



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114280668 A

(43) 申请公布日 2022.04.05

(21) 申请号 202111486272.3

(22) 申请日 2021.12.07

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 李和平 王帅 刘永刚

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100

代理人 商小川

(51) Int. Cl.

G01V 1/30 (2006.01)

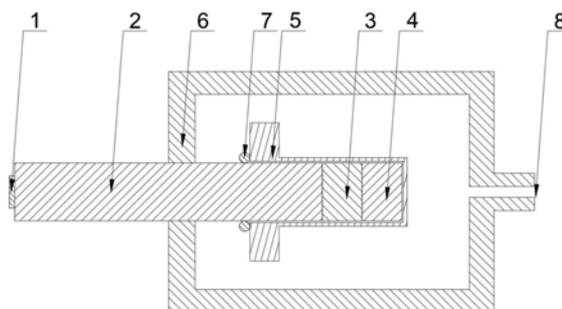
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置及使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置及使用方法,包括超声换能器、超声缓冲棒、样品仓和高压容器;超声换能器连接在超声缓冲棒的尾部,超声缓冲棒的头部密封样品仓,超声缓冲棒的头部和样品仓置于高压容器内部,超声缓冲棒的尾部穿过高压容器并置于高压容器外部;本发明通过密封待测岩样,成功实现了模拟12公里以浅超深层温压下原位检测岩石弹性波速的实验,解决了因使用气体作为传压介质时无法密封待测岩样,从而导致岩石超声波信号微弱的问题,且该方法简单易实施,具有广阔的技术推广前景。



1. 一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,它包括超声换能器(1)、超声缓冲棒(2)、样品仓和高压容器(6),其特征在于:超声换能器(1)连接在超声缓冲棒(2)的尾部,超声缓冲棒(2)的头部与样品仓连接,超声缓冲棒(2)的头部和样品仓置于高压容器(6)内部,超声缓冲棒(2)的尾部穿过高压容器(6),置于高压容器(6)外部。

2. 根据权利要求1所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:超声缓冲棒(2),为钢铁材料制成,是两端面平滑且侧面光滑的棒状物。

3. 根据权利要求1所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:样品仓,由碳化钨块(4)和金属密封帽(5)组成,碳化钨块(4)设于金属密封帽(5)底部并与金属密封帽(5)形成紧配合。

4. 根据权利要求4所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:碳化钨块(4),厚度大于3 mm,碳化钨块(4)的两端面平滑而且侧面光滑。

5. 根据权利要求4所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:金属密封帽(5),包括帽身和帽身顶部的外壁台阶;台阶同轴制于帽身顶部且突出于帽身,帽身壁厚0.01-0.5 mm;金属密封帽(5)的内周面光滑,内端底面平滑。

6. 根据权利要求1所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:超声换能器(1)与超声缓冲棒(2)的连接方式为使用耐高温胶水进行粘贴连接。

7. 根据权利要求1所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:超声缓冲棒(2)与样品仓的连接包括超声缓冲棒(2)头部伸入样品仓中,并在在超声缓冲棒(1)与样品仓外表面连接处进行焊接密封。

8. 根据权利要求1所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,其特征在于:超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的使用温度范围为常温至350℃,使用压强范围为常压至350MPa。

9. 根据权利要求1所述的一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的使用方法,它包括:

S1、使用超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置时,对待测岩样(3)的组装密封过程包括:先将待测岩样(3)放置于样品仓内,然后在超声缓冲棒(2)尾部端头粘贴超声换能器(1),并将超声缓冲棒(2)放入样品仓内,使超声缓冲棒(2)、待测岩样(3)和样品仓紧密贴合,然后在超声缓冲棒(1)与样品仓外表面连接处进行焊接密封,最后将焊接密封的样品仓放入高压容器,超声缓冲棒(2)尾部伸出高压容器(6),形成密封待测岩样的超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置;

S2、使用超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置进行超深层温压下的岩石弹性波速原位测量实验时,先将装有样品仓的高压容器(6)放入高温设备中,将金属缓冲棒(2)尾部伸出高温设备,然后在金属缓冲棒(2)尾部设置冷却循环液,并将高压容器气体接口(8)连接在高压设备上,最后在超声换能器(1)处连接超声设备进行超深层温压下的岩石弹性波速原位测量;

S3、当超深层温压下的岩石弹性波速原位测量实验结束后,拆解超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的过程包括:先断开超声换能器(1)与超声设备之间的连接,在高压容器(6)冷却至常温状态时撤掉冷却循环液,断开高压容器气体接口(8)与高压设备的连接,然后将高压容器(6)从高温设备中取出,将样品仓及超声缓冲棒(2)从高压容器(6)中取出,

最后在车床上夹住超声缓冲棒(2)尾部,使用车刀将焊接点(7)车掉,分离超声缓冲棒(2)和样品仓后取出待测岩样(3),完成对超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的拆解。

一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置及使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置及使用方法,属于高温高压原位测量技术领域。

[0002]

背景技术

[0003] 地球内部超深层岩石的地震波传播速度是人们利用地震等地球物理手段探测超深层物质组成和结构构造、温度分布以及构造界面精细结构等地质条件必须已知的地球物理参数。尽管存在频散现象,但用超声波测得的岩石弹性波速可外推到地震等地球物理勘探应用中。

[0004] 综观国内外岩石物理参数实验室测量技术的发展现状,近些年来在超深层地震勘探地球物理实践中,如在超过6000-7000米深度的超深层地震勘探地球物理实践中,有越来越紧迫需求的超深层岩石弹性波速实验室原位测量技术方面基本都未能取得实质性突破,例如美国先进的MTS岩石物性参数测试系统,因所使用的传压介质为硅油或矿物油,从而使得其在达到最高模拟静岩压力时最高模拟温度无法超过250℃,这仅相当于地球内部约6000-7000米深度对应的温度。目前国内外各实验室和相关地球物理仪器以及分析测试公司未能取得实质性突破的主要原因总结起来有两点:1、没有能模拟超深层温度压力条件的高温高压实验平台或者没有弹性波测量技术;2、弹性波测量技术与高温高压实验平台不兼容。

[0005] 而目前,随着全世界地球浅部能源和矿产资源的大量开采和消耗,各国自然能源和资源的勘探战略开始从地球浅部转向更深处,例如正在开采的中国顺北油气田储层平均深度达到7300米。按照“先勘探,再开采”的思路,这就要求勘探要走在开采之前,这就迫切需要具备超过6000-7000米深度的超深层地球物理勘探的能力,同时这也就迫切需要超过6000-7000米深度的超深层温压下的岩石物理参数,或者说迫切需要12公里以浅,对应最高温压约为350℃和350MPa条件下的岩石弹性波速。

[0006] 一般在进行模拟超深层温压下岩石弹性波速测量时,提供围压的传压介质是流体,加压的同时也要升温,这就导致岩石样品极难被密封。若不能严格密封岩石样品,则会影响岩石超声波的信号传播,这也是目前开展类似超深层温压下弹性波速测量实验时,很少同时出现高温高压实验条件的原因。例如此前国际上进行此类实验时,能同时到达的温压最高仅为200℃和100MPa。因此,解决模拟超深层温压下岩石密封问题及岩石超声波信号微弱的问题,是提高此类实验最高温压的关键。目前已有由高温设备和高压设备组成的高温高压实验平台,此平台具备模拟超过350℃和350MPa温压的能力。且已有一种高压容器可通过容器接口连接高温高压实验平台引入高压气体,在高压容器内部形成高温高静水压环境,因此可以利用高温高压设备和高压容器联合使用形成稳定的高温高压实验环境,但岩石样品的密封性不佳,导致岩石超声波信号微弱甚至测不到岩石超声波信号的问题依然未得到解决。

[0007]

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是：提供一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置及使用方法，在密封岩石样品的同时，使岩石样品与传播超声波的超声缓冲棒密切贴合，以解决高温高压下进行岩石弹性波速原位测量中对岩石样品密封性不佳，导致在实验过程中岩石超声波信号微弱甚至测不到岩石超声波信号的问题。

[0009] 本发明的技术方案是：一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置，它包括超声换能器、超声缓冲棒、样品仓和高压容器；超声换能器连接在超声缓冲棒的尾部，超声缓冲棒的头部与样品仓连接，超声缓冲棒的头部和样品仓置于高压容器内部，超声缓冲棒的尾部穿过高压容器并置于高压容器外部。

[0010] 优选地，超声缓冲棒，为钢铁材料制成，是两端面平滑且侧面光滑的棒状物。

[0011] 优选地，样品仓，由碳化钨块和金属密封帽组成，碳化钨块设于金属密封帽底部并与金属密封帽形成紧配合。

[0012] 优选地，碳化钨块，厚度大于3 mm，碳化钨块的两端面平滑而且侧面光滑。

[0013] 优选地，金属密封帽，包括帽身和帽身顶部的外壁台阶；台阶同轴制于帽身顶部且突出于帽身，帽身壁厚0.01-0.5 mm；金属密封帽内周面的内周面光滑，内端底面平滑。

[0014] 优选地，超声换能器与超声缓冲棒的连接方式为使用耐高温胶水进行粘贴连接。

[0015] 优选地，超声缓冲棒与样品仓的连接包括超声缓冲棒头部伸入样品仓中，并在在超声缓冲棒与样品仓外表面连接处进行焊接密封。

[0016] 优选地，超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的使用温度范围为常温至350℃，使用压强范围为常压至350MPa。

[0017] 优选地，一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的使用方法，它包括：

S1、使用超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置时，对待测岩样的组装密封过程包括：先将待测岩样放置于样品仓内，然后在超声缓冲棒尾部端头粘贴超声换能器，并将超声缓冲棒放入样品仓内，使超声缓冲棒、待测岩样和样品仓紧密贴合，然后在超声缓冲棒与样品仓外表面连接处进行焊接密封，最后将焊接密封的样品仓放入高压容器，超声缓冲棒尾部伸出高压容器，形成密封待测岩样的超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置；

S2、使用超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置进行超深层温压下的岩石弹性波速原位测量实验时，先将装有样品仓的高压容器放入高温设备中，将金属缓冲棒尾部伸出高温设备，然后在金属缓冲棒尾部设置冷却循环液，并将高压容器气体接口连接在高压设备上，最后在超声换能器处连接超声设备进行超深层温压下的岩石弹性波速原位测量；

S3、当超深层温压下的岩石弹性波速原位测量实验结束后，拆解超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的过程包括：先断开超声换能器与超声设备之间的连接，在高压容器冷却至常温状态时撤掉冷却循环液，断开高压容器气体接口与高压设备的连接，然后将高压容器从高温设备中取出，将样品仓及超声缓冲棒从高压容器中取出，最后在车床上夹住超声缓冲棒尾部，使用车刀将焊接点车掉，分离超声缓冲棒和样品仓后取出待测岩样，完成对超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的拆解。

[0018] 本发明的有益效果：本发明提供了一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置

及使用方法,在密封岩石样品的同时,在超深层温压条件下可以测得岩石超声波信号,解决了模拟高温高压环境下进行岩石弹性波速原位测量中,对岩石样品密封性不好导致岩石超声波信号微弱的问题;与现有技术相比,与现有技术相比,本发明提高了实验的温度和压力,实现了12公里以浅超深层温压下岩石弹性波速的测量,且操作方法简单易行,具有潜在的技术推广价值。

[0019]

附图说明

[0020] 图1为本发明的纵剖面结构示意图;

图2为使用本发明测定砂岩纵波波形与温度的变化关系图;

附图标记说明:

1、超声换能器,2、超声缓冲棒,3、待测岩样,4、碳化钨块,5、金属密封帽,6、高压容器,7、焊接点,8、高压容器气体接口。

具体实施方式

[0021] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 实施例1:参考图1至图2,一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置,它包括超声换能器1、超声缓冲棒2、样品仓和高压容器6;超声换能器1连接在超声缓冲棒2的尾部,超声缓冲棒2的头部与样品仓连接,超声缓冲棒2的头部和样品仓置于高压容器6内部,超声缓冲棒2的尾部穿过高压容器6并置于高压容器6外部。

[0023] 优选地,超声缓冲棒2,为钢铁材料制成,是两端面平滑且侧面光滑的棒状物,用于岩石超声波的传播,并且与样品仓组合密封待测岩样3。

[0024] 优选地,样品仓,由碳化钨块4和金属密封帽5组成,碳化钨块4设于金属密封帽5底部并与金属密封帽5形成紧配合;样品仓用于密封待测岩样3和反射岩石超声波信号。

[0025] 优选地,碳化钨块4,厚度大于3 mm,碳化钨块4的两端面平滑而且侧面光滑;当碳化钨块4的厚度大于3 mm时,可以避免待测岩样3与金属密封帽5内部底端的界面间信号重叠,影响岩石超声波的走时读取;而且因为碳化钨4与岩石声阻抗相差较大,所以碳化钨4还增大了该界面的反射岩石超声波信号;碳化钨4可由其他与岩石声阻抗差距较大的硬质材料替代。

[0026] 优选地,金属密封帽5,包括帽身和帽身顶部的外壁台阶;台阶同轴制于帽身顶部且突出于帽身,帽身壁厚0.01-0.5 mm;金属密封帽5内周面的内周面光滑,内端底面平滑;金属密封帽5由可以与超声缓冲棒2进行焊接的金属材料制成,金属材料在一定程度上提高了实验温度和实验压力的上限;帽身设置0.01-0.5 mm壁厚的目的是将外部压强传递至待测岩样3,使实验更好地模拟实际压强;周面光滑可以使金属密封帽5与超声缓冲棒2和碳化钨块4密切贴合,内端底面平滑使金属密封帽5可以与碳化钨块4密切贴合并形成紧配合,最终达到密封待测岩样3的目的。

[0027] 优选地,超声换能器1与超声缓冲棒2的连接方式为使用耐高温胶水进行粘贴连接,使超声换能器1连接在超声缓冲棒2上。

[0028] 优选地,超声缓冲棒2与样品仓的连接包括超声缓冲棒2头部伸入样品仓中,并在在超声缓冲棒1与样品仓外表面连接处进行焊接密封;焊接密封使超声缓冲棒2与样品仓的连接强度高,密封性好,而且焊接密封方式使超声缓冲棒2与样品仓可反复多次使用,降低装置的使用成本。

[0029] 优选地,超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的使用温度范围为常温至350℃,使用压强范围为常压至350MPa;此使用温压范围已经达到模拟地球内部超深层温压下岩石弹性波速的测定温压,提高了实验室对岩石弹性波速进行原位测定的温压上限。

[0030] 优选地,一种超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的使用方法,它包括:

S1、使用超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置时,对待测岩样3的组装密封过程包括:先将待测岩样3放置于样品仓内,然后在超声缓冲棒2尾部端头粘贴超声换能器1,并将超声缓冲棒2放入样品仓内,使超声缓冲棒2、待测岩样3和样品仓紧密贴合,然后在超声缓冲棒1与样品仓外表面连接处进行焊接密封,最后将焊接密封的样品仓放入高压容器,超声缓冲棒2尾部伸出高压容器6,形成密封待测岩样的超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置;金属缓冲棒2连接超声换能器1用于传播和接收岩石超声波信号,高压容器6的作用为形成密闭高温高静水压的实验环境;此装置可以密封待测岩样3,而且通过使待测岩样3与超声缓冲棒2密切贴合,保证岩石超声波信号能很好地进行传播。

[0031] S2、使用超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置进行超深层温压下的岩石弹性波速原位测量实验时,先将装有样品仓的高压容器6放入高温设备中,高温设备提供实验指定温度,将金属缓冲棒2尾部伸出高温设备用于连接超声设备,然后在金属缓冲棒2尾部设置冷却循环液保持尾部处于常温,用于保护超声换能器1不受高温损坏,并将高压容器气体接口8连接在高压设备上,高压设备用于向高压容器6提供高压气体,在高压容器中形成高温高静水压环境,最后在超声换能器1处连接超声设备进行超深层温压下的岩石弹性波速原位测量,解决了超声设备与高温高压实验环境不兼容的问题,实现了模拟高温高压条件对岩石弹性波速的原位测量实验。

[0032] S3、当超深层温压下的岩石弹性波速原位测量实验结束后,拆解超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的过程包括:先断开超声换能器1与超声设备之间的连接,在高压容器6冷却至常温状态时撤掉冷却循环液,断开高压容器气体接口8与高压设备的连接,然后将高压容器6从高温设备中取出,将样品仓及超声缓冲棒2从高压容器6中取出,最后在车床上夹住超声缓冲棒2尾部,使用车刀将焊接点7车掉,分离超声缓冲棒2和样品仓后取出待测岩样3,完成对超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置的拆解;此装置可以多次重复使用,经济成本低,实用性好,具有潜在的技术推广价值。

[0033] 对待测岩样3进行实际检测,结果显示此超深层温压下岩石弹性波速原位测量装置在最高温压为350℃和350MPa的实验条件下,对待测岩样3具有良好的密封能力,并且在超深层温压下可以测到干净清晰的岩石超声波信号。

[0034] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以作出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的

保护范围。

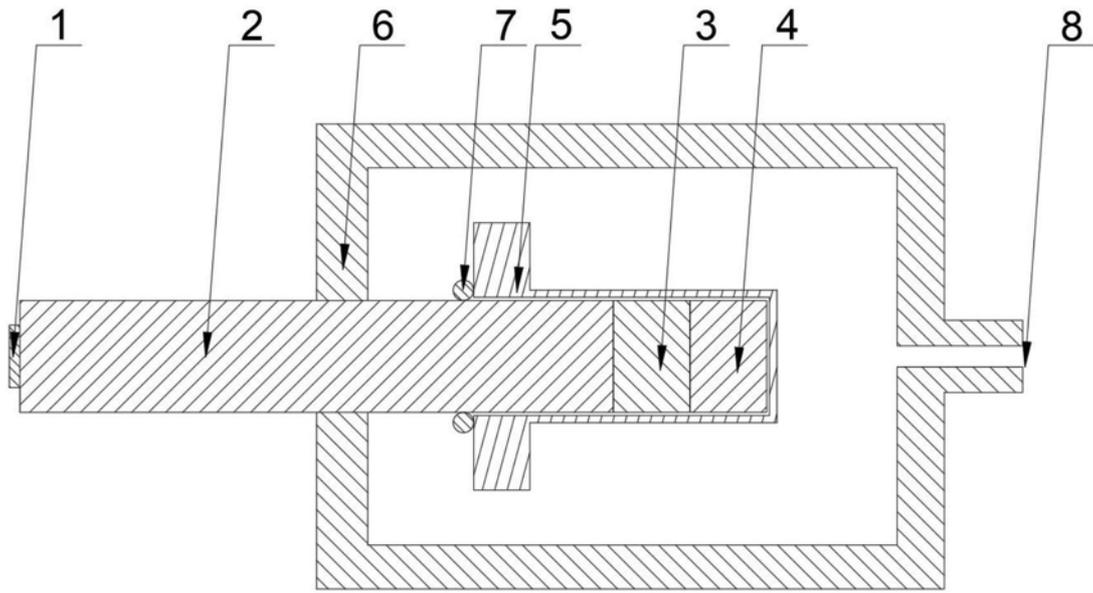


图1

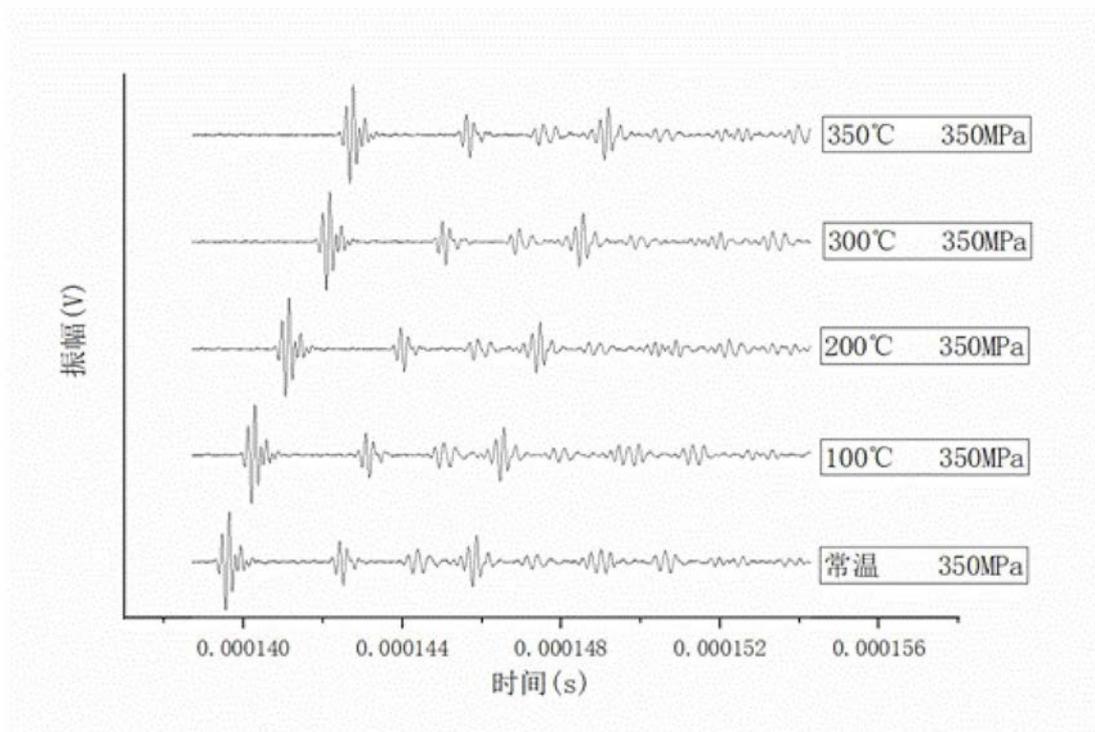


图2