



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113447420 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 13

(21) 申请号 202110732377.6

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.06.30

G01N 15/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113447420 A

审查员 和玉鹏

(43) 申请公布日 2021.09.28

(73) 专利权人 西南石油大学  
地址 610500 四川省成都市新都区新都大道8号

(72) 发明人 王鑫 段永刚 魏明强 岳陶  
陈旭 李艳 谭林江 王欢  
隆腾屹 杜怡鹤

(74) 专利代理机构 北京中索知识产权代理有限公司 11640  
专利代理师 唐亭

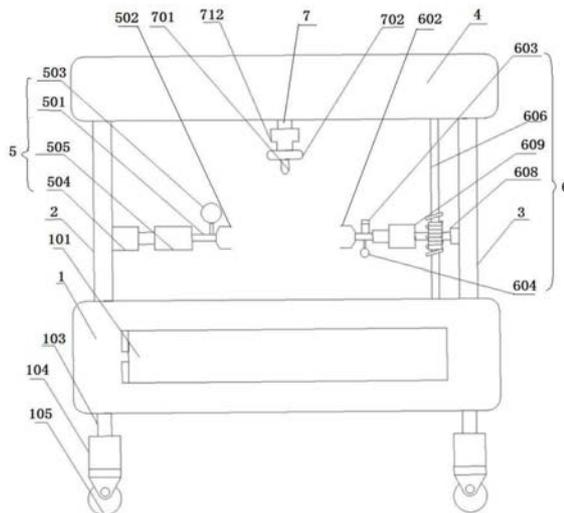
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种页岩应力敏感检测装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种页岩应力敏感检测装置及方法,所述检测装置包括支撑台,支撑台的上表面左右两端分别设有左侧板和右侧板,左侧板和右侧板的顶部与顶板左右两端相连;左侧板上设有向右侧板方向延伸的岩心第一夹具,右侧板上设有向左侧板方向延伸的岩心第二夹具,第一夹具和第二夹具的夹头均能够在水平方向上进行往复运动、以及前后方向的圆周运动;顶板上设有向支撑台方向延伸的应力加载装置,应力加载装置的压头能够在水平方向、以及垂直方向上进行往复运动。本发明能够改变岩样有效应力的方向,测得不同有效应力下的岩样渗透率,从而可以对页岩不同方向应力敏感性进行全面检测,加强了页岩应力敏感检测精确度。



1. 一种页岩应力敏感检测装置,其特征在于,包括支撑台,所述支撑台的上表面左右两端分别设有左侧板和右侧板,所述左侧板和所述右侧板的顶部与顶板左右两端相连;

所述左侧板上设有向所述右侧板方向延伸的岩心第一夹具,所述岩心第一夹具包括第一连接杆和第一夹头,所述第一连接杆设有至少部分中空段一,所述中空段一的顶部与气源相连,所述第一夹头上设有与所述中空段一相连通的第一流体通道;所述第一夹头能够在水平方向上进行往复运动、以及以所述第一连接杆的中轴线为中心进行圆周运动;

所述右侧板上设有向所述左侧板方向延伸的岩心第二夹具,所述岩心第二夹具包括第二连接杆和第二夹头,所述第二连接杆设有至少部分中空段二,所述中空段二上设有排压阀,且所述中空段二与渗透率测试仪相连,所述第二夹头上设有与所述中空段二相连通的第二流体通道;所述第二夹头能够在水平方向上进行往复运动、以及以所述第二连接杆的中轴线为中心进行圆周运动;

所述岩心第二夹具还包括驱动电机、蜗杆、涡轮、第一轴承、第二气缸,所述第二连接杆包括第二连接杆一和第二连接杆二,所述中空段二设置在所述第二连接杆二上;

所述驱动电机设置在所述支撑台上,所述蜗杆的底部与所述驱动电机的输出端相连,所述涡轮与所述蜗杆啮合;

所述第一轴承设置在所述右侧板上,所述第二连接杆一的右端穿过所述涡轮与所述第一轴承相连,所述第二连接杆一的左端与所述第二气缸的右端相连,所述第二气缸的左端与所述第二连接杆二的右端相连;

所述顶板上设有向所述支撑台方向延伸的应力加载装置,所述应力加载装置包括压头和压力传感器,所述压力传感器设置在所述压头的顶部,所述压头能够在水平方向、以及垂直方向上进行往复运动;

所述顶板内部设有中空槽,所述顶板底部设有与所述中空槽相通的矩形开口;

所述应力加载装置还包括第一齿轮、第二齿轮、第三连接杆、第四连接杆、第五连接杆、第六连接杆、第七连接杆、第八连接杆、第九连接杆、第三气缸,所述第四连接杆的长度大于所述第二齿轮的半径;

所述第九连接杆的左右两端与所述中空槽的左右内壁相连,所述第八连接杆与所述第九连接杆滑动连接,所述第八连接杆的底部穿过所述矩形开口与所述第三气缸相连,所述第三气缸的底部与所述压力传感器相连,所述压力传感器的底部与所述压头相连;

所述蜗杆穿过所述顶板的底部进入所述中空槽并与所述第一齿轮固定相连,所述第二齿轮与所述第一齿轮啮合,所述第三连接杆的下部与所述第二齿轮固定相连,所述第三连接杆的顶部与所述第四连接杆固定相连,所述第五连接杆的顶部与所述第四连接杆的左端固定相连,所述第六连接杆的右端套设在所述第五连接杆的底部外壁,所述第六连接杆的左端通过销钉与所述第七连接杆的右端活动连接,所述第七连接杆的左端与所述第八连接杆固定相连。

2. 根据权利要求1所述的页岩应力敏感检测装置,其特征在于,所述岩心第一夹具还包括第一气缸、空心块、圆板,所述第一连接杆包括第一连接杆一和第一连接杆二,所述中空段一设置在所述第一连接杆二上;

所述第一气缸设置在所述左侧板上,且所述第一气缸、第一连接杆一、空心块、第一连接杆二、第一夹头依次相连;

所述空心块的内径小于所述圆板的外径,所述空心块的内壁设有内径大于所述圆板外径的圆形槽,所述圆板设置在所述圆形槽内,所述第一连接杆二的左端穿过所述空心块的右壁与所述圆板相连。

3. 根据权利要求1所述的页岩应力敏感检测装置,其特征在于,所述支撑台为柜体,所述柜体的一侧铰接设有柜门。

4. 根据权利要求3所述的页岩应力敏感检测装置,其特征在于,所述驱动电机设置在所述柜体内,所述蜗杆的下端穿过所述柜体与所述驱动电机的输出端相连。

5. 根据权利要求4所述的页岩应力敏感检测装置,其特征在于,所述驱动电机的底部与所述柜体之间设有减震垫。

6. 根据权利要求1所述的页岩应力敏感检测装置,其特征在于,所述中空槽的底部内表面设有凹槽,所述凹槽底部设有第二轴承,所述第三连接杆穿过所述第二齿轮与所述第二轴承相连。

7. 根据权利要求1-6中任意一项所述的页岩应力敏感检测装置,其特征在于,所述支撑台还包括依次相连的支撑柱、支撑块、带刹车的万向轮,所述支撑柱与所述支撑台的底部相连;

所述支撑块的内底部设有橡胶垫,所述支撑柱的底部贯穿所述支撑块的顶部设置在所述橡胶垫上,位于所述支撑块内的支撑柱外壁套设有缓冲弹簧,所述缓冲弹簧的一端与所述橡胶垫相连,另一端与所述支撑块的内顶部相连。

8. 一种页岩应力敏感检测方法,其特征在于,采用权利要求1-7中任意一项所述的页岩应力敏感检测装置进行检测,包括以下步骤:

S1: 选取一个岩心,并测得其初始渗透率;

S2: 利用所述岩心第一夹具和所述岩心第二夹具夹紧所述岩心;

S3: 通过所述应力加载装置向所述岩心施加有效应力;

S4: 通过所述气源向所述岩心注入气体,通过所述渗透率测试仪测试所述岩心在步骤S3所述的有效应力下的渗透率值;

S5: 通过所述排压阀调节测试压力,改变步骤S3施加的有效应力大小,重复步骤S4,得到不同有效应力下的岩心渗透率值,并计算无因次渗透率值;

S6: 以所述有效应力为横坐标,以所述无因次渗透率值为纵坐标,对数据进行线性回归,线性回归得到的直线斜率即为应力敏感系数。

## 一种页岩应力敏感检测装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及油气田开发技术领域,特别涉及一种页岩应力敏感检测装置及方法。

### 背景技术

[0002] 页岩是一种由黏土脱水胶结而成的沉积岩,以黏土类矿物(高岭石、水云母等)为主,具有明显的薄层理构造。在开采页岩油气的时候,页岩普遍存在较强的应力敏感现象,因而需要对页岩进行应力敏感检测,深埋于地下的油气藏中的储层页岩同时受到上覆岩层压力和周围侧压力以及孔隙流体压力的作用,其应力系统在油气藏未开发前处于三轴应力平衡状态。而在油气田开发过程中,储层中孔隙流体压力在井筒附近压降大,远井地带压降小,呈漏斗型分布。不均匀的孔隙流体压力分布将导致同一深度储层页岩在不同方向上表现出不同的应力敏感程度。但是现有的检测装置不能够对页岩各个方向应力敏感进行全面检测,导致检测精度不精确。

### 发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明旨在提供一种页岩应力敏感检测装置及方法。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一方面,提供一种页岩应力敏感检测装置,包括支撑台,所述支撑台的上表面左右两端分别设有左侧板和右侧板,所述左侧板和所述右侧板的顶部与顶板左右两端相连;

[0006] 所述左侧板上设有向所述右侧板方向延伸的岩心第一夹具,所述岩心第一夹具包括第一连接杆和第一夹头,所述第一连接杆设有至少部分中空段一,所述中空段一的顶部与气源相连,所述第一夹头上设有与所述中空段一相连通的第一流体通道;所述第一夹头能够在水平方向上进行往复运动、以及以所述第一连接杆的中轴线为中心进行圆周运动;

[0007] 所述右侧板上设有向所述左侧板方向延伸的岩心第二夹具,所述岩心第二夹具包括第二连接杆和第二夹头,所述第二连接杆设有至少部分中空段二,所述中空段二上设有排压阀,且所述中空段二与渗透率测试仪相连,所述第二夹头上设有与所述中空段二相连通的第二流体通道;所述第二夹头能够在水平方向上进行往复运动、以及以所述第二连接杆的中轴线为中心进行圆周运动;

[0008] 所述顶板上设有向所述支撑台方向延伸的应力加载装置,所述应力加载装置包括压头和压力传感器,所述压力传感器设置在所述压头的顶部,所述压头能够在水平方向、以及垂直方向上进行往复运动。

[0009] 作为优选,所述岩心第一夹具还包括第一气缸、空心块、圆板,所述第一连接杆包括第一连接杆一和第一连接杆二,所述中空段一设置在所述第一连接杆二上;

[0010] 所述第一气缸设置在所述左侧板上,且所述第一气缸、第一连接杆一、空心块、第一连接杆二、第一夹头依次相连;

[0011] 所述空心块的内径小于所述圆板的外径,所述空心块的内壁设有内径大于所述圆板外径的圆形槽,所述圆板设置在所述圆形槽内,所述第一连接杆二的左端穿过所述空心

块的右壁与所述圆板相连。

[0012] 作为优选,所述岩心第二夹具还包括驱动电机、蜗杆、涡轮、第一轴承、第二气缸,所述第二连接杆包括第二连接杆一和第二连接杆二,所述中空段二设置在所述第二连接杆二上;

[0013] 所述驱动电机设置在所述支撑台上,所述蜗杆的底部与所述驱动电机的输出端相连,所述涡轮与所述蜗杆啮合;

[0014] 所述第一轴承设置在所述右侧板上,所述第二连接杆一的右端穿过所述涡轮与所述第一轴承相连,所述第二连接杆一的左端与所述第二气缸的右端相连,所述第二气缸的左端与所述第二连接杆二的右端相连。

[0015] 作为优选,所述支撑台为柜体,所述柜体的一侧铰接设有柜门。

[0016] 作为优选,所述驱动电机设置在所述柜体内,所述蜗杆的下端穿过所述柜体与所述驱动电机的输出端相连。

[0017] 作为优选,所述驱动电机的底部与所述柜体之间设有减震垫。

[0018] 作为优选,所述顶板内部设有中空槽,所述顶板底部设有与所述中空槽相通的矩形开口;

[0019] 所述应力加载装置还包括第一齿轮、第二齿轮、第三连接杆、第四连接杆、第五连接杆、第六连接杆、第七连接杆、第八连接杆、第九连接杆、第三气缸,所述第四连接杆的长度大于所述第二齿轮的半径;

[0020] 所述第九连接杆的左右两端与所述中空槽的左右内壁相连,所述第八连接杆与所述第九连接杆滑动连接,所述第八连接杆的底部穿过所述矩形开口与所述第三气缸相连,所述第三气缸的底部与所述压力传感器相连,所述压力传感器的底部与所述压头相连;

[0021] 所述蜗杆穿过所述顶板的底部进入所述中空槽并与所述第一齿轮固定相连,所述第二齿轮与所述第一齿轮啮合,所述第三连接杆的下部与所述第二齿轮固定相连,所述第三连接杆的顶部与所述第四连接杆固定相连,所述第五连接杆的顶部与所述第四连接杆的左端固定相连,所述第六连接杆的右端套设在所述第五连接杆的底部外壁,所述第六连接杆的左端通过销钉与所述第七连接杆的右端活动连接,所述第七连接杆的左端与所述第八连接杆固定相连。

[0022] 作为优选,所述中空槽的底部内表面设有凹槽,所述凹槽底部设有第二轴承,所述第三连接杆穿过所述第二齿轮与所述第二轴承相连。

[0023] 作为优选,所述支撑台还包括依次相连的支撑柱、支撑块、带刹车的万向轮,所述支撑柱与所述支撑台的底部相连;

[0024] 所述支撑块的内底部设有橡胶垫,所述支撑柱的底部贯穿所述支撑块的顶部设置在所述橡胶垫上,位于所述支撑块内的支撑柱外壁套设有缓冲弹簧,所述缓冲弹簧的一端与所述橡胶垫相连,另一端与所述支撑块的内顶部相连。

[0025] 另一方面,提供一种页岩应力敏感检测方法,采用上述任意一项所述的页岩应力敏感检测装置进行检测,包括以下步骤:

[0026] S1:选取一个岩心,并测得其初始渗透率;

[0027] S2:利用所述岩心第一夹具和所述岩心第二夹具夹紧所述岩心;

[0028] S3:通过所述应力加载装置向所述岩心施加有效应力;

[0029] S4:通过所述气源向所述岩心注入气体,通过所述渗透率测试仪测试所述岩心在步骤S3所述的有效应力下的渗透率值;

[0030] S5:通过所述排压阀调节测试压力,改变步骤S3施加的有效应力大小,重复步骤S4,得到不同有效应力下的岩心渗透率值,并计算无因次渗透率值;

[0031] S6:以所述有效应力为横坐标,以所述无因次渗透率值为纵坐标,对数据进行线性回归,线性回归得到的直线斜率即为应力敏感系数。

[0032] 本发明的有益效果是:

[0033] 本发明通过设置的第一夹具和第二夹具能够使岩样自由转动;通过设置的应力加载装置利用其能够在水平方向上往复运动使得压头能够作用在岩心不同的轴向上,利用其能够在垂直方向上往复运动使得能够加载不同大小的有效应力;综上使得本发明能够测试岩心不同轴向及径向上的应力敏感,为油气田开发提供重要的技术支撑。

## 附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0035] 图1为本发明页岩应力敏感检测装置的一个实施例结构示意图;

[0036] 图2为本发明页岩应力敏感检测装置支撑块的一个实施例结构示意图;

[0037] 图3为本发明页岩应力敏感检测装置涡轮蜗杆的结构示意图;

[0038] 图4为本发明页岩应力敏感检测装置空心块的一个实施例结构示意图;

[0039] 图5为本发明页岩应力敏感检测装置顶板的一个实施例剖面结构示意图;

[0040] 图6为图5中A部位的结构示意图;

[0041] 图7为图5中顶板底部的仰视结构示意图;

[0042] 图8为本发明页岩应力敏感检测方法的一个具体实施例测试结果示意图。

[0043] 图中标号:

[0044] 1-支撑台、101-柜门、102-减震垫、103-支撑柱、104-支撑块、105-带刹车的万向轮、106-橡胶垫、107-缓冲弹簧、

[0045] 2-左侧板、3-右侧板、4-顶板、401-中空槽、402-矩形开口、403-凹槽、404-第二轴承、

[0046] 5-岩心第一夹具、501-第一连接杆、502-第一夹头、503-气源、504-第一气缸、505-空心块、506-圆板、507-圆形槽、

[0047] 6-岩心第二夹具、601-第二连接杆、602-第二夹头、603-排压阀、604-渗透率测试仪、605-驱动电机、606-蜗杆、607-涡轮、608-第一轴承、609-第二气缸、

[0048] 7-应力加载装置、701-压头、702-压力传感器、703-第一齿轮、704-第二齿轮、705-第三连接杆、706-第四连接杆、707-第五连接杆、708-第六连接杆、709-第七连接杆、710-第八连接杆、711-第九连接杆、712-第三气缸、713-销钉。

## 具体实施方式

[0049] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的技术特征可以相互结合。需要指出的是,除非另有指明,本申请使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。本发明公开使用的“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。

[0050] 在本发明中,在未作相反说明的情况下,使用的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不是用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的术语;使用的术语中“上”、“下”、“左”、“右”等通常是针对附图所示的方向而言,或者是针对部件本身在竖直、垂直或重力方向上而言;同样地,为便于理解和描述,“内”、“外”等是指相对于各部件本身的轮廓的内、外。但上述方位词并不用于限制本发明。

[0051] 一方面,如图1-7所示,本发明提供一种页岩应力敏感检测装置,包括支撑台1,所述支撑台1的上表面左右两端分别设有左侧板2和右侧板3,所述左侧板2和所述右侧板3的顶部与顶板4左右两端相连;

[0052] 所述左侧板2上设有向所述右侧板3方向延伸的岩心第一夹具5,所述岩心第一夹具5包括第一连接杆501和第一夹头502,所述第一连接杆501设有至少部分中空段一,所述中空段一的顶部与气源503相连,所述第一夹头502上设有与所述中空段一相连通的第一流体通道;所述第一夹头502能够在水平方向上进行往复运动、以及以所述第一连接杆501的中轴线为中心进行圆周运动;

[0053] 所述右侧板3上设有向所述左侧板2方向延伸的岩心第二夹具6,所述岩心第二夹具6包括第二连接杆601和第二夹头602,所述第二连接杆601设有至少部分中空段二,所述中空段二上设有排压阀603,且所述中空段二与渗透率测试仪604相连,所述第二夹头602上设有与所述中空段二相连通的第二流体通道;所述第二夹头602能够在水平方向上进行往复运动、以及以所述第二连接杆601的中轴线为中心进行圆周运动;

[0054] 所述顶板4上设有向所述支撑台1方向延伸的应力加载装置7,所述应力加载装置7包括压头701和压力传感器702,所述压力传感器702设置在所述压头701的顶部,所述压头701能够在水平方向、以及垂直方向上进行往复运动。

[0055] 为了防止流体所述岩心第一夹具5和所述岩心第二夹具6的夹头与岩心接触端面有气体溢出,可选地,所述第一夹头502和所述第二夹头602均包括与岩心端面匹配的圆形面,以及向所述岩心轴向方向延伸的包裹面。可选地,所述包裹面的内表面还设有密封圈。

[0056] 在一个具体的实施例中,所述岩心第一夹具5还包括第一气缸504、空心块505、圆板506,所述第一连接杆501包括第一连接杆一和第一连接杆二,所述中空段一设置在所述第一连接杆二上;

[0057] 所述第一气缸504设置在所述左侧板2上,且所述第一气缸504、第一连接杆一、空心块505、第一连接杆二、第一夹头502依次相连;

[0058] 所述空心块505的内径小于所述圆板506的外径,所述空心块505的内壁设有内径大于所述圆板506外径的圆形槽507,所述圆板506设置在所述圆形槽507内,所述第一连接杆二的左端穿过所述空心块505的右壁与所述圆板506相连。

[0059] 使用本实施例的岩心第一夹具5时,所述圆板506能够在所述圆形槽507内进行圆

周运动,从而带动所述第一连接杆二以及所述第一夹头502以所述第一连接杆501的中轴线为中心进行圆周运动;通过所述第一气缸504在水平方向上的伸缩,使得所述岩心第一夹具5能够在水平方向进行往复运动。

[0060] 在一个具体的实施例中,所述岩心第二夹具6还包括驱动电机605、蜗杆606、涡轮607、第一轴承608、第二气缸609,所述第二连接杆601包括第二连接杆一和第二连接杆二,所述中空段二设置在所述第二连接杆二上;

[0061] 所述驱动电机605设置在所述支撑台1上,所述蜗杆606的底部与所述驱动电机605的输出端相连,所述涡轮607与所述蜗杆606啮合;

[0062] 所述第一轴承608设置在所述右侧板3上,所述第二连接杆一的右端穿过所述涡轮607与所述第一轴承608相连,所述第二连接杆一的左端与所述第二气缸609的右端相连,所述第二气缸609的左端与所述第二连接杆二的右端相连。

[0063] 使用本实施例的岩心第二夹具6时,所述驱动电机605带动所述蜗杆606旋转,所述蜗杆606带动所述涡轮607进行圆周运动,从而带动所述第二连接杆一进行圆周运动,从而带动所述第二夹头602以所述第二连接杆601的中轴线为中心进行圆周运动;通过所述第二气缸609在水平方向上的伸缩,使得所述岩心第二夹具6能够在水平方向进行往复运动。

[0064] 在上述实施例的基础上的另一具体实施例中,所述顶板4内部设有中空槽401,所述顶板4底部设有与所述中空槽401相通的矩形开口402;

[0065] 所述应力加载装置7还包括第一齿轮703、第二齿轮704、第三连接杆705、第四连接杆706、第五连接杆707、第六连接杆708、第七连接杆709、第八连接杆710、第九连接杆711、第三气缸712,所述第四连接杆706的长度大于所述第二齿轮704的半径,所述第五连接杆707的底部和所述第六连接杆708的底部所处的水平面均高于所述第二齿轮704上表面所处的水平面;

[0066] 所述第九连接杆711的左右两端与所述中空槽401的左右内壁相连,所述第八连接杆710与所述第九连接杆711滑动连接,所述第八连接杆710的底部穿过所述矩形开口402与所述第三气缸712相连,所述第三气缸712的底部与所述压力传感器702相连,所述压力传感器702的底部与所述压头701相连;

[0067] 所述蜗杆606穿过所述顶板4的底部进入所述中空槽401并与所述第一齿轮703固定相连,所述第二齿轮704与所述第一齿轮703啮合,所述第三连接杆705的下部与所述第二齿轮704固定相连,所述第三连接杆705的顶部与所述第四连接杆706固定相连,所述第五连接杆707的顶部与所述第四连接杆706的左端固定相连,所述第六连接杆708的右端套设在所述第五连接杆707的底部外壁,所述第六连接杆708的左端通过销钉713与所述第七连接杆709的右端活动连接,所述第七连接杆709的左端与所述第八连接杆710固定相连。

[0068] 使用本实施例的应力加载装置7时,所述驱动电机605带动所述蜗杆606旋转,所述蜗杆606带动所述第一齿轮703旋转,所述第一齿轮703带动所述第二齿轮704进行旋转,所述第二齿轮704带动所述第三连接杆705进行旋转,所述第三连接杆705带动所述第四连接杆706进行旋转,所述第四连接杆706带动所述第五连接杆707进行旋转,所述第五连接杆707带动所述第六连接杆708进行旋转,从而带动所述第七连接杆709进行水平方向的往复运动,从而带动所述第八连接杆710、第三气缸712、压力传感器702、压头701整体进行水平方向的往复运动;通过所述第三气缸712在垂直方向上的伸缩,使得所述压头701能够在垂

直方向进行往复运动,从而改变有效应力的大小。

[0069] 为了增强所述第三连接杆705的稳定性,可选地,所述中空槽401的底部内表面设有凹槽403,所述凹槽403底部设有第二轴承404,所述第三连接杆705穿过所述第二齿轮704与所述第二轴承404相连。

[0070] 在一个具体的实施例中,所述支撑台1为柜体,所述柜体1的一侧铰接设有柜门101,所述驱动电机605设置在所述柜体内,所述蜗杆606的下端穿过所述柜体与所述驱动电机605的输出端相连。为了降低所述驱动电机605的振动幅度,可选地,所述驱动电机的底部与所述柜体之间设有减震垫102,可选地,所述减震垫102采用橡胶垫。

[0071] 为了方便支撑台1移动,可选地,所述支撑台1的底部设有依次相连的支撑柱103、支撑块104、带刹车的万向轮105。可选地,所述支撑块104的内底部设有橡胶垫106,所述支撑柱103的底部贯穿所述支撑块104的顶部设置在所述橡胶垫106上,位于所述支撑块104内的支撑柱103外壁套设有缓冲弹簧107,所述缓冲弹簧107的一端与所述橡胶垫106相连,另一端与所述支撑块104的内顶部相连。

[0072] 需要说明的是,除了上述实施例采用的结构实现第一夹具5和第二夹具6的夹头在水平方向上进行往复运动、在前后方向进行圆周运动,应力加载装置7的压头在水平方向、以及垂直方向上进行往复运动外,本发明也可采用现有技术中其他水平往复机构、圆周运动机构实现该功能。例如所述应力加载装置直接设置某一连接杆与所述第八连接杆垂直固定相连,该某一连接杆的另一端与直线往复电机的输出端固定相连等等。

[0073] 另一方面,本发明还提供一种页岩应力敏感检测方法,采用上述任意一项所述的页岩应力敏感检测装置进行检测,包括以下步骤:

[0074] S1:选取一个岩心,并测得其初始渗透率;

[0075] S2:利用所述岩心第一夹具5和所述岩心第二夹具6夹紧所述岩心;

[0076] S3:通过所述应力加载装置7向所述岩心施加有效应力;

[0077] S4:通过所述气源503向所述岩心注入气体,通过所述渗透率测试仪604测试所述岩心在步骤S3所述的有效应力下的渗透率值;

[0078] S5:通过所述排压阀603调节测试压力,改变步骤S3施加的有效应力大小,重复步骤S4,得到不同有效应力下的岩心渗透率值,并通过下式计算无因次渗透率值:

$$[0079] \quad K_D = \ln \frac{k_i}{k_0} \quad (1)$$

[0080] 式中: $K_D$ 为无因次渗透率; $k_i$ 为有效应力 $\Delta P_i$ 下的渗透率; $k_0$ 为岩心初始渗透率;

[0081] S6:以所述有效应力为横坐标,以所述无因次渗透率值为纵坐标,对数据进行线性回归,线性回归得到的直线斜率即为应力敏感系数。

[0082] 在一个具体的实施例中,采用本发明所述的页岩应力敏感检测方法测得某岩心的应力敏感结果如图8所示。

[0083] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然而并非用以限定本发明,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围内,当可利用上述揭示的技术内容作出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例,但凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

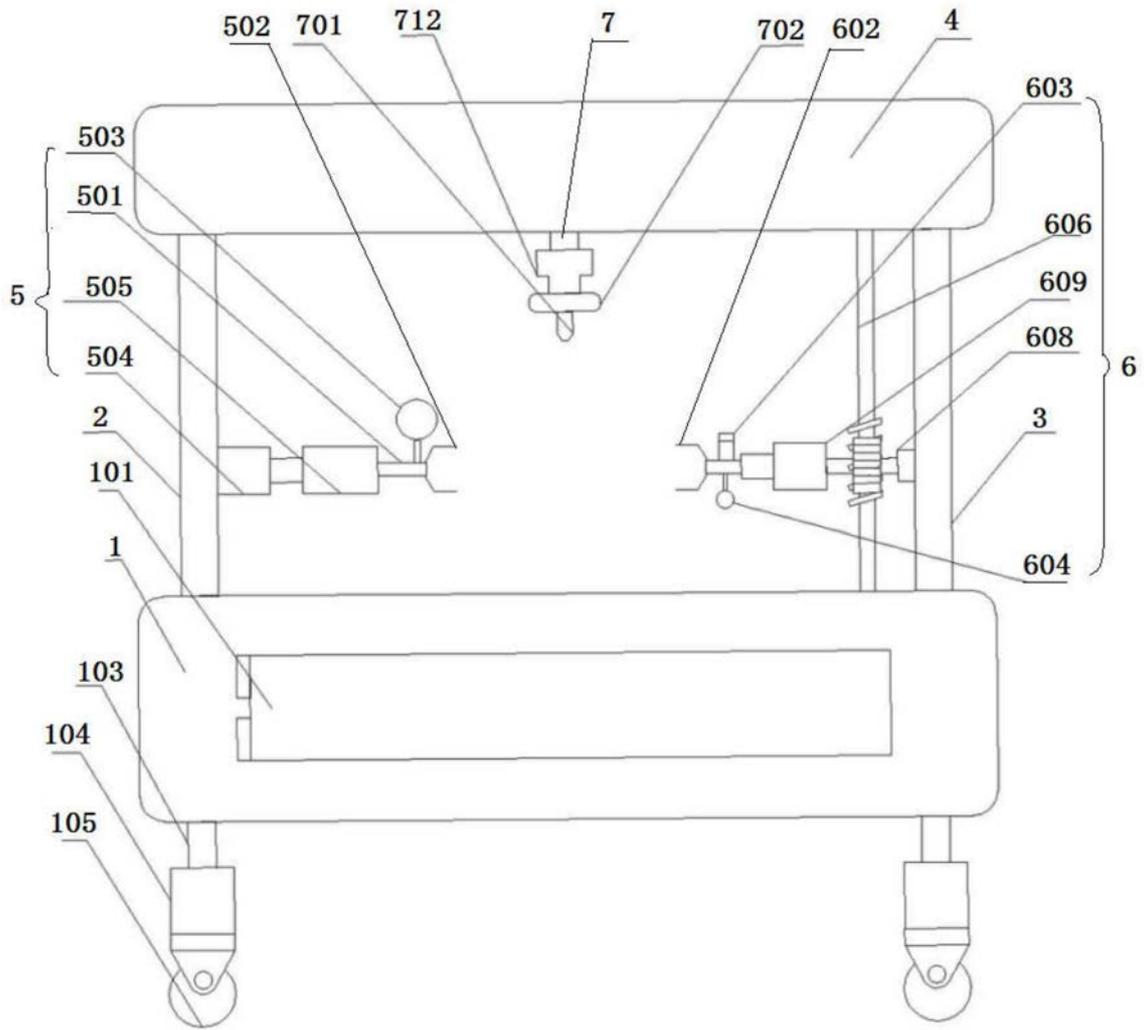


图1

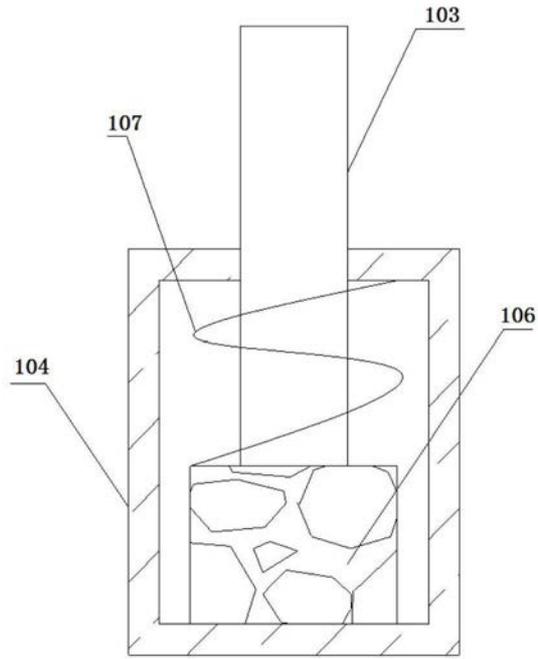


图2

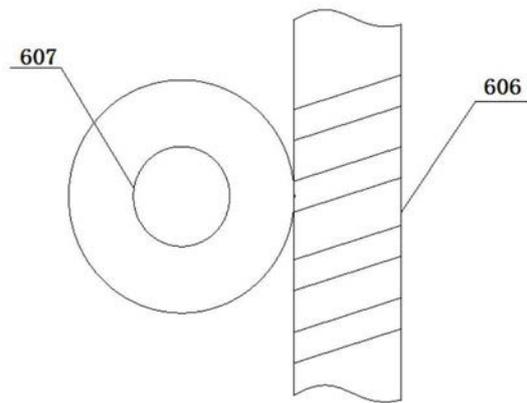


图3

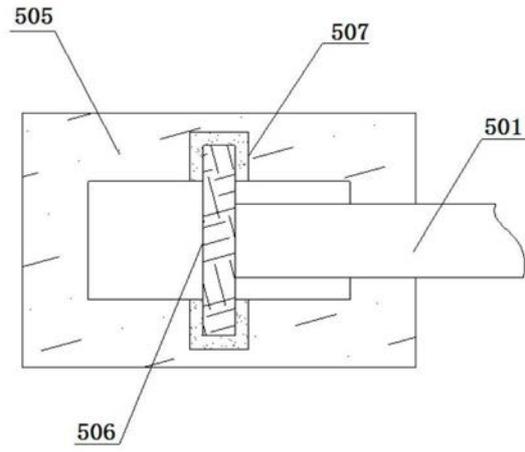


图4

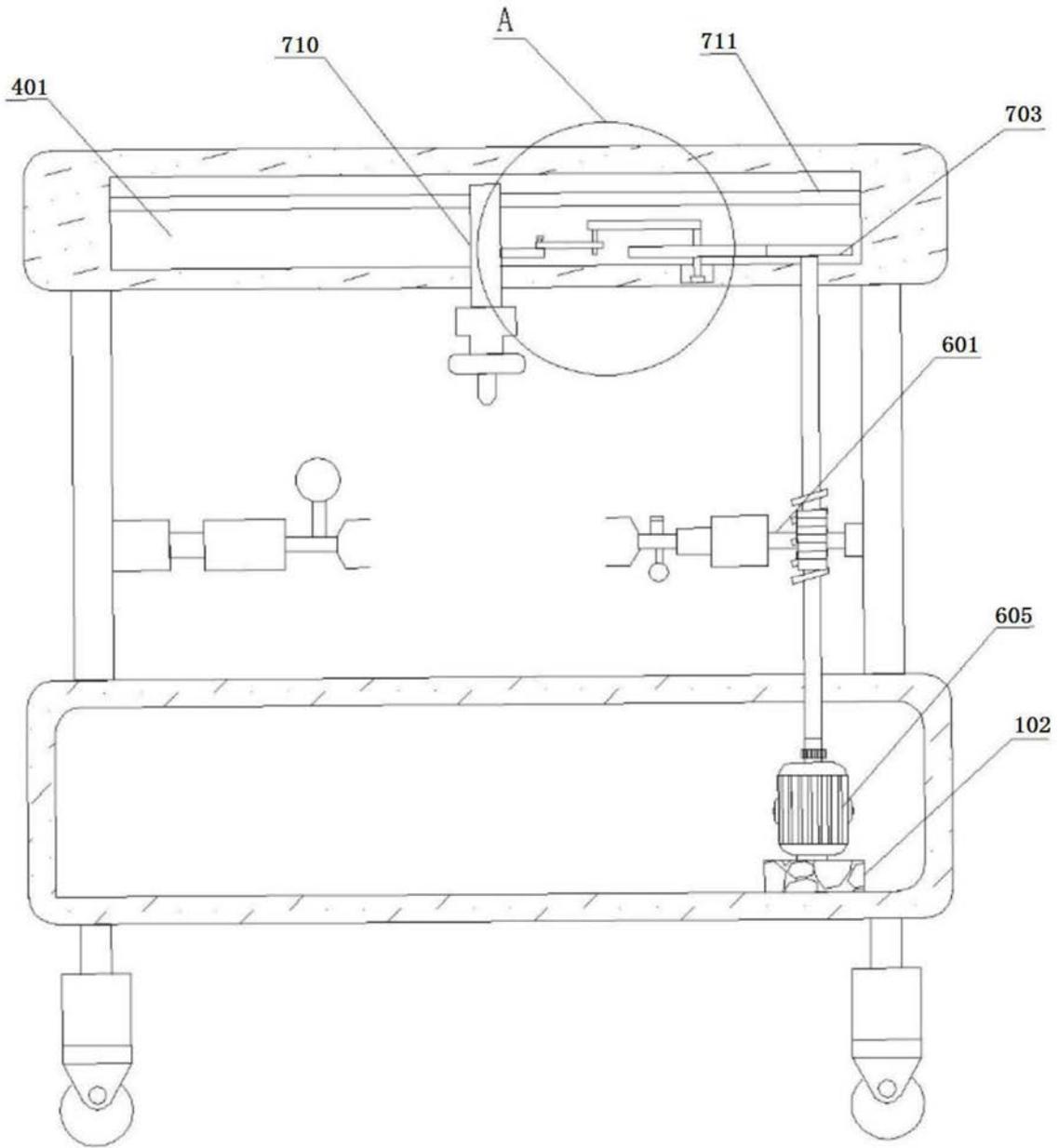


图5

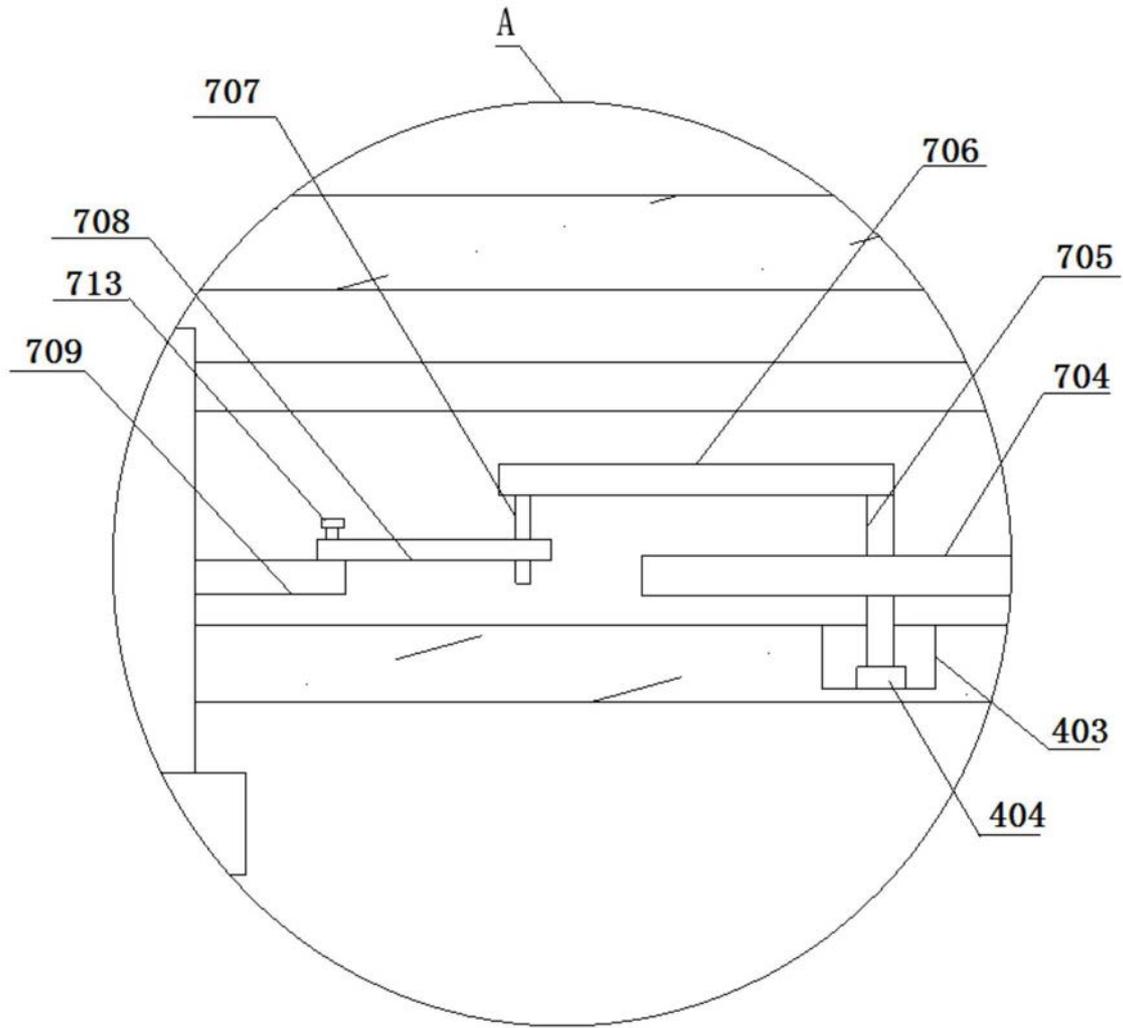


图6

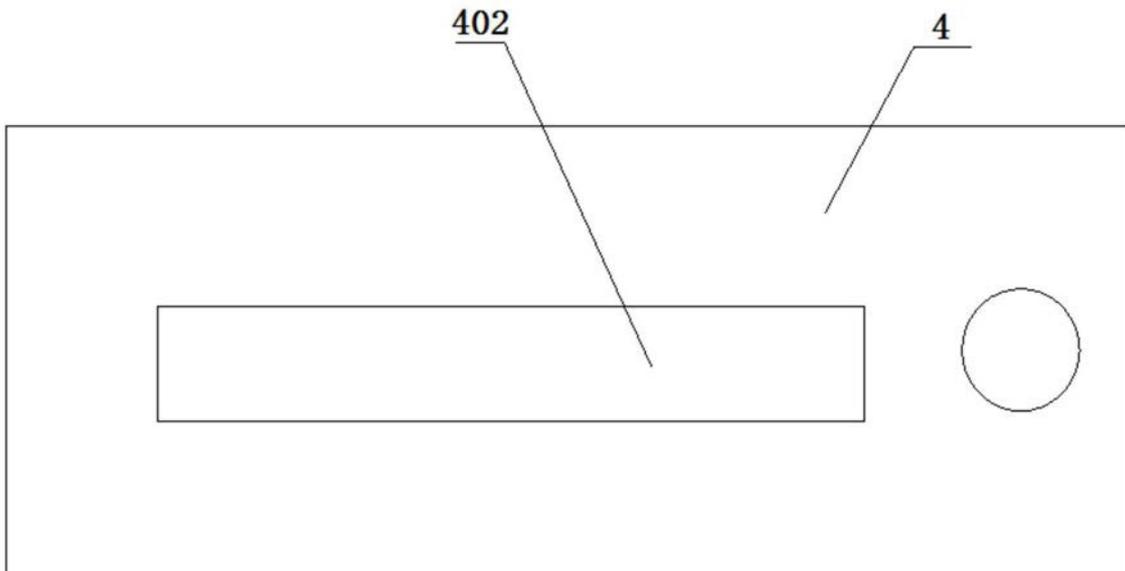


图7

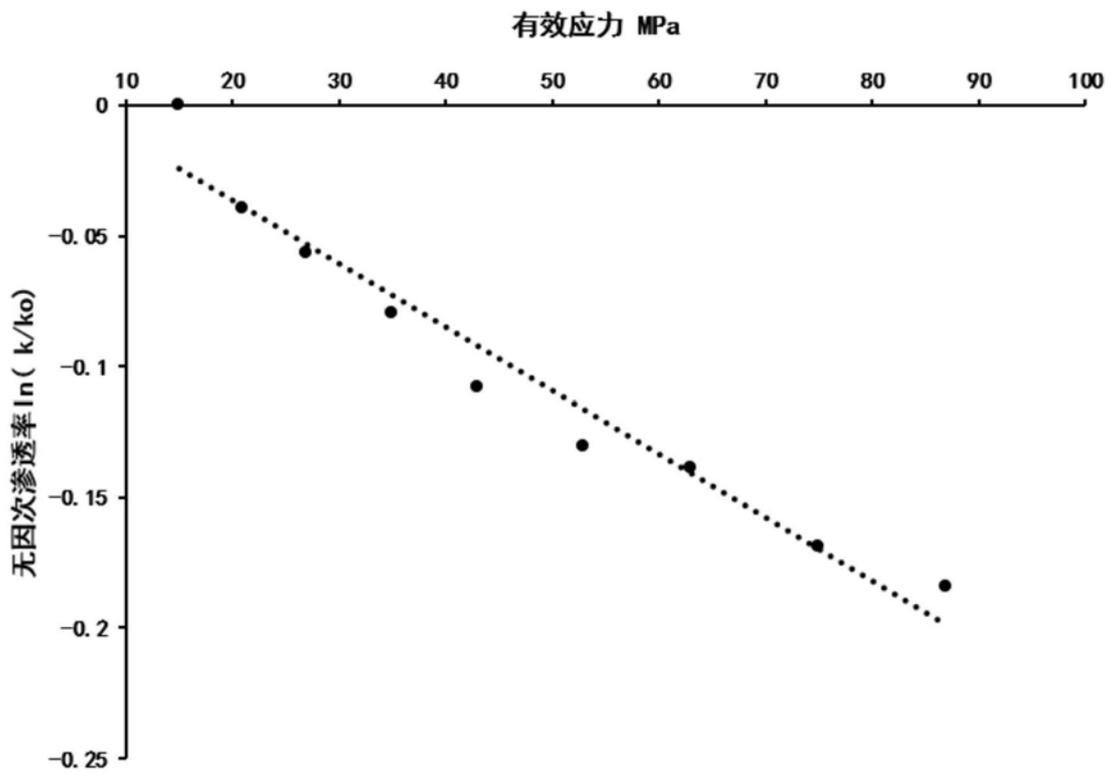


图8