



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112945760 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 22

(21) 申请号 202110148234.0

G01N 3/56 (2006.01)

(22) 申请日 2021.02.03

G01N 3/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G01N 3/02 (2006.01)

申请公布号 CN 112945760 A

审查员 姜相宇

(43) 申请公布日 2021.06.11

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 李庆显 李俞桥 左传栋 邵颖峰  
张坤 宋凡

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390  
专利代理师 吴迪

(51) Int. Cl.

G01N 3/303 (2006.01)

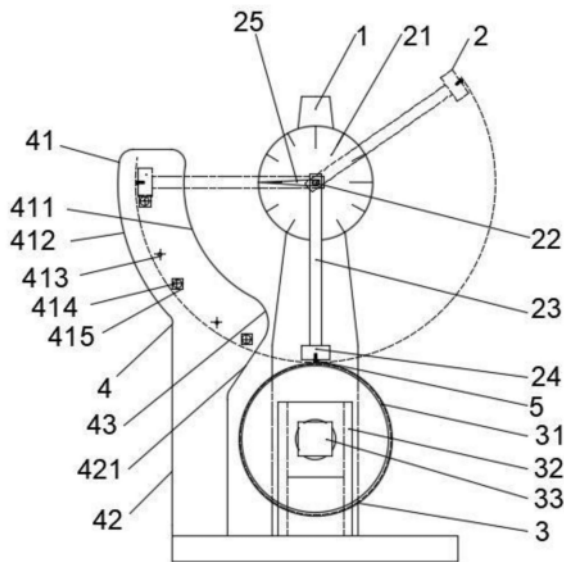
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种单摆式高速冲击划痕试验装置

(57) 摘要

本发明涉及单点冲击磨损试验装置技术领域,提供了一种单摆式高速冲击划痕试验装置,包括支撑架,支撑架上分别设置有单摆单元和供能单元及挡锤单元,单摆单元与供能单元相接触,完成划痕;单摆单元与供能单元相接触后,与挡锤单元相接触并被挡锤单元阻止单摆单元继续摆动;单摆单元与供能单元相接触的过程中,实现了划痕。单摆单元与供能单元相接触后,与挡锤单元相接触并被挡锤单元阻止单摆单元继续摆动,防止与单摆单元想接触的供能单元表面产生二次划痕。从而实现了模拟高速冲击情况下,单磨粒磨损的单摆式高速冲击划痕试验装置。就是说,模拟单磨粒在一定冲击力情况下高速划过材料表面产生一定深度的划痕,通过能量损失分析材料的磨损性能。



1. 一种单摆式高速冲击划痕试验装置,其特征在于,包括支撑架,所述支撑架上分别设置有单摆单元和供能单元及挡锤单元,

所述单摆单元与所述供能单元相接触,完成划痕;

所述单摆单元与所述供能单元相接触后,与所述挡锤单元相接触并被所述挡锤单元阻止所述单摆单元继续摆动,

所述单摆单元包括与所述支撑架相连接的定轴,靠近所述支撑架侧的所述定轴上连接有刻度盘,远离所述支撑架侧的所述刻度盘上通过所述定轴连接有摆臂,远离所述定轴侧的所述摆臂的端部设置有摆锤;

所述供能单元包括设置在所述支撑架上的U型架,所述U型架上分别设置有电机和联轴器,远离所述电机侧的所述联轴器上还连接有转轮轴,所述转轮轴上设置有转轮,所述转轮的圆周表面设置有与所述摆锤相接触的试件;

所述挡锤单元包括挡锤架,所述挡锤架上设置有多个与所述摆锤相接触的触发开关,所述挡锤架上还设置有控制板和挡销孔,所述挡销孔内设置有气阀,所述气阀连接有挡销,

所述挡锤架包括与所述摆锤相接触的弧形架,及用于支撑所述弧形架的支架;

远离所述支撑架侧的所述弧形架上设置有第一弧形部,靠近所述支撑架侧的所述弧形架上设置有第二弧形部,所述第一弧形部与所述第二弧形部的弧度相同;

靠近所述第二弧形部侧的所述支架的端部设置有倾斜部,远离所述支架侧的所述倾斜部的端部与所述第二弧形部之间设置有过渡部,

靠近所述试件侧的所述摆锤上设置有划件单元;

所述划件单元包括多个设置在靠近所述试件侧的所述摆锤上的螺孔,所述螺孔内连接有螺杆,靠近所述试件侧的所述螺杆的端部设置有划件,

所述划件包括与所述螺杆相连接的划杆,远离所述螺杆侧的所述划杆的端部设置有划头;

所述划杆的一部分设置在所述摆锤内,所述划杆的另一部分设置在所述摆锤外部,所述摆锤外部的所述划杆上设置有划杆防护圈,

所述摆锤与所述划杆防护圈之间设置有用以调节所述划头与所述试件之间的距离的调距垫片,

所述调距垫片与所述摆锤之间设置有弹性件;

所述弹性件包括第一弹片和第二弹片,所述第一弹片和所述第二弹片的中心点分别设置有供所述划杆穿过的穿孔,所述第一弹片和所述第二弹片之间设置有多个X型弹柱。

2. 根据权利要求1所述一种单摆式高速冲击划痕试验装置,其特征在于,所述刻度盘上设置有随摆臂摆动而发生相同摇摆度数的指针。

3. 根据权利要求1所述一种单摆式高速冲击划痕试验装置,其特征在于,所述转轮的中心点处设置有空腔,所述空腔内的所述转轮轴上设置有带动所述转轮转动的叶片,所述空腔的腔壁上设置有与所述叶片相卡接的限位件。

4. 根据权利要求1所述一种单摆式高速冲击划痕试验装置,其特征在于,所述U型架内设置有第一固定架,远离所述电机侧的所述U型架的外部设置有第二固定架。

## 一种单摆式高速冲击划痕试验装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及单点冲击磨损试验装置技术领域,具体涉及一种单摆式高速冲击划痕试验装置。

### 背景技术

[0002] 单摆冲击划痕是一种单摆式高速冲击划痕试验装置摩擦磨损试验方法,能够较好的模拟单磨粒在冲击力下划过试件表面并产生划痕的过程,从能量方面获得表层材料的破坏过程,通过计算划痕产生所消耗的能量等信息来衡量材料的耐磨损性能。

[0003] 现有技术中的单摆划痕试验机工作模式为摆臂通过自身重力自由落下接触静止的试件,划痕速度很低,根据能量转化关系发现增加臂长对速度增加的收益很低(假设臂长1m可获得的最高划痕速度为6m/s左右,臂长为2m可获得的最高划痕速度为8.5m/s左右)。而在某些情况下,比如飞机在降落瞬间,以极高的速度(200km/h $\approx$ 55m/s)冲击跑道,一般的单摆划痕试验机无法模拟此单磨粒磨损过程。

[0004] 如何有效地解决上述技术问题,是目前本领域技术人员需解决的问题。

### 发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题或者至少部分地解决上述技术问题,本发明提供了一种单摆式高速冲击划痕试验装置。

[0006] 单摆式高速冲击划痕试验装置包括支撑架,所述支撑架上分别设置有单摆单元和供能单元及挡锤单元,

[0007] 所述单摆单元与所述供能单元相接触,完成划痕;

[0008] 所述单摆单元与所述供能单元相接触后,与所述挡锤单元相接触并被所述挡锤单元阻止所述单摆单元继续摆动。

[0009] 进一步地,所述单摆单元包括与所述支撑架相连接的定轴,靠近所述支撑架侧的所述定轴上连接有刻度盘,远离所述支撑架侧的所述刻度盘上通过所述定轴连接有摆臂,远离所述定轴侧的所述摆臂的端部设置有摆锤;

[0010] 所述供能单元包括设置在所述支撑架上的U型架,所述U型架上分别设置有电机和联轴器,远离所述电机侧的所述联轴器上还连接有转轮轴,所述转轮轴上设置有转轮,所述转轮的圆周表面设置有与所述摆锤相接触的试件;

[0011] 所述挡锤单元包括挡锤架,所述挡锤架上设置有多个与所述摆锤相接触的触发开关,所述挡锤架上还设置有控制板和挡销孔,所述挡销孔内设置有气阀,所述气阀连接有挡销。

[0012] 进一步地,靠近所述试件侧的所述摆锤上设置有划件单元;

[0013] 所述划件单元包括多个设置在靠近所述试件侧的所述摆锤上的螺孔,所述螺孔内连接有螺杆,靠近所述试件侧的所述螺杆的端部设置有划件。

[0014] 进一步地,所述划件包括与所述螺杆相连接的划杆,远离所述螺杆侧的所述划杆

的端部设置有划头；

[0015] 所述划杆的一部分设置在所述摆锤内，所述划杆的另一部分设置在所述摆锤外部，所述摆锤外部的所述划杆上设置有划杆防护圈。

[0016] 进一步地，所述摆锤与所述划杆防护圈之间设置有用于调节所述划头与所述试件之间的距离的调距垫片。

[0017] 进一步地，所述调距垫片与所述摆锤之间设置有弹性件；

[0018] 所述弹性件包括第一弹片和第二弹片，所述第一弹片和所述第二弹片的中心点分别设置有供所述划杆穿过的穿孔，所述第一弹片和所述第二弹片之间设置有多X型弹柱。

[0019] 进一步地，所述刻度盘上设置有随摆臂摆动而发生相同摇摆度数的指针。

[0020] 进一步地，所述转轮的中心点处设置有空腔，所述空腔内的所述转轮轴上设置有带动所述转轮转动的叶片，所述空腔的腔壁上设置有与所述叶片相卡接的限位件。

[0021] 进一步地，所述挡锤架包括与所述摆锤相接触的弧形架，及用于支撑所述弧形架的支架；

[0022] 远离所述支撑架侧的所述弧形架上设置有第一弧形部，靠近所述支撑架侧的所述弧形架上设置有第二弧形部，所述第一弧形部与所述第二弧形部的弧度相同；

[0023] 靠近所述第二弧形部侧的所述支架的端部设置有倾斜部，远离所述支架侧的所述倾斜部的端部与所述第二弧形部之间设置有过渡部。

[0024] 进一步地，所述U型架内设置有第一固定架，远离所述电机侧的所述U型架的外部设置有第二固定架。

[0025] 在本发明中，单摆单元与供能单元相接触的过程中，实现了划痕。单摆单元与供能单元相接触后，与挡锤单元相接触并被挡锤单元阻止单摆单元继续摆动，防止与单摆单元想接触的供能单元表面产生二次划痕。从而实现了模拟高速冲击情况下，单磨粒磨损的单摆式高速冲击划痕试验装置。就是说，模拟单磨粒在一定冲击力情况下高速划过材料表面产生一定深度的划痕，通过能量损失分析材料的磨损性能。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明提供的单摆式高速冲击划痕试验装置的正视示意图；

[0027] 图2是本发明提供的单摆式高速冲击划痕试验装置的左视示意图；

[0028] 图3是本发明提供的摆锤及划件的正视示意图；

[0029] 图4是本发明提供的摆锤及划件的左视示意图；

[0030] 图5是本发明提供的弹性件的结构示意图；

[0031] 图6是本发明提供的转轮的左视示意图；

[0032] 附图标记：

[0033] 1、支撑架；

[0034] 2、单摆单元；21、刻度盘；22、定轴；23、摆臂；24、摆锤；25、指针；

[0035] 3、供能单元；31、转轮；32、U型架；33、电机；34、联轴器；35、第二固定架；36、第一固定架；37、转轮轴；38、空腔；

[0036] 4、挡锤单元；41、弧形架；411、第二弧形部；412、第一弧形部；413、触发开关；414、

挡销;415、挡销孔;42、支架;421、倾斜部;43、过渡部;

[0037] 5、划件单元;51、划杆;52、划杆防护圈;53、划头;54、调距垫片;55、螺杆;

[0038] 6、弹性件;61、穿孔;62、第一弹片;63、;64、第二弹片;65、X型弹柱。

### 具体实施方式

[0039] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。以下实施例仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范畴。若未特别指明,实施例中所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段。

[0040] 需要说明的是,在本文中,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。术语“连接”、“相连”等术语应作广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接连接,也可以是通过中间媒介间接相连。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0041] 本发明提供的一实施例,如图1所示,一种单摆式高速冲击划痕试验装置,包括支撑架1,支撑架1上分别设置有单摆单元2和供能单元3及挡锤单元4,

[0042] 单摆单元2与供能单元3相接触,完成划痕;

[0043] 单摆单元2与供能单元3相接触后,与挡锤单元4相接触并被挡锤单元4阻止单摆单元2继续摆动。

[0044] 在本实施例中,单摆单元2与供能单元3相接触的过程中,实现了划痕。单摆单元2与供能单元3相接触后,与挡锤单元4相接触并被挡锤单元4阻止单摆单元2继续摆动,防止与单摆单元2相接触的供能单元3表面产生二次划痕。从而实现了模拟高速冲击情况下,单磨粒磨损的单摆式高速冲击划痕试验装置。就是说,模拟单磨粒在一定冲击力情况下高速划过材料表面产生一定深度的划痕,通过能量损失分析材料的磨损性能。

[0045] 本发明提供的另一实施例,结合图1和图2,单摆单元2包括与支撑架1相连接的定轴22,靠近支撑架1侧的定轴22上连接有刻度盘21,远离支撑架1侧的刻度盘21上通过定轴22连接有摆臂23,远离定轴22侧的摆臂23的端部设置有摆锤24;

[0046] 供能单元3包括设置在支撑架1上的U型架32,U型架32上分别设置有电机33和联轴器34,远离电机33侧的联轴器34上还连接有转轮轴37,转轮轴37上设置有转轮31,转轮31的圆周表面设置有与摆锤24相接触的试件;

[0047] 挡锤单元4包括挡锤架,挡锤架上设置有多个与摆锤24相接触的触发开关413,挡锤架上还设置有控制板和挡销孔415,挡销孔415内设置有气阀,气阀连接有挡销414。

[0048] 在本实施例中,支撑架1固定于地基,摆臂23绕定轴22进行转动且沿定轴22的轴向和横向无位移。

[0049] 摆锤24可根据实际试验情况进行更换,在试验前更换成目标质量、目标形状的摆锤。摆锤24和摆臂23的质量及重心均已知。

[0050] 电机33固定在U型架32上且可更换,电机33的转速可调节范围为0rpm-nmax rpm,例如0rpm-2000rpm。其中nmax代表电机转速上限,rpm为每分钟的旋转次数。其中,电机33为伺服电机。

[0051] 电机33带动转轮轴37转动,从而使转轮31实现旋转,从而带动试件进行转动,试件表面拥有很高的线速度,与摆锤24接触时的线速度相反,通过叠加摆锤24和转轮31的相对线速度即可获得较高的冲击划痕速度。转轮31的端面跳动和径向跳动量均小于0.1mm。转轮31的形状可根据实际试验情况进行改变。

[0052] 每一组触发开关413、挡销孔415、气阀和挡销414均匀设置在与摆锤24相接触的挡锤架上。当摆锤24划过试件表面后,摆动至远离地面侧的挡锤架的端部并随重力下落过程中接触到触发开关413时,控制板控制气阀弹出挡销414,挡销414阻止摆锤24位移,防止试件表面产生二次划痕,同时避免了人为干预摆锤24摆动的危险。其中,控制板控制气阀的控制方式非本发明的重点,因此采用现有技术中的控制方式,本实施例不作详细说明。气阀也可以替换为气缸。

[0053] 本实施例中的技术方案与现有技术中的单摆划痕试验机相比,可以在试件上获得一段深度均匀的划痕,而不是一段弧形的划痕,符合真实情况中的划痕形貌。

[0054] 本发明提供的另一实施例,结合图1和图3及图4,靠近试件侧的摆锤24上设置有划件单元5;

[0055] 划件单元5包括多个设置在靠近试件侧的摆锤24上的螺孔,螺孔内连接有螺杆55,靠近试件侧的螺杆55的端部设置有划件。

[0056] 在本实施例中,螺杆55和划件可以是一体式结构,也可以采用现有技术中的可拆卸结构。

[0057] 划件在摆锤24上随着摆锤24的摆动,划过试件表面。

[0058] 螺孔的数量可根据试验的具体情况进行调整。可以在同一试件上进行多组高速冲击划痕试验,以分析试件上划痕形貌的不同表现。也可以在多个螺孔内分别安装不同的划件后,同时进行高速冲击划痕试验,以分析不同划件在相同情况下,试件上划痕形貌的不同表现。

[0059] 本发明提供的另一实施例,结合图3和图4,划件包括与螺杆55相连接的划杆51,远离螺杆55侧的划杆51的端部设置有划头53;

[0060] 划杆51的一部分设置在摆锤24内,划杆的另一部分设置在摆锤24外部,摆锤24外部的划杆51上设置有划杆防护圈52。

[0061] 在本实施例中,螺杆55、划杆51、划头53之间可以是一体式结构,也可以采用现有技术中的可拆卸结构。划杆防护圈52既能防止划杆51发生断裂,又能够便于划杆51的安装。

[0062] 划头53的锥角和形状及材料,均可以根据实际试验情况进行调整。

[0063] 本发明提供的另一实施例,如图4所示,摆锤24与划杆防护圈52之间设置有用于调节划头53与试件之间的距离的调距垫片54。

[0064] 在本实施例中,调距垫片54的厚度和尺寸,可根据实际试验情况进行调整,以实现划头53与试件之间的距离的调节。

- [0065] 本发明提供的另一实施例,如图5所示,调距垫片54与摆锤24之间设置有弹性件6;
- [0066] 弹性件6包括第一弹片62和第二弹片64,第一弹片62和第二弹片64的中心点分别设置有供划杆51穿过的穿孔61,第一弹片62和第二弹片64之间设置有多个X型弹柱65。
- [0067] 在本实施例中,当划痕试验需要模拟具有一定弹性的划头53时,弹性件6能够实现调距垫片54与摆锤24之间带有弹性,从而使划头53在进行划痕试验时具有一定的弹性。当划痕试验不需要模拟具有一定弹性的划头53时,在试验前去掉弹性件6即可。
- [0068] X型弹柱65至少包括第一X型弹柱和第二X型弹柱,也可以再增加第三X型弹柱等,X型弹柱的材质采用现有技术中的韧性材质。
- [0069] 本发明提供的另一实施例,如图1所示,刻度盘21上设置有随摆臂24摆动而发生相同摇摆度数的指针25。
- [0070] 在本实施例中,指针25能够更精确的计量摆臂24在摆动过程中的角度数。指针25所指的刻度盘21为高精度刻度盘。
- [0071] 当摆锤24以一定的初始角度释放时,依靠其自身重力进行摆动并带动指针25转动。
- [0072] 本发明提供的另一实施例,如图6所示,转轮31的中心点处设置有空腔38,空腔38内的转轮轴37上设置有带动转轮31转动的叶片,空腔38的腔壁上设置有与叶片相卡接的限位件。
- [0073] 在本实施例中,在电机33的带动下,叶片和限位件共同配合使转轮31转动。
- [0074] 本发明提供的另一实施例,如图1所示,挡锤架包括与摆锤24相接触的弧形架41,及用于支撑弧形架41的支架42;
- [0075] 远离支撑架1侧的弧形架41上设置有第一弧形部412,靠近支撑架1侧的弧形架41上设置有第二弧形部411,第一弧形部412与第二弧形部411的弧度相同;
- [0076] 靠近第二弧形部411侧的支架42的端部设置有倾斜部421,远离支架42侧的倾斜部421的端部与第二弧形部411之间设置有过渡部43。
- [0077] 在本实施例中,第一弧形部412和第二弧形部411的弧度均与摆锤24摆动的弧度相同。
- [0078] 第一弧形部412和第二弧形部411为弧形架41的重要组成部分,摆锤24在摆动过程中接触弧形架41时,能够增加摆臂24与弧形架41的接触面积并有利于减小弧形架41的受力,从而延长挡锤架的使用寿命。
- [0079] 倾斜部421既不影响转轮31的旋转与摆臂24的摆动,同时又减少了单摆式高速冲击划痕试验装置的占地面积及体积。
- [0080] 本发明提供的另一实施例,如图2所示,U型架32内设置有第一固定架36,远离电机33侧的U型架32的外部设置有第二固定架35。
- [0081] 在本实施例中,第一固定架36和第二固定架35减小了电机33运行过程中对U型架32的振动,同时使U型架32更加稳固。
- [0082] 在本发明中:
- [0083] 初始时,将摆锤从不同的初始角度释放,通过读取刻度盘的数值,校准设备本身由于连接处摩擦等引起的能量损失,并记录。
- [0084] 将摆锤固定在最大初始角度初,指针与摆锤处于同一位置,便于试验后观察刻度

盘上的角度以计算能量损失。

[0085] 将试件从转轮一侧套在转轮上,将电机接通电源,转轮通过联轴器开始高速旋转并调整转速,通过试件的表面与转轮中心之间的距离来计算线速度,待转轮转动稳定。

[0086] 转轮的转动稳定后,调整摆锤于一定的释放角度,根据能量守恒计算摆锤接触试件时的线速度,转轮的线速度与摆锤的线速度相叠加,即为划痕冲击的速度,从而获得较高的划痕速度( $\geq 55\text{m/s}$ )。

[0087] 以上所述并非是对本发明的限制,最后应说明的是:以上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,或者对其中部分技术特征进行等同替换,在不偏离本发明精神的基础上所做的修改或替换,均属于本发明要求保护的范畴。



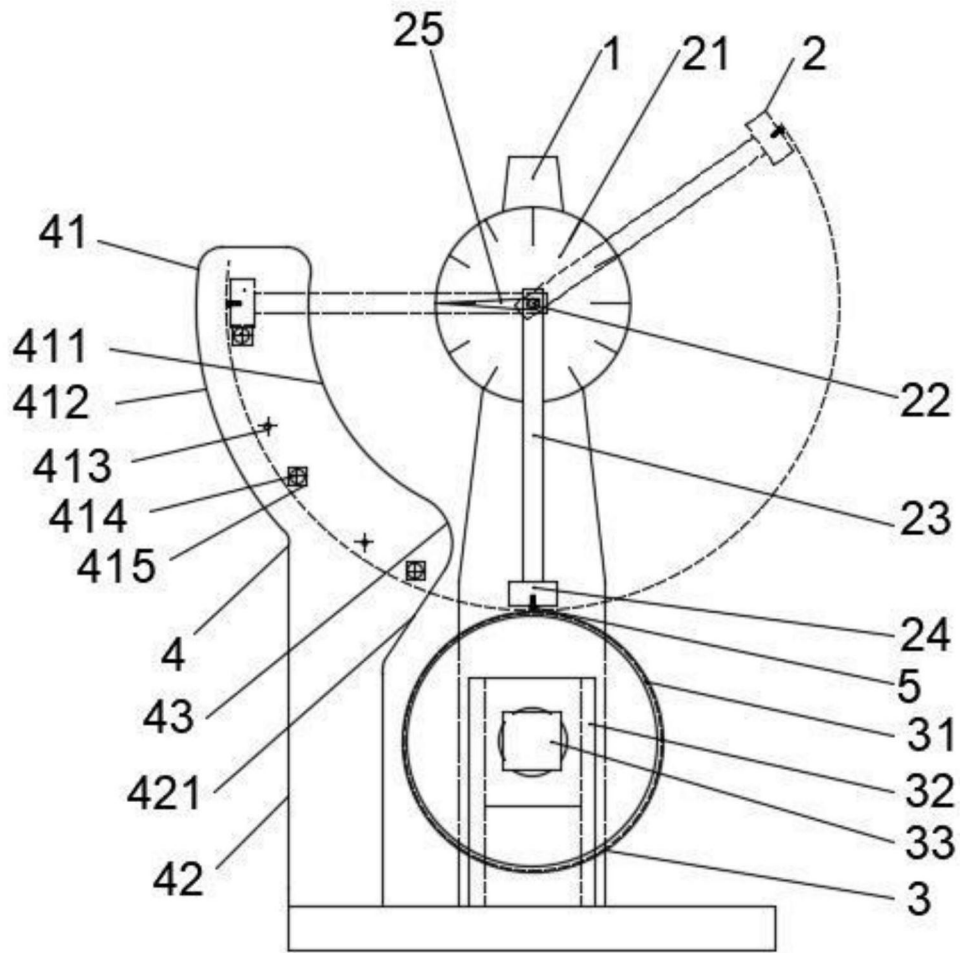


图1

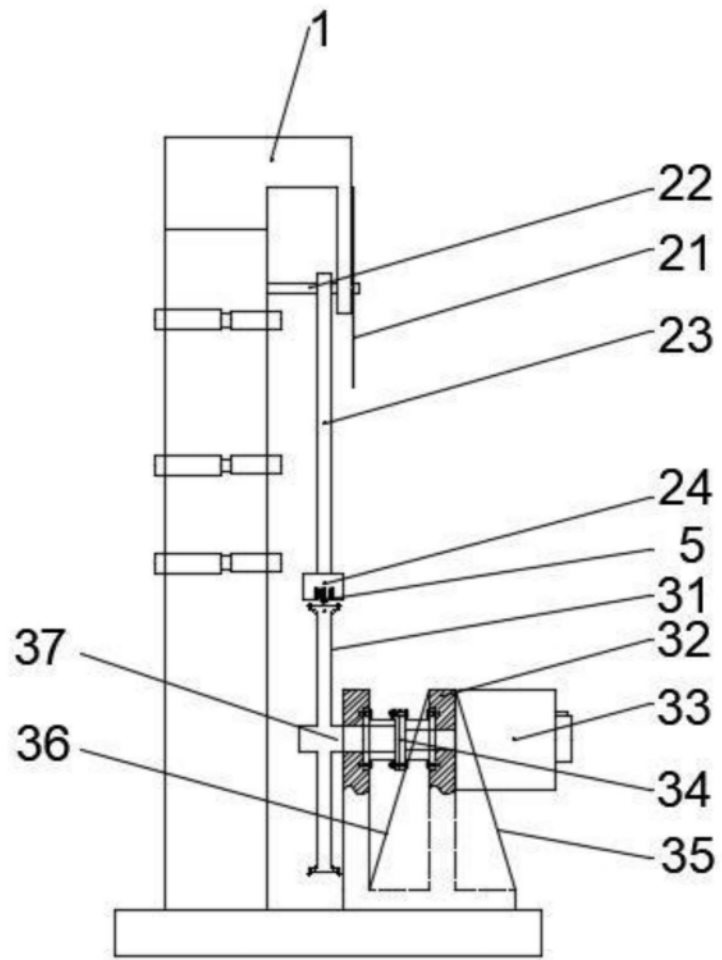


图2

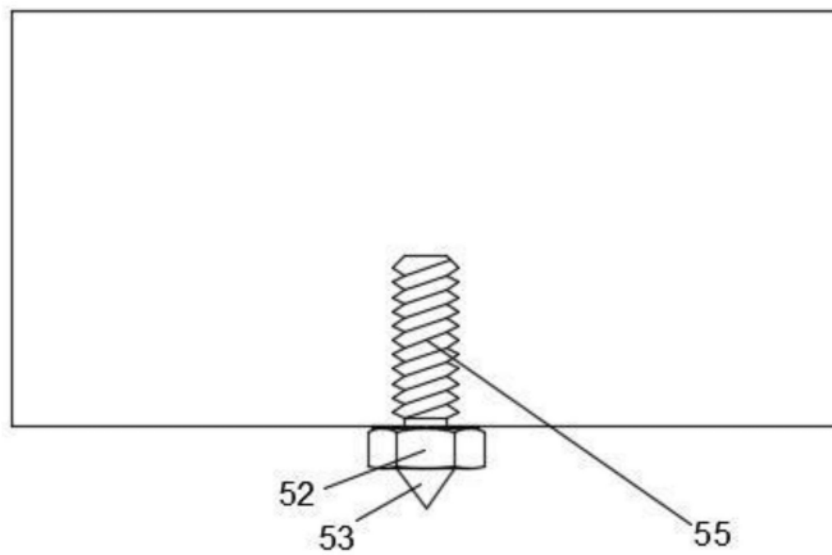


图3

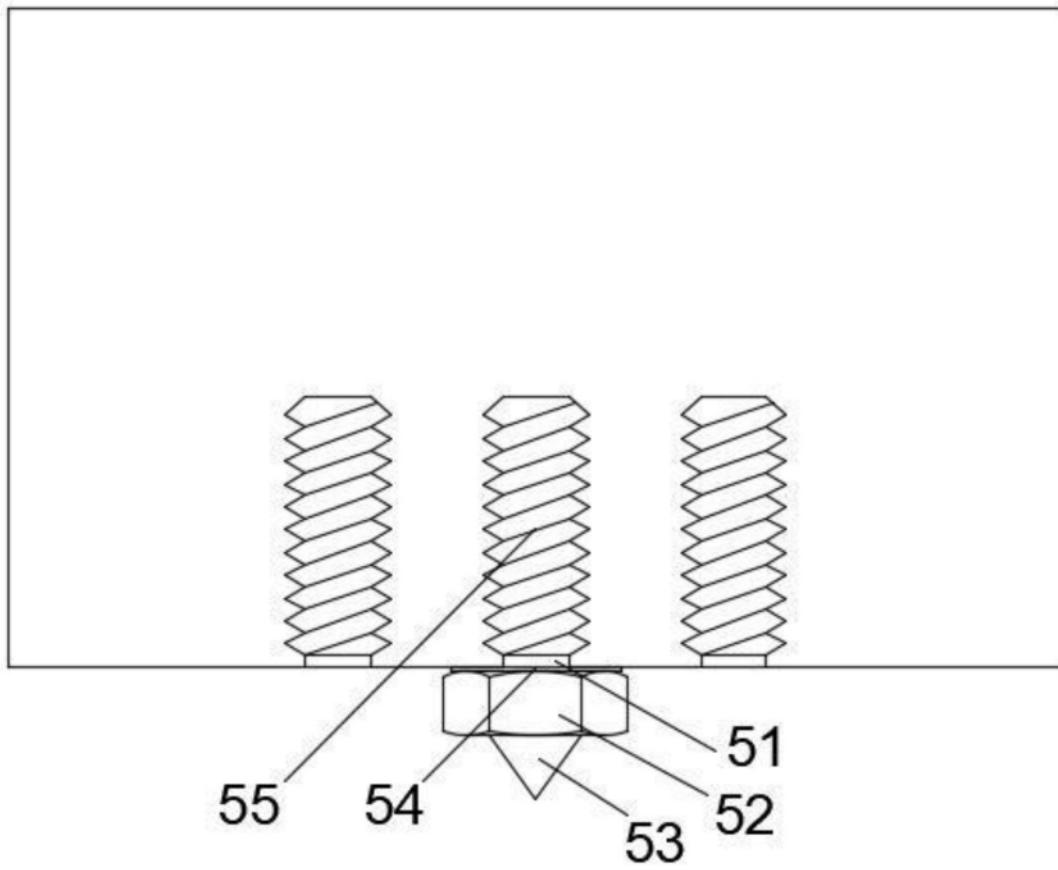


图4

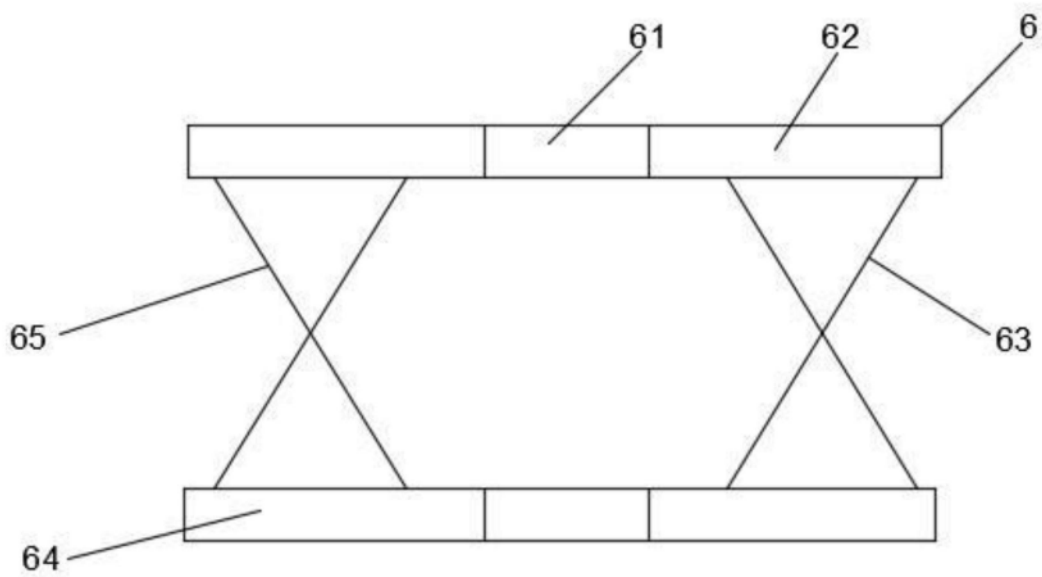


图5

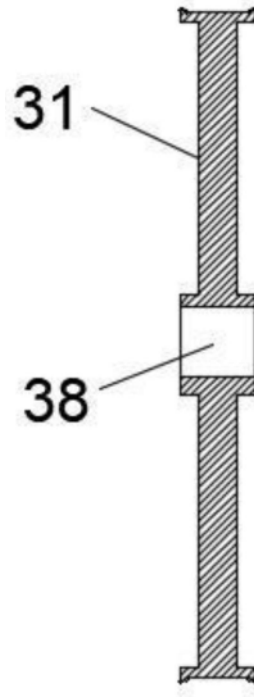


图6