

The Collaborative Development Path of Garbage Power Generation and Circular Economy Model

Wei Guo

China Power Investment Green Energy Technology Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract

The exploration of the collaborative development path of waste-to-power generation and circular economy model emphasizes its importance in promoting environmental protection and efficient use of resources. This path includes multiple aspects: utilizing high-temperature melting and hot sintering technology to achieve harmless and resourceful utilization of waste materials; The innovation of low-temperature thermal decomposition technology has also brought new opportunities to this field; Implementing diversified profit models has improved the economic feasibility of waste to energy projects; To ensure the smooth progress of this model, we need to strengthen policy support and market supervision. These measures have jointly promoted the deep integration and collaborative development of waste power generation and circular economy.

Keywords

waste-to-power generation; circular economy; resource utilization of fly ash; coordinated development

垃圾发电与循环经济模式的协同发展路径

郭威

中电投绿能科技有限公司，中国·上海 200000

摘要

垃圾发电与循环经济模式的协同发展路径探索，强调了其在促进环境保护和资源高效利用上的重要性。该路径包括多个方面：利用高温熔融与热烧结技术，实现垃圾废弃物的无害化与资源化利用；低温热分解技术的创新也为该领域带来了新机遇；实施多元化盈利模式，提升了垃圾发电项目的经济可行性；为确保这一模式的顺利推进，还需强化政策支持和市场监管。这些措施共同推动了垃圾发电与循环经济的深度融合与协同发展。

关键词

垃圾发电；循环经济；飞灰资源化；协同发展

1 引言

垃圾发电是通过焚烧或生物降解等方式将垃圾转化为电能或热能的技术。这种技术不仅能够减少垃圾填埋对环境的污染，还能有效回收垃圾中的能源。循环经济则强调资源的再利用和环境的保护，通过资源的循环流动和高效利用，实现经济和环境的双重效益。将垃圾发电与循环经济模式相结合，对于解决环境问题、促进经济可持续发展具有重要意义。

2 垃圾发电与循环经济协同发展的重要性

垃圾发电与循环经济协同发展的重要性，在推动可持续发展进程、提升资源利用效率及强化环境保护工作中占据着举足轻重的地位。这一发展模式借助创新技术，成功地将传统意义上的废弃物——垃圾，转化为电能或其他形式的可

用能源，既大幅度减轻了垃圾对自然环境的污染压力，又实现了资源的有效循环再利用，深刻体现了循环经济所强调的“减量化、再利用、资源化”的基本原则。在实际操作中，垃圾发电技术的广泛应用不仅有效解决了垃圾处理的棘手问题，还为能源供应开辟了新的渠道，这对于应对全球能源危机、减少对化石燃料等传统能源的依赖，具有深远的战略意义。这一实践生动展示了废弃物向资源转化的巨大潜能，为能源结构的多元化发展提供了有力佐证。此外，垃圾发电与循环经济的深度融合，还进一步促进了经济结构的优化调整与转型升级。它激发了技术创新和产业升级的活力，带动了环保设备制造、资源回收再利用等相关产业链条的发展，为经济增长增添了新的动力。

3 垃圾发电与循环经济模式的协同发展

3.1 高温熔融技术的利用

高温熔融技术作为飞灰处理的一种先进手段，展现出独特的处理特性与显著的资源化利用潜力。这一技术通过燃

【作者简介】郭威（1990—），男，中国河南人，本科，从事电力研究。

料燃烧或电力加热的方式，将添加了特定助溶剂的飞灰提升至极高的熔融温度，这一过程不仅能够有效促进飞灰中诸如二噁英等有害有机物质的彻底分解，还能促使无机组分在高温下发生熔融，进而形成结构稳定的 Si-O 网状非晶态玻璃体。这种玻璃体物质因其刚性和化学稳定性，成为一种理想的重金属包封固化介质，显著降低了重金属的迁移性和生物可利用性，从而确保了环境安全。

在资源化利用方面，高温熔融技术的产物——熔融玻璃体，因其独特的物理和化学性质，展现出了广泛的应用前景。一方面，这些熔融玻璃体可以作为玻璃陶瓷的原料，通过进一步加工，生产出既美观又耐用的新型建筑材料，满足了市场对高性能、环保型建材的需求。另一方面，熔融玻璃体还可以直接应用于道路建设、土壤改良等领域，作为添加剂或填充材料，不仅能够有效利用飞灰资源，减少了对传统原材料的依赖，还实现了废物的无害化和资源化双重目标^[1]。

3.2 高温热烧结技术的应用

高温烧结技术在飞灰处理领域展现出了独特的优势与广泛的应用潜力。该技术通过将飞灰与细小的玻璃质材料，如玻璃屑或玻璃粉进行混合，随后在 1200℃~1400℃ 的高温环境中进行熔融处理，最终形成一种玻璃固化体。这一处理过程不仅显著降低了飞灰的体积，即实现了高减容率，而且通过高温熔融，飞灰中的重金属元素得以稳定化，有效防止了重金属的溶出和二次污染。同时，高温条件确保了二噁英等有害有机物质的彻底分解，从而实现了飞灰的无害化处理。

烧结后的飞灰烧结体，因其具有轻骨料和高强度的特性，成为建筑材料领域的优选材料。它可以被广泛应用于普通混凝土的制备中，作为骨料替代部分天然骨料，从而降低了对自然资源的依赖。

3.3 低温热分解技术的创新

低温热分解技术，作为飞灰处理领域的一项创新成果，由浙江京兰环保集团与浙江大学携手研发，展现出了独特的处理效能与环保潜力。该技术巧妙利用缺氧或无氧环境，在低于 500℃ 的温和条件下对飞灰进行热分解处理，这一独特过程不仅实现了飞灰中氯元素的高效脱除，还促进了二噁英等有害有机物的有效降解，为飞灰的无害化处理开辟了新路径。

相较于传统的高温烧结与熔融技术，低温热分解技术在节能与投资成本方面展现出了显著优势。高温技术往往需要消耗大量能源以维持高温环境，而低温热分解技术则通过降低处理温度，大幅减少了能源消耗，进而降低了整体处理成本。此外，该技术的设备要求相对简单，投资成本更低，为更多地区和企业提供了经济可行的飞灰处理方案。尤为值得一提的是，低温热分解技术的操作流程简便，易于掌握与推广。这一特点使得该技术特别适用于那些缺乏水泥处置线等基础设施的城市，为这些地区的飞灰处理提供了切实可行

的解决方案^[2]。

在实际操作中，低温热分解工艺通常采取两步走策略：一是对飞灰进行热分解处理，以脱除其中的有害物质；二是通过水洗步骤进一步净化处理产物，确保污染物含量的有效降低。低温热分解技术的成功研发与应用，不仅为飞灰处理领域带来了技术革新，更为垃圾发电与循环经济模式的协同发展注入了新的活力。随着技术的不断成熟与推广，低温热分解技术有望在未来成为飞灰处理领域的主流技术之一，为推动环保产业的可持续发展贡献重要力量。

3.4 实施多元化盈利模式

为了确保垃圾发电厂的长期稳定运行与可持续发展，构建多元化的盈利模式显得尤为重要。这一战略不仅着眼于传统的垃圾处理与电力生产业务，更致力于开拓创新性的收入来源，以增强企业的财务韧性和市场竞争力。

在探索新型盈利模式的过程中，“发电+供热”的联产模式成为一个值得关注的亮点。该模式充分利用垃圾焚烧过程中产生的高温蒸汽，通过高效的热能转换与传输系统，将这一宝贵的能源资源直接输送给新材料、医药、食品加工等需要稳定热源的企业。这种热电联产的方式不仅有效提升了能源利用效率，还为企业带来了额外的热力销售收入，实现了经济效益与环境保护的双赢。另外，政策层面的支持也为垃圾发电企业拓展盈利空间提供了有力保障。政府鼓励垃圾发电企业积极参与绿色电力（绿电）、绿色电力证书（绿证）以及碳排放权等市场的交易活动。这些市场机制不仅为企业提供了额外的收入来源，还通过市场化手段促进了清洁能源的消纳与碳减排目标的实现。具体而言，绿电交易允许企业将生产的绿色电力直接出售给有需求的用户，获取高于普通电力的溢价；绿证交易则为企业提供了证明其绿色电力生产能力的官方凭证，进一步提升了企业的市场信誉与品牌价值；而碳市场交易则允许企业通过出售其减排的碳排放配额，获得直接的经济回报，从而激励企业加大环保投入，提升减排效果^[3]。盈利模式及其效果的相关数据如表 1 所示。

3.5 强化政策支持和市场监管

政策支持和市场监管在实现垃圾发电与循环经济协同发展进程中扮演着不可或缺的角色，它们共同构成了行业健康、有序发展的基石。政府作为政策制定者与监管主体，应当采取一系列措施，为垃圾发电项目的建设运营提供强有力的支持，并规范行业行为，保障其沿着可持续的轨道前行。

政府应当出台一系列具有前瞻性和针对性的政策措施，以鼓励和促进垃圾发电项目的发展。这包括但不限于提供财政补贴，以降低项目初期投资与运营成本，提升项目的经济可行性；实施税收优惠，如减免增值税、所得税等，以减轻企业税负，增强其市场竞争力。这些政策不仅有助于吸引社会资本投入垃圾发电领域，还能激发企业的创新活力，推动技术进步与产业升级。与此同时，加强市场监管同样至关重要。政府应建立健全的市场监管机制，明确行业准入标准，

规范企业行为，防止恶性竞争和资源浪费现象的发生。通过加大执法力度，对违法违规行为进行严厉打击，维护公平、公正的市场竞争环境，保障行业的健康发展。此外，政府还应加强对垃圾发电项目运营过程的监管，确保其符合环保要求，防止环境污染事件的发生。在环保监管方面，建立完善的环保监管体系是确保垃圾发电项目环保指标达标的关键。

政府应制定严格的环保标准，并加强对项目的日常监测与检查，确保其排放的污染物符合国家标准和世界先进水平。鼓励企业采用先进的环保技术和设备，提升污染治理能力，降低环境影响。通过强化政策支持和市场监管，政府不仅能够为垃圾发电与循环经济的协同发展提供有力保障，还能推动整个行业向更加绿色、高效、可持续发展的方向发展。

表 1 盈利模式及其效果的相关数据

类别	项目	数据 / 描述
垃圾发电市场规模	中国垃圾发电市场规模	2022 年达到 522 亿元
绿电交易数据	绿证交易累计核发数量	截至 2024 年 8 月底，突破 18 亿个
	绿证交易数量	2024 年 1—8 月，交易超过 2 亿张
	绿电交易电量	2024 年 1—8 月，达到 1775 亿千瓦时
	绿电环境溢价	截至 2023 年 11 月底，6.5 分 / 千瓦时
	历年绿电交易成交电量	2021 年至 2023 年，分别为 87 亿千瓦时、181 亿千瓦时、697 亿千瓦时
碳排放权交易数据	碳排放配额成交量	截至 2023 年底，累计成交量 4.42 亿吨
	碳排放配额成交额	截至 2023 年底，累计成交额 249.19 亿元
垃圾发电效率与利用	生活垃圾焚烧发电效率	平均每吨入炉垃圾发电量达到 400 千瓦时左右
	热电联产效率	热能利用效率提高到了 45% 左右
固体废物热电联产	生物质发电装机	截至 2020 年底，2952 万千瓦
	固体废物热电联产优势	绿色环保、政策支持、项目落地等方面具有积极向好趋势

4 结语

垃圾发电与循环经济模式的协同发展，不仅有助于解决垃圾处理难题，还能实现资源的循环利用，促进可持续发展。通过完善垃圾回收体系、应用高温热烧结与低温热分解技术，我们能够有效提升垃圾处理效率与资源化水平。同时，实施多元化盈利模式与强化政策支持和市场监管，为垃圾发电项目的长期稳定运行提供了有力保障。未来，随着技术的

不断创新与政策的持续完善，垃圾发电与循环经济模式的协同发展将迎来更加广阔的前景。

参考文献

[1] 李晓杰,洪晓玲,和润楠,等.垃圾焚烧烟气超低排放技术路线与协同脱除[J].应用化工,2024,53(2):499-504.

[2] 林仞.生活垃圾焚烧发电系统优化技术探讨[J].福建农机,2014(3).

[3] 张焕亨.垃圾焚烧电厂超低排放烟气处理技术应用研究[J].锅炉技术,2021,52(3):5.