

引风机采用小汽轮机驱动可行性技术分析

王金飞

(徐州华润电力有限公司, 江苏省徐州市华润路 1 号 221000)

摘 要:随着火力发电厂机组蒸汽初参数的提高以及超超临界机组在国内逐渐增多, 高参数、大容量机组所配辅机的容量也随之增大。而降低引风机耗电率是降低火电机组厂用电率的一个重要途径, 锅炉引风机与脱硫增压风机也创新性地采用合并设置方案, 但这就进一步增大了引风机和电机容量。如果大容量引风机采用小汽轮机驱动后, 就避免了电动引风机所造成的启动电流过大, 需要提高厂用电电压等级等问题, 显著降低了厂用电率。本文综合分析采用汽轮机代替电机驱动引增合一后的引风机的改造方案的选择并对选择方案的经济性进行了分析, 并对其可行性进行了分析论证。

关键词:汽轮机驱动; 引风机; 节能; 厂用电率

1 概述

铜山华润 2×1000MW 机组锅炉引风机在基建设计时均采用电动机驱动, 由于引风机为静叶可调结构, 存在着很大的节流损失。同时, 引风机电机功率的选择是根据考虑了流量和压头裕量的最大工况点, 电机在额定工况和低负荷工况下效率低。同样效率低的情况也存在于脱硫增压风机中, 这样导致引增风机在正常运行工况中产生低效率。随着我国电力行业节能环保标准日趋提高, 引风机与脱硫增压风机合并成为必然的发展趋势。对于超临界及超超临界燃煤发电厂机组, 引风机与脱硫增压风机合并后驱动功率将达到 8000~10000kW。若采用常规的电动机驱动, 电机容量增大后将带来厂用电的增加、启动电流过大致使厂用电电压短时过低等问题。而引风机和增压风机合并后并采用汽轮机驱动引风机可以大幅降低厂用电率, 有效降低供电煤耗, 提高电厂的运行经济指标, 降低机组能耗水平。而对于小汽轮机驱动可以经济可靠地实现转速调节, 使风机在不同负荷下保持高效率开度运行, 明显提高引风机的运行效率, 同时, 可以避免大电机启动过程中启动电流对厂用电系统的影响。

2 汽动引风机改造方案选择

引风机的汽轮机驱动改造有凝汽式和背压式两种不同选择。

2.1 凝汽式改造

采用与汽动给水泵相同的模式, 低压汽源选择

大机四抽抽汽及辅汽供汽, 高压汽源选择冷再汽源。但由于引风机设置在电除尘尾部, 远离汽轮机, 故要求小汽轮机自带独立的轴封系统及真空系统, 现场布置十分困难。这样, 增大了小汽轮机系统投资成本和运行管理的复杂性。

2.2 背压式改造

基于回热基本原理, 将驱动设备的小汽轮机的排汽引到热力系统中, 在回收工质的同时, 将排汽的热量回收至热力循环的工质中, 或将排汽引至汽轮机低压缸, 将排汽的热量进行利用, 减少冷源损失, 从而提高热循环效率。

背压式改造, 其小汽轮机以主机冷再为汽源, 蒸汽在小汽轮机内膨胀做功排至除氧器或至中压缸到低压缸的排汽管。背压式小汽轮机的排汽压力较高、比容较小, 要求排汽管道的直径较小, 现场布置没有困难。如果采用排汽至除氧器的方案, 由于小机排汽较大, 且蒸汽参数品质较高, 极易引起除氧器汽化, 对系统设备造成影响; 另一方面较多的排汽进入除氧器就会导致四抽抽汽的减少, 除氧器就失去了滑压运行的可靠性。如果排汽进入中压缸到低压缸的排汽管, 其排汽量约为大机的 1/15, 所以对机组整体运行影响较小。

2.3 两者的差别

在经济性方面凝汽式和背压式两种不同方案是有所差别的, 凝汽式的汽源为经过中间再热过的中压缸排汽, 循环效率相对较高; 背压式方式汽源未经中间再热, 故系统的循环效率稍低。因此, 背压式

方案的经济性不及凝汽式。

综上所述,对于小汽轮机的选择方案,建议选择排汽至中压缸到低压缸排汽管道的背压式方案。

3 整套系统方案特点

(1) 利用小汽轮机驱动引风机技术,充分利用蒸汽的做功能力,使风机运行耗电量节省出来,从而降低了机组的厂用电率,提高了机组的经济效益。

(2) 采用可调速汽轮机代替定速电动机,提高了引风机在各个工况下的运行经济性,烟气系统调节对象灵活,各个工况下响应迅速。

(3) 大功率电机变频改造一直是个难度较大的工作,采用小汽轮机驱动引风机电机从一方面解决了这个问题。

(4) 引风机不同于给水泵,工作转速较低,如果引风机由汽轮机直接驱动,则小汽轮机的级数变得很多,效率较低。因此,为提高汽动引风机组的效率,一般采用经变速箱降速后驱动引风机方案。

(5) 引风机的汽轮机变速驱动,与电机定速驱动相比,低负荷时,汽轮机的效率优于液力耦合器,能效较高。

4 采用汽轮机驱动引风机经济性分析

利用汽轮机驱动引风机,厂用电率相应降低。同时对引风机技改后增加出力,替代脱硫增压风机出力,厂用电率进一步降低,对外供电相应增加,电厂相应增加了售电,引风机汽动改造后,使机组的上网供电量增多。

为了计算方便,取上网电价为 0.35 元/kWh,标煤价为 800 元/t。

为定量估算引风机汽动改造产生的年经济收益,选取 3 个典型工况,即 100%、75%、50%进行计算。对应三个负荷运行时间分别为 4200h、2120h 和 1180h。从而对引风机采用小汽轮机驱动进行经济性分析。

增加上网电量计算:改造前后在相同的发电功率下,改造后典型工况增加上网电量如表 1 所示。

表 1 改造后典型工况电厂增加上网电量

运行工况	100%	75%	50%
运行时间/h	4200	2120	1180
机组负荷/MW	1000	750	500
改造前风机功率/kW	11752	8241	6873
增加上网电量/(万 kWh)	4935.84	1747.09	811.01
增加的经济收益/万元	1727.54	611.48	283.85

改造前风机功率为引风机及增压风机的总功

率,其为输出功率: $P = \sqrt{3}UI\cos\phi$

其中, P—是电动机轴输出功率;

U—是电动机电源输入的线电压;

I—是电动机电源输入的线电流;

$\cos\phi$ —是电动机的功率因数。

增加煤耗成本:采用该技术方案,需要消耗冷再供汽,各自工况下冷再供汽及中压缸排汽蒸汽参数经查焓值计算表可以查出。煤质发热量以标煤 29271kJ/kg,标煤价格按照 865 元/t 计算,锅炉效率为 94%,背压式汽轮机效率以 35%计算。

利用两台小机的耗汽量乘以对应工况下的焓值除以标煤发热量再除以锅炉效率即可得出耗煤量。

则年增加的供热煤耗成本如表 2。

表 2 改造后典型工况电厂增加耗煤量

运行工况	100%	75%	50%
运行时间/h	4200	2120	1180
机组发电功率/MW	1000	750	500
冷再压力/MPa	5.62	4.15	3.40
冷再温度/℃	363	360	361
冷再蒸汽焓值/(kJ/kg)	3091.26	3116.62	3135.02
排汽压力/MPa	0.5076	0.3956	0.2709
排汽温度/℃	273	271	270
排汽蒸汽焓值/(kJ/kg)	3002.4446	3007.83	3009.4392
耗汽量/(t/h) (两台小机)	132	95	84
焓降/(kJ/kg)	88.82	108.79	125.59
增加耗煤量/t	5113.3	2275.18	1292.66
增加耗煤成本/万元	442.29	196.80	111.81

由上表可以得出多耗煤成本约为 750.90 万元,多供电收益约为 1871.97 万元。从分析数据可以看出,彭城电厂 1000MW 机组如果进行汽轮机驱动引风机改造,经济效益是十分明显的。

5 结论

采用汽轮机驱动引风机可以大幅度降低厂用电率,提高电厂的运行指标。汽轮机可以方便地实现转速调节,使风机在不同负荷下保持高效率,提高风机效率。可以避免大电机启动时启动电流对电厂系统的影响。在考虑目前节能减排的条件下,采用汽轮机驱动引风机可以大幅度的减少厂用电率,增加上网电量,也可以避免大功率电机启动安全问题,推荐采用小汽轮机驱动合并后的引风机。

参考文献:

[1] 胡兰海,刘永霞,赵文军,等, 300MW 机组引风机节能改造

[J].中国电力,2004,37(9):70-72.

[2] 李远飞. 300MW 机组引风机和脱硫增压风机合并分析[J].
科技情报开发与经济,2007,17(36):287-288.

[3] 铜山华润电力有限公司.铜山华润电力有限公司
2×1000MW 运行规程汽机部分[Z].徐州:铜山华润电力
公司,2009.

[4] 铜山华润电力有限公司.铜山华润电力有限公司
2×1000MW 运行规程锅炉部分[Z].徐州:铜山华润电力

公司,2009.

作者简介:

王金飞(1986-),男,助理工程师,从事发电运行工作,E-mail:
339468983@qq.com。