

综合评价法在油田二次开发项目后评价中的应用

——以高尚堡油田高5断块沙三段2+3油藏为例

李斌, 龙鸿波, 刘丛宁, 袁立新, 房梦斋

(中国石油冀东油田分公司, 河北唐山 063004)

摘要:油田开发综合评价法可应用于不同类型油藏开发效果评价、同油藏多开发方案优选、水平井开发效果评价、油田开发规划等多个领域,但应用于项目后评价的较少。项目后评价是项目生命周期最后和不可或缺的环节,原来进行项目后评价的方法操作繁杂,计算量大,实施有一定困难。综合评价法应用于油田二次开发项目后评价,关键是确定既满足项目后评价要求,又符合实现项目目标的评价指标体系和权重系数,并对可持续性进行后评价及成功度计算。综合评价法是多种评价法与成功度评价法的结合。以油田二次开发项目中的高尚堡油田高5断块沙三段2+3油藏为例,应用综合评价法进行项目后评价,研究表明该区块二次开发方案实施后总体上完成度为79.57%,属基本完成。综合评价法具有简便可靠、可比性强、客观性强和可操作性强等特点,便于油田二次开发项目后评价的推广应用。

关键词:综合评价 后评价 二次开发 权重系数 成功度评价法 高尚堡油田

中图分类号: TE112.36

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2014)04-0071-04

油田开发综合评价法是运用较科学的方法从不同侧面对评价对象进行整体性评价,是一种多指标多方法的评价手段。其步骤主要包括:①确立评价对象和评价目的;②确定评价指标体系;③确定各指标的权重系数;④选择或设计评价方法;⑤选择并建立评价模型;⑥分析评价结果;⑦修正并完善评价方法或评价模型;⑧应用与推广。其中确定评价指标体系、权重系数和建立评价模型是综合评价法的关键环节^[1]。油田开发综合评价法已广泛应用于不同类型油藏开发效果评价、同油藏多开发方案优选、水平井开发效果评价、提高采收率影响因素分析、EOR方法筛选、油田开发规划、油田动态分析、工艺措施实施效果和科研项目效果与效益评价等各领域^[2-3]。

项目后评价是指在项目已经完成并运行后,对项目生命周期全程进行系统的、客观的分析和总结,于19世纪30年代产生在美国,直到20世纪60—70年代,才被广泛地用于其他国家,并逐渐建立了一套较完善的后评价体系。中国于20世纪80年代开始运用项目后评价,中国石油工业是在20世纪末进行的项目后评价,中国石油天然气股份有限公司对油气田开发项目后评价有专门的规定与要求^[4],且逐步应用于油田开发。油田开发方面的规定与

要求有数十项内容,需多部门多单位填写和计算,不仅计算量大,而且也过于繁杂,不易操作,实施有一定困难。因此,亟待设计一套既能达到项目后评价的目的,又能简化步骤、减少计算工作量的综合评价法。

油田开发项目主要有产能建设项目(含新、老区)、老区调整项目和老区二次开发项目;其内容主要包括项目过程、项目效益、项目影响和项目持续性的后评价^[4-6]。大庆油田于1996年提出老油田的二次开发,方法单一;韩大匡将油田二次开发又称为深度开发,系统性差;胡文瑞则提出了系统的完整的构思,核心内容是重构地下认识体系,重建井网结构和重组地面工艺流程等^[7]。

1 评价区块概况

高尚堡油田高5断块是高深北部的的主力油藏,位于高北断层上升盘,由2条断层夹持的反向屋脊断块。断块内基本无断层,构造相对整装。已投入开发30余年,因层间矛盾突出,综合含水率上升快,井网不完善,开发效果差,造成水驱控制程度低(55.4%)、动用程度低(33.7%)、标定采收率低(24%)。为改善其开发效果、提高采收率,2010年

收稿日期:2014-05-13。

作者简介:李斌,男,教授级高级工程师,从事油气田开发研究。联系电话:(0315)8766470,E-mail:jdytlb@sina.cn。

对高5断块沙三段2+3($E_{s_3}^{2+3}$)油藏进行了开发部署调整的二次开发。

2 项目后评价指标设置及权重确定

2.1 指标设置

项目后评价的指标设置是将项目过程、项目效益、项目影响和项目可持续性的后评价内容分解并

归纳为地质、工程、管理、经济以及社会影响分析、风险分析、可持续性分析等指标。油田进行二次开发就是为了进一步增加油气产量,提高最终采收率及油田管理水平和经济效益;二次开发项目后评价的目的是通过对比开发方案实施前后的生产数据,完善并修正调整方案(表1),实施项目监控,从而提高投资决策水平、管理水平和油田开发水平。

确定综合评价法指标的基本原则是评价指标

表1 高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏开发调整实施前后评价指标对比

指标	年油气产量/ ($10^4 \text{ t} \cdot \text{a}^{-1}$)	累积产油量/ 10^4 t	储量控制程度, %	年综合含水率, %	含水上 升率, %	采油速 度, %	综合递 减率, %	储采比	最终采 收率, %	吨油 成本/ ($\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)	吨油 利润/ ($\text{元} \cdot \text{t}^{-1}$)	投入 产出比	
设计 数据	2010年	4.57	58.57	78.0	70.2	-17.98	1.06	-44.38	31.92	26.58	1 410	943	1.96
	2011年	6.87	65.44	78.0	74	2.38	1.6	-44.44	20.57	42.50	1 194	1 245	2.40
	2012年	6.19	71.63	78.0	80.2	4.31	1.44	12.6	21.72	47.26	1 240	1 978	3.05
实施 数据	2010年	3.34	57.34	82.0	72.36	-21.13	0.8	24.26	53.82	24.25	1 631	723	1.69
	2011年	4.52	61.86	83.3	69.88	-2.25	1.1	-24.25	39.03	53.80	1 318	1 121	2.17
	2012年	4.36	66.22	66.8	74.6	4.45	1.06	5.75	39.42	54.38	1 335	1 883	2.82

要适应评价对象^[8-9]。涉及项目后评价的主要指标有年油气产量、年综合含水率和吨油成本等15项(图1),用于实际评价的是除了储量动用程度、井网密度和经济增长值等3项指标的其余12项。

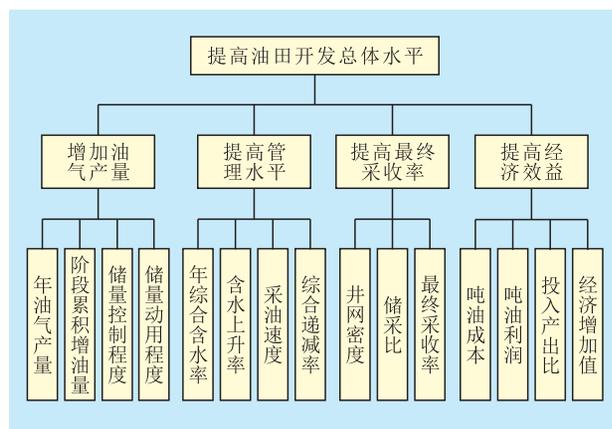


图1 二次开发项目后评价指标

2.2 权重确定

选用层次分析法和熵权计算法构成的组合赋权法^[9],层次分析法主观性强;熵权计算法虽能较好地反映出指标信息熵值的价值,但其指标的权重受指标变化程度的影响,变化程度越大,其权重亦越大。在油田开发中有些指标不是很重要,但因变化程度大,权重大,不能完全真实且客观地反映指标的重要程度。以高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏为例进行项目后评价时采用简单线性加权法进行二次加权,即对层次分析法计算的权重再赋予权重0.7,熵权计算法计

算的权重再赋予权重0.3组合而成,这些权重将用于项目后评价的计算中。

3 综合评价法

3.1 评价方法对比

项目后评价方法应具备对比和评价优劣的特性,主要包括开发调整方案实施前后对比法^[5]、理想解逼近法(TOPSIS法)^[10]、ELECTRE法^[11]和灰色决策评价法^[12]等,项目后评价的综合评价分2类方式即阶段综合评价和分年度综合评价。

阶段综合评价与分年度综合评价的主要区别在于数据的处理。阶段综合评价是将3 a(2010—2012年)的实际数据统一处理;分年度综合评价是分年处理。2种方式评价时都是利用开发调整方案实施前后对比法、TOPSIS法和ELECTRE法,对每年的设计数据与实施数据进行两两对比;只有灰色决策评价法是将每年的设计数据作为参考数列,调整方案实施数据作为比较数列。结果采用众数理论、总和理论或加权理论进行最优排序(表2)。

综合评价法中所涉及的4种方法的原始数据、评价指标体系、权重系数相同,但评价结果有所不同。灰色决策评价法中分辨率取0.5,主观性强,是评价结果产生差异的原因之一。由评价结果可知,开发调整方案实施前后对比法的评价更符合实际。

表2 综合评价法的评价结果

综 合 评 价		2010年	2011年	2012年
阶段 综合 评价	开发调整方案实施前后对比法	3	1	2
	TOPSIS法	3	2	1
	ELECTRE法	3	2	1
	灰色决策评价法	1	2	3
分年度 综合 评价	开发调整方案实施前后对比法	3	2	1
	TOPSIS法	3	1	2
	ELECTRE法	1	3	2
	灰色决策评价法	2	3	1
综合排 序	总和	19	16	13
	排序	3	2	1

3.2 成功度评价

3.2.1 综合评价指标对比

成功度评价法的评价指标大于等于95%为完全成功,A级;80%~95%为基本成功,B级;60%~

80%为部分成功,C级;40%~60%为不成功,D级;0~40%为失败,E级。将A,B,C,D和E级分别赋值为5,4,3,2和1分;56~60分为完全成功,46~55分为基本成功,31~45分为部分成功,等于或低于30分为不成功或失败。

将研究区开发调整方案实施前后对比法、TOPSIS法、ELECTRE法和灰色决策评价法等4种方法的评价结果与设计方案分指标进行成功度对比(表3),结果表明:年综合含水率为60分,含水上升率为60分,储采比为57分,储量控制程度为56分,属完全成功;累积产油量为54分,最终采收率为52分,投入产出比为49分,属基本成功;综合递减率为45分,年产油量为39分,采油速度为39分,吨油利润为33分,属部分成功。造成部分成功的主要原因是开发调整方案中预测的年产油量偏高,以致影响了其他指标的完成程度。

表3 高5断块Es₃²⁺³油藏综合评价分指标成功度

方 法	年 度	年油气 产量	累积 产油量	储量控 制程度	年综合 含水率	含水 上升率	采油 速度	综合 递减率	储采比	最终 采收率	吨油 成本	吨油 利润	投入 产出比
调整方案实施 前后对比法	2010	C	A	A	A	A	C	D	A	B	A	C	B
	2011	C	B	A	A	A	C	B	A	A	B	D	B
	2012	C	B	B	A	A	C	A	A	A	A	D	B
TOPSIS法	2010	C	A	A	A	A	C	D	A	B	A	C	A
	2011	C	B	A	A	A	C	B	A	A	A	D	B
	2012	C	B	B	A	A	C	A	A	A	A	D	B
ELECTRE法	2010	C	A	A	A	A	C	D	A	B	B	C	B
	2011	C	B	A	A	A	C	B	A	A	B	B	B
	2012	C	B	B	A	A	C	A	A	A	B	A	B
灰色决策评价法	2010	B	A	A	A	A	B	C	B	B	A	C	B
	2011	B	A	A	A	A	B	B	B	C	B	D	B
	2012	B	A	B	A	A	B	A	B	C	A	D	B
分指标累加分值		39	54	56	60	60	39	45	57	52	55	33	49
综合评价结论		部分 成功	基本 成功	完全 成功	完全 成功	完全 成功	部分 成功	部分 成功	完全 成功	基本 成功	完全 成功	部分 成功	基本 成功

3.2.2 总成功度计算

成功度评价法是项目后评价常用方法之一,主要是指根据项目各指标的实际完成结果,凭经验对项目的成功程度采用打分方式进行定性判断,是一种主观方法。在高5断块Es₃²⁺³油藏进行项目后评价时将其改为一种定性与定量相结合的综合方法。其计算公式为

$$C_z = \frac{\sum_{i=1}^n w_{zhi} F_{lzi}}{\sum_{i=1}^n w_{zhi} F_{lzig}} \times 100\% \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

式中: C_z 为总成功度,%; w_{zhi} 为第 i 项分指标

权重; F_{lzi} 为第 i 项分指标累加分值; F_{lzig} 为第 i 项分指标最高分值。

由表4可知,高5断块Es₃²⁺³油藏二次开发方案实施的总成功度为79.57%,按文献[4]中成功度分级标准,属基本成功。年产油量、年采油速度均完成65%,吨油利润仅完成55%,其原因是最初开发设计方案中预测的年产油量偏高,影响了采油速度指标和吨油利润指标的完成。

4 可持续性后评价

可持续性后评价是项目后评价内容之一,表示

表4 高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏成功度评价计算结果

指 标	年油气 产量	累积产 油量	储量控 制程度	年综合 含水率	含水 上升率	采油 速度	综合 递减率	储采比	最终 采收率	吨油 成本	吨油 利润	投入 产出比
分指标累加分值	39	54	56	60	60	39	45	57	52	55	33	49
乘权重的分指标累加分值	2.383	2.776	3.013	2.958	5.058	2.672	3.110	2.217	8.273	4.450	6.105	4.729
乘权重的分指标最高分值	3.666	3.084	3.354	2.958	5.058	4.110	4.146	2.334	9.546	4.854	11.100	5.790
各指标完成度	0.650	0.900	0.933	1.000	1.000	0.650	0.750	0.950	0.867	0.917	0.550	0.817
总成功度	0.795 7											

一种可以长久维持的过程或状态,也是指能否实现项目的最后目标和最佳的经济效益,即最终采收率和最大累积利润。可持续性后评价的指标确定为年产油量、累积产油量、年产水量、综合含水率、吨油成本和油价等预测指标。

通过预测年产油量等指标分析^[13-15],2014年开始对高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏进行开发调整,使其年产油量约为 5×10^4 t 时能稳产 4~5 a,最终采收率也将达到 30%。如果不进行开发调整,按 2010—2012 年的年产油量变化趋势开始递减,最终采收率仅为 19%,可持续性发展将受到严重影响。预测油价时影响因素多且多为不确定因素,预测结果很难令人满意。2013 年底国际油价约为 80~100 美元/bbl,折合人民币约为 3 720~4 650 元/t,假设税率不变,高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏大约在 2025 年基本上没有利润,将失去开采价值。

5 结论

通过项目后评价,高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏方案实施后总成功度为 79.57%,属基本完成。说明方案设计基本合理,决策基本正确。存在问题主要是年产油量预测偏高,实际结果难以完成。需采取必要的措施,使其可持续性得到良好发展,否则,开发效果和经济效益将会受到影响。

利用综合评价法进行项目后评价是可行的,正确选定评价指标、合理确定权重系数、有效组合评价方法是关键,同时要适应评价对象的特点、评价目的与要求。

根据项目的不同要求,提出相应的后评价范围与重点。高5断块 $E_{s_3}^{2+3}$ 油藏二次开发项目是油藏工程方案项目,评价重点是方案是否合理、决策是否正确、实施效果大小、管理结果优劣、经济效益高低与可持续性发展状况等。不同项目应有所差异。

油田开发综合评价法应用于项目后评价不仅拓展了应用范围,而且提高了整体性和定量化程度,同时目前已部分运用电脑程序计算,极大地减少了计算工作量,且提高了计算精度。

参考文献:

- [1] 李斌,修德艳,袁立新,等.不同油藏类型开发效果的综合评价[J].复杂油气田,2013,22(1):18-19.
- [2] 李斌,刘振林,房梦斋,等.同油藏多方案开发效果的综合评价[J].复杂油气田,2013,22(2):12-17.
- [3] 李斌,杨志鹏,毕永斌,等.水平井开发效果多指标综合评价体系的建立与应用[J].特种油气藏,2013,20(1):63-66.
- [4] 张礼貌,郭宝申,罗佐县.关于开展油气勘探项目后评价的思考[J].油气地质与采收率,2007,14(5):107-110.
- [5] 中国石油天然气股份公司.油田开发建设项目后评价[M].北京:石油工业出版社,2005:16-21,39.
- [6] 荆克尧,罗萍,缪莉.油气田开发项目后评价若干问题的探讨[J].油气地质与采收率,2009,16(6):108-110.
- [7] 胡文瑞.老油田二次开发概论[M].北京:石油工业出版社,2011:111-112.
- [8] 雷中英,胡望水.油田开发项目综合评价指标体系构建研究[J].江汉石油学院学报,2010,32(5):392-393.
- [9] 李斌,毕永斌,潘欢,等.油田开发效果综合评价指标筛选的组合方法[J].石油科技论坛,2012,31(3):41-50.
- [10] 徐克龙.两两比较的TOPSIS法[J].数学的实践与认识,2010,40(5):110-113.
- [11] 高阳,陈长青.一种基于 ELECTRE 排序的简化方法[J].统计与决策,2006,5:38-43.
- [12] 邓聚龙.灰色系统基本方法[M].武汉:华中理工大学出版社,1987:20-22.
- [13] 李斌,张新赏.翁氏模型在油田开发规划中的应用[J].石油科技论坛,2005,24(4):25-26.
- [14] 王华.改进型水驱特征曲线计算技术可采储量的公式推导及其应用[J].油气地质与采收率,2012,19(4):84-86.
- [15] 孙静娟.经济预测理论·方法·评价[M].北京:中国经济出版社,1999:61-62.

编辑 王星