

火电厂循环流化床锅炉的常见故障与预防对策探讨

杨 涛

国能亿利能源有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘 要: 循环流化床锅炉的燃烧工艺现已在国家行业内进行了充分的宣传与推广, 因为当前对这方面的技术限制, 导致在流化床锅炉的工作流程中出现了异常现象, 所以, 政府要求有关研究人员对日常发生的问题做出彻底研究, 并进行更有效的改善, 以提高流化床锅炉的安全性, 并推动了流化床锅炉燃烧工艺的进一步开发。

关键词: 流化床锅炉; 常见故障; 改进措施

引言: 目前, 我国对于循环流化床锅炉运行投入了大量精力, 并且取得了一定的成果, 在技术层面得到了进一步提升, 随之所投入使用的装机容量300兆瓦及以上的循环流化床锅炉机组数量得到了明显提升, 但由于我国循环流化床锅炉发展较晚, 核心技术有所不足, 导致在大型循环流化床锅炉机组运行中存在先天不足, 对一些特性难以定量掌握, 例如气固两相流、传热等特性。同时, 机组运行中损耗较大, 难以满足节能需求, 负荷过低容易引起屏过、屏再超温, 并且由于温度影响, 使脱硫反应难以保持最优状态。因此, 相关企业应结合这些问题, 经过全面的分析探讨, 制定科学合理的解决策略, 以确保循环流化床锅炉机组的正常运行。

1 循环流化床锅炉控制技术发展

循环流化床锅炉控制技术出现于二十世纪六十年代末期, 并产生了多样化的工艺类型。循环流化床锅炉控制技术的主要实现方式是, 通过容器大型化和蒸汽参数的整体提高。至二十世纪九十年代末期, 循环流化床锅炉的最高能力已超过了250MW。

(1) 循环流化床锅炉控制技术的研究进展分析

与普通锅炉相比, 循环流化床锅炉具有非线性、多变量等特征, 耦合关系更加复杂, 在实际应用过程中, 循环流化床锅炉的建模以控制系统设计难度显著, 循环流化床锅炉控制技术成为火电厂生产运营期间必须攻克的难题^[1]。

循环流化床锅炉控制技术主要肩负起保障锅炉安全高效运行的重要职责, 提升主汽压力的稳定性, 使锅炉水位保持在标准范围之内。现阶段循环流化床锅炉分为给水控制系统、主汽温度控制系统、燃烧控制系统等。其中, 给水控制系统与主汽温度控制系统的设计与实施工作经验丰富, 技术较为成熟。但燃烧控制系统的构建难度较大。与普通锅炉装置相比, 循环流化床锅炉增加了分离器回料装置、石灰石给料装置, 实际建设成本增多。

(2) 循环流化床锅炉控制可保障锅炉的安全高效运行
在提升锅炉燃烧效率的同时, 控制烟气排量, 保护周围生态环境。循环流化床锅炉控制技术可维持汽压的稳定性, 提升锅炉燃烧过程中的资源利用率, 使引风量与送风量得到良好配合。循环流化床锅炉控制技术还可将料床的温度控制在最佳范围之内, 降低污染物产量, 促进锅炉的安全连续运行^[2]。

2 循环流化床锅炉技术特点

2.1 可燃烧的燃料选择范围广泛

循环流化床锅炉工艺具有一些明显的优势特点, 其能供于燃烧的气体样品种类范围非常广泛, 对燃料环境的适应性也较强。这种物质保持了基底岩层高温的稳定性, 使中间物质可以比较迅速的到达着火点, 同时燃料经过爆炸反应所放出的热能也能够保证基底岩层的比较平稳, 因此对燃料的敏感性比较强。

2.2 燃烧效率高

循环流化床锅炉中, 由于电话电脑分离器的出现, 大量的微粒都能够在锅炉以及循环回路中循环爆炸, 只有较细的微粒从分离器逃逸而形成飞灰, 证明了即使粒径很大的微粒也能够比较低爆炸温度内燃尽。由于烟气逃离分离器的最细颗粒度高而形成的压煤锅炉飞灰, 其平均粒径一般在10-30 μm 左右, 与传统煤粉锅炉的飞灰粒径比较, 甚至还略低于传统煤粉锅炉, 大大提高了单循环流化床锅炉即使对最细微颗粒燃烧, 也可以获得和传统煤粉锅炉一样的燃烧效率^[3]。

2.3 环保性能好

循环流化床锅炉炉膛内燃烧区温度一般维持在850-920 $^{\circ}\text{C}$, 远低于煤粉锅炉, 这一温度范围正是脱硫反应效率最高的温度区间, 加入1mm以下的石灰石粉, 在钙硫摩尔比为1.5-2.5以及适当的石灰石粒径分布下, 就可以在炉内燃烧的同时, 实现高达90%的脱硫效率; 同时低于燃烧化学当量的一次风从炉膛底部加入, 析出相的燃料硫

无法完全和氧反应而产生大量氮氧化物；二次风从锅炉内部进入，这样使该处的过量空气系数超过了20%，燃料氮气也已转变成低分子氮气，在还原区以上所生成的氮氧化物机会明显降低；而氮氧化物产生量较低，利于在炉内进行脱硫反应，是一项对环境性能很好的燃烧技术。

3 循环流化床锅炉控制系统难点

循环流化床锅炉控制系统需对床温的燃烧变量进行控制。由于床温的影响因素较多，导致床温与主汽压力之间存在一定的耦合关系，对燃烧系统的实施带来较大难度。循环流化床锅炉运行会受到煤质、煤量的影响，为循环流化床锅炉的运行埋下较多安全隐患。针对此问题，国内外研究人员主要开展了以下工作：一方面，结合循环流化床锅炉运行需求，对循环流化床锅炉控制技术进行不断完善，提升锅炉实际控制水平。另一方面，应用人工智能控制、专家控制、模糊控制等先进控制技术，切实提升循环流化床锅炉内部耦合性，开发出解耦控制装置^[4]。

4 提升循环流化床锅炉运行安全性的具体措施

循环流化床锅炉控制技术的使用效率与对其对实际生产状况的适应性有着直接关联，为了真正提高循环流化床锅炉工作时间的稳定性，有关人员经过了数年的深入研究和总结。

首先，从循环流化床锅炉的燃烧条件调控理论和实际入手，通过进行对煤源种类和煤质的综合调整，对能够影响循环流化床锅炉平稳工作条件的影响因素进行了全面研究，进而确定了对锅炉的燃料方式和用风量的实际管理措施，对循环流化床锅炉工作参数实现了不断调节与控制，进而合理地实现了循环流化床锅炉的安全平稳工作功能。

其次，人们对循环流化床锅炉内部回料系统的阻塞问题、结焦问题和烟气反窜问题等产生因素展开了广泛研究，并不断改进循环流化床锅炉内部回料系统，以保证锅炉的安全运转。收集循环流化床锅炉问题，以及这些问题的产生原因^[5]。具体来说，就是根据锅炉返料系统不畅通的现象，及时提供了相应处理措施，从而减少高压锅炉对煤气发电机和水冷壁所造成的损坏，从而减少燃煤锅炉爆管几率，从而降低了燃煤锅炉维修费用，从根本上保证了废热火力发电厂的安全高效工作。

最后，根据循环流化床锅炉正常运转的出现情况，构建了较为完善的循环流化床锅炉网络管理系统，对锅炉的各装置的正常运转状况进行了实时监测。在在线管理系统中，增加推理检查、推导分析等模块，研究和掌握床温的调节规律，确保循环流化床锅炉顺利工作。

5 流化床锅炉运行中常见的故障和改进

5.1 燃烧室结焦故障

5.1.1 流化床锅炉燃烧室结焦现象

当流化床锅炉燃烧室的料层温度达到1100℃时，通风机内的空气温度就会迅速提高，当一次风机的输送功率逐渐减少，流化风速又低于临界的流化状态风速值时，就会产生风室的气压变化较大，从而导致下一个机组的温度、风速都出现了较大的变化，因此出现了压力骤降的情况，同时风量的温度数值也会大幅度降低，从而导致了蓄热燃烧器内的气体燃烧温度降低，因此绝大部分的火焰都出现了白色状态同时空气浓度也进一步下降，负荷迅速上升，从而造成了炉膛压力的逐步消失。床上差压波形变缓，差压增大时，床下温不正常地降低，炉膛出口负压增大，冷渣管放渣困难，或者排相持不下热渣，回料器内的床温急速上升。大面积结焦后，风室电压进一步增大，一次风机抖动，一次风机温度变化很大，氧气浓度进一步减小，甚至为零，同时引风机转子的电流变化，一次风机电压下降^[1]。

5.1.2 燃烧室烧焦故障的改进

锅炉温度在正常运转期间，应当进行化验检查煤质，在煤质变动量很大时，及时加以调节，合理降低床温，并加强床料置换工作，把热流化状况较差的床料及时清除。适当加大一次风量。一旦炉内的结焦问题长期流化得不好，或几经调节，情况仍无好转，将严重影响锅炉工作，因此应该及时停煤、停风、停炉。在停炉后严格封闭所有风门、检查孔、行人孔门等，让燃料室内出现缺氧状况，同时减少床层升温，防止燃料室内的气温继续上升，如发现结焦问题现象很明显可以在停炉一段时间后，开启燃料室内的阀门，排除里面的结焦气体，再进行外密闭的循环。一旦发生了物料完全烧焦的现象，由于油温仍然相当高，排除结焦的物质将相当艰难，必须等锅炉充分冷却后开始清焦的操作，并做好全面测试，所有问题全部排除后才可重新开始。

5.2 流化床锅炉的炉膛内负压难以产生

5.2.1 炉膛负压难以产生的现象

由于在工作中的负压指示位置偏低，甚至经常会发生重量标准偏差由零变正压的情况，就会产生煤仓内的重量标准偏差不正常，烟雾由煤仓的不严密部位喷出来，同时在一次风机的关闭情况下，增加或减少引风机的开启次数，煤仓内的重量标准偏差改变就不会特别显著^[2]。

5.2.2 炉膛负压不足的改善方法

由于引风机问题而引起的炉膛质量标准偏差不够，直接就可以进行维修或者更换引风机进行解决，然而如

果由于压缩后空气阻塞问题而造成的或是由于密封不严而造成的问题,那么首先就必须进行全面的检查之后,再将引风机转辙部分器打开,并且同时检查除尘处理塔的入口处风力的高低,若风力较低,则是由于除尘处理口的压缩空气堵塞而造成的问题。

5.3 流化床锅炉运行中返料中止故障

5.3.1 返料中止故障的现象

在流化床锅炉工作过程中,往往会发生调节负载很困难的现象,即使经过应急措施的进行,却仅能确保负载达到原定的20%以上,床温又很难进行调控,如果仅仅给了少许煤,返料器的温度就慢慢上升,随后又慢慢下降,存在着很不平衡的现象,在返料器中观察孔发现回料中止,并且由于炉膛出口的差压逐渐减少或降至零,使回料的温度逐渐远离正常值,往往会降低到750℃以内,使得返料器无法高效的完成回料的任务。排放循环的灰中出现了焦块,或堵塞放不出的灰尘后,床面水温上升,锅炉温度或压力下降^[1]。

5.3.2 返料中止故障的改进方法

先检查一下返料器的进气口,并对返料器系统进行测试,如由于开始时回料风速小而导致回料停止,应适当加大回料风速;如加大风速仍不能回料,应该尽快把循环灰放干净。放灰管阻塞后,要设法疏通。操作时如出现回料中止,则应立即减负荷。在处理前应先吧循环灰的放灰管尽量放干净。在使用前要先把循环灰的放灰管尽量地放净。如因返料器上有异物或脱落耐火材料阻碍返料或阻塞放灰管,经清理后重新复位,方可再次进行返料。如因结焦问题而使返料工作停止,且锅炉的其他部件也没有问题,则单纯为回料问题,可通过压火解决。压火后,检查返料嘴和回料器的布风板,把焦块全部打碎并清洗一遍。同时密切观察基质的地面温度,并适时调节给煤机的第一、二级风量以保证床温平稳,避免因回料中止时床温突然升高,而导致的高温结焦现象。

6 循环流化床锅炉控制技术发展趋势

就目前来看,循环流化床锅炉控制技术历经了多年的研究与发展,获得的成效更加显著,切实提升了循环

流化床锅炉实际运行过程中的安全性与经济性,控制运行人员的工作量,对实现火电厂节能减排目标具有重要意义。随着社会可持续发展进程的不断加快,能源短缺问题更加严重,为使循环流化床锅炉控制技术充分发挥出应有的积极作用,循环流化床锅炉控制器势必会朝着越来越高的、高度自动化发展的。具体来说,把循环流化床锅炉控制和聚繖花序融合控制有机整合到一起,并利用将聚类分析法融入控制中的多种传感器装置中,对循环流化床锅炉在实际工作期间的各种数据进行汇总分析,对循环流化床锅炉的工作过程实现了全程管理^[4]。

结语

随着中国电力工业的进一步开发,循环流化床锅炉的工艺因其能源经济性强、有较大的燃煤质量和脱硫效果、运行简单和低污染等优点获得广泛的运用,随着循环流化床锅炉工艺的进一步开发,已经向多参数、高效率全面拓展,越来越凸显了循环流化床锅炉开发的重要性。火电厂循环流化床锅炉涉及许多子系统和部件,工作中接受到的干扰因子过高难免发生事故这就需要科研人员明确常见故障和事故产生根源,在日常工作中及时采用有效方法进行防治,保证锅炉发展的顺利运转,为废热火力发电厂健康、发展铺平道路。

参考文献

- [1]张博宁,胡伟,王国洲.某循环流化床锅炉脱硫系统故障分析及技术改造[J].节能,2019,38(12):109-111.
- [2]魏标.CEMS在循环流化床锅炉的应用维护及故障处理[J].化工管理,2018(22):149-150.
- [3]陈亮.300MW循环流化床锅炉运行中常见问题及处理[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2015(38):2.
- [4]李晓亚.循环流化床炉内还原性气氛对固硫特性的影响研究[D].中国科学院大学(中国科学院工程热物理研究所),2019.
- [5]崔健.煤与石油焦混燃的循环流化床锅炉重金属、SO_x和Cl排放特性[D].东南大学,2018.