



## (12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 112201375 B

(45) 授权公告日 2022.02.11

(21) 申请号 202011132891.8

(22) 申请日 2020.10.21

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112201375 A

(43) 申请公布日 2021.01.08

(73) 专利权人 中国核动力研究设计院

地址 610000 四川省成都市双流区长顺大道一段328号

(72) 发明人 湛卉 杨其辉 安彦波 熊思勇

瓮松峰 朱松伟 李娜 余志伟

黄辉 张翼 刘昌文 王炳炎

王尚武 任荷 李燕

(74) 专利代理机构 成都行之专利代理事务所

(普通合伙) 51220

代理人 李朝虎

(51) Int.Cl.

G21C 19/02 (2006.01)

G21C 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110335691 A, 2019.10.15

CN 107039092 A, 2017.08.11

CN 109616230 A, 2019.04.12

CN 107767972 A, 2018.03.06

CN 107767976 A, 2018.03.06

CN 103021486 A, 2013.04.03

CN 108573760 A, 2018.09.25

CN 101266278 A, 2008.09.17

KR 101440811 B1, 2014.09.18

US 4663112 A, 1987.05.05

US 5190623 A, 1993.03.02

审查员 骆静

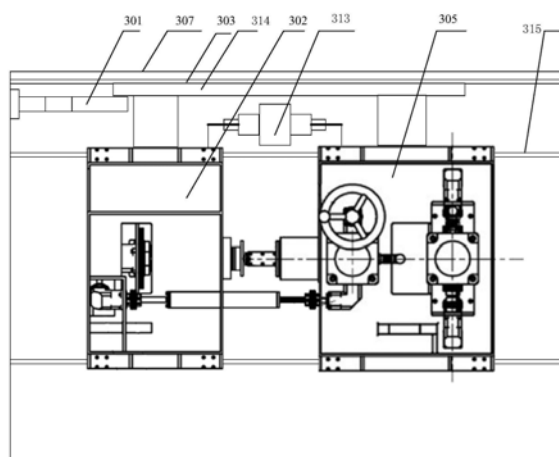
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

### (54) 发明名称

核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构和使用方法

### (57) 摘要

本发明公开了核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构和使用方法,设置在外框体(307)内的开合滑轨(315),沿开合滑轨(315)滑动装配的左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305);还包括设置在外框体(307)内的整体平移滑轨(303),沿整体平移滑轨(303)滑动装配的整体平移框架(314);左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)均同时与整体平移框架(314)联动装配;还包括连接于整体平移框架(314)并控制整体平移驱动组件沿整体平移滑轨(303)平移的整体平移驱动组件(301);还包括连接于左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)并控制左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)沿开合滑轨(315)相向或相反方向运动的开合驱动组件。



1. 核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,  
包括外框体(307),设置在外框体(307)内的开合滑轨(315),沿开合滑轨(315)滑动装配的左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305);

还包括设置在外框体(307)内的整体平移滑轨(303),沿整体平移滑轨(303)滑动装配的整体平移框架(314);

左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)均同时与整体平移框架(314)联动装配;还包括连接于整体平移框架(314)并控制整体平移驱动组件沿整体平移滑轨(303)平移的整体平移驱动组件(301);

还包括连接于左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)并控制左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)沿开合滑轨(315)相向或相反方向运动的开合驱动组件。

2. 根据权利要求1所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,所述左卷绕主轴模块(302)包括左侧箱体B(3021)、左卷绕主轴B(3025)、左联动组件B,左侧箱体B(3021)下侧面形成有一延展部B,左卷绕主轴B(3025)横向贯穿延展部B,左联动组件B包括横向联动组件B和竖向联动组件B;

竖向联动组件B用于驱动左卷绕主轴B(3025)旋转,横向联动组件B与右卷绕主轴模块(305)的动力装置联动,横向联动组件B和竖向联动组件B联动。

3. 根据权利要求2所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,横向联动组件B包括:与右卷绕主轴模块(305)的动力装置联动的联轴器B3(3029E)、与联轴器B3(3029E)传动连接的伸缩杆(3029D)、与伸缩杆(3029D)传动连接的联轴器B2(3029C);

竖向联动组件B包括依次传动连接的:传动轴B2(3029A)、联轴器B1(3029)、连接轴B(3028)、传动轴B1(3027)、减速器B1(3026)、减速器齿轮B(3023)、卷绕主轴齿轮B(3024);

卷绕主轴齿轮B(3024)套接在左卷绕主轴B(3025)上;

还包括减速器B2(3029B),减速器B2(3029B)的横向端部与联轴器B2(3029C)传动连接,减速器B2(3029B)的竖向端部与传动轴B2(3029A)传动连接。

4. 根据权利要求1所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,所述右卷绕主轴模块(305)包括右侧箱体C(3053)、右卷绕主轴C(3055)、右联动组件B;右侧箱体C(3053)下侧面形成有一延展部C,右卷绕主轴C(3055)横向贯穿延展部C,右联动组件B包括横向联动组件C和竖向联动组件C、退料组件C;

竖向联动组件C用于驱动右卷绕主轴C(3055),横向联动组件C用于向左卷绕主轴模块(302)提供动力;退料组件C用于推动绕制在右卷绕主轴C(3055)探测器组件高放段。

5. 根据权利要求4所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,竖向联动组件C包括依次传动连接的:向下减速器C(3054)、传动轴C2(3054D)、联轴器C(3054A1)、传动轴C1(3054A2)、减速器C1(3054A)、减速器齿轮C(3054B)、卷绕主轴齿轮C(3054C);卷绕主轴齿轮C(3054C)套接在右卷绕主轴C(3055)上;

横向联动组件C包括横向减速器C(3054M);

还包括卷绕电机C(3052),横向减速器C(3054M)、向下减速器C(3054)均联动于卷绕电机C(3052);横向减速器C(3054M)与左卷绕主轴模块(302)传动连接并为左卷绕主轴模块(302)提供动力;

退料组件C包括依次传动连接的：推杆电机(3059C)、减速器C2(3059B)、传动轴C3(3059A)、推板连杆C(3059)、推板C(3058)、推杆C(3056)；其中推板C(3058)、推杆C(3056)均套设在右卷绕主轴C(3055)上；推杆电机(3059C)、减速器C2(3059B)装配在右侧箱体C(3053)内。

6. 根据权利要求1-5中任意一项所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,

开合驱动组件包括:1入2出减速器、开合电机(313),1入2出减速器的1个动力输入部与开合电机(313)传动连接,1入2出减速器的2个动力输出部分别连接于2个伸缩结构,其中1个伸缩结构传动连接于左卷绕主轴模块(302)、另1个伸缩结构传动连接于右卷绕主轴模块(305)。

7. 根据权利要求1-5中任意一项所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,

整体平移驱动组件(301)包括依次传动连接的:平移驱动电动机(3011)、轴联轴器A(3012)、减速器A(3015)、平移驱动电动缸A(3016)、平移驱动电动缸A(3016)装配于外框体(307),平移驱动电动缸A(3016)的伸缩端连接于整体平移框架(314)。

8. 根据权利要求1所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,其特征在于,所述左卷绕主轴模块(302)包括左侧箱体B(3021)、左卷绕主轴B(3025)、左联动组件B,左侧箱体B(3021)下侧面形成有一延展部B,左卷绕主轴B(3025)横向贯穿延展部B,左联动组件B包括横向联动组件B和竖向联动组件B;竖向联动组件B用于驱动左卷绕主轴B(3025)旋转,横向联动组件B和竖向联动组件B联动;

所述右卷绕主轴模块(305)包括右侧箱体C(3053)、右卷绕主轴C(3055)、右联动组件B;右侧箱体C(3053)下侧面形成有一延展部C,右卷绕主轴C(3055)横向贯穿延展部C,右联动组件B包括横向联动组件C和竖向联动组件C、退料组件C;

竖向联动组件C用于驱动右卷绕主轴C(3055),退料组件C用于推动绕制在右卷绕主轴C(3055)探测器组件高放段;

横向联动组件B与横向联动组件C传动连接;左卷绕主轴B(3025)、右卷绕主轴C(3055)为同轴线设置。

9. 基于权利要求1-8中任意一项核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构的使用方法,其特征在于,

在左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)合拢到位,执行以下步骤:

S1、启动右卷绕主轴模块(305)内的卷绕电机C(3052),左卷绕主轴模块(302)的左卷绕主轴B(3025)、右卷绕主轴模块(305)的右卷绕主轴C(3055)开始同步转动,左卷绕主轴B(3025)、右卷绕主轴C(3055)每同步卷转动一圈后,转步骤S2,

S2、启动整体平移驱动组件(301)驱动整体平移框架(314),整体平移框架(314)带动左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)整体平移一个探测器组件直径的距离;

S3、重复S1和S2多次,直到探测器组件高放段完成卷绕,转步骤S4;

S4、启动整体平移驱动组件(301)驱动整体平移框架(314),整体平移框架(314)带动左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主轴模块(305)整体平移使得左卷绕主轴模块(302)、右卷绕主

轴模块 (305) 从卷绕位置平移至释放位置,再转S5;

S5、启动开合驱动组件,使得左卷绕主轴模块和右卷绕主轴模块 (305) 相反运动,再转S6,

S6、启动右卷绕主轴模块 (305) 的退料组件C,退料组件C推动卷绕、使得卷绕从右卷绕主轴模块 (305) 的右卷绕主轴C (3055) 上脱离,掉落到暂存容器 (312) 内。

10.基于权利要求9所述的使用方法,其特征在于,

S3中、直到探测器组件高放段完成排列四层卷绕。

## 核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构和使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及反应堆设备拆卸技术领域,具体核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构和使用方法。

### 背景技术

[0002] 华龙一号核反应堆采用先进堆芯测量系统,与M310类型电站相比,取消了压力容器底封头开孔,提高了安全性。先进堆芯测量系统从反应堆压力容器顶盖引入的中子-温度探测器组件,受燃耗影响,2~3个换料周期后需考虑探测器组件的整体更换。虽然AP1000电站采用类似探测器组件,也需要定期更换,但未查询到相关更换设备。在本发明之前,俄罗斯VVER-1000堆型(田湾1&2号机组采用该堆型)有从顶盖引出的探测器组件的拆除工具,其探测器组件采用人工抽出、分离、高放段卷绕成型。

[0003] 本发明为探测器组件拆除过程中,针对探测器组件的高放段需卷绕后存储以便于放射性废物的后续处置,需要设计的一种核反应堆探测器组件高放段卷绕用主轴平移卷绕机构。

[0004] 目前为止,国内外并没有探测器组件拆除过程中的主轴平移卷绕技术专利申请。

### 发明内容

[0005] 本发明目的提供核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,提供一种探测器组件在提升、剪切后能执行卷绕动作的设备,以达到配合提升、剪切后完成卷绕动作,实现对探测器组件的缩容存储的目的。

[0006] 本发明通过下述技术方案实现:

[0007] 在探测器组件拆除过程中,为满足操作人员及环境的辐射防护需求并有利于探测器组件高放段的后续储存及处理,需要将直径 $\Phi 7.5\text{mm}$ 、长约10m的探测器组件高放段卷绕成尺寸不超过 $\Phi 120\text{mm} \times 120\text{mm}$ 的绕卷,并在卷绕完成后将绕卷移至暂时存储容器上方,并放入其中暂存。

[0008] 本发明用于远程自动进行探测器组件高放段的卷绕及绕卷的转移和释放,并可适用于水下环境,以降低操作人员所受的辐照剂量,并提高探测器组件的更换效率。

[0009] 核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构,

[0010] 包括外框体,设置在外框体内的开合滑轨,沿开合滑轨滑动装配的左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块;

[0011] 还包括设置在外框体内的整体平移滑轨,沿整体平移滑轨滑动装配的;

[0012] 左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块均同时与整体平移框架联动装配;还包括连接于整体平移框架并控制整体平移驱动组件沿整体平移滑轨平移的整体平移驱动组件;

[0013] 还包括连接于左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块并控制左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块沿开合滑轨相向或相反方向运动的开合驱动组件。

[0014] 所述左卷绕主轴模块包括左侧箱体B、左卷绕主轴B、左联动组件B,

- [0015] 左侧箱体B下侧面形成有一延展部B,左卷绕主轴B横向贯穿延展部B,
- [0016] 左联动组件B包括横向联动组件B和竖向联动组件B;
- [0017] 竖向联动组件B用于驱动左卷绕主轴B旋转,横向联动组件B与右卷绕主轴模块的动力装置联动,横向联动组件B和竖向联动组件B联动。
- [0018] 横向联动组件B包括:与右卷绕主轴模块的动力装置联动的联轴器B3、与联轴器B3传动连接的伸缩杆、与伸缩杆传动连接的联轴器B2;
- [0019] 竖向联动组件B包括依次传动连接的:传动轴B2、联轴器B1、连接轴B、传动轴B1、减速器B1、减速器齿轮B、卷绕主轴齿轮B;
- [0020] 卷绕主轴齿轮B套接在左卷绕主轴B上;
- [0021] 还包括减速器B2,减速器B2的横向端部与联轴器B2传动连接,减速器B2 的竖向端部与传动轴B2传动连接。
- [0022] 所述右卷绕主轴模块包括右侧箱体C、右卷绕主轴C、右联动组件B;
- [0023] 右侧箱体C下侧面形成有一延展部C,右卷绕主轴C横向贯穿延展部C,
- [0024] 右联动组件B包括横向联动组件C和竖向联动组件C、退料组件C;
- [0025] 竖向联动组件C用于驱动右卷绕主轴C,横向联动组件C用于向左卷绕主轴模块提供动力;退料组件C用于推动绕制在右卷绕主轴C探测器组件高放段。
- [0026] 竖向联动组件C包括依次传动连接的:向下减速器C、传动轴C2、联轴器C、传动轴C1、减速器C1、减速器齿轮C、卷绕主轴齿轮C;卷绕主轴齿轮C套接在右卷绕主轴C上;
- [0027] 横向联动组件C包括横向减速器C;
- [0028] 还包括卷绕电机C,横向减速器C、向下减速器C均联动于卷绕电机C;横向减速器C与左卷绕主轴模块传动连接并为左卷绕主轴模块提供动力;
- [0029] 退料组件C包括依次传动连接的:推杆电机、减速器C2、传动轴C3、推板连杆C、推板C、推杆C;其中推板C、推杆C均套设在右卷绕主轴C上;推杆电机、减速器C2装配在右侧箱体C内。
- [0030] 开合驱动组件包括:1入2出减速器、开合电机,1入2出减速器的1个动力输入部与开合电机传动连接,1入2出减速器的2个动力输出部分别连接于2 个伸缩结构,其中1个伸缩结构传动连接于左卷绕主轴模块、另1个伸缩结构传动连接于右卷绕主轴模块。
- [0031] 整体平移驱动组件包括依次传动连接的:平移驱动电动机、轴联轴器A、减速器A、平移驱动电动缸A、平移驱动电动缸A装配于外框体,平移驱动电动缸A的伸缩端连接于整体平移框架。
- [0032] 所述左卷绕主轴模块包括左侧箱体B、左卷绕主轴B、左联动组件B,
- [0033] 左侧箱体B下侧面形成有一延展部B,左卷绕主轴B横向贯穿延展部B,
- [0034] 左联动组件B包括横向联动组件B和竖向联动组件B;
- [0035] 竖向联动组件B用于驱动左卷绕主轴B旋转,横向联动组件B和竖向联动组件B联动;
- [0036] 所述右卷绕主轴模块包括右侧箱体C、右卷绕主轴C、右联动组件B;
- [0037] 右侧箱体C下侧面形成有一延展部C,右卷绕主轴C横向贯穿延展部C,
- [0038] 右联动组件B包括横向联动组件C和竖向联动组件C、退料组件C;
- [0039] 竖向联动组件C用于驱动右卷绕主轴C,退料组件C用于推动绕制在右卷绕主轴C探

测器组件高放段；

[0040] 横向联动组件B与横向联动组件C传动连接；左卷绕主轴B、右卷绕主轴C 为同轴线设置。

[0041] 基于核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构的使用方法，

[0042] 在左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块合拢到位，执行以下步骤：

[0043] S1、启动右卷绕主轴模块内的卷绕电机C，左卷绕主轴模块的左卷绕主轴 B、右卷绕主轴模块的右卷绕主轴C开始同步转动，左卷绕主轴B、右卷绕主轴 C每同步卷转动一圈后，转步骤S2，

[0044] S2、启动整体平移驱动组件驱动整体平移框架，整体平移框架带动左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块整体平移一个探测器组件直径的距离；

[0045] S3、重复S1和S2多次，直到探测器组件高放段完成卷绕，转步骤S4；

[0046] S4、启动整体平移驱动组件驱动整体平移框架，整体平移框架带动左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块整体平移使得左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块从卷绕位置平移至释放位置，再转S5；

[0047] S5、启动开合驱动组件，使得左卷绕主轴模块和右卷绕主轴模块内的卷绕电机C相反运动，再转S6，

[0048] S6、启动右卷绕主轴模块的退料组件C，退料组件C推动卷绕、使得卷绕从右卷绕主轴模块的右卷绕主轴C上脱离，掉落到暂存容器内。

[0049] S3中、直到探测器组件高放段完成排列四层卷绕。

[0050] 本发明通过开合驱动组件同步驱动左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块相向或相反平移，实现探测器组件（低放段、高放段）的夹持和释放；利用右卷绕主轴模块中的卷绕电机同时带动左卷绕主轴B、右卷绕主轴C的转动，实现探测器组件高放段的卷绕；整体平移驱动组件同时带动左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块同向移动，完成两项功能：①卷绕过程中左卷绕主轴B、右卷绕主轴C每旋转一圈同时平移指定的距离（等于探测器组件高放段直径尺寸），使探测器组件高放段成为均匀、规则的绕卷。②卷绕完成后，将绕卷从卷绕位置到释放位置的转运。

[0051] 全部工作均可水下进行。

[0052] 本发明采用自动模式，并提供应急状态下手动操作模式，本发明提供有手柄C、手柄A，其中手柄C与向下减速器C传动，作为卷绕电机C的后备动力，手柄A与减速器A传动，作为平移驱动电动机的后备动力。

[0053] 本发明涉及的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构的主要实体构成为整体平移驱动组件、左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块等组成。

[0054] 整体平移驱动组件用于完成整个卷绕机构从卷绕位置到释放绕卷位置的整体平移以及卷绕过程中卷绕主轴每转一圈沿水平方向移动一个探测器组件径向尺寸的距离，整体平移驱动组件中的平移驱动电动机经减速器A后带动平移驱动电动缸A，完成整体平移框架在导轨上左右移动的动作。手柄A与减速器A传动，作为平移驱动电动缸A失效时手动操作补充手段，保证在平移驱动电动缸A 意外失效情况下，通过人工转动手轮来驱动平移系统，以兼顾手动模式。

[0055] 左卷绕主轴模块与右卷绕主轴模块均安装在整体平移框架上，可随整体平移框架

一起移动,在卷绕过程中,左卷绕主轴B、右卷绕主轴C每转动一圈,通过控制耦合,平移驱动电动缸A带动整体机构平移一个探测器组件高放段直径的距离,保证探测器组件的排布整齐有序,往复两次,卷绕4层;卷绕完成后,然后完成卷绕位置到绕卷释放位置的平移。

[0056] 左卷绕主轴模块与右卷绕主轴模块可在开合电机带动下同时相向或者相反运动,通过开合电机连接二输出的1入2出减速器,1入2出减速器的左侧连接电动缸(伸缩装置)、左卷绕主轴模块的左侧箱体B在导轨上平移,1入2出减速器的右侧连接电动缸(伸缩装置)、右卷绕主轴模块的右侧箱体C在导轨上平移,1入2出减速器两侧输出方向相向或者相反运动,可实现左卷绕主轴模块与右卷绕主轴模块的相向或者相反运动。

[0057] 卷绕电机C连接减速器C(向下减速器C和横向减速器C),减速器C的两路输出(向下减速器C和横向减速器C)分别将卷绕运动传递给左卷绕主轴与右卷绕主轴,二者完全同步,保证在左右卷绕模块合拢时,可以同时转动,以实现卷绕功能。手柄C与减速器C连接,可实现电机故障情况下的手动卷绕。

[0058] 右卷绕主轴模块的卷绕电机C位于右侧箱体上方,为左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块的卷绕提供动力。右卷绕主轴模块主要结构如下:右侧箱体是整个右卷绕主轴模块的承载主体,两侧各有两个滑块C,用于在导轨上移动;卷绕电机通过二输出减速器及左卷绕主轴模块的传动链将动力输出给右卷绕主轴C 和左卷绕主轴B上,实现旋转动作;

[0059] 左卷绕主轴模块的功能与右卷绕主轴模块的功能类似,平移运动方向相反,转动方向相同。

[0060] 同时,右卷绕主轴上装有推杆,限制绕卷无法跟随右卷绕主轴右移,脱离右卷绕主轴,下落至存储位置,完成绕卷的释放。

[0061] 本发明可以达到以下效果:

[0062] 1.分层布置,远距离动力传输。电机类设备均布置在水面以上,降低对电机防水性能的要求;通过多级联轴器完成了动力传输;

[0063] 2.电机的减速器输出端连接电动缸,电动缸连接整体平移框架,整体平移滑轨固定于剪切卷绕装置的外框体上;左、右卷绕主轴模块固定于整体平移框架上;在高放段卷绕过程中,左右卷绕主轴每转动一圈,平移电机平移一个探测器组件直径的距离,保证探测器组件在卷绕时排布整齐,往复两次,排列四层,规范最终绕卷形状。

[0064] 3.手柄可作为故障状态下的应急平移及卷绕操作手段,提高设备的可靠性;

[0065] 4.开合电机通过一输入二输出减速器分别驱动左、右卷绕主轴模块,实现左、右卷绕主轴模块的同步相向和相反运动;

[0066] 5.卷绕电机通过配备二输出减速器,同步完成左、右卷绕主轴模块的卷绕功能,卷绕手轮的接入兼顾了手动模式;

[0067] 6.可实现绕卷从卷绕位置到释放位置的转运;同时,在释放位置,右卷绕主轴模块在卷绕电机驱动下右平移时,实现绕卷与右卷绕主轴的脱离,从而释放绕卷。

[0068] 7.全自动实现寿期末探测器组件的高放段卷绕缩容、转运绕卷至存储位置并释放等功能,降低操作人员所受的辐照剂量;

[0069] 8.可广泛应用于中子-温度类探测器组件从压力容器顶盖引出的反应堆,可直接适用于华龙一号系列堆顶,局部改进后也可使用于田湾VVER类型电站。

## 附图说明

[0070] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明实施例的限定。在附图中:

[0071] 附图1为屏蔽结构体闭合的侧视示意图。

[0072] 附图2为屏蔽结构体打开的侧视示意图。

[0073] 附图3为主轴平移卷绕机构(剪切卷绕装置)侧视示意图。

[0074] 附图4为主轴平移卷绕机构(剪切卷绕装置)俯视示意图。

[0075] 附图5为整体平移驱动系统结构。

[0076] 附图6为左卷绕主轴模块结构示意图。

[0077] 附图7为左卷绕主轴模块结构AA向示意图。

[0078] 附图8为左卷绕主轴模块结构俯视示意图。

[0079] 附图9为左卷绕主轴模块结构的立体示意图。

[0080] 附图10为右卷绕主轴模块结构示意图。

[0081] 附图11为右卷绕主轴模块结构AA向示意图。

[0082] 附图12为右卷绕主轴模块结构俯视示意图。

[0083] 附图13为右卷绕主轴模块结构的立体示意图。

[0084] 图1-图2中的附图标记分别表示为:

[0085] 308、剪切刀具;310A、探测器组件低放段;310B、探测器组件高放段;311、卷绕轴;3041、电动伸缩缸;3042、提升基板;3043、销轴;3044、滑块;3045、导轨;3047、连杆;3048、桥板;3048A、左侧屏蔽体;3048B、右侧屏蔽体;3049、连杆轴;3049A、左屏蔽轴;3049B、右屏蔽轴。

[0086] 图3-图13中的附图标记分别表示为:

[0087] 301、整体平移驱动组件;302、左卷绕主轴模块;303、整体平移滑轨;304、屏蔽结构体;305、右卷绕主轴模块;306、顶板;307、外框体;308、剪切刀具;309、夹持部件;310、探测器组件;311、卷绕轴;312、暂存容器;313、开合电机;314、整体平移框架;315开合滑轨;

[0088] 3021、左侧箱体B;3022、滑块B;3023、减速器齿轮B;3024、卷绕主轴齿轮B;3025、左卷绕主轴B;3026、减速器B1;3027、传动轴B1;3028、连接轴B;3029、传动轴B2;3029A、联轴器B1;3029B、减速器B2;3029C、联轴器B2;3029D、伸缩杆;3029E、联轴器B3;

[0089] 3051、手柄C;3052、卷绕电机C;3053、右侧箱体C;3053A、滑块C;3054、向下减速器C;3054A、减速器C1;3054A1、联轴器C;3054A2、传动轴C1;3054B、减速器齿轮C;305C、卷绕主轴齿轮C;3054D、传动轴C2;3054M、横向减速器 C;3055、右卷绕主轴C;3056、推杆C;3058、推板C;3059、推板连杆C;3059A、传动轴C3;3059B、减速器C2;3059C、推杆电机;

[0090] 3011、平移驱动电动机;3012、轴联轴器A;3013、手柄A;3014、连接轴A;3015、减速器A;3016、平移驱动电动缸A;

## 具体实施方式

[0091] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。

[0092] 实施例1

[0093] 如图1、图2所示，

[0094] 如图1、图2为核反应堆探测器组件拆除用的屏蔽结构的侧视示意图。

[0095] 图1和图2所示的屏蔽结构为图3中的屏蔽结构体304。

[0096] 其后续的前、后是指如图面向图例纸面的方向和背向纸面的方向。

[0097] 屏蔽结构，包括：

[0098] 左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B、左屏蔽轴3049A、右屏蔽轴3049B；左侧屏蔽体3048A绕左屏蔽轴3049A旋转连接，右侧屏蔽体3048B绕右屏蔽轴 3049B旋转连接；左屏蔽轴3049A、右屏蔽轴3049B处于同一水平高度，左屏蔽轴3049A、右屏蔽轴3049B的间距需保障左侧屏蔽体3048A绕左屏蔽轴3049A向右旋转、右侧屏蔽体3048B绕右屏蔽轴3049B向左旋转时，左侧屏蔽体3048A 右侧屏蔽体3048B的相对面靠接在一起；

[0099] 还包括与左侧屏蔽体3048A驱动连接的驱动体A、与右侧屏蔽体3048B驱动连接的驱动体B；还包括动作器，动作器驱动连接驱动体A或/和驱动体B。

[0100] 所述驱动体A、驱动体B同步动作。

[0101] 所述驱动体A包括位于左侧布局的：导轨3045、滑块3044、连杆3047、连杆轴3049；其中，左侧布局为：滑块3044沿导轨在竖直方向滑动，连杆3047 的一端与滑块3044固定连接，连杆3047的另一端与通过连杆轴3049与左侧屏蔽体3048A连接；

[0102] 所述驱动体B包括位于右侧布局的：导轨3045、滑块3044、连杆3047、连杆轴3049；其中，右侧布局为：滑块3044沿导轨在竖直方向滑动，连杆3047 的一端与滑块3044固定连接，连杆3047的另一端与通过连杆轴3049与右侧屏蔽体3048B连接；

[0103] 还包括动作器，所述动作器包括电动伸缩缸3041、提升基板3042、其中提升基板3042为横向布设，左侧布局的导轨3045与提升基板3042的左侧连接，右侧布局的导轨3045与提升基板3042的右侧连接；电动伸缩缸3041本体被固定，其电动伸缩缸3041的输出伸缩端垂直与提升基板3042连接。

[0104] 连杆3047的一端与滑块3044采用销轴3043固定连接。

[0105] 所述左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B的形状均为四分之一半圆形，左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B左右对称互相靠拢形成半圆，其互相靠拢所对的面为半径所在的面，且左侧屏蔽体3048A面向右侧屏蔽体3048B的一面、右侧屏蔽体3048B面向左侧屏蔽体3048A的一面互相构造为能互相契合的台阶面，参见图1中的T所示区域。

[0106] 动作器、驱动体A、驱动体B组成驱动装置，左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B、左屏蔽轴3049A、右屏蔽轴3049B组成屏蔽装置，其中，驱动装置位于屏蔽装置上方，且驱动装置与屏蔽装置错位设置，错位设置时，驱动装置所在的前侧面位于左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B的后侧面之后，左屏蔽轴 3049A贯穿左侧屏蔽体3048A的前侧面和后侧面，右屏蔽轴3049B贯穿右侧屏蔽体3048B的前侧面和后侧面。

[0107] 还包括桥板3048，桥板3048位于左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B的后侧面；左屏蔽轴3049A贯穿左侧屏蔽体3048A的左部面域、桥板3048的左部面域，右屏蔽轴3049B贯穿右侧屏蔽体3048B的右部面域、桥板3048的右部面域。

[0108] 如图1、图2所示：

[0109] 屏蔽系统，包括：

- [0110] 基于所述的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构；
- [0111] 位于左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B下方的剪切刀具308；
- [0112] 位于剪切刀具308下方的卷绕轴311；
- [0113] 将探测器组件由下往上抽拉的探测器组件抓具；
- [0114] 由下往上依次从卷绕轴311穿过、剪切刀具308穿过、左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B之间穿过的探测器组件。
- [0115] 如图1、图2所示：
- [0116] 屏蔽结构的使用方法，包括，以下步骤：
- [0117] 通过动作器驱动驱动体A或/和驱动体B，带动左侧屏蔽体3048A绕左屏蔽轴3049A向左旋转、右侧屏蔽体3048B绕右屏蔽轴3049B向右旋转，左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B之间的间隙打开；
- [0118] 通过探测器组件抓具将探测器组件向上吊升，待探测器组件从左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B之间穿过；
- [0119] 启动剪切刀具308将探测器组件剪断；
- [0120] 通过探测器组件抓具将留置在左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B之间探测器组件吊出；
- [0121] 通过动作器驱动驱动体A或/和驱动体B，带动左侧屏蔽体3048A绕左屏蔽轴3049A向右旋转、右侧屏蔽体3048B绕右屏蔽轴3049B向左旋转，左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B之间的间隙闭合；
- [0122] 启动卷绕轴311绕制留置于左侧屏蔽体3048A、右侧屏蔽体3048B下方的探测器组件。
- [0123] 所述探测器组件包括探测器组件低放段310A、探测器组件高放段310B，S2 中，一定高度是指：探测器组件低放段310A、探测器组件高放段310B的交界点位于剪切刀具308的剪切工位时，视为高度达到预设一定高度。
- [0124] 从上述实施例可以看出：
- [0125] 本发明提供一种探测器组件在提升、剪切、卷绕动作路径上的开合式模块化的屏蔽结构，以达到配合提升、剪切、卷绕动作，在必要时机下打开，让探测器组件通过，在必要实际下闭合，对探测器组件完成屏蔽。
- [0126] 由于本发明的屏蔽对象是探测器组件，探测器组件是贯穿反应堆的类似于导线的构造结构，其结构为细长结构，其位于反应堆内部的部分呈高放射性，因此称为探测器组件高放段，其位于反应堆外部的部分呈低放射性，因此称为探测器组件低放段；而探测器组件低放段、探测器组件高放段需要不同的封存处理，因此，需要在拆除的过程中对探测器组件低放段、探测器组件高放段实现剪切分离；而在剪切掉探测器组件低放段、探测器组件高放段时，探测器组件高放段则会暴露，因此会产生高剂量的放射，对操作人员危害较大；为了达到安全的拆除目的，本发明设置了上述开合式、模块化的屏蔽结构。
- [0127] 如图3-图13
- [0128] 在剪切刀具对探测器组件实施剪切后，探测器组件低放段被取走，剩下探测器组件高放段，此时屏蔽装置处于闭合状态完成屏蔽，则接下来启动卷绕机构进行卷绕作业。
- [0129] 核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构，

- [0130] 包括外框体307,设置在外框体307内的开合滑轨315,沿开合滑轨315滑动装配的左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305;
- [0131] 还包括设置在外框体307内的整体平移滑轨303,沿整体平移滑轨303滑动装配的;
- [0132] 左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305均同时与整体平移框架314联动装配;还包括连接于整体平移框架314并控制整体平移驱动组件沿整体平移滑轨303平移的整体平移驱动组件301;
- [0133] 还包括连接于左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305并控制左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305沿开合滑轨315相向或相反方向运动的开合驱动组件。
- [0134] 所述左卷绕主轴模块302包括左侧箱体B3021、左卷绕主轴B3025、左联动组件B,
- [0135] 左侧箱体B3021下侧面形成有一延展部B,左卷绕主轴B3025横向贯穿延展部B,
- [0136] 左联动组件B包括横向联动组件B和竖向联动组件B;
- [0137] 竖向联动组件B用于驱动左卷绕主轴B3025旋转,横向联动组件B与右卷绕主轴模块305的动力装置联动,横向联动组件B和竖向联动组件B联动。
- [0138] 横向联动组件B包括:与右卷绕主轴模块305的动力装置联动的联轴器 B33029E、与联轴器B33029E传动连接的伸缩杆3029D、与伸缩杆3029D传动连接的联轴器B23029C;
- [0139] 竖向联动组件B包括依次传动连接的:传动轴B23029A、联轴器B13029、连接轴B3028、传动轴B13027、减速器B13026、减速器齿轮B3023、卷绕主轴齿轮B3024;
- [0140] 卷绕主轴齿轮B3024套接在左卷绕主轴B3025上;
- [0141] 还包括减速器B23029B,减速器B23029B的横向端部与联轴器B23029C传动连接,减速器B23029B的竖向端部与传动轴B23029A传动连接。
- [0142] 所述右卷绕主轴模块305包括右侧箱体C3053、右卷绕主轴C3055、右联动组件B;
- [0143] 右侧箱体C3053下侧面形成有一延展部C,右卷绕主轴C3055横向贯穿延展部C,
- [0144] 右联动组件B包括横向联动组件C和竖向联动组件C、退料组件C;
- [0145] 竖向联动组件C用于驱动右卷绕主轴C3055,横向联动组件C用于向左卷绕主轴模块302提供动力;退料组件C用于推动绕制在右卷绕主轴C3055探测器组件高放段。
- [0146] 竖向联动组件C包括依次传动连接的:向下减速器C3054、传动轴C23054D、联轴器C3054A1、传动轴C13054A2、减速器C13054A、减速器齿轮C3054B、卷绕主轴齿轮C3054C;卷绕主轴齿轮C3054C套接在右卷绕主轴C3055上;
- [0147] 横向联动组件C包括横向减速器C3054M;
- [0148] 还包括卷绕电机C3052,横向减速器C3054M、向下减速器C3054均联动于卷绕电机C3052;横向减速器C3054M与左卷绕主轴模块302传动连接并为左卷绕主轴模块302提供动力;
- [0149] 退料组件C包括依次传动连接的:推杆电机3059C、减速器C23059B、传动轴C33059A、推板连杆C3059、推板C3058、推杆C3056;其中推板C3058、推杆C3056均套设在右卷绕主轴C3055上;推杆电机3059C、减速器C23059B装配在右侧箱体C3053内。
- [0150] 开合驱动组件包括:1入2出减速器、开合电机313,1入2出减速器的1个动力输入部与开合电机313传动连接,1入2出减速器的2个动力输出部分别连接于2个伸缩结构,其中1个伸缩结构传动连接于左卷绕主轴模块302、另1个伸缩结构传动连接于右卷绕主轴模块305。

- [0151] 整体平移驱动组件301包括依次传动连接的:平移驱动电动机3011、轴联器A3012、减速器A3015、平移驱动电动缸A3016、平移驱动电动缸A3016装配于外框体307,平移驱动电动缸A3016的伸缩端连接于整体平移框架314。
- [0152] 所述左卷绕主轴模块302包括左侧箱体B3021、左卷绕主轴B3025、左联动组件B,
- [0153] 左侧箱体B3021下侧面形成有一延展部B,左卷绕主轴B3025横向贯穿延展部B,
- [0154] 左联动组件B包括横向联动组件B和竖向联动组件B;
- [0155] 竖向联动组件B用于驱动左卷绕主轴B3025旋转,横向联动组件B和竖向联动组件B联动;
- [0156] 所述右卷绕主轴模块305包括右侧箱体C3053、右卷绕主轴C3055、右联动组件B;
- [0157] 右侧箱体C3053下侧面形成有一延展部C,右卷绕主轴C3055横向贯穿延展部C,
- [0158] 右联动组件B包括横向联动组件C和竖向联动组件C、退料组件C;
- [0159] 竖向联动组件C用于驱动右卷绕主轴C3055,退料组件C用于推动绕制在右卷绕主轴C3055探测器组件高放段;
- [0160] 横向联动组件B与横向联动组件C传动连接;左卷绕主轴B3025、右卷绕主轴C3055为同轴线设置。
- [0161] 基于核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构的使用方法,
- [0162] 在左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305合拢到位,执行以下步骤:
- [0163] S1、启动右卷绕主轴模块305内的卷绕电机C3052,左卷绕主轴模块302的左卷绕主轴B3025、右卷绕主轴模块305的右卷绕主轴C3055开始同步转动,左卷绕主轴B3025、右卷绕主轴C3055每同步卷转动一圈后,转步骤S2,
- [0164] S2、启动整体平移驱动组件301驱动整体平移框架314,整体平移框架 314带动左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305整体平移一个探测器组件直径的距离;
- [0165] S3、重复S1和S2多次,直到探测器组件高放段完成卷绕,转步骤S4;
- [0166] S4、启动整体平移驱动组件301驱动整体平移框架314,整体平移框架 314带动左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305整体平移使得左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305从卷绕位置平移至释放位置,再转S5;
- [0167] S5、启动开合驱动组件,使得左卷绕主轴模块和右卷绕主轴模块305相反运动,再转S6,
- [0168] S6、启动右卷绕主轴模块305的退料组件C,退料组件C推动卷绕、使得卷绕从右卷绕主轴模块305的右卷绕主轴C 3055上脱离,掉落到暂存容器312 内。
- [0169] S3中、直到探测器组件高放段完成排列四层卷绕。
- [0170] 本发明通过开合驱动组件同步驱动左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305相向或相反平移,实现探测器组件(低放段、高放段)的夹持和释放;利用右卷绕主轴模块305中的卷绕电机同时带动左卷绕主轴B 3025、右卷绕主轴C 3055的转动,实现探测器组件高放段的卷绕;整体平移驱动组件301同时带动左卷绕主轴模块302、右卷绕主轴模块305同向移动,完成两项功能:①)卷绕过程中左卷绕主轴B 3025、右卷绕主轴C 3055每旋转一圈同时平移指定的距离(等于探测器组件高放段直径尺寸),使探测器组件高放段成为均匀、规则的绕卷。②)卷绕完成后,将绕卷从卷绕位置到释放位置的转运。
- [0171] 全部工作均可水下进行。

[0172] 本发明采用自动模式,并提供应急状态下手动操作模式,本发明提供有手柄C 3051、手柄A 3013,其中手柄C 3051与向下减速器C传动,作为卷绕电机C的后备动力,手柄A 3013与减速器A 3015传动,作为平移驱动电动机的后备动力。

[0173] 本发明涉及的核反应堆探测器组件拆除用主轴平移卷绕机构的主要实体构成分为整体平移驱动组件301、左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块等组成。

[0174] 整体平移驱动组件301用于完成整个卷绕机构从卷绕位置到释放绕卷位置的整体平移以及卷绕过程中卷绕主轴每转一圈沿水平方向移动一个探测器组件径向尺寸的距离,整体平移驱动组件301中的平移驱动电动机经减速器A后带动平移驱动电动缸A,完成整体平移框架314在导轨上左右移动的动作。手柄A 3013与减速器A (3015) 传动,作为平移驱动电动缸A失效时手动操作补充手段,保证在平移驱动电动缸A意外失效情况下,通过人工转动手轮来驱动平移系统,以兼顾手动模式。

[0175] 左卷绕主轴模块与右卷绕主轴模块均安装在整体平移框架314上,可随整体平移框架314一起移动,在卷绕过程中,左卷绕主轴B 3025、右卷绕主轴C3055 每转动一圈,通过控制耦合,平移驱动电动缸A带动整体机构平移一个探测器组件高放段直径的距离,保证探测器组件的排布整齐有序,往复两次,卷绕4 层;卷绕完成后,然后完成卷绕位置到绕卷释放位置的平移。

[0176] 左卷绕主轴模块与右卷绕主轴模块可在开合电机带动下同时相向或者相反运动,通过开合电机连接二输出的1入2出减速器,1入2出减速器的左侧连接电动缸(伸缩装置)、左卷绕主轴模块的左侧箱体B在导轨上平移,1入2出减速器的右侧连接电动缸(伸缩装置)、右卷绕主轴模块的右侧箱体C在导轨上平移,1入2出减速器两侧输出方向相向或者相反运动,可实现左卷绕主轴模块与右卷绕主轴模块的相向或者相反运动。

[0177] 卷绕电机C连接减速器C(向下减速器C和横向减速器C),减速器C的两路输出(向下减速器C和横向减速器C) 分别将卷绕运动传递给左卷绕主轴与右卷绕主轴,二者完全同步,保证在左右卷绕模块合拢时,可以同时转动,以实现卷绕功能。手柄C与减速器C连接,可实现电机故障情况下的手动卷绕。

[0178] 右卷绕主轴模块的卷绕电机C位于右侧箱体上方,为左卷绕主轴模块、右卷绕主轴模块的卷绕提供动力。右卷绕主轴模块主要结构如下:右侧箱体是整个右卷绕主轴模块的承载主体,两侧各有两个滑块C3053A,用于在导轨上移动;卷绕电机通过二输出减速器及左卷绕主轴模块的传动链将动力输出给右卷绕主轴C和左卷绕主轴B上,实现旋转动作;

[0179] 左卷绕主轴模块的功能与右卷绕主轴模块的功能类似,平移运动方向相反,转动方向相同。

[0180] 同时,右卷绕主轴上装有推杆,限制绕卷无法跟随右卷绕主轴右移,脱离右卷绕主轴,下落至存储位置,完成绕卷的释放。

[0181] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

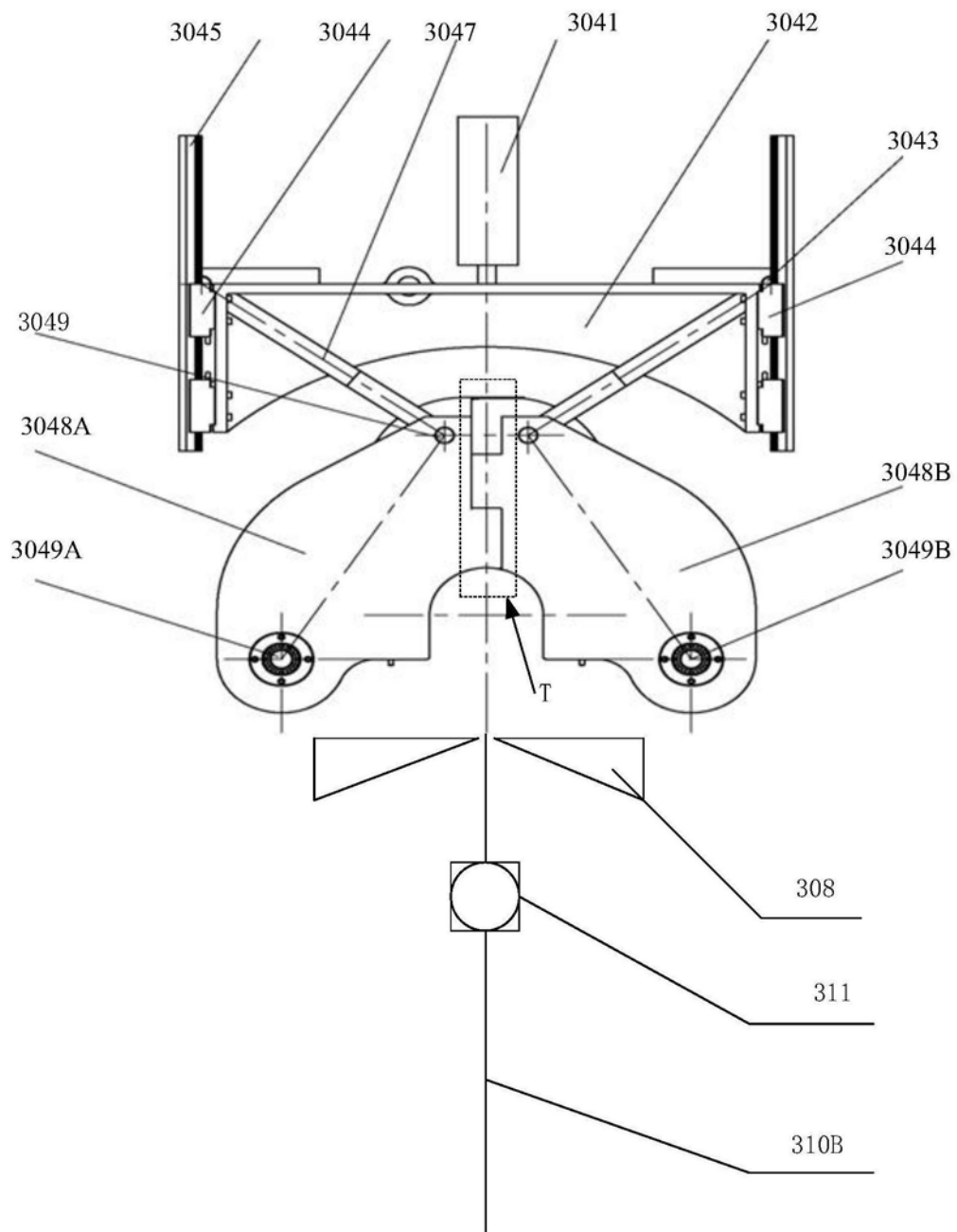


图1

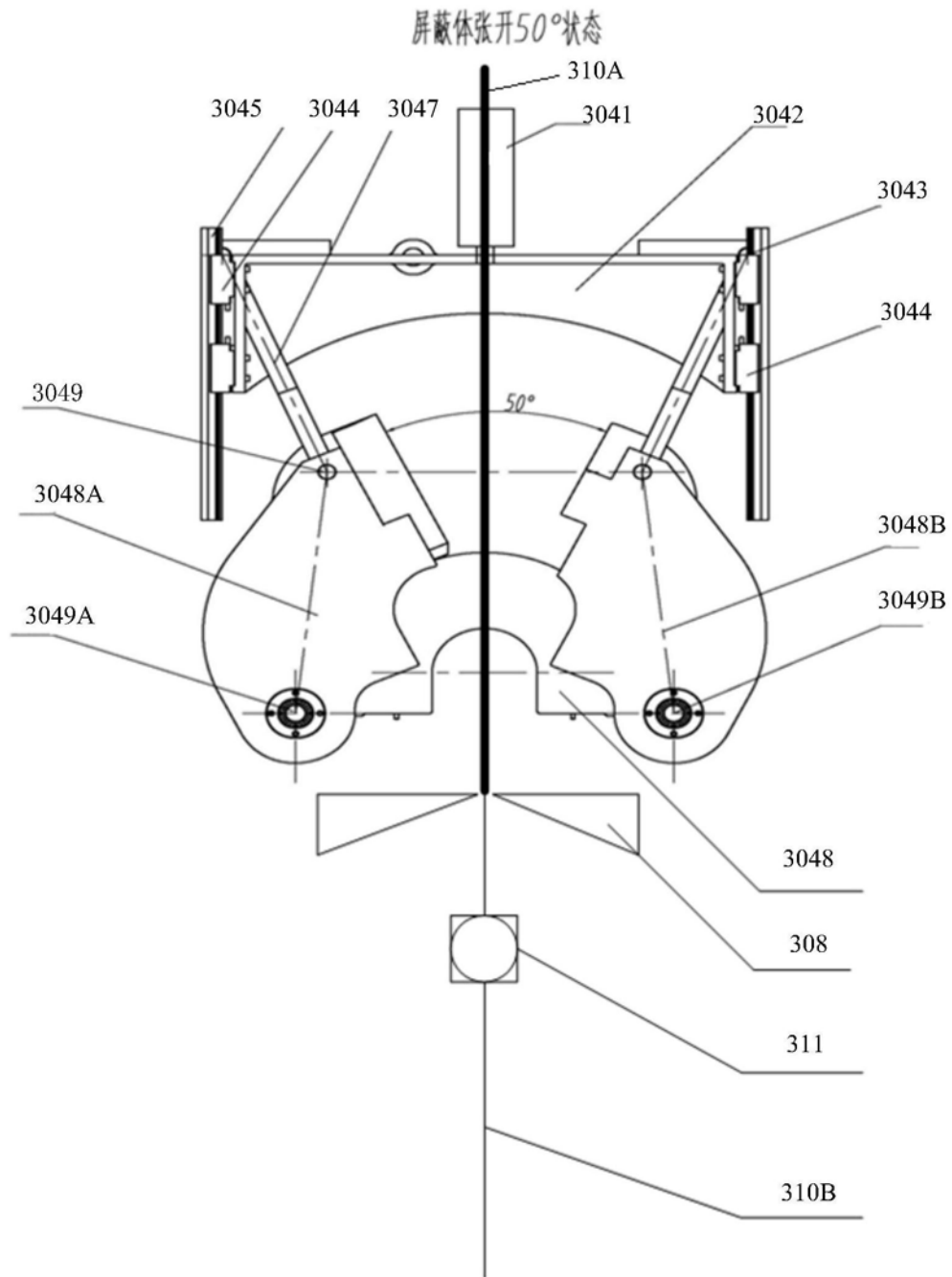


图2

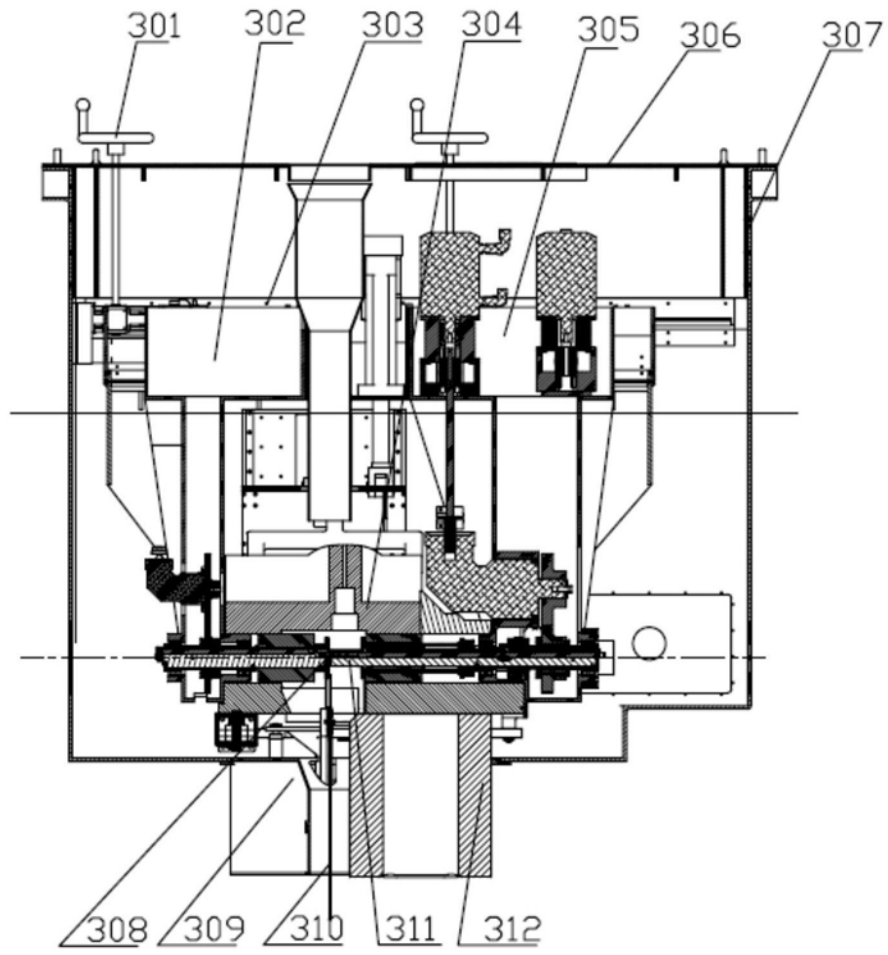


图3

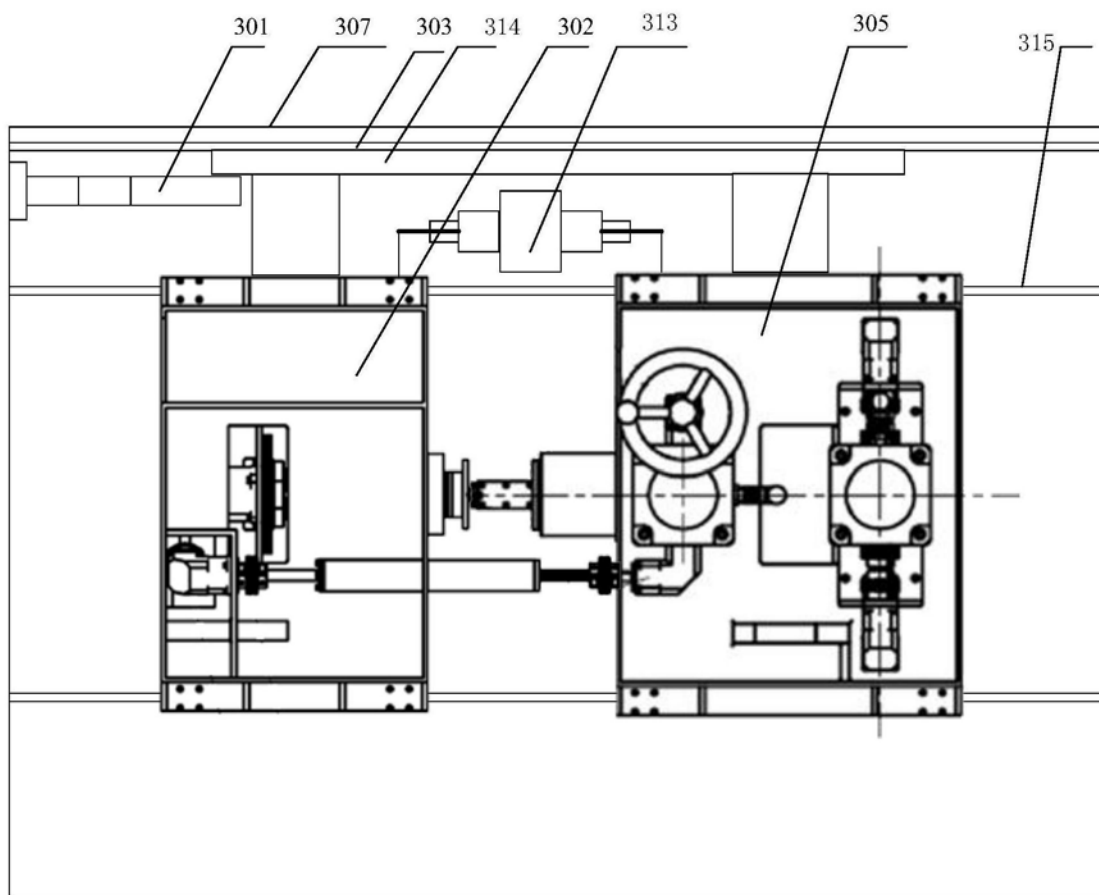


图4

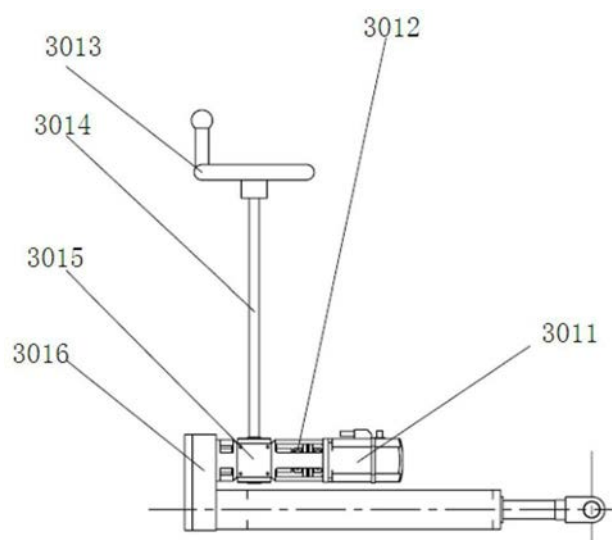


图5

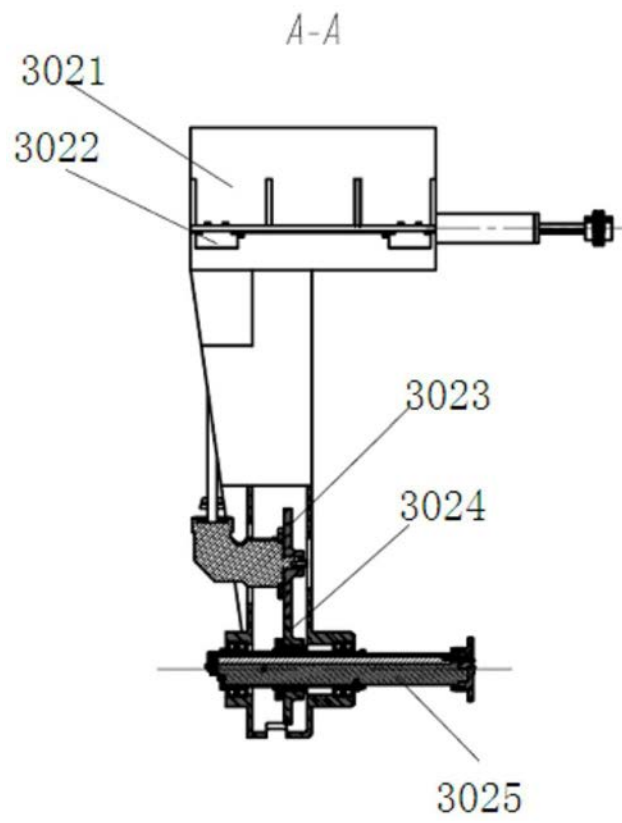


图6

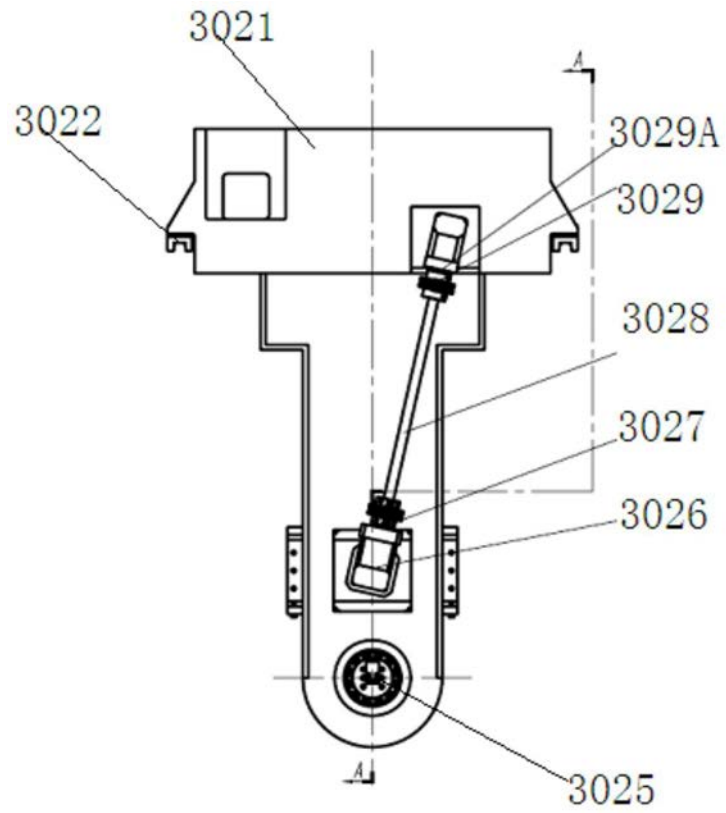


图7

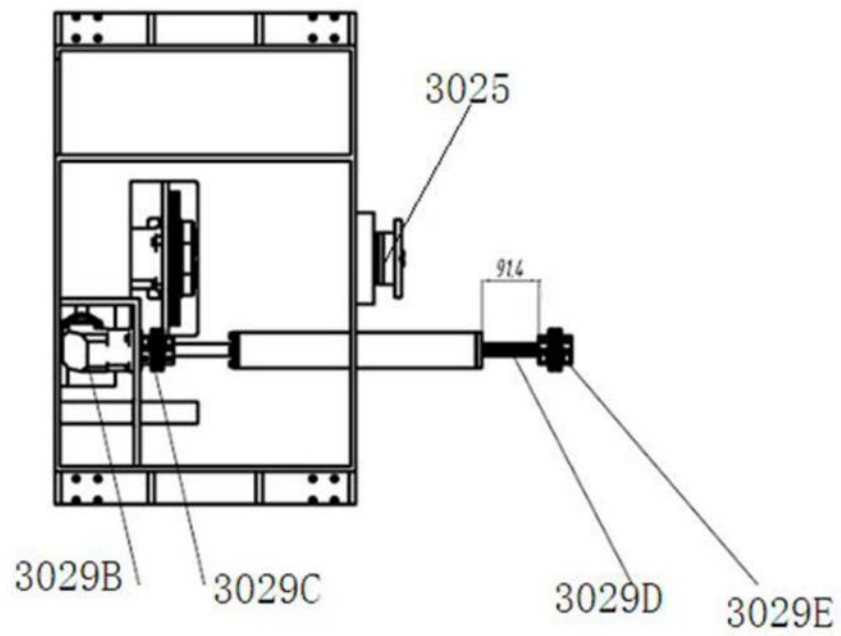


图8

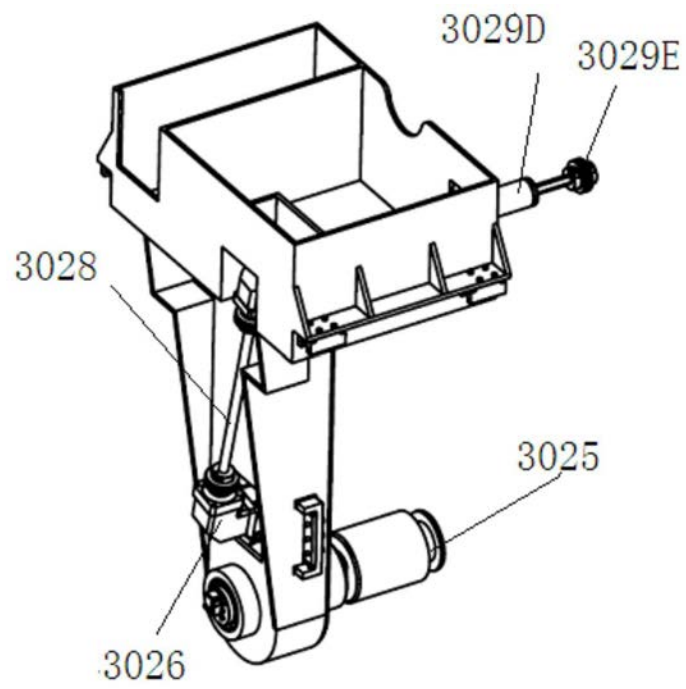


图9

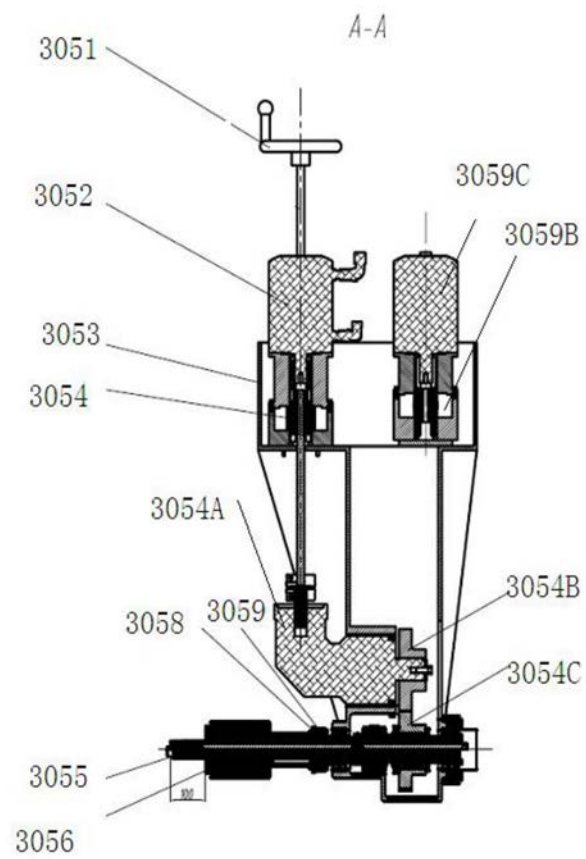


图10

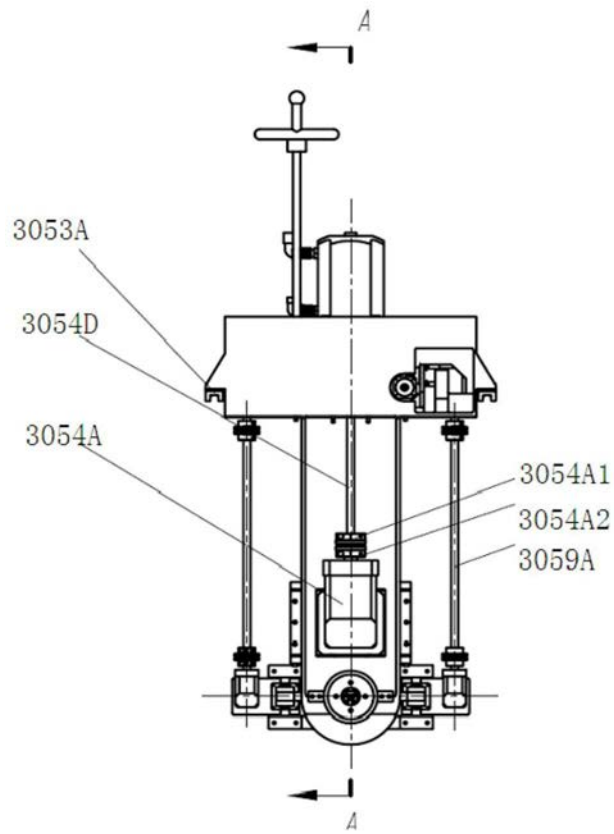


图11

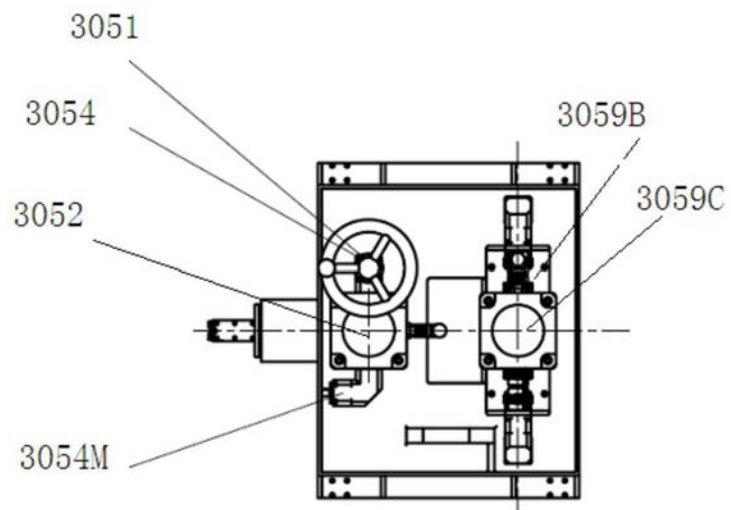


图12

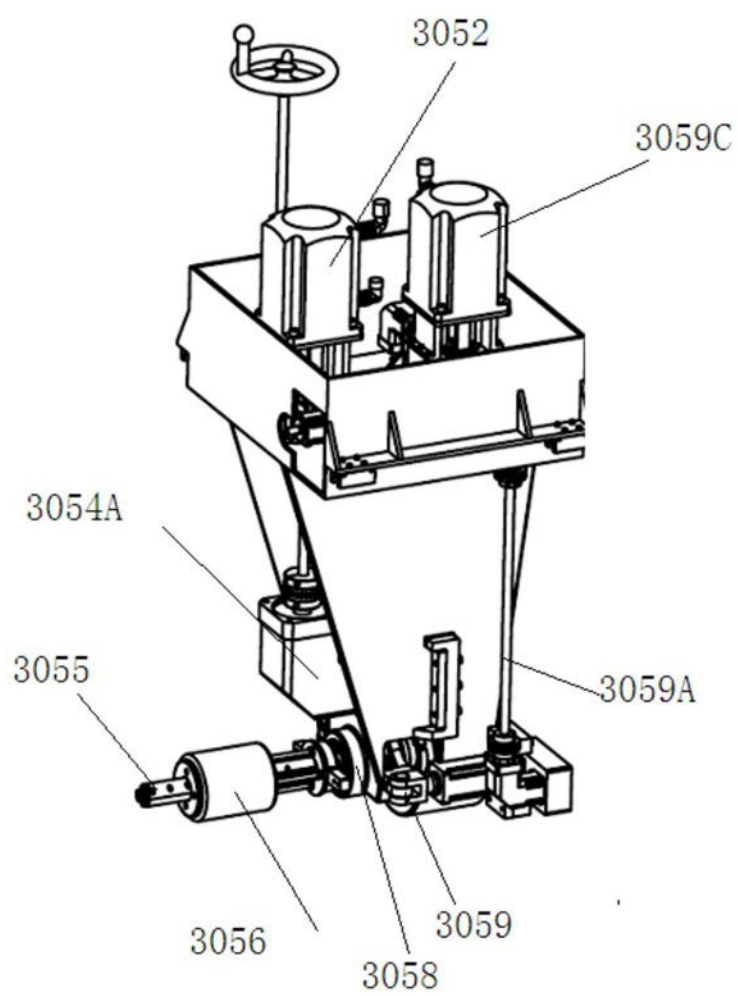


图13