



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103033458 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 10

(21) 申请号 201210562580. 4

(22) 申请日 2012. 12. 24

(71) 申请人 长江水利委员会长江科学院

地址 430010 湖北省武汉市汉口后九万方

(72) 发明人 邬爱清 刘元坤 尹健民 艾凯

韩晓玉 李永松 周春华 汪洋

汪斌 陈锦 许静 汪洁 吕国湘

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006. 01)

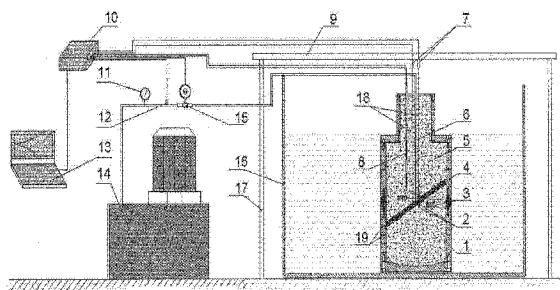
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

裂隙岩体渗流特性室内试验系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种裂隙岩体渗流特性室内试验系统及方法,通过对给定的裂隙岩体进行高压水力条件下大尺度裂隙岩体测试件的渗透性能的渗流、变形、应力耦合试验,可实时同步显示、采集试验压力、流量和位移,并存储试验数据。将有裂隙面的岩块试件放入模具中,模具置于水箱,调整岩块的裂隙面倾角;岩块的裂隙面处安装注水管,注水管接入高压水泵,岩块的裂隙面上、下两盘安装有压力盒;裂隙面上、下两侧设有锚固点,锚固点接入位移计;高压泵通过注水管对裂隙面进行大流量高压水力试验,注水管上的压力传感器、流量传感器及压力盒、位移计分别将采集数据传输到数据采集仪并接入计算机,连续记录显示实时压力、流量与裂隙相对位移及耦合关系。



1. 一种裂隙岩体渗流特性室内试验系统,其特征在于:裂隙岩体渗流特性室内试验系统包括裂隙岩体渗流特性室内试验装置、裂隙岩体渗透性能同步采集及数据存储显示装置;

其中,裂隙岩体渗流特性室内试验装置:

水箱(16)内放置模具(1),模具(1)置于水中,模具(1)内放置有裂隙面(4)的岩块(5),模具上设有出水孔(19);

所述岩块(5)的裂隙面(4)处安装注水管(6),注水管(6)接入高压水泵(14),注水管(6)上接有压力传感器(12)和流量传感器(15);

所述岩块(5)的裂隙面(4)上、下两盘分别安装有压力盒(3),压力盒(3)接埋设仪器数据线(8);裂隙面(4)上、下两侧分别设有锚固点(2),锚固点(2)接入位移计(7);

裂隙岩体渗透性能同步采集及数据存储显示装置:

压力传感器(12)、流量传感器(15)、位移计(7)、埋设仪器数据线(8)分别接入数据采集仪(10),数据采集仪(10)接入计算机(13)。

2. 根据权利要求1所述的一种裂隙岩体渗流特性室内试验系统,其特征在于:所述锚固点(2)通过接入测杆(18),再接入位移计(7)。

3. 根据权利要求1或2所述的一种裂隙岩体渗流特性室内试验装置,其特征在于:所述水箱(16)外固装有支座(17),支座(17)上设有横梁(9),位移计(7)安装在横梁(9)上。

4. 根据权利要求1所述的一种裂隙岩体渗流特性室内试验装置,其特征在于:所述注水管(6)上接有压力表(11)。

5. 一种裂隙岩体渗流特性室内试验方法,其特征在于:在室内,将有裂隙面(4)的岩块(5)试件放入模具(1)中,模具(1)置于水箱(16),调整岩块(5)的裂隙面(4)倾角,高压泵(14)通过注水管(6)对裂隙面(4)进行大流量高压水力试验,裂隙面(4)承受压力产生应变、位移,注水管(6)上的压力传感器(12)、流量传感器(15)以及压力盒(3)、位移计(7)分别将采集数据传输到数据采集仪(10),计算机(13)连续记录显示实时压力、流量与裂隙相对位移及耦合关系。

6. 根据权利要求5所述的一种裂隙岩体渗流特性室内试验方法,其特征在于:所述岩块(5)试件尺寸为 $\Phi 20\text{mm}-\Phi 50\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求5所述的一种裂隙岩体渗流特性室内试验方法,其特征在于:所述岩块裂隙面(4)倾角为0-60度。

8. 根据权利要求5所述的一种裂隙岩体渗流特性室内试验方法,其特征在于:所述岩块(5)试件法向应力可调为0-16MPa。

裂隙岩体渗流特性室内试验系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩体力学试验技术领域,涉及深部高应力条件下裂隙岩体的水力学特性和多场耦合的机理研究,具体地说,涉及裂隙岩体高压水力试验及采用相关的应力应变、流量和位移等测试方法,裂隙岩体渗流特性室内试验系统及方法。

背景技术

[0002] 岩石水力学的主要参数是单一裂隙的水力特性和岩体的等效水力特性,二者关系密切。裂隙及裂隙间的岩块的渗透特性是构成岩体渗透张量的基本参数。裂隙渗透性或水力传导系数取决于裂隙面的几何特征如起伏差、粗糙度、隙宽等,后者仅在试验室可以比较准确地测量,并且对裂隙的水力传导系数的影响关系极其复杂,所以,一般通过典型裂隙的试样进行渗流试验,以测量其水力传导系数。

[0003] 现有的岩石水力学研究中,渗流参数都是从小尺度岩体试件测试而来,由于试样尺寸的限制和制样过程中的扰动,不能完全反映裂隙性能,而且耦合试验也以法向应力条件下的渗流~应力试验居多,这对裂隙岩体而言,缺乏裂隙岩体在高应力下的渗流~应力耦合试验。另一方面,现场吕荣试验或 C. Louis 提出的三段式压水试验主要是利用地质钻孔测试岩体在较低压力下的渗透率,一般缺乏岩体裂隙网络的详细描述。三向压水试验可以考虑岩体裂隙渗透张量的各向异性,但还缺乏研究渗流~变形~应力耦合问题的压水试验。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服已有背景技术的不足之处,提供一种室内裂隙岩体结构面倾角可调,在高压水力条件下的裂隙岩体渗流特性室内试验系统,可实时同步显示、采集试验压力、流量和位移,并进行数据存储。

[0005] 本发明的另一个目的是提供一种可对大尺度裂隙岩体试件进行高应力条件下的裂隙岩体的应力场、渗流场及位移场等多场耦合的室内高压水力试验方法,通过试验方法所获得岩体裂隙网络的详细描述,研究裂隙水力传导系数、机械隙宽与有效水力隙宽之间的关系。

[0006] 本发明解决其技术问题采用以下技术方案:一种裂隙岩体渗流特性室内试验系统,其特征在于:裂隙岩体渗流特性室内试验系统包括裂隙岩体渗流特性室内试验装置、裂隙岩体渗透性能同步采集及数据存储显示装置;

[0007] 其中,裂隙岩体渗流特性室内试验装置:

[0008] 水箱内放置模具,模具置于水中,模具内放置有裂隙面的岩块,模具上有出水孔;

[0009] 所述岩块的裂隙面处安装注水管,注水管接入高压水泵,注水管上接有压力传感器和流量传感器;

[0010] 所述岩块的裂隙面上、下两盘分别安装有压力盒,压力盒接埋设仪器数据线;裂隙面上、下两侧分别设有锚固点,计锚固点接入位移计;

[0011] 裂隙岩体渗透性能同步采集及数据存储显示装置：

[0012] 压力传感器、流量传感器、位移计、埋设仪器数据线分别接入数据采集仪，数据采集仪接入计算机（13）。

[0013] 进一步的技术方案是：

[0014] 所述锚固点通过接入测杆，再接入位移计。

[0015] 所述水箱外固装有支座，支座上设有横梁，位移计安装在横梁上。

[0016] 所述注水管上接有压力表。

[0017] 一种裂隙岩体渗流特性室内试验方法，其特征在于：在室内，将有裂隙面的岩块试件放入模具中，模具置于水箱，调整岩块的裂隙面倾角，高压泵通过注水管对裂隙面进行大流量高压水力试验，裂隙面承受压力产生应变、位移，注水管上的压力传感器、流量传感器以及压力盒、位移计分别将采集数据传输到数据采集仪，计算机连续记录显示实时压力、流量与裂隙相对位移及耦合关系。

[0018] 进一步的技术方案是：

[0019] 所述岩块试件尺寸为 $\Phi 20\text{mm}-\Phi 50\text{mm}$ 。

[0020] 所述岩块裂隙面倾角为 0-60 度。

[0021] 所述岩块试件法向应力可调为 0-16MPa。

[0022] 本发明与现有技术相比还具有以下的主要优点：

[0023] 1、由于本发明采用裂隙岩体渗流特性室内试验系统及方法，改进了现场通过钻孔对穿越钻孔的给定裂隙试样进行不同压力条件的渗流性试验，可以实现在试验室内对裂隙岩体大尺度试件，进行高压水力渗流特试验，测量获取裂隙渗透性的裂隙网络的详细描述，通过室内渗流~变形~应力耦合压水试验装置，渗透压力、渗流流量、应力变形位移的同步测量完成，克服了现场试样尺寸的限制和制样过程中的扰动，不能完全反映裂隙的粗糙度、初始隙宽及可能的充填物，以及单裂隙小尺度试件的室内试验居多，裂隙面的几何代表性不足的问题。

[0024] 2、由于本发明裂隙岩体渗流特性试验方法是室内完成渗流特性试验，裂隙岩体结构面按实验要求可调倾角，在不同裂隙岩体结构面角度，获取在高压水力条件下的渗流、变形、应力耦合的渗透性能数据，可实时同步显示、采集试验压力、流量和位移，并进行数据存储。

[0025] 3、由于本发明采用的模具内放置有裂隙面的岩块，并在模具上设有出水孔，由高压水泵对裂隙面通过注水管压力注水，可进行裂隙岩体高压水力渗流特性试验，注水管上接有压力表、压力传感器和流量传感器，且注水压力可调，实现不同高压水力条件下的裂隙岩体渗流特性试验，并由压力传感器和流量传感器输出实验数据。

[0026] 4、由于本发明在室内进行岩体渗流特性加压水力试验，裂隙面上、下两侧设有位移计锚固点，位移计锚固点接入位移计；同时在裂隙面两盘安装有压力盒，用埋设仪器数据线输出，在进行加压水力试验时，同步测量裂隙应力应变、裂隙变形位移，完成耦合特性测量，将位移计、压力传感器接入数据采集存储仪。

[0027] 5、通过数据采集仪与计算机连续记录显示压力传感器的实时压力、流量传感器的实时流量与位移计的裂隙相对位移（即裂隙机械隙宽），通过计算机控制操作，构成裂隙渗透性研究的室内试验系统；裂隙岩体渗流特性室内试验方法得到数据，研究裂隙渗流~应

力、渗流~变形耦合关系,裂隙水力传导系数、机械隙宽与有效水力隙宽之间的关系,通过反分析,研究渗流-变形耦合关系、裂隙渗流量与立方定理的偏差等问题。

附图说明

[0028] 图1 本发明裂隙岩体渗流特性室内试验系统结构示意图。

[0029] 模具(1)、锚固点(2)、压力盒(3)、裂隙面(4)、岩块(5)、注水管(6)、位移计(7)、埋设仪器数据线(8)、横梁(9)、数据采集仪(10)、压力表(11)、压力传感器(12)、计算机(13)、高压泵(14)、流量传感器(15)、水箱(16)、支座(17)、测杆(18)、出水孔(19)。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0031] 见图1、一种裂隙岩体渗流特性室内试验系统及方法。在实验室内,根据现场裂隙情况采用材料相似进行人工模拟裂隙,通过裂隙描述、测量和分析,研究岩体裂隙的分布特征。选取特定裂隙进行试验研究,根据裂隙岩体结构面调节倾角分组。

[0032] 根据现场钻孔的高压压水资料确定裂隙区域的最小劈裂压力。从而确定高压水力试验的分级标准,一般压力级数为7~10级。

[0033] 裂隙岩体渗流特性室内试验装置,有模具(1),模具(1)内放置岩块(5),岩块(5)呈有裂隙面(4),模具(1)上设有出水口(19),模具(1)为容器状设有盖,形成裂隙岩体渗流特性实验空间。

[0034] 试验装置有水箱(16),水箱(16)内放置模具(1),模具(1)置于水中。

[0035] 岩块(5)的裂隙面(4)处,安装有注水管(6),注水管(6)接入高压水泵(14),注水管(6)上接有压力传感器(12)、流量传感器(15)和压力表(11),压力传感器(12)和流量传感器(15)分别接入数据采集仪(10)。

[0036] 采用高压水泵(14)通过注水管(6)对裂隙面(4)进行大流量高压水力试验:分级加压,每级压力下达到稳定的流态。压力加载是通过高压水泵(14)上的调压阀控制,裂隙岩体法向应力可调,最大可达16MPa。

[0037] 岩块(5)的裂隙面(4)上、下两盘,分别安装有压力盒(3),压力盒(3)接埋设仪器数据线(8),埋设仪器数据线(8)接入数据采集仪(10)。

[0038] 裂隙面(4)上、下两侧,分别设有锚固点(2),通过接入测杆(18),再接入位移计(7),位移计(7)分别接入数据采集仪(10);水箱(16)外固装有支座(17),支座(17)上设有横梁(9),位移计(7)安装在横梁(9)上。

[0039] 裂隙岩体渗透性能同步采集及数据存储显示装置,埋设仪器数据线(8)将压力盒(3)应变压力数据传输数据采集仪(10),注水管(6)上压力传感器(12)、流量传感器(15)将数据传输数据采集仪(10),位移计(7)将数据传输数据采集仪(10)。数据采集仪(10)接入计算机(13),连续记录显示压力传感器(12)的实时压力、流量传感器(15)的实时流量与位移传感器7的裂隙相对位移即裂隙机械隙宽。

[0040] 裂隙岩体渗流特性室内试验方法,在实验室内,将有裂隙面(4)的岩块(5)试件放入模具(1)中,裂隙岩体尺寸为 $\Phi 50\text{mm}$,模具(1)置于水箱(16),调整岩块(5)的裂隙面(4)倾角,裂隙面(4)倾角可调,与水平成60度角,高压泵(14)通过注水管(6)对裂隙面

(4) 进行大流量高压水力试验,注水管(6)上的压力传感器(12)、流量传感器(15)及压力盒(3)、位移计(7)分别将采集数据传输到数据采集仪(10),计算机(13)连续记录显示实时压力、流量与裂隙相对位移及耦合关系。

[0041] 本发明的权利要求保护范围不限于上述实施例。

