



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105781563 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(21)申请号 201610164582.6

(22)申请日 2016.03.22

(71)申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

(72)发明人 林文强 周溪桥 郑兴华

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

代理人 梁焱

(51)Int.Cl.

E21D 9/08(2006.01)

B25J 9/00(2006.01)

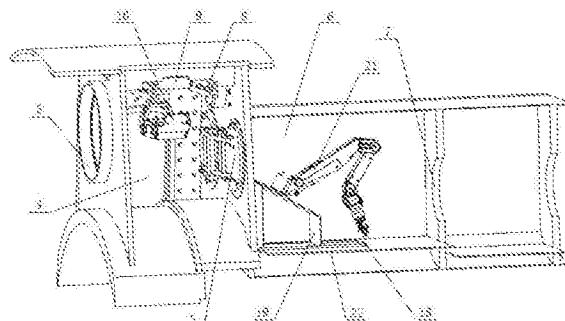
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置及其使用方法

(57)摘要

本发明一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置及其使用方法，所述泥水平衡盾构机最前端为刀盘，刀盘后面顺次布置有开挖舱、气垫舱及人闸舱；所述辅助换刀装置包括：气垫舱上部固接的第一滑轨，嵌装在第一滑轨上的移动滑台，机器人固接于移动滑台，人闸舱下部安装有第二滑轨，运送架架设在第二滑轨上，运送架上端设置有第二安装座，换刀机械臂安装在第二安装座上，换刀机械臂的前端安装有照明和摄像装置。在不改变原有盾构机舱门及空间结构的基础上，增加的辅助换刀装置，可有效提高换刀效率、降低换刀成本、保障操作人员的安全，完成刀具的磨损检测及更换，提高了泥水平衡盾构机换刀作业的自动化水平，实现合理、安全、高效的换刀作业。



1. 一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，用于辅助泥水平衡盾构机进行换刀作业，所述泥水平衡盾构机最前端为刀盘，所述刀盘后面顺次布置有开挖舱、气垫舱及人闸舱，所述气垫舱位于开挖舱后，所述人闸舱位于气垫舱后，且所述开挖舱后部开设有第一舱门，通过所述第一舱门与气垫舱连通，所述气垫舱后部开设有第二舱门，通过所述第二舱门与人闸舱连通，所述人闸舱后部开设有第三舱门，作业人员通过所述第三舱门进入所述人闸舱，其特征在于：

所述辅助换刀装置包括：所述气垫舱上部固接的第一滑轨，嵌装在所述第一滑轨上的移动滑台，所述移动滑台可沿所述第一滑轨滑动，机器人固接于所述移动滑台；所述机器人包括第一螺旋摆动缸，所述第一螺旋摆动缸上端固接于移动滑台，其下端固接机器人大臂，可带动机器人大臂沿第一螺旋摆动缸的中心轴转动，所述机器人大臂下端为开口设置，所述开口端之间设置有第二螺旋摆动缸，所述第二螺旋摆动缸的缸体一侧固接有机器人中臂一端，可带动机器人中臂沿第二螺旋摆动缸的中心轴转动，所述机器人中臂另一端固接第三螺旋摆动缸的缸体一侧，所述第三螺旋摆动缸的缸体两端固接有机器人前臂，可带动机器人前臂沿第三螺旋摆动缸的中心轴转动，机器人前臂远离第三螺旋摆动缸的一端固接第一安装座，所述人闸舱下部安装有第二滑轨，运送架架设在所述第二滑轨上，运送架可沿所述第二滑轨滑动，运送架上端设置有第二安装座，换刀机械臂安装在所述第二安装座上，换刀机械臂的前端安装有照明和摄像装置。

2. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述第一螺旋摆动缸上端通过缸体法兰固接于移动滑台的上端面，其下端通过输出法兰固接机器人大臂，带动机器人大臂沿第一螺旋摆动缸的中心轴做180°的回转运动。

3. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述机器人大臂为V型结构或U型结构，V型或U型结构的开口端之间通过法兰固接第二螺旋摆动缸。

4. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述第二螺旋摆动缸带动机器人中臂沿第二螺旋摆动缸的中心轴做120°的回转运动。

5. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述第三螺旋摆动缸带动机器人前臂沿第三螺旋摆动缸的中心轴做120°的回转运动。

6. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述机器人中臂为方形结构，所述机器人前臂为U型结构。

7. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述人闸舱下部设置有底板，用以调整运送架和第二舱门的相对高度，方便换刀机械臂进入气垫舱中，所述第二滑轨设置在所述底板上端面。

8. 根据权利要求1所述的一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，其特征在于：所述换刀机械臂为液压驱动七功能水下机械手。

9. 根据权利要求1所述的泥水平衡盾构机辅助换刀装置的使用方法，其特征在于：具体步骤如下：

第一步：在需要进行换刀时，关闭驱动刀盘转动的电机，使刀盘停止转动，排出开挖舱及气垫舱内的泥浆，并注入压缩空气至工作压力；

第二步：打开第三舱门，作业人员携带新刀具通过第三舱门进入所述人闸舱，关闭第三舱门，舱内升压至工作压力；

第三步：打开第二舱门，机器人在移动滑台上移动，同时机器人转动一定角度，将机器人前臂运动至第二舱门处，运送架带动换刀机械臂在第二滑轨上滑动，将换刀机械臂运送至第二舱门处，作业人员将换刀机械臂推送至第一安装座上，并进行安装；

第四步：完成安装后，机器人带动换刀机械臂运动至气垫舱中，作业人员也通过第二舱门进入气垫舱中，将第一舱门打开，然后返回至人闸舱中，将第二舱门关闭；

第五步：机器人在移动滑台上移动，同时机器人转动一定角度，将换刀机械臂通过第一舱门运送入开挖舱中，进行换刀作业。

10. 根据权利要求9所述的方法，其特征在于：所述第五步中换刀作业的具体步骤如下：

①由换刀机械臂上的照明及摄像装置对刀盘上滚刀的磨损情况进行检查，由换刀机械臂末端的换刀头将需要更换的旧滚刀从刀盘的刀箱内解锁并提取出来；

②在机器人的作用下，换刀机械臂携带旧滚刀按进舱路线原路返回到气垫舱内，作业人员将第二舱门打开，并将运送架推至舱门附近；

③换刀机械臂将旧滚刀放到运送架上，作业人员将旧滚刀从运送架上取下，并通过运送架将新滚刀置于换刀头上；

④在机器人的作用下，换刀机械臂沿原路线返回至开挖舱中，并将新刀具插入刀盘的滚刀箱内，并进行锁紧，完成换刀作业；

⑤重复上述滚刀更换作业，将刀盘上的其他滚刀进行检查更换。

一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置及其使用方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及工程机械技术领域，具体涉及一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置及其使用方法。

背景技术：

[0002] 盾构机作业时主要是通过刀盘来完成掌子面岩土的破碎剥离。在施工中，盾构机会遇到各种不同的复杂地层，故刀盘的受力情况相当复杂，极易造成刀盘上刀具的磨损，这严重制约了盾构机的掘进效率。围绕上述问题而进行的研究主要分为两个方面：一方面是提高盾构机刀具的使用寿命；另一方面就是发展盾构机换刀的相应技术。

[0003] 目前比较成熟的换刀技术主要有常压换刀、带压换刀和使用竖井换刀。其中，常压换刀对地质条件要求较高，不易满足；带压换刀的技术门槛高，很多施工单位尚未掌握盾构机带压进舱作业的关键技术；而使用竖井换刀时间长、对环境破坏较大，且不适合在城市的一些重要地点施工。此外，以上换刀技术都需要作业人员进入开挖舱，而该舱内环境恶劣，尤其带压换刀，高压环境将使作业人员承受极大的安全风险。

[0004] 针对上述问题，如何合理、经济地更换盾构机刀具，并保证作业人员的安全已经成为盾构施工中一个重要的研究方向。因此，有必要研制一种适用于盾构机换刀作业的辅助换刀装置来提高换刀效率、降低换刀成本、保障操作人员的安全。

发明内容：

[0005] 本发明的目的是提供一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置及其使用方法，用于刀具磨损检测及更换，可有效提高换刀效率、降低换刀成本、保障操作人员的安全。

[0006] 为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0007] 一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，用于辅助泥水平衡盾构机进行换刀作业，所述泥水平衡盾构机最前端为刀盘，所述刀盘后面顺次布置有开挖舱、气垫舱及人闸舱，所述气垫舱位于开挖舱后，所述人闸舱位于气垫舱后，且所述开挖舱后部开设有第一舱门，通过所述第一舱门与气垫舱连通，所述气垫舱后部开设有第二舱门，通过所述第二舱门与人闸舱连通，所述人闸舱后部开设有第三舱门，作业人员通过所述第三舱门进入所述人闸舱，所述辅助换刀装置包括：所述气垫舱上部固接的第一滑轨，嵌装在所述第一滑轨上的移动滑台，所述移动滑台可沿所述第一滑轨滑动，机器人固接于所述移动滑台；所述机器人包括第一螺旋摆动缸，所述第一螺旋摆动缸上端固接于移动滑台，其下端固接机器人大臂，可带动机器人大臂沿第一螺旋摆动缸的中心轴转动，所述机器人大臂下端为开口设置，所述开口端之间设置有第二螺旋摆动缸，所述第二螺旋摆动缸的缸体一侧固接有机器人中臂一端，可带动机器人中臂沿第二螺旋摆动缸的中心轴转动，所述机器人中臂另一端固接第三螺旋摆动缸的缸体一侧，所述第三螺旋摆动缸的缸体两端固接有机器人前臂，可带动机器人前臂沿第三螺旋摆动缸的中心轴转动，机器人前臂远离第三螺旋摆动缸的一端固接第一安装座，所述人闸舱下部安装有第二滑轨，运送架架设在所述第二滑轨上，运送架可沿所述第二

滑轨滑动，运送架上端设置有第二安装座，换刀机械臂安装在所述第二安装座上，换刀机械臂的前端安装有照明和摄像装置。

[0008] 所述第一螺旋摆动缸上端通过缸体法兰固接于移动滑台的上端面，其下端通过输出法兰固接机器人大臂，可带动机器人大臂沿第一螺旋摆动缸的中心轴做180°的回转运动。

[0009] 所述机器人大臂为V型结构或U型结构，V型或U型结构的开口端之间通过法兰固接第二螺旋摆动缸。

[0010] 所述第二螺旋摆动缸可带动机器人中臂沿第二螺旋摆动缸的中心轴做120°的回转运动。

[0011] 所述第三螺旋摆动缸可带动机器人前臂沿第三螺旋摆动缸的中心轴做120°的回转运动。

[0012] 所述机器人中臂为方形结构。

[0013] 所述机器人前臂为U型结构。

[0014] 所述第一安装座为正方形。

[0015] 所述人闸舱下部设置有底板，用以调整运送架和第二舱门的相对高度，方便换刀机械臂进入气垫舱中，所述第二滑轨设置在所述底板上端面。

[0016] 所述换刀机械臂为液压驱动七功能水下机械手。

[0017] 上述泥水平衡盾构机辅助换刀装置的使用方法，具体步骤如下：

[0018] 第一步：在需要进行换刀时，关闭驱动刀盘转动的电机，使刀盘停止转动，排出开挖舱及气垫舱内的泥浆，并注入压缩空气至工作压力；

[0019] 第二步：打开第三舱门，作业人员携带新刀具通过第三舱门进入所述人闸舱，关闭第三舱门，舱内升压至工作压力；

[0020] 第三步：打开第二舱门，机器人在移动滑台上移动，同时机器人转动一定角度，将机器人前臂运动至第二舱门处，运送架带动换刀机械臂在第二滑轨上滑动，将换刀机械臂运送至第二舱门处，作业人员将换刀机械臂推送至第一安装座上，并进行安装；

[0021] 第四步：完成安装后，机器人带动换刀机械臂运动至气垫舱中，作业人员也通过第二舱门进入气垫舱中，将第一舱门打开，然后返回至人闸舱中，将第二舱门关闭；

[0022] 第五步：机器人在移动滑台上移动，同时机器人转动一定角度，将换刀机械臂通过第一舱门运送入开挖舱中，进行换刀作业。

[0023] 所述第五步中换刀作业的具体步骤如下：

[0024] ①由换刀机械臂上的照明及摄像装置对刀盘上滚刀的磨损情况进行检查，由换刀机械臂末端的换刀头将需要更换的旧滚刀从刀盘的刀箱内解锁并提取出来；

[0025] ②在机器人的作用下，换刀机械臂携带旧滚刀按进舱路线原路返回到气垫舱内，作业人员将第二舱门打开，并将运送架推至舱门附近；

[0026] ③换刀机械臂将旧滚刀放到运送架上，作业人员将旧滚刀从运送架上取下，并通过运送架将新滚刀置于换刀头上；

[0027] ④在机器人的作用下，换刀机械臂沿原路线返回至开挖舱中，并将新刀具插入刀盘的滚刀箱内，并进行锁紧，完成换刀作业；

[0028] ⑤重复上述滚刀更换作业，将刀盘上的其他滚刀进行检查更换。

[0029] 本发明一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置及其使用方法的有益效果：在不改变原有盾构机舱门及空间结构的基础上，增加的辅助换刀装置，可有效提高换刀效率、降低换刀成本、保障操作人员的安全，完成刀具的磨损检测及更换，在刀具的检测过程及更换过程中，让作业人员远离开挖舱的恶劣环境，给作业人员提供更加安全的工作环境，提高了泥水平衡盾构机换刀作业的自动化水平，实现合理、安全、高效的换刀作业，可广泛地应用到工程机械领域，给盾构机换刀技术带来较大进步。

附图说明：

- [0030] 图1为泥水平衡盾构机的结构示意图；
- [0031] 图2为泥水平衡盾构机辅助换刀装置的结构示意图；
- [0032] 图3为机器人的机构示意图；
- [0033] 图4为泥水平衡盾构机辅助换刀装置在第二舱门处的状态示意图；
- [0034] 图5为泥水平衡盾构机辅助换刀装置在气垫舱中的状态示意图；
- [0035] 图6为泥水平衡盾构机辅助换刀装置在开挖舱中的状态示意图；
- [0036] 1-刀盘,2-开挖舱,3-第一舱门,4-气垫舱,5-第二舱门,6-人闸舱,7-第三舱门,8-第一滑轨,9-移动滑台,10-机器人,11-第一螺旋摆动缸,12-机器人大臂,13-第二螺旋摆动缸,14-机器人中臂,15-第三螺旋摆动缸,16-机器人前臂,17-第一安装座,18-第二滑轨,19-运送架,20-第二安装座,21-换刀机械臂,22-底板,23-换刀头。

具体实施方式：

- [0037] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细说明。
- [0038] 根据图1～图3所示，一种泥水平衡盾构机辅助换刀装置，用于辅助泥水平衡盾构机进行换刀作业，泥水平衡盾构机最前端为刀盘1，刀盘1后面顺次布置有开挖舱2、气垫舱4及人闸舱，气垫舱4位于开挖舱2后，人闸舱6位于气垫舱4后，且开挖舱2后部开设有第一舱门3，通过第一舱门3与气垫舱4连通，气垫舱4后部开设有第二舱门5，通过第二舱门5与人闸舱6连通，人闸舱6后部开设有第三舱门7，作业人员通过第三舱门7进入人闸舱6；辅助换刀装置包括：气垫舱4上部固接的第一滑轨8，嵌装在第一滑轨8上的移动滑台9，移动滑台9可沿第一滑轨8滑动，机器人10固接于移动滑台9；机器人10包括第一螺旋摆动缸11，第一螺旋摆动缸11上端固接于移动滑台9，其下端固接机器人大臂12，可带动机器人大臂12沿第一螺旋摆动缸11的中心轴转动，机器人大臂12下端为开口设置，开口端之间设置有第二螺旋摆动缸13，第二螺旋摆动缸13的缸体一侧固接有机器人中臂14一端，可带动机器人中臂14沿第二螺旋摆动缸13的中心轴转动，且在本实施例中，机器人中臂14为方形结构，机器人中臂14另一端固接第三螺旋摆动缸15的缸体一侧，第三螺旋摆动缸15的缸体两端固接有机器人前臂16，可带动机器人前臂16沿第三螺旋摆动缸15的中心轴转动，在本实施例中，机器人前臂16为U型结构，机器人前臂16远离第三螺旋摆动缸15的一端固接正方形的第一安装座17，机器人具有3个转动自由度，由三个螺旋摆动缸来实现，选用的第一、第二、第三螺旋摆动缸均具有结构紧凑、输出扭矩大、摆动角度大等特点，能很好的适用于气垫舱4内的使用要求，其还具有1个平移自由度，由相配合的第一滑轨8和移动滑台9实现，机器人10吊挂在移动滑台9下方，并随着移动滑台9在气垫舱4内平稳移动，人闸舱6下部安装有第二滑轨18，运送架

19架设在第二滑轨18上,方便运送架19移动过程中的导向和限位,能够保证运送架19在静置和移动的过程中都不影响各个舱门的正常开闭,运送架19上端设置有第二安装座20,换刀机械臂21安装在第二安装座20上,运送架19可沿第二滑轨18滑动,用以运送换刀机械臂和刀具,换刀机械臂21的前端安装有照明和摄像装置(未图示),用以检测刀盘和刀具的磨损程度。

[0039] 进一步地,在本实施例中,第一螺旋摆动缸11上端通过缸体法兰固接于移动滑台9的上端面,其下端通过输出法兰固接机器人大臂12,可带动机器人大臂12沿第一螺旋摆动缸11的中心轴做180°的回转运动。

[0040] 进一步地,在本实施例中,机器人大臂12为V型结构或U型结构,V型或U型结构的开口端之间通过法兰固接第二螺旋摆动缸13。

[0041] 进一步地,在本实施例中,第二螺旋摆动缸13可带动机器人中臂14沿第二螺旋摆动缸13的中心轴做120°的回转运动。,

[0042] 进一步地,在本实施例中,第三螺旋摆动缸15可带动机器人前臂16沿第三螺旋摆动缸15的中心轴做120°的回转运动。

[0043] 进一步地,在本实施例中,人闸舱6下部设置有底板22,用以调整运送架19和第二舱门5的相对高度,方便换刀机械臂21进入气垫舱4中,第二滑轨18设置在底板22上端面。

[0044] 进一步地,在本实施例中,换刀机械臂21为液压驱动七功能水下机械手,可用于深海作业,能够承受开挖舱2内的高压及腐蚀环境,其具有的多个自由度及各关节的大角度运动范围,可保证换刀机械臂21顺利通过各个舱门,进入各个舱室,且液压驱动使得换刀机械臂具有较大的负载能力,可以抓取单体重量高达300kg的盾构机刀具。

[0045] 在换刀机械臂21端部设置有换刀头23,作为换刀机械臂的末端执行器,完成刀具的安装及拆卸,在本实施例中,换刀头为US2013/0045055A1中的换刀头,在其他实施例中,还可以选用其它形式换刀头。

[0046] 上述泥水平衡盾构机辅助换刀装置的使用方法,具体步骤如下:

[0047] 第一步:在需要进行换刀时,关闭驱动刀盘转动的电机,使刀盘1停止转动,由盾构机的排浆系统排出开挖舱2及气垫舱4内的泥浆,并注入压缩空气至工作压力;

[0048] 第二步:打开第三舱门7,作业人员携带新刀具通过第三舱门7进入人闸舱6,关闭第三舱门7,舱内升压至工作压力;

[0049] 第三步:打开第二舱门5,机器人10在移动滑台9上移动,同时机器人10转动一定角度,将机器人前臂16运动至第二舱门5处,运送架19带动换刀机械臂21在第二滑轨18上滑动,将换刀机械臂21运送至第二舱门5处,作业人员将换刀机械臂21推送至第一安装座17上,并进行安装,完成机器人和换刀机械臂的机械及电、液连接,如图4所示;

[0050] 第四步:完成安装后,机器人10带动换刀机械臂21运动至气垫舱4中,如图5所示,作业人员也通过第二舱门5进入气垫舱4中,将第一舱门3打开,然后返回至人闸舱6中,将第二舱门5关闭;

[0051] 第五步:机器人10在移动滑台9上移动,同时机器人10转动一定角度,机器人和换刀机械臂通过自身关节的运动,逐渐压缩体积,随移动滑台9运动至第一舱门3处,机器人10配合换刀机械臂21展开并调整方向,将换刀机械臂21通过第一舱门3运送入开挖舱2中,如图6所示,进行换刀作业,其具体步骤如下:

[0052] ①由换刀机械臂21上的照明及摄像装置对刀盘1上滚刀的磨损情况进行检查,由换刀机械臂末端的换刀头将需要更换的旧滚刀从刀盘1的刀箱内解锁并提取出来;

[0053] ②在机器人10的作用下,换刀机械臂21携带旧滚刀按进舱路线原路返回到气垫舱4内,作业人员将第二舱门5打开,并将运送架19推至舱门附近;

[0054] ③换刀机械臂21将旧滚刀放到运送架19上,作业人员将旧滚刀从运送架19上取下,并通过运送架19将新滚刀置于换刀头上;

[0055] ④在机器人10的作用下,换刀机械臂21沿原路线返回至开挖舱2中,并将新刀具插入刀盘1的滚刀箱内,并进行锁紧,完成换刀作业;

[0056] ⑤重复上述滚刀更换作业,将刀盘1上的其他滚刀进行检查更换。

[0057] 最后应该说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,尽管参照上述实施例对本发明进行了详细说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,而未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,其均应涵盖在本权利要求范围当中。

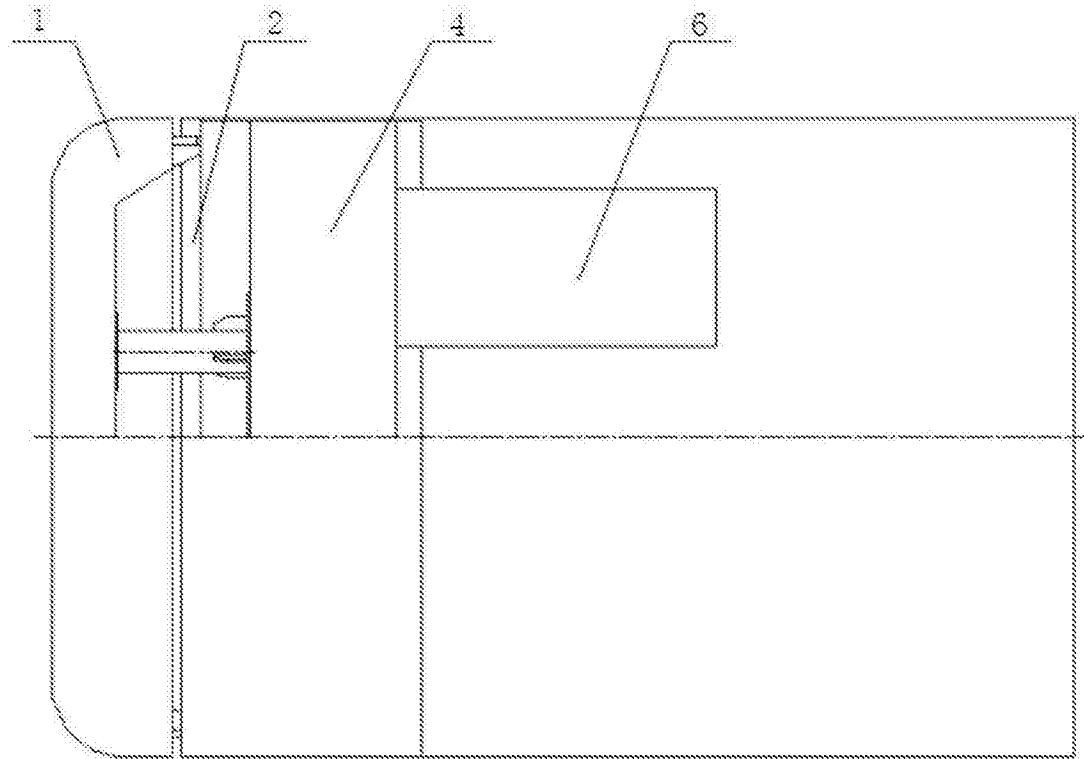


图1

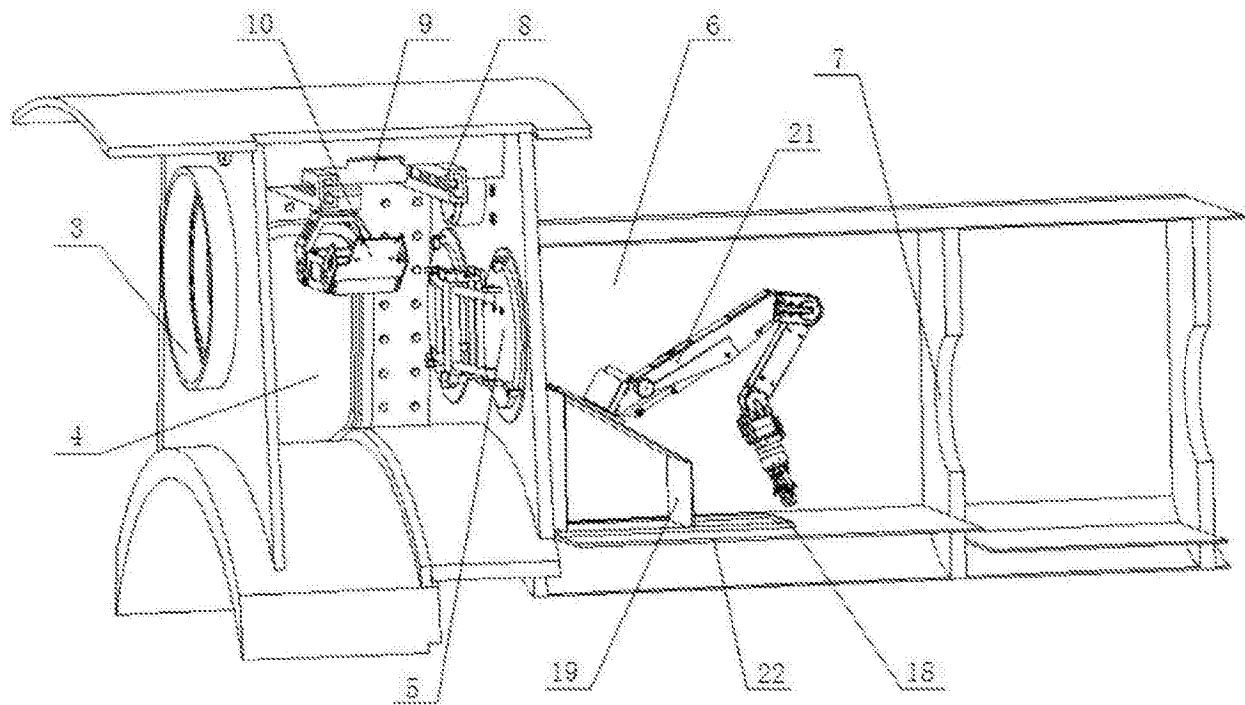


图2

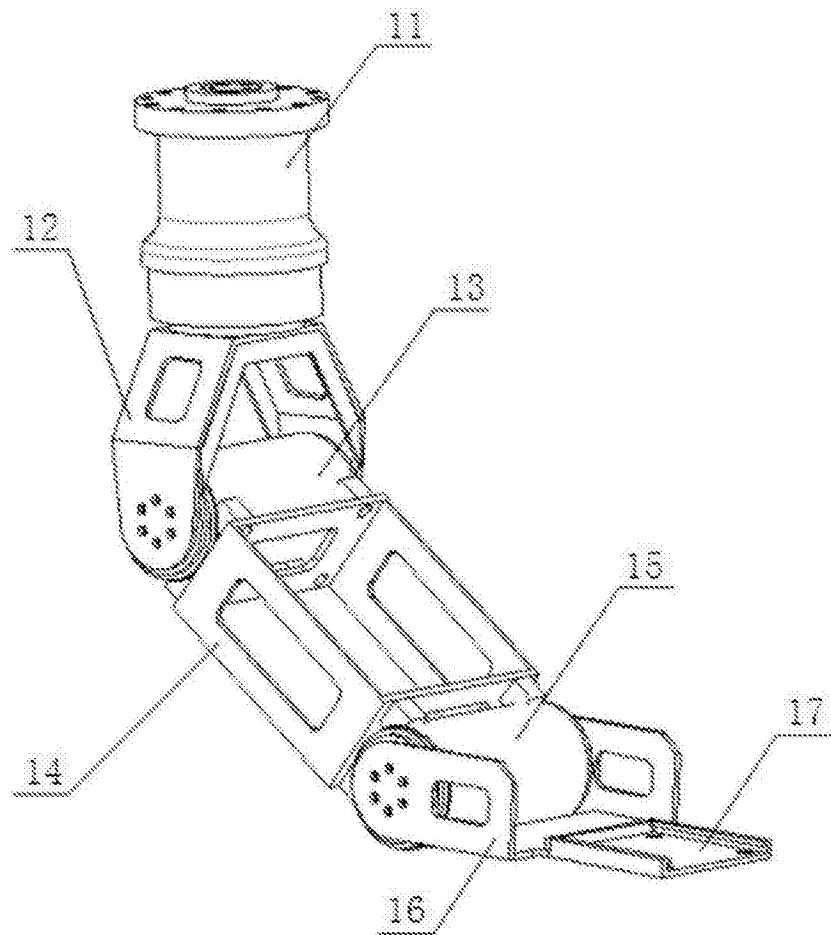


图3

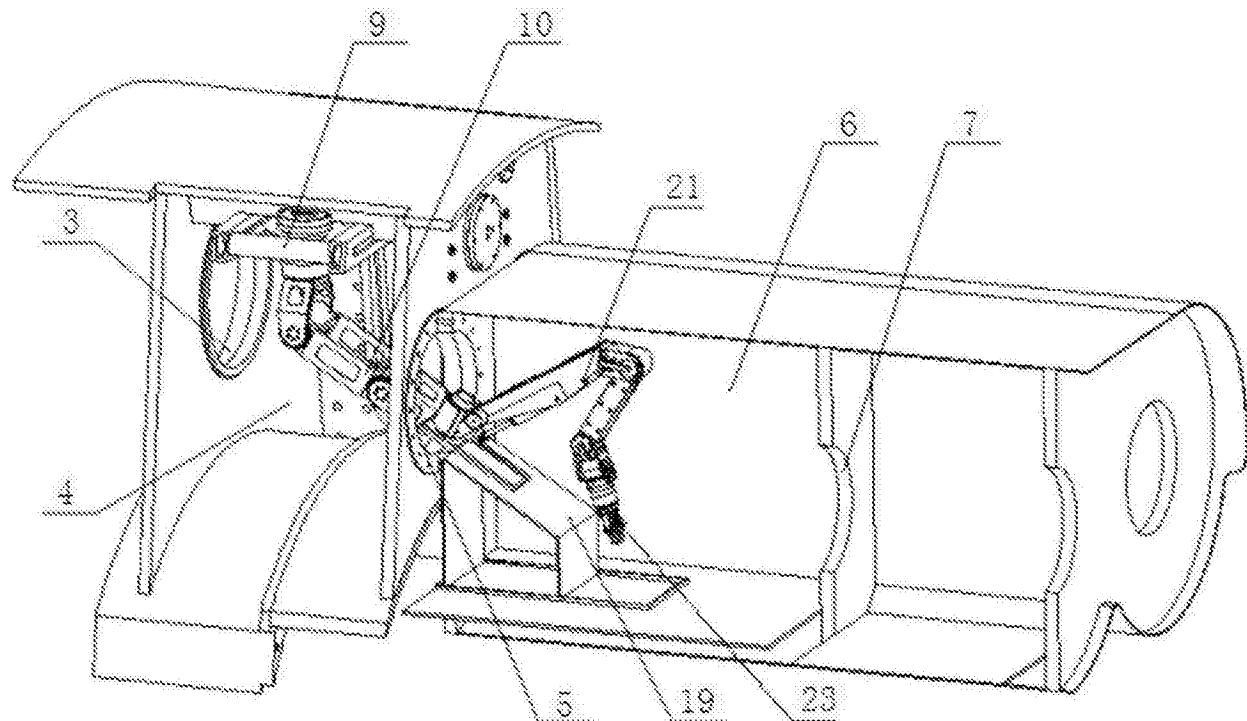


图4

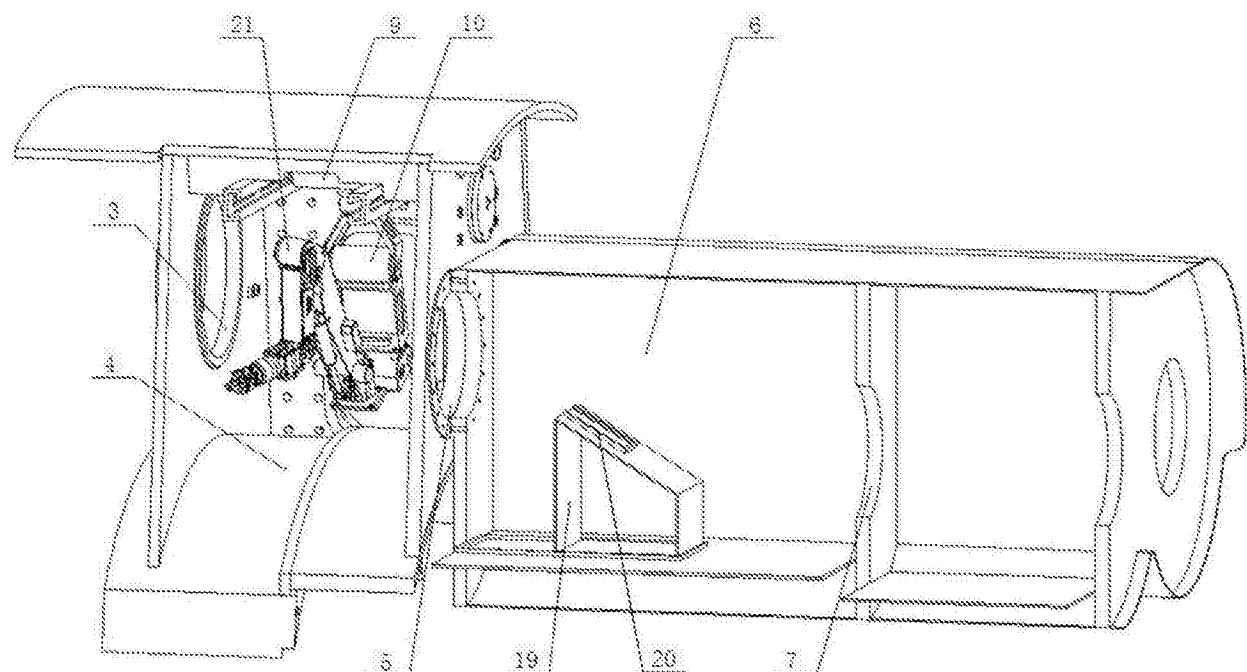


图5

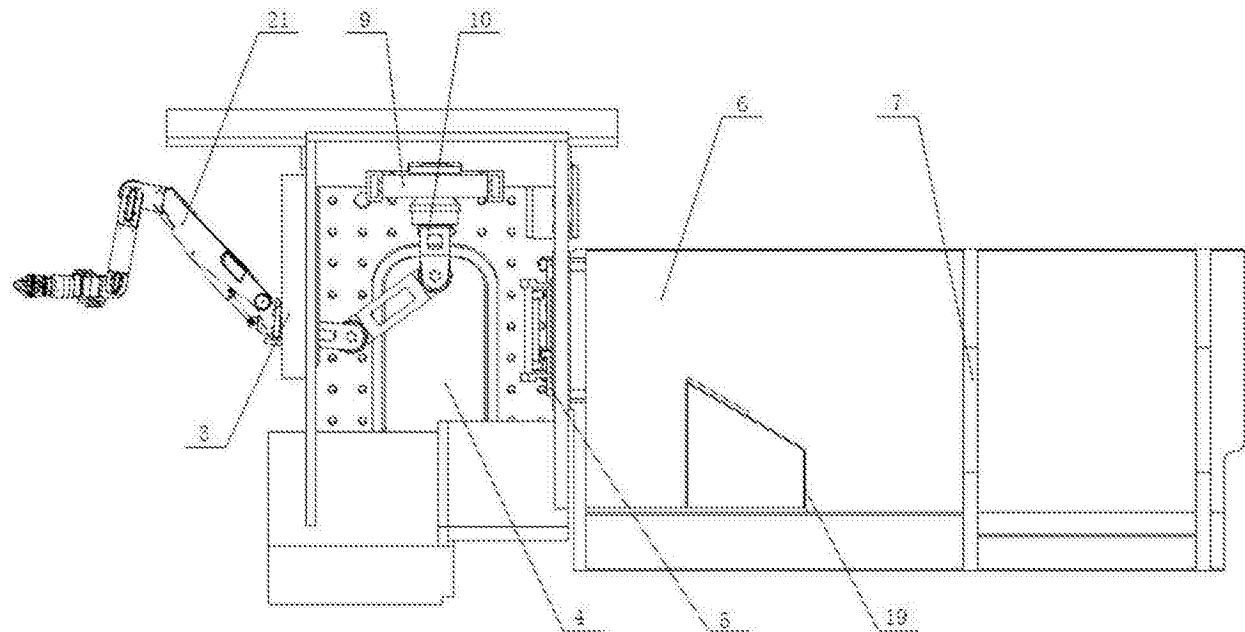


图6