



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113281197 A

(43) 申请公布日 2021.08.20

(21) 申请号 202110522315.2

(22) 申请日 2021.05.13

(71) 申请人 中物院成都科学技术发展中心
地址 610200 四川省成都市双流区银河路
596号

(72) 发明人 郭顺和 曾小龙 范端

(74) 专利代理机构 四川力久律师事务所 51221
代理人 方清

(51) Int. Cl.
G01N 3/307 (2006.01)

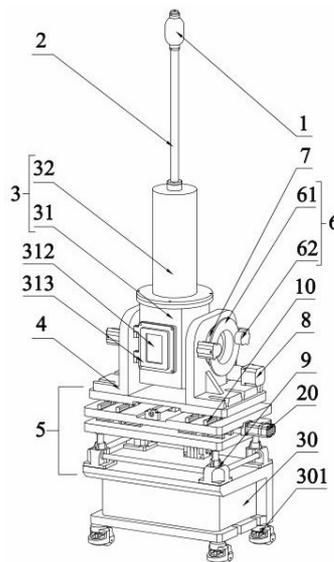
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种可多维运动的垂直轻气炮

(57) 摘要

本发明涉及超高速加载试验技术领域,特别涉及一种可多维运动的垂直轻气炮,包括竖向连接的发射装置、发射管和靶室,所述靶室转动连接有摆动平台,所述摆动平台连接有三维运动平台,所述摆动平台上设置有制动机构,所述制动机构用于限制所述靶室摆动,实现轻气炮由上往下的从不同角度对靶室内放置样品的撞击,为液态、粉末类等样品撞击试验提供了试验平台,且各结构相互配合,连接稳定,配合制动器将发射管的发射角度进行稳定限制,在发射时能够维持精确的发射角度,避免发射瞬间后坐力的影响,使轻气炮的发射速度能够满足试验要求,同时,减小了该轻气炮的占地面积,使该轻气炮能够适用于占地面积较小的试验场地,提高试验场地利用率。



1. 一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,包括竖向连接的发射装置(1)、发射管(2)和靶室(3),所述靶室(3)转动连接有摆动平台(4),所述摆动平台(4)连接有三维运动平台(5),所述摆动平台(4)上设置有制动机构(6),所述制动机构(6)用于限制所述靶室(3)摆动。

2. 如权利要求1所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述靶室(3)包括观测室(31)和泄压室(32),所述发射管(2)贯穿所述泄压室(32)后伸入所述观测室(31),所述观测室(31)顶部设置有与所述泄压室(32)连通的泄压孔(311)。

3. 如权利要求2所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述泄压室(32)与所述发射管(2)的连接部位设置有密封部件。

4. 如权利要求2所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述观测室(31)上设置有若干观测窗口(312),所述观测窗口(312)的外侧设置有盖板(313),所述盖板(313)与所述观测室(31)可拆卸的连接。

5. 如权利要求1-4任意一项所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述靶室(3)侧壁设置有转接筒(7),所述转接筒(7)与所述摆动平台(4)通过轴承(71)转动连接,所述转接筒(7)上设置有齿轮(72),所述齿轮(72)啮合连接有驱动机构(8),所述驱动机构(8)通讯连接远程控制系统。

6. 如权利要求5所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述制动机构(6)包括制动盘(61)和与所述制动盘(61)连接的制动器(62),所述制动盘(61)与所述靶室(3)可拆卸的连接,所述制动器(6)通讯连接远程控制系统。

7. 如权利要求5所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述三维运动平台(5)包括平行设置的若干平台板(51),至少两个相邻所述平台板(51)之间设置有升降机构(9),至少两个相邻所述平台板(51)之间设置有滑移机构(10)。

8. 如权利要求7所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述升降机构(9)和所述滑移机构(10)分别连接有动力机构(20),所述动力机构(20)无线通信连接远程控制系统。

9. 如权利要求5所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述三维运动平台(5)底部设置有配重平台(30),所述配重平台(30)底部设置有行走轮(301)。

10. 如权利要求5所述的一种可多维运动的垂直轻气炮,其特征在于,所述发射装置(1)包括气瓶(11)和尾塞(12),所述气瓶(11)包覆在发射管(2)顶端,所述尾塞(12)封堵在所述发射管(2)的顶部开口内,所述发射管(2)侧壁设置有与所述气瓶(11)连通的气流通道(21),所述气流通道(21)对应的所述发射管内设置有弹丸(13)。

一种可多维运动的垂直轻气炮

技术领域

[0001] 本发明涉及超高速加载试验技术领域,特别涉及一种可多维运动的垂直轻气炮。

背景技术

[0002] 轻气炮是目前特别通用的高速发射和高压加载的工具,它利用高温下低分子量气体工质膨胀做功的方式来推动弹丸,使之获得极高速度。常见的应用主要包括研究高速和超高速碰撞的终点效应、研究材料的高压物态方程和低压本构关系、研究炸药的冲击波引爆规律以及炸药的分解反应、研究地球深部的物理现象等。轻气炮能够发射各种形状的弹丸,而且对弹丸的质量、尺寸和材料有较宽广的适应范围,对于大多数冲击加载的研究,使用水平发射的轻气炮即可满足要求,在冲击阶段时候样品的重力可以忽略不计。

[0003] 但是,水平发射的轻气炮体积一般较大,需要占用较大的试验面积,且移动不方便,不能满足现有的大部分实验室内的使用,同时,对于液态、粉末类样品,例如研究陨石撞击时的高速和超高速碰撞的终点效应时,样品不能沿水平方向垂直安装,受到撞击后的液体或粉末颗粒的运动轨迹受到重力的影响的较大,导致现有的水平发射的轻气炮难以满足试验需求,若将水平发射的轻气炮调整为竖向放置,在发射瞬间轻气炮将会受到较大的后坐力,影响轻气炮稳定性,导致弹丸发射速度受到极大的限制。

[0004] 所以,目前亟需要一种技术方案,以解决现有水平发射轻气炮无法满足液态、粉末类等样品试验需求,使用范围和弹丸发射速度均受到极大限制的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于:针对现有水平发射轻气炮无法满足液态、粉末类等样品试验需求,使用范围和弹丸发射速度均受到极大限制的技术问题,提供了一种可多维运动的垂直轻气炮。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

一种可多维运动的垂直轻气炮,包括竖向连接的发射装置、发射管和靶室,所述靶室转动连接有摆动平台,所述摆动平台连接有三维运动平台,所述摆动平台上设置有制动机构,所述制动机构用于限制所述靶室摆动。

[0007] 本发明的一种可多维运动的垂直轻气炮,通过竖向设置发射装置、发射管和靶室,使轻气炮由上往下的朝向靶室内发射弹丸,配合摆动平台、三维运动平台的设置,实现轻气炮在三维空间中发射角度的任意调整,实现从不同角度对靶室内放置样品的撞击,为液态、粉末类等样品撞击试验提供了试验平台,且各结构相互配合,连接稳定,配合制动器将发射管的发射角度进行稳定限制,在发射时能够维持精确的发射角度,避免发射瞬间后坐力的影响,使轻气炮的发射速度能够满足试验要求,同时,减小了该轻气炮的占地面积,使该轻气炮能够适用于占地面积较小的试验场地,提高试验场地利用率。

[0008] 作为本发明的优选方案,所述靶室包括观测室和泄压室,所述发射管贯穿所述泄压室后伸入所述观测室,所述观测室顶部设置有与所述泄压室连通的泄压孔,所述观测室

顶部朝向所述泄压室内设置有套筒,所述套筒与所述发射管可拆卸连接。将靶室分隔为观测室和泄压室,所述观测室用于提供样品放置空间并提供适宜观测样品撞击过程的区域,所述泄压室用于减弱撞击后剩余气体压力的冲击,避免剩余气体压力在撞击之后持续影响样品飞散状态,保证试验结果的准确性。

[0009] 作为本发明的优选方案,所述泄压室与所述发射管的连接部位设置有密封部件。所述密封部件为O型密封圈,设置密封部件用于是观测室和泄压室形成密封空间,方便在试验前对靶室内空间抽真空,实现在真空状态下的撞击试验,为试验提供适宜的研究环境,保证试验结果的准确性。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述观测室上设置有若干观测窗口,所述观测窗口的外侧设置有盖板,所述盖板与所述观测室可拆卸的连接。

[0011] 作为本发明的优选方案,所述靶室侧壁设置有转接筒,所述转接筒与所述摆动平台通过轴承转动连接,所述转接筒上设置有齿轮,所述齿轮啮合连接有驱动机构,所述驱动机构通讯连接远程控制系统。通过驱动机构与齿轮的啮合实现对靶室转动角度的精确控制、智能控制,并通过远程控制系统以有线或无线的连接方式实现对靶室转动角度的远程精确控制,使试验人员不需要近距离调节发射角度,提高试验结果的准确性和试验过程的安全性。

[0012] 作为本发明的优选方案,所述制动机构包括制动盘和与所述制动盘连接的制动器,所述制动盘与所述靶室可拆卸的连接,所述制动器通讯连接远程控制系统。所述制动器能够夹持固定所述制动盘,试验人员能够以有线或无线的连接方式远程通过控制制动器对制动盘的夹持状态进行改变,实现对发射角度的精确稳定限制。

[0013] 作为本发明的优选方案,所述三维运动平台包括平行设置的若干平台板,至少两个相邻所述平台板之间设置有升降机构,至少两个相邻所述平台板之间设置有滑移机构。采用板式结构的平台板配合升降机构和滑移机构组成三维运动平台,结构简单,同时,结构稳定,能够确保对轻气炮在三维空间中发射角度调整的稳定性,通过确保结构的稳定性实现发射速度的提高。

[0014] 作为本发明的优选方案,所述升降机构和所述滑移机构分别连接有动力机构,所述动力机构无线通信连接远程控制系统。进一步提高试验结果的准确性和试验过程的安全性。

[0015] 作为本发明的优选方案,所述三维运动平台底部设置有配重平台,所述配重平台底部设置有行走轮。配重平台用于降低轻气炮的重心,保证轻气炮发射瞬间的结构稳定性,通过确保结构的稳定性实现发射速度的提高,行走轮的设置使该轻气炮能够进行整体运输至不同试验场地使用,提高使用灵活性。

[0016] 作为本发明的优选方案,所述发射装置包括气瓶和尾塞,所述气瓶包覆在发射管顶端,所述尾塞封堵在所述发射管的顶部开口内,所述发射管侧壁设置有与所述气瓶连通的气流通道,所述气流通道对应的所述发射管内设置有弹丸。

[0017] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

1、通过竖向设置发射装置、发射管和靶室,使轻气炮由上往下的朝向靶室内发射弹丸,配合摆动平台、三维运动平台的设置,实现轻气炮在三维空间中发射角度的任意调整,使轻气炮从不同角度对靶室内放置的样品进行撞击,为液态、粉末类等样品撞击试验提

供了试验平台；

2、各结构相互配合,连接稳定,配合制动器将发射管的发射角度进行稳定限制,在发射时能够维持精确的发射角度,避免发射瞬间后坐力的影响,使轻气炮的发射速度能够满足试验要求；

3、减小了该轻气炮的占地面积,使该轻气炮能够适用于占地面积较小的试验场地,提高试验场地利用率。

[0018] 本发明其他实施方式的有益效果有：

1、将靶室分隔为观测室和泄压室,避免剩余气体压力在撞击之后持续影响样品飞散状态,保证试验结果的准确性；

2、通过远程控制系统实现对靶室摆动角度的远程精确控制,使试验人员不需要近距离调节发射角度,提高试验结果的准确性和试验过程的安全性。

附图说明

[0019] 图1是本发明的一种可多维运动的垂直轻气炮的结构示意图。

[0020] 图2是本发明中设置在摆动平台上的发射装置、发射管和靶室的组装结构示意图。

[0021] 图3是图2的内部结构示意图。

[0022] 图4是图3中A处局部放大的结构示意图。

[0023] 图5是图3中B处局部放大的结构示意图。

[0024] 图6是本发明中所述三维运动平台的三维视角结构示意图。

[0025] 图7是本发明中所述三维运动平台的正视图。

[0026] 图8是本发明中所述三维运动平台的侧视图。

[0027] 图标:1-发射装置,11-气瓶,12-尾塞,13-弹丸,2-发射管,21-气流通道,3-靶室,31-观测室,311-泄压孔,312-观测窗口,313-盖板,314-套筒,32-泄压室,4-摆动平台,5-三维运动平台,51-平台板,6-制动机构,61-制动盘,62-制动器,7-转接筒,71-轴承,72-齿轮,8-驱动机构,9-升降机构,10-滑移机构,101-轨道,102-滑块,103-滚珠丝杠,20-动力机构,30-配重平台,301-行走轮。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图,对本发明作详细的说明。

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0030] 实施例1

如图1-图8所示,一种可多维运动的垂直轻气炮,包括竖向依次连接的发射装置1、发射管2和靶室3,所述靶室3转动连接有摆动平台4,所述摆动平台4底部连接有三维运动平台5,所述摆动平台4上设置有制动机构6,所述制动机构6用于限制所述靶室3摆动,所述制动机构6包括制动盘61和制动器62,所述制动器62能够夹持固定所述制动盘61,所述制动盘61与所述靶室3可拆卸的连接。

[0031] 本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,发射管2用于弹丸13导向和作为加速

内腔,顶部连接发射装置1,底部伸入靶室3内,底部设置用于连接样品盛放工装的外螺纹,使发射装置1、发射管2和靶室3竖向设置,能够由上往下的朝向靶室3内垂直发射弹丸13,形成垂直轻气炮,同时,靶室3相对的两侧壁上向外凸起延伸形成转接筒7,转接筒7上套设轴承71,采用两个L型构件对称放置形成摆动平台4,转接筒7穿过轴承71和摆动平台4上设置的通孔,使摆动平台4通过轴承71与转接筒7转动连接,通过摆动平台4支撑靶室3,使靶室3能够绕转接筒7轴线摆动,为轻气炮发射角度的调整提供结构基础,同时,转接筒7外壁套设齿轮72或一体成型啮合齿,与驱动机构8啮合连接,通过驱动机构8驱动齿轮72转动,进而将靶室3摆动至适宜角度,为轻气炮发射角度的调整精度和自动化控制提供结构基础,同时,配合三维运动平台5,实现轻气炮在三维空间中发射角度的调整,实现从不同角度对靶室3内放置样品的撞击,为液态、粉末类等不易放置且容易受环境因素影响的样品撞击试验提供了试验平台,为轻气炮发射角度的多维化提供结构基础,减小了该轻气炮的占地面积,使该轻气炮能够适用于占地面积较小的试验场地,提高试验场地利用率。

[0032] 优选的,设置在靶室3相对两侧壁的转接筒7上均设置有制动盘61,摆动平台4上对应设置气动蝶式制动器,通过气动蝶式制动器的气缸实现对制动盘61的夹持制动,使轻气炮在发射过程中角度不会发生变化,保证轻气炮发射角度的精确性和稳定性,避免发射瞬间后坐力的影响,在保证轻气炮结构稳定的前提下,实现发射速度的提高,使轻气炮的发射速度能够满足试验要求,提高试验结果的准确性,扩大该轻气炮的适用范围。

[0033] 优选的,所述驱动机构8为步进电机,所述驱动机构8通讯连接远程控制系统,步进电机能够较容易的通过有线或无线的连接方式实现远程信号控制,实现靶室3摆动角度的精确控制、智能控制、远程控制,使试验人员不需要近距离调节发射角度,提高试验结果的准确性和试验过程的安全性。

[0034] 优选的,所述发射装置1包括气瓶11和尾塞12,所述气瓶11包覆在发射管2顶端,所述发射管2侧壁设置有与所述气瓶11连通的气流通道21,所述尾塞12用于封堵所述发射管2顶部开口,所述发射管2内贴合所述尾塞12设置有弹丸13。本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,发射装置的气瓶11能够与外部高压气体供应机构连通,气瓶11与发射管2的连接部位设置O型密封圈形成密封,弹丸13为圆柱体结构,且与发射管2贴合的表面上设置O型密封圈形成密封,能够在气瓶11加压过程中封堵在发射管2的气流通道21上,尾塞12内具有沿发射管2轴线方向的用于连接外部启动机构的通道,使通过尾塞12外的气流输入实现弹丸13初始位置的调整,使弹丸13移动至气流通道21打开,进而实现弹丸13在气流通道21输入的高压气体的作用下朝向靶室3内的发射。

[0035] 具体的,本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,发射管2的长度设置为3m,发射管2的摆动角度设置为竖直平面内的 $\pm 15^\circ$ 范围内。

[0036] 实施例2

如图1-图8所示,本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,结构与实施例1相同,区别在于:所述靶室3包括观测室31和泄压室32,所述发射管2贯穿所述泄压室32后伸入所述观测室31,所述观测室31顶部设置有与所述泄压室32连通的泄压孔311。

[0037] 本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,观测室31用于放置样品、探测样品被撞击时刻的试验信息,泄压室32用于减弱弹后剩余气体压力的冲击,观测室31具有长方体结构外形,泄压室32具有圆柱体结构外形,泄压室32设置在观测室31上方,与观测室31法兰

连接,且泄压室32与观测室31的连接面上设置多个泄压孔311进行连通,转接筒7设置在观测室31相对的两个侧面上,观测室31相对的另一两个侧面上设置观测窗口312,观测窗口312上设置具有可视区域的盖板313封闭,盖板313与观测室31之间设置密封圈形成密封连接,泄压室32与发射管2的连接部位设置O型密封圈形成密封连接,观测室31和泄压室32的连接面上设置O型密封圈形成密封连接,使靶室3内形成密封空间,在进行试验前对靶室3空间进行抽真空操作,确保试验时靶室3内真空度小于100Pa,使在真空状态下完成弹丸的发射和撞击试验,避免重力因素影响试验结果,保证试验结果的准确性。

[0038] 优选的,所述观测室31顶部朝向所述泄压室32内设置有套筒314,在所述套筒314和发射管2之间嵌入设置有导向环,在套筒314侧面通过连接螺栓将导向环抵紧在发射管2上,实现观测室31与发射管2的连接,避免靶室3与发射管2的连接对发射管2造成结构损伤,使导向环对发射管2起到保护作用,并辅助发射管2的穿过。

[0039] 实施例3

如图1-图8所示,本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,结构与实施例2相同,区别在于:所述三维运动平台5包括平行设置的若干平台板51,至少两个相邻所述平台板51之间设置有升降机构9,至少两个相邻所述平台板51之间设置有滑移机构10,所述升降机构9和所述滑移机构10分别连接有动力机构20。

[0040] 本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,采用三个平行叠放设置的平台板51,在底部平台板51底部设置升降机构9,在相邻两平台板51之间设置滑移机构10,实现轻气炮在水平和竖向向的位置调整,该三维运动平台结构简单且稳定,能够确保轻气炮的稳定性,通过确保结构的稳定性实现发射速度的提高。

[0041] 具体的,所述升降机构9包括设置在底部平台板51下四角的升降器,每一个升降器包括外壳和竖向设置的杆体,外壳内设置驱动杆体转动的传动部件,四个升降器通过传动轴连接,传动轴上设置步进电机和减速器作为动力机构20,使通过步进电机驱动传动轴转动,进而通过传动部件带动杆体升降,能够精确控制升降器的升降速度和升降高度,实现轻气炮垂直方向的移动,且能够较容易的通过远程有线或无线的连接方式实现对步进电机的远程控制,提高试验结果的准确性和试验过程的安全性。

[0042] 具体的,所述滑移机构10包括轨道101和滑块102,还包括设置在两个平台板51之间的滚珠丝杠103,滚珠丝杠103连接步进电机,通过步进电机带动滚珠丝杠转动,进而实现轨道101和滑块102的相对移动控制,使相邻两个平台板51沿轨道101延伸方向的水平移动,能够精确控制平台板的水平运动速度和制动位置,实现轻气炮水平方向的移动。

[0043] 进一步的,可根据实际情况,在三维运动平台的基础上,增设平台板51,增设能够水平转动的转动机构,实现轻气炮水平方向的转动,使在不整体移动轻气炮的情况下实现轻气炮的水平转动,增加该轻气炮角度调整的多维化,使该轻气炮适应于不同使用环境。

[0044] 实施例4

如图1-图8所示,本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,结构与实施例3相同,区别在于:所述三维运动平台5底部设置有配重平台30,所述配重平台30底部设置有行走轮301。

[0045] 本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮,配重平台30为铸铁浇筑成型的长方体结构件,用于降低轻气炮的重心,以满足整套设备的承重要求,用于整体支撑轻气炮,保证

轻气炮发射瞬间的结构稳定性,通过确保结构的稳定性实现发射速度的提高,并配有福马轮作为行走轮,便于提高轻气炮的使用灵活性。

[0046] 实施例5

本实施例提供一种可多维运动的垂直轻气炮的使用方法,采用如1-图8所示的一种多维运动的垂直轻气炮,试验时,对于普通样品,包括液态、粉末类样品的撞击试验,预先对靶室3进行抽真空操作,使靶室3内真空度小于100Pa,优选小于50Pa,将三维运动平台5保持在稳定初始状态,将样品通过工装放置到观测室31中,弹丸13设置在贴近尾塞12,在气瓶11中注入一定压力的轻质气体(例如氮气或氦气),通过外部气流的导入推动弹丸13移动开启发射管2上气流通道21,使弹丸13在前真空后高压的条件下沿发射管2由上往下的进行发射,完成撞击试验。

[0047] 当需要调节撞击角度时,通过设置在摆动平台4上的步进电机调整靶室3的倾斜角度,通过制动机构6实现角度的精确定位,再进行如上撞击试验。

[0048] 当需要适应特殊场地进行试验时,例如需要进行高速相机拍摄撞击过程时,需要对轻气炮进行精密调整,通过对三维运动平台5上的各步进电机对应调整,使观测窗口312与高速相机及光源位置保持水平,再进行如上撞击试验。

[0049] 采用本实施例的一种可多维运动的垂直轻气炮进行若干试验,气瓶11中注入轻质气体为氦气,可以将1.4g左右的弹丸13驱动到1km/s的速度,满足高速碰撞以及侵彻实验的需求,达到较优的发射速度,其中五次试验参数如下表所示:

编号	弹丸质量 (g)	高压气瓶压力 (MPa)	观测室真空度 (Pa)	弹丸速度 (m/s)
01	1.41	2	77	480
02	1.42	6	74	711
03	1.42	10	82	816
04	1.41	15	71	962
05	1.41	20	80	1073

[0050] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

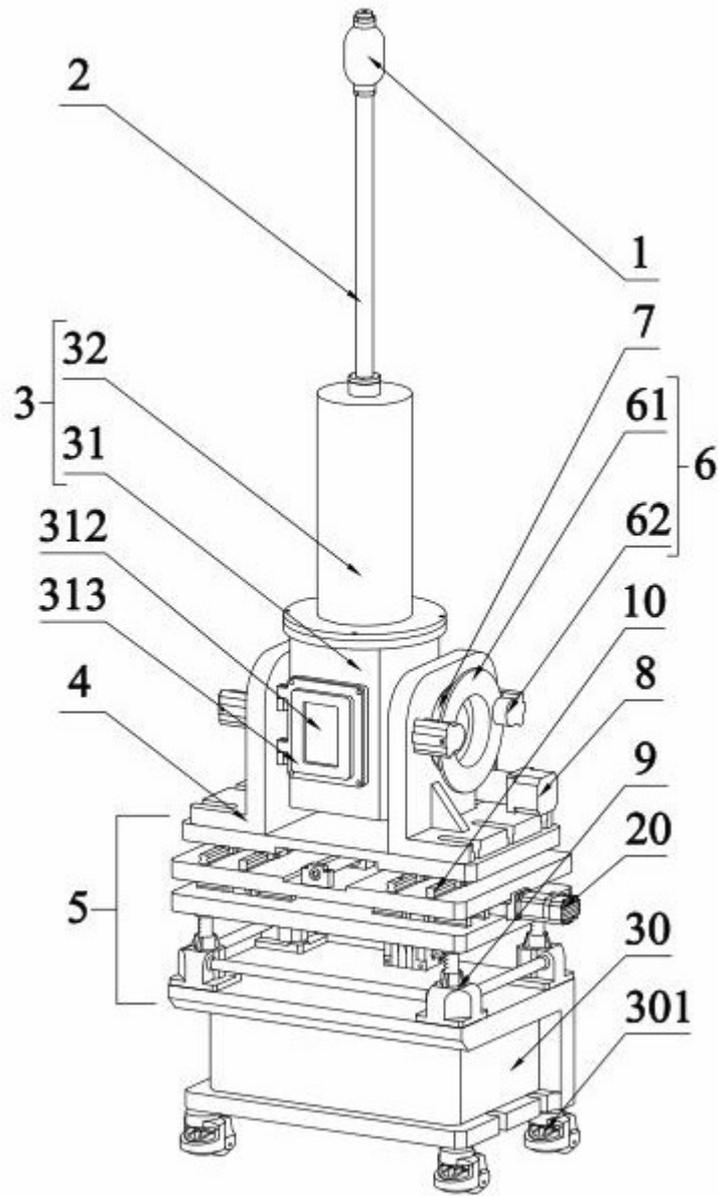


图1

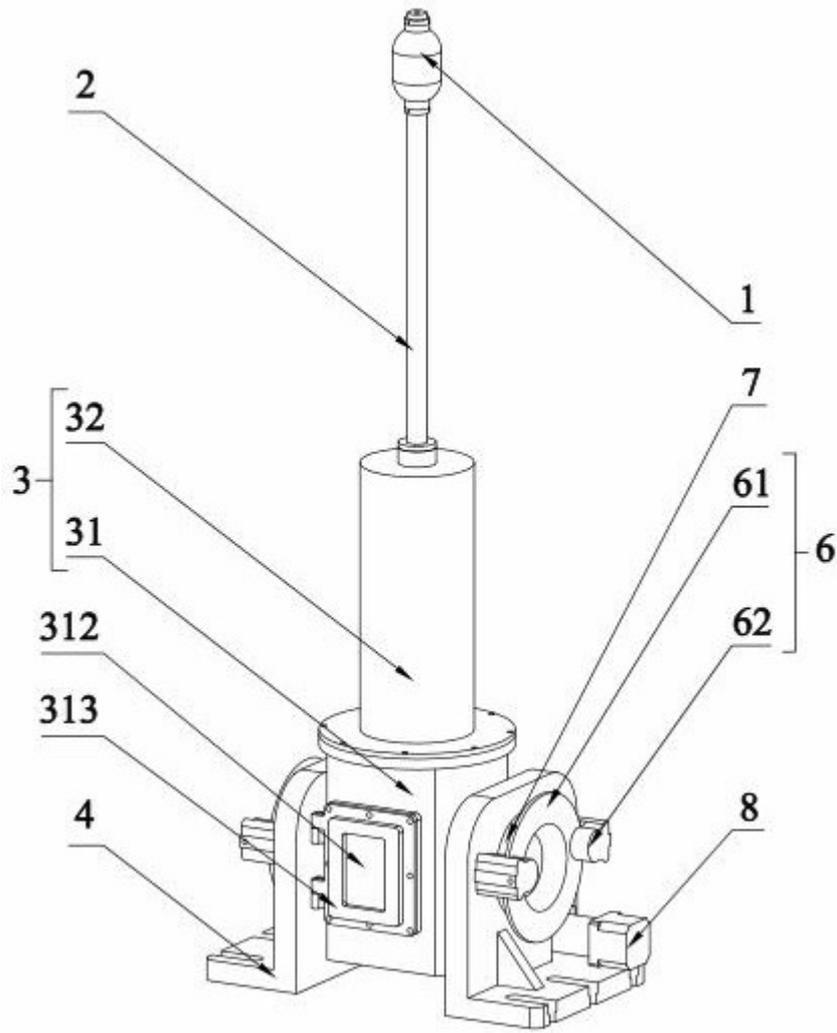


图2

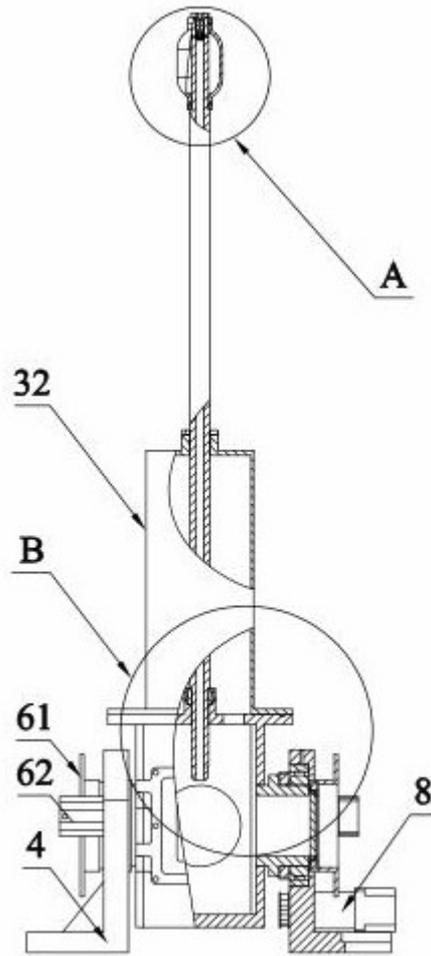


图3

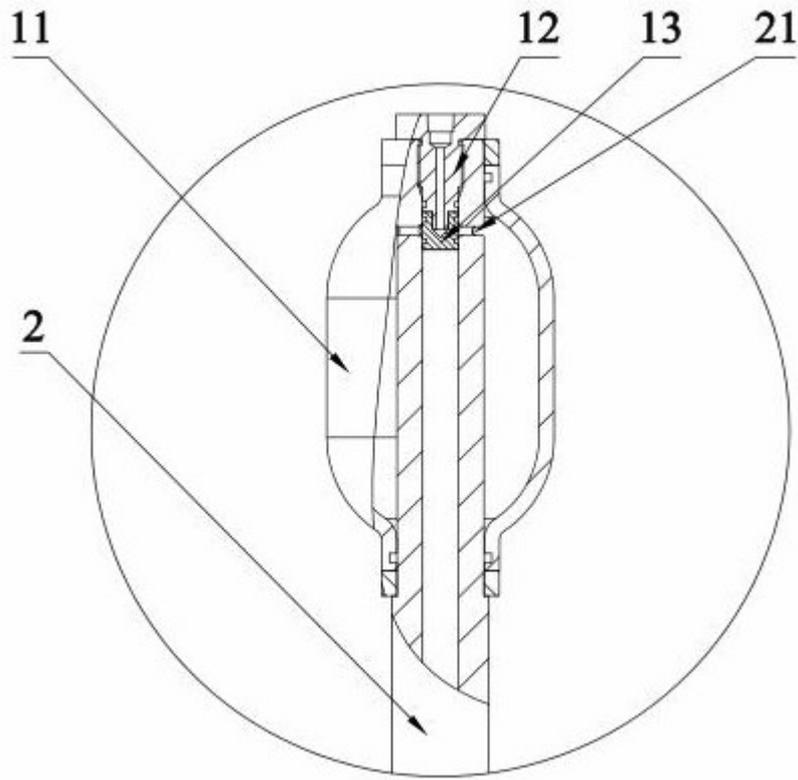


图4

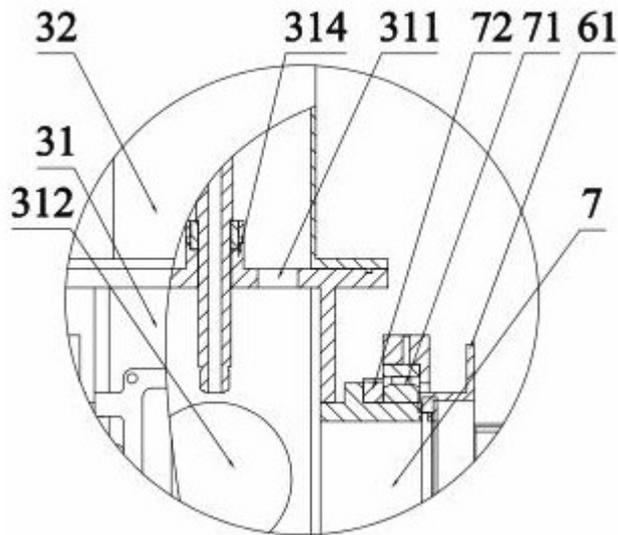


图5

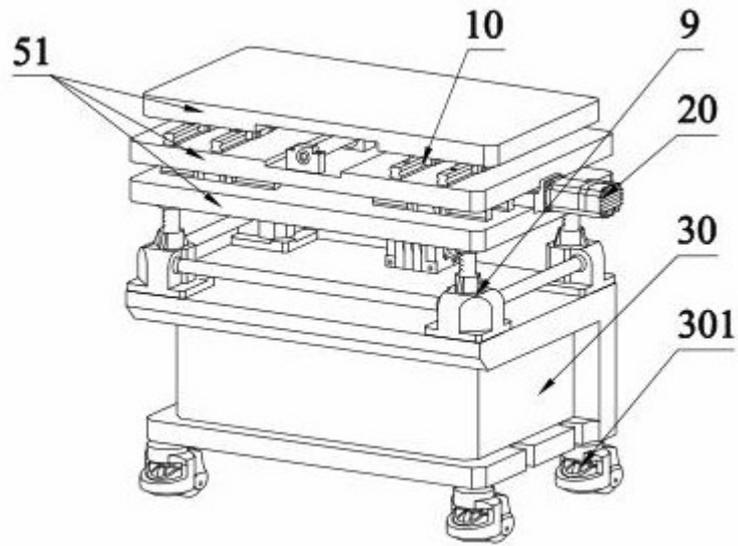


图6

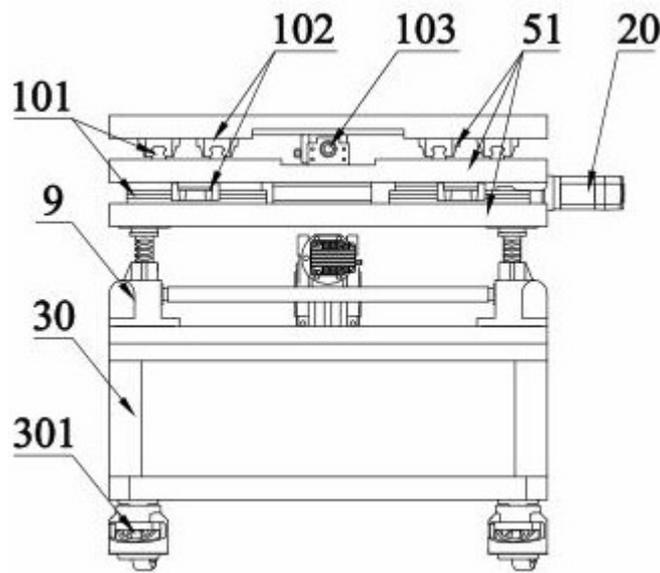


图7

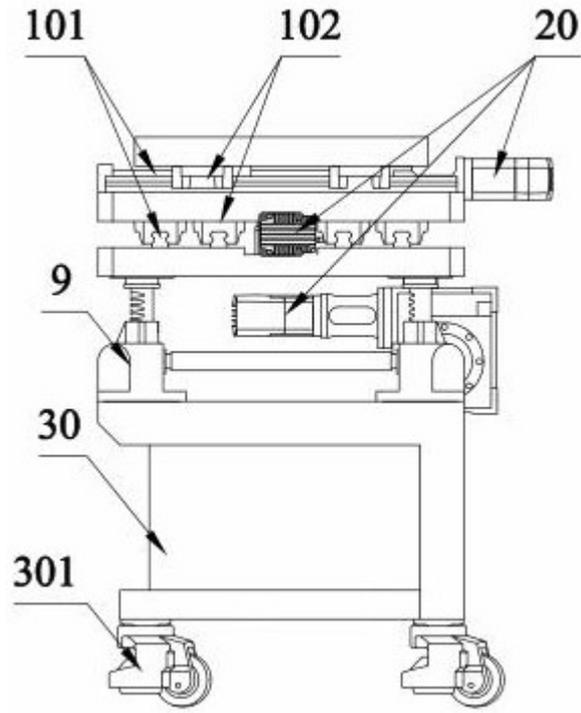


图8