

火电厂锅炉运行调控及故障解决办法

云泽瑞 石建鑫 程思玮 于 昊

北方联合电力有限责任公司达拉特发电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘要: 火电厂锅炉是火力发电核心设备,其运行状态影响发电效率、安全性与经济性。本文阐述锅炉工作原理、结构组成及运行参数指标,分析了运行调控策略,包括燃烧、汽温、水位调控及影响因素。随后对常见故障分类并剖析成因,涵盖燃烧、汽水、辅助设备及控制系统故障。最后针对各类故障提出解决办法与预防措施,旨在为火电厂锅炉稳定运行提供参考,提升发电效率与可靠性。

关键词: 火电厂锅炉; 运行调控; 故障解决; 发电效率

引言: 在电力供应体系中,火电厂占据重要地位,而锅炉作为火电厂的关键设备,其运行质量直接关乎电力生产的成效。随着电力需求的持续增长以及对发电效率、安全性和环保要求的不断提高,如何实现火电厂锅炉的高效运行调控,并及时有效解决运行过程中出现的各类故障,成为当前火电厂面临的重要课题。深入研究锅炉运行调控及故障解决办法,对保障电力稳定供应、提升火电厂经济效益和社会效益意义重大。

1 火电厂锅炉运行概述

火电厂锅炉作为火力发电的核心设备,承担着将燃料化学能转化为热能、产生高温高压蒸汽驱动汽轮机发电的关键任务。其运行状态直接决定电厂发电效率、安全性与经济性,是电力生产链条中不可或缺的环节。锅炉运行需依托完整的系统协同,涵盖燃料输送、燃烧、汽水循环、排烟处理等多个流程,受燃料品质、负荷需求、环境条件等多重因素影响。

1.1 锅炉的工作原理与结构组成

锅炉核心工作原理是通过燃料在炉膛内充分燃烧释放热能,加热受热面内的工质,使水逐步升温、汽化并形成高温高压蒸汽。其结构组成复杂,主要分为本体与辅助设备两部分。本体包含炉膛、汽包、水冷壁、过热器、再热器、省煤器、空气预热器等核心部件,炉膛为燃烧提供空间,水冷壁吸收炉膛辐射热,过热器与再热器提升蒸汽参数,省煤器和空气预热器实现余热回收^[1]。辅助设备涵盖给水泵、送引风机、磨煤机、除尘器等,负责燃料制备、通风、给水、排烟净化等辅助工作。各部件协同运作,构成完整的汽水循环与燃烧系统,确保锅炉持续稳定输出合格蒸汽。

1.2 锅炉运行的主要参数与指标

锅炉运行的主要参数与指标是衡量运行状态的核心依据,直接关系发电效率与运行安全。关键参数包括蒸

汽参数(汽压、汽温)、水位参数、燃烧参数及环保参数。汽压需维持在额定范围,过高易导致设备超压损坏,过低则影响发电效率;汽温分为过热汽温与再热汽温,需严格控制偏差,避免管材过热或汽轮机叶片损伤。水位参数以汽包水位为核心,需保持在正常水位线附近,防止缺水或满水事故。燃烧参数包括炉膛温度、过量空气系数、飞灰含碳量等,反映燃烧充分性。环保指标则涉及烟气中SO₂、NO_x、颗粒物排放浓度,需满足国家环保标准。

2 火电厂锅炉运行调控策略

2.1 燃烧调控

燃烧调控在锅炉运行调控中占据核心地位,其核心目的在于确保燃料能够充分燃烧,维持炉膛的稳定状态,同时兼顾燃烧效率与环保要求。调控的关键在于精准把握燃料量、送风量以及引风量之间的配比关系。具体而言,要根据电网的负荷需求灵活调整给煤量,与此同时,同步调节送引风机的转速,使得炉膛负压稳定维持在合理范围,通常这个范围是-50至-100Pa。另外,还需对过量空气系数进行优化,一般将其控制在1.1至1.3之间,这样既能避免因空气不足导致燃料无法完全燃烧,又能防止空气过量而造成热量损失。不仅如此,调整燃烧器的摆角以及配风方式也至关重要,这可以保证火焰均匀地分布在炉膛中心,有效避免局部结焦或者受热不均的情况发生。而且,针对不同品质的燃料,要及时调整调控参数,从而实现燃烧效率的最大化,同时减少污染物的生成。

2.2 汽温调控

汽温调控的主要目标是把过热汽温和再热汽温稳定地维持在额定值,并且将偏差控制在允许的范围内,以此保障设备的安全运行以及发电效率。对于过热汽温的调控,主要采用喷水减温法,通过精准调整减温器的喷

水量, 来实现对汽温的精确控制。同时, 配合调整燃烧器的摆角以及烟气挡板的开度, 改变烟气对过热器的传热强度, 进一步提升调控效果。再热汽温的调控则多采用烟气侧调节的方式, 例如调整烟气挡板、设置烟气再循环系统等。部分机组还会辅以微量喷水减温作为应急调节手段^[2]。在调控过程中, 必须密切关注负荷变化、燃料特性等因素对汽温的影响, 提前预判汽温的波动趋势, 采用分段调控的方式, 避免汽温出现骤升骤降的情况, 防止管材因热应力过大而受损。

2.3 水位调控

水位调控是保障锅炉安全运行的关键环节, 其核心任务是维持汽包水位在正常允许的范围之内, 防止缺水或者满水事故的发生。常用的调控方式是三冲量调节系统, 该系统以汽包水位作为主调参数, 给水流量和蒸汽流量作为副调参数, 通过联动调节给水泵的转速或者给水调节阀的开度, 来实现对水位的精准控制。当负荷出现较大波动时, 需要及时调整调控参数, 避免虚假水位对判断造成干扰。在日常运行中, 还需要定期校验水位测量仪表, 确保其信号准确无误, 同时做好给水系统的维护工作, 保障调控机构的灵活可靠。

2.4 运行调控的影响因素

锅炉运行调控受到多重因素的影响, 需要全面考量并针对性地加以应对。其中, 燃料品质是核心因素之一, 煤种的挥发分、发热量、灰分等指标发生变化时, 会直接影响燃烧的稳定性以及汽温汽压的调节效果, 因此需要提前做好燃料的配比与预处理工作。负荷变化直接决定了锅炉的出力情况, 负荷骤升骤降会导致各项参数剧烈波动, 增加调控的难度, 这就需要配合电网调度平稳地调整负荷。环境因素如大气压力、温度、湿度等, 也会对燃烧工况与传热效率产生影响, 需要及时修正调控参数。在设备状态方面, 受热面积灰、结焦, 阀门卡涩、风机故障等问题, 会降低调控的灵敏度, 因此需要定期对设备进行维护保养。另外, 操作人员的技能水平也会影响调控效果, 需要规范操作流程, 提升操作人员的应急处置能力。

3 火电厂锅炉常见故障分类与成因分析

3.1 燃烧系统故障

燃烧系统故障是锅炉运行中最常见的故障类型, 主要表现为炉膛灭火、结焦、燃烧不稳等。炉膛灭火多由燃料品质突变(如挥发分过低、煤质不均)、给煤中断、配风失调等导致, 当燃料燃烧速度小于散热速度时, 火焰无法维持而熄灭。炉膛结焦则因燃料灰熔点过低、燃烧器摆角不当导致局部温度过高, 或过量空气系

数过小使灰渣黏性增加, 附着在炉膛水冷壁、燃烧器表面形成焦块。燃烧不稳常表现为火焰晃动、脉动, 成因包括送引风配比失衡、燃烧器堵塞或损坏、燃料粒径不均等, 不仅降低燃烧效率, 还可能引发炉膛爆炸等严重事故。

3.2 汽水系统故障

汽水系统故障直接影响蒸汽品质与锅炉安全, 主要包括汽包缺水、满水、汽水共腾、受热面泄漏等。汽包缺水多由给水系统故障(给水泵跳闸、阀门堵塞)、水位计失灵、操作人员误判断导致, 若处理不及时会造成水冷壁过热爆破。满水则因给水调节失控、蒸汽流量骤减等引发, 会导致蒸汽带水, 影响汽轮机安全运行。汽水共腾是因锅水含盐量过高、水位波动剧烈, 导致汽水分界模糊, 蒸汽携带大量锅水, 成因包括加药过量、排污不及时等。受热面泄漏多由管材腐蚀、磨损、热疲劳, 或结垢导致局部过热破损引发^[3]。

3.3 辅助设备故障

辅助设备故障会间接影响锅炉正常运行, 甚至导致机组停运, 主要涉及磨煤机、送引风机、给水泵等设备。磨煤机故障常见于衬板磨损、钢球消耗过大、煤粉管堵塞, 成因包括长期高负荷运行、煤质硬度超标、维护不及时, 会导致煤粉制备不足, 影响燃烧工况。送引风机故障多为轴承过热、叶轮积灰振动、电机故障, 因长期运行磨损、烟气腐蚀、润滑不良引发, 导致通风量不足或炉膛负压失控。给水泵故障表现为流量不足、振动超标、密封泄漏, 成因包括叶轮磨损、联轴器偏差、冷却水不足, 直接影响锅炉给水保障。

3.4 控制系统故障

控制系统故障会导致锅炉参数失控, 破坏运行稳定性, 主要分为仪表故障、执行机构故障、控制逻辑故障。仪表故障如水位计、温度计、压力变送器失灵, 因传感器老化、校准不及时、信号干扰导致, 无法为调控提供准确数据。执行机构故障表现为调节阀卡涩、挡板失灵、电机损坏, 成因包括机械磨损、密封老化、电气故障, 导致调控指令无法有效执行。控制逻辑故障多由程序漏洞、参数设置错误、外部干扰引发, 会导致调控系统误动作, 如给水、减温调节异常, 严重时引发设备故障或安全事故, 影响锅炉整体运行可靠性。

4 火电厂锅炉故障解决办法与预防措施

4.1 燃烧系统故障解决与预防

针对燃烧系统出现的故障, 必须采取针对性的处置措施并强化预防工作。当炉膛发生灭火情况时, 要立即切断燃料供应, 同时加大送引风量对炉膛进行吹扫,

确保炉膛内可燃气体和残留燃料被彻底清除。待吹扫合格后，方可重新点火，严禁在未吹扫合格的情况下盲目复燃，以免引发爆炸等严重事故。炉膛结焦时，可采用机械除焦或高压水射流除焦的方法，若结焦情况严重，则需停炉处理。预防炉膛结焦，要优化燃料配比，控制好灰熔点，合理调整燃烧器的摆角与配风方式，避免局部出现高温区域。燃烧不稳定时，要及时调整送引风的配比，清理燃烧器内的堵塞物，保证给煤均匀。预防方面，要加强燃料预处理，定期检查燃烧器和送引风机的状态，规范操作流程，避免负荷骤变引发燃烧波动，同时定期清理炉膛积灰，保障燃烧工况稳定。

4.2 汽水系统故障解决与预防

汽水系统故障的处置需要快速且精准，预防工作则重在日常管控。当汽包出现缺水情况时，首先要判断是真假缺水。确认缺水后，严禁立即上水，应紧急停炉并降温，防止因缺水导致受热面过热损坏。汽包满水时，要迅速打开排污阀放水，同时调整给水流量，密切监控水位直至恢复正常。汽水共腾时，要加强排污，降低锅炉负荷，减少加药量，待水质合格后再恢复运行。受热面发生泄漏时，必须立即停炉，仔细查找泄漏点并更换破损的管材。预防措施包括定期校验水位、温度等仪表，确保其信号准确无误；加强给水水质处理，严格控制锅水含盐量，定期进行排污；定期检查受热面的腐蚀、磨损情况，做好防磨防腐处理，避免管材破损引发事故。

4.3 辅助设备故障解决与预防

辅助设备故障的解决需要结合设备类型进行针对性处理，预防的核心在于定期维护。磨煤机出现故障时，要及时更换磨损的衬板与钢球，清理煤粉管内的堵塞物，调整好运行参数。预防方面，要定期巡检磨煤机，监测其磨损情况，合理控制煤质的硬度，定期进行润滑保养，延长设备使用寿命。送引风机故障时，要停机检修轴承，清理叶轮上的积灰，修复或更换故障电机。预防需定期清理烟气通道，做好设备的防腐润滑工作，监测振动、温度等参数，避免设备超负荷运行。给水泵故

障时，要检修叶轮，校正联轴器，更换密封件。预防要定期进行水压试验，检查冷却水系统，做好设备的日常保养，确保给水系统稳定运行，保障锅炉的正常供水。

4.4 控制系统故障解决与预防

控制系统故障的处置需要快速排查隐患，尽快恢复调控功能，预防工作重在精准管控。当仪表出现故障时，要立即启用备用仪表，更换失灵的传感器，及时校准仪表的精度，确保测量数据的准确性。预防需建立定期校准制度，避免仪表老化影响测量结果，同时做好信号屏蔽工作，减少外界干扰。执行机构故障时，要拆解检修调节阀、挡板，更换损坏的部件，调整好机械间隙，保证执行机构动作灵活准确^[4]。预防要定期对执行机构进行润滑、清洁，检查电气线路，避免磨损与腐蚀。控制逻辑故障时，要暂停自动调控，切换至手动操作，排查程序漏洞并修正参数。预防需定期测试控制逻辑，优化程序设计，做好系统备份，避免外部干扰，同时提升操作人员的技能水平，确保能快速处置逻辑异常问题。

结束语

火电厂锅炉运行调控与故障解决是一项复杂且重要的工作。本文围绕锅炉运行展开多方面探讨，明确了运行调控策略与故障解决办法。通过合理调控燃烧、汽温、水位等参数，可保障锅炉高效稳定运行；针对不同故障采取针对性措施并做好预防，能降低故障发生率。未来，随着技术发展，需不断优化调控策略与故障处理手段，以适应电力行业对锅炉运行更高要求，推动火电厂可持续发展。

参考文献

- [1]杨晓东.火电厂锅炉运行中节能对策分析[J].电力设备管理, 2023(18): 216-219.
- [2]彭万勇.火电厂锅炉运行过程中的节能方法探讨[J].中国设备工程, 2025(21): 223-225.
- [3]赵士强.火电厂锅炉运行过程中的节能方法[J].科技资讯, 2024, 22(15): 173-175.
- [4]产取结.火电厂锅炉运行控制及故障预防研究[J].模型世界,2025(3):61-63.