



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207946286 U

(45)授权公告日 2018.10.09

(21)申请号 201820463051.1

(22)申请日 2018.04.03

(73)专利权人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 张华 张英莹 马锐

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

代理人 成钢

(51)Int.Cl.

G01N 3/02(2006.01)

G01N 3/56(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

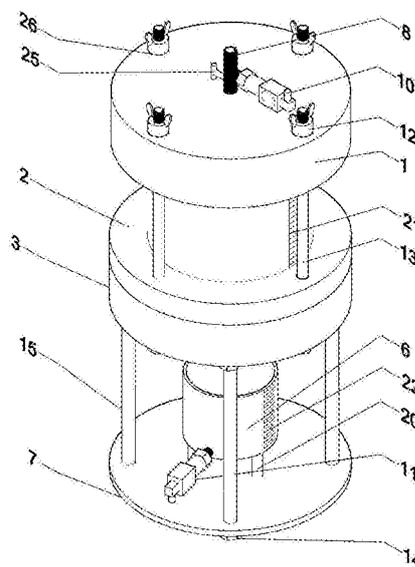
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)实用新型名称

一种用于测量渗流侵蚀的实验装置

(57)摘要

一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,包括上部盖体,上下两端敞开的圆筒上部与上部盖体连接,圆筒下部安装于中空的承压台上,承压台下部设置有导流室,导流室通过带第二阀门的下接管与安装在底座上的量杯连通,带第一阀门的上接管穿过上部盖体与圆筒连通,承压台的中空部分与导流室的导流腔连通;上部盖体与承压台及导流室之间通过多根上部螺杆连接,导流室与底座之间通过多根下部螺杆连接。本实用新型提供的一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,可以解决现有装置无法量测渗流侵蚀的问题,可以模拟不同水力梯度下渗流过程中细颗粒侵蚀发展过程,测定渗流侵蚀对土体几何、水力性能的影响,同时实现对土体细观结构变化的监测。



1. 一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,包括上部盖体(1),其特征在于:

上下两端敞开的圆筒(4)上部与上部盖体(1)连接,圆筒(4)下部安装于中空的承压台(2)上,承压台(2)下部设置有导流室(3),导流室(3)通过带第二阀门(24)的下接管(9)与安装在底座(7)上的量杯(6)连通,带第一阀门(25)的上接管(8)穿过上部盖体(1)与圆筒(4)连通,承压台(2)的中空部分与导流室(3)的导流腔(301)连通;

圆筒(4)内下部设置有刚性承压筛网(23),圆筒(4)内上部放置有与土样相配合的滤纸层(18)。

2. 根据权利要求1所述的一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,其特征在于:上接管(8)上设置有第一压力传感器(10),圆筒(4)内壁不同高度处埋设有孔隙水压力计(19),量杯(6)底部设置第二压力传感器(11),第一压力传感器(10)、各孔隙水压力计(19)和第二压力传感器(11)分别与数据采集系统连接。

3. 根据权利要求1所述的一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,其特征在于:上部盖体(1)底部开设有多级安装槽(101),上部盖体(1)通过多级安装槽(101)与圆筒(4)上部连接,承压台(2)上设置有中部有开孔的内置调节承压台(5),内置调节承压台(5)与圆筒(4)下部相配合。

4. 根据权利要求1所述的一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,其特征在于:圆筒(4)为透明有机玻璃筒体。

一种用于测量渗流侵蚀的实验装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于岩土工程试验装置技术领域,尤其是一种用于测量渗流侵蚀的实验装置。

背景技术

[0002] 随着中国经济的飞速发展以及人类社会改造活动的加剧,越来越多岩土工程问题亟待解决。其中,因库水位与土体自身参数问题引起的土石坝管涌现象以及由于坡面径流侵蚀引起的滑坡、泥石流等地质灾害问题,这些问题的研究均会涉及到渗流过程中细颗粒在土孔隙中的迁移、流动问题。在渗透过程中孔隙水渗流冲刷侵蚀土骨架而产生可动细颗粒,随着细颗粒的运移,土颗粒重新排列、沉积,导致土体细观结构和渗透性、强度等力学特性发生改变。目前,已有研究采用现场试验和室内模型试验模拟研究渗透力对边坡稳定性、管涌发展的影响,但有的装置未考虑细颗粒侵蚀所引起的土体渗透性能、抗剪强度、颗粒级配等的变化,尤其对于揭示渗透过程中细颗粒侵蚀机理的实验装置与量测方法的研究还很欠缺。

发明内容

[0003] 本实用新型所要解决的技术问题是提供一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,可以解决现有装置无法量测渗流侵蚀的问题,可以模拟不同水力梯度下渗流过程中细颗粒侵蚀发展过程,测定渗流侵蚀对土体几何、水力性能的影响,同时实现对土体细观结构变化的监测。

[0004] 为解决上述技术问题,本实用新型所采用的技术方案是:一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,包括上部盖体,

[0005] 上下两端敞开的圆筒上部与上部盖体连接,圆筒下部安装于中空的承压台上,承压台下部设置有导流室,导流室通过带第二阀门的下接管与安装在底座上的量杯连通,带第一阀门的上接管穿过上部盖体与圆筒连通,承压台的中空部分与导流室的导流腔连通;

[0006] 圆筒内下部设置有刚性承压筛网,圆筒内上部放置有与土样相配合的滤纸层;

[0007] 上部盖体与承压台及导流室之间通过多根上部螺杆连接,导流室与底座之间通过多根下部螺杆连接。

[0008] 上接管上设置有第一压力传感器,圆筒内壁不同高度处设有孔隙水压力计,量杯底部设置第二压力传感器,第一压力传感器、各孔隙水压力计和第二压力传感器分别与数据采集系统连接。

[0009] 上部盖体底部开设有多级安装槽,上部盖体通过多级安装槽与圆筒上部连接,承压台上设置有中部有开孔的内置调节承压台,内置调节承压台与圆筒下部相配合。

[0010] 导流腔为漏斗型。

[0011] 圆筒、量杯外侧沿高度方向分别设置圆筒刻度、量杯刻度。

[0012] 圆筒为透明有机玻璃筒体。

[0013] 滤纸层上方设置有透水石层。

[0014] 一种采用上述实验装置测量渗流侵蚀的方法,该方法包括以下步骤:

[0015] 步骤1:装样:将试验土样装入圆筒的刚性承压筛网上,再在土样上放置滤纸层和透水石层、盖上上部盖体,通过上部螺杆将上部盖体、承压台和导流室连接紧固;

[0016] 步骤2:饱和:打开第一阀门,将供水管与下连接管连接,打开第二阀门,使水流自下而上缓慢的浸润试验土样,土样上方设置的滤纸层可阻碍细颗粒由上部渗出,直至水位升高至上连接管管口,关闭第一阀门及第二阀门,断开供水管与下连接管的连接,静置30min;

[0017] 步骤3:渗流侵蚀模拟:将供水管与上连接管连接,同时打开第一阀门及第二阀门,细颗粒随水流渗出,当第一滴水滴进量杯时,与第二压力传感器相连的数据采集系统自动开始计时并记录数据,当量杯中液面即将达到最大量杯刻度时,立即更换新量杯,取出原量杯中细颗粒称量其质量;

[0018] 步骤4:渗透控制:当量杯中细颗粒渗出量不再增大时,关闭第一阀门及第二阀门,取出量杯中细颗粒称量质量,计算细颗粒质量累积和并量测颗粒级配,通过数据采集系统中所记录的第二压力传感器的压力值与时间,计算渗流侵蚀过程中流速变化,通过所记录的各孔隙水压力计的压力值,分析渗流侵蚀过程中水压的变化,再安装量杯后,调节供水管的水头,重复上述步骤1、2、3,模拟不同水力梯度下渗流过程中细颗粒流失量的监测,完成渗流侵蚀测量。

[0019] 本实用新型提供的一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,有益效果如下:

[0020] 1、不仅可以模拟单独一种土壤的渗流侵蚀过程,也可以测量多种分层或混合比例在不同颗粒级配,不同密实度时的土壤的渗流侵蚀量,这对分析不同土体渗流侵蚀机理有极大的促进作用。

[0021] 2、圆筒采用透明的有机玻璃材料,其可视化的特点可结合显微镜或高清摄像机观察其微观结构的变化。

[0022] 3、圆筒可根据不同实验要求更换尺寸,上部盖体中的多级安装槽和内置调节承压台可满足不同尺寸的要求。

[0023] 4、各压力传感器与孔隙水压力计均与数据采集系统相连,可实现数据的自动采集,避免了人为记录数据过程中所出现的误差。

[0024] 可以解决现有装置无法量测渗流侵蚀的问题,可以模拟不同水力梯度下渗流过程中细颗粒侵蚀发展过程,测定渗流侵蚀对土体几何、水力性能的影响,同时实现对土体细观结构变化的监测。

附图说明

[0025] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明:

[0026] 图1为本实用新型装置的结构示意图;

[0027] 图2为本实用新型装置的剖视图;

[0028] 图3为本实用新型装置中上部盖体的示意图;

[0029] 图4为本实用新型装置中刚性承压筛网的示意图;

[0030] 图5为本实用新型装置中内置调节承压台的示意图。

具体实施方式

[0031] 实施例一

[0032] 如图1-图5所示,一种用于测量渗流侵蚀的实验装置,包括上部盖体1,

[0033] 上下两端敞开的圆筒4上部与上部盖体1连接,圆筒4下部安装于中空的承压台2上,承压台2下部设置有导流室3,导流室3通过带第二阀门24的下接管9与安装在底座7上的量杯6连通,带第一阀门25的上接管8穿过上部盖体1与圆筒4连通,承压台2的中空部分与导流室3的导流腔301连通;

[0034] 圆筒4内下部设置有刚性承压筛网23,圆筒4内上部放置有与土样相配合的滤纸层18;

[0035] 上部盖体1与承压台2及导流室3之间通过多根上部螺杆13连接,导流室3与底座7之间通过多根下部螺杆15连接。

[0036] 圆筒4与承压台2之间设置防水密封O型圈16;上部螺杆13顶部设有蝶形螺母12,下部螺杆15底部设有六角螺母14,量杯6通过支架20安装于底座7上。

[0037] 上接管8上设置有第一压力传感器10,圆筒4内壁不同高度处埋设有孔隙水压力计19,量杯6底部设置第二压力传感器11,第一压力传感器10、各孔隙水压力计19和第二压力传感器11分别与数据采集系统连接。

[0038] 上部盖体1底部开设有多级安装槽101,上部盖体1通过多级安装槽101与圆筒4上部连接,承压台2上设置有中部有开孔的内置调节承压台5,内置调节承压台5与圆筒4下部相配合,方便更换圆筒4的尺寸。

[0039] 导流腔301为漏斗型。

[0040] 圆筒4、量杯6外侧沿高度方向分别设置圆筒刻度21、量杯刻度22。

[0041] 圆筒4为透明有机玻璃筒体,可通过显微镜或高清摄像机记录下渗流侵蚀过程中微观结构的变化。

[0042] 滤纸层18上方设置有透水石层17,透水石层17可在圆筒4中上下移动。刚性承压筛网23上设置有透水孔231,可根据不同实验要求更换不同直径透水孔231的刚性承压筛网23。

[0043] 数据采集系统为现有采集系统,使用带CPU的数据采集处理装置进行数据采集处理。

[0044] 实施例二

[0045] 一种采用上述实验装置测量渗流侵蚀的方法,

[0046] 渗流试验开始前,首先进行试验土样颗粒级配的量测试验

[0047] 步骤1:装样:将试验土样按干密度 ρ_d 要求分层装入内径为 d 、高为 h_1 的圆筒4中,圆筒4与试验土样一起放置在孔径为 d_1 的刚性承压筛网23上,再在土样上放置直径为 d 的滤纸层18和透水石层17、盖上上部盖体1,通过上部螺杆13将上部盖体1、承压台2和导流室3连接紧固;

[0048] 步骤2:饱和:打开第一阀门25,将GDS控制器或供水瓶的供水管与下接管9连接,打开第二阀门24,使水流自下而上缓慢的浸润试验土样,土样上方设置的滤纸层18可阻碍

细颗粒由上部渗出,直至水位升高至上连接管8管口,关闭第一阀门25及第二阀门24,断开供水管与下连接管9的连接,静置30min;

[0049] 步骤3:将圆筒4中孔隙水压力计19自上而下设为 R_1, R_2, R_3, R_4 。

[0050] 渗流侵蚀模拟:将GDS控制器或供水瓶的供水管与上连接管8连接,同时打开第一阀门25及第二阀门24,与此同时,与各个压力传感器、孔隙水压力计共同相连的数据采集系统记录此刻为 t_0 时刻及 t_0 时第一压力传感器10初始读数为 p_{m0} 、第二压力传感器11初始读数为 p_{n0} 、孔隙水压力计19的初始读数分别为 $p_{R_1 0}$ 、 $p_{R_2 0}$ 、 $p_{R_3 0}$ 、 $p_{R_4 0}$,细颗粒随水流渗出,当第一滴水滴进量杯6时,与第二压力传感器11相连的数据采集系统将根据各读数的变化情况自动间隔任意时间 Vt_i 记录数据,其中 $0s < Vt_i < 30s$

[0051] 当量杯6中液面即将达到最大量杯刻度时(记量杯6最大刻度时采集的第二压力传感器读数 p_{nm} ,量杯6最大刻度处高度为 h ,体积为 V),立即更换新量杯6,取出原量杯6中细颗粒称量并记录其质量 m_1 ;

[0052] 步骤4:渗透控制:当量杯6中细颗粒渗出量不再增大时,关闭第一阀门25及第二阀门24,取出量杯6中细颗粒称量并记录其质量 m_i ,计算细颗粒流失的质量累积和 $\Sigma m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_i$,并量测颗粒级配。试验过程中,数据采集系统随时间变化采集数据情况如下:

[0053]

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------------------|------------|--------------------------|--------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|
| 水力梯度 I 为 () 时, 数据记录表 | 时刻 t | (1) | t_0 | t_1 | t_2 | ... | t_i | ... | t_m | ... | t_s | ... | t_p |
| | 时间间隔 Δt | (2) | 0 | $\Delta t_1 = t_1 - t_0$ | $\Delta t_2 = t_2 - t_1$ | ... | $\Delta t_i = t_i - t(i-1)$ | ... | $\Delta t_m = t_m - t(m-1)$ | ... | $\Delta t_s = t_s - t(s-1)$ | ... | $\Delta t_p = t_p - t(p-1)$ |
| | 第一压力传感器读数 p_M | (3) | p_{M0} | p_{M1} | p_{M2} | ... | p_{Mi} | ... | p_{Mm} | ... | p_{Ms} | ... | p_{Mp} |
| | R1 读数 p_{R_1} | (4) | p_{R_10} | p_{R_11} | p_{R_12} | ... | p_{R_1i} | ... | p_{R_1m} | ... | p_{R_1s} | ... | p_{R_1p} |
| | R2 读数 p_{R_2} | (5) | p_{R_20} | p_{R_21} | p_{R_22} | ... | p_{R_2i} | ... | p_{R_2m} | ... | p_{R_2s} | ... | p_{R_2p} |
| | R3 读数 p_{R_3} | (6) | p_{R_30} | p_{R_31} | p_{R_32} | ... | p_{R_3i} | ... | p_{R_3m} | ... | p_{R_3s} | ... | p_{R_3p} |
| | R4 读数 p_{R_4} | (7) | p_{R_40} | p_{R_41} | p_{R_42} | ... | p_{R_4i} | ... | p_{R_4m} | ... | p_{R_4s} | ... | p_{R_4p} |
| | 第二压力传感器读数 p_N | (8) | p_{N0} | p_{N1} | p_{N2} | ... | p_{Ni} | ... | p_{Nm} | ... | p_{Ns} | ... | p_{Np} |
| | 整体平均流速 v_t | (9) = (10) · I | | | | | | | | | | | |

[0054]

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|-------|--|-------|--|--|-------|
| 整体饱和和渗透系数 $K_{sat} \cdot i$ | (10) = $\frac{Q_i}{A \cdot I \cdot (2)}$ | | | | | | | | | | | |
| 细颗粒流失质量 m_i | (11) | | | | | | m_1 | | m_2 | | | m_i |
| 细颗粒流失累计质量 $\sum m$ | $\sum m = \sum (11) = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_i$ | | | | | | | | | | | |

[0055] 通过数据采集系统中所记录的第二压力传感器11的压力值 p_N 与时间 t ,计算渗流侵蚀过程中流速变化。

[0056] 其中饱和和渗透系数的理论计算公式为:

[0057]
$$K_{sat} \cdot i = \frac{Q}{A \cdot I \cdot t}$$

[0058] K_{sat} ——试样饱和和渗透系数 (cm/s) ;

[0059] Q ——时间 t 秒内的渗水量 (cm^3) ;

[0060] A ——试样的断面面积 (cm^2) ;

[0061] I ——水力梯度;

[0062] t ——时间 (s)

[0063] 截至 t_i 时刻,量杯6中细颗粒与水的混合物的体积为 V_i ,该段时间内的平均渗流速度 v_i 的推导公式为:

[0064]
$$\left. \begin{aligned} K_{sat} \cdot i &= \frac{Q_i}{A_1 \cdot I \cdot \sum_{i=1}^k V t_i} \\ v_i &= \frac{Q_i}{A_1 \cdot \sum_{i=1}^k V t_i} \\ Q_i = V_i &= A_2 \cdot h_i = A_2 \cdot \frac{p_N \cdot i}{\rho_w \cdot g} \\ \sum_{i=1}^k V t_i &= V t_1 + V t_2 + \dots + V t_k \end{aligned} \right\} \Rightarrow v_i = K_{sat} \cdot i \cdot I = \frac{A_2 \cdot p_N \cdot i}{A_1 \cdot \rho_w \cdot g \cdot \sum_{i=1}^k V t_i}$$

[0065] $K_{sat} \cdot i$ ——从 t_0 至 t_i 时刻,试样整体的饱和和渗透系数 (cm/s) ;

[0066] Q_i ——从 t_0 至 t_i 时刻试样渗出的水量和颗粒含量 (cm^3) ;

[0067] $\sum_{i=1}^k V_{t_i}$ ——从 t_0 至 t_k 时刻所经历的时间(s)

[0068] v_i ——从 t_0 至 t_i 时刻,试样平均渗流速度(cm/s);

[0069] V_{t_i} ——截至 t_i 时刻,量杯中水和试样颗粒的体积(cm^3);

[0070] A_1 ——试样的断面面积(cm^2);

[0071] A_2 ——量杯的断面面积(cm^2);

[0072] h_i —— t_i 时刻时,量杯中水位高度(cm);

[0073] p_{n_i} —— t_i 时刻时,第二压力传感器所测得的压强读数(Pa);

[0074] ρ_w ——水的密度(g/cm^3);

[0075] g ——重力加速度取 $9.8\text{m}/\text{s}^2$

[0076] 每个 V_{t_i} 时间间隔内或每个量杯达到最大容量 V 时所用的累计时间 ΣV_{t_i} 内,均可通过上述压力传感器读数与时间之间的关系,计算平均流速,并分析流速、饱和渗透系数的变化,获得细颗粒流失过程中水力特性变化的一般规律。

[0077] 通过所记录的各孔隙水压力计19的压力值,分析渗流侵蚀过程中水压的变化,也可通过上述公式计算饱和渗透系数与流速的变化,了解不同高度处细颗粒流失过程中水力特性变化的一般规律;再安装量杯6后,调节供水管的水头,重复上述步骤1、2、3,模拟不同水力梯度 I 下渗流过程中细颗粒流失量的监测,完成渗流侵蚀测量。

[0078] 上述的实施例仅为本实用新型的优选技术方案,而不应视为对于本实用新型的限制,本申请中的实施例及实施例中的特征在不冲突的情况下,可以相互任意组合。本实用新型的保护范围应以权利要求记载的技术方案,包括权利要求记载的技术方案中技术特征的等同替换方案为保护范围。即在此范围内的等同替换改进,也在本实用新型的保护范围之内。

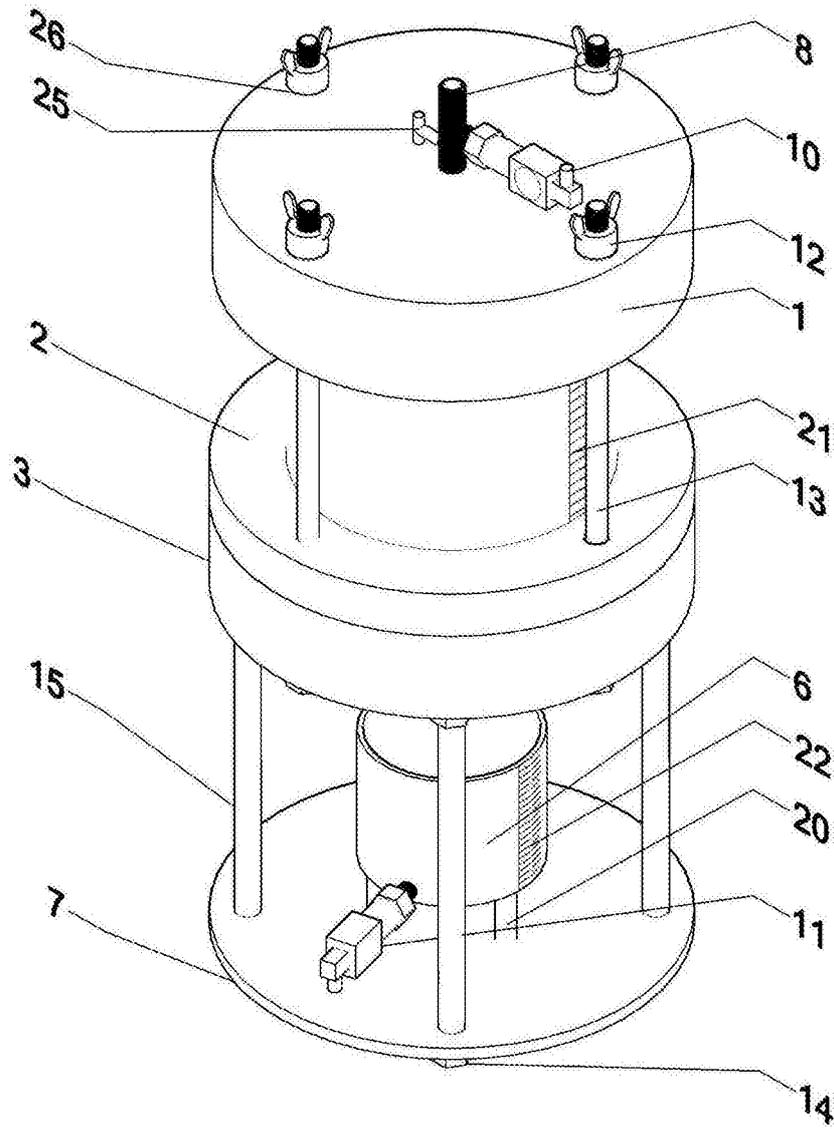


图1

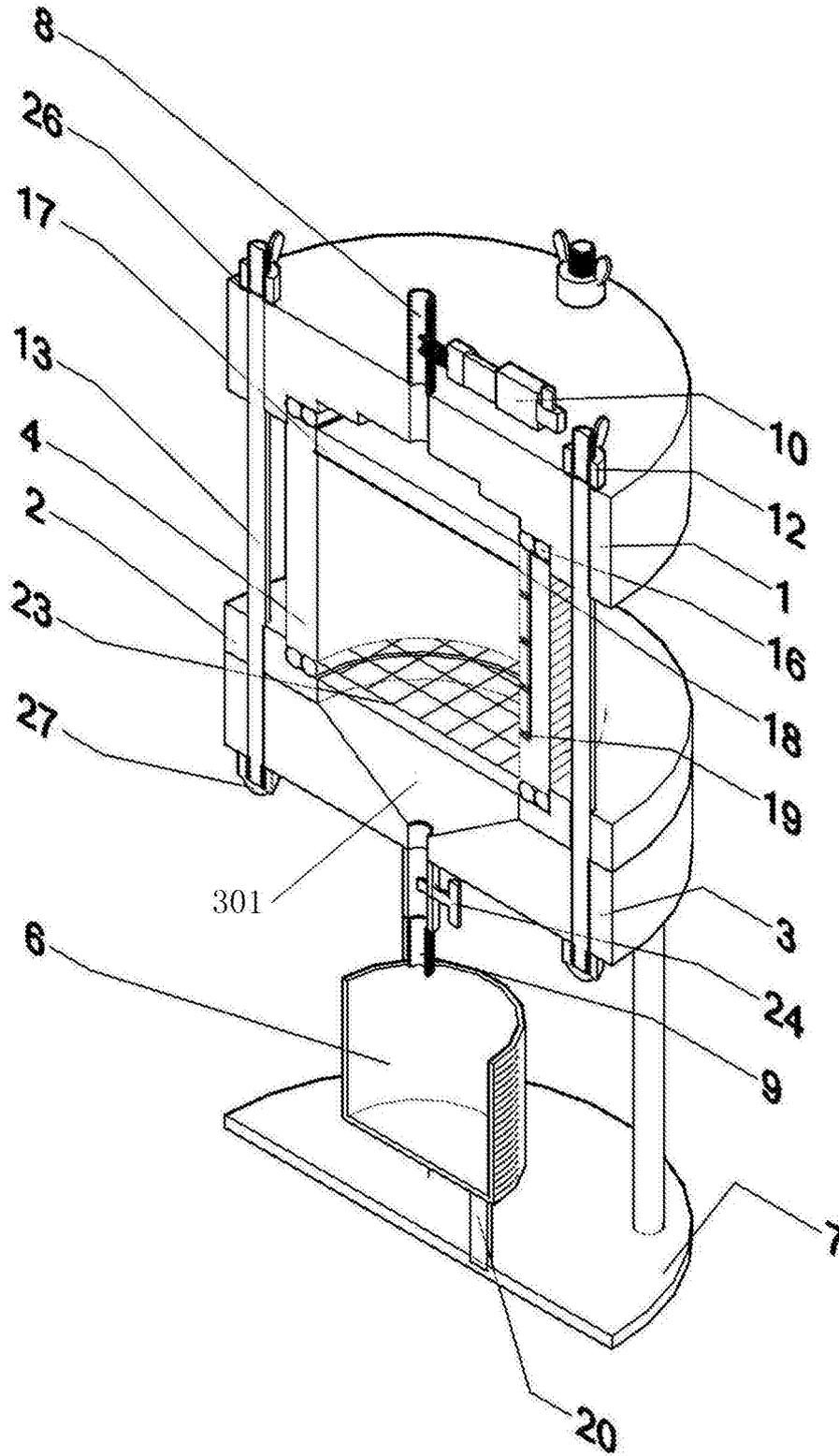


图2

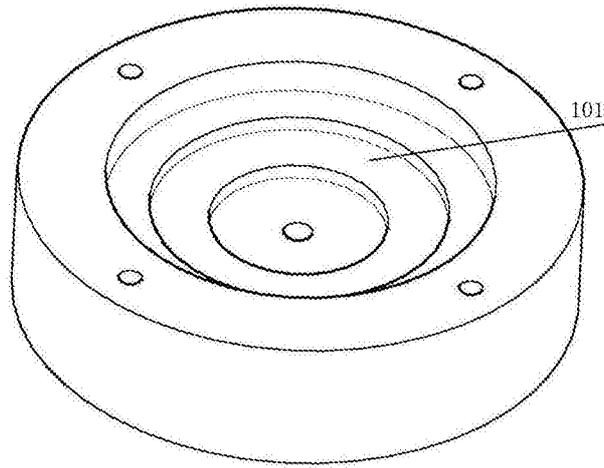


图3

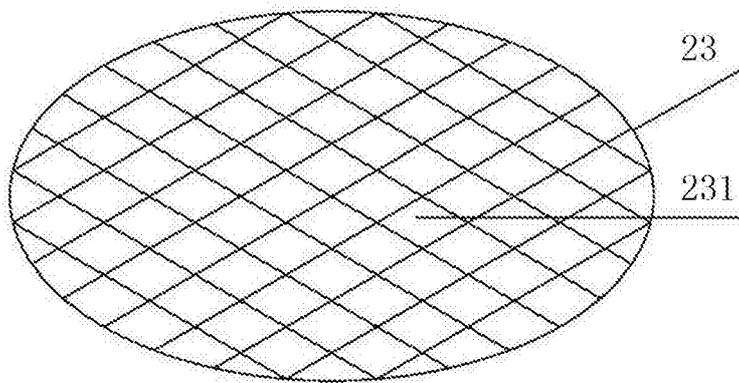


图4

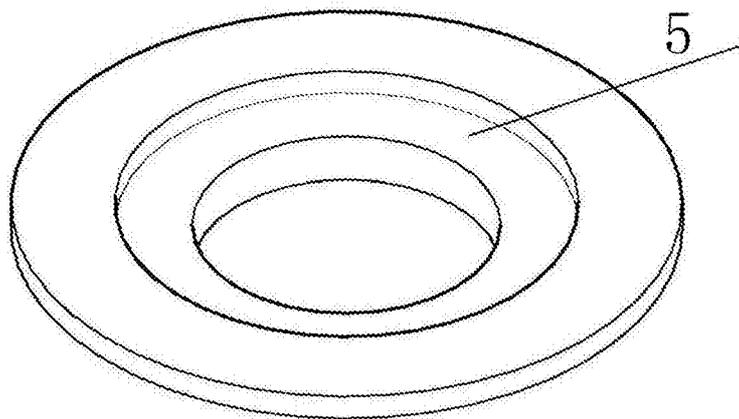


图5