



(21) 申请号 202510106928.6

G01N 3/04 (2006.01)

(22) 申请日 2025.01.23

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119555485 A

司博文.基于分离式霍普金森压杆系统的金属动态压入测试表征研究.博士电子期刊.2025,第工程科技I辑卷全文.

(43) 申请公布日 2025.03.04

审查员 徐肖慧

(73) 专利权人 内蒙古科技大学

地址 014010 内蒙古自治区包头市昆区阿尔丁大街7号

(72) 发明人 梅雪峰 朱冬 曹芯芯 苏天
张博华 刘乐

(74) 专利代理机构 北京万新知识产权代理有限公司 16195

专利代理师 卢帆

(51) Int. Cl.

G01N 3/02 (2006.01)

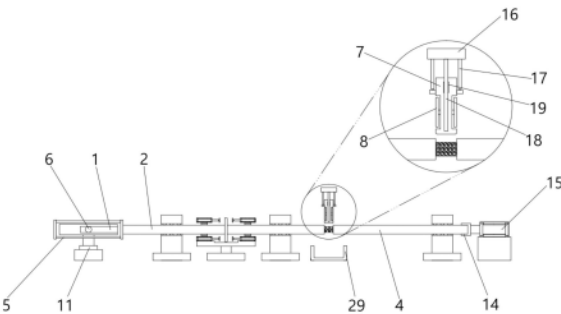
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法及其装置

(57) 摘要

本发明提供一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法及其装置,涉及脆性材料剪切断裂实验装置技术领域,包括单向击发杆、入射杆、试样和透射杆,所述入射杆靠近单向击发杆一侧的端面上还固定连接有双向迎击板,所述入射杆和透射杆的中段均贴附设置有应变片,所述应变片与波形数据采集装置连通;所述试样所在位置的上方还设置有升降清理机构,所述升降清理机构包括升降块以及对称安装在升降块两侧的清洁转盘,本发明能够实现对试样的牵拉和撞击实验,从而更加全面得对试样进行评估,且实验完成后还能够自主进行撞击端面的清理和润滑操作,相较于现有的人工清理操作而言,清洁效果更好,且对试验装置的保护更加全面,保证了实验结果的准确性。



1. 一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,包括单向击发杆、入射杆、试样和透射杆,所述单向击发杆、入射杆、试样和透射杆呈直线型排列,所述试样置于入射杆和透射杆相对一侧的端面上,其特征在于:

所述入射杆靠近单向击发杆一侧的端面上还固定连接有双向迎击板,所述单向击发杆位于双向迎击板的中部,所述单向击发杆的击发方向可调整使得其内设置的撞击球能向左或向右进行加速撞击运动,撞击球在撞击双向迎击板的过程中带动入射杆进行靠近或远离透射杆的运动,所述入射杆和透射杆的中段均贴附设置有应变片,所述应变片与波形数据采集装置连通;

所述试样所在位置的上方还设置有升降清理机构,所述升降清理机构包括升降块以及对称安装在升降块两侧的清洁转盘,所述清洁转盘在升降运动过程中抵靠在入射杆和透射杆相对一侧的端面上,所述清洁转盘上还开设有润滑油泵出孔,所述润滑油泵出孔通过管道与升降块内置的储液仓连通,清洁转盘在升降运动过程中同步进行旋转运动从而对入射杆和透射杆的端面进行清洁并涂抹润滑油操作。

2. 根据权利要求1所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述单向击发杆采用压缩空气击发或电磁加速击发方式。

3. 根据权利要求2所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述单向击发杆采用压缩空气击发方式,所述单向击发杆底部安装有转向座,通过旋转转向座从而调整单向击发杆的击发朝向,所述单向击发杆通过管路与氦气压缩气瓶连通,通过释放氦气压缩气瓶内的气体从而为撞击球提供击发动力。

4. 根据权利要求1或3所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述入射杆上还固定安装有复位调节环,所述复位调节环两侧通过推杆架固定安装有一对电动推杆,所述推杆架固定安装在地面上且不随入射杆的移动而发生变化,通过两侧所述电动推杆伸缩端抵靠在复位调节环上从而调节入射杆的初始位置。

5. 根据权利要求4所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述透射杆远离入射杆一端还安装有缓冲套,所述缓冲套另一端固定连接在缓冲装置上。

6. 根据权利要求5所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述升降块升降式安装在定位座上,所述定位座固定式设置,所述定位座与升降块之间还安装有电动液压伸缩杆,通过电动液压伸缩杆的升降运动带动升降块进行同步升降。

7. 根据权利要求6所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述定位座上还固定安装有一对驱动齿条,一对所述驱动齿条分别与升降块上设置的第一主动齿轮和第二主动齿轮啮合,所述第一主动齿轮还与偏心轮同轴固定设置,所述偏心轮上活动安装有偏心连杆,所述偏心连杆远离偏心轮一端铰接在升降活塞上,所述升降活塞升降式设置于单向泵气缸内,所述单向泵气缸与储液仓连通,所述储液仓底部通过管道与供油套连通,所述供油套活动套设在一对清洁转盘的转轴上,所述转轴上开设有与润滑油泵出孔连通的供油孔,通过第一主动齿轮旋转将空气单向泵入储液仓内,储液仓内气压增大从而将内部存储的润滑液通过供油套最终从润滑油泵出孔泵出,并涂抹在入射杆和透射杆的端面位置,所述第二主动齿轮通过过渡齿轮与转轴啮合,所述转轴上开设有与过渡齿轮啮合的齿槽,通过第二主动齿轮的旋转从而为清洁转盘的旋转提供动力。

8. 根据权利要求7所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所

述升降清理机构的下方还设置有废料承接托盘。

9. 根据权利要求8所述的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于:所述入射杆靠近透射杆一侧的杆体上还设置有光电发射环,所述光电发射环与其两侧设置的光电套配合,左右两侧的光电套固定安装在地面上方,所述光电发射环位于左右两侧光电套的中线位置,当入射杆向左或向右产生位移并使得光电发射环与光电套配合时,此时光电发射环将工作指令发送至升降清理机构,从而使其进行升降运动。

10. 一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法,采用权利要求9所述的测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:通过电动推杆驱动入射杆使其移动至初始位置,并使得试样夹持设置于入射杆和透射杆相对抵靠一侧;

步骤二:调整单向击发杆的击发方向,并通过单向击发杆向击发方向发射撞击球;

步骤三:撞击球以设定速度撞击双向迎击板,并通过双向迎击板带动入射杆运动;

步骤四:检测入射杆和透射杆上应变片的数据,并通过波形数据采集装置进行分析;

步骤五:检测完成后通过升降清理机构对入射杆和透射杆夹击试样的端面进行清理,并等待下一次实验。

测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及脆性材料剪切断裂实验装置技术领域,具体为测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法及其装置。

背景技术

[0002] 现有技术中公开号为“CN104048883B”的一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法及其实施装置,通过将含预制环形裂纹圆柱型试样安装在霍普金斯压杆动力实验装置上,利用冲击弹撞击入射杆对位于入射杆与透射杆之间含预制裂纹圆柱型试样两端施加动态剪切力,根据入射杆和透射杆上的应变片所测应变值、入射杆和透射杆的横截面面积、压杆弹性模量、试样所受围压值,按本发明提出的公式计算得到脆性材料的动态剪切断裂韧度 K_{IIC} 以及所对应的加载率利用本发明方法,可以获取准脆性材料的动态剪切断裂韧度,填补了该研究领域内的空白。

[0003] 但是上述该装置在使用过程中仍然存在较为明显的缺陷:上述装置虽然实现了对脆性材料的实验,但其仅仅能够完成对试样的撞击实验,实验方式较为单一,且在撞击过程中,脆性材料的残渣会附着在撞击端面上,后续需要人工进行清理,若遗漏清理,将会影响撞击端面的平整性,且会对撞击端面造成腐蚀,影响撞击波的传导和检测,从而影响实验结果。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法及其装置,以解决上述背景技术中提出的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,包括单向击发杆、入射杆、试样和透射杆,所述单向击发杆、入射杆、试样和透射杆呈直线型排列,所述试样置于入射杆和透射杆相对一侧的端面上;

[0007] 所述入射杆靠近单向击发杆一侧的端面上还固定连接有双向迎击板,所述单向击发杆位于双向迎击板的中部,所述单向击发杆内设置的撞击球能向左或向右进行加速撞击运动,撞击球在撞击双向迎击板的过程中带动入射杆进行靠近或远离透射杆的运动,所述入射杆和透射杆的中段均贴附设置有应变片,所述应变片与波形数据采集装置连通;

[0008] 所述试样所在位置的上方还设置有升降清理机构,所述升降清理机构包括升降块以及对称安装在升降块两侧的清洁转盘,所述清洁转盘在升降运动过程中抵靠在入射杆和透射杆相对一侧的端面上,所述清洁转盘上还开设有润滑油泵出孔,所述润滑油泵出孔通过管道与升降块内置的储液仓连通,清洁转盘在升降运动过程中同步进行旋转运动从而对入射杆和透射杆的端面进行清洁并涂抹润滑油操作。

[0009] 优选的,所述单向击发杆采用压缩空气击发或电磁加速击发方式。

[0010] 优选的,所述单向击发杆采用压缩空气击发方式,所述单向击发杆底部安装有转

向座,通过旋转转向座从而调整单向击发杆的击发朝向,所述单向击发杆通过管路与氦气压缩气瓶连通,通过释放氦气压缩气瓶内的气体从而为撞击球提供击发动力。

[0011] 优选的,所述入射杆上还固定安装有复位调节环,所述复位调节环两侧通过推杆架固定安装有一对电动推杆,所述推杆架固定安装在地面上且不随入射杆的移动而发生变化,通过两侧所述电动推杆伸缩端抵靠在复位调节环上从而调节入射杆的初始位置。

[0012] 优选的,所述透射杆远离入射杆一端还安装有缓冲套,所述缓冲套另一端固定连接在缓冲装置上。

[0013] 优选的,所述升降块升降式安装在定位座上,所述定位座固定式设置,所述定位座与升降块之间还安装有电动液压伸缩杆,通过电动液压伸缩杆的升降运动带动升降块进行同步升降。

[0014] 优选的,所述定位座上还固定安装有一对驱动齿条,一对所述驱动齿条分别与升降块上设置的第一主动齿轮和第二主动齿轮啮合,所述第一主动齿轮还与偏心轮同轴固定设置,所述偏心轮上活动安装有偏心连杆,所述偏心连杆远离偏心轮一端铰接在升降活塞上,所述升降活塞升降式设置于单向泵气缸内,所述单向泵气缸与储液仓连通,所述储液仓底部通过管道与供油套连通,所述供油套活动套设在一对清洁转盘的转轴上,所述转轴上开设有与润滑油泵出孔连通的供油孔,通过第一主动齿轮旋转将空气单向泵入储液仓内,储液仓内气压增大从而将内部存储的润滑液通过供油套最终从润滑油泵出孔泵出,并涂抹在入射杆和透射杆的端面位置,所述第二主动齿轮通过过渡齿轮与转轴啮合,所述转轴上开设有与过渡齿轮啮合的齿槽,通过第二主动齿轮的旋转从而为清洁转盘的旋转提供动力。

[0015] 优选的,所述升降清理机构的下方还设置有废料承接托盘。

[0016] 优选的,所述入射杆靠近透射杆一侧的杆体上还设置有光电发射环,所述光电发射环与其两侧设置的光电套配合,左右两侧的光电套固定安装在地面上方,所述光电发射环位于左右两侧光电套的中线位置,当入射杆向左或向右产生位移并使得光电发射环与光电套配合时,此时光电发射环将工作指令发送至升降清理机构,从而使其进行升降运动。

[0017] 一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法,采用上述的测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,包括以下步骤:

[0018] 步骤一:通过电动推杆驱动入射杆使其移动至初始位置,并使得试样夹持设置于入射杆和透射杆相对抵靠一侧;

[0019] 步骤二:调整单向击发杆的击发方向,并通过单向击发杆向击发方向发射撞击球;

[0020] 步骤三:撞击球以设定速度撞击双向迎击板,并通过双向迎击板带动入射杆运动;

[0021] 步骤四:检测入射杆和透射杆上应变片的数据,并通过波形数据采集装置进行分析;

[0022] 步骤五:检测完成后通过升降清理机构对入射杆和透射杆夹击试样的端面进行清理,并等待下一次实验。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0024] 本发明能够实现对试样的牵拉和撞击实验,从而更加全面得对试样进行评估,且实验完成后还能够自主进行撞击端面的清理和润滑操作,相较于现有的人工清理操作而言,清洁效果更好,且对试验装置的保护更加全面,保证了实验结果的准确性。

附图说明

[0025] 图1为本发明的整体结构示意图；

[0026] 图2为本发明的升降清理机构工作过程示意图；

[0027] 图3为本发明的升降清理机构侧视结构示意图；

[0028] 图4为本发明的驱动齿条及其连接结构示意图；

[0029] 图5为本发明的供油套及其连接结构示意图；

[0030] 图6为本发明电动推杆安装结构图。

[0031] 图中：1单向击发杆、2入射杆、3试样、4透射杆、5双向迎击板、6撞击球、7升降块、8清洁转盘、9润滑油泵出孔、10储液仓、11转向座、12复位调节环、13电动推杆、14缓冲套、15缓冲装置、16定位座、17电动液压伸缩杆、18驱动齿条、19第一主动齿轮、20第二主动齿轮、21偏心轮、22偏心连杆、23升降活塞、24单向泵气缸、25供油套、26转轴、27供油孔、28过渡齿轮、29废料承接托盘、30光电发射环、31光电套、32推杆架。

具体实施方式

[0032] 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。

[0033] 请参阅图1-6，本发明提供一种技术方案：

[0034] 实施例一：

[0035] 一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置，包括单向击发杆1、入射杆2、试样3和透射杆4，单向击发杆1、入射杆2、试样3和透射杆4呈直线型排列，试样3置于入射杆2和透射杆4相对一侧的端面上；

[0036] 入射杆2靠近单向击发杆1一侧的端面上还固定连接有双向迎击板5，单向击发杆1位于双向迎击板5的中部，单向击发杆1内设置的撞击球6能向左或向右进行加速撞击运动，撞击球6在撞击双向迎击板5的过程中带动入射杆2进行靠近或远离透射杆4的运动，入射杆2和透射杆4的中段均贴附设置有应变片，应变片与波形数据采集装置连通；

[0037] 试样3所在位置的上方还设置有升降清理机构，升降清理机构包括升降块7以及对称安装在升降块7两侧清洁转盘8，清洁转盘8在升降运动过程中抵靠在入射杆2和透射杆4相对一侧的端面上，清洁转盘8上还开设有润滑油泵出孔9，润滑油泵出孔9通过管道与升降块7内置的储液仓10连通，清洁转盘8在升降运动过程中同步进行旋转运动从而对入射杆2和透射杆4的端面进行清洁并涂抹润滑油操作。

[0038] 在该实施例中，单向击发杆1、入射杆2、试样3和透射杆4均为现有技术中已经公开且较为成熟的技术方案，其排列方式以及试样3的安装均采用现有方案，透射杆4远离入射杆2一端还安装有缓冲套14，缓冲套14另一端固定连接在缓冲装置15上，通过缓冲装置15对透射杆4进行缓冲，与现有技术不同的是，本实施例中的入射杆2靠近单向击发杆1一侧还安装有双向迎击板5，单向击发杆1内设置的撞击球6能向左或向右进行加速撞击运动，从而在撞击双向迎击板5的过程中带动入射杆2进行挤压或拉伸运动，并通过入射杆2对试样3进行挤压或牵拉，该种实验方式相较于现有的单一击发方式而言，对试样3的评估更加多样，此

外,本实施例中还进一步公开了对碰撞端面进行清洁的升降清理机构,升降清理结构由升降块7以及对称安装在升降块7两侧的清洁转盘8组成,升降块7在升降过程中抵靠在入射杆2和透射杆4的撞击端面上,从而将与撞击端面结合较为牢靠的粉碎试样3部分进行刮除,升降清理机构的下方还设置有废料承接托盘29,通过废料承接托盘29承接废料,随后清洁转盘8通过旋转进一步对撞击端面进行刮擦,并涂抹润滑油,涂抹的润滑油一方面能够防止撞击端面的氧化,一方面能够保持撞击端面的润滑平整,且清洁转盘8在装置闲置状态下持续抵靠在撞击端面上,更进一步对该位置进行防护,该升降清理机构的设置一方面减轻了实验人员的负担,且通过机械设定能够避免因为人为遗忘清理而造成的撞击端面损伤、腐蚀等问题,有力保证了实验装置后续检测的稳定性和准确性。

[0039] 实施例二:

[0040] 单向击发杆1采用压缩空气击发或电磁加速击发方式。

[0041] 单向击发杆1采用压缩空气击发方式,单向击发杆1底部安装有转向座11,通过旋转向座11从而调整单向击发杆1的击发朝向,单向击发杆1通过管路与氦气压缩气瓶连通,通过释放氦气压缩气瓶内的气体从而为撞击球6提供击发动力。

[0042] 在该实施例中,进一步公开了采用压缩空气的击发方式,并通过转向座11的旋转调整单向击发杆1的击发朝向,单向击发杆1通过管路与氦气压缩气瓶连通,通过释放氦气压缩气瓶内的气体从而为撞击球6提供击发动力,从而完成双向的击发操作。

[0043] 实施例三:

[0044] 入射杆2上还固定安装有复位调节环12,复位调节环12两侧通过推杆架32固定安装有一对电动推杆13,推杆架32固定安装在地面上且不随入射杆2的移动而发生变化,通过两侧电动推杆13伸缩端抵靠在复位调节环12上从而调节入射杆2的初始位置。

[0045] 在该实施例中,通过电动推杆13的推动能够调整入射杆2的位置,从而使其处于能够稳定夹持试样3的初始状态,同时在入射杆2的牵拉实验中,需要通过粘结剂将试样3与两侧的撞击端面进行胶黏固定。

[0046] 实施例四:

[0047] 升降块7升降式安装在定位座16上,定位座16固定式设置,定位座16与升降块7之间还安装有电动液压伸缩杆17,通过电动液压伸缩杆17的升降运动带动升降块7进行同步升降。

[0048] 定位座16上还固定安装有一对驱动齿条18,一对驱动齿条18分别与升降块7上设置的第一主动齿轮19和第二主动齿轮20啮合,第一主动齿轮19还与偏心轮21同轴固定设置,偏心轮21上活动安装有偏心连杆22,偏心连杆22远离偏心轮21一端铰接在升降活塞23上,升降活塞23升降式设置于单向泵气缸24内,单向泵气缸24与储液仓10连通,储液仓10底部通过管道与供油套25连通,供油套25活动套设在一对清洁转盘8的转轴26上,转轴26上开设有与润滑油泵出孔9连通的供油孔27,通过第一主动齿轮19旋转将空气单向泵入储液仓10内,储液仓10内气压增大从而将内部存储的润滑液通过供油套25最终从润滑油泵出孔9泵出,并涂抹在入射杆2和透射杆4的端面位置,第二主动齿轮20通过过渡齿轮28与转轴26啮合,转轴26上开设有与过渡齿轮28啮合的齿槽,通过第二主动齿轮20的旋转从而为清洁转盘8的旋转提供动力。

[0049] 在该实施例中,进一步公开了升降块7的连接方式,其中定位座16通过地面上设置

的支撑架进行固定安装,升降块7在电动液压伸缩杆17的伸缩过程中同步进行升降运动,在升降运动的过程中,定位座16上设置的一对驱动齿条18推动第一主动齿轮19和第二主动齿轮20旋转,其中第一主动齿轮19旋转带动偏心轮21旋转,偏心轮21旋转推动升降活塞23往复运动,升降活塞23往复运动从而将气体单向泵入储液仓10内,其结构类似于生活中常见的打气筒结构,通过内置的单向通气阀从而完成泵气操作,储液仓10内气压增大从而将内部存储的润滑液通过供油套25最终从润滑油泵出孔9泵出,具体参照说明书附图5,同时,第二主动齿轮20旋转带动转轴26旋转,转轴26旋转从而为清洁转盘8的旋转提供动力,通过上述结构的设置,能够在不使用相应电器具的同时实现清洁转盘8的旋转以及润滑油的泵注。

[0050] 实施例五:

[0051] 入射杆2靠近透射杆4一侧的杆体上还设置有光电发射环30,光电发射环30与其两侧设置的光电套31配合,左右两侧的光电套31固定安装在地面上方,所述光电发射环位于左右两侧光电套的中线位置,当入射杆2向左或向右产生位移并使得光电发射环30与光电套31配合时,此时光电发射环30将工作指令发送至升降清理机构,从而使其进行升降运动。

[0052] 在该实施例中,进一步公开了升降清理机构的工作检测机构,通过光电发射环30及光电套31的配合进行光电检测,当光电发射环30与光电套31配合时,则提示入射杆2的左右方向位移达到阈值,此时提示试样3已经发生损坏,通过该种检测能够及时自主进行升降清理机构的清理操作,同时还需要在设备停机前设置升降清理机构的工作指令,保证在设备关闭前完成最终的清洁操作,具体的操作如下,光电套31固定安装在光电发射环30左右两侧,当入射杆2向左或向右产生位移并带动光电发射环30向左或向右运动,当光电发射环30发射的激光线束被左侧或右侧的光电套31捕捉到时,则提示入射杆2的移动距离达到了清理阈值。

[0053] 一种测试脆性材料动态剪切断裂韧度的方法,采用上述的测试脆性材料动态剪切断裂韧度的装置,包括以下步骤:

[0054] 步骤一:通过电动推杆13驱动入射杆2使其移动至初始位置,并使得试样3夹持设置于入射杆2和透射杆4相对抵靠一侧;

[0055] 步骤二:调整单向击发杆1的击发方向,并通过单向击发杆1向击发方向发射撞击球6;

[0056] 步骤三:撞击球6以设定速度撞击双向迎击板5,并通过双向迎击板5带动入射杆2运动;

[0057] 步骤四:检测入射杆2和透射杆4上应变片的数据,并通过波形数据采集装置进行分析;

[0058] 步骤五:检测完成后通过升降清理机构对入射杆2和透射杆4夹击试样3的端面进行清理,并等待下一次实验。

[0059] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

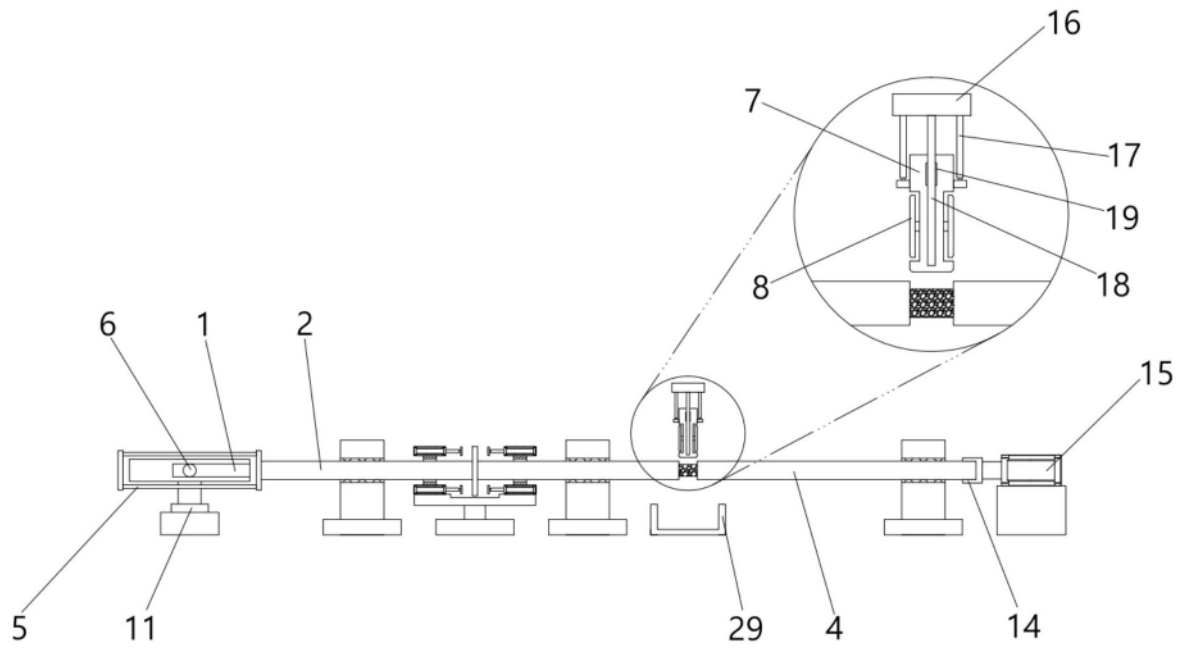


图1

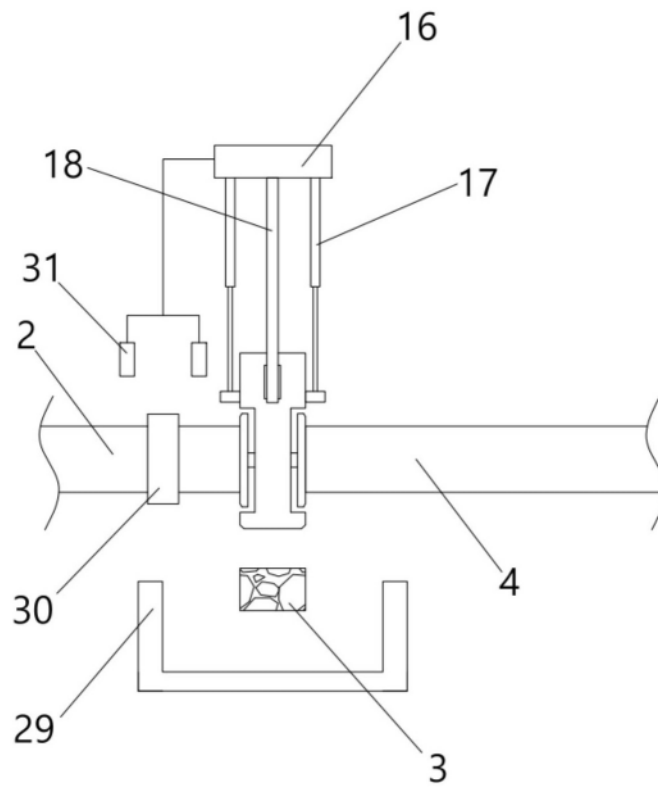


图2

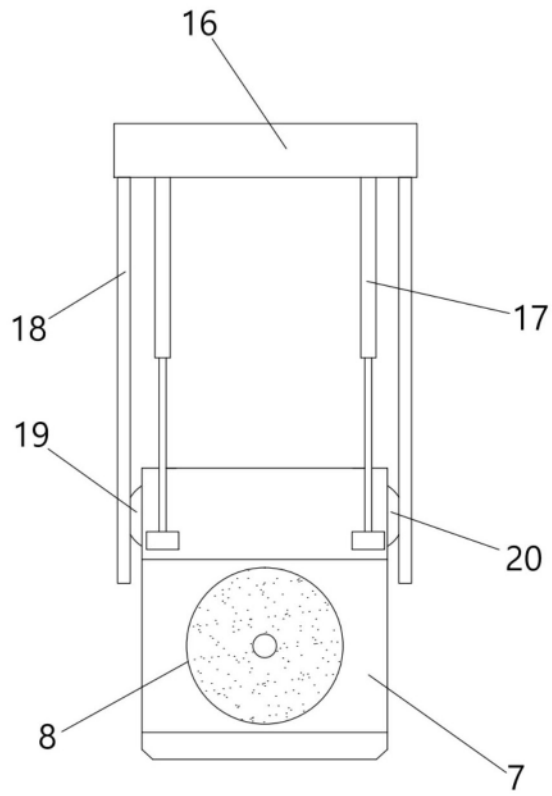


图3

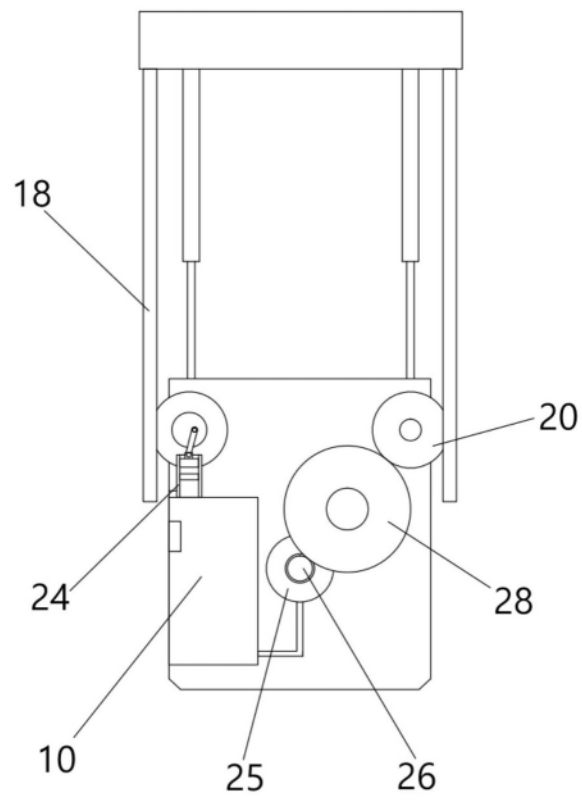


图4

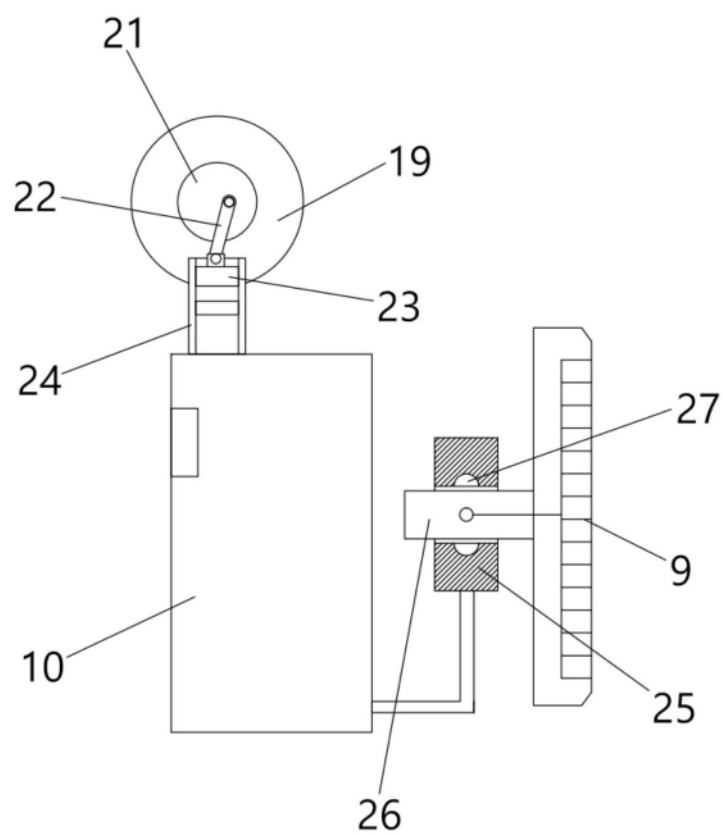


图5

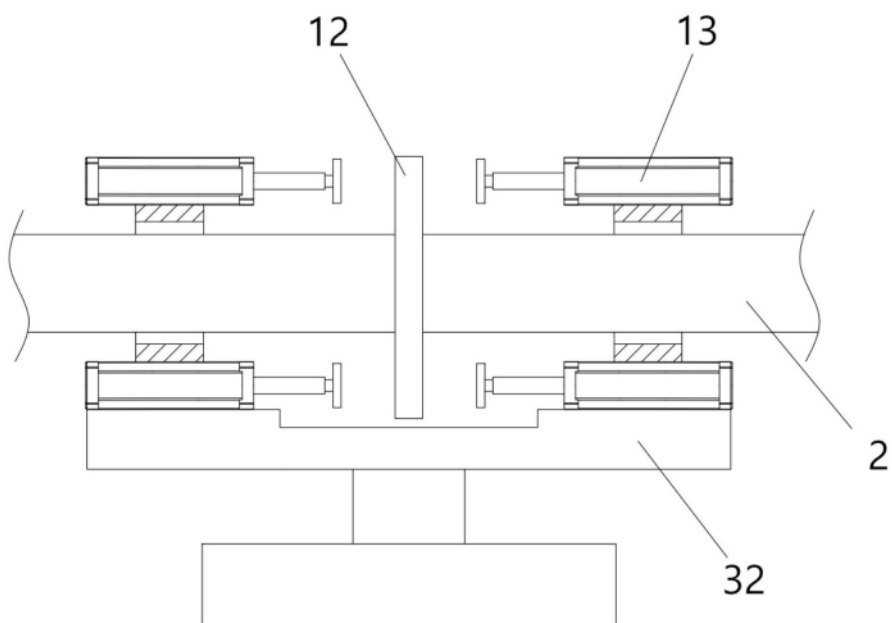


图6