

# 1190t/h 亚临界煤粉锅炉低氮改造后频繁掉焦原因分析及优化改造

高宏光

邹平县宏旭热电有限公司

DOI:10.32629/hwr.v4i7.3154

**[摘要]** 针对某电厂1号炉燃烧器低氮改造后存在的锅炉频繁掉焦、过热器减温水量高及炉膛出口NO<sub>x</sub>偏高问题,提出多项解决措施。现场改造结果表明,在燃烧器内加装楔形板减小炉内切圆、切除钝体提高煤粉射流刚性、改变燃烧器角度等综合措施后,有效解决了上述锅炉频繁掉焦等问题,为解决国内电站锅炉低氮改造出现的相关问题提供了行之有效的借鉴措施。

**[关键词]** 掉焦; 二次风喷嘴改造; 楔形块; 摆角角度

## 1 设备概况

邹平宏旭热电公司1号炉是无锡锅炉厂生产的UG-1217/18.4-M型亚临界自然循环汽包炉, D型布置, 平衡通风, 四角切圆燃烧, 固态排渣煤粉炉, 制粉系统采用双进双出钢球磨正压冷一次风机直吹式, 每台锅炉配三台MGS-4360型磨煤机, 一台磨煤机对应二层一次风。煤粉细度R<sub>90</sub>=6%。主蒸汽汽温采用二级喷水减温, 再热汽温采用烟气挡板调温和喷水减温。每台磨煤机对应2层共8只燃烧器, 三台磨煤机共有6层24只燃烧器, 从下到上分别是A层、B层、C层、D层、E层、F层。

锅炉设计煤种为淄博和兖矿贫煤, 元素分析为收到基碳56.80%, 氢2.49%, 氧3.65%, 氮1.02%, 全硫2.31%, 工业分析收到基灰分27.31%, 水分6.42%, 干燥无灰基挥发份14%, 低位发热量21642kJ/kg。设计煤种机组负荷350MW时对应的煤量是158.10t/h。

## 2 锅炉掉焦原因分析

### 2.1 运行现状

锅炉炉膛水冷壁壁面有严重结渣及挂焦现象, 冷灰斗处水冷壁管存在砸伤现象, 且为防止掉焦采用低氧燃烧导致锅炉存在严重高温腐蚀现象。实际入炉煤偏离设计和校核煤种, 煤质波动较大,

炉膛出口NO<sub>x</sub>排放浓度高达650mg/Nm<sup>3</sup>以及过热器减温水量高达130t/h等问题, 给锅炉的安全经济、高效燃尽、低负荷稳燃运行带来巨大的压力。

### 2.2 锅炉频繁掉焦原因分析

#### 2.2.1 锅炉燃用煤种灰熔点偏低

锅炉设计煤种灰熔点偏低, 变形温度DT:1180℃, 软化温度ST:1270℃, 融化温度FT:1360℃, 属于易结渣品种, 实际燃用当地小煤厂和山西等地混煤, 且没有专门的配煤设备, 煤质很难稳定。取样送往华中科技大学煤燃烧国家重点实验室进行化验, 入炉煤碱金属Na含量过高, 高达11.52%, 而Na<sub>2</sub>O设计煤质仅为0.24%, 且硅含量较低, 碱金属含量远远超过了严重结渣的参数范围; 另外从化验结果看煤灰中碱酸比高达3.78, 是结渣煤平均指数的6.8倍(结渣煤酸碱比推荐值为0.4~0.7<sup>[1]</sup>)。从炉膛测温来看, 燃烧器区域温度高达1400~1500℃, 以上几点均极易导致炉内结渣恶化形成大面积结焦。

2.2.2 带贴壁风的组合二次风喷嘴导致煤粉气流贴壁

B层、C层、D层、E层、F层煤粉燃烧器之间的4组二次风设计为背火侧的贴壁二次风组合喷嘴, 原设计意图为使在靠近水冷壁区域形成具有较低温度、较低CO浓度、低粉、高氧的水冷壁壁面防

结渣及高温腐蚀区。但实际冷态动力场试验期间测量贴壁风速高达10m/s以上, 说明导致实际切圆变大, 煤粉气流容易贴壁, 容易促进锅炉掉焦。

#### 2.2.3 燃烧器区域壁面热负荷偏高

锅炉BMCR工况设计炉膛断面热负荷为4.86MW/m<sup>2</sup>, 虽然符合300MW贫煤机组常规范围, 但因一次风燃烧器喷嘴间距偏小约800mm, 导致燃烧器区域壁面热负荷偏高12.61%, 是引起锅炉掉焦的重要原因。

#### 2.2.4 四角风粉均匀性分析

用BSL-1靠背管进行热态测量各一次风粉管道风速, 各粉管风速偏差均在±5%以内, 虽说粉管风速均匀并不能保证粉量均匀, 粉量均匀性与煤粉分配器及磨煤机本身特性有关<sup>[2]</sup>, 有可能造成炉内煤粉气流燃烧不均情况, 但采用同样制粉设备的武汉锅炉和川锅锅炉均不存在频繁掉焦现象, 说明粉量偏差的影响并不大。

#### 2.2.5 二次风箱压力偏低

锅炉运行280MW负荷时二次风箱压力仅为0.2KPa, 机组停运后对燃烧器进行排查, 发现燃烧器安装施工工艺差, 燃烧器喷嘴外壁面与风室隔板间隙偏大, 部分喷嘴间隙甚至高达35mm, 无组织漏风增加在增大锅炉NO<sub>x</sub>排放的同时, 还导致风箱压力偏低、煤粉气流刚性不足。

2.2.6 一次风速高且一次风射流刚性差

该机组配备双进双出冷一次风直吹式制粉系统, 钢球磨煤机出力低, 存在为维持机组负荷, 磨煤机不得不保持较高通风量, 导致一次风喷口风速平均33m/s以上。但同时一次风浓侧喷口内装有水平钝体稳燃器, 显著降低了一次风射流刚性, 加剧了射流偏转, 且提高了燃烧器区域温度水平。

该炉设计燃用煤种挥发分偏低, 为了稳燃及降低飞灰可燃物在燃烧器喷口内布置了水平钝体, 加之实际燃用煤种挥发分偏高使得着火提前, 燃烧器区域温度进一步升高。

### 3 优化改造情况

基于上述锅炉掉焦原因分析, 重点从燃烧器构造、布置方面进行了以下几方面针对性工作。

#### 3.1 贴壁风的组合二次风喷嘴改造

割除全部组合二次风喷嘴的贴壁风部分并进行封堵, 减轻煤粉气流的偏转现象, 防止煤粉气流冲刷炉墙以及减轻未燃烬的煤炭颗粒附着在水冷壁管继续燃烧促进炉墙结渣。并对燃烧器喷嘴外壁面与风室隔板、风箱角钢的间距大于6mm的进行封堵处理, 减小漏风量, 这两项措施可有效提升二次风箱与炉膛压差大大提高二次风刚性, 减少煤粉气流刷墙几率, 保证锅炉良好燃烧。

#### 3.2 适当减小一次风切圆

锅炉设计燃烧器切圆为1090.2mm和932.3mm, 燃烧器切圆并不大, 故不建议继续减小原二次风切圆。针对现场水冷

壁结渣情况, 重点考虑从改变一次风切圆方面开展工作, 决定采用在一次风淡侧喷口内壁贴楔形块的方式来适当减小一次风切圆, 楔形块与淡侧喷口内壁夹角 $2^\circ$  (见图1)。加装该导流板方法简单, 改造工作量较小, 可以尝试性通过此方法改变一次风切圆大小而且若实际运行效果不好, 后期可以很方便进行拆除, 因此改造中采取了该方案。利用该导流板除了可以减小切圆直径, 还可以改善燃烧器煤粉气流两侧补气条件, 进一步有助于减轻煤粉气流贴壁, 燃用易结渣煤种时可防止或减轻煤粉气流贴壁结渣<sup>[3]</sup>。

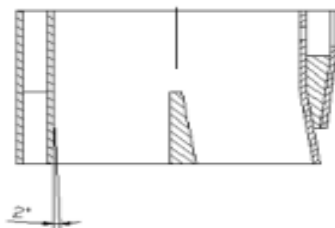


图1 一次风淡侧喷口贴楔形块示意

#### 3.3 改变燃烧器摆角角度

为防止锅炉燃烧器角度运行中改变, 电厂检修车间将燃烧器角度均固定在水平位置并用浇注料固定。因该锅炉燃烧器整组高度较同容量常规贫煤锅炉偏少800mm, 燃烧器区域热负荷较集中, 同时考虑到改变各层燃烧器标高改造成本会大幅增加以及工期紧张等问题, 决定清除原喷口浇注料仅改变燃烧器摆角方式, 即将一次风喷口的角度从水平位置调整为分别向下倾斜和向上扬的角度, 这样可以拉开主燃区隔层燃烧器的总高度,

增加了燃烧器高宽比, 使集中的热负荷得到分散。

### 4 号炉防结焦优化改造效果

1号炉2017年优化改造后至今, 已经运行三年时间, 未再出现过频繁掉焦情况, 机组运行正常。而且锅炉运行参数得到明显改善, 燃烧器改造后二次风压明显升高, 在相同负荷下提高了0.5kPa, 飞灰可燃物由改造前平均值6.8%降至3.5%。炉膛出口烟气 $\text{NO}_x$ 含量由改造前 $650\text{mg}/\text{Nm}^3$ 降至 $455\text{mg}/\text{Nm}^3$ , 减温水量降低 $60\text{t}/\text{h}$ 以上, 保守计算年节约资金800余万元, 取得了较好的安全、经济、环保效益。

### 5 结束语

1号炉燃烧器经优化改造后, 在与设计煤种、校核煤种基本接近的情况下, 在300MW机组负荷下长期运行锅炉基本不存在结渣情况, 未再出现过掉焦现象, 确保了机组安全经济运行。1号炉运行至今三年多时间未出现掉焦限负荷情况或停炉情况, 锅炉水冷壁也未再出现过明显的高温腐蚀现象, 每年多发电216GW·h, 经济效益和社会效益巨大。

### [参考文献]

- [1]张杰, 冯玉朝, 张志辉. 锅炉结渣原因分析及预防措施[J]. 锅炉技术, 2008(05):57-59+63.
- [2]黄新元. 电站锅炉运行与燃烧调整[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007:01.
- [3]蒋啸, 徐璋, 周昊, 等. 首阳山电厂300MW机组防结渣改造[J]. 中国电力, 2002(1):21-24.