(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110683074 A
(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201910975543.8

(22)申请日 2019.10.14

(71)申请人 中国工程物理研究院总体工程研究所
地址 621908 四川省绵阳市绵山路64号

(72)发明人 蒋春梅 洪建忠 尹娇妹 李明海 张建全 陈磊 赵世鹏 余小勇 刘谦 陈胜来 杨敏

(74)专利代理机构 北京天奇智新知识产权代理有限公司 11340
代理人 叶明博

(51)Int.Cl.
B64F 5/60(2017.01)

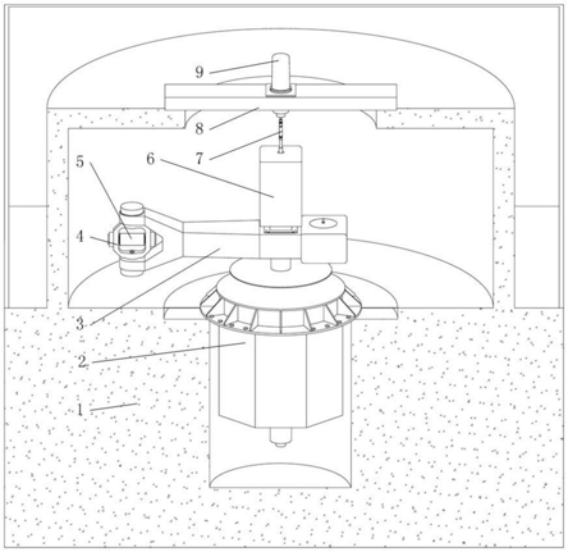
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种高动态离心过载模拟试验装置

(57)摘要

本发明公开了一种高动态离心过载模拟试验装置，包括为试件提供静态过载的第一自由度装置、为试件提供偏航旋转运动的第二自由度装置、为试件滚转旋转运动的第三自由度装置；试件置于第三自由度装置上，第二自由度装置用于第三自由度装置的自由度控制；第一自由度装置用于第二自由度装置的自由度控制。本发明根据离心机合成加速度模拟飞行器三轴加速度，具体通过快速改变主臂系统旋转速度，实现离心机合成加速度数值的快速改变。通过快速改变第二自由度装置旋转方向，实现离心机合成加速度在飞行器三轴上投影方向的快速改变；以此实现飞行器试件三轴加速度变化的动态模拟，精确地提供连续快速动态变化的过载。



CN 110683074 A

1.一种高动态离心过载模拟试验装置,其特征在于,包括:

为试件提供静态过载的第一自由度装置;

为试件提供偏航旋转运动的第二自由度装置;

为试件滚转旋转运动的第三自由度装置;试件置于第三自由度装置上,第二自由度装置用于第三自由度装置的自由度控制;第一自由度装置用于第二自由度装置的自由度控制。

2.根据权利要求1所述的一种高动态离心过载模拟试验装置,其特征在于,第一自由度装置包括:

用于驱动主臂系统转动的主动力机构;

主臂系统;动力机构的动力输出端与主臂系统连接。

3.根据权利要求2所述的一种高动态离心过载模拟试验装置,其特征在于,第一自由度装置还包括:

土建基础;土建基础形成为上、下两层,其中主动力机构固定置于土建基础的下层;

仪器舱;仪器舱置于主臂系统的旋转中心上部;

万向联轴器;仪器舱、万向联轴器、第二自由度装置、第三自由度装置置于土建基础的上层;万向联轴器与仪器舱的连接;

横梁;横梁设置在土建基础上方,万向联轴器与仪器舱集流环连接;

仪器舱集流环;仪器舱集流环固定在横梁上,通过仪器舱集流环、万向联轴器为仪器舱、主臂系统供电。

4.根据权利要求2、3任一项所述的一种高动态离心过载模拟试验装置,其特征在于,主臂系统包括:

中心套;中心套固定套装在动力机构的动力输出端上;

臂架;臂架的一端与中心套的一侧连接;

用于承载第二自由度装置和第三自由度装置的叉耳;叉耳与臂架的另一端连接;

配重;配重与中心套的另一侧连接;

主臂系统为非对称式转臂结构。

5.根据权利要求4所述的一种高动态离心过载模拟试验装置,其特征在于,第二自由度装置包括:

转框;

用于驱动转框做水平方向转动的偏航轴动力机构;偏航轴动力机构的动力输出端与转框连接;

偏航集流环;偏航集流环和偏航轴动力机构均安装在叉耳上;通过主臂系统、偏航集流环为偏航轴动力机构、转框供电。

6.根据权利要求5所述的一种高动态离心过载模拟试验装置,其特征在于,第三自由度装置包括:

用于驱动转框做竖向平面方向转动的滚转轴动力机构;

滚转集流环;滚转集流环和滚转轴动力机构均安装在转框上;通过主臂系统、偏航集流环为偏航轴动力机构、转框供电。

安装盘;试件通过安装盘与滚转轴动力机构的动力输出端连接。

7.根据权利要求6所述的一种高动态离心过载模拟试验装置，其特征在于，主动力机构为主电机；偏航轴动力机构为偏航轴电机；滚转轴动力机构为滚转轴电机。

一种高动态离心过载模拟试验装置

技术领域

[0001] 本发明属于模拟试验装置技术领域，具体涉及一种高动态离心过载模拟试验装置。

背景技术

[0002] 为验证飞行器在实际飞行中是否具备良好的飞行性能，需在地面对飞行器性能进行测试，高动态飞行环境作为飞行器结构受力严苛的一种飞行模式，需测试在此环境下飞行器的结构性能，为实际空中飞行提供有效可靠的技术指标和测试数据。

[0003] 高动态飞行器实际飞行过程往往涉及三轴过载加速度与加速度变化率等多种因素，但目前飞行器性能实验装置多集中在以下两方面:

[0004] 不同姿态独立仿真测试方面：如申请号为CN200910244812、CN201110300294、CN201610586361.8的专利公开的转台模拟装置主要实现飞行器不同姿态耦合模拟，难以模拟对应姿态下过载环境对飞行器结构性能的影响。

[0005] 过载环境模拟方面：目前过载模拟主要实现途径有机器人式与离心式两种过载模拟装置，其中文章“一种新型大过载飞行模拟器运动仿真分析绳牵机器人”(科学技术与工程，17(4)，2017)，提出了一种绳牵引并联机器人实现了飞行器大过载机动特性模拟。

[0006] 上述公开的飞行器模拟实验装置主要为单一姿态或三种姿态耦合下的飞行性能测试，难以模拟大过载环境下飞行器结构性能，无法持续对飞行器进行过载模拟。上述公开的绳牵引并联机器人与离心机式模拟装置可实现飞行器大过载机动运动模拟，但绳牵引装置受限于牵引绳松弛度，运动空间有限，离心机式飞行过载模拟多针对飞行器某一姿态下的静态过载仿真，为稳态加速度试验装置，不能模拟加速度变化率，难以实现复杂的动态过载仿真过程。

[0007] 为了解决以上问题我方研发出了一种高动态离心过载模拟试验装置。

发明内容

[0008] 本发明的目的就在于为了解决上述问题而提供一种高动态离心过载模拟试验装置。

[0009] 本发明通过以下技术方案来实现上述目的：

[0010] 一种高动态离心过载模拟试验装置，包括：

[0011] 为试件提供静态过载的第一自由度装置；

[0012] 为试件提供偏航旋转运动的第二自由度装置；

[0013] 为试件滚转旋转运动的第三自由度装置；试件置于第三自由度装置上，第二自由度装置用于第三自由度装置的自由度控制；第一自由度装置用于第二自由度装置的自由度控制。

[0014] 具体地，第一自由度装置包括：

[0015] 用于驱动主臂系统转动的主动力机构；

[0016] 主臂系统;动力机构的动力输出端与主臂系统连接。

[0017] 进一步地,第一自由度装置还包括:

[0018] 土建基础;土建基础形成为上、下两层,其中主动力机构固定置于土建基础的下层;

[0019] 仪器舱;仪器舱置于主臂系统的旋转中心上部;

[0020] 万向联轴器;仪器舱、万向联轴器、第二自由度装置、第三自由度装置置于土建基础的上层;万向联轴器与仪器舱的连接;

[0021] 横梁;横梁设置在土建基础上方,万向联轴器与仪器舱集流环连接;

[0022] 仪器舱集流环;仪器舱集流环固定在横梁上,通过仪器舱集流环、万向联轴器为仪器舱、主臂系统供电。

[0023] 优选地,主臂系统包括:

[0024] 中心套;中心套固定套装在动力机构的动力输出端上;

[0025] 臂架;臂架的一端与中心套的一侧连接;

[0026] 用于承载第二自由度装置和第三自由度装置的叉耳;叉耳与臂架的另一端连接;

[0027] 配重;配重与中心套的另一侧连接;

[0028] 主臂系统为非对称式转臂结构。

[0029] 具体地,第二自由度装置包括:

[0030] 转框;

[0031] 用于驱动转框做水平方向转动的偏航轴动力机构;偏航轴动力机构的动力输出端与转框连接;

[0032] 偏航集流环;偏航集流环和偏航轴动力机构均安装在叉耳上;通过主臂系统、偏航集流环为偏航轴动力机构、转框供电。

[0033] 具体地,第三自由度装置包括:

[0034] 用于驱动转框做竖向平面方向转动的滚转轴动力机构;

[0035] 滚转集流环;滚转集流环和滚转轴动力机构均安装在转框上;通过主臂系统、偏航集流环为偏航轴动力机构、转框供电。

[0036] 安装盘;试件通过安装盘与滚转轴动力机构的动力输出端连接。

[0037] 优选地,主动力机构为主电机;偏航轴动力机构为偏航轴电机;滚转轴动力机构为滚转轴电机。

[0038] 本发明的有益效果在于:

[0039] 本发明的一种高动态离心过载模拟试验装置;

[0040] 1、解决飞行器高动态离心试验模拟问题,可实现对飞行器加速度与加速度变化率同时模拟,根据离心机合成加速度模拟飞行器三轴加速度,具体通过快速改变主臂系统旋转速度,实现离心机合成加速度数值的快速改变。通过快速改变第二自由度装置旋转方向,实现离心机合成加速度在飞行器三轴上投影方向的快速改变;以此实现飞行器试件三轴加速度变化的动态模拟,精确地提供连续快速动态变化的过载;

[0041] 2、解决模拟装置姿态与过载耦合问题,飞行器不同飞行姿态下具有不同的三轴加速度,改变离心机合成加速度模拟飞行器试件对应姿态下的加速度,实现不同姿态下飞行器过载环境结构测试;

[0042] 3、解决过载环境下飞行器姿态调整问题：飞行器不同飞行姿态转换过程中产生不同的惯性加速度变化率，改变离心机对应姿态下的合成加速度，实现不同姿态转换过程中飞行器过载环境结构测试；

[0043] 4、针对传统飞行器过载运动模拟实验装置运动空间有限的缺点，采用第二自由度装置实现飞行器沿轴向及法向360度旋转运动，增大运动空间；

[0044] 5、解决结构复杂问题：采用直驱方式，主电机同时承担动力元件、连接件、承载件，避免了多余的承接结构，缩短了离心机轴向尺寸，使整机结构简单、布局紧凑；

[0045] 6、解决装置振动问题：采用配平的方法，使装置质心位于旋转中心轴线上，解决模拟装置因静不平衡原因引起的振动大的问题。

附图说明

[0046] 图1为本申请的结构示意图；

[0047] 图2为本申请中主臂系统的结构示意图；

[0048] 图3为本申请中二自由度转框的结构示意图。

[0049] 图中：1-土建基础；2-主电机；3-主臂系统；31-叉耳；32-臂架；33-中心套；34-配重；4-第二自由度装置；41-偏航集流环；42-偏航轴电机；43-转框；44-滚转轴电机；45-滚转集流环；46-安装盘；5-试件；6-仪器舱；7-万向联轴器；8-横梁；9-仪器舱集流环。

具体实施方式

[0050] 下面结合附图对本发明作进一步说明：

[0051] 实施例1，如图1所示；

[0052] 一种高动态离心过载模拟试验装置，包括：

[0053] 为试件5提供静态过载的第一自由度装置；

[0054] 为试件5提供偏航旋转运动的第二自由度装置4；

[0055] 为试件5滚转旋转运动的第三自由度装置；试件5置于第三自由度装置上，第二自由度装置4用于第三自由度装置的自由度控制；第一自由度装置用于第二自由度装置4的自由度控制。

[0056] 实施例2，如图1所示；

[0057] 本实施例与实施例1的区别在于：第一自由度装置包括：

[0058] 用于驱动主臂系统3转动的主动力机构；

[0059] 主臂系统3；动力机构的动力输出端与主臂系统3连接。

[0060] 主动力机构作为动力元件，布置在结构最下端，采用直驱方式，直接与主臂系统3连接实现离心旋转运动，减少了其它过渡连接结构，缩短了动力传递路径；并且主动力机构上端通过螺钉与土建基础1连接，以承载主臂系统3及其上部件，避免增加多余承载机构，缩短整机轴向尺寸。该布置方式使整机简单化，结构紧凑，响应时间短。

[0061] 实施例3，如图1所示；

[0062] 本实施例与实施例1的区别在于：第一自由度装置还包括：

[0063] 土建基础1；土建基础1形成为上、下两层(此处指的是上、下两层空腔)，其中主动力机构固定置于土建基础1的下层；此处一般指的是主动力机构的壳体部分固定安装在建

基础上；

[0064] 仪器舱6；仪器舱6置于主臂系统3的旋转中心上部；此处一般为固定安装；

[0065] 万向联轴器7；仪器舱6、万向联轴器7、第二自由度装置4、第三自由度装置置于土建基础1的上层；万向联轴器7与仪器舱6的连接；此处一般设置从上至下为仪器舱集流环9、横梁8、万向联轴器7、仪器舱6；

[0066] 横梁8；横梁8设置在土建基础1上方，万向联轴器7与仪器舱集流环9连接；一般地，横梁8是固定在土建基础1上；

[0067] 仪器舱集流环9；仪器舱集流环9固定在横梁8上，通过仪器舱集流环9、万向联轴器7为仪器舱6、主臂系统3供电。

[0068] 实施例4，如图2所示；

[0069] 本实施例与实施例1的区别在于：主臂系统3包括：

[0070] 中心套33；中心套33固定套装在动力机构的动力输出端上；

[0071] 臂架32；臂架32的一端与中心套33的一侧连接；

[0072] 用于承载第二自由度装置4和第三自由度装置的叉耳31；叉耳31与臂架32的另一端连接；

[0073] 配重34；配重34与中心套33的另一侧连接；

[0074] 主臂系统3为非对称式转臂结构。采用非对称结构形式降低整机转动惯量，侧耳为纵向设置，提供第二自由度装置4安装接口；中心套33提供与主动力机构输出轴连接接口与仪器舱6安装平台；

[0075] 采用全平衡设计原则使主臂系统3质心位于整机旋转中心上，避免由于静不平衡引起振动过大。

[0076] 实施例5，如图3所示；

[0077] 本实施例与实施例1的区别在于：第二自由度装置4包括：

[0078] 转框43；

[0079] 用于驱动转框43做水平方向转动的偏航轴动力机构；偏航轴动力机构的动力输出端与转框43连接；

[0080] 偏航集流环41；偏航集流环41和偏航轴动力机构均安装在叉耳31上；通过主臂系统3、偏航集流环41为偏航轴动力机构、转框43供电。

[0081] 在一些实施例中，偏航轴动力机构、偏航集流环41均采用两个，且上下对称分布地置于转框43上下位置；其中，侧耳上自带安装接口与空间，用于偏航集流环41及偏航轴动力机构的安装；转框43与偏航轴动力机构的动力输出端的连接通过胀套实现；

[0082] 实施例6，如图3所示；

[0083] 本实施例与实施例1的区别在于：第三自由度装置包括：

[0084] 用于驱动转框43做竖向平面方向转动的滚转轴动力机构；

[0085] 滚转集流环45；滚转集流环45和滚转轴动力机构均安装在转框43上；通过主臂系统3、偏航集流环41为偏航轴动力机构、转框43供电。

[0086] 安装盘46；试件5通过安装盘46与滚转轴动力机构的动力输出端连接。安装盘46提供试件5安装接口；滚转轴动力机构的动力输出端与试件5的连接，通过与安装盘46之间设置胀套实现；

[0087] 在一些实施例中，滚转轴动力机构、滚转集流环45均采用两个，且上下对称分布地置于转框43左右位置；其中，转框43左右两侧上自带安装接口与空间，用于转轴动力机构及滚转集流环45的安装；

[0088] 实施例7，如图1-3所示；

[0089] 本实施例与实施例1的区别在于：主动力机构为主电机2；偏航轴动力机构为偏航轴电机42；滚转轴动力机构为滚转轴电机44。

[0090] 在一些实施例中，主动力机构、偏航轴动力机构、滚转轴动力机构可以选用液压系统、气泵。

[0091] 本申请中集流环的电力传输为现有技术，在此不做敷述；

[0092] 第一自由度装置和第二自由度装置4使试件5做两个垂直方向的旋转运动，根据两个方向的旋转角度与离心机合成加速度，模拟试件5三轴加速度载荷模拟；

[0093] 本申请中，其安装土建基础1扭矩频率需大于50Hz，以满足装置快速响应需求；

[0094] 本申请中，采用非对称式转臂结构减少模拟系统的转动惯量，使系统能耗降低。

[0095] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理，在不脱离本发明精神和范围的前提下，本发明还会有各种变化和改进，这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其效物界定。

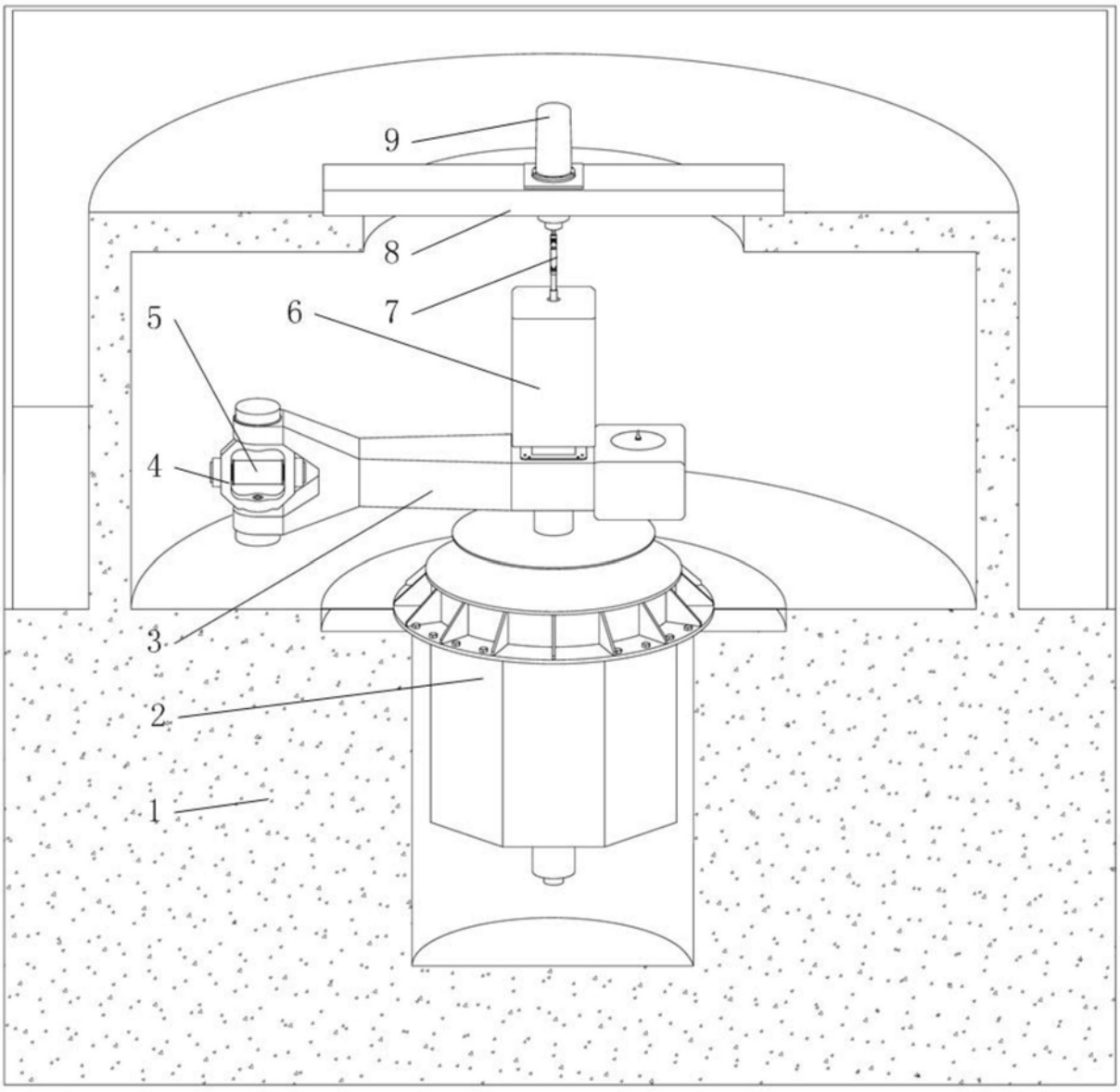


图1

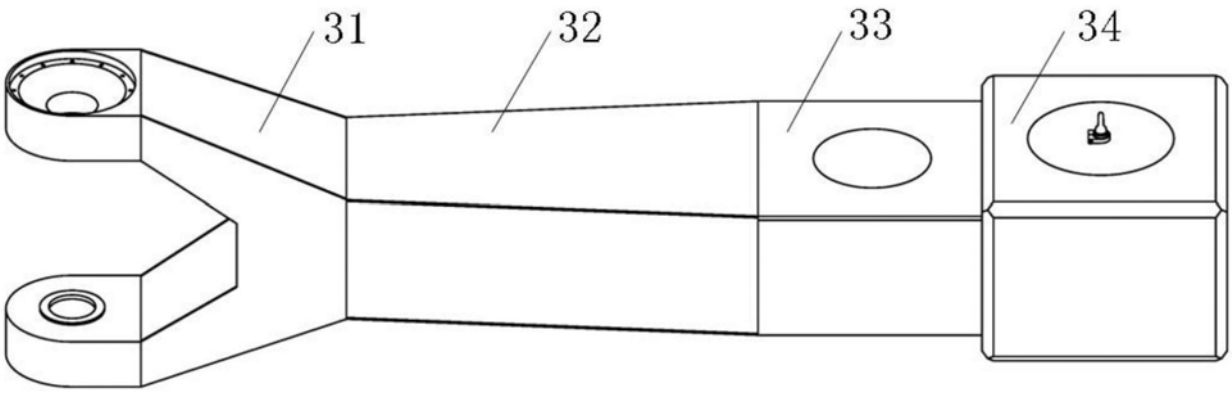


图2

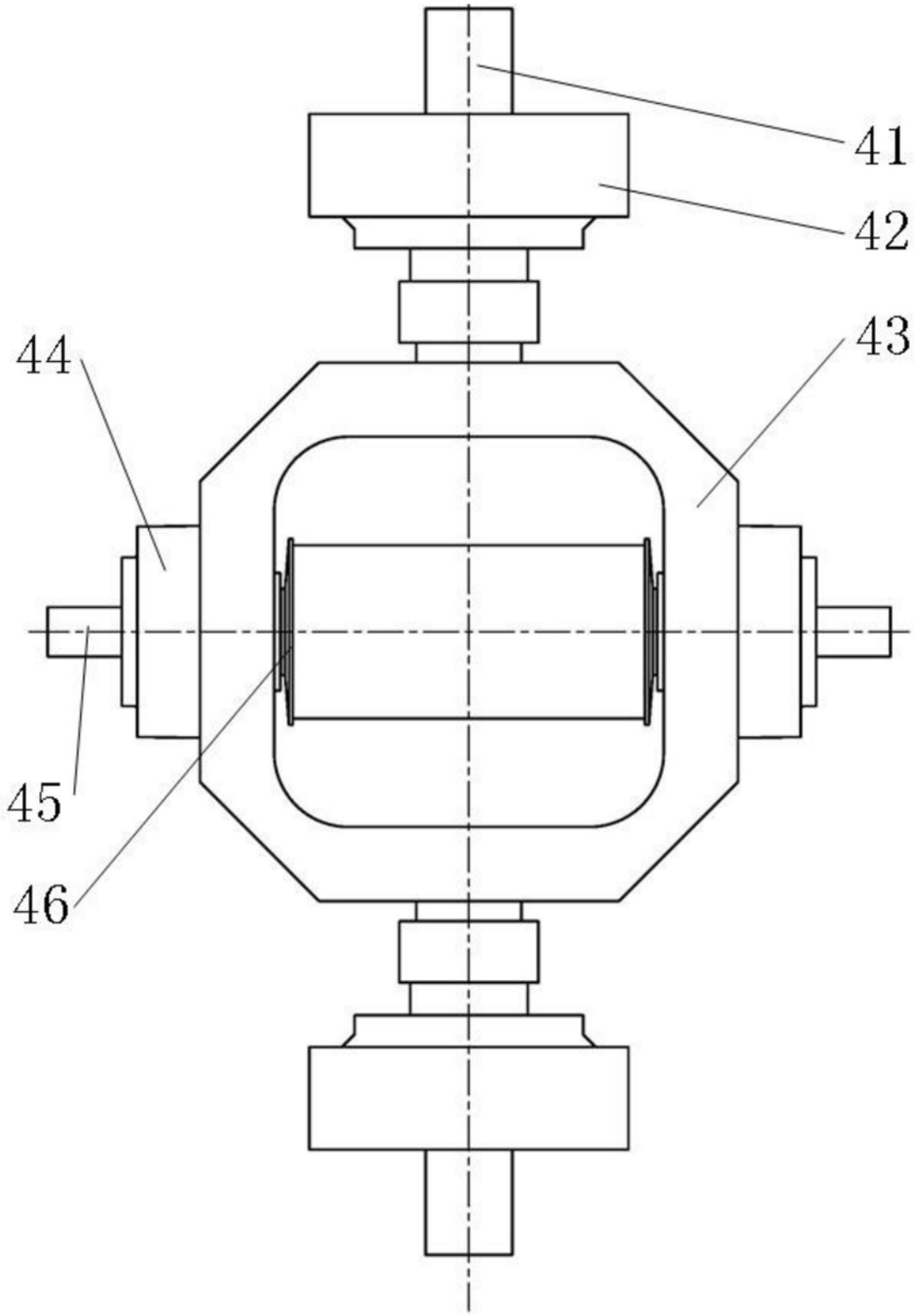


图3