

油井结蜡对系统效率的影响及治理对策

周亚 晋涛

中国石油长庆油田分公司第一采油厂

DOI:10.12238/gmsm.v4i5.1239

[摘要] 在机械采油过程中,由于与抽油机联合工作的井下抽油泵载荷交替变化,导致了地面系统工作的不稳定,造成动力系统的无功损耗。因此,全面系统的分析影响抽油机井系统效率的因素,开展提高抽油机井系统效率的技术研究与推广,已成为油田节能降耗,实现高效经济采油必然之路。

[关键词] 井下效率;油井结蜡影响;优化调整;节能降耗

中图分类号: P215 文献标识码: A

Influence of wax deposition in oil well on system efficiency and Treatment Countermeasures

Ya Zhou, Tao Jin

The first oil production plant of PetroChina, Changqing Oilfield Company

[Abstract] In the process of mechanical oil production, the load of the underground oil pump working together with the pumping unit changes alternately, which leads to the unstable operation of the ground system and the reactive power loss of the power system. Therefore, a comprehensive and systematic analysis of the factors affecting the system efficiency of pumping wells, and the technical research and promotion of improving the system efficiency of pumping wells have become the inevitable way for oil fields to save energy, reduce consumption and realize efficient and economic oil production.

[Key words] downhole efficiency; influence of wax deposition in oil wells; optimization and adjustment; energy saving and consumption reduction

引言

原油在生产过程中,可能会产生结蜡现象并引起油流通道堵塞,甚至影响油井的正常生产,导致油井产量下降,甚至抽油杆发生蜡卡等故障。本文全面分析了油井结蜡对系统效率的影响,并提出了相关治理对策。

1 观点的提出

1.1 机采井系统效率定义

有杆泵抽油系统的目的是将地面的电能转换为井下液体的能量,使井下液体流到地面,其整个系统工作时,就是一个能量不断传递和转换的过程,而在每一个过程中都存在着能量损失,抽油机井从地面设备供入系统能量扣除各种损失以后,就是系统所给液体的有效能量,

这一将液体举升在地面的有效能量与系统输入能量的比值,就是抽油机井的系统效率。

$$\eta = \frac{\text{抽油机有效功率}}{\text{抽油机输入功率}} \times 100\%$$

1.2 抽油机井系统效率分解

根据抽油机工作的特点,可将其系统效率分为两大部分,即地面部分和地下部分。以光杆悬绳器为界,悬绳器以上的机械传动效率与电机运行效率的乘积为地面效率;悬绳器以下到抽油泵,再由抽油泵到井口(包括回压)的效率为井下效率。

1.3 问题的提出

机采系统效率提高1个百分点,按油井开井数1000口井计算,年耗电将减少

约 $2.5 \times 10^6 \text{ kW}\cdot\text{h}$ 、节约电费160.86万元,折合标煤853吨,减少碳排放2051吨,经济和社会效益显著。影响油田系统效率的因素很多,本文仅从井下影响系统效率各因素与油井结蜡之间的联系进行分析,以求问题的明确。

2 油井结蜡对井下系统效率参数的影响

井下系统效率主要由盘根盒、抽油杆、抽油泵和管柱四者的效率所决定。

2.1 盘根盒效率

由于油管结蜡,管径缩短,对光杆的运行产生阻力。抽油杆在油管中运行时,是弹性拉伸的,随着油井结蜡增加,抽油杆运行负荷增大,造成弹性拉伸增大,进而造成盘根盒的耗功增加,系统效率随

表1 2020年1-11月份系统效率测试情况统计表

测试井数口	地面效率%	井下效率%	日耗电量(kW.h)	系统效率%
589	38.68	60.94	35.21	21.31

表2 系统效率优化调整情况统计表

	测试井数口	地面效率%	井下效率%	日耗电量(kW.h)	系统效率%	节约电量(kW.h)
优化前	175	35.84	57.54	37.61	18.45	98177
优化后		45.08	59.92	34.90	24.64	

表3 系统效率优化调整情况统计表

调整方式	测试井数口	分类	地面效率%	井下效率%	日耗电量(kW.h)	系统效率%	平均单井日耗电节约	节约电量(kW.h)	见效比例%
热洗	53	优化前	35.62	56.07	36.26	17.63	1.65	15207	90.6
		优化后	40.23	62.69	34.61	23.29			
检泵	20	优化前	43.54	51.77	40.06	19.57	7.41	31979	85.0
		优化后	49.08	59.26	32.65	27.70			

之降低。

2.2抽油杆效率

油井结蜡,使抽油杆运行负荷增大,最终降低系统效率。

2.3抽油泵效率

在正常生产条件下,随着生产时间的延续,结蜡厚度相应增加,造成油管内径缩小,导致单井产量下降。同时油井结蜡后,除由于液流上行中产生的压降外,由于管径的缩小产生结蜡区上下的压差变化,导致泵的吸入口压力与排出口压力压差缩小。

2.4管柱部分效率

由管柱部分有效功率计算公式得出结论为结蜡使管柱有效功率下降。

除此之外,由于结蜡还会造成抽油杆阻力增大,运行中变形,产生偏磨,增加系统损失;造成油井漏失,产量大幅下降,影响系统效率等等。

3 分析对比

为论证上述观点正确与否,结合2020年**区系统效率测试数据进行分析对比,具体测试数据见下表1:

其中,系统效率优化调整175井次,效果较为明显,调整后复测结果对比见

表2:

按系统效率调整方式来分,其中抽油机调平衡、调参属于改变正常生产状况这里不予考虑。

对73口热洗、检泵两种调整方式油井进行数据统计分析,复测后系统效率上升8.37%,其余重点参数指标优化后明显好于优化前,说明井筒清蜡工作对系统效率提升、节能降耗起得较大作用。

从表中可看出,清蜡后油井系统效率有不同程度的提高,其中检泵实施效果要优于热洗。

为进一步找出结蜡对系统效率的实质影响,对上述油井实测数据进行进一步分析发现:

(1)油井清蜡后井下效率平均提升8.74%,井下效率提升能在一定程度上提升系统效率。

(2)井下效率提升空间有限,在接近理论上限时系统效率提升量及其有限。

(3)油井清蜡后能影响地面系统效率提升,地面效率平均提升5.44%。

(4)提升系统效率最有效手段仍为提升油井产量。

这里说明一点,本观点提出较晚,测

试时针对性不强,包括影响因素考虑不足,导致有效统计数据过少。得出结论可能含有偶然性,下步我们将进一步加大数据测试量为结论增加有力的说服力。

4 提高机采井系统效率技术途径

机采井系统效率是由地面效率和井下效率共同决定的,本文主要从井下效率方面着手。考虑渗透率、泵挂深度、井型对抽油机井系统效率影响,井下效率极限最大值62%。

4.1影响井下效率各因素分析

盘根盒功率损失主要为光杆与盘根盒中填料摩擦损失,不同的填料摩擦力相差10倍。有润滑时,盘根盒效率最大90%。

管杆柱功率损失主要为抽油杆与油管、抽油杆与液体之间的摩擦损失和杆柱弹性伸缩损失。最大抽油杆柱效率90%,最大油管柱效率为95%。

抽油泵功率损失主要为抽油泵柱塞与衬套之间的摩擦损失、泵漏失容积损失,原油流经泵阀时由于水力阻力引起的水力损失。抽油泵效率最大80%。

4.2应对措施

由抽油机井能量分析可知,提高抽油机井系统效率的途径可以从两方面来考虑,一是增大有效功率,二是减小无用功率,具体落实在现场我们通常以优化设计现场管理为主。以低液量油井为主的**区块具体体现和应用将以降泵径、优化杆柱、结蜡治理等主要方式来提高机采系统效率,实现减载提效、高效率低能耗运行。

4.2.1加强盘根盒润滑管理

目前**区在用528口采油井光杆均为Φ25HL级标准光杆,最大程度上减少盘根盒功率损失,下步重点放在日常加强盘根盒润滑管理方面。

4.2.2泵径优化

持续开展泵径优化工作,2020年**区Φ32mm↓Φ28mm泵径更换32井次,2021年计划随检泵更换28井次,届时Φ28mm泵使用率将达到53%。

4.2.3 杆柱优化

杆柱优化将以增强杆柱强度、优化杆级组合两个方面进行。结合油井实际工况,对泵深 $HP < 1200\text{m}$ 的油井进行优化: $\Phi 19\text{mm} \times 100\%$ (D级)向 $\Phi 16\text{mm} \times 100\%$ (H级)进行优化。

经统计分析预计2021年实施工作量如下:减少二级组合油杆30口,更换HL级抽油杆3.315万米。

4.2.4 结蜡治理

**区目前发现井筒中存在明显结蜡现象的油井395口,占总开井数的73.4%,平均结蜡周期为281天,平均结蜡速度为0.65mm/月。结蜡影响已成为制约井筒的核心问题。

目前我区采取市场化队伍热洗、常规热洗、井口炉热洗等手段,严格执行热洗周期大表、重点监控载荷变化曲线,现场增加热洗介质用量、延长热洗时间等方面开展井筒清蜡治理,因结蜡引起修井井次明显下降趋势,取得较好的效果。在此基础上2021年计划实施油井热洗2400井次,最大程度保障井筒清洁。

4.3 效果预测

按照油井“系统效率实现率”评价方法,目前我区系统效率极值仅51.9%,实现率 $\leq 60\%$ 为差,有较大挖潜空间。按照“60-70%为良,有一定挖潜空间”来说,系统效率最少还有8%的提升空间。

$$\delta\eta = \frac{\eta_P \text{实测系统效率}}{\eta_{\text{max}} \text{极值}} = \frac{23.1}{44.6} \times 100\% = 51.9\%$$

因此,我们制定了通过“找潜力→比轻重→定措施”的单井提高系统效率操作方法,选取提效潜力井,有的放矢开展提效措施。

第一步:选择有提高潜力的井;

第二步:分析关系最密切、权重最大的可控因素;

第三步:综合考虑,确定相对应的技术措施。

5 结论

(1)井筒清蜡对系统效率提升、节能降耗起着较大作用,清蜡后平均系统效率上升8.37%,其中检泵实施效果要优于热洗。

(2)提高系统效率不仅仅局限于地面生产参数的改变,还应根据油井的生产状况搞好地下系统效率的提高,要综

合性持续开展以降泵径、优化杆柱、结蜡治理为主的提升系统效率工作。

(3)应加强日常生产管理,加强油井清防蜡工作,从而有效达到节能降耗目的。

(4)油井结蜡不但对井下系统效率有较大的影响,而且通过井下生产状况的改变能影响地面系统效率。同时井下效率提升工作要综合考虑,优化措施到位,争取一次性解决问题。

[参考文献]

[1]郭宏亮,宋学红,李忠.提高抽油机井系统效率的有效途径[J].油气田地面工程,2008,27(12):38-39.

[2]王彦,毛晴武.提高抽油机井系统效率技术及应用[J].科技情报开发与经济,2008,(09):213-214.

[3]彭向明,张志强,项明杰.提高抽油机井系统效率技术研究与应用[J].石油化工应用,2007,(03):43-45.

作者简介:

周亚(1992--),男,汉族,湖北松滋人,大学本科,助理工程师,从事采油工程工作。