



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103471907 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201310425790. 3

(22) 申请日 2013. 09. 17

(71) 申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

(72) 发明人 张希巍 冯夏庭 李元辉 徐荃 陈天宇 孔瑞

(74) 专利代理机构 沈阳东大专利代理有限公司 21109

代理人 梁焱

(51) Int. Cl.

G01N 3/04 (2006. 01)

G01N 3/24 (2006. 01)

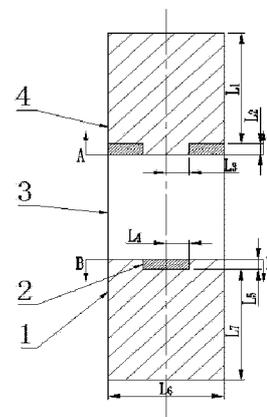
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具及试验方法

(57) 摘要

一种应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具及试验方法,属于岩石力学测试技术领域。夹具:包括底座和压头,底座和压头采用圆柱体结构;压头与岩石试样相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦分割成三个平面,从左至右为第一、二、三平面;底座与岩石试样相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦分割成三个平面,从左至右为第四、五、六平面;第二平面为凸起平面且第五平面为凹陷平面,或者第二平面为凹陷平面且第五平面为凸起平面;第二与五平面面积相等,第一、三、四和六平面的面积相等,且均为第二平面面积的一半。方法:将试样放置在底座与压头之间,粘贴应变片;填充橡胶,套橡胶套;安装环向、轴向位移传感器,放入压力室内密封、充油,进行试验。



1. 一种应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具,其特征在于包括设置在岩石试样下方的底座和设置在岩石试样上方的压头,所述底座和压头采用圆柱体结构;压头与岩石试样相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦分割成三个平面,从左至右依次为第一平面、第二平面和第三平面;底座与岩石试样相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦分割成三个平面,从左至右依次为第四平面、第五平面和第六平面;其中,第二平面为凸起平面且第五平面为凹陷平面,或者第二平面为凹陷平面且第五平面为凸起平面;第二平面与第五平面的面积相等,第一平面、第三平面、第四平面和第六平面的面积相等,且均为第二平面面积的一半。

2. 使用权利要求 1 所述的应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具的试验方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤一:将加工好的岩石试样放置在底座上方,将压头放置在岩石试样上方,保证放置后满足:第一平面与第四平面、第二平面与第五平面、第三平面与第六平面在水平面的投影完全重合;

步骤二:固定岩石试样、底座和压头之间的相对位置,对需要测量局部应变的部位粘贴应变片;

步骤三:将填充橡胶填充到底座与岩石试样、岩石试样与压头之间的空隙中,并压实;

步骤四:将防油橡胶套套在底座、压头和岩石试样的外表面上,将应变片的引脚连线穿过防油橡胶套,并密封穿线位置;

步骤五:将环向位移传感器居中固定在防油橡胶套外面,安装轴向位移传感器,并对防油橡胶套的上、下边缘进行防漏油处理;

步骤六:将上述部分组装后放入常规三轴试验机压力室内,并将轴向位移传感器、环向位移传感器和应变片的数据线与常规三轴试验机压力室的数据采集端口相连接;

步骤七:密封常规三轴试验机压力室,充油,进行试验。

一种应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具及试验方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩石力学测试技术领域,是涉及一种岩石室内剪切实验技术,更具体的是涉及一种可以在常规三轴模式下获得双固定剪切面及剪切强度的应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具及试验方法。

背景技术

[0002] 岩石的脆性作为岩石本身的一种属性,其研究对于评价岩石质量、预判岩爆以及地下空间工程支护的选择都有很大的意义。在岩石脆性研究中岩石脆性破坏过程的捕捉尤为重要。

[0003] 在传统的常规岩石三轴试验中,发生剪切破坏的岩石断裂面法线与大主应力轴线

夹角近似满足 $\psi = \frac{\pi}{4} + \varphi$, 其中, ψ 为岩石剪切破坏角, φ 为岩石内摩擦角。但是,岩石断裂

面的法线在三维空间内组成一个锥面,岩石断裂面与岩石表面的交线是随机的。即脆性岩石的破坏面理论上为与岩石试样的大主应力轴线夹角为 ψ 的一个平面,但是这种理论破坏面在岩石中有无数个,对于存在各向异性的岩石来讲,破坏面在试验结果中随机分布,无法准确预判其位置和获得破坏前局部岩石的应力与应变关系,这对研究岩石脆性破坏的局部化不利。

[0004] 普通的直剪试验主要是在无围压的条件下进行,可以获得固定的单一破坏面的剪切强度,也可以研究脆性破坏的局部化问题,但是试验时的受力点不易保持在试样中心,弯矩易导致岩石发生扭断而不是纯剪切。此外,剪切试验一股都在直剪仪上完成。如能在三轴试验中引入固定剪切面的试验夹具,不仅能够研究固定剪切面的脆性破坏局部化问题,又能研究围压对固定剪切面破坏的影响,将推动脆性岩石力学试验技术的发展。为此,发明具有双固定剪切面的试验夹具,而且应用到常规三轴试验机压力室中,不仅可以捕获剪切面附近的脆性破坏变形特征,而且可以研究围压对双剪切破坏的影响,同时消除了直剪试验中的偏心带来的弯矩。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的问题,本发明提供一种可以在常规三轴试验机压力室内使用、并获得双固定剪切面的应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具及试验方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案,一种应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具,包括设置在岩石试样下方的底座和设置在岩石试样上方的压头,所述底座和压头采用圆柱体结构;压头与岩石试样相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦分割成三个平面,从左至右依次为第一平面、第二平面和第三平面;底座与岩石试样相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦分割成三个平面,从左至右依次为第四平面、第五平面和第六平面;其中,第二平面为凸起平面且第五平面为凹陷平面,或者第二平面为凹陷平面且第五平面为凸起平面;第二平面与第五平面的面积相等,第一平面、第三平面、第四平面和第六平面的

面积相等,且均为第二平面面积的一半。

[0007] 使用所述的应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具的试验方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤一:将加工好的岩石试样放置在底座上方,将压头放置在岩石试样上方,保证放置后满足:第一平面与第四平面、第二平面与第五平面、第三平面与第六平面在水平面的投影完全重合;

[0009] 步骤二:固定岩石试样、底座和压头之间的相对位置,对需要测量局部应变的部位粘贴应变片;

[0010] 步骤三:将填充橡胶填充到底座与岩石试样、岩石试样与压头之间的空隙中,并压实;

[0011] 步骤四:将防油橡胶套套在底座、压头和岩石试样的外表面上,将应变片的引脚连线穿过防油橡胶套,并密封穿线位置;

[0012] 步骤五:将环向位移传感器居中固定在防油橡胶套外面,安装轴向位移传感器,并对防油橡胶套的上、下边缘进行防漏油处理;

[0013] 步骤六:将上述部分组装后放入常规三轴试验机压力室内,并将轴向位移传感器、环向位移传感器和应变片的数据线与常规三轴试验机压力室的数据采集端口相连接;

[0014] 步骤七:密封常规三轴试验机压力室,充油,进行试验。

[0015] 本发明的有益效果:

[0016] 本发明的双剪切夹具及试验方法可以在常规三轴试验机压力室内使用,并满足试验要求获得双固定剪切面,在试验中使岩石能够稳定地沿着预定的剪切平面破坏;不仅能够研究固定剪切面的脆性破坏局部化问题,又能研究围压对固定剪切面破坏的影响,将推动脆性岩石力学试验技术的发展;不仅可以捕获剪切面附近的脆性破坏变形特征,而且可以研究围压对双剪切破坏的影响,同时消除了直剪试验中的偏心带来的弯矩。

附图说明

[0017] 图1是本发明的双剪切夹具与岩石试样装配后的结构示意图;

[0018] 图2是图1的A-A剖视图;

[0019] 图3是图1的B-B剖视图;

[0020] 图4是本发明的双剪切夹具在常规三轴试验机压力室内使用时的结构示意图;

[0021] 图5为围压 $\sigma_3 = 0$ 的工况下得到的轴向位移-轴向应力之间关系的曲线图;

[0022] 图6为围压 $\sigma_3 = 0$ 的工况下得到的时间-轴向位移之间关系的曲线图;

[0023] 图中,1-底座,2-填充橡胶,3-岩石试样,4-压头,5-减摩球头,6-常规三轴试验机压力室,7-防油橡胶套,8-轴向位移传感器,9-应变片,10-环向位移传感器,11-压力室进油口;

[0024] a-第一平面,b-第二平面,c-第三平面,d-第四平面,e-第五平面,f-第六平面, L_1 -第一平面a和第三平面c距离压头4另一端面的距离, L_2 -第一平面a和第三平面c与第二平面b的高度差, L_3 -第二平面b两条直线边之间的距离的 $1/2$, L_4 -第五平面e两条直线边之间的距离的 $1/2$, L_5 -第四平面d和第六平面f与第五平面e的高度差, L_6 -压头4和底座1圆柱体的直径, L_7 -第五平面e距离底座1另一端面的距离。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0026] 如图 1、图 2、图 3 所示,一种应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具,包括设置在岩石试样 3 下方的底座 1 和设置在岩石试样 3 上方的压头 4,所述底座 1 和压头 4 采用圆柱体结构;压头 4 与岩石试样 3 相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦 ab 和 bc 分割成三个平面,从左至右依次为第一平面 a、第二平面 b 和第三平面 c;底座 1 与岩石试样 3 相对一侧的表面被两条等长平行的圆弦 de 和 ef 分割成三个平面,从左至右依次为第四平面 d、第五平面 e 和第六平面 f;其中,第二平面 b 为凸起平面,第一平面 a 和第三平面 c 为同一高度,且第五平面 e 为凹陷平面,第四平面 d 和第六平面 f 为同一高度,使第二平面 b 和第五平面 e 分别与其两侧的平面存在一个高度差,能在岩石剪切过程中形成固定的剪切面,所述高度差为 5mm;第二平面 b 与第五平面 e 的面积相等,第一平面 a、第三平面 c、第四平面 d 和第六平面 f 的面积相等,且均为第二平面 b 面积的一半,这样设置的目的是使岩石试样 3 上下接触面抗压强度一致,使得岩石试样 3 具有较好的受力条件。

[0027] 本发明的底座 1 和压头 4 采用圆柱体结构,此结构可以与圆柱体岩石试样 3 匹配使用,直径尺寸为 50mm 和 75mm 两种,是国际岩石力学协会建议的试验试样直径尺寸。同时,圆柱体结构强度高,在压力室内油压可均匀分布,可以延长夹具的使用寿命,适于长期在有围压的环境下工作;其加工工艺采用热处理技术,最大化的提高其刚度,其表面平整度控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 。

[0028] 本发明采用直径尺寸为 50mm 的底座 1 和压头 4 时,取尺寸:

[0029] $L_1=L_7=52.5\text{mm}$, $L_2=L_5=5\text{mm}$, $L_3=L_4=10\text{mm}$, $L_6=50\text{mm}$ 。

[0030] 本发明采用直径尺寸为 75mm 的底座 1 和压头 4 时,取尺寸:

[0031] $L_1=L_7=52.5\text{mm}$, $L_2=L_5=5\text{mm}$, $L_3=L_4=15.15\text{mm}$, $L_6=75\text{mm}$ 。

[0032] 试验前,先将进行试验的岩石试样的尺寸进行加工,依据试验需要加工直径为 50mm 或者 75mm、径高比为 1:1 的标准试样,岩石试样表面加工精度为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

[0033] 使用所述的应用于岩石三轴试验中的双剪切夹具的试验方法,如图 4 所示,包括如下步骤:

[0034] 步骤一:将加工好的岩石试样 3 放置在底座 1 上方,将岩石试样 3 的侧面与底座 1 外边缘保持重合,以图 3 中的点 de 和点 ef 为起点用记号笔垂直于第四平面 d、第五平面 e、第六平面 f 三个平面在岩石试样 3 上向上做垂线,直到岩石试样 3 的另一端;将压头 4 放置在岩石试样 3 上方,使图 2 中的点 ab 和点 bc 与岩石试样 3 上两条记号线与端部所交两点重合;从而保证放置后满足:在垂直平面上第一平面 a 与第四平面 d、第二平面 b 与第五平面 e、第三平面 c 与第六平面 f 在水平面的投影完全重合。

[0035] 步骤二:完成岩石试样 3、底座 1 和压头 4 三者的位置校准后,用胶带固定好三者之间的位置,保证其位置在后续操作中不会发生变化;对需要测量局部应变的部位进行砂纸打磨、酒精清理、粘贴应变片 9。

[0036] 步骤三:将填充橡胶 2 填充到底座 1 与岩石试样 3、岩石试样 3 与压头 4 之间的空隙中,并压实。

[0037] 步骤四:将防油橡胶套 7 套在底座 1、压头 4 和岩石试样 3 的外表面上,使防油橡胶套 7 完全覆盖岩石试样 3,部分覆盖压头 4 和底座 1,将应变片 9 的引脚连线穿过防油橡

胶套 7,并用硅胶密封穿线位置,防止漏油。

[0038] 步骤五:将环向位移传感器 10 居中固定在防油橡胶套 7 外面,安装轴向位移传感器 8,校准其位置;并对防油橡胶套 7 的上、下边缘进行防漏油处理,即:用卡箍将防油橡胶套 7 的上、下边缘箍紧。

[0039] 步骤六:将上述部分组装后放入常规三轴试验机压力室 6 内,并将轴向位移传感器 8、环向位移传感器 10 和应变片 9 的数据线与常规三轴试验机压力室 6 的数据采集端口相连接。

[0040] 步骤七:密封常规三轴试验机压力室 6,通过压力室进油口 11 充油,进行试验。

[0041] 在常规三轴试验条件下由于围压 σ_3 的存在,需要将填充橡胶 2 填充到底座 1 与岩石试样 3、岩石试样 3 与压头 4 之间的空隙中,并压实,使防油橡胶套 7 在高围压下不会由于空隙的存在而破坏,导致试验失败;同时,橡胶具有较高的压缩性,在双剪切试验时,为岩石试样 3 破坏提供一定的滑移空间。

[0042] 根据不同的试验要求,加载围压 σ_3 和轴压 σ_1 ,加载过程中通过轴向位移传感器 8、环向位移传感器 10 观测岩石的宏观变形,通过多个应变片 9 连接常规三轴试验机压力室 6 的静态采集仪测量局部轴向应变和环向应变。岩石试样 3 破坏后得到的稳定的残余应力,即为在不同围压下,两个破坏面上的摩擦力的合力。

[0043] 实验结束后进行排油,断开轴向位移传感器 8、环向位移传感器 10 和应变片 9 与数据采集端口的连接,取出组装后的部分。依次摘除轴向位移传感器 8、环向位移传感器 10、防油橡胶套 7、应变片 9,取出岩石试样 3。观察是否岩石试样 3 沿着预期破坏面破坏,处理轴向位移传感器 8、环向位移传感器 10 和应变片 9 采集的数据,获得岩石应力应变曲线以及各个应力阶段岩石的力学行为的变化和裂隙的局部发育情况。

[0044] 图 5、图 6 分别为围压 $\sigma_3 = 0$ 的工况下,初步处理的试验过程中岩石的轴向位移和应力之间关系的曲线图,以及轴向位移和时间之间关系的曲线图;可以看到本发明可以在实际试验中应用并得到有效和可靠的试验数据。

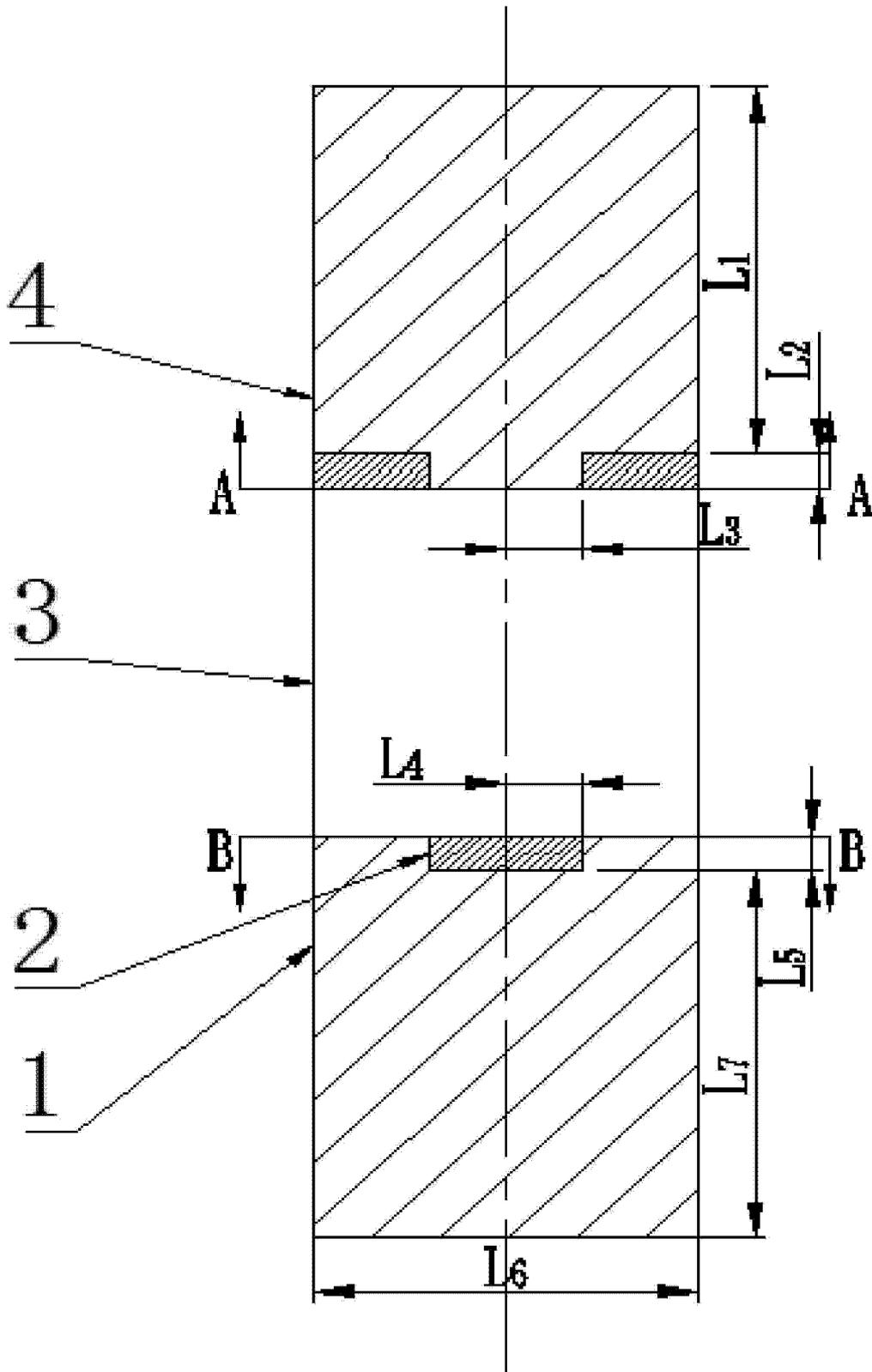


图 1

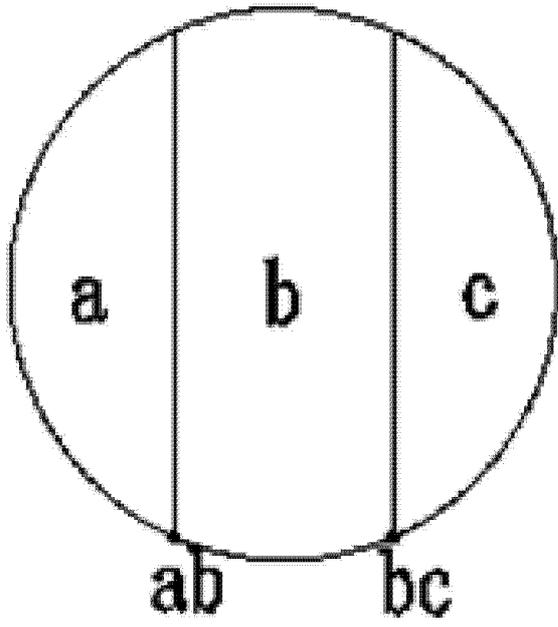


图 2

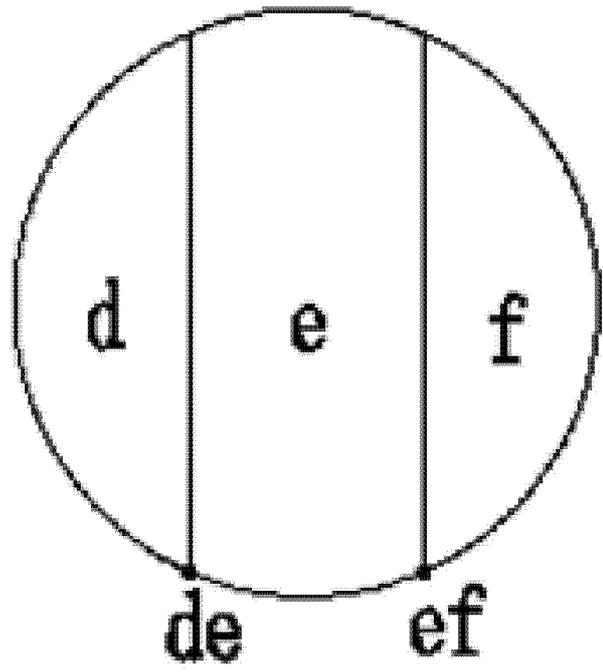


图 3

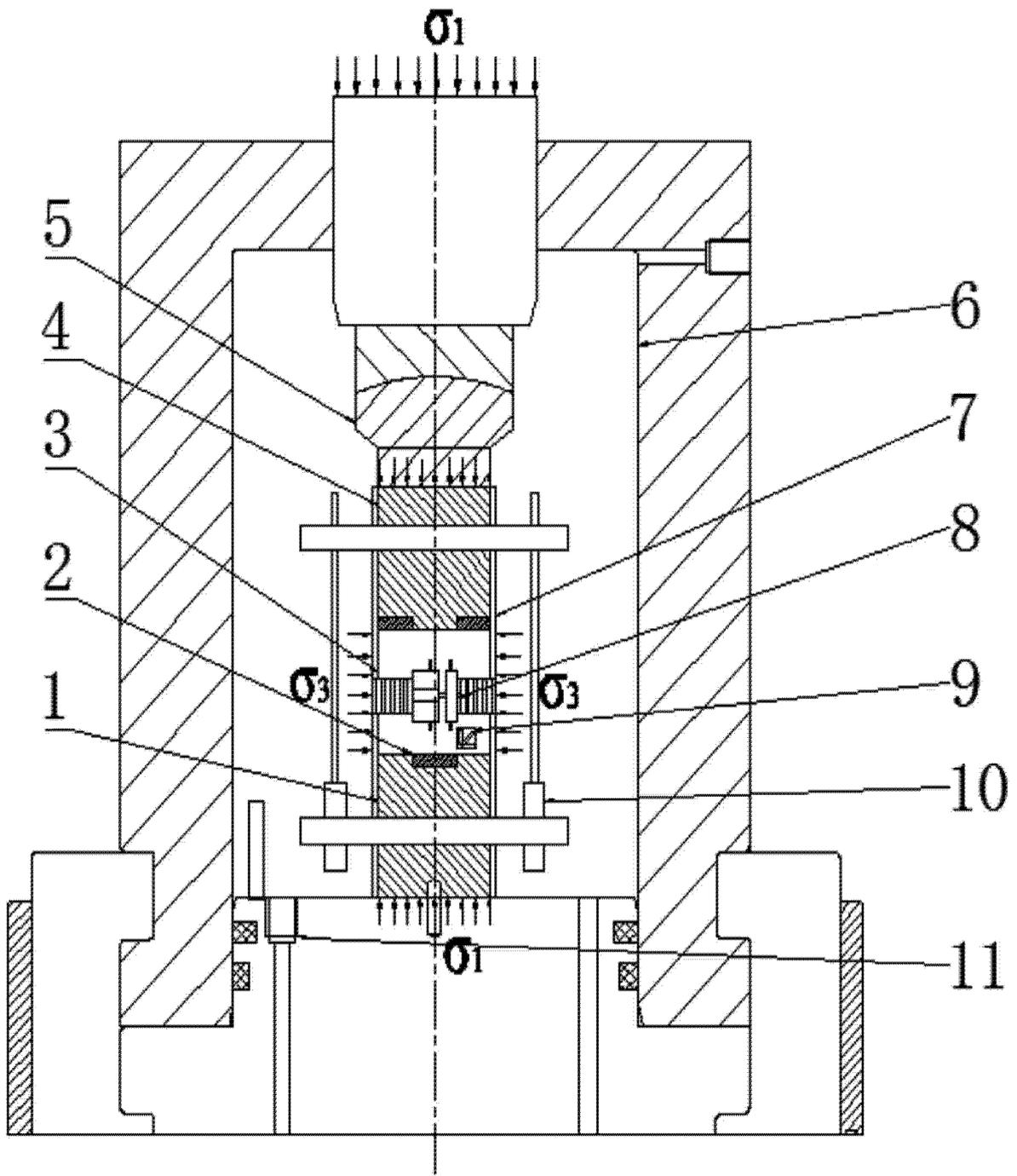


图 4

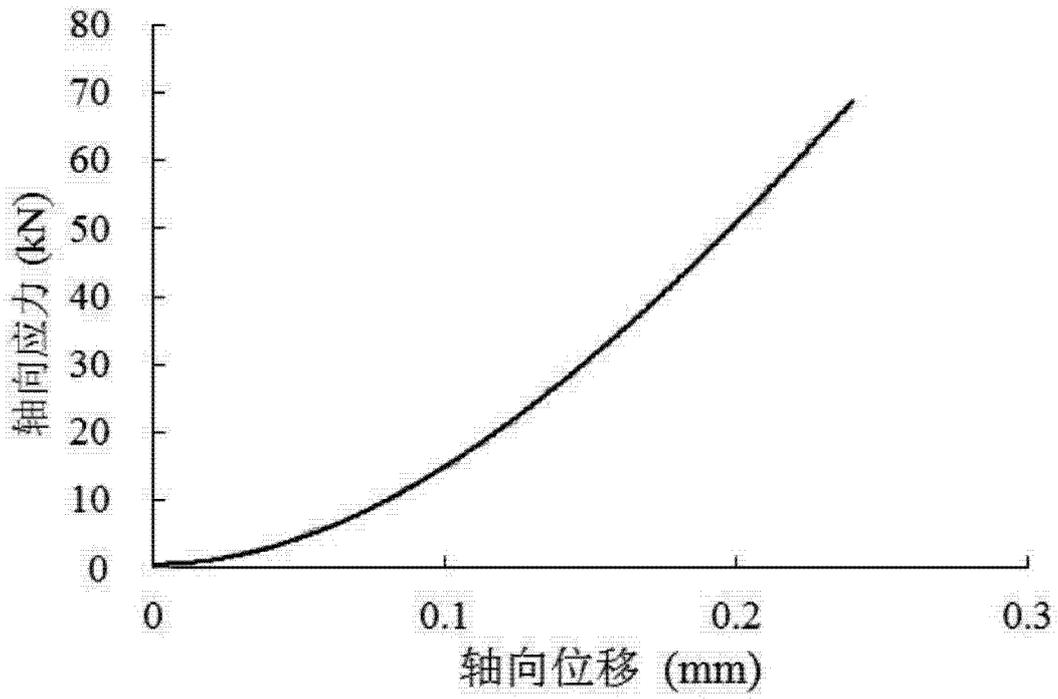


图 5

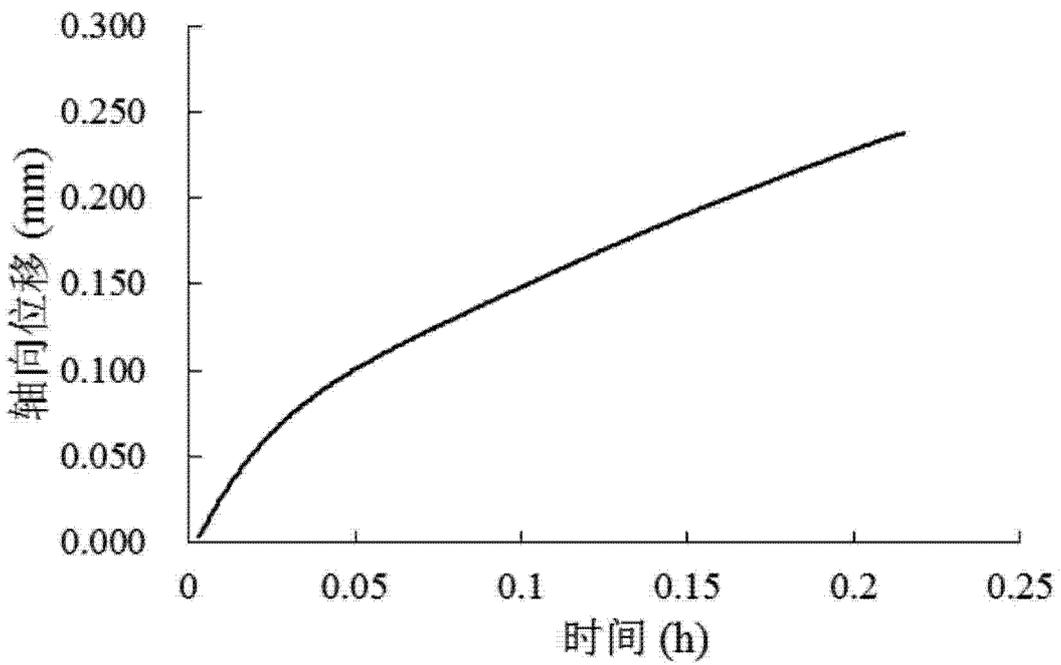


图 6