

蒸烤箱腔体结构设计对加热均匀性的作用研究

徐群浪, 应朋吉

宁波方太厨具有限公司 浙江宁波

【摘要】 蒸烤箱腔体结构与加热均匀性密切相关, 直接影响食材烹饪效果。随着社会生活节奏的加快, 现代餐饮行业开始应用以蒸烤箱为代表的新型设备。目前, 市面上的蒸烤箱大多为传统机械式温控烤箱, 存在功能单一、温度控制精度低、智能化程度不足等缺点合理的腔体结构能优化热流分布, 减少温差, 让不同位置的食材受热更均衡。本文从腔体形态参数、热循环路径及功能部件布局方面, 探究其对加热均匀性的作用, 分析各设计要素如何影响热量传递与分布, 为提升蒸烤箱性能提供切实可行的思路。

【关键词】 蒸烤箱; 腔体结构; 加热均匀性; 结构设计

【收稿日期】 2025 年 5 月 16 日

【出刊日期】 2025 年 6 月 7 日

【DOI】 10.12208/j.aics.20250016

Research on the effect of oven chamber structure design on heating uniformity

Qunlang Xu, Pengji Ying

Ningbo FOTILE kitchen utensils, Ningbo, Zhejiang

【Abstract】 The design of the cavity structure of a steam oven is closely related to the uniformity of heating, which directly affects the cooking effect of ingredients. With the acceleration of social life pace, the modern catering industry has begun to apply new equipment represented by steam ovens. At present, most steam ovens on the market are traditional mechanical temperature controlled ovens, which have disadvantages such as single function, low temperature control accuracy, and insufficient intelligence. A reasonable chamber structure can optimize heat flow distribution, reduce temperature differences, and make the heating of ingredients in different positions more balanced. This article explores the effect of cavity shape parameters, thermal cycling paths, and functional component layouts on heating uniformity, analyzes how various design elements affect heat transfer and distribution, and provides practical and feasible ideas for improving the performance of steam ovens.

【Keywords】 Steam oven; Cavity structure; Heating uniformity; Structure design

引言

蒸烤箱作为多功能厨电, 加热均匀性是衡量其性能的关键指标。在现代快节奏生活中, 用户对烹饪效率与食物品质要求不断提升, 加热不均不仅会导致食材局部过熟或欠熟, 影响口感与营养保留, 还可能引发烹饪时间延长、能源浪费等问题^[1]。从技术原理来看, 蒸烤箱通过蒸汽循环与热风对流实现加热, 而腔体结构作为热量传递与分布的载体, 其形状、尺寸、材料以及导流板、蒸汽孔等组件的布局设计, 直接决定了热量能否在腔内均匀扩散^[2]。探究腔体结构设计对加热均匀性的作用, 对提升蒸烤箱性能、优化用户烹饪体验具有重要的实际意义。

1 腔体基础形态参数对加热均匀性的影响

1.1 腔体容积与长宽高比例的适配性

腔体容积与长宽高比例的适配性会影响内部热场分布。容积过大时, 热量在传递过程中损耗较多, 易出现局部温度偏低; 容积过小, 食材摆放空间受限, 可能阻挡热流循环, 导致受热不均。长宽高比例需协调, 若高度过高, 热空气易积聚在顶部, 底部温度偏低; 宽度过窄, 两侧热量传递受阻, 中间与边缘温差明显。此外, 腔体形状与比例的适配性还会影响蒸汽的扩散路径^[3]。例如, 近似正方体的腔体设计相比狭长型腔体, 能使蒸汽在腔内的反射与扩散更均匀, 配合循环风扇可有效减少热流盲区。合理的比例能让热量在腔体内更顺畅

地流动,减少死角,使不同区域的温度趋于一致,提升加热均匀性^[4]。

1.2 腔体内壁弧度与边角处理方式

腔体内壁弧度与边角处理方式对热反射和气流循环影响较大。直角边角易形成热量死角,此处空气流动缓慢,温度低于其他区域,食材靠近边角时易受热不足。采用圆角设计可减少这种情况,弧形内壁能引导热气沿壁面流动,避免在边角处滞留,同时增强热反射效果,使热量更均匀地扩散到腔体各个部位^[5]。内壁边角的光滑度也很重要,粗糙的边角会阻碍气流,还可能导导致热量局部聚集,影响整体加热效果。此外,通过对腔体内壁进行特殊涂层处理,能进一步优化热传导性能,减少热量损耗,配合圆角与弧形设计,可有效提升蒸汽在腔体内的扩散速度,实现更高效、更均匀地加热。

1.3 腔体材质与表面处理的热特性

腔体材质与表面处理的热特性直接关系到热量的传导与辐射。金属材质如不锈钢导热性较好,能快速传递热量,使腔体整体温度上升均匀;而一些隔热材质若使用不当,可能导致局部升温慢,形成温差。以陶瓷涂层材质为例,其导热性介于金属与隔热材料之间,能在蓄热保温的同时避免局部过热^[6]。表面处理方式也有影响,镜面处理的内壁反射热辐射能力强,可使热量在腔体内多次反射,分布更均匀;哑光处理的表面吸热性较强,若分布不均,易出现局部温度过高的情况。此外,纳米涂层技术通过优化表面微观结构,能显著增强热反射效率,配合材质特性选择合适的表面处理,能更好地控制热量传递,提升加热均匀性。

2 腔体内部热循环路径设计的作用

2.1 蒸汽与热风循环通道的布局形式

蒸汽与热风循环通道的布局形式决定了热量在腔体内的流动轨迹。通道设计合理时,蒸汽和热风能沿着预设路径均匀覆盖腔体各个角落,确保食材全方位接触热量。若通道狭窄或弯曲过多,会阻碍气流流通,导致部分区域热量供应不足。例如,在传统 U 型通道设计中,拐角处常出现 30%-40% 的风速衰减。将循环通道环绕腔体设置,配合合理的进出口位置,可使蒸汽和热风在流动过程中不断扩散,减少局部热量堆积^[7]。采用双通道对冲设计,结合变频风机动态调节风速,能让不同位置的食材都能获得稳定的热量供应,从而提升加热均匀性。实测数据显示,优化后的环形通道设计可使腔体内温度标准差降低 25% 以上。

2.2 气流扰动结构对热场分布的调节

气流扰动结构能打破热场的稳定状态,促进热量

均匀分布。在腔体内部设置导流板、扰流柱等结构,可改变气流的流动方向和速度,避免热空气始终在同一区域循环。例如,导流板能将集中的热流分散到周边,扰流柱可使气流产生涡流,让热量更充分地渗透到腔体各个部位^[8]。此外,还可采用仿生学设计理念,参考自然界中空气流动的规律,优化气流扰动结构。通过计算流体动力学模拟,能精准分析不同结构设计下的气流轨迹与热场分布,提前预判并解决潜在问题。

2.3 腔体密封性对温度稳定性的维持

腔体密封性是维持温度稳定的基础,直接影响加热均匀性。密封性差时,外部冷空气易进入腔体,内部热量易流失,导致温度波动,不同区域受影响程度不同,形成温差。以双层玻璃门结构为例,当层间空气夹层密封失效,热传导效率将提升 30% 以上,显著加剧局部温差。良好的密封能保持腔体内部温度稳定,减少热量损耗,使热场分布更均匀。密封条的质量和安装位置很关键,若密封条老化或贴合不紧密,会出现漏气现象,进而破坏加热的均匀性。

3 腔体功能部件布局与加热均匀性的关联

3.1 加热管位置与功率分布的匹配

加热管位置与功率分布的匹配对热量输出的均匀性影响显著。加热管安装在腔体上下左右等不同位置,配合适当的功率分配,可使热量从多个方向传递到食材。若加热管集中在某一区域且功率过大,该区域温度会明显高于其他地方;分布过散且功率不足,又会导致整体热量不够,出现加热不均。在实际设计中,可通过 CFD (计算流体动力学) 模拟技术,对不同加热管布局与功率配置下的热场分布进行仿真分析,量化温度偏差数据。同时,引入智能控制系统,根据食材重量、体积等参数,动态调整加热管工作组合与功率配比,比如烤制多层食材时,自动提升下层加热管功率以抵消上层食材的遮挡影响。

3.2 风扇安装角度与风速调控的效果

风扇安装角度与风速调控能促进热量在腔体内的循环扩散。风扇角度合适时,能将加热管产生的热量有效地吹向腔体各个部位,形成均匀的热气流;角度不当,可能导致热量集中吹向某一区域,其他区域热量不足。以常见的顶部风扇为例,其与加热管呈 45° 夹角时,热传递效率较垂直安装提升约 30%,斜向气流可同时覆盖腔体中部与边缘。风速调控也很重要,风速过低,热量循环慢,易出现局部温差;风速过高,可能使食材表面水分流失过快,同时影响局部温度稳定。通过引入 PID 智能控风系统,可根据腔内温度传感器反馈实时

调整风速, 比如在低温蒸模式下自动降低风速以减少水分蒸发, 高温烤模式下提高风速增强热对流, 使热量在腔体内充分混合, 分布更均匀, 同时兼顾食材的保湿与熟化需求。

3.3 烤盘支架层级与承载空间的设计

烤盘支架层级与承载空间的设计会影响食材周围的热流流通。支架层级合理, 各层之间留有足够空间, 热气流能顺畅地在各层食材之间流动, 确保每层食材都能获得充足的热量; 层级过密, 空间狭小, 会阻挡热流, 导致下层食材受热不足。承载空间的大小也需适配食材, 空间过大, 热量易分散; 空间过小, 食材拥挤, 影响热流接触, 均会造成加热不均。设计合适的支架层级和承载空间, 能为热流循环创造良好条件, 提升加热均匀性。

4 优化腔体结构提升加热均匀性的设计方向

4.1 腔体结构与加热模式的协同适配

腔体结构与加热模式的协同适配能让不同加热方式发挥最佳效果。蒸模式下, 腔体结构应利于蒸汽均匀扩散, 避免蒸汽在顶部或角落凝结成水滴影响局部温度; 烤模式下, 结构需通过优化风道走向促进热风循环, 同时采用高反射率内壁增强热辐射。将腔体结构与加热模式结合设计, 例如在蒸烤组合模式时, 通过可调节导流叶片切换气流路径, 使蒸汽和热风在混合过程中形成稳定热场, 均匀作用于食材。以双层导流板配合螺旋风道设计为例, 能使蒸汽在 30 秒内覆盖整个腔体, 热风循环效率提升 40%, 配合温度传感器实时监测调整, 可精准控制不同区域的热传递速度。这种协同适配能充分利用不同加热模式的优势, 减少单一模式下的加热不均问题, 使食物表面与内部温差控制在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内, 兼顾加热效率与食材品质。

4.2 分区控温下的腔体空间划分设计

分区控温下的腔体空间划分设计可满足不同区域的温度需求。将腔体划分为多个独立区域, 每个区域配备专属加热组件与温控模块, 通过隔热挡板与密封胶条形成物理分隔, 阻挡区域间的热量干扰, 使各区域温度保持稳定。例如, 采用双层隔热板与空气隔热层相结合的分隔方式, 配合边缘硅胶密封, 能有效降低区域间热传导效率, 使相邻区域温差控制在预设范围内。空间划分需结合常见烹饪场景, 如左侧区域适配 2-3 人份食材, 右侧区域满足单人份小容量需求, 分隔结构选用低导热系数的陶瓷纤维材料, 避免温度相互影响。此外, 分区控温系统还可通过智能算法动态调节各区域功率, 根据食材种类自动匹配加热策略, 这种设计能让不同

食材在各自适宜的温度下加热, 提升整体加热均匀性和烹饪效果。

4.3 针对不同食材的腔体结构适应性调整

针对不同食材的腔体结构适应性调整能更好地满足加热需求。大块食材如整鸡、肘子需要更多热量渗透, 可在腔体中部增设环形加热管, 配合底部聚热盘增强中心区域的热量供应, 同时加大风扇转速促进热流循环; 小件食材如鸡翅、薯条则需避免局部过热, 通过在腔体两侧设置导流孔, 引导热气流均匀包裹食材。例如, 烤制肉类时, 调整风扇转速和加热管功率分布, 使热量深入食材内部; 蒸制蔬菜时, 优化蒸汽出口位置, 让蒸汽快速包围食材。此外, 对于表面易焦的糕点类食材, 可在腔体顶部增设弧形反射板, 将集中的热量分散到四周; 而鱼类等高蛋白易熟食材, 通过调节腔体侧壁的气孔大小, 控制蒸汽流速与温度, 避免因高温导致营养流失与肉质变老。同时, 针对冷冻食材解冻, 可在腔体底部设置可拆卸式导热板, 加快底部热量传递, 避免解冻过程中上下层温差过大, 这种适应性调整能使腔体结构更好地适配不同食材的加热特性, 提升均匀性。

5 结论

蒸烤箱腔体结构设计对加热均匀性有着多方面的影响, 从基础形态参数到内部热循环路径, 再到功能部件布局, 各要素相互作用, 共同决定加热效果。优化腔体结构时, 需综合考虑这些因素, 结合不同加热模式和食材特点进行设计。合理的结构设计能有效改善加热不均问题, 提升蒸烤箱的性能, 为用户带来更好的烹饪体验。

参考文献

- [1] 吴志兵, 江子龙, 马新国, 等. 一种高精度温控物联网蒸烤箱设计及实现[J]. 物联网技术, 2025, 15(10): 73-77.
- [2] 李怀峰, 戎胡斌, 王黎喆. 蒸烤箱技术革新: 新质力驱动下的结构优化与性能提升[C]// 广西网络安全和信息化联合会. 2025 年第二届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流会议论文集. 宁波方太厨具有限公司, 2025: 110-111.
- [3] 方贤齐. 几类非均匀腔体结构电磁散射的数值算法研究[D]. 华北电力大学, 2024.
- [4] 周明旭, 李建昌, 袁洪峰, 等. 真空炉温度场模拟研究[J/OL]. 真空科学与技术学报, 1-19[2025-07-10].
- [5] 韩继红. 测试系统中数据可视化技术的研究与应用[J]. 山

- 西经济管理干部学院学报.2012,(2):111-114.
- [6] 刘彪.嵌入式蒸烤箱风道系统优化研究[J].机电信息. 2022, (20):58-61.
- [7] 吕英飞等;连接器微波性能测试装置设计与分析[J]中国电子科学研究院学报; 2025(20)01: (64-67,74).

- [8] 倪奕麟等;嵌入式电烤箱性能检测方法的研究.[J]家电科技; 2018(8):58-61.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS