

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810021632.0

[51] Int. Cl.

G02B 23/00 (2006.01)

G02B 6/08 (2006.01)

G02B 7/28 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 2 月 4 日

[11] 公开号 CN 101359090A

[22] 申请日 2008.8.8

[21] 申请号 200810021632.0

[71] 申请人 中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所

地址 210042 江苏省南京市板仓街 188 号

[72] 发明人 王国民

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所

代理人 栗仲平

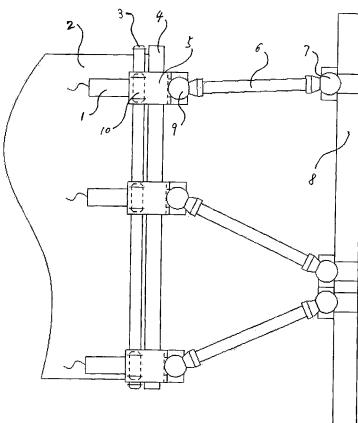
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

LAMOST 式天文望远镜焦面板运动实现机构

[57] 摘要

LAMOST 式天文望远镜焦面板运动实现机构，特征是旋转运动机构、倾斜运动机构和调焦运动机构设置为共同运动机构：大齿轮和圆形导轨固定联结在基座上；圆形导轨上分布有 6 个相配的滑块；滑块通过连接板连接有小齿轮；各小齿轮与大齿轮啮合；其轴上安装有驱动电机；滑块分别通过左单杆关节轴承连接有支撑杆；各支撑杆通过右单杆关节轴承连接在焦面板上；支撑杆每两根一组呈 V 字形设置：其一端通过右单杆关节轴承与焦面板的连接点靠紧；三组连接点分布在焦面板的同一圆上按 120° 分布；支撑杆另一端通过左单杆关节轴承所连接的两个滑块在圆形导轨上的位置则设有一定距离。本发明既简化了机械结构和控制系统，又提高了系统的稳定性。



1、一种LAMOST式天文望远镜焦面板运动实现机构，焦面板上连接有旋转运动机构、倾斜运动机构和调焦运动机构，其特征在于，所述的旋转运动机构、倾斜运动机构和调焦运动机构设置为一个共同的运动机构，该运动机构结构如下：

大齿轮和圆形导轨固定联结后安装在基座上；

该圆形导轨上分布有6个与该圆形导轨相配的滑块；

每个滑块上分别通过连接板连接有小齿轮；各小齿轮分别与大齿轮啮合；各小齿轮的轴上分别安装有驱动电机；

所述的每个滑块分别通过左单杆关节轴承连接有一根支撑杆；各支撑杆分别通过右单杆关节轴承连接在焦面板上；

所述的六根支撑杆每两根一组，每组内两根支撑杆呈V字形设置：每组内两根支撑杆的一端通过右单杆关节轴承与焦面板的连接点紧靠在一起；所述的紧靠在一起的三组连接点分布在焦面板上的同一圆上，并按120°分布；每组内两根支撑杆的另一端通过左单杆关节轴承所分别连接的两个滑块在圆形导轨上的位置则设有一定距离。

2、根据权利要求1所述的LAMOST式天文望远镜焦面板运动实现机构，其特征在于，设有控制计算机，所述各小齿轮轴上的驱动电机各自的驱动电路分别与控制计算机连接，由控制计算机控制驱动。

3、根据权利要求2所述的LAMOST式天文望远镜焦面板运动实现机构，其特征在于，在所述圆形导轨上安装有钢带码盘；6个滑块上分别安装有读

数头，各读数头的输出接控制计算机。

4、根据权利要求 1 或 2 或 3 所述的 LAMOST 式天文望远镜焦面板运动实现机构，其特征在于，所述的左、右单杆关节轴承和圆形导轨滑块副分别采用进行过消隙处理的单杆关节轴承和圆形导轨滑块副。

LAMOST 式天文望远镜焦面板运动实现机构

技术领域

本发明涉及一种LAMOST式天文望远镜焦面板运动实现机构。通过采用这套结构，使得LAMOST式天文望远镜焦面板的支撑更加简化。更为重要的是，在换观测天区时使得焦面板能够实现绕自身球冠顶点转动，避免了复杂繁琐的公式推导和系统定标。

背景技术

大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜，简称 LAMOST，是中国天文学家和天文仪器专家在 20 世纪末提出的一种新型的施密特天文望远镜。它把传统的施密特望远镜的主镜、副镜和焦面板分成 3 个独立的部分，并且主镜在望远镜跟踪过程中固定不动，施密特改正板担当跟踪天体的任务。焦面板上面安装有 4000 根光纤，在望远镜工作过程中，每根光纤对准天上的一个星体。星体的信息通过光纤传到光谱仪上供天文学家分析。

LAMOST 天文望远镜是一架特殊的施密特望远镜。它由施密特改正板、主镜和焦面组成。焦面板是一个直径 1790 毫米的球冠体。为了能够保证焦面板上的光纤准确的对准被观测天区的星体，焦面板需要 3 种不同的运动来保证其功能：焦面板绕球冠体轴线旋转运动来补偿地球自转；焦面板绕球冠体顶点上下倾斜运动补偿不同的观测天区；焦面板沿光轴方向的调焦运动补偿热变形。现有的这 3 种运动分别由 3 个不同的驱动单元完成。

为了实现旋转、倾斜和调焦3种运动，现有的机构非常复杂，结构尺寸

庞大。不但增加了控制系统的复杂性，而且需要对系统进行定标，增加了工作量。具体地说，现有技术存在的问题是：

- ◆ 机械结构复杂，前后尺寸达4米，左右尺寸达2.2米，总重量达26吨。
用这样庞大的结构来实现3种运动，不是一个理想的方案；
- ◆ 旋转运动由摩擦传动实现，上下倾斜运动由3套蜗轮蜗杆副的组合运动实现，调焦运动由滚珠丝杆实现。3种运动分别由3套驱动机构实现。而在实际使用中，3种运动中只有旋转运动是要实时跟踪的，其他两种运动在一次跟踪过程中不做实时调整。因此，不需要用3套独立的驱动系统。这样可以降低运动副安装调整的复杂程度和成本投入；
- ◆ 因为焦面板与驱动电机的距离较远，目前这些驱动调整与焦面板之间有较长的传动链。两者之间存在非线性问题。随着时间的推移和温差的改变，机械结构的弹性变形使得驱动与焦面板之间存在不同步，经过一段时间后需要对系统进行重新定标。这些因素都严重影响了系统的稳定性和传动精度。这一问题给驱动精度和系统稳定性带来影响；
- ◆ 更为重要的是：焦面板是一个球冠体，根据光学系统的要求，焦面板的倾斜运动应该绕球冠体的顶点进行。也就是说在上下倾斜运动中，球冠体的中心顶点位置不能改变。而目前的倾斜调整是由3套蜗轮蜗杆副的组合运动（倾斜 + 上下移动）来实现的。这种调整方式增加了控制系统的复杂性，同时也影响了控制精度。

发明内容

本发明的目的是针对以上现有技术的不足，提出一种LAMOST式天文望远镜焦面板运动实现机构，这种新的焦面板支撑结构和运动实现机构，使得焦面板的三种运动由一个结构实现。既简化了机械结构和控制系统，又提高了系统的稳定性。

完成上述发明任务的技术方案是，一种LAMOST式天文望远镜焦面板运动实现机构，焦面板上连接有旋转运动机构、倾斜运动机构和调焦运动机构，其特征在于，所述的旋转运动机构、倾斜运动机构和调焦运动机构设置为一个共同的运动机构，该运动机构结构如下：

大齿轮和圆形导轨固定联结后安装在基座上；

该圆形导轨上分布有6个与该圆形导轨相配的滑块；

每个滑块上分别通过连接板连接有小齿轮；各小齿轮分别与大齿轮啮合；各小齿轮的轴上分别安装有驱动电机；

所述的每个滑块分别通过左单杆关节轴承连接有一根支撑杆；各支撑杆分别通过右单杆关节轴承连接在焦面板上；

所述的六根支撑杆每两根一组，每组内两根支撑杆呈V字形设置：每组内两根支撑杆的一端通过右单杆关节轴承与焦面板的连接点紧靠在一起；所述的紧靠在一起的三组连接点分布在焦面板上的同一圆上，并按120° 分布；每组内两根支撑杆的另一端通过左单杆关节轴承所分别连接的两个滑块在圆形导轨上的位置则设有一定距离。

换言之，为了实现上面提到的3种运动和解决上面的问题，本发明采用了图1和图2所示的结构方案。大齿轮3和圆形导轨4通过螺钉固联后安装在基座2上。圆形导轨4上分布有6个相配的滑块5（参见图2）。左单杆关节轴承9（共

6个，参见图2)分别连接在相应的滑块上。右单杆关节轴承7(共6个，参见图2)分别连接在焦面板8上。左单杆关节轴承与右单杆关节轴承通过支撑杆6连接。与大齿轮3相配的小齿轮10(共6个，参见图2)通过连接板连接在滑块5上。小齿轮轴上安装有驱动电机1(共6只，参见图2)。当驱动电机1带动小齿轮10转动时，由于小齿轮10连接在滑块5上，所以，小齿轮10就带动滑块5一起绕大齿轮3转动(大齿轮3和圆形导轨4是固定不动的)。当滑块在导轨上滑动时，就会通过支撑杆6改变焦面板的姿态，从而实现焦面板的3种运动。具体过程如下：

◆ 旋转运动

如图2所示，当6个滑块在6只电机的驱动下以相同的速度沿圆形导轨转动时，焦面板就可以实现旋转运动。在圆形导轨上安装有钢带码盘(图中未画)，每个滑块上安装一个读数头(图中未画)来反馈滑块当前的位置值。旋转运动的速度可根据焦面板的实际指标设定。LAMOST焦面板的运动速度小于15"/s，跟踪精度为2"。钢带码盘的分辨率可以达到0.08"。采用这种结构，只要对单杆关节轴承和圆形轨道滑块副通过预紧力方式进行适当消隙，并控制6只电机的同步性，配上控制系统就能够达到焦面板旋转运动的性能要求。

◆ 倾斜运动

如图3所示，不失一般性，绕X轴逆时针(面对X轴正方向)倾斜。此时，焦面板连接点A点要顶焦面板，连接点B点和C点要拉焦面板。这样才能保证焦面板的倾斜是围绕球冠体顶点进行的。为了达到这个目的，1#、4#和6#滑块要顺时针运动，而2#、3#和5#滑块要逆时针运动，如图3中箭头所示。同理，可得到绕X轴顺时针倾斜时，每个滑块沿圆形导轨的运动方向。每个滑

块在圆形导轨上的运动量可根据倾斜的角度，以及结构的几何尺寸进行计算。一般而言，倾斜运动的范围在 $10'$ 以内，精度在 $10''$ 左右。采用这种机构完全能够实现倾斜运动的功能。

◆ 调焦运动

如图4所示，不失一般性，假设焦面板要向前移动，即间距变长。则焦面板连接点A、连接点B和连接点C都要顶焦面板。滑块1#、3#和5#沿圆形导轨做顺时针运动，滑块2#、4#和6#沿圆形导轨做逆时针运动，如图4中箭头所示。为了保证是平移而不发生倾斜，6个滑块的运动速度要相同。调焦量取决于支撑杆的长度。即支撑杆的长度根据系统调焦量确定。LAMOST调焦精度要求在 ± 0.05 毫米左右。若圆形导轨的直径为1米，支撑杆的长度为0.7米，圆形导轨上安装的钢带码盘的分辨率为 $0.08''$ ，则调焦运动的分辨率在0.2微米左右。能够满足调焦精度的要求。

本发明有以下优化方案：

- 1、各小齿轮轴上的驱动电机各自的驱动电路分别与控制计算机连接，由控制计算机控制驱动。
- 2、在圆形导轨上安装有钢带码盘；6个滑块上分别安装有读数头，以实时给出滑块的实际位置。各读数头的输出接控制计算机。
- 3、所述的左、右单杆关节轴承和圆形导轨滑块副分别采用进行过消隙处理的单杆关节轴承和圆形导轨滑块副，以便提高系统刚度和传动精度。

本发明的有益效果：

LAMOST 形式的望远镜是一种独特的大口径兼大视场反射施密特望远镜，是一种新型的望远镜结构。这种形式的望远镜焦面板通常需要3种运动：

补偿地球自转的旋转运动；补偿观测不同天区的倾斜运动和补偿温度变化引起的调焦运动。通常的设计，这3种运动由3套独立的驱动机构完成，结构设计复杂，体积庞大。而实际上，在望远镜实际工作中，这3种运动可以分开完成，根据光学检测，先进行调焦运动。而后根据所要观测的天区进行倾斜运动。最后，在望远镜对星观测过程中进行实时的旋转运动。根据这些特点，本发明专利提出了一种结构紧凑的设计方案。3种运动由一套机构先后来完成，简化了整个机械结构。另外，采用本发明专利方案，使得倾斜运动能够围绕球冠体顶点转动，不需要由转动加平动的组合，大大简化了控制系统和工作量，进而提高控制精度。最后，本发明专利提出的结构，中间传动链短，驱动电机和执行件靠得很近，传动刚性高，避免了非线性问题和环境温度的影响，进而提高了运动精度，也避免了需要经常定标的问题。

附图说明

图1为本发明结构示意图；

图2~图4为图1的侧视图，图中箭头分别示意焦面板的三种运动。

具体实施方式

实施例1，参照图1~图4：大齿轮3和圆形导轨4通过螺钉固联后安装在基座2上。圆形导轨4上分布有6个相配的滑块5（参见图2）。左单杆关节轴承9（共6个，参见图2）分别连接在相应的滑块上。右单杆关节轴承7（共6个，参见图2）分别连接在焦面板8上。左单杆关节轴承9与右单杆关节轴承7通过支撑杆6连接。与大齿轮3相配的小齿轮10（共6个，参见图2）通过连接板连接在滑块5上。小齿轮轴上安装有驱动电机1（共6只，参见图2）。当驱动电机1带动小齿轮10转动时，由于小齿轮10连接在滑块

5上，所以，小齿轮10就带动滑块5一起绕大齿轮3转动（大齿轮3和圆形导轨4是固定不动的）。当滑块5在导轨4上滑动时，就会通过支撑杆6改变焦面板的姿态，从而实现焦面板的3种运动。各小齿轮轴上的驱动电机1各自的驱动电路分别与控制计算机连接，由控制计算机控制驱动。在圆形导轨4上安装有钢带码盘；6个滑块5上分别安装有读数头，以实时给出滑块5的实际位置。各读数头的输出接控制计算机。所述的左、右单杆关节轴承9、7和圆形导轨滑块副4、6分别采用进行过消隙处理的单杆关节轴承和圆形导轨滑块副，以便提高系统刚度和传动精度。

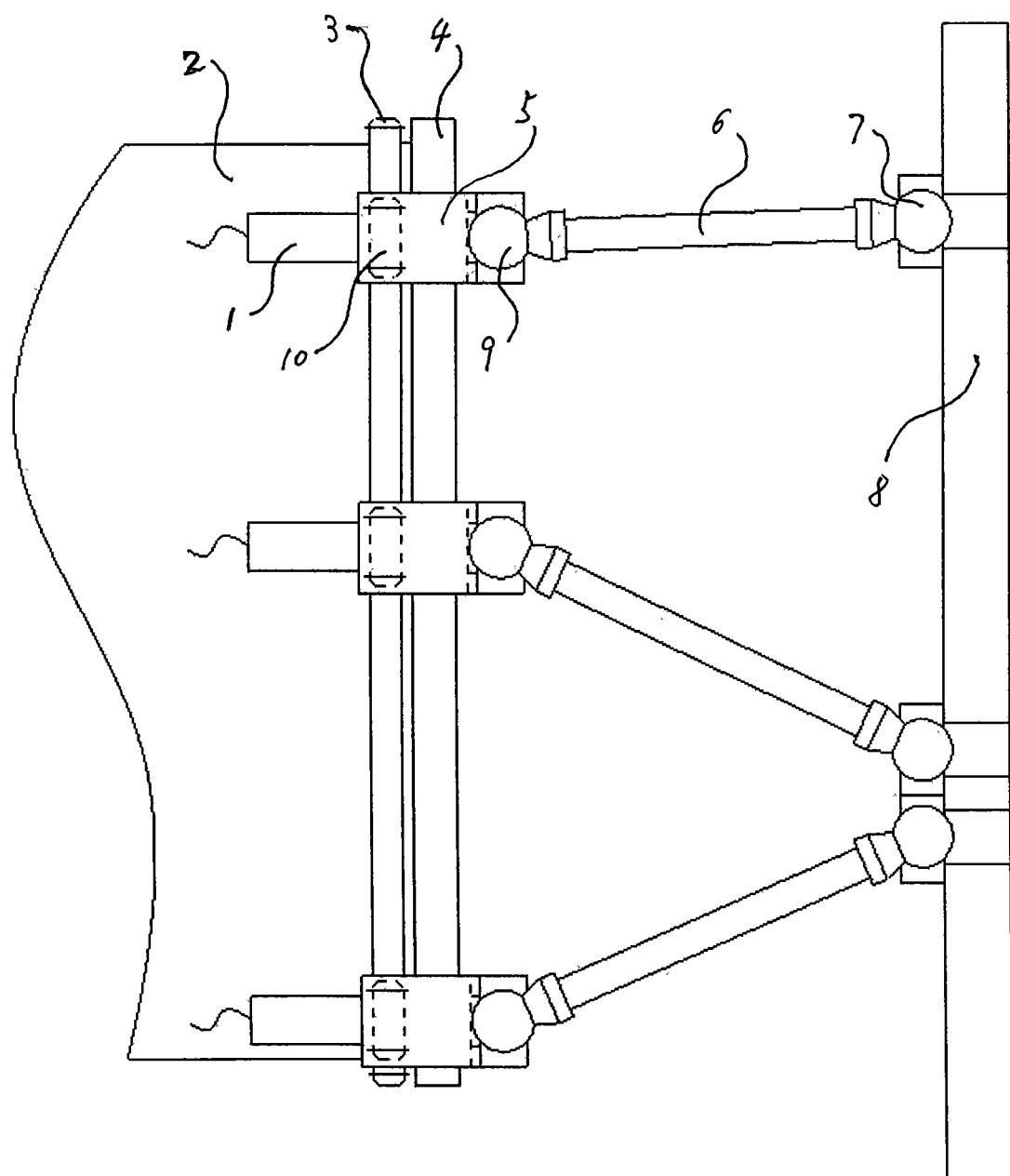


图 1

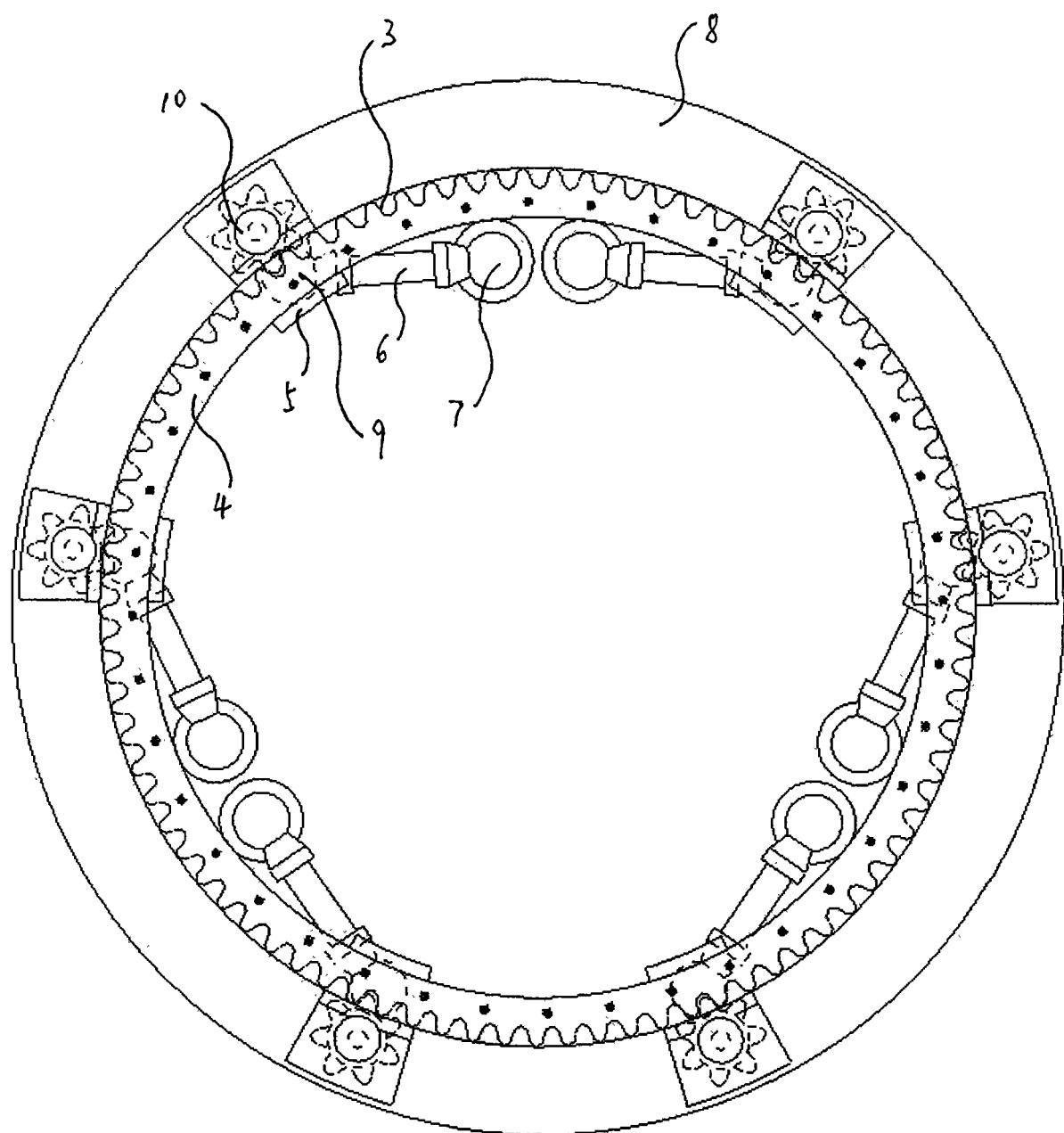


图 2

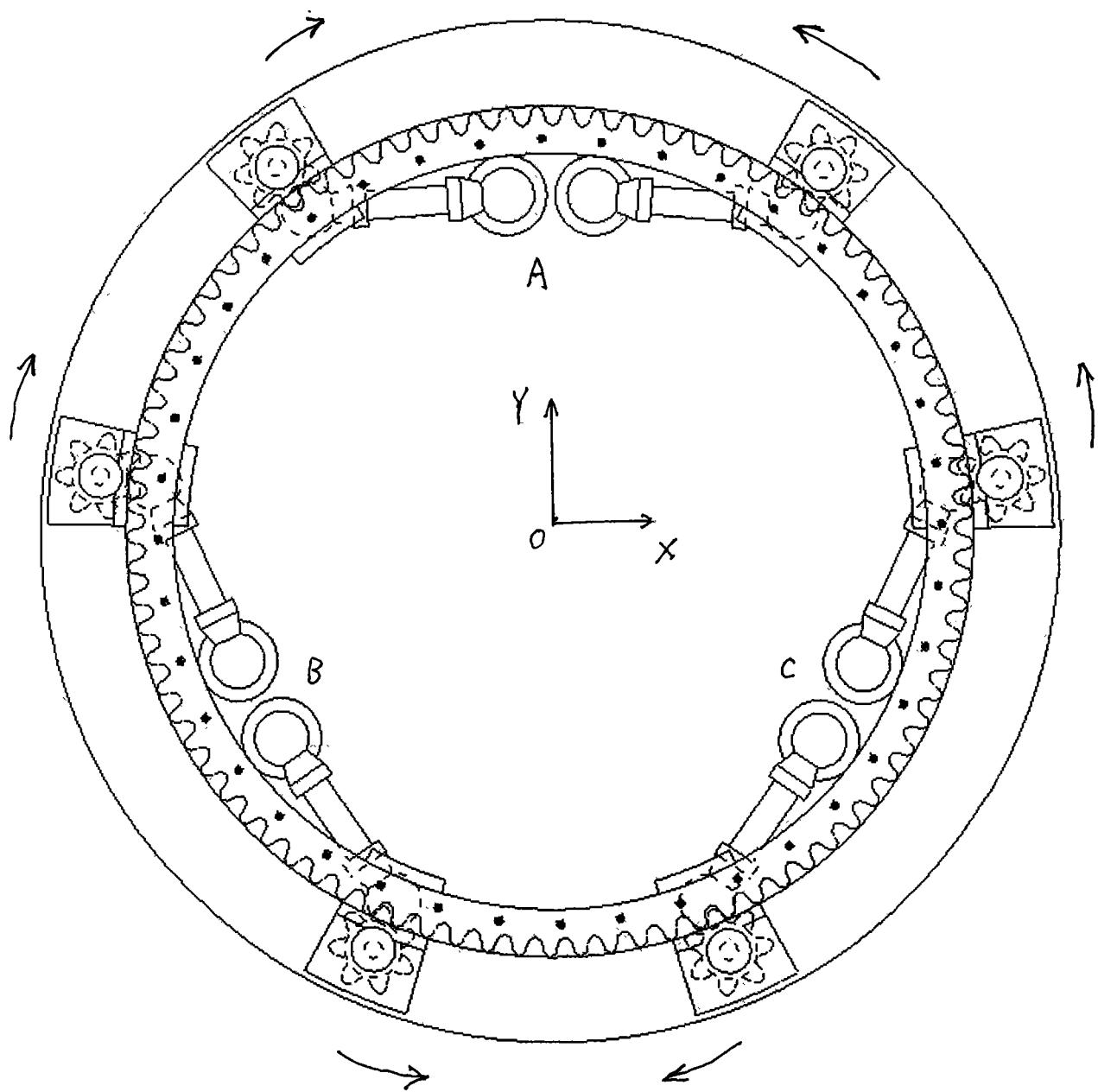


图 3

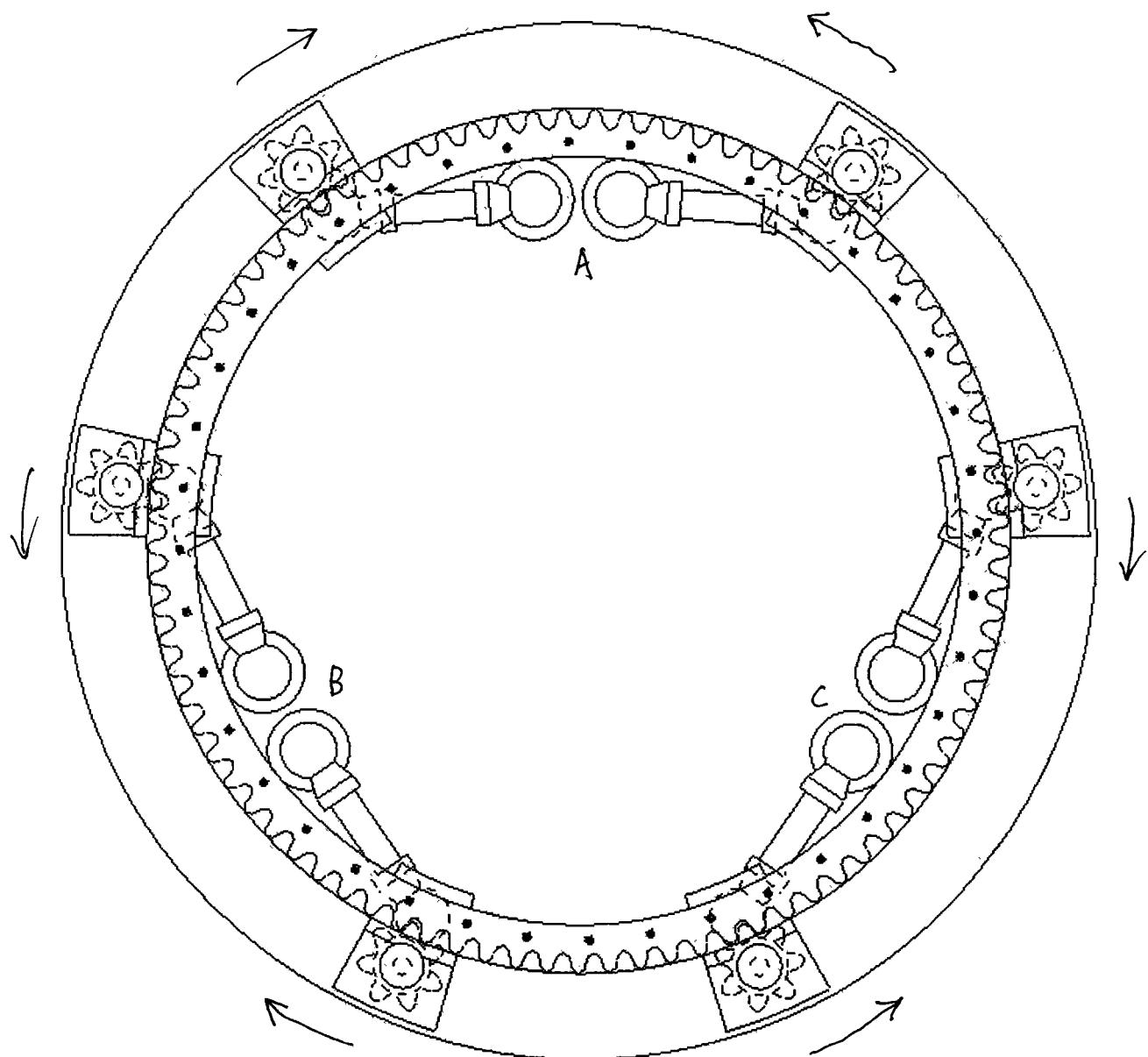


图 4