

垃圾焚烧发电厂设备运行技术管理： 提升电力运行效率的策略研究

陈鑫海

广东 潮州 521000

DOI:10.61369/ME.2025090006

摘 要： 垃圾焚烧发电厂设备运行技术管理对提升电力运行效率至关重要。其核心设备协同运作实现垃圾“三化”利用，设备全生命周期管理等多方面影响电力运行。同时面临技术性能衰减、运行调控瓶颈等问题，可通过智能燃烧控制等技术及预防性维护等策略提升效率，还需政策支持与行业标准建设。

关 键 词： 垃圾焚烧发电厂；设备运行技术管理；电力运行效率

Waste Incineration Power Plant Equipment Operation Technology Management: Strategy Research on Improving Power Operation Efficiency

Chen Xinhai

Chaozhou, Guangdong 521000

Abstract： The equipment operation technology management of waste incineration power plant is very important to improve the power operation efficiency. The coordinated operation of its core equipment realizes the "three modernizations" of waste utilization, and the whole life cycle management of equipment affects the power operation in many aspects. At the same time, facing problems such as technical performance degradation and operation regulation bottleneck, we can improve efficiency through technologies such as intelligent combustion control and preventive maintenance strategies, and also need policy support and industry standard construction.

Keywords： waste incineration power plant; equipment operation technology management; power operation efficiency

引言

随着环保意识的增强与能源需求的增长，垃圾焚烧发电成为重要的能源利用方式。2021 年国家发展改革委等多部门联合发布《关于完善生活垃圾焚烧发电价格政策的通知》，旨在推动垃圾焚烧发电行业健康发展。在此背景下，垃圾焚烧发电厂设备运行技术管理至关重要。其核心设备协同运作实现垃圾“三化”利用，而全生命周期管理要素、技术性能衰减、运行调控技术瓶颈等影响电力运行效率。智能燃烧、余热利用等技术及预防性维护体系、数字化运维平台建设等策略可有效提升效率，为行业发展提供方向。

一、垃圾焚烧发电厂设备运行技术管理基础解析

（一）垃圾焚烧发电设备构成与功能特性

垃圾焚烧发电厂主要由锅炉系统、汽轮机发电机组、烟气净化装置等核心设备构成。锅炉系统是垃圾焚烧发电的关键部分，通过将垃圾在高温下燃烧，释放热量来产生蒸汽。其运行原理基于垃圾的燃烧反应，将化学能转化为热能，参数如燃烧温度、垃圾进料量等影响着蒸汽产量与品质^[1]。汽轮机发电机组利用锅炉产生的高温高压蒸汽推动汽轮机旋转，进而带动发电机发电，实现热能到机械能再到电能的转换，蒸汽的压力、温度等参数决定发电效率。烟气净化装置则是对焚烧产生的烟气进行处理，去除

其中的有害物质如二氧化硫、氮氧化物、重金属等，通过多种净化工艺确保达标排放，保障环境安全。这些核心设备相互耦合，协同运作，共同保障垃圾焚烧发电厂的稳定高效运行，实现垃圾的减量化、无害化与资源化利用。

（二）设备全生命周期管理要素

设备全生命周期管理要素涵盖多个方面，对电力输出影响显著。在设备选型配置标准化方面，科学合理的选型能确保设备适配垃圾焚烧发电需求，从源头上为高效电力输出奠定基础。不同的垃圾特性和处理规模需匹配相应规格与性能的设备，否则易导致处理效率低下，影响电力产出^[2]。运行参数优化同样关键，精准的参数设定使设备处于最佳运行状态，实现能源的高效转化，

进而提升电力输出。例如合适的焚烧温度、风量等参数，可保障垃圾充分燃烧，产生更多热能用于发电。而维护周期的合理确定，能及时发现并解决设备潜在问题，减少故障停机时间，维持设备稳定运行，保障电力输出的持续性与稳定性。这些要素相互关联，共同作用于垃圾焚烧发电厂设备运行，最终影响电力运行效率。

二、设备运行效率制约因素实证分析

（一）设备技术性能衰减曲线研究

在垃圾焚烧发电厂中，设备技术性能衰减曲线研究对于理解设备运行效率制约因素至关重要。随着设备服役年限的增加，其技术性能会逐渐衰减。以催化剂活性退化为例，这一典型老化现象会显著影响垃圾焚烧过程中的化学反应效率，进而导致供电煤耗上升。同时，受热面结焦也不容忽视，它会降低热传递效率，同样使供电煤耗增加。通过对设备服役年限与发电效率的关联性分析，我们能更直观地描绘出设备技术性能衰减曲线^[3]。从曲线中可清晰看到，随着服役时间的延长，催化剂活性不断降低，受热面结焦程度逐步加深，设备发电效率呈下降趋势，供电煤耗则相应攀升。这为深入探究设备运行效率制约因素提供了有力实证。

（二）运行调控技术瓶颈诊断

垃圾焚烧发电厂设备运行效率受多种运行调控技术瓶颈影响。一方面，燃烧控制策略存在滞后性，垃圾成分复杂多变，而现有的燃烧控制策略未能及时精准适应，无法实时调整以达最佳燃烧状态，致使燃烧不充分，不仅浪费能源，还可能影响发电效率，进而导致厂用电率异常升高^[4]。另一方面，热力系统参数匹配度不足，蒸汽参数、汽轮机效率等热力系统关键参数间未实现最优匹配，无法形成高效的能量转换链条，使得能量在传递与转换过程中损失增加，降低了设备整体运行效率，同样引发厂用电率升高。这些运行调控技术瓶颈严重制约着垃圾焚烧发电厂设备运行效率的提升，亟待解决。

三、电力运行效率提升技术管理体系构建

（一）设备性能优化技术路径

1. 智能燃烧控制技术应用

智能燃烧控制技术应用在垃圾焚烧发电厂提升电力运行效率方面具有重要意义。通过建立基于机器学习算法的入炉垃圾热值预测模型，能够精准掌握垃圾的发热能力。这一模型利用历史垃圾数据及相关运行参数进行训练，有效提高预测的准确性^[5]。基于预测结果，系统可以实现风煤比实时精准调控。因为垃圾热值不同，所需的助燃空气量也不同，只有风煤比恰当，才能实现充分燃烧。实时精准调控风煤比，可避免因风过量或煤过多造成的热量损失，使燃烧过程处于最佳状态，进而提高垃圾燃烧效率，提升电力运行效率，实现能源的高效利用，推动垃圾焚烧发电厂的可持续发展。

2. 余热深度利用技术集成

余热深度利用技术集成在垃圾焚烧发电厂提升电力运行效率

中至关重要。通过对余热资源的全面评估，确定可深度挖掘的余热部位及能量潜力。一方面，将高效的余热回收装置与发电系统有机结合，例如采用新型的热交换器，提升余热传递效率，使得更多热量能被转化为电能^[6]。另一方面，针对不同温度的余热，匹配相应的能量转换技术。对于高温余热，进一步优化蒸汽参数提升方案，提高蒸汽品质，增强做功能力；针对低温余热，集成ORC低温发电技术，拓宽余热利用范围，实现余热的梯级利用，最大化挖掘余热资源价值，从而全面提升垃圾焚烧发电厂的电力运行效率。

（二）设备管理机制创新策略

1. 预防性维护体系重构

预防性维护体系重构可从设计基于设备状态监测的差异化维保方案以及构建RCM可靠性管理模型入手。垃圾焚烧发电厂设备众多，运行状况各异，通过设备状态监测技术，实时掌握设备运行参数、性能变化等情况，依据不同设备的重要程度、运行状态等，制定差异化维保方案，避免过度维护或维护不足^[7]。同时，构建RCM可靠性管理模型，以可靠性为中心，对设备功能、故障模式及后果进行分析，确定合理的维护策略，使维护资源得到有效分配，保障设备可靠运行，减少故障停机时间，从而提升垃圾焚烧发电厂的电力运行效率，确保整个生产流程稳定高效，为电力稳定供应奠定坚实基础。

2. 数字化运维平台建设

在垃圾焚烧发电厂设备管理机制创新策略的数字化运维平台建设方面，借助设备运行大数据中心架构与数字孪生技术可实现高效故障预警^[8]。通过建立设备运行大数据中心，收集、整合各类设备的运行数据，涵盖温度、压力、转速等关键参数。运用先进的数据挖掘与分析算法，深度剖析数据背后的规律与潜在问题。同时，引入数字孪生技术，构建与实际设备高度仿真的虚拟模型，实时模拟设备运行状态。当虚拟模型出现异常，可及时发出故障预警，运维人员据此提前制定维护计划，调整设备运行参数，避免故障扩大化，从而有效提升设备运行稳定性与电力运行效率，实现垃圾焚烧发电厂的高效、稳定运行。

四、实证研究与管理效益评估

（一）典型项目对比分析

1. 技术升级项目案例研究

在垃圾焚烧发电厂技术升级项目中，以烟气再循环系统改造这一实例展开深入分析。通过严谨的量化手段，精准测定改造前后锅炉效率的提升幅度。改造前，锅炉在既定工况下运行，各项参数处于一定水平。实施烟气再循环系统改造后，依据专业的监测设备与科学计算方法，对锅炉的热效率、能源利用率等关键指标进行全面核算^[9]。经对比发现，改造后锅炉效率有显著提升，有效减少了能源损耗，优化了垃圾焚烧过程中的能量转化，为提高电力运行效率奠定了坚实基础。这不仅证明了烟气再循环系统改造这一技术升级项目对提升设备运行技术管理水平、提高电力运行效率具有积极意义，也为同类型垃圾焚烧发电厂提供了可借

鉴的成功范例。

2. 管理优化项目效果评估

在垃圾焚烧发电厂设备运行技术管理中，通过某厂设备健康度评价体系实施前后的设备可用率对比，能有效验证管理成效。实施前，设备因缺乏系统评价，故障频发，设备可用率较低，影响电力运行效率^[10]。而在设备健康度评价体系实施后，借助对设备各项关键指标的动态监测与科学评估，提前发现潜在故障隐患，及时进行针对性维护与优化。由此，设备的可靠性大幅提升，设备可用率显著提高，为电力稳定高效运行提供有力保障。这种对比清晰地展现出设备健康度评价体系这一管理优化项目在提升垃圾焚烧发电厂电力运行效率方面的积极效果，为行业内其他发电厂提供了可借鉴的成功范例，有助于推动整个行业在设备运行技术管理方面迈向新台阶。

(二) 全厂综合能效指标评价

1. 能源转换效率核算模型

能源转换效率核算模型对于准确评估垃圾焚烧发电厂的能源利用情况至关重要。该模型需综合考虑垃圾焚烧过程中的多个关键环节。以垃圾化学能向热能的转换为例，需依据垃圾的低位热值以及实际燃烧释放的热量，计算垃圾燃烧的热转换效率。在热能向电能的转换阶段，要结合蒸汽参数、汽轮机效率等参数，核算这一过程的能量转换率。同时，考虑到厂内自用能源消耗，在计算最终的能源转换效率时，要将厂用电率纳入模型。通过这样全面且细致的能源转换效率核算模型，能够精准评估垃圾焚烧发电厂从垃圾输入到电能输出整个过程的能源转换效能，为提升电力运行效率提供数据支撑与决策依据。

2. 经济环境效益综合分析

在垃圾焚烧发电厂的实证研究与管理效益评估中，经济环境效益综合分析至关重要。通过采用 LCC 全寿命周期成本法评估技术改造，能清晰呈现投入产出比。技术改造虽需投入一定成本，但从长远看，可提升设备运行效率，增加发电量，带来显著经济效益。例如，更先进的焚烧设备可提高垃圾处理量与发电效率，增加电力销售收入。同时，技术改造带来的碳减排效益不容小觑。垃圾焚烧发电本身替代传统垃圾填埋等方式，减少温室气体排放。而技术改造进一步提升能源利用效率，降低单位发电量的碳排放，为环境保护作出积极贡献，实现经济与环境效益的双赢。

(三) 行业推广适用性研究

1. 技术经济性边界条件分析

通过建立项目投资规模与处理能力的对应关系模型，可深入

分析垃圾焚烧发电厂设备运行技术的技术经济性边界条件。一方面，投资规模直接影响设备的选型、技术工艺的先进程度等，较大投资可引入更高效、环保的设备技术，利于提升处理能力与电力运行效率，但也增加成本。另一方面，处理能力决定垃圾处理量与发电量，需在满足环保要求下实现最大化。基于此模型，确定技术推广的经济规模阈值，若投资规模低于该阈值，可能因设备简陋影响处理能力与电力效率，技术推广不具经济性；高于阈值，虽可提升处理能力与电力效率，但成本过高，也不经济。由此明确技术在不同投资规模与处理能力下的适用边界，为行业推广提供关键依据。

2. 政策支持体系建议

政策支持体系建议方面，应构建完善的电价补贴机制。垃圾焚烧发电成本相对较高，合理的电价补贴能确保企业在保障设备良好运行、提升电力运行效率时仍具有经济可行性，促进企业积极投入技术研发与设备优化。同时，建立科学的环保考核指标，以推动垃圾焚烧发电厂在高效发电的同时，严格把控污染物排放，实现环境效益与经济效益双赢。不仅如此，政府可出台专项设备更新与技术升级扶持政策，为企业购置先进设备、引入前沿运行技术提供资金支持与税收优惠，助力企业提升设备运行技术管理水平，从整体上推动垃圾焚烧发电行业朝着高效、环保方向发展。

五、总结

垃圾焚烧发电厂设备运行技术管理对于提升电力运行效率具有至关重要的作用。有效的管理策略不仅能保障设备稳定运行，降低故障发生率，还能通过优化运行参数等方式，大幅提升发电效率。智能运维技术作为未来发展方向，借助大数据、人工智能等先进技术，实现设备实时监测、故障预警，进一步提高运维效率与精准度。为推动行业长远发展，需加强行业标准体系建设，确保各环节规范有序；同时，注重技术创新，鼓励产学研合作，突破关键技术瓶颈。二者协同发展，将促使垃圾焚烧发电行业在提升电力运行效率的道路上不断迈进，为可持续能源发展贡献更大力量。

参考文献

[1] 张艺丹. 垃圾焚烧电厂垃圾干燥系统仿真优化 [D]. 山东大学, 2021.
[2] 李宁. X 垃圾焚烧厂生产运行风险管理研究 [D]. 中国矿业大学 (江苏), 2023.
[3] 刘晓. 大型生活垃圾焚烧炉膛结构及运行优化研究 [D]. 盐城工学院, 2023.
[4] 张健伟. 垃圾焚烧电厂运行可靠性分析及评估 [D]. 广东工业大学, 2021.
[5] 侯来义. 贵州省农业保险运行效率提升研究 [D]. 贵州大学, 2021.
[6] 王志远. 垃圾焚烧发电厂电气设备安全运行管理与维护 [J]. 内蒙古科技与经济, 2024(20): 139-141, 145.
[7] 李悦. 垃圾焚烧发电厂电气设备安全运行管理与维护探究实践 [J]. 电力系统装备, 2023(1): 142-144.
[8] 伍建成. 垃圾焚烧发电厂电气设备安全运行管理与维护 [J]. 电力系统装备, 2021(20): 106-107.
[9] 李国文. 垃圾焚烧发电厂发电效率的影响因素及提升措施 [J]. 模型世界, 2024(8): 40-42.
[10] 宋兴健. 垃圾焚烧发电厂的污染控制策略研究 [J]. 工程建设与设计, 2021(4): 114-115.