

绿色设计理念在家电结构与材料选择中的应用研究

文永德

杭州永耀科技股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着环保意识提升与可持续发展需求增长,绿色设计理念在家电行业的应用愈发关键。本文深入研究绿色设计理念在家电结构、家电功能与材料选择中的应用,剖析轻量化、模块化等结构设计方法,探讨家电多功能集成趋势,通过结构设计实现效率更优原则,以及可再生、可回收等材料选择策略,探讨其应用过程中技术转化、成本控制等挑战,并针对性提出深化产学研融合、构建绿色供应链联盟等应对策略,旨在为家电行业实现绿色化转型、推动可持续发展提供理论参考与实践指导。

关键词: 绿色设计理念; 家电结构; 功能集成; 材料选择; 应用研究

引言: 在全球倡导可持续发展的大背景下,家电行业作为与人们生活息息相关的重要产业,其生产与使用过程中的资源消耗和环境污染问题备受关注。绿色设计理念以环境友好、资源高效利用为核心,为家电行业的转型升级指明方向。在家电结构与材料选择中融入绿色设计理念,不仅能够降低产品全生命周期的环境负荷,还能提升产品竞争力,满足消费者日益增长的绿色消费需求。然而,目前绿色设计在家电领域的应用仍面临诸多困境。因此,深入研究绿色设计理念在家电结构与材料选择中的应用,探讨有效的应对策略,对推动家电行业可持续发展具有重要的现实意义。

1 绿色设计理念的重要性

1.1 绿色设计原则

绿色设计遵循预防原则、可持续原则和整体原则。预防原则强调在设计阶段就考虑环境保护,避免或减少对环境的不良影响。例如,在家电设计初期,通过优化产品结构和使用环保材料,从源头上减少污染物的排放。可持续原则要求确保产品在整个生命周期中能够满足社会、经济和环境的需求,实现资源的循环利用和可持续发展。整体原则则从系统的角度出发,协调产品、环境和社会之间的关系,使家电产品不仅具有良好的性能,还能与环境和社会和谐共生。

1.2 绿色设计在家电领域的重要性

随着消费者环保意识的不断提高,对绿色家电产品的需求日益增长。绿色家电产品符合消费者对环保、健康的需求,能够提升品牌形象和市场竞争力。同时,政府也通过补贴、税收优惠等政策鼓励企业开展绿色设计,推动家电行业向低碳、环保、可持续方向发展。此外,绿色设计在家电领域的应用还有助于降低能源和资源成本,实现长期成本节约,促进家电行业的可持续发展^[1]。

2 家电结构设计中的绿色理念应用

2.1 轻量化设计

轻量化设计是在家电结构设计中,通过优化结构布局、采用新型材料等方式,在保证产品性能的前提下,最大限度减轻产品重量。在家电制造中,传统厚重的机身不仅增加了原材料的消耗,还提高了运输过程中的能源消耗。例如,在冰箱设计中,利用拓扑优化技术重新规划内部支撑结构,减少冗余材料,同时采用高强度轻质合金替代部分传统钢材,可使冰箱整体重量降低15%-20%。轻量化设计不仅能降低生产过程中的资源消耗,还能减少产品使用阶段的能耗,如降低洗衣机运行时的动力需求,减少碳排放。

2.2 模块化设计

模块化设计将家电产品分解为多个具有独立功能的模块,各模块可单独设计、制造、升级与更换。以空调为例,将制冷系统、控制系统、外壳等设计为不同模块。当空调出现故障或用户有新需求时,只需更换对应的故障模块或升级特定功能模块,无需对整个产品进行更换。这种设计方式一方面提高了产品的灵活性和适应性,满足用户多样化需求;另一方面,在产品生命周期结束后,各模块便于分类回收处理,提高了资源回收利用率。同时,模块化设计还能促进生产的标准化与规模化,降低生产成本,缩短产品研发周期^[2]。

2.3 可拆卸性设计

可拆卸性设计要求家电产品在结构设计时,充分考虑零部件之间的连接方式,便于产品在维修、回收阶段能够快速、高效地拆解。例如,在电视机设计中,采用卡扣、螺栓等易于拆卸的连接方式替代胶水、焊接等永久性连接,使得屏幕、电路板、外壳等部件可轻松分离。这样在产品维修时,技术人员能迅速定位故障部件

并进行更换,减少维修时间和成本;当产品达到使用寿命后,可拆卸的设计便于对不同材质的零部件进行分类回收,如将金属部件、塑料部件分别处理,提高资源回收的效率和质量。

2.4 易修复结构设计

易修复结构设计旨在使家电产品在出现故障时,用户或维修人员能够以简便、低成本的方式进行修复。在小家电产品电动剃须刀的设计中,将刀头、电池仓等易损部位设计为独立的组件,并采用标准化接口,当刀头磨损或电池性能下降时,用户可自行购买对应部件进行更换。此外,通过优化内部结构布局,将关键电路和机械结构设计得更加直观、易于接触,便于维修人员快速排查和解决问题。易修复结构设计延长了产品的使用寿命,减少了因产品故障而被丢弃造成的资源浪费和环境污染。

2.5 小体积设计

小体积设计意在通过保持家电核心使用体验不变的前提下,优化结构堆叠实现外观体积变小,减少材料的使用,以及在运输过程中实现更高的装箱量。以空气炸锅为例,通过调整堆叠将风机正对加热,将热量传导由辐射变为对流,食材由平铺变为堆积在一起也能实现快速烹饪,直接将传统的烤箱大体积高零部件变为空气炸锅的小体积少零部件,减少了材料的使用。在冷柜的设计中,通过对产品长宽高的微调,使得冷柜的集装箱装箱量由3层变为4层,装箱量提升30%(以海尔200L冷柜为例),实现了运输的能源节约。

3 家电材料选择中的绿色理念应用

3.1 可再生材料的应用

可再生材料是指在自然界中能够快速再生或循环利用的资源所制成的材料,在家电领域的应用正逐步扩大。以竹子为例,其生长周期短、可再生性强,经加工制成的竹纤维复合材料,具有良好的力学性能和外观质感,可用于家电外壳制造。如部分品牌的空气净化器外壳采用竹纤维材料,不仅减轻了产品重量,还赋予产品自然美观的纹理,提升产品附加值。此外,麻纤维、秸秆等可再生材料也开始被研究应用于家电领域,通过与树脂等材料复合,改善其加工性能和物理性能。

3.2 可回收材料的应用

可回收材料在家电制造中的应用,有效解决了产品报废后的资源浪费和环境污染问题。目前,金属材料如铝合金、不锈钢,以及塑料材料如聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)在家电行业中广泛应用,且均具有良好的回收性能。例如,洗衣机的内筒采用不锈钢材质,在产品使用寿命结束后,可通过专业回收流程进行熔炼再生,

重新用于金属制品生产。塑料部件经过分类回收、清洗、造粒等工艺处理后,可再次加工成新的塑料产品。为进一步提高可回收材料的利用率,企业在设计阶段就需考虑材料的兼容性,避免多种难以分离的材料混合使用,同时优化产品结构,便于拆解回收。

3.3 环保型材料的应用

环保型材料在家电制造中强调对环境和人体健康的友好性。在家电涂层材料方面,传统的溶剂型涂料含有大量挥发性有机化合物(VOCs),在生产和使用过程中会对环境和人体造成危害。而水性涂料以水为溶剂,具有低VOCs排放、无毒无味的特点,逐渐成为家电表面涂装的首选。如冰箱、洗衣机的外壳采用水性涂料,不仅减少了生产车间的环境污染,也为消费者提供了更健康的使用环境。此外,在绝缘材料、密封材料的选择上,环保型的硅橡胶、环氧树脂等材料因其优异的电气性能和环境友好性,也被广泛应用于家电内部电路和部件密封。

3.4 生物基材料的创新应用

生物基材料是以生物质资源为原料制备的新型材料,在家电领域展现出巨大的创新潜力。聚乳酸(PLA)作为一种典型的生物基塑料,由玉米、甘蔗等可再生农作物发酵制成,具有良好的生物降解性和加工性能。部分品牌已将PLA材料应用于家电遥控器外壳、小型家电底座等部件,产品废弃后在自然环境中可逐渐分解,减少白色污染。此外,生物基复合材料通过将天然纤维与生物基树脂复合,可进一步提升材料的力学性能和耐热性,适用于对性能要求较高的家电部件。生物基材料的创新应用,不仅为家电行业提供了可持续的材料解决方案,还推动了材料科学与生物技术的交叉融合,为家电产品的绿色化、智能化发展开辟新路径^[3]。

3.5 低毒无害材料的替代应用

在家电材料选择中,用低毒无害材料替代传统有毒有害物质,是保障消费者健康和减少环境污染的关键措施。过去,家电产品中常使用含铅、镉等重金属的焊料以及多溴联苯醚等阻燃剂,这些物质在产品废弃后若处理不当,会对土壤、水源造成严重污染。如今,无铅焊料、无卤阻燃剂等低毒无害材料已在家电行业得到广泛应用。冰箱保温层使用无氟聚氨酯泡沫,减少了对臭氧层的破坏。通过推广低毒无害材料的替代应用,家电产品在生产、使用和回收处理过程中对环境和人体健康的风险大幅降低,切实落实了绿色设计理念中以人为本、生态优先的原则。

4 绿色设计理念在家电功能集成中的应用

4.1 多功能集成应用

多功能集成指的是一台家电具备多种功能，可以减少具备单一功能家电的整机数量，以在需求支出就减少对原材料的消耗。以微蒸烤箱为例，同时具备微波、蒸汽、烤制功能，消费者就不需要单独购买微波炉、蒸锅、烤箱，从源头减少家电数量。

4.2 家电功能的绿色化应用

家电功能的绿色化指的是可以通过家电的核心使用功能，将污染物快速去除其污染属性。以堆肥机为例，目前欧洲日韩等发达国家普遍推行干湿垃圾分离策略，对其丢弃的未分类垃圾进行收费。而堆肥机可以将厨余垃圾通过烘干打碎或者微生物发酵转变为有机肥料，最终污染属性的厨余垃圾变为家中绿植、蔬菜的有机肥料。在冰箱行业，通过磁控保鲜、精控微风道、深冷等技术的研究应用，大大提升了食材存储的周期和新鲜度，减少食材腐败变质造成的污染与浪费。

5 绿色设计理念在家电结构与材料选择中应用的挑战与对策

5.1 面临的挑战

5.1.1 技术转化困难

绿色设计理念下的新型家电结构与材料技术，多处于实验室研究阶段，向产业化大规模生产转化时面临诸多瓶颈。如生物基材料在机械性能和耐热性上与传统材料存在差距，难以直接满足家电复杂的使用场景需求；轻量化结构设计的仿真模拟技术与实际生产工艺脱节，导致设计方案难以落地，限制了绿色技术在家电行业的广泛应用。

5.1.2 成本居高不下

采用绿色材料和创新结构设计会显著增加家电生产成本。可再生材料、环保型材料价格普遍高于传统材料，新型制造工艺和设备的引入也需要大量资金投入。同时，绿色设计初期生产规模小，难以形成规模效应分摊成本，导致绿色家电价格高于同类传统产品，削弱了其市场竞争力。

5.1.3 供应链协同不足

家电绿色设计涉及材料供应商、零部件制造商、家电企业等多个环节，但当前供应链各环节缺乏有效协同。不同企业对绿色标准认知存在差异，材料供应不稳定、零部件质量参差不齐，导致产品生产周期延长、质量管控难度加大，无法满足绿色家电高效、稳定的生产需求。

5.2 应对策略

5.2.1 深化产学研用融合

鼓励高校、科研机构与家电企业建立长期合作机制，围绕绿色设计技术难题开展联合攻关。科研团队聚焦生物基材料性能优化、轻量化结构仿真等前沿技术研究，企业则提供生产实践场景，加速技术从实验室到生产线的转化。同时，设立产学研合作专项基金，支持中试基地建设，降低技术转化风险，推动绿色设计技术在家电行业的快速应用。

5.2.2 创新成本控制模式

企业可通过规模化采购绿色材料降低成本，与供应商签订长期协议锁定价格。在生产环节，优化工艺流程，引入智能制造技术提高生产效率，减少资源浪费。此外，探索产品全生命周期成本核算，通过延长产品使用寿命、提高回收利用率等方式，分摊前期研发和生产成本，在保证产品绿色品质的同时，实现成本可控。

5.2.3 构建绿色供应链联盟

以家电龙头企业为核心，联合上下游企业组建绿色供应链联盟，统一绿色标准和规范。建立信息共享平台，实现材料供应、生产计划、物流配送等环节的协同运作。通过联盟内部资源整合，优化采购渠道，提高零部件质量稳定性，缩短产品生产周期，保障绿色家电的高效稳定生产。

结束语

绿色设计理念在家电结构与材料选择中的应用，是行业实现可持续发展的必然选择。通过轻量化、模块化等结构设计，以及可再生、环保型等材料的应用，家电产品在降低资源消耗、减少环境污染方面取得显著成效。然而，当前仍面临技术转化、成本控制、供应链协同等诸多挑战。未来，随着产学研合作的深化、绿色供应链的完善，以及市场需求的精准培育，绿色设计将在家电行业持续深入发展，推动家电产品向更高效、更环保、更智能的方向迈进，为全球生态环境保护与经济可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]李华,张伟.生物基材料在家电外壳设计中的创新应用与性能优化[J].现代家电科技前沿,2024,35(6):145-152.
- [2]王强,刘静.基于全生命周期的家电绿色供应链协同优化策略研究[J].家电产业经济与管理,2024,22(4):178-187.
- [3]王辉,李阳.基于绿色供应链的家电企业材料采购与结构优化协同策略研究[J].家电产业供应链管理,2024,25(3):165-176.