



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118376552 B

(45) 授权公告日 2024.10.11

(21) 申请号 202410461581.2

(22) 申请日 2024.04.17

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 118376552 A

(43) 申请公布日 2024.07.23

(73) 专利权人 西南石油大学
地址 610000 四川省成都市新都区新都大道8号

(72) 发明人 许成元 唐志刚 康毅力 唐际锐
白英睿 刘凡 张洁 刘磊 谢军
郭昆

(74) 专利代理机构 深圳峰诚志合知识产权代理有限公司 44525
专利代理师 孙雪涛

(51) Int.Cl.

G01N 15/08 (2006.01)

G01N 3/08 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 33/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103969165 A, 2014.08.06

CN 110069878 A, 2019.07.30

审查员 刘京徽

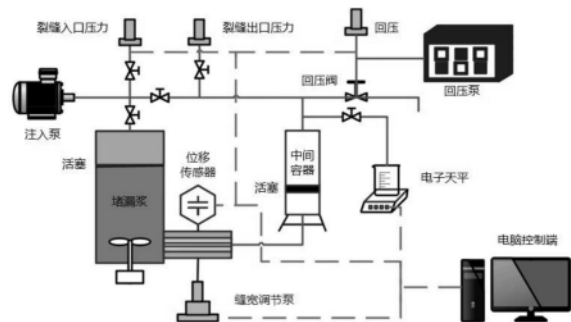
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法

(57) 摘要

一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,涉及油气开发技术领域,包括以下步骤:结合实际区块的工程地质条件,确定评价实验的考察因素,配制自降解堵漏材料堵漏浆和钻井液,并对堵漏浆进行加热预降解,在堵漏仪中测定降解后的堵漏浆的承压能力,形成有效封堵层,将堵漏浆替换为符合条件的地层水,进行有效封堵层的降解实验,获取自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率,利用层次分析法计算几个参数对自降解堵漏材料原位降解效果权重,得出自降解堵漏材料原位降解效果;本发明能够有效地对深层裂缝性储层中自降解暂堵堵漏材料进行原位评价,从而实现自降解暂堵堵漏材料的准确优选。



1. 一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1:结合实际区块的工程地质条件,确定评价实验的考察因素,其中,考察因素包括地层压力、裂缝宽度、地层水组成、地层温度;

步骤S2:根据自降解堵漏材料配方配制堵漏浆和钻井液,并对堵漏浆进行加热预降解;

步骤S3:将降解后的堵漏浆转移至堵漏仪中,调节驱替压力和裂缝闭合压力进行堵漏实验,测定堵漏配方的承压能力,形成有效封堵层;

步骤S4:将堵漏浆替换为符合条件的地层水,进行有效封堵层的降解实验,其中降解实验操作为:在地层温度条件下,重新对封堵层进行加压,调节驱替压力和裂缝闭合压力并保持憋压效果,在线监测出口端压力,测定封堵层的稳压周期和降解周期,以及渗透率恢复率,从而获取自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率;

步骤S5:利用层次分析法计算承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率几个参数对自降解堵漏材料原位降解效果权重;

步骤S6:对自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率几个参数进行评分,计算出原位降解效果分,并根据原位降解效果分得出自降解堵漏材料的原位降解效果,其中,原位降解效果分ISDE的计算式如式(1)所示:

$$ISDE = \sum \text{各评价评分} \times \text{权重} \quad (1)$$

原位降解效果分ISDE根据表1所示的原位降解效果表得出自降解堵漏材料的原位降解效果:

表1原位降解效果表

原位降解效果	20	20-40	40-60	60-80	>80
评价	差	较差	中	较好	好

2. 根据权利要求1所述的一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于:步骤S2中所述的加热预降解过程为:将堵漏浆放置在滚子加热炉中加热1~3h,用于模拟堵漏浆从地面到地层中的降解过程。

3. 根据权利要求1所述的一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于:步骤S3中所述的堵漏仪为高温高压可自动调节裂缝的堵漏仪。

4. 根据权利要求1所述的一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于:步骤S4中所述降解实验中的压力过程为:以2MPa/min的压力梯度加压至10MP保持憋压。

5. 根据权利要求1所述的一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于:步骤S4中所述的降解周期的测试方式为:当出口端出现流量时,测定封堵层降解后出现的第一个渗透率,并每间隔1h测一次,直至自降解堵漏材料出现返排。

6. 根据权利要求1所述的一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于:步骤S5中所述层次分析法过程为:根据完井方式构建选择参数相对重要性判断矩阵,归一化参数相对重要性判断矩阵的特征值,并利用归一化后的特征值计算特征向量和权重向量,完成一致性检验后得出各参数对自降解堵漏材料原位降解效果权重,其中,完井方式包括:直接投产、酸洗完井、酸化完井、压裂/酸压完井;

当采用直接投产时,参数相对重要性判断矩阵如表2所示:

表2直接投产参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	3	1/3
稳压周期	1	1	3	1/3
降解周期	1/3	1/3	1	1/6
渗透率恢复率	3	3	6	1

;

当采用酸洗完井时,参数相对重要性判断矩阵如表3所示:

表3酸洗完井参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	3	5
稳压周期	1	1	3	5
降解周期	1/3	1/3	1	2
渗透率恢复率	1/5	1/5	1/2	1

;

当采用酸化完井时,参数相对重要性判断矩阵如表4所示:

表4酸化完井参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	4	6
稳压周期	1	1	4	6
降解周期	1/4	1/4	1	2.5
渗透率恢复率	1/6	1/6	1/2.5	1

;

当采用压裂/酸压完井时,参数相对重要性判断矩阵如表5所示:

表5压裂/酸压完井参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	5	7
稳压周期	1	1	5	7
降解周期	1/5	1/5	1	3
渗透率恢复率	1/7	1/7	1/3	1

。

7. 根据权利要求1所述的一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,其特征在于:步骤S6中所述参数的评分结果分别根据承压能力评分表、稳压周期评分表、降解周期评分表、渗透率恢复率评分表得出,其中,承压能力评分表如表6所示:

表6承压能力评分表

承压能力	<4MPa	4-6MPa	6-10MPa	>10MPa
------	-------	--------	---------	--------

评分	25	50	75	100
----	----	----	----	-----

;

稳压周期评分表如表7所示:

表7稳压周期评分表

稳压周期	<5d	5-10d	10-15d	>15d
评分	25	50	75	100

;

降解周期评分表如表8所示:

表8降解周期评分表

降解周期	<3d	3-7d	7-10d	>10d
评分	100	75	50	25

;

渗透率恢复率评分表如表9所示:

表9渗透率恢复率评分表

渗透率恢复率	<20%	20-50%	50-80%	>80%
评分	25	50	75	100

。

深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油气开发技术领域,具体涉及一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法。

背景技术

[0002] 裂缝性储层是一种重要的油气储集岩层类型,其裂缝网络复杂、渗透性高,但同时也容易导致在钻井过程中发生钻井液漏失。裂缝性漏失的出现会导致钻井液的大量快速漏失。若未能迅速采取措施进行控制,不仅会因为钻井液大量侵入储层而导致储层损害,还可能引发钻井作业的中断,延长钻井周期,从而严重影响勘探与开发的进度,并且导致工程成本的增加。此外,地层裂缝作为油气流动的主要通道,对于油气藏的有效开发具有至关重要的作用,因此保护裂缝性储层不受损害是实现油气藏高效开发的关键所在。为了解决裂缝性储层堵漏问题,传统的酸溶性暂堵材料往往存在工程复杂、作业时间长和环境污染等问题。因此,开发一种裂缝性储层自降解堵漏材料成为当前研究的热点之一。

[0003] 裂缝性储层自降解堵漏材料应具有钻井作业周期内尽量不降解或少降解,承压能力尽量保持不变,坚持到完井阶段快速降解,承压能力迅速下降,渗透率恢复率迅速上升的特点,能够有效提高堵漏效果并减轻对裂缝导流能力的影响。然而,目前缺乏一种全面且可靠的原位降解评价方法,既能够评价自降解堵漏材料的稳压周期和承压能力,又能够评价其自降解。

[0004] 因此,针对裂缝性储层自降解堵漏材料的原位降解评价方法的研究具有重要意义,可以为实际油气开发中的堵漏工作提供科学依据,促进裂缝性储层的高效开发利用。

发明内容

[0005] 鉴于此,本发明目的在于提供一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,在考虑自降解过程的情况下评价堵漏材料的稳压周期和承压能力。

[0006] 为解决上述至少一个技术问题,本发明提供的技术方案是:

[0007] 提供一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,主要包括以下步骤:

[0008] 步骤S1:结合实际区块的工程地质条件,确定评价实验的考察因素,其中,考察因素包括地层压力、裂缝宽度、地层水组成、地层温度;

[0009] 步骤S2:根据自降解堵漏材料配方配制堵漏浆和钻井液,并对堵漏浆进行加热预降解;

[0010] 步骤S3:将降解后的堵漏浆转移至堵漏仪中,调节驱替压力和裂缝闭合压力进行堵漏实验,测定堵漏配方的承压能力,形成有效封堵层;

[0011] 步骤S4:将堵漏浆替换为符合条件的地层水,进行有效封堵层的降解实验,其中降解实验操作为:在地层温度条件下,重新对封堵层进行加压,调节驱替压力和裂缝闭合压力并保持憋压效果,在线监测出口端压力,测定封堵层的稳压周期和降解周期,以及渗透率恢

复率,从而获取自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率;

[0012] 步骤S5:利用层次分析法计算承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率几个参数对自降解堵漏材料原位降解效果权重;

[0013] 步骤S6:对自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率几个参数进行评分,计算出原位降解效果分,并根据原位降解效果分得出自降解堵漏材料的原位降解效果,其中,原位降解效果分ISDE的计算式如式(1)所示:

[0014] $ISDE = \sum \text{各评价评分} \times \text{权重}$ (1)

[0015] 原位降解效果分ISDE根据表1所示的原位降解效果表得出自降解堵漏材料的原位降解效果:

[0016] 表1原位降解效果表

[0017] 原位降解效果	20	20-40	40-60	60-80	>80
评价	差	较差	中	较好	好

[0018] 本发明起到的技术效果是:

[0019] 1、通过本发明的方法,能够有效地对深层裂缝性储层中自降解暂堵堵漏材料进行原位评价,从而优选自降解暂堵堵漏材料。这种方法能够为储层开发提供更为精确的数据支持,有助于制定更为合理的开发方案。

[0020] 2、本发明通过系统的评价流程,能够对不同自降解暂堵堵漏材料的性能进行比较和优选。这不仅有助于选择最适合特定地层条件的材料,还能够减少不必要的材料试验和成本投入,提高作业效率和经济效益。

[0021] 3、本发明采用的是自降解材料,因此在完成暂堵堵漏作业后,这些材料能够在储层环境中自降解,避免了复杂的酸溶解堵作业。同时降低了作业过程中的安全风险,保障了作业人员的健康和安全。

[0022] 4、本发明的方法适用于不同类型的自降解暂堵堵漏材料,无论是颗粒材料还是凝胶材料,都能够有效地进行评价与优选。

[0023] 5、本发明的方法操作流程简便,易于实施。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施方式的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0025] 图1是本发明中用于实验的高温高压裂缝自动调节堵漏实验仪的结构示意图;

[0026] 图2是本发明中的#1配方实验结果图;

[0027] 图3是本发明中的#2配方实验结果图。

具体实施方式

[0028] 下面结合实施例及附图,对本发明作进一步地的详细说明。

[0029] 为使本发明实施方式的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施

方式中的附图,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,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方式,都属于本发明保护的范围。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施方式的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施方式。

[0030] 实施例:

[0031] 一种深层裂缝性储层自降解暂堵堵漏材料原位评价与优选方法,包括以下步骤:

[0032] 步骤S1:结合实际区块的工程地质条件,确定评价实验的考察因素,其中,考察因素包括地层压力、裂缝宽度、地层水组成、地层温度,自降解堵漏材料的应用需要考虑施工区域的实际情况,因此结合实际施工区块的地质情况,将地层压力、裂缝宽度、地层水组成、地层温度作为评价实验的考察因素。

[0033] 步骤S2:根据自降解堵漏材料配方配制堵漏浆和钻井液,并对堵漏浆进行加热预降解;

[0034] 本实施例中采用的自降解堵漏浆中的钻井液基浆主要成份有膨润土、黄原胶、羧甲基纤维素钠(HV-CMC)、Na₂CO₃、NaOH,材料添加顺序如表10所示::

[0035] 表10钻井液基浆组成及操作流程

	材料	加量 (%)	加入顺序	搅拌时间 (min)
	自来水	/	/	/
	膨润土	6	5	10
[0036]	Na ₂ CO ₃	0.2	1	5
	NaOH	0.1	2	5
	HV-CMC	0.3	3/4	10
	黄原胶	0.2	3/4	10

[0037] 而自降解堵漏材料的堵漏配方是根据高效架桥原理和紧密堆积原理形成的,实验以相同的堵漏配方对比分析裂缝性储层自降解堵漏材料PU-PLA与改性原料PLA在相同条件下的裂缝封堵层自降解效果,堵漏配方如表11所示:

[0038] 表11裂缝封堵层自降解的堵漏配方

编号	堵漏浆配方	裂缝尺寸	降解方式
[0039] #1	4%OPM-10-16+3.9%PU-PLA-16-20+2.0%PU-PLA-20-25+1.5%PU-PLA30-40-+2%PU-PLA-60+2.3%PU-PLA-100	3.0-1.0mm	120℃, 地层水
#2	4%OPM-10-16+3.9%PLA-16-20+2.0%PLA-20-25+1.5%PLA30-40-+2%PLA-60+2.3%PLA-100	3.0-1.0mm	120℃, 地层水

[0040] 配制好的堵漏浆需要放置在滚子加热炉中加热2h,用于模拟堵漏浆从地面到地层中的降解过程。

[0041] 步骤S3:将降解后的堵漏浆转移至堵漏仪中,调节驱替压力和裂缝闭合压力进行堵漏实验,测定堵漏配方的承压能力,形成有效封堵层;

[0042] 目前自降解堵漏材料降解评价都是在室内进行浸泡实验,与地层原位条件存在很大差异,因此选用如图1所示的高温高压裂缝自动调节堵漏实验仪,可充分模拟地层原位条件,本实施例的使用仪器具有高温高压且裂缝可自动调节功能,裂缝岩样缝长200mm、缝宽80mm、缝高10mm以内自动调节、实验温度0~200℃,工作压力20MPa。

[0043] 堵漏实验的具体过程为:

[0044] 1) 调节高温高压裂缝自动调节堵漏实验仪中裂缝模块宽度至实际地层裂缝宽度;

[0045] 2) 连接管线,检查气瓶至高温高压裂缝自动调节堵漏实验仪釜体气密性,将配置好的钻井液基浆加入工作液釜体中,调节驱替压力至5MPa,同时施加一定程度裂缝闭合压力,测得裂缝模块初始渗透率;

[0046] 3) 将配置好的自降解裂缝堵漏浆替换至工作液釜体中,打开电动搅拌器,搅拌5min;

[0047] 4) 挤注堵漏浆,缓慢调节驱替压力至10MPa (0.5、2、4、6、8、10),同时施加一定程度裂缝闭合压力,各压力保持5min,计量累计漏失量;

[0048] 5) 憋压候堵,保持10MPa挤注压力承压时间15min;

[0049] 6) 静止候堵,关闭气瓶压力,卸掉釜体内压力,小心取出钻井液,降低挤注压力至0MPa,施加一定程度闭合压力,裂缝趋于闭合,保持15min;

[0050] 7) 循环验堵,逐渐增加挤注压力至10MPa,每个压力点保持5min。当在某个压力点下,漏失量突然增加,封堵承压能力降低至0MPa,则视为封堵失败,该压力则为封堵层承压能力。

[0051] 步骤S4:将堵漏浆替换为符合条件的地层水,进行有效封堵层的降解实验,其中降解实验操作为:在地层温度条件下,重新对封堵层进行加压,调节驱替压力和裂缝闭合压力并保持憋压效果,在线监测出口端压力,测定封堵层的稳压周期和降解周期,以及渗透率恢复率,从而获取自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率;

[0052] 高温高压裂缝自动调节堵漏实验仪中原位降解效果实验的具体过程为:

[0053] 1) 在最大承压能力下,形成有效封堵层,打开储液罐,将其中剩余堵漏浆全部移除,添加所配置的地层水,为封堵层自降解提供储层环境;

[0054] 2) 替换地层水流体后,再次以2MPa/min压力梯度加压至10MPa,确定封堵层承压效果,排除堵漏浆封门现象,后将驱替压力调整至5MPa保持憋压效果并实时监测入口端压力;

[0055] 3) 设定封堵层与储液罐温度为地层温度,持续加温,当出口端出现流量时,测定封堵层解除后出现的第一个渗透率,并每间隔1h测一次;

[0056] 4) 当裂缝封堵层填充材料降解至出现返排时,即可认为裂缝渗流能力恢复至最大值,测试结束,得到降解周期与渗透率恢复率;

[0057] 裂缝性储层自降解堵漏材料的降解环境主要为储层流体,因此认为采用实际施工区域的地层水为裂缝封堵层自降解的液体环境更加契合实际工况。

[0058] 步骤S5:利用层次分析法计算承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率几个参数对自降解堵漏材料原位降解效果权重;

[0059] 层次分析法过程为:根据完井方式构建参数选择相对重要性判断矩阵,归一化参数相对重要性判断矩阵的特征值,并利用归一化后的特征值计算特征向量和权重向量,完成一致性检验后得出各参数对自降解堵漏材料原位降解效果权重,其中,完井方式包括:直接投产、酸洗完井、酸化完井、压裂/酸压完井;

[0060] 当采用直接投产时,参数相对重要性判断矩阵如表2所示:

[0061] 表2直接投产参数相对重要性判断矩阵

[0062]

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
----	------	------	------	--------

承压能力	1	1	3	1/3
稳压周期	1	1	3	1/3
降解周期	1/3	1/3	1	1/6
渗透率恢复率	3	3	6	1

[0063] 当采用酸洗完井时,参数相对重要性判断矩阵如表3所示:

[0064] 表3酸洗完井参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	3	5
稳压周期	1	1	3	5
降解周期	1/3	1/3	1	2
渗透率恢复率	1/5	1/5	1/2	1

[0067] 当采用酸化完井时,参数相对重要性判断矩阵如表4所示:

[0068] 表4酸化完井参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	4	6
稳压周期	1	1	4	6
降解周期	1/4	1/4	1	2.5
渗透率恢复率	1/6	1/6	1/2.5	1

[0070] 当采用压裂/酸压完井时,参数相对重要性判断矩阵如表5所示:

[0071] 表5压裂/酸压完井参数相对重要性判断矩阵

指标	承压能力	稳压周期	降解周期	渗透率恢复率
承压能力	1	1	5	7
稳压周期	1	1	5	7
降解周期	1/5	1/5	1	3
渗透率恢复率	1/7	1/7	1/3	1

[0073] 基于完井方式,采用和积法求取特征向量

[0074] 首先对判断矩阵的特征值进行归一化处理,得到归一化矩阵,其每一列的元素是对应行元素除以该行的和。这样可以确保每一列的和为1,便于后续计算。

[0075] 计算特征向量:通过求解归一化判断矩阵的特征值问题来得到特征向量。设归一化判断矩阵R,其特征向量v满足如式(2)所示的关系:

[0076]
$$Rv = \lambda v \quad (2)$$

[0077] 其中, λ 是对应的特征值。特征向量代表了各元素的相对权重。

[0078] 求解最大特征根:在理想情况下,一致性判断矩阵的最大特征值 λ_{max} 应该等于矩阵的阶数n(矩阵是方阵)。但实际上,由于主观判断的偏差, λ_{max} 通常会略大于n。计算 λ_{max} 的公式如式(3)所示:

$$[0079] \quad \lambda_{max} = \max \{ \lambda \mid Rv = \lambda v, v \neq 0 \} \quad (3)$$

[0080] 计算权重向量:将特征向量进一步归一化,即除以最大特征值 λ_{max} ,得到权重向量w,具体如式(4)所示:

$$[0081] \quad w = \frac{v}{\lambda_{max}} \quad (4)$$

[0082] 权重向量w的每个分量代表了对应元素的权重。

[0083] 一致性检验:为了确保判断矩阵的一致性,需要计算一致性比率(Consistency Ratio,CR)。首先计算一致性指数(Consistency Index,CI),具体如式(5)所示:

$$[0084] \quad CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

[0085] 然后,根据判断矩阵的阶数n查找相应的随机一致性指数。

[0086] 直接投产判断矩阵AHP层次分析结果如表12所示:

[0087] 表12直接投产判断矩阵AHP层次分析结果

AHP 层次分析结果				
项	特征向量	权重值(%)	最大特征根	CI 值
[0088] 承压能力	0.788	19.69	4.021	0.007
稳压周期	0.788	19.69		
降解周期	0.293	7.321		
渗透率恢复率	2.132	53.3		

[0089] 层次分析法(和积法)的权重计算结果显示,承压能力的权重为19.69%,稳压周期的权重为19.69%,降解周期的权重为7.321%,渗透率恢复率的权重为53.3%。

[0090] 层次分析法的计算结果显示,最大特征根为4.021,根据RI表查到对应的RI值为0.882,因此 $CR = CI/RI = 0.008 < 0.1$,通过表13所示的一致性检验。

[0091] 如出现一致性检验不通过的情况,则可根据本领域现有技术,对参数相对重要性判断矩阵中的重要性值进行调整,直至一致性结果通过检验。

[0092] 表13直接投产一致性检验结果

一致性检验结果				
最大特征根	CI 值	RI 值	CR 值	一致性检验结果
4.021	0.007	0.882	0.008	通过

[0094] 压裂/酸压完井判断矩阵AHP层次分析结果如表14所示:

[0095] 表14压裂/酸压完井判断矩阵AHP层次分析结果

AHP 层次分析结果				
项	特征向量	权重值(%)	最大特征根	CI 值
[0096]	承压能力	1.684	4.073	0.024
	稳压周期	1.684		
	降解周期	0.426		
	渗透率恢复率	0.207		

[0097] 层次分析法(和积法)的权重计算结果显示,承压能力的权重为42.093%,承压周期的权重为42.093%,降解周期的权重为10.641%,渗透率恢复率的权重为5.173%。

[0098] 层次分析法的计算结果显示,最大特征根为4.073,根据RI表查到对应的RI值为0.882,因此 $CR=CI/RI=0.028<0.1$,通过如表15所示的一致性检验。

[0099] 表15压裂/酸压完井一致性检验结果

一致性检验结果				
最大特征根	CI 值	RI 值	CR 值	一致性检验结果
4.073	0.024	0.882	0.028	通过

[0101] 酸化完井判断矩阵AHP层次分析结果如表16所示:

[0102] 表16酸化完井判断矩阵AHP层次分析结果

AHP 层次分析结果				
项	特征向量	权重值(%)	最大特征根	CI 值
[0103]	承压能力	1.64	4.033	0.011
	稳压周期	1.64		
	降解周期	0.475		
	渗透率恢复率	0.245		

[0104] 层次分析法(和积法)的权重计算结果显示,承压能力的权重为41.005%,稳压周期的权重为41.005%,降解周期的权重为11.864%,渗透率恢复率的权重为6.125%。

[0105] 层次分析法的计算结果显示,最大特征根为4.033,根据RI表查到对应的RI值为0.882,因此 $CR=CI/RI=0.012<0.1$,通过表17所示的一致性检验。

[0106] 表17酸化完井一致性检验结果

一致性检验结果				
最大特征根	CI 值	RI 值	CR 值	一致性检验结果
4.033	0.011	0.882	0.012	通过

[0108] 酸洗完井判断矩阵AHP层次分析结果如表18所示:

[0109] 表18酸洗完井判断矩阵AHP层次分析结果

AHP 层次分析结果				
项	特征向量	权重值(%)	最大特征根	CI 值
[0111]	承压能力	1.574	4.004	0.001
	稳压周期	1.574		
	降解周期	0.55		
	渗透率恢复率	0.301		

[0112] 层次分析法(和积法)的权重计算结果显示,承压能力的权重为39.352%,稳压周

期的权重为39.352%，降解周期的权重为13.758%，渗透率恢复率的权重为7.537%。

[0113] 层次分析法的计算结果显示,最大特征根为4.004,根据RI表查到对应的RI值为0.882,因此 $CR=CI/RI=0.002<0.1$,通过如表19所示的一致性检验。

[0114] 表19酸洗完井一致性检验结果

一致性检验结果				
最大特征根	CI 值	RI 值	CR 值	一致性检验结果
4.004	0.001	0.882	0.002	通过

[0116] 步骤S6:对自降解堵漏材料的承压能力、稳压周期、降解周期及渗透率恢复率几个参数进行评分,计算出原位降解效果分,并根据原位降解效果分得出自降解堵漏材料的原位降解效果,其中,原位降解效果分ISDE的计算式如式(1)所示:

[0117] $ISDE = \sum \text{各评价评分} \times \text{权重}$ (1)

[0118] 原位降解效果分ISDE根据表1所示的原位降解效果表得出自降解堵漏材料的原位降解效果:

[0119] 表1原位降解效果表

原位降解效果	20	20-40	40-60	60-80	>80
评价	差	较差	中	较好	好

[0121] 参数的评分结果分别根据承压能力评分表、稳压周期评分表、降解周期评分表、渗透率恢复率评分表得出,其中,承压能力评分表如表5所示:

[0122] 表5承压能力评分表

承压能力	<4MPa	4-6MPa	6-10MPa	>10MPa
评分	25	50	75	100

[0124] 稳压周期评分表如表6所示:

[0125] 表6稳压周期评分表

稳压周期	<5d	5-10d	10-15d	>15d
评分	25	50	75	100

[0127] 降解周期评分表如表7所示:

[0128] 表7降解周期评分表

降解周期	<3d	3-7d	7-10d	>10d
评分	100	75	50	25

[0130] 渗透率恢复率评分表如表8所示:

[0131] 表8渗透率恢复率评分表

渗透率恢复率	<20%	20-50%	50-80%	>80%
评分	25	50	75	100

[0133] 根据上述评价过程,分别计算#1配方和#2配方的原位降解效果分,并获取其对应的原位降解效果,其中,#1配方和#2配方完井方式均采用压裂/酸压完井,#1配方实验结果如图2所示,裂缝模块初始渗透率为9894mD,自降解堵漏材料PU-PLA封堵层承压能力达到10MPa,在120℃模拟地层水环境中憋压5MPa条件下能够稳定承压约18天后才出现渗流现象,随后渗透率逐渐增大,在第22d渗透率达到9616mD几乎实现封堵层返排流量,渗透率恢复率为97.19%。

[0134] 因此,自降解堵漏材料PU-PLA承压能力评分为100,稳压周期评分为100,降解周期评分为100,渗透率恢复率评分为100,原位降解效果评分为100,评价为好。

[0135] #2配方实验结果如图3所示,裂缝模块初始渗透率为7659mD,自降解堵漏材料PLA封堵层承压能力也能达8MPa,在模拟地层水液体环境中120℃高温憋压5MPa条件下稳定承压时间约3d后便出现渗流,更是在之后的2d内几乎全部降解,渗透率达到7524mD,其封堵层高温迅速降解难以保持较长的稳定承压时间,无法满足实际钻完井中裂缝暂堵效果,渗透率恢复率为98.23%。

[0136] 因此,自降解堵漏材料PLA承压能力评分为100,稳压周期评分为25,降解周期评分为75,渗透率恢复率评分为100,原位降解效果评分为65.77,评价为一般。

[0137] 在本发明的描述中,需指出的是,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,不能理解为对本发明的限制。

[0138] 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实施例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。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

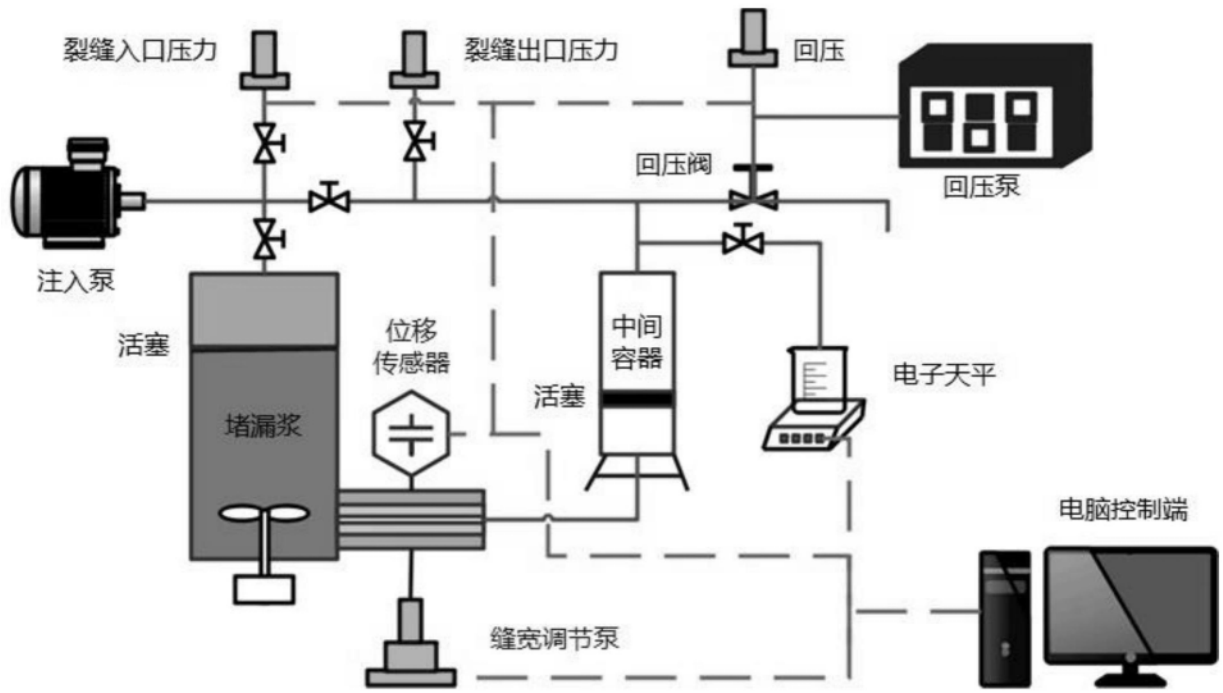


图1

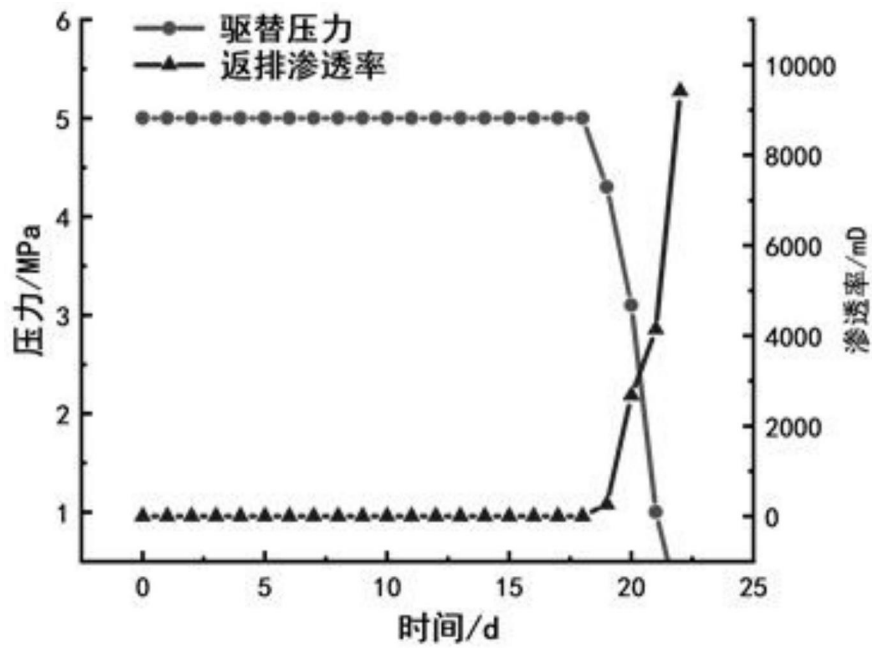


图2

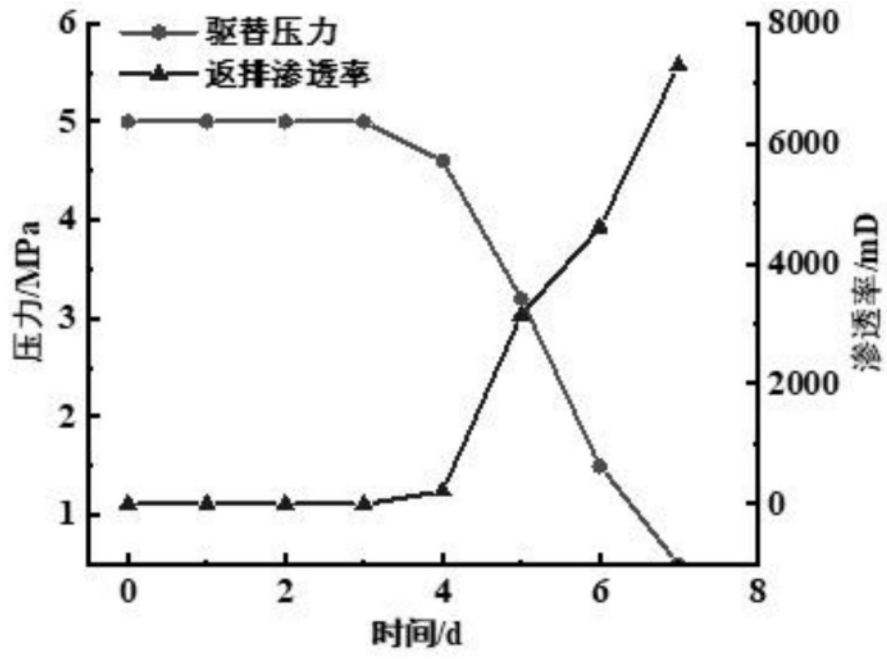


图3