



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202522412 U

(45) 授权公告日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201220148250. 6

(22) 申请日 2012. 04. 10

(73) 专利权人 洛阳轴研科技股份有限公司

地址 471039 河南省洛阳市高新开发区丰华  
路 6 号

(72) 发明人 何强 叶军

(74) 专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限  
公司 41119

代理人 韩天宝

(51) Int. Cl.

G01M 13/04 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

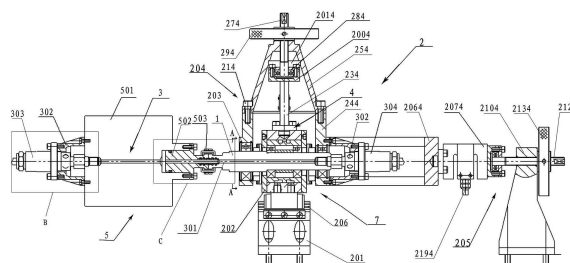
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 8 页

### (54) 实用新型名称

一种高速轴承试验机

### (57) 摘要

本实用新型涉及一种高速轴承试验机, 该试验机于装设有试验轴承的轴承座的左右两侧设置有陪试轴承, 并在两个陪试轴承之间桥接有桥接架, 通过径向施力机构推拉桥接架带动试验主轴向试验轴承施加径向载荷, 通过陪试轴承的外圈和轴承座之间设置的径向导向机构减少径向加载时陪试轴承作用在轴承座和试验轴承上的轴向作用力, 从而使得径向施力机构施加的作用力的反作用力通过轴承座的作用被作用在试验轴承上, 使得通过试验主轴加载在试验轴承上的径向加载力始终与施力机构施加在桥接架上的径向外力大小相等, 并且径向加载时径向导向机构会消除陪试轴承作用在轴承座上的轴向作用力, 从而使得本实用新型中径向载荷的测量更加准确。



1. 一种高速轴承试验机,包括用于装设试验轴承的试验主轴、向试验轴承施加径向载荷的径向加载装置,所述径向加载装置包括与试验主轴的在试验主轴的径向上限位配合的用于安装试验轴承的轴承座、向主轴施加径向加载力的径向施力机构,其特征在于:所述的径向加载装置还包括装设于试验主轴上的处于轴承座的轴向上两侧的陪试轴承、两个陪试轴承之间桥接的用于在径向施力机构的作用下推拉两个陪试轴承的桥接架,所述的桥接架的左右两端分别连接在两个陪试轴承的外圈上,所述的两个陪试轴承分别通过其外圈与轴承座之间设置的径向导向机构沿试验主轴的径向直线导向配合。

2. 根据权利要求1所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的高速轴承试验机还包括用于从试验轴承的端部向试验轴承施加轴向载荷的轴向加载装置,所述的轴向加载装置包括用于在轴向外力的作用下通过陪试轴承推动试验轴承的外圈相对于试验主轴轴向移动以向试验轴承施加轴向载荷的推移架,所述的推移架上连接有用于向推移架施加轴向外力的轴向施力机构,所述的推移架处于桥接架的一侧,并在推移架上设有用于供试验主轴的端部伸入以避免在向试验主轴施加轴向和径向载荷时试验主轴和推移架接触的避让通道。

3. 根据权利要求2所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的轴承座的一侧设置有用于阻止轴承座相对于试验主轴的径向移动的底座,所述的轴承座与底座通过两者之间设置的轴向导向机构沿左右方向导向配合,所述的轴向导向机构包括轴承座和底座之间装设的轴向直线导轨装置,所述的轴向直线导轨装置具有沿试验主轴的轴向延伸的导向部以及用于阻止轴承座和底座在试验主轴的径向相对移动的限位部。

4. 根据权利要求2所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的轴向施力机构包括固定座以及固定座上沿试验主轴的轴向旋设的轴向施力螺杆,所述的轴向施力螺杆的一端通过止推轴承绕试验主轴的轴向转动装配在推移架的端部,另一端从固定座的侧面伸出。

5. 根据权利要求4所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的轴向加载装置还包括推移架上连接的用于测量轴向载荷大小的轴向测力装置,所述的轴向测力装置为装设在止推轴承和推移架之间的拉压力传感器,所述的止推轴承通过拉压力传感器固定在推移架的端部。

6. 根据权利要求1所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的径向导向机构包括陪试轴承的外圈和轴承座之间装设的径向直线导轨装置,所述的径向直线导轨装置具有沿试验主轴的径向延伸的导向部以及用于阻止陪试轴承的外圈和轴承座沿试验主轴的轴向相对移动的限位部。

7. 根据权利要求1所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的径向施力机构包括桥接架的中部沿试验主轴的径向旋设的径向施力螺杆,所述的径向施力螺杆的一端通过止推轴承绕试验主轴的径向转动装配在轴承座的外周上,另一端从桥接架的侧面伸出。

8. 根据权利要求7所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的径向加载装置还包括桥接架上连接的用于测量径向载荷大小的径向测力装置,所述的径向测力装置为装设在止推轴承和轴承座之间的拉压力传感器,所述的止推轴承通过拉压力传感器固定在轴承座的外周上。

9. 根据权利要求1至8任意一项所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的试验主轴上设有用于通过试验轴承的内圈冷却试验轴承的内圈冷却结构,所述的内圈冷却结构包

括试验主轴上开设的沿其轴向延伸的轴向通孔以及轴向通孔的两端分别设置的进、出口接头,所述的进、出口接头均通过旋转接头连接在试验主轴的端部,并与所述的轴向通孔连通。

10. 根据权利要求 1 至 8 任意一项所述的高速轴承试验机,其特征在于:所述的轴承座上设有用于通过试验轴承的外圈冷却试验轴承的外圈冷却结构,所述的外圈冷却结构包括轴承座的周壁上开设的沿轴承座的周向延伸的环形的冷却通道以及分别与冷却通道连通的进口和出口。

## 一种高速轴承试验机

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及轴承试验技术领域,尤其涉及一种高速轴承试验机。

### 背景技术

[0002] 随着数控机床向着高速度、高精度、高效率及环保性等方向的发展,机床上轴承的运转精度和可靠性的要求越来越高,人们也越来越认识到轴承试验的重要性。轴承试验是轴承设计和制造过程中一个不可缺少的重要的验证过程,在轴承试验机上按照轴承的实际安装工况、实际运行状态,即轴承的转速、轴向载荷、径向载荷以及环境温度、润滑状态等按实际工况给定进行运转,达到预定寿命或到轴承失效。试验轴承的加载载荷作为轴承试验机测试的重要参数,其准确性直接影响轴承的试验结果。

[0003] 目前滚动轴承试验机加载方式有以下几种:

[0004] 1、杠杆砝码:加载优点是结构简单,不需要载荷传感器测试,由加载砝码可以确定出载荷的大小,但不适合高速,若速度过高会引起砝码振动,导致载荷不稳,变载荷也不方便,仅适用于寿命试验,成本低。

[0005] 2、弹簧加载:载荷的大小取决于弹簧的大小和弹簧的压缩量,加载范围较小,所占空间比较大,成本比较低,一般用于特殊试验。

[0006] 3、液压加载:这种加载方式简单、无噪声,但受温度影响大,精度低,通过液压油缸对轴承进行径向与轴向加载,径向载荷和轴向载荷通过液压系统作用在活塞上,活塞通过轴向加载套在试验轴承上直接施加轴向载荷,而径向载荷则需要加载到陪试轴承上,通过主轴传递到试验轴承上,根据加载液压油缸面积,计算出载荷。由于液压油缸的边沿效应,实际测试中存在误差,据统计最高达 10%。

[0007] 申请号为 200620051114.X 的中国实用新型专利公开了一种滚动轴承试验台,该试验台由试验主轴和加载装置构成,其中加载装置又是由径向和轴向加载装置构成,径向加载装置处于试验主轴的中部,轴向加载装置有两个并分别处于试验主轴的两端,而试验轴承装设在试验主轴两端装设的轴承座内,并通过轴承座与轴向加载装置之间的挡止配合以阻止试验轴承在试验主轴径向的移动,但是该试验台因为其采用的中部输入径向加载力的结构,存在以下不足之处:

[0008] 1、试验轴承受到的径向载荷是径向加载装置施加的径向外力的分力,而试验台在装配过程中不可避免的会使径向加载系统在试验主轴上的施力点偏离试验主轴的中间位置,从而使得径向外力在试验主轴两端的分力的大小各不相同,使得试验主轴两端装设的试验轴承的工作状况各不相同,进而使得轴承试验的准确性降低,并使得试验轴承上径向载荷的测量和换算的难度增加,使得试验轴承上径向载荷的加载误差增大;

[0009] 2、在通过径向加载装置通过试验主轴向试验轴承施加径向载荷时,径向加载装置施加在试验主轴上的径向力会对处于试验主轴两端的试验轴承产生扭力矩,从而使得在径向加载的过程中,试验主轴对试验轴承的内圈施加轴向力,也就是在径向加载的过程中会存在轴向附加力,使得径向加载的误差增大,使得轴承加载试验的试验精度降低;

[0010] 3、由于径向加载装置通过加载套与试验主轴转动配合,当需要在试验轴承上进行高速加载试验时,加载套和试验主轴之间的摩擦力会导致试验主轴的温度急剧增高,使得试验主轴对其两端装设的试验主轴产生径向和轴向应力,对试验轴承的径向加载产生影响,导致试验轴承的径向加载误差增大。

## 实用新型内容

[0011] 本实用新型提供了一种试验精度高的高速轴承试验机,旨在解决现有技术中轴承试验机的精度低的问题。

[0012] 本实用新型的高速轴承试验机的技术方案如下:

[0013] 一种高速轴承试验机,包括用于装设试验轴承的试验主轴、向试验轴承施加径向载荷的径向加载装置,所述径向加载装置包括与试验主轴的在试验主轴的径向上限位配合的用于安装试验轴承的轴承座、向主轴施加径向加载力的径向施力机构,其特征在于:所述的径向加载装置还包括装设于试验主轴上的处于轴承座的轴向上两侧的陪试轴承、两个陪试轴承之间桥接的用于在径向施力机构的作用下推拉两个陪试轴承的桥接架,所述的桥接架的左右两端分别连接在两个陪试轴承的外圈上,所述的两个陪试轴承分别通过其外圈与轴承座之间设置的径向导向机构沿试验主轴的径向直线导向配合。

[0014] 所述的高速轴承试验机还包括用于从试验轴承的端部向试验轴承施加轴向载荷的轴向加载装置,所述的轴向加载装置包括用于在轴向外力的作用下通过陪试轴承推动试验轴承的外圈相对于试验主轴轴向移动以向试验轴承施加轴向载荷的推移架,所述的推移架上连接有用于向推移架施加轴向外力的轴向施力机构,所述的推移架处于桥接架的一侧,并在推移架上设有用于供试验主轴的端部伸入以避免在向试验主轴施加轴向和径向载荷时试验主轴和推移架接触的避让通道。

[0015] 所述的轴承座的一侧设置有用以阻止轴承座相对于试验主轴的径向移动的底座,所述的轴承座与底座通过两者之间设置的轴向导向机构沿左右方向导向配合,所述的轴向导向机构包括轴承座和底座之间装设的轴向直线导轨装置,所述的轴向直线导轨装置具有沿试验主轴的轴向延伸的导向部以及用于阻止轴承座和底座在试验主轴的径向相对移动的限位部。

[0016] 所述的轴向施力机构包括固定座以及固定座上沿试验主轴的轴向旋设的轴向施力螺杆,所述的轴向施力螺杆的一端通过止推轴承绕试验主轴的轴向转动装配在推移架的端部,另一端从固定座的侧面伸出。

[0017] 所述的轴向加载装置还包括推移架上连接的用于测量轴向载荷大小的轴向测力装置,所述的轴向测力装置为装设在止推轴承和推移架之间的拉压力传感器,所述的止推轴承通过拉压力传感器固定在推移架的端部。

[0018] 所述的径向导向机构包括陪试轴承的外圈和轴承座之间装设的径向直线导轨装置,所述的径向直线导轨装置具有沿试验主轴的径向延伸的导向部以及用于阻止陪试轴承的外圈和轴承座沿试验主轴的轴向相对移动的限位部。

[0019] 所述的径向施力机构包括桥接架的中部沿试验主轴的径向旋设的径向施力螺杆,所述的径向施力螺杆的一端通过止推轴承绕试验主轴的径向转动装配在轴承座的外周上,另一端从桥接架的侧面伸出。

[0020] 所述的径向加载装置还包括桥接架上连接的用于测量径向载荷大小的径向测力装置,所述的径向测力装置为装设在止推轴承和轴承座之间的拉压力传感器,所述的止推轴承通过拉压力传感器固定在轴承座的外周上。

[0021] 所述的试验主轴上设有用于通过试验轴承的内圈冷却试验轴承的内圈冷却结构,所述的内圈冷却结构包括试验主轴上开设的沿其轴向延伸的轴向通孔以及轴向通孔的两端分别设置的进、出口接头,所述的进、出口接头均通过旋转接头连接在试验主轴的端部,并与所述的轴向通孔连通。

[0022] 所述的轴承座上设有用于通过试验轴承的外圈冷却试验轴承的外圈冷却结构,所述的外圈冷却结构包括轴承座的周壁上开设的沿轴承座的周向延伸的环形的冷却通道以及分别与冷却通道连通的进口和出口。

[0023] 本实用新型于装设有试验轴承的轴承座的左右两侧设置有陪试轴承,并在两个陪试轴承之间桥接有桥接架,通过径向施力机构推拉桥接架以使陪试轴承带动试验主轴向试验轴承施加径向载荷,通过陪试轴承的外圈和轴承座之间设置的径向导向机构减少径向加载时陪试轴承作用在轴承座和试验轴承上的轴向作用力,在使用时,径向加载装置中径向施力机构的作用力依次通过桥接架、陪试轴承和试验主轴施加在试验轴承上,而试验轴承处于两个陪试轴承之间,并通过轴承座保证试验轴承不会相对于试验主轴径向移动,通过径向导向机构保证轴承座和陪试轴承之间只是在试验主轴的径向上相对移动,从而使得径向施力机构施加的作用力的反作用力通过轴承座的作用被作用在试验轴承上,当试验轴承在试验主轴上的安装位置发生变化时,虽然两个陪试轴承作用在试验主轴上的作用力会随着距离陪试轴承的远近发生变化,但是通过试验主轴加载在试验轴承上的径向加载力始终与施力机构施加在桥接架上的径向外力大小相等,并且径向加载时径向导向机构会消除陪试轴承作用在轴承座上的轴向作用力,陪试轴承会降低试验主轴在高速转动过程中产生的发热量,从而使得本实用新型中径向载荷的测量更加准确,且测量后试验轴承所受到的径向载荷的换算简单。

## 附图说明

[0024] 图 1 是本实用新型的实施例的立体结构示意图 ;

[0025] 图 2 是本实用新型的实施例的结构示意图 ;

[0026] 图 3 是图 2 的左视图 ;

[0027] 图 4 是图 2 中径向加载装置的结构示意图 ;

[0028] 图 5 是图 2 中轴向加载装置的结构示意图 ;

[0029] 图 6 是图 2 中轴承座和底座的连接结构示意图 ;

[0030] 图 7 是图 2 中 B 处的局部放大示意图 ;

[0031] 图 8 是图 2 中 C 处的局部放大示意图。

## 具体实施方式

[0032] 本实用新型的高速轴承试验机的实施例 :如图 1 至图 8 所示,该试验机包括试验主轴 1、加载装置 2、内圈冷却结构 3、外圈冷却结构 4、电主轴装置 5,其中,电主轴装置 5 和加载装置 2 分别设置在试验主轴 1 的左右两端,内圈冷却结构设置 3 在试验主轴 1 上,外圈冷

却结构 4 设置在加载装置 2 上。

[0033] 所述的加载装置 2 由底座 201、轴承座 202、陪试轴承 203、径向加载装置 204 和轴向加载装置 205 构成。其中,陪试轴承 203 有两个,并分别装设在轴承座 202 的左右两侧。轴承座 202 是由固定在试验轴承 6 的外圈上的内承载体 212、内承载体 212 的外周上固定的浮动轴承座 222、浮动轴承座 222 的前后两端通过螺钉固定的前后轴承盖 232 构成,浮动轴承座 222 的前后两侧分别设置有一个滑楔 242,滑楔 242 与底座 201 通过两者之间设置的轴向直线导轨装置 206 沿试验主轴 1 的轴向导向配合,该轴向直线导轨装置 206 具有沿试验主轴 1 的轴向延伸的导向部以及用于阻止轴承座 202 和底座 201 在试验主轴 1 的径向相对移动的限位部;滑楔 242 和陪试轴承 203 通过两者之间装设的径向直线导轨装置 252 沿试验主轴 1 的径向导向配合,且径向直线导轨装置 252 具有沿试验主轴 1 的径向延伸的导向部以及用于阻止轴承座 202 和陪试轴承 203 在试验主轴 1 的轴向相对移动的限位部。

[0034] 径向加载装置 204 由两个陪试轴承 203 之间设置的桥接架 214 以及桥接架 214 上连接的径向施力机构 224 和测力装置 234 构成,其中,桥接架 214 由固定在陪试轴承 203 的外圈上的陪试轴承座 244、桥接在两个陪试轴承座 244 上的径向支架 254 构成,所述的陪试轴承座 244 的前后两侧均设置有径向直线导轨支座 264,径向直线导轨装置 252 装设在该径向直线导轨支座 264 上;径向施力机构 224 由沿上下方向旋设在径向支架 254 中部的径向施力螺杆 274、径向施力螺杆 274 的一端连接的止推轴承 284 以及径向施力螺杆 274 的另一端旋设的锁紧螺母 294 构成,所述的止推轴承 284 为转盘状结构,止推轴承 284 装设在设置在径向支架 254 的中部的上端开口的止推轴承座 2004 内,并在止推轴承座 2004 的上端通过螺钉固定有用于阻止止推轴承 284 从止推轴承座 2004 内脱出的止推轴承盖 2014,所述的止推轴承盖 2014 上开设有供径向施力螺杆 274 的下端伸入的通孔,径向施力螺杆 274 的下端处于止推轴承座 2004 内,并在径向施力螺杆的 274 伸入端设有用于与止推轴承 284 的下端面挡止配合以阻止径向施力螺杆 274 的下端从止推轴承座 2004 内脱出的挡板 2024;径向测力装置 234 包括止推轴承座 2004 和轴承座 202 之间设置的拉压力传感器 2034 以及拉压力传感器 2034 的底端设置的安装座 2044,所述的拉压力传感器 2034 的上端固定在止推轴承座 2004 上、下端通过安装座 2044 固定在轴承座 202 的外周上,从而使得径向施力机构 224 通过径向测力装置 234 固定在轴承座 202 的外周上,并在拉压力传感器 2034 上设有用于输出拉力传感器 2034 所测量到的径向载荷的径向检测接口 2054。

[0035] 轴向加载装置 205 由桥接架的右侧设置的推移架 2064、推移架 2064 的右侧依次设置的轴向测力装置 2074 和轴向施力机构 2084 构成,其中,推移架 2064 上开设有供试验主轴 1 的右端伸入并在试验主轴 1 轴向和径向运动时使试验主轴 1 的右端不与推移架 2064 接触的避让通道 2094;轴向施力机构 2084 由固定座 2104、固定座 2104 上沿左右方向旋设的轴向施力螺杆 2114、轴向施力螺杆 2114 的一端连接的止推轴承 2124 和轴向施力螺杆 2124 的另一端旋设的锁紧螺母 2134 构成,所述的轴向施力螺杆 2124 的右端从固定座 2104 上开设的沿左右方向延伸的通孔内穿过,所述的止推轴承 2124 装设在右端开口的止推轴承座 2144 内,并在止推轴承座 2144 的右端通过螺钉固定有用于封上其开口的止推轴承盖 2154,在止推轴承盖 2154 上开设有用于供轴向施力螺杆的左端穿过的通孔,轴向施力螺杆 2124 的左端通过该通孔伸入止推轴承座 2144 内,并通过其伸入端的端部设置的挡止板 2164 阻止轴向施力螺杆 2124 从止推轴承座 2144 内脱出;轴向测力装置 2074 包括轴向施力机构

2084 和推移架 2064 之间设置的拉压力传感器 2174 以及拉压力传感器 2174 的左端设置的安装座 2184, 拉压力传感器 2174 的右端固定在止推轴承座 2144 上, 左端通过安装座 2184 固定在推移架 2064 的右端, 并在拉压力传感器 2174 上设有用于输出拉压力传感器 2174 所测量到的轴向载荷的轴向拉力检测接口 2194。

[0036] 所述的电主轴装置 5 包括试验主轴 1 的左端同轴设置的电主轴 501 以及电主轴 501 的右端通过螺钉固定连接的电主轴接头 502, 其中电主轴接头 502 的右端设置有与试验主轴 501 的左端设置的法兰吻合贴合的法兰, 电主轴 501 的右端法兰和试验主轴 1 的左端法兰上开设有相互连通的螺栓用孔, 并通过该螺栓用孔内穿设的尼龙绳 503 使这一对法兰构成用于连接电主轴 5 和试验主轴 1 的弹性联轴器。

[0037] 所述的内圈冷却结构 3 包括试验主轴 1、电主轴 501 和电主轴接头 502 上开设的相互连通的沿轴向延伸的中心通孔 301、电主轴 501 的左端通过旋转接头 302 连接的出水口接头 303 以及试验主轴 1 的右端通过旋转接头 302 连接的进水口接头 304, 其中两个旋转接头 302 分别固定在电主轴 501 和试验主轴 1 上, 并将进水口接头 304 装设在推移架 2064 上开设的避让通道 2094 内; 在电主轴接头 502 和试验主轴 1 的连接处设置有贴设在中心通孔 301 的内壁上的铜管 305, 以使电主轴接头 502 的中心孔 301 和试验主轴 1 的中心孔 301 通过该铜管 305 连通。

[0038] 所述的外圈冷却结构 4 包括内承载体 212 的外周上开设的两个并列间隔布置的环形冷却水槽 401 以及浮动轴承座 222 的周壁上开设的与环形冷却水槽 401 连通的进、出水口 402、403, 并在浮动轴承座 222 和内承载体 212 的周壁上可设有相互连通的用于安装测温装置的温度测量接口 404, 并将两个环形冷却水槽 401 通过两者之间开设的贯通槽 405 连通。

[0039] 本实用新型在径向加载时, 通过手动扳手旋转径向施力螺杆 274 使其处于拉伸状态, 并通过锁紧螺母 294 将径向施力螺杆 274 锁定在拉伸状态, 而径向施力螺杆 274 所受到的拉力会通过止推轴承 284、止推轴承座 2004 和止推轴承盖 2014 作用在拉压力传感器 2034 上, 由于拉压力传感器 2034 通过安装座 2044、轴承座 202 和底座 201 被固定在试验平台上, 因而能够通过径向检测接口 2054 输出径向施力机构上产生的径向外力的大小, 同时, 径向施力螺杆 274 会对径向支架 254 施加一个向下的作用力, 该向下的作用力会依次通过陪试轴承座 244、陪试轴承 203 和试验主轴 1 而作用在试验轴承 6 上, 从而达到向试验轴承 6 施加径向载荷的目的。在向试验轴承 6 施加径向载荷的过程中, 滑楔 242 的左右两侧设置的径向直线导向装置 252 的限位部会阻止轴承座 202 与陪试轴承 203 在左右方向上相对移动, 避免向试验轴承 6 上施加轴向载荷, 进而提高了试验轴承 6 径向加载试验的准确性, 从而根据下面的计算公式可以计算出试验轴承上加载的径向载荷, 具体的试验公式如下:

[0040]

$$\begin{cases} F_r = \sigma_r - G - \varepsilon \\ \varepsilon = \mu \times \omega + \kappa \end{cases}$$

[0041] 式中:  $F_r$  为作用在试验轴承 6 的径向载荷;  $\sigma_r$  为径向施力螺杆 274 所受到的拉力;  $G$  为径向加载装置 204 和陪试轴承 6 的重力之和;  $\varepsilon$  为径向直线导向装置 252 上的摩擦力;  $\mu$  为径向直线导向装置 252 的摩擦力系数,  $\omega$  为作用在径向直线导向装置 252 所受的垂直压力;  $\kappa$  为径向直线导向装置 252 的刮油片阻力。由于作用于垂直径向直线导轨装置 252



的运动方向的压力为零,且径向直线导轨装置 252 的刮油片阻力  $\kappa$  可测量得出,  $\sigma_r$  直接通过拉压力传感器 2034 读出,  $G$  也可以测量得出。由此得出作用于试验轴承 6 的精确径向力  $F_r$ 。根据上下方向延伸的径向直线导轨装置的无间隙运动特性,可知在试验主轴 1 在震动的工况下,本径向精确加载装置不会对实验轴承 6 产生附加振动以影响径向载荷的加载。

[0042] 本实用新型在轴向加载时,通过手动扳手旋转轴向施力螺杆 2114 以使轴向施力螺杆 2114 上产生向左的推力,该推力依次通过止推轴承 2124、止推轴承座 2144、拉压力传感器 2174 和推移架 2064 作用在轴承座 202 右侧的陪试轴承座 244 上,从而通过陪试轴承座 244 向左挤压轴承座 202 向试验轴承 6 施加向左的轴向载荷,并通过两者试验轴承 6 之间设置的轴承隔套阻止两个试验轴承 6 的内圈相对移动,通过拉压力传感器 2174 上设置的轴向检测接口 2194 输出轴向施力螺杆 2114 所受到的轴向推力。在整个轴向加载过程中,轴承座 202 会随着轴向直线导轨装置 206 会阻止轴承座 202 与底座在上下方向上相对移动,提高试验轴承 6 轴向加载的准确性,从而根据下面的计算公式可以计算出试验轴承 6 上加的轴向载荷,具体的试验公式如下:

$$[0043] \quad \begin{cases} F_a = \sigma_a - \varepsilon \\ \varepsilon = \mu \times \omega + \kappa \end{cases}$$

[0044] 式中,  $F_a$  为作用于试验轴承 6 的轴向载荷,  $\sigma_a$  为轴向施力螺杆 2114 上的轴向力,  $\varepsilon$  为轴向直线导轨装置 206 上摩擦力,  $\mu$  为轴向直线导轨装置 206 的摩擦力系数,  $\omega$  为作用在轴向直线导轨装置 206 所受的压力;  $\kappa$  为轴向直线导轨装置 206 的刮油片阻力。由图 1 可知  $\omega$  等于轴承座 202、试验轴承 6 与轴向加载装置的重力和,由此得出作用于试验轴承 6 的精确轴向力  $F_a$ 。根据轴向直线导轨装置 206 的无间隙运动特性,可知轴承座 202 在轴向直线导轨装置 206 上不会产生附加振动。径向、轴向同时加载的工况下,轴向力会对轴向直线导轨装置 206 (后陪试轴承座 244 处) 产生载荷  $\omega$ 。由  $\varepsilon = \mu \times \omega + \kappa$  可知,  $\varepsilon$  会变大。但  $\mu$  约为 0.004 可知,如轴向力同时加载 100KG,只会对  $\varepsilon$  产生 0.4 KG 的增加;根据公式  $F_r = \sigma_r - G - \varepsilon$  计算,轴向力的加载对径向力的影响小于百分之 0.4,可忽略不计。

[0045] 本实用新型在使用时,通过试验主轴 1 两端的进、出水口接头连接循环水管路,能够实现将试验主轴 1 中注入循环冷却水,从而实现对装设在试验主轴 1 上的试验轴承 6 的内圈进行冷却;也可以通过浮动轴承座 222 上开设的进、出水口 402、403,向轴承座 202 内注入循环冷却水,并通过温度测量接口 406 上装设的温度测量装置时时监测试验轴承 6 外圈的温度,从而实现对试验轴承 6 的外圈的时时监测和冷却,减少在轴承试验过程中试验轴承 6 的内外圈之间的摩擦热对整个模拟试验的影响。

[0046] 本实用新型在使用过程中,所述的加载装置改进了桥式结构,将两套陪试轴承 203 放在试验主轴 1 的两端,而两套试验轴承 6 放到试验主轴 1 的中间,而常规桥式结构试验机中,两套试验轴承在试验主轴两端,两套陪试轴承在试验主轴的中间,通过对陪试轴承的径向加载,径向力通过主轴传递到试验轴承 6 上。改进后的试验机更便于试验轴承的更换装卸,并且保留桥式结构加工精度高,适用于高转速试验。

[0047] 所述的试验机径向精确加载装置是通过设计的一套径向加载装置来实现的,径向加载装置 204 中径向施力螺杆 274 通过手动的方式来调节,且径向施力螺杆 274 与径向支座 254 之间的螺纹连接保证了在旋转径向施力螺杆 274 时径向载荷的加载精度,并能够通

过锁紧螺母 294 将径向施力螺杆 274 锁紧在加载状态,拉力作用于浮动轴承座 222 上,反作用力作用于径向支座 254。径向支座 254 前后装陪试轴承座 244,陪试轴承座 244 中装陪试轴承 203,反作用力通过此渠道传到陪试轴承 203 上。陪试轴承座 244 和轴承座 202 之间装设有装微型沿上相方向延伸的直线导轨装置,以使陪试轴承座 244 可上下浮动。作用力由前后陪试轴承 203 施加到试验主轴 1 上,形成正对试验轴承 6 的径向力。直线导轨装置具有动静摩擦力差距小,随动性极好,摩擦系数降低至滑动摩擦系数的 1/50,无间隙运动且组装容易,互换性好等优点。利用直线导轨装置上述优点,可以很好的实现对试验轴承 6 的径向力精确加载,拉压力传感器 2034 与计算机连接可将检测到的加载力数据直接显示并储存。

[0048] 所述的加载装置是通过设计的一套轴向加载装置,轴承座 202 装于直线导轨装置上形成轴向浮动来实现的。试验轴承 6、内承载体 212 和浮动轴承座 222 组成试验机本体 7,试验机本体 7 装于直线导轨上形成浮动的试验机本体 7。轴向加载装置中轴向施力螺杆 2114 通过手动旋转调节轴向加载载荷,并通过轴向施力螺杆 2114 和固定座之间的螺纹连接保证轴向载荷的精度,通过锁紧螺母将轴向施力螺杆 2114 锁定在加载装置,压力通过推移架 2064 作用于浮动轴承座 222 上,浮动试验机本体由于轴向加载,在轴向产生移动趋势。轴向力最终经试验主轴作用与电主轴上而形成对试验轴承 6 轴向的精确加载,拉压力传感器与计算机连接可将检测到的加载力数据直接显示并储存。

[0049] 所述的试验机的轴承内圈冷却结构是通过设计的试验主轴 1 的中空结构,标准电主轴的中空设计,电主轴与试验主轴通过铜管连接,通过装配在电主轴一端面和试验主轴一端面的轴承旋转接头而实现。试验主轴与标准电主轴连接通过铜管与弹性联轴器的变形实现,此接口形式既保证冷却水很好的密封,又实现连接接口可浮动或固定,是很独特的接口形式。

[0050] 所述的试验机的轴承外圈冷却结构是通过设计的浮动轴承座 222 和内承载体实现。浮动轴承座 222 与内承载体过盈连接,在内承载体外表面挖两个沟槽,形成进出水回路;浮动轴承座 222 上有进出水接头接口,实现内承载体外表面的冷却水循环。内承载体与试验轴承 6 外圈直接连接,热传导方式形成对试验轴承 6 外圈的冷却。

[0051] 所述的试验机的轴承的温度测量是在浮动轴承座 222,内承载体上加工出可直通试验轴承 6 的孔,温度传感器的测头经孔直接接触试验轴承 6,从而测量试验轴承 6 温度。由上述功能根据不同的试验条件可实现无冷却或不同冷却速度,相同冷却速度但不同温度轴承温升情况;不同径向,轴向力同时加载或单独加载的轴承温升情况,从而实现轴承多种工况的模拟。

[0052] 由于采用如上所述技术方案,本实用新型具有如下优越性:

[0053] 1、本实用新型试验机采用改进桥式支撑机构,径向力通过试验轴垂直作用于轴承,无分力角度,轴承滚珠不会偏离中心对称线,试验结果不会产生轴承滚珠槽侧向磨损影响试验结果的现象,改进后的试验机更便于轴承的更换装卸,并且保留桥式结构加工精度高,适用于高转速试验等优点;

[0054] 2、本实用新型避免了悬臂轴承试验机由于结构限制形成悬臂扭矩,导致轴承径向力加载与轴承轴线形成角度,径向力形成分力而影响轴向力,试验结果往往是轴承滚珠槽偏离中心对称线部位磨损,与现实工、况不符,而且不能内圈冷却;

[0055] 3、本实用新型试验机通过直线导轨的极小摩擦实现了精确加载,利用直线导轨的

组装容易,互换性好的优点实现本试验机加载机构的通用系列化;

[0056] 4、本实用新型由于采用了直线导轨,避免了液压油缸的边沿效应和漏油对环境造成污染,使得加载误差更小,且具有加载方式简单、无噪声,受温度影响小的优点;

[0057] 5、本实用新型试验机通用电主轴通过软铜管和弹性联轴器与试验主轴的可选择固定或浮动的接口形式,实现试验轴承 6 内圈冷却功能,可以更好的散热,控制温升。且该设计不影响桥式轴承试验机轴向加载了,克服了桥式轴承试验机轴向加载多为油缸或弹簧机构,不能实现内圈冷却的缺点;

[0058] 6、本实用新型试验机由于其各项功能独立且互不影响,温度传感器直接测量轴承外圈温度,压力传感器直接测量轴向力和径向力,由计算机自动显示并记录数据,试验过程出现异常可报警停机。

[0059] 在上述实施例中,径向和轴向施力螺杆通过手动扳手来转动,在其他实施例中,径向和轴向施力螺杆的伸出端也可以固定用于转动施力螺杆的首轮,从而使得使用者能够方便的转动首轮以旋转施力螺杆输入加载载荷。

[0060] 在上述实施例中,径向施力机构由径向施力螺杆、止推轴承、锁紧螺母、止推轴承座和止推轴承盖构成,在其他实施例中,径向施力机构也可以采用如申请号为 200620051114. X 的径向施力机构,其中,径向施力机构中的固定座应当固定在轴承座的外周上,径向施力螺杆的下端应当固定在桥接架上;或者,径向施力机构由气缸或液压缸构成,对应的,气缸或液压缸的缸体固定在轴承座的外周上,活塞杆铰接在桥接架上,在使用时,通过气缸或液压缸的伸缩运动向试验轴承施加径向载荷。

[0061] 在上述实施例中,轴向施力机构由轴向施力螺杆、固定座和止推轴承组件构成,在其他实施例中,轴向施力机构也可以由气缸或液压缸构成,其中,气缸或液压缸的缸体固定在试验台上,活塞杆铰接在推移架的右端,在使用时,通过该气缸或液压缸的伸缩运动向试验轴承施加轴向载荷。

[0062] 在上述实施例中,测力装置主要由拉压力传感器构成,在其他实施例中,该测力装置也可以为普通的测力计,在使用时,使用者能够通过测力计显示的数字直观的观测到相应的载荷的大小;该拉压力传感器也可以用贴片式拉力或压力传感器来替换,在使用时,用于径向加载装置的传感器贴设在桥接架上,用于轴向加载装置的传感器贴设在推移架上。

[0063] 在上述实施例中,用于驱动试验主轴转动的动力装置为试验主轴的左端连接的电主轴装置,在其他实施例中,该电主轴装置也可以用发动机和减速器来替换,对应的,发动机偏置在试验主轴的一侧,并通过减速器与试验主轴传动连接,对应的,该传动连接可以采用皮带传动、链传动或齿轮传动等现有技术中常用的传动连接方式,并且用于设置在试验主轴两端的进、出水口接头则通过旋转接头直接连接在试验主轴的端部。

[0064] 在上述实施例中,轴承座和底座之间以及陪试轴承座和轴承座之间均是通过直接导轨装置导向配合,在其他实施例中,该直线导轨装置也可以用直线轴承或普通的导轨导向机构来替换,对应的,应当在底座和轴承座之间加设用于阻止两者在上下方向上相对移动的防脱结构,该防脱结构可以由底座上设置的挂钩和轴承座上对应设置的沟槽构成,也可以由轴承座底部的左右两端凸设的滑块以及底座的左右两侧向上凸设的侧耳上开设的滑移通道构成,对应的滑块与滑移通道在左右方向上导向配合,在上下方向上挡止配合。

[0065] 在上述实施例中,用于连接电主轴和试验主轴的电主轴接头通过穿设在电主轴接

头右端法兰和试验主轴左端法兰的螺栓用孔内的尼龙绳浮动连接,从而使得电主轴接头的右端法兰和试验主轴的左端法兰通过与尼龙绳配合构成连接,既实现联轴器传输动力作用,也实现冷却作用。在不需要轴承内圈冷却时,该尼龙绳也可以用橡胶弹性螺栓来替换;另外,不需要轴承内圈冷却时,电主轴和试验主轴也可以直接通过常用的弹性联轴器来浮动连接。

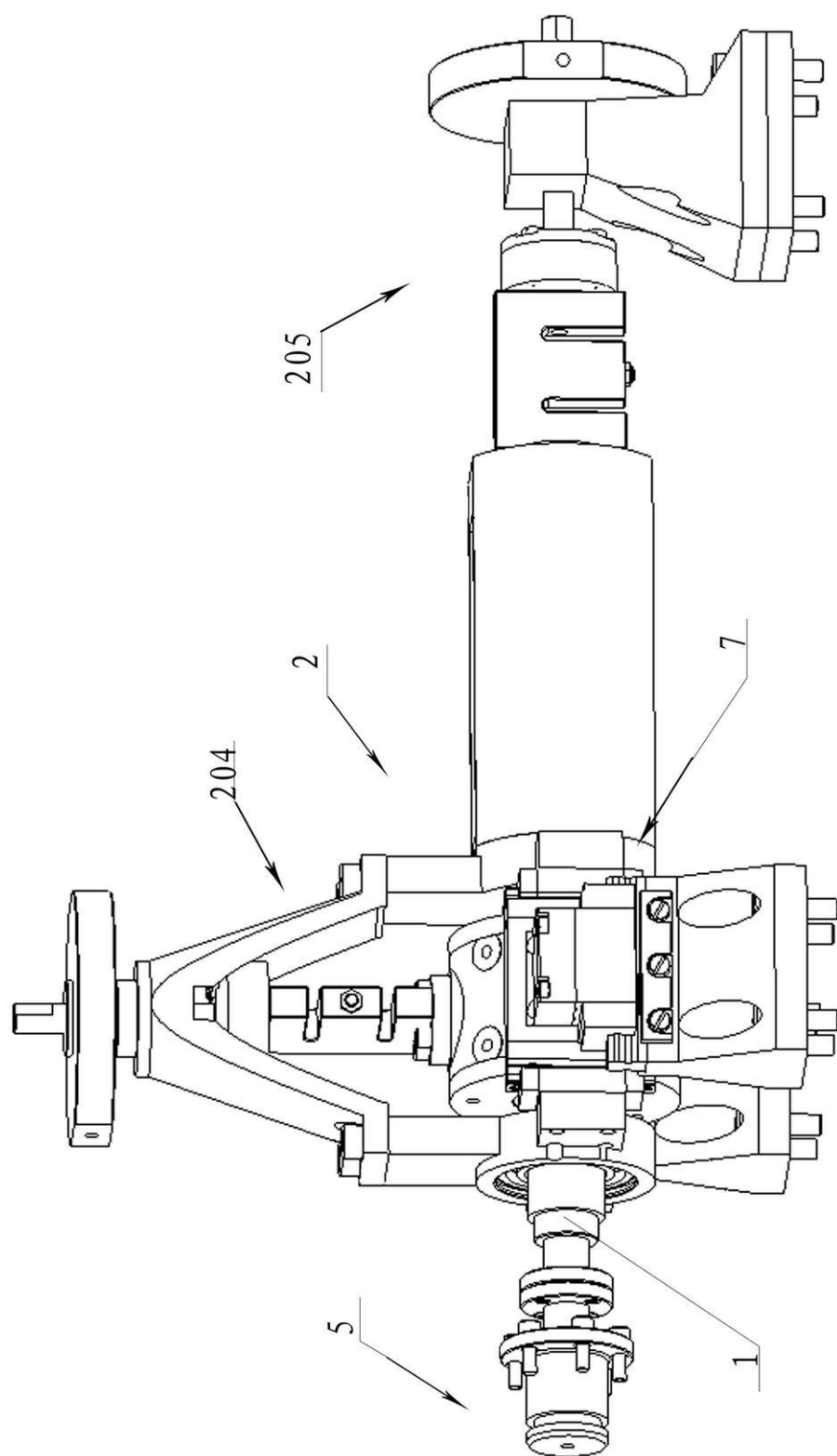


图 1

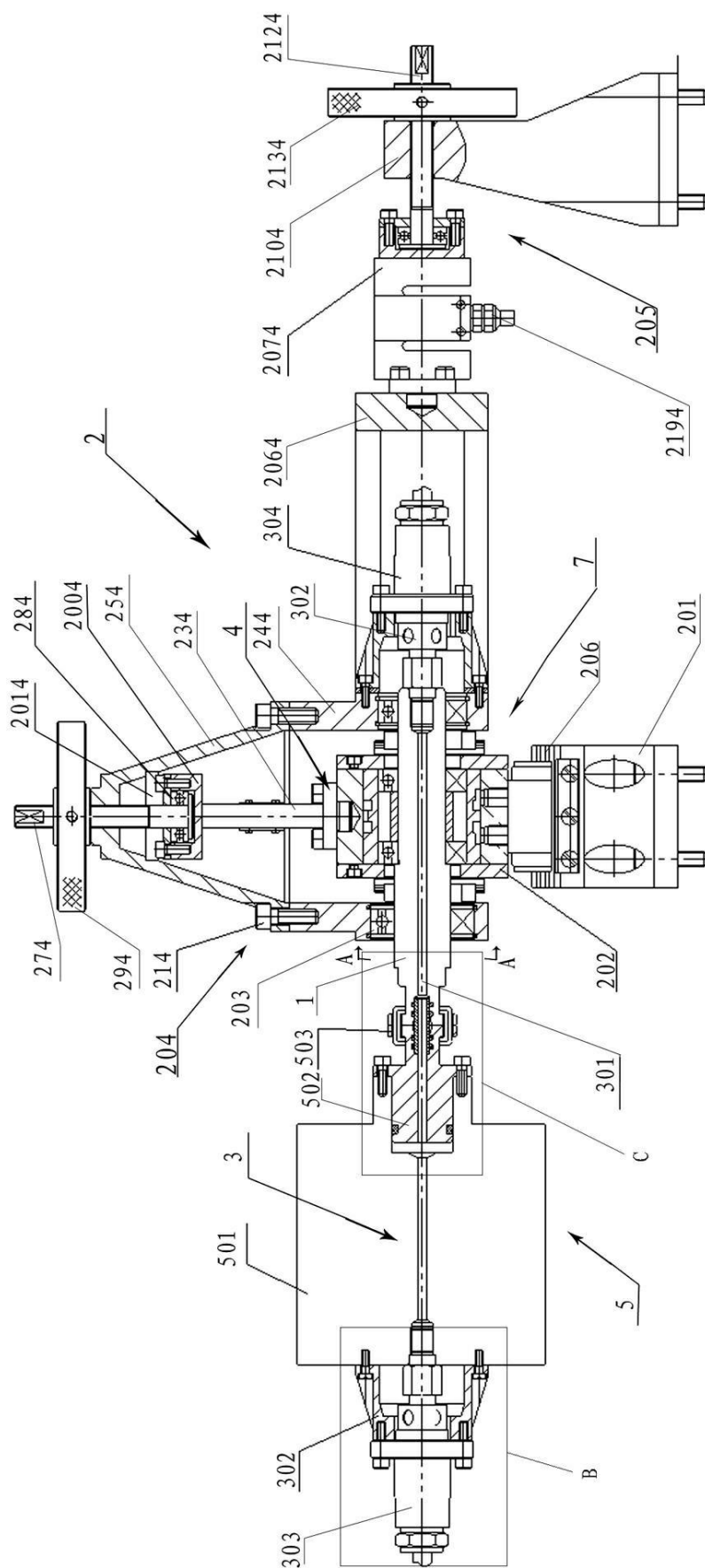


图 2

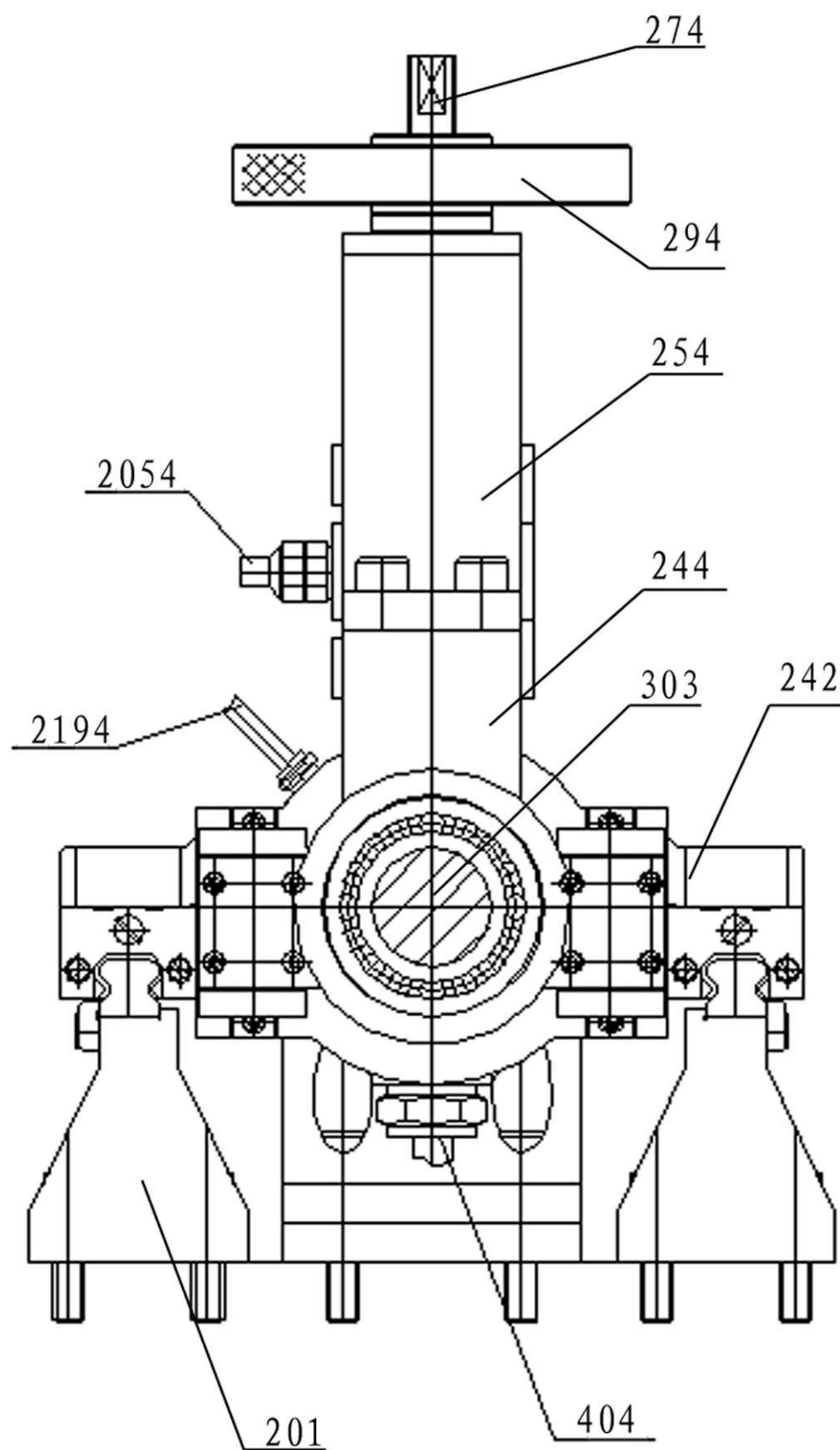


图 3

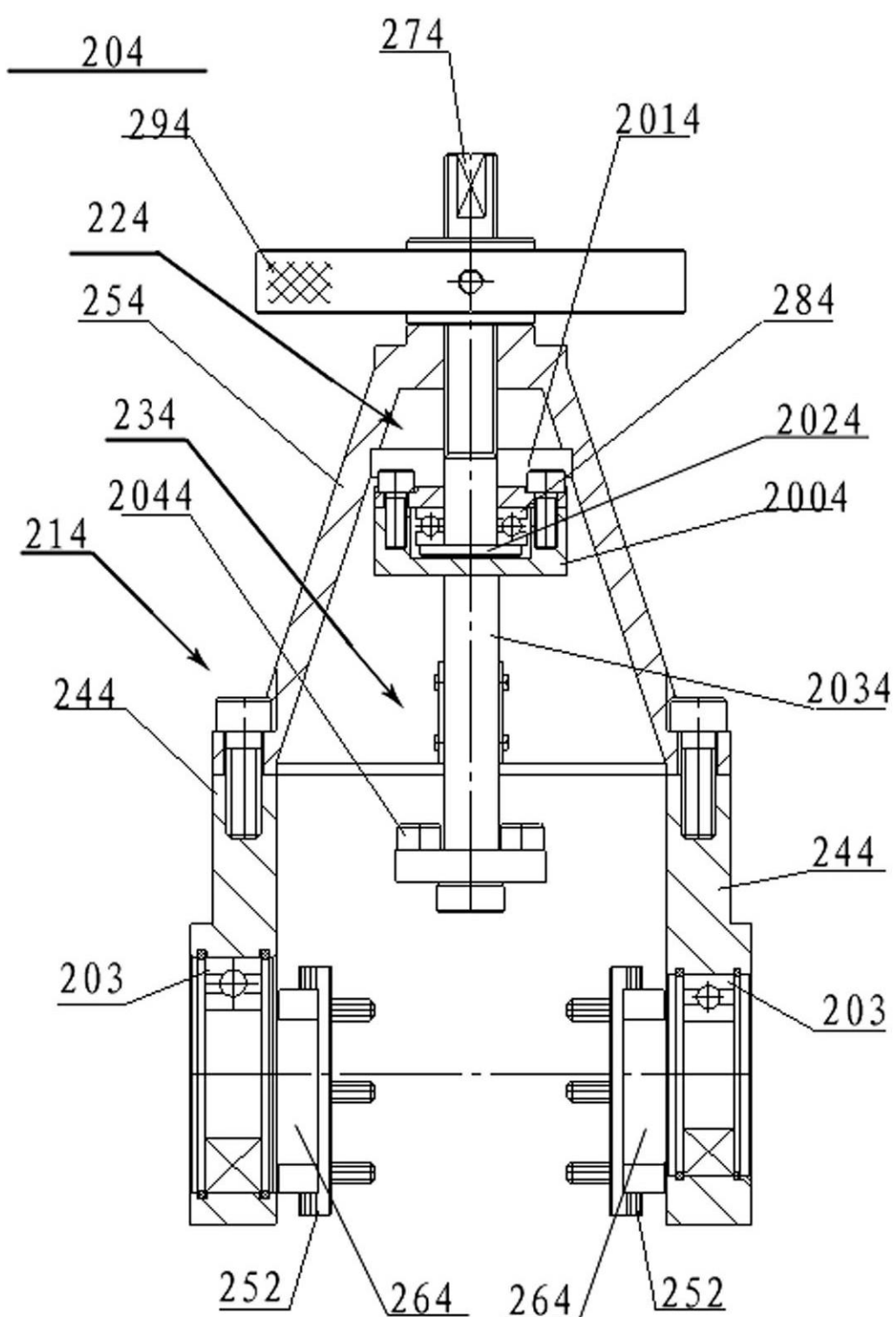


图 4



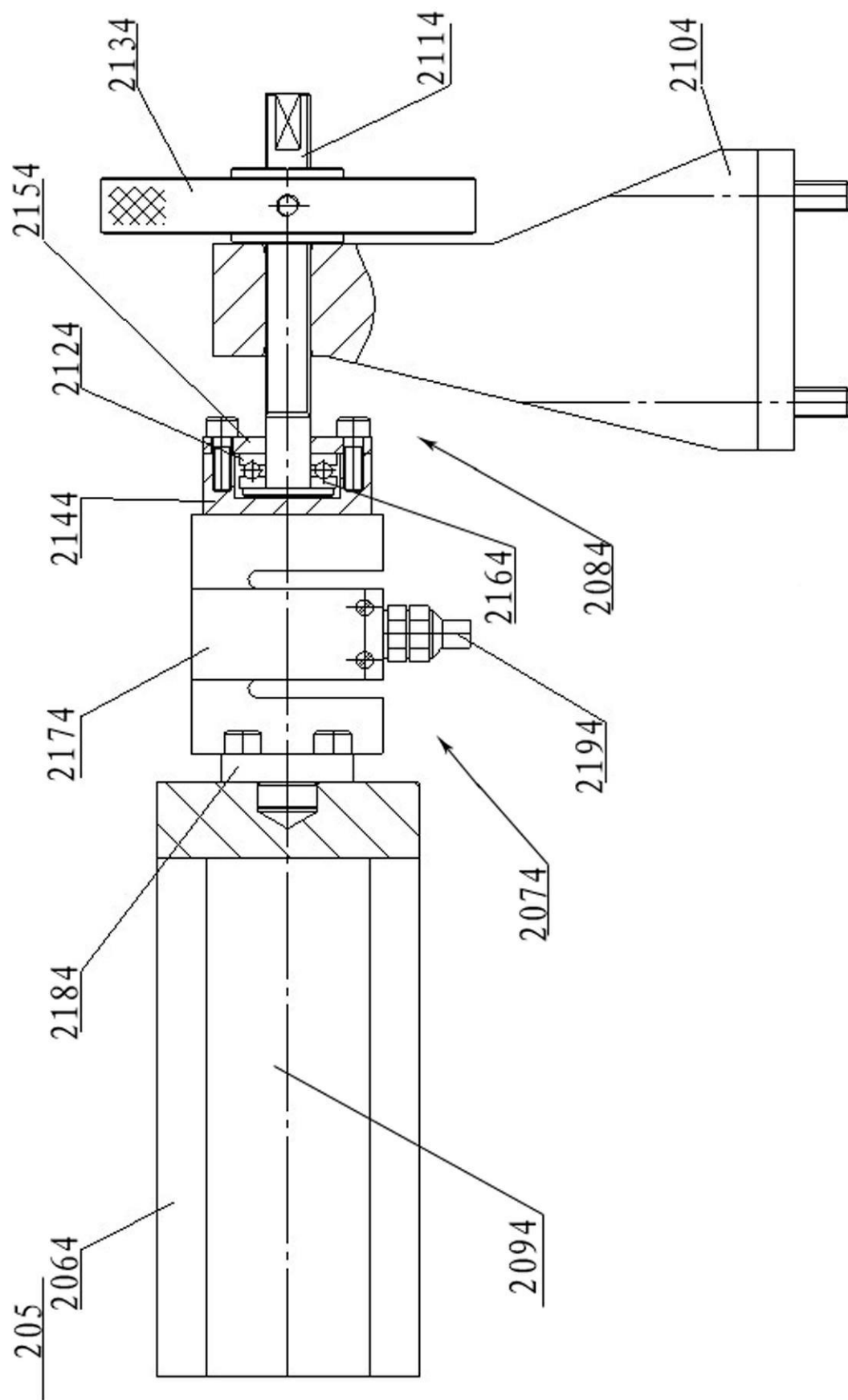


图 5

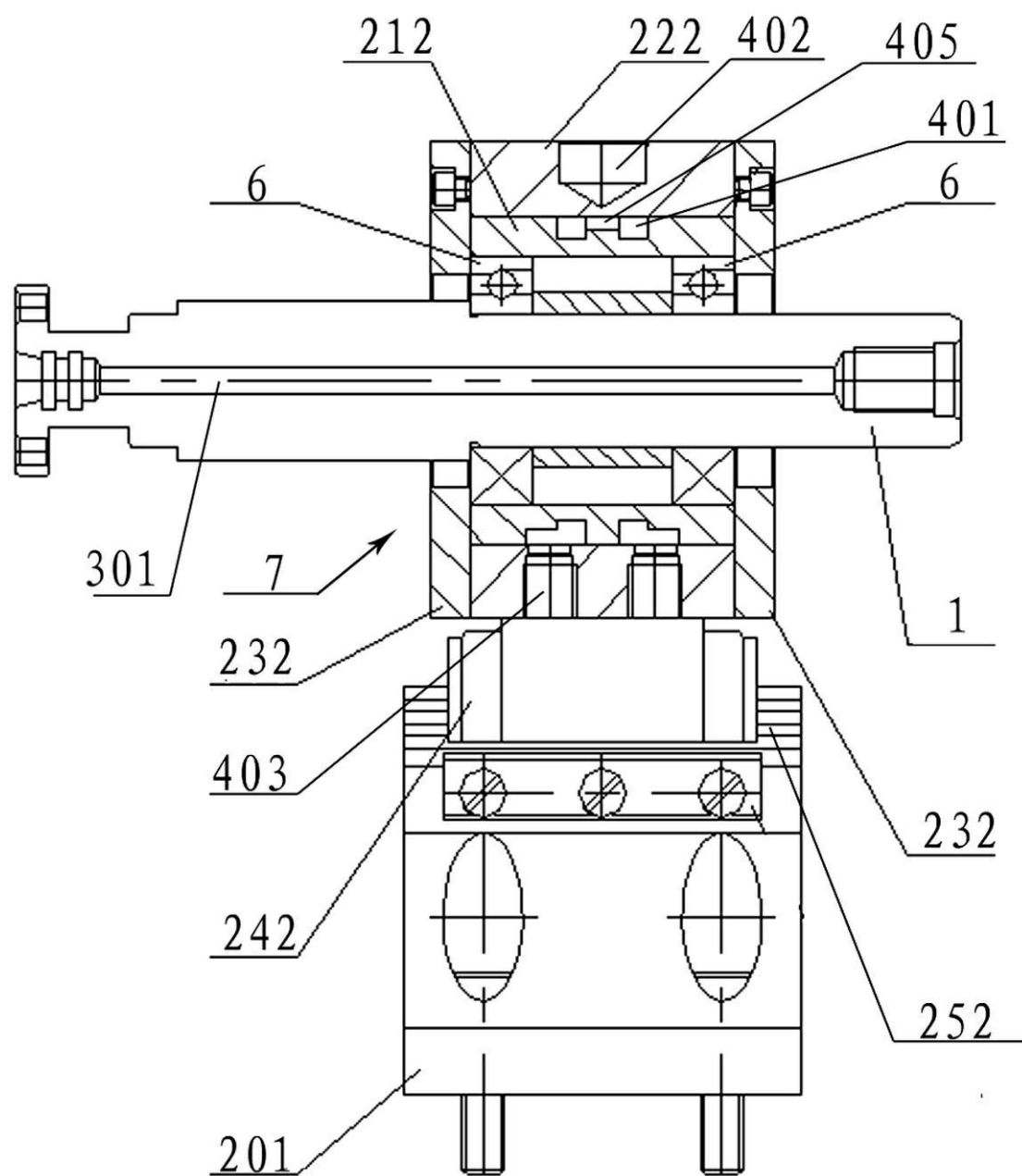


图 6

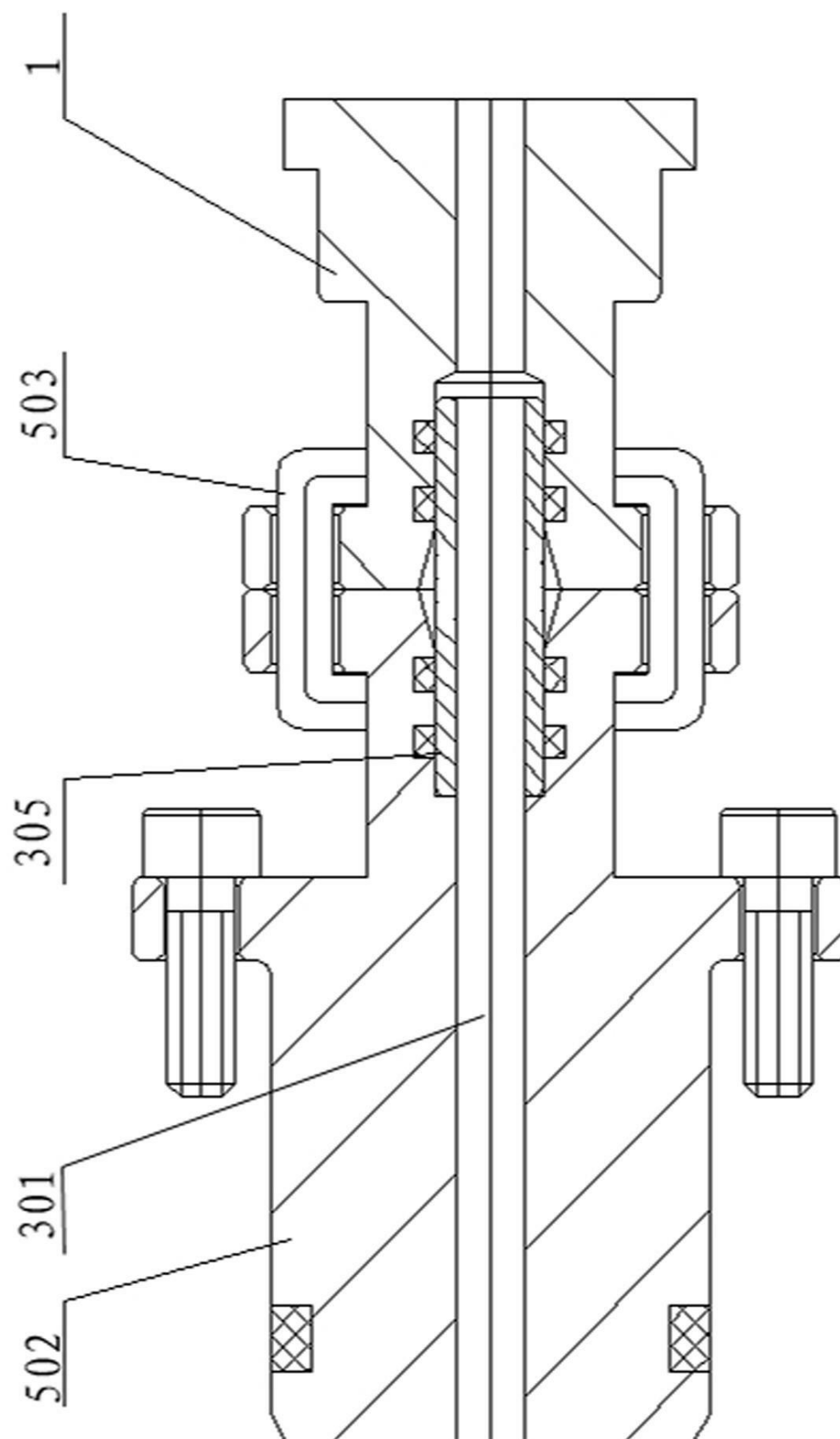


图 7

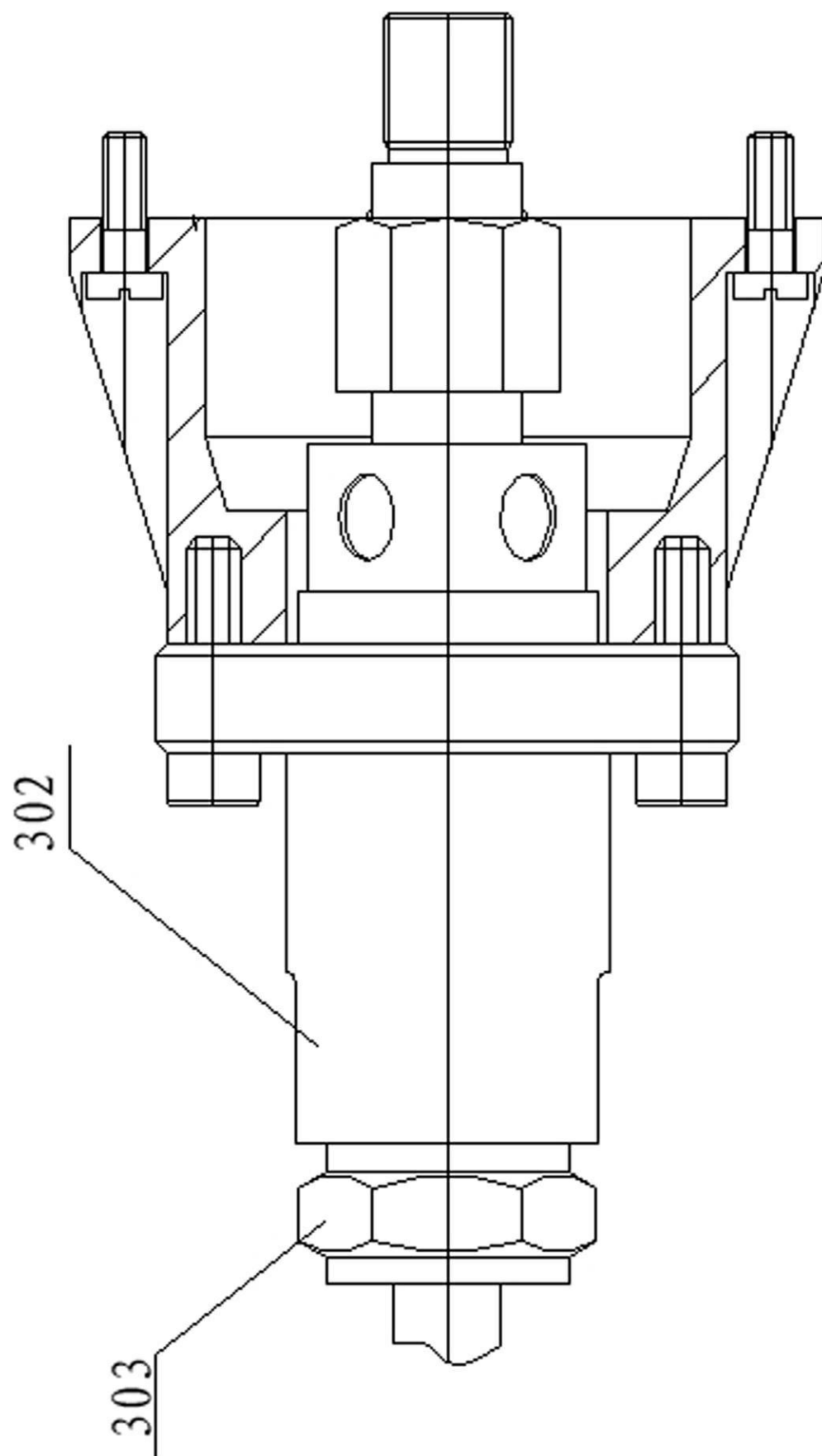


图 8