

高效能食品加工设备的设计与优化分析

谭件华

430224*****2733

摘要: 食品工业规模化与智能化转型进程中, 高效能加工设备成为产业竞争力提升的核心要素。本文围绕高效能食品加工设备的设计与优化展开研究, 结合食品加工的安全、经济及环保需求, 明确设备设计的核心原则, 剖析当前设计领域存在的瓶颈问题。通过分析设备性能与加工工艺的适配关系, 探讨结构创新、智能控制集成等关键设计路径, 并提出基于全生命周期的优化策略。研究成果可为食品加工企业设备升级提供理论参考, 推动设备从基础功能满足向高效协同、低碳节能方向发展, 助力食品工业高质量转型。

关键词: 食品加工设备; 高效能设计; 优化策略; 智能集成; 低碳节能

DOI: 10. 64216/3104-9664. 25. 02. 022

引言

食品工业是国民经济的重要支柱, 其发展质量与民生保障、产业升级紧密相关。当前消费市场对食品种类和品质的需求持续升级, 环保政策对生产过程的要求也不断提高, 传统食品加工设备在效率、能耗及智能化方面的不足日益突出。高效能食品加工设备能够有效提升生产效率、降低单位能耗, 减少加工过程中的食品损耗, 保障食品质量安全, 是解决食品工业发展痛点的重要手段。目前设备设计与优化领域虽有探索, 但仍存在设计与工艺脱节、优化方向单一等问题, 本文就此展开系统分析, 为设备研发升级提供思路。

1 高效能食品加工设备的设计基础与核心原则

1.1 工艺对设备的核心需求

食品加工工艺种类繁多, 不同工艺对设备的技术参数要求存在显著差异。烘焙工艺需要设备精准控制温度区间和加热时间, 确保食品熟度均匀; 杀菌工艺则对设备的压力稳定性和温度波动范围有严格标准, 以达到食品安全要求; 研磨工艺重点关注设备的转速调节能力和物料破碎均匀度, 保障产品口感一致。设备设计必须以具体工艺需求为出发点, 实现与工艺的深度适配。只有充分考虑不同工艺的特殊性, 才能保证加工过程的稳定性, 避免因设备参数不符合导致的产品质量问题, 确保食品品质在批量生产中保持一致。

1.2 高效能设计底层逻辑

高效能并非简单等同于设备的高转速或高功率, 而是一个涵盖多维度的综合指标体系。其中包括能量利用效率, 即设备消耗单位能量所产出的产品量; 生产效率,

体现为单位时间内的加工能力; 维护效率, 则关系到设备故障处理和日常保养的便捷程度。在设计过程中, 需要平衡这三个维度的需求, 不能片面追求某一项指标而忽视其他方面。例如, 单纯提高转速可能会增加能耗和设备损耗, 反而降低整体效能。

1.3 安全与环保设计约束

食品加工设备直接或间接接触食品, 其安全性能是设计的首要刚性约束。设备所使用的食品接触材料必须符合国家相关安全标准, 严格控制金属离子迁移、化学物质析出等风险, 防止对食品造成污染。同时, 要考虑设备清洁的便捷性, 避免因结构设计不合理形成卫生死角, 引发微生物滋生问题。环保要求也是当前设备设计不可忽视的重要方面。在设计中需融入多种环保元素, 如采用低噪音的动力部件减少噪声污染, 优化废气处理系统降低污染物排放, 设置专用回收装置实现加工废弃物的分类回收。

2 高效能食品加工设备的关键设计路径

2.1 结构轻量化与模块化

设备结构的创新优化是提升效能的重要路径, 轻量化与模块化设计是当前的主要发展方向。轻量化设计通过采用高强度轻质材料, 如铝合金、碳纤维复合材料等, 在保证设备结构强度和稳定性的前提下, 有效降低设备自重。设备重量减轻后, 动力系统的负荷随之降低, 运行过程中的能耗也相应减少, 同时还能降低设备安装和移动的难度。模块化设计则将设备划分为多个功能独立的模块, 如进料模块、加工模块、出料模块等。各模块可根据不同的加工需求进行快速更换和升级, 无需对整个设备进行改造, 极大提升了设备对多品类食品加工的

适配性，减少设备闲置时间，提高设备利用率。

2.2 智能控制系统集成

智能控制技术的集成应用是高效能设备设计的核心内容之一。通过引入物联网技术和各类高精度传感器，能够实时采集设备运行过程中的温度、压力、转速等关键加工参数，并将数据传输至控制中心进行精准调控。这种实时监测与调控模式，能够及时发现参数偏差并进行修正，避免因参数波动导致的产品质量问题。同时，结合大数据分析和算法模型，可对生产流程进行智能优化，根据物料特性和加工要求自动调整设备运行参数。这一过程大幅减少了人工干预，降低了因人为操作失误导致的效率损耗，使设备始终处于最优运行状态，进一步提升了生产效率和产品合格率。

2.3 能量回收系统设计

食品加工过程中，加热、冷却等环节属于能耗密集型工序，能量消耗占比高，同时也存在大量可回收利用的能量。针对这些环节设计能量回收与循环利用系统，是提升设备能效的有效手段。在加热工序中，可通过余热回收装置收集设备排放的高温废气和余热，将其转化为热水或蒸汽用于其他生产环节，实现能量的二次利用。在冷却工序中，采用高效的换热设备回收冷量，减少制冷系统的负荷。此外，对设备的液压、气动系统进行优化也至关重要，通过改进密封技术、优化管路设计等方式，减少能量在传输过程中的泄漏和损耗，进一步提高能量利用效率，降低企业生产能耗成本。

3 高效能食品加工设备的优化方向与技术支持

3.1 基于数据的性能迭代

通过在设备关键部位安装传感器和数据采集模块，可全面收集设备运行过程中的各类数据，包括能耗数据、部件运行温度、振动频率等。对这些数据进行整理和分析后，能够精准定位设备运行中的问题所在。通过能耗数据对比，可发现能耗偏高的设备或运行阶段；通过振动数据监测，能提前识别易损耗的关键部件。基于这些分析结果，可为设备的结构优化提供明确方向，如调整部件结构减少摩擦损耗，同时也为材料升级提供数据支撑，针对高损耗部件选用更耐磨的材料，实现设备性能的持续迭代提升。

3.2 人机交互人性化优化

人机交互界面的优化直接影响设备的操作效率和使用体验。在设计过程中，应坚持人性化原则，简化复杂的操作流程，减少不必要的操作步骤，使操作人员能

够快速掌握设备使用方法。采用可视化设计理念，将设备运行参数、操作指令等以直观的图表、图标形式呈现，避免繁琐的文字说明，降低操作人员的理解和判断难度。增加设备故障预警功能，通过灯光、声音提示等方式，及时告知操作人员设备运行异常情况，并提供故障排查建议。这一功能能够帮助操作人员快速定位故障原因，缩短设备停机维护时间，减少因设备故障导致的生产中断损失，提升整体生产效率。

3.3 新材料与工艺融合

新型材料与先进制造工艺的融合应用，为设备性能优化提供了有力支撑。在材料选择方面，针对设备中易磨损、易腐蚀的部件，采用特种合金材料、陶瓷复合材料等新型材料，这些材料具有高强度、高耐磨性、耐腐蚀等优良特性，能够有效延长部件使用寿命，减少更换频率和维护成本。在制造工艺方面，3D 打印技术的应用打破了传统加工方式的限制，能够实现复杂结构部件的精准加工，提升部件之间的配合精度。这种高精度制造不仅可以减少设备运行过程中的机械损耗，还能提高设备运行的稳定性，避免因部件配合问题导致的振动、噪音等问题，进一步提升设备的整体效能和运行可靠性。

4 高效能食品加工设备设计与优化的现存瓶颈

4.1 设计与生产需求脱节

当前部分高效能食品加工设备设计存在明显的理论与实践脱节问题。设计过程中，研发人员往往过度关注设备的理论参数优化，如追求更高的理论转速、更低的理论能耗等，而忽视了实际生产场景的复杂性。食品加工过程中，物料特性会随批次、储存条件等因素发生变化，如物料的湿度、粘度波动等，这些变化会直接影响设备的运行效能。由于设计时未充分考虑这些变量，导致设备在实际运行中难以达到设计预期的效能指标。例如，某款研磨设备在实验室理想物料条件下效能优异，但在处理湿度较高的实际物料时，出现出料堵塞、能耗骤增等问题，这种设计与实际需求的衔接偏差，制约了设备价值的充分发挥。

4.2 核心技术对外依赖

在高效能食品加工设备的核心技术领域，我国部分关键部件仍存在对外依赖的问题。尤其是在高精度传感器、智能控制芯片、高端液压元件等核心组件方面，国内产品在精度、稳定性、使用寿命等方面与国际先进水平存在差距，导致设备研发和生产过程中需要大量进口此类部件。这种依赖不仅增加了设备的设计与制造成本，

进口部件的采购周期较长也会延长设备的研发和交付周期。同时,国际供应链的波动、贸易壁垒等因素,还可能导致部件供应中断,影响设备生产的连续性。此外,进口部件的技术参数和接口标准由国外企业主导,也在一定程度上限制了国内设备设计的自主创新空间。

4.3 全生命周期理念缺失

当前高效能食品加工设备的优化工作,大多集中在设备运行阶段,缺乏对设备全生命周期的统筹规划。设备全生命周期涵盖设计、制造、运行、维护、报废回收等多个环节,每个环节都与设备整体效能密切相关。而现有优化往往只关注运行阶段的能耗降低和效率提升,忽视了其他环节的优化空间。例如,在设计阶段未考虑后续维护的便捷性,导致设备维护时需要拆卸大量部件,增加维护时间和成本;制造过程中采用的材料和工艺不合理,不仅影响设备使用寿命,还会增加报废后的回收处理难度。这种单一环节的优化模式,无法实现设备整体效能的最大化,也不符合当前绿色制造和可持续发展的要求,制约了设备综合价值的提升。

5 推动高效能食品加工设备落地的保障措施

5.1 构建产学研协同体系

构建产学研协同的设计创新体系,是解决设备设计与生产需求脱节问题的有效途径。这一体系需要推动设备研发企业、食品生产企业和科研机构三方深度合作,形成优势互补。食品生产企业作为设备的使用者,能够提供最真实的生产需求和工艺参数,反馈设备实际运行中的问题;科研机构具备雄厚的理论基础和技术研发能力,可针对实际问题开展核心技术攻关;设备研发企业则负责将科研成果转化为实际产品,并进行市场化推广。通过建立常态化的沟通机制和合作平台,以实际生产需求为导向开展定制化设计,确保设备研发方向与市场需求高度契合。这种协同模式能够有效提升设备的实用性和针对性,缩短研发周期,加速技术成果转化。

5.2 完善标准与评价体系

完善的标准与评价体系是高效能食品加工设备行业健康发展的重要保障。目前行业内缺乏统一、细化的能效评价标准和安全规范,导致部分企业存在虚标设备效能参数、降低安全配置等问题,扰乱了市场秩序。因此,需要由行业主管部门牵头,联合科研机构、企业等多方力量,建立科学合理的高效能食品加工设备标准体

系。该体系应涵盖设备的能效指标、安全性能、环保要求、使用寿命等多个方面,明确具体的技术参数和检测方法。同时,建立权威的评价机构,对设备进行客观公正的检测和评价,为设备设计、生产和选型提供统一依据。这不仅能够规范企业生产行为,也能帮助食品生产企业精准选择符合需求的设备,推动行业整体技术水平提升。

5.3 加大核心技术研发支持

针对核心技术与关键部件依赖进口的问题,需要加大政策引导和资金扶持力度,鼓励企业开展自主研发。政府可通过设立专项研发基金,对从事高效能食品加工设备核心技术研发的企业给予资金支持,降低研发成本和风险。同时,出台税收优惠、人才引进等配套政策,吸引高端技术人才投身相关领域研发工作。支持企业与高校、科研机构共建研发平台,集中优势资源攻克高精度传感器、智能控制芯片等核心技术瓶颈。

6 结论

高效能食品加工设备的设计与优化是推动食品工业高质量发展的核心支撑。本文研究表明,设备设计需以工艺需求为基础,兼顾效能、安全与环保多重目标,通过结构创新、智能控制集成和能量回收系统设计等路径实现高效能目标。在优化过程中,数据驱动、人性化设计及新材料工艺融合是重要技术手段。当前行业面临设计与生产脱节、核心技术依赖及全生命周期理念缺失等瓶颈,需通过构建产学研协同体系、完善标准评价体系和加大核心技术研发支持等措施破解。

参考文献

- [1]冯翀.食品加工过程中微生物污染检测技术与预防方法的研究进展[J].实验室检测,2025,3(16):136-138.
- [2]陈达燊.食品加工设备在果蔬加工中的应用与效果分析[J].现代食品,2025,(14):96-98.
- [3]林开宇.食品加工过程中营养流失问题与解决对策[J].食品安全导刊,2025,(19):105-107.
- [4]孟晨光.食品加工环节的安全隐患与应对策略[J].食品安全导刊,2025,(12):13-15.
- [5]尚崇飞.基于食品加工的绞肉机改进设计[J].南方农机,2025,56(06):114-117.