



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106546359 A

(43)申请公布日 2017.03.29

(21)申请号 201611050998.1

(22)申请日 2016.11.24

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市泉山区大学路1号

(72)发明人 王旭锋 张东升 王文强 曹文豪  
秦冬冬 李鹏

(74)专利代理机构 徐州市淮海专利事务所  
32205

代理人 华德明

(51)Int.Cl.

G01L 1/02(2006.01)

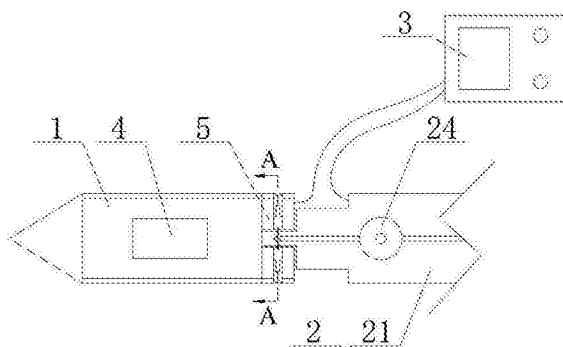
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

## (54)发明名称

一种围岩应力测量系统

## (57)摘要

本发明公开了一种围岩应力测量系统,应力计本体、安装导杆和显示仪表箱;应力计本体上还设有承压块和应力计固定装置;应力计固定装置包括导杆安装孔、定位缸、导向通道;安装导杆包括导向导杆和连接导杆;导向导杆的前端设有定位轴端,定位轴端对应导向通道的位置设有通过伸缩控制机构可伸缩控制的定位销钉;显示仪表箱包括控制器、显示屏、液压泵站、液压控制阀组、承压块控制回路、定位缸控制回路、应力数值采集计算回路。本围岩应力测量系统可以实现准确确定应力计本体在钻孔内的位态并定位,进而实现最大限度地减小因钻孔偏移和置入围岩应力计时轴向偏转造成的测量误差、实现准确测量围岩应力,特别适用于煤矿采动应力的深孔数据采集和监控。



1. 一种围岩应力测量系统,包括应力计本体(1)、安装导杆(2)和显示仪表箱(3);其特征在于,

所述的应力计本体(1)整体呈圆柱形,其前端设置成锥形结构,应力计本体(1)内部设有承压腔,应力计本体(1)上还设有承压块(4)和应力计固定装置(5);承压块(4)通过应力计本体(1)上沿径向方向设置的导向结构密封嵌入在应力计本体(1)上、且承压块(4)的嵌入端与应力计本体(1)内部的承压腔连通;应力计固定装置(5)设置在应力计本体(1)的后端,应力计固定装置(5)的轴心位置沿轴向方向设有导杆安装孔(51),应力计固定装置(5)内部至少设有两个沿其径向方向设置的定位缸(52),定位缸(52)的活塞端向外设置、且活塞端上设有定位针,导杆安装孔(51)上正对位于内侧的定位缸(52)的缸底端位置设有沿径向方向设置的、向定位缸(52)的缸底端延伸的导向通道(53);

所述的安装导杆(2)包括导向导杆(21)和连接导杆(22);导向导杆(21)的前端设有与导杆安装孔(51)尺寸配合的定位轴端,定位轴端对应导向通道(53)的位置设有沿其径向方向设置的、通过伸缩控制机构可伸缩控制的定位销钉(23),定位销钉(23)的外径尺寸与导向通道(53)的内径尺寸配合,导向导杆(21)上还设有重力感应器(24),导向导杆(21)的后端设有快速连接头;连接导杆(22)至少设置为一件,连接导杆(22)的前端设有与导向导杆(21)的快速连接头配合的快速连接结构,连接导杆(22)的后端也设有快速连接头;

所述的显示仪表箱(3)包括控制器、显示屏、液压泵站、液压控制阀组、承压块控制回路、定位缸控制回路、应力数值采集计算回路,控制器分别与显示屏、液压泵站、液压控制阀组电连接,液压泵站通过液压控制阀组及液压管路与应力计本体(1)的承压腔密封连接,控制器分别与应力计固定装置(5)连接。

2. 根据权利要求1所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的定位缸(52)采用气动或液压控制,所述的导向通道(53)与定位缸(52)的缸底端贯通、且定位缸(52)的缸底端的导向通道(53)开口位置设有常闭单向弹性皮塞(54);所述的定位销钉(23)的长度尺寸大于导向通道(53)的长度尺寸。

3. 根据权利要求2所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的定位缸(52)的缸底端通过伸出至外部的液压管路与显示仪表箱(3)的液压控制阀组连接,且液压管路和定位缸(52)的缸底端连接的位置位于常闭单向弹性皮塞(54)的覆盖范围内。

4. 根据权利要求2所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的定位缸(52)的缸底端通过伸出至外部的气动管路和气动控制阀组与压力气源连接,且气动管路和定位缸(52)的缸底端连接的位置位于常闭单向弹性皮塞(54)的覆盖范围内,所述的显示仪表箱(3)的控制器与气动控制阀组电连接。

5. 根据权利要求1至4任一权利要求所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的定位销钉(23)的伸缩控制机构是纯机械结构,包括顶出弹簧和牵引钢丝绳;顶出弹簧对应定位销钉(23)的位置设置在导向导杆(21)的定位轴端内;牵引钢丝绳的一端与所述的沿径向方向设置的定位销钉(23)的底端连接、另一端伸出至导向导杆(21)外部。

6. 根据权利要求1至4任一权利要求所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的定位销钉(23)的伸缩控制机构是双向伸缩缸,所述的定位销钉(23)安装在双向伸缩缸的活塞端上,双向伸缩缸通过液压管路与显示仪表箱(3)的液压控制阀组连接。

7. 根据权利要求1至4任一权利要求所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的导

向导杆(21)上还设有周向角度反馈传感器,周向角度反馈传感器与所述的显示仪表箱(3)的控制器电连接。

8.根据权利要求7所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的重力感应器(24)和周向角度反馈传感器均嵌入向导杆(21)内部,且重力感应器(24)和周向角度反馈传感器均位于向导杆(21)的前部。

9.根据权利要求1至4任一权利要求所述的围岩应力测量系统,其特征在于,所述的向导杆(21)和连接导杆(22)的外壁上沿轴向方向设有对应连通的凹槽。

## 一种围岩应力测量系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种应力测量系统,具体是一种适用于煤矿井下的围岩应力测量系统,属于煤矿岩体应力测量技术领域。

### 背景技术

[0002] 地应力的测量及应用无论在构造地质、地震预报和地球动力学研究上,还是在矿山开采、地下工程和能源开发等生产实践中均起到了越来越重要的作用,日益受到国内外学术界和工程界的重视。

[0003] 对矿山开采而言,开掘巷道和进行开采工作称为对煤或围岩的采动,采动发生后破坏了原岩体的应力平衡状态,引起岩体内部的应力重新分布,重新分布的应力超过煤、岩的极限强度时会使巷道或采煤工作面周围的煤、岩发生破坏,并向已采空间移动,直至形成新的应力平衡状态,采动时作用在围岩中和支护物上的力成为采动应力,采动应力可能导致煤层顶板垮落与破坏、支架折损、片帮冒顶、底鼓等一般的矿山压力现象,也可能导致冲击矿压、顶板大面积来压、岩爆、矿震、煤与瓦斯突出、地表突然塌陷等大的矿山动力现象,采动应力对应采动应力场,准确摸清采动应力场在煤岩体开采过程中的时空演化规律对评价和预测矿山压力现象、矿山动力现象都具有十分重要的意义。

[0004] 现有技术中采动应力的采集通常采用钻孔围岩应力计,即在拟测应力的煤或岩体上钻孔后通过安装导杆置入应力计进行应力数值采集,但钻孔往往因钻孔平面不平或钻进时受力不均等原因造成钻孔偏离预定方向,钻孔深度越深偏离越显著,尤其是与水平面具有一定夹角的倾斜钻孔更不易保证钻孔方向,进而极易导致围岩应力计所测应力并非所需求方向的应力,钻孔方向越偏离、钻孔深度越深所测的应力误差越大,从而极易造成因数值偏差产生判断失误;另外,传统的围岩应力计在置入钻孔内的过程中不易准确保证围岩应力计的位态,钻孔越深这种位态改变越不易控制,进而进一步导致围岩应力计的测力方向与预设的方向产生偏差造成应力数据采集误差;同时,围岩应力计通常采用快速连接的结构与安装导杆进行连接,在围岩应力计就位后与安装导杆进行分离时容易引起围岩应力计的位态变化,进而造成测量误差,若采用围岩应力计和安装导杆不分离的结构则不仅安装导杆复用率低、测量成本高,而且因安装导杆的自身重量原因会在一定程度上影响测量的准确。

### 发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明提供一种围岩应力测量系统,可以实现准确确定应力计本体在钻孔内的位态并定位,进而实现最大限度地减小因钻孔偏移和置入围岩应力计时轴向偏转造成的测量误差、实现准确测量围岩应力,特别适用于煤矿采动应力的深孔数据采集和监控。

[0006] 为实现上述目的,本围岩应力测量系统包括应力计本体、安装导杆和显示仪表箱;

[0007] 所述的应力计本体整体呈圆柱形,其前端设置成锥形结构,应力计本体内部设有

承压腔,应力计本体上还设有承压块和应力计固定装置;承压块通过应力计本体上沿径向方向设置的导向结构密封嵌入在应力计本体上、且承压块的嵌入端与应力计本体内部的承压腔连通;应力计固定装置设置在应力计本体的后端,应力计固定装置的轴心位置沿轴向方向设有导杆安装孔,应力计固定装置内部至少设有两个沿其径向方向设置的定位缸,定位缸的活塞端向外设置、且活塞端上设有定位针,导杆安装孔上正对位于内侧的定位缸的缸底端位置设有沿径向方向设置的、向定位缸的缸底端延伸的导向通道;

[0008] 所述的安装导杆包括导向导杆和连接导杆;导向导杆的前端设有与导杆安装孔尺寸配合的定位轴端,定位轴端对应导向通道的位置设有沿其径向方向设置的、通过伸缩控制机构可伸缩控制的定位销钉,定位销钉的外径尺寸与导向通道的内径尺寸配合,导向导杆上还设有重力感应器,导向导杆的后端设有快速接头;连接导杆至少设置为一件,连接导杆的前端设有与导向导杆的快速接头配合的快速连接结构,连接导杆的后端也设有快速接头;

[0009] 所述的显示仪表箱包括控制器、显示屏、液压泵站、液压控制阀组、承压块控制回路、定位缸控制回路、应力数值采集计算回路,控制器分别与显示屏、液压泵站、液压控制阀组电连接,液压泵站通过液压控制阀组及液压管路和应力计本体的承压腔密封连接,控制器分别与应力计固定装置连接。

[0010] 作为本发明的优选方案,所述的定位缸采用气动或液压控制,所述的导向通道与定位缸的缸底端贯通、且定位缸的缸底端的导向通道开口位置设有常闭单向弹性皮塞;所述的定位销钉的长度尺寸大于导向通道的长度尺寸。

[0011] 作为本发明定位缸的一种控制实施方式,所述的定位缸的缸底端通过伸出至外部的液压管路和显示仪表箱的液压控制阀组连接,且液压管路和定位缸的缸底端连接的位置位于常闭单向弹性皮塞的覆盖范围内。

[0012] 作为本发明的进一步改进方案,所述的定位缸的缸底端通过伸出至外部的气动管路和气动控制阀组与压力气源连接,且气动管路和定位缸的缸底端连接的位置位于常闭单向弹性皮塞的覆盖范围内,所述的显示仪表箱的控制器与气动控制阀组电连接。

[0013] 作为本发明定位销钉的伸缩控制机构的一种实施方式,所述的定位销钉的伸缩控制机构是纯机械结构,包括顶出弹簧和牵引钢丝绳;顶出弹簧对应定位销钉的位置设置在导向导杆的定位轴端内;牵引钢丝绳的一端与所述的沿径向方向设置的定位销钉的底端连接、另一端伸出至导向导杆外部。

[0014] 作为本发明定位销钉的伸缩控制机构的另一种实施方式,所述的定位销钉的伸缩控制机构是双向伸缩缸,所述的定位销钉安装在双向伸缩缸的活塞端上,双向伸缩缸通过液压管路和显示仪表箱的液压控制阀组连接。

[0015] 作为本发明的进一步改进方案,所述的导向导杆上还设有周向角度反馈传感器,周向角度反馈传感器与所述的显示仪表箱的控制器电连接。

[0016] 作为本发明的进一步改进方案,所述的重力感应器和周向角度反馈传感器均嵌入导向导杆内部,且重力感应器和周向角度反馈传感器均位于导向导杆的前部。

[0017] 作为本发明的进一步改进方案,所述的导向导杆和连接导杆的外壁上沿轴向方向设有对应连通的凹槽。

[0018] 与现有技术相比,本围岩应力测量系统的应力计本体由于设有包括定位缸的应力

计固定装置,定位缸的活塞端上设有定位针,因此将应力计本体置入钻孔内设定位置后通过控制定位缸的伸出使定位针插入钻孔孔壁上即可实现应力计本体的稳固定位;由于定位缸的缸底端的导向通道开口位置设有常闭单向弹性皮塞,且导向导杆上设有通过伸缩控制机构可伸缩控制的定位销钉,因此通过控制定位销钉的伸缩可以实现应力计本体与导向导杆的连接,而且,由于定位销钉的长度尺寸大于导向通道的长度尺寸,因此定位销钉卡入在导向通道内完成定位连接的同时还同时将常闭单向弹性皮塞顶开,即同时导通定位缸、便于控制定位缸的伸出;由于设有重力感应器,因此即使钻孔的真实角度和预设的角度有一定误差,由得到的压力值和角度值也可以根据力的分解求得预设方向的压力,进而进一步保证测量数据的准确性,实现最大限度地减小因钻孔偏移和置入围岩应力计时轴向偏转造成的测量误差、实现准确测量围岩应力,特别适用于煤矿采动应力的深孔数据采集和监控。

### 附图说明

[0019] 图1是本发明的结构示意图;

[0020] 图2是图1的A-A剖视图;

[0021] 图3是本发明安装导杆的结构示意图;

[0022] 图4是图3的B向视图;

[0023] 图5是本发明工作状态时的示意图。

[0024] 图中:1、应力计本体,2、安装导杆,21、导向导杆,22、连接导杆,23、定位销钉,24、重力感应器,3、显示仪表箱,4、承压块,5、应力计固定装置,51、导杆安装孔,52、定位缸,53、导向通道,54、常闭单向弹性皮塞。

### 具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明做进一步说明(以下以应力计本体1置入钻孔内的方向为前方描述)。

[0026] 如图1所示,本围岩应力测量系统包括应力计本体1、安装导杆2和显示仪表箱3。

[0027] 所述的应力计本体1整体呈圆柱形,其前端设置成锥形结构,便于向钻孔内推进,应力计本体1内部设有承压腔,应力计本体1上还设有承压块4和应力计固定装置5;承压块4通过应力计本体1上沿径向方向设置的导向结构密封嵌入在应力计本体1上、且承压块4的嵌入端与应力计本体1内部的承压腔连通;应力计固定装置5设置在应力计本体1的后端,如图2所示,应力计固定装置5的轴心位置沿轴向方向设有导杆安装孔51,应力计固定装置5内部至少设有两个沿其径向方向设置的定位缸52,定位缸52的活塞端向外设置、且活塞端上设有定位针,位于内侧的定位缸52的缸底端通过沿径向方向设置的导向通道53与导杆安装孔51连通、且定位缸52的缸底端的导向通道53开口位置设有常闭单向弹性皮塞54,正常状态时常闭单向弹性皮塞54处于关闭状态、定位缸52的活塞端处于缩入状态。

[0028] 如图3所示,所述的安装导杆2包括导向导杆21和连接导杆22;导向导杆21的前端设有与导杆安装孔51尺寸配合的定位轴端,定位轴端对应导向通道53的位置设有沿其径向方向设置的、通过伸缩控制机构可伸缩控制的定位销钉23,定位销钉23的外径尺寸与导向通道53的内径尺寸配合,定位销钉23的长度尺寸大于导向通道53的长度尺寸,导向导杆21上还设有重力感应器24,导向导杆21的后端设有快速连接头;连接导杆22至少设置为一件,

连接导杆22的前端设有与导向导杆21的快速接头配合的快速连接结构,连接导杆22的后端也设有快速接头。

[0029] 所述的显示仪表箱3包括控制器、显示屏、液压泵站、液压控制阀组、承压块控制回路、定位缸控制回路、应力数值采集计算回路,控制器分别与显示屏、液压泵站、液压控制阀组电连接,液压泵站通过液压控制阀组及液压管路与应力计本体1的承压腔密封连接,控制器分别与应力计固定装置5连接。

[0030] 通常采动应力是采集竖直方向向下的围岩应力,即需保证钻孔围岩应力计的承压块位于应力计本体的上方以保证采集数据的准确性,本围岩应力测量系统在煤矿井下使用时,如图5所示,先控制定位销钉23缩入并将导向导杆21前端的定位轴端插入应力计本体1后端的应力计固定装置5的导杆安装孔51内,旋转导向导杆21使定位销钉23对正导向通道53并弹起卡入在导向通道53内,即完成应力计本体1与导向导杆21的连接,此时定位销钉23同时将常闭单向弹性皮塞54顶开;然后将应力计本体1送入已钻好的钻孔内、并根据钻孔深度在导向导杆21后端安装连接导杆22直至应力计本体1至钻孔底部设定位置,针对水平钻孔,送入过程中通过观察显示仪表箱3显示屏上的显示角度值转动安装导杆进行粗调整位态使角度保持在 $0^{\circ}$ ,针对倾斜钻孔,送入过程中通过观察显示仪表箱3显示屏上的显示角度值转动安装导杆进行粗调位态整使角度保持在波动范围内的最小值;待应力计本体1放入孔底并调整好位态后,控制定位缸52的活塞端伸出,定位针插入钻孔孔壁上即完成对应力计本体1的定位;然后控制液压泵站向应力计本体1的承压腔内注油使承压块4顶出并与钻孔孔壁贴合并通过液压控制阀组保压即可,等待围岩压实后,显示仪表箱3显示屏上可以实时显示应力数值,针对倾斜钻孔,根据几何关系,所得最小角度值是测压平面和水平面形成的二面角,这个角度即是钻孔与水平面之间的夹角,钻孔的真实角度和预设的角度有一定误差,由得到的压力值和角度值,可以根据力的分解求得预设方向的压力;最后控制定位销钉23缩入,导向导杆21即与应力计本体1处于可分离状态,抽出安装导杆2即可。

[0031] 所述的定位缸52可以采用电控伸缩,也可以采用气动控制或者液压控制,由于煤矿井下具有防爆要求,因此优选气动控制或者液压控制,即,作为本发明的优选方案,所述的定位缸52采用气动或液压控制。

[0032] 作为本发明定位缸52的一种控制实施方式,所述的定位缸52的缸底端通过伸出至外部的液压管路与显示仪表箱3的液压控制阀组连接,且液压管路和定位缸52的缸底端连接的位置位于常闭单向弹性皮塞54的覆盖范围内;当应力计本体1放入孔底并调整好位态后,此时由于常闭单向弹性皮塞54处于被定位销钉23顶开的状态,因此可直接控制液压控制阀组向定位缸52内注入液压油将其活塞端顶出。

[0033] 若定位缸52采用液压控制,由于定位缸52的活塞端被顶出定位后不用再进行缩入控制,而且控制定位销钉23缩入、抽出安装导杆2后定位缸52内会始终存有再无用的液压油造成浪费,进而造成液压系统液压油的逐渐减少,若采用气动控制则不用考虑浪费问题,而且煤矿井下气源丰富,因此,作为本发明的进一步改进方案,所述的定位缸52的缸底端通过伸出至外部的气动管路和气动控制阀组与压力气源连接,且气动管路和定位缸52的缸底端连接的位置位于常闭单向弹性皮塞54的覆盖范围内,所述的显示仪表箱3的控制器与气动控制阀组电连接。

[0034] 作为本发明定位销钉23的伸缩控制机构的一种实施方式,所述的定位销钉23的伸

缩控制机构是纯机械结构,包括顶出弹簧和牵引钢丝绳;顶出弹簧对应定位销钉23的位置设置在导向导杆21的定位轴端内,正常状态时顶出弹簧处于将定位销钉23顶出的松弛状态;牵引钢丝绳的一端与所述的沿径向方向设置的定位销钉23的底端连接、另一端伸出至导向导杆21外部;通过牵拉牵引钢丝绳可以实现定位销钉23底端压缩顶出弹簧,进而实现定位销钉23的缩入。

[0035] 作为本发明定位销钉23的伸缩控制机构的另一种实施方式,所述的定位销钉23的伸缩控制机构是双向伸缩缸,所述的定位销钉23安装在双向伸缩缸的活塞端上,双向伸缩缸通过液压管路与显示仪表箱3的液压控制阀组连接;通过控制双向伸缩缸的双向伸缩可以实现定位销钉23的伸出或缩入。

[0036] 为了进一步准确显示应力计本体1的轴向旋转角度,作为本发明的进一步改进方案,所述的导向导杆21上还设有周向角度反馈传感器,周向角度反馈传感器与所述的显示仪表箱3的控制器电连接,应力计本体1置入钻孔内后可通过周向角度反馈传感器直观反馈应力计本体1的轴向旋转角度。

[0037] 为了防止将应力计本体1置入钻孔内的过程中钻孔孔壁对重力感应器24和周向角度反馈传感器造成刮蹭,且保证重力感应器24和周向角度反馈传感器采集数据的准确性,作为本发明的进一步改进方案,所述的重力感应器24和周向角度反馈传感器均嵌入导向导杆21内部,且重力感应器24和周向角度反馈传感器均位于导向导杆21的前部。

[0038] 为了避免向钻孔内置入应力计本体1的过程中安装导杆2的外壁与钻孔孔壁之间的间隙过小造成对液压管路和电连接线挤压,作为本发明的进一步改进方案,如图4所示,所述的导向导杆21和连接导杆22的外壁上沿轴向方向设有对应连通的凹槽,凹槽可容纳液压管路和电连接线,进而防止其被挤压破坏。

[0039] 本围岩应力测量系统的应力计本体1由于设有包括定位缸52的应力计固定装置5,定位缸52的活塞端上设有定位针,因此将应力计本体1置入钻孔内设定位置后通过控制定位缸52的伸出使定位针插入钻孔孔壁上即可实现应力计本体1的稳固定位;由于定位缸52的缸底端的导向通道53开口位置设有常闭单向弹性皮塞54,且导向导杆21上设有通过伸缩控制机构可伸缩控制的定位销钉23,因此通过控制定位销钉23的伸缩可以实现应力计本体1与导向导杆21的连接,而且,由于定位销钉23的长度尺寸大于导向通道53的长度尺寸,因此定位销钉23卡入在导向通道53内完成定位连接的同时还同时将常闭单向弹性皮塞54顶开,即同时导通定位缸52、便于控制定位缸52的伸出;由于设有重力感应器24,因此即使钻孔的真实角度和预设的角度有一定误差,由得到的压力值和角度值也可以根据力的分解求得预设方向的压力,进而进一步保证测量数据的准确性,实现最大限度地减小因钻孔偏移和置入围岩应力计时轴向偏转造成的测量误差、实现准确测量围岩应力,特别适用于煤矿采动应力的深孔数据采集和监控。



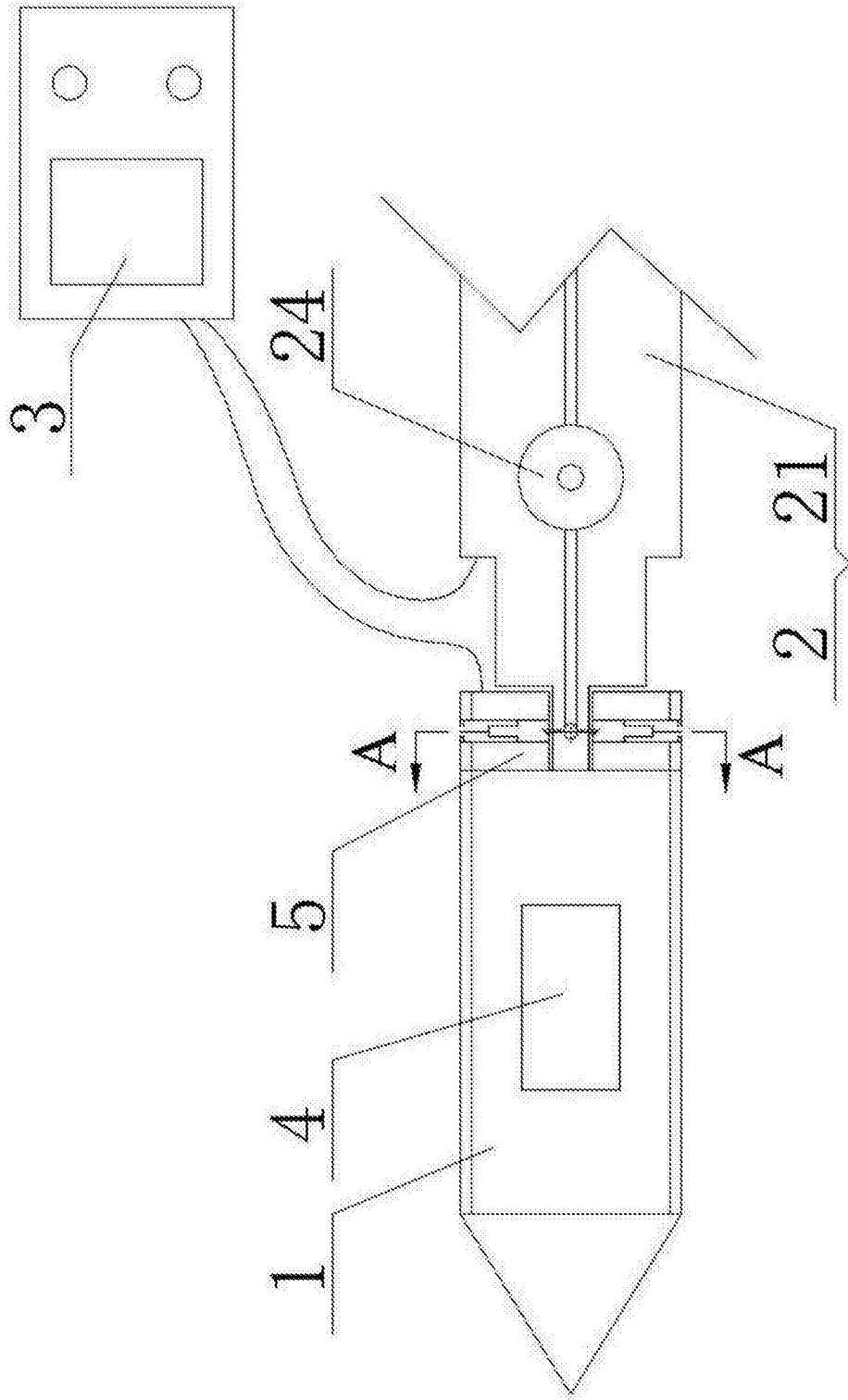


图1

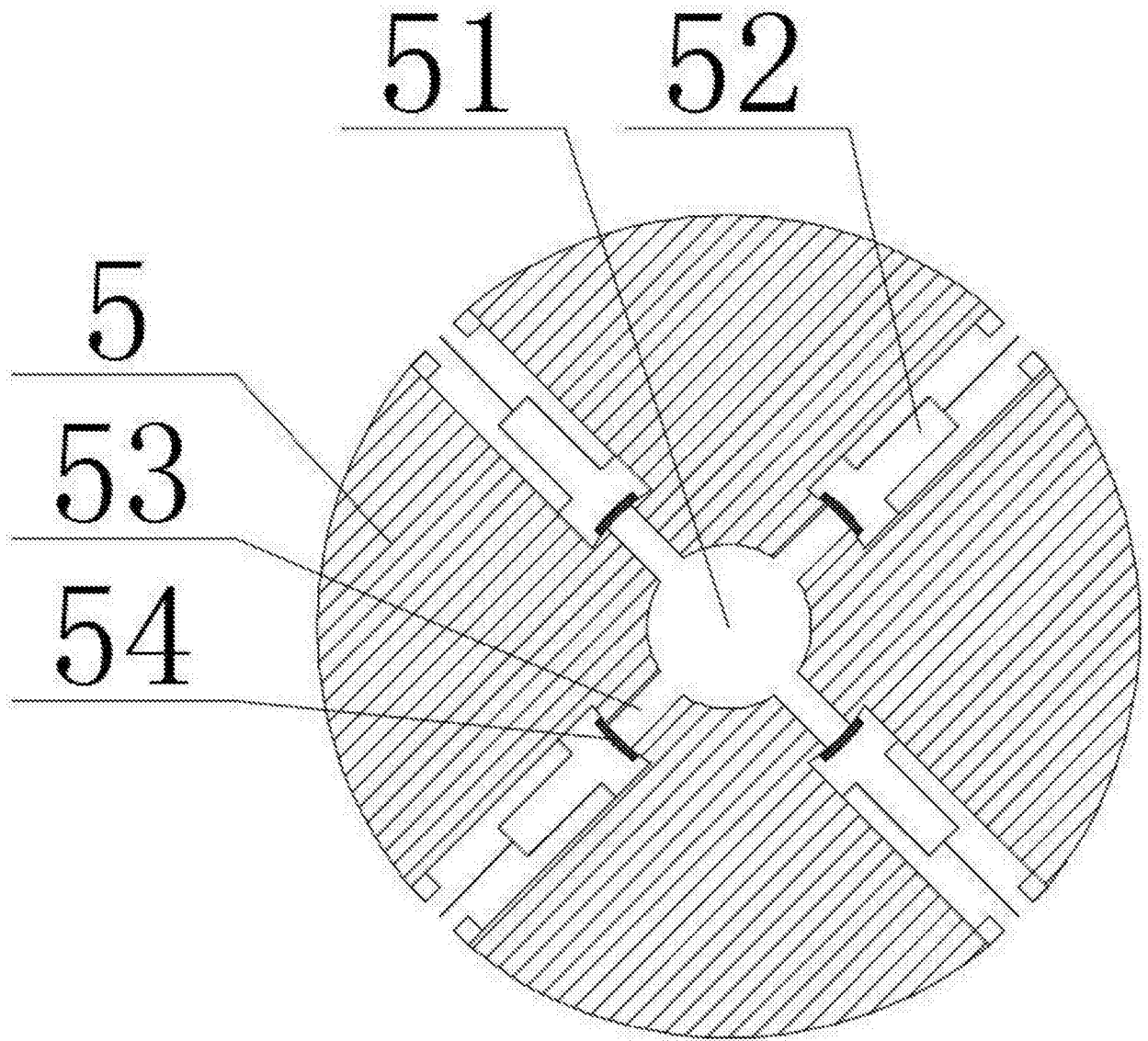


图2

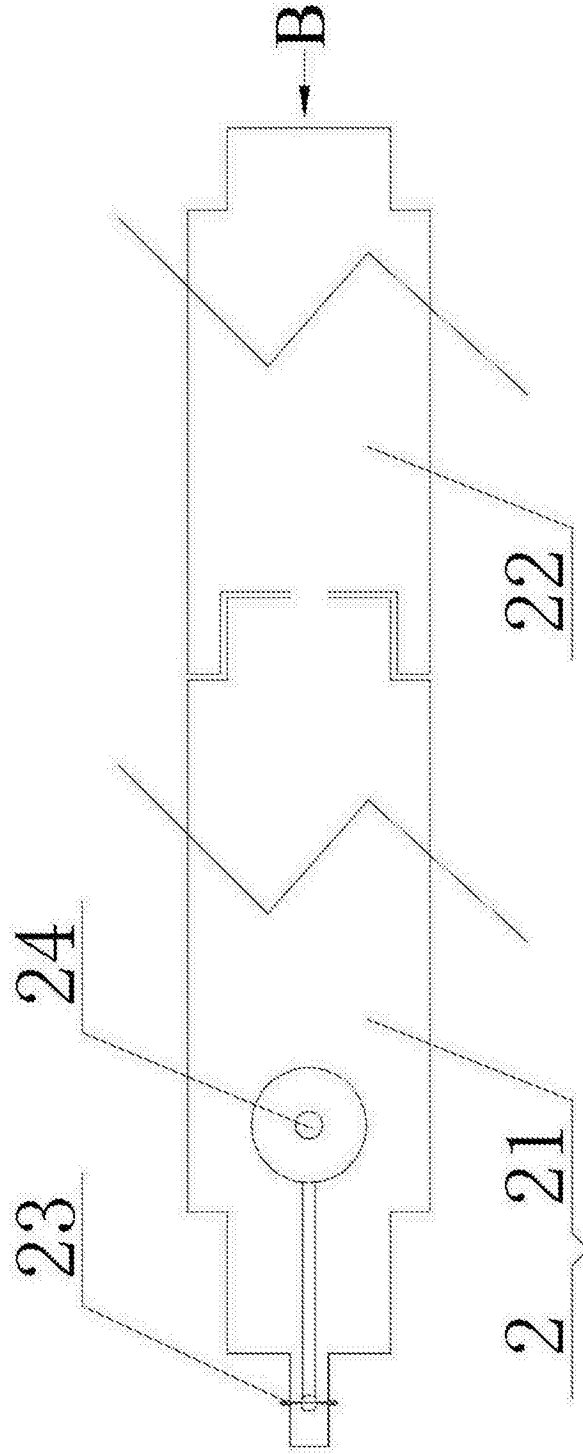


图3

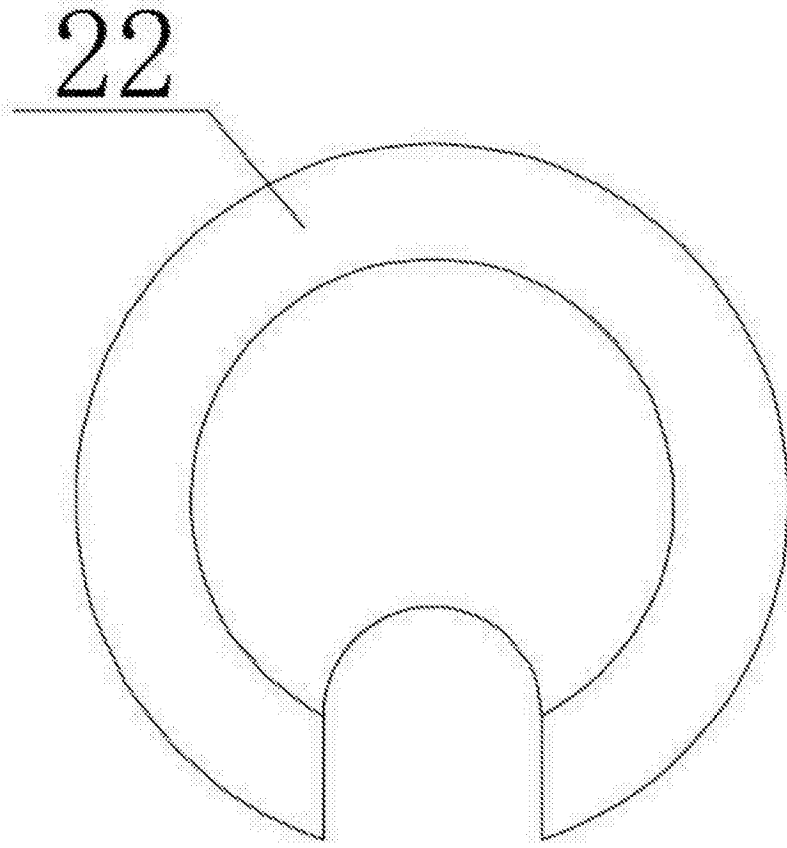


图4

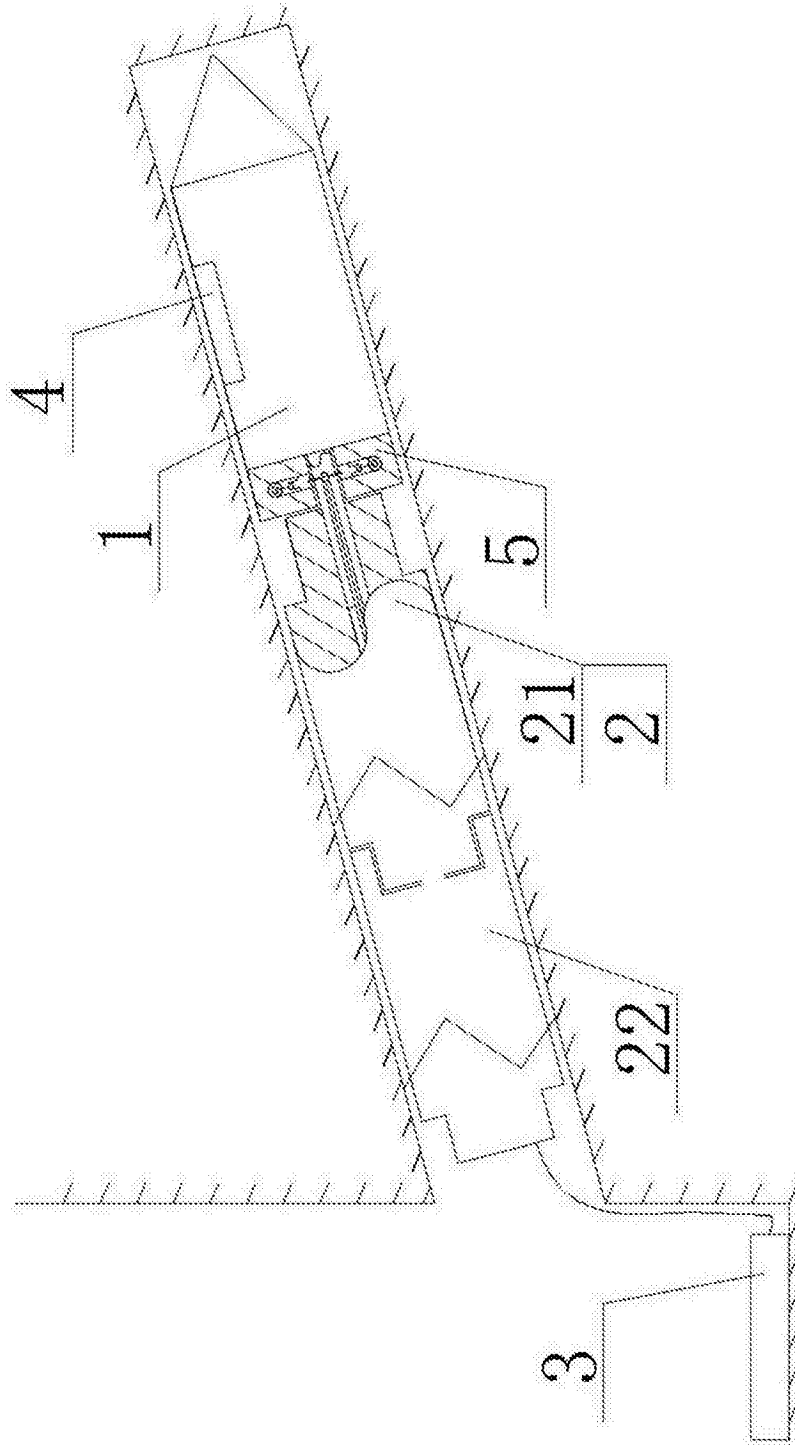


图5