



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102221504 B

(45) 授权公告日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201110092688. 7

(22) 申请日 2011. 04. 14

(73) 专利权人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市三环南路中国矿业大学科技处

(72) 发明人 杨圣奇 靖洪文

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 唐惠芬

(51) Int. Cl.

G01N 3/10(2006. 01)

G01N 1/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101509852 A, 2009. 08. 19,

CN 101441208 A, 2009. 05. 27,

JP 10206303 A, 1998. 08. 07,

JP 2011022140 A, 2011. 02. 03,

CN 102128741 A, 2011. 07. 20,

CN 201188081 Y, 2009. 01. 28,

许东俊等. 《岩体变形和破坏的各种应力途径》. 《岩土力学》. 1986, 第 7 卷 (第 2 期),

S. R. Swanson et al. 《The Mechanical Response of Pre-Fractured Rock in Compression》. 《Rock mechanics》. 1971, (第 3 期), 208-216.

胡卸文登. 《不同三轴应力途径下红砂岩力学特性试验研究》. 《水文地质工程地质》. 2009, (第 4 期),

审查员 张瑞

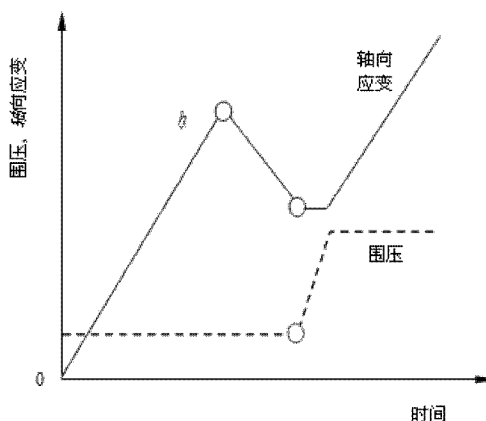
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法

(57) 摘要

一种测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法, 首先对试验工程岩体对象进行取样; 将取样得到的岩体制成圆柱形试样; 使岩样上、下刚性加载端部与试验机压头紧密接触; 对圆柱形试样先施加静水压力状态, 使试样初始围压加载至设计压力值; 保持初始围压不变, 对圆柱形试样施加轴向荷载, 使试样加载至峰值强度后控制点, 形成破裂岩石试样; 而后再对破裂后岩石试样施加静水压力, 使试样最终围压加载至更高的压力值; 保持最终围压不变, 对破裂后岩石试样施加轴向荷载, 使试样发生屈服破坏。通过该试验方法, 可以探讨岩石破裂后再破坏的力学特性, 获取破裂后岩石的三轴强度特征, 为深部地下工程破裂围岩体的加固问题提供相应的技术措施。



CN 102221504 B

1. 一种测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,其特征在于,包括如下步骤:
 - a. 首先对需测试的工程岩体进行取样,将取样得到的岩体制成圆柱形试样;
 - b. 将制成圆柱形的试样置于伺服试验机的三轴密闭压力缸内,先使试验机压头与试样上、下端部紧密接触;
 - c. 通过伺服试验机对圆柱形试样施加静水压力,使试样的初始围压 σ_{31} 加载至 $4\sim 6\text{MPa}$;
 - d. 按位移加载速率对圆柱形试样施加轴向压力,使圆柱形试样加载的轴向应力应变曲线经峰值(a)到达控制点(h),形成破裂岩石试样;
 - e. 对破裂后的岩石试样施加静水压力,使试样最终围压 σ_{32} 加载至 $2\sim 10$ 倍初始围压 σ_{31} ;
 - f. 按位移加载速率对圆柱形试样施加轴向压力,使圆柱形试样发生再次破裂;
 - g. 再次破裂后圆柱形试样轴向应力应变曲线峰值(b)对应的强度与最终围压 σ_{32} 之和,即为所测试工程岩体破裂后岩石的三轴强度 σ_{PS} 。
2. 根据权利要求1所述的测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,其特征在于:所述的圆柱形试样的高度与直径之比为 $2:1$ 。
3. 根据权利要求1所述的测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,其特征在于:所述的静水压力的加载速率为 $0.5\sim 1\text{MPa/s}$ 。
4. 根据权利要求1所述的测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,其特征在于:所述的位移加载速率为 $0.001\sim 0.002\text{mm/s}$ 。

一种测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,尤其适用于模拟深部地下工程支护的对象为破裂岩体强度的实验过程。

背景技术

[0002] 各种岩石工程,如地下工程、坝基工程、节理边坡工程、核废料处置工程等,通常都处于三向应力状态下,因而岩石在三向应力状态下的强度特性,是岩石工程稳定性评价中重要的力学参数。目前获得岩石的三轴强度,通常是保持恒定围压下逐渐增加轴向荷载,促使岩石试样发生屈服破坏(常规三轴压缩路径),或者在高围压状态下将岩样加载至某一应力状态,在恒定轴向应力或轴向变形下,逐步卸除围压使岩样发生屈服破坏(卸围压路径)。

[0003] 自从1967年Jaeger指出岩石破坏特征是否依赖于加载路径仍然是一个值得争议的问题,加载路径对岩石强度和变形破坏特性的影响得到了大量的研究,而其中最为关注的就是加载路径对岩石强度特性的影响。1971年,Swanson和Brown通过研究花岗岩在常规三轴压缩、卸围压以及比例加载3种应力路径下的实验研究,认为花岗岩的强度与加载路径无关;1972年,Crouch通过研究加载路径对苏长岩强度的影响规律,也得到了与Swanson和Brown相类似的结论。然而,1986年,许东俊和耿乃光分析了加载路径对坚硬和软弱岩石强度和变形破坏特性的影响,结果表明,常规三轴和卸围压应力路径影响岩石的强度与试验岩性是相关的:坚硬岩石在卸围压路径下的强度略低于常规三轴压缩下的强度;而软弱岩石刚好相反;2008年汪斌等分析了常规三轴压缩和卸围压路径对锦屏二级水电站大理岩强度参数的影响,分析表明,卸围压路径下大理岩的强度低于常规三轴压缩下大理岩的强度。综上所述,加载路径到底如何影响岩石强度的特性,目前仍存在着争议性,其影响机制仍不是很清楚。

[0004] 随着浅部资源的逐渐减少和枯竭,地下开采的深度越来越大,目前我国已有大批矿井进入千米以下开采深度。随着开采深度的增加,深部岩体工程所面临的地质环境趋于复杂,高地应力就是其中一个重要的特征。深部高应力巷道围岩开挖后发生的应力重新分布现象,将会引起围岩强度发生衰减趋势。而且工程岩体似断非断,似连非连,呈现出断续结构特征。因此,深部地下工程岩体的强度特征及影响机制与常规三轴压缩以及卸围压路径下岩体的强度特征相比,有着本质上的差别,所以针对深部高应力巷道围岩支护的对象为破裂岩体,如何模拟破裂岩体的三轴强度实验过程,从而获得符合深部地下工程实际状态的强度参数,成为深部岩体力学中重要的研究课题。

发明内容

[0005] 技术问题:本发明的目的是提出一种加载方法简便易行,模拟效果好的测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法。

[0006] 技术方案:本发明测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,包括如下步骤:

[0007] a. 首先对需测试的工程岩体进行取样,将取样得到的岩体制成圆柱形试样;

[0008] b. 将制成圆柱形的试样置于伺服试验机的三轴密闭压力缸内,先使试验机压头与岩样上、下端部紧密接触;

[0009] c. 通过伺服试验机对圆柱形试样施加静水压力,使试样的初始围压 σ_{31} 加载至 $4\sim 6\text{MPa}$;

[0010] d. 按位移加载速率对圆柱形试样施加轴向压力,使圆柱形试样加载的轴向应力应变曲线经峰值到达控制点,形成破裂岩石试样;

[0011] e. 对破裂后的岩石试样施加静水压力,使试样最终围压 σ_{32} 加载至 $2\sim 10$ 倍初始围压 σ_{31} ;

[0012] f. 按位移加载速率对圆柱形试样施加轴向压力,使圆柱形试样发生再次破裂;

[0013] g. 再次破裂后圆柱形试样轴向应力应变曲线峰值对应的强度与最终围压 σ_{32} 之和,即为所测试工程岩体破裂后岩石的三轴强度 σ_{FS} 。

[0014] 所述的圆柱形试样的高度与直径之比为 $2:1$;所述的静水压力的加载速率为 $0.5\sim 1\text{MPa/s}$;所述的位移加载速率为 $0.001\sim 0.002\text{mm/s}$ 。

[0015] 有益效果:本发明适用于模拟深部破裂岩体的三轴强度的实验,通过对岩石三轴强度的加载路径,获得破裂后岩石的三轴强度参数,以此进行深部岩体强度参数衰减规律的研究,并针对深部破裂岩体的围岩稳定与安全问题,提出相应的支护和加固措施,为深部高应力巷道围岩稳定控制技术研究提供了一种新的途径。所获得的试验结果有助于更加深刻地认识深部高应力下岩体的力学行为。该加载方法简便易行,模拟效果好,在本技术领域内具有广泛的实用性。

[0016] 附图说明:

[0017] 图 1 是本发明的测试试样加载路径示意图。

[0018] 图 2 是本发明的加载路径实验一曲线图。

[0019] 图 3 是本发明的加载路径实验二曲线图。

[0020] 具体实施方式:

[0021] 下面结合附图对本发明的实施例作进一步的描述:

[0022] 图 1 所示为本发明的测定破裂后岩石三轴强度的加载路径方法,首先对需测试的工程岩体进行取样,将取样得到的岩体制成圆柱形试样,圆柱形试样的高度与直径之比为 $2:1$;将制成圆柱形的试样置于伺服试验机的三轴密闭压力缸内,先使试验机压头与岩样上、下端部紧密接触;通过伺服试验机对圆柱形试样施加静水压力,使试样的初始围压 σ_{31} 加载至 $4\sim 6\text{MPa}$,静水压力的加载速率为 $0.5\sim 1\text{MPa/s}$;按位移加载速率对圆柱形试样施加轴向压力,使圆柱形试样加载的轴向应力应变曲线经峰值 a 到达控制点 h ,形成破裂岩石试样;对破裂后的岩石试样施加静水压力,使试样最终围压 σ_{32} 加载至 $2\sim 10$ 倍初始围压 σ_{31} ,静水压力的加载速率为 $0.5\sim 1\text{MPa/s}$;位移加载速率为 $0.001\sim 0.002\text{mm/s}$;按位移加载速率对圆柱形试样施加轴向压力,使圆柱形试样发生再次破裂;再次破裂后圆柱形试样轴向应力应变曲线峰值 b 对应的强度与最终围压 σ_{32} 之和,即为所测试工程岩体破裂后岩石的三轴强度 σ_{FS} 。具体实施例如下:

[0023] 实施例 1:图 2 所示为加载路径实验中初始围压 $\sigma_{31} = 5\text{MPa}$ 和最终围压 $\sigma_{32} = 2$ 倍初始围压 σ_{31} 时的实验曲线。首先将 $\Phi 50 \times 100\text{mm}$ 大理岩圆柱形试样置于伺服试验机的

三轴密闭压力缸内,先使试验机压头与岩样上、下刚性加载端部紧密接触,然后向三轴密闭压力缸内注满液压油,直至完全充满,按 0.5MPa/s 的加载速率对大理岩圆柱形试样施加静水压力,使圆柱形试样围压加载至设计初始围压 $\sigma_{31} = 5\text{MPa}$,保持初始围压 $\sigma_{31} = 5\text{MPa}$ 不变,按位移加载速率为 0.002mm/s 对大理岩圆柱形试样施加轴向偏压 ($\sigma_1 - \sigma_{31}$),使试样加载至峰值强度后控制点 h (h 点对应的轴向应变为 9.8×10^{-3}),形成破裂后岩石试样,对破裂后岩石试样按 0.5MPa/s 的施加静水压力,使圆柱试样的初始围压 σ_{32} 加载至 10MPa,保持最终围压 $\sigma_{32} = 10\text{MPa}$ 不变,按位移加载速率 0.002mm/s 对大理岩圆柱形试样施加轴向偏压 ($\sigma_1 - \sigma_{32}$),使试样发生屈服破坏。获得的实验结果,如图 2 所示。据图 2 获得破裂后大理岩在围压 10MPa 时的三轴强度 $\sigma_{FS} = 81.29\text{MPa}$ 。

[0024] 实施例 2:图 3 所示为加载路径实验中初始围压 $\sigma_{31} = 5\text{MPa}$ 和最终围压 $\sigma_{32} = 4$ 倍初始围压 σ_{31} 时的实验曲线。首先将圆柱形大理岩试样 ($\Phi 50 \times 100\text{mm}$) 置于伺服试验机的三轴密闭压力缸内,先使试验机压头与岩样上、下刚性加载端部紧密接触,然后向三轴密闭压力缸内注满液压油,直至完全充满,按 0.5MPa/s 的加载速率对大理岩试样施加静水压力,使试样围压加载至设计压力值 $\sigma_{31} = 5\text{MPa}$,保持初始围压 $\sigma_{31} = 5\text{MPa}$ 不变,按位移加载速率 0.002mm/s 对大理岩试样施加轴向偏压 ($\sigma_1 - \sigma_{31}$),使试样加载至峰值强度后控制点 h (h 点对应的轴向应变为 9.8×10^{-3}),形成破裂后岩石试样,对破裂后岩石试样按 0.5MPa/s 的施加静水压力,使试样围压加载至 $\sigma_{32} = 20\text{MPa}$,保持最终围压 $\sigma_{32} = 20\text{MPa}$ 不变,按位移加载速率 0.002mm/s 对大理岩试样施加轴向偏压 ($\sigma_1 - \sigma_{32}$),使试样发生屈服破坏。获得的实验结果,如图 3 所示。据图 3 获得破裂后大理岩在围压 20MPa 时的三轴强度 $\sigma_{FS} = 123.21\text{MPa}$ 。

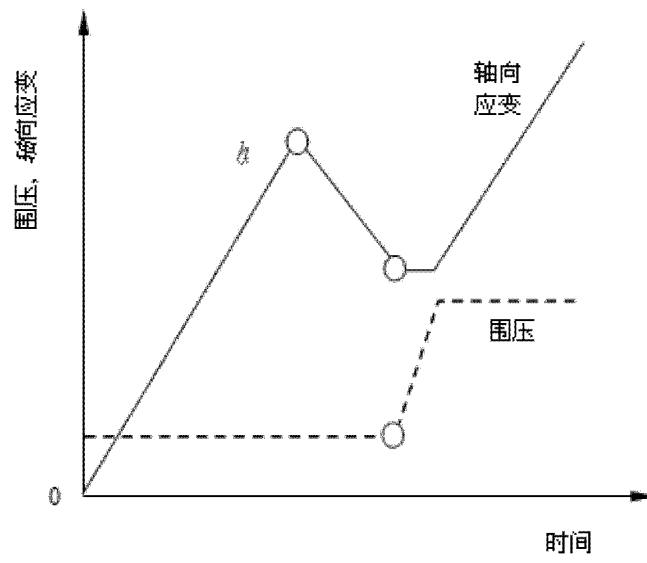


图 1

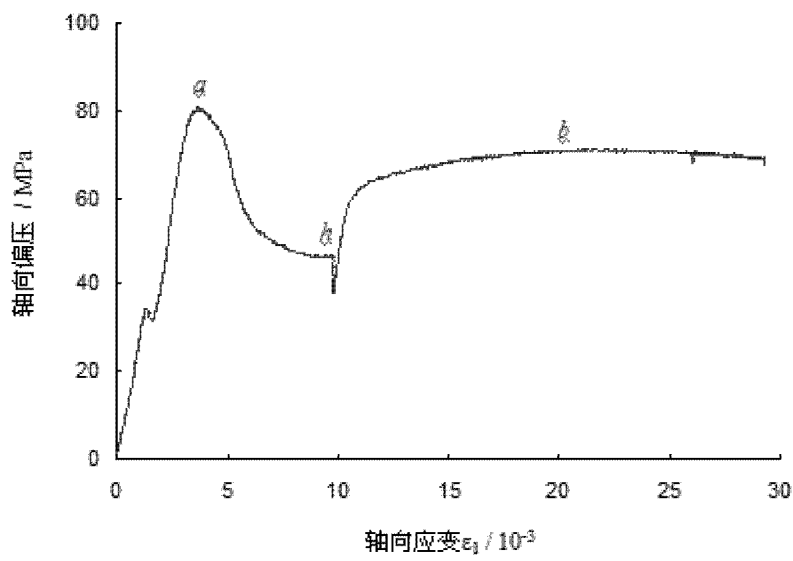


图 2

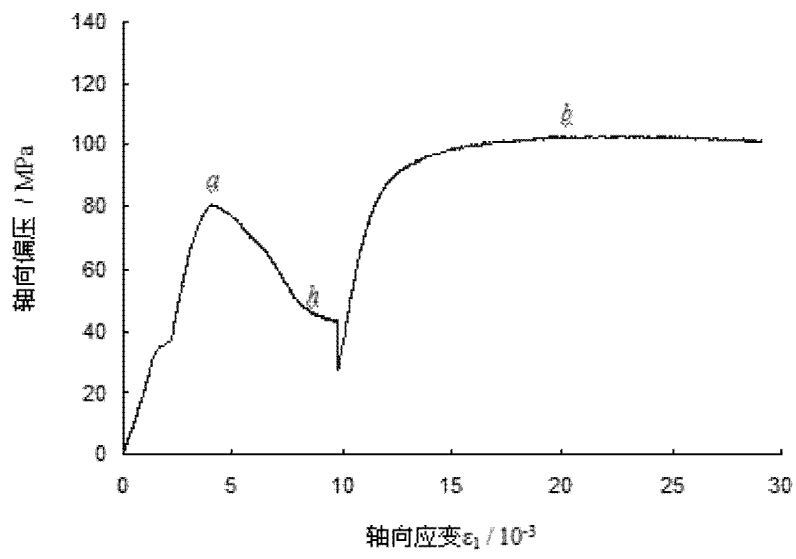


图 3