



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114459356 A

(43) 申请公布日 2022.05.10

(21) 申请号 202210247263.7

(22) 申请日 2022.03.14

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72) 发明人 史士财 杨国财 樊绍巍 孙永军
朱映远 李志奇 纪军红 金明河
张元飞 刘宏

(74) 专利代理机构 哈尔滨华夏松花江知识产权
代理有限公司 23213

专利代理师 时起磊

(51) Int. Cl.

G01B 11/00 (2006.01)

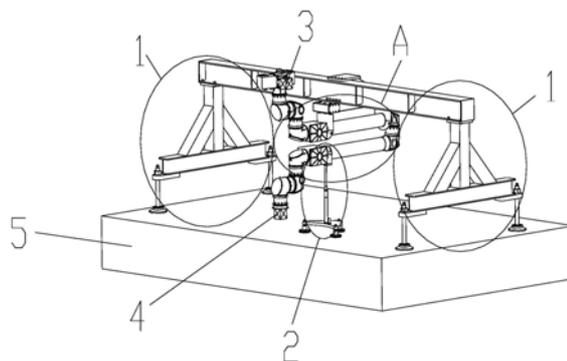
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种空间机械臂末端位姿精度测试装置

(57) 摘要

一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,具体涉及一种七自由度空间机械臂末端相对机械臂基座的位姿精度测试装置,本发明为了解决现有的空间机械臂末端无法一步实现高精度位姿测量的问题,机械臂固定装置包括倒凹字形的支架、压环组件和多个地脚,压环组件固定安装在支架的顶端,多个地脚分别与支架的两侧底端固定安装,机械臂支撑装置包括第三压环、支撑组件和基座组件,第三压环、支撑组件和基座组件从上至下依次固定连接,机械臂支撑装置位于压环组件的下方,空间机械臂的一侧安装在压环组件内,空间机械臂的另一侧安装在第三压环内,末端靶标和基座靶标分别安装在空间机械臂的两个末端,多个地脚的底面与基座组件的最下端底面位于同一平面内。



1. 一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:它包括机械臂固定装置(1)、机械臂支撑装置(2)、末端靶标(3)和基座靶标(4);

机械臂固定装置(1)包括倒凹字形的支架(1-1)、压环组件(1-2)和多个地脚(1-3),压环组件(1-2)固定安装在支架(1-1)的顶端,压环组件(1-2)的长度方向与支架(1-1)的长度方向垂直,多个地脚(1-3)分别与支架(1-1)的两侧底端固定安装;

机械臂支撑装置(2)包括第三压环(2-1)、支撑组件(2-2)和基座组件(2-3),第三压环(2-1)、支撑组件(2-2)和基座组件(2-3)从上至下依次固定连接;

机械臂支撑装置(2)位于压环组件(1-2)的下方,空间机械臂(A)的一侧安装在压环组件(1-2)内,空间机械臂(A)的另一侧安装在第三压环(2-1)内,空间机械臂(A)的长度方向与机械臂固定装置(1)的长度方向垂直,末端靶标(3)和基座靶标(4)分别固定安装在空间机械臂(A)的两个末端,多个地脚(1-3)的底面与基座组件(2-3)的最下端底面位于同一平面内。

2. 根据权利要求1中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:它还包括底座(5),底座(5)为矩形,机械臂固定装置(1)和机械臂支撑装置(2)均安装在底座(5)的上表面上。

3. 根据权利要求1中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:支架(1-1)包括第一横梁(1-1-1)、多根第二横梁(1-1-2)、多根立柱(1-1-3)和多根加强肋(1-1-4),第一横梁(1-1-1)下表面的两端分别垂直安装有多根立柱(1-1-3),每根立柱(1-1-3)的底端分别与每根第二横梁(1-1-2)上表面的中心处固定连接,每根加强肋(1-1-4)的一端均与每根立柱(1-1-3)固定连接,每根加强肋(1-1-4)的另一端均与每根第二横梁(1-1-2)的上表面固定连接。

4. 根据权利要求1或3中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:压环组件(1-2)包括压环连接件(1-2-1)、第一压环(1-2-2)和第二压环(1-2-3),压环连接件(1-2-1)下表面的左右两端分别安装有第一压环(1-2-2)和第二压环(1-2-3),压环连接件(1-2-1)与支架(1-1)的第一横梁(1-1-1)的中心位置固定连接,空间机械臂(A)的一侧同时安装在第一压环(1-2-2)内和第二压环(1-2-3)内。

5. 根据权利要求1中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:地脚(1-3)的数量为四个或八个。

6. 根据权利要求3或5中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:每根第二横梁(1-1-2)的下表面左右两端分别安装有一个或多个地脚1-3。

7. 根据权利要求1中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:支撑组件(2-2)包括第一调心轴承(2-2-1)、气浮支撑轴(2-2-2)、锁紧力螺母(2-2-3)和气浮支撑套筒(2-2-4),气浮支撑轴(2-2-2)的一端通过第一调心轴承(2-2-1)与第三压环(2-1)连接,气浮支撑轴(2-2-2)的另一端插装在气浮支撑套筒(2-2-4)内,锁紧力螺母(2-2-3)安装在气浮支撑轴(2-2-2)与气浮支撑套筒(2-2-4)的连接处。

8. 根据权利要求1或7中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:基座组件(2-3)包括底板(2-3-1)、多个第二调心轴承(2-3-2)、多个气浮轴承(2-3-3)和多个连接件,底板(2-3-1)为矩形板体,矩形板体的一角处加工为圆心位于矩形板体外侧的圆弧形,其余三角处均加工有一个通孔,每个连接件均穿过对应的通孔与每个第二调心轴承

(2-3-2)连接,每个第二调心轴承(2-3-2)的下端均与每个气浮轴承(2-3-3)固定连接,气浮支撑套筒(2-2-4)的下端固定安装在底板(2-3-1)上。

9.根据权利要求1中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:它还包括激光跟踪仪,激光跟踪仪安装在底座(5)的上表面上。

10.根据权利要求1中所述的一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,其特征在于:空间机械臂(A)为七自由度空间机械臂。

一种空间机械臂末端位姿精度测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种精度测试装置,具体涉及一种七自由度空间机械臂末端相对机械臂基座的位姿精度测试装置,属于测量领域。

背景技术

[0002] 空间机械臂通常都是针对空间微重力环境应用而设计的,关节驱动力矩相对较小,刚度也较低,所以在地面重力环境下不能支撑自身的重量实现机械臂末端的自由运动,则无法实现末端位姿精度测试。为了实现在地面重量环境下对空间机械臂系统进行精度测试的目的,需要专门设计相关的测试系统。

[0003] 专利号为CN201010183146.6,名称为《基于气浮系统的空间机械臂六维位姿精度测试方法》的专利公开了在测量空间机械臂的末端位姿精度时,采用多步测量方式,且在空间机械臂中间位置增加第三靶标转换测量结果,但本专利的测试装置不能实现空间机械臂所有关节同时转动及一步完成测量,由于增加第三靶标转换测量结果,导致所测结果不能真实反应测量结果,测试过程较复杂。

[0004] 专利号为CN200610009822.1,名称为《空间机械臂位姿精度测试系统》的专利公开了采用三坐标机对需要建立坐标系的圆球的位置进行测量,仅通过一步实现空间机械臂末端位姿精度的测试,但在测量过程中需要增加额外的支撑轴系,并拆卸机械臂本体上的零件,使操作难度大,并且三坐标机会与圆球接触,导致测量精度降低,无法实现高精度测量。

发明内容

[0005] 本发明为了解决现有的空间机械臂末端无法一步实现高精度位姿测量的问题,进而提出了一种空间机械臂末端位姿精度测试装置。

[0006] 本发明采取的技术方案是:

[0007] 它包括机械臂固定装置、机械臂支撑装置、末端靶标和基座靶标,机械臂固定装置包括倒凹字形的支架、压环组件和多个地脚,压环组件固定安装在支架的顶端,压环组件的长度方向与支架的长度方向垂直,多个地脚分别与支架的两侧底端固定安装,机械臂支撑装置包括第三压环、支撑组件和基座组件,第三压环、支撑组件和基座组件从上至下依次固定连接,机械臂支撑装置位于压环组件的下方,空间机械臂的一侧安装在压环组件内,空间机械臂的另一侧安装在第三压环内,空间机械臂的长度方向与机械臂固定装置的长度方向垂直,末端靶标和基座靶标分别固定安装在空间机械臂的两个末端,多个地脚的底面与基座组件的最下端底面位于同一平面内。

[0008] 有益效果:

[0009] 本发明通过设置机械臂固定装置和机械臂支撑装置,将机械臂支撑装置安装在机械臂固定装置的下方,且保证机械臂支撑装置的最下端与机械臂固定装置的最下端位于同一平面内,利用机械臂固定装置和机械臂支撑装置分别对七自由度的空间机械臂的臂杆二和臂杆一进行固定,达到稳定固定的效果,将空间机械臂的末端部位纵向放置,将末端靶标

3安装在机械臂末端上,将基座靶标4安装在机械臂基座上,使机械臂末端位于机械臂基座的上方,在测量精度时,可保证各关节自由转动,能够实现空间机械臂末端相对空间机械臂基座的三维空间运动,从而一步实现空间机械臂末端相对机械臂基座的位姿精度测试。本发明测试方法简单,测试过程无接触力,无需第三个靶标进行转换,保证无中间转换误差,不会影响测试的结果,测量精度高。

附图说明

- [0010] 图1是本发明的整体结构图;
[0011] 图2是机械臂固定装置1的结构图;
[0012] 图3是机械臂支撑装置2的结构图;
[0013] 图4是空间机械臂A的结构图;

具体实施方式

[0014] 具体实施方式一:结合图1-图4说明本实施方式,本实施方式所述一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,它包括机械臂固定装置1、机械臂支撑装置2、末端靶标3和基座靶标4;

[0015] 机械臂固定装置1包括倒凹字形的支架1-1、压环组件1-2和多个地脚1-3,支架1-1包括第一横梁1-1-1、多根第二横梁1-1-2、多根立柱1-1-3和多根加强肋1-1-4,第二横梁1-1-2的数量和立柱1-1-3的数量均为两根,加强肋1-1-4的数量为四根,第一横梁1-1-1下表面的两端分别垂直安装有两根立柱1-1-3,每根立柱1-1-3的底端分别与每根第二横梁1-1-2上表面的中心处固定连接,每根加强肋1-1-4的一端均与每根立柱1-1-3固定连接,每根加强肋1-1-4的另一端均与每根第二横梁1-1-2的上表面固定连接,如此设置,保证了支架1-1的稳定性与刚度。压环组件1-2固定安装在支架1-1的顶端,压环组件1-2的长度方向与支架1-1的长度方向垂直,便于压环组件1-2固定空间机械臂A。

[0016] 压环组件1-2包括压环连接件1-2-1、第一压环1-2-2和第二压环1-2-3,压环连接件1-2-1与支架1-1的第一横梁1-1-1的中心位置通过螺钉、螺栓或焊接等固定方式连接,将压环连接件1-2-1安装在第一横梁1-1-1的中心位置能够保证在精度测量时第一横梁1-1-1受力均匀。压环连接件1-2-1下表面的左右两端分别安装有第一压环1-2-2和第二压环1-2-3,多个地脚1-3分别与支架1-1的两侧底端固定安装,即每根第二横梁1-1-2的下表面左右两端分别安装有一个或多个地脚1-3,所述地脚1-3的数量至少为四个,推荐四个或八个,地脚1-3用于调节第一横梁1-1-1与底座5之间的高度。

[0017] 机械臂支撑装置2用于支撑关节一A2、关节二A3、关节三A4和臂杆一A5的重量,并保证实现关节一A2、关节二A3、关节三A4和臂杆一A5的水平运动。机械臂支撑装置2包括第三压环2-1、支撑组件2-2和基座组件2-3,第三压环2-1、支撑组件2-2和基座组件2-3从上至下依次固定连接,所述第一压环1-2-2、第二压环1-2-3和第三压环2-1均包括上下两部分,上下两部分均为半圆形,上下两部分之间扣合,通过螺钉或螺栓可拆卸连接,便于安装不同粗细的空间机械臂A。

[0018] 支撑组件2-2包括第一调心轴承2-2-1、气浮支撑轴2-2-2、锁紧力螺母2-2-3和气浮支撑套筒2-2-4,气浮支撑轴2-2-2的一端通过第一调心轴承2-2-1与第三压环2-1连接,

气浮支撑轴2-2-2的另一端插装在气浮支撑套筒2-2-4内,使气浮支撑轴2-2-2在气浮支撑套筒2-2-4内可沿轴线调整,从而调整空间机械臂A的合适位置,锁紧力螺母2-2-3安装在气浮支撑轴2-2-2与气浮支撑套筒2-2-4的连接处,便于将调整后的空间机械臂A固定,在使用时调整好空间机械臂A的位置后,利用锁紧力螺母2-2-3将气浮支撑轴2-2-2和气浮支撑套筒2-2-4固定。

[0019] 基座组件2-3包括底板2-3-1、多个第二调心轴承2-3-2、多个气浮轴承2-3-3和多个连接件,底板2-3-1是四角为圆角的矩形板体,矩形板体的一角加工为圆心位于矩形板体外侧的圆弧形,如此设置,是为了在空间机械臂A的关节三A4转动时用于避让,防止二者产生干涉。其余三角处均加工有一个通孔,每个连接件均穿过对应的通孔与每个第二调心轴承2-3-2连接,每个第二调心轴承2-3-2的下端均与每个气浮轴承2-3-3固定连接,第二调心轴承2-3-2用于调节机械臂支撑装置2的安装误差,气浮支撑套筒2-2-4的下端固定安装在底板2-3-1上。

[0020] 机械臂支撑装置2位于压环组件1-2的下方,空间机械臂A的一侧安装在压环组件1-2内,即空间机械臂A的臂杆二A7的两端分别安装在第一压环1-2-2内和第二压环1-2-3内,能够实现空间机械臂A的关节五A8、关节六A9、关节七A10的自由运动,空间机械臂A的臂杆一A5的一端安装在第三压环2-1内,能够实现空间机械臂A的关节一A2、关节二A3、关节三A4的自由运动。空间机械臂A的长度方向与机械臂固定装置1的长度方向垂直,如此设置,将空间机械臂A立向设置,从竖直方向上固定了空间机械臂A,能够保证空间机械臂A各关节的运动不受限制。末端靶标3和基座靶标4分别固定安装在空间机械臂A的两个末端,多个地脚1-3的底面与基座组件2-3的最下端底面位于同一平面内,即均在底座5的上表面上,如此设置,便于在测量时保证装置的水平,从而保证精度的准确性。基座靶标4的下表面要高于多个地脚1-3的底面与基座组件2-3的最下端底面,保证空间机械臂A的关节三A4在转动时底座5不会对其产生干涉。

[0021] 具体实施方式二:结合图1说明本实施方式,本实施方式所述一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,它还包括底座5,底座5为矩形,机械臂固定装置1和机械臂支撑装置2均安装在底座5的上表面上,即多个地脚1-3的底面与基座组件2-3的最下端底面均与底座5的上表面接触,若在精度测量过程中,机械臂固定装置1不会随着空间机械臂A的关节转动而移动,则可以直接将机械臂固定装置1放在底座5上面,无需固定,反之需要通过螺栓或螺钉固定到底座5上。机械臂支撑装置2放在底座5上即可,无需固定,机械臂支撑装置2在多个气浮轴承2-3-3的支撑作用下会随空间机械臂A在底座5上移动。机械臂固定装置1的长度方向与底座5的长度方向一致。底座5便于保证机械臂固定装置1的最下端底面与机械臂支撑装置2的最下端底面位于同一平面内。底座5为大理石平台,大理石平台精度稳定性好,随着使用时间的增加不容易变形,如果对精度要求不高,且短期使用,也可以使用铸铁平台。其它与具体实施方式一相同。

[0022] 具体实施方式三:结合图1说明本实施方式,本实施方式所述一种空间机械臂末端位姿精度测试装置,它还包括激光跟踪仪,激光跟踪仪安装在底座5的上表面上,空间机械臂A附近即可,本发明激光跟踪仪采用API公司的6D激光跟踪仪或LIECA公司的6D激光跟踪仪,其它与具体实施方式一或二相同。

[0023] 具体实施方式四:结合图4说明本实施方式,本实施方式所述一种空间机械臂末端

位姿精度测试装置,空间机械臂A为七自由度空间机械臂,空间机械臂A依次包括机械臂基座A1、关节一A2、关节二A3、关节三A4、臂杆一A5、关节四A6、臂杆二A7、关节五A8、关节六A9、关节七A10和机械臂末端A11,臂杆一A5的一端与臂杆二A7的一端通过关节四A6连接,臂杆一A5的另一端依次与关节三A4、关节二A3、关节一A2和机械臂基座A1连接,机械臂基座A1的一侧安装有基座靶标4;臂杆二A7的另一端依次与关节五A8、关节六A9、关节七A10和机械臂末端A11连接,机械臂末端A11的一侧安装有末端靶标3。关节一A2、关节二A3、关节三A4、关节四A6、关节五A8、关节六A9、关节七A10均为旋转运动关节。其它与具体实施方式一、二或三相同。

[0024] 具体实施方式五:结合图1-图4说明本实施方式,本实施方式所述一种空间机械臂末端位姿精度测试装置的使用方法,由于机械臂各关节实际运动角度与期望角度会存在偏差,进而导致机械臂末端实际位姿不能达到期望位姿。使用方法步骤如下:

[0025] S1、根据待测精度的空间机械臂A的重量,选择是否需要将机械臂固定装置1固定在底座5上,若需要固定,利用螺栓或螺钉将机械臂固定装置1固定在大理石底座5的上表面上;若无需固定,则将机械臂固定装置1放置在大理石底座5的上表面上即可;

[0026] S2、将空间机械臂A的臂杆一A5安装在机械臂支撑装置2的第三压环2-1内,通过调节机械臂支撑装置2的高度,使臂杆二A7能够正好安装在第一压环1-2-2和第二压环1-2-3内,将空间机械臂A完全固定。

[0027] S3、根据给定的空间机械臂A的期望位姿,采用机械臂逆运动学计算软件计算出空间机械臂A各关节的期望角度,采用机械臂控制系统控制空间机械臂A的关节一A2、关节二A3、关节三A4、关节四A6、关节五A8、关节六A9和关节七A10分别运动到期望的关节角度;

[0028] S4、采用激光跟踪仪标定基座靶标4相对机械臂基座A1坐标系的位姿;

[0029] S5、采用激光跟踪仪标定末端靶标3相对机械臂末端A11坐标系的位姿;

[0030] S6、采用激光跟踪仪测量末端靶标3相对基座靶标4的位姿;

[0031] S7、计算机械臂末端A11坐标系相对机械臂基座A1坐标系的位姿;

[0032] S8、将计算得到的机械臂末端A11坐标系相对机械臂基座A1坐标系的位姿与期望位姿进行比较,得到七自由度空间机械臂末端A11的位姿精度。

[0033] 其它与具体实施方式一、二、三或四相同。

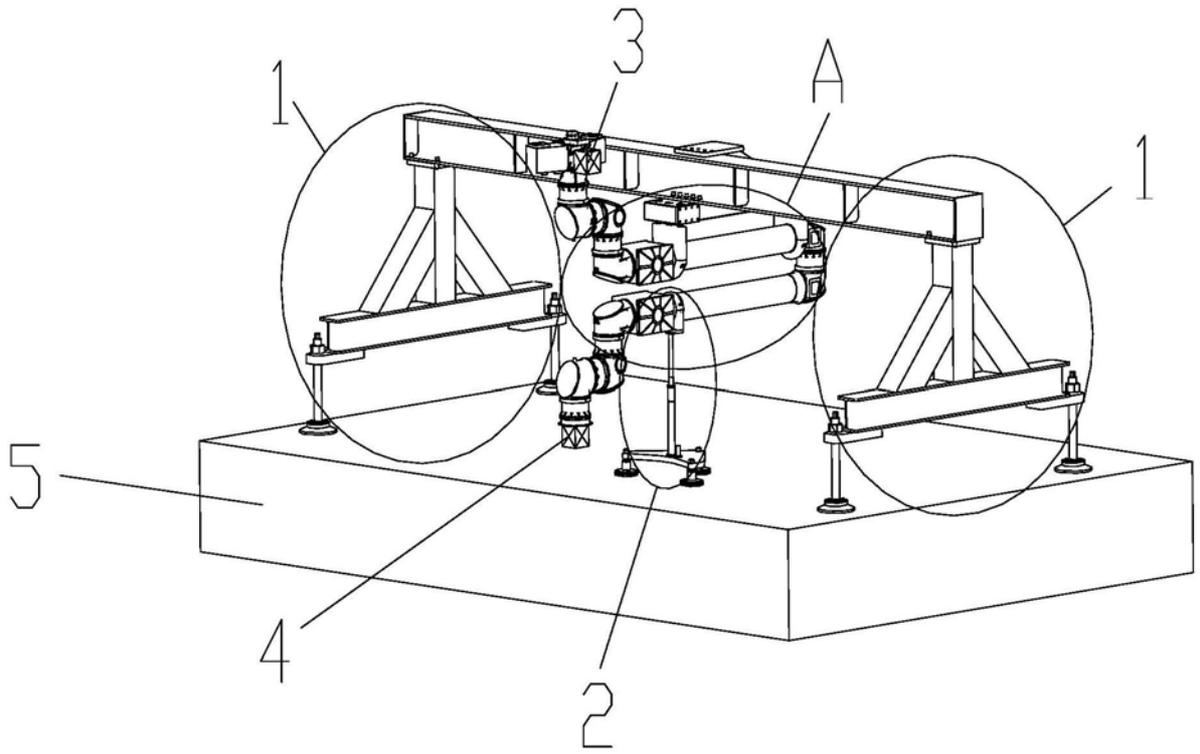


图1

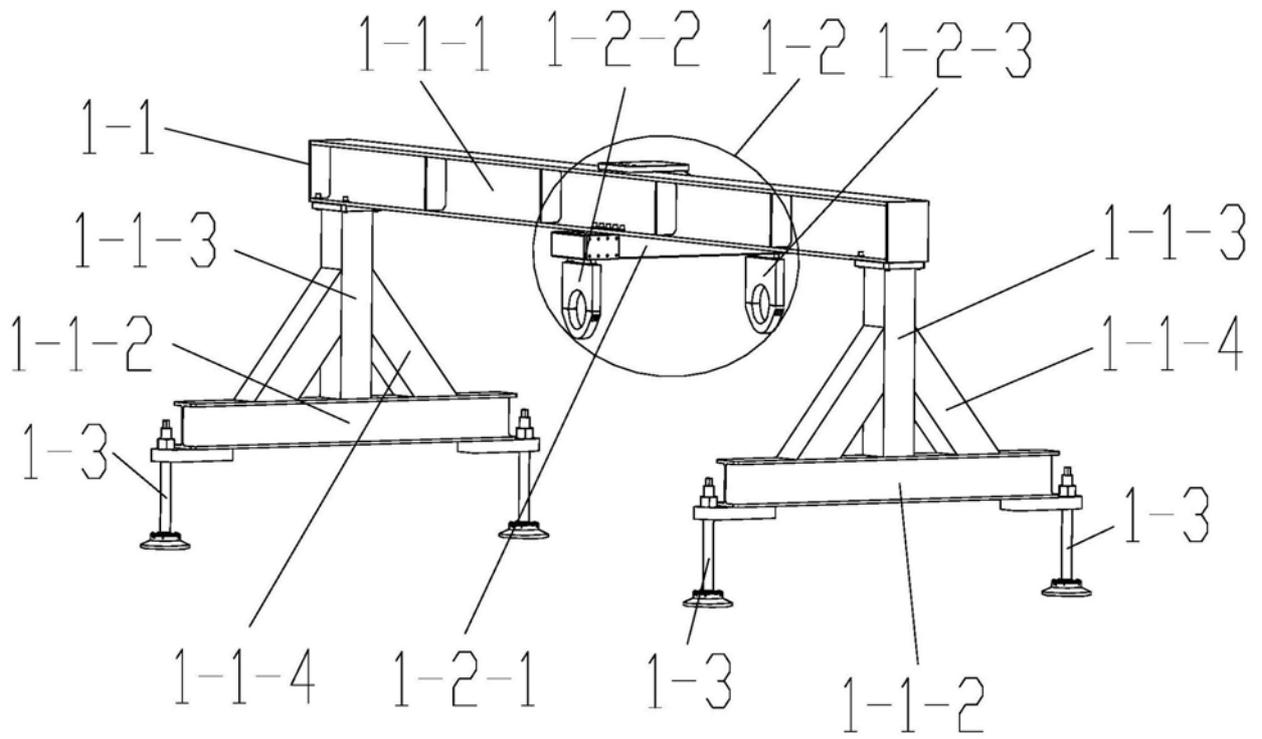


图2

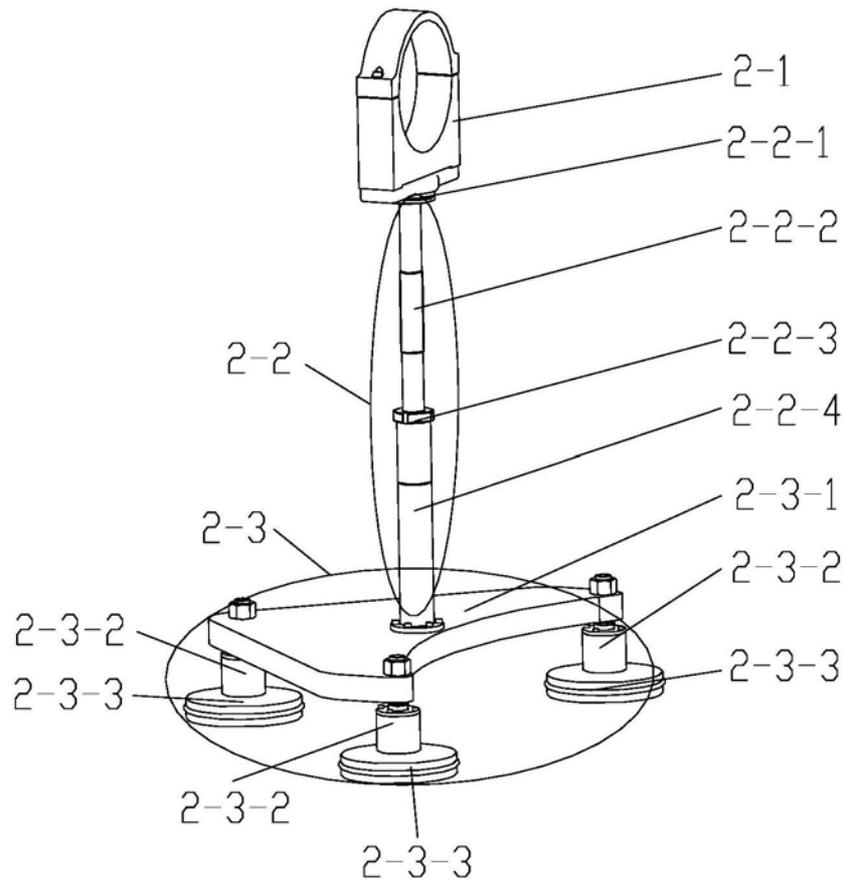


图3

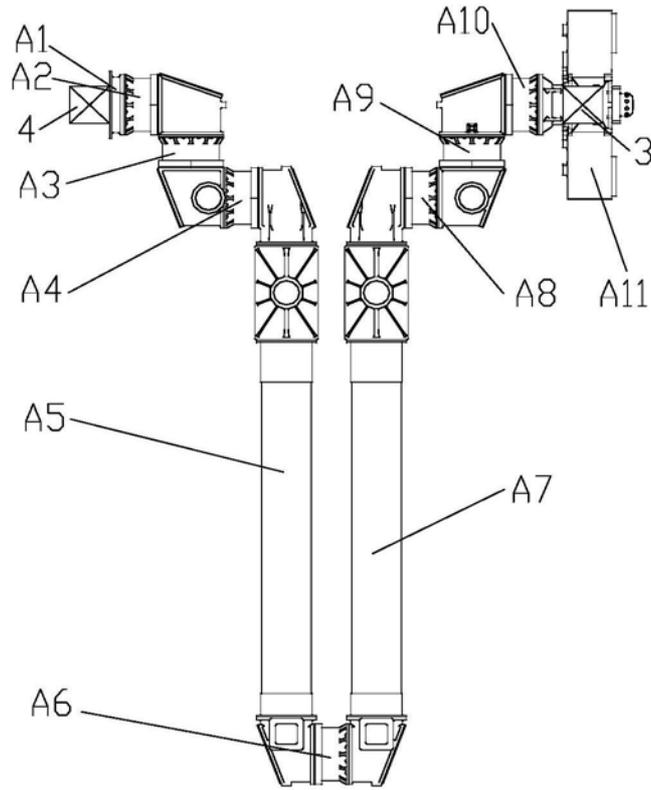


图4