



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102508347 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 20

(21) 申请号 201110352657. 0

(22) 申请日 2011. 11. 09

(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 吴小霞 杨飞 明名 贾建禄

(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.

G02B 7/00 (2006. 01)

G02B 23/00 (2006. 01)

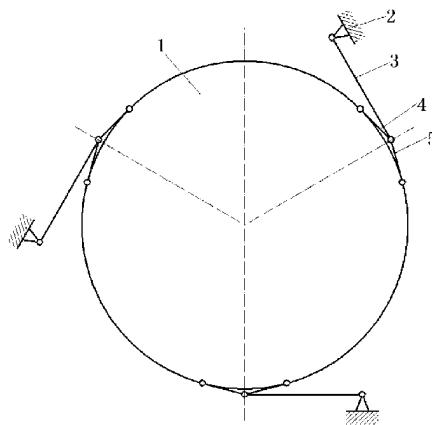
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构

(57) 摘要

本发明涉及一种基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构，该机构的第一级连杆的一端与主镜室的边缘铰接，另一端同时与第二级连杆和第三级连杆铰接，第二级连杆和第三级连杆的另一端与主镜边缘铰接；且第二级连杆和第三级连杆之间有一夹角  $\theta$ 。本发明利用运动学平衡系统不存在过约束的特性对主镜径向进行约束，使其达到稳定的平衡状态；当温度发生改变时，利用连杆机构因热变形导致的自身几何尺寸变化使整个径向支撑系统发生符合运动学规律的微量运动，从而抵消主镜、径向支撑机构和主镜室三者之间因热变形带来的应力，适用于自身材料热膨胀系数大的主镜支撑以及温度条件较为严酷的工作环境下的主镜支撑。



1. 一种基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构,其特征在于包括主镜室(2),至少三个分布在主镜周围的第一级连杆(3),与第一级连杆(3)数量相应的第二级连杆(4)和第三级连杆(5);所述第一级连杆(3)的一端与主镜室(2)的边缘铰接,另一端同时与第二级连杆(4)和第三级连杆(5)铰接,第二级连杆(4)和第三级连杆(5)的另一端与主镜(1)边缘铰接;且第二级连杆(4)和第三级连杆(5)之间有一夹角 $\theta$ ;主镜(1)的中心位于各第一级连杆(3)与第二级连杆(4)、第三级连杆(5)的铰接点构成的多边形内。

2. 根据权利要求1所述的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构,其特征在于所述第一级连杆(3)与第二级连杆(4)、第三级连杆(5)铰接处采用球铰结构,第一级连杆(3)与主镜室(2)边缘铰接处、第二级连杆(4)和第三级连杆(5)与主镜(1)边缘铰接处采用柱铰结构。

3. 根据权利要求1所述的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构,其特征在于第一级连杆(3)、第二级连杆(4)和第三级连杆(5)均采用邻近两端处带有缩颈的弹簧钢材料,在第一级连杆(3)、第二级连杆(4)和第三级连杆(5)铰接处、第一级连杆(3)与主镜室(2)边缘铰接处、第二级连杆(4)和第三级连杆(5)与主镜(1)边缘铰接处均形成柔性铰接。

4. 根据权利要求1或2所述的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构,其特征在于所述第二级连杆(4)、第三级连杆(5)均与主镜径向相切。

5. 根据权利要求1所述的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构,其特征在于第一级连杆(3)与第二级连杆(4)、第三级连杆(5)的铰接处沿主镜(1)周向均匀分布。

6. 根据权利要求1所述的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构,其特征在于还包括径向保护机构(7),所述径向保护机构(7)为一端与主镜室(2)固定连接、另一端由主镜(1)的中心通孔穿出的芯轴或轴套,芯轴或轴套与主镜中心通孔之间粘接一圈硅橡胶片。

## 基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学望远镜主镜径向支撑机构,特别涉及一种基于运动学平衡的1~2米级光学望远镜主镜径向被动支撑机构。

### 背景技术

[0002] 光学望远镜主镜需要在工作状态下保持主镜准确的位置和良好的面形。镜面支撑机构包括轴向支撑系统以及径向支撑系统,通常基于刚体静力学原理进行设计,通过在主镜背面以及侧面施加适当位置施加大小合理的支撑力来实现。支撑机构主要负责维持镜面面形以及位置精度,其中径向支撑结构还需抵消因望远镜工作环境温度变化而引起镜面的应力和变形。

[0003] 目前,1~2米级光学望远镜径向支撑主要采用被动式径向支撑结构。其中,如图1a、1b、1c所示,采用“推—拉”结构的被动的机械浮动式支撑机构应用最为广泛,该方式通过杠杆平衡配重块抵消主镜重力。单独机械浮动式径向支撑方式将使主镜处于动态平衡状态,因而需要采用定位芯轴或硬点等定位机构维持主镜位置的精确性及稳定性。

[0004] 定位机构的引进使得被动的机械浮动式支撑机构不再是动态支撑机构,此时该种径向支撑机构通常为过约束机构。由于定位机构限制了主镜刚体位移,尤其在环境发生温度变化时,这种径向支撑机构将会给主镜带来较大的应力和变形,因而不适合应用于自身材料热膨胀系数较大的主镜径向支撑,例如目前正在蓬勃发展的新型SiC材料主镜;同时对现有技术文献的检索发现,Hans J.Kaercher等在SPIE(Ground-based and Airborne Telescope III,2010)第7733卷上发表的“Mechanical principles of large mirror supports”,该文章指出杠杆平衡重式的被动的机械浮动式支撑机构将会使被支撑体的等效质量放大,若杠杆比例系数为n(n通常为大于5的常数),则等效质量的放大系数为(n+1)倍,其系统的固有频率则降低了(n+1)<sup>1/2</sup>倍,不利于提高望远镜整体的刚度。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供一种主镜面形及位置精度受温度变化影响小,不降低系统固有频率,有利于提高望远镜整体刚度的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构包括主镜室,至少三个分布在主镜周围的第一级连杆,与第一级连杆数量相应的第二级连杆和第三级连杆;所述第一级连杆的一端与主镜室的边缘铰接,另一端同时与第二级连杆和第三级连杆铰接,第二级连杆和第三级连杆的另一端与主镜边缘铰接;且第二级连杆和第三级连杆之间有一夹角θ;主镜的中心位于各第一级连杆与第二级连杆、第三级连杆的铰接点构成的多边形内。

[0007] 本发明利用运动学平衡系统不存在过约束的特性,即系统自由度方程为零,对主镜径向进行约束,使其达到稳定的平衡状态;当温度发生改变时,利用连杆机构因热变形导

致的自身几何尺寸变化使整个径向支撑系统发生符合运动学规律的微量运动,即主镜因受热变形时,第一级连杆、第二级连杆、第三级连杆也因受热而产生形变,使主镜与主镜室之间产生相对微量的绕光轴旋转的运动,从而抵消主镜、径向支撑机构和主镜室三者之间因热变形带来的应力。采用虚约束结构(即第一连杆、第二连杆和第三连杆构成的径向支撑机构),以及在支撑位置利用第二、第三级连杆形成的三角架结构,可显著提高支撑点数量,降低了主镜胶结支撑点处的应力影响。

[0008] 所述第一级连杆与第二级连杆、第三级连杆铰接处采用球铰结构,第一级连杆与主镜室边缘铰接处、第二级连杆和第三级连杆与主镜边缘铰接处采用柱铰结构。

[0009] 由于第一级连杆与第二级连杆、第三级连杆铰接处采用球铰结构,有利于抵消主镜受热变形时因发生轴向微量位移带给径向支撑点处的剪切应力。

[0010] 第一级连杆、第二级连杆和第三级连杆均采用邻近两端处带有缩颈的弹簧钢材料,从而在第一级连杆、第二级连杆和第三级连杆铰接处、第一级连杆与主镜室边缘铰接处、第二级连杆和第三级连杆与主镜边缘铰接处均形成柔性铰接。

[0011] 连杆支撑机构在实际使用过程中,由于刚性铰链结构属于传统摩擦转动副,无法避免摩擦和间隙乃至迟滞等较难克服的固有缺点,对此柔性铰链机构可以很好地解决以上问题。

[0012] 所述第二级连杆、第三级连杆均与主镜径向相切,可有效降低径向支撑机构带来的彗差。

[0013] 第一级连杆与第二级连杆、第三级连杆的铰接处沿主镜周向均匀分布。

[0014] 所述施加的虚约束机构以及第二、第三级连杆构成的三角形铰链连杆机构既可以通过拓展支撑点数量降低主镜胶结支撑点处的应力影响,同时三角形连杆机构自身受热时可以通过微量运动抵消连杆与主镜之间因热变形不匹配导致的应力,又可以克服支撑点胶结面积大导致镜面局部受热影响大与胶结面积小导致抗剪切能力弱的矛盾。

[0015] 本发明还可以包括径向保护机构,所述径向保护机构为一端与主镜室固定连接、另一端由主镜中心通孔穿出的芯轴或轴套;芯轴或轴套与主镜中心通孔之间粘接一圈硅橡胶片,正常工作状态下将径向保护机构与主镜隔离,其作用在于一旦出现冲击、脱胶等突发现象而导致的径向支撑机构失效时,对主镜进行保护。

[0016] 本发明的有益效果:所述径向支撑结构属于被动式机构,原理明了,结构简单,造价相比主动式支撑采用的促动器—传感器方式低廉;所述径向支撑结构自身可使主镜达到稳定的平衡状态,无需外加芯轴、硬点等定位机构;所述径向支撑结构利用运动学平衡原理,自由度方程为零,不存在干涉现象;所述径向支撑结构在环境温度发生改变时,可通过自身发生微量运动抵消主镜、支撑机构和主镜室之间热变形不匹配导致的应力及面形影响,尤其适用于自身材料热膨胀系数大的主镜支撑以及温度条件较为严酷的工作环境下的主镜支撑。

## 附图说明

[0017] 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。

[0018] 图 1a、1b、1c 为传统机械浮动式径向支撑主镜受力方向示意图。

[0019] 图 2 为本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构实施例 1

结构示意图。

[0020] 图 3 为本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构实施例 2 结构示意图。

[0021] 图 4 为本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构实施例 2 结构主视图。

[0022] 图 5 为本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构在第二级连杆和第三级连杆基础上进行三级拓展的结构示意图。

## 具体实施方式

[0023] 实施例 1

[0024] 如图 2 所示,本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构包括主镜室 2、三个均匀分布在主镜 1 周围的第一级连杆 3,三个第二级连杆 4 和三个第三级连杆 5;第一级连杆 3 的一端与主镜室 2 的边缘铰接,另一端同时与第二级连杆 4 和第三级连杆 5 铰接,第二级连杆 4 和第三级连杆 5 的另一端与主镜 1 边缘铰接;且第二级连杆 4 和第三级连杆 5 之间有一夹角  $\theta$ 。

[0025] 所述第一级连杆 3 与第二级连杆 4、第三级连杆 5 铰接处采用球铰结构,第一级连杆 3 与主镜室 2 边缘铰接处、第二级连杆 4 和第三级连杆 5 与主镜 1 边缘铰接处采用柱铰结构。

[0026] 实施例 2

[0027] 如图 3、4 所示,本发明的基于运动学平衡的光学望远镜主镜被动式径向支撑机构包括主镜室 2、六个均匀分布在主镜 1 周围的第一级连杆 3,六个第二级连杆 4 和六个第三级连杆 5;第一级连杆 3 的一端与主镜室 2 的边缘铰接,另一端同时与第二级连杆 4 和第三级连杆 5 铰接,第二级连杆 4 和第三级连杆 5 的另一端与主镜 1 边缘铰接;第二级连杆 4 和第三级连杆 5 分别与主镜 1 的边缘相切。

[0028] 第一级连杆 3、第二级连杆 4 和第三级连杆 5 均采用邻近两端处带有缩颈的弹簧钢材料,从而在第一级连杆 3、第二级连杆 4 和第三级连杆 5 铰接处、第一级连杆 3 与主镜室 2 边缘铰接处、第二级连杆 4 和第三级连杆 5 与主镜 1 边缘铰接处均形成柔性铰接。

[0029] 本发明还可以包括径向保护机构 7,所述径向保护机构 7 为一端与主镜室 2 固定连接、另一端由主镜 1 的中心通孔穿出的芯轴或轴套。所述径向保护机构 7 正常工作状态下不与主镜 1 接触,其作用在于一旦出现冲击、脱胶等突发现象而导致的径向支撑机构失效时,对主镜 1 进行保护。

[0030] 本发明还可以包括压紧机构 6;所述压紧机构 6 为一个弯折成三段的条形钢片,钢片的第一段压紧主镜 1 的边缘,第三段通过螺钉与主镜室 2 固定连接。

[0031] 参见图 2,在支撑位置采用三角形铰链连杆机构,第二级连杆 4 和第三级连杆 5 与主镜 1 边缘相切,此时机构自由度方程为  $F = 3 \times (11-1) - 2 \times 15 = 0$ ,满足自由度要求;参考图 3,在图 2 所示布置杆件结构的位置对称添加新的相同的杆件机构,对原有系统形成虚约束,不影响原有的自由度方程。

[0032] 本发明不限于上述实施方式,第一级连杆、第二级连杆和第三级连杆机构可以均匀分布于主镜周围,也可以不均匀分布(在对称分布情况下,其中每间隔  $180^\circ$  的相应两组

连杆机构起约束相同自由度的作用）。本发明还可以在第二级连杆和第三级连杆基础上进行三级拓展，如图 5 所示。因此凡是在本发明权利要求 1 技术方案基础上做出的任何简单变形，都在本发明意图保护范围之内。

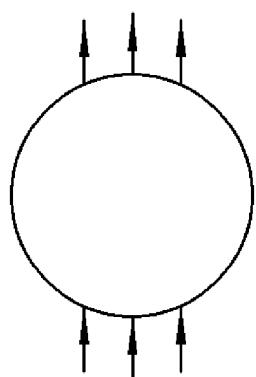


图 1a

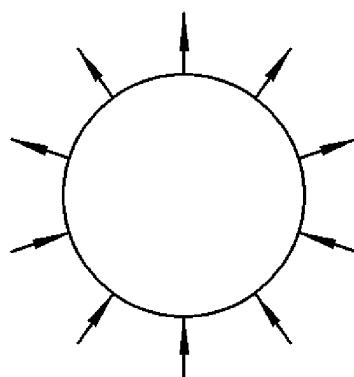


图 1b

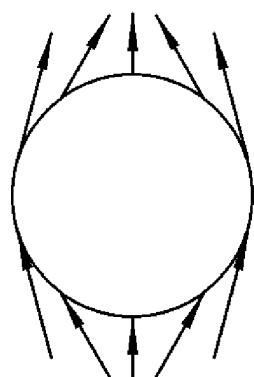


图 1c

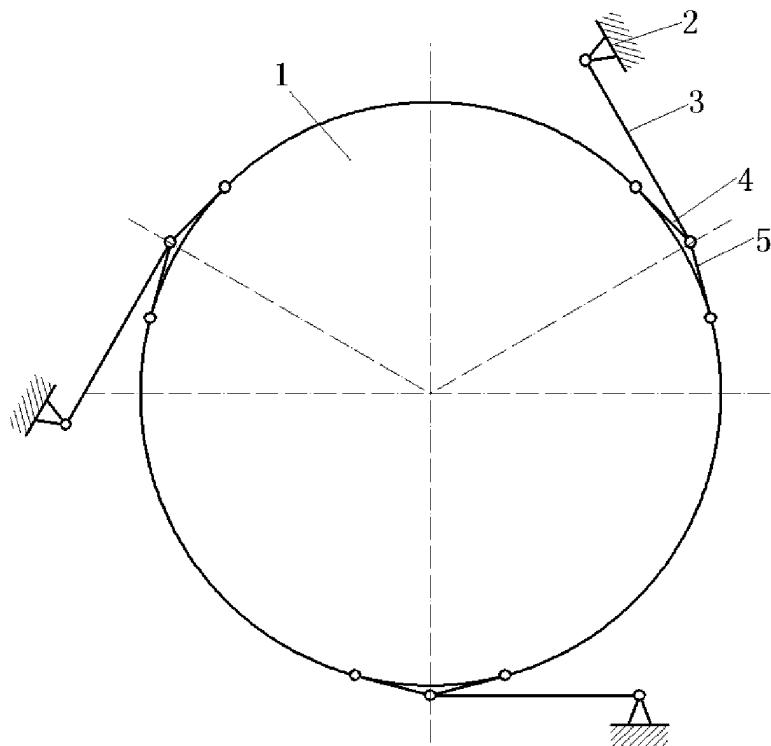


图 2

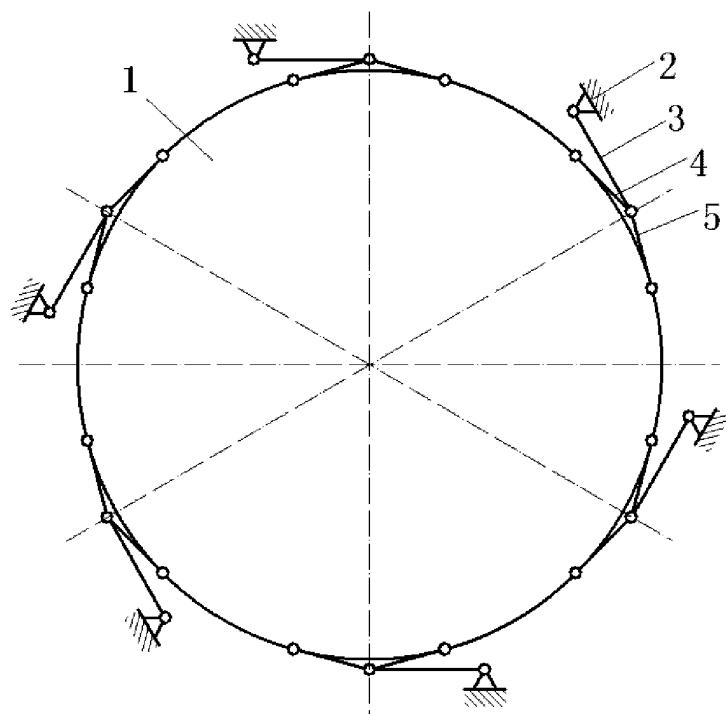


图 3

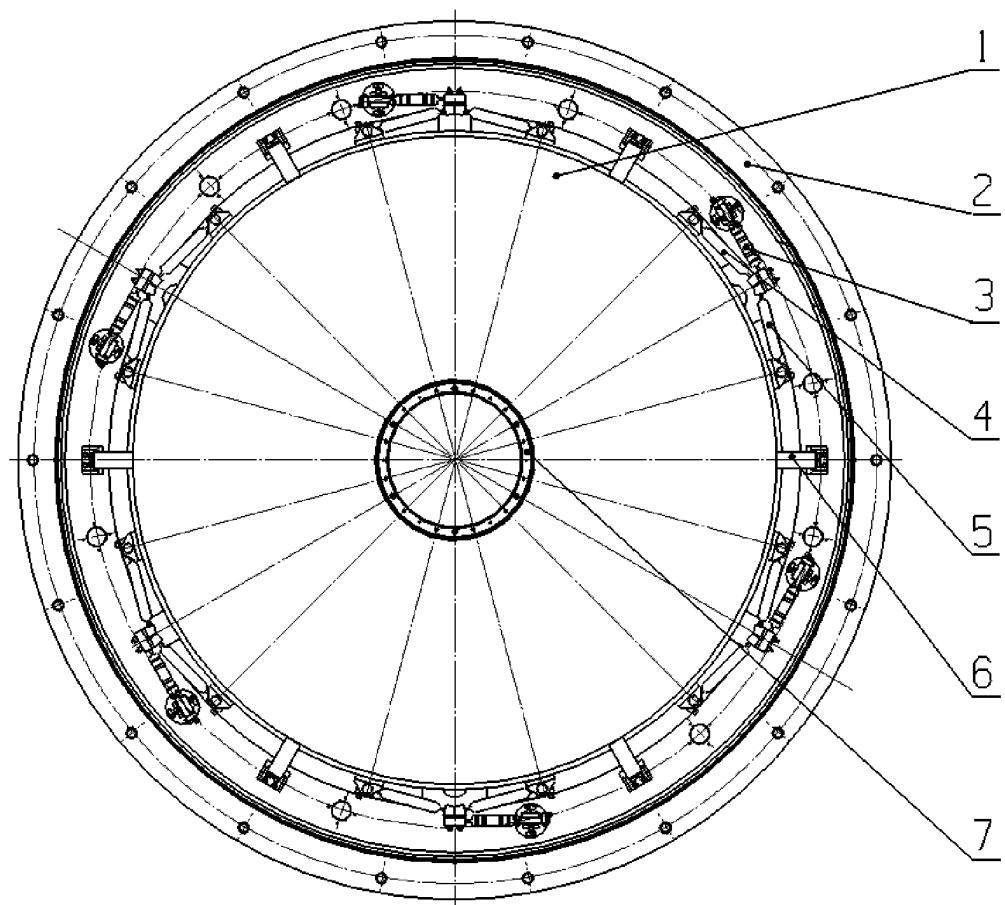


图 4

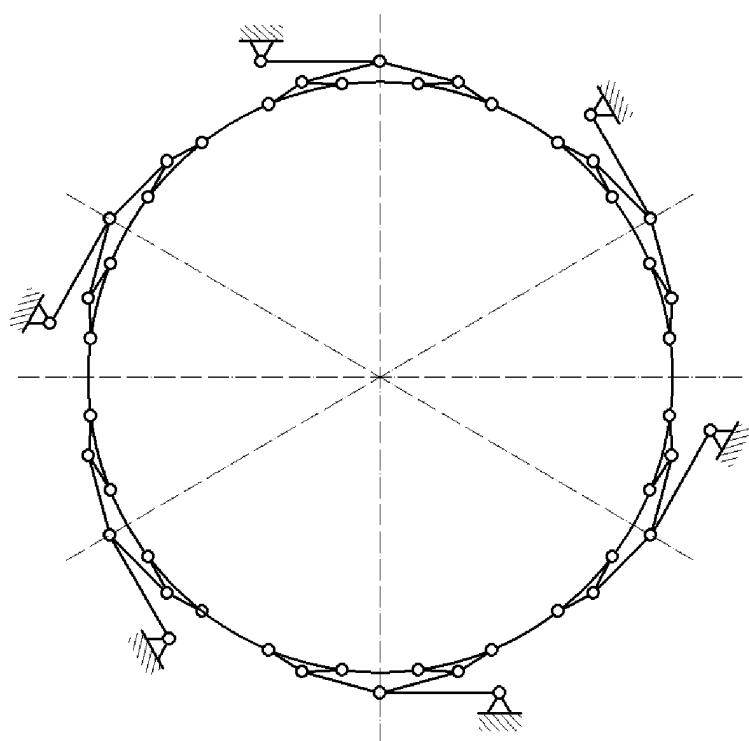


图 5