



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109848907 B

(45)授权公告日 2020.07.03

(21)申请号 201811542805.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.12.17

B25B 27/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 叶腊梅

申请公布号 CN 109848907 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(73)专利权人 燕山大学

地址 066000 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 邱雪松 周玉林 郑旭 赵川

郑子东 刘毅 姚建涛 许允斗

余鹏 李林杰

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事务所(普通合伙) 11474

代理人 舒丽亚

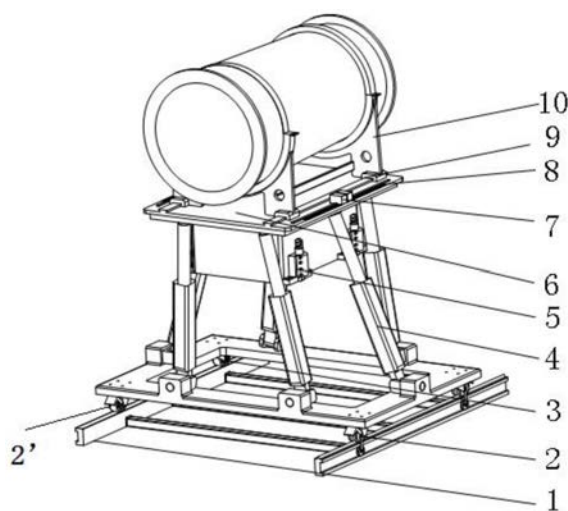
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

### (54)发明名称

一种基于气囊的大型工件柔性对接装置

### (57)摘要

本发明涉及一种基于气囊的工件柔性对接装置,其包括地面导轨、导轮、主动调姿机构、刚性支撑卸载装置、被动调姿机构、质心调整滑块、滑块移动导轨、支撑工艺环,刚性支撑卸载装置包括卸载支撑缸、卸载支撑杆及球形接触头,其中卸载支撑缸安装在主动调姿机构上箱体的外侧,卸载支撑杆可沿卸载支撑缸内部沿其往复移动,四个刚性支撑卸载装置结构相同、对称分布在上箱体外部两侧。本发明利用重力平衡及气囊被动柔顺运动原理,对工件调姿、施加平衡力后跟随工件运动,实现微重力环境下操作,操作难度更低、安全性、灵活性更高。



1. 一种基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:其包括地面导轨、导轮、主动调姿机构、多个刚性支撑卸载装置、被动调姿机构、质心调整滑块以及滑块移动导轨,

所述主动调姿机构借助于导轮安装在地面导轨上,所述主动调姿机构包括底座、多个调姿分支、球铰、上箱体和上翼板,所述调姿分支包括调姿支撑缸和调姿伸缩杆,调姿伸缩杆能够沿所述调姿支撑缸往复移动,所述底座通过虎克铰与调姿分支中的调姿支撑缸连接,调姿伸缩杆通过球铰与上箱体连接,两块上翼板分别设置在上箱体内部两侧,

多个刚性支撑卸载装置结构相同且对称分布在上箱体外部两侧,刚性支撑卸载装置包括卸载支撑缸、卸载支撑杆及球形接触头,所述卸载支撑缸安装在主动调姿机构上箱体的外侧,卸载支撑杆能够在卸载支撑缸内部进行往复移动,

所述被动调姿机构包括刚性工作平台模块以及调姿模块,所述刚性工作平台模块包括X向侧板、Y向侧板、下翼板和工作平台,X向侧板分别设置在Y向侧板之间,下翼板设置在Y向侧板的外部并与所述Y向侧板垂直设置,

所述调姿模块包括主承重气囊、辅助承重气囊、Y向第一调姿气囊、Y向第二调姿气囊、X向调姿气囊以及Z向调姿气囊,其中主承重气囊和辅助承重气囊均安装在工作平台下侧,X向调姿气囊安装在X向侧板的外侧,Y向第一调姿气囊垂直于下翼板安装在一个Y向侧板的外侧,Y向第二调姿气囊平行于Y向第一调姿气囊安装在另一个Y向侧板的外侧,所述Z向调姿气囊安装在下翼板的上表面,

所述质心调整滑块分布在对接工件两侧,质心调整滑块底端坐落在滑块移动导轨上并能沿滑块移动导轨做直线移动;所述滑块移动导轨安装在工作平台上;

所述X向侧板、Y向侧板以及下翼板均设置有两个,两个X向侧板和两个Y向侧板均相对设置,两个X向侧板分别设置在两个Y向侧板之间,两个下翼板分别设置在一个Y向侧板的外部并与所述Y向侧板垂直设置;

所述辅助承重气囊、X向调姿气囊、Y向第一调姿气囊、Y向第二调姿气囊以及Z向调姿气囊均设置有两个,

两个辅助承重气囊分别设置在所述主承重气囊的两侧,两个X向调姿气囊的一个侧面分别安装在一个X向侧板的外侧,两个Y向第一调姿气囊的一个侧面分别设置在下翼板的左右两侧,两个Y向第二调姿气囊的一个侧面分别设置在下翼板的上下两侧,两个Z向调姿气囊的一个侧面分别设置在两个下翼板的上表面。

2. 根据权利要求1所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:所述X向调姿气囊、Y向第一调姿气囊以及Y向第二调姿气囊的另一侧面分别与上箱体对应面接触,两个Z向调姿气囊的另一个侧面分别与一个上翼板的下表面接触。

3. 根据权利要求1所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:所述工作平台上设置有支撑工艺环,所述支撑工艺环的配置用于对对接工件进行固定,所述支撑工艺环通过导轨与工作平台相连接,所述支撑工艺环能沿导轨在工作平台上滑动。

4. 根据权利要求1所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:刚性支撑卸载装置设置为四个,所述调姿分支设置为六个。

5. 根据权利要求1所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:所述地面导轨的一侧的表面为平面,所述地面导轨另一侧的表面设置有V型凸起。

6. 根据权利要求5所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:所述地面导

轨表面为平面的一侧上部匹配的导轮为平面导轮,所述地面导轨表面为V型凸起的一侧上部匹配的导轮为带有V型凹槽的V型导轮。

7.根据权利要求1所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:所述地面导轨的两个侧面的外部设置有防侧翻导轮槽,所述主动调姿机构底部两侧借助于防侧翻导轮安装在防侧翻导轮槽内部。

8.根据权利要求1所述的基于气囊的大型工件柔性对接装置,其特征在于:所述对接工件的每侧分别设置有两块质心调整滑块,所述滑块移动导轨设置为两条,两条滑块移动导轨对称安装在工作平台两侧。

## 一种基于气囊的大型工件柔性对接装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于工件主、被动对接设备技术领域,特别涉及对接安装领域的一种基于气囊的大型工件柔性对接装置。

### 背景技术

[0002] 随着航天、军工的日益发展,对于火箭、导弹等舱段的工装需求不断增加。但由于这些设备普遍体型庞大,重量大,工装精度要求高,不允许较大的内应力出现,导致工装过程中,舱段对接操作十分困难。目前,传统的借助吊具手工装配的方法,虽然能够有效减小装配内应力,但效率低、劳动强度大,无法保证批量装配性能均一性。较先进的对接方式,一般采用主动柔顺与被动柔顺两种柔顺机构解决内应力较大问题,但普遍通过控制及算法实现,响应速度慢,可靠性不足,控制复杂,柔顺机构刚度保持不足,控制精度偏低。

[0003] 现有专利有的公开了混联的六自由度空间对接机构,包括自下而上的二维平移台、并联抬升机构和并联调整平台,二维移动平台提供X、Y方向上的移动自由度;所述的并联抬升机构为超静定结构,通过四条RPR支链实现Z方向的移动自由度,不仅增加机构的刚度和稳定性,而且能在一定程度上提高抬升的速度分辨率;所述的并联调整平台有沿X,Y,Z的旋转自由度,中间的球铰连接增加安装调整平台的承载能力,同时减轻其它四条驱动支链的负载。相比于传统的并联调整平台,该发明通过分层驱动策略将移动与转动完全解耦,但结构复杂、控制难度大、且不具备柔顺机构。这类对接平台在对接调姿阶段不具有可测性,机构布置复杂,要么承载能力差,要么柔顺能力差,且柔顺运动过程模糊。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种能够提高对接效率,缩短生产周期,增强可靠性和安全性,改善手动对接劳动强度大、所需人员多及现有自动化对接设备存在的对接精度不高、对接过程中有内挤压应力存在等问题的基于气囊的大型工件柔性对接装置。

[0005] 本发明提供一种基于气囊的大型工件柔性对接装置,其包括地面导轨、导轮、主动调姿机构、多个刚性支撑卸载装置、被动调姿机构、质心调整滑块以及滑块移动导轨,

[0006] 所述主动调姿机构借助于导轮安装在地面导轨上,所述主动调姿机构包括底座、多个调姿分支、球铰、上箱体和上翼板,所述调姿分支包括调姿支撑缸和调姿伸缩杆,调姿伸缩杆能够沿所述调姿支撑缸往复移动,所述底座通过虎克铰与调姿分支中的调姿支撑缸连接,调姿伸缩杆通过球铰与上箱体连接,两块上翼板分别设置在上箱体内部两侧,

[0007] 多个刚性支撑卸载装置结构相同且对称分布在上箱体外部两侧,刚性支撑卸载装置包括卸载支撑缸、卸载支撑杆及球形接触头,所述卸载支撑缸安装在主动调姿机构上箱体的外侧,卸载支撑杆能够在卸载支撑缸内部进行往复移动,

[0008] 所述被动调姿机构包括刚性工作平台模块以及调姿模块,所述刚性工作平台模块包括X向侧板、Y向侧板、下翼板和工作平台,X向侧板分别设置在Y向侧板之间,下翼板设置在Y向侧板的外部并与所述Y向侧板垂直设置,

[0009] 所述调姿模块包括主承重气囊、辅助承重气囊、Y向第一调姿气囊、Y向第二调姿气囊、X向调姿气囊以及Z向调姿气囊,其中主承重气囊和辅助承重气囊均安装在工作平台下侧,X向调姿气囊安装在X向侧板的外侧,Y向第一调姿气囊垂直于下翼板安装在一个Y向侧板的外侧,Y向第二调姿气囊平行于Y向第一调姿气囊安装在另一个Y向侧板的外侧,所述Z向调姿气囊安装在下翼板的上表面,

[0010] 所述质心调整滑块分布在对接工件两侧,质心调整滑块底端坐落在滑块移动导轨上并能沿滑块移动导轨做直线移动;所述滑块移动导轨安装在工作平台上。

[0011] 优选地,所述X向侧板、Y向侧板以及下翼板均设置有两个,两个X向侧板和两个Y向侧板均相对设置,两个X向侧板分别设置在两个Y向侧板之间,两个下翼板分别设置在一个Y向侧板的外部并与所述Y向侧板垂直设置。

[0012] 优选地,所述辅助承重气囊、X向调姿气囊、Y向第一调姿气囊、Y向第二调姿气囊以及Z向调姿气囊均设置有两个,

[0013] 两个辅助承重气囊分别设置在所述主承重气囊的两侧,两个X向调姿气囊的一个侧面分别安装在一个X向侧板的外侧,两个Y向第一调姿气囊的一个侧面分别设置在下翼板的左右两侧,两个Y向第二调姿气囊的一个侧面分别设置在下翼板的上下两侧,两个Z向调姿气囊的一个侧面分别设置在两个下翼板的上表面。

[0014] 优选地,所述X向调姿气囊、Y向第一调姿气囊以及Y向第二调姿气囊的另一侧面分别与上箱体对应面接触,两个Z向调姿气囊的另一个侧面分别与一个上翼板的下表面接触。

[0015] 优选地,所述工作平台上设置有支撑工艺环,所述支撑工艺环的配置用于对对接工件进行固定,所述支撑工艺环通过导轨与工作平台相连接,所述支撑工艺环能沿导轨在工作平台上滑动。

[0016] 优选地,刚性支撑卸载装置设置为四个,所述调姿分支设置为六个。

[0017] 优选地,所述地面导轨的一侧的表面为平面,所述地面导轨另一侧的表面设置有V型凸起。

[0018] 优选地,所述地面导轨表面为平面的一侧上部匹配的导轮为平面导轮,所述地面导轨表面为V型凸起的一侧上部匹配的导轮为带有V型凹槽的V型导轮。

[0019] 优选地,所述地面导轨的两个侧面的外部设置有防侧翻导轮槽,所述主动调姿机构底部两侧借助于防侧翻导轮安装在防侧翻导轮槽内部。

[0020] 优选地,所述对接工件的每侧分别设置有两块质心调整滑块,所述滑块移动导轨设置为两条,两条滑块移动导轨对称安装在工作平台两侧。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0022] ①本发明能够提高对接效率,缩短生产周期,增强可靠性和安全性,改善手动对接劳动强度大、所需人员多的缺点,提高对接精度,减少对接过程中的内挤压应力。

[0023] ②当本发明应用于筒节类工件对接时,根据筒节类工件的形状、尺寸调整两侧质心调整滑块在滑块移动导轨上的位置、并保持工件的水平,主动调姿机构完成主动与调姿、被动调姿机构实现被动自适应调姿,支撑工艺环沿移动导轨移动完成调姿对接过程。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明的立体示意简图;

[0025] 图2为地面导轨的示意简图；

[0026] 图3为主动调姿机构的示意简图；以及

[0027] 图4为被动调姿机构的示意简图。

[0028] 图中：1-地面导轨、2-V型导轮、2'-平面导轮、3-防侧翻导轮、4-主动调姿机构、5-刚性支撑卸载装置、6-刚性工作平台模块、7-质心调整滑块、8-滑块移动导轨、9-横向对接导轨、10-支撑工艺环、101-防侧翻导轮槽、102-V型导轨、103-平面导轨、401-底座、402-虎克铰、403-调姿支撑缸、404-调姿伸缩杆、405-上箱体、406-球铰、407-上翼板、601-辅助承重气囊、602-主承重气囊、603-Y向第一调姿气囊、604-Y向第二调姿气囊、605-X向调姿气囊、606-下翼板、607-Z向调姿气囊、608-工作平台、609-Y向侧板、610-X向侧板。

## 具体实施方式

[0029] 以下将参考附图详细说明本发明的示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面，但是除非特别指出，不必按比例绘制附图。

[0030] 如图1和图2所示，本发明提供一种基于气囊的大型工件柔性对接装置，其包括地面导轨1、导轮、主动调姿机构4、刚性支撑卸载装置5、被动调姿机构、质心调整滑块7、滑块移动导轨8以及支撑工艺环10。

[0031] 地面导轨1设置在地面上，地面导轨1的两侧外表面设置有防侧翻导轮槽101。防侧翻导轮槽101的配置用于容纳防侧翻导轮槽。导轮包括上表面具有V型凸起的V型导轨102和表面平整的平面导轨103。

[0032] 地面导轨1两侧导轨分别为表面有V型凸起的V型导轨102和表面平整的平面导轨103，在两侧导轨外侧分别设有大小、形状相同的防侧翻导轮槽101。

[0033] 主动调姿机构4通过安装在底板401两侧的V型导轮2和平面导轮2'分别与地面导轨的V型导轨102和平面导轨103相连接，地面导轨一侧的V型导轨102匹配V型导轮2，地面导轨另一侧的平面导轨103匹配平面导轮2'。

[0034] 主动调姿机构4通过两侧的防侧翻导轮3与地面导轨外侧的防侧翻导轮槽101相接触，防止发生侧翻。

[0035] 其中V型导轨102可限制主动调姿机构4沿地面导轨横向方向的移动及垂直于地面导轨平面的转动。防侧翻导轮3可限制主动调姿机构4绕地面导轨横向和纵向方向的转动。V型导轨102和防侧翻导轮3配合使用，限制主动调姿机构4绝大多数运动并且只保留沿导轨纵向方向的移动，从而实现工件沿导轨方向的远距离运输。

[0036] 如图3所示，主动调姿机构4包括底座401、多个调姿分支、球铰406、上箱体405和上翼板407。

[0037] 主动调姿机构4实现主动调姿功能的核心构件是六条结构及功能完全相同的调姿分支，调姿分支包括调姿支撑缸403和调姿伸缩杆404，其中，调姿支撑缸403通过虎克铰402与底座401相连，调姿伸缩杆404通过球铰406与上箱体405相连，六条调姿分支通过彼此之间的伸长或缩短实现对上箱体405空间六自由度位置和姿态的宏观主动调节，从而将工件位姿调整到测量仪器精度范围内的对接位姿，为后续被动柔顺调姿机构的功能实现提供保证。

[0038] 被动调姿机构包括刚性工作平台模块6以及调姿模块,如图4所示,其中刚性工作平台模块6由下翼板606、Y向侧板609、X向侧板610和工作平台608组成。

[0039] 刚性工作平台模块6包括两个结构相同的X向侧板610、两个结构相同的Y向侧板609、两个结构相同的下翼板606和工作平台,两个结构相同的X向侧板610和两个结构相同的Y向侧板609均分别相对设置,两个X向侧板610分别设置在两个Y向侧板609之间,两个X向侧板610和两个Y向侧板609共同构成一个长方体,Y向侧板609的长度大于X向侧板610的长度。两个下翼板606中的每一个分别设置在一个Y向侧板的外部并与该Y向侧板垂直设置。

[0040] 调姿模块包括主承重气囊602、辅助承重气囊601、Y向第一调姿气囊603、Y向第二调姿气囊604、X向调姿气囊605以及Z向调姿气囊607。

[0041] 其中主承重气囊602和辅助承重气囊601均安装在工作平台下侧,X向调姿气囊605安装在一个X向侧板的外侧,Y向第一调姿气囊603垂直于下翼板安装在一个Y向侧板的外侧,Y向第二调姿气囊604平行于Y向第一调姿气囊603并安装在另一个Y向侧板的外侧,Z向调姿气囊607安装在下翼板的上表面。

[0042] 辅助承重气囊601、X向调姿气囊605、Y向第一调姿气囊603、Y向第二调姿气囊604以及Z向调姿气囊607均设置有两个。

[0043] 两个辅助承重气囊601分别设置在主承重气囊602的两侧,主承重气囊602的每一侧均设置有一个辅助承重气囊601。

[0044] 两个X向调姿气囊605分别安装在一个X向侧板的外侧,每一个X向侧板的外侧均安装有一个X向调姿气囊605。两个Y向第一调姿气囊603分别设置在一个Y向侧板外侧的下翼板606的左右两侧,两个Y向第二调姿气囊604分别设置在另一个Y向侧板外侧的下翼板606的上下两侧,两个Z向调姿气囊607分别设置在两个下翼板606的上表面,每一个下翼板606的上表面均设置有一个Z向调姿气囊607。

[0045] 在被动柔顺调姿过程中,气囊通过一定的安装、布置方式完成相关调姿功能,其中主承重气囊602和两个辅助承重气囊601安装在工作平台下侧,且两个辅助承重气囊601安装在主承重气囊602的两侧,负责工件的承重,通过承重气囊的承载作用、将绝大部分载荷下载到刚性支撑主体上,从而保证柔顺位姿调节的灵敏性。

[0046] 两个X向调姿气囊605一侧分别安装在X向侧板610的外侧,两个X向调姿气囊605的另一侧与上箱体的X向两侧接触,通过利用两侧气囊受力被动压缩这一特性,实现工件受力后X向位置的被动柔顺调整,同时,两个X向调姿气囊605相互配合可实现工件受Y向力矩作用时的姿态调整。

[0047] 两个Y向第一调姿气囊603垂直于下翼板安装,且一侧安装在一个Y向侧板609的外侧并布置在下翼板606的左右两侧,两个Y向第二调姿气囊604平行于下翼板606安装,且一侧安装在另一个Y向侧板609的外侧并布置在下翼板606的上下两侧,Y向第二调姿气囊604的另一侧与上箱体相对应面接触,当工件在对接过程中受到Y向外力作用时,通过利用两侧气囊受力被动压缩这一特性,实现工件受力后Y向位置的被动柔顺调整,同时,Y向第一调姿气囊相互配合可实现工件受X向力矩作用时的姿态调整,Y向第二调姿气囊相互配合可实现工件受Z向力矩作用时的姿态调整。

[0048] 两个Z向调姿气囊607分别安装在两个下翼板606的上表面,且两个Z向调姿气囊607的上表面分别与上翼板的下表面接触,对接过程中,工件受到X向力矩时,两个Z向调姿

气囊钟的一个受力压缩、另一个舒展从而实现被动柔顺的姿态调整,被动调姿机构通过上述气囊的单独、组合作用实现工件对接过程中位置和姿态的被动调整。

[0049] 下面对本发明的原理进行说明:

[0050] 对接过程中工件的位置和姿态调整主要是在工作平台608上完成,对接工件固定在支撑工艺环10上,在支撑工件的同时也可防止对接过程中工件的X向转动和窜动;对接时支撑工艺环10与横向对接导轨9上的滑块相连接,通过沿导轨的移动实现对接过程的横向进给运动;由于工件沿横向对接导轨移动会造成工件质心相对于原平衡位置的偏移,所以在工件横向对接过程中质心调整滑块7通过在滑块移动导轨8上的反向实现对工件质心位置的调节、保证其位置相对于原平衡状态下位置不变。

[0051] 其中,X向调姿气囊605的配置通过利用两侧气囊受力被动压缩这一特性,实现工件受力后X向位置的被动柔顺调整,同时,两个X向调姿气囊605相互配合可实现工件受Y向力矩作用时的姿态调整。

[0052] 当工件在对接过程中受到Y向外力作用时,通过利用两侧Y向调姿气囊受力被动压缩这一特性,实现工件受力后Y向位置的被动柔顺调整,同时,Y向第一调姿气囊相互配合可实现工件受X向力矩作用时的姿态调整,Y向第二调姿气囊相互配合可实现工件受Z向力矩作用时的姿态调整。

[0053] 对接过程中,工件受到X向力矩时,两个Z向调姿气囊钟的一个受力压缩、另一个舒展从而实现被动柔顺的姿态调整,被动调姿机构通过上述气囊的单独、组合作用实现工件对接过程中位置和姿态的被动调整。

[0054] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0055] ①本发明能够提高对接效率,缩短生产周期,增强可靠性和安全性,改善手动对接劳动强度大、所需人员多的缺点,提高对接精度,减少对接过程中的内挤压应力。

[0056] ②当本发明应用于筒节类工件对接时,根据筒节类工件的形状、尺寸调整两侧质心调整滑块在滑块移动导轨上的位置、并保持工件的水平,主动调姿机构完成主动与调姿、被动调姿机构实现被动自适应调姿,支撑工艺环沿移动导轨移动完成调姿对接过程。

[0057] 最后应说明的是:以上所述的各实施例仅用于说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或全部技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。



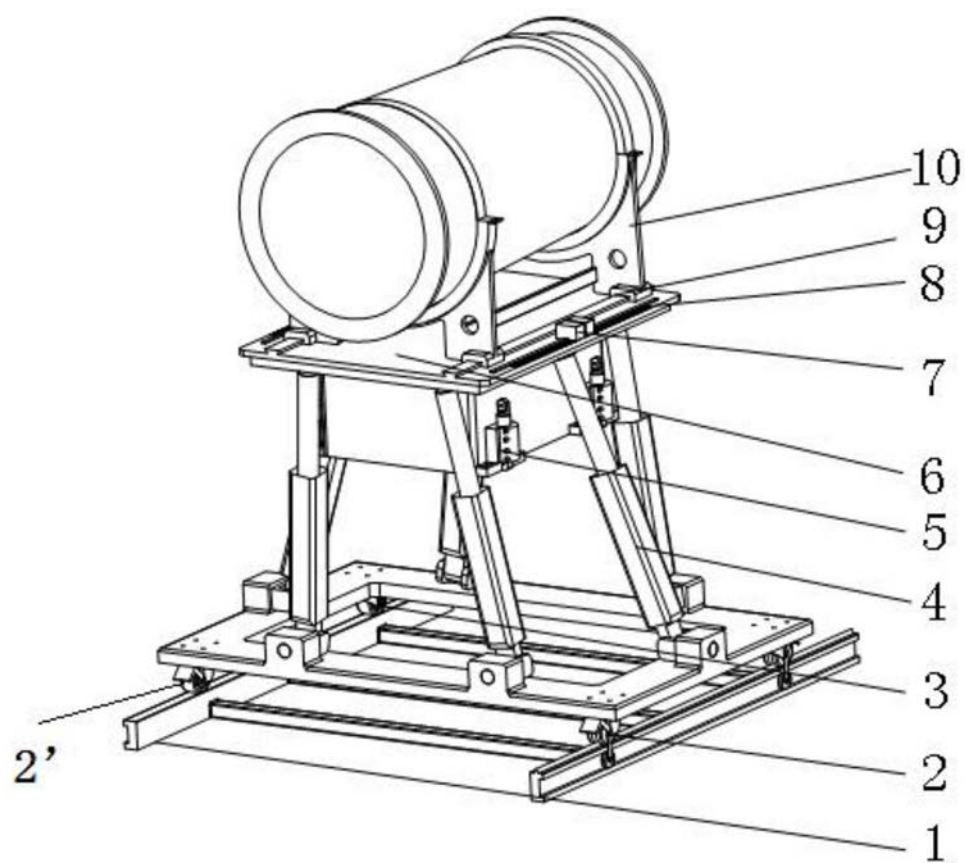


图1

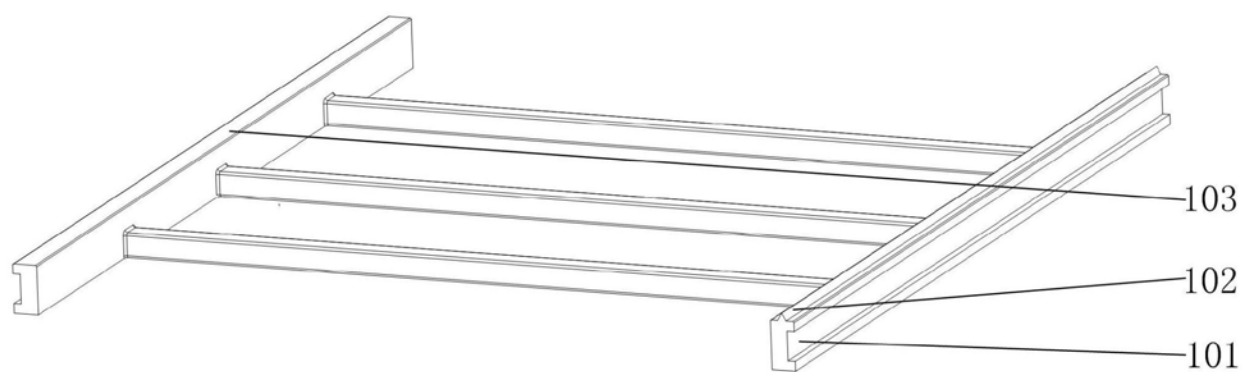


图2

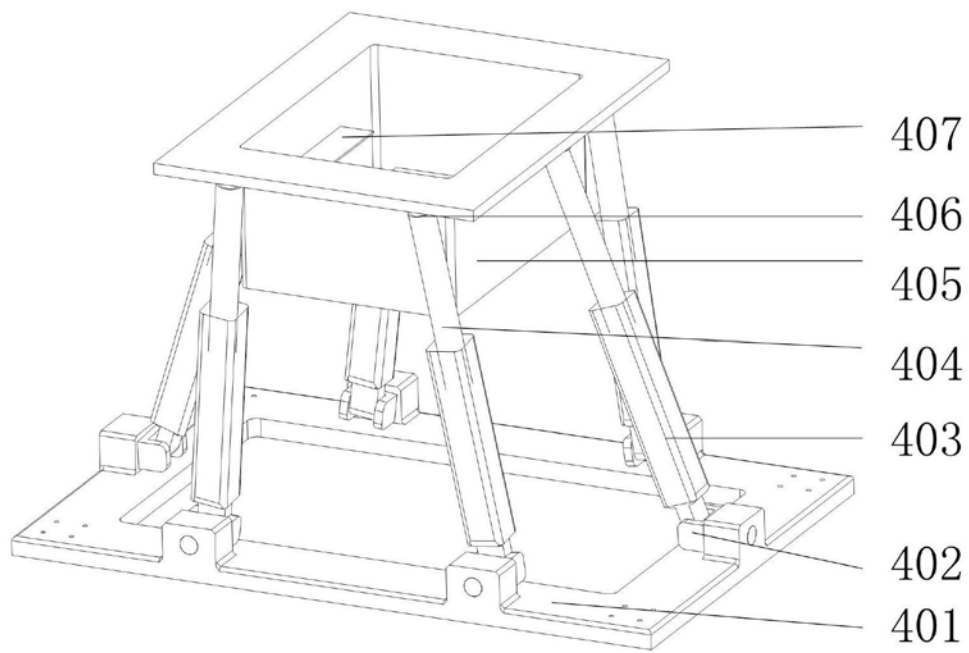


图3

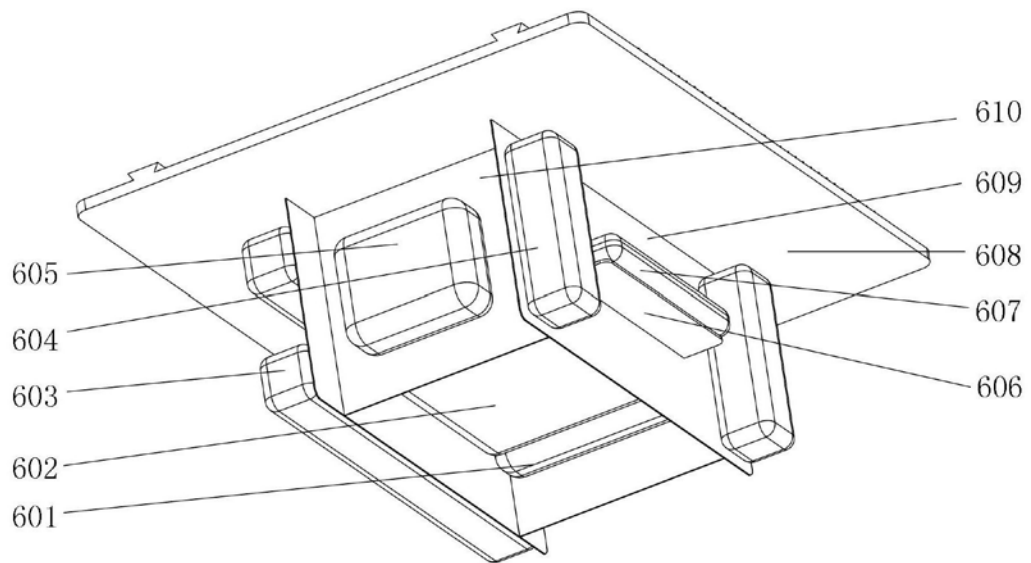


图4