所述的航行体可旋转可变角度出入水实验装置包括实验罐、竖直滑台、伸缩杆和航行体模型滑台;所述的实验罐整体呈圆柱形,在实验罐表面开设有观察窗,在实验罐上部内壁上安装有上圆形轨道,在实验罐下部内壁上安装有下圆形轨道;所述的上圆形轨道与下圆形轨道上均设有两组轨道电机,四组轨道电机分别位于上圆形轨道、下圆形轨道的左右两端,且上圆形轨道上的电机与下圆形轨道上的轨道电机位于同一竖直线;所述的竖直滑台有两个,两个竖直滑台相对布置,每个竖直滑台分别与上圆形轨道、下圆形轨道上的两组轨道电机刚性固定,在每个竖直滑台上均设有一组竖直电机;所述的伸缩杆包括固定杆与滑动杆,固定杆的一端与滑动杆的一端分别通过铰链与两个竖直滑台上的竖直电机连接,滑动杆的另一端开设有矩形开口,固定杆的另一端伸入滑动杆内部;所述的滑动杆内部布置有滑轮,滑轮与固定杆外表面相切,使滑动杆可以沿着固定杆滑动;所述的固定杆中空,在固定杆顶面与底面分别开设有细长型长圆孔,在固定杆内部设有航行体模型滑台轨道;所述的航行体模型滑台包括滑台电机、转动轴和模型安装台;所述的滑台电机布置在固定杆内部的航行体模型滑台轨道上;所述的转动轴安装在滑台电机上,并从固定杆顶面与底面的细长型长圆孔伸出;所述的模型安装台分别安装在转动轴两端;所述的四组轨道电机、两

组竖直电机和一组滑台电机分别通过信号控制线缆与控制箱连接,控制箱控制所有电机的运动状态;

步骤2:通过控制箱控制两个竖直滑台上的两组竖直电机以相同速度将伸缩杆带动至竖直滑台的顶部;如若要进行航行体出水实验,则在航行体模型滑台上方的模型安装台上安装航行体模型;如若要进行航行体入水实验,则在航行体模型滑台下方的模型安装台上安装航行体模型;所述的航行体模型上布置有传感器;

步骤3:进行出水实验时,在安装完航行体模型后,通过控制箱使两个竖直滑台上的两组竖直电机以相同速度向下运动,使伸缩杆到达竖直滑台的底部;

若实验初始时刻,航行体模型为竖直运动,则通过控制箱使两个竖直滑台上的两组竖直电机开始运动;

若实验初始时刻,航行体模型需以一定角度运动,则需通过控制箱使与固定杆连接的竖直电机带动固定杆向上运动,与滑动杆连接的竖直电机保持不动,使固定杆向上运动的过程中,滑动杆沿着固定杆滑动,同时通过控制箱控制固定杆内部的滑台电机从固定杆一端向着滑动杆运动,且滑台电机沿固定杆的运动速度与竖直电机沿竖直滑台竖直向上的运动速度合成得到的总速度方向与航行体模型指向的方向相同;当整个伸缩杆变长并形成满足实验需求的角度后,停止与固定杆连接的竖直电机的运动,此后两个竖直滑台上的两组竖直电机以相同速度向下运动;

在出水实验过程中需要航行体模型自己转动时,则通过控制箱使转动轴开始转动,从而带动模型安装台以及航行体模型进行转动;

在出水实验过程中需要模拟航行体模型沿着竖直轴转动时,通过控制箱使两个圆形轨道上的四组轨道电机按同一速度沿着同一方向运动,从而带动伸缩杆整体跟着转动;

进行入水实验时,航行体模型运动过程中运动状态的调整均可以参照出水实验;

步骤4:采用高速摄像机记录下整个实验过程,通过航行体模型上的传感器记录下出入水过程中航行体所受的压力曲线。

一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于船舶与海洋工程实验技术领域,具体涉及一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置及方法。

背景技术

[0002] 航行体出水或入水实验装置是一种可以模拟航行体高速出水或入水,记录航行体表面物面压力以及航行体穿过自由面时自由面变化的实验装置。出水实验装置与入水实验装置原理十分相似,出水实验是航行体从水中向上穿过自由面进入空气中,而入水实验则是航行体从空气中向下穿过自由面进入水中,出水与入水只是相反的过程。为了节省实验费用,本实验装置将出水装置和入水装置结合为出入水装置,既可以进行出水实验,也可以进行入水实验。

[0003] 目前的出水或入水实验装置只能进行航行体的垂直出水或入水模拟实验,也有一些出水或入水实验装置可以实现以一定角度斜向直线的出入水实验,但无法让航行体在实验过程中进行变角度。而实际情况下的航行体出水与入水需要面对相当复杂的问题,航行体在实际运动过程中往往需要按照一些特殊的需要进行角度的调整,且在海洋环境下,洋流作用不可避免,这往往会导致航行体在运动过程中有小幅度的偏转。因此可以看出,现有的出入水装置可以模拟的出入水环境与海洋中出入水的环境还有一定差距,从而如何使实验环境与实际海洋环境更相似,及如何将出入水中涉及到的问题尽可能考虑进实验中成为出入水实验的一大课题。

[0004] 为针对随着对出入水的研究不断深入而出现的更多问题,研发一种更能够模拟真实海洋情况下航行体出入水的实验装置,可以解决航行体在运动过程中不可变角度以及不可旋转的问题,以推动航行体的出入水研究。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置。

[0006] 本发明的目的通过如下技术方案来实现:包括实验罐、竖直滑台、伸缩杆和航行体模型滑台;所述的实验罐整体呈圆柱形,在实验罐表面开设有观察窗,在实验罐上部内壁上安装有上圆形轨道,在实验罐下部内壁上安装有下圆形轨道;所述的上圆形轨道与下圆形轨道上均设有两组轨道电机,四组轨道电机分别位于上圆形轨道、下圆形轨道的左右两端,且上圆形轨道上的电机与下圆形轨道上的轨道电机位于同一竖直线;所述的竖直滑台有两个,两个竖直滑台相对布置,每个竖直滑台分别与上圆形轨道、下圆形轨道上的两组轨道电机刚性固定,在每个竖直滑台上均设有一组竖直电机;所述的伸缩杆包括固定杆与滑动杆,固定杆的一端与滑动杆的一端分别通过铰链与两个竖直滑台上的竖直电机连接,滑动杆的另一端开设有矩形开口,固定杆的另一端伸入滑动杆内部;所述的滑动杆内部布置有滑轮,滑轮与固定杆外表面相切,使滑动杆可以沿着固定杆滑动;所述的固定杆中空,在固定杆顶面与底面分别开设有细长型长圆孔,在固定杆内部设有航行体模型滑台轨道;所述的航行

体模型滑台包括滑台电机、转动轴和模型安装台；所述的滑台电机布置在固定杆内部的航行体模型滑台轨道上；所述的转动轴安装在滑台电机上，并从固定杆顶面与底面的细长型长圆孔伸出；所述的模型安装台分别安装在转动轴两端；所述的四组轨道电机、两组竖直电机和一组滑台电机分别通过信号控制线缆与控制箱连接，控制箱控制所有电机的运动状态。

[0007] 本发明还可以包括：

[0008] 所述的实验罐底部安装有四个支座，用于支撑整个实验装置；所述的实验罐上开设有二个长圆孔开口，均为竖直开口，其中实验罐的前长圆孔开口大而长，实验罐的后长圆孔开口小而短，两个长圆孔开口处均安装与开口相对应大小的高强度钢化玻璃，钢化玻璃外侧贴曲面弧形安装板，利用螺栓将玻璃窗口与钢制罐连接，实验罐正面的观察窗大且长，便于观察实验现象，通过高速摄像机可以记录整个实验过程，实验罐后面的观察窗用于补光，在玻璃窗上贴毛玻璃纸，采用黄头灯为玻璃窗打光，以达到最好的拍摄效果。

[0009] 本发明的目的还在于提供一种航行体可旋转可变角度出入水实验方法。

[0010] 本发明的目的通过如下技术方案来实现：包括以下步骤：

[0011] 步骤1：布置航行体可旋转可变角度出入水实验装置；

[0012] 所述的航行体可旋转可变角度出入水实验装置包括实验罐、竖直滑台、伸缩杆和航行体模型滑台；所述的实验罐整体呈圆柱形，在实验罐表面开设有观察窗，在实验罐上部内壁上安装有上圆形轨道，在实验罐下部内壁上安装有下圆形轨道；所述的上圆形轨道与下圆形轨道上均设有两组轨道电机，四组轨道电机分别位于上圆形轨道、下圆形轨道的左右两端，且上圆形轨道上的电机与下圆形轨道上的轨道电机位于同一竖直线；所述的竖直滑台有两个，两个竖直滑台相对布置，每个竖直滑台分别与上圆形轨道、下圆形轨道上的两组轨道电机刚性固定，在每个竖直滑台上均设有一组竖直电机；所述的伸缩杆包括固定杆与滑动杆，固定杆的一端与滑动杆的一端分别通过铰链与两个竖直滑台上的竖直电机连接，滑动杆的另一端开设有矩形开口，固定杆的另一端伸入滑动杆内部；所述的滑动杆内部布置有滑轮，滑轮与固定杆外表面相切，使滑动杆可以沿着固定杆滑动；所述的固定杆中空，在固定杆顶面与底面分别开设有细长型长圆孔，在固定杆内部设有航行体模型滑台轨道；所述的航行体模型滑台包括滑台电机、转动轴和模型安装台；所述的滑台电机布置在固定杆内部的航行体模型滑台轨道上；所述的转动轴安装在滑台电机上，并从固定杆顶面与底面的细长型长圆孔伸出；所述的模型安装台分别安装在转动轴两端；所述的四组轨道电机、两组竖直电机和一组滑台电机分别通过信号控制线缆与控制箱连接，控制箱控制所有电机的运动状态；

[0013] 步骤2：通过控制箱控制两个竖直滑台上的两组竖直电机以相同速度将伸缩杆带动至竖直滑台的顶部；如若要进行航行体出水实验，则在航行体模型滑台上方的模型安装台上安装航行体模型；如若要进行航行体入水实验，则在航行体模型滑台下方的模型安装台上安装航行体模型；所述的航行体模型上布置有传感器；

[0014] 步骤3：进行出水实验时，在安装完航行体模型后，通过控制箱使两个竖直滑台上的两组竖直电机以相同速度向下运动，使伸缩杆到达竖直滑台的底部；

[0015] 若实验初始时刻，航行体模型为竖直运动，则通过控制箱使两个竖直滑台上的两组竖直电机开始运动；

[0016] 若实验初始时刻,航行体模型需以一定角度运动,则需通过控制箱使与固定杆连接的竖直电机带动固定杆向上运动,与滑动杆连接的竖直电机保持不动,使固定杆向上运动的过程中,滑动杆沿着固定杆滑动,同时通过控制箱控制固定杆内部的滑台电机从固定杆一端向着滑动杆运动,且滑台电机沿固定杆的运动速度与竖直电机沿竖直滑台竖直向上的运动速度合成得到的总速度方向与航行体模型指向的方向相同;当整个伸缩杆变长并形成满足实验需求的角度后,停止与固定杆连接的竖直电机的运动,此后两个竖直滑台上的两组竖直电机以相同速度向下运动;

[0017] 在出水实验过程中需要航行体模型自己转动时,则通过控制箱使转动轴开始转动,从而带动模型安装台以及航行体模型进行转动;

[0018] 在出水实验过程中需要模拟航行体模型沿着竖直轴转动时,通过控制箱使两个圆形轨道上的四组轨道电机按同一速度沿着同一方向运动,从而带动伸缩杆整体跟着转动;

[0019] 进行入水实验时,航行体模型运动过程中运动状态的调整均可以参照出水实验。

[0020] 步骤4:采用高速摄像机记录下整个实验过程,通过航行体模型上的传感器记录下出入水过程中航行体所受的压力曲线。

[0021] 本发明的有益效果在于:

[0022] 本发明可以模拟航行体在运动过程中变角度出入水、航行体自身旋转、由水流作用而导致的航行体整体偏转以及在出入水过程中同时出现以上几种情况的复杂情况,使模拟实验的环境更能接近真实的航行体出入水环境,并且通过反复实验能够比较不同航行体运动环境对出入水实验的影响。

附图说明

[0023] 图1为一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置的总示意图;

[0024] 图2(a)为一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置的前视图。

[0025] 图2(b)为一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置的后视图。

[0026] 图2(c)为一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置的右视图。

[0027] 图2(d)为一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置的俯视图。

[0028] 图3为本发明中圆形轨道以及竖直滑台的装配图。

[0029] 图4为本发明中竖直电机的示意图。

[0030] 图5为本发明中伸缩杆的示意图。

[0031] 图6为本发明中伸缩杆的装配图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图对本发明做进一步描述。

[0033] 本发明提供了一种可变角度、可旋转的既可以进行入水实验,也可以进行出水实验的实验装置。

[0034] 一种航行体可旋转可变角度出入水实验装置,由圆柱形钢制罐、圆形轨道、竖直滑台、伸缩杆以及航行体模型滑台五个部分组成。所述圆形轨道共有两个,皆固定于所述圆柱形钢制罐内壁,其中一个圆形轨道固定于接近圆柱形钢制罐底部的位置,另一个圆形轨道固定于接近圆柱形钢制罐顶部的位置。所述竖直滑台也共有两个,两个竖直滑台相对布置,

两个竖直滑台均与圆形轨道上的电机刚性固定。所述伸缩杆两端与两个竖直滑台上的电机以铰链相连。所述航行体模型滑台安装在所述伸缩杆内。

[0035] 所述圆柱形钢制罐采用高强度不锈钢制成,为了尽量减少罐体内壁对自由面的影响以及保证在进行斜向出入水实验时航行体有足够的运动空间,钢制罐的内径选取应尽可能大一些。钢制罐的底部安装了四个支座,用于支撑整个实验装置。

[0036] 所述钢制罐上开设两个长圆孔开口,均为竖直开口,其中钢制罐的前长圆孔开口大而长,而钢制罐的后长圆孔开口小而短。两个长圆孔开口处均安装与开口相对应大小的高强度钢化玻璃,钢化玻璃外侧贴曲面弧形安装板,利用螺栓将玻璃窗口与钢制罐连接。钢制罐正面的观察窗大且长,便于观察实验现象,通过高速摄像机可以记录整个实验过程。钢制罐后面的观察窗用于补光,,在玻璃窗上贴毛玻璃纸,采用黄头灯为玻璃窗打光,以达到最好的拍摄效果。

[0037] 所述圆形轨道共有两个,每个圆形轨道皆上有两个电机,其中上方圆形轨道的一个电机与下方圆形轨道的电机构成一组电机,共分为两组电机。每一组电机皆与一个竖直滑台通过焊接连接,为了保证竖直滑台为竖直的,在焊接时每组电机的上下两个电机应在竖直方向对齐。四个电机通过信号控制线缆与控制箱连接,控制箱可以按照实验的需要控制四个电机的运动速度,圆形轨道上的四个电机的运动速度在任何情况下都是相同的。

[0038] 所述伸缩杆由固定杆与滑动杆两部分组成,固定杆的一端和滑动杆的一端均与所述竖直滑道上的电机以铰链相连接。固定杆为中空的,固定杆内安装航行体模型滑台轨道,固定杆的上下面均开细长型的长圆孔。滑动杆横截面的宽与高均比固定杆横截面的宽与高大,滑动杆也为中空的,上下面均开细长型长圆孔。滑动杆在不与竖直滑台电机固定的一端开矩形开口,开口的宽和高与固定杆横截面的宽和高相等,允许固定杆可以通过开口伸入滑动杆。滑动杆的中空截面宽与高均比固定杆横截面的宽与高大,在固定杆伸入滑动杆之后,布置滑轮使滑轮既与滑动杆的内表面相切也与固定杆的外表面相切,这样滑动杆可以沿着固定杆滑动。因此固定杆与滑动杆组合成的伸缩杆可以满足伸缩需求。

[0039] 所述两个竖直滑台上均安装一个电机,电机通过信号控制线缆与控制箱连接,控制箱可以控制电机的运行速度。通过控制箱,将两个竖直滑台上电机的水平位置调整为不同,则与两个电机以铰链相连接的所述伸缩杆会产生倾斜,由此可以进行斜向的出入水实验。而在实验中通过控制箱使两个竖直滑台上电机运动速度不同则可以实现航行体模型在运动过程中变角度。

[0040] 所述航行体滑台由电机、转动轴与模型安装台构成,电机安装在所述伸缩杆的固定杆内航行体模型滑台轨道上,通过信号控制线缆与控制箱连接,控制箱可以调节电机的运动速度。所述航行体滑台是上下对称的,转动轴安装在电机上,转动轴从伸缩杆的上下面细长型长圆孔伸出伸缩杆。转动轴的两端皆安装模型安装台,上方的模型安装台用作出水实验时安装航行体模型,下方的模型安装台用作入水实验时安装航行体模型。

[0041] 本发明的有益效果在于:

[0042] 1. 本发明抓住出水实验装置与入水实验装置的重点,根据这两者的基本原理,将出水实验装置与入水实验装置相结合,能够实现既能够模拟出水实验,也可以模拟入水实验。这可以为实验节省大笔费用。

[0043] 2. 本发明可以模拟航行体在运动过程中变角度出入水、航行体自身旋转、由水流

作用而导致的航行体整体偏转以及在出入水过程中同时出现以上几种情况的复杂情况,使模拟实验的环境更能接近真实的航行体出入水环境,并且通过反复实验能够比较不同航行体运动环境对出入水实验的影响。

[0044] 实施例1:

[0045] 如图2~图4所示,本实施例包括圆柱形钢制罐1,钢制罐1的底部安装了四个支座2。圆形轨道3共有两个,皆固定于圆柱形钢制罐1内壁,其中一个圆形轨道3固定于接近圆柱形钢制罐1底部的位置,另一个圆形轨道3固定于接近圆柱形钢制罐1顶部的位置。竖直滑台4也共有两个,两个竖直滑台4相对布置,两个竖直滑台4均与圆形轨道上的轨道电机31刚性固定。伸缩杆5两端与两个竖直滑台4上的电机以铰链相连,航行体模型滑台6安装在伸缩杆5内。钢制罐1上开设两个长圆孔开口,均为竖直开口,其中钢制罐的前长圆孔开口大而长,而钢制罐的后长圆孔开口小而短。玻璃观察窗7安装于钢制罐1前的开口上,玻璃补光窗安装于钢制罐1后的开口上,钢化玻璃窗外侧贴曲面弧形安装板,利用螺栓将玻璃窗口与钢制罐连接。

[0046] 如图4~图6所示,本实施例伸缩杆5由固定杆51与滑动杆53两部分组成,固定杆51的一端和滑动杆53的一端均有铰链93与竖直滑道上竖直电机91以铰链92相连接。固定杆51为中空的,固定杆51内安装航行体模型滑台轨道,固定杆51的上下面均开细长型的长圆孔52。滑动杆53横截面的宽与高均比固定杆51横截面的宽与高大,滑动杆53也为中空的,上下面均开细长型长圆孔54。滑动杆53在不与竖直滑台竖直电机91固定的一端开矩形开口,开口的宽和高与固定杆51横截面的宽和高相等,允许固定杆51可以通过开口伸入滑动杆53。滑动杆53的中空截面宽与高均比固定杆51横截面的宽与高大,在固定杆51伸入滑动杆53之后,布置滑轮55使滑轮55既与滑动杆53的内表面相切也与固定杆51的外表面相切,这样滑动杆53可以沿着固定杆51滑动。航行体滑台6安装在所述伸缩杆的固定杆内,滑台电机61安装于航行体模型滑台轨道上。所述航行体滑台6是上下对称的,转动轴62安装在滑台电机61上,转动轴62从伸缩杆5的上下面细长型长圆孔52、54伸出伸缩杆5。转动轴62的两端皆安装模型安装台63。

[0047] 本发明的工作过程如下:

[0048] 将钢制罐1上的所有装置安装好,两个圆形轨道3上的四个轨道电机31、两个竖直滑台4上的两个竖直电机91以及伸缩杆5中的滑台电机61均通过信号控制线缆与控制箱连接,控制箱可以控制所有电机的运动状态。通过控制箱控制竖直滑台4上的两个竖直电机91以相同速度将伸缩杆5带动至竖直滑台4的顶部。如若要进行航行体出水实验,则在航行体滑台6上方的模型安装台63上安装航行体模型,而若要进行航行体入水实验,则在航行体滑台6下方的模型安装台63上安装航行体模型,航行体模型上装有传感器。

[0049] 进行出水实验时,在安装完航行体模型后,通过控制箱使竖直滑台4上的两个竖直电机91以相同速度向下运动,使伸缩杆5到达竖直滑台4的底部。若实验初始时刻航行体模型为竖直运动,则通过控制箱使竖直滑台4上的两个竖直电机91开始运动。若实验初始时刻航行体需以一定角度运动,则需通过控制箱使固定杆51一端的竖直电机91带动固定杆51向上运动,滑动杆53一端的竖直电机91则保持不动,这样固定杆51向上运动的过程中,滑动杆53会沿着固定杆51滑动,整个伸缩杆5会边长,且会形成一定角度,在初始角度满足实验需求时,固定杆51一端的竖直电机91停止运动。此后两个竖直电机91以相同速度带动伸缩杆

向上运动,为了保证航行体是斜向运动的,滑台电机61也需沿着伸缩杆5从固定杆51一端向着滑动杆53运动,且滑台电机61沿伸缩杆5的运动速度与竖直电机91沿竖直滑台4竖直向上的运动速度合成得到的总速度方向应与航行体模型指向的方向相同。

[0050] 在出水实验过程中需要航行体模型变角度时,通过控制箱使固定杆51一端的竖直电机91改变速度,若要使航行体模型与竖直方向角度减小,则减小竖直电机91的运动速度,保持滑动杆53一端的竖直电机91按原速度运动,使伸缩杆5缩短,同时也要调整滑台电机61的运动速度,保证滑台电机61沿伸缩杆5的运动速度与竖直电机91沿竖直滑台4竖直向上的运动速度合成得到的总速度方向应与航行体模型指向的方向相同。若要使航行体模型与竖直方向角度增大,则增大竖直电机91的运动速度,持滑动杆53一端的竖直电机91按原速度运动。

[0051] 在出水实验过程中需要航行体模型自己转动时,则通过控制箱使转动轴62开始转动,这样带动模型安装台63以及航行体模型进行转动。

[0052] 在出水实验过程中需要模拟航行体模型沿着竖直轴转动时,通过控制箱使两个圆形轨道3上的四个轨道电机31按同一速度沿着同一方向运动,这样伸缩杆整体会跟着转动,模型可以沿着竖直轴进行转动。注意四个轨道电机31运动速度不能过快,且伸缩杆只能进行小角度的转动,因为过快转动以及大角度转动不仅会使钢制罐内的水进行转动且不符合实际情况。

[0053] 进行入水实验时,在安装完航行体模型后就可以直接开始实验,其余的航行体模型运动过程中运动状态的调整均可以参照出水实验。

[0054] 采用高速摄像机记录下整个实验过程,航行体模型上的传感器可以记录下出入水过程中航行体所受的压力曲线。

[0055] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

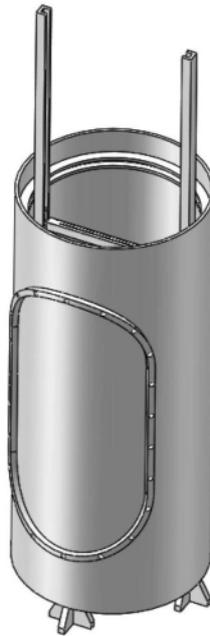


图1

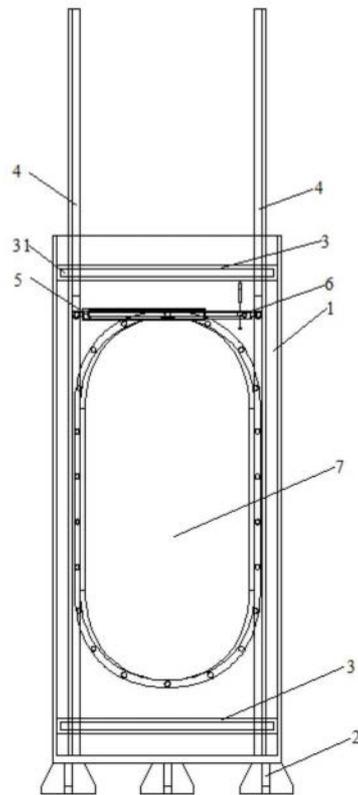


图2(a)

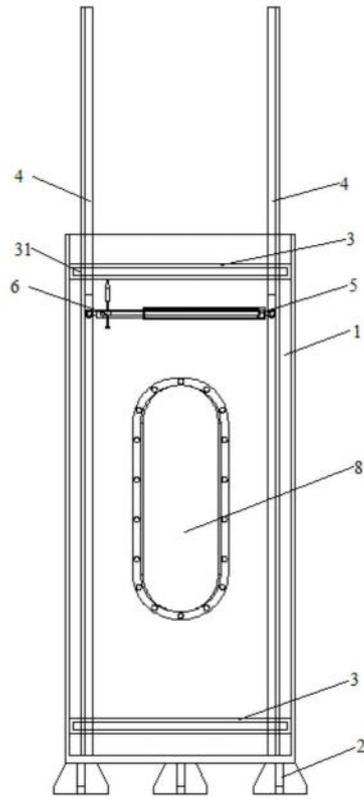


图2(b)

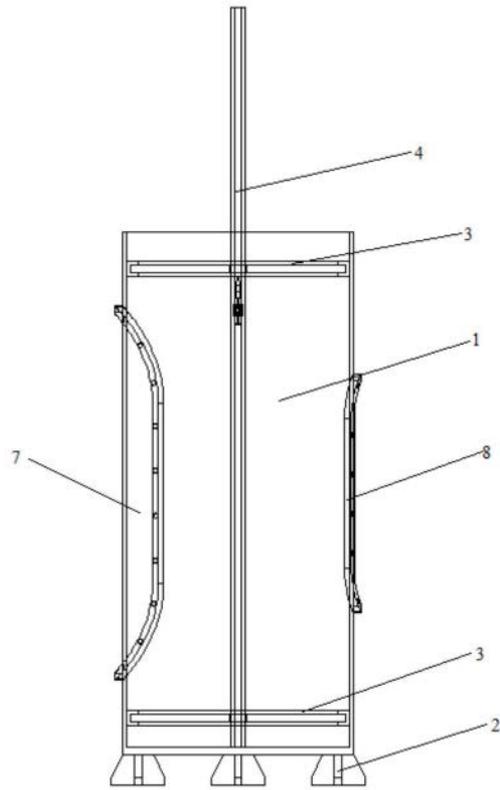


图2(c)

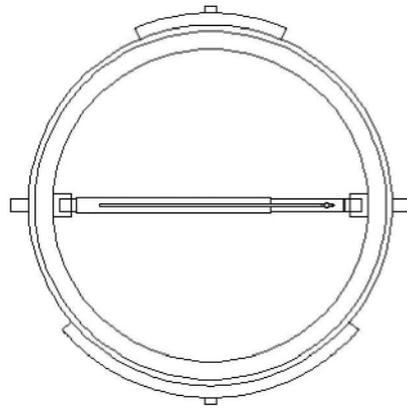


图2(d)

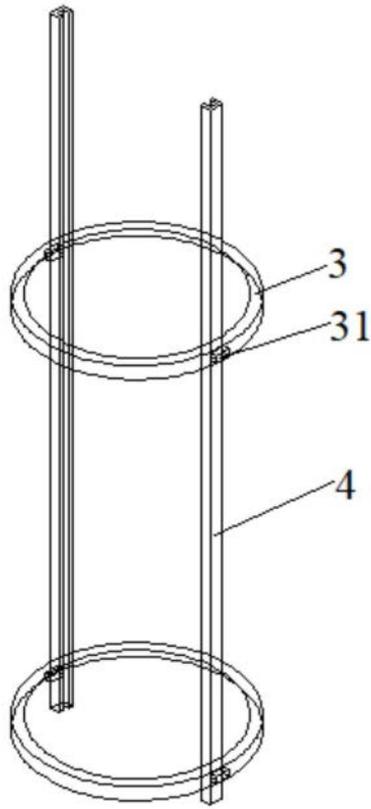


图3

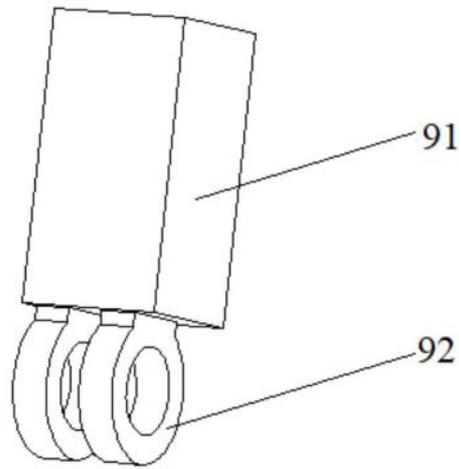


图4

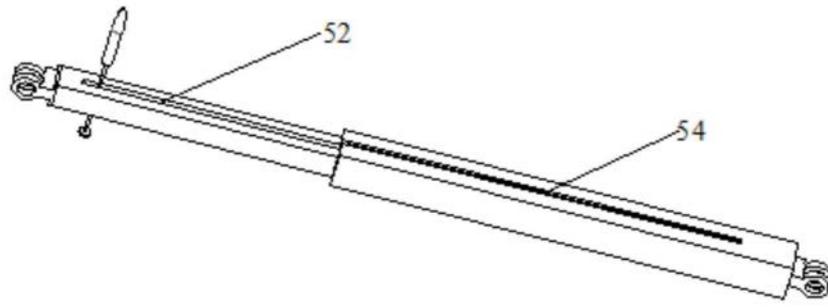


图5

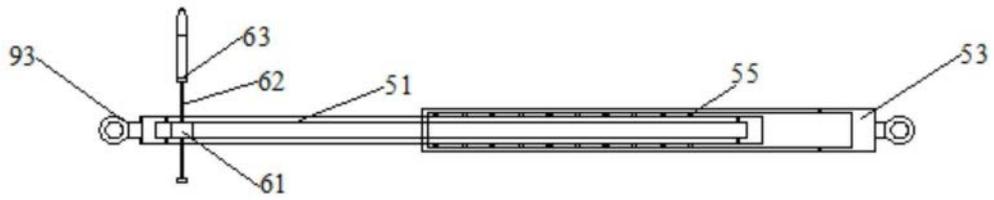


图6