



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102777157 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201110123871. 9

E21B 43/20(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 05. 13

审查员 王军伟

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22 号

专利权人 中国石油化工股份有限公司石油
勘探开发研究院

(72) 发明人 计秉玉 赵淑霞 何应付 廖海婴
吕成远 周银邦 王强

(74) 专利代理机构 北京思创毕升专利事务所
11218

代理人 刘明华

(51) Int. Cl.

E21B 43/16(2006. 01)

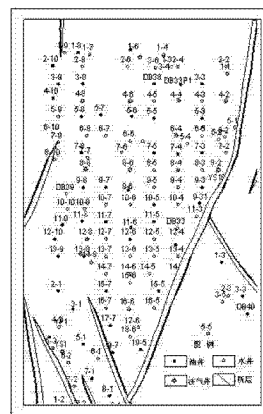
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法

(57) 摘要

本发明提供了一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法,属于提高油藏采收率领域。所述方法首先确定油藏的开发井网、井距和开发层系;然后利用全过程数值模拟技术确定注入气体优势渗流方向和波及系数,进而将注入气优势渗流方向上的注入井设计为注水井,其它注入井设计为注气井,形成部分井注水、部分井注气的水气混驱;最后确定注采井的注入参数和全区的开发指标预测。该方法能在气窜方向上形成水障,从而有效控制气窜,扩大注入气的波及体积,提高采收率。利用本发明,对已开发区块和未开发区块的注气驱油井网、井别和注采参数的设计具有很好的指导作用,应用前景广阔。



1. 一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法,其特征在于:所述方法首先确定油藏的开发井网、井距和开发层系;然后利用全过程数值模拟技术确定注入气体优势渗流方向和波及系数,进而将注入气优势渗流方向上的注入井设计为注水井,其它注入井设计为注气井,形成部分井注水、部分井注气的水气混驱;最后确定注采井的注入参数和全区的开发指标预测;所述方法包括以下步骤:

(1) 根据工区的地质研究资料、监测资料和油水井生产动态等油气田开发资料,确定油藏的开采井网、井距和开发层系;所述地质研究资料包括地应力分析资料、裂缝发育情况资料、物性资料;所述监测资料包括试井分析资料、示踪剂研究资料;

(2) 利用全过程数值模拟技术,在假定注入井全为气井的基础上,确定注入气的优势渗流方向,并统计生产井见气时间和油气比上升速度;并进一步将生产井按照油气比达到经济极限油气比时间的早晚进行排序;

(3) 根据地质资料以及由步骤(2)中确定的注入气优势渗流方向以及油气比上升速度,找到气窜井对应的注入井;

(4) 将步骤(3)找到的注入井设计为注水井,其它的井仍然设计为注气井,这样就形成部分井注水部分井注气的水气混驱开发;

(5) 在步骤(4)的基础上,分别进行注水和注气的注入参数设计;

(6) 根据步骤(1)获得的开采井网、井距和开发层系、根据步骤(4)确定的注入井别以及由步骤(5)设计的注入参数,进行水气混驱的开发指标预测。

一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法

技术领域

[0001] 本发明属于提高油藏采收率领域,具体涉及一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法。

背景技术

[0002] 随着温室效应对世界气候的影响日益显现,CO₂ 已经成为人们最为关注的焦点之一。埋存 CO₂ 是避免气候变化的有效途径之一,地质封存被普遍认为是未来主流的埋存方式,而其中最具有存储潜力的地质结构是正在开采或已枯竭的油田或气田。

[0003] 我国大部分油田储集层属于陆相沉积,非均质严重,原油粘度比较高。这种类型的油藏含水率上升快,即使采用强化的注采措施,水驱采收率仍然很低。为提高原油采收率,最大限度地开发剩余储量,三次采油技术的开发应用势在必行。而 CO₂ 驱提高采收率技术以其使用范围大、驱油效率高、成本较低等优点,已经受到世界各国的显著重视。目前 CO₂ 驱油技术应用规模和增产油量已经仅次于稠油热采,成为第二大提高采收率的技术。2000 年以来国内针对低渗透油藏注水开发困难、采收率低的问题开展了 CO₂ 驱油的室内研究和矿场实验,取得了较好的效果。

[0004] 从开发形式上看,注气驱油主要采用连续注气、水气交替注入,吞吐采油和周期注入四种方式,井网形式是试验区全区气驱。这四种方式的特点如下:连续注气往往气体波及系数较小,特别是对于非均质严重的储层,突破很早,提高采收率幅度较小;水气交替注入能提高注入气的波及系数,但会引起水屏蔽和 CO₂ 旁通油,注水压力上升,以及严重的腐蚀问题;吞吐采油方式一般适用于规模较小的开采方式,且其采收率较低;周期注入方式 CO₂ 的突破速度相对减缓,但停注期压力下降快,地层能力保持状况差。这些问题是 CO₂ 气驱过程中产生的实际问题,也是长期以来影响 CO₂ 驱油技术推广的关键问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决上述现有技术中存在的难题,提供一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法,通过气、水异井注入,可以在保持地层能量的同时有效地控制气窜,延缓气突破时间,避免注入井气水交替带来的欠注和腐蚀问题。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 一种 CO₂ 驱油气水异井注入油藏混驱开发方法,所述方法首先确定油藏的开发井网、井距和开发层系;然后利用全过程数值模拟技术确定注入气体的优势渗流方向,进而将注入气优势渗流方向(即引起气窜较快的方向)上的注入井设计为注水井,其它注入井设计为注气井,形成部分井注水、部分井注气的水气混驱;最后确定注采井的注入参数和全区的开发指标预测。

[0008] 所述方法包括以下步骤:

[0009] (1) 根据工区的地质研究资料、监测资料和油水井生产动态等油气田开发资料,确定油藏的开发井网、井距和开发层系;所述地质研究资料包括地应力分析资料、裂缝发育

情况资料、物性资料；所述监测资料包括试井分析资料、示踪剂研究资料；

[0010] (2) 利用全过程数值模拟技术,在假定注入井全为气井的基础上,确定注入气的优势渗流方向,并统计生产井见气时间和油气比上升速度;并进一步将生产井按照油气比达到经济极限油气比时间的早晚进行排序;

[0011] (3) 根据地质资料以及由步骤(2)中确定的注入气优势渗流方向以及油气比上升速度,找到气窜井对应的注入井;

[0012] (4) 将步骤(3)找到的注入井设计为注水井,其它的井仍然设计为注气井,这样就形成部分井注水部分井注气的水气混驱开发;

[0013] (5) 在步骤(4)的基础上,分别进行注水和注气的注入参数设计;

[0014] (6) 根据步骤(1)获得的开采井网、井距和开发层系、根据步骤(4)确定的注入井别以及由步骤(5)设计的注入参数,进行水气混驱的开发指标预测。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:该发明的显著特征是水气异井注入,在地下形成水气混驱;该方法能在气窜方向上形成水障,从而有效控制气窜,扩大注入气的波及体积,提高采收率。本发明通过设计新井网和新注入方式提高注气采收率,与现有方法相比,利用本发明的方法,采收率达到了 19.62%,较水驱提高了 8.53%,较连续注气提高了 1.6%,较周期注气提高了 0.70%。本发明主要应用于注气提高采收率项目中,对已开发区块和未开发区块的注气驱油井网、井别和注采参数设计具有很好的指导作用,应用前景广阔。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明方法与连续注气技术得到的油气比的对比结果图。

[0017] 图 2 是利用本发明方法得到的水气混驱井网部署结果图。

[0018] 图 3 是本发明方法与连续注气技术所得到的采收率的对比结果图。

[0019] 图 4 是本发明方法与连续注气技术在结束时刻油井关井数对比结果图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图并以在某油田注 CO₂ 驱油油藏工程中的方案为例来说明本发明的实施过程和相关效果。

[0021] 第一步:根据油田的地质研究资料,监测资料和油水井生产动态资料,确定油藏的开采井网为行列井网,井距为 500m*180m,开发层系为青一 I、青二 V。

[0022] 第二步:在全区气驱的基础上,利用全过程数值模拟计算进行模拟计算。根据计算结果统计生产井见气时间和气窜时间;并进一步将生产井按照油气比达到经济极限油气比时间的早晚进行排序,表 1 所示的是本油田中 DB33 区块部分油井气窜时间的统计结果。

[0023]

油气比	见气时间(年)	气窜时间(年)
33-1-1	1.0	6.0
33-1-2	0.5	6.0
33-1-3	0.5	无
33-1-4	0.5	无
33-1-5	3.0	无
33-1-6	0.5	3.5
33-1-7	1.0	4.0

33-1-9	1.0	4.0
33-10-10	3.0	无
33-10-5	0.5	4.5
33-11-3	1.5	无
33-11-5	0.5	4.5
33-11-6	0.5	5.0
33-11-7	0.5	3.5
33-11-8	0.5	2.0
33-11-9	3.5	无
33-12-10	3.5	无
33-12-4	0.5	4.5
33-12-6	1.0	2.5
33-13-7	0.5	3.5
33-13-8	0.5	3.5
33-13-9	1.0	4.0
33-14-4	2.0	无
33-15-5	3.0	无
33-15-6	0.5	4.0
33-15-7	1.0	无
33-16-6	0.5	3.0
33-17-5	0.5	4.5
33-17-6	0.5	2.0
33-17-7	0.5	4.5

[0024] 表 1

[0025] 第三步：根据数值模拟结果，将气窜速度较快的井所对应的注入井修改为注水井，比如表 1 中气窜较快的井 33-11-7 对应的注气井为 33-10-6，因此将 33-10-6 设计为注水井，气窜较快的井 33-1-6 对应的注入井为 33-2-6，因此将 33-2-6 设计为注水井。表 2 所示的是 DB33 区块中部分注入井井别的设计结果，表 2 中的注水井对应着表 1 中气窜较快的井，而注气井对应着气窜较慢的井。

[0026]

注水井		注气井	
33-6-8	33-9-5	33-4-2	33-8-6
33-10-4	33-2-2	33-4-4	33-8-8
33-10-6	33-2-4	33-4-6	33-12-8
33-10-8	33-2-6	33-4-8	33-16-6
33-13-5	33-2-8	33-8-2	33-8-4
33-6-2	DB33	33-6-4	33-14-8
33-18-6	33-14-6		

[0027] 表 2

[0028] 第四步：在第三步的基础上，进行注水和注气的参数设计。注气系统压力 20MPa，井口注入压力 16.0MPa；注水沿用目前注水系统的压力 20Mpa。平均单井日注气量 45-50t/d；单井日注水保持目前日注入量 30-40m³/d。

[0029] 第五步：根据前述确定的井网、开发层系、注入井别和注入参数，进行水气混驱的开发指标预测，DB33 区块开发指标预测结果如表 3 所示。

[0030]

时间 (a)	油井(口)	注气井(口)	注水井(口)	日注气 (t/d)	日注水 (m ³ /d)	日产油 (t/d)	累产油 (10 ⁴ t)	日产水 (m ³)	日产气 (10 ⁴ m ³)	综合含 水(%)	气油比 (m ³ /m ³)
2009	69	12	14	100	673	180.0	13.26	609	1.8	74.4	84
2010	69	12	14	401	784	200.3	20.57	509	8.1	68.6	349
2011	69	12	14	401	785	233.5	29.10	764	20.5	73.8	754
2012	69	12	14	402	787	203.8	36.54	798	20.4	77.1	863
2013	69	12	14	401	783	188.0	43.40	842	24.0	79.4	1097
2014	69	12	14	401	783	174.9	49.78	904	25.8	81.6	1268
2015	69	12	14	401	781	162.6	55.72	898	24.2	82.6	1278
2016	69	12	14	402	781	151.2	61.24	827	22.3	82.5	1271
2017	69	12	14	401	777	140.7	66.37	816	21.0	83.3	1286
2018	69	12	14	401	768	130.8	71.15	793	20.0	83.9	1318
2019	69	12	14	401	766	121.6	75.59	787	22.2	84.8	1567
2020	69	12	14	402	758	113.1	79.71	788	21.9	85.7	1667
2021	69	12	14	401	742	105.2	83.56	768	20.0	86.3	1631
2022	69	12	14	401	691	97.8	87.13	636	16.8	84.8	1477
2023	69	12	14	393	644	91.0	90.45	594	17.4	84.9	1649
2024	69	12	14	381	591	84.6	93.54	535	14.6	84.5	1485
2025	69	12	14	383	583	78.7	96.41	498	14.7	84.5	1604

[0031] 表 3

[0032] 图 2 显示的是利用本发明方法获得的井网部署结果,从图 2 可以清晰地看出 DB33 区块注水井和注气井分布,而且由于地下砂体分布复杂,使得注水井和注气井分布是不规则的。

[0033] 如图 1 和图 3 所示,对比本发明与现有的连续注气技术,图 1 中的 1 为连续注气方法获得的油气比,2 为采用本发明方法获得的油气比,图 3 中的 3 为连续注气方法获得的采出程度,4 为采用本发明方法获得的采出程度,从图 1 和图 3 可以看出使用本发明的方法后,油气比上升速度变慢,采收率有所提高。在生产结束时刻油井关井数对比如图 4 所示,可以看出利用本发明方法的关井数要少于利用现有连续注气的关井数,这说明本方法能够延长注气开发油藏中生产井的生产寿命,延长油井的生产时间,改善油藏的开发效果。

[0034] 本发明提高采收率的幅度较气水交替注入略低,但远远高于周期注气和连续注气,是一种具有推广应用前景的 CO₂ 驱油开发方法。

[0035] 上述技术方案只是本发明的一种实施方式,对于本领域内的技术人员而言,在本发明公开了应用方法和原理的基础上,很容易做出各种类型的改进或变形,而不仅限于本发明上述具体实施方式所描述的方法,因此前面描述的方式只是优选的,而并不具有限制性的意义。

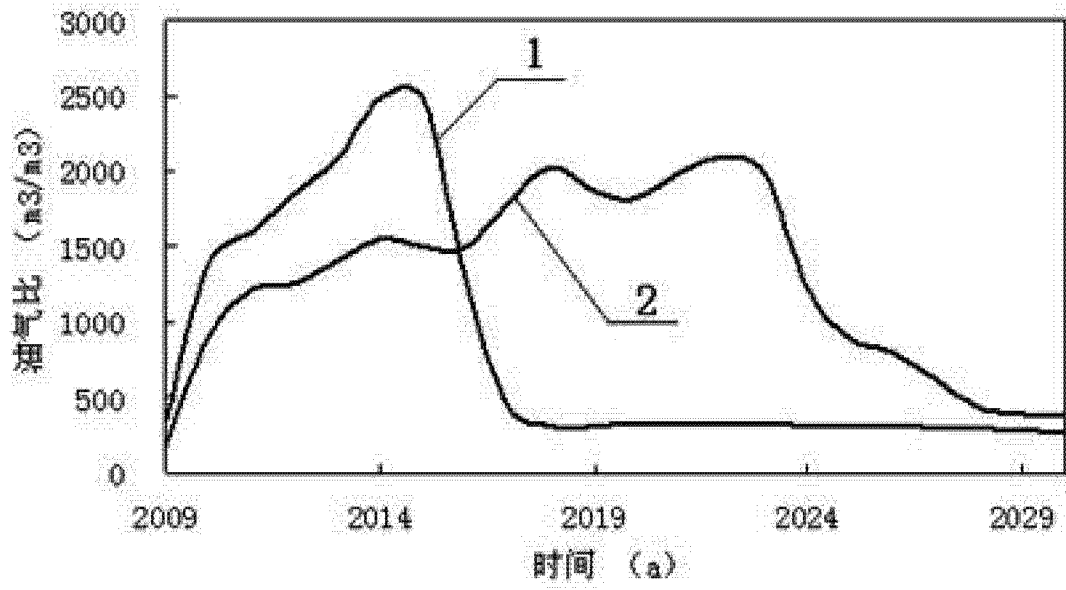


图 1

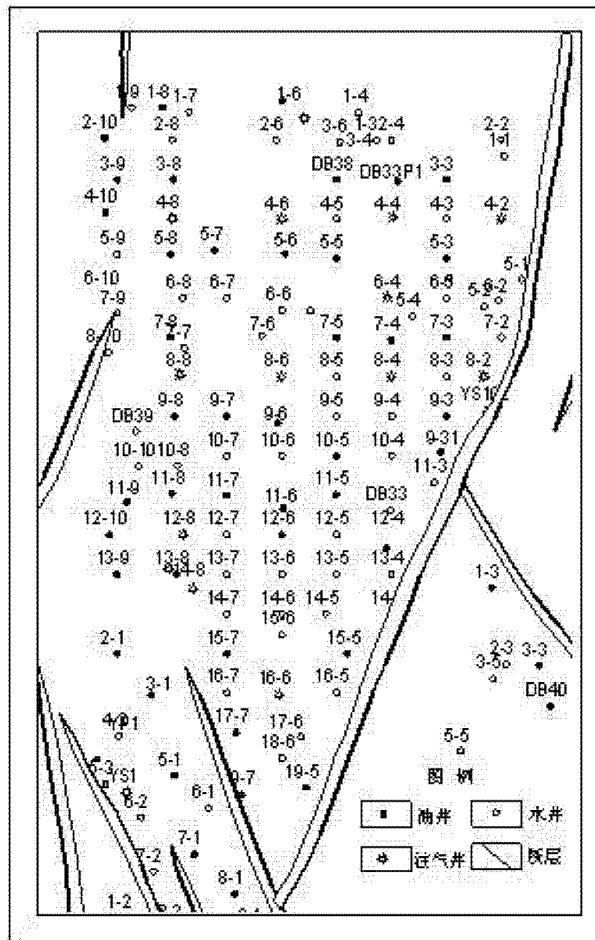


图 2

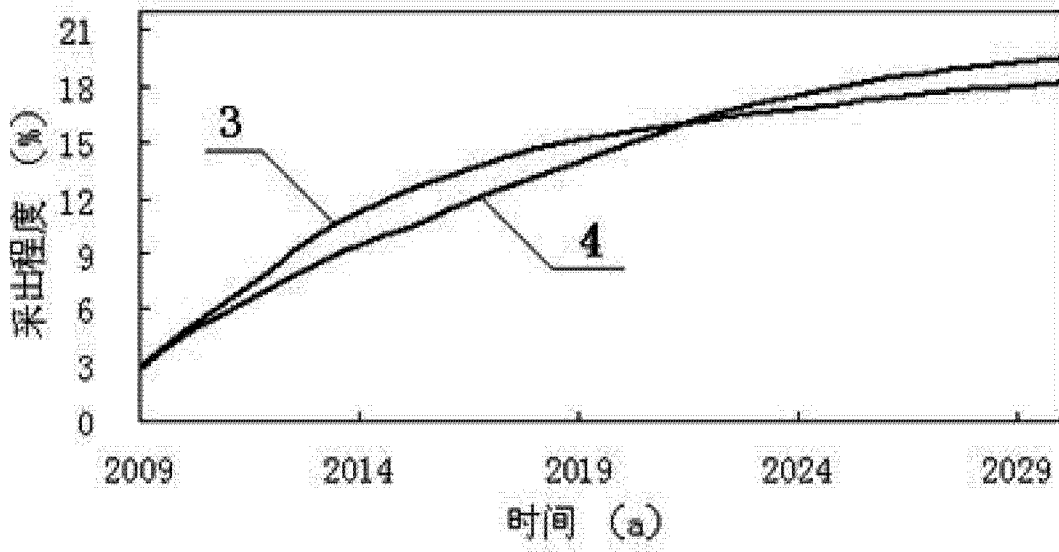


图 3

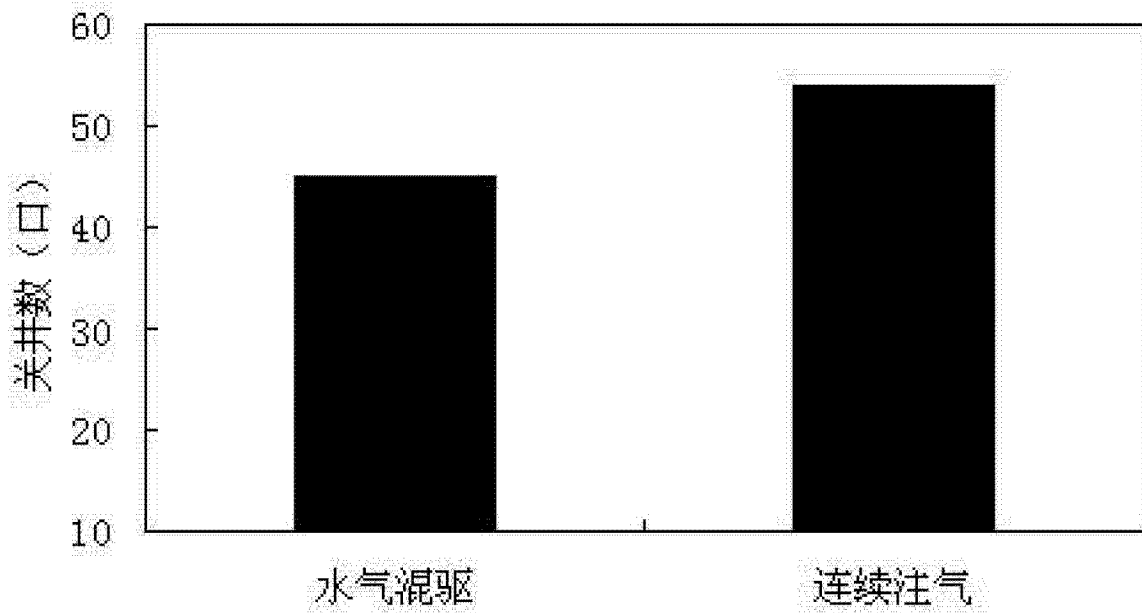


图 4