

文章编号: 0253-9985(2002)02-0194-02

非自喷油井产能预测方法及应用

缪明才¹, 汪伟英², 张公社²

(1. 胜利油田桩西采油厂, 山东东营 257015; 2. 江汉石油学院, 湖北荆州 434023)

摘要: 在直角坐标系下, 将井底压力恢复资料绘成 $P-t$ 曲线, 在曲线上任取两个时间点(t_1, t_2), 第 3 点(t_3)取其平均值, 读出对应的 P_1, P_2 和 P_3 值, 并求出时间曲线的斜率, 即可根据图版求出产率指数。选点时, t_1 和 t_2 间隔不宜过小, t_1 一般选取 40 min 左右, t_2 选取 300 min 左右。该方法主要依据段塞流测试理论而建立。中国东部某油田采用此法所得预测结果与实际测试结果基本相同。

关键词: 非自喷井; 段塞测试; 产率; 应用

第一作者简介: 缪明才, 男, 40 岁, 高级工程师(博士), 石油采油

中图分类号: TE35

文献标识码: A

试油中, 为了节省试油费用, 通常采用段塞测试(Slug Test)工艺。对于非自喷井, 在简化试油条件下, 通过测不同时间液面恢复下的井底压力变化, 可求得油井产能。

1 方法

对于非自喷井, 采用降液面射孔, 并测井底压力恢复曲线, 在压力恢复过程中, 由于油层产液, 而进入井筒, 那么根据井底压力随时间变化与油层供油能力关系可以确定生产指数。

1.1 产液指数

产液指数为单位生产压差下的日产液量。单相液流条件下, 产量与生产压差呈直线关系^[1], 即

$$q = J(P_i - P_{wf}) \quad (1)$$

式中 q 为日产液量, m^3/d ; J 为产液指数, $m^3/(d \cdot MPa)$; P_i 为地层压力, MPa ; P_{wf} 为井底流压, MPa 。

对于非自喷井, 在液面恢复过程中, 油层砂面产液量与井底压力关系为

$$q = C_F \frac{dP_{wf}}{dt} \quad (2)$$

$$\text{其中, } C_F = \frac{10^6 \pi r_p^2}{\rho_g}$$

式中 C_F 为液面恢复期井筒储存系数, m^3/MPa ; ρ_g 为流体地下密度, kg/m^3 ; r_p 为测试管柱内半径, m ; t 为液面恢复时间, d ; $g = 9.8 m/s^2$ 。

由(1) = (2)并积分得

$$\lg[P_i - P_{wf}(t)] = -At + B \quad (3)$$

式中 $A = \frac{J}{2.303 C_F}$; B 为积分常数。

由(3)式可知, 在半对数坐标($\lg y-x$)系下, 不同时间的井底压差 $[P_i - P_{wf}(t)]$ 与液面恢复时间 t 呈直线关系, 由该直线的斜率 A , 则可以求得油井的生产指数, 即

$$J = 2.303 A C_F \quad (4)$$

油井最大产量即生产压差为最大时的油井产液量, 可由下式表示

$$q_{\max} = J P_i \quad (5)$$

1.2 地层压力

在产量预测时, 需要知道地层压力。对于段塞流, 井底压力 $P(t)$ 随时间变化可用指数多项式表示^[2]

$$P(t) = P_i - C_t - A e^{-Bt} \quad (6)$$

式中 A, B, C 为常数。

由(6)式可知, 只要知道 3 个时间点下的压力就可以近似的计算地层压力

$$P_i = \frac{P_3^2 - P_1 P_2 + C(2P_3 t_3 - P_1 t_1 - P_2 t_2)}{2P_3 - P_2 - P_1} \quad (7)$$

式中 $C = \frac{P'_1 P'_2 - (P'_3)^2}{P'_1 + P'_2 - 2P'_3}$; P'_1, P'_2, P'_3 为对应时间 t_1, t_2, t_3 点下的压力恢复速度。

式(7)称为三点法, 计算地层压力时, 在直角坐标系下将井底压力恢复资料绘成 $P-t$ 曲线, 在曲线上任取两点(t_1, t_2), 第三点 $t_3 = \frac{1}{2}(t_1 + t_2)$, 读

出对应的 P_1 , P_2 和 P_3 值, 并求出 t_1 , t_2 和 t_3 的斜率 P'_1 , P'_2 和 P'_3 。选点时, t_1 和 t_2 间隔不宜过小, 一般 t_1 选取 40 min 左右, t_2 选 300 min。

2 应用

油气井在采用负压射孔后, 20 min 内将压力计下到井内一定深度(尽可能接近油层)。测压力恢复 48 h, 将压力卡片读成压力数据点, 根据压力分析求产能的方法确定地层压力和油井采液指数和最大产量。

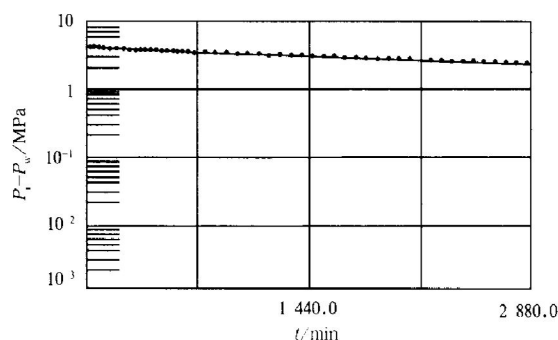


图1 G66-42 产能预测曲线

Fig. 1 G66-42 Predictive curve of productive capability

我国东部某油田 G66-42 和 J43-17 两口井采用上述方法进行了段塞流压力恢复(图 1, 2), 其结果显示压差与时间具有良好的线性关系。由该直线斜率和流动储存系数, 应用公式(4)和(5)可分别求得的油井产液指数和最大产量与实际情况基本相同。

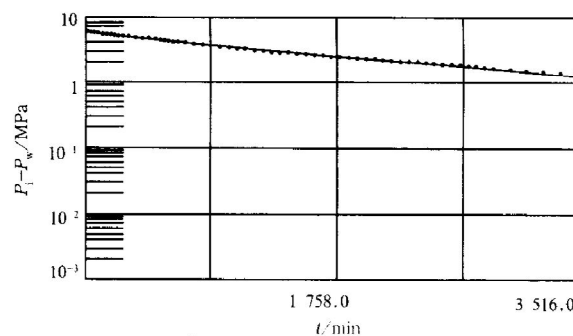


图2 J47-17 产能预测曲线

Fig. 2 J47-17 Predictive curve of productive capability

参 考 文 献

- 1 张琪. 采油工程原理与设计[M]. 东营: 石油大学出版社, 2000. 3~7
- 2 李虞庚: 试井手册[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992. 194~195

PREDICATIVE METHOD OF PRODUCTIVE CAPABILITY OF NON- FLOWING OIL WELL AND ITS APPLICATION

Miao Mincai¹ Wang Weiyong² Zhang Gongshe²

(1. Oil Recovery Factory of Shengli Oilfield, Dongying, Shandong; 3. Jiangnan Petroleum University, Jingzhou, Hubei)

Abstract: Use data of bottom pressure restoration of well with right angle coordinate system to draw P-T curve, and then chose two time-points (t_1 , t_2) at random from the curve, chose 3rd point(t_3) from the average value, read out corresponding P_1 , P_2 and P_3 value, produce time curve slope and productivity index on the basis of the plate. Interval between each point shall be chosen as following rule; interval between t_1 and t_2 shall not be too small, 40mm for t_1 and 300mm for t_2 . The establishment of this method is mainly on the basis of theory of slug flow test. Predicative results got from an oil field in eastern China by this method are almost as same as practical testing results.

Key words: non flowing well; slug flowing test; productivity; application