



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102360087 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201110264763. 3

(22) 申请日 2011. 09. 08

(73) 专利权人 山东科技大学

地址 266510 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 孙文斌 尹立明 刘进晓

(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.

G01V 9/00 (2006. 01)

G01N 33/00 (2006. 01)

审查员 李雪春

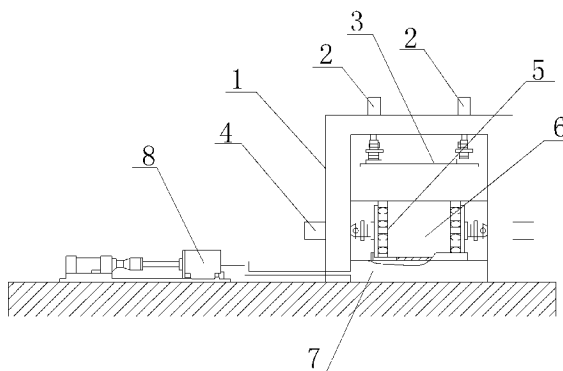
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法,其包括试验架,并且该试验架顶部设置有纵向加载机构,该纵向加载机构上设置有水平布置的加载板,该试验架的左右两侧分别设置有横向加载机构,两侧的横向加载机构相向布置,横向加载机构上设置有一竖直布置的侧板,加载板压在侧板的上边,该试验架的前后两侧分别设置有由高强度透明材料制成的面板,加载板、两个侧板、两个面板与试验架的底部形成一用于放置试样的容纳空间;试验架的底部下方设置有一水槽,该水槽与高压水缸相连通;该底部上设置有与该水槽相连通的透水区域,该透水区域的周边设置用于密封的橡皮囊。本发明操作简便,提高了模拟试验的真实性,从而获取更真实的数据。



1. 一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统,其包括试验架,其特征在于:该试验架顶部设置有纵向加载机构,该纵向加载机构上设置有水平布置的加载板,该试验架的左右两侧分别设置有横向加载机构,两侧的横向加载机构相向布置,横向加载机构上设置有一竖直布置的侧板,加载板压在侧板的上边,该试验架的前后两侧分别设置有由高强度透明材料制成的面板,加载板、两个侧板、两个面板与试验架的底部形成一用于放置试样的容纳空间;试验架的底部下方设置有一水槽,该水槽与高压水缸相连通;该底部上设置有与该水槽相连通的透水区域,该透水区域的周边设置用于密封的橡皮囊;

上述侧板内设置有腔体,侧板的上边开设有条形开口,该条形开口与腔体相连通,腔体内排列有能滑动的刚性块与弹性块,刚性块与弹性块交错排列,该条形开口处始终为一刚性块,该条形开口处的刚性块顶在加载板上;

上述纵向加载机构包括两个独立纵向施压的液压加载器,横向加载机构包括一个横向施压的液压加载器。

2. 根据权利要求1所述的试验系统,其特征在于:上述刚性块为条形钢块,上述弹性块为条形橡胶块;上述面板为钢化玻璃面板。

3. 根据权利要求1所述的试验系统,其特征在于:上述底部的透水区域设置有网状透水孔。

4. 根据权利要求1所述的试验系统,其特征在于:上述试样包括顶板、煤层与底板,底板铺设在试验架的底部,在底板的上方与下方均设置有传感器,底板上方铺设煤层,煤层上方铺设顶板,加载板压在顶板上。

5. 根据权利要求4所述的试验系统,其特征在于:上述顶板主要包括粗砂、细沙、石蜡、液压油与滑石粉,其重量份为:粗砂为3份-13份,细沙为3份-13份,石蜡为1份-6份,液压油为1份-7份,滑石粉为1份-6份;

煤层主要包括细沙、石蜡、液压油与滑石粉,其重量份为:细沙为11份-21份,石蜡为1份-6份,液压油为1份-7份,滑石粉为1份-6份;

底板主要包括细沙、石蜡、液压油与滑石粉,其重量份为:细沙为14份-24份,石蜡为1份-6份,液压油为1份-9份,滑石粉为1份-6份。

6. 根据权利要求1所述的试验系统,其特征在于:上述水槽内填充有高压有色水。

7. 一种模拟采动煤层底板突水的方法,其主要包括以下步骤:

A、将底板铺设在试验架的底部,并在底板的上方与下方均铺设多个传感器,相向的横向加载机构通过对应的侧板相底板施加横向应力;

B、在底板上方铺设煤层,在煤层上铺设顶板,待顶板铺设完毕后,纵向加载机构对顶板施加纵向应力,同时高压水缸向水槽内填充压力恒定的高压水;

C、挖掘煤层同时收集相应信息,直至底板突水。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于:上述相应信息包括底板应力信息、水压信息、水槽渗入底板的水量信息以及顶板、煤层与底板之间的位移信息。

一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种底板突水试验,尤其涉及一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法。

背景技术

[0002] 对于煤层底板突水问题,至今研究机理理论较为多样,加上近年来各种模拟软件如 FLAC-3D、Ansys、Comsol Multiphysics 等数值手段的不断研究深入,已在突水前岩体的渗流场、应力场等方面,取得了一定的成果。但是由于底板突水问题的复杂性,含水构造岩体系统所处水文地质随机性大,尤其是深井开采诱发因素较多,仅仅依靠理论研究、数值模拟难以进行验证分析,无法为底板突水过程提供较为全面的认识和分析。

[0003] 针对煤层底板突水机理的研究,20 世纪 40、50 年代,匈牙利韦格弗伦斯第一次提出“底板相对隔水层”的概念。他指出煤层底板突水不仅与隔水层厚度有关,而且还与水压力有关,突水条件受相对隔水层厚度的制约。我国的底板突水规律研究始于 20 世纪 60 年代,在焦作矿区水文地质大会战中,以煤科总院西安勘探分院为代表,提出了采用突水系数作为预测预报底板突水与否的标准。其后,80 年代初由山东科技大学的学者在实践中提出的“下三带”理论,认为开采煤层底板也象采动覆岩一样存在着三带,即: I 底板破坏带, II 完整岩层带(保护带), III 承压水导高带。而煤科总院北京开采所学者综合考虑了采动效应及承压水运动,提出原位张裂与零位破坏理论,阐明了底板岩体移动发生、发展、形成和变化的过程,揭示了矿井突水的内在原因。煤科总院北京开采所的多个学者从力学分析角度出发,提出薄板模型理论,认为底板岩体由采动导水裂隙带及底板隔水带组成。中科院地质所提出“强渗通道”说,认为底板是否发生突水关键在于是否具备突水通道。煤科院西安分院提出“岩水应力关系”说,认为底板突水是岩(底板砂页岩)、水(底板承压水)、应力(采动应力和地应力)共同作用的结果。中国矿业大学学者提出关键层理论,认为煤层底板在采动破坏带之下,含水层之上存在一层承载能力最高的岩层,称为“关键层”,底板突水与否决由关键层所控制。

[0004] 在室内试验研究方面,国内外在近几十年取得了显著的进展,但相似模拟模型试验的研究进展相对滞后。Romm, Snow 等人相继进行裂隙岩体水力学的试验研究,建立了裂隙岩体渗流模型,初步得到了岩体应力与渗流之间的一些基本关系。Brace W F 通过对花岗岩进行高压状态下的渗透性试验得出花岗岩渗透性随着有效围压、围压与孔隙压差的增加而减小;彭苏萍采用三轴岩石力学试验系统分析了砂岩储层岩石在全应力-应变过程中渗透率的变化规律和不同围压下岩石的孔渗性,建立了砂岩岩石应力-应变与渗透率之间的定量关系。虽然对岩体渗透率演变规律的研究相对成熟,但是在高水压、高围压作用岩体破裂的渗流场的演变规律无法获得,尤其在渗流通道的演变成灾失稳破裂机制上,仍无法获得满意效果。

[0005] 相似模拟试验是以相似理论、因次分析作为依据的试验研究方法,相比于传统结构模型试验更适用于矿山领域岩体突水的模型试验研究。原苏联学者 A. A. BOP И COB 首先

采用相似材料立体模型对采空区底板岩层的变形进行了研究, Faria 等从岩石力学的角度研究底板破坏机理;我国对于突水的相似模拟实验, 上世纪 80、90 年代就有一定的研究, 中国矿业大学、西安煤科院等单位先后开展煤层底板突水的相似实验, 对采矿活动影响、关键层理论等进行了进一步验证分析;通过无断层构造条件下底板突水的相似材料模拟试验, 证明了底板的 OX 型破坏特征, 解释了底板突水点的分布规律;还有通过完整底板和含地质构造的底板模拟试验, 表明完整底板破坏突水沿“零位破坏”线发生, 断层影响下突水与断层性质、采空区大小有密切关系。但对于目前深井高水压与底板岩性变化、底板突水全过程再现等相关细节问题还未见诸报道。

[0006] 由此可见, 现有技术有待于更进一步的改进和发展。

发明内容

[0007] 本发明为解决上述现有技术中的缺陷提供一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法。

[0008] 为解决上述技术问题, 本发明方案包括:

[0009] 一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统, 其包括试验架, 其中, 该试验架顶部设置有纵向加载机构, 该纵向加载机构上设置有水平布置的加载板, 该试验架的左右两侧分别设置有横向加载机构, 两侧的横向加载机构相向布置, 横向加载机构上设置有一竖直布置的侧板, 加载板压在侧板的上边, 该试验架的前后两侧分别设置有由高强度透明材料制成的面板, 加载板、两个侧板、两个面板与试验架的底部形成一用于放置试样的容纳空间;试验架的底部下方设置有一水槽, 该水槽与高压水缸相连通;该底部上设置有与该水槽相连通的透水区域, 该透水区域的周边设置用于密封的橡皮囊。

[0010] 所述的试验系统, 其中, 上述侧板内设置有腔体, 侧板的上边开设有条形开口, 该条形开口与腔体相连通, 腔体内排列有能滑动的刚性块与弹性块, 刚性块与弹性块交错排列, 该条形开口处始终为一刚性块, 该条形开口处的刚性块顶在加载板上。

[0011] 所述的试验系统, 其中, 上述刚性块为条形钢块, 上述弹性块为条形橡胶块;上述面板为钢化玻璃面板。

[0012] 所述的试验系统, 其中, 上述纵向加载机构包括两个独立纵向施压的液压加载器, 横向加载机构包括一个横向施压的液压加载器。

[0013] 所述的试验系统, 其中, 上述底部的透水区域设置有网状透水孔。

[0014] 所述的试验系统, 其中, 上述试样包括顶板、煤层与底板, 底板铺设在试验架的底部, 在底板的上方与下方均设置有传感器, 底板上方铺设煤层, 煤层上方铺设顶板, 加载板压在顶板上。

[0015] 所述的试验系统, 其中, 上述顶板主要包括粗砂、细沙、石蜡、液压油与滑石粉, 其重量份为:粗砂为 3 份-13 份, 细沙为 3 份-13 份, 石蜡为 1 份-6 份, 液压油为 1 份-7 份, 滑石粉为 1 份-6 份;

[0016] 煤层主要包括细沙、石蜡、液压油与滑石粉, 其重量份为:细沙为 11 份-21 份, 石蜡为 1 份-6 份, 液压油为 1 份-7 份, 滑石粉为 1 份-6 份;

[0017] 底板主要包括细沙、石蜡、液压油与滑石粉, 其重量份为:细沙为 14 份-24 份, 石蜡为 1 份-6 份, 液压油为 1 份-9 份, 滑石粉为 1 份-6 份。

[0018] 所述的试验系统,其中,上述水槽内填充有高压有色水。

[0019] 一种模拟采动煤层底板突水的方法,其主要包括以下步骤:

[0020] A、将底板铺设在试验架的底部,并在底板的上方与下方均铺设多个传感器,相向的横向加载机构通过对应的侧板相底板施加横向应力;

[0021] B、在底板上方铺设煤层,在煤层上铺设顶板,待顶板铺设完毕后,纵向加载机构对顶板施加纵向应力,同时高压水缸向水槽内填充压力恒定的高压水;

[0022] C、挖掘煤层同时收集相应信息,直至底板突水。

[0023] 所述的方法,其中,上述相应信息包括底板应力信息、水压信息、水槽渗入底板的水量信息以及顶板、煤层与底板之间的位移信息。

[0024] 本发明提供了一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法,在试验架上设置一容纳试样的容纳空间,将试样放置在容纳空间内,施加纵向应力与横向应力,然后开挖煤层收集相关数据,模拟深井高水压与底板岩性变化、底板突水全过程,从而获得底板突水的相关数据,应用于生产作业中,提高了采煤层作业的安全性,本发明操作简单,使试验更真实。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明中试验系统的结构简图;

[0026] 图 2 是本发明中试验系统进行试验时的结构简图;

[0027] 图 3 是本发明中侧板的结构简图;

[0028] 图 4 是本发明中透水区域的结构简图。

具体实施方式

[0029] 本发明提供了一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统及其方法,为了使本发明的目的、技术方案以及优点更清楚、明确,以下将结合附图与实施例,对本发明进一步详细说明。

[0030] 本发明提供了一种用于模拟采动煤层底板突水的试验系统,如图 1 所示的,其包括试验架 1,试验架 1 可以采用现有技术中已知的任何技术形式,比如采用试验架的长宽高均为 2 米,但不仅限于上述方式。

[0031] 该试验架 1 顶部设置有纵向加载机构 2,该纵向加载机构 2 上设置有水平布置的加载板 3,纵向加载机构 2 可以采用两个独立的千斤顶,可以同时向加载板 3 施加相同的纵向应力,也可以施加不同的纵向应力进行剪切力测试。该试验架 1 的左右两侧分别设置有横向加载机构 4,两侧的横向加载机构 4 相向布置,横向加载机构 4 上设置有一竖直布置的侧板 5,加载板 3 压在侧板 5 的上边,该试验架 1 的前后两侧分别设置有由高强度透明材料制成的面板,加载板 3、两个侧板 5、两个面板与试验架 1 的底部形成一用于放置试样的容纳空间 6,试样采用顶板、煤层与底板的结构方式,其模型的长宽高分别为 1.2 米、1 米与 0.5 米,使其与容纳空间 6 相适应,方便了用户操作。试验架 1 的底部下方设置有一水槽 7,该水槽 7 可以采用现有技术中已知的技术形式,该水槽 7 与高压水缸 8 相连通,为水槽 7 提供恒定压力的高压水,该高压水缸 8 也可以采用伺服水控制系统,更方便控制水槽 7 的水压、水流量。如图 4 所示的,该底部上设置有与该水槽 7 相连通的透水区域 9,该透水区域 9 的周边

设置用于密封的橡皮囊 10, 当该纵向加载机构 2 向试样施加纵向应力时, 使试样与橡皮囊 10 接触更加紧密, 提高了其密封性能。

[0032] 为了更进一步提高本发明的性能, 如图 3 所示的, 侧板 5 内设置有腔体, 侧板 5 的上边开设有条形开口, 该条形开口与腔体相连通, 腔体内排列有能滑动的刚性块 15 与弹性块 11, 刚性块 15 与弹性块 11 交错排列, 该条形开口处始终为一刚性块 15, 该条形开口处的刚性块 15 顶在加载板 3 上, 当向试样施加纵向应力时, 刚性块 15 挤压弹性块 11, 使加载板 3 施加的纵向应力更均匀, 使应力更有效的在试样内传递; 当相向试样施加横向应力时, 该条形开口处的刚性块 15 可以沿加载板 3 横向位移, 使剪切力更真实。并且刚性块 15 一般采用条形钢块, 弹性块 11 为条形橡胶块, 其截面为椭圆形, 更进一步的提高了侧板 5 的柔性加压性能, 面板一般采用钢化玻璃面板, 可以适量观察高压水在试样中运行的规律, 方便了用户研究底板突水的规律。并且可以在条形开口处更换不同高度的刚性块 15, 进而实现了调整条形口处刚性块 15 的高度, 实现了调整容纳空间 6 容积大小的目的, 可以将试样的顶板 12 与煤层 13 设置在刚性块 15 的上方、加载板 3 的下方, 进而使顶板 12 与煤层 13 只受到纵向载荷, 而底板 14 设置在两个侧板 5 之间, 受到纵向载荷与横向载荷; 也可以将整个试样放置在容纳空间 6 内, 使试样各个部分都受到纵向载荷与横向载荷, 也就是说使顶板 12、煤层 13 与底板 14 均受到纵向载荷与横向载荷。增加了试验方式与试验手段, 使试样受力模式更真实, 提高了试验结果的准确性与真实性。

[0033] 更进一步的, 纵向加载机构 2 包括两个独立纵向施压的液压加载器, 可以独立向加载板 3 施加相应的纵向应力, 横向加载机构 4 包括一个横向施压的液压加载器。并且底部的透水区域 9 设置有网状透水孔, 使高压水渗透更均匀, 使模拟底板突水更加真实。

[0034] 更进一步的, 如图 2 所示的, 上述试样包括顶板 12、煤层 13 与底板 14, 底板 14 铺设在试验架 1 的底部, 在底板 14 的上方与下方均设置有传感器, 底板 14 上方铺设煤层 13, 煤层 13 上方铺设顶板 12, 加载板 3 压在顶板 12 上。

[0035] 并且顶板 12 主要包括粗砂、细沙、石蜡、液压油与滑石粉, 其重量份为: 粗砂为 3 份-13 份, 细沙为 3 份-13 份, 石蜡为 1 份-6 份, 液压油为 1 份-7 份, 滑石粉为 1 份-6 份; 将上述材料按照重量份进行制造得到顶板。煤层 13 主要包括细沙、石蜡、液压油与滑石粉, 其重量份为: 细沙为 11 份-21 份, 石蜡为 1 份-6 份, 液压油为 1 份-7 份, 滑石粉为 1 份-6 份; 将上述材料按照重量份进行制造得到煤层。加载板 3 对顶板 12 进行均匀加载, 通过顶板 12 将载荷向煤层 13 进行传递, 比如纵向加载机构 2 纵向载荷 300KN, 实现了对浅部、深部岩层载荷的模拟。

[0036] 而底板 14 主要包括细沙、石蜡、液压油与滑石粉, 其重量份为: 细沙为 14 份-24 份, 石蜡为 1 份-6 份, 液压油为 1 份-9 份, 滑石粉为 1 份-6 份; 将上述材料按照重量份进行制造得到底板 14。比如底板的尺寸为 0.8m*0.5m*0.2m(长*高*宽), 按照需求可以调整各个材料的比例, 进而得到不同性质的底板岩层, 方便了进行各种条件下的试验研究。

[0037] 通过上述描述可知, 本发明采用左右方向的相向的横向加载机构 4, 当然根据需要可以固定一个侧板 5 进行单向加载, 不但可以有效固定底板模块, 亦可通过横向加载载荷, 单独试验模拟高地应力的底板破坏情况, 以便于位控和力控。同时针对顽固岩性底板, 加载可使断层构造活化或压实, 来改变断层构造带的影响破坏带大小, 进而监测开采煤层 13 前后水流参数及材料力学相关参数变化。

[0038] 并且水槽 7 一般采用具有一定支撑结构的不锈钢水槽,其尺寸一般为 1.2m*0.3m*0.2m(长*高*宽),试验架 1 的底部上开设有尺寸为 0.75m*0.15m(长*宽)的透水区域 9,可使底板 14 直接与高压水接触,比如高压水的水压载荷为 1.5MPa,根据需要也可以变换水压载荷,实现了恒定高水压的情况以及变化水压力的条件。也可以在水槽 7 的右侧下方有出水孔,便于试验结束后放水。水采用色水,便于观察分析承压水的导升、扩散及渗流路径等情况,方便了用户操作与记录相关状态。

[0039] 本发明还提供了一种模拟采动煤层底板突水的方法,其主要包括以下步骤:

[0040] 步骤 a:将底板铺设在试验架的底部,并在底板的上方与下方均铺设多个传感器,相向的横向加载机构通过对应的侧板相底板施加横向应力;

[0041] 步骤 b:在底板上方铺设煤层,在煤层上铺设顶板,待顶板铺设完毕后,纵向加载机构对顶板施加纵向应力,同时高压水缸向水槽内填充压力恒定的高压水;

[0042] 步骤 c:挖掘煤层同时收集相应信息,直至底板突水。

[0043] 并且步骤 c 中的相应信息包括底板应力信息、水压信息、水槽渗入底板的水量信息以及顶板、煤层与底板之间的位移信息。

[0044] 其更具体的为:

[0045] 1)、先进底板 14 各材料按照需求比,放入搅拌锅中调制;

[0046] 2)、将调制好的底板材料放入容纳空间 6 内,同时在其上、下方铺设传感器;稳定后横向加载机构 4 对其施加侧向应力;

[0047] 3)、分别调制并铺设煤层 13 及顶板 12,稳定后纵向加载机构 2 对顶板进行竖向加载,向下施加应力;

[0048] 4)、对下部水槽 7 施加水压,实验过程中水压保持恒压或水量保持恒流;

[0049] 5)、对煤层 13 进行开挖;

[0050] 6)、采集各项数据(应力、位移、水压、水量),直至突水;

[0051] 7)、根据需要,调整材料、水压等参数,重复上述步骤。

[0052] 其中步骤 2) 中可加入泡沫材料模拟裂隙或断层、陷落柱等地质构造,底板含不同地质构造时侧向加载应力不同,拓展了本发明的应用空间。

[0053] 当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。

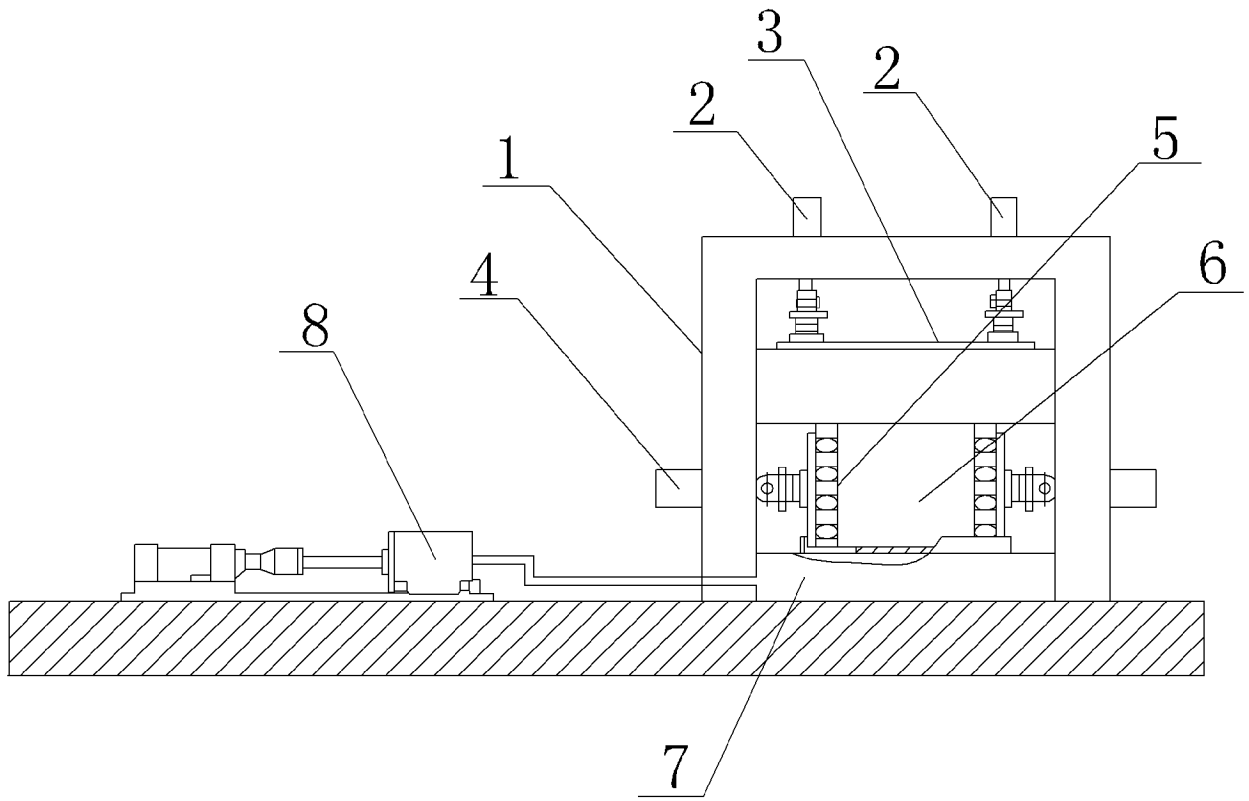


图 1

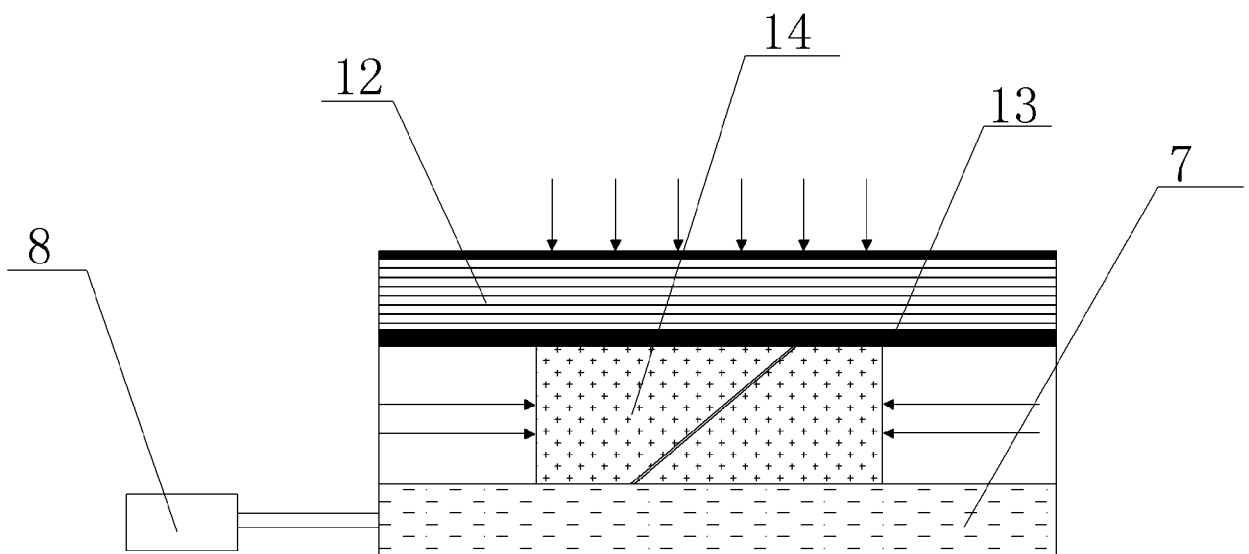


图 2

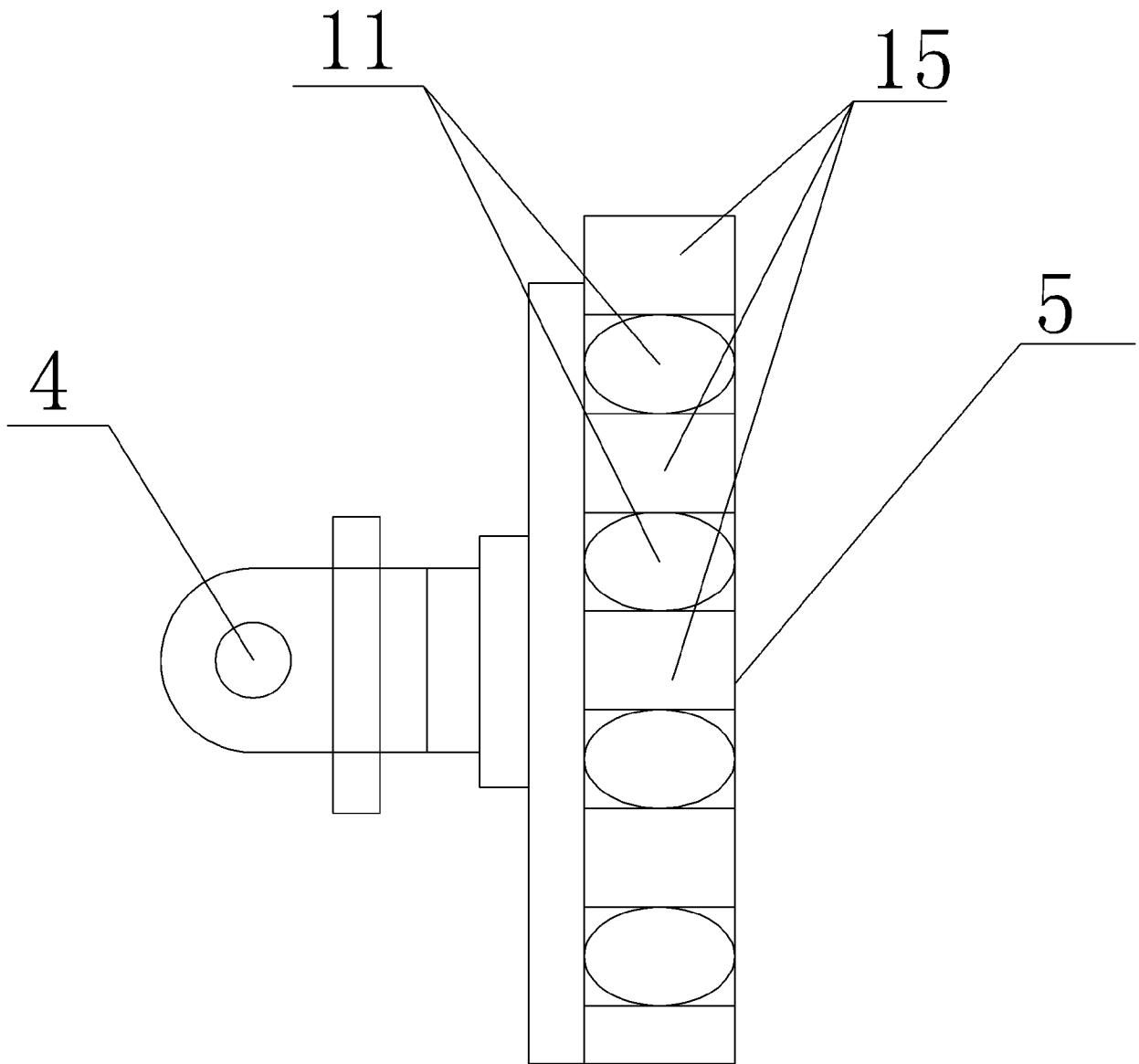


图 3

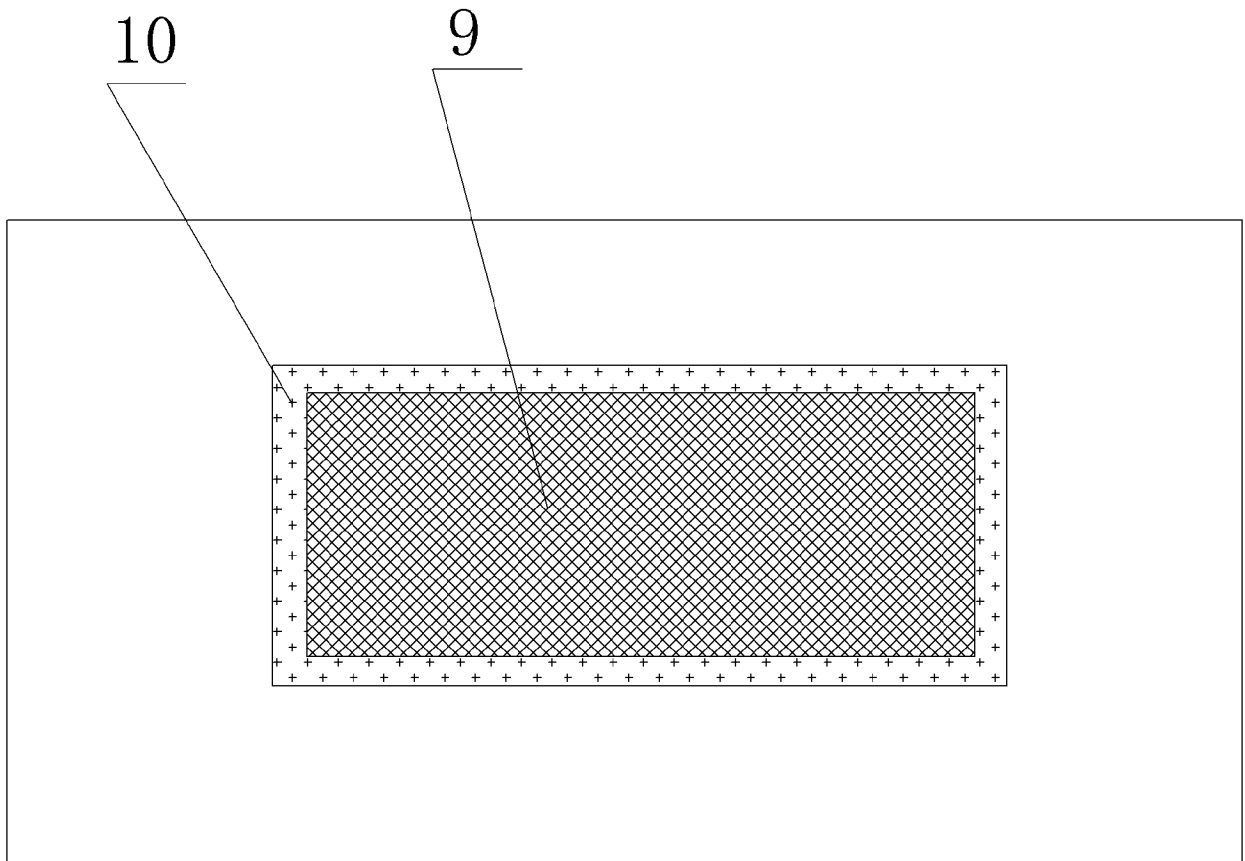


图 4