

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 5 月 2 日 (02.05.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/088308 A1

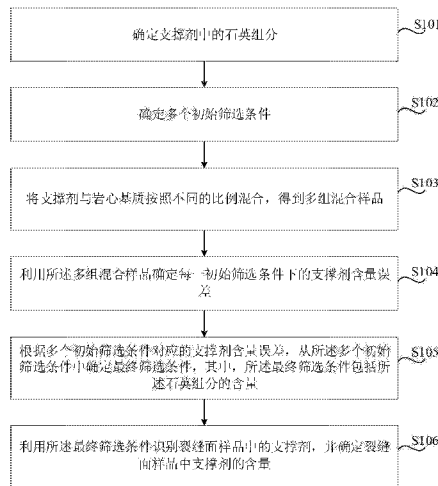
- (51) 国际专利分类号:
G01N 23/2251 (2018.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/126530
- (22) 国际申请日: 2023 年 10 月 25 日 (25.10.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202211310867.8 2022年10月25日 (25.10.2022) CN
- (71) 申请人: 中国石油天然气股份有限公司 (PETROCHINA COMPANY LIMITED) [CN/CN];
中国北京市东城区东直门北大街 9 号, Beijing 100007 (CN)。
- (72) 发明人: 靳军 (JIN, Jun); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。

张远凯 (ZHANG, Yuankai); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。王子强 (WANG, Ziqiang); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。周伟 (ZHOU, Wei); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。刘向军 (LIU, Xiangjun); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。刘赛 (LIU, Sai); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。林治忠 (LIN, Zhizhong); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。郭慧英 (GUO, Huiying); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。魏云 (WEI, Yun); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道 66 号, Xinjiang 834000 (CN)。梁宝兴 (LIANG, Baoxing); 中国新疆维吾

(54) Title: METHOD, DEVICE AND SYSTEM FOR DETERMINING CONTENT OF PROPPANT FOR FRACTURING

(54) 发明名称: 压裂用支撑剂含量确定方法、装置及系统

[图 1]



- S101 Determine a quartz component in a proppant
- S102 Determine a plurality of initial screening conditions
- S103 Mix the proppant with a core matrix at different ratios to obtain a plurality of groups of mixed samples
- S104 Determine a proppant content error under each initial screening condition by using the plurality of groups of mixed samples
- S105 Determine a final screening condition from the plurality of initial screening conditions according to the proppant content errors corresponding to the plurality of initial screening conditions, wherein the final screening condition comprises the content of the quartz component
- S106 Identify the proppant in a fracture surface sample by means of the final screening condition, and determine the content of the proppant in the fracture surface sample

(57) Abstract: A method, device and system for determining the content of a proppant for fracturing. The method comprises: determining a quartz component S in a proppant (S101); determining a plurality of initial screening conditions (S102); mixing the proppant with a core matrix at different ratios to obtain a plurality of groups of mixed samples (S103); determining a proppant content error under each initial screening condition by using the plurality of groups of mixed samples (S104); determining a final screening condition from the plurality of initial screening conditions according to the proppant content errors corresponding to the plurality of initial screening conditions, wherein the final screening condition comprises the content of the quartz component (S105); and identifying the proppant in a fracture surface sample by using the final screening condition, and determining the content of the proppant in the fracture surface sample (S106). The content of a proppant for fracturing in formation can be accurately and quickly obtained, which helps to evaluate

尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。寇根(KOU, Gen); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。李震(LI, Zhen); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。李婷(LI, Ting); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。周波(ZHOU, Bo); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。李琼(LI, Qiong); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。葛玲(GE, Ling); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。胡冰艳(HU, Bingyan); 中国新疆维吾尔自治区克拉玛依市迎宾大道66号, Xinjiang 834000 (CN)。

(74) 代理人: 北京润平知识产权代理有限公司 (RUNPING & PARTNERS); 中国北京市海淀区北四环西路9号银谷大厦515室, Beijing 100190 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

the effect of fracturing modification and improve the recovery rate of oil-gas wells as well as the economic benefits of oilfields.

(57) 摘要: 一种压裂用支撑剂含量确定方法、装置及系统, 方法包括: 确定支撑剂中的石英组分S (S101); 确定多个初始筛选条件 (S102); 将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合, 得到多组混合样品 (S103); 利用多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差 (S104); 根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差, 从多个初始筛选条件中确定最终筛选条件, 其中, 最终筛选条件包括石英组分的含量 (S105); 利用最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂, 并确定裂缝面样品中支撑剂的含量 (S106)。能够精确、快速的得出地层中压裂用支撑剂的含量, 有助于评价压裂改造效果, 提高油气井采收率及油田经济效益。

说明书

发明名称: 压裂用支撑剂含量确定方法、装置及系统 技术领域

[0001] 本发明涉及矿物识别技术领域，具体地，涉及一种压裂用支撑剂含量确定方法、一种压裂用支撑剂含量确定装置及一种压裂用支撑剂含量确定系统。

背景技术

[0002] 随着国际石油供需的不平衡加剧，勘探的低渗透油气藏所占的比例的不断加大，作为老井改造和低渗透油气藏开发的主要技术手段的压裂施工技术，应用越来越广泛，尤其是在我国这种低渗透油气藏储量巨大的油气资源分布情况下，通过对低渗透油藏和低产井进行压裂改造，有效地提高了油气采收率，促进了油气井的增产增收。支撑剂为所有水力压裂改造和部分酸压改造的必备材料。针对不同类型岩心基质，开展压裂后，进入裂缝中的压裂用支撑剂含量(即裂缝面样品的支撑剂含量)的分析，对评价压裂改造效果，优化压裂设计，提高油气井采收率及油田经济效益具有重要意义。石英砂价格低廉，容易获取，是目前最常用的支撑剂。

[0003] 传统的矿物识别方法包括手持标本观察和显微镜下观察。在手持标本中，通过矿物的颜色、晶形、光泽、条痕、透明度、发光性、比重、硬度、解理甚至是磁性等特征来判定矿物类型，但这种方法很多时候只能够区分结晶较大、特征较明显的矿物，对于细小的矿物颗粒就很难有分辨的能力；在显微镜下放置岩石样品，观察其偏光、正交偏光或者反光镜下的光型特征，分析岩石的矿物组成，但镜下识别需要耗费大量的人工成本，其正确性也往往会受到观察者的经验和专业限制所影响。

[0004] X射线衍射仪技术中对样品进行X射线衍射，当某物质(晶体或非晶体)进行衍射分析时，该物质被X射线照射产生不同程度的衍射现象，物质组成、晶型、分子内成键方式、分子的构型、构象等决定该物质产生特有的衍射图谱，分析其衍射图谱，可以得出样品的元素信息、矿物成分等。但制样时需要把样品研磨成40 μ m的颗粒，破坏了样品原有形态，不能够准确地识别支撑剂颗粒。而且支撑

剂的含量也无法准确确定。因此，为了解支撑剂在裂缝中的铺置情况，迫切需要一种能够快速、准确识别支撑剂，并确定裂缝中支撑剂的含量的方法。

[0005] 发明内容

[0006] 针对现有技术中无法快速、准确识别裂缝中的支撑剂，并确定裂缝中支撑剂的含量的技术问题，本发明提供了一种压裂用支撑剂含量确定方法、一种压裂用支撑剂含量确定装置及一种压裂用支撑剂含量确定系统，采用压裂用支撑剂含量确定方法能够精确、快速的得出地层中压裂用支撑剂的含量，有助于评价压裂改造效果，提高油气井采收率及油田经济效益。

[0007] 为实现上述目的，本发明提供的压裂用支撑剂含量确定方法包括以下步骤：确定支撑剂中的石英组分；确定多个初始筛选条件；将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品；利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差；根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量；利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。

[0008] 进一步地，所述确定支撑剂中的石英组分，包括：

[0009] 对支撑剂的各个组分与不同地层的岩心基质的组分进行对比，确定支撑剂中的石英组分。

[0010] 进一步地，所述利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差，包括：

[0011] 在每一初始筛选条件下，确定混合样品的支撑剂的含量误差；

[0012] 将多组混合样品的支撑剂的含量误差的平均值确定为该初始筛选条件下的支撑剂含量误差。

[0013] 进一步地，所述在每一初始筛选条件下，确定混合样品的支撑剂的含量误差，包括：

[0014] 在每一初始筛选条件下，计算混合样品的检测支撑剂含量；

[0015] 根据该混合样品的实际支撑剂含量与其检测支撑剂含量的差值，确定该混合样品的支撑剂的含量误差。

- [0016] 进一步地，所述根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，包括：
- [0017] 从多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差中确定最小支撑剂含量误差；
- [0018] 将最小支撑剂含量误差对应的初始筛选条件确定为所述最终筛选条件。
- [0019] 进一步地，所述利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，包括：
- [0020] 根据所述最终筛选条件，从裂缝面样品的多个颗粒中筛选出裂缝面样品石英颗粒；
- [0021] 根据所述最终筛选条件，从岩心基质的多个颗粒中筛选出岩心基质石英颗粒；
- [0022] 根据所述裂缝面样品石英颗粒和所述岩心基质石英颗粒确定支撑剂石英颗粒。
- [0023] 进一步地，所述确定裂缝面样品中支撑剂的含量，包括：
- [0024] 确定裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量；
- [0025] 确定岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量；
- [0026] 根据裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量、岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量以及支撑剂中的石英颗粒的含量确定所述裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [0027] 进一步地，所述裂缝面样品中支撑剂的含量通过以下方式确定：
- $$P_z = (P_s - P_d) / P_y;$$
- [0028] 其中， P_z 为裂缝面样品中支撑剂的含量， P_s 为裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量， P_d 为岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量， P_y 为支撑剂中的石英颗粒的含量。
- [0029] 本发明第二方面提供一种压裂用支撑剂含量确定装置，所述压裂用支撑剂含量确定装置包括：确定模块，用于确定支撑剂中的石英组分；以及确定多个初始筛选条件；混合样品制备模块，用于将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品；误差确定模块，用于利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差；筛选模块，用于根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量；
- [0030] 支撑剂确定模块，用于利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。

- [0031] 本发明第三方面提供一种压裂用支撑剂含量确定系统，包括上文所述的压裂用支撑剂含量确定装置。
- [0032] 通过本发明提供的技术方案，本发明至少具有如下技术效果：
- [0033] 本发明的压裂用支撑剂含量确定方法，先确定支撑剂中的石英组分，利用石英组分对裂缝面样品中的支撑剂进行识别和并确定支撑剂的含量。确定多个初始筛选条件，将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品。利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差，根据支撑剂含量误差从多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，然后利用最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。根据本发明提供的压裂用支撑剂含量确定方法，能够精确、快速的得出地层中压裂用支撑剂的含量，有助于评价压裂改造效果，提高油气井采收率及油田经济效益。
- [0034] 本发明的其它特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

- [0035] 附图是用来提供对本发明实施例的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明实施例，但并不构成对本发明实施例的限制。在附图中：
- [0036] 图1为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法的流程图；
- [0037] 图2为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中岩心基质的矿物图；
- [0038] 图3为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中支撑剂的矿物图；
- [0039] 图4为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中的一种石英组分的X射线谱图；
- [0040] 图5为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中的另一种石英组分的X射线谱图；
- [0041] 图6为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中的另一种石英组分的X射线谱图；
- [0042] 图7为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中的另一种石英组分的X射线谱图；

- [0043] 图8为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中的另一种石英组分的X射线谱图；
- [0044] 图9为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中一组混合样品的矿物图；
- [0045] 图10为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定方法中裂缝面样品中筛选出的石英颗粒的示意图；
- [0046] 图11为本发明实施例提供的压裂用支撑剂含量确定装置的示意图。

具体实施方式

- [0047] 以下结合附图对本发明实施例的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明实施例，并不用于限制本发明实施例。
- [0048] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。
- [0049] 在本发明中，在未作相反说明的情况下，使用的方位词如“上、下、顶、底”通常是针对附图所示的方向而言的或者是针对竖直、垂直或重力方向上而言的各部件相互位置关系描述用词。
- [0050] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。
- [0051] 请参考图1，本发明实施例提供一种压裂用支撑剂含量确定方法，方法包括以下步骤：S101：确定支撑剂中的石英组分；S102：确定多个初始筛选条件；S103：将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品；S104：利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差；S105：根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量；S106：利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [0052] 首先执行步骤S101：确定支撑剂中的石英组分。
- [0053] 进一步地，所述确定支撑剂中的石英组分，包括：对支撑剂的各个组分与不同地层的岩心基质的组分进行对比，确定支撑剂中的石英组分。

- [0054] 具体地，本发明实施方式中，支撑剂由多个颗粒组成，其主要成分是石英，即支撑剂的颗粒中大部分为石英颗粒，单个石英颗粒由大量的石英组分和少量的其他组分组成，石英组分又分为多种，至少包括SY1、SY2·····SY8。而岩心基质中也含有微量的石英，如果仅以石英去识别裂缝面样品中的支撑剂，则会将岩心基质中的石英计算在内，检测结果大于实际值。因此，本申请中，为了区分支撑剂和岩心基质中的石英，本申请中先制备支撑剂样品和不同地层中未注入支撑剂的岩心基质样品，对支撑剂样品和不同地层中未注入支撑剂的岩心基质样品进行电镜扫描分析+能谱定量分析，分别确定支撑剂和不同地层中的岩心基质的组分，将支撑剂的组分与岩心基质的组分进行对比，发现支撑剂中包括的石英组分为SY1、SY4、SY5，岩心基质中的石英组分为SY1、SY2、SY3、SY4、SY5，因此将SY1、SY4、SY5作为支撑剂中的石英组分，利用SY1、SY4、SY5组分筛选支撑剂中的石英颗粒。
- [0055] 接着执行步骤102：确定多个初始筛选条件。
- [0056] 具体地，本发明实施方式中，确定了多个初始筛选条件，具初始筛选条件请参考表1。
- [0057] 接着执行步骤103：将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品。
- [0058] 接着执行步骤104：利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差。
- [0059] 进一步地，所述利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差，包括：在每一初始筛选条件下，确定混合样品的支撑剂的含量误差；将多组混合样品的支撑剂的含量误差的平均值确定为该初始筛选条件下的支撑剂含量误差。
- [0060] 进一步地，所述在每一初始筛选条件下，确定混合样品的支撑剂的含量误差，包括：在每一初始筛选条件下，计算混合样品的检测支撑剂含量；根据该混合样品的实际支撑剂含量与其检测支撑剂含量的差值，确定该混合样品的支撑剂的含量误差。

- [0061] 具体地，本发明实施方式中，将支撑剂与同一地层的岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品。在每一初始条件下，对所有混合样品进行电镜扫描分析+能谱定量分析，确定出混合样品中的检测支撑剂含量，将混合样品的检测支撑剂含量与该组混合样品的实际支撑剂含量(即混合样品中的支撑剂的含量)做差值，确定该组混合样品的支撑剂的含量误差。将多组混合样品的支撑剂的含量误差取平均值，得到该初始条件下的支撑剂含量误差。
- [0062] 本发明实施方式中，采用自动矿物识别系统对样品进行电镜扫描分析+能谱定量分析，确定组分的含量。自动矿物识别系统应用场景多样，可以应用于实验室、钻井现场、岩心库等复杂环境。样品来源广泛，能够对岩心、岩屑、薄片等多种岩石样品的进行无损测试分析。自动矿物识别系统提供了强大可靠、种类多样的矿物数据库，包含常见的硅酸盐、碳酸盐和黏土矿物等多达2000余种，并且开发了图谱比对的专利算法代替元素法计算组分含量。通过自动矿物识别系统的技术软件控制扫描电子显微镜，采集一帧BSE图像(矿物图)，然后进行矿物颗粒提取、颗粒灰度分相等图像处理，以确定X射线能谱点分析位置(比如图2矿物图中的一个方块点)；然后控制X射线能谱仪自动采集X射线能谱点分析位置的X射线谱图信息，根据X射线谱图信息确定X射线能谱点分析位置的组分。在一帧内所有X射线能谱点分析位置的X射线采集完成后，能够利用自有的算法计算各组分的含量。
- [0063] 本领域技术人员还可以利用其他的检测手段检测样品的组分与含量，本实施例中不做限制。
- [0064] 接着执行步骤105：根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量。
- [0065] 进一步地，所述根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，包括：从多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差中确定最小支撑剂含量误差；将最小支撑剂含量误差对应的初始筛选条件确定为所述最终筛选条件。

- [0066] 具体地，本发明实施方式中，从初始筛选条件对应的支撑剂含量误差中确定最小支撑剂含量误差，将最小支撑剂含量误差对应的初始筛选条件确定为最终筛选条件。
- [0067] 最后执行步骤106：利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [0068] 进一步地，所述利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，包括：根据所述最终筛选条件，从裂缝面样品的多个颗粒中筛选出裂缝面样品石英颗粒；根据所述最终筛选条件，从岩心基质的多个颗粒中筛选出岩心基质石英颗粒；根据所述裂缝面样品石英颗粒和所述岩心基质石英颗粒确定支撑剂石英颗粒。
- [0069] 进一步地，所述确定裂缝面样品中支撑剂的含量，包括：确定裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量；确定岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量；根据裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量、岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量以及支撑剂中的石英颗粒的含量确定所述裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [0070] 进一步地，所述裂缝面样品中支撑剂的含量通过以下方式确定：
$$P_z = (P_s - P_d) / P_y;$$
- [0071] 其中， P_z 为裂缝面样品中支撑剂的含量， P_s 为裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量， P_d 为岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量， P_y 为支撑剂中的石英颗粒的含量。
- [0072] 具体地，本发明实施方式中，利用最终筛选条件裂缝面样品的多个颗粒中筛选，如果颗粒符合最终筛选条件，则判断该颗粒为裂缝面样品石英颗粒。然后确定出裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量 P_s 。岩心基质中还含有微量的石英颗粒，为了避免误差，利用最终筛选条件对岩心基质进行筛选，如果颗粒符合最终筛选条件，则判断该颗粒为岩心基质石英颗粒，然后确定出岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量。再在裂缝面样品石英颗粒中减去岩心基质石英颗粒，即为支撑剂石英颗粒，然后再确定出裂缝面样品中的支撑剂的石英颗粒的含量，即 $P_s - P_d$ 。在确定岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量时，选取不同地层

的岩心基质的样品，检测多个样品中的石英颗粒的含量，再取平均值，得到岩心基质石英颗粒的含量。

[0073] 裂缝面样品中支撑剂的含量通过以下方式确定： $P_z = (P_s - P_d) / P_y$ ；

[0074] 其中， P_z 为裂缝面样品中支撑剂的含量， P_s 为裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量， P_d 为岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量， P_y 为支撑剂中的石英颗粒的含量。

[0075] 通过本发明提供的方法，能够精确、快速的得出地层中压裂用支撑剂的含量，有助于评价压裂改造效果，提高油气井采收率及油田经济效益。

[0076] 实施例一

[0077] 首先制备支撑剂样品、岩心基质样品、裂缝面样品。样品制备步骤包括：(1) 样品预处理：将样品进行网筛，除杂、清洗和烘干，得到粒径为0.1–0.8mm的预处理样品。清洗时采用水或者无水乙醇进行清洗，将样品颗粒表面附着物和钻井液彻底清除。(2) 样品制备：取预处理样品入模，加入质量体积比g/ml为1: 1.1的金相粉和金相液组成的样品树脂液后充分搅拌消除气泡，静置固化，得到粗样；将粗样打磨抛光，清洗干燥后进行导电镀炭处理，得到样品。

[0078] 将5组支撑剂样品和10组不同深度的岩心基质样品进行电镜扫描分析+能谱定量分析，得到矿物图和X射线谱图。本实施例中，支撑剂采用粒径为20目–40目的石英颗粒。图2为其中一组岩心基质的矿物图，图2a为黑白图，图2b为彩图，由图可知，岩心基质的颗粒中含有石英组分，但是颗粒中还含有较多的杂质；图3为其中一组支撑剂的矿物图，图3a为黑白图，图3b为彩图，由图可知，支撑剂中石英颗粒占比80%，且矿物颗粒含石英纯度较高、颗粒粒径分布集中，另含有20%长石颗粒或石英长石混合颗粒。矿物库中共有8种石英X射线谱图，请参考图4–8，分别为SY1、SY2、SY3、SY4、SY5的X射线谱图。支撑剂中X射线谱图类型为SY1、SY4、SY5，地层中X射线谱图类型为石英SY1、SY2、SY3、SY4、SY5。由此得出，可通过SY1、SY4、SY5识别石英颗粒，并利用石英纯度来区分岩心基质和支撑剂中石英颗粒。

[0079] 本实施例中，确定了多个初始筛选条件，具体初始筛选条件请参考表1。

[0080] 将支撑剂与同一地层的岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品。

在每一初始条件下，对所有混合样品进行电镜扫描分析+能谱定量分析，确定出混合样品中检测支撑剂含量，将混合样品的检测支撑剂含量与该组混合样品的实际支撑剂含量(即混合样品中的支撑剂的含量)做差值，确定该组混合样品的支撑剂的含量误差。将多组混合样品的支撑剂的含量误差取平均值，得到表1所示的该初始条件下的支撑剂含量误差。根据表1还可得出仅利用石英组分筛选支撑剂，误差很大，而利用SY1、SY4、SY5筛选支撑剂准确率高。图9为多组混合样品中的10%支撑剂+90%岩心基质混合样品的矿物图，图9a为黑白图，图9b为彩图。

[0081] 表1

初始筛选条件	支撑剂含量误差
石英≥80%	24.0%
石英≥85%	18.2%
石英≥90%	11.9%
石英≥94%	8.3%
石英≥95%	8.0%
石英≥96%	11.0%
SY1+SY4+SY5≥80%	20.0%
SY1+SY4+SY5≥85%	16.5%
SY1+SY4+SY5≥90%	10.4%

SY1+SY4+SY5≥94%	6.8%
SY1+SY4+SY5≥95%	5.9%
SY1+SY4+SY5≥96%	9.1%

[0082] 从初始筛选条件对应的支撑剂含量误差中确定最小支撑剂含量误差为5.9%，将最小支撑剂含量误差5.9%对应的初始筛选条件SY1+SY4+SY5≥95%确定为最终筛选条件。

[0083] 然后对裂缝面样品进行电镜扫描分析+能谱定量分析，利用最终筛选条件裂缝面样品的多个颗粒中筛选，如果颗粒符合最终筛选条件，则判断该颗粒为裂缝面样品石英颗粒。请参考图10，图10为裂缝面样品的矿物图，图10a为黑白图，图10b为彩图，图10b中蓝色框出的颗粒为石英颗粒(图10a、图10b中仅以白色虚线示意性地选取了其中一个石英颗粒)。然后通过电镜扫描分析+能谱定量分析确定出裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量 P_s 为34.2%。

[0084] 对裂岩心基质进行电镜扫描分析+能谱定量分析，利用最终筛选条件对岩心基质进行筛选，如果颗粒符合最终筛选条件，则判断该颗粒为岩心基质石英颗粒，然后确定出岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量 P_d 。在确定岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量 P_d 时，选取不同地层的岩心基质的样品，检测得到表2所示的多个样品中的石英颗粒的含量，再取平均值，得到岩心基质石英颗粒的含量 P_d 。

[0085] 表2

岩心基质样品	岩心基质石英颗粒的含量
样品 1	1.50%
样品 2	2.07%
样品 3	0.59%
样品 4	1.21%
样品 5	1.04%
样品 6	1.98%
样品 7	0.77%
样品 8	0.89%
样品 9	0.92%

样品 10	0.81%
平均值	1%

[0086] 在裂缝面样品石英颗粒中减去岩心基质石英颗粒，即为支撑剂石英颗粒，然后再确定出裂缝面样品中的支撑剂的石英颗粒的含量，即34.2%－1%。

[0087] 支撑剂中的石英颗粒的含量 P_y 为80%，因此，得到裂缝面样品中支撑剂的含量 $P_z = (34.2\% - 1\%) / 80\% = 40.25\%$ 。

[0088] 请参考图11，本发明第二方面提供一种压裂用支撑剂含量确定装置，所述压裂用支撑剂含量确定装置包括：确定模块，用于确定支撑剂中的石英组分；以及确定多个初始筛选条件；混合样品制备模块，用于将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品；误差确定模块，用于利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差；筛选模块，用于根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量；支撑剂确定模块，用于利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。

[0089] 本发明第三方面提供一种压裂用支撑剂含量确定系统，包括上文所述的压裂用支撑剂含量确定装置。

[0090] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0091] 另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0092] 此外，本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本发明的思想，其同样应当视为本发明所公开的内容。

权利要求书

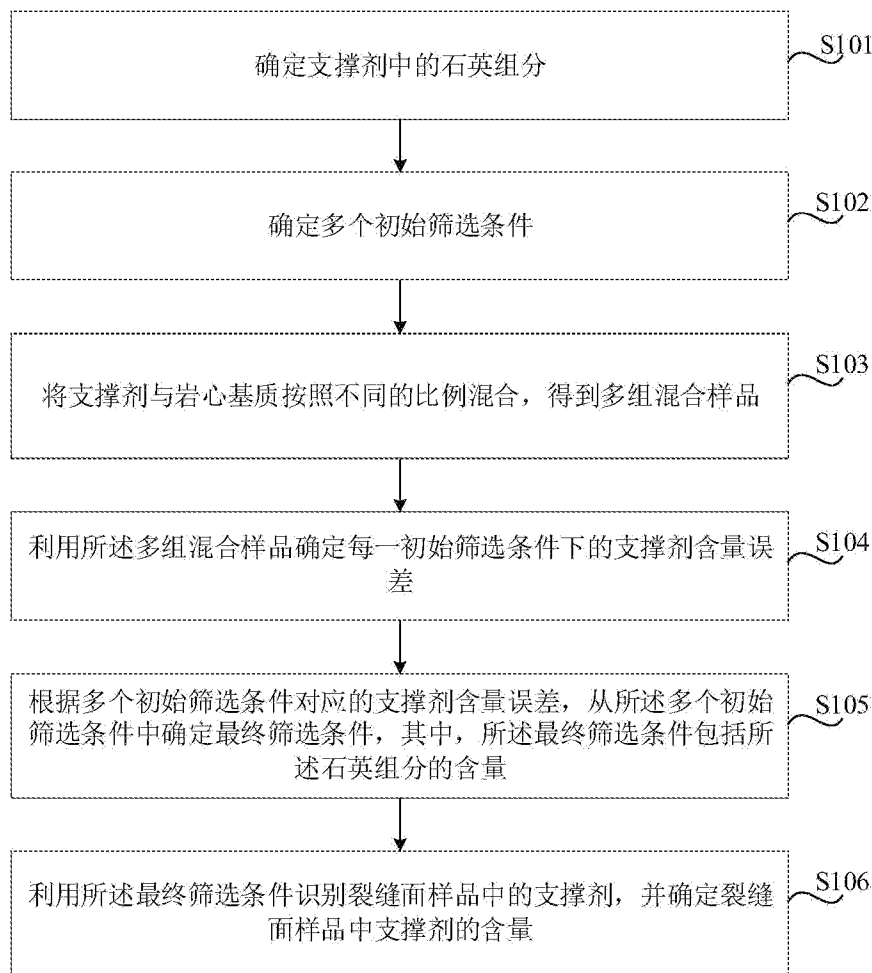
- [权利要求 1] 一种压裂用支撑剂含量确定方法，其特征在于，所述压裂用支撑剂含量确定方法包括：
- 确定支撑剂中的石英组分；
- 确定多个初始筛选条件；
- 将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品；
- 利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差；
- 根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量；
- 利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述确定支撑剂中的石英组分，包括：
- 对支撑剂的各个组分与不同地层的岩心基质的组分进行对比，确定支撑剂中的石英组分。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差，包括：
- 在每一初始筛选条件下，确定混合样品的支撑剂的含量误差；
- 将多组混合样品的支撑剂的含量误差的平均值确定为该初始筛选条件下的支撑剂含量误差。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述在每一初始筛选条件下，确定混合样品的支撑剂的含量误差，包括：
- 在每一初始筛选条件下，计算混合样品的检测支撑剂含量；
- 根据该混合样品的实际支撑剂含量与其检测支撑剂含量的差值，确定该混合样品的支撑剂的含量误差。

- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，包括：
从多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差中确定最小支撑剂含量误差；
将最小支撑剂含量误差对应的初始筛选条件确定为所述最终筛选条件。
- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，包括：
根据所述最终筛选条件，从裂缝面样品的多个颗粒中筛选出裂缝面样品石英颗粒；
根据所述最终筛选条件，从岩心基质的多个颗粒中筛选出岩心基质石英颗粒；
根据所述裂缝面样品石英颗粒和所述岩心基质石英颗粒确定支撑剂石英颗粒。
- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述确定裂缝面样品中支撑剂的含量，包括：
确定裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量；
确定岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量；
根据裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量、岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量以及支撑剂中的石英颗粒的含量确定所述裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述裂缝面样品中支撑剂的含量通过以下方式确定：
$$P_z = (P_s - P_d) / P_y;$$

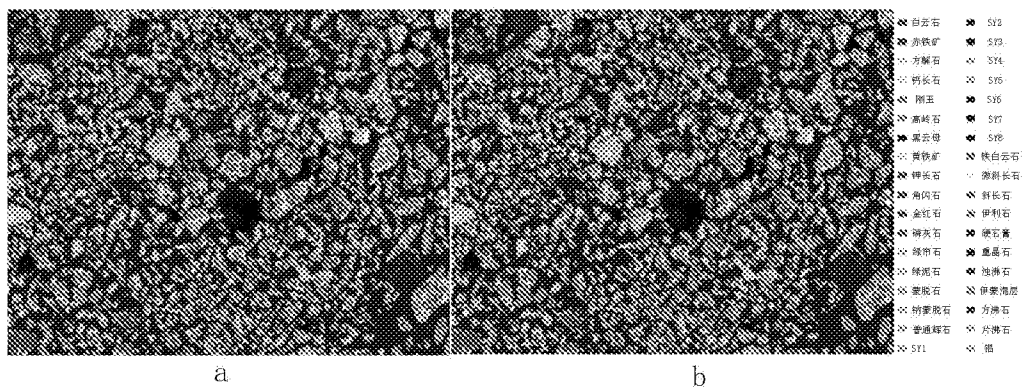
其中， P_z 为裂缝面样品中支撑剂的含量， P_s 为裂缝面样品中裂缝面样品石英颗粒的含量， P_d 为岩心基质中岩心基质石英颗粒的含量， P_y 为支撑剂中的石英颗粒的含量。

- [权利要求 9] 一种压裂用支撑剂含量确定装置，其特征在于，所述压裂用支撑剂含量确定装置包括：
- 确定模块，用于确定支撑剂中的石英组分；以及确定多个初始筛选条件；
- 混合样品制备模块，用于将支撑剂与岩心基质按照不同的比例混合，得到多组混合样品；
- 误差确定模块，用于利用所述多组混合样品确定每一初始筛选条件下的支撑剂含量误差；
- 筛选模块，用于根据多个初始筛选条件对应的支撑剂含量误差，从所述多个初始筛选条件中确定最终筛选条件，其中，所述最终筛选条件包括所述石英组分的含量；
- 支撑剂确定模块，用于利用所述最终筛选条件识别裂缝面样品中的支撑剂，并确定裂缝面样品中支撑剂的含量。
- [权利要求 10] 一种压裂用支撑剂含量确定系统，其特征在于，包括权利要求9所述的压裂用支撑剂含量确定装置。

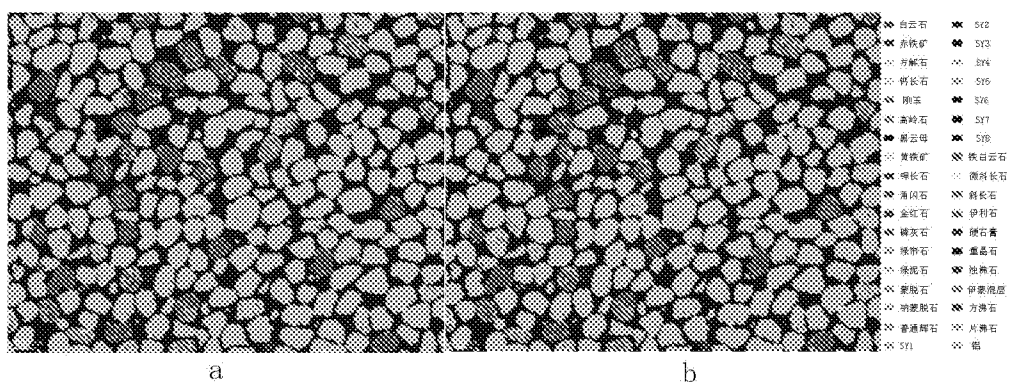
[图 1]



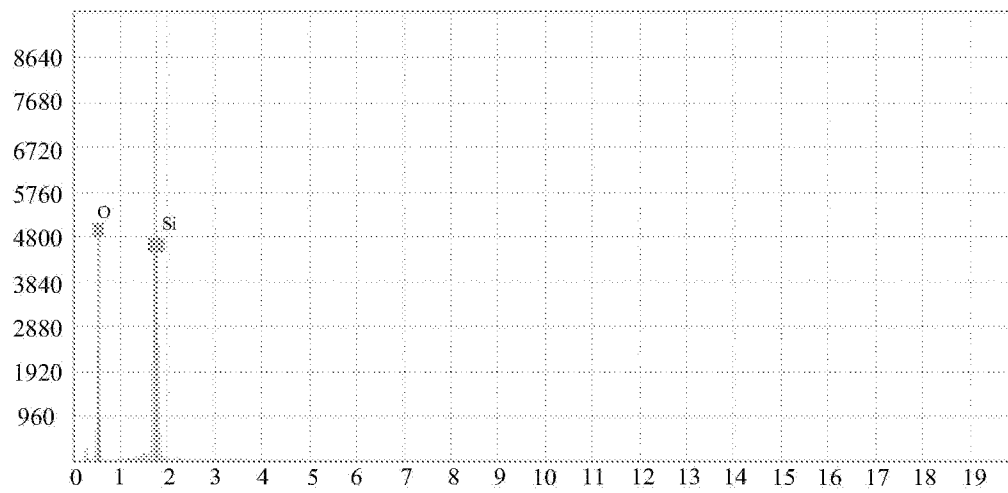
[图 2]



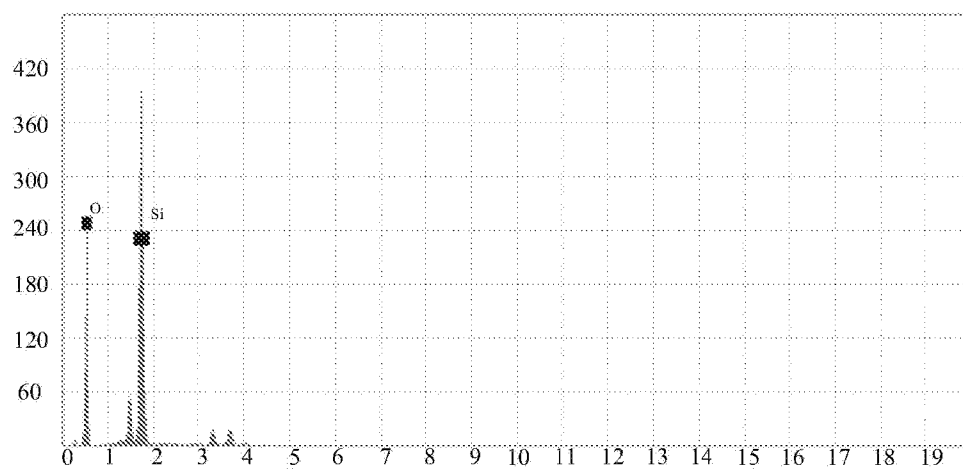
[图 3]



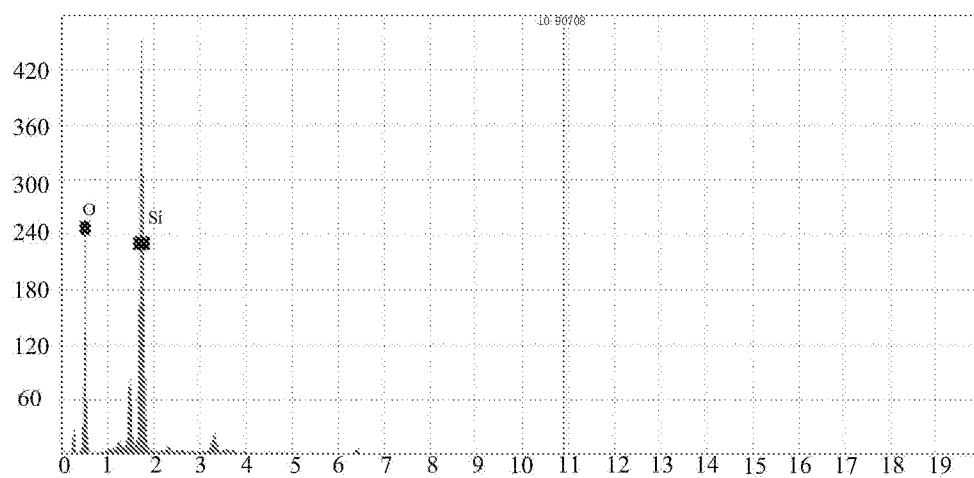
[图 4]

细则 26,
19.01.2024

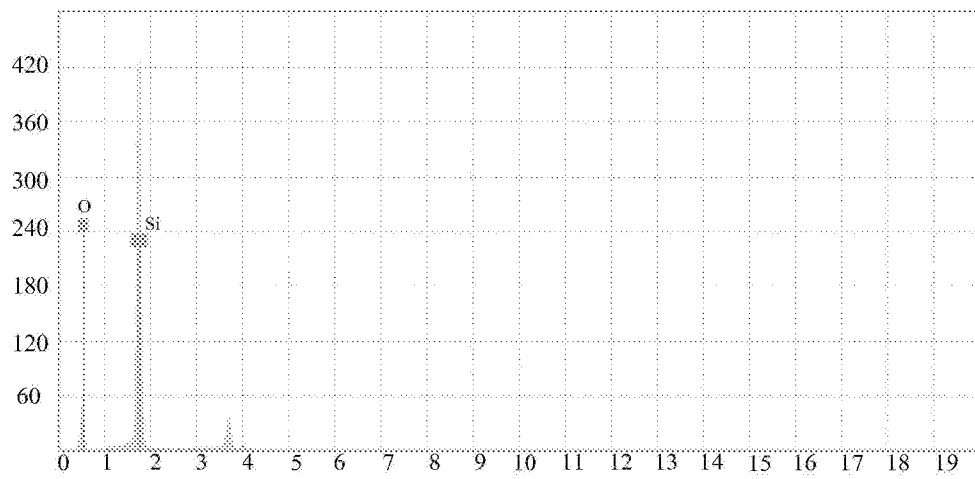
[图 5]

细则 26,
19.01.2024

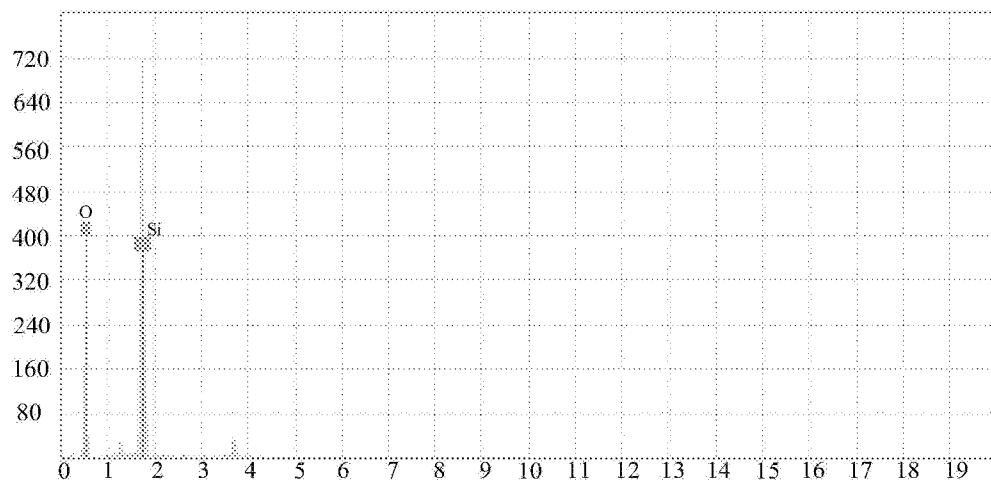
[图 6]

细则 26,
19.01.2024

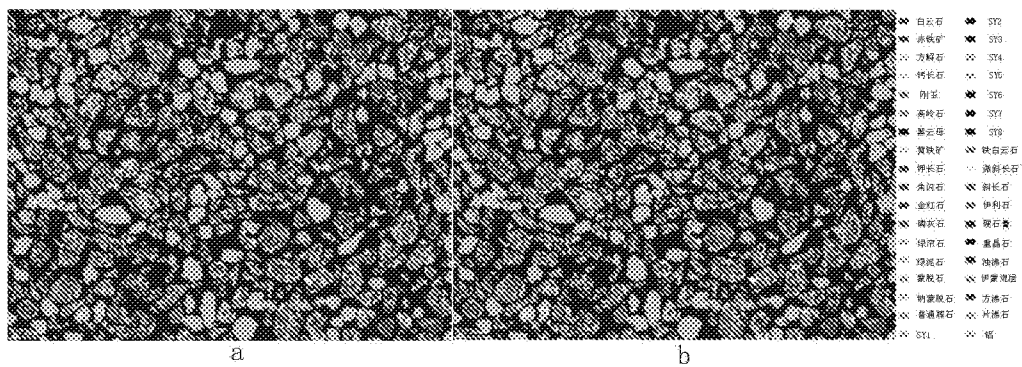
[图 7]



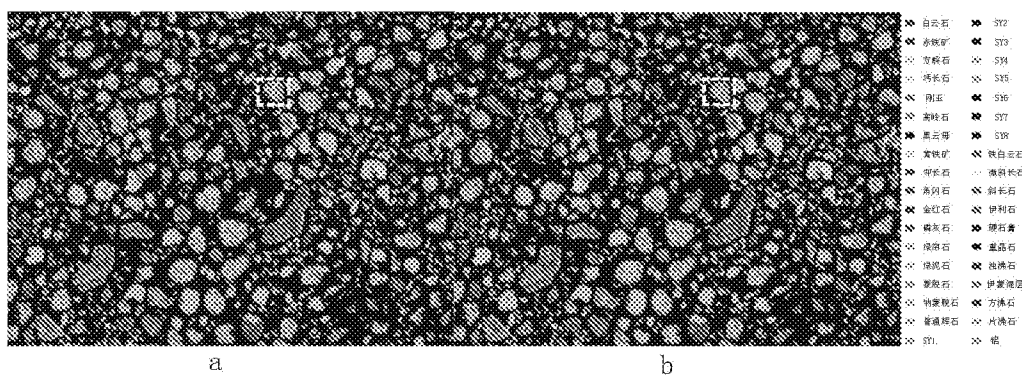
[图 8]



[图 9]



[图 10]

细则 26,
19.01.2024细则 26,
19.01.2024细则 26,
19.01.2024细则 26,
19.01.2024

[图 11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/126530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 23/2251(2018.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01N 23/-; G01N 13/-; E21B 49/-; E21B 43/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNABS, CNTXT, ENTXTC, ENTXT, VEN: 压裂, 裂缝, 缝隙, 支撑剂, 含量, 石英, 岩心, 混合, 筛选, 选择, hydraulic, fracturing, crack, gap, aperture, space, proppant, content, quartz, core, mix+, select+, screen+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2022090495 A1 (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 24 March 2022 (2022-03-24) entire document	1-10
A	CN 114577833 A (KARAMAY HEXIN PETROLEUM TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 June 2022 (2022-06-03) entire document	1-10
A	CN 104963677 A (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA)) 07 October 2015 (2015-10-07) entire document	1-10
A	CN 105204081 A (CHINA PETROLEUM AND CHEMICAL CORP. et al.) 30 December 2015 (2015-12-30) entire document	1-10
A	CN 110805434 A (CHINA PETROLEUM AND CHEMICAL CORP. et al.) 18 February 2020 (2020-02-18) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 January 2024

Date of mailing of the international search report

20 January 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/126530**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 113642273 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 12 November 2021 (2021-11-12) entire document	1-10
A	CN 1742196 A (MICRO MOTION, INC.) 01 March 2006 (2006-03-01) entire document	1-10
A	US 2018223641 A1 (GAS TECHNOLOGY INSTITUTE) 09 August 2018 (2018-08-09) entire document	1-10
A	US 2019226970 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.) 25 July 2019 (2019-07-25) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/126530

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2022090495	A1	24 March 2022	US	11408281	B2	09 August 2022
CN	114577833	A	03 June 2022	None			
CN	104963677	A	07 October 2015	None			
CN	105204081	A	30 December 2015	None			
CN	110805434	A	18 February 2020	None			
CN	113642273	A	12 November 2021	None			
CN	1742196	A	01 March 2006	HK	1087463	A1	13 October 2006
				BR	0318085	A	20 December 2005
				BRPI	0318085	B1	11 October 2016
				WO	2004072621	A1	26 August 2004
				AR	042949	A1	06 July 2005
				AU	2003209022	A1	06 September 2004
				CA	2515233	A1	26 August 2004
				CA	2515233	C	06 October 2009
				JP	2006514282	A	27 April 2006
				JP	4326475	B2	09 September 2009
				MXPA	05008165	A	05 October 2005
				US	2006144136	A1	06 July 2006
				US	7249500	B2	31 July 2007
				EP	1590651	A1	02 November 2005
				EP	1590651	B1	19 August 2015
US	2018223641	A1	09 August 2018	US	10781680	B2	22 September 2020
				CA	3050922	A1	16 August 2018
				WO	2018148400	A1	16 August 2018
US	2019226970	A1	25 July 2019	US	10677707	B2	09 June 2020

A. 主题的分类

G01N 23/2251(2018.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01N 23/-; G01N 13/-; E21B 49/-; E21B 43/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI,CNABS,CNTEXT,ENTXTC,ENTXT,VEN, 压裂, 裂缝, 缝隙, 支撑剂, 含量, 石英, 岩心, 混合, 筛选, 选择, hydraulic, fracturing, crack, gap, aperture, space, proppant, content, quartz, core, mix+, select+, screen+

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2022090495 A1 (UNIV SOUTHWEST PETROLEUM) 2022年3月24日 (2022 - 03 - 24) 全文	1-10
A	CN 114577833 A (克拉玛依禾鑫石油科技有限公司) 2022年6月3日 (2022 - 06 - 03) 全文	1-10
A	CN 104963677 A (中国石油大学(华东)) 2015年10月7日 (2015 - 10 - 07) 全文	1-10
A	CN 105204081 A (中国石油化工股份有限公司等) 2015年12月30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-10
A	CN 110805434 A (中国石油化工股份有限公司等) 2020年2月18日 (2020 - 02 - 18) 全文	1-10
A	CN 113642273 A (西南石油大学) 2021年11月12日 (2021 - 11 - 12) 全文	1-10
A	CN 1742196 A (微动公司) 2006年3月1日 (2006 - 03 - 01) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年1月4日

国际检索报告邮寄日期

2024年1月20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

王树玲

电话号码 (+86) 62085649

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2018223641 A1 (GAS TECHNOLOGY INST) 2018年8月9日 (2018 - 08 - 09) 全文	1-10
A	US 2019226970 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES INC) 2019年7月25日 (2019 - 07 - 25) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/126530

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2022090495	A1	2022年3月24日	US	11408281	B2	2022年8月9日
CN	114577833	A	2022年6月3日	无			
CN	104963677	A	2015年10月7日	无			
CN	105204081	A	2015年12月30日	无			
CN	110805434	A	2020年2月18日	无			
CN	113642273	A	2021年11月12日	无			
CN	1742196	A	2006年3月1日	HK	1087463	A1	2006年10月13日
				BR	0318085	A	2005年12月20日
				BR- PI	0318085	B1	2016年10月11日
				WO	2004072621	A1	2004年8月26日
				AR	042949	A1	2005年7月6日
				AU	2003209022	A1	2004年9月6日
				CA	2515233	A1	2004年8月26日
				CA	2515233	C	2009年10月6日
				JP	2006514282	A	2006年4月27日
				JP	4326475	B2	2009年9月9日
				MXPA	05008165	A	2005年10月5日
				US	2006144136	A1	2006年7月6日
				US	7249500	B2	2007年7月31日
				EP	1590651	A1	2005年11月2日
				EP	1590651	B1	2015年8月19日
US	2018223641	A1	2018年8月9日	US	10781680	B2	2020年9月22日
				CA	3050922	A1	2018年8月16日
				WO	2018148400	A1	2018年8月16日
US	2019226970	A1	2019年7月25日	US	10677707	B2	2020年6月9日