

垃圾焚烧电厂吨垃圾发电量提高措施分析

刘士超

贵阳中电环保发电有限公司，贵州贵阳，550027；

摘要：本文针对垃圾焚烧电厂吨垃圾发电量提升问题，系统分析当前行业面临的技术与管理瓶颈，结合工程实践与行业发展趋势，从优化焚烧工艺、升级设备效能、强化运营管理等多维度探讨提升措施。通过深入剖析焚烧炉燃烧效率提升、余热回收系统优化、发电设备性能改进等关键环节，提出技术革新与管理创新相结合的解决方案，旨在为垃圾焚烧发电企业提高能源转化效率、增强经济效益提供理论参考与实践指导。

关键词：垃圾焚烧电厂；吨垃圾发电量；焚烧工艺；设备优化；运营管理

DOI：10.69979/3060-8767.25.09.047

引言

伴随着我国“双碳”建设目标的不断发展和对城市生活垃圾处理要求的不断提高，垃圾焚烧发电是垃圾减量化、资源化和无害化处理的重要途径，在能源领域中越来越重要。吨垃圾发电量既体现了电厂能源转化效率，又直接关系到工程盈利和环保效益。因此，文章从垃圾焚烧发电技术原理和实际运行痛点入手，对吨垃圾发电量关键影响因素进行了系统分析，并探讨促进发电量增长的有效对策，旨在为产业技术升级和管理优化提供参考。

1 垃圾焚烧电厂吨垃圾发电量提高的影响因素

1.1 垃圾的特性因素

垃圾成分和热值是决定吨垃圾发电量最核心的基础因素。垃圾中可燃组分（如塑料、纸张、木材）比例直接决定潜在发热量，而厨余垃圾等高含水率成分会降低整体热值。另外，垃圾密度、颗粒度的分布会影响焚烧炉内部透气性和燃烧均匀性，含水率过高容易造成着火难和燃烧不完全，从而降低热能转化率。不同区域垃圾收运体系的差异造成入厂垃圾的特征波动较大，对垃圾的稳定高效焚烧提出了挑战^[1]。

1.2 设备技术因素

焚烧设备和发电系统技术水平的高低，直接关系到能量转化的效率，焚烧炉炉排型式、燃烧温度控制精度、烟气停留时间等因素决定了垃圾燃烧的充分程度；余热锅炉受热面布置方式、传热效率对热能回收效果有影响；汽轮机和发电机的发电效能直接影响热能转换为电能的能力。如果设备老化、设计参数滞后或者选型不符合

垃圾特性，就会造成燃烧效率低、热损失加大等问题，从而直接限制吨垃圾发电量的提高。

1.3 运行管理因素

焚烧过程精细化操作和维护管理水平对于发电量有显著影响，操作员对于焚烧温度、炉排推进速度以及一次风和二次风比例等因素的调节能力决定了垃圾是否可以达到稳定高效燃烧；设备定期检修的好坏，关系到设备的长期工作的可靠性；运行参数实时监测和优化调整机制的健全与否直接影响着系统是否能始终处于最佳能效状态。另外，工厂内部的能源管理体系、人员技能培训机制以及其他管理因素对发电效率产生了间接的影响。

2 垃圾焚烧电厂吨垃圾发电量提高的目标

2.1 近期目标：提高基础效能

在接下来的1-2年时间里，通过对基础设备的维护和操作的优化，可以使每吨垃圾的发电量增加5%-8%。具体措施包括完成焚烧炉的排检修和关键部件的更换，优化燃烧控制系统的参数，以确保垃圾的燃烬率能够提升到98%以上；余热锅炉的清灰和堵漏等日常保养使排烟温度下降10-15°C；建立了对运行参数的动态监控机制，降低了由于运行不当而造成燃烧效率的损失，使发电量初步得到了稳步增长。

2.2 中期目标：实现技术升级突破

3-5年内，通过技术改造与设备升级，推动吨垃圾发电量提升10%-15%。着重对焚烧炉排进行了智能化改造并介绍了自适应燃烧控制系统；对余热锅炉受热面的结构进行了升级改造，增加了热交换效率；优化汽轮机

通流部分以减小蒸汽流动阻力。同时对厂内能源管理系统进行了改进，对整个工厂能源消耗数据进行了实时监测和优化调度，构建了系统性节能降耗系统。

2.3 长远目标：建立可持续发展模式

在超过5年的时间里，通过技术和管理的创新，成功地使每吨垃圾的发电量增加了超过20%，从而成为了行业的典范。持续探索先进焚烧技术（如气化熔融技术）的应用，推动垃圾发电向高值化、清洁化方向发展；深度整合余热资源，实现能源梯级利用（例如供热、制冷的综合运用等）；构建数字化和智能化运营体系，利用大数据分析对全流程进行优化管理，减少单位发电能耗和污染物排放的同时增加发电量，达到经济和环境效益协同提高。

2.4 全面的目标：多维效益协同

除了增加发电量之外，还设定了一个综合效益目标，即将工厂的用电率降至18%以下，以提升能源的自给能力；降低单位发电量的碳排放强度，符合国家“双碳”战略的要求；通过对技术的创新和管理的优化，成功地降低了单位发电的成本在10%–15%之间，从而提高了企业在市场上的竞争力；同时结合发电量的增加和人才的培养、技术的研发等，搭建行业技术交流的平台，促进垃圾焚烧发电行业发挥整体效能。

3 垃圾焚烧电厂吨垃圾发电量提高的措施

3.1 优化垃圾均质化前处理工艺

垃圾均质化预处理为提高焚烧效率提供了前置基础。原生垃圾组分复杂，密度不均匀，含水率起伏较大，对焚烧的稳定性和热能释放效率有直接的影响。通过对预处理流程的优化，可以使得入炉垃圾的质量更加稳定，从而为垃圾的高效焚烧创造了条件，对分拣环节进行了改进，采用机械分拣和人工辅助两种方法将垃圾中不可燃物和影响燃烧杂质分离出来，减小了炉排磨损的风险并降低了异物堵塞造成停炉检修次数，之后对于高含水率厨余垃圾通过破碎和挤压脱水两种物理处理方式，降低其总体水分含量和促进可燃成分所占比重，强化燃料热值及燃烧性能^[2]。另外，采用混合搅拌工艺实现了不同性质垃圾的充分混合，保证了入炉垃圾热值和粒度的均匀分布，避免了由于局部燃烧不足而导致热能损失，预处理环节也需要注重过程精细化管理。通过构建垃圾特性实时监测机制对分拣、破碎和混合过程中的参数进

行动态调节，以保证预处理垃圾满足焚烧设备最佳运行工况。同时对预处理设备布置和连接进行了合理规划，降低了物料转运时能耗和时间损耗，有利于提高整体处理效率。优化的均质化预处理流程有效地改善了垃圾燃烧工况并为之后焚烧发电环节打下了稳定的基础，从而从根本上提高了吨垃圾发电量。

3.2 采用高效、低氮焚烧炉排技术

焚烧炉排是垃圾燃烧过程中的核心装置，它的技术水平的高低直接决定了燃烧效率和能源转化率。传统炉排普遍存在着垃圾翻动不均匀，燃烧速度难准确控制的现象，造成垃圾燃烬率不充分和热能利用率高等问题，高效低氮焚烧炉排技术经过结构创新和功能优化后，燃烧效能得到显著提高^[3]。一方面，采用模块化和多级联动设计炉排，针对垃圾燃烧过程中各阶段特点，对炉排各运动参数进行分区调控，以达到垃圾充分翻转和均匀燃烧并保证可燃成分放热最大化的目的。该设计可以模拟细腻的人工翻动，让垃圾在炉排中经过烘干、燃烧和燃烬等全过程，避免了局部堆积或者燃烧死角，另一方面，优化炉排通风系统，精准控制一次风与二次风的风量、风速及送风角度，形成合理的炉内气流组织，促进垃圾与氧气充分接触，提升燃烧速率与完全度^[4]。与低氮燃烧技术相结合，采用空气分级供给和烟气再循环的方式抑制了燃烧时氮氧化物产生，达到了环保要求，降低了由于烟气处理能耗升高而导致发电效率损失。

3.3 余热锅炉的受热面结构设计升级

余热锅炉作为垃圾焚烧过程中热能向蒸汽动能转换的关键装置，其受热面结构对热能回收效率有着直接的影响，传统的余热锅炉传热面积不够大，受热面排列不合理，造成大量高温烟气中的热量没有得到充分的利用就直接外排，对余热锅炉受热面结构进行升级改造能够有效地提高热能回收率和蒸汽产量，对受热面材料进行优化选择，使用耐高温、抗腐蚀、导热性能好的新型材料以提高设备使用寿命和降低材料损耗造成换热效率降低^[6]。新型材料不但热传导性能较好，而且能够适应垃圾焚烧烟气的复杂腐蚀环境，并减少设备维护成本和停机检修频率，之后对受热面的布置方式进行改进，采用加装鳍片管和螺旋管的方式对受热面结构进行了拓展，加大烟气和管壁之间的接触区域，加强了对流换热效果；合理调节各级受热面位置和间距，使蒸汽和烟

气流向匹配最佳,减小烟气阻力和提高热量传递效率^[7]。另外,还利用新的换热技术如膜式水冷壁和内螺纹管以强化传热能力和降低热偏差。通过系统性提升余热锅炉总体结构,使焚烧烟气热量得到更加充分吸收,蒸汽参数得到提升,从而为后续汽轮发电机组的运行提供了更加优质的动力源,继而促进了整个发电系统能量转化效率的提高,达到吨垃圾发电量大幅增加^[8]。

3.4 智能燃烧自动控制系统

智能燃烧自动控制系统作为实现垃圾焚烧精准调控的关键技术工具,能够有效地弥补人工操作的不足,确保焚烧过程的稳定和高效运行,传统的焚烧过程主要依靠人工经验对运行参数进行调整,具有响应滞后和调控精度不高等特点,容易造成燃烧工况的波动而影响热能的输出^[9]。智能燃烧自动控制系统以先进传感器技术、数据分析算法和自动化控制设备为依托,搭建了全流程监测和调控体系,通过将温度、压力和氧含量传感器布设于焚烧炉的关键点位来实时获取炉内的燃烧数据并对燃烧状态进行综合感知,之后利用大数据分析和人工智能算法对收集到的数据深度挖掘和处理,构建燃烧过程的数学模型,准确地预测垃圾燃烧的趋势和参数变化。该系统依据预设最佳燃烧工况参数对炉排速度、送风量和二次风配比等主要运行参数进行自动调整,以达到燃烧过程动态优化的目的。

3.5 汽轮机通流局部改造

汽轮机作为把蒸汽热能转换为机械能,再带动发电的核心装置,汽轮机通流部性能的好坏直接关系到发电效率,传统汽轮机长时间运行时通流部分容易产生叶片磨损、汽流通道不畅通、蒸汽流动阻力加大等现象,造成蒸汽能量转换效率降低,已成为吨垃圾发电量的关键瓶颈。汽轮机通流局部改造项目的实施可以通过结构优化和技术升级有效地提高蒸汽做功能力和发电系统的整体效能,首要任务是对汽轮机的叶片进行升级和改进,这是关键步骤。利用新型空气动力学设计高效叶片对叶片型线和叶栅结构进行优化设计,降低了蒸汽对叶片表面涡流损失和摩擦阻力,增强了蒸气动能转化为机械能效率。同时选择高强度和抗冲蚀新型材料来制作叶片,减小了由于高温和高压蒸汽长时间冲刷造成叶片磨损的危险,提高了装置的寿命,并降低了叶片性能下降所造成效率损耗,之后是汽轮机通流部总体结构布置优化。

通过调节各级叶片间距和优化汽封结构等措施降低了蒸汽泄漏量和增加了蒸汽做功能力;对蒸汽进汽和排汽通道的设计进行了完善,使得蒸汽流动更平稳,减少了流动阻力和压损。

4 结束语

综上所述,本文对垃圾焚烧电厂提高吨垃圾发电量的措施进行了系统分析,得知提高发电量需要在技术革新、设备升级和管理优化几个方面协同工作。今后,随着行业技术进步和管理水平的提高,垃圾焚烧发电对高效的能源转化和促进绿色可持续发展具有更大的促进作用。企业需要不断探索和创新,并根据自身情况对技术方案进行优化,促使产业朝着更加高效和可持续方向不断发展。

参考文献

- [1] 张珈豪. 垃圾焚烧电厂运用 O₂/CO₂ 氛围下富氧燃烧技术的可行性总结 [J]. 科技视界, 2025, 15(10): 56-58.
- [2] 王飞. 新型干式脱硝技术在生活垃圾焚烧电厂中的研究试验 [J]. 清洗世界, 2025, 41(06): 43-45.
- [3] 杨木和, 胡雪利, 徐晓燕. 垃圾焚烧电厂冷却水余热利用供热方案探讨 [J]. 制冷, 2025, 44(02): 27-32.
- [4] 王娜, 金秋旭, 王硕, 高杨依依. 计及垃圾焚烧电厂-电转气联合运行的低碳协整优化模型 [J]. 电气工程学报, 2025, 20(01): 218-227.
- [5] 宋永富, 王英旭. 提高垃圾焚烧锅炉蒸汽参数的措施 [J]. 锅炉制造, 2023(06): 7-8.
- [6] 张睿, 曹竣, 雷领, 曹宇飞. 燃煤耦合垃圾焚烧技术中试验 [J]. 洁净煤技术, 2024, 30(02): 273-278.
- [7] 龚雪, 陈兴兆, 杨晓斌, 夏建军. 垃圾焚烧电厂能源系统特征及效率优化研究 [J]. 区域供热, 2024(05): 10-19.
- [8] 王宸宇, 唐忠, 魏敏捷, 刘向阳, 崔昊杨. 考虑源荷两侧不确定性的含风电-垃圾焚烧热电联产虚拟电厂协调优化调度 [J]. 电力科学与技术学报, 2024, 39(06): 232-241.
- [9] 沈帅. 生物质热电联产及垃圾焚烧发电一体化工程设计 [J]. 安徽电气工程职业技术学院学报, 2024, 29(04): 6-12.