



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114227263 B

(45) 授权公告日 2022.12.27

(21) 申请号 202111593512.X

(22) 申请日 2021.12.23

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114227263 A

(43) 申请公布日 2022.03.25

(73) 专利权人 东方电气集团东方汽轮机有限公司

地址 618000 四川省德阳市旌阳区高新技术产业园区金沙江西路666号

专利权人 东方电气(武汉)核设备有限公司

(72) 发明人 李孝龙 舒华安 张强 许飞  
余强明 王介 李德平 王其勋  
涂航 朱斌 胡剑华 张发 万杰  
石吴琼 王盛 丁继明 曹杰  
周家刚 江滔 宋玉玲

(74) 专利代理机构 成都蓉信三星专利事务所  
(普通合伙) 51106

专利代理师 王统国

(51) Int.Cl.

B23P 23/02 (2006.01)

B23Q 5/40 (2006.01)

B23Q 7/04 (2006.01)

审查员 杨晓

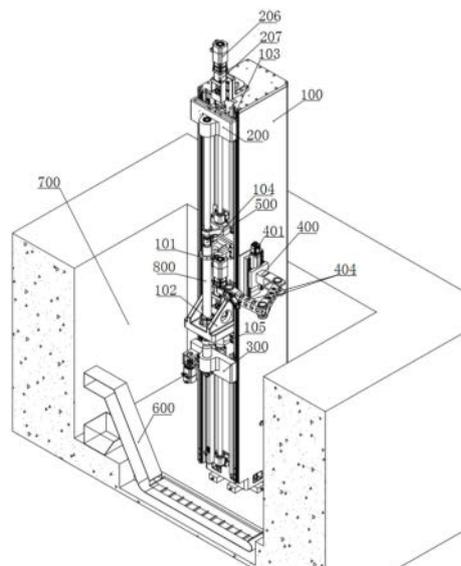
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

### (54) 发明名称

一种细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床

### (57) 摘要

本发明公开了一种细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,包括立柱、上滑座机构、下滑座机构、动力头机构;立柱用作竖向装夹零件,并在所装夹零件上侧装配上滑座机构、下侧装配下滑座机构;上、下滑座机构分别以线性位移结构装配在立柱上,上滑座机构具有朝下延伸的主轴,下滑座机构具有朝上延伸的主轴,上、下主轴能穿入零件内孔,下主轴内可旋转装配有单独驱动的传动轴;动力头机构可拆卸连接在上、下主轴之间,且输入轴与传动轴连接,外周具有在输入轴驱动下进行加工动作的刀具,动力头机构在上、下滑座机构的同步向下线性位移动作中,能穿入零件内孔、并进行对应键槽加工。本发明具有加工精确、稳定、不振动等特点,主轴整体刚性好。



1. 一种细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述数控机床包括:

- 立柱(100),所述立柱(100)竖向排布于安装基础上,所述立柱(100)的正面用作竖向装夹零件(800),并在所装夹零件(800)的上侧区域装配上滑座机构(200)、下侧区域装配下滑座机构(300);

- 上滑座机构(200),所述上滑座机构(200)以可线性位移结构装配在立柱(100)上,所述上滑座机构(200)具有朝向下滑座机构(300)延伸的上主轴(202),所述上主轴(202)能够轴向穿入所述零件(800)的内孔;

- 下滑座机构(300),所述下滑座机构(300)以可线性位移结构装配在立柱(100)上,所述下滑座机构(300)具有朝向上滑座机构(200)延伸的下主轴(302),所述下主轴(302)能够轴向穿入所述零件(800)的内孔;且,所述下主轴(302)内以可旋转结构装配有传动轴(305),所述传动轴(305)的旋转动作与所述下主轴(302)的线性位移动作相互独立;

- 动力头机构(500),所述动力头机构(500)以可拆卸结构连接在所述上滑座机构(200)的上主轴(202)与所述下滑座机构(300)的下主轴(302)之间,且所述动力头机构(500)的输入轴(504)与所述下滑座机构(300)的传动轴(305)相连接,所述动力头机构(500)的外周具有在所述输入轴(504)驱动之下进行加工动作的刀具;所述动力头机构(500)在所述上滑座机构(200)和所述下滑座机构(300)的同步向下线性位移动作中,能够轴向穿入所述零件(800)的内孔内,并在所述零件(800)的内孔进行对应键槽加工。

2. 根据权利要求1所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述立柱(100)通过上、下位间距排布的抱箍(101)和工作台(102),对所加工的零件(800)进行竖向装夹;

所述抱箍(101)处在靠近上滑座机构(200)的一侧,所述抱箍(101)对所述零件(800)的外周进行抱紧夹持;

所述工作台(102)处在靠近下滑座机构(300)的一侧,所述工作台(102)以可拆卸结构抵接在所述零件(800)的下端/外周凸起结构上。

3. 根据权利要求1或2所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述立柱(100)上具有处在所装夹零件(800)上端处的上主轴导向座(104),所述上主轴导向座(104)具有供所述上滑座机构(200)的上主轴(202)自由穿过的导向孔;

和/或,所述立柱(100)上具有处在所装夹零件(800)下端处的下主轴导向座(105),所述下主轴导向座(105)具有供所述下滑座机构(300)的下主轴(302)自由穿过的导向孔。

4. 根据权利要求1或2所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述立柱(100)的正面两侧分别连接有线性导轨(103);

所述上滑座机构(200)和所述下滑座机构(300)分别通过线性导轨(103)装配在所述立柱(100)上。

5. 根据权利要求1所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述上滑座机构(200)主要由上滑板(201)、上滚珠丝杠(204)、上主轴(202)、上伺服电机(206)组成;

所述上滑板(201)以可线性位移结构装配在所述立柱(100)上,并通过上丝杠螺母(203)与所述上滚珠丝杠(204)相连接;

所述上滚珠丝杠(204)对应于所述上滑板(201)的线性位移方向,通过多组轴承以可旋转结构装配在所述立柱(100)上;

所述上主轴(202)连接在所述上滑板(201)上,并向所述下滑座机构(300)延伸,所述上主轴(202)的下端具有能够与所述动力头机构(500)可拆卸连接的液压胀紧套(205);

所述上伺服电机(206)通过上减速器(207)与所述上滚珠丝杠(204)的一端相连接。

6. 根据权利要求1所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述下滑座机构(300)主要由下滑板(301)、下滚珠丝杠(304)、下主轴(302)、传动轴(305)、下伺服电机(306)、传动伺服电机(310)组成;

所述下滑板(301)以可线性位移结构装配在所述立柱(100)上,并通过下丝杠螺母(303)与所述下滚珠丝杠(304)相连接;

所述下滚珠丝杠(304)对应于所述下滑板(301)的线性位移方向,通过多组轴承以可旋转结构装配在所述立柱(100)上;

所述下主轴(302)为空心结构,所述下主轴(302)连接在所述下滑板(301)上,并向所述上滑座机构(200)延伸,所述下主轴(302)的上端具有与所述动力头机构(500)可拆卸连接的结构;

所述传动轴(305)沿着所述下主轴(302)的轴向,通过多组轴承以可旋转结构穿装在所述下主轴(302)内,所述传动轴(305)的上端用作以可拆卸结构连接所述动力头机构(500)的输入轴(504),所述传动轴(305)的下端延伸出所述下主轴(302)的下端;

所述下伺服电机(306)通过下减速器(307)与所述下滚珠丝杠(304)的一端相连接;

所述传动伺服电机(310)以减速结构与所述传动轴(305)的下端相连接。

7. 根据权利要求6所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述传动伺服电机(310)与所述传动轴(305)之间以同步带(312)进行减速;

所述传动轴(305)延伸出所述下主轴(302)下端的下端部,连接有大同步带轮(309);

所述传动伺服电机(310)安装在所述下滑板(301)上,所述传动伺服电机(310)的输出轴上连接有小同步带轮(310);

所述同步带(312)套装在所述小同步带轮(310)和所述大同步带轮(309)之间。

8. 根据权利要求1所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述立柱(100)的一侧连接有能够对零件(800)进行装料或卸料操作的机械手机构(400);

所述机械手机构(400)主要由机械臂(404)、机械手滚珠丝杠(403)、减速电机(401)组成;

所述机械臂(404)用作抓取零件(800),所述机械臂(404)通过丝杠螺母连接在所述机械手滚珠丝杠(403)上;

所述机械手滚珠丝杠(403)对应于所述立柱(100)对零件(800)的装夹方向,以可旋转结构通过多组轴承装配在所述立柱(100)上;

所述减速电机(401)连接在所述机械手滚珠丝杠(403)的一端。

9. 根据权利要求1所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述动力头机构(500)的刀具是由周向位置上、下相对应的铣刀(503)和拉刀(506)组成;

所述铣刀(503)装夹在所述动力头机构(500)的铣轴(502)上,所述铣轴(502)处在所述动力头机构(500)靠近下滑座机构(300)的一侧;

所述拉刀(506)装夹在所述动力头机构(500)的拉刀夹(505)上,所述拉刀夹(505)处在所述动力头机构(500)靠近上滑座机构(300)的一侧;

所述拉刀(506)对所述铣刀(503)在所述零件(800)内孔铣削好的键槽进行拉削处理。

10. 根据权利要求1所述细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,其特征在于,所述立柱(100)的安装基础为地坑(700)结构;

所述地坑(700)的底部具有处在所述下滑座机构(300)下方的排屑机构(600),所述排屑机构(600)的承屑面大于上方落屑覆盖面;

所述排屑机构(600)为斜式输送机,所述排屑机构(600)的底端区域用作承接落屑、顶端区域用作汇集废屑,所述排屑机构(600)的顶端区域底部处设置有集屑箱。

## 一种细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数控机床,具体是一种细长筒类零件的内孔键槽加工用的数控机床。

### 背景技术

[0002] 在机械结构中,键连接及类似连接(以下统称为键连接)是常见的一种结构形式,通常用于传递扭矩或需要导向的机械结构中。因此,零件上的对应键槽加工精度,直接决定着键连接的可靠性和稳定性。

[0003] 关于键槽的加工,若对应键槽处在轴外圆上,加工工具受零件结构的限制较小,则加工较为容易,可通过铣削、拉削或刨削等方式获得,且可保证较高的加工精度。但是,若对应键槽处在零件的内孔上,加工工具受限于零件内孔结构,则加工技术难度较大,这尤其以细长筒类零件内孔上的键槽加工最为突出。

[0004] 通常,细长筒类零件的长径比达12倍以上,例如长度超过1500mm、但内孔孔径却小于120mm。在此类细长筒类零件的内孔上进行键槽加工时,要么存在刀具无法伸入的技术问题,或者,虽然能够伸入、但达不到键槽设计长度的技术问题;要么存在装夹刀具的主轴因伸入过长而刚性不足,导致加工出的键槽精度达不到设计要求的 TECHNICAL PROBLEM,例如精密场合所需要的键槽侧面直线度 $\leq 0.02/1000\text{mm}$ 、对称度 $\leq 0.02\text{mm}$ 、表面粗糙度 $\leq \text{Ra}1.6\mu\text{m}$ 的技术要求,就是刚性不足的主轴所装夹刀具难以加工出来的。

[0005] 目前,零件内孔键槽的常见加工方法,主要有铣削、拉削、插削、线切割等,其中,尤以铣削加工和拉削加工的质量及效果较高。

[0006] 以铣削加工零件上的内孔键槽时,虽然可获得较好的加工质量及较高的加工效率,但其主要适用于内孔较大或孔深较短的加工场合。对于长径比较大的细长筒类零件内孔上的键槽加工,铣削加工存在局限性,即使制作特定的悬臂式结构,由于空间结构及结构刚性的限制,也难以满足于细长筒类零件内孔的高精度键槽加工技术要求。

[0007] 拉削加工一般零件内孔上的键槽时,可获得很高的加工质量,且效率亦较高。但是,其存在的缺点是,组合拉刀制作复杂、成本高。加之,由于细长筒类零件呈细长状,拉削加工产生的铁屑较长,在拉刀内难以排出,形成堆积,易挤压拉刀刃口及键槽加工表面,从而造成加工困难、加工状态不稳定、及加工质量不高等缺陷。

[0008] 综上所述,针对细长筒类零件内孔上的键槽加工,特别是精密场合所需要的细长筒类零件内孔上的键槽加工,现有加工技术难以满足其技术要求。

### 发明内容

[0009] 本发明的技术目的在于:针对上述细长筒类零件(以下非特定描述之外,均简称“零件”)内孔上的键槽特殊性,以及现有加工技术的不足,提供一种主轴能够稳定地轴向穿入零件内孔内,并以上、下双主轴轴向对接而装夹刀具的数控机床。

[0010] 本发明的技术目的通过下述技术方案实现:一种细长筒类零件内孔键槽加工用数控机床,所述数控机床包括:

[0011] -立柱,所述立柱竖向排布于安装基础上,所述立柱的正面用作竖向装夹零件,并在所装夹零件的上侧区域装配上滑座机构、下侧区域装配下滑座机构;

[0012] -上滑座机构,所述上滑座机构以可线性位移结构装配在立柱上,所述上滑座机构具有朝向下滑座机构延伸的上主轴,所述上主轴能够轴向穿入所述零件的内孔;

[0013] -下滑座机构,所述下滑座机构以可线性位移结构装配在立柱上,所述下滑座机构具有朝向上滑座机构延伸的下主轴,所述下主轴能够轴向穿入所述零件的内孔;且,所述下主轴内以可旋转结构装配有传动轴,所述传动轴的旋转动作与所述下主轴的线性位移动作相互独立;

[0014] -动力头机构,所述动力头机构以可拆卸结构连接在所述上滑座机构的上主轴与所述下滑座机构的下主轴之间,且所述动力头机构的输入轴与所述下滑座机构的传动轴相连接,所述动力头机构的外周具有在所述输入轴驱动之下进行加工动作的刀具;所述动力头机构在所述上滑座机构和所述下滑座机构的同步向下线性位移动作中,能够轴向穿入所述零件的内孔内,并在所述零件的内孔进行对应键槽加工。

[0015] 上述技术措施在立柱所装夹零件的上、下区域,分别以线性位移结构装配了上滑座机构和下滑座机构,上、下滑座机构的上、下主轴经零件的内孔,通过动力头机构实现轴向的可拆卸啮合连接,即上、下滑座机构的上、下主轴能够稳定地轴向穿入零件的内孔,并以上、下双主轴轴向对接而装夹刀具,同步联动,在同步向下的线性位移过程中,通过对应刀具在零件内孔上实现对应键槽的加工,加工精确、稳定、不产生振动,主轴整体刚性好,所加工零件内孔上的键槽结构能够有效地满足于高精密技术场所的技术需要。

[0016] 上述技术措施的上、下滑座机构在立柱上的设置结构,在它们分离之后,有效地保证了零件在立柱上装夹操作时拥有足够的操作空间,便于零件的装夹、找正及转运等操作。

[0017] 同时,上述技术措施使立柱上的零件与上、下主轴均处于竖直状态排布,这种排布结构有利于控制上、下主轴及零件的变形,尤其有利于零件挠度变形的控制,避免了水平放置时零件易出现的自身挠度变形,确保加工出的键槽与零件轴线保持平行。此外,这种排布结构使得零件重力方向与加工切削受力方向一致,均沿零件的轴线方向、且竖直向下,能最大程度的保持加工键槽的直线度,可达到直线度 $\leq 0.02/1000\text{mm}$ 。

[0018] 作为优选方案之一,所述立柱通过上、下位间距排布的抱箍和工作台,对所要加工的零件进行竖向装夹;

[0019] 所述抱箍处在靠近上滑座机构的一侧,所述抱箍对所述零件的外周进行抱紧夹持;

[0020] 所述工作台处在靠近下滑座机构的一侧,所述工作台以可拆卸结构抵接在所述零件的下端/外周凸起结构上。

[0021] 上述技术措施针对于上、下滑座机构向下线性位移的加工特性,通过上、下间距排布的抱箍和工作台对零件在立柱上实现稳定地竖向装夹,一方面有利于控制零件在加工过程中的挠度变形,确保所加工出的键槽结构能够与零件的轴线相平行,提高加工质量;另一方面通过工作台对零件形成与加工切削受力方向相反的抵接,确保零件的装夹结构不受加工切削力的影响,保证装夹的稳定性。

[0022] 作为优选方案之一,所述立柱上具有处在所装夹零件上端处的上主轴导向座,所述上主轴导向座具有供所述上滑座机构的上主轴自由穿过的导向孔;

[0023] 和/或,所述立柱上具有处在所装夹零件下端处的下主轴导向座,所述下主轴导向座具有供所述下滑座机构的下主轴自由穿过的导向孔。

[0024] 上述技术措施通过所装夹零件上、下端面处的对应导向座,对对应主轴进行导向、扶正,在加工键槽时,最大限度的为对应主轴提供辅助定位和导向,增加了设备的刚性,减小了加工时的振动,改善了加工键槽的表面质量。

[0025] 作为优选方案之一,所述立柱的两侧分别连接有线性导轨;

[0026] 所述上滑座机构和所述下滑座机构分别通过线性导轨装配在所述立柱上。

[0027] 上述技术措施使上、下滑座机构装于同一线性导轨上,从而有效减小了滑座机构的运行阻力,提高了运行精度,可承受倾覆力矩高,确保了加工运行时的刚性与精度。

[0028] 作为优选方案之一,所述上滑座机构主要由上滑板、上滚珠丝杠、上主轴、上伺服电机组成;

[0029] 所述上滑板以可线性位移结构装配在所述立柱上,并通过上丝杠螺母与所述上滚珠丝杠相连接;

[0030] 所述上滚珠丝杠对应于所述上滑板的线性位移方向,通过多组轴承以可旋转结构装配在所述立柱上;

[0031] 所述上主轴连接在所述上滑板上,并向所述下滑座机构延伸,所述上主轴的下端具有能够与所述动力头机构可拆卸连接的液压胀紧套;

[0032] 所述上伺服电机通过上减速器与所述上滚珠丝杠的一端相连接。

[0033] 上述技术措施的上滑座机构在立柱上运行平稳,控制精度高,且与动力头机构能够形成稳定的可拆卸连接。

[0034] 作为优选方案之一,所述下滑座机构主要由下滑板、下滚珠丝杠、下主轴、传动轴、下伺服电机、传动伺服电机组成;

[0035] 所述下滑板以可线性位移结构装配在所述立柱上,并通过下丝杠螺母与所述下滚珠丝杠相连接;

[0036] 所述下滚珠丝杠对应于所述下滑板的线性位移方向,通过多组轴承以可旋转结构装配在所述立柱上;

[0037] 所述下主轴为空心结构,所述下主轴连接在所述下滑板上,并向所述上滑座机构延伸,所述下主轴的上端具有与所述动力头机构可拆卸连接的结构;

[0038] 所述传动轴沿着所述下主轴的轴向,通过多组轴承以可旋转结构穿装在所述下主轴内,所述传动轴的上端用作以可拆卸结构连接所述动力头机构的输入轴,所述传动轴的下端延伸出所述下主轴的下端;

[0039] 所述下伺服电机通过下减速器与所述下滚珠丝杠的一端相连接;

[0040] 所述传动伺服电机以减速结构与所述传动轴的下端相连接。

[0041] 上述技术措施的下滑座机构在立柱上运行平稳,控制精度高,同时能够对所连接的动力头机构形成可靠地传动。

[0042] 进一步的,所述传动伺服电机与所述传动轴之间以同步带进行减速;

[0043] 所述传动轴延伸出所述下主轴下端的下端部,连接有大同步带轮;

[0044] 所述传动伺服电机安装在所述下滑板上,所述传动伺服电机的输出轴上连接有小同步带轮;

[0045] 所述同步带套装在所述小同步带轮和所述大同步带轮之间。

[0046] 上述技术措施合理化地排布了下滑座机构的成型结构,使对应伺服电机既能以稳定的减速结构驱动动力头机构,又能可靠地降低下滑座机构的成型技术难度。

[0047] 作为优选方案之一,所述立柱的一侧连接有能够对零件进行装料或卸料操作的机械手机构;

[0048] 所述机械手机构主要由机械臂、机械手滚珠丝杠、减速电机组成;

[0049] 所述机械臂用作抓取零件,所述机械臂通过丝杠螺母连接在所述机械手滚珠丝杠上;

[0050] 所述机械手滚珠丝杠对应于所述立柱对零件的装夹方向,以可旋转结构通过多组轴承装配在所述立柱上;

[0051] 所述减速电机连接在所述机械手滚珠丝杠的一端。

[0052] 上述技术措施能够使零件在立柱上的装料、卸料操作实现自动化,从而有利于降低工人劳动强度,提高生产效率,节约生产成本。

[0053] 作为优选方案之一,所述动力头机构的刀具是由周向位置上、下相对应的铣刀和拉刀组成;

[0054] 所述铣刀装夹在所述动力头机构的铣轴上,所述铣轴处在所述动力头机构靠近下滑座机构的一侧;

[0055] 所述拉刀装夹在所述动力头机构的拉刀夹上,所述拉刀夹处在所述动力头机构靠近上滑座机构的一侧;

[0056] 所述拉刀对所述铣刀在所述零件内孔铣削好的键槽进行拉削处理。

[0057] 上述技术措施针对于上、下滑座机构向下线性位移的加工特性,在动力头机构上形成了特定位置配合的铣轴与拉刀夹,铣轴与拉刀夹沿着轴向布置,铣轴轴线与拉刀夹中分面重合。铣轴用于安装指状铣刀,对零件内孔进行键槽的铣削加工。拉刀夹用于安装单片拉刀,在铣削完毕后对键槽侧面进行拉削加工。也就是说,上述技术措施形成了铣、拉复合加工方式,利用高效的铣削加工对零件内孔的键槽进行加工去量,同时,为拉削加工留出排屑空间,防止铁屑堆积,保证拉削加工时铁屑不会损伤拉刀及键槽表面,进而利用高精度的拉削加工,对铣削后的键槽两侧定位面同时进行拉削加工,单片拉刀两侧刃口同时参与切削,确保键槽两侧面具有极高的对称度和粗糙度,达到高精密场合所需要的对称度 $\leq 0.02\text{mm}$ 、粗糙度 $\leq \text{Ra}1.6\mu\text{m}$ 的技术要求。

[0058] 作为优选方案之一,所述立柱的安装基础为地坑结构;

[0059] 所述地坑的底部具有处在所述下滑座机构下方的排屑机构,所述排屑机构的承屑面大于上方落屑覆盖面;

[0060] 所述排屑机构为斜式输送机,所述排屑机构的底端区域用作承接落屑、顶端区域用作汇集废屑,所述排屑机构的顶端区域底部处设置有集屑箱。

[0061] 上述技术措施针对于立柱竖向排布结构,通过地坑有效减少了立柱延伸出基础的高度,便于在厂房内安置,亦便于零件在立柱上的上、卸料操作。

[0062] 上述技术措施的废屑收集结构,能够有效地将加工所产生的废屑进行举升集中,便于后期处理。

[0063] 本发明的有益技术效果是:上述技术措施将对细长筒类零件内孔键槽加工用的大

部分机构、部件等集中排布于同一立柱上,仅需在装配时进行一次性精度调整,就能确保各机构、部件精密、稳定地运行,减少了在使用过程中反复调整各机构、部件精度的次数。

[0064] 上述技术措施在立柱所装夹零件的上、下区域,分别以线性位移结构装配了上滑座机构和下滑座机构,上、下滑座机构的上、下主轴经零件的内孔,通过动力头机构实现轴向的可拆卸啮合连接,即上、下滑座机构的上、下主轴能够稳定地轴向穿入零件的内孔,并以上、下双主轴轴向对接而装夹刀具,同步联动,在同步向下的线性位移过程中,通过对应刀具在零件内孔上实现对应键槽的加工,加工精确、稳定、不产生振动,主轴整体刚性好,所加工零件内孔上的键槽结构能够有效地满足于高精密技术场所的技术需要。此外,上述上、下滑座机构在立柱上的设置结构,在它们分离之后,有效地保证了零件在立柱上装夹操作时拥有足够的操作空间,便于零件的装夹、找正及转运等操作。

[0065] 上述技术措施使立柱上的零件与上、下主轴均处于竖直状态排布,这种排布结构有利于控制上、下主轴及零件的变形,尤其有利于零件挠度变形的控制,避免了水平放置时零件易出现的自身挠度变形,确保加工出的键槽与零件轴线保持平行。此外,这种排布结构使得零件重力方向与加工切削受力方向一致,均沿零件的轴线方向、且竖直向下,能最大程度的保持加工键槽的直线度,可达到直线度 $\leq 0.02/1000\text{mm}$ 。

[0066] 上述技术措施采用铣削与拉削相结合的复合加工方式,既提高了键槽加工时的效率,亦保证了键槽的加工精度,特别是对细长筒类零件内孔的精密键槽加工具有重要意义。

## 附图说明

[0067] 图1为本发明所要加工的一种细长筒类零件的结构示意图。

[0068] 图2为图1的侧视图。

[0069] 图3为本发明的一种结构示意图。

[0070] 图4为图3所示结构的传动原理示意图。

[0071] 图5为图3中的上滑座机构的结构示意图。

[0072] 图6为图3中的下滑座机构的结构示意图。

[0073] 图7为图6的剖视图。

[0074] 图8为图3中的动力头机构的结构示意图。

[0075] 图中代号含义:

[0076] 100—立柱;101—抱箍;102—工作台;103—线性导轨;104—上主轴导向座;105—下主轴导向座;

[0077] 200—上滑座机构;201—上滑板;202—上主轴;203—上丝杠螺母;204—上滚珠丝杠;205—液压胀紧套;206—上伺服电机;207—上减速器;208—角接触球轴承一;

[0078] 300—下滑座机构;301—下滑板;302—下主轴;303—下丝杠螺母;304—下滚珠丝杠;305—传动轴;306—下伺服电机;307—下减速器;308—角接触球轴承二;309—大同步带轮;310—传动伺服电机;311—小同步带轮;312—同步带;313—角接触球轴承三;

[0079] 400—机械手机构;401—减速电机;402—角接触球轴承四;403—机械手滚珠丝杠;404—机械臂;

[0080] 500—动力头机构;501—壳体;502—铣轴;503—铣刀;504—输入轴;505—拉刀夹;506—拉刀;507—连接盖;

- [0081] 600—排屑机构；  
[0082] 700—地坑；  
[0083] 800—零件。

### 具体实施方式

[0084] 本发明涉及数控机床，具体是一种细长筒类零件的内孔键槽加工用的数控机床，下面以多个实施例对本发明的主体技术内容进行详细说明。其中，实施例1结合说明书附图-即图1、图2、图3、图4、图5、图6、图7和图8对本发明的技术方案内容进行清楚、详细的阐释；其它实施例虽未单独绘制附图，但其主体结构仍可参照实施例1的附图。

[0085] 在此需要特别说明的是，本发明的附图是示意性的，其为了清楚本发明的技术目的已经简化了不必要的细节，以避免模糊了本发明贡献于现有技术的技术方案。

[0086] 实施例1

[0087] 参见图1和图2所示，本发明所要加工的细长筒类零件800的内孔孔径大于115mm，长径比达12倍以上。在零件800外周的靠近一端处具有径向外凸的法兰结构。在其内孔所加工出的键槽精度要求如下：

[0088] -键槽侧面直线度 $\leq 0.02/1000\text{mm}$ ；

[0089] -对称度 $\leq 0.02\text{mm}$ ；

[0090] -表面粗糙度 $\leq \text{Ra}1.6\mu\text{m}$ 。

[0091] 参见图3和图4所示，本发明包括立柱100、上滑座机构200、下滑座机构300、机械手机构400、动力头机构500和排屑机构600，以及数控机床必要的冷却系统、液压系统、气动系统、控制系统等。

[0092] 具体的，立柱100作为整个设备的主要支承部件，其采用QT400铸铁材质、铸造加工成型。

[0093] 立柱100的正面两侧沿着长度方向分别安装有线性导轨103，立柱100正面两侧的线性导轨103呈对称排布结构。

[0094] 立柱100竖向排布于安装基础上，其底部通过锚固结构牢固的固定于安装基础上。由于竖向排布的立柱100比较高，为了便于操作，安装立柱100的基础为地坑700结构，也就是说，立柱100以竖向排布结构垂直安装于基础的地坑700内，从而减少立柱100从底面向上的伸出长度。

[0095] 立柱100的正面中部处，通过紧固件连接结构，以上、下间距排布方式设置有抱箍101和工作台102。

[0096] 其中，抱箍101处在上侧。抱箍101的可抱紧范围匹配于所要装夹的零件800的外径，或者说是所要装夹零件800上部处的外径。

[0097] 工作台102处在下侧。工作台102上开设有能够使下述下滑座机构300的下主轴302自由穿行的主轴穿孔，在该主轴穿孔的外周设置有法兰结构。

[0098] 抱箍101和工作台102在立柱100上的排布间距，对应于所要加工零件800的中上部区域和中下部区域之间的距离，立柱100通过抱箍101和工作台102对所要加工的零件800进行竖向装夹，使零件800在立柱100的正面竖立。装夹时，抱箍101对零件800中上部区域的外周进行抱紧夹持；工作台102以法兰结构与零件800的中下部区域可拆卸连接，从而对重力

向下的零件800形成承托、抵接,也就是说,工作台102抵接在了零件800的外周凸起结构上,由于零件800的中下部外周具有法兰结构,那么零件800的中下部是穿过工作台102上的主轴穿孔而向下延伸的。

[0099] 参见图3、图4和图5所示,上滑座机构200主要由上滑板201、上滚珠丝杠204、上主轴202、上伺服电机206组成。

[0100] 其中,上滑板201的宽度方向两侧,对应连接于上述立柱100正面两侧的线性导轨103上,上滑板201在立柱100的正面能够沿着线性导轨103进行上、下方向的线性位移。上滑板201在立柱100上的连接位置处在上述抱箍101的上方处,即上滑板201可以在抱箍101上方的立柱100正面进行上、下方向的线性位移。

[0101] 上滑板201的后侧表面通过紧固件等连接有上丝杠螺母203,上丝杠螺母203的孔型朝向呈上下方向。上滑板201通过上丝杠螺母203与上滚珠丝杠204连接。

[0102] 上滚珠丝杠204对应于上滑板201的线性位移方向,通过上、下两组角接触球轴承一208,以可旋转结构装配在两侧线性导轨103之间的立柱100上。上滚珠丝杠204在立柱100上的装配位置,应当确保旋转的上滚珠丝杠104能够将上滑板201线性位移至抱箍101处。

[0103] 上主轴202的外径小于所要加工零件800的内孔孔径。上主轴202的上端通过紧固件等固定连接于上滑板201的前侧表面,上主轴202的下端向下延伸,上主轴202向下延伸的长度略大于所要加工零件800的轴向长度。上主轴202在上滑板201上的连接位置,应当确保与立柱100上的抱箍101及工作台102的装夹中心位置形成轴向对应配合,即同轴心配合。上主轴202需要与下述动力头机构500形成需要时的连接,即可拆卸组合,因而,在上主轴202的下端处设置有能够与动力头机构500的上部结构可拆卸连接的液压胀紧套205,通过液压胀紧套205的胀紧/放松动作,即可实现与下述动力头机构500上部结构的可拆卸连接。

[0104] 当然,为了保证上主轴202下端与动力头机构500之间的连接强度,以及提高连接便利性,上主轴202下端的液压胀紧套205内设置有行程开关,通过该行程开关感知动力头机构500上部结构的插入状态。

[0105] 上伺服电机206通过紧固件等安装于立柱100的顶部处,处在上滚珠丝杠204上端的上方处。上伺服电机206的输出轴通过上减速器207(例如减速比 $i=3$ ),与上述上滚珠丝杠204的上端相连接。上伺服电机206通过上减速器207输出的动力作用于上滚珠丝杠204上时,驱动上滑板201在立柱100上进行上、下方向的线性位移,从而带动上主轴202进入/退出装夹好的零件800内孔。

[0106] 参见图3、图4、图6和图7所示,下滑座机构300主要由下滑板301、下滚珠丝杠304、下主轴302、传动轴305、下伺服电机306、传动伺服电机310组成。

[0107] 其中,下滑板301的宽度方向两侧,对应连接于上述立柱100正面两侧的线性导轨103上,下滑板301在立柱100的正面沿着线性导轨103进行上、下方向的线性位移。下滑板301在立柱100上的连接位置处在上述工作台102的下方处,即下滑板301可以在工作台102下方的立柱100正面进行上、下方向的线性位移。

[0108] 下滑板301的后侧表面通过紧固件等连接有下丝杠螺母303,下丝杠螺母303的孔型朝向呈上下方向。下滑板301通过下丝杠螺母303与下滚珠丝杠304连接。

[0109] 下滚珠丝杠304对应于下滑板301的线性位移方向,通过上、下两组角接触球轴承二308,以可旋转结构装配在两侧线性导轨103之间的立柱100上。下滚珠丝杠304在立柱100

上的装配位置,应当确保旋转的下滚珠丝杠304能够将下滑板301线性位移至工作台102处。

[0110] 下主轴302为空心轴结构。下主轴302的外径小于所要加工零件800的内孔孔径。下主轴302的下端通过紧固件等固定连接于下滑板301的前侧表面,下主轴302的向上延伸,下主轴302向上延伸的长度略大于所要加工零件800的轴向长度。下主轴302在下滑板301上的连接位置,应当确保与立柱100上的抱箍101及工作台102的装夹中心位置形成轴向对应配合,即同轴心配合。下主轴302的上端通过紧固件等与下述动力头机构500的下端结构形成组合连接。

[0111] 传动轴305沿着上述下主轴302的轴向,通过上下两组角接触球轴承三313以可旋转结构穿装在下主轴302的内孔内。传动轴305的上端处在下主轴302的上端处,用作以可拆卸结构(例如花键啮合)连接下述动力头机构500的输入轴504。传动轴305的下端延伸出上述下主轴302的下端。在传动轴305延伸出下主轴302下端的区域,连接有大同步带轮309。

[0112] 下伺服电机306通过紧固件等安装于立柱100的中部处,处在下滚珠丝杠304上端的上方处。下伺服电机306的输出轴通过下减速器307(例如减速比 $i=3$ ),与上述下滚珠丝杠304的上端相连接。下伺服电机306通过下减速器307输出的动力作用于下滚珠丝杠304上时,驱动下滑板301在立柱100上进行上、下方向的线性位移,从而带动下主轴302进入/退出装夹好的零件800内孔。

[0113] 传动伺服电机310通过紧固件等安装于下滑板301的一侧处,与下滑板301所连接的下主轴302在上、下方向错位。传动伺服电机310的输出轴上连接有小同步带轮310,该小同步带轮310与上述大同步带轮309处在同一高度,小同步带轮310和大同步带轮309通过套装在它们之间的同步带312连接在一起。从而使传动伺服电机310与传动轴305之间形成以同步带312传动的减速结构(例如减速比 $i=2$ ),在传动伺服电机310的驱动下,传动轴305能够在下主轴302内独立旋转,从而向下述动力头机构500的输入轴504输出动力。

[0114] 通过上述结构可知,上滑座机构200和下滑座机构300分别通过线性导轨103装配在立柱100上,上滑座机构200处在所装夹零件800的上侧区域,下滑座机构300处在所装夹零件800的下侧区域。

[0115] 参见图8所示,动力头机构500主要由壳体501及装配在壳体501内的传动结构组成。

[0116] 在壳体501的底部中心处具有向下延伸的输入轴504,该输入轴504与上述下主轴302内的传动轴305相啮合,输入轴504在壳体501内部与传动结构相啮合。

[0117] 在壳体501的顶部,可拆卸的连接有连接盖507,连接盖507的中心处具有向上延伸的连接头,该接头与上主轴202的液压胀紧套205可拆卸连接,即该接头的轮廓结构匹配于上述上主轴202下端的液压胀紧套205。接头与输入轴504应该形成同轴向排布。

[0118] 在壳体501外周的上侧区域,设置有拉刀夹505,该拉刀夹505用作连接拉刀506,拉刀506为单片拉刀结构。

[0119] 在壳体501外周的下侧区域,设置有可旋转的铣轴502,该铣轴502用作连接指状结构的铣刀503。铣轴502的内端,与壳体501内的传动结构相啮合。

[0120] 壳体501外周的铣轴502与拉刀夹505之间的排布位置,应形成上、下对应,即对应于动力头机构500的轴线成一条直线。如此,拉刀夹505所装夹的拉刀506,才能对铣轴502所装夹铣刀503在零件800内孔铣削好的键槽进行拉削处理,提高加工精度。

[0121] 动力头机构500的外壳501外径小于零件800的内孔直径,能够在零件800的内孔内自由穿行。铣轴502上所装夹铣刀503最外端至外壳501轴心的直线距离,对应于零件800内孔上所设计键槽至零件800内孔轴心的直线距离。同样的,拉刀夹505上所装夹拉刀506最外端至外壳501轴心的直线距离,对应于零件800内孔上所设计键槽至零件800内孔轴心的直线距离。

[0122] 上述动力头机构500的输入轴504以花键结构啮合在上述下滑座机构300的传动轴305上端。同时,动力头机构500的壳体501底部通过紧固件固定连接于上述下滑座机构300的下主轴302上端。

[0123] 在对立柱100所装夹零件800进行内孔键槽加工时,下滑座机构300带动线性上移的动力头机构500与上述上滑座机构200的上主轴202下端可拆卸连接,从而形成上、下双主轴装夹动力头机构500的装夹结构,上、下滑座机构在立柱100上形成同步联动的线性位移。也就是说,上述动力头机构500以可拆卸结构连接在上滑座机构200的上主轴202与上述下滑座机构300的下主轴302之间,在上滑座机构200和下滑座机构300的同步向下线性位移动作中,能够轴向穿入零件800的内孔内,并在零件800的内孔进行对应键槽加工。

[0124] 为了提高上述上滑座机构200的上主轴202结构刚性,在立柱100的正面通过紧固件等连接有上主轴导向座104,该上主轴导向座104具有匹配于上主轴202轴心的导向孔,导向孔的孔径略大于上主轴202的外径,允许上主轴202自由穿行。上主轴导向座104处在所装夹零件800上端处的立柱100上。

[0125] 同样的,为了提高上述下滑座机构300的下主轴302结构刚性,在立柱100的正面通过紧固件等连接有下主轴导向座105,该下主轴导向座105具有匹配于下主轴302轴心的导向孔,导向孔的孔径略大于下主轴302的外径,允许下主轴302自由穿行。下主轴导向座105处在所装夹零件800下端处的立柱100上。

[0126] 上述地坑700的底部具有处在下滑座机构300下方处的排屑机构600,该排屑机构600的承屑面大于上方落屑覆盖面。排屑机构600为斜式输送机,排屑机构600的底端区域横向设置,用作承接落屑。排屑机构600的顶端区域用作汇集废屑,在排屑机构600的顶端区域底部处设置有集屑箱。

[0127] 为了方便零件800在立柱100上的装料、卸料操作,在立柱100中部区域的一侧表面,连接有能够对零件800进行装料或卸料操作的机械手机构400。该机械手机构400主要由机械臂404、机械手滚珠丝杠403、减速电机401组成。

[0128] 其中,机械臂404采用气动动作,用作从地面的零件堆放处或立柱100的装夹处抓取零件800,机械臂404通过丝杠螺母连接在机械手滚珠丝杠403上。

[0129] 机械手滚珠丝杠403通过上、下两组角接触球轴承四402,可旋转的安装于立柱100的侧面,机械手滚珠丝杆403在立柱100上的安装方向对应于立柱100对零件800的装夹方向。

[0130] 减速电机401通过紧固件安装于机械手滚珠丝杆403上端处的立柱100上,减速电机401的输出轴与机械手滚珠丝杠403的上端相连接,从而驱动机械臂404进行上、下位移动作。

[0131] 采用上述结构的本发明数控机床,对细长筒类零件内孔进行键槽的高精度加工,加工过程包括如下主要工艺措施:

[0132] -上滑座机构200运行至立柱100上端处,下滑座机构300运行至立柱100下端处,确保立柱100上的工作台102和抱箍101之间的装夹空间自由、不受干涉;

[0133] -机械手机构400的机械臂404从地面气动抓取零件800;手动转动机械手机构400的机械臂404,使所抓取的零件800的方向对应于立柱100的装夹方向;通过减速电机401调节机械臂404的相对高度位置,并使机械臂404回转至立柱100上的装夹位;

[0134] -手动安装零件800,使零件800外周的法兰抵接在工作台102上、并固定,使抱箍101抱紧零件800;

[0135] -启动下滑座机构300向上线性位移,下主轴302带动动力头机构500轴向穿过零件800内孔,直至动力头机构500逐渐靠近上主轴202下端;松开上主轴202下端的液压胀紧套205,使动力头机构500的连接盖507轴向插入液压胀紧套205的内孔,接触到液压胀紧套205内的行程开关之后,锁紧液压胀紧套205,上主轴202与下主轴302完成啮合;

[0136] -在动力头机构500的铣轴502上安装指状铣刀503;

[0137] -启动数控程序指令,从上至下开动上、下滑座机构,对零件800的内孔进行键槽的铣削加工,从上端铣削至设计要求位置后,停止铣轴502旋转(若为上下通槽结构,则在铣削至下端时直接取下铣刀);向上开动上、下滑座机构,根据键槽设计结构更换其它对应尺寸的指状铣刀,进行重复铣削加工处理,直至完成铣削加工处理;

[0138] -从动力头机构500的铣轴502上取下铣刀503;在拉刀夹505上安装宽度适宜于所设计键槽结构的单片拉刀506;

[0139] -启动数控程序指令,从上至下开动上、下滑座机构,对零件内孔上的已铣削好的键槽(可以视作键槽坯)进行侧面拉削加工处理,从上端拉削至设计要求位置后(若为上下通槽结构,则在铣削至下端时直接取下拉刀),向上开动上、下滑座机构,根据键槽设计结构更换其它对应尺寸的拉刀,进行重复拉削加工处理,直至零件内孔上的键槽侧面满足加工精度要求;

[0140] -待零件800上的内孔键槽加工完毕后,反程序的,解除上滑座机构200与动力头机构500的连接;

[0141] 上滑座机构200上行复位,下滑座机构300下行复位;

[0142] 机械手机构400抓紧零件800;

[0143] 解除对零件800的装夹;

[0144] 机械手机构400将零件800放回底面,抓取其它的待加工零件。

[0145] 在上述加工过程中,通常铣削加工时的主轴转速约为800r/min,铣削进给速度约为30mm/min,铣削吃刀量约为2.5mm。拉削加工时的拉削速度约为800~1200mm/min,拉刀切削深度约为0.015mm。

[0146] 实施例2

[0147] 本实施例其它内容与实施例1相同,不同之处在于:在立柱上去除机械手机构,即零件的装料/卸料由人工直接完成。

[0148] 以上各实施例仅用以说明本发明,而非对其限制。

[0149] 尽管参照上述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对上述实施例进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明的精神和范围。

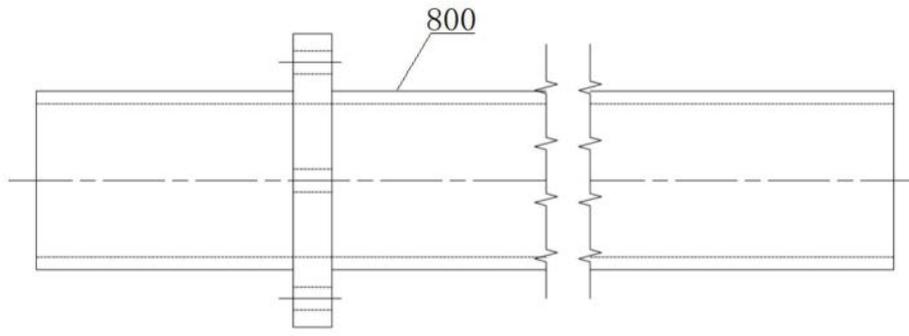


图1

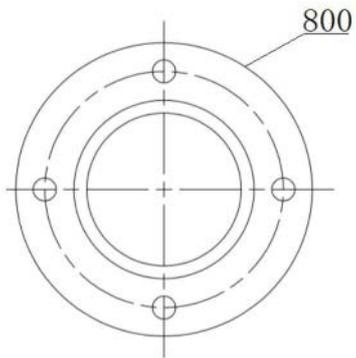


图2

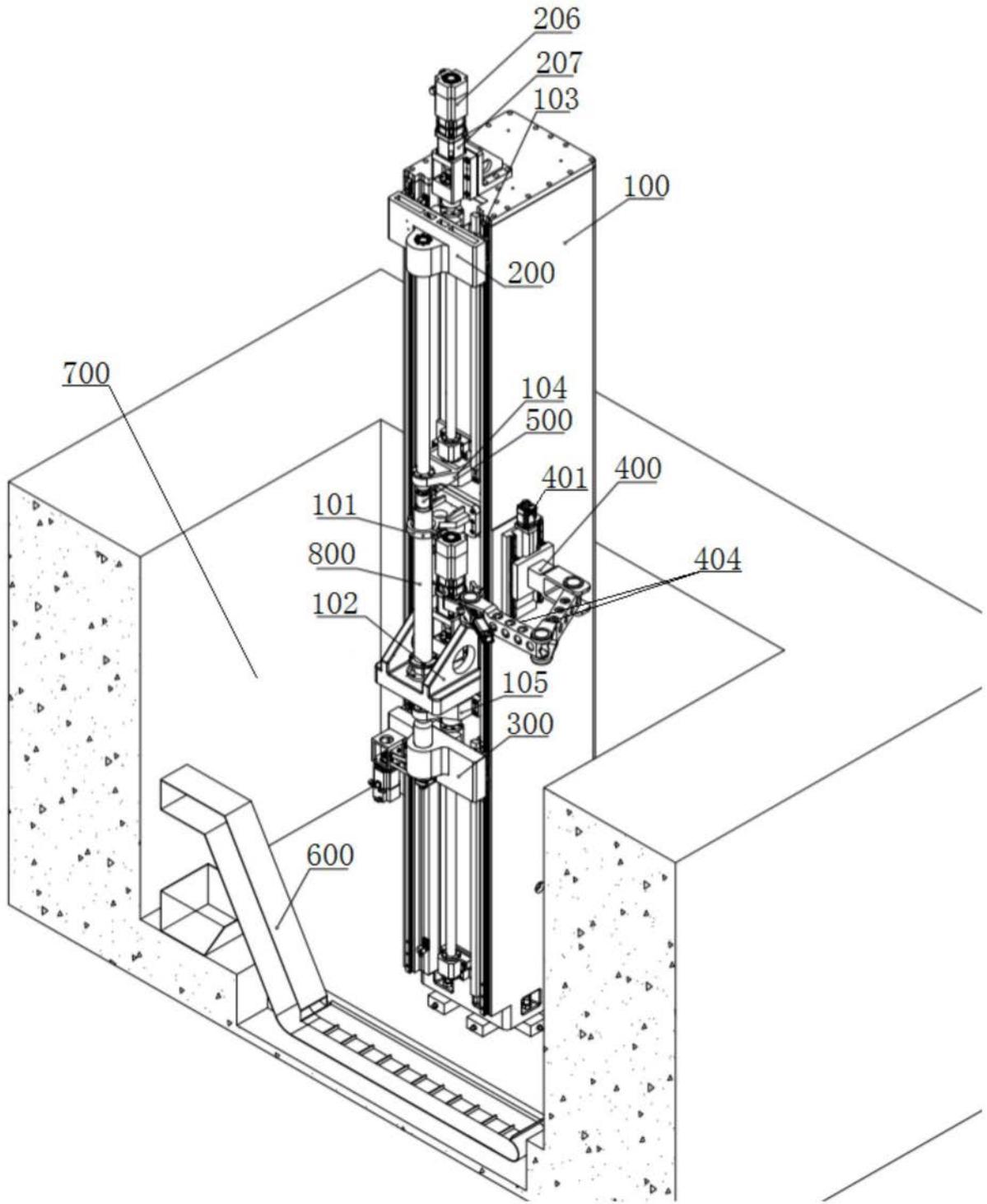


图3

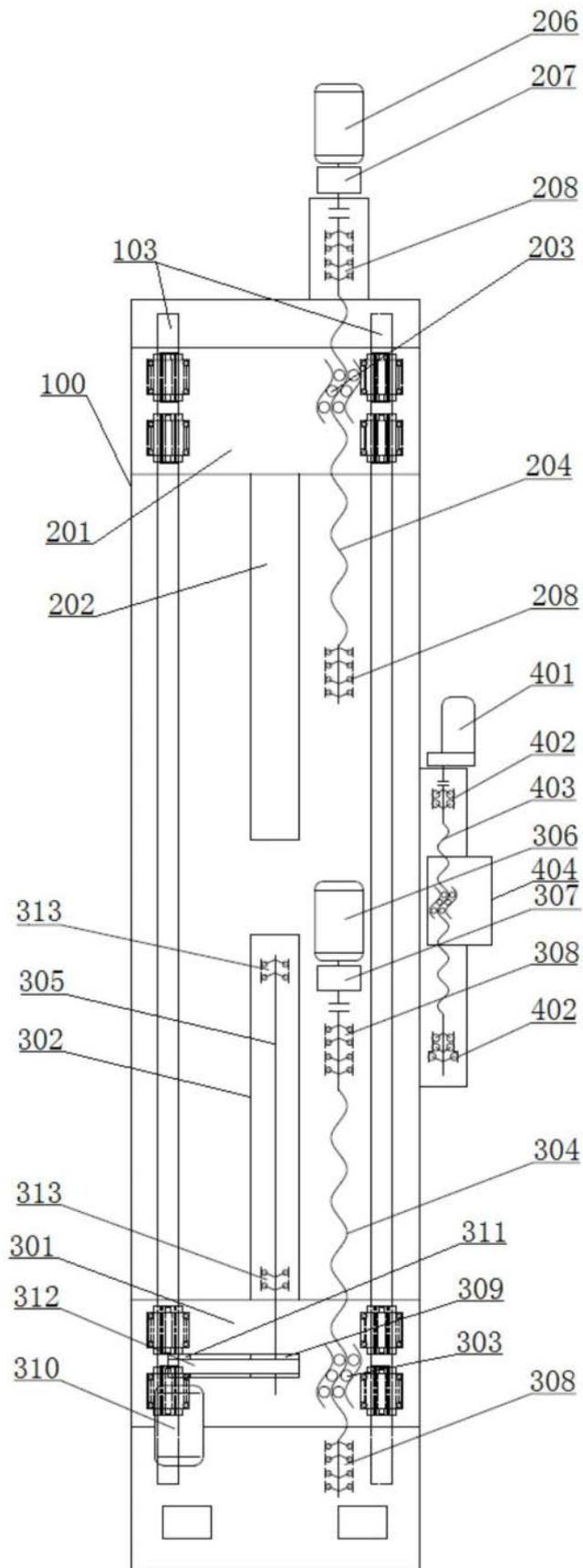


图4

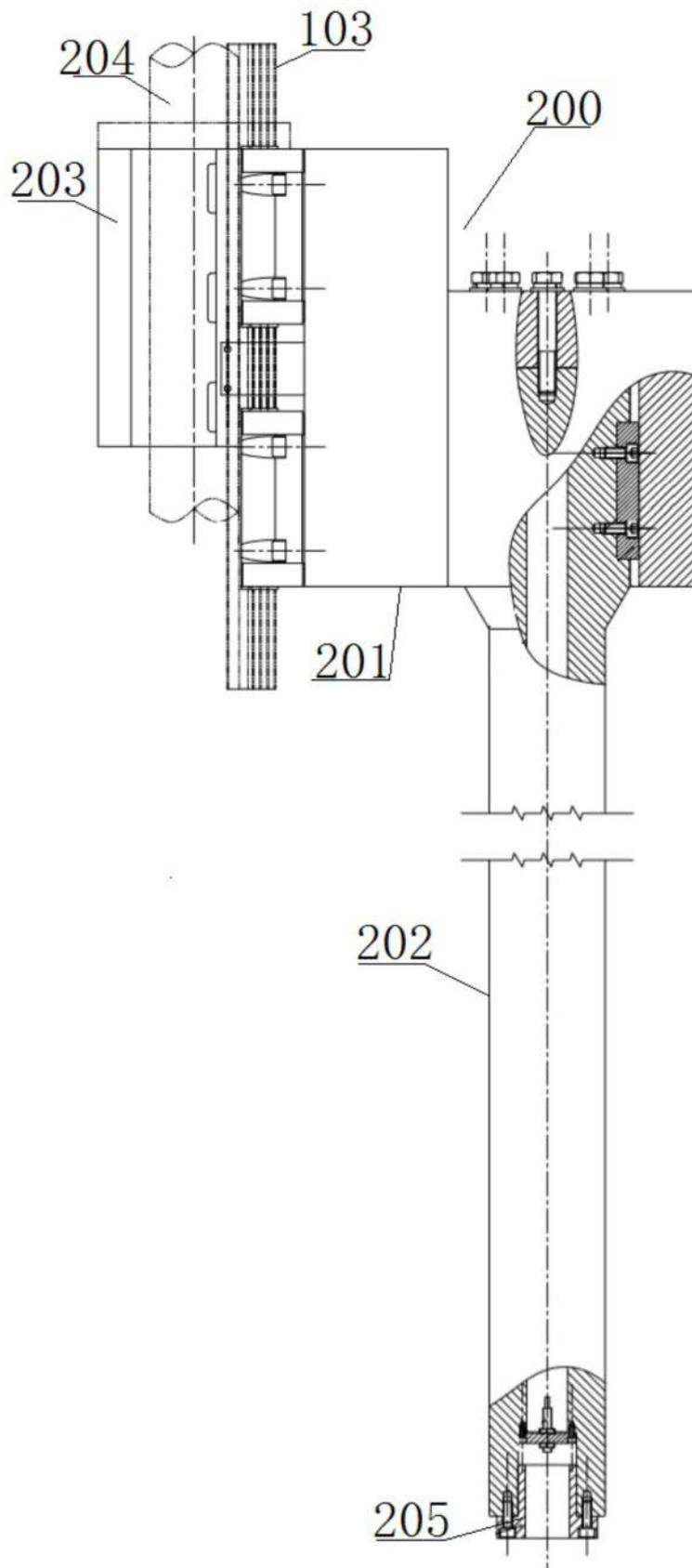


图5

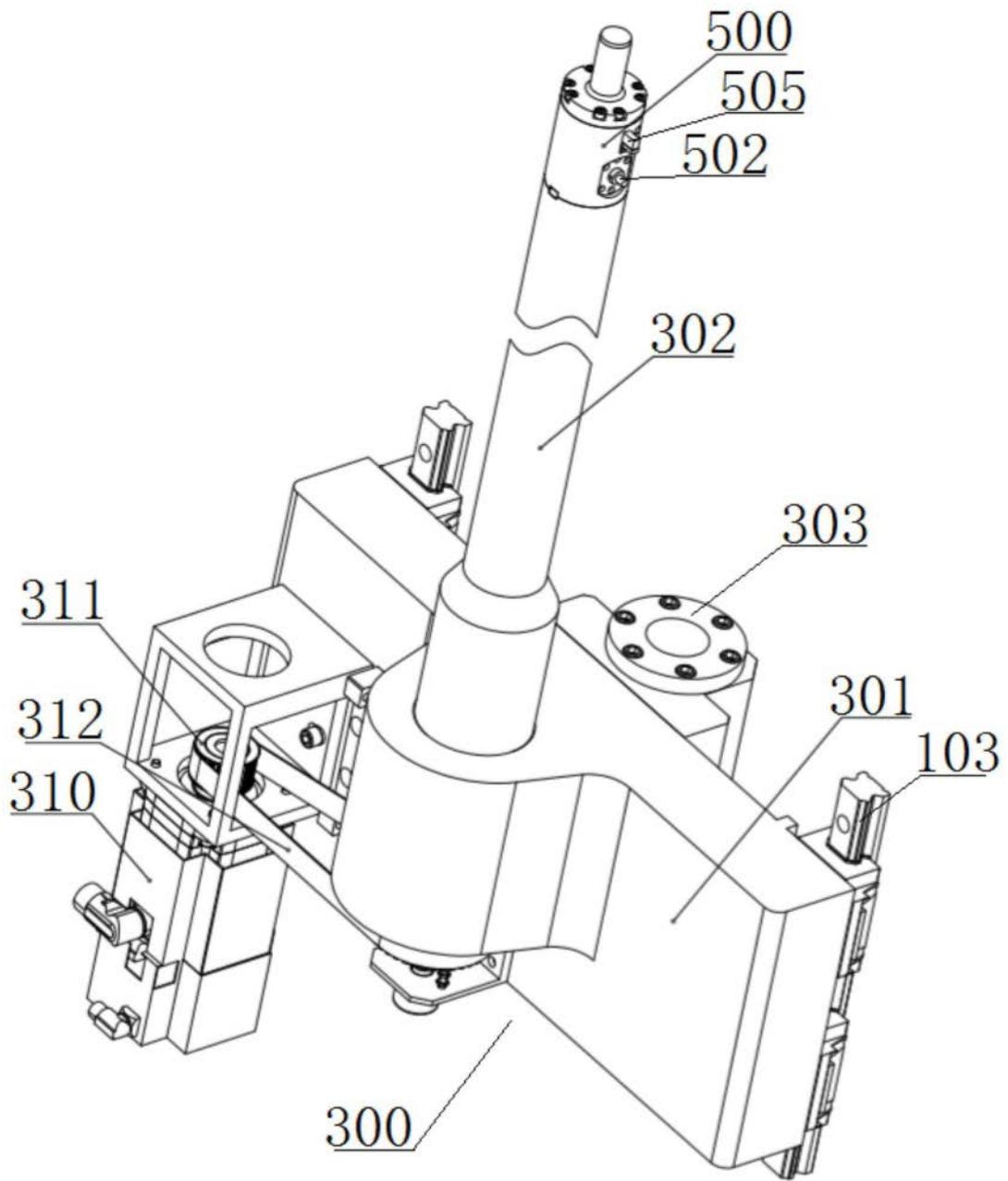


图6

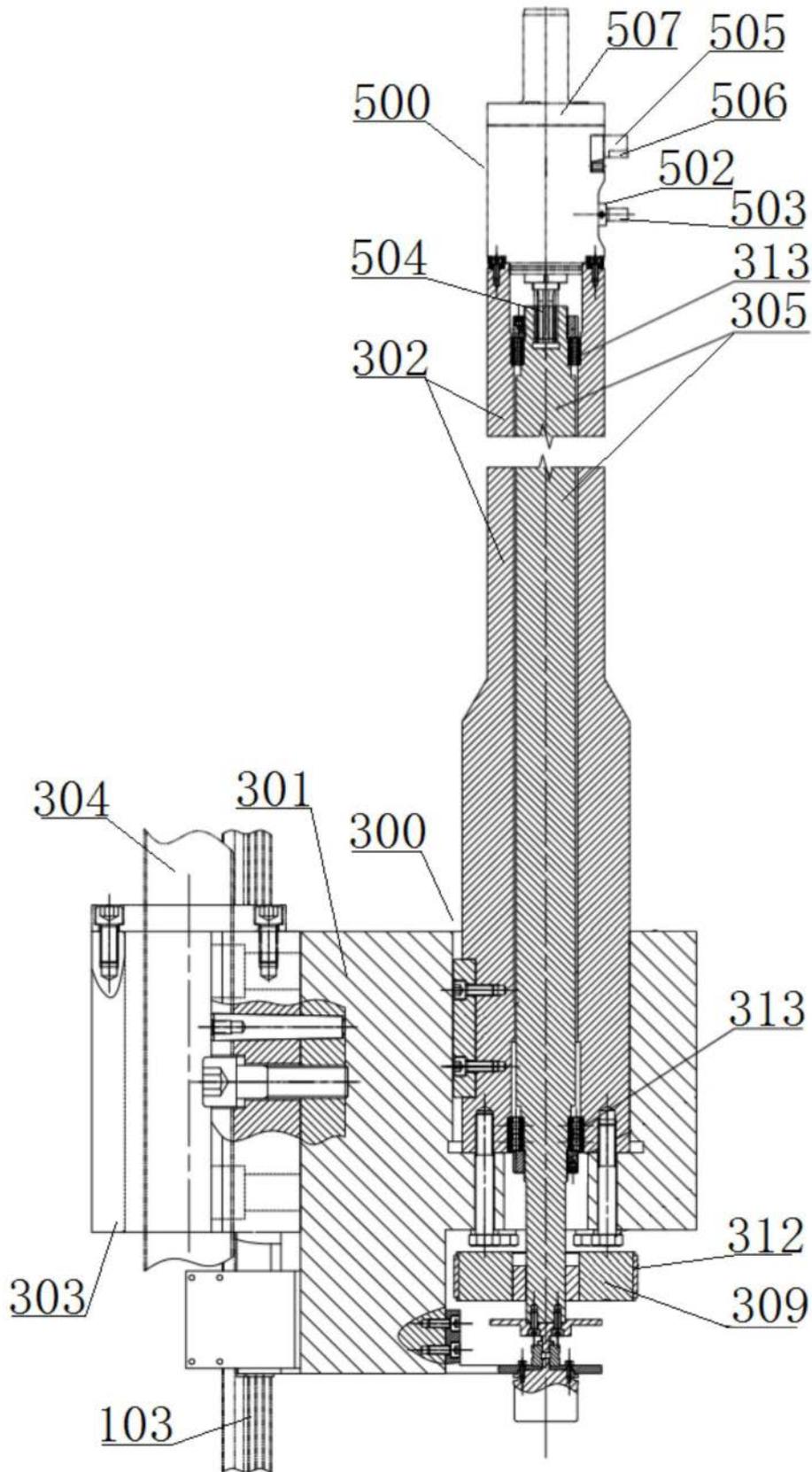


图7

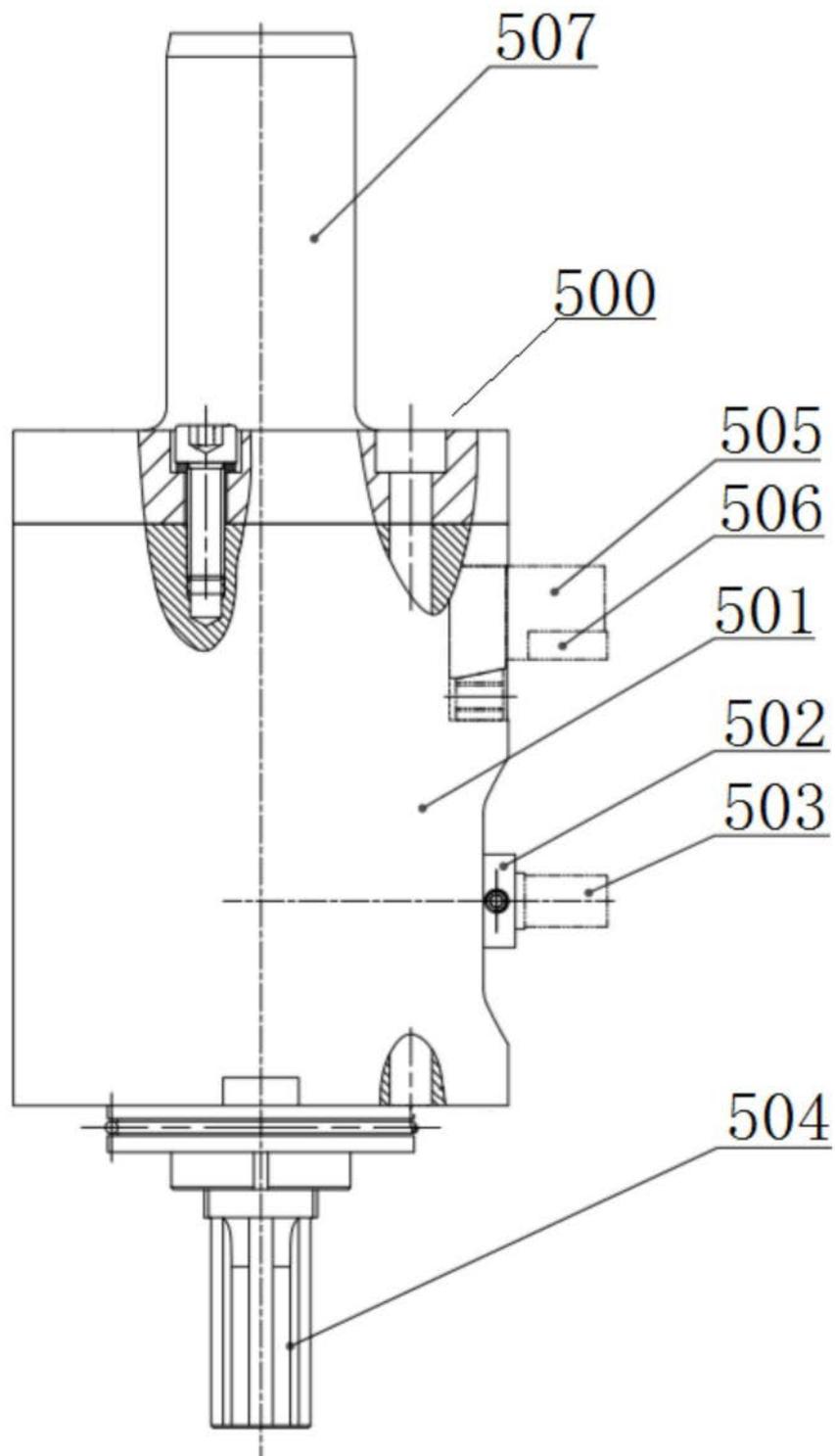


图8