

高压变频调速在火力发电厂中的应用

李淑平¹, 刘永顺², 王爱真¹, 原爱芳¹

(1. 许继集团有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 安阳师范学院物理系, 河南 安阳 455000)

摘要: 讨论火力发电厂风机和给水泵的节能技术。风机和给水泵的流量需要根据工况需求自适应地调节。实践证明电机变频调速是有效节电措施。简要介绍了电厂情况,着重分析了风机和泵的节能原理,最后介绍高压变频调速在电厂锅炉风机上的应用实例。

关键词: 高压变频调速技术; 风机; 给水泵; 节能; 能量回馈; 应用

中图分类号: TM921.51 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)10-0078-03

1 引言

众所周知,速度调节是风机、泵类负载节能的主要方法,高压大功率调速系统以其节能效果明显、可靠性高、操作简单、启动电流小、功率因数及效率较高、调速特性优良、保护功能完善、容易实现自动调节控制等优良特性,成为当今电气拖动系统的佼佼者。

目前,我国火力发电机组的大型风机的流量调节大多数是采用挡板或动叶的节流调节方式,造成大量的能量损失,风机及电动机运行在低效率工作区,能源浪费严重。对于调峰机组,情况更为突出。随着电网对机组深调峰、甚至两班制运行要求的提高,大型风机将经常运行在低负荷区并频繁启停,为此,在电厂中应广泛推广高压变频调速技术的应用。

2 电厂情况简介

火力发电厂本身节电在整个节能工作中占有十分重要的地位。据调查,火力发电厂自身消耗的电能占全国消耗电能的30%左右,这就意味着火力发电厂生产出的电能已有三分之一被自己所消耗。目前,我国火力发电厂主要在以下几个方面存在不足。

(1) 鼓风机、引风机。传统的风量调节是由电动执行器控制风机引风机挡板开口度,即改变风阻调节引风量达到调整燃烧的效果。实际应用中,引风挡板的开口度一般在70%~80%,相当一部分电能消耗在引风挡板的阻力降上,造成电能的浪费。另外挡板的机械联接机构在挡板的调节过程中存在滞后、线性度差、调节性能不太好。

(2) 给水泵。传统的锅炉水位控制系统,给水泵是连续恒定运行的。其流量的控制是通过调节阀或回流支路实现的。存在浪费能源、给水泵振动磨

损大、泵寿命短等缺陷。

(3) 供油泵。一般两台机组公用,配有三台供油泵。其运行方式:机组运行时,一台供油泵保持运行,两台备用。但规程要求一台泵长期运行,以维持燃油的正常循环。这种运行方式缺点是:浪费能源;燃油长期高速流动、储油罐温度偏高,造成严重的安全隐患;供油管路长期呈高压状态,管道阀门、活结等管件容易渗漏,增加了设备维护工作量。

(4) 桥式起重机。用于堆煤场,将煤从煤场抓放到运煤皮带或从轮船抓放到运煤皮带上。其电气传动系统的电机一般为交流绕线转子异步电动机。由于工作环境差,粉尘和有害气体对电动机的集电环、电刷及接触器腐蚀较大;转子串电阻调速启动、机械特性软,调速不理想,并且能耗大,效率低。

(5) 发电厂列车卸煤重牛变频调速系统。重牛传动系统是两台绕线电机共同驱动一台绞车,牵引牵车机械将车皮拖到规定的停车位,以便送入翻车机内卸煤。由于该系统速度无法调节、起停时间无法控制,导致在接、牵车过程中起停过猛,对设备冲击较大,无法准确停车,系统工作效率低,无法投入自动运行。

(6) 给煤机:由于煤种和磨煤机工况随时改变,给煤量也是改变的。原给煤机存在:调速不稳定、下煤不均匀。这样造成磨煤机存煤量变化频繁,造成磨煤机入口负压、出口温度大幅度波动;跑粉、堵煤严重。

此外,凝结水泵、低加疏水泵、生活水泵:类似给水泵。还有暖网热水泵、灰浆(渣)泵、循环水泵、运煤系统转运站电机、给粉机、磨煤机等不再赘述。

3 变频器的节能原理

风机和泵的电动机的轴功率 P 与其风量 Q 、扬

程 H 之间的关系为: P 正比于 $Q \times H$, 当流量由 Q_1 变化到 Q_2 时, 电动机的转速由 n_1 变化到 n_2 , 扭矩由 T_1 变为 T_2 , 此时, Q, H, P 相对于转速的关系如下。

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 \times n_2/n_1 \\ H_2 &= H_1 \times (n_2/n_1)^2 \\ P_2 &= P_1 \times (n_2/n_1)^3 \end{aligned} \quad (1)$$

而电动机的轴功率 P 与扭矩 T 的关系为: T 正比于 P/n , 所以

$$T_2 = T_1 \times (n_2/n_1)^2 \quad (2)$$

由式(1)、式(2)可以看出, 风机和泵的电动机的轴功率与转速的三次方成比例, 而扭矩与转速的二次方成比例。当用档板的开度来控制风量大小, 管阻挡板曲线与功率 P 变化(如图1)。由曲线1到曲线2, 风量减少了, 而功率却没有减少多少。而通过改变转速 n 来调节风量情况就不同了(如图2)。功率 $P = K \times S$ (S 为图中阴影部分面积, K 为比例系数)

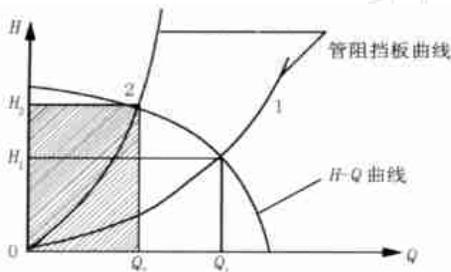


图1 风机、泵特性与挡板调速效果

Fig. 1 The efficiency of blower and pump with baffle adjust speed

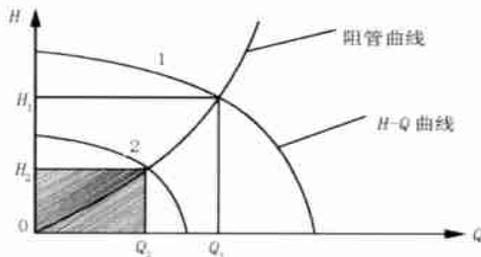


图2 风机、泵特性与变频调速效果

Fig. 2 The efficiency of blower and pump with frequency-converting adjust speed

调节转速时 $H-Q$ 曲线由曲线1到曲线2, 档板开度 100% 时, 管阻曲线不变, 功率节省了很多。

若风量减少 20%, 转速即降 20%, 节省功率 48.8%。若风量减少 50%, 转速即降 50%, 节省功

率 87.5%。可见即使扣除实际上由于转速的下降可能会引起电机效率的降低这一因素, 采用变频器来改变风量、流量, 节电效果还是非常显著的。一般可节省电能约 35%~75% 左右。

4 应用实例

4.1 改造前状况

某发电厂 #1 炉甲乙吸风机在运行中存在着性能差, 能耗较高, 效益较低, 维护量较大等问题。风机流量的调节采用导叶和档板开度调节。由于机组不承担基本负荷, 经常处于调峰状态, 档板开度平均只能达到 45% 左右, 电机恒速转动, 约有 50% 的能量白白消耗在档板上。同时, 因科技含量低, 设备运行可靠性不高, 这样影响了机组的安全稳定运行。

4.2 技术参数

电机: Y 800 - 8/1180; $P = 800$ kW; $U_e = 6$ kV; 定子电流: 93.4 A; Y 转速 743 r/min; $\cos \phi = 0.8$; 风机: Y - 73 - 11N0280; 型号: 离心式; 出力: 426.8×10^3 m³/h; 风压: 4440 Pa, 转速: 743 r/min。

4.3 改造方案

本方案采用交流变频调速, 档板处于全开状态, 通过改变风机的转速直接调节吸风机的风量, 方案配置 AB 产品 Powerflex 7000。整流器为 18 脉冲, 逆变采用 CSI - PWM 的成熟技术, 输出无 dv/dt 及 di/dt 的产生, 输出电压电流波形完美, 无须外加马达滤波器, 可直接带普通电机。电机无额外温升, Powerflex 7000 变频器固有能量回馈能力, 可利用再生制动快速降低电机转速。另外电流型变频器具有电流内环, 可利用强大的电流控制能力快速增加电机转速。对于风机类大惯量负载, Powerflex 7000 是理想的具有高动态响应能力的驱动设备。

4.4 变频改造后的节能分析

变频器投运后对机组运行的影响:

(1) 因投入变频器后风道档板在全开位置, 风道档板压流损失减小到 0。

(2) 由于变频器可非常平滑稳定地调整风量, 因此运行人员可以更为自如地调控燃烧。

(3) 投入变频器后, 大大改善了锅炉燃烧自动控制系统的的工作状况, 使自动装置的可靠性大大提高。

(4) 电机的容量为 800 kW, 比风机额定出力要大, 这部分多出的容量不参与有效利用, 投入变频器后, 利用变频器可以超速的能力和函数, 在不超出电动机额定出力的前提下, 使风速超速达 2.5%, 因而

在机满负荷下使吸风机风压显著提高,锅炉燃烧状况明显得以改善。

(5) 因变频器具有软启动的功能,这样就减小了电动机启动时的启动电流,因此减轻了启动机械转矩对电动机机械损伤,有效地延长了电动机的使用寿命。

根据运行报表数据,直接效益分析(以一台为例)如表 1 所示。

表 1 直接效益分析

Fig. 1 Direct efficiency analysis

机组负荷/MW	改造前	改造后	改造后	节电率(%)
	平均单耗	平均单耗	降耗	
50	0.7325	0.2867	0.4458	60.8
85	0.6419	0.3589	0.2830	44.1
125	0.4850	0.4317	0.0533	10.99

从表 1 可见,机组低负荷情况下节电相当明显。

一般情况下机组在 55~95 MW 之间运行,查运行记录可知节电平均值为 50%,2 台 800 kW 电机,年工作 7000 h,年节电:2 × 800 × 50% × 7000 = 5 600 000 kW · h;按照 0.4 元/kW · h 计测年节约:0.4 × 5600000 = 224 万元。

The application of high-voltage frequency-converting adjust speed in power plant

LI Shu-ping¹, LIU Yong-shun², WANG Ai-zhen¹, YUAN Ai-fang¹

(1. XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China; 2. Anyang Teaching Institute, Anyang 455000, China)

Abstract: The paper discusses Energy-Saving Technology for blower and water pump in the power plant. Flux of the blower and pump need to be adjusted adaptively according to scene demands. Practice proves that is the effective means to adopt frequency converting to adjust speed. The paper introduces the actuality of the power plant in brief and analyzes the theory of energy saving for blower and pump. In the end, the application example in the power plant is introduced.

Key words: high-voltage frequency-converting adjust speed; blower; water pump; energy-saving; energy-feedback; application

(上接第 74 页) 通道故障得到排除。

6 结论

单频阻波器由于其阻塞频率单一,在单频阻波器故障后,其阻塞频率必然漂移,因此可以测量相邻线路同名相通道中的电平值来判断阻波器的好坏,从而能在运行线路上较快地找出高频阻波器的故障,减少盲目停电的时间。

On-line test of wave trapper in service

LUO Ling, OU Zhi-guang

(Huizhou Electric Power Bureau, Huizhou 516001, China)

Abstract: In high frequency channel, high frequency trapper fault often occurs. As high frequency trapper is series connected to electric power lines, it can't be tested directly if electric power lines haven't power off. Through a real example of clearing high frequency channel fault the method to test trapper with electricity is discussed.

Key words: high frequency; trapper; operation

5 结论

风机和水泵是发电厂的主要辅机,也是电厂中的耗电大户,实践证明,在电厂泵类、风机类系统中采用变频调速运行方式,可以根据负荷的变化自动调节风机的转速,为降低生产成本,延长设备使用寿命,节能降耗开创了新的途径。

参考文献:

- [1] 杜金城,张少军,金磊,等. 电气变频调速设计技术[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [2] 吕志斗,金玉尧,张声铨,等. 实用广谱变频节能技术[M]. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1999.

收稿日期: 2002-07-01

作者简介:

李淑平(1972-),女,学士,工程师,从事电气传动产品设计工作;

刘永顺(1965-),男,讲师,从事电力电子技术研究;

王爱真(1971-),女,助工,从事电力行业产品的结构配套设计工作。

收稿日期: 2002-01-15

作者简介:

罗玲(1960-),女,工程师,主要从事继电保护设备运行管理工作。

欧志光(1972-),男,工程师,主要从事继电保护设备运行、调试管理工作。