

优化抽油机井系统，提高机采系统效率

朱同同

(东胜公司滨博采油管理区 山东 淄博 255000)

[摘要]抽油机井机采系统的工作效率是对油井系统能源使用情况进行有效评估的重要指标，能够体现出油井区块或者单井整体管理能力的高低。抽油机井机采系统效率偏低，会浪费大量的能量，使得机械采油系统之间出现巨大的损耗，造成油井免修期缩短，使原油生产所需的成本大幅增加。本文对抽油机井机采系统工作效率的影响因素进行梳理，并给出提高效率的有效措施，希望为油田采油效率的提高提供参考。

[关键词]抽油机井；机采系统效率；措施

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.10.1881

在原油的开采过程中，抽油机井系统是最为关键的设备，其功能的完善和效率的高低，对于是有采集的效率具有直接的影响。机采系统效率是对机采井系统能源利用能力进行衡量的主要指标，针对主要依靠机采井进行生产的油田来说，促进机采井系统效率的提高是实现降本增效的主要路径，有关资料显示，抽油机井系统效率在理论层面的上下限分别是41%和49%^[1]。基于此，针对抽油机井系统的优化措施进行研究，促进机采系统效率的提高，对于油田经济效益的提高具有非常积极的现实意义。

一、机采系统效率的概念

抽油机井系统工作的目的是将地面的电能转化成为井下液体中蕴含的能量，从而使地下的液体采集到地面。整个系统在运行过程中，就是能量不断转换和传递的过程，在能量转化和传递过程中都会出现能量的损失，抽油机井将地面设备收入系统的能量减去系统各个环节的损失，就是系统可以传递给液体的有效能量，这种可以将液体举升到地面的有效能量与系统输入能量之间的比值，被称为抽油机井的系统效率。也就是

$$\eta = N_e / N_i \times 100\%$$

其中^[2]， η 代表的是抽油机井系统效率， N_e 代表的是抽油机井的有效功率，指的是在某个扬程下，将某一体积的井下液体举升到地面需要使用的功率； N_i 代表的是抽油机井的输入功率，也就是使抽油机井系统电动机正常工作的输入功率，等于损失功率加输出功率。

抽油机井采油系统主要的构成部分包括拖动电动机、抽油杆、抽油机、抽油泵、井下管柱、井口装置等，机采系统的效率包括地面效率和井下效率，选择光杆悬绳器作为分界点，悬绳器上面的部分属于地面效率，悬绳器下面的部分属于井下效率，机采系统效率等于地面效率乘以井下效率，因此，

$$\eta = \eta_{\text{地面}} \times \eta_{\text{井下}}$$

其中， η 代表的是抽油机井系统效率； $\eta_{\text{地面}}$ 代表的是地面效率，主要包括电动机、皮带、减速箱、四连杆的效率。 $\eta_{\text{井下}}$ 代表的是井下效率，主要包括盘根盒、抽油杆、抽油泵和有关关注的效率。

二、地面效率影响因素分析

对抽油机系统效率存在影响的地面设备主要包括皮带、电动机、减速箱和四连杆机构四个部分，电动机的能量损失主要是热损失和机械损失，皮带和齿轮变速箱主要的能量损失是传动过程中产生的摩擦损失，四连杆机构的能量损失是钢丝绳变形的损失和轴承摩擦的损失。

(一) 电动机

1. 电机电量消耗首先的决定因素是负荷的大小，也就是驴头负荷以及各个系统所具有的传动效率；2. 功率因数，也即是电机跟负载之间构成的匹配关系以及跟负载的平衡状况。3. 电机有功功率的高低也是对电机功率利用率具有直接影响的因素。4. 电机输入端电流和电压的大小也对电机的功率存在影响。5. 电机转数损失的多少也对电机功率存在影响^[3]。6. 抽油机出现不平衡，使得电机上下的电流存在很大差

别，会使得单井的电量消耗变大。所以，电动机的匹配和抽油机的平衡度是对电动机工作效率存在主要影响的因素。

(二) 皮带

通过三角皮带进行传动的过程中，因为弹性等因素的影响，出现弹性变形能量损失，非常容易发生互相错动、振动以及打滑等情况，产生一些能量的损耗。皮带的松紧程度、轮轴的同心度以及两轮的对正度等直接影响皮带传动的效率，其中对皮带传动效率影响最大的因素是松紧程度。

(三) 减速箱

减速箱内通常都包括三对人字形的齿轮，齿轮在进行转动的过程中，发生齿合的齿面互相之间存在滑动，所以会形成摩擦阻力，引起能量的损耗。同时，三副轴承也会因为摩擦产生能量的损失。对减速箱功率产生影响的因素主要是轴承和齿轮所具有的润滑度，通常不会出现严重的问题，对于机采系统效率造成的影响一般较小。

(四) 四连杆机构

抽油井四连杆机构当中主要包括一根钢丝绳以及三副轴承，其工作效率主要决定因素是驴头钢丝绳形状变化带来的能量损失以及轴承受到摩擦力影响而产生的能量损失，其中，对四连杆机构的效率存在主要影响的因素是钢丝绳的形状变化严重情况，油田工作人员通常都会对四连杆机构进行定期的维护保养，因此出现问题的概率较小，对于机采系统工作效率的影响不大^[4]。

(五) 抽油机平衡

在抽油机的平衡率不高的情况下，电动机在冲程周期运行的特定时间段会做负功，也就是出现发电现象，从电能向着机械能转变，再从机械能转变成电能，这一转化的效率只有50%，也就是电动机做负功1kwh，电网系统需要提供能量2kwh。抽油机的平衡对电动机的功率具有直接的影响，是对系统效率存在影响的主要因素。

三、对井下系统效率存在影响的因素

对抽油机井系统效率存在影响的井下设备主要包括抽油泵、抽油杆、盘根盒和关注，其中，盘根盒和抽油杆的能量损失主要是摩擦造成的能量损耗，抽油泵的能量损失包括机械摩擦损失、容积损失以及水力损失，管柱的能量损失主要是水力损失和容积损失。

(一) 盘根盒

盘根盒太紧或者井口偏中，会使得悬点位置的荷载变大，摩擦阻力增加，造成抽油机井系统工作效率下降。对盘根盒效率存在影响因素主要是其松紧程度以及驴头与井口的相对位置。

(二) 抽油杆

抽油杆或者油管发生弯曲或者井口歪斜都会引起抽油杆摩擦阻力变大，使得能量消耗增多。冲程、冲速以及泵径的设置不够合理，杆速变大，都会引起传送效率降低。对推油杆传动效率存在影响的因素主要是两个，分别是油管和推油杆的弯曲以及冲速、冲程、泵径的不科学。

(三) 抽油泵

抽油泵水力损失和摩擦损失引起的功率损耗大小主要

由泵的构造决定,在黏度较低的情况下,一般都会很小,抽油泵的效率跟泵效存在紧密的关联,也跟泵的漏失量存在密切关联。对抽油泵效率存在影响的主要因素是漏失量和泵效率,当油井内的液体供应不够时,泵的充满系数跟生产参数具有紧密的关联。

(四) 油管柱

油管柱效率的损失主要是容积损失和水力损失,水力损失指的是原油顺着有关流动过程中造成的功率损失。在管柱不发生泄漏的条件下,对管柱效率存在影响的因素主要是原油的黏度、结蜡的程度以及泵挂的深度。

四、提高地面系统效率的途径

(一) 电动机效率的提高

当前我们国家抽油机井所使用的一些电动机所产生的能量损耗依然很高,并且其配置的额定功率与抽油机的实际功率相比显著更大,出现了功率不匹配的问题,使得功率银树和负载率过低,所以,对电动机功率存在影响的主要因素是无功功率过高。

1. 合理匹配电动机

一般的三相异步电动机在负载率达到85%的情况下工作效率最高,随着电动机的负载率和功率因数的降低,电动机的效率也会不断的减小。针对电动机功率不匹配、大马拉小车的情况,工作人员要及时的进行小电动机的更换,使电动机运行过程中的无功功率变小,促进电动机空载运行有功功率的下降,从而有效的提升电动机的功率因素,减少有功能耗,促进电动机工作效率的提高,进而使抽油机系统的效率提高^[5]。

2. 应用高效电动机

Y系列三相异步电动机的额定功率达到85%的情况下,其功率因数和效率达到峰值,而当负载下降时,其功率因数和效率都会出现降低,能量损耗也会变大。抽油机的扭矩最主要的特征是具有较大的波动,并且存在负扭矩,所以Y系列电动机在工作过程中经常没有达到最佳状态。高效节能电动机的负载率在一定的范围内时,其工作效率都较高,在负载率较低的情况下效率也很高,其主要特点是启动扭矩较大,并且功率因数较高,所以应当增加高效电动机的使用。

3. 促进抽油机平衡度的提高

抽油机运行的不平衡,会引起电动机的功率因数以及运行电流出现较大的波动,甚至引起电动机在某一个冲程阶段内做负功,出现不必要的电量损耗。对抽油机平衡度进行调整主要有两个目的,不但是为了能量的节约,也是为了保证抽油机可以安全的工作。通过对平衡块重心位置的调整,可以使上冲程跟下冲程对电能的消耗基本一样,从而达到技能的目的。

(二) 抽油机效率的提高

1. 使用高效抽油机

增加皮带式抽油机的使用。该种类型机器冲程较长,冲速较小,泵具有较高的充满系数,并且皮带对于震动具有吸收作用,冲速较慢,方向转换较为平稳,因此机泵所具有的动载荷以及惯性载荷都很小。

增加双驴头抽油机的使用。跟普通抽油机的结构相同,但是把曲柄上的平衡重转移到另一侧的驴头位置,荷载的周期性改变不大,电动机匹配很小,就有非常好的节能效果。

2. 加强对抽油机的保养

抽油机在进行能量传递时,主要的能量损失类型是摩擦产生的损耗,所以,要加强对抽油机的保养和维护,使机械摩擦造成的损耗减少,这是促进抽油机效率提高的主要路径。具体措施包括对电动机、抽油机、井口运动部件进行润滑油的添加,偏斜的校正,使皮带轮保持四点一线,对皮带的松紧程度进行调整,对磨损情况较为严重的变速箱进行更换。

五、井下系统效率提高路径

(一) 抽汲参数的优化

抽汲参数对于地面效率以及抽油机井系统的效率都有不同程度的影响,针对一口抽油机井来说,在符合提液需求的前提下,要选择最佳的参数,经过对抽汲参数的调整和完善,使减速箱的扭矩有效的减小,使抽油机和电动机的负荷下降,达到提升系统效率的效果。

1. 泵效的提高

通常来说,在保证产液量的基础上,要尽可能的使泵径较大、冲程较长、冲速较低、泵深合理。但是在供液不足的油井当中,在保证产液量不会减少的基础上,要对冲速、冲程和泵径生产参数进行调整使其尽量的小,使泵挂加深,还可以通过间歇性开抽以及油管锚定等措施促进泵效的条,进而使系统效率提升。针对存在非常严重漏失情况的油井来说,需要及时地进行抽油泵的检修。

2. 沉没度的优化

沉没度对于泵效和抽油机采系统的效率具有很大的影响,沉没度太大会引起抽油机上下形成悬点的荷载变大,摩擦阻力增加,管柱效率下降,地面能量消耗变大;沉没度太小会使泵小下降。泵挂深度发生改变的情况下,泵深度增加,那么油井产液量会先上升然后下降。沉没度太大对于产量的提高没有益处,反而会造成悬点荷载的变大,使得电动机的符合增加,造成系统效率的下降。在实际生产过程中,在动液面确定时,沉没度的选择会对泵挂深度具有直接的影响,所以沉没度的合理选择对于油井系统的效率提高具有非常重要的意义。

3. 优化抽汲参数

针对供液十分充足的油井来说,要依据长冲程、低冲速、大泵径、合理沉没度的原则对生产参数进行调整和优化,针对供液严重不足的油井来说,要依据小泵径、深泵挂、低冲速度的原则对机井进行调整。同时,要对杆管组合进行设计的优化,从而促进系统效率的提高。

(二) 防蜡降黏技术

针对结蜡情况十分严重的油井要采取有效的防蜡降黏措施,从而促进抽油杆传送效率和管柱效率的提高。

(三) 对盘根盒松紧度进行调整

盘根盒跟光杆之间摩擦阻力的大小对于功率的损耗具有直接的影响,当盘根盒的密封过于紧密或者其跟光杆之间的对中性不好的情况下,光杆上下形成中摩擦阻力的变大会造成驴头悬点的负荷变大,使得悬点在和的上下临界值差值增加,引起抽油机的功率损耗变大,进而造成系统功率变小,所以,要对盘根盒的松紧度进行适当的调整,使悬点载荷有效的降低,促进系统效率的提高。

六、结语

我们国家抽油机井系统普遍存在着效率不高的问题,有关人员要加强重视,通过合理匹配电动机、使用高效抽油设备、优化生产参数、调整盘根盒、应用防蜡降黏技术等措施,使油井负荷降低,达到提高机采系统效率的目标,为油田开采的高效进行提供保障。

参考文献

- [1]李鑫.如何提高抽油机井机采效率[J].中国石油和化工标准与质量,2021(14):2.
- [2]徐长虹.提高抽油机井机采效率方法[J].化学工程与装备,2020(3):2.
- [3]张超.浅谈提高抽油机井系统效率[J].石油石化物资采购,2021(01):3.
- [4]李丹丹,刘向东,张晓茜,等.油田抽油机井系统效率节能潜力分析及提高措施[J].石油石化节能,2020(9):4.
- [5]段晓杰,王延博.提高抽油机井系统效率技术探讨[J].石油石化物资采购,2021(7):2.