

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 3 月 12 日 (12.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/048071 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 15/08 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/125972
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 30 日 (30.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811042703.5 2018 年 9 月 7 日 (07.09.2018) CN
- (71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。
- (72) 发明人: 刘伟韬(LIU, Weitao); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

刘玉本(LIU, Yuben); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。杜衍辉(DU, Yanhui); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。庞立夫(PANG, Lifu); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。孙茜(SUN, Qian); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。徐百超(XU, Baichao); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山路 480 号青岛研创中心 4 号楼 602 室 懋松, Shandong 266555 (CN)。

(54) Title: MEASUREMENT SYSTEM AND METHOD FOR FALLING HEAD PERMEABILITY COEFFICIENT

(54) 发明名称: 一种变水头渗透系数测量系统和测量方法

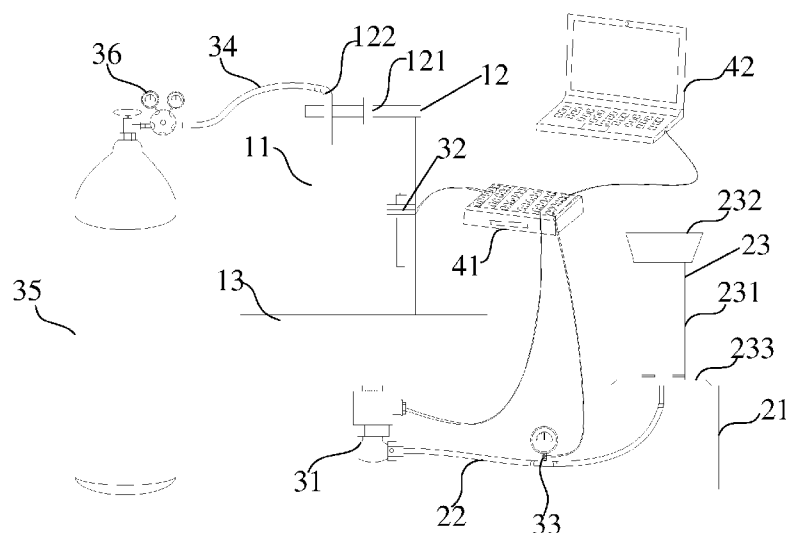


图 1

(57) Abstract: A measurement system and method for a falling head permeability coefficient, relating to the technical field of rock seepage experiments, solving the technical problem of long time consumed by a permeability test, eliminating the impact of temperature and pressure changes on permeability coefficient measurement. The system comprises a liquid storage system (1), a test system (2), a control system (3), and a data processing system (4); the liquid storage system (1) comprises a water storage barrel (11), a sealing cover (12), and an adaption box (13); a water injection opening (121) and an air inlet (122) are provided on the sealing cover (12); the test system (2) comprises a test bench (21), a water guide pipe (22), and a test barrel (23); the water guide pipe (22) is connected to the test barrel (23); the control system (3) comprises an automatic control valve (31), a heating rod (32), an air inlet pipe (34), a high-pressure gas tank (35), and a pressure reducing valve (36); the automatic control valve (31) is connected to the adaption box (13);

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

the high-pressure gas tank (35) is communicated with the air inlet (122); the data processing system (4) comprises a signal acquisition device (41) and a computer (42). Also disclosed is a method for determining a permeability coefficient by means of instantaneous Darcy's law and the system. The present system and method have the beneficial effects of high degree of automation, short test period, and more accurate measurement.

(57) 摘要: 一种变水头渗透系数的测量系统和测量方法, 涉及岩石渗流实验技术领域, 解决了渗透实验耗时长的问题, 排除了温度和压力变化对渗透系数测量的影响, 该系统包括储液系统(1)、试验系统(2)、控制系统(3)和数据处理系统(4), 储液系统(1)包括储水桶(11)、密封盖(12)和转接盒(13), 密封盖(12)上设置有注水口(121)和进气口(122); 试验系统(2)包括试验台(21)、导水管(22)和试验筒(23), 导水管(22)和试验筒(23)相连; 控制系统(3)包括自动控制阀(31)、加热棒(32)、进气管(34)、高压气罐(35)和减压阀(36), 自动控制阀(31)与转接盒(13)相连, 高压气罐(35)和进气口(122)相通; 数据处理系统(4)包括信号采集仪(41)和计算机(42), 以及通过瞬时达西定律和该系统确定渗透系数的方法。本系统及方法还具有自动化程度高, 缩短了试验周期, 提高了测量的准确性等有益效果。

发明名称：一种变水头渗透系数测量系统和测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及岩石渗透实验技术领域，尤其是一种变水头渗透系数测量的试验装置和利用该装置测量渗透系数的方法。

背景技术

[0002] 相似材料模拟实验是重要的岩土工程研究技术手段，在实验室内按相似原理制作与工程实际相似的模型，借助测试仪表观测模型的力学参数及应力分布规律，利用在模型上研究的结果推断原型中可能发生的力学现象，以及岩体应力分布的规律，从而解决岩土工程生产中的实际问题。同样，在矿山地质研究过程中，采用相似材料模拟实验对岩土渗透系数进行研究也是重要的研究手段，渗透系数即水力传导系数，是表征岩土渗水性能的指标，其数值的准确计算对岩石渗流值的确定意义重大，现有的相似模拟材料渗透系数的测量工具不能控制试验的温度和压力，以至于试验测量结果不够准确，并且实验过程是通过人工操作，其自动化程度低，受操作误差影响大，并且实验周期长，试验效率低，进一步影响实验的准确性。因此现有的渗透系数测量实验装置及测量方法需要进一步的改进。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0003] 为解决渗透实验耗时长，实验受温度和压力变化影响导致渗透系数测量精确度不高的技术问题，本发明提供了一种变水头渗透系数测量系统和测量方法，具体技术方案如下。

[0004] 一种变水头渗透系数测量系统，包括储液系统、试验系统、控制系统和数据处理系统；所述储液系统包括储水桶、密封盖和转接盒；所述密封盖设置在储水桶的上端，密封盖上设置有注水口和进气口；所述转接盒设置在储水桶的底部

；所述控制系统包括自动控制阀、加热棒、压力计、进气管、高压气罐和减压阀；所述自动控制阀与转接盒相连；所述加热棒设置在储水桶的内部；所述高压气罐通过进气管和密封盖上的进气口相通；所述试验系统包括试验台、导水管和试验筒；所述导水管连接试验筒和自动控制阀；所述储水桶和试验筒放置在试验台上；所述数据处理系统包括信号采集仪和计算机；所述信号采集仪通过数据线与压力计、加热棒和自动控制阀相连，信号采集仪通过数据线与计算机相连。

[0005] 优选的是，储水桶的侧壁上设置有刻度标尺，储水桶与密封盖和转接盒通过螺纹连接；所述注水口通过橡皮塞密封，进气口通过紧固箍扎进密封。

[0006] 优选的是，高压气罐出口处设置有减压阀，减压阀与进气管相连；所述进气口伸入储水桶的长度大于注水口伸入储水桶的长度。

[0007] 优选的是，导水管为牛筋管，导水管端部通过牛筋接头连接；所述导水管上设置有压力计。

[0008] 优选的是，试验筒包括试验腔、密封帽、密封托盘和连接管，试验试件放置在试验腔内；所述密封帽设置在试验腔上方，与试验腔通过螺纹连接；所述密封托盘与试验腔底部通过螺纹连接；所述试验筒的侧壁开设有溢流孔，溢流孔设置在密封帽与试验腔的交线的位置；所述连接管设置在密封托盘的底部。

[0009] 进一步优选的是，试验腔底部设置有支撑架，支撑架上放置有相似材料模拟试验试件；相似材料模拟试验试件的长度等于试验腔内腔的长度，相似材料模拟试验试件的直径等于试验腔的内径；所述导水管通过连接管和试验筒相连。

[0010] 变水头渗透系数的测量方法，包括以下步骤：

[0011] （1）将相似材料模拟试验试件表面均匀涂抹凡士林，在所述试验腔内表面均匀涂抹凡士林，将相似材料模拟试验试件放置在试验腔内；

[0012] （2）组合安装连接变水头渗透系数测量系统的储液系统、试验系统、控制系统和数据处理系统；

[0013] （3）通过注水口向储水桶内注水，通过计算机控制加热棒工作，控制储水桶内的水温；

[0014] （4）使用橡皮塞密封注水口，打开高压气罐开关，打开自动控制阀，储水桶

内的水通过导水管和连接管进入试验腔，根据压力计读数反馈信号调节减压阀，保持压力计读数不变；

[0015] (5) 记录溢流孔出水时储水桶的水位高度 h_1 ，经过时间 t 后，再次记录储水桶的水位高度 h_2 ；

[0016] (6) 测量导水管的截面面积 a ，相似材料模拟试验试件的长度 L ，相似材料模拟试验试件的截面面积 A ，试验台上表面和溢流孔的高度差 h ；计算渗透系数 K ，其中

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1 - h}{h_2 - h}$$

；

[0017] (7) 重复上述步骤3次，取渗透系数计算的平均值作为渗透系数的测量值。

[0018] 优选的是，水温调控至20°C，所述压力计读数保持在0.2MPa。

发明的有益效果

有益效果

[0019] 本发明的有益效果包括：

[0020] (1) 通过储液系统、试验系统、控制系统和数据处理系统的配合实现了对渗透系数测量实验过程的自动控制，并通过对储水桶进行密封，使用高压气罐对水进行加压，从而控制水压，通过加热棒控制水的温度。

[0021] (2) 储水桶上设置刻度标尺，方便实验数据记录；进气口伸入储水桶的长度大于注水口伸入储水桶的长度，方便注水，和密封注水口；导水管上设置有压力计便于控制和记录水压。

[0022] (3) 试验筒的试验腔的内腔和相似材料模拟试验试件尺寸一致，并开设有溢流孔，溢流孔设置在试验腔上，从而方便记录渗流时间和水位高度。

[0023] (4) 利用变水头渗透系数测量系统进行测量时，通过涂抹凡士林以试验筒保证侧壁的密封性，通过加热棒对水温进行控制，自动控制阀实现了导水管出水的自动控制，通过压力计的反馈数据调节减压阀从而保证压力的稳定，记录三次实验数据取平均值保证了测量结果的准确性。

[0024] 另外本发明的测量系统和测量方法还具有结构简单，操作方便，试验周期短，

自动化程度高，提高了测量效率和测量准确性等优点。

对附图的简要说明

附图说明

- [0025] 图1是一种变水头渗透系数测量系统的结构示意图；
- [0026] 图2为密封盖的俯视图；
- [0027] 图3为储水桶结构示意图；
- [0028] 图4为转接盒的内部结构示意图；
- [0029] 图5为橡皮塞的结构示意图；
- [0030] 图6为试验筒的结构示意图；
- [0031] 图7为试验腔外部结构示意图；
- [0032] 图8为试验腔内部结构示意图；
- [0033] 图9为密封托盘剖面结构示意图；
- [0034] 图中：1-储液系统；11-储水桶；12-密封盖；121-注水口；122-进气口；13-转接盒；2-试验系统；21-试验台；22-导水管；23-试验筒；231-试验腔；232-密封帽；233-密封托盘；234-连接管；235-溢流孔；236-支撑架；3-控制系统；31-自动控制阀；32-加热棒；33-压力计；34-进气管；35-高压气罐；36-减压阀；4-数据处理系统；41-信号采集仪；42-计算机。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0035] 结合图1至图9所述，本发明提供一种变水头渗透系数测量系统和测量方法的具体实施方式如下。
- [0036] 一种变水头渗透系数测量系统具体包括储液系统、试验系统、控制系统和数据处理系统。通过储液系统1、试验系统2、控制系统3和数据处理系统4的配合实现了对渗透系数测量实验过程的自动控制，从而提高试验效率和测量的准确性。
- [0037] 其中，储液系统1包括储水桶11、密封盖12和转接盒13，密封盖12设置在储水桶11的上端，密封盖12上设置有注水口121和进气口122，转接盒13设置在储水桶11的底部。储水桶11与密封盖12和转接盒13通过螺纹连接，储水桶11的侧壁

上设置有刻度标尺，方便实验数据记录，其中储水桶11是由玻璃材料制成。注水口121通过橡皮塞密封，进气口122通过紧固箍扎进密封，实现对储水桶11的密封，从而保证压力稳定。进气口122伸入储水桶的长度大于注水口伸入储水桶的长度，从而方便注水和密封注水口121。

[0038] 控制系统3包括自动控制阀31、加热棒32、压力计33、进气管34、高压气罐35和减压阀36。自动控制阀31与转接盒相连，转接盒13和自动控制阀31通过螺纹连接，自动控制阀31控制渗流实验用水的注入，压力计33设置在靠近转接盒的导水管22上，用于反馈和记录水压。加热棒32设置在储水桶11的内部，可以设置在储水桶11的侧壁或者底部，并且加热棒32还设置有温度检测模块，将水温及加热棒32的工作状态反馈至信号采集仪41。高压气罐35通过进气管34和密封盖12上的进气口122相通，在高压气罐35出口处设置有减压阀36，减压阀36与进气管34相连，减压阀36根据压力计33的反馈情况进行调节，从而对储水桶11的出水水压进行调节。

[0039] 试验系统2包括试验台21、导水管22和试验筒23，导水管22连接试验筒23和自动控制阀31，在导水管22上设置有压力计33，储水桶11和试验筒23放置在试验台21上。导水管22为牛筋管，导水管22端部通过牛筋接头连接。试验筒23包括试验腔231、密封帽232、密封托盘233和连接管234，试验试件放置在试验腔231内。密封帽232设置在试验腔231上方，与试验腔231通过螺纹连接，密封托盘233与试验腔231底部通过螺纹连接。试验筒23的侧壁开设有溢流孔235，溢流孔235设置在密封帽232与试验腔231的交线的位置，其中密封帽232是由金属材料制作而成。连接管234设置在密封托盘233的底部。试验腔231底部设置有支撑架236，支撑架236上放置有相似材料模拟试验试件，相似材料模拟试验试件的长度等于试验腔内腔的长度，相似材料模拟试验试件的直径等于试验腔的内径。导水管22通过连接管234和试验筒23相连，导水管22向试验腔231内充水。

[0040] 数据处理系统4包括信号采集仪41和计算机42，信号采集仪41通过数据线与压力计33、加热棒32和自动控制阀31相连，信号采集仪41通过数据线与计算机相连。压力计33、加热棒32分别将压力和温度反馈至信号采集仪41，通过计算机实现对加热棒32和自动控制阀31的控制。

[0041] 利用上述变水头渗透系数测量系统进行变水头渗透系数测量的方法，包括以下步骤：

[0042] 步骤（1），将相似材料模拟试验试件表面均匀涂抹凡士林，在试验腔231内表面均匀涂抹凡士林，将相似材料模拟试验试件放置在试验腔内，从而保证试验装置的密封性。

[0043] 步骤（2），组合安装连接变水头渗透系数测量系统的储液系统1、试验系统2、控制系统3和数据处理系统4。

[0044] 步骤（3），通过注水口121向储水桶11内注水，通过计算机42控制加热棒32工作，控制储水桶11内的水温，设定不同的水温，从而进行不同温度条件下的测量实验。优选的水温调控至20℃，进行实验。

[0045] 步骤（4），使用橡皮塞密封注水口121，打开高压气罐35开关，打开自动控制阀31，储水桶11内的水通过导水管22和连接管234进入试验腔231，根据压力计33读数反馈信号调节减压阀36，保持压力计33读数不变。通过设定不同的压力，完成不同压力条件下的测量实验。优选的压力计读数保持在0.2MPa进行实验。

[0046] 步骤（5），记录溢流孔235出水时储水桶11的水位高度h1，经过时间t后，再次记录储水桶11的水位高度h2。

[0047] 步骤（6），测量导水管22的截面面积a，相似材料模拟试验试件的长度L，相似材料模拟试验试件的截面面积A，试验台21上表面和溢流孔235的高度差h。根据上述已知参数，建立瞬时达西定律方程，计算渗透系数K，其中渗透系数的计算公式为：

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1 - h}{h_2 - h}$$

。

[0048] 步骤（7），重复上述步骤3次，取渗透系数计算的平均值作为渗透系数的测量值。

[0049] 通过加热棒32对水温进行控制，自动控制阀31实现了导水管出水的自动控制，通过压力计33的反馈数据调节减压阀从而保证压力的稳定，记录三次实验数据取平均值保证了测量结果的准确性。本发明公开的变水头渗透系数测量系统和

测量方法还具有结构简单，操作方便，试验周期短，自动化程度高，提高了测量效率和测量准确性等优点。

[0050] 尽管本文使用了“储水桶、密封盖、转接盒、导水管、试验筒、自动控制阀、加热棒、进气管、高压气罐、减压阀”等术语，但并不排除使用其他术语的可能性；使用这些术语仅仅是为了更方便的解释和描述本发明，并不能据此限制本发明保护范围。

[0051] 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。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种变水头渗透系数测量系统，其特征在于，包括储液系统、试验系统、控制系统和数据处理系统；
- 所述储液系统包括储水桶、密封盖和转接盒；所述密封盖设置在储水桶的上端，密封盖上设置有注水口和进气口；所述转接盒设置在储水桶的底部；
- 所述控制系统包括自动控制阀、加热棒、压力计、进气管、高压气罐和减压阀；所述自动控制阀与转接盒相连；所述加热棒设置在储水桶的内部；所述高压气罐通过进气管和密封盖上的进气口相通；
- 所述试验系统包括试验台、导水管和试验筒；所述导水管连接试验筒和自动控制阀；所述储水桶和试验筒放置在试验台上；
- 所述数据处理系统包括信号采集仪和计算机；所述信号采集仪通过数据线与压力计、加热棒和自动控制阀相连，信号采集仪通过数据线与计算机相连。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种变水头渗透系数测量系统，其特征在于，所述储水桶的侧壁上设置有刻度标尺，储水桶与密封盖和转接盒通过螺纹连接；所述注水口通过橡皮塞密封，进气口通过紧固箍扎进密封。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种变水头渗透系数测量系统，其特征在于，所述高压气罐出口处设置有减压阀，减压阀与进气管相连；所述进气口伸入储水桶的长度大于注水口伸入储水桶的长度。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的一种变水头渗透系数测量系统，其特征在于，所述导水管为牛筋管，导水管端部通过牛筋接头连接；所述导水管上设置有压力计。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的一种变水头渗透系数测量系统，其特征在于，所述试验筒包括试验腔、密封帽、密封托盘和连接管，试验试件放置在试验腔内；所述密封帽设置在试验腔上方，与试验腔通过螺纹连接；所述密封托盘与试验腔底部通过螺纹连接；所述试验筒的侧壁开设

有溢流孔，溢流孔设置在密封帽与试验腔的交线的位置；所述连接管设置在密封托盘的底部。

[权利要求 6] 根据权利要求5所述的一种变水头渗透系数测量系统，其特征在于，所述试验腔底部设置有支撑架，支撑架上放置有相似材料模拟试验试件；相似材料模拟试验试件的长度等于试验腔内腔的长度，相似材料模拟试验试件的直径等于试验腔的内径；所述导水管通过连接管和试验筒相连。

[权利要求 7] 根据权利要求1至6任一项所述的一种变水头渗透系数测量系统的测量方法，其特征在于，变水头渗透系数的测量方法，包括以下步骤：

(1) 将相似材料模拟试验试件表面均匀涂抹凡士林，在所述试验腔内表面均匀涂抹凡士林，将相似材料模拟试验试件放置在试验腔内；

(2) 组合安装连接变水头渗透系数测量系统的储液系统、试验系统、控制系统和数据处理系统；

(3) 通过注水口向储水桶内注水，通过计算机控制加热棒工作，控制储水桶内的水温；

(4) 使用橡皮塞密封注水口，打开高压气罐开关，打开自动控制阀，储水桶内的水通过导水管和连接管进入试验腔，根据压力计读数反馈信号调节减压阀，保持压力计读数不变；

(5) 记录溢流孔出水时储水桶的水位高度 h_1 ，经过时间 t 后，再次记录储水桶的水位高度 h_2 ；

(6) 测量导水管的截面面积 a ，相似材料模拟试验试件的长度 L ，相似材料模拟试验试件的截面面积 A ，试验台上表面和溢流孔的高度差 h ；计算渗透系数 K ，其中

$$K = \frac{aL}{At} \ln \frac{h_1 - h}{h_2 - h}$$

。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的变水头渗透系数的测量方法，其特征在于，所述水温调控至 20°C ，所述压力计读数保持在 0.2MPa 。

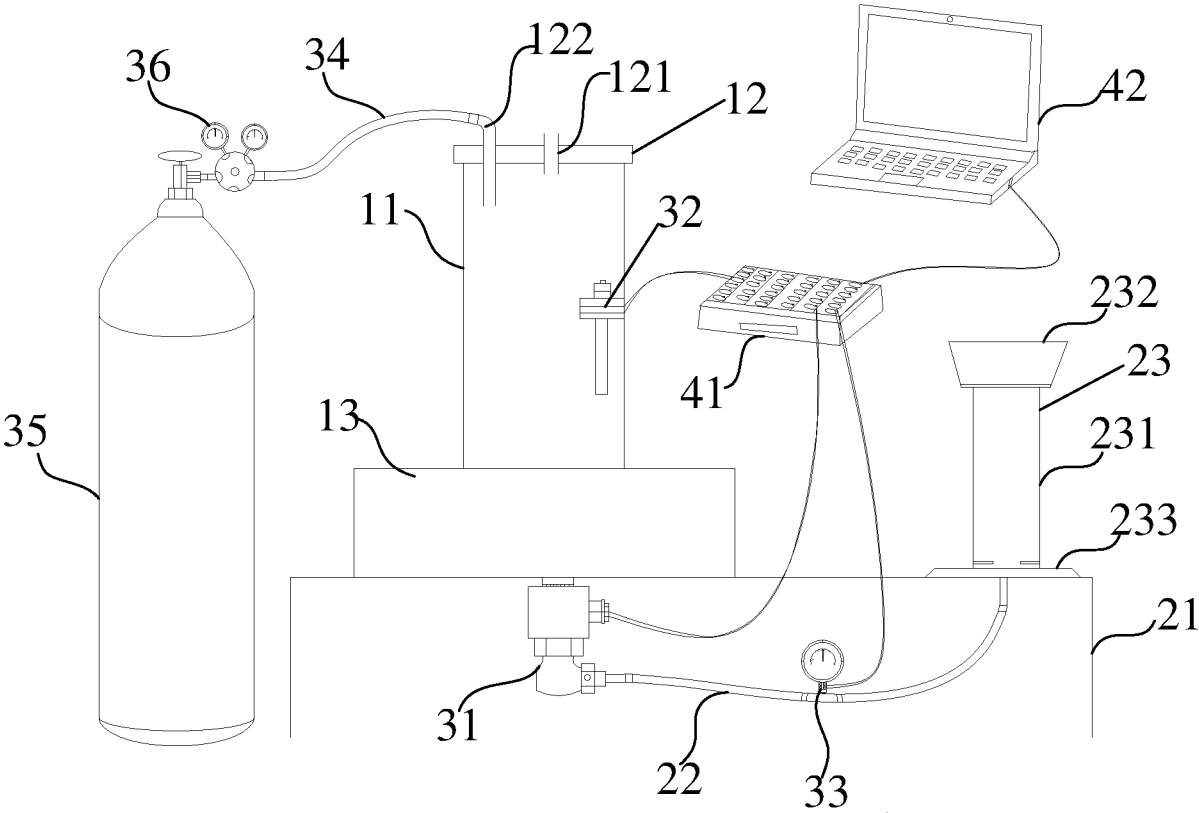


图 1

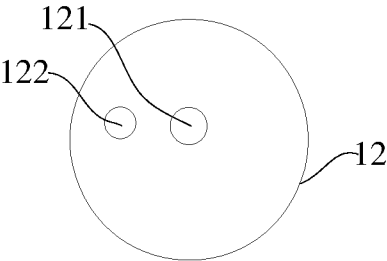


图 2

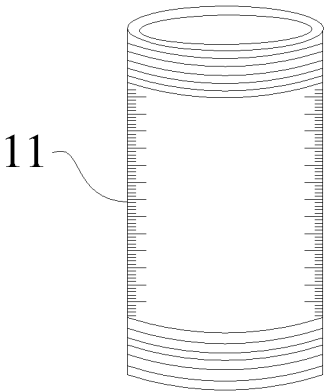


图 3

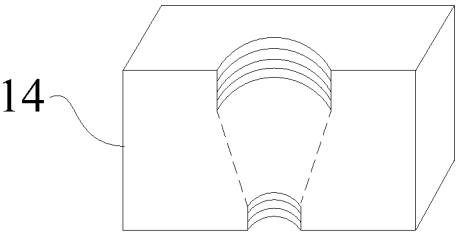


图 4

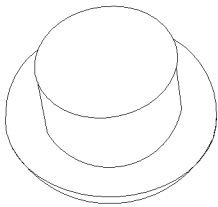


图 5

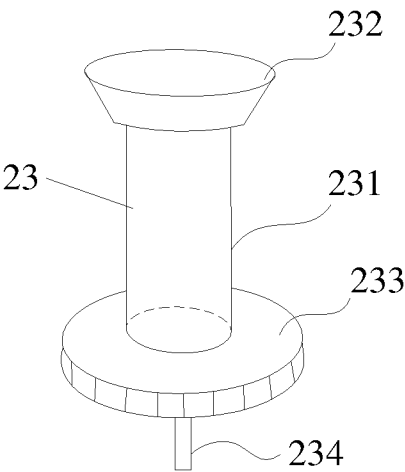


图 6

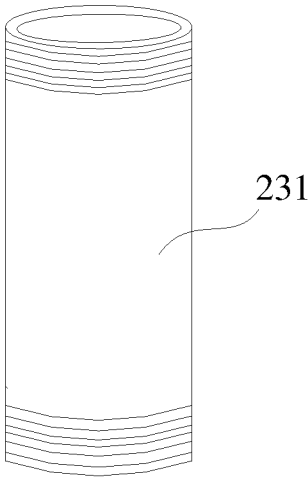


图 7

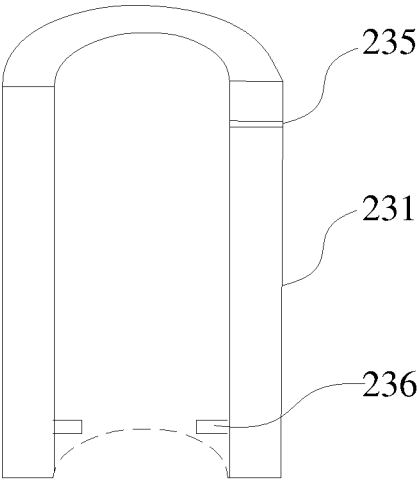


图 8

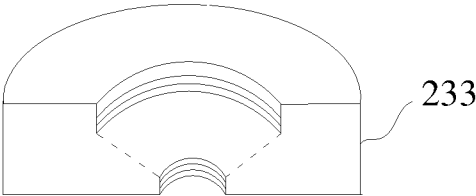


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/125972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 15/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N15/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 变水头渗透系数, 测, 储液, 试验, 控制, 数据, 储水桶, 密封盖, 转接盒, 自动控制阀, 加热棒, 压力计, 进气管, 高压气罐, 减压阀, 试验台, 导水管, 试验筒, 计算机, permeating, instrument, water, injection, base, seepage, combining, upper, pressure, rod, measuring, permeability, coefficient, consolidation, pressure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106840990 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 13 June 2017 (2017-06-13) description, paragraphs [0001]-[0017], and figures 1 and 2	1-6
PX	CN 109060631 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 21 December 2018 (2018-12-21) description, paragraphs [0001]-[0050], and figures 1-9	1-7
A	CN 206095880 U (HENAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 April 2017 (2017-04-12) entire document	1-7
A	CN 103091229 A (HOHAI UNIVERSITY) 08 May 2013 (2013-05-08) entire document	1-7
A	CN 101949818 A (SHANGHAI GEOTECHNICAL INVESTIGATIONS & DESIGN INSTITUTE CO., LTD.) 19 January 2011 (2011-01-19) entire document	1-7
A	JP 2002071672 A (PFIZER SEIYAKU K.K.) 12 March 2002 (2002-03-12) entire document	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 May 2019

Date of mailing of the international search report

29 May 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/125972

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106840990	A	13 June 2017	None			
CN	109060631	A	21 December 2018	None			
CN	206095880	U	12 April 2017	None			
CN	103091229	A	08 May 2013	CN	103091229	B	31 December 2014
CN	101949818	A	19 January 2011	CN	101949818	B	29 August 2012
JP	2002071672	A	12 March 2002	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/125972

A. 主题的分类

G01N 15/08 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G01N15/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 变水头渗透系数, 测, 储液, 试验, 控制, 数据, 储水桶, 密封盖, 转接盒, 自动控制阀, 加热棒, 压力计, 进气管, 高压气罐, 减压阀, 试验台, 导水管, 试验筒, 计算机, permeating, instrument, water, injection, base, seepage, combining, upper, pressure, rod, measuring, permeability, coefficient, consolidation, pressure

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 106840990 A (大连理工大学) 2017年 6月 13日 (2017 - 06 - 13) 说明书第[0001]-[0017]段、附图1-2	1-6
PX	CN 109060631 A (山东科技大学) 2018年 12月 21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第[0001]-[0050]段、附图1-9	1-7
A	CN 206095880 U (河南工业大学) 2017年 4月 12日 (2017 - 04 - 12) 全文	1-7
A	CN 103091229 A (河海大学) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 全文	1-7
A	CN 101949818 A (上海岩土工程勘察设计研究院有限公司) 2011年 1月 19日 (2011 - 01 - 19) 全文	1-7
A	JP 2002071672 A (PFIZER SEIYAKU K.K.) 2002年 3月 12日 (2002 - 03 - 12) 全文	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 5月 15日

国际检索报告邮寄日期

2019年 5月 29日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

刘博

电话号码 86-(10)-53962619

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/125972

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	106840990	A	2017年 6月 13日	无	
CN	109060631	A	2018年 12月 21日	无	
CN	206095880	U	2017年 4月 12日	无	
CN	103091229	A	2013年 5月 8日	CN 103091229	B 2014年 12月 31日
CN	101949818	A	2011年 1月 19日	CN 101949818	B 2012年 8月 29日
JP	2002071672	A	2002年 3月 12日	无	