

## 权 利 要 求 书

1、一种重力置换气侵量快速预测方法，其特征在于，包括：

步骤一、根据地层参数、裂缝参数确定初始气侵速率；

步骤二、根据初始气侵速率以及时刻  $t$  确定  $t$  时刻漏失段长度；

步骤三、根据  $t$  时刻漏失段长度、 $t$  时刻的裂缝压力确定  $t$  时刻的漏失量、气侵量；

步骤四、根据  $t$  时刻的漏失量、气侵量确定下一时刻的裂缝压力；

步骤五、根据下一时刻的裂缝压力重复步骤二至步骤四，直到时间域结束；  
获得最终的漏失量、气侵量；

所述步骤一的初始气侵速率通过定压边界重力置换简化模型计算得到；

所述定压边界重力置换简化模型包括：

$$\tau_{wg}(y) = \frac{6\mu v_g(y)}{b}$$

$$\tau_{wl}(y) = K \left( 4 + \frac{2}{n} \right)^n \left( \frac{v_l(y)}{b} \right)^n$$

$$\frac{2\tau_{wl}(y)h_f}{b\rho_l g} = [p_l(y) - p_g(y)] \sin \theta$$

$$\frac{2\tau_{wg}(y)h_f}{b\rho_g g} = [p_g(y) - p_l(y)] \sin \theta$$

$$q_l = \int 2h_l b v_l(y) dy$$

$$q_g = \int 2h_g b v_g(y) dy$$

式中： $\tau_{wg}(y)$ 、 $\tau_{wl}(y)$  为天然气、钻井液受到的缝面摩阻力分布，Pa； $\mu$  为天然气粘度，Pa·s； $K$  为钻井液稠度系数，Pa·s <sup>$n$</sup> ； $n$  为钻井液流性指数； $v_g$ 、 $v_l$  为天然气、钻井液流速，m/s； $b$  为裂缝开度，m； $\rho_l$ 、 $\rho_g$  为钻井液、天然气密度，kg/m<sup>3</sup>； $h_f$  为裂缝通道长度，m； $p_l(y)$ 、 $p_g(y)$  为钻井液、天然气沿井筒的压力分布，Pa； $g$  为重力加速度，m/s<sup>2</sup>； $\theta$  为裂缝倾角，°； $h_l$ 、 $h_g$  为漏失段、气侵段长度，m；

$q_l$ 、 $q_g$  为漏失、气侵速率， $m^3/s$ 。

2、根据权利要求 1 所述的一种重力置换气侵量快速预测方法，其特征在于，所述步骤三中的漏失量、气侵量通过封闭边界重力置换简化模型计算得到。

3、根据权利要求 2 所述的一种重力置换气侵量快速预测方法，其特征在于，所述封闭边界重力置换简化模型包括：

$$h_l(t) = \frac{p_g(0) - p_g(t)}{\rho_l g \sin \theta}$$

$$h_g(t) = h - h_l(t)$$

$$N(t) = \frac{p_g(0) l_1 l_2 b}{z(0) R T} - \frac{p_g(t) \int Q_g(t) dt}{z(t) R T}$$

$$V_g(t) = l_1 l_2 b - \int Q_l(t) dt$$

式中， $p_g$  为裂缝压力，Pa； $h$  为井筒长度，m； $N$  为裂缝内天然气物质的量，mol； $z$  为气体压缩因子，无量纲； $R$  为气体常数， $8.314 J/(mol \cdot K)$ ； $T$  为绝对温度，K； $Q_g$  为天然气侵入的瞬时排量， $m^3/s$ ； $l_1$  为裂缝长度，m； $l_2$  为裂缝高度，m； $V_g$  为裂缝内天然气的体积， $m^3$ ； $Q_l$  为钻井液漏失的瞬时排量， $m^3/s$ 。

4、根据权利要求 3 所述的一种重力置换气侵量快速预测方法，其特征在于，所述步骤四中的裂缝压力也是通过封闭边界重力置换简化模型计算得到的。