

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 7/183 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710023474.8

[43] 公开日 2007 年 10 月 24 日

[11] 公开号 CN 101059595A

[22] 申请日 2007.6.5

[21] 申请号 200710023474.8

[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 杨德华 姜方华

[74] 专利代理机构 南京知识律师事务所
代理人 栗仲平

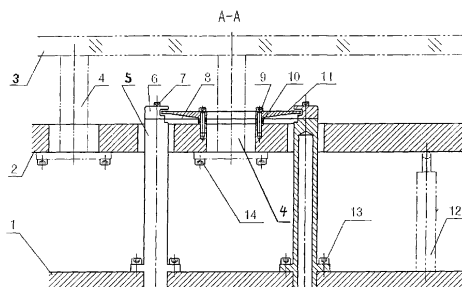
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 4 页

[54] 发明名称

基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构

[57] 摘要

基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，在机架与支撑板之间设有三个按 120° 沿被支撑镜面周向分布的平行于镜面法向的独立线性位移运动机构 A、B 和 C，中心处设置有回转运动运动副和轴向运动导向运动副，其特征在于，所述的回转运动运动副和轴向运动导向运动副的结构是：在机架上固定有均匀排列在同一同心圆上的若干根支撑柱，该若干根支撑柱分别与一高强度高弹性的膜片（简称弹性膜片或支撑膜片）的外缘固定联接，并利用这些支撑柱对该弹性膜片施加离心预应力，使该弹性膜片张紧，该弹性膜片的中心处与支撑板紧固联接。本发明没有涉及通过滚动或滑动配合的联接，系统实现了无回程间隙的位移运动，造价低廉，不需润滑和特别维护及保养。



1、一种基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，在机架与支撑板之间设有三个按 120° 沿被支撑镜面周向分布的平行于镜面法向的独立线性位移运动机构A、B和C，中心处设置有回转运动运动副和轴向运动导向运动副，其特征在于，所述的回转运动运动副和轴向运动导向运动副的结构是：在机架上固定有均匀排列在一同心圆上的若干根支撑柱，该若干根支撑柱分别与一高强度高弹性的膜片的外缘固定联接，并利用这些支撑柱对该弹性膜片施加离心预应力，使该弹性膜片张紧，该弹性膜片的中心处与支撑板坚固联接。

2、按照权利要求1所述的基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，其特征在于，所述的弹性膜片根据需要设置在支撑板上方或下方。

3、按照权利要求2所述的基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，其特征在于，当弹性膜片设置在支撑板上方时，结构是：所述的若干根支撑柱是通过支撑板的过孔与弹性膜片联接。

4、按照权利要求1或2或3所述的基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，其特征在于，所述的若干根支撑柱是六根，所述的弹性膜片为六边形弹性膜片。

5、按照权利要求4所述的基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，其特征在于，所述的六边形弹性膜片六边开有圆弧形缺口，六边形弹性膜片的六个角分别和六根支撑柱顶端相固连。（同意删除）

6、按照权利要求5所述的基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，

其特征在于，还设置有圆盘限位。圆盘中部与被支撑物相固连，圆盘边缘正好置于将膜片紧固于支撑柱顶端的六个压板缺口内，圆盘本身正好作为膜片与被支撑物相固连的压板。

7、按照权利要求5或6所述的基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，其特征在于，具体结构如下：在机架（1）上对应支撑膜片（8）的尺寸和方位选定六点构成正六边形分布的支撑柱（5）的安装位置，六根支撑柱（5）用支撑柱螺钉（13）紧固联接在机架（1）上，支撑柱（5）穿过支撑板（2）上的过孔，支撑板（2）和位移运动机构（12）相联接，将调整垫片（10）、支撑膜片（8）和限位保护盘（11）用螺钉（9）和支撑板（2）联接紧固，其中，调整垫片（10）是用来支撑膜片（8）调整安装的高度，支撑膜片（8）的六个角分别用六个压板（6）通过压板螺钉（7）和支撑柱（5）顶部紧固联接，其中，限位保护盘（11）的边缘正好置入压板（6）的侧面槽中，并留有工作需要的行程间隙，支撑机构（4）由螺钉（14）安装在支撑板（2）上，并与镜面（3）联接。

基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构

技术领域

本发明提出一种具有三个运动自由度的精密支撑装置，尤其适用于光学镜面、精密跟踪或超精加工行业要求在亚毫米量级行程上进行微纳米分辨率的精密运动的支撑。

背景技术

现代天文望远镜工作过程中，光学镜面常常要求在亚毫米量级小行程上实现三个自由度高分辨率的精密运动，即沿其法线的平移以及绕与法线垂直的两个轴线的旋转。根据一个刚体要实现的确定的自由度数的运动的条件为其必须具有等同的独立原运动数这一原理，并根据工程实现的方便和工艺性，一般选用三个独立的线性运动作为原运动。参见图1和图2，三个平行于镜面法向的独立线性位移运动机构A、B和C按 120° 沿被支撑镜面周向分布，中心处设置回转运动运动副和轴向运动导向运动副，传统上，这里往往采用球轴承和线性轴承来实现中心回转和轴向运动导向机构（图2）。这种基于轴承轴系的运动支撑系统，优点是能够实现较大的运动和位移范围，但缺点是，摩擦和回程间隙乃至迟滞是较难克服的固有问题，特别对于精密运动和确定位移的实现，这是极其有害的；而且轴承轴系机构较复杂，对机构设计的空间和零件加工的精度要求较高，并需要较好的维护和保养，如防尘和润滑。

发明内容

针对现有技术的上述问题，本发明的目的是寻求一种用于小行程运动和

位移（亚毫米级）的简单可靠的精密（纳米级位移分辨率）支撑机构——基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，以克服传统支撑和缩放机构存在的以上缺点。

为此本发明所采用的技术方案是：

基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，在机架与支撑板之间设有三个按 120° 沿被支撑镜面周向分布的平行于镜面法向的独立线性位移运动机构A、B和C，中心处设置有回转运动运动副和轴向运动导向运动副，其特征在于，所述的回转运动运动副和轴向运动导向运动副的结构是：在机架上固定有均匀排列在一同心圆上的若干根支撑柱，该若干根支撑柱分别与一高强度高弹性的膜片（简称弹性膜片或支撑膜片）的外缘固定连接，并利用这些支撑柱对该弹性膜片施加离心预应力，使该弹性膜片张紧，该弹性膜片的中心处与支撑板紧固联接。

换言之，本发明是采用一高强度高弹性的膜片取代现有技术所述的轴承轴系机构（参见图2）。参见图3和图4弹性膜片支撑系统原理示意图。将上述的“若干根支撑柱”设为六根，则结构如下：将一张正六边形膜片的六个角与由机架升起的六根支撑柱分别紧固联接，将膜片中心处与支撑板相紧固联接，并利用这六根支撑柱对支撑膜片施加离心预应力，使膜片张紧。利用膜片具有良好的面外弹性及良好的面内刚度，在亚毫米的小范围内实现上文所述线性轴承和球轴承的功能。也可以称之为“弹性膜片支撑机构”或“弹性膜片支撑系统”。

所述的弹性膜片根据需要可以设置在支撑板的上方或下方。即：所述的若干根支撑柱可以通过支撑板的过孔与弹性膜片联接；也可以是支撑柱设

计得低于支撑板，将支撑膜片安装在支撑板下方。

进一步补充说明。如果整个镜面及支撑系统包括机架需要在重力场中改变姿态，则支撑膜片所在的高度位置一般可选取镜面、支撑机构及支撑板组成的系统的重心位置，而在一般情况下，可根据具体设计和安装的便利性将支撑膜片安排得尽量靠近镜面，这可使得镜面反射面中心在镜面转动倾斜时在镜面平面内位移尽量小。如果没有特别要求，可将支撑柱设计得低于支撑板，即将支撑膜片安装在支撑板下方，这样，不必在支撑板上开支撑柱的过孔从而避免过孔位置可能与支撑机构位置的干涉和冲突；为了提高该支撑系统的工作稳定性，对支撑膜片进行更进一步改进，如图5，将正六边形的支撑膜片的六条边都向内挖去一部分，这样可避免因支撑膜片中部法向位移造成六边形六条边上发生凹凸或皱褶；另外，为确保支撑膜片在一定的位移范围之内安全有效地工作，考虑设置一个圆盘进行限位，参见图6和图7，圆盘中部与支撑板相固连，圆盘边缘正好置于将支撑膜片紧固于支撑柱顶端的六个压板缺口内，而圆盘本身正好作为支撑膜片与支撑板相固连的压板。

本发明的有益效果是，原理明了，结构简单，造价低廉，维护和保养简单；由于采用作为弹性元件的膜片进行紧固联接，而没有涉及通过滚动或滑动配合的联接，该支撑系统可实现无回程间隙的位移运动，也不需润滑和特别维护及保养，可以在恶劣环境下工作，且允许被支撑镜面具有所要求的三个自由度，即沿镜面法线的平移以及绕与镜面法线垂直的两个轴线的旋转，而其余三个自由度，即，绕镜面法线的转动及沿与镜面法线垂直两个轴线的平动自由度被限制，这样就确保在三个独立原运动作用下，整个系统的运动是确定的；该支撑系统具体实施简单灵活，可根据需要灵活地设置支撑膜片

的位置，避免支撑膜片和支撑机构的干涉；由于支撑膜片在中心处与支撑板紧固联接，这样，根据结构和尺寸的需要，可以将支撑板的中心位置让出，比如安装镜面的支撑机构；另外，在安装时用外力将六根支撑柱往内收拢微小的距离，安装和紧固支撑膜片后，释放外力，从而对支撑膜片产生离心预应力，使膜片张紧，消除膜片的弯曲，从而降低对膜片的外形要求，并提高该弹性膜片支撑系统的支撑性能。

附图说明

图1是现有技术中一般镜面支撑系统简图；

图2是现有技术中一般镜面支撑系统侧视图；

图3是本发明弹性膜片支撑系统原理图侧视；

图4是本发明弹性膜片支撑系统原理图俯视（去镜子和支撑机构部分）

图5是优化方案：支撑膜片六边挖去圆缺口的示意图；

图6是弹性膜片支撑机构的实施例的主剖视图；

图7是弹性膜片支撑机构的实施例的俯视及局部剖视图。

图中，1.机架，2.支撑板，3.镜面，4.支撑机构，5.支撑柱，6.压板，7.压板螺钉，活动联接座，8.支撑膜片，9.螺钉，10.调整垫片，11.限位保护盘，12.位移运动机构，13.支撑柱螺钉，14.螺钉，过孔15。

具体实施方式

实施例1，基于弹性元件的三自由度精密运动支撑机构，参见图3~图7，整个系统可看成三层结构。在机架1上对应高强度高弹性膜片（支撑膜片）8的尺寸和方位选定六点构成正六边形分布的支撑柱5的安装位置，六根支撑柱5用支撑柱螺钉13紧固联接在机架1上。支撑柱5穿过支撑板2上的过孔15，

支撑板2和位移运动机构12相联接。将调整垫片10、支撑膜片8和限位保护盘11用螺钉9和支撑板2联接紧固，其中，调整垫片10是用来支撑膜片8调整安装高度的。支撑膜片8的六个角分别用六个压板6通过压板螺钉7和支撑柱5顶部紧固联接，其中，限位保护盘11的边缘正好置入压板6的侧面槽中，并留有工作需要的行程间隙。支撑机构4可由螺钉14安装在支撑板2上，并与镜面3联接，本实例中，支撑膜片8的中心位置让与了支撑板2中心的支撑机构4。图中的12是位移运动机构（包括A、B、C三个）。

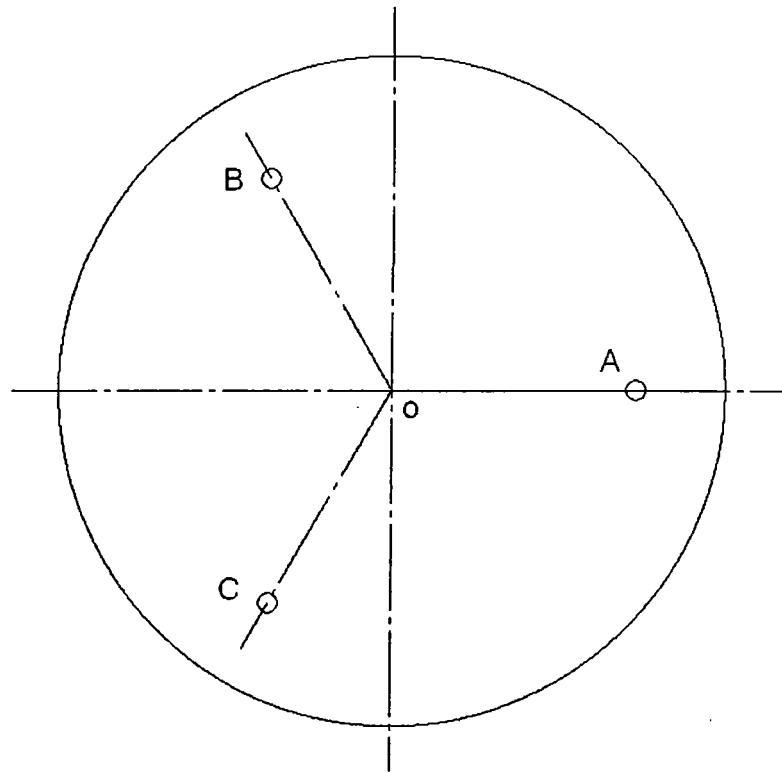


图 1

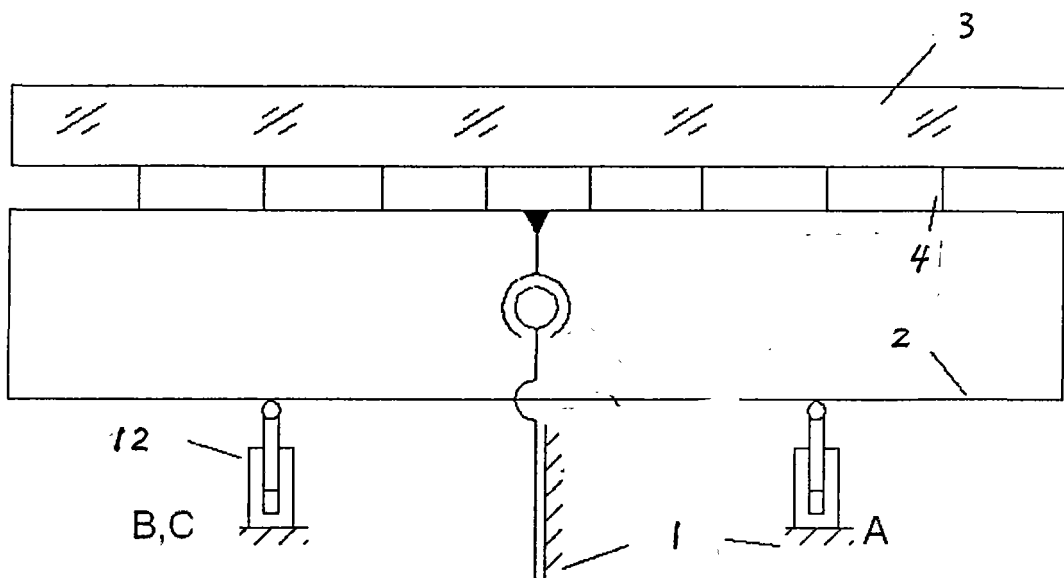


图 2

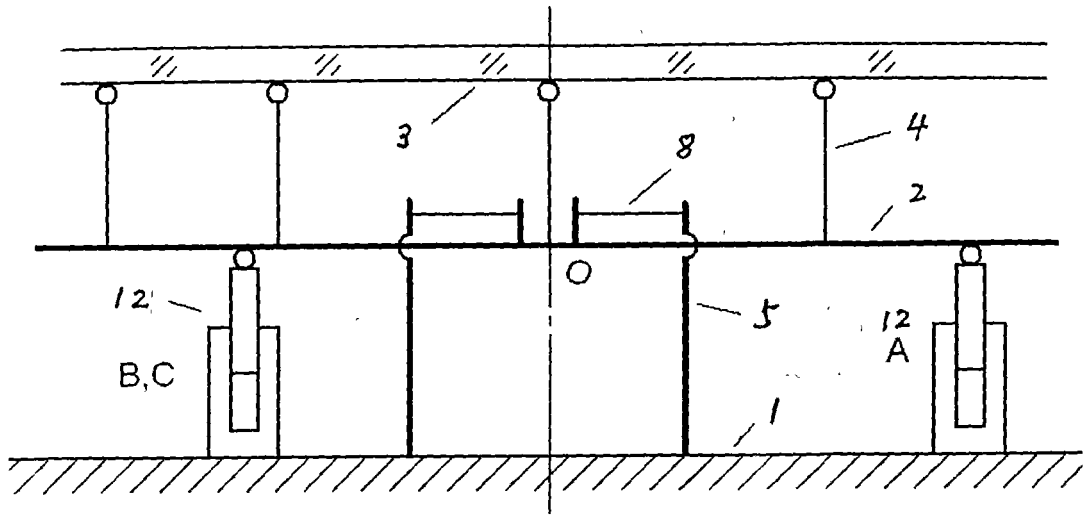


图 3

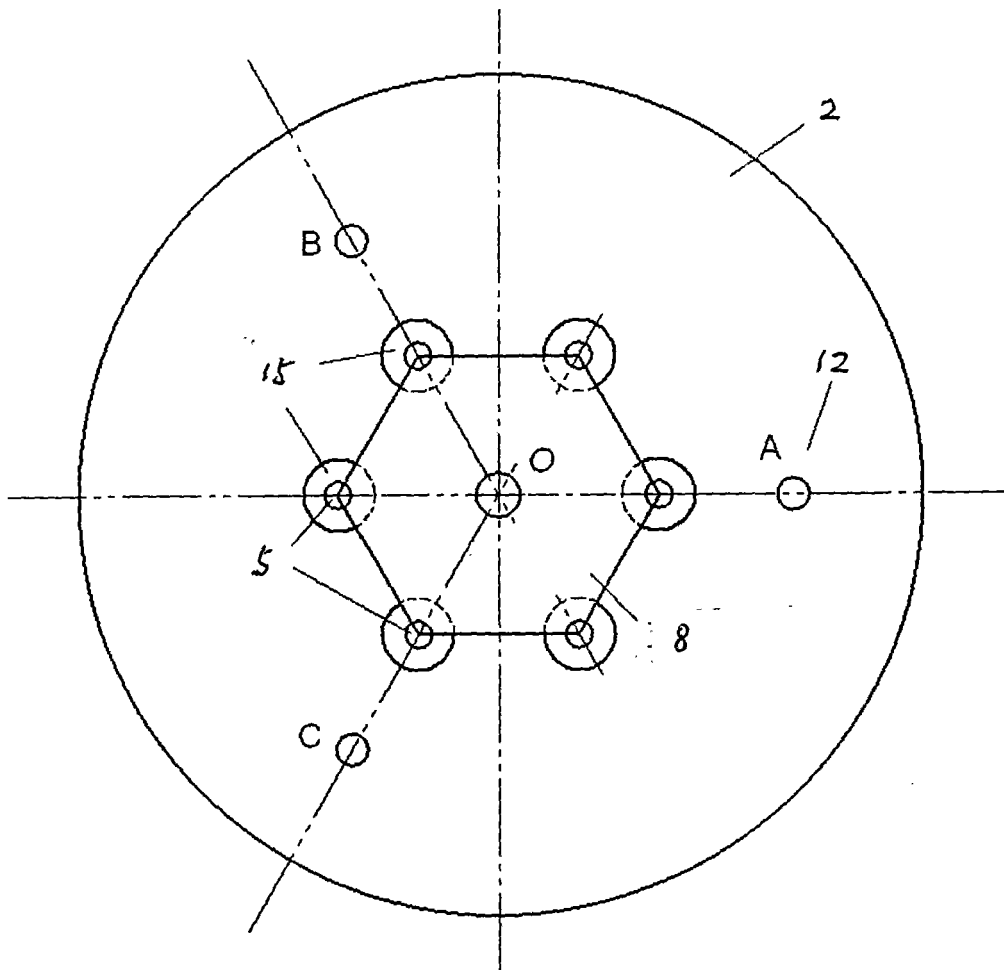


图 4

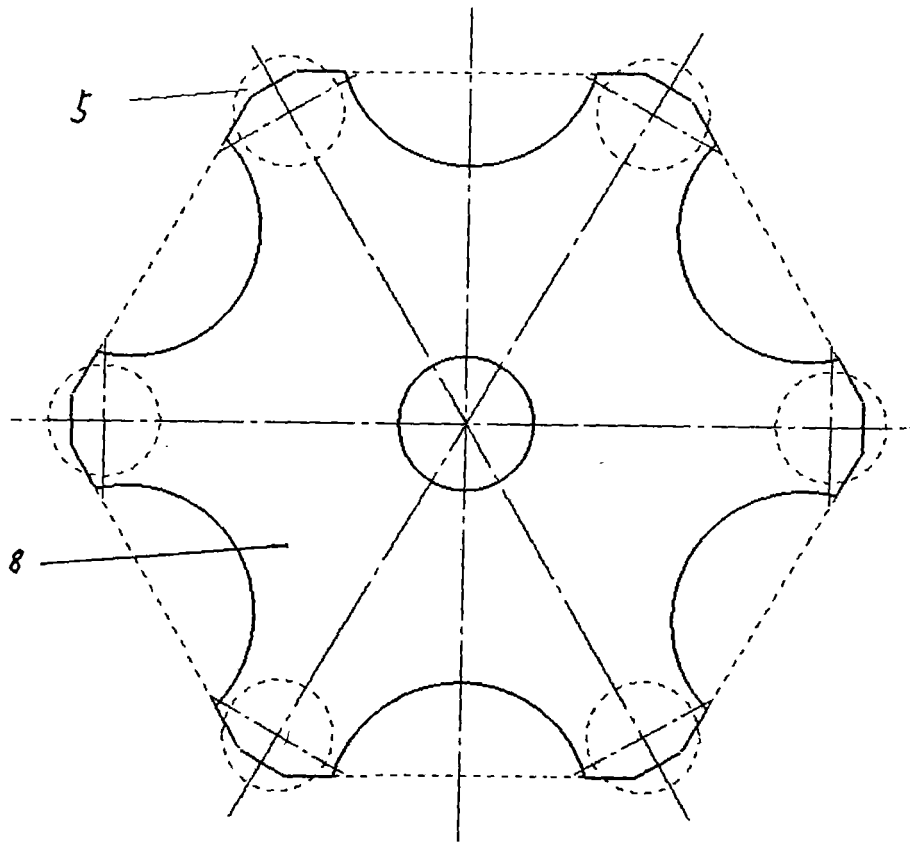


图 5

A-A

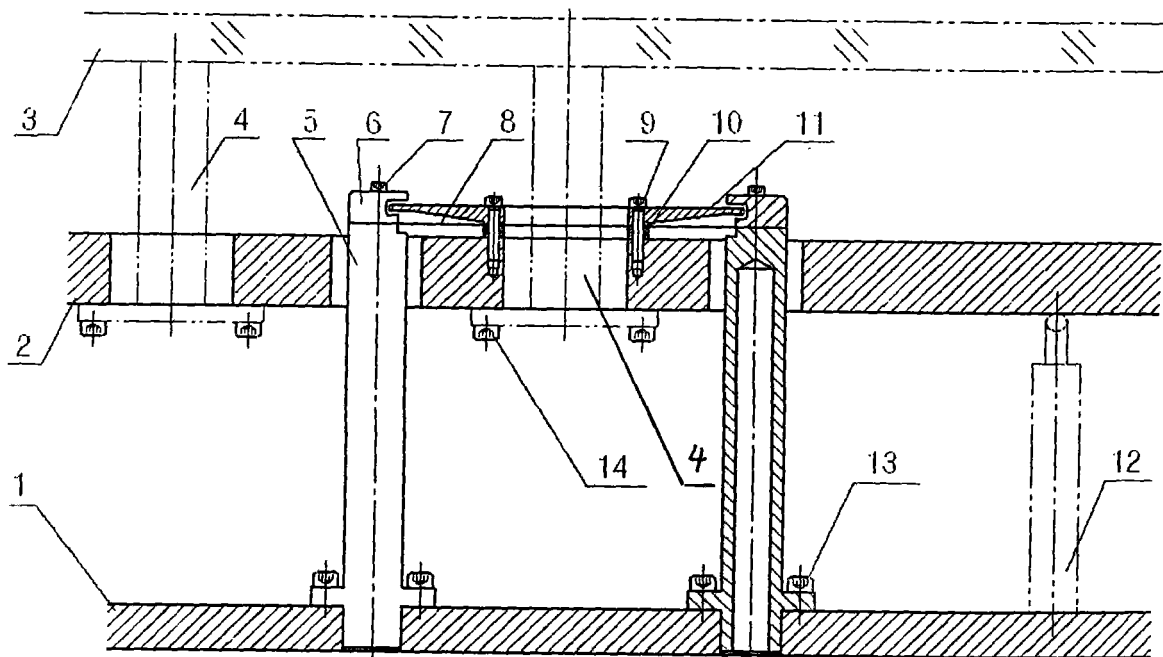


图 6

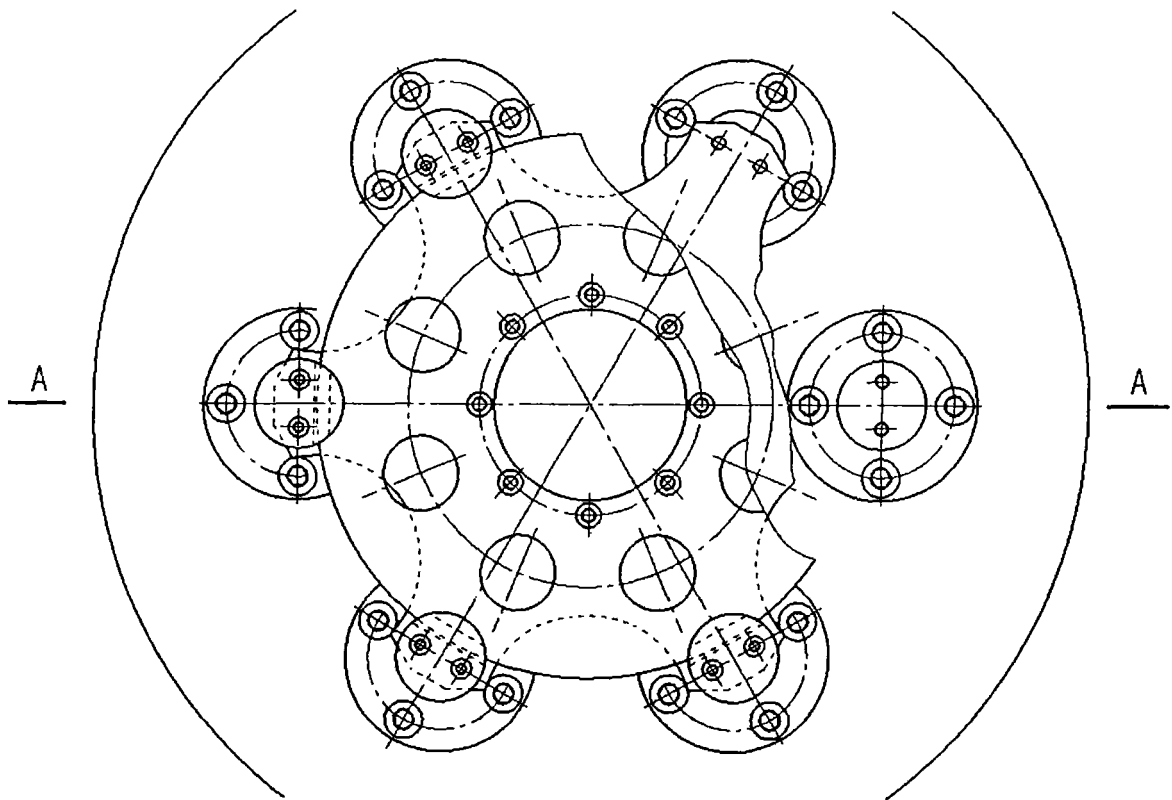


图 7