

冰箱产品关键质量特性识别与控制方法研究

王旭峰

山东青岛澳柯玛控股集团有限公司 山东省青岛市 266500

摘要: 本研究聚焦冰箱关键质量特性识别与控制,以提升质量与市场竞争力。通过剖析功能架构、挖掘用户需求及 FMEA 分析,精准识别出制冷、保鲜、能耗、隔热、运行可靠性等关键质量特性。在控制方法上,构建涵盖制造过程、供应链协同与全生命周期的质量控制体系,运用工艺优化、SPC 等技术保障制造质量,推行 ESI 机制与信息共享实现供应链协同,在设计、制造、售后各阶段保障全生命周期质量。结果表明,该体系能有效提升冰箱质量,增强市场适应性,为企业质量管理与技术创新提供依据。

关键词: 冰箱产品; 关键质量特性; 质量分析范式; 控制体系

家电市场竞争激烈,冰箱作为家庭耐用消费品,质量是企业核心竞争力的体现。消费者对冰箱需求从基本冷藏冷冻,转向保鲜、能耗、稳定性等多方面。同时,科技发展使冰箱质量特性更复杂。精准识别关键质量特性并构建控制体系,对企业至关重要,有助于集中资源提升质量、保障全生命周期质量稳定、降低成本、提高满意度。但目前冰箱行业在识别与控制方面存在识别方法不系统、控制措施执行差、供应链协同不足等问题,制约质量提升,因此研究具有重要价值。

1. 关键质量特性识别方法

1.1 产品功能架构解构与质量特性映射

冰箱的功能架构可分解为制冷系统、箱体结构、控制系统及附件模块四大核心部分。制冷系统作为冰箱的“动力心脏”,其性能直接决定制冷速度、温度均匀性及食材保鲜效果。研究表明,温度波动幅度每降低 1℃,食材的保鲜周期可显著延长。箱体结构则关乎外观品质、隔热效能及空间利用率,优质隔热材料的应用可使冰箱能耗大幅降低。控制系统通过精准调控温度、智能诊断故障及优化能耗管理,进一步提升产品的综合性能。通过构建功能-特性映射矩阵,可系统梳理各功能模块与质量特性之间的内在关联,为关键质量特性的深度识别提供理论支撑^[1]。

1.2 用户需求挖掘与质量期望转化

用户需求是产品质量的终极评判标准。通过问卷调查、用户访谈及市场反馈数据挖掘等手段,可全面洞察消费者的

使用体验、需求偏好及质量期望。运用文本挖掘与语义分析技术,对海量用户信息进行深度整合与量化分析,可精准提炼出影响产品市场接受度的关键质量特性。例如,消费者对食品保鲜的关注焦点集中于蔬菜水果的保鲜周期及肉类的冷冻质量,对能耗的期望则聚焦于不同使用场景下的低能耗表现。通过用户需求挖掘与质量期望转化,可确保关键质量特性的识别结果与市场需求高度契合(见表 1 图 1)。

表 1: 用户对冰箱关键质量特性关注度调查结果

关键质量特性	关注用户比例
蔬菜水果保鲜周期	85%
肉类冷冻质量	78%
日常使用低能耗	82%
运行稳定性	75%

1.3 失效模式与影响分析(FMEA)范式应用

FMEA 作为一种系统化的质量分析工具,可对冰箱产品各部件、各系统的潜在失效模式进行全面梳理。通过对失效模式的严重度、发生频率及可检测性进行综合评估,可计算风险优先数(RPN),从而精准识别出需重点管控的关键质量特性。例如,压缩机故障因其可能导致制冷功能完全丧失而具有较高的 RPN 值,门封失效则因发生频率较高且可检测性较差而成为需重点关注的失效模式。通过 FMEA 范式的应用,可提前预判潜在质量问题,为预防性质量控制提供科学依据(见表 2)。

表 2：冰箱部分部件 FMEA 分析结果

部件名称	失效模式	严重度 (S)	发生频率 (O)	可检测性 (D)	风险优先数 (RPN=S×O×D)
压缩机	故障	9	6	5	270
门封	失效	7	8	4	224
温控器	失灵	6	5	7	210

2. 关键质量特性控制方法

2.1 基于制造过程的质量控制策略

2.1.1 工艺优化与标准化

对冰箱生产制造流程进行全面深入的分析，针对关键质量特性确定合理的工艺参数控制范围。以发泡工艺为例，发泡剂的配比、注料压力以及发泡时间等参数对箱体的平整度和隔热性能有着显著影响^[2]。通过工艺试验和理论分析，确定各参数的最佳取值范围，制定严格的标准化工艺文件，确保生产人员按照规范操作。运用统计过程控制（SPC）方法，对制造过程中的关键质量特性数据进行实时监测，通过控制图等工具及时发现过程中的异常波动，采取相应的纠正措施，使产品质量始终处于受控状态，保证生产过程的稳定性和一致性。

2.1.2 零部件质量管控强化

零部件质量是冰箱整机质量的基础，因此需严格把控零部件的进货检验环节。建立完善的供应商质量评估体系，从原材料质量、加工精度以及性能指标等多个维度对零部件进行全面检测与评估。对于核心零部件如压缩机，其制冷量、耗电量以及振动噪声等性能参数直接影响冰箱的整体性能。加强与供应商的合作与沟通，建立长期稳定的合作关系，协助供应商改进生产工艺和质量管理体系，确保零部件质量的稳定可靠，从源头为整机质量提供有力保障。

2.2 基于供应链的质量协同控制方法

2.2.1 供应商早期参与（ESI）机制构建

在冰箱产品的研发设计阶段，邀请关键零部件供应商提前介入，充分发挥供应商的专业技术和丰富经验。供应商与企业研发团队共同参与产品设计方案探讨，针对关键质量特性提出优化建议，从产品设计源头保证质量特性符合预期要求。例如，在门封结构设计中，门封供应商可根据市场需求和技术发展趋势，提供新型密封材料和结构设计方案，提高门封的密封性能，降低冷气泄漏率，从而提升冰箱的能效和保鲜效果。同时，供应商的早期参与还能够降低产品研发成本和周期，提高产品研发的效率和质量。

2.2.2 供应链质量信息共享平台搭建

利用现代信息技术，构建覆盖冰箱制造企业、零部件供应商以及物流配送企业等供应链各环节参与者的质量信息共享平台。通过该平台，实现产品质量数据、生产进度信息以及质量检验结果等关键信息的实时传递和共享^[3]。当某一批次零部件在入库检验时发现质量波动，企业能够通过共享平台及时通知供应商进行调查处理，供应链各环节能够迅速做出响应，采取相应的质量控制措施，提高质量问题的处理效率，实现供应链各环节在质量控制方面的同步联动，提升整体供应链的质量管理水平。

3. 关键质量特性全生命周期控制

3.1 设计阶段控制

3.1.1 参数优化设计

针对关键质量特性中的性能指标，如制冷效率和保鲜效果，运用计算机辅助工程（CAE）软件进行参数优化设计。以制冷系统为例，通过模拟不同压缩机排量、冷凝器与蒸发器面积以及制冷剂充注量等参数组合下的制冷性能，运用优化算法寻找最优参数组合，使制冷效率最大化且能耗最小化。同时，结合保鲜技术要求，对冰箱内部风道设计、温度传感器布局等进行优化，提高冰箱内部的温度均匀性，为食材提供更好的保鲜环境。

3.1.2 可靠性设计

在可靠性设计方面，采用冗余设计、降额设计等方法提高关键部件的可靠性。对于压缩机等核心部件，采用冗余设计，当一台压缩机出现故障时，另一台压缩机能够继续工作，确保冰箱的基本制冷功能不受影响，提高产品的可靠性和用户满意度。对电气元件进行降额设计，使其工作在低于额定功率的状态下，降低元件的工作应力，延长元件的使用寿命，减少故障发生的概率。运用可靠性预计与分配技术，在设计阶段对产品整体可靠性进行量化评估，将可靠性目标分解到各部件和系统，确保各部分的可靠性满足产品整体要求。

3.2 制造阶段控制

3.2.1 工艺过程控制

制定严格的工艺操作规程,对与关键质量特性相关的工序进行重点监控。在冰箱箱体焊接工序中,采用先进的焊接工艺和设备,如激光焊接技术,提高焊接质量,确保箱体的强度和密封性。建立工艺参数监控系统,实时采集和记录关键工艺参数,如焊接温度、压力和时间等,一旦发现参数偏离正常范围,及时发出警报并自动调整,保证工艺过程的稳定性和一致性。

2. 质量检验与测试

在制造过程中设置多道质量检验与测试环节,对关键质量特性进行严格把关。在部件加工完成后,进行首件检验和巡回检验,确保部件的尺寸精度、表面质量等符合设计要求^[4]。在整机装配完成后,进行性能测试、安全测试和可靠性测试。性能测试包括制冷效率测试、保鲜效果测试和噪音测试等,安全测试涵盖电气安全测试和结构安全测试等,可靠性测试通过模拟实际使用条件进行长时间运行试验,评估产品的平均无故障工作时间和故障修复率,确保产品质量符合相关标准和用户需求。

3.3 售后阶段控制

3.3.1 质量反馈与改进

建立完善的售后质量反馈机制,通过多种渠道及时收集用户在使用过程中遇到的质量问题和建议。对售后质量数据进行统计分析,运用质量管理工具找出关键质量特性存在的问题和薄弱环节,将分析结果反馈至设计和制造部门,作为产品改进的依据。通过持续的质量反馈和改进,不断提升产品质量,满足用户日益增长的需求。

3.3.2 维修与服务质量控制

加强对售后维修人员的培训和管理,提高维修人员的专业技能和服务水平。制定维修服务标准和流程,规范维修操作,确保维修质量稳定可靠。对维修后的冰箱进行质量跟踪和回访,了解用户对维修服务的满意度和产品使用情况,及时发现维修过程中存在的问题并加以改进,提升售后维修服务质量,增强用户对品牌的信任度和忠诚度。

4. 结论

本研究深入探讨冰箱关键质量特性识别与控制,构建系统全面的质量控制体系。通过多种方法精准识别关键质量特性,为控制明确目标。从制造过程、供应链协同、全生命周期等维度和阶段有效管控,保障质量稳定可靠。该体系在理论与实践层面均有价值,理论上丰富冰箱质量管理研究,实践上助力企业提升质量、降低成本、增强竞争力。

参考文献:

- [1] 赵鹏. 食品供应链中关键控制点的识别与风险管理策略[J]. 食品界,2025(2):120-122
- [2] 黄于清,廖海滨. 农产品供应链中质量安全控制的关键点识别与优化[J]. 食品安全导刊,2025(7):61-64
- [3] 方亚宁,仇 嵩 辰,樊 维 超. 基于 DFMEA 的复材尾翼梁产品关键特性识别研究[J]. 高科技纤维与应用,2024,49(3):56-60
- [4] 鞠萍华,许文林,谷豪东,冉 琰. 机械产品关键质量特性综合识别方法[J]. 组合机床与自动化加工技术,2022(1):71-75

作者简介: 王旭峰,1974年5月,女,汉,山东,研究生,工程师,从事的研究方向或工作领域: 家电质量管理