

油井清防蜡效果评价及措施优选系统的应用

周 童¹, 董长银¹, 熊 伟²

(1 中国石油大学(华东)石油工程学院, 257061; 2 胜利石油管理局, 山东东营 257000)

摘 要 原油在井筒流动过程中不断向周围环境散热, 当原油温度低于蜡的初始结晶温度时, 蜡晶微粒便开始在油流中和固相表面上析出。本文针对目前油田多种多样的清防蜡方法提出了油井清防蜡效果评价指标和措施优选原则, 对现场如何采取防蜡清蜡措施具有一定的指导意义。

关键词 油井结蜡; 清蜡防蜡; 效果评价; 措施优选

1 引言

在油层条件下, 蜡是溶解在原油中的, 原油在开采过程中, 从地层到地面设备显示出较大的压力和温度的变化。这种变化是因为它们的相位状态发生了变化, 以及原油中所携带的被溶解的石蜡的含量发生了变化的原因。石蜡能转为低分子量的 N-链烷(C₂₀~C₄₀)或高分子量的异-链烷或周期性循环的链烷。溶解在原油中的石蜡会以晶体状态析出并依附在油管壁、套管壁、抽油泵以及其他采油设备上, 造成油井结蜡。

造成油井结蜡的原因很多, 有原油本身组份复杂的因素, 也有油井开采时的开采条件以及油管壁表面是否光滑等。通过对油井结蜡现象的观察和实验室对结蜡过程的研究, 影响结蜡的主要因素包括四个方面, 即: 原油组成(包括蜡、胶质和沥青的含量)、油井的开采条件(如温度、压力、气油比和产量等)、原油中的杂质(泥、砂和水等)以及沉积表面的

粗糙度和表面性质。

目前很多油田根据影响结蜡的主要因素来预防蜡的沉积, 主要防蜡方法有: 油管内衬和涂层防蜡、化学防蜡、磁防蜡等一系列防蜡技术, 同时, 在清蜡措施上也发展出了很多方法。对于这些多种多样的清防蜡技术方法, 如何评价它的效果好坏, 以及如何指导后期的清防蜡措施, 是“油井清防蜡效果评价及措施优选系统”研究的主要目的。

2 系统的设计

2.1 系统的总体设计

根据系统的设计要求, 系统主要由如下三部分模块组成(如图 1 所示):

(1) 建立清防蜡工艺数据库及其查询系统, 包括作业井基础数据库、生产数据库、清防蜡工艺措施数据库、产品工具特性数据库等;

(2) 在数据库应用基础上跟踪各种清防蜡工艺措施, 建立效果评价体系, 进行效果评价;

中两口都是稠油井(但和胜利油田东辛采油厂试验井相比仍为稀油), 渗透率相对较高, 其中胡 19-7 为 $(160 \sim 241) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 文 38-16 为 $179.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

试验 10 口井中文 65 块占了 3 口, 文 65 块虽然渗透率较高, 达 $(147.9 \sim 357.5) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 但地层水总矿化度为 $(29 \sim 31) \times 10^4 \text{mg/l}$, 水型为 CaCl₂, Ca²⁺ 含量 5000mg/l 以上, Mg²⁺ 含量 800~900mg/l, 已经很高了。这可能是效果不好的重要原因。

以中原油田试验区块岩心、原油、地层水为样本, 开展在地层动态条件下低渗透油层 CO₂ 驱替和吞吐室内实验, 定量地分析出无机沉淀物和有机堵塞物的影响程度; 为在低渗、特低渗油层进一步开展 CO₂ 吞吐试验提供依据, 并针对性地研究出改进吞吐效果的方法。

试验井一定要注意适当缩小生产压差, 最好

使井底流压保持在 7MPa 以上。焖井后放喷时适当缩小油嘴, 控制好生产压差, 提高 CO₂ 利用率; 下泵生产时, 适当上提泵挂, 尽可能避免 CO₂ 在井底脱气。

【参考文献】

- [1] 中原油田分公司油气技术管理部 中原油田单井 CO₂ 吞吐试验总结, 2005
- [2] 陈育红, 潘卫东, 孙双立 CO₂ 吞吐对储层结垢趋势的影响研究 石油化工腐蚀与防护, 2003, 20(6): 21~23
- [3] 鞠斌山, 栾志安, 郝永刚 CO₂ 吞吐效果的影响因素分析 石油大学学报(自然科学版), 2002, 26(1): 43~45
- [4] 谈士海, 周正平, 刘伟 复杂断块油藏 CO₂ 吞吐试验及效果分析 石油钻采工艺, 2002, 24(4): 56~59

(3) 在 1, 2 基础上建立优选机制, 实现计算机推荐与人为选择的措施优选功能。

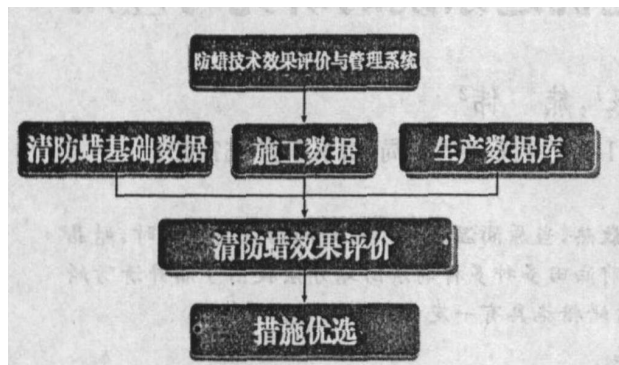


图 1 系统设计框架图

2.2 系统数据库设计

为便于跟踪、评价已实施的清防蜡工艺措施的效果, 建立清防蜡工艺数据库, 包括作业井基础数据库、生产数据库、清防蜡工艺措施数据库、评价效果数据库、产品工具特性数据库等, 用于跟踪各种清防蜡工艺措施, 进行效果评价和对比, 并建立基于清防蜡数据库的查询统计系统。

清防蜡数据库用于保存全部清防蜡作业历史数据, 系统应该具备或满足如下功能:

- 数据维护功能;
- 清防蜡井基础数据查询功能;
- 清防蜡措施数据查询功能;
- 清防蜡作业记录的统计查询功能。

2.3 效果评价指标

根据现场实际应用的情况, 提出以下四个效果评价指标:

热洗周期比, 目前常用的清蜡方法是热力清蜡, 因此根据热力清蜡周期的变化可以评价效果的好坏, 即计算油井措施后与措施前热洗周期的比值, 比值越大, 说明清防蜡措施效果越好;

对原油物性的影响, 此指标主要用于化学清防蜡技术, 向结蜡井筒中加入化学药剂后, 原油物性会发生变化, 其主要测量指标是原油的密度、粘度、凝固点等参数。一般情况下, 加入药剂后, 这三个参数值都会降低, 因此可以计算这三个参数措施前后的比值来评价措施效果。

对电机电流的影响, 在结蜡井筒中, 油流通道缩小, 阻力增加, 从而会增加电机动力消耗, 因此, 计算电机在措施前后电流的比值可以用来评价措施效果, 措施前后电机电流比值越大, 措施效果越好(如表 1 所示)。

表 1 L 28-1 井措施前后电机电流比较

井号	最大载荷		上冲程		下冲程		最小电流	
	(KN)	(KN)	最大电流	最大电流	最大电流	最大电流	(A)	(A)
	前	后	前	后	前	后	前	后
L 28-1	70.9	60.1	39.7	27.7	66.5	60.7	34.9	32.3
							24.3	25.3

产液量比, 对于地层蜡沉积, 措施后会增加渗

透率; 对于井筒结蜡, 措施后会扩大油流通道, 因此措施后产液量都会提高。措施后产液量与措施前产液量的比值越大, 措施效果越明显。

2.4 措施优选的原则

对于结蜡井筒如何选择一个最经济有效的清防蜡方法是目前现场关心的一个问题, 该系统根据历史清防蜡措施数据进行效果评价, 再按照以下两个原则进行优选。

指标参数最大化, 清防蜡的主要目的就是减少清蜡次数, 延长热洗周期, 增加油井产量, 系统会根据以上四个指标对所有历史数据进行评价, 找出综合指标最好的清防蜡方法向用户推荐。

就近原则, 对于没有历史数据的生产井, 系统会找到与该井地理位置最近, 层位相近的井, 并对该井进行指标参数评价, 最终向用户推荐优选的清防蜡方法。

3 系统软件的开发与功能实现

根据现场应用的实际情况, 通过调查研究, 系统利用油田勘探开发数据库和自建的数据库系统, 实现对清防蜡工艺信息的采集、管理、查询及评价优选功能。系统具体实现的功能如图 2 所示。

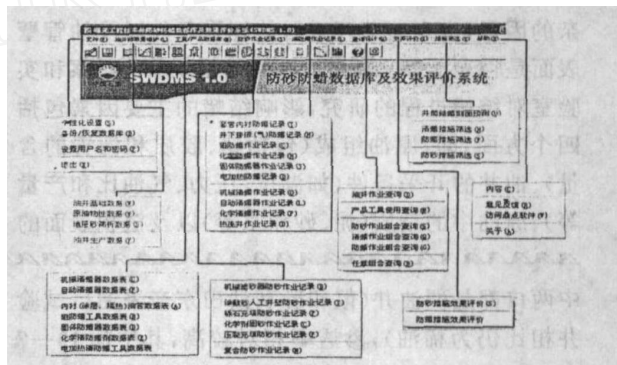


图 2 系统功能具体实现

4 结束语

该系统的开发实现了现场人员对油井清防蜡数据的管理和查询, 并为生产决策人员提供了良好的辅助决策功能, 对油井采取清防蜡措施具有一定的指导意义, 极大的方便了生产决策、生产管理、科研技术人员的使用, 具有重要的社会价值和经济价值。同时该系统也实现了油田信息资源的高度利用和共享, 为油田的数字化建设做出了积极的贡献。

参考文献

- [1] 清防蜡系统工程 辽河曙光油田工艺技术研究所 1995, 111.
- [2] 卿鹏程等 油田化学 1998, 15(3): 233~ 236.
- [3] 罗哲鸣 原油流性及测量[M] 山东: 石油大学出版社, 1994 110- 361.