

火力发电厂循环水泵双速节能改造

周 颜¹, 李顺才², 李 伟²

(1.上海交通大学 机械与动力工程学院,上海 200030;

2.胜利发电厂 汽机部,山东 东营 257000)

摘 要:降低厂用电率,合理调配设备运行方式是每个电力企业急需解决的问题。循环水泵是用电量较大的辅机设备,为此对胜利发电厂 I 期循环水泵改为高、低速运行的经济性进行分析,论证了循环水泵改为双速控制的节能改造方案。

关键词:能源与动力工程;火力发电厂;循环水泵;双速控制;经济性

中图分类号:TK264.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-086X(2007)05-0383-03

Revamping a Fossil Fired Power Plant's Circulation Pump for Energy Saving by Dual Speed Operation

ZHOU Yan¹, LI Shun-cai², LI Wei²

(1. College of Mechanical and Power Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China;

2. Steam Turbine Department, Shengli Power Plant, Dongying 257000, China)

Abstract: How to reduce house power consumption, and how to rationally arrange the equipment's mode of operation, are problems, all power generating enterprises are eager to solve. Because circulation pumps are part of the auxiliary equipment, that consume much house-power, the profitability of changing the circulating pump, of Shengli Power Plant's first stage construction, to high/low dual speed control is analyzed, and this way of operation substantiated.

Keywords: energy and power engineering; fossil fired power plant; circulation pump; dual speed control, profitability

国内火力发电厂 200 MW 及以上机组均不同程度存在循环水泵经济性偏低的问题,主要是因为循环水泵的运行工况点严重偏离设计点。当循环水泵单泵运行时,循环水流量可能不足,造成凝汽器真空低;当循环水泵双泵运行时,水量过大,造成厂用电量增加。

胜利发电厂 I 期容量 2 × 220 MW 机组,共配置 4 台长沙水泵厂生产的立式蜗壳型循环水泵,1 机 2 台,循环水泵及配用电机的主要技术参数如下:

电机型号	YL1250-16/2150-1
功率	1 250 kW
电流	158.4 A

转速	370 r/min
泵型号	沉江 48P-26I
扬程	24.1 m
流量	13 320 m ³ /h

循环水泵出口门采用蝶阀,只有全开全关 2 个位置,冷却水流量的调节采用开泵台数进行控制。由于季节温差大,日常出现开 1 台流量不够,开 2 台流量过大的情况,既浪费大量电能又浪费水资源,致使厂用电率高;且该型循环水泵存在运行效率低,电耗高,运行工况偏离设计工况,运行方式不灵活,不能满足不同水温、不同负荷下主机最佳真空对循环水量的要求。因此选择合适的调速方式对循环水泵进行节能改造成为当务之急。

收稿日期:2007-03-10

作者简介:周 颜(1979-),女,助理工程师,在职研究生,现从事渤海钻井工作。

胜利发电厂针对循环水泵经济性偏低,提出并应用了双速电机循环水泵技术,对2号机组的循环水泵及其电机进行了综合改造。

1 改变循环水泵转速的原理

根据泵的相似定律,对同一台泵而言,可以得出:

$$\begin{aligned} Q_1/Q_2 &= n_1/n_2 \\ H_1/H_2 &= (n_1/n_2)^2 \\ N_1/N_2 &= (n_1/n_2)^3 \end{aligned} \quad (1)$$

式中: Q 为泵流量; H 为泵扬程; N 为泵功率; n 为泵转速。

式(1)表明了泵转速改变时,性能参数之间的关系。假定转速变化时,相似工况点的效率相等,可以根据泵转速变化画出水泵通用特性曲线(见图1)。

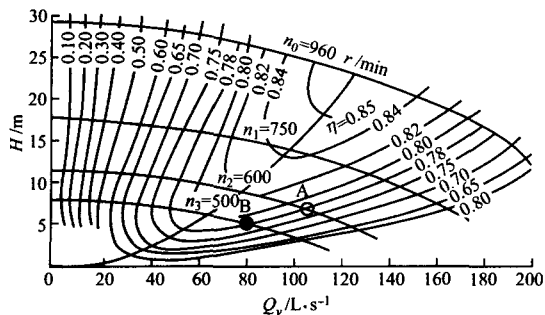


图1 水泵通用特性曲线

由图1可以看出,通过改变转速,可以在泵效率不变的情况下,得到所要求的冷却水参数,相应地降低电耗,达到节能的目的。例如,在夏季,循环水泵在图1中A点以600 r/min运行,水泵效率为0.78,流量为105 L/s;在冬季,由于循环水温低,在相同热负荷下,循环水泵在图1中B点以500 r/min运行,水泵效率不变,流量为80 L/s。由于流量减少,水泵的耗电降低,同时电机的输出功率与转速的三次方成比例,当电机由高速切换到低速时,其功率将以转速比的三次方速率下降,机组的用电量随之减少,节能效果非常明显。

2 异步电动机的转速

根据异步电动机的转速关系式:

$$n = n_1(1-s) = (60f_1/p_1) \cdot (1-s) \quad (2)$$

式中: s 为电动机的转差率; f_1 为电动机电源的

频率, Hz; p_1 为电动机定子绕组的极对数。

由式(2)看出,改变异步电动机的转速有3种办法:

(1)改变原有电动机的转差率 s 。

(2)改变原有电动机频率 f_1 , 以改变 n_1 , 即变频调速。该方法在高压电机上应用风险较大。

(3)改变电动机定子绕组的极对数 p_1 , 以改变定子旋转磁场的转速 n_1 , 即变极调速。要使定子绕组具有2种极对数, 实现的办法之一是用2套极对数不同的定子绕组, 即极对数不同的双绕组变极调速, 这是一种投资较大的调速方法。或者是只装1套定子绕组, 通过改变绕组端部的连接方式来获得2种极对数, 即单绕组变极调速方法, 这是一种投资小、见效快的方法, 但这种方法难以进行动态转速切换。

3 胜利发电厂双速循环水泵改造方案

为了满足机组不同季节最佳循环水量的运行要求, 胜利发电厂采用了第三种改变转速的方法, 即将电机由16极改为16、18极的双速电机; 同时更换电机的定子线圈, 降低线圈温度, 提高电机的安全可靠。高、低速的切换通过改变装在电机外壳上的变极接线板连接方式来实现。如不计停、送电操作时间仅需20 min就能完成, 能满足循环泵在冬天低速运行, 夏天高速运行的要求, 以达到节能的目的。

4 改造后的节能效果

改造前、后泵的试验及计算结果列于表1。从表1可知, 在同一运行工况双泵高速并列下, 改造前泵的出口压力为0.25 MPa, 进口水池水位-0.75 m, 泵的电机输入功率分别为1242 kW、1188 kW, 2台泵的出口流量为28310 m³/h, 计算泵的扬程为22.78 m, 泵的平均效率为78.1%。改造后泵的出口压力为0.25 MPa, 进口水池水位-0.95 m, 泵的电机输入功率分别为1143.6 kW、1100.4 kW。

比较表1中循环水泵改造前、后的结果知, 泵的扬程比改前双泵运行高了0.25 m, 改后泵的效率比改前提高了7.39%, 2台泵的输入功率降低了186 kW。

表1 循环水泵改前、改后试验及计算数据比较

项目	来源或公式	改前双泵	改后双泵
泵出口压力 p_2/MPa	实测	0.25	0.25
进水池水位 H_1/m	实测	-0.75	-0.95
出口压力表标高 $\nabla H/\text{m}$	实测	-4.006	-3.960
泵出水流量 $G_1/\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	超声波测量计测	28 310	28 310
泵出口流速 $V/\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	出口管径 $\phi 1 260 \times 10 \text{ mm}$	3.26	3.26
泵扬程 H/m	$P_2 \times 102 \times \gamma + \nabla H - H_1 + V^2/2g$	22.78	23.03
功率表读数 $W/\text{格}$	实测	28.5 + 75/27.5 + 71.5	22.3 + 73/22.4 + 69.3
电机功率 N/kW	计算	2 430	2 243
电机效率 $\eta_e/\%$	根据设计取	0.925	0.925
循环泵效率 $\eta/\%$	$H \cdot G / (367.2 \cdot N \cdot \eta_e)$	78.15	85.54

对于单泵在低速下运行时的功率可以通过计算得出,由于泵的功率和它的转速成3次方关系,因此低速下单泵的平均输入功率为:

$$(16/18)^3 \times [(1 143.6 + 1 100.4)/2] = 788 \text{ kW}$$

5 改造后经济性分析

由上述试验数据知,循环水泵改造后,双泵高速运行时,功率下降 186 kW;单泵高速运行取平均值计算,即功率下降 93 kW,单泵低速运行功率平均下降 $(2430/2) - 788 = 427 \text{ kW}$ 。

该型循环水泵改造前具有代表性的运行方式为:热季2台泵高速并列运行 4 000 h,冬季1台泵高速运行 2 000 h(按全年运行 6 000 h 考核)。对循环水泵及电动机进行双速改造后,泵的转速可实现5种运行方式,全年可根据循环水温、机组负荷进行灵活选择。仍按机组全年运行 6 000 h 考核,夏季2台泵高速运行 2 000 h(2.8个月);春秋季节1台

泵高速与1台低速并列运行 1 000 h(1.4个月),2台泵低速并列运行 1 000 h,冬季1台泵高速运行 1 000 h,1台泵低速运行 1 000 h进行计算,则:

热季2台泵运行 4 000 h,可节电 $1.746 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h}$;

冬季1台泵运行 2 000 h,可节电 $0.52 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h}$;

全年可节电 $2.266 \times 10^6 \text{ kW} \cdot \text{h}$,2台泵的改造费用在改造运行1年后即可全部收回。

6 结 语

综上所述,对循环泵电机进行双速改造,可实现1机2泵5种运行方式,极大地提高了循环水量调节的灵活性;同时提高了循环水泵运行效率,降低厂用电率。改造后满足了机组在不同气候条件、不同负荷下经济运行的要求,提高了机组运行的经济性。

行业信息

我国对抽水蓄能定价模式的讨论

1 两部制 国家对抽水蓄能电站实行两部制电价,其中容量电价按照回收电站全部固定成本加合理利润的原则确定;电量电价回收抽水成本,建议按抽水蓄能电站所在地的燃煤发电平均燃料成本确定电量电价。同时根据目前已经运行的利用小时数,确定一个标准,保证蓄能电站运行取得合理的电量收入。

2 租赁制 广州抽水蓄能电站采用租赁制,其优点有:(1)体现了定价的两个基本原则,即补偿成

本和公平负担。(2)与现行政策相衔接,即抽水蓄能电站的运行成本纳入电网费用统一核定。(3)可以更充分发挥抽水蓄能电站在电网中的优势作用。(4)能够较好地向前后电力市场竞价模式过渡。

3 电网内部结算制 即将抽水蓄能电站视作电网内的变电站,和电网的运行成本、建设成本统一核算,由政府统一定价。

(赵旺初 供稿)