



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104453876 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410608508. X

(22) 申请日 2014. 11. 03

(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

(72) 发明人 侯连华 王京红 杨帆 张丽君  
杨智 巴丹 秦雁群

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127  
代理人 党晓林 李永强

(51) Int. Cl.  
E21B 49/00(2006. 01)  
G06F 17/50(2006. 01)

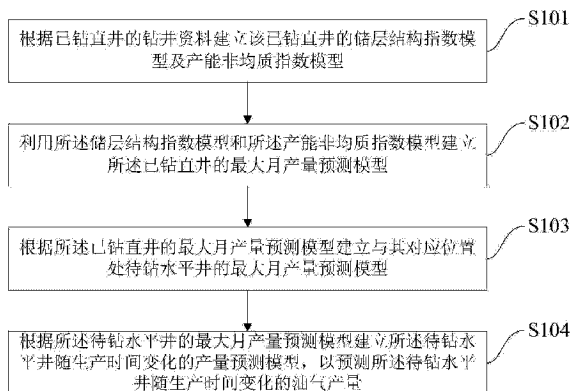
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

致密油气储层水平井油气产量的预测方法及预测装置

(57) 摘要

本发明提供了一种致密油气储层水平井油气产量的预测方法及预测装置,该方法包括:根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型;利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型;根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应位置处待钻水平井的最大月产量预测模型;根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。本发明可获得与实际致密油气储层水平井油气产量更为吻合的预测产量。



1. 一种致密油气储层水平井油气产量的预测方法,其特征在于,包括以下步骤:

根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型;

利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型;

根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应位置处待钻水平井的最大月产量预测模型;

根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。

2. 根据权利要求 1 所述的致密油气储层水平井油气产量的预测方法,其特征在于,所述储层结构指数模型为:  $R_s = \gamma_s(GR) \times V_{sh}$ ;

其中,  $R_s$  为储层结构指数;  $\gamma_s(GR)$  为自然伽玛变差方差根函数;  $GR$  为自然伽玛测井值;  $V_{sh}$  为泥质含量;

所述产能非均质指数模型为:  $Q_H = \gamma_s(DEN) \times \sum_{i=1}^n [(H_i \times \phi_i \times S_{oi} \times G_i) / \mu_i]$ ;

式中,  $Q_H$  为产能非均质指数;  $\gamma_s(DEN)$  为密度测井的变差方差根函数;  $H_i$  为第  $i$  层的油层厚度;  $\phi_i$  为第  $i$  层的孔隙度;  $S_{oi}$  为第  $i$  层的含油饱和度;  $G_i$  为第  $i$  层的压力梯度;  $\mu_i$  为第  $i$  层的原油粘度。

3. 根据权利要求 1 所述的致密油气储层水平井油气产量的预测方法,其特征在于,所述已钻直井的最大月产量预测模型为:  $Q_{vmax} = a \times Q_H / R_s + b$ ;

式中,  $Q_{vmax}$  为所述已钻直井的最大月产油量;  $R_s$  为储层结构指数;  $Q_H$  为产能非均质指数;  $a$  为预设系数;  $b$  为预设常数。

4. 根据权利要求 1 所述的致密油气储层水平井油气产量的预测方法,其特征在于,所述待钻水平井的最大月产量预测模型为:  $Q_{Hmax} = c \times Q_{vmax}^d$ ;

式中,  $Q_{Hmax}$  为所述待钻水平井的最大月产油量;  $Q_{vmax}$  为所述已钻直井的最大月产油量;  $c$  为预设系数;  $d$  为预设指数常数。

5. 根据权利要求 1 所述的致密油气储层水平井油气产量的预测方法,其特征在于,

所述根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,具体为:

根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间呈递减规律变化的预测模型:  $Q_{Hmonth} = Q_{Hmax} \times t^f$ ;

式中,  $Q_{Hmax}$  为所述待钻水平井的最大月产油量;  $t$  为以月为单位的的生产时间;  $Q_{Hmonth}$  为生产时间第  $t$  月的所述待钻水平井的月产油量;  $f$  为预设指数常数,其值为负值。

6. 一种致密油气储层水平井油气产量的预测装置,其特征在于,包括:

参数模型建立模块,用于根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型;

第一产量模型建立模块,用于利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型;

第二产量模型建立模块,用于根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应

位置处待钻水平井的最大月产量预测模型；

油气产量预测模块,用于根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。

7. 根据权利要求6所述的致密油气储层水平井油气产量的预测装置,其特征在于,所述储层结构指数模型为: $R_s = \gamma_s(\text{GR}) \times V_{\text{sh}}$ ;

其中, $R_s$ 为储层结构指数; $\gamma_s(\text{GR})$ 为自然伽玛变差方差根函数; $\text{GR}$ 为自然伽玛测井值; $V_{\text{sh}}$ 为泥质含量;

所述产能非均质指数模型为: $Q_H = \gamma_s(\text{DEN}) \times \sum_{i=1}^n [(H_i \times \phi_i \times S_{oi} \times G_i) / \mu_i]$ ;

式中, $Q_H$ 为产能非均质指数; $\gamma_s(\text{DEN})$ 为密度测井的变差方差根函数; $H_i$ 为第*i*层的油层厚度; $\phi_i$ 为第*i*层的孔隙度; $S_{oi}$ 为第*i*层的含油饱和度; $G_i$ 为第*i*层的压力梯度; $\mu_i$ 为第*i*层的原油粘度。

8. 根据权利要求6所述的致密油气储层水平井油气产量的预测装置,其特征在于,所述已钻直井的最大月产量预测模型为: $Q_{\text{vmax}} = a \times Q_H / R_s + b$ ;

式中, $Q_{\text{vmax}}$ 为所述已钻直井的最大月产油量; $R_s$ 为储层结构指数; $Q_H$ 为产能非均质指数; $a$ 为预设系数; $b$ 为预设常数。

9. 根据权利要求6所述的致密油气储层水平井油气产量的预测装置,其特征在于,所述待钻水平井的最大月产量预测模型为: $Q_{\text{hmax}} = c \times Q_{\text{vmax}}^d$ ;

式中, $Q_{\text{hmax}}$ 为所述待钻水平井的最大月产油量; $Q_{\text{vmax}}$ 为所述已钻直井的最大月产油量; $c$ 为预设系数; $d$ 为预设指数常数。

10. 根据权利要求6所述的致密油气储层水平井油气产量的预测装置,其特征在于,所述根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,具体为:

根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间呈递减规律变化的预测模型: $Q_{\text{hmonth}} = Q_{\text{hmax}} \times t^f$ ;

式中, $Q_{\text{hmax}}$ 为所述待钻水平井的最大月产油量; $t$ 为以月为单位的的生产时间; $Q_{\text{hmonth}}$ 为生产时间第*t*月的所述待钻水平井的月产油量; $f$ 为预设指数常数,其值为负值。

## 致密油气储层水平井油气产量的预测方法及预测装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及致密油气储层勘探开发技术领域,尤其是涉及一种致密油气储层水平井油气产量的预测方法及预测装置。

### 背景技术

[0002] 随着油气勘探开发由常规油气藏向非常规油气(即致密油气)快速发展,致密油气逐渐成为油气勘探开发的重要领域。在致密油气勘探开发过程中,通过评价优选出核心区,在其内先通过钻探直井并经评价确定目标层段后,在目标层段内采用水平井及体积压裂方式开采致密油气储层。但并不是核心区内所有的水平井经体积压裂后都能获得经济油气产量;如致密油气勘探开发最成功的美国,其开采的致密油气水平井中,仍然有40%~50%的井无经济效益。通常,致密油气水平井油气产量与开采时间呈“L”型,即水平井开采初期产量最大,随着开采时间延长,油气产量逐渐下降,只要确定了水平井的初期最大油气产量,就能够根据油气产量下降规律预测生产井的累计油气产量,如何准确预测水平井单井最大油气产量是评价该井能否得经济油气产量的关键。

[0003] 与常规油气藏中的油气流动符合渗流原理不同,致密储层的覆压基质渗透率很低(一般小于0.1mD),存在一定的启动压力,经过大型体积压裂后,致密储层中油气存在渗流、扩散等多种流动方式,也就是说,致密储层中的流体流动机制不完全符合渗流理论,因此,现有技术仍然采用基于渗流理论得到的油气产量预测模型不适用致密油气储层产量预测,难以准确反映出其油气井产量随时间的变化关系,误差较大。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种致密油气储层水平井油气产量的预测方法及预测装置。

[0005] 为达到上述目的,一方面,本发明实施例提供了一种致密油气储层水平井油气产量的预测方法,包括以下步骤:

[0006] 根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型;

[0007] 利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型;

[0008] 根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应位置处待钻水平井的最大月产量预测模型;

[0009] 根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。

[0010] 优选的,所述储层结构指数模型为: $R_s = \gamma_s(GR) \times V_{sh}$ ;

[0011] 其中, $R_s$ 为储层结构指数; $\gamma_s(GR)$ 为自然伽玛变差方差根函数; $GR$ 为自然伽玛测井值; $V_{sh}$ 为泥质含量;

[0012] 所述产能非均质指数模型为： $Q_H = \gamma_s(DEN) \times \sum_{i=1}^n [(H_i \times \varphi_i \times S_{oi} \times G_i) / \mu_i]$ ；

[0013] 式中， $Q_H$  为产能非均质指数； $\gamma_s(DEN)$  为密度测井的变差方差根函数； $H_i$  为第  $i$  层的油层厚度； $\varphi_i$  为第  $i$  层的孔隙度； $S_{oi}$  为第  $i$  层的含油饱和度； $G_i$  为第  $i$  层的压力梯度； $\mu_i$  为第  $i$  层的原油粘度。

[0014] 优选的，所述已钻直井的最大月产量预测模型为： $Q_{Vmax} = a \times Q_H / R_s + b$ ；

[0015] 式中， $Q_{Vmax}$  为所述已钻直井的最大月产油量； $R_s$  为储层结构指数； $Q_H$  为产能非均质指数； $a$  为预设系数； $b$  为预设常数。

[0016] 优选的，所述待钻水平井的最大月产量预测模型为： $Q_{Hmax} = c \times Q_{Vmax}^d$ ；

[0017] 式中， $Q_{Hmax}$  为所述待钻水平井的最大月产油量； $Q_{Vmax}$  为所述已钻直井的最大月产油量； $c$  为预设系数； $d$  为预设指数常数。

[0018] 优选的，所述根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型，具体为：

[0019] 根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间呈递减规律变化的预测模型： $Q_{Hmonth} = Q_{Hmax} \times t^f$ ；

[0020] 式中， $Q_{Hmax}$  为所述待钻水平井的最大月产油量； $t$  为以月为单位的生产时间； $Q_{Hmonth}$  为生产时间第  $t$  月的所述待钻水平井的月产油量； $f$  为预设指数常数，其值为负值。

[0021] 另一方面本发明实施例还提供了一种致密油气储层水平井油气产量的预测装置，包括：

[0022] 参数模型建立模块，用于根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型；

[0023] 第一产量模型建立模块，用于利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型；

[0024] 第二产量模型建立模块，用于根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应位置处待钻水平井的最大月产量预测模型；

[0025] 油气产量预测模块，用于根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型，以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。

[0026] 优选的，所述储层结构指数模型为： $R_s = \gamma_s(GR) \times V_{sh}$ ；

[0027] 其中， $R_s$  为储层结构指数； $\gamma_s(GR)$  为自然伽玛变差方差根函数； $GR$  为自然伽玛测井值； $V_{sh}$  为泥质含量；

[0028] 所述产能非均质指数模型为： $Q_H = \gamma_s(DEN) \times \sum_{i=1}^n [(H_i \times \varphi_i \times S_{oi} \times G_i) / \mu_i]$ ；

[0029] 式中， $Q_H$  为产能非均质指数； $\gamma_s(DEN)$  为密度测井的变差方差根函数； $H_i$  为第  $i$  层的油层厚度； $\varphi_i$  为第  $i$  层的孔隙度； $S_{oi}$  为第  $i$  层的含油饱和度； $G_i$  为第  $i$  层的压力梯度； $\mu_i$  为第  $i$  层的原油粘度。

[0030] 优选的，所述已钻直井的最大月产量预测模型为： $Q_{Vmax} = a \times Q_H / R_s + b$ ；

[0031] 式中， $Q_{Vmax}$  为所述已钻直井的最大月产油量； $R_s$  为储层结构指数； $Q_H$  为产能非均质

指数 ;a 为预设系数 ;b 为预设常数。

[0032] 优选的,所述待钻水平井的最大月产量预测模型为 : $Q_{Hmax} = c \times Q_{Vmax}^d$  ;

[0033] 式中, $Q_{Hmax}$  为所述待钻水平井的最大月产油量 ; $Q_{Vmax}$  为所述已钻直井的最大月产油量 ;c 为预设系数 ;d 为预设指数常数。

[0034] 优选的,所述根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,具体为 :

[0035] 根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间呈递减规律变化的预测模型 : $Q_{Hmonth} = Q_{Hmax} \times t^f$  ;

[0036] 式中, $Q_{Hmax}$  为所述待钻水平井的最大月产油量 ;t 为以月为单位的生产时间 ; $Q_{Hmonth}$  为生产时间第 t 月的所述待钻水平井的月产油量 ;f 为预设指数常数,其值为负值。

[0037] 由于已钻直井的最大月产量与其位置对应处的待钻水平井的最大月产量之间存在很强的相关性,因此,本发明实施例不再基于渗流理论,而是利用客观真实的已钻直井资料建立已钻直井的最大月产量预测模型,然后依据该模型可获取与该已钻直井位置对应处的待钻水平井的最大月产量预测模型,最后根据待钻水平井的最大月产量预测模型建立待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,从而使得预测出的待钻水平井随生产时间变化的油气产量与实际更为吻合,从而也实现了不通过试油就能准确预测水平井油气产量。

#### 附图说明

[0038] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的限定。在附图中 :

[0039] 图 1 为本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法的流程图 ;

[0040] 图 2 为本发明实施例中已钻直井的最大月产油气量与  $Q_H/R_S$  的关系曲线图 ;

[0041] 图 3 为本发明实施例中与已钻直井对应位置处的水平井的最大月产油量关系曲线图 ;

[0042] 图 4 为本发明实施例中与已钻直井对应位置处的水平井的月产油量随生产时间递减的关系曲线图。

#### 具体实施方式

[0043] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0044] 下面结合附图,对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0045] 参考图 1 所示,本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法包括以下步骤 :

[0046] 步骤 S101,根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型。

[0047] 致密油气储层的储量与砂体厚度及结构、含油饱和度、孔隙度、泥质含量等关系密切,本发明的发明人发现利用变差函数能将砂体厚度、结构及变化在空间中的相关性描述出来。采用离散数据情况下的变差函数 :

$$[0048] \quad \gamma(h, x) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

[0049] 式中,  $x$  为求取变差函数的方向;  $h$  为滞后距离;  $N(h)$  为间距为  $h$  的点对数;  $Z(x_i)$  为某位置的变量值;  $\gamma(h, x)$  为变差函数。

[0050] 在求取实验变差函数后,可采用球状模型进行拟合,讨论变量的空间结构性。其一般计算式为:

$$[0051] \quad \gamma(h) = \begin{cases} 0, & h=0 \\ C_0 + C \left( \frac{2h}{3\alpha} - \frac{1}{2} \frac{h^3}{\alpha^3} \right), & 0 < h \leq \alpha \\ C_0 + C, & h > \alpha \end{cases}$$

[0052] 式中  $C_0$  为块金效应,表示  $h$  很小时,两点间变量值的变化;  $C$  为基台值,反映变量在研究范围内的变异程度;  $\alpha$  为某一变量的变化程度。

[0053] 通过对理论变差函数的拟合,可以确定变差函数的相关参数。通常采用变差函数曲线来讨论变量的空间结构,当  $h < \alpha$  时,任意两点间的观测值有相关性,其相关程度随  $h$  的变大而减小;当  $h > \alpha$  时,就不再具相关性。 $\alpha$  值越大,说明变量在某一方向上的相关性越好;反之,则相关性差。

[0054] 变差函数的构成表明,它不依赖变量在空间的具体位置,而只与其滞后距离  $h$  和方向  $x$  相关。把测井曲线及通过测井曲线得到的地质变量当作区域化变量,由于不同厚度、结构、物性、含油性等存在差异的储层测井曲线及地质变量有比较明显的形态特征,因而不同方向上的变程差异较大,这说明可以应用变差函数来研究其空间相关性。

[0055] 为了更好反映出纵向上数据在相关性和偏离平均值的程度,采用变差方差根函数,即为:

$$[0056] \quad \gamma_s = [\gamma(0.5 \times \alpha) + \gamma(\alpha) + S^2]^{0.5}$$

[0057] 储层结构形态与自然伽玛测井曲线、泥质含量分布密切相关,因此,利用自然伽玛变差方差根函数和泥质含量可建立储层结构指数模型:

$$[0058] \quad R_s = \gamma_s(\text{GR}) \times V_{\text{sh}}$$

[0059] 式中  $R_s$  为储层结构指数;  $\gamma_s(\text{GR})$  为自然伽玛变差方差根函数;  $\text{GR}$  为自然伽玛测井值,  $\text{API}$ ;  $V_{\text{sh}}$  为泥质含量,小数。

[0060] 致密储层的油气产能与密度测井曲线的变差方差根函数、油气层厚度、孔隙度、含油饱和度、地层压力、原油粘度密切相关,建立了反映原油产能的非均值指数模型,即原油产能非均质指数:

[0061]

$$Q_H = \gamma_s(\text{DEN}) \times \sum_{i=1}^n [(H_i \times \varphi_i \times S_{oi} \times G_i) / \mu_i]$$

[0062] 式中  $Q_H$  为原油产能非均值指数;  $\gamma_s(\text{DEN})$  为密度测井的变差方差根函数;  $H_i$  为第  $i$  层的油层厚度,单位  $\text{m}$ ;  $\varphi_i$  为第  $i$  层的孔隙度,小数;  $S_{oi}$  为第  $i$  层的含油饱和度,小数;  $G_i$  为  $i$  层的压力梯度,单位  $\text{MPa}/100\text{m}$ ;  $\mu_i$  为第  $i$  层的原油粘度,单位  $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。

[0063] 本步骤中,发明人基于以上分析可建立已钻直井的储层结构指数模型及产能非均

质指数模型。其中,该为已钻直井为研究区内致密油气直井有油气试采资料井段。

[0064] 步骤 S102,利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型。本发明实施例中,已钻直井的最大月产量预测模型为:

$$[0065] \quad Q_{V_{\max}} = a \times Q_H / R_S + b;$$

[0066] 式中, $Q_{V_{\max}}$ 为所述已钻直井的最大月产油量; $R_S$ 为储层结构指数; $Q_H$ 为产能非均质指数; $a$ 为预设系数; $b$ 为预设常数。

[0067] 步骤 S103,根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应位置处待钻水平井的最大月产量预测模型。本发明实施例中,待钻水平井的最大月产量预测模型为:

$$[0068] \quad Q_{H_{\max}} = c \times Q_{V_{\max}}^d;$$

[0069] 式中, $Q_{H_{\max}}$ 为所述待钻水平井的最大月产油量; $Q_{V_{\max}}$ 为所述已钻直井的最大月产油量; $c$ 为预设系数; $d$ 为预设指数常数。

[0070] 步骤 S104,根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。其中,具体为:

[0071] 根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间呈递减规律变化的预测模型:

$$[0072] \quad Q_{H_{\text{month}}} = Q_{H_{\max}} \times t^f;$$

[0073] 式中, $Q_{H_{\max}}$ 为所述待钻水平井的最大月产油量; $t$ 为以月为单位的生产时间; $Q_{H_{\text{month}}}$ 为生产时间第  $t$  月的所述待钻水平井的月产油量; $f$ 为预设指数常数,其值为负值。

[0074] 下面以鄂尔多斯盆地延长组 7 段致密油储层为例,描述本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法的具体应用:

[0075] 利用本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法建立的鄂尔多斯盆地延长组 7 段致密油储层某一已钻直井 A 的最大月产油量预测模型为:

$$[0076] \quad Q_{V_{\max}} = 47.033 \times Q_H / R_S - 1.3611$$

[0077] 结合图 2 中已钻直井 A 的最大月产油气量与  $Q_H / R_S$  的关系曲线图可知,该关系曲线与该已钻直井 A 的实际井数据符合率较高,其复相关系数可达到 0.97。

[0078] 与该已钻直井 A 对应位置处待钻水平井 B 的最大月产量预测模型的最大月产油量预测模型为:

$$[0079] \quad Q_{H_{\max}} = 43.421 \times Q_{V_{\max}}^{0.4132}$$

[0080] 结合图 3 中与已钻直井对应位置处的水平井的最大月产油量关系曲线图可知,该水平井 B 的最大月产油量关系曲线与该水平井 B 实际井数据符合率较高,其复相关系数可达到 0.95。

[0081] 该待钻水平井 B 随生产时间变化的产量预测模型为:

$$[0082] \quad Q_{H_{\text{month}}} = 615.0 \times t^{-0.028361}$$

[0083] 结合图 4 中与已钻直井对应位置处的水平井的月产油量随生产时间递减的关系曲线图可知,615 为该水平井 B 的最大月产量,对该井前 195 个月的累计产量进行预测产量为 2.2319 万吨,后续该井实际产量为 2.1831 万吨,可见其计算结果符合率较高。

[0084] 在根据本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法得到待钻水平井随生产时间变化的油气产量后,可根据水平井月运行成本、油气价格和设定的最低投资



回报率等确定累计油气经济产量下限,当一口井自开始生产到该井生产时间上限累计生产的油气产量高于累计油气经济产量时,该井即为有效价值井,可进行该水平井钻探,相反,该井无效,放弃钻探该水平井。

[0085] 由于已钻直井的最大月产量与其位置对应处的待钻水平井的最大月产量之间存在很强的相关性,因此,本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法不再基于渗流理论,而是利用客观真实的已钻直井资料建立已钻直井的最大月产量预测模型,然后依据该模型可获取与该已钻直井位置对应处的待钻水平井的最大月产量预测模型,最后根据待钻水平井的最大月产量预测模型建立待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,从而使得预测出的待钻水平井随生产时间变化的油气产量与实际更为吻合。

[0086] 与上述本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测方法对应,本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测装置包括参数模型建立模块、第一产量模型建立模块、第二产量模型建立模块和油气产量预测模块。其中:

[0087] 参数模型建立模块,用于根据已钻直井的钻井资料建立该已钻直井的储层结构指数模型及产能非均质指数模型;具体参见上述步骤 S101。

[0088] 第一产量模型建立模块,用于利用所述储层结构指数模型和所述产能非均质指数模型建立所述已钻直井的最大月产量预测模型;具体参见上述步骤 S102。

[0089] 第二产量模型建立模块,用于根据所述已钻直井的最大月产量预测模型建立与其对应位置处待钻水平井的最大月产量预测模型;具体参见上述步骤 S103。

[0090] 油气产量预测模块,用于根据所述待钻水平井的最大月产量预测模型建立所述待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,以预测所述待钻水平井随生产时间变化的油气产量。具体参见上述步骤 S104。

[0091] 由于已钻直井的最大月产量与其位置对应处的待钻水平井的最大月产量之间存在很强的相关性,因此,本发明实施例的致密油气储层水平井油气产量的预测装置不再基于渗流理论,而是利用客观真实的已钻直井资料建立已钻直井的最大月产量预测模型,然后依据该模型可获取与该已钻直井位置对应处的待钻水平井的最大月产量预测模型,最后根据待钻水平井的最大月产量预测模型建立待钻水平井随生产时间变化的产量预测模型,从而使得预测出的待钻水平井随生产时间变化的油气产量与实际更为吻合。

[0092] 本领域技术人员还可以了解到本发明实施例列出的各种说明性逻辑块、单元和步骤可以通过硬件、软件或两者的结合来实现。至于是通过硬件还是软件来实现取决于特定的应用和整个系统的设计要求。本领域技术人员可以对于每种特定的应用,可以使用各种方法实现所述的功能,但这种实现不应被理解为超出本发明实施例保护的范围。

[0093] 本发明实施例中所描述的各种说明性的逻辑块,或单元都可以通过通用处理器,数字信号处理器,专用集成电路(ASIC),现场可编程门阵列或其它可编程逻辑装置,离散门或晶体管逻辑,离散硬件部件,或上述任何组合的设计来实现或操作所描述的功能。通用处理器可以为微处理器,可选地,该通用处理器也可以为任何传统的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器也可以通过计算装置的组合来实现,例如数字信号处理器和微处理器,多个微处理器,一个或多个微处理器联合一个数字信号处理器核,或任何其它类似的配置来实现。

[0094] 本发明实施例中所描述的方法或算法的步骤可以直接嵌入硬件、处理器执行的软

件模块、或者这两者的结合。软件模块可以存储于 RAM 存储器、闪存、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM 或本领域中其它任意形式的存储媒介中。示例性地,存储媒介可以与处理器连接,以使得处理器可以从存储媒介中读取信息,并可以向存储媒介存写信息。可选地,存储媒介还可以集成到处理器中。处理器和存储媒介可以设置于 ASIC 中,ASIC 可以设置于用户终端中。可选地,处理器和存储媒介也可以设置于用户终端中的不同的部件中。

[0095] 在一个或多个示例性的设计中,本发明实施例所描述的上述功能可以在硬件、软件、固件或这三者的任意组合来实现。如果在软件中实现,这些功能可以存储与电脑可读的媒介上,或以一个或多个指令或代码形式传输于电脑可读的媒介上。电脑可读媒介包括电脑存储媒介和便于使得让电脑程序从一个地方转移到其它地方的通信媒介。存储媒介可以是任何通用或特殊电脑可以接入访问的可用媒体。例如,这样的电脑可读媒体可以包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁性存储装置,或其它任何可以用于承载或存储以指令或数据结构和其它可被通用或特殊电脑、或通用或特殊处理器读取形式的程序代码的媒介。此外,任何连接都可以被适当地定义为电脑可读媒介,例如,如果软件是从一个网站站点、服务器或其它远程资源通过一个同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字用户线 (DSL) 或以例如红外、无线和微波等无线方式传输的也被包含在所定义的电脑可读媒介中。所述的碟片 (disk) 和磁盘 (disc) 包括压缩磁盘、镭射盘、光盘、DVD、软盘和蓝光光盘,磁盘通常以磁性复制数据,而碟片通常以激光进行光学复制数据。上述的组合也可以包含在电脑可读媒介中。

[0096] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

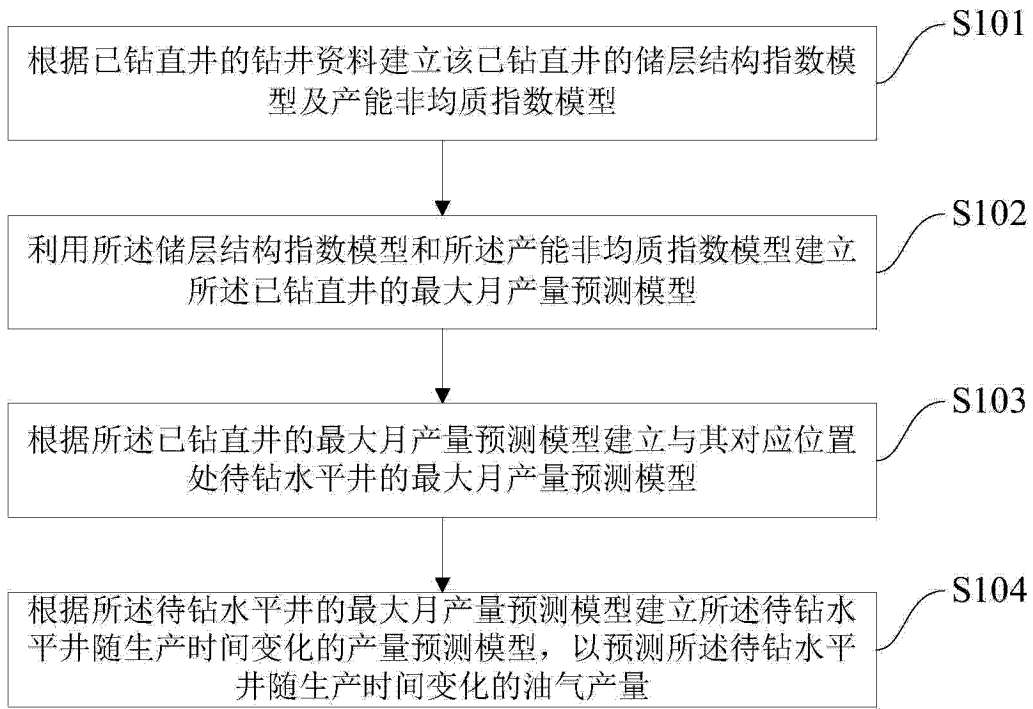


图 1

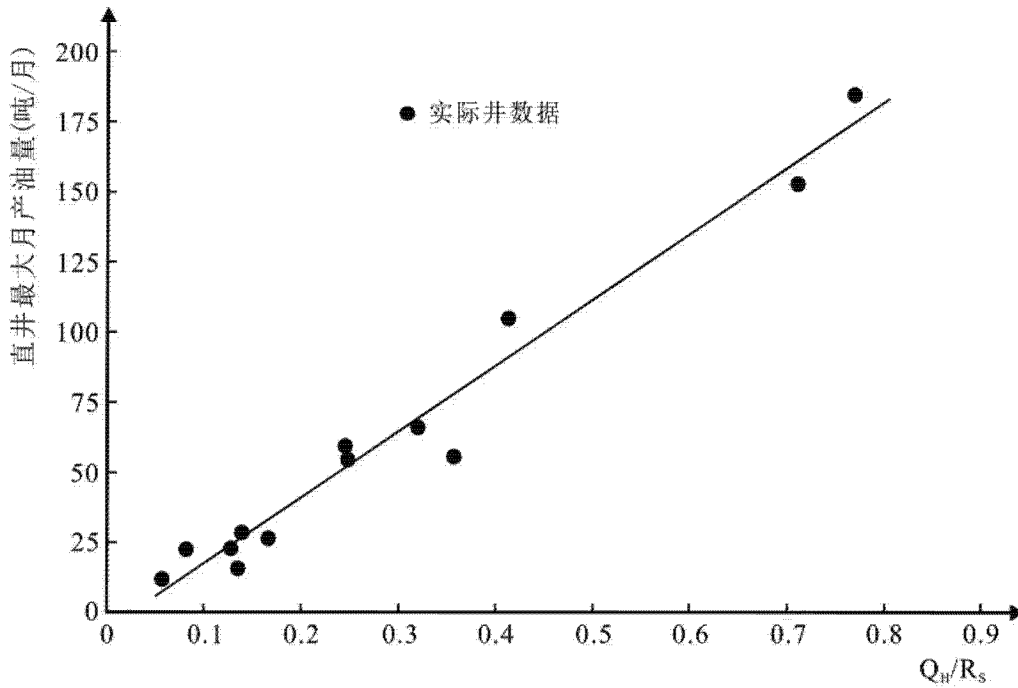


图 2

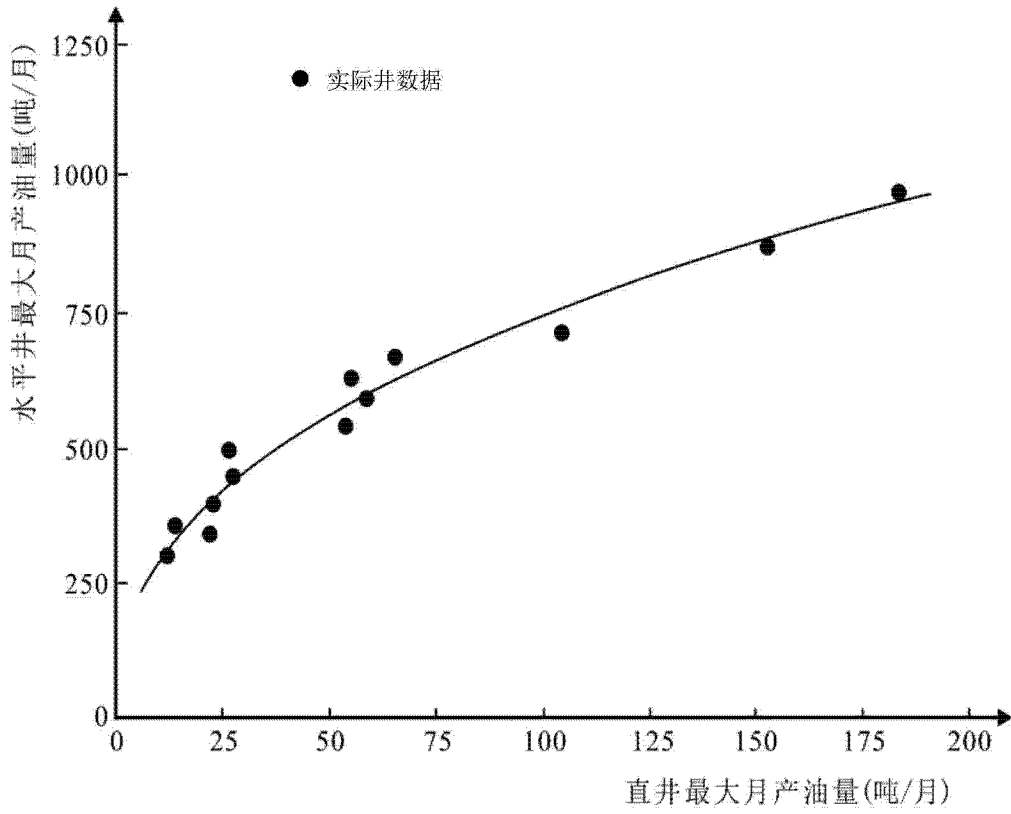


图 3

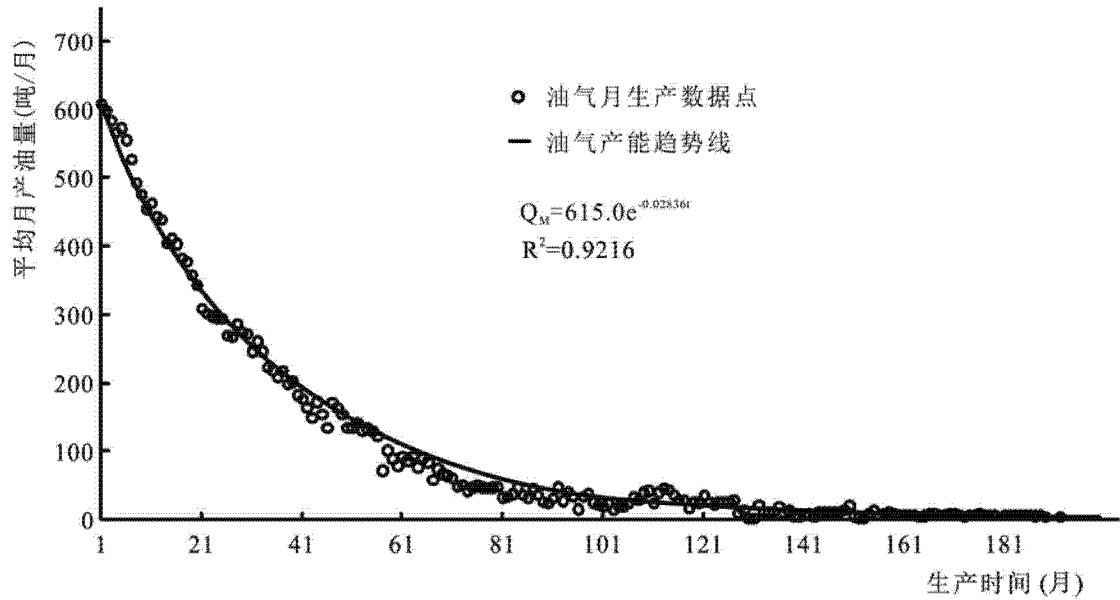


图 4