



(21) 申请号 202010462455.0

(22) 申请日 2020.05.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111805273 A

(43) 申请公布日 2020.10.23

(73) 专利权人 北京卫星制造厂有限公司

地址 100190 北京市海淀区知春路63号

(72) 发明人 张加波 赵长喜 白效鹏 文科

张俊辉 周莹皓 周欣欣 高鑫

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

专利代理师 张欢

(51) Int. Cl.

B23Q 3/08 (2006.01)

B23Q 1/25 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102306207 A, 2012.01.04

CN 108381137 A, 2018.08.10

CN 102554595 A, 2012.07.11

CN 202106321 U, 2012.01.11

CN 106002779 A, 2016.10.12

CN 103302609 A, 2013.09.18

CN 110605740 A, 2019.12.24

ES 8703102 A1, 1987.04.16

审查员 张小丹

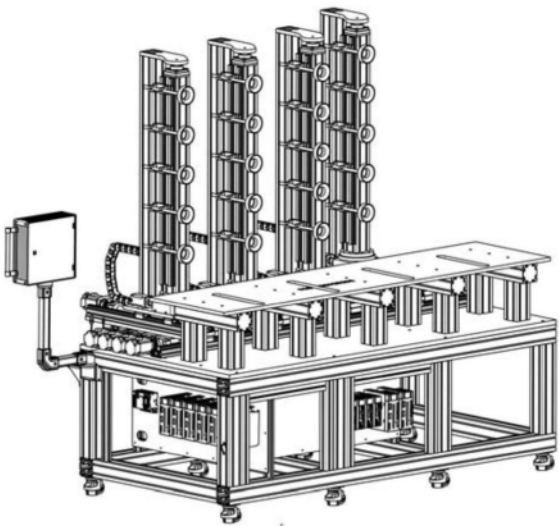
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装

(57) 摘要

本发明公开了一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装,包括多个柔性工装单元、可移动支撑机构和控制系统;多个柔性工装单元依次排列在可移动支撑机构在水平方向上的第三导轨上,通过导轨-丝杠传动实现各柔性工装单元沿X轴方向的移动;柔性工装单元通过可伸缩的真空吸盘吸附工件,真空吸盘的吸附点位分布根据工件的结构特征确定,通过蜗轮蜗杆传动实现绕Z轴方向旋转,通过导轨-丝杠传动实现沿Y轴方向的移动;控制系统控制交流伺服电机驱动各柔性工装单元在X、Y、Z轴方向上的运动,使各吸附点位呈空间分布。本发明的柔性工装易于拆卸,可移动便于加工,适用性广泛,且适用于筒状构件的加工。



1. 一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装, 其特征在于, 包括多个柔性工装单元、可移动支撑机构和控制系统; 多个柔性工装单元依次排列在可移动支撑机构在水平方向上的第三导轨(12)上, 通过导轨丝杠传动实现各柔性工装单元沿X轴方向的移动; 柔性工装单元通过可伸缩的真空吸盘(25)吸附工件, 真空吸盘(25)的吸附点位分布根据工件的结构特征确定, 通过蜗轮蜗杆传动实现绕Z轴方向旋转, 通过导轨丝杠传动实现沿Y轴方向的移动; 控制系统控制交流伺服电机驱动各柔性工装单元在X、Y、Z轴方向上的运动, 使各吸附点位呈空间分布;

柔性工装单元包括压力计(38)、流量开关(37)、第一滑槽(18)、挡板(19)、第一丝杠(20)、第一导轨(21)、滑板(22)、立柱底座(23)、立柱(24)、真空吸盘(25)、电动推杆(26)、立柱支撑架(28)、第二滑槽(29)、第二导轨(30)、滑块(31)、第一联轴器(32)、第一交流伺服电机(33)、第二交流伺服电机(34)、第一丝杠螺母(35)、第二联轴器(39)和第二丝杠螺母(36);

电动推杆(26)一端与真空吸盘(25)连接, 另一端通过管路与流量开关(37)连接, 真空吸盘(25)由电动推杆(26)驱动实现伸缩运动, 实现根据不同表面特征进行吸附点位的调节; 多个电动推杆(26)分别安装在对应的滑块(31)上, 各滑块(31)通过第二滑槽(29)装卡在第二导轨(30)上, 沿立柱(24)纵向分布, 各个真空吸盘(25)对应的流量开关(37)通过管路与压力计(38)连接; 第二导轨(30)沿立柱(24)纵向安装, 滑块(31)通过调节与第二导轨(30)间的松紧带动真空吸盘(25)沿第二导轨(30)上下滑动; 立柱(24)底部安装在立柱底座(23)上, 立柱底座(23)、立柱支撑架(28)安装在滑板(22)上, 立柱支撑架(28)位于立柱(24)的侧面并通过安装在立柱支撑架(28)顶部的支撑板与立柱(24)的顶端连接; 第一交流伺服电机(33)的输出轴与第一联轴器(32)连接, 第一联轴器(32)与蜗杆连接, 第一交流伺服电机(33)安装在滑板(22)上, 第一交流伺服电机(33)通过蜗轮蜗杆驱动立柱(24)绕Z轴方向旋转; 滑板(22)底部的第三滑槽与第一导轨(21)配合, 第一丝杠螺母(35)与第一丝杠(20)配合, 第一丝杠(20)位于两个第一导轨(21)之间, 挡板(19)安装在第一丝杠(20)两端, 第一丝杠(20)和两个第一导轨(21)安装在第一导轨安装板上; 第二交流伺服电机(34)固定在挡板(19)外侧, 第二交流伺服电机(34)通过第二联轴器(39)带动第一丝杠(20)转动; 立柱支撑架(28)通过第一丝杠螺母(35)和滑板(22)底部的第三滑槽带动立柱(24)沿第一导轨(21)滑动, 实现吸盘点位的Y轴方向平移; 第二丝杠螺母(36)和第一滑槽(18)位于第一导轨安装板底部;

可移动支撑机构包括滚轮(1)、第一支撑架(2)、第一平板(3)、第二平板(5)、第二支撑架(6)、第三平板(7)、限位通孔(8)、定位孔(9)、第二丝杠(10)、第三联轴器(11)、第三导轨(12)、第三交流伺服电机(14)、真空泵(15)、第四平板(17);

第二丝杠(10)的数目由柔性工装单元的数量确定, 第二丝杠(10)均匀分布在两条第三导轨(12)之间, 第三交流伺服电机(14)输出轴与第二丝杠(10)通过第三联轴器(11)连接; 第一滑槽(18)与第三导轨(12)配合, 第二丝杠螺母(36)与第二丝杠(10)配合, 柔性工装单元通过第一滑槽(18)和第二丝杠螺母(36)安装在可移动支撑机构上; 第三交流伺服电机(14)带动第二丝杠(10)转动, 并通过第二丝杠螺母(36)、第一滑槽(18)带动柔性工装单元沿着第三导轨(12)滑动, 从而实现吸盘吸附点位的X轴方向平移; 第三平板(7)装在第二支撑架(6)上, 第二支撑架(6)、第二丝杠(10)及第三导轨(12)均装在第二平板(5)上, 第二支

撑架(6)位于第二丝杠(10)一侧;第二平板(5)装在第一支撑架(2)上,第一支撑架(2)底部安装若干滚轮(1);真空泵(15)与各柔性工装单元的压力计(38)相连;

第三平板(7)上有限位通孔(8)和定位孔(9),第三平板(7)对被加工件进行支撑,定位孔(9)可调整第三平板(7)的位置,限位通孔(8)配合紧固装置可实现对被加工件限位和固定;

控制系统包括:HMI(13)、多轴运动控制器(4)、伺服驱动器(16)和CANopen总线;HMI(13)装在可移动支撑机构上,多轴运动控制器(4)装在第一平板(3)上,伺服驱动器(16)装在第四平板(17)上并安装在第二平板(5)下方,真空泵(15)装在第四平板(17)上;

根据CANopen通讯协议,HMI(13)与多轴运动控制器(4)连接,多轴运动控制器(4)与伺服驱动器(16)连接,伺服驱动器(16)与第一交流伺服电机(33)、第二交流伺服电机(34)、第三交流伺服电机(14)连接;

HMI(13)包括坐标定位界面、限位设置界面和状态监控界面;坐标定位界面实现对柔性工装单元位姿的实时显示,通过坐标输入的方式实现运动参数的控制,同时给定期望的X向、Y向运动的线速度及转动角速度;限位设置界面实现Y向及绕Z转动软限位的设置;状态监控界面实现对第一交流伺服电机(33)、第二交流伺服电机(34)、第三交流伺服电机(14)运行状态的监控,同时针对X向、Y向平移运动,根据接近开关传感器的信息反馈,对运动限位进行实时监控;多轴运动控制器(4)根据CANopen通讯协议,实现多轴运动控制;伺服驱动器(16)分别控制第一交流伺服电机(33)、第二交流伺服电机(34)、第三交流伺服电机(14);

柔性工装单元的X向、Y向、Z向的平移以及绕Z向的转动,使所述柔性工装的吸附点位呈空间分布,且吸附点的位置根据壁板的表面的结构特征在Y轴方向通过电动推杆进行二次调整,实现真空吸盘(25)生成与壁板曲面完全吻合且分布均匀的吸附点阵。

2.根据权利要求1所述的一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装,其特征在于,电动推杆(26)为空心铝合金管。

3.根据权利要求1所述的一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装,其特征在于,柔性工装单元的数目由吸附的工件的尺寸决定。

## 一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种柔性工装,属于机械领域。

### 背景技术

[0002] 壁板为典型的壁板弱刚度结构件,各类舱体壁板在焊装前通常都需要进行切边加工以及各类穿舱法兰面及设备安装面的加工。为实现壁板焊装前的精确加工,需要制作支撑工装增加装夹刚性予以保证。由于壁板结构参数各不相同,加工需要的壁板支撑工装众多。目前的工艺方案为每新投产一种壁板均需要设计制造一套专用工装,存在一系列问题:工装总数量多,一套产品据需要一套大型工装;工装生产准备周期长,大型工装的制造周期与制造成本高;大型工装占用场地资源多,维护成本高,大型工装的使用频次少,造成资源的大量浪费。

[0003] 在发明专利CN109764848A中,公开了一种面向蒙皮型面扫描的柔性工装。该发明主要用于蒙皮支撑,且电动推杆空间排布为扇形,多个吸盘在电动推杆推进长度相同时形成曲面。然而受柔性托架曲率和本身推杆可伸缩距离的影响,该柔性工装对不同曲率的蒙皮调整范围受到很大的限制,而且该柔性工装不适用于对筒状构件的支撑。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:为了避免现有技术存在的不足,本发明提出了一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装,是一种用于航空、航天制造业解决金属整体壁板、侧壁防热壳体结构或筒状构件自动化加工的柔性工装。

[0005] 本发明所采用的技术方案是:一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装,其特征在于,包括多个柔性工装单元、可移动支撑机构和控制系统;多个柔性工装单元依次排列在可移动支撑机构在水平方向上的第三导轨上,通过导轨丝杠传动实现各柔性工装单元沿X轴方向的移动;柔性工装单元通过可伸缩的真空吸盘吸附工件,真空吸盘的吸附点位分布根据工件的结构特征确定,通过蜗轮蜗杆传动实现绕Z轴方向旋转,通过导轨丝杠传动实现沿Y轴方向的移动;控制系统控制交流伺服电机驱动各柔性工装单元在X、Y、Z轴方向上的运动,使各吸附点位呈空间分布。

[0006] 柔性工装单元包括压力计、流量开关、第一滑槽、挡板、第一丝杠、第一导轨、滑板、立柱底座、立柱、真空吸盘、电动推杆、立柱支撑架、第二滑槽、第二导轨、滑块、第一联轴器、第一交流伺服电机、第二交流伺服电机、第一丝杠螺母、第二联轴器和第二丝杠螺母;

[0007] 电动推杆一端与真空吸盘连接,另一端通过管路与流量开关连接,真空吸盘由电动推杆驱动实现伸缩运动,实现根据不同表面特征进行吸附点位的调节;多个电动推杆分别安装在对应的滑块上,各滑块通过第二滑槽装卡在第二导轨上,沿立柱纵向分布,各个真空吸盘对应的流量开关通过管路与压力计连接;第二导轨沿立柱纵向安装,滑块通过调节与第二导轨间的松紧带动真空吸盘沿第二导轨上下滑动;立柱底部安装在立柱底座上,立柱底座、立柱支撑架安装在滑板上,立柱支撑架位于立柱的侧面并通过安装在立柱支撑架

顶部的支撑板与立柱的顶端连接；第一交流伺服电机的输出轴与第一联轴器连接，第一联轴器与蜗杆连接，第一交流伺服电机安装在滑板上，第一交流伺服电机通过蜗轮蜗杆驱动立柱绕Z轴方向旋转；滑板底部的第三滑槽与第一导轨配合，第一丝杠螺母与第一丝杠配合，第一丝杠位于两个第一导轨之间，挡板安装在第一丝杠两端，第一丝杠和两个第一导轨安装在第一导轨安装板上；第二交流伺服电机固定在挡板外侧，第二交流伺服电机通过第二联轴器带动第一丝杠转动；立柱支撑架通过第一丝杠螺母和滑板底部的第三滑槽带动立柱沿第一导轨滑动，实现吸盘点位的Y轴方向平移；第二丝杠螺母和第一滑槽位于第一导轨安装板底部。

[0008] 电动推杆为空心铝合金管。

[0009] 可移动支撑机构包括滚轮、支撑架、第一平板、第二平板、支撑架、第三平板、限位通孔、定位孔、第二丝杠、第三联轴器、第三导轨、第三交流伺服电机、真空泵、第四平板；

[0010] 第二丝杠的数目由柔性工装单元的数量确定，第二丝杠均匀分布在两条第三导轨之间，第三交流伺服电机输出轴与第二丝杠通过第三联轴器连接；第一滑槽与第三导轨配合，第二丝杠螺母与第二丝杠配合，柔性工装单元通过第一滑槽和第二丝杠螺母安装在可移动支撑机构上；第三交流伺服电机带动第二丝杠转动，并通过第二丝杠螺母、第一滑槽带动柔性工装单元沿着第三导轨滑动，从而实现吸盘吸附点位的X轴方向平移；第三平板装在支撑架上，支撑架、第二丝杠及第三导轨均装在第二平板上，支撑架位于第二丝杠一侧；第二平板装在支撑架上，支撑架底部安装若干滚轮；真空泵与各柔性工装单元的压力计相连。

[0011] 第三平板上有限位通孔和定位孔，第三平板对被加工件进行支撑，定位孔可调整第三平板的位置，限位通孔配合紧固装置可实现对被加工件限位和固定。

[0012] 控制系统包括：HMI、多轴运动控制器、伺服驱动器和CANopen总线；HMI装在可移动支撑机构上，多轴运动控制器装在第一平板上，伺服驱动器装在第四平板上并安装在第二平台下方，真空泵装在第四平板上；

[0013] 根据CANopen通讯协议，HMI与多轴运动控制器连接，多轴运动控制器与伺服驱动器连接，伺服驱动器与第一交流伺服电机、第二交流伺服电机、第三交流伺服电机连接；

[0014] HMI包括坐标定位界面、限位设置界面和状态监控界面；坐标定位界面实现对柔性工装单元位姿的实时显示，通过坐标输入的方式实现运动参数的控制，同时给定期望的X向、Y向运动的线速度及转动角速度；限位设置界面实现Y向及绕Z转动软限位的设置；状态监控界面实现对第一交流伺服电机、第二交流伺服电机、第三交流伺服电机运行状态的监控，同时针对X向、Y向平移运动，根据接近开关传感器的信息反馈，对运动限位进行实时监控；多轴运动控制器根据CANopen通讯协议，实现多轴运动控制；伺服驱动器分别控制第一交流伺服电机、第二交流伺服电机、第三交流伺服电机。

[0015] 柔性工装单元的数目由吸附的工件的尺寸决定。

[0016] 本发明与现有技术相比的有益效果是：

[0017] 本发明的柔性工装单元的X向、Y向、Z向的平移以及绕Z向的转动等多自由度运动，使该柔性工装的吸附点位呈空间分布，而且吸附点的位置可根据壁板的表面复杂的结构特征在Y轴方向通过电动推杆进行二次调整，从而实现多点位多自由度真空吸盘生成与壁板曲面完全吻合且分布均匀的吸附点阵；真空吸盘与工件表面的作用力通过控制系统控制真空泵，使之产生足够大小的真空吸附力，从而精确可靠地定位和吸附壁板；当壁板曲面曲率

或表面特征发生变化时,真空吸盘的空间布局自动调整,因此可以满足不同的壁板装卡和定位需要,实现了金属整体壁板、侧壁隔热壳体结构或筒状构件的柔性自适应装卡;可移动支撑机构的支撑平板设计有限位槽,可实现对加工件的限位、支撑和二次固定,从而消除了被加工件因重力产生的影响,而且二次固定增加了被加工件的稳固和可靠性;该柔性工装易于拆卸,可移动便于加工,适用性广泛。

### 附图说明

- [0018] 图1是可移动支撑机构轴测图。
- [0019] 图2是可移动支撑机构的俯视图。
- [0020] 图3是柔性工装单元轴测图。
- [0021] 图4是柔性工装单元俯视图。
- [0022] 图5是盘吸附支撑模块系统原理图。
- [0023] 图6是柔性工装单元布局图。
- [0024] 图7为本发明的整体结构图。

### 具体实施方式

[0025] 下面结合实施例对本发明作进一步阐述。

#### [0026] 实施例1

[0027] 如图1~7所示,面向金属整体壁板、侧壁隔热壳体结构或筒状构件的一种多点位多自由度吸附位置的柔性工装,该柔性工装由柔性工装单元、可移动支撑机构和控制系统组成,柔性工装单元数量由加工件尺寸和表面形状特征所决定,多个柔性工装单元排列呈自由状态依次排列在可移动支撑机构水平导轨上。

[0028] 柔性工装单元包括压力计38、流量开关37、第一滑槽18、挡板19、第一丝杠20、第一导轨21、滑板22、立柱底座23、立柱24、真空吸盘25、电动推杆26、立柱支撑架28、第二滑槽29、第二导轨30、滑块31、第一联轴器32、第一交流伺服电机33、第二交流伺服电机34、第一丝杠螺母35和第二丝杠螺母36、第二联轴器39。电动推杆26一端与真空吸盘25连接,另一端通过管路与流量开关37连接,吸盘25由电动推杆26驱动实现伸缩运动,实现根据不同表面特征进行吸附点位的自适应二次调节,其中电动推杆26为空心铝合金管;多个电动推杆26分别安装在对应的滑块31上,各滑块31通过第二滑槽29装卡在第二导轨30上,沿立柱24纵向分布,各个真空吸盘25对应的流量开关37通过管路与压力计38连接;第二导轨30沿立柱24纵向安装,滑块31可通过手动调节螺栓松紧实现滑块31带动真空吸盘25沿第二导轨30上下滑动;立柱24底部安装在立柱底座23上,立柱底座23、立柱支撑架28安装在滑板22上,立柱支撑架28位于立柱24的侧面并通过安装在立柱支撑架28顶部的支撑板与立柱顶端27连接;第一交流伺服电机33的输出轴与第一联轴器32连接,第一联轴器32与蜗杆连接,第一交流伺服电机33装在立柱支撑架28底部的滑板22上,第一交流伺服电机33通过蜗轮蜗杆结构驱动立柱24绕Z轴方向旋转,其中第一交流伺服电机33受控制系统控制,传动方式通过蜗轮蜗杆实现;立柱支撑架28通过其滑板22底部的第三滑槽和第一丝杠螺母35分别与第一导轨21和第一丝杠20配合滑动,第一丝杠20位于两个第一导轨21之间,第一丝杠20和两个第一导轨21安装在第一导轨安装板上,挡板19安装在第一丝杠20两端,第二交流伺服电机34固

定在挡板19外侧,第二交流伺服电机34通过第二联轴器39带动第一丝杠20转动,并通过第一丝杠螺母35带动立柱24移动,通过滑板22上的第三滑槽与第一导轨21配合,使立柱24沿着第一导轨21滑动,从而实现吸盘点位的Y轴方向平移;流量开关37实时在线调整对应真空吸盘25的吸附力大小,同时,压力计38能够实现对气路对应吸盘压力的实时监控,能够有效的杜绝吸附件过程中失压情况的发生。

[0029] 可移动支撑机构包括滚轮1、支撑架2、第一平板3、第二平板5、支撑架6、第三平板7、限位通孔8、定位孔9、第二丝杠10、第三联轴器11、第三导轨12、第三交流伺服电机14、真空泵15、第四平板17。真空泵15与各柔性工装单元的压力计38相连;第二丝杠10的数目由柔性工装单元的数量确定,第二丝杠10均匀分布在两第三导轨12之间,第三交流伺服电机14固定在挡板外侧,第三联轴器11位于挡板内侧,第三交流伺服电机14输出轴与第二丝杠10通过第三联轴器11连接,其中第三交流伺服电机14受控制系统控制。柔性工装单元通过第一导轨安装板底部的第一滑槽18和第二丝杠螺母36分别和第三导轨12和第二丝杠10配合安装在可移动支撑机构上;第三交流伺服电机14带动第二丝杠10转动,并通过第二丝杠螺母36带动柔性工装单元,通过第一滑槽18与第三导轨12配合,使柔性工装单元沿着第三导轨12滑动,从而实现吸盘吸附点位的X轴方向平移;第三平板7装在支撑架6上,支撑架6、第二丝杠10及第三导轨12均装在第二平板5上,支撑架6位于第二丝杠10一侧,第二平板5装在支撑架2上,支撑架2底部安装滚轮1,第三平板7上有限位通孔8和定位孔9,第三平板7的作用是对被加工件进行支撑,定位孔9可调整第三平板7的位置,限位通孔8配合紧固装置可实现对被加工件限位和固定;真空吸盘25与工件表面的作用力通过控制系统控制真空泵15,使之产生足够大小的真空吸附力,从而精确可靠地定位和吸附壁板。

[0030] 控制系统包括:HMI (Human Machine Interface, HMI) 13、多轴运动控制器4、伺服驱动器16和CANopen (Controller Area Network, CAN) 总线;HMI13装在可移动支撑机构上,多轴运动控制器4装在第一平板3上,伺服驱动器16装在第四平板17上并安装在第二平台5下方,真空泵15装在第四平板17上。控制系统采用PLC+脉冲发生模块的伺服运动控制。基于CANopen通讯协议,HMI13与多轴运动控制器4连接,多轴运动控制器4与伺服驱动器16连接,伺服驱动器16与第一交流伺服电机33、第二交流伺服电机34、第三交流伺服电机14连接。

[0031] HMI13为人机交互界面,包括坐标定位界面、限位设置界面和状态监控界面。坐标定位界面能够实现对柔性工装单元位姿的实时显示,通过坐标输入的方式实现运动参数的控制,同时给定期望的X向、Y向运动的线速度及转动角速度;限位设置界面实现Y向及绕Z转动软限位的设置;状态监控界面实现对柔性工装单元X向、Y向、绕Z转动的第一交流伺服电机33、第二交流伺服电机34、第三交流伺服电机14运行状态的监控,同时针对X向、Y向平移运动,基于接近开关传感器的信息反馈,对运动限位进行实时监控。

[0032] 多轴运动控制器4基于CANopen通讯协议,遵循CANopenDS301基本通讯协议和DSP402运动控制协议,可实现多轴运动控制;伺服驱动器16分别控制柔性工装单元X向、Y向、绕Z转动的第一交流伺服电机33、第二交流伺服电机34、第三交流伺服电机14,其内置运动控制模式,能够满足多轴控制操作需求,搭配增量型编码器,低速运转下能够实现精准定位控制。

[0033] 柔性工装单元数目由加工件的尺寸决定。

[0034] 本发明虽然已以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域

技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出可能的变动和修改,因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。

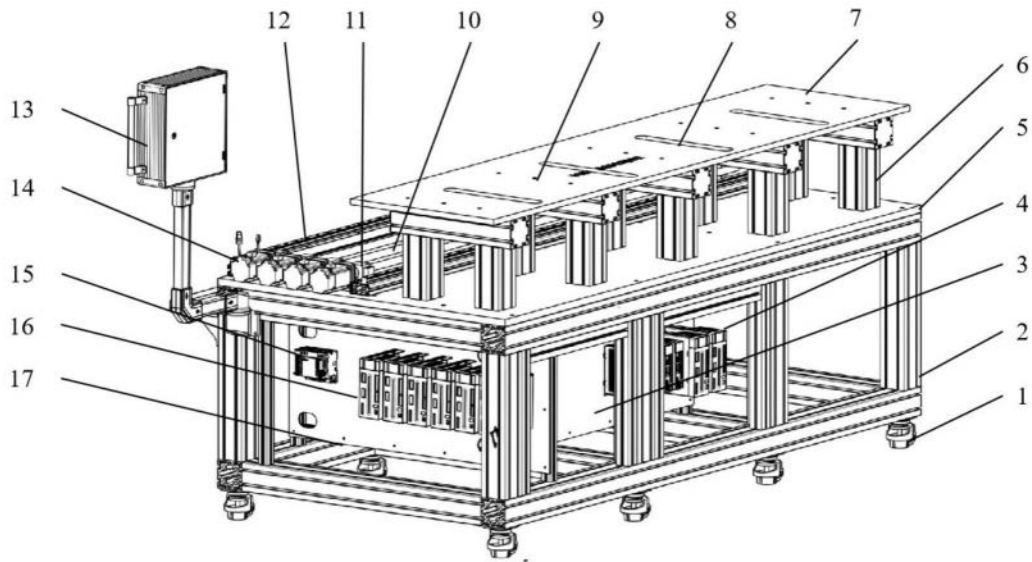


图1

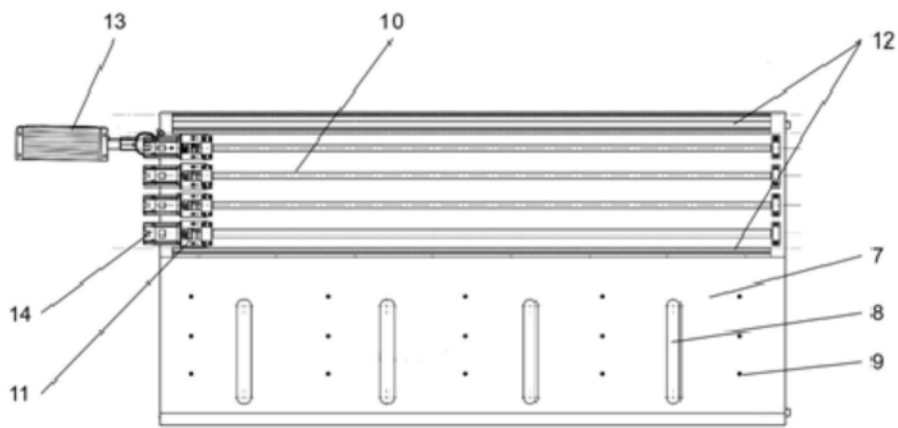


图2

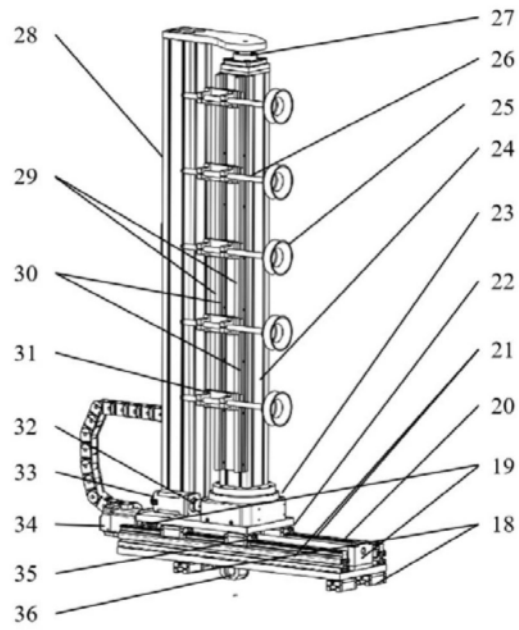


图3

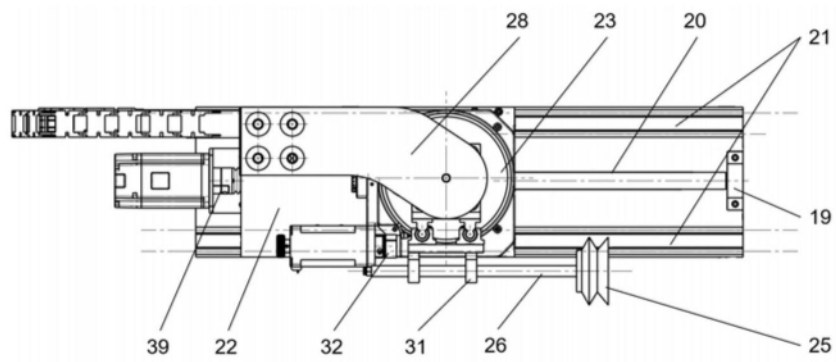


图4

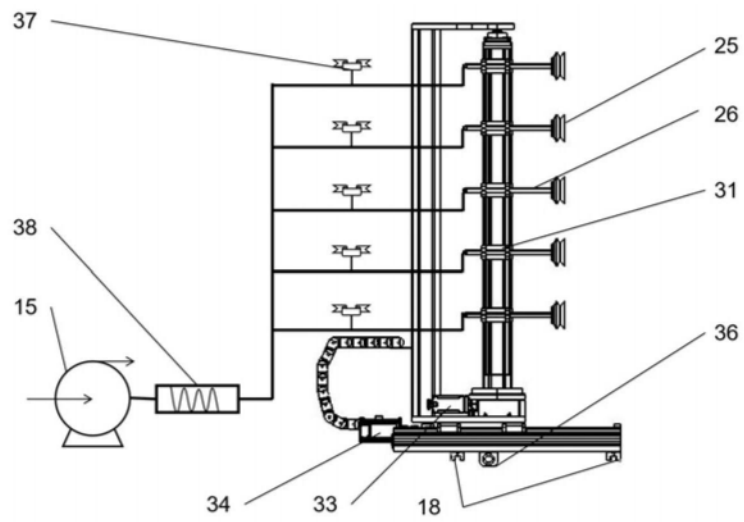


图5

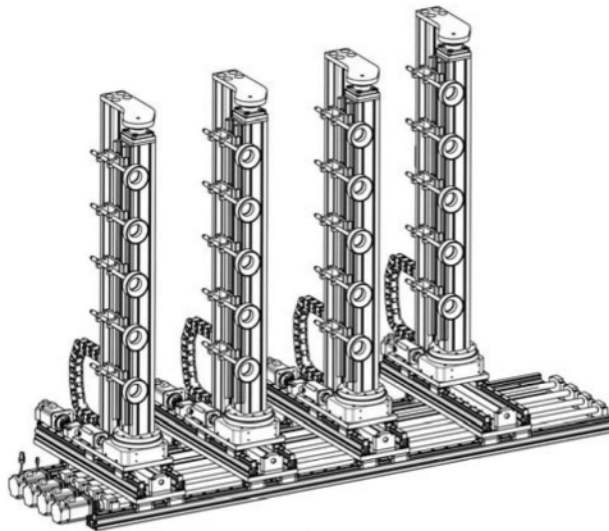


图6

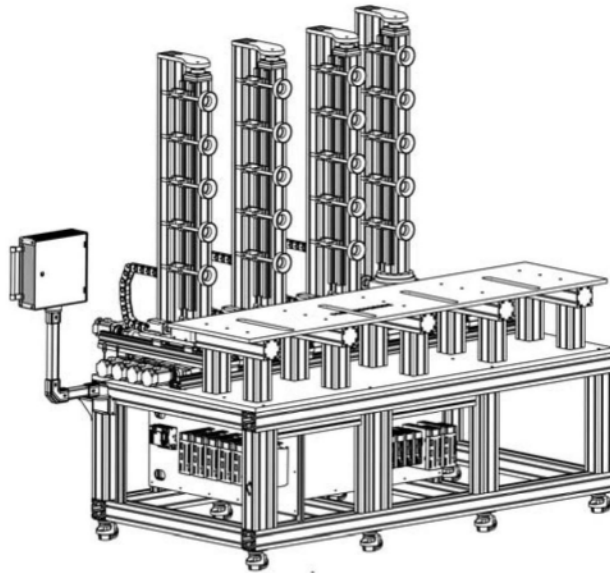


图7