

火电厂锅炉系统安全性分析与评估方法研究

刘扬

贵州黔西中水发电有限公司, 贵州 毕节 551500

摘 要： 本文探讨了火电厂锅炉系统的安全性分析与评估方法，从锅炉系统的安全性、设备安全性评价方法、系统能效评价方法、人员操作因素评价四个方面进行了详细的研究。通过对锅炉系统在实际运行中的各项参数、设备状态、能效表现以及人员操作的全面分析，提出了相应的安全性评估方法和改进措施，旨在为火电厂的安全生产提供理论支持和实践指导。

关 键 词： 火电厂；锅炉系统；安全性分析；设备安全性评价

Study on the safety analysis and evaluation method of boiler system in thermal power plant

Liu Yang

Guizhou Qianxi Central Water Power Generation Co., LTD. Bijie, Guizhou 551500

Abstract： This paper discusses the safety analysis and evaluation method of boiler system in thermal power plant, and makes a detailed study from four aspects of boiler system safety, equipment safety evaluation method, system energy efficiency evaluation method and evaluation of personnel operation factors. Through the comprehensive analysis of the parameters, equipment status, energy efficiency performance and personnel operation of the boiler system in the actual operation, the corresponding safety evaluation methods and improvement measures are put forward, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the safety production of thermal power plant.

Keywords： thermal power plant; boiler system; safety analysis; equipment safety evaluation

火电厂锅炉是电力生产中的核心设备，其安全运行至关重要。为了确保锅炉的正常运转并预防潜在的安全风险，进行定期的安全风险评估与辨别是必不可少的。本文将从多个角度对火电厂锅炉系统的安全性进行分析与评估，并提出相应的改进建议。

一、火电厂锅炉系统安全性分析

（一）整体运行工作状况

火电厂锅炉系统的整体运行工作状况是评估其安全性的基础。在平衡通风锅炉的运行中，必须密切关注锅炉是否处于烧正压状态，这是确保锅炉稳定运行的关键指标之一。若锅炉出现烧正压异常，可能意味着炉膛内的压力平衡被打破，进而影响燃烧效率和安全性。同时，吸风机的出力情况也至关重要，它直接关系到燃烧自动调节装置能否顺利投入运行。只有当吸风机出力满足一定条件时，燃烧自动调节装置才能有效发挥作用，确保锅炉燃烧的稳定性 and 经济性。在主蒸汽或再热蒸汽系统方面，需要特别关注蒸汽温度是否频繁超温。蒸汽超温不仅会降低蒸汽的品质和效率，还可能对锅炉设备造成严重的热损伤。因此，必须严格按照规定执行定期排污操作，及时排除锅炉内的杂质和污垢，保持蒸汽系统的清洁和畅通^[1]。此外，吹灰器的正常投入也是保障锅炉安全运行的重要环节。吹灰器能够定期清除燃烧室和受热面

上的积灰和结焦，提高锅炉的热效率和安全性。若吹灰器出现故障或无法正常投入，燃烧室内就可能经常发生严重结焦，进而影响锅炉的稳定运行和安全性。因此，必须加强对吹灰器的维护和检修工作，确保其始终处于良好的运行状态。

（二）锅炉本体主要部件及附属设备的技术状况

火电厂锅炉系统的安全性，在很大程度上取决于锅炉本体主要部件及附属设备的技术状况。汽包、联箱和导汽管作为锅炉的核心部件，其状态直接关系到锅炉的整体安全运行。若这些部件存在尚未彻底消除的爆破隐患，如裂纹、腐蚀或磨损等，就可能在锅炉运行过程中发生突然破裂，导致严重的事故。因此，必须定期对这些部件进行详细的检查和评估，及时发现并处理潜在的安全隐患。除了锅炉本体部件外，锅炉以外的高温、高压大口径汽或水管道及阀门也是安全性的关键所在。这些管道和阀门承受着极高的温度和压力，若存在爆破隐患或质量问题，同样可能引发严重的安全事故。因此，在日常维护和检修工作中，必须加强对这些管道和阀门的检查，确保其完好无损、运行正常。此外，

作者简介：刘扬（1994-），男，汉族，贵州省贵阳市人，学历大专，职称：助理工程师，研究方向：火电厂锅炉运行。

事故放水门、真空排汽门等重要阀门的开关状态也至关重要^[2]。若这些阀门存在开关失灵等缺陷，就可能在紧急情况下无法及时发挥作用，从而给锅炉系统的安全运行带来极大的威胁。因此，必须对这些阀门进行定期的试验和维护，确保其始终处于良好的备用状态。

（三）安全保护装置的状态

安全阀作为锅炉系统的重要防线，其性能状态直接关系到锅炉的安全运行。按照规定，安全阀需要定期进行校验，以确保其在压力超过设定值时能够准确、及时地开启，释放多余的压力。同时，放汽试验也是检验安全阀性能的有效手段，通过模拟实际工况下的压力变化，可以直观地观察到安全阀的反应速度和开启程度。压力表则是监测锅炉内部压力变化的重要工具。为确保其准确性，压力表同样需要按照规定的周期进行校验。只有确保压力表的读数准确可靠，操作人员才能根据实时数据做出正确的判断和决策。此外，就地水位表的设计、安装和运行也必须符合相关规定。水位表的设计应合理，确保水位清晰可见，便于操作人员随时观察锅炉水位的变化情况。在安装过程中，需要严格按照图纸和技术要求进行施工，确保水位表的安装位置、角度和高度等参数符合标准^[3]。在运行过程中，操作人员应定期对水位表进行检查和维护，确保其始终处于良好的工作状态。

二、设备安全性评价方法

（一）定期检查与维护

为了确保锅炉本体及其附属设备的安全可靠，必须制定并执行严格的定期检查与维护计划。这一计划应涵盖锅炉本体、安全阀、压力表、水位表等所有关键部件，确保每一个细节都不被忽视。在检查过程中，专业人员需要利用先进的检测技术和工具，对设备的运行状态进行全面、细致的评估。同时，对于发现的任何潜在问题或隐患，都应立即进行记录并安排维修，确保设备在第一时间恢复到最佳工作状态^[4]。此外，维护工作的质量同样不容忽视。在维修过程中，应使用符合标准的零部件和材料，并严格按照操作规程进行作业，以确保维修后的设备能够达到预期的安全性能和使用寿命。通过定期检查与维护的深入实施，可以大大降低锅炉系统发生故障的风险，为火电厂的安全稳定运行提供有力保障。

（二）风险评估体系建立

为了全面保障锅炉系统的安全稳定运行，建立一套完善的风险评估体系显得尤为重要。这一体系的核心在于对锅炉的各个组成部分进行详尽的风险分析，从而精准识别出潜在的危险源。在风险评估的过程中，首先需要明确锅炉系统中可能存在的各种危险因素，如设备老化、操作失误、外部环境变化等。随后，要对这些因素可能引发的后果进行科学的评估，包括故障发生的概率、可能造成的损失以及对人员安全的影响等。基于这些评估结果，可以进一步制定出针对性的预防措施，旨在降低故障发生的概率或减轻其可能带来的后果。通过不断完善和优化风险评估体系，可以实现对锅炉系统安全性的动态监控和管理，确保在潜在

风险转化为实际事故之前，就能够采取有效的措施进行干预和防范^[5]。这不仅有助于提升锅炉系统的整体安全水平，还能为火电厂的安全生产提供坚实的保障。

（三）设备编号及标志

在火电厂锅炉系统中，设备的编号及标志不仅是设备识别的基础，也是设备管理和维护的重要依据。为确保设备的安全运行，必须实施规范化的编号及标志管理。具体而言，阀门作为锅炉系统中的关键部件，其编号及开关方向标志的清晰度和准确性至关重要。通过为每个阀门分配唯一的编号，并在显眼位置标注其开关方向，操作人员可以迅速准确地识别和操作阀门，避免因误操作而引发安全事故。同时，管道的涂色或色环、介质名称及流向标志也是不可忽视的细节。通过为不同介质和功能的管道涂上不同的颜色或使用色环进行区分，并在管道上明确标注介质名称和流向，可以极大地提高设备管理的效率，减少因误判或混淆而带来的潜在风险^[6]。综上所述，设备编号及标志的规范化管理对于锅炉系统的安全运行具有重要意义，它不仅能够提升设备识别的准确性和效率，还能为设备的维护和管理提供有力的支持。

三、火电厂锅炉系统能效评价方法

（一）热效率计算

在火电厂锅炉系统的能效评价中，热效率计算是至关重要的一环。通过采用正平衡法或反平衡法，可以对锅炉的热效率进行精确计算，从而了解锅炉在不同负荷和工况下的能效表现。正平衡法主要通过测量锅炉输出的蒸汽或热水产量以及消耗的燃料量，来计算热效率。这种方法直观且易于操作，但要求测量数据准确可靠。而反平衡法则通过测量锅炉各项热损失，如排烟热损失、化学不完全燃烧热损失等，来推算热效率。这种方法虽然相对复杂，但能够更全面地反映锅炉的能效状况^[7]。通过比较不同负荷和工况下的燃料消耗量和蒸汽或热水产量，可以深入分析锅炉的能效变化趋势，找出能效提升的潜力点，为锅炉系统的优化运行和节能降耗提供有力依据。

（二）排烟温度与过量空气系数

在火电厂锅炉系统的能效评价中，排烟温度和过量空气系数是两个关键的参数指标。排烟温度的高低直接反映了锅炉对燃料的利用程度。当排烟温度较低时，意味着锅炉能够更有效地捕捉并利用燃料燃烧产生的热量，从而减少热损失，提高热效率。同时，过量空气系数也是一个需要精心调控的参数。它表示锅炉燃烧过程中实际提供的空气量与理论所需空气量的比值。若过量空气系数过大，会导致大量冷空气进入锅炉，增加排烟热损失；若过小，则可能导致燃料燃烧不充分，产生化学不完全燃烧热损失。因此，将过量空气系数控制在合理范围内，对于提高锅炉的热效率至关重要。通过对排烟温度和过量空气系数的持续监测与优化调控，可以显著提升锅炉系统的能效水平，实现节能降耗的目标。

（三）给水系统设计

在火电厂锅炉系统的能效评价中，给水系统的设计同样占据

重要地位。给水水质的好坏直接影响到锅炉的热效率以及长期运行的安全性。为确保锅炉的高效运行，必须严格控制给水水质，防止因水质不良导致的结垢和腐蚀问题。结垢会降低传热效率，增加能耗，而腐蚀则会损害锅炉设备，缩短使用寿命。因此，通过采用先进的水处理技术，如软化、除盐、加药等，可以有效提升给水水质，保障锅炉的安全高效运行。此外，提高给水温度也是提高锅炉热效率的有效途径。给水温度越高，锅炉所需的燃料量就越少，热效率也就越高。因此，在给水处理系统中，应充分考虑提高给水温度的措施，如采用预热器等设备，以充分利用余热资源，提升锅炉系统的整体能效水平^[8]。

四、人员操作因素评价

（一）操作规范性

在火电厂锅炉系统的运行中，操作人员的规范性操作是确保系统能效与安全的关键因素。每一位操作人员都应深入理解并熟练掌握锅炉系统的运行规程，这包括但不限于锅炉的启动、运行、调整、停炉以及紧急故障处理等各个环节。严格遵循操作规程，意味着操作人员在执行每一项操作时都能做出正确的判断，避免误操作带来的潜在风险。这不仅能够保证锅炉系统的稳定运行，还能有效减少因操作不当引发的故障和事故，从而提升锅炉系统的整体能效水平。同时，规范性操作也是操作人员职业素养的体现。通过持续的学习和实践，操作人员可以不断提升自己的操作技能，为锅炉系统的安全高效运行提供有力保障。

（二）应急处理能力

在火电厂锅炉系统的日常运行中，操作人员不仅需要熟练掌握常规操作流程，还应具备出色的应急处理能力。面对锅炉系统可能出现的各种突发故障，如引风机跳闸、水位异常等紧急情况，操作人员必须能够迅速而准确地做出反应，采取有效的紧急

处理措施。引风机跳闸可能导致锅炉排烟不畅，影响燃烧效率；水位异常则可能引发锅炉干烧或满水等严重事故。在这些紧急情况下，操作人员的应急处理能力直接关系到锅炉系统的安全运行以及事故后果的严重程度^[9]。因此，火电厂应定期组织操作人员进行应急演练和培训，提升他们的应急处理能力和心理素质。通过模拟真实故障场景，让操作人员熟悉并掌握各种紧急处理措施，确保在真正面对突发故障时能够沉着应对，有效保障锅炉系统的安全运行。

（三）培训与考核

在火电厂锅炉系统的运行中，操作人员的专业技能和应急处理能力是确保系统安全高效运行的重要基石。因此，定期对操作人员进行培训和考核显得尤为重要。培训可以帮助操作人员不断更新专业知识，掌握最新的技术动态和操作方法。通过系统的理论学习与实践操作，操作人员可以深入理解锅炉系统的运行原理，提升操作技能，减少误操作的可能性。而考核则是对操作人员学习成果的有效检验。通过定期的考核，可以及时发现操作人员在知识和技能上的不足，进而进行针对性的辅导和提升^[10]。同时，考核也是对操作人员工作态度和职业素养的考察，有助于激发其学习积极性和工作热情。

五、结论

本文通过对火电厂锅炉系统的安全性、设备安全性评价方法、系统能效评价方法、人员操作因素评价的研究，提出了相应的评估方法和改进措施。这些方法和措施有助于火电厂提高锅炉系统的安全性和能效水平，确保电力生产的顺利进行。未来，随着技术的不断进步和智能化水平的提高，火电厂锅炉系统的安全性 with 能效评估将更加精确和高效。

参考文献

- [1] 杨兴龙. 火电厂锅炉运行控制与故障预防分析 [J]. 科技创新与应用, 2019, (24): 148-149.
- [2] 海军. 基于电厂锅炉混煤掺烧技术分析及节能措施研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(19): 20-21.
- [3] 焦玉明. 基于FBPNN的火电厂锅炉故障诊断研究 [J]. 现代计算机, 2024, 30(14): 80-83+88.
- [4] 李鸣. 火电厂锅炉运行中的节能对策研究 [J]. 自动化应用, 2024, 65(05): 243-246.DOI: 10.19769/j.zdhy.2024.05.076.
- [5] 王淑莉, 罗国甘, 许世朋. 火电厂锅炉补给水处理系统调试安全风险防控 [J]. 江西电力, 2022, 46(09): 50-52.
- [6] 韩征飞, 赵保华, 姜磊. 火力发电厂锅炉补给水处理系统的扩容设计 [J]. 广州化工, 2022, 50(16): 163-165.
- [7] 刘建辉. 火电厂锅炉补给水处理系统运行故障及对策分析 [J]. 冶金管理, 2021, (21): 28-29.
- [8] 吕旭光. 火电厂SCR脱硝系统经济性优化控制与模拟 [D]. 华北电力大学(北京), 2021.DOI: 10.27140/d.cnki.ghbbu.2021.001362.
- [9] 吴雪茹, 鱼凤萍. 超滤装置在火电厂锅炉补给水处理系统中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2020, (23): 105-106.
- [10] 王继强, 李友志, 白帆, 等. 浅析火电厂锅炉运行控制与故障预防 [J]. 科技视界, 2020, (28): 89-90.DOI: 10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2020.28.34.