



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114905552 B

(45) 授权公告日 2023.06.13

(21) 申请号 202210363146.7

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007

(22) 申请日 2022.04.07

专利代理人 王朋

(65) 同一申请的已公布的文献号

(51) Int.CI.

申请公布号 CN 114905552 A

B26D 1/06 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.08.16

B26D 5/12 (2006.01)

(73) 专利权人 中核核电运行管理有限公司

B26D 7/02 (2006.01)

地址 314300 浙江省嘉兴市海盐县秦三厂

B26D 7/26 (2006.01)

25号楼

G21C 5/06 (2006.01)

专利权人 秦山第三核电有限公司

(56) 对比文件

(72) 发明人 蒋军建 吴伟 谢峥 张文龙

CN 108994559 A, 2018.12.14

卓成金 施维真 朱昌荣 曹烽华

CN 212761428 U, 2021.03.23

张利东 张连生 张文宗 叶伟

CN 112045747 A, 2020.12.08

苟海 田英杰 郑钢 周建平

CN 106426328 A, 2017.02.22

张泰 刘少伟 董玉领

JP H07215664 A, 1995.08.15

审查员 龚军建

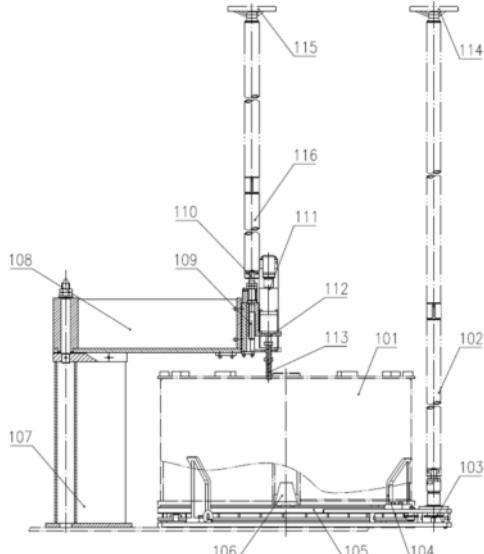
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

重水堆乏燃料篮切割装置

(57) 摘要

本公开属于核电技术领域，具体涉及一种重水堆乏燃料篮切割装置。所述重水堆乏燃料篮切割装置包括：旋转驱动机构、旋转平台、旋转操作杆、旋转操作手柄以及上切割装置，本公开中的重水堆乏燃料篮水下切割装置，使用方便，实用性强，确保安全可靠，经济效益高，已经通过数次试验论证，使用重水堆乏燃料篮水下切割装置的切割方法使用情况良好，方法为重水堆机组首创，为后续重水堆乏燃棒束充分利用，实施燃料篮水下切割，提供了可行切割方法，可向同类电站进行推广应用。



1. 一种重水堆乏燃料篮切割装置，其特征在于，所述重水堆乏燃料篮切割装置包括：旋转驱动机构、旋转平台、旋转操作杆、旋转操作手柄以及上切割装置；

所述上切割装置包括：第一支架、支撑臂、第一升降机构、第一丝杆、第一驱动马达、顶部切割刀具、第一升降操作杆以及第一升降操作手柄；

所述旋转平台固定连接待加工的乏燃料篮，所述旋转驱动机构连接在所述旋转平台的边缘，所述旋转操作杆的底端与所述旋转驱动机构连接，所述旋转操作杆的上端连接旋转操作手柄，旋转所述旋转操作手柄能够带动所述旋转平台携带所述乏燃料篮以所述乏燃料篮中心柱为轴旋转；

所述第一支架下端固定连接在乏燃料池中，所述第一支架的上端与所述支撑臂的一端固定连接，所述支撑臂的另一端与所述第一丝杆的下端固定连接，所述第一升降机构滑动连接在所述第一丝杆上，所述第一丝杆的上端与所述第一升降操作杆的下端连接，所述第一升降操作杆上端连接升降操作手柄，所述第一升降机构、所述第一驱动马达与所述顶部切割刀具依次连接，所述第一驱动马达能够驱动所述顶部切割刀具旋转，旋转所述第一升降操作手柄能够使所述顶部切割刀具上移远离或下移接触所述乏燃料篮顶盖。

2. 根据权利要求1所述的重水堆乏燃料篮切割装置，其特征在于，所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括：下切割装置；

所述下切割装置包括：第二支架、第二升降机构、滑动组件、第二丝杆、第二驱动马达、侧面切割刀具、第二升降操作杆以及第二升降操作手柄；

所述第二支架下端固定连接在乏燃料池中，所述第二支架上端与所述第二丝杆下端连接，所述第二丝杆与所述第二升降机构滑动连接，所述第二升降机构通过滑动组件与所述第二驱动马达连接，所述第二驱动马达与所述侧面切割刀具连接，所述第二丝杆的上端与所述第二升降操作杆的下端连接，所述第二升降操作杆上端连接升降操作手柄，所述第二驱动马达能够驱动所述顶部切割刀具旋转，旋转所述升降操作手柄能够使所述侧面切割刀具上移或下移。

3. 根据权利要求1或2所述的重水堆乏燃料篮切割装置，其特征在于，所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括：中心定位销和多个定位结构；

所述中心定位销固定连接在所述旋转平台上表面中间，与所述乏燃料篮底部中心销孔销接；

所述多个定位结构固定连接在所述旋转平台上表面边缘的位置，用于固定所述乏燃料篮侧表面。

4. 根据权利要求2所述的重水堆乏燃料篮切割装置，其特征在于，所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括水下摄像装置，用于实时监测乏燃料篮的切割工作。

5. 根据权利要求4所述的重水堆乏燃料篮切割装置，其特征在于，根据步骤100至步骤105进行乏燃料篮篮盖与中心柱的切割；

步骤100，将所述水下摄像装置放置在乏燃池中能够拍摄乏燃料篮及其周围环境的位置，获取所述水下摄像装置实时采集的图像；

步骤101，根据所述水下摄像装置实时采集的图像，将乏燃料篮就位所述旋转平台中心定位销上，且卡在多个定位结构内；

步骤102，将上部切割装置通过专用工具就位乏燃料水池相应位置，使得顶部切割刀具

正对乏燃料篮篮盖与中心柱密封焊接处；

步骤103，启动第一驱动马达的情况下，旋转第一升降操作手柄下降顶部切割刀具，观察顶部切割刀具与乏燃料篮盖上表面的首次接触，确立切割深度零点介于3-4mm，控制第一驱动马达的转速介于140-250rpm，且第一驱动马达升降速进给速度1"~2"/min的情况下，实施对篮盖的切割；

步骤104，旋转第一升降操作手柄速度控制在每分钟55-60度，带动乏燃料篮转动多圈，直至篮盖与中心柱脱离；

步骤105，将上切割装置出水去污，确认表面无污染归位。

6. 根据权利要求5所述的重水堆乏燃料篮切割装置，其特征在于，根据步骤200至步骤205进行乏燃料篮侧面围筒与乏燃料篮底座的切割；

步骤200，将下部切割装置通过专用工具就位乏燃料水池相应位置，侧面切割刀具就位在乏燃料篮侧面；

步骤201，通过调整第二升降操作手柄使得侧面切割刀具与乏燃料篮侧面切割位置相接触后，接着操作旋转操作手柄带动乏燃料篮旋转，使乏燃料篮侧面形成一切割深度基准面；

步骤202，开启第二驱动马达的情况下，旋转第二升降操作手柄下降顶部切割刀具，观察顶部切割刀具与乏燃料篮侧面围筒表面的首次接触，确立切割深度零点介于3-4mm，控制第一驱动马达的转速介于140-250rpm，且第一驱动马达升降速进给速度1"~2"/min的情况下，实施对篮盖的切割；

步骤203，旋转第二升降操作手柄速度控制在每分钟55-60度，带动乏燃料篮转动多圈，直至乏燃料篮侧面围筒与乏燃料篮底座脱离；

步骤204，将下切割装置出水去污，确认表面无污染归位。

## 重水堆乏燃料篮切割装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于核电技术领域,具体涉及一种重水堆乏燃料篮切割装置。

### 背景技术

[0002] 相关技术中,重水堆的优势是不停堆换料,但由于换料水池存放能力有限,必须建造乏燃料临时干式贮存,以便满足重水堆核电站稳定运行。其主要方法是将乏燃料水池超过6年的乏燃料通过相应的工艺流程,将乏燃料棒束装入燃料篮,然后通烘干、焊接,将燃料篮通过专用运输容器运至贮存区进行贮存,但燃料篮封口焊接后,可能要做相应的试验检查及发生异常,需要将此燃料篮进行切割打开,由于乏燃料装载后,辐射剂量很高,属高放品,只能水下切割,为此必须开展燃料篮水下切割装置,以应对异常及相应检查。

### 发明内容

[0003] 为克服相关技术中存在的问题,提供了一种重水堆乏燃料篮切割装置。

[0004] 根据本公开实施例的一方面,提供一种重水堆乏燃料篮切割装置,所述重水堆乏燃料篮切割装置包括:旋转驱动机构、旋转平台、旋转操作杆、旋转操作手柄以及上切割装置;

[0005] 所述上切割装置包括:第一支架、支撑臂、第一升降机构、第一丝杆、第一驱动马达、顶部切割刀具、第一升降操作杆以及第一升降操作手柄;

[0006] 所述旋转平台固定连接待加工的乏燃料篮,所述旋转驱动机构连接在所述旋转平台的边缘,所述旋转操作杆的底端与所述旋转驱动机构连接,所述旋转操作杆的上端连接旋转操作手柄,旋转所述旋转操作手柄能够带动所述旋转平台携带所述乏燃料篮以所述乏燃料篮中心柱为轴旋转;

[0007] 所述第一支架下端固定连接在乏燃料池中,所述第一支架的上端与所述支撑臂的一端固定连接,所述支撑臂的另一端与所述第一丝杆的下端固定连接,所述第一升降机构滑动连接在所述第一丝杆上,所述第一丝杆的上端与所述第一升降操作杆的下端连接,所述第一升降操作杆上端连接升降操作手柄,所述第一升降机构、所述第一驱动马达与所述顶部切割刀具依次连接,所述第一驱动马达能够驱动所述顶部切割刀具旋转,旋转所述升降操作手柄能够使所述顶部切割刀具上移远离或下移接触所述乏燃料篮顶盖。

[0008] 在一种可能的实现方式中,所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括:下切割装置;

[0009] 所述下切割装置包括:第二支架、第二升降机构、滑动组件、第二丝杆、第二驱动马达、侧面切割刀具、第二升降操作杆以及第二升降操作手柄;

[0010] 所述第二支架下端固定连接在乏燃料池中,所述第二支架上端与所述第二丝杆下端连接,所述第二丝杆与所述第二升降机构滑动连接,所述第二升降机构通过滑动组件与所述第二驱动马达连接,所述第二驱动马达与所述侧面切割刀具连接第二丝杆的上端与所述第二升降操作杆的下端连接,所述第二升降操作杆上端连接升降操作手柄,所述第二驱动马达能够驱动所述顶部切割刀具旋转,旋转所述升降操作手柄能够使所述侧面切割刀具

上移或下移。

[0011] 在一种可能的实现方式中,所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括:中心定位销和多个定位结构;

[0012] 所述中心定位销固定连接在所述旋转平台上表面中间,与所述乏燃料篮底部中心销孔销接;

[0013] 所述多个定位结构固定连接在所述旋转平台上表面边缘的位置,用于固定所述乏燃料篮测表面。

[0014] 在一种可能的实现方式中,所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括水下摄像装置,用于实时监测乏燃料篮的切割工作。

[0015] 在一种可能的实现方式中,根据步骤100至步骤105进行乏燃料篮盖与中心柱的切割;

[0016] 步骤100,将所述水下摄像装置放置在乏燃池中能够拍摄乏燃料篮及其周围环境的位置,获取所述水下摄像装置实时采集的图像;

[0017] 步骤101,根据所述水下摄像装置实时采集的图像,将乏燃料篮就位所述旋转平台中心定位销上,且卡在多个定位结构内;

[0018] 步骤102,将上部切割装置通过专用工具就位乏燃料水池相应位置,使得顶部切割刀具正对乏燃料篮篮盖与中心柱密封焊接处;

[0019] 步骤103,启动第一驱动马达的情况下,旋转第一升降操作手柄下降顶部切割刀具,观察顶部切割刀具与乏燃料篮盖上表面的首次接触,确立切割深度零点介于3-4mm,控制第一驱动马达的转速介于140-250rpm,且第一驱动马达升降速进给速度1"~2"/min的情况下,实施对篮盖的切割;

[0020] 步骤104,旋转第一升降操作手柄速度控制在每分钟55-60度,带动乏燃料篮转动多圈,直至篮盖与中心柱脱离;

[0021] 步骤105,将上切割装置出水去污,确认表面无污染归位。

[0022] 在一种可能的实现方式中,根据步骤200至步骤205进行乏燃料篮侧面围筒与乏燃料篮底座的切割;

[0023] 步骤200,将下部切割装置通过专用工具就位乏燃料水池相应位置,侧面切割刀具就位在乏燃料篮侧面;

[0024] 步骤201,通过调整第二升降操作手柄使得侧面切割刀具与乏燃料篮侧面切割位置相接触后,接着操作旋转操作手柄带动乏燃料篮旋转,使乏燃料篮侧面形成一切割深度基准面;

[0025] 步骤202,开启第二驱动马达的情况下,旋转第二升降操作手柄下降顶部切割刀具,观察顶部切割刀具与乏燃料篮侧面围筒表面的首次接触,确立切割深度零点介于3-4mm,控制第一驱动马达的转速介于140-250rpm,且第一驱动马达升降速进给速度1"~2"/min的情况下,实施对篮盖的切割;

[0026] 步骤203,旋转第二升降操作手柄速度控制在每分钟55-60度,带动乏燃料篮转动多圈,直至乏燃料篮侧面围筒与乏燃料篮底坐脱离;

[0027] 步骤204,将下切割装置出水去污,确认表面无污染归位。

[0028] 本公开的有益效果在于:本公开中的重水堆乏燃料篮水下切割装置,使用方便,实

用性强,确保安全可靠,经济效益高,已经通过数次试验论证,使用重水堆乏燃料篮水下切割装置的切割方法使用情况良好,方法为重水堆机组首创,为后续重水堆乏燃棒束充分利用,实施燃料篮水下切割,提供了可行切割方法,可向同类电站进行推广应用。

## 附图说明

- [0029] 图1是根据一示例性实施例示出的一种重水堆乏燃料篮切割装置的示意图。
- [0030] 图2是根据一示例性实施例示出的一种重水堆乏燃料篮切割装置的示意图。
- [0031] 图中:
- [0032] 101、乏燃料篮;102、旋转操作杆;103、旋转驱动机构;104、定位结构;
- [0033] 105、旋转平台;106、中心定位销;107、第一支架;108、支撑臂;
- [0034] 109、第一升降机构;110、第一丝杆;111、第一驱动马达;
- [0035] 112、第一刀具固定夹具;113、顶部切割刀具;114、旋转操作手柄;
- [0036] 115、第一升降操作手柄;116、第一升降操作杆;201、第二支架;
- [0037] 202第二升降机构;203、滑动组件;204、第二丝杆;205、第二驱动马达;
- [0038] 206、第二刀具固定夹具;207、侧面切割刀具;208、第二升降操作手柄;209、第二升降操作杆。

## 具体实施方式

- [0039] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细说明。
- [0040] 图1是根据一示例性实施例示出的一种重水堆乏燃料篮切割装置的示意图。重水堆乏燃料篮切割装置,所述重水堆乏燃料篮切割装置包括:旋转驱动机构103、旋转平台105、旋转操作杆102、旋转操作手柄114以及上切割装置;
- [0041] 所述上切割装置包括:第一支架107、支撑臂108、第一升降机构109、第一丝杆110、第一驱动马达111、顶部切割刀具113、第一升降操作杆116以及第一升降操作手柄115;
- [0042] 所述旋转平台105固定连接待加工的乏燃料篮101,所述旋转驱动机构103连接在所述旋转平台105的边缘,所述旋转操作杆102的底端与所述旋转驱动机构103连接,所述旋转操作杆102的上端连接旋转操作手柄114,旋转所述旋转操作手柄114能够带动所述旋转平台105携带所述乏燃料篮101以所述乏燃料篮101中心柱为轴旋转;
- [0043] 所述第一支架107下端固定连接在乏燃料池中,所述第一支架107的上端与所述支撑臂108的一端固定连接,所述支撑臂108的另一端与所述第一丝杆110的下端固定连接,所述第一升降机构109滑动连接在所述第一丝杆110上,所述第一丝杆110的上端与所述第一升降操作杆116的下端连接,所述第一升降操作杆116上端连接升降操作手柄,所述第一升降机构109、所述第一驱动马达111与所述顶部切割刀具113依次连接(例如,第一驱动马达111的驱动端可以通过第一刀具固定夹具112连接顶部切割刀具113),所述第一驱动马达111能够驱动所述顶部切割刀具113旋转,旋转所述第一升降操作手柄115能够通过第一升降操作杆116使得第一丝杆110旋转,使所述第一升降机构109上移或下移,进而带动顶部切割刀具113上移远离乏燃料篮101顶盖,或下移接触所述乏燃料篮101顶盖。
- [0044] 图2是根据一示例性实施例示出的一种重水堆乏燃料篮切割装置的示意图。如图2所示,所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括:下切割装置;

[0045] 所述下切割装置包括：第二支架201、第二升降机构202、滑动组件203、第二丝杆204、第二驱动马达205、侧面切割刀具207、第二升降操作杆209以及第二升降操作手柄208；

[0046] 所述第二支架201下端固定连接在乏燃料池中，所述第二支架201上端与所述第二丝杆204下端连接，所述第二丝杆204与所述第二升降机构202滑动连接，所述滑动组件203的固定端与所述第二升降机构202固定连接，所述滑动组件203的滑动端与所述第二驱动马达205、所述侧面切割刀具207依次连接（例如，第二驱动马达205的驱动端可以通过第二刀具固定夹具206连接侧面切割刀具207），在一种可能的实现方式中，所述滑动组件203的固定端与所述第二支架201固定连接，所述滑动组件203的滑动端与第二升降机构202通过可伸缩的滑杆连接，所述滑动端滑动连接在所述固定端上，所述滑动端与所述第二驱动马达205、所述侧面切割刀具207依次连接，所述滑动端在所述固定端上的滑轨由上至下逐渐靠近乏燃料篮101的侧面，这样，所述滑动端在所述固定端上由上向下滑动时逐渐靠近所述乏燃料篮101的侧面，所述滑动端在所述固定端上由下向上滑动时逐渐远离所述乏燃料篮101的侧面，第二丝杆204的上端与所述第二升降操作杆209的下端连接，所述第二升降操作杆209上端连接升降操作手柄，所述第二驱动马达205能够驱动所述顶部切割刀具113旋转，旋转所述升降操作手柄能够通过升降操作杆带动第二丝杆204旋转，使得所述第二升降机构202带动所述活动端上移从而使得所述侧面切割刀具207上移并逐渐远离乏燃料篮101，或者使得所述第二升降机构202带动所述活动端下移从而使得所述侧面切割刀具207下移并逐渐靠近乏燃料篮101。

[0047] 本公开中的重水堆乏燃料篮水下切割装置，使用方便，实用性强，确保安全可靠，经济效益高，已经通过数次试验论证，使用重水堆乏燃料篮水下切割装置的切割方法使用情况良好，方法为重水堆机组首创，为后续重水堆乏燃棒束充分利用，实施燃料篮水下切割，提供了可行切割方法，可向同类电站进行推广应用。

[0048] 在一种可能的实现方式中，所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括：中心定位销106和多个定位结构104；所述中心定位销106固定连接在所述旋转平台105上表面中间，与所述乏燃料篮101底部中心销孔销接；所述多个定位结构104固定连接在所述旋转平台105上表面边缘的位置，用于固定所述乏燃料篮101测表面。这样，通过中心定位销106和多个定位结构104之间的配合，可以快速将乏燃料篮101固定连接在旋转平台105上。

[0049] 在一种可能的实现方式中，所述重水堆乏燃料篮切割装置还包括水下摄像装置，用于实时监测乏燃料篮的切割工作。

[0050] 在一种可能的实现方式中，根据步骤100至步骤105进行乏燃料篮篮盖与中心柱的切割；

[0051] 步骤100，将所述水下摄像装置放置在乏燃池中能够拍摄乏燃料篮及其周围环境的位置，获取所述水下摄像装置实时采集的图像；

[0052] 步骤101，根据所述水下摄像装置实时采集的图像，将乏燃料篮就位所述旋转平台中心定位销上，且卡在多个定位结构内；

[0053] 步骤102，将上部切割装置通过专用工具就位乏燃料水池相应位置，使得顶部切割刀具正对乏燃料篮篮盖与中心柱密封焊接处；

[0054] 步骤103，启动第一驱动马达的情况下，旋转第一升降操作手柄下降顶部切割刀具，观察顶部切割刀具与乏燃料篮盖上表面的首次接触，可以记录切割刀具开槽锯头调节

装置的位置,从而确立切割深度零点介于3-4mm,控制第一驱动马达的转速介于140-250rpm,且第一驱动马达升降速进给速度1"~2"/min,调整好相关设置后,可以实施对篮盖的切割;其中,第一驱动马达为气动马达的情况下,打开气动驱动马达气源阀门,此时需对供气进行节流,保持转速尽可能慢,从而保持切割至1/8"深度处,切割器失速最小。

[0055] 步骤104,旋转第一升降操作手柄速度控制在每分钟55-60度,带动乏燃料篮转动多圈(例如三圈),直至篮盖与中心柱脱离;

[0056] 步骤105,将上切割装置出水去污,确认表面无污染归位。

[0057] 在一种可能的实现方式中,根据步骤200至步骤205进行乏燃料篮侧面围筒与乏燃料篮底座的切割;

[0058] 步骤200,将下部切割装置通过专用工具就位乏燃料水池相应位置,侧面切割刀具就位在乏燃料篮侧面;

[0059] 步骤201,通过调整第二升降操作手柄使得侧面切割刀具与乏燃料篮侧面切割位置相接触后,接着操作旋转操作手柄带动乏燃料篮旋转,使乏燃料篮侧面形成一切割深度基准面;

[0060] 步骤202,开启第二驱动马达的情况下,旋转第二升降操作手柄下降顶部切割刀具,观察顶部切割刀具与乏燃料篮侧面围筒表面的首次接触,确立切割深度零点介于3-4mm,控制第一驱动马达的转速介于140-250rpm,且第一驱动马达升降速进给速度1"~2"/min的情况下,实施对篮盖的切割;

[0061] 步骤203,旋转第二升降操作手柄速度控制在每分钟55-60度,带动乏燃料篮转动多圈,直至乏燃料篮侧面围筒与乏燃料篮底坐脱离;

[0062] 步骤204,将下切割装置出水去污,确认表面无污染归位。

[0063] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中的技术的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

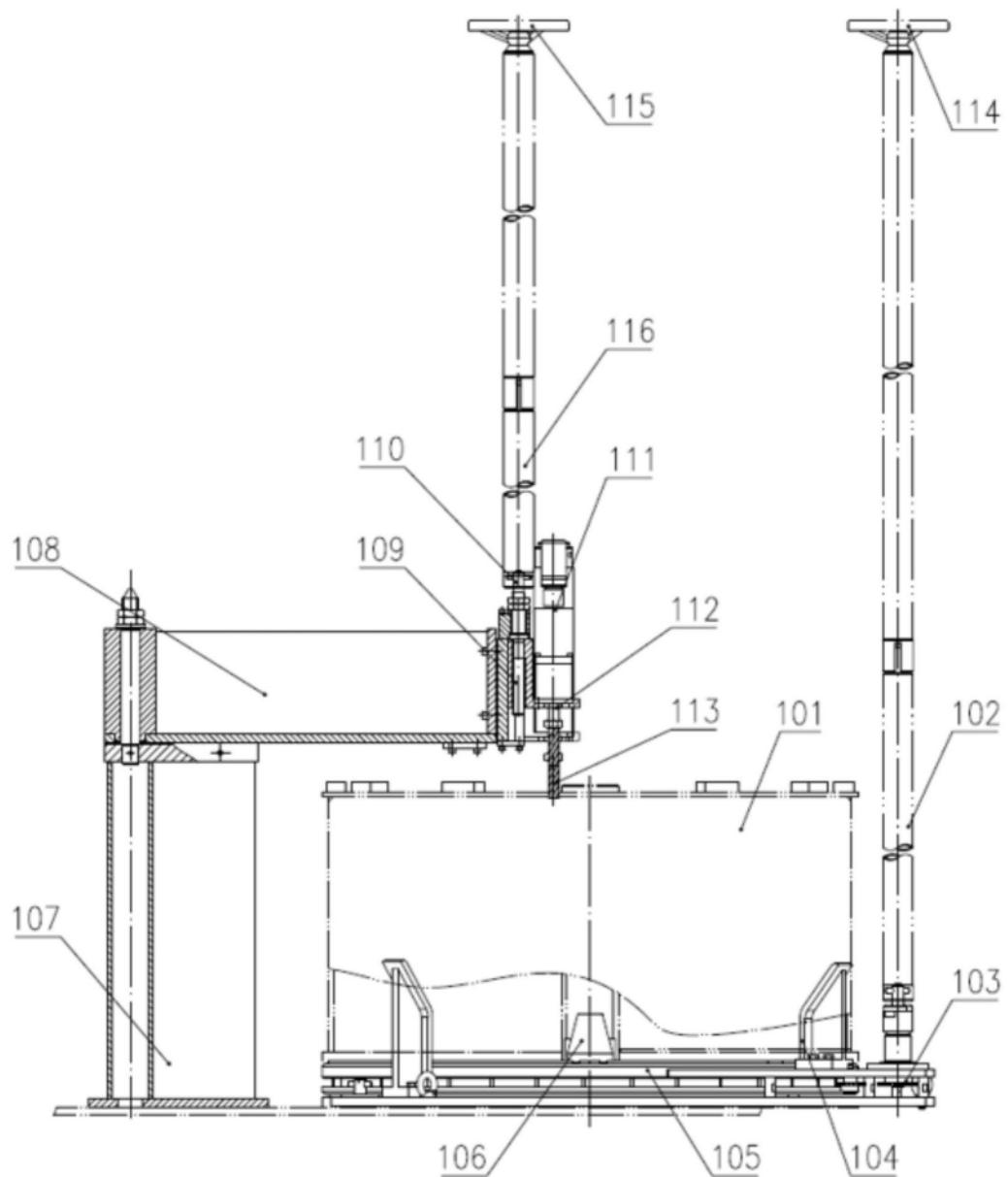


图1

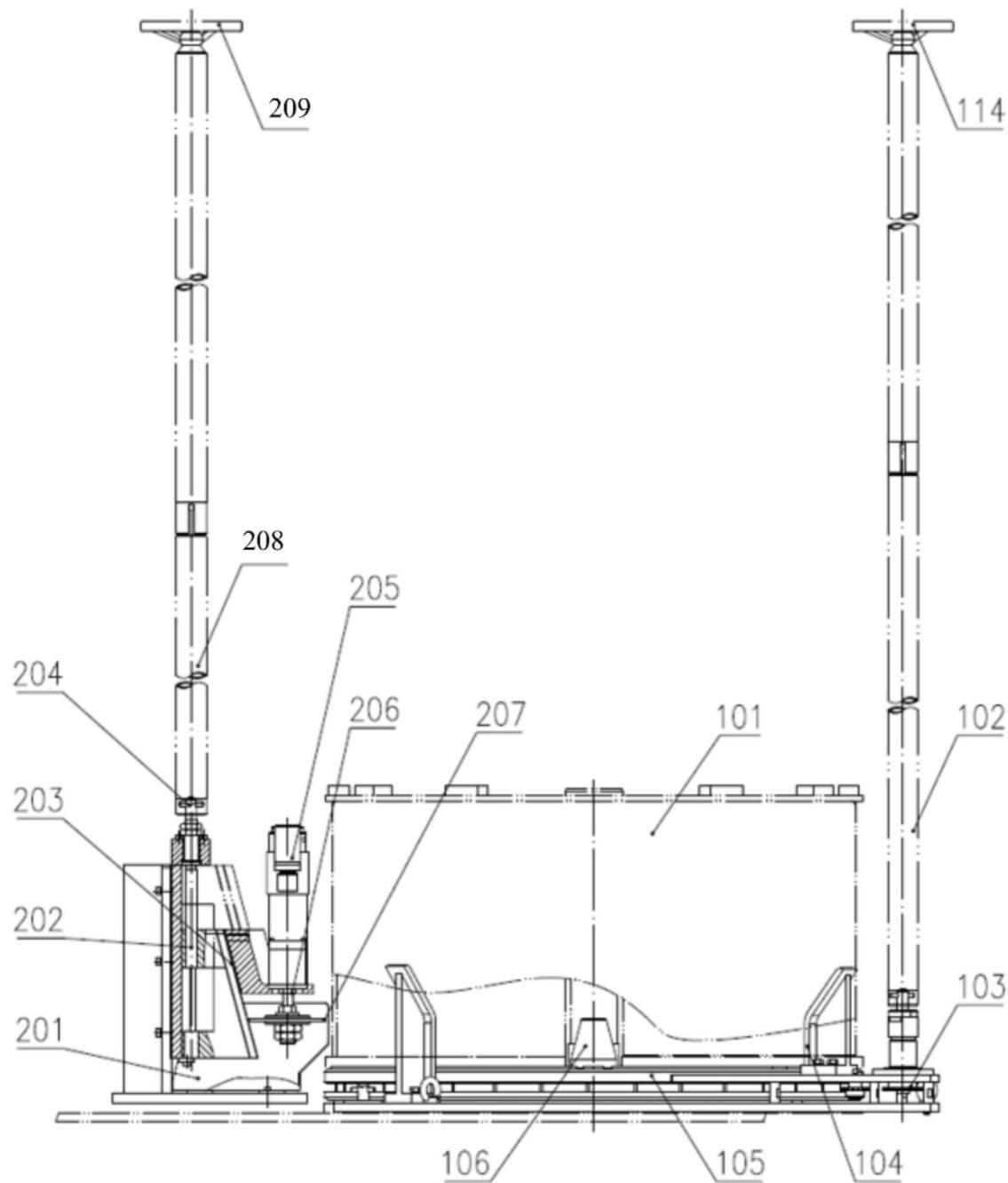


图2