

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109515661 B

(45)授权公告日 2020.04.07

(21)申请号 201811480522.0

B63G 8/14(2006.01)

(22)申请日 2018.12.05

G05D 1/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 夏俞扬

申请公布号 CN 109515661 A

(43)申请公布日 2019.03.26

(73)专利权人 青岛理工大学

地址 266520 山东省青岛市青岛经济技术
开发区嘉陵江路777号

(72)发明人 刘秀燕 巩玉玺 李兰 武曲
林孟达 孙中卫

(74)专利代理机构 济南舜科知识产权代理事务
所(普通合伙) 37274

代理人 徐娟

(51)Int.Cl.

B63G 8/00(2006.01)

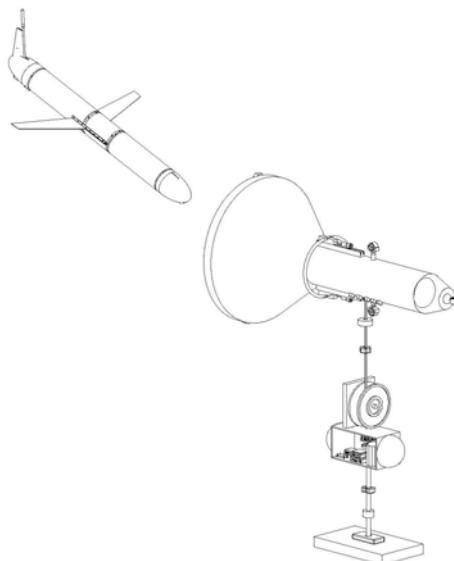
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法，包括接驳充电系统布放和回收步骤、接驳充电系统对航行器进行捕获步骤、接驳充电系统自发电能源补充步骤，实现了水下滑翔机等海洋航行器与水下接驳系统在多干扰环境下的高精度、高机动灵活以及高成功率的机械对接、电气无线充电和数据无线传输，同时实现水下接驳站的全自主能源收集，保证接驳站自身工作能源耗电和为海洋航行器提供能源供给。



1. 一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,其特征在于,包括接驳充电系统布放和回收步骤:

1) 当需要将本系统投放时,母船携带该接驳充电系统航行至指定海域,提前测试声学释放模块的功能,并携带压载重块投入大海,接驳充电系统到达海底开始发电并等待下一次捕获航行器操作;

2) 当接驳充电系统到达设定工作时间后,母船航行至距离上次抛弃接驳充电系统较近的海域,通过使用母船上的声学释放基站发出特定频率声学信号,控制器控制声学释放器实现对压载重块抛载,系统自身减小实现上浮,上浮至海面后由工作人员进行回收;

还包括接驳充电系统对航行器进行捕获步骤:

1) 控制器控制超短基线定位基站定时发出找寻航行器声学信号,当水下航行器航行至接驳充电系统附近后,航行器携带的超短基线应答器发出回应信号,并给出航行器相对航行器捕获模块上超短基线定位基站的三维坐标位置,以及航行器自身的姿态参数;

2) 航行器捕获模块上超短基线定位基站同时将航行器相对航行器捕获模块的三维坐标位置实时返回至超短基线应答器上,航行器根据自身位置信息继续向前航行至航行器捕获模块附近并准备实时对接;

3) 当航行器靠近航行器捕获模块时,此时超短基线定位基站、超短基线应答器频率加快,实时发布航行器与航行器捕获模块相对位置和航行器自身姿态信息,此后航行器进入近似巡航定速靠近航行器捕获模块,控制器实时计算出航行器运动轨迹,为下一步对航行器捕获模块的位置和姿态调节做准备;

4) 此时控制器控制收放驱动电机正反转,调节收放缆绳的长度,从而调整航行器捕获模块在垂向上的位置;控制器同时控制纵移调节电机,根据初步计算的航行器未来姿态信息调整航行器捕获模块完成相应重心调整,从而实现俯仰角大幅值调整;同时,控制器控制横向推进机构中的上横移推进器、下横移推进器对横向位置进行调整,控制艏向和俯仰矢量推进机构中的矢量推进器完成艏向和俯仰角微调整,使导向引流网指向航行器来临方向,且最终航行器捕获模块的姿态与航行器到达接驳系统时自身的姿态一致;

5) 此后,航行器缓慢进入捕获本体内,控制器通过触碰传感器检测航行器是否进入,当检测到航行器进入接驳系统后,控制器控制变径电机运转,使捕获固定挡块实现压紧航行器,防止航行器从接驳充电系统中滑落;

6) 航行器接驳成功后,系统通过无线充机构对航行器进行充电,同时通过定位模块中的数据通讯功能,将航行器内部的状态数据和采集的海洋参数数据收集;

7) 当充电或数据传输完毕后,控制器控制变径电机反向运转,使捕获固定挡块脱离航行器,同时控制器还可控制艏向和俯仰矢量推进机构动作,实现自身移动,协助航行器脱离接驳充电系统;

8) 另外,在上述航行器与接驳充电控制器对接时,控制器还控制海流计实时检测对接海域海流情况,并推算出航行器偏移路径和姿态扰动情况,从而实时控制并调整航行器捕获模块的位置和姿态参数,提高航行器与接驳充电系统的对接成功率;

还包括接驳充电系统自发电能源补充方法,接驳充电系统自发电能源补充方法分为以下三种:1) 横向推进机构能源获取方法,2) 艄向和俯仰矢量推进机构能源获取方法,3) 波浪能发电机构能源获取方法。

2. 如权利要求1所述的通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,其特征在于,所述横向推进机构能源获取方法的步骤如下:系统没有航行器捕获任务时,上横移推进器、下横移推进器失电后,航行器捕获模块自由随流漂浮震荡,上横移推进器、下横移推进器实现对海流、潮流和波浪的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池中。

3. 如权利要求1所述的通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,其特征在于,所述艏向和俯仰矢量推进机构能源获取方法的步骤如下:当系统没有航行器捕获任务时,艏向和俯仰矢量推进机构自由随流漂浮震荡,矢量推进器实现对海流、潮流和波浪的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池中,为提高发电效率,控制器还根据海流计检测到系统周围海流流向和大小,自动控制矢量推进器进行方向调节,以提高与海流接触面积,最大化利用海流能源发电。

4. 如权利要求1所述的通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,其特征在于,所述波浪能发电机构能源获取方法的步骤如下:波浪能发电机构固定安装在航行器捕获模块下端,波浪能发电机构内部的波浪能发电模块将波浪或流体的动能转换为电能,并通过电气连接线将获取的电能传输至锂电池中进行存储,对系统的电能进行补充。

一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于水下航行器技术领域,具体涉及一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法。

背景技术

[0002] 水下滑翔机是一种新型的水下机器人,由于其利用净浮力和姿态角调整获得推进力,能源消耗极小,只在调整净浮力和姿态角时消耗少量能源,并且具有效率高、续航力大的特点。虽然水下滑翔机的航行速度较慢,但其制造成本和维护费用低、可重复使用、并可大量投放等特点,满足了长时间、大范围海洋探索的需要,从时间和空间上都拓展了海洋监测的应用范围,目前已经成为当前水下航行器领域的一个研究热点。

[0003] 目前水下滑翔机主要分为两类:1)为提高灵活特性而配置有推进器的滑翔机:当前为了提高水下滑翔机灵活机动特性,部分研究机构采用加装推进器的方式提高水下滑翔机灵活性,由于推进器能耗极大,这样也会随之带来续航能力降低的问题,这类滑翔机可实现小范围海域内对中小尺度甚至微尺度监测。2)为提高续航能力而不配置推进器的滑翔机:该类滑翔机灵活性差,但是续航能力强,故可实现大范围长时间海洋参数监测。

[0004] 对于未配置推进器的滑翔机,一般采用使用母船投放,而后水下滑翔机进行自主弱调控作业,主要采用机载电池作为供电系统。然而,由于水下滑翔机的舱体较小,可携带的电池总容量非常有限,即使采用能量密度比较高的一次性电池,也难以进一步提高水下滑翔机的续航能力和续航时间。通过调研得知,当前电源携带容量的不足成为水下滑翔机长航程和长航时工作进一步提高的瓶颈;而当前电池技术的发展较为缓慢,高能量密度比的电池制造技术还不成熟,无法实际应用。因此如何在现有的基础上寻求对水下滑翔机接驳充电的方法,成为提高水下滑翔机续航能力、扩大海洋观测范围和能力的关键。

[0005] 另外,对于水下滑翔机系统,属于“弱调控性”海洋航信器,其运行会受到多方面干扰和风险因素,据统计,水下滑翔机在海面上漂浮通讯时受到的破坏或被打捞的几率最大。由于滑翔机的自身特点决定了其运动轨迹只能为“V”形或“W”型,每次运动至海面后方可通过GPS或北斗进行定位通讯,由于GPS和北斗短报文通讯系统速率较慢,其航行的自身运动参数和采集的海洋参数数量大,水下滑翔机在海面进行长时间通讯的方案显然不现实,而水下滑翔机一旦出现故障无法回收,则其采集的数据将毁于一旦,极大的浪费财力和物力,因此如何实现对水下滑翔机中的相关参数进行定时快速回收,同样是提高水下滑翔机性价比存在的技术难题。

[0006] 上述滑翔机能源补充和数据传输技术难题,同样也存在于其它AUV (Autonomous Underwater Vehicle) 等海洋航行器系统。

[0007] 针对滑翔机续航能力提升方法,国内已经有一些技术方案或案例,这类方案可大致分为三类:

[0008] 1)采用提高航行效率等方式进行提升滑翔机续航里程

[0009] 例如申请号为201810251028.0的发明专利公布了一种水下滑翔机机翼及其控制

和工作方法,该发明通过翼摆驱动机构带动角度可调摆动实现滑翔模式、精确观测和运动发电模式和海面波浪发电模式功能;进一步提升了水下滑翔机的续航能力;为长航程、大尺度的海洋观测技术和小海域内的低速精确观测提供了坚实的基础。类似的专利的还有申请号为201310217453.5的发明专利:增加水下滑翔机续航能力的被动可转动机翼装置,申请号为201010573970.2的发明专利:一种水下滑翔机能耗最优的运动参数优化方法等。该类方法只是从对水下滑翔机机械、电气以及控制算法优化方面入手来提高滑翔机运动效率或降低运动能耗,在一定程度上可提高滑翔机续航能力,但无法从本质上解决滑翔机能源补充和数据传输等难题。

[0010] 2)初步提出采用水下接驳充电的方式进行提升滑翔机续航里程

[0011] 申请号为201710735759.8的发明专利公开了一种用于水下可移动接驳的平台及其控制方法,包括接驳平台部分、水下自主航行器部分及控制系统,接驳平台部分包括可升降的基座、保护舱、导向筒、可伸缩接驳杆、夹紧盖等,水下自主航行器部分包括机械手夹紧装置、两根导向杆等;该发明的装置将接驳平台设置于水下可移动载体上,克服了传统的接驳平台接驳地点固定导致检测范围有限的缺点,并且可移动接驳平台不限制水下自主航行器的朝向,不论从哪一个方向回坞的水下自主航行器均可成功回坞。

[0012] 申请号为201110178669.6的发明专利公布了自主水下航行器与海底观测网对接装置,包括自主水下航行器和对接站主体两部分。自主水下航行器包括固定在自主水下航行器主体上的第一卡箍、浮力圈和第一电能通讯腔以及套在自主水下航行器主体上的锥形保护套;对接站主体包括安装在万向节上的撑杆、同轴线固定在撑杆上的喇叭状导口和圆筒型导口、第二电能通讯腔、控制腔和用于夹紧自主水下航行器主体的机构。应用时,自主水下航行器驶入喇叭状导口中,经过喇叭状导口和圆筒型导口的引导和锥形保护套的限位,自主水下航行器可靠停靠在对接站主体中,实现对自主水下航行器的充电和自主水下航行器与海底观测网络之间电能传输。

[0013] 该类专利中一般采用固定的机械底座,然后配合可旋转的对接机构实现对滑翔机捕获,进而实现能源充电等功能。但是由于滑翔机调控性能很弱,无法实现高机动灵活的转弯和姿态调整,这类方案中水下充电桩或接驳系统一般在垂直方向上高度不可调整且在水平方向上无法实现调整,仅能在某个平面内进行旋转对接。很显然,当水下滑翔机前进时,姿态调整不明显、航向调整偏弱的状态下,若要实现与水下充电桩或接驳系统对接变得尤为困难甚至实际场景中无法实现。

[0014] 3)采用相关算法实现滑翔机与接驳系统完成对接的辅助方法研究

[0015] 申请号为201510943009.0的发明专利公布了一种AUV反演对接控制方法,该发明涉及一种AUV反演对接控制方法。通过安装多个应答器实现接驳系统和航行器的通讯,对接过程中AUV处于全驱动航行模式,针对对接误差设计非线性反演控制器,使AUV沿着期望的直线航迹航行直至抵达对接站。

[0016] 类似的,申请号为201711475407.X的发明专利公布了AUV与接驳站水下对接的末端视觉导引方法。申请号为201610179703.4的发明专利公布了一种自主水下航行器在水下无线充电设备;申请号为201810054666.3的发明专利公布了一种水下航行器与接驳站的对接方法;申请号为201710847481.3的发明专利公布了一种自主水下航行器的无线充电系统;申请号为201620343766.4的发明专利公开了水下航行器充电桩和充电系统等。但该类

专利主要侧重于如何提高滑翔机与接驳系统对接等特定场景下功能,而没有完整对于无推进器滑翔机进行快速、稳定和高效对接充电的方案。

[0017] 而对于下滑翔机数据回收方面,目前国内还未出现对下滑翔机进行定点定时回收数据的技术方案。

[0018] 总的来说,目前尚未见针对弱调控性能的海洋航行器可快速、高效的实现三维定点捕获功能的水下接驳系统。

发明内容

[0019] 本发明的目的在于提供一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,解决下滑翔机等航行器因弱调控性导致的机体与接驳系统对接存在的成功率低,航行器与接驳系统的无线充电、数据,航行器接驳系统自身能源供给等问题。

[0020] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,包括接驳充电系统布放和回收步骤:

[0021] 1)当需要将本系统投放时,母船携带该接驳充电系统航行至指定海域,提前测试声学释放模块的功能,并携带压载重块投入大海,接驳充电系统到达海底开始发电并等待下一次捕获航行器操作;

[0022] 2)当接驳充电系统到达设定工作时间后,母船航行至距离上次抛弃接驳充电系统较近的海域,通过使用母船上的声学释放基站发出特定频率声学信号,控制器控制声学释放器实现对压载重块抛载,系统自身减小实现上浮,上浮至海面后由工作人员进行回收。

[0023] 上述通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,还包括接驳充电系统对航行器进行捕获步骤:

[0024] 1)控制器控制超短基线定位基站定时发出找寻航行器声学信号,当水下航行器航行至接驳充电系统附近后,航行器携带的超短基线应答器发出回应信号,并给出航行器相对航行器捕获模块上超短基线定位基站的三维坐标位置,以及航行器自身的姿态参数;

[0025] 2)航行器捕获模块上超短基线定位基站同时将航行器相对航行器捕获模块的三维坐标位置实时返回至超短基线应答器上,航行器根据自身位置信息继续向前航行至航行器捕获模块附近并准备实时对接;

[0026] 3)当航行器靠近航行器捕获模块时,此时超短基线定位基站、超短基线应答器频率加快,实时发布航行器与航行器捕获模块相对位置和航行器自身姿态信息,此后航行器进入近似巡航定速靠近航行器捕获模块,控制器实时计算出航行器运动轨迹,为下一步对航行器捕获模块的位置和姿态调节做准备;

[0027] 4)此时控制器控制收放驱动电机正反转,调节收放缆绳的长度,从而调整航行器捕获模块在垂向上的位置;控制器同时控制纵移调节电机,根据初步计算的航行器未来姿态信息调整航行器捕获模块完成相应重心调整,从而实现俯仰角大幅值调整;同时,控制器控制横向推进机构中的上横移推进器、下横移推进器对横向位置进行调整,控制艏向和俯仰矢量推进机构中的矢量推进器完成艏向和俯仰角微调整,使导向引流网指向航行器来临方向,且最终航行器捕获模块的姿态与航行器到达接驳系统时自身的姿态一致;

[0028] 5)此后,航行器缓慢进入捕获本体内,控制器通过触碰传感器检测航行器是否进入,当检测到航行器进入接驳系统后,控制器控制变径电机运转,使捕获固定挡块实现压紧

航行器,防止航行器从接驳充电系统中滑落;

[0029] 6) 航行器接驳成功后,系统通过无线充电机构对航行器进行充电,同时通过定位模块中的数据通讯功能,将航行器内部的状态数据和采集的海洋参数数据收集;

[0030] 7) 当充电或数据传输完毕后,控制器控制变径电机反向运转,使捕获固定挡块脱离航行器,同时控制器还可控制艏向和俯仰矢量推进机构动作,实现自身移动,协助航行器脱离接驳充电系统;

[0031] 8) 另外,在上述航行器与接驳充电控制器对接时,控制器还控制海流计实时检测对接海域海流情况,并推算出航行器偏移路径和姿态扰动情况,从而实时控制并调整航行器捕获模块的位置和姿态参数,提高航行器与接驳充电系统的对接成功率。

[0032] 上述通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法,还包括接驳充电系统自发电能源补充方法,接驳充电系统自发电能源补充方法分为以下三种:1) 横向推进机构能源获取方法,2) 艄向和俯仰矢量推进机构能源获取方法,3) 波浪能发电机构能源获取方法。

[0033] 具体的,所述横向推进机构能源获取方法的步骤如下:系统没有航行器捕获任务时,上横移推进器、下横移推进器失电后,航行器捕获模块自由随流漂浮震荡,上横移推进器、下横移推进器实现对海流、潮流和波浪的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池中。

[0034] 具体的,所述艏向和俯仰矢量推进机构能源获取方法的步骤如下:当系统没有航行器捕获任务时,艏向和俯仰矢量推进机构自由随流漂浮震荡,矢量推进器实现对海流、潮流和波浪的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池中,为提高发电效率,控制器还根据海流计检测到系统周围海流流向和大小,自动控制矢量推进器进行方向调节,以提高与海流接触面积,最大化利用海流能源发电。

[0035] 具体的,所述波浪能发电机构能源获取方法的步骤如下:波浪能发电机构固定安装在航行器捕获模块下端,波浪能发电机构内部的波浪能发电模块将波浪或流体的动能转换为电能,并通过电气连接线将获取的电能传输至锂电池中进行存储,对系统的电能进行补充。

[0036] 本发明具有以下有益效果:本发明的通用型水下航行器接驳充电系统的工作方法实现了水下滑翔机等海洋航行器与水下接驳系统在多干扰环境下的高精度、高机动灵活以及高成功率的机械对接、电气无线充电和数据无线传输,同时实现水下接驳站的全自主能源收集,保证接驳站自身工作能源耗电和为海洋航行器提供能源供给。

附图说明

[0037] 图1是本发明通用型水下航行器接驳充电系统与航行器对接的立体结构示意图。

[0038] 图2是本发明通用型水下航行器接驳充电系统与航行器对接的主视结构示意图。

[0039] 图3是本发明通用型水下航行器接驳充电系统的立体结构示意图。

[0040] 图4是本发明通用型水下航行器接驳充电系统的主视结构示意图。

[0041] 图5是本发明通用型水下航行器接驳充电系统的左视结构示意图。

[0042] 图6是本发明通用型水下航行器接驳充电系统的右视结构示意图。

[0043] 图7是本发明通用型水下航行器接驳充电系统的俯视结构示意图。

[0044] 图8是本发明通用型水下航行器接驳充电系统中捕获变径机构的主视结构示意

图。

[0045] 图9是本发明通用型水下航行器接驳充电系统中捕获变径机构的左视结构示意图。

[0046] 图10是本发明通用型水下航行器接驳充电系统中捕获变径机构的局部放大示意图。

具体实施方式

[0047] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。

[0048] 如图1、图3所示，一种通用型水下航行器接驳充电系统，包括接驳站本体1、声学释放模块2、垂向收放模块3、航行器捕获模块4、定位模块5、控制和传感模块6、能源模块7，声学释放模块2挂接在接驳站本体1下端，垂向收放模块3上端连接航行器捕获模块4，下端连接接驳站本体1，定位模块5分别安装在海洋航行器和航行器捕获模块4上，控制和传感模块6固定于航行器捕获模块4的下方，接驳站本体1内安装有能源模块7。

[0049] 如图4所示，接驳站本体1由接驳支撑架1-1、保护壳1-2和接驳本体密封舱1-3组成，所述接驳支撑架1-1为框架式结构，主要起到支撑连接作用，连接保护壳1-2和接驳本体密封舱1-3。为减少水阻，降低外部海洋生物附着，保护壳1-2为流线型结构，保护壳1-2套接在接驳本体密封舱1-3外部。保护壳1-2可实现降低甚至避免接驳本体密封舱1-3由于被外部冲击、泥沙等破坏的可能性。接驳本体密封舱1-3外部为碳纤维结构，通过密封结构实现自身密封，使内部各类电气组件与海水隔绝。

[0050] 声学释放模块2可实现对系统的声学回收和系统下潜至指定位置等功能。如图4所示，声学释放模块2包括声学释放器2-1和压载重块2-2，声学释放器2-1为声学释放套件，携带有应答器，挂接在接驳站本体1下端，声学释放器2-1下端连接有压载重块2-2。船只在海面使用声学释放套件的发射器发射特定频率的声学信号，此时声学释放器2-1获取信号后，自动释放压载重块2-2，实现自身减重功能，从而实现系统自动上浮以便设备和数据回收。压载重块2-2主要为初始系统下浮设计，材料可为水泥、不锈钢块等密度较大的重块。

[0051] 如图4-6所示，垂向收放模块3包括收放缆绳3-1和缆绳收放机构3-2，收放缆绳3-1为尼龙等高强度可承重线缆，收放缆绳3-1下端固定并连接至滚轮3-2a上，收放缆绳3-1上端连接并固定在航行器捕获模块4上，功能为：实现连接航行器捕获模块4和接驳站本体1，并实现两者之间垂向距离调整；即：当接驳站本体1触碰海底并实现自身位置固定后，通过调整收放缆绳3-1可实现航行器捕获模块4相对接驳站本体1的垂向高度。

[0052] 缆绳收放机构3-2可实现对收放缆绳3-1的收放功能，缆绳收放机构3-2包括滚轮3-2a、转轴结构3-2b、磁耦合机构3-2c和收放驱动电机3-2d。滚轮3-2a为棍形结构，外部设置有线槽，通过自身旋转缠绕收放缆绳3-1，从而实现对收放缆绳3-1的收放功能，滚轮3-2a还通过转轴结构3-2b连接至磁耦合机构3-2c上实现被动旋转。

[0053] 转轴结构3-2b前端插入滚轮3-2a轴心内，后端固定在磁耦合机构3-2c上，通过磁耦合机构3-2c的转动，带动转轴结构3-2b转动。

[0054] 磁耦合机构3-2c包括内部驱动机构、磁耦合套件和外部驱动机构三部分，通过内部驱动机构转动，带动磁耦合套件进行电磁感应，从而带动外部驱动机构转动，磁耦合机构3-2c的外部驱动机构连接转轴结构3-2b，内部驱动机构则连接收放驱动电机3-2d，通过收

放驱动电机3-2d正反转,利用磁耦合感应原理带动磁耦合机构3-2c的外部驱动机构进而带动转轴结构3-2b转动。磁耦合机构3-2c主要实现在海水等流体或特定气体环境下,密封体内部和外部机械转动传递功能,具有耐高压、无需考虑高压密封等优点。

[0055] 垂向收放模块3的工作流程如下:当航行器捕获模块4需要改变自身高度时,收放驱动电机3-2d进行正反转调节,通过磁耦合机构3-2c带动转轴结构3-2b转动,进而带动滚轮3-2a转动。滚轮3-2a的转动可实现对收放缆绳3-1的缠绕改变长度,最终可带动收放缆绳3-1上端的航行器捕获模块4的高度升降调整。

[0056] 如图4、图5所示,航行器捕获模块4包括捕获本体4-1、纵向重心调节机构4-2、横向推进机构4-3、艏向和俯仰矢量推进机构4-4、捕获变径机构4-5和导向引流网4-6。航行器捕获模块4主要实现对水下航行器捕获功能。

[0057] 捕获本体4-1外形呈圆筒状结构,捕获本体4-1的底部连接固定在收放缆绳3-1的上端,捕获本体4-1连接并支撑纵向重心调节机构4-2、横向推进机构4-3、艏向和俯仰矢量推进机构4-4、捕获变径机构4-5和导向引流网4-6。

[0058] 纵向重心调节机构4-2可实现对捕获本体4-1整体重心前后进行大幅值调整的功能,如图7所示,纵向重心调节机构4-2由纵移调节滑块4-2a、纵移调节电机4-2b、纵移推杆4-2c、纵移滑环4-2d和纵移滑轨4-2e组成。

[0059] 纵移调节滑块4-2a为条状结构,数量为两套,分别设置在纵移滑轨4-2e上,纵移调节滑块4-2a可在纵移滑轨4-2e上前后移动,纵移调节滑块4-2a重量和体积相对较大,材料为不锈钢或铅块等密度较大的材料。

[0060] 纵移调节电机4-2b为密封后的直流电机,内部有机械行程转换模块,通过电机的旋转将转矩转换为直线前后运动,纵移调节电机4-2b通过安装支架固定在捕获本体4-1上,纵移调节电机4-2b的输出轴连接纵移推杆4-2c的前端,可实现对纵移推杆4-2c的前后推动功能。

[0061] 纵移推杆4-2c为直杆结构,数量为一套,纵移推杆4-2c的后端连接纵移滑环4-2d,起连接和力矩传递作用。

[0062] 纵移滑环4-2d为圆环结构,套接在捕获本体4-1外端,内环连接固定两套纵移调节滑块4-2a,纵移滑环4-2d的圆环端面还连接纵移推杆4-2c,通过纵移推杆4-2c的推动作用带动纵移滑环4-2d以及纵移滑环4-2d内部连接的纵移调节滑块4-2a前后移动,实现重心调节功能。

[0063] 纵移滑轨4-2e为光杆和滑块结构,数量为两套,分别安装固定在捕获本体4-1前端上下两侧。

[0064] 纵向重心调节机构4-2的工作效果为:纵移调节电机4-2b正反转运动,带动纵移推杆4-2c前后移动,从而带动纵移滑环4-2d前后运动,纵移滑环4-2d带动纵移调节滑块4-2a在纵移滑轨4-2e上前后移动,由于纵移调节滑块4-2a质量较大,从而实现对捕获本体4-1的重心调节功能。重心的调整功能包括与捕获航行器前的重心预调整,也包括对捕获航行器时的重心微调整,以及捕获航行器后的重新再调整。

[0065] 横向推进机构4-3主要实现对捕获本体4-1的横向左右移动功能,如图6所示,横向推进机构4-3由上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b、上横移推进器支架4-3c和下横移推进器支架4-3d组成。

[0066] 上横移推进器4-3a为无轴推进器,横置安装在捕获本体4-1的上端,实现对捕获本体4-1的横向推进功能。下横移推进器4-3b同样为无轴推进器,横置安装在捕获本体4-1的下端,实现对捕获本体4-1的横向推进功能。上横移推进器支架4-3c连接上横移推进器4-3a和捕获本体4-1,起支撑、固定和连接功能。下横移推进器支架4-3d连接下横移推进器4-3b和捕获本体4-1,起支撑、固定和连接功能。

[0067] 横向推进机构4-3对航行器捕获模块4进行横向移动调节过程为:通过上横移推进器4-3a和下横移推进器4-3b同时正反转,实现横向推力正反向调节,利用对海水的反推力实现对航行器捕获模块4的横向位置快速调节。横向推进机构4-3还可实现非捕获航行器时空闲时间的发电功能,步骤如下:当系统没有航行器捕获任务时,上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b失电后,航行器捕获模块4自由随流漂浮震荡,上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b实现对海流、潮流和波浪等的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池7-2中。

[0068] 舵向和俯仰矢量推进机构4-4可实现对捕获本体4-1的舵向角度和俯仰角度上的调整功能,从而实现对导向引流网4-6改变朝向方向和微小的俯仰角度调整功能。如图7所示,舵向和俯仰矢量推进机构4-4由矢量推进器4-4a和舵向矢量推进器支架4-4b组成。矢量推进器4-4a为矢量无轴推进器,实现自身角度的矢量变化,从而实现对推力的方向改变功能。矢量推进器4-4a安装在舵向矢量推进器支架4-4b上,舵向矢量推进器支架4-4b固定在捕获本体4-1最后端。当矢量推进器4-4a矢量方向为横向时,通过推进器正反转,可实现对航行器捕获模块4的俯仰角度调整;当矢量推进器4-4a矢量方向为纵向时,通过推进器正反转,可实现对航行器捕获模块4的舵向角度调整。当矢量推进器4-4a矢量方向为倾斜角度时,通过推进器正反转,可实现对航行器捕获模块4的俯仰角度和舵向角度的混合调整。由于矢量推进器4-4a为矢量推进器,故舵向和俯仰矢量推进机构4-4可实现对航行器捕获模块4的俯仰角和首相角的任意综合调整。类似的,舵向和俯仰矢量推进机构4-4同样可实现非捕获航行器时空闲时间的发电功能,步骤如下:当系统没有航行器捕获任务时,舵向和俯仰矢量推进机构4-4自由随流漂浮震荡,矢量推进器4-4a实现对海流、潮流和波浪等的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池7-2中。为提高发电效率,控制器6-1还可根据海流计6-2检测到系统周围海流流向和大小,自动控制矢量推进器4-4a进行方向调节,以提高与海流接触面积,最大化利用海流能源发电。

[0069] 如图8-10所示,捕获变径机构4-5可实现对捕获本体4-1内径的改变,从而适应各类不同尺寸的海洋航行器实现接驳功能,捕获变径机构4-5由变径电机4-5a、变径主齿轮4-5b、变径副齿轮4-5c、变径连轴4-5d、变径连杆4-5e、变径本体4-5f、变径链瓣4-5g、变径横杆4-5h、捕获固定挡块4-5i、变径转轴4-5j和变径支架4-5k组成。

[0070] 所述变径电机4-5a为密封方式的直流电机,变径电机4-5a通过安装支架固定在捕获本体4-1的后端,变径电机4-5a的转轴连接变径主齿轮4-5b,通过正反转带动变径主齿轮4-5b转动。

[0071] 变径主齿轮4-5b通过转轴固定在变径本体4-5f上,还通过齿轮啮合作用与变径副齿轮4-5c啮合,从而带动变径副齿轮4-5c转动。

[0072] 变径副齿轮4-5c通过转轴固定在变径本体4-5f上,变径副齿轮4-5c上还均匀设置多条斜向的长条状圆弧透孔,以放置变径连轴4-5d,长条状圆弧透孔的数量与变径连轴4-

5d、变径链瓣4-5g的数量一致。

[0073] 变径连轴4-5d为垂向轴结构,固定在变径连杆4-5e的端面上,数量与变径连杆4-5e一致,变径连轴4-5d穿过变径副齿轮4-5c上的长条状圆弧透孔,变径连轴4-5d随着变径副齿轮4-5c的转动,而被动跟随变径副齿轮4-5c中的长条状圆弧透孔沿透孔滑动,从而改变变径连轴4-5d沿变径副齿轮4-5c径向上的位置。

[0074] 变径连杆4-5e为连杆结构,变径连杆4-5e下端连接变径转轴4-5j,中间上端面连接固定变径连轴4-5d,上端连接固定变径链瓣4-5g,变径连杆4-5e被动跟随变径连轴4-5d上下移动,从而带动变径链瓣4-5g沿径向上下移动。

[0075] 变径本体4-5f为多个具有一定厚度的扇形结构,数量与变径链瓣4-5g、变径连轴4-5d一致,变径本体4-5f嵌接在各个变径连杆4-5e之间,连接、固定和支撑捕获变径机构4-5各个组件。

[0076] 变径链瓣4-5g为弧形连杆结构,变径链瓣4-5g下端面中心连接变径连杆4-5e,通过变径连杆4-5e的上下移动带动变径链瓣4-5g沿变径转轴4-5j的径向呈现放射状移动,从而改变由多个变径链瓣4-5g组成的圆形结构的直径大小,多个变径链瓣4-5g间还通过连接支架相互连接固定,并与变径横杆4-5h配套沿径向运动。

[0077] 变径横杆4-5h为直杆状,数量与变径链瓣4-5g、变径连轴4-5d一致,变径横杆4-5h前端连接固定各个变径链瓣4-5g,后端连接固定捕获固定挡块4-5i,起到连接支撑、力矩传递以及对捕获固定挡块4-5i变径传递的功能。

[0078] 捕获固定挡块4-5i数量与变径横杆4-5h一致,功能为:捕获海洋航行器后并实施挤压固定,放置航行器在所述航行器捕获模块4滑落。变径转轴4-5j为转轴和轴承结构,通过变径支架4-5k安装固定在捕获本体4-1的后端中心处,变径转轴4-5j还连接变径副齿轮4-5c;变径支架4-5k为平板结构,安装固定在捕获本体4-1的后端中心处。

[0079] 上述捕获变径机构4-5对捕获本体4-1内径改变的步骤如下:控制变径电机4-5a正反转动,带动变径主齿轮4-5b正反装,通过齿轮啮合带动变径副齿轮4-5c转动,进而带动变径副齿轮4-5c上的长条状圆弧透孔转动,由于长条状圆弧透孔在变径副齿轮4-5c呈现斜向分布,故会带动变径连轴4-5d沿变径转轴4-5j径向方向上横移,从而带动变径连杆4-5e以及变径连杆4-5e连接的变径链瓣4-5g沿径向方向横移。变径链瓣4-5g横移,会带动变径横杆4-5h和捕获固定挡块4-5i实现沿变径转轴4-5j径向方向上的直径变化,从而改变由捕获固定挡块4-5i形成包络面所在捕获机构的直径大小,从而实现对不同直径大小的海洋航行器进行捕获并固定夹紧功能。

[0080] 导向引流网4-6为喇叭状开口的柔性网,材质为尼龙,外部直径较大以引导海洋航行器进入,内部直径逐渐变小。导向引流网4-6的后端为中空结构,连接并固定在捕获本体4-1的前端上。

[0081] 上述航行器捕获模块4的整体工作流程主要为:纵向重心调节机构4-2可实现对捕获本体4-1的前期重心预调整,捕获海洋航行器时的重心实时调整功能;横向推进机构4-3可实现对捕获本体4-1的横向位置调整;艏向和俯仰矢量推进机构4-4则可实现对捕获本体4-1的俯仰角和艏向角调整。纵向重心调节机构4-2、横向推进机构4-3、艏向和俯仰矢量推进机构4-4主要用于对捕获本体4-1姿态和位置调整,从而提高捕获航行器的成功几率。捕获变径机构4-5主要实现对捕获本体4-1内径的调整,从而实现当捕获航行器后,立即实施

夹紧功能,放置航行器滑落。导向引流网4-6主要实现对航行器的导引,提高航行器与系统对接成功率。

[0082] 如图2所示,定位模块5包括超短基线定位基站5-1和超短基线应答器5-2,超短基线定位基站5-1安装在导向引流网4-6上端并通过电气连接线与控制器6-1连接,超短基线应答器5-2安装在海洋航行器上,并通过通讯和供电电缆与航行器通讯、供电,超短基线定位基站5-1和超短基线应答器5-2能进行水声通讯,超短基线应答器5-2能实时测算相对超短基线定位基站5-1的三维坐标位置,同时还能将与超短基线应答器5-2连接的航行器上的姿态信息、观测到的海洋参数信息发送至超短基线定位基站5-1。上述定位模块5实现的功能有两个:实现海洋航行器相对航行器捕获模块4的三维坐标位置;实现航行器与航行器捕获模块4间的数据通讯功能。

[0083] 如图4、图5、图8所示,控制和传感模块6包括控制器6-1、海流计6-2、压力传感器6-3、通讯线缆6-4、供电线缆6-5和触碰传感器6-6。控制器6-1主要实现整套系统的数据采集、计算和决策等功能,控制器6-1设置在接驳本体密封舱1-3内,控制器6-1通过通讯线缆6-4和供电线缆6-5与外部的各类传感器和执行机构进行控制和通讯。海流计6-2安装在航行器捕获模块4下方,用于检测当地海流状况,为实现对所述航行器捕获模块4的位置和姿态控制提供扰动源参考,同时也可获取重要海洋水文数据。压力传感器6-3安装在航行器捕获模块4下端,用以测量压力值,进而转换为自身深度值,为实现对所述航行器捕获模块4计算深度信息提供参数。通讯线缆6-4、供电线缆6-5为水密缆,下端分别连接控制器6-1和锂电池7-2,上端分别连接海流计6-2、压力传感器6-3、超短基线定位基站5-1等通讯设备和上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b、变径电机4-5等执行机构。触碰传感器6-6安装在捕获固定挡块4-5i的内侧表面处,触碰传感器6-6数量与捕获固定挡块4-5i一致,可检测外部物体触碰,实现对航行器进入航行器捕获模块4内壁后的接触检测功能。

[0084] 如图4所示,能源模块7包括波浪能发电机构7-1、锂电池7-2和无线充电机构7-3。波浪能发电机构7-1内部包含波浪能发电模块,可实现将波浪或流体的动能转换为电能进行存储,从而实现对系统的电能补充。波浪能发电机构7-1固定安装在航行器捕获模块4下端收放缆绳3-1上,并通过电气连接线将获取的电能传输至锂电池7-2中。锂电池7-2为蓄能机构,安装在接驳本体密封舱1-3内,为自身各类传感器、执行器供电,同时也通过无线充电机构7-3对航行器进行充电。无线充电机构7-3安装固定在航行器捕获模块4内壁上,无线充电机构7-3为线圈结构,包括充电线圈和感应线圈,其中充电线圈连接控制器6-1和锂电池7-2,实现感应充电,感应线圈安装在航行器内,当航行器进入航行器捕获模块4后,控制器6-1通过对感应线圈供电进而对航行器无线充电。

[0085] 本发明通用型水下航行器接驳充电系统的工作步骤如下:

[0086] (1)接驳充电系统布放和回收步骤:

[0087] 1)当需要将本系统投放时,需要母船携带该接驳充电系统,航行至指定海域,提前测试声学释放模块2的功能,并携带压载重块2-2投入大海,接驳充电系统到达海底开始发电并等待下一次捕获航行器操作。

[0088] 2)当接驳充电系统到达设定工作时间后,母船航行至距离上次抛弃接驳充电系统较近的海域,通过使用母船上的声学释放基站发出特定频率声学信号,控制器6-1控制声学释放器2-1实现对压载重块2-2抛载,系统自身减小实现上浮,上浮至海面后由工作人员进

行回收。

[0089] (2) 接驳充电系统对航行器进行捕获步骤:

[0090] 1) 控制器6-1控制超短基线定位基站5-1定时发出找寻航行器声学信号,当水下航行器航行至接驳充电系统附近后,航行器携带的超短基线应答器5-2发出回应信号,并给出航行器相对航行器捕获模块4上超短基线定位基站5-1的三维坐标位置,以及航行器自身的姿态参数;

[0091] 2) 航行器捕获模块4上超短基线定位基站5-1同时将航行器相对航行器捕获模块4的三维坐标位置实时返回至超短基线应答器5-2上,航行器根据自身位置信息继续向前航行至航行器捕获模块4附近并准备实时对接;

[0092] 3) 当航行器靠近航行器捕获模块4时,此时超短基线定位基站5-1、超短基线应答器5-2频率加快,实时发布航行器与航行器捕获模块4相对位置和航行器自身姿态信息,此后航行器进入近似巡航定速靠近航行器捕获模块4;控制器6-1实时计算出航行器运动轨迹,为下一步对航行器捕获模块4的位置和姿态调节做准备;

[0093] 4) 此时控制器6-1控制收放驱动电机3-2d正反转,调节收放缆绳3-1的长度,从而调整航行器捕获模块4在垂向上的位置;控制器6-1同时控制纵移调节电机4-2b,根据初步计算的航行器未来姿态信息调整航行器捕获模块4完成相应重心调整,从而实现俯仰角大幅值调整;同时,控制器6-1控制横向推进机构4-3中的上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b实现横向位置的调整,控制艏向和俯仰矢量推进机构4-4中的矢量推进器4-4a完成艏向和俯仰角微调整,使导向引流网4-6指向航行器来临方向,且最终航行器捕获模块4的姿态与航行器到达接驳系统时自身的姿态一致;

[0094] 5) 此后,航行器缓慢进入捕获本体4-1内,控制器6-1通过触碰传感器6-6检测航行器是否进入,当检测到航行器进入接驳系统后,控制器6-1控制变径电机4-5a运转,使捕获固定挡块4-5i实现压紧航行器,防止航行器从接驳充电系统中滑落;

[0095] 6) 航行器接驳成功后,系统通过无线充电机构7-3对航行器进行充电,同时通过定位模块5中的数据通讯功能,将航行器内部的状态数据和采集的海洋参数数据收集;

[0096] 7) 当充电或数据传输完毕后,控制器6-1控制变径电机4-5a反向运转,使捕获固定挡块4-5i脱离航行器,同时控制器6-1还可控制艏向和俯仰矢量推进机构4-4动作,实现自身移动,协助航行器脱离接驳充电系统;

[0097] 8) 另外,在上述航行器与接驳充电控制器对接时,控制器6-1还可控制海流计6-2实时检测对接海域海流情况,并推算出航行器偏移路径和姿态扰动情况,从而实时控制并调整航行器捕获模块4的位置和姿态参数,从而提高航行器与接驳充电系统的对接成功率。

[0098] (3) 接驳充电系统自发电能源补充步骤:

[0099] 由于接驳充电系统主要为航行器的充电站,需要长时间工作在水下,除自身携带的有限能源外,其后续持续性的能源获取变得尤为重要,本系统中接驳充电系统获取能源的方式有三种:

[0100] 1) 横向推进机构4-3实现能源获取:系统没有航行器捕获任务时,上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b失电后,航行器捕获模块4自由随流漂浮震荡,上横移推进器4-3a、下横移推进器4-3b实现对海流、潮流和波浪等的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池7-2中;

[0101] 2) 舵向和俯仰矢量推进机构4-4能源获取:当系统没有航行器捕获任务时,舵向和俯仰矢量推进机构4-4自由随流漂浮震荡,矢量推进器4-4a实现对海流、潮流和波浪等的动能捕获,带动扇叶转动实现发电,并将所获取的电能回馈至锂电池7-2中。为提高发电效率,控制器6-1还可根据海流计6-2检测到系统周围海流流向和大小,自动控制矢量推进器4-4a进行方向调节,以提高与海流接触面积,最大化利用海流能源发电;

[0102] 3) 波浪能发电机构7-1能源获取:由于波浪能发电机构7-1内部包含波浪能发电模块,可实现将波浪或流体的动能转换为电能进行存储,从而实现对系统的电能补充。波浪能发电机构7-1固定安装在航行器捕获模块4下端,并通过电气连接线将获取的电能传输至锂电池7-2中。

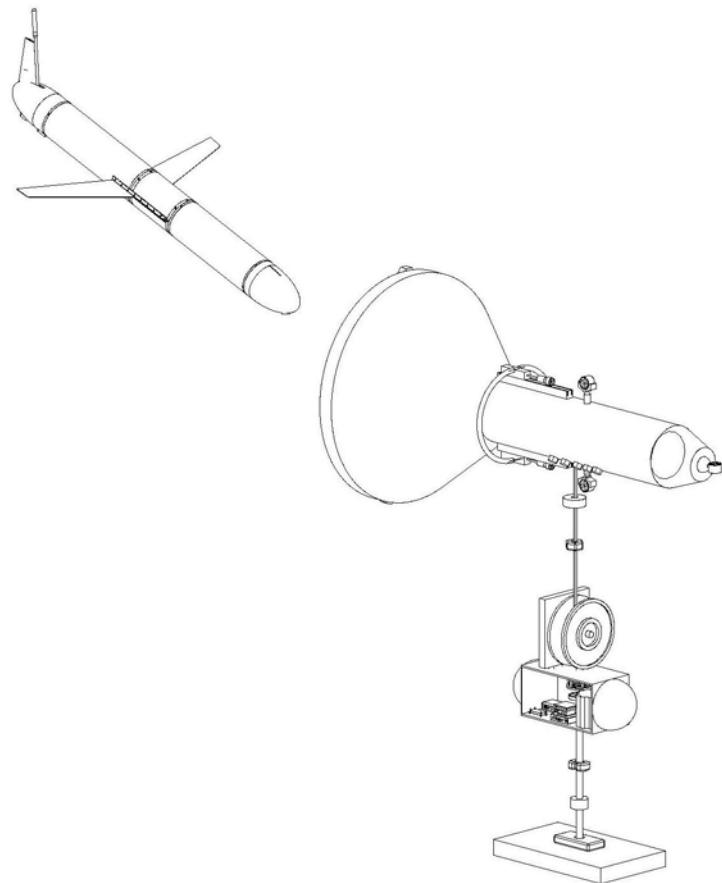


图1

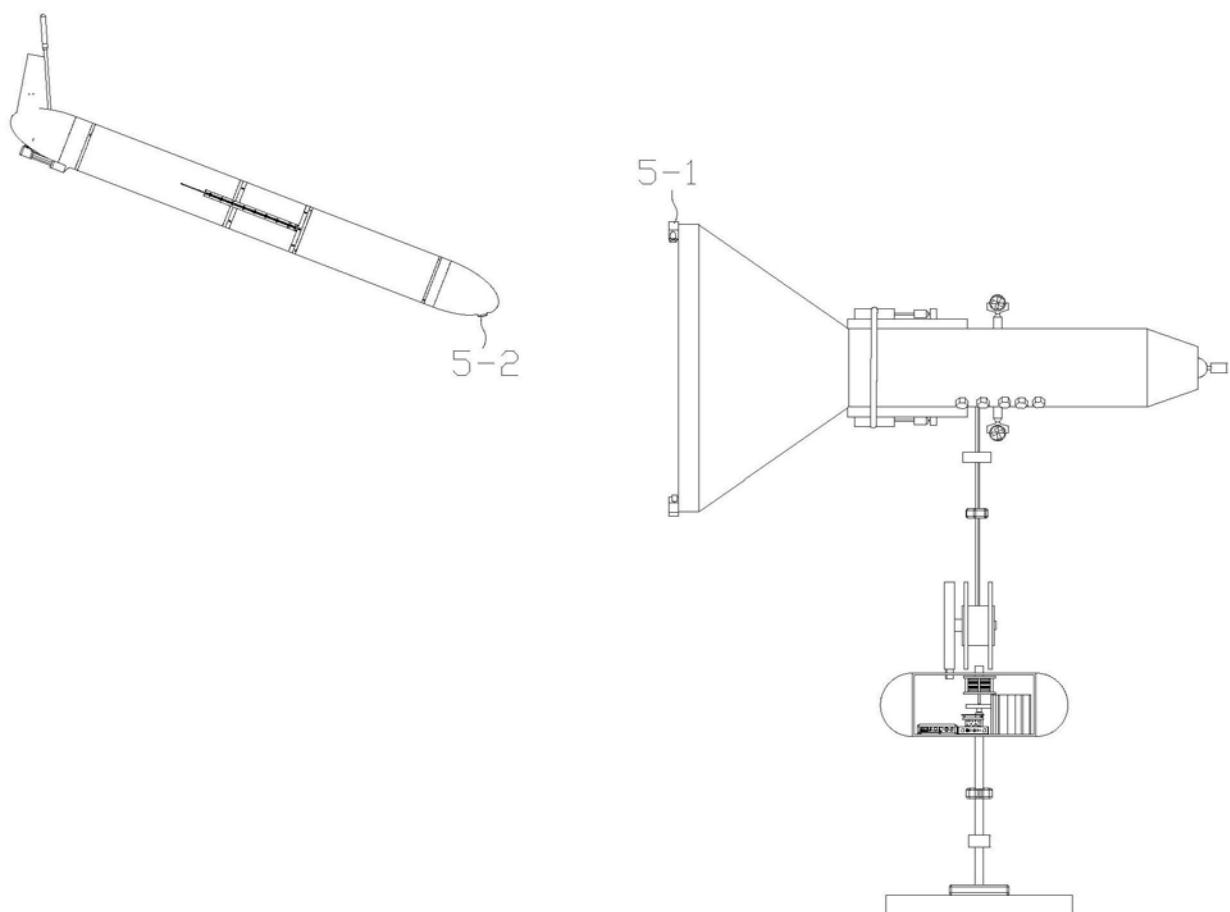


图2

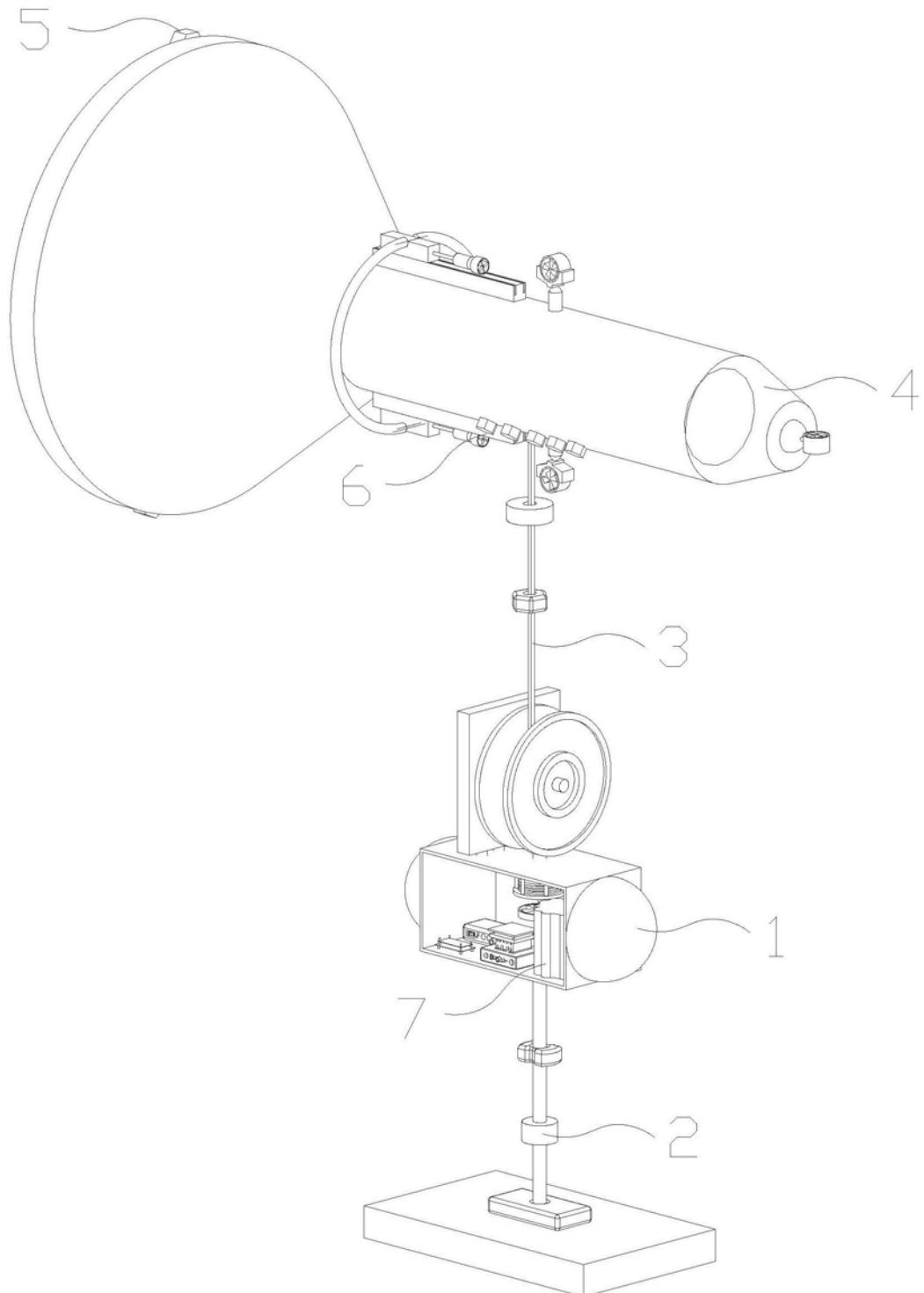


图3

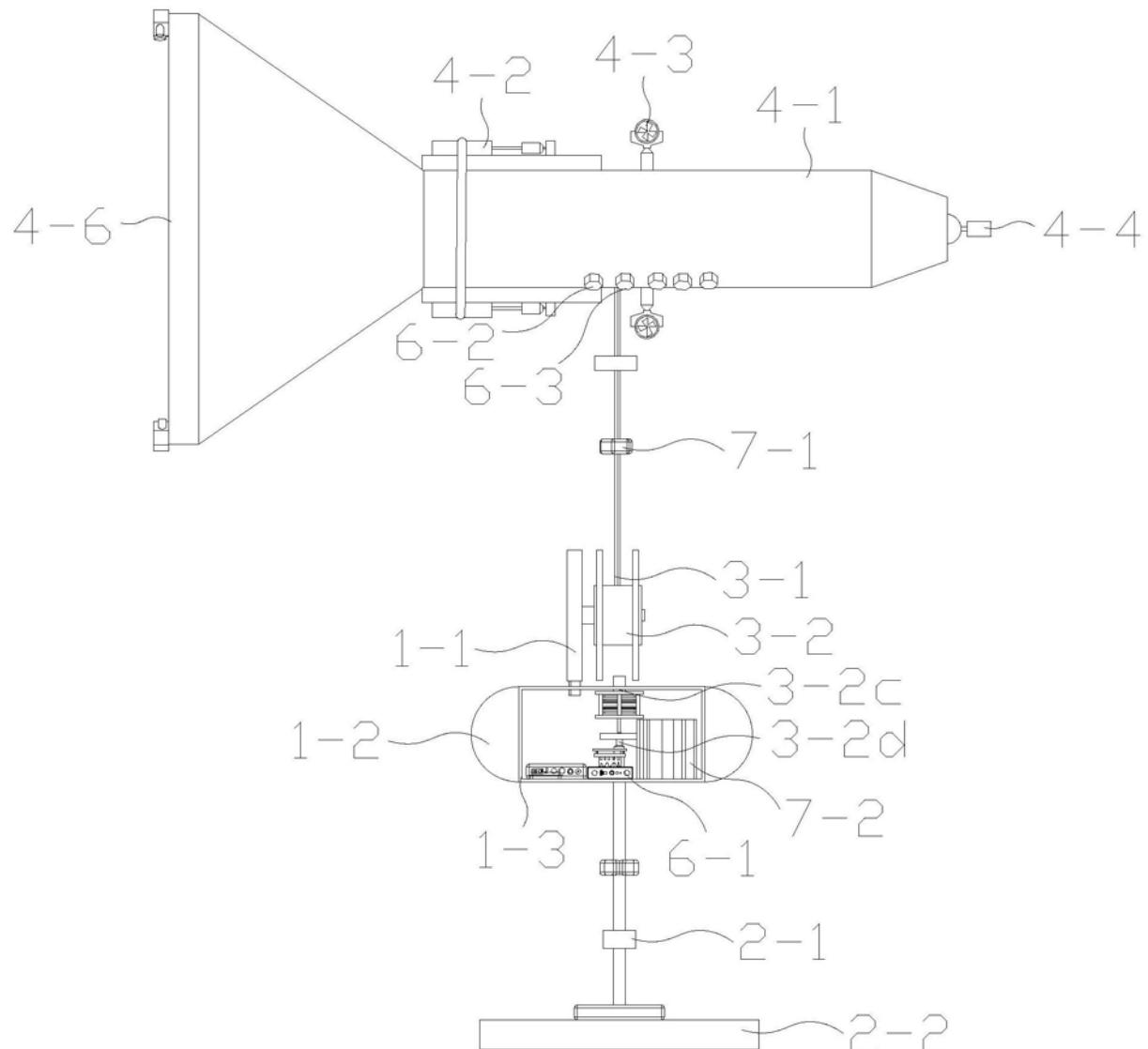


图4

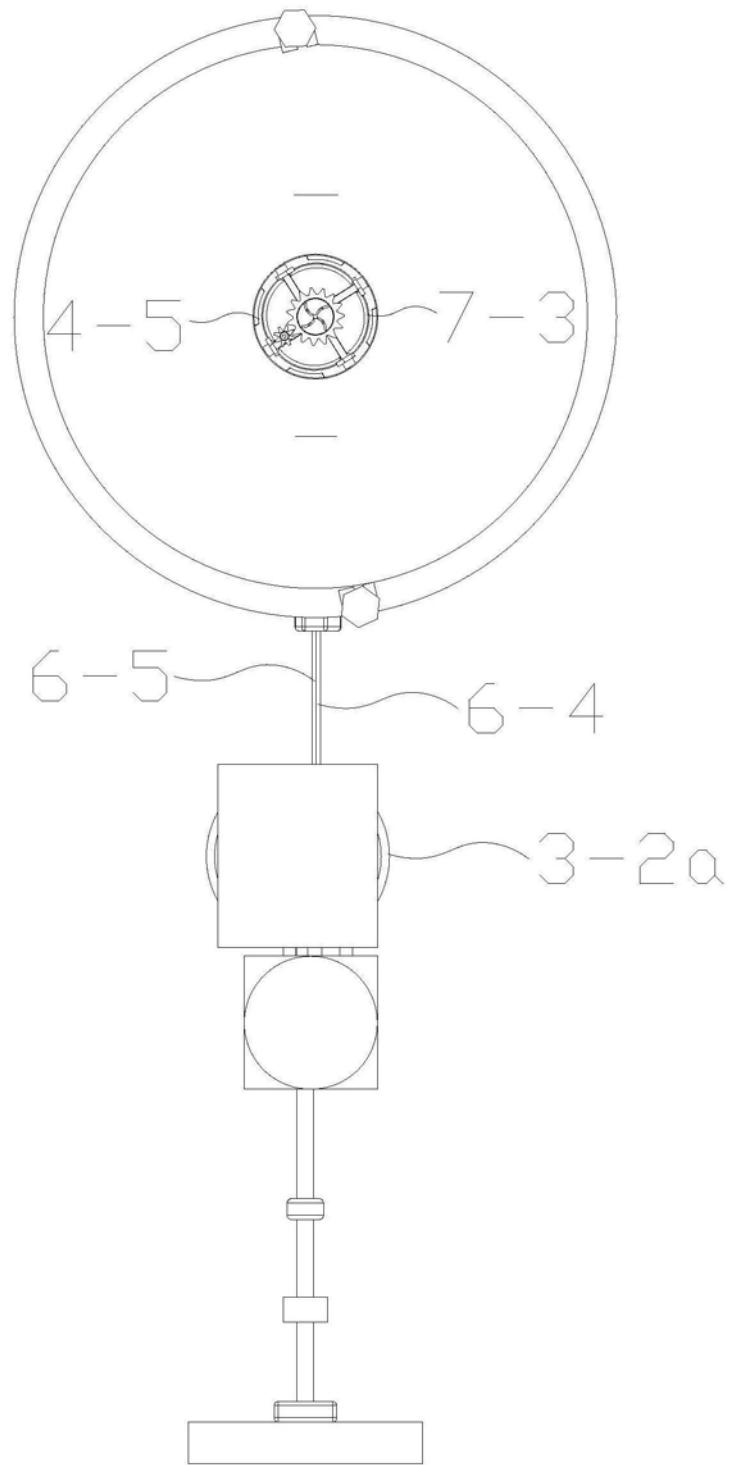


图5

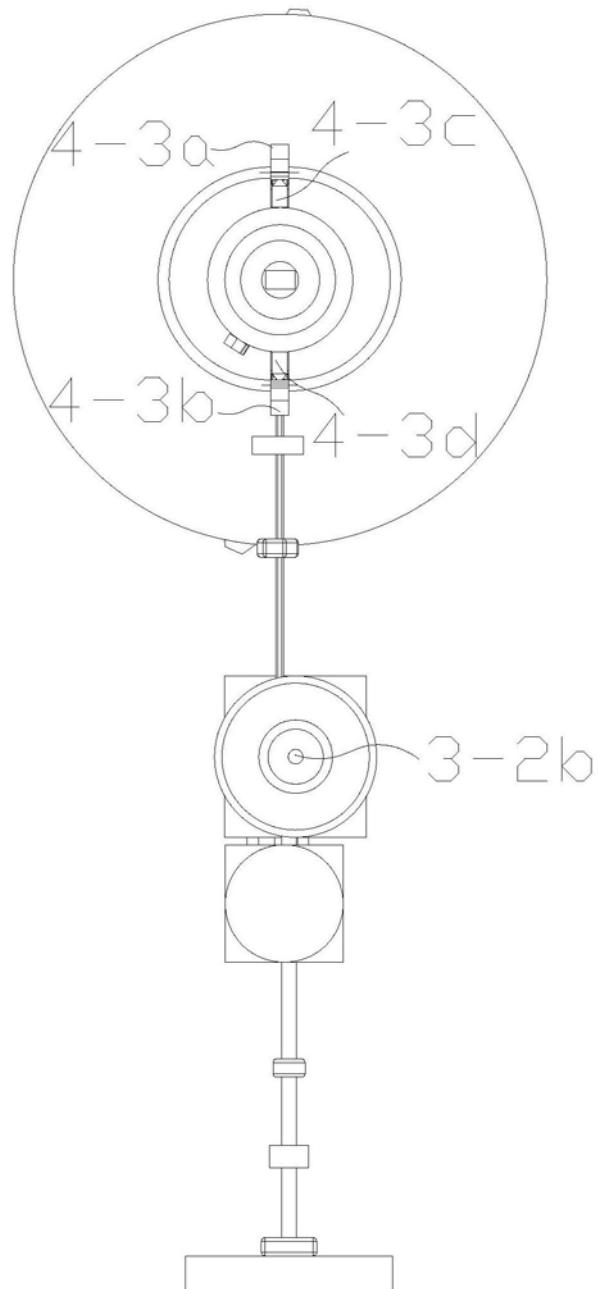


图6

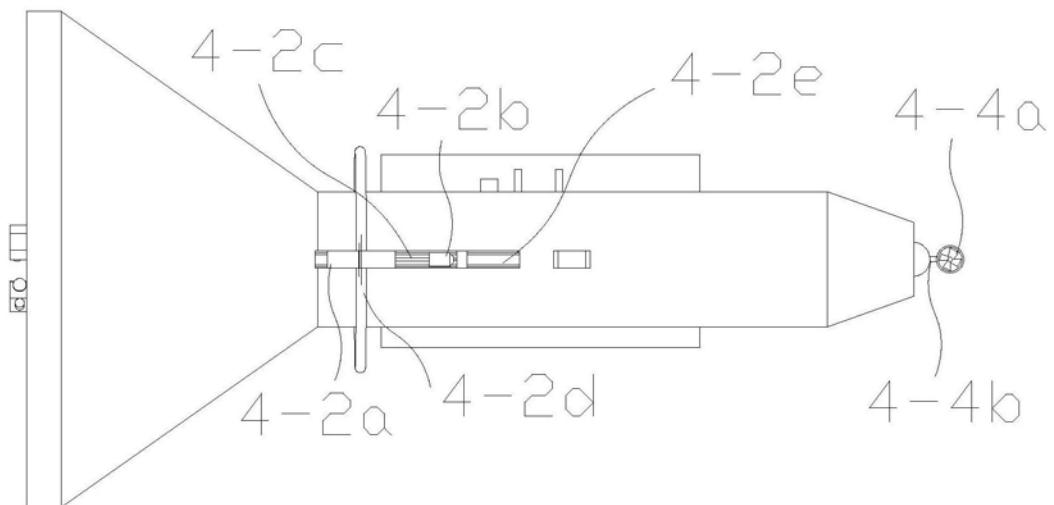


图7

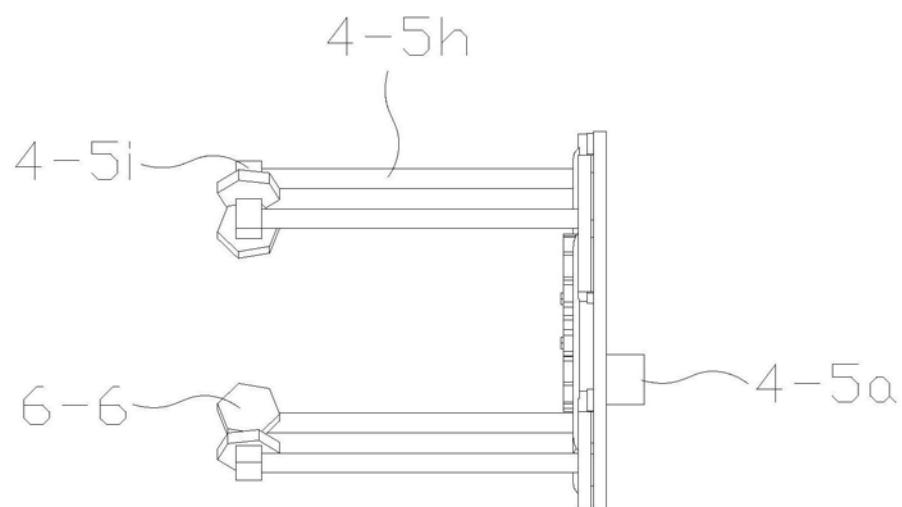


图8

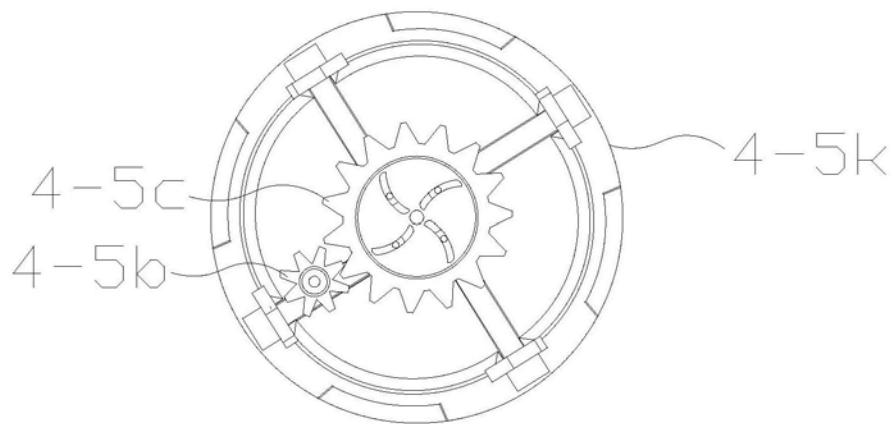


图9

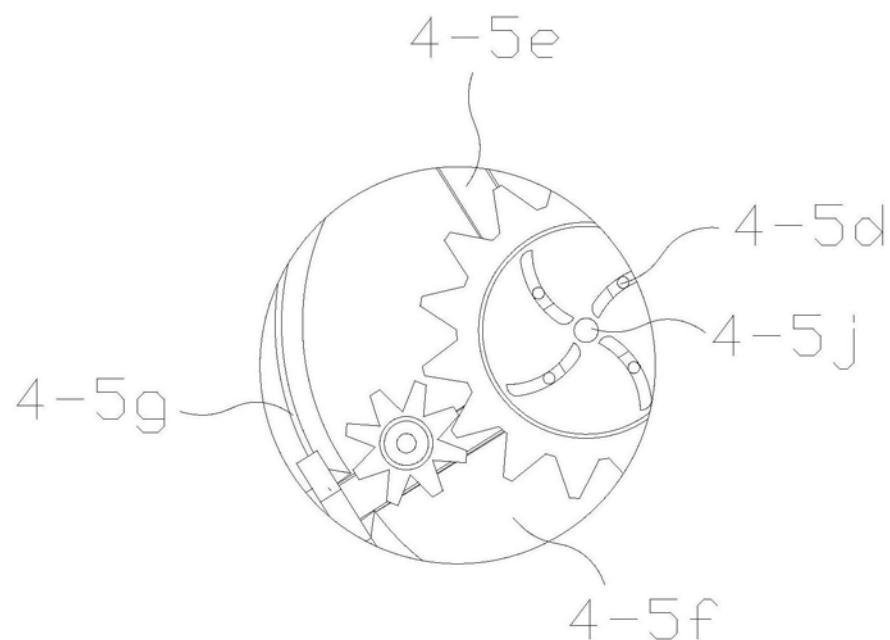


图10