

Study on the influence of blending Xinjiang coal on the operation characteristics of W flame boiler

Yunsong Zhang Hongxi Yang Yujun Zhao

Huaneng Yunnan East Dian Energy Co., Ltd., Qujing, Yunnan, 655000, China

Abstract

This study investigates the effects of Xinjiang coal blending on a 4×600MW subcritical W-type flame boiler at a power plant. Through field tests and data analysis, we systematically examined variations in boiler wall temperatures, reheating water flow rates, steam temperatures, coking characteristics, and desulfurization system parameters across different blending ratios. Results indicate that Xinjiang coal's high moisture content, elevated sodium-potassium levels, and low ash fusion point intensify fouling in furnace chambers and high-temperature convective surfaces. These factors lead to reduced pulverizer system efficiency and significantly increased chloride ion concentrations in desulfurization absorbers. Based on experimental data, we propose a 15% safe blending limit and corresponding operational optimization measures, providing technical guidance for safe Xinjiang coal blending in W-type flame boilers.

Keywords

W-type flame boiler; Xinjiang coal blending; coking characteristics; operational optimization; subcritical units

掺烧新疆煤对 W 火焰锅炉运行特性影响的探索

张云松 杨红喜 赵玉军

华能云南滇东能源有限责任公司, 中国 · 云南 曲靖 655000

摘 要

本文以某电厂 4×600MW 亚临界 W 火焰锅炉为研究对象, 系统分析了掺烧新疆煤对锅炉运行特性的影响。通过现场试验和数据分析, 研究了不同掺烧比例下锅炉受热面壁温、减温水流量、蒸汽温度、结焦特性及脱硫系统运行参数的变化规律。结果表明, 新疆煤的高水分、高钠钾含量及低灰熔点特性导致锅炉炉膛及高温对流受热面沾污结焦加剧, 制粉系统出力下降, 脱硫吸收塔氯离子含量显著升高。基于试验数据, 提出了 15% 的安全掺烧比例限值及相应的运行优化措施, 为 W 火焰锅炉安全掺烧新疆煤提供了技术指导。

关键词

W 火焰锅炉; 新疆煤掺烧; 结焦特性; 运行优化; 亚临界机组

1 引言

W 火焰锅炉作为专门设计用于燃用低挥发分无烟煤和贫煤的炉型, 其独特的燃烧组织方式和炉膛结构在燃用设计煤种时表现出良好的适应性。然而, 随着煤炭市场供需变化和环保要求提高, 燃煤电厂普遍面临燃煤掺配的经济性需求。新疆煤因其价格优势成为重要掺烧煤种, 但其高水分、高碱金属含量及强沾污结焦特性对 W 火焰锅炉运行带来显著挑战。

本研究依托某电厂实际运行数据, 通过系统的掺烧试验, 揭示了新疆煤对 W 火焰锅炉运行特性的影响机制, 提出了针对性的运行优化策略, 对同类型机组燃煤掺配具有重要

要参考价值。

2 研究对象与方法

2.1 设备概况

某电厂 4×600MW 亚临界机组, 锅炉为北京巴威公司制造的亚临界、单炉膛、“W”火焰燃烧方式、中间一次再热、自然循环、平衡通风、固态排渣、露天布置的全钢架结构悬吊式燃煤汽包炉, 设计燃用无烟煤, 每台锅炉配备六台正压直吹式双进双出钢球磨煤机。

2.2 方法

在 360~450MW 之间负荷下, 逐步提高新疆煤掺烧比例, 在此负荷范围内开展新疆煤不同掺烧比例试验, 考察新疆煤不同的掺烧比例对锅炉受热面壁温、过热器减温水、主蒸汽温度、再热蒸汽温度、排烟温度、锅炉不同部位的结焦、脱硫吸收塔浆液品质等安全性、经济性、环保性的影响规律, 通过试验, 探索得出新疆煤掺烧最大比例。重点关注掺配新

【作者简介】张云松 (1981-), 男, 中国云南昆明人, 本科, 高级工程师, 从事火力发电厂锅炉检修、运行管理研究工作。

疆煤后锅炉受热面壁温、过热器减温水、主蒸汽温度、再热蒸汽温度、炉膛结渣和掉焦、脱硫吸收塔浆液品质情况。观察炉膛及大屏等受热面的结焦情况。

3 掺烧新疆煤对 W 火焰锅炉运行特性的影响

在近一个月内对各台锅炉逐步提高新疆煤掺烧比例,短时最高掺配比例至 25%, 出现过热器进出口烟气温度及过热器一、二级减温水流量上升, 过、再热器蒸汽温度降低, 锅炉炉膛及高温对流受热面沾污、结焦加剧等问题, 各锅炉运行特性的影响如下。

3.1 对锅炉壁温的影响

开展试验期间, 初期一级过热器及尾部烟气温度开始明显上升, 屏过、一级过热器、末过、再热器中间区域管壁温度频繁超温, 随着掺烧新疆煤比例增加及时间的推移, 屏过、一级过热器、末过、再热器中间区域管壁温度开始下降, 两侧管壁温度逐渐上升, 反映出各受热面沾污、结焦加剧, 且中间区域部分烟道形成烟气走廊问题。

3.2 对锅炉减温水的影响

新疆煤掺配比例增加后, 过热器一、二级减温水流量呈现出上升趋势。见图 1。

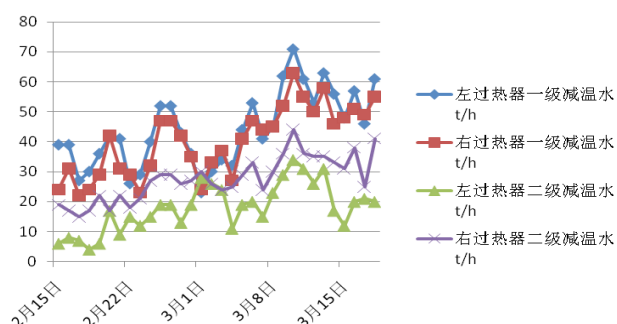


图 1

3.3 对锅炉汽温的影响

随新疆煤掺配比例增加及试验时间推移, 受各受热面管壁温度限制, 过、再热蒸汽温度逐渐降低。

3.4 对锅炉烟气温度的影响

并通过查阅对比历史数据, 烟道各受热面烟气温度以及排烟温度较未掺烧新疆煤均有上涨趋势, 反映出炉膛及高温对流受热面吸热量减小, 导致炉膛出口烟气温度升高。

3.5 对锅炉结焦的影响

掺烧新疆煤后锅炉结焦明显, 焦块的特性呈现出疏松现象, 较之前焦块硬度降低。

1 号炉锅炉右侧 8.8 米水冷壁冷灰斗部位堆焦一次; 锅炉 20、25 米前后墙均有不同程度的结焦。2 号炉 20、25、32 米前后墙均有不同程度的结焦, 较其它锅炉结焦严重, 屏过区域有明显的挂焦, 尤其屏过中间区域挂有明显的大焦。3、4 号炉 20、25、32 米前后墙均有不同程度的结焦, 屏过区域有明显的挂焦, 尤其屏过中间区域挂有明显的大

焦。停运过程中对锅炉屏过区域的结焦检查, 发现 2 号炉屏过中间区域由前屏至后屏, 由下至上, 结焦情况均非常严重, 屏过区域两边及侧墙结焦均较少, 从前期测量屏过区域烟气温度可反映出中间区域烟温较两侧温度较高 100-200℃; 拱下区域至分级风喷口及两侧墙均敷上一层灰、焦, 沾污严重, 部分燃烧器喷口被焦块改变气流方向, 部分分级风喷口不同程度敷上焦块, 改变气流的方向。

运行中通过变负荷、轮换停磨、增加吹灰、添加除焦剂等方式, 对炉内进行扰动除焦, 锅炉掉焦频次较未掺烧新疆煤期间明显增加, 其中 2 号炉尤为严重, 掉焦致使炉底多扇液压关断挡板脱落, 导致炉底大量漏入冷风, 提高火焰中心高度, 加剧屏过区域的结焦。

3.6 对制粉系统的影响

干燥出力影响。自开展配煤掺烧试验以来, 入炉煤水分较未掺烧前增加, 在磨煤机旁路风挡板开启提高分离器出口温度条件下, 分离器出口温度仅能达到 70℃ 左右, 相较于未掺烧前, 在旁路风不开启时, 分离器出口温度亦可达到 90 ~ 105℃, 由此可知, 因原煤水分显著增加, 导致制粉系统的干燥出力明显下降。试验期间, 曾出现制粉系统出力严重不足, 致使机组难以按调度负荷曲线带负荷。通过全面排查磨机电流、料位、出口温度等参数, 就地听磨煤机声音沉闷, 综合研判为磨煤机内衬板及钢球被煤粉粘结, 致使钢球提升高度降低, 同时, 粘附水分较大煤粉的钢球对原煤的撞击和碾磨能力较差, 导致磨煤机碾磨出力下降, 后经降低磨煤机料位进行吹磨工作, 制粉系统出力逐步恢复。

煤的可磨性。抽样检测各种燃煤哈氏可磨性系数, 新疆煤 HGI=45、本地原煤为 HGI=87、本地工程煤为 HGI=94。新疆煤可磨性系数均小于设计煤种 (HGI=70), 属难磨煤种, 影响磨煤机碾磨出力。

3.7 对脱硫系统的影响

随新疆煤掺烧比例的变化及试验时间的推移, 各台炉各级吸收塔浆液品质中 CL⁻ 含量大幅增加。自掺烧新疆煤以来, 吸收塔石膏浆液氯离子含量逐渐升高, 氯离子含量升高加速了金属部件的腐蚀, 石膏品质下降, 含水量大, 废水不易沉淀, 处理难度大, 氯离子与钙离子结合生成氯化钙, 浆液中钙离子含量增加, 形成同离子效应, 抑制了碳酸钙的溶解, 从而影响了脱硫效率, 致使效率下降, 同时又产生虚假液位, 运行人员难以判断和调整吸收塔液位, 浆液循环泵易发生汽蚀现象。

4 运行优化调整与建议

4.1 磨煤机料位

由于煤的可磨性指数低, 且原煤水分大, 磨煤机筒体内部的煤粉易黏在提升条及钢球表面, 致使钢球提升高度降低, 导致磨煤机碾磨和干燥出力大幅降低。掺烧新疆煤后, 为减少制粉系统干燥出力的影响, 建议磨煤机料位控制在

200~300Pa 之间,同时根据磨煤机出力,降低磨煤机料位,开展吹磨工作。

4.2 磨煤机分离器出口温度

由于新疆煤挥发分高,注意监测给煤机内部、锁气器、磨煤机混料箱等部位温度,配有蒸汽灭火的制粉系统,应保证消防蒸汽系统有效备用。掺烧新疆煤后,为了保证制粉系统安全运行,磨煤机出口温度应控制在 70~75℃。启停制粉系统阶段,应控制磨煤机入口风温小于 200℃,分离器出口温度小于 75℃。

4.3 一次风量

结合分离器出口温度,可适当开启旁路风挡板,提高一次风速,降低火焰中心高度。

4.4 乏气风挡板

掺烧烟煤及新疆煤后,入炉煤挥发分含量高,乏气风挡板易造成积粉,有自燃的风险,定期开启乏气风挡板消除积粉,同时关小乏气风挡板使燃烧器喷口煤粉浓度降低,影响锅炉燃烧的稳定性,因此统筹考虑燃烧的稳定性及结焦之间平衡,建议适当关小乏气风挡板开度。

4.5 燃尽风门开度

掺烧新疆煤后,SCR 入口 NO_x 浓度较掺烧前容易控制,因此燃尽风门开度可适当降低,提高主燃烧器区域风量比例和燃烧效率。燃尽风箱入口电动挡板开展建议控制在 20~50% 之间,根据 SCR 入口 NO_x 浓度,结合飞灰含碳量及结焦情况进行控制。

4.6 周界风风门开度

掺烧新疆煤后,炉膛吸热减少,炉膛出口烟气升高,加剧屏过区域结焦风险,因此增加一次风粉刚性,同时补充燃烧器区域的氧量,降低火焰中心高度,建议保持全开。

4.7 分级风开度

为降低火焰中心高度,减小屏过区域结焦风险。分级风箱入口挡板开度,控制在 40~60% 之间,中间燃烧器分级风挡板 (A2\A3\B2\B3\E1\E4\F1\F4),推荐值 ≥ 60%。

4.8 氧量控制

负荷 360~420 MW,控制锅炉氧量在 4% 运行;当机组负荷 420MW 以上时,应控制锅炉氧量在 3.0~3.5%。避免加剧还原性气氛生成,导致灰熔点温度进一步降低。

4.9 吹灰方式

统筹考虑受热面吹损风险及吹灰器运行状况,根据锅炉屏过区域结焦及各受热面壁温、烟气温度等情况,动态调整水平烟道长吹吹灰方式。

4.10 过热器减温水运行方式

掺烧新疆煤后,屏过、一过、末过管壁温度呈现出上

升趋势,为防止超温爆管,可降低减温水温度。过热器一、二级减温水来源于高加出口及入口,当过热器减温水调门开度过大时,应将过热器减温水由高加出口切换至高加入口。

4.11 再热器减温水运行方式

掺烧新疆煤后,炉膛吸热减小,炉膛出口烟气温度升高,导致再热器管壁温度居高不下。再热器减温水正常运行时,不建议投入,但作为再热器管壁温度超温难以控制事故状态下备用。

4.12 脱硫吸收塔浆液品质

燃烧新疆高碱煤易造成吸收塔浆液氯离子超标,存在浆液中毒及脱硫各设备腐蚀风险,应根据脱硫吸收浆液中 CL⁻ 含量变化趋势,控制新疆煤掺配比例。加大废水系统设备出力,定期化验脱硫吸收浆液品质,控制脱硫吸收塔浆液 CL⁻ 含量小于 20000mg/m³。

4.13 掺烧比例控制

根据掺烧后锅炉运行情况,为保证机组长期安全稳定运行,建议新疆煤掺配比例控制不大于 15%,短时间内不超过 20%。

5 结语

综合来看,在 W 火焰锅炉里掺烧新疆煤的应用,是面对煤源结构调整以及燃料成本压力的实际选择,也是提升煤炭资源利用效率的关键尝试。但新疆煤 Na 及 CL⁻ 含量偏高,具有难磨、水分大的特点,灰渣具有结焦、沾污特性强的特点,若掺烧比例控制不当将会对锅炉及炉后设备造成很大影响。本文通过掺烧新疆煤试验,了解掌握掺烧后锅炉各设备运行变化情况,对存在问题提出有针对性的应对措施,对后续同类型锅炉掺烧新疆煤有较好的借鉴意义。未来还需要结合煤源波动规律、锅炉运行大数据以及智能化调控策略,促使掺烧运行模式朝着高效、绿色、智能的方向转变,为新疆煤在大型锅炉体系中的规模化、规范化使用给予更为坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 吕建平. 掺烧新疆煤的锅炉安全技术实证研究[J]. 电力设备管理,2024(23):249-251.
- [2] 范多文. 高容积热负荷锅炉新疆准东煤掺烧探索与应用[J]. 电力设备管理,2025(3):233-235.
- [3] 王国良. 燃煤机组大比例掺配烧新疆煤技术安全经济分析[J]. 重庆电力高等专科学校学报,2024,29(6):15-19.
- [4] 蒙玉仓,李炎,杨忠灿,等. 某电厂不同类型锅炉掺烧新疆淖毛湖高碱煤适应性研究[J]. 热力发电,2023,52(7):142-149.
- [5] 郎宁,郭玉鑫,杨威,等. 660 MW 机组高热值新疆煤分磨掺烧试验研究[J]. 能源工程,2022,42(5):35-39.