



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105945890 B

(45)授权公告日 2018.01.12

(21)申请号 201610314521.3

B62D 57/024(2006.01)

(22)申请日 2016.05.13

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105945890 A

CN 102689296 A, 2012.09.26, 说明书第26-40段及附图1-6.

(43)申请公布日 2016.09.21

CN 202243767 U, 2012.05.30, 说明书第37-50段及附图1-7、8a-8b、9a-9b.

(73)专利权人 中国东方电气集团有限公司

CN 102673670 A, 2012.09.19,

地址 610036 四川省成都市金牛区蜀汉路333号

JP S62113655 A, 1987.05.25, 全文.

(72)发明人 彭波 官雪梅 于信宾 莫堃  
董娜 邓超

CN 105711673 A, 2016.06.29,

CN 205766097 U, 2016.12.07, 权利要求1-10.

(74)专利代理机构 成都天嘉专利事务所(普通合伙) 51211

审查员 李祥亮

代理人 苏丹

(51)Int.Cl.

B25J 5/00(2006.01)

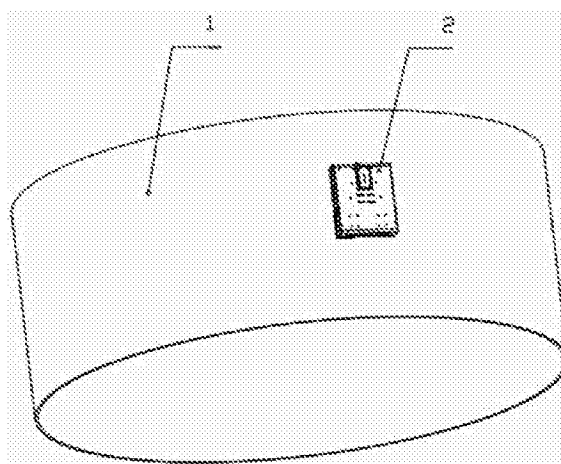
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

一种曲面自适应吸附式全方位移动平台

(57)摘要

本发明涉及特种机器人技术领域,尤其涉及一种用于特种移动机器人的曲面自适应吸附式全方位移动平台,采用三轮或四轮拓扑结构,包括模块化的前轮转向模块、模块化的后轮驱动模块、车架和运动控制系统。所述前轮转向模块为驱动转向一体化的模块,所述模块化的前轮转向模块包括气隙式磁吸附组件、驱动与传动装置、基准安装板、转向车轮和转向架,所述转向车轮通过车轴连接在转向架上,所述转向架下端与气隙式吸附组件固接,曲面自适应吸附式全方位移动平台,能适应一定曲率的铁磁性壁面,实现曲面上的全方位移动。本申请的模块化主要体现在功能模块之间的低耦合高内聚,互相依赖度低,便于更高层的集成和便捷的拆装维护开展等。



1. 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台, 其特征在于: 采用三轮或四轮拓扑结构, 包括模块化的前轮转向模块(11)、模块化的后轮驱动模块(12)、车架(13)和运动控制系统; 所述模块化的前轮转向模块(11)包括气隙式磁吸附组件(21)、驱动与传动装置(25)、基准安装板(24)、转向车轮(23)和转向架(22), 所述转向车轮(23)通过车轴连接在转向架(22)上, 所述转向架(22)下端与气隙式磁吸附组件(21)固接, 所述转向架(22)上端与所述驱动与传动装置(25)的输出端连接并受其驱动转向, 所述基准安装板(24)通过定位基准连接所述驱动与传动装置(25);

所述气隙式吸附组件(416)为磁吸附结构, 包括轭铁背板(211)和阵列排布的永磁体(212), 所述永磁体固定在轭铁背板(211)上, 在轭铁背板(211)上设置有防止磁体窜动的定位槽, 所述永磁体布置在转向车轮(23)四周, 使得转向车轮(23)和铁磁性壁面保持气隙距离;

所述模块化的后轮驱动模块(12)包括曲面适应装置(44)和驱动车轮(414)的吸附与驱动装置(41); 所述吸附与驱动装置(41)为左、右两个, 均通过定位基准安装到端板(413)上, 端板(413)再通过销轴(43)连接至曲面适应装置(44), 端板(413)的中部连接到支座(42)上; 所述吸附与驱动装置(41)包括驱动伺服电机(411)、直角行星减速机(412)、端板(413)、驱动车轮(414)和气隙式吸附组件(416), 驱动伺服电机(411)输出轴接在所述直角行星减速机(412)的一端, 直角行星减速机(412)固定在所述端板(413)上, 直角行星减速机(412)输出轴穿过轴承座, 和驱动车轮(414)通过自动对心的胀紧套(415)连接; 端板(413)的下部与气隙式吸附组件(416)连接, 端板(413)中部连接到所述支座(42)的轴上, 端板(413)上部通过销轴(43)连接至所述曲面适应装置(44)。

2. 根据权利要求1所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台, 其特征在于: 所述驱动与传动装置(25)包括前轮伺服电机(27)和与之依次相连的一级同步齿形带传动(28)和二级谐波齿轮传动(29)。

3. 根据权利要求2所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台, 其特征在于: 所述基准安装板(24)为安装前轮转向模块的安装定位板, 设置有作为定位基准的定位槽和定位孔。

4. 根据权利要求1所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台, 其特征在于: 所述曲面适应装置(44)包括伺服电机(441)、同步带轮传动机构(443)、对称反向丝杆螺母机构(444)、电机安装板(442)、直线导轨(446)以及两套滑块机构(445), 所述滑块机构(445)的一端连接至端板(413); 所述伺服电机(441)通过同步带轮传动机构(443)与对称反向丝杆螺母机构(444)相连, 所述对称反向丝杆螺母机构(444)的两端各自连接一套滑块机构(445), 每个滑块机构(445)与分别与一个端板(413)连接, 所述滑块机构(445)在直线导轨(446)上往复运动, 其中位于左侧的端板(413)连接有左车轮吸附与驱动装置, 位于右侧的端板(413)连接有右车轮吸附与驱动装置。

5. 根据权利要求4所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台, 其特征在于: 所述对称反向丝杆螺母机构(444)包括左轴承座(510)、右轴承座(518)、丝杆轴、左螺母(512)、右螺母(517)、左滑块连接件(513)和右滑块连接件(516), 所述左轴承座(510)和右轴承座(518)设置在所述丝杆轴的两端, 所述丝杆轴是具有对称反向特性的组合丝杆, 所述丝杆轴从左到右分为三部分, 左、右部分为对称分布的左反向螺纹(511)和右反向螺纹(515), 所述

左反向螺纹(511)配有左螺母(512),所述右反向螺纹(515)配有右螺母(517),左螺母(512)和右螺母(517)各自连接到一套滑块机构(445),滑块机构(445)包括左滑块连接件(513)和右滑块连接件(516),丝杆轴的中间部位安装有齿形同步带轮(514),齿形同步带轮(514)连接有同步带轮传动机构(443)。

6.根据权利要求5所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台,其特征在于:所述对称反向丝杆螺母机构(444)具有机械自锁结构,对称反向丝杆螺母机构(444)中的丝杆螺纹的螺旋升角小于螺纹面的摩擦角。

7.根据权利要求1所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台,其特征在于:所述车架(13)用于连接所述前轮转向模块和后轮驱动模块,并且设置有定位槽,所述定位槽包括用于定位前轮转向模块的U型槽(130)和定位后轮驱动模块的腰型槽(131)。

8.根据权利要求1所述的一种曲面自适应吸附式全方位移动平台,其特征在于:所述运动控制系统包括电机驱动器(14)、运动控制器(15)、散热风扇(16)、电源、电机编码器和手操控制盒,运动控制系统采用三层控制结构,手操控制盒用于人机交互,为第一层;运动控制器(15)为第二层,和手操控制盒通信,接受其指令,并通过第三层的伺服电机驱动器(14),按指令控制电机实现预定的运动,运动控制系统除手操控制盒外,整体内置于前述曲面自适应吸附式全方位移动平台中,由手操控制盒发出指令控制平台的运动。

## 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及特种机器人技术领域,尤其涉及一种用于特种移动机器人的曲面自适应吸附式全方位移动平台。

### 背景技术

[0002] 作为机器人技术领域的重要分支,磁吸附式爬壁机器人是一类特种移动作业机器人,是一种设计用来在危险和极限工况下,在导磁性壁面上进行特定作业的一种自动化机电装置,它可以在竖直壁面、倾斜壁面甚至容器顶面全方位地运动,能携带工具完成特定的任务,如钢板焊接、表面打磨、检测等。

[0003] 其功能的特殊性决定了系统的复杂性,使之成为综合的多学科交叉技术,融合了物理、机械、自动控制、计算机技术、传感及通讯技术等专业知识。这些技术的应用不仅仅是简单叠加,其中涉及相互耦合和系统稳定性问题,所以爬壁机器人研发难度较大。但是爬壁机器人极大地拓展了机器人的可达空间和工作范围,具有广阔的应用前景,因此获得了科研人员和工业领域的重视。目前磁吸附爬壁机器人在电力设备制造、核工业、石化工业、造船业等现代生产活动中获得成功的试应用,完成诸如铁磁性结构和容器的生产施工、检测等工作。

[0004] 经文献检索与分析发现,现有的磁吸附式爬行机器人普遍存在着曲面适应性不足的问题,当机器人在曲率壁面上运动时,容易发生无法通过、磕碰底盘、吸附滑落甚至整体倾覆的风险。

[0005] 如专利文献201210185680.X公开了一种差速驱动的吸附式移动机器人,其主要技术方案为:采用三轮拓扑结构,两个后轮作为驱动轮,前轮为辅助稳定和转向轮,采用永磁气隙吸附装置,前后轮通过刚性车架连接,利用后轮差动方式实现在导磁壁面上的转向。其特点是磁能利用率高、负载能力较强,但前后轮采用刚性连接,永磁吸附气隙不可调,不能适应曲面运动的要求。

### 发明内容

[0006] 为克服现有磁吸附爬壁机器人存在的上述不足,提出一种曲面自适应吸附式全方位移动平台,能够适应曲率壁面,保持平稳吸附,并避免底盘与壁面的干涉碰撞,实现在曲率壁面上的可靠灵活移动,从而解决现有技术中存在的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下。

[0008] 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台,其特征在于:采用三轮或四轮拓扑结构,包括模块化的前轮转向模块、模块化的后轮驱动模块、车架和运动控制系统。

[0009] 所述前轮转向模块为驱动转向一体化的模块,所述模块化的前轮转向模块包括气隙式磁吸附组件、驱动与传动装置、基准安装板、转向车轮和转向架,所述转向车轮通过车轴连接在转向架上,所述转向架下端与气隙式磁吸附组件固接,所述转向架上端与所述驱动与传动装置的输出端连接并受其驱动转向,所述基准安装板通过定位基准精确连接所述

驱动与传动装置。从而形成一体化独立的驱动转向集成功能模块。

[0010] 进一步地,所述气隙式吸附组件为磁吸附结构,包括轭铁背板和阵列排布的永磁体,所述永磁体固定在轭铁背板上,在轭铁背板上设置有防止磁体窜动的定位槽,所述永磁体布置在转向车轮四周,使得转向车轮和铁磁性壁面保持合适的气隙距离。

[0011] 进一步地,所述驱动与传动装置包括前轮伺服电机和与之依次相连的一级同步齿形带传动和二级谐波齿轮传动。伺服电机的输入通过一级同步齿形带传动、二级谐波齿轮传动的柔轮进行放大输出。

[0012] 进一步地,所述基准安装板为安装前轮转向模块的安装定位板,设置有作为定位基准的定位槽和定位孔。

[0013] 所述后轮驱动模块为集成了驱动的一体式模块,所述模块化的后轮驱动模块包括曲面适应装置和驱动车轮的吸附与驱动装置;所述吸附与驱动装置为左、右两个,均通过定位基准安装到端板上,端板再通过销轴连接至曲面适应装置,受其驱动,以适应曲率壁面。端板的中部连接到支座上。所述吸附与驱动装置包括驱动伺服电机、直角行星减速机、端板、驱动车轮和气隙式吸附组件,驱动伺服电机输出轴接在所述直角行星减速机的一端,直角行星减速机固定在所述端板上,直角行星减速机输出轴穿过轴承座,和驱动车轮通过自动对心的胀紧套连接;端板的下部与气隙式吸附组件连接,端板中部连接到所述支座的轴上,端板上部通过销轴连接至所述曲面适应装置。

[0014] 所述后轮驱动模块整体为集成了驱动的一体式模块,左车轮吸附与驱动装置和右车轮吸附与驱动装置受曲面适应装置的驱动,同步调节轴线夹角,以适应曲面运动要求,保持通过性和稳定吸附性能。轴线具体是指左、右车轮的轮轴线的夹角,车轮在平直壁面上行进时,两轴是重合的,在曲面上时调节此角度,从而改变吸附气隙以适应曲面。

[0015] 进一步地,所述曲面适应装置包括伺服电机、同步带轮传动机构、对称反向丝杆螺母机构、电机安装板、直线导轨以及两套滑块机构,所述滑块机构的一端连接至端板;所述伺服电机通过同步带轮传动机构与对称反向丝杆螺母机构相连,所述对称反向丝杆螺母机构的两端各自连接一套滑块机构,每个滑块机构分别与一个端板连接,所述滑块机构在直线导轨上往复运动,其中位于左侧的端板连接有左车轮吸附与驱动装置,位于右侧的端板连接有右车轮吸附与驱动装置。伺服电机输入经过同步带轮传动机构传递至丝杆轴,再经过所述对称反向丝杆螺母机构转换为两个等值反向的轴向位移,驱动滑块机构,最后再作用到端板上,从而带动左车轮吸附与驱动装置和右车轮吸附与驱动装置整体转动。

[0016] 所述对称反向丝杆螺母机构包括左轴承座、右轴承座、丝杆轴、左螺母、右螺母、左滑块连接件和右滑块连接件,所述左轴承座和右轴承座设置在所述丝杆轴的两端,所述丝杆轴是具有对称反向特性的组合丝杆,所述丝杆轴从左到右分为三部分,左、右部分为对称分布的左反向螺纹和右反向螺纹,所述左反向螺纹配有左螺母,所述右反向螺纹配有右螺母,左螺母和右螺母各自连接到一套滑块机构,滑块机构包括左滑块连接件和右滑块连接件,左滑块连接件和右滑块连接件是丝杆螺母机构和滑块结构连接的接口,丝杆轴的中间部位安装有齿形同步带轮,齿形同步带轮连接有同步带轮传动机构。

[0017] 进一步地,所述对称反向丝杆螺母机构具有机械自锁结构,对称反向丝杆螺母机构中的丝杆螺纹的螺旋升角小于螺纹面的摩擦角。只能由丝杆旋转驱动螺母运动,进而驱动滑块直线往复运动,而不能由滑块运动驱动丝杠旋转。

[0018] 所述车架用于连接所述前轮转向模块和后轮驱动模块,并且设置有定位槽,所述定位槽包括用于定位前轮转向模块的U型槽和定位后轮驱动模块的腰型槽。

[0019] 所述运动控制系统包括电机驱动器、运动控制器、散热风扇、电源、电机编码器和手操控制盒,运动控制系统采用三层控制结构,手操控制盒用于人机交互,为第一层;运动控制器为第二层,和手操控制盒通信,接受其指令,并通过第三层的伺服电机驱动器,按指令控制电机实现预定的运动,运动控制系统除手操控制盒外,整体内置于前述曲面自适应吸附式全方位移动平台中,由手操控制盒发出指令控制平台的运动。

[0020] 本发明的工作原理为:

[0021] 平台通过特有的曲面自适应装置,根据壁面曲率调整磁吸附组件的角度以改变气隙,实现在铁磁性曲率壁面上的平稳吸附和良好通过性;进一步,由前轮转向模块实现转向导引,后轮驱动模块实现平台的移动和差速转向,从而实现曲面自适应吸附式全方位移动。

[0022] 本发明具有如下效果:

[0023] 1、曲面自适应吸附式全方位移动平台,能适应一定曲率的铁磁性壁面,实现曲面上的全方位移动。本申请的模块化主要体现在功能模块之间的低耦合高内聚,互相依赖度低,便于更高一层的集成和便捷的拆装维护开展等。

[0024] 2、曲面自适应吸附式全方位移动平台,两个后驱动轮轴线夹角可根据曲面曲率进行调节,以提高通过性和达到可靠吸附,实现不同曲率壁面上的全方位移动。

[0025] 3、曲面自适应吸附式全方位移动平台可在铁磁性壁面上完成水平面、竖直面、斜面、天花板面等各个方位的吸附移动。

[0026] 4、曲面自适应吸附式全方位移动平台具有模块化和高集成度,前轮转向模块、后轮驱动模块以及运动控制系统的功能相互不耦合不依赖,接口简单,可根据需求自由组合为前轮单轮转向、双轮转向等,拆装维护方便。

[0027] 5、曲面自适应吸附式全方位移动平台,通过车架上设计的高精度参考特征,具有安装基准统一,运动精度高的特点。

[0028] 6、前轮转向模块、后轮驱动模块均集成有气隙吸附装置,吸附力强,能容许气隙的一定变化,能适应所吸附爬行钢板的局部凹凸和表面质量不佳的情况,保持移动平台的平稳。

[0029] 7、前轮转向模块,通过同步带传动和谐波齿轮串联传动方式,实现紧凑、轻量化效果,具有高度模块化的特点。

[0030] 8、后轮驱动模块,具有紧凑、轻量化以及高度模块化的特点,具有反向对称改变角度和机械自锁特性,保证了曲面适应的准确性和可靠性。

[0031] 9、两个后驱动轮模块,能对称地增加或减小轴线夹角,实现对圆筒形壁面的良好适应。

## 附图说明

[0032] 图1为本发明总体外观图。

[0033] 图2为曲面自适应吸附式全方位移动平台结构示例图。

[0034] 图3为曲面自适应吸附式全方位移动平台示例后视图。

[0035] 图4为前轮转向模块结构。

[0036] 图5为气隙式吸附组件。

[0037] 图6后轮驱动模块结构。

[0038] 图7为后轮驱动模块的吸附与驱动装置示例。

[0039] 图8为后轮驱动模块的曲面适应装置示例。

[0040] 图9为后轮驱动模块的组合反向丝杆结构示例。

[0041] 图10为车架结构示例。

[0042] 图中标号含义如下：

[0043] 1是具有一定曲率的碳钢板壁面,2是曲面自适应吸附式全方位移动平台,11是模块化的前轮转向模块,12是模块化的后轮驱动模块,13是车架,14是电机驱动器,15是运动控制器,16是散热风扇,21是气隙式磁吸附组件、22是转向架、23是转向车轮、24是基准安装板、25是驱动与传动装置、26是轴承座,27是伺服电机、28是一级同步齿形带传动,29是二级谐波齿轮传动,211是轭铁背板,212是阵列排布的永磁体,41是吸附与驱动装置,42是支座,43是销轴,44是曲面适应装置、411是驱动伺服电机、412是直角行星减速机、413是端板,414是驱动车轮,415是胀紧套,416是气隙式吸附组件,441是伺服电机、442是电机安装板、443是同步带轮传动机构、444是对称反向丝杆螺母机构,445是滑块机构,446是直线导轨,510是左轴承座,518是右轴承座,511是左反向螺纹,515是右反向螺纹,512是左螺母,517是右螺母,513是左滑块连接件,516是右滑块连接件,514是齿形同步带轮,130是U型槽,131是腰型槽。

## 具体实施方式

[0044] 实施例1

[0045] 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台采用三轮或四轮拓扑结构,包括模块化的前轮转向模块11、模块化的后轮驱动模块12、车架13和运动控制系统;所述前轮转向模块为驱动转向一体化的模块,所述模块化的前轮转向模块11包括气隙式磁吸附组件21、驱动与传动装置25、基准安装板24、转向车轮23和转向架22,所述转向车轮23通过车轴连接在转向架22上,所述转向架22下端与气隙式磁吸附组件21固接,所述转向架22上端与所述驱动与传动装置25的输出端连接并受其驱动转向,所述基准安装板24通过定位基准精确连接所述驱动与传动装置25。从而形成一体化独立的驱动转向集成功能模块。平台通过特有的曲面自适应装置,根据壁面曲率调整磁吸附组件的角度以改变气隙,实现在铁磁性曲率壁面上的平稳吸附和良好通过性;进一步,由前轮转向模块实现转向导引,后轮驱动模块实现平台的移动和差速转向,从而实现曲面自适应吸附式全方位移动。曲面自适应吸附式全方位移动平台,能适应一定曲率的铁磁性壁面,实现曲面上的全方位移动。本申请的模块化主要体现在功能模块之间的低耦合高内聚,互相依赖度低,便于更高一层的集成和便捷的拆装维护开展等。

[0046] 实施例2

[0047] 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台采用三轮或四轮拓扑结构,包括模块化的前轮转向模块11、模块化的后轮驱动模块12、车架13和运动控制系统;所述前轮转向模块为驱动转向一体化的模块,所述模块化的前轮转向模块11包括气隙式磁吸附组件21、驱动与传动装置25、基准安装板24、转向车轮23和转向架22,所述转向车轮23通过车轴连接在转向

架22上,所述转向架22下端与气隙式磁吸附组件21固接,所述转向架22上端与所述驱动与传动装置25的输出端连接并受其驱动转向,所述基准安装板24通过定位基准精确连接所述驱动与传动装置25。从而形成一体化独立的驱动转向集成功能模块。

[0048] 所述气隙式吸附组件416为磁吸附结构,包括轭铁背板211和阵列排布的永磁体212,所述永磁体固定在轭铁背板211上,在轭铁背板211上设置有防止磁体窜动的定位槽,所述永磁体布置在转向车轮23四周,使得转向车轮23和铁磁性壁面保持合适的气隙距离。所述驱动与传动装置25包括前轮伺服电机27和与之依次相连的一级同步齿形带传动28和二级谐波齿轮传动29。前轮伺服电机27的输入通过一级同步齿形带传动28、二级谐波齿轮传动29的柔轮进行放大输出。所述基准安装板24为安装前轮转向模块的安装定位板,设置有作为定位基准的定位槽和定位孔。

[0049] 所述后轮驱动模块为集成驱动的一体式模块,所述模块化的后轮驱动模块12包括曲面适应装置44和驱动车轮414的吸附与驱动装置41;所述吸附与驱动装置41为左、右两个,均通过定位基准安装到端板413上,端板413的中部连接到支座42上。端板413再通过销轴43连接至曲面适应装置44,受其驱动,以适应曲率壁面。所述吸附与驱动装置41包括驱动伺服电机411、直角行星减速机412、端板413、驱动车轮414和气隙式吸附组件416,驱动伺服电机411输出轴接在所述直角行星减速机412的一端,直角行星减速机412固定在所述端板413上,直角行星减速机412输出轴穿过轴承座26,和驱动车轮414通过自动对心的胀紧套415连接;端板413的下部与气隙式吸附组件416连接,端板413中部连接到所述支座42的轴上,端板413上部通过销轴43连接至所述曲面适应装置44。

[0050] 所述曲面适应装置44包括伺服电机441、同步带轮传动机构443、对称反向丝杆螺母机构444电机安装板442、直线导轨446以及两套滑块机构445,所述滑块机构445的一端连接至端板413;所述伺服电机441通过同步带轮传动机构443与对称反向丝杆螺母机构444相连,所述对称反向丝杆螺母机构444的两端各自连接一套滑块机构445,每个滑块机构445分别与一个端板413连接,所述滑块机构445在直线导轨446上往复运动,其中位于左侧的端板413连接有左驱动车轮414吸附与驱动装置,位于右侧的端板413连接有右车轮吸附与驱动装置。伺服电机441输入经过同步带轮传动机构443传递至丝杆轴,再经过所述对称反向丝杆螺母机构444转换为两个等值反向的轴向位移,驱动滑块机构445,最后再作用到端板413上,从而带动左车轮吸附与驱动装置和右车轮吸附与驱动装置整体转动。整体为集成了驱动的一体式模块,左车轮吸附与驱动装置和右车轮吸附与驱动装置受曲面适应装置44的驱动,同步调节轴线夹角,以适应曲面运动要求,保持通过性和稳定吸附性能。本申请提到的轴线具体是指指左车轮和右车轮的轮轴线的夹角,在平面上行进时,两轴是重合的,在曲面上时需要调节此角度,从而改变吸附气隙以适应曲面。

[0051] 所述对称反向丝杆螺母机构444包括左轴承座510、右轴承座518、丝杆轴、左螺母512、右螺母517、左滑块连接件513和右滑块连接件516,所述左轴承座510和右轴承座518设置在所述丝杆轴的两端,所述丝杆轴是具有对称反向特性的组合丝杆,所述丝杆轴从左到右分为三部分,左、右部分为对称分布的左反向螺纹511和右反向螺纹515,所述左反向螺纹511配有左螺母512,所述右反向螺纹515配有右螺母517,所述左、右螺母517是给丝杆配套的螺母,起啮合移动作用的,为本领域技术人员熟知的结构,左螺母512和右螺母517各自连接到一套滑块机构445,滑块机构445包括左滑块连接件513和右滑块连接件516,左滑块连

接件513和右滑块连接件516是丝杆螺母机构和滑块结构连接的接口,丝杆轴的中间部位安装有齿形同步带轮514,齿形同步带轮514连接有同步带轮传动机构443。所述对称反向丝杆螺母机构444具有机械自锁结构,对称反向丝杆螺母机构444中的丝杆螺纹的螺旋升角小于螺纹面的摩擦角。只能由丝杆旋转驱动螺母运动,进而驱动滑块直线往复运动,而不能由滑块运动驱动丝杠旋转。所述车架13用于连接所述前轮转向模块和后轮驱动模块,并且设置有定位槽,所述定位槽包括用于定位前轮转向模块的U型槽130和定位后轮驱动模块的腰型槽131。

[0052] 平台通过特有的曲面自适应装置,根据壁面曲率调整磁吸附组件的角度以改变气隙,实现在铁磁性曲率壁面上的平稳吸附和良好通过性;进一步,由前轮转向模块实现转向导引,后轮驱动模块实现平台的移动和差速转向,从而实现曲面自适应吸附式全方位移动。

[0053] 曲面自适应吸附式全方位移动平台,能适应一定曲率的铁磁性壁面,实现曲面上的全方位移动。本申请的模块化主要体现在功能模块之间的低耦合高内聚,互相依赖度低,便于更高层的集成和便捷的拆装维护开展等。曲面自适应吸附式全方位移动平台,两个后驱动轮轴线夹角可根据曲面曲率进行调节,以提高通过性和达到可靠吸附,实现不同曲率壁面上的全方位移动。

[0054] 曲面自适应吸附式全方位移动平台可在铁磁性壁面上完成水平面、竖直面、斜面、天花板面等各个方位的吸附移动。曲面自适应吸附式全方位移动平台具有模块化和高集成度,前轮转向模块、后轮驱动模块以及运动控制系统的功能相互不耦合不依赖,接口简单,可根据需求自由组合为前轮单轮转向、双轮转向等,拆装维护方便。曲面自适应吸附式全方位移动平台,通过车架13上设计的高精度参考特征,具有安装基准统一,运动精度高的特点。

[0055] 前轮转向模块、后轮驱动模块均集成有气隙吸附装置,吸附力强,能容许气隙的一定变化,能适应所吸附爬行钢板的局部凹凸和表面质量不佳的情况,保持移动平台的平稳。前轮转向模块,通过同步带传动和谐波齿轮串联传动方式,实现紧凑、轻量化效果,具有高度模块化的特点。

[0056] 后轮驱动模块,具有紧凑、轻量化以及高度模块化的特点,具有反向对称改变角度和机械自锁特性,保证了曲面适应的准确性和可靠性。两个后驱动轮模块,能对称地增加或减小轴线夹角,实现对圆筒形壁面的良好适应。

[0057] 实施例3

[0058] 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台采用三轮或四轮拓扑结构,包括模块化的前轮转向模块11、模块化的后轮驱动模块12、车架13和运动控制系统;所述前轮转向模块为驱动转向一体化的模块,所述模块化的前轮转向模块11包括气隙式磁吸附组件21、驱动与传动装置25、基准安装板24、转向车轮23和转向架22,所述转向车轮23通过车轴连接在转向架22上,所述转向架22下端与气隙式磁吸附组件21固接,所述转向架22上端与所述驱动与传动装置25的输出端连接并受其驱动转向,所述基准安装板24通过定位基准精确连接所述驱动与传动装置25。从而形成一体化独立的驱动转向集成功能模块。

[0059] 所述气隙式吸附组件416为磁吸附结构,包括轭铁背板211和阵列排布的永磁体212,所述永磁体固定在轭铁背板211上,在轭铁背板211上设置有防止磁体窜动的定位槽,所述永磁体布置在转向车轮23四周,使得转向车轮23和铁磁性壁面保持合适的气隙距离。

所述驱动与传动装置25包括前轮伺服电机27和与之依次相连的一级同步齿形带传动28和二级谐波齿轮传动29。前轮伺服电机27的输入通过一级同步齿形带传动28、二级谐波齿轮传动29的柔轮进行放大输出。所述基准安装板24为安装前轮转向模块的安装定位板,设置有作为定位基准的定位槽和定位孔。

[0060] 所述后轮驱动模块为集成驱动的一体式模块,所述模块化的后轮驱动模块12包括曲面适应装置44和驱动车轮414的吸附与驱动装置41;所述吸附与驱动装置41为左、右两个,均通过定位基准安装到端板413上,端板413再通过销轴43连接至曲面适应装置44,受其驱动,以适应曲率壁面。端板413的中部连接到支座42上。所述吸附与驱动装置41包括驱动伺服电机411、直角行星减速机412、端板413、驱动车轮414和气隙式吸附组件416,驱动伺服电机411输出轴接在所述直角行星减速机412的一端,直角行星减速机412固定在所述端板413上,直角行星减速机412输出轴穿过轴承座,和驱动车轮414通过自动对心的胀紧套415连接;端板413的下部与气隙式吸附组件416连接,端板413中部连接到所述支座42的轴上,端板413上部通过销轴43连接至所述曲面适应装置44。

[0061] 所述曲面适应装置44包括伺服电机441、同步带轮传动机构443、对称反向丝杆螺母机构444电机安装板442、直线导轨446以及两套滑块机构445,所述滑块机构445的一端连接至端板413;所述伺服电机441通过同步带轮传动机构443与对称反向丝杆螺母机构444相连,所述对称反向丝杆螺母机构444的两端各自连接一套滑块机构445,每个滑块机构445分别与一个端板413连接,所述滑块机构445在直线导轨446上往复运动,其中位于左侧的端板413连接有左车轮吸附与驱动装置,位于右侧的端板413连接有右车轮吸附与驱动装置。伺服电机441输入经过同步带轮传动机构443传递至丝杆轴,再经过所述对称反向丝杆螺母机构444转换为两个等值反向的轴向位移,驱动滑块机构445,最后再作用到端板413上,从而带动左车轮吸附与驱动装置和右车轮吸附与驱动装置整体转动。整体为集成了驱动的一体式模块,左车轮吸附与驱动装置和右车轮吸附与驱动装置受曲面适应装置44的驱动,同步调节轴线夹角,以适应曲面运动要求,保持通过性和稳定吸附性能。本申请提到的轴线具体是指指左车轮和右车轮的轮轴线的夹角,在平面上行进时,两轴是重合的,在曲面上时需要调节此角度,从而改变吸附气隙以适应曲面。

[0062] 所述对称反向丝杆螺母机构444包括左轴承座510、右轴承座518、丝杆轴、左螺母512、右螺母517、左滑块连接件513和右滑块连接件516,所述左轴承座510和右轴承座518设置在所述丝杆轴的两端,所述丝杆轴是具有对称反向特性的组合丝杆,所述丝杆轴从左到右分为三部分,左、右部分为对称分布的左反向螺纹511和右反向螺纹515,所述左反向螺纹511配有左螺母512,所述右反向螺纹515配有右螺母517,所述左、右螺母517是给丝杆配套的螺母,起啮合移动作用的,为本领域技术人员熟知的结构,左螺母512和右螺母517各自连接到一套滑块机构445,滑块机构445包括左滑块连接件513和右滑块连接件516,左滑块连接件513和右滑块连接件516是丝杆螺母机构和滑块结构连接的接口,丝杆轴的中间部位安装有齿形同步带轮514,齿形同步带轮514连接有同步带轮传动机构443。所述对称反向丝杆螺母机构444具有机械自锁结构,对称反向丝杆螺母机构444中的丝杆螺纹的螺旋升角小于螺纹面的摩擦角。只能由丝杆旋转驱动螺母运动,进而驱动滑块直线往复运动,而不能由滑块运动驱动丝杠旋转。所述车架13用于连接所述前轮转向模块和后轮驱动模块,并且设置有定位槽,所述定位槽包括用于定位前轮转向模块的U型槽130和定位后轮驱动模块的腰型

槽131。

[0063] 运动控制系统包括电机驱动器14、运动控制器15、散热风扇16、电源、电机编码器和手操控制盒,运动控制系统采用三层控制结构,手操控制盒用于人机交互,为第一层;运动控制器15为第二层,和手操控制盒通信,接受其指令,并通过第三层的伺服电机驱动器14,按指令控制电机实现预定的运动,运动控制系统除手操控制盒外,整体内置于前述曲面自适应吸附式全方位移动平台中,由手操控制盒发出指令控制平台的运动。

[0064] 平台通过特有的曲面自适应装置,根据壁面曲率调整磁吸附组件的角度以改变气隙,实现在铁磁性曲率壁面上的平稳吸附和良好通过性;进一步,由前轮转向模块实现转向导引,后轮驱动模块实现平台的移动和差速转向,从而实现曲面自适应吸附式全方位移动。

[0065] 曲面自适应吸附式全方位移动平台,能适应一定曲率的铁磁性壁面,实现曲面上的全方位移动。本申请的模块化主要体现在功能模块之间的低耦合高内聚,互相依赖度低,便于更高一层的集成和便捷的拆装维护开展等。曲面自适应吸附式全方位移动平台,两个后驱动轮轴线夹角可根据曲面曲率进行调节,以提高通过性和达到可靠吸附,实现不同曲率壁面上的全方位移动。

[0066] 曲面自适应吸附式全方位移动平台可在铁磁性壁面上完成水平面、竖直面、斜面、天花板面等各个方位的吸附移动。曲面自适应吸附式全方位移动平台具有模块化和高集成度,前轮转向模块、后轮驱动模块以及运动控制系统的功能相互不耦合不依赖,接口简单,可根据需求自由组合为前轮单轮转向、双轮转向等,拆装维护方便。曲面自适应吸附式全方位移动平台,通过车架13上设计的高精度参考特征,具有安装基准统一,运动精度高的特点。

[0067] 前轮转向模块、后轮驱动模块均集成有气隙吸附装置,吸附力强,能容许气隙的一定变化,能适应所吸附爬行钢板的局部凹凸和表面质量不佳的情况,保持移动平台的平稳。前轮转向模块,通过同步带传动和谐波齿轮串联传动方式,实现紧凑、轻量化效果,具有高度模块化的特点。

[0068] 后轮驱动模块,具有紧凑、轻量化以及高度模块化的特点,具有反向对称改变角度和机械自锁特性,保证了曲面适应的准确性和可靠性。两个后驱动轮模块,能对称地增加或减小轴线夹角,实现对圆筒形壁面的良好适应。

[0069] 实施例4

[0070] 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台2,可用于在一定曲率的钢板壁面1如储油罐体上稳定可靠爬行作业,壁面1为导磁性壁面,如碳钢板、铁素体不锈钢板等。

[0071] 一种曲面自适应吸附式全方位移动平台2,采用三轮拓扑结构,它包括一体集成式的前轮转向模块11、后轮驱动模块12、车架13、运动控制系统等,整体通过车身壳体包覆,防护外界杂物进入,比如钢板焊接时的焊渣等。

[0072] 所述前轮转向模块11,为驱动转向一体化的模块,包括气隙式磁吸附组件21、驱动与传动装置25、基准安装板24、转向车轮23和转向架22。转向车轮23通过车轴联接在左右两个轴承座26上,进一步安装到转向架22上,从而受转向架带动完成转向;转向架下端与气隙式吸附组件21固接,转向架上端与所述传动装置25的输出端通过法兰连接,受其驱动转向;所述基准安装板24通过定位基准精确连接所述驱动与传动装置25,保证装配的精度和一致性,形成一体化独立的驱动转向集成功能模块11。

[0073] 进一步地,气隙式吸附组件21,由轭铁背板211和阵列排布的永磁体212构成,永磁体固定在轭铁背板211上,为了防止磁体窜动,在轭铁背板211上设置有定位槽,并布置在车轮两侧,通过车轮和铁磁性壁面1保持合适的气隙距离。

[0074] 进一步地,驱动与传动装置25,包括前轮伺服电机27、一级带传动28和二级谐波齿轮传动29,拓扑结构为串行连接,前轮伺服电机27的输入接入带传动,最后通过谐波减速机构29的柔轮增扭输出,谐波减速机输出连接到前述转向架22上。

[0075] 进一步地,基准安装板24是所述前轮转向模块11的安装定位板,上有定位基准,包括高精度定位槽和定位凸肩。

[0076] 所述后轮驱动模块12,为集成了驱动的一体式模块,包括曲面适应装置44和吸附与驱动装置41;所述吸附与驱动装置有两个,结构相同,左右对称分布。以左边模块给予详细说明,其端板413的中部连接到支座42上,端板上部再通过销轴43连接至所述曲面适应装置44,受其驱动进而带动后轮驱动模块相应转动,以适应曲率壁面,保持通过性和稳定吸附性能。

[0077] 进一步地,吸附与驱动装置41,包括驱动伺服电机411、直角行星减速机412、端板413、驱动车轮414和气隙式吸附组件416。驱动伺服电机411输出轴接在所述减速机的一端,直角行星减速机412通过和定位止口和法兰固定在所述端板413上,其输出轴穿过轴承座,和驱动车轮414通过自动对心的胀紧套415连接;端板413的下部与气隙式吸附组件416连接,中部连接到前述支座42的轴上,可绕其转动,上部通过销轴43连接至所述曲面适应装置44。其中直角行星减速机412为高速比直角行星减速机。

[0078] 进一步地,和前述的前轮气隙式吸附组件结构相似,气隙式吸附组件415由轭铁背板和阵列排布的永磁体构成,永磁体固定在轭铁背板211上,并布置在驱动车轮414两侧,通过驱动车轮414和铁磁性壁面保持合适的气隙距离,比如6-10mm,实现通过性以及稳定的吸附性能的平衡。

[0079] 进一步地,曲面适应装置44,由伺服电机441、电机安装板442、同步带轮传动机构443、对称反向丝杆螺母机构444以及两套滑块机构445串联构成,伺服电机441是输入端,滑块机构是输出端。滑块机构445由直线导轨446进行导向,其一端连接到前述螺母机构444的螺母上,受其驱动在导轨446上往复运动,另一端连接至前述端板413;伺服电机441输入经过同步带轮传动机构443传递至丝杆轴,再经过所述对称反向丝杆螺母机构444转换为两个等值反向的轴向位移,该位移通过与螺母连接的滑块,在直线导轨446的导向下,作用在滑块机构445上,最后驱动前述端板413转动,进而带动前述吸附与驱动装置41转动,以调整其在铁磁性曲率壁面1上的通过性和磁吸附气隙,保证通过性和吸附稳定性。

[0080] 进一步地,所述对称反向丝杆螺母机构444包括左轴承座510、右轴承座518、丝杆轴、左螺母512、右螺母517、左滑块连接件513和右滑块连接件516,丝杆轴是具有对称反向特性的组合丝杆,丝杆轴从左到右分为三部分。左右部分为对称分布的反向螺纹511和515,各配有移动螺母512和517,当丝杠转动时,左右螺母能够以同等速度靠近或远离,反向移动,螺母连接到前述滑块机构445,分别由两根直线导轨446导向。

[0081] 进一步地,所述对称反向丝杆螺母机构444,所述丝杠是具有对称反向特性的组合丝杆,丝杆轴从左到右分为三部分。丝杆轴的中间部位安装有齿形同步带轮514,齿形同步带轮514连接到前述同步带轮传动机构443,由其带动旋转。

[0082] 进一步地,所述对称反向丝杆螺母机构444,是具有机械自锁特性的机构,即螺旋升角小于摩擦角,只能由丝杆旋转驱动螺母运动,进而驱动滑块直线往复运动,而不能由滑块运动驱动丝杠旋转。

[0083] 所述车架13,用于连接所述前轮转向模块11和后轮驱动模块12,具有预制的定位基准,包括高精度定位U型槽131和腰型槽130,其相对位置精度预先保证,以实现安装精度。

[0084] 所述运动控制系统,包括电机驱动器14、运动控制器15、散热风扇16、24V直流电源、电机编码器和手操控制盒等。采用典型的三层控制结构,手操控制盒用于人机交互,为最上的第一层;运动控制器为第二层,一方面和手操控制盒通信,接受其指令,另一方面按指令,通过第三层的伺服电机驱动器,控制电机实现预定的运动。运动控制系统除手操控制盒外,整体内置于前述曲面自适应吸附式全方位移动平台2中,由手操控制盒发出指令控制平台的运动。

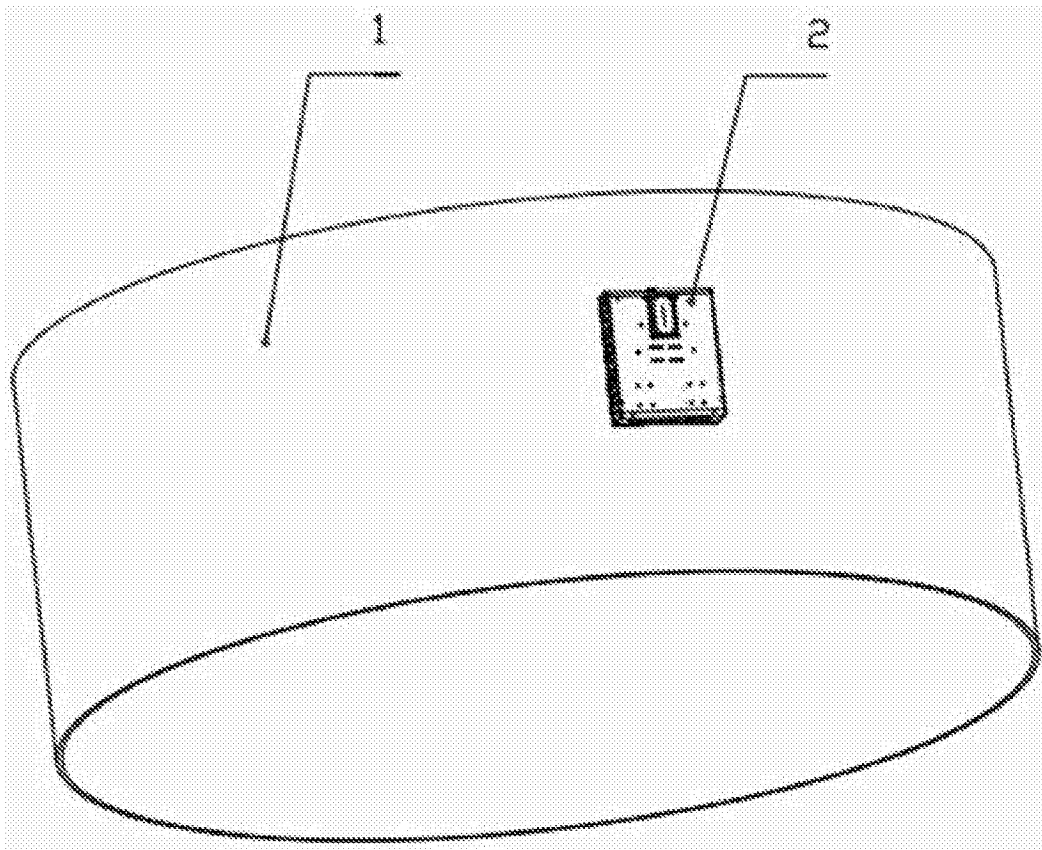


图1

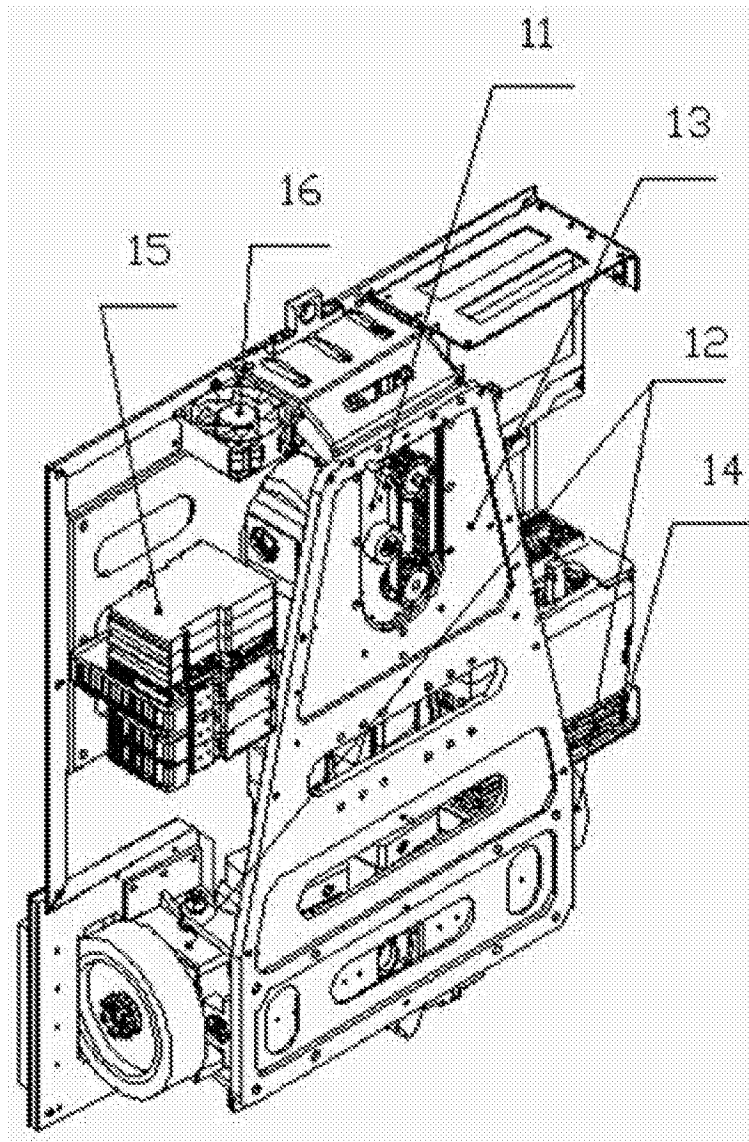


图2

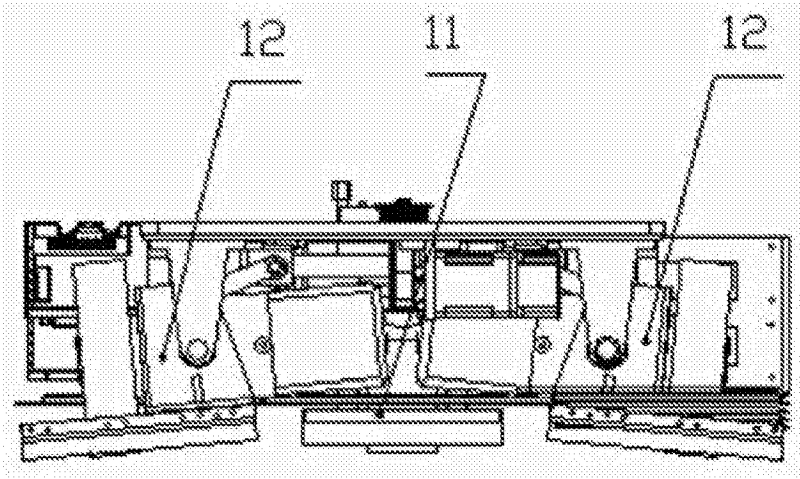


图3

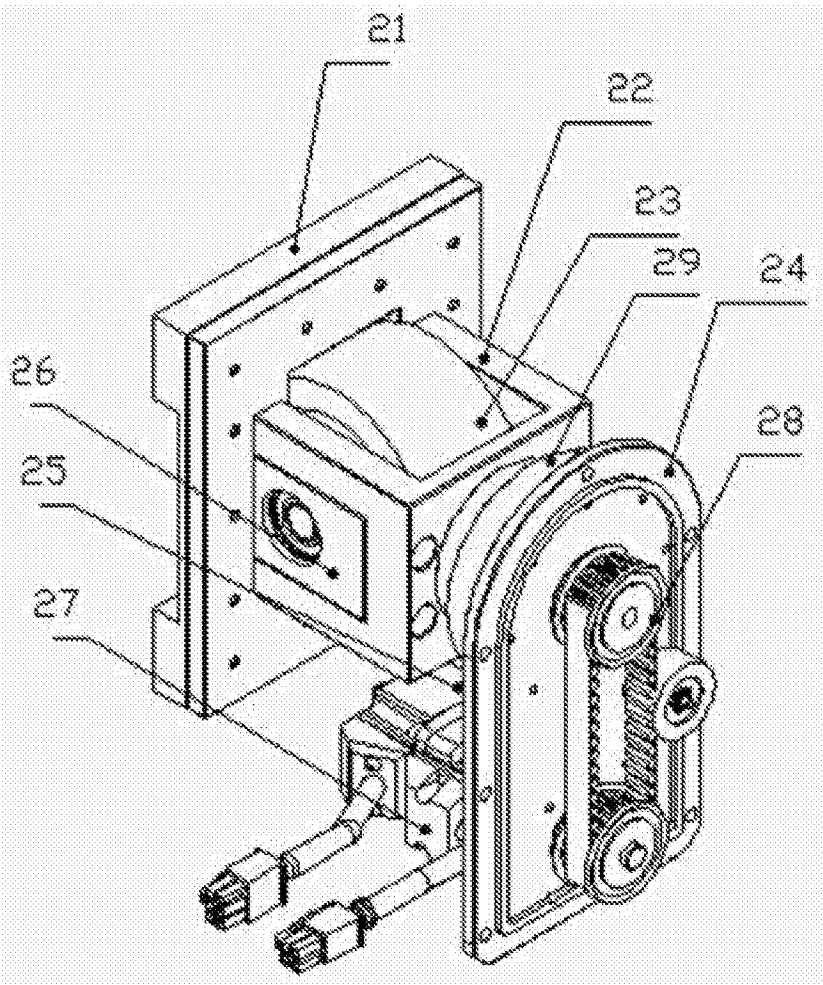


图4

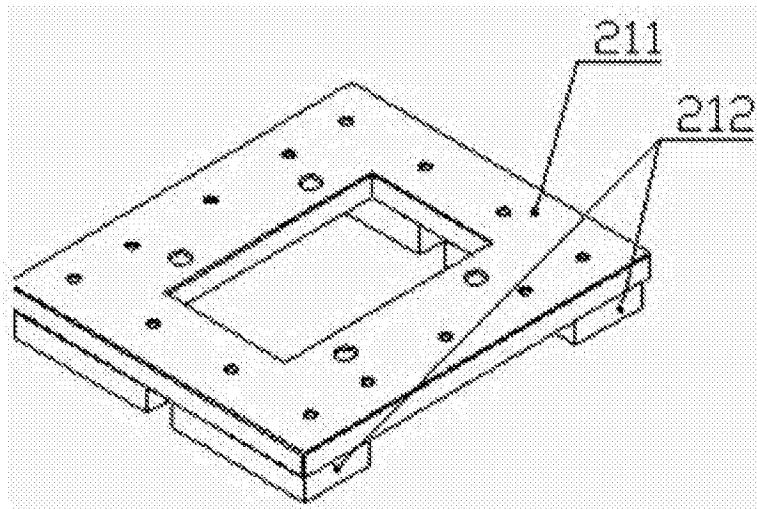


图5

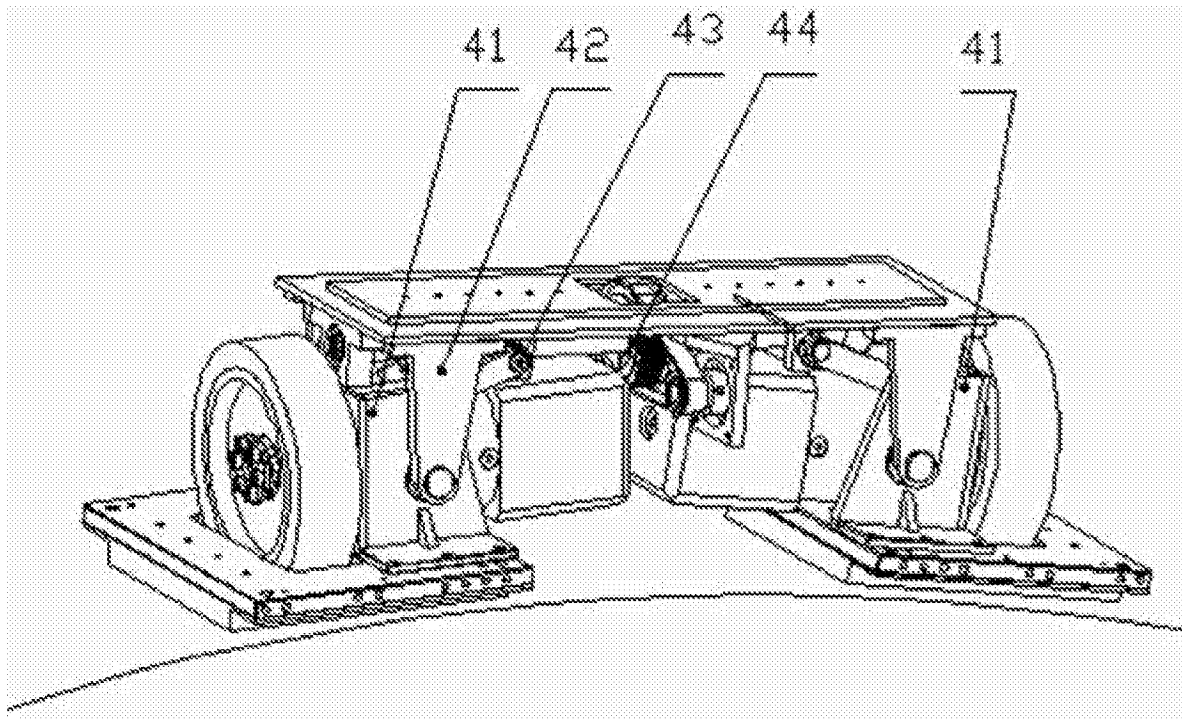


图6

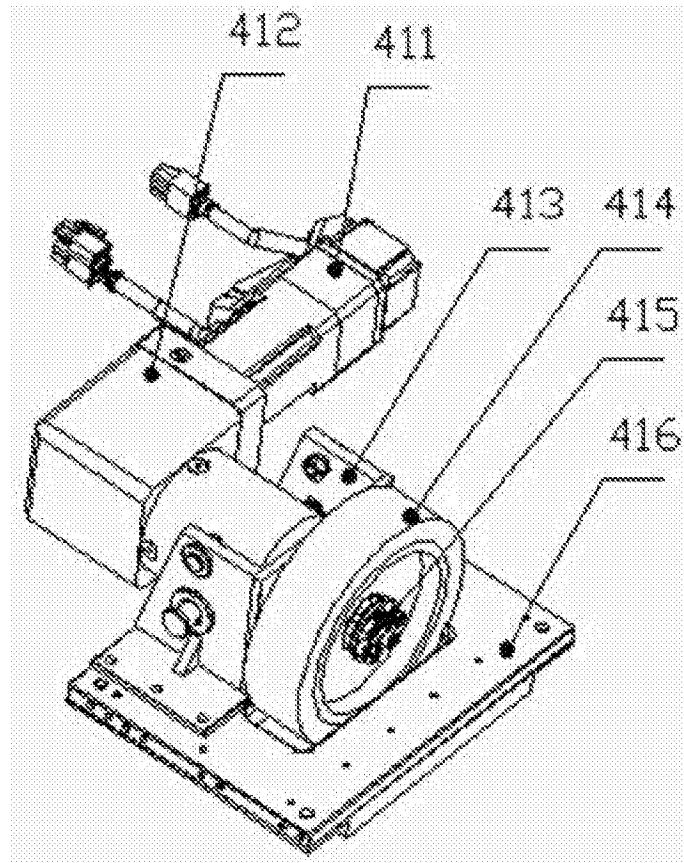


图7

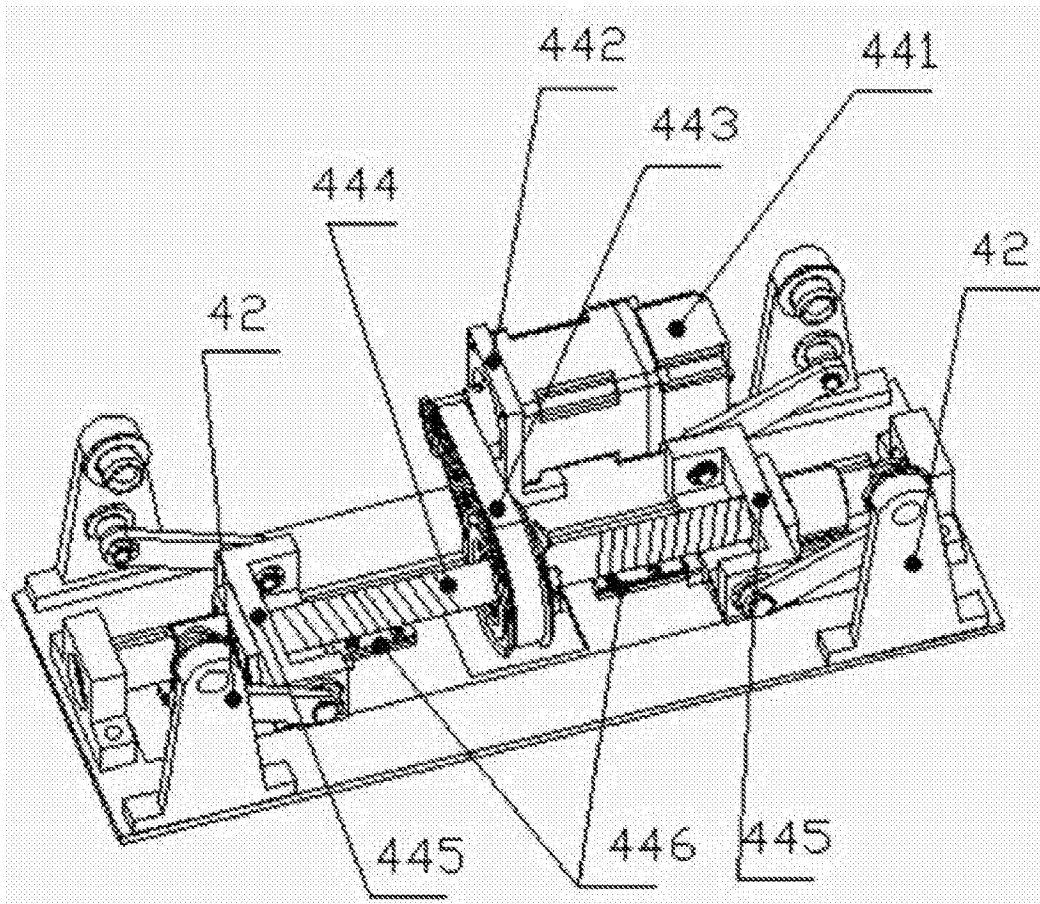


图8

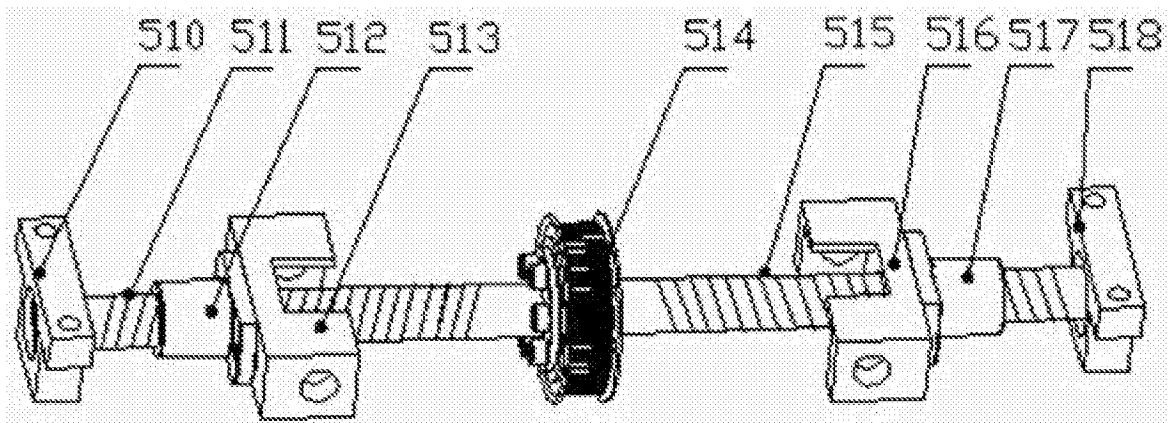


图9

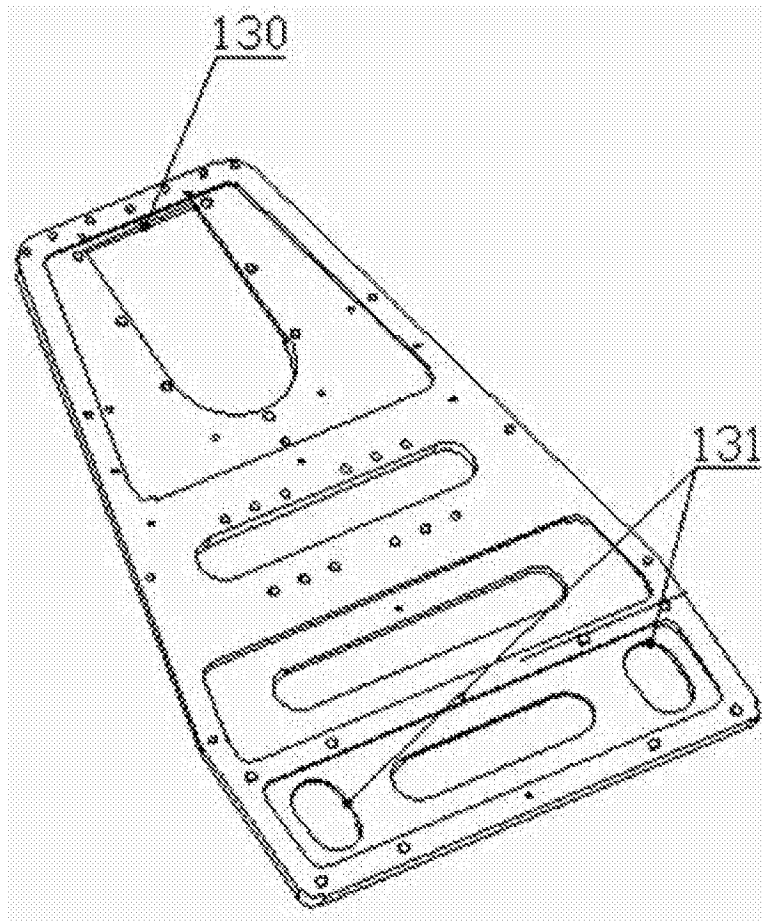


图10