

正压直吹式磨煤机入口风量测量装置布置设计研究

胡玲玲

(中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司, 武汉 430071)

摘要: 磨煤机入口风量测量准确性对锅炉的安全、稳定和经济运行很重要。通过对正压直吹式磨煤机入口各种不同风量测量装置的特点及其对风道前后直段要求, 结合各种不同风道布置方案的对流量测量装置的影响进行分析和研究, 提出优化的布置方案。研究表明: 设计时应根选用性能良好的风量测量装置, 布置设计时应保证的其前后直段长度的要求, 同时要考虑冷一混合时所需要的长度, 为风量测量装置准确性创造良好的运行条件。

关键词: 风量测量装置; 磨煤机; 热一次风; 冷一次风

中图分类号: TM611

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)S1-0031-04

Research on the Layout Design of the Inlet Air Flow Measurement Device of the Positive Pressure Direct Injection System

HU Lingling

(China Power Engineering Consulting Group Central Southern China Electric Power Design Institute Co., Ltd., Wuhan 430071, China)

Abstract: The measuring accuracy of the coal mill inlet air flow rate is very important to the safety, stability and economic operation of the boiler. In this investigation we analyses the characteristics of various coal mill air flow measurement device of the positive pressure direct injection system, and the requirement of air duct before and after the straight section. We research various air duct layout scheme of the flow measurement device and provide the optimized layout scheme. The results shown that we shall select the measurement device with good performance at design time, and ensure the layout design of the straight section length, at the same time need to consider a cold mixed length, and try to create a favorable operating conditions for the air flow measuring device.

Key words: flow measuring device; mill; hot primary air flow; cold primary air flow

通过对磨煤机入口风量测量装置选型及几个电厂热一次风进磨煤机前的风量测量装置特点、布置及实际运行反馈及消缺等措施进行分析, 本文对如何正确选型及合理布置提出几点看法。

1 存在的问题

正压直吹式制粉系统, 采用热风挡板门调节磨煤机入口一次风风量, 冷风挡板门调节磨煤机出口风粉混合物温度, 在进入磨煤机前设有风量测量装置。

磨煤机入口风量测量装置选型和前后风道布置合理, 就能合理地调整磨煤机入口风煤比例, 进入各磨煤机风量的大小, 能间接地反映出煤量的大小; 有利于降低排烟温度、降低飞灰含碳量、降低煤粉的机械及化学不完全燃烧损失、提高锅炉效率; 测量装置的准确性有助于提高锅炉的自动控制投运率, 运行人员能根据风量的变化做出正确的判断, 有利于锅炉的安全和经济运行。

但由于空间限制、一味追求低造价、管道布置不合理等因素, 使装置前后的支管道长度达不到设计要求; 或由于冷一次风的引入位置不合理, 导致一次风风量测量准确性差, 波动频率大^[1], 或者风量测量装置选型不合理, 影响了锅炉的安全、稳定燃烧^[2]。

锅炉设计中,磨煤机入口风量测量装置布置在混合风后,冷热风混合均匀程度受冷热风的流速、接入方式影响较大,风量测量装置的测量准确程度与风量测量装置形式、前后直段的长度、气流的稳定性等影响较大^[3]。

从表1数据可知,在系统设计参数合理的情况下,流量计的形式、冷热风混合后与流量计的距离是影响流量计测量准确与否的2个重要因素。

2 磨煤机入口一次风测量装置的特点

磨煤机入口热一次风是含尘气流,通往磨煤机的风道应设风量测量装置,测量装置必须采用必要的防磨、防堵措施。常用的几种风量测量装置及其主要特点如表1所示^[4]:

表1 几个电厂正压直吹式系统磨煤机入口流量计设计及运行情况

Tab. 1 Design and operation data for several measurement device of the positive pressure direct injection system

测量装置	电厂1	电厂2	电厂3	电厂4
流量计型式	插入式	插入式	截面式	截面式
流量计长度	-	-	0.3 m	0.3 m
进磨煤机前的热风流速	13 m/s	17 m/s	15 m/s	17.9 m/s
进磨煤机前的冷风流速	9 m/s	7 m/s	9 m/s	5.1 m/s
混合后的风道流速	16 m/s	22 m/s	19 m/s	18 m/s
冷热风混合后与流量计的距离与管道当量直径(Ddl)的比值	5.52	2.17	0.06	0.53
冷—接入热—的位置	磨煤机入口垂直段前的水平段,水平接入	在磨煤机入口垂直段,斜向下接入	在磨煤机入口垂直段,斜向下接入	在磨煤机入口水平段,从上方斜向下接入
流量计布置位置	磨煤机入口垂直段	磨煤机入口垂直段	磨煤机入口水平段	磨煤机入口水平段
现场调试或运行期间的反馈	合理	不稳定,由于流量计前面直段太短,冷风对流量计的扰动大	不稳定,由于流量计前面直段太短,冷风对流量计的扰动比较大	不稳定,由于流量计前面直段太短,冷风对流量计的扰动比较大;但风量测量装置厂家根据其它项目的经验认为目前的直段长度可行

1)防堵性机翼式风量测量装置对直段的要求是测点前 $0.6 \sim 1.0 D_{dl}$,测点后 $0.2 D_{dl}$,对测速元件的前后直段要求短、流速系数稳定、灵敏度高、测量准确、可靠的特点。机翼测速装置的灵敏度取决于机翼流通截面的收缩比 m ,喉部收缩比 m 在合理范围内,同时在机翼两侧风道壁安装导流肋板,适当缩小风道通流面积,既可增强测量装置灵敏度,还可以到稳流作用。为使流体能在机翼前充分发展,部分电厂在机翼前增加了稳流栅。该导流和稳流装置建议由风量测量装置厂家配套设计并供货,如利港电厂3号炉机翼型测量装置总图见图1^[2]。

2)文丘里风量测量装置对直段的要求是 $8 D_{dl}$ 当量直径,占用空间大。其优点是阻力小,在保证测量直段的前提下,测量准确度能满足锅炉燃烧控制的需要。建议安装在垂直管段上。

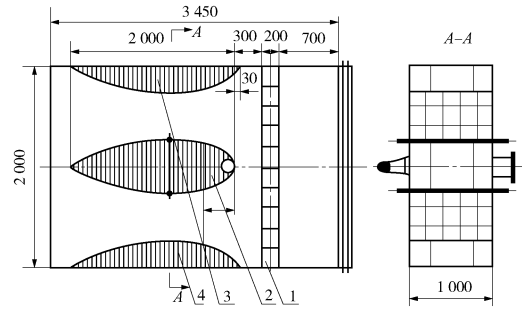


图1 利港电厂3号炉磨煤机入口风道测量装置总图

Fig. 2.1 The flow measuring device general drawing of the mill inlet air in Ligang power plant

3)匀速管风量测量装置对直段的要求是 $8 D_{dl}$ 当量直径,占用空间大。其优点是在保证测量直段的前提下,线性良好,而且阻力小,缺点是全压感压孔正对气流,易堵塞,需要定期吹扫。

4)横截面式侧风装置对直段要求小,带直流器的只要有 250 mm 左右的安装空间;无直流器的需要 $1 \sim 2$ 倍 D_{dl} 当量直径,就能保证测量的准确性;由于流速 $v = \sqrt{2 * \Delta P / \rho}$,与流量系数 k 无关,无需现场标定;正压孔和静压孔都为迎流方向,可降低堵塞的可能性;阻力损失小。当流量装置前直段长度小于 2 倍 D_{dl} 时,宜采用带直流器横截面风量测量装置,直流器能消除气流中旋转的湍流,并引导气流的方向,使其有序^[5],如图2所示。

5)插入式多点匀速风量测量装置对直段要求是测点前 $0.5 \sim 1.5 D_{dl}$,测点后 $0 D_{dl}$,体积小,阻力小,压差信号大。

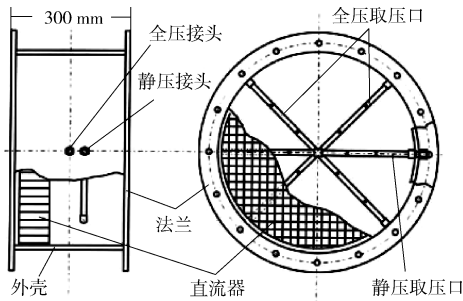


图2 法兰式圆形横截面风量测量装置结构示意图

Fig. 2 Flange form structural representation of cross flow measuring device

6) 防堵风速测量装置，对直段要求是测点前后均需要 $1.5 D_{di}$ ，防堵性能好，测量稳定性高，风量自动投入率高，阻力小。工作状态下的体积流量 $Q_v = A \cdot k \cdot \sqrt{\Delta P \cdot (273 + t)}$ ，其中： A 为风道流量面积， k 为综合系数， Δp 为输出的压差， t 为介质温度，只能对称安装在垂直段上。

从上述几种形式的风量测量装置要求中可看到，其测量准确性对测点前后直段的要求比较严格，这样才能保证进入风量测量装置的气流比较均匀。

3 磨煤机入口冷风道设计优化

磨煤机入口的热一、冷一汇合处，要注意流速的差值要合理和气流顺畅，便于高压冷气能快速与较低压的高温热一混合。

下面通过对几个工程不同冷一的接入方式对风量测量装置的准确性进行分析。

1) 方案一：如图3所示，热一布置在炉前通道处，冷一从下方斜向上接入到热一内。

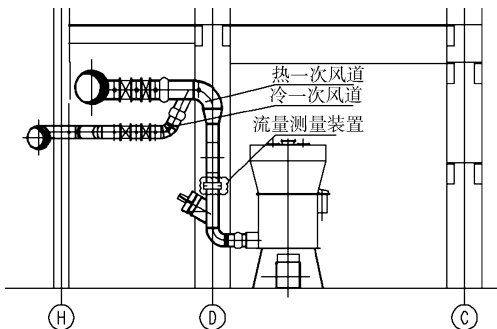


图3 方案一：冷一次风从下方斜向上接入到热一次风内

Fig. 3 Scheme 1: cold air access to the hot air from blow

这种布置由于热一次风的空气压力和密度均比

冷一风的小，流量计难以达到预定的测量效果。多个工程均出现调试时，磨煤机出口风温难以达到要求。

2) 方案二：如图4所示，与方案一不同的是，冷一次风在磨煤机入口垂直段斜插入热一次风内。

这种方案，冷一、热一混合比较均匀。但由于测量装置布置在冷风门后距离过近，由于受到高压头冷风的冲击，形成强烈的涡流，且风门开度的不同，形成的涡流大小、形状、位置也不同，使得进入测量装置的气流温度、速度分布不均匀，无规律可循，导致测量装置产生较大误差^[6]。现场试验分析表明，冷风门对风量测量装置的稳定性影响大于上游弯头等局部阻力件的影响。某电厂采用的是插入式的风量测量装置，现场反馈测量不准确，而且有积灰，需要经常进行反吹扫，增加了热工维护量等^[7]。

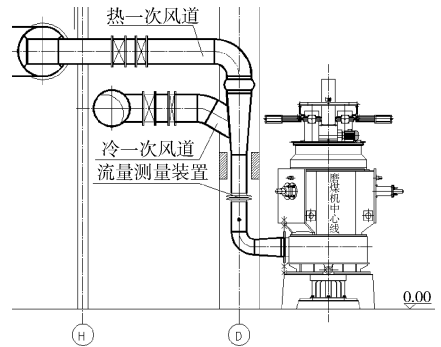


图4 方案二：冷一次风在垂直段斜插入热一次风内

Fig. 4 Scheme 2: cold air access to the hot air from vertical profile

通过对上述2个方案分析，为了满足风量测量装置测量准确性的要求，磨煤机前的热一支管在炉前高位水平段上要有足够的冷一插入热一的布置空间，如图5所示。

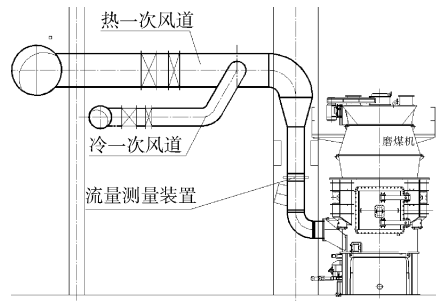


图5 方案三：冷一次风在水平斜插入热一次风内

Fig. 5 Scheme 3: cold air access to the hot air from horizon profile

对于目前部分业主严格提出现已运行的机组中由于测量条件不满足规范,导致风量测量不准确,控制品质差的经验,烟风道设计过程中考虑测点的技术要求^[8],在一次风和二次风流量测点前应有不少于7倍管道直径的支管道,测点后应有不少于3倍管道直径的直管道。为了满足风量测量装置的要求,采用热一母管高位布置,如图6所示。

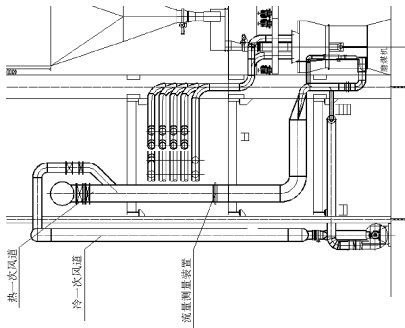


图6 方案四:热一次风高位布置

Fig. 6 Scheme 4: hot air high position arrangement

这种布置优点是热一冷一混合直段较长,风量测量装置测量准确性提高,但带来的一个问题是磨煤机入口关断门离磨煤机太远,当磨煤机出现事故时关闭风道的时间要长一些,同时带来的危险范围也要大一些,当磨煤机着火,着火范围更大。建议在磨煤机入口附近增设一个关断门,保护风量测量装置及上游管件等。

4 结论

直吹式制粉系统磨煤机风量测量不准确是目前困扰锅炉安全、稳定、经济运行的重要问题之一,要保证风量测量准确性,必须从测量装置的选型、风道设计开始认真对待。

在初步设计阶段,设计院热控专业应和业主沟通,以确定风量测量装置的具体形式,并将选定的风量测量装置前后直段要求反馈给工艺专业。工艺专业在布置设计时应满足风量测量装置准确测量应保证的直段长度,同时要考虑冷一混合时所需要的长度,努力为风量测量装置创造良好的运行条件。

参考文献:

- [1] 陈献春,林旭,陈宇,等.大型燃煤机组中速磨煤机入口一次风测量探析[J].电力与电工,2011,31(1):11-14.
CHEN X C, LIN X, CHEN Y, et al. Analysis for measuring of primary air quantity at entrances of medium speed mills of large coal firing units [J]. Electric Power and Electrical Engineering, 2011, 31(1): 11-14.
- [2] 周群峰,沈炯.利港电厂3号炉磨煤机入口一次风量测量装置改造[J].热力发电,2001(1):45-47.
ZHOU Q F, SHEN J, Improvement of measuring device of air quantity at entrances of coal mills in ligang power plant [J]. Thermal Power Generation, 2001(1): 45-47.
- [3] 李侠,何奇善.直吹式制粉系统磨煤机风量测量装置及其标定[J].华北电力技术,2010(12):6-11.
LI X, HE Q S. Measuring device for air flow of the coal pulverize inlet in direct firing pulverizing system and its calibration [J]. North China Electric Power, 2010(12): 6-11.
- [4] 中国电力顾问集团有限公司.火力发电厂烟风煤粉管道设计技术导则:Q/DG 1-J018—2011[S].北京:中国电力顾问集团有限公司,2011.
CPECC. Design guideline for air & flue gas ducts/raw coal & pulverized coal piping of fossil fuel power plants: Q/DG 1-J018—2011 [S]. Beijing: CPECC, 2011.
- [5] 俞思元.横截面式流量计:02246768[P].2002-08-16.
YU S Y. Cross section flow measuring device: 02246768 [P]. 2002-08-16.
- [6] 李前宇,郭强,毛永清.中速磨煤机入口风量测量问题分析[J].华北电力技术,2009(2):16-17.
LI Q Y, GUO Q, MAO Y Q. Analyses of measuring device of air quantity at entrances of coal mills [J]. North China Electric Power, 2009(2): 16-17.
- [7] 贾长武,李俊杰,梁文革.330 MW磨煤机入口风量测量装置改进[R].吉林:大唐珲春发电厂,2014.
JIA C W, LI J J, LIANG W G. Improvement of 330 MW measuring of air quantity at entrances of coal mills [R]. Jilin: Datang Hunchun Power Plant, 2014.
- [8] 中国电力企业联合会.火力发电厂热工自动化就地设备安装、管路及电缆设计技术规定:DL/T 5182—2004[S].北京:中国电力出版社,2004.
China Electricity Council. Technical rule for designing of local equipment installation pipeline and cables of I&C in power plant: DL/T 5182—2004 [S]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.

(责任编辑 黄肇和)