



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110118723 B

(45) 授权公告日 2021.09.14

(21) 申请号 201910489980.9

(22) 申请日 2019.06.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110118723 A

(43) 申请公布日 2019.08.13

(73) 专利权人 辽宁工程技术大学
地址 123000 辽宁省阜新市细河区中华路
47号

(72) 发明人 王来贵 赵国超 刘向峰 李喜林
赵娜

(74) 专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109
代理人 刘晓岚

(51) Int. Cl.
G01N 19/02 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 102519867 A, 2012.06.27
- CN 104655511 A, 2015.05.27
- CN 103278393 A, 2013.09.04
- CN 108982250 A, 2018.12.11
- KR 20050029292 A, 2005.03.25
- CN 101226068 A, 2008.07.23
- JP H1183471 A, 1999.03.26
- CN 106918552 A, 2017.07.04

审查员 李悦

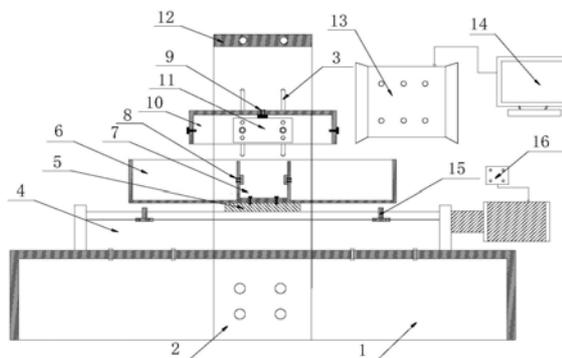
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种测试岩石自然断面摩擦系数装置及测试方法

(57) 摘要

本发明提出了一种测试岩石自然断面摩擦系数装置及测试方法。包括：摩擦滑动测量装置、粗糙度测量系统及数据采集系统。其中，摩擦滑动测量装置，包括：立梁，安装在摩擦滑动测量装置的底座上，通过螺栓与底座相连。在立梁中设置至少两个沟槽，能够使摩擦副在沟槽中往复运动。通过采用激光共聚焦扫描显微镜测试自然岩石试件的粗糙度，精确测定了岩石滑动过程中粗糙度变化对摩擦系数的影响，能够兼顾采用JRC-JCS模型研究时存在的精确不足的问题及采用抛光面作为摩擦滑动面研究时的测定不够全面的问题，实现了测定岩石自然断面往复磨损过程中摩擦系数的变化过程。



1. 一种测试岩石自然断面摩擦系数的装置,其特征在于,包括:摩擦滑动测量装置,粗糙度测量系统及数据采集系统,其中,所述摩擦滑动测量装置,包括:

立梁(2),安装在所述摩擦滑动测量装置的底座(1)上,通过螺栓与底座(1)相连;在所述立梁(2)中设置至少两个沟槽(3),能够使摩擦副在沟槽(3)中上下运动;

所述摩擦滑动测量装置,还包括:

导轨模组(4),安装在所述底座(1)上,通过下端螺栓与底座(1)相连;

滑块(5),安装在所述导轨模组(4)上,与导轨模组(4)连接;

托盘(6)和试件夹具(7),安装在所述滑块(5)上,通过螺栓与滑块(5)连接;

水平压力传感器(8),安装在所述试件夹具(7)上,测试试件置于试件夹具(7)中;

垂直压力传感器(9),安装在摩擦副夹具(10)上;

所述摩擦副夹具(10),通过侧支架(11)与所述立梁(2)连接,侧支架(11)可在沟槽(3)内上下运动;

横梁(12),通过螺栓与所述立梁(2)连接;

限位开关(15),安装固定在所述导轨模组(4)上,控制器(16)与所述限位开关(15)连接;所述滑块(5)在限位开关(15)之间做往复运动;

所述测试岩石自然断面摩擦系数的装置的测试步骤包括:首先,滑块(5)带动托盘(6)和试件夹具(7)及测试试件在限位开关(15)之间做沿水平方向的往复运动;其次,水平方向往复运动过程中,当出现摩擦副夹具(10)与测试试件卡死的情况时,侧支架(11)带动摩擦副夹具(10)在沟槽(3)内向上运动,克服摩擦副夹具(10)与测试试件卡死的现象;最后,克服了摩擦副夹具(10)与测试试件卡死的现象之后,侧支架(11)带动摩擦副夹具(10)在沟槽(3)内向下运动,继续进行摩擦副夹具(10)与测试试件的摩擦。

2. 根据权利要求1所述的一种测试岩石自然断面摩擦系数的装置,其特征在于,所述粗糙度测量系统,包括:

激光共聚焦扫描显微镜;

所述激光共聚焦扫描显微镜测量试件粗糙度,将测量数据传输到所述粗糙度测量系统中的计算机终端输出,且将同一粗糙度量级的试件分组并进行编号。

3. 根据权利要求1所述的一种测试岩石自然断面摩擦系数的装置,其特征在于,所述数据采集系统,包括:

动态应变仪(13)和计算机(14),能够对试件的任意变形进行动态应变测量,压力传感器采集的数据由数据线传输到动态应变仪(13),最终在所述计算机(14)输出。

4. 采用权利要求3所述的一种测试岩石自然断面摩擦系数的装置进行测试的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:将编号的试件置于所述试件夹具(7)中,然后将花岗岩摩擦副置于所述摩擦副夹具(10)中,用沉头螺栓将所述侧支架(11)固定在摩擦副夹具(10)上,通过螺栓将侧支架(11)与立梁(2)连接;

步骤二:打开电源,所述滑块(5)带动托盘(6)和试件夹具(7)及试件在限位开关(15)之间做往复运动,正压力 F_N 由摩擦副夹具(10)上部的垂直压力传感器(9)测定,摩擦力 f 由试件夹具(7)两端的水平压力传感器(8)测定,压力传感器采集的数据由数据线传输到所述动

态应变仪 (13), 最终在计算机 (14) 输出, 摩擦系数 μ 由公式计算得 $\mu = \frac{f}{F_n}$, 式中: F_N —正压力, f —摩擦力, μ —摩擦系数;

步骤三: 当达到实验测定时间时, 关闭电源工作, 将试件拆下, 由所述粗糙度测量系统测定试件的粗糙度 Ra_i , Ra_i 表示该试件第 i 次测量的粗糙度值, 然后将试件置于试件卡具内, 重复打开电源以后步骤, 直至达到实验所需时间, 最终得到粗糙度 Ra 和摩擦系数 μ 的关系: $\mu = F(Ra)$ 。

一种测试岩石自然断面摩擦系数装置及测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种室内测试装置及测试方法应用于矿山开采领域,更具体而言,涉及一种测试岩石自然断面摩擦系数装置及测试方法。

背景技术

[0002] 在矿山开采过程中会形成边坡,坡体中一般含有大量节理、断层等不连续的弱面,由于开采、掘进等因素的影响,打破了原来的平衡状态,坡体沿着节理、断层等弱面发生滑动,滑动面的粗糙度对坡体滑动稳定影响很大。摩擦系数是反应岩石滑动过程阻尼力综合特性的一个参数,受表面形貌、接触面积、正压力等因素的影响,而粗糙度是表征表面形貌的一个重要参数,研究岩石滑动过程中粗糙度变化对摩擦系数的影响,对边坡滑动机制的研究具有重要意义。目前关于通过测定岩石表面粗糙度变化来对摩擦系数影响的研究较少,以往对于岩石摩擦滑动过程的影响研究,通常采用两种方法,第一种方法,采用JRC-JCS模型研究节理粗糙度系数与结构面表面抗压强度的关系,其中JRC为结构面粗糙度系数(Joint Roughness Coefficient),其值0~20;JCS为结构面表面抗压强度(Joint Compression Strength);但是JRC的取值受主观的影响,不够精确;第二种方法采用抛光面作为摩擦滑动面,但是剖光后岩石粗糙度与实际情况差别较大,且只测定了剖光面粗糙度对静摩擦系数的影响,不能反应坡体滑动全过程。如何精确测定自然断裂岩石粗糙度,以及如何测定摩擦系数的变化过程,是本发明的一个解决的问题。

[0003] 因此,为解决如何精确测定自然断裂岩石粗糙度,以及如何测定摩擦系数的变化过程,本发明专利中提出了一种测试岩石自然断面摩擦系数装置及测试方法,能够兼顾上述两种方法中的测定精确不足及测定不够全面,精确真实的测试坡体滑动全过程,确保测量数据准确性和可靠性。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种测试岩石自然断面摩擦系数装置,通过采用激光共聚焦扫描显微镜测试自然岩石试件的粗糙度变化,精确测定了岩石滑动过程中粗糙度变化对摩擦系数的影响,为摩擦系数的研究提供可靠精确的数字依据,同时,通过在立梁中设置沟槽,能够使摩擦副在沟槽中往复运动,克服了以往摩擦副只能单向滑动,一旦在往复运动时便出现卡死停止工作的情况,实现了测定岩石自然断面往复磨损过程中摩擦系数的变化过程。

[0005] 本发明要解决的另一个技术问题是提供一种采用上述测试装置进行测试的方法。

[0006] 为此,本发明的一个目的在于,提供一种测试岩石自然断面摩擦系数装置,其特征在于,包括:摩擦滑动测量装置、粗糙度测量系统及数据采集系统。其中,所述摩擦滑动测量装置,包括:立梁,安装在所述摩擦滑动测量装置的底座上,通过螺栓与底座相连。沟槽,在所述立梁中设置至少两个沟槽,能够使摩擦副在沟槽中上下运动。

[0007] 所述摩擦滑动测试装置还包括:导轨模组,安装在所述底座上,通过下端螺栓与底

座相连。滑块,安装在所述导轨模组上,与导轨模组连接。托盘和试件卡具,安装在所述滑块上,通过螺栓与滑块连接。水平压力传感器,安装在所述试件卡具上。垂直压力传感器,安装在摩擦副卡具上。所述摩擦副卡具,通过侧支架与所述立梁连接。横梁通过螺栓与所述立梁连接。限位开关,安装固定在所述导轨模组上,控制器与所述限位开关连接。所述滑块在限位开关之间做往复运动。

[0008] 所述粗糙度测量系统,包括:激光共聚焦扫描显微镜。

[0009] 所述激光共聚焦扫描显微镜测量试件粗糙度,将测量数据传输到所述粗糙度测量系统中的计算机终端输出,且将同一粗糙度量级的试件分组并进行编号。

[0010] 所述数据采集系统,包括:动态应变仪和计算机,能够对试件的任意变形进行动态应变测量,压力传感器采集的数据由数据线传输到动态应变仪,最终在所述计算机输出。

[0011] 采用上述一种测试岩石自然断面摩擦系数装置进行测试的方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0012] 步骤一:将编号的试件置于所述试件卡具中,然后将花岗岩摩擦副置于所述摩擦副卡具中,用沉头螺栓连接将所述侧支架固定在摩擦副卡具上,通过螺栓将侧支架与立梁连接。

[0013] 步骤二:打开电源,所述滑块带动托盘和试件卡具及试件在限位开关之间做往复运动,正压力 F_N 由摩擦副卡具上部的垂直压力传感器测定,摩擦力 f 由试件卡具两端的水平压力传感器测定,压力传感器采集的数据由数据线传输到动态应变仪,最终在计算机输出,

摩擦系数 μ 由公式计算 $\mu = \frac{f}{F_n}$ 得到,式中: F_N -正压力, f -摩擦力, μ -摩擦系数。

[0014] 步骤三:当达到实验测定时间时,关闭电源工作,将试件拆下,由所述粗糙度测量系统测定试件的粗糙度 Ra_i , Ra_i 表示该试件第 i 次测量的粗糙度值,然后将试件置于试件卡具内,重复打开电源以后步骤,直至达到实验所需时间,最终得到粗糙度 Ra 和摩擦系数 μ 的关系: $\mu = F(Ra)$ 。

[0015] 本发明的有益效果是:通过本发明的测试装置及测试方法很好的解决了当前测试装置及测试方法存在的弊端,采用激光共聚焦扫描显微镜用于测试自然岩石试件的粗糙度,能够精确的测定试件的粗糙度,且实时的测定试件往复运动过程中摩擦力动态变化过程,因此,具有以下优势:

[0016] (1) 本发明在立梁中设置沟槽,使摩擦副可在沟槽中上下运动,克服了以往摩擦副只能单向滑动,且只能测定剖光面粗糙度对静摩擦系数的影响,避免了试件往复运动过程中与摩擦副卡死的情况,实现了测定岩石自然断面往复磨损过程中摩擦系数的变化过程,精确真实的测定坡体滑动全过程,同时装置结构简单,成本低。

[0017] (2) 本发明一种测试岩石自然断面摩擦系数装置中采用了具有拼接功能的激光共聚焦扫描显微镜测量试件的粗糙度,测量结果精确可靠。

附图说明

[0018] 本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对本发明的描述将变得明显和容易理解。其中:

[0019] 图1是摩擦滑动测试装置示意图;

[0020] 图2是侧支架俯视图；

[0021] 图3是立梁主视图。

[0022] 其中,图1至图3中附图标记与部件名称之间的对应关系为:

[0023] 1—底座,2—立梁,3—沟槽,4—导轨模组,5—滑块,6—托盘,7—试件夹具,8—水平压力传感器,9—垂直压力传感器,10—摩擦副夹具,11—侧支架,12—横梁,13—动态应变仪,14—计算机,15—限位开关,16—控制器

具体实施方式

[0024] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。

[0025] 下面参照附图来描述根据本发明的实施例提供的一种测试岩石自然断面摩擦系数装置及测试方法。

[0026] 如图1所示,图1为摩擦滑动测试装置示意图,摩擦滑动测试装置包括:底座(1),立梁(2)通过螺栓与底座(1)相连,在立梁中设置至少两个沟槽(3)。导轨模组(4)由螺栓固定在底座(1)上,滑块(5)与导轨模组(4)连接,可在导轨模组(4)上往复滑动,托盘(6)和试件夹具(7)通过螺栓与滑块(5)连接,水平压力传感器(8)安装在试件夹具(7)上,测试试件置于试件夹具(7)中,垂直压力传感器(9)由螺栓固定在摩擦副夹具(10)上,摩擦副夹具(10)与侧支架(11)通过沉头螺栓连接,侧支架(11)可在沟槽内(3)运动,横梁(12)通过螺栓与立梁(2)连接,垂直压力传感器(9)由螺栓固定在摩擦副夹具(10)上,动态应变仪(13)与压力传感器连接,最终将数据传输到计算机(14)终端,限位开关(15)固定在导轨模组(4)中的凹槽上,控制器(16)与限位开关(15)连接,通过调节限位开关(15)的位置调整滑块(5)往复运动的行程。

[0027] 如图2所示,摩擦副夹具(10)通过侧支架(11)与立梁(2)连接,能够使摩擦副在沟槽(3)中上下运动。

[0028] 如图3所示,图中沟槽(3),在立梁(2)中设置至少两个沟槽(3),能够使摩擦副在沟槽(3)中上下运动。

[0029] 粗糙度测量系统:粗糙度测量系统包括激光共聚焦扫描显微镜,激光共聚焦扫描显微镜测量试件粗糙度,将数据传输到粗糙度测量系统的计算机终端输出,然后将同一粗糙度量级的试件分组并进行编号。

[0030] 数据采集系统,包括:动态应变仪(13)和计算机(14),能够对试件的任意变形进行动态应变测量,压力传感器采集的数据由数据线传输到动态应变仪(13),最终在计算机(14)输出。

[0031] 采用上述一种测试岩石断面摩擦系数的装置进行测试的方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0032] 步骤一:首先,将编号的试件置于试件夹具(7)中,然后将花岗岩摩擦副置于摩擦副夹具(10)中,用沉头螺栓连接将侧支架(11)固定在摩擦副夹具(10)上,通过螺栓将侧支架(11)与立梁(2)连接。

[0033] 步骤二:打开电源,滑块(5)带动托盘(6)和试件夹具(7)及试件在限位开关(15)之间做往复运动,正压力 F_N 由摩擦副夹具(10)上部的垂直压力传感器(9)测定,摩擦力 f 由试

件卡具 (7) 两端的水平压力传感器 (8) 测定, 压力传感器采集的数据由数据线传输到动态应变仪 (13), 最终在计算机 (14) 输出, 摩擦系数 μ 由公式计算得 $\mu = \frac{f}{F_N}$, 式中: F_N —正压力, f —摩擦力, μ —摩擦系数。

[0034] 步骤三: 当达到实验测定时间时, 关闭电源工作, 将试件拆下, 由粗糙度测量系统测定试件的粗糙度 Ra_i , Ra_i 表示该试件第 i 次测量的粗糙度值, 然后将试件置于试件卡具内, 重复打开电源以后步骤, 直至达到实验所需时间, 最终得到粗糙度 Ra 和摩擦系数 μ 的关系: $\mu = F(Ra)$ 。

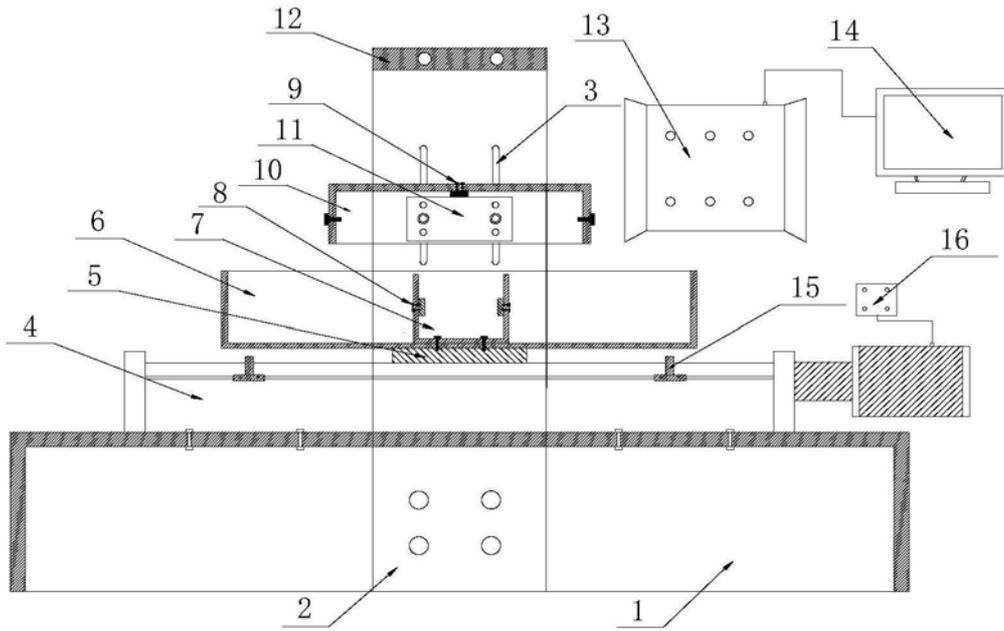


图1

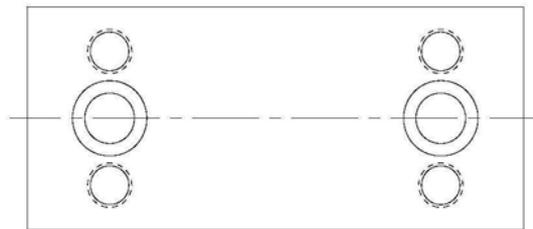


图2

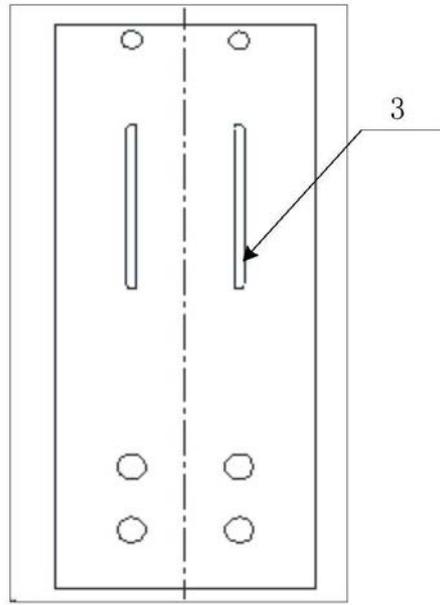


图3