



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101818798 A

(43) 申请公布日 2010. 09. 01

(21) 申请号 201010143563. 8

(22) 申请日 2010. 04. 12

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路  
3888 号

(72) 发明人 何煦 陈琦 韩冰 马洪涛

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

F16H 37/00 (2006. 01)

H02K 7/10 (2006. 01)

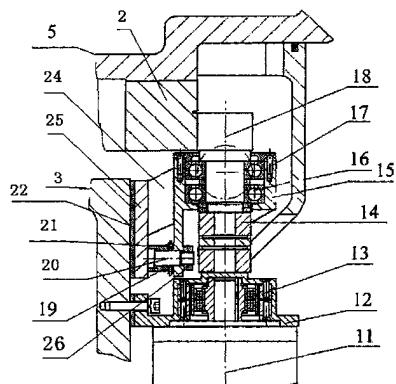
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

摩擦传动回转驱动装置

(57) 摘要

本发明涉及一种摩擦传动回转驱动装置，该装置的步进电机与谐波减速器构成动力单元，该动力单元通过电机座与转台基座紧固连接；谐波减速器的输出轴通过联轴器与驱动轮的输入端柔性连接；驱动轮与驱动轮支撑架连接，可以相对于驱动轮支撑架转动；预紧力调整座的固定板与转台基座固定连接；驱动轮支撑架上部通过转轴与预紧力调整座的支撑板活动连接，下部通过预紧力调整装置与预紧力调整座的固定板连接；驱动轮压紧摩擦环；摩擦环与转台紧固连接。本发明具有高传动分辨力、无反向间隙的特点，及传动结构紧凑、导程小、行程大的传动特性，特别适用于大负载高精度回转轴系的驱动。



1. 一种摩擦传动回转驱动装置,其特征在于包括驱动轮组件(1)和摩擦环(2);所述驱动轮组件(1)包括步进电机(11),谐波减速器(13),联轴器(14),驱动轮(18),第一预紧力调整座,第一预紧力调整装置;所述步进电机(11)与谐波减速器(13)构成动力单元,该动力单元通过电机座(12)与转台基座(3)紧固连接;谐波减速器(13)的输入端与步进电机(11)的输出轴直接串联,谐波减速器(13)的输出轴通过联轴器(14)与驱动轮(18)的输入端柔性连接;驱动轮(18)与驱动轮支撑架(15)连接,可以相对于驱动轮支撑架(15)转动;第一预紧力调整座的固定板(25)与转台基座(3)固定连接;驱动轮支撑架(15)上部通过转轴与第一预紧力调整座的支撑板(24)活动连接,下部通过第一预紧力调整装置与第一预紧力调整座的固定板(25)连接;驱动轮(18)压紧摩擦环(2);摩擦环(2)与转台(5)紧固连接。

2. 根据权利要求1所述的摩擦传动回转驱动装置,其特征在于还包括两个随动轮组件(4);所述随动轮组件(4)包括随动轮支撑架(42),随动轮(43),第二预紧力调整座,第二预紧力调整装置;两个随动轮(43)与驱动轮(18)在水平面120度均布在摩擦环(2)的外摩擦面上,并同时压紧摩擦环(2);随动轮(43)与随动轮支撑架(42)连接,可以相对于随动轮支撑架(42)转动;第二预紧力调整座的固定板(45)与转台基座(3)固定连接;随动轮支撑架(42)上部通过转轴与第二预紧力调整座的支撑板(44)活动连接,下部通过第二预紧力调整装置与第二预紧力调整座的固定板(45)连接。

3. 根据权利要求1或2所述的摩擦传动回转驱动装置,其特征在于摩擦环(2)和驱动轮(18)的表面粗糙度小于等于0.8。

## 摩擦传动回转驱动装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种回转驱动装置，特别涉及一种具有较高传动分辨力，无反向间隙，能够使回转运动机构实现高运动平稳度、高复位精度回转的摩擦传动回转驱动装置。

### 背景技术

[0002] 光电跟踪系统、大型精密转台等、高精度检测设备等精密光机电系统的运动系统常采用回转轴系结构作为运动机构。为实现设备回转结构的自动回转运动，需要与回转轴系配合设计相应的传动系统传递转矩。具体就是将外部执行单元的动力传递到回转轴上，使轴系可以在电子学系统对外部执行单元的控制下实现高精度、高分辨力回转运动。

[0003] 针对光电跟踪系统、光学检测设备等精密光学仪器的特殊性，不仅对回转轴系的回转精度要求很高，对于传动系统的进给分辨力、运动的平稳度、重复定位精度等指标也有极高要求。

[0004] 对于精密光机电系统中回转轴系结构的传动，可以理想为绕轴的高精度回转运动形式。要实现外部电器执行元件的输出动力转化为具有上述特性的回转运动，广泛采用的方式是将交/直流电机、力矩电机、步进电机等外部执行单元通过对应的连接结构直接串联（直联）在回转轴系结构中，或通过各种齿轮系统进行动力调配后再传动到回转轴系。对于直联传动方式，其进给分辨力、运动平稳度、复位精度等技术指标主要取决于电器执行元件的自身性能，以及电子学控制系统软/硬件的设计水平。对于角秒级的进给分辨力，只有采用进口高精度电器执行元件再配合复杂的电控系统与特殊细分算法才有可能在保证运动平稳度与高复位精度的前提下，实现角秒级的进给分辨力。齿轮传动系统常用于各类动力机械的传动装置中。受国内加工工艺水平以及特种材料研发能力的制约，齿间隙、齿侧隙、反向间隙造成的非线性空回使这种传动装置虽然理论上可以实现较高的传动分辨力，但无法满足精密仪器中对高运动平稳度、高复位精度的要求，因此只适用于低精度，大负载，中等分辨力的应用条件。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种具有高传动分辨力、无反向间隙，并且能够使回转运动机构实现高运动平稳度、高复位精度回转的摩擦传动回转驱动装置。

[0006] 为了解决上述技术问题，本发明的摩擦传动回转驱动装置包括驱动轮组件和摩擦环；所述驱动轮组件包括步进电机，谐波减速器，联轴器，驱动轮；所述步进电机与谐波减速器构成动力单元，该动力单元通过电机座与转台基座紧固连接；谐波减速器的输入端与步进电机的输出轴直接串联，谐波减速器的输出轴通过联轴器与驱动轮的输入端柔性连接；驱动轮与驱动轮支撑架连接，可以相对于驱动轮支撑架转动；第一预紧力调整座的固定板与转台基座固定连接；驱动轮支撑架上部通过转轴与第一预紧力调整座的支撑板活动连接，下部通过第一预紧力调整装置与第一预紧力调整座的固定板连接；驱动轮压紧摩擦环；摩擦环与转台紧固连接。

[0007] 步进电机输出轴转动,带动谐波减速器的柔轮产生谐波,使谐波减速器的输出轴转动。谐波减速器的输出轴通过联轴器带动驱动轮,驱动轮通过摩擦力带动摩擦环转动,从而带动转台转动。摩擦环与驱动轮之间的预紧压力通过预紧力调整装置调整。

[0008] 本发明依据滚动摩擦实现动能传输的物理过程,依靠摩擦环与驱动轮之间产生的滚动摩擦力实现外部执行单元输入的动力转化为轴系回转运动的驱动力;在使回转运动机构实现高运动平稳度、高复位精度回转的同时,大大降低了电子学控制系统的难度以及电器执行单元本身的技术指标要求。本发明具有高传动分辨力、无反向间隙的特点,及传动结构紧凑、导程小、行程大的传动特性,特别适用于大负载高精度回转轴系的驱动。

[0009] 本发明的摩擦传动回转驱动装置还可以包括两个随动轮组件;所述随动轮组件包括随动轮支撑架,随动轮,第二预紧力调整座,第二预紧力调整装置;两个随动轮与驱动轮在水平面呈 120 度均布在摩擦环的外摩擦面上,并同时压紧摩擦环;随动轮与随动轮支撑架连接,可以相对于随动轮支撑架转动;第二预紧力调整座的固定板与转台基座固定连接;随动轮支撑架上部通过转轴与第二预紧力调整座的支撑板活动连接,下部通过第二预紧力调整装置与第二预紧力调整座的固定板连接。当驱动轮转动时,随动轮也做对应的回转运动,保证摩擦环在运动过程中无微小位移与形变。

[0010] 摩擦环和驱动轮的表面粗糙度应小于等于 0.8。在此表面粗糙度条件下,理论计算的转角分辨力与实际转角分辨力非常接近,传动效率很高。

[0011] 摩擦环和驱动轮的表面粗糙度小于等于 0.8,两者的压紧面比较光滑,与理想条件下的光滑表面比较接近,驱动轮依靠滚动摩擦力驱动摩擦环作回转运动,两者之间具有极高的运动平稳性与传动效率。因而进一步提高了传动的精度与效率,使回转运动机构实现了极高的运动平稳度与重复定位精度。本发明只需要配合常规的电器系统就可以实现高精度的角秒级进给。

[0012] 传动装置中的摩擦轮采用精度研磨的大尺寸钢环。其较高的表面光洁度与形位公差可以保证运动的高平稳度与动力传输精度。钢环在装调过程中需要精密装调外摩擦端面与回转轴系之间的同轴关系,保证驱动轮在摩擦面上运动过程中绕回转轴系的实际轴线运动。

[0013] 传动装置中的谐波减速器是新型机械差动传输器件,通过机械细分的方式实现动力的调配与传输。在本发明中,将谐波减速器串联在步进电机与驱动轮之间实现机械细分与机械自锁紧功能,并可以进一步消除反向间隙。其基本工作原理是通过两组椭圆型凸轮转动使薄壳形轴承(柔轮)的外环作椭圆形运动,再带动钢性内齿轮(刚轮)运动。由于柔轮比刚轮在节圆周长上减少了齿距,所以柔轮在啮合过程中,就必须相对刚轮转过缺失齿距的角度移,这个角度移正是谐波减速器输出轴的转动,从而实现了变速的目的。由于密排的齿距极小,因此谐波减速器可以在极小的体积下实现极高的传动比范围,并通过多齿啮合实现传动机构的自锁紧功能。

## 附图说明

[0014] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0015] 图 1 本发明的摩擦传动回转驱动装置的主视图。

[0016] 图 2 为本发明的核心组件 - 驱动轮装置的主视图。

[0017] 图 3 为随动轮组件主视图。

### 具体实施方式

[0018] 如图 1 所示,本发明的摩擦传动回转驱动装置包括驱动轮组件 1、两个随动轮组件 4、摩擦环 2。摩擦环 2 与转台 5 紧固连接,驱动轮组件 1、两个随动轮组件 4 与转台基座 3 紧固连接。

[0019] 如图 2 所示,驱动轮组件 1 包括步进电机 11,电机座 12,谐波减速器 13,联轴器 14,驱动轮支撑架 15,驱动轮 18,第一预紧力调整座,第一预紧力调整装置;步进电机 11 与谐波减速器 13 构成动力单元,该动力单元通过电机座 12 与转台基座 3 紧固连接;谐波减速器 13 的输入端与步进电机 11 的输出轴直接串联,谐波减速器 13 的输出轴通过联轴器 14 与驱动轮 18 的输入端柔性连接,实现外部动力输入。所述联轴器 14 采用膜片联轴器。驱动轮 18 与一组深沟球轴承 16、驱动轮支撑架 15(起轴承套的作用)构成驱动轮封闭轴系;该封闭轴系转轴输入端通过膜片联轴器与谐波减速器 13 的输出轴柔性连接;驱动轮封闭轴系整体固定于驱动轮支撑架 15 上。第一预紧力调整装置包括预紧力调节螺杆 20、调整套 19、压紧螺母 26 及两片对置安装的蝶形弹簧 21;预紧力调节螺杆 20 穿过调整套 19 和蝶形弹簧 21,一端与第一预紧力调整座的固定板 25 固定连接,另一端穿过驱动轮支撑架 15 下部的通孔与压紧螺母 25 连接。第一预紧力调整座的支撑板 24 与驱动轮支撑架 15 通过转轴活动连接。

[0020] 如图 3 所示,随动轮组件包括随动轮支撑架 42,随动轮 43,第二预紧力调整座,预紧力调整装置。两个随动轮 43 与驱动轮 18 在水平面呈 120 度均布在摩擦环 2 的外摩擦面上,并同时压紧摩擦环 2。随动轮 43 与一组深沟球轴承 41、随动轮支撑架 42(起轴承套的作用)构成随动轮封闭轴系,该封闭轴系整体固定于随动轮支撑架 42 上。第二预紧力调整装置包括预紧力调节螺杆 48、调整套 49、压紧螺母 50 及两片对置安装的蝶形弹簧 47;预紧力调节螺杆 48 穿过调整套 49 和蝶形弹簧 47,一端与第二预紧力调整座的固定板 45 固定连接,另一端穿过随动轮支撑架 42 下部的通孔与压紧螺母 50 连接。第一预紧力调整座的支撑板 44 与随动轮支撑架 42 通过转轴活动连接。

[0021] 工作过程:步进电机 11 输出轴转动,带动谐波减速器 13 对输入转动进行机械细分,谐波减速器 13 的输出轴转动。输出轴通过联轴器 14 带动驱动轮 18,驱动轮 18 依靠摩擦力带动摩擦环 2 转动,从而带动转台 5 转动。调整压紧螺母 26,使预紧力调节螺杆 20 在调整套 19 内位移,蝶形弹簧 21 产生变形,蝶形弹簧 21 产生预紧力;调整压紧螺母 50,使预紧力调节螺杆 48 在调整套 49 内位移,蝶形弹簧 47 产生变形,蝶形弹簧 47 产生预紧力。蝶形弹簧 21、47 产生预紧力使摩擦环与驱动轮、随动轮之间产生预紧压力。本发明可以根据实际负载情况,通过调节压紧螺母来控制驱动轮与摩擦环之间的预紧力大小。

[0022] 预紧力调整装置可以根据实际负载情况,调节摩擦环与驱动轮之间摩擦力矩的大小,提高传动精度与平稳性以及系统的应用范围。由于摩擦环与驱动轮之间的摩擦力大小与它们之间的正压力呈线性关系,因此通过调节预紧压力就可以控制摩擦力矩的大小,实现传动装置传输力矩的调节功能。由于回转轴系在实际使用过程中的负载情况可能发生变化,因此摩擦环与驱动轮之间的摩擦力矩需具备相应的调节功能。本发明依靠一对蝶型弹簧作为预紧力调节单元,通过控制其压缩形变量来调节附加在驱动轮与摩擦环之间的正压

力。

[0023] 摩擦环 2、驱动轮 18、随动轮 43 的材料均选择 GCr15SiMn。经锻造、正火、球化退火、淬火、时效等工艺过程,使材料硬度达 HRC58 ~ 60,可以保证传动系统的整体刚性,使是理论计算结果与实际传动情况接近。

[0024] 碟型弹簧以 C28-1 型号为例,其  $f \approx 0.75h_0$  时对应的载荷高达 801N,通过调整压缩高度  $h_0$ ,可调整驱动轮压力来改变驱动力矩。为保证摩擦驱动的有效性,必须根据实际负载与加工情况调整预紧压力,当正压力为 40kgf 时,则转台驱动牵引力矩约为 8kgm ~ 10kgm。此外,可以通过紧定或松开预紧力调节螺杆,可使驱动轮、辅助支撑(随动)轮与摩擦环在工作时压紧,非工作状态下脱开,以防止非工作状态下长时间压紧产生的冷焊损毁。(预紧力调节装置的另一用途)

[0025] 采用本发明驱动转台,其转角分辨力主要由摩擦环与驱动轮之间的直径比以及步进电机的细分精度决定。以负载 1000kg 为例,步进电机零细分对应的步距角为 0.6°、空载启动频率 1200 步 / 秒、空载运行频率 15 千步 / 秒;谐波减速器传动比为 1/100、其同时啮合总齿数的 30%、传动效率约为 85% ~ 96%;摩擦环直径为 Φ1100mm,驱动轮、随动轮直径为 Φ50mm,与传动比为 1/100 的谐波减速器串联,理论最小转角分辨力可以通过计算得到:

$$\Delta\theta = \arctg \frac{0.6}{\frac{1100}{2}} = 0.98''$$

[0026] [0027] 若考虑 8 倍电细分(最高可实现 64 倍电细分),则理论角步进分辨力可达到 0.12 角秒。对实际负载、步进电机 2 倍电细分条件下的角步进分辨力进行高精度测试,其实际测量值优于 0.5 角秒,复位精度优于 0.2 角秒。

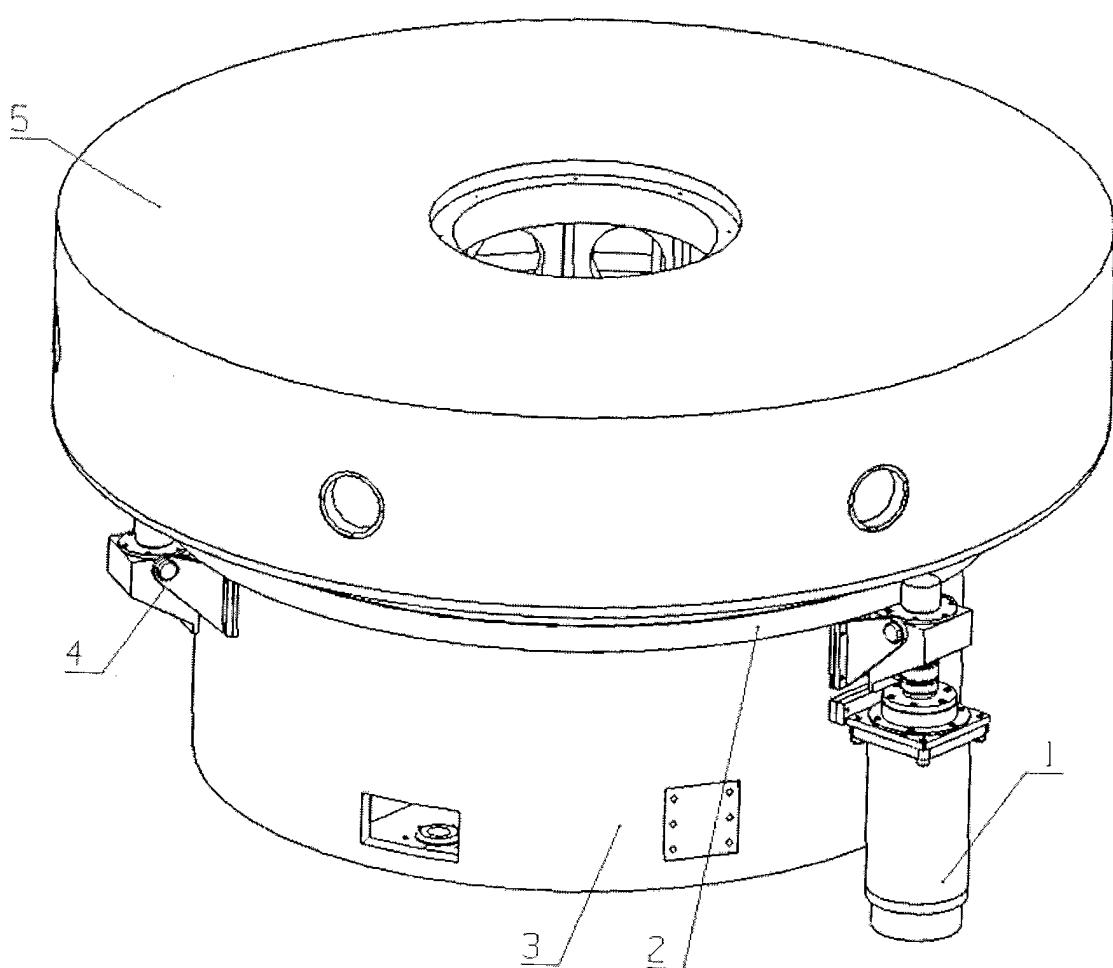


图 1

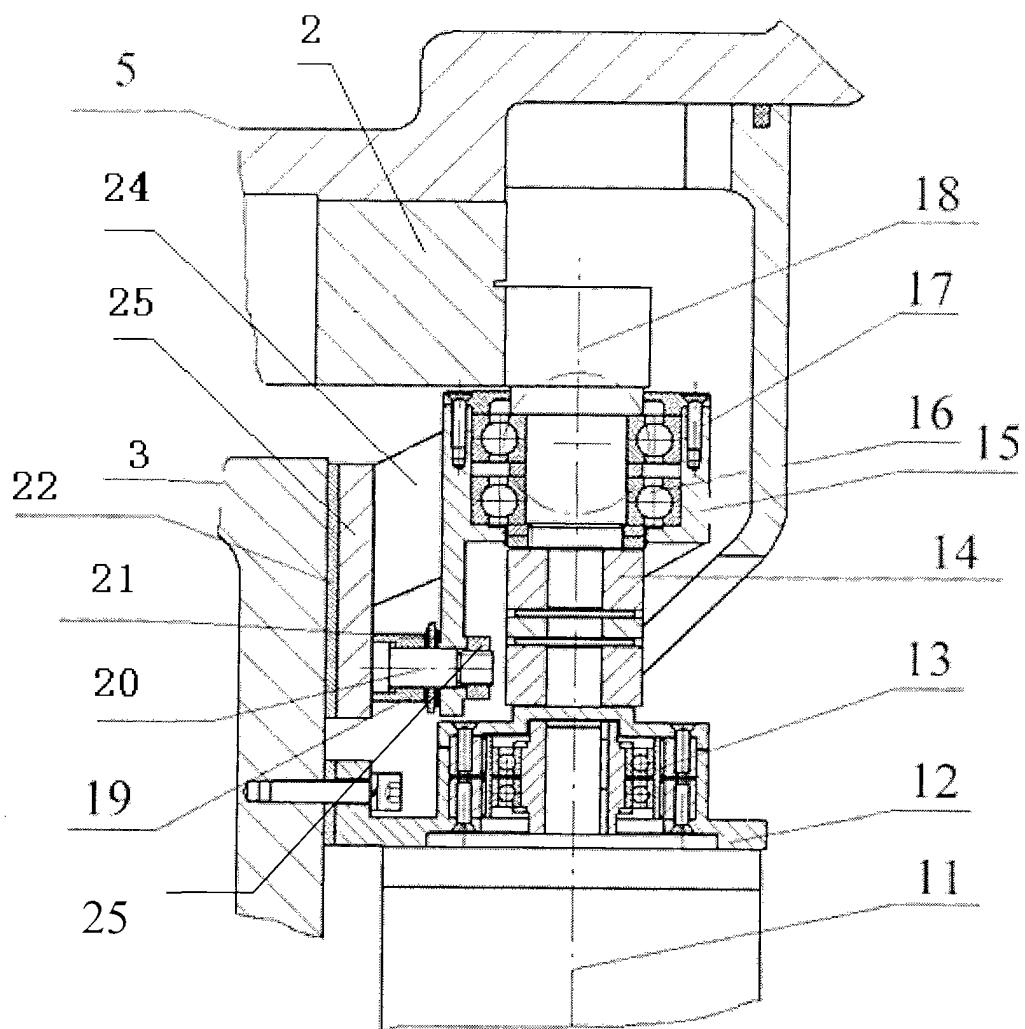


图 2

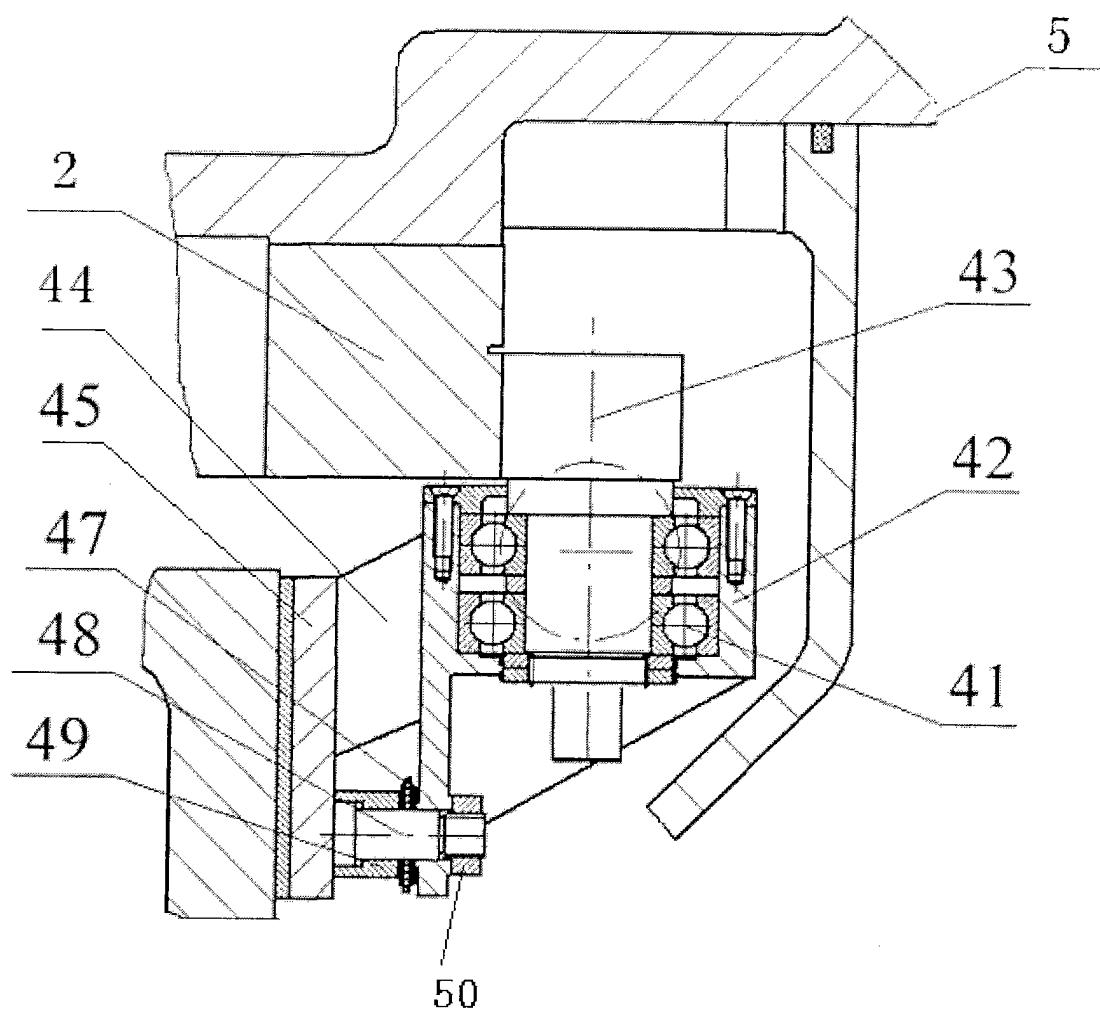


图 3