



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103912248 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201410103673. X

(22) 申请日 2014. 03. 20

(71) 申请人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号中国石油大厦

申请人 大庆油田有限责任公司

(72) 发明人 林景晔 尹大庆 夏丹 谢灏辰

(74) 专利代理机构 大庆知文知识产权代理有限公司 23115

代理人 陈可鑫

(51) Int. Cl.

E21B 43/20(2006. 01)

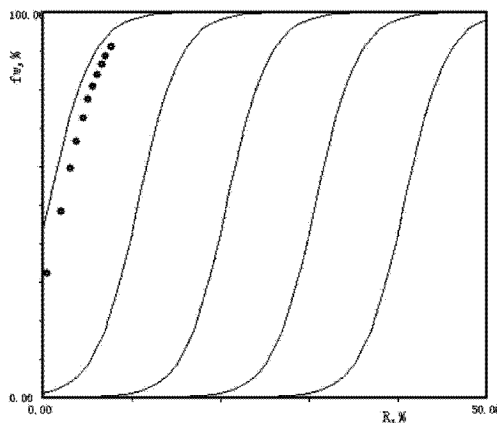
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

水驱油田预测含水率方法

(57) 摘要

本发明涉及一种水驱油田预测含水率方法。其特征在于：包括下列步骤：第一步，考察油藏的地质及开采情况，得到油田的在过去开发中的生产数据；第二步，根据生产数据整理不同生产时间及采出程度与含水率数据；第三步，以含水率为纵坐标，采出程度为横坐标绘制关系图；第四步，依据在相同开采方式下的数据进行数学回归，得出油田不同开采时间的采出程度与含水率数学模型；第五步，运用采出程度与含水率数学模型计算出油田不同阶段的含水率。该水驱油田预测含水率方法，能够预测油田不同开发方式的采收率及可采储量，有利指导对油田效果的认识，从而提高水驱油田开发的经济效益。



1. 一种水驱油田预测含水率方法,其特征在于:包括下列各步骤:

第一步,研究水驱开发油田的开采方式及油田地质特征,收集油田不同时期开发中的生产数据,所述的生产数据包括原油产量与含水率数据;

第二步,根据生产数据整理不同生产时间及采出程度与含水率数据;

第三步,以含水率为纵坐标,采出程度为横坐标绘制关系图;

第四步,依据在相同开采方式下的数据进行数学回归,得出油田不同开采时间的采出程度与含水率数学模型;

第五步,运用采出程度与含水率数学模型计算出油田不同阶段的含水率。

2. 根据权利要求1所述的水驱油田预测含水率方法,其特征在于:所述的第一步中的油田地质特征为井网密度、注水情况和增产措施的变化。

水驱油田预测含水率方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及油田开发技术领域一种预测含水率的方法，尤其是一种水驱油田预测含水率方法。

背景技术：

[0002] 通过对水驱曲线的研究证明，任何一个水驱油藏的含水率和采出程度之间都存在一定的关系，而它的具体关系却取决于油藏的最终采收率；也就是说，如果两个水驱油藏的最终采收率 E_R 值相同，则它们的含水率 f_w 与采出程度 R 曲线到一定开采阶段后总趋于一致。在油藏开发的实际情况下，由于油田开发初期的种种复杂情况，这种必然性的规律只有到油藏开采到一定程度时，也就是在 $Q_w \sim Q_o$ 曲线出现有代表性的直线段以后才会显现。如果在开发初期，能预先估计出油藏水驱采收率的近似值，就有可能估计油藏主要开采阶段中含水率随采出程度的变化状况；反过来，也可以根据油藏含水率随采出程度上升的趋势，大致估计出油藏的最终采收率。

[0003] 1981 年童元章院士提出采出程度 R 和最终采收率 E_R 与含水率 f_w 的关系：

$$[0004] \quad \lg \frac{f_w}{1-f_w} = 7.5(R - E_R) + 1.69 \quad (1)$$

[0005] 式中： f_w —油藏综合含水率；

[0006] E_R —油藏最终采收率；

[0007] R —采出程度。

[0008] 每一个油藏的开采特征表现在不同的采收率 E_R 值，因此它们的 $f_w \sim R$ 关系曲线也各不相同。如果以 E_R 值为横座标，就可以在普通坐标系上作出 $f_w \sim R$ 关系曲线族。如图 1，这就是通常所称的童氏图版。

[0009] 童氏图版是含水率与采出程度关系图版，是通过中—高渗透油田开发中—后期的数据统计规律，是一种比较好的含水率预测方法，在我国得到广泛应用。但通过低渗透油田的含水率与采出程度预测误差较大，原因在于：其一、这些低渗油藏开发时具有初始含水，递减快，采收率低的特点，许多油田都不适应数学模型(1)的规律；其二、任何一个实际开发的油田，从油田开采初期到多年之后开采方式不发生变化，所以采出程度与含水率是发生变化，用童氏图版(1式)很难拟合一个油田多年的生产数据。

[0010] 为此，我们发明了修正童氏图版法。修正童氏图版基本思路是在一个油田开采方式不发生变化，只要知道了采出程度和含水率，那么油田的油藏最终采收率及数学模型的系数就是定植。这样就可以利用油田实际开发动态数据，采用回归求取参数的办法，计算出采收率及公式系数。这种修正的方法更符合油藏实际，建立的预测公式预测的精度更高。

发明内容：

[0011] 本发明在于克服背景技术中存在的问题，而提供一种水驱油田预测含水率方法。该水驱油田预测含水率方法，能够预测油田不同开发方式的采收率及可采储量，有利指导

对油田效果的认识,从而提高水驱油田开发的经济效益。

[0012] 本发明解决其问题可通过如下技术方案来达到:该水驱油田预测含水率方法,包括下列各步骤:

[0013] 第一步,研究水驱开发油田的开采方式油田地质特征,收集油田不同时期开发中的生产数据,所述的生产数据包括原油产量与含水率数据;

[0014] 第二步,根据生产数据整理不同生产时间及采出程度与含水率数据;

[0015] 第三步,以含水率为纵坐标,采出程度为横坐标绘制关系图;

[0016] 第四步,依据在相同开采方式下的数据进行数学回归,得出油田不同开采时间的采出程度与含水率数学模型;

[0017] 第五步,运用采出程度与含水率数学模型计算出油田不同阶段的含水率。

[0018] 上述的生产时间可以是年、月;生产数据是指相应生产时间的产油量及含水率。

[0019] 童氏含水率与采出程度通用关系式为(1)式:

$$[0020] \quad \lg \frac{f_w}{1-f_w} = 7.5(R - E_R) + 1.69 \quad (1)$$

[0021] 对于具体油藏来讲, E_R 为常数,则(1)式变形为:

[0022] 令 $X=R$;

$$[0023] \quad \lg \frac{f_w}{1-f_w} = a \cdot X + (1.69 - a \cdot E_R) \quad (2)$$

[0024] 设: $Y = \lg \frac{f_w}{1-f_w}$, $b = 1.69 - a \cdot E_R$;

[0025] 则(2)式为: $Y = aX + b$ (3)

[0026] 若实际生产数据有 N ($N > 3$) 个产水率和采出程度样本,则可利用回归拟合求出 E_R ,并建立适合具体油藏的 $f_w \sim R$ 关系曲线的公式(2)。

[0027] 其中: f_w 是油藏综合含水率也叫产水率,是产油量与产液量比值,单位为%。采出程度 R 是指累积采油量与动用地质储量比值的百分数,单位是%,它是油田开发的重要指标,反映地下原油的采出情况;油藏最终采收率 E_R 指在一定经济极限内,在当前工程技术条件和开发水平下,可以从油藏中采出的石油量占原始地质储量的百分数,单位是%,它是一个油田开发水平的重要标志。

[0028] 使用修正童氏图版法中,各项参数的确定:

[0029] ①油藏采收率的确定。

[0030] 采收率是反映油田开发效果好坏的综合指标,它与油藏的构造类型、储层特征、流体性质、油藏驱动类型、开发方式及工艺水平等各种因素密切相关。一般低渗油藏普遍具有构造复杂、断层多、断块小、弹性能量低等特点,采收率一般为 15% ~ 25%。对于已开发的老油田,可根据油田实际开发动态数据,由修正童氏图版法直接计算出采收率,或采用水驱特征曲线和产量递减曲线法计算可采储量及采收率,进行相互验证。

[0031] 对于新开发和未开发区块,主要采用油藏特征相近的区块,用修正童氏图版标定过的采收率进行类比确定,或采用相关经验公式来确定。

[0032] ②油藏的采出程度 R 和含水率 f_w 的确定。

[0033] 对于一个已开发的具体油田来说,油田预测含水率和累积产量、采出程度是根据油田开发实际动态数据确定的;对新开发和未开发区块,是利用各区块试油试采资料,确定油田单井日产油,然后确定油田或区块初始采出程度和开发初期含水率,主要还是采取同类油藏的类比,即有生产数据用修正图版法计算出的采收率及 $f_w \sim R$ 关系图版预测,更有参考价值。

[0034] 本发明与上述背景技术相比较可具有如下有益效果:该水驱油田预测含水率方法,采用相同生产方式的生产数据(这些数据在关系图上呈直线),通过数学回归拟合建立数学模型,来预测含水率问题,方法科学、合理、实用,使水驱油田含水率预测更精确。修正童氏图版法预测油田含水率方法揭示了水驱油田的基本原理,阐明了任何油田在开采方式不发生变化时,采出程度与含水率有很好数学对应关系;不同的开采方式下的采收率及可采储量是变化的,如果开采方法得当,油田的采收率及可采储量是增加的。这为更好地开发油田提供更多的开发效果信息,使油田开发向着更高效的方向发展。

附图说明:

[0035] 图 1 是童氏采出程度与含水率关系图版;

[0036] 图 2 是 $Lg(f_w/(1-f_w \sim R)) \sim R$ 关系图版;

[0037] 图 3 是本发明修正童氏含水率与采出程度关系图。

具体实施方式:

[0038] 下面将结合具体实例对本发明作进一步说明:

[0039] 该方法预测大庆油田新店油田含水率方法的具体实施过程:

[0040] 第一步,考察油藏的地质及开采情况,得到油田的在过去开发中的生产数据;

[0041] 新店油田构造上位于松辽盆地北部中央拗陷区长岭凹陷。开发主要目的层为下白垩统青山口组二、三段的高台子油层,属于低渗透油田。

[0042] 该油田可采地质储量 $1500 \times 10^4 t$,于 1995 年注水开发,采用反九点法生产,11 年生产数据见表 1。

[0043] 表 1 新店油田生产数据表

[0044]

序号	年份	年产油量/t	累计年产油量/t	实测含水率/%
1	1995	600	600	39.5
2	1996	2400	3000	67.2
3	1997	1650	4650	75.5
4	1998	1050	5700	79.8
5	1999	1050	6750	78.4
6	2000	900	7650	79.9
7	2001	750	8400	80.7
8	2002	750	9150	82.9
9	2003	750	9900	87.0
10	2004	750	10650	90.0
11	2005	900	11550	90.2

[0045]

[0046] 第二步,根据生产数据整理不同生产时间及采出程度与含水率数据;

[0047] 将表 1 生产数据整理成表 2,年采出程度 0.4%,含水率为 39.5%,直到 2005 年共采出程度达到 7.7%,含水达到 90.2%,见表 2。

[0048] 表 2 新店油田采出程度与实测含水率数据表

[0049]

序号	年份	采出程度 /%	实测含水率 /%	$Lg(fw/(1-fw \sim R))$
1	1995	0.4	39.5	-0.1852
2	1996	2.0	67.2	0.3115
3	1997	3.1	75.5	0.4888
4	1998	3.8	79.8	0.5967
5	1999	4.5	78.4	0.5599
6	2000	5.1	79.9	0.5994
7	2001	5.6	80.7	0.6213
8	2002	6.1	82.9	0.6856
9	2003	6.6	87.0	0.8256
10	2004	7.1	90.0	0.9542
11	2005	7.7	90.2	0.964

[0050] 第三步,以含水率为纵坐标,采出程度为横坐标绘制关系图;

[0051] 1、整理数据

[0052] 根据公式(2)和(3),用含水率计算出 $Lg(fw/(1-fw \sim R))$,整理成数据表 3。

[0053] 表 3 D 油田采出程度与 $Lg(fw/(1-fw \sim R))$ 数据表

[0054]

序号	年份	采出程度 /%	$Lg(fw/(1-fw \sim R))$
1	1995	0.4	-0.1852
2	1996	2.0	0.3115
3	1997	3.1	0.4888
4	1998	3.8	0.5967
5	1999	4.5	0.5599

6	2000	5.1	0.5994
7	2001	5.6	0.6213
8	2002	6.1	0.6856
9	2003	6.6	0.8256
10	2004	7.1	0.9542
11	2005	7.7	0.964

[0055] 2、绘图

[0056] 以采出程度为横坐标, $Lg(f_w/(1-f_w \sim R))$ 纵坐标, 绘制图 2。

[0057] 第四步, 依据在相同开采方式下的数据进行数学回归, 得出油田不同开采时间的采出程度与含水率数学模型;

[0058] 油田在开采许多年之后, 开采方式总要发生变化, 如打加密调整井、改变注水方式、压裂增产、堵水等一系列的措施, 对油田的生产都会有影响。上述数据是新店油田 11 年的生产数据, 从图 2 中可以看出, 前 4 年 (1995-1998) 油田开采方式变化不大, 没有采取重大措施, 生产数据呈直线, 故采用前 4 个数据点回归, 经计算油田可采储量为 572.9×10^4 , 此时的采收率 9.36%。

[0059] 1999 年 ~ 2005 年 7 年间, 油田开采方式较 1995 年 -1998 年发生变化, 根据后 7 个数据点回归, 经计算油田可采储量为 631.49×10^4 , 此时的采收率 12.63%。

[0060] 第五步, 运用采出程度与含水率数学模型计算出油田不同阶段的含水率。

[0061] 从上述实例可以看出 (第四步), 当油田开采方式发生变化时, 油田可采储量和采收率是随之发生变化的。

[0062] 表 4 是新店油田不同时期采出程度、可采储量和采收率数据表。表中数据表明, 1995 ~ 1998 年间、1998 ~ 2000 年间、2001 ~ 2003 年间呈现 3 个直线段, 说明这期间开采方式接近或相同。经分别计算表明, 1998 ~ 2000 年间开采效果最好, 可采储量为 1228.94×10^4 , 此时的采收率 24.58%。

[0063] 表 4 新店油田不同时期采出程度、可采储量和采收率数据表

[0064]

年份	采出程度 / %	可采储量 / 万吨	采收率 / %
1995 ~ 1998	3.8	572.9	9.36
1998 ~ 2000	5.1	1228.94	24.58
2001 ~ 2003	6.6	459.57	9.83
2004 ~ 2005	7.7		

[0065] 所以, 利用采出程度与含水率数学模型计算出油田不同阶段的含水率, 从而帮助

油藏工程师分析油田开采不同时期的开采工艺效果,及时发现问题及采取调整措施,是油田开采向着好的方向发展。

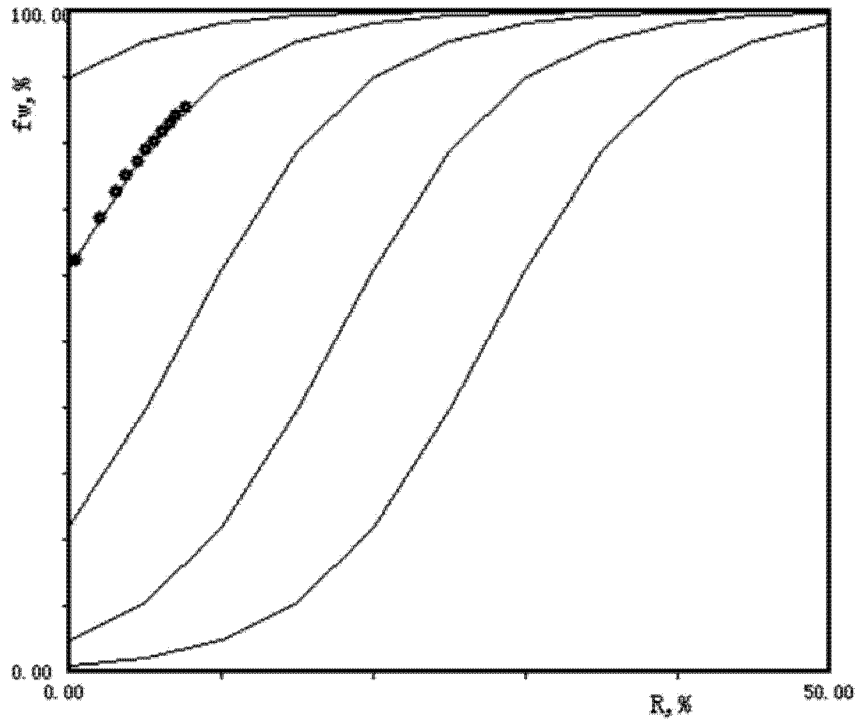


图 1

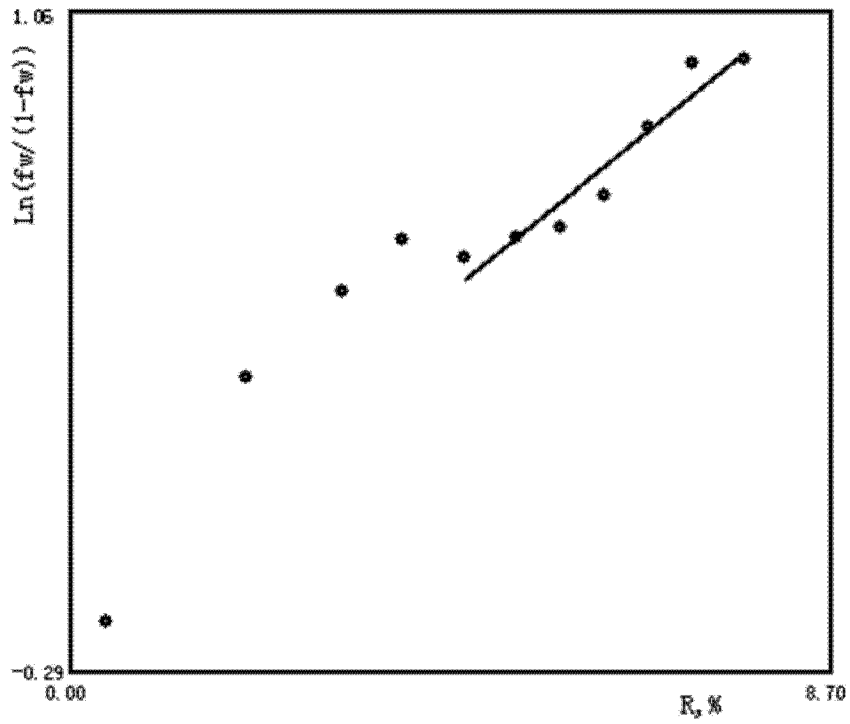


图 2

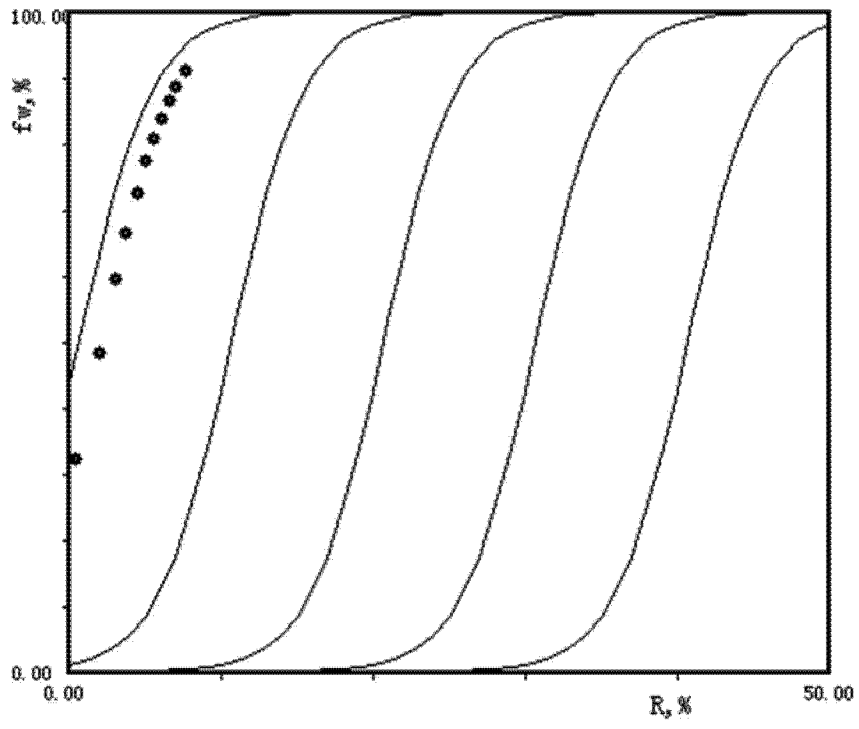


图 3