



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111421497 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202010338959.1

审查员 张亚龙

(22) 申请日 2020.04.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111421497 A

(43) 申请公布日 2020.07.17

(73) 专利权人 上海联谊光纤激光器械有限公司
地址 200000 上海市崇明区长兴镇大兴村
390号C1

(72) 发明人 瞿新龙 卫裕 余文杰 周正平

(51) Int. Cl.
B25B 27/00 (2006.01)
F16H 37/12 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 209831574 U, 2019.12.24
CN 212527546 U, 2021.02.12

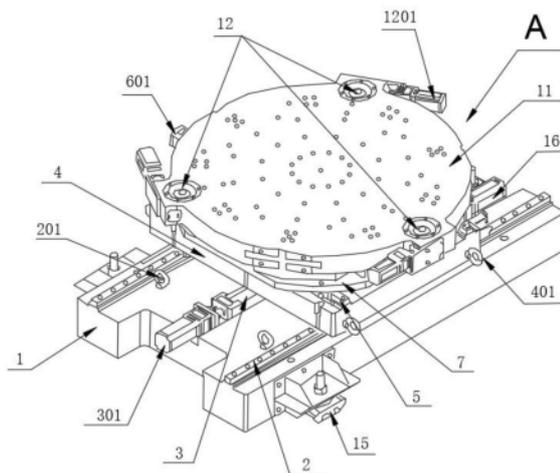
权利要求书2页 说明书7页 附图10页

(54) 发明名称

一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置

(57) 摘要

本发明公开了一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,涉及精密调节技术领域。本发明包括基于X向的前后平移机构、基于Y向的左右平移机构、基于 θ Z向的旋转机构、基于 θ X向或 θ Y向的摆动机构、基于Z向的升降机构、整体行走机构;第一高精度滚珠丝杆副作传动机构、第二高精度滚珠丝杆副作传动机构、第一高精度涡轮蜗杆机构、第二高精度涡轮蜗杆机构、坦克车分别经电脑发指令实现轴运动、定位、反馈的功能控制。本发明填补了大型负载机构超高精度运动调节装置的空白,相较于目前市面上的 μm 量级高精度五维运动调节装置,本装置的负载能力远远胜出,微调精度达到 μm 量级,可以胜任大型装置精密测量的承载和微调工作。



1. 一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,其特征在于,包括基于X向的前后平移机构、基于Y向的左右平移机构、基于 θZ 向的旋转机构、基于 θX 向或 θY 向的摆动机构、基于Z向的升降机构、整体行走机构;

所述前后平移机构包括底座(1)、安装于底座上表面并增加支撑筋设置的两X轴平移导轨(2)、通过底部安装的若干高承载滑块滑动配合于X轴平移导轨(2)上的中层高强度台面(4)、安装于底座(1)上部的第一槽道(302)内且与X轴平移导轨(2)平行设置的用于传动中层高强度台面(4)进行X轴向平移的第一高精度滚珠丝杆副作传动机构;所述前后平移机构用于对中层高强度台面(4)进行高精度化的X轴向平移;所述底座(1)采用花岗岩大理石,底部两侧镂空,上表面安装有若干第一吊环(201);

所述左右平移机构包括安装于中层高强度台面(4)上表面增加支撑筋沿Y轴向设置的两Y轴向平移导轨(5)、通过底部安装有若干高承载滑块滑动配合于Y轴向平移导轨(5)上的内部开设有镂空孔(701)的Y轴平移台(7)、安装于中层高强度台面(4)上部的第二槽道(402)内且与Y轴向平移导轨(5)平行设置的用于传动Y轴平移台(7)进行Y轴向平移的第二高精度滚珠丝杆副作传动机构,所述左右平移机构用于对Y轴平移台(7)进行高精度化的Y轴向平移;

所述旋转机构包括安装于Y轴平移台(7)上表面上的若干根高精度圆弧导轨(8)、通过底部安装的若干高承载滑块滑动配合于高精度圆弧导轨(8)上的转盘台面(11)、安装于Y轴平移台(7)和转盘台面(11)底部对转盘台面(11)进行驱动的第一高精度涡轮蜗杆机构,所述旋转机构用于对承载重型被测样品(17)的转盘台面(11)进行高精度的旋转调节;

所述摆动机构和升降机构均同由安装于转盘台面(11)上的三点均布设置的三个第二高精度涡轮蜗杆机构实现,由其中的一个或两个第二涡轮蜗杆机构对通过样品基托(1701)安装于转盘台面(11)上的重型被测样品(17)进行高级精度的 θX 轴、 θY 轴的调节构成摆动机构;由三个第二涡轮蜗杆机构同步平稳推升实现Z向升降构成升降机构,所述摆动机构用于对重型被测样品(17)进行高精度化的 θX 轴、 θY 轴的角度调节;所述升降机构用于对重型被测样品(17)进行高精度化的Z向升降;

所述整体行走机构包括安装于底座(1)两侧的钢制支撑托架(13)、通过移动用推升丝杠(14)竖直安装的位于钢制支撑托架(13)底部的移动用坦克车(15),所述整体行走机构用于装置整体移动;

所述第一高精度滚珠丝杆副作传动机构、第二高精度滚珠丝杆副作传动机构、第一高精度涡轮蜗杆机构、第二高精度涡轮蜗杆机构、坦克车(15)分别通过网口或485总线控制经电脑发指令实现轴运动、定位、反馈的功能控制;

所述第一高精度涡轮蜗杆机构包括安装于Y轴平移台(7)上部的 θZ 轴电机(16)以及设置于转盘台面(11)底部的圆形涡轮盘(1101),所述 θZ 轴电机(16)输出轴端安装有与圆形涡轮盘(1101)以蜗盘蜗杆形式传动配合的第一蜗杆结构(1601);

所述第二高精度涡轮蜗杆机构包括三点式环绕开设于转盘台面(11)上表面的三个涡轮安装槽(12)、安装于涡轮安装槽(12)内的涡轮(1203)、安装于转盘台面(11)周侧部的角度调节电机(1201)、安装于涡轮(1203)中的用于举升重型被测样品(17)的推升丝杠(1204),所述角度调节电机(1201)的输出轴端安装有与涡轮以涡轮蜗杆形式传动配合的第二蜗杆结构(1205)。

2. 根据权利要求1所述的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,其特征在于,所述X轴平移导轨(2)采用高精度的THK-55方导轨,所述高承载滑块采用与X轴平移导轨(2)相配合的单个滑块基本额定载荷88.5KN的滑块,各所述高承载滑块共同达到承载载重为7T。

3. 根据权利要求1所述的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,其特征在于,所述第一高精度滚珠丝杆副作传动机构包括安装于底座(1)上表面中间位置上第一槽道(302)内与X轴平移导轨(2)平行设置的X轴滚珠丝杆(3)、设置于X轴滚珠丝杆(3)一端用于驱动的X轴电机(301)、安装于中层高强度台面(4)底部与X轴滚珠丝杆(3)驱动相连的滚珠螺母连接结构,所述第一高精度滚珠丝杆副作传动机构的调节精度达到0.03mm。

4. 根据权利要求1所述的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,其特征在于,所述中层高强度台面(4)采用高强度航空铝合金材料制成,其内部开设有镂空区(403)并预留有支撑筋(404),外侧部安装有第二吊环(401)。

5. 根据权利要求1所述的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,其特征在于,所述第二高精度滚珠丝杆副作传动机构包括安装于中层高强度台面(4)上表面中间位置上第二槽道(402)内与Y轴向平移导轨(5)平行设置的Y轴滚珠丝杆(6)、设置于Y轴滚珠丝杆(6)一端用于驱动的Y轴电机(601)、安装于Y轴平移台(7)底部与Y轴滚珠丝杆(6)驱动相连的滚珠螺母连接结构,所述第二高精度滚珠丝杆副作传动机构的调节精度达到0.04mm。

6. 根据权利要求1所述的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,其特征在于,所述底座(1)上设置有与X轴平移导轨(2)平行设置的用于测量X轴向平移数据的X轴绝对式进口直线光栅(101);所述中层高强度台面(4)上设置有与Y轴向平移导轨(5)平行设置的用于测量Y轴向平移数据的Y轴绝对式进口直线光栅(501);所述Y轴平移台(7)上设置有用于测量旋转角度数据的进口式绝对圆光栅(702),所述X轴绝对式进口直线光栅(101)、Y轴绝对式进口直线光栅(501)、进口式绝对圆光栅(702)均采用精度为分辨率1 μ m的海德汉光栅。

一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置

技术领域

[0001] 本发明属于精密调节技术领域,特别是涉及一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置。

背景技术

[0002] 目前市面上的五维运动调节装置,分体式结构调整精度高但负载能力很小,普遍不足1000kg。如果负载能力比较大的五自由度运动调整装置,产品的定位精度就太低,普遍在mm量级,无法用于精密测量,无法实现高精度运动调节。国外进口的六自由度高精度运动调节装置,虽然分辨率能达到um级别,但是负载能力也只有1000kg左右,超过2000kg的负载就没有很好的产品可以满足高精度定位的需求。因此针对以上问题,提供一种能够承载超大型需要精密调节运动的器件,通过对超大型器件进行多自由度精密调整和定位,实现高精度高效率、高精度的姿态调整,以满足检测、测试、空间监测等等需要超高精度测量和装配的要求具有重要意义。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,解决了以上问题。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:

[0005] 本发明的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置,包括基于X向的前后平移机构、基于Y向的左右平移机构、基于 θZ 向的旋转机构、基于 θX 向或 θY 向的摆动机构、基于Z向的升降机构、整体行走机构;

[0006] 所述前后平移机构包括底座、安装于底座上表面并增加支撑筋设置的两X轴平移导轨、通过底部安装的若干高承载滑块滑动配合于X轴平移导轨上的中层高强度台面、安装于底座上部的第一槽道内且与X轴平移导轨平行设置的用于传动中层高强度台面进行X轴向平移的第一高精度滚珠丝杆副作传动机构;所述前后平移机构用于对中层高强度台面进行高精度化的X轴向平移;

[0007] 所述左右平移机构包括安装于中层高强度台面上表面增加支撑筋沿Y轴向设置的两Y轴向平移导轨、通过底部安装有若干高承载滑块滑动配合于Y轴向平移导轨上的内部开设有镂空孔的Y轴平移台、安装于中层高强度台面上部的第二槽道内且与Y轴向平移导轨平行设置的用于传动Y轴平移台进行Y轴向平移的第二高精度滚珠丝杆副作传动机构,所述左右平移机构用于对Y轴平移台进行高精度化的Y轴向平移;

[0008] 所述旋转机构包括安装于Y轴平移台上表面上的若干根高精度圆弧导轨、通过底部安装的若干高承载滑块滑动配合于高精度圆弧导轨上的转盘台面、安装于Y轴平移台和转盘台面底部对转盘台面进行驱动的第一高精度涡轮蜗杆机构,所述旋转机构用于对承载重型被测样品的转盘台面进行高精度的旋转调节;

[0009] 所述摆动机构和升降机构均同由安装于转盘台面上的三点均布设置的三个第二

高精度涡轮蜗杆机构实现,由其中的一个或两个第二涡轮蜗杆机构对通过样品基托安装于转盘台面上的重型被测样品进行高级精度的 θX 轴、 θY 轴的调节构成摆动机构;由三个第二涡轮蜗杆机构同步平稳推升实现Z向升降构成升降机构,所述摆动机构用于对重型被测样品进行高精度化的 θX 轴、 θY 轴的角度调节;所述升降机构用于对重型被测样品进行高精度化的Z向升降;

[0010] 所述整体行走机构包括安装于底座两侧的钢制支撑托架、通过移动用推升丝杠垂直安装的位于钢制支撑托架底部的移动用坦克车,所述整体行走机构用于装置整体移动;

[0011] 所述第一高精度滚珠丝杠副作传动机构、第二高精度滚珠丝杠副作传动机构、第一高精度涡轮蜗杆机构、第二高精度涡轮蜗杆机构、坦克车分别通过网口或485总线控制经电脑发指令实现轴运动、定位、反馈的功能控制。

[0012] 进一步地,所述底座采用花岗岩大理石,底部两侧镂空,上表面安装有若干第一吊环。

[0013] 进一步地,所述X轴平移导轨采用高精度的THK-55方导轨,所述高承载滑块采用与X轴平移导轨相配合的单个滑块基本额定载荷88.5KN的滑块,各所述高承载滑块共同达到承载载重为7T。

[0014] 进一步地,所述第一高精度滚珠丝杠副作传动机构包括安装于底座上表面中间位置上第一槽道内与X轴平移导轨平行设置的X轴滚珠丝杠、设置于X轴滚珠丝杠一端用于驱动的X轴电机、安装于中层高强度台面底部与X轴滚珠丝杠驱动相连的滚珠螺母连接结构,所述第一高精度滚珠丝杠副作传动机构的调节精度达到0.03mm。

[0015] 进一步地,所述中层高强度台面采用高强度航空铝合金材料制成,其内部开设有镂空区并预留有支撑筋,外侧部安装有第二吊环。

[0016] 进一步地,所述第二高精度滚珠丝杠副作传动机构包括安装于中层高强度台面上表面中间位置上第二槽道内与Y轴平移导轨平行设置的Y轴滚珠丝杠、设置于Y轴滚珠丝杠一端用于驱动的Y轴电机、安装于Y轴平移台底部与Y轴滚珠丝杠驱动相连的滚珠螺母连接结构,所述第二高精度滚珠丝杠副作传动机构的调节精度达到0.04mm。

[0017] 进一步地,所述第一高精度涡轮蜗杆机构包括安装于安装于Y轴平移台上部的 θZ 轴电机以及设置于转盘台面底部的圆形涡轮盘,所述 θZ 轴电机输出轴端安装有与圆形涡轮盘以蜗盘蜗杆形式传动配合的第一蜗杆结构。

[0018] 进一步地,所述第二高精度涡轮蜗杆机构包括三点式环绕开设于转盘台面上表面的三个涡轮安装槽、安装于于涡轮安装槽内的涡轮、安装于转盘台面周侧部的角度调节电机、安装于涡轮中的用于举升重型被测样品的推升丝杠,所述角度调节电机的输出轴端安装有与涡轮以涡轮蜗杆形式传动配合的第二蜗杆结构。

[0019] 进一步地,所述底座上设置有与X轴平移导轨平行设置的用于测量X轴向平移数据的X轴绝对式进口直线光栅;所述中层高强度台面上设置有与Y轴向平移导轨平行设置的用于测量Y轴向平移数据的Y轴绝对式进口直线光栅;所述Y轴平移台上设置有用于测量旋转角度数据的进口式绝对圆光栅,所述X轴绝对式进口直线光栅、Y轴绝对式进口直线光栅、进口式绝对圆光栅均采用精度为分辨率1 μ m的海德汉光栅。

[0020] 本发明相对于现有技术包括有以下有益效果:

[0021] 1、本发明填补了大型负载机构超高精度运动调节装置的空白,相较于目前市面上

的 μm 量级高精度五维运动调节装置,本装置的负载能力远远胜出。

[0022] 2、本发明相较于目前现有技术的五维大承载运动装置,微调精度达到 μm 量级,在运动调节精度上远远胜出,可以胜任大型装置精密测量的承载和微调工作。

[0023] 当然,实施本发明的任一产品并不一定需要同时达到以上所述的所有优点。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅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。

[0025] 图1为本发明实施例的一种具有高承载能力的超高精度五维运动调节装置的整体结构示意图;

[0026] 图2为图1中A视角的结构示意图;

[0027] 图3为图1的结构左视图;

[0028] 图4为图1的结构俯视图;

[0029] 图5为图1的结构后视图;

[0030] 图6为底座与中层高强度台面构成的X向的前后平移机构的结构示意图;

[0031] 图7为图6的结构俯视图;

[0032] 图8为图6的结构主视图;

[0033] 图9为图6的结构仰视图;

[0034] 图10为中层高强度台面与Y轴平移台构成的左右平移机构的结构俯视图;

[0035] 图11为中层高强度台面与Y轴平移台构成的左右平移机构的结构主视图;

[0036] 图12为中层高强度台面与Y轴平移台构成的左右平移机构的结构仰视图;

[0037] 图13为Y轴平移台的结构示意图;

[0038] 图14为图13的结构俯视图;

[0039] 图15为转盘台面的与 θZ 轴电机相配合形成的旋转机构的结构示意图;

[0040] 图16为转盘台面与角度调节电机配合形成的结构示意图;

[0041] 图17为推升丝杠、涡轮、第二蜗杆结构相配合的结构示意图;

[0042] 附图中,各标号所代表的部件列表如下:

[0043] 1-底座,2-X轴平移导轨,201-第一吊环,3-X轴滚珠丝杆,301-X轴电机,302-第一槽道,4-中层高强度台面,401-第二吊环,402-第二槽道,403-镂空区,404-支撑筋,5-Y轴向平移导轨,501-Y轴绝对式进口直线光栅,6-Y轴滚珠丝杆,601-Y轴电机,7-Y轴平移台,701-镂空孔,702-进口式绝对圆光栅,8-高精度圆弧导轨,11-转盘台面,12-涡轮安装槽,1201-角度调节电机,1203-涡轮,1204-推升丝杠,1205-第二蜗杆结构,13-钢制支撑托架,14-移动用推升丝杠,15-移动用坦克车,16- θZ 轴电机,1601-第一蜗杆结构,17-重型被测样品,1701-样品基托。

具体实施方式

[0044] 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,所描述的实施例仅仅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作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0045] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“前后”、“左右”、“底部”、“上部”、“中层”、“升降”等指示方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的组件或元件必须具有特定的方位,以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0046] 请参阅图1-17所示,本发明的一种具有高承载能力的超高精度多维运动调节装置,包括基于X向的前后平移机构、基于Y向的左右平移机构、基于 θ Z向的旋转机构、基于 θ X向或 θ Y向的摆动机构、基于Z向的升降机构、整体行走机构;

[0047] 前后平移机构包括底座1、安装于底座上表面并增加支撑筋设置的两X轴平移导轨2、通过底部安装的高承载滑块滑动配合于X轴平移导轨2上的中层高强度台面4、安装于底座1上部的第一槽道302内且与X轴平移导轨2平行设置的用于传动中层高强度台面4进行X轴向平移的第一高精度滚珠丝杆副作传动机构;前后平移机构用于对中层高强度台面4进行高精度化的X轴向平移;前后平移机构的平移行程: $\pm 750\text{mm}$ 、分辨率:优于 $1\mu\text{m}$ 、定位精度:优于 $10\mu\text{m}$ 、最大工作速度: 25mm/s 、有效承载能力: $\geq 9\text{T}$ 、使用进口直线光栅(绝对)、使用网口或485总线控制通过电脑发指令实现轴运动、定位、反馈等功能控制;

[0048] 左右平移机构包括安装于中层高强度台面4上表面增加支撑筋沿Y轴向设置的两Y轴向平移导轨5、通过底部安装的高承载滑块滑动配合于Y轴向平移导轨5上的内部开设有镂空孔701的Y轴平移台7、安装于中层高强度台面4上部的第二槽道402内且与Y轴向平移导轨5平行设置的用于传动Y轴平移台7进行Y轴向平移的第二高精度滚珠丝杆副作传动机构,左右平移机构用于对Y轴平移台7进行高精度化的Y轴向平移;左右平移机构的平移行程: $\pm 50\text{mm}$ 、分辨率:优于 $1\mu\text{m}$ 、定位精度:优于 $10\mu\text{m}$ 、最大工作速度: 25mm/s 、有效承载能力: $\geq 7\text{T}$ 、使用进口直线光栅(绝对)、使用网口或485总线控制通过电脑发指令实现轴运动、定位、反馈等功能控制;

[0049] 旋转机构包括安装于Y轴平移台7上表面上的九根高精度圆弧导轨8、通过底部安装的高承载滑块滑动配合于高精度圆弧导轨8上的转盘台面11、安装于Y轴平移台7和转盘台面11底部对转盘台面11进行驱动的第一高精度涡轮蜗杆机构,旋转机构用于对承载重型被测样品17的转盘台面11进行高精度的旋转调节;旋转机构的旋转工作范围: 360° 、分辨率:优于 $1''$ 、控制精度: $35''$ 、有效承载能力: $\geq 5\text{T}$ 、使用进口圆光栅(绝对),使用网口或485总线控制,可通过电脑发指令实现轴运动、定位、反馈等功能控制;高精度圆弧导轨8采用半径为 $R800\text{mm}$ 的THK-35圆弧导轨,每条导轨上配一个高承载滑块(单个滑块基本额定载荷 37.3KN),其特点具有动静摩擦系数小、定位精度高、在高负载的情况下实现高精度的圆弧运动,还可以配合加工安装基准,保证旋转运动的基准圆心位置。旋转台面安装甲方样品基托(夹具),进行 360° 运动,驱动采用130步进电机配1比5的减速机构来传动比1:360的第一涡轮蜗杆机构,使台面在导轨上平稳旋转移动,能达到10细分分辨率:

$$[0050] \quad 10 \text{ 细分分辨} = \frac{360^\circ}{\text{步距} \times \text{细分} \times \text{减速比} \times \text{传动比}} = \frac{360^\circ}{200 \times 10 \times 5 \times 360} \text{mm} = 0.001^\circ = 0.36''。$$

[0051] 在基座内部配有绝对式进口直线光栅(系统精度 $\pm 1''$),能反馈出更好的、分辨出

更准确的精度。另配有内径250mm的导电滑环,用于摆动三个电机的运动布线。旋转台面有限元分析,承载5T状态下,变量 $\approx 0.017\text{mm}$,满足指标需要的变形量 $\leq 0.06\text{mm}$,在重载情况下使用的整体平稳性和较小的变形量。

[0052] 摆动机构和升降机构均同由安装于转盘台面11上的三点均布设置的三个第二高精度涡轮蜗杆机构实现,由其中的一个或两个第二涡轮蜗杆机构对通过样品基托1701安装于转盘台面11上的重型被测样品17进行高级精度的 θX 轴、 θY 轴的调节构成摆动机构;由三个第二涡轮蜗杆机构同步平稳推升实现Z向升降构成升降机构,摆动机构用于对重型被测样品17进行高精度化的 θX 轴、 θY 轴的角度调节;升降机构用于对重型被测样品17进行高精度化的Z向升降;其中,摆动机构的摇摆范围: $\pm 0.15^\circ$ 、分辨率:优于 $1''$ 、控制精度: $0.2''$ 、单个推升机构有效承载能力: $\geq 3\text{T}$,使用网口或485总线控制,可通过电脑发指令实现轴运动、定位等功能控制;升降机构的升降范围: $\pm 7.5\text{mm}$ 、分辨率: $2.7\mu\text{m}$ 、最大运动速度: 0.027mm/s ,当 θX 和 θY 轴调节的三个电机同步运行时,可以满足Z轴升降功能,三个支撑点移动范围可以满足从平台台面上升 $0 \sim 15\text{mm}$ 。摆动机构是当甲方被测样品需要水平微调时,进行前后角度摆动,在旋转台面R950mm圆周三点均布调节推升,驱动采用110步进电机配相应的减速机构来转动传动比1:90的第二涡轮蜗杆机构,使推升丝杠1204平稳推升移动,能达到高分辨率和定位精度高。 θX 轴、 θY 轴选用M40 \times 5升降T型丝杆,减速机构选用1比90蜗轮蜗杆,电机步距角 1.8° (电机旋转一圈200步),配1:10减速。配1:10减速。

分辨率 = $\frac{\text{螺距}}{\text{步距} \times \text{传动比} \times \text{减速比}} = \frac{5}{200 \times 90 \times 10} \text{mm} \approx 0.03\mu\text{m}$ 推升点与定点之间距离1425mm,需

要推升单边距离换算为: $\sin 0.15^\circ \times 1425\text{mm} = 3.73\text{mm}$,分辨率 $1''$ 推升距离换算为: $\sin 0.0003^\circ (1'') \times 1425\text{mm} = 7.5\mu\text{m}$ 。实际运行整步分辨率 $0.03\mu\text{m}$ 远远优于需要分辨率 $7.5\mu\text{m}$,支撑单个平面轴承额定负荷 10.5KN 。单个推升机构承载需求扭矩:

$$T_1 = \frac{F_a * l}{2\pi * \eta} = \frac{3000 * 9.8 * 5}{2 * 3.14 * 10\%} = 234000 \text{N} \cdot \text{mm} = 234 \text{N} \cdot \text{m}, T_{\text{电机}} = \frac{234}{90 * 30\%} * 3 = 26 \text{N} \cdot \text{m} \circ \theta X \text{和} \theta Y$$

轴三点推升位置有限元分析,承载5T状态下,变量 $\approx 0.014\text{mm}$,满足指标需要的变形量 $\leq 0.06\text{mm}$,在重载情况下使用的整体平稳性和较小的变形量。升降机构是当甲方被测样品需要升降微调时,利用现有的旋转台面R950mm圆周三点均布调节同步运动推升,驱动采用110步进电机配相应的减速机构来转动传动比1:90的涡轮蜗杆机构,使丝杠平稳推升移动,能达到高分辨率和定位精度高。Z轴选用M40 \times 5升降T型丝杆,减速机构选用1比90蜗轮蜗杆,电机步距角 1.8° (电机旋转一圈200步),配1:10减速。分辨率:

$$= \frac{\text{螺距}}{\text{步距} \times \text{传动比} \times \text{减速比}} = \frac{5}{200 \times 90 \times 10} \text{mm} \approx 0.03\mu\text{m}, \text{最大运行速度:}$$

$$= \frac{\text{螺距} \times \text{转速}}{\text{传动比} \times \text{减速比}} = \frac{5 \times 5}{90 \times 10} \text{mm} \approx 0.027\text{mm} \circ$$

[0053] 整体行走机构包括安装于底座1两侧的钢制支撑托架13、通过移动用推升丝杠14竖直安装的位于钢制支撑托架13底部的移动用坦克车15,所述整体行走机构用于装置整体移动,底座1和一维平移台组合成一体,整体需要移动时,钢制支撑托架13底部放入3个移动用坦克15,调节移动用推升丝杠14,使底座1平台悬空。移动到位后,移动用推升丝杠14上升,撤出移动用坦克15,调节3个M30可调节水平的螺丝,然后调节2个M30螺丝辅助支撑点,

最后当底座调节水平后和地面悬空地方全部由环氧树脂材料填充支撑,保证整体底座与地面大面积接触,减小温差变量、重心移动产生的形变,使平台移动到任意位置都能够稳定;

[0054] 第一高精度滚珠丝杆副作传动机构、第二高精度滚珠丝杆副作传动机构、第一高精度涡轮蜗杆机构、第二高精度涡轮蜗杆机构、坦克车15分别通过网口或485总线控制经电脑发指令实现轴运动、定位、反馈的功能控制。

[0055] 其中,底座1采用花岗岩大理石,为减轻重量在大理石底座两侧镂空 $800 \times 250\text{mm}$,导轨安装位置加支撑筋增加整体支撑强度,上表面安装有四个第一吊环201,大理石作为主体, 2°C 产生的变形量,按照底板最大长度 3000mm 计算, $\delta = \text{热膨胀系数} \times \text{长度} \times \text{温度变化} = 4.6 \times 10^{-6} \times 3000 \times 2^\circ\text{C} = 0.028\text{mm}$ 。

[0056] 其中,X轴平移导轨2采用高精度的THK-55方导轨,高承载滑块采用与X轴平移导轨2相配合的单个滑块基本额定载荷 88.5KN 的滑块,各高承载滑块共同达到承载载重为 7T ,其特点具有动静摩擦系数小、定位精度高、在高负载的情况下实现高精度的直线运动。

[0057] 其中,第一高精度滚珠丝杆副作传动机构包括安装于底座1上表面中间位置上第一槽道302内与X轴平移导轨2平行设置的X轴滚珠丝杆3、设置于X轴滚珠丝杆3一端用于驱动的X轴电机301、安装于中层高强度台面4底部与X轴滚珠丝杆3驱动相连的滚珠螺母连接结构,第一高精度滚珠丝杆副作传动机构的调节精度达到 0.03mm ,传动由高精度滚珠丝杆副作传动机构,抗变形能力和抗震性,有良好的极限转速和承载能力,经过有限元分析,整体结构拥有良好的强度和抗变形能力;驱动采用130伺服电机配1比5的减速机构来转动丝杠 $M50 \times 10$ 导程,丝杠外表有极高的硬度和强度,而芯部有极好的韧性,因此丝杠副具有良好的抗疲劳强度、抗变形能力和抗震性,同时又有良好的极限转速和承载能力,使台面在导轨上平稳移动,按照2500脉冲信号来换算,能达到分辨率:
$$= \frac{\text{导程}}{\text{脉冲} \times \text{减速比}} = \frac{10}{2500 \times 5} \text{mm} = 0.8 \mu\text{m}。$$

在基座内部配有绝对式进口直线光栅(分辨率 $1\mu\text{m}$),能反馈出更好的、分辨出更准确的精度。4个滑块位置有限元分析,承载 7T 状态下,变量 $\approx 0.04\text{mm}$,满足指标需要的变形量 $\leq 0.06\text{mm}$,在重载情况下使用的整体平稳性和较小的变形量。

[0058] 其中,中层高强度台面4采用高强度航空铝合金材料制成,其内部开设有镂空区403并预留有支撑筋404,Y轴平移导轨5安装位置加支撑筋增加整体支撑强度,Y轴平移导轨5采用两条高精度的THK-55方导轨,每条导轨上配两个高承载滑块(单个滑块基本额定载荷 88.5KN),其特点具有动静摩擦系数小、定位精度高、在高负载的情况下实现高精度的直线运动。台面(与旋转主体共用)是用铝合金材料制作,传动由高精度滚珠丝杆副作传动机构,抗变形能力和抗震性,有良好的极限转速和承载能力。具体抗变形能力,经过有限元分析的验证。驱动采用130伺服电机配1比5的减速机构来转动丝杠 $M50 \times 10$ 导程,使台面在导轨上平稳移动,按照2500脉冲信号来换算,能达到分辨率
$$= \frac{\text{导程}}{\text{脉冲} \times \text{减速比}} = \frac{10}{2500 \times 5} \text{mm} = 0.8 \mu\text{m}。$$

在基座内部配有绝对式进口直线光栅(分辨率 $1\mu\text{m}$),能反馈出更好的、分辨出更准确的精度。Y轴平移台面有限元分析,承载 6T 状态下,变量 $\approx 0.03\text{mm}$,满足指标需要的变形量 $\leq 0.06\text{mm}$,在重载情况下使用的整体平稳性和较小的变形量,中层高强度台面4的外侧部安装有第二吊环401。

[0059] 其中,第二高精度滚珠丝杆副作传动机构包括安装于中层高强度台面4上表面中

间位置上第二槽道402内与Y轴平移导轨5平行设置的Y轴滚珠丝杆6、设置于Y轴滚珠丝杆6一端用于驱动的Y轴电机601、安装于Y轴平移台7底部与Y轴滚珠丝杆6驱动相连的滚珠螺母连接结构,第二高精度滚珠丝杆副作传动机构的调节精度达到0.04mm。

[0060] 其中,第一高精度涡轮蜗杆机构包括安装于安装于Y轴平移台7上部的 θ Z轴电机16以及设置于转盘台面11底部的圆形涡轮盘1101, θ Z轴电机16输出轴端安装有与圆形涡轮盘1101以蜗盘蜗杆形式传动配合的第一蜗杆结构1601。

[0061] 其中,第二高精度涡轮蜗杆机构包括三点式环绕开设于转盘台面11上表面的三个涡轮安装槽12、安装于于涡轮安装槽12内的涡轮1203、安装于转盘台面11周侧部的角度调节电机1201、安装于涡轮1203中的用于举升重型被测样品17的推升丝杠1204,角度调节电机1201的输出轴端安装有与涡轮以涡轮蜗杆形式传动配合的第二蜗杆结构1205。

[0062] 其中,底座1上设置有与X轴平移导轨2平行设置的用于测量X轴向平移数据的X轴绝对式进口直线光栅101;中层高强度台面4上设置有与Y轴向平移导轨5平行设置的用于测量Y轴向平移数据的Y轴绝对式进口直线光栅501;Y轴平移台7上设置有用于测量旋转角度数据的进口式绝对圆光栅702,X轴绝对式进口直线光栅101、Y轴绝对式进口直线光栅501、进口式绝对圆光栅702均采用精度为分辨率 $1\mu\text{m}$ 的海德汉光栅。

[0063] 本发明的高承载能力的超高精度五维运动调节装置的系统组成:

[0064] 五维调整架由2个平移轴(前后X轴和左右Y轴)和3个分别绕X,Y,Z旋转的旋转轴组成。2个平移轴分别由2台力矩10NM的130伺服电机配合减速机构驱动,配置进口直线绝对光栅尺,分辨率 $1\mu\text{m}$,确保位移测量精度。1个旋转轴由1台50NM的130步进电机配合减速机构驱动,配置进口 360° 圆光栅,分辨率 $1''$,确保旋转测量精度。2个角度摆动分别由3台30NM的110步进电机配合减速机构驱动。

[0065] X轴(前后轴),调节行程 $\pm 750\text{mm}$,最大速度 25mm/s ;Y轴(左右轴),调节行程 $\pm 50\text{mm}$,最大速度 25mm/s ;水平转动(θ Z轴),调节范围 360° ,最大速度 $1^\circ/\text{s}$ 。光学五轴调整架控制系统由机柜、10寸触摸屏、面板电源开关按钮、5个控制卡、5台开关电源、5台步进驱动器组成。机柜左侧有用于连接五轴调整架的航空插座、电源插座、以及连接电脑的网线插座。

[0066] 相对于现有技术具有的有益效果包括:

[0067] 1、本发明填补了大型负载机构超高精度运动调节装置的空白,相较于目前市面上的 μm 量级高精度五维运动调节装置,本装置的负载能力远远胜出。

[0068] 2、本发明相较于目前现有技术的五维大承载运动装置,微调精度达到 μm 量级,在运动调节精度上远远胜出,可以胜任大型装置精密测量的承载和微调工作。

[0069] 以上公开的本发明优选实施例只是用于帮助阐述本发明。优选实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施方式。显然,根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

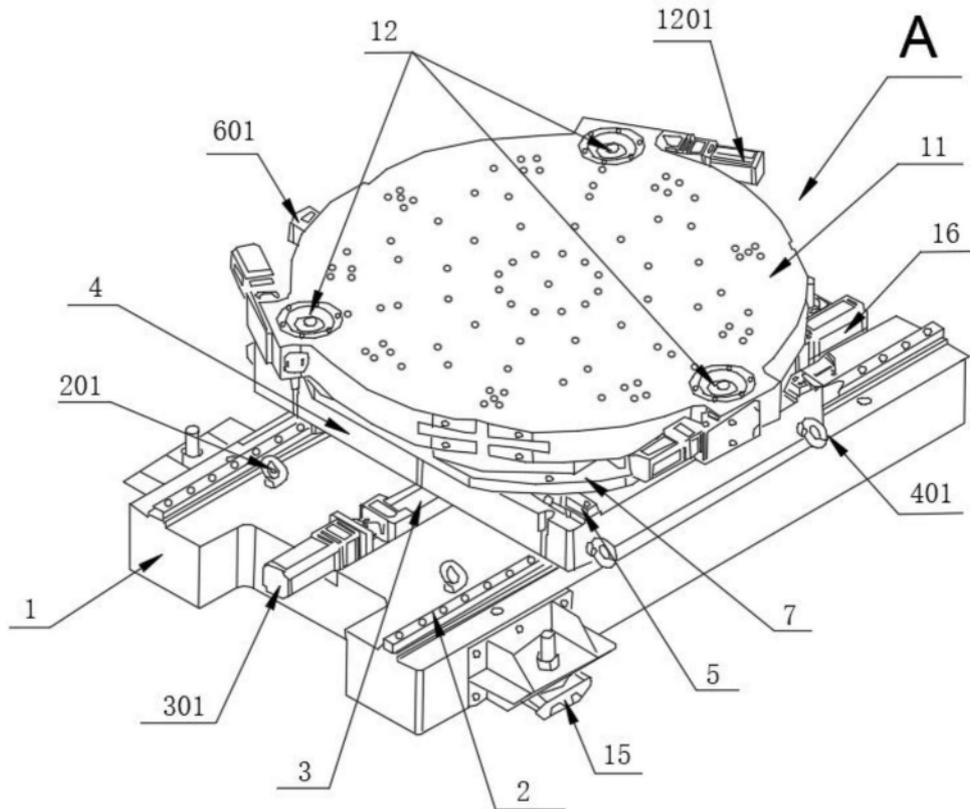


图1

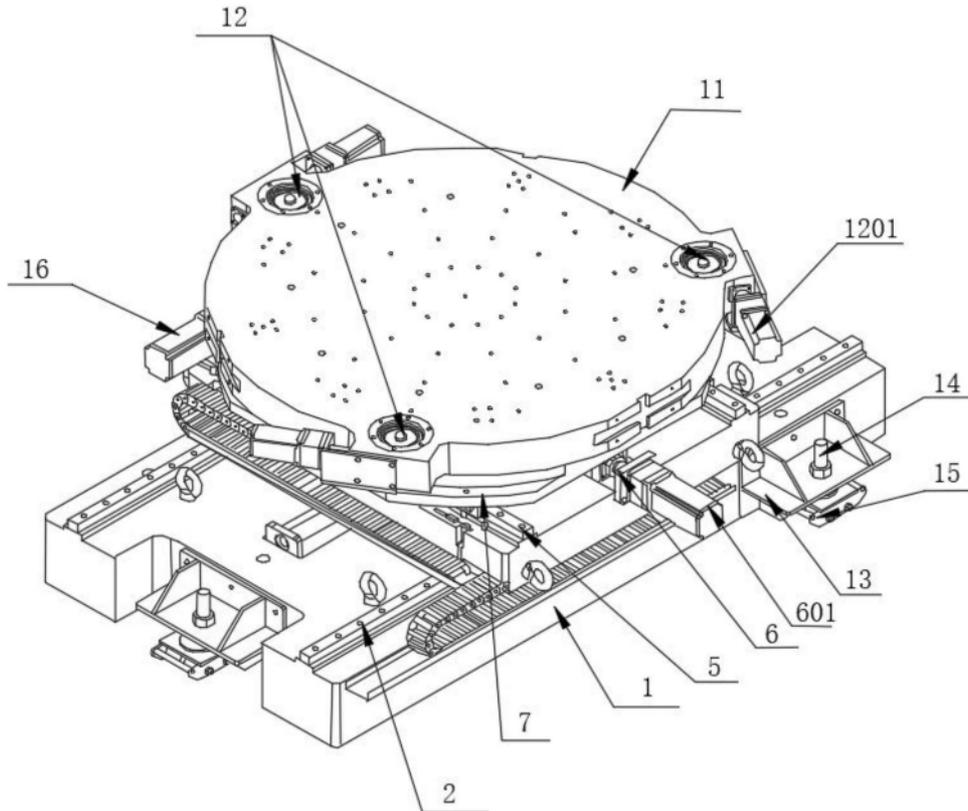


图2

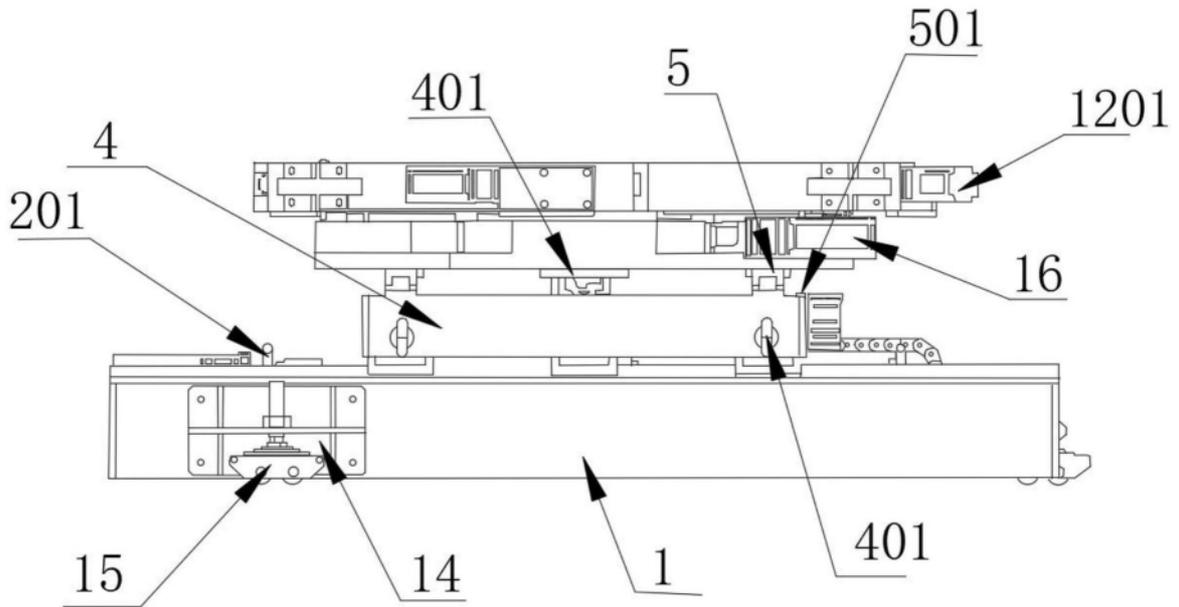


图3

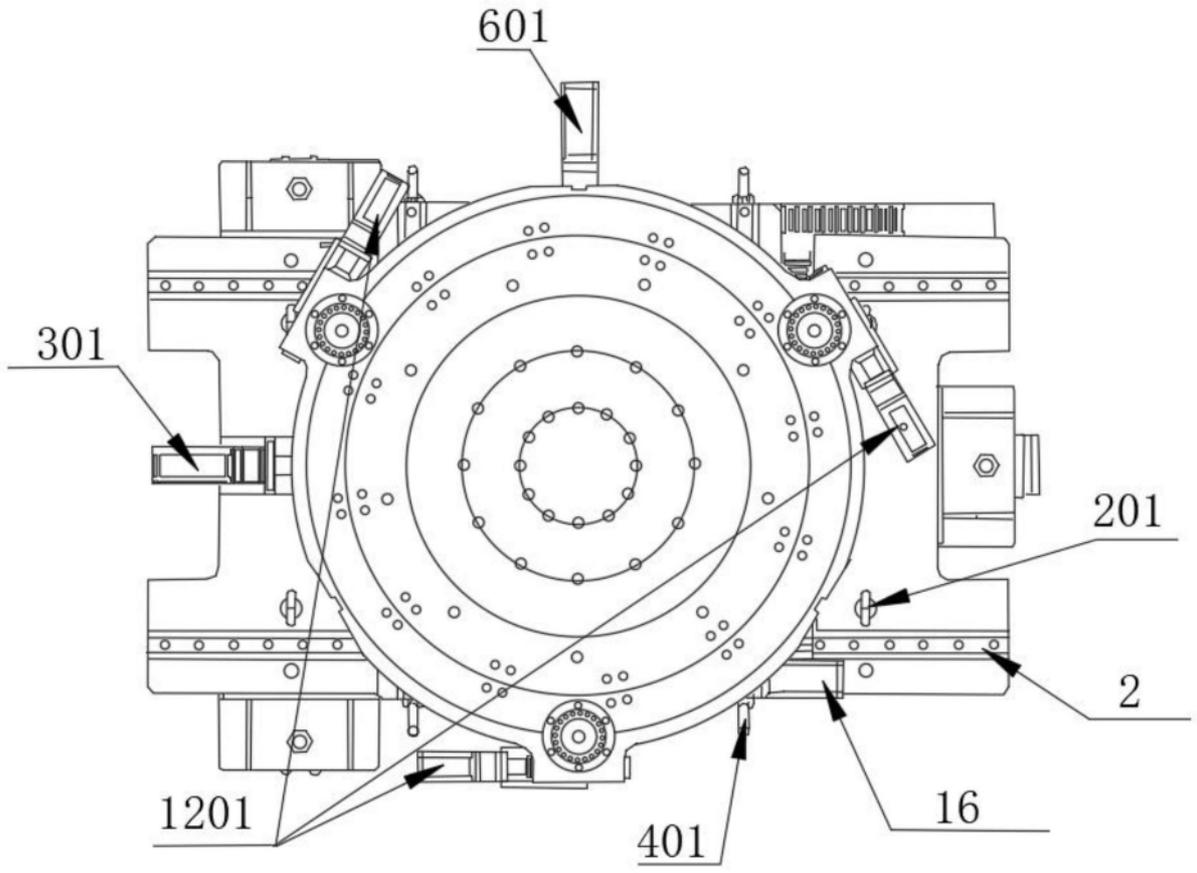


图4

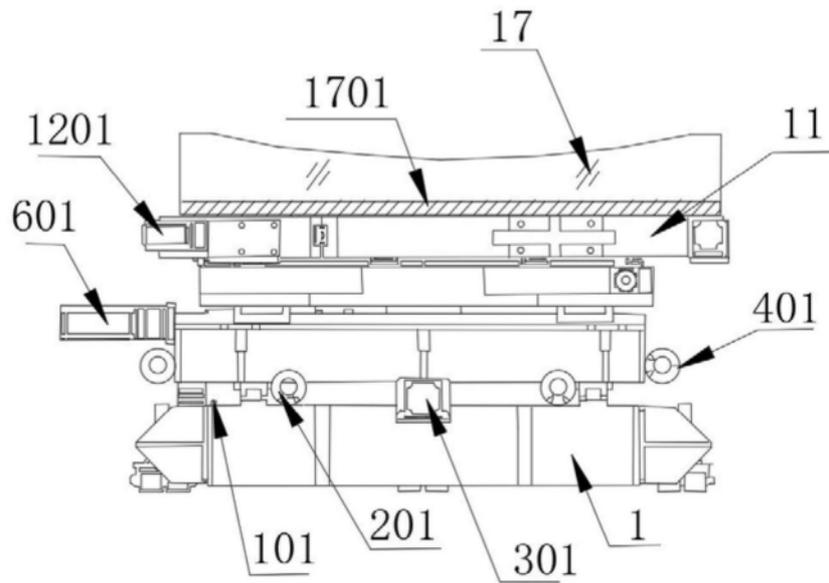


图5

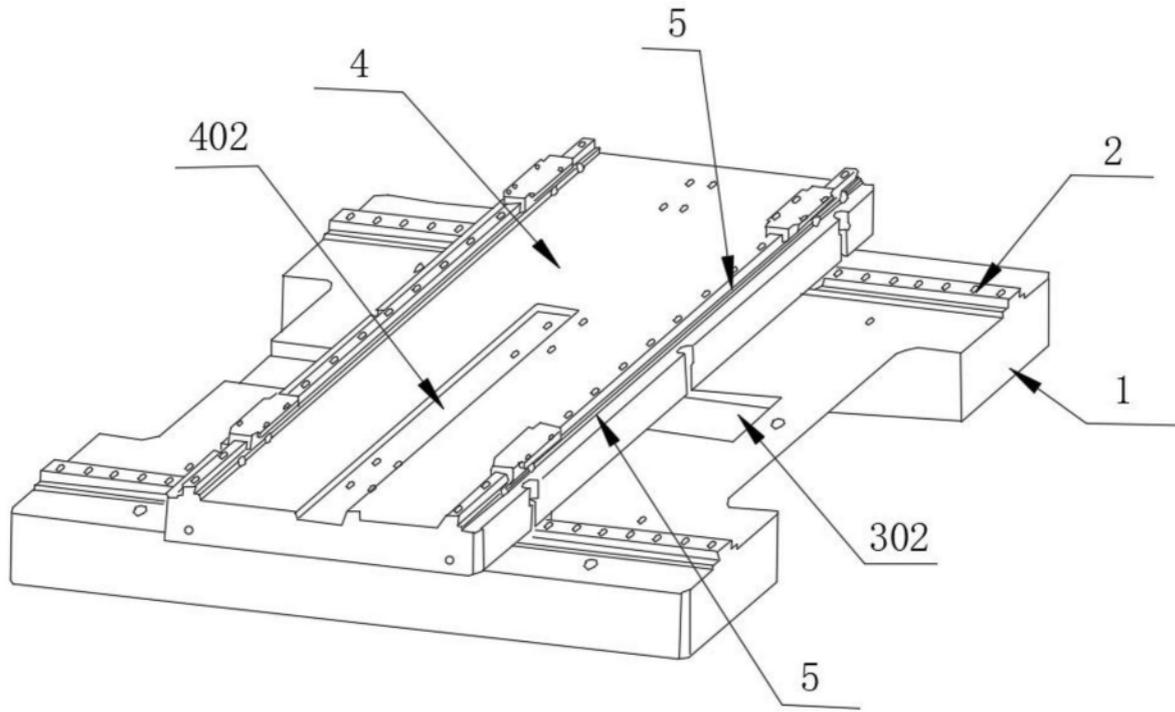


图6

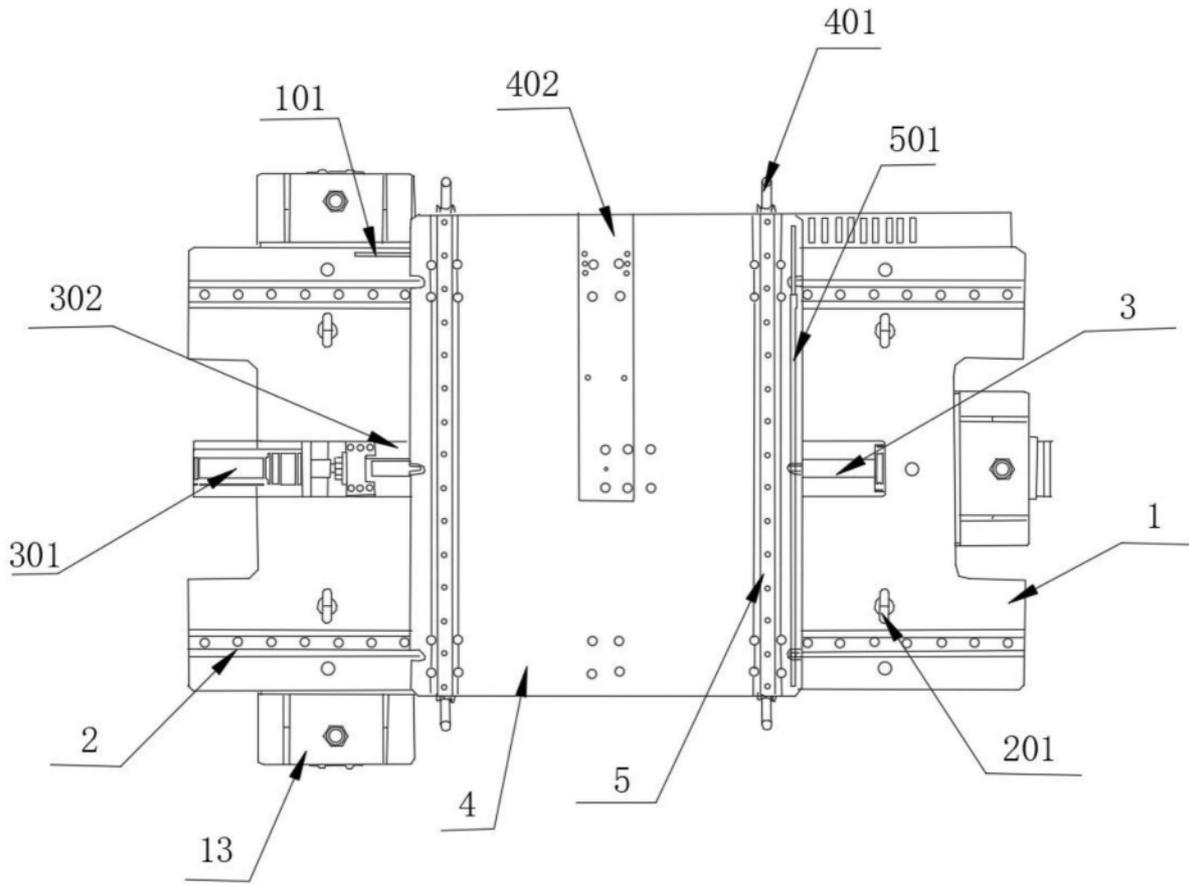


图7

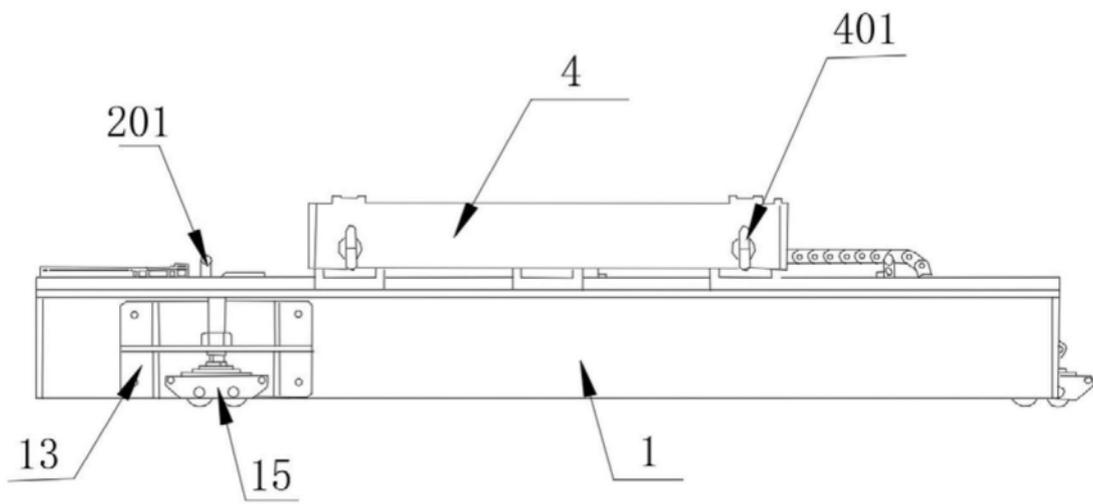


图8

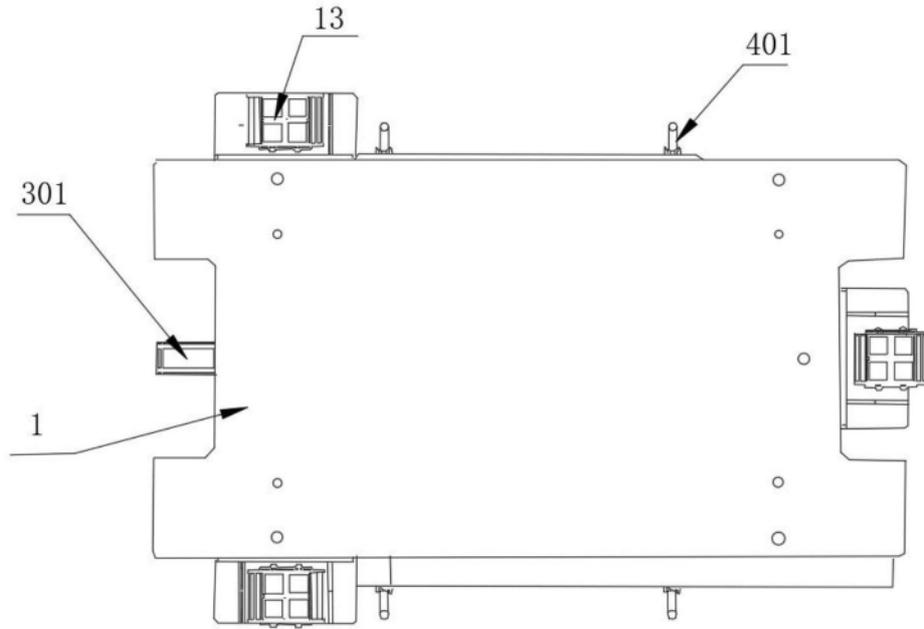


图9

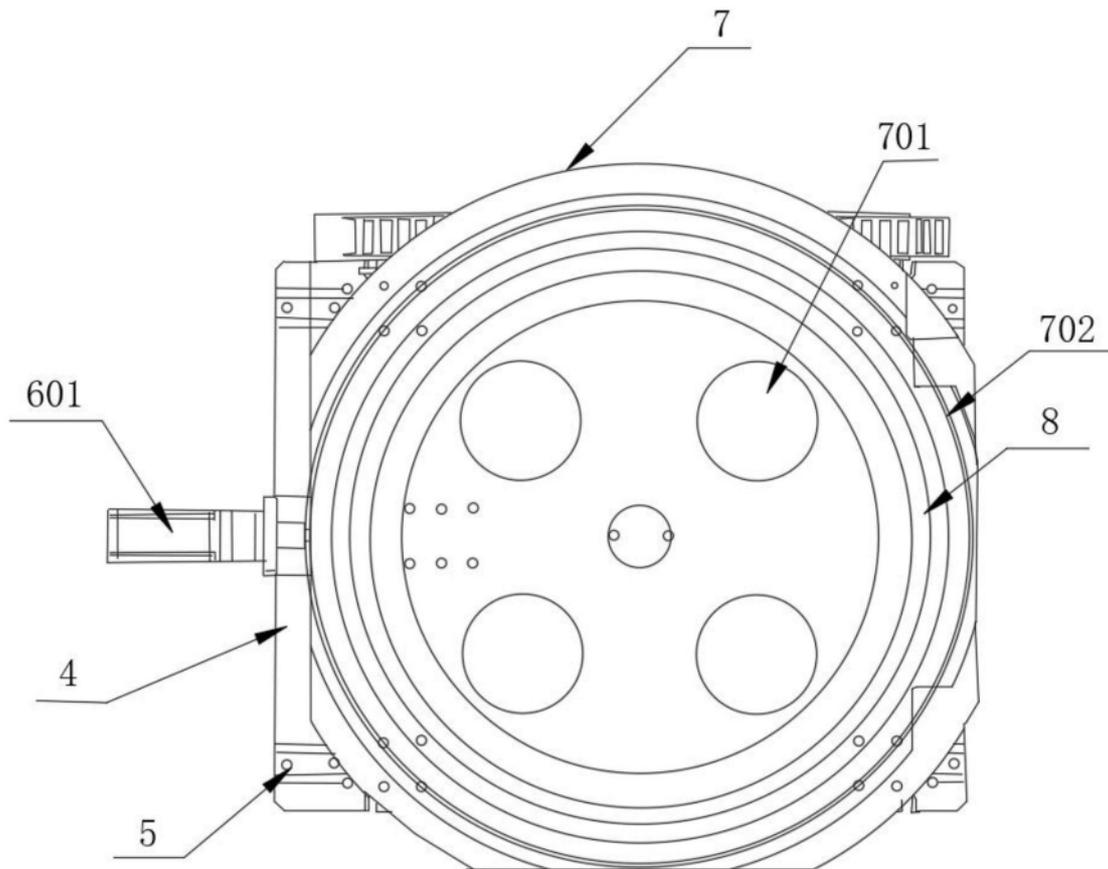


图10

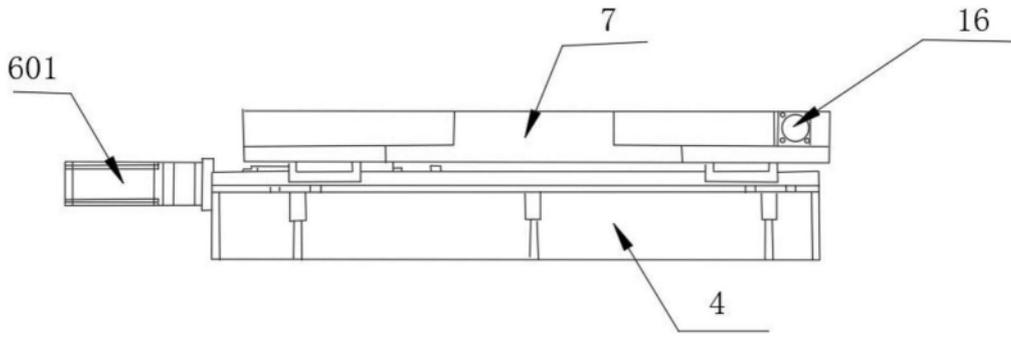


图11

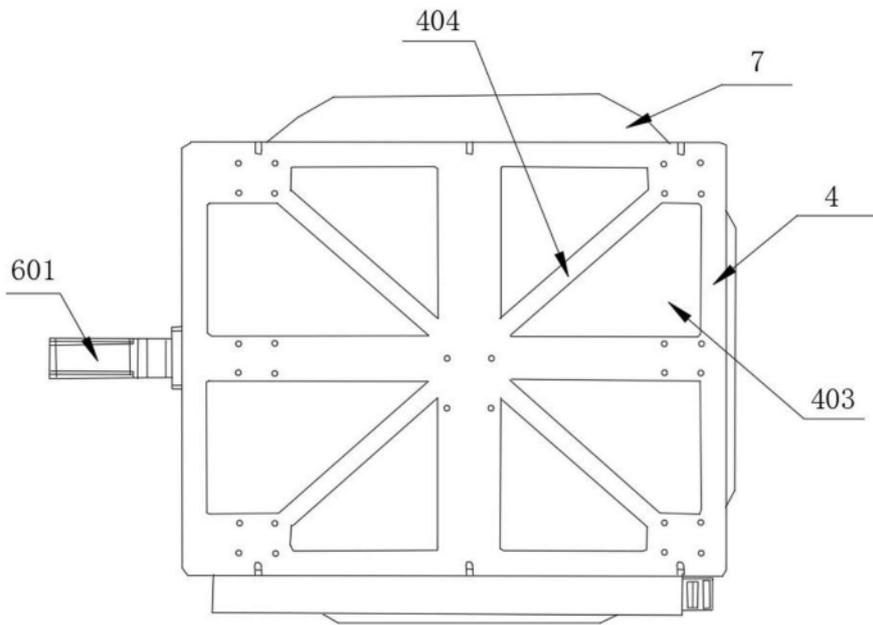


图12

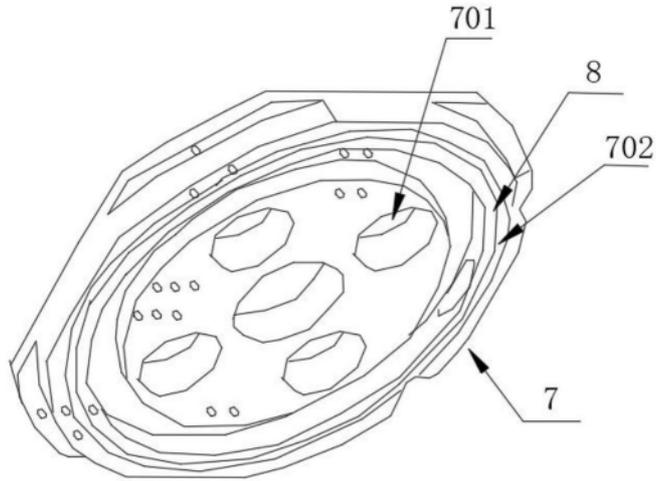


图13

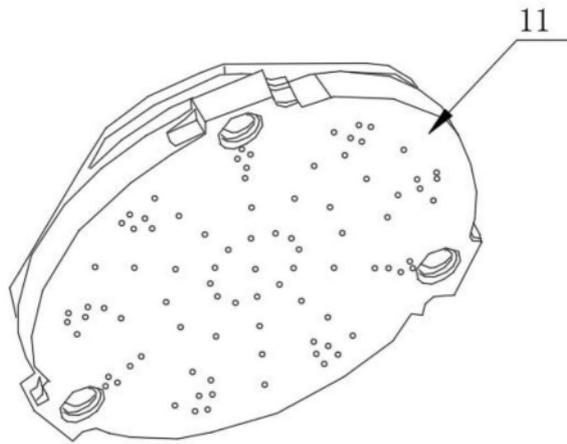


图14

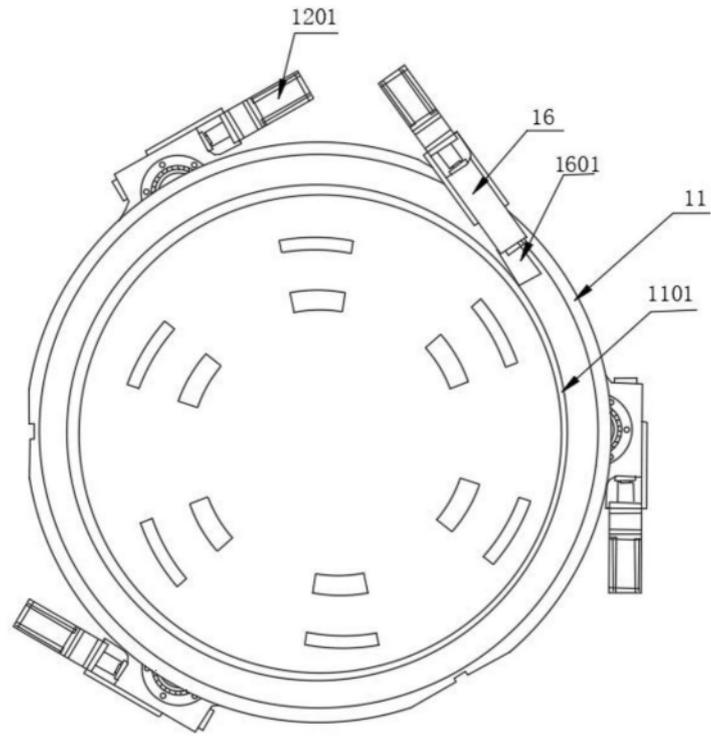


图15

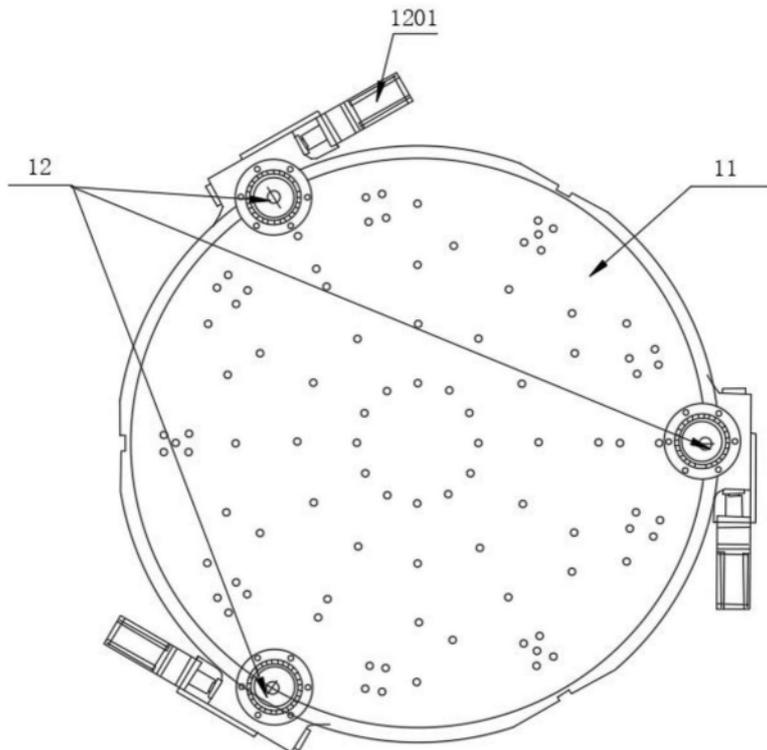


图16

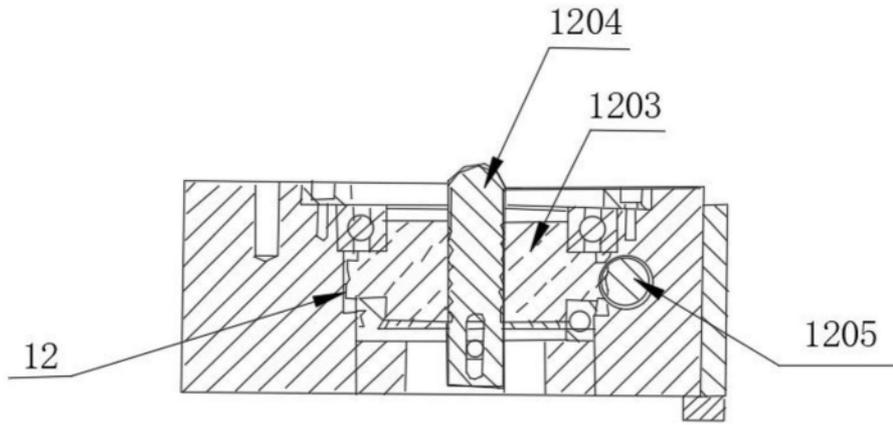


图17