



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103018106 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201210491050. 5

(22) 申请日 2012. 11. 27

(71) 申请人 中国矿业大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路丁 11 号

(72) 发明人 王家臣 杨胜利 林力 李小萌

王兆会

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所

11255

代理人 毛燕生

(51) Int. Cl.

G01N 3/12(2006. 01)

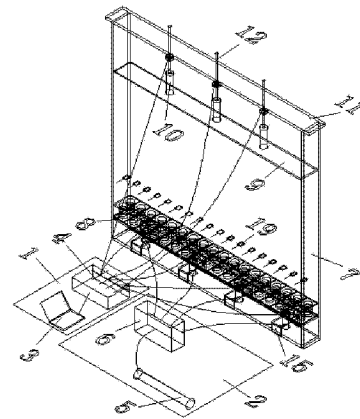
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 7 页

(54) 发明名称

一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台

(57) 摘要

本发明公开了一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,包括底部液压分离式加载系统、弹簧组、底部承载应力转化板、称重传感器、顶部承载应力转化板、顶部液压加载系统、应变计、数据采集和处理系统、模型框架和电源;底部液压分离式加载系统置于模型框架底部,顶部液压加载系统置于模型框架顶部,底部液压分离式加载系统上部依次装有称重传感器、底部承载应力转化板和弹簧组;顶部液压加载系统下部装有顶部承载应力转化板,在顶部和底部承载应力转化板之间形成一个空腔,其内设置铺设材料;应变计设置在铺设材料中;称重传感器和应变计与数据采集和处理系统连接。



1. 一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,包括底部液压分离式加载系统、弹簧组、底部承载应力转化板、称重传感器、顶部承载应力转化板、顶部液压加载系统、应变计、数据采集和处理系统、模型框架和电源;底部液压分离式加载系统用于从底部向空腔提供压力,顶部液压加载系统用于从顶部向空腔提供压力;底部液压分离式加载系统置于模型框架底部,顶部液压加载系统置于模型框架顶部,底部液压分离式加载系统上部装有称重传感器,称重传感器上部安装有底部承载应力转化板,底部承载应力转化板上安装有弹簧组;顶部液压加载系统下部装有顶部承载应力转化板,在顶部承载应力转化板和底部承载应力转化板之间形成一个空腔,空腔内设置铺设材料;应变计设置在铺设材料中;称重传感器和应变计与数据采集和处理系统连接,数据采集和处理系统用于采集测量数据并进行处理,电源为各部件提供电源。

2. 根据权利要求1所述可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,所述底部液压分离式加载系统包括一个手动压力泵、一个多通分配阀、若干个短型千斤顶以及高强度油管,手动压力泵通过高强度油管连接到多通分配阀上,所述短型千斤顶通过高强度油管分别连接到多通分配阀的各个接口上,短型千斤顶通过固定装置固定在框架底端横梁上。

3. 根据权利要求2所述可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,所述多通分配阀为四通分配阀,短型千斤顶为四个。

4. 根据权利要求1所述可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,所述顶部液压加载系统包括安装在模型顶端的高强度固定板、带铁板螺纹长直杆、普通千斤顶,带铁板螺纹长直杆安放在高强度固定板上,带铁板螺纹长直杆的下端有一个下端铁板,下端铁板和普通千斤顶之间安放有称重传感器,称重传感器凸头端与普通千斤顶顶端接触,另一平端与下端铁板严密接触,通过改变螺纹长直杆下部长度和普通千斤顶的高度来共同调节铺设材料的高度和加载应力大小。

5. 根据权利要求1所述可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,所述数据采集和处理系统包括包括称重传感器信号采集系统和应变计信号采集系统,并且和PC机相连,进行数据处理。

6. 根据权利要求1所述可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,还包括一个短形千斤顶固定装置,短型千斤顶固定装置安装在模型框架底部,用来固定短型千斤顶。

7. 根据权利要求1所述可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,其特征在于,所述称重传感器为轮辐式称重传感器。

## 一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台

### 技术领域

[0001] 本发明涉及矿山工程技术领域,尤其涉及一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台。

### 背景技术

[0002] 随着开采深度增加,底板承压水对工作面开采危害越来越严重,实际中承压水对底板作用机理以及破坏规律认识不足,工作面回采引起的底板破坏深度、底板承压水大小、底板不同岩层岩性、厚度及组合等因素和底板破坏、工作面突水都有密切关系。现有的底板承压水试验平台,模拟时底板加载的模拟承压水只是其上模拟材料和顶端铁块重量的一部分,并且其值无法计算。模拟材料和模型框架两端接触面的摩擦力,平衡了一部分模拟材料和顶端铁块的重量,所以实际中作用到弹簧组上的应力不大,并且是未知的,不能正确模拟底板承压水的加载。因为摩擦系数和铺设材料的夯实程度、材料组成都有很大关系,模拟材料和框架两端接触面的摩擦力很难算出;如果利用弹簧组的变形量来计算,由于作用在弹簧组的应力本来就不大,弹簧组变形量很小,很难准确量出压缩量,误差太大。所以现有承压水试验平台是不太符合实际情况的。

### 发明内容

[0003] 本发明解决的技术问题是如何直观看到,工作面回采过程中底板岩层变形、底鼓、破坏规律,以及承压水对底板岩层的作用机理和底板岩层的裂隙发育情况,可以直观判断出是否发生突水。

[0004] 为了解决以上技术问题,本发明实施例公开了一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台,包括底部液压分离式加载系统、弹簧组、底部承载应力转化板、称重传感器、顶部承载应力转化板、顶部液压加载系统、应变计、数据采集和处理系统、模型框架和电源;底部液压分离式加载系统用于从底部向空腔提供压力,顶部液压加载系统用于从顶部向空腔提供压力;底部液压分离式加载系统置于模型框架底部,顶部液压加载系统置于模型框架顶部,底部液压分离式加载系统上部装有称重传感器,称重传感器上部安装有底部承载应力转化板,底部承载应力转化板上安装有弹簧组;顶部液压加载系统下部装有顶部承载应力转化板,在顶部承载应力转化板和底部承载应力转化板之间形成一个空腔,空腔内设置铺设材料;应变计设置在铺设材料中;称重传感器和应变计与数据采集和处理系统连接,数据采集和处理系统用于采集测量数据并进行处理,电源为各部件提供电源。

[0005] 作为一种优选,底部液压分离式加载系统包括一个手动压力泵、一个多通分配阀、若干个短型千斤顶以及高强度油管,手动压力泵通过高强度油管连接到多通分配阀上,所述短型千斤顶通过高强度油管分别连接到多通分配阀的各个接口上,短型千斤顶通过固定装置固定在框架底端横梁上。

[0006] 作为一种优选,多通分配阀为四通分配阀,短型千斤顶为四个。

[0007] 作为一种优选,顶部液压加载系统包括安装在模型顶端的高强度固定板、带铁板

螺纹长直杆、普通千斤顶，带铁板螺纹长直杆安放在高强度固定板上，带铁板螺纹长直杆的下端有一个下端铁板，下端铁板和普通千斤顶之间安放有称重传感器，称重传感器凸头端与普通千斤顶顶端接触，另一平端与下端铁板严密接触，通过改变螺纹长直杆下部长度和普通千斤顶的高度来共同调节铺设材料的高度和加载应力大小。

[0008] 作为一种优选，数据采集和处理系统包括包括称重传感器信号采集系统和应变计信号采集系统，并且和 PC 机相连，进行数据处理。

[0009] 作为一种优选，包括一个短形千斤顶固定装置，短形千斤顶固定装置安装在模型框架底部，用来固定短形千斤顶。

[0010] 相对于现有技术而言，本发明中的实验平台能够实现对模拟材料底部的模拟承压水加载，也能够对模拟材料顶部加载，用以补充地应力。同时在不同层位埋设高精度应变计，在工作面推进过程中，对底板和顶板岩层中的应力变化进行实时在线监测和记录，并在线监测模拟材料底部和顶部加载的应力。能直观观察底板岩层的破坏规律、破坏深度以及是否会发生突水。

### 附图说明

[0011] 当结合附图考虑时，通过参照下面的详细描述，能够更完整更好地理解本发明以及容易得知其中许多伴随的优点，但此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本发明的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定，其中：

[0012] 图 1 是本发明实施例数据采集和处理系统示意图。

[0013] 图 2 是本发明实施例底部液压分离式加载系统示意图。

[0014] 图 3 是本发明实施例顶部液压加载系统示意图。

[0015] 图 4 是本发明实施例弹簧组示意图。

[0016] 图 5 是本发明实施例整体主视图。

[0017] 图 6 是本发明实施例整体侧视图。

[0018] 图 7 是本发明实施例三维整体示意图。

[0019] 附图中：1、数据采集和处理系统；2、底部液压分离式加载系统；3、数据处理系统；4、数据采集系统；5、手动压力泵；6、多通分配阀；7、模型框架；8、底部承载应力转化板；9、顶部承载应力转化板；10、普通千斤顶；11、高强度固定板；12、带铁板螺纹长直杆；13、称重传感器；14、短形千斤顶；15、短形千斤顶固定装置；16、弹簧固定钢板；17、弹簧；18、弹簧组；19、应变计。

### 具体实施方式

[0020] 参照图 1 至图 7 对本发明的实施例进行说明。

[0021] 为使上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0022] 如图 5-7 所示，一种可控制模拟承压水加载与底板破坏关系的实验平台，包括底部液压分离式加载系统 2、弹簧组 18、底部承载应力转化板 8、称重传感器 13、顶部承载应力转化板 9、顶部液压加载系统、应变计 19、数据采集和处理系统 1、模型框架 7 和电源；底部

液压分离式加载系统 2 用于从底部向空腔提供压力,顶部液压加载系统用于从顶部向空腔提供压力;底部液压分离式加载系统 2 置于模型框架 7 底部,顶部液压加载系统置于模型框架 7 顶部,底部液压分离式加载系统 2 上部装有称重传感器 13,称重传感器 13 上部安装有底部承载应力转化板 8,底部承载应力转化板 8 上安装有弹簧组 18;顶部液压加载系统下部装有顶部承载应力转化板 9,在顶部承载应力转化板 9 和弹簧组 18 之间形成一个空腔,空腔内设置铺设材料;应变计 19 设置在铺设材料中;称重传感器 13 和应变计 19 与数据采集和处理系统 1 连接,数据采集和处理系统 1 用于采集测量数据并进行处理,电源为各部件提供电源。其中,底部液压分离式加载系统 2 中的短型千斤顶 14 通过短型千斤顶固定装置 15 固定在模型框架 7 的底端承载横梁上,防止短型千斤顶 14 倾倒,短型千斤顶 14 上方是底部承载应力转化板 8,弹簧组 18 放在底部承载应力转化板 8 上,起到弹性缓冲、能量储存的作用。顶部液压加载系统用来补充地应力,可以模拟不同深度的地应力。实验时,弹簧组 18 上部弹簧固定钢板 16 和顶部承载应力转化板 9 之间空间内由下向上依次铺设依据煤层综合柱状图和相似比配置的相似材料组成的煤层、底板岩层及上覆岩层,通过底部液压分离式加载系统 2 对铺设材料最底端进行加压、通过顶部液压加载系统对铺设材料最上端进行向下加压。铺设模型过程中,在煤层、底板岩层和上覆岩层的不同层位埋设高精度应变计 19,用以监测煤层回采过程中煤层、底板岩层和上覆岩层中的应力变化,从而可以在线监测超前支承压力在底板和顶板中的传递情况、转移情况及衰减规律,对判断顶底板破坏最严重区域及影响范围都有指导意义。

[0023] 图 2 是底部液压分离式加载系统 2,包括一个 CP-700 手动压力泵 5、一个四通分配阀 6、四个短型千斤顶 14 以及连接装置,手动压力泵 5 通过高强度油管连接到四通分配阀 6 上,四个短型千斤顶 14 通过高强度油管分别连接到四通分配阀 6 的四个接口上,四个短型千斤顶 14 通过特制的短型千斤顶固定装置 15 固定在框架底端横梁上。底部液压分离式加载系统 2 可以精确模拟底板承压水的加载。

[0024] 图 3 是顶部液压加载系统,包括模型顶端高强度固定板 11、带螺纹长直杆 12、普通千斤顶 10。带螺纹长直杆 12 安放在高强度固定板 11 上,下端铁板和普通千斤顶 10 之间安放有称重传感器 13,称重传感器 13 凸头端与普通千斤顶 10 顶端接触,另一平端与下端铁板严密接触,通过改变带螺纹长直杆 12 下部长度和普通千斤顶 10 的高度来共同调节铺设材料的高度和加载应力大小。从而达到在铺设材料顶端加载不同应力,来模拟不同埋深条件下的煤层回采。

[0025] 图 4 是弹簧组 18。弹簧组 18 由弹簧 17 构成。把下部加载的刚性载荷转化为弹性载荷,作用在模拟材料的底端。各个弹簧组 18 相互独立,随着煤层回采,弹簧组 18 会发生不同程度的变形,一部分弹簧组 18 压缩量增加;一部分弹簧组 18 却伸长,释放储存的能量。和实际中底板承压水的作用机理完全一致。

[0026] 图 1 是数据采集和处理系统 1,包括二个独立的信号采集系统,轮辐式称重传感器 13 信号采集系统和应变计 19 信号采集系统,这二个采集卡都和数据采集系统 4 以及 PC 机 3 相连,进行数据处理。数据采集具体包括:布置在短型千斤顶 14 和普通千斤顶 10 上的 CST-502 压用轮辐式称重传感器 13,称重传感器 13 凸头端与短型千斤顶 14、普通千斤顶 10 顶端接触,另一平端分别与底部承载应力转化板 8、带铁板螺纹长直杆 12 的下端铁板严密接触,能在线监测加载到模拟材料底部和顶部的应力大小。称重传感器 13 外接 CST-502

传感器放大模块,经 USB-7360A 数据采集卡将数据线导入 PC 机,用 7360 系列高速驱动软件进行数据处理,该设备将采集的各传感器信号传送给数据处理系统进行处理。布置在煤层、底板岩层和上覆岩层中的 ZF (ZAM) 1000-2GB-CL8(\*\*)N\* 高精度应变计 19 和 STSS-1 应力检测模块,应变计 19 随着模拟材料的铺设而安放在不同的层位上,用以监测煤层回采过程中煤层、底板岩层以及上覆岩层内的应力变化;可以直观看到回采过程中岩层内应力变化、应力增高区、应力降低区以及应力传递、转移规律,可以判断出底板破坏范围和顶板垮落范围、初次来压步距、周期来压步距、底板最大破坏深度和破坏点。对实际生产有很好的指导意义。

[0027] 本发明具体实施时,依据相似理论,用沙土,石灰,石膏,水等材料按照一定比例分别制备对应岩性的相似材料,然后将相似材料水平铺设在弹簧组 18 和顶部承载应力转化板 9 之间,铺设实验材料同时埋设高精度应变计 19。模型铺设好以后,依据相似理论,通过底部液压分离式加载系统 2 和顶部液压加载系统对模拟材料底部和顶部分别加载应力,模拟底板承压水水压和地应力。加载时,先对模拟材料顶部进行加载,加载稳定后,再对模拟材料底部进行模拟承压水加载。短型千斤顶 14 上的称重传感器 13 显示的应力应该是加载地应力稳定后的应力与需要加载的模拟承压水应力之和。一边加载一边通过 PC 机进行监测,这样可以准确知道加载的应力大小。加载完成后,开始在煤层中开挖出切眼,对各个高精度应变计 19 进行信号采集。之后,模拟工作面的正常推进,并实时监测、记录应变计 19 采集的信号。观察底板变形、破坏深度和发展趋势,顶板变形失稳、垮落、发展趋势以及最大破坏高度。并及时测量底板岩层、上覆岩层移动的位移和破坏范围,直至开挖到模型边界,完成实验。

[0028] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式,但是本领域的技术人员应当理解,这些具体实施方式仅是举例说明,本领域的技术人员在不脱离本发明的原理和实质的情况下,可以对上述方法和系统的细节进行各种省略、替换和改变。例如,合并上述方法步骤,从而按照实质相同的方法执行实质相同的功能以实现实质相同的结果则属于本发明的范围。因此,本发明的范围仅由所附权利要求书限定。

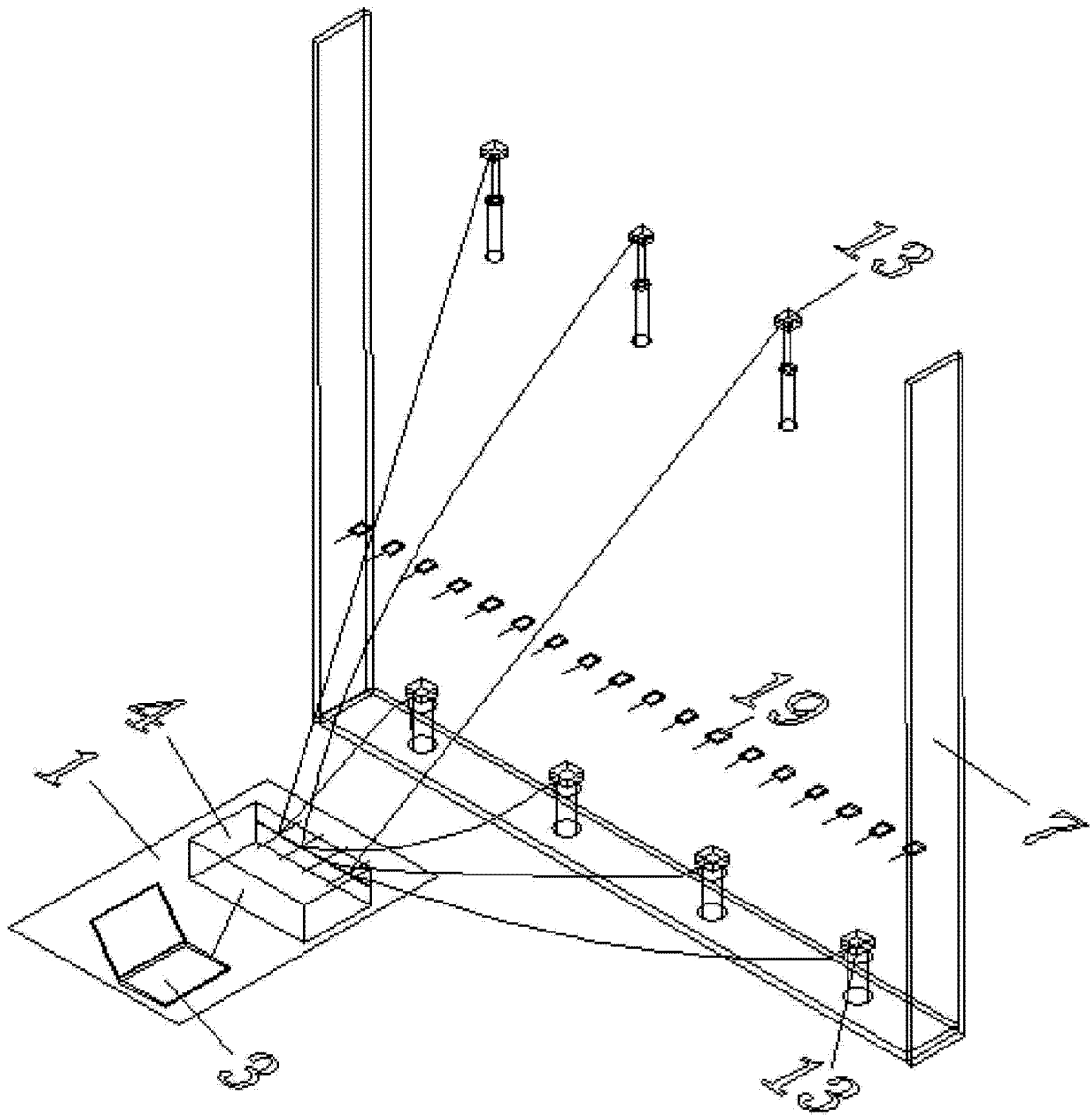


图 1

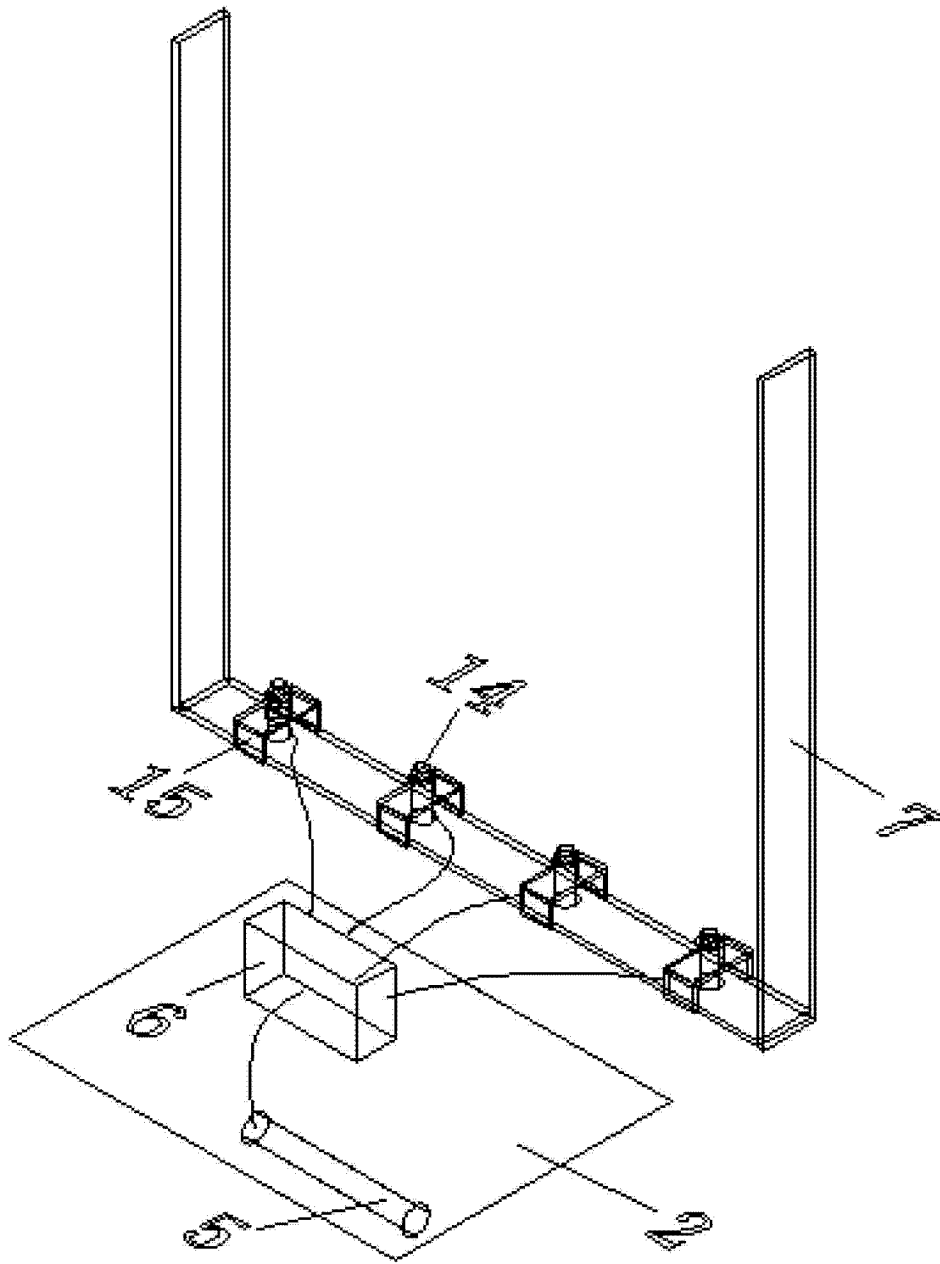


图 2



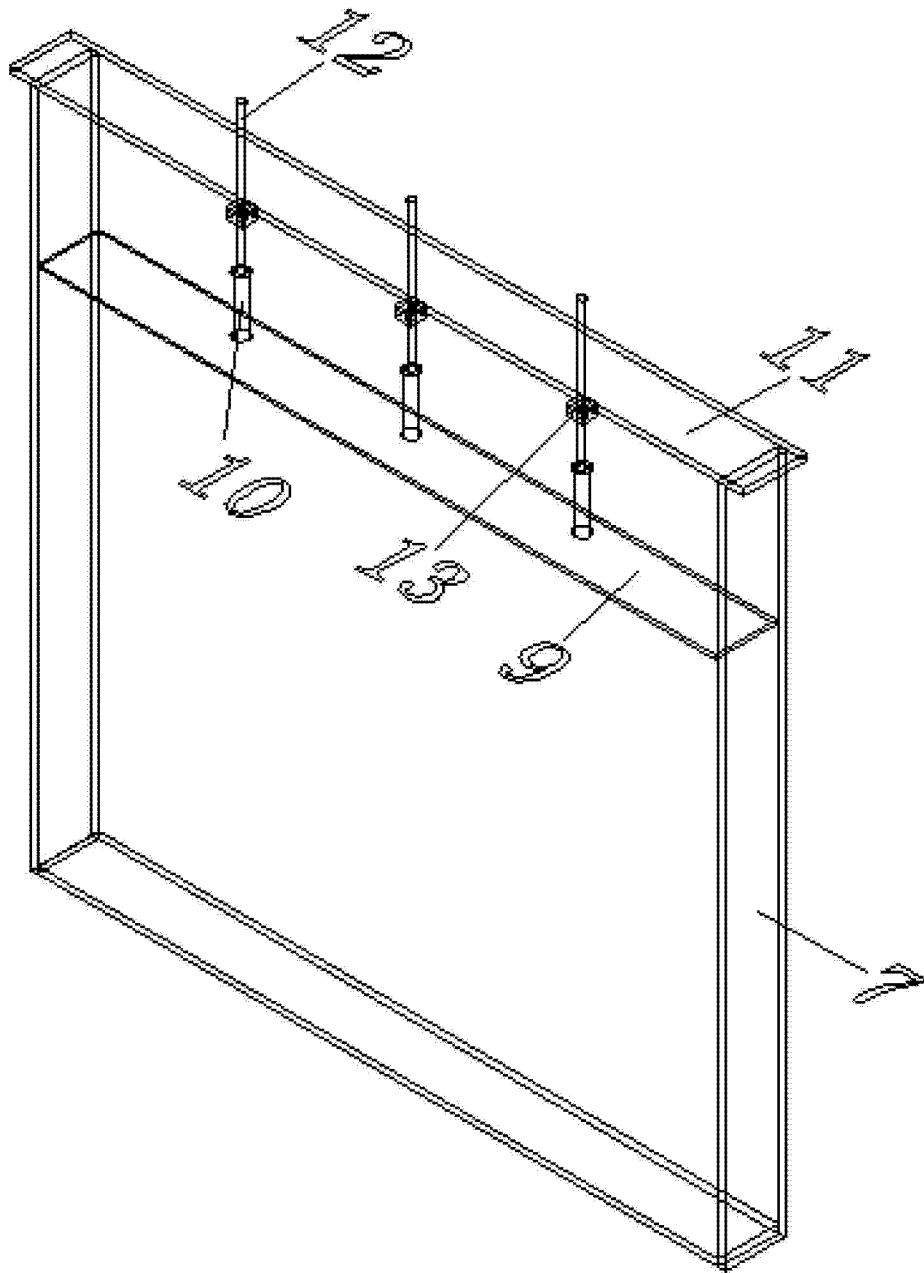


图 3

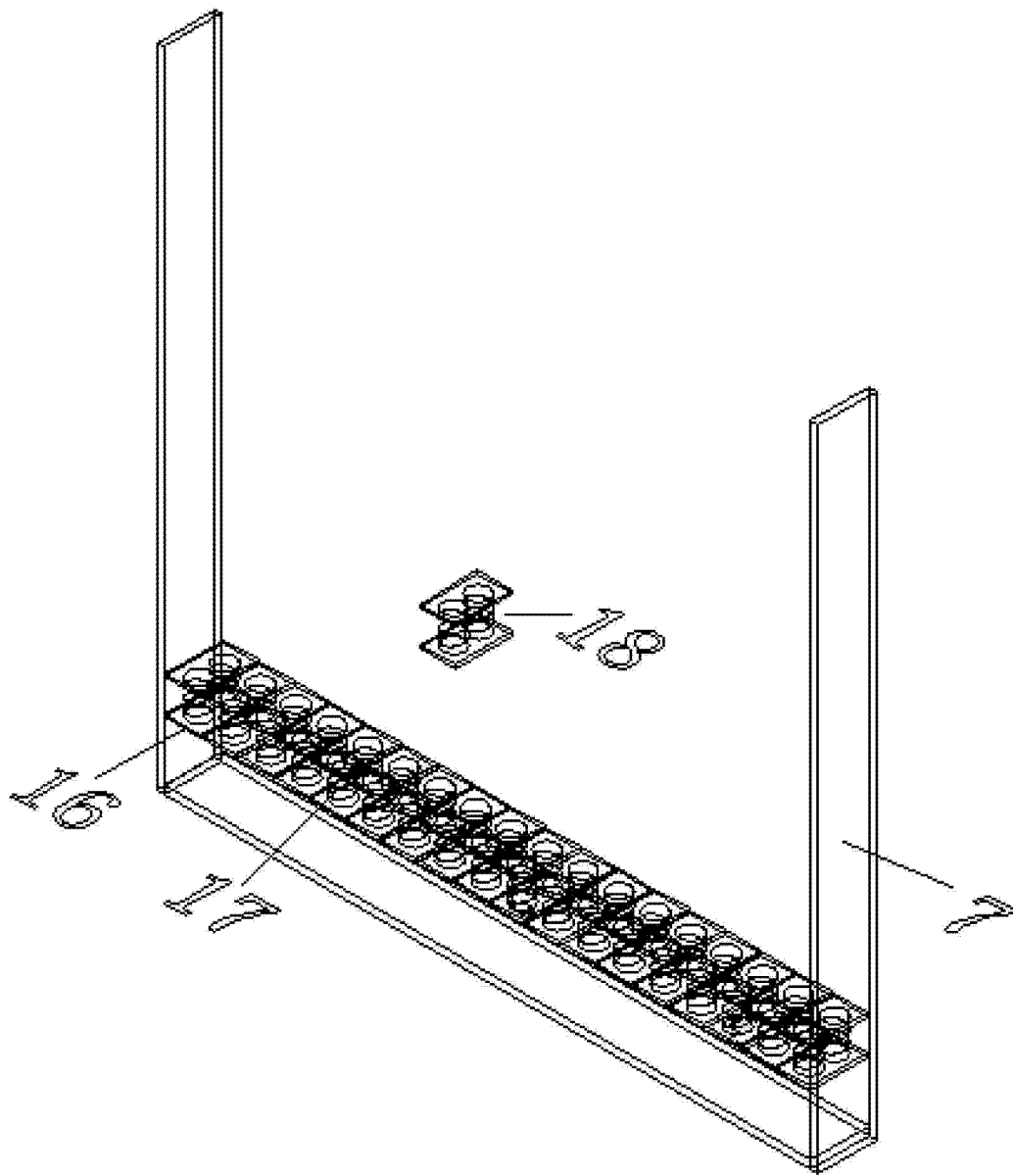


图 4

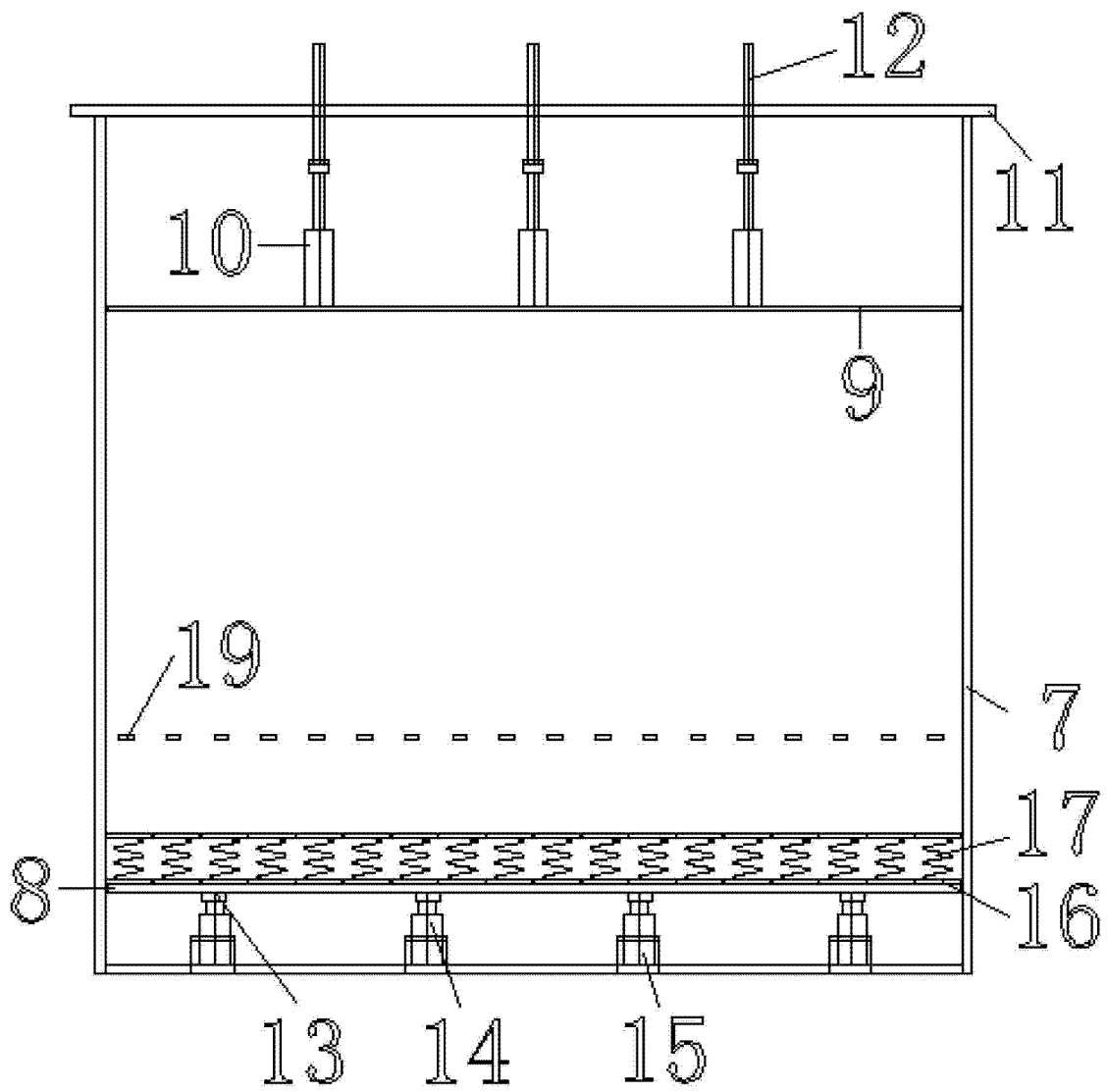


图 5

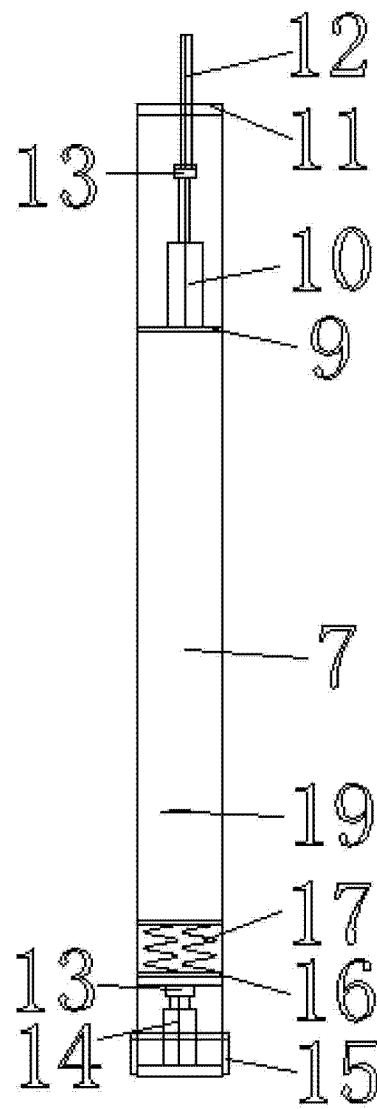


图 6

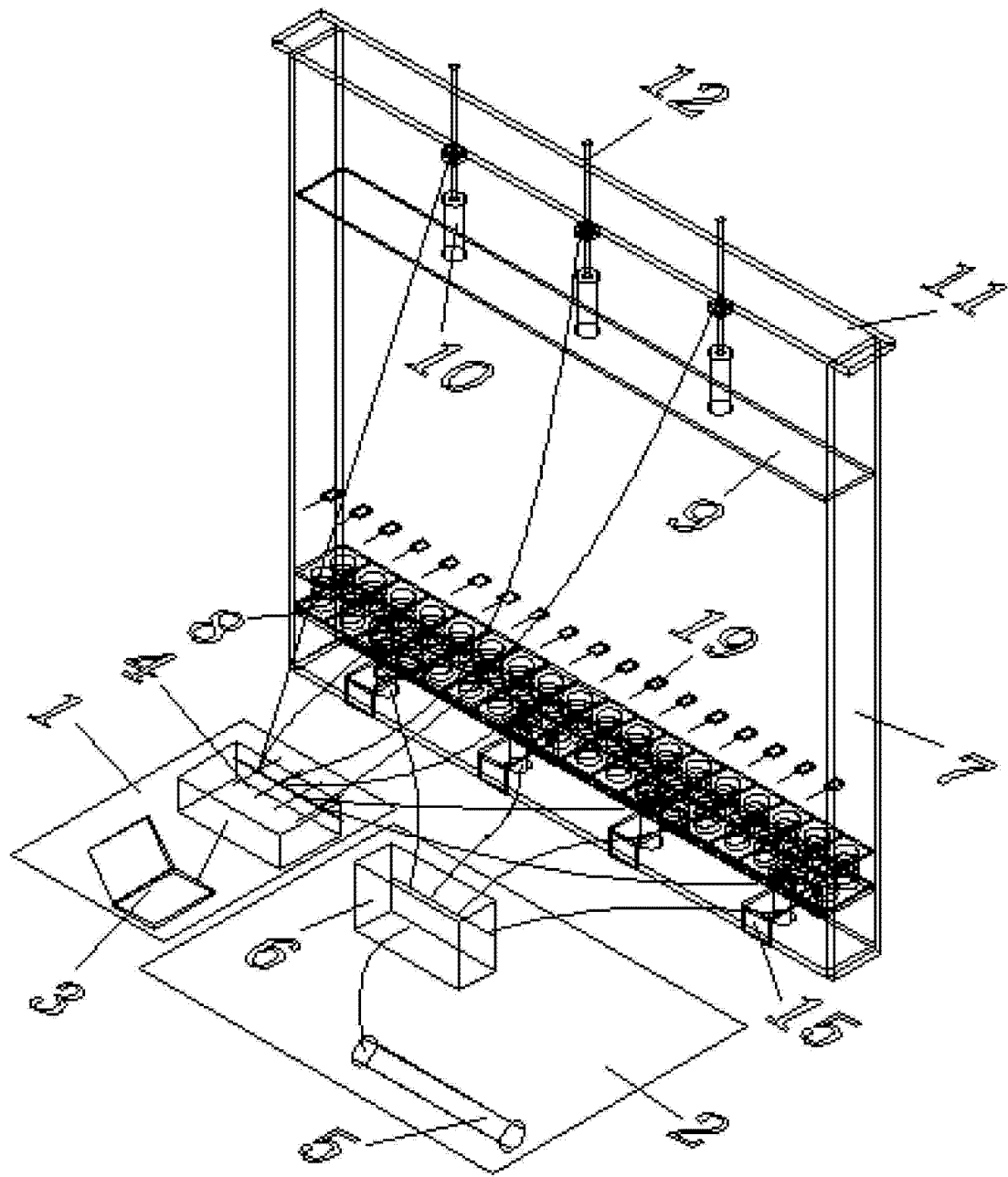


图 7