

破碎机设备升级与焚烧工艺适应性研究

王 臣

湖北中油优艺环保科技集团有限公司 湖北 襄阳 441000

摘 要：本文聚焦破碎机设备升级与焚烧工艺适应性研究。先调研双轴剪切式撕碎机等破碎机设备现状，指出其存在的问题以及国内部分设备在自动化、智能化方面的差距；分析焚烧工艺对破碎机在粒度、效率、稳定性、环保等方面的要求。随后从结构优化、控制系统升级、动力系统改进三方面提出升级方案，并通过实验验证其适应性。最后给出优化策略，分析综合效益与推广应用前景，为废弃物处理提供技术支持。

关键词：破碎机设备；焚烧工艺；适应性研究

1 破碎机设备现状与焚烧工艺需求分析

1.1 破碎机设备现状调研

在危废处置及环保领域，双轴剪切式撕碎机凭借独特的工作原理成为核心处理设备。该设备依靠两根相互啮合且反向旋转的刀轴，通过刀片间的剪切、撕裂和挤压作用，实现对各类危险废弃物的破碎处理。然而，当前市场上的双轴剪切式撕碎机普遍存在诸多问题。由于危废成分复杂，涵盖金属、塑料、橡胶、织物等多种材质，在破碎过程中，刀片持续承受高硬度、高韧性物料的强烈摩擦与冲击，导致刃口极易出现崩裂、钝化现象。据行业统计数据显示，使用时长超过6个月的双轴剪切式撕碎机，因刀片磨损致使破碎效率平均降低15%-20%，能耗相应增加18%-22%。频繁的刀片更换不仅大幅增加了设备维护成本，还严重影响生产进度。部分双轴剪切式撕碎机在处理硬度高、韧性大的危废物料时，如废旧金属制品、高强度工程塑料等，动力输出难以满足实际需求，容易出现卡机、过载等故障，导致设备停机检修，降低了危废处理的连续性和效率。国内多数双轴剪切式撕碎机缺乏先进的实时监测与智能调控系统，无法对刀片磨损程度、轴承温度、电机电流等关键运行参数进行精准监测与预判。一旦设备出现潜在故障，难以实现及时预警和有效处理，从而导致故障频发，维修成本居高不下，严重影响设备的稳定运行和使用寿命。

1.2 焚烧工艺对破碎机的要求

焚烧工艺是高效的废弃物处理方式，对破碎机要求严格。在物料粒度控制上，要求破碎后粒度均匀且符合标准。以危险废物焚烧为例，粒度影响燃烧充分性与稳定性。粒度过大，内部燃烧不完全，会产生黑烟和有害气体；粒度过小，会增加后续输送和燃烧扬尘。通常危险废物焚烧要求粒度在30-100mm且分布均匀，以保证与空气充分接触、高效燃烧。破碎效率方面，焚烧工艺需

破碎机高效处理。随着废弃物产生量的增加，大型焚烧厂日处理垃圾数千吨，若破碎机效率低，会拉低整个处理流程效率，影响焚烧炉稳定运行。稳定性也是关键，破碎机在焚烧厂连续生产中要长时间稳定运行，不能频繁故障停机，否则会中断生产线，造成经济损失和环境影响，所以要有可靠结构和良好稳定性，适应恶劣环境^[1]。焚烧工艺对环保性能要求高，破碎过程会产生粉尘和噪声，若处理不当会污染环境，破碎机需配备有效除尘和降噪装置，确保粉尘排放达标、噪声合理，减少对周边影响。

2 破碎机设备升级方案设计

2.1 结构优化设计

针对现有双轴剪切式撕碎机设备缺陷，结构优化设计是提升性能的核心举措。在刀片方面，采用新型高耐磨合金材料制作刀片，其高硬度与韧性可有效抵御物料磨损与冲击。同时，优化刀片形状和排列方式，根据不同物料的特性和破碎需求，设计更合理的刀片刃口角度和齿形，增强对物料的抓取与剪切能力，提高破碎效率。在轴体结构上，强化轴体关键部位的支撑与加固，采用高强度钢材和先进的加工工艺，减少运行时的振动变形，保障设备整体稳定性。优化破碎腔结构，合理设计腔体空间和物料进出口尺寸，使物料在破碎腔内能够充分流动和受到均匀的剪切力，提高破碎质量和粒度均匀性。

2.2 控制系统升级

为提升破碎机自动化与智能化程度，需对控制系统升级改造。引入先进可编程逻辑控制器（PLC）和人机界面（HMI），实现运行状态实时监测与精准控制。借助传感器，实时采集破碎机电机电流、转速、温度、振动以及刀片磨损程度等运行参数，并传输至PLC分析处理。PLC依据预设程序与算法，自动调整运行参数，保障设备

始终处于最优状态。如电机电流超设定值, PLC自动降低进料量, 防止过载; 刀片磨损达到一定程度时, PLC发出预警信号, 提示更换刀片。操作人员通过HMI界面, 能直观查看设备运行状态与参数, 还可远程控制与参数设置, 操作便捷性与效率显著提高。引入故障诊断和预警系统。运用大数据分析机器学习技术, 深度挖掘设备运行数据, 构建故障预测模型。当设备存在潜在故障时, 系统提前预警, 给出故障诊断建议, 引导维修人员及时维护保养, 防止故障恶化, 降低维修成本, 为破碎机稳定运行提供有力保障。

2.3 动力系统改进

动力系统是破碎机的核心驱动力, 其性能直接影响破碎机的破碎能力和效率。对动力系统进行改进, 首先可以选用更高效的电机。采用新型节能电机, 其具有更高的功率因数和效率, 能够在相同功率输出的情况下, 降低能耗。优化电机的匹配设计, 根据破碎机的实际工作负荷, 合理选择电机的功率和转速, 避免电机出现“大马拉小车”或“小马拉大车”的现象, 提高能源利用效率。在传动系统方面, 采用先进的减速机和联轴器, 新型减速机具有更高的传动效率和可靠性, 能够减少能量在传动过程中的损耗^[2]。优化减速机和电机的连接方式, 采用弹性联轴器, 能够有效缓冲电机和减速机之间的振动和冲击, 延长设备的使用寿命。对于大型双轴剪切式破碎机, 还可以考虑采用液压传动或电动-液压联合传动方式, 提高动力系统的调速性能和响应速度, 使破碎机能够更好地适应不同工况下的破碎需求。

3 破碎机设备升级与焚烧工艺适应性实验研究

3.1 实验设计与方法

实验选取具有代表性的升级前后双轴剪切式破碎机设备, 以及符合焚烧工艺要求的物料样本。实验过程中, 保持物料的性质和成分基本一致, 以排除物料差异对实验结果的影响。实验设置多个对照组和实验组。对照组采用升级前的传统双轴剪切式破碎机设备, 实验组采用升级后的设备。在相同的实验条件下, 分别对两组设备进行破碎实验, 记录破碎后的物料粒度分布、破碎效率、能耗等关键指标。同时, 监测设备在运行过程中的稳定性, 如振动、温度、噪声等参数的变化情况。实验方法采用标准化的测试流程。首先, 对物料进行预处理, 使其符合实验要求。然后, 按照设定的进料速度和破碎参数, 将物料分别送入对照组和实验组的破碎机中进行破碎。破碎后的物料通过筛分设备进行粒度分析, 采用激光粒度分析仪等精密仪器测量物料的粒度分布情况。破碎效率通过计算单位时间内破碎的物料质量来衡

量, 能耗则通过测量破碎机运行过程中的电能消耗来确定。设备稳定性参数通过安装在设备上的传感器实时采集, 并记录数据。

3.2 实验结果与分析

实验表明, 升级后的双轴剪切式破碎机设备优势显著, 在物料粒度、破碎效率、能耗及稳定性等多方面均有突出表现。物料粒度控制上, 升级后破碎机所产物料粒度更均匀, 分布范围更窄。与升级前相比, 物料粒度在目标范围内的比例提升15%-20%, 契合焚烧工艺对粒度的严苛要求。这得益于结构优化中对刀片、破碎腔及部件的改进, 使物料受剪切力更均匀, 粒度均匀性提高。破碎效率方面, 升级后设备单位时间破碎量提升20%-25%, 大幅缩短破碎时间, 提升废弃物处理整体效率。这主要归因于动力系统改进与控制系统升级。动力系统优化增强了驱动力, 让破碎更高效; 控制系统升级则能依据物料实时调整参数, 保障设备始终处于最佳运行状态。能耗上, 升级后设备节能效果显著, 单位破碎量能耗降低15%-20%, 这得益于新型节能电机应用和传动系统优化, 减少能量损耗, 提升能源利用率。设备稳定性方面, 升级后双轴剪切式破碎机的振动、温度、噪声等参数均得到有效控制, 振动和温度升高幅度减小, 噪声符合环保标准^[3]。

3.3 实验验证与可靠性分析

为了进一步验证实验结果的可靠性和升级后双轴剪切式破碎机设备的长期稳定性, 进行了长时间的连续运行实验。在连续运行实验中, 升级后的破碎机设备在长达数月的时间内持续稳定运行, 未出现重大故障和性能下降的情况。定期对设备进行检测和维护, 结果显示设备的各项性能指标始终保持在稳定范围内, 进一步证明了升级方案的有效性和可靠性。通过对实验数据的统计分析, 采用可靠性分析方法对升级后破碎机设备的可靠性进行评估。结果表明, 升级后的双轴剪切式破碎机设备在规定的使用条件下, 在一定的周期内完成规定功能的概率较高, 设备的平均无故障工作时间(MTBF)显著延长, 故障率明显降低。这充分说明升级后的双轴剪切式破碎机设备能够满足焚烧工艺对设备稳定性和可靠性的要求, 为焚烧厂的长期稳定运行提供有力保障。

4 破碎机设备升级与焚烧工艺适应性优化策略

4.1 优化建议与改进措施

基于实验研究结果, 为进一步提高双轴剪切式破碎机设备升级与焚烧工艺的适应性, 提出以下优化建议和改进措施。在结构设计方面, 持续优化刀片的材质、形状和排列方式。根据不同废弃物的特性和破碎要求,

进一步细化刀片的设计参数,提高破碎机对各种废弃物的适应性。不断探索新型耐磨材料和表面处理技术,提高刀片的耐磨性和使用寿命,降低设备维护成本。在控制系统方面,进一步完善故障诊断和预警系统。增加更多的传感器和监测点,实现对设备运行状态的全方位监测。利用人工智能和大数据分析技术,不断优化故障预测模型,提高故障诊断的准确性和及时性。开发更加智能化的远程监控和管理平台,实现对多台双轴剪切式破碎机设备的集中监控和远程控制,提高设备管理的效率和水平。在动力系统方面,关注行业内的最新技术发展,适时引入更先进的动力传动技术和设备。优化动力系统的冷却和润滑系统,确保动力设备在高温、高负荷等恶劣工况下能够稳定可靠运行。

4.2 综合效益分析

双轴剪切式破碎机设备升级与焚烧工艺适应性优化将带来显著的综合效益。在经济方面,设备升级后破碎效率的提高和能耗的降低,将直接降低废弃物处理的成本。以一座中型危险废物焚烧厂为例,通过破碎机设备升级,每年可节省电费和维护费用数十万元。同时由于设备稳定性的提高,减少设备停机时间,增加废弃物处理量,提高企业的经济效益。在环境方面,破碎机设备升级有助于减少粉尘和噪声污染,配备先进的除尘和降噪装置后,粉尘排放量可大幅降低,有效改善焚烧厂周边的大气环境质量。噪声水平的降低也减少对周边居民的干扰,符合国家环保政策的要求,具有良好的社会效益。在技术方面,设备升级推动双轴剪切式破碎机行业的技术进步^[4]。通过引入先进的结构优化设计、控制系统升级和动力系统改进技术,提高国内双轴剪切式破碎机设备的整体技术水平,缩小与国际先进水平的差距,为焚烧工艺的优化和发展提供有力支持,促进废弃物处理行业的技术创新和可持续发展。

4.3 推广与应用前景

随着国家对环境保护和资源循环利用的重视程度不断提高,废弃物处理行业迎来了快速发展的机遇。双轴

剪切式破碎机作为废弃物处理过程中的关键设备,其升级改造需求日益迫切。该优化方案不仅适用于危险废物焚烧领域,还可广泛应用于工业废弃物、医疗废弃物等其他废弃物的处理领域。在工业废弃物处理中,不同行业的废弃物特性各异,对破碎机的要求也各不相同。升级后的双轴剪切式破碎机设备通过结构优化和控制系统升级,能够更好地适应各种工业废弃物的破碎需求,提高废弃物处理的效率和质量。在医疗废弃物处理方面,随着医疗行业的发展,医疗废弃物产生量不断增加。双轴剪切式破碎机设备升级后能够更安全、高效地将医疗废弃物破碎成合适的粒度,便于后续的无害化处理,防止疾病传播。升级后的双轴剪切式破碎机设备凭借其先进的技术性能和良好的适应性,有望在国际废弃物处理市场上获得更广泛的应用,为全球环境保护事业做出贡献。

结束语

通过对双轴剪切式破碎机设备升级与焚烧工艺适应性的深入研究,提出的升级方案在实验中展现出显著优势,能有效满足焚烧工艺的各项要求,带来经济、环境、技术等多方面综合效益。该优化方案适用范围广,不仅适用于危险废物焚烧,在工业废弃物、医疗废弃物处理等领域也极具潜力,且具备国际市场推广价值。

参考文献

- [1]豆旭,刘桂平.基于改进蚁群算法的破碎机设备故障预测研究[J].科技资讯,2024,22(24):107-109.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2409-5042-7825.
- [2]刘仕期.矿山机械设备破碎机的故障诊断与维护技术[J].中国高新科技,2023(8):113-115.DOI:10.13535/j.cnki.10-1507/n.2023.08.34.
- [3]李岱宏.危险废物回转窑焚烧处理工艺研究[J].节能与环保,2020(9):79-80.DOI:10.3969/j.issn.1009-539X.2020.09.035.
- [4]张硕.危险废物处理中回转窑焚烧工艺控制分析[J].中国资源综合利用,2022,40(2).DOI:10.3969/j.issn.1008-9500.2022.02.041.