

油井堵水经济界限的研究

王立军 姜 丹 韩 丽 李红军

(大庆石油学院石油工程学院, 大庆 163318)

摘 要 为减缓原油产量递减速度、控制无效注水量, 要对老井实施大量的增油降水措施。在实施某种措施时, 除了要研究其技术可行性外, 还应研究采取该措施后经济上是否合理。采用盈亏平衡与油藏工程相结合的分析方法, 给出了油井堵水措施经济界限, 并根据 D 油田 P 地区高含水期老井开发特点, 对其不同油价下堵水降水量与增油量进行了一定的研究。

关键词 油井 堵水措施 降水量 经济界限 油价

中图法分类号 TE322; **文献标志码** A

随着油田开发的深入, 目前很多油田已进入高含水阶段, 需要采取压裂、堵水等增油降水措施, 但堵水措施的增油效果越来越不明显, 因此, 客观地评价当前的堵水效果具有极大的现实意义。由此本文根据盈亏平衡原理给出了油井堵水措施的经济界限, 为油井进行堵水效果预测提供了一定的依据。

1 油井堵水措施经济界限

经济界限就是在一定技术经济条件下, 某一影响经济效益因素达到一定数值, 使得生产达到规定标准时的界限。经济界限的确定可为经营管理者提供决策依据, 保证生产经济有效, 提高企业的市场竞争能力^[1,2]。目前油田对其油井的产量界限、投资界限、价格界限、成本界限模型及各项经济极限指标都有了一定的研究, 为油田的经济有效开发提供了一种评价手段。

1.1 应用的基本原理

盈亏平衡分析法, 是通过分析产品产量、成本和盈利之间的关系, 找出方案盈利和亏损在产量、单价、成本等方面的临界点, 以判断不确定因素对方案经济效果的影响程度, 说明方案实施的风险大

小^[3,4]。也就是说, 通过盈亏平衡分析可以确定盈亏平衡点, 从而确定工程项目最佳的生产规模和风险最小的最佳运行方案。这个临界点称之为盈亏平衡点, 它是盈利与亏损的分界点。

根据盈亏平衡原理有: 产品销售收入 = 总成本 + 税金 + 费用 + 利润。

当不盈不亏时有: 价格 × 商品量 = 措施投资 + 可变成本 + 税金费用。

1.2 原油成本构成

原油成本是指油田在采油过程中消耗的一切活劳动和物化劳动的总和。根据生产成本对产品产量的依存关系, 原油成本分为固定成本和变动成本。固定成本是在一定时期内, 某范围内随油井的产油量(或产液量)变动而相对保持不变的成本项目, 主要包括工资、井下作业费、油田维护费、矿场经费、企业管理费、大修基金、科研经费及折旧费。变动成本是在一定时期内, 随油井的产油量(或产液量)的变动而变动的成本项目, 主要包括材料费、燃料费、动力费、三脱费及注水费。税金主要包括增值税、资源税、城建附加费和教育附加费。

1.3 油井堵水措施经济界限

油井为了达到降低含水率并增油的目的, 常采取的有压裂、堵水措施。根据盈亏平衡原理, 边际成本和边际效益之比达到投产比, 即为措施效果的经济界限。对于增产增液的措施, 若投产比为 1:1 时, 其增油量界限如式(1)^[5]。

ΔQ = ΔCm / (RPo(1 - T)K - Rc0) (1)

式(1)中:ΔQ—措施有效期内的增油量;ΔCm—增油措施作业费用及有效期内分摊的设备费,元;R—原油商品率,%;Po—原油价格;T—销售税率;c0—单位原油变动成本,元/t;K—为投入产出比。

当措施增油大于措施增油量界限时,该项措施是有效益的。

而对于这种主要以降低含水为主要目的的措施效果经济预测评价,如堵水,就是其堵水前收益和堵水投资二者之和与堵水有效期内获得的收益的比值达到既定投产比,即为堵水效果的经济界限,若投产比K为1:1,此时堵水效果即其降水量为有效期内最低降水界限,即:

增加可变动成本 + 增加税金 + 投入 = 堵水增加收入。
得到如式(2)。
ΔW = (ΔQ0[RPo(1 - T)K - Rc0] - ΔCm) / (cs + ciwr) (2)

式(2)中:ΔW—堵水有效期间的降水量,t;ΔQ0—堵水措施有效期间的增油量,t;R—原油商品率,%;ΔCm—增油措施作业费用及有效期内分摊的设备费,万元;c0—单位原油变动成本,元/t;cs—吨液处理费,元/t;ciw—单位注水费,元/t;Po—原油价格;T—销售税率,%;r—注采比;K—为投入产出比。

其中单位原油变动成本c0,其计算如式(3) [4]。
c0 = cR + cs / (1 - f) + (f / (1 - f) + β)cicw + ciR + cmR + cqR (3)

式(3)中:c—吨油燃料费及动力费两项之和,元/t;ci—吨油运输费,元/t;cm—吨油厂矿管理费,元/t;cq—吨油其他直接费,元/t;β—原油体积系数;f—含水率。

同样,当措施累积降水量大于措施降水量界限时,该项措施是可行的。

油井堵水后,一方面封堵了高产液、高含水层的液量,使油井含水率和产液、产油量下降;另一方面,减少了层间干扰,增加接替层的产量。两方面因素综合作用的结果,油井产油量的增或减均有可

能出现。由上式可看出,堵水有效期内的降水量与堵水期内的增油量及油价有着紧密的关系,反过来说就是油层堵水后是否增油,是由堵后全井的含水和产液以及油价共同决定的。

2 实例分析

对D油田P地区一油井某层预计进行堵水措施,其原油商品率为98%,销售税率为11%,原油体积系数为1.31,含水率fw为89.8%。所需其他相关参数如表1所示,由式(3)计算得单位原油可变动成本c0为385.88元/t。

表1 相关参数的取值

措施投	吨油燃	吨油运	吨油厂	吨油其	吨液处	吨水注
入费	料费及	输费	矿管理	他直接	注采	理费
ΔCm	动力费c	输费ci	费cm	费用cq	比r	ciw
/万元	/元·t ⁻¹	/元·t ⁻¹	/元·t ⁻¹	/元·t ⁻¹	/元·t ⁻¹	/元·t ⁻¹
数值	8	50.91	25.1	142.03	53.83	1.55
						8.15
						0.8

应用堵水经济界限(2)式,得出不同油价下堵水措施增油量与降水量变化关系曲线(见图1)。

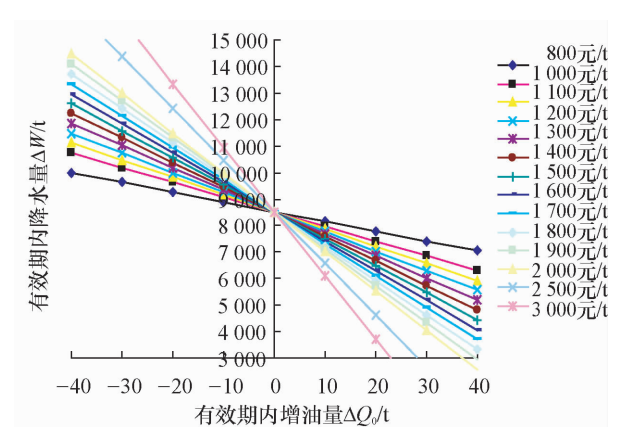


图1 不同油价下堵水措施增油量与降水量变化曲线

由图1可以看出:

- 1) 最低降水量与堵水费用及油价有直接关系。假设堵水不影响产油量,即增油量为0,那么堵水费用将直接影响降水下限。在油价为2000元/t时,每口井的堵水费一般为8万元时,有效期内最低降水量达到8519.7 m³。
- 2) 当各层系的含水非常接近,且含水都比较高,堵水在引起液量下降的同时,也引起了油量的

下降,这样随着油价的上升,堵水的降水量下限在逐步升高。也就是说,在油价比较低的时候,采用堵水措施比较合适,否则将会产生负效益。相反,油量增加,则随油价上升,堵水的降水量下限在逐步下降,这时在油价比较高时采用堵水比较合适。

例如,当有效期内产油量下降 10 t,油价从1 800 元/t 上升到 2 500 元/t,最低降水量从 9 817.1 m³ 上升到 1 0467.3 m³。

3 措施经济界限的应用

(1) 油井实施措施后,如果油井预测产量(降水量)高于界限产量(降水量),则措施可行;如果油井实际产量低于界限产量,那么油井就应该实施关井或间开等措施;

(2) 根据地下情况和油水井的生产状况确定合理的工作量和产量;

(3) 在新老区的优化中严格按照评价标准进行评价,建立新老区产量模式,预测不同类型油藏的产量变化规律,计算投资回收期内每年产油及最终可采储量;

(4) 根据不同地区、不同井深、不同油藏类型测

算钻井投资,测算年度的开采成本;
(5) 根据新井产量界限和可采储量界限进行选井。

4 结论

(1) 根据盈亏平衡原理确定堵水措施降水量界限。

(2) 堵水降水量界限与堵水费用及油价有直接关系,油井堵水后是否增油是由全井的降水量决定的。

参 考 文 献

- 1 孟宪君,张英芝,李 浩. 油田开发过程中单井经济界限研究. 大庆石油地质与开发,2001;20(3):45—46
- 2 李敬松. 油田开发经济评价. 北京:石油工业出版社. 2000
- 3 张继成,梁文福,余兴华,等. 喇嘛甸油田特高含水期老井的技术经济界限. 大庆石油学院学报,2004;28(2):101—103
- 4 潘一览,刘宏伟. 经济界限值在油田开发中的应用. 内蒙古石油化工,2002;27(2):238—242
- 5 李小冯,骆 铭,路宗满,等. 油井压裂潜力预测方法研究. 大庆石油地质与开发,2008;27(4):64—66

Study of Economical Limits of Water Plugging

WANG Li-jun, JIANG Dan, HAN Li, LI Hong-jun

(Department of Petroleum Engineering, Daqing Petroleum Institute, Daqing 163318, P. R. China)

[Abstract] Many measures of increasing oil mass and decreasing quantity of water are implemented to old well in order to slow down oil production decline and control ineffective water injection and production. When some measure is implemented, it not only considers feasibility of technique, but also guarantees that this measure is advisable in the angle of economic. The economic limits of measure of water plugging was researched by using the method of combining the theory balancing the gain and loss and the analysis of the oil reservoir engineering. Based on development characteristics of old well of high water cut stage in the P block of D oilfield, the quantity of water plugging and increased oil production are studied under the condition of different oil price.

[Key words] oil well measure of water plugging precipitation rate economic boundary oil price