

有源前端

AFE2000 控制系统 帮助抽油机实现节能降耗

提升抽油机功率因数、降低谐波含量以及高效回馈发电状态时的电能，是实现抽油机提升电力品质、节能降耗的有力手段。本文介绍了台达有源前端在抽油机上的应用情况，AFE2000 既可以提高工效、增加采油量，又可以节约电能、保护电动机和设备。

文 | 施宝君，中达电通股份有限公司

油田是产能大户，同时也是耗能大户，消耗的主要能源是天然气、煤、电及渣油等。针对高能耗这一特点，某油田确立了“产能不忘节能低碳”的发展理念，并全面推行“立体化”的节能方式。

该油田主要的采油设备是抽油机，这里的抽油机数量多、耗电高，而且存在功率因数低、谐波含量高和能耗大等典型电能质量问题。通过对抽油机电控技术进行研究分析，发现提升抽油机功率因数、降低谐波含量并高效回馈发电状态时的电能，是实现抽油机提升电力品质、节能降耗的有力手段。电控节能可从调压节能、变频节能、自适应节能及合理间抽等领域开始发展。

项目综述

台达为该油田抽油机配置了 37 kW 的 AFE2000 有源前端，此油井采用 6 kV/0.4 kV 的 50 kVA 变压器供电，抽油机采用 ZYCYT-280M-8/12 高起动力矩多速电动机，电机功率为 30/20 kW，采油过程工作为 30 kW 转速模式。台达 AFE2000 有源前端针对四象限运行负载，具备提升负载功率因数、降低谐波干扰和回馈电能的独特优势。项目配置如图 1 所示。

采用 AFE2000 技术后 所取得的成果

该项目采用 AFE2000 技术后，从行程速度、产液量、功率因数、

无功损耗、电网冲击、软启动、供电污染和电能等方面均得到了优化。首先，AFE2000 技术有助于调整项目上下行程的速度，提高产液量。AFE2000 技术除了可以改变抽油机的冲程频次之外，还可以根据实际需要把转速控制细化为上行程转速控制和下行程转速控制，使抽油机在最佳状态下运行。在下行程时，适当降低下行程的速度，可以减小抽油杆的弯曲度，从而减小偏磨程度，提高原油在泵内的充满度；在上行程时，适当提高上行程的速度，则可以减少在提升中的漏失系数，有效提高单位时间内原油产量。改造后平均产液量提高了 10% 左右。

其次，AFE2000 技术帮助项目提高了功率因数，减少了无功损耗。抽油机的负载为交变负载，在工作周期中时大时小。而在选用电动机时，通常根据工作周期中的最大载荷（如启动转矩）进行选配。电动机的额定功率是恒定的，因此以不变的最大功率拖动时刻变化的载



图 1 台达 AFE2000 (37 kW) 搭配标配进线电抗器

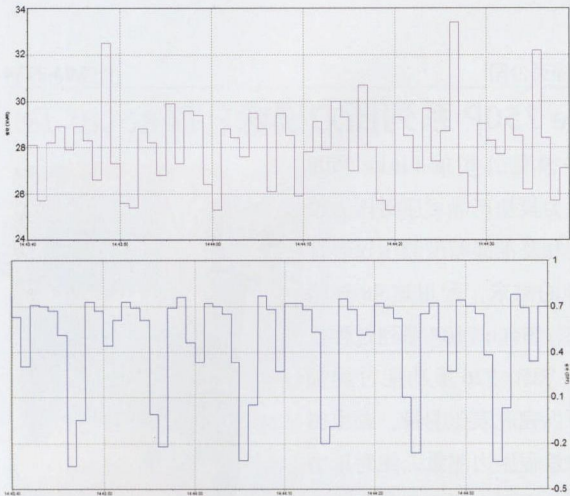


图 2 加装 AFE2000 之前抽油电动机的无功功率及功率因数

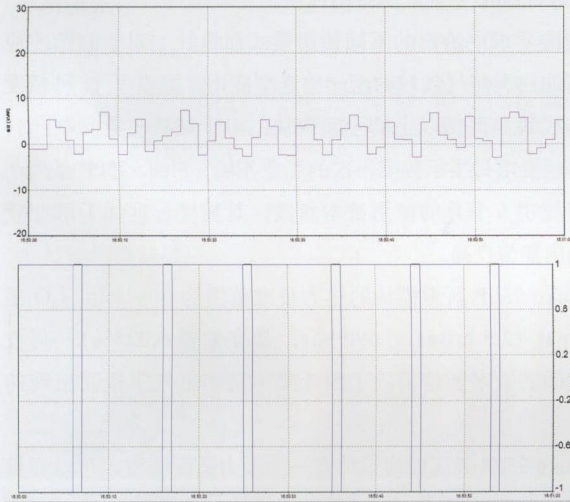


图 3 加装 AFE2000 后抽油电动机的无功功率及功率因数

荷，势必会造成不必要的浪费。这会导致电动机的电能利用率很低，造成功率因数大幅下降，从而占用很多无功功率（图 2）。抽油机采用 AFE2000 控制系统后，电动机平均功率因数由工频运行状态的（-0.3）0.7 提高到（-1）1，减少了无功损耗。从而大幅减小了供电电流，减轻了电网和变压器的负担，降低了线损（图 3）。

然后，AFE2000 技术还帮助项目减小了电网冲击，实现了软启动。当电动机在工频状态下启动时，启动电流相当于额定电流的 3 ~ 7 倍，所以通常电动机在负载启动时，会对设备和供电电网造成很大的冲击，导致对电网容量要求过高，且在启动瞬间会产生大电流和震动，对设备极为不利。使用 AFE2000

控制系统后实现了电动机真正意义上的柔性启动，使启动电流大幅降低（图 4），既减少了对电网的冲击，也避免了对电动机、变速箱及抽油机等大机械的冲击，延长了设备的使用寿命。

再次，AFE2000 技术解决了项目倒发电产生的供电污染，高效回馈了绿色电能。抽油机下行时电机转子超过电动机同步转速时（曲柄净扭矩为负），交流电动机变成交流发电机，引起主回路母线电压升高，称为“泵升电压”，过高的泵升电压使变压器不能正常工作。采用 AFE2000 后可以将原来倒送的电能转化为标准的正弦电源回馈系统，回馈电能节电率在 30% ~ 50% 左右。

最后，AFE2000 技术最大程度地降低了项目的谐波危害，提升

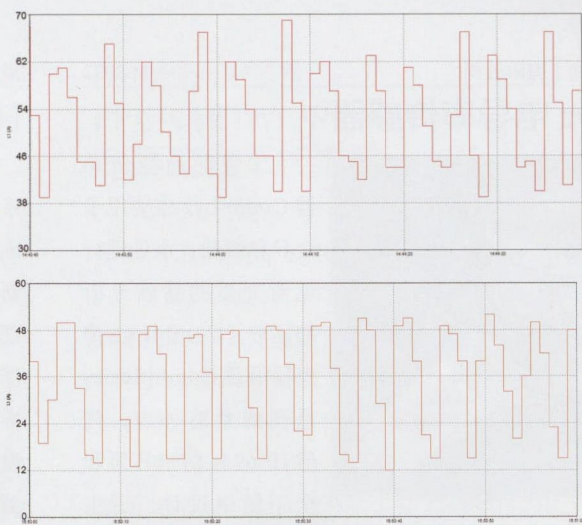


图 4 加装 AFE2000 前后抽油电动机的运行电流

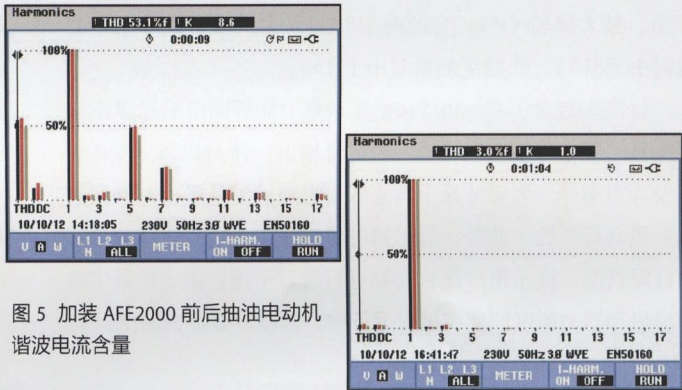


图 5 加装 AFE2000 前后抽油电动机谐波电流含量

了电力品质。抽油机改装 AFE2000 控制系统后，原变频控制电源谐波电流含量从 53.1% 降至 3%（图 5），典型谐波 5、7、11、13、17 次消除到几乎可以忽略程度，绿化抽油机的配电系统，保证了供电质量。

7 项目总结

AFE2000 控制技术在抽油机上应用，对抽油生产设备来说是一个很大的技术进步，它从根本上改变了抽油机的运动特性和动力特性，使抽油机、抽油杆和抽油泵实现动态协调，有杆抽油系统和油井供液系统达到动态协调。抽油机应用 AFE2000 后，既可以提高工效，增加采油量，又可以节约电能，保护电机及设备，其应用前景十分广泛。