



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103323175 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201310224156. 3

(22) 申请日 2013. 06. 07

(71) 申请人 济南大学

地址 250022 山东省济南市市中区济微路
106 号

(72) 发明人 李映君 张琦 王桂从 门秀花
马汝建 陈乃建 陈洪堂

(51) Int. Cl.

G01L 25/00 (2006. 01)

G01L 27/00 (2006. 01)

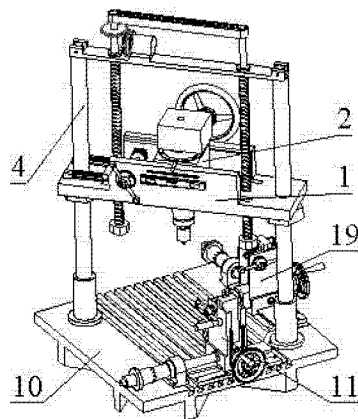
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

多功能力加载装置及六维力传感器标定方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多功能力加载装置及六维力传感器标定方法,该装置包括滑动横梁,Z向垂直加载机构,圆板式拉压力传感器,支撑立柱,上横梁,电动机,锥齿轮,同步带,丝杠,标定工作台,X向水平加载机构,预紧套,调节螺母,刻度尺,锥齿轮减速器,手轮,摇杆,水平尺,Y向水平加载机构,齿轮齿条机构。六维力传感器标定方法实现对被标定传感器的 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 六个力/力矩分量的独立加载和复合加载。本加载装置可实现从一维到六维的多维力传感器力和力矩标定,也可用于其他场合如:材料拉伸、扭转和剪切等实验中力值的加载。



1. 一种多功能力加载装置,该装置包括滑动横梁(1),Z向垂直加载机构(2),圆板式拉压力传感器(3),支撑立柱(4、4'),上横梁(5),电动机(6),锥齿轮(7、7'),同步带(8),丝杠(9、9'),标定工作台(10),X向水平加载机构(11),预紧套(12、12'),调节螺母(13、13'),刻度尺(14),锥齿轮减速器(15),手轮(16),摇杆(17),水平尺(18),Y向水平加载机构(19),齿轮齿条机构(20),其中:标定工作台(10)上开有均布T型槽,支撑立柱(4、4')垂直固定在标定工作台(10)对角线上,支撑立柱(4、4')顶端与上横梁(5)固定,丝杠(9、9')对称放置于上横梁的两端,锥齿轮(7、7')相互垂直 90° 的方式啮合,一锥齿轮(7)固定在丝杠(9)上,另一锥齿轮(7')固定在电机轴上,电机(6)固定在上横梁(5)上,同步带(8)套在丝杠(9、9')的上端,丝杠(9、9')下端有调节螺母(13、13'),滑动横梁(1)套在支撑立柱(4、4')和丝杠(9、9')上,Z向垂直加载机构(2)放置在滑动横梁(1)中,水平尺(18)、刻度尺(14)和摇杆(17)全放置在滑动横梁(1)的一侧,X向水平加载机构(11)、Y向水平加载机构(19)以相互正交的方式固定在标定工作台(10)上,X向水平加载机构(11)、Y向水平加载机构(19)和Z向垂直加载机构(2)三者的轴线正交与标定工作台的中心。

2. 一种六维力传感器标定方法,其特征在于:为实现对被标定传感器六个力/力矩分量 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 的独立加载和复合加载,在调节滑动横梁高度时,通过电机(6)带动相互垂直的锥齿轮(7、7')旋转,进而带动丝杠(9)转动,通过同步带(8)带动另一丝杠(9')同步转动,使得滑动横梁(1)能够在支撑立柱(4、4')上下移动,当调节到适合高度时,通过滑动横梁(1)与支撑立柱(4、4')之间的预紧套(12、12')固定,支撑立柱(4、4')起到支撑和导向的作用,同时丝杠上有调节螺母(13、13'),也用于固定滑动横梁(1)和调节滑动横梁(1)水平的作用;在调节Z向垂直加载机构时,需要转动摇杆(17),带动齿轮齿条机构(20)运动,使得Z向垂直加载机构(2)在滑动横梁(1)上水平移动,同时用刻度尺(14)记录移动的距离,调节到合适的位置,固定齿轮齿条机构(20),便于Z向垂直加载,可实现单向力 F_z 及复合扭矩 M_x 、 M_y ;在调节X向或Y向水平加载机构时,首先利用长螺杆(28)旋转推到加载机构在平移用直线导轨(21)上左右移动,并固定,螺旋套(27)上标有一定的刻度值,采用螺旋测位移读数的方法记录左右移动的距离,其次通过摇杆(17)的转动,带动圆柱齿轮齿条机构(24)运动,从而带动加载器内壳体(23)在加载器外壳体内(22)上下移动,并固定,同时在加载器内壳体(22)的上刻有一定的刻度线,用于记录上下移动的距离,可实现单向力 F_x 、 F_y 和复合扭矩 M_x 、 M_y 及复合扭矩 M_z 。

3. 根据权利要求1所述的多功能力加载装置,其特征在于:X向水平加载机构与Y向水平加载机构具有相同的结构形式,包括圆板式拉压力传感器(3)、摇杆(17)、平移用直线导轨(21)、加载器外壳体(22)、加载器内壳体(23)、圆柱齿轮齿条机构(24)、主螺套(25)、支撑板(26)、螺旋套(27)、长螺杆(28)、小手轮(29)、行星轮减速器减速器(30)、防转销(31)、小手轮(29)通过行星轮减速器减速器(30)带动内部主螺杆转动,主螺套(25)因受防转销(31)的限制只能前后移动不能转动,从而将小手轮(29)的转动变为主螺套(25)的直线移动,主螺套(25)前端安装有圆板式拉压力传感器(3)。

4. 根据权利要求1所述的多功能力加载装置,其特征在于:可实现从一维到六维的多维力传感器力和力矩标定,也可用于其他场合如:材料拉伸、扭转和剪切等实验中力值的加载。

多功能力加载装置及六维力传感器标定方法

技术领域

[0001] 本发明属于机械测量仪器设备技术领域,特别涉及一种多功能力加载装置及六维力传感器标定方法,可用于从一维到六维的多维力传感器力和力矩标定,也可用于其他场合如:材料拉伸、扭转和剪切等实验中力值的加载。

背景技术

[0002] 随着当前工业领域关于力值检测要求的不断增多,单向力加载已不能满足测量的要求,普通拉伸机只能实现一维力值加载,不能实现多维力的加载。中国专利 CN102928443A 公开了一种双向对称拉伸机,两台步进电机分别连接并各自控制一个丝杠,丝杠上的滑块作相对运动,实现对称拉伸,但是单一方向的拉伸实验不能准确测出材料的力学性能,需要通过多种方式(包括多个轴向或是等轴拉伸、等比拉伸等方式)的拉伸来测得载荷位移曲线。

[0003] 因此力加载装置就需要能够满足一维到六维的多维力传感器力和力矩标定,而能够同时检测三维空间全力信息即 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 的多维力传感器逐渐得到应用和推广,其主要应用在机械人中作为重要的感知方式,但由于其本身的特殊性,目前还有许多问题制约着多维力传感器的研究和应用,尤其如何设计高精度的标定装置从而实现多维力传感器的标定是其中关键问题。

[0004] 中国专利公开号 CN101109670A 公开了一种三向力传感器标定装置,虽然能够对三向力传感器进行检定与校准,但是在实际使用时受到很多限制,一是滚珠丝杠的转动带动滑动横梁上下移动,但是两个滚珠丝杠如果不能同步转动就会造成横梁两端高度不一致,进而使 Z 向加载力方向发生偏转,对实验数据影响很大;二是 X 向、Y 向和 Z 向加载机构上标定力传感器作用点正交与一点,三个方向的加载机构只能在单一方向上移动,但是在实际使用中要求加载机构能实现多方向的移动来满足测量的要求,同时也限制了传感器尺寸的大小,对尺寸大的传感器进行标定时就需要在此装置的基础上移动或是增加复杂的附加装置来实现。

[0005] 中国专利公开号 CN 101750186 A 公开了一种可调式测力仪标定加载装置,能够解决部分专利公开号 CN 101109670A 中所出现的问题,该装置使用钢丝绳带动横梁上下移动并用螺母固定位置,但是这种提升方式很不稳定,不能够完全保证横梁水平移动;Z 向加载机构在滑动横梁中能够水平移动,但是通过上压块来固定和支撑 Z 向加载机构在滑动横梁中的位置,当 Z 向加载力过大,可能会将上压块顶起,造成滑动横梁弯曲变形;该装置零件过多,在测量大量程载荷时,要求的各零件连接处的强度很大,加工成本也较高。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种多功能力加载装置及六维力传感器标定方法,技术性能好,工作可靠,易于安装和维修,测量范围广,方法简单快捷。

[0007] 为实现上述发明目的,本发明采用了如下技术方案:

一种多功能力加载装置,包括滑动横梁(1),Z向垂直加载机构(2),圆板式拉压力传感器(3),支撑立柱(4、4'),上横梁(5),电动机(6),锥齿轮(7、7'),同步带(8),丝杠(9、9'),标定工作台(10),X向水平加载机构(11),预紧套(12、12'),调节螺母(13、13'),刻度尺(14),锥齿轮减速器(15),手轮(16),摇杆(17),水平尺(18),Y向水平加载机构(19),齿轮齿条机构(20)。其中:标定工作台(10)上开有X向均布T型槽,支撑立柱(4、4')垂直固定在标定工作台(10)的对角线上,支撑立柱(4、4')顶端与上横梁(5)固定,丝杠(9、9')对称放置于上横梁的两端,锥齿轮(7、7')相互垂直 90° 的方式啮合,一锥齿轮(7)固定在丝杠(9)上,另一锥齿轮(7')固定在电机轴上,电机(6)固定在上横梁(5)上,同步带(8)套在丝杠(9、9')的上端,丝杠(9、9')下端有调节螺母(13、13'),滑动横梁(1)套在支撑立柱(4、4')和丝杠(9、9')上,Z向垂直加载机构(2)放置在滑动横梁(1)中,水平尺(18)和刻度尺(14)同摇杆(17)一样放置在滑动横梁(1)的一侧,X向水平加载机构(11)、Y向水平加载机构(19)以相互正交的方式固定在标定工作台(10)上,X向水平加载机构(11)、Y向水平加载机构(19)和Z向垂直加载机构(2)三者的轴线正交与标定工作台的中心。

[0008] 一种六维力传感器标定方法,其特征在于:为实现对被标定传感器的六个力/力矩分量 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 的独立加载和复合加载,在调节滑动横梁高度时,通过电机(6)带动相互垂直的锥齿轮(7、7')旋转,进而带动丝杠(9)转动,通过同步带(8)带动另一丝杠(9')同步转动,使得滑动横梁(1)能够在支撑立柱(4、4')上下移动,当调节到适合高度时,通过滑动横梁(1)与支撑立柱(4、4')之间的预紧套(12、12')固定,支撑立柱(4、4')起到支撑和导向的作用,同时丝杠上有调节螺母(13、13'),也用于固定滑动横梁(1)和调节滑动横梁(1)水平的作用;在调节Z向垂直加载机构时,需要转动摇杆(17),带动齿轮齿条机构(20)运动,使得Z向垂直加载机构(2)在滑动横梁(1)上水平移动,同时用刻度尺(14)记录移动的距离,调节到合适的位置,固定住齿轮齿条机构(20),便于Z向垂直加载,可实现单向力 F_z ,及复合扭矩 M_x 、 M_y ;在调节X向或Y向水平加载机构时,首先利用长螺杆(28)旋转推到加载机构在平移用直线导轨(21)上左右移动,并固定,螺旋套(27)上标有一定的刻度值,采用螺旋测位移读数的方法记录左右移动的距离,其次通过摇杆(17)的转动,带动圆柱齿轮齿条机构(24)运动,从而带动加载器内壳体(23)在加载器外壳体内(22)上下移动,并固定,同时在加载器内壳体(22)的上刻有一定的刻度线,用于记录上下移动的距离,可实现单向力 F_x 、 F_y 和复合扭矩 M_x 、 M_y 及复合扭矩 M_z 。

[0009] 所述的X向水平加载机构与Y向水平加载机构具有相同的结构形式,包括圆板式拉压力传感器(3)、摇杆(17)、平移用直线导轨(21)、加载器外壳体(22)、加载器内壳体(23)、圆柱齿轮齿条机构(24)、主螺套(25)、支撑板(26)、螺旋套(27)、长螺杆(28)、小手轮(29)、行星轮减速器(30)、防转销(31)。小手轮(29)通过行星轮减速器(30)带动内部主螺杆转动,主螺套(25)因受防转销(31)的限制只能前后移动不能转动,从而将小手轮(29)的转动变为主螺套(25)的直线移动,主螺套(25)前端安装有圆板式拉压力传感器(3)。

[0010] 所述的多功能力加载装置,可实现从一维到六维的多维力传感器力和力矩标定,也可用于其他场合如:材料拉伸、扭转和剪切等实验中力值的加载。

[0011] 本发明与现有的力传感器标定装置相比,具有的显著效果是:它提供了一种利用三力源通过复合加载的方式实现对六维力传感器进行标定的标定机构;由于采用的是可滑

动的横梁,使得 Z 向垂直加载机构能够水平滑动,可以实现 F_z 或 F_z 、 M_y 或 F_z 、 M_x 的标定;采用可移动 X 或 Y 向水平加载机构能实现在六个方向的移动,为标定复杂外形或不同尺寸的被标定件提供了方便;采用丝杠旋转实现滑动横梁的垂直移动,消除了用手直接移动横梁造成两端高度不一致的问题,保证 Z 向加载精度;采用胀紧原理的胀紧套固定滑动横梁高度,同时在丝杠上有调节螺母,也可以辅助固定滑动横梁和调节横梁水平的作用;采用能实现大传动比的行星减速器和锥齿轮减速器,保证力加载过程的平稳和准确;在 Z 向垂直加载机构、X 向或 Y 向加载机构移动时分别有刻度来记录移动的距离,使加载位置更精确;采用圆板式拉压力传感器,能够实现所加载力值的精确输出,这对精密仪器的标定具有重要的意义。

附图说明

[0012] 图 1 是本发明结构的主视图;图 2 是本发明结构的俯视图;图 3 是本发明结构的三维图;图 4 是本发明中 X 或 Y 向水平加载机构的三维图。

[0013] 其中:图中 1—滑动横梁,2—Z 向垂直加载机构,3—圆板式拉压力传感器,4,4'—支撑立柱,5—上横梁,6—电动机,7,7'—锥齿轮,8—同步带,9,9'—丝杠,10—标定工作台,11—X 向水平加载机构,12,12'—预紧套,13,13'—调节螺母,14—刻度尺,15—锥齿轮减速器,16—手轮,17—摇杆,18—水平尺,19—Y 向水平加载机构,20—齿轮齿条机构,21—平移用直线导轨,22—加载器外壳体,23—加载器内壳,24—圆柱齿轮齿条机构,25—主螺套,26—支撑板,27—螺旋套,28—长螺杆,29—小手轮,30—行星轮减速器减速器,31—防转销。

具体实施方式

[0014] 结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0015] 如图 1-图 4 所示,支撑立柱(4、4')垂直固定在标定工作台(10)的对角线上,支撑立柱(4、4')与标定工作台(10)的连接采用轴肩螺母紧固的方式,确保立柱与标定工作台的垂直度,,支撑立柱(4、4')顶端与上横梁(5)固定,丝杠(9、9')对称放置于上横梁的两端,锥齿轮(7、7')相互垂直 90° 的方式啮合,一锥齿轮(7)固定在丝杠(9)上,另一锥齿轮(7')固定在电机轴上,电机(6)固定在上横梁(5)上,同步带(8)套在丝杠(9、9')的上端,丝杠(9、9')下端有调节螺母(13、13'),滑动横梁(1)套在支撑立柱(4、4')和丝杠(9、9')上,Z 向垂直加载机构(2)放置在滑动横梁(1)中,水平尺(18)和刻度尺(14)同摇杆(17)一样放置在滑动横梁(1)的一侧,X 向水平加载机构(11)、Y 向水平加载机构(19)以相互正交的方式固定在标定工作台(10)上,X 向水平加载机构(11)、Y 向水平加载机构(19)和 Z 向垂直加载机构(2)三者的轴线正交与标定工作台的中心。三个方向的加载机构均是把手轮的转动变为主螺套的直线移动来实现加载头前后移动的,加载力的保持是靠具有自锁功能的减速器来实现的。

[0016] 本发明的标定方法如下。

[0017] 本发明所述的标定装置的主要功能是实现传感器的六维标定,精确确定出传感器的六维静态性能,实现对传感器的 F_x 、 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 六个力/力矩分量的独立加载和复合加载。可实现轴向加载载荷为 0-500kN,水平力值加载为 0-100kN,弯矩加载为 0-75kN·m,

扭矩加载为 0-21.5kN·m。

1) 被标定传感器的 Z 向进行标定: 首先通过电机(6)带动相互垂直的锥齿轮(7、7')旋转, 进而带动丝杠(9)转动, 通过同步带(8)带动另一丝杠(9')同步转动, 使得滑动横梁(1)能够在支撑立柱(4、4')上下移动, 使加载端与被标定传感器的中心位置之间的距离在 Z 向垂直加载机构(2)运动的有效行程范围内, 用滑动横梁与支撑立柱之间的预紧套(12、12')和丝杠上的调节螺母(13、13')固定, 然后转动摇杆(17), 带动齿轮齿条机构(20)运动, 使得 Z 向垂直加载机构(2)在滑动横梁(4、4')上的位置至圆板式拉压力传感器(3)的中心正对标点工作台(10)的中心并固定, 此时的刻度尺(14)上的刻度可设为起始刻度, 摇动 Z 向垂直加载机构(2)的手轮(16)进行加载, 对被标定机构先预压一次, 消除可能存在的内部间隙和材料的内应力, 等待五分钟后对被标定传感器进行加载标定, 将满量程加载力值平分为 6 份, 采用逐步加载的方式, 分别记录圆板式拉压力传感器(3)的输出, 以及被标定传感器的 X 向电信号输出, Y 向电信号输出, Z 向电信号输出, 得到单独标定 X 向时 X、Y、Z 向的电信号输出, 其中 Y、Z 向的电信号输出视为干扰输出。

[0018] 2) 对被标定传感器的 Z 向力和 X 向扭矩进行综合标定: 摇动转动摇杆(17), 利用齿轮齿条机构(20), 使 Z 向垂直加载机构(2)平移后固定, 根据刻度尺读出实际移动的距离, 摇动 Z 向垂直加载机构(2)的手轮(16)进行加载, 将满量程加载力值平分为 6 份, 采用逐步加载的方式, 此时作用在被标定传感器上的载荷为 F_z 和 M_x , 记录被标定传感器各方向的电信号输出。

[0019] 3) 对被标定传感器的 Z 向力和 Y 向扭矩进行综合标: 原理同(2)一样, 记录被标定传感器的各方向的电信号输出。

[0020] 4) 对被标定传感器的 X 向力和 Y 向扭矩进行综合标定: 首先利用长螺杆(28)旋转推到加载机构在平移用直线导轨(21)上左右移动, 使加载端轴线的延长线和被标定传感器轴线相交垂直后并固定, 此时的刻度设为左右起始刻度, 然后根据被标定传感器高度, 转动摇杆(17), 带动圆柱齿轮齿条机构(24)运动, 从而带动加载器内壳体(23)在加载器外壳体内(22)上下移动, 使加载端轴线正对被标定传感器高度的 1/2 处并固定, 此时的刻度设为上下起始刻度, 摇动 X 向水平加载机构(11)的小手轮(29)进行加载, 对被标定传感器先预压一次, 消除可能存在的内部间隙和材料的内应力, 等待五分钟后对被标定传感器进行加载标定, 将满量程加载力值平分为 6 份, 采用逐步加载的方式, 此时作用在被标定传感器上的载荷为 F_x 和 M_y , 记录被标定传感器各方向的电信号输出。

[0021] 5) 对被标定传感器的 X 向力、Y 向力、X 向扭矩、Y 向扭矩和 Z 向弯矩进行综合标定: 先用长螺杆(28)旋转推到加载机构在平移用直线导轨(21)上固定, 读出实际左右移动的距离, 保持 X 向水平加载机构(6)其余位置不变, 后调节 Y 向加载机构(7)方式同(4)一样, 同时摇动 X 向水平加载机构(11)和 Y 向水平加载机构(19)进行加载, 将满量程加载力值平分为 6 份, 采用逐步加载的方式, 分别记录被标定传感器各方向的电信号输出。

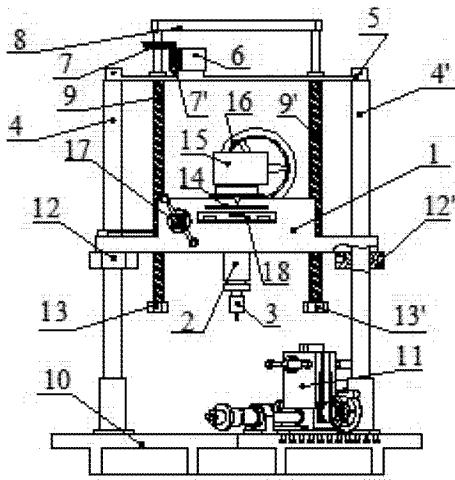


图 1

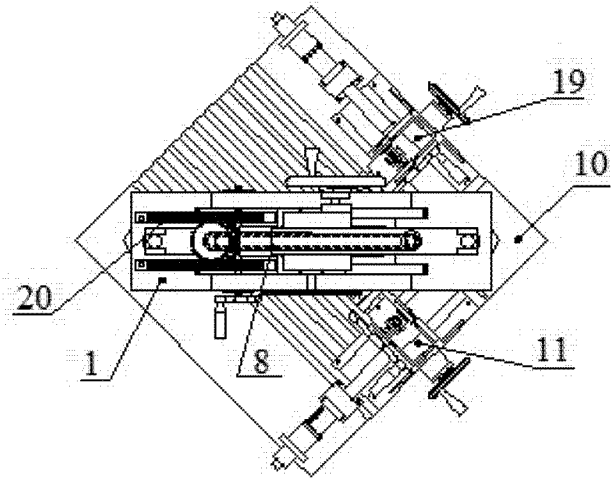


图 2

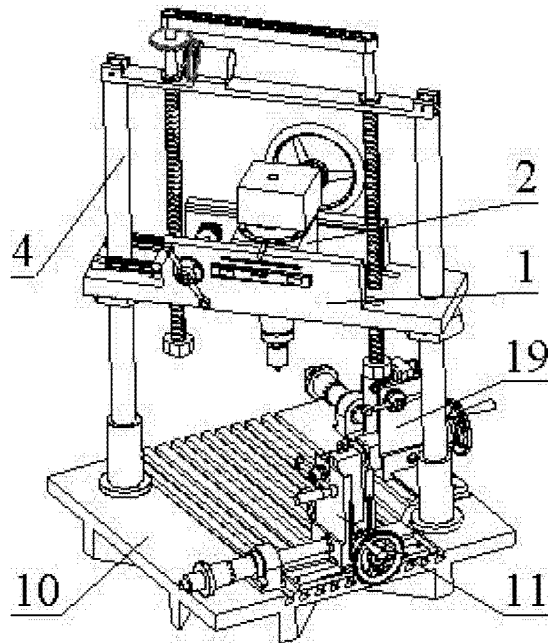


图 3

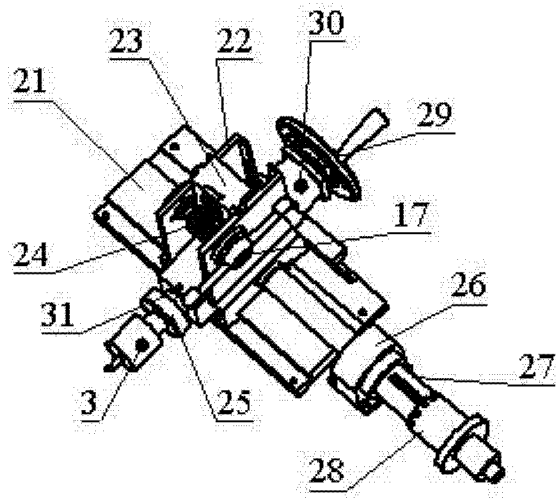


图 4