(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108824436 A
(43)申请公布日 2018.11.16

(21)申请号 201810545531.7

(22)申请日 2018.05.25

(71)申请人 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

(72)发明人 王茁 王欣同 张波 王涛 杨川 吴升鹏 李诚 徐林 邸乔月 程煜 党红星

(51)Int.Cl.
*E02D 15/08*(2006.01)
*E02D 29/077*(2006.01)

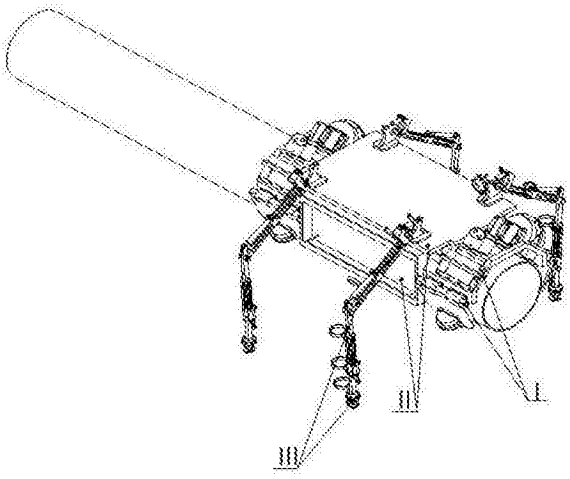
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置

(57)摘要

本发明提供一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，海底悬跨管道爬管移动式铺袋装置由卡紧移动机构、机械臂、液压阀与铺袋箱机构组成。机械臂包括手臂与手爪，作业过程中母船将该装置释放到工作区域，装置首先在管道上通过卡紧移动机构进行卡紧，然后可以沿着管道进行移动，当发现有需要进行灌浆填充的悬跨部位时，装置移动到相应的地点，通过机械臂抓取铺袋，并固定到铺设地点，然后进行灌浆操作，完成灌浆操作后释放铺袋，并抓取下一个铺袋，重复上述步骤多次，直至完成该处填充作业。



CN 108824436 A

1.一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，其特征在于：包括液压阀与辅袋箱机构、卡紧移动机构和机械臂，所述液压阀与辅袋机构包括底板、设置在底板下端的辅袋箱，所述卡紧移动机构有两套且分别对称设置在底板的两侧，每个卡紧移动机构包括与底板固连的倒置的V型架、设置在倒置的V型架上端的两个液动马达台座、设置在液动马达台座上的液动马达，每个液动马达的输出端连接一主动轴，每个主动轴上设置有一主动轮，倒置的V型架的两端部分别铰接有管路卡动臂，且在每个管路卡动臂与倒置的V型架之间设置有液压缸，每个管路卡动臂上还设置有一从动轮；所述机械臂有四个分别设置在底板的四个角上，每个机械臂包括设置在底板上的手臂基座、一级手臂、二级手臂、三级手臂，一级手臂的一端设置有两个铰接点，所述手臂基座上设置有两个铰接点、且其中一个铰接点与一级手臂的一个铰接点铰接、另一个铰接点铰接哟一级液压缸，一级液压缸的端部与一级手臂的另一个铰接点铰接，所述一级手臂的另一端与二级手臂上段铰接，二级手臂的一端与一级手臂的中间位置设置有三级液压缸，二级手臂的另一端与三级手臂一端铰接，三级手臂的另一端设置有手爪，在二级手臂的下段与三级手臂的中间位置之间设置有二级液压缸，在一级手臂、二级手臂、三级手臂上还分别设置有至少一个注浆套管，每个注浆套管包括设置在对应手臂上的注浆管座、半圆形的注浆管活动套，注浆管座一端是水平座、另一端是半圆形结构，半圆形的注浆管活动套的一端与注浆管座铰接、另一端与注浆管座通过注浆套管扳手可拆卸连接。

2.根据权利要求1所述的一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，其特征在于：所述手爪包括与三级手臂另一端部连接的手爪基座、设置在手爪基座上的轴座、设置在轴座中的转动轴、设置在转动轴上的圆盘、设置在转动轴端部的长方形薄片、对称设置在手爪基座上的两个手爪液压缸，每个手爪液压缸的缸杆端固连有一固定滑块，每个固定滑块上设置有一圆柱销，每个转动轴上对称设置有两个S型曲线槽，两个圆柱销设置在对应的S型曲线槽中，所述长方形薄片与圆盘之间的距离等于辅袋的厚度。

3.根据权利要求2所述的一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，其特征在于：所述S型曲线槽在转动轴上具有90°转角，且转角方向相同；当手爪液压缸伸出时，滑块一起伸出，此时转动轴会因滑块带动而旋转90°，转动轴带动长方形薄片和圆盘一起旋转90°，实现抓取或施放；当液压缸缩回时，转动轴反向转动90°，转动轴带动长方形薄片和圆盘一起反向旋转90°实现对辅袋的施放或抓取。

4.根据权利要求1或2或3所述的一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，其特征在于：所述主动轮包括主动轮轮套和设置在主动轮轮套内的麦克纳姆轮。

5.根据权利要求1或2或3所述的一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，其特征在于：所述从动轮包括设置在管路卡动臂的从动轮轮套、设置在从动轮轮套中的从动轴、设置在从动轴上的万向轮。

6.根据权利要求4所述的一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，其特征在于：所述从动轮包括设置在管路卡动臂的从动轮轮套、设置在从动轮轮套中的从动轴、设置在从动轴上的万向轮。

# 一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，属于海洋工程领域。

## 背景技术

[0002] 海底管道属于海洋作业工程，在海洋工程中，海底管道在服役期间常由于海底冲刷等原因形成海底管道的悬跨现象，即海底管道与海床表面出现不直接接触的悬空段。在海底管道悬跨现象产生后，海底管道将承受额外的轴向应力、径向应力、疲劳载荷，严重地威胁了海底管道安全运营。故在海上油气田生产建设中，初期设计阶段要充分考虑海底管道的悬跨现象，并尽量避免在海底管道出现悬跨现象，对于服役期间的海底管道，如果出现悬跨现象，要采取必要的检测措施和预防备案，保证在悬跨现象出现时尽早完成对悬跨现象的处理，排除险情，化解危机。如今，海底管道悬跨治理的方法众多，辅袋式灌浆填充法通常是最有效且最高效的方法。其主要采用灌浆袋来支撑海底管道的悬跨段，保证了海底管道在运营期间的可靠性、安全性，因此对于海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置的研究和设计，可以保障海上油田生产系统安全运行，保护海运环境免遭破坏，其意义是十分明显和重要的。

## 发明内容

[0003] 本发明的目的是为了提供一种海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置。

[0004] 本发明的目的是这样实现的：包括液压阀与辅袋箱机构、卡紧移动机构和机械臂，所述液压阀与辅袋机构包括底板、设置在底板下端的辅袋箱，所述卡紧移动机构有两套且分别对称设置在底板的两侧，每个卡紧移动机构包括与底板固连的倒置的V型架、设置在倒置的V型架上端的两个液动马达台座、设置在液动马达台座上的液动马达，每个液动马达的输出端连接一主动轴，每个主动轴上设置有一主动轮，倒置的V型架的两端部分别铰接有管路卡动臂，且在每个管路卡动臂与倒置的V型架之间设置有液压缸，每个管路卡动臂上还设置有一从动轮；所述机械臂有四个分别设置在底板的四个角上，每个机械臂包括设置在底板上的手臂基座、一级手臂、二级手臂、三级手臂，一级手臂的一端设置有两个铰接点，所述手臂基座上设置有两个铰接点、且其中一个铰接点与一级手臂的一个铰接点铰接、另一个铰接点铰接哟一级液压缸，一级液压缸的端部与一级手臂的另一个铰接点铰接，所述一级手臂的另一端与二级手臂上段铰接，二级手臂的一端与一级手臂的中间位置设置有三级液压缸，二级手臂的另一端与三级手臂一端铰接，三级手臂的另一端设置有手爪，在二级手臂的下段与三级手臂的中间位置之间设置有二级液压缸，在一级手臂、二级手臂、三级手臂上还分别设置有至少一个注浆套管，每个注浆套管包括设置在对应手臂上的注浆管座、半圆形的注浆管活动套，注浆管座一端是水平座、另一端是半圆形结构，半圆形的注浆管活动套的一端与注浆管座铰接、另一端与注浆管座通过注浆套管扳手可拆卸连接。

[0005] 本发明还包括这样一些结构特征：

[0006] 1.所述手爪包括与三级手臂另一端部连接的手爪基座、设置在手爪基座上的轴座、设置在轴座中的转动轴、设置在转动轴上的圆盘、设置在转动轴端部的长方形薄片、对称设置在手爪基座上的两个手爪液压缸，每个手爪液压缸的缸杆端固连有一固定滑块，每个固定滑块上设置有一圆柱销，每个转动轴上对称设置有两个S型曲线槽，两个圆柱销设置在对应的S型曲线槽中，所述长方形薄片与圆盘之间的距离等于辅袋的厚度。

[0007] 2.所述S型曲线槽在转动轴上具有90°转角，且转角方向相同；当手爪液压缸伸出时，滑块一起伸出，此时转动轴会因滑块带动而旋转90°，转动轴带动长方形薄片和圆盘一起旋转90°，实现抓取或施放；当液压缸缩回时，转动轴反向转动90°，转动轴带动长方形薄片和圆盘一起反向旋转90°实现对辅袋的施放或抓取。

[0008] 3.所述主动轮包括主动轮轮套和设置在主动轮轮套内的麦克纳姆轮。

[0009] 4.所述从动轮包括设置在管路卡动臂的从动轮轮套、设置在从动轮轮套中的从动轴、设置在从动轴上的万向轮。

[0010] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：弥补了当前国内外辅袋填充领域的空白，提出和设计了海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置，通过该装置，实现对海底管道悬跨现象进行自动检测、填充，及时发现险情，排除故障，保证海底管道长期安全的生产运营。

## 附图说明

[0011] 图1是本发明的海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置轴测图；

[0012] 图2是本发明的卡紧移动机构与液压阀、辅袋箱机构轴侧图；

[0013] 图3是本发明的卡紧移动机构马达驱动部分剖面图；

[0014] 图4是本发明的卡紧移动机构摆动部分剖面图；

[0015] 图5是本发明的从动轮I-14轴侧图；

[0016] 图6是本发明的从动轮I-14剖面图；

[0017] 图7是本发明的主动轮I-11轴侧图；

[0018] 图8是本发明的主动轮I-11剖面图；

[0019] 图9是本发明的机械臂轴侧图；

[0020] 图10a和图10b分别是本发明的注浆套管的主视图和侧视图；

[0021] 图11是本发明的手爪轴侧图；

[0022] 图12是本发明的手爪剖面图。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0024] 本发明的海底悬跨管道爬管移动式辅袋装置由卡紧移动机构、机械臂、液压阀与辅袋箱机构组成。机械臂包括手臂与手爪，作业过程中母船将该装置释放到工作区域，装置首先在管道上通过卡紧移动机构进行卡紧，然后可以沿着管道进行移动，当发现有需要进行灌浆填充的悬跨部位时，装置移动到相应的地点，通过机械臂抓取辅袋，并固定到铺设地点，然后进行灌浆操作，完成灌浆操作后释放辅袋，并抓取下一个辅袋，重复上述步骤多次，直至完成该处填充作业。

[0025] 海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置总体采用包络式结构设计，通过卡紧移动机构实现对海底管道的卡紧和分离以及实现轴向和周向的运动，通过机械臂实现对辅袋的定位和安放，通过手爪实现对辅袋的抓取和释放，通过液压系统实现对各个运动提供动力源，在各个机构、系统、以及软硬件的配合下，实现作业任务，其电力源和水泥浆均由母船提供。

[0026] 所述的卡紧移动机构由马达驱动部分和摆动部分组成，摆动部分是2个由卡紧液压缸驱动的部件与从动轮系构成的，这部分部件与马达驱动部分通过销轴连接，这根销轴是一根细长的轴，轴的中段穿过装置马达驱动部分，两端穿过卡紧移动机构的摆动部分。马达驱动部分是两个倒置的V型架与主动轮系构成的，每个V型架两端各布置一个液动马达，通过液动马达台座的螺钉连接到V型架上，液动马达台座另一端连接的是液动马达，液动马达通过圆锥销和主动轴相连，通过主动轴带动主动轮运动，主动轮是麦克纳姆轮，其与海底管道接触且处于海底管道上方，通过麦克纳姆轮，提供对装置的主要支撑力，麦克纳姆轮接触支撑的优点与万向轮相同，均可以起到对海底管道和装置的保护作用。V型架I-6通过螺纹连接方式与装置底板Ⅱ-2连接，底板是装置的龙骨，其不仅连接V型架，还连接了辅袋舱、机械臂。V型架采用前后布置的形式，因此卡紧移动机构马达驱动部分是两个V型架，摆动部分是2个活动臂。之所以选择采用V型架，除了对海底管道更好的包络形式外，其设计思想与轮船的龙骨相同，V架内侧受力，因此这种设计形式可以提高结构的强度，故选用了V型架的设计。

[0027] 所述的机械臂是指连接阀箱底板和手爪之间的部分，其作用是实现对辅袋的抓取和施放。抓取辅袋时，机械臂收回，一级液压缸和二级液压缸缩回，三级液压缸推出，一级手臂和二级、三级手臂紧贴，手爪伸进辅袋箱(舱)内抓取辅袋，实现抓取动作。施放辅袋时，要求保证位置的相对准确性，施放辅袋的过程，一级液压缸和二级液压缸推出，三级液压缸缩回，一级、二、三级手臂之间的距离变大。若手臂完全伸直，则可以达到近似垂直的状态，在此状态下，其伸长量可达2米，即满足设计要求，可以处理悬跨高度不大于两米的悬跨现象，当悬跨处不足两米时，通过调节液压缸的伸长量和缩短量来调整手臂伸出的长度，以及沿着径向的距离，第三级手臂通过该级液压缸的控制，可以进行角度大小的变化，保证对海底海床的尽量贴合，避免在灌浆过程中，因为定位不牢，导致辅袋位置发生变化。

[0028] 所述的主动轮和从动轮轮系包括主动轮系和从动轮系，主动轮系包括主动轴、麦克纳姆轮、深沟球轴承、轴承挡圈、轴键和轮套部件。主动轮是麦克纳姆轮，通过一组两个轮共同转动来确定运动的方向。从动轮系包括从动轴、万向轮、深沟球轴承、轴键和轮套部件。从动轮是万向轮，其大轮和小轮的轴线是垂直关系，万向轮在主动轮的作用下沿着海底管道外表面滚动，轴向运动时大轮转动，周向运动时小轮滚动。

[0029] 所述的手爪是抓取和施放辅袋的机构，由于其不仅要抓取和施放辅袋，还需要对辅袋在海底进行定位，因此需要承受一定的载荷，所以要采用特殊设计，图示的设计手爪不仅保证了承受载荷，也保证在移动辅袋的过程中，辅袋一定不会被海水冲走。因此，辅袋也要设计成专用辅袋，来保证与手爪的配合关系。手爪为一个长方形薄片，其旋转90°时，可以卡进辅袋中，实现对辅袋的抓取，当其反向旋转90°时，还可以实现对辅袋的施放。由于尺寸及质量限制，不方便采用现有的转动液压缸，因此手爪部分设计了专业液压缸。手爪液压缸有两个，液压缸所需要的推力和拉力均不大，只需要保证带动滑块运动即可，液压缸的缸筒

部分固定在手爪基座上，液压缸的缸杆则与固定滑块相连接。固定滑块仅在液压缸运动方向运动，其与转动轴可以产生相对滑动。转动轴是一根特制的轴，在轴上，开有两个S型的槽，每个槽从转动轴的顶端。到底端具有90°转角，且转角方向相同，当液压缸伸出时，滑块一起伸出，此时转动轴会因滑块带动而旋转90°，转动轴带动手爪一起旋转90°，实现抓取或施放，当液压缸缩回时，转动轴反向转动90°，实现对辅袋的施放或抓取。

[0030] 本发明的工作原理是：

[0031] 海底悬跨管道滚轮移动式机械手抓取铺袋装置主要包括三大部分：卡紧移动机构Ⅰ、液压阀与辅袋箱机构Ⅱ、机械臂Ⅲ，如图1所示。

[0032] 如图2所示，液压阀与辅袋箱机构由辅袋箱Ⅱ-1、底板Ⅱ-2组成。

[0033] 如图2、图3及图4所示，卡紧移动机构由马达驱动部分与摆动部分组成，卡紧移动机构的摆动部分由从动轮轮套Ⅰ-3、销轴Ⅰ-4、管路卡动臂Ⅰ-5、从动轮Ⅰ-14、键Ⅰ-15、从动轴Ⅰ-16、深沟球轴承Ⅰ-17、液压缸Ⅰ-18组成。在摆动部分中，从动轮轮套Ⅰ-3通过键Ⅰ-15与从动轴Ⅰ-16进行周向固定，从动轴Ⅰ-16与深沟球轴承Ⅰ-17采用过盈配合连接，深沟球轴承Ⅰ-17两端分别用轴肩与从动轮轮套Ⅰ-3进行轴向固定，从动轮轮套Ⅰ-3通过螺钉固定在管路卡动臂Ⅰ-5上。卡紧移动机构的马达驱动部分由液动马达Ⅰ-1、主动轮轮套Ⅰ-2、两个倒置的V型架Ⅰ-6、液动马达台座Ⅰ-7、销Ⅰ-8、主动轴Ⅰ-9、深沟球轴承Ⅰ-10、主动轮Ⅰ-11、键Ⅰ-12、套筒Ⅰ-13组成。在马达驱动部分，主动轴Ⅰ-9通过键Ⅰ-12与主动轮Ⅰ-11周向固定，主动轴Ⅰ-9与深沟球轴承Ⅰ-10采用过盈配合连接，深沟球轴承Ⅰ-10两端分别用套筒Ⅰ-13与主动轮轮套Ⅰ-2进行轴向固定，主动轴Ⅰ-9与液动马达Ⅰ-1的转轴利用销Ⅰ-8进行连接。液动马达台座Ⅰ-7一端连接液动马达Ⅰ-1，另一端通过螺钉连接到V型架Ⅰ-6上。液动马达通过主动轴Ⅰ-9带动主动轮Ⅰ-11运动。

[0034] 如图5、图6所示，从动轮由万向轮小轮Ⅰ-14-1、万向轮大轮Ⅰ-14-2、从动轴Ⅰ-16、深沟球轴承Ⅰ-17、轴键Ⅰ-14-3和从动轮轮套Ⅰ-3组成，由于从动轮系受到的轴向力很小，在海水环境中不存在冲击载荷，故其可以忽略，因此对轴承选用深沟球轴承Ⅰ-17。从动轮在主动轮的作用下沿着海底管道外表面滚动，轴向运动时大轮Ⅰ-14-2转动，周向运动时小轮Ⅰ-14-1滚动。

[0035] 如图7、图8所示，主动轮由、麦克纳姆轮Ⅰ-11-1、深沟球轴承Ⅰ-10、主动轴Ⅰ-9、轴键Ⅰ-11-2、轴承挡圈Ⅰ-11-3组成，麦克纳姆轮由大轮和小轮组成。麦克纳姆轮的大轮和小轮的轴线是垂直关系，通过一组两个轮共同转动来确定运动的方向。当两个轮子运动方向相同时，则轮系提供沿轴向运动的进给力，当两个轮子的运动方向不同时，就产生了周向运动，轴承挡圈Ⅰ-11-3的作用是保证对轴承Ⅰ-11-2和麦克纳姆轮Ⅰ-11-1的定位，避免产生沿主动轴沿着轴向的窜动，主动轴Ⅰ-9另一端提供圆锥销与液动马达的转动轴相连，实现动力从液动马达到主动轮的传递。

[0036] 如图9所示，机械臂结构由手臂基座Ⅲ-1、一级液压缸Ⅲ-2、一级手臂Ⅲ-3、三级液压缸Ⅲ-4、注浆套管Ⅲ-5、二级手臂Ⅲ-6、二级液压缸Ⅲ-7、三级手臂Ⅲ-8、手爪Ⅲ-9、销轴Ⅲ-10。如图10所示，注浆套管Ⅲ-5由注浆套管扳手Ⅲ-5-1、注浆管扳手卡台Ⅲ-5-2、注浆管扳手销轴Ⅲ-5-3、注浆管扳手卡台固定轴Ⅲ-5-4、注浆管座Ⅲ-5-5、注浆管活动套Ⅲ-5-6、注浆管销轴Ⅲ-5-7组成。其中一级手臂Ⅲ-3与一级液压缸Ⅲ-2通过螺栓固定在手臂基座Ⅲ-1上，手臂基座与主体底板相连，其连接方式为焊接，一级手臂Ⅲ-3与二级手臂Ⅲ-6之间

用销轴Ⅲ-10连接，二级手臂Ⅲ-6与三级手臂Ⅲ-8之间也用销轴连接，注浆套管Ⅲ-5与机械臂连接方式为焊接，三级液压缸Ⅲ-4通过销轴固定在一级手臂Ⅲ-3与二级手臂Ⅲ-6之间，二级液压缸Ⅲ-7通过销轴Ⅲ-9固定在二级手臂Ⅲ-6与三级手臂Ⅲ-8之间。在装置前面的两个手臂上，安装有注浆套管Ⅲ-5，注浆套管与机械臂连接方式为焊接。注浆管座Ⅲ-5-5与注浆管活动套Ⅲ-5-6通过注浆管销轴Ⅲ-5-7连接，注浆套管扳手Ⅲ-5-1与注浆管扳手卡台Ⅲ-5-2的相对运动可以实现注浆管座Ⅲ-5-5与注浆管活动套Ⅲ-5-6的夹紧与松开，注浆套管扳手Ⅲ-5-1与注浆管扳手销轴Ⅲ-5-7通过注浆管扳手卡台固定轴Ⅲ-5-4连接，当注浆套管扳手Ⅲ-5-1逆时针旋转时注浆管扳手卡台固定轴Ⅲ-5-4从注浆管扳手销轴Ⅲ-5-7的孔中抽出使注浆管座Ⅲ-5-5与注浆管活动套Ⅲ-5-6分开，反方向转动则可以使二者夹紧。

[0037] 如图11、图12所示，手爪Ⅲ-9由长方形薄片Ⅲ-9-1、转动轴Ⅲ-9-2、固定滑块Ⅲ-9-3、轴承端盖Ⅲ-9-4、手爪液压缸Ⅲ-9-5、手爪基座Ⅲ-9-6、轴承端盖Ⅲ-9-7、轴承端盖螺钉Ⅲ-9-8、深沟球轴承Ⅲ-9-9、毛毡、液压缸缸杆Ⅲ-9-10组成。转动轴Ⅲ-9-2通过轴肩定位在深沟球轴承Ⅲ-9-9上，深沟球轴承的两端定位在轴承端盖Ⅲ-9-7上，转动轴与轴承端盖之间用毛毡进行密封处理，转动轴的一端焊接有一个长方形薄片Ⅲ-9-1。手爪机构的液压缸Ⅲ-9-5有两个，液压缸的缸筒部分固定在手爪基座Ⅲ-9-6上，液压缸的缸杆Ⅲ-9-10则与固定滑块Ⅲ-9-3相连接。固定滑块仅在液压缸运动的方向上运动，其与转动轴可以产生相对滑动。手爪顶端是一个长方形薄片，其旋转90°时，可以卡进辅袋中，实现对辅袋的抓取，当其反向旋转90°时，实现对辅袋的释放。

[0038] 本发明的具体工作过程是：

[0039] 在执行任务前，首先由母船释放装置，潜至海底管道上方，通过卡紧移动机构实现对管道的卡紧，完成卡紧之后便可以沿着海底管道移动。移动过程中自动检测管道悬跨现象，并分析该处悬跨现象是否需要处理和是否能够处理，当需要机器人进行处理时，首先由机械臂在辅袋舱中抓取辅袋，然后机械臂将辅袋施放到相应位置，固定好辅袋后开始进行灌浆操作，在完成灌浆后，手爪松开辅袋，手臂收回，完成一次灌浆填充操作。重复以上步骤，待完成该处管道悬跨填充作业后，手臂收回，装置继续沿管道移动寻找下一处海底悬跨区域。具体如下：

[0040] 1.准备工作：在母船上将四个手臂基座上的注浆套管的扳手Ⅲ-5-1与卡台Ⅲ-5-2松开，将注浆管依次伸入一级、二级、三级机械臂的注浆套管中，最后将手臂基座上的注浆套管的扳手Ⅲ-5-1与卡台Ⅲ-5-2卡紧，至此注浆套管安装完成，准备工作完毕可以由母船释放装置。

[0041] 2.母船将装置释放到管道上方时，首先卡紧移动机构开始动作，卡紧移动机构摆动部分的液压缸I-18收缩，从而带动从动轮I-14压紧管道。这时卡紧移动机构马达驱动部分的液动马达I-1开始旋转，带动主动轮I-11的大轮与小轮沿着相同方向转动，这样主动轮可以沿着管道进行轴向运动，当检测到有海底悬跨现象时，液动马达I-1停止工作，整个装置停止轴向运动，机械臂开始动作。

[0042] 3.两侧四个机械臂同时运动，伸入两侧辅袋箱内开始抓取辅袋(也即位于辅袋箱同一侧的两个机械臂共同抓取一个辅袋)，具体动作如下：连接手臂基座Ⅲ-1和一级手臂Ⅲ-3的一级液压缸Ⅲ-2和连接二级手臂Ⅲ-6和三级手臂Ⅲ-8的二级液压缸Ⅲ-7缩回，连接一级手臂Ⅲ-3和二级手臂Ⅲ-6的三级液压缸Ⅲ-4推出，使一级手臂和二级、三级手臂紧贴，

手爪伸进辅袋舱内，然后手爪机构开始动作。

[0043] 4.手爪在捕捉动作开始前长方形薄片Ⅲ-9-1处于竖直状态(此处的竖直状态是指长方形薄片的长度方向与辅袋箱侧面所在的平面平行)，在捕捉动作开始后，先由固定在手爪基座上的液压缸Ⅲ-9-5无杆腔进油使液压缸杆向外伸出，带动固定在液压缸杆Ⅲ-9-10上的固定滑块Ⅲ-9-3运动，滑块在转动轴Ⅲ-9-2内有两个圆柱销，滑块运动时圆柱销在转动轴内的S型曲线槽内运动，从而带动转动轴转动。而转动轴的一端安装有长方形薄片Ⅲ-9-1，转动轴转动会带动长方形薄片Ⅲ-9-1与圆盘一起转动90°。辅袋的厚度是固定的并且与长方形薄片到圆盘的轴向距离相等。随着长方形薄片Ⅲ-9-1与圆盘的转动，长方形薄片的一侧慢慢地开始接触固定在辅袋舱中的辅袋，待转动完成后长方形薄片Ⅲ-9-1处于水平状态(此处的水平状态是指长方形薄片的长度方向与辅袋箱侧面所在的平面垂直)，辅袋卡紧在长方形薄片Ⅲ-9-1与圆盘之间。此时一侧辅袋箱内的两个机械手爪已经实现了对一个辅袋的夹紧。

[0044] 5.手爪机构抓取辅袋完成后，两侧四个机械臂再次开始动作，从辅袋箱内伸出，具体动作如下：连接手臂基座Ⅲ-1和一级手臂Ⅲ-3的一级液压缸Ⅲ-2和连接二级手臂Ⅲ-6和三级手臂Ⅲ-8的二级液压缸Ⅲ-7推出，连接一级手臂Ⅲ-3和二级手臂Ⅲ-6的三级液压缸Ⅲ-4缩回，使一级手臂和二级、三级手臂距离变大，直至完全伸直。然后由位于机械臂上的注浆套管Ⅲ-5内的注浆管进行注浆。在此状态下，手臂伸长量可达2米，即满足设计要求，可以处理悬跨高度不大于两米的悬跨现象，当悬跨处不足两米时，通过调节液压缸的伸长量和缩短量来调整手臂伸出的长度，以及沿着径向的距离，第三级手臂通过三级液压缸的控制，可以进行角度大小的改变，保证对海底海床的尽量贴合，避免在灌浆过程中，因为定位不牢，导致辅袋位置发生变化。

[0045] 6.灌浆完成后，固定在手爪基座Ⅲ-9-6上的液压缸有杆腔进油使液压缸杆向内缩回，带动固定在液压缸杆上的固定滑块Ⅲ-9-3运动，滑块在转动轴Ⅲ-9-2内有两个圆柱销，滑块运动时圆柱销在转动轴Ⅲ-9-2内的S型曲线槽内反向运动，从而带动转动轴反向转动。从而带动长方形薄片Ⅲ-9-1与圆盘反向转动90°，长方形薄片Ⅲ-9-1从水平状态转回到竖直状态，辅袋从长方形薄片与圆盘之间脱离，从而实现对辅袋的释放。

[0046] 7.至此，一次灌浆过程结束。为了使运动过程中手臂受到的海水阻力减小并且机械臂不会受到其他物体的阻碍，在非工作状态，将一级液压缸Ⅲ-2和二级液压缸Ⅲ-7缩回，三级液压缸Ⅲ-4推出，一级手臂和二级、三级手臂紧贴，这样就将装置的手臂收回，即类似抓取辅袋的状态。然后装置继续沿管道移动寻找下一处海底悬跨区域。

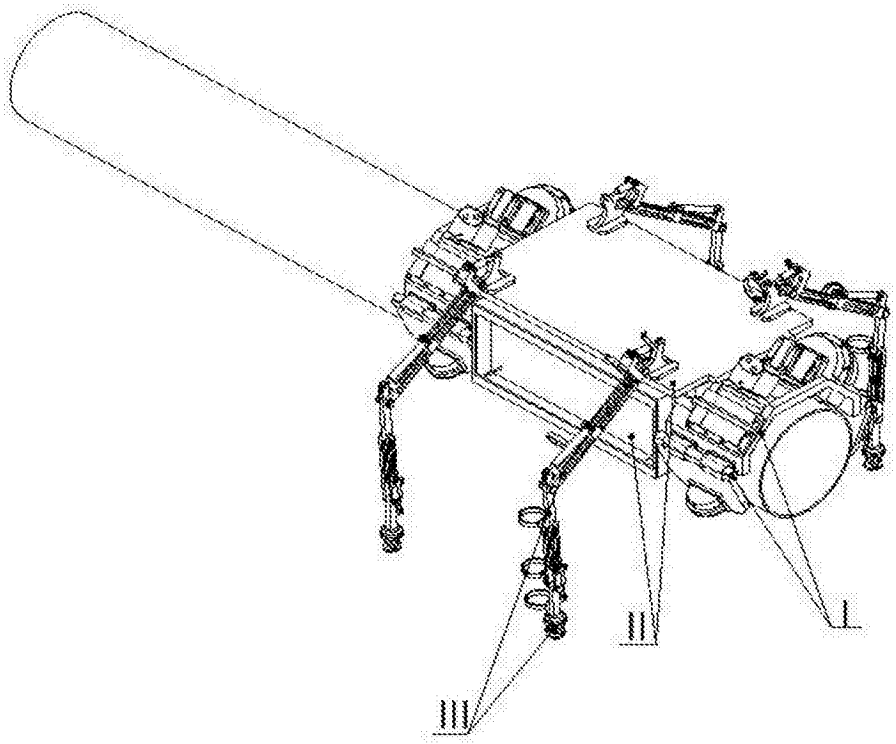



图1

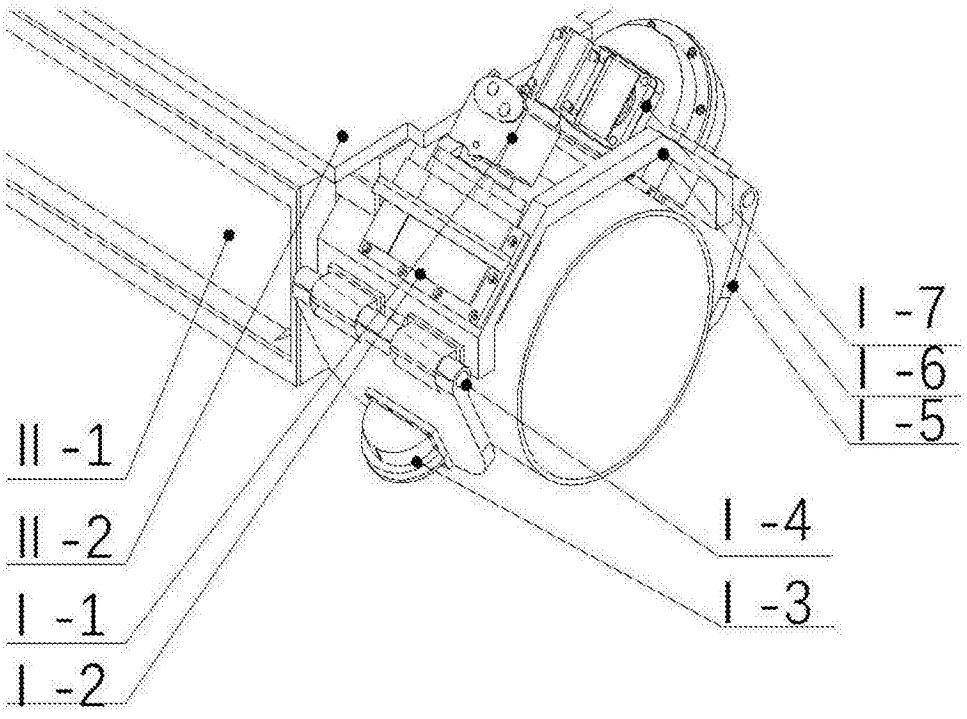



图2

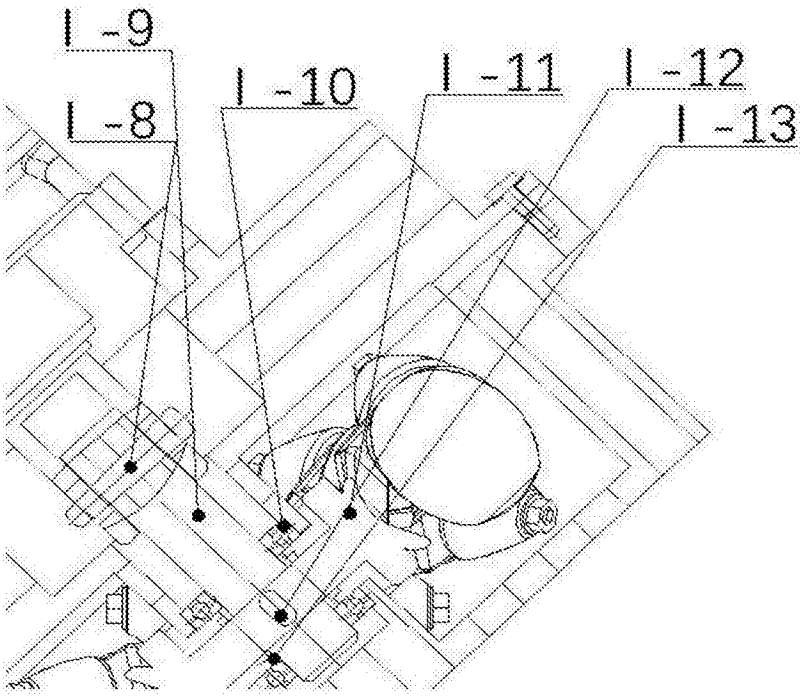



图3

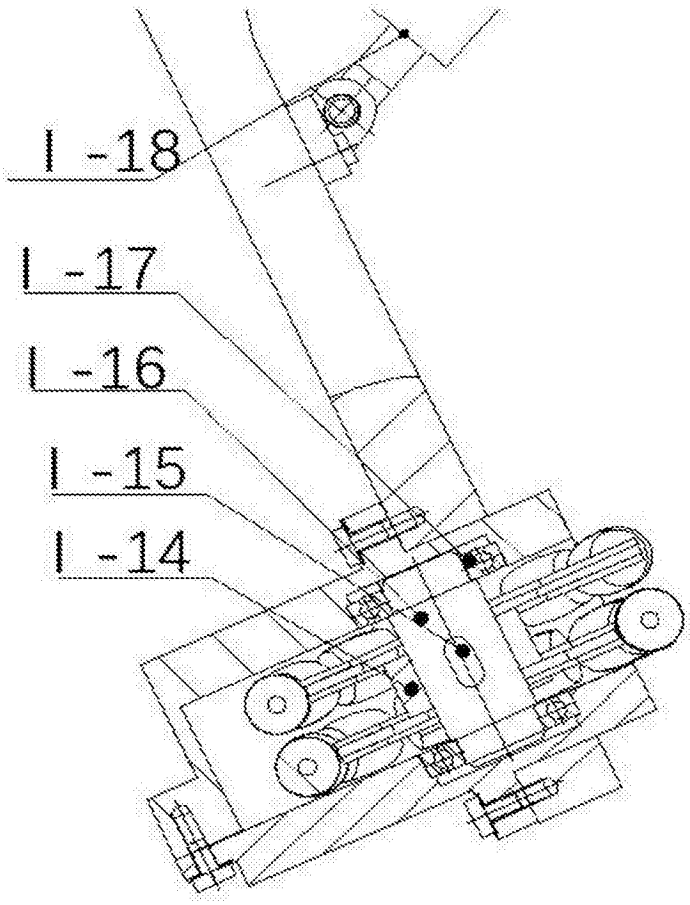



图4

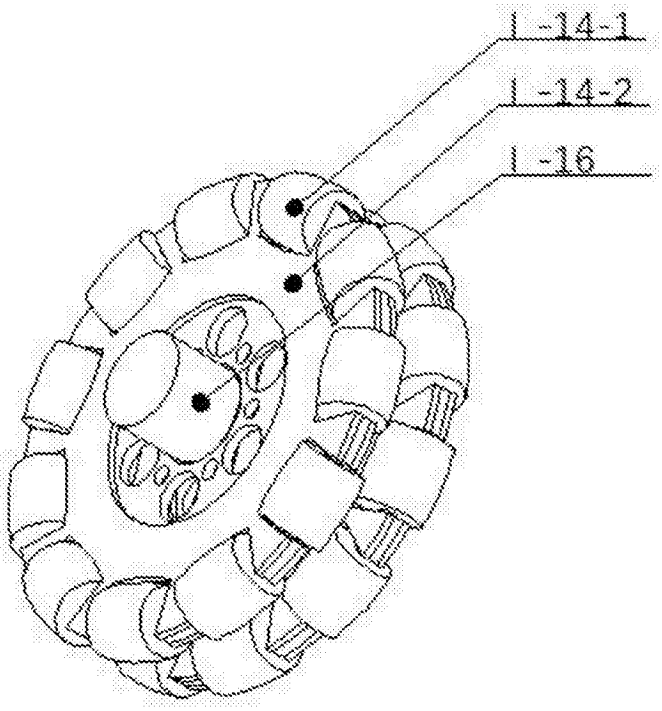



图5

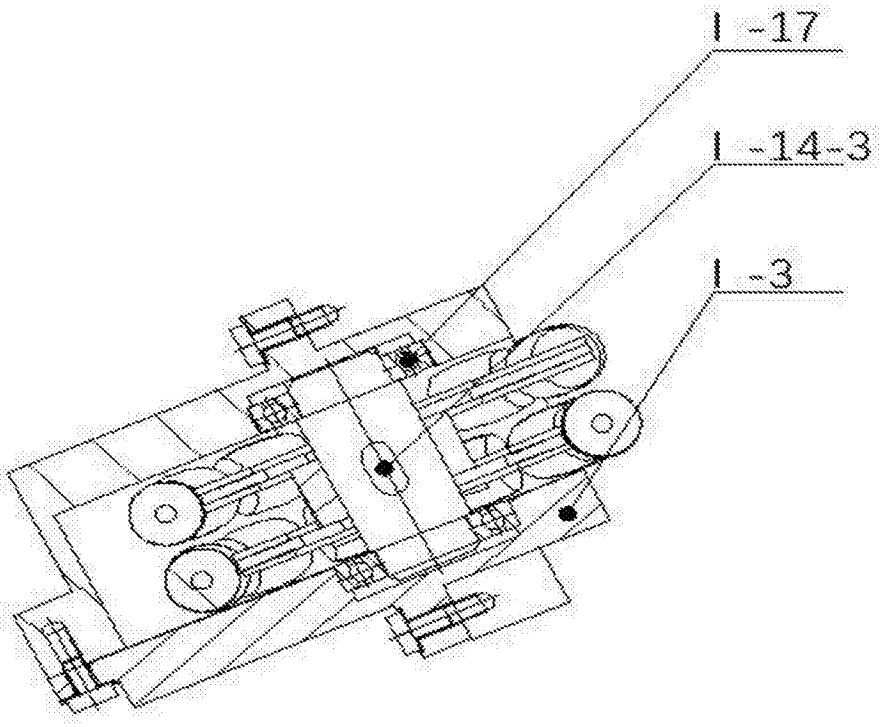



图6

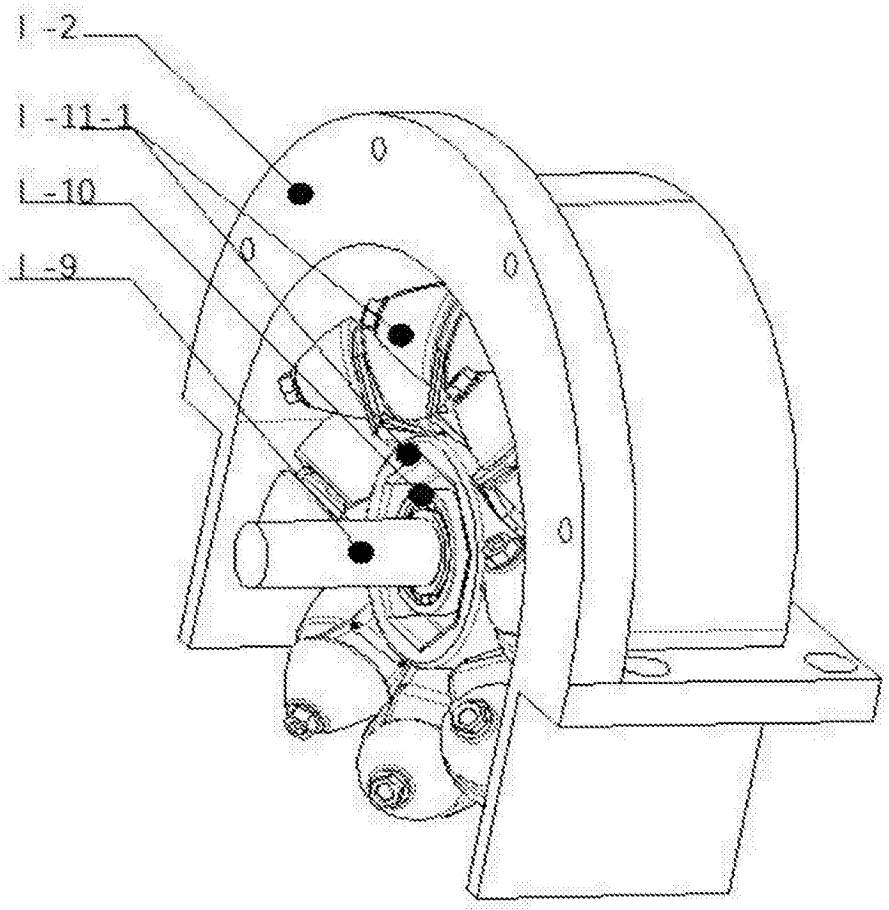



图7

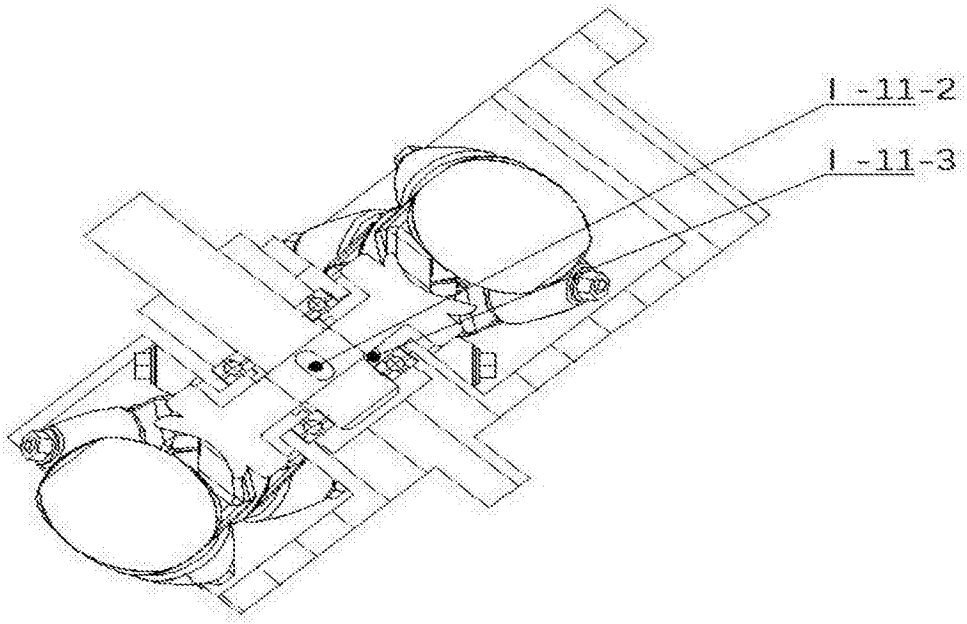



图8

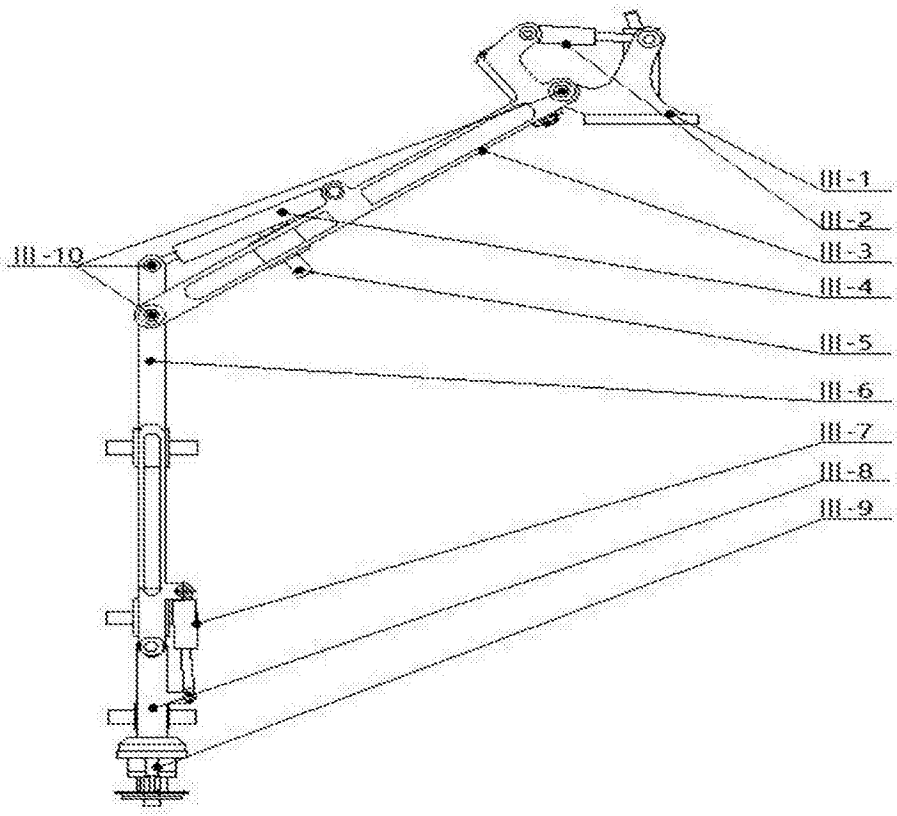

III-1
III-2
III-3
III-4
III-5
III-6
III-7
III-8
III-9
III-10

图9

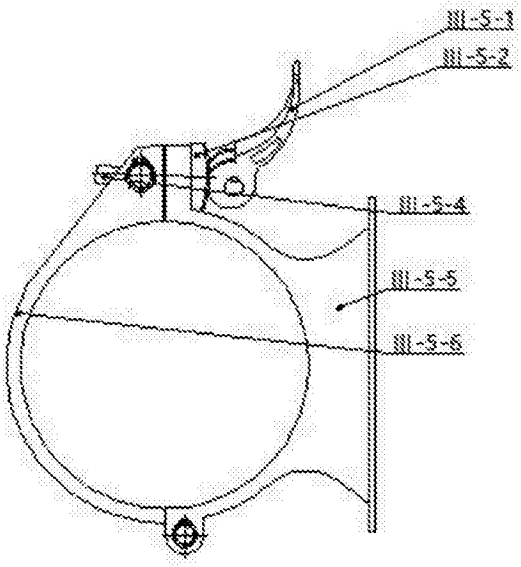

III-5-1
III-5-2
III-5-4
III-5-5
III-5-6

图10a

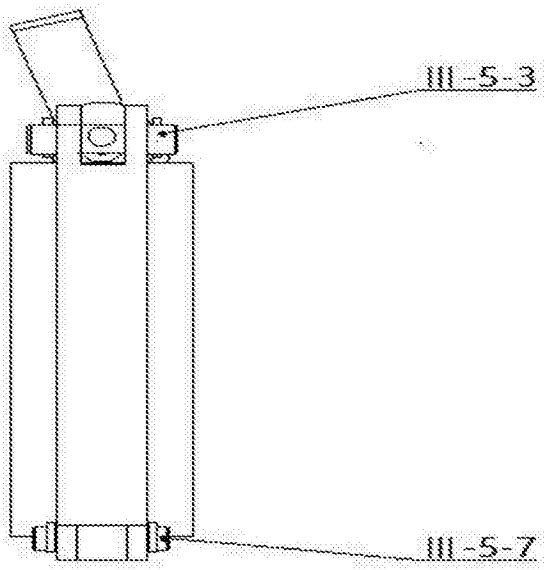



图10b

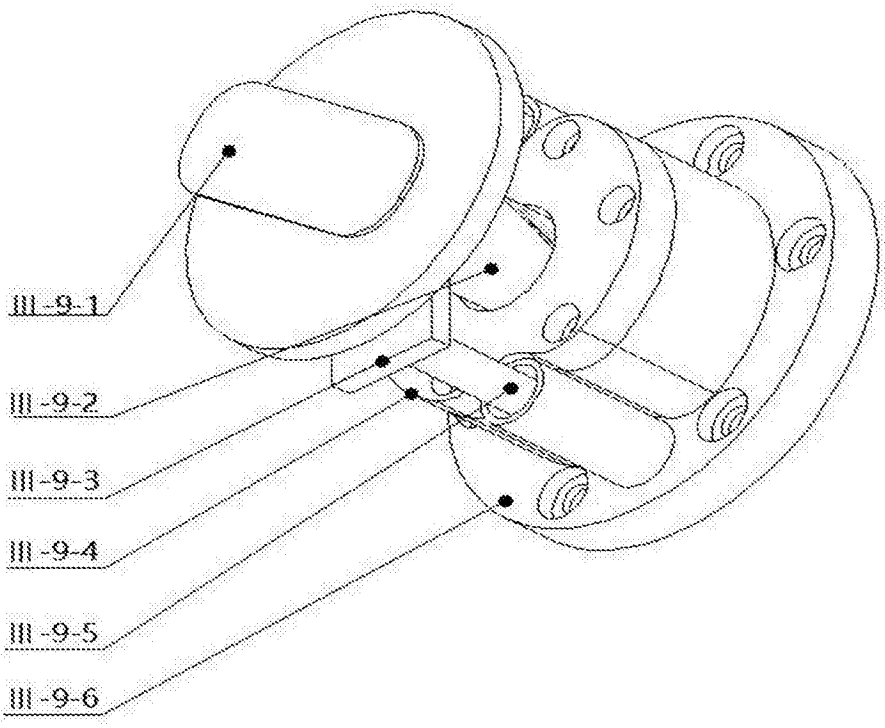



图11

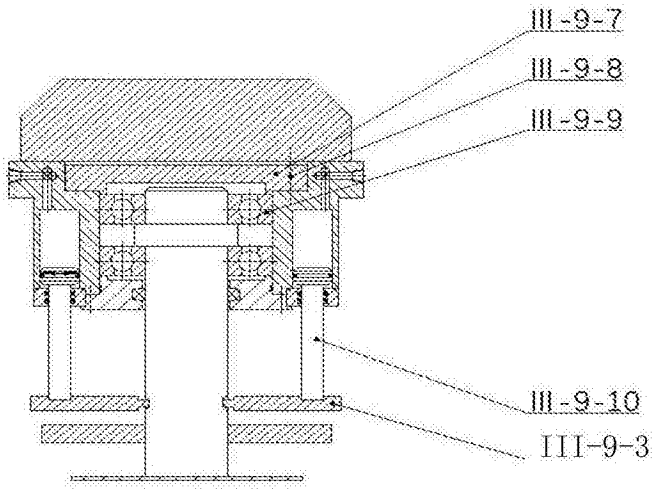



图12