(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105619049 A
(43)申请公布日 2016.06.01

(21)申请号 201610217882.6

(22)申请日 2016.04.08

(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 齐乃明 姚蔚然 霍明英 刘延芳 赵钧 孙启龙 曹世磊 刘永孛

(74)专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109
代理人 张利明

(51)Int.Cl.
B23P 19/00(2006.01)

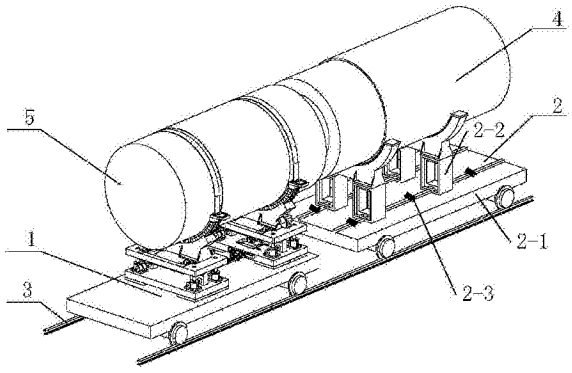
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

气浮式柔性装配对接系统

(57)摘要

气浮式柔性装配对接系统，涉及柔性装配技术领域。解决传统大型舱段式产品装配精度低、效率差及柔性差的问题。它包括主动装配对接车、被动装配对接车和轨道；所述的主动装配对接车和被动装配对接车沿同一条轨道滑动，被动装配对接车用于托举被动对接舱段，主动装配对接车用于托举主动对接舱段，并控制主动对接舱段沿轨道延展方向的对接移动、垂直于轨道延展方向移动、竖直方向上的垂直移动、偏航转动、俯仰转动和滚转转动，从而实现与被动装配对接车上所托举被动对接舱段的对接；主动装配对接车托举主动对接舱段的方式为气浮式。主要用于对大型舱段式产品进行精对接。



CN 105619049 A

1.气浮式柔性装配对接系统，其特征在于，它包括主动装配对接车(1)、被动装配对接车(2)和轨道(3)；

所述的主动装配对接车(1)和被动装配对接车(2)沿同一条轨道(3)滑动，

被动装配对接车(2)用于托举被动对接舱段(4)，

主动装配对接车(1)用于托举主动对接舱段(5)，并控制主动对接舱段(5)沿轨道(3)延展方向的对接移动、垂直于轨道(3)延展方向移动、竖直方向上的垂直移动、偏航转动、俯仰转动和滚转转动，从而实现与被动装配对接车(2)上所托举被动对接舱段(4)的对接；

主动装配对接车(1)托举主动对接舱段(5)的方式为气浮式。

2.根据权利要求1所述的气浮式柔性装配对接系统，其特征在于，所述的主动装配对接车(1)包括气浮平台轨道车(1-1)、后气浮托架(1-2)、后升降托架(1-3)、后产品托环(1-4)、对接导向轨(1-5)、前气浮托架(1-6)、前升降托架(1-7)和前产品托环(1-8)；

气浮平台轨道车(1-1)沿轨道(3)滑动，

气浮平台轨道车(1-1)的上表面为气浮平面，

后气浮托架(1-2)和前气浮托架(1-6)均通过气足(6)与气浮平面摩擦连接，

对接导向轨(1-5)固定在气浮平台轨道车(1-1)上，对接导向轨(1-5)与轨道(3)相对平行设置，前气浮托架(1-6)底部设有两个横向调整机构(7)，两个横向调整机构(7)分别设置在前气浮托架(1-6)的前侧、后侧，用于控制前气浮托架(1-6)在对接导向轨(1-5)的两侧左、右摆动，

前气浮托架(1-6)通过升降机构(8)支撑前升降托架(1-7)，前升降托架(1-7)通过托辊与前产品托环(1-8)滚动连接，前产品托环(1-8)用于固定主动对接舱段(5)的下底面前侧；

后气浮托架(1-2)通过升降机构(8)支撑后升降托架(1-3)，后升降托架(1-3)通过托辊与后产品托环(1-4)滚动连接，后产品托环(1-4)用于固定主动对接舱段(5)的下底面后侧。

3.根据权利要求1所述的气浮式柔性装配对接系统，其特征在于，所述的被动装配对接车(2)包括对接轨道车(2-1)、支撑机构(2-2)和限位机构(2-3)；

对接轨道车(2-1)的上表面设置有滑道，滑道方向与轨道(3)平行，滑道上设置有若干个限位机构(2-3)，支撑机构(2-2)通过滑道与对接轨道车(2-1)的上表面滑动连接，限位机构(2-3)用于限定支撑机构(2-2)的前后滑动的极限位置。

4.根据权利要求2所述的气浮式柔性装配对接系统，其特征在于，它还包括对接驱动机构，所述的对接驱动机构设置在前气浮托架(1-6)的上表面，对接驱动机构包括对接驱动电机(1-9)、横向移动板(1-10)、两条横向导向轨(1-11)、止推-回转轴承(1-12)和转轮(1-13)；

两条横向导向轨(1-11)固定在前气浮托架(1-6)上表面横向导向轨(1-11)的延展方向与轨道(3)的延展方向垂直，两条横向导向轨(1-11)上方共同设置一个横向移动板(1-10)，且横向移动板(1-10)沿两条横向导向轨(1-11)滑动，横向移动板(1-10)与止推-回转轴承(1-12)的一端转动连接，止推-回转轴承(1-12)的另一端与对接驱动电机(1-9)垂直固定连接，

对接驱动电机(1-9)的转动输出轴通过皮带带动转轮(1-13)的转轴转动，转轮(1-13)与对接导向轨(1-5)滑动连接。

5.根据权利要求2或4所述的气浮式柔性装配对接系统，其特征在于，所述的横向调整

机构(7)包括横向驱动电机(7-1)、两个弹簧滚轮(7-2)、横向丝母(7-3)和横向滚珠丝杆(7-4)；

横向滚珠丝杆(7-4)通过固定支架与前气浮托架(1-6)固定连接，

横向驱动电机(7-1)的输出轴与横向滚珠丝杆(7-4)的一端转动连接，横向滚珠丝杆(7-4)上的螺纹与横向丝母(7-3)上的螺纹啮合，

横向丝母(7-3)的左、右两侧均通过弹性机构固定弹簧滚轮(7-2)，两个弹簧滚轮(7-2)分别位于对接导向轨(1-5)的两侧，且与对接导向轨(1-5)滑动连接。

气浮式柔性装配对接系统

技术领域

[0001] 本发明涉及柔性装配技术领域。

背景技术

[0002] 目前，对于大型舱段式产品，大量采用的装配方法主要是人工装配，自动化和柔性化水平较低，装配技术仍然依靠工艺人员的工程经验和繁重的机械设备，整个操作过程过于受限于工作人员的个体技能水平。如果产品的装配精度要求较高，传统装配方法难以胜任。未解决这一问题，国外一些先进产品在装配中所使用的方法是高精度六自由度装配对接系统，但是这种方法对机械加工的精度要求较高，但是柔性差，所以成本高且难度大。

发明内容

[0003] 本发明是为了解决传统大型舱段式产品装配精度低、效率差及柔性差的问题，本发明提供了一种气浮式柔性装配对接系统。

[0004] 气浮式柔性装配对接系统，它包括主动装配对接车、被动装配对接车和轨道；

[0005] 所述的主动装配对接车和被动装配对接车沿同一条轨道滑动，

[0006] 被动装配对接车用于托举被动对接舱段，

[0007] 主动装配对接车用于托举主动对接舱段，并控制主动对接舱段沿轨道延展方向的对接移动、垂直于轨道延展方向移动、竖直方向上的垂直移动、偏航转动、俯仰转动和滚转转动，从而实现与被动装配对接车上所托举被动对接舱段的对接；

[0008] 主动装配对接车托举主动对接舱段的方式为气浮式。

[0009] 所述的主动装配对接车包括气浮平台轨道车、后气浮托架、后升降托架、后产品托环、对接导向轨、前气浮托架、前升降托架和前产品托环；

[0010] 气浮平台轨道车沿轨道滑动，

[0011] 气浮平台轨道车的上表面为气浮平面，

[0012] 后气浮托架和前气浮托架均通过气足与气浮平面摩擦连接，

[0013] 对接导向轨固定在气浮平台轨道车上，对接导向轨与轨道相对平行设置，前气浮托架底部设有两个横向调整机构，两个横向调整机构分别设置在前气浮托架的前侧、后侧，用于控制前气浮托架在对接导向轨的两侧左、右摆动，

[0014] 前气浮托架通过升降机构支撑前升降托架，前升降托架通过托辊与前产品托环滚动连接，前产品托环用于固定主动对接舱段的下底面前侧；

[0015] 后气浮托架通过升降机构支撑后升降托架，后升降托架通过托辊与后产品托环滚动连接，后产品托环用于固定主动对接舱段的下底面后侧。

[0016] 所述的被动装配对接车包括对接轨道车、支撑机构和限位机构；

[0017] 对接轨道车的上表面设置有滑道，滑道方向与轨道平行，滑道上设置有若干个限位机构，支撑机构通过滑道与对接轨道车的上表面滑动连接，限位机构用于限定支撑机构的前后滑动的极限位置。

[0018] 所述的气浮式柔性装配对接系统，它还包括对接驱动机构，所述的对接驱动机构设置在前气浮托架的上表面，对接驱动机构包括对接驱动电机、横向移动板、两条横向导向轨、止推-回转轴承和转轮；

[0019] 两条横向导向轨固定在前气浮托架上表面横向导向轨的延展方向与轨道的延展方向垂直，两条横向导向轨上方共同设置一个横向移动板，且横向移动板沿两条横向导向轨滑动，横向移动板与止推-回转轴承的一端转动连接，止推-回转轴承的另一端与对接驱动电机垂直固定连接，

[0020] 对接驱动电机的转动输出轴通过皮带带动转轮的转轴转动，转轮与对接导向轨滑动连接。

[0021] 所述的横向调整机构包括横向驱动电机、两个弹簧滚轮、横向丝母和横向滚珠丝杆；

[0022] 横向滚珠丝杆通过固定支架与前气浮托架固定连接，

[0023] 横向驱动电机的输出轴与横向滚珠丝杆的一端转动连接，横向滚珠丝杆上的螺纹与横向丝母上的螺纹啮合，

[0024] 横向丝母的左、右两侧均通过弹性机构固定弹簧滚轮，两个弹簧滚轮分别位于对接导向轨的两侧，且与对接导向轨滑动连接。

[0025] 基于一套气浮式柔性装配对接机构完成两个及以上非标准产品组件装配的技术，进而提高产品的装配效率及装配质量。

[0026] 在本发明所述的气浮式柔性装配对接系统中，所述主动装配对接车和所述被动装配对接车停放在所述轨道上，分别用来支撑所述主动对接舱段和所述被动对接舱段，推动两套轨道车沿所述轨道靠近可以实现两舱段的粗对接。完成粗对接后，所述被动对接舱段及所述被动装配对接车固定不再移动，所述主动对接舱段依靠所述主动装配对接车具备的六自由度调整能力实现与所述被动对接舱段的精确对接。所述主动装配对接车的六自由度的位置、姿态调整机构相互解耦，确保各方向的调整精度相互不受干扰。

[0027] 所述主动装配对接车最下方为所述气浮平台轨道车，其上表面为气浮表面，用来支撑所述前、后气浮托架，而两套气浮托架托举所述主动对接舱段，这样就实现了所述主动对接舱段的对接移动、横向移动、偏航转动三个自由度的零摩擦运动状态，这样最大程度地减小了这三个自由度所需的调整力。

[0028] 对接移动的驱动基于所述对接驱动机构，采用齿轮齿条传动模式，保证对接运动的平稳和精确。

[0029] 横向移动、偏航转动基于两套所述横向调整机构，基于滚珠丝杆传动模式，机构与所述导向轨之间接触基于所述弹簧滚轮，确保横向调整的柔顺性，避免因调整误差损坏产品。

[0030] 垂直移动、俯仰转动调整基于两套所述气浮托架上方的所述升降机驱动所述前、后升降托架完成，两套托架同向运动可实现垂直移动，反向运动可实现俯仰转动。所述前、后升降平台上方的所述前、后托环滚架与平台之间有托辊，为舱段的俯仰提供了自由度。

[0031] 所述前、后升降托架以托辊方式支撑所述前、后产品托环使其可以自由滚转，滚转转动调整基于所述滚转滚珠丝杆驱动前产品托环转动实现。

[0032] 本发明带来的有益效果在于，本发明所提供了一种基于气体润滑技术气浮式柔性

装配对接系统，针对工业生产中的大型非标准产品组件装配，相对于现有方法提高了装配精度和装配柔性的同时加快了装配速度。气浮式柔性装配对接机构的六自由度位置、姿态调整采用解耦方式，考虑到舱段产品作为细长结构在各个方向的调整精度要求不同，解耦方式避免了各个自由度的误差耦合造成的对整体调整精度的影响。主动舱段的支撑结合了气浮支撑技术，实现了其在平面上的三个自由度运动的微摩擦状态，最大限度的减小了这三个自由度调整所需的驱动力，从而提高相应的控制精度。在横向运动及偏航转动的调整中加入弹簧滚轮，确保了调整过程的柔顺性，避免因调整误差损坏产品。

附图说明

[0033] 图1为本发明所述的气浮式柔性装配对接系统的整体的结构示意图；其中，附图标记4表示被动对接舱段，附图标记5表示主动对接舱段；

[0034] 图2为具体实施方式二中主动装配对接车的结构示意图；

[0035] 图3为具体实施方式四中对接驱动电机、横向移动板、两条横向导向轨、止推-回转轴承和转轮的相对位置关系图；

[0036] 图4为具体实施方式五中横向调整机构的结构示意图；

[0037] 图5为前气浮托架的结构示意图；

[0038] 图6为后气浮托架的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 具体实施方式一：参见图1说明本实施方式，本实施方式所述的气浮式柔性装配对接系统，它包括主动装配对接车1、被动装配对接车2和轨道3；

[0040] 所述的主动装配对接车1和被动装配对接车2沿同一条轨道3滑动，

[0041] 被动装配对接车2用于托举被动对接舱段4，

[0042] 主动装配对接车1用于托举主动对接舱段5，并控制主动对接舱段5沿轨道3延展方向的对接移动、垂直于轨道3延展方向移动、竖直方向上的垂直移动、偏航转动、俯仰转动和滚转转动，从而实现与被动装配对接车2上所托举被动对接舱段4的对接；

[0043] 主动装配对接车1托举主动对接舱段5的方式为气浮式。

[0044] 本实施方式，产品舱段的粗对接的过程中：将主动装配对接车1支撑主动对接舱段5，被动装配对接车2支撑被动对接舱段4，且主动装配对接车1和被动装配对接车2停放在轨道3上，固定被动装配对接车2，将主动装配对接车1移动至靠近被动装配对接车2，主动装配对接车1通过调整主动对接舱段5的位姿完成主、被动对接舱段的对接。

[0045] 产品舱段的精对接：包括对接移动、横向移动、垂直移动、偏航转动、俯仰转动、滚转转动六个自由度的位置、姿态调整。

[0046] 主动装配对接车1托举主动对接舱段5的方式为气浮式，气浮式的托举方式摩擦力小，实现主动对接舱段5的微摩擦运动，减弱了主、被动对接舱段的刚性对接，使主动对接舱段5的一端与被动对接舱段4的一端对接的过程中，减少刚性的碰撞，增强了对接的柔性，提高了装配的精度和装配效率。

[0047] 气浮式支撑技术主要用来实现产品的主动装配部分的水平面无摩擦移动。这样，产品在对接过程就具备了自找正能力，保证装配过程中水平面上的柔顺性，从而实现了装

配系统的柔性适应能力。另外，气浮支撑使得机构调整所需要的驱动力大大减小，进而可以提高控制精度，这也是提高装配质量的保证。

[0048] 具体实施方式二：参见图2、图5和图6说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式一所述的气浮式柔性装配对接系统的区别在于，所述的主动装配对接车1包括气浮平台轨道车1-1、后气浮托架1-2、后升降托架1-3、后产品托环1-4、对接导向轨1-5、前气浮托架1-6、前升降托架1-7和前产品托环1-8；

[0049] 气浮平台轨道车1-1沿轨道3滑动，

[0050] 气浮平台轨道车1-1的上表面为气浮平面，

[0051] 后气浮托架1-2和前气浮托架1-6均通过气足6与气浮平面摩擦连接，

[0052] 对接导向轨1-5固定在气浮平台轨道车1-1上，对接导向轨1-5与轨道3相对平行设置，前气浮托架1-6底部设有两个横向调整机构7，两个横向调整机构7分别设置在前气浮托架1-6的前侧、后侧，用于控制前气浮托架1-6在对接导向轨1-5的两侧左、右摆动，

[0053] 前气浮托架1-6通过升降机构8支撑前升降托架1-7，前升降托架1-7通过托辊与前产品托环1-8滚动连接，前产品托环1-8用于固定主动对接舱段5的下底面前侧；

[0054] 后气浮托架1-2通过升降机构8支撑后升降托架1-3，后升降托架1-3通过托辊与后产品托环1-4滚动连接，后产品托环1-4用于固定主动对接舱段5的下底面后侧。

[0055] 本实施方式，在使用的过程中，可推动前产品托环1-8，使前产品托环1-8通过托辊相对于前升降托架1-7转动，从而带动整个主动对接舱段5的转动。

[0056] 通过两个横向调整机构7控制前气浮托架1-6在对接导向轨1-5的两侧左、右摆动，且后气浮托架1-2和前气浮托架1-6均通过气足6与气浮平面摩擦连接，摩擦阻力小，能实现后气浮托架1-2和前气浮托架1-6的微运动，从而带动主动对接舱段5的微运动，提高对接精度。

[0057] 当前气浮托架1-6上的升降机构8与后气浮托架1-2上的升降机构8中的电机同向转动时，实现主动对接舱段5在竖直方向上的垂直运动，当前气浮托架1-6上的升降机构8与后气浮托架1-2上的升降机构8中的电机反向转动时，实现主动对接舱段5的俯仰控制。

[0058] 升降机构8均可通过现有技术实现。

[0059] 具体实施方式三：参见图1说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式一所述的气浮式柔性装配对接系统的区别在于，所述的被动装配对接车2包括对接轨道车2-1、支撑机构2-2和限位机构2-3；

[0060] 对接轨道车2-1的上表面设置有滑道，滑道方向与轨道3平行，滑道上设置有若干个限位机构2-3，支撑机构2-2通过滑道与对接轨道车2-1的上表面滑动连接，限位机构2-3用于限定支撑机构2-2的前后滑动的极限位置。

[0061] 本实施方式中，当被动对接舱段4固定在对接轨道车2-1上的支撑机构2-2之后，通过限位机构2-3对支撑机构2-2进行限位，减少支撑机构2-2在对接轨道车2-1上发生移动，增强稳定性及固定效果。

[0062] 具体实施方式四：参见图3说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式二所述的气浮式柔性装配对接系统的区别在于，它还包括对接驱动机构，所述的对接驱动机构设置在前气浮托架1-6的上表面，对接驱动机构包括对接驱动电机1-9、横向移动板1-10、两条横向导向轨1-11、止推-回转轴承1-12和转轮1-13；

[0063] 两条横向导向轨1-11固定在前气浮托架1-6上表面横向导向轨1-11的延展方向与轨道3的延展方向垂直，两条横向导向轨1-11上方共同设置一个横向移动板1-10，且横向移动板1-10沿两条横向导向轨1-11滑动，横向移动板1-10与止推-回转轴承1-12的一端转动连接，止推-回转轴承1-12的另一端与对接驱动电机1-9垂直固定连接，

[0064] 对接驱动电机1-9的转动输出轴通过皮带带动转轮1-13的转轴转动，转轮1-13与对接导向轨1-5滑动连接。

[0065] 本实施方式中，当对接驱动电机1-9工作时，可驱动转轮1-13沿对接导向轨1-5的延展方向运动，实现对接移动。

[0066] 当两个横向调整机构7控制前气浮托架1-6在对接导向轨1-5的两侧左、右摆动时，转轮1-13相对于对接导向轨1-5静止，两条横向导向轨1-11相对于对接驱动电机1-9、横向移动板1-10、两条横向导向轨1-11、止推-回转轴承1-12及转轮1-13运动，

[0067] 具体实施方式五：参见图4说明本实施方式，本实施方式与具体实施方式二或四所述的气浮式柔性装配对接系统的区别在于，所述的横向调整机构7包括横向驱动电机7-1、两个弹簧滚轮7-2、横向丝母7-3和横向滚珠丝杆7-4；

[0068] 横向滚珠丝杆7-4通过固定支架与前气浮托架1-6固定连接，

[0069] 横向驱动电机7-1的输出轴与横向滚珠丝杆7-4的一端转动连接，横向滚珠丝杆7-4上的螺纹与横向丝母7-3上的螺纹啮合，

[0070] 横向丝母7-3的左、右两侧均通过弹性机构固定弹簧滚轮7-2，两个弹簧滚轮7-2分别位于对接导向轨1-5的两侧，且与对接导向轨1-5滑动连接。

[0071] 本实施方式，当两个横向调整机构7中的横向驱动电机7-1反向转动时，使得每个横向调整机构7中的横向滚珠丝杆7-4相对于横向丝母7-3的运动方向不同，使前气浮托架1-6在对接导向轨1-5的两侧左、右摆动，此时转轮1-13相对于对接导向轨1-5静止，两条横向导向轨1-11相对于对接驱动电机1-9、横向移动板1-10、两条横向导向轨1-11、止推-回转轴承1-12及转轮1-13运动。

[0072] 当每个横向调整机构7中的横向驱动电机7-1输出转轴的转向相同时，前气浮托架1-6在垂直于接导向轨1-5延展方向上移动即：对接导向轨1-5的横向，此时转轮1-13相对于对接导向轨1-5静止，两条横向导向轨1-11相对于对接驱动电机1-9、横向移动板1-10、两条横向导向轨1-11、止推-回转轴承1-12及转轮1-13运动。

[0073] 在使用过程中：

[0074] 产品舱段的粗对接：将主动装配对接车2支撑主动对接舱段1和被动装配对接车5支撑被动对接舱段4停放在轨道3上，固定被动装配对接车5，将主动装配对接车2移动和靠近主动装配对接车，完成舱段的粗对接。

[0075] 产品舱段的精对接：包括对接移动、横向移动、垂直移动、偏航转动、俯仰转动、滚转转动六个自由度的位置、姿态调整。

[0076] 对接移动的驱动基于对接驱动机构，采用齿轮齿条传动模式，保证对接运动的平稳和精确。对接驱动电机1-9的转动输出轴通过皮带带动转轮1-13的转轴转动，转轮1-13与对接导向轨1-5滑动连接，从而驱动主动对接舱段相对于气浮平台轨道车延对接方向前后移动。通过横向移动板1-10延两条横向导向轨1-11的横向移动自由度，和对接驱动电机1-9相对止推-回转轴承1-12的回转自由度保证对接驱动电机1-9与前气浮托架1-6的相对运动

能力。

[0077] 横向移动、偏航转动基于两套横向调整机构7。横向调整机构7驱动横向滚珠丝杆7-4带动横向丝母7-3，从而通过两个弹簧滚轮7-2推动对接导向轨1-5。两套横向调整机构7同向运动可带动主动对接舱段横向移动，反向运动可带动主动对接舱段偏航转动。

[0078] 垂直移动、俯仰转动调整基于前气浮托架1-6和后气浮托架1-2上的升降机构8实现。当两套升降机构8中电机同向运动驱动主动对接舱段的垂直移动，反向运动驱动主动对接舱段的俯仰转动。

[0079] 前升降托架和后升降托架提供主动对接舱段5的俯仰自由度。

[0080] 滚转转动调整基于与前产品托环1-8移动，带动主动对接舱5滚转转动。

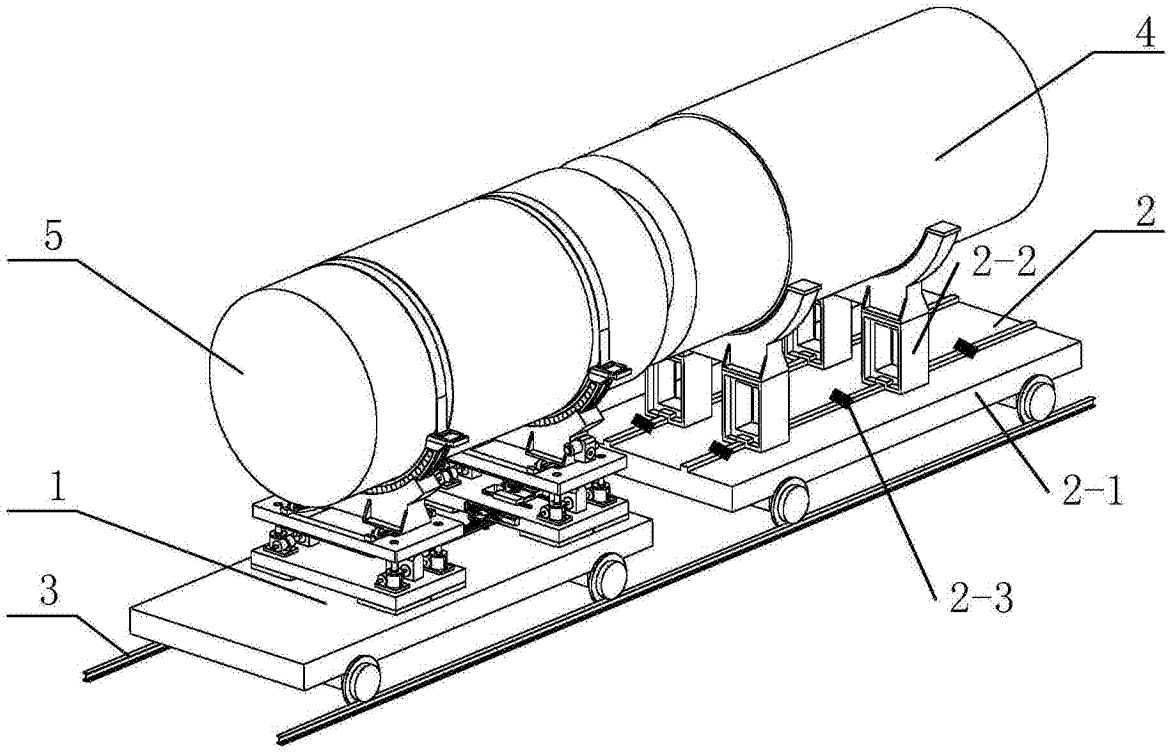


图1

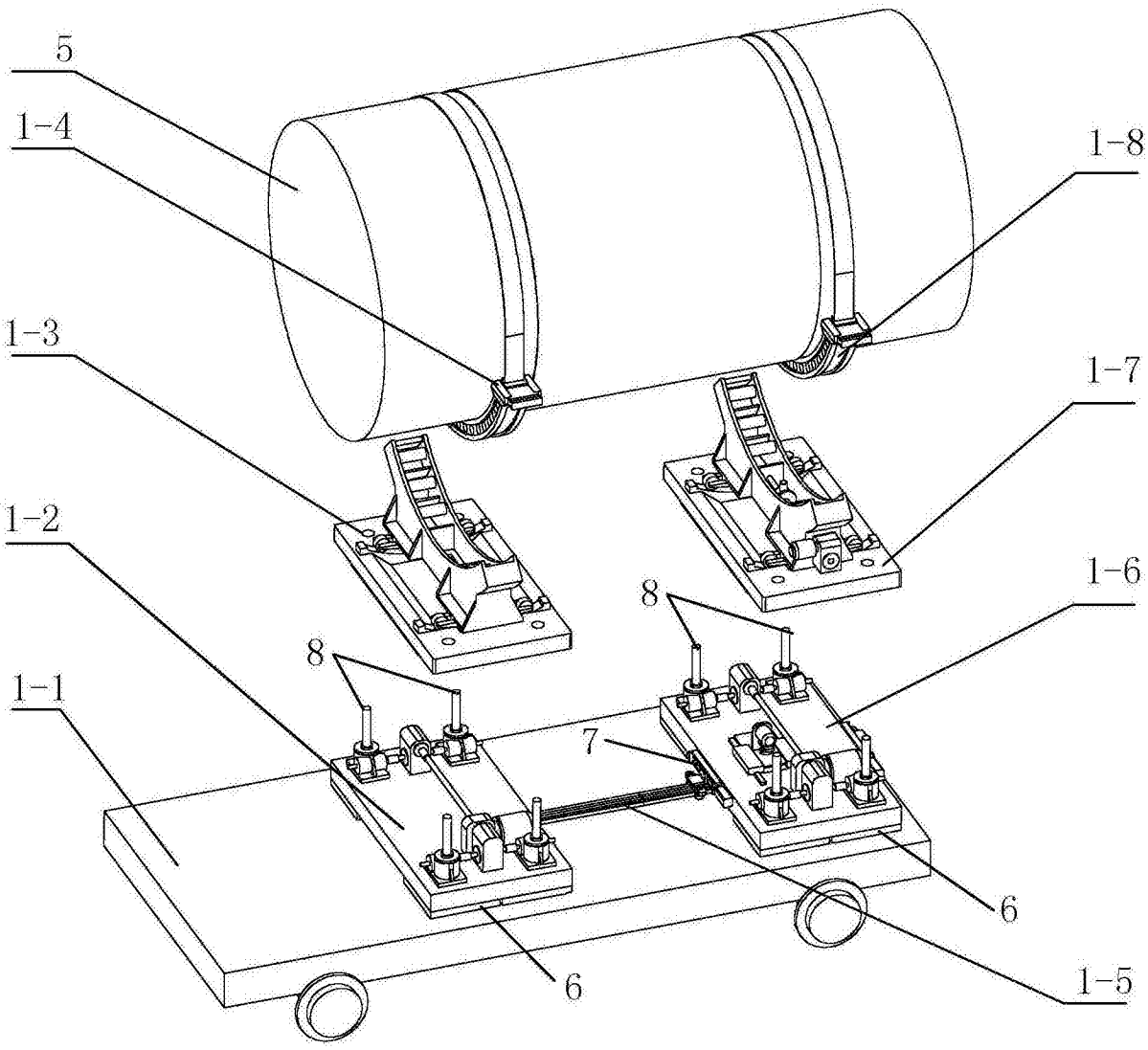


图2

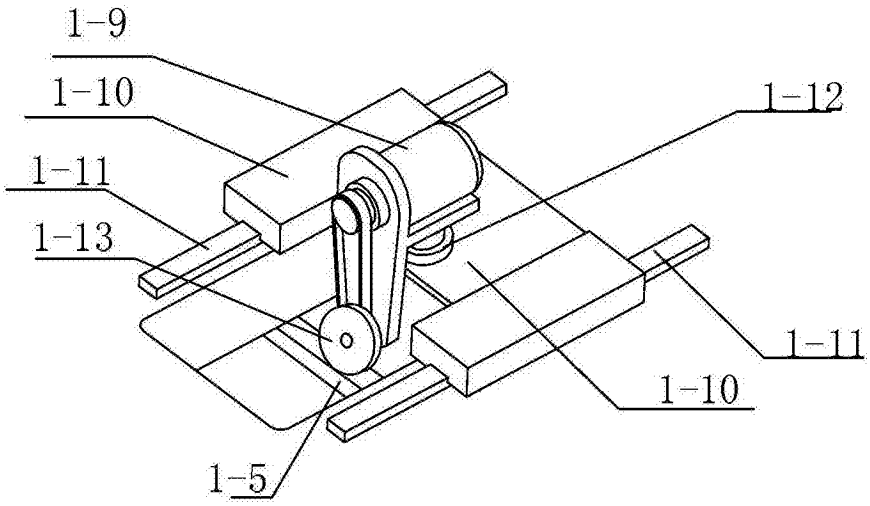


图3

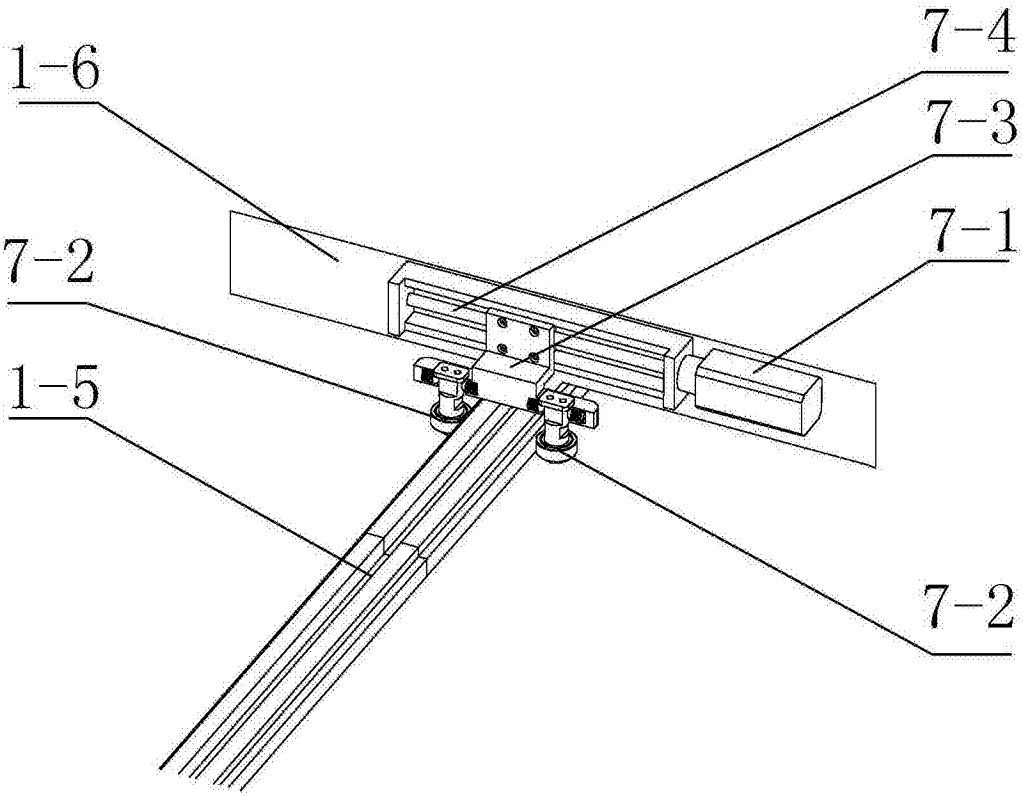


图4

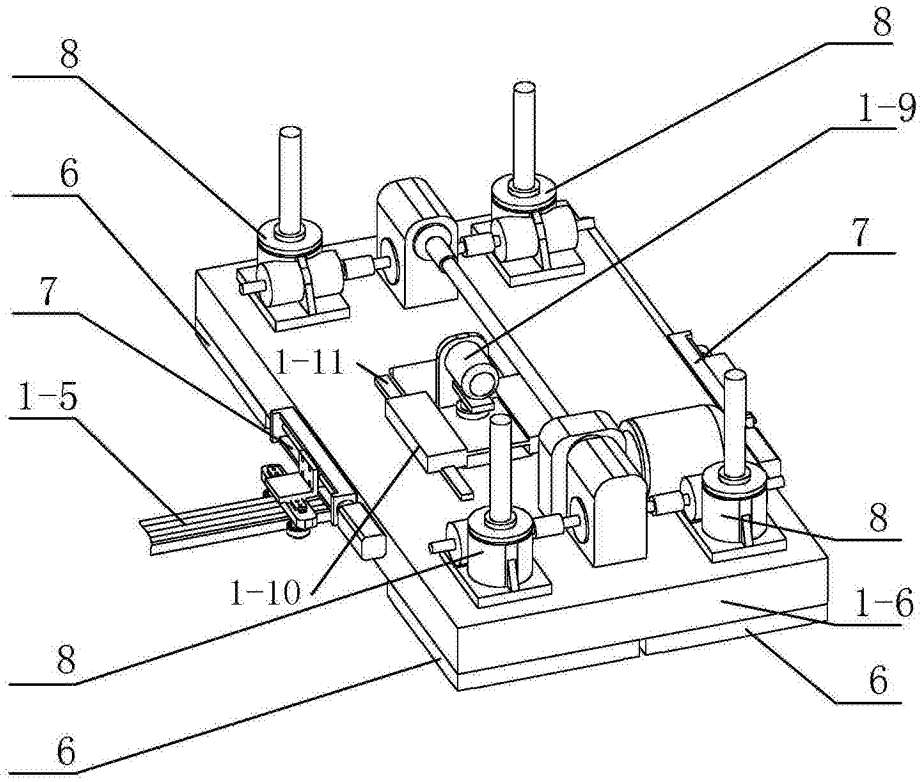


图5

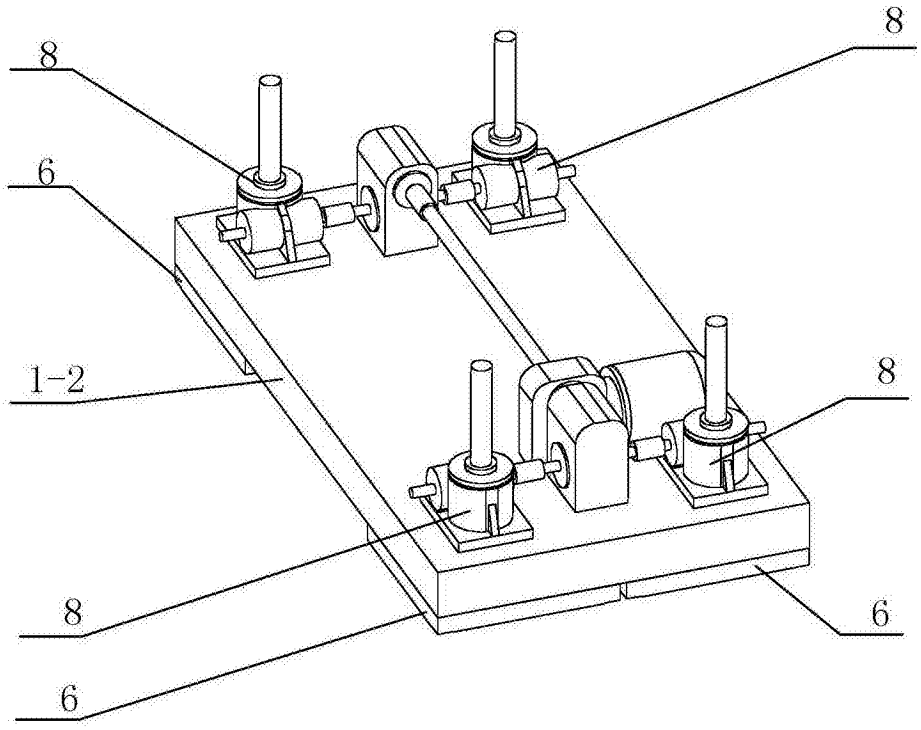


图6