

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 3/24 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410081332.3

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 1318834C

[22] 申请日 2004.11.26

[21] 申请号 200410081332.3

[73] 专利权人 成都理工大学

地址 610059 四川省成都市二仙桥东三路
1 号成都理工大学

共同专利权人 四川大学

[72] 发明人 黄润秋 付小敏 徐 进 贾成功

[56] 参考文献

CN2510853Y 2002.9.11

US4290302A 1981.9.22

CN2748904Y 2005.12.28

US4885941A 1989.12.12

CN2313220Y 1999.4.7

审查员 杨莉莎

[74] 专利代理机构 成都科海专利事务有限责任公
司

代理人 严礼华

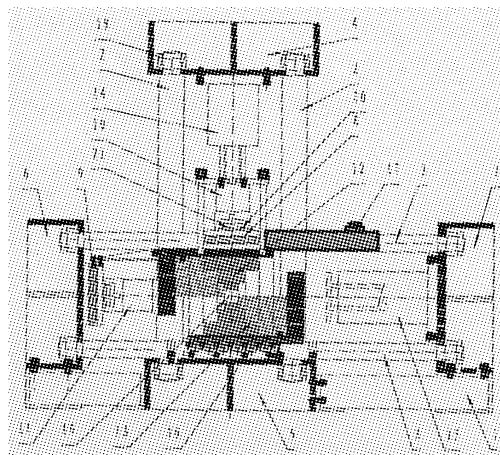
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

岩石直剪试验机

[57] 摘要

本发明是一种岩石直剪试验机。由试验主机、液压稳压器、测量系统三大部分组成。其中试验主机包括四立柱垂直荷载加载机架和四拉杆水平荷载加载机架、加载油缸、滚轴排系统与滚珠系统、剪切组件、球头与球座及荷载传感器等部件，液压稳压器与水平加载油缸之间连接一精密调速阀，测量系统由计算机进行数据采集处理。本发明具有结构简洁合理，使用方便，试验条件准确，功能齐全等特点；是目前性价比最高的岩石直剪试验机。本发明水平荷载传感器安装于被动剪切方，不需要试验前标定摩擦阻力；采用吊装式组合刚性剪切组件，故装卸试件和观察测量试件极方便，保证了加载的均匀、稳定。本发明具有岩石直剪试验和直剪流变试验两大功能。



1. 一种岩石直剪试验机, 由试验主机、液压稳压器、测量系统三大部分组成, 其中试验主机包括垂直荷载加载机架与水平荷载加载机架、加载油缸、滚轴排系统与滚珠系统、球头与球座、剪切盒及荷载传感器部件; 测量系统由计算机进行数据采集处理; 其特征在于:

试验主机中垂直荷载加载机架与水平荷载加载机架均采用四柱式加载机架, 垂直荷载加载机架由四立柱(2)与上反力座(4)和下反力座(5)构成, 四立柱上端与上反力座连接, 下端与下反力座连接, 水平荷载加载机架由四拉杆(3)与左反力座(6)和右反力座(7)构成, 四拉杆左端与左反力座连接, 右端与右反力座连接;

试验主机中剪切盒采用组合式的上剪切组件(12)和下剪切组件(13)构成, 上剪切组件上端与垂直加载油缸(14)之间安装有带球座(20)和球头(21)的垂直荷载传感器(10), 垂直荷载传感器下端安装有垂直荷载滚珠系统(8), 上剪切组件与垂直荷载传感器及垂直荷载滚珠系统一起吊装在垂直加载油缸的活塞端部; 下剪切组件与下反力座之间安装具有导向槽的下滚轴排组件(16);

上剪切组件(12)左端与左反力座(6)之间安装带有球座(20)和球头(21)的水平荷载传感器(11), 水平荷载传感器有球座、球头的左端安装水平荷载滚珠系统(9), 将水平荷载传感器及水平荷载滚珠系统一起吊装在上剪切组件左端, 水平加载油缸(15)安装在右反力座上;

岩石直剪试验机底座(1)与左反力座(6)、右反力座(7)及下反力座(5)刚性连接, 使主机具有牢固的结构并稳固地放置于地面上。

2. 按照权利要求1所述的岩石直剪试验机, 其特征在于: 所说的上剪切组件(12)和下剪切组件(13)均由四种尺寸不同的刚性剪口板及相对应的刚性垫块构成, 试件(19)置于上剪切组件(12)和下剪切组件(13)之间。

3. 按照权利要求1或2所述的岩石直剪试验机, 其特征在于: 所说的上剪切组件(12)的上方压板上设置有由大小不同的配重块组成的配重装置(17)。

4. 按照权利要求1所述的岩石直剪试验机, 其特征在于: 所说的垂直荷载滚珠系统(8)与水平荷载滚珠系统(9)均为刚球滚珠系统。

5. 按照权利要求1所述的岩石直剪试验机, 其特征在于: 所说的水平荷载传感器(11)

安装于未设置有水平加载油缸（15）的被动剪切组件即上剪切组件（12）一方。

6. 按照权利要求 1 所述的岩石直剪试验机，其特征在于：在所说的液压稳压器（22）与试验主机中的水平加载油缸（15）之间安装有带压力反馈的精密调速阀（23）。

岩石直剪试验机

一、发明领域

本发明涉及一种测试岩石抗剪力学性能的试验机，特别是涉及用于对岩石、岩/岩、岩石/混泥土、以及软弱夹层、硬性结构面等形式的立方体试件进行抗剪试验的岩石直剪试验机。

二、背景技术

据国家标准和部门规程规范的规定，直剪试验是测试岩石及其软弱结构面的抗剪强度指标的技术手段。由于没有统一的直剪试验仪器制造标准，各单位自行研制的岩石直剪试验仪器从形式、结构到使用方法上都有很大差别。由于岩石力学试验的特殊性，已有的岩石直剪试验机其主机中加载系统一般都是液压式的，加载机架的形式则有箱形梁整体框架式、立柱箱形梁复合式等；剪切盒都采用传统的上下剪切盒，测量系统主要有机械式、传感器数显式、计算机自动测量式等几种。控制方式主要有荷载控制、位移速率控制和电液伺服控制以及最先进但十分昂贵的数字伺服控制。此外，也有少量的岩石直剪流变试验仪器。

上述岩石直剪试验机主机无论是箱形梁整体框架式、还是立柱箱形梁复合式，其加载机架结构都较复杂，这样不仅试验机笨重，而且观察测量及装卸试件极为不方便；又由于一般将水平荷载传感器安装在水平加载油缸活塞端部，因此测量结果不仅仅是试件所受力，还包括了滚轴排组件等的摩擦力，因此试验前需要标定这些摩擦力，以便在测试结果中扣除，从而给使用带来麻烦，费时费力。如何研制一种即结构简洁、试验条件准确、经济实用，并又使用方便的岩石直剪试验机，正是本发明的目的所在。

三、发明内容

本发明的目的正是为了克服现有岩石直剪试验机所存在的缺陷，提供一种试验主机中垂直荷载加载机架与水平荷载加载机架均采用四柱式加载机架；剪切盒采用组合式上剪切组件和组合式下剪切组件；以及采用双球座与双滚珠系统以及计算机数据采集自动测量系统，并具有荷载与位移速率两种控制方式的岩石直剪试验机。本试验机具有结构简洁合理，使用方便，试验条件准确；不仅保证了正应力和剪应力的均匀分布，还实现

了应变速率控制；使剪力测量准确可靠；并具有岩石直剪试验和直剪流变试验两大功能，是目前性价比很高的岩石直剪试验机。

本发明的目的是采用以下技术方案实现的：

本发明岩石直剪试验机，由试验主机、液压稳压器、测量系统三大部分组成。其中试验主机主要包括垂直荷载加载机架与水平荷载加载机架、加载油缸、滚轴排系统与滚珠系统、球头与球座、剪切盒以及荷载传感器等部件；测量系统由计算机进行数据采集处理，本发明的技术要点在于：

试验主机中垂直荷载加载机架与水平荷载加载机架均采用四柱式加载机架，而垂直荷载加载机架由四立柱与上反力座和下反力座构成，垂直荷载加载机架亦称立式加载机架，四立柱上端与上反力座连接，其下端与下反力座连接，水平荷载加载机架由四拉杆与左反力座和右反力座构成，水平荷载加载机架亦称卧式加载机架，四拉杆左端与左反力座连接，其右端与右反力座连接；

试验主机中剪切盒采用组合式的上剪切组件和下剪切组件构成，上剪切组件上端与垂直加载油缸之间安装有带有球头和球座的垂直荷载传感器，垂直荷载传感器下端又安装有垂直荷载滚珠系统，上剪切组件与带有球头和球座的垂直荷载传感器及垂直荷载滚珠系统一起吊装在垂直加载油缸的活塞端部；下剪切组件与下反力座之间安装有具有导向槽的下滚轴排组件；上剪切组件左端与左反力座之间也安装一带有球头和球座的水平荷载传感器，水平荷载传感器左端即有球头、球座的一端又安装有水平荷载滚珠系统，再将水平荷载传感器及水平荷载滚珠系统一起吊装在上剪切组件左端；，水平加载油缸安装在右反力座上；

本发明岩石直剪试验机底座与左反力座、右反力座及下反力座刚性连接，以使主机具有牢固的结构并稳固地放置于地面上。

本发明所说上剪切组件和下剪切组件均由四种尺寸不同的刚性剪口板及相对应的刚性垫块构成，测试试件置于上剪切组件和下剪切组件之间。

上剪切组件的上方压板上设置有由大、小不同的配重块组成的配重装置。

本发明试验主机中同时采用垂直荷载传感器及水平荷载传感器即具有双球头、双球座及双荷载滚珠系统，垂直荷载滚珠系统与水平荷载滚珠系统均为刚球滚珠系统。

本发明水平荷载传感器安装于被动剪切组件一方，被动剪切组件即没有设置水平加载油缸一方的剪切组件，本发明的被动剪切组件即为上剪切组件，这样可避免被动剪切组件受到下滚轴系统的摩擦力的作用，荷载传感器测到的力就是被测试件受的力。

力反馈的精密调速阀，因此可进行等剪切速率的试验。

本发明与现有技术相比具有如下特点：

1、本发明岩石直剪试验机主机采用四柱式荷载加载机架，其结构简洁，并降低了制造本；同时将试件的两个侧面完全暴露出来，这样极大地方便了被测试件试验观察测量和试件装卸。

2、本发明将上剪切组件、垂直荷载传感器及垂直荷载滚珠系统一起吊装在垂直加载油缸活塞的端部，试验结束后油缸活塞将其一同升起，即可方便地更换试件；避免了以往试验完成后要人工依次取下各部件后，才能更换，减少了更换试件的繁琐劳动。

3、发明将传统的上、下剪切盒采用为开放的组合式剪切组件，这样不仅方便了试验观察，同时使不同尺寸规格的试件更换起来极为方便。

4、在水平荷载传感器与左反力座之间加装了水平荷载滚珠系统，并在上剪切组件上方安装了垂直荷载滚珠系统，很好地解决了由于试验过程中被测试件的不均匀变形导致试件中应力分布不均的问题。

5、本发明采用在上剪切组件的上压板上设置大小不同的配重压块，平衡了上剪切组件重心的偏心，使剪切面上的正应力均匀分布。

6、本发明水平荷载传感器安装于被动剪切组件一方，水平荷载传感器测到的力就是试件受的力，这样使测量更加精确、可靠。

7、本发明还可进行等剪切速率的试验。

8、本发明采用计算机自动测量和数据采集，大大提高了试验结果的准确性。

四、附图说明

图1为本发明岩石直剪试验机主机结构示意图。

图2为图1的左视结构示意图。

图3为本发明系统连接示意图。

五、具体实施方案

下面结合附图通过对本发明的结构、操作过程、测试过程及实施例作进一步的说明。

图1中，本发明试验主机中垂直荷载加载机架与水平荷载加载机架均采用四柱式加载机架，而垂直荷载加载机架即立式加载机架由四根立柱2与上反力座4和下反力座5构成，四根立柱2上端与上反力座4用螺母18紧固连接，其下端与下反力座5用螺母18紧固连接，水平荷载加载机架即卧式加载机架由四根拉杆3与左反力座6和右反力座7构成，四

紧固连接，水平荷载加载机架即卧式加载机架由四根拉杆 3 与左反力座 6 和右反力座 7 构成，四根拉杆左端与左反力座 6 用螺母连接，其右端与右反力座 7 用螺母连接；

试验主机中剪切盒采用组合式的上剪切组件 12 和下剪切组件 13 构成，上剪切组件 12 上端与垂直加载油缸 14 之间安装有带有球头 21 和球座 20 的垂直荷载传感器 10，垂直荷载传感器 10 下端又安装有垂直荷载滚珠系统 8，上剪切组件 12 与垂直荷载传感器 10 及垂直荷载滚珠系统 8 一起吊装在垂直加载油缸 14 的活塞端部；下剪切组件 13 与下反力座 5 之间安装有具有导向槽的下滚轴排组件 16；上剪切组件 12 左端与左反力座 6 之间也安装一带有球头 21 和球座 20 的水平荷载传感器 11，水平荷载传感器左端即有球头、球座的一端又安装有水平荷载滚珠系统 9，再将水平荷载传感器 11 及水平荷载滚珠系统一起吊装在上剪切组件 12 左端；水平加载油缸 15 安装在右反力座 7 左端；

本发明试验机底座 1 与左反力座 6、右反力座 7 及下反力座 5 刚性连接，以使该试验机具有牢固的结构并稳固地放置于地面上。

上剪切组件 12 由四种尺寸不同的刚性剪口板及相对应的刚性垫块构成，下剪切组件 13 同样由四种尺寸不同的刚性剪口板及相对应的刚性垫块构成；上剪切组件 12 的上方压板上设置有由大小不同的配重块组成的配重装置 17；以使平衡上剪切组件重心的偏心，并使其剪切面上的正应力均匀分布；被测试件 19 置于上剪切组件 12 和下剪切组件 13 之间。

本发明试验主机中采用带有球头、球座的垂直荷载传感器 10 及水平荷载传感器 11，这样试验主机具有双球头、双球座以及垂直荷载滚珠系统与水平荷载滚珠系统的双荷载滚珠系统，双荷载滚珠系统均为刚球滚珠系统；水平荷载传感器 11 安装于被动剪切组件一方，被动剪切组件即没有设置水平加载油缸一方的剪切组件，本发明被动剪切组件为上剪切组件 12，这样避免了其剪切组件受到下滚轴系统的摩擦力的作用，荷载传感器测到的力就是被测试件受的力。

图 2 是图 1 的左视结构示意图，图 2 中除看到垂直荷载加载机架中两根立柱外，还可看到水平加载机架中的四根拉杆 3 及上反力座 4 与下反力座 5。

图 3 中，本发明岩石直剪试验机采用在液压稳压器 22 与试验主机中水平加载油缸 15 之间安装有带有压力反馈的精密调速阀 23，这样可进行等剪切速率的试验；试验主机中垂直荷载传感器 10 与水平荷载传感器 11 将试验信号送入信号调理器 26，其信号再经 A/D 转换器 27，经转换的信号送采集卡 28，最后采集卡将信号送入计算机系统 29 处理。

使用本发明的试验机其操作步骤如下：

首先确保试验机工作电源,油缸油量、各测量元件等其他部件均正常,加载油缸复位,安装调试好油缸头伸出长度;按试件大小装卸刚性剪口板及刚性垫块后,旋紧上剪切组件 12 上方压块螺钉,并加上对应的配重装置 17;将下剪切组件 13 推至水平加载油缸 15 一侧限位块处,用手动液压叉车装上符合要求的试件 19,利用靠尺等其他方法使试件前后对中,左右自动对中。在试件的上下表面添加调整垫片,即根据试件的大小及压缩量,并结合本试验机固定的剪缝(中心线上下各有 1 毫米)而预留剪缝;然后接通试验机工作电源,启动各测量及数据采集元器件并调零;启动水平及垂直液压加载油缸,采用微动形式交替地使两个加载系统的工作面与试件均贴紧,微动以油缸活塞杆能克服自身的阻力而伸出为准;松开垂直荷载传感器 10 周围的四根螺杆上的定位螺套,然后根据需要的尺寸取掉这四根螺杆;此时可正式加载进行试验;试验完成后装上卸下的螺钉、螺杆及定位螺套,油缸复位,卸下试件,关闭试验机工作电源。

本发明试验机可使用 $50 \times 50 \times 50$ 立方毫米、 $100 \times 100 \times 100$ 立方毫米、 $200 \times 200 \times 200$ 立方毫米、 $300 \times 300 \times 300$ 立方毫米的四种尺寸规格的试件,并根据试件 19 的尺寸规格来确定组合式剪切组件中的刚性剪口板与刚性垫块的增减。如采用 50 立方毫米规格的试件进行试验,则安装所有三块刚性剪口板与刚性垫块,每增加一个尺寸规格则相应取掉一层刚性剪口板与刚性垫块。经采用 50 立方毫米规格的 12 个砂岩与泥岩试件进行试验,结果表明试验中正应力分布均匀,试验条件准确,试验结果完全正确。试验结果令人十分满意,且试验效率提高 120%,在整个试验过程中试验人员非常轻松。

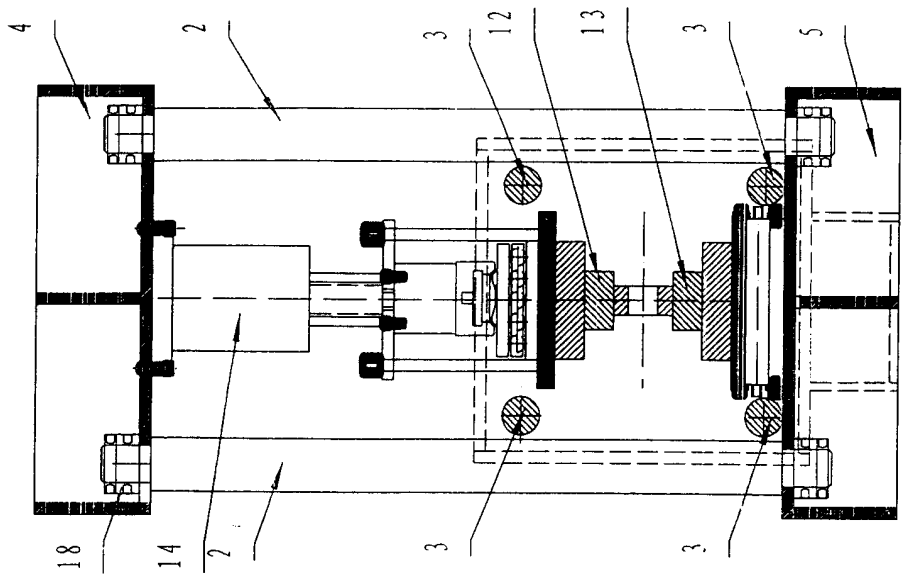


图2

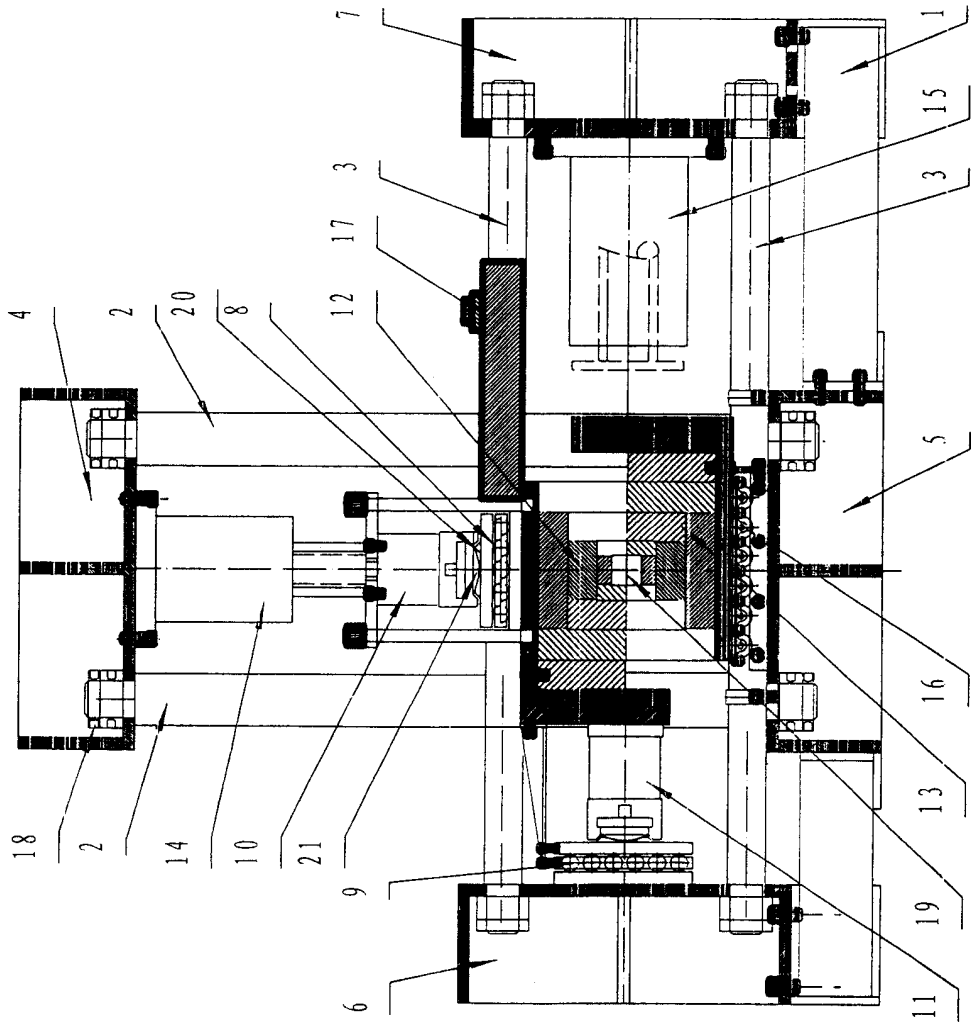


图1

