

家电产品运输包装发展动态与趋势

doi:10.20269/j.cnki.1674-7100.2025.1003

贺志¹ 向红²
范小平²

1. 广东美的制冷设备有限公司
家用空调事业部
广东 佛山 528311
2. 华南农业大学
食品学院
广东 广州 510642

摘要:激烈的市场竞争及越来越严格的环保政策,给家电包装业带来了新的要求与挑战。在对我国大型家电公司运输包装现状调研的基础上,分析了行业竞争与环保政策对家电包装业带来的冲击与影响。介绍了家电产品包装优化设计的有效措施,物流自动化对家电产品包装设计的要求,包装标准化的应用案例。最后总结了家电产品运输包装的发展趋势。

关键词:家电包装;运输包装;精益化设计;轻量化设计

中图分类号: TB485.3

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2025)01-0023-8

引文格式:贺志,向红,范小平.家电产品运输包装发展动态与趋势[J].包装学报,2025,17(1):23-30.

虽然遭受全球疫情、经济疲软、国内消费动力不足等因素冲击,但是随着国家发展新质生产力的提出,以及以旧换新、能效新标准、绿色家电、年限标准等政策的出台,我国家电行业呈现出复苏态势。《中国家用电器报告》数据显示,2023年中国家电行业仍然保持平稳增长。规模以上家电企业主营业务收入为1.84万亿元,同比增长7%,利润为1564亿元,同比增长12.2%;中国家电行业出口额为985.8亿美元,同比增长1.36%。家电产业的蓬勃发展,充分彰显出该产业的韧性,也带动了我国家电包装产业快速发展。国内外家电行业竞争日益激烈,同时国内外出台的环保政策越来越严格,这给家电产品运输包装行业带来了新的要求与挑战^[1]。如何充分利用现代科技成果及先进技术应对环保政策及行业竞争,保证企业可持续发展,是家电行业及运输包装行业急需解决的问题。

1 低碳环保给家电运输包装行业带来的挑战与机遇

1.1 发达国家的包装环保要求

2021年5月,欧盟委员会发布了关于执行一次性塑料指令(EU)2019/904(SUPD)的指导文件。2021年7月,一次性塑料指令正式转化为国家法律。该法规要求,在家电行业禁止使用不能降解包装袋,以及发泡聚苯乙烯(expanded polystyrene, EPS)、可发性聚乙烯(expandable polyethylene, EPE)等发泡缓冲包装材料。2022年11月,欧盟委员会正式公布关于包装和包装废弃物法规(PPWR)的提案,对现行包装和包装废弃物指令94/62/EC(PPWD)进行修订。PPWR法规规定:1)包装和包装部件中的铅、镉、汞和六价铬含量总和不得超过100 mg/kg。2)增加塑料包装材料中再生材料比例。在家电包装行业,

收稿日期:2024-10-07

作者简介:贺志,男,高级工程师,主要研究方向为运输包装,E-mail:hezhi26@126.com

通信作者:向红,男,博士,教授,主要从事包装工程研究,E-mail:xianghong@scau.edu.cn

聚对苯二甲酸乙二醇酯 (polyethylene terephthalate, PET) 为主要成分的再生包装材料比例, 从 2030 年起达到 35%, 2040 年达到 65%。3) 要求最小化包装, 减少空白空间, 确保空置率不超过 40%。4) 提供可重复使用包装。对于家电行业, 2030 年起 90% 的产品要在系统内提供可重复使用的运输包装。5) 所有包装均要完全可回收。到 2030 年实现可回收设计, 到 2035 年实现大规模回收^[2]。这些法规给出口到欧盟的家电产品带来了极大的挑战, 但同时为环保包装提供了发展的良机。

1.2 我国的包装环保要求

我国也十分重视低碳与环保, 2020 年我国出台了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》和《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》。中国“限塑令”进一步加强, 开始推广可循环易回收可降解替代产品。2021 年国家发展和改革委员会印发《“十四五”循环经济发展规划》, 规划提出, 2025 年循环型生产方式全面推行, 资源综合利用能力显著提升, 资源循环型产业体系基本建立等要求; 并提出 2030 碳达峰及 2060 碳中和目标。这是基于推动构建人类命运共同体和实现可持续发展做出的重大战略决策。

1.3 主要的包装环保措施

1) 代塑包装。在政策与法规的倒逼下, 家电包装与相关物流行业纷纷推出环保包装方案, 最基本的是大幅减塑包装方案。目前, 大型家电企业都在包装环保方面采取了积极行动, 例如家电产品所用的普通聚乙烯 (polyethylene, PE) 包装袋替换成可降解的聚己二酸 / 对苯二甲酸丁二醇酯 (poly(butylene adipate-co-terephthalate), PBAT) 包装袋; 泡沫 (EPS) / 珍珠棉 (EPE) 等发泡包装缓冲材料被加强蜂窝纸板、纸护角和瓦楞纸板组合方案替代, 或者被纸塑加护角组合等大幅减塑的纸质方案替代; 淀粉基自然纤维缓冲材料也有一定的发展和应用, 成为替代泡沫塑料的可选材料之一。

2) 可循环包装。例如“日日顺”公司作为我国领先的供应链管理解决方案及场景物流服务提供商, 其供应链将“绿色”理念融入供应链管理服务的核心环节, 从制造端家电零部件的供应链管理到消费端家电产品及服务的最终交付, 积极探索绿色循环包装的应用和推广。以家电产品零部件的包装为例, 由于零部件产品种类多、大小不一, 对于防静电、抗冲击等要求各异, 所以包装需求也各不相同。“日日顺”供

应链与零部件供应商、生产厂商、包装生产商并联资源, 共同定制了托盘、周转箱、围板箱等多种类别的循环包装产品, 为不同需求的零部件提供针对性的循环包装解决方案^[3]。通过这一实例可知, 环保包装的推动需要政府、家电生产企业、物流等单位共同努力, 才能取得好的效果。

3) 高性能环保包装材料。不同国家和地区, 对家电产品的包装有不同的法规要求, 这些强制性要求使得产品的包装方案需做出快速调整。从权威机构对家电包装行业的调研报告了解到, 家电包装急需的环保材料有: 能够代替石油基塑料包装的低成本包装材料、抗水性能强的纸箱、能替代 EPS 且可承受 20 kg 以上的无塑缓冲材料、有成本优势和环保属性的新托盘、高强度耐磨纸袋以及可降解通用打包带、缠绕膜和静电屏蔽袋等。

绿色包装的发展符合世界绿色消费潮流, 有利于突破国际绿色壁垒; 能加速企业对环保包装材料的研发与应用, 对保护环境、提高包装产品的质量都将起到积极作用。绿色包装将面临良好的发展机遇和巨大的市场空间。绿色包装的实现更需要先进的设计方法、自动化生产技术及标准化技术等系统工程的支撑。目前国际上公认的绿色包装设计遵循 3R1D 原则, 即减量化 (reduce)、再利用 (reuse)、可回收 (recycle)、可降解 (degradable), 是一种优化可持续性的设计理念。3R1D 绿色包装设计原则, 为家电产品的运输包装绿色设计提供了方向指导。

2 家电运输包装优化设计

家电产品普遍销量大, 单件包装每降低 1 分钱, 都会产生不菲的效益。在行业竞争激烈的背景下, 通过运输包装精益设计, 能够提升家电产品品质、减少产品或包装的破损。通过优化产品与包装结构以及采用轻量化包装方案, 降本增效, 减少包装对环境的影响, 是家电行业十分重视的方向。

2.1 包装精益设计

包装精益设计是家电行业重点推行的技术之一。家电企业通过将泡沫材料组合、复合等方式, 实现了精益化设计, 降低了综合成本, 提升了用户拆箱体验。下面通过几个案例加以说明。

EPS 具有不可降解性, 目前在国内仍然有回收价值, EPS 回收体系存在且完整。绿色包装是家电产品运输包装发展的方向之一。企业为了生存、发展和效

益,对现有的 EPS 材料进行精益化设计,这也反映了 EPS 材料的使用现状。目前国内主要家电企业及相关包装企业都已经有了代替 EPS 的方案,但鉴于经济性及 EPS 的性能优点, EPS 仍是主流材料。

1) 泡沫覆膜精益设计。塑料泡沫缓冲材料具有价格低、缓冲性能好等优点,是家电产品首选的内部缓冲材料。常见的设计方案有泡沫+瓦楞底纸方案,及泡沫+纸护角方案等。但在恶劣的运输工况下,泡沫极易出现破损断裂和碎裂,严重影响包装性能和产品形象。通过对泡沫覆膜,即使泡沫受冲击出现了局部破损开裂,因其泡沫表面有覆膜,破损的泡沫仍然结合在一起,能够继续发挥整体的缓冲作用。同时泡沫与膜片可在模具中同步成型,既快捷又简洁美观,如图 1 所示。

2) 空调包装组件设计。某款高端空调内机由于其结构尺寸大、质量大,给包装设计提出较大挑战。其缓冲包装由多种材料组合而成,考虑到后期流水生产作业需求,主体缓冲结构采用蜂窝折叠结构和局部泡沫缓冲,底部采用双瓦楞纸板全包裹,如图 2 所示。各部件可自动流水作业生产,最终组合成一个包装组件。这种包装组件结构精简、力学性能可靠,具有很高的性价比,还提高了厂家加工效率,使终端用户实现自动化作业。简洁的外观、原始的牛皮纸环保风格,提升了产品形象,改善了用户开箱体验。

3) 家电附件产品包装精益设计。随着用户差异化的需求,家电产品的附件越来越繁杂^[4],其包装一般不受重视,有些附件随意用包装袋简单裹包,有些甚至不包装,直接拿零部件上门安装,给用户带来不好的体验。某燃气灶的附件如图 3 所示,对其采用独立分类包装精益设计,既提高了包装的品质,方便运输,又能满足用户体验需求,提升了产品的品牌形象。



图 1 泡沫覆膜缓冲结构

Fig. 1 Foam film covered buffer structure



图 2 空调包装组件

Fig. 2 Air conditioning packaging components



图 3 燃气灶附件包装精益设计

Fig. 3 Lean packaging design for gas stove accessories

2.2 包装轻量化设计

轻量化设计是包装在满足保护商品、方便运输、便于储存等功能要求的前提下,通过减少包装材料用量,或者采用性价比更优的替代包装方案,从而降低包装成本,提升产品竞争力的设计。包装轻量化设计可从包装材料轻量化和包装方案轻量化两个方面实现^[5]。

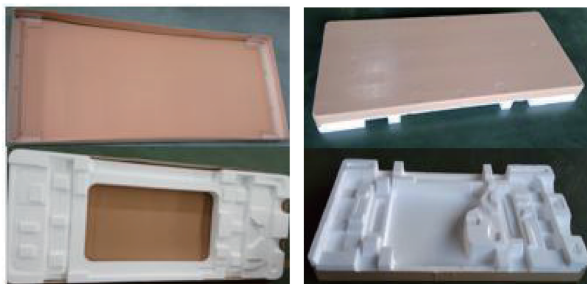
2.2.1 包装材料轻量化

包装材料轻量化是指通过采用轻量化材料、优化设计、减少包装材料厚度等手段来降低包装材料的质量,从而达到减少资源消耗、节约成本、降低环境负担的目的。举例说明如下。

1) 新薄型蜂窝纸箱。目前家电产品的包装纸箱一般采用工艺成熟的双瓦楞纸箱。随着技术不断升级创新,为了降低成本,一种具有更好性价比的新薄型蜂窝纸箱逐渐在家电产品外包装箱中得到应用。新薄型蜂窝纸箱采用 4.5~6.0 mm 蜂窝纸板制作而成。相对于双瓦楞纸板的 5 层原纸瓦楞结构,新薄型蜂窝纸板具有单位面积质量和用油量降低、平压强度增

加等优点,因而受到许多家电企业青睐。特别是 4.5 mm 厚度的蜂窝纸箱,其印刷的美观性能够与瓦楞纸箱相媲美,但成本可降低 10%~15%。如美的冰柜、海信和海尔几种型号的冰箱均采用了新薄型蜂窝纸箱作为外包装。

2) 空调室外机包装轻量化设计。多数空调室外机包装由泡沫+底纸+护角组件构成,涉及的物料种类多,加工复杂且成本高,防潮效果差,出现较多破损投诉现象。美的空调室外机包装采用泡沫覆膜一体化设计,如图 4 所示。采用自动化设备对泡沫覆膜,膜和泡沫合二为一,不仅防潮性能大幅提升,且总体质量减轻,成本大幅下降,每台可降低成本 0.8~1.2 元。



a) 传统包装 b) 轻量化包装

图 4 空调室外机传统包装与轻量化包装方案

Fig. 4 Traditional packaging and lightweight packaging solutions for outdoor air conditioning units

2.2.2 轻量化包装方案

轻量化包装方案是指在保护作用相同的前提下,通过改用性价比更高的包装优化方案,达到降低包装成本的轻量化设计。产品不同、要求侧重点不同,都会使轻量化包装方案不同,以下举例说明。

1) 桶型纸箱设计。该设计采用一整片纸板经过压痕折叠而形成“桶”形结构容器,如图 5 所示。纸板经过预压痕后,在终端打包时,将产品放置在



a) 自动化折叠过程 b) 桶型纸箱成型图

图 5 桶型纸箱轻量化设计方案

Fig. 5 Lightweight design scheme for bucket shaped cardboard boxes

纸板预定位置,经机械自动化折叠后,再打包固定。该方案装配效率极高,且省去了纸箱的两端摇盖,每台可降低综合成本约 0.5 元。

2) 透明包装设计。采用透明的薄膜包装替代传统的瓦楞纸板外包装箱。透明薄膜材料一般采用 PE 薄膜冷拉伸包装,或采用聚乙烯热收缩膜 (polyolefin, POF) 包装。透明包装具有很好的透视性,除了保护产品外,还具有很好的防潮性及良好的产品展示效果,如图 6 所示。在经济效益方面,不管是冷拉伸包装还是热收缩包装,相比瓦楞纸箱用材成本可降低 30%~40%。一旦国内物流运输环境得到提升,可降解透明薄膜包装会成为今后发展的一种趋势。

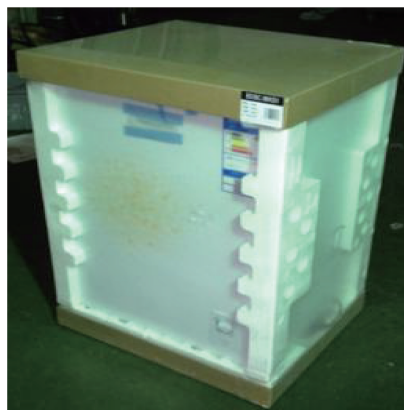


图 6 轻量化透明包装方案

Fig. 6 Transparent packaging lightweight solution

2.3 产品与运输包装协同优化设计

中国包装科研测试中心于 2024 年 7 月在中山举办了运输包装创新与可靠性研讨会,有格力、美的等大型家电企业及运输包装相关的 50 多家企业参加。家电行业对包装的降本增效均十分重视,除了采用上述的轻量化设计降本的方式,更多的是将产品优化与运输包装优化设计有机结合在一起。通过有限元仿真技术,模拟产品运输过程的跌落与振动工况,对产品与结构进行联动优化,取得了良好的降本效果。

美的与格力等大型家电企业均成立了专业的仿真科室,并配有正版软件与能满足要求的计算中心。通过多年的努力,仿真工程师积累了大量的材料模型、实验数据与分析经验,仿真结果与实测结果越来越接近,仿真部门已经成为大型家电企业不可或缺的机构。也有一些专门从事仿真分析服务的专业公司,如中国包装科研测试中心包装仿真部、珠海耘捷科技有限公司等部门,为家电等行业提供了大量的产品结

构与包装优化设计。从这些专业仿真技术服务公司分享的十几个仿真分析案例可以看出, 仿真分析结果与实验结果十分接近, 能解决实际存在的问题, 可大幅降低产品综合成本。

仿真分析可减少结构可靠性试验次数, 节约研发成本, 缩短研发周期, 及时发现产品和包装的结构强度问题并给出优化方案, 使产品综合性能达到最优。如文献[6]对空调柜机进行跌落仿真分析, 发现顶板拐角、耦合连接处为应力集中区域, 容易发生塑性变形或脆性断裂; 柜机外壳受冲击作用明显, 棱角处影响尤为突出, 容易发生冲击损坏。在此基础上提出了改进设计方案, 即在包装上盖耦合连接处增加了珍珠棉缓冲、改进了包装下盖结构、将一些应力较小的缓冲件进行了镂空设计, 这些改进措施取得了不错的效果。目前国内科研院所在运输包装仿真设计方面取得了大量的成果, 为家电产品运输包装的轻量化设计提供了理论及技术支持^[7-16]。国外在对家电产品的运输包装方案进行论证时, 常常要求进行数值仿真分析^[17-18]。可以预测, 家电产品与运输包装的协同仿真优化设计将会成为一种发展趋势, 在家电行业将会得到越来越多的应用。

3 运输包装自动化

家电行业中包装自动化技术涉及到包装生产自动化、包装装配自动化、包装设备自动化等。在设计家电产品包装结构时, 需要同时考虑配套的物流运输包装的自动化, 尤其是大型家电产品, 一般通过夹抱机械搬运, 需考虑夹抱车上下卸货时运输包装承受的夹持力以及整垛产品夹抱后入仓和发货时的系统数据自动记录等。

3.1 夹抱搬运自动化

大型产品传统的上下卸货一般采用木托盘集中码放, 然后通过叉车上下卸货。这种方式需要采购大量木托盘, 占用大量仓库空间, 堆码也受到一定的局限性, 仓储与材料成本均很高。许多家电企业越来越多地采用夹抱车上下卸货(见图7)。在包装设计时, 要考虑夹抱车的夹持力对缓冲包装与外包装箱稳定性的影响。由于EPS材料的抗压强度较高, 大型产品的缓冲包装一般选取EPS。包装设计时, 要让衬垫尽量与产品强度和刚度较高的部位接触, 对产品薄弱环节进行避空处理。设计内包装尺寸一般要大于机身尺寸10~15 mm, 以保证夹抱时包装结构抗压强度与

稳定性, 避免在夹抱过程造成产品与包装破损。

整垛产品夹抱时, 由于抗压变形, 对产品打包带也有更高的强度要求。一般采用平行堆码, 尽量不用交叉堆码, 这样受力均匀, 稳定性更高。仓库堆码摆放时, 为了防止倒垛, 垛与垛之间的间隙尽量小, 保持相互支撑, 上层包装件可错位10 cm压住下层包装件(见图8), 并定期排查, 发现产品码放倾斜应及时调整。



图7 夹抱车上下卸货

Fig. 7 Cargo handling by clamp forklift



图8 仓库堆码

Fig. 8 Warehouse stacking

3.2 RFID 智能物流包装技术

相对于传统仓库管理方式, 采用射频识别(radio frequency identification, RFID)技术进行仓库物流智能化、自动化管理是先进仓储的标志, 有利于提高仓库管理的工作效率, 合理保持和控制企业库存, 使企业高效率运转。仓库各通道读写器识别包装上的RFID标签信息, 判断货物入库、出库、调拨、移库、移位、库存盘点等流程, 从而实现自动化的数据采集与货物管理, 保证仓库管理各个环节数据输入的速度和准确性, 确保企业及时、准确掌握库存的真实数据, 实现高效率货物查找和实时库存盘点。采用RFID技术的货物出入库流程见图9和图10。

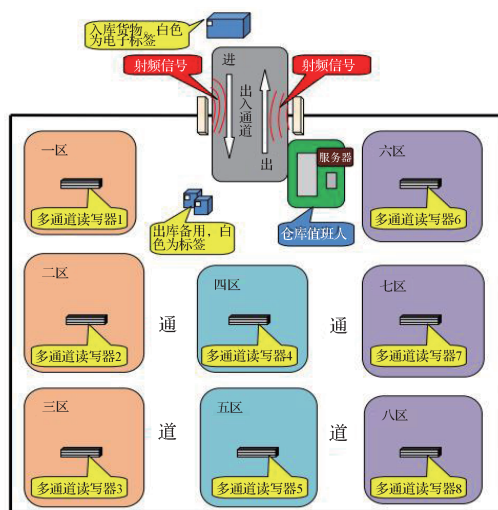


图 9 采用 RFID 技术入库流程

Fig. 9 Warehousing process adopting RFID technology

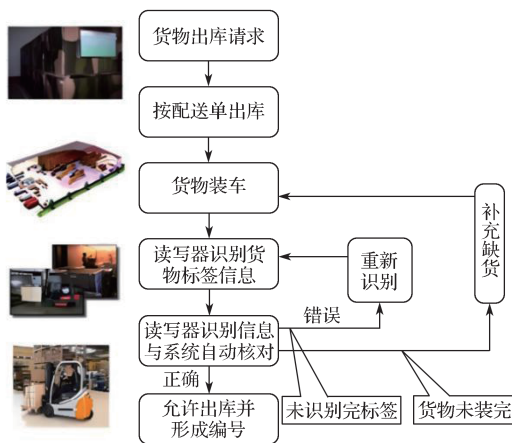


图 10 采用 RFID 技术出库流程

Fig. 10 Outbound process adopting RFID technology

4 家电包装的标准化

包装标准化是以包装的有关事项（如包装尺寸、包装设备、包装材料、包装工艺及其他相关活动等）为对象，通过制订和实施标准，保障货物在贮藏、运输和销售中的安全性、便利性和经济性，从而提高综合经济效益的工作过程。在家电产品行业中，包装材料种类、规格以及包装工艺的多种多样，只有采用标准化作业才能避免混乱与浪费。常见的家电包装标准化作业工作如下。

4.1 模块通用化设计

目前大多数家电产品采用泡沫材料作缓冲包装，若每次设计的泡沫衬垫厚度、密度以及结构不同，就会造成很多物料难以通用化。特别是带有转接头的包装结构产品更加难以通用，再加上泡沫折叠时容易破

碎，很难再回收利用。只有将包装模块通用化、设计标准化，才能减少缓冲材料种类与浪费，提高其仓储与周转效率，并能兼顾泡沫回收再利用，从而降低成本。另外，近期研发出的一体式防护模块锁扣结构，采用新材料聚苯氧基苯乙烯制作，可进行旋转折叠结构设计，适用于各种标准化的相似结构产品，极大地减少了物料运输、周转、仓储的占用空间。

4.2 材料选择标准化设计

通过对各种家电产品的包装分析发现，近年来大型家电产品，例如空调、冰箱、洗衣机、室外机等，其缓冲包装一般是 EPS 材料或 EPS 材料与蜂窝纸板组合件。白色家电与 3C 类产品，例如笔记本电脑、彩电等，缓冲包装一般选用纸类环保包装材料。小型家电产品，例如电饭煲、厨房电器产品、风扇类、家具智能产品的内包装，绝大部分也是选用 EPS、珍珠棉和蜂窝纸板材料。所以，制定材料选择标准规范十分必要，以达到简化设计与优化供应链的目的。

4.3 定制方案标准化设计

采用定制方案标准化设计的包装，终端用户可以通过拆解包装零部件，重新组合成可利用的产品，使包装物料变废为宝。例如图 11 所示置物架、小床均是利用使用过的运输包装产品改装而成，通过自己动手做设计（Do-IT-Yourself, DIY），大大增强了用户体验感。但这些技术还未广泛推广，是一种很有价值的包装创新设计思路。



a) 置物架



b) 小床

图 11 包装废弃物 DIY 实例

Fig. 11 DIY examples by packaging waste

5 结论

本研究对家电包装发展动态及发展趋势进行了分析,如政策与法规、用户对包装的需求、家电产品企业内部对包装与供应链的需求、技术与材料的进步等,可得如下主要结论。

1)从政策的角度出发,节能环保是今后家电包装必须要考虑的问题。政策会推动包装新技术与新材料的不断发展,不断进步的自动化包装与储运技术,能节省大量托盘与包装材料、减少能源消耗、增加企业效益与竞争力。高性价比的可降解绿色包装材料将会越来越得到重视,并终将代替传统的不可降解材料。天然纤维与淀粉等原料合成的包装材料的综合性能提高后,将会具有较大的发展潜力。

2)从用户角度出发,对包装的需求为:包装外观要能够凸显品牌与档次、设计风格简约且时尚。用户开箱体验感要好,整洁易拆,一些巧妙的设计能够给用户超预期的惊喜,包装拆掉后要容易收纳。废弃的外包装还可以再利用,或能最大程度地被回收利用。

3)从家电企业的角度出发,由于家电产品种类繁多、年产量巨大,储运造成的破损经常困扰企业,包装的微小改进都会带来不小的效益。所以,家电企业对包装改进的需求较多,主要表现在:

①对产品的防护需求。在产品设计时就考虑包装保护的需求,通过精益化设计、减量化设计、协同仿真设计等手段优化产品与包装,提高一次设计成功率,减少改模次数,包装的综合性能好。

②性价比的需求。包装方案比竞品有成本优势,综合成本低。

③可制造性需求。产品包装易装配,自动化打包,外协厂制件生产自动化。

④通用性需求。产品包装通用性强,包装材料及组件通用性强。

⑤易运输需求。实现外协厂来料部件易运输,组件成品易运输。

⑥品牌定制需求。包装满足不同客户定制需求。

参考文献:

[1] 叶柏彰. 家电市场持续走高 包装产业的新契机[J]. 上海包装, 2020(4): 4-5.

- [2] 徐世垣. 欧盟新包装法规的意义和影响[J]. 丝网印刷, 2024, 42(7): 86-88.
- [3] [佚名]. 日日顺探索家电零部件循环包装方案, 推动行业高质量绿色发展[EB/OL]. [2024-09-15]. <https://www.rmzxb.com.cn/c/2022-05-31/3128657.shtml>.
- [4] 冯颖, 余隋怀, 林世锋. 智能时代家电产品创新设计方法发展趋势研究[J]. 家具与室内装饰, 2024, 31(4): 97-105.
- [5] 黄胜文. 家电包装减量化技术应用与探讨[J]. 上海包装, 2014(12): 35-38.
- [6] 贺志. 空调器内机包装结构可靠性设计以及跌落仿真分析[J]. 中国新技术新产品, 2022(12): 8-10, 31.
- [7] 马先润, 张连春, 王晓萌, 等. 废旧车用锂电池运输包装箱温度场仿真分析与优化设计[J]. 包装工程, 2024, 45(13): 300-307.
- [8] 孙德强, 宋雅玲, 王力, 等. 真空平板玻璃托盘集装包装系统设计与跌落测试验证[J]. 包装工程, 2024, 45(7): 274-280.
- [9] 张星. 基于数字孪生的货物运送损伤分析系统研究[D]. 南宁: 广西大学, 2023.
- [10] 易颖茵. 重型钢质框架包装安全评估及优化设计[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2023.
- [11] 王彪, 卢富德, 高德. 苹果-EPs泡沫系统冲击响应分析[J]. 包装工程, 2023, 44(7): 122-127.
- [12] 董静, 李家成, 余楚倩. 钢琴运输包装设计及其有限元仿真分析[J]. 包装学报, 2022, 14(4): 56-62.
- [13] 杨锦标. 一种新型软基体混合胞孔材料(ACF材料)在易碎品包装中的应用探索[D]. 广州: 暨南大学, 2022.
- [14] 常江. 打印机缓冲包装设计及其力学性能仿真分析[J]. 包装学报, 2021, 13(5): 60-67, 74.
- [15] 孙德强, 石威, 李彬, 等. 基于Ansys Workbench的投影仪运输包装仿真分析[J]. 包装工程, 2021, 42(9): 11-16.
- [16] 李昭, 刘梦, 孙建明, 等. 真空玻璃包装箱设计及振动仿真分析[J]. 包装与食品机械, 2020, 38(6): 56-60.
- [17] MÜLKOĞLU O, GÜLER M A, ACAR E, et al. Drop Test Simulation and Surrogate-Based Optimization of a Dishwasher Mechanical Structure and Its Packaging Module[J]. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2017, 55(4): 1517-1534.

[18] KUMAR A, VERMA S K. Design and Development of E-Smart Robotics-Based Underground Solid Waste Storage and Transportation System[J]. Journal of Cleaner

Production, 2022, 343: 130987.

(责任编辑: 邓光辉)

Developments and Trends of Transportation Packaging for Household Appliances

HE Zhi¹, XIANG Hong², FAN Xiaoping²

(1. Guangdong Midea Refrigeration Equipment Limited Company, Household Air Conditioning Division, Foshan Guangdong 528311, China; 2. College of Food Science, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract: The fierce market competition and increasingly strict environmental policies have brought about new requirements and challenges to domestic appliances packaging industry. Based on the investigation of the current situation of transportation packaging in large domestic appliance companies in China, the impacts and influences of industry competition and environmental policies on domestic appliances packaging industry were analyzed. The effective measures for optimizing the design of domestic appliance packaging, the requirements of logistics automation for domestic appliance packaging design, and the application cases of packaging standardization were introduced. Finally, the development trend of transportation packaging for household appliances was summarized.

Keywords: household appliance packaging; transport packaging; lean packaging design; lightweight packaging design