



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118564229 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202411036833.3

(22) 申请日 2024.07.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118564229 A

(43) 申请公布日 2024.08.30

(73) 专利权人 新疆石油管理局有限公司

地址 834000 新疆维吾尔自治区克拉玛依

市迎宾路36号

专利权人 中国石油天然气集团有限公司

(72) 发明人 艾白布·阿不力米提 吴宝成

王林生 赵泽旺 孙长友 张敬丰

刘章邹 黄林 马微

(74) 专利代理机构 西安吉盛专利代理有限责任

公司 61108

专利代理师 杨全枝

(51) Int. Cl.

E21B 47/00 (2012.01)

G06F 18/213 (2023.01)

E21B 47/06 (2012.01)

E21B 49/00 (2006.01)

E21B 43/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107545113 A, 2018.01.05

CN 111077576 A, 2020.04.28

审查员 黄金

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法、装置及设备

(57) 摘要

本发明公开了一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法、装置及设备,该方法包括:获取目标储层的参数;基于所述参数,获取高压定向脉冲射流压裂参数;基于多个传感器获取必要数据;基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征;基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果。该方法通过目标储层的参数获取高压定向脉冲射流压裂参数,通过多个传感器获取必要数据,然后提取岩石裂缝的特征,对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估,从而可以实时监控和评估高压定向脉冲射流引导起裂过程中的岩石裂缝扩展情况,为压裂改造提供实时反馈和优化依据。此外,多个传感器可以从多角度监控裂缝起裂和延伸情况,减小监测结果的误差。



1. 一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,其特征在于,所述基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法包括:

获取目标储层的参数;

基于所述参数,获取高压定向脉冲射流压裂参数;

基于多个传感器获取必要数据;

基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征;

基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果;

所述多个传感器包括压力传感器和位移传感器;

所述基于多个传感器获取必要数据,包括:

基于所述压力传感器获取高压脉冲射流对岩石施加的压力数据;

基于位移传感器阵列获取岩石表面或内部的位移数据;

基于所述压力数据和所述位移数据提取岩石裂缝的扩展速度、裂缝形态和连接性;

所述基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征,包括:

对所述压力数据进行分析和处理,基于以下公式获取高压脉冲射流引发的压力变化特征:

$$PRC(t) = \frac{P(t) - P(t-t_0)}{t_0} \quad (1)$$

其中,PRC(t)为压力变化率,P(t)为t时刻的压力,P(t-t₀)为经过t₀时间的压力,t₀为时间间隔;

对所述位移数据进行分析和处理,基于以下公式获取岩石表面或内部的位移变化特征:

$$DRC(t) = \frac{D(t) - D(t-t_0)}{t_0} \quad (2)$$

其中,DRC(t)为位移变化率,D(t)为t时刻的位移,D(t-t₀)为经过t₀时间的位移,t₀为时间间隔;

基于获取到的所述压力变化特征和所述位移变化特征,获取岩石裂缝的裂缝形态和连接性,并且基于以下公式计算岩石裂缝的扩展速度:

$$FPV(t) = \frac{DRC(t)}{PRC(t)} \quad (3)$$

其中,DRC(t)为位移变化率,PRC(t)为压力变化率,FPV(t)为扩展速度。

2. 根据权利要求1所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,其特征在于,所述目标储层的参数包括物理参数和力学参数。

3. 根据权利要求1所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,其特征在于,所述高压定向脉冲射流压裂参数包括射流压力、射流频率和射流方向。

4. 根据权利要求1所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,其特征在于,在基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果之后,所述方法还包括:

与预设的裂缝扩展特征进行对比,判断高压定向脉冲射流对不同储层岩石的压裂效

果;

若裂缝扩展与预期结果差距超过预设值,调整高压定向脉冲射流参数,以优化压裂改造效果。

5. 一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置,其特征在于,所述压裂监测装置包括:
射流喷嘴,设置在目标储层的特定位置,以实现定向射流;

高压泵,与所述射流喷嘴连接,用于产生高压脉冲射流,作用于目标储层,引发岩石裂缝的扩展和形成;

控制系统,与所述射流喷嘴连接,用于控制射流喷嘴的射流压力和频率;

传感器阵列,设置在所述目标储层附近的井筒内,用于实时采集岩石表面的压力和位移数据;

数据采集系统,设置在所述目标储层内,用于实时采集压力和位移数据;

数据分析和评估系统,用于对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估。

6. 根据权利要求5所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置,其特征在于,所述传感器阵列包括:

压力传感器阵列,用于实时采集压力数据;

位移传感器阵列,用于实时采集位移数据。

7. 一种计算设备,其特征在于,所述计算设备包括:

至少一个处理器、存储器和输入输出单元;

其中,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器用于调用所述存储器中存储的计算机程序来执行权利要求1~4中任一项所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法。

一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法、装置及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及油气田开发技术领域,尤其涉及一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法、装置及设备。

背景技术

[0002] 我国部分油田非常规油藏油气富集、开发潜力巨大,但成藏条件复杂、岩性多变、储层物性差、非均质性强,以页岩油气、致密油为代表的非常规油气资源,大多在高地应力、高地温、高孔隙压力的复杂构造,储层具有低孔低渗特点,需要采用人工改造方式提高裂缝密度,进而提高储层导流能力。常规单系统稳定注入过程储层岩石在恒定在作用下起裂和裂缝延展,使人工裂缝复杂程度低、有效支撑难度大、稳产能力差等挑战。高压定向脉冲射流是一种新型的水射流技术,指的是将高压水通过特殊的装置,转换成高速、高压的水射流,进而以极高的能量冲击作用于被清洗或切割的物体表面,从而达到清洗或切割的目的。

[0003] 现有技术中,公开号为“CN110761778A”的《基于声波的压裂裂缝监测方法及系统》,通过利用压裂过程中地层起裂和裂缝延伸时在压裂液中产生的强烈声波,采集声波信号,转换为电信号后进行声学分析并提取声学特征参数,实时监测裂缝起裂和延伸情况,实现了压裂过程中裂缝的实时监测。

[0004] 然而,该方法只能通过声学特征参数实时监测裂缝起裂和延伸情况,并不能从多角度监控裂缝起裂和延伸情况,可能导致监测情况存在误差,并且无法对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估。

发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,旨在解决压裂监测过程中不能从多角度监控裂缝起裂和延伸情况会导致监测情况存在误差的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,所述方法包括:获取目标储层的参数;基于所述参数,获取高压定向脉冲射流压裂参数;基于多个传感器获取必要数据;基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征;基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果;所述多个传感器包括压力传感器和位移传感器;所述基于多个传感器获取必要数据,包括:基于所述压力传感器获取高压脉冲射流对岩石施加的压力数据;基于位移传感器阵列获取岩石表面或内部的位移数据;基于所述压力数据和所述位移数据提取岩石裂缝的扩展速度、裂缝形态和连接性;所述基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征,包括:对所述压力数据进行分析 and 处理,基于以下公式获取高压脉冲射流引发的压力变化特征:

$$[0007] \quad PRC(t) = \frac{P(t) - P(t-t_0)}{t_0} \quad (1)$$

[0008] 其中,PRC(t)为压力变化率,P(t)为t时刻的压力,P(t-t₀)为经过t₀时间的压力,t₀

为时间间隔;对所述位移数据进行分析 and 处理,基于以下公式获取岩石表面或内部的位移变化特征;

$$[0009] \quad DRC(t) = \frac{D(t) - D(t-t_0)}{t_0} \quad (2)$$

[0010] 其中,DRC(t)为位移变化率,D(t)为t时刻的位移,D(t-t₀)为经过t₀时间的位移,t₀为时间间隔;基于获取到的所述压力变化特征和所述位移变化特征,获取岩石裂缝的裂缝形态和连接性,并且基于以下公式计算岩石裂缝的扩展速度:

$$[0011] \quad FPV(t) = \frac{DRC(t)}{PRC(t)} \quad (3)$$

[0012] 其中,DRC(t)为位移变化率,PRC(t)为压力变化率,FPV(t)为扩展速度。

[0013] 可选地,所述目标储层的参数包括物理参数和力学参数。

[0014] 可选地,所述高压定向脉冲射流压裂参数包括射流压力、射流频率和射流方向。

[0015] 可选地,在基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果之后,所述方法还包括:与预设的裂缝扩展特征进行对比,判断高压定向脉冲射流对不同储层岩石的压裂效果;若裂缝扩展与预期结果差距超过预设值,调整高压定向脉冲射流参数,以优化压裂改造效果。

[0016] 此外,为实现上述目的,本申请实施例还提供一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置,所述装置包括射流喷嘴、高压泵、控制系统、传感器阵列、数据采集系统、数据分析和评估系统,其中,射流喷嘴设置在目标储层的特定位置,以实现定向射流,高压泵与所述射流喷嘴连接,用于产生高压脉冲射流,作用于目标储层,引发岩石裂缝的扩展和形成,控制系统与所述射流喷嘴连接,用于控制射流喷嘴的射流压力和频率,传感器阵列设置在所述目标储层附近的井筒内,用于实时采集岩石表面的压力和位移数据,数据采集系统设置在所述目标储层内,用于实时采集压力和位移数据,数据分析和评估系统用于对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估。

[0017] 可选地,所述传感器阵列包括压力传感器阵列和位移传感器阵列,其中,压力传感器阵列用于实时采集压力数据;位移传感器阵列用于实时采集位移数据。

[0018] 此外,为实现上述目的,本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,其包括指令,当其在计算机上运行时,使得计算机执行本申请任意实施例所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法。

[0019] 此外,为实现上述目的,本申请实施例还提供一种计算设备,所述计算设备包括:至少一个处理器、存储器 and 输入输出单元;其中,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器用于调用所述存储器中存储的计算机程序来执行本申请任意实施例所述的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法。

[0020] 本申请实施例提供的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,通过目标储层的参数获取高压定向脉冲射流压裂参数,通过多个传感器获取必要数据,然后提取岩石裂缝的特征,并且根据特征提取的结果对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估,从而达到实时监控和评估高压定向脉冲射流引导起裂过程中的岩石裂缝扩展情况的目的,为压裂改造提供实时反馈和优化依据。此外,多个传感器可以从多角度监控裂缝起裂和延伸情况,减小监测结果的误差。

附图说明

[0021] 图1为本申请实施例提供的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法的流程图；

[0022] 图2为本申请实施例提供的基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置的结构框图；

[0023] 图3为本申请实施例提供的一种介质的结构示意图；

[0024] 图4为本申请实施例提供的一种计算设备的结构示意图。

[0025] 附图标记说明：

[0026] 300-基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置、310-射流喷嘴、320-高压泵、330-控制系统、340-传感器阵列、350-数据采集系统、360-数据分析和评估系统。

[0027] 本申请目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0028] 应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。相反，提供这些实施方式是为了使本公开更加透彻和完整，并且能够将本公开的范围完整地传达给本领域的技术人员。

[0029] 为了解决上述技术问题，本申请实施例提供基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法，该方法可以由计算机来执行，如图1所示，该方法可以包括如下步骤：

[0030] S10，获取目标储层的参数。

[0031] 具体地，油气储层是在油气勘探工程中，地下存在油气聚集的岩层区域。储层的特征包括了岩性、物性、含油气性等方面，这也是储层预测的主要方向，其中，储层岩性是描述储层矿物质组成成分的主要特征，反映了岩层的储藏性能和储层特征。此外，所述目标储层的参数包括物理参数和力学参数，其中，物理参数包括储层岩石的物理结构、分布范围、储层顶界面构造形态和储层厚度，力学参数包括储层岩石的强度、弹性、塑性和断裂行为。

[0032] S20，基于所述参数，获取高压定向脉冲射流压裂参数。

[0033] 其中，高压定向脉冲射流是一种新型的水射流技术，指的是将高压水通过特殊的装置，转换成高速、高压的水射流，进而以极高的能量冲击作用于被切割的物体表面，从而达到切割的目的。所述高压定向脉冲射流压裂参数包括射流压力、射流频率和射流方向。

[0034] S30，基于多个传感器获取必要数据。

[0035] 其中，所述多个传感器包括压力传感器和位移传感器。

[0036] 在示例性实施例中，步骤S30具体可以包括如下步骤：

[0037] S310，基于所述压力传感器获取高压脉冲射流对岩石施加的压力数据；

[0038] S320，基于位移传感器阵列获取岩石表面或内部的位移数据。

[0039] 其中，压力传感器是将气体或液体中的输入机械压力转换为电输出信号的传感器或仪器。压力传感器由可以测量、检测或监控施加压力的压敏元件和将信息转换为电输出信号电子元件组成。进一步地，压力传感器具有两个重要特性：提供承受高压的坚固性；具有弹性以最小程度地变形并在受压时恢复其原始形状。简而言之，压力传感器将压力转换为一个小的电信号，然后进行传输和显示。

[0040] 位移传感器，也称为线性传感器，是一种测量设备，主要用于检测和测量物体位置、位移或变形的装置。位移传感器的工作原理是将物体的位移、位置变化或变形转换为电信号输出，从而实现对物体运动的具体位置、方向以及变化程度的测量。位移传感器可分为

接触式和非接触式两种类型。接触式位移传感器适用于需要测量小范围物体位移的场合,其检测器与被测物体直接接触;非接触式位移传感器则适用于测量大范围的物体位移,它通过光学、电磁或超声波等方式测量物体的位移。位移传感器在机械加工、航空航天、自动化生产等多个领域都有广泛的应用。

[0041] S40,基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征。

[0042] 具体地,步骤S40可以包括如下步骤:

[0043] S410,对所述压力数据进行分析和处理,获取高压脉冲射流引发的压力变化特征;

[0044] S420,对所述位移数据进行分析和处理,获取岩石表面或内部的位移变化特征;

[0045] S430,基于获取到的所述压力变化特征和所述位移变化特征,获取岩石裂缝的扩展速度、裂缝形态和连接性。

[0046] 具体地,步骤S410通过对压力数据进行处理和分析,从而提取射流施加的压力变化特征,可以使用以下公式(1)计算压力变化率(Pressure Rate of Change, PRC):

$$[0047] \quad PRC(t) = \frac{P(t) - P(t - t_0)}{t_0} \quad (1)$$

[0048] 其中,PRC(t)为压力变化率,P(t)为t时刻的压力,P(t-t₀)为经过t₀的压力,t₀为时间间隔。

[0049] 对位移数据进行处理和分析,提取岩石表面的微小位移变化特征。可以使用以下公式(2)计算位移变化率(Displacement Rate of Change, DRC):

$$[0050] \quad DRC(t) = \frac{D(t) - D(t - t_0)}{t_0} \quad (2)$$

[0051] 其中,DRC(t)为位移变化率,D(t)为t时刻的位移,D(t-t₀)为经过t₀的位移,t₀为时间间隔。

[0052] 结合压力和位移特征,可以使用如下公式(3)进一步计算岩石裂缝的扩展速度(Fracture Propagation Velocity, FPV):

$$[0053] \quad FPV(t) = \frac{DRC(t)}{PRC(t)} \quad (3)$$

[0054] 其中,DRC(t)为位移变化率,PRC(t)为压力变化率,FPV(t)为扩展速度。

[0055] S50,基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果。

[0056] 具体地,步骤S50还可以包括如下步骤:

[0057] S510,根据特征提取的结果,分析岩石裂缝的扩展速度和形态。

[0058] S520,将得到的 $FPV(t)$ 与预期的裂缝扩展速度进行比较,评估高压定向脉冲射流对不同储层岩石的压裂效果。

[0059] S530,若发现裂缝扩展速度不符合预期,可以根据 $FPV(t)$ 进行参数调整,以优化压裂改造效果。

[0060] 进一步地,在步骤S50之后,还可以包括如下步骤:

[0061] S60,与预设的裂缝扩展特征进行对比,判断高压定向脉冲射流对不同储层岩石的压裂效果;

[0062] S70,若裂缝扩展与预期结果差距超过预设值,调整高压定向脉冲射流参数,以优

化压裂改造效果。

[0063] 本申请实施例提供的基于高压定向脉冲射流的压裂监测方法,通过目标储层的参数获取高压定向脉冲射流压裂参数,通过多个传感器获取必要数据,然后提取岩石裂缝的特征,并且根据特征提取的结果对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估,从而达到实时监控和评估高压定向脉冲射流引导起裂过程中的岩石裂缝扩展情况的目的,为压裂改造提供实时反馈和优化依据。此外,多个传感器可以从多角度监控裂缝起裂和延伸情况,减小监测结果的误差。

[0064] 在上述实施例的基础上,参考图2,本申请另一实施例还提供了一种基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置,该基于高压定向脉冲射流的压裂监测装置300可以包括以下模块:

[0065] 射流喷嘴310,设置在目标储层的特定位置,以实现定向射流;

[0066] 高压泵320,与所述射流喷嘴连接,用于产生高压脉冲射流,作用于目标储层,引发岩石裂缝的扩展和形成;

[0067] 控制系统330,与所述射流喷嘴连接,用于控制射流喷嘴的射流压力和频率;

[0068] 传感器阵列340,设置在所述目标储层附近的井筒内,用于实时采集岩石表面的压力和位移数据;

[0069] 数据采集系统350,设置在所述目标储层内,用于实时采集压力和位移数据;

[0070] 数据分析和评估系统360,用于对岩石裂缝的扩展情况进行分析和评估。

[0071] 在示例性实施例中,所述传感器阵列340可以包括:

[0072] 压力传感器阵列,用于实时采集压力数据;

[0073] 位移传感器阵列,用于实时采集位移数据。

[0074] 本示例性实施例中,传感器阵列是通过将多个传感器排列在一定规律的矩阵结构下,以收集并处理周围环境中的信息。每个传感器都可以独立地监测某一特定属性,并将其转化为电信号。这些传感器的输出信号可以被集中收集和分析,从而形成对所测物理量的全面、即时、准确的描述和反馈。这种传感器结构的优点在于能够同时获取多个检测点的数据,提高了感知效能和数据处理能力。因此,可以通过传感器阵列的应用,以实现更高效的数据采集和环境监测,故传感器阵列广泛应用于各个领域中,例如,可以应用于起裂特征结果监测领域中。

[0075] 具体地,传感器阵列的布置如下所述:

[0076] 1、多个压力传感器和多个位移传感器在布置在目标储层附近的井筒内。

[0077] 2、压力传感器布置在油管内,用于监测射流对岩石施加的压力变化。

[0078] 3、位移传感器布置在井壁上,用于监测岩石表面的微小位移变化。

[0079] 进一步地,传感器与数据采集系统连接,以实现实时采集压力和位移数据的功能。

[0080] 压力传感器采集的数据可以表示为 $P(t)$,其中 t 为时间。

[0081] 位移传感器采集的数据可以表示为 $D(t)$,其中 t 为时间。

[0082] 在上述实施例的基础上,本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,参考图3,其示出的计算机可读存储介质为光盘50,其上存储有计算机程序(即程序产品),所述计算机程序在被处理器运行时,会实现上述方法实施方式中所记载的各步骤,例如,获取目标储层的参数;基于所述参数,获取高压定向脉冲射流压裂参数;基于多个传感器获取必要数

据;基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征;基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果。各步骤的具体实现方式在此不再重复说明。

[0083] 需要说明的是,所述计算机可读存储介质的例子还可以包括,但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他光学、磁性存储介质,在此不再一一赘述。

[0084] 此外,在上述实施例的基础上,本申请实施例还提供一种计算设备,图4示出了适于用来实现本申请实施方式的示例性计算设备60的框图,该计算设备60可以是计算机系统或服务器。图4显示的计算设备60仅仅是一个示例,不应对本申请实施例的功能和使用范围带来任何限制。

[0085] 如图4所示,计算设备60的组件可以包括但不限于:一个或者多个处理器或者处理单元601,系统存储器602,连接不同系统组件(包括系统存储器602和处理单元601)的总线603。

[0086] 计算设备60典型地包括多种计算机系统可读介质。这些介质可以是任何能够被计算设备60访问的可用介质,包括易失性和非易失性介质,可移动的和不可移动的介质。

[0087] 系统存储器602可以包括易失性存储器形式的计算机系统可读介质,例如随机存取存储器(RAM)6021和/或高速缓存存储器6022。计算设备60可以进一步包括其它可移动/不可移动的、易失性/非易失性计算机系统存储介质。仅作为举例,ROM6023可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质(图4中未显示,通常称为“硬盘驱动器”)。尽管未在图4中示出,可以提供用于对可移动非易失性磁盘(例如“软盘”)读写的磁盘驱动器,以及对可移动非易失性光盘(例如CD-ROM,DVD-ROM或其它光介质)读写的光盘驱动器。在这些情况下,每个驱动器可以通过一个或者多个数据介质接口与连接不同系统组件的总线603相连。系统存储器602中可以包括至少一个程序产品,该程序产品具有一组(例如至少一个)程序模块,这些程序模块被配置以执行本申请各实施例的功能。

[0088] 具有一组(至少一个)程序模块6024的程序/实用工具6025,可以存储在例如系统存储器602中,且这样的程序模块6024包括但不限于:操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据,这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。程序模块6024通常执行本申请所描述的实施例中的功能和/或方法。

[0089] 计算设备60也可以与一个或多个外部设备604(如键盘、指向设备、显示器等)通信。这种通信可以通过输入/输出(I/O)接口605进行。并且,计算设备60还可以通过网络适配器606与一个或者多个网络(例如局域网(LAN),广域网(WAN)和/或公共网络,例如因特网)通信。如图4所示,网络适配器606通过连接不同系统组件的总线603与计算设备60的其它模块(如处理单元601等)通信。应当明白,尽管图4中未示出,可以结合计算设备60使用其它硬件和/或软件模块。

[0090] 处理单元601通过运行存储在系统存储器602中的程序,从而执行各种功能应用以及数据处理,例如,获取目标储层的参数;基于所述参数,获取高压定向脉冲射流压裂参数;基于多个传感器获取必要数据;基于所述必要数据,获取岩石裂缝的特征;基于所述岩石裂缝的特征,获取所述岩石裂缝的扩展情况的分析评估结果。各步骤的具体实现方式在此不再重复说明。应当注意,尽管在上文详细描述中提及了基于高压定向脉冲射流引导起裂特

征结果监测装置的若干单元/模块或子单元/子模块,但是这种划分仅仅是示例性的并非强制性的。实际上,根据本申请的实施方式,上文描述的两个或更多单元/模块的特征和功能可以在一个单元/模块中具体化。反之,上文描述的一个单元/模块的特征和功能可以进一步划分为由多个单元/模块来具体化。

[0091] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0092] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0093] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,又例如,多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0094] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0095] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0096] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个处理器可执行的非易失的计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0097] 最后应说明的是:以上所述实施例,仅为本申请的具体实施方式,用以说明本申请的技术方案,而非对其限制,本申请的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质的脱离本申请实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

[0098] 此外,尽管在附图中以特定顺序描述了本申请方法的操作,但是,这并非要求或者暗示必须按照该特定顺序来执行这些操作,或是必须执行全部所示的操作才能实现期望的结果。附加地或备选地,可以省略某些步骤,将多个步骤合并为一个步骤执行,和/或将一个步骤分解为多个步骤执行。

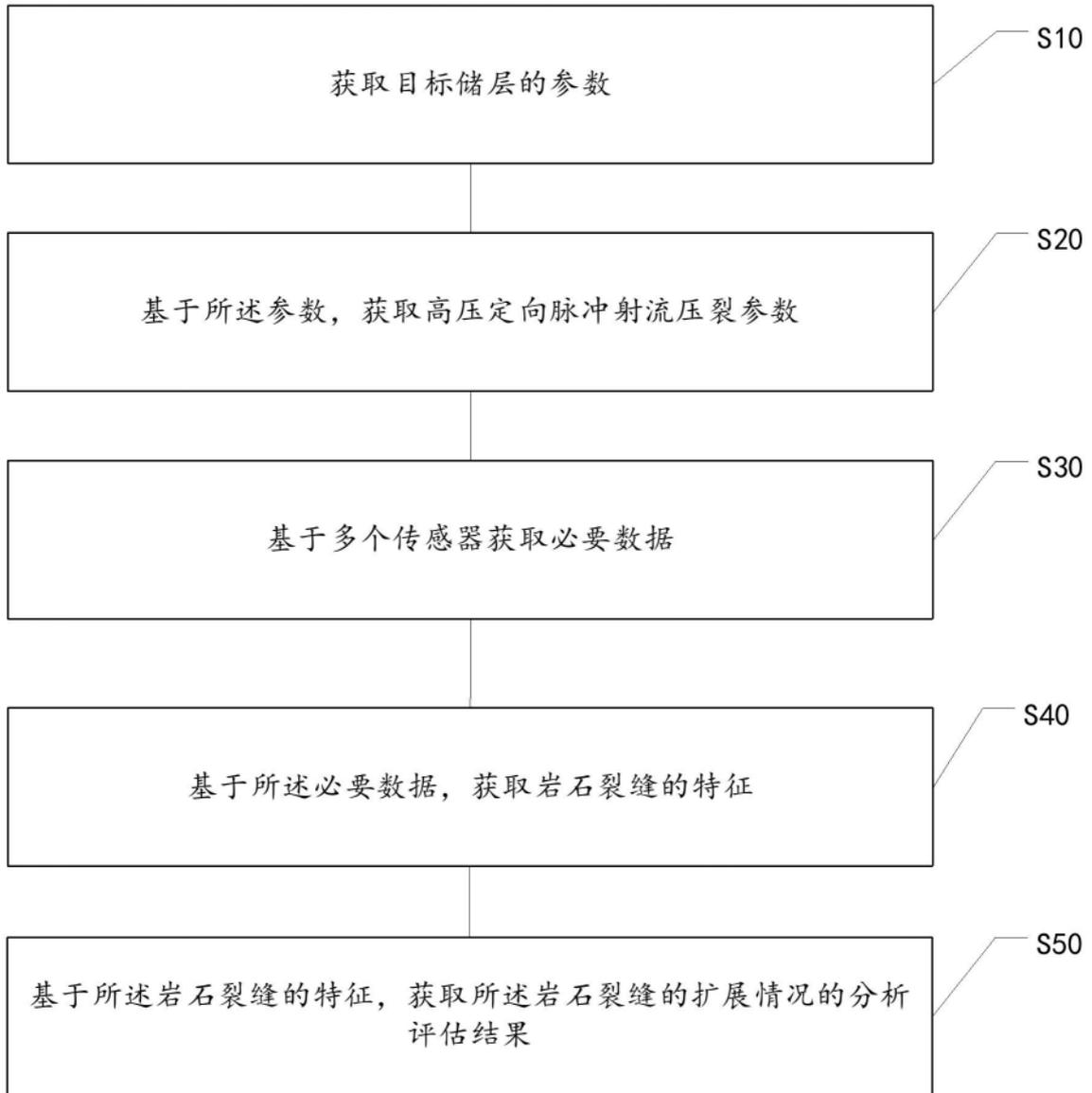


图1



图2

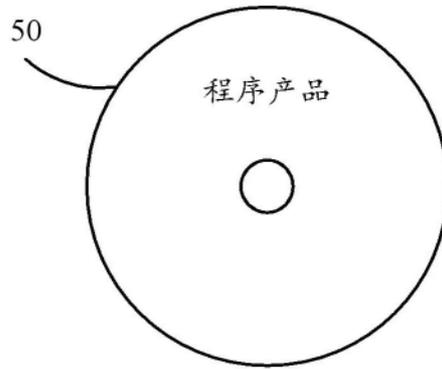


图3

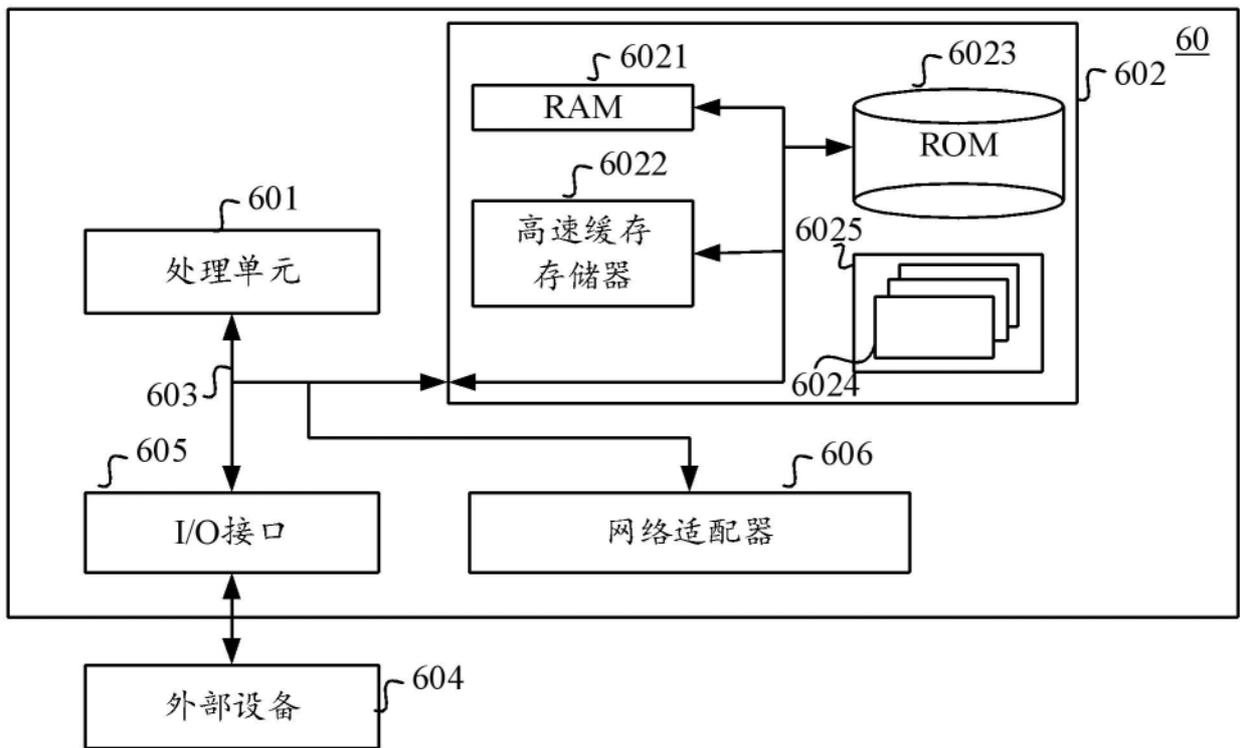


图4