

抽油井电动机最佳运行效率关联性分析

姜建华

(胜利油田东辛采油厂)

摘要:合理匹配电动机, 尽量做到使电动机的负载率达到或接近最佳负载率范围; 尽量使用新型高效节能电动机, 减少电动机内部损耗, 提高电动机效率。另外, 通过调整抽油机平衡, 减小电动机轴功率波动, 也是提高电动机效率的重要方面。

关键词:抽油井; 电动机; 运行效率

抽油机井系统效率是衡量油井工作水平的重要因素, 也是一项反映油井工作效率和用电损耗的重要指标。提高抽油机井系统效率已经成为各油田节能降耗、降低生产成本、提高经济效益的一个重要途径。

1 抽油机井系统效率的组成

抽油机井升举过程是一个能量不断转化和传递的过程, 在每一次转化和传递中都将损失一部分能量。从地面供入系统的能量扣除系统的各种损失以后, 就是系统所给液体的有效能量, 该有效能量与系统输入能量的比值称为抽油机井系统效率。根据抽油机井系统工作特点, 可将抽油机井的系统效率分为地面和井下两部分。

2 影响机采系统效率因素分析

影响抽油机井系统效率的地面部分设备主要有电动机、皮带、减速箱和四连杆机构。

电动机:电动机效率与电动机类型、电动机质量、抽油机平衡、电动机匹配、电动机老化等有关。其中电动机类型、电动机的匹配和抽油机的平衡度是影响电动机效率的主要因素。

皮带:采用三角皮带传动时, 由于弹性方面的原因, 产生弹性变形能量损失, 不可避免地要出现相互错动、打滑和震动, 造成部分能量损失。皮带传动效率与皮带松紧、两轮对正度、轮轴同心度有关, 其中皮带松紧度是影响皮带传动效率的最重要因素。

减速箱:减速箱中一般有三对入字齿轮, 齿轮在转动时, 相啮合的齿面间有相对滑动, 因此就要发生摩擦, 产生能量损失, 同时, 三副轴承也要产生摩擦损失。影响减速箱效率的主要因素是齿轮及轴承的润滑度。一般出问题少, 对机采系统效率影响较小。

四连杆机构:在抽油井四连杆机构中共有三副轴承和一根钢丝绳, 四连杆机构效率与轴承摩擦力损失及驴头钢丝绳变形损失有关。因此轴承是否润滑, 钢丝绳的变形程度大小是影响四连杆效率的主要因素, 因采油队一般都实施了严格的保养制度, 所以出问题少, 对机采系统效率影响较小。

抽油机平衡:平衡率较差时, 电动机在冲程周期运行的某一段时间段出现做负功(即发电)现象, 根据电能→机械能→电能的转化过程, 转化效率只有50%, 即电动机做1 kWh负功, 电网系统需要消耗2 kWh。抽油机平衡是影响电动机效率, 进而影响系统效率的主要因素。

3、电动机功率计算方法的确定

目前, 油田上使用的抽油机拖动装置主要以Y系列三相异步电动机为主, 由于常规游梁式抽油机属于带负荷启动设备, 在启动时所需的转矩大, 运转过程中所需的转矩小, 因此在实际投产时, 考虑到抽油机的启动转矩及峰值电流等问题, 必须设计大一级的电动机, 这样虽然解决了抽油机的启动问题, 但电动机正常是在轻载状态下运行, 从而降低了电动机的运行效率, 增加了功率损耗, 造成了抽油机的“大马拉小车”问题。电动机功率利用率是指电动机输出功率与电动机额定功率之比, 是反映电动机运行效率的重要指标。

对于抽油机井电动机的合理匹配, 应在考虑启动及过载能力的前提下, 根据产液及载荷的变化, 对电动机进行优化调整, 提高运行效率, 达到节能的目的。对于恒定负载的电动机, 装置的输出功率与传动效率之比就是所需电动机的额定功率。而对于抽油机井, 其输出功率(或扭矩)是周期变化的, 因而驱动抽油机的电动机的

电流也是周期变化的。由于电动机内的热损失与电流的平方成正比, 在选择电动机时, 为了保证不超过允许的温度, 必须使均方根电流小于额定电流。输出功率或扭矩的波动越大, 电流的均方根值也就越大, 对电动机额定功率的需求也就越高, 所以, 周期载荷系数CLF是考虑因抽油机运动特性引起的轴扭矩波动及电动机电流波动的影响系数, 而抽油机启动时, 电流的变化最大, 因此通过启动电流可计算出周期载荷变化系数。

在设计规定的工况下, 常规游梁抽油机的周期载荷系数值为1.8~2.2, 异形型、下偏杠铃型和调径变距型等节能抽油机的周期载荷系数值为1.15~1.25, 摩擦换向和双驴头等高效节能抽油机的周期载荷系数值为1.095~1.105。为了保证电动机匹配装机功率后抽油机能够正常启动, 同时要满足电动机的实际输出扭矩小于选配电动机的输出扭矩。

4、电动机运行特性

对于电动机功率利用率的合理上限, 首先应考虑电动机的效率水平, 其次是当电动机负载过大时, 电动机内部损耗增加, 电动机无法满足启动需求。常规Y系列三相异步电动机不过载时理论最大合理功率利用率为50%左右。当电动机装机功率偏大时, 电动机热损失和机械损失大, 无效功率损失大, 单耗高。从电动机效率与功率利用率变化曲线图可知, 对于常规Y系列三相异步电动机, 只有当电动机功率利用率 $\beta < 20\%$ 时, 效率才明显下降, 当 $\beta > 20\%$ 时, 电动机效率不随 β 增加而明显增加, 因此说明抽油机井负载过轻或配备电动机功率过大的负载率界限为20%。此时, 抽油机负载过轻或配置的电动机功率过大, 应降低电动机的装机功率。

5、提高电动机效率

目前国内抽油机井使用的部分电动机能量损耗仍然较高, 而且配置的额定功率远大于抽油机实际输入功率, 存在“功率不匹配”现象, 造成负载率和功率因数偏低, 无功功率偏大是影响电动机效率的重要因素。

合理匹配电动机。普通三相异步电动机一般在负载率85%时效率最高, 电动机的负载率及功率因数越低, 电动机的效率越低。对于电动机匹配不合理、大马拉小车的现象, 若有针对性地进行更换小电动机工作, 可降低电动机运行无功功率, 降低电动机空载运行有功功率, 提高电动机功率因数, 降低有功损耗提高效率。系统效率随着电动机功率利用率的提高而提高, 见图3。

应用高效电动机。Y系列三相异步电动机在额定功率的85%运行时, 效率和功率因数呈现最大值, 而当负载降低时效率和功率因数都随之下降, 能耗随之增大。抽油机的扭矩特点是波动较大, 且存在负扭矩, 因此Y系列电动机经常不在最佳状态下运行。高效节能电动机在较宽的载荷率下工作效率较高, 在低负载率时效率较高, 具有启动扭矩大, 功率因数高的特点。

提高抽油机井系统效率必须综合考虑、全面兼顾, 具体体现在影响因素的各个部分。

参考文献:

- [1] 邢明明, 董世民. 游梁式抽油机传动系统的扭转振动与传动效率[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2014, 38(01): 111-116.
- [2] 徐秀芬, 李伟, 曹莹, 侯永强. 柔性连续抽油杆提捞式抽油机系统效率研究[J]. 石油矿场机械, 2011, 40(01): 21-24.