



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111922794 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 13

(21) 申请号 202010802452.7

B24B 49/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.11

B24B 57/02 (2006.01)

B24B 55/06 (2006.01)

(71) 申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路  
三巷11号

(72) 发明人 梁赢东 曲晟 张超 郝文超  
于天彪 赵继

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任  
公司 21212

代理人 李洪福

(51) Int. Cl.

B24B 1/04 (2006.01)

B24B 29/00 (2006.01)

B24B 41/02 (2006.01)

B24B 47/20 (2006.01)

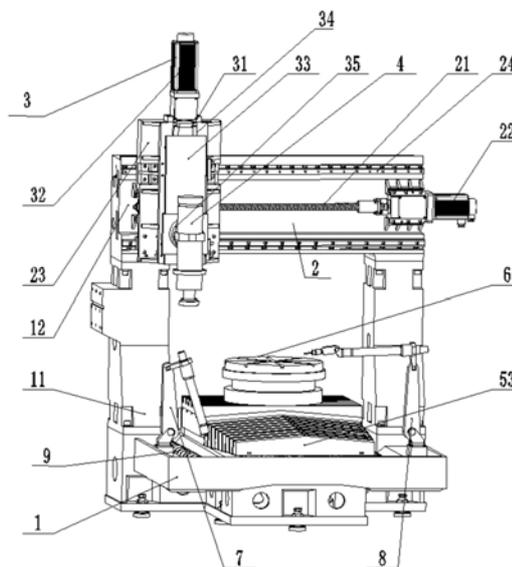
权利要求书2页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种龙门式五轴超声抛光机床

(57) 摘要

本发明公开了一种龙门式五轴超声抛光机床,包括床身,床身的两端分别固定有竖直设置的立柱,两个所述立柱的顶端之间通过横梁固定连接,所述横梁上安装有X轴进给系统,且所述X轴进给系统的移动端上安装Z轴进给系统,所述Z轴进给系统的移动端上安装有围绕Y轴旋转的电机主轴,且所述电机主轴上固定有与所述电机主轴垂直设置的超声振动抛光装置;所述床身上安装有Y轴进给系统,且所述Y轴进给系统的移动端上安装围绕Z轴旋转的直驱式旋转工作台。本发明采用龙门式五轴联动,具有较好的热对称性和受力均匀性,可有效降低加工时温度和力的变化对加工精度产生的影响,提高加工精度。



1. 一种龙门式五轴超声抛光机床,包括床身,所述床身的两端分别固定有竖直设置的立柱,两个所述立柱的顶端之间通过横梁固定连接,其特征在于:

所述横梁上安装有X轴进给系统,且所述X轴进给系统的移动端上安装Z轴进给系统,所述Z轴进给系统的移动端上安装有围绕Y轴旋转的电机主轴,且所述电机主轴上固定有与所述电机主轴垂直设置的并用于工件加工的超声振动抛光装置;

所述床身上安装有Y轴进给系统,且所述Y轴进给系统的移动端上安装有用于放置所述工件并围绕Z轴旋转的直驱式旋转工作台。

2. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述X轴进给系统包括固定在所述横梁上的并沿X轴方向设置的X轴精密滚珠丝杠,所述X轴精密滚珠丝杠的输入端通过联轴器连接有固定在所述横梁上的X轴电机,所述X轴精密滚珠丝杠的输出端上固定有X轴滑鞍,且所述横梁上固定有与所述X轴滑鞍滑动配合的X轴导轨,所述X轴滑鞍为所述X轴进给系统的移动端。

3. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述Z轴进给系统包括固定在所述X轴进给系统的移动端上的并沿Z轴方向设置的Z轴精密滚珠丝杠,且所述Z轴精密滚珠丝杠的输入端通过联轴器连接有Z轴电机,且所述Z轴电机通过电机座与所述X轴进给系统的移动端固定连接,所述Z轴精密滚珠丝杠的输出端上固定有Z轴滑鞍,所述X轴进给系统的移动端上安装有沿Z轴方向设置的Z轴导轨,所述Z轴滑鞍与所述Z轴导轨滑动连接,所述Z轴滑鞍为所述Z轴进给系统的移动端。

4. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述Y轴进给系统包括固定在所述床身上并沿Y轴方向设置的Y轴精密滚珠丝杠,且所述Y轴精密滚珠丝杠的输入端通过联轴器连接有固定在所述床身上的Y轴电机,所述Y轴精密滚珠丝杠的输出端固定有Y轴滑鞍,所述床身上安装有沿Y轴方向设置的Y轴导轨,且所述Y轴滑鞍与所述Y轴导轨滑动连接,所述Y轴滑鞍为所述Y轴进给系统的移动端。

5. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述直驱式旋转工作台包括与所述Y轴进给系统的移动端固定连接的基座,所述基座上固定有呈筒形的工作台侧壁,所述工作台侧壁的顶部通过顶部挡圈连接有工作台底座,且所述工作台底座上固定有工作台盖板,所述工作台侧壁、所述基座和所述工作台底座围成的空间内设有与所述基座固定连接的直驱电机定子,且所述直驱电机定子内设有直驱电机转子,所述直驱电机转子的顶端设有转子顶部凸台,所述转子顶部凸台通过螺栓固定有连接体,且所述连接体与所述工作台底座固定连接,所述直驱电机转子的底部穿过所述基座,且与所述基座之间设有底部挡圈。

6. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述床身在所述直驱式旋转工作台的两侧分别固定安装有抛光液雾化装置和工件在线检测装置。

7. 根据权利要求6所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述工件在线检测装置包括固定在所述床身上的五轴机械手I,所述五轴机械手I的前端安装有用于检测抛光面形精度的激光干涉头。

8. 根据权利要求6所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述抛光液雾化装置包括固定在所述床身上的五轴机械手II,所述五轴机械手II的前端安装有向待抛光部位喷洒抛光液的超声波喷头。

9. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述床身在所述Y轴进给系统的两侧分别固定有排屑装置,且所述排屑装置包括沿Y轴方向设置的螺旋排屑器和驱动所述螺旋排屑器的螺旋排屑电机。

10. 根据权利要求1所述的一种龙门式五轴超声抛光机床,其特征在于:所述超声振动抛光装置包括与所述电机主轴固定连接的超声波发生器、与所述超声波发生器相连的换能器、与所述换能器相连的变幅杆和与所述变幅杆相连的抛光刀具。

## 一种龙门式五轴超声抛光机床

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种抛光机床,特别是一种用于加工光学自由曲面加工用龙门式五轴超声抛光机床。

### 背景技术

[0002] 目前,随着航空航天、光学工业等高端行业的不断发展,光学玻璃等硬脆材料在空间光学成像系统中展现出广阔的应用前景。常规加工方法加工硬脆材料光学元件加工时间长,加工成本高。超声加工可有效减小切削力和切削温度,提高加工质量,目前常采用超声抛光加工方法加工玻璃、陶瓷、石英金刚石及硅等硬脆材料。

[0003] 专利CN 201611119653.7公开了一种立式五轴二维超声抛光机床,该结构热对称性较差,加工精度受温度影响较大,且该结构受力不对称,加工时易产生加工误差,加工精度较低,很难满足超精密加工要求。

[0004] 目前对腔体、凹槽等的加工通常采用将工件浸泡在抛光液中,利用抛光液中的磨粒对工件进行加工。这种加工方法有明显缺陷:由于振动对象不明确,且抛光液的大量使用,使得超声振动传递的能量大量分散,加工效率低,浪费资源。

[0005] 加工工件时,需要通过测量对加工误差进行修正,但现有超声抛光机床一般不带有工件的在线检测装置,大多采用离线检测方式,需将被测工件取出,检测后再进行二次装夹,而二次装夹易产生误差,影响定位精度,进而影响加工精度,同时也降低加工效率。

### 发明内容

[0006] 根据上述提出的技术问题,而提供一种龙门式五轴超声抛光机床。本发明采用的技术手段如下:

[0007] 一种龙门式五轴超声抛光机床,包括床身,所述床身的两端分别固定有竖直设置的立柱,两个所述立柱的顶端之间通过横梁固定连接,所述横梁上安装有X轴进给系统,且所述X轴进给系统的移动端上安装Z轴进给系统,所述Z轴进给系统的移动端上安装有围绕Y轴旋转的电机主轴,且所述电机主轴上固定有与所述电机主轴垂直设置的并用于工件加工的超声振动抛光装置;

[0008] 所述床身上安装有Y轴进给系统,且所述Y轴进给系统的移动端上安装有用于放置工件并围绕Z轴旋转的直驱式旋转工作台;

[0009] 所述床身在所述直驱式旋转工作台的两侧分别固定安装有抛光液雾化装置和工件在线检测装置。

[0010] 进一步地,所述X轴进给系统包括固定在所述横梁上的并沿X轴方向设置的X轴精密滚珠丝杠,所述X轴精密滚珠丝杠的输入端通过联轴器连接有固定在所述横梁上的X轴电机,所述X轴精密滚珠丝杠的输出端上固定有X轴滑鞍,且所述横梁上固定有与所述X轴滑鞍滑动配合的X轴导轨,所述X轴滑鞍为所述X轴进给系统的移动端。

[0011] 进一步地,所述Z轴进给系统包括固定在所述X轴进给系统的移动端上的并沿Z轴

方向设置的Z轴精密滚珠丝杠,且所述Z轴精密滚珠丝杠的输入端通过联轴器连接有Z轴电机,且所述Z轴电机通过电机座与所述X轴进给系统的移动端固定连接,所述Z轴精密滚珠丝杠的输出端上固定有Z轴滑鞍,所述X轴进给系统的移动端上安装有沿Z轴方向设置的Z轴导轨,所述Z轴滑鞍与所述Z轴导轨滑动连接,所述Z轴滑鞍为所述Z轴进给系统的移动端。

[0012] 进一步地,所述Y轴进给系统包括固定在所述床身上并沿Y轴方向设置的Y轴精密滚珠丝杠,且所述Y轴精密滚珠丝杠的输入端通过联轴器连接有固定在所述床身上的Y轴电机,所述Y轴精密滚珠丝杠的输出端固定有Y轴滑鞍,所述床身上安装有沿Y轴方向设置的Y轴导轨,且所述Y轴滑鞍与所述Y轴导轨滑动连接,所述Y轴滑鞍为所述Y轴进给系统的移动端。

[0013] 进一步地,所述直驱式旋转工作台包括与所述Y轴进给系统的移动端固定连接的基座,所述基座上固定有呈筒形的工作台侧壁,所述工作台侧壁的顶部通过顶部挡圈连接有工作台底座,且所述工作台底座上固定有工作台盖板,所述工作台侧壁、所述基座和所述工作台底座围成的空间内设有与所述基座固定连接的直驱电机定子,且所述直驱电机定子内设有直驱电机转子,所述直驱电机转子的顶端设有转子顶部凸台,所述转子顶部凸台通过螺栓固定有连接体,且所述连接体与所述工作台底座固定连接,所述直驱电机转子的底部穿过所述基座,且与所述基座之间设有底部挡圈。

[0014] 进一步地,所述工件在线检测装置包括固定在所述床身上的五轴机械手I,所述五轴机械手I的前端安装有用于检测抛光面形精度的激光干涉头。

[0015] 进一步地,所述抛光液雾化装置包括固定在所述床身上的五轴机械手II,所述五轴机械手II的前端安装有向待抛光部位喷洒抛光液的超声波喷头。

[0016] 进一步地,所述床身在所述Y轴进给系统的两侧分别固定有排屑装置,且所述排屑装置包括沿Y轴方向设置的螺旋排屑器和驱动所述螺旋排屑器的螺旋排屑电机。

[0017] 进一步地,所述超声振动抛光装置包括与所述电机主轴固定连接的超声波发生器、与所述超声波发生器相连的换能器、与所述换能器相连的变幅杆和与所述变幅杆相连的抛光刀具。

[0018] 使用状态下:所述待加工工件围绕Z轴旋转且沿Y轴方向直线运动至合适的加工位置,所述超声振动抛光装置可沿Z轴和X轴方向直线运动,且围绕所述Y轴旋转运动后运动至合适的加工位置。

[0019] 本发明具有以下优点:

[0020] 1、本发明采用龙门式五轴联动,具有较好的热对称性和受力均匀性,可有效降低加工时温度和力的变化对加工精度产生的影响,提高加工精度。

[0021] 2、本发明采用机械手带动抛光液超声雾化装置向待抛光位置喷洒抛光液,雾化后的抛光液更利于加工,同时可避免将工件浸泡在抛光液中能量不集中,有利于提高浪费抛光液利用率,提高材料抛光效率。

[0022] 3、本发明采用的直驱式旋转工作台较蜗轮蜗杆式可提高回转精度,减小设备体积,提高加工精度。

[0023] 4、本发明采用机械手带动超声雾化装置喷头随抛光头移动喷洒抛光液,雾化后的抛光液随抛光头的转动进入抛光头与工件间,可消除由于干磨引起的工件表面损伤,保证抛光力的均匀性和去除材料的高效性。

[0024] 5、通过工件在线检测装置实现对工件抛光过程的在线检测,有效避免离线工件反复安装导致的定位误差,同时提高抛光效率。

[0025] 6、本发明可以加工大尺寸腔体等复杂光学曲面元件。

[0026] 基于上述理由本发明可在复杂光学曲面元件加工等领域广泛推广。

### 附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1是本发明具体实施方式中一种龙门式五轴超声抛光机床结构示意图。

[0029] 图2是本发明具体实施方式中Y轴进给系统俯视图。

[0030] 图3是本发明具体实施方式中超声振动抛光装置结构原理示意图。

[0031] 图4是本发明具体实施方式中直驱式旋转工作台结构示意图。

[0032] 图5是本发明具体实施方式中抛光液超声雾化装置结构示意图。

[0033] 图6是本发明具体实施方式中工件在线检测装置结构示意图。

### 具体实施方式

[0034] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 如图1~6所示,一种龙门式五轴超声抛光机床,包括床身1,所述床身1的两端分别固定有竖直设置的立柱11,两个所述立柱11的顶端之间通过横梁12固定连接,所述横梁12上安装有X轴进给系统2,所述X轴进给系统2包括固定在所述横梁12上的并沿X轴方向设置的X轴精密滚珠丝杠21,所述X轴精密滚珠丝杠21的输入端通过联轴器连接有固定在所述横梁12上的X轴电机22,所述X轴精密滚珠丝杠21的输出端上固定有X轴滑鞍23,且所述横梁12上固定有与所述X轴滑鞍23滑动配合的X轴导轨24;

[0036] 所述X轴滑鞍23上安装Z轴进给系统3,所述Z轴进给系统3包括固定在所述X轴滑鞍23上并沿Z轴方向设置的Z轴精密滚珠丝杠31,且所述Z轴精密滚珠丝杠31的输入端通过联轴器连接有Z轴电机32,且所述Z轴电机32通过电机座与所述X轴滑鞍23固定连接,所述Z轴精密滚珠丝杠31的输出端上固定有Z轴滑鞍33,所述X轴滑鞍23上安装有沿Z轴方向设置的Z轴导轨34,所述Z轴滑鞍33与所述Z轴导轨34滑动连接;

[0037] 所述Z轴滑鞍33上通过箱式壳体安装有围绕Y轴旋转的电机主轴35,且所述电机主轴35连接于旋转台,所述旋转台上固定有与所述电机主轴35垂直设置并用于工件45加工的超声振动抛光装置4;所述超声振动抛光装置4包括与所述电机主轴35固定连接的超声波发生器41、与所述超声波发生器41相连的换能器42、与所述换能器42相连的变幅杆43和与所述变幅杆43相连的抛光刀具44。

[0038] 所述床身1上安装有Y轴进给系统5,所述Y轴进给系统5包括固定在所述床身1上并

沿Y轴方向设置的Y轴精密滚珠丝杠51,且所述Y轴精密滚珠丝杠51的输入端通过联轴器连接有固定在所述床身1上的Y轴电机52,所述Y轴精密滚珠丝杠51的输出端固定有Y轴滑鞍53,所述床身1上安装有沿Y轴方向设置的Y轴导轨54,且所述Y轴滑鞍53与所述Y轴导轨54滑动连接。

[0039] Y轴滑鞍53上安装有用于放置工件45并围绕Z轴旋转的直驱式旋转工作台6;所述直驱式旋转工作台6包括与所述Y轴滑鞍53固定连接的基座61,所述基座61上固定有呈筒形的工作台侧壁62,所述工作台侧壁62的顶部通过顶部挡圈63连接有工作台底座64,且所述工作台底座64上固定有工作台盖板65,所述工作台侧壁62、所述基座61和所述工作台底座64围成的空间内设有与所述基座61固定连接的直驱电机定子66,且所述直驱电机定子66内设有直驱电机转子67,所述直驱电机转子67的顶端设有转子顶部凸台68,所述转子顶部凸台68通过螺栓固定有连接体69,且所述连接体69与所述工作台底座64固定连接,所述直驱电机转子67的底部穿过所述基座61,且与所述基座61之间设有底部挡圈。

[0040] 所述床身1在所述直驱式旋转工作台6的两侧分别固定安装有抛光液雾化装置7和工件在线检测装置8。所述工件在线检测装置8包括固定在所述床身1上的五轴机械手I81,所述五轴机械手I81的前端安装有用于检测抛光面形精度的激光干涉头82。所述抛光液雾化装置7包括固定在所述床身1上的五轴机械手II71,所述五轴机械手II71的前端安装有向待抛光部位喷洒抛光液的超声波喷头72。

[0041] 所述床身1在所述Y轴进给系统5的两侧分别固定有排屑装置9,且所述排屑装置9包括沿Y轴方向设置的螺旋排屑器91和驱动所述螺旋排屑器91的螺旋排屑电机92。

[0042] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各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:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,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。

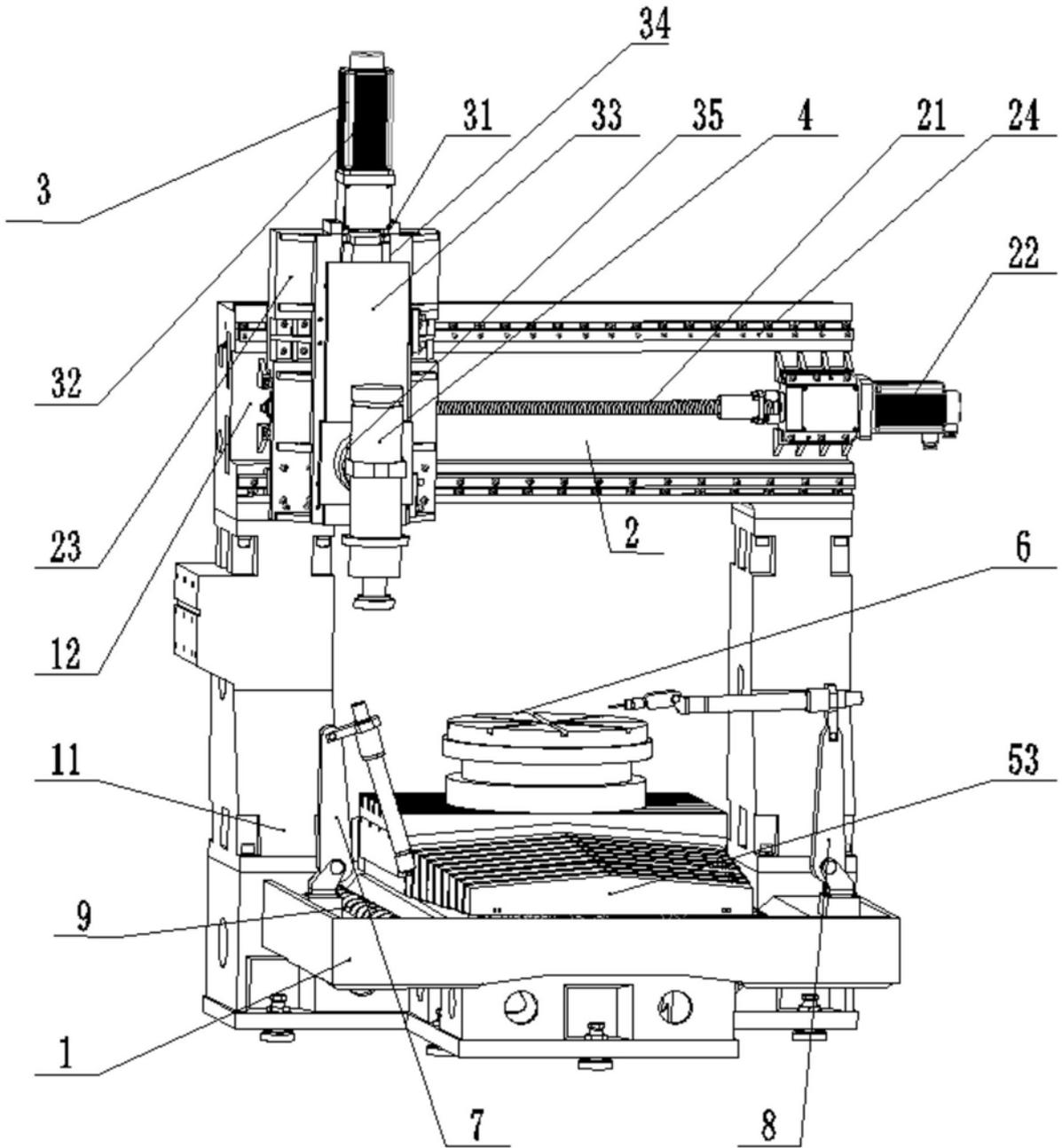


图1

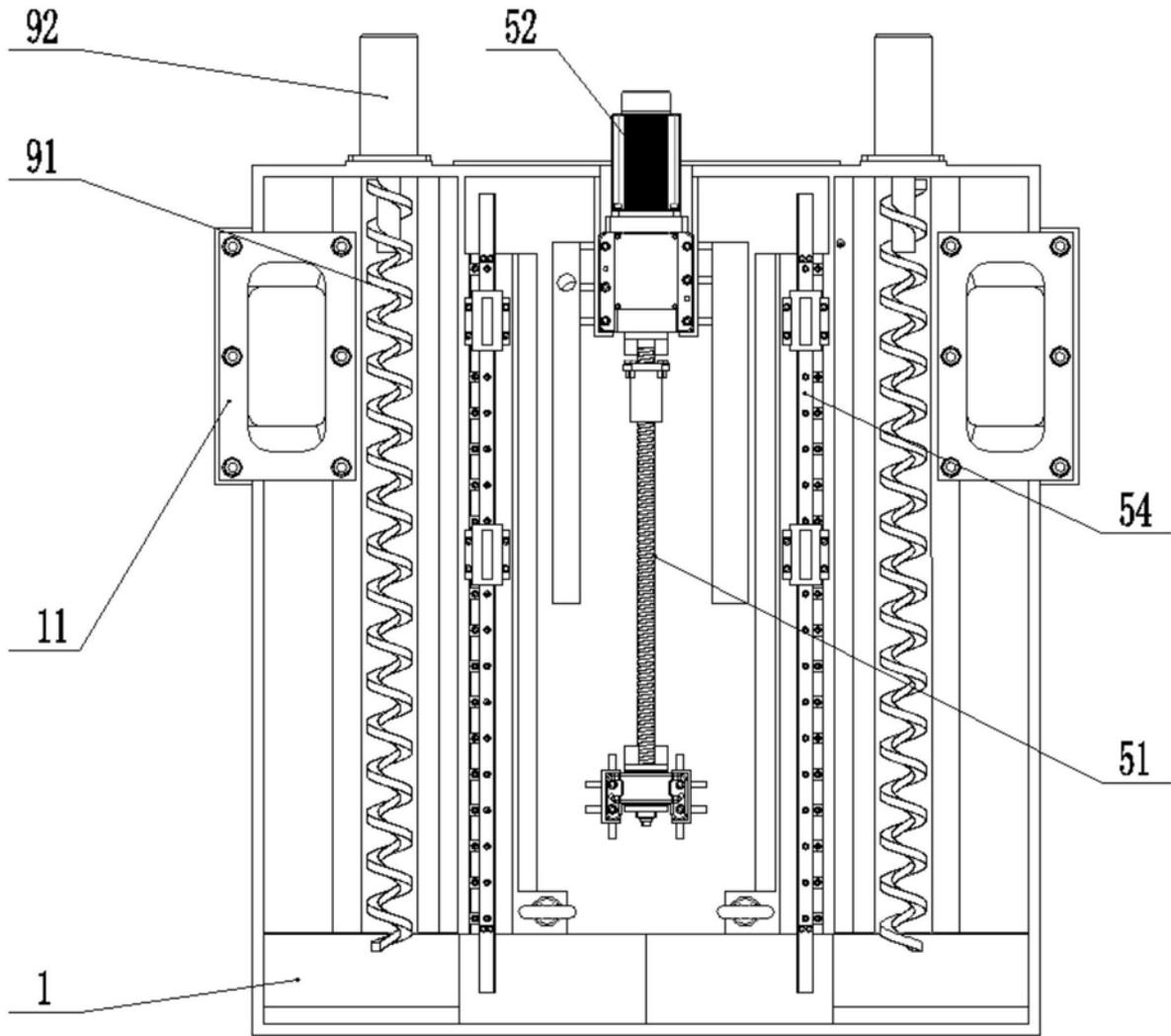


图2

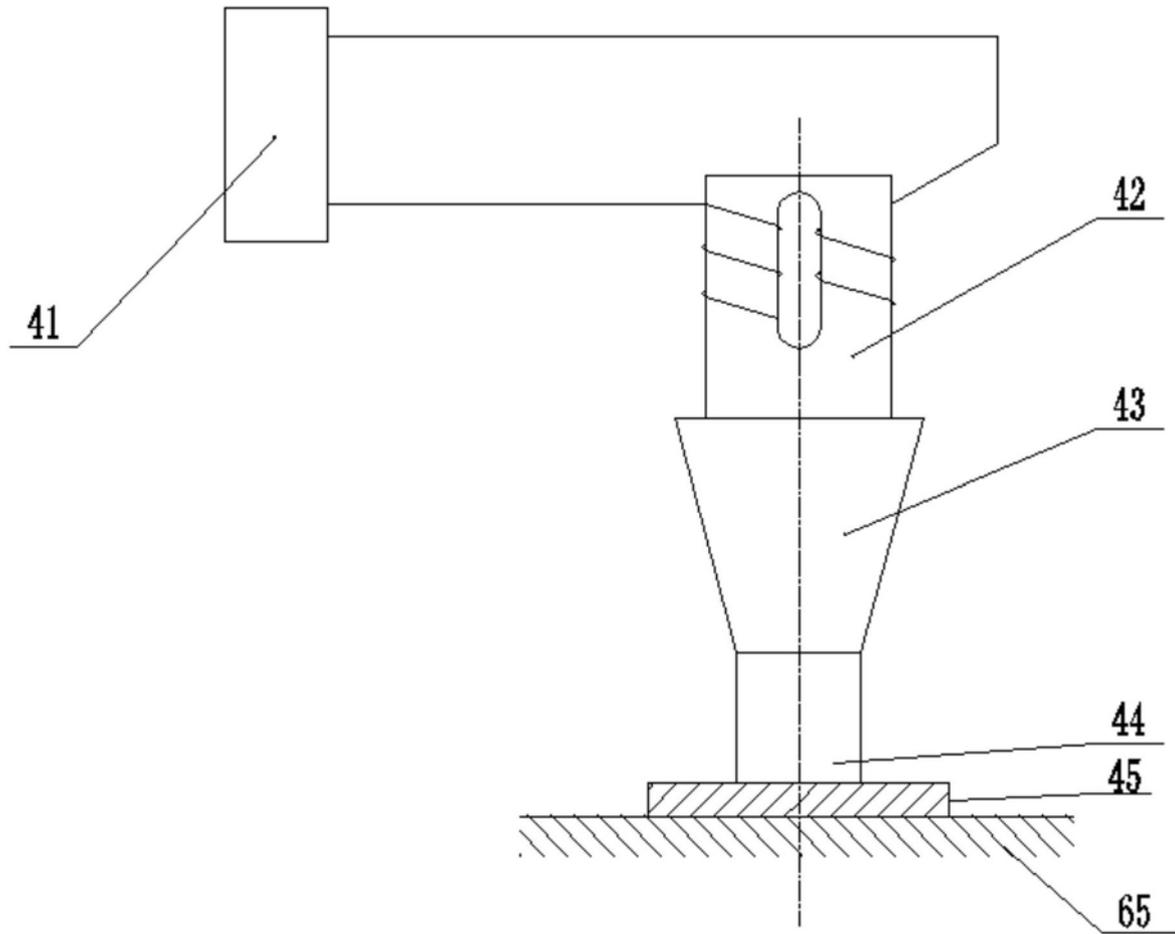


图3

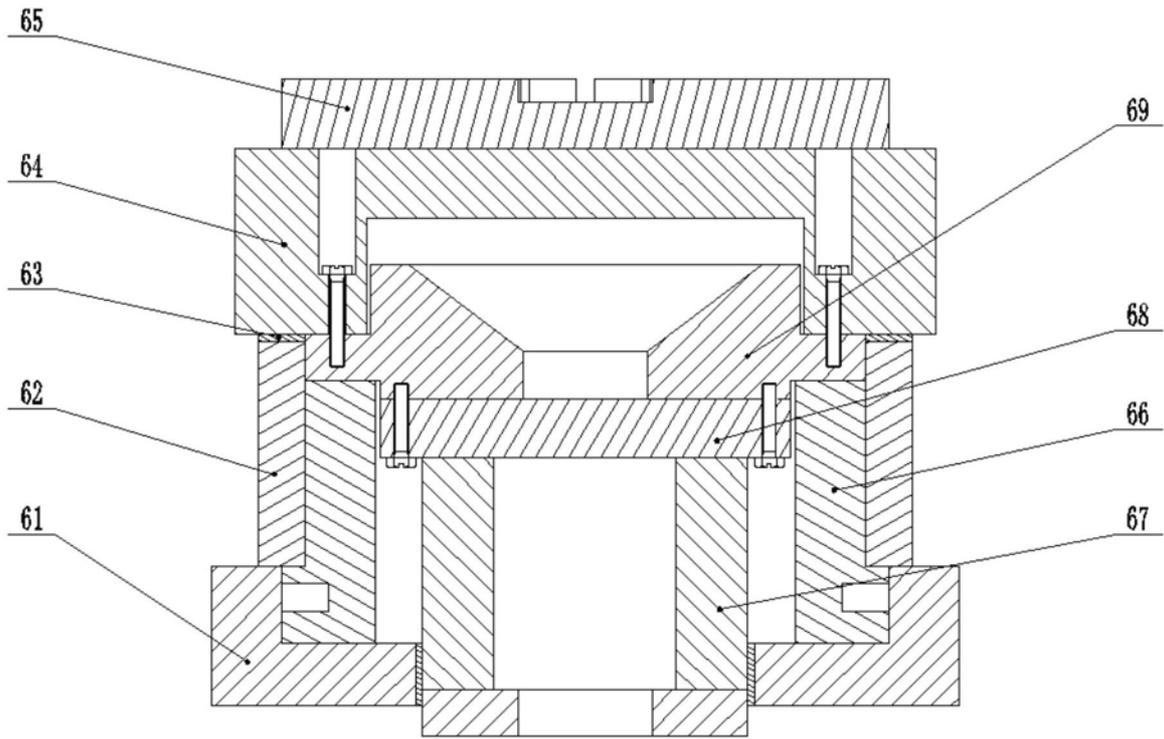


图4

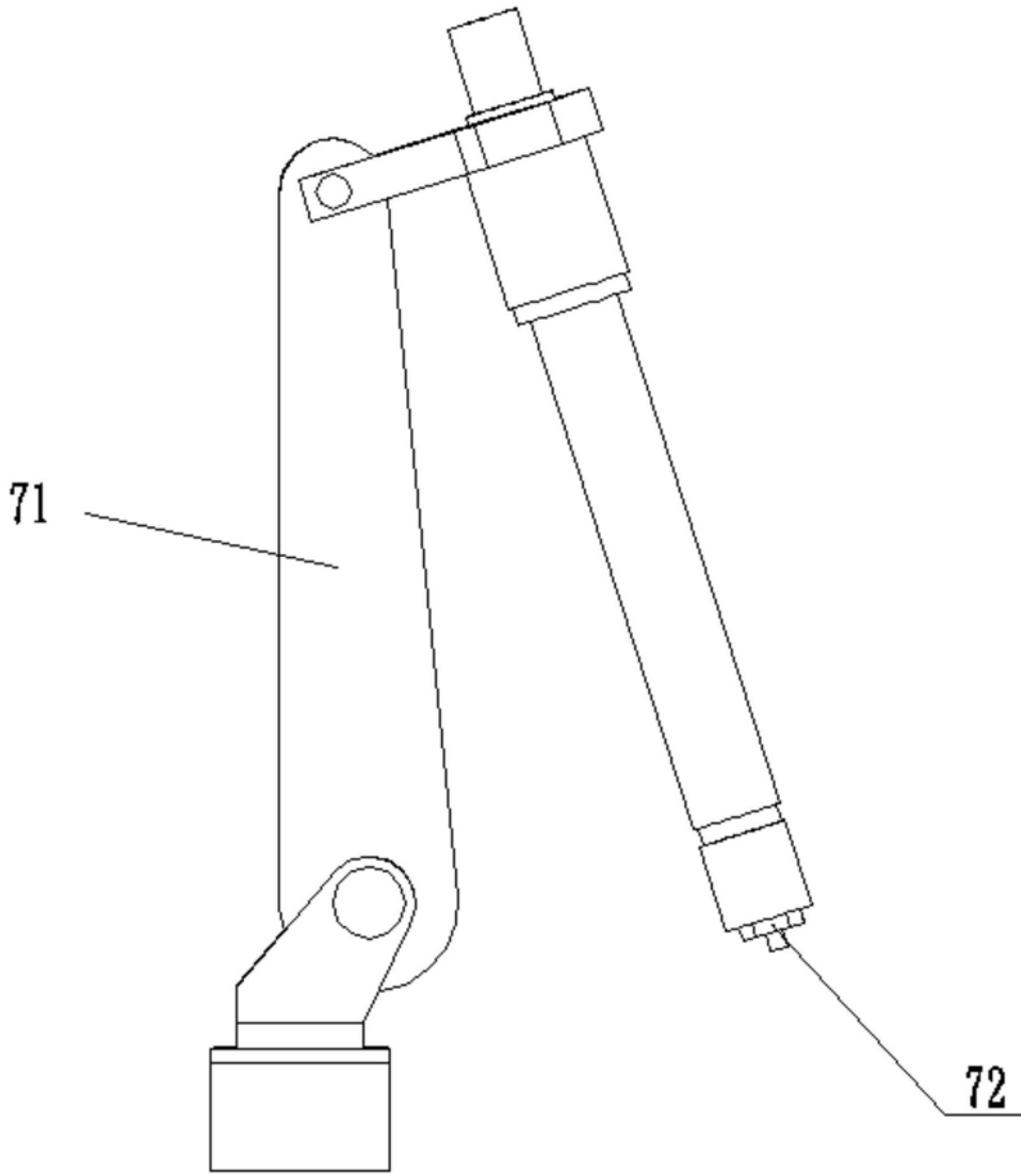


图5

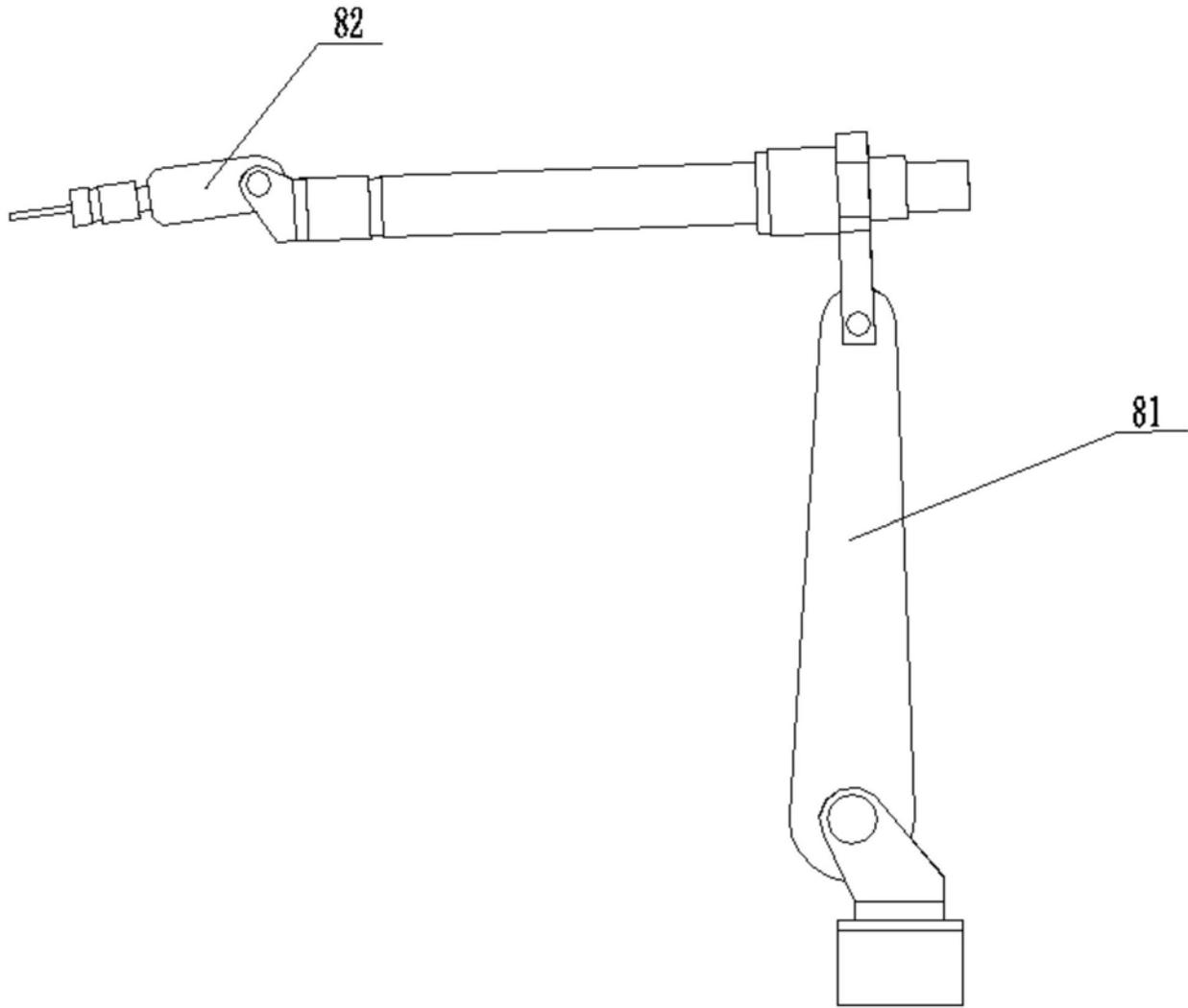


图6