



(21) 申请号 202411158986.5

(22) 申请日 2024.08.22

(71) 申请人 北京瑞邦精控科技有限公司

地址 101319 北京市顺义区聚源中路10号
院1号楼1至4层101内1层101室

(72) 发明人 肖国丰 陈志强 刘中伟

(74) 专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理
有限公司 11369

专利代理师 史霞

(51) Int. Cl.

B23H 1/00 (2006.01)

B23H 11/00 (2006.01)

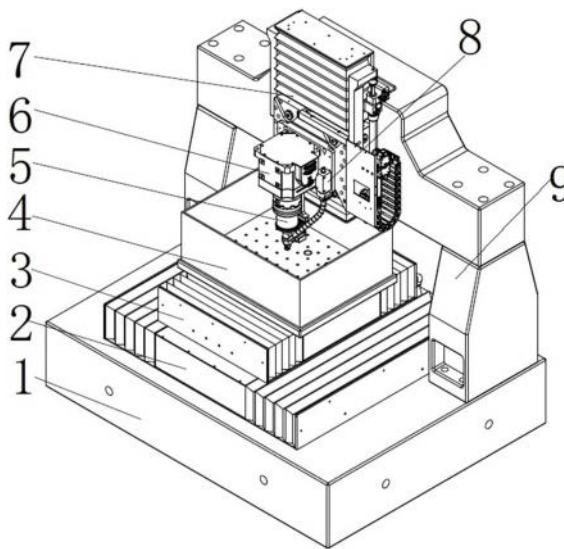
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

超精密电火花加工用运动台

(57) 摘要

本发明公开了一种超精密电火花加工用运动台,包括:支架模块,其包括水平设置的水平基座和龙门型支架;X轴运动模块,其包括X轴基座和沿X轴方向往复运动的X轴滑台组件;Y轴运动模块,其包括Y轴基座和沿Y轴方向运动的Y轴滑台组件,所述Y轴滑台组件上设有工作液槽;Z轴运动模块,其包括Z轴基座和沿Z轴方向往复运动的Z轴滑台组件,所述Z轴滑台组件上设有伸入所述工作液槽内的电火花头;其中,所述X轴基座上设有一对X轴气浮导轨,X轴滑台组件上设有与一对X轴气浮导轨适配的一对X轴气浮块组。本发明提高了电火花加工用运动台的加工精度、系统刚性及稳定性,使得电火花加工工艺可以应用到高性能材料超精密加工中。



1. 超精密电火花加工用运动台,其特征在于,包括:

支架模块,其包括水平设置的水平基座和设置在水平基座端部的龙门支架;

X轴运动模块,其包括设置在所述水平基座上的X轴基座、架设在所述X轴基座外侧的X轴滑台组件以及驱动所述X轴滑台组件沿X轴方向往复运动的X轴直线驱动组件;

Y轴运动模块,其包括设置在所述X轴滑台组件上的Y轴基座,架设在所述Y轴基座外侧的Y轴滑台组件以及驱动所述Y轴滑台组件沿Y轴方向往复运动的Y轴直线驱动组件,所述Y轴滑台组件上设有工作液槽;

Z轴运动模块,其包括设置在所述龙门支架的横梁上的Z轴基座,架设在所述Z轴基座外侧的Z轴滑台组件、驱动所述Z轴滑台组件沿Z轴方向往复运动的Z轴直线驱动组件以及平衡Z轴滑台组件及负载重力的一对气缸组件,所述Z轴滑台组件上倒立侧挂有气浮转台,所述气浮转台的旋转台面上设有伸入所述工作液槽内的电火花头;

其中,所述X轴基座上沿X轴方向设有一对X轴气浮导轨,所述X轴滑台组件上设有与一对X轴气浮导轨适配的一对X轴气浮块组,任一X轴气浮块组包括正对所在侧X轴气浮导轨顶部设置的第一气浮块和正对所在侧X轴气浮导轨外侧面设置的第二气浮块。

2. 如权利要求1所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述Y轴基座上沿Y轴方向设有一对Y轴气浮导轨,所述Y轴滑台组件上设有正对一对Y轴气浮导轨外侧的一对Y轴气浮块和设置在Y轴滑台组件底部的小孔节流单元,所述Y轴气浮块上设有连接至气源的进气孔和多个节流出气孔,任一节流出气孔的出气方向朝向所在侧Y轴气浮导轨的外侧面,所述小孔节流单元与气源连通,且其出气方向朝向所在侧Y轴气浮导轨的顶部。

3. 如权利要求2所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述X轴滑台组件、Y轴滑台组件和Z轴滑台组件均包括:

安装底板,其上设有一对限制所述安装底板行程范围的防撞块;

一对预载板,其垂直向下设置于所述安装底板两侧,任一预载板上设有永磁铁;

一对挡板,其平行设置于一对预载板的外侧,其中一侧的预载板与挡板之间设置无尘拖链;

一对延伸板,其分别设置在所述安装底板的两侧,所述延伸板连接所在侧的预载板和挡板;

其中,所述X轴滑台组件的预载板沿X轴方向设置,Y轴滑台组件的预载板沿Y轴方向设置,Z轴滑台组件的预载板沿Z轴方向设置;所述X轴基座、所述Y轴基座和Z轴基座的底部均延伸出与一对预载板吸引连接的一对预载条;所述X轴基座、所述Y轴基座和Z轴基座上均设有与所述防撞块配合的限位块。

4. 如权利要求3所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述X轴直线驱动组件、Y轴直线驱动组件以及Z轴直线驱动组件均包括直线驱动电机、光栅尺和以及与所述光栅尺配合的读数头,其中,X轴直线驱动组件的直线驱动电机,其定子设置在X轴基座上、动子设置在X轴滑台组件的安装底板底部;X轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在X轴基座和X轴滑台组件的安装板底部;Y轴直线驱动组件的直线驱动电机,其定子设置在Y轴基座上、动子设置在Y轴滑台组件的安装底板底部;Y轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在Y轴基座和Y轴滑台组件的安装板底部;Z轴直线驱动电机,其定子设置在Z轴基座上、动子设置在Z轴滑台组件的安装底板底部,Z轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设

置在Z轴基座和Z轴滑台组件的安装板底部。

5. 如权利要求4所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述X轴滑台组件、Y轴滑台组件和Z轴滑台组件两侧均设有与所在运动模块的滑台组件运动方向平行的风琴护罩组件,所述风琴护罩组件包括:

风琴护罩,其设置在所在模块的滑台组件两侧,且所述风琴护罩的伸缩方向与其所在模块的滑台组件运动方向一致;

端板,其设置在所述风琴护罩的自由端部;

一对护罩板,其设置在所述风琴护罩的底部并分别与一对预载条连接;

一对L型挡板,其水平板设置在一对护罩板上、竖直板分别抵住所述风琴护罩的两侧边缘。

6. 如权利要求5所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,任一气缸组件包括:

气缸固定座,其设置在所述Z轴滑台组件的侧面并与所述Z轴基座一体设置;

气缸本体,其包括底部与所述Z轴基座连接的气缸以及设置在气缸内的活塞杆,所述活塞杆穿过所述气缸固定座;

电磁锁紧器,其位于所述气缸和所述气缸固定座之间,所述电磁锁紧器套设在所述活塞杆上以在断电时抱死所述活塞杆;

气缸转接件,其一端与所述活塞杆的活动端连接,另一端与所述Z轴滑台组件连接,以平衡Z轴滑台组件及负载重力,同时带动所述Z轴滑台组件沿Z轴方向往复运动;

Z轴无尘拖链,其设置Z轴滑台组件的一侧。

7. 如权利要求6所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述工作液槽底部通过螺钉设置在所述Y轴滑台组件上,安装所述螺钉的螺孔顶部设有密封胶塞,所述工作液槽内设有工件固定装夹、底部设有排液管,所述水平基座上设有T型开槽,所述T型开槽尺寸足够所述排液管随X轴滑台组件和Y轴滑台组件运动所需空间。

8. 如权利要求7所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述水平基座上排列多个X轴运动模块,所述龙门支架的横梁上设有不大于所述X轴运动模块数量的Z轴运动模块,所述Z轴运动模块通过X0轴运动模块设置在所述龙门支架的横梁上,所述X0轴运动模块包括:

X0轴基座,其设置在所述龙门支架的横梁上或者与所述龙门支架的横梁一体设置,所述X0轴基座上沿X0轴方向设有一对X0轴直线导轨,X0轴与X轴平行设置;

X0轴滑台组件,其通过滑块与所述X0轴直线导轨连接,所述X0轴滑台组件包括多个X0轴负载板,相邻X0轴负载板之间设有X0轴转接板,所述X0轴负载板上设有Z轴运动模块;

X0轴直线驱动电机,其动子设置在X0轴滑台组件上、定子设置在X0轴基座上;

X0位置反馈组件,其包括设置在X0轴滑台组件上的X0轴读数头和配合所述X0轴读数头使用的X0轴光栅尺,所述X0光栅尺设置在所述X0轴基座上;

X0轴无尘拖链,其通过拖链安装板安装在所述X0轴基座上方。

9. 如权利要求8所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,所述X0轴滑台组件两侧设有沿X方向设置的X0轴风琴护罩,所述X0轴风琴护罩的端部设有X0轴端板。

10. 如权利要求8所述的超精密电火花加工用运动台,其特征在于,设置多个X轴运动模块时,所述龙门支架的中间设有支撑立柱。

超精密电火花加工用运动台

技术领域

[0001] 本发明涉及电火花加工设备领域。更具体地说,本发明涉及一种超精密电火花加工用运动台。

背景技术

[0002] 电火花加工是一种利用电能和热能对待加工工件进行加工的工艺,电火花加工相对于传统切削加工的区别在于,电火花加工时电火花工具电极与待加工工件并不接触,而是通过在电火花工具电机与待加工工件间不断产生脉冲性火花放电,利用放电时产生局部、瞬时的高温把金属材料逐步蚀除下来,现有的电火花加工用运动平台多采用线轨支撑、伺服电机和丝杠方式驱动,其整体加工精度和支撑能力受限,随着工业生产和科技的进步,高熔点、高硬度、高强度、高脆性、高粘度和高纯度等高性能的新材料不断出现,这些高性能新材料的加工精度要求较高,其中,在超硬材料的切削加工,如硬质合金、淬火钢、聚晶金刚石的切削加工,超硬材料的工件质量较大,对加工运动平台的刚性及稳定性也要求较高,现有的电火花加工用运动平台多数采用数控机床,如公布号为CN116786919A_的发明专利中公开了一种电火花加工机床,其安装位均设有两个导轨,同一安装位的驱动组件滑动安装在两个导轨上,所述驱动组件包括电机和连接于电机转轴的丝杠杆螺母副,所述丝杠螺母副位滚珠丝杠装置,所公开的电火花加工机床采用线轨支撑、伺服电机和丝杆方式驱动,其整体加工精度和刚性难以应用到超精密度加工需求的超性能材料加工工艺中。

发明内容

[0003] 本发明的一个目的是解决至少上述问题,并提供至少后面将说明的优点。

[0004] 本发明还有一个目的是提供一种超精密电火花加工用运动台,其结合了气浮支撑、滑块支撑、小孔节流气膜支撑,提高了电火花加工用运动台的加工精度、刚度和稳定性,使得电火花加工工艺可以应用到超性能新材料的超精密加工中。

[0005] 本发明还有一个目的是提供一种超精密电火花加工用运动台,其在水平基座上设置多个工作液槽,在龙门支架的横梁上设置了多个由Z轴运动模块带动的电火花头,实现了电火花作业相同工序的同时加工、不同工序的渐次加工,提高了电火花超精密作业的效率。

[0006] 为了实现根据本发明的这些目的和其它优点,提供了一种超精密电火花加工用运动台,包括:

支架模块,支架模块,其包括水平设置的水平基座和设置在水平基座端部的龙门支架;

X轴运动模块,其包括设置在所述水平基座上的X轴基座、架设在所述X轴基座外侧的X轴滑台组件以及驱动所述X轴滑台组件沿X轴方向往复运动的X轴直线驱动组件;

Y轴运动模块,其包括设置在所述X轴滑台组件上的Y轴基座,架设在所述Y轴基座外侧的Y轴滑台组件以及驱动所述Y轴滑台组件沿Y轴方向往复运动的Y轴直线驱动组件,所述Y轴滑台组件上设有工作液槽;

Z轴运动模块,其包括设置在所述龙门支架的横梁上的Z轴基座,架设在所述Z轴基座外侧的Z轴滑台组件、驱动所述Z轴滑动组件沿Z轴方向往复运动的Z轴直线驱动组件以及平衡Z轴负载重力的一对气缸组件,所述Z轴滑台组件上倒立侧挂有气浮转台,所述气浮转台的旋转台面上设有伸入所述工作液槽内的电火花头;

其中,所述X轴基座上沿X轴方向设有一对X轴气浮导轨,所述X轴滑台组件上设有与一对X轴气浮导轨适配的一对X轴气浮块组,任一X轴气浮块组包括正对所在侧X轴气浮导轨顶部设置的第一气浮块和正对所在侧X轴气浮导轨外侧面设置的第二气浮块。

[0007] 优选的是,所述Y轴基座上沿Y轴方向设有一对Y轴气浮导轨,所述Y轴滑台组件上设有正对一对Y轴气浮导轨外侧的一对Y轴气浮块和设置在Y轴滑台组件底部的小孔节流单元,所述Y轴气浮块上设有连接至气源的进气孔和多个节流出气孔,任一节流出气孔的出气方向朝向所在侧Y轴气浮导轨的外侧面,所述小孔节流单元与气源连通,且其出气方向朝向所在侧Y轴气浮导轨的顶部。

[0008] 优选的是,所述X轴滑台组件、Y轴滑台组件和Z轴滑台组件均包括:

安装底板,其上设有一对限制所述安装底板行程范围的防撞块;

一对预载板,其垂直向下设置于所述安装底板两侧,任一预载板上设有永磁铁;

一对挡板,其平行设置于一对预载板的外侧,其中一侧的预载板与挡板之间设置无尘拖链;

一对延伸板,其分别设置在所述安装底板的两侧,所述延伸板连接所在侧的预载板和挡板;

其中,所述X轴滑台组件的预载板沿X轴方向设置,Y轴滑台组件的预载板沿Y轴方向设置;所述X轴基座和所述Y轴基座的底部均延伸出与一对预载板吸引连接的一对预载条;所述X轴基座和所述Y轴基座上均设有与所述防撞块配合的限位块。

[0009] 优选的是,所述X轴直线驱动组件、Y轴直线驱动组件以及Z轴直线驱动组件均包括直线驱动电机、光栅尺和以及与所述光栅尺配合的读数头,其中,X轴直线驱动组件的直线驱动电机,其定子设置在X轴基座上、动子设置在X轴滑台组件的安装底板底部;X轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在X轴基座和X轴滑台组件的安装板底部;Y轴直线驱动组件的直线驱动电机,其定子设置在Y轴基座上、动子设置在Y轴滑台组件的安装底板底部;Y轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在Y轴基座和Y轴滑台组件的安装板底部;Z轴直线驱动电机,其定子设置在Z轴基座上、动子设置在Z轴滑台组件的安装底板底部,Z轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在Z轴基座和Z轴滑台组件的安装板底部。

[0010] 优选的是,所述X轴滑台组件、Y轴滑台组件和Z轴滑台组件两侧均设有与所在运动模块的滑台组件运动方向平行的风琴护罩组件,所述风琴护罩组件包括:

风琴护罩,其设置在所在模块的滑台组件两侧,且所述风琴护罩的伸缩方向与所在模块的滑台组件运动方向一致;

端板,其设置在所述风琴护罩的自由端部;

一对护罩板,其设置在所述风琴护罩的底部并分别与一对预载条连接;

一对L型挡板,其水平板设置在一对护罩板上、竖直板分别抵住所述风琴护罩的两侧边缘。

[0011] 优选的是,任一气缸组件包括:

气缸固定座,其设置在所述Z轴滑台组件的侧面并与所述Z轴基座一体设置;

气缸本体,其包括底部与所述Z轴基座连接的气缸以及设置在气缸内的活塞杆,所述活塞杆穿过所述气缸固定座;

电磁锁紧器,其位于所述气缸和所述气缸固定座之间,所述电磁锁紧器套设在所述活塞杆上以在断电时抱死所述活塞杆;

气缸转接件,其一端与所述活塞杆的活动端连接,另一端与所述Z轴滑台组件连接,以平衡Z轴滑台组件及负载重力,同时带动所述Z轴滑台组件沿Z轴方向往复运动;

Z轴无尘拖链,其设置Z轴滑台组件的一侧。

[0012] 优选的是,所述工作液槽底部通过螺钉设置在所述Y轴滑台组件上,安装所述螺钉的螺孔顶部设有密封胶塞,所述工作液槽内设有工件固定装夹、底部设有排液管,所述水平基座上设有T型开槽,所述T型开槽尺寸足够所述排液管随X轴滑台组件和Y轴滑台组件运动所需空间。

[0013] 优选的是,所述水平基座上排列多个X轴运动模块,所述龙门支架的横梁上设有不大于所述X轴运动模块数量的Z轴运动模块,所述Z轴运动模块通过X0轴运动模块设置在所述龙门支架的横梁上,所述X0轴运动模块包括:

X0轴基座,其设置在所述龙门支架的横梁上或者与所述龙门支架的横梁一体设置,所述X0轴基座上沿X0轴方向设有一对X0轴直线导轨,X0轴与X轴平行设置;

X0轴滑台组件,其通过滑块与所述X0轴直线导轨连接,所述X0轴滑台组件包括多个X0轴负载板,相邻X0轴负载板之间设有X0轴转接板,所述X0轴负载板上设有Z轴运动模块;

X0轴直线驱动电机,其动子设置在X0轴滑台组件上、定子设置在X0轴基座上;

X0位置反馈组件,其包括设置在X0轴滑台组件上的X0轴读数头和配合所述X0轴读数头使用的X0轴光栅尺,所述X0光栅尺设置在所述X0轴基座上;

X0轴无尘拖链,其通过拖链安装板安装在所述X0轴基座上方。

[0014] 优选的是,所述X0轴滑台组件两侧设有沿X方向设置的X0轴风琴护罩,所述X0轴风琴护罩的端部设有X0轴端板。

[0015] 优选的是,设置多个X轴运动模块时,所述龙门支架的中间设有支撑立柱。

[0016] 本发明至少包括以下有益效果:

其一、本发明提供的超精密电火花加工用运动台采用XYZC四轴运动台,X轴、Y轴和Z轴运动模块均采用气浮支撑结构,直线驱动结构直接驱动,在降低电火花加工用运动台耗能的基础上,还能保证了电火花加工用运动台X轴、Y轴和Z轴的直线度 $0.5\mu\text{m}$ 以内,X轴、Y轴和Z轴采用直线光栅反馈结构,保证了X轴、Y轴和Z轴的定位精度在 $0.3\mu\text{m}$ 以内,从根本上提高了电火花加工用运动台的加工精密度,使得电火花加工工艺可以应用到超精密度加工需求的超性能材料加工生产中,C轴为气浮转台的旋转轴,C轴运动模块采用气浮支撑结构,力矩电机直接驱动,圆光栅位置反馈结构,保证了电火花加工工艺中对于细长孔的加工圆度以及加工孔轴线的直线度;

其二、本发明提供的超精密电火花加工用运动台的X轴运动模块采用两个方向的气浮块结构,提高X轴运动模块的刚性及稳定性,Y轴运动模块结合了气浮块结构和小孔节流结构,提高了Y轴运动模块的刚性及稳定性,克服了现有电火花加工用运动台刚度及稳定

性不够的缺陷；

其三、本发明提供的超精密电火花加工用运动台的Z轴运动模块采用直线电机驱动Z轴滑台组件的往复运动,应用气缸来平衡负载重量,提高了Z轴运动精度,且Z轴运动模块增加了抱闸功能,防止突然断电时,Z轴运动模块由于重力作用自由下落造成危险；

其四、本发明提供的超精密电火花加工用运动台的支架模块采用花岗石材质,克服了现有电火花机床锻造床身结构制造工艺复杂、成本高的缺陷,从根本上解决了电火花加工用运动台铸造工艺复杂、成本高的问题,花岗石材质的高刚性和无内应力的特性进一步保证了电火花加工用运动台的超精密度和高稳定性；

其五、本发明提供的超精密电火花加工用运动台的工作液槽采用花岗石材质制作而成,其固定安装面和工件安装面的平面度可加工到 $3\mu\text{m}$ 以内,保证了工作液槽及工件装夹的安装精度；

其六、本发明提供的超精密电火花加工用运动台上可安装多个X轴运动模块、Y轴运动模块和工作液槽,配合多个安装在X0轴上的多个Z轴运动组件,多组电火花加工作业可同时进行同一工艺的步骤的加工,也可以进行不同工艺的连续作业,实现了电火花加工作业的流水线加工模式,提高了电火花加工作业的效率；

其七、本发明提供的超精密电火花加工用运动台首次将气浮转台结构应用到电火花加工工艺中,使得电火花头在高精度旋转的过程中向下加工,提高了对细长孔加工圆度和加工孔轴线的直线度,进一步保证了采用本发明所述运动台进行电火花加工的精密度。

[0017] 本发明的其它优点、目标和特征将部分通过下面的说明体现,部分还将通过对本发明的研究和实践而为本领域的技术人员所理解。

附图说明

- [0018] 图1为本发明一个技术方案中所述超精密电火花加工用运动台的结构示意图；
图2为本发明另一个技术方案中所述超精密电火花加工用运动台的后面示意图；
图3为本发明另一个技术方案中所述X轴运动模块的结构示意图；
图4为本发明另一个技术方案中所述X轴运动模块的第一侧面示意图；
图5为本发明另一个技术方案中所述X轴运动模块的第二侧面示意图；
图6为本发明另一个技术方案中所述X轴滑台组件的结构示意图；
图7为本发明另一个技术方案中所述工作液槽的结构示意图；
图8为本发明另一个技术方案中所述Z轴运动模块的结构示意图；
图9为本发明另一个技术方案中所述Z轴运动模块后面示意图；
图10为本发明另一个技术方案中所述超精密电火花加工用运动台多工位作业时的结构示意图；
图11为本发明另一个技术方案中所述X0轴运动模块的结构示意图；
图12为本发明另一个技术方案中所述超精密电火花加工用运动台多工位作业时支架模块结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文

字能够据以实施。

[0020] 应当理解,本文所使用的诸如“具有”、“包含”以及“包括”术语并不排除一个或多个其它元件或其组合的存在或添加。

[0021] 如图1~12所示,本发明提供了一种超精密电火花加工用运动台,包括:

支架模块,其包括水平设置的水平基座1和设置在水平基座端部的龙门支架9;

X轴运动模块2,其包括设置在所述水平基座1上的X轴基座11、架设在所述X轴基座11外侧的X轴滑台组件12以及驱动所述X轴滑台组件12沿X轴方向往复运动的X轴直线驱动组件;

Y轴运动模块3,其包括设置在所述X轴滑台组件12上的Y轴基座,架设在所述Y轴基座外侧的Y轴滑台组件以及驱动所述Y轴滑台组件沿Y轴方向往复运动的Y轴直线驱动组件,所述Y轴滑台组件上设有工作液槽4;

Z轴运动模块7,其包括设置在所述龙门支架的横梁上的Z轴基座,架设在所述Z轴基座外侧的Z轴滑台组件、驱动所述Z轴滑动组件沿Z轴方向往复运动的Z轴直线驱动组件以及平衡Z轴负载重力的一对气缸组件,所述Z轴滑台组件上倒立侧挂有气浮转台6,所述气浮转台6的旋转台面上设有伸入所述工作液槽4内的电火花头5;其中,所述X轴基座11上沿X轴方向设有一对X轴气浮导轨,所述X轴滑台组件12上设有与一对X轴气浮导轨适配的一对X轴气浮块组,任一X轴气浮块组包括正对所在侧X轴气浮导轨顶部设置的第一气浮块1282和正对所在侧X轴气浮导轨外侧面设置的第二气浮块1281。

[0022] 在上述技术方案中,所述超精密电火花加工用运动台包括支架模块、X轴运动模块、Y轴运动模块和Z轴运动模块,其中所述支架模块采用花岗石材质制作而成,其包括设置在地面上的水平基座1和龙门架9,所述龙门架9包括远离所述水平基座1设置的龙门支架的横梁和设置在所述龙门支架的横梁两侧的竖直支撑柱,所述竖直支撑柱连接所述龙门支架的横梁和所述水平基座,采用花岗石材质制作而成的支架模块从根本上解决了电火花加工用运动台锻造工艺复杂、制作成本高的问题,花岗石材质制作而成的支架模块具有高刚性和无内应力的特点,保证了电火花号加工用运动台的高精度和高稳定性。

[0023] 在上述技术方案中,所述X轴运动模块用来驱动电火花作业用的工作液槽4沿X轴方向往复运动,所述X轴运动模块包括设置在水平基座上的X轴基座和相对所述X轴沿X轴方向往复运动的X轴滑台组件,所述X轴基座11采用花岗石材质制作而成,高刚性的花岗石X轴基座保证了X轴运动模块的稳定性,从而保证了X轴运动模块的高精度控制性,所述X轴滑台组件12架设在所述X轴基座11上,所述X轴基座11设置为敞口向上的U型,U型的X轴基座11的两个竖直端部设置沿X轴方向设置的气浮导轨,X轴滑台组件12设置为敞口向下的U型,U型的X轴滑台组件12架设在X轴基座11的外侧(以一对气浮导轨间的空间为X轴基座11的内侧,其相对的一侧为X轴基座11的外侧),即X轴滑台组件12的U型开口宽度大于X轴基座11的U型开口宽度。所述X轴滑台组件12和所述X轴基座11采用非接触式连接模式,保证了X轴滑台组件12的直线度可控制在 $0.5\mu\text{m}$ 以内,所述X轴滑台组件正对所述气浮导轨顶部和外侧面的位置均设有气浮块,其中正对所在侧X轴气浮导轨顶部设置的气浮块为第一气浮块1282,正对所在侧X轴气浮导轨外侧面设置的气浮块为第二气浮块1281,第一气浮块1282和第二气浮块1281形成了双气浮支撑结构,提高了X轴运动模块的刚性及稳定性。所述X轴滑动组件12通过X轴直线驱动组件驱动所述滑动组件12沿X轴方向往复运动,同时通过直线光栅系统反

馈定位信息,使得X轴运动模块的定位精度可以控制在 $0.3\mu\text{m}$ 以内,极大地提高了电火花加工工艺的控制精密度,使得电火花加工工艺可以应用到精密度加工要求高的加工场景,如高性能新材料的加工场景,拓宽了电火花加工工艺的应用场景。

[0024] 在上述技术方案中,所述Y轴运动模块用来控制所述工作液槽4沿Y轴方向做往复运动。所述Y轴运动模块包括设置在所述X轴滑台组件上的Y轴基座和相对于所述Y轴基座沿Y轴方向往复运动的Y轴滑台组件,Y轴基座和Y轴滑台组件的具体连接结构为现有技术,详见公告号为CN214591001U、名称为大负载精密气浮直线平台的实用新型专利,本申请不做具体阐述。

[0025] 在上述技术方案中,所述Z轴运动模块用来控制电火花头5沿Z轴方向做往复运动,所述Z轴运动模块包括设置在龙门支架的横梁上的Z轴基座和相对于所述Z轴基座沿Z轴方向往复运动的Z轴滑台组件,所述Z轴滑台组件与所述Z轴基座采用气浮支撑结构实现了Z轴滑台组件和Z轴基座的非接触式连接模式,其具体结构详见公告号为CN214583337U、名称为侧挂垂向运动气浮直线台的实用新型专利。

[0026] 在上述技术方案中,所述Z轴滑台组件上倒立侧挂有气浮转台6,所述气浮转台6的旋转台面上设有伸入所述工作液槽4内的电火花头5,所述电火花头随气浮转台6的旋转而转动,附图中附图标记8为电火花加工用冲液管头,其设置在Z轴滑台组件上,气浮转台6的具体结构详见公告号为CN214578349U、名称为一种高精度气浮转台的实用新型中公开的高精度气浮转台结构,本申请不做具体阐述。

[0027] 在上述技术方案中,所述超精密电火花加工用运动台采用XYZ三轴运动台,X轴、Y轴和Z轴运动模块均采用气浮支撑结构,直线驱动结构直接驱动,在降低电火花加工用运动台耗能的基础上,还能保证了电火花加工用运动台X轴、Y轴和Z轴的直线度 $0.5\mu\text{m}$ 以内,X轴、Y轴和Z轴采用直线光栅反馈结构,保证了X轴、Y轴和Z轴的定位精度在 $0.3\mu\text{m}$ 以内,从根本上提高了电火花加工用运动台的加工精密度,使得电火花加工工艺可以应用到超性能材料的加工中。

[0028] 在其中一个技术方案中,所述Y轴基座上沿Y轴方向设有一对Y轴气浮导轨,所述Y轴滑台组件上设有正对一对Y轴气浮导轨外侧的一对Y轴气浮块和设置在Y轴滑台组件底部的小孔节流单元,所述Y轴气浮块上设有连接至气源的进气孔和多个节流出气孔,任一节流出气孔的出气方向朝向所在侧Y轴气浮导轨的外侧面,所述小孔节流单元与气源连通,且其出气方向朝向所在侧Y轴气浮导轨的顶部。

[0029] 在上述技术方案中,所述Y轴运动模块采用的是气浮支撑结构和小孔节流气膜支撑结构的组合支撑结构,提高了Y轴运动模块的刚性及稳定性以支撑所述工作液槽4,所述Y轴运动模块气浮块支撑结构复配小孔节流气膜支撑结构,与X轴运动模块的双气浮支撑结构、Z轴运动模块的气缸支撑结构协同配合,满足了电火花加工用运动台的支撑需求。

[0030] 在其中一个技术方案中,所述X轴滑台组件12、Y轴滑台组件和Z轴滑台组件均包括:

安装底板,其上设有一对限制所述安装底板行程范围的防撞块;

一对预载板,其垂直向下设置于所述安装底板两侧,任一预载板上设有永磁铁;

一对挡板,其平行设置于一对预载板的外侧,其中一侧的预载板与挡板之间设置无尘拖链;

一对延伸板,其分别设置在所述安装底板的两侧,所述延伸板连接所在侧的预载板和挡板;

其中,所述X轴滑台组件12的预载板沿X轴方向设置,Y轴滑台组件的预载板沿Y轴方向设置;所述X轴基座11和所述Y轴基座的底部均延伸出与一对预载板吸引连接的一对预载条;所述X轴基座11和所述Y轴基座上均设有与所述防撞块配合的限位块116。

[0031] 如图3~6所示,以X轴滑台组件12的结构为例,在上述技术方案中,所述X轴滑台组件包括安装底板120、与安装底板120形成U型结构的一对预载板121,所述安装底板120上设有多个镂空单元126以降低X轴滑台组件12的自重,所述安装底板120靠近所述一对预载板121处设有正对X轴气浮导轨顶部的一对第一气浮块1282,所述一对预载板121正对所述X轴气浮导轨外侧面的一对第二气浮块1281,第一气浮块1282和第二气浮块1281形成了X轴运动模块的双气浮支撑结构,保证了X轴运动模块的刚性及稳定性。

[0032] 在上述技术方案中,所述X轴滑台组件还包括与一对预载板121平行设置的一对挡板127,预载板121和挡板127通过延伸板125连接,以在一侧的预载板121和挡板127之间设置无尘拖链14,以穿设为X轴直线驱动组件提供电力和信号的线缆,Y轴滑台组件的无尘拖链用来穿设为气浮块和小孔节流单元通气的气管以及为Y轴直线驱动组件提供电力和信号的线缆。

[0033] 在上述技术方案中,所述预载板121上设有永磁铁1210,其与设置在X轴基座11上的预载条111吸引配合,所述预载条111通过螺栓固定在水平基座1上,双气浮支撑结构、预载板121和预载条111的配合结构共同实现了所述X轴基座11和X轴滑台组件12的非接触式连接结构,消除了X轴基座11和X轴滑台组件12之间摩擦,减少了X轴滑台组件12直线运动的能耗的同时提高了X轴滑台组件12直线运动的精度。

[0034] 在上述技术方案中,所述X轴滑台组件12上还设有一对防撞块124,其与所述X轴基座11上设置的限位块116配合,起到限制所述安装底板120沿X轴往复运动的行程范围,保护所述X轴滑台组件12,提高所述X轴滑台组件的使用寿命。

[0035] 如图4~6所示,在其中一个技术方案中,所述X轴直线驱动组件、Y轴直线驱动组件以及Z轴直线驱动组件均包括直线驱动电机、光栅尺和以及与所述光栅尺配合的读数头,如图4所示,其中,X轴直线驱动组件的直线驱动电机,其定子115设置在X轴基座11上、动子122设置在X轴滑台组件12的安装底板底部;X轴直线驱动组件的光栅尺114和读数头123分别设置在X轴基座11和X轴滑台组件12的安装板120底部,在图6中可以看出,所述读数头123通过读数头安装座1230设置在所述X轴滑台组件12的安装板120底部;Y轴直线驱动组件的直线驱动电机,其定子设置在Y轴基座上、动子设置在Y轴滑台组件的安装底板底部;Y轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在Y轴基座和Y轴滑台组件的安装板底部;Z轴直线驱动电机,其定子设置在Z轴基座上、动子设置在Z轴滑台组件的安装底板底部,Z轴直线驱动组件的光栅尺和读数头分别设置在Z轴基座和Z轴滑台组件的安装板底部。

[0036] 在上述技术方案中,所述X轴滑台组件12通过X轴直线驱动组件驱动其直线运动,Y轴滑台组件通过Y轴直线驱动组件驱动其直线运动,保证了电火花加工用运动台X轴、Y轴和Z轴的直线度 $0.5\mu\text{m}$ 以内,X轴、Y轴和Z轴采用直线光栅反馈结构,保证了X轴、Y轴和Z轴的定位精度在 $0.3\mu\text{m}$ 以内,从根本上提高了电火花加工用运动台的加工精密度,使得电火花加工工艺可以应用到超性能材料的加工中。

[0037] 在其中一个技术方案中,所述X轴滑台组件12、Y轴滑台组件和Z轴滑台组件两侧均设有与所在运动模块的滑台组件运动方向平行的风琴护罩组件,所述风琴护罩组件包括:

风琴护罩,其设置在所在模块的滑台组件两侧,且所述风琴护罩的伸缩方向与其所在模块的滑台组件运动方向一致;

端板,其设置在所述风琴护罩的自由端部;

一对护罩板,其设置在所述风琴护罩的底部并分别与一对预载条连接;

一对L型挡板,其水平板设置在一对护罩板上、竖直板分别抵住所述风琴护罩的两侧边缘。

[0038] 如图3~5所示,在上述技术方案中,以X轴运动模块2为例,所述X轴滑台组件12两侧设有风琴护罩组件以起到防尘防水的作用,保护X轴运动模块的内部结构,所述风琴护罩组件包括设置在X轴滑台组件12两侧的风琴护罩13、设置风琴护罩13底部的护罩板112和设置在风琴护罩13远离所述X轴滑台组件一端的端板,所述风琴护罩13、护罩板112和端板形成了一个防水防尘空间,所述护罩板112设置通过螺栓与所述预制条111连接,所述护罩板112上设有L型挡板113,所述L型挡板113的水平板设置在一对护罩板上、竖直板分别抵住所述风琴护罩13的两侧边缘,以防止风琴护罩13在伸缩过程中卷曲,损坏所述风琴护罩13。

[0039] 如图8和图9所示,在其中一个技术方案中,任一气缸组件包括:

气缸固定座752,其设置在所述Z轴滑台组件的侧面并与所述Z轴基座71一体设置;

气缸本体,其包括底部与所述Z轴基座连接的气缸751以及设置在气缸751内的活塞杆753,所述活塞杆753穿过所述气缸固定座752;

电磁锁紧器76,其位于所述气缸751和所述气缸固定座752之间,所述电磁锁紧器76套设在所述活塞杆753上以在断电时抱死所述活塞杆753;

气缸转接件78,其一端与所述活塞杆753的活动端连接,另一端与所述Z轴滑台组件73连接,以平衡Z轴滑台组件73及负载重力,同时带动所述Z轴滑台组件73沿Z轴方向往复运动;

Z轴无尘拖链72,其通过Z轴无尘拖链安装板720设置Z轴滑台73组件的一侧。

[0040] 在上述技术方案中,本发明提供的Z轴运动模块相较于公告号为CN214583337U、名称为侧挂垂向运动气浮直线台的实用新型专利公开的侧挂垂向运动气浮直线台,做出了如下改进:所述气缸固定座752与Z轴基座一体设置,可以与气缸固定座752作为整体去搬运和安装,相对于可拆卸的安装结构,一体化安装结构不需要定位安装孔位,满足了电火花加工用运动台超精密控制的需求,所述气缸转接件78的一端通过浮动接头77与所述活塞杆753活动端连接,允许所述气缸751和活塞杆753之间有一定的偏差,提高了气缸本体运动的丝滑性,所述气缸751和气缸固定座752之间设置了电磁锁紧器76,以防止在突然断电时,Z轴运动模块由于自重自由下落而造成危险,提高了电火花加工用运动台的安全性。

[0041] 如图7所示,在其中一个技术方案中,所述工作液槽4底部通过螺钉设置在所述Y轴滑台组件上,安装所述螺钉的螺孔顶部设有密封胶塞,所述工作液槽4内设有工件固定装夹、底部设有排液管41,所述水平基座1上设有T型开槽,所述T型开槽尺寸足够所述排液管41随X轴滑台组件12和Y轴滑台组件运动所需空间,所述工作液槽4包括底面板44和侧面板45,工作液槽的底面板44采用花岗石材质制作而成,其底部设有螺孔42以便于筒螺钉固定在所述Y轴滑台组件上,所述工作液槽4底面板44与所述Y轴滑台组件连接后需用密封胶塞

对螺孔42做密封处理,防止所述工作液槽4底部漏液,所述工作液槽4底部设有延伸至水平基座1的排液管41,所述排液管41为弯折管,所述水平基座1上开设有供所述排液管移动的开槽16。

[0042] 如图10~12所示,在其中一个技术方案中,所述水平基座1上排列多个X轴运动模块2,所述龙门支架的横梁上设有不大于所述X轴运动模块2数量的Z轴运动模块7,实现了多工位同时作业,所述Z轴运动模块7通过X0轴运动模块15设置在所述龙门支架的横梁上,所述X0轴运动模块15包括:

X0轴基座90,其设置在所述龙门支架的横梁上或者与所述龙门支架的横梁一体设置,所述X0轴基座90上沿X0轴方向设有一对X0轴直线导轨,X0轴与X轴平行设置;

X0轴滑台组件,其通过滑块154与所述X0轴直线导轨153连接,所述X0轴滑台组件包括多个X0轴负载板,图11中第一X0轴负载板1521和第二X0轴负载板1523,相邻X0轴负载板之间设有X0轴转接板1522,所述X0轴负载板上设有Z轴运动模块7;

X0轴直线驱动电机,其动子1561设置在X0轴滑台组件上、定子1562设置在X0轴基座上;

X0位置反馈组件,其包括设置在X0轴滑台组件上的X0轴读数头157和配合所述X0轴读数头157使用的X0轴光栅尺158,所述X0光栅尺158设置在所述X0轴基座上;

X0轴无尘拖链1551,其通过拖链安装板1550安装在所述X0轴基座上方。

[0043] 在上述技术方案中,本发明进一步提供了电火花加工多工位同时作业的运动台,包括设置在水平基座1上的多个X轴运动模块,与X轴运动模块数量对应的Y轴运动模块以及少于X轴运动模块数量的Z轴运动模块,Z轴运动模块带动电火花头完成对在先的工件作业后,移动至正对在后的工件作业位置,继续对在后的工件作业,依次对多个工件进行电火花加工作业。进一步地,考虑到电火花加工作业包含多个工序,也可设置多个Z轴运动模块,不同的Z轴运动模块携带的电火花头依次进行不同工序的作业,适当延长X0轴的长度,即X0轴的长度大于水平基座1的长度,多个Z轴运动模块携带的电火花头依次对工件进行不同工序的作业,形成了电火花加工作业的流水线平台,提高了超精密度电火花作业的加工效率。

[0044] 在上述技术方案中,多个Z轴运动模块通过X0轴运动模块设置在龙门支架的横梁上,所述X0轴运动模块包括X0轴基座90和相对所述X0轴基座90沿X0轴方向往复运动的X0轴滑台组件,所述X0轴与X轴平行设置,多个Z轴运动模块设置在X0轴滑台组件上,相邻Z轴运动模块上设置的电火花头与相邻Y轴运动模块上设置的工作液槽位置对应,所述X0轴基座设置在龙门支架的横梁上,如图12所示,作为优选,所述X0轴基座90也可直接充当龙门支架的横梁,与所述龙门支架的横梁一体设置,所述X0轴基座90呈U型设置,U型设置的X0轴基座,其两个端部设有一对X0轴直线导轨,所述X0轴滑台组件架设在X0轴直线导轨两侧并在X0轴直线导轨上做往复运动。所述X0轴滑台组件包括多个X0轴负载板,相邻X0轴负载板之间通过X0轴转接板连接,如图11所示,以两个X0轴负载板为例,X0轴滑台组件包括依次设置的第一X0轴负载板1521、X0轴转接板1522和第二X0轴负载板1523,相邻X0轴负载板通过X0轴转接板连接可以降低加工难度,便于多个Z轴运动模块的装配,X0轴负载板和X0轴转接板的加工精密度要求不同,根据精密度要求不同分别加工X0轴负载板和X0轴转接板可以降低超精密电火花加工用运动台的生产成本。X0轴滑台组件通过X0轴直线驱动电机驱动,X0轴直线驱动电机的动子1561设置在X0轴滑台组件上、定子1562设置在X0轴基座上,X0轴滑台组件运

动的精密度控制通过光栅尺和读数头系统控制,其精密度高。

[0045] 在其中一个技术方案中,所述X0轴滑台组件两侧设有沿X方向设置的X0轴风琴护罩151,所述X0轴风琴护罩151的端部设有X0轴端板150,以起到防尘防水的作用。

[0046] 如图12所示,在其中一个技术方案中,设置多个X轴运动模块2时,所述龙门支架9的中间设有支撑立柱以稳定所述X0轴基座90。

[0047] 这里说明的设备数量和处理规模是用来简化本发明的说明的。对本发明超精密电火花加工用运动台的应用、修改和变化对本领域的技术人员来说是显而易见的。

[0048] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

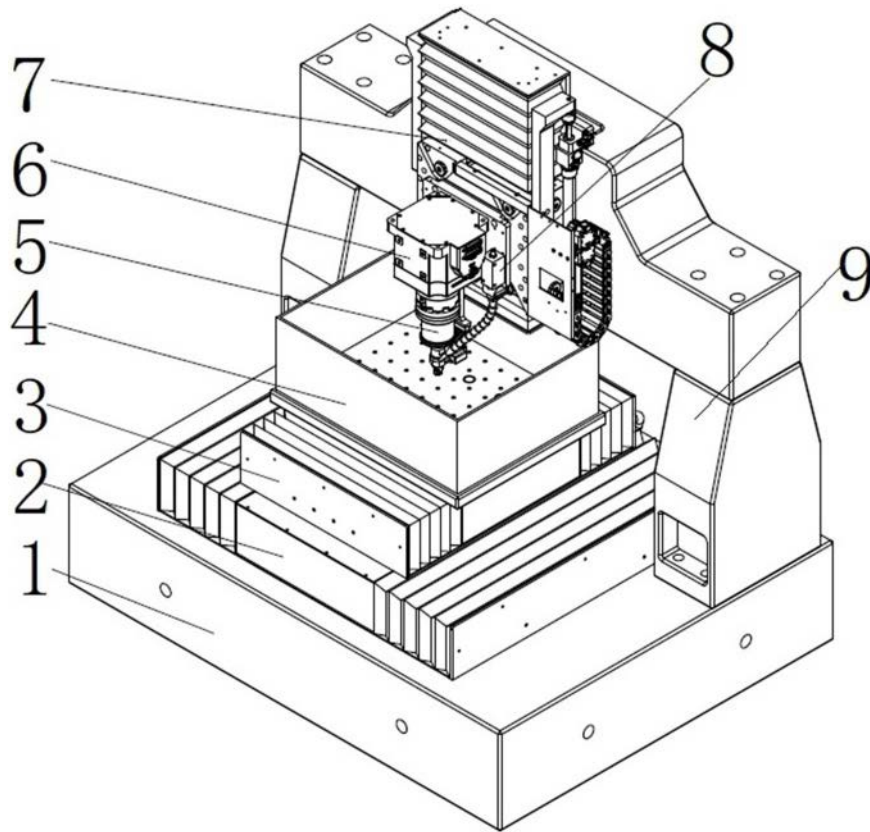


图1

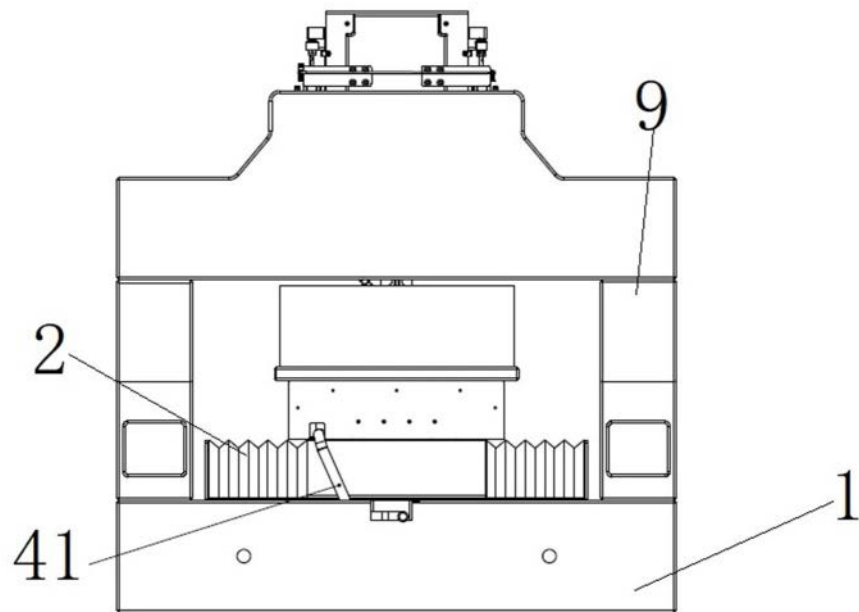


图2

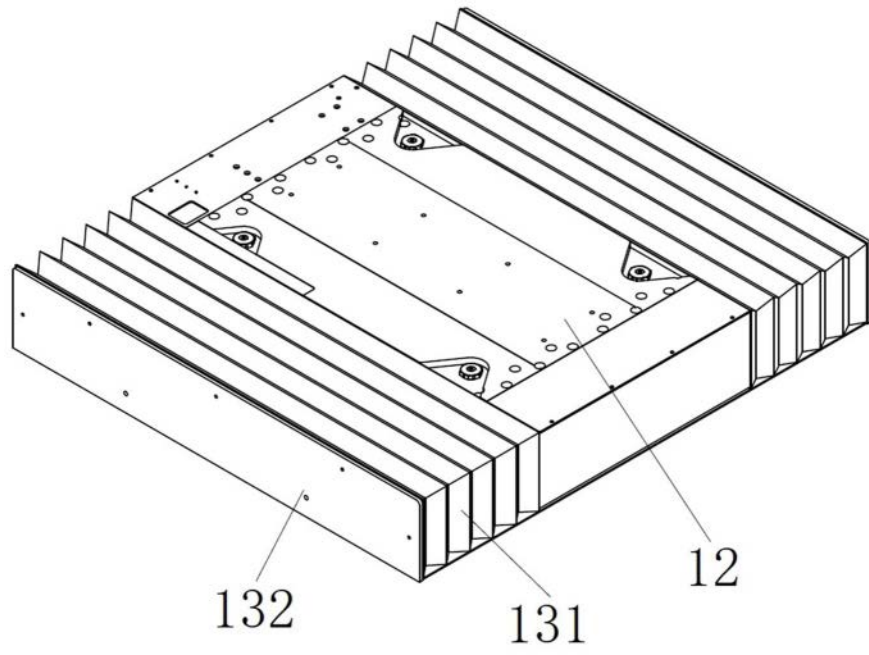


图3

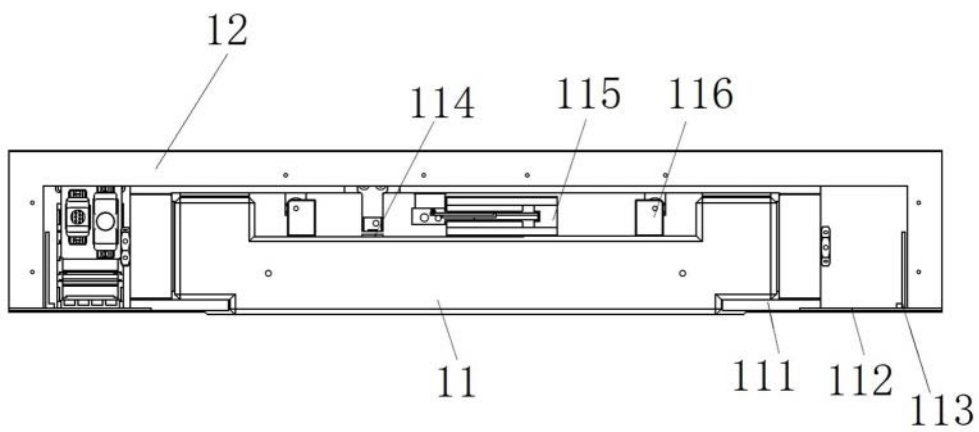


图4

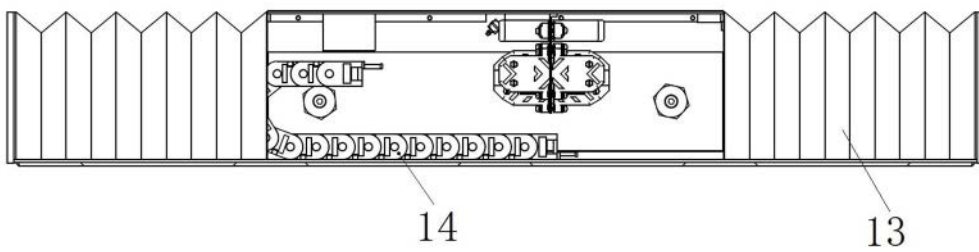


图5

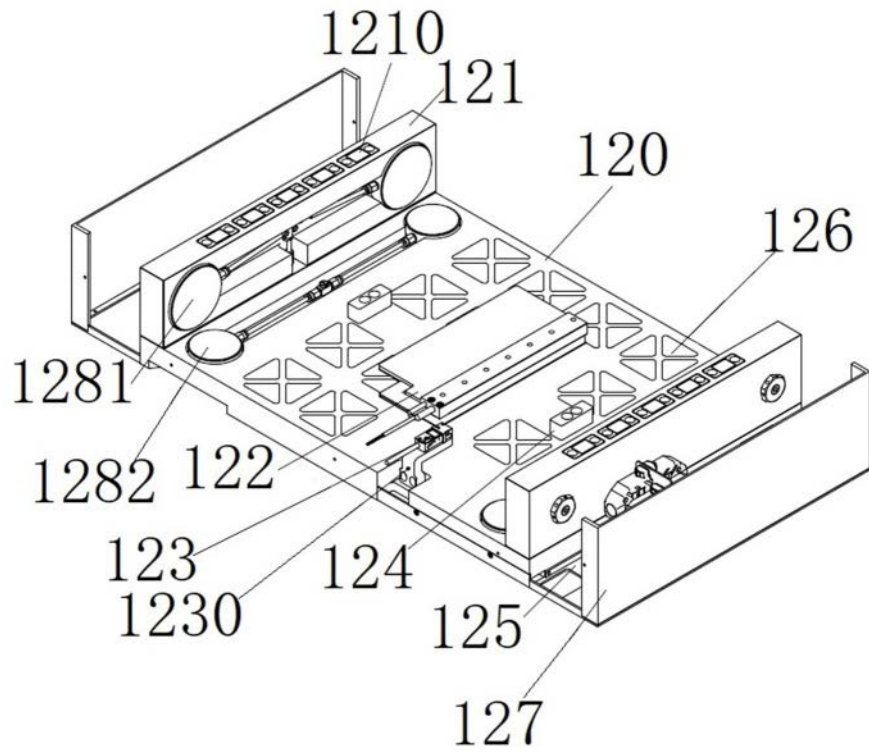


图6

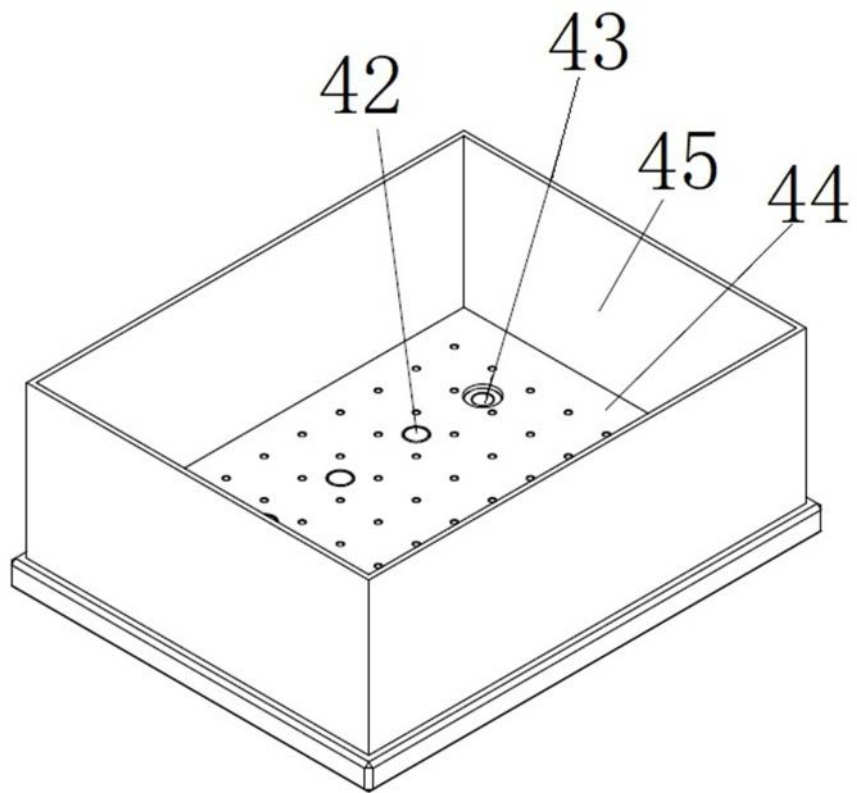


图7

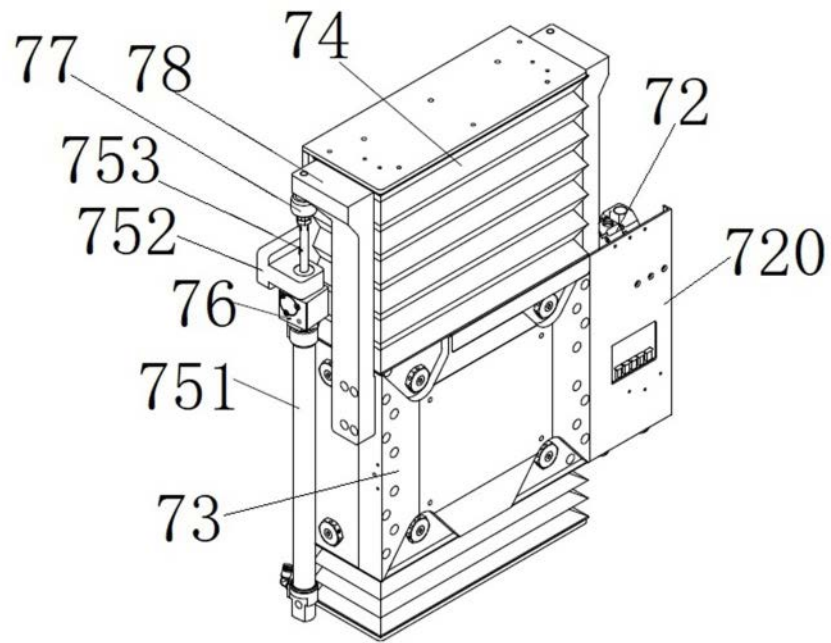


图8

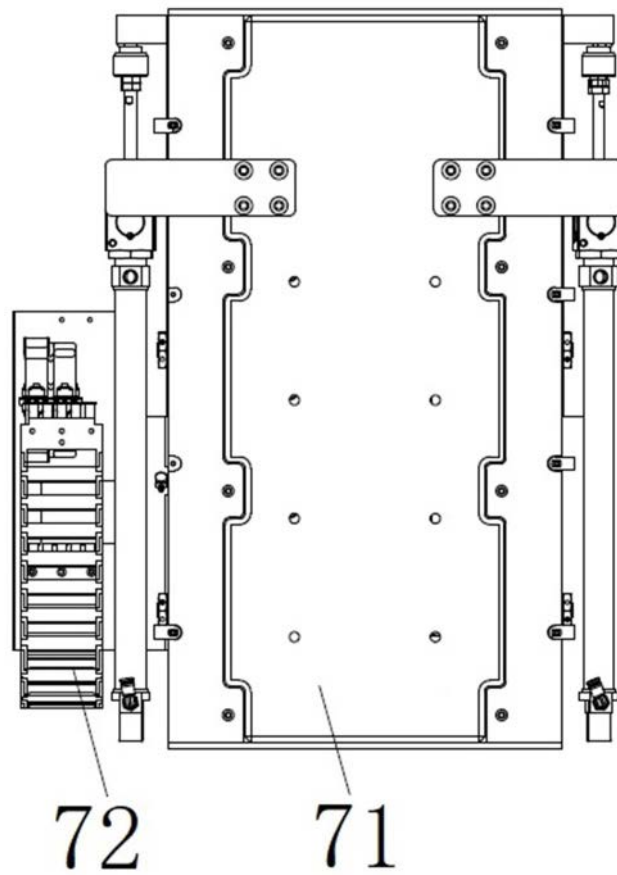


图9

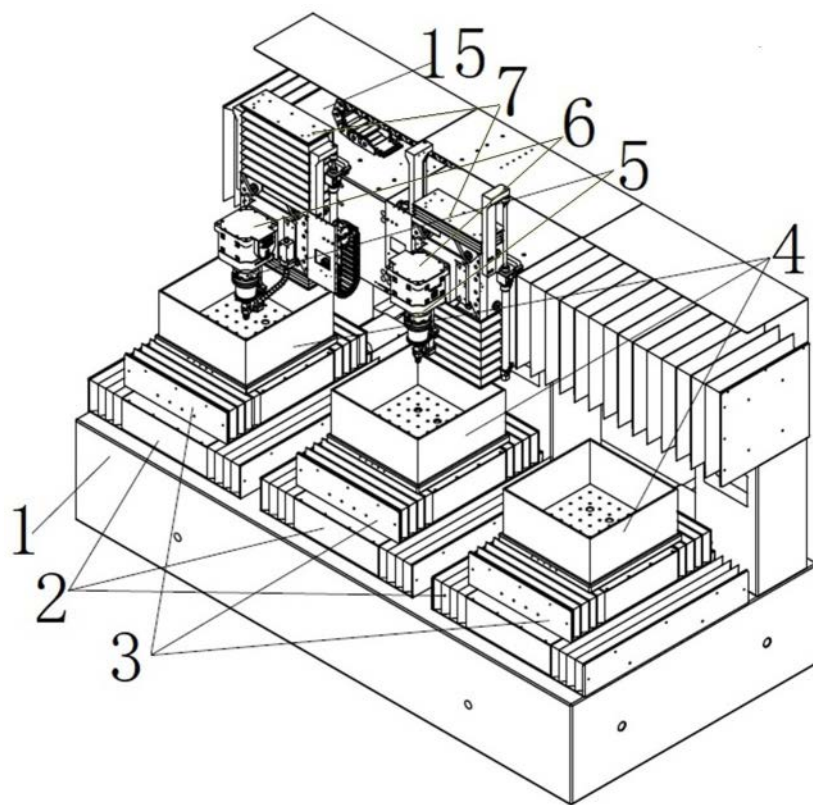


图10

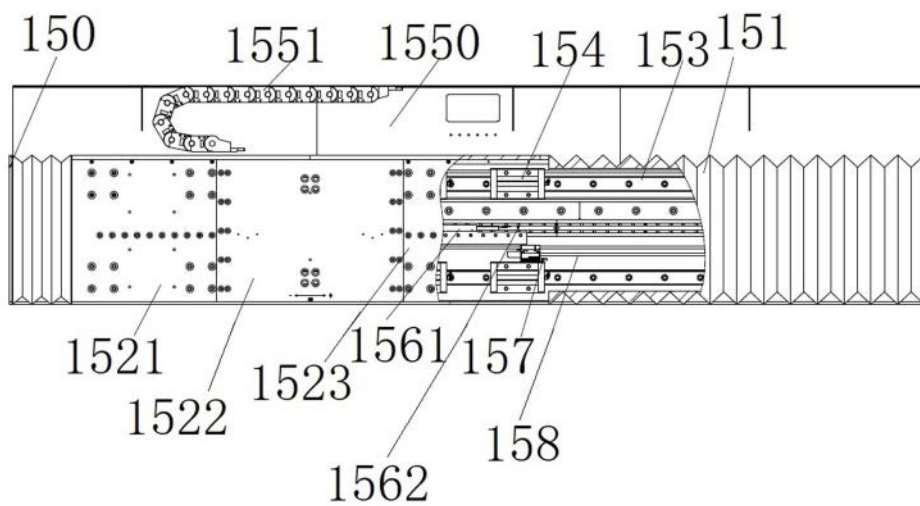


图11

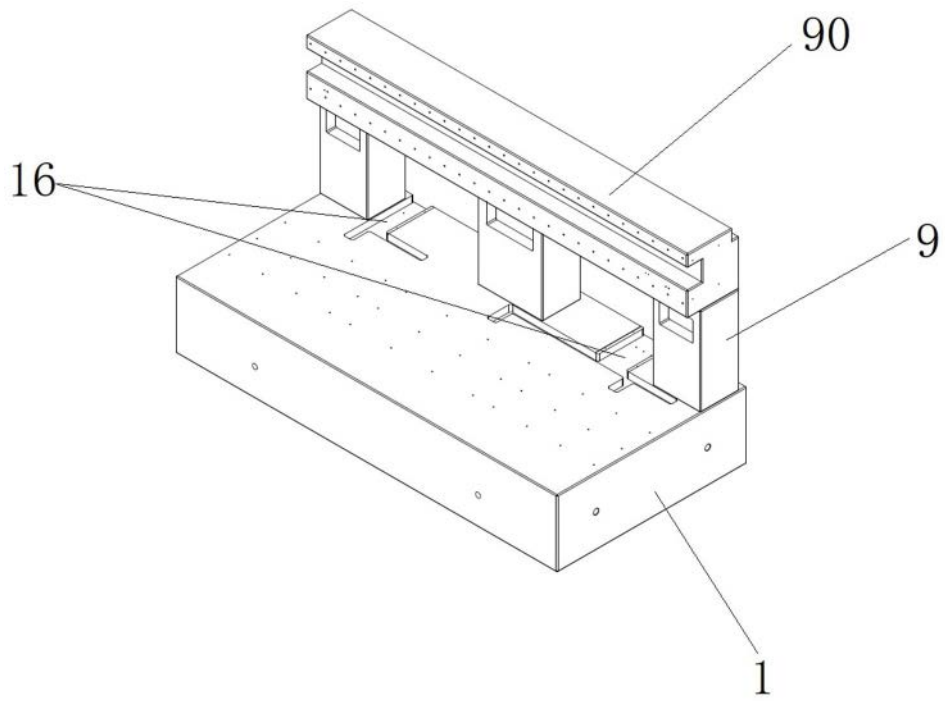


图12