

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B25J 13/02 (2006.01)



## [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820041156.4

[45] 授权公告日 2009年4月22日

[11] 授权公告号 CN 201224104Y

[22] 申请日 2008.7.24

[21] 申请号 200820041156.4

[73] 专利权人 东南大学

地址 210096 江苏省南京市四牌楼2号

[72] 发明人 宋爱国 胡相利 崔建伟 胡晓晶  
李会军

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司  
代理人 陆志斌

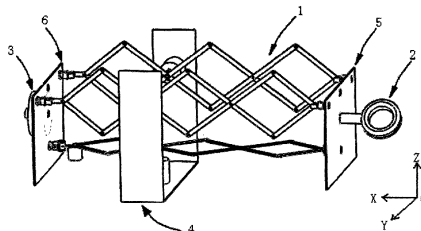
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

### [54] 实用新型名称

力反馈三自由度手控器的机构

### [57] 摘要

一种力反馈三自由度手控器的机构，由菱形连杆机构组件、手部机构、配重、支架、手柄连接件和配重连接件组成，菱形连杆机构组件包括第一、二、三组菱形连杆机构，第二、三组菱形连杆机构平行，第一组菱形连杆机构与第二、三组菱形连杆机构垂直，在第一、二组菱形连杆机构上分别设有万向节并通过万向节分别与第一、二力矩反馈电机连接，第一、二力矩反馈电机与支架连接，在任一菱形连杆机构上设有第三力矩反馈电机，配重设在配重连接件上，手部机构设在手柄连接件上，任一菱形连杆机构的两端分别连接有万向节且分别与万向节的一端连接，位于菱形连杆机构一端的万向节的另一端与配重连接件连接，位于菱形连杆机构另一端的万向节的另一端与手柄连接件连接。



1、一种力反馈三自由度手控器的机构，其特征在于由菱形连杆机构组件（1）、手部机构（2）、配重（3）、支架（4）、手柄连接件（5）和配重连接件（6）组成，菱形连杆机构组件（1）包括第一组菱形连杆机构（13）、第二组菱形连杆机构（11）和第三组菱形连杆机构（12），第二组菱形连杆机构（11）和第三组菱形连杆机构（12）相互平行，第一组菱形连杆机构（13）与上述第二、三组菱形连杆机构（11、12）垂直，并且，以第二、三组菱形连杆机构（11、12）所在平面或与之平行的平面为 XOZ 坐标平面，以第一组菱形连杆机构（13）所在平面或与之平行的平面为 XOY 坐标平面，以与 XOZ 坐标平面及 XOY 坐标平面相垂直的平面为 YOZ 平面，在第一组菱形连杆机构（13）和第二组菱形连杆机构（11）上分别设有围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节（132）、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节（112），并且第一组菱形连杆机构（13）通过围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节（132）与第一力矩反馈电机（131）的输出轴连接，第二组菱形连杆机构（11）通过围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节（112）与第二力矩反馈电机（111）的输出轴连接，第一力矩反馈电机（131）的基座及第二力矩反馈电机（111）的基座分别与支架（4）连接，在第三组菱形连杆机构（12）与支架（4）之间设有围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节（122），所述的围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节（132）、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节（112）及围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节（122）处于同一平面内且该同一平面与 YOZ 平面平行，在菱形连杆机构组件（1）中的任一菱形连杆机构上设有第三力矩反馈电机（133），第三力矩反馈电机（133）的基座与组成菱形连杆机构的一根菱形连杆连接，第三力矩反馈电机（133）的输出轴与组成菱形连杆机构的另一菱形根连杆连接，且用于设置第三力矩反馈电机（133）的菱形连杆机构中的两根菱形连杆相邻，菱形连杆机构组件（1）中的任一菱形连杆机构的两端分别连接有围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节且分别与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节的一端连接，位于菱形连杆机构一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与配重连接件（6）的一侧连接，配重连接件（6）的另一侧与配重（3）连接，位于菱形连杆机构另一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与手柄连接件（5）的一侧连接，手柄连接件（5）的另一侧与手部机构（2）连接。

2、根据权利要求 1 所述的力反馈三自由度手控器的机构，其特征在于在第一力矩反馈电机（131）、第二力矩反馈电机（111）和第三力矩反馈电机（133）上分别设有第一光电编码盘（137）、第二光电编码盘（115）和第三光电编码盘（138）。

## 力反馈三自由度手控制器的机构

### 技术领域

本实用新型是一种三自由度的力反馈手控制器的机构,尤其是一种应用于机器人控制的人机接口装置中的通用型异构式力反馈手控制器机构。

### 背景技术

随着交互式遥操作机器人的广泛应用,将需要大量的具有力觉反馈作用的人机接口装置。数据手套和机器人手控制器是两种常见的遥操作机器人的人机接口装置,由于数据手套无法测量人手臂关节的变化,并且缺乏有效的力觉反馈,因此,机器人手控制器是实现遥操作机器人控制的最有效的人机接口装置,它一方面通过测量操作者手部的的位置信息作为控制指令控制机械手或者虚拟现实中的虚拟机械手跟踪人手的运动,另一方面,将机器人反馈回来的力觉和触觉信息转换成直接作用于人手的力或力矩,使操作者产生在远地机器人工作现场或虚拟机器人工作现场的“身临其境”的力觉/触觉临场感效果,从而实现对机器人带感觉的控制,或者在虚拟环境中产生真实的触摸感受。机器人手控制器可以分为同构式和异构式两种,现有的手控制器大都是同构式,同构式手控制器与远地机械手具有相同的结构和自由度,采取关节——关节的驱动方式。机器人同构式手控制器虽然控制简单,但其只能用于特定型号的机器人控制,缺少通用性。因此,通用型的手控制器都采用和机器人结构不同的异构方式,现有的异构式手控制器有笔形操作杆结构、并联结构、串/并联混合结构、一体化的闭链式结构和基于 Delta 机构的异构式手控制器。前四种异构式手控制器的缺点在于存在着无法克服的平动与转动之间的运动耦合和力的耦合,后一种基于 Delta 机构的异构式手控制器缺点在于工作空间小,无法克服重力的影响,并且控制复杂。

### 技术内容

**技术问题** 本实用新型提供了一种有利于提高测量精度的力反馈三自由度手控制器的机构,该装置操作轻便,惯性小,重力自平衡,无重力干扰。

**技术方案** 一种力反馈三自由度手控制器的机构,由菱形连杆机构组件、手部

机构、配重、支架、手柄连接件和配重连接件组成。菱形连杆机构组件包括第一组菱形连杆机构、第二组菱形连杆机构和第三组菱形连杆机构。第二组菱形连杆机构和第三组菱形连杆机构相互平行，第一组菱形连杆机构与上述第二、三组菱形连杆机构垂直。并且，以第二、三组菱形连杆机构所在平面或与之平行的平面为 XOZ 坐标平面，以第一组菱形连杆机构所在平面或与之平行的平面为 XOY 坐标平面，以与 XOZ 坐标平面及 XOY 坐标平面相垂直的平面为 YOZ 平面。在第一组菱形连杆机构和第二组菱形连杆机构上分别设有围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节，并且第一组菱形连杆机构通过围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节与第一力矩反馈电机的输出轴连接，第二组菱形连杆机构通过围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节与第二力矩反馈电机的输出轴连接，第一力矩反馈电机的基座及第二力矩反馈电机的基座分别与支架连接。在第三组菱形连杆机构与支架之间设有围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节，所述的围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节及围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节处于同一平面内且该同一平面与 YOZ 平面平行。在菱形连杆机构组件中的任一菱形连杆机构上设有第三力矩反馈电机，第三力矩反馈电机的基座与组成菱形连杆机构的一根菱形连杆连接，第三力矩反馈电机的输出轴与组成菱形连杆机构的另一根菱形连杆连接，且用于设置第三力矩反馈电机的菱形连杆机构中的两根菱形连杆相邻。菱形连杆机构组件中的任一菱形连杆机构的两端分别连接有围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节且分别与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节的一端连接。位于菱形连杆机构一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与配重连接件的一侧连接，配重连接件的另一侧与配重连接。位于菱形连杆机构另一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与手柄连接件的一侧连接，手柄连接件的另一侧与手部机构连接。

**有益效果** (1) 本实用新型通过三组菱形连杆机构来实现三维平动，简化了机构的复杂程度。本实用新型所采用的三组菱形连杆机构构成了平行杠杆机构，三组菱形连杆机构的中间处通过万向节和力矩反馈电机与支架相连，使得三组菱形连杆机构的重心落于支架上，从而，三组菱形连杆机构在支架和配重的共同作用下具有重力自平衡的特点，避免了重力对本实用新型的影响，有利于测量精度的提高。本实用新型的这种技术方案与力矩反馈电机技术措施的结合，使本实用新型成为具有力反馈功能的手控器，它能够避免复杂的位置测量和力觉再现控制

过程中运动之间复杂的耦合关系,提高了测量精度和力觉感知的真实性。(2)本实用新型采用菱形连杆机构的技术方案,通过力矩反馈电机的作用和菱形连杆机构中相邻连杆之间夹角的变化来实现菱形连杆机构的转动与伸缩,从而实现手部机构的运动,同现有的手控器的机构相比具有体积小、工作空间大的优点。(3)本实用新型所采用的手部机构操作方便,轻松的实现了手腕的力矩反馈功能,本实用新型在采用了力矩反馈电机的技术措施后,使本实用新型成为力反馈手控器,而上述结构具有便于控制电机实现力矩反馈的优点。

### 附图说明

图1是本实用新型实施例的结构示意图。

图2是本实用新型菱形连杆机构组件实施例的结构示意图。

图3是本实用新型第一组菱形连杆机构实施例的结构示意图。

图4是本实用新型第三力矩反馈电机的连接机构实施例的结构示意图。

图5是本实用新型第一力矩反馈电机的连接机构实施例的结构示意图。

图6是本实用新型2维自由度万向节的连接机构实施例的结构示意图。

图中“ $\Delta$ ”标记表示该处固定不动,具体采用与支架相连的连接方式。

### 具体实施方案

一种力反馈三自由度手控器的机构,由菱形连杆机构组件1、手部机构2、配重3、支架4、手柄连接件5和配重连接件6组成。菱形连杆机构组件1包括第一组菱形连杆机构13、第二组菱形连杆机构11和第三组菱形连杆机构12。第二组菱形连杆机构11和第三组菱形连杆机构12相互平行,第一组菱形连杆机构13与上述第二、三组菱形连杆机构11、12垂直。并且,以第二、三组菱形连杆机构11、12所在平面或与之平行的平面为XOZ坐标平面,以第一组菱形连杆机构13所在平面或与之平行的平面为XOY坐标平面,以与XOZ坐标平面及XOY坐标平面相垂直的平面为YOZ平面。在第一组菱形连杆机构13和第二组菱形连杆机构11上分别设有围绕Y轴旋转的1维自由度万向节132、围绕Z轴旋转的1维自由度万向节112。并且第一组菱形连杆机构13通过围绕Y轴旋转的1维自由度万向节132与第一力矩反馈电机131的输出轴连接,第二组菱形连杆机构11通过围绕Z轴旋转的1维自由度万向节112与第二力矩反馈电机111的输出轴连接,第一力矩反馈电机131的基座及第二力矩反馈电机111的基座分别与支

架 4 连接。在第三组菱形连杆机构 12 与支架 4 之间设有围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节 122。所述的围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节 112 及围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节 122 处于同一平面内且该同一平面与 YOZ 平面平行。在菱形连杆机构组件 1 中的任一菱形连杆机构上设有第三力矩反馈电机 133，第三力矩反馈电机 133 的基座与组成菱形连杆机构的一根菱形连杆连接，第三力矩反馈电机 133 的输出轴与组成菱形连杆机构的另一菱形根连杆连接，且用于设置第三力矩反馈电机 133 的菱形连杆机构中的两根菱形连杆相邻。菱形连杆机构组件 1 中的任一菱形连杆机构的两端分别连接有围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节且分别与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节的一端连接。位于菱形连杆机构一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与配重连接件 6 的一侧连接，配重连接件 6 的另一侧与配重 3 连接。位于菱形连杆机构另一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与手柄连接件 5 的一侧连接，手柄连接件 5 的另一侧与手部机构 2 连接。此外，在第一力矩反馈电机 131、第二力矩反馈电机 111 和第三力矩反馈电机 133 上分别设有第一光电编码盘 137、第二光电编码盘 115 和第三光电编码盘 138。

下面参照附图，对本实用新型的具体实施方案做出更为详细的说明：

参照图 1，本实施例涉及一种力反馈三自由度手控器的机构，由菱形连杆机构组件 1、手部机构 2、配重 3、支架 4、手柄连接件 5 和配重连接件 6 组成。菱形连杆机构组件 1 包括第一组菱形连杆机构 13、第二组菱形连杆机构 11 和第三组菱形连杆机构 12，第二组菱形连杆机构 11 和第三组菱形连杆机构 12 相互平行，第一组菱形连杆机构 13 与上述第二、三组菱形连杆机构 11、12 垂直。以第二、三组菱形连杆机构 11、12 所在平面或与之平行的平面为 XOZ 坐标平面，以第一组菱形连杆机构 13 所在平面或与之平行的平面为 XOY 坐标平面，以与 XOZ 坐标平面及 XOY 坐标平面相垂直的平面为 YOZ 平面。

参照图 2，在第一组菱形连杆机构 13 和第二组菱形连杆机构 11 上分别设有围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节 112。并且第一组菱形连杆机构 13 通过围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132 与第一力矩反馈电机 131 的输出轴连接，第二组菱形连杆机构 11 通过围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节 112 与第二力矩反馈电机 111 的输出轴连接，第一力矩反馈电机 131 的基座及第二力矩反馈电机 111 的基座分别与支架 4 连接。在第三组菱形

连杆机构 12 与支架 4 之间设有围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节 122。所述的围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节 112 及围绕 Y 轴和 Z 轴旋转的 2 维自由度万向节 122 处于同一平面内且该同一平面与 YOZ 平面平行。在第一力矩反馈电机 131、第二力矩反馈电机 111 上分别设有第一光电编码盘 137、第二光电编码盘 115。

参照图 3、图 4、图 5，第一组菱形连杆机构 13 的第一菱形连杆 135 与第三力矩反馈电机 133 的基座固定连接，且第一菱形连杆 135 与第三力矩反馈电机 133 的输出轴转动连接。第一菱形连杆 135 的末端与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节 134 的“U”形框架相连接。第一组菱形连杆机构 13 的第二菱形连杆 139 与第三力矩反馈电机 133 的输出轴固定连接。第一组菱形连杆机构 13 的围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132 与第一组菱形连杆机构 13 的第三菱形连杆 1351 固定连接，与第一组菱形连杆机构 13 的第四菱形连杆 1391 转动连接。第一组菱形连杆机构 13 的第一力矩反馈电机 131 的输出轴与上述围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132 的“U”形框架相连接。第二组菱形连杆机构 11 上所设置的菱形连杆、围绕 Z 轴旋转的 1 维自由度万向节 112 和第二力矩反馈电机 111 之间的连接方式与上述第一组菱形连杆机构 13 上所设置的菱形连杆、围绕 Y 轴旋转的 1 维自由度万向节 132 和第一力矩反馈电机 131 之间的连接方式相同。

参照图 3、图 6，第一组菱形连杆机构 13 的第五菱形连杆 1352 和第六菱形连杆 1392 与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节 136 的“U”形框架相连接。参照图 6、图 2，菱形连杆机构组件 1 中的任一菱形连杆机构的两端分别连接有围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节且分别与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节的一端连接，且任一菱形连杆机构的两端与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节的连接方式与上述第一组菱形连杆机构 13 的菱形连杆与围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 2 维自由度万向节 136 的连接方式相同，位于菱形连杆机构一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与配重连接件 6 的一侧连接，配重连接件 6 的另一侧与配重 3 连接，位于菱形连杆机构另一端的围绕 Z 轴和 Y 轴旋转的 3 个 2 维自由度万向节的另一端与手柄连接件 5 的一侧连接，手柄连接件 5 的另一侧与手部机构 2 连接。配重连接件 6 与配重 3 可以构成整体，即可采用直接在配重上设一平面并由该平面与万向节连接，配重连接件 6 与配重 3 也可以采用分体结构，即可采用在配重连接件 6 上设一螺杆并将配重 3 旋在其上。

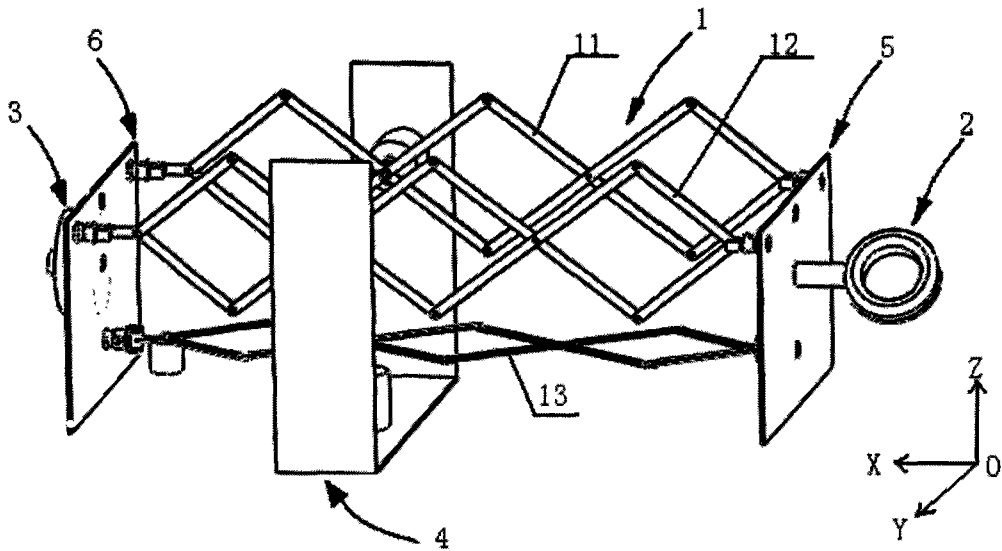


图 1

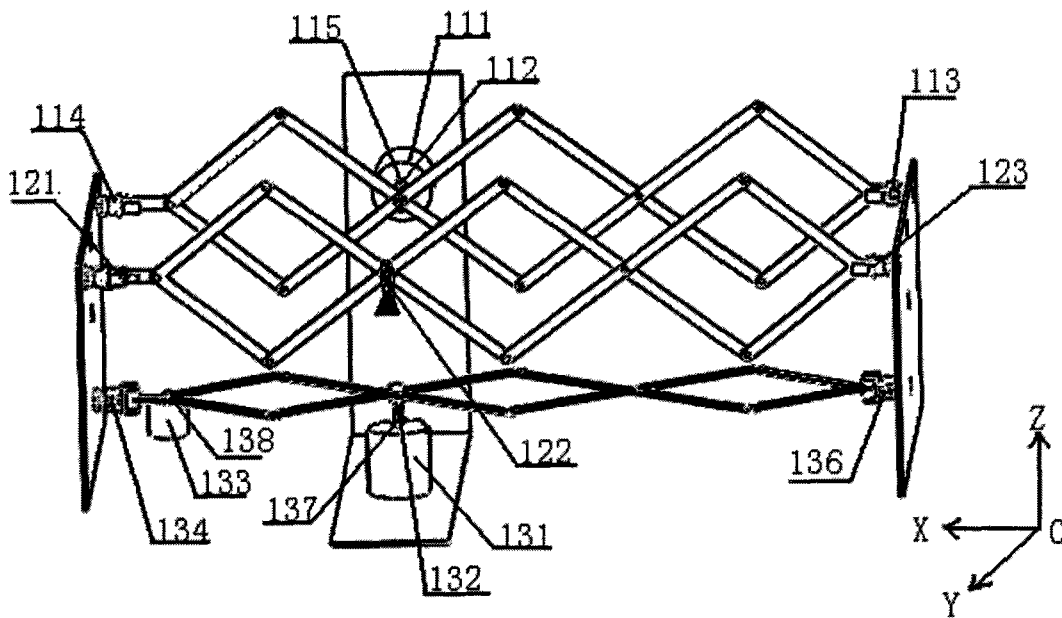


图 2

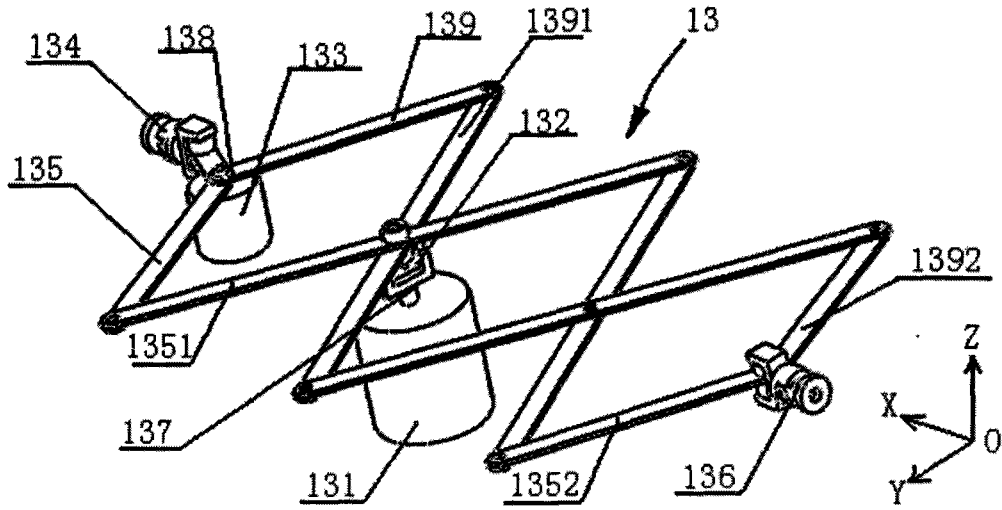


图 3

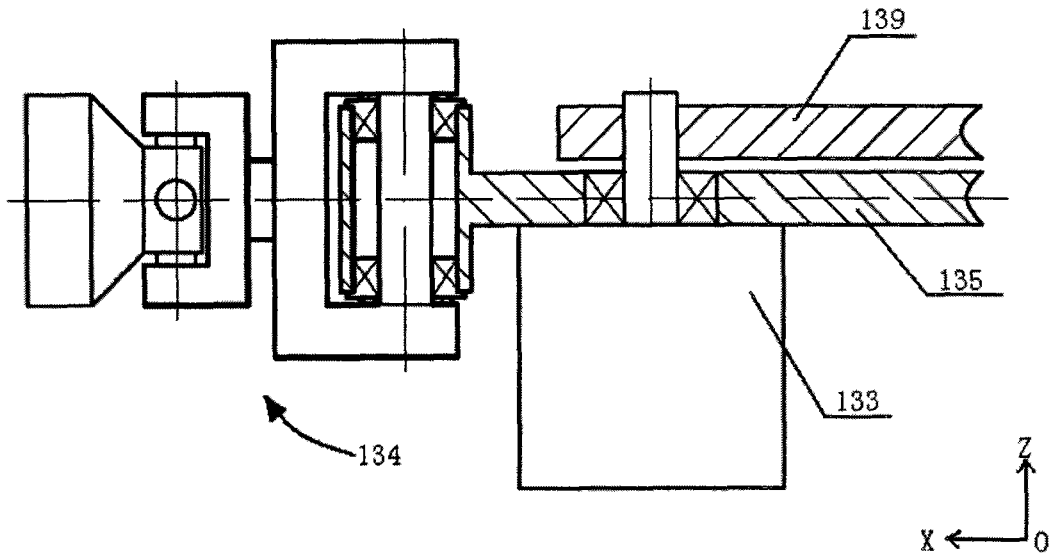


图 4

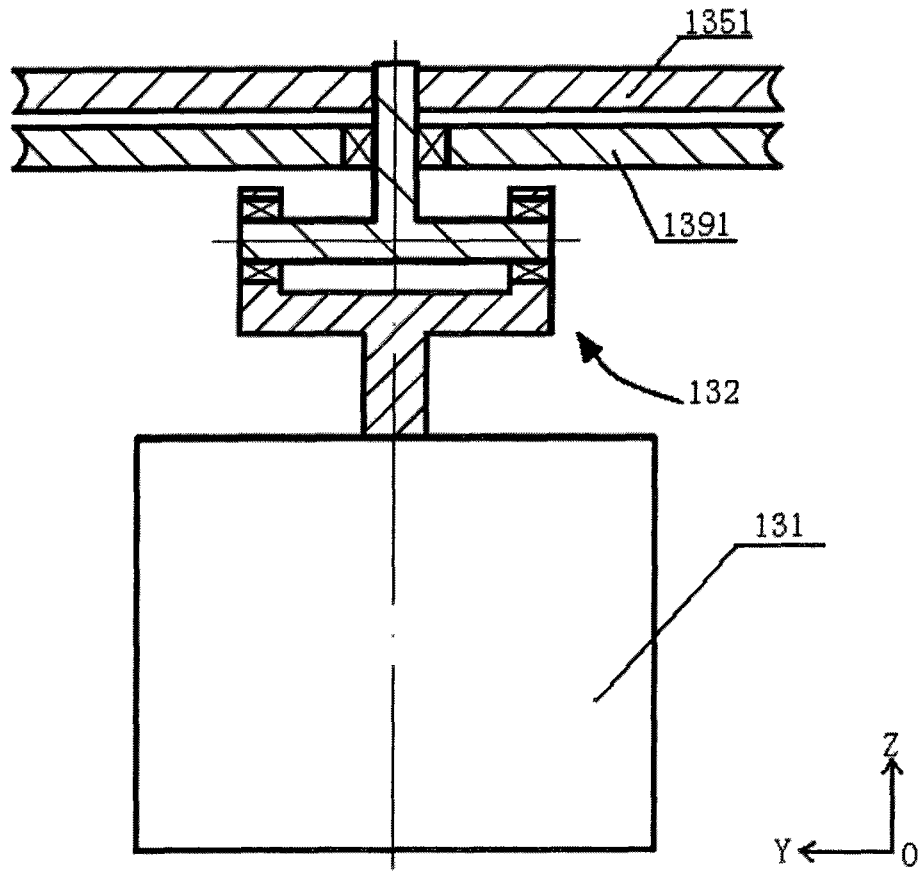


图 5

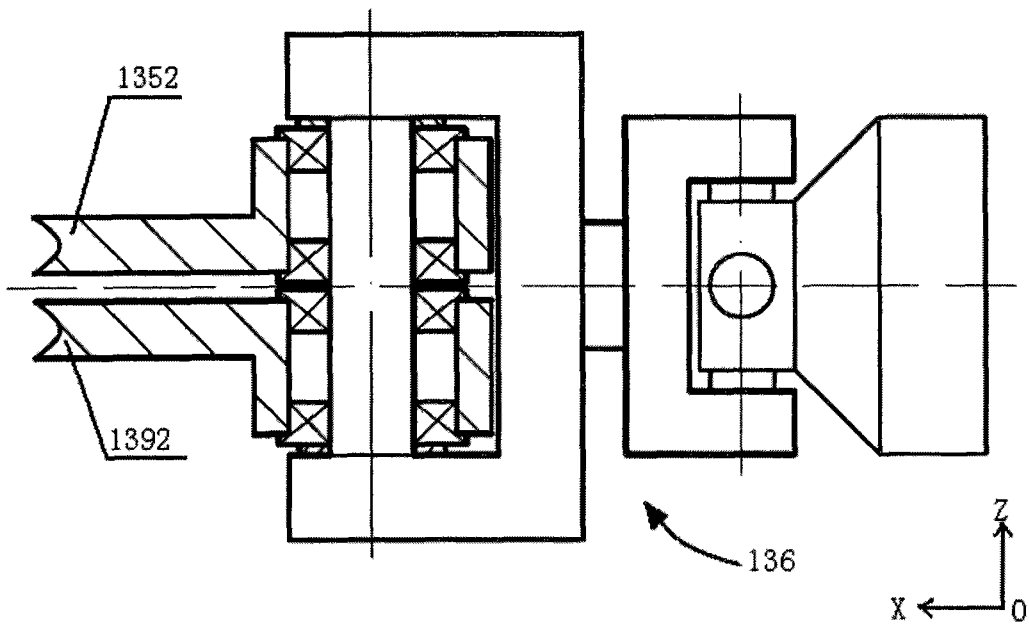


图 6