

某超临界 600 MW 锅炉二次风量测量装置的改造与应用

任仲海

(国华太仓发电有限公司,江苏 太仓 215433)

摘要: 锅炉送风自动是锅炉燃烧自动调节的基本组成部分,而送风调节技术的难点是空气流量测量。锅炉送风量的检测对于锅炉运行的经济性有着重要的意义。它不仅能使运行人员随时监视风煤比的配合情况,还为送风自动调节系统的投入提供必要的条件。因此对入炉空气的准确测量已摆到十分重要的位置。就二次风量测量中遇到的问题及国华太仓公司对二次风测量技术改造中的经验进行了分析与探讨。

关键词: 插入式文丘利多喉智能流量计;PBS 防堵型阵列风量测量装置;二次风流量测量

中图分类号:TM621

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2011)02-0076-03

国华太仓公司锅炉二次风量主要参与的保护和自动有:二次风量与一次风量的和构成锅炉总风量。总风量低于 25%时触发锅炉主燃料切断即锅炉跳闸(MFT);二次风量参与送风自动调节,送风机控制系统是协调控制中重要的控制回路。因此二次风量测量在锅炉安全稳定运行中有着及其重要的意义。国华太仓公司采用插入式文丘利多喉智能流量计来测量二次风量,由于这种测量装置自身的缺陷,对含尘气流的测量时,灰尘只进不出,极易造成感压管路堵塞,从而造成所测量的风量不准确,从而对锅炉安全稳定、经济运行造成了极大的危害。

1 国华太仓公司锅炉简介

国华太仓公司 2 台 600 MW 锅炉为上海锅炉厂生产的超临界参数变压运行螺旋管圈直流,单炉膛、一次中间再热、四角切园燃烧方式、平衡通风、Π 型露天布置、固态排渣、全钢架悬吊结构。锅炉燃用神府东胜煤。

锅炉二次风的作用是强化燃烧和控制 NO_x 生成量。从大气吸入的空气通过送风机进入空气预热器的二次风分隔仓,加热后经二次风道进入大风箱。二次风大风箱上抽出二路分离燃烬风(SOFA),分四路进入四角的 SOFA 喷嘴,从而更好地控制 NO_x 生成量。

2 国华太仓公司二次风量测量出现的问题

国华太仓公司锅炉入口热二次风流量测量装置采用插入式文丘利多喉智能流量计,该流量测量装置的具体流量测量装置技术要求和规范见表 1。

安装设计为单侧热二次风道采用 3 只风量取样装置,安装于锅炉 28 m 热二次风母管上,每 1 个风量取样装置向 1 个变送器送去差压信号。

表 1 插入正式文丘利多喉智能流量计技术要求和规范

型号规格	技术要求及规范	备注	
GDWZL—AF 插入式风量 测量装置	风道尺寸/mm	4 500×4 400×4	每台机组 每侧风道 3 只,共 6 只
	最大风量/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	1 440 000 (每侧)	
	最大风压/Pa	2 000	
	最高温度/°C	345	

实际的使用中存在以下的问题:

(1) 由于插入式文丘利多喉测风装置自身的缺陷,对含尘气流的测量时,灰尘只进不出,造成感压管路堵塞,再加上锅炉启、停炉时,冷、热态的变化,所形成的水气与测风装置感压管路中的灰尘会形成硬块,很难清除,极大的增加了维护的工作量。检修人员每过一段时间就需要对取样装置进行吹扫,去除积灰。而且随着机组投产时间增长,吹扫时间间隔越来越短,最严重时每周就要吹扫一次。

(2) 低负荷的时候,风量测量不准确也不稳定。原因分析如下:

① 由于飞灰的堵塞;

② 风箱横截面积较大,低负荷的时候差压较小,不易测量;

③ 风箱横截面积较大,风箱的直管段长度较小,流速较低的时候,风箱里的流质是不均匀的。国华太仓公司的测风装置 3 只取样装置(单侧)分别安装在风道上侧中间部位、外侧中间部位及下侧中间部位。动力场试验测得的数据统计为出上侧风速最大、外侧次之、下侧最小;

④ 装置选型不合理,设计差压量程过大,影响测量精度。

国华太仓公司的送风自动设计了 3 只风量测量数据偏差大于 300 t/h 跳相应侧送风机自动的保护逻辑,由于二次风量测量不准经常导致送风自动解除,从而影响整个燃烧控制系统,对锅炉的安全经济运行造成了极大影响。因此对 1 号锅炉的二次风量

测量装置进行技术改造。

3 现在二次风量主要测量方法

目前测量二次风量的技术很多,但归结其原理主要有两类:差压式和热式。放大型皮托管测量装置、机翼测量装置及国华太仓公司使用的插入式三喉径文丘利智能流量测量装置都属于差压式,即取差压信号计算出体积流量(需要温度、压力补偿)。这类装置优点是结构简单,对加工精度要求不高,工作稳定可靠,在大于临界雷诺条件下工作时误差小测量精度高。这种装置的缺点是对风道布置要求高;测量点应多于两点即冷风及热风测点。对于风道分两例布置的大型机组应多于四点;测量段应为直管段,长度要足够。这种装置压头损失约为测量值的10%。热式流量装置的原理是:气体掠过热物体表面时会带走热量,此热量正比于气体的质量流量及热吸收特性。DY-EP 流量计采用坚固、可清洗的热式气体质量流量传感器来检测并补偿气体带走的热量,其中温度传感器不断测量介质的温度,加热传感器则与温度传感器保持一个固定温差。当气体带走热量时,2个传感器之间温差减小,电桥失去平衡,自动提高传感器的消耗功率,补偿气体带走的热量,恢复固定温差,此时电桥输出反映气体质量流量,这个信号经过处理后产生4~20 mA 标准信号输出。热式流量计在电厂应用还不是很普遍。

通过对其他电厂的调研并结合国华太仓公司的实际情况,选用了PBS防堵型阵列风量测量装置。PBS防堵型阵列风量测量装置由于本身具备的自清灰和防堵塞功能,它即有差压式流量测量装置的优点,又克服了差压式流量测量装置的缺点。它可以确保长期测量的准确性,能及时地反映各风管内风量的大小,随时调整锅炉运行,让锅炉始终在较经济的工况下运行,大大提高了锅炉的自动投入率。而且防堵型阵列风量测量装置压力损失小,节约送、引风机电量,可取得良好的经济效益。

4 PBS防堵型阵列风量测量装置的工作原理特点

PBS防堵型阵列风量测量装置是根据ISO3966《封闭管道中流体流量的测量—采用皮托管静压管的速度面积法》国际标准而设计制造,基于S型毕托管测量原理,测量装置安装在管道上,其探头插入管道内,当管道内有气流流动时,迎风面受气流冲击,在此处气流的动能转换成压力能,因而迎风面管内压力较高,其压力称为“全压”,背风侧由于不受气流冲压,其管内的压力为风管内的静压力,其压力称为

“静压”,全压和静压之差称为差压,其大小与管道内风速有关,风速越大,差压越大;风速小,差压也小,风速与差压的关系符合伯努利方程:

$$v = k \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad (1)$$

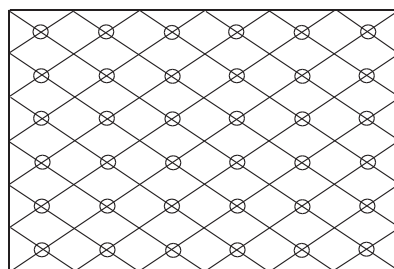
式中: v 表示风速, m/s; k 表示测量装置系数; Δp 表示差压, Pa; ρ 表示气体密度, kg/m³。

对于含尘气流,为了解决堵塞问题,PBS防堵型阵列风量测量装置装设了防堵塞装置,在垂直段内安置了清灰器,在管道内气流的冲击下使清灰器作无规则摆动,起到自清灰作用,清灰器的重量及大小是经过出厂前的试验来确定的,在风洞试验台上按照一、二次风管内设计风速的范围试验得出,清灰器的重量与大小必须符合要求,否则自清灰效果会不理想。

发电锅炉的风管风道直管段一般比较短,管道截面积上的流场很不均匀,有的部位甚至有回流产生。当风道的截面积较大时,单点测量风道内的风量是不科学的,甚至其测量的数据无任何意义。PBS防堵型阵列风量测量装置采用等截面阵列布置多个测点的方法,测得同截面的平均速度,采用的选点方法为ISO3966《封闭管道中流体流量的测量—采用皮托管静压管的速度面积法》和ISO7145:1982《圆形截面封闭管道中流体流量的测定—在截面的一点上测量速度的方法》国际标准中规定的等面积法。对于各种形状的风道,可根据现场实际情况确定所需测点的数量、测量装置的数量和布置方式等。

5 国华太仓公司二次风量测量装置改造实施方案

锅炉二次总风量风道截面尺寸为4 500×4 400×4 mm,由公式 $d = 2 \times \frac{H \times W}{H + W}$,可得其当量直径为4 450 mm,风道直管段长度为12 000 mm,即风道直管段长度不到3倍当量直径。由于风道大,直管段短,截面风速容易分布不均匀。为了确保准确测量风量,拟在4 500×4 400 mm的风道截面上按等截面网格法多点测量原理布置32个风量测量点,其等截面网格布置风量测量点如图1所示。



图中“O”为测量点

图1 等截面布置风量测量点

等截面阵列布置 32 个测点,测得同截面的平均速度,是为了确保准确测量风量,将 32 个风量测量探头的正压侧与正压侧相互连接、负压侧与负压侧相互连接,引出 1 组正、负压信号至差压变送器。测量探头布置方式示意图 2。

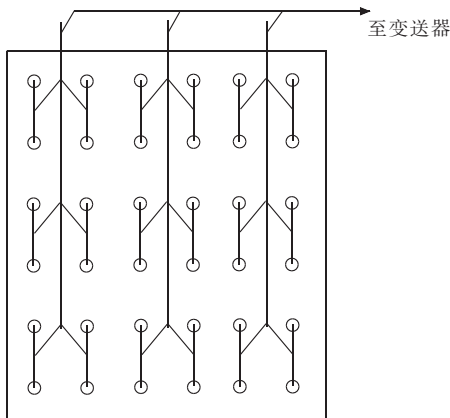


图 2 测风阵列布置方式示意图

PBS 型防堵型阵列测风装置计算的数学运算模型为:

$$Q=3\ 600\times A\times v \quad (2)$$

式中: A 为风道面积, m^2 。

风道中的气流速度为:

$$v=\sqrt{\frac{2\bar{P}_d}{\rho}} \quad (3)$$

式中: \bar{P}_d 为测量截面的平均动压。

其中密度 ρ 可由气流的温度 t ($^{\circ}\text{C}$) 以及风道内的静压 P_s (Pa) 和当地大气压力 P_a (Pa) 求出:

$$\rho=1.293\times\frac{273}{273+t}\times\frac{P_a+P_s}{101\ 325} \quad (4)$$

风量监测装置的标定系数 k 为:

$$k=\sqrt{\frac{\bar{P}_d}{P_d}} \quad (5)$$

标定后的风量可以利用风量监测装置的差压来得到:

$$Q=3\ 600\times A\times k\sqrt{\frac{2\bar{P}_d}{\rho}} \quad (6)$$

测量装置出厂前的测量精度与流量系数 k 通常是通过实验室风洞测试得出的,是常规条件下的流量数据,现场被测介质的流场与实验室风洞中的流场会有很大差异,因此为了保证测量系统的现场测量准确性和在不同运行工况下线性度,对测量装置进行现场校验。

现场按照 GB10184-88 《电站锅炉性能试验规程》、《磨煤机试验规程》(DL467-92) 或《ASME 试验规程》PTC4.1、PTC4.3 规定及有关测试方法取 3 种

工况进行了冷态试验。

6 应用情况

国华太仓公司 7 号锅炉自从采用 PBS 防堵型阵列风量测量装置后二次风量测量一直很准确,也再没发生过送风自动调节解除的现象,测量装置也从未堵过,减少大量的维护工作量,而且从烟气含氧量数据来看,也提高了锅炉燃烧的稳定性 and 经济性。

7 结束语

国华太仓公司 1 号锅炉自从采用了 PBS 防堵型阵列风量测量装置后,送风自动调节一直很理想,大大地提高了锅炉安全稳定、经济运行能力。PBS 防堵型阵列风量测量装置由于采用了网格多点测量原理且具有自动清除灰尘的能力,也免去了大量的维护工作。总之,PBS 防堵型阵列风量测量装置功能特点为:

(1) 彻底解决了含尘气流风量测量装置的信号堵塞问题,风量测量装置本身具有利用流体动能进行自清灰防堵塞的功能,绝对不需要外加任何压缩气体进行吹扫,无论气体含尘浓度多大,完全可以做到长期运行免维护。

(2) 风量测量装置性能稳定,调节线性好。

(3) 由于电站锅炉一、二次风量及制粉通风量总管直管段安装条件在许多场合无法满足,而且风道截面大,流速在截面上容易分布不均匀,为了确保测量精度,可以将多个风量测量探头进行等截面多点布置,然后将各测量装置的正压与正压、负压与负压相互连接,最终引出一组信号到变送器,这样的组合风量测量装置对风道的直管段没有太多要求,一般只要求直管段长度不小于管道的当量直径即可。

(4) 采用插入式布置,对于整个大风道来说,组合风量测量装置的挡风面积几乎可以忽略不计,因此,其对整个风道流体的压力损失几乎没有,节能效果十分显著,且安装方便。

参考文献:

- [1] 汪祖鑫.超临界压力 600 MW 机组的启动和运行[M].北京:中国电力出版社,1996.
- [2] 杨义波.热力发电厂[M].北京:中国电力出版社,2005.
- [3] GB10184-88,电站锅炉性能试验规程[S].北京:中国电力出版社,1998.
- [4] 潘汪杰.热工测量及仪表[M].北京:中国电力出版社,2005.

作者简介:

任仲海(1971-),男,江苏太仓人,工程师,从事热控管理工作。

(下转第 80 页)

将 220 V 直流充电装置停运,用万用表测量 220 V 直流母线电压,开启直流油泵,约 1 min,电压降至 209 V 时,UPS 装置发“逆变器故障”信号,装置自动切至旁路供电,说明 UPS 逆变器直流门坎整定电压为 209 V。试验 3 次,试验结果均相同,查阅 UPS 装置逆变器直流门坎整定电压为 176 V (80% U_e),说明 UPS 装置经 4 年多运行后,因 UPS 装置逆变器升压板上的电阻阻值发生漂移现象,导致 UPS 装置逆变器直流门坎整定电压实际已上升为 209 V。

(4) 6 号机检修期间,联系厂家人员对 UPS 装置逆变器直流门坎整定电压进行调整。重复上述 (3) 试验,经过对 UPS 装置逆变器升压板上的电阻阻值进行在线反复调整,当直流电压降至 176 V 时,UPS 装置发“逆变器故障”信号,装置自动切至旁路供电。多次试验均正常,UPS 装置逆变器直流门坎整定电压重新整定为 176 V(80% U_e)。

4 预防措施

(1) 为保证 UPS 装置可靠运行,设备检修或试验运行方式安排时,尽可能避免将 UPS 装置主电源、直流系统的充电装置电源、旁路电源同时停运,并根据此原则修改了 380 V 工作 A、B 段及保安 A、B 段失电联启柴油发电机试验方案。(2) 因 UPS 装置逆变器升压板上的电阻阻值会发生漂移现象,UPS 装置每次检修时,应检查 UPS 板件接触是否良好,屏幕上参数是否发生漂移,重点对 UPS 装置逆

变器直流门坎整定电压进行试验,如定值超过 176 V(80% U_e),应及时调整 UPS 装置逆变器升压板上的电阻阻值,将 UPS 装置逆变器直流门坎整定电压重新整定为 176 V(80% U_e),保证 UPS 装置的可靠运行。(3) UPS 装置由直流电源供电时,注意直流母线负荷变化情况,非事故情况下,禁止启动直流动力负荷,以免造成充电机过载或直流母线电压波动而引起 UPS 系统断电事故。(4) 因 400 V 保安 A、B 段母线电源分别取自 400 V 工作 A、B 段母线,建议 UPS 主电源与旁路电源应从工作 A、B 段母线与保安 A、B 段母线交叉取电源,如主电源取自工作 A 段母线,则旁路电源应取自保安 B 段母线,防止 400 V 工作一段母线失电,导致 UPS 主电源与旁路电源同时失电。

5 结束语

建议运行单位充分重视 UPS 装置电源运行方式,同时利用 UPS 装置检修机会,对 UPS 装置逆变器直流门坎整定电压进行校验,发现电压不符合整定要求时,应联系生产厂家维修人员进行重新调整整定,确保 UPS 装置安全、可靠运行。

参考文献:

[1] BORRIE—2001 UPS 操作手册[S].上海市电器技术研究所.

作者简介:

史松梅(1968-),男,江苏苏州人,工程师,长期从事发电厂电气运行管理工作。

Analysis and Preventive Measures for Issues of DC Threshold Voltage Setting for UPS Inverter of Power Generator

SHI Song-mei

(Taicanggang Xiexin Power Generation Co.Ltd., Taicang 215433, China)

Abstract: The drift phenomenon of inverter resistance values leading to the increment of threshold setting value occurred during the long operation process of BORRI E2001 UPS is introduced in the paper, and the harmful consequences as well as the useful preventive measures are also proposed in detail.

Key words: UPS; drift phenomenon of inverter resistance values; the increment of inverter threshold setting value; cause analysis; preventive measures

(上接第 78 页)

Reform and Application of Measurement Device for Boiler Secondary Air in 600 MW Supercritical Power Plant

REN Zhong-hai

(Guohua Taicang Power Generation Co.Ltd., Taicang 215433, China)

Abstract: The forced draft automatic system is the fundamental part of the combustion automatic control system, and the main difficulty of the air supply technology is the accurate measurement of air flow. It makes the operators be able to monitor the ratio of air and coal momentarily, and can also provide necessary information for the operation of the forced draft control automation system. The issues occurred during the measurement of secondary air and the technical reform experience are also introduced and analyzed in the paper.

Key words: plug-in Venturi multi-throats intelligent flowmeter; PBS anti-blockage array air flow measurement device; secondary air flow measurement