



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106644836 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(21)申请号 201710118308.X

(22)申请日 2017.03.01

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市经十路17923号

(72)发明人 刘人太 刘亚南 张庆松 张连震
姜其琛 桂大壮 郭焱旭 刘浩杰
杨红鲁

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张勇

(51)Int.Cl.

G01N 13/00(2006.01)

G01N 13/04(2006.01)

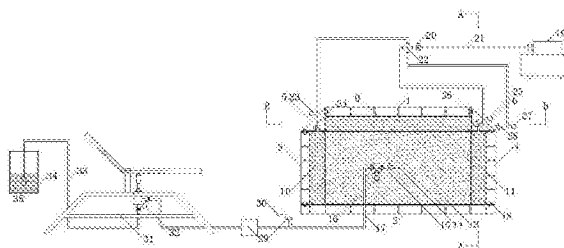
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种可视化劈裂注浆模型试验装置及其试验方法

(57)摘要

本发明公开了一种可视化劈裂注浆模型试验装置及其试验方法,装置包括试验台架、地应力加载系统、注浆系统和监测系统,试验台架为由多块反力架拼接构成的容纳试验箱的空间,反力架上均设置有透明层,以观察内部填充的浆液的扩散状态;地应力加载系统包括设置于试验台架的上侧与左右两侧的气囊和向气囊填充气体的压力装置,将浆液劈裂方向控制为水平劈裂;注浆系统包括注浆泵、储浆桶及注浆管,注浆泵提供动力将储浆桶内的注浆液通过注浆管注入试验台架的试验箱内;监测系统,包括监测被注介质内部的应力场的应力传感器以及注浆压力与注浆流量变化情况的注浆记录仪。本发明实现了可视条件下较为真实的地应力作用下的注浆模拟。



1. 一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:包括试验台架、地应力加载系统、注浆系统和监测系统,其中:

所述试验台架为由多块反力架拼接构成的容纳试验箱的空间,所述反力架上均设置有透明层,以观察内部填充的浆液的扩散状态;所述地应力加载系统包括设置于试验台架的上侧与左右两侧的气囊和向气囊填充气体的压力装置,将浆液劈裂方向控制为水平劈裂;

所述注浆系统包括注浆泵、储浆桶及注浆管,所述注浆泵提供动力将储浆桶内的注浆液通过注浆管注入试验台架的试验箱内;所述监测系统,包括监测被注介质内部的应力场的应力传感器以及注浆压力与注浆流量变化情况的注浆记录仪。

2. 如权利要求1所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述监测系统分为内部监测系统与外部监测系统,内部监测系统采用应力传感器,监测被注介质内部的应力场,在注浆前的地应力加载过程中,通过各个关键位置的应力反馈确定整个被注介质是否达到预定的地应力状态;在注浆过程中监测浆脉两侧及其他区域应力场变化状态;在注浆结束后监测地应力消散情况;外部监测系统采用注浆记录仪,实时监测注浆过程中的注浆压力与注浆流量变化情况。

3. 如权利要求1所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述地应力加载系统在试验台架内部被注介质上侧与左右两侧放置三个圆柱形气囊,通过上侧气囊与两侧气囊人为设定大小主应力环境。

4. 如权利要求1所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述气囊为透明的,且为弹性材质。

5. 如权利要求1所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述试验台架上预留有气囊进气孔;

或所述试验台架上预留有注浆孔,所述注浆孔与注浆管相连。

6. 如权利要求1所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述装置还包括图像采集模块,以采集应力作用下,浆液劈裂过程。

7. 如权利要求1所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述气囊通过进气管路与空压机相连;

或所述进气管路口通过四通分成四条支路,分别向各个气囊填充气体。

8. 如权利要求7所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述进气管路上设置有压力表,以记录进气压力。

9. 如权利要求8所述的一种可视化劈裂注浆模型试验装置,其特征是:所述进气管路上设置有控制阀门。

10. 基于如权利要求1-9中任一项所述的装置的试验方法,其特征是:包括以下步骤:

(1) 组装模型试验装置,预埋注浆管并进行填料,填料过程需要埋置传感器,填料结束后,放置气囊,并依次连接反力架;

(2) 对三个气囊进行充气,直至达到所需压力,保证横向应力大于竖向应力,使得浆脉沿水平方向劈裂;

(3) 组装连接相关管路,将预先配置好的浆液倒入储浆筒中并将注浆泵的进浆管路放置于储浆桶中浆液液面以下,使用注浆泵按一定频率将储浆筒中的浆液注入到所填介质中;

-
- (4) 开始注浆,注浆过程中透过透明层观察浆液扩散过程及被注介质劈裂过程;
 - (5) 对注浆过程进行实时监测,监测注浆整个过程中地应力、注浆压力及注浆流量变化情况。

一种可视化劈裂注浆模型试验装置及其试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可视化劈裂注浆模型试验装置及其试验方法。

背景技术

[0002] 注浆是一种在地下工程中加固软弱破碎围岩及封堵地下水的有效手段,模型试验是研究浆液在地层中扩散规律及加固机理的一种重要方法,如今大多数注浆工程都是在一定厚度的上覆岩层的围岩中实施,地应力对浆液的扩散规律有着重要影响。因此,能够真实的模拟存在的地应力是模型试验中相当重要的工作,对实际工程具有重大意义。

[0003] 但目前在这方面的研究比较匮乏,大多数研究者采用固定模型边界或刚性加载的方式,这与实际存在的地应力有很大差别,无法保证实际地应力的存在状态,进而导致模型试验结果误差很大,对实际工程意义不大。

[0004] 另外,目前对于模拟地应力的研究缺乏可视化的条件,无法真实的观察到浆液在地层中实际的扩散情况。

发明内容

[0005] 本发明为了解决上述问题,提出了一种可视化劈裂注浆模型试验装置及方法,本发明可准确地模拟真实地层中在地应力影响下注浆过程。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种可视化劈裂注浆模型试验装置,包括试验台架、地应力加载系统、注浆系统和监测系统,其中:

[0008] 所述试验台架为由多块反力架拼接构成的容纳试验箱的空间,所述反力架上均设置有透明层,以观察内部填充的浆液的扩散状态;所述地应力加载系统包括设置于试验台架的上侧与左右两侧的气囊和向气囊填充气体的压力装置,将浆液劈裂方向控制为水平劈裂;

[0009] 所述注浆系统包括注浆泵、储浆桶及注浆管,所述注浆泵提供动力将储浆桶内的注浆液通过注浆管注入试验台架的试验箱内;所述监测系统,包括监测被注介质内部的应力场的应力传感器以及注浆压力与注浆流量变化情况的注浆记录仪。

[0010] 所述监测系统分为内部监测系统与外部监测系统,内部监测系统采用应力传感器,监测被注介质内部的应力场,在注浆前的地应力加载过程中,通过各个关键位置的应力反馈确定整个被注介质是否达到预定的地应力状态;在注浆过程中监测浆脉两侧及其他区域应力场变化状态;在注浆结束后监测地应力消散情况;外部监测系统采用注浆记录仪,实时监测注浆过程中的注浆压力与注浆流量变化情况。

[0011] 所述地应力加载系统在试验台架内部被注介质上侧与左右两侧放置三个圆柱形气囊,通过上侧气囊与两侧气囊人为设定大小主应力环境。

[0012] 所述气囊为透明的,且为弹性材质。如橡胶等。

[0013] 当然,本领域技术人员能够在本发明的工作原料的启示下,将气囊的形状、材质等

进行更换,这些均属于简单替换,理应属于本发明的保护范围。

- [0014] 所述试验台架上预留有气囊进气孔。
- [0015] 所述试验台架上预留有注浆孔,所述注浆孔与注浆管相连。
- [0016] 所述装置还包括图像采集模块,以采集应力作用下,浆液劈裂过程。
- [0017] 所述气囊通过进气管路与空压机相连。
- [0018] 优选的,所述进气管路口通过四通分成四条支路,分别向各个气囊填充气体。
- [0019] 所述进气管路上设置有压力表,以记录进气压力。
- [0020] 所述进气管路上设置有控制阀门。
- [0021] 所述透明层为透明有机玻璃。
- [0022] 基于上述装置的试验方法,包括以下步骤:
- [0023] (1) 组装模型试验装置,预埋注浆管并进行填料,填料过程需要埋置传感器,填料结束后,放置气囊,并依次连接反力架;
- [0024] (2) 对三个气囊进行充气,直至达到所需压力,保证横向应力大于竖向应力,使得浆脉沿水平方向劈裂;
- [0025] (3) 组装连接相关管路,将预先配置好的浆液倒入储浆筒中并将注浆泵的进浆管路放置于储浆桶中浆液液面以下,使用注浆泵按一定频率将储浆筒中的浆液注入到所填介质中;
- [0026] (4) 开始注浆,注浆过程中透过透明层观察浆液扩散过程及被注介质劈裂过程;
- [0027] (5) 对注浆过程进行实时监测,监测注浆整个过程中地应力、注浆压力及注浆流量变化情况。
- [0028] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:
- [0029] (1) 本发明实现了可视条件下地层应力作用下的注浆模拟。与前人的研究相比,该系统成功实现了可视条件下较为真实的地应力作用下的注浆模拟,得出的相关结论更符合工程实际;
- [0030] (2) 本发明实现了被注介质中的浆液扩散过程(包括劈裂、渗透)的可视化模拟。
- [0031] (3) 气囊属于柔性承压系统,气囊内部的压力基本维持不变,实现气囊与被注介质协同变形并维持恒定的加载应力不变。使得模拟所得地应力更加符合实际地层情况,使试验结果更加真实可信。
- [0032] (4) 可以实现劈裂注浆扩散过程的追踪,准确获得劈裂通道扩展过程中注浆压力与被注介质内部压力场、位移场演化规律;并且可获得劈裂过程中浆脉厚度时空演化规律及劈裂缝尖端几何形态及其运动特征。
- [0033] (5) 注浆模型采用模块化的组装方式,方便安装与拆卸。

附图说明

- [0034] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。
- [0035] 图1为模型试验系统整体结构示意图;
- [0036] 图2为模型试验装置钢架正面连接图;
- [0037] 图3为模型试验装置钢架背面连接图;

[0038] 图4(a)、图4(b)为模型试验装置钢架侧面连接图及试验装置A-A剖面图;

[0039] 图5(a)、图5(b)为模型试验装置钢架顶部连接图及试验装置B-B剖面图;

[0040] 1——上侧钢架;2——下侧钢架;3——左侧钢架;4——右侧钢架;5——左侧三角钢架;6——右侧三角钢架;7——前侧钢架;8——后侧钢架;9——上侧气囊;10——左侧气囊;11——右侧气囊;12——透明有机玻璃;13——被注介质;14——注浆管;15——注浆管路阀门;16——注浆管路阀门;17——注浆管路;18——钢架连接螺栓;19——空压机;20——进气管路阀门;21——进气管路;22——进气管路四通;23——左侧气囊进气管路压力表;24——左侧气囊进气管路阀门;25——上侧气囊进气管路压力表;26——上侧气囊进气管路阀门;27——右侧气囊进气管路压力表;28——右侧气囊进气管路阀门;29——注浆记录仪;30——电缆;31——手动注浆泵;32——手动注浆泵压力表;33——手动注浆泵进浆管路;34——储浆桶;35——浆液;36——预留接线孔;37——预留气囊进气孔。

具体实施方式:

[0041] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0042] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解相同含义。

[0043] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0044] 作为一种典型实施例,一种可视化劈裂注浆模型试验装置,包括试验台架、地应力加载系统、注浆系统、监测系统。

[0045] 试验台架由八块钢制反力架构成,试验台架紧贴前侧反力钢架放置透明有机玻璃,透过透明有机玻璃可动态观察浆液的扩散状态。后侧反力钢架已经预留出注浆孔及接线孔。

[0046] 地应力加载系统在试验台架内部被注介质上侧与左右两侧放置三个圆柱形气囊,通过上侧气囊与两侧气囊人为设定大小主应力环境,控制浆液劈裂方向为水平劈裂。

[0047] 注浆系统由手动注浆泵、储浆桶及注浆管构成,储浆桶可为一端开口的普通水桶,利用手动注浆泵提供稳定注浆压力。

[0048] 监测系统分为内部监测系统与外部监测系统,内部监测系统采用应力传感器,监测被注介质内部的应力场,在注浆前的地应力加载过程中,通过各个关键位置的应力反馈确定整个被注介质是否达到预定的地应力状态;在注浆过程中监测浆脉两侧及其他区域应力场变化状态;在注浆结束后监测地应力消散情况。外部监测系统采用注浆记录仪,实时监测注浆过程中的注浆压力与注浆流量变化情况。

[0049] 一种可视化劈裂注浆模型试验方法,包括以下步骤:

[0050] (1) 组装模型试验装置。首先依次将下侧反力钢架、左右侧反力钢架及前后侧反力钢架通过螺栓连接;其次将透明有机玻璃放入并用玻璃胶使有机玻璃与反力钢架紧密贴合;然后将左右侧气囊放置于左右侧反力钢架内。

[0051] (2) 预埋注浆管并进行填料,填料过程需要埋置传感器,填料结束后,放置上侧气囊并依次将上侧反力钢架、三角反力钢架通过螺栓连接完毕。

[0052] (3) 利用空压机对三个气囊进行充气,直至达到所需压力。本试验方法中,竖向应力为小主应力,横向应力为大主应力,保证浆脉沿水平方向劈裂。

[0053] (4) 组装连接相关管路,将试验台架、储浆筒、传感器、注浆记录仪、手动注浆泵、电脑等各种设备管线连接完毕。

[0054] (5) 将预先配置好的浆液倒入储浆筒中并将手动注浆泵的进浆管路放置于储浆桶中浆液液面以下,使用手动注浆泵按一定频率将储浆筒中的浆液注入到所填介质中。

[0055] (6) 打开进浆阀门,开始注浆,注浆过程中透过透明有机玻璃观察浆液扩散过程及被注介质劈裂过程。

[0056] (7) 监测系统对注浆过程进行实时监测,监测注浆整个过程中地应力、注浆压力及注浆流量变化情况。同时采用高清数码摄像机实时采集浆液扩散图像,便于后续注浆动态扩散过程的分析。

[0057] (8) 模型试验结束,进行装置的拆卸清理以及注浆管路的清洗等后续工作。

[0058] 本发明中的空压机、手动注浆泵、储浆桶、注浆记录仪及应力传感器为现有设备,在此不再赘述。

[0059] 如图1所示,本附图1是为了把整个试验系统连接情况(装置与电脑及传感器连接情况并未表示)示意出来,其中试验装置观察角度为后侧,上述左右侧钢架及气囊方位皆按此图表示。

[0060] 注浆模型试验使用手动注浆泵在含粘性土砂层中实施注浆,注浆材料为单液水泥浆(本发明同样适用于双液浆及化学浆液等的注入)。

[0061] (1) 组装模型试验装置。首先依次将下侧反力钢架(2)、左侧反力钢架(3)、右侧反力钢架(4)及前后侧反力钢架(7)(8)通过螺栓(18)连接;其次将透明有机玻璃(12)放入并用玻璃胶使有机玻璃与反力钢架紧密贴合;然后将左右侧气囊(10)(11)放置于左右侧反力钢架内(3)(4)。

[0062] (2) 预埋注浆管(14)并进行填料,填料过程需要埋置传感器,填料结束后,放置上侧气囊(9)并依次将上侧反力钢架(1)、左右侧三角反力钢架(5)(6)通过螺栓连接完毕。

[0063] (3) 同时打开空压机管路阀门(20)、左侧气囊管路阀门(24)、上侧气囊管路阀门(26)及右侧气囊管路阀门(28),利用空压机(19)对三个气囊进行充气,观察压力表读数,直至达到所需压力,即可关闭阀门(20)、(24)、(26)、(28)。

[0064] (4) 将预先配置好的浆液(35),本实施例为水灰比1:1的水泥浆单液,倒入过储浆筒(34)中,并组装连接进浆管路(33)、注浆记录仪(29)及注浆管路(17),将试验模型装置、储浆筒、传感器、注浆记录仪电缆、手动注浆泵、电脑等相关管线连接完毕。

[0065] (5) 打开注浆管路阀门(16),使用手动注浆泵(31)将储浆筒中的浆液吸入,待浆液到达,关闭注浆管路阀门(16),打开注浆管路阀门(17)进行注浆并开始计时。

[0066] (6) 注浆过程中透过透明有机玻璃(12)观察浆液扩散过程及被注介质劈裂过程。

[0067] (7) 监测系统对注浆过程进行实时监测,监测注浆整个过程中地应力、注浆压力及注浆流量变化情况。同时采用高清数码摄像机实时采集浆液扩散图像,便于后续注浆动态扩散过程的分析。

[0068] (8) 模型试验结束,进行装置的拆卸清理及注浆管路的清洗等后续工作。

[0069] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

[0070] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

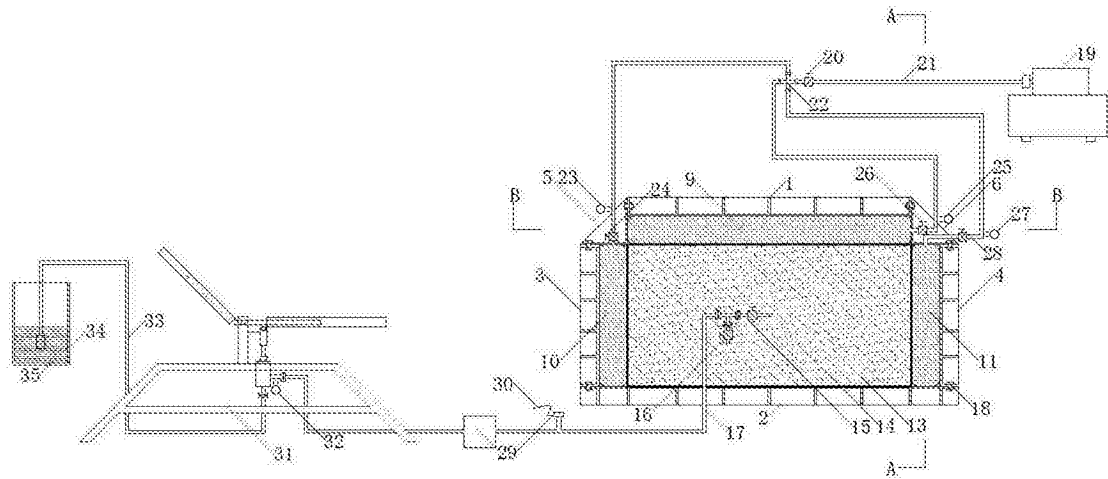


图1

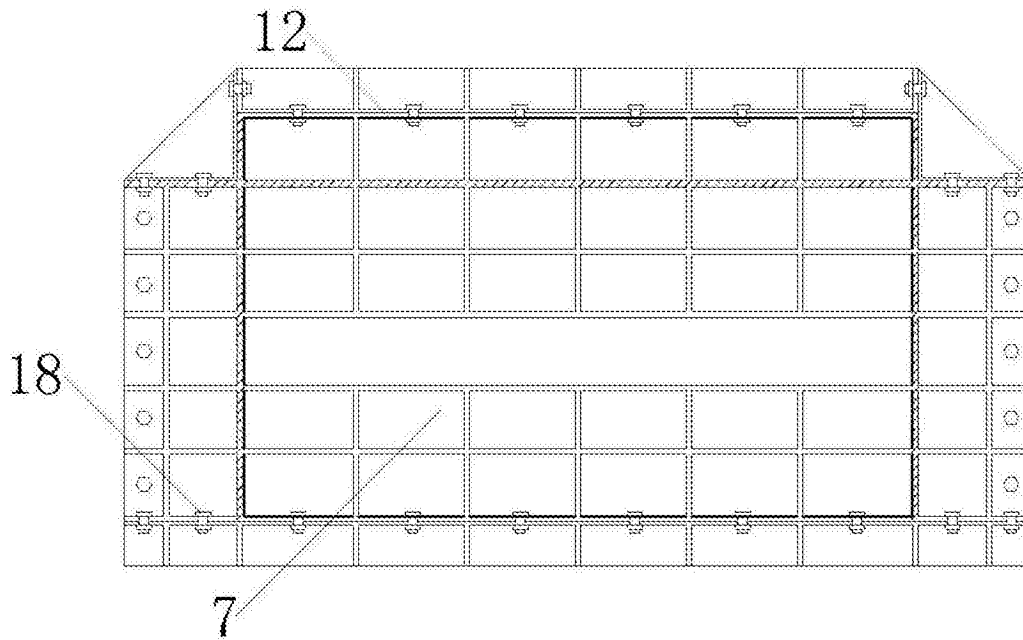


图2

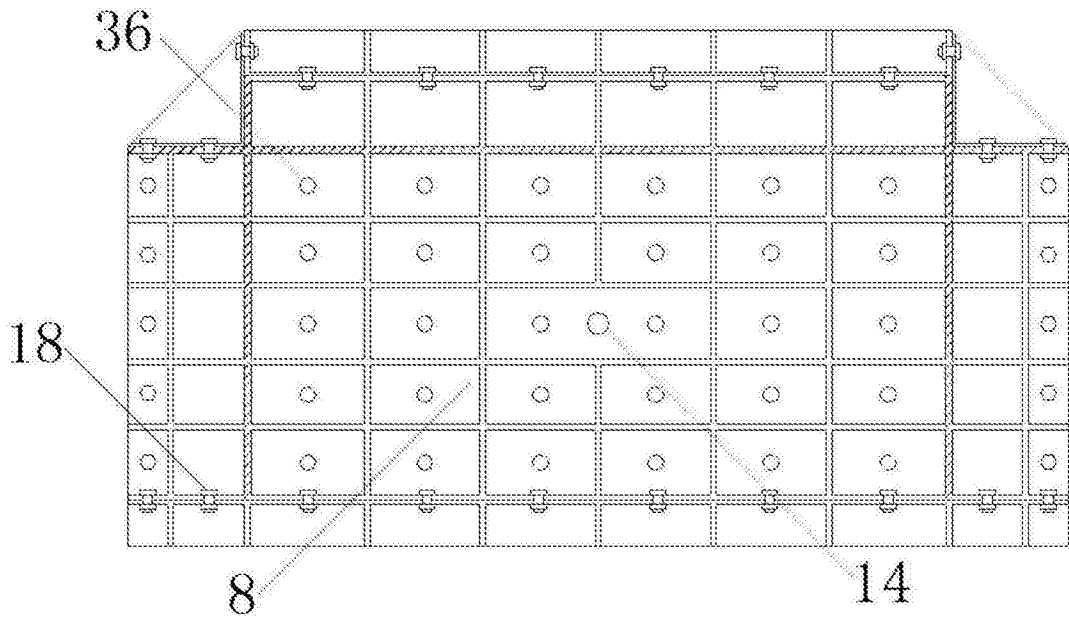


图3

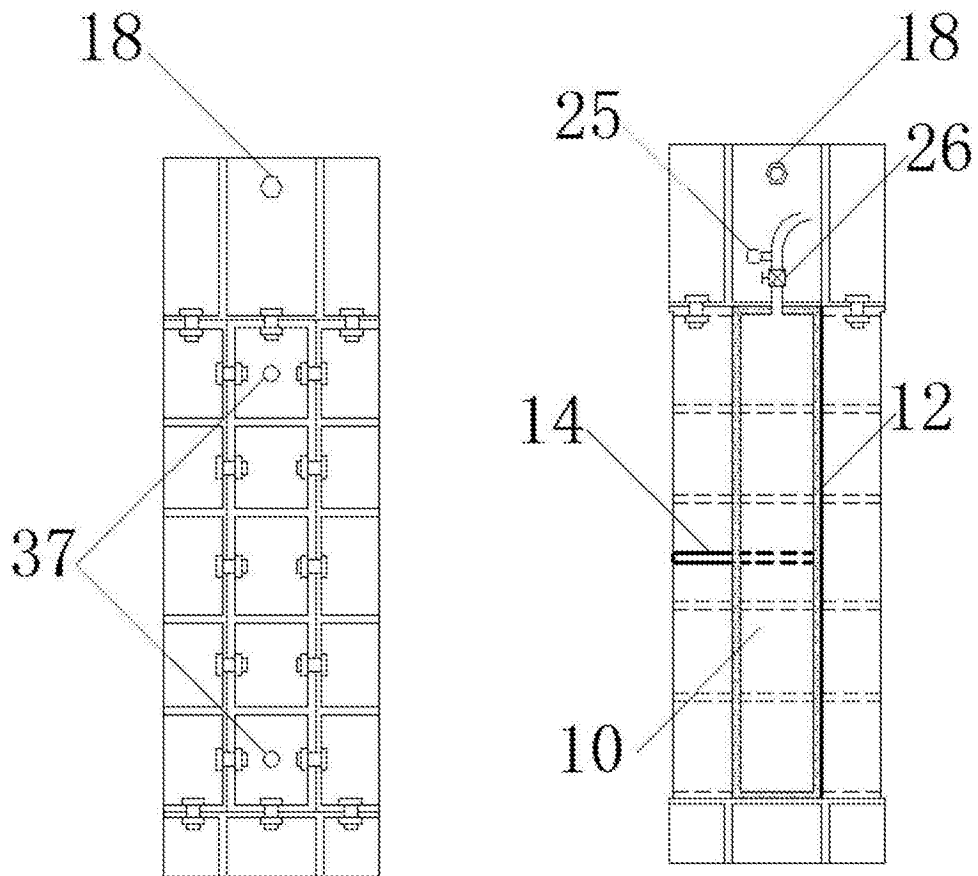


图4(a)

图4(b)

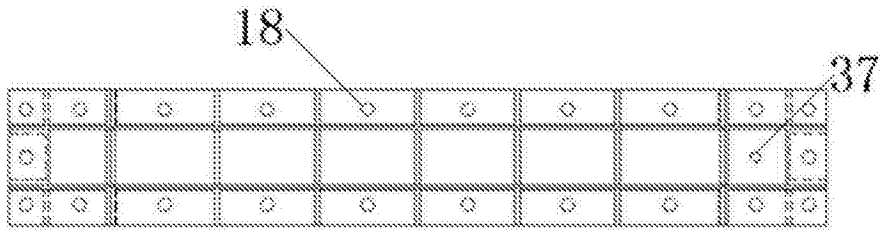


图5 (a)

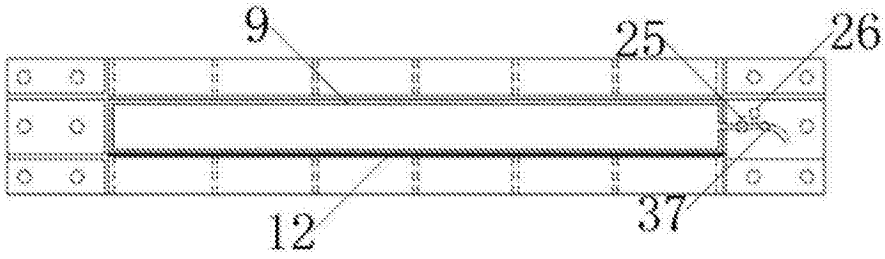


图5 (b)