

# 探究工业垃圾大比例掺烧的可行性与实践总结

王琳 洪利宾

建德浦发热电能源有限公司 浙江 杭州 310000

**摘要：**本文通过一系列工业垃圾大比例掺烧的试验与实践，深入分析了其在实际生产中的可行性与效果，并总结出一套满足生产可持续性的方式方法。试验表明，合理的工业垃圾掺烧比例不仅能够有效解决生活垃圾缺口问题，还能在保证环保指标达标的同时，提升发电效率，降低生产成本。

**关键词：**工业固废；大比例掺烧；可行性；实践总结

## 1 掺烧背景深入解析

在迅猛发展的城市化进程中，随着居民生活质量的提升，生活垃圾产量呈现出增长态势。但是，许多劳动输出型城市因人口流动大，导致其实际的垃圾产生量达不到最初的规划预期与调研数据。同时，随着垃圾分类政策的深入实施与精细化分类标准的推广，越来越多的垃圾被有效转化为再生资源，这一趋势在减轻环境污染的同时，也间接导致了生活垃圾焚烧发电厂的垃圾缺口日益增大，对其原有设计产能提出了新的挑战。为了缓解这一矛盾，实现垃圾处理的可持续性和高效性，探索并实践多种类型垃圾协同焚烧处理，特别是大比例掺烧一般工业固废垃圾（下文简称工业垃圾），成为了一个亟待研究的重要课题。

### 1.1 工艺概况的扩展

本研究聚焦于一家装备精良的垃圾焚烧发电厂，其核心设施包括一条日处理能力达500吨的垃圾焚烧线及配套的12MW汽轮发电机组，这些构成了发电厂高效运转的基石。更为关键的是，该厂在烟气净化方面采用了业内领先的“多级净化”技术路线，即“SNCR脱硝+半干法脱酸+干法脱酸+烟道活性炭喷射吸附二噁英等有害物质+布袋除尘器高效除尘+湿法脱酸深度净化+SCR精准脱硝”的全方位处理流程。这一组合式处理工艺不仅确保了烟气排放远低于国家及地方规定的环保标准，更体现了对环境保护的极高责任感和科技创新能力。通过这些先进技术的应用，发电厂能够在处理生活垃圾的同时，有效控制并减少焚烧过程中产生的有害气体和颗粒物，保护了周边生态环境，实现了经济效益与环境效益的双赢。

### 1.2 现状：生活垃圾缺口大的深入剖析

面对生活垃圾的不足，如通过科学配比和严格预处理，能大比例掺烧工业垃圾，则不仅能够填补生活垃圾处理的缺口，还能提高焚烧炉的热效率，增加发电量，

同时减少对外购燃料的依赖，进一步降低运行成本。工业垃圾的掺烧还有助于实现垃圾的减量化、资源化和无害化处理，推动循环经济的发展。它不仅能够促进资源的合理利用，减轻环境负担，还能为城市可持续发展提供有力支撑。因此，深入研究和推广工业垃圾掺烧技术，对于解决当前垃圾处理困境、促进城市绿色发展具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 2 垃圾焚烧情况

### 2.1 生活、陈腐、工业垃圾进厂情况的深入阐述

为了维持垃圾焚烧发电厂的持续稳定运营，面对日益加剧的生活垃圾供应不足问题，该厂创新性地采取了多元化垃圾掺烧策略，即将部分陈腐垃圾和工业垃圾作为辅助燃料掺入生活垃圾中共同焚烧。这一举措不仅极大地缓解了原料短缺的困境，更在实际运营中展现出了显著成效。据统计，自实施掺烧计划以来，发电厂的运行时间显著增加，特别是在2022年，相比前一年度，运行时间延长1567小时，这一数字直观地反映了掺烧策略对提高发电效率的积极作用。同时，由于焚烧原料的多样化与合理配置，上网电量也随之攀升，全年增加电量高达1170万度，进一步提升了发电厂的经济效益和社会价值。至2023年9月，随着掺烧技术的不断优化和管理措施的完善，这一积极趋势依然保持稳定，为发电厂的长期可持续发展奠定坚实基础。

### 2.2 陈腐垃圾掺烧的挑战与应对

在陈腐垃圾的掺烧过程中，该厂严格遵守合同要求，优先选择填埋场三期中的短期龄垃圾进行开挖利用。然而，2023年5月，因政府立项程序的临时调整，陈腐垃圾的开挖工作被迫暂停，给发电厂的原料供应带来了新的挑战。在已开挖的陈腐垃圾中，发现泥土及石块含量有所增加，这不仅影响了垃圾的热值，还增加了后续筛分处理的难度和成本。针对这一情况，发电厂迅速响应，加强对陈腐垃圾的质量监控和预处理工作，通过

引入更高效的筛分设备和技术，有效降低泥土和石块对焚烧过程的影响，确保掺烧效果的最大化。

### 2.3 工业垃圾掺烧的精细化管理

在工业垃圾的掺烧方面，该厂展现出高度的市场敏感性和精细化管理能力。工业垃圾的来源广泛，成分复杂，但发电厂通过科学的市场调研和成本分析，确定了以建筑垃圾筛选物、纸渣、打包料及少量皮革边角料等为主要掺烧对象的策略。这些工业垃圾不仅采购价格控制在合理范围（100元/吨以内），而且其燃烧特性与发电厂现有设备相匹配，为高效掺烧提供了有力保障。

#### 2.3.1 工业垃圾特性分析的深度剖析

**建筑垃圾筛选物：**作为工业垃圾中的主要组成部分，其成分多样，既包括易燃的塑料袋、包装纸等轻抛物，也含有难以燃烧的砖石块、石膏板等重质物料。在焚烧过程中，轻抛物能够快速燃烧产生热量，而重质物料则以炉渣的形式排出，需特别关注其对焚烧炉内工况的影响。（1）纸渣：尽管纸渣的含水率较高（30-50%），但其易燃性使其成为理想的掺烧材料之一。在焚烧过程中，纸渣迅速脱水并燃烧，主要生成灰渣，对焚烧炉的负荷和排放控制提出了更高要求。（2）打包料：打包料中富含塑料、泡沫、布条等易燃且橡塑类成分较多的物质，这些成分在焚烧过程中能够释放出大量热能，提高燃烧效率。然而，其燃烧产生的有害气体和颗粒物也需严格监控，确保达标排放。

#### 2.3.2 少量边角料及特殊物料的精细化管理

少量边角料，如皮革边角料和填埋场污泥等，尽管在掺烧总量中占比较小，但由于其独特的物理化学特性和可能带来的环境影响，发电厂采取了更为精细化的处理方式。对于皮革边角料而言，其高橡塑成分意味着在焚烧过程中能产生较高的热量，对提升整体燃烧效率有着积极作用。然而，皮革在焚烧过程中可能释放出特殊气味和微量有害物质，如氮氧化物、硫化物及某些有机化合物等。因此，发电厂在掺烧前会对皮革边角料进行严格的预处理，包括去除油污、污渍和金属杂质，以减少燃烧过程中的污染物生成。同时，通过调整焚烧炉的燃烧参数，如温度、氧含量和停留时间等，优化燃烧条件，确保有害物质的充分分解和达标排放。填埋场污泥则含有一定的有机质、水分和可能的重金属等有害物质<sup>[2]</sup>。在掺烧前，发电厂会对污泥进行初步的固液分离和稳定化处理，降低其含水率和毒性，以提高燃烧效率和安全性。此外，还会通过添加适量的辅助燃料或调理剂来调节污泥的燃烧性能，使其更好地适应焚烧炉的燃烧需求。

## 3 工业垃圾大比例掺烧的可行性分析



### 3.1 垃圾堆放方式的优化

由原先的独立堆放到现在的按比例混合堆放，这一变化不仅确保生活垃圾的充分发酵，提高燃烧效率，还为工业垃圾的大比例掺烧提供可行的物理空间和条件。通过精细化的垃圾堆放管理，实现生活垃圾与工业垃圾的均衡掺混，为稳定燃烧提供坚实的基础。

### 3.2 发电效率的提升

大比例掺烧工业垃圾后，发电厂的发电量得到显著提升。这主要得益于工业垃圾中富含的高热值成分，如塑料、橡胶等，它们在燃烧过程中能够释放出大量的热能，从而提高了整体燃烧效率。同时，通过合理的燃烧调整和技术优化，确保了燃烧过程的稳定性和连续性，为连续多发电提供了有力保障。

### 3.3 经济性与成本分析

尽管工业垃圾掺烧会增加一定的处理难度和成本（如筛分处理、预处理等），但相较于其带来的发电收益和环保效益而言，这些成本是可以接受的。此外，通过市场调研和成本分析，发电厂确定合理的工业垃圾采购价格范围，进一步降低了掺烧成本。

## 4 实践总结与经验分享

### 4.1 燃烧调整的精细化

在低氧燃烧条件下，发电厂通过精确控制氧含量在3-4%之间，既有效减少了氮氧化物的排放，又避免了缺氧燃烧带来的负面影响。这一精细化燃烧调整的实践表明，科学合理地控制燃烧参数是实现高效、清洁燃烧的关键。

#### 4.2 环保指标与耗材管理

随着工业垃圾掺烧量的增加，SO<sub>2</sub>、HCL和粉尘排放量略有上升，但通过加强环保设施的运行管理和维护清理工作，这些排放物均保持在可控范围内。同时，针对SCR催化模块堵塞的问题，发电厂采取了有效的预防和应对措施，确保了环保排放的达标和稳定。在耗材管理方面，发电厂根据燃烧特性和环保需求合理调整石灰、烧碱等消耗品的用量，并实现了柴油用量的显著降低。

#### 4.3 设备维护与检修

加强巡检、及时维护和消缺是确保设备完整率和稳定运行的关键。发电厂在工业垃圾大比例掺烧过程中，建立了完善的设备维护和检修体系，通过定期检查和预防性维修，及时发现并解决了潜在问题，保障了焚烧炉和配套设备的长期稳定运行。

#### 4.4 入炉垃圾取样分析的重要性

通过委托专业公司取样检测发现，入炉垃圾中橡塑、灰土类成分占比增加，纺织、纸类占比下降。这一数据与燃烧过程中反馈的现象相符，进一步验证了工业垃圾掺烧对燃烧特性和环保指标的影响。

#### 4.5 工业垃圾占比优化的策略

数据表明，当工业垃圾占比约为40%时，发电量相对较高且稳定。这一发现为发电厂提供了宝贵的参考依据。为了实现工业垃圾掺烧的最优化，发电厂应采取以下策略：（1）动态调整掺烧比例：根据垃圾市场的供应情况、垃圾热值的波动以及发电厂的实际需求，动态调整工业垃圾与生活垃圾的掺烧比例。这不仅能确保发电效率的稳定，还能降低运营成本<sup>[3]</sup>。（2）严格控制垃圾质量：工业垃圾的来源多样，品质参差不齐。发电厂应建立严格的垃圾质量验收体系，确保所采购的工业垃圾满足掺烧标准，避免因垃圾品质问题导致的燃烧不稳定和环保指标超标。（3）强化技术研发与创新：加大对工业垃圾掺烧技术的研发投入，不断优化燃烧工艺和环保设施，提高垃圾处理的科技含量和自动化水平。同时，

积极探索新的垃圾处理技术和资源化利用途径，为发电厂的可持续发展提供技术支撑。

### 5 经济效益与环境效益分析

#### 5.1 经济效益

大比例掺烧工业垃圾不仅补充了生活垃圾的不足，还显著提升发电厂的发电量。增加的电量销售为发电厂带来了可观的经济收益。同时，通过合理控制采购成本和管理费用，发电厂能够实现更高的盈利水平。

#### 5.2 环境效益

工业垃圾的有效利用减少垃圾填埋产生的温室气体排放和环境污染。通过科学合理的掺烧技术和环保措施，发电厂能够实现垃圾的减量化、资源化和无害化处理。这不仅有助于缓解城市垃圾处理的压力，还为保护生态环境和改善居民生活质量作出积极贡献。

#### 结束语

综上所述，工业垃圾大比例掺烧在垃圾焚烧发电厂中的应用展现了其显著的可行性和综合效益。通过优化垃圾堆放方式、提升燃烧效率、加强环保管理和设备维护等措施，发电厂在实现经济效益提升的同时，也为环境保护和资源节约贡献了重要力量。未来，随着技术的不断进步和政策的持续支持，工业垃圾掺烧有望在更多领域得到推广和应用，为城市绿色发展和可持续发展目标提供有力支撑。

#### 参考文献

- [1]石靖宇.垃圾焚烧发电厂中掺烧干化污泥探讨[J].环境卫生工程,2015,23(05):5-7.
- [2]王琳琳.垃圾焚烧发电厂污泥掺烧技术应用[J].能源与节能,2020(06):89-91.DOI:10.16643/j.cnki.14-1360/td.2020.06.037.
- [3]张呈坡,钱柯贞,刘志军,等.掺烧有机工业垃圾后生活垃圾焚烧飞灰底渣特性及重金属固化特性[J].广州化工,2023,51(8):134-136.DOI:10.3969/j.issn.1001-9677.2023.08.039.