



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105890895 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610224496.X

(22)申请日 2016.04.12

(71)申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路127号

(72)发明人 刘更 朱忠良 佟瑞庭 马尚君

付晓军 张鹏涛

(74)专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 陈星

(51) Int. Cl.

G01M 13/02(2006.01)

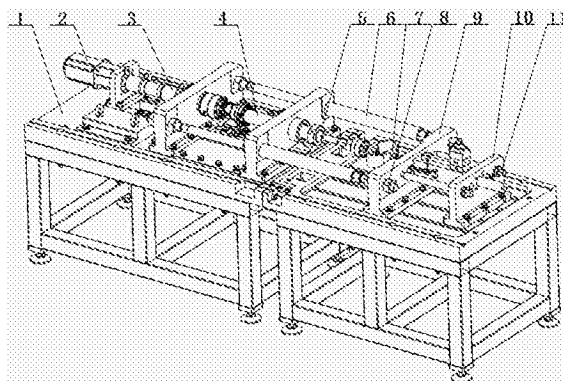
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台

(57)摘要

本发明公开了一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,驱动组件为行星滚柱丝杠副提供动力,测试组件用来安装不同型号的行星滚柱丝杠副;采用液压加载组件对行星滚柱丝杠副螺母进行动、静态加载,模拟行星滚柱丝杠副实际工作中所承受的载荷,采用力闭环来保证加载力的精确性。实验台上安装有扭矩传感器、角度编码器、圆磁栅、光栅尺、LVDT、力传感器,通过传感器实现对扭矩、角度、位移、力的测量,通过对试验数据的分析完成不同型号行星滚柱丝杠副在负载状态下的位置精度、速度、加速度、传动效率、传动间隙、轴向刚度的性能的测试。测试实验台具有结构简单、灵活,测试性能参数全面、准确,加载精度高,测试可扩展性强的特点。



1. 一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,其特征在於:包括实验台底板组件、驱动组件、联轴器、测试组件、螺纹推杆螺母、内力杆、液压加载组件、内力杆螺母、液压加载基座、液压加载后基座、液压缸固定螺杆;驱动组件为行星滚柱丝杠副提供驱动力并带动丝杠旋转;液压加载组件为行星滚柱丝杠副提供负载模拟实际工况;实验台底板组件用来支撑实验台的零部件,其中液压加载基座加工有油槽用来收集液压缸漏出的液压油;驱动组件、测试组件、液压加载基座、液压加载后基座分别与实验台底板组件固连;联轴器一端与驱动组件中扭矩传感器输出轴连接,另一端与测试组件中驱动轴连接;液压加载组件中螺纹杆推杆的外螺纹与测试组件中加载杆接头的内螺纹相配合通过螺纹推杆螺母背紧;两根内力杆穿过直线轴承基座和旋转组件基座两侧的通孔,内力杆螺纹端穿过移动液压加载基座两侧通孔与内力杆螺母配合,实现内力杆与旋转组件基座、液压加载基座的固定,且构成一个内力系统;液压加载组件的液压缸两端分别与液压加载基座和液压加载后基座固连,两根液压缸固定螺杆穿过液压加载后基座两侧的通孔与液压加载基座上内螺孔配合螺纹连接;

所述测试组件用来安装不同型号的行星滚柱丝杠副并对角度、位移进行测量;旋转组件基座、直线轴承基座通过测试组件底板的凹槽定位安装,驱动轴穿过深沟球轴承,轴承的外圈通过轴承盖、轴承套杯实现轴向定位,轴承的内圈通过轴承挡套、驱动轴轴肩实现轴向定位,轴承盖、轴承套杯与旋转组件基座通过螺栓固连;角度编码器与驱动轴配合,角度编码器固定在轴承盖上;适配件与驱动轴通过键连接,且通过胀紧套实现适配件与丝杠的连接;圆磁栅的定子与转子分别固定在圆磁栅定子固定架和行星架转接件上,加载杆的凸台与转接法兰的内孔配合连接,加载杆的大轴径轴段铣出两平面用来与光栅尺连接杆相配合,光栅尺动尺与光栅尺连接杆固定在读数头安装架上,读数头安装架固定在导轨滑块上,光栅尺静尺与导轨滑块安装在光栅尺安装架上,通过光栅尺测量行星滚柱丝杠副螺母的位移;直线轴承通过直线轴承盖、直线轴承套杯安装在直线轴承座的中心通孔内,用来使加载杆进行直线运动,加载杆接头的凹槽与加载杆配合连接,通过对适配件、胀紧套、转接法兰的更换实现不同型号行星滚柱丝杠副的安装;

所述液压加载组件用来模拟行星滚柱丝杠副实际工况;液压缸通过自带LVDT进行位移闭环,弹性元件用来消除液压缸加载带来的余力,通过弹性元件接头实现液压缸与弹性元件连接,力传感器与弹性元件通过力传感器接头连接,液压缸通过力传感器进行力闭环加载,力传感器适配法兰与力传感器连接,螺纹杆推杆与力传感器适配法兰配合螺纹连接。

2. 根据权利要求1所述的行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,其特征在於:所述驱动组件为行星滚柱丝杠副提供动力;伺服电机支座、扭矩传感器支座分别安装在驱动组件基座的凹槽内,伺服电机固定在伺服电机支座上,伺服电机输出轴与扭矩传感器的输入轴通过联轴器连接,扭矩传感器固定在扭矩传感器支座上。

3. 根据权利要求1所述的行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,其特征在於:驱动轴、行星滚柱丝杠副与加载杆同轴安装。

一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高速精密传动副性能测试装置,具体地说,涉及一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台。

背景技术

[0002] 行星滚柱丝杠机构是一种可将旋转运动和直线运动相互转化的机械装置,其主要由丝杠、滚柱、螺母三部分组成。目前常用的直线作动机构主要是滚珠丝杠。行星滚柱丝杠由于采用了带有螺纹的滚柱取代了滚珠作为传力单元,与滚珠丝杠相比,传力单元具有更大的接触半径和更多的接触点,因此在位置精度、额定载荷、刚度、速度、寿命等方面均优于滚珠丝杠,近年来被广泛应用于直线机电作动器、精密机床、食品包装机械、起重机械各领域。

[0003] 目前,我国对于行星滚柱丝杠副的研究更多的是在结构优化与理论分析的方面。发明专利CN102808911A中公开了“中空式行星滚柱丝杠副”及专利CN104179911A中提出的“一种长螺母反向式行星滚珠丝杠”都是对行星滚柱丝杠副的结构进行优化以提高其使用性能。文献“滚珠丝杠副和行星式滚柱丝杠副静刚度的比较研究”中通过理论分析及公式推导计算得出“行星式滚柱丝杠副的静刚度比滚珠丝杠副的静刚度大50%”。在文献“行星滚柱丝杠副摩擦力矩及传动效率研究”中,从理论上得出了转速和螺旋升角对摩擦力矩及传动效率之间的关系。这些理论正确与否还需要通过实验的方法进行验证,通过实验的方法找出一些未知的规律使理论更加完善。国内针对行星滚柱丝杠副综合性能测试的实验装置还不是很完备,如发明专利CN104776992A中描述了“行星滚柱丝杠精度试验装置”仅能对行星滚柱丝杠的精度进行测试。因此,设计一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台具有重要意义。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术中对行星滚柱丝杠副性能测试单一,且不能模拟其实际使用工况的问题,本发明提出一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,该实验台可完成不同型号行星滚柱丝杠副在负载状态下的定位精度、速度、加速度、传动效率、传动间隙、轴向刚度的性能测试。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:包括实验台底板组件、驱动组件、联轴器、测试组件、螺纹推杆螺母、内力杆、液压加载组件、内力杆螺母、液压加载基座、液压加载后基座、液压缸固定螺杆;驱动组件为行星滚柱丝杠副提供驱动力并带动丝杠旋转;液压加载组件为行星滚柱丝杠副提供负载模拟实际工况;实验台底板组件用来支撑实验台的零部件,其中液压加载基座加工有油槽用来收集液压缸漏出的液压油;驱动组件、测试组件、液压加载基座、液压加载后基座分别与实验台底板组件固连;联轴器一端与驱动组件中扭矩传感器输出轴连接,另一端与测试组件中驱动轴连接;液压加载组件中螺纹杆推杆的外螺纹与测试组件中加载杆接头的内螺纹相配合通过螺纹推杆螺母背紧;两根内力杆穿过直

线轴承基座和旋转组件基座两侧的通孔,内力杆螺纹端穿过移动液压加载基座两侧通孔与内力杆螺母配合,实现内力杆与旋转组件基座、液压加载基座的固定,且构成一个内力系统;液压加载组件的液压缸两端分别与液压加载基座和液压加载后基座固连,两根液压缸固定螺杆穿过液压加载后基座两侧的通孔与液压加载基座上内螺孔配合螺纹连接;

[0006] 所述测试组件用来安装不同型号的行星滚柱丝杠副并对角度、位移进行测量;旋转组件基座、直线轴承基座通过测试组件底板的凹槽定位安装,驱动轴穿过深沟球轴承,轴承的外圈通过轴承盖、轴承套杯实现轴向定位,轴承的内圈通过轴承挡套、驱动轴轴肩实现轴向定位,轴承盖、轴承套杯与旋转组件基座通过螺栓固连;角度编码器与驱动轴配合,角度编码器固定在轴承盖上;适配件与驱动轴通过键连接,且通过胀紧套实现适配件与丝杠的连接;圆磁栅的定子与转子分别固定在圆磁栅定子固定架和行星架转接件上,加载杆的凸台与转接法兰的内孔配合连接,加载杆的大轴径轴段铣出两平面用来与光栅尺连接杆相配合,光栅尺动尺与光栅尺连接杆固定在读数头安装架上,读数头安装架固定在导轨滑块上,光栅尺静尺与导轨滑块安装在光栅尺安装架上,通过光栅尺测量行星滚柱丝杠副螺母的位移;直线轴承通过直线轴承盖、直线轴承套杯安装在直线轴承座的中心通孔内,用来使加载杆进行直线运动,加载杆接头的凹槽与加载杆配合连接,通过对适配件、胀紧套、转接法兰的更换实现不同型号行星滚柱丝杠副的安装;

[0007] 所述液压加载组件用来模拟行星滚柱丝杠副实际工况;液压缸通过自带LVDT进行位移闭环,弹性元件用来消除液压缸加载带来的余力,通过弹性元件接头实现液压缸与弹性元件连接,力传感器与弹性元件通过力传感器接头连接,液压缸通过力传感器进行力闭环加载,力传感器适配法兰与力传感器连接,螺纹杆推杆与力传感器适配法兰配合螺纹连接。

[0008] 所述驱动组件为行星滚柱丝杠副提供动力;伺服电机支座、扭矩传感器支座分别安装在驱动组件基座的凹槽内,伺服电机固定在伺服电机支座上,伺服电机输出轴与扭矩传感器的输入轴通过联轴器连接,扭矩传感器固定在扭矩传感器支座上。

[0009] 驱动轴、行星滚柱丝杠副与加载杆同轴安装。

[0010] 有益效果

[0011] (1)本发明行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,实验台上设置扭矩传感器,实现对丝杠输入扭矩的检测;设置角度编码器可实时检测丝杠的旋转角度及次数,与使用伺服电机内置编码器相比更加准确;设置光栅尺可准确检测螺母运动的实际位置;设置圆磁栅可实时检测行星架公转次数;设置力传感器保证液压缸准确提供负载。

[0012] (2)本发明行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,采用液压加载组件对行星滚柱丝杠副螺母进行动、静态加载,从而模拟行星滚柱丝杠副实际工作中所承受的载荷;通过调节加载力的幅值及频率模拟行星滚柱丝杠副不同工况下的负载。

[0013] (3)本发明行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,液压加载组件安装有力传感器和LVDT,实时检测载荷的大小,实现实时监控力及位移闭环控制及反馈,使液压加载组件具有较高的加载精度。

[0014] (4)本发明行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,通过调节测试组件实现不同型号行星滚柱丝杠副的安装;通过在实验台上安装温度传感器、声级计、振动传感器,实现行星滚柱丝杠副更多性能的测试;实验台具有灵活性及可扩展性强的特点。

附图说明

[0015] 下面结合附图和实施方式对本发明一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台作进一步详细说明。

[0016] 图1为本发明行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台轴测图。

[0017] 图2为本发明的实验台底板组件轴测图。

[0018] 图3为本发明的驱动组件轴测图。

[0019] 图4为本发明的测试组件示意图。

[0020] 图5为本发明的测试组件剖视图。

[0021] 图6为本发明的液压加载组件轴测图。

[0022] 图中：

[0023] 1.实验台底板组件 2.驱动组件 3.联轴器 4.测试组件 5.螺纹推杆螺母 6.内力杆 7.液压加载组件 8.内力杆螺母 9.液压加载基座 10.液压加载后基座 11.液压缸固定螺杆 12.液压加载底座 13.底座连接块 14.驱动测试底座 15.地脚固定螺栓 16.实验台第一支架 17.实验台第二支架 18.伺服电机 19.伺服电机支座 20.扭矩传感器 21.扭矩传感器支座 22.驱动组件基座 23.测试组件底板 24.旋转组件基座 25.驱动轴 26.角度编码器 27.轴承盖 28.轴承套杯 29.轴承挡套 30.键 31.适配件 32.胀紧套 33.行星滚柱丝杠副 34.圆磁栅定子固定架 35.圆磁栅 36.行星架转接件 37.转接法兰 38.加载杆 39.直线轴承盖 40.直线轴承基座 41.直线轴承套杯 42.加载杆接头 43.光栅尺安装架 44.光栅尺 45.导轨滑块 46.读数头安装架 47.光栅尺连接杆 48.液压缸 49.弹性元件接头 50.弹性元件 51.力传感器接头 52.力传感器 53.力传感器适配法兰 54.螺纹杆推杆

具体实施方式

[0024] 本实施例是一种行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台。

[0025] 参阅图1~图6,本实施例行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台,由实验台底板组件1、驱动组件2、联轴器3、测试组件4、螺纹推杆螺母5、内力杆6、液压加载组件7、内力杆螺母8、液压加载基座9、液压加载后基座10、液压缸固定螺杆11组成。驱动组件2用来为行星滚柱丝杠副提供驱动,带动丝杠旋转。测试组件4用来安装不同型号的行星滚柱丝杠副。液压加载组件7用来为行星滚柱丝杠副提供负载以模拟其实际工况。实验台底板组件1用来支撑连接实验台的零部件,其中液压加载基座12加工有油槽用来收集液压缸漏出的液压油。驱动组件1、测试组件4、液压加载基座9、液压加载后基座10分别通过螺栓固定在实验台上。联轴器3一端与驱动组件2的扭矩传感器20输出轴相连接,联轴器3另一端与测试组件4的驱动轴25相连接。液压加载组件7中螺纹杆推杆54的外螺纹与测试组件4中加载杆接头42的内螺纹相配合,并利用螺纹推杆螺母5背紧。两根内力杆6依次穿过测试组件4中直线轴承基座40、旋转组件基座24两侧的通孔,内力杆6螺纹端穿过移动液压加载基座9两侧通孔,通过内力杆螺母8完成内力杆6与旋转组件基座24、液压加载基座9的固定,且构成一个内力系统。液压加载组件7中液压缸48两端分别固定在液压加载基座9和液压加载后基座10上。两根液压缸固定螺杆11穿过液压加载后基座10两侧的通孔,并与液压加载基座9上内螺孔相配合。实验台上安装有扭矩传感器20、角度编码器26、圆磁栅35、光栅尺44、LVDT、力传感器52,通

过传感器实现对扭矩、角度、位移、力的测量,通过对试验数据的分析完成不同型号行星滚柱丝杠副在负载状态下的位置精度、速度、加速度、传动效率、传动间隙、轴向刚度的性能测试。

[0026] 本实施例中,实验台底板组件1用来支撑实验台的零部件;驱动测试底座14和液压加载底座12分别通过螺栓固定在实验台第一支架16和实验台第二支架17上,实验台第一支架16和实验台第二支架17的框架底部安装有地脚固定螺栓15,通过调节地脚固定螺栓15实现实验台的调平。驱动测试底座14和液压加载底座12通过底座连接块13实现定位,且驱动测试底座14和液压加载底座12通过螺栓固定连接,液压加载基座12加工有油槽用来收集液压缸漏出的液压油。

[0027] 驱动组件2为行星滚柱丝杠副提供动力并对扭矩进行测量;伺服电机支座19、扭矩传感器支座21安装在驱动组件基座22的凹槽内通过螺栓固定;伺服电机18通过螺栓安装在伺服电机支座19上,伺服电机18输出轴与扭矩传感器20的输入轴通过联轴器3连接;扭矩传感器20通过螺栓固定在扭矩传感器支座21上。

[0028] 测试组件4用来安装不同型号的行星滚柱丝杠副并对角度、位移进行测量;旋转组件基座24、直线轴承基座40通过测试组件底板23的凹槽定位并通过螺栓固定在测试组件底板23上。驱动轴25通过深沟球轴承进行支承,轴承的外圈通过轴承盖27、轴承套杯28实现轴向定位,轴承的内圈通过轴承挡套29、轴肩实现轴向定位紧固;轴承套杯28的外圈与旋转组件基座24的中间通孔配合通过螺钉固定在旋转组件基座24上;角度编码器26与驱动轴25配合并固定在轴承盖27上,角度编码器26用来测量丝杠的旋转角度;适配件31与驱动轴25通过键30连接传递运动,通过胀紧套32实现适配件31与丝杠的连接及运动传递;圆磁栅35的定子与转子分别固定在圆磁栅定子固定架34和行星架转接件36上,用来测量行星架公转的角度。加载杆38的凸台与转接法兰37的内孔配合连接,加载杆38最大轴径轴段铣出两平面用来与光栅尺连接杆47相配合;光栅尺44动尺与光栅尺连接杆47通过螺钉固定于读数头安装架46上,读数头安装架46安装在导轨滑块45上;光栅尺44静尺与导轨滑块45安装在光栅尺安装架43上,通过光栅尺测量行星滚柱丝杠副33螺母的位移。直线轴承通过直线轴承盖39及直线轴承套杯41安装在直线轴承座40的中心通孔内,用来使加载杆38无摩擦的进行直线运动;加载杆接头42端部凹槽与加载杆38固连;通过对适配件31、胀紧套32、转接法兰37的更换,实现不同型号行星滚柱丝杠副33的安装。

[0029] 液压加载组件7用来模拟行星滚柱丝杠副33实际工况下的受载;液压缸48通过自带LVDT进行位移闭环,保证位置的准确性;弹性元件50用来消除液压缸48加载带来的多余力;弹性元件接头49实现液压缸48与弹性元件50的连接固紧;力传感器52与弹性元件50通过力传感器接头51连接并使用背母背紧,液压缸48通过力传感器52进行力闭环,保证加载力的精确性;力传感器适配法兰53与力传感器52配合连接;螺纹杆推杆54的左旋外螺纹与力传感器适配法兰53的左旋内螺纹配合连接。

[0030] 本实施例行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台工作过程:

[0031] 液压加载组件7做力闭环根据不同工况为行星滚柱丝杠副施加负载,驱动组件2中伺服电机18带动行星滚柱丝杠副进行转动,通过各传感器对行星滚柱丝杠副的性能参数进行测量,进而测试出行星滚柱丝杠副的综合性能。

[0032] 本实施例行星滚柱丝杠副综合性能测试实验台性能检测参数的测试方法如下:

[0033] (1)定位精度测试;确定多个位置目标点,通过光栅尺、角度编码器记录行星滚柱丝杠副多次往复运动时的实际位置及转过角度,进行数据分析得出其定位精度。

[0034] (2)速度、加速度测试;采用光栅尺测试的位移数据,通过对光栅尺输出的测试信号进行一次和二次微分计算,得出行星滚柱丝杠副的速度和加速度。

[0035] (3)传动效率测试;由扭矩传感器得出行星滚柱丝杠副的输入功率,通过力传感器测量力的大小,通过对光栅尺测出的位移进行一次微分得到速度,行星滚柱丝杠副的输出功率为力与速度的乘积;行星滚柱丝杠副的传动效率等于其输出效率与输入效率的比值。

[0036] (4)轴向间隙测试;液压缸施加很小的力,改变力的加载方向,记录光栅尺的读数;逐步改变加载力的大小,观察多次光栅尺读数,若光栅尺读数基本不变,此读数为行星滚柱丝杠副的轴向间隙。

[0037] (5)轴向刚度测试;液压缸按照一定梯度施加载荷,记录每一载荷下光栅尺的示数,绘制刚度曲线,从而得出行星滚柱丝杠副的轴向刚度。

[0038] 本实施例中通过驱动组件提供动力,液压加载组件提供负载,通过扭矩传感器、光栅尺、角度编码器、圆磁栅、力传感器对行星滚柱丝杠副负载下的定位精度、速度、加速度、传动效率、轴向间隙、轴向刚度的性能进行测试。采用液压加载组件对行星滚柱丝杠副螺母进行动、静态加载,从而模拟行星滚柱丝杠副实际工作中所承受的载荷,采用力闭环来保证加载力的精确性。通过调节测试组件实现不同型号行星滚柱丝杠副的安装;通过在实验台体上安装温度传感器、声级计、振动传感器,实现行星滚柱丝杠副更多性能的测试。

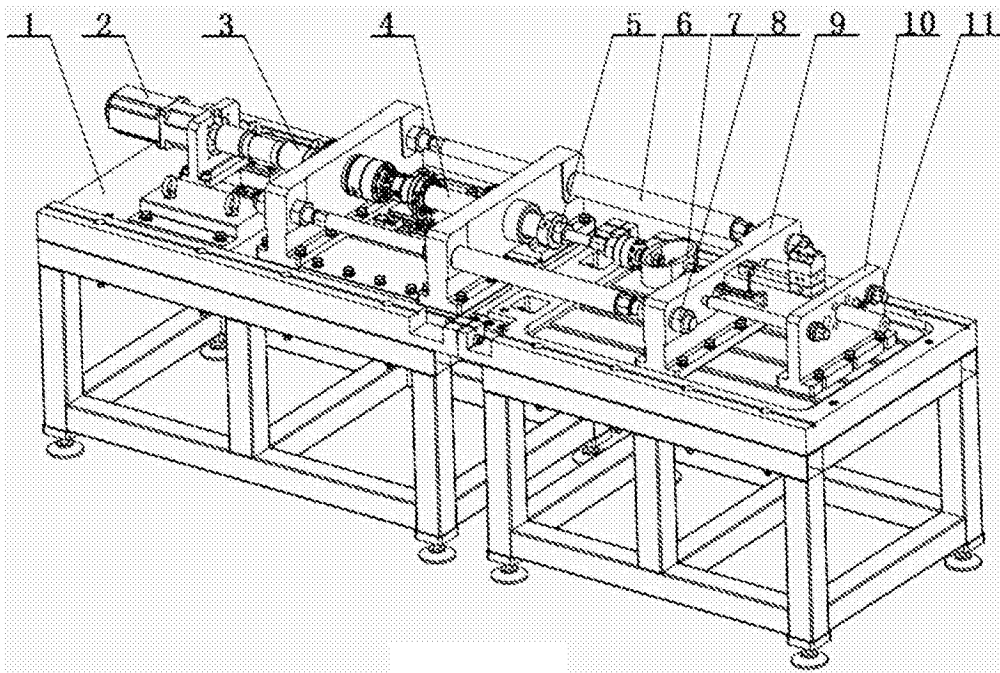


图1

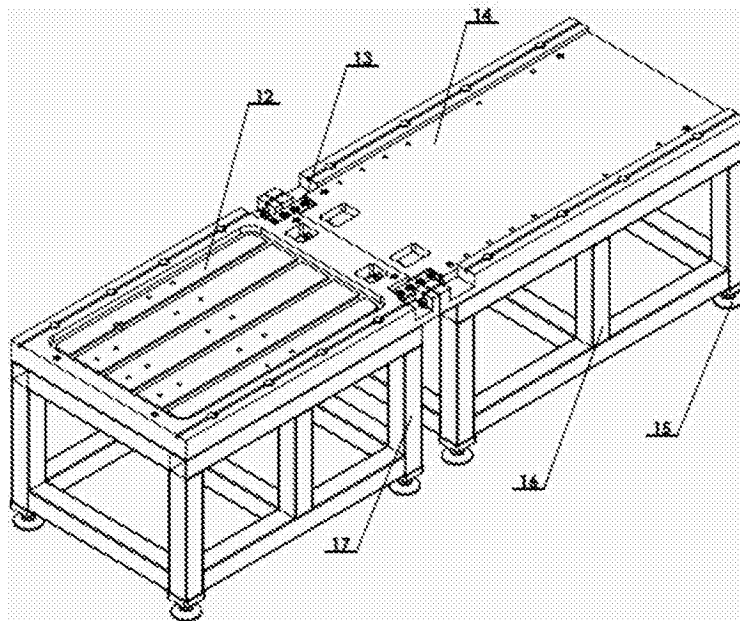


图2

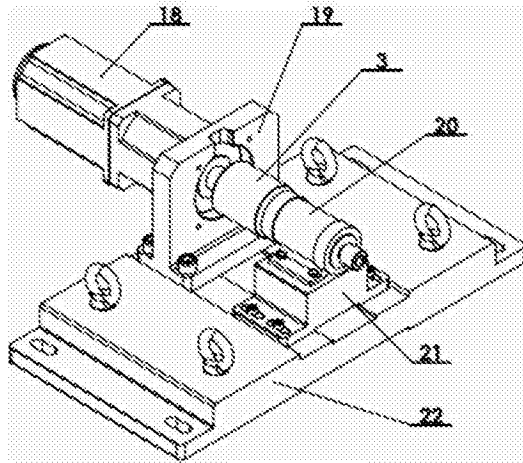


图3

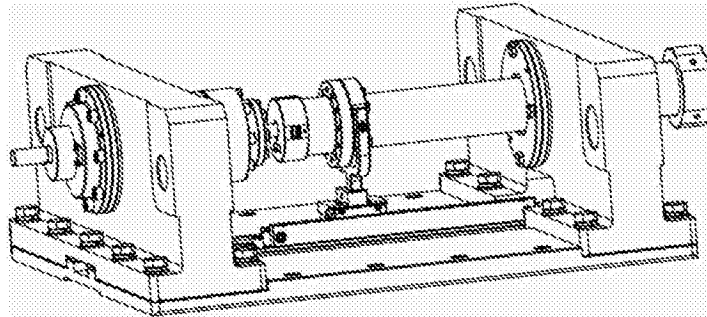


图4

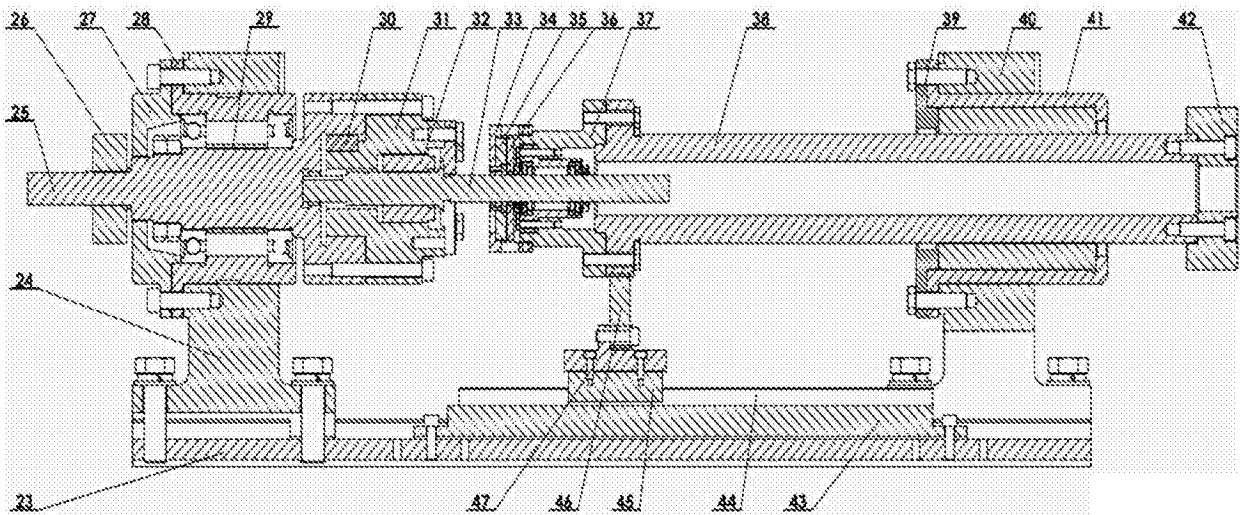


图5

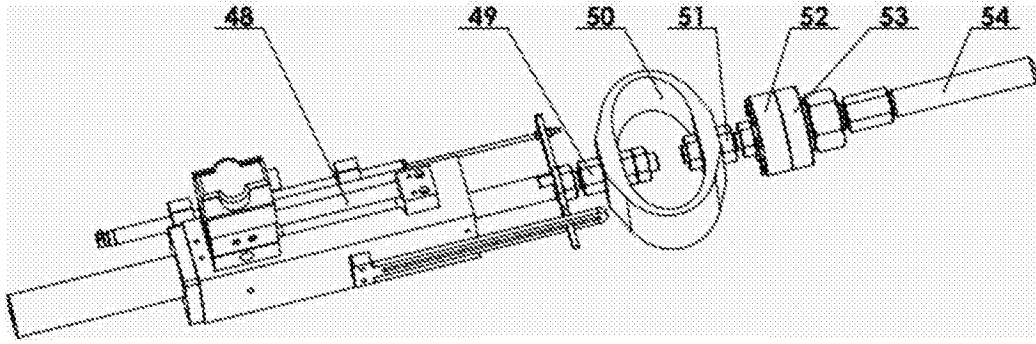


图6