



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106153520 B

(45)授权公告日 2020.04.07

(21)申请号 201610652799.1

(22)申请日 2016.08.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106153520 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(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 高宗军 时孟杰 张洪英 夏璐
牟林凯 刘久潭 董涛 陆瀛
林海斌 王晗 文坦

(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 15/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 204789256 U,2015.11.18,
CN 101493388 A,2009.07.29,
CN 204044146 U,2014.12.24,
CN 2054087 U,1990.03.07,
CN 102359084 A,2012.02.22,
CN 204307530 U,2015.05.06,
CN 101105417 A,2008.01.16,

审查员 李媛媛

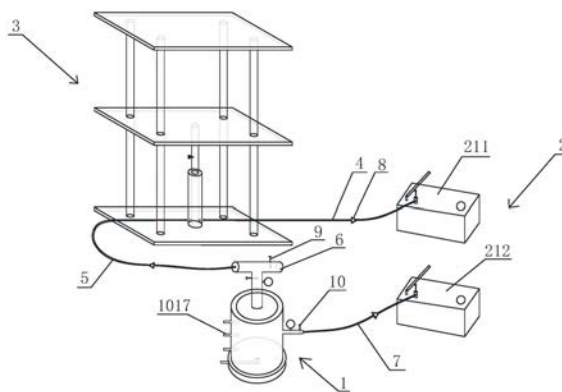
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

原状粘土超滤试验装置

(57)摘要

本发明公开了一种原状粘土超滤试验装置,包括超滤试验仪、手动加压装置和自重力加压装置;所述超滤试验仪上设置有侧向取样口,在侧向取样口处安装有螺管,在侧壁和柔性硅胶套管上设置有与螺管相适配的螺纹接口,在柔性硅胶套管上对应侧向取样口的位置处设置有柔性滤网;所述手动加压装置包括储液箱,在储液箱上设置有将储液箱内存储的液体手动压出的压水井结构,在储液箱的一端上方设置有注液口;所述自重力加压装置包括液压腔,在液压腔的内部设置有导压柱,导压柱的顶端与承压板连接;压水井结构的出液口通过液压连接管与液压腔连通,液压腔通过稳压输出管与进液通道或围压孔连通。本发明压力控制更加稳定、精确,降低了试验过程的试验误差。



1. 一种原状粘土超滤试验装置,其特征在于:包括超滤试验仪、手动加压装置和自重力加压装置;所述超滤试验仪包括外顶盖、外底座、以及连接外顶盖和外底座的侧壁,外顶盖、外底座与侧壁围成密闭空腔,在密闭空腔内设置有内顶盖、内底座、用于包覆原状土样的柔性硅胶套管、以及有孔套管,所述内顶盖安装在外顶盖下方,内顶盖和外顶盖内设有相贯通的进液通道,进液通道外接轴压压力表,所述内底座安装在外底座上方,内底座内设有出水通道,外底座内设有与出水通道连通的储水腔、以及将储水腔与外界连通的底部取样口,内顶盖、内底座与柔性硅胶套管围成原状土样渗透腔,有孔套管套在柔性硅胶套管的外侧,在有孔套管和柔性硅胶套管之间形成围压腔,在侧壁上开设有连通围压腔的围压孔,围压孔外接围压压力表,在侧壁、有孔套管和柔性硅胶套管的对应位置处设置有侧向取样口,在侧向取样口处安装有螺管,在侧壁和柔性硅胶套管上设置有与螺管相适配的螺纹接口,在柔性硅胶套管上对应侧向取样口的位置处设置有柔性滤网;所述手动加压装置包括储液箱,在储液箱上设置有将储液箱内存储的液体手动压出的压水井结构,在储液箱的一端上方设置有注液口;所述自重力加压装置包括底座、顶板和承压板,在底座和顶板之间设置有支撑柱,所述承压板套设在支撑柱上,并能沿支撑柱上下运动,在承压板上放置有配压板,在底座上设置有液压腔,在液压腔的内部设置有导压柱,导压柱与承压板连接;压水井结构的出液口通过液压连接管与液压腔连通,液压腔通过稳压输出管与进液通道或围压孔连通,在液压连接管和稳压输出管上均设置有单向阀;所述手动加压装置共设置两个,分别为轴压手动加压装置和围压手动加压装置,所述自重力加压装置设置一个,所述轴压手动加压装置的出液口通过液压连接管与自重力加压装置的液压腔连通,所述液压腔通过稳压输出管与进液通道连通,所述围压手动加压装置的出液口通过另一液压连接管与围压孔连通;

所述内顶盖的底面设有第一凹槽,在第一凹槽内放置第一滤水板,所述内底座的顶面设有第二凹槽,在第二凹槽内放置第二滤水板,所述进水通道与第一滤水板之间设有顶内腔,出水通道与第二滤水板之间设有底内腔;滤水板与原状土样上下接触面之间设有钢丝网。

2. 根据权利要求1所述的一种原状粘土超滤试验装置,其特征在于:所述侧向取样口设置2~5个,且沿侧壁呈上下间隔排布。

3. 根据权利要求1所述的一种原状粘土超滤试验装置,其特征在于:所述压水井结构包括井体和压手柄,井体呈中空柱形结构,井体的底部通过进液管与储液箱的下部连通,在井体的上部设置有出液口,在井体的内部设置有活塞,所述活塞与带动其往复运动的压手柄连接。

4. 根据权利要求1所述的一种原状粘土超滤试验装置,其特征在于:所述超滤试验仪设置多个,在每一超滤试验仪的进液通道和围压孔处均连接一三通,所有超滤试验仪的进液通道处的三通相互连通,所有超滤试验仪的围压孔处的三通也均相互连通。

原状粘土超滤试验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于对原状粘土的渗透与滤盐能力进行实验室测试的超滤试验装置。

背景技术

[0002] 弱透水层的主要组成物质为粘性土,土中粘土矿物以蒙脱石、伊利石、高岭石为主。为了验证弱透水层的滤盐效应,需要进行高压渗透试验。现有渗透测试设备主要为达西试验仪,但达西试验仪仅适用于低压或微压。通常的高压渗透设备如市面上流行的三轴压力计虽然可以测高压,但只适用于固结的坚硬岩石,并不适用于粘性土样。

[0003] 申请人于2015年5月8日申请的申请号为201510229210.2的中国发明专利公开了一种假三轴高压渗透试验仪,其采用加围压挤压柔性壁的方法解决了土样周壁的密封问题,可用于粘性原状土样的渗透与滤盐能力测试。但申请人在后续试验过程中发现,在加轴压和围压过程中,配合试验仪使用的加压泵会存在压力不稳定的问题,导致存在较大试验误差。而且,该假三轴高压渗透试验仪仅能在底部出口处取样,取样点较少,不能够对渗出液在粘土中的水质变化情况进行分析。

发明内容

[0004] 基于上述技术问题,本发明提供一种原状粘土超滤试验装置。

[0005] 本发明所采用的技术解决方案是:

[0006] 一种原状粘土超滤试验装置,包括超滤试验仪、手动加压装置和自重力加压装置;所述超滤试验仪包括外顶盖、外底座、以及连接外顶盖和外底座的侧壁,外顶盖、外底座与侧壁围成密闭空腔,在密闭空腔内设置有内顶盖、内底座、用于包覆原状土样的柔性硅胶套管、以及有孔套管,所述内顶盖安装在外顶盖下方,内顶盖和外顶盖内设有相贯通的进液通道,进液通道外接轴压压力表,所述内底座安装在外底座上方,内底座内设有出水通道,外底座内设有与出水通道连通的储水腔、以及将储水腔与外界连通的底部取样口,内顶盖、内底座与柔性硅胶套管围成原状土样渗透腔,有孔套管套在柔性硅胶套管的外侧,在有孔套管和柔性硅胶套管之间形成围压腔,在侧壁上开设有连通围压腔的围压孔,围压孔外接围压压力表,在侧壁、有孔套管和柔性硅胶套管的对应位置处设置有侧向取样口,在侧向取样口处安装有螺管,在侧壁和柔性硅胶套管上设置有与螺管相适配的螺纹接口,在柔性硅胶套管上对应侧向取样口的位置处设置有柔性滤网;所述手动加压装置包括储液箱,在储液箱上设置有将储液箱内存储的液体手动压出的压水井结构,在储液箱的一端上方设置有注液口;所述自重力加压装置包括底座、顶板和承压板,在底座和顶板之间设置有支撑柱,所述承压板套设在支撑柱上,并能沿支撑柱上下运动,在承压板上放置有配压板,在底座上设置有液压腔,在液压腔的内部设置有导压柱,导压柱与承压板连接;压水井结构的出液口通过液压连接管与液压腔连通,液压腔通过稳压输出管与进液通道或围压孔连通,在液压连接管和稳压输出管上均设置有单向阀。

[0007] 优选的,所述侧向取样口设置2~5个,且沿侧壁呈上下间隔排布。

[0008] 优选的,所述压水井结构包括井体和压手柄,井体呈中空柱形结构,井体的底部通过进液管与储液箱的下部连通,在井体的上部设置有出液口,在井体的内部设置有活塞,所述活塞与带动其往复运动的压手柄连接。

[0009] 优选的,所述底座和顶板均呈方形,所述支撑柱共设置四个,分别位于底座和顶板的四角处,所述导压柱与承压板的中心连接。

[0010] 优选的,所述手动加压装置共设置两个,分别为轴压手动加压装置和围压手动加压装置,所述自重力加压装置设置一个,所述轴压手动加压装置的出液口通过液压连接管与自重力加压装置的液压腔连通,所述液压腔通过稳压输出管与进液通道连通,所述围压手动加压装置的出液口通过另一液压连接管与围压孔连通。

[0011] 优选的,所述超滤试验仪设置多个,在每一超滤试验仪的进液通道和围压孔处均连接一三通,所有超滤试验仪的进液通道处的三通相互连通,所有超滤试验仪的围压孔处的三通也均相互连通。

[0012] 优选的,所述内顶盖的底部设有向下凸出的周向凸缘,所述内底座的顶部设有向上凸出的周向凸缘,所述柔性硅胶套管与内顶盖和内底座周向凸缘的外侧采用固封钢卡加固密封。

[0013] 优选的,所述内顶盖的底面设有第一凹槽,在第一凹槽内放置第一滤水板,所述内底座的顶面设有第二凹槽,在第二凹槽内放置第二滤水板,所述进水通道与第一滤水板之间设有顶内腔,出水通道与第二滤水板之间设有底内腔。

[0014] 优选的,所述滤水板与原状土样上下接触面之间设有钢纱网。

[0015] 优选的,所述内底座和内顶盖分别通过第一密封胶圈与侧壁相接触,所述内顶盖上端面通过第二密封胶圈与外顶盖相接触,所述内底座下端面通过第三密封胶圈与外底座相接触,所述外顶盖和外底座分别通过螺丝固定于侧壁上下端面。

[0016] 本发明的有益技术效果是:

[0017] 1、本发明采用手动加压装置与自重力加压装置相配合的方式,对超滤试验仪进行机械式加轴压和围压,相比于脉冲式加压泵或蠕动泵,压力控制更加稳定、精确,极大地降低了试验过程的试验误差。

[0018] 2、由于采用了自重力加压装置和手动加压装置的纯机械式加压方式,本发明原状粘土超滤试验装置可同时配备多个超滤试验仪,进行多组试验操作,试验效率更高,而且各超滤试验仪在进液通道和围压孔处均设置一三通,即可轻松实现连接,结构简单,操控容易。

[0019] 3、本发明在超滤试验仪上增设多个侧向取样口,可根据需要对经过原状土样不同位置处的渗出液进行取样,从而实现对渗出液在粘土中的水质变化情况的分析。

[0020] 4、本发明通过在侧向取样口处安装螺管,并在侧壁和柔性硅胶套管上设置与螺管相适配的螺纹接口的方式,即可轻松实现侧向取样,且具有较好的密封效果,另外在柔性硅胶套管上对应侧向取样口的位置处设置有柔性滤网,可对原状土样起到过滤阻隔作用。

附图说明

[0021] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步说明:

- [0022] 图1为本发明一种实施方式的结构原理示意图；
- [0023] 图2为自重力加压装置的结构简图；
- [0024] 图3为手动加压装置的结构简图；
- [0025] 图4为超滤试验仪的结构原理示意图；
- [0026] 图5为图4的局部放大图，主要示出侧向取样口处的结构。
- [0027] 图中：1-超滤试验仪，101-外顶盖，102-外底座，103-侧壁，104-内顶盖，105-内底座，106-柔性硅胶套管，107-有孔套管，108-进液通道，109-轴压压力表，1010-出水通道，1011-储水腔，1012-底部取样口，1013-原状土样渗透腔，1014-围压腔，1015-围压孔，1016-围压压力表，1017-侧向取样口，1018-螺管，1019-螺纹接口，1020-柔性滤网，1021-固封钢卡，1022-第一滤水板，1023-第二滤水板，1024-顶内腔，1025-底内腔，1026-钢纱网，1027-螺丝，1028-连接管，2-手动加压装置，201-储液箱，202-压水井结构，203-注液口，2021-井体，2022-压手柄，2023-进液管，2024-出液口，2025-活塞，2026-胶片，211-轴压手动加压装置，212-围压手动加压装置，3-自重力加压装置，301-底座，302-顶板，303-承压板，304-支撑柱，305-配压板，306-液压腔，307-导压柱，4-第一液压连接管，5-稳压输出管，6-三通，7-第二液压连接管，8-单向阀，9-第一止水阀，10-第二止水阀。

具体实施方式

[0028] 如图1所示，一种原状粘土超滤试验装置，包括超滤试验仪1、手动加压装置2和自重力加压装置3。如图4所示，所述超滤试验仪1包括外顶盖101、外底座102、以及连接外顶盖101和外底座102的侧壁103，外顶盖101、外底座102与侧壁103围成密闭空腔，在密闭空腔内设置有内顶盖104、内底座105、用于包覆原状土样的柔性硅胶套管106、以及有孔套管107。内顶盖104安装在外顶盖101下方，内顶盖104和外顶盖101内设有相贯通的进液通道108，进液通道108外接轴压压力表109。所述内底座105安装在外底座102上方，内底座105内设有出水通道1010，外底座102内设有与出水通道连通的储水腔1011、以及将储水腔与外界连通的底部取样口1012。内顶盖104、内底座105与柔性硅胶套管106围成原状土样渗透腔1013，有孔套管107套在柔性硅胶套管106的外侧，在有孔套管107和柔性硅胶套管106之间形成围压腔1014，在有孔套管107和侧壁103之间也形成一腔室，在侧壁上开设有围压孔1015，围压孔1015与上述腔室连通，进而连通围压腔1014，围压孔外接围压压力表1016，在围压孔处设置有第二止水阀10。在侧壁、有孔套管和柔性硅胶套管的对应位置处设置有侧向取样口1017，如图5所示，在侧向取样口1017处安装有螺管1018，在侧壁103和柔性硅胶套管106上设置有与螺管相适配的螺纹接口1019，在柔性硅胶套管106上对应侧向取样口的位置处设置有柔性滤网1020。如图3所示，所述手动加压装置2包括储液箱201，在储液箱201上设置有将储液箱内存储的液体手动压出的压水井结构202，在储液箱的一端上方设置有注液口203。如图2所示，所述自重力加压装置3包括底座301、顶板302和承压板303，在底座301和顶板302之间设置有支撑柱304，所述承压板303套设在支撑柱304上，并能沿支撑柱上下运动。在承压板303上放置有配压板305，在底座301上设置有液压腔306，在液压腔306的内部设置有导压柱307，导压柱307的顶端与活动的承压板303连接。如图1所示，所述手动加压装置共设置两个，分别为轴压手动加压装置211和围压手动加压装置212，所述自重力加压装置设置一个。所述轴压手动加压装置211的出液口通过第一液压连接管4与自重力加压装置3的液压腔

306连通,所述液压腔306通过稳压输出管5与三通6的进液口连通,三通6的其中一出液口与进液通道108连通,另一出液口通过第一止水阀9关闭。所述围压手动加压装置的出液口通过第二液压连接管7与围压孔1015连通。在第一液压连接管4、稳压输出管5和第二液压连接管7上均设置有单向阀8,使液体只能单向传输,不能反向回流。

[0029] 上述侧向取样口1017优选设置2~5个,且沿侧壁呈上下间隔排布。

[0030] 作为对本发明的进一步设计,如图3所示,所述压水井结构202包括井体2021和压手柄2022,井体2021呈中空柱形结构,井体2021的底部通过进液管2023与储液箱201的下部连通,在井体2021的上部设置有出液口2024,在井体2021的内部设置有活塞2025,在活塞2025的下方固定有胶片2026,所述活塞2025与带动其往复运动的压手柄2022连接。该结构及工作原理与普通压水井的结构及工作原理一致。

[0031] 更进一步的,所述底座301和顶板302均呈方形,所述支撑柱304共设置四个,分别位于底座301和顶板302的四角处,所述导压柱306与承压板303的中心连接。该结构设计可使承压板的运行更加平稳,进而有利于轴压的精确控制。

[0032] 进一步的,所述超滤试验仪设置多个,在每一超滤试验仪的进液通道和围压孔处均连接一三通,所有超滤试验仪的进液通道处的三通通过管道相互连通,所有超滤试验仪的围压孔处的三通也均通过管道相互连通。当然,围压压力也可由自重力加压装置及围压手动加压装置共同提供,即围压手动加压装置压出的水先进入另一自重力加压装置的液压腔,然后在承压板和导压柱的作用下进入围压孔。

[0033] 更进一步的,如图4所示,所述内顶盖的底部设有向下凸出的周向凸缘,所述内底座的顶部设有向上凸出的周向凸缘,所述柔性硅胶套管与内顶盖和内底座周向凸缘的外侧采用固封钢卡1021加固密封。所述内顶盖的底面设有第一凹槽,在第一凹槽内放置第一滤水板1022,所述内底座的顶面设有第二凹槽,在第二凹槽内放置第二滤水板1023,所述进水通道与第一滤水板之间设有顶内腔1024,出水通道与第二滤水板之间设有底内腔1025。所述第一滤水板与原状土样上接触面之间、及第二滤水板与原状土样下接触面之间均设有钢纱网1026。所述内底座和内顶盖分别通过第一密封胶圈与侧壁相接触,所述内顶盖上端面通过第二密封胶圈与外顶盖相接触,所述内底座下端面通过第三密封胶圈与外底座相接触,所述外顶盖和外底座分别通过螺丝1027固定于侧壁上下端面。

[0034] 本发明原状粘土超滤试验装置,所适用原状粘土可以为非固结塑性粘性原状土样。下面以粘性土样为例,结合本发明结构说明其具体的工作流程:

[0035] 1、制样:将粘性土样加工成精确尺寸的圆柱形试样;

[0036] 2、放样密封:

[0037] 1) 将柔性硅胶套管106卡入已放置好第二滤水板1023和钢纱网1026的内底座105,柔性硅胶套管106下侧采用固封钢卡1021固定;

[0038] 2) 将圆柱形试样放入柔性硅胶套管106中;

[0039] 3) 将有孔套管107套在柔性硅胶套管106外侧,置于内底座105上;

[0040] 4) 将未拧紧的固封钢卡1021套在柔性硅胶套管106上侧;

[0041] 5) 将试样上方的钢纱网1026和第一滤水板1022放置好,内顶盖104卡入柔性硅胶套管106,将上侧固封钢卡1021拧紧;

[0042] 6) 将以上整体摆放到外底座102上,把侧壁103套上,调整侧壁103、有孔套管107使

侧向取样口1017对齐；

[0043] 7) 装入螺管1018,使其与柔性硅胶套管106和侧壁103上的螺纹接口1019拧紧；

[0044] 8) 将围压腔1014加满自来水,盖好外顶盖101,并与侧壁103固定好；

[0045] 9) 将进液通道108通过连接管1028与自重力加压装置的稳压输出管5连接好；

[0046] 10) 将轴压手动加压装置的第一液压连接管4与自重力加压装置的液压腔306连通,将围压手动加压装置的第二液压连接管7和超滤试验仪的围压孔1015连接好；

[0047] 11) 将配置好的试验溶液注入轴压手动加压装置的储液箱,取自来水注入围压手动加压装置的储液箱,试验准备完毕。

[0048] 3、试验：

[0049] 1) 关闭超滤试验仪进液通道108与围压孔处第二止水阀10,对轴压手动加压装置和围压手动加压装置分别施加适当压力；

[0050] 2) 先缓慢打开围压孔1015处第二止水阀10,注意观察围压孔处围压压力表1016的变化情况,同时缓慢打开进液通道108,并观察进液通道处轴压压力表109的变化情况,调整轴压与围压大小,确保进液通道处轴压压力表109读数不大于围压孔处围压压力表1016的读数。待轴压压力表和围压压力表的读数基本稳定时,读取压力数值,并记录时间；

[0051] 3) 用橡胶软管连接好各侧向取样口1017和底部取样口1012,并引入广口储液瓶中收集渗出液,当输液瓶渗出液达到20ml时取样,并编号为 Y_{i-j} (其中, $i=1,2,3,4$,分别表示自上而下的三个侧向取样口1017和底部取样口1012; $j=1,2,3 \dots$,表示所取样品的次序)。

[0052] 4) 对配置的试验溶液和所取渗出液水样进行水化学分析,绘制渗出液水质变化曲线。

[0053] 上述方式中未述及的有关技术内容采取或借鉴已有技术即可实现。

[0054] 需要说明的是,在本说明书的教导下,本领域技术人员所作出的任何等同代替方式,或是明显变型方式,均应在本发明的保护范围之内。

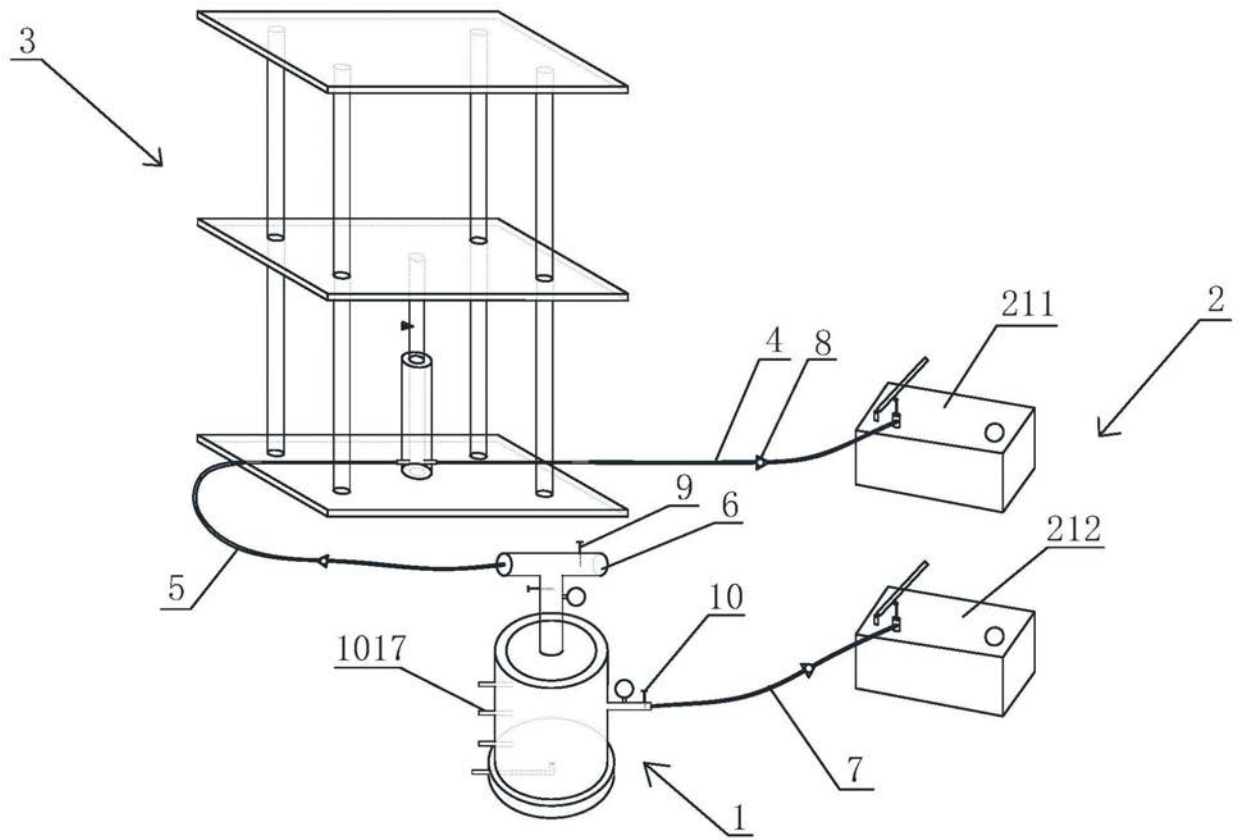


图1

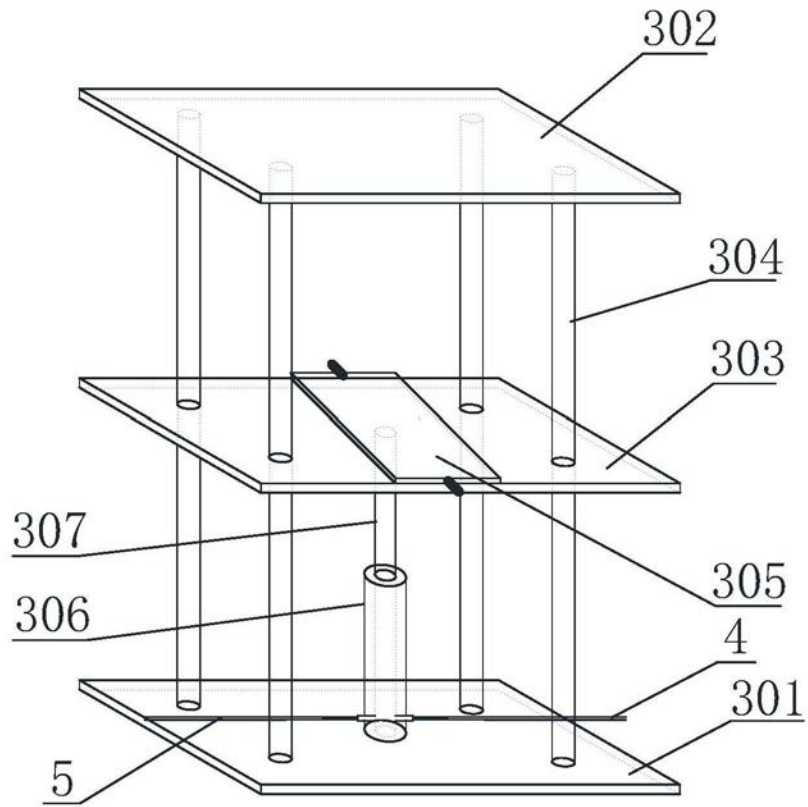


图2

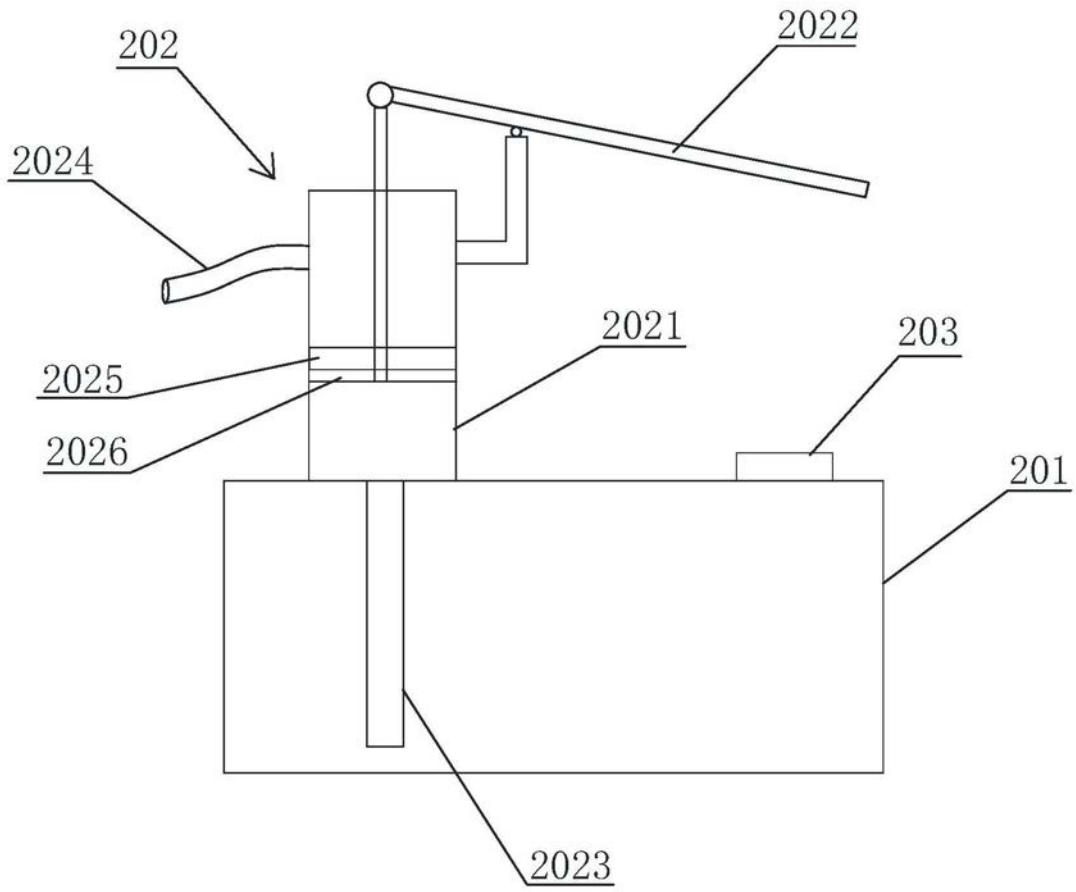


图3

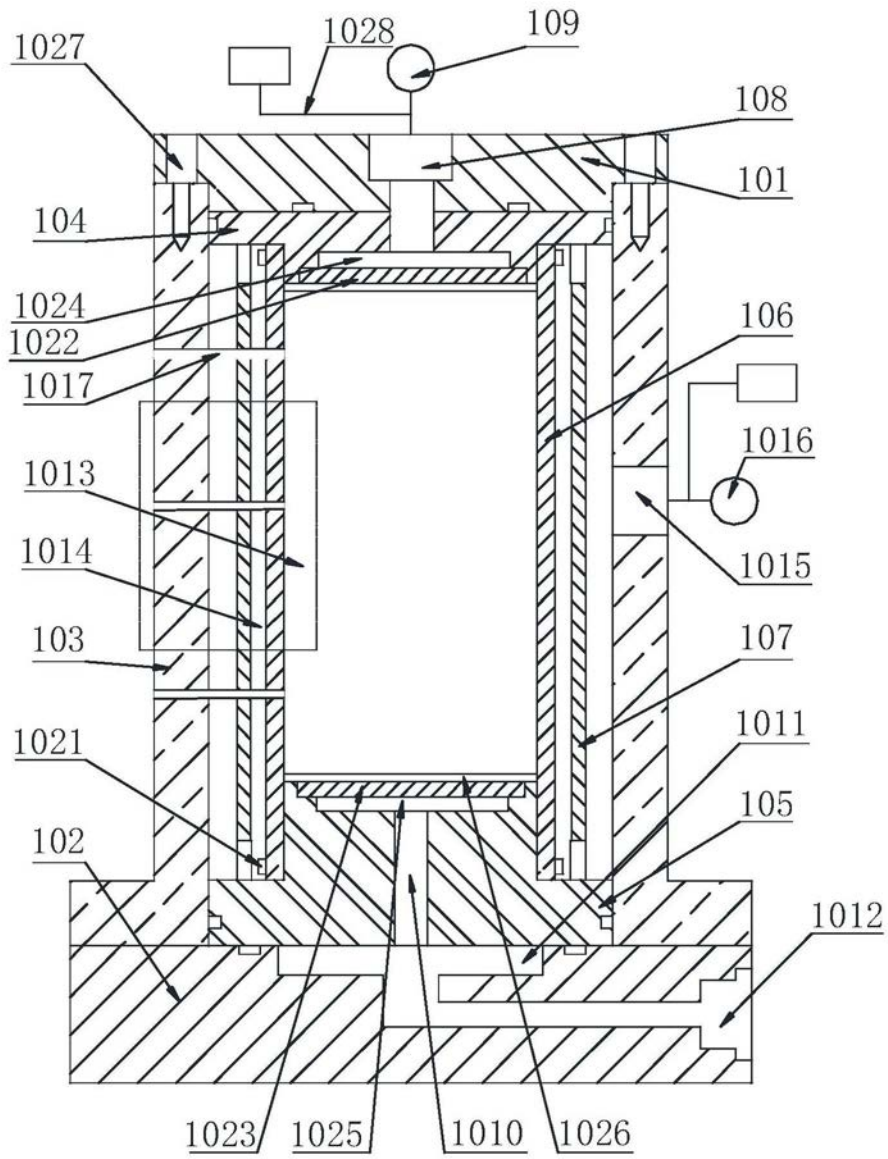


图4

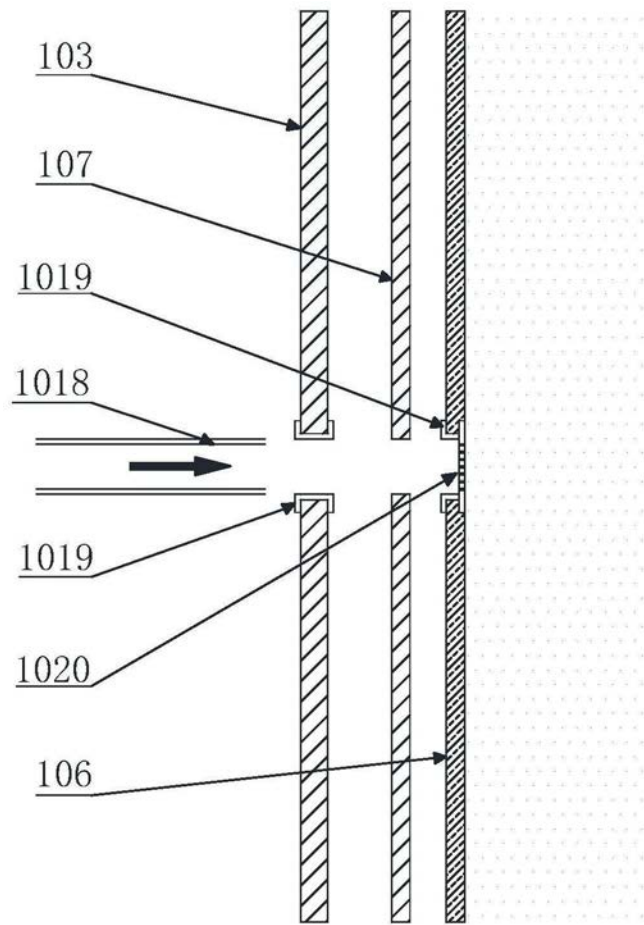


图5