

基于热能动力工程的电力及固废处置行业运行生产优化路径探究

官星灵

广东 佛山 528211

DOI:10.61369/EPTSM.2025080005

摘 要： 本文围绕热能动力工程在电力及固废处置行业的应用展开。分析了燃煤机组与垃圾焚烧电厂的热力系统，探讨固废处置特殊需求及相关设备问题，阐述设备管理、运行调控及技术创新的协同作用，强调其对行业效益提升的重要性。

关 键 词： 热能动力工程；电力行业；固废处置

Exploration of the Optimization Path for the Operation and Production of the Power and Solid Waste Disposal Industry Based on Thermal Power Engineering

Guan Xingling

Foshan, Guangdong 528211

Abstract： This paper focuses on the application of thermal energy and power engineering in the power and solid waste disposal industries. The thermal systems of coal-fired units and waste incineration power plants were analyzed. The special requirements for solid waste disposal and related equipment issues were discussed. The synergistic effects of equipment management, operation regulation and control, and technological innovation were expounded, emphasizing their significance for enhancing industry benefits.

Keywords： thermal power engineering; electric power industry; solid waste disposal

引言

在能源转型和可持续发展的大背景下，我国于2021年发布的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》强调了能源行业节能减排和高效利用的重要性。热能动力工程在电力及固废处置行业中占据关键地位，其涉及的设备管理、生产运行调控和工程技术创新等方面紧密相关。从设备的老化问题到能量转换效率的影响因素，从振动分析用于设备健康评估到全生命周期管理体系的建立，这些研究对于提升行业效益至关重要，同时也为实现能源行业的可持续发展提供了理论支持和实践指导。

一、热能动力工程行业运行现状分析

（一）电力行业生产运行特点

在电力行业中，以燃煤机组和垃圾焚烧电厂为典型场景进行分析。燃煤机组的热力循环系统主要由锅炉、汽轮机、凝汽器和给水泵等设备构成。其能量转换效率受到多种因素制约，如燃料品质、燃烧过程的不完全性等^[1]。垃圾焚烧电厂的热力循环系统在构成上有其特殊性，包括焚烧炉、余热锅炉等关键设备。在能量转换方面，垃圾成分的复杂性和不稳定性影响了燃烧效率及后续的能量转换。设备老化是影响系统稳定性的重要因素。对于燃煤机组，老化的设备会带来热传递效率降低、部件磨损加剧等问题。垃圾焚烧电厂中，设备老化可能引起焚烧不充分、热量回收

效率下降等，进而影响整个系统的稳定运行和能量转换效率。

（二）固废处置行业特殊需求

固废处置行业在热能动力工程应用方面存在特殊需求。固废热值具有波动性，这与热能回收设备的运行参数常常不匹配^[2]。不同来源和种类的固废，其热值差异较大，而现有的热能回收设备往往是按照一定的标准设计和运行，难以适应这种波动。例如，一些工业固废的热值可能在某个时间段内突然升高或降低，导致运行工况变化大、热能回收效率降低和燃烧不完全，导致固废物处置效果差。焚烧炉-余热锅炉联动系统也存在优化空间。该系统在运行过程中，可能由于固废成分和热值的变化，影响两者之间的协同工作效果，需要进一步优化其联动参数和控制策略，以提高热能利用效率和固废处置效果。

二、设备管理优化策略研究

（一）状态监测技术应用

振动分析可用于构建热力设备健康评估模型。通过对设备振动信号的采集与分析，获取设备运行状态的关键信息，如振动频率、振幅等参数，进而判断设备是否存在故障隐患以及故障的类型和严重程度^[3]。同时，针对锅炉管道腐蚀问题，开发智能诊断系统具有重要意义。利用传感器技术实时监测管道的相关参数，如温度、压力、腐蚀介质浓度等，结合数据分析算法，实现对管道腐蚀状态的准确评估和预测，及时发现潜在的腐蚀风险，为设备维护和管理提供科学依据，保障电力及固废处置行业中相关设备的安全稳定运行。

（二）全生命周期管理体系

设备全生命周期管理体系应建立涵盖采购论证、预防性维护、报废评估的闭环机制。在采购论证阶段，需综合考虑设备性能、成本、适用性等多方面因素，确保采购的设备符合热能动力工程相关行业的生产需求^[4]。预防性维护是保障设备稳定运行的关键，通过制定科学合理的维护计划，定期对设备进行检查、保养和维修，及时发现并解决潜在问题。报废评估则要依据设备的使用年限、运行状况、维修成本等进行综合判断，确定设备是否达到报废标准。同时，针对关键设备，应制定可靠性增长方案，通过技术改进、优化操作流程等措施，提高设备的可靠性和稳定性，延长设备的使用寿命，从而实现电力及固废处置行业运行生产的优化。

三、生产运行优化路径设计

（一）电力行业能效提升

1. 蒸汽参数优化方法

主蒸汽压力和温度是影响汽轮机效率的关键蒸汽参数。研究表明，主蒸汽压力 - 温度存在匹配关系，这种关系对汽轮机效率有着显著影响^[5]。在不同工况下，压力与温度的合理匹配能够使汽轮机处于高效运行状态。通过大量的实验和数据分析，可以得到不同工况下压力 - 温度的最优匹配曲线，即变工况运行指导曲线。这一曲线能够为实际运行提供指导，使操作人员根据当前工况，合理调整主蒸汽的压力和温度，从而提高汽轮机效率，进而提升电力行业的能效。同时，在研究过程中，需综合考虑多种因素，如机组的负荷特性、蒸汽的流量等，以确保所得到的运行指导曲线具有准确性和实用性。

2. 辅机系统节能改造

在电力行业辅机系统节能改造中，循环水泵和引风机 - 增压风机的优化是关键。对于循环水泵，设计变频调控方案至关重要。通过变频技术，可根据实际需求灵活调整水泵的转速，从而实现节能。例如，在低负荷运行时，降低水泵转速，减少能耗^[6]。引风机 - 增压风机方面，开发协同控制系统是有效的节能手段。该系统能使引风机和增压风机更好地协同工作，避免两者之间的不协调导致的能量浪费。通过对两者的运行参数进行实时

监测和调整，提高整个系统的运行效率，降低能源消耗，提升电力行业的能效。

（二）固废处置热能回收

1. 焚烧炉燃烧控制策略

在固废处置热能回收的焚烧炉燃烧控制策略中，建立热值自适应调节模型至关重要。该模型可依据固废热值的实时变化动态调整燃烧参数，确保燃烧过程的稳定与高效^[7]。同时，开发基于炉排运动 - 二次风配比的燃烧优化算法。通过合理控制炉排运动速度和二次风的配比，使固废在焚烧炉内能够充分燃烧，提高热能回收效率。炉排运动的合理调控可保证固废的均匀进料和稳定燃烧，而二次风配比的优化则能加强燃烧室内的气流扰动，促进燃烧反应的进行，进一步提升焚烧炉的燃烧性能和热能回收效果，为固废处置行业的生产运行优化提供有力支持。

2. 余热锅炉防腐蚀技术

在固废处置热能回收的余热锅炉防腐蚀技术方面，创新应用纳米涂层材料是一种有效的手段。纳米涂层具有独特的物理和化学性质，能够在锅炉受热面形成一层致密的保护膜，阻止腐蚀介质与金属表面接触^[8]。或采用新材料增强受热面的抗腐蚀能力。同时，提出烟气酸露点动态监测与受热面保护方案也至关重要。通过实时监测烟气酸露点，可以准确把握腐蚀环境的变化情况，及时调整运行参数，如控制烟气温度在合理范围内，避免酸露点温度下的腐蚀。当监测到酸露点有升高趋势时，可提前采取措施，确保受热面的良好传热性能，同时对可能出现腐蚀的部位及时进行维护和修复，从而延长余热锅炉的使用寿命，提高固废处置热能回收系统的运行稳定性和可靠性。

四、工程建设技术集成应用

（一）设计阶段优化

1. 热能系统模块化设计

在热能动力工程相关的电力及固废处置行业中，对于锅炉 - 汽轮机 - 发电机组的空间布局优化至关重要。合理的空间布局能够实现检修便利性与热损失最小化。通过建立科学的优化模型，综合考虑设备之间的连接方式、管道走向、设备配置、自动化水平以及空间利用效率等因素^[9]。优化管道长度和走向，可减少热量在传输过程中的损失，提高能源利用效率。合理安排设备位置，预留足够的检修空间，能够方便维修人员进行设备检修和维护，降低检修难度和时间成本，从而保障整个系统的稳定运行，提升电力及固废处置行业的生产效率和经济效益。

2. 自动化集成控制

在电力及固废处置行业设计阶段，烟气处理自动化集成控制至关重要，目标是实现处置达标与降本双重优化。需构建“实时监测 - 智能决策 - 动态调控”闭环系统：部署高精度传感器网络，高频采集烟气中颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等污染物浓度及烟气流速、温度等参数，数据延迟控制在秒级，关联焚烧炉与余热锅炉工况预判污染趋势。开发深度学习算法，结合排放标准、药剂消耗与能耗约束，动态调整喷淋层开度、还原剂喷射量

等，实现炉体与烟气系统联动调控。搭建自动化运维平台，监测设备状态并预警，基于历史数据优化高耗能环节。此举可使烟气处置达标率超99%，运行成本降低10%–15%^[10]。

（二）施工过程控制

1. 管道焊接质量保障

在基于热能动力工程的电力及固废处置行业中，管道焊接质量保障至关重要。对于高温高压管道，应制定自动化焊接工艺标准。明确焊接参数，如焊接电流、电压、速度等，确保焊缝质量均匀稳定。同时，要建立无损检测数据追溯体系。通过先进的无损检测技术，如超声检测、射线检测等，对焊接部位进行全面检测。记录检测数据，包括缺陷位置、大小、类型等信息。这些数据不仅能及时发现焊接质量问题，还可实现追溯，为后续的质量改进和维护提供依据，从而保障整个工程建设中管道焊接的质量，确保系统安全稳定运行。

2. 保温工程施工规范

保温工程施工规范对于确保保温效果至关重要。在基于热能动力工程的相关项目中，应首先确保保温材料的质量符合要求。材料的导热系数、密度等参数需满足设计标准。施工前，要对基层表面进行处理，保证其平整、干燥且无油污等杂质。在施工过程中，严格控制保温层的厚度，运用先进的测量技术如红外热像仪检测技术，确保厚度均匀且符合设计值。对于保温层的拼接处，要做到紧密无缝，防止热量散失。同时，要注意施工环境温度和湿度的控制，避免在不适宜的条件下施工影响保温效果。施工完成后，进行严格的质量检验，包括外观检查和保温性能测试等，确保保温工程达到预期的效果。

（三）调试运营衔接

1. 系统联动调试方法

开发基于BIM技术的虚拟调试平台，可有效提升系统联动调试的效率与准确性。通过创建虚拟的工程环境，能够模拟设备

在各种工况下的运行状态。在这个平台上，建立设备启停顺序优化模型是关键。该模型需综合考虑设备的性能参数、工艺流程以及能源利用效率等多方面因素。例如，对于电力行业中的发电机组，要依据蒸汽压力、温度等参数确定最佳的启动顺序，以减少能源损耗和设备磨损。对于固废处置行业，要根据不同处理环节设备的处理能力和衔接要求，优化设备启停顺序，确保固废处理流程的顺畅和高效，实现系统联动调试的最佳效果，为电力及固废处置行业的运行生产优化提供有力支持。

2. 能效对标管理体系

在电力及固废处置行业中，构建涵盖供电煤耗、厂用电率等核心指标的动态评价系统至关重要。从工程建设技术集成应用角度，需确保各项技术协同，使系统能准确获取相关数据。调试运营衔接阶段，要对评价系统进行严格测试，保证其稳定性和准确性。在能效对标管理体系中，通过该动态评价系统，可实时监测核心指标与行业标准的差距。以供电煤耗为例，系统能及时反馈数据，若高于行业标准，企业可及时调整生产运营策略，如优化燃烧过程、提高设备效率等。对于厂用电率，同样可借助系统找出用电高的环节并加以改进，从而实现行业运行生产的优化。

五、总结

热能动力工程在电力及固废处置行业的运行生产优化中具有关键作用。设备管理优化、生产运行调控以及工程技术创新相互协同，共同提升行业效益。通过合理管理设备，可保障生产的稳定运行；精准的生产运行调控能提高资源利用效率；工程技术创新则为行业发展提供新的动力。同时，数字孪生技术在热能系统优化方面展现出巨大潜力，未来可进一步研究其在模拟、监测和优化热能动力系统中的应用，以实现更精准的生产调控和资源配置，推动电力及固废处置行业向高效、可持续方向发展。

参考文献

[1] 郑璐. 碳交易政策对电力行业绿色全要素生产率的影响路径研究 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2022.
[2] 李怡德. 基于短期碳生产模型的电力行业碳排放权价值评估研究 [D]. 江西财经大学, 2021.
[3] 李川礼. X市电力行业安全生产中的政府监管研究 [D]. 四川师范大学, 2023.
[4] 杨浩. 固废等离子体熔融处置技术的研究 [D]. 杭州电子科技大学, 2021.
[5] 崔海源. 烧结铁钛工业固废回收及性能优化研究 [D]. 北京工业大学, 2021.
[6] 朱文杰. 热裂解技术在固废处置中的应用 [J]. 中国资源综合利用, 2021, 39(05): 74–76.
[7] 凌宇. 谈电力行业中热能与动力工程的实际运用 [J]. 电力设备管理, 2023, (01): 178–180.
[8] 盛庆伟. 固废处置水冷炉排技术研究 [J]. 湖北农机化, 2021, (14): 122–123.
[9] 张勇, 金松, 贺志忠. 欧冶炉处置固废脱硫剂生产实践 [J]. 新疆钢铁, 2023, (04): 4–6.
[10] 孙亚敏. 安徽省一般工业固废处置利用现状及监管建议 [J]. 安徽化工, 2021, 47(01): 100–105.