

欠压实地层古地层压力恢复的统计模拟法及其在松辽盆地中的应用

付广 庞雄奇 姜振学 张树林

(大庆石油学院, 大庆 151400)

提要 恢复烃源岩古地层压力和对于研究其生留排烃过程具有重要意义。Nakayama^[1]等在开展盆地模拟研究时应用 Rubey (1959) 和 Chapman (1972) 等人提出的数学地质模型对欠压实地层的古地层压力进行恢复。本文通过对松辽盆地欠压实地层的研究发现欠压实因子随地层厚度、埋深、围岩渗透性等地质条件的不同而改变, 在此基础上提出了欠压实地层压力恢复的统计模拟法, 克服了目前 Nakayama^[1]等将地层埋藏过程中的欠压实因子视为常数的不足, 从而使计算结果更接近实际。统计模拟法在松辽盆地的应用结果表明了这一方法在实用中的可行性和有效性。

关键词 欠压实地层 古地层压力 统计 模拟

第一作者简介 付广 男 33岁 硕士 讲师 石油、天然气地质与勘探

前言

温度和压力是盆地模拟研究中的两个最基本的地质参数。在正常沉积压实条件下, 地层压力是根据其(古)埋深来换算的, 基本关系式为:

$$P_w = \frac{Z}{10} \quad (1)$$

式中: P ——地层压力, atm;

Z ——地层(古)埋深, m。

在欠压实条件下, 地层(流体)压力较(1)式计算出的水静(柱)压力大。这是因为, 欠压实地层中的流体除了承载上覆地层中的水柱压力外, 还承载了部分的岩石骨架压力, 通常将欠压实地层流体压力(P)超过了水静压力(P_w)的那一部分 $\Delta P (= P - P_w)$ 称之为地层超压或剩余压力。

欠压实地层异常超压 ΔP 的大小与地层欠压实程度(用欠压实因子 δ 表示)或剩余孔隙度($\Delta\Phi$, 欠压实条件下的孔隙度与正常压实条件下的孔隙度之差)有关。Nakayama^[1]在用 $\Delta P \approx f(\delta, \Delta\Phi)$ 的关系式研究地史过程中欠压实地层的异常超压时将欠压实因子视为一个固定不变的常数, 我们通过对松辽盆地不同地质条件下泥岩的欠压实作用研究表明, 地层埋深过程中欠压实因子是一个随地质条件不同而改变的量。为了确定地层埋深过程中不同阶段的欠压实因子 δ , 并依此计算出地层的古异常超压, 本文提出了古地层压力恢复的统计模拟法, 在松辽盆地的应用结果说明这一方法是可行和有效的。

1 欠压实地层异常超压计算的一般模型

在实际地质条件下,地层的孔隙度随埋深呈指数形式减小,一般用下列数学地质模型表示:

$$\Phi = \Phi_0 e^{-CC \cdot \delta \cdot Z} \quad (2)$$

式中: Φ ——地层在埋深为 Z 时的孔隙度;

Φ_0 ——地层在地表(埋深为零)时孔隙度;

Z ——地层埋深, m;

CC ——与研究区地层压实过程有关的常数,不同岩性的地层取值不同;

δ ——地层压实状态因子。

在正常压实的情况下,地层压实状态因子 $\delta=1$,其孔隙度(Φ_n)变化如图1中趋势线所示。

欠压实情况下,地层孔隙度(Φ)较正常压实条件下的孔隙度(Φ_n)偏大,将地层实测的孔隙度(Φ)、地层埋深(Z)等参数代入式(2)模型中求出的地层欠压实因子 $\delta < 1$ 。地层欠压实的直接结果是导致地层内部流体排运受阻,内部压力增大。Rubey、Hubber(1959)和Chapman(1972)等人研究后发现,随着地层欠压实因子的增大,内部流体异常超压增大,它们之间具有下列基本关系。

$$\delta = \frac{P_b - P}{P_b - P_w} \quad (3)$$

或

$$P = \left[1 - \delta \left(1 - \frac{P_w}{P_b} \right) \right] \cdot P_b \quad (4)$$

式中: P_b ——欠压实地层上覆地静(岩柱)压力;

P_w ——欠压实地层上覆水静(水柱)压力;

δ ——地层欠压实因子;

P ——地层流体压力。

根据式(2)和式(4)计算出欠压实地层的水静压力和异常地层压力后,异常超压(ΔP)依式(5)计算:

$$\Delta P = P - P_w \quad (5)$$

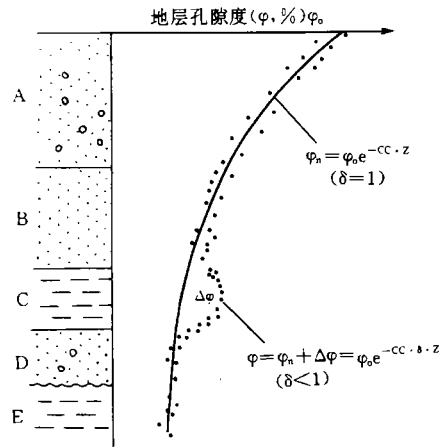


图1 实际地质条件下地层压实的一般模型

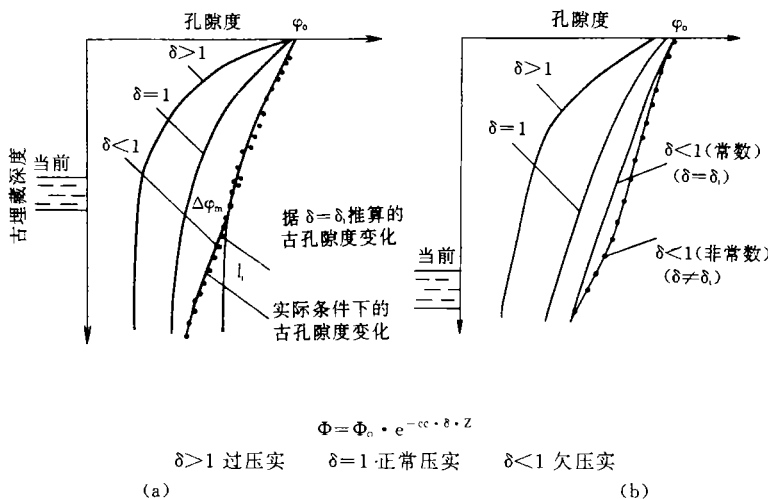
Fig. 1 General model of strata compaction in actual geological condition

2 欠压实地层埋深过程模拟^[1]

根据地层目前欠压实因子的大小,并利用式(4)和式(5)可以计算出地层异常压力(P)和剩余压力(ΔP)。如果知道了欠压实地层在任意古埋深时期的欠压实因子的大小,则依据式(4)和式(5)可以计算出与古埋深对应的地层异常压力(P_i)和剩余压力(ΔP_i)。

古埋深过程中的欠压实因子为多少呢?直接回答这个问题较为困难,因为在回答这个问题前必须了解欠压实地层在地史过程中的剩余孔隙度(ΔP_i)变化规律,也即必须了解欠压实层的沉积速率、埋藏速率、厚度、上下围岩的渗透性以及欠压实层内部粘土转化脱水、干酪根生烃、流体受热膨胀等。所有这些都与地层的欠压实作用有关。为了回避这些问题,Nakayama^[1]将地史过程中地层的欠压实因子 δ 设定为一常数,即用现今地质资料计算出的 δ 代替地史过程中各地史时期的 δ_i ,并利用式(4)和式(5)计算地史各时期欠压实地层的 P_i 和 ΔP_i 。

地层埋藏过程中欠压实因子为一常数的设定解决了古地层压力恢复中的难题,但这种假设与实际地质条件有较大的差距,因而不能保证计算结果的正确性。



a 欠压实层目前处于欠压实主带 b 欠压实层目前处于欠压实主带下部

图 2 用现今地层的欠压实因子(δ)代替地史过程中地层欠压实因子

δ_i 计算的地层孔隙度变化史与实际地质条件下的变化史特征比较

Fig. 2 Comparison of the porosity variation in the abnormally compacted stratum calculated by using a constant factor δ_i with its porosity variation in actual geohistory.

- a. Strata are in the main zone of abnormally compaction
- b. Strata are after the main zone of abnormally compaction

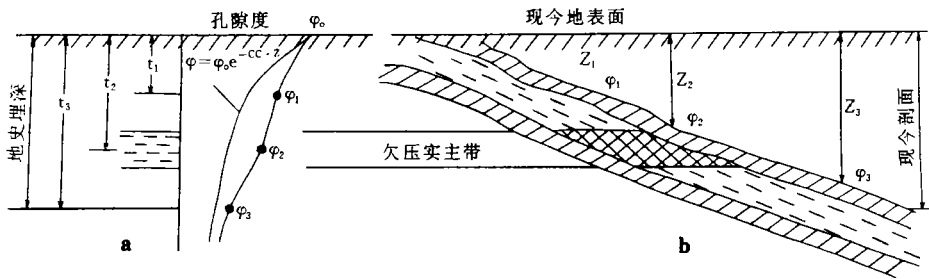
如图 2 所示,当设定地层的欠压实因子(δ)为一常数时,除 $\delta=1$ (地层正常压实)的情形外,地层埋深过程中的孔隙度(Φ)变化偏离现今地层剖面中不同埋深下的孔隙度演化规律。如图 2a 所示,在地层欠压实时, $\delta < 1$ 。若这一地层目前正处于欠压实高峰(极限)期,则其剩余孔隙度达到最大。如果我们依此时计算出的 δ 代替地史演化过程中各时期的 δ_i ,可

恢复出该地层的孔隙度变化史曲线如 l_1 所示。事实上,在实际地质条件下,这种孔隙度变化规律是不可能的,因为在其后的压实过程中,地层内部的流体由于裂缝的产生而得到释放,欠压实作用减弱,剩余孔隙度较 l_1 推算的小。另外,如果地层目前的埋深处于欠压实主带(极限高峰)以下,则依目前的 δ 代替地史各时期的 δ_i ,则会使估算的地史过程中的欠压实作用较实际的偏小(图 2b)。松辽盆地实际地质条件下的地层欠压实作用(图 4)证明了这一点。

3 欠压实地层埋藏史统计模拟及其古地层压力恢复计算

3.1 欠压实地层埋深过程中的孔隙度变化的一般规律

欠压实地层埋深过程中的孔隙度,特别是剩余孔隙度的变化史基本上反映了欠压实地层的演变历程。欠压实层在埋深逐渐增大的过程中其孔隙度(或剩余孔隙度)怎样变化呢?对这个问题是无法直接回答的,因为几十,几百万年的地史过程无法在实验条件下重现。但是,同一地层,在厚度和上下围岩等条件不变的情况下,它们目前处于不同埋深条件的欠压实情形可以看成是地质地史过程中不同埋深期的压实作用的持续作用结果(图 3a),如果将其孔隙度变化点于同一图中可得到图 3b 的演化结果。



a. 地史过程中的孔隙度变化

b. 不同埋深下同一地层的孔隙度变化

图 3 利用同一地层不同埋深的孔隙度变化研究地史过程中的孔隙度变化特征

Fig. 3 Study of porosity variation in compaction by using the porosity data of the same formation in its different depth

a. Variation of the formation porosity in compaction

b. Variarion of the formation porosity at different depth

李明诚^[2]提出用这种方法追踪研究地层的欠压实史,得出了类似于图 3a 的结果,Smith^[3]对欠压实地层的理论模拟也得出了类似的结论。这一结果表明:①欠压实地层的欠压实作用自沉积开始出现;②欠压实作用经历了一个自弱至强,然后自强至弱的过程;③不同的地质背景(如沉积速率不同、上下围岩物性不同等)条件下欠压实地层出现欠压实极限的深度不同;④厚薄不同、上下围岩物性不同、沉积埋藏速率不同的欠压实地层能够达到的最大的欠压实幅度(剩余孔隙度)不同。

3.2 松辽盆地不同地质条件下欠压实地层物性变化特征

松辽盆地不同地质条件下欠压实地层的变化特征(图 4)与图 3 中反映出来的一般规律吻合一致。虽然这些是来自现今地质条件下不同埋深处的欠压实地层。图 4 的资料还说明,随着地层厚度的增大,地层欠压实能够达到的剩余孔隙度也增大,厚度趋于零的泥岩层不存在欠压实作用。松辽盆地的欠压实主带大约在 1500—1650 m 的深度范围内。在松辽盆地的地质条件下,欠压实地层能够达到的最大剩余孔隙度在 30%—50% 之间。图 4 是根据泥岩最大声波时差值换算的孔隙度,因此代表的是不同厚度的泥岩层最大限度地欠压实条件下的孔隙度随埋深的变化规律。

3.3 欠压实地层孔隙度变化特征统计模型

模拟欠压实地层的孔隙度变化的关键是模拟欠压实地层的剩余孔隙度($\Delta\Phi$)变化。根据前面的理论分析和对松辽盆地欠压实地层实际资料(图 4)观察,本文选用下列数学地质模型表述欠压实地层埋深过程中的剩余孔隙度($\Delta\Phi$)变化:

$$\Delta\Phi_m = \frac{2KM}{\pi} \cdot \arctg\left(\frac{H}{100}\right) \cdot e^{-\left(\frac{Z}{100} - \frac{Z_0}{100}\right)^2 \frac{1}{KH}} \quad (6)$$

式中: $\Delta\Phi_m$ ——厚度为 H (m)、埋深为 Z (m)的欠压实层在地史过程中能达到的最大剩余孔隙度;

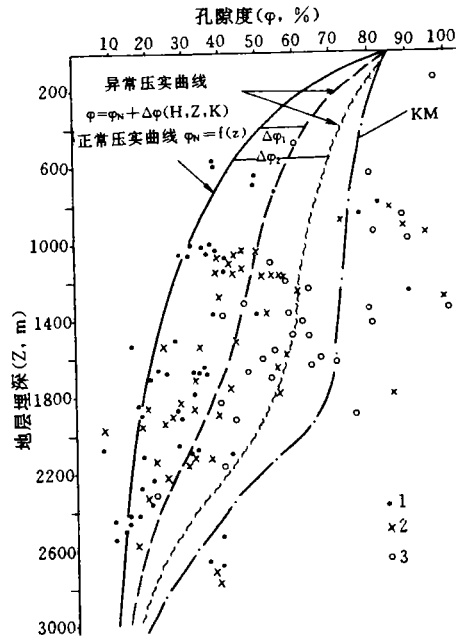
Z_0 ——研究区地层欠压实主带或地史过程中地层最大限度欠压实的埋深(m);

一般与研究区地质条件有关。

KM ——欠压实地层在地史过程中(埋深为 Z_0)能达到的最大剩余孔隙度理论极值,它与地层厚度无关。

KH ——与地史过程中欠压实地层剩余孔隙度随埋深变化速率有关的常数,一般与研究区压实过程有关,它是通过对研究区欠压实资料的统计分析得到。

式中的 Z_0 根据对研究区地层的欠压实资料观察确定, KM 、 KH 依据对研究区欠压实地层的实际资料(Φ 、 H 、 Z 、 Z_0)统计模拟确定,即选择最佳的 KM 、 KH 值,使包含这两个参数的 $\Delta\Phi_m$ 关系式能够最大限度地反映研究区欠压实地层的孔隙度变化。统计模拟用到的实际资料越多,得到的 KM 和 KH 等参数的代表性越强。



1. 泥岩厚度小于 5 m
2. 泥岩厚度 5—25 m
3. 泥岩厚度大于 25 m
4. KM 可能的压实极限

图 4 松辽盆地泥岩层欠压实幅度与地层埋深和厚度相关图

Fig. 4 Relation between the porosity of abnormally compacted strata and their depth and thickness in Songliao Basin

此外, KM 和 KH 的优化选择还必须满足式(7)和式(8)两项条件。式(7)表示欠压实地层的最大孔隙度($\Phi + \Delta\Phi_m$)在埋深过程中遵循递减原则(压实不可逆); 式(8)表明欠压实地层内部流体压力(P)不能超过岩石的机械抗张强度(小于地静压力 P_b 的 0.8 倍)^[4]。

$$(\Phi_n + \Delta\Phi_m)' \leq 0 \quad (7)$$

$$P < 0.8 P_b \quad (8)$$

求满足上列诸条件的 KH 和 KM 参数的方法步骤是:

①据研究区实际的欠压实地层剖面确定欠压实主带的埋深 Z 。

这里的欠压实主带指研究区欠压实现象出现最频繁、欠压实幅度最大的埋深区间, 用它们的平均埋深 Z 表示。 Z 可依泥岩层的声波时差资料统计确定。例如, 松辽盆地的欠压实主带出现在埋深为 1550—1650 m 范围内, 可取 $Z = 1600$ m。

②利用下列模型统计确定研究区欠压实速率常数 KH

通过对研究区欠压实地层的 Z_i , $\Delta\Phi_i$ ($i=1, 2, \dots, n$ 代表统计的资料样本数)一系列资料的统计模拟, 可以获得式(9)中的 KH 和 KM' 两项参数。

$$\Delta\Phi = KM' e^{-\frac{\left(\frac{Z}{100} - \frac{Z_0}{100}\right)^2}{KH}} \quad (9)$$

KH 的地质意义在式(9)中非常明显, KH 越大表明欠压实地层的剩余孔隙度 $\Delta\Phi$ 随埋深变化越小, KH 越小表明 $\Delta\Phi$ 随 Z 的变化越大。一般说来, 地温梯度高的沉积盆地的 KH 参数较地温梯度小的沉积盆地的 KH 参数小, 即 $\Delta\Phi$ 随 Z 增大出现早、消亡快。总之, KH 参数反映 $\Delta\Phi$ 随 Z 的变化速率快慢。 KM' 表明研究区欠压实地层在欠压实主带 ($Z = Z_0$) 表现出的平均剩余孔隙度或平均的欠实程度。 KM' 除与研究区总的欠压实程度有关外, 还与欠压实地层的厚度 (H) 有关, 厚度大的地层在同样的埋深条件下出现的剩余孔隙度 ($\Delta\Phi$) 大, 此外, KM' 还与欠压实地层的砂泥含量、上下围岩的渗透性以及流体向外排泄的通道好坏等一系列因素有关, 这些因素的作用强弱在本文的统计模拟研究中统统包含在欠压实系数 K_p 之中(式 10)。

$$KM' = KM \cdot \arctg\left(\frac{H}{100}\right) \cdot K_p \quad (10)$$

式中: KM ——研究区地层欠压实剩余孔隙度理论极大值;

H ——欠压实地层的厚度。 $H=0$ 时, $\Delta\Phi=0$, 表明地层不出现欠压实。当 H 越大, $\Delta\Phi$ 越大, 表明厚度大的地层欠压实程度大; $H < 100$ m 时, $\Delta\Phi$ 随 H 增加快, $H > 100$ m 时, $\Delta\Phi$ 随 H 增加慢; 实际地质条件下任何地层的 $\Delta\Phi$ 小于 KM' 。

K_p ——地层欠压实系数。它指研究区某一地层的实测的剩余孔隙度 $\Delta\Phi$ 与该地层欠压实剩余孔隙度理论极大值 KM' 之比。 $K_p=0$, $\Delta\Phi=0$, 表明地层正常压实; $K_p \geq 1$, $\Delta\Phi=KM'$, 表明地层极大限度欠压实; 关于 K_p 的意义下面还将讨论。

③求研究区欠压实地层剩余孔隙度理论极大值 KM'

本文采用统计模拟法求 KM , 在统计时只选用那些被认为是极大限度地欠压实的地层的欠压实资料 $Z, \Delta\Phi, H$ 。在这种情况下, 或式(10)中的 K_p 可暂且视为常数 1。因此, 理论上欠压实地层的最大孔隙度(Φ_0)变化模型可写为:

$$\Phi_z = \Phi_n + KM e^{-\frac{(z-z_n)^2}{KH}} \quad (11)$$

由式(7)有:

$$\Phi'_z(Z) = -cc \cdot \Phi_0 e^{-ccZ} + KM \left[-\frac{2(Z-Z_n)}{KH} \right] \cdot e^{-\frac{(Z-Z_n)^2}{KH}} < 0 \quad (12)$$

化简得:

$$KM \leq \frac{cc \cdot \Phi_0 \cdot KH}{2(Z_n - Z)} \cdot e^{-ccZ + \frac{(Z-Z_n)^2}{KH}} = f(k) \quad (13)$$

令 $f(k)' = 0$, 得到

$$\left[-\frac{2}{KH}(Z_n - Z)^2 - CC \cdot (Z_n - Z) + 1 \right] \cdot \frac{CC \cdot \Phi_0 \cdot KH}{2} e^{-cc \cdot Z + \frac{(Z-Z_n)^2}{KH}} = 0 \quad (14)$$

得到满足式(14)的解为:

$$Z = Z_1 = Z_n - \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (\text{无效解}) \quad (15)$$

$$Z = Z_2 = Z_n - \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (\text{有效解}) \quad (16)$$

将 Z_2 代入式(13)得到 $f(k)$ 的极小值; 在数值上与 KM 极大值相等, 即

$$\begin{aligned} KM &= f(cc, \Phi_0, KH, Z_n, Z_2) \\ &= \frac{cc \cdot \Phi_0 \cdot KH}{2(Z_n - Z_2)} e^{-cc \cdot Z_2 + \frac{(Z_2 - Z_n)^2}{KH}} \end{aligned} \quad (17)$$

表 1 为几种不同地质条件下的 KH 、 KM 和 Z_n 相互关系的计算结果。松辽盆地欠压实地层的 Z_n 取 1500 m, $\Phi_0 = 0.64$ 的情况下对实际资料拟合得到 $KH = 60$, 由此进一步确定出 $KM = 0.26$ 。

计算结果说明, 泥岩层的欠压实作用是有限度的, 随埋深增大, 欠压实地层可能达到的最大剩余孔隙度减小。松辽盆地欠压实地层的 KH 值统计结果为 60, 对应着现在欠压实主带(Z_n)的最大剩余孔隙度(KM)为 26%。

3.4 实际地质条件下欠压实地层剩余孔隙度模拟校正

前面说明, 图 5 是根据松辽盆地两套区域性的欠压实地层(q_n^1 和 n_n)的最大声波时差值统计作出的, 因此它们只能反映完全或充分欠压实地层的孔隙度变化规律, 因此建立的数学地质模型(式(6))对下列两种情况不适用: ①地层由于沉积速率缓慢、埋藏时间长呈上下围岩渗透性好导致它们目前的剩余孔隙度达到式(6)的规模, 甚至无欠压实现象($\Delta\Phi_m = 0$); ②厚度为 H 的地层由于上下围岩(厚度为 h)的渗透性差, 目前的剩余孔隙度较式(6)

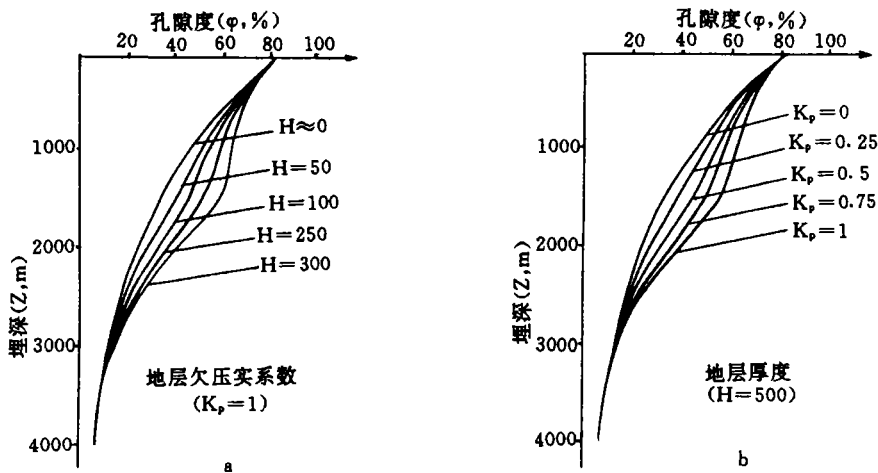
计算出的大得多, 达到了厚度为 $H+2h$ 的欠压实地层的剩余孔隙度规模(欠压实层 H 与围岩构成了一个欠压实系统)。

表 1 不同地质条件下地层欠压实参量(Z , KM , KH)相互关系表

Table 1 Relations of abnormal compaction factors

(Z , KM , KH for a formation under different geological conditions)

KM / Z (m) \ KH	10	30	60	90	120	150
1500	0.89	0.16	0.26	0.34	0.42	0.49
2000	0.64	0.12	0.19	0.25	0.30	0.36
2500	0.47	0.09	0.14	0.18	0.22	0.26
3000	0.34	0.065	0.10	0.13	0.16	0.19



a. 不同厚度泥岩层最大限度欠压实

b. 同厚度泥岩层不同程度欠压实

图 5 松辽盆地不同地质条件下泥岩层欠压实孔隙度理论模拟曲线

Fig. 5 Porosity of an abnormally compacted mudstone formation changing with its depth, thickness and uncompactation degree of Songliao Basin in theoretical modelling

a. Maximum uncompactation mudstone formation with different thickness

b. Mudstone formation with the same thickness uncompactation in different degree

对上述两类情况, 本文对式(6)计算出的剩余孔隙度乘以一个欠压实系数 K_p 予以校正。当地层的实测 $\Delta\Phi$ 较理论计算值 $\Delta\Phi_m$ 小时, 欠压实系数(K_p)小于 1, 二者相等时 $K_p = 1$, $\Delta\Phi > \Delta\Phi_m$ 时, $K_p > 1$ 。 K_p 数值的大小依据下式计算:

$$K_p = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Phi_m} \quad (18)$$

式中: K_p ——地层欠压实系数;

$\Delta\Phi$ ——地层实测剩余孔隙度;

$\Delta\Phi_m$ ——地层理论计算出的欠压实剩余孔隙度。

对于研究区,任何地层的孔隙度随埋深的变化可用式(19)统一表达:

$$\Phi = \Phi_n + \Delta\Phi = \Phi_0 e^{-\alpha z} + \frac{KM}{\left(\frac{\pi}{2}\right)} \arctan\left(\frac{H}{100}\right) \cdot e^{-\frac{\left(\frac{z}{100} - \frac{z_0}{100}\right)^2}{KH}} \cdot K_p \quad (19)$$

利用式(19)求出地层任意地史时期的孔隙度后,对应条件下地层的欠压实因子 δ , 地层压力(P)和剩余压力(ΔP)分别用式(2)、式(4)和式(5)计算。

4 松辽盆地欠压实地层古流体压力统计模拟计算

本文将上述欠压实地层古地层压力恢复的统计模拟法应用于松辽盆地。

表 2 松辽盆地部分地层泥岩欠压实程度参数表

Table 2 Abnormal compaction characteristics of several formations in Songliao Basin

层 段	嫩 3—5 段	嫩 2 段	嫩 1 段	姚 2、3 段	姚 1 段	青 2、3 段	青 1 段	泉 4 段
异常压力(MPa)		4.9	8.1			3.3	2.3	
欠压实系数(K_p)		0.54	1.33			0.45	0.77	
压实因子(δ)	1.2	0.74	0.60	1.19	1.27	0.86	0.90	1.06

表 2 是利用测井资料在地层古厚度恢复的基础上对英 15、古 11 等井中部分地层泥岩欠压实计算的平均结果。从表 2 中可以看出,松辽盆地嫩一段、嫩二段、青二、三段和青一段目前普遍存在欠压实现象,其中欠压实程度最大的层位是嫩一段,欠压实系数是 1.33,异常压力为 1.81MPa。这一计算结果与大庆研究院的研究结果一致,与松辽盆地的实际地质条件吻合一致。

在收集三肇地区 180 多口探井资料的基础上,用统计模拟法恢复计算了青一段泥岩地层的古异常压力,并将其编制成等值线图,图 6 是该区青一段地层嫩四段沉积末期的古异常压力平面分布图。从图中可以看出,嫩四段沉积末期青一段地层的最大异常压力分布在徐家围子凹陷及其西部升平—宋芳屯—肇州一带,异常压力为 9.6 MPa,朝长东南地区、宋站及尚家地区为异常压力低值区,异常压力为 2.0 MPa。嫩江组沉积末期至现在在该区青一段异常压力表现为继承性发育的特点,异常压力仍以徐家围子地区为中心分布,最大异常压力为 11.0 MPa,朝长东南地区、宋站及尚家地区仍为异常压力低值分布区,最小异常压力为 2—3 MPa。这一结果与目前的钻探结果十分吻合,说明了古地层压力恢复的统计模拟法在实用中的可行性和有效性。

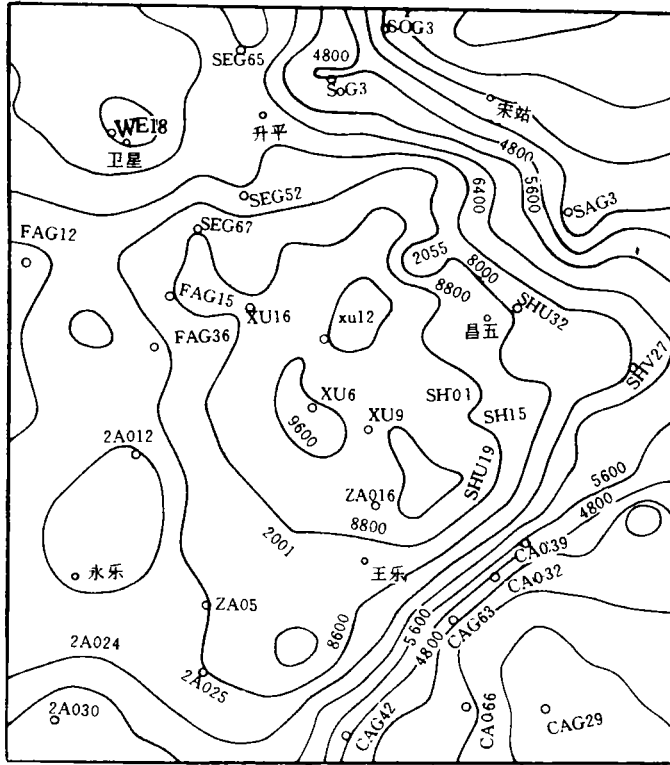


图 6 三肇地区青一段生油岩异常流体压力差分布图(嫩四段沉积末期)

Fig. 6 Extra abnormal fluid pressure distribution diagram of the Qing-1 formation after the deposition of N_1 in the Sanzhao area, Songliao Basin

收稿日期:1995-7-2

参 考 文 献

- [1] Nakayama, Simulation model for petroleum exploration AAPG. 1981, 65(7):1230—1255.
- [2] 李明诚, 石油与天然气运移, 北京: 石油工业出版社, 1987, 8—16.
- [3] J. E. Smith, The dynamics of shale compaction and evolution of pore-fluid pressure, *Mathematical Geology*, 1971, 3 (3).
- [4] 陈发景, 田世澄主编, 压实与油气运移, 武汉: 中国地质大学出版社, 1989, 7—35.
- [5] 庞雄奇, 陈章明, 陈发景著, 含油气盆地地史、热史、生留排烃史数值模拟研究与烃源岩足量评价, 北京: 地质出版社, 1993, 7—22.

The Statistics Modelling Method of Recovering the Ancient Pressures of Abnormal Compaction Strata and Its Application to Songliao Basin

Fu Guang Pang Xiongqi Jiang Zhenxue and Zhang Shulin

(Daqing Petroleum Insititute, Daqing 151400)

Abstract

It is important to recover ancient pressures for the research of the Hc generation and expulsion process of source rocks and Hc migration, accumulation and forming pools. Nakayama (1981) recovered ancient pressures of abnormal compaction strata by using the math matical models put forward by Rubey (1959) and Chapman (1972) when they made basin modelling research. However, when researching the abnormal compaction strata in Songliao Basin, this paper found that the abnormal compaction factor varies with geological conditions of stratigraphic thickness, depth and the permeability of surrounding rocks, etc.. Based on it, this paper puts forward a statistics modelling method of recovering pressures of abnormal compaction strata. This method overcomes the shortcomings that the abnormal compaction factor was not to be changed in the buried process of strata considered by Nakayama. This paper uses it in researching the ancient pressures of abnormal compaction strata in Songliao Basin. The application results are identical with the drilling results in the basin. It indicates that the method is feasible and effective.

Key Words: abnormal compaction strata ancient pressure of strata statistics modelling abnormal compaction factor Songliao Basin