



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106895773 A

(43)申请公布日 2017.06.27

(21)申请号 201710173538.6

(22)申请日 2017.03.22

(71)申请人 广东工业大学

地址 510062 广东省广州市越秀区东风东  
路729号

(72)发明人 张霞峰 刘强 刘浩 姚建华  
喻里程 卢诗毅 林剑 王哲

(74)专利代理机构 广东广信君达律师事务所  
44329

代理人 杜鹏飞 杨晓松

(51)Int.Cl.

G01B 7/008(2006.01)

G01B 7/28(2006.01)

G01B 7/34(2006.01)

G01B 7/31(2006.01)

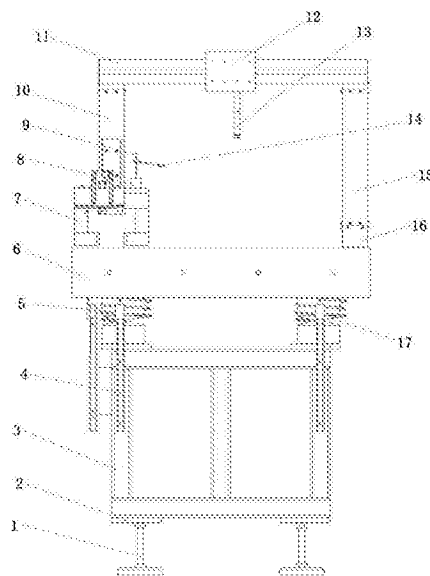
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种超精密测量平台

(57)摘要

本发明公开了一种超精密测量平台,包括机架组件、锁死螺母、地脚调节螺钉、支架、电位器式传感器、磁悬浮组件、花岗岩平台、X轴气浮导轨组件、第一立柱、第二立柱、横梁、Y轴气浮导轨组件、高精度传感器、磁吸装置、调节杆、测微仪和中央处理器,其中,所述地脚调节螺钉设置在所述机架组件底部,所述锁死螺母设置在地脚调节螺钉上且靠近机架组件底部;本发明第二立柱底部的气浮块直接和花岗岩平台接触,并且采用黄铜塞红宝石节流,气浮面设置均压卸荷槽,有效防止气震的发生,较易实现高精度运动和测量。



1. 一种超精密测量平台,其特征在于,包括机架组件、锁死螺母、地脚调节螺钉、支架、电位器式传感器、磁悬浮组件、花岗岩平台、X轴气浮导轨组件、第一立柱、第二立柱、横梁、Y轴气浮导轨组件、高精度传感器、磁吸装置、调节杆、测微仪和中央处理器,其中,所述地脚调节螺钉设置在所述机架组件底部,所述锁死螺母设置在地脚调节螺钉上且靠近机架组件底部;所述电位器式传感器设置在所述支架上,所述支架设置在机架组件上;所述花岗岩平台位于机架组件上方,所述磁悬浮组件设置在机架组件和花岗岩平台之间且与两者相连接;所述X轴气浮导轨组件设置在花岗岩平台的上表面;所述第一立柱通过所述横梁与所述第二立柱相连接,所述第一立柱底部设置在X轴气浮导轨组件上,所述第二立柱底部位于花岗岩平台的上表面;所述Y轴气浮导轨组件设置在所述横梁上,所述高精度传感器设置在Y轴气浮导轨组件底部;所述磁吸装置设置在X轴气浮导轨组件上,所述测微仪通过所述调节杆与磁吸装置相连接;所述中央处理器设置在机架组件内;

所述支架设有三个,分别设置在所述机架组件侧面四个竖棱中的任意三个竖棱上,所述电位器式传感器设有三个,相应设置在所述三个支架顶部;所述电位器式传感器位于所述花岗岩平台下表面的下方,且位于花岗岩平台下表面的边角处;

所述磁悬浮组件包括四组强力电磁铁,每组强力电磁铁包括上强力电磁铁和下强力电磁铁,所述上强力电磁铁分布在所述花岗岩平台下表面的四角,所述下强力电磁铁分布在所述机架组件上表面的四角,且与上强力电磁铁相对应设置;所述上强力电磁铁外套有通电线圈,线圈通电后,上强力电磁铁和下强力电磁铁具有相同极性;

所述X轴气浮导轨组件包括花岗岩基座、X轴气浮滑块、过渡板、同步齿轮带轮和伺服电机,其中,所述花岗岩基座固定在所述花岗岩平台上表面,所述X轴气浮滑块骑滑在花岗岩基座上,所述过渡板设置在X轴气浮滑块顶部,所述同步齿轮带轮固定在花岗岩基座上,所述伺服电机设置在X轴气浮滑块的侧面,且伺服电机的转动轴上设有齿轮,所述齿轮与同步齿轮带轮相连接;

所述第一立柱的底部和磁吸装置都设置在所述X轴气浮导轨组件的过渡板上;所述第二立柱的底部设有气浮块,所述气浮块的下表面设有小孔,所述气浮块的下表面与所述花岗岩平台上表面相接触;所述X轴气浮滑块、第一立柱、横梁、第二立柱和气浮块相互通气;

所述Y轴气浮导轨组件包括Y轴气浮滑块,所述Y轴气浮滑块骑滑在所述横梁上,所述高精度传感器设置在所述Y轴气浮滑块底部;

所述中央处理器分别与所述电位器式传感器、磁悬浮组件、伺服电机、测微仪和高精度传感器相连接。

2. 根据权利要求1所述的超精密测量平台,其特征在于,所述机架组件由铁方管焊接而成。

3. 根据权利要求1所述的超精密测量平台,其特征在于,所述X轴气浮导轨组件的过渡板由铁材料制成。

4. 根据权利要求1所述的超精密测量平台,其特征在于,所述X轴气浮导轨组件的花岗岩基座的长度为1500mm。

5. 根据权利要求1所述的超精密测量平台,其特征在于,所述第二立柱的底部的气浮块下表面开有四个直径为3mm的小孔,内装有直径为0.018mm的红宝石节流塞,且小孔处还设有深度为0.2mm,宽度为1mm的环形均压卸荷槽。

6. 根据权利要求1所述的超精密测量平台,其特征在于,所述第一立柱、横梁和第二立柱都由铝合金空心方管构成。

## 一种超精密测量平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业测量技术领域,具体涉及一种超精密测量平台。

### 背景技术

[0002] 随着超精密加工技术和工艺的发展,超精密测量技术也不断发展,没有超精密的测量技术,超精密加工也无从谈起。换言之,超精密测量技术是超精密加工技术的前提和基础。磁悬浮技术作为一种新兴的技术,在工业领域中有着广泛的应用,在超精密加工和制造领域中也不断的应用,例如超精密磁悬浮主轴、超精密磁悬浮转台、超精密磁悬浮滑台等;气浮在超精密加工中已广泛应用并取得一定成果,例如超精密气浮主轴、超精密气浮转台、超精密气浮导轨等均已在国内国外高精度机床上应用。

[0003] 现在市场上的三坐标测量机等超精密测量设备,测量精度没有国外的设备精度高且价格昂贵,支架上支撑测量平台部分为气浮隔震器,在测量过程中不能保证测量平台的刚性,即在测量过程中,测量平台容易发生浮动,影响最终的测量效果;测量机运动轴部分以及三坐标测量机等测量设备一般选用机械式导轨,很少采用气浮导轨,机械式导轨的定位精度和直线度远远没有气浮式导轨定位精度高,同时市场上的测量平台的测量行程也相对较小。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种高精度、高稳定性、大测量行程的超精密测量平台。

[0005] 本发明的目的通过下述技术方案实现:

[0006] 一种超精密测量平台,包括机架组件、锁死螺母、地脚调节螺钉、支架、电位器式传感器、磁悬浮组件、花岗岩平台、X轴气浮导轨组件、第一立柱、第二立柱、横梁、Y轴气浮导轨组件、高精度传感器、磁吸装置、调节杆、测微仪和中央处理器,其中,所述地脚调节螺钉设置在所述机架组件底部,所述锁死螺母设置在地脚调节螺钉上且靠近机架组件底部;所述电位器式传感器设置在所述支架上,所述支架设置在机架组件上;所述花岗岩平台位于机架组件上方,所述磁悬浮组件设置在机架组件和花岗岩平台之间且与两者相连接;所述X轴气浮导轨组件设置在花岗岩平台的上表面;所述第一立柱通过所述横梁与所述第二立柱相连接,所述第一立柱底部设置在X轴气浮导轨组件上,所述第二立柱底部位于花岗岩平台的上表面;所述Y轴气浮导轨组件设置在所述横梁上,所述高精度传感器设置在Y轴气浮导轨组件底部;所述磁吸装置设置在X轴气浮导轨组件上,所述测微仪通过所述调节杆与磁吸装置相连接;所述中央处理器设置在机架组件内;

[0007] 所述支架设有三个,分别设置在所述机架组件侧面四个竖棱中的任意三个竖棱上,所述电位器式传感器设有三个,相应设置在所述三个支架顶部;所述电位器式传感器位于所述花岗岩平台下表面的下方,且位于花岗岩平台下表面的边角处;

[0008] 所述磁悬浮组件包括四组强力电磁铁,每组强力电磁铁包括上强力电磁铁和下强

力电磁铁,所述上强力电磁铁分布在所述花岗岩平台下表面的四角,所述下强力电磁铁分布在所述机架组件上表面的四角,且与上强力电磁铁相对应设置;所述上强力电磁铁外套有通电线圈,线圈通电后,上强力电磁铁和下强力电磁铁具有相同极性;

[0009] 所述X轴气浮导轨组件包括花岗岩基座、X轴气浮滑块、过渡板、同步齿轮带轮和伺服电机,其中,所述花岗岩基座固定在所述花岗岩平台上表面,所述X轴气浮滑块骑滑在花岗岩基座上,所述过渡板设置在X轴气浮滑块顶部,所述同步齿轮带轮固定在花岗岩基座上,所述伺服电机设置在X轴气浮滑块的侧面,且伺服电机的转动轴上设有齿轮,所述齿轮与同步齿轮带轮相连接;

[0010] 所述第一立柱的底部和磁吸装置都设置在所述X轴气浮导轨组件的过渡板上;所述第二立柱的底部设有气浮块,所述气浮块的下表面设有小孔,所述气浮块的下表面与所述花岗岩平台上表面相接触;所述X轴气浮滑块、第一立柱、横梁、第二立柱和气浮块相互通气;

[0011] 所述Y轴气浮导轨组件包括Y轴气浮滑块,所述Y轴气浮滑块骑滑在所述横梁上,所述高精度传感器设置在所述Y轴气浮滑块底部;

[0012] 所述中央处理器分别与所述电位器式传感器、磁悬浮组件、伺服电机、测微仪和高精度传感器相连接。

[0013] 优选地,所述机架组件由铁方管焊接而成。

[0014] 优选地,所述X轴气浮导轨组件的过渡板由铁材料制成。

[0015] 优选地,所述X轴气浮导轨组件的花岗岩基座的长度为1500mm。

[0016] 优选地,所述第二立柱的底部的气浮块下表面开有四个直径为3mm的小孔,内装有直径为0.018mm的红宝石节流塞,且小孔处还设有深度为0.2mm,宽度为1mm的环形均压卸荷槽。

[0017] 优选地,所述第一立柱、横梁和第二立柱都由铝合金空心方管构成。

[0018] 本发明的工作原理:

[0019] 工作时,先使用千斤顶将机架组件整体抬高,机架组件底部四个角安装地脚调节螺钉和锁死螺母,安装完成后撤去千斤顶,将水平仪放置在花岗岩平台上,用扳手调节地脚调节螺钉使花岗岩平台升高或者降低,只需分别调节任意三个地脚调节螺钉即可,因为三点确定一个平面,人眼观察花岗岩平台大致调节至水平即可,然后拧紧四个锁死螺母,固定机架组件的高度位置;花岗岩平台和机架组件之间安装磁悬浮组件,机架组件侧面四个竖棱中的任意三个竖棱上安装支架,支架上安装电位器式传感器,通过三个电位器式传感器测量电位器式传感器的探测头到花岗岩平台下表面的距离并反馈给中央处理器,中央处理器控制对磁悬浮组件上强力电磁铁的线圈通电,使花岗岩平台局部抬高或者降低,最终使花岗岩平台整体斜度满足要求,斜度在 $5\mu\text{m}$ 内;将花岗岩平台调至规定斜度后,在花岗岩平台的上表面安装X轴气浮导轨组件,并进一步安装好过渡板,第一立柱、横梁、Y轴气浮导轨组件和第二立柱;将X轴气浮导轨组件通气后,用塞尺测试检验X轴气浮导轨组件和Y轴气浮导轨组件是否安装满足要求,使气膜厚度达到 $30\mu\text{m}$ ;花岗岩基座上装有同步齿轮带轮,伺服电机设置在X轴气浮滑块的侧面,且伺服电机的转动轴上设有齿轮,齿轮与同步齿轮带轮相连接,中央处理器控制伺服电机使X轴气浮导轨组件在X轴上做高精度运动,而Y轴气浮导轨组件因为不用经常运动,可在Y轴气浮导轨组件通气并保持气浮状态下进行手动拨动使其

在Y轴上运动;高精度传感器安装在Y轴气浮导轨组件底部,正对着被测件,测量被测件的粗糙度、面型精度时,X轴气浮导轨组件和Y轴气浮导轨组件配合运动,高精度传感器采集被测件的形貌特征,并传输给中央处理器进行处理,即可得出测量结果;而测量被测件的直线度和平面度时,就需要使用测微仪,测微仪通过调节杆与磁吸装置相连接,磁吸装置设置在X轴气浮导轨组件的过渡板上,通过控制调节杆进而控制测微仪探头靠近被测件,使测微仪探头接触测量被测件的直线度、平面度。

[0020] 本发明与现有技术相比具有以下有益效果:

[0021] (1) 本发明X轴气浮导轨组件和Y轴气浮导轨组件均采用多孔质石墨节流,气膜厚度30 $\mu\text{m}$ 左右,气膜刚度较好,第二立柱底部的气浮块直接和花岗岩平台接触,并且采用黄铜塞红宝石节流,气浮面设置均压卸荷槽,有效防止气震的发生,较易实现高精度运动和测量;

[0022] (2) 本发明的花岗岩平台经过细致研磨,平面度为10 $\mu\text{m}$ ,远远满足超精密直线度、平面度测量的需求;

[0023] (3) 本发明使用磁悬浮组件配合电位器式传感器进行细致调节,进一步提高了调节的精度,以及调节的稳定性,磁悬浮组件的上强力电磁铁和下强力电磁铁为同性磁极,上强力电磁铁的线圈带电后控制两者之间的磁极强度进而控制距离,且一旦线圈断电后,上强力电磁铁的极性并不会消失或者改变,待下一次通电后极性或者磁极对间的距离才会改变;

[0024] (4) 本发明X轴气浮导轨组件的花岗岩基座的长度为1500mm,具有极大的测量行程,使高精度传感器和测微仪可以测量长度在1500mm内的被测件的各种参数,如面型精度、粗糙度、直线度和平面度等。

## 附图说明

[0025] 图1为本发明的结构示意图;

[0026] 图2为本发明的左视图;

[0027] 图3为本发明的俯视图。

[0028] 图中附图标记为:1、地脚调节螺钉;2、锁死螺母;3、机架组件;4、支架;5、电位器式传感器;6、花岗岩平台;7、X轴气浮导轨组件;8、磁吸装置;9、调节杆;10、第一立柱;11、横梁;12、Y轴气浮导轨组件;13、高精度传感器;14、测微仪;15、第二立柱;16、气浮块;17、磁悬浮组件;18、过渡板;19、伺服电机;20、同步齿轮带轮。

## 具体实施方式

[0029] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0030] 如图1~3所示,一种超精密测量平台,包括机架组件、锁死螺母、地脚调节螺钉、支架、电位器式传感器、磁悬浮组件、花岗岩平台、X轴气浮导轨组件、第一立柱、第二立柱、横梁、Y轴气浮导轨组件、高精度传感器、磁吸装置、调节杆、测微仪和中央处理器,其中,所述机架组件由铁方管焊接而成,所述地脚调节螺钉设置在所述机架组件底部,所述锁死螺母设置在地脚调节螺钉上且靠近机架组件底部;所述电位器式传感器设置在所述支架上,所

述支架设置在机架组件上；所述花岗岩平台位于机架组件上方，花岗岩平台的面积为1500mm×1200mm，具有很强的稳定性、耐腐蚀和抗干扰性，且此花岗岩平台放置被测件的平面经过细致研磨，平面度达到10μm；所述磁悬浮组件设置在机架组件和花岗岩平台之间且与两者相连接；所述X轴气浮导轨组件设置在花岗岩平台的上表面；所述第一立柱通过所述横梁与所述第二立柱相连接，所述第一立柱底部设置在X轴气浮导轨组件上，所述第二立柱底部位于花岗岩平台的上表面；所述Y轴气浮导轨组件设置在所述横梁上，所述高精度传感器设置在Y轴气浮导轨组件底部；所述磁吸装置设置在X轴气浮导轨组件上，所述测微仪通过所述调节杆与磁吸装置相连接；所述中央处理器设置在机架组件内；

[0031] 所述支架设有三个，分别设置在所述机架组件侧面四个竖棱中的任意三个竖棱上，所述电位器式传感器设有三个，相应设置在所述三个支架顶部；所述电位器式传感器位于所述花岗岩平台下表面的下方，且位于花岗岩平台下表面的边角处；

[0032] 所述磁悬浮组件包括四组强力电磁铁，每组强力电磁铁包括上强力电磁铁和下强力电磁铁，所述上强力电磁铁分布在所述花岗岩平台下表面的四角，所述下强力电磁铁分布在所述机架组件上表面的四角，且与上强力电磁铁相对应设置；所述上强力电磁铁外套有通电线圈，线圈通电后，上强力电磁铁和下强力电磁铁具有相同极性，线圈通电后，上强力电磁铁和下强力电磁铁带有同种极性，且磁极强度正比于线圈通电电流量大小，断电后，两个磁铁磁场强度保持不变，待下次通电后磁场强度再随电流变化；

[0033] 所述X轴气浮导轨组件包括花岗岩基座、X轴气浮滑块、过渡板、同步齿轮带轮和伺服电机，其中，所述花岗岩基座固定在所述花岗岩平台上表面，所述花岗岩基座的长度为1500mm，所述花岗岩基座的截面呈“T”型结构，所述X轴气浮滑块骑滑在花岗岩基座上，X轴气浮滑块是闭式气浮滑块，采用多孔质石墨节流，由上滑块、左侧面滑块、左下侧面滑块、右侧面滑块、右下侧面滑块组成，内部和花岗岩基座配合的面均有20mm深的方型槽来装配加工好的气浮多孔质石墨，该石墨的孔径率为20μm，孔隙率为30%，通气后气体通过石墨孔隙使气浮滑块组件浮起，X轴气浮滑块内侧和花岗岩基座之间的气膜间隙是30μm左右；所述过渡板设置在X轴气浮滑块顶部，所述过渡板由铁材料制成，所述同步齿轮带轮固定在花岗岩基座上，所述伺服电机设置在X轴气浮滑块的侧面，且伺服电机的转动轴上设有齿轮，所述齿轮与同步齿轮带轮相连接；

[0034] 所述第一立柱的底部和磁吸装置都设置在所述X轴气浮导轨组件的过渡板上；所述第二立柱的底部设有气浮块，所述气浮块的下表面设有小孔，具体来说，所述第二立柱的底部的气浮块下表面开有四个直径为3mm的小孔，内装有直径为0.018mm的红宝石节流塞，且小孔处还设有深度为0.2mm，宽度为1mm的环形均压卸荷槽，所述气浮块的下表面与所述花岗岩平台上表面相接触；所述X轴气浮滑块、第一立柱、横梁、第二立柱和气浮块相互通气，所述第一立柱、横梁和第二立柱都由铝合金空心方管构成，所述横梁规格为1080mm×100mm×100mm×10mm(长×宽×高×厚)；

[0035] 所述Y轴气浮导轨组件包括Y轴气浮滑块，所述Y轴气浮滑块骑滑在所述横梁上，所述高精度传感器设置在所述Y轴气浮滑块底部，具体来说，Y轴气浮滑块设有上、下、左、右四块气浮滑块，每个气浮滑块里均装嵌有厚度为15mm的气浮石墨，通气后Y轴气浮导轨组件会被浮起，气膜间隙为30μm，可以实现极低摩擦的运动；

[0036] 所述中央处理器分别与所述电位器式传感器、磁悬浮组件、伺服电机、测微仪和高

精度传感器相连接,所述中央处理器包括单片机。

[0037] 工作时,先使用千斤顶将机架组件整体抬高,机架组件底部四个角安装地脚调节螺钉和锁死螺母,安装完成后撤去千斤顶,将水平仪放置在花岗岩平台上,用扳手调节地脚调节螺钉使花岗岩平台升高或者降低,只需分别调节任意三个地脚调节螺钉即可,因为三点确定一个平面,人眼观察花岗岩平台大致调节至水平即可,然后拧紧四个锁死螺母,固定机架组件的高度位置;花岗岩平台和机架组件之间安装磁悬浮组件,机架组件侧面四个竖棱中的任意三个竖棱上安装支架,支架上安装电位器式传感器,通过三个电位器式传感器测量电位器式传感器的探测头到花岗岩平台下表面的距离并反馈给中央处理器,中央处理器控制对磁悬浮组件上强力电磁铁的线圈通电,使花岗岩平台局部抬高或者降低,最终使花岗岩平台整体斜度满足要求,斜度在 $5\mu\text{m}$ 内;将花岗岩平台调至规定斜度后,在花岗岩平台的上表面安装X轴气浮导轨组件,并进一步安装好过渡板,第一立柱、横梁、Y轴气浮导轨组件和第二立柱;将X轴气浮导轨组件通气后,用塞尺测试检验X轴气浮导轨组件和Y轴气浮导轨组件是否安装满足要求,使气膜厚度达到 $30\mu\text{m}$ ;花岗岩基座上装有同步齿轮带轮,伺服电机设置在X轴气浮滑块的侧面,且伺服电机的转动轴上设有齿轮,齿轮与同步齿轮带轮相连接,中央处理器控制伺服电机使X轴气浮导轨组件在X轴上做高精度运动,而Y轴气浮导轨组件因为不用经常运动,可在Y轴气浮导轨组件通气并保持气浮状态下进行手动拨动使其在Y轴上运动;高精度传感器安装在Y轴气浮导轨组件底部,正对着被测件,测量被测件的粗糙度、面型精度时,X轴气浮导轨组件和Y轴气浮导轨组件配合运动,高精度传感器采集被测件的形貌特征,并传输给中央处理器进行处理,即可得出测量结果;而测量被测件的直线度和平面度时,就需要使用测微仪,测微仪通过调节杆与磁吸装置相连接,磁吸装置设置在X轴气浮导轨组件的过渡板上,通过控制调节杆进而控制测微仪探头靠近被测件,使测微仪探头接触测量被测件的直线度、平面度。

[0038] 本发明X轴气浮导轨组件和Y轴气浮导轨组件均采用多孔质石墨节流,气膜厚度 $30\mu\text{m}$ 左右,气膜刚度较好,第二立柱底部的气浮块直接和花岗岩平台接触,并且采用黄铜塞红宝石节流,气浮面设置均压卸荷槽,有效防止气震的发生,较易实现高精度运动和测量;花岗岩平台经过细致研磨,平面度为 $10\mu\text{m}$ ,远远满足超精密直线度、平面度测量的需求;使用磁悬浮组件配合电位器式传感器进行细致调节,进一步提高了调节的精度,以及调节的稳定性,磁悬浮组件的上强力电磁铁和下强力电磁铁为同性磁极,上强力电磁铁的线圈带电后控制两者之间的磁极强度进而控制距离,且一旦线圈断电后,上强力电磁铁的极性并不会消失或者改变,待下一次通电后极性或者磁极对间的距离才会改变;X轴气浮导轨组件的花岗岩基座的长度为 $1500\text{mm}$ ,具有极大的测量行程,使高精度传感器和测微仪可以测量长度在 $1500\text{mm}$ 内的被测件的各种参数,如面型精度、粗糙度、直线度和平面度等。

[0039] 上述为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述内容的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。



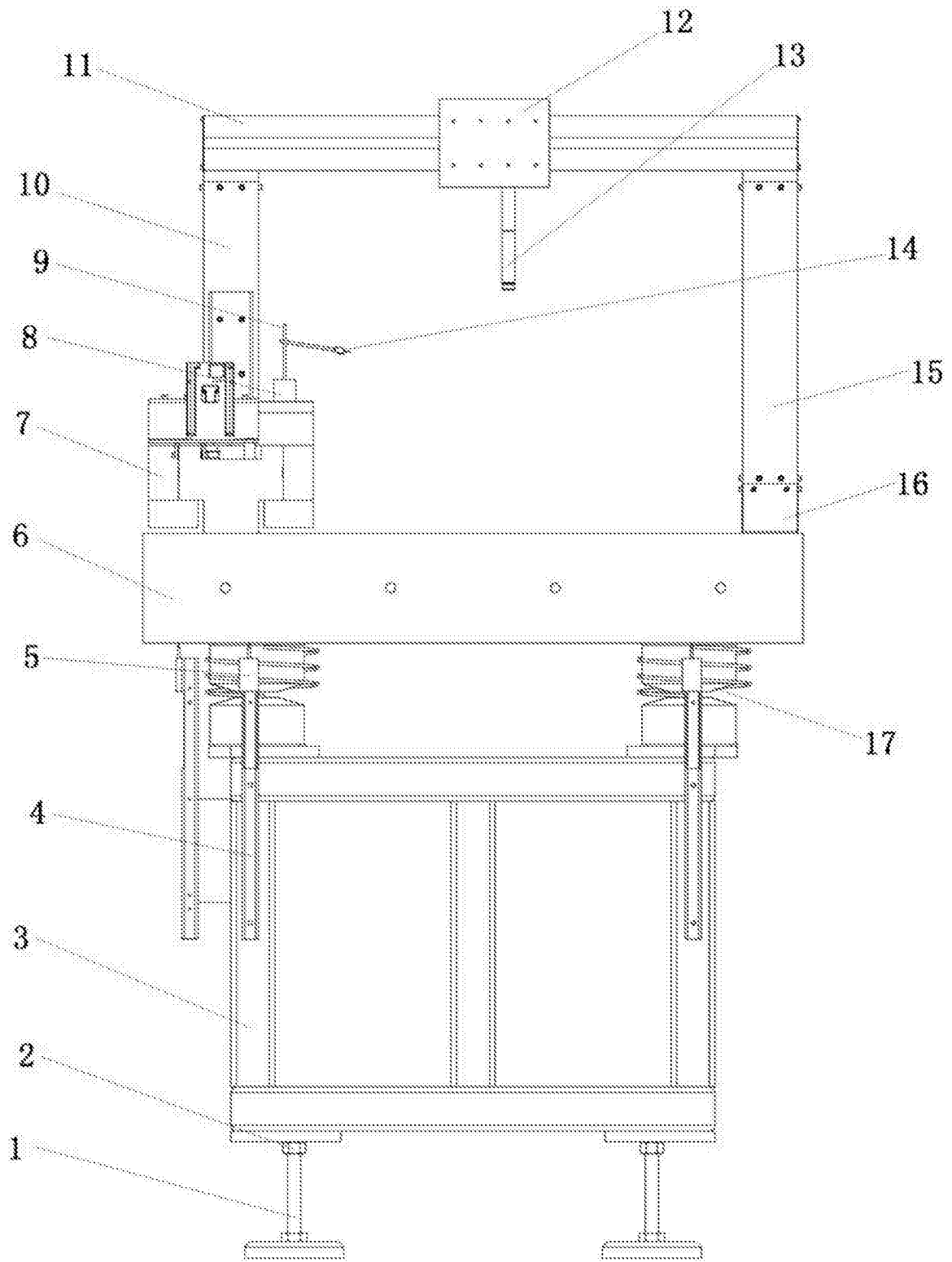


图1

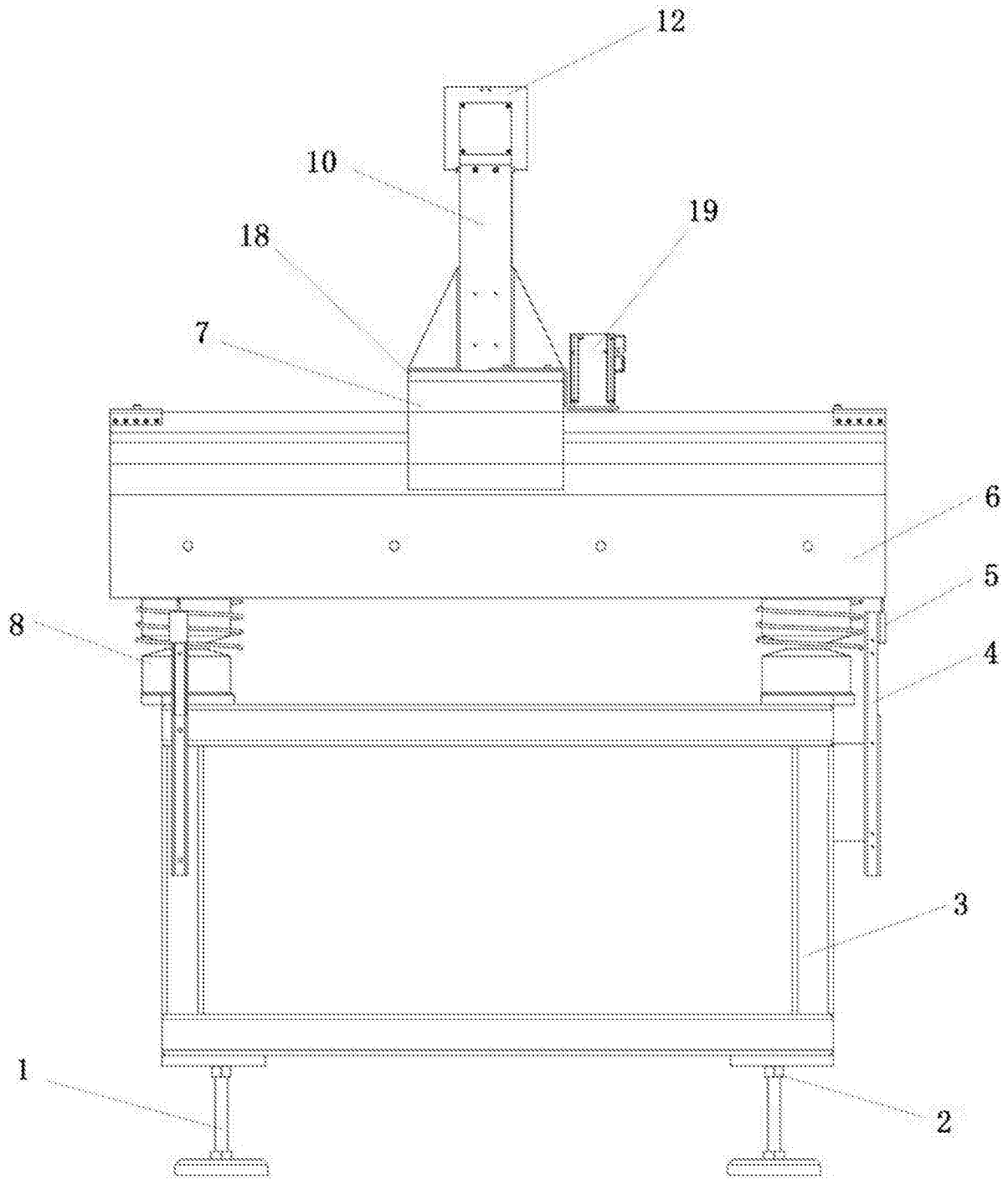


图2

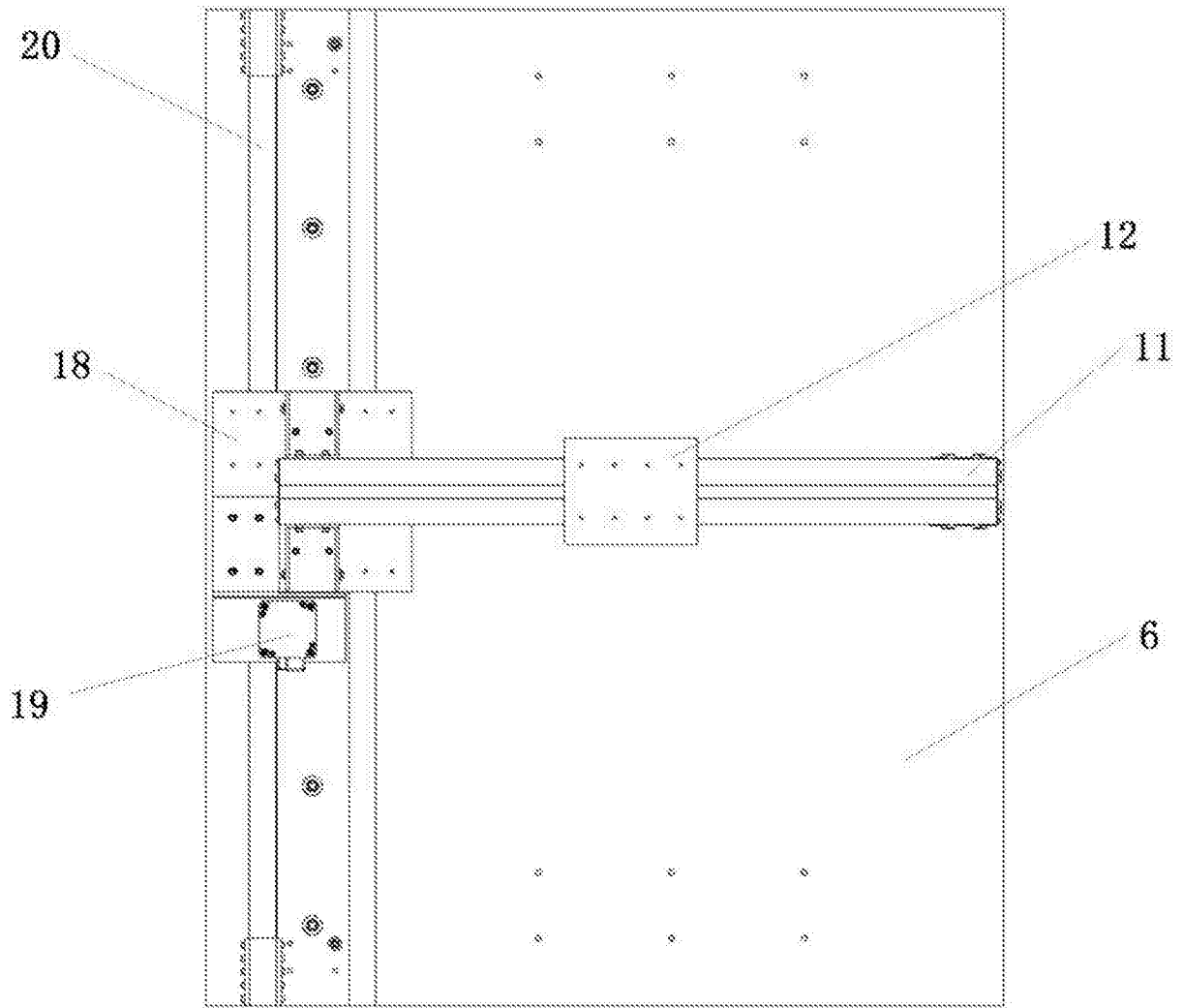


图3