

# 降低燃烧器喷口壁温故障率

陈鑫

国投贵州新能源有限公司, 贵州 贵阳 550000

**摘要 :** 锅炉燃烧器是火力发电厂燃烧设备中的重要设备。受炉内中心火焰和炉膛内高温烟气对燃烧器的热辐射<sup>[1]</sup>, 燃烧器喷口壁面温度较高, 金属容易超温<sup>[1]</sup>, 如果没有很好的对燃烧器壁温进行监测, 从而进行相应的燃烧调整, 可能会引起燃烧器出口段壁温超温, 导致燃烧器喷口出现变形或烧损现象, 使炉膛内空气动力场发生变化<sup>[2]</sup>, 引发诸如燃烧损失增大、炉管结焦、炉膛出现正压等一系影响机组安全运行的事故发生, 因此燃烧器喷口壁温数据的测量意义重大。

**关键词 :** 火力发电厂; 燃烧器; 壁温; 热电偶; 耐磨保护套管

## Reduce The Failure Rate Of The Burner Nozzle Wall Temperature

Chen Xin

SDIC Guizhou New Energy Co., LTD., Guizhou, Guiyang 550000

**Abstract :** Boiler burner is an important equipment in the combustion equipment of thermal power plant. By the center of the furnace flame and furnace high temperature flue gas on the burner, the burner nozzle wall temperature is higher, metal easy to overtemperature, if there is no good burner wall temperature monitoring, and the corresponding combustion adjustment, may cause the burner outlet wall temperature overtemperature, cause the burner nozzle deformation or burn phenomenon, make the aerodynamic field in the furnace changes, such as combustion loss, pipe coke, furnace positive pressure affect the safe operation of the accident, so the burner nozzle wall temperature data measurement is of great significance.

**Key words :** fuel-burning power plant; burner; wall temperature; thermocouple; wear-resistant protective casing

### 一、前言

煤粉燃烧器是电厂锅炉的核心部件, 是锅炉能否安全稳定运行的关键<sup>[3]</sup>。受炉内中心火焰和炉膛内高温烟气对燃烧器的热辐射, 燃烧器喷口壁面温度较高, 金属容易超温, 如果没有很好的对燃烧器壁温进行监测, 从而进行相应的燃烧调整, 可能会引起燃烧器出口段壁温超温, 导致燃烧器喷口出现变形或烧损现象, 引发燃烧损失增大、炉管结焦、炉膛出现正压等一系影响机组安全运行的事故发生, 因此燃烧器喷口壁温数据的测量意义重大。目前火力发电厂燃烧器喷口壁温的测量普遍采用铠装热电偶进行测量, 因热电偶工作环境较为恶劣, 长期处于高温和高速风粉混合物冲刷环境, 使得热电偶使用寿命大大降低, 经常发生运行过程中损坏现象, 导致燃烧器喷口壁温失去监测。在火电厂中, 温度测量是热工测量的重要组成部分, 对热力介质或运行设备温度的准确测量, 是保证机组安全、实现机组经济运行的重要基础条件<sup>[4]</sup>。一旦燃烧器壁温失去监测, 运行人员无法及时调整一二次风速, 会造成燃烧器喷口过热变形、受损甚至脱落, 给锅炉的安全运行带来较大的风险。为了解决这个问题, 本论文以某火力发电厂为例, 介绍了通过对 W 型前后墙对冲锅炉燃烧器壁温测量系统的改造, 降低了燃烧器壁温测量的故障率。

### 二、燃烧器壁温改造背景

某火力发电厂 2×300MW 机组锅炉为北京巴威公司生产的 B&WB-1025/17.4-M 型锅炉, 该锅炉为单炉膛平衡通风、中间一次再热、亚临界参数、自然循环单汽包锅炉<sup>[5]</sup>。采用前后墙对冲, “W”形火焰燃烧方式。每台锅炉配置 B&W 专门用于燃用低挥发份燃料的浓缩型 EI-XCL 低 NOX 双调风旋流燃烧器<sup>[6]</sup>16 台。每台燃烧器在内一次风套筒和外二次风套筒出口筒壁上各安装一支热电偶进行壁温测量。

查看该火电厂 2018 年到 2021 年 4 年间壁温测点发生故障的统计数据, 发现燃烧器壁温测点故障率为 54% (见表 1), 故障率较高, 因此从根源上解决该问题已刻不容缓。

时间 (年)	2018	2019	2020	2021
壁温安装数量 (个)	64	64	64	64
壁温故障数 (次/年)	36	38	30	34
年故障率 (%)	56	59	47	53
年故障率平均值 (%)	54			

表 1 燃烧器喷口壁温年故障率统计

\* 作者简介: 陈鑫 (1985年9月25日), 男, 汉族, 山西临汾, 国投贵州新能源有限公司, 工程师, 大学本科, 设备管理, 热控方向。

### 三、燃烧器壁温测点故障率高原因分析

对2018年至2021年该电厂燃烧器喷口壁温测点138次故障的各类因素进行了分层统计(见表2)

序号	故障原因	频数(次)	百分比(%)	累计百分比(%)
1	线路故障	73	53	53
2	测温元件损坏	56	40.5	93.5
3	DCS 通道故障	9	6.5	100
4	总计 138			

表2 2018年-2021年燃烧器喷口壁温测点故障原因统计

从表2可以看出,线路故障和测温元件故障在燃烧器喷口壁温测点故障原因中占较高比例。通过对线路故障和测温元件故障进一步进行分析,发现:

1. 燃烧器喷口筒壁测温元件使用的是K型双支铠装热电偶,该热电偶耐温可达1200度<sup>[6]</sup>,热电偶外铠为316不锈钢材质制作,厚度为1mm,耐磨性能一般。在炉膛内煤粉气流长期冲刷和炉内火焰直接接触高温炙烤恶劣环境下,外铠容易磨损断裂,导致里面热电偶偶丝失去防护出现断裂损坏。

2. 热电偶断裂处多集中于燃烧器喷口筒壁预留壁温安装孔处。热电偶从孔洞处穿过,直接与开孔处金属接触,且走向与风粉混合物喷射方向垂直,当机组运行时,内套筒内有煤粉和热风混合物通过,外套筒有热风通过<sup>[7]</sup>,均垂直冲击热电偶,导致其在孔洞处与孔洞边缘金属产生振动摩擦,极易被割断。

3. 现场对燃烧器平台处壁温测量热电偶接线箱箱体温度进行测量,发现温度普遍较高,有的箱体内壁甚至达到近100度,热电偶信号电缆长期处于高温下,电缆外皮容易出现开裂导致短路现象发生。

### 四、改造方案

1. 将壁温测点中间接线箱移位至远离高温区域处。

将原安装在燃烧器平台20cm高度的接线箱及支架拆下,整体移位至距离燃烧器平台2米高的位置,使接线箱内电缆不受燃烧器平台高温的辐射。

2. 根据现场实际选取合适的热电偶安装路径。

燃烧器厂家原先设计的壁温安装路径主要是为了避免热电偶受到套筒内调风盘的切割,但是却忽视了安装孔与壁温元件之间的摩擦切割作用。经过仔细观察,发现该厂煤火检从调风盘空隙中直接插至燃烧器喷口位置进行火焰强度的检测。而该位置处于调风盘的调整死区位置,并不会受到调风盘叶片的切割,因此可以将燃烧器壁温测量元件直接沿煤火检保护杆绑扎固定伸入至燃烧器喷口边缘位置。

3. 热电偶外部增加耐磨防护套管。

经过充分调研,耐磨防护套管材质选用耐磨高温合金HR1230,材质为Ni-Cr-W-Mo-Al高温高强耐磨合金<sup>[8]</sup>,耐高温抗氧,便于加工。为便于现场环境热电偶的插入,采用组合式分段套管形式。

### 五、改造方案实施

2022年3月,对#2机组32支燃烧器壁温测温元件进行了改造。主要从三个方面开展了改造工作。

1. 壁温测点中间接线箱移位。采购新的接线箱,在燃烧器平台上方2米处安装固定新的接线箱,彻底消除高温环境对信号线路的影响。

2. 更改壁温测量热电偶安装路径,由原设计路径(图1)更改为沿着每个燃烧器煤火检光纤保护管绑扎固定伸入燃烧器喷口位置,如图2所示。



> 图1 壁温测温热电偶原始安装路径



> 图2 改造后的壁温测温热电偶安装路径

3. 根据现场尺寸和安装位置,定制组合式耐高温耐磨保护套管(图3),在燃烧器喷口末端5CM<sup>[9]</sup>处焊接集热块固定热电偶,在内套筒末端外部焊接固定卡扣,将耐磨套管进行固定,确保不发生晃动(图4)。



> 图3 定制的组合式保护套管



> 图4 安装好的保护套管

### 六、效果检查

至2023年5月,机组投运后经过一年运行,#2机组燃烧器壁温因测温热电偶或信号线出现故障导致测量数据不准的缺陷发生,全年缺陷数量锐减到仅有两条(皆为DCS卡件上通道损坏导



> 图5 改造两年后壁温元件照片

致)。2024年4月,利用#2机组B修机会进入炉膛内燃烧器喷口对壁温元件进行检查,未发现32支燃烧器喷口壁温测温热电偶出现磨断情况发生(见图5)。说明通过制作耐磨防护套管起到了很好的保护作用。燃烧器壁温改造取得了明显的效果。

## 七、结束语

燃烧器壁温改造从根源上解决了壁温测量故障率较高、机组

运行期间无法对损坏壁温测量热电偶检修的问题,并且可以保证在一个B修甚至更久的检修周期内燃烧器壁温测点不发生因热电偶断裂损坏、信号线路破损接地<sup>[10]</sup>等原因造成壁温失去监测的现象发生,极大的保障了燃烧器的运行安全。为面临类似问题的火力发电厂提供了一种问题解决的参考方案。

## 参考文献:

- [1] 刘文献,刘永刚,孙亮江,赵天中,盖建勇.中心给粉旋流燃烧器在巴威1025t/h锅炉上的应用[J].河北电力技术,2005(02):34-37.
- [2] 杨佩锋,周玉飞.某电厂锅炉燃烧器烧损事故案例分析[J].锅炉制造,2021(06):26-27.
- [3] 马天才.锅炉燃烧器烧损原因及防治要点[J].山东工业技术,2017(17):252.
- [4] 李洲宇.关于热电偶安装及选型的探讨[J].中国仪器仪表,2014(12):72-74.
- [5] 孙志高,马荣生.燃烧器壁温特性及其保护措施[J].扬州大学学报(自然科学版),1999年第2卷第3期.
- [6] 铠装热电偶;JJG(机械)180-1994.
- [7] 蔡捷伟.热电偶保护管的性能和选用[J].传感器世界,2002,(10):25-29.
- [8] 孙宏飞,万殿茂.新材料技术在热电偶保护套管中的研究应用现状[J].中国仪器仪表,2002,(3):1-5.
- [9] 尚明峰.锅炉金属壁温热电偶安装技术;工程科技II辑·仪器仪表工业;2021年.01期.
- [10] 张建福.合成塔热电偶测温异常及损坏原因与解决方法[J].氮肥技术,2012,33(05):46-47.