

# 关于石油行业措施增油效益计算标准的探讨

石 晓（胜利油田东胜公司，山东 东营 257000）

**摘要：**油田经过多年开发，其产能递减，产油量逐渐下降，含水率逐渐上升。随着油田开发高质量发展的要求，各单位努力开源节流、降本增效。但新区块勘探开发匮乏、产能部署跟不上，老区挖潜困难等问题日益凸显，新井、老井创效提升难度大，合理利用现有老井资源成为重要的课题。科学有效的进行措施效果评价及效益测算是目前的重要工作。我们优化措施井评价标准，有效利用一体化决策机制提升措施效益。创新点：①研究统计了近年来所有单井全生命周期措施相关资料，制定了油水井不同措施类型统计标准，提升了公司措施效果统计准确率，为下步措施优化明确方向，为油藏精细开发提供决策；②明确了措施效果分析关键指标措施增油量、措施有效天数、措施有效井次等计算方法，得出不同油藏措施的优化排序，指导油藏下步措施部署。

**关键词：**措施标准；定量；优化效益

公司以难动用起家，本部储量分散零散、丰度较低，经过多年开发调整，新井建产阵地难上加难；水驱储量注采流线固化矛盾突出、产量下滑明显、自然递减居高不下。新形势下依靠增量大幅建产已不可持续，目前正处在效益开发的关键时期，存量挖潜创效势在必行，必须不折不扣践行低成本开发战略。

随着油田开发的深入，油田逐渐进入高含水开发阶段，增产增注措施潜力逐步缩小、措施增油逐年下降。但现阶段采出程度仍然较低，剩余油分布认识由“总体分散、局部集中”转变为“普遍分布、差异富集”。因此，深化地质研究、提高剩余油认识精度；做优跟踪分析、优化措施结构、不断提升措施针对性，成为实现油田增产与增效相统一，进一步提高措施挖潜效果的必经之路。

## 1 措施管理需要进一步加强

油水井措施是低成本实现油田持续挖潜的重要组成部分。在油藏条件劣质化、成本投入进一步控制的形势下，如何合理配置结构、提高措施有效率及效益，是老油田效益开发、延缓递减的重要课题。因此，加强措施管理，通过措施效果跟踪分析、大数据应用，对提高措施有效率，实现油田精细化管理和效益开发有着重要作用。

### 1.1 分析缺少统一分析标准

目前东胜公司管辖着10个采油管理区，涉及油藏类型复杂、配套工艺多、配套措施多。目前各类措施的分析缺乏统一口径，且不同油藏类型、措施类型的措施效果无法实现一站式跟踪。

### 1.2 分析工作量大、效率低

目前措施工作的统计分析主要依托人工汇总，强度较大。并且缺少统一的统计尺度，导致各部门专业口统计措施增油量、有效天数、有效井次等评价指标

时存在偏差。需要统一标准、提高措施精准性，从而及时调整优化，实现单井高效生产、油田高效开发。

## 2 建立统一措施评价标准

### 2.1 目的与意义

油水井作业效果数据是油田动态分析的基础数据，直接决定着油田的稳产基础。目前公司措施类型多、措施井数多，效果跟踪分析工作量大。一方面依靠人工统计，精准性、及时性有待加强，制约着措施的评价分析；另一方面对缺乏系统研究，措施优化针对性差，影响下步部署和调整。因此统一评价标准，进行措施效果分析研究，提升东胜公司措施管理水平的需求非常迫切，措施库的建立势在必行。通过油水井措施效果分析研究，能够形成一套油水井措施效果分析的统一标准，明确不同类型措施的优化排序，使得公司、管理区各层面业务人员能够及时有效的调整措施结构，提升措施效果，盘活存量资产，降低吨油完全成本，实现低成本效益挖潜和提质增效升级。

### 2.2 措施效果统计标准研究

#### 2.2.1 措施效果对比取值区间的确定

##### 2.2.1.1 前值区间的确定

判断开工日期至“最大前追天数”之间是否有其他的完工日期，有则其他完工日期为开始日期，没有则开工日期～“最大前追天数”为开始日期，开工日期为结束日期；判断开始日期～结束日期中有无连续生产天数>“措施前连续生产天数”，有则取该阶段作为前值日期区间，没有则取连续生产天数最大的阶段，计算前值。

##### 2.2.1.2 后值区间的确定

判断（完工日期 + “措施后跳过天数”）+ “措施后初增能力追踪天数”是否有其他措施开工，有则取其他措施开工日期作为结束日期，没有则取（完工日

期 + “措施后跳过天数” ) + “初增能力追踪天数” 为结束日期, (完工日期 + “措施后跳过天数” ) 为开始日期; 判断开始日期 ~ 结束日期中有无连续生产天数 > “措施后连续生产天数”的时间段, 有则取该阶段作为前值日期区间, 没有则取连续生产天数最大的阶段, 计算后值(见表 1)。

## 2.2.2 措施增油计算方法研究

为真实反应油井增产措施效果, 对增油量进行准确计算, 采用差值法计算, 为增产措施的优化决策提供可靠依据。①日增油计算: 在进行日增油量计算时, 考虑前值产量则措施后日产油减措施前日产油为日增油; 特殊情况如不考虑则为措施后日产油即为日增油; ②累增油计算: 为措施开工后至目前为止措施日增油累加和; ③措施有效天数计算: 自措施开工后至目前为止, 日增油量大于 0 的天数累加和, 即为措施有效天数。

## 2.2.3 油井措施有效、失效、无效判定

### 2.2.3.1 油井措施有效判定

油井措施开井后日产油减措施前日产油的差值大于零为有效。如果开井初期差值为负值, 但日产油量逐渐上升, 趋势较好的按差值大于零那一天作为判断有效的起始日期。

### 2.2.3.2 措施失效判定

油井措施开井后前期有效, 后期如果差值连续 10 天均小于等于零判定为失效, 失效日期为连续差值为负值的第一天。

### 2.2.3.3 措施无效判定

油井措施开井后, 连续 10 天日产油减措施前日产油的差值小于等于零即为无效。如果水井措施开井后被判定无效, 又采取维护作业的(或返工的), 统计日期按维护作业后的开井日期作为措施后开始统计判断日期。

## 2.2.4 注水井措施有效、失效、无效判定

### ①注水井措施有效判定: 水井措施后日注水减措

施前日注水的差值大于零即有效; ②注水井措施失效判定: 水井措施开井后前期有效, 后期如果注水量差值连续 10 天均小于等于零判定为失效, 失效日期为连续差值为负值的第一天; ③注水井措施无效判定: 水井措施开井后, 连续 10 天日注水减措施前日注水的差值小于等于零为无效。如果水井措施开井后被判定无效, 又采取维护作业的(或返工的), 统计日期按维护作业后的开井日期作为措施后开始统计判断日期。

## 2.3 措施库完善及评价标准

公司落实措施库运行责任, 做实“大方案”, 实现油藏经营价值最大化。变化点: 一是拉长评价期, 由当年效果评价拉长为经济有效期内效果评价; 二是考虑基础油递减; 三是设经济截止点。评价有效期: 评价开始月到评价结束月这个期间。评价开始月: 确认措施打包完成后, 该下下月算作评价开始月。例如, 措施完工日期为 5 月 22 日, 则 7 月为该措施的评价开始月。并在 8 月 5 日对该措施 7 月数据进行评价。评价结束月: 措施的核实月度数据, 满足以下 5 种情况之一, 即算作评价结束月。①连续 3 个月的月产油量, 低于自然递减的基础油, 则前 3 月算作评价结束月; ②连续评价 3 个月单井都是 4 类井, 则前 3 月算作评价结束月; ③预测的月产油量小于 15t/ 月; ④当月出现新的措施作业(即下一个措施作业), 则上月算作评价结束月; ⑤有效期最大月数为 3 年 \*12。

## 2.4 创新点

①研究统计了近年来所有单井全生命周期措施相关资料, 制定了油水井不同措施类型统计标准, 提升了公司措施效果统计准确率, 为下步措施优化明确方向, 为油藏精细开发提供决策; ②明确了措施效果分析关键指标措施增油量、措施有效天数、措施有效井次等计算方法, 得出不同油藏措施的优化排序, 指导油藏下步措施部署。

## 3 一体化分析决策促高效实施

在措施库优选评价、效益排队的基础上, 一体化

表 1 措施效果取值规则(示例)

序号	措施类型	是否考虑措施前产量	措施前连续生产天数	最大前追生产天数	措施前平均生产天数	措施后跳过天数	措施后连续生产天数	措施连续失效天数	措施后平均生产天数	措施后初增能力跟踪天数	油差值大于值	液产值大于值	完工未开工连续追踪天数	完工开井后关井连续追踪天数
1	补层射孔	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
2	补孔	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
3	打水泥塞改层	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
4	多裂缝压裂	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
5	改层射孔	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
6	防砂	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
7	大修	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
8	卡堵水	是	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
9	扩射	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20
10	两端加固密封补贴	否	30	60	5	0	5	10	5	30	0	0	20	20

决策突出管理区主体职能，最终决定方案实施优选，有利于发挥地质、工艺两所的技术服务优势。

### 3.1 针对地质原因井

高含水关井的井，制定卡堵水措施；因多层合采部分层采油不彻底的，制定补孔、复射等措施；因储层污染的，制定酸化解堵措施；储层物性较差的油井，实施微酸压等地层改造措施；因地层能量不足的，实施层系完善和相邻注水井调整配注等。其他等潜力不明的井，进行剩余油饱和度监测等动态监测，确定下一步扶停潜力。

### 3.2 针对工程原因井

对于管杆偏磨、断脱等原因，采用检泵作业扶停等。对于套管破损，作业遇阻遇卡等井，可采用大修作业等扶停。对于井下井况不明井，可采用套管质量测井、井径测井等井下工程测井探明井况，确定潜力后恢复生产。

### 3.3 针对地面工程或工农关系等停产井

加强电力、地面设备等物资协调，减少地面因素对油田开发生产的影响。对因工农关系停产井，积极同政府等相关部门沟通协调，恢复正常生产。

### 3.4 由于效益原因等关停井

油田开发生产是动态认识过程。部分探井、生产井因低液低油而无效益关停，但随着目前油价、成本等因素变化，重新测算效益扶停。

### 3.5 其他原因等关停

依据注采耦合、开发方案调整等关停井，合理优化开发方案实施周期扶停。因邻井作业、钻井等因素关停井，合理规划作业周期扶停。

同时我们要多利用动态监测技术，其中油藏数值模拟与油藏动态监测是油水井措施工作中重要工具，是油藏工作者的“眼睛”。油水井定措施时，对油藏整体进行油藏数值模拟，开展剩余油分布预测。同时对油水井进行动态监测如产液剖面测井、饱和度测井、固井质量测井等，明确主力油层和主要出水层位，验证前期治理措施思路的有效性及可靠性，评估油水井潜力，为下一步实际作业措施提供论据。

### 3.6 源头把控，强化措施培养质量

明确措施培养6个重点方向，制定培养和挖潜对策。强化过程管理，从方案论证、效益测算、组织实施公司领导全过程审核把关，确保措施有效。

### 3.7 以水为先，打造长效投入阵地

加大投转注力度，提高水驱控制程度，先期培养有效措施，针对能量不足、井网不完善加大转注力度。地质提出培养计划及目标，工艺、技术管理部优化实施方案及地面井下方案，一体化综合实施，加快实施进

度。2022年完成投转注67口，增加水驱储量1891万t，提前培养有效井组35个。

### 3.8 先算再干，建立效益预算机制

分油藏类型、措施类型、投入成本等不同，建立措施增油预测图版，算清“短、中、长”三笔账，明确“开发效益、资金效益”并重原则。

措施评价结果：降粘冷采、常规补孔当年及满周期吨油成本低，为高效措施；注水单元常规酸化、归位补孔、微酸压满周期成本相对低，为长效措施；化学解堵、蒸汽吞吐满周期吨油成本均较高，重点优化控制。

## 4 措施效果及效益评价

依据地质工程一体化理念，本着早实施、早见效的原则，坚持井井潜力分析、口口效益评价，最大力度确保措施有效率，2022年实施常规措施115井次，措施有效率93.3%。

### 4.1 2022年措施完成情况

2022年实施常规措施115井次，措施前日油水平为74.3t/d，措施后日油水平为270.6t/d，年增油5.6万t（单井平均增油487t）。措施增油效益：5.6万t×2095元=11732万元，投入成本：合计7018万元，措施创效：11732万元-7018万元=4714万元。

### 4.2 高效措施举例分析

举例：压驱注水先期培养，补充能量后酸化

### 4.3 总结推广

做好方案优化、现场执行、反馈及调整，进行技术政策优化。措施库管理运行模式的核心在于坚持价值引领，创新驱动，将理念贯穿管理、生产全过程。提高开发基础管理水平，突出增强价值创造能力，全面提升水驱油藏质量和效益，带领开发系统进一步开展潜力分析、技术适应性分析，精准发力，全力推动东胜公司效益开发迈上新台阶。为了提高措施有效率，提升效益，措施挖潜坚持多次论证、系统评价，从先期培养、落实方案、配套技术、效益测算、效果评价、总结提升多方面同步推进，最终由实施主体—采油管理区进行一体化决策优选。针对现行措施管理中的不足，改善了措施评价办法，做细了评价标准，公司措施有效率和措施效益稳步攀升。在10家管理区效益应用的基础上，将继续完善、推广措施管理办法，形成更全面可靠的管理体系。

### 参考文献：

- [1] 赵志强.低渗凝析气藏提高单井措施有效率研究[J].工业技术,2011(16):93-94.
- [2] 付明.油井措施效益评价方法探讨[J].内蒙古石油化工,2009(2):127-128.