

# 燃煤工业锅炉燃气改造分析

尚磊赵强

(长治职业技术学院,山西 长治 046000)

**摘要:**在锅炉燃气改造的实践基础上,就燃煤锅炉燃气改造的技术进行了分析和探讨,结果表明:改造后的锅炉各项工艺指标、燃烧特性指标均能达到设计要求,并能实现使用与监控一体化,极大地降低了锅炉潜在的危险,降低了燃料损耗,实现了经济效益和环境保护的双赢。

**关键词:**燃气锅炉 燃煤锅炉改造 锅炉改造技术

中图分类号:X701.2 文献标志码:A

我国能源供应以煤炭为主,燃煤锅炉约占锅炉总数的83%,其中燃煤工业锅炉更是我国主要的热能动力设备。然而燃煤工业锅炉作为我国能耗大户,能源浪费相当严重,同时燃煤工业锅炉还排放大量的烟尘、SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>等污染物,也是我国大气主要污染源之一。因此,在国家倡导节能减排的政策下,许多地方政府要求企业将原有燃煤锅炉更换为燃气锅炉,但许多在役锅炉仍能正常使用,而且企业还要出于经济考虑,因此“煤改气”成为企业节省资金、工期短、见效快、切实可行的首要选择。笔者正是在多年煤粉锅炉燃气改造的实践基础上,就燃煤工业锅炉燃气改造的技术进行分析讨论。

## 1 燃气改造技术分析

在燃煤锅炉改造为燃气锅炉的工作中,应以不变动锅炉本体受压元件部分,减少对原有锅炉结构的改动为原则<sup>[1]</sup>。改造过程应着重从燃气燃烧器的选择、燃烧器数量的确定、燃烧器的布置、炉膛布置的匹配性设计、选择防爆措施等方面考虑,循序渐进,既要考虑经济效益,又要从实用性出发。

### 1.1 燃燃气燃烧器的选择

在燃煤锅炉的改造过程中,首先要选择或设计合适的燃气燃烧器。常见的燃气燃烧器按照空气供给方式可以分为引射式燃烧器、鼓风式燃烧器和自然引风式燃烧器三类<sup>[2]</sup>。引射式燃烧器燃烧所需的空气由燃气射流吸入,鼓风式燃烧器需要鼓风机将空气送入燃烧系统,自然引风式燃烧器则依靠炉膛中的负压将燃烧所需的空气吸入燃烧系统。对于燃烧器的选择应对比三种燃烧器的特性结合锅炉原有炉膛的特点进行考虑。

1) 燃气燃烧的完全程度,也就是要求降低气

体不完全燃烧热损失。燃烧的完全度主要与燃气和空气的混合均匀程度及空气是否充足有关。一般在空气量充足、混合良好的情况下,使气体不完全燃烧损失为零并不困难。当燃用高热值燃气时,气体不完全燃烧损失不应超过0.5%;燃用低热值气体时,气体不完全燃烧损失不应超过1.5%。在采用预混燃烧器时,容易使不完全燃烧损失控制得比扩散燃烧时低一些。

2) 降低烟气中的过剩空气系数是降低排烟损失的有效措施<sup>[1]</sup>。排烟中的过剩空气量是燃烧过剩空气量与烟气通道漏入的空气量之和。对微正压运行的锅炉,烟气通道漏入的空气为零,此时主要过剩空气量取决于燃烧时的过剩空气量,实际上在任何情况下,降低燃烧时的过剩空气量,对提高锅炉的热效率是有好处的。燃烧器能否保证锅炉在尽量低的过剩空气系数下运行,是燃烧器燃烧性能的重要指标之一。

3) 燃烧器的火焰特性与炉内换热和锅炉的其他特性密切相关。比如,扩散燃烧时,其半发光火焰比无焰燃烧时的火焰辐射能力强,对炉内传播有利。燃烧器喷口的气流应有较高的速度和较大射程,以使炉内火焰充满度较好。在利用耐火材料加强炉内传热时,需要与辐射面相适应的火焰形状和火焰速度。

4) 充分考虑燃烧速度。因为高速燃烧是现代中小型锅炉发展的趋势,它可以减少燃烧器和炉膛的尺寸,是锅炉小型化的重要措施,也是燃烧器的重要特性指标。

但是,实际生产中,由于中小型锅炉常在负荷多变的情况下使用,因此,要求燃烧器有很宽的负荷调节范围。改造后的燃气锅炉在运行时,应使炉膛火焰充满度比较好,不形成气流死角,避免相邻燃烧器的火焰相互干扰,同时未燃尽的燃气、空气混合物不应接触换热面,以免形成气体不完全燃

收稿日期:2008-11-29;修回日期:2008-12-29

作者简介:尚磊(1979-)男,山西长治人。2006年9月就读于中北大学,攻读工程硕士学位。

烧。但高温火焰要避免高速冲刷换热面,以免换热面热强度过高使管壁过热。因此,在选择燃烧器时,还要根据不同的燃气和负荷,近似估算燃烧火焰的长度<sup>[2]</sup>。

## 1.2 燃气燃烧器数量的确定

燃煤锅炉改造中燃气燃烧器的数量可由下式确定,

$$\eta = Q_{gl} / Q_{nq}, \quad (1)$$

式中,  $\eta$  为燃气燃烧器的数量;  $Q_{gl}$  为锅炉热负荷容量, kW;  $Q_{nq}$  为单个燃烧器热负荷, kW。

实际改造中,为防止多个燃烧器同时运行时某一个燃烧器因事故熄火引起爆燃或炉膛爆炸,燃气燃烧器个数一般不超过4个。为解决锅炉在低负荷时燃气流量不足出现的熄火、回火等问题,可通过在燃烧器内部加装油枪来适应锅炉低负荷的变化,同时炉膛中应配合安装熄火防爆装置。

## 1.3 燃烧器的布置

1) 应使火焰处于炉膛几何中心区域,使火焰尽可能充满炉膛,燃烧稳定。

2) 火焰居于炉膛的几何中心区域,可使炉膛内热量得以均匀分配,不会形成局部受热引起应力增大,防止受热不均,避免锅炉出现受热局部过热现象。

3) 卧式锅炉的炉膛进深较大,燃烧器布置在炉膛的前墙上,保证前烟箱不会过热。目前,国内中小型燃煤锅炉按燃烧方式分为层燃烧与室燃烧两种。层燃炉多数为链条炉,其特征是燃料在固定或缓慢运动着的炉排上燃烧。室燃炉多数为煤粉炉,燃料煤粉通过炉墙四角上的煤粉燃烧器进入炉膛实现燃烧。当改造的锅炉为链条炉时,其前后墙及炉拱的特殊形状为安装燃烧器带来不便,故应将燃气燃烧器安装于链条炉的侧墙。为使改造后炉内的热交换状况与改造前相似,以减少链条炉内换热设备的变动,应将燃气燃烧器安装于炉膛侧墙中心下方。对于煤粉炉,为保持与改造前炉膛空气动力场特性相似且减少改造工程量,可利用其原有煤粉燃烧器喷口位置安装新的燃气燃烧器。

## 1.4 炉膛布置的匹配性

当燃烧器的类型及位置选定时,应进行炉膛的匹配计算,主要由四部分组成<sup>[3]</sup>。

1) 排烟量要与引风机相匹配。燃煤锅炉引风机的排烟量是按照燃煤产生的烟气来配置的。改烧燃气后,烟气的密度及流量发生变化,应重新校核引风是否匹配,否则会出现燃气点火困难、尾气温

度高等问题。

2) 炉膛漏风系数要与燃烧器空气量相匹配。在煤改气过程中,应将漏风系数降低在0.1以下<sup>[9]</sup>。燃煤锅炉的漏风主要集中在前煤斗、排渣口、鼓风机入口处。采用气体燃料后,应当注意封闭,以减少排烟热损失和电耗,否则容易造成漏风。

3) 炉膛尺寸要与燃烧器的布置匹配。炉膛布置首先要考虑单个燃烧器。根据单个燃烧器的火焰长度和直径,确定燃烧器之间的距离,以保证火焰不冲刷炉墙、不相互干扰,并有利于受热面布置。

4) 燃烧器的火焰形式要与炉膛拱形匹配。

## 1.5 燃气锅炉防爆措施选择

燃煤锅炉改燃气锅炉最危险的就是发生炉膛爆炸事故。国内外燃气锅炉的炉膛、烟道爆炸事故屡有发生,引起爆炸的原因大致有以下3种情况。

1) 锅炉点火前,因燃气漏入炉膛(如阀门不严,误操作,一次点火不着等),而又未对炉膛、烟道进行吹扫或吹扫时间不够、风量不足,在点火时会发生爆炸。

2) 锅炉运行中由于熄火引起爆炸事故。这类事故多发生在燃烧器前燃气压力或风压波动太大引起脱火或回火情况下。

3) 当锅炉燃烧不良时,可燃气体进入锅炉后部烟道,与后部烟道漏入的空气混合形成爆炸性气体(负压运行的锅炉),在高温作用下,可能引起二次燃烧或爆炸。

结合上述爆炸原因,在燃煤锅炉改造为燃气锅炉后应从以下几方面防止炉膛爆炸事故的发生。

1) 必须配有可靠的安全保护控制措施,如自动点火装置、快速切断阀、火焰监视系统(FSSS)等各项连锁保护。

2) 对于水管锅炉在炉膛出烟口位置(或正对炉膛中心位置)及烟道上设置防爆门。防爆门的作用是当炉膛或烟道内的混合气体发生爆燃时能自动打开,泄放一定的炉内压力,以保护炉墙不受严重破坏。

3) 必须严格制订和执行安全操作规程,特别是在每次点火启动时一定要做吹扫工作,掌握好吹扫时间<sup>[4]</sup>。必须保证在风门打开后,根据通风机的流量计算的吹扫风量容积应大于或等于3倍炉膛和烟道的容积量,所需的时间再延迟30s以上。在锅炉运行中注意风气比例调节,防止出现脱火、回火现象,保证气体完全燃烧。

4) 燃气锅炉燃烧系统应实现自动化,包括自

动点火、熄火保护、燃烧自动调节、必要的连锁保护以及用程序自动启动。

5) 当几台锅炉共用一个烟道时, 每台锅炉都应设有烟道门, 而且每台烟道门应设置限位开关。与此同时, 还必须保证在锅炉启动前打开烟道门后, 锅炉才能投入使用, 以防因烟道门未打开, 误操作造成通风不畅事故。

## 2 结束语

通过对改造后的多台燃气锅炉进行效益评价, 结果表明: 改造后的锅炉各项工艺指标、燃烧特性

指标均能达到设计要求, 并能实现使用与监控一体化, 极大地降低了锅炉潜在的危险性。同时在减少购买新炉的成本的基础上, 减少了污染物排放, 实现了经济效益和环境保护的双赢。

参考文献:

- [1] 郭永源, 刘树琴. 燃煤 - 燃气锅炉的燃烧器及控制系统[J]. 煤气于热力, 2003, 23(6): 127-128.
- [2] 罗文进. “煤改气”后燃烧器与锅炉匹配问题的研究[M]. 冶金能源, 2004, 23(2): 36-37.

(责任编辑 王雅利)

## Gas Reform of Coal-fired Industrial Boiler

SHANG Lei ZHAO Qiang

(Changzhi Vocational Technical College, Changzhi 046000, China)

**Abstract:** Based on gas reform of gas-fired boiler in several years, we analyzed and discussed the gas reform of gas-fired boiler technology. The results showed that every technical specification and combustion index of characteristic all met the design demand. By realizing the unitization of both using and monitoring, we greatly reduced the potential danger of the boiler. Also through scientific and reasonable methods, we successfully reduced the fuel loss and achieved benefits for both economic and environmental protection.

**Key words:** gas-fired boiler; coal-fired boiler; boiler reform technology

(上接第 43 页)

于现状, 不断地去发现自身的不足。改进意识是指发现问题后应及时、有效地解决它, 然后向自己提出更高的标准和要求。3 种意识紧密相连, 周而复始, 在一种螺旋式上升过程中获得改进与绩效。

## 3 建立一个团队推进教育质量

为了使学院的贯标活动开展的更加深入有效, 学院应该建立一支贯标工作团队。建立团队的目的是就贯标活动中存在的主要问题开展项目攻关, 攻克贯标过程中存在的实际困难, 取得贯标工作的突破性进展。建立这样的团队还可以开展“ISO 9001 标准与教育质量提高”方面的理论研究, 为学院提高教育质量提供理论上的指导。2006 年, 山西大学商务学院成立了“ISO 9001 标准与高等教育质

量研究小组”, 其首项研究课题“ISO 9001 质量管理体系在独立学院的应用研究”已由山西省教育厅立项, 目前, 该研究已取得局部成果。

ISO 9001 质量管理体系标准与提高高等教育质量”的有机结合, 使教育管理者从一个新的角度来认识教育质量的提高和改进问题。

参考文献:

- [1] 国家质量技术监督局. 中华人民共和国国家标准 - 质量管理体系标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001.
- [2] 冉宝春, 魏建军. 我国高校建立 ISO 9000 质量管理体系的误区分析[J]. 清华大学教育研究, 2004(12): 44-45.
- [3] 张慧, 祁随元. ISO 9000 质量管理体系在高等教育质量保证中的应用分析[J]. 西北工业大学学报: 社会科学版, 2004(12): 68.

(责任编辑 王雅利)

## Discussion on the Improvement of Educational Quality System of Independent Colleges Based on ISO 9001

WANG Tao

(Business College of Shanxi University, Taiyuan 030031, China)

**Abstract:** Guarantee and improvement of ISO 9001 educational quality system of higher education is a long-term and efficient way. In this paper, the author discussed the existing key problems in application and practice of promoting the educational quality of independent colleges. Also the author gave suggestions on achieving a unifying idea and action, guaranteeing the smooth running of quality management system and educational quality.

**Key words:** ISO 9001; improving of quality system; quality of higher education; Business College of Shanxi University