



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202400265 U

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 201120556884. 0

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 12. 28

(73) 专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110046 辽宁省沈阳市东陵区南塔街  
114 号

(72) 发明人 郑荣 徐会希 刘健 林扬 王雷  
武建国

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 白振宇

(51) Int. Cl.

B63C 7/16 (2006. 01)

B63C 11/52 (2006. 01)

B66C 23/52 (2006. 01)

B66C 1/12 (2006. 01)

B66C 1/44 (2006. 01)

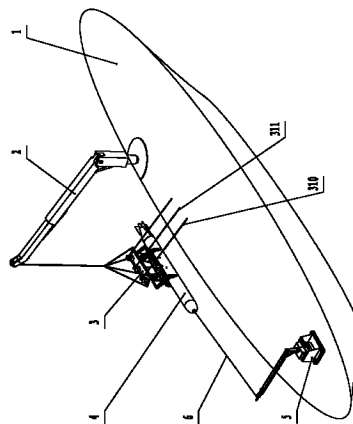
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 18 页

### (54) 实用新型名称

一种水下机器人回收系统

### (57) 摘要

本实用新型属于水下机器人领域,具体地说是一种水下机器人回收系统,包括母船、吊车、对接起吊装置、牵引装置及自动抛绳器,吊车及牵引装置分别安装在母船上,对接起吊装置吊挂在吊车上,在水下机器人回收过程中与水下机器人对接;水下机器人的背部及艏部分别安装有自动抛绳器,位于背部的自动抛绳器弹出的绳缆穿过对接起吊装置、由母船上的工作人员控制,位于艏部的自动抛绳器弹出的牵引绳通过捞绳器回收、并与牵引装置相连。本实用新型具有结构紧凑、操作简便、安全可靠,受海况影响小,不用改造吊车,对母船要求小的特点,能够实现同一套系统在四级海况下对水下机器人顺利完成布放和回收。



1. 一种水下机器人回收系统,其特征在于:包括母船(1)、吊车(2)、对接起吊装置(3)、牵引装置(5)及自动抛绳器(7),其中吊车(2)及牵引装置(5)分别安装在母船(1)上,所述对接起吊装置(3)吊挂在吊车(2)上,在水下机器人(4)回收过程中与水下机器人(4)对接;所述水下机器人(4)的背部及艏部分别安装有自动抛绳器(7),位于背部的自动抛绳器(7)弹出的绳缆穿过所述对接起吊装置(3)、由所述母船(1)上的工作人员控制,位于艏部的自动抛绳器(7)弹出的牵引绳(6)通过捞绳器(8)回收、并与所述牵引装置(5)相连。

2. 按权利要求1所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述对接起吊装置(3)包括框架(303)、同步连杆(304)、夹持机构(306)、导引管(307)、吊杆(308)、止荡绳(310)及导引绳(311),其中框架(303)通过钢丝绳(301)与所述母船(1)上的吊车(2)相连,所述框架(303)上安装有三个定滑轮(302),在框架(303)的底部设有连接管(320),位于框架(303)两侧的夹持机构(306)分别铰接于该连接管(320)的两端,两个夹持机构(306)的顶端通过所述同步连杆(304)连接;所述同步连杆(304)的两端均连接有止荡绳(310)的一端,该止荡绳(310)的另一端由框架(303)穿出、绕过位于两侧的定滑轮(302)由母船(1)上的工作人员控制;所述导引管(307)及吊杆(308)同轴安装在框架(303)的连接管(320)上,导引管(307)位于吊杆(308)的上方,所述导引绳(311)的一端连接于水下机器人(4)上的起吊座(309)内,另一端依次穿过吊杆(308)、导引管(307)及框架(303),绕过位于中间的定滑轮(302),由母船(1)上的工作人员控制;所述吊杆(308)靠近下端端部的位置设有与所述水下机器人(4)上的起吊座(309)对接的对接机构;所述对接机构包括拨杆(316)、销钉(317)及弹簧(318),吊杆(308)靠近下端端部位置的两侧、在轴向截面上对称通过销钉(317)铰接有拨杆(316),所述导引绳(311)由两个拨杆(316)之间穿过,所述两个拨杆(316)的上端分别通过复位弹簧(318)与所述吊杆(308)连接;所述水下机器人(4)上的起吊座(309)的内孔形状与所述拨杆(316)相对应,所述对接起吊装置(3)处于布放作业状态,每个拨杆(316)上均安装有T型拉手(319),所述T型拉手(319)上系有脱钩绳。

3. 按权利要求2所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述框架(303)上设有限位机构(305),所述同步连杆(304)插设在该限位机构(305)内;所述限位机构(305)为限位架,有两个,分别固接在所述框架(303)顶部下方的两侧,所述限位架上沿同步连杆(304)的运动方向设有条形槽,所述同步连杆(304)依次由两个限位架上的条形槽穿过。

4. 按权利要求2所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述夹持机构(306)包括两个形状、结构完全相同的端部抓手(313),两个端部抓手(313)与所述框架(303)上的连接管(320)的两端铰接,每个端部抓手(313)的一端均与连杆(321)的一端铰接,每个端部抓手(313)的另一端为夹持端,两根连杆(321)的另一端与所述同步连杆(304)铰接;在两根连杆(321)另一端的铰接处与位于外侧的端部抓手(313)之间设有拉伸弹簧(312);所述两个端部抓手(313)相对的内侧分别设有止动块(314);每个端部抓手(313)的夹持端均为圆弧形,两个端部抓手(313)的夹持端形成与水下机器人外形相对应的半圆形;每个端部抓手(313)的夹持端的外面均包裹有保护皮囊(315)。

5. 按权利要求1所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述牵引装置(5)包括液压绞车(522)、箱体(503)、回转直梁(507)、回转机构、俯仰液压缸(506)、伸缩液压缸(509)及具有回转、俯仰、伸缩三个自由度的牵引臂,其中箱体(503)安装在母船上,所述液压绞

车 (522) 位于箱体 (503) 内,牵引绳缆 (511) 的一端与水下机器人 (4) 艏部安装的自动抛绳器 (7) 弹出的牵引绳 (6) 连接,另一端经过牵引臂与所述液压绞车 (522) 相连;所述回转直梁 (507) 的一端与安装在箱体 (503) 上的回转机构连接,另一端与所述牵引臂铰接,所述伸缩液压缸 (509) 安装在牵引臂上、驱动牵引臂伸缩,所述俯仰液压缸 (506) 安装在回转直梁 (507) 上,俯仰液压缸 (506) 的输出端与牵引臂铰接;在箱体 (503) 内设有为液压绞车 (522)、回转机构、俯仰液压缸 (506) 及伸缩液压缸 (509) 提供动力的液压站 (521);所述牵引臂的一端与回转直梁的另一端铰接,牵引臂的另一端设有缓冲机构 (502);所述牵引绳缆 (511) 穿过该缓冲机构 (502)、经过牵引臂上的滑轮组与所述液压绞车 (522) 上的绳索固定连接;所述缓冲机构 (502) 包括牵引绳导引环 (523)、导引环固定架 (524)、缓冲弹簧 (525) 及连接件 (526),其中牵引绳导引环 (523) 安装在导引环固定架 (524) 上,所述导引环固定架 (524) 安装在缓冲弹簧 (525) 的一端,所述缓冲弹簧 (525) 的另一端通过连接件 (526) 与牵引臂连接。

6. 按权利要求 5 所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述牵引臂包括一级横梁 (508) 及相对滑动地插在该一级横梁 (508) 内的二级横梁 (510),所述伸缩液压缸 (509) 的一端铰接在一级横梁 (508) 上,另一端铰接在二级横梁 (510) 上,所述俯仰液压缸 (506) 的一端安装在回转直梁 (507) 上,另一端与所述一级横梁 (508) 铰接,所述一、二级横梁 (508、510) 在俯仰液压缸 (506) 的驱动下实现俯仰自由度;所述一级横梁 (508) 内部的四角上均安装有滑动导轨,二级横梁 (510) 沿所述滑动导轨相对一级横梁 (508) 在伸缩液压缸 (509) 的驱动下往复滑动,实现伸缩自由度;所述一级横梁 (508) 的两端上方分别设有中间滑轮 (514) 及后端滑轮 (515),二级横梁 (510) 位于一级横梁 (508) 外的一端上方设有前端滑轮 (513),所述牵引绳缆 (511) 依次经过前端滑轮 (513)、中间滑轮 (514) 及后端滑轮 (515);所述伸缩液压缸 (509)、一级横梁 (508) 及二级横梁 (510) 相互平行。

7. 按权利要求 5 所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述回转机构包括回转液压马达 (519)、回转轴组件 (520)、主动齿轮 (518) 及被动回转齿轮 (517),其中回转液压马达 (519) 安装在所述箱体 (503) 内、由所述液压站 (521) 提供动力,该回转液压马达 (519) 的输出端连接有主动齿轮 (518),所述被动回转齿轮 (517) 通过回转轴组件 (520) 安装在箱体 (503) 上、与所述主动齿轮 (518) 啮合传动,所述回转直梁 (507) 的一端与回转轴组件 (520) 相连,通过回转液压马达 (519) 的驱动实现所述牵引臂的回转自由度;所述回转轴组件 (520) 包括直梁转接件 (528),回转轴 (529)、上轴承盖 (530)、轴承、轴承座 (532) 及下轴承盖 (536),其中轴承座 (532) 安装在箱体上表面 (504) 上,所述回转轴 (529) 的一端通过轴承安装在轴承座 (532) 内,另一端通过直梁转接件 (528) 与所述回转直梁 (507) 的一端相连接,所述被动回转齿轮 (517) 安装在回转轴 (529) 上;所述轴承座 (532) 的上下两端分别设有上轴承盖 (530) 及下轴承盖 (536);所述回转轴 (529) 的一端分别安装有推力调心轴承 (531) 及圆锥滚子轴承 (533),回转轴 (529) 一端端部安装有轴承预紧拉盖 (534),该轴承预紧拉盖 (534) 与所述圆锥滚子轴承 (533) 内圈之间通过拉紧螺钉 (535) 拉紧;所述箱体 (503) 上安装有齿轮箱罩 (505),所述主动齿轮 (518) 及被动回转齿轮 (517) 均位于该齿轮箱罩 (505) 内。

8. 按权利要求 1 所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述水下机器人 (4) 背部的自动抛绳器 (7) 包括端盖 (701)、储绳腔 (702)、火工推进器 (705)、底座 (706) 及高强度绳

缆(709),其中底座(706)通过O型橡胶密封圈(8)密封安装在水下机器人(4)的背部耐压壳体(712)上,所述火工推进器(705)安装在该底座(706)上,储绳腔(702)的底面中间设有推杆(703),该推杆(703)的下端由储绳腔(2)的底面向下延伸,储绳腔(702)通过其下端设置的推杆(703)与火工推进器(705)的火工推进器帽(704)相连,储绳腔(702)的上端设有端盖(701),在所述推杆(703)一侧的储绳腔(702)底面上开有供所述高强绳缆(709)穿过的预留孔(714);所述高强绳缆(709)为与对接起吊装置(3)相连的导引绳,高强绳缆(709)的一端连接在水下机器人(4)的背部耐压壳体(712)上,另一端依次穿过所述底座(706)、储绳腔(702)上的预留孔(714),与所述端盖(701)相连;所述储绳腔(702)及其内容置的高强绳缆(709)和端盖(701)通过火工推进器(705)产生的推力推出;所述高强绳缆(709)位于储绳腔(702)中的部分通过绕绳器(711)缠绕,缠绕后退出所述绕绳器(711)的高强绳缆(709)的另一端通过绳缆固定螺钉(707)固接在端盖(701)上;所述高强绳缆(709)按由下至上螺旋缠绕在绕绳器(711)一层,再反向由上至下缠绕,依次反复均匀缠绕;所述底座(706)的顶部为凹槽,凹槽中部向下延伸形成中空的圆柱,在所述凹槽的侧壁上开有供高强绳缆(709)穿过的第一通孔;所述火工推进器(705)的一端安装在所述凹槽的底面上,另一端插入所述中空的圆柱内,在所述中空的圆柱的底面开有供水下机器人(4)的壳体内电缆(713)穿过的第二通孔,所述水下机器人(4)的壳体内电缆(713)与火工推进器(705)的输入端相连接。

9. 按权利要求1所述的水下机器人回收系统,其特征在于:所述水下机器人(4)艏部的自动抛绳器(7)包括端盖(701)、储绳腔(702)、火工推进器(705)、底座(706)及高强绳缆(709),其中底座(706)安装在水下机器人(4)的艏部耐压壳体(715)上,所述火工推进器(705)安装在该底座(706)上,储绳腔(702)的底面中间设有推杆(703),该推杆(703)的下端由储绳腔(702)的底面向下延伸,储绳腔(702)通过其下端设置的推杆(703)与火工推进器(705)的火工推进器帽(704)相连,储绳腔(702)的上端设有端盖(701),在所述推杆(703)一侧的储绳腔(702)底面上开有供所述高强绳缆(709)穿过的预留孔(714);所述高强绳缆(709)为与牵引装置(5)相连的牵引绳(6),高强绳缆(709)的一端连接在水下机器人(4)的艏部耐压壳体(715)上,另一端依次穿过所述底座(706)、储绳腔(702)上的预留孔(714),与所述端盖(701)相连;所述储绳腔(702)及其内容置的高绳缆(709)和端盖(701)通过火工推进器(705)产生的推力推出;所述高强绳缆(709)位于储绳腔(702)中的部分通过绕绳器(711)缠绕,缠绕后退出所述绕绳器(711)的高强绳缆(709)的另一端通过绳缆固定螺钉(707)固接在端盖(701)上;所述高强绳缆(709)按由下至上螺旋缠绕在绕绳器(711)一层,再反向由上至下缠绕,依次反复均匀缠绕;所述底座(706)的顶部为凹槽,凹槽中部向下延伸形成中空的圆柱,在所述凹槽的侧壁上开有供高强绳缆(709)穿过的第一通孔;所述火工推进器(705)的一端安装在所述凹槽的底面上,另一端插入所述中空的圆柱内,在所述中空的圆柱的底面开有供水下机器人(4)的水密电缆(710)穿过的第二通孔,所述水下机器人(4)的水密电缆(710)与火工推进器(705)的输入端相连接。

## 一种水下机器人回收系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于水下机器人领域,具体地说是一种水下机器人回收系统。

### 背景技术

[0002] 随着海洋资源开发和海防形势的变化,海洋利用区域不断扩大,并不断向深海、远海延伸,科技工作者开始致力于水下机器人的研究和应用。

[0003] 目前,已有很多不同类型的水下机器人应用到军事海洋技术、海洋科学技术考察、海底勘探、管路检修、油田勘探等多个行业领域。但由于受到海上风浪的影响,水下机器人回收一直是世界性的难题,作业过程比较困难。目前回收主要有两种方式:一种是采用浮船坞型和升降平台进行水下对接回收作业,虽然能减小风浪的影响,但是需要专用支持母船,且专用母船造价和使用费用昂贵,不适合国内现状;另一种是在水面上用母船起吊回收,一般都需要工作人员乘坐机动艇靠近水下机器人完成与回收机构的对接;该作业方式受风浪影响较大,当海况差时容易出现设备损坏和人员伤害的情况。因此需要一种经济可靠的回收方法使得无人下母船回收水下机器人成为可能。

### 实用新型内容

[0004] 为了解决现有回收方式存在的成本高、风险大的问题,本实用新型的目的在于提供一种工作人员位于母船上即可实现安全可靠回收的水下机器人回收系统。

[0005] 本实用新型的目的在于通过以下技术方案来实现的:

[0006] 本实用新型的回收系统包括母船、吊车、对接起吊装置、牵引装置及自动抛绳器,其中吊车及牵引装置分别安装在母船上,所述对接起吊装置吊挂在吊车上,在水下机器人回收过程中与水下机器人对接;所述水下机器人的背部及艏部分别安装有自动抛绳器,位于背部的自动抛绳器弹出的绳缆穿过所述对接起吊装置、由所述母船上的工作人员控制,位于艏部的自动抛绳器弹出的牵引绳通过捞绳器回收、并与所述牵引装置相连。

[0007] 其中:所述对接起吊装置包括框架、同步连杆、夹持机构、导引管、吊杆、止荡绳及导引绳,其中框架通过钢丝绳与所述母船上的吊车相连,所述框架上安装有三个定滑轮,在框架的底部设有连接管,位于框架两侧的夹持机构分别铰接于该连接管的两端,两个夹持机构的顶端通过所述同步连杆连接;所述同步连杆的两端均连接有止荡绳的一端,该止荡绳的另一端由框架穿出、绕过位于两侧的定滑轮由母船上的工作人员控制;所述导引管及吊杆同轴安装在框架的连接管上,导引管位于吊杆的上方,所述导引绳的一端连接于水下机器人上的起吊座内,另一端依次穿过吊杆、导引管及框架,绕过位于中间的定滑轮,由母船上的工作人员控制;所述吊杆靠近下端端部的位置设有与所述水下机器人上的起吊座对接的对接机构;所述对接机构包括拨杆、销钉及弹簧,吊杆靠近下端端部位置的两侧、在轴向截面上对称通过销钉铰接有拨杆,所述导引绳由两个拨杆之间穿过,所述两个拨杆的上端分别通过复位弹簧与所述吊杆连接;所述水下机器人上的起吊座的内孔形状与所述拨杆相对应,所述对接起吊装置处于布放作业状态,每个拨杆上均安装有 T 型拉手,所述 T 型拉

手上系有脱钩绳；

[0008] 所述框架上设有限位机构，所述同步连杆插设在该限位机构内；所述限位机构为限位架，有两个，分别固接在所述框架顶部下方的两侧，所述限位架上沿同步连杆的运动方向设有条形槽，所述同步连杆依次由两个限位架上的条形槽穿过；

[0009] 所述夹持机构包括两个形状、结构完全相同的端部抓手，两个端部抓手与所述框架上的连接管的两端铰接，每个端部抓手的一端均与连杆的一端铰接，每个端部抓手的另一端为夹持端，两根连杆的另一端与所述同步连杆铰接；在两根连杆另一端的铰接处与位于外侧的端部抓手之间设有拉伸弹簧；所述两个端部抓手相对的内侧分别设有止动块；每个端部抓手的夹持端均为圆弧形，两个端部抓手的夹持端形成与水下机器人外形相对应的半圆形；每个端部抓手的夹持端的外面均包裹有保护皮囊；

[0010] 所述牵引装置包括液压绞车、箱体、回转直梁、回转机构、俯仰液压缸、伸缩液压缸及具有回转、俯仰、伸缩三个自由度的牵引臂，其中箱体安装在母船上，所述液压绞车位于箱体内，牵引绳缆的一端与水下机器人艏部安装的自动抛绳器弹出的牵引绳连接，另一端经过牵引臂与所述液压绞车相连；所述回转直梁的一端与安装在箱体上的回转机构连接，另一端与所述牵引臂铰接，所述伸缩液压缸安装在牵引臂上、驱动牵引臂伸缩，所述俯仰液压缸安装在回转直梁上，俯仰液压缸的输出端与牵引臂铰接；在箱体内设有为液压绞车、回转机构、俯仰液压缸及伸缩液压缸提供动力的液压站；所述牵引臂的一端与回转直梁的另一端铰接，牵引臂的另一端设有缓冲机构；所述牵引绳缆穿过该缓冲机构、经过牵引臂上的滑轮组与所述液压绞车上的绳索固接；所述缓冲机构包括牵引绳导引环、导引环固定架、缓冲弹簧及连接件，其中牵引绳导引环安装在导引环固定架上，所述导引环固定架安装在缓冲弹簧的一端，所述缓冲弹簧的另一端通过连接件与牵引臂连接；

[0011] 所述牵引臂包括一级横梁及相对滑动地插在该一级横梁内的二级横梁，所述伸缩液压缸的一端铰接在一级横梁上，另一端铰接在二级横梁上，所述俯仰液压缸的一端安装在回转直梁上，另一端与所述一级横梁铰接，所述一、二级横梁在俯仰液压缸的驱动下实现俯仰自由度；所述一级横梁内部的四角上均安装有滑动导轨，二级横梁沿所述滑动导轨相对一级横梁在伸缩液压缸的驱动下往复滑动，实现伸缩自由度；所述一级横梁的两端上方分别设有中间滑轮及后端滑轮，二级横梁位于一级横梁外的一端上方设有前端滑轮，所述牵引绳缆依次经过前端滑轮、中间滑轮及后端滑轮；所述伸缩液压缸、一级横梁及二级横梁相互平行；

[0012] 所述回转机构包括回转液压马达、回转轴组件、主动齿轮及被动回转齿轮，其中回转液压马达安装在所述箱体内、由所述液压站提供动力，该回转液压马达的输出端连接有主动齿轮，所述被动回转齿轮通过回转轴组件安装在箱体上、与所述主动齿轮啮合传动，所述回转直梁的一端与回转轴组件相连，通过回转液压马达的驱动实现所述牵引臂的回转自由度；所述回转轴组件包括直梁转接件，回转轴、上轴承盖、轴承、轴承座及下轴承盖，其中轴承座安装在箱体上表面上，所述回转轴的一端通过轴承安装在轴承座内，另一端通过直梁转接件与所述回转直梁的一端相连接，所述被动回转齿轮安装在回转轴上；所述轴承座的上下两端分别设有上轴承盖及下轴承盖；所述回转轴的一端分别安装有推力调心轴承及圆锥滚子轴承，回转轴一端端部安装有轴承预紧拉盖，该轴承预紧拉盖与所述圆锥滚子轴承内圈之间通过拉紧螺钉拉紧；所述箱体上安装有齿轮箱罩，所述主动齿轮及被动回转齿

轮均位于该齿轮箱罩内；

[0013] 所述水下机器人背部的自动抛绳器包括端盖、储绳腔、火工推进器、底座及高强绳缆，其中底座通过 O 型橡胶密封圈密封安装在水下机器人的背部耐压壳体上，所述火工推进器安装在该底座上，储绳腔的底面中间设有推杆，该推杆的下端由储绳腔的底面向下延伸，储绳腔通过其下端设置的推杆与火工推进器的火工推进器帽相连，储绳腔的上端设有端盖，在所述推杆一侧的储绳腔底面上开有供所述高强绳缆穿过的预留孔；所述高强绳缆为与对接起吊装置相连的导引绳，高强绳缆的一端连接在水下机器人的背部耐压壳体上，另一端依次穿过所述底座、储绳腔上的预留孔，与所述端盖相连；所述储绳腔及其内容置的高强绳缆和端盖通过火工推进器产生的推力推出；所述高强绳缆位于储绳腔中的部分通过绕绳器缠绕，缠绕后退出所述绕绳器的高强绳缆的另一端通过绳缆固定螺钉固接在端盖上；所述高强绳缆按由下至上螺旋缠绕在绕绳器一层，再反向由上至下缠绕，依次反复均匀缠绕；所述底座的顶部为凹槽，凹槽中部向下延伸形成中空的圆柱，在所述凹槽的侧壁上开有供高强绳缆穿过的第一通孔；所述火工推进器的一端安装在所述凹槽的底面上，另一端插入所述中空的圆柱内，在所述中空的圆柱的底面开有供水下机器人的壳体内电缆穿过的第二通孔，所述水下机器人的壳体内电缆与火工推进器的输入端相连接；

[0014] 所述水下机器人艏部的自动抛绳器包括端盖、储绳腔、火工推进器、底座及高强绳缆，其中底座安装在水下机器人的艏部耐压壳体上，所述火工推进器安装在该底座上，储绳腔的底面中间设有推杆，该推杆的下端由储绳腔的底面向下延伸，储绳腔通过其下端设置的推杆与火工推进器的火工推进器帽相连，储绳腔的上端设有端盖，在所述推杆一侧的储绳腔底面上开有供所述高强绳缆穿过的预留孔；所述高强绳缆为与牵引装置相连的牵引绳，高强绳缆的一端连接在水下机器人的艏部耐压壳体上，另一端依次穿过所述底座、储绳腔上的预留孔，与所述端盖相连；所述储绳腔及其内容置的高绳缆和端盖通过火工推进器产生的推力推出；所述高强绳缆位于储绳腔中的部分通过绕绳器缠绕，缠绕后退出所述绕绳器的高强绳缆的另一端通过绳缆固定螺钉固接在端盖上；所述高强绳缆按由下至上螺旋缠绕在绕绳器一层，再反向由上至下缠绕，依次反复均匀缠绕；所述底座的顶部为凹槽，凹槽中部向下延伸形成中空的圆柱，在所述凹槽的侧壁上开有供高强绳缆穿过的第一通孔；所述火工推进器的一端安装在所述凹槽的底面上，另一端插入所述中空的圆柱内，在所述中空的圆柱的底面开有供水下机器人的水密电缆穿过的第二通孔，所述水下机器人的水密电缆与火工推进器的输入端相连接。

[0015] 本实用新型的优点与积极效果为：

[0016] 1. 方案设计合理，结构简单可靠。本实用新型是在充分考虑了海上作业的危险性和复杂性的基础上得出的，自动抛绳器的端盖具有正浮力，不会使水下机器人下沉；采用牵引绳拖拽水下机器人航行并同步回收的做法能最大限度的减小海况对回收工作造成的影响；对接起吊装置与起吊座的对接安全可靠；两根止荡绳以及对接起吊装置中的夹持机构能够很好的对水下机器人实行起吊过程中的保护。

[0017] 2. 易于使用，对母船没有特殊要求，成本低。安装在水下机器人上的自动抛绳器和起吊座小巧精致，对空间要求不高，接口简单。配套的牵引装置及对接起吊装置结构合理，便于在母船上安装固定。对吊车没有特殊要求，无须专用母船，整套设备成本较低。

[0018] 3. 兼容性好，能够实现同一套系统对水下机器人布放和回收。对接起吊装置的设

计兼顾了布放的要求,在布放时无须增添新设备即可顺利完成。

[0019] 4. 应用范围广。本实用新型不但可以应用于大部分水下机器人,还可以应用于其它水下相关设备的回收。

#### 附图说明

[0020] 图 1 为本实用新型回收方法的流程图之一；

[0021] 图 2 为本实用新型回收方法的流程图之二；

[0022] 图 3 为本实用新型回收方法的流程图之三；

[0023] 图 4 为本实用新型回收方法的流程图之四；

[0024] 图 5 为本实用新型对接起吊装置的整体结构示意图；

[0025] 图 6 为图 5 中夹持机构的结构示意图；

[0026] 图 7A 为图 5 中吊杆与水下机器人起吊座对接的工作流程图之一；

[0027] 图 7B 为图 5 中吊杆与水下机器人起吊座对接的工作流程图之二；

[0028] 图 7C 为图 5 中吊杆与水下机器人起吊座对接的工作流程图之三；

[0029] 图 7D 为图 5 中布放水下机器人时吊杆与水下机器人起吊座的结构示意图；

[0030] 图 8 为本实用新型牵引装置的立体结构示意图之一；

[0031] 图 9 为本实用新型牵引装置的立体结构示意图之二（去除齿轮箱罩和箱体右侧壁）；

[0032] 图 10 为图 8 中缓冲机构的结构示意图；

[0033] 图 11 为图 8 中回转机构的结构示意图；

[0034] 图 12 为本实用新型安装在水下机器人背部耐压壳体的自动抛绳器的结构示意图；

[0035] 图 13 为本实用新型安装在水下机器人艏部耐压壳体的自动抛绳器的结构示意图；

[0036] 图 14A 为自动抛绳器中高强绳缆缠绕在绕绳器上的示意图之一；

[0037] 图 14B 为自动抛绳器中高强绳缆缠绕在绕绳器上的示意图之二；

[0038] 图 14C 为自动抛绳器中高强绳缆缠绕在绕绳器上的示意图之三；

[0039] 其中：1 为母船，2 为吊车，

[0040] 3 为对接起吊装置，301 为钢丝绳，302 为定滑轮，303 为框架，304 为同步连杆，305 为限位机构，306 为夹持机构，307 为导引管，308 为吊杆，309 为起吊座，310 为止荡绳，311 为导引绳，312 为拉伸弹簧，313 为端部抓手，314 为止动块，315 为保护皮囊，316 为拨杆，317 为销钉，318 为复位弹簧，319 为 T 型拉手，320 为连接管，321 为连杆；

[0041] 4 为水下机器人，

[0042] 5 为牵引装置，501 为固定底座，502 为缓冲机构，503 为箱体，504 为箱体上端面，505 为齿轮箱罩，506 为俯仰液压缸，507 为回转直梁，508 为一级横梁，509 为伸缩液压缸，510 为二级横梁，511 为牵引绳缆，512 为操作面板，513 为前端滑轮，514 为中间滑轮，515 为后端滑轮，516 为固定销轴，517 为被动回转齿轮，518 为主动齿轮，519 为回转液压马达，520 为回转轴组件，521 为液压站，522 为液压绞车，523 为牵引绳导引环，524 为导引环固定架，525 为缓冲弹簧，526 为连接件，527 为固定螺栓，528 为直梁转接件，529 为回转轴，530 为上



轴承盖,531 为推力调心轴承,532 为轴承座,533 为圆锥滚子轴承,534 为轴承预紧拉盖,535 为拉紧螺钉,536 为下轴承盖;

[0043] 6 为牵引绳,

[0044] 7 为自动抛绳器,701 为端盖,702 为储绳腔,703 为推杆,704 为火工推进器帽,705 为火工推进器,706 为底座,707 为绳缆固定螺钉,708 为 O 型橡胶密封圈,709 为高强绳缆,710 为水密电缆,711 为绕绳器,712 为背部耐压壳体,713 为壳体内电缆,714 为预留孔,715 为艏部耐压壳体;

[0045] 8 为捞绳器。

## 具体实施方式

[0046] 下面结合附图对本实用新型作进一步详述。

[0047] 如图 4 所示,本实用新型的回收系统包括母船 1、吊车 2、对接起吊装置 3、牵引装置 5 及自动抛绳器 7,其中吊车 2 及牵引装置 5 分别安装在母船 1 上,所述对接起吊装置 3 吊挂在吊车 2 上,在水下机器人 4 回收过程中与水下机器人 4 对接;本实用新型的回收系统有两个自动抛绳器 7,其中一个安装在水下机器人 4 背部重心上,该自动抛绳器 7 弹出的绳缆穿过所述对接起吊装置 3、由所述母船 1 上的工作人员控制;另一个自动抛绳器 7 安装在水下机器人 4 的艏部,该自动抛绳器 7 弹出的牵引绳 6 通过捞绳器 8 回收、并与所述牵引装置 5 相连。在水下机器人 4 上、背部重心上还安装有一个具有足够强度的起吊座 309,用于与对接起吊装置 3 对接,并完成单点起吊。

[0048] 如图 5 所示,对接起吊装置 3 包括框架 303、同步连杆 304、限位机构 305、夹持机构 306、导引管 307、吊杆 308、止荡绳 310 及导引绳 311,其中框架 303 顶部的两端分别通过钢丝绳 301 与母船 1 上的吊车 2 相连,在框架 303 顶部平板的上表面安装有三个定滑轮 302,框架 303 顶部平板的下表面靠近两端端部分别设有一个限位机构 305。框架 303 的底部设有连接管 320,在该连接管 320 的两端分别铰接有夹持机构 306,两个夹持机构 306 的顶端通过所述同步连杆 304 连接,该同步连杆 304 由两个限位机构 305 穿过,由限位机构 305 限定在其内作垂直运动;同步连杆 304 靠近两端端部的位置均连接有止荡绳 310 的一端,两根止荡绳 310 的另一端由框架 303 顶部平板上的导引孔穿出、分别绕过位于左右两侧的定滑轮 302、由母船 1 上的工作人员控制,负责止荡及抓紧水下机器人 4。所述导引管 307 及吊杆 308 同轴固接在连接管 320 的中部,导引管 307 位于吊杆 308 的上方,导引绳 311 的一端固接于水下机器人 4 上的起吊座 309 内,另一端依次穿过吊杆 308、导引管 307,由框架 303 顶部平板上的导引孔穿过后,再绕过位于中间的定滑轮 302,由母船 1 上的工作人员控制,负责引导对接起吊装置 3 与起吊座 309 的对接。吊杆 308 靠近下端端部的位置设有与水下机器人 4 上的起吊座 309 对接的对接机构,如图 7A ~ 7D 所示,该对接机构包括拨杆 316、销钉 317 及弹簧 318,吊杆 308 靠近下端端部位置的两侧、在轴向截面上对称通过销钉 317 铰接有拨杆 316,拨杆 316 可绕销钉 317 自由转动,所述导引绳 311 由两个拨杆 316 之间穿过,两个拨杆 316 的上端分别通过复位弹簧 318 与吊杆 308 连接;水下机器人 4 上的起吊座 309 的内孔为阶梯孔,内孔的形状与拨杆 316 相对应;当对接起吊装置 3 处于布放作业状态时,每个拨杆 316 上均安装有 T 型拉手 319,所述 T 型拉手 319 由吊杆 308 上开设的安装孔插入拨杆 316,并在 T 型拉手 319 上系有脱钩绳;当进行水下机器人 4 的布放时 T 型拉手

319 用以远程拉开拨杆 316 脱离对接机构。

[0049] 限位机构 305 为限位架,在限位架上沿同步连杆 304 的运动方向设有条形槽,所述同步连杆 304 依次由两个限位架上的条形槽穿过。

[0050] 如图 6 所示,夹持机构 306 包括两个形状、结构完全相同的端部抓手 313,用于抓紧水下机器人 4 进行安全防护和止荡;两个端部抓手 313 的中部与所述框架 303 底部的连接管 320 铰接,每个端部抓手 313 的一端均与连杆 321 的一端铰接,每个端部抓手 313 的另一端为夹持端,两根连杆 321 的另一端与所述同步连杆 304 铰接;在两根连杆 321 另一端的铰接处与位于外侧的端部抓手 313 之间设有拉伸弹簧 312,该拉伸弹簧 312 使端部抓手 313 处于常开状态,当对接机构对接成功后,由工作人员通过止荡绳 310 带动同步连杆 304 运动使两个端部抓手 313 闭合,抱紧机器人,起到防摆止荡作用。每个端部抓手 313 在与连接管 320 铰接处上方的内侧均设有止动块 314,在抱紧水下机器人 4 后使端部抓手 313 停止收紧,防止全力拽止荡绳 310 使端部抓手 313 过紧,对水下机器人 4 造成伤害。每个端部抓手 313 的夹持端均为圆弧形,两个端部抓手 313 的夹持端形成与水下机器人外形相对应的半圆形;每个端部抓手 313 的夹持端的外面均包裹有保护皮囊 315,防止回收作业时与水下机器人 4 发生碰撞损害水下机器人 4。

[0051] 对接起吊装置 3 的工作原理为:

[0052] 如图 5 所示,在使用对接起吊装置 3 回收水下机器人 4 前,首先将止荡绳 310 一端固定在同步连杆 304 上,另一端穿过框架 303 顶部平板的导引孔、分别通过左右两个定滑轮 302,由工作人员控制;将吊杆 308 装配成图 7A 所示的回收型式,即不使用 T 型拉手 319。

[0053] 回收作业时,在将水下机器人 4 的起吊座 309 内的导引绳 311 打捞至母船 1 上后,将导引绳 311 从吊杆 308 底部穿入,顺着导引管 307 通过中间的定滑轮 302 控制在工作人员手中,在整个回收过程中,工作人员拽紧导引绳 311 引导对接起吊装置 3 顺着导引绳 311 完成与水下机器人 4 的起吊座 309 的对接;将对接起吊装置 3 通过钢丝绳 301 挂在母船 1 的吊车 2 上,待将水下机器人 4 牵引至母船 1 附近后,吊车 2 升起,带动对接起吊装置 3 移至水下机器人 4 上方,吊车 2 带动对接起吊装置 3 顺着导引绳 311 缓慢下落,在此过程中,控制止荡绳 311 使夹持机构 306 始终正对水下机器人 4;当吊车 2 下落至吊杆 308 与水下机器人 4 上的起吊座 309 完成对接后,吊车 2 继续下落一段距离,此时使用止荡绳 310 控制方向,抓住水下机器人 4,接着拽紧止荡绳 310,并带动同步连杆 304 沿限位架上的条形槽向上运动,同步连杆 304 带动两端共四根连杆 321,使两对端部抓手 313 向内夹紧闭合,抱紧水下机器人 4,起到防摆止荡作用;最后,吊车 2 升起,使用对接起吊装置 3 回收水下机器人 4,在此过程中,紧拽止荡绳 310 以防止恶劣海况下水下机器人 4 的剧烈摇摆造成回收难度加大。

[0054] 吊杆 308 与起吊座 309 的对接过程如图 7A ~ 7C 所示,吊杆 308 与水下机器人 4 上的起吊座 309 未对接时如图 7A;随着吊车 2 下落,吊杆 308 在导引绳 311 引导下接触起吊座 309,在重力作用下,拨杆 316 下部被起吊座 309 的内孔限制,使得拨杆 316 绕销钉 317 旋转,拨杆 316 上部的复位弹簧 318 被拉伸,如图 7B 所示;吊车 2 继续下落,由于起吊座 309 的内孔形状变化,拨杆 316 在复位弹簧 318 的拉力作用下绕销钉 317 作反向旋转,使拨杆 316 下部完全进入起吊座 309;吊车 2 继续下落,由于吊杆 308 的下端头部与起吊座 309 内孔的限制使吊杆 308 不会继续下降,如图 7C 所示;之后吊车 2 上升,拨杆 316 起吊平面与起吊座

309 内部的承力平面接触,吊起水下机器人 4。

[0055] 在进行布放作业时,其过程与回收作业相反。首先将吊杆 308 与水下机器人 4 上的起吊座 309 对接,将 T 型拉手 319 安装在拨杆 316 上,并分别系两根脱钩绳,注意此时不使用导引绳 311;将水下机器人 4 吊出母船 1 后,缓缓下落至海面,在此过程中使用止荡绳 310 进行布放过程中的保护;在将水下机器人 4 降落至海上后,吊车 2 继续下落一段距离,然后同时拽紧两根脱钩绳使拨杆 316 在 T 型拉手 319 的作用下绕销钉 317 旋转,此时升起吊车 2,由于拨杆 316 下部收回至吊杆 308 内,吊杆 308 在吊车 2 带动下升起,脱离起吊座 309,使对接起吊装置 3 与水下机器人 4 分离,完成水下机器人 4 的布放工作。

[0056] 如图 8、图 9 所示,牵引装置 5 包括固定底座 501、缓冲机构 502、箱体 503、俯仰液压缸 506、回转直梁 507、回转机构、伸缩液压缸 509、液压绞车 522 及具有回转、俯仰、伸缩三个自由度的牵引臂,其中箱体 503 通过固定底座 501 安装在母船 1 上,固定底座 501 预先和母船 1 的甲板焊接,然后将包括箱体 503 在内的整个牵引装置和固定底座 501 通过螺栓相连接,这样使得牵引装置 5 和母船 1 实现了可靠的连接,在尽量减小对母船 1 的改动情况下提高了牵引过程中的安全性。箱体 503 上设置有操作面板 512,用于集中安置牵引装置 5 各执行机构的控制按钮,在操作面板 512 下设置有相应的控制元器件,通过控制各相关阀体来控制各自由度的运动与停止;牵引装置 5 的操作面板 512 为现有技术。液压绞车 522 安装在箱体 503 内,与水下机器人 4 艏部弹出的牵引绳 6 连接的牵引绳缆 511 经过牵引臂上的滑轮组与所述液压绞车 522 相连。

[0057] 回转直梁 507 的一端与安装在箱体 503 上的回转机构连接,另一端通过固定销轴 516 与所述牵引臂铰接;牵引臂具有回转、俯仰、伸缩三个自由度,牵引臂包括一级横梁 508 及二级横梁 510,一级横梁 508 内部的四角上均安装有滑动导轨,二级横梁 510 相对滑动地插在该一级横梁 508 内,可在一级横梁 508 内沿滑动导轨滑动;一级横梁 508 的一端通过固定销轴 516 与回转直梁 507 的另一端铰接,二级横梁 510 由一级横梁 508 的另一端插入。伸缩液压缸 509 的一端铰接在一级横梁 508 上,另一端铰接在二级横梁 510 上,并且伸缩液压缸 509、一级横梁 508 及二级横梁 510 相互平行,伸缩液压缸 509 直接带动二级横梁 510 在一级横梁 8 内部滑动、实现牵引臂的伸缩自由度。俯仰液压缸 506 的一端安装在回转直梁 507 上,另一端与所述一级横梁 508 铰接,俯仰液压缸 506 与一级横梁 508 之间倾斜连接,所述一、二级横梁 508、510 在俯仰液压缸 506 的驱动下,通过俯仰液压缸 506 的伸缩运动使得该运动转化为牵引臂的俯仰运动、实现牵引臂的俯仰自由度。

[0058] 如图 10 所示,在二级横梁 510 的头部设有缓冲机构 502,用于缓冲牵引过程中由于波浪对水下机器人 4 的冲击力量,减小和缓冲受力构件和绳缆所承受的应力,提高牵引过程的安全性和可靠性;该缓冲机构 502 包括牵引绳导引环 523、导引环固定架 524、缓冲弹簧 525 及连接件 526,其中牵引绳导引环 523 与导引环固定架 524 通过螺钉固接,而导引环固定架 524 焊接在缓冲弹簧 525 的一端,所述缓冲弹簧 525 的另一端与连接件 526 焊接,通过连接件 526 与二级横梁 510 通过螺钉固接。

[0059] 在一级横梁 508 和二级横梁 510 上设置有三个定滑轮,用于引导牵引绳缆 511 的运动,从而方便液压绞车 522 对牵引绳缆 511 的收放;一级横梁 508 的两端上方分别设有中间滑轮 514 及后端滑轮 515,二级横梁 510 位于一级横梁 508 外的一端上方设有前端滑轮 513,所述牵引绳缆 511 穿过缓冲机构 502 头部的牵引绳导引环 523,然后依次经过前端滑轮

513、中间滑轮 514 及后端滑轮 515, 再与液压绞车 522 上的绳索固接, 牵引绳缆 511 由三个滑轮导向。

[0060] 如图 11 所示, 回转机构包括回转液压马达 519、回转轴组件 520、主动齿轮 518 及被动回转齿轮 517, 其中回转液压马达 519 安装在所述箱体 503 内, 该回转液压马达 519 的输出端连接有主动齿轮 518, 所述被动回转齿轮 517 通过回转轴组件 520 安装在箱体 503 上、与所述主动齿轮 518 啮合传动, 所述回转直梁 507 的一端与回转轴组件 520 相连, 通过回转液压马达 519 的驱动实现所述牵引臂的回转自由度。回转轴组件 520 包括直梁转接件 528, 回转轴 529、上轴承盖 530、推力调心轴承 531、轴承座 532、圆锥滚子轴承 533、轴承预紧拉盖 534、拉紧螺钉 535 及下轴承盖 536, 其中轴承座 532 通过螺钉固接在箱体上表面 504 上, 所述回转轴 529 的一端分别安装有推力调心轴承 531 及圆锥滚子轴承 533, 回转轴 529 的一端通过推力调心轴承 531 及圆锥滚子轴承 533 安装在轴承座 532 内, 另一端通过直梁转接件 528 与所述回转直梁 507 的一端由固定螺栓 527 固接, 被动回转齿轮 517 安装在回转轴 529 上; 所述轴承座 532 的上下两端分别设有上轴承盖 530 及下轴承盖 536。回转轴 529 一端端部安装有轴承预紧拉盖 534, 该轴承预紧拉盖 534 与所述圆锥滚子轴承 533 内圈之间通过拉紧螺钉 535 拉紧, 用于提供推力调心轴承 531 及圆锥滚子轴承 533 之间的预紧力并将回转轴 529 进行轴向固定。箱体 503 上安装有齿轮箱罩 505, 所述主动齿轮 518 及被动回转齿轮 517 均位于该齿轮箱罩 505 内。牵引臂的回转需要克服水下机器人牵引过程的阻力和波浪造成的波浪力。牵引装置 5 采用较大的被动回转齿轮 517 带动牵引臂, 可以有效地减小回转液压马达 519 所需输出转矩并降低旋转速度。

[0061] 在箱体 503 内设有为液压绞车 522、回转液压马达 519、俯仰液压缸 506 及伸缩液压缸 509 提供动力的液压站 521, 液压站 521 用以提供各液压马达和液压缸的液压源, 为各执行机构的初级源动力。液压站 521 采用母船 1 的电力系统供电。

[0062] 牵引装置 5 通过控制牵引臂的回转使得牵引臂转向母船 1 的外侧, 通过液压绞车 522 调整牵引绳缆 511 的长度, 控制水下机器人 4 相对与母船 1 的位置, 通过母船 1 以设定航速航行来实现对水下机器人 4 的同步牵引, 通过控制牵引臂的伸缩来调整水下机器人 4 和母船 1 之间的距离, 通过调节牵引臂的俯仰来调整牵引臂对水下机器人 4 牵引力的方向, 使得牵引力尽量和水平面平行, 以适应不同的母船 1 侧舷高度, 通过控制液压绞车 522 收放牵引绳缆 511 可调整水下机器人 4 和牵引装置 5 之间的距离, 从而调整水下机器人 4 在母船 1 侧舷的位置, 以便进行后续的回收对接作业。

[0063] 牵引装置 5 的工作原理为:

[0064] 水下机器人 4 使命任务完成后通过遥控从艏部弹出一带浮力材料的牵引绳 6, 母船 1 的工作人员将牵引绳 6 通过捞绳器 8 打捞回母船 1; 通过操作面板 512 上回转按键使得牵引臂转到和母船 1 侧舷平行并通过伸缩液压缸 509 使二级横梁 510 处于缩回状态, 将水下机器人 4 艏部弹出的牵引绳 6 穿过缓冲机构头部的牵引绳导引环 523, 然后将水下机器人 4 艏部弹出的牵引绳 6 和牵引装置 5 上的牵引绳缆 511 相互联结, 通过回转液压马达 519 驱动回转直梁 507 旋转, 带动牵引臂、使牵引臂伸向母船 1 的外侧舷, 通过控制伸缩液压缸 509 的伸缩量来调整水下机器人 4 和母船 1 之间的侧向距离, 通过控制俯仰液压缸 506 的伸缩量来控制牵引臂对水下机器人 4 牵引力的方向, 最后通过控制液压绞车 522 来调整水下机器人 4 和牵引臂头部之间的距离, 以配合水下机器人 4 后续回收对接和起吊的需要。

[0065] 牵引臂的回转是通过如下过程实现的：回转液压马达 519 旋转带动主动齿轮 518 旋转；主动齿轮 518 则带动被动回转齿轮 517 旋转；由于被动回转齿轮 517 和回转轴 529 通过键连接，故被动回转齿轮 517 的回转会带动回转轴 529 一起回转；回转轴 529 的转动则带动了直梁转接件 528 的回转；直梁转接件 528 和回转直梁 507 通过法兰连接，故直梁转接件 528 的回转带动回转直梁 507 的回转并直接带动了整个牵引臂的回转运动。

[0066] 回转轴 529 底部分别安放有推力调心轴承 531 和圆锥滚子轴承 533 两部轴承，用来承受牵引过程中产生的弯矩和向下的压力，减小回转轴 529 在回转过程中的摩擦和磨损。回转轴 529 最底部安装轴承预紧拉盖 534，轴承预紧拉盖 534 用拉紧螺钉 535 和圆锥滚子轴承 533 内圈拉紧，用于提供两轴承之间的预紧力并将回转轴 529 进行轴向的固定。两轴承安放在轴承座 532 中，轴承座通过螺钉固定在箱体上端面 504 上。在推力调心轴承 531 上方安装有上轴承盖 530，在圆锥滚子轴承 533 下方安装有下轴承盖 536 用于防止尘土或海水进入回转轴系。

[0067] 在一级横梁 508 和二级横梁 510 之间安装有伸缩液压缸 509，且伸缩液压缸 509 和两横梁平行，两端分别和一级横梁 508 和二级横梁 510 通过绞接连接。在一级横梁 508 内部的四角上安装滑动导轨，二级横梁 510 则可以在一级横梁 508 内部滑动，故当伸缩液压缸 509 在液压站的带动下伸缩运动时可带动二级横梁 510 在一级横梁 508 的伸缩运动。

[0068] 在一级横梁 508 和回转直梁 507 之间以设定角度安装俯仰液压缸 506，且一级横梁 508 和回转直梁 507 通过固定销轴 516 实现连接，故一级横梁 508 和回转直梁 507 之间可以相互转动，当俯仰液压缸 506 做伸缩运动时便带动一级横梁 508 的俯仰运动，并使得牵引臂实现了俯仰运动。

[0069] 水下机器人 4 艏部弹出的牵引绳 6 穿过牵引绳导引环 523 后和液压绞车 522 上的牵引绳缆 511 联结，然后将绳缆放在由前端滑轮 513、中间滑轮 514 和后端滑轮 515 所组成的滑轮组上，由滑轮组进行绳缆收放过程的导向。液压绞车 522 上的牵引绳缆 511 一端和液压绞车 522 绞盘相固连，另一端和水下机器人 4 艏部弹出的牵引绳 6 联结，当液压绞车 522 绞盘在液压马达的带动下以设定方向旋转则绳缆缠绕在绞盘上，以缩短水下机器人 4 和牵引臂之间的距离；反之，当绞车以相反方向旋转则放松绳缆，使水下机器人 4 和牵引臂之间的距离增加；通过控制液压绞车 522 的旋转方向来控制牵引绳缆的收放，从而控制水下机器人 4 和牵引臂之间的距离。

[0070] 在箱体上端面 504 上安装齿轮箱罩 505，将主动齿轮 518 和被动回转齿轮 517 整体罩住，减少尘土及水雾等对齿轮的影响，也提高了系统运行的安全性。

[0071] 牵引装置头部安装了缓冲机构 502，当水下机器人 4 在牵引过程中遇到波浪的干扰而在水下机器人 4 上产生向后的波浪力，而在牵引绳上产生向后下方的瞬时牵引力，这个牵引力会使缓冲弹簧 525 向后下方变形，从而减小牵引绳 511 上所承受的由于波浪造成的冲击力。当航行器穿过波浪后，波浪力减小，缓冲弹簧 525 恢复原形。

[0072] 回收母船 1 可通过牵引装置 5 牵引水下机器人 4，使其在水面上与母船 1 同向同速航行，然后在此状态下进行回收作业。这样就可以有效地克服风浪对水下机器人 4 回收的影响，降低水下机器人 4 和对接起吊装置 3 对接的难度，减小回收作业过程的风险。

[0073] 如图 12 所示，水下机器人 4 背部的自动抛绳器 7 包括端盖 701、储绳腔 702、火工推进器 705、底座 706 及高强绳缆 709，其中底座 706 通过 O 型橡胶密封圈 8 密封安装在水

下机器人 4 的背部耐压壳体 712 上,底座 706 的顶部为凹槽,凹槽中部向下延伸形成中空的圆柱,在所述凹槽的侧壁上开有供高强绳缆 709 穿过的第一通孔;所述火工推进器 705 安装在该底座 706 上,火工推进器 705 的一端安装在所述凹槽的底面上,另一端插入所述中空的圆柱内,在所述中空的圆柱的底面开有供水下机器人 4 的壳体内电缆 713 穿过的第二通孔,所述水下机器人 4 的壳体内电缆 713 与火工推进器 705 的输入端相连接。

[0074] 储绳腔 702 的下端与火工推进器 705 相连,上端设有端盖 701;储绳腔 702 为上端开口的中空圆柱,在储绳腔 702 的底面中间设有推杆 703,该推杆 703 的下端由储绳腔 702 的底面向下延伸、插设在所述火工推进器 705 的火工推进器帽 704 上;在所述推杆 703 一侧的储绳腔 702 底面上开有供所述高强绳缆 709 穿过的预留孔 714。端盖 701 采用浮力材料,使自动抛绳器 7 抛出后能漂浮在水面上等待工作人员打捞,浮力材料为密度小于 1 的材料,为市购产品,购置于青岛海洋化工研究院,型号为浮力材料 SBM-050,标准:Q/HHY221-2005。储绳腔 702 采用摩擦系数小的聚四氟乙烯材料,可减小抛绳时高强绳缆 709 与储绳腔 702 内壁之间的摩擦阻力;高强绳缆 709 的直径为 8mm,破断力不小于 6t。

[0075] 高强绳缆 709 为与对接起吊装置 3 相连的导引绳,一端连接在水下机器人 4 的背部耐压壳体 712 上,另一端依次穿过所述底座 706 上的第一通孔、储绳腔 702 上的预留孔 714,与所述端盖 701 相连;所述储绳腔 702 及其内容置的高强绳缆 709 和端盖 701 通过火工推进器 705 产生的推力推出。高强绳缆 709 位于储绳腔 702 中的部分通过绕绳器 711 缠绕,绕绳方法为:高强绳缆 709 首先从下至上螺旋缠绕在绕绳器 711 上一层,接着反向从上至下缠绕,如此反复,最终全部均匀缠绕;缠绕后,将高强绳缆 709 的另一端通过绳缆固定螺钉 707 固接在端盖 701 上,退出绕绳器 711,将端盖 701 用螺钉固接在储绳腔 702 的顶端。

[0076] 如图 12 所示,水下机器人 4 背部的自动抛绳器 7 通过底座 706 安装在水下机器人的背部耐压壳体 712 上,所述底座 706 与背部耐压壳体 712 之间以及所述火工推进器 705 与底座 706 之间分别通过 O 型橡胶密封圈 708 密封连接。

[0077] 如图 13 所示,水下机器人 4 艏部的自动抛绳器 7 包括端盖 701、储绳腔 702、火工推进器 705、底座 706 及高强绳缆 709,其中底座 706 安装在水下机器人 4 的艏部耐压壳体 715 上,底座 706 的顶部为凹槽,凹槽中部向下延伸形成中空的圆柱,在所述凹槽的侧壁上开有供高强绳缆 709 穿过的第一通孔;所述火工推进器 705 安装在该底座 706 上,火工推进器 705 的一端安装在所述凹槽的底面上,另一端插入所述中空的圆柱内,在所述中空的圆柱的底面开有供水下机器人 4 的水密电缆 710 穿过的第二通孔,所述水下机器人 4 的水密电缆 710 与火工推进器 705 的输入端相连接。

[0078] 储绳腔 702 的下端与火工推进器 705 相连,上端设有端盖 701;储绳腔 702 为上端开口的中空圆柱,在储绳腔 702 的底面中间设有推杆 703,该推杆 703 的下端由储绳腔 702 的底面向下延伸、插设在所述火工推进器 705 的火工推进器帽 704 上;在所述推杆 703 一侧的储绳腔 702 底面上开有供所述高强绳缆 709 穿过的预留孔 714。端盖 701 采用浮力材料,使自动抛绳器 7 抛出后能漂浮在水面上等待工作人员打捞,浮力材料为密度小于 1 的材料,为市购产品,购置于青岛海洋化工研究院,型号为浮力材料 SBM-050,标准:Q/HHY221-2005。储绳腔 702 采用摩擦系数小的聚四氟乙烯材料,可减小抛绳时高强绳缆 709 与储绳腔 702 内壁之间的摩擦阻力;高强绳缆 709 的直径为 8mm,破断力不小于 6t。

[0079] 高强绳缆 709 为与牵引装置 5 相连的牵引绳 6,一端连接在水下机器人 4 的艏部耐压

壳体 715 上,另一端依次穿过所述底座 706 上的第一通孔、储绳腔 702 上的预留孔 714,与所述端盖 701 相连;所述储绳腔 702 及其内容置的高强绳缆 709 和端盖 701 通过火工推进器 705 产生的推力推出。高强绳缆 709 位于储绳腔 702 中的部分通过绕绳器 711 缠绕,绕绳方法为:高强绳缆 709 首先从下至上螺旋缠绕在绕绳器 711 上一层,接着反向从上至下缠绕,如此反复,最终全部均匀缠绕;缠绕后,将高强绳缆 709 的另一端通过绳缆固定螺钉 707 固接在端盖 701 上,退出绕绳器 711,将端盖 701 用螺钉固接在储绳腔 702 的顶端。

[0080] 如图 13 所示,水下机器人 4 艏部的自动抛绳器 7 通过底座 706 安装在水下机器人的艏部耐压壳体 715 外,无需 O 型橡胶密封圈 708,其余安装方式与安装在水下机器人 4 的背部耐压壳体 712 上相同;火工推进器 705 的输入端通过水密电缆 710 与水下机器人 4 相连。

[0081] 本实用新型的工作原理为:

[0082] 如图 12 所示,当自动抛绳器 7 安装在水下机器人 4 的背部耐压壳体 712 上、用于引导对接起吊装置 3 对接时,首先将火工推进器 705 与火工推进器帽 704 装配好后,固定在底座 706 上。将火工推进器 705 的输入端与壳体内电缆 713 连接好,再将底座 706 固定在水下机器人 4 的背部耐压壳体 712 上,火工推进器 705 与底座 706 之间以及底座 706 与背部耐压壳体 712 之间要加 O 型橡胶密封圈 708 作密封处理。接下来用推杆 703 连接火工推进器帽 704 将储绳腔 702 安装在底座 706 上,将高强绳缆 709 和一端紧固在水下机器人 4 的背部耐压壳体 712 上后,另一端从底座 706 穿出并穿过储绳腔 02,用如图 14A ~ 图 14C 所示的方法,将高强绳缆 709 缠绕在绕绳器 711 上,高强绳缆 709 的末端与绳缆固定螺钉 707 紧固后,将高强绳缆 709 退出绕绳器 711、并放入储绳腔 702 中,盖上端盖 701 并用螺钉固定。当工作人员遥控发出信号使自动抛绳器工作时,由于火工推进器 705 瞬时产生的推力将火工推进器帽 704 及储绳腔 702 迅速推向空中,由于一端紧固在水下机器人上,另一端会顺着储绳腔 702 的预留孔 714 被抽出,在设计好的火工推进器 705 的推力作用下,可保证高强绳缆 709 从内部被顺序全部抽出。之后由于储绳腔 702 及端盖 701 为正浮力,其漂浮在海面上,等待工作人员回收。

[0083] 如图 13 所示,当自动抛绳器 7 安装在水下机器人 4 的艏部耐压壳体 715 外、用于回收牵引时,无需安装 O 型橡胶密封圈 708,将火工推进器 705 的输入端与水密电缆 710 连接即可,其余结构与安装在水下机器人的背部耐压壳体所述相同。

[0084] 如图 14A ~ 图 14C 所示,高强绳缆 709 在绕绳器 711 上的缠绕方法为:首先将高强绳缆 709 由下至上螺旋缠绕在绕绳器 711 上一层,如图 14A 所示;接着反向从上至下缠绕,如图 14B 所示;如此反复,最终全部均匀缠绕,如图 14C 所示。注意高强绳缆缠绕时要施加预紧力,使绳缆缠绕紧密有力。

[0085] 本实用新型的回收方法为:

[0086] 水下机器人 4 使命结束后,工作人员通过遥控命令使水下机器人 4 艏部安装的自动抛绳器 7 弹出,牵引绳 6 随着该自动抛绳器 7 一并弹出,使用捞绳器 8 将牵引绳 6 收回后与所述牵引装置 5 连接;水下机器人 4 由母船 1 带动在海面航行,通过遥控命令再将水下机器人 4 背部安装的自动抛绳器 7 抛出,导引绳 311 随着该自动抛绳器 7 一并弹出,所述对接起吊装置 3 在吊车 2 带动下通过导引绳 311 实现与水下机器人 4 的对接和夹持;工作人员通过止荡绳 310 控制起吊回收过程中的止荡。具体为:

[0087] 水下机器人 4 使命结束上浮后,工作人员首先通过定位手段发现其具体位置,母船 1 驶近水下机器人 4 周边 100m 范围,工作人员通过遥控发出指令,位于艏部的牵引绳 6 被自动抛绳器 7 弹出,此时自动抛绳器 7 弹出部分带动牵引绳 6 漂浮在海面上,母船 1 向其驶近并由工作人员使用捞绳器 8 将牵引绳 6 打捞至母船 1 上,如图 1 所示。

[0088] 将牵引绳 6 与牵引装置 5 连接好后,将牵引装置 5 的牵引臂伸出船舷,母船 1 拖动水下机器人 4 缓慢航行。控制母船 1 有设定角度顶风行驶,这样在船尾会有一部分区域风浪较小,有利于回收。开启牵引装置 5 的液压绞车 522,将牵引绳缆 511 慢慢拉紧使水下机器人 4 与母船 1 并排同步航行,保持 2~3 节左右速度,此时水下机器人 4 受海况影响将大大减小。再通过遥控令启动水下机器人 4 背部的自动抛绳器 7,将导引绳 311 弹出,工作人员使用捞绳器 8 将导引绳 311 打捞至母船 1 上,如图 2 所示。

[0089] 将导引绳 311 穿过对接起吊装置 3,并控制在一工作人员手中;另两个工作人员手持对接起吊装置 3 的止荡绳 310 待命;用吊车 2 将对接起吊装置 3 吊起后移至水下机器人 4 的上方,并在导引绳 311 引导下缓慢下落,如图 3 所示。

[0090] 在对接起吊装置 3 下落过程中工作人员控制止荡绳 310 使对接起吊装置 3 始终与水下机器人 4 保持合理的相对位置,当对接起吊装置 3 落到水下机器人 4 背部时由于重力的作用,对接起吊装置 3 与起吊座 309 完成对接,此时工作人员通过控制止荡绳 310 完成对水下机器人 4 的夹持保护;吊车 2 升起,在止荡绳 310 的控制下将水下机器人 4 吊回母船 1,如图 4 所示。



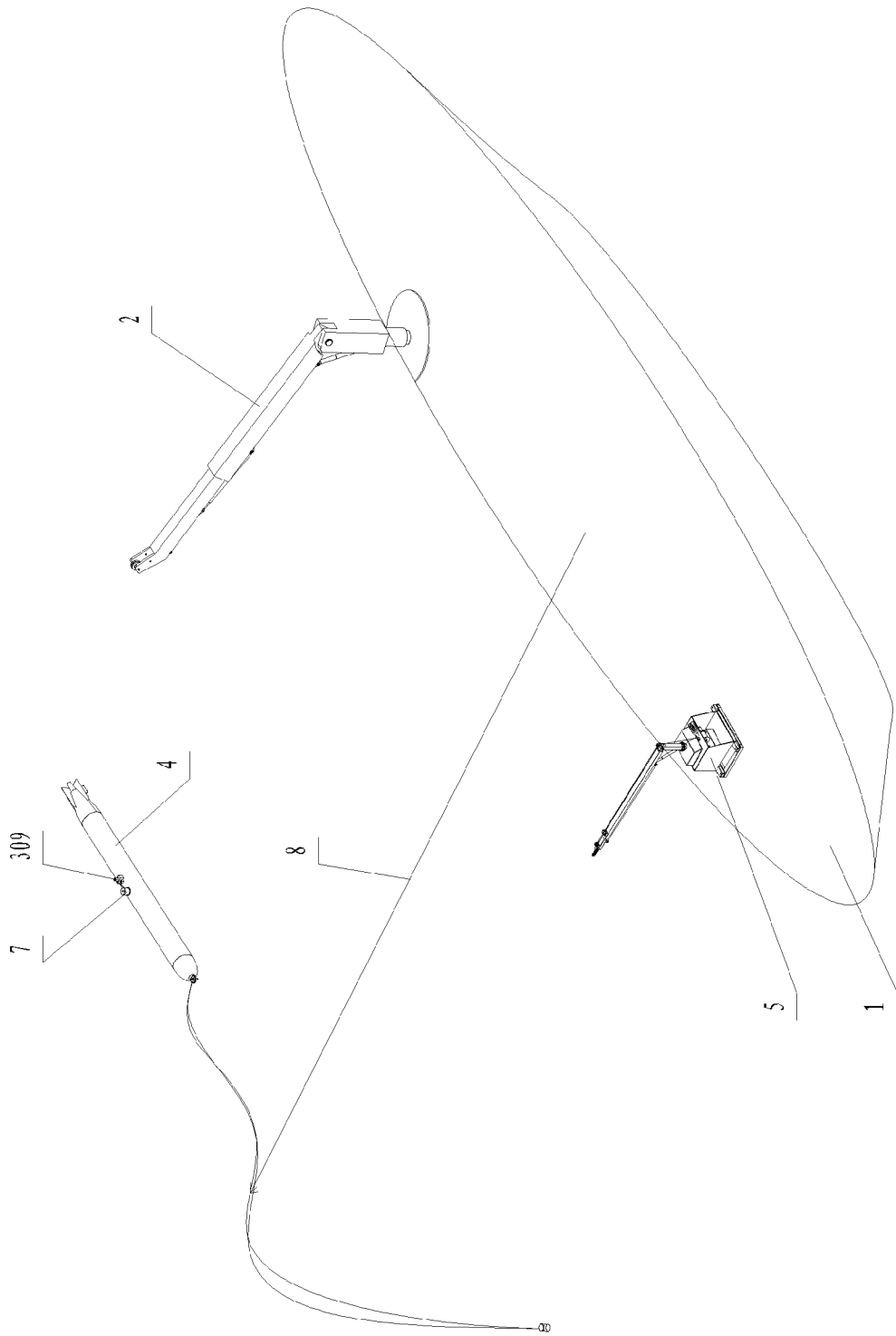


图 1

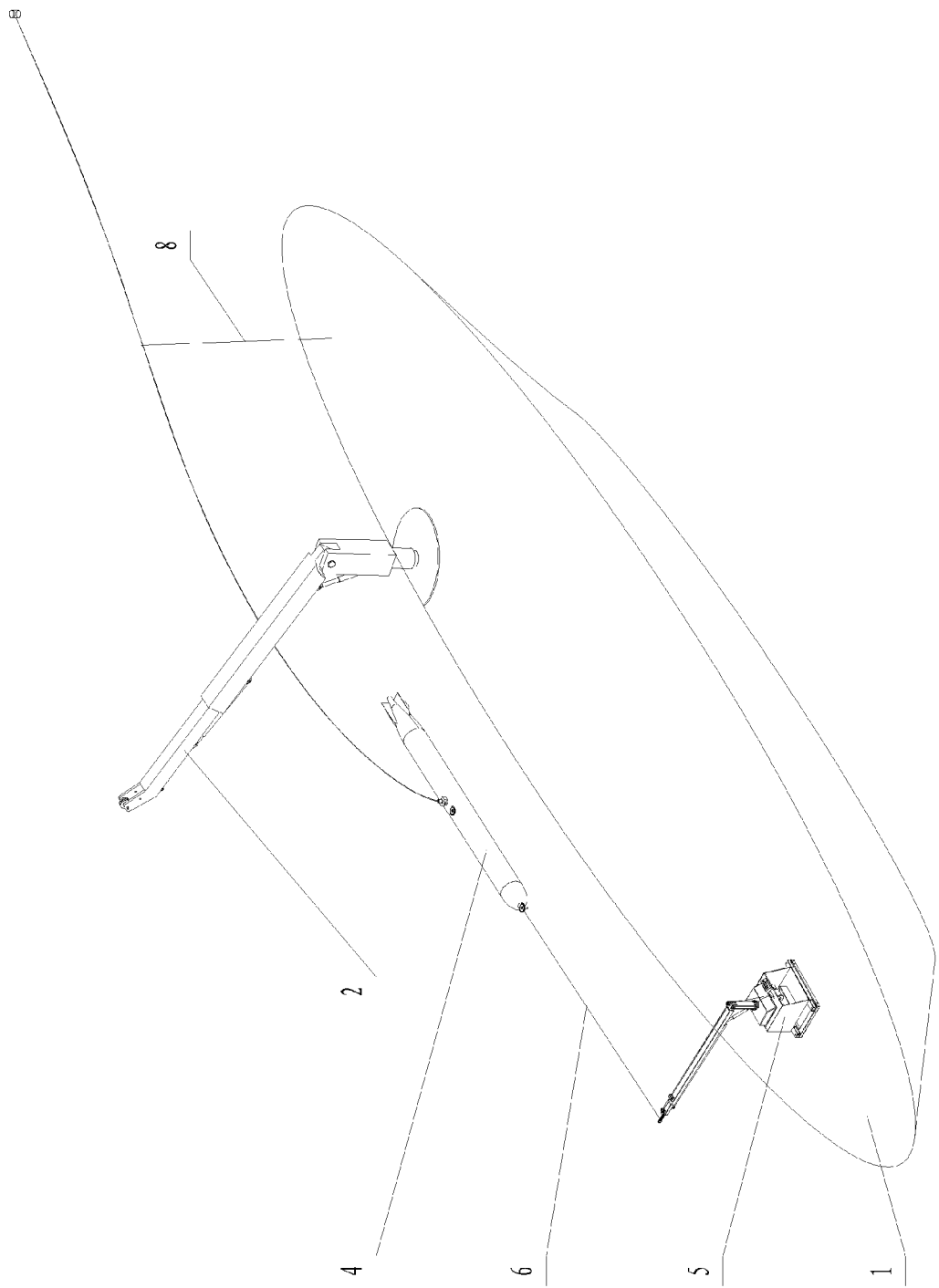


图 2

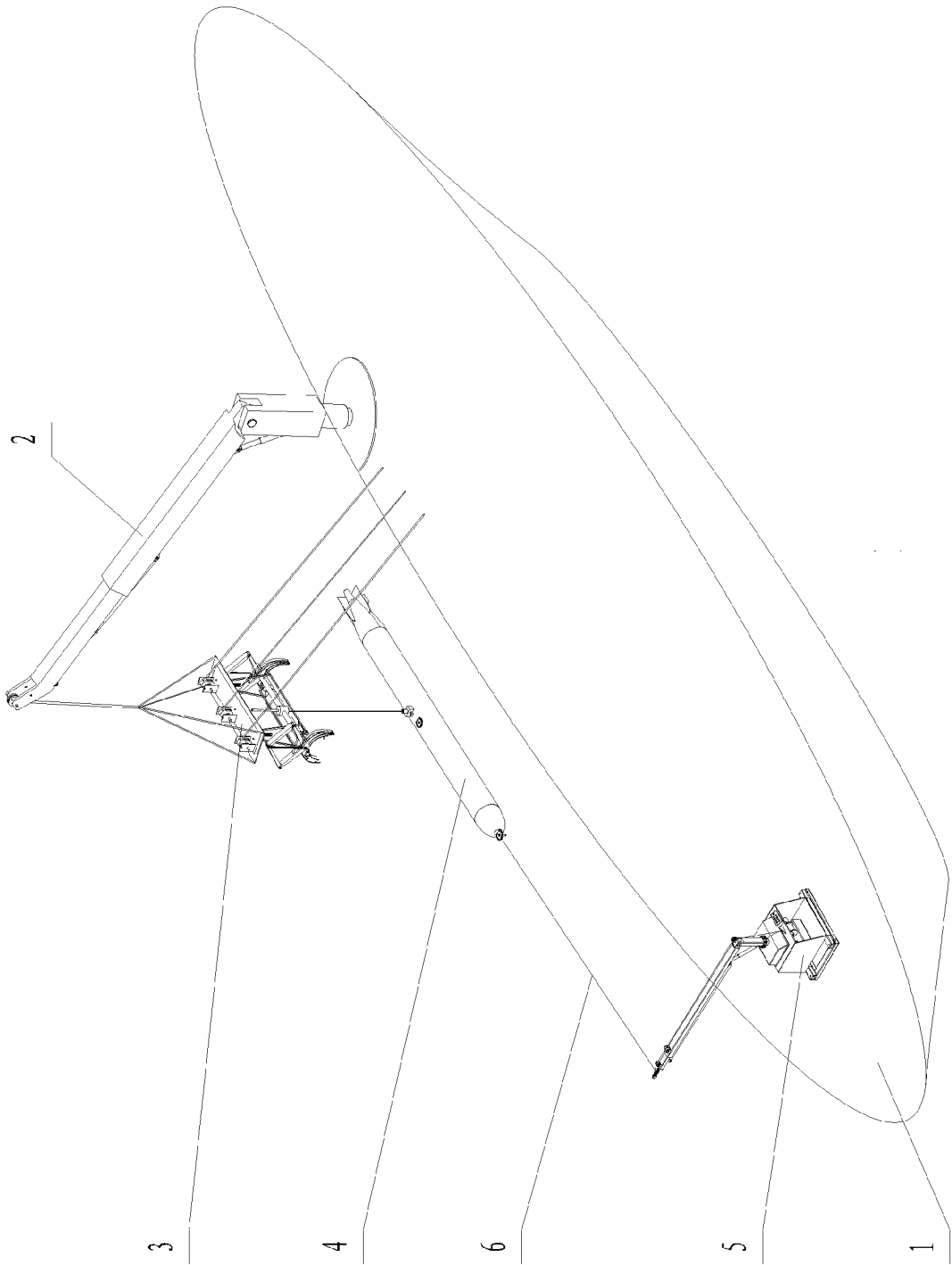


图 3

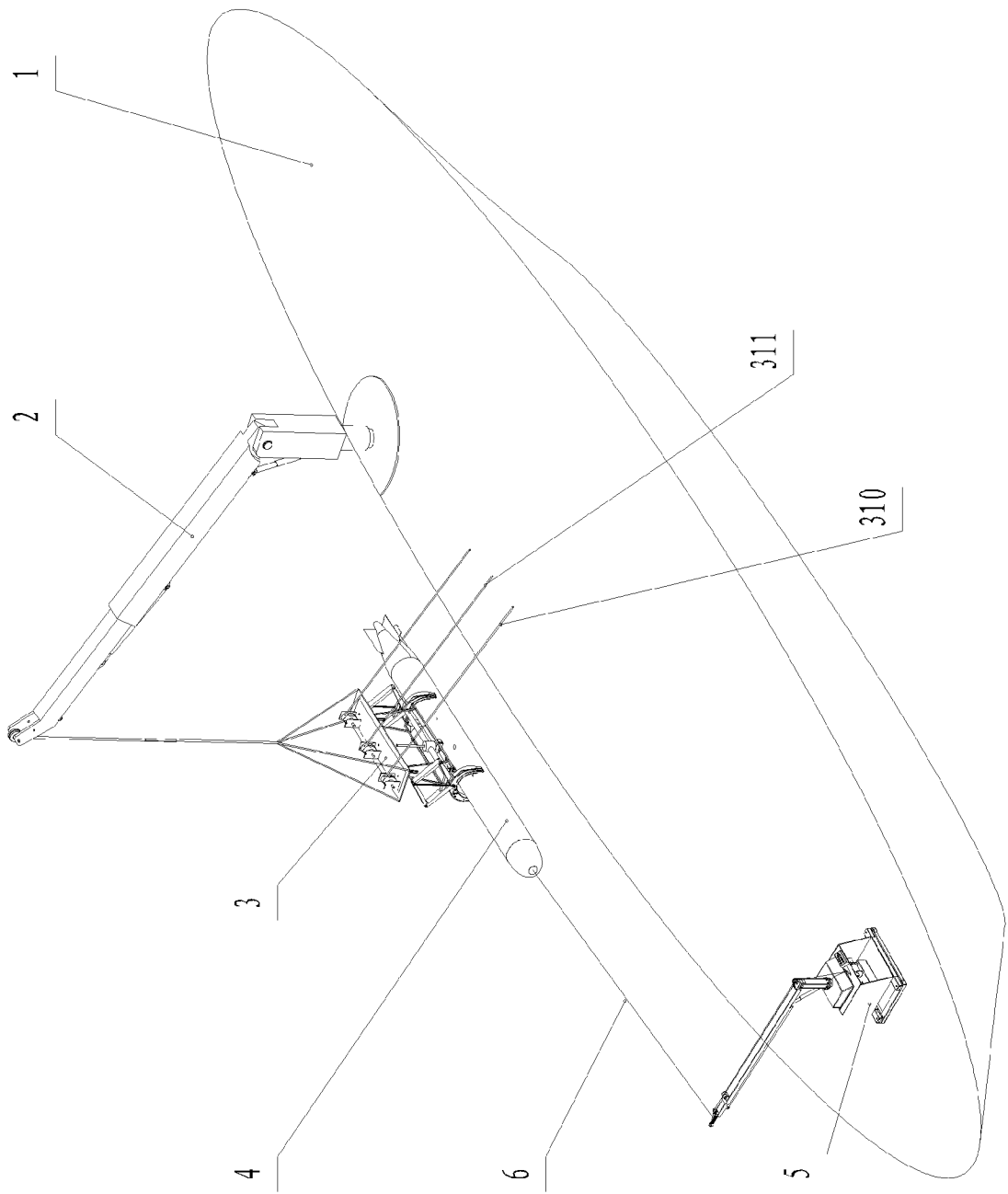


图 4

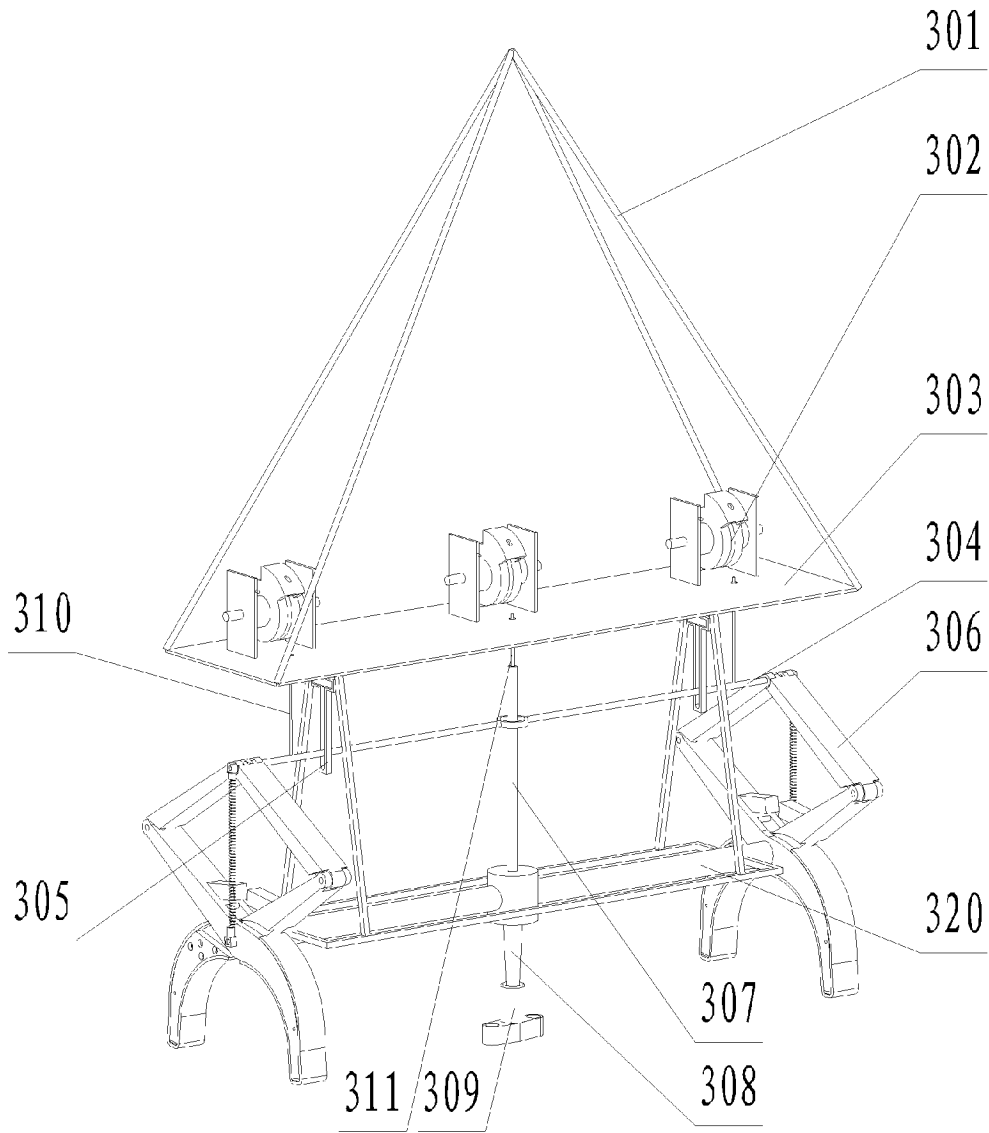


图 5

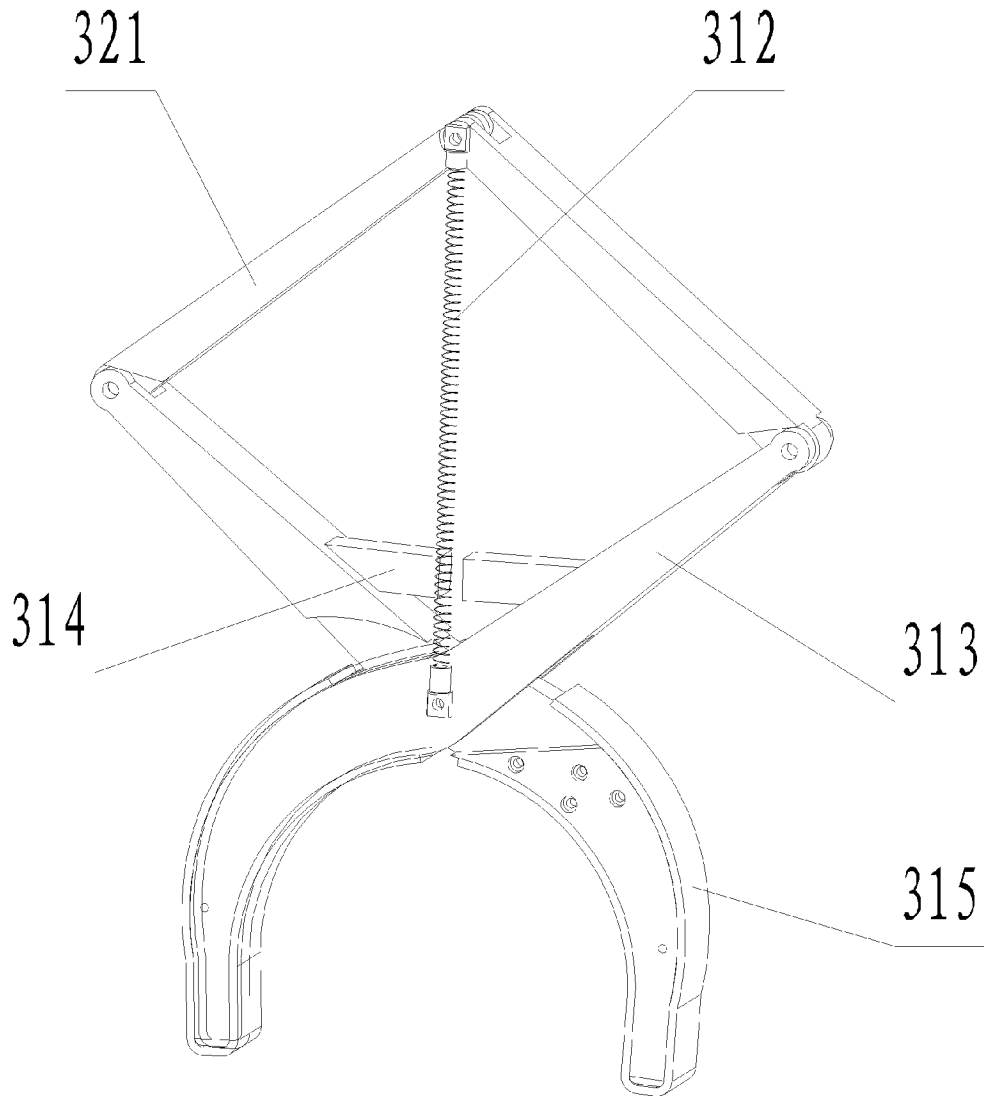


图 6

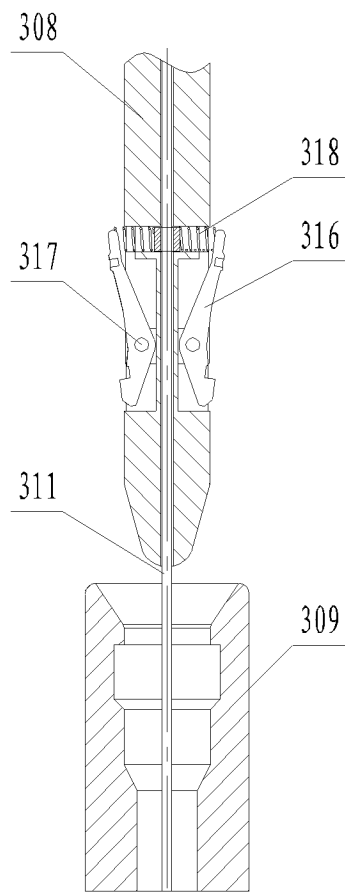


图 7A

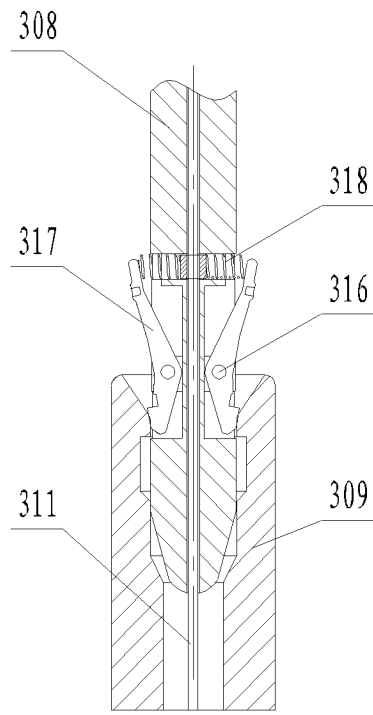


图 7B

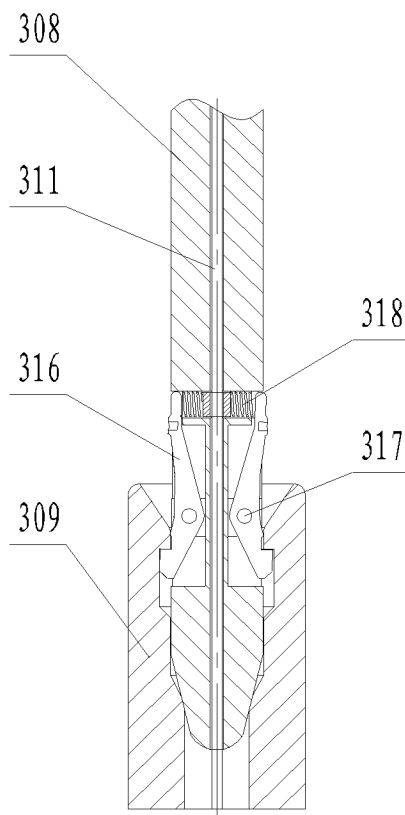


图 7C



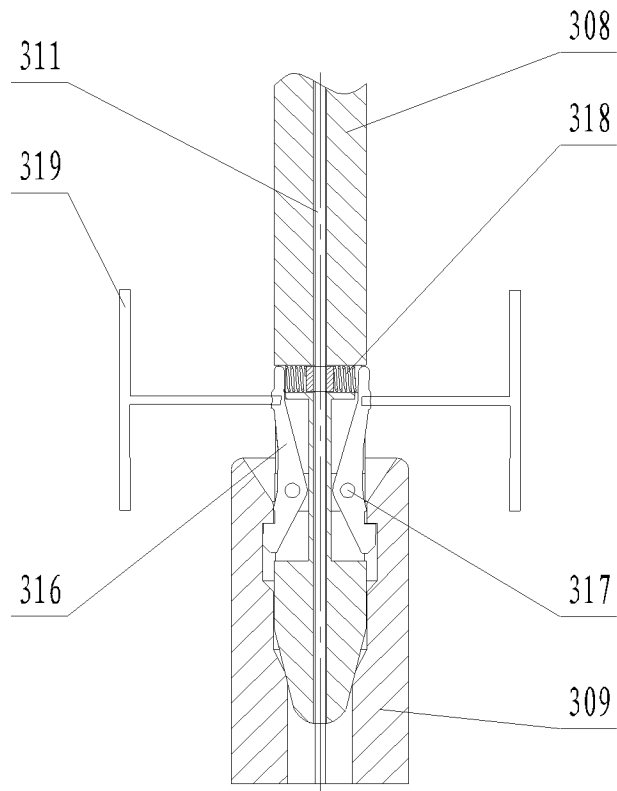


图 7D

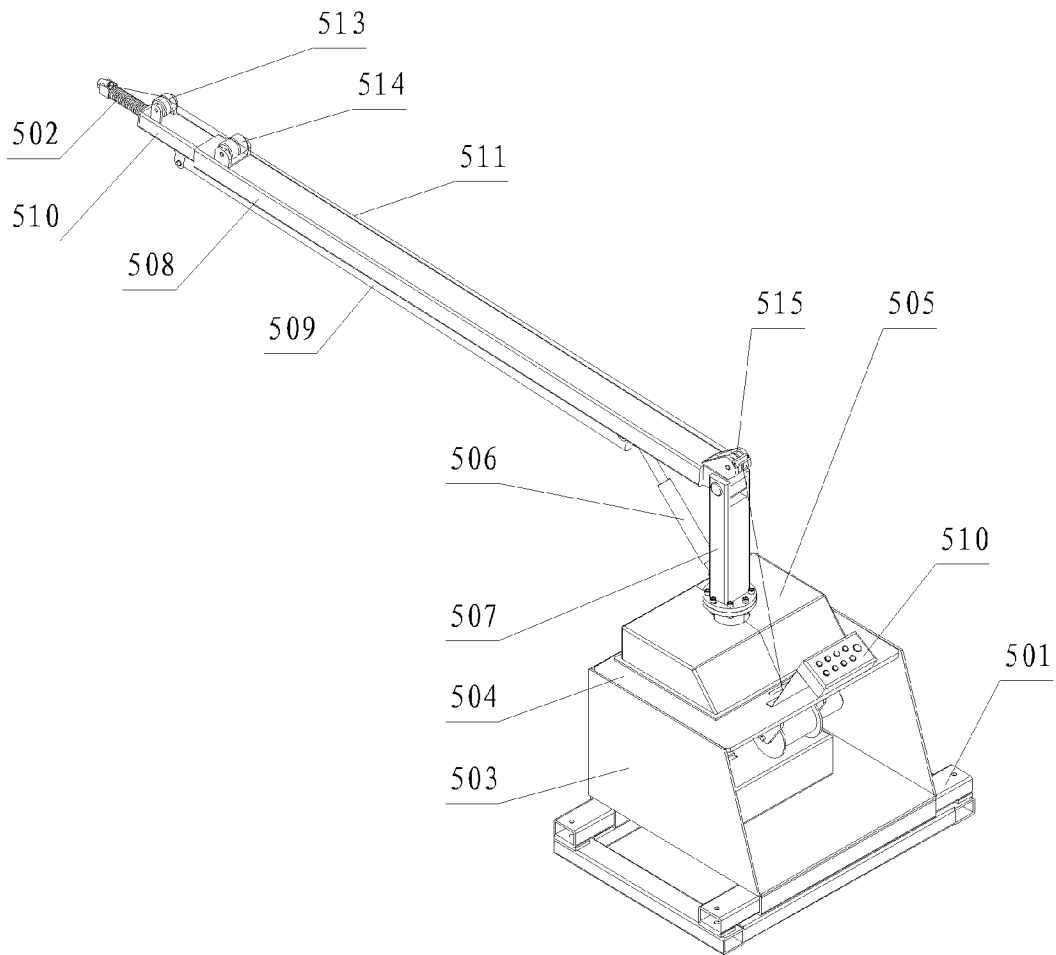


图 8

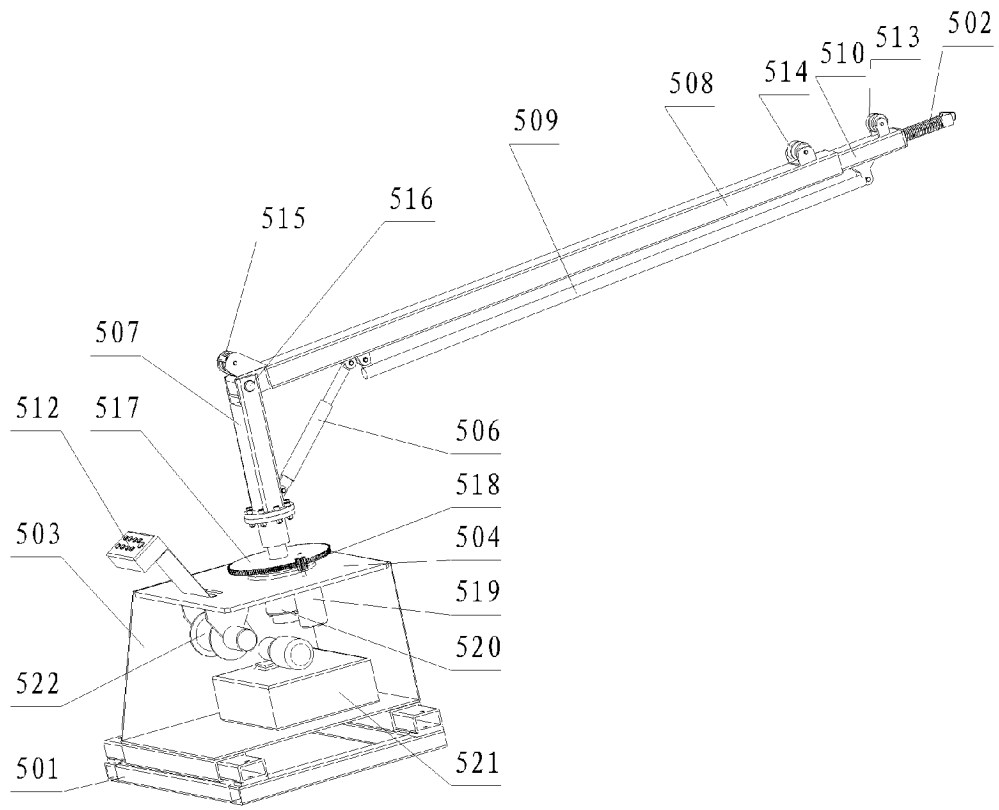


图 9

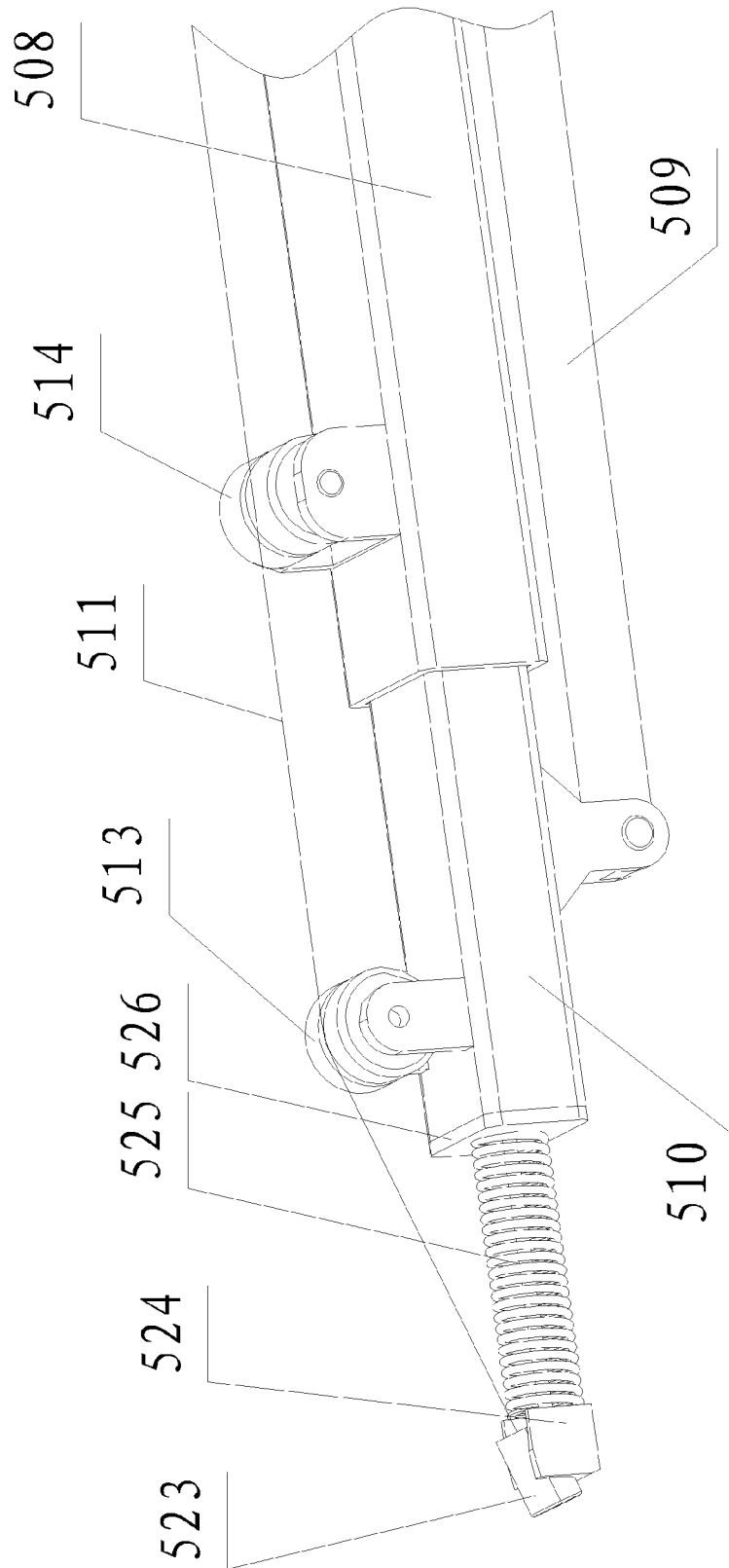


图 10

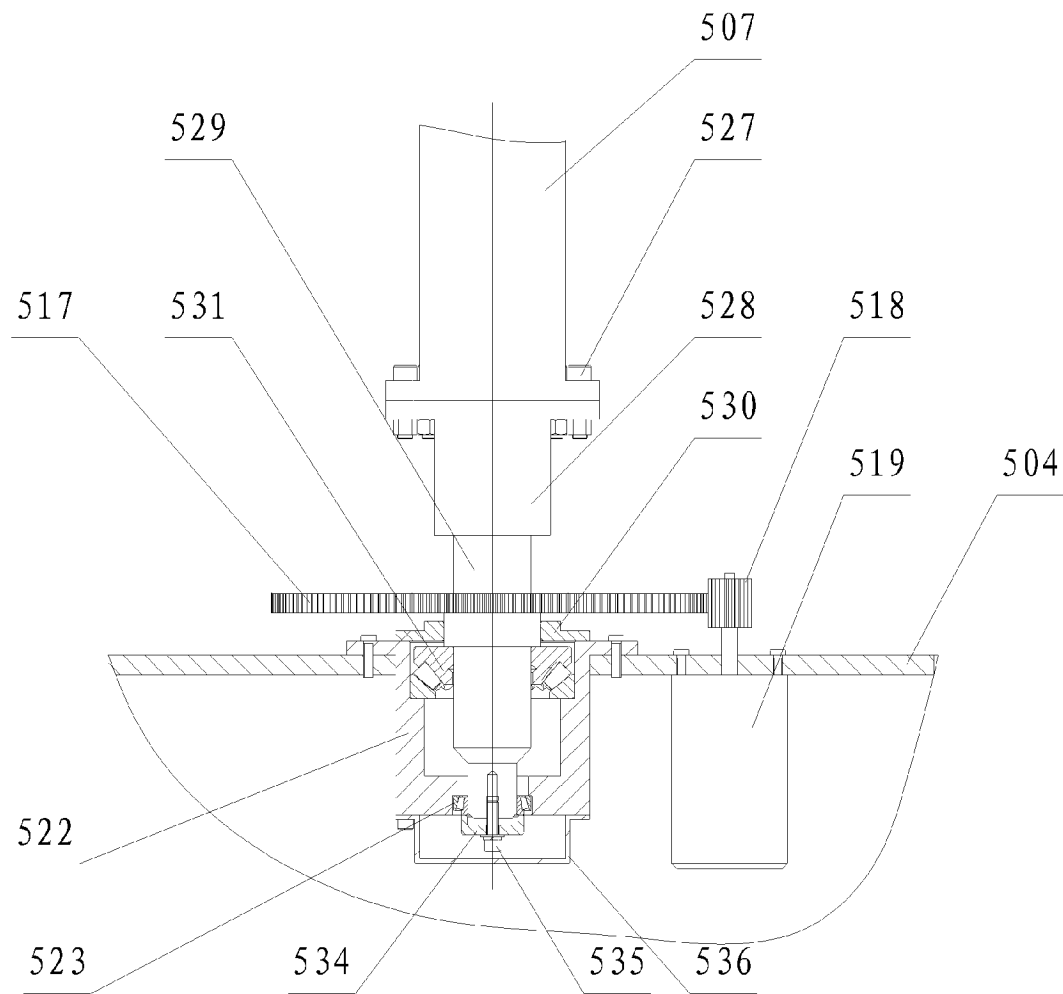


图 11

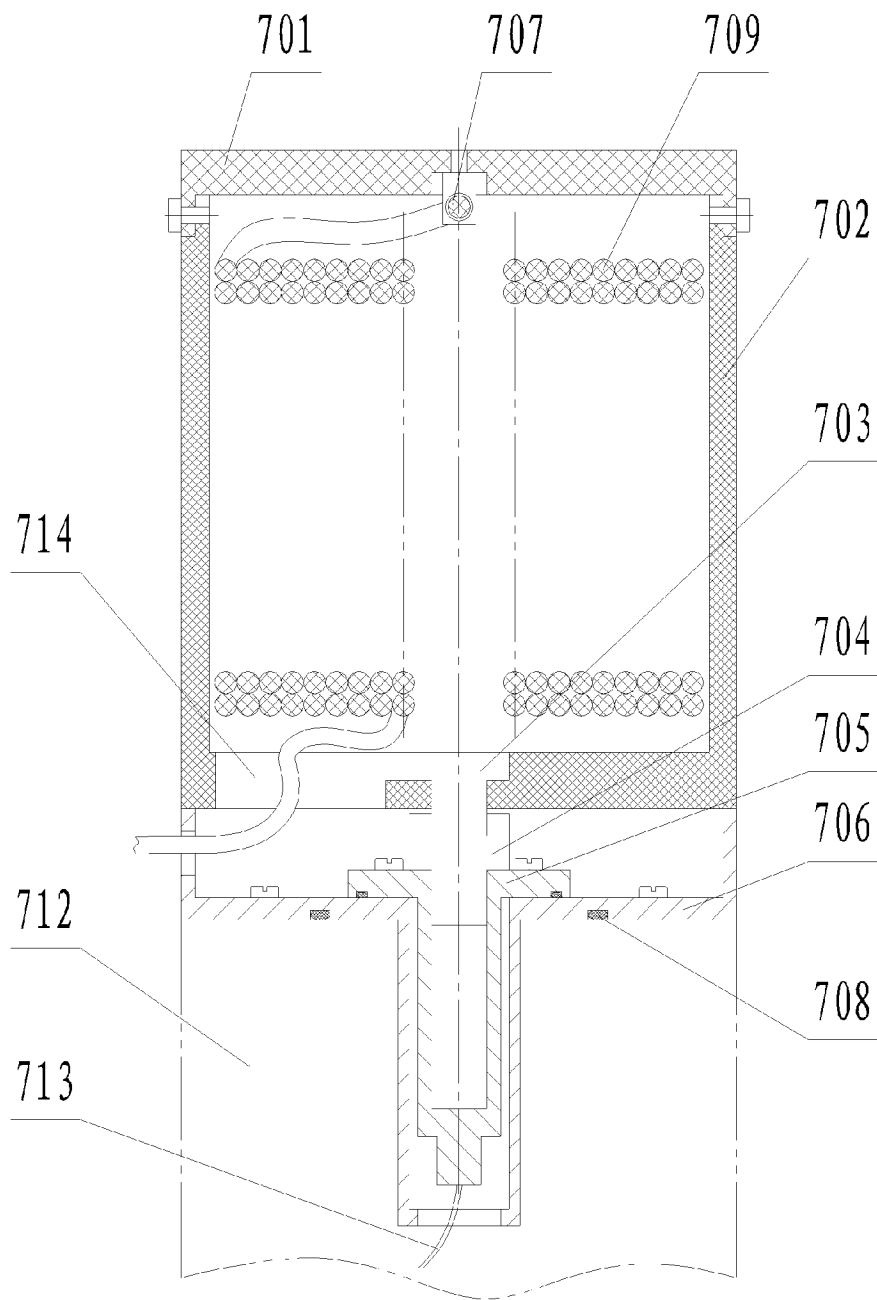


图 12

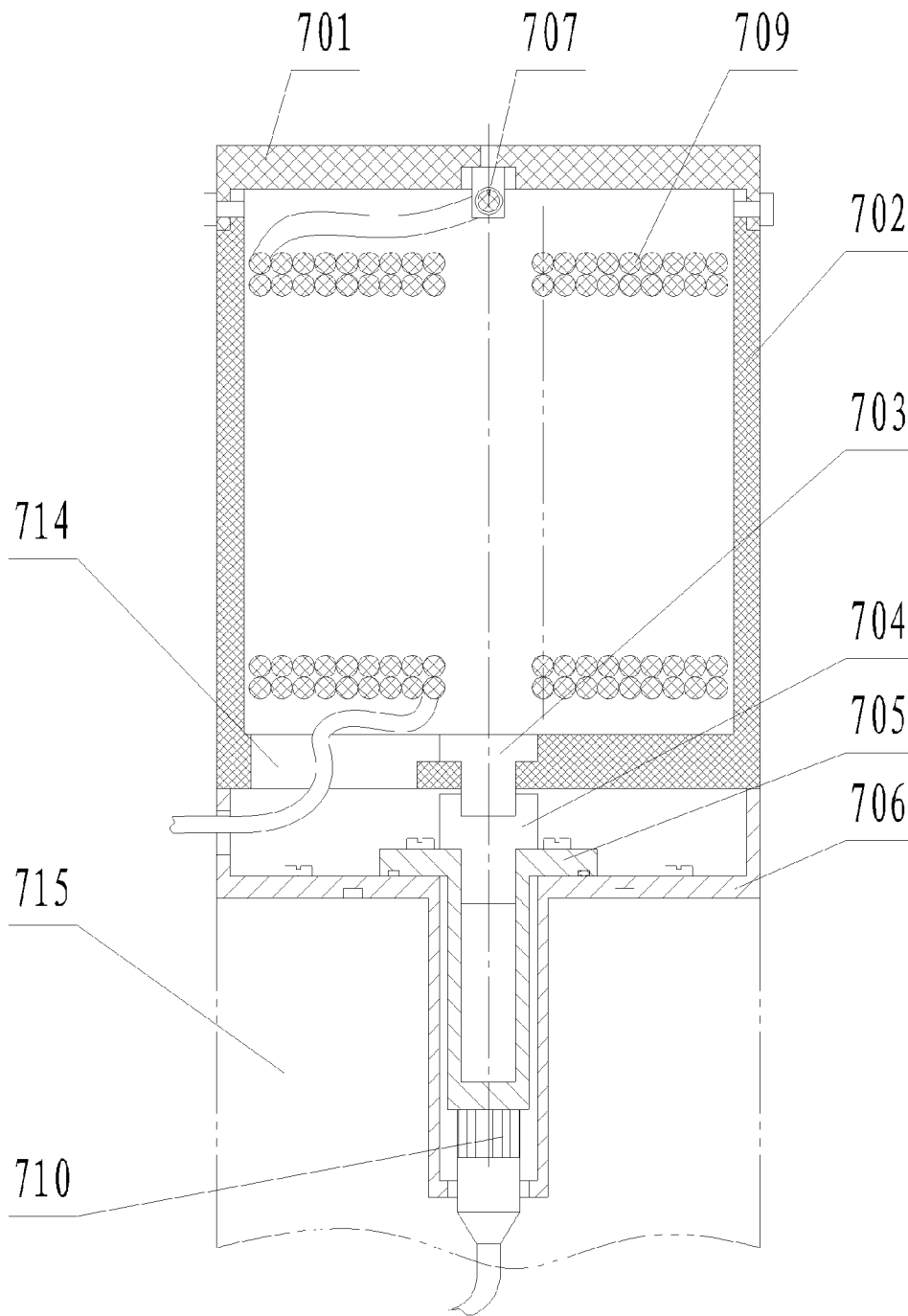


图 13

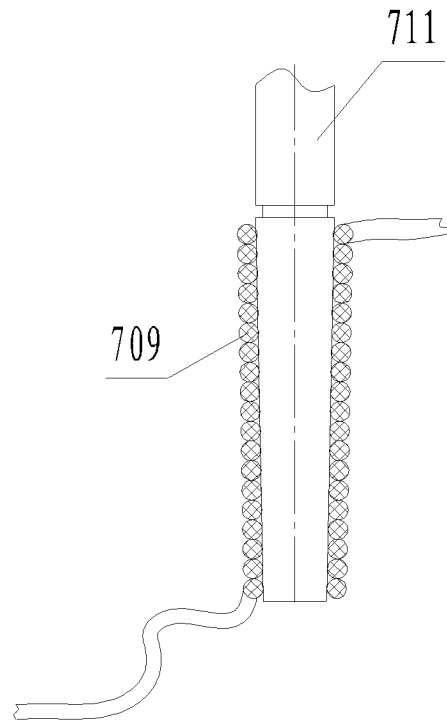


图 14A



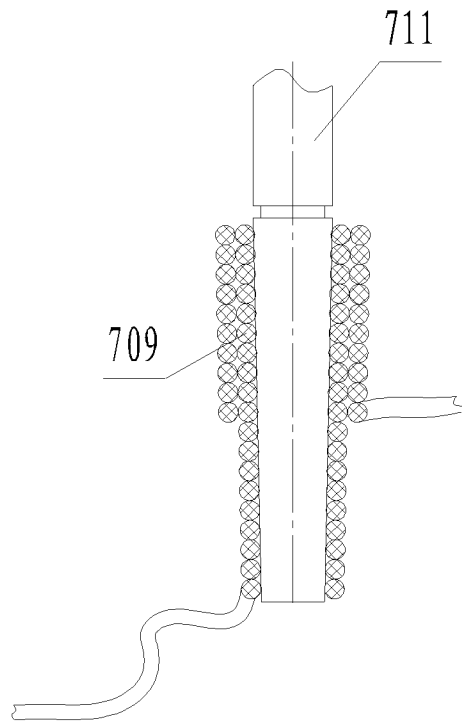


图 14B

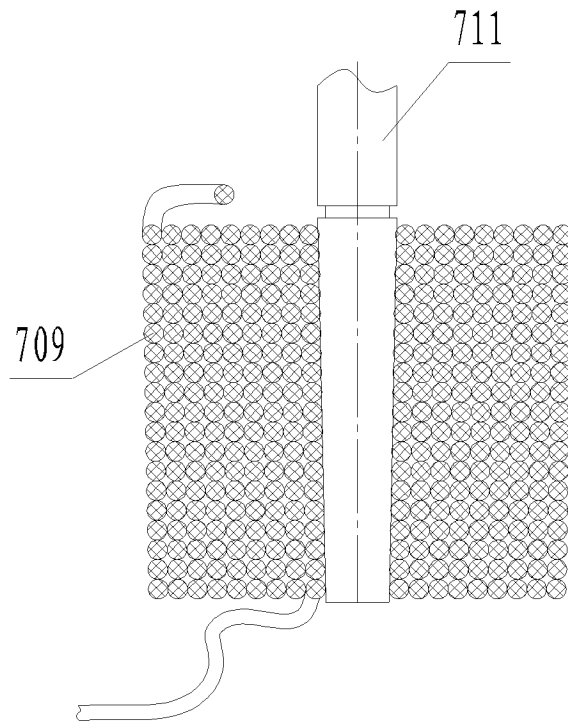


图 14C