

垃圾发电设备安装与技术管理实践探究

刘毅

身份证号: 410883198302286559

DOI:10.61369/ERA.2025090003

摘要：垃圾发电作为一种将废弃物转化为能源的技术，在环保和能源领域具有重要意义。本文探讨了垃圾发电的基本原理与技术路线，分析了垃圾发电设备安装的关键问题及技术管理实践，提出了技术优化、管理改进和政策支持的建议。研究表明，通过先进技术和手段，垃圾发电可实现更高的能效和更低的排放，为环保与能源可持续发展提供支持。

关键词：垃圾发电；技术管理；环保能源

Investigation into the Installation and Technical Management Practices of Waste-to-Energy Equipment

Liu Yi

ID: 410883198302286559

Abstract： Waste-to-Energy (WtE) technology, which converts waste into energy, holds significant importance in the fields of environmental protection and energy. This paper explores the fundamental principles and technological pathways of waste-to-energy, analyzes key issues in the installation of waste-to-energy equipment and technical management practices, and proposes suggestions for technological optimization, management improvement, and policy support. The study indicates that through advanced technologies and management approaches, waste-to-energy can achieve higher energy efficiency and lower emissions, thereby providing support for sustainable environmental and energy development.

Keywords： Waste-to-Energy; technical management; environmental energy

引言

在全球城市化进程加速和“双碳”目标推进的背景下，垃圾焚烧发电作为兼具废弃物处理与可再生能源生产的环保技术，已成为破解“垃圾围城”困境的关键路径。2024年，国家发改委、住建部联合发布《关于加强县级地区生活垃圾焚烧处理设施建设的指导意见》，进一步推动垃圾发电向县域市场下沉，并鼓励技术创新以提升运营效率。相较于传统填埋方式，垃圾焚烧发电可减少90%的垃圾体积，并显著降低甲烷排放，兼具减量化、资源化与无害化优势。然而，行业仍面临产能利用率不足、补贴退坡等挑战，部分项目因垃圾收运体系不完善或规划失衡导致“吃不饱”现象。与此同时，智能化管控系统（如WIS系统）的应用提升了设备运行效率，标准化管理模式的推广则进一步优化了全生命周期运维。在此背景下，探究垃圾发电设备安装与技术管理实践，对推动行业可持续发展和实现“无废城市”目标具有重要现实意义。

一、垃圾发电技术概述

（一）垃圾发电的基本原理与技术路线

垃圾发电是通过热能、生物化学或热化学方式将垃圾转化为电能的技术，主要包括焚烧发电、气化发电和厌氧发酵三种路线。焚烧发电是目前应用最广泛的技术，通过高温燃烧垃圾产生蒸汽驱动汽轮机发电，具有处理量大、减容效果显著的特点，但需严格控制二噁英等污染物排放^[1]。气化发电采用缺氧或限氧条件将垃圾转化为可燃气体（如合成气），再通过燃气轮机发电，能源利用率较高，但技术复杂且投资成本大。厌氧发酵主要针对有

机垃圾，利用微生物降解产生沼气（主要成分为甲烷），经净化后用于发电或供热，适合湿垃圾处理，但处理周期较长。三种技术各具优势，需根据垃圾成分、规模及环保要求选择适用方案。

（二）垃圾发电在环保能源体系中的地位

垃圾发电在环保能源体系中承担减量化、资源化和无害化的核心作用。通过焚烧或气化技术，垃圾体积可减少80%~90%，大幅缓解填埋场压力；同时，垃圾转化为电能或热能，实现废弃资源的能源回收，契合循环经济理念。在无害化方面，现代垃圾发电厂配备高效烟气净化、飞灰稳定化等系统，确保重金属、二噁英等污染物达标排放。相较于传统填埋或堆肥，垃圾发电在减少温室气体排放

（如甲烷）方面具有显著优势，成为城市固废治理与低碳能源供应的重要结合点，推动环保与能源可持续发展的协同^[2]。

二、垃圾发电设备安装关键问题分析

（一）设备安装前的规划与准备

垃圾发电设备的安装需在前期规划阶段充分考虑选址、环境影响评估及设备选型等关键因素。选址需符合城市总体规划，避开生态敏感区，同时满足运输便利性和周边居民可接受度^[3]。环境影响评估须对噪声、废气、废水及固体废物排放进行严格测算，确保符合环保法规要求。设备选型应结合垃圾成分、处理规模及技术成熟度，合理选择焚烧炉、烟气净化系统及发电机组，兼顾经济性与运行稳定性。科学的规划与准备能够降低后续施工风险，提高项目整体可行性。

（二）安装过程中的技术难点与解决方案

垃圾发电设备安装涉及焚烧炉组装、烟气处理系统集成及自动化控制调试等复杂环节。焚烧炉安装需确保炉体密封性和耐高温性能，避免因热应力变形导致运行故障^[4]。烟气处理系统集成涉及脱硫、脱硝及除尘设备的协同配置，需优化管道布局以减少压损并提升净化效率。自动化控制调试是保障系统稳定运行的关键，需通过模拟测试验证各传感器与执行机构的联动逻辑，确保实时监测与精准调控。针对这些技术难点，需制定严格的安装标准与调试流程，结合现场数据持续优化，确保设备安全高效投运^[5]。

三、垃圾发电技术管理实践

（一）运行阶段的技术管理

1. 设备维护与故障诊断

垃圾发电设备的稳定运行依赖于系统化的维护策略与高效的故障诊断技术。预防性维护计划应涵盖焚烧炉、烟气净化装置、汽轮机等关键设备，通过定期检查、润滑及易损件更换降低突发故障风险。状态监测技术如振动分析、红外热成像可实时评估设备健康状态，结合历史运行数据建立故障特征库，实现早期异常预警。针对常见故障如炉排卡涩、过热器积灰等问题，需制定标准化处理流程，缩短停机维修时间，保障发电效率^[6]。

2. 能效优化与排放控制

提升垃圾发电能效需从燃烧控制、余热回收及系统协同运行入手，通过优化一次风配比、二次风温度等参数提高燃烧效率，采用蒸汽再热技术增加发电量。排放控制需严格执行污染物协同治理策略，集成 SNCR 脱硝、半干法脱硫及活性炭吸附等多级净化工艺，确保二噁英、NO_x 等指标达标。实时监测系统结合大数据分析可动态调整运行参数，在满足环保要求的同时实现能源产出最大化，推动垃圾发电向高效低碳方向发展^[7]。

（二）安全管理与风险控制

1. 安全生产标准化建设

针对垃圾发电过程中可能发生的火灾、爆炸和污染物泄漏等突发情况，需制定多级应急响应预案并配备专业处置设施。重点

建设烟气异常排放、渗滤液泄漏等环境污染事件的快速拦截系统，配置备用电源和应急处理药剂储备。定期开展应急演练检验预案可行性，通过模拟不同事故场景提升响应能力。污染防控体系应实现从源头控制到末端治理的全过程覆盖，确保在任何运行工况下均能有效防止二次污染^[8]。

2. 应急处理与污染防控措施

在垃圾发电过程中，针对火灾、爆炸及污染物泄漏等突发情况，需建立分级应急响应体系：按风险程度设预警、一级至三级响应，预警期实时监测参数，一级响应启动全厂停机与消防联动，二、三级响应分级处置。污染防控重点建设快速拦截系统，如烟气异常排放时，在线监测联动 10 分钟内启动的脱硫脱硝增效喷淋装置；渗滤液泄漏时，通过地下防渗监测网络、应急收集池及 4 小时内完成封堵净化的移动式膜处理设备控制污染。配套双回路备用电源与 72 小时药剂储备库，定期开展炉膛爆燃、渗滤液池泄漏等场景演练^[9]。污染防控贯穿全流程：源头通过垃圾分类稳定热值，过程以封闭式炉排和负压系统控排，末端采用高效处理工艺确保排放达标，全程防范二次污染。

四、垃圾发电项目的优化与发展建议

（一）技术层面的优化策略

1. 先进燃烧技术与智能化控制应用

垃圾发电效率提升的关键在于采用先进的燃烧技术和智能化控制系统。机械炉排燃烧技术通过优化空气分布和温度控制，显著提高低热值垃圾的燃烧效率。智能化控制系统的应用实现了燃烧过程的实时监测与动态调节，基于大数据分析的预测性维护可提前识别设备异常。人工智能算法的引入使系统能够自动优化运行参数，在保证稳定燃烧的同时降低能耗，提升整体发电效率 15%–20%^[10]。

2. 余热回收与二次污染治理创新

在垃圾发电的余热回收与二次污染治理创新中，高效余热回收系统通过优化换热器结构与管路设计，集成有机朗肯循环（ORC）技术，利用低沸点工质实现热能到机械能的转换，额外产生 5%–8% 的电输出，显著提升能源综合利用率。二次污染治理领域，新型催化过滤技术突破性融合催化氧化与高效过滤功能，通过负载特殊贵金属催化剂，将二噁英分解效率提升至 99.9% 以上，同时实现汞、铅等重金属的同步吸附脱除；等离子体技术则通过高能粒子轰击飞灰中的有害物质，使其化学键断裂并重新聚合，将传统危险废物飞灰转化为符合建材标准的硅铝酸盐骨料，推动垃圾发电过程向近零排放、资源循环利用的目标迈进。

（二）管理层面的改进措施

1. 全生命周期管理模式构建

垃圾发电项目的全生命周期管理需覆盖规划、建设、运营到退役各阶段，建立基于 BIM 技术的数字化管理平台实现全过程数据追溯。运营阶段采用 PDCA 循环持续改进管理模式，通过能效监测、成本分析和环境影响评估实现动态优化。设备退役阶段应制定科学的拆解方案和资源回收计划，确保设施拆除过程符

合环保要求，关键部件实现梯级利用，降低全生命周期环境足迹 20%–30%。

2. 人才培养与技术创新机制

在垃圾发电领域，需建立产学研用协同创新平台，与高校、科研院所联合开展焚烧炉高效燃烧控制、二噁英超低排放等关键技术攻关，形成“基础研究—技术开发—工程应用”全链条创新体系，如通过协同研发实现焚烧热效率提升 8% 的工程示范。实施阶梯式人才培养计划，新员工完成“理论培训—模拟操作—跟班实践”三级专业资质认证，技术骨干通过技能竞赛、海外交流提升水平，管理人才参与跨学科课程拓展思维。设立专项创新基金鼓励技术改造，建立创新成果转化激励机制，将技术专利、工艺改进与绩效考核挂钩，对获得发明专利或实现工艺突破的团队，按成果转化收益的 15% 给予奖励，并纳入职称评定与晋升体系，推动行业技术水平持续提升。

（三）政策与市场推动建议

1. 政府补贴与环保政策支持

完善阶梯式电价补贴机制，根据垃圾处理量和发电效率实施差异化补贴标准，重点支持采用先进技术的项目。环保政策应强化排放标准监管，建立碳排放交易体系，将垃圾发电纳入碳减排项目范畴。税收优惠政策可针对设备进口、技术研发等环节实施减免，同时设立专项基金支持二噁英防治等关键技术攻关。建立

跨部门协调机制，统一能源、环保、住建等领域的政策导向，形成政策合力推动行业健康发展。

2. 市场化运营与公众参与机制

推行 PPP 模式引入社会资本，通过特许经营权转让、收益共享等机制提升运营效率。建立垃圾处理费与发电收入联动机制，确保项目合理回报。公众参与方面应完善信息公开制度，定期公布排放数据，设立社区监督员参与环境监测。开展环保教育基地建设，通过开放日等活动增强公众认知，建立“垃圾分类—发电利用”的良性互动机制，提升项目社会接受度。

五、总结

垃圾发电技术通过焚烧、气化及厌氧发酵等工艺实现了废弃物减量化与能源化协同，现代烟气净化与智能化控制技术的应用显著提升了环保性能与运行效率。管理实践表明，全生命周期管理模式与安全生产标准化建设是保障项目可持续运营的关键，而政策支持与市场化机制则为行业发展提供了重要推动力。未来，在碳中和目标下，垃圾发电将向更高能效、更低排放方向发展，碳捕集与封存技术的集成应用可能成为重要突破点。随着垃圾分类体系的完善与热电联产模式的推广，垃圾发电有望在循环经济与低碳能源转型中发挥更核心的作用。

参考文献

[1] 曹良金. 生活垃圾焚烧发电厂的锅炉设备安装技术研究 [J]. 石油石化物资采购, 2023(24):80–82.

[2] 赵付一. 我国垃圾焚烧发电行业市场现状及其管理模式 [J]. 现代经济信息, 2012(08X):1.

[3] 董纪明. 垃圾焚烧发电厂建设工程技术管理 [J]. 现代工程项目管理, 2023.

[4] 胡滨海. 浅谈垃圾焚烧发电厂飞灰处理技术 [J]. 电站系统工程, 2007, 23(2):2.

[5] 王明峰. 浅谈垃圾焚烧发电厂生产技术管理 [J]. 有色设备, 2019(3):4.

[6] 任海涛. 浅谈垃圾焚烧发电厂生产技术管理 [J]. 建材发展导向, 2019, 17(19):1.

[7] 叶建木, 马玓, 张雅蕊. 垃圾发电技术专利合作网络的动态演化分析 [J]. 武汉理工大学学报: 社会科学版, 2017(2):7.

[8] 彭博. PPP 垃圾焚烧发电项目的风险识别及应对研究——以 WT 项目为例 [D]. 北京建筑大学, 2022.

[9] 陈裕凉. 浅谈垃圾焚烧发电厂生产技术管理 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2021(6):359–360.

[10] 李衡. 垃圾焚烧发电产业的发展新模式 [J]. 中国电力企业管理, 2018(10):2.