

# 加强油井动态生产管理提升油井生产效益

朱同同

(东胜公司滨博采油管理区)

DOI:10.12238/jpm.v3i2.4686

**[摘要]**新型管理区建设后,以生产指挥中心为枢纽,开展信息化条件下的生产运行、系统优化、风险管控、应急处置等全过程的综合管控信息指挥系统设置岗位3个:综合运行岗、注采输管控、视频监控岗,实行分析、决策、运行一体化协同管控,24小时不间断值守。日常生产运行中,生产指挥中心发挥“中枢”职能,通过压扁层级,减少节点,简化流程,问题处置更加快速高效。本文针对油井机采生产特点,综合分析变化规律和趋势,协调好油井供排关系的基础上,多变量包括泵挂深度、套压、动液面、地面参数匹配、混合液密度、泵吸入口压力等等,采用多重循环设计,目标函数确定为最高系统效率,研究最佳系统设计,开发优化设计软件,为系统效率机杆泵匹配提供技术支持。

**[关键词]**油井生产;信息化;生产动态管理;系统效率

Strengthen the dynamic production management of oil wells and improve the production efficiency of oil wells

Tong Tong Zhu

(Binbo oil production management area of Dongsheng company)

**[Abstract]** after the construction of the new management area, the production command center will be the hub to carry out the comprehensive management and control of the whole process of production and operation, system optimization, risk control and emergency disposal under the condition of informatization. The information command system will set up three posts: comprehensive operation post, injection, production and transmission control post and video monitoring post, implement the integrated collaborative management and control of analysis, decision-making and operation, and be on duty 24 hours a day. In the daily production and operation, the production command center plays the "central" function, reducing nodes and simplifying processes by flattening the hierarchy, so as to deal with problems more quickly and efficiently. According to the production characteristics of oil well mechanical production, this paper comprehensively analyzes the change law and trend, and coordinates the supply and discharge relationship of oil well. On the basis of multivariable, including pump hanging depth, casing pressure, dynamic liquid level, ground parameter matching, mixed liquid density, pump suction pressure, etc., this paper adopts multiple circulation design, determines the objective function as the highest system efficiency, studies the best system design, and develops optimization design software, Provide technical support for system efficiency and rod pump matching.

**[Key words]** oil well production; promotion of information technology; Dynamic production management; system efficiency

## 1 油井机采系统效率影响因素

目前采油主要以有杆泵为主,然后以蒸汽吞吐的方式进行开发,这样的方式和方法可以使热采井平均周期可以达到8.2个。由于油藏地质上普遍具有浅、薄、稠、散的特点,使得地表面的能量低,而且原油的流动性比较差,供液比较差,导致采油出现的一些问题,而且因为油井的问题,使得吞吐轮的转动频率比较慢,而且大部分电动机的负荷偏低,这样的种种问题,导致了抽油机的效率比较低。因此科学家研究了高效率的采油方法,提高采油质量的技术研究。这些技术方法的研究对油田采油开发经济效益有着很重要的现实意义。

### 1.1 基本概念

系统效率是指将液体举升至地面的有效做功能量与系统输入的能量之比,即系统的有效功率与输入功率的比值。

$$Pe = \frac{Q \times H \times \rho \times g}{86400} \quad (1)$$

深井泵采油过程中损耗能量主要消耗在地面、井筒与地下,主要是举升过程中提升液体能量消耗。地面能量损失在活塞摩擦阻力与电机损耗上;地下能量损失在油气水粘度差异造成的粘滞摩擦阻力、滑动摩擦阻力以及水击消耗上。还有一种有助于举升的溶解气体膨胀能也忽略不计。

### 1.2 影响抽油机井系统效率因素

以光杆悬绳器为界,系统效率分为地面效率和井下效率两部分,抽油机损失功率 $\Delta P$ 可以按照组成部分分为8个部分,即:

传动部分损失 $\Delta P_2$ :抽油机现场主要通过皮带作为传动载

体。较多的为三连带、五连带，有宽带和窄带以及同步带等类型，效率平均 95%，该部分折算损失功率为 5%。

电机损失功率 $\Delta P_1$ ：电机工作效率与额定效率接近时，输出功率在额定输出功率 60-100%范围内；由于抽油机运转时载荷起伏较大，工作效率始终低于额定功率。根据统计资料计算，电机额定功率一般在 90%左右，实际工作效率在 70%左右，损失功率 20%左右。

减速箱或变频装置损失功率 $\Delta P_3$ ：减速装置损失功率包括：齿轮损失和轴承损失。损失功率与齿轮以及轴承的类型和个数有关系。一副齿轮损失 2%，三副 6%左右；一副轴承功率损失为 1%，一般为三副，以上合计减速装置功率损失为 9%。

四连杆功率损失 $\Delta P_4$ ：现场使用的四连杆有一根钢丝绳和三副轴承，合计损失为 3%，钢丝绳出现变形损失为 2%。合计四连杆功率损失为 5%。

盘根、光杆等井口部分损失功率 $\Delta P_5$ ：

由于盘根加得过紧、盘根损坏或光杆尺寸不合理、有毛刺不光滑或毛辫子打扭等问题，造成摩擦阻力增大，造成的损失功率：

$$\Delta P_5 = F \times v / 1000 = 9.8 \times f \times k \times \pi \times d \times p \times h \times v / 1000 \quad (3)$$

式中：F-磨擦力；f-磨擦系数；h-一有效密封高度；d-光杆直径；v-光杆运动速度；k-系数，由密封材质确定。

从上述公式可以看出，井口部分损失功率与上下行运动速度（冲次）、光杆外径以及盘根材质、盘根盒松紧程度有关系。

1) 抽油杆部分功率损失 $\Delta P_6$ ：活塞上下行运动时，抽油杆接箍与油管、井筒内液柱出现摩擦造成磨损，特别是由于井斜、负荷过重等因素造成油管杆偏磨，会加大摩擦损失。统计 120 口油井资料和实测数据分析表明，损失功率大小与井筒混合液粘度、泵挂深度成正比，与上次行速度也就是冲次平方成正比，按照这一计算结果，上提泵挂、下调参数、优化杆泵匹配，可以有效降低损失功率。

2) 抽油泵功率损失 $\Delta P_7$ ：抽油泵位置功率损失主要体现在水力损失、充满系数损失以及活塞与泵筒之间摩擦损失，统计资料表明：损失功率与泵效大小成正比、与泵径大小成正比，因此优化合理泵径和提高泵效是行之有效措施。

8) 油管损失功率 $\Delta P_8$ ：主要是油管受到液柱压力作用出现弹性形变，油管伸缩以及井筒液体与油管之家摩擦造成损失：

$$\Delta P_{8\text{容}} = 103 \times \Delta P \times \Delta Q_{\text{油管}} \quad (4)$$

$$\Delta P_{8\text{水}} = \Delta h_{\text{油管}} P \times g \times Q / 100 \quad (5)$$

3) 根据不同位置统计分析影响系统高效率因素：(1) 电机功率与工作状态对及系统效率影响较大；(2) 加强皮带、盘根松紧度管理，减速箱齿轮和轴承加强日常保养和润滑可以有效减少摩擦阻力，从而减少功率损失；(3) 优化管柱设计和匹配，采取合理参数可以降低冲程损失，摩擦损失以及充满系数损失。

## 2 各种功率与其影响因素的关系式

通过理论推导和现场经验生产数据，总结理论模型和经验公式，建立功率与各影响参数之家函数关系公式如下：

$$P_u = f(P_d, F_u, F_d, S, n) \quad (2.1)$$

$$P_r = f(S, n, \mu, L_i, m) \quad (2.2)$$

$$\sum \mu_i L_i = f(\mu_0, T_i, T_t, Q_i, f_w, T_w) \quad (2.3)$$

$$T_t = f(Q_d, H, T_0, T_i, P_e) \quad (2.4)$$

$$P_k = f(f_k, q_r, L_p, S, n) \quad (2.5)$$

$$P_e = f(\alpha, Q_0, P_b, P_t, P_s) \quad (2.6)$$

$$P_{ef} = \frac{I}{86400} Q_i \rho_l g h \quad (2.7)$$

$$P_i = P_u + P_r + P_k + P_{ef} - P_e \quad (2.8)$$

$$\eta = P_{ef} / P_i = P_{ef} / (P_u + P_r + P_k + P_{ef} - P_e) \quad (2.9)$$

式中： $p_u$ 为地面损失功率，kW；

$F_u$ 和 $F_d$ 为光杆在上、下冲程中的平均载荷，kN；

$S$ 为冲程，m； $n$ 为冲次，1/min；

$p_d$ 为电机空载功率，kW；

$p_r$ 为粘滞损失功率，kW；

$\mu_i$ 为第*i*段液体粘度，MPa·s；

$L_i$ 为第*i*段油管长度，m；

$m$ 为管径杆径比，无因次；

$T_i, T_t, T_0, T_w$ 分别为地层温度、井口油温、地表温度、原油结蜡温度，℃；

$P_k$ 为滑动损失功率，kW；

$L_p$ 为井斜的水平轨迹长度，m；

$q_r$ 为杆重度，N/m；

$f_k$ 为杆与管的摩擦系数；

$P_e$ 为膨胀功率 kW；

$Q_i$ 和 $Q_0$ 分别为产液量、产油量，t/d；

$P_b$ 为原油饱和压力，MPa；

$\alpha$ 为溶解系数， $m^3/(m^3 \cdot MPa)$ ；

$P_s$ 为沉没压力，MPa；

$P_t$ 为井口油压，MPa；

$P_{ef}$ 为有效功率，kW；

$\rho_l$ 为混合液密度  $kg/m^3$ ；

$g$ 为重力加速度， $m/s^2$ ；

$H, h$ 分别为动液面深度和有效扬程，m；

$p_i$ 为电机输入功率，kW；

$\eta$ 为系统效率，%。

### 3 强化油井生产管理措施的灵活性

3.1 灵活应对油井生产中出现的问题。生产管理并非一成不变，特别是石油开采，其生产工程复杂且专业化程度高，油井生产管理的各种参数随时都会有所变化，会出现这样那样的问题，而这些问题出现，有时是单独的，有时却是伴有多种问题同时出现，因此，在生产管理过程中必须根据不同问题采取套压控制、憋泵、碰泵、洗泵、油管试压、洗管线、调整冲次、调整清蜡周期、调整泵深等解决问题的方法，灵活应对。例如，某井泵深2000米，采取电加热杆清蜡（后由于杆漏停止电加热设备），正常生产时冲次3次，沉没度100米，套压0.5Mpa，日产油4t，生产一段时间后发生泵漏、不出，安排洗泵、碰泵等措施后，泵漏未改善，井口仍不出；由于某种原因无法及时安排检泵，为此技术人员根据该井泵深、液面，杆偏磨情况、功图及井口设备生产状况，决定套压不变，将冲次提高至4.5次（惯性载荷略微产生），结果发现该井仍不出，最后决定冲次维持4.5次，将套压控制2.5Mpa（接近供液不足状态），该井出油，日产油1.5t。总结该井管理经验，该油井未盲目管理按照一般管理方式，一味调高冲次或者关井方式处理，而是通过分析灵活采取必要措施，维持该井生产，提高了效益。再比如：某些进地罐井，套压控制一直是个难题。为了连续回收套管气、改变供液状态，提高动液面，某站长采取创新方式，根据现场实际情况，灵活的将套管气接到自耗气管线上或者油井进站管线上，节约改造成本的同时，回收天然气，提高产油量。

3.2 根据单井不同采取灵活管理措施。有些油田拥有近万口生产油井，每口单井都相对有差异，地上地下情况不尽相同，一口油井采取什么办法才能取得产量与效益最大化的统一，进而保障每口单井都处于最佳的运行状态，这就需要地面管理措施、工艺措施、地质措施紧密结合，采取灵活的单井生产管理措施。灵活，不仅仅是技术、工艺等生产管理措施的灵活，也包括单井措施的有针对性和灵活性。比如不同的井才用不同的冲次及套压控制等等。

### 4 强化油井生产管理措施的及时性

4.1 油井日常生产管理措施要及时。油井生产管理措施的及时性要求日常管理要及时。例如，油井在生产过程中会结蜡堵塞，为了强化清蜡管理，每次作业后就需要及时做油井蜡的熔点实验，建立相关油井结蜡档案，总结经验调整清蜡方式或周期。

4.2 故障处理要及时。当油井出现故障时，生产管理人员对故障的处置要果断而迅速，措施妥当而及时。例如，生产过程中，发现抽油机、电机异常震动或者驴头开焊等问题时，要及时解决，防止问题扩大，导致油井长时间停产。

4.3 维护措施要及时。比如，对于由于管柱、泵工作不正常造成单井产能未充分发挥的不正常井，其管理是采油厂开发管理中的一项重要工作，是油田产能发挥的有力保障。对于不

正常井应本着当天发现、当天诊断、当天处理的原则，需要技术与管理的有机结合，采取维护性措施预防不正常井的出现，强化不正常井管理，突出高效开发管理理念，提高不正常井处理成功率。

### 5 强化油井生产管理措施的动态性

油井生产是动态的，因而生产管理措施也必然是动态的，那么合理优化油井生产参数，根据变化采取必要手段提高油井泵效或者采油量成为必然。

5.1 合理优化油井生产参数。合理优化油井生产参数是油井动态变化的必然要求。随着油井开发生产的不断深入和油井生产状况的变化，低产低效井比例呈逐年上升趋势，年抽油机井泵况动态控制图中的参数偏大区的井数越来越多。居高不下的参数偏大区井数成为制约泵况指标提高的主要原因。地面参数过大，会使生产压差增大，导致井底压力较低而使泵效降低，从而严重影响原油产量。要改变这一生产现状，在注水状况短期内无法得到改善的情况下，采取调小参数可以降低生产能耗和设备损耗以及调整开发状况，调小参数是缓解排挤矛盾、优化机采运行的有效途径。抽油机井调小参数后产量和含水都会相应的发生变化，当调参后经一定生产时间内，由于生产参数的突然变化，将会导致井下生产状况同样会发生比较大的变化，当生产持续一段时间以后，井底压力变化逐渐趋于平稳，特别是高含水层的压力恢复到一定值时，使油井的井底压力不再回升，注入水在地层中的流动速度降低，含水趋于稳定。

5.2 根据动态变化采取必要管理措施。油井生产是动态的，为此生产管理过程中要掌握这些动态变化资料、变化规律，从而方能采取必要管理措施。例如，油井防砂是生产管理的重要内容，油井防砂过程中首先就要掌握油井测井资料、岩芯资料、测试资料等变化资料，通过对这些资料的科学分析，找到油田临界流速、极限生产压差、累积出砂量的出砂规律，为高含水油田防砂工艺优化提供可靠的动态资料，最大程度提高油井采出程度，提高油井的防砂免修期，降低油田的防砂作业成本。

综上所述，油井生产管理因单井的地上地下情况不尽相同，可能出现的问题或者故障也不尽相同，故此，在生产管理过程中就需要灵活、及时、动态的采取相应的管理措施，针对不同油井的不同问题，利用地面管理措施、工艺措施、地质措施的有效结合，组合应用，提高油井泵效或者采油量，进而达到提高生产效益的目的。

### 参考文献

[1]李世军.油田生产系统整体优化理论与方法[D].大庆石油学院,2005.  
[2]朱荣杰,张国庆.抽油机井故障诊断及处理方法[M].北京:石油工业出版社,2011.

## 给排水工程建设质量监管体系分析

高 晖

(临沂城网市政工程有限公司 山东临沂 276000)