



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106150461 B

(45)授权公告日 2018.06.15

(21)申请号 201510135020.4

李珊珊 赵莹莹 张波

(22)申请日 2015.03.26

(74)专利代理机构 济南日新专利代理事务所
37224

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106150461 A

代理人 崔晓艳

(43)申请公布日 2016.11.23

(51)Int.Cl.

(66)本国优先权数据
201510072147.6 2015.02.11 CN

E21B 43/22(2006.01)

G06F 17/50(2006.01)

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司
地址 257000 山东省东营市东营区济南路
125号

(56)对比文件

CN 203081416 U, 2013.07.24, 全文.

CN 104005744 A, 2014.08.27, 全文.

CN 103206198 A, 2013.07.17, 全文.

CN 202202850 U, 2012.04.25, 全文.

CN 103246820 A, 2013.08.14, 全文.

专利权人 中国石油化工股份有限公司胜利
油田分公司地质科学研究院

牛霜杰等. 聚驱后油藏井网调整数值模拟研究.《内蒙古石油化工》.2013,(第10期),第137-139页.

(72)发明人 汪勇 徐冬梅 戴涛 韩子臣
阎萍 李小妹 初杰 孙红霞
苏海波 胡慧芳 董亚娟 许强
侯玉培 史敬华 段敏 曹伟东
孟薇 易红霞 李宗阳 宋勇

审查员 李彩琴

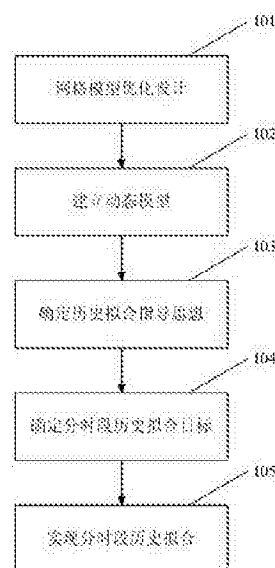
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

化学驱油藏数值模拟方法

(57)摘要

本发明提供一种化学驱油藏数值模拟方法,该化学驱油藏数值模拟方法包括:步骤1,进行网格模型优化设计,建立静态模型;步骤2,在建立的静态模型的基础上,建立动态模型;以及步骤3,在建立好动态模型的基础上,分时段对参数进行调整,实现分时段历史拟合,不同时段重点调整的参数不同,不同层次拟合精度要求不同。该化学驱油藏数值模拟方法改进数值模拟软件应用水平,提高油藏描述精度,为油藏开发后期提供更加精确的技术支持。



1. 化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,该化学驱油藏数值模拟方法包括:

步骤1,进行网格模型优化设计,建立静态模型;

步骤2,在建立的静态模型的基础上,建立动态模型;

步骤3,在建立好动态模型的基础上,分时段对参数进行调整,实现分时段历史拟合,不同时段重点调整的参数不同,不同层次拟合精度要求不同;

在步骤1中,在进行网格模型优化时,平面注采井之间网格数 ≥ 7 个,纵向模拟分层数 ≥ 4 个,对采出程度影响基本不大;根据经验统计关系,由网格平面渗透率得到网格纵向渗透率,垂向渗透率粗化时采用调和平均方法,保证夹层粗化后垂向渗透率为0,实现各类夹层对纵向流动控制。

2. 根据权利要求1所述的化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,步骤1还包括,在进行网格模型优化设计之前,确定油藏数值模拟研究区域的范围,保证区域的选择符合研究目标的需要,模型区域以排状井网形式为最佳,而且要大于研究目标区域,模型的边界以水井排为最佳,次之为油井排。

3. 根据权利要求1所述的化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,步骤2还包括,在建立动态模型之前,进行静态劈产,利用生产数据进行静态劈产时要依据产液剖面测试结果,考虑层间干扰情况下按流动系数劈产,同时综合考虑工作制度、生产压差、增产措施这些因素调整不同生产时期的劈产系数,而且对于扩大研究区,要根据注采对应关系考虑平面劈产。

4. 根据权利要求1所述的化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,步骤2还包括,在建立动态模型的同时,进行动态劈产,利用数值模拟方法进行动态劈产需要通过逐步细化模型来实现,利用粗模型进行劈产,利用精细模型进行研究。

5. 根据权利要求1所述的化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,在步骤3中,对水驱阶段和聚合物驱阶段以及后续水驱阶段分别进行拟合;在对水驱阶段进行拟合时,通过调整地质参数和劈产劈注系数实现拟合目标;在对聚合物驱阶段进行拟合时,通过调整地质参数、聚合物性能参数和劈产劈注系数实现拟合目标;在对后续水驱阶段进行拟合时,通过调整地质参数和劈产劈注系数实现拟合目标。

6. 根据权利要求5所述的化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,在步骤3中,纵向劈产劈注系数的初始值采用常规油藏工程方法取得,根据压力和含水拟合结果进行调整。

7. 根据权利要求5所述的化学驱油藏数值模拟方法,其特征在于,在步骤3中,平面劈产劈注系数的初始值根据井网注采关系确定初始值,根据压力和含水拟合结果进行调整。

化学驱油藏数值模拟方法

技术领域

[0001] 本发明涉及油藏数值模拟应用及油气田开发提高油藏采收率领域,特别是涉及到一种化学驱油藏数值模拟方法。

背景技术

[0002] 胜利油区化学驱项目越来越多,截至目前总计实施化学区项目40个,累计动用地质储量3.92亿吨,占总储量的9.3%,化学驱累积增油1906万吨,占总产量的12.2%,其中复合驱增油318万吨。越来越多化学区项目的实施对化学区数值模拟软件的应用提出了更多需求,从而导致了一系列的矛盾。主要矛盾有:

[0003] (1)地质模型复杂化与保证计算稳定性之间矛盾

[0004] 地质研究和建模技术手段进步,使地质模型更加精细,更体现非均质性。精细模型更有利于寻找剩余油,有利于体现化学驱效果,但对计算时间和计算稳定性带来极大挑战,对整个研究周期带来极大影响。

[0005] (2)油藏模型大型化与提高计算速度之间矛盾

[0006] 化学驱大规模应用,全区模拟势在必行,水驱模型并行计算已很常见,但化学驱并行计算尚不成熟。为保证目标区精度,数模人员希望模型区域尽可能大于目标区。

[0007] (3)化学驱方式多样化与建立数学模型描述机理之间矛盾

[0008] 数值模拟对现有化学驱方式驱油机理描述尚不完善,且新的化学驱方式不断出现。

[0009] 为此我们发明了一种新的化学驱油藏数值模拟方法,解决了以上技术问题。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种化学驱油藏数值模拟方法,在网格模型优化设计、动态模型建立、分时段历史拟合等环节制订了一套标准和方法,为今后同类油藏数值模拟提供借鉴和指导。

[0011] 本发明的目的可通过如下技术措施来实现:化学驱油藏数值模拟方法,该化学驱油藏数值模拟方法包括:步骤1,进行网格模型优化设计,建立静态模型;步骤2,在建立的静态模型的基础上,建立动态模型;以及步骤3,在建立好动态模型的基础上,分时段对参数进行调整,实现分时段历史拟合,不同时段重点调整的参数不同,不同层次拟合精度要求不同。

[0012] 本发明的目的还可通过如下技术措施来实现:

[0013] 步骤1还包括,在进行网格模型优化设计之前,确定油藏数值模拟研究区域的范围,保证区域的选择符合研究目标的需要,模型区域以排状井网形式为最佳,而且要尽可能大于研究目标区域,模型的边界以水井排为最佳,次之为油井排。

[0014] 在步骤1中,在进行网格模型优化时,平面注采井之间网格数 ≥ 7 个,纵向模拟分层数 ≥ 4 个时对采出程度影响基本不大;根据经验统计关系,由网格平面渗透率得到网格纵向

渗透率,垂向渗透率粗化时采用调和平均方法,保证夹层粗化后垂向渗透率为0,实现各类夹层对纵向流动控制。

[0015] 步骤2还包括,在建立动态模型之前,进行静态劈产,利用生产数据进行静态劈产时要依据产液剖面测试结果,考虑层间干扰情况下按流动系数劈产,同时综合考虑工作制度、生产压差、增产措施这些因素调整不同生产时期的劈产系数,而且对于扩大研究区,要根据注采对应关系考虑平面劈产。

[0016] 步骤2还包括,在建立动态模型的同时,进行动态劈产,利用数值模拟方法进行动态劈产需要通过逐步细化模型来实现,利用粗模型进行劈产,利用精细模型进行研究。

[0017] 步骤3还包括,在分时段分层次进行历史拟合之前,确定历史拟合指导思想,在拟合过程中需要将以下几点作为指导思想:首先扩大目标区,以考虑外围井的影响,保证平面油水井对应关系的正确性;其次需要不断调整单井的劈产劈注系数,保证单井动态数据的准确性;再次需要严格拟合目标区压力变化,以保证产出注入量的合理;最后要求各时间阶段拟合目标和调整重点各有侧重。

[0018] 步骤3还包括,在确定历史拟合指导思想之后,确定分时段历史拟合全区目标和分时段历史拟合单井目标;

[0019] 确定的分时段历史拟合全区目标为:计算全区压力与实测压力变化趋势一致,各时间点绝对值基本相同;计算全区含水与实际值变化趋势基本一致,绝对值相近,末期拟合值基本相同;计算全区累产油与实际值变化趋势基本一致,末期拟合值基本相同;化学驱效果,包括含水下降时间、含水上升时间应严格拟合;

[0020] 确定的分时段历史拟合全区目标为:根据油井位置以及是否为合采井分层次确定单井拟合目标;第一层次为“必须拟合”的指标,包括中心单采井的压力、含水、产油量;第二层次为“建议拟合”的目标,包括中心合采井的压力、含水、产油量,边角部单采井的压力、含水、产油量;第三层次为“不要求拟合”目标,包括边角部井合采井的压力、含水、产油量。

[0021] 在步骤3中,对水驱阶段和聚合物驱阶段以及后续水驱阶段分别进行拟合;在对水驱阶段进行拟合时,通过调整地质参数和劈产劈注系数实现拟合目标;在对聚合物驱阶段进行拟合时,通过调整地质参数、聚合物性能参数和劈产劈注系数实现拟合目标;在对后续水驱阶段进行拟合时,通过调整地质参数和劈产劈注系数实现拟合目标。

[0022] 在步骤3中,纵向劈产劈注系数的初始值采用常规油藏工程方法取得,根据压力和含水拟合结果进行调整。

[0023] 在步骤3中,平面劈产劈注系数的初始值根据井网注采关系确定初始值,根据压力和含水拟合结果进行调整。

[0024] 本发明中的化学驱油藏数值模拟方法,提出了一套关于化学驱油藏数值模拟在网格模型优化设计、动态模型建立、分时段历史拟合等环节的标准和方法。本发明提出的方法具有原理简单、可操作性强等特点,因而具有很好的推广应用价值。

附图说明

[0025] 图1为本发明的化学驱油藏数值模拟方法的一具体实施例的流程图;

[0026] 图2为本发明的一具体实施例中油田目标区模型范围示意图;

[0027] 图3为含水95%时采出程度与平面网格关系曲线图;

- [0028] 图4为含水95%时采出程度与纵向网格关系曲线图；
- [0029] 图5为本发明的一具体实施例中油田目标区三维地质模型图；
- [0030] 图6为Kv/Kh与平面渗透率关系统计曲线；
- [0031] 图7为分时段历史拟合流程图。

具体实施方式

[0032] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举出较佳实施例，并配合所附图式，作详细说明如下。

[0033] 如图1所示，图1为本发明的化学驱油藏数值模拟方法的流程图。

[0034] 在步骤101，进行网格模型优化设计，建立静态模型。首先确定油藏数值模拟研究区域的范围，保证区域的选择符合研究目标的需要，模型区域以排状井网形式为最佳，而且要尽可能大于研究目标区域，模型的边界以水井排为最佳，次之为油井排；然后进行网格模型优化，平面注采井之间网格数 ≥ 7 个，纵向模拟分层数 ≥ 4 个时对采出程度影响基本不大；根据经验统计关系，由网格平面渗透率得到网格纵向渗透率，垂向渗透率粗化时采用调和平均方法，保证夹层粗化后垂向渗透率为0，实现各类夹层对纵向流动控制；建立静态模型。在一实施例中，首先确定图2所示的模型边界，保证尽量扩大研究区域，且以水井排为边界。根据图3和图4所示，含水95%时，平面注采井之间网格数 ≥ 7 个，纵向模拟分层数 ≥ 4 个时对采出程度影响基本不大，所以网格步长划分为 $20\text{m} \times 20\text{m} \times 0.5\text{m}$ ，X方向118个网格，Y方向65个网格，Z方向67个网格，图5为某油田目标区三维地质模型图。根据经验统计关系，得到图6所示的垂向渗透率和水平渗透率之间的关系，进而得到垂向渗透率，垂向渗透率粗化时采用调和平均方法，保证夹层粗化后垂向渗透率为0，实现各类夹层对纵向流动控制；最后建立静态模型。在静态模型满足精度和计算速度要求时，流程进入到步骤102；否则，重新进行网格模型优化设计。

[0035] 在步骤102，在建立的静态模型的基础上，建立动态模型，该动态模型实现了对单井产液量的纵向和平面两个方面的动态劈产，从而保证单井动态数据的准确性。在步骤101中模型选择的范围是不封闭的，所以带来了模型平面和纵向的非完整性，需要对单井动态数据进行平面和纵向劈产。为保证劈产后单井动态数据的准确性需要利用生产数据进行静态劈产，建立动态模型，同时结合数值模拟方法进行动态劈产。利用生产数据进行静态劈产时要依据产液剖面测试结果，考虑层间干扰情况下按流动系数劈产，同时综合考虑工作制度、生产压差、增产措施等因素调整不同生产时期的劈产系数，而且对于扩大研究区，要根据注采对应关系考虑平面劈产。利用数值模拟方法进行动态劈产需要通过逐步细化模型来实现，利用粗模型进行劈产，利用精细模型进行研究。流程进入到步骤103。

[0036] 在步骤103，在步骤102动态模型建立好的基础上，分时段分层次进行历史拟合。在分时段分层次进行历史拟合时，首先要确定历史拟合指导思想。因为油藏数值模拟成果的可靠性直接取决于模型的完整程度，不完整模型具有更大的风险性和不确定性。因此拟合过程中需要将以下几点作为指导思想：首先扩大目标区，以考虑外围井的影响，保证平面油水井对应关系的正确性；其次需要不断调整单井的劈产劈注系数，保证单井动态数据的准确性；再次需要严格拟合目标区压力变化，以保证产出注入量的合理；最后要求各时间阶段拟合目标和调整重点各有侧重。流程进入到步骤104。

[0037] 在步骤104,在步骤103历史拟合指导思想指导下,确定分时段历史拟合全区目标:计算全区压力与实测压力变化趋势一致,各时间点绝对值基本相同;计算全区含水与实际值变化趋势基本一致,绝对值相近,末期拟合值基本相同;计算全区累产油与实际值变化趋势基本一致,末期拟合值基本相同;化学驱效果,如含水下降时间、含水上升时间等应严格拟合。在确定分时段历史拟合全区目标以后,确定分时段历史拟合单井目标:根据油井位置以及是否为合采井分层次确定单井拟合目标。第一层次为“必须拟合”的指标,包括中心单采井的压力、含水、产油量;第二层次为“建议拟合”的目标,包括中心合采井的压力、含水、产油量,边角部单采井的压力、含水、产油量;第三层次为“不要求拟合”目标,包括边角部井合采井的压力、含水、产油量。流程进入到步骤105。

[0038] 在步骤105,分时段对参数进行调整,实现分时段历史拟合,不同时段重点调整的参数不同,不同层次拟合精度要求不同,从而保证了历史拟合的质量,如图7所示。根据步骤103的指导思想和步骤104的拟合目标,对水驱阶段和聚合物驱阶段以及后续水驱阶段分别进行拟合。水驱阶段主要调整地质参数和劈产劈注系数;聚驱阶段主要调整地质参数、聚合物性能参数和劈产劈注系;纵向劈产劈注系数的初始值采用常规油藏工程方法取得,根据压力和含水拟合结果进行调整;平面劈产劈注系数的初始值根据井网注采关系确定初始值,根据压力和含水拟合结果进行调整;根据压力资料的详细程度尽可能细分时间阶段拟合压力;分水驱、聚驱和后续水驱等三个时间阶段拟合含水;通过调整边角部井、合采井的劈产劈注系数拟合单井压力变化;通过调整地质参数、聚合物参数拟合单井含水变化;最后将压力和含水指标互相验证,反复调整。在分时段分层次进行历史拟合后,如果满足拟合精度要求,则流程结束。否则,重新进行分时段分层次历史拟合。

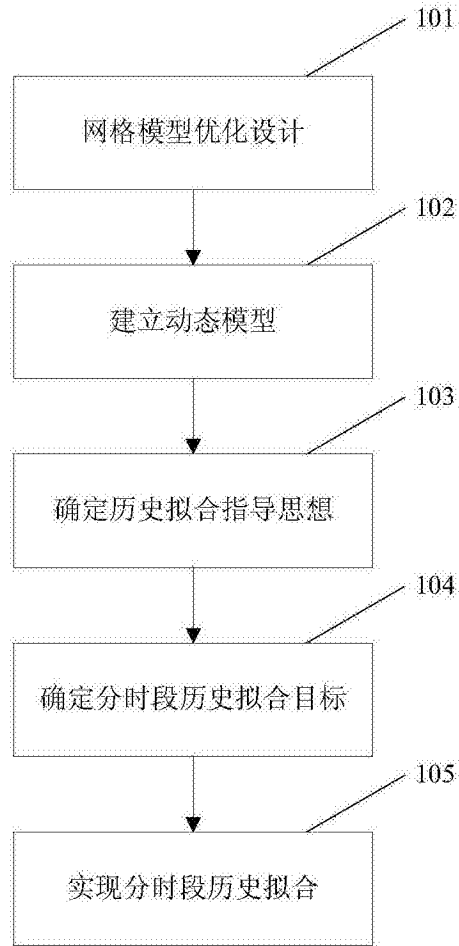


图1

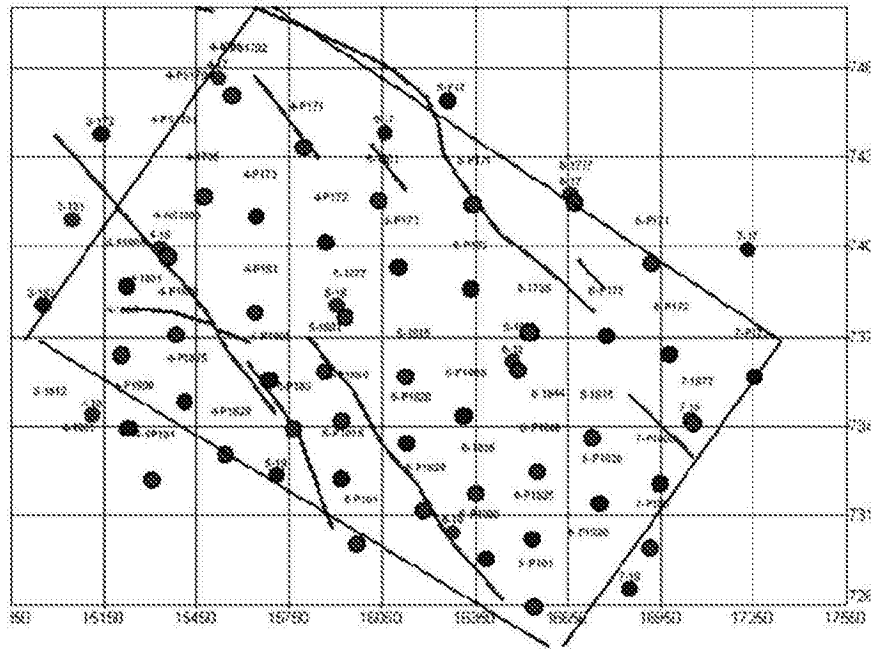


图2

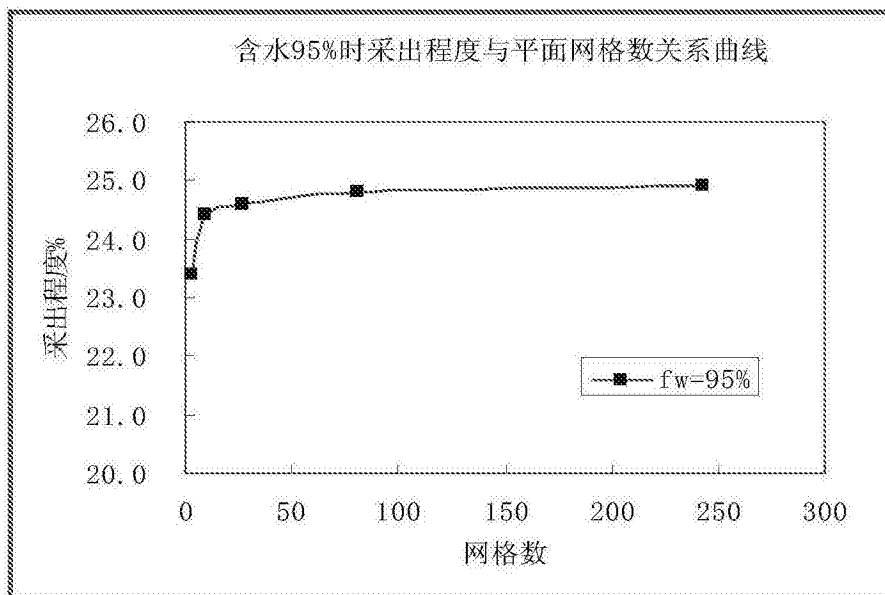


图3

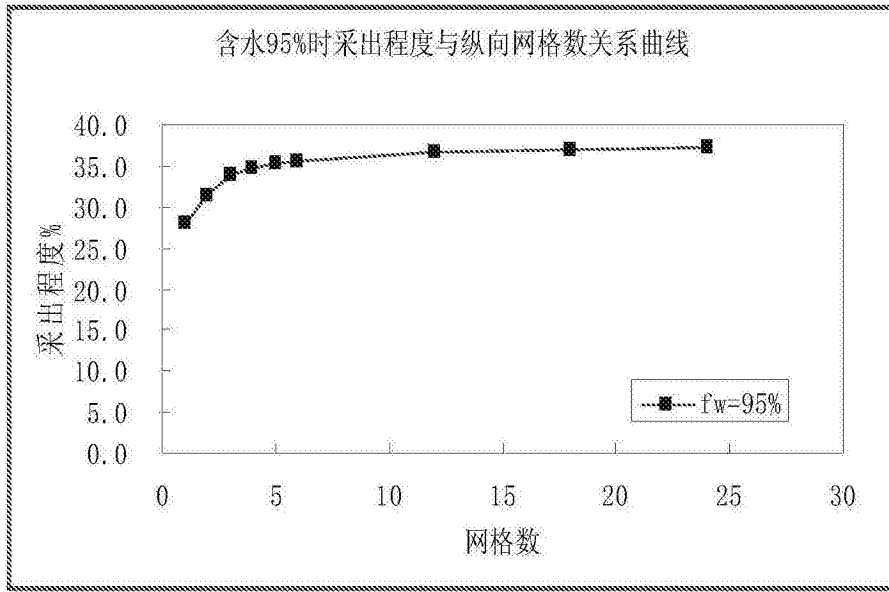


图4

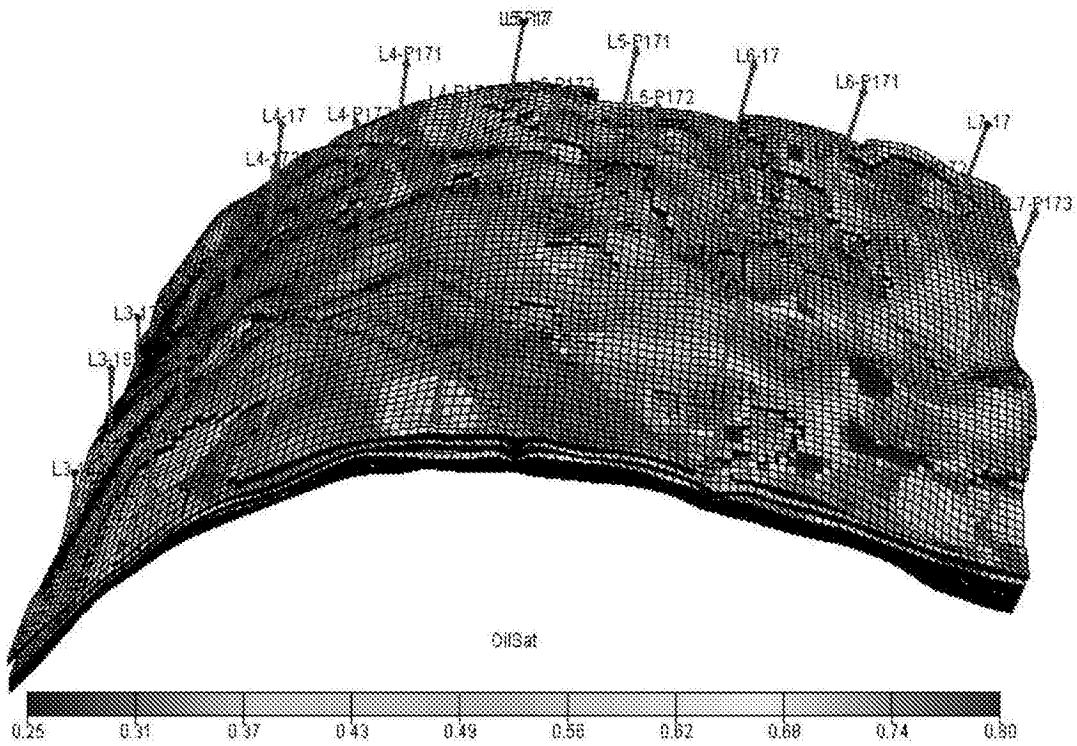


图5

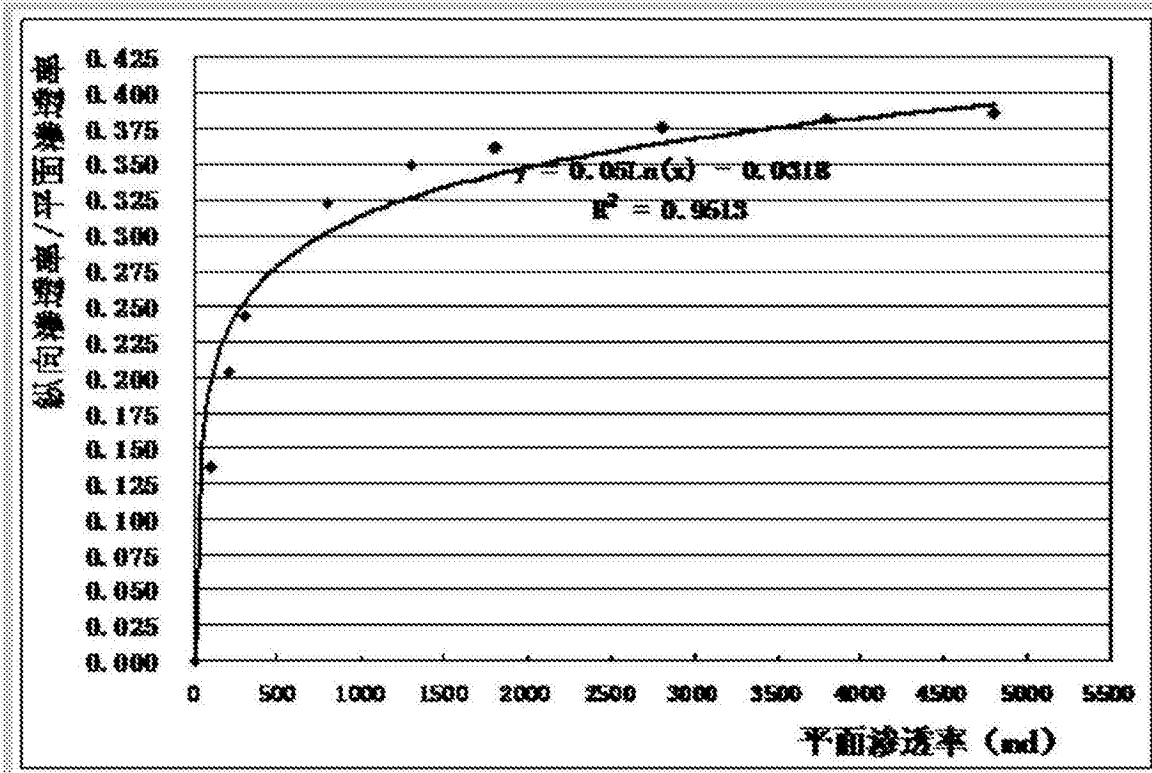


图6

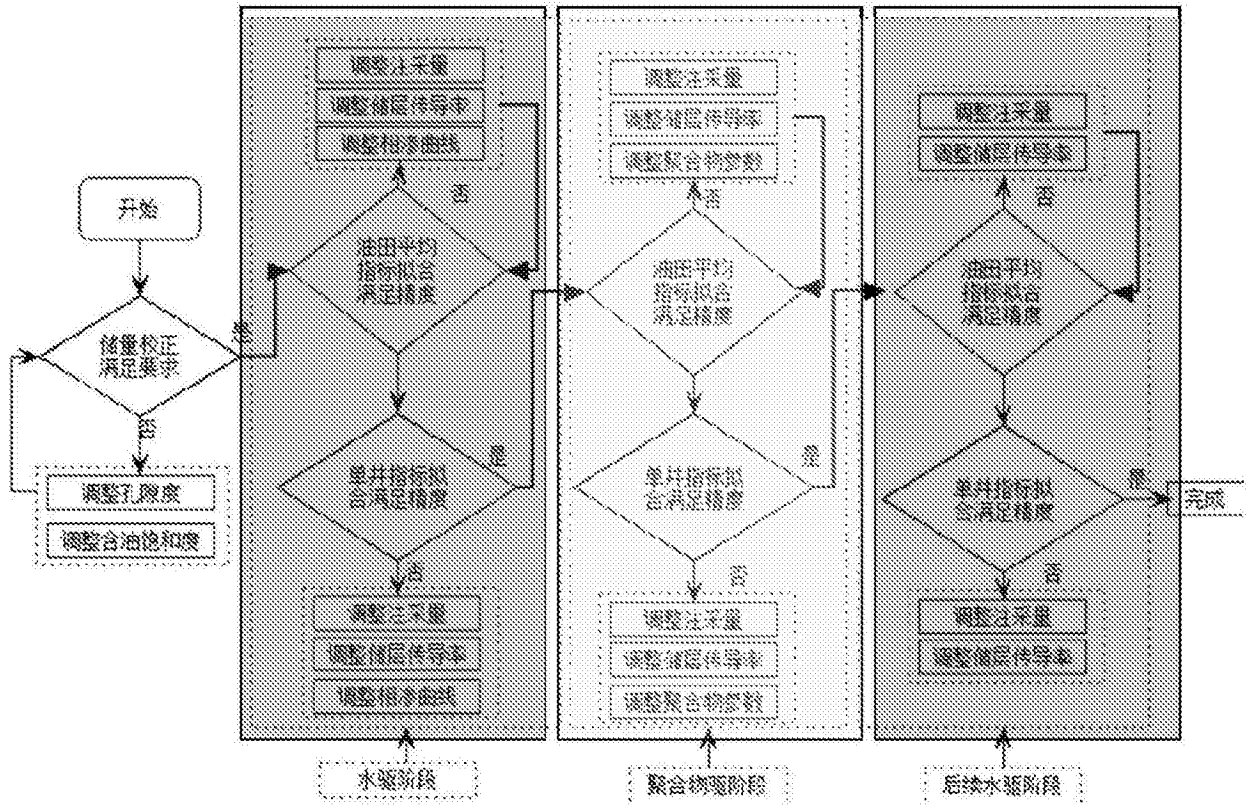


图7