



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203658352 U

(45) 授权公告日 2014. 06. 18

(21) 申请号 201320869381. 8

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2013. 12. 26

(73) 专利权人 山东科技大学

地址 266590 山东省青岛市经济技术开发区
前湾港路 579 号

(72) 发明人 郭惟嘉 王海龙 李杨杨 孙熙震
陈绍杰 张新国 尹立明 孙文斌
刘音 陈军涛 江宁 张保良

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公
司 37205

代理人 王连君

(51) Int. Cl.

G01N 33/24 (2006. 01)

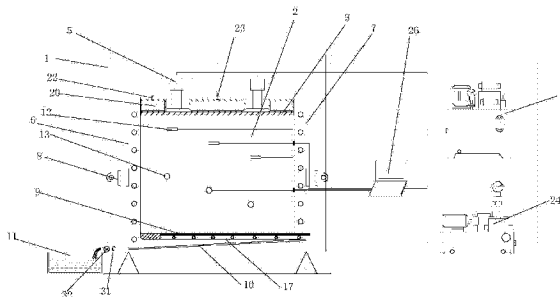
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 实用新型名称

煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系
统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其包括支架,其中,所述支架内设置有试验仓,所述试验仓的底部设置有能移动的模拟采煤拖动板,所述模拟采煤拖动板下部设置有倾斜布置的水砂汇聚渠道,所述水砂汇聚渠道的出口有一水砂收集装置;所述底板、所述左侧壁、所述右侧壁、所述前透明板体、所述后透明板体与所述模拟采煤拖动板形成所述试验仓,所述试验仓内布置多个孔隙水压力传感器与多个压力传感器。采用在试验仓内填充煤系地层模拟材料的技术方式,进行煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验,获取不同地层组合的水砂突涌参数,提高了煤层开采诱发工作面涌水溃砂灾害特征的辨识度。



1. 一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其包括支架,其特征在于,所述支架内设置有试验仓,所述试验仓包括设置在上部用于提供高压水流的水仓机构,所述水仓机构的底板上均匀布置有多个透水孔,所述底板水平布置,所述底板兼作所述试验仓的顶板,所述水仓机构上设置有用于施加竖直压力的竖直加载液压缸,所述底板的左右两侧设置有竖直布置的左侧壁与右侧壁,左侧壁与右侧壁上均设置有用于施加横向压力的横向加载液压缸,左侧壁与右侧壁受到的横向压力为相向的压力,所述底板的前后两侧设置有竖直布置的用于观察试验仓内状态的前透明板体与后透明板体;所述试验仓的底部设置有能移动的模拟采煤拖动板,所述模拟采煤拖动板下部设置有倾斜布置的水砂汇聚渠道,所述水砂汇聚渠道的出口有一水砂收集装置;所述底板、所述左侧壁、所述右侧壁、所述前透明板体、所述后透明板体与所述模拟采煤拖动板形成所述试验仓,所述试验仓内布置多个孔隙水压力传感器与多个压力传感器。

2. 根据权利要求1所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其特征在于,所述模拟采煤拖动板包括多个板体,相邻板体之间通过连接销相连接,每个板体的两端分别设置有一个滑轮;所述模拟采煤拖动板的底部设置有一承载板,所述承载板上设置有滤网,所述承载板上设置有两个行走导轨,每个滑轮能沿对应行走导轨移动,所述承载板在除两个行走轨道的剩余部分设置有水砂下放通道,所述模拟采煤拖动板移动,所述试验仓内填充的煤系地层模拟材料逐渐显露,并在重力的作用下产生弯曲沉降和破坏,煤系地层模拟材料中的裂隙发育扩展直至导通松散含水砂层,水砂混合物自形成的裂隙通过所述水砂下放通道落入所述水砂汇聚渠道;所述试验仓内铺设的煤系地层模拟材料下部为流固耦合相似材料;煤系地层模拟材料上部为松散砂层,多个压力传感器铺设在砂层内,多个孔隙水压传感器铺设在煤系地层模拟材料的流固耦合相似材料中。

3. 根据权利要求1所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其特征在于,所述水仓机构包括水仓,所述水仓设置在所述底板上,所述底板上设置有两个安装位,所述水仓与每个安装位的对应处设置有凹槽,每个安装位上设置有对应的竖直加载液压缸;所述水仓上设置有排气阀与进水阀,所述进水阀与一水压水量双控伺服装置相连通,每个竖直加载液压缸、横向加载液压缸均与位移压力双控伺服装置相连接,所述水压水量双控伺服装置与所述位移压力双控伺服装置均与一控制中心通信连接。

4. 根据权利要求3所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其特征在于,所述多个孔隙水压力传感器、所述多个压力传感器的通信电缆均穿过对应的连接件与所述控制中心通信连接,所述连接件包括监测接口,所述监测接口内设置有电缆锁定管,所述电缆锁定管末端设置有密封段,所述多个孔隙水压力传感器、所述多个压力传感器的通信电缆穿过对应的密封段。

5. 根据权利要求1所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其特征在于,所述水砂汇聚渠道的出口处依次设置有排水砂阀与流量计。

煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统。

背景技术

[0002] 近年来随着煤矿开采强度的不断加大和开采上限的持续提高,上覆松散含水层受采动影响,含砂量较高的水砂混合物溃入井下工作面,导致造成财产损失甚至人员伤亡的地质灾害时有发生,给矿井的安全生产带来很大威胁,严重制约着煤炭工业的发展。1990年4月20日,瓷窑湾煤矿发生冒顶突水溃砂灾害,涌水量达 $200\text{m}^3/\text{h}$,总溃砂量 4000m^3 以上,造成一采区304m长皮带巷被砂充填厚度达2m(巷道高4.5m),地面形成圆锥形塌坑(直径28m,深14m),水位迅速下降,水库干涸。1990年12月28日,瓷窑湾煤矿又发生一次冒顶突水溃砂,涌水量 $50\text{m}^3/\text{h}$,溃砂量达 6000m^3 。1996年6月1日,扎赉诺尔铁北矿多次放生突水溃砂,由于II_{2a}煤层顶板工作面冒顶,形成的破裂带与第一含水层沟通,突出水砂 1700m^3 。1989年6月22日,安徽淮北矿区百善矿666工作面因多次挑顶破坏了顶板上的强风化岩层而沟通了松散层底部的砂土,突出水砂 1000m^3 。2002年10月31日,邹城市横河煤矿1931E工作面发生溃砂事故,2名人员被堵在巷道中。2002年11月10日淮北矿业集团公司桃园煤矿二采区1022_上工作面(准备面),切眼上口发生突水、溃砂事故,死亡4人,受伤1人,直接经济损失130多万元,直接原因:1022_上工作面风巷布置在软弱、松散、破碎的基岩风化带内,切眼上口重复垮棚冒顶,高冒区形成冒落漏斗,难以形成冒落拱,致使冒落带不断向上发育直至第四含水层导通第四含水层,致使四含水、泥、砂、砾石溃入井下。井下工作面涌水溃砂事故的发生,不仅影响了矿井的正常生产,还威胁了工人的生命安全。

[0003] 要保证煤炭资源的稳步开发,摆脱突水溃砂灾害的严重困扰,在水体下(包括地表水体和含水层)采煤时,防止水砂突涌,科学合理的设计开采上限,进行顶板水作用下采动覆岩空间裂隙演化规律、渗流、突涌水砂模拟,获得工作面涌水溃砂动力机制,是亟待解决的关键问题之一。由于地下采掘工程隐蔽性的特点,使得采煤引起的水砂突涌的机理研究和影响因素难以借助现场观测进行研究,室内试验成为解决这一问题的有效手段。通过设计制作的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,设置不同竖向和侧向载荷,不同水压力、不同地层组合等试验参数,定量化地研究水砂突涌的动力机理,对井下涌水溃砂的发生前兆和发生过程进行深入细致的研究分析,对预防井下涌水溃砂灾害和保证安全生产具有重大指导意义。

实用新型内容

[0004] 鉴于上述现有技术的不足,本实用新型的目的在于提供一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,对煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害进行模拟试验,获取工作面顶板涌水溃砂灾害的动力机理以及不同地层组合的水砂突涌参数。

[0005] 为解决上述技术问题,本实用新型方案包括:

[0006] 一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其包括支架,其中,所述支架

内设置有试验仓,所述试验仓包括设置在上部用于提供高压水流的水仓机构,所述水仓机构的底板上均匀布置有多个透水孔,所述底板水平布置,所述底板兼作所述试验仓的顶板,所述水仓机构上设置有用于施加竖直压力的竖直加载液压缸,所述底板的左右两侧设置有竖直布置的左侧壁与右侧壁,左侧壁与右侧壁上均设置有用于施加横向压力的横向加载液压缸,左侧壁与右侧壁受到的横向压力为相向的压力,所述底板的前后两侧设置有竖直布置的用于观察试验仓内状态的前透明板体与后透明板体;所述试验仓的底部设置有能移动的模拟采煤拖动板,所述模拟采煤拖动板下部设置有倾斜布置的水砂汇聚渠道,所述水砂汇聚渠道的出口有一水砂收集装置;所述底板、所述左侧壁、所述右侧壁、所述前透明板体、所述后透明板体与所述模拟采煤拖动板形成所述试验仓,所述试验仓内布置多个孔隙水压力传感器与多个压力传感器。

[0007] 所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其中,所述模拟采煤拖动板包括多个板体,相邻板体之间通过连接销相连接,每个板体的两端分别设置有一个滑轮;所述模拟采煤拖动板的底部设置有一承载板,所述承载板上设置有滤网,所述承载板上设置有两个行走导轨,每个滑轮能沿对应行走导轨移动,所述承载板在除两个行走轨道的剩余部分设置有水砂下放通道,所述模拟采煤拖动板移动,所述试验仓内填充的煤系地层模拟材料逐渐暴露,并在重力的作用下产生弯曲沉降和破坏,煤系地层模拟材料中的裂隙发育扩展直至导通松散含水砂层,水砂混合物自形成的裂隙通过所述水砂下放通道落入所述水砂汇聚渠道;所述试验仓内铺设的煤系地层模拟材料下部为流固耦合相似材料,与传统相似材料试验所用的实验材料相比,具有较好的防水特性,能有效降低相似材料渗透率过大和软化系数过小的缺点,有效提高了实验的准确性;煤系地层模拟材料上部为松散砂层,多个压力传感器铺设在砂层内,多个孔隙水压传感器铺设在煤系地层模拟材料的流固耦合相似材料中。

[0008] 所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其中,所述水仓机构包括水仓,所述水仓设置在所述底板上,所述底板上设置有两个安装位,所述水仓与每个安装位的对应处设置有凹槽,每个安装位上设置有对应的竖直加载液压缸;所述水仓上设置有排气阀与进水阀,所述进水阀与一水压水量双控伺服装置相连通,每个竖直加载液压缸、横向加载液压缸均与位移压力双控伺服装置相连接,所述水压水量双控伺服装置与所述位移压力双控伺服装置均与一控制中心通信连接。

[0009] 所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其中,所述多个孔隙水压力传感器、所述多个压力传感器的通信电缆均穿过对应的连接件与所述控制中心通信连接,所述连接件包括监测接口,所述监测接口内设置有电缆锁定管,所述电缆锁定管末端设置有密封段,所述多个孔隙水压力传感器、所述多个压力传感器的通信电缆穿过对应的密封段。

[0010] 所述的煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,其中,所述水砂汇聚渠道的出口处依次设置有排水砂阀与流量计。

[0011] 本实用新型提供了一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,采用在试验仓内分层填充煤系地层模拟材料的技术方式,在高水压、高垂直应力和侧向应力条件下,具有密闭性、透明的、能模拟开采的功能,并且能反映顶板、覆岩与水之间的相互作用,在固液力三相耦合条件下,能进行煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统和试验方法,

获取不同地层组合的水砂突涌参数,提高了煤层开采诱发工作面涌水溃砂灾害特征识别的可靠性,能够实现大尺寸、密闭模拟试验;模拟试验系统具有水压、载荷各自独立的稳压系统,更精确、稳定性更优;还可以配合相应的监测软件,实现了对应力、孔隙水压力,流量,位移信息的实时监测;采用模拟采煤拖动板,实验过程中,不需要将模型前后两个观察隔板拆卸下来,通过拖动等效煤厚的托板实现对模型的开挖,极大地提高了试验舱的密封性,降低了对模拟煤层造成的非采动破坏。

附图说明

- [0012] 图 1 是本实用新型中模拟试验系统的剖面结构示意图;
- [0013] 图 2 是本实用新型中模拟采煤拖动板的侧视结构示意图;
- [0014] 图 3 是本实用新型中模拟采煤拖动板的俯视结构示意图;
- [0015] 图 4 是本实用新型中水仓机构的剖面结构示意图;
- [0016] 图 5 是本实用新型中底板的结构示意图;
- [0017] 图 6 是本实用新型中承载板的结构示意图;
- [0018] 图 7 是本实用新型中水砂汇聚渠道的结构示意图;
- [0019] 图 8 是本实用新型中连接件的剖面结构示意图。

具体实施方式

[0020] 本实用新型提供了一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,为使本实用新型的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本实用新型进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0021] 本实用新型提供了一种煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统,如图 1、图 3、图 5 与图 7 所示的,其包括支架 1,其中,所述支架 1 内设置有试验仓 2,所述试验仓 2 包括设置在上部用于提供高压水流的水仓机构,所述水仓机构的底板 3 上均匀布置有多个透水孔 4,有效地降低了含压水对所铺设模型的冲击,实现了模型中水量供给的持续和稳定。所述底板 3 水平布置,所述底板 3 兼作所述试验仓 2 的顶板,所述水仓机构上设置有用于施加竖直压力的竖直加载液压缸 5,所述底板 3 的左右两侧设置有竖直布置的左侧壁 6 与右侧壁 7,左侧壁 6 与右侧壁 7 上均设置有用于施加横向压力的横向加载液压缸 8,左侧壁 6 与右侧壁 7 受到的横向压力为相向的压力,向内挤压所述试验仓 2 内填充的煤系地层模拟材料,将压力有效地传递至模型上方,以弥补所述试验仓 2 由于高度不足缺失的覆岩重量,大大增加了模拟试验系统所能模拟的煤层开采深度。所述底板 3 的前后两侧设置有竖直布置的用于观察试验仓内状态的前透明板体(由于视角原因图中未示出)与后透明板体(由于视角原因图中未示出);所述试验仓 2 的底部设置有能移动的模拟采煤拖动板 9,在实验过程中,通过拖动等效煤层厚的所述模拟采煤拖动板 9,即可实现了对模拟试验系统的开挖,极大地提高了所述试验仓 2 的密封性,降低了对模拟试验系统造成的非采动破坏。所述模拟采煤拖动板 9 下部设置有倾斜布置的水砂汇聚渠道 10,所述水砂汇聚渠道 10 的出口有一水砂收集装置 11;所述底板 3、所述左侧壁 6、所述右侧壁 7、所述前透明板体、所述后透明板体与所述模拟采煤拖动板 9 形成所述试验仓 2,所述试验仓 2 内布置多个孔隙水压力传感器 12 与多个压力传感器 13。

[0022] 在本实用新型的另一较佳实施例中,如图 2、图 3 与图 6 所示的,所述模拟采煤拖动板 9 包括多个板体 14,相邻板体 14 之间通过连接销 15 相连接,每个板体 14 的两端分别设置有一个滑轮 16;所述模拟采煤拖动板 9 的底部设置有一承载板 17,所述承载板 17 上设置有滤网(图中未示出),当所述模拟采煤拖动板 9 移动时,煤系地层模拟的流固耦合相似材料会发生垮落,垮落的块状流固耦合相似材料会掉落在滤网上,不会与覆岩裂隙内涌出的水砂混合在一起,提高了试验检测数据的准确性。所述承载板 17 上设置有两个行走导轨 18,每个滑轮 16 能沿对应行走导轨 18 移动,所述承载板 17 在除两个行走轨道的剩余部分设置有水砂下放通道 19,所述模拟采煤拖动板 9 移动,所述试验仓 2 内填充的煤系地层模拟材料逐渐暴露,并在重力的作用下产生弯曲沉降和破坏,煤系地层模拟材料中的裂隙发育扩展直至导通松散含水砂层,所述试验仓 2 上部内填充的砂层,在冲入高压水后形成水砂混合物,水砂混合物自形成的裂隙通过所述水砂下放通道 19 落入所述水砂汇聚渠道 10。所述试验仓 2 内铺设的煤系地层模拟材料下部为流固耦合相似材料,与传统相似材料试验所用的实验材料相比,具有较好的防水特性,能有效降低相似材料渗透率过大和软化系数过小的缺点,有效提高了实验的准确性;煤系地层模拟材料上部为松散砂层,多个压力传感器 13 铺设在松散砂层内,多个孔隙水压传感器 12 铺设在煤系地层模拟材料的流固耦合相似材料中。每个滑轮 16 能沿对应行走导轨 18 移动,减小了拖动过程中的摩擦阻力;将所述模拟采煤拖动板 9 分割成等面积的九个板体 14,板体 14 与板体 14 之间采用连接销 15 进行连接和固定,当所述模拟采煤拖动板 9 拖出较长一段时,可以拆下对应的连接销 15,以此避免了开采后期铁板的伸出部分占用较大面积。并且避免了现有技术中多个支撑板体结构形式,容易使机械结构无法运行情况的出现,在下降单个支撑板体时,水砂混物会流入支撑板体下方的液压缸、电机等设备内,长时间运行过程中,水砂持续浸泡或冲洗液压缸、电机等设备,会造成这些设备无法正常运行。而采用本实用新型中所述模拟采煤拖动板 9 的技术形式,则不会在所述水砂汇聚渠道 10 内设置机械结构,从而杜绝了出现上述情况。

[0023] 更进一步的,如图 1、图 4 与图 5 所示的,所述水仓机构包括水仓 20,所述水仓 20 设置在所述底板 3 上,所述底板 3 上设置有两个安装位 21,所述水仓 20 与每个安装位 21 的对应处设置有凹槽 33,每个安装位 21 上设置有对应的竖直加载液压缸 5;所述水仓 20 上设置有排气阀 22 与进水阀 23,所述进水阀 23 与一水压水量双控伺服装置 24 相连通,每个竖直加载液压缸 5、横向加载液压缸 8 均与位移压力双控伺服装置 25 相连接,所述水压水量双控伺服装置 24 与所述位移压力双控伺服装置 25 均与一控制中心 26 通信连接。采用位移和压力双重控制系统,既可以施加恒定压力,又可以施加变压,可满足不同模拟环境的需要,更加贴合现场实际。

[0024] 并且如图 8 所示的,所述多个孔隙水压力传感器 12、所述多个压力传感器 13 的通信电缆 27 均穿过对应的连接件与所述控制中心 26 通信连接,所述连接件包括监测接口 28,所述监测接口 28 内设置有电缆锁定管 29,所述电缆锁定管 29 末端设置有密封段 30,所述多个孔隙水压力传感器 12、所述多个压力传感器 13 的通信电缆 27 穿过对应的密封段 30 与所述控制中心 26 通信连接,实现了对应力、孔隙水压力,流量,位移信息的实时监测,实现了监测数据的实时记录,外置传感器直接连接至数据采集器,内置传感器经由密封装置连接数据采集器,数据采集频率可达 50HZ,提高了采集数据的实时性,所述控制中心 26 一般采用中控机、电脑等设备。如图 7 所示的,所述水砂汇聚渠道 10 的出口处依次设置有排水

砂阀 31 与流量计 32, 实现了对所述水砂汇聚渠道 10 流量与水砂量的统计, 提高了对模拟状态的监控性。

[0025] 使用本实用新型中所述煤层采动诱发顶板涌水溃砂灾害模拟试验系统的监测过程大体如下:

[0026] 根据地质和采矿条件的抽象地层组合和相似准则, 将煤系地层模拟材料分层充入试验仓 2 内, 并铺设相应的压力传感器 13 和孔隙水压力传感器 12; 关闭进水阀 23, 打开排气阀 22, 启动位移压力双控伺服装置 25, 逐级向所述试验仓 2 施加竖向和横向荷载, 实时监测所述试验仓 2 中模拟煤层材料的变形情况, 待煤系地层模拟的流固耦合相似材料和松散砂层变形稳定之后施加下一级荷载, 直至到达预定需要的载荷, 获得煤系地层模拟的流固耦合相似材料和松散砂层加载过程的应力 - 应变曲线;

[0027] 然后打开所述排气阀 22 和所述进水阀 23, 启动水压水量双控伺服装置 24, 设置所需的水压和水流量, 对所述试验仓 2 进行充水直至所述排气阀 22 溢水, 而后关闭所述排气阀 22, 直至达到设置的水压力;

[0028] 抽动模拟采煤拖动板 9 进行模拟开采, 试验仓 2 内填充的煤系地层模拟材料逐渐悬露, 并在重力的作用下产生弯曲沉降和破坏, 煤系地层模拟材料中的裂隙发育扩展直至导通松散含水砂层, 水砂混合物自形成的裂隙通过所述水砂下放通道 19 落入所述水砂汇聚渠道 10, 观察煤层顶板及覆岩的运动演化、裂隙的发育扩展、水砂通道的形成及水砂涌出情况, 同时采集记录应力、孔隙水压力、流量与位移信息。

[0029] 然后改变模拟煤层材料, 修改水压水量双控伺服装置 24 与位移压力双控伺服装置 25 的运行状态, 重复上述步骤。

[0030] 对试验过程中监测得到的数据进行分析, 研究在不同竖向和侧向载荷作用下, 不同水压力, 不同地层组合条件下水砂的突涌特征, 获取不同地层组合的水砂突涌参数, 提高了煤层开采诱发工作面涌水溃砂灾害特征识别的可靠性。

[0031] 当然, 以上说明仅仅为本实用新型的较佳实施例, 本实用新型并不限于列举上述实施例, 应当说明的是, 任何熟悉本领域的技术人员在本说明书的教导下, 所做出的所有等同替代、明显变形形式, 均落在本说明书的实质范围之内, 理应受到本实用新型的保护。

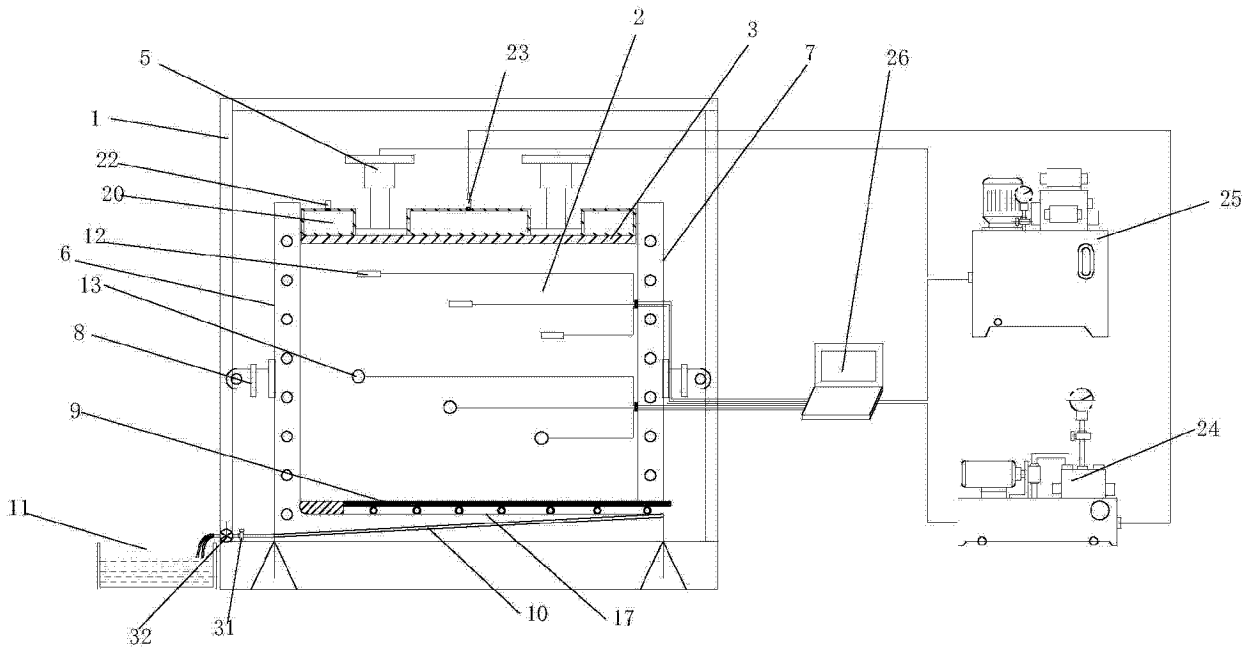


图 1

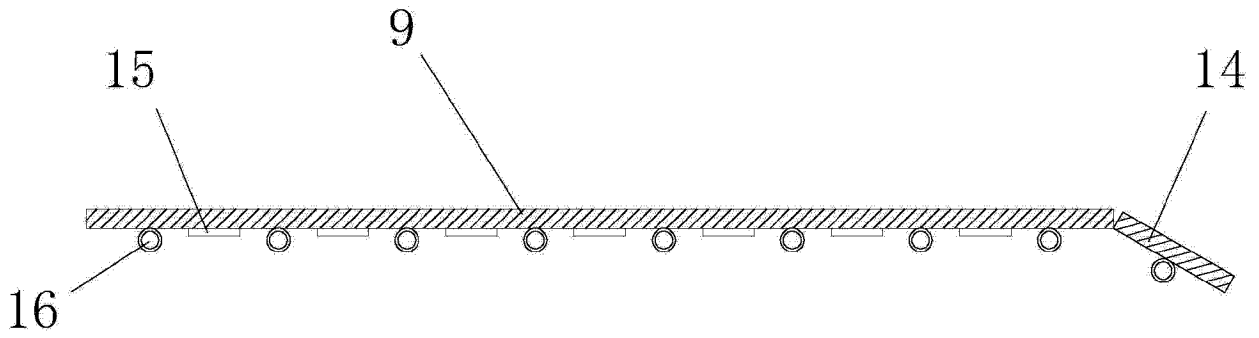


图 2

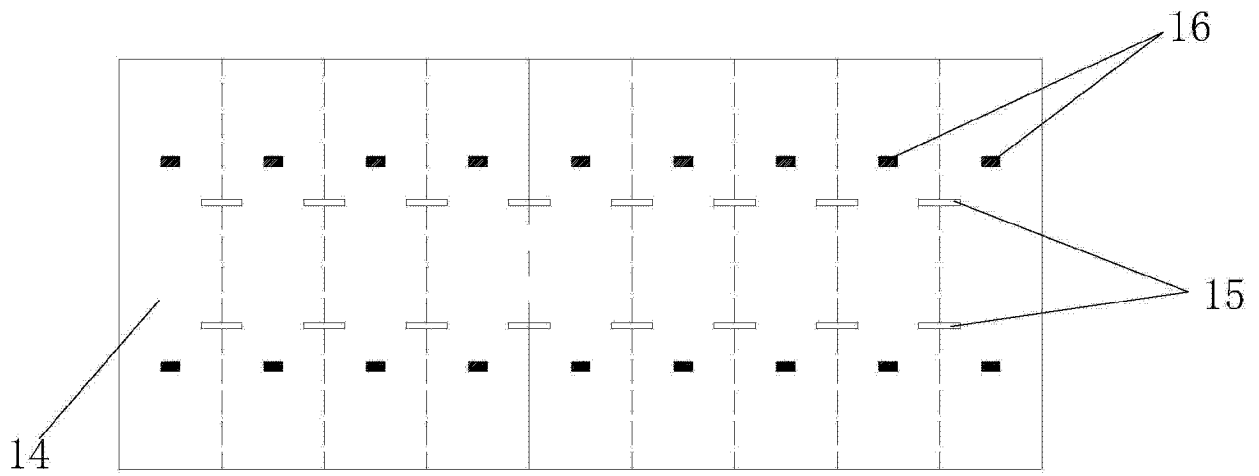


图 3

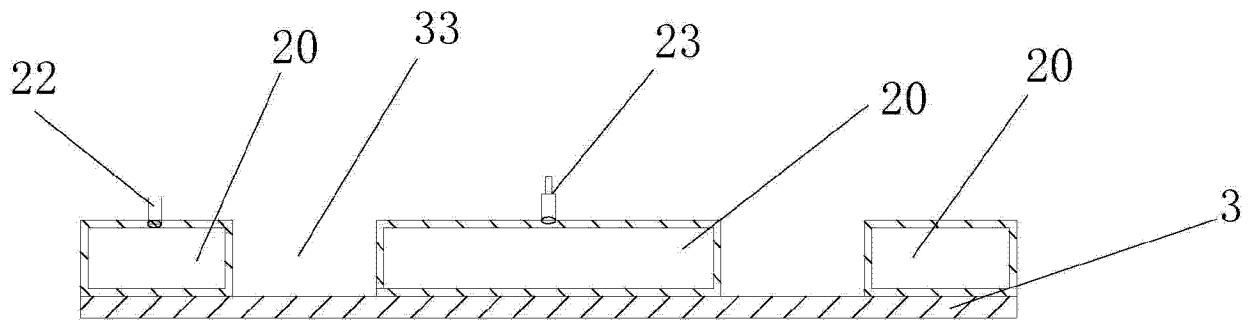


图 4

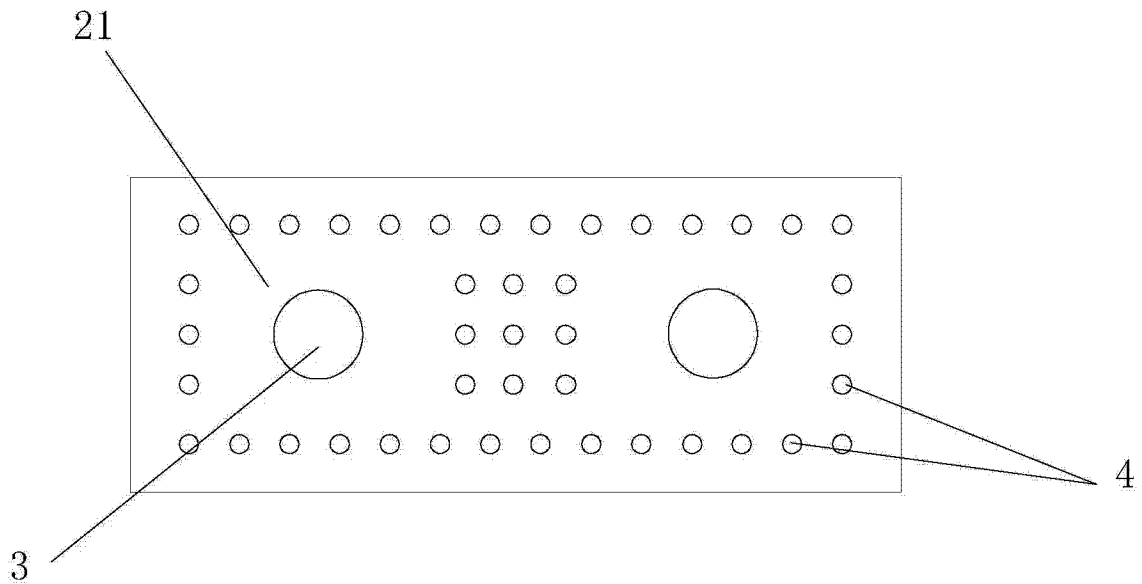


图 5

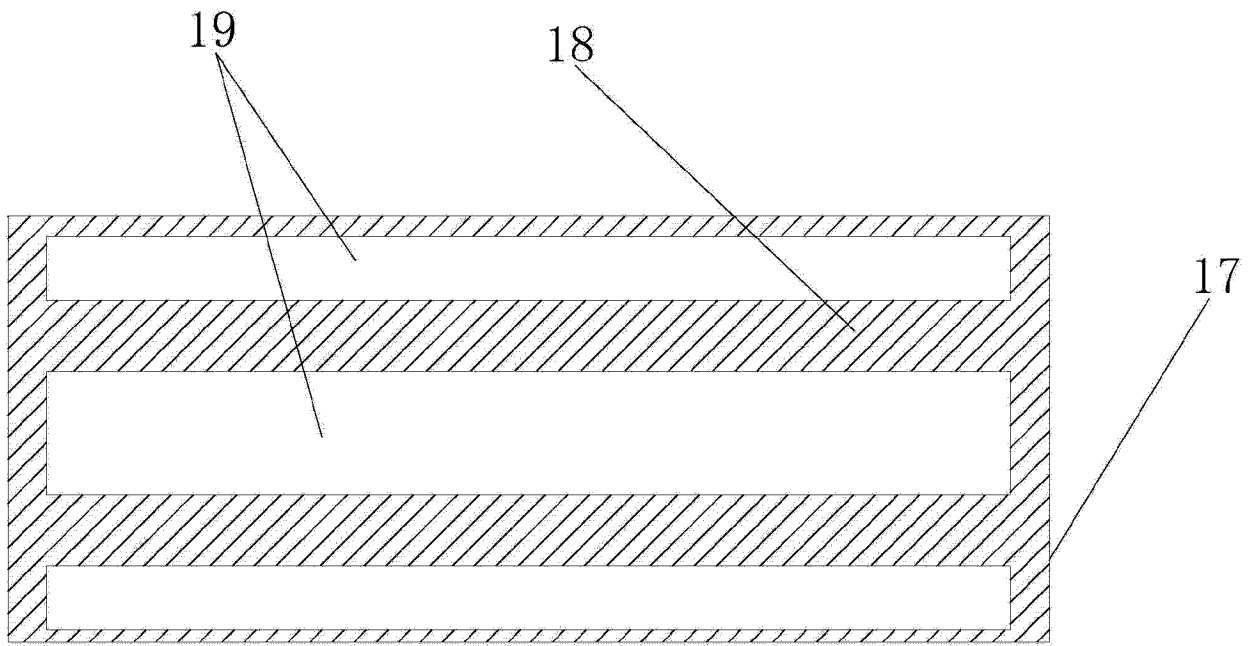


图 6

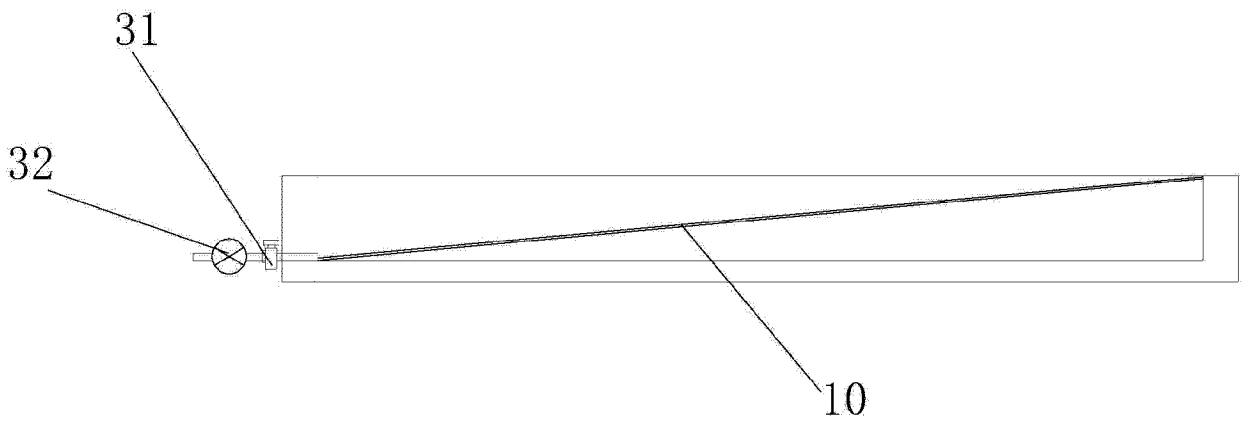


图 7

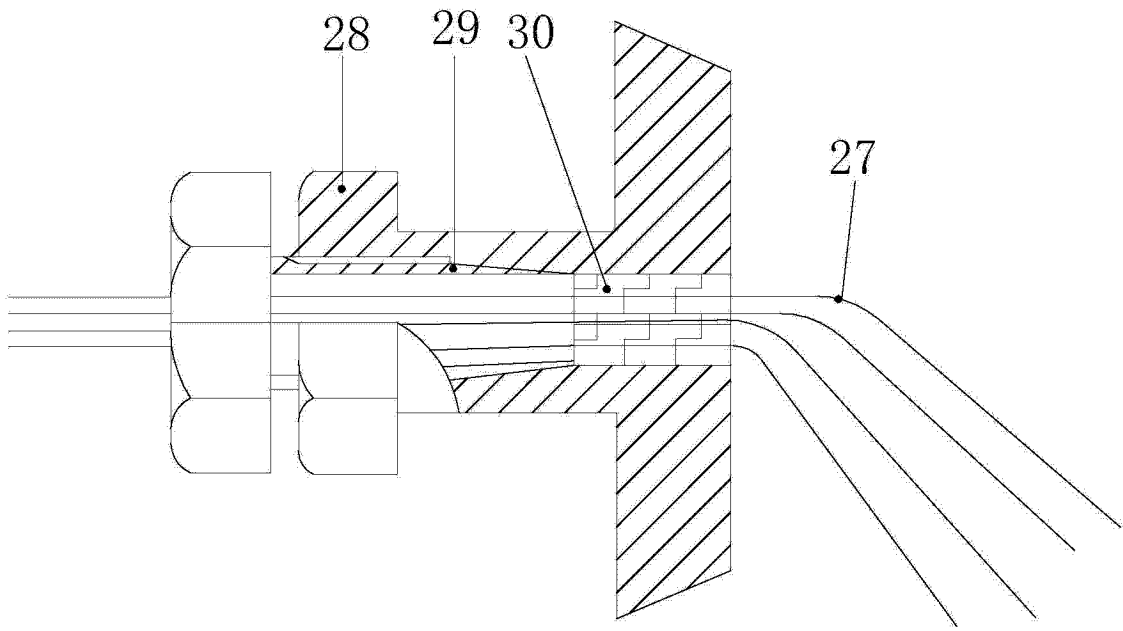


图 8