

「电动机」

抽油机井地面设备节电措施及效果分析

文/大庆油田有限责任公司第六采油厂 张洪江

抽油机井地面设备主要划分为电控箱、电动机和抽油机三个节能单元，围绕三个单元喇嘛甸油田应用了诸多节能措施。2016年，通过设备改造和新技术应用等措施，全厂实施82口井，节电近 $400 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，节电效果明显，有较强的应用推广价值。

绪论

1. 研究的目的和意义

随着国际油价的持续低迷，油田的经济效益持续下滑，给油田的可持续发展带来了严重挑战。降低机采能耗、减少采油成本，已成为各油田开发工作的一项重要任务。抽油机的耗电量占喇嘛甸油田生产总耗电量的60%以上，从而提高抽油机井系统效率、降低能耗、节约生产成本，已经刻不容缓，并具有很大的现实意义。

在新的历史时期，油田在各领域开展节能降耗，增强节能意识。喇嘛甸油田围绕设备改造和新技术应用两大方面对抽油机井地面设备做文章，提高抽油机井的有效利用率，降低运行成本，提高油田开发经济效益。

2. 喇嘛甸油田抽油机井节能措施应用现状

近年来，喇嘛甸油田在抽油机井节能降耗方面投入大量资金和技术力量，不同类型的节能控制装置、节能驱动设备和节能抽油机相继在油田面世，并广泛应用。

设备改造

1. 更换抽油机机型或电机

采油矿基层小队定期给每口机井做“体检”，针对部分井抽汲设备偏大，抽油机装机机

型偏高，部分电动机功率大、井底载荷小、耗电量过大等现象，做到及时发现、及时处理，为这些抽油机井合理更换抽油机机型或电动机，杜绝抽油机井存在“大马拉小车”现象。2016年共更换26口井，累计节电约 $51.3 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

2. 加装抽油机二级减速器

在装机设备允许情况下，已将参数调整到最小冲程、冲次的低产、低压、低泵效的抽油机井，在此类抽油机井上应用二级减速器生产。二级减速器，即装在减速箱大带轮与电动机带之间起到一种中介作用，通过这种中介作用，电动机带轮的转速在传到减速箱大带轮时就会降低，从而降低抽油机冲次，满足特殊情况下生产需要。2016年，共给4口抽油机井加装了二级减速器，累计节电约 $39.7 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

新技术应用

1. 配备断续供电节能控制箱

断续供电自动检测控制技术是一项智能、动态、自动检测控制的节能新技术。控制器根据电动机输出功率的变化情况，对抽油机井进行全程检测、控制实行断续供电运行，降低电动机各项损耗，达到节电目的。2016年，共应用了20口井，累计节电约 $229.8 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

(下转第51页)

动态负载，加热过程中需要电源电压调整匹配。
供电方案：宜采用变压器一次侧串相变匝联结调压，三相三线制供电。接线雷同图1（五级档位）。该设计采用本文倡导、推介的解析原理和方法，解算过程和结果见下表。

结束语

本文在基础电磁理论前提下，采用无量纲的标幺值结合三角函数和几何学，简捷地解决复杂的电磁矢量运算，完成了三相串相联结变压器调

表（设计指标/要求及参量计算）

容量： $S=50\text{ kV}\cdot\text{A}$ ；输入电源： $3\times 380\text{ V}\sim 50\text{ Hz}$ ；结线： $\Delta-Z/Y$ ，三相Z联结一次侧五档调压；一次侧每相绕组总匝数： $W_0=96$ ；二次侧固定结线，输出电压： $U_2=40\sim 80\text{ V}$ ， $U_{20}=80\text{ V}$ 。							
指标&要求	二次侧电压 U_2/V	输出标幺值 $Y=U_2/U_{20}$	分接比 $X=W_1/W_0$	分接匝数 $W_1=XW_0$	Y_2	$\frac{Y^2-2X+1}{2Y(1-X)}$	$\alpha/(^\circ)$
变量&参数							
调压档位							
1	80	1	0	0	1	1	0
2	70	0.875	0.085 4	8	0.766	0.996	5
3	60	0.75	0.177	17	0.563	0.979	11.8
4	50	0.625	0.284	27	0.39	0.919	23.2
5	40	0.5	0.5	48	0.25	0.5	60
注	设定指标	代入式（6）	解式（6）得		代入式（10）	代入式（10）	式（10）

压范围及相位移的量化解析。同时推演得到重要的简明公式（6）和（10），实现了量纲数据的无量纲解算。设计中，只要提供要求输出的二次电压 U_2 （ $Y=U_2/U_{20}$ ）和一次绕组的总匝数 W_0 ，其余设计要素数据（一次分接的各级匝数；调压后的相位移等）均可通过（6）和（10）式计算预知。

由上述数学定量解析得知本文介绍的调压电路具有如下特点。

调压范围： $U_{20}/2\sim U_{20}$ ；分接比 X 增大，输出电压减小。 $X=1/2$ 时， $U_2=U_{2\min}=U_{20}/2$ 。

调压过程中，输出电压与一次侧的相关矢量

产生相位移 α 。 α 角的最大值为 60° ，且依一次侧接线相序的不同，产生超前或滞后。

综上所述，一次侧采用三角形串相变匝联结进行二次侧调压的三相调压变压器，其最大调压范围50%，最大相移角为 60α 。

应该特别指出，由于调压过程中，输出端同时产生相位移。故，电路中存在同步信号环节（例如晶闸管触发和锁相环电路，等）的电控系统中，同步和基准信号的提取应合理、准确。EA

（收稿日期：2017.11.30）

（编辑：白文亭）

（上接第48页）

2. 安装抽油机柔性动态跟踪调节控制箱

抽油机柔性动态跟踪调节控制箱是运用单片机控制技术，通过其内置的专用优化控制软件，动态调整电动机运行过程中的电压和电流，在不改变电动机转速的条件下，保证电动机的输出转矩与负荷需求相匹配，实现电功率和机械功率的匹配控制，从而达到节电的目的。2016年，共应用了21口井，累计节电约 $7.7\times 10^4\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。

3. 装配无功就地补偿节能控制箱

交流异步电动机的无功就地补偿就是将补偿电容器组直接与电动机并联运行，电动机启动和运行时所需的无功功率由电容器提供，因而可以最大限度地减少拖动系统对无功功率的需求。

无功就地补偿只对长期空载或轻载运行的电

动机有用，对于重载运行的电动机，因为其本身功率因数较高，没有补偿的必要。由于抽油机大部分处于轻载运行的状况，且由于其分散性，低压输电线路较长，本身功率因数又偏低，无功就地补偿的效果较好。2016年，共应用了11口井，累计节电约 $6.4\times 10^4\text{ kW}\cdot\text{h}$ 。

结论及认识

节电措施最大化，打好效益算盘。在抽油机井节能改造中，需要不断引进新技术、新工艺，并在生产实践中不断摸索，让各项措施得到更好的应用，达到更高的节能效果。EA

（收稿日期：2017.11.06）

（编辑：白文亭）