



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111678809 A

(43)申请公布日 2020.09.18

(21)申请号 202010555241.8

(22)申请日 2020.06.17

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市铜山区大学路1号

(72)发明人 姚强岭 于利强 徐强 夏泽
李学华

(74)专利代理机构 北京天达知识产权代理事务
所(普通合伙) 11386

代理人 杨光

(51)Int.Cl.

G01N 3/24(2006.01)

G01N 3/02(2006.01)

G01N 1/08(2006.01)

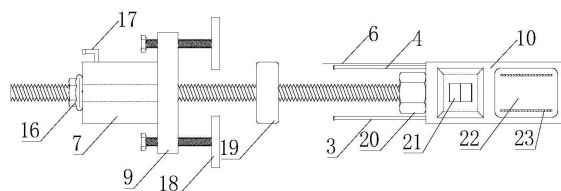
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置及
测试方法

(57)摘要

本发明涉及一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置及测试方法,属于煤岩体地质力学参数测试技术领域,解决了现有测试装置结构复杂、操作不便、测试结果可靠性差以及成本高的问题。煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置包括高压泵组件、空心千斤顶、推杆、调平托盘、剪切探头和主机,手高压泵组件包括集成设置的手动高压泵和读数仪表系统;剪切探头安装于推杆的顶端,空心千斤顶和调平托盘套设安装于推杆上,调平托盘位于空心千斤顶和剪切探头之间;主机用于数据储存及处理,剪切探头通过电缆与读数仪表系统、主机连接。本发明的结构简单、操作方便、测试结果准确,能够实现无法取样的破碎、脆弱软岩等复杂岩性地层的测试,应用范围广。



1. 一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 包括高压泵组件、空心千斤顶(7)、推杆(8)、调平托盘(9)、剪切探头(10)和主机(11)。

2. 根据权利要求1所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述压泵组件包括集成设置的手动高压泵(1)和读数仪表系统(2), 手动高压泵(1)与读数仪表系统(2)通过内部管路连接。

3. 根据权利要求2所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述推杆(8)用于将剪切探头(10)送入钻孔中的指定位置;

所述剪切探头(10)安装于推杆(8)的顶端, 所述空心千斤顶(7)和调平托盘(9)套设安装于推杆(8)上, 调平托盘(9)位于空心千斤顶(7)和剪切探头(10)之间;

主机(11)用于数据储存及处理, 所述剪切探头(10)通过电缆(6)与读数仪表系统(2)、主机(11)连接。

4. 根据权利要求3所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述剪切探头(10)通过探头进油管(3)、探头回油管(4)与手动高压泵(1)连接;

手动高压泵(1)通过千斤顶油管(5)与空心千斤顶(7)连接。

5. 根据权利要求2所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 读数仪表系统(2)设有剪应力油压表(12)和正应力油压表(13), 剪应力油压表(12)和正应力油压表(13)分别用于显示测试过程中剪应力和正应力的值。

6. 根据权利要求5所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述读数仪表系统(2)设有剪应力开关(14)和正应力开关(15)。

7. 根据权利要求3所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述调平托盘(9)包括金属三角板和螺栓, 所述金属三角板的三个角均设有通孔, 所述螺栓插入所述通孔能够与煤岩壁紧密接触。

8. 根据权利要求1至7任一项所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述调平托盘(9)还包括辅助调平底座(18)。

9. 根据权利要求8所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 其特征在于, 所述辅助调平底座(18)由圆形底座和螺栓筒组成。

10. 一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试方法, 其特征在于, 采用权利要求1至9所述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置, 包括如下步骤:

步骤1: 在目标研究区实施钻孔;

步骤2: 组装煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置;

步骤3: 打开正应力开关(15), 操作手动高压泵(1)使剪切探头(10)产生破坏岩壁的法向力;

打开剪应力开关(14), 操作手动高压泵(1)使剪切探头(10)产生破坏岩壁的剪应力;

主机(11)记录最大正应力和最大剪应力。

一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置及测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及煤岩体地质力学参数测试技术领域,尤其涉及一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置及测试方法。

背景技术

[0002] 当前,数值计算已经作为一种解决工程问题的通用手段,而进行计算前需要获取工程地质岩体的物理力学参数,例如数值模拟中的摩尔-库伦模型需要确定岩体粘聚力与内摩擦角。如何准确、快速、低成本的获取煤岩体的剪切力学性质参数,是进行岩体力学研究首要解决的问题。

[0003] 当前对于剪切参数的测量最常见的方法是实验室试验。将煤岩块自井下取出,然后加工并运输至实验室进行试验,测量各种力学参数。该种方法的缺点是进行试验的煤岩块脱离其原有力学环境,所测结果不准确。此外,部分破碎、脆弱的煤岩体不容易取样,且加工、运输成本较高。另外一种方法是对煤岩体进行原位测试试验,但对于剪切参数测量来说,该方面研究较少,准确度不高,测试装置及方法不成熟。

[0004] 综上,对于实现煤岩体内摩擦角和粘聚力的原位测试,现有测试装置及方法均有所不足。因此,急需提供一种便捷安全、经济合理、测试速度快,又能保证实验结果准确可靠的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置及方法。

发明内容

[0005] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置及测试方法,用以解决现有测试装置结构复杂、操作不便、测试结果可靠性差以及成本高的问题。

[0006] 本发明的目的主要是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一方面,提供一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,包括高压泵组件、空心千斤顶、推杆、调平托盘、剪切探头和主机。

[0008] 进一步地,压泵组件包括集成设置的手动高压泵和读数仪表系统,手动高压泵与读数仪表系统通过内部管路连接。

[0009] 进一步地,推杆用于将剪切探头送入钻孔中的指定位置;剪切探头安装于推杆的顶端,空心千斤顶和调平托盘套设安装于推杆上,调平托盘位于空心千斤顶和剪切探头之间;主机用于数据储存及处理,剪切探头通过电缆与读数仪表系统、主机连接。

[0010] 进一步地,剪切探头通过探头进油管、探头回油管与手动高压泵连接;手动高压泵通过千斤顶油管与空心千斤顶连接。

[0011] 进一步地,读数仪表系统设有剪应力油压表和正应力油压表,剪应力油压表和正应力油压表分别用于显示测试过程中剪应力和正应力的大小。

[0012] 进一步地,读数仪表系统设有剪应力开关和正应力开关。

[0013] 进一步地,调平托盘包括金属三角板和螺栓,金属三角板的三个角均设有通孔,螺栓插入通孔能够与煤岩壁紧密接触。

- [0014] 进一步地,调平托盘还包括辅助调平底座。
- [0015] 进一步地,辅助调平底座由圆形底座和螺栓筒组成。
- [0016] 进一步地,圆形底座圆心处设有球形凹槽,螺栓筒的底部为球形实体,能够约束于圆形底座的球形凹槽中;螺栓筒的内径与螺栓的外径相适配。
- [0017] 进一步地,煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,还包括二级调平组件。
- [0018] 进一步地,二级调平组件包括内圆环和外圆环,内环的内径与推杆的杆径相同,内圆环和外圆环同心设置,且通过四个连接柱连接。
- [0019] 进一步地,二级调平组件的连接柱为伸缩柱;外环由四个分段圆弧构成,四个分段圆弧分别固定于四个伸缩柱的端部。
- [0020] 进一步地,剪切探头的外周面对称布设至少两个剪切头,每个剪切头配设有一个辅助支撑组件;剪切探头的外壁设置滑轨,辅助支撑组件设置于滑轨上,且能够沿滑轨滑动。
- [0021] 另一方面,还提供一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试方法,采用上述的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,包括如下步骤:
- [0022] 步骤1:在目标研究区实施钻孔;
- [0023] 步骤2:组装煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置;
- [0024] 步骤3:打开正应力开关,操作手动高压泵使剪切探头产生破坏岩壁的法向力;
- [0025] 打开剪应力开关,操作手动高压泵使剪切探头产生破坏岩壁的剪应力;
- [0026] 主机记录最大正应力和最大剪应力。
- [0027] 与现有技术相比,本发明至少具有如下有益效果之一:
- [0028] a) 本发明提供的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,结构简单、尺寸小、重量轻,轻便便携,可由试验人员携带至任何工作地点,应用条件宽松;采用手动油压加载的手动高压泵,能够满足高瓦斯矿井设备防爆的要求,能充分符合各种现场条件需要。
- [0029] b) 本发明提供的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,通过设置调平托盘以及辅助调平底座、二级调平组件,调平效果好,能够使推杆位于钻孔中心线上,测试精度高,获得结果更准确。
- [0030] c) 本发明提供的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,通过液压油腔与剪切头的每个剪切头均配设有一个辅助支撑组件,能够实现无法取样的破碎、脆弱的软岩等复杂岩性地层的测试,能适应不同长度、形状及完整度的钻孔,应用范围广,测试对象全面。
- [0031] d) 本发明提供的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试方法,操作简单,测试效率高,测试成本低,能够快速进行岩石原位力学测试,可快速测试出煤岩体的剪切强度和残余剪切强度,完成一条莫尔—库仑岩石破坏包络线只需20~30min,不仅避免了采样、运输、加工及力学测试的繁琐过程,而且避免了煤岩块脱离原始应力状态造成的测试结果误差。应用范围广,测试对象全面,包括无法取样的破碎、脆弱的软岩等,能适应不同长度、形状及完整度的钻孔,调平效果好,测试精度高,获得结果更准确;可利用同一钻孔进行多区域、多频次测试,全面掌握测试煤岩体的粘聚力 C 、内摩擦角 ϕ 的分布场;结合数值模拟方法能够对测试区域进行动静结合观测,为相关工程提供全面的数据参考及趋势预测。
- [0032] 本发明中,上述各技术方案之间还可以相互组合,以实现更多的优选组合方案。本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分优点可从说明书中变得显而

易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过说明书以及附图中所特别指出的内容中来实现和获得。

附图说明

[0033] 附图仅用于示出具体实施例的目的,而并不认为是对本发明的限制,在整个附图中,相同的参考符号表示相同的部件。

[0034] 图1为本发明的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置的工程实施示意图;

[0035] 图2为本发明的手动高压泵及读数仪表的结构示意图;

[0036] 图3为本发明的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置的结构示意图;

[0037] 图4为本发明的调平托盘及辅助调平底座的俯视图;

[0038] 图5为本发明的调平托盘及辅助调平底座的主视图;

[0039] 图6为本发明的调平托盘及辅助调平底座的局部放大图;

[0040] 图7为本发明的二级调平组件的结构示意图;

[0041] 图8为本发明的剪切探头的主视图;

[0042] 图9为本发明的剪切探头的俯视图;

[0043] 图10为本发明的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置的工作原理示意图;

[0044] 图11为本发明的煤岩体剪切参数测试数据拟合曲线图。

[0045] 附图标记:

[0046] 1-手动高压泵;2-读数仪表系统;3-探头进油管;4-探头回油管;5-千斤顶油管;6-电缆;7-空心千斤顶;8-推杆;9-调平托盘;10-剪切探头;11-主机;12-剪应力油压表;13-正应力油压表;14-剪应力开关;15-正应力开关;16-紧固螺母;17-接油口;18-辅助调平底座;19-二级调平组件;20-连接螺母;21-剪切头;22-辅助支撑组件;23-滑轨。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例,其中,附图构成本申请一部分,并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理,并非用于限定本发明的范围。

[0048] 实施例1

[0049] 本发明的一个具体实施例,公开了一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,如图1至10所示,包括高压泵组件、空心千斤顶7、推杆8、调平托盘9、剪切探头10和主机11;

[0050] 压泵组件包括集成设置的手动高压泵1和读数仪表系统2,手动高压泵1与读数仪表系统2通过内部管路连接;

[0051] 推杆8表面设有螺纹,用于将剪切探头10送入钻孔中的指定位置;

[0052] 剪切探头10可拆卸安装于推杆8的顶端,采用连接螺母20固定约束;剪切探头10通过探头进油管3、探头回油管4与手动高压泵1连接,并通过电缆6与读数仪表系统2和主机11连接;

[0053] 主机11用于数据储存及处理,主机11通过电缆6传输接收实验数据,进一步地,主机11为笔记本电脑。

[0054] 空心千斤顶7和调平托盘9套设安装于推杆8上,空心千斤顶7设有接油口17,内置液压油腔;调平托盘9位于空心千斤顶7和剪切探头10之间。

[0055] 本实施例中,手动高压泵1用于为煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置提供动力。手动高压泵1集成设置于读数仪表系统2的基座上,并通过高压油管与空心千斤顶7和剪切探头10相连,通过高压油管输送高压液体,为测试装置提供动力。具体的,手动高压泵1通过千斤顶油管5与空心千斤顶7连接,手动高压泵1通过探头进油管3、探头回油管4与剪切探头10连接。采用手动油压加载,加压过程更容易控制,能够满足高瓦斯矿井设备防爆的要求,克服了高瓦斯矿井采用传统自动加压泵容易发生爆炸的缺陷。

[0056] 本实施例中,读数仪表系统2通过管路与手动高压泵1连接,读数仪表系统2通过电缆6与空心千斤顶7和剪切探头10连接。读数仪表系统2设有剪应力油压表12和正应力油压表13,剪应力油压表12和正应力油压表13分别用于显示测试过程中剪应力和正应力的大小,并相应设置有剪应力开关14和正应力开关15。测试时,通过正应力开关15、剪应力开关14及手动高压泵1分别控制正应力和剪应力的加载,同时通过剪应力油压表12和正应力油压表13观测实时压力大小。

[0057] 本实施例中,空心千斤顶7和调平托盘9套设安装于推杆8上,空心千斤顶7设有接油口17,内置液压油腔。调平托盘9位于空心千斤顶7和剪切探头10之间。安装时,采用连接螺母20将剪切探头10固定在推杆8的前端,由推杆8的尾端依次套设安装调平托盘9和空心千斤顶7,空心千斤顶7在安装顺序位于调平托盘9之后,安装完毕后将固定有剪切探头10的推杆8伸入钻孔内,随着推杆8的不断推进,当推进至预定深度时,调整调平托盘9和空心千斤顶7在推杆8的位置,使调平托盘9抵靠在煤岩壁上,空心千斤顶7抵靠在调平托盘9上,并通过紧固螺母16将空心千斤顶7进行锁紧。测试时,按压手动高压泵1,液压油通过千斤顶油管5进入空心千斤顶7内部的液压油腔,受紧固螺母16的约束,空心千斤顶7伸缩带动推杆8运动,从而对剪切探头10进行提拉,如图3所示。

[0058] 本实施例中,调平托盘9包括金属三角板和螺栓。如图4和图5所示,金属三角板均匀布设有多个通孔,通孔设于金属三角板的三个角,将三个螺栓插入金属三角板上的通孔并与煤岩壁紧密接触,由于煤岩壁表面不平,通过调节三个螺栓的从通孔中伸出的长度使整个调平托盘9处于水平状态,进而保证推杆8位于钻孔的中心线。

[0059] 由于部分煤岩质地较软、强度较小,使用上述螺栓与煤岩壁表面的点接触的方式易压碎煤岩壁,导致无法调平或调平效果不佳。调平托盘9还包括辅助调平底座18,具体的,在螺栓底部配套使用辅助调平底座18能够将调平托盘9的螺栓与煤岩壁的由点接触变成面接触。如图6所示,辅助调平底座18由圆形底座和螺栓筒组成,圆形底座圆心处设有球形凹槽,螺栓筒的内径与调平托盘9上的螺栓外径相适配,螺栓能够拧入螺栓筒,螺栓筒的底部为球形实体,约束于圆形底座的球形凹槽中,以便在螺栓/螺栓筒与圆形底座之间提供一个自由度,从而适应各种倾斜的煤岩壁。同时,设置辅助调平底座18能够将调平托盘9的螺栓与煤岩壁的由点接触变成面接触,降低了将煤岩壁压碎的可能性,提高了调平的精度。

[0060] 当钻孔长度过长时,为了提高整个测试框架的调平水平,确保推杆8及末端的剪切探头10平行于钻孔方向,煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置还包括二级调平组件19,二级调平组件19套设安装于推杆8上,二级调平组件19包括内圆环和外圆环,内环的内径与推杆的杆径相同,内环内侧设有螺纹,内圆环和外圆环同心设置,且通过四个连接柱连接,如图7所示。安装测试装置时,将一个或多个二级调平组件19安装在推杆8上,具体数量根据钻孔长度及破碎程度决定,二级调平组件19随推杆8进入钻孔中,并与钻孔壁接触,保证推杆8位

于钻孔中心线上。

[0061] 进一步地,二级调平组件19的连接柱为伸缩柱,伸缩柱包括多段依次套设的柱段,各级柱段能够依次伸缩并固定在一定长度,可选的,采用限位螺钉将各级伸缩柱固定,并且,外环由四个分段圆弧构成,四个分段圆弧分别固定设置于四个伸缩柱的端部,通过调节四个伸缩柱的长度使二级调平组件19的外环直径与钻孔的尺寸相等,从而满足不同钻孔孔径的需求。

[0062] 本实施例中,剪切探头10内置液压油腔,如图8和9所示,剪切探头10的外周面均匀对称布设有至少两个剪切头21,每个剪切头21配设有一个辅助支撑组件22,剪切探头10的外壁设置滑轨23,辅助支撑组件22设置于滑轨23上,且能够沿滑轨23滑动。辅助支撑组件22设有压缩弹簧,压缩弹簧通过触发机构固定在剪切探头10的外壁,触发机构连接有钢丝,钢丝沿推杆8伸出至钻孔外,推动辅助支撑组件22滑动至剪切头21位置。当测试位置钻孔壁一侧较为破碎或钻孔形状不规则时,如钻孔内壁出现凹坑,剪切探头10的一个剪切头21无法接触到钻孔壁,拉动钢丝启动触发机构,压缩弹簧释放能量使辅助支撑组件22通过滑轨23滑动至剪切头21的位置,进而与异常的钻孔壁实现较全面的接触,提供较完整的支撑作用,确保测试结果准确。当辅助支撑组件22滑至剪切头21上方之后,只要与煤壁紧密接触达到支撑目的即可。

[0063] 实施时,通过推杆8将剪切探头10送入钻孔特定区段,调节读数仪表系统2上的正应力开关15使手动高压泵1向剪切探头10输送高压液体,进而促使剪切头21对孔壁施加较大法向力,并由此嵌入孔壁,剪切头21的实时正应力显示在正应力油压表13上,并通过电缆6记录在主机11中。剪切头21嵌入孔壁后,调节剪应力开关14使手动高压泵1向空心千斤顶7输送高压液体,促使空心千斤顶7对紧固螺母16施加向下作用力,从而带动推杆8提拉剪切探头10和剪切头21以对孔壁施加剪应力,直到煤岩破碎,如图10所示。实时剪应力显示在剪应力油压表12上,并通过电缆6将实时剪应力和最大剪应力记录在主机11中。然后先后调节剪应力开关14、正应力开关15和手动高压泵1收回剪切头21,将剪切探头10旋转一定角度,施加一个更大的法向应力,并重新开始剪切,具体旋转角度视钻孔破坏程度而定,如 15° 、 25° 、 35° 、 45° 。在同一钻孔同一深度作进行4次不同法向应力的剪切实验,一个测试区域测试完毕后,可在同一钻孔内通过改变推杆8伸入钻孔内的长度,来测试不同区域的剪切力学性质参数。主机11通过记录的数据,自动绘制若干测点的 τ 与 σ 的散点图,通过最小二乘法或其他数据拟合方法绘制线性莫尔-库仑强度包络线,得到这一深度处岩体的粘聚力C与内摩擦角 Φ 值,如图11所示。

[0064] 与现有技术相比,本实施例提供的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,结构简单、尺寸小、重量轻,轻捷便携,可由试验人员携带至任何工作地点,应用条件宽松;采用手动油压加载的手动高压泵,能够满足高瓦斯矿井设备防爆的要求,能充分符合各种现场条件需要;通过设置调平托盘以及辅助调平底座、二级调平组件,调平效果好,能够使推杆位于钻孔中心线上,测试精度高,获得结果更准确;通过液压油腔与剪切头的每个剪切头均配设有一个辅助支撑组件,能够实现无法取样的破碎、脆弱的软岩等复杂岩性地层的测试,能适应不同长度、形状及完整度的钻孔,应用范围广,测试对象全面。

[0065] 实施例2

[0066] 本发明的又一具体实施例,公开了一种煤岩体内摩擦角和粘聚力测试方法,采用

实施例1的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置,包括如下步骤:

[0067] 步骤1:在目标研究区实施钻孔。在矿井或其他工程施工现场,选取煤岩体待测区段,进行钻孔钻进。钻孔直径尽量保持在75-80mm,方向尽量与煤岩体层理、节理或断层平行,孔内尽量保持在无水状态。

[0068] 步骤2:组装煤岩体内摩擦角和粘聚力测试装置。

[0069] 步骤2.1:开始进行管路连接,手动高压泵1通过千斤顶油管5与空心千斤顶7连接,手动高压泵1通过探头进油管3、探头回油管4与剪切探头10连接,通过电缆6与读数仪表系统2和主机11连接,将剪应力开关14和正应力开关15调节到闭合状态。

[0070] 步骤2.2:将剪切探头10固定在推杆8的顶端,用连接螺母20进行锁紧。将一个或多个二级调平组件19固定在推杆8的不同位置,具体数量根据钻孔的完整程度来确定,然后利用推杆8将剪切探头10送入钻孔内预定深度的待测区域。

[0071] 步骤2.3:当剪切探头10到达待测区域后,由推杆8的尾端依次套设安装调平托盘9、空心千斤顶7和紧固螺母16。若煤岩壁强度较小或较为破碎,则在调平托盘9的螺栓底部安装辅助调平底座18,并通过拧紧紧固螺母16将调平托盘9、空心千斤顶7和推杆8固定在孔口处,使调平托盘9抵靠在煤岩壁上,空心千斤顶7抵靠在调平托盘9上,并通过紧固螺母16将空心千斤顶7进行锁紧。

[0072] 安装调平托盘9时,将三个螺栓插入调平托盘9的金属三角板上的通孔,并与煤岩壁紧密接触,由于煤岩壁表面不平,通过调节三个螺栓的从通孔中伸出的长度使整个调平托盘9处于水平状态,保证推杆8位于钻孔的中心线。

[0073] 步骤3:开始测试,打开正应力开关15,操作手动高压泵1使剪切探头10产生破坏岩壁的法向力;打开剪应力开关14,操作手动高压泵1使剪切探头10产生破坏岩壁的剪应力;主机11记录最大正应力和最大剪应力。

[0074] 步骤3.1:打开正应力开关15,通过手动高压泵1经探头进油管3向剪切探头10输送高压油液,促使剪切探头10产生较大法向力,如提供60-80MPa法向应力,将剪切头21伸出并插入到岩石中,操作者通过正应力油压表13观察剪切头21的实时正应力,剪切头21插入岩石后,主机11记录下最大正应力。

[0075] 步骤3.2:打开剪应力开关14,通过手动高压泵1经千斤顶油管5向空心千斤顶7输送高压油液,促使空心千斤顶7对紧固螺母16施加向下作用力,从而带动推杆8提拉剪切探头10和剪切头21以对孔壁施加剪应力,操作者通过剪应力油压表14观察剪切头21的实时剪应力,岩石破碎后,主机11记录下最大剪应力。

[0076] 步骤3.3:本次测试结束后,关闭剪应力开关14,释放剪应力,关闭正应力开关15,通过手动高压泵1促使高压油液通过探头回油管4回流,释放大法向应力(正应力),进而收回剪切头21。

[0077] 步骤3.4:剪切头21收回后,旋转剪切探头,如旋转15°、25°、35°、45°,实际操作中多旋转45°,开启正应力开关15,通过高压油泵1对剪切头21施加更大的法向应力,并重新开始剪切,重复步骤3.1~3.3。在同一钻孔同一深度作4次不同法向应力的剪切实验。一个测试区域测试完毕后,可在同一钻孔内通过改变刚性长杆的伸缩长度,来测试不同区域的剪切力学性质参数。

[0078] 步骤3.5:主机11将步骤3.1~3.4中所测的若干测点的数据进行处理,每个测点含

4个不同法向应力/正应力,绘制 τ 与 σ 的散点图,通过最小二乘法或其他数据拟合方法绘制线性莫尔-库仑强度包络线,并最终获得岩体的粘聚力C值和内摩擦角 Φ 值,如图8所示。

[0079] 步骤4:数值模拟。利用所测同一钻孔或不同钻孔内不同区域的试验数据进行数值模拟,获得测试区域的粘聚力C、内摩擦角 Φ 的分布场。

[0080] 与现有技术相比,本实施例提供的煤岩体内摩擦角和粘聚力测试方法,具有如下有益效果:

[0081] (1)操作简单,测试效率高,测试成本低,能够快速进行岩石原位力学测试,可快速测试出煤岩体的剪切强度和残余剪切强度,完成一条莫尔-库仑岩石破坏包络线只需20~30min,不仅避免了采样、运输、加工及力学测试的繁琐过程,而且避免了煤岩块脱离原始应力状态造成的测试结果误差。

[0082] (2)测试时采用手动油压加载,完全满足高瓦斯矿井设备防爆的要求,能充分符合各种现场条件需要。

[0083] (3)应用范围广,测试对象全面,包括无法取样的破碎、脆弱的软岩等,能适应不同长度、形状及完整度的钻孔,调平效果好,测试精度高,获得结果更准确。

[0084] (4)可利用同一钻孔进行多区域、多频次测试,全面掌握测试煤岩体的粘聚力C、内摩擦角 Φ 的分布场。

[0085] (5)结合数值模拟方法能够对测试区域进行动静结合观测,为相关工程提供全面的数据参考及趋势预测。

[0086] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

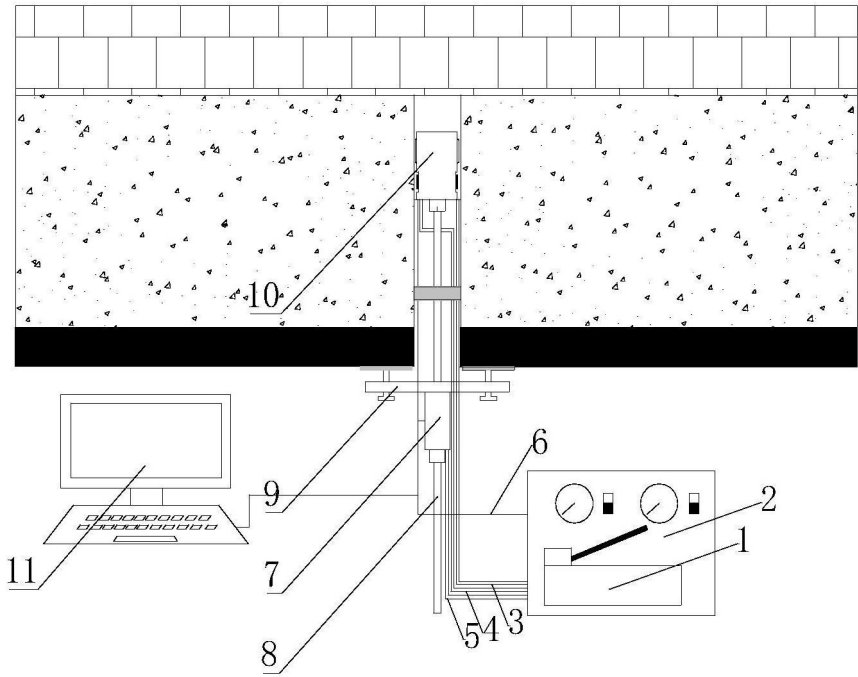


图1

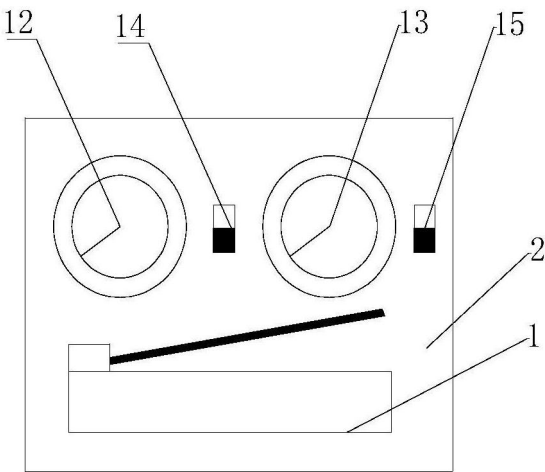


图2

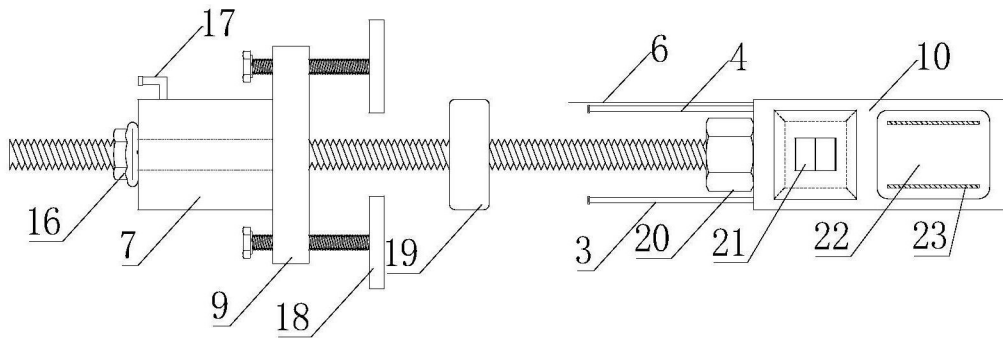


图3

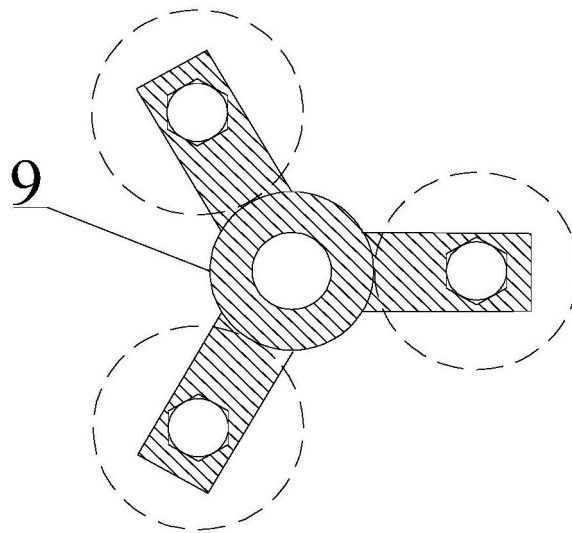


图4

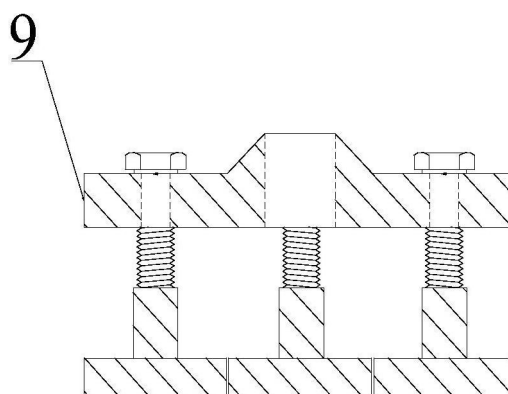


图5

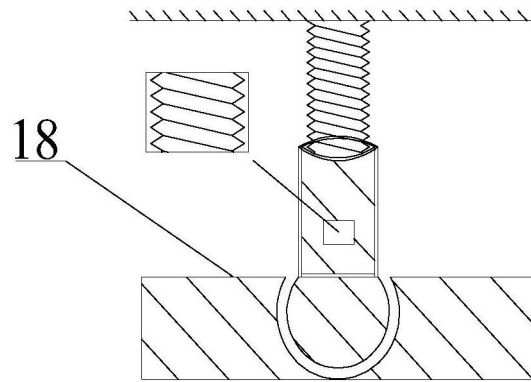


图6

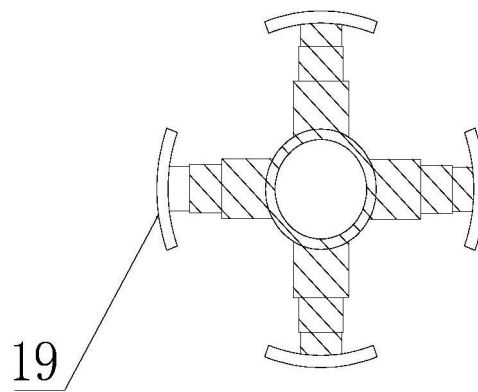


图7

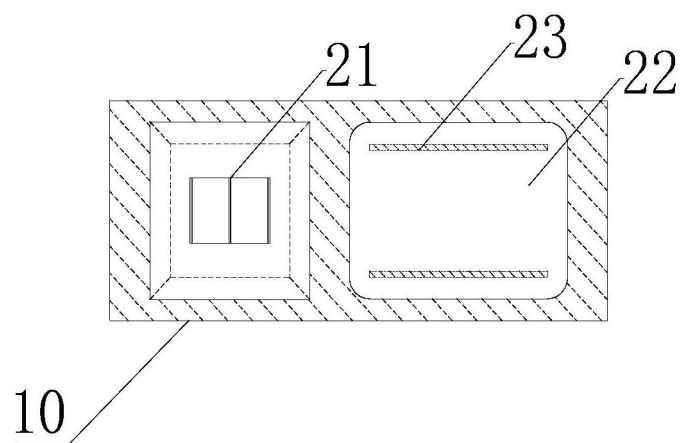


图8

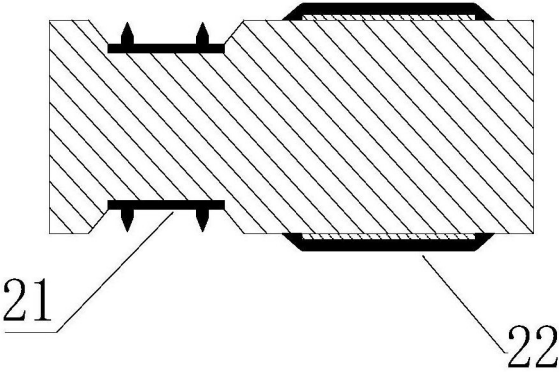


图9

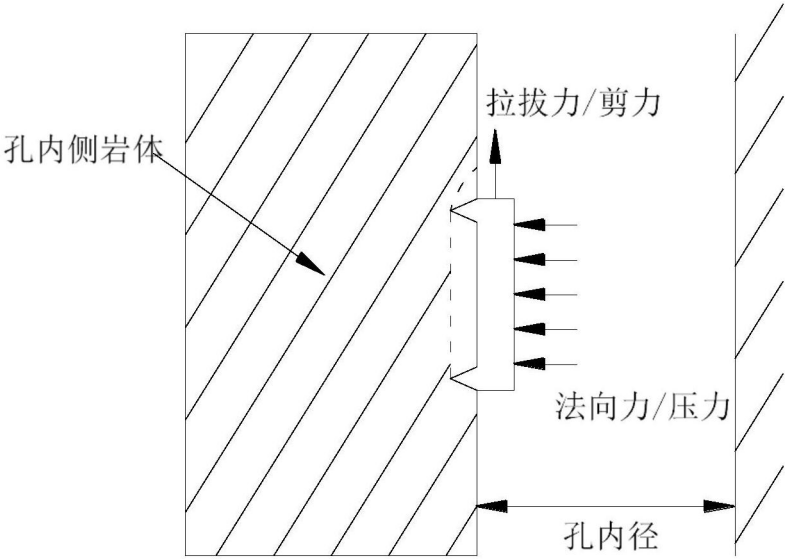


图10

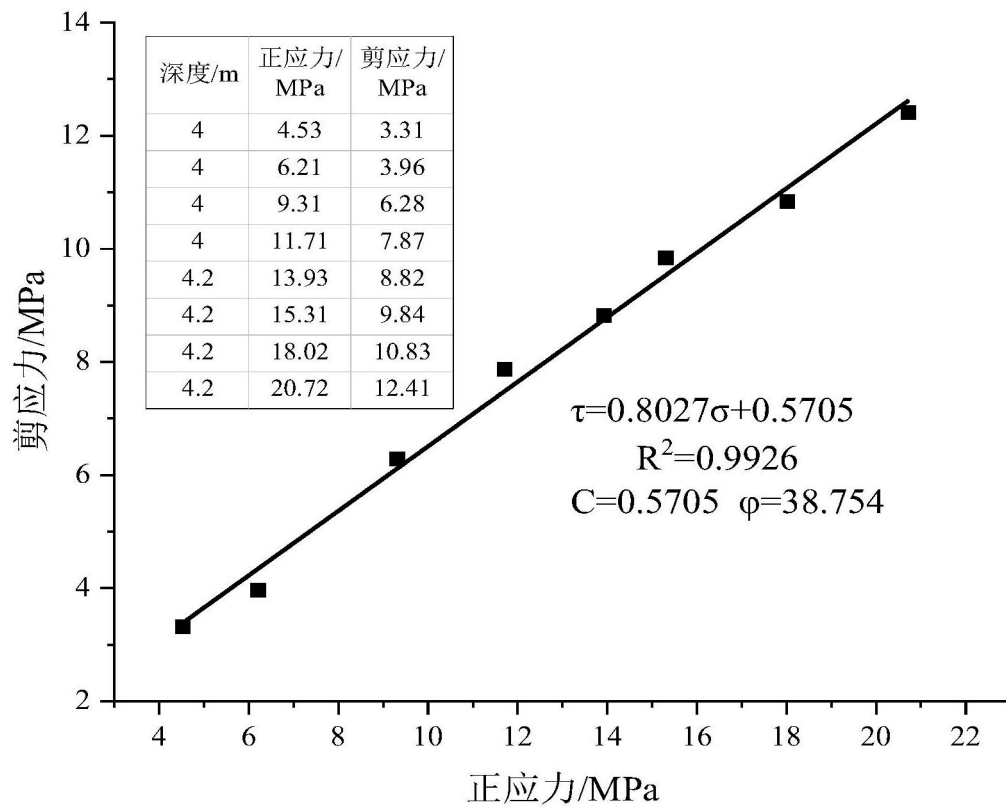


图11