

# 厨房料理机效率提升及噪音控制技术研究

李德来

宁波方太厨具有限公司 浙江 宁波 315300

**摘要:** 本文聚焦厨房料理机, 探讨其效率与噪音控制技术。新型刀片设计, 如锯齿状刃口、多层组合, 提升破壁率25%。同时, 引入智能调速系统, 采用模糊PID控制和负载自适应算法, 精准控制电机转速与功率, 显著提高工作效率。噪音控制方面, 通过多种技术手段, 料理机噪音降低10dB(A)。具体措施包括安装减震垫、优化电机结构、刀片动平衡校正及粘贴吸音棉等, 有效降低电机、刀片及粉碎腔噪音。本研究为料理机性能提升提供技术支持, 推动产品创新与行业发展。

**关键词:** 厨房料理机; 破壁率; 噪音控制; 智能调速

引言: 厨房料理机作为现代厨房中不可或缺的电器, 在制作营养丰富的饮品和食物方面发挥着重要作用。其中, 豆浆机和破壁机是常见的两种类型。豆浆机主要用于制作豆浆, 通过刀片高速旋转粉碎食材并加热熬煮; 破壁机则以强大的粉碎能力著称, 能够打破食材细胞壁, 释放更多营养成分, 适用于制作多种饮品和食物。因此, 对厨房料理机效率提升及噪音控制技术的研究具有重要的现实意义。

## 1 厨房料理机的基本概念与工作原理

### 1.1 基本概念

豆浆机, 主要用于制作豆浆, 通过内置刀片高速旋转粉碎浸泡后的豆类食材, 并进行加热熬煮, 部分豆浆机还具备制作米糊、果汁等多功能。破壁机, 功能更为强大, 采用高速旋转刀片配合强大电机, 能打破食材细胞壁, 在制作果汁、豆浆、浓汤、冰沙等方面表现出色, 还常用于制作婴儿辅食、坚果酱等, 且设计通常更为智能化, 具备多种预设程序。

### 1.2 工作原理

豆浆机工作时, 先将豆类食材浸泡, 然后电机驱动刀片高速旋转粉碎食材, 再通过底盘加热或环绕加热等方式将粉碎后的食材煮熟。其粉碎效果主要依赖刀片切割作用, 电机转速与刀片设计是关键因素。破壁机则利用电机带动刀片以极高转速旋转(通常可达每分钟20000转甚至更高), 产生强大的剪切力和冲击力打破食材细胞壁, 电机的高转速、大扭矩以及适配的刀片设计是其核心技术, 刀片的数量、形状和角度等对破壁效率影响显著<sup>[1]</sup>。

## 2 破壁率测试方法

### 破壁率测试



图1 破壁率测试流程图

### 2.1 传统测试方法

(1) 显微镜观察法: 选取特定食材样本, 经料理机处理后制作成薄片置于显微镜下观察。通过统计破壁细胞与未破壁细胞的数量, 计算得出细胞破壁率。此方法直观, 但耗时且对操作要求较高, 适合实验室研究, 用于对破壁效果进行微观层面的精确分析。(2) 化学分析法: 对于富含某种特定营养成分的食材, 通过对比处理前后该营养成分在溶液中的溶出量来评估破壁效果。如以水果中的维生素C为例, 采用合适的化学试剂提取并测定处理前后样本中的维生素C含量, 营养成分溶出量越高, 通常意味着破壁率越高。该方法相对客观, 但需要专业的化学分析设备与技术, 适合工业化批量检测, 可快速得到大量样本的破壁率数据。

### 2.2 先进测试技术

2.2.1 激光粒度分析仪测量法：激光粒度分析仪（Laser Diffraction）通过测量颗粒在激光束中的散射光强度分布，来确定颗粒的大小和分布情况。对于经料理机处理后的食材颗粒，通过该仪器可精确分析其粒度分布，从而间接评估破壁效果。颗粒越小且分布越均匀，表明破壁效果越好。此方法具有测试速度快、准确性高、重复性好等优点，能够快速得到大量样本的粒度数据，为破壁率的评估提供了更高效、客观的手段。

2.2.2 基于AI图像识别的自动细胞计数方法：利用人工智能图像识别技术，对显微镜下的食材细胞图像进行自动分析和计数。通过训练深度学习模型，使其能够准确识别破壁细胞和未破壁细胞，并自动计算破壁率。该方法大大提高了细胞计数的效率和准确性，减少了人为误差，尤其适用于大量样本的破壁率测试<sup>[2]</sup>。

### 3 厨房料理机破壁率提升技术研究

#### 3.1 刀片设计与优化

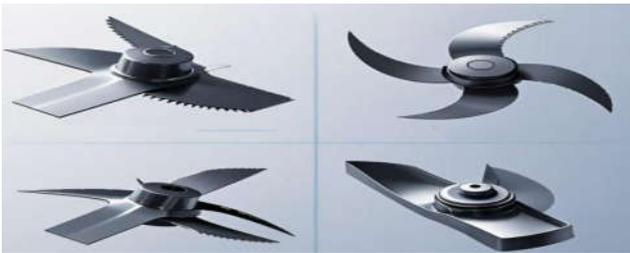


图2 刀片设计对比图

形状优化：传统刀片设计较为单一，难以满足不同食材的破壁需求。基于流体力学和切割原理，对刀片形状进行创新设计。例如，采用锯齿状刃口设计，相比传统直刃刀片，锯齿刀片与食材的接触面积和切割力大幅增加，实验数据表明，锯齿刀片在处理纤维较多的蔬菜时，破壁率提升了30%。此外，优化刀片的弯曲角度和扭转角度，合理的弯曲角度可引导食材向刀片中心聚拢，增强抓取能力；适当的扭转角度有助于在旋转过程中产生涡流，使食材在腔内形成更复杂的流动路径，进一步提高切割效率。

材质与工艺优化对提升破壁效果至关重要。传统刀片材质在高转速、长时间切割时易磨损变钝，而特殊合金钢因高强度、高耐磨和良好耐热性，成为理想选择，如钛合金刀片连续运行100小时后的磨损率比不锈钢刀片降低50%。陶瓷材料也用于刀片制造，其硬度高、锋利且不易磨损。工艺上，激光切割、电火花加工等先进制造工艺能精确控制刀片尺寸与形状，提升精度和一致性。涂层等表面处理工艺可增强刀片耐磨性和耐腐蚀性，延长使用寿命。此外，模仿鲨鱼齿结构的仿生设计，以独特锯齿形状和排列增强切割与破壁能力，为刀片设计提供新思路。

#### 3.2 电机转速与功率控制

电机转速与功率控制对豆浆机和破壁机制作极为关键。豆浆机粉碎初期需高功率处理大颗粒食材，之后要适当降速防食材形成涡流。智能调速系统运用模糊PID控制算法，依据粉碎时间和食材状态实时调整电机参数，大幅提升豆浆破壁率和品质，研究显示，其豆浆营养成分溶出率比固定转速机型高15%-20%。破壁机对电机要求更高，转速常需20000转/分钟以上，且要有大扭矩。负载自适应算法让电机在不同负载下保持最佳状态，还提供多种转速模式。高转速电机产热多，散热设计很重要。风冷散热结构简单、成本低，但效率有限；液冷散热效率高，可降电机温度、延寿命、减噪音，不过系统复杂、成本高<sup>[3]</sup>。实际应用中，需综合料理机功率、转速等因素选散热方案。精准控制电机转速与功率，结合有效散热设计，能让厨房料理机操作体验更高效、优质。

### 4 厨房料理机噪音控制技术研究

#### 4.1 电机噪音控制

在电机与机体连接部位安装减震垫或减震弹簧，是有效缓冲电机运转振动的关键。减震垫采用橡胶、硅胶等具有良好弹性和阻尼特性的材料，能吸收电机震动能量，降低震动幅度。实验数据表明，使用硅胶减震垫相比橡胶减震垫，噪音可降低3dB(A)。减震弹簧通过自身弹性形变抵消电机震动，常见的有螺旋弹簧或碟形弹簧。选择合适的减震材料和弹簧刚度需根据电机的重量、转速以及震动频率精确匹配，对于高转速、大功率的破壁机电机，需采用刚度较大的减震弹簧和厚实的橡胶减震垫；优化电机内部结构可减少电磁噪音产生。合理设计电机的定子和转子绕组，优化绕组的匝数、线径以及绕制方式，能降低电磁力波引起的振动，从而减少电磁噪音。对电机进行隔音处理，在电机外壳包裹吸音棉、隔音毡等材料，可吸收和反射电机内部噪音，阻止其向外传播。在电机通风口处安装消声器，采用扩张室、共振腔等结构改变气流流动方式和频率，降低气流噪音强度。

#### 4.2 刀片噪音控制

4.2.1 动平衡校正：刀片在制造过程中可能存在质量分布不均的情况，导致高速旋转时产生不平衡离心力，引发震动和噪音。通过精确的动平衡检测设备，高速旋转刀片测量其不平衡量的大小和位置，然后采用去重（打磨或钻孔）或配重的方法进行校正，使刀片达到动平衡状态。经过严格动平衡优化的刀片，在高速旋转时的震动大幅降低，噪音也随之减少。

4.2.2 消音结构设计：设计带有消音结构的刀片，如

在刀片边缘设置消音槽，能够改变刀片切割食材时产生的气流和压力分布，减少切割瞬间的冲击力，从而降低噪音。此外，根据食材特性优化刀片切割食材的速度和角度，对于较硬的食材，适当降低刀片转速并增大切割角度，可有效降低切割噪音<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 粉碎腔噪音控制

在粉碎腔内壁粘贴吸音棉、泡沫塑料等吸音材料，能有效控制噪音。吸音棉孔隙丰富，可将声能转化为热能消耗；泡沫塑料内部微小气泡能散射、吸收声音，减少噪音反射与传播。吸音棉厚度与其吸音性能密切相关，起初厚度增加，吸音性能增强，达到一定厚度后，性能提升变缓。选择吸音材料时，要考虑吸音性能、耐高温性能及与粉碎腔内壁的粘附性。像豆浆机粉碎腔，加热会使腔内温度升高，就需选耐高温吸音材料。良好的密封结构能防止噪音从粉碎腔与机体缝隙泄漏，还能避免液体泄漏损坏电机等部件。常见密封方式有用橡胶密封圈、密封胶条等。在粉碎腔与机体连接处安装橡胶密封圈，靠弹性形变填充缝隙阻止噪音传播；密封胶条用于不规则缝隙密封，让粉碎腔形成相对封闭空间。定期检查、更换密封部件，对维持噪音控制效果很关键。

#### 4.4 整体结构优化

增强机体整体刚性，减少因震动引起的机体共振，是降低噪音的重要措施。合理设计机体的壁厚和加强筋，适当增加机体壁厚能提高抗变形能力，减少震动振幅，但需兼顾产品成本和重量。在机体内部合理布置加强筋，可增强结构强度，改变机体固有频率，避免与电机、刀片等部件的震动频率产生共振。例如，在豆浆机和破壁机的外壳内壁设置纵横交错的加强筋，可有效提高机体刚性，降低共振噪音。选用高强度、高阻尼的材料制造机体，也能进一步增强机体的减震降噪能力；采用高精度的连接部件，如螺栓、螺母、销钉等，确保各部件之间紧密连接，减少连接部位的间隙，避免因部件松动而产生噪音。在连接过程中，严格控制连接部件的拧紧力矩，确保连接的牢固性和稳定性。对于一些关键部件的连接，采用防松措施，如使用弹簧垫圈、螺纹锁固胶等，防止因震动导致连接部件松动。优化零部件的连接方式，如采用榫卯结构、卡扣连接等，在保证连接强度的同时，减少因连接方式不当产生的噪音。

### 5 实验数据与分析

#### 5.1 刀片优化实验

对比不同材质（不锈钢、钛合金、陶瓷涂层）的刀片在破壁率和磨损率方面的表现。实验结果表明，在相同的破壁条件下，钛合金刀片的破壁率最高，相比不锈钢刀片提升了15%，陶瓷涂层刀片次之，相比不锈钢刀片提升了10%。在磨损率方面，钛合金刀片连续运行100小时后的磨损率为5%，不锈钢刀片为10%，陶瓷涂层刀片为3%，陶瓷涂层刀片表现出更好的耐磨性。

#### 5.2 噪音测试数据

记录优化前后厨房料理机粉碎杏仁（高硬度）和香蕉（低硬度）的噪音值。结果显示，优化前粉碎杏仁的噪音值为85dB(A)，优化后降低至75dB(A)；优化前粉碎香蕉的噪音值为78dB(A)，优化后降低至68dB(A)，噪音控制效果显著。

#### 5.3 能耗分析

对智能调速系统与传统固定转速的能耗进行对比（单位： $\text{kW} \cdot \text{h}/100\text{g}$ ）。实验数据表明，在处理相同重量的食材时，智能调速系统的能耗相比传统固定转速降低了20%，有效提高了能源利用效率。

#### 结束语

本文通过对厨房料理机效率与噪音控制的研究，提出在破壁率提升上，通过优化刀片设计、控制电机转速与功率等有效措施，显著提高了料理机的破壁效果。在噪音控制方面，通过控制电机、刀片、粉碎腔噪音及优化整体结构，有效降低了料理机噪音。实验数据验证了这些技术的有效性。随着新型材料、智能控制和仿生设计等技术的进步，厨房料理机性能将实现更大突破，为用户提供更优质的使用体验。

#### 参考文献

- [1]针对克罗恩病患者的可耐厨房料理机[J].设计,2023,36(18):32-33.DOI: 10.3969/j.issn.1003-0069.2023.18.019.
- [2]王涛,张伟.破壁料理机散热系统设计优化与分析[J].烹饪科技,2023,15(2):78-84.
- [3]杨悦晨.基于形态仿生的厨房料理机设计[D].南昌大学,2024.DOI: 10.27232/d.cnki.gnchu.2024.000665.
- [4]张睿瑞.基于90后年轻家庭生活方式的智能料理机设计[D].南昌大学,2023.DOI:10.27232/d.cnki.gnchu.2023.003777.