



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108195738 B

(45) 授权公告日 2021.02.19

(21) 申请号 201711403209.2

(22) 申请日 2017.12.22

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108195738 A

(43) 申请公布日 2018.06.22

(73) 专利权人 中国矿业大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路丁11号

(72) 发明人 左建平 姜广辉 刘畅

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006.01)

审查员 左小刘

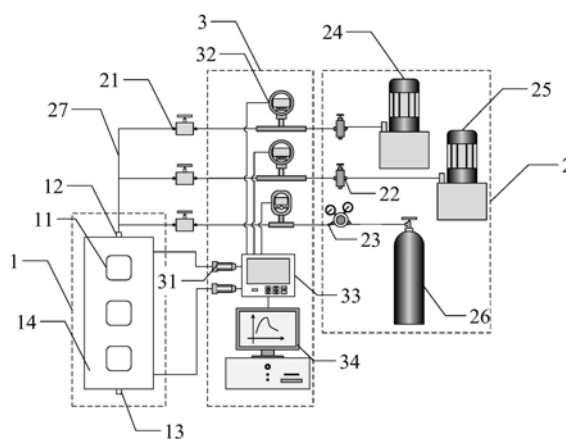
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置

(57) 摘要

本发明提供一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置,由渗透仪、气液供给控制系统以及数据采集分析系统三部分组成。渗透仪主要由上盖钢板、硅胶板、钢化玻璃板、附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸以及下盘钢板这五部分组成。附着玻璃纸的两块钢化玻璃板中间形成了一个导水通道,开度利用塞尺进行调节,渗透仪的五部分之间使用高强螺栓连接密封。气液供给部分采用电动试压泵及高压气管提供压力,控制部分使用阀门调节流体压力,渗流管路采用氧气胶管连接,每处连接都有组合垫片密封。数据采集分析部分包含压力传感器、流量计及无纸记录仪,通过压力传感器、流量计将数据传送到无纸记录仪中,并在计算机中完成数据的采集分析。



1. 一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置,所述三维裂隙渗透装置由渗透仪、气液供给控制系统以及数据采集分析系统三部分组成;其特征在于:所述渗透仪是所述三维裂隙渗透装置的主体部分,所述渗透仪由带有26个高强螺栓孔的上盖钢板、用于密封的硅胶板、上下两块光滑的钢化玻璃板、附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸以及下盘钢板五部分组成;贴着附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸的两块钢化玻璃板中间形成了一个导水通道,开度能够按照实验要求利用不同厚度的塞尺进行调节;所述硅胶板为“U型”硅胶垫片,其上下两侧分别预留两个矩形塞尺槽;渗透仪的五部分之间使用高强螺栓连接密封;气液供给控制系统采用水泵、油泵和气罐提供渗流通道中的流体压力,控制部分使用溢流阀和减压阀调节测试流体的压力;渗流管路采用内径为10mm的氧气胶管通过管束、接头和阀门相连,每个连接处都放有组合垫片,起到密封作用;数据采集分析系统包含压力传感器、流量计、MIK—4000D型无纸记录仪及计算机;通过压力传感器、流量计将压力和流量数据传送到MIK—4000D型无纸记录仪中;将MIK—4000D型无纸记录仪与计算机连接,在计算机中完成压力和流量数据的采集和分析;

所述渗透仪通过在粘贴到上下两块钢化玻璃板的玻璃纸上使用3D打印技术,将激光扫描的岩石裂隙面使用聚碳酸酯材料打印到玻璃纸上,实现从二维光滑平面到三维裂隙面的转化,使模拟裂隙面比普通二维裂隙装置的裂隙面与实际岩石内裂隙更接近,比3D打印整个岩石裂隙系统用料更少、造价更低、操作更方便,而且能够根据不同的实验要求打印不同的三维裂隙面。

2. 根据权利要求1所述的一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置,其特征在于:所述渗透仪的裂隙制作具有一定的灵活性,通过在塞尺槽中埋入不同厚度的塞尺能够实现裂隙开度的调节,操作简便易行。

3. 根据权利要求1所述的一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置,其特征在于:所述渗透仪的下盘钢板的顶面采用钢板和钢化玻璃板对接,接缝处使用AB胶粘结密封,通过将AB胶在接缝处涂抹充分至满溢,待AB胶干后,使用砂纸将胶缝打磨至平整光滑;所述渗透仪的进液口设置在与钢化玻璃板对接的钢板上,配合密封硅胶板提高了渗透仪的密封性;在进液口和压力传感器测压孔之间设置一条缓冲凹槽,使流体能均匀的进入裂隙中;裂隙以压力传感器测压孔为起点,压力传感器的测压孔布置在与钢化玻璃板对接的钢板上,能够避免流体进入裂隙过程中的压力损失对压力测量精度的影响,得到的压力数据更加准确。

一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置的领域。

背景技术

[0002] 现有的二维和三维裂隙渗流装置都存在一定的缺点和局限性,主要表现在:一是二维裂隙渗流装置只能模拟表面平直光滑、摩擦力小的裂隙面,但实际工程应用中裂隙面都是粗糙的,不能将其完全视为二维光滑平面,所以二维裂隙渗流装置不能真实模拟流体在裂隙面上的流动行为;二是三维裂隙渗流装置的平板结构多用石板真实模拟粗糙的裂隙面,这种材质无法实现可视化,操作不便,且造价高;三是对于普通的二维或三维裂隙装置,流体通过进液口后直接进入了渗透裂隙中,这种设计方法会导致在实验过程中流体不能均匀完全的铺满整个裂隙,造成压力数据测试不准确,不能准确测出渗透率;四是对于普通的二维或三维裂隙渗流装置,符合要求的测试试样难以加工和制取,试样裂隙的开度难以控制。针对上述问题,本发明提供一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置。

发明内容

[0003] 本发明提供一套隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置,由渗透仪、气液供给控制系统以及数据采集分析系统三部分组成。其中裂隙渗透仪是该三维裂隙渗流装置的主体部分,整个渗透仪主要由带有26个螺栓孔的上盖钢板、用于密封的硅胶板、光滑的钢化玻璃板、附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸以及下盘钢板这五部分组成。贴着附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸的两块钢化玻璃板中间形成了一个导水通道,开度可以按照实验要求利用不同厚度的塞尺进行调节。在“U型”硅胶垫片中,其上下两侧分别预留两个矩形塞尺槽。渗透仪的五部分之间使用高强螺栓连接密封。气液供给部分采用手提式电动试压泵和高压气瓶提供渗流通道中的流体压力,控制部分使用阀门、溢流阀和减压阀调节测试流体的压力。渗流管路采用内径为10mm的氧气胶管通过管束、接头和阀门相连,每个连接处都放有组合垫片,起到密封作用。数据采集控制部分包含压力传感器、涡轮流量计、气体质量流量计、MIK—4000D型无纸记录仪及计算机。通过压力传感器、涡轮流量计及气体质量流量计将压力和流量数据传送到无纸记录仪中。将无纸记录仪与计算机连接,在计算机中完成压力和流量数据的采集和分析。

[0004] 进一步,本发明通过3D打印技术将激光扫描的真实岩石表面打印到透明的玻璃纸上,再将玻璃纸粘贴到上下两块钢化玻璃板上,实现从二维光滑平面到三维粗糙裂隙面的转化,这一技术的应用,使模拟裂隙面比普通二维裂隙装置的裂隙面更真实,比三维裂隙装置的裂隙面用料更少、造价更低、操作更方便,而且可以根据不同的实验要求打印不同的三维粗糙裂隙面。

[0005] 进一步,本渗透仪的裂隙制作具有一定的灵活性,通过在塞尺槽中埋入不同厚度的塞尺可实现裂隙开度的调节,操作简便易行。

[0006] 特别的,本渗透仪下盘钢板的顶面采用钢板和钢化玻璃对接,接缝处使用AB胶粘

结密封,操作方法:将AB胶在接缝处充分涂抹至满溢,待AB胶干后,使用砂纸将胶缝打磨至平整光滑。另外,本渗透仪的进液口不是设置在端部,而是设置在与钢化玻璃对接的钢板上,配合密封硅胶板大大提高了渗透仪的密封性。在进液口和压力传感器接口之间设置一条缓冲凹槽,使流体能均匀的进入裂隙中。裂隙以压力传感器测压孔为起点,压力传感器的测压孔布置在与钢化玻璃对接的钢板上,可避免流体进入裂隙过程中的压力损失对压力测量精度的影响,得到的压力数据更加准确。

[0007] 进一步,本发明的有益效果是:将二维光滑裂隙面通过3D打印技术改进为三维裂隙,可以真实模拟出流体在粗糙裂隙内的流动行为;渗透仪的裂隙开度具有一定的可调整范围,根据不同的实验要求利用不同厚度的塞尺控制裂隙开度;通过上盖板的三个钢化玻璃观察窗可以清晰的实时观测到流体在裂隙中的流动行为;通过在进液口与裂隙之间设置的缓冲凹槽让压力数据采集更为精确;通过进水口位置与硅胶板形状的设计,提高渗透仪的密封性;通过压力传感器的侧压点的布置,避免了流体流动压力损失对测量精度的影响。此外,本裂隙渗透装置既可以分别模拟水、油、气三相在渗透仪内的流动行为,也可以任意两相或三相结合,模拟在渗透仪内的流动行为,测试渗透率等一系列的相关的渗流实验,还可以在渗透仪内模拟压裂液的反排流动行为。本装置功能强大,应用广泛,测试结果准确。

附图说明

[0008] 下面结合附图对本发明作进一步的描述。

[0009] 图1是一种隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置的原理图,渗透仪1,观察窗11,进液口12,出液口13,上盖钢板14,气液供给控制系统2,闸阀21,溢流阀22,减压阀23,水泵24,油泵25,气罐26,氧气胶管27,数据采集分析系统3,压力传感器31,流量计32,无纸记录仪33,计算机34。

[0010] 图2是上盖钢板三视图,观察窗11,高强螺栓孔15,上盖钢板14。

[0011] 图3是下盘钢板的三视图,下盘钢板16,缓冲凹槽17,观察窗11,高强螺栓孔15,进液口12,出液口13,硅胶垫片10,塞尺槽18,压力传感器测压孔19。

[0012] 图4是渗透仪的上下二等角轴侧图。

具体实施方式

[0013] 根据附图,本发明提供一套隙宽可调的内部可视的三维裂隙渗透装置,由渗透仪1、气液供给控制系统2以及数据采集分析系统3三部分组成。其中裂隙渗透仪1是该三维裂隙渗流装置的主体部分,整个渗透仪主要由带有26个高强螺栓孔15的上盖钢板14、用于密封的硅胶板10、上下两块光滑的钢化玻璃板、附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸以及下盘钢板16这五部分组成。贴着附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸的两块钢化玻璃板中间形成了一个导水通道,开度可以按照实验要求利用不同厚度的塞尺进行调节。在“U型”硅胶垫片10中,其上下两侧分别预留两个矩形塞尺槽18。渗透仪1的五部分之间使用高强螺栓连接密封。气液供给部分采用水泵24、油泵25和气罐26提供渗流通道中的流体压力,控制部分使用溢流阀22和减压阀23调节测试流体的压力。渗流管路采用内径为10mm的氧气胶管27通过管分包含压力传感器31、流量计32、MIK—4000D型无纸记录仪33及计算机34。通过压力传感器31、流量计32将压力和流量数据传送到无纸记录仪33中。将无纸记录仪33与计算机34连接,

在计算机34中完成压力和流量数据的采集和分析。

[0014] 根据附图,本套装置的组装:制作一块“U型”的厚度以厚于塞尺厚度0.2mm为标准的硅胶垫片10将两块钢化玻璃之间围成三面密封一面开口的等宽裂隙,并在上下两侧的硅胶垫片10中分别预留两个矩形作为塞尺槽18用于放置不同厚度的塞尺调控裂隙开度。将附着3D打印粗糙裂隙面的玻璃纸粘贴在上下钢化玻璃板内表面,将上钢化玻璃板放入渗透仪1槽内,压住硅胶垫片10以及塞尺。上下钢化玻璃板以及硅胶垫片10中间形成了一条导水通道,即为制作的三维裂隙。在上部加盖上盖钢板14,将上盖钢板14与下盘钢板16用26个高强度螺栓进行密闭加固。将渗透仪1通过管路与气液供给控制系统2相连,并安装压力传感器31。管路压力由水泵24、油泵25和气罐26提供,管路中液体流量由流量计32测出,渗透压差由压力传感器31测出。

[0015] 根据附图,本套装置的使用过程,以模拟压裂液反排流动行为,流体压力由水泵提供为例(油泵、气泵同理):实验前,将压裂液和支撑剂颗粒注入到导水通道中。实验开始后,流体从水泵24泵出,经溢流阀22根据实验要求调节流体压力,经流量计32记录流经的流量,流量数据同步上传到无纸记录仪33中,经闸阀21流入进液口12,水流流到缓冲凹槽17,然后平铺至整个三维裂隙面,初始压力随即通过压力传感器测压孔19连接的压力传感器记录并同步上传到无纸记录仪33中,隙宽根据不同的实验要求使用不同型号的塞尺控制。水流提供水压经过裂隙模拟压裂液反排的流动过程,后经出液口13流入排水管。本装置在各个管路接口处都有O型圈和组合垫片,大大提高了装置的密封性。本装置拆装方便,可以重复使用,功能强大,应用广泛,测试结果准确,还可以进行功能拓展和二次开发,并搭配视频显微系统,可以实现裂隙内部流体流动的实时微观监测。

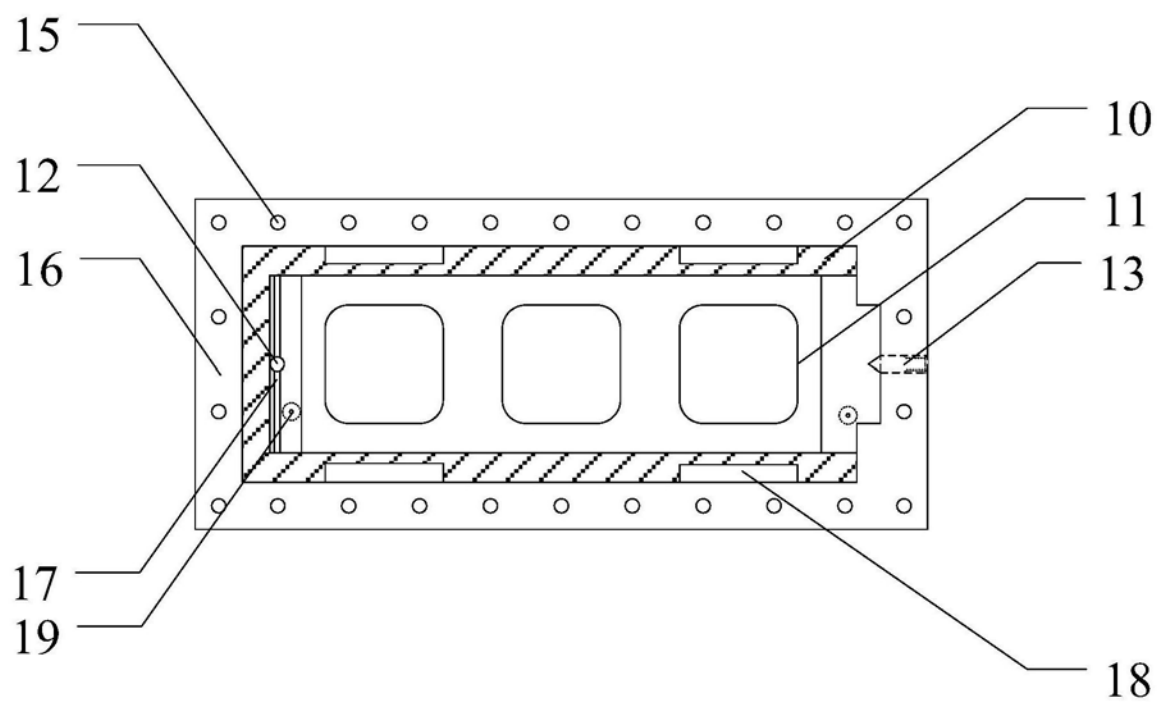


图3

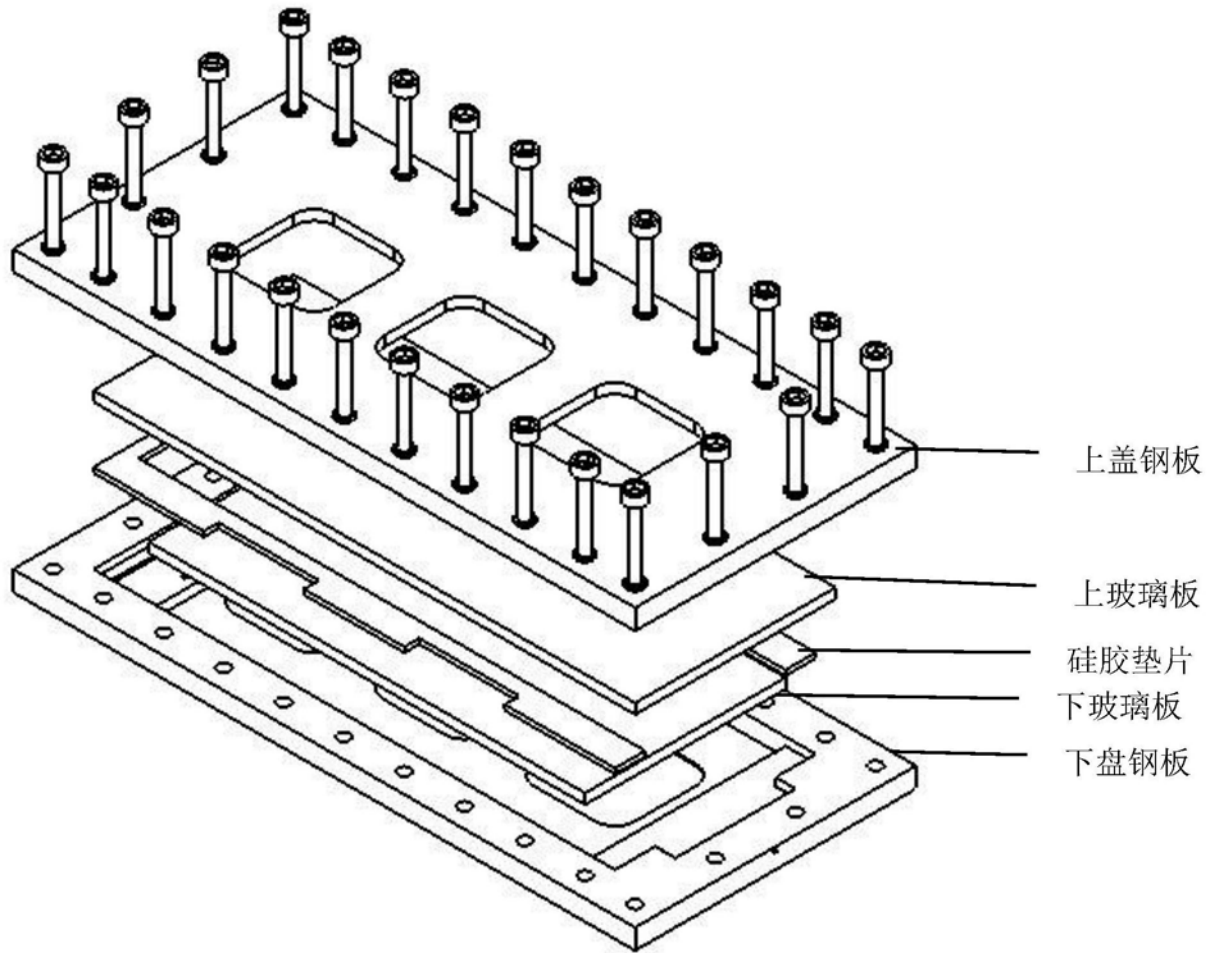


图4