

火电厂锅炉燃烧优化技术分析

袁福宏

(国能神皖合肥发电有限责任公司, 安徽合肥 231551)

[摘要] 锅炉是火电厂发电使用的重要设备, 燃料在锅炉中燃烧, 可能在部分因素的影响下, 不能完全燃烧, 会对自然环境造成严重的污染问题, 火电厂必须快速寻找解决该问题的方法。文章分析火电厂使用锅炉燃烧优化技术的必要性, 介绍锅炉燃烧优化的相关技术, 对锅炉燃烧优化技术未来发展进行预测。

[关键词] 锅炉燃烧优化技术; 燃烧送风量; 燃煤输送量

[中图分类号] TM621.2 [文献标志码] A [文章编号] 1001-523X(2023)04-0107-03

Technical Analysis of Boiler Combustion Optimization in Thermal Power Plants

YUAN Fuhong

[Abstract] Boilers are important equipment for power generation in thermal power plants. When fuel is burned in the boiler, it may not be fully burned due to some factors, which can cause serious pollution problems to the natural environment. Thermal power plants must quickly find solutions to this problem. This article analyzes the necessity of using boiler combustion optimization technology in thermal power plants, introduces relevant technologies of boiler combustion optimization, and predicts the future development of boiler combustion optimization technology.

[Keywords] boiler combustion optimization technology; combustion air supply volume; coal transportation volume

火力发电可能因煤炭不完全燃烧的问题, 造成环境污染, 与国家在环境保护方面的部署冲突, 故需快速找到优化锅炉燃烧的措施, 解决火力发电在能源损耗、环保排放等方面的问题。

1 火电厂锅炉燃烧优化的意义

锅炉燃料燃烧效果的调控, 本质上是对锅炉使用燃料配比、锅炉燃烧送风量等数值的调控, 由此提高燃料在锅炉中的燃烧效率。基于锅炉燃烧优化需要, 应该将工作重点集中在锅炉燃烧模式的调控上, 以此保证燃料完全燃烧。在燃料输入锅炉后, 应降低燃料燃烧阶段的损耗量, 获得较好的节能效果。以技术手段提高燃料燃烧效率, 减少污染物的产生量。由此可带来较好的经济效益与生态效益。

2 火电厂锅炉燃烧优化的相关技术

2.1 锅炉燃烧试验调整优化技术

锅炉燃烧送风量、燃煤量与锅炉燃烧效率密切相关, 需对两者的配比进行合理设置, 以此保证燃烧可获得理想的效果。在燃烧过程中, 记录燃煤量、送风量等参数, 比较锅炉燃烧送风量与燃煤输送量在不同配比时, 锅炉燃料燃烧的效果, 从而可找到燃料燃烧效果最佳的配比量, 将燃料的价值提高到较高水平, 可在锅炉燃烧控制中获得较好的经济效益。

2.1.1 燃烧优化技术在某超超临界电厂的应用

磨煤机振动大问题调整试验如表1所示。由调整试验结果表1可以得出以下结论。

(1) 在摸底工况下, 磨煤机电流波动在37~78A,

波动极限值达到41A, 正常波动在35A左右, 电流波动极大。

(2) 在液压加载力调整工况中, 将液压加载力由11.63 MPa/2.00 MPa调整到9.62 MPa/2.39 MPa, 通过减小液压加载力从而增加磨辊上煤层厚度, 达到减小磨煤机振动的效果, 调整后磨煤机电流波动在41~64A, 波动极限值减小到23A, 正常波动范围减小到19A; 液压加载力的减小对电流波动调整效果明显, 但同时引起了通风阻力和煤粉细度的上升。

(3) 在旋转分离器频率调整工况中, 将旋转分离器频率由26 Hz增加到30 Hz, 进一步增加磨辊上煤层厚度, 调整后磨煤机电流波动在46A~63A, 波动极限值减小到19A, 正常波动范围减小到13A; 旋转分离器频率的提升对电流波动调整效果明显, 并且煤粉细度R90由30.7%下降到17.4%, 但通风阻力进一步上升到4.21 kPa。

(4) 在磨煤机入口一次风量调整工况中, 将一次风量由89.4 t/h减小到83.7 t/h, 调整后电流平均值有所上升, 对煤粉细度和通风阻力影响较小, 磨煤机电流波动值小幅上升, 对磨煤机振动问题没有改善。

(5) 通过液压加载力和旋转分离器频率调整后, 在50 t/h额定给煤量下磨煤机电流波动明显改善, 为验证试验结果, 在35 t/h、42 t/h和58 t/h不同煤量下进行了验证性试验, 结果发现不同煤量下磨煤机电流波动极限值在19A~22A, 波动一般值在17~18A, 同时, 磨煤机出口煤粉细度R90在13.1%~20.3%, 属于正常范围, 效果较好。但是在高煤量下, 通风阻力达到了5.32 kPa,

表1 磨煤机振动大问题调整试验

工况	AT-01： A 磨煤机出口粉 管风粉摸底测试	AT-04： A 磨煤机变液压 加载力测试 3	AT-05： A 磨煤机变旋转 分离器频率测试	AT-06： A 磨煤机变一 次风量测试	AT-08： A 磨煤机变煤 量验证测试 1	AT-09： A 磨煤机变煤 量验证测试 2	AT-10： A 磨煤机变煤 量验证测试 3	AT-11： A 磨煤机深度 调整工况测试
磨煤机出力 (t/h)	49.9	50.0	50.0	50.1	35.0	42.4	57.9	50.1
一次风量表盘值 (t/h)	91.7	89.4	89.4	83.7	78.1	83.5	90.1	88.8
旋转分离器电机频率 (Hz)	26	26	30	30	30	30	29	34
液压加载力 (MPa)	11.63/2.00	9.62/2.39	9.70/2.40	9.73/2.41	7.85/2.39	8.59/2.39	10.60/2.40	8.31/2.39
通风阻力 (kPa)	3.32	3.73	4.21	4.16	3.00	3.58	5.32	4.84
煤粉细度 R ₉₀ (%)	21.7	30.7	17.4	17.8	13.1	17.2	20.3	12.0
磨煤机单耗 (kW•h/t)	8.56	8.48	8.95	9.97	10.69	9.53	10.75	9.91
磨煤机电流平均值 (A)	51.4	51	53.8	60.1	45.0	48.6	74.9	59.7
磨煤机电流正常波动范围 (A)	35	19	13	15	17	18	17	14
磨煤机电流波动极限值 (A)	41	23	17	21	19	20	22	19

说明：表中列出了电流正常波动范围值和极限值，一般值指试验期间电流绝大多数波动范围

密封风 / 一次风差压出现了低报警。

(6) 在以上试验基础上，进一步进行深度调整工况，将液压加载力降低到 8.31 MPa/2.39 MPa，旋转分离器频率提高到 35 Hz，调整后的磨煤机电流波动在 50 A~69 A，波动极限值为 19 A，正常波动在 14 A 左右，与液压加载力 9.62 MPa/2.39 MPa、旋转分离器频率 30 Hz 工况相比电流波动并没有明显改善，电流平均值由 53.8 A 上升到 59.7 A，通风阻力由 4.21 kPa 上升到 4.84 kPa。

2.1.2 燃烧优化技术在某超超临界电厂的应用

为减小风烟系统的整体节流阻力，实现降低锅炉辅机电耗的目的，本次试验在 660 MW、495 MW 和 330 MW 3 个负荷点下，进行了热一次风母管压力优化调整试验，热一次风母管压力优化调整试验结果见表 2。

由热一次风母管压力优化调整试验结果可知：

(1) 在 660 MW 负荷工况下，ABCDE 磨运行，热一次风母管压力由 10.55 kPa 降低到 9.21 kPa，热风门开度在 47%~53%，冷风门开度在 0%~25%，通风阻力没有增加，A/B 侧一次风机电流分别降低了约 17 A/20 A，共降低了约 37 A，节能效果明显。

(2) 在 495 MW 负荷工况下，ABCD 磨运行，热一

次风母管压力由 9.89 kPa 降低到 8.58 kPa，投运磨热风门开度在 46%~50%，冷风门开度在 0%，通风阻力没有增加，A/B 侧一次风机电流分别降低了约 20 A/21 A，共降低了约 41 A，节能效果明显。

(3) 在 330 MW 负荷工况下，ACD 磨运行，热一次风母管压力由 9.52 kPa 降低到 8.12 kPa，投运磨热风门开度在 47%~50%，冷风门开度在 0%，通风阻力没有增加，A/B 侧一次风机电流分别降低了约 20 A/23 A，共降低了约 43 A，节能效果明显。

基于锅炉燃烧整体设备运行效率方面的要求进行试验，结合试验结果对燃煤量、送风量最佳配比关系进行评估，最终实现参数的合理设定。锅炉对燃料的使用与生产效果的发挥，与燃烧送风量与燃煤输送量配比值存在一定关系，需对两者配比进行合理设计，使用计算机录入锅炉运行期间送风量、燃煤量等数据，制作数据变化曲线图，按照燃料燃烧效率需要给出最佳方案。

2.2 锅炉燃烧设备优化技术

基于锅炉燃烧的理论及使用数据，模拟不同条件下锅炉燃烧的情况，可为锅炉燃烧效率提高提供可靠的参数。对锅炉燃烧设备的相关参数进行设定，需在理论基

表2 热一次风母管压力优化调整试验结果

工况	时间	负荷 /MW	磨煤机组合方式	一次风压 /kPa	热风门开度 /%	冷风门开度 /%	磨煤机进出口 差压 /kPa	A 一次风机 电流 /A	B 一次风机电 流 /A
660 MW 负荷 摸底工况	2019-2-23 8：40~9：00	660	ABCDE	10.55	44/41/42/46/37	22/0/30/13/0	4.37 (E 磨)	146.1	153.8
660 MW 负荷 优化工况	2019-2-23 10：15~10：35	660	ABCDE	9.21	50/47/47/53/40	25/0/22/24/0	4.21 (E 磨)	128.7	134.0
495 MW 负荷 摸底工况	2019-2-27 14：30~14：50	495	ABCD	9.89	44/42/43/45/0	0/0/0/0/36	3.58 (C 磨)	131.2	136.8
495 MW 负荷 优化工况	2019-2-27 15：45~15：55	495	ABCD	8.58	50/46/48/50/0	0/0/0/0/36	3.56 (C 磨)	111.1	113.5
330 MW 负荷 摸底工况	2019-3-1 4：20~4：35	330	ACD	9.52	43/0/41/44/0	0/29/0/0/30	3.33 (C 磨)	115.3	119.6
330 MW 负荷 优化工况	2019-3-1 4：20~4：35	330	ACD	8.12	49/0/47/50/0	0/29/0/0/30	3.31 (C 磨)	95.5	96.9

础上,结合实际参数建立模型。而后,变动其中某项参数,得到锅炉燃烧效率等相关数据。利用模型建立的方式,对真实运行情况进行预估,寻找有助于燃烧效率提高的方法。对锅炉燃烧过程,使用模拟数值参照建立模型数据处理,利用通过模型得到的结果,寻找锅炉燃烧设备优化的最佳方式。在锅炉燃烧管控方面,建立模型模拟实况,同时需尽量简化模型结构。研究锅炉燃烧的过程,以模型构建的方式,对参数处于不同范围时,锅炉燃料燃烧情况进行模拟,可得到较为可靠的数据。在模型构建方面,模型设置与求解时间均是工作要点,记录相关数据,结合锅炉燃烧真实工况的燃烧参数,在燃烧机理的视野下进行设计,由此可让建立的模型更加科学,可通过模型得到与实况相近的数据。

建立锅炉燃烧过程的模型,对设备的参数进行调整,在锅炉燃烧设备优化方面,使用模型建立的方法,预估不同条件下锅炉燃烧的参数,利于锅炉燃烧调整方案的编写,同时提高调整措施的合理性。模型的建立需在锅炉燃烧原理基础上,对锅炉结构有足够地了解,给出锅炉构造方案编写的内容。技术人员查看锅炉燃烧时的实际效率,记录相关数值,将其作为模型建立的参数。在模型建立时,锅炉燃烧对燃料的需要,也是燃烧设备在结构改造时重点关注的内容。依托建立的模型进行试验,为锅炉设备改造提供数据,以提高锅炉燃料燃烧效率作为导向,给出燃烧设备结构改造的具体方案。

2.3 锅炉燃烧指标检测优化技术

锅炉在运行的过程中,通过对送风量、煤量、热量值、排放量等燃烧指标检测,可对燃烧情况进行评价。结合对燃烧火焰基本属性的评估,可发现运行中出现的问题,能够在第一时间作出反应。通过检测燃烧期间粉尘排放量与烟气含氧量。在锅炉燃烧指标检测技术的使用中,给出火检图像、燃烧净值等,根据锅炉燃烧设计情况给出工作方案。在数据获取期间,基于锅炉燃烧情况判断结果精准度要求,必须提高锅炉燃烧指标检测所得数据的准确性,由此可给出锅炉燃烧管理的优化措施,提高管理措施实施效果。在锅炉燃烧指标检测使用中,需配备精密测量仪器。在锅炉燃烧设备的运行中,测量仪器安装在燃烧器上部位置,实现对整个燃烧器的检测。测量仪器安装在锅炉上部、中部、底部燃烧器相关部位,可以检测单个燃烧器并得到相关数据。安装检测仪器时,检测仪器探头安装部位需要灵活处理,以实际情况为基准,利于检测结果准确性的提升。技术人员规划测量仪器探头位置,还应结合锅炉火焰各时段状态变化与方向,并结合相关数据调整测量仪器探头。

2.4 锅炉燃烧火焰监测优化技术

锅炉运行过程中,如果锅炉的燃烧效率降低,会使

锅炉效率降低,安全运行成本上升、环保风险增大。在锅炉运行中,需观察锅炉火焰情况与燃烧程度,根据锅炉火焰燃烧情况判断锅炉运行情况进行调整,使锅炉在低负荷运行时,不会出现燃烧过度失稳的情况。

锅炉燃烧情况可判断燃料的使用情况,也可以成为对锅炉运行效率的评估指标。火电厂在锅炉设备的管理中,需要使用现代技术,不断提升锅炉燃烧火焰状态检测的技术。数字式火焰检测技术、火焰图像记录等,均是依托现代技术出现的锅炉燃烧火焰状态检测技术。锅炉在运行中,通过火焰状态检测技术观察锅炉实际燃烧情况,记录在运行各阶段的数据,对锅炉安全运行情况作出相对准确的评估。锅炉燃烧系统较为复杂,火焰在燃料燃烧时处于变化的状态,致使火焰控制过程存在不小的难度。在锅炉运行中,基于炉膛监测需要,对燃烧系统进行优化,由此将锅炉燃烧的性能提升到更高层次。火焰监测技术是火电厂在生产活动中常用的技术,经实践反馈不断完善技术的使用方式,但当下其仍有一定不足。技术人员应根据火电厂在锅炉燃烧效率提高需求,上对锅炉燃烧火焰检测技术进行优化,以便提高技术的应用水平,可更好的为锅炉燃烧活动的运行服务。

3 火电厂锅炉燃烧优化技术的发展趋势

火电厂在未来一段时间,需将先进技术引入到生产中,作为锅炉燃烧效率提高的技术支撑,提高锅炉燃烧优化效果,为我国电力行业发展提供动力。将检测技术优化作为锅炉燃烧优化技术的发展方向,提高技术在操作方面的合理性。在锅炉燃烧技术优化中,需在锅炉燃烧参数优化方面投入较多时间,并做好基础性工作。我国大部分火电厂使用的锅炉燃烧优化技术,虽然在锅炉的使用中,对锅炉燃烧效率提高有一定作用,但是效果远没有达到设定目标。在未来,火电厂需要在检测设备创新方面投入精力,提高检测设备数据测定结果的准确度,成为锅炉燃烧效率提高的基础。

4 结束语

煤炭作为火电厂生产活动所需的主要原料,在生产活动中,因燃料未完全燃烧,降低了锅炉效率。火电厂需在生产活动中使用锅炉燃烧优化技术,提高发电效率,为自身实现可持续发展蓄力。

参考文献

- [1] 王丽春.浅析火力发电厂热能动力锅炉的燃料分析与燃烧改善[J].工程技术发展,2021,1(2):22-23.
- [2] 武文龙,武志强.电厂锅炉燃烧运行优化策略分析[J].中国金属通报,2021(21):104-105.