

油井增产措施经济评价

詹麒 段庆荣 杨子敏

(西北石油局, 乌鲁木齐 830011)

摘要: 油井增产措施有多种类型, 不同措施会带来不同的增产效果, 但又都有不同的成本组合. 提出了一种对油井增产措施的经济评价的改进方法. 该方法第一步是措施后累积增产量的预测, 第二步是投资估算和成本估算, 最后是对方案进行净收益分析、经济极限分析和敏感性分析, 给出了某油井的实际评价结果, 证明了该方法的有效性.

关键词: 油井; 增产措施; 经济评价.

中图分类号: P621

文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2000)06-0629-04

作者简介: 詹麒, 男, 高级工程师, 1962年生, 1983年毕业于武汉地质学院物探系, 获学士学位, 主要研究方向为石油勘探开发项目管理.

1 措施后累积增产量的预测

无论采取何种评价方法和评价指标, 措施后的累积增产量是必然要预测的, 这样才能为估算增产措施带来的销售收入提供依据. 措施前油井已进入产量递减阶段, 而措施后的产量也是在不断递减, 且递减速度比措施前还要大些, 如图1所示某一措施井措施前后的产量递减曲线图, 曲线A为措施前的产量递减曲线, 曲线B为措施后的产量递减曲线. 经过某一段时间 d , 两条曲线相交于点W, 此时视措施无效, 经过的时间 d 就称被为措施有效期, 图1中 Q_i 为措施后初始稳定产量, 阴影部分的面积则为措施后累积增产量.

1.1 措施前产量递减曲线的拟合

某油井实际生产数据和有关的计算数据列于表1内. 目前油藏工程计算方法中对递减阶段产量变化规律的描述仍然是Arps(据文献[1])提出的3种递减类型: 指数递减、双曲线递减和调和递减. 其中, 最有代表性的是双曲线递减类型, 它的表达式为:

$$Q = \frac{Q_i}{\left(1 + \frac{D_i}{N}t\right)^N}, \quad (1)$$

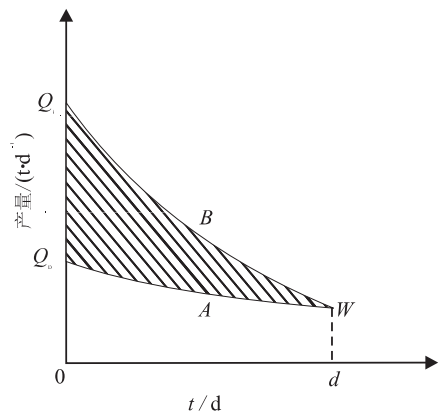


图1 措施前后产量递减示意

Fig. 1 Degressive sketch map of production before and after certain measures

表1 1997年某油井实际生产数据

Table 1 Practical product data of an oil well

日期	产量/ (t·月 ⁻¹)	X_1 / (t·月 ⁻¹)	X_2 /t	Y/t
1月	0	839.6	0.0	0.0
2月	1	761.8	761.8	761.8
3月	2	700.1	1400.2	1461.9
4月	3	649.2	1949.9	211.2
5月	4	604.2	2416.8	2751.4
6月	5	564.4	2822.0	3279.8
7月	5	529.3	3175.8	3809.1
8月	7	496.6	3476.2	4305.7
9月	8	470.2	3761.6	4775.9

$$X_1 = Q; X_2 = Q_i; Y = G_p.$$

收稿日期: 2000-04-21

基金项目: 中国石化集团胜利石油管理局和西北石油局联合资助项目(No. 97086026).

式中: Q_i : 递减阶段的初始产量,或在递减阶段中任意选择的初始产量, t/d 或 $t/\text{月}$; D_i : 与初始产量相应的初始递减率, 月^{-1} 或 a^{-1} ; N : 递减指数,用于区别和判断递减类型,其变化范围为 $1 \leq N \leq \infty$.

当 $N=1$ 时,由(1)式得到调和递减类型为:

$$Q = \frac{Q_i}{1 + D_i t}, \quad (2)$$

当 $N=\infty$ 和 $D_i = D = c$ 时, $\lim_{N \rightarrow \infty} \left[1 + \frac{D_i}{N} t \right]^N = e^{D_i t}$.

c 为常数. 由(2)式得到指数递减类型为:

$$Q = Q_i e^{-D_i t}. \quad (3)$$

判断递减类型的方法有多种^[2],这里我们选用了油藏工程专家陈元千^[3]提出的一种新方法:首先根据递减阶段取得的有限开发数据,利用二元回归分析法回归出二元方程 $G_p = B_0 + B_1 Q + B_2 Q t$ 的 3 个系数: B_0, B_1 或 B_2 ,其中 G_p 为累积产量. 然后根据以下关系式,分别确定 Q_i, D_i 和 N 值的大小:

$$Q_i = -B_0 / B_1; D_i = (B_2 - 1) / B_1;$$

$$N = (B_2 - 1) / B_2.$$

如果 $N=1.0$ 时,为调和递减;如果 $N=\infty$ 时,则为指数递减. 对表 1 中的 X_1, X_2, Y 数据组进行二元回归分析得到二元回归分析的系数为: $B_0 = 22\ 919.1$, $B_1 = -27.584\ 6$, $B_2 = -1.424\ 3$,继续求得 $N = 1.702\ 1$, $D_i = 8.788 \times 10^{-2}$, $Q_i = 830.865\ 8$. 由于 $N=1.702\ 1$,故该井的递减类型属于双曲线递减. 当将 N, D_i 和 i 的数值代入(1)式后,便得到了用于预测未来产量关于 t 的相关经验公式:

$$Q_i = \frac{830.865\ 8}{(1 + 0.051\ 63\ t)^{1.702\ 1}}.$$

1.2 措施后产量曲线的确定

确定措施后的产量曲线就不能用二元回归分析法了,这是因为没有实际的生产数据用来进行回归. 但是根据以往的经验,措施后产量的递减率是变化的,通常是初期递减快,递减率大,而后期递减慢,递减率小. 这种变化规律符合双曲线递减规律,于是我们就按双曲线递减规律来对措施后的产量曲线进行拟合. 公式(1)即为双曲线型产量随时间变化的公式,式中 Q_i 就是措施后初始稳定产量. 一般来说,对某一油藏的某一区块或油层实施某一种措施,其措施有效期和措施后初始稳定产量都基本有一个固定范围,可取这口油井所在区块以往数据的平均值作为有效期和初始稳定产量的估算值. 不同油井不同

措施的递减规律不同,这表现在其初始递减率 D_i 和递减指数 N 不同;所以,我们根据标准曲线对比法的原理,又实现了一种求解措施后产量双曲线变化规律的方法——代入法. 如图 1 所示, W 点所表示的实际意义是:措施井有效期末的产量,这一产量可由拟合出的措施前的产量曲线函数和有效期的估算值确定,而这一点的坐标也同样满足措施后产量曲线的函数. 又根据标准曲线的对比法中给出的几种不同的递减指数 ($N=10/3, 2$ 和 $10/7$) 以及不同的初始递减率 ($D_i = 0.01, 0.03, 0.05, 0.07, 0.09, 0.11, 0.13, 0.15, 0.17$ 和 0.19) 来确定出 30 种双曲线函数. 然后将 W 点的坐标分别带入这 30 个函数中,选择一个最符合这一点坐标的双曲函数作为措施后的产量函数.

现要对前述油井实施油井酸化的措施项目,油井井深 2 023 m,采油工程技术人员根据该油井所在区块的地质条件和该区块上其他措施井的生产情况,估算出该井的措施后初始稳定月产量和措施有效期分别为 756 t 和 150 d,再利用代入法得到措施后产量递减的双曲函数公式:

$$Q_2 = \frac{756}{(1 + 0.027\ t)^{3.333\ 3}}.$$

1.3 累积增产量的预测结果

由积分的方法得到措施后累积增产量的估算值

S :

$$S = \int_0^d Q_2 dt - \int_0^{8+d} Q_1 dt =$$

$$\int_0^{4.92} \frac{756}{(1 + 0.027\ t)^{3.333\ 3}} dt -$$

$$\int_8^{12.92} \frac{830.865\ 8}{(1 + 0.051\ 63\ t)^{1.702\ 1}} dt = 1\ 059.352\ 7.$$

2 投资估算和成本估算

措施项目的地面工程和企业流动资金的投资是归入整个油田开发项目的总投资中,而对措施项目的直接和间接耗费都不能形成固定资产,只能把它们列为井下作业措施费用处理,所以在整个措施项目中,投资总额计为零,同样,在措施成本的估算中,只计措施井的生产成本(直接费用和间接费用),而期间费用也归入整个油田开发项目的总成本中. 这样,成本估算就包括直接费用的估算和间接费用的估算. 该措施项目直接费用的估算见表 2. 间接费用

表 2 油井酸化直接费用预算(井深:2 000 m)
Table 2 The budgetary of direct expense on acidification

工程项目	人工费	主要材料费	一般材料费	机械费	工程劳务费	其他直接费	管理费	合计
老井通井机施工准备	96.01	0.00	65.69	361.32	2 641.00	342.27	600.79	4 606.08
老井自背井架施工准备	101.49	0.00	70.17	495.42	467.00	140.53	191.19	1 465.80
油井酸化	390.80	8 804.10	270.18	4 003.36	0.00	1 278.37	2 212.02	16 958.83
通井机收尾	45.35	0.00	31.35	562.21	0.00	73.50	106.86	819.27
自背井架收尾	45.35	0.00	31.35	562.21	0.00	73.50	106.86	819.27
合计	678.00	8 804.10	468.74	6 484.52	3 108.00	1 899.17	3 217.72	24 669.25

表 3 敏感性分析
Table 3 Sensitivity analyses

变动因素	-15%	-10%	基本方案净收益	+10%	+15%
原油价格/元	387 111.74	423 841.60	495 801.33	568 261.11	604 490.91
累计增产量/t	417 730.74	443 754.27	495 801.33	547 848.38	573 831.91
直接费用/元	499 501.72	498 268.26	495 801.33	493 334.41	492 100.94
每吨原油的间接费用/元	510 166.15	505 377.87	495 801.33	486 224.78	481 436.50

与措施后累计增产量有关,每吨原油的储量使用费、注水费和油气处理费分别取 59 元、27 元和 4.4 元,则间接费用的总额为:(59+27+4.4)×1 059.35=95 765.24 元。所以总成本就等于直接费用和间接费用之和 120 434.73 元。

3 经济评价结果

措施项目评价的税金包括增值税(为销售价格的 12%)、资源税(普通油取 12 元/t,稠油取 8 元/t)、城市维护建设税(为增值税的 7%)和教育附加税(为增值税的 3%)。在该油井措施项目的经济评价中,油价取 684 元/t,则增值税为 82.08 元/t,资源税取普通油为 12 元/t,城市维护建设税为 5.75 元/t,教育附加税为 2.46 元/t,所以税金总额为 108 361.19 元。

(1)净收益分析。即建设项目评价中的净现值法。因为不考虑资金的时间价值,我们在增产措施的经济评价中称整个有效期内的现金流量为净收益,净收益的计算公式为^[4]:

净收益=措施后累积增产量×原油销售价格-直接费用-间接费用-增产量带来的增加税金。
则由前面的估算结果可计算出该方案的净收益为:
1 059.352 7×684-24 669.25-95 765.48-108 361.19=495 801.33 元。

又知该措施项目的基准净收益为 8 万元,可见该方案的盈利能力较高,在经济上可行。在油田开发

项目的经济评价中,可将可行措施项目的净收益计为开发项目当年的净现金流入。

(2)经济极限分析。即建设项目评价中的盈亏平衡分析。增产量的经济极限值(简称经济极限产量)的计算公式为:

经济极限产量=措施直接费用÷(原油销售价格-每吨原油耗费的间接费用-每吨原油的税金)。
该方案的经济极限产量为:

$$24\ 669.25 \div (684 - 59 - 27 - 4.4 - 82.08 - 12 - 5.75 - 2.46) = 50.211\ 2\ t$$

该方案的经济极限产量较低,这说明它的盈利能力较强。又因为措施后累积增产量为 1 059.352 7 t,它远远大于经济极限产量,所以该措施从经济上讲是完全可行的。

(3)敏感性分析。由于措施项目的风险性大,所以敏感性分析是必不可少的。措施项目的评价中可能变化的因素有:原油销售价格、措施后累计增产量、直接费用、每吨原油的间接费用。该措施项目基本方案的净收益为 495 801.33 元,当各因素单独变动时,净收益的变动情况如表 3。

从上表可看出原油价格对于净收益指标是最敏感因素,即油价变动 1%引起净收益的变化值最大;其次是累积增产量、每吨原油的间接费用和直接费用。

参考文献:

[1] 蔡鹏展. 油田开发经济评价[M]. 北京:石油工业出版社

社,1997.

业出版社,1991.

[2] 傅家骥,全允桓. 工业技术经济学[M]. 北京:清华大学出版社,1991.

[4] 郎兆新. 油藏工程基础[M]. 东营:石油大学出版社,1991.

[3] 陈元千. 油气藏工程计算方法(续篇)[M]. 北京:石油工

ECONOMIC EVALUATION OF MEASURES FOR INCREASING PRODUCTION IN OIL WELL

Zhan Qi Duan Qingrong Yang Zimin

(*Northwest Petroleum Bureau, Wulumuqi 830011, China*)

Abstract: Measures for the increase in oil production in oil wells are of various types. Different measures may bring about different effects of the increase in oil production. However, they also have different cost combinations. In this paper, a method is proposed for the improvement in the economic evaluation of different measures for the increase in oil production. The first step of this method is to forecast the accumulated increase in oil production after the measure is adopted. The second step is to estimate the investments and costs. The final step is to make net-benefit, economic limit, and sensitivity analyses of the measure adopted. Consequently, the actual evaluation result of a certain oil well is obtained to prove the effectiveness of this method.

Key words: oil well; measure for increase in oil production; economic evaluation.