

(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 4 月 2 日 (02.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/062834 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01F 17/00 (2006.01) *G01B 13/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/082304
- (22) 国际申请日: 2019 年 4 月 11 日 (11.04.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811140265.6 2018 年 9 月 28 日 (28.09.2018) CN
- (71) 申请人: 山东大学 (SHANDONG UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国山东省济南市历下区经十路
17923 号, Shandong 250061 (CN)。
- (72) 发明人: 李术才 (LI, Shucan); 中国山东省济南市
历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。

李利平 (LI, Liping); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。王旌 (WANG, Jing); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。石少帅 (SHI, Shaoshuai); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。周宗青 (ZHOU, Zongqing); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。刘洪亮 (LIU, Hongliang); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。巴兴之 (BA, Xingzhi); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。孙尚渠 (SUN, Shangqu); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。房忠栋 (FANG, Zhongdong); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。刘振

(54) Title: VOLUME MEASUREMENT SYSTEM AND METHOD FOR CLOSED WATER-FILLED KARST CAVE

(54) 发明名称: 针对封闭充水溶洞的体积测量系统与方法

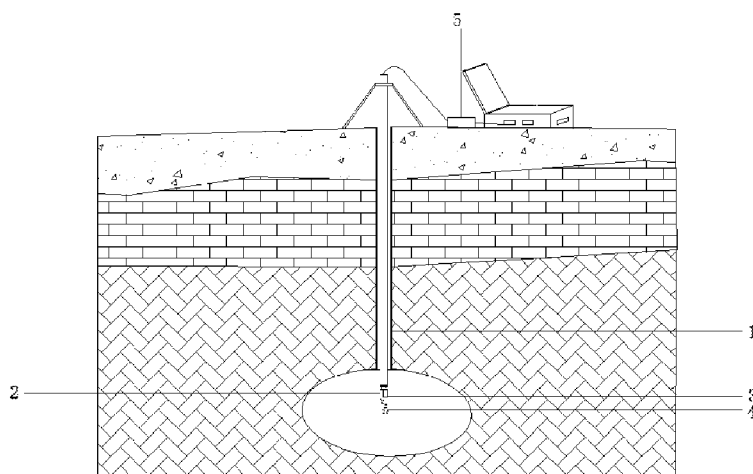


图 1

(57) Abstract: Disclosed in the present invention are a volume measurement system and method for a closed water-filled karst cave, comprising a water collecting device, a concentration tester, and a control system, wherein the control system is connected to the water collecting device by means of a connector, the water collecting device is a container having a closed top portion and an open bottom portion, the top portion of the water collecting device is a piston, the piston is connected to a propulsor rod, and the propulsor rod is controlled by the control system to extend or shorten to thereby achieve the advancement or retreat of the piston; a placing table that may be opened and closed is hinged at an inner wall of the water collecting device, and the placing table is connected to the piston; when the piston is raised, the placing table moves upward, and when the piston is lowered, the placing table moves downward; the placing table is used for the placement of a chemical substance thereon; and the concentration tester communicates with a lower portion

华(LIU, Zhenhua); 中国山东省济南市历下区经十路17923号, Shandong 250061 (CN)。

(74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司(JINAN SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国山东省济南市经十路17703号华特广场B308室, Shandong 250061 (CN)。

(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))。

of the water collecting device and is used to detect the concentration of a solution.

(57) 摘要: 本发明公开了一种针对封闭充水溶洞的体积测量系统及方法, 包括集水装置、浓度测试仪和控制系统, 控制系统通过连接件与集水装置相连, 集水装置为一个顶部封闭, 底部敞口的容器, 集水装置的顶部为一个活塞, 活塞连接一个推进杆, 所述的推进杆由控制系统控制其伸长或者缩短, 实现活塞的前进或者后退; 在集水装置内壁铰接一个可开合的放置台, 放置台与所述的活塞相连, 所述的活塞升高时, 放置台向上运动, 活塞降低时, 放置台向下运动; 放置台上用于放置化学物质; 所述的浓度测试仪与集水装置的下部连通, 用于检测溶液的浓度。

针对封闭充水溶洞的体积测量系统及方法

技术领域

本发明涉及地下工程中溶洞体积测量技术领域，具体说是针对封闭充水溶洞的体积测量系统级方法。

背景技术

近年来，隧道工程及地铁建设在如火如荼的进行，一些工程上的难题也相继出现，例如隧道开挖前方经过岩溶发育区、地铁下方穿过岩溶发育区等。现阶段，我们通过地球物理方法来探测溶洞的位置已不再困难，也取得了丰硕的成果。但是，只知道溶洞在什么位置是不够的，获得溶洞的体积也是关键。针对这种地质情况，工程上一般都是用充填材料（如混凝土）来充填处理，只有准确知道溶洞体积，才能制定相应的工程处理措施，更顺利通过岩溶发育区，为工程建设保驾护航。在实际施工过程中，施工单位不知道确切的溶洞体积，也就不能明确制定相应的实施方案，这种未知性，造成了人力物力的消耗、增加了成本，甚至造成工序的错乱以及工期的延误。这更说明，与溶洞体积相关的数据对工程施工异常关键，能为工程提供重要的参考。目前，测量体积的方法有很多种，如借助三维激光扫描获取溶洞内部点云信息来建立溶洞立体模型，通过计算模型的体积来获取溶洞体积大小的方法，但激光在水中的穿透力不强，衰减较快，光束还没到达洞壁即完全衰减。采用声呐来测量体积的成本又太高。如何发明一种快速获取溶洞体积的方法已经成为急需解决的技术问题。

发明内容

本发明的目的主要是解决上述提出的一些工程应用难题，提供针对封闭充水溶洞的体积测量系统及方法。

为了达成上述目的，本发明采用如下技术方案：

针对封闭充水溶洞的体积测量系统，包括集水装置、浓度测试仪和控制系统，所述的控制系统通过连接件与集水装置相连，所述的集水装置为一个顶部封闭，底部敞口的容器，所述的集水装置的顶部为一个活塞，所述的活塞连接一个推进杆，所述的推进杆由控制系统控制其伸长或者缩短，实现活塞的前进或者后退；在所述集水装置内壁铰接一个可开合的放置台，所述的放置台与所述的活塞相

连，所述的活塞升高时，放置台向上运动，活塞降低时，放置台向下运动；所述的放置台上用于放置化学物质；所述的浓度测试仪与集水装置的下部连通，用于检测溶液的浓度。

进一步的，集水装置和浓度测试仪通过连接件与控制系统相连，所述的控制系统通过控制连接件的动作，将集水装置和浓度测试仪放置于待测溶洞中或者取出待测溶洞。

进一步的，在所述的放置台上用于放置有化学物质，化学物质随放置台打开而掉落溶腔内。

利用上述装置对封闭充水溶洞的体积进行测量的方法，包括以下步骤：

步骤 1 对揭露充水溶洞的钻孔进行清孔工作；在钻孔中下好保护套管，并在地面固定套管；

步骤 2 将控制台通过连接件连接集水装置和浓度测试仪；在集水装置内的放置台上放置化学物质粉末；将控制台固定在地面上；将集水装置和浓度测试仪顺着套管伸入溶洞内部；

步骤 3 当仪器下放到溶洞中并被水没过一定深度方便提取测试液体时，将仪器位置固定；

步骤 4 通过地面控制台，使推进杆向下运动，活塞也向下运动；此处放置台随着活塞的向下运动，放置台逐渐打开，位于集水装置内部的质量为 m 的化学物质粉末一同掉落到溶腔内的水体中；经过一段时间的扩散过程，化学物质粉末在溶腔内溶解并逐渐扩散开；

步骤 5：通过控制系统控制活塞向上运动，溶腔内的溶液进入到收集装置中；浓度测试仪测试液体的容器与集水装置内部连通，在集水装置内部充水时，溶液进入浓度测试仪测试液体的容器内，完成提取一次溶液的操作；

步骤 7：将集水装置中的液体排出，并重新收集溶洞内液体，通过浓度测试仪对收集的液体进行浓度测量，重复测量多次并依次记录数值，取多次测量结果平均值 ρ ，已知化学物质质量为 m ，经过公式 $V = \frac{m}{\rho}$ ；计算得到充水溶洞最终体积 V ；

步骤 8：完成测量工作，将仪器设备收回至地面。

进一步的，所述的化学物质是一种不与水或者空气中的成分发生反应的物质，将其放入水中简单易行，而且它在液体中扩散速度快；例如：氯化钠，以及其它符合条件的物质等。

进一步的，当仪器浸入水中时，位于装置最底端的集水装置能够自由完成给排水即可，所述的集水装置用来提取溶洞内的水以便于进行浓度测量。

进一步的，集水装置底部的开合由地面控制，当集水装置为关闭状态，测量仪就可以对提取出来的液体进行该化学物质的浓度测量。

进一步的，所述浓度测试仪在被测量物质浓度值趋于稳定后，会自动记录该数值并发出提示，以保证在最短时间内获取物质的稳定浓度，大大提高了效率，节省了时间。

本发明的有益效果如下：

本发明的针对封闭充水溶洞的体积测量方法，与现有技术相比，能够快速较精确获取探测空间的体积信息，该方法力求短时间、高精度的获取体积，为工程上制定相关措施提供了重要的参考，预先确定了材料的合理用量，科学合理的安排各工序的施工，起到了正确指导施工的效果。

附图说明

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。

图 1 是本发明针对封闭充水溶洞的体积测量方法的示意图；

图 2 是本发明水下部分正视图；

图 3 是本发明水下部分侧视图；

图中：1-套管；2-集水装置；3-浓度测试仪；4-化学物质；5-控制系统；6-推进杆；7-活塞；8-连接金属条；9-放置台。

具体实施方式

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的含义。

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；

为了方便叙述，本发明中如果出现“上”、“下”、字样，仅表示与附图本身的上、下方向一致，并不对结构起限定作用，仅仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位，以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

正如背景技术所介绍的，现有技术中目前测量体积的方法有很多种，如借助三维激光扫描获取溶洞内部点云信息来建立溶洞立体模型，通过计算模型的体积来获取溶洞体积大小的方法，但激光在水中的穿透力不强，衰减较快，光束还没到达洞壁即衰减完全。采用声呐来测量体积的成本又太高。如何发明一种快速获取溶洞体积的方法已经成为急需解决的技术问题，为了解决如上的技术问题，本申请提出了一种针对封闭充水溶洞的体积测量系统及方法。

具体的，如图 1-3 所示，针对封闭充水溶洞的体积测量系统，包括集水装置 2、浓度测试仪 3 和控制系统 5，所述的控制系统 5 通过连接件与集水装置 2 相连，所述的集水装置 2 为一个顶部封闭，底部敞口的容器，所述的集水装置 2 的顶部为一个活塞，所述的活塞 7 连接一个推进杆，所述的推进杆由控制系统控制其伸长或者缩短，实现活塞 7 的前进或者后退；在所述集水装置内壁铰接一个可开合的放置台，放置台 9 通过连接金属条 8 与活塞 7 相连，所述的活塞 7 升高时，放置台向上运动，活塞 7 降低时，放置台 9 向下运动；所述的放置台 9 上用于放置化学物质；所述的浓度测试仪与集水装置 2 的下部连通，用于检测溶液的浓度。

集水装置 2 和浓度测试仪 3 通过连接件与控制系统 5 相连，控制系统 5 通过控制连接件的动作，将集水装置 2 和浓度测试仪 3 放置于待测溶洞中或者取出待测溶洞；这里的连接件可以采用滑轮和钢丝绳组合的升降装置，钢丝绳连接集水装置 2 和浓度测试仪 3，通过控制钢丝绳起吊和下放集水装置 2 和浓度测试仪 3。

在放置台 9 上用于放置有化学物质粉末。

具体如下：

步骤 1 对揭露充水溶洞的钻孔进行清孔工作；在钻孔中下好保护套管，并

在地面固定套管；

步骤 2 将控制台通过连接件连接集水装置和浓度测试仪；集水装置和浓度测试仪紧密贴合连接，浓度测试仪测试液体的容器与集水装置内部是连通的，此设计方便收集的液体直接用来测试；控制台固定在地面上；将化学物质粉末、集水装置和浓度测试仪顺着套管伸入溶洞内部；其中，化学物质粉末随底盖打开而掉落溶腔内；

步骤 3 当仪器下放到溶洞中并被水没过一定深度方便提取测试液体时，将仪器位置固定；

步骤 4 通过地面控制台，使推进杆向下运动，此时连接金属条牵引集水装置底盖分别向上运动，底盖逐渐打开，位于集水装置内部的化学物质粉末掉落到溶腔内的水体中；经过一段时间的扩散过程，化学物质粉末在溶腔内溶解并逐渐扩散开；为了尽量使化学物质粉末可以完全导入到溶腔中，可以通过金属条多次抖动底盖；且保证放置台的顶面要足够的光滑。

步骤 5：集水装置主要是通过控制活塞上下运动来进行给排水过程，而活塞实际上由推进杆进行牵引，推进杆为机械设计，可通过地面控制台对其进行精准操作；另外，活塞顶部左右各由一根连接金属条与集水装置底盖连接，底盖由两部分组成，随着活塞向下、向上运动，底盖呈打开、闭合状态；

步骤 6：浓度测试仪测试液体的容器与集水装置内部连通，此容器设置在集水装置靠近底盖位置，保证集水装置内部充水时，水能够自然进入容器内，完成提取水这一操作；

步骤 7：在投放化学物质粉末之后，活塞位于集水装置最下方，集水装置内无液体，此时可通过控制台将推进杆向上收回，同时，连接金属条牵引底盖逐渐闭合以及活塞向上运动使装置充满水，由于浓度测试仪与装置内部为连通状态，测试液体收集完毕，将集水装置中的液体排出并重新收集溶洞内液体，通过浓度测试仪对收集的液体进行浓度测量，重复测量三次并依次记录数值 ρ_1 、 ρ_2 、 ρ_3 ，取三次测量结果平均值 ρ ，已知化学物质质量为 m ，经过公式计算得到充水溶洞最终体积 V ；其计算公式如下：

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3} \quad V = \frac{m}{\rho}$$

步骤 8：完成测量工作，将仪器设备收回至地面；

所述的特殊化学物质是一种不与水或者空气中的成分发生反应的特殊物质，将其放入水中简单易行，而且它在液体中扩散速度极快；例如氯化钠，氯化钠对应的浓度测试仪可以是一种测量盐度的仪器设备，但并不限于盐度计，要视被检测物质来定。本例中可以是测量海水盐度的电导率盐度计，此设备原理简单、操作方便，可用于快速测定含盐（氯化钠）溶液重量百分比浓度。

当仪器浸入水中时，位于装置最底端的集水装置能够自由完成给排水即可，所述的集水装置用来提取溶洞内的水以便于进行浓度测量。

集水装置底部的开合由地面控制，当集水装置为关闭状态，测量仪就可以对提取出来的液体进行该化学物质的浓度测量。

浓度测试仪在被测量物质浓度值趋于稳定后，会自动记录该数值并发出提示，以保证在最短时间内获取物质的稳定浓度，大大提高了效率，节省了时间。

应该指出，以上所述旨在对本申请提供进一步的说明。仅为本发明的优选示例而已，并不用于限制本发明。除非另有说明，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的含义。

权利要求书

1. 针对封闭充水溶洞的体积测量系统，其特征在于，包括集水装置、浓度测试仪和控制系统，所述的控制系统通过连接件与集水装置相连，所述的集水装置为一个顶部封闭，底部敞口的容器，所述的集水装置的顶部为一个活塞，所述的活塞连接一个推进杆，所述的推进杆由控制系统控制其伸长或者缩短，实现活塞的前进或者后退；在所述集水装置内壁铰接一个可开合的放置台，所述的放置台与所述的活塞相连，所述的活塞升高时，放置台向上运动，活塞降低时，放置台向下运动；所述的放置台上用于放置化学物质；所述的浓度测试仪与集水装置的下部连通，用于检测溶液的浓度。

2. 如权利要求 1 所述的针对封闭充水溶洞的体积测量系统，其特征在于，所述的控制系统通过控制连接件的动作，将集水装置和浓度测试仪放置于待测溶洞中或者取出待测溶洞。

3. 如权利要求 1 所述的针对封闭充水溶洞的体积测量系统，其特征在于，在所述的放置台上用于放置有化学物质，化学物质随放置台打开而掉落溶腔内。

4. 利用权利要求 1-3 任一所述的装置对封闭充水溶洞的体积进行测量的方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1 对揭露充水溶洞的钻孔进行清孔工作；在钻孔中下好保护套管，并在地面固定套管；

步骤 2 将控制台通过连接件连接集水装置和浓度测试仪；在集水装置内的放置台上放置化学物质粉末；将控制台固定在地面上；将集水装置和浓度测试仪顺着套管伸入溶洞内部；

步骤 3 当仪器下放到溶洞中并被水没过一定深度方便提取测试液体时，将仪器位置固定；

步骤 4 通过地面控制台，使推进杆向下运动，活塞也向下运动；此处放置台随着活塞的向下运动，放置台逐渐打开，位于集水装置内部的质量为 m 的化学物质粉末一同掉落到溶腔内的水体中；经过一段时间的扩散过程，化学物质粉末在溶腔内溶解并逐渐扩散开；

步骤 5：通过控制系统控制活塞向上运动，溶腔内的溶液进入到收集装置中；浓度测试仪测试液体的容器与集水装置内部连通，在集水装置内部充水时，溶液进入浓度测试仪测试液体的容器内，完成提取一次溶液的操作；

步骤 7：将集水装置中的液体排出，并重新收集溶洞内液体，通过浓度测试仪对收集的液体进行浓度测量，重复测量多次并依次记录数值，取多次测量结果平均值 ρ ，已知化学物

质质量为 m ，经过公式 $V = \frac{m}{\rho}$ ；计算得到充水溶洞最终体积 V ；

步骤 8: 完成测量工作, 将仪器设备收回至地面。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述的化学物质为一种不与水或者空气中的成分发生反应的物质, 将其放入水中时, 可以在液体中迅速扩散。

6. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述的浓度测试仪在被测量物质浓度值趋于稳定后, 会自动记录该数值并发出提示。

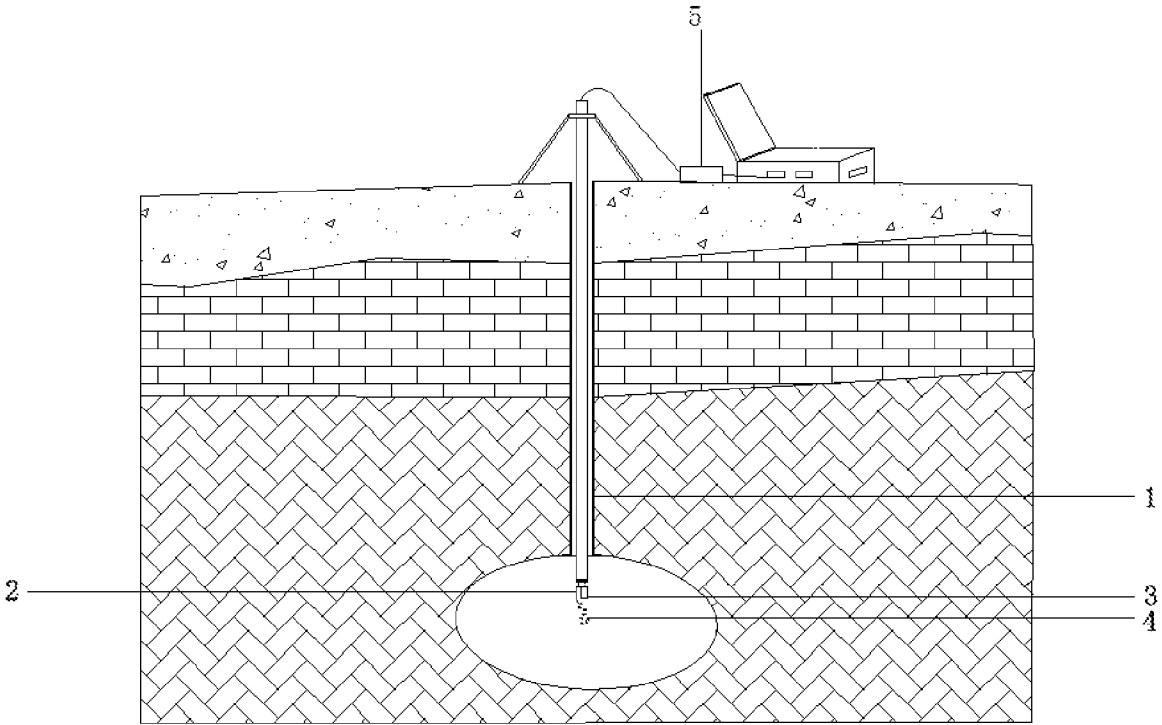


图 1

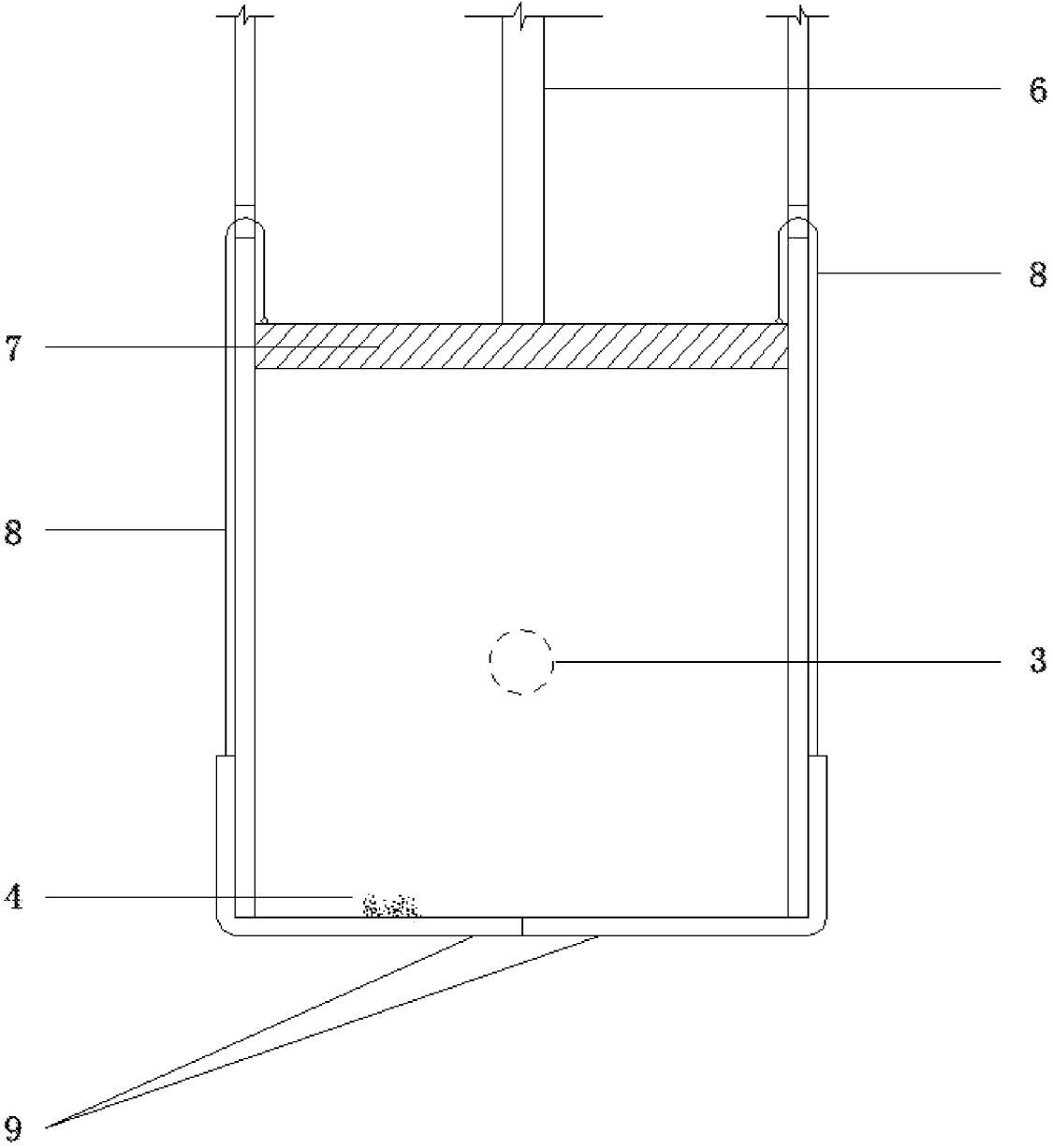


图 2

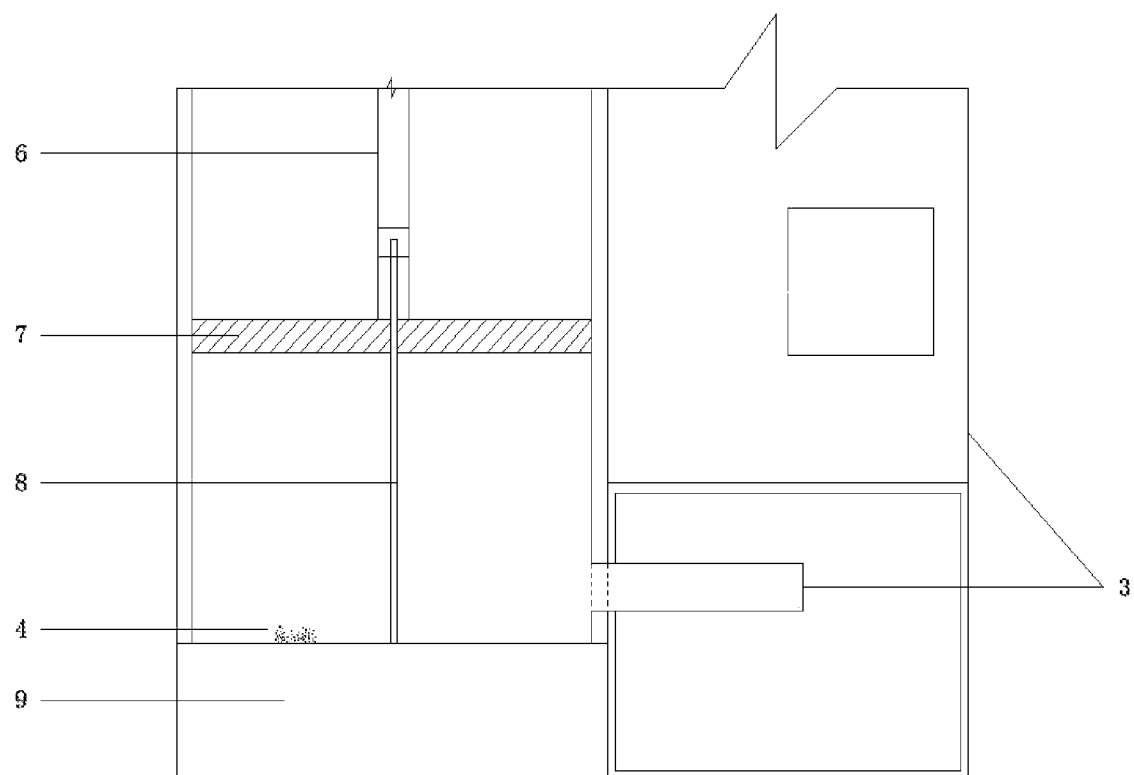


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/082304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F 17/00(2006.01)i; G01B 13/00(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)

G01F; G01B

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)

CNABS; CNTXT; CNKI; 万方, WANFANG; 超星, SUPERSTAR; VEN; USTXT; EPTXT; IEEE: 山东大学, 李术才, 地下, 溶洞, 浓度, 升降, 容量, 体积, 洞穴, 容积, 采样, 采集, 活塞, 示踪, concentration, underground, cavity, cave?, piston, volume, sample

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109000599 A (SHANDONG UNIVERSITY) 14 December 2018 (2018-12-14) description, paragraphs [0005]-[0019], and figures 1-3	1-6
A	CN 102607663 A (ENN COAL GASIFICATION CO., LTD.) 25 July 2012 (2012-07-25) description, paragraphs [0009]-[0051], and figures 1-3	1-6
A	SU 958863 A1 (MONTREL MIKHAIL M, SU ET AL.) 25 September 1982 (1982-09-25) entire document	1-6
A	US 2972679 A (SOCONY MOBIL OIL COMPANY, INC.) 21 February 1961 (1961-02-21) entire document	1-6

☐ 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

24 May 2019

Date of mailing of the international search report

03 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (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/CN2019/082304

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109000599	A	14 December 2018	None	
CN	102607663	A	25 July 2012	CN 102607663	B 24 September 2014
SU	958863	A1	25 September 1982	None	
US	2972679	A	21 February 1961	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/082304

A. 主题的分类 G01F 17/00(2006.01)i; G01B 13/00(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) G01F; G01B 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)) CNABS;CNTXT;CNKI;万方;超星;VEN;USTXT;EPTXT;IEEE:山东大学, 李术才, 地下, 溶洞, 浓度, 升降, 容量, 体积, 洞穴, 容积, 采样, 采集, 活塞, 示踪, concentration, underground, cavity, cave?, piston, volume, sample																	
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109000599 A (山东大学) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 说明书第[0005]-[0019]段, 附图1-3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102607663 A (新奥气化采煤有限公司) 2012年 7月 25日 (2012 - 07 - 25) 说明书第[0009]-[0051]段, 附图1-3</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>SU 958863 A1 (MONTREL MIKHAIL M 等) 1982年 9月 25日 (1982 - 09 - 25) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2972679 A (SOCONY MOBIL OIL CO INC) 1961年 2月 21日 (1961 - 02 - 21) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109000599 A (山东大学) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 说明书第[0005]-[0019]段, 附图1-3	1-6	A	CN 102607663 A (新奥气化采煤有限公司) 2012年 7月 25日 (2012 - 07 - 25) 说明书第[0009]-[0051]段, 附图1-3	1-6	A	SU 958863 A1 (MONTREL MIKHAIL M 等) 1982年 9月 25日 (1982 - 09 - 25) 全文	1-6	A	US 2972679 A (SOCONY MOBIL OIL CO INC) 1961年 2月 21日 (1961 - 02 - 21) 全文	1-6
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
PX	CN 109000599 A (山东大学) 2018年 12月 14日 (2018 - 12 - 14) 说明书第[0005]-[0019]段, 附图1-3	1-6															
A	CN 102607663 A (新奥气化采煤有限公司) 2012年 7月 25日 (2012 - 07 - 25) 说明书第[0009]-[0051]段, 附图1-3	1-6															
A	SU 958863 A1 (MONTREL MIKHAIL M 等) 1982年 9月 25日 (1982 - 09 - 25) 全文	1-6															
A	US 2972679 A (SOCONY MOBIL OIL CO INC) 1961年 2月 21日 (1961 - 02 - 21) 全文	1-6															
☐ 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 24日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 3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		授权官员 周群 电话号码 86-(0512)-88997268															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/082304

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	109000599	A	2018年 12月 14日	无	
CN	102607663	A	2012年 7月 25日	CN 102607663	B 2014年 9月 24日
SU	958863	A1	1982年 9月 25日	无	
US	2972679	A	1961年 2月 21日	无	