

□胜利油田孤东采油厂 朱益飞
中国石油规划总院 潘道兰

节电控制器在油田生产中的应用

抽油机是油田使用最多的抽汲设备,提高抽油机井系统效率是目前各油田挖潜增效的主要措施之一。国内最新专利技术XFS高效节电控制器在孤东油田试验应用,试验结果表明,该控制器性能优越,运行可靠性好,具有良好的推广应用价值。

目前,孤东油田共有抽油机井1 800余口,其装配的电动机绝大多数是Y型异步电动机。由于抽油机是上下运动,负载变化差异很大。采用曲柄加重的旋转平衡,电动机负载仍然呈现周期性变化,加之重载起动,为确保可靠起动和正常运行,所配电动机额定功率都比运行平均功率大很多,因而除运行负载峰值较大外,大部分时段处于轻载以至空载运行。据有关实验资料表明,抽油机电动机目前所消耗的总电能中,有20%~40%被浪费,且电动机在低于额定功率的状态下运行会消耗比实际需要更多的能量。这部分电能虽然不做功,却使电动机发热增加振动,以至缩短电动机的使用寿命,其结果是使系统效率低,耗损大,功率因数低,线路耗损大,电力综合利用效率低。

针对孤东油田抽油机配备的电动机普遍存在的上述问题,我们开展了国内最新专利技术XFS高效节电控制器的现场应用试验,试验结果表明,该技术能较好地解决抽油机电动机运行效率低和“大马拉小车”的问题,提高了抽油机系统电能的综合利用率,有效地避免了因抽油机运转过程中,有半个周期不做功而造成的电能浪费问题,具有良好的推广应用价值。

工作原理

由于电动机的运行大多处于非满载状态下,所以在轻载时,适当降低电动机的电压,电动机的损耗随电压的平方减少而减少,励磁电流也因磁通的减少而下降,使铜耗、铁损减少(电动机的损耗跟电压的平方成正比例关系)。由于杂散损耗下降使电动机的功率因数和效率也随之提高,这样使电动机的有功功率和无功功率也就相应减少了,从而减少了不必要的浪费。

XFS高效节电控制器就是根据电动机运行的这一特点而设计的,它采用高性能单片机技术和相应的电能管理软件,

实时检测(每秒高达100次)电动机的负荷情况,检测结果同步传送到单片机的控制部件。根据电动机的负荷情况,分析其大小和变化趋势,计算出供给电动机的最佳电压和电流,发出相应的AC信号,然后通过控制单元,由电能控制软件通过晶闸管触发控制对其波形进行精确的片断斩除,控制晶闸管的导通角大小,及时跟踪调整加在电动机上的有效电压值,使得加在电动机上的电压、电流随电动机的负荷变化而变化,从而实现系统的优化运行控制。由于有效电压值减小,定子电流随之减小,磁场也随之减弱,但转矩电流并未减小。这样既能使电动机随时保持最佳工作状态,且不影响电动机的运行速度,又能达到节约有功功率、无功功率和提高功率因数的目的,使电动机输入的电能尽可能与负荷相匹配,消除电能过剩的浪费,最终实现节电节能的效果。

现场试验应用情况

我们于2003年11月10日在孤东采油23队的GD514井上安装了第一台具有国家专利权(专利号为ZL 00 2 36792, 0)的XFS-37型高效节电控制器进行现场应用试验。自现场安装试验应用以来,已连续运行十个月,取得了良好的试验应用效果,工作至今未发生任何问题。尽管该油井井况发生一些变化,但经多次现场测试,其节能效果一直较好,油井有功电度表节电效果也十分明显。2004年7月我们又先后在孤东采油一队的15-231、11-N23、15-n24、13-24、15-127、17-n21和16-x227等油井进行现场安装应用试验。从油井有功电度表上看该节能控制器安装前后的读数比较显示,各井节电量都比较明显,其中13-24井平均日耗电量降低50 kW·h,说明现场应用试验的8台XFS微电脑自动控制高效节能器均有明显的节电效果。

XFS微电脑自动控制高效节电控制器使用前后的对比测试数据如表1所示。

表1 XFS微电脑自动控制高效节能器现场测试数据对比情况表

序号	井号	电动机 功率 /kW	安装 时 间	安装前			安装后			对比		
				有功功率 /kW	无功功率 /kVA	功率因数 $\cos \phi$	有功功率 /kW	无功功率 /kVA	功率因数 $\cos \phi$	有功功率 /kW	无功功率 /kVA	功率因数 $\cos \phi$
1	GD514	37	11.10	12	24.88	0.415	10.9	2.14	0.973	-1.1	-22.74	0.558
2	15-231	30	8.7	9.6	28	0.26	6.9	6.9	0.5	-2.7	-21.1	0.24
3	11-N23	30	9.16	8.2	19.8	0.38	7.5	4.2	0.69	-0.7	-15.6	0.31
4	15-n24	30	7.31	11.2	24.9	0.41	9.4	12.2	0.77	-1.8	-12.7	0.36
5	15-127	22	7.31	8.9	16.5	0.47	8	1.3	0.86	-0.9	-15.2	0.38
6	17-n21	30	8.1	10.6	21.5	0.33	10.5	2.8	0.79	-0.1	-18.7	0.46
7	13-24	30	8.1	4.8	21.3	0.21	3.2	12.1	0.26	-1.6	-9.2	0.05
8	16-x227	30	8.1	13.3	20.2	0.53	13.1	13.7	0.66	-0.2	-6.5	0.13
合计				78.6	177.08	0.45	69.6	55.34	0.77	-9.1	-121.74	0.32

注:测试仪器:HIOKI 3166,测量准确度0.5级

从表1中可以看出,应用该节能控制器后,有功功率降低了9.1kW,有功节电率为11.58%,无功功率降低121.74kvar,无功节电率为68.7%,综合节电率达20.31%,节电效果十分明显。

XFS微电脑自动控制高效节能器使用前后的有功电表日耗电量读数对比如表2所示。

表2 现场试验有功电表日耗电量读数统计对比表

井号	GD514	15-231	11-N23	15-n24	15-127	17-n21	13-24	16-x227	合计
安装前日 电量/kW·h	280	131	132	237	201	232	113	234	1560
安装后日 电量/kW·h	264	95	126	195	180	230	63	230	1383
日节电 量/kW·h	16	36	6	42	21	2	50	4	177

注:安装前日电量为安装前10天平均日耗电量,安装后日耗电量为安装至目前平均日耗电量。

从井口有功电表日耗电量读数统计对比结果表2中可看出,应用该节能控制器后,8口油井日耗电量减少177kW·h,平均单口油井日节电量达22.1kW·h,节电率为11.35%,其统计分析结果与现场测试对比分析结果基本一致,节电效果十分明显。

综合效果评价

1)节电效果明显 从上述表1中可算出,应用该节能控制器后有功节电率为11.58%,无功节电率为68.7%,其综合节电率为20.31%。则预计全年有功节电量可达

$$365 \times 24 \times 78.6 \times 0.1158 = 79732.5 (\text{kW} \cdot \text{h})$$

全年无功节电量可达

$$365 \times 24 \times 177.08 \times 0.687 = 1065688.7 (\text{kvar} \cdot \text{h})$$

则全年综合节电量为

$$79732.5 + 1065688.7 \times 0.08 = 164987.6 (\text{kW} \cdot \text{h})$$

以按电价每kW·h 0.46元价格计算,则全年可节电费

$$0.46 \times 164987.6 = 75894 (\text{元})$$

其中,综合节电量=有功节电量+无功节电量×0.08。

2)提高了抽油机井电动机的功率因数 油井电动机平均功率因数由原来的0.45提高到目前的0.77,提高了0.32。

3)降低了对电网的功率要求 由于耗电量的减少,有效地降低了对电网的功率要求。

4)延长了电动机的使用寿命 由于XFS高效节电控制器斩除了绝大部分“不做功”电流,电流的减少可使电动机运行温度降低3~6℃;同时由于XFS高效节电控制器的作用,电动机在非满载运行时仍然高效率地在低于额定功率的情况下运行,电磁场强度、振动、噪声、零部件的机械座力也随之降低,使电动机使用寿命延长一倍或数倍 而且由于故障率降低,既可节约设备投资,又可减少设备维护费用和因电动机停机所带来的各种负面影响。

5)具有良好的投资收益率 XFS高效节电控制器具有优越的性能价格比,仅节约电费一项,8~12个月就可收回全部投资费用。

6)系统运行稳定可靠,故障率低 由于该技术采用先进的单片机技术和良好的电能管理软件,使电动机负荷电压、电流信号的采集数据更加准确,计算处理更精确,触发控制更及时有效,从而大大地提高了整机长期稳定运行的可靠性 同时,它还针对该控制器在野外工作使用的特殊情况,专门采取了防雨、散热设计,其选用的晶闸管经过特殊处理量身定制,克服了模块式晶闸管散热性能差,易发生故障的问题,使控制器的现场适应能力更强。EA

7)系统运行稳定可靠,故障率低 由于该技术采用先进的单片机技术和良好的电能管理软件,使电动机负荷电压、电流信号的采集数据更加准确,计算处理更精确,触发控制更及时有效,从而大大地提高了整机长期稳定运行的可靠性 同时,它还针对该控制器在野外工作使用的特殊情况,专门采取了防雨、散热设计,其选用的晶闸管经过特殊处理量身定制,克服了模块式晶闸管散热性能差,易发生故障的问题,使控制器的现场适应能力更强。EA

(收稿日期 2005.06.24)