

Quantity Control of Repairing Wells in Dongxin Oil Extraction Factory*

Hao Ding, Pengcheng Zhang, Guohui Huo

School of Economics and Management, China University of Petroleum, East China, Qingdao

Email: zhangpengcheng777@163.com

Received: Aug. 5th, 2011; revised: Sep. 2nd, 2011; accepted: Sep. 5th, 2011.

Abstract: To improve the situation that repairing homework in Dongxin oil extraction factory is high and improve the competitiveness of Dongxin Oil Extraction Factory. Based on elaborating the present situation of Dongxin oil extraction factory, this paper uses Pareto chart to find out the key controlling factors and Construct operation mechanism of quantity control, at last, puts forward measures to control the quantity of Repairing Wells in Dongxin Oil Extraction Factory for the key controlling factors.

Keywords: Dongxin Oil Extraction Factory; Repairing Wells; Quantity Control

东辛采油厂返修井的数量控制*

丁浩, 张朋程, 霍国辉

中国石油大学(华东)经济管理学院, 青岛

Email: zhangpengcheng777@163.com

收稿日期: 2011年8月5日; 修回日期: 2011年9月2日; 录用日期: 2011年9月5日

摘要: 为改善东辛采油厂井下作业返修率高的局面, 提高东辛采油厂的竞争力。本文在阐述东辛采油厂返修井现状的基础上, 利用帕累托图找出了东辛采油厂返修井重点控制因素并构建了数量控制运行机制, 最后针对重点控制因素提出了东辛采油厂降低返修井数量控制策略。

关键词: 东辛采油厂; 返修井; 数量控制

1. 引言

油田返修作业一直是井下作业的成本投入大户, 返修井一次作业的劳务费大约为4万元, 而原材料费用高达10万元, 综合平均单井次返修作业成本为14万元左右。目前整个油气行业, 各个采油厂井下作业作业量中, 修井作业大约占10%左右, 高比例的返修作业严重地增加了油田企业的投入成本。控制油田各个采油厂井下作业返修井数量已经成为必然。

2. 东辛采油厂返修井现状

东辛采油厂管理着东辛、永安、广利、新立村和

盐家五个油气田, 开油井数1626口, 日产油量7300吨, 开水井数742口, 日注水量70,965立方。一直以来, 返修井数量控制是困扰东辛采油厂井下作业的头等难题。

2.1. 东辛采油厂井下作业工作量分析

2005~2009年的东辛采油厂井下作业工作量情况如表1所示。

通过表1表明, 2005~2009年东辛采油厂井下作业工作量及指标呈现明显的下降趋势, 但2009年较2008年同期有所上升。返修率出现先降后增趋势, 2008年与2009年同期相比, 返修井井次数增加39口次, 返修率增加1.19%。

*基金项目: 山东省自然科学基金重点资助项目(ZR2009HL025)。

Table 1. Operation statistics and indicators statistical comparison in Dongxin Oil Extraction Factory (Unit: time)
表 1. 东辛采油厂作业统计量及指标统计对比(单位: 口次)

年度	总工作量	油井维护	油井措施	返修井	返修率(%)
2005	3404	1491	1124	631	18.54
2006	3293	1356	1163	503	15.27
2007	3061	1128	1143	326	10.65
2008	2787	1016	968	239	8.58
2008(1~11)	2529	929	882	239	8.58
2009(1~11)	2655	947	941	278	9.77
同期对比	126	18	59	39	1.19

Table 2. Entire plant repair operation causes constitute and simultaneous contrast in 2009 (Unit: time)
表 2. 2009 年全厂返修作业原因构成与同期对比(单位: 口次)

年度	新管材	原井管材	修复管材	抽油泵	井下工具	施工质量	地层	井筒	偏磨	管理	电泵材料	其他	合计
2005	4	116	41	36	25	72	90	50	85	13	38	61	631
2006	8	101	48	29	10	23	92	44	110	3	10	25	503
2007	18	49	25	9	16	24	68	38	45	5	11	18	326
2008	13	37	14	5	5	15	62	27	45	1	8	7	239
2009	6	46	15	4	0	12	98	38	43	3	2	11	278
对比	-7	9	1	-1	-5	-3	36	11	-2	2	-6	4	39

2.2 东辛采油厂返修作业分因素分析

2005~2009 东辛采油厂全厂返修作业原因构成对比情况如表 2 所示, 同时, 为对数量有效控制, 作帕累托图, 如图 1 所示。

借鉴帕累托排列图中矩形柱高度确定影响因素程度的大小。一般确定主次因素可利用帕累托曲线, 其中, 累计百分数在 0~80% 左右的为 A 类, 在此区域内的因素为主要影响因素, 应重点加以解决。由图 1 所示, 东辛采油厂返修井作业工作量主要因素有地层、原井管材、偏磨和井筒等: 1) 地层因素: 地层因素返修井返修作业 98 口次, 占返修井作业工作量的 35.3%, 其中出砂 66 口次, 油稠 8 口次, 供液不足 22 口次, 气体影响 2 口次。2) 原井管材因素: 原井管杆因素返修井作业 46 口次, 占返修井作业工作量的 16.5%。其中原井管漏 40 口次, 原井杆断 6 口次。3) 偏磨因素: 偏磨因素返修井作业 43 口次, 占返修井作业工作量的 15.5%, 偏磨管漏 42 口次, 偏磨杆断 1 口次。4) 井筒因素: 井筒因素返修井作业 38 口次, 占返修井作业工作量的 13.7%。其中套管窜漏 18 口次, 偏磨腐蚀电泵泵轴断 7 口次, 管柱、泵座结垢 13 口次。

3. 东辛采油厂返修井原因分析

由图 1 所示, 目前, 东辛采油厂返修井主要存在 4 方面制约返修井井次数的压减。

3.1. 地质因素降低作业免修期

2009 年, 东辛采油厂存在的出砂、稠油、供液等地质因素导致的返修作业工作量 98 口次, 占返修作业工作量的 35.3%。主要存在以下几方面原因: 1) 措施(新井)缺乏对地层状况的前期预测导致作业后短期倒井。其中补孔改层后出砂造成返修井 15 口次, 供液不足造成返修井 5 口次。如营 31-11 井 2009 年 2 月 22 号补孔改层后生产 2 天倒井, 2 月 24 号返修发现地层

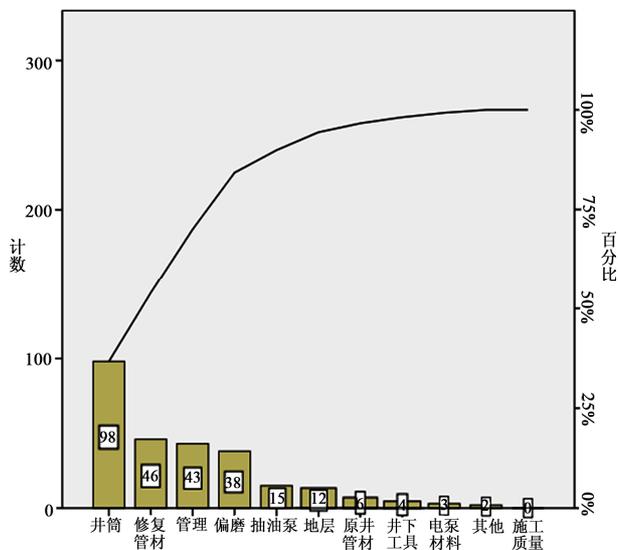


Figure 1. Repair operation causes constitute Pareto figure in Dongxin Oil Extraction Factory, 2009
图 1. 2009 年东辛采油厂返修作业原因构成帕累托图

出砂埋油层 26 米,采取砾石充填防砂后开井生产至今。另外新井投产后因出砂、稠油、供液等地质因素返修作业 9 口次。如辛 109X154 井 2009 年 1 月 10 号新投后仅生产 1 天油稠光杆下不去倒井,1 月 16 号改 44/38 抽稠泵开井生产 7 天因油稠倒井,最终采用电加热生产。2) 受产量因素制约采取下电泵等提液措施造成地层出砂、供液不足 14 口次。如永 3C82 井 2008 年 12 月 16 号转电,12 月 25 号出砂过载停机,12 月 30 号挤抑砂剂防砂开井,1 月 21 号动液面由 810 米降至测不出,1 月 29 号因供液不足转抽。3) 水井作业后因停注地层回吐砂埋油层返修井 6 口次,如营 17-41 井 08 年 12 月 7 号检管后不吸水,3 月 1 号检管沙柱 90 米砂埋油层。4) 防砂后因供液不足造成返修作业 3 口次,挤抑砂剂防砂后失效 2 口次(A37-6B),砾石充填防砂失效 1 口次(Y13X147)。5) 部分井因无法实施工艺配套措施严重影响油井检泵周期。如部分套坏井采取化学防砂有效期短,还有部分电加热生产的稠油井使用抽稠泵无法正常生产。

3.2. 原井管杆更换不彻底

为了强化原井管杆的检查描述工作,对油管、抽油杆的更换使用进行规范管理,2009 年制定了《管杆检查更换管理细则》,从目前的执行情况看,强化了作业施工人员和现场监督人员对原井管杆的检查描述工作,但由于受作业现场环境、检测手段、油管修复量、作业成本四方面因素的制约,管杆检查更换工作无法得到全面落实。2009 年因原井管杆更换不彻底造成的返修井 46 口次,工序返工井 49 口次。如营 72-322 井 2009 年 3 月 17 日开井,生产 49 天于 2009 年 5 月 5 日管漏停,作业发现第 25 根 d76 管有砂眼;再如辛 6-16 电泵井,生产 24 天停井,作业发现第 83 根油管螺纹端有两处砂眼。

3.3. 偏磨治理工作不完善

随着东辛采油厂偏磨治理工作力度和投入加大,偏磨治理效果得到有效提高,但从 2009 年的情况分析,偏磨因素造成的返修井(43 口次)较 2008 年同期减少了 2 口次,占到返修作业工作量的 1/6,其中原井未配套偏磨造成返修井 30 次,配套不合理造成返修井 13 口次,其中配套抗磨副后返修井 7 口次,配套内衬管后返修井 3 口次(两口井因配套内衬管数量少偏磨

段上移,一口井是抽油杆接箍磨断),配套内抗磨接箍后返修井 2 口次,油润滑配套后返修井 1 口次。从统计分析目前的偏磨治理工作问题主要存在两方面:1) 未根据油井生产动态变化情况对作业井提前优化先期配套。如辛 68X100 井 2008 年 4 月 1 号作业前,日液 17 方,日油 12.6 吨,综合含水 26%。生产至 12 月 4 号因泵漏倒井,作业前日液 13.5 方,日油 2.5 吨,综合含水率上升到 81.4%,因泵漏更换普通管杆完井,生产至 3 月 4 号偏磨管漏倒井。现场实践证明随含水上升将加剧管杆偏磨腐蚀程度,偏磨配套工作应与油井生产动态变化情况紧密结合,对作业井提前优化先期配套减少返修作业工作量。2) 不同类型防偏磨工艺、工具配套效果存在较大差异。从 2008 年防偏磨工艺效果评价分析,内衬油管配套后延长油井检泵周期(270 天)较抗磨副(74 天)延长了 196 天。另外配套抗磨副的偏磨井因抗磨副原因倒井 59 井次,配套抗磨副本身存在抗磨副本体断脱、抗磨副扶正块掉落、配套段油管偏磨、配套段上部油管因偏磨段上移致使管杆偏磨。目前,抗磨副价格 160 元/米高于内衬油管 150 元/米,而配套效果却明显低于内衬油管,增加了油田采油单位井下作业的成本,降低了经济效益。

3.4. 井筒状况进一步恶化

2009 年因井筒窜漏造成的返修作业工作量 18 口次,较 2008 年同期增加了 11 口次,反映出东辛油区的井筒状况不断恶化。随着含水上升井筒腐蚀结垢进一步加剧,腐蚀结垢造成的返修作业工作量较 2008 年同期增加了 1 口次。

4. 东辛采油厂返修井数量控制机制

返修进数量控制的运行机制如图 2。数量控制机制分为 6 个模块,形成了闭环系统^[1]。

1) 目标模块

该模块是指采油厂制定的返修井数量控制目标即将该年度的返修井数量控制在什么范围内,它主要受上一年的控制结果的影响。

2) 井监测分析模块

该模块是根据目标模块来对各个完工油田井的实时监测,并利用油田返修井控制识别系统对油田井进行分析。

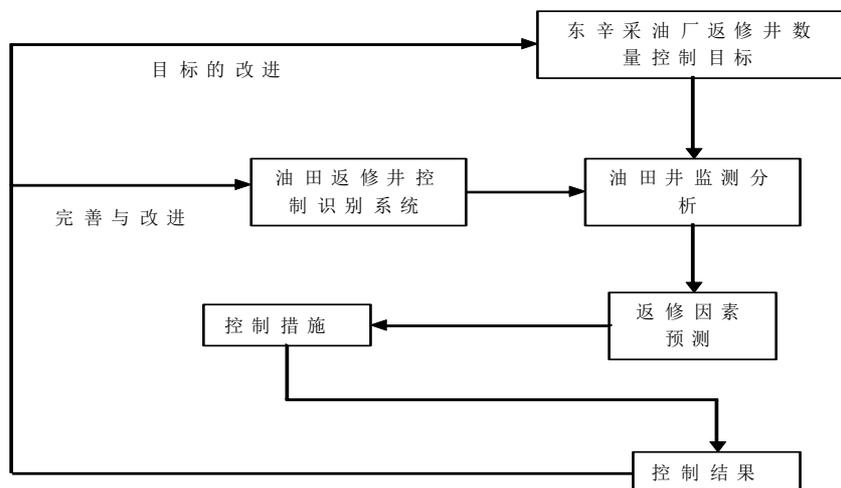


Figure 2. Downhole operation to repair a number of wells control mechanism in Dongxin Oil Extraction Factory
图 2. 东辛采油厂井下作业返修井数量控制运行机制

3) 控制识别系统模块

油田井控制识别系统模块，主要是根据油田返修井系列指标建立起的油田井返修识别系统，能实现油田井需返修的可能性程度分析。它主要受控制结果模块的影响不断完善改进。但由于限于现有指标体系的不完善性以及数据收集等方面的制约，油田井控制识别异同的研究比较困难。

4) 返修因素预测模块

该模块经过对油田完工井运行状况的分析、监测模块，可以识别油田井可能出现的返修因素。

5) 控制措施模块

利用类别模块的分析，可以选择相对应的措施去控制该类别的返修进行控制。控制措施模块在油田企业井下作业返修井控制运行机制中占有重要地位，控制措施的好坏影响着控制结果以及下一轮的返修井预测模块等各个模块，因此研究措施模块具有实践意义。

6) 控制结果模块

对控制措施模块的实施状况进行分析，是否控制住了返修井数量，并影响着油田井控制识别系统模块和目标模块。

5. 东辛采油厂井下作业返修井数量控制措施

5.1. 提高应对地层能力

1) 提高油藏地质的动态分析能力

加强倒井分析，对倒井逐井分析措施潜力，做到

维护措施工作同步实施，避免短时间内重复作业。地质部门深化油藏认识与评价，通过可对比油(水)井、层系的动态分析先期配套相应的优化措施，准确预测油藏产能及可能出现的地层问题，对工艺设计及施工提供合理的建议。工艺部门依据油藏预测优化设计，对举升及油层改造方案进行优选，加强措施效果的跟踪分析与评价^[2]。

2) 改善不利地层能力

工艺所、地质所在制定动态的油田井施工方案中，为避免油田井下完工井返修井的发生，根据对油藏地质实时情况罗列出砂、稠油、供液等地质因素相对应的解决方案。如稠油，在抽油电泵的选择时，选择功率相匹配的稠油电泵，可以有效防止抽油泵效率问题而使稠油无法采出井口；油田在进行压裂措施以增加油田产量，但在下泵抽油过程中，压裂砂随油流进入泵筒，容易形成砂卡，为防止砂卡的现象可以采取洗井措施将油田压裂砂排出井外，有效降低油田井返修次数和返修率。

5.2. 严格落实原井管杆管理工作

作业施工人员严格落实管柱内液面的变化情况，认真查找原井管柱存在的问题，加强对现场管杆的检查描述，特别针对目力可及的管杆端丝扣的检查。针对明显的管体劈缝、砂眼及丝扣刺漏造成的返修及工序返工井，严格按照《管杆检查更换管理规定》加大作业施工方的处罚力度。

作业监督人员认真复核现场管杆检查情况,按照《管杆检查更换管理规定》合理制定管杆更换措施,对于泵挂深的油井管柱 1800 米以下杜绝使用修复油管,针对采油矿因素管杆更换不彻底造成的返修及工序返工井,严格追究相关单位、人员的责任。

5.3. 精细偏磨治理工作

1) 加强前期配套,偏磨配套工作与油井生产动态变化情况紧密结合。采油厂各矿根据作业现场油井偏磨腐蚀情况提出配套建议,工艺所通过对含水、矿化度、供液能力的分析制定具体的偏磨治理措施,避免偏磨管漏造成的返修井。

2) 做好偏磨治理工作的同时,认真总结各类防偏磨工艺效果,优选配套效果好的防偏磨工艺、工具专项治理,另外还要加大特种抗磨油管、防腐油管的投入力度,针对严重偏磨、腐蚀井重点治理,提高防偏磨配套效果^[3]。

5.4. 优化井筒材料及设计

油田井下作业针对不同油藏、设备情况,优选固井材料,并对井筒参数进行优化设计,保证井筒免修期的提高。比如,有针对性地优选水泥添加剂,应用低密度、塑性等优质水泥浆体系,选择不同的添加剂,以提高固井质量,增强井筒抗内外挤压的强度;对于易腐蚀区块,固井时将油层套管外的水泥的返高尽量

设置高一些,可延缓气体、措施液等对井筒的腐蚀,特殊情况下固井数的返高可以至井口^[4]。

6. 结论

东辛采油厂井下作业返修井作业因素有 12 种,每种因素每年在东辛采油厂返修作业重要性不一样,帕累托排列图提供了一种筛选重要因素的方法,为采油厂的返修作业提供重点控制对象。经过帕累托排列图筛选出东辛采油厂返修井重点对象有地层、原井管材、偏磨和井筒,并分析主要原因有地质因素降低作业免修期、原井管更换不彻底、偏磨治理工作不完善和井筒状况进一步恶化等。东辛采油厂返修井数量控制运行机制为东辛采油厂对控制返修井提供一种工作管理方法,能够有效提供东辛采油厂的返修率降低速率。同时,针对东辛采油厂的重点返修因素提出了提高应对地层能力、严格落实原井管杆管理工作、精细偏磨治理工作和优化井筒材料及设计等措施。

参考文献 (References)

- [1] 刘朝阳. 油田井下作业成本控制对策研究——以河南石油勘探局井下作业公司为例[D]. 中国石油大学(华东), 2009.
- [2] 王瑞和, 李明忠. 石油工程概论[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2001: 41-64.
- [3] D. A. Green, R. Lewis and J. Cripps. Friction and wear testing for a down-hole oil well centralizer. Science Direct, 2007, 263 (1-6): 57-63.
- [4] 肖天桥, 薛发生. 井下作业清洁生产的影响因素及综合治理措施[J]. 油气田环境保护, 2006, 16(2): 12-14.