

生活垃圾焚烧发电技术的研究及应用

魏 森

东源深能环保有限公司 广东 河源 517000

摘 要: 生活垃圾焚烧发电技术通过高温焚烧实现垃圾减量与能源转化。本文详细阐述了该技术核心原理,涵盖垃圾焚烧基础反应、能量转化机制及核心反应过程;介绍了关键技术环节,包括垃圾预处理、焚烧、热能回收与转化及副产物处理;探讨了技术应用核心环节,涉及系统组成运行、各环节应用实施与管控;分析了研究重点,聚焦效能提升与污染防控,并指出技术升级方向为高效化、低碳化、智能化,应用场景拓展至城乡一体化、跨界协同等领域。

关键词: 生活垃圾; 焚烧发电; 技术原理; 关键环节; 发展方向

引言: 随着城市化进程加快,生活垃圾产量急剧增加,传统处理方式面临诸多挑战。生活垃圾焚烧发电技术凭借减量化、无害化、资源化优势,成为解决垃圾问题的重要途径。该技术将垃圾焚烧产生的热能转化为电能,实现能源回收利用,同时有效减少垃圾体积与污染物排放。深入研究生活垃圾焚烧发电技术,对于提升垃圾处理水平、缓解能源压力、改善生态环境具有重要意义。了解其核心技术原理、关键技术环节及应用情况,有助于推动该技术持续发展与创新应用。

1 生活垃圾焚烧发电核心技术原理

1.1 生活垃圾焚烧基础原理

生活垃圾焚烧属于典型的高温热化学处理过程,核心在于通过高温环境促使垃圾中可燃物质与氧气发生剧烈氧化反应。垃圾成分繁杂,涵盖多种有机物与无机物,其中有机物如纸张、木材、塑料、织物等含有碳、氢、氧等元素,是燃烧反应的主要参与者。当温度达到垃圾中可燃成分的着火点,且氧气供应充足时,碳元素与氧结合生成二氧化碳,氢元素与氧结合生成水蒸气,这一过程释放出大量热能^[1]。部分有机物因结构复杂或燃烧条件限制,可能出现不完全燃烧,生成一氧化碳等中间产物,一氧化碳在高温下会进一步与氧反应转化为二氧化碳。无机物中的部分可燃成分,如某些含硫、含氮化合物,燃烧时分别生成二氧化硫、氮氧化物等污染物,这些污染物需在后续工艺中进行净化处理,以减少对环境的危害。垃圾的物理状态,如颗粒大小、松散程度等,也会影响燃烧效果,颗粒较小、结构松散的垃圾更易与氧气充分接触,燃烧更充分。

1.2 垃圾焚烧能量转化机制

垃圾焚烧能量转化遵循热力学原理,经历从化学能到热能再到机械能、电能的逐步转换。垃圾中储存的化学能通过燃烧反应释放,转化为高温烟气热能。高温烟

气具有较高温度和压力,进入锅炉后,将热量传递给锅炉内水,使水加热变成高温高压蒸汽。蒸汽蕴含大量热能,推动汽轮机转子旋转,热能转化为机械能。汽轮机带动发电机转子转动,发电机利用电磁感应原理,将机械能转化为电能,实现垃圾能量向电能的最终转化。能量转化效率受多种因素影响,锅炉设计、汽轮机性能、蒸汽参数等均会改变能量传递与转换效果,优化这些环节可提升整体能量转化效率。

1.3 焚烧发电核心反应过程

焚烧发电核心反应包含燃烧反应与能量转换反应。燃烧反应中,垃圾在炉膛内与空气充分混合,碳与氧反应生成二氧化碳,氢与氧反应生成水蒸气,部分有机物不完全燃烧生成一氧化碳,一氧化碳在高温下进一步与氧反应生成二氧化碳。同时,垃圾中含氮、硫物质燃烧分别生成氮氧化物、二氧化硫。能量转换反应里,高温烟气在锅炉内与水进行热交换,水吸收热量汽化,蒸汽推动汽轮机做功,汽轮机带动发电机发电。整个反应过程需精确控制温度、氧气供应量等参数,确保燃烧充分、能量转换高效,减少污染物生成,实现生活垃圾焚烧发电清洁、高效运行。

2 生活垃圾焚烧发电关键技术环节

2.1 垃圾预处理技术

生活垃圾成分复杂多样,物理化学性质差异显著,直接焚烧难以保证稳定高效运行,因此垃圾预处理技术至关重要。预处理环节涵盖多个方面,分选是基础步骤,通过机械分选、人工分选等方式,去除垃圾中不可燃的大块金属、玻璃、石块等杂质,减少对焚烧设备的磨损,提升焚烧效率。破碎处理能将大尺寸垃圾破碎成较小颗粒,增大垃圾比表面积,使垃圾在焚烧过程中与氧气接触更充分,促进燃烧反应进行^[2]。对于高水分垃圾,脱水处理必不可少,可采用机械挤压、热干燥等方法降低垃

圾水分含量,避免水分蒸发吸收大量热量,导致炉膛温度下降,影响燃烧稳定性。此外,针对垃圾中可能存在的有害物质,如含氯塑料、重金属等,需进行专门处理,降低焚烧过程中污染物生成风险,为后续焚烧环节创造良好条件。

2.2 垃圾焚烧核心技术

焚烧炉设计与燃烧控制是决定污染物排放与能量转化效率的核心环节。机械炉排炉采用模块化炉排结构,通过往复运动实现垃圾推进与翻动,确保燃烧区氧量分布均匀,炉膛温度维持在850—1000℃。流化床焚烧炉利用石英砂作为热载体,通过高速气流使垃圾颗粒呈悬浮状态燃烧,适用于低热值垃圾处理,但需添加辅助燃料维持床温。燃烧控制采用分层配风技术,一次风从炉排底部送入满足干燥与热解需求,二次风经喷嘴高速喷入燃烧区强化湍流混合,三次风在燃尽区补充氧气促进完全燃烧。智能控制系统通过氧量传感器与温度探头实时反馈数据,动态调节风量配比与炉排速度,使燃烧效率稳定在95%以上。

2.3 热能回收与转化技术

垃圾焚烧释放大量热能,热能回收与转化技术旨在高效利用这些热能。余热锅炉是核心设备,高温烟气进入余热锅炉后,与锅炉受热面进行热交换,将水加热成高温高压蒸汽。为提高热能回收效率,余热锅炉采用多级受热面设计,合理布置省煤器、蒸发器、过热器等,充分吸收烟气热量。蒸汽推动汽轮机做功,将热能转化为机械能,汽轮机带动发电机发电,实现热能到电能转化。在热能转化过程中,优化汽轮机运行参数,提高汽轮机内效率,减少能量损失,对提升发电效率具有重要意义。

2.4 焚烧副产物处理技术

垃圾焚烧产生多种副产物,需妥善处理以避免二次污染。炉渣是焚烧后剩余固体残渣,经磁选回收其中金属后,可用于制作建筑材料,如路基材料、砖块等,实现资源化利用。飞灰含有大量重金属、二噁英等有害物质,属于危险废物,需进行稳定化处理,通常采用化学药剂稳定化方法,使重金属等污染物转化为稳定形态,降低其迁移性和毒性,然后进行安全填埋。烟气净化过程中产生的废液,也需经过处理达标后排放或回用,防止对水环境造成污染。通过科学处理焚烧副产物,保障生活垃圾焚烧发电全过程环境友好。

3 生活垃圾焚烧发电技术的应用核心环节

3.1 焚烧发电系统的组成与运行

生活垃圾焚烧发电系统是一个复杂且精密的整体,由

多个子系统协同运作。垃圾接收与储存子系统负责接收收集来的生活垃圾,并将其妥善储存,为后续处理提供稳定原料供应。储存过程中需做好防臭、防渗等措施,避免对周边环境造成影响^[3]。焚烧子系统是核心部分,通过特定类型焚烧炉实现垃圾燃烧,不同焚烧炉在结构与工作原理上存在差异,但都致力于为垃圾燃烧创造良好条件,使垃圾充分燃烧释放热能。余热利用子系统将焚烧产生的高温烟气热量回收,加热锅炉中的水生成高温高压蒸汽,为发电提供动力。发电子系统借助蒸汽推动汽轮机旋转,进而带动发电机发电,完成热能到电能的转化。烟气净化子系统对焚烧产生的烟气进行处理,去除其中污染物,确保达标排放。各子系统紧密配合,通过自动化控制系统实现稳定运行,依据垃圾成分、热值等参数变化,实时调整运行参数,保障发电效率与环境效益。

3.2 预处理环节的应用实施

预处理环节是焚烧发电技术应用的前置保障,其应用实施质量直接影响后续焚烧与发电效果,需严格按照技术应用标准规范开展。预处理环节核心是对进厂生活垃圾进行筛选、破碎、均化与脱水处理,去除不符合焚烧要求的杂物,优化垃圾组分与物理特性。筛选作业需按照既定标准剔除大型杂物与不可燃物料,破碎处理需将垃圾破碎至均匀粒径,便于后续焚烧充分。均化处理通过混合、倒堆等作业调节垃圾组分均衡性,脱水处理则降低垃圾含水率,提升垃圾低位热值。预处理环节需优化操作流程,把控处理质量,确保处理后的垃圾符合焚烧工艺要求,为后续环节高效开展奠定基础,减少焚烧过程中污染物生成与设备损耗。

3.3 焚烧与发电环节的应用管控

焚烧与发电环节是技术应用的核心核心,直接关系到能源转化效率与环保达标情况,需依托焚烧发电技术规范强化全流程管控。焚烧环节需精准控制焚烧温度与炉膛压力,优化配风方式,确保垃圾充分燃烧,减少未燃尽物产生,同时抑制二噁英、重金属等污染物生成。需加强焚烧炉运行管控,定期检查炉体运行状态,及时处理炉内结焦、积灰等问题,保障焚烧过程稳定。发电环节需优化热能回收与转化流程,通过余热锅炉将焚烧产生的热能转化为蒸汽,驱动汽轮发电机组发电,把控蒸汽参数与发电负荷,提升能源转化效率。管控过程中需实现焚烧与发电环节的协同联动,优化运行参数,确保发电过程稳定,提升电力产出质量。

3.4 副产物处理环节的应用落地

副产物处理环节是焚烧发电技术绿色应用的关键,

其应用落地需遵循固废、废水、废气处理相关标准,实现副产物无害化、资源化处置。焚烧过程中产生的炉渣可通过破碎、筛分等处理后用于建筑材料制备,实现资源回收利用。飞灰需经过无害化处理后妥善处置,去除飞灰中的重金属与有害物质,避免造成环境影响。渗滤液需通过专属处理系统进行净化处理,去除水中污染物,达到排放或回用标准后处置。烟气需经过多级净化处理,脱除颗粒物、酸性气体、二噁英等污染物,确保排放达标。副产物处理环节需规范处理流程,严格把控处理质量,推动副产物资源化利用,降低环境负荷,实现焚烧发电技术的绿色可持续应用。

4 生活垃圾焚烧发电技术的研究重点与发展方向

4.1 当前技术研究核心重点

当前生活垃圾焚烧发电技术研究聚焦核心效能提升与污染防控,依托能源利用与环保技术相关标准,重点突破关键技术瓶颈^[4]。垃圾焚烧效率提升是研究核心,聚焦焚烧温度精准控制与燃烧工况优化,通过优化焚烧炉结构设计,改善垃圾燃烧均匀性,减少未燃尽物产生,提升能源转化效率。焚烧污染物精准控制是另一重点,针对烟气中颗粒物、酸性气体、重金属等污染物,研发高效净化技术,优化净化工艺参数,实现污染物精准脱除。垃圾预处理技术研究聚焦组分均化与脱水提质,通过改进预处理工艺,降低垃圾含水率,提升垃圾低位热值,为焚烧环节高效开展提供支撑,同时减少焚烧过程中污染物生成量。

4.2 技术升级与创新方向

技术升级与创新围绕高效化、低碳化、智能化方向推进,结合新能源技术发展趋势与行业技术规范持续突破。焚烧系统升级聚焦高效焚烧设备研发,优化焚烧炉炉膛结构与燃烧控制系统,提升燃烧稳定性与热效率,降低能源损耗。低碳化技术创新重点发展余热高效回收利用技术,优化余热锅炉设计,拓展余热利用途径,提升能源回收利用率,减少碳排放。智能化技术创新聚焦焚烧发电全流程智能化管控,引入物联网、大数据技术,构建焚烧工况、设备运行、污染物排放的实时监测与调控系统,实现精准管控,降低人为操作误差,提升系统运

行稳定性。同时,探索新型焚烧催化剂研发,提升污染物净化效率,降低净化成本。

4.3 应用场景拓展方向

应用场景拓展立足生活垃圾焚烧发电技术核心优势,结合不同区域需求与行业发展趋势,拓宽技术应用边界。城乡一体化应用场景拓展聚焦中小型焚烧发电设备研发,适配乡镇、县域等中小规模垃圾处理需求,实现垃圾就地处理与能源就地利用,缓解城乡垃圾处理压力。跨界协同应用场景拓展推动焚烧发电与垃圾分类、渗滤液处理、固废资源化等领域深度融合,构建一体化垃圾处理与资源利用体系,提升垃圾综合处理效能^[5]。绿色低碳场景拓展结合双碳目标要求,推动焚烧发电与储能技术结合,优化电力输出调节,提升可再生能源互补能力,助力能源结构转型。此外,探索焚烧发电技术在特殊垃圾处理中的应用,拓展技术适配范围,提升技术应用灵活性。

结束语

生活垃圾焚烧发电技术通过持续创新与场景拓展,在垃圾处理与能源回收领域展现出显著优势。技术升级需聚焦高效焚烧设备研发、余热深度利用及智能化管控系统构建,以提升能源转化效率并降低运行成本。应用场景拓展应立足城乡一体化需求,推动跨界协同与绿色低碳转型,实现垃圾处理与资源循环的深度融合。通过强化技术攻关与模式创新,该技术将为缓解垃圾处理压力、优化能源结构及促进可持续发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]宋睿烜.关于生活垃圾焚烧烟气净化处理技术的探讨[J].四川水泥,2021,14(04):118-119.
- [2]汤侯周.关于生活垃圾焚烧发电项目环境影响中关注问题简要分析[J].农村实用技术,2021(4):165-166.
- [3]金辉,葛健,王永堂.城市生活垃圾焚烧发电技术的研究及应用[J].科技创新导报,2021,18(33):134-136,140.
- [4]赵博锋.城市生活垃圾焚烧发电技术及烟气处理的研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(7):99-100.
- [5]李侨.我国生活垃圾焚烧发电技术现状及展望[J].建筑工程技术与设计,2021(30):2014-2015.