



# 莱钢 170 t 锅炉安全防护系统的优化与改进

王彩琴, 卢冬冬

(山钢股份莱芜分公司 自动化部, 山东 莱芜 271104)

**摘要:**通过增加锅炉语音报警、锅炉自动吹扫和MFT跳闸等功能,对莱钢黄前区170 t锅炉安全系统进行了完善和改进,并研发了紧急状态快速切断保护系统,在异常情况下能安全停机,避免设备损坏,延长锅炉及主要设备的寿命,降低故障停机率,切断阀切断时间达到2~3 s,增加自动反吹功能,减轻了工人劳动强度,改善了工作环境。

**关键词:**锅炉;安全防护;快速响应切断

中图分类号:TK223.6

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2016)05-0076-02

## 1 前言

随着工业生产对电力需求的不断增长,机组容量的不断增加,运行参数随之增高,机组系统也愈加复杂,对机组的安全要求也相应提高。对于燃气机组来说,其特点是参数变化快,执行机构多,各系统之间相互耦合,控制回路多,因此,仅靠人工手动操作显然不能满足机组的安全要求。尤其是事故或者是故障停机的情况下,要求相关的设备同时连锁动作,这对机组的安全提出了更高的要求,连锁停机保护系统必须满足机组的运行要求。

莱钢黄前区170 t锅炉原灭火保护系统不够完善,还有个别设备动作不灵敏,可靠性比较差,后又将燃气轮机的高温尾气排入炉膛参与燃烧,存在很大的安全隐患。为满足锅炉的安全运行、可靠停机,对原锅炉的灭火系统进行了完善和改进,并研发了紧急状态快速切断保护系统。

## 2 安全防护系统

### 2.1 原系统缺陷

莱钢黄前区170 t锅炉原灭火保护系统安全不到位,火焰检测器时好时坏,不能正常检测锅炉燃烧状态;锅炉连锁报警防护功能不完善,如炉膛压力高、低、高高等多点报警;引风机送风机在设备运行不正常时不能提前预警;一些设备动作不灵敏,特别是切断阀在控制系统发出切断指令后,切断时间需要4~5 s才能完全切断,泄漏量比较多。

### 2.2 系统的优化改进

为保证燃料气体的安全,对原系统进行优化,增加了锅炉语音报警、锅炉自动吹扫和MFT跳闸等功能。

1)火焰监视功能。通过火焰检测探测器观察火焰的强度,指导生产人员操作监控画面控制各层阀门的开度控制。

2)在线报警功能。设计报警系统能,以语音声光报警的形式提前报告生产人员,锅炉正处在哪类异常情况之下。语音报警的主要内容包括:炉膛压力高、炉膛压力低、汽包水位高低、引送风机故障、吹扫失败、火焰强度低等报警。

3)吹扫功能。在锅炉点火前、停炉后、点火失败后能够对炉膛进行自动或手动吹扫,以防爆膛或打炮。

4)MFT跳闸功能。当锅炉处于不正常运行情况时,立即手动或自动切断进入炉膛燃料并停用相关的设备。以保护主设备的安全。

5)记忆功能。充分利用DCS自动控制子系统功能,当MFT跳闸时分析记录原因,并在工程师站的监控画面积立即显示跳闸原因,还能自动打印事故原因及时间,追忆事故顺序。

### 2.3 快速响应切断保护

国内有些烧高炉或焦炉煤气的燃气锅炉,在快速响应切断保护系统中采用的快速切断阀都是电动闸阀。电动闸阀的严密性较好,但是切断燃气所需的时间通常为1~2.5 min。在1~2.5 min内进入炉膛的燃气,就可能达到燃气的爆炸极限而产生爆炸事故。如果在锅炉熄火时,快速切断阀(电动闸阀)能及时关闭,就可避免这种情况发生。需要分析切断阀执行机构的动作和切断时燃气流量情况,找到紧急切断时合理时间值,还需在后续调试中进一步修正。

#### 2.3.1 计算执行机构的动作时间

工程上使用的燃气,几乎都是数种可燃气体的混合物,其爆炸极限可用勒·查特列(LeChatelier)公式计算。

当燃气中不含惰性气体时:

收稿日期:2016-07-11

作者简介:王彩琴,女,1975年生,1998年毕业于包头钢铁学院计算机及应用专业。现为莱钢自动化部工程师,从事自动化控制工作。

$$L_R = \sum X / \sum (X/L_i)$$

当燃气中含有惰性气体时:

$$L_0 = L_R [1 + X(1-X) \cdot 100] / [100 + L_R \cdot X(1-X)]$$

式中:  $X_i$  为燃气中各可燃组分的体积百分数, %;  $L_i$  为燃气中各可燃组分爆炸极限(上限或下限), %;  $X$  为惰性气体的体积百分率。

### 2.3.2 执行机构关闭过程的流量特性

执行机构快速切断阀关闭过程的流量特性由图1可知,快速切断阀开始关闭时间为  $T_0$  时,燃气流量为  $Q_0$ ;当快速切断阀关闭后时间为  $T_1$  时,燃气流量为0(不计泄漏量)。因此,在时间间隔  $\Delta T = T_1 - T_0$  内,进入锅炉炉膛的燃气体积(即图1中阴影部分的面积)为:  $V_d = 0.5 Q_0 \Delta T (\text{m}^3)$ 。

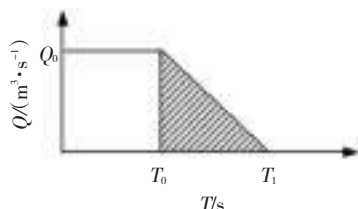


图1 快速切断阀关闭过程的流量特性

当进入锅炉炉膛的燃气体积  $V_d$  与炉膛内空气体积(其数值等于炉膛容积  $V_1$ )混合后的体积含量小于燃气的爆炸极限(下限)  $L_{dk}$ , 那么就可以避免发生爆炸危险。即:  $V_d / (V_d + V_1) < L_{dk}$ 。

进入炉膛的燃气体积  $V_d$ , 为了使选择的快速切

断阀更安全可靠,计算中忽略了燃气扩散、炉膛中滞留烟气、引风机倒转、烟囱抽力及炉膛泄漏等因素对  $V_d$  的微小影响。

将式(3)代入式(4)得:

$$\Delta T < 2L_{dk} V_1 / (1 - L_{dk}) Q_0 (s)$$

式中:  $\Delta T$  为执行机构的允许切断时间, s;  $L_{dk}$  为燃气爆炸浓度下限, %;  $V_1$  为锅炉炉膛容积,  $\text{m}^3$ ;  $Q_0$  为额定工况下进入锅炉的燃气流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ 。

在实际调试中,主要是煤气压力参与切断阀控制,当高炉煤气或焦炉煤气压力  $\leq 1.5 \text{ kPa}$  时,切断阀自动切断停炉。同时,在后续生产中增加了引风机跳闸、锅炉汽包水位高高、汽包水位低低、集汽集箱压力  $\geq 11.0 \text{ MPa}$ 、汽包压力  $\geq 14.0 \text{ MPa}$  和锅炉紧急停炉时切断阀也参与联锁保护。

## 3 结 语

莱钢170 t锅炉安全防护系统优化与改进后,保证了锅炉的安全运行,在异常情况下能安全停机,切断阀切断时间达到2~3 s,避免设备损害,延长锅炉及主要设备的寿命,降低故障停机率;火焰监控系统在线实时检测用机器视觉代替信号检测,增加自动反吹功能,减轻了工人劳动强度,改善了工作环境。

## 信息园地

### 《耐火材料》杂志2017年征订启事

《耐火材料》杂志创刊于1966年,由中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司主管、主办,是中国唯一报道国内耐火材料科研、生产和应用情况及国外耐火材料科学技术发展动向的中文专业技术期刊。《耐火材料》是一本侧重于应用技术的杂志,直接为耐火材料及相关行业如钢铁及有色金属冶炼、玻璃、水泥、陶瓷、石化等行业的决策、规划、设计、科研、生产、使用和教学服务。读者对象为上述行业从事管理、研发、生产、使用、销售、教学等工作的工程技术人员及教师、学生。

《耐火材料》杂志自1992年以来连续7次被评为中文核心期刊,曾先后被美国的《工程索引》(EI)、《化学文摘》(CA)、《剑桥科学文摘》(CAS)和《乌利希期刊指南》,荷兰Elsevier的《斯高帕斯数据库》(SCOPUS),俄罗斯的《文摘杂志(化学卷)》等国际知名数据库收录,国际知名度较高。同时,《耐火材料》杂志也是国家科委《中国科技论文统计与分析》的统计数据源,目前被“中国知网”、“万方数据库”和“维普网”全文收录。

近几年,在《耐火材料》杂志上刊登的耐火原材料,生产、检测和加工设备及窑炉类广告,已成为广大耐火材料生

产厂家选购的重要信息平台,杂志社的广告刊户超过150家。耐火材料杂志社还连续多年被评为河南省广告业“守法经营,优质服务”先进单位、洛阳市广告先进单位等。

《耐火材料》为双月刊,大16开,正文84页。国内外公开发行,刊号:CN 41-1136/TF, ISSN 1001-1935。读者可直接到当地邮政局(所)订阅(邮发代号36-19),定价15.0元/册,90元/年。漏订者可向耐火材料杂志社发行部办理邮购,挂号邮购价20元/册,120元/年。

电话:0379-64205960(编辑部),64205970(广告部);传真:0379-64205968,0379-64205970;E-mail:nhcl@nhcl.com.cn;网址: <http://www.nhcl.com.cn>。

#### 邮局汇款

地址:河南省洛阳市西苑路43号,邮编:471039,单位名称:中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司耐火材料杂志社,收款人:杂志社(请注明“邮购《耐火材料》杂志”)。

#### 银行汇款

开户行:洛阳银行兴华支行,户名:中钢集团洛阳耐火材料研究院有限公司,账号:67041009000001128(请在用途栏注明“邮购《耐火材料》杂志”)。

欢迎订阅! 欢迎投稿! 欢迎刊登广告!