



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110341909 A

(43)申请公布日 2019.10.18

(21)申请号 201910550350.8

(22)申请日 2019.06.24

(71)申请人 浙江大学

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 周际飞 王楚璇 赵一冰 穆修同
祝启航 刘相志

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 何彬

(51)Int.Cl.

B63B 59/10(2006.01)

B62D 57/024(2006.01)

B63G 8/14(2006.01)

B63G 8/38(2006.01)

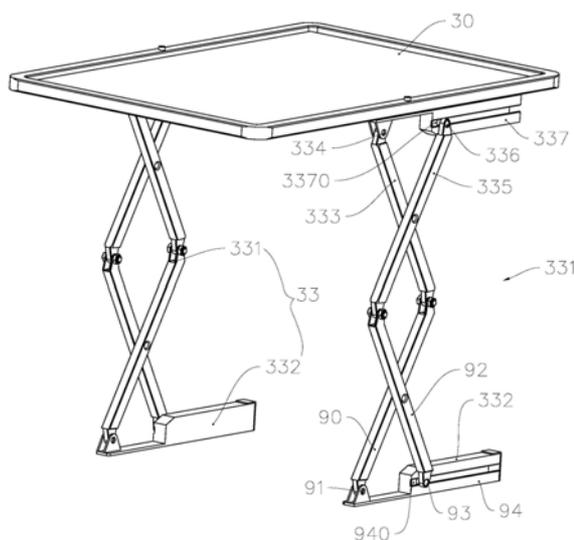
权利要求书2页 说明书7页 附图12页

(54)发明名称

基于反射式全景成像的水下钢结构表面海生物清洗机器人

(57)摘要

本发明涉及一种基于反射式全景成像的水下钢结构表面海生物清洗机器人,属于深海作业机器人技术领域。清洗机器人包括行走系统、反射式全景成像系统与作业系统;反射式全景成像系统包括通过安装支架支撑在机架的反射镜及摄像头;行走系统包括推进系统,推进系统包括用于驱使水下钢结构表面海生物清洗机器人的位姿调整、升降及进退的推进器,及用于驱使推进器展开至推进位置或收回至避让位置的收展支架;安装支架为升降式支架。不仅能利用磁轮在钢结构表面行走,且无需借钢管就能行至目标作为场所处,且在下潜及上浮等移动过程中,利用升降式支架进行降低反射镜,有效地条移动的稳定性,其可广泛应用于海洋石油管道等钢结构表面清洗等领域。



1. 一种基于反射式全景成像的水下钢结构表面海生物清洗机器人,包括行走系统及搭载在所述行走系统的机架上的控制系统、反射式全景成像系统与作业系统;所述反射式全景成像系统包括通过安装支架支撑在所述机架背离所述钢结构表面的一侧上且反射面法向指向所述钢结构表面的反射镜,及水密地固设在所述机架上且用于接收所述反射镜所反射的影像的摄像头;其特征在于:

所述行走系统包括推进系统,所述推进系统包括用于驱使所述水下钢结构表面海生物清洗机器人的位姿调整、升降及进退的推进器,及用于驱使所述推进器展开至推进位置或收回至避让位置的收展支架;

所述安装支架为升降式支架,用于在所述收展支架驱使所述推进器展开而处于所述推进位置后,驱使所述反射镜下降至其下表面紧贴在所述机架上,及用于在所述收展支架驱使所述推进器收回而处于避让位置前,驱使所述反射镜上升至成像位置处。

2. 根据权利要求1所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述升降式支架包括剪叉式伸缩机构及用于驱使所述剪叉式伸缩机构动作的驱动装置,两套所述剪叉式伸缩机构对称地布置在所述反射镜的两侧。

3. 根据权利要求1或2所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述推进系统包括对称地安装在所述机架的两侧部上的推进器单元,所述推进器单元包括所述收展支架及安装在所述收展支架上的第一升降推进器、第二升降推进器、第一横向斜推式推进器与第二横向斜推式推进器,两横向斜推式推进器的推进方向相夹成大于零度的夹角。

4. 根据权利要求3所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述收展支架包括固定在所述机架上的固定套筒座,间隙配合地套装在所述固定套筒座内的驱动轴,旋转驱动装置,及直线位移输出装置;所述第一升降推进器与所述第一横向斜推式推进器通过连接板件与所述驱动轴的一端部固定连接,所述第二升降推进器与所述第二横向斜推式推进器通过连接板件与所述驱动轴的另一端部固定连接;所述固定套筒座上设有用于暴露所述连接板件的筒壁缺口,所述筒壁缺口上设有并排布置且沿所述驱动轴的轴向布置的第一卡口与第二卡口;所述直线位移输出装置通过所述驱动轴驱使所述连接板件卡入卡口而使所述驱动轴的转动被限位,或退出卡口而使所述驱动轴可转动;所述旋转驱动装置用于驱使所述连接板件从可卡入所述第一卡口的横向位置朝上旋转90度至可卡入所述第二卡口的竖向位置。

5. 根据权利要求4所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述连接板件包括相垂直的根连接板部及折弯连接板部,升降推进器的推进方向垂直于板面地固定在所述根连接板部上,横向斜推式推进器的推进方向平行于板面地固定在所述折弯连接板部上。

6. 根据权利要求5所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述根连接板部上设有用于安装升降推进器的通孔,所述根连接板部位于所述通孔的侧旁折弯延伸而形成有与板面相垂直的安装板部,升降推进器的套筒固定在所述安装板部上。

7. 根据权利要求4至6任一项权利要求所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述第一横向斜推式推进器与所述第二横向斜推式推进器的推进方向相垂直；
横向斜推式推进器的推进方向与所述驱动轴的轴向成45度夹角。

8. 根据权利要求4至6任一项权利要求所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述驱动轴为直圆柱体结构;所述固定套筒座的横截面为矩形,内筒腔为与所述直圆柱体结构间隙配合的圆筒结构;

在所述固定套筒座的相邻两侧面上设有连通而构成所述筒壁缺口的暴露口;所述第一卡口设于外侧竖向侧壁上,所述第二卡口设于上侧横向侧壁上;

所述旋转驱动装置为舵机,所述舵机的旋转输出轴与所述驱动轴的一端部通过齿轮传动机构传动连接;所述直线位移输出装置的动子与所述驱动轴的另一端部固定连接;所述齿轮传动机构包括通过键槽结构而套装在所述舵机的旋转输出轴外的直圆柱齿轮及可沿轴向滑动地套装在所述直圆柱齿轮外的花键套,所述花键套与所述直圆柱齿轮内齿啮合,所述花键套与所述驱动轴的一端部固定连接。

9. 根据权利要求1至8任一项权利要求所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于:

所述行走系统包括磁轮系统,所述磁轮系统包括能磁吸于钢结构表面上的磁轮;所述机架上安装有升降推离机构,所述升降推离机构包括用于支撑在所述钢结构表面上的垫块及驱使所述垫块相对所述磁轮升降的直线位移输出装置,该直线位移输出装置用于驱使磁轮脱离对所述钢结构表面。

10. 根据权利要求1至9任一项权利要求所述的水下钢结构表面海生物清洗机器人,其特征在于,所述控制系统包括处理器与存储器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时,能实现以下步骤:

下潜步骤,控制收展支架驱使所述推进器展开而处于所述推进位置后,再控制所述升降式支架驱使所述反射镜下降至其下表面紧贴在所述机架上,接着控制所述推进器驱使所述水下钢结构表面海生物清洗机器人下潜至目标位置处;

清洗步骤,控制所述升降式支架驱使所述反射镜上升至成像位置处,再控制所述收展支架驱使所述推进器收回而处于避让位置,接着控制所述作业系统上的空化射流模块进行清洗作业;

上浮步骤,控制收展支架驱使所述推进器展开而处于所述推进位置后,再控制所述升降式支架驱使所述反射镜下降至其下表面紧贴在所述机架上,再控制所述推进器驱使所述水下钢结构表面海生物清洗机器人上浮至海面处。

基于反射式全景成像的水下钢结构表面海生物清洗机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水下作业机器人,具体地说,涉及一种基于反射式全景成像的水下钢结构表面海生物清洗机器人。

背景技术

[0002] 随着海洋经济的崛起,水下作业量将越来越复杂,越来越繁重。船舶底部,海洋钻井平台管道等水下平台容易附着海生物,通常需要潜水员进行定期清理,虽然人工可对清理对象及清理效果进行自主判断,但存在潜水员的人身安全难以保障、工作时间受海况影响较大及工作效率低等问题。

[0003] 针对上述问题,申请人申请且已公开的公告号为CN207510681U的专利文献中公开了一种水下钢结构表面作业机器人,其包括可吸贴于钢结构表面上的行走系统,搭载在该行走系统上用于获取机器人周侧环境状况的反射式全景成像系统,及搭载在该行走系统的机身一侧用于对钢结构表面海生物进行清洗的清洗系统。其中,反射式全景成像系统包括反射镜与摄像头:反射镜通过支架支撑在机架背离钢结构表面的一侧上,且反射面的法向指向钢结构表面;摄像头水密地固设在机架上,用于接收反射镜所反射的影像,所接收的影像为钢结构表面环绕作业机器人四周的边侧区域的场景影像,该边侧区域包括作业机器人的当前作业区。

[0004] 此外,由于行走系统采用轮式四驱方式,使其运动灵活,且后轮与机身间通过旋转连接轴连接,使其具有一定的越障能力;清洗系统采用空化水射流进行清理海生物,更加高效节能。成像系统包括设于机器人前部和后部的各一个水下摄像头,以便于水上操作人员在清理过程中实时观测机器人前、后和清洗一侧的状况,而更好地下达更准确的控制指令。对于行走系统,还可采用环抱于钢管上的抱箍结构替代磁轮系统,而驱使清洗机器人在钢管上行走。

[0005] 通过增设反射镜,使其在下潜过程中,存在容易晃动的问题,此外其需借助从海面延伸至目标作业场所的钢管才能行进至目标场所处,导致整个控制过程较为复杂。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的是提供一种基于反射式全景成像的水下钢结构表面海生物清洗机器人,不仅能无需借助钢管就能行至目标作为场所处,且能减少反射式全景成像上的反射镜对清洗机器人的移动动作的影响。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供的水下钢结构表面海生物清洗机器人包括行走系统及搭载在行走系统的机架上的控制系统、反射式全景成像系统与作业系统;反射式全景成像系统包括通过安装支架支撑在机架背离钢结构表面的一侧上且反射面法向指向钢结构表面的反射镜,及水密地固设在机架上且用于接收反射镜所反射的影像的摄像头;行走系统包括推进系统,推进系统包括用于驱使水下钢结构表面海生物清洗机器人的位姿调整、升降及进退的推进器,及用于驱使推进器展开至推进位置或收回至避让位置的收展支

架;安装支架为升降式支架,用于在收展支架驱使推进器展开而处于推进位置后,驱使反射镜下降至其下表面紧贴在机架上,及用于在收展支架驱使推进器收回而处于避让位置前,驱使反射镜上升至成像位置处。

[0008] 在现有基于磁轮的水下钢结构表面海生物清洗机器人的结构上,增设可收展的推进系统,不仅可利用展开的推进系统驱使机器人在海水中下潜或上浮动作而无需借助延伸钢管就能行至目标作为场所处,及上浮回海面处;且在下潜及上浮等移动过程中,利用升降式支架进行降低反射镜与机架之间的间距,有效地提高其移动过程中的稳定性。

[0009] 具体的方案为升降式支架包括剪叉式伸缩机构及用于驱使剪叉式伸缩机构动作的驱动装置,两套剪叉式伸缩机构对称地布置在反射镜的两侧。采用剪叉式伸缩机构,不仅能提高安装支架的支撑稳定性,且便于操控。

[0010] 优选的方案为推进系统包括对称地安装在机架的两侧部上的推进器单元,推进器单元包括收展支架及安装在收展支架上的第一升降推进器、第二升降推进器、第一横向斜推式推进器与第二横向斜推式推进器,两横向斜推式推进器的推进方向相夹成大于零度的夹角。

[0011] 更优选的方案为收展支架包括固定在机架上的固定套筒座,间隙配合地套装在固定套筒座内的驱动轴,旋转驱动装置,及直线位移输出装置;第一升降推进器与第一横向斜推式推进器通过连接板件与驱动轴的一端部固定连接,第二升降推进器与第二横向斜推式推进器通过连接板件与驱动轴的另一端部固定连接;固定套筒座上设有用于暴露连接板件的筒壁缺口,筒壁缺口上设有并排布置且沿驱动轴的轴向布置的第一卡口与第二卡口;直线位移输出装置通过驱动轴驱使连接板件卡入卡口而使驱动轴的转动被限位,或退出卡口而使驱动轴可转动;旋转驱动装置用于驱使连接板件从可卡入第一卡口的横向位置朝上旋转90度至可卡入第二卡口的竖向位置。收展支架的结构简单。

[0012] 进一步的方案为连接板件包括相垂直的根连接板部及折弯连接板部,升降推进器的推进方向垂直于板面地固定在根连接板部上,横向斜推式推进器的推进方向平行于板面地固定在折弯连接板部上。

[0013] 更进一步的方案为根连接板部上设有用于安装升降推进器的通孔,根连接板部位于通孔的侧旁折弯延伸而形成有与板面相垂直的安装板部,升降推进器的套筒固定在安装板部上。

[0014] 另一个优选的方案为第一横向斜推式推进器与第二横向斜推式推进器的推进方向相垂直;横向斜推式推进器的推进方向与驱动轴的轴向成45度夹角。

[0015] 另一个优选的方案为驱动轴为直圆柱体结构;固定套筒座的横截面为矩形,内筒腔为与直圆柱体结构间隙配合的圆筒结构;在固定套筒座的相邻两侧面上设有连通而构成筒壁缺口的暴露口;第一卡口设于外侧竖向侧壁上,第二卡口设于上侧横向侧壁上;旋转驱动装置为舵机,舵机的旋转输出轴与驱动轴的一端部通过齿轮传动机构传动连接;直线位移输出装置的动子与驱动轴的另一端部固定连接;齿轮传动机构包括通过键槽结构而套装在舵机的旋转输出轴外的直圆柱齿轮及可沿轴向滑动地套装在直圆柱齿轮外的花键套,花键套与直圆柱齿轮内齿啮合,花键套与驱动轴的一端部固定连接。

[0016] 另一个优选的方案为行走系统包括磁轮系统,磁轮系统包括能磁吸于钢结构表面上的磁轮;机架上安装有升降推离机构,升降推离机构包括用于支撑在钢结构表面上的垫

块及驱使垫块相对磁轮升降的直线位移输出装置,该直线位移输出装置用于驱使磁轮脱离对钢结构表面。

[0017] 再一个优选的方案为控制系统包括处理器与存储器,存储器存储有计算机程序,计算机程序被处理器执行时,能实现以下步骤:

[0018] 下潜步骤,控制收展支架驱使推进器展开而处于推进位置后,再控制升降式支架驱使反射镜下降至其下表面紧贴在机架上,接着控制推进器驱使水下钢结构表面海生物清洗机器人下潜至目标位置处;

[0019] 清洗步骤,控制升降式支架驱使反射镜上升至成像位置处,再控制收展支架驱使推进器收回而处于避让位置,接着控制作业系统上的空化射流模块进行清洗作业;

[0020] 上浮步骤,控制收展支架驱使推进器展开而处于推进位置后,再控制升降式支架驱使反射镜下降至其下表面紧贴在机架上,再控制推进器驱使水下钢结构表面海生物清洗机器人上浮至海面处。

附图说明

[0021] 图1为本发明实施例在推进系统处于展开状态且连接板件未卡入卡口,且反射镜处于缩回位置的立体图;

[0022] 图2为本发明实施例在推进系统处于展开状态,且反射镜处于缩回位置的侧视图;

[0023] 图3为本发明实施例中反射镜及安装支架的在安装支架处于收缩状态时的立体图;

[0024] 图4为本发明实施例中反射镜及安装支架的在安装支架处于伸展状态时的立体图;

[0025] 图5为本发明实施例在推进系统处于收回状态且连接板件未卡入卡口,且反射镜处于成像位置时的立体图;

[0026] 图6为本发明实施例中推进系统在展开状态且连接板件未卡入卡口时的立体图;

[0027] 图7为本发明实施例中推进系统在展开状态且连接板件卡入卡口时的立体图;

[0028] 图8为图6中的A局部放大图;

[0029] 图9为本发明实施例中推进系统在收回状态且连接板件未卡入卡口时的立体图;

[0030] 图10为图5中的C局部放大图;

[0031] 图11为图5中的D局部放大图;

[0032] 图12为本发明实施例中收展支架上的旋转驱动装置与驱动轴间的连接机构的结构分解图。

[0033] 以下结合实施例及其附图对本发明作进一步说明。

具体实施方式

[0034] 本发明主要是对水下钢结构表面作业机器人中行走系统的结构进行改进及对反射时全景成像系统的安装支架结构进行改进,主要为通过增设可收展的推进系统,以利用推进系统自主下潜至目标作业场所处或从作业场所处上升回海面的同时,提高机器人的水下作业过程中位姿调整或更换目标作业场所的灵活性与效率性,并利用可升降安装支架调整反射镜与机架之间的距离,以提高上浮、下潜及转向过程中的稳定;作业机器人中成像系

统、作业系统及行走系统中的磁轮及其驱动装置均可采用现有产品结构进行设计,并不局限于下述实施例中的结构。

[0035] 实施例

[0036] 参见图1至图12,本发明水下钢结构海生物清理机器人1包括控制系统、行走系统、作业系统、反射式全景成像系统及升降推离机构。行走系统包括推进系统及磁轮系统。

[0037] 磁轮系统为四轮驱动结构,包括机架10及安装在机架10上的前驱吸附模块11、转向模块、后驱吸附模块13及旋转关节,前驱吸附模块11与后驱吸附模块13用于为机器人提供足够吸附到钢结构导管表面的吸附力及前进动力与后退动力。对于前驱吸附模块11与后驱吸附模块13,二者在结构上设有用于将整个模块吸附于钢管表面上的磁轮,且包括由两个以上的磁轮组成的驱动磁轮组,且每组磁轮组由独立伺服电机驱动,以能提供更大驱动力,且在前轮或后轮出现打滑而失效时,另一磁轮组仍可正常工作,为水下机器人提供更加稳定且可靠的运动动力。具体结构可参照申请人已申请且公开的公开号为CN108082415A及公告号为CN206476068U的专利文献,在此不再赘述。

[0038] 如图1及图2所示,作业系统为用于对管道表面海生物进行清洗的清洗系统,在本实施例中,清洗系统包括空化水射流清洗模块2及用于对空化水射流清洗模块2进行供水的脐带缆,空化水射流清洗模块2固设在机架10上且位于机架10的一侧,以利用空化水射流清洗模块2产生的空化水射流清理水下钢结构表面位于清理机器人一侧预定宽度范围区域内的海生物。

[0039] 如图1至图5所示,反射式全景成像系统包括反射镜30、摄像头31、补光装置及用于将反射镜30固设在机架10上的反射镜安装支架33;对于反射镜30、摄像头31及补光装置,它们的具体结构可参照申请人已申请且公开的公开号为CN108082415A的专利文献,在此不再赘述。反射镜30用于将机器人四周预定宽度范围内的边侧区域的场景反射至被摄像头31所接收,以形成场景影像,且该预定宽度范围使边侧区域刚好覆盖机器人当前作业区域或略超过当前作业区域,以确保能够实时观测到作业状况。

[0040] 其中,安装支架33为升降式支架,包括剪叉式伸缩机构331及用于驱使剪叉式伸缩机构331动作的驱动装置,在本实施例中,两套剪叉式伸缩机构331对称地布置在反射镜30的两侧,具体地,在剪叉式伸缩机构331的伸缩端上,其一个叉臂333的端部通过铰轴334铰接在反射镜30的下端侧上,另一叉臂335的端部通过铰轴336铰接在直线导轨机构337的滑块3370上,该直线导轨机构337的直线导轨固定在反射镜30的下侧面上,且其长度方向沿反射镜30的侧面平行布置;在叉式伸缩机构331的固定端上,其一个叉臂90的端部通过铰轴91铰接在反射镜机架10的上端侧上,另一叉臂92的端部通过铰轴93铰接在直线位移输出装置94的动子940上,该直线位移输出装置94的定子固定在机架10的上端面上,且其长度方向沿直线导轨机构337的导轨长度方向布置。在工作过程中,通过直线位移输出装置94驱使叉臂92的端部来回移动,从而实现驱使剪叉式伸缩机构331的伸缩动作。对于升降式支架的具体结构并不局限于前述剪叉式伸缩结构,还可采用伸缩杆的结构进行构建。

[0041] 推进系统包括对称地安装在机架的两侧部上的两组推进器单元18,二者的对称面为法向沿前驱吸附模块11与后驱吸附模块13的轮轴向布置的竖向面。推进器单元18包括位于前驱吸附模块11与后驱吸附模块13的磁轮上方的收展支架4及安装在收展支架上的第一升降推进器51、第二升降推进器52、第一横向斜推式推进器53与第二横向斜推式推进器54,

第一横向斜推式推进器53与第二横向斜推式推进器54的推进方向相夹成大于零度的夹角,在本实施例中,该夹角为90度,具体地第一横向斜推式推进器53与第二横向斜推式推进器54的推进方向与前述对称面均成45度夹角,只是二者朝向不同。

[0042] 收展支架4包括固定在机架10上的固定套筒座6,间隙配合地套装在固定套筒座6内的驱动轴40,旋转驱动装置41,及直线位移输出装置42。在本实施例中,旋转驱动装置41采用舵机进行构建,以能利用其上的角度传感器对输出轴的转角位置进行监测;直线位移输出装置42采用直线电机进行构建,或采用旋转电机与丝杆螺母机构或齿轮齿条机构进行构建。

[0043] 沿后驱吸附模块13指向前驱吸附模块11的方向,第一升降推进器51与第一横向斜推式推进器53通过连接板件7与驱动轴40的前端部固定连接;第二升降推进器52与第二横向斜推式推进器54通过连接板件8与驱动轴40的后端部固定连接;对于连接板件7及连接板件8与驱动轴40之间的连接结构,可采用焊接、螺栓固定等方式,或在连接板件的端部上设有套装在驱动轴40上的套筒结构,再基于固定螺栓、焊接或键槽进行固定连接,在本实施例中,采用焊接方式进行固定连接。

[0044] 固定套筒座6的轴向沿后驱吸附模块13指向前驱吸附模块11的方向布置,且平行于前述对称面;在本实施例中,驱动轴40为直圆柱体结构,而固定套筒座6的横截面为矩形,其内筒腔为与直圆柱状的驱动轴40间隙配合的圆筒结构,以使驱动轴40不仅能相对固定套筒座6沿轴向移动,且能中心轴线转动。

[0045] 在固定套筒座6上设有用于暴露连接板件7的筒壁缺口60与用于暴露连接板件8的筒壁缺口61;在筒壁缺口60上设有并排布置且沿驱动轴40的轴向布置的第一卡口601与第二卡口602,在筒壁缺口61上设有并排布置且沿驱动轴40的轴向布置的第一卡口611与第二卡口612。具体地,在固定套筒座6相邻的两侧面上设有连通而构成筒壁缺口60、61的暴露口;第一卡口601、611设于外侧竖向侧壁62上,而第二卡口602、612设于上侧横向侧壁63上。

[0046] 如图10所示,连接板件7包括相垂直的根连接板部70及折弯连接板部71,第一升降推进器51的推进方向垂直于板面地固定在根连接板部70上,具体地为,在根连接板部70上设有用于安装第一升降推进器51的通孔700,根连接板部70位于通孔700的侧旁折弯延伸而形成有与其板面相垂直的安装板部72,第一升降推进器51的套筒固定在安装板部72上;第一横向斜推式推进器53的推进方向平行于板面地固定在折弯连接板部71上,即在推进系统展开时,根连接板部70的板面沿垂直于前述对称面的横向布置,安装板部72的板面法向与前述对称面的法向相平行布置,而折弯连接板部71的板面法向与前述对称面的法向成45度夹角。

[0047] 如图11所示,连接板件8包括相垂直的根连接板部80及折弯连接板部81,第二升降推进器52的推进方向垂直于板面地固定在根连接板部80上,具体地为,在根连接板部80上设有用于安装第二升降推进器52的通孔800,根连接板部80位于通孔800的侧旁折弯延伸而形成有与其板面相垂直的安装板部82,第二升降推进器52的套筒固定在安装板部82上;第二横向斜推式推进器83的推进方向平行于板面地固定在折弯连接板部81上,即在推进系统展开时,根连接板部80的板面沿垂直于前述对称面的横向布置,安装板部82的板面法向与前述对称面的法向相平行布置,而折弯连接板部81的板面法向与前述对称面的法向成45度夹角。

[0048] 如图12所示,为了便于直线位移输出装置42在驱使驱动轴40沿轴向移动的过程中,旋转驱动装置41的位置不用随之移动,利用齿轮传动机构对旋转驱动装置41与驱动轴40的一端进行传动连接;而直线位移输出装置42的动子与驱动轴40的另一端固定连接。该齿轮传动机构包括通过由平键161与舵机的旋转输出轴410上的键槽组成的键槽结构而套装在旋转输出轴410外的直圆柱齿轮171,及可沿轴向滑动地套装在直圆柱齿轮171外的花键套172;花键套172与驱动轴40的一端部固定连接,从而随直圆柱齿轮171与花键套172在轴向相对移动的过程中,始终保持二者间的啮合而传动旋转动力。

[0049] 在工作过程中:(1)直线位移输出装置42驱使驱动轴40沿轴向朝前移动,以使原本卡合在第二卡口602、612内的连接板件7、8同步地朝前移动以脱离与卡口的卡合,此时位置如图9所示,推挤系统仍处于收起状态,但未锁定;(2)旋转驱动装置41驱使驱动轴40转动,以使连接板件7、8随驱动轴40朝外转动90度,而从可卡入第一卡口的竖向位置朝外旋转90度至可卡入第一卡口的横向位置,此时位置如图6所示,推进系统处于展开但未锁定的状态;(3)直线位移输出装置42驱使驱动轴40沿轴向朝后移动,以使连接板件7、8同步地朝后移动而卡入第二卡口602、612内,此时位置如图7所示,推挤系统处于展开且锁定的状态,利用直线位移输出装置42的动子与定子之间的锁定状态而保持轴向位移的不移动,或者增设锁定机构进行锁定,例如在连接板件上设置垂直于其板面方向的定位孔,及在固定套筒座6的底侧壁处设置与之对接的通定位通孔,利用电磁铁驱使定位销穿过定位通孔后并深入设于连接板件上的定位孔内,以使卡合在第二卡口内的连接板件相对固定套筒座6在轴向上的位置固定;以将推进系统从收起状态切换成展开状态,而能进行推进工作。

[0050] 沿前述步骤(1)至步骤(3)的方向操作,而使推进系统从展开状态切换成收起状态,而减少对清洗工作及成像的干涉。并在对卡入第一卡口内的连接板件的锁定,不仅可利用直线位移输出装置的动子与定子之间的锁定进行锁定,还可增设锁定机构进行锁定,例如在连接板件上设置垂直于其板面方向的定位孔,及在固定套筒座6的内侧壁处设置与之对接的通定位通孔,利用电磁铁驱使定位销穿过定位通孔后并深入设于连接板件上的定位孔内,以使卡合在第二卡口内的连接板件相对固定套筒座6在轴向上的位置固定。

[0051] 升降推离机构固定在机架上,具体地为位于磁轮的轴向内侧处,包括垫块及用于驱使垫块相对磁轮升降的直线位移输出装置,在工作过程中,利用直线位移输出装置驱使垫块支撑在钢结构表面上,以对机架10施加朝远离钢结构表面方向的推力,从而克服磁轮与钢结构表面之间的磁吸力,而使磁轮与钢结构表面相分离;具体地,在本实施例中,没车磁轮轴向内侧处均安装有一个升降推离机构。

[0052] 控制系统包括处理器、存储器及以有线或无线方式接收水上操作人员发出的控制指令的信号接收器及设在机架10上的液位传感器;在本实施例中,液位传感器为液位变送器,用于测量作业机器人所在深度的水压,以获取当前水深位置信息。处理器根据指令接收器所接收的控制指令执行存储在存储器内对应的计算机程序,能够实现以下步骤:

[0053] 下潜步骤,控制收展支架展开并使连接板件7、8卡入第一卡口601、611内,利用推进系统驱使清洗机器人下潜至目标作业场所处。在此过程中,利用四个升降推进器为整个清洗机器人提供克服重力的升力,从而控制整个清洗机器人的下潜速度,并利用四个横向斜推式推进器的推进力大小及方向配合,而驱使清洗机器人转向、前进或后退,也可以利用八个推进器推进转速大小与转向的配合,而对清洗机器人的位姿进行调整。

[0054] 在该下潜步骤中,先控制收展支架驱使八个推进器展开而处于7所示的推进位置后,再控制升降式支架驱使反射镜30下降至其下表面紧贴在机架10上,接着控制八个推进器配合工作,而驱使水下钢结构表面海生物清洗机器人下潜至目标位置处。

[0055] 清洗步骤,当清洗机器人下潜至目标场所处时,利用推进系统调整该清洗机器人的位姿至磁轮磁吸于钢结构表面的目标位置处,再控制收展支架收回并使连接板件7、8卡入第二卡口602、612内,并开启作业系统上的空化射流清洗模块进行海生物清洗作业,清洗过程中,清洗机器人的行走路径、成像操作及清洗方式可参照申请人已申请且公开的公开号为CN108082415A的专利文献所公开的技术方案。

[0056] 在该清洗步骤中,控制升降式支架驱使反射镜30上升至成像位置处,再控制收展支架驱使八个推进器收回而处于如图9所示的避让位置,接着控制作业系统上的空化射流模块2进行清洗作业。

[0057] 换位步骤,对于按照现有技术,不便于机器人进行转向或更换作业场所的情况时,控制收展支架展开并使连接板件7、8卡入第一卡口601、611内,并启动推进系统以输出悬浮推进力,再控制升降推离机构将磁轮推离钢结构表面,以利用推进系统调整机器人相对当前作业场所的位姿,并移位至目标位置处。

[0058] 与下潜步骤一样,需将反射镜30下降至其下表面紧贴在机架10的上端面上。

[0059] 上浮步骤,控制收展支架展开并使连接板件7、8卡入第一卡口601、611内,并启动推进系统以输出悬浮推进力,再控制升降推离机构将磁轮推离钢结构表面,以利用推进系统调整水下钢结构表面海生物清洗机器人的位姿,并升高至海面处。

[0060] 在该上浮步骤中,先控制收展支架驱使八个推进器展开而处于如图7所示的推进位置后,再控制升降式支架驱使反射镜30下降至其下表面紧贴在机架10上,再控制八个推进器协作而驱使水下钢结构表面海生物清洗机器人上浮至海面处。

[0061] 综上,在上述各步骤中,升降式支架用于在收展支架驱使八个推进器展开而处于如图7所示的推进位置后,驱使反射镜30下降至其下表面紧贴在机架10上,及用于在所展支架驱使八个推进器收回而处于如图9所示的避让位置前,驱使反射镜30上升至成像位置处。

[0062] 在工作过程中,先将磁轮推离钢结构表面至其磁吸力较小的位置,从而有效避免完全利用推进系统的推力将磁轮推开钢结构表面过程中的输出力太大而增加电池耗能及减少窜动。

[0063] 在本发明中,“横向”被配置为将清洗机器人的四个齿轮置于水平面上使的水平方向,而“竖向”被配置为此时的垂向。

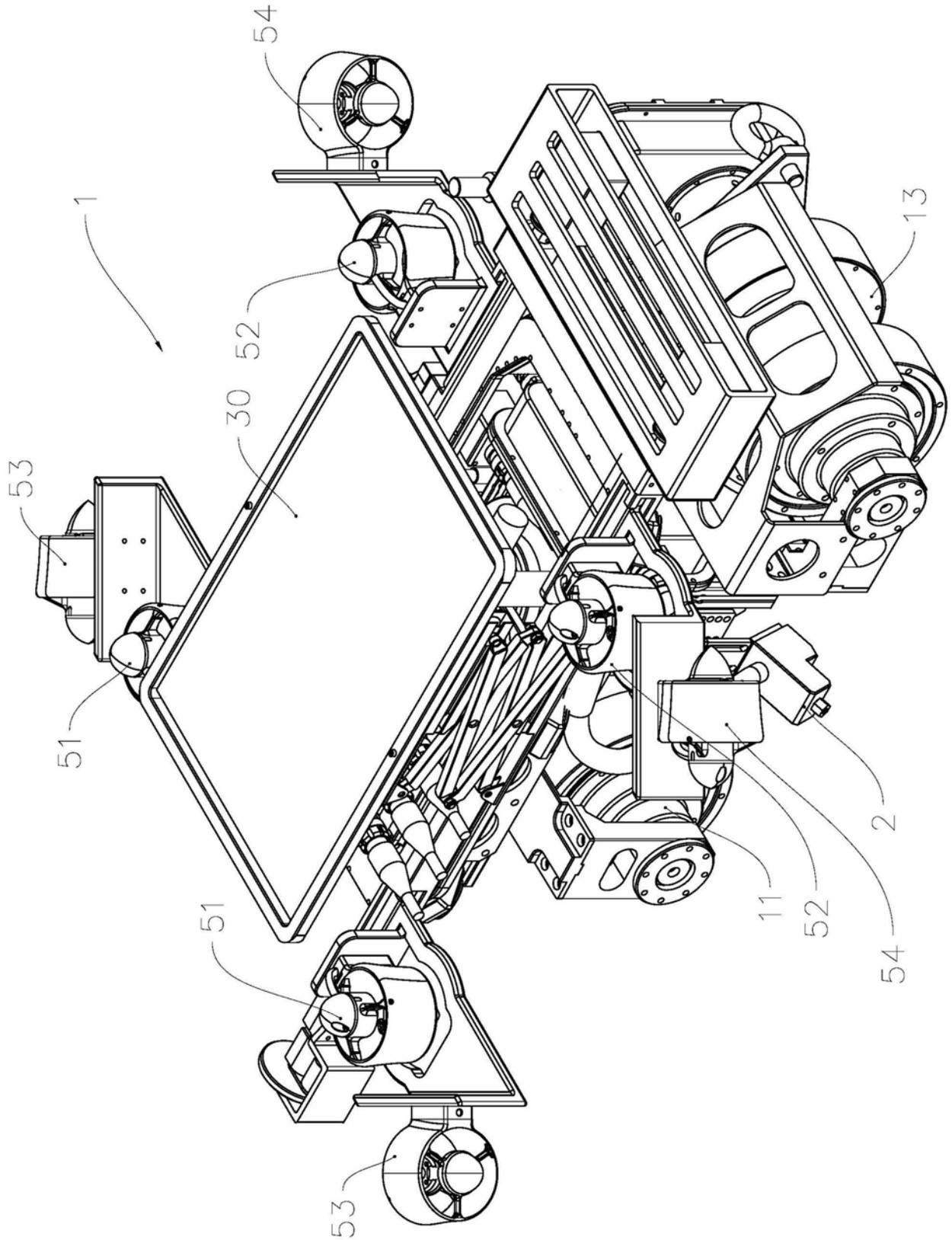


图1

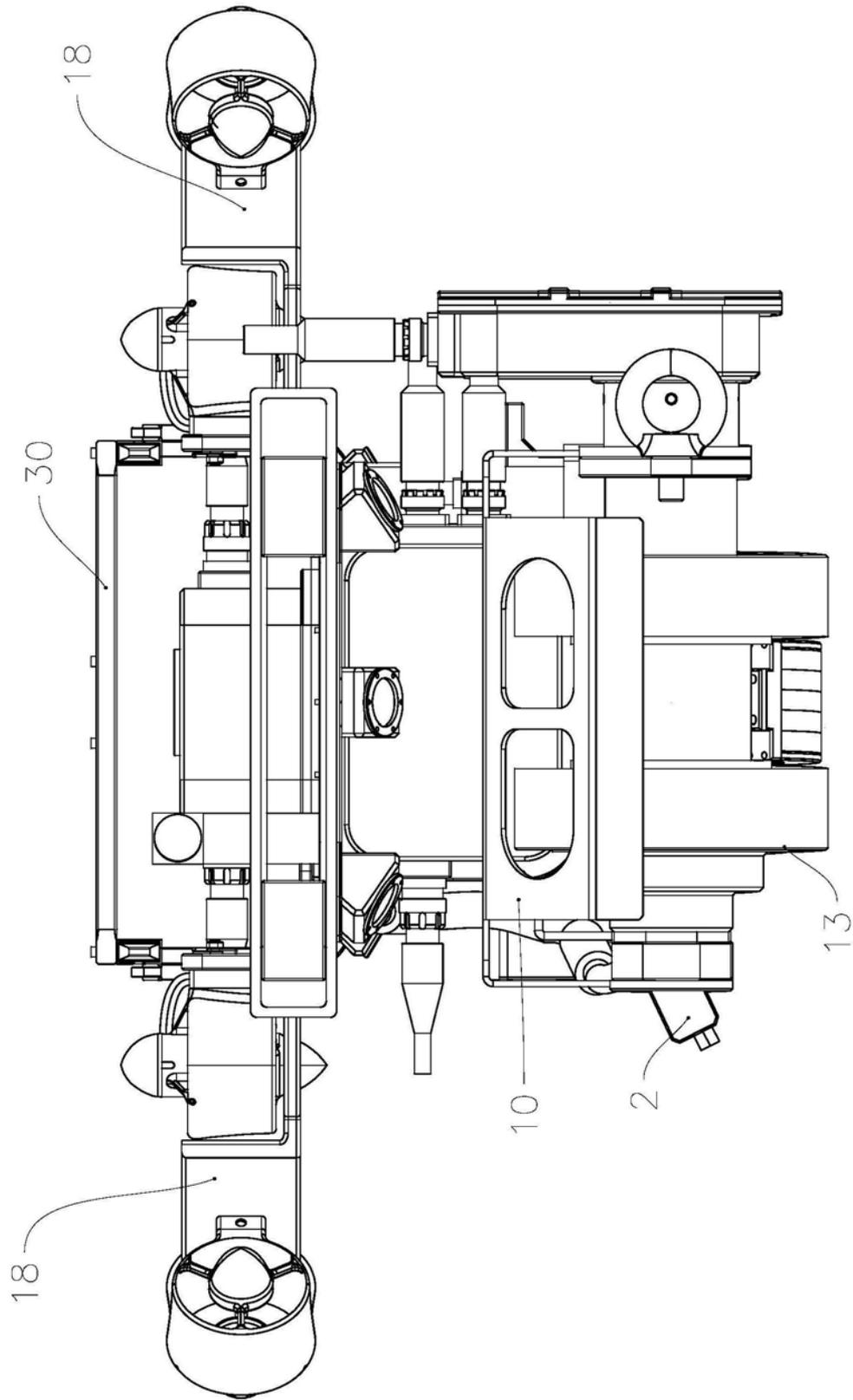


图2

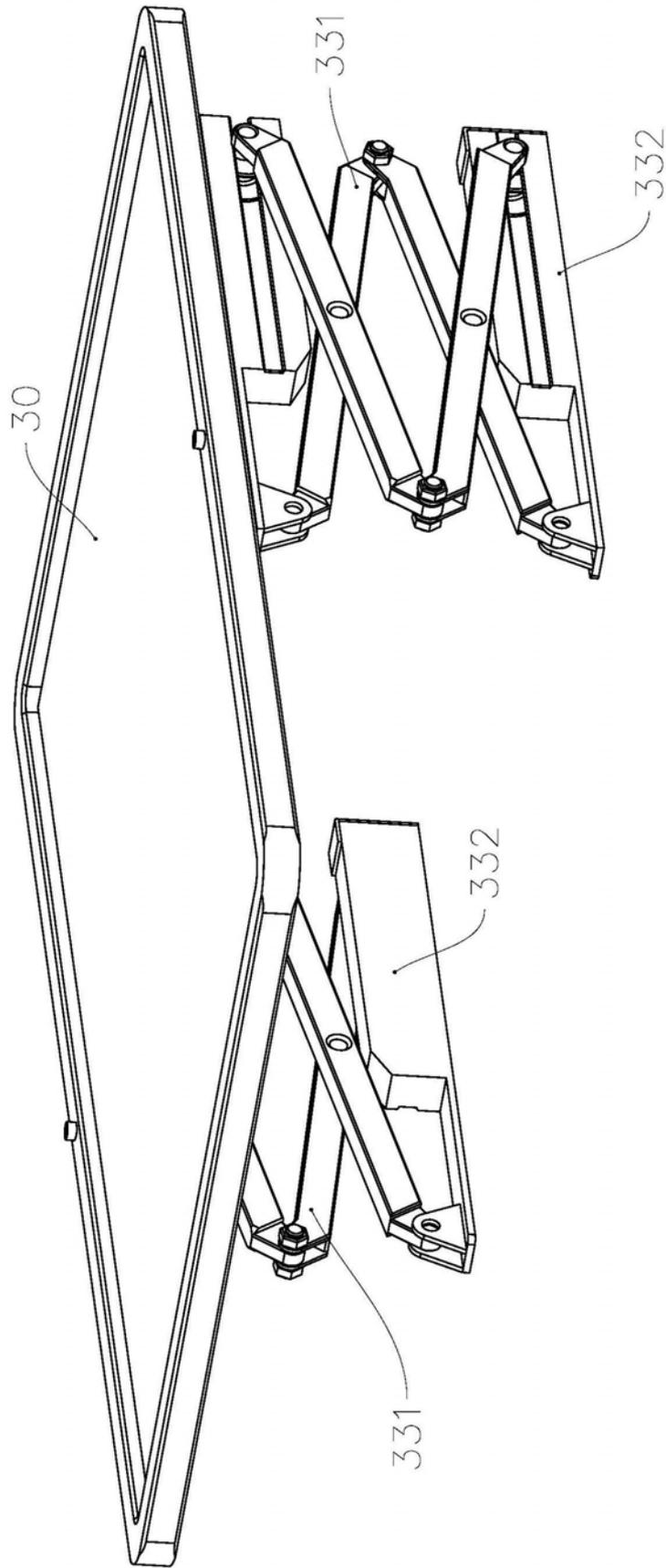


图3

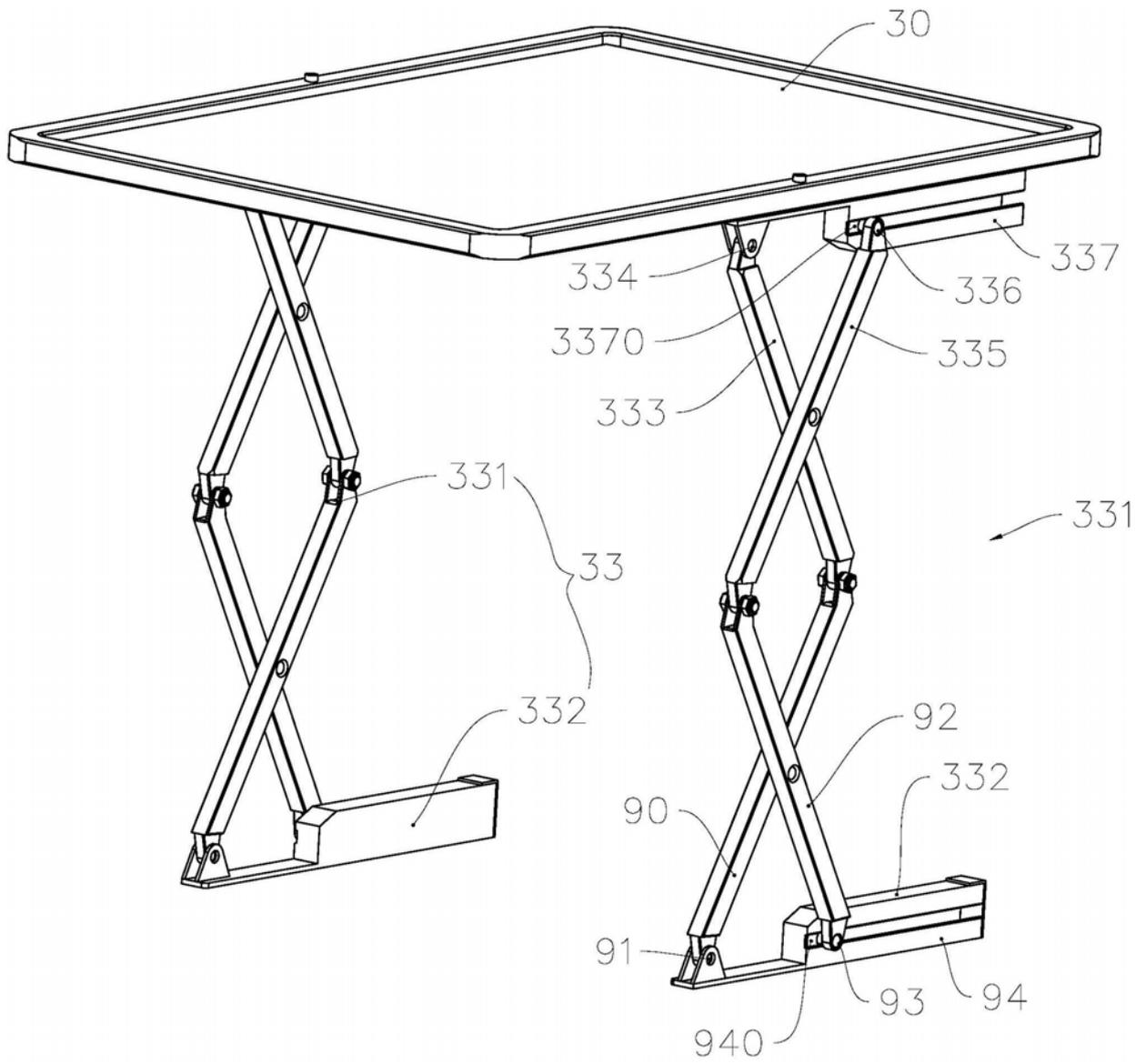


图4

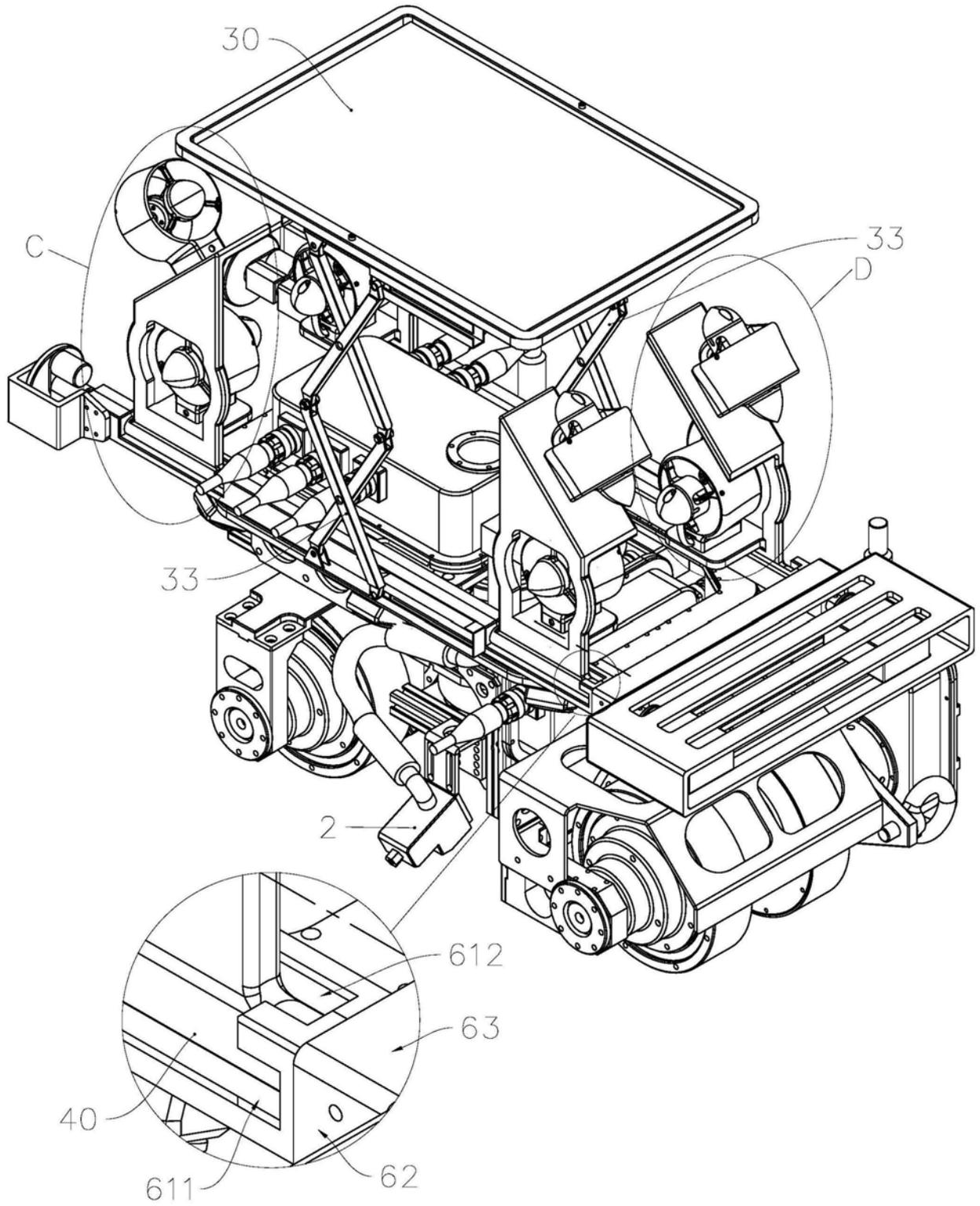


图5

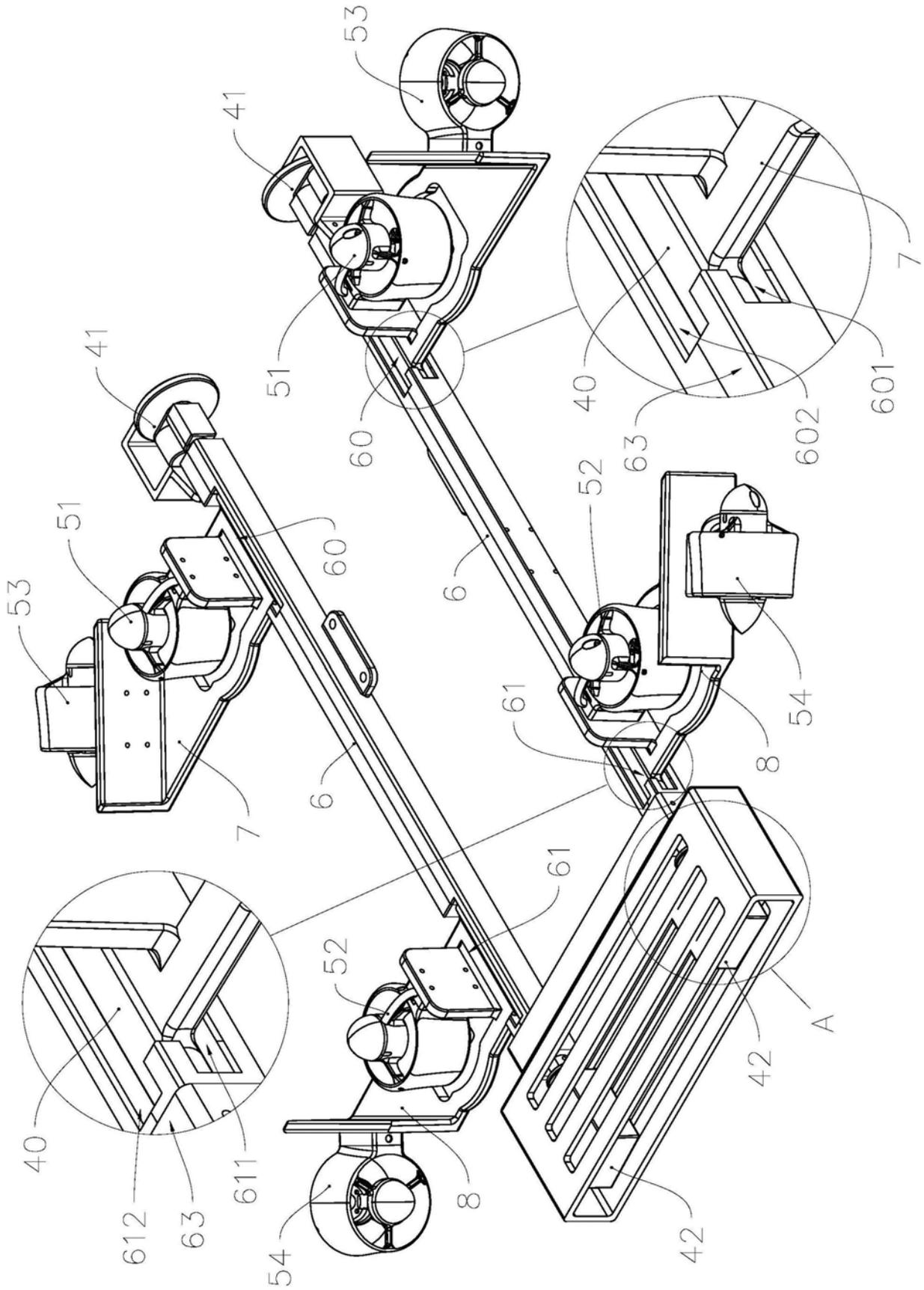


图6

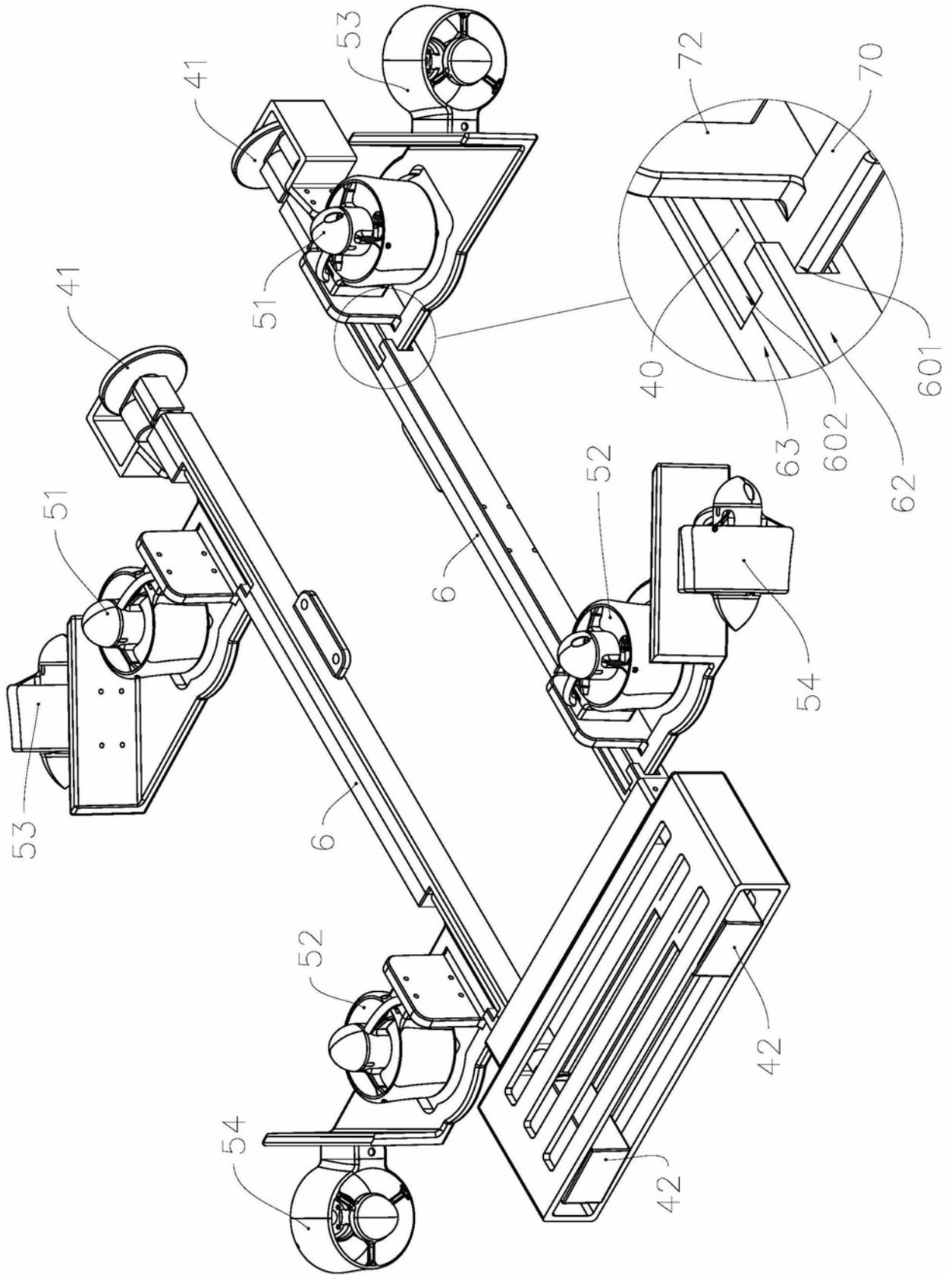


图7

A
1:2

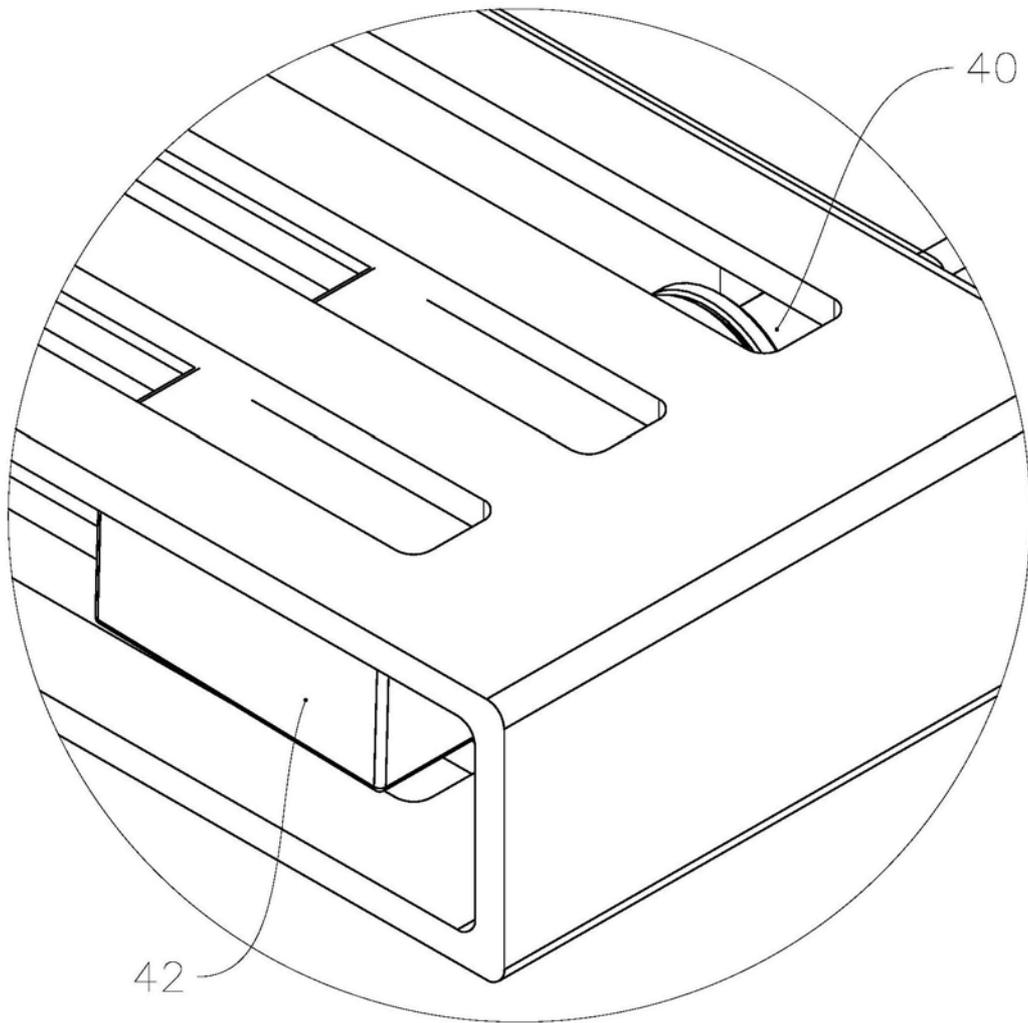


图8

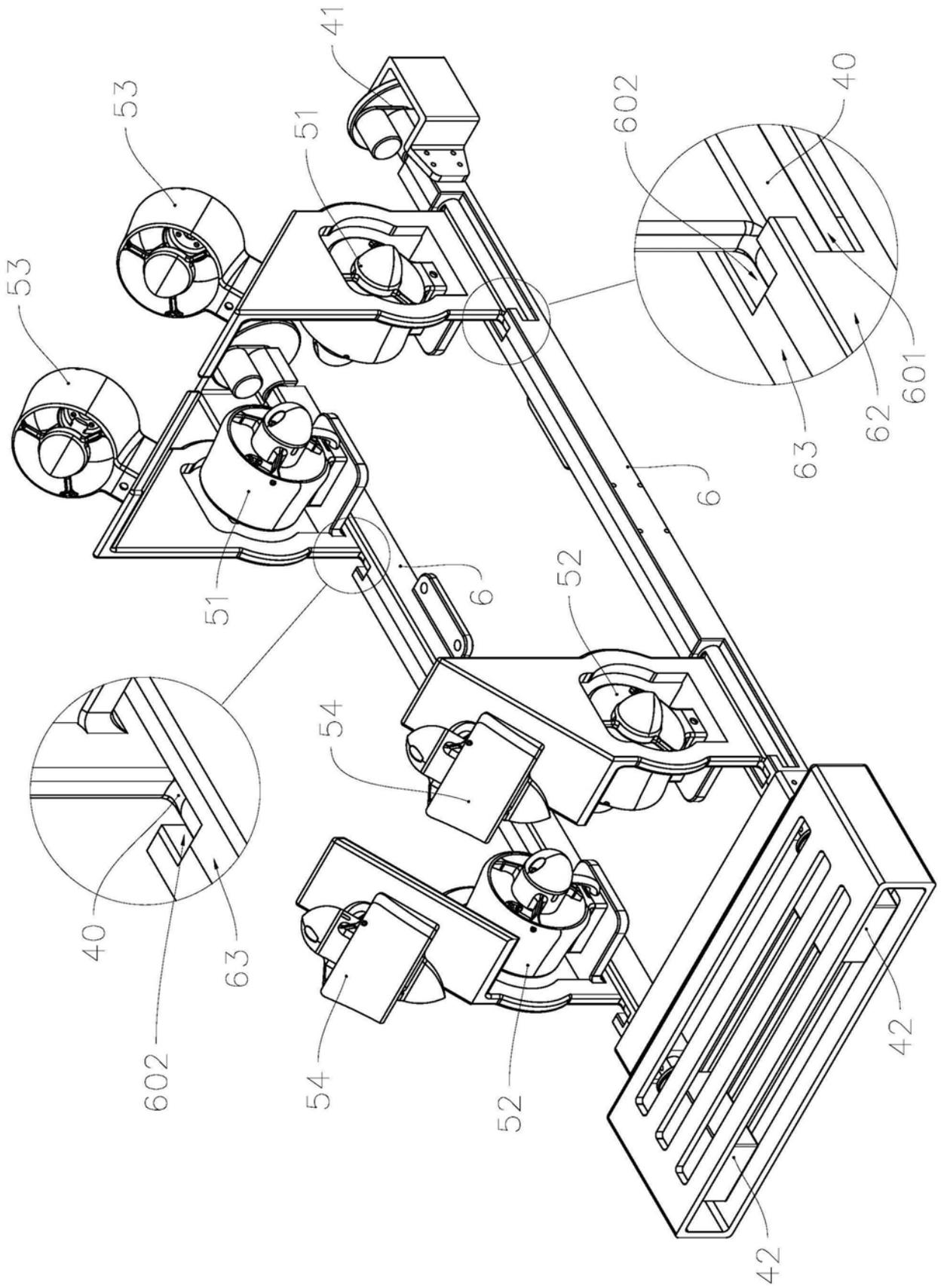


图9

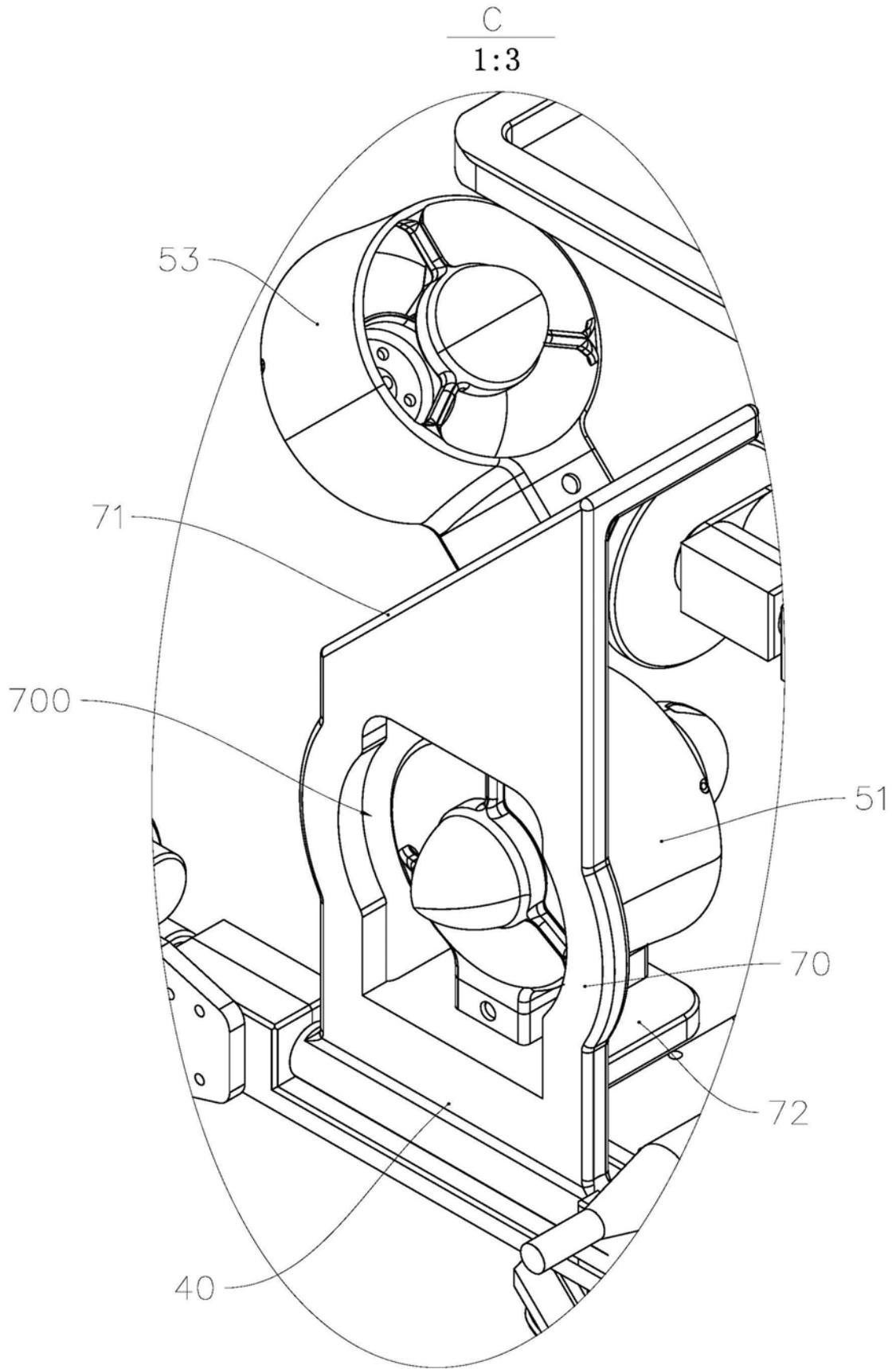


图10

$\frac{D}{1:3}$

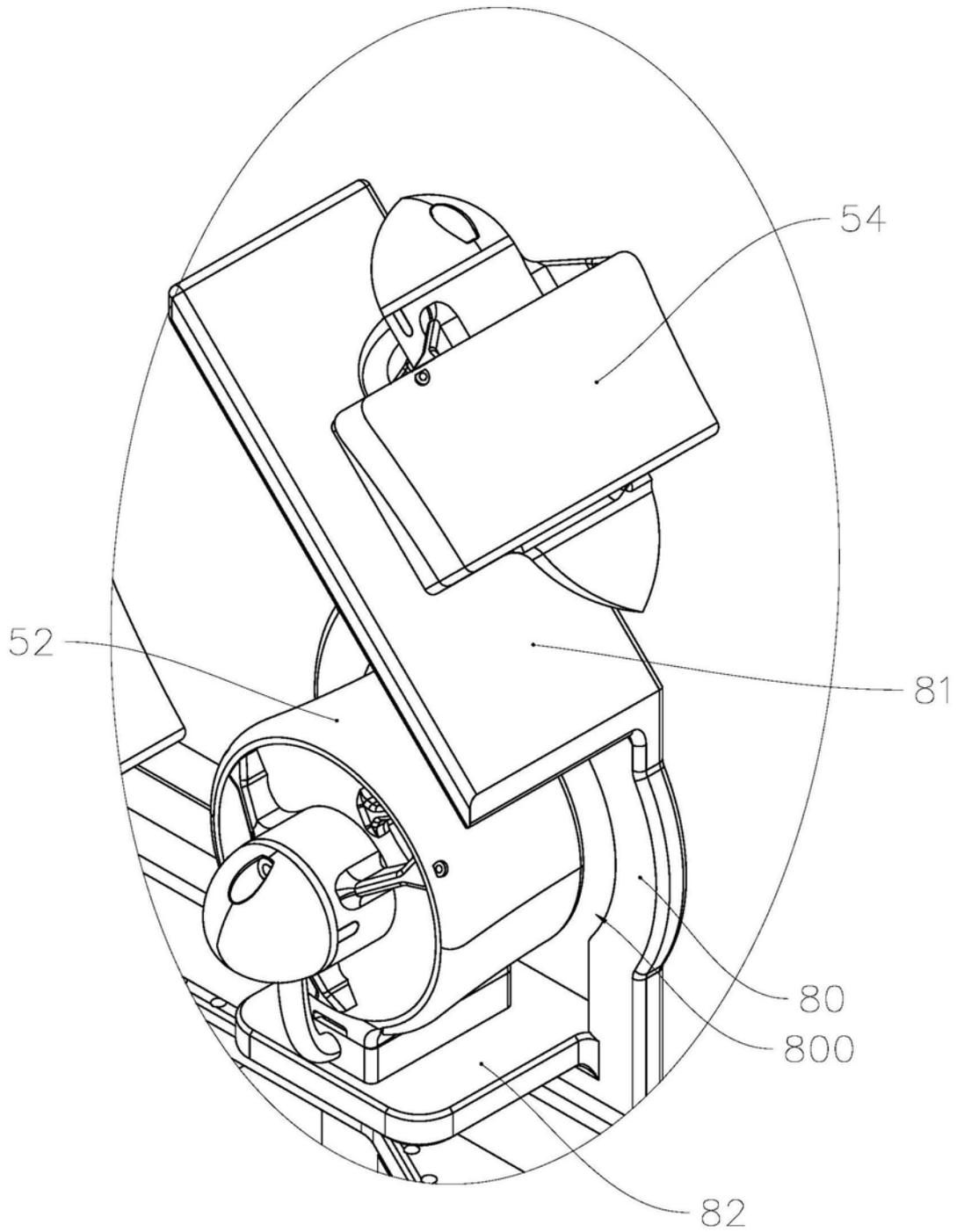


图11

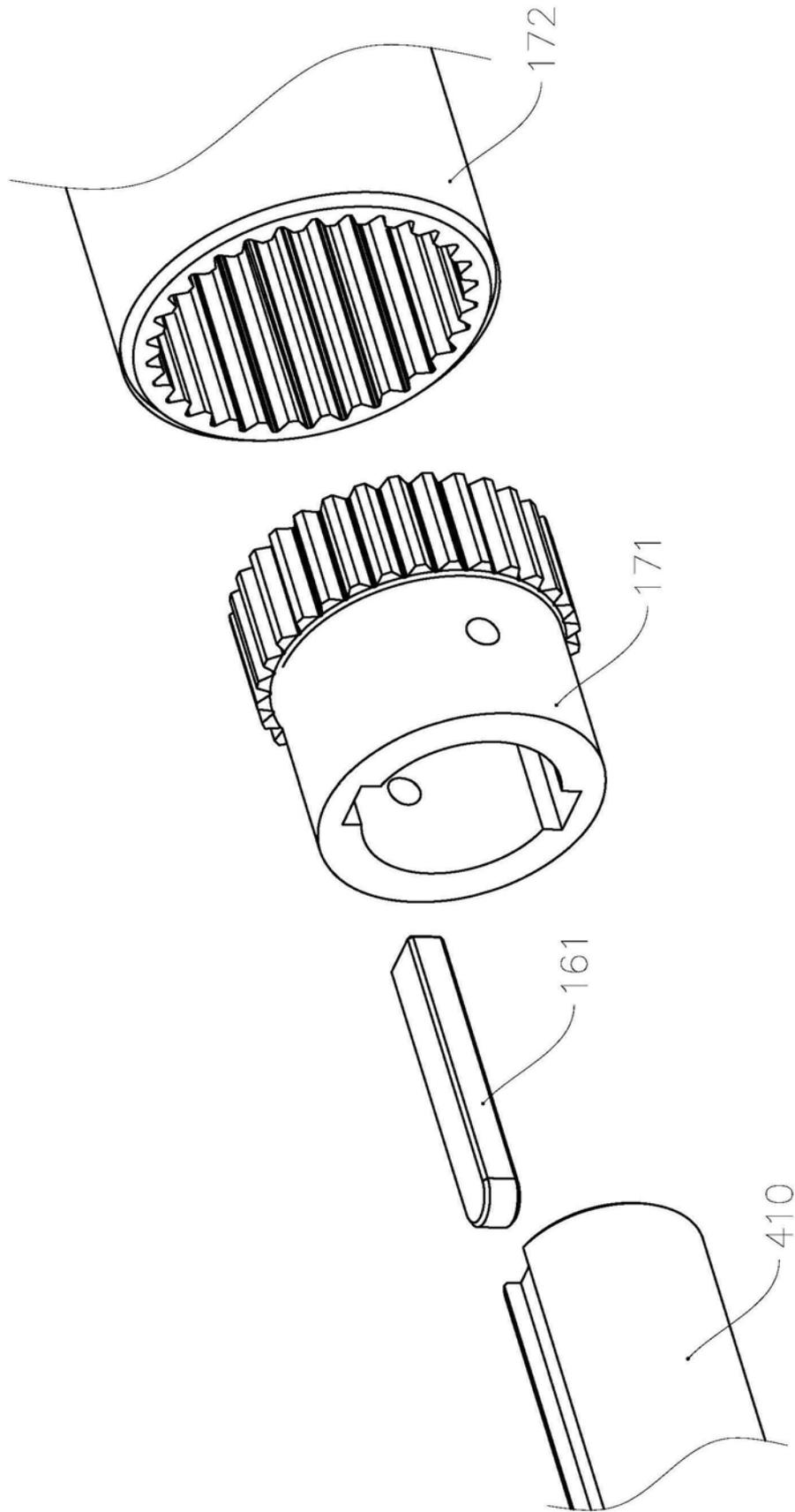


图12