



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95110142.0

[51]Int.Cl⁶

B63C 11/52

[43]公开日 1996年10月9日

[22]申请日 95.4.5
 [71]申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
 地址 110015辽宁省沈阳市东陵区南塔街114号
 [72]发明人 王隼棠 徐凤安 康守权 陈瑞云
 林 杨 任淑燕 高云龙 刘大路
 于开洋 张竺英 唐 凯 陈继东
 叶 奇

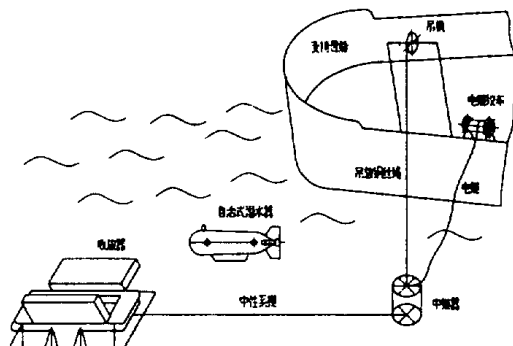
[74]专利代理机构 中国科学院沈阳专利事务所
 代理人 朱光林

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 7 页

[54]发明名称 自治式潜水器下水回收系统

[57]摘要

本装置属于水下机器人控制系统，本系统由支持母船、打捞救生船、中继器、水下回收系统及水下机器人（自治式水下潜水器）组成，支持母船通过钢丝绳与中继器顺联接，同时支持母船上设有电缆绞车通过电缆与中继器联接，中继器通过中性系缆与收放器联接，工作时通过声纳系统和收放器对无绳水下机器人进行控制回收，优点：整体设计方案合理，结构紧凑、运行可靠、该系统能够在4级海况下，水深30—50米回收水下无绳水下机器人。



权 利 要 求 书

1. 一种自治式潜水器下水回收系统,它是由支持母船和中继器组成,其特征是该回收系统由支持母船中继器、水下收放器组成,其联接是支持母船上装有吊机,通过钢丝绳与中继器联接,同时支持母船上设有电缆绞车通过电缆与中继器联接,中继器通过中性电缆与收放器联接。

2. 按权利要求1所述之水下回收系统,其特征是支持母船上的电缆绞车由驱动装置,布缆器及电缆搭筒构成,其联接是在绞车支架一侧装有液压马达经1:36行星减速机联接电缆卷筒,侧面装有手动换向阀,适时与布缆架联接。

3. 按权利要求1所述之水下回收系统,其特征是收放器由框架,浮力收放臂,U形吊放架,液压系统,收放臂油缸,U形架油缸,电子控制器等组成,并加挂云台,水下摄像机,水下灯,深度传感器,磁罗盘,回收到位指示器等设备,其中框架是收放器的主体部分,由外框架和内框架组成,内框架为无缆水下机器人在放出前及回收后的定位处,外框架与内框架焊成一体,两侧焊有浮力收放臂,支架端头装有U形吊放架支架及油缸支座。

4. 按权利要求1、3所述之回收系统,其特征是框架上左右对称地布置两个浮力收放臂,该浮力收放臂由外收放臂框架,中间的浮力块,可调浮力块,木质填充料,木质夹头及防撞缓冲带组成,浮力收放臂与支架之间由转轴联接,并与油缸联接,可作打开或闭合转动。

5. 按权利要求1、3所述之回收系统,其特征是收放器上之U形吊放架放置在收放器的两端,由前后两件基本相同的U形架组成,其端部设置搭接机构,吊放时两U形架收起,并自动搭接锁死,其上的起吊是由中继器锁栓锁住后,方可将收放器放入水中,回收时开放搭接机构,两U形架由油缸驱动向收放器两端翻转量平,浮力收放臂开放,形成回收状态。

6. 按权利要求1、3所述之回收系统,其特征是收放器框架后部装有两纵向推进器,且左右对接布置,框架前后装有重向推进器,呈前后对称布置。

7. 按权利要求1、3所述之回收系统,其特征是收放器的浮力收放臂与推架之间左右对称布置两个油缸,前后U形架与框架之间对称布置四个油缸。

说明书

自治式潜水器下水回收系统

本发明属于水下机器人技术领域。

目前，水下机器人已由无人有缆发展到无人无缆，潜深大都在1千米或数千米乃至更深，在如此深的海域，海况往往非常恶劣，很难用小艇或蛙人在海面脱钩和挂钩完成下水回收工作，为此自治式潜水器（无人无缆水下机器人）的下水回收得到世界各国的关注，寻求自治式潜水器的下水回收方法及其下水回收系统。

一般水下机器人海上作业系统应包括支持母船，下水回收系统和自治式潜水器本身，只有当其中任何一个组成部分都很完善时，整个作业系统才能正常工作，因此，应从实际应用，经济效益和安全操作等方面对整个系统加以全面考虑，其中，支持母船不仅要有一定的甲板空间并能够把自治式潜水器运载到海上作业地点，具备足够的起吊能力，更重要的是支持母船本身在作业海况下的稳定性，当支持母船在作业海况下产生纵摇，横摇和升沉时，母船的响应程度决定了这些动载荷对自治式潜水器下水和回收影响的大小。为了使母船同自治式潜水器很好配合，应该依据自治式潜水器的尺度，重量，作业深度，作业海况等选用不同尺度和船型的支持母船。

在比较恶劣海况下，作业通常要选用相当大的支持母船（或专用母船），并有专为自治式潜水器下水和回收的船体设计，能保证有一定精度的定位和定向能力（抛锚或动力定位），在作业海况下不应有大幅度的纵摇，横摇和升沉，但这种大型母船造价和使用费用相当昂贵，首先，对于任何下水回收系统，海况是一个主要因素，尤其在4级以上海况，由于风速、海浪的影响，母船会产生很大的纵摇，横摇和升沉。除对自治式潜水器在水面到甲板间吊放过程中会产生难以预料运动，带来不安全因素外，对自治式潜水器在回收过程中同收放器的对接造成极大的困难。

为解决自治式潜水器的回收，本发明的目的提供一种自治式潜水

器下水回收系统，采用大于 $1/2$ 波长的水深处用收放器收放自治式潜水器的方式及装置构成下水回收系统，有效的解决了自治式潜水器的回收问题。

本发明设计方案是这样实现的：

该潜水器的下水回收系统由支持母船打捞救生船、电缆绞车的中继器及组成，如图1所示)，支持母船上装有吊机通过钢丝绳与中继器联接，同时支持母船上设有电缆绞车通过电缆与中继器联接，中继器通过中性系缆与收放器联接，水中运行有自治式潜水器(无人无缆水下机器人)，其详细结构是：电缆绞车：为使收放器在水下运行、施放和回收无缆水下机器人，水面甲板应有电缆同中继器连接，并通过中继器与收放器之间的系缆向收放器供电和实现信息传输，电缆绞车其结构由驱动装置、布缆器、电缆卷筒等构成，(如图6、图7所示)。绞车支架一侧装有液压马达经减速机与电缆卷筒联接，由于电缆卷筒及卷绕其上的电缆有较大的转动惯量，为保证绞车卷绕和施放电缆时工作平稳、转速均匀、无级调速、绞车采用液压驱动，油源提供压力油驱动油马达，经 $1:36$ 行星减速机构减速后驱动电缆卷筒转动，手动换向阀控制油马达回转方向，使卷筒正、反转，完成电缆的卷绕或施放，减速器高速端装有液压制动器产生一制动力矩，当电缆拉力大于安全拉力时，制动器打滑以防止电缆被拉断布缆器；小型齿轮油马达驱动链轮，经 $1:2.21$ 减速后使两个平行丝杠实现同步转动，操作人员操动手动换向阀相应电缆卷筒的转动，布缆架做左右水平移动，使电缆依次均匀平整地卷绕在卷筒上；电缆卷筒，电缆直径 $d=28\text{mm}$ ，施放最大长度 100M ，卷筒直径 $D=560\text{mm}$ ，长 $L=560\text{mm}$ ， $D/d=180$ ，电缆有足够的弯曲半径，可防止电缆卷绕疲劳折断，电缆可卷绕3层，卷筒最大转速为 15rpm ，使收放电缆速度最大为 $30\text{m}/\text{min}$ ，以便相应中继器的吊放速度收放电缆。收放器由框架、浮力收放臂、U型吊放架、液压系统、收放臂油缸、U形架油缸、电子控制舱等组成，并加挂云台、水下摄像机、水下灯、深度传感器、磁罗盘、回收到位指示器等设备，在布置上结构简单、工艺合理、实用可靠性及外形美观的原则。(如

图2、图3、图4所示)。

收放器的底座为框架,其中框架是收放器的主体部分(如图8所示),主要由外部框架和内部框架组成,内框架为无缆水下机器人在放出前及回收后的“座位”、起定位作用,外部框架与内框架焊成一体,两侧焊有浮力收放臂和支架端装有U形吊放架支架及它们的油缸支座,收放器所携带仪器设备大部分分布置在外框架内浮力收放臂,框架上部左右对称地布置两个浮力收放臂,浮力收放臂由外面收放臂框架、中间为浮力块、可调浮力块、木质填充料、木质夹头及防撞缓冲带组成,(如图9所示),浮力收放臂起到定位作用,它保证水下机器人在收放器中稳定定位,同时收放臂的浮力块提供给整个收放器足够的浮力。

浮力收放臂框架由LD₂铝合金50×50×5方型管材焊接而成,每一个收放臂中间布置一块可调浮力块,可调浮力块两侧布置浮力块,浮力块与可调浮力块的外形尺寸完全相同,即减轻了收放臂的重量,又可保证提供足够的浮力,而且外观整齐谐调,同时,当浮力不足时可调浮力块内可填装小块的浮力材料以保证整个系统具有足够的浮力,木质夹头在回收过程中起抱紧“水下机器人”的作用,浮力收放臂在油缸驱动下,绕支架转动,打开或闭合,放开或夹住“水下机器人”。

U形吊放架,是装置在收放器的两端头处,由前后两件基本相同的U形架组成,其端部设置搭接机构,吊放时两U形架收起,并自动搭接锁死,其上的起吊点由中继器锁栓锁住后,方可将收放器放入水中,回收时开启搭接机构,两U形架由油缸驱动向收放器两端翻转置平,浮力收放臂开启,形成回收状态,(其结构如图10所示),收放器上设有纵向推进器,纵向推进器在框架后部,左右对称布置,横向推进器于框架前后对称布置,收放器上同时设有液压系统:浮力收放臂与框架之间左右对称布置两个油缸以驱动收放臂,前后U形架与框架之间对称布置四个油缸以驱动U形吊放架,油源电机、补偿器、沪油器及阀箱在框架底部,依次由后向前布置,电子控制舱布置在框架底部中前处,摄相机、水下灯及云台布置在框架前部,磁罗盘布置在框

架前部，深度传感器布置在框架中间，中继器的结构特征：中继器主要由框架、系缆收放装置、吊放锁栓装置等组成，（如图 1 2 所示），呈开式框架结构，为防止海水中杂物侵入中继器内部，影响各机构正常工作，框架内、外分设两层防护金属网板，中继器框架主要由内部框架和外部框架组成，框架的尺寸（直径、高）主要由系缆的总长及吊放载荷决定，在满足排缆要求及结构强度要求的前提下，应采用尽量小的结构尺寸，内部框架主要用来安装、固定系缆收放装置及吊放锁栓装置，因此，它也是吊放载荷的直接承力部件，为减小中继器尺寸、减轻重内部框架的环形槽钢梁外圆尺寸与外部框架相同，通过螺栓相连接，为增加槽钢翼板的抗弯模数，在开口端沿圆周方向均匀地加 12 块加强筋板，环形槽钢开口向外，目的是安装方便，框架为焊接结构。

外部框架连接内部框架，并与内部框架同时构成系缆排放空间，依据所用系缆长度的变化，排缆空间可调整板升降来调节，外部框架上部与起吊缆连接，下部与内部框架连接，因此也是直接承力部件，为使载荷均匀分布，外部框架为上、下两个环形槽钢梁，以四根槽钢立柱焊接相连；为增加刚度，在上部环形槽钢梁加一“+”字撑梁并沿圆周均匀布置四个起吊环以连接吊缆，在下部环形槽钢梁开口处沿圆周方向均匀地加 12 块加强筋，以增加槽钢翼板的抗弯模数，吊放锁栓装置如图 15、16 所示，吊放锁栓装置主要由气缸、连杆机构、卡爪、吊放头（锥状挂钩）、到位指示装置、支架等组成，其连接是上面为气缸，气缸下面为连杆机构，连杆机构一端联接卡爪，另一端通过 B 轴连接连杆 1、2，系缆的端头为锥状挂钩，到位指示装置由一个常开常闭型磁力开关及磁铁等组成。当开关与磁铁间的距离增加到一定程度时，即会给出一个与闭合状态相反的电信号，并显示在水面控制台上。

本发明的优点：整体设计方案合理，结构紧凑，运行可靠，该系统结构在没有专用母船及在 4 级海况下，水深 30~50 米回收自治式水下机器人，控制系统灵活，设备投资小，功能全，可作为各种水下潜水器控制使用。

本发明由以下实施例及附图给出。

图1为自治式潜水器下水回收系统总体结构图；

图2为自治式潜水器下水回收系统收放器结构原理图；

图3为自治式潜水器下水回收系统收放器结构正投影图；

图4为自治式潜水器下水回收系统收放器合拢结构图；

图5为自治式潜水器下水回收系统收放器合拢投影图；

图6为自治式潜水器下水回收系统系缆绞车结构图；

图7为自治式潜水器下水回收系统系缆绞车投影图；

图8为自治式潜水器下水回收系统收放器框架结构图；

图9为自治式潜水器下水回收系统收放器收放臂结构图；

图10为自治式潜水器下水回收系统收放器U形吊放架结构图；

图11为自治式潜水器下水回收系统收放器收放臂敞开结构图；

图12为自治式潜水器下水回收系统中继器结构图；

图13为自治式潜水器下水回收系统中继器驱动机构原理图；

图14为自治式潜水器下水回收系统中继器计数装置原理图；

图15为自治式潜水器下水回收系统中继器吊放锁栓结构图；

图16为自治式潜水器下水回收系统中继器吊放锁栓投影图。

总体结构由支持母船，水下回收系统组成，其工作过程是：下水时，母船吊机将中继器及同中继器联锁在一起的呈吊放状态的收放器（水下机器人坐在回收器内）由甲板吊起，移到母船舷外，施放吊缆，将中继器、收放器、水下机器人施放到器中30~50米水深处（大于1/2波长），同时电缆绞车相应施放电缆，操作人员开启中继器气动锁栓并施放系缆，收放器背负无缆水下机器人游离中继器一定距离后，控制台控制收放器液压系统，打开自动搭接机构，前后两U形架分别向下翻转置平。随后浮力收放臂张开，无缆水下机器人游出，驶向作业场区。

当无缆水下机器人完成作业需回收时，此时收放器同中继器基本处于同一水深，收放器顺流定深定向，将中继器施放出的系缆拉直。无缆水下机器人抛载上浮后，利用声纳引导进入电视搜索区，待找到

串有白色浮力球的系缆后，无缆水下机器人自动跟踪沿系缆找到收放器，再识别收放器上的两个白色圆环靠摄像机引导无缆水下机器人由上方坐入收放器内，操纵控制台控制收放器液压系统将浮力臂收回，U形架上翻，并互相搭接，中继器回收系缆，气动锁栓锁住收放器，吊机和电缆绞车同时收缆，将中继器、收放器和无缆水下机器人一起提升到母船甲板上。

潜水平台式下水回收系统，通过中继器将收放器置于作业海况1/2波长水深以下，收放器不会直接受到恶劣水面条件的影响，母船的升沉、横摇、纵摇运动能够导致中继器的垂向运动，但中继器同收放器之间由近100米的中性系缆相连，因此，母船造成的激扰对收放器的影响很小。收放器本身装有2台2马力的推进器使其做前进、后退、转向运行，2台1马力推进器做升降运动，通过压力传感器、磁罗盘做一定精度的定深和定向控制，有可能使收放器在一定水深保持比较稳定姿态，以便于与无缆水下机器人对接。

下面为系统收放装置工作原理：系缆收放装置主要由驱动机构、计数装置及自动布缆机构组成。驱动机构则包括驱动电机、一级蜗轮蜗杆减速器和驱动轮，从动轮等，如图13所示；计数装置则由装于从动轮上的一块磁铁与一磁力开前组成，如图14所示。

收缆时，电机正转，通过速比为1:30的单级蜗轮蜗杆减速器将动力传递给驱动轮，从动轮在弹簧压力的作用下，与驱动轮一起夹紧系缆，产生摩擦力 $F_{\text{摩}}$ ，同时，为增加收缆拉力，将驱动轮制成齿形轮，在弹簧压力的作用下，通过轮齿带动系缆浮力球，向上提拉系缆，由于系缆浮力球的张紧作用，使系缆具有一定的刚性，在其通过系缆导向盖并在顶部偏转盖的作用下，使系缆偏转，沿顶部的椭圆盖向下弯绕，从而可以自动地将系缆均匀地、有序地布排在由内、外框架构成的环形布缆区间，从动轮在 $F_{\text{摩}}$ 的作用下随系缆的运动而转动，每转动一圈，计数开关记下一数，每一个数则表系缆收回或放出0.61米。

收缆时，收放器应配合系缆收放装置向上运动，以减小系缆收放阻力。

放缆时，电机反转，情况与上述相反，除靠F_浮和轮齿对系统浮力球的带动，收放器也要开动推进器下降从而对系统产生一定的拉力，将系统拉出。

收放器工作原理：收放器回收时，系统收放装置收缆，固定于系统上的锥状挂钩进入其导向筒并向上撞击拨杆，带动磁力开关头脱离磁铁上移，同时给出电信号，意味着收放器已回收到位，这时打开气动系统，驱动两侧对称的气缸，推动连杆带动卡爪以A点为基轴向上翻转，当卡爪锁面达到水平位置后，即锁死锥状挂钩，连杆1、2成一条水平直线，并与轴B、C的连轴线重合，构成二力杆结构，锥状挂钩作用在锁面的垂直力，可由作用于固定转轴A的垂力及固定转轴B的水平力共同承担，从而达到自锁，由于对气缸活塞杆无作用力，因此只要避免气缸的误操作，这种锁栓结构是安全、保险的。

收放器施放时，操作气缸，回拉活塞杆，使卡爪绕A轴向上翻转，脱离锥状挂钩，这时系统收放装置放缆，收放器开动推进器下降，即可游离中继器。

该结构的锁栓装置，无论活塞杆的推出拉入都没有很大的外界阻力，仅仅是克服运动件自身的重力矩及转轴的摩擦力矩，因此系统压力要求不高，同时，由于锁紧位置时活塞杆不受任何方向的外力，因此对系统的保压性能没有特殊的要求。

中继器工作原理：中继器直接由吊放系统的吊缆悬垂于水下大于1/2波长的水深处，在海上作业时，当中继器施放水下机器人收放器时，先打开吊放锁栓，由系统收放装置放缆，收放器游离中继器，并通过中性系统缆与中继器保持联系，进而实施无缆水下机器人的施放工作；待无缆水下机器人作业完成，收放器回收无缆水下机器人后，一并驶向中继器，这时系统收放装置收缆，中继器可根据水下控制台的信号，待收放器到位时，通过吊放锁栓使收放器与中继器联锁，原地待命，或由吊放系统一并收回。

说明书附图

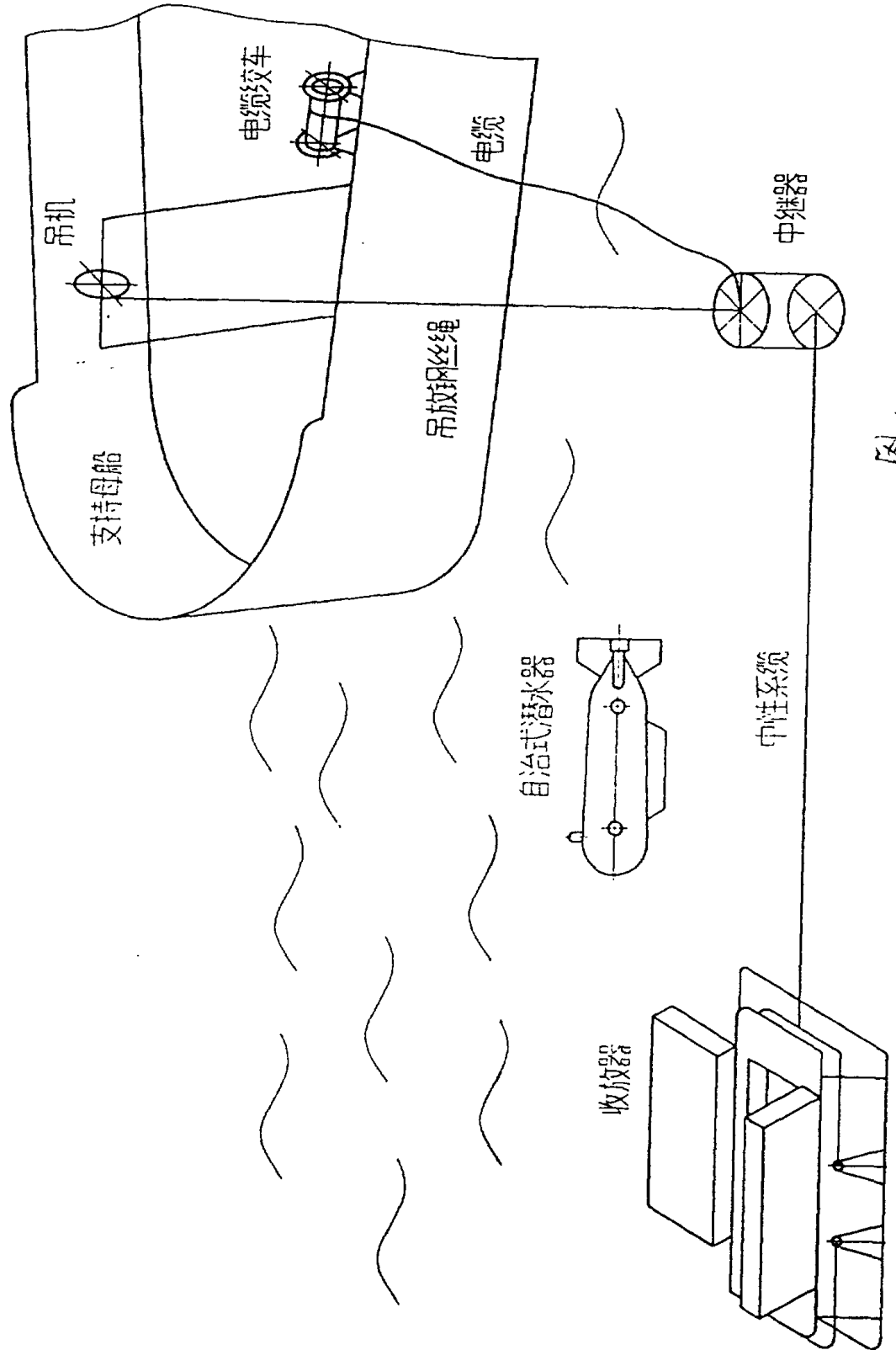


图1

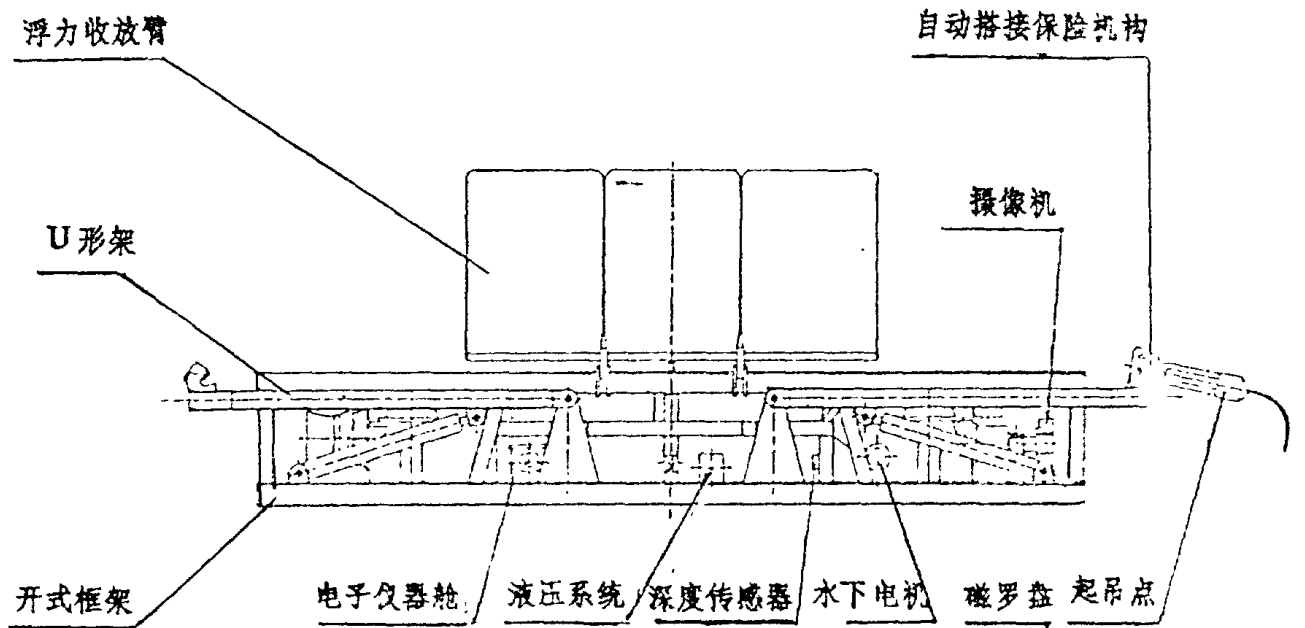


图2

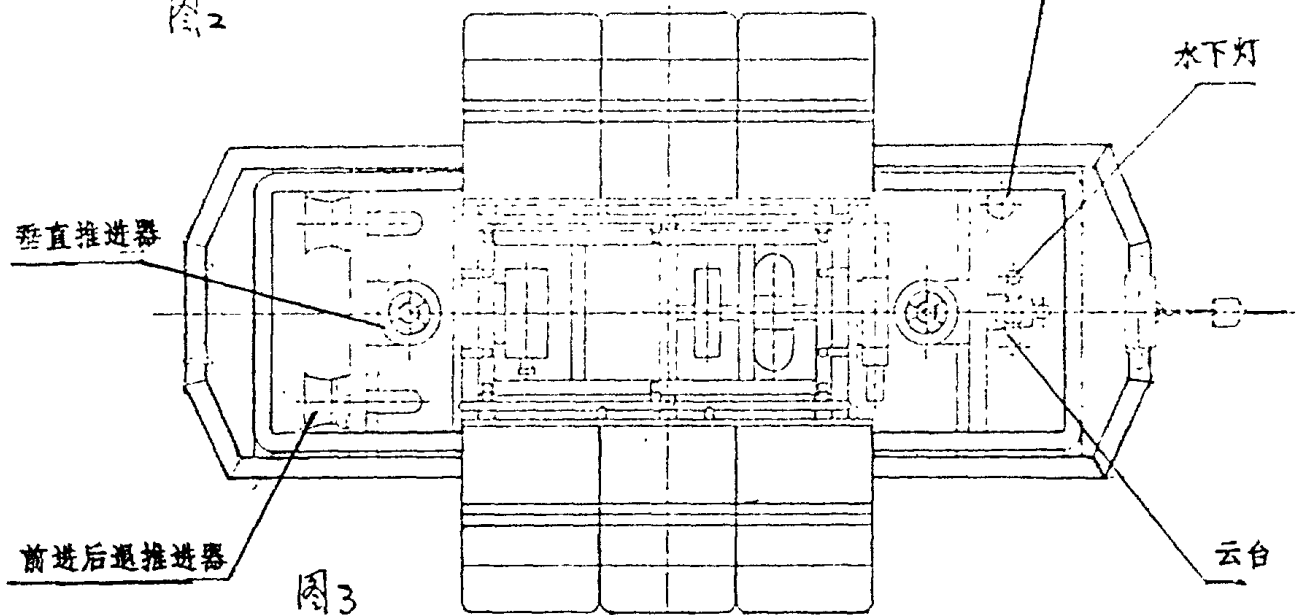
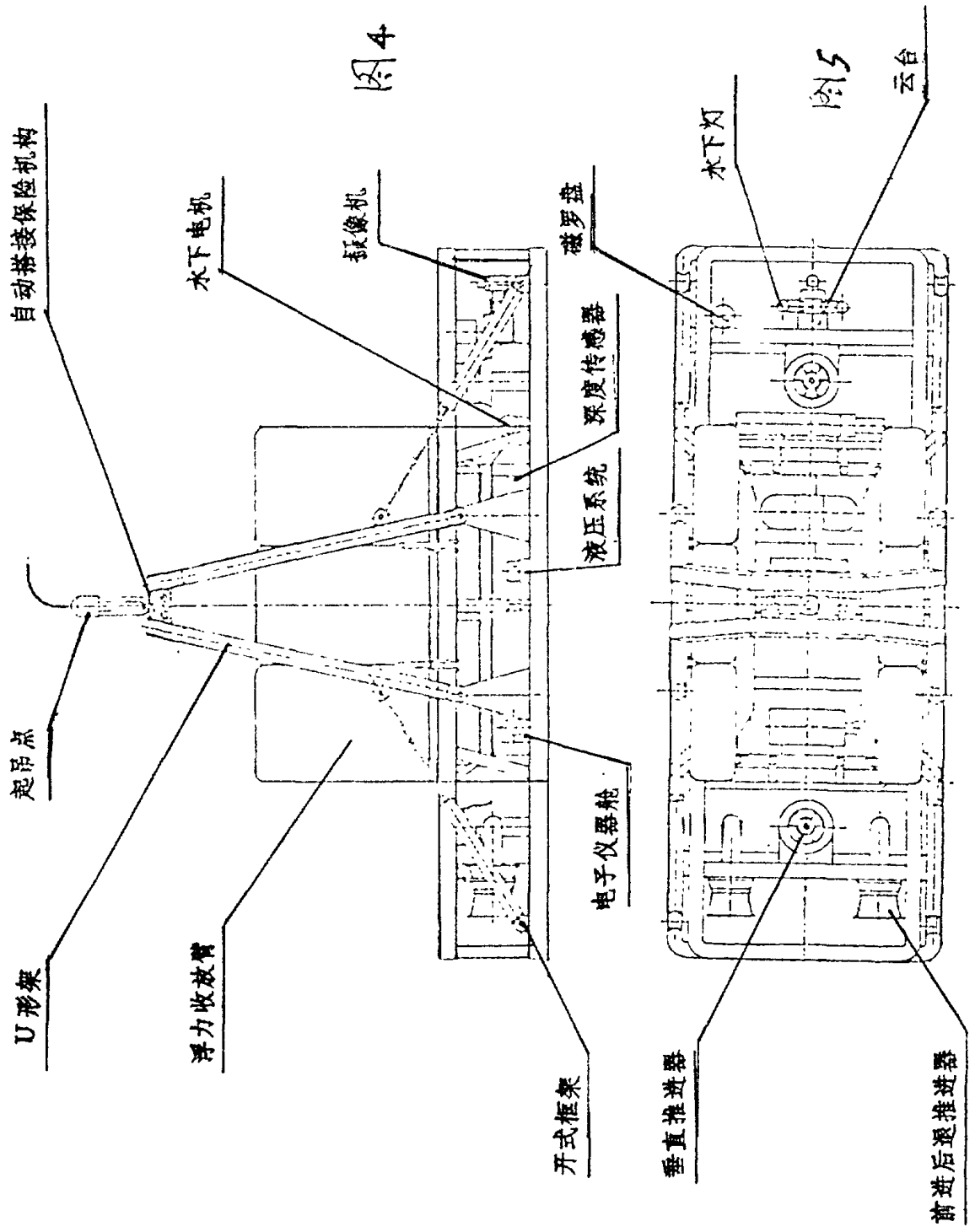


图3



自动搭接保险机构

起吊点

U形架

浮力收放臂

水下电机

摄像机

图4

开式框架

电子仪器舱

液压系统

深度传感器

磁罗盘

垂直推进器

水下灯

图5

云台

前进后退推进器

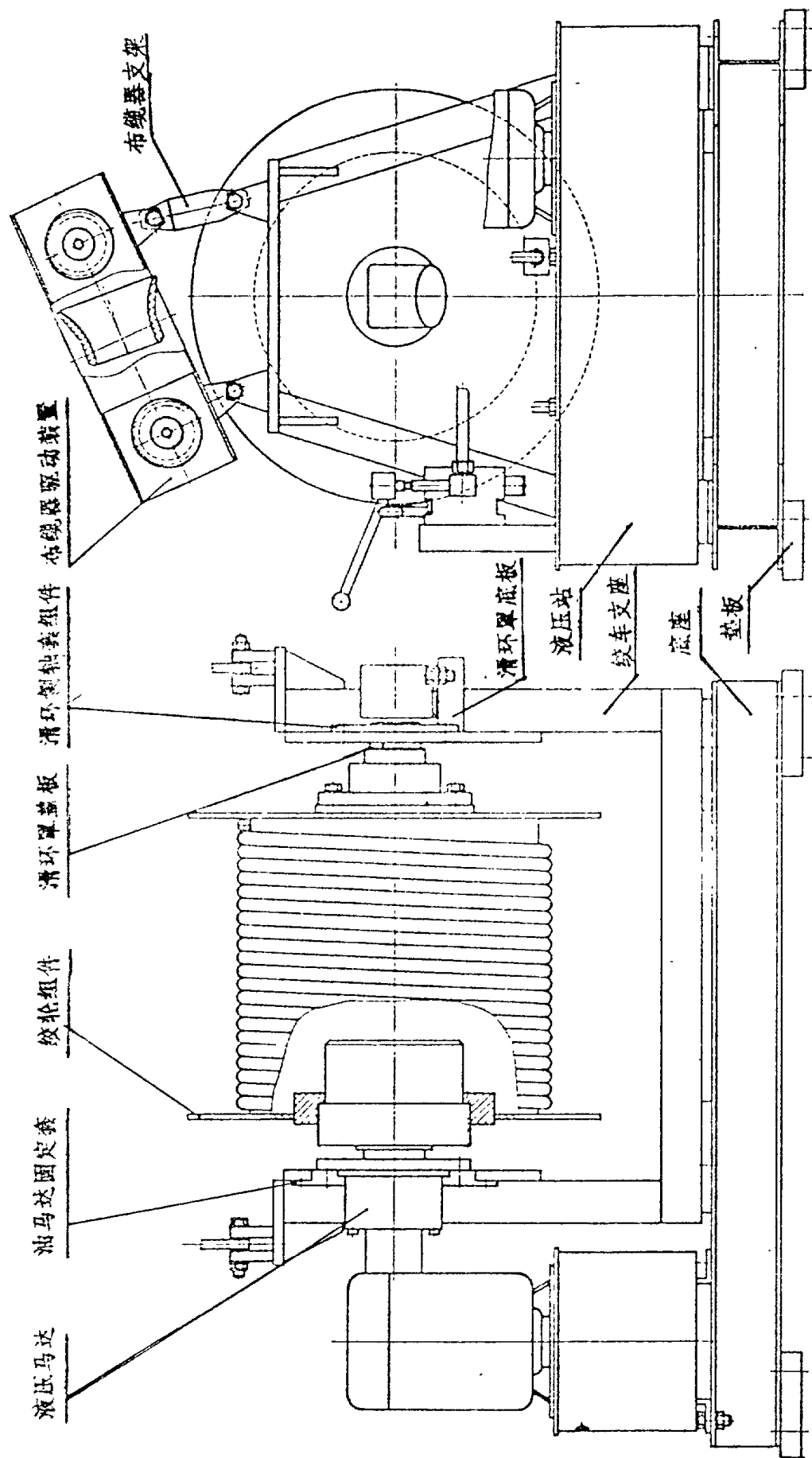


图6

图7

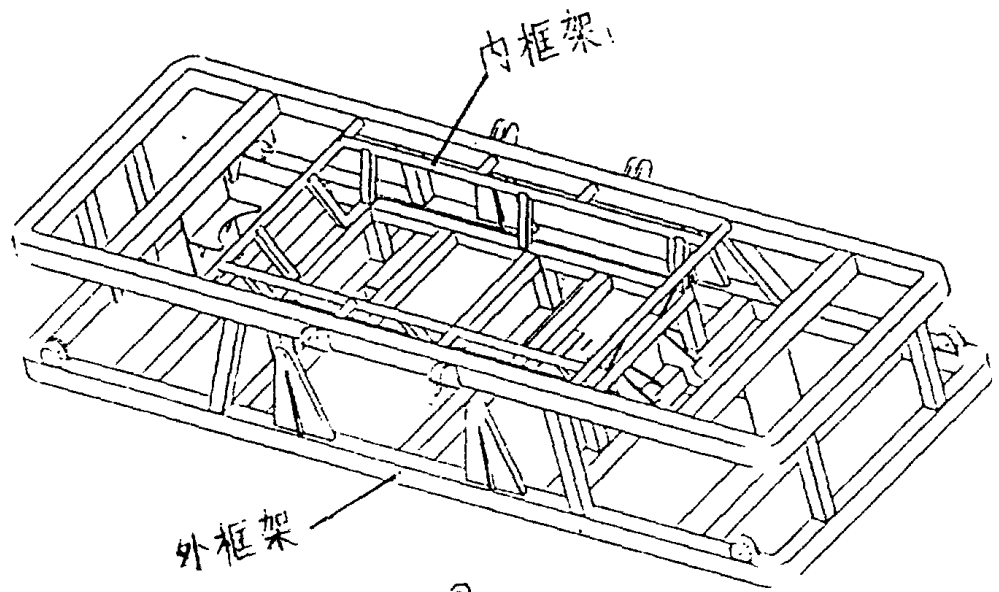


图 8

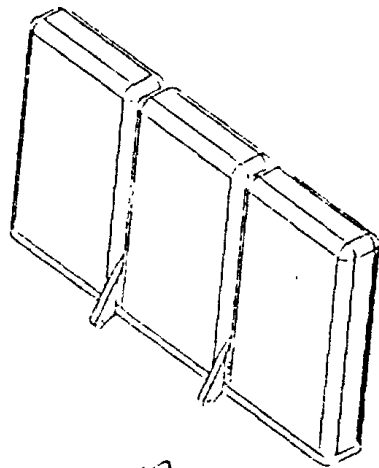


图 9

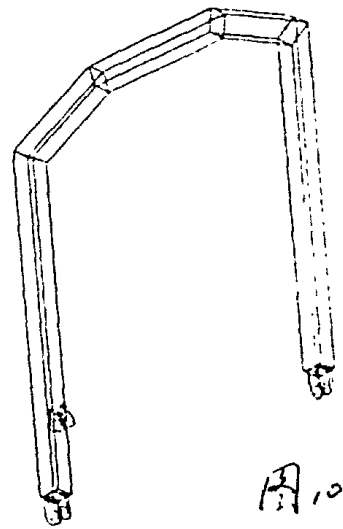


图 10

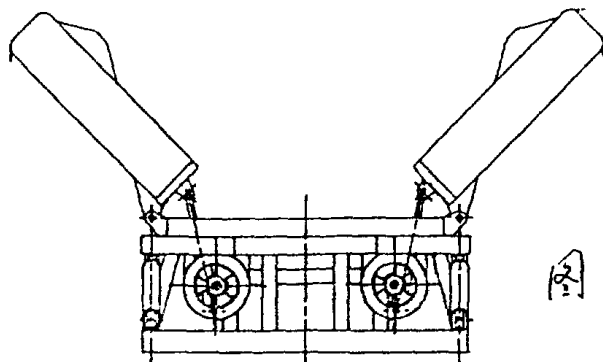


图 11

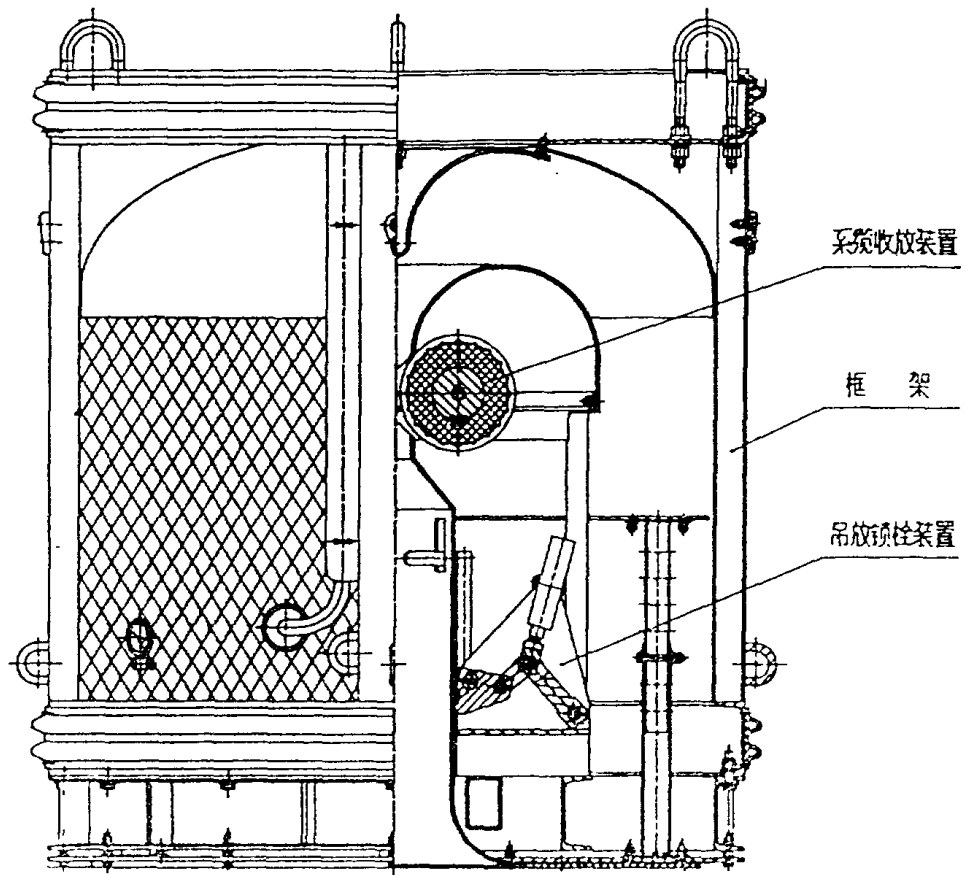


图 12

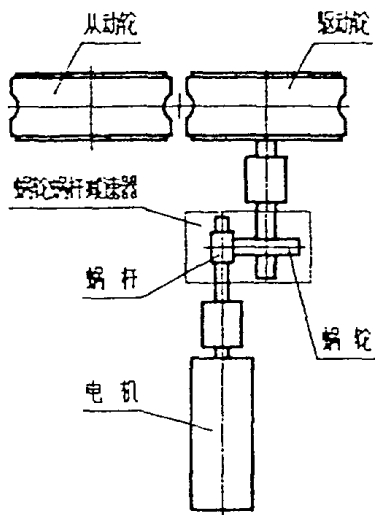


图 13

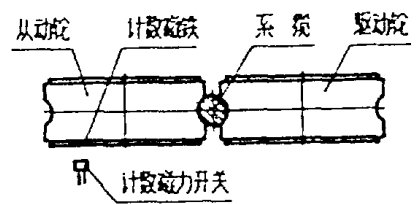


图 14

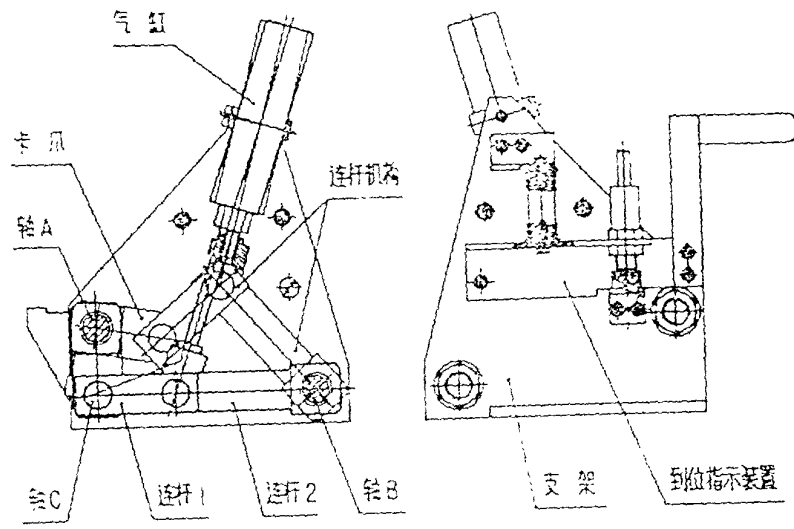


图 15

图 16