

给水泵节能改造中变频技术的应用研究

朱茂强

(中国石油 玉门油田分公司 水电厂 甘肃 玉门 735000)

摘要: 为解决某火电厂原给水泵运行中所存在的问题,针对该发电厂30MW机组的三台给水泵的现场工艺要求,提出以下改造方案:将#2给水泵的控制方式改为用变频器来进行控制,针对实际生产工况,对相关设备的选型及具体的改造方案进行详细设计。本次改造为同类电厂的节能改造做出有益探索。

关键词: 给水泵;变频技术;节能改造

中图分类号: TM921.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7597(2011)0820080-02

一般来说,电机系统的节能主要表现在两方面:①如永磁同步电机节能电机的推广使用;②通过电机调速来达到节电的目的。之所以大力推广变频调速技术是因为其具有优于传统调速方式的诸多优点,具体表现如下:精度较高;功能较强;可靠性较高;体积较小;重量较轻;加之其操作较简便、通信也相对快捷。

1 变频技术的节能原理

电机学中电机的转速公式为:

$$n = (1-s) \times 60 \times f_p$$

其中: p 为电机的极对数; F 为电机的运行频率; S 为滑差。

由上式可知:电动机的输出转速 n 和电机极对数 p 、电机的转差率、电机的输入电源频率 f 有关。因此,交流电机的直接调速主要有如下几种方式:①转子串电阻调速或者串级调速或者内反馈电机(主要是调整 s);②和变频调速(主要是调整 f);③变极调速(主要是调整 p)等。

其工作原理是:①变频调速器接收来自电网的频率为50Hz的交流电;②通过整流和滤波等中间步骤把交流电转换为直流电;③把直流电逆变为电压及频率可调节的交流电;④将此交流电输出至交流电机,从而完成交流电机变速运行的目的。

更直观的解释是,在下一图中:①一般的调节方式的原理是,当水泵的正常工作点是A时,水量若需从 Q_1 调节至 Q_2 时,当采用阀门进行水量调节时,若管网的特性曲线从阀门全开 (R_1) 变为阀门关小 (R_2) 时,则其工作点调节至B点, OQ_2B_2 所围成的面积就是其功率,虽然该水泵的功率变化不大,但是其效率却下降了不少。②当采用变频器进行调速时,可按照需要来提升(降低)电机的转速,从而改变水泵的性能曲线,下图一中从额定转速 (n_1) 到转速下降 (n_2),其工作点由A调节至C点,同时其参数仍满足工艺的要求,则该水泵的功率就是 OQ_2C_2 所围成的面积,其工作效率曲线向右平移,但是仍工作在高效区段。变频调速的实际节约能耗即为下图1中的阴影部分的面积。

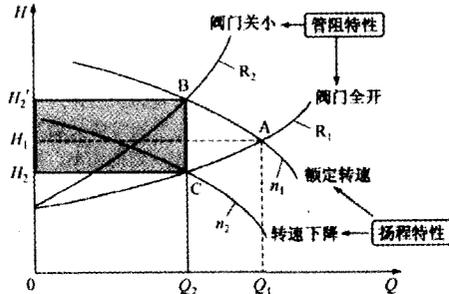


图1 水泵的工作曲线图

变频器的节电有以下几个方面:①调速节电,也是变频器调速最主要的节电原理。根据流体力学的基本原理可知,轴功率是正比于速度的,因此,转速下降时轴功率必然变小,这是的主要节电原理;②软起动。一般的,交流电动机的起动电流是其额定电流的6至7倍,但变频调速之后的起动电流一般不大于电机的额定电流;③系统功率因数较高,可达0.95以上。这样就节省了无用功,从而降低了变压器所承担的负荷。

2 实例概述

某火电厂#1、2发电机组装机容量为30MW, #1、2炉是220t/h自然循环汽包锅炉,共安装了3台给水泵,三台给水泵均采用并联工作方式,且共用一个进水母管,出口进入同一根出口母管,承担六期锅炉的给水。系统整体效率低。下图即为其六期给水系统简图。

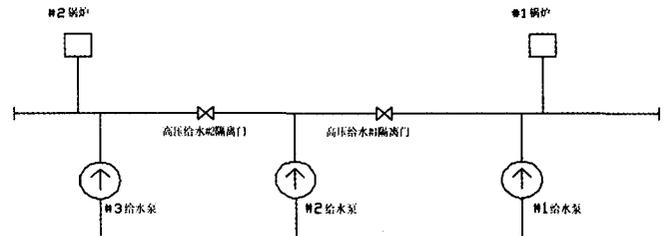


图2 某厂六期给水系统简图

其中,设备主要参数如下:

1) 给水泵设备参数:

型号: 100SB-P

型式: 离心泵

流量: $247\text{m}^3/\text{h}$

扬程: 1581m

转速: 2960转/分

2) 配套电机技术参数

型号: YKS5004-2

额定功率: 1600kW

额定电压: 6kV

额定电流: 188.4A

额定转速: 2980转/分

该厂#1、2、3给水泵电机原来全部采用工频运行,现对#2给水泵电机增设变频调速装置进行改造。目前六期给水泵运行方式为:两台锅炉并列运行时,起#2给水泵和#1、#3给水泵中的一台,另一台作备,锅炉给水母管压力通过调整给水泵转速实现给水压力自动调节;单台机、炉运行时,起#2给水泵, #1、#3给水泵中作备,投入给水压力自动调节、锅炉水位自动调节和锅炉水位协调控制调节,锅炉汽包水位通过调整给水泵转速来实现。电气系统改造是在原有6kV断路器和电机之间加变频器调速系统,经高压变频器输出为6kV变频电源,给电机供电。系统配置示意图如下图3所示:

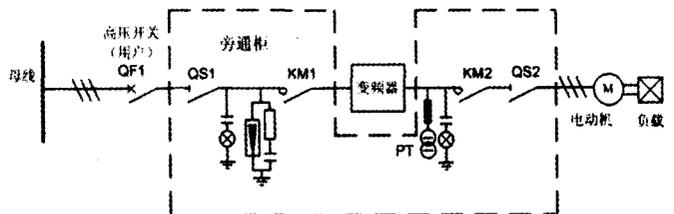


图3 该厂系统配置图

3 变频改造后的给水泵运行情况

2010年9月对#2给水泵的改造工作全部完成，变频调速装置同时与DCS监控系统连接。将变频的各种技术参数、运行状态、故障及报警等功能全部上传到DCS，并通过DCS进行远方控制启动和停止，同时也能实现变频就地控制功能。

在DCS界面上给水泵起停方式运行人员按照给定的启动顺序点击开关进行操作。

4 节能效益分析

为准确了解变频改造后的节能效果，在#2给水泵变频调试期间设备工况相近时，分别对#1、2给水泵单独运行时的单耗进行分析对比：

1) 对2010年9月22日至9月26日单机单炉稳定运行期间，#2给水泵变频投运单耗如下：

表1 #2给水泵变频投运单耗统计表

日期	#2给水泵电耗 (KW·h)	锅炉蒸发量 (T)	给水泵单耗 (kw·h/T)
9月22日	21852	4711	4.64
9月23日	21024	4310	4.88
9月24日	20844	4440	4.69
9月25日	21168	4550	4.65
9月26日	23976	5110	4.69
合计	108864	23121	4.71

2) 对2010年9月28日至9月29日单机单炉稳定运行期间，仅#1给水泵运行时单耗统计如下：

表2 #1给水泵运行时单耗统计表

日期	#1给水泵电耗 (KW·h)	锅炉蒸发量 (T)	给水泵单耗 (kw·h/T)
9月28日	34632	5190	6.67
9月29日	35424	4550	7.79
合计	70056	9740	7.19

通过上表我们可以看出，在同种工况下给水泵变频运行时节能效果非常显著。

通过计算可以看出，#2给水泵变频投运后，单机单炉运行时，给水泵电耗由7.19kw·h/T降到了4.71kw·h/T，降幅达34.5%，给水泵单耗大幅度降低，节能效果显著。具体表现在：1) 全年节能效果。改造后#2变频泵年运转时间以5000小时，年节约电量5000×16000×0.345=2760000kw·h。2) 全年节约资金。0.4元/kWh计算，全年可节约0.4元/kWh×2760000Kw·h=110.4万元。

5 结论

在现场试验的基础上，结合理论分析，运行工程师确定了给水泵的最佳的运行工况，使给水泵变频运行在最大节能工况下，为该厂带来了更大的节能空间和经济效益。

参考文献：

- [1]林灿铭、陈暖文，给水泵变频改造[J]. 热电技术，2010(01)。
- [2]林灿铭、陈暖文，给水泵变频改造应用实例[J]. 广东电力，2010(03)。

(上接第86页)

方式相比，节能环保型锅炉的人工智能控制系统的特点主要体现在以下几方面：

3.1 拥有职能控制性能

节能环保型锅炉的人工智能控制系统对当前先进技术成果予以有效利用，并结合先进的模糊控制技术，模糊控制技术具有人工智能控制性能，并且可以执行与人脑相类似的处理知识及推理操作，这样，系统就可以按照锅炉具体的运行环境以及相关的负荷值对运行参量进行调节，进而确定最适宜的控制方案。

3.2 节能高效

节能环保型锅炉的人工智能控制系统对以往电热锅炉运行方式进行了改革，实现了动态负荷跟踪，可以对运行参数进行实时调节，保障主机时刻保持最佳的工作状态，大大的提高了主机热转换效率，这样不但可以保证锅炉系统的舒适性，而且可以实现节能效果。

3.3 操作简便

节能环保型锅炉的人工智能控制系统设计更加注重人性化，将以人为本的理念真正贯彻到设计当中，不论是系统的软件，还是硬件，都充分考虑用户使用时的便利性，界面也全部为汉化中文版，并具有十分直观的图表及图形等形式，这样，不同的操作人员都可以很快上手，即使是不熟悉计算机专业知识的人员也能够较为轻松的掌握系统的具体操作方式。

锅炉节能环保优化措施主要有三：1) 安装冷凝型燃气锅炉节能器。降低锅炉成本的最佳方案是降低燃料的消耗，在烟道中安装冷凝型燃气锅炉节能器，可以降低燃料消耗，还能有效降低污染物的排放量，具有环保意义；2) 改造控制系统。对于工业锅炉，进行控制系统的改造主要有两种：① 针对供暖锅炉而言，在保证所需的室内温度的前提下，按照室外温度，对锅炉的输出热量进行实时调节，从而实现节能、环保的目的。

的；② 根据锅炉的负荷，随时对给水量、鼓风量等进行调整，保持锅炉一直处于良好的运行状态，用全自动控制系统取代以往的手工控制或者半自动控制方式，进行这种类型的改造，特别是对于负荷有较大变化幅度、并且负荷变化比较频繁的锅炉节能效果十分明显；3) 采取防(除)垢技术，将锅炉内的水汽循环系统加以优化，对锅炉的排污量进行合理的控制，可以有效的降低水垢、使锅炉的热效率得到极大的提高。对于后面两种改造措施，在燃煤以及燃油锅炉中也同样适用，并且可以收到十分明显的节能效果。

此外，国际上还有其他一些锅炉节能改造技术，比如富氧燃烧等，并且还有诸如水煤浆等新型环保材料，这些都能使锅炉实现节能的目的。

4 结语

随着时代的不断发展，锅炉的节能与环保将是时代要求。从我国当前所面临的现实状况出发，深入分析并探讨锅炉节能环保优化设计方案具有重要的现实意义。目前，节能已经被当做是位于石油、煤、天然气以及电能之后的另一主要能源，在未来的发展中，锅炉将势必朝着清洁、高效、节能的方向发展，所以，充分利用各种新技术不断的对锅炉进行改造和优化，促进热效率的不断提高，进而实现节能环保的效果，已经成为摆在我们面前势在必行的一项重要工作。

参考文献：

- [1]李静，浅谈热电厂锅炉节能的重要性，才智，2010年，第19期。
- [2]李晨顺，锅炉的节能与环保新技术探讨，中小企业管理与科技(下旬刊)，2010年，第05期。
- [3]史培甫、赖光楷，工业锅炉节能减排应用技术，化学工业出版社，2009。