

文章编号: 1000-3754 (2003) 01-0038-02

有杆抽油系统的经济运行

王玉普¹, 刘 合²

(1. 石油大学, 北京 102249; 2. 大庆油田有限责任公司采油工艺研究所, 黑龙江 大庆 163451)

摘要: 在对有杆抽油系统能耗进行理论分析和实际测量的基础上, 对有杆抽油系统在运行过程中的理想状态下、实际生产状态下的电机、皮带-减速箱、四连杆、盘根盒、抽油杆、抽油泵、油管等部件能量损失进行计算与对比, 建立了有杆抽油系统能耗分布规律, 论述了有杆抽油系统能耗大、效率低的影响因素, 根据有杆抽油系统的运行特点, 提出了有杆抽油系统经济运行的措施和评价指标。

关键词: 有杆抽油系统; 效率; 能耗; 经济运行

中图分类号: TE833.9

文献标识码: B

1 引言

有杆抽油系统是一种应用最广的人工举升方式, 全国有近 8×10^4 口油井应用有杆抽油系统进行原油开采, 占总采油井数的 90% 左右。耗电量约占油田总耗电量的三分之一, 电费约占生产成本的四分之一, 且逐年增加。在市场经济条件下, 油田的开发和生产必须以经济效益为中心。在保证原油产量的情况下, 降低原油成本, 提高油田开发的综合经济效益是保证油田可持续发展的重要手段。在原油生产中, 原油成本中的举升设备的一次性投资、维护费用和运行费用占主要份额。在水驱油田开发后期, 油井含水上升, 为了保持原油产量, 必然增加油井的产液量, 随之而来的是举升设备耗电量和维修工作量的增大, 原油成本上升。为了降低原油成本, 必须降低举升设备的一次性投资, 根据油井条件, 选择性能价格比高的举升设备, 能够减少维护费用和运行费用占主要成分。文中对有杆抽油系统的能耗进行了分析, 找出了能耗分布规律, 提出了有杆抽油系统经济运行的措施, 对节能降耗具有一定的指导意义。

2 有杆抽油系统的能耗分布

有杆抽油系统的能量损耗分为地面设备和井下设备的损耗。地面设备的损耗主要是电动机的功率损失和机械摩擦损失, 其大小反映了有杆抽油系统机械设备的运行状况。井下设备的损耗主要是机械摩擦损失、弹性变形损失和水利损失, 其大小反映了有杆抽

油系统井下设备的运行状况。

有杆抽油系统的运行效率为^[1]

$$\eta_{\text{总}} = \frac{N_{\text{有}}}{N_{\text{入}}} = \frac{N_{\text{光}}}{N_{\text{入}}} \frac{N_{\text{有}}}{N_{\text{光}}} =$$

$$\eta_{\text{地}} \eta_{\text{井}} = \eta_{\text{电}} \eta_{\text{带}} \eta_{\text{减}} \eta_{\text{四}} \eta_{\text{盘}} \eta_{\text{杆}} \eta_{\text{泵}} \eta_{\text{管}}$$

式中 $\eta_{\text{总}}$ ——有杆抽油系统总效率, 小数; $N_{\text{有}}$ ——有杆抽油系统有效功率, kW; $N_{\text{入}}$ ——有杆抽油系统输入功率, kW; $N_{\text{光}}$ ——有杆抽油系统光杆功率, kW; $\eta_{\text{地}}$ ——有杆抽油系统地面效率, 小数; $\eta_{\text{井}}$ ——有杆抽油系统井下效率, 小数; $\eta_{\text{电}}$ 、 $\eta_{\text{带}}$ 、 $\eta_{\text{减}}$ 、 $\eta_{\text{四}}$ 、 $\eta_{\text{盘}}$ 、 $\eta_{\text{杆}}$ 、 $\eta_{\text{泵}}$ 、 $\eta_{\text{管}}$ ——有杆抽油系统的电机、皮带、减速箱、四连杆、盘根盒、抽油杆、抽油泵和油管的效率, 小数。

有杆抽油系统在运行过程中, 能量的传递和转换都有损失存在。在理想状态下, 有杆抽油系统各运动部件的能量损失和传动效率变化情况见表 1。

理想状态是指有杆抽油系统的各个部件均在高效率下运行, 由有杆抽油系统的能流变化可以看出, 有杆抽油系统的输入功率为 15 kW, 通过能量转换和传递, 有效功率为 9.33 kW, 功率损失为 5.67 kW, 总效率为 62.2%, 有近 40% 的功率在能量的转换和传递中损失掉。

在实际生产中, 由于多种复杂因素的影响, 有杆抽油系统的实际运行效率远远低于理想值。以油田广泛应用的抽油机 CYJ10-3-37HB 为例, 在举升高度为 316 m, 产液量为 106 m³/d, 冲程为 3 m, 冲次为 12 min⁻¹, 电动机装机功率为 45 kW 的条件下, 对有杆抽油系统个运动部件的能耗进行了实际测量, 其能流

收稿日期: 2002-11-10

作者简介: 王玉普 (1956-), 男, 黑龙江克山人, 教授级高级工程师, 石油大学 (北京) 在读博士, 现任大庆油田有限责任公司常务副总经理。

变化见表 2。

由表 2 可知，有杆抽油系统在生产运行中，其输

表 1 理想状态下有杆抽油系统能流变化
















	电机	皮带	减速箱	四连杆	盘根盒	抽油杆	抽油泵	油管	
电力输入 15kW									输出功率 9.33kW
效率/%	90.2	97	95	94	96	94	91	97	系统效率 62.2%
损耗/kW	1.47	0.41	0.66	0.75	0.47	0.67	0.95	0.29	系统损耗 5.67kW

表 2 生产状态下有杆抽油系统能流变化

	电机	皮带-减速箱	四连杆	盘根盒	抽油杆	抽油泵	油管	
电力输入 14.2kW								输出功率 3.17kW
效率/%	68	74.2	90.1	88.9	67.7	86.1	95	系统效率 22.32%
损耗/kW	4.54	2.49	0.71	0.72	1.86	0.54	0.17	系统损耗 11.03kW

入功率为 14.2 kW，转换为有效功率 3.17 kW，在能量转换和传递过程中，功率损失为 11.03 kW，有杆抽油系统的总效率只有 22.32%，77.68% 的能量损失掉了。

形，使抽油杆与油管间产生摩擦，加大了井筒内的能量损耗。

上述影响有杆抽油系统能耗的主要因素，不仅有抽油设备、油井井况的原因，也有管理的问题。

3 有杆抽油系统能耗因素分析

有杆抽油系统的能量转换是由电能转换为机械能，再由机械能转换为液体能。在能量的转换和传递过程中，能量损失较大，致使有杆抽油系统的总效率较低，理想状态与实际工作状态相差较大。其中电动机效率相差 22 个百分点，功率利用率 31.5%，它是能耗主要因素。能量损失较大的主要元件还有皮带-减速箱、抽油杆和抽油泵等。导致效率较低的原因，既有有杆抽油系统结构本身的问题，也有有杆抽油系统与油井合理匹配的问题。

4 有杆抽油系统经济运行的判别与评价

有杆抽油系统经济运行的判别与评价主要分为地面部分和井下部分，其评价指标为

- (1) 用有杆抽油系统拖动电动机的功率利用率和地面效率评价有杆抽油系统地面装置经济运行状况，其拖动电动机的功率利用率应达到 35% 以上，地面效率应达到 70% 以上。
- (2) 用抽油泵的充满系数和井下效率评价有杆抽油系统水利装置，抽油泵的充满系数应达到 50% 以上，有杆抽油系统的井下效率应达到 50% 以上。
- (3) 有杆抽油系统的平衡度应在 85% ~ 100% 之间^[2]。

- 影响有杆抽油系统能耗的主要因素有
- (1) 有杆抽油系统机构设计不近合理，扭矩波动系数较大。
 - (2) 有杆抽油系统在实际工作中，均在轻载或中等载荷下工作，负载利用率低。
 - (3) 有杆抽油系统拖动电动机的装机功率过大，大马拉小车，使其功率利用率较小，运行效率偏低，功率损失增大。
 - (4) 减速箱和四连杆机构的润滑，皮带的型号、松紧程度，盘根盒填料的材质、松紧程度，平衡度的好坏等都将影响有杆抽油系统能量传递的效率。
 - (5) 油井井液的物性参数、油气比的大小，使抽油泵的充满系数降低，以及抽油杆、油管的弹性变

5 结 论

- 为降低有杆抽油系统的能量损耗，提高运行效率，使其经济运行，应采取以下技术措施
- (1) 优化有杆抽油设备，合理选型。并根据油井流入动态曲线，对有杆抽油系统进行参数优化设计，使油井与有杆抽油设备合理匹配。
 - (2) 根据油井载荷状况，及时调整运行参数，平衡度在 80% ~ 100% 之间，使电动机的功率利用率
- (下转第 49 页)

3 聚驱过程中吸水指数曲线的应用

3.1 观察聚合物溶液在油层中的流动情况

从两个聚合物工业性试验区的动态特点上看,喇南一区在注采井距小的情况下,反而聚合物溶液突破时间晚,在初始含水高的情况下,反而含水下幅度大(图5)。主要原因是喇南一区注的是高分子聚合物溶液,而北一区断西注的是低分子聚合物溶液。因此喇南一区所注的聚合物溶液在油层中的工作粘度高于北一区断西。从吸水指数与含水率变化曲线上看,就是喇南一区吸水指数在初期下降速度快,中后期时吸水指数的上升速度慢。因此在日常生产中管理,要加强聚合物产品质量以及聚合物溶液注入质量的控制。

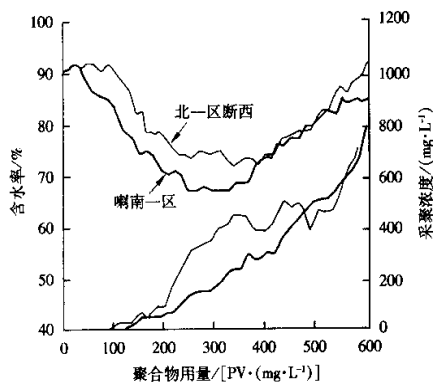


图5 不同聚合物用量下聚驱含水率及采聚浓度变化曲线

3.2 确定增产措施时机

目前在聚合物工业生产区块中,部分生产井采用分步射孔方式,因此这些井在注聚合物后需进行二次射孔,而射孔时机又很难确定。通过对吸水指数与含水变化规律的研究,认为在吸水指数、含水率开始上

升时就可以进行二次射孔,此时油层非均质性加强,聚合物溶液扩大波及体积能力已经减弱,这时进行二次射孔可以增加高渗透层的驱油效率,提高采收率。同时,也可根据吸水指数变化确定深度调剖时机。目前在大庆油田,多数情况是在聚驱前进行调剖,如果调剖剂在油层深部形成稳定的凝胶时,就会影响高渗透层的采收率,因此认为深度调剖也应在吸水指数、含水率上升阶段进行。深度调剖与二次射孔的目的是相同的,然而实现的过程是相反的。生产井采用分布射孔,首先是人为减小油层非均质性的影响,然后补孔是为了提高高渗透层的驱油效率。聚驱过程中深度调剖技术是先让聚合物溶液提高高渗透层的驱油效率,然后再进行深度调剖扩大波及体积。在理论上讲,二次射孔、深度调剖的时机可以在吸水指数、含水率上升阶段的任何时间进行,但在后期进行增产措施就会延长聚合物开采时间,导致产水量的增加。

4 结束语

(1) 注聚井的吸水指数随着生产井含水率的下降而下降,随着含水率的上升而上升,且吸水指数上升过程向上偏离于吸水指数的下降过程。

(2) 聚合物驱后,油层性质发生了变化,即岩石孔隙半径变大,亲水性增强,油、水相渗透率曲线向上偏移。

(3) 吸水指数、含水率开始上升时期是二次射孔与深度调剖的最佳时机。

参考文献:

- [1] 陈永生. 油藏流场 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998.

编辑: 何先华

(上接第39页)

达到40%以上^[3]。

(3) 在新井投产或更新抽油设备时,应选择在有杆抽油系统中节能效果显著的节能产品。

(4) 在油气比较大的油井下入气锚和油管锚,以减少气体影响和油管的弹性变形,提高抽油泵的充满系数。

(5) 加强油井的科学管理,及时对有杆抽油系统进行维修和维护,保障有杆抽油系统正常运行。

由于有杆抽油系统在原油的生产中应用的数量较大,实施经济运行,如果将有杆抽油系统的总效率提高5个百分点,按每口油井电动机的输入功率按15 kW计,全国有近 8×10^4 口油井,年节电 $5.2 \times$

10^8 kW·h,节约运行费用 2.1×10^8 元,经济效益非常显著,将大大降低原油成本,提高油田开发的综合经济效益。

参考文献:

- [1] 崔振华. 有杆抽油系统 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1994.
[2] GB SY/T6371-1998, 机械采油系统经济运行 [S].
[3] 刘沪雄. 有杆抽油系统电动机节能途径 [J]. 石油机械, 1992, 20 (5).

编辑: 陈树耀

有杆抽油系统的经济运行

作者:

王玉普, 刘合

作者单位:

王玉普(石油大学, 北京, 102249), 刘合(大庆油田有限责任公司, 采油工艺研究所, 黑龙江, 大庆, 163451)

刊名:

大庆石油地质与开发 

英文刊名:

PETROLEUM GEOLOGY & OILFIELD DEVELOPMENT IN DAQING

年, 卷(期):

2003, 22 (1)

被引用次数:

1次

参考文献(3条)

1. 崔振华 [有杆抽油系统](#) 1994
2. SY/T6371-1998. [地震检波器测试仪通用技术条件](#) 1999
3. 刘沪雄 [有杆抽油系统电动机节能途径](#) 1992 (05)

引证文献(1条)

1. 路勇, 李侠, 黄耀达 [有杆泵合理沉没度的确定](#) [期刊论文]-[内蒙古石油化工](#) 2008 (5)

引用本文格式: 王玉普, 刘合 [有杆抽油系统的经济运行](#) [期刊论文]-[大庆石油地质与开发](#) 2003 (1)