

【视觉传达设计】

基于组合式模型的易碎品存储运输包装设计

王建华, 李鹏辉, 符晗
(桂林理工大学, 广西 桂林 541006)

摘要: **目的** 通过使用 AHP-FAST-QFD 的组合创新模型, 可以提供易碎品存储包装的解决思路, 以强化其在存储和运输过程中的防护性。**方法** 首先以用户为出发点, 分析用户需求, 借用层次法定性、定量分析的特性, 对用户需求重要度进行权重衡量; 其次, 利用“黑箱子”功能模型将需求进行抽象性转化为快递包装箱基本功能; 再次, 通过 FAST 功能树将基本功能进行分解, 得出若干子功能, 并将子功能进行工业技术性转换成产品设计要素; 最后利用品质屋模型组成设计元素与用户需求的形态矩阵, 求得高脚杯快递包装箱产品设计要素优先级。**结论** 利用 AHP、FAST 及 QFD 方法构建易碎品存储运输的包装设计模型, 弥补了三个方法单独使用的缺陷, 形成一套完整的创新设计方法, 并以高脚杯快递包装箱设计为例进行验证, 确定该创新方法的实用性。

关键词: 组合式模型; 易碎品; 存储运输; 包装设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)16-0255-10

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.16.026

Design of Fragile Article Storage and Transportation Packaging Based on Combined Model

WANG Jian-hua, LI Peng-hui, FU Han
(Guilin University of Technology, Guangxi Guilin 541006, China)

ABSTRACT: The work aims to provide a solution for the storage packaging of fragile article through the combined innovation model of AHP-FAST-QFD to enhance the protection during storage and transportation. First of all, with the user as the starting point, the user needs were analyzed and the importance of user needs was weighed by the characteristics of qualitative and quantitative analysis of the analytic hierarchy process (AHP). Then, the "Black Box" function model was used to abstract the needs into the basic functions of the express box. Next, the basic function was decomposed by FAST function tree, and several sub-functions were obtained and transformed into product design elements by industrial technology. Finally, the form matrix of design elements and user needs was composed by the House of Quality Model, and the priority of design elements of express box was obtained. The methods of AHP, FAST and QFD are used to build the design model of fragile article storage and transportation packaging, which makes up for the shortcomings of the three methods separately, and forms a complete set of innovative design methods, and the design of the goblet express box is taken as an example to verify the practicability of the innovative method.

KEY WORDS: combined model; fragile article; storage and transportation; packaging design

虽然世界物流行业发展迅速, 基础设施不断完善, 但相对于市场的要求, 传统物流仍面临着重大挑战, 易碎品物流业尤为突出。易碎品指化学性质稳定但抗冲击性能较差的玻璃制品、陶瓷制品的总称, 如

陶瓷花瓶、玻璃器皿等^[1]。易碎品的特点使其在运输和存储过程中变得不便, 因此对易碎品快递包装箱的设计提出了更高的要求, 实现安全防护和防止破损变得尤为重要。易碎品物流包装箱设计主要分为两部

收稿日期: 2023-03-17

作者简介: 王建华 (1987—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为艺术设计与非遗的保护传承

通信作者: 符晗 (1980—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为计算机图像与产品设计

分,一是在包装箱内部增加填充物的内包装;常用的方法为报纸填充、纸屑填充、泡沫包裹和气囊填充等,但这些方式都略显不足,导致大量资源浪费,人力成本增高。二是在包装箱外部设计提示标语或者在外部造型增添减震和抗压功能的设计,如示意标签、瓦楞纸箱、泡沫箱、木制包装箱等^[2]。这些方法在实践中都具有一定的优势,但是面对快速发展的物流业和消费者需求量的增大,其缺点也暴露出来。如何优化和升级易碎品的快递包装成为当下的研究热点。

1 组合式模型的概述

在产品创新过程中,确定科学的设计方案是十分重要的,通常人们都会从用户的角度出发,充分发掘用户对产品的期望,再将用户抽象型的需求转化为具有实际指导意见的产品功能。Olga A. Shvetsova 等提出产品概念设计有很多方法,例如层次分析法、案例推理、品质函数配置法、网络分析法、模糊集理论、功能分析模型、遗传算法等等^[3]。

层次分析法(AHP)是一种具有适用性和易用性特性的综合分析方法,也是这种特性使它能够更好地同其他方法相结合,胡鑫朋将模糊层次分析法与FAST法相结合,进行了家庭服务机器人的功能设计研究^[4]。宋端树等创造了AHP-FAST的产品概念创新设计模式,弥补了二者各自的不足,新的设计模式能够量化用户需求,强化用户需求与产品功能的联系^[5]。然而二者的组合无法给出明确的产品设计解,无法通过产品功能的优先级关系明确产品设计要素。

FAST法常用于定义、分析和理解产品的功能,对功能进行逐层分解,以特定的逻辑顺序对产品功能进行排序,明确功能之间的主次关系^[6]。FAST方法自被创始以来,就被广泛运用到各个领域。吴晓莉等通过FAST模型进行了儿童自行车和轮椅的创新设计,验证了FAST法在产品设计中应用的可行性^[7];在包装设计上,董晓玮等利用FAST模型进行了水果快递箱概念设计,减少了水果在运输过程中的损坏率,进一步改善物流环境^[8]。上述研究在产品创新过程中,利用FAST法能快速将设计概念转化为产品的优势,完成设计过程。然而仅从产品的功能角度进行思考,忽略了产品使用者的需求分析,尤其是用户需求的优先级问题,产品的功能主导应该由用户需求的重要程度来决定。

质量功能展开(QFD, quality function deployment)是由日本学者Akao等人最早提出,它是能够有效帮助产品设计开发的工具。其核心部分品质屋模型以图示的方式,明确需求与功能对应的产品造型之间的关系,并以一系列矩阵准确表达出来,得到两者之间的关系程度并赋值,通过计算得到用户接触点对应的产品设计元素权重^[9]。近年来,QFD运用的范围进一步扩大,开始创新概念产品中使用。周生祥等集成

AHP-QFD-AD的产品设计方法,并以板栗采收机为例验证,用以指导产品设计过程^[10];Yin等从生态系统角度,利用FAHP与QFD的结合进行了关于产品服务系统开发的研究^[11]。

目前,这些方法在创新设计上的运用是很常见的,但任何单一的方法在产品创新设计都各有优劣,如AHP能够快速处理复杂的决策类问题,在产品创新设计过程中能够将主观、随意、无序的用户需求整合出准确、高效、可靠的需求权重,给设计师提供明确量化的判断依据。AHP方法经常适用于已有的方案中做出最优选择,不能提供明确的产品设计方向。

FAST功能模型,对产品基本功能按照“怎么一如何”的方式进行分解,得到各个单一的子功能,建立FAST功能树组成完整的产品功能系统,最终明确设计要素。虽然FAST功能模型从用户的需求出发开始分析,进而得出满足用户需求的各种功能解,从功能解中确定产品设计要素,完成概念设计,但用户需求具有很强的主观性,会受到环境、条件等因素的影响,单靠FAST功能模型无法对这些需求做出主次的量化排序。

QFD可以通过品质屋模型将用户需求与功能系统结合起来,通过一系列矩阵计算来确定需求与功能之间的关系程度。这样可以得出各个产品设计要素的比重关系,并确定概念设计功能点的优先顺序。QFD在这里充当一个中介层,将FAST模型与AHP工具结合起来。

综上所述,AHP方法通过层次模型构建,对设计目标进行分类整理,旨在衡量重要度;FAST模型旨在通过组成子功能系统得出产品设计要素,重在解决问题;QFD工具主要是搭建品质屋,利用一系列矩阵算出各个设计创新点的重要程度,重在突出关键问题。因此,将三者结合起来组成AHP-FAST-QFD创新设计模型能够有效弥补彼此的不足,在概念设计过程中更全面地考虑问题,得出效率更高的设计解,并以易碎品的绿色包装设计为例,对该组合式模型方法进行验证。

2 组合式模型的建立与流程

综合上述研究梳理,以AHP-FAST-QFD组合式模型作为一种新的产品创新设计方法,见图1,其设计流程如下。

第一步:用户与市场调研。设计的出发点应从用户入手,充分发掘用户的物质和精神需求;其次根据市场调研情况,选择合适的产品设计对象。

第二步:需求分析。针对用户需求进行分析,一方面明确用户具体需求分类;另一方面根据用户需求,借助黑箱子功能模型推导出所研究产品的基本功能。

第三步:使用层次分析法(AHP)。根据用户需求构建层次结构模型,利用层次分析法得出各个需求

的指标权重值。

第四步：使用 FAST 法。对得到的基本功能进行功能展开，对功能进行系统分析，建立产品的功能模型树。

第五步：“功能—设计要素”转化。将 FAST 法得出的功能系统进行工业技术转化，得出产品设计要素。

第六步：构建品质屋模型。将上述得出的产品设计要素与用户需求代入 QFD 模型中，以用户需求作为品质屋的左墙，产品设计要素作为品质屋的天花板，得到关于用户需求与设计要素的关系矩阵，构建出相关品质屋模型。

第七步：得出包装设计要素优先级排序，并进行设计应用。

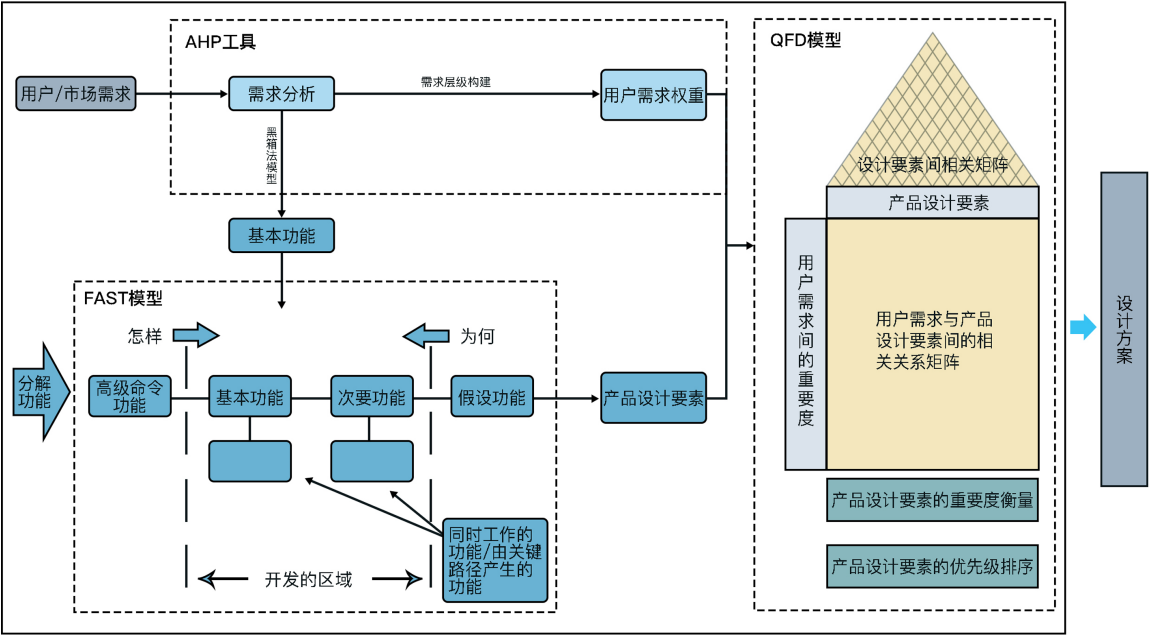


图 1 FAS-AHP-QFD 组合式创新设计模型

Fig.1 FAS-AHP-QFD combined innovative design model

3 组合式模型的实施

3.1 组合式模型市场信息的分析整理

由于易碎品种类较多，为保障概念设计的通用性，因此选取运输存储中易碎的高脚杯快递包装箱为主要研究对象，针对高脚杯快递包装箱进行概念设计。高脚杯多为玻璃或者水晶制品，造型透明轻薄、外表美观，化学性质稳定，但是其质脆，受到挤压、冲撞等外力时非常容易损坏。从高脚杯快递包装箱市场使用情况来看，随着中西文化的不断融合，高脚杯

逐渐进入寻常百姓家庭，尤其是 80 后、90 后的家庭，市场的现需求量和潜在需求量十分大。通过市场调研发现，高脚杯快递包装箱通常使用瓦楞纸、木制框架、泡沫箱等作为快递箱的外包装，再辅以气囊、发泡塑料等内衬作为快递箱内包装。不同的防护材料各有优劣，对高脚杯防护程度也高低不一。泡沫、塑料气囊等材料环保性差且难以回收利用，易造成二次污染；木制材料因本身重量较重加大了运输成本，且其缓冲性能较差^[12]。常用快递箱材料优缺点对比见表 1。综合各种包装材料优缺点进行比对，最终选择蜂窝纸板

表 1 常用快递箱材质优缺点对比

Tab.1 Comparison of advantages and disadvantages of commonly used express box materials

	材质	优点	缺点
外包装	瓦楞纸	价廉，可重复利用，缓冲性好，环保	防潮性差，稳固性不够
	木制框架	结构坚固	质重，缓冲性差，价格高
	蜂窝纸板箱	价廉，结构稳定，抗弯抗压，可回收	防潮性差
	泡沫箱	质轻、易成型	承重能力差
内包装	气囊	质轻，缓冲性好	抗戳穿性能差
	发泡塑料	缓冲减震，可塑性强	部分制品难回收
	碎纸屑	廉价，可回收利用	缓冲性差，难成型
	秸秆	廉价、来源丰富	强度低，不易多次使用

箱作为高脚杯快递包装箱外包装,因为相比其他材料,蜂窝纸板箱价格实惠且环保性好,同时也比同样具有这些特点的瓦楞纸稳定性好,有更好地抗弯抗压的防护能力,在缓冲减震上性能更加突出;内包装上选择发泡塑料为最终材料,主要考虑到可重复利用的特性,其能够有效的节约资源。此外,相比于其他材料,发泡塑料的缓冲减震性能最佳,对高脚杯的保护更强。

在电子商务发达的今天,商品的流通更加复杂,对物流业也提出了更高的要求,快递箱作为物流业的基础将越来越受到人们的关注。针对高脚杯物流运输,设计一款能够有效防护高脚杯,且符合可持续设计、材料环保可回收的快递箱是十分重要的。因此,高脚杯快递包装箱用户需求主要体现在功能性、安全性、

经济性三个方面。功能性上主要需求有便于贮运、密封性好、重量轻、外形美观、信息识别度高及便于携带等;安全性上需求主要考虑结构的安全、材料安全及绿色环保;经济性则需要注意价格适中、低成本学习和制造效率的需求。

3.2 高脚杯快递包装箱需求层次分析

根据上述市场信息整理,以高脚杯快递包装箱总需求为目标层,功能性、安全性、经济性需求为准则层,分级得出高脚杯快递包装箱概念设计的子用户需求为指标层。借助层次分析法对各个用户需求进行权重排序,根据层次分析法步骤,创建出高脚杯快递包装箱用户需求层次,见图 2。

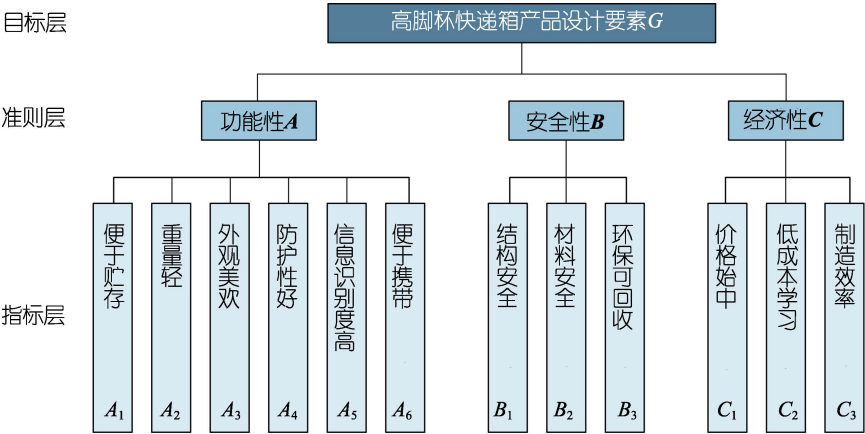


图 2 高脚杯快递包装箱用户需求层次
Fig.2 User need level of goblet express box

邀请设计师、企业从业人员及相关专家共 20 名,对照层次分析法中 1~9 的判断标度对各需求进行重要度的判断,得出各层次权重矩阵,见表 2—5。

表 2 G 目标层判断矩阵
Tab.2 G target layer judgment matrix

操作简便 A	A	B	C	需求权重
功能性 A	1	2	5	0.581 5
安全性 B	1/2	1	3	0.309 0
经济性 C	1/5	1/3	1	0.109 5

表 3 A 准则层判断矩阵
Tab.3 A criterion layer judgment matrix

功能性 A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	需求权重
便于贮存 A ₁	1	3	5	1/3	3	1	0.187 3
重量轻 A ₂	1/3	1	3	1/5	2	1/3	0.090 6
外观美观 A ₃	1/5	1/3	1	1/7	1/4	1/5	0.035 8
防护性好 A ₄	3	5	7	1	6	3	0.424 8
识别度高 A ₅	1/3	1/2	4	1/6	1	1/3	0.075 6
便于携带 A ₆	1	3	5	1/3	3	1	0.187 3

表 4 B 准则层判断矩阵
Tab.4 B criterion layer judgment matrix

安全性 B	B ₁	B ₂	B ₃	需求权重
结构安全 B ₁	1	1/3	1/6	0.095 3
材料安全 B ₂	3	1	1/3	0.249 9
环保可回收 B ₃	6	3	1	0.654 8

表 5 C 准则层判断矩阵
Tab.5 C criterion layer judgment matrix

经济性 C	C ₁	C ₂	C ₃	需求权重
价格适中 C ₁	1	5	2	0.559 1
低成本学习 C ₂	1/5	1	1/5	0.088 7
制造效率 C ₃	1/2	1/5	1	0.352 2

对以上判断矩阵进行一致性检验,见式(1)—(2)。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$
(1)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$
(2)

其中:λ 为判断矩阵最大特征解;RI 由查找标准

表得出, 见表 6。

表 6 平均随机一致性指标
Tab.6 Average stochastic consistency indicator

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>RI</i>	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

结合以上公式, 计算得出 CRG 值为 0.003 6、CRA 值为 0.033 3、CRB 值为 0.017 6、CRC 值为 0.051 6, 均小于 0.1, 检验合格。最后对层次结构模型进行层次总排序, 得出高脚杯快递箱用户需求的综合权重值, 见表 7。

表 7 高脚杯快递包装箱用户需求综合权重
Tab.7 Comprehensive weight of user need for goblet express box

准则层 (权重)	因子	指标层权重	综合权重
功能 (0.581 5)	便于贮存 A_1	0.187 3	0.108 9
	重量轻 A_2	0.090 6	0.052 7
	外观美观 A_3	0.035 8	0.020 8
	防护性好 A_4	0.424 8	0.247 0
	识别度高 A_5	0.075 6	0.044 0
	便于携带 A_6	0.187 3	0.108 9
安全 (0.309 0)	结构安全 B_1	0.095 3	0.029 4
	材料安全 B_2	0.249 9	0.077 2
	环保可回收 B_3	0.654 8	0.202 3
经济性 (0.109 5)	价格适中 C_1	0.559 1	0.061 2
	低成本学习 C_2	0.088 7	0.009 7
	制造效率 C_3	0.352 2	0.038 6

3.3 高脚杯快递包装箱的 FAST 功能树模型构建

通过对高脚杯快递包装箱用户分析得出用户需求, 根据用户需求如何进一步分析得出指导概念设计的产品设计要素, 则需要借助“黑箱子”模型, 以一种抽象的方式将用户需求转化为快递包装箱的基本功能。通过黑箱子功能模型发现“保护高脚杯”为最主要的功能, 利用功能分析系统技术法 (FAST) 从此主要功能出发, 结合用户需求进而分解出高脚杯快递包装箱的子功能, 建立高脚杯快递包装箱的 FAST 功能树, 见图 3。从图中可知, “保护高脚杯”作为主要功能放在第一行第一列; “方便储运”和“绿色环保”作为次要功能也需要有所考虑; “其他辅助功能”排在最后, 按照“如何做”的形式对各个功能进行结构分解, 分析得出高脚杯快递箱设计要素。

3.4 高脚杯物流包装箱品质屋模型构建

将设计要素与上文分析得出的用户需求共同代入 QFD 模型中组成品质屋模型, 得出关于用户需求与设计要素的关系矩阵, 接着将设计要素权重数值代入, 并采用一组关系符号来表示用户需求与设计要素

之间的关联程度, 由专家对用户需求与设计要素进行关联度判定, 其判定方式与判定分值, 见表 8^[13]。对用户需求—设计要素的关系矩阵进行计算, 得出各个设计要素的最终得分, “用户需求—设计要素”关系矩阵见表 9, 完成高脚杯快递包装箱品质屋模型构建, 见图 4。

最终算出各个设计要素的优先程度, 其中缓冲减震、可折叠、易拆封及安全防护的优先级较高, 在设计中应该着重考虑, 并用于指导高脚杯快递包装箱概念设计方向。

4 案例研究: 高脚杯快递包装箱设计实例

根据 AHP- FAST-QFD 的组合式创新设计模型对高脚杯快递包装箱分析, 计算得出用户需求与产品设计要素之间的设计优先级, 最终得出在用户需求上快递箱的防护性、贮运便携性、材料环保性等最重要; 在设计要素上缓冲减震、可折叠、内衬可拆卸及安全防护 4 个功能点需求优先级最高, 在概念设计中应该着重考虑。综合用户需求与产品设计要素, 设计出一款缓冲减震的内衬可拆卸且便携性好的高脚杯快递包装箱, 三维模型见图 5。

该快递箱在外包装材料上选择蜂窝纸板, 内包装则主要选择发泡塑料为主要内衬材料。蜂窝纸板箱外部结构稳定, 能够满足快递箱运输过程中贮运便携的要求; 发泡塑料能够有效保障高脚杯的安全性, 防止运输过程中的受挤压损坏等问题。此外, 快递箱在设计中也充分考虑由 AHP- FAST-QFD 的组合式创新模型总结出的设计功能点。

1) 缓冲减震。概念快递箱充分利用发泡塑料能够吸收冲击负荷的能力, 采用包裹的形式将高脚杯保护于发泡塑料之中, 一个高脚杯由左右两块完全一样的发泡塑料板固定。高脚杯与每块发泡塑料板之间是一种嵌套式的关系, 共同组合成一种凹凸结构。使用时将高脚杯沿着发泡塑料板上凹形区域斜切式插入, 再将另一块发泡塑料板凹形沿着裸露在外的高脚杯凸形相匹配, 具体结构见图 6。高脚杯属于易碎物品, 在运输过程中主要考虑固定和缓冲防护, 利用发泡塑料作为内衬材料能够有效地防护高脚杯受到外界的挤压、碰撞等; 而采用凹凸模具的形式既能够将高脚杯固定起来, 也能对高脚杯的杯壁和杯腿等细薄部分进行有效防护。此外, 这种凹凸结构也极大地减少内部减震材料的使用, 发泡塑料还能在使用之后进行回收利用, 降低资源浪费。

2) 内衬可拆卸。模块化设计是实现产品重复利用、局部互换性十分重要的一个概念, 快递箱的内衬设计为可拆卸结构, 能在很大程度上扩展其实用性。其一, 要想实现快递箱多次重复利用, 内衬的可拆卸性必不可少, 快递箱在一次使用完毕后将内衬拆除, 外包装与内包装叠放储存, 也有利于二次回收利用;

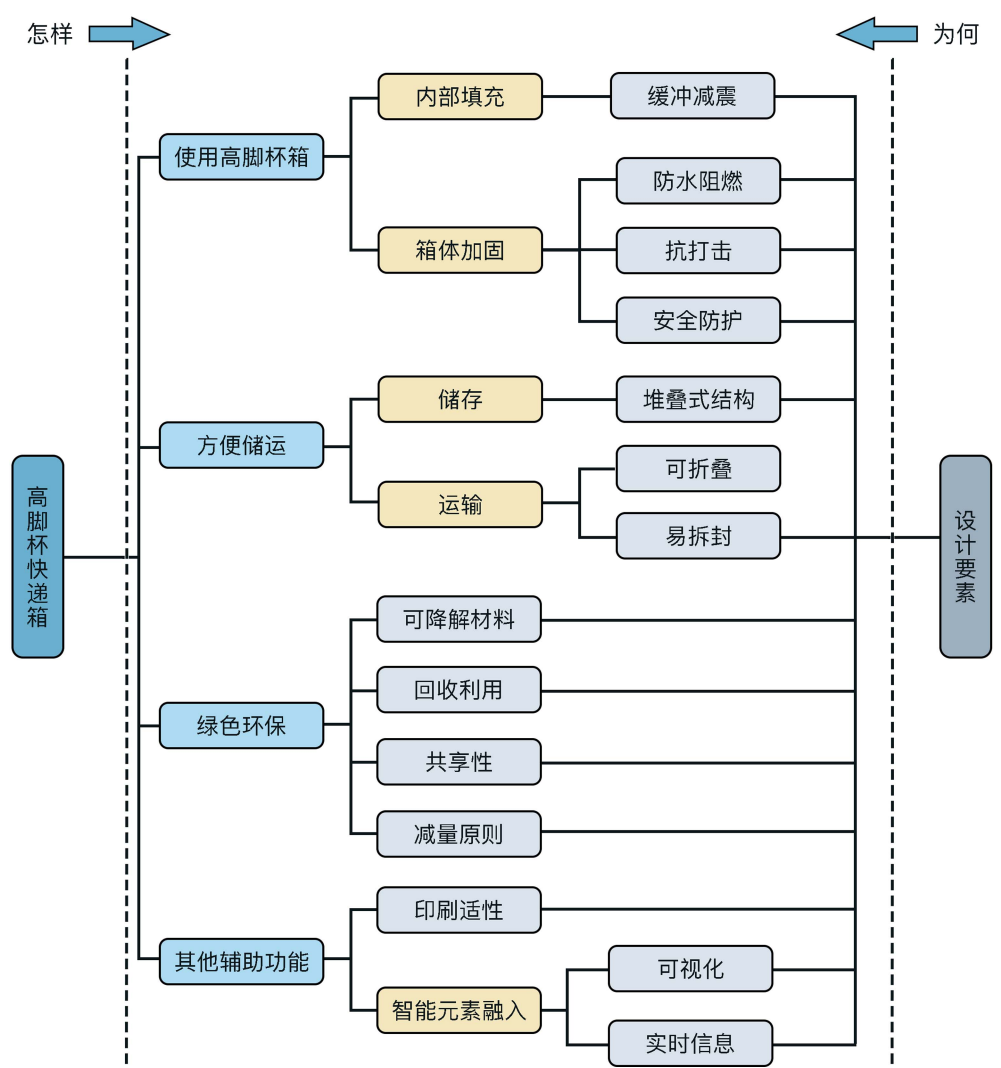


图 3 高脚杯快递包装箱 FAST 功能树
Fig.3 FAST function tree of goblet express box

其二，市面上高脚杯规格较多，可能各个商家生产的尺寸各不相同，采用相同外部尺寸但凹凸结构尺寸不同的内衬材料，则可以在保证快递箱安全防护性的前提下，最大化地降低运输成本；其三，运输的实际环境中各种情况均有可能发生，箱体损坏或者内衬的丢失，都将对快递箱回收利用造成不便，因此设计可拆卸结构，无需全部替换，只需将损失的部件相应更换掉，从而增加快递箱的使用次数，也能够降低运输成本。

3) 安全防护。目前市面上快递箱多以瓦楞纸为主要包装材料，但在包装高脚杯等易碎物品时仍会存在一些问题，比如防护不够、受挤压变形、箱体破损

等，故综合考虑运输成本、便携性与安全性，将其换为蜂窝纸板箱进行包装。蜂窝纸板利用蜂巢结构，在两层瓦楞原纸间连接无数个空心正六边形形成一种蜂窝夹心结构，这个结构具有瓦楞纸的弹性和韧性，还兼备更加优异的抗弯抗压能力，能够吸收更高的冲

表 8 “设计要素”判定分值 Tab.8 Judgment score of "design elements"				
<i>n</i>	强	中	弱	不相关
分值	5	3	1	0
符号	●	◎	△	

表 9 用户需求—设计要素关系矩阵
Tab.9 Relationship matrix between user need and design elements

用户需求—设计要素	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>A</i> ₁	0.187 3	5	1	1	3	5	5	3						5
<i>A</i> ₂	0.090 6					3	1				5			
<i>A</i> ₃	0.035 8											5	3	
<i>A</i> ₄	0.424 8	5	3	3	5	1								

续表 9

A ₅	0.075 6															3	5	5
A ₆	0.187 3	1				3	5	5					5					
B ₁	0.029 4	5	5	5	5	3		5										
B ₂	0.077 2				1				3	5			1					
B ₃	0.202 3	3					5	3	5	5								
C ₁	0.061 2					3					5							
C ₂	0.009 7							1			3					5		3
C ₃	0.038 6						1				5	1	5					
产品设计要素得分		2.642	30.969	60.969	61.785	91.206	42.480	81.687	51.243	11.397	50.528	10.923	80.429	00.330	90.793	6		

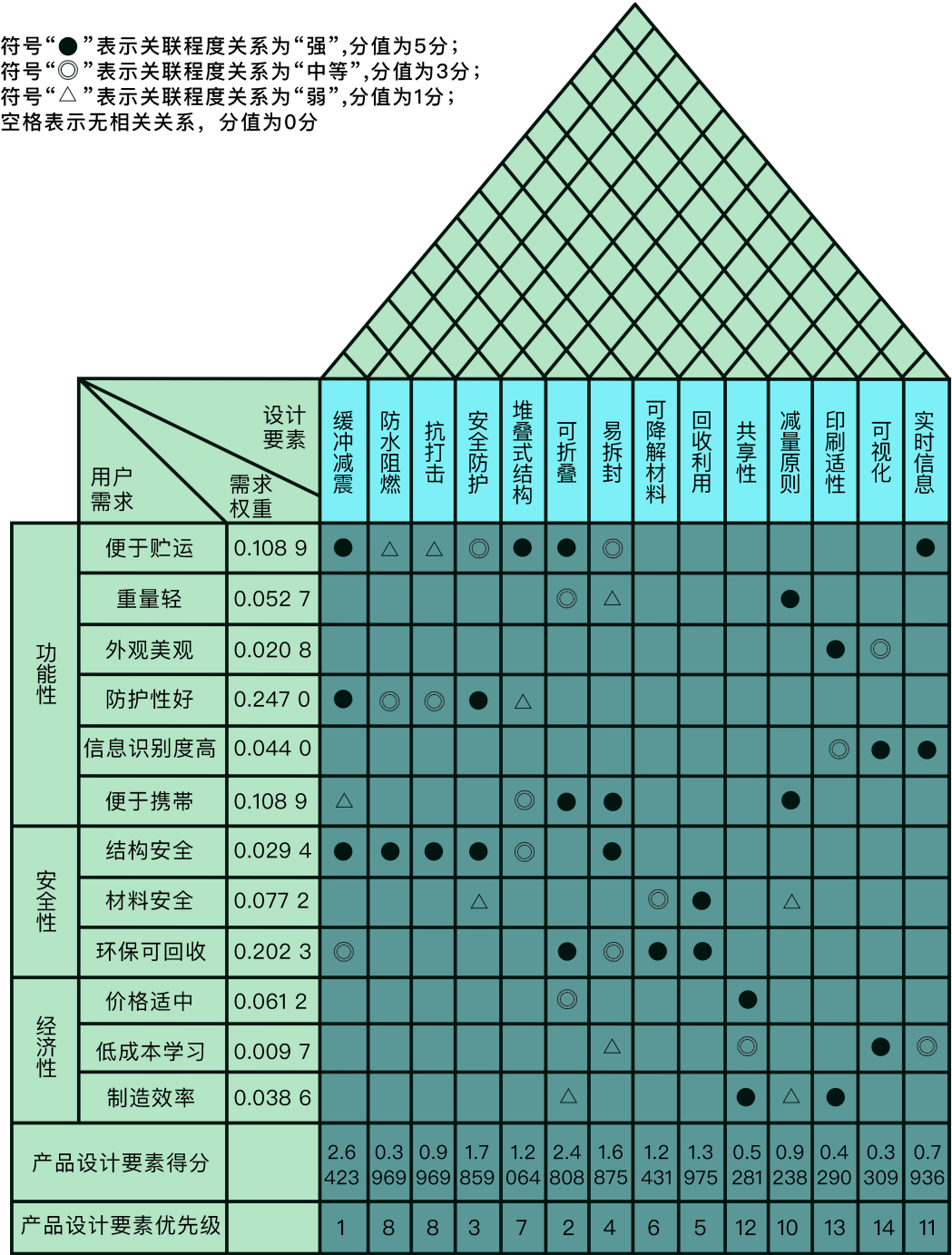


图 4 高脚杯快递包装箱品质屋模型
Fig.4 House of Quality model for goblet express box

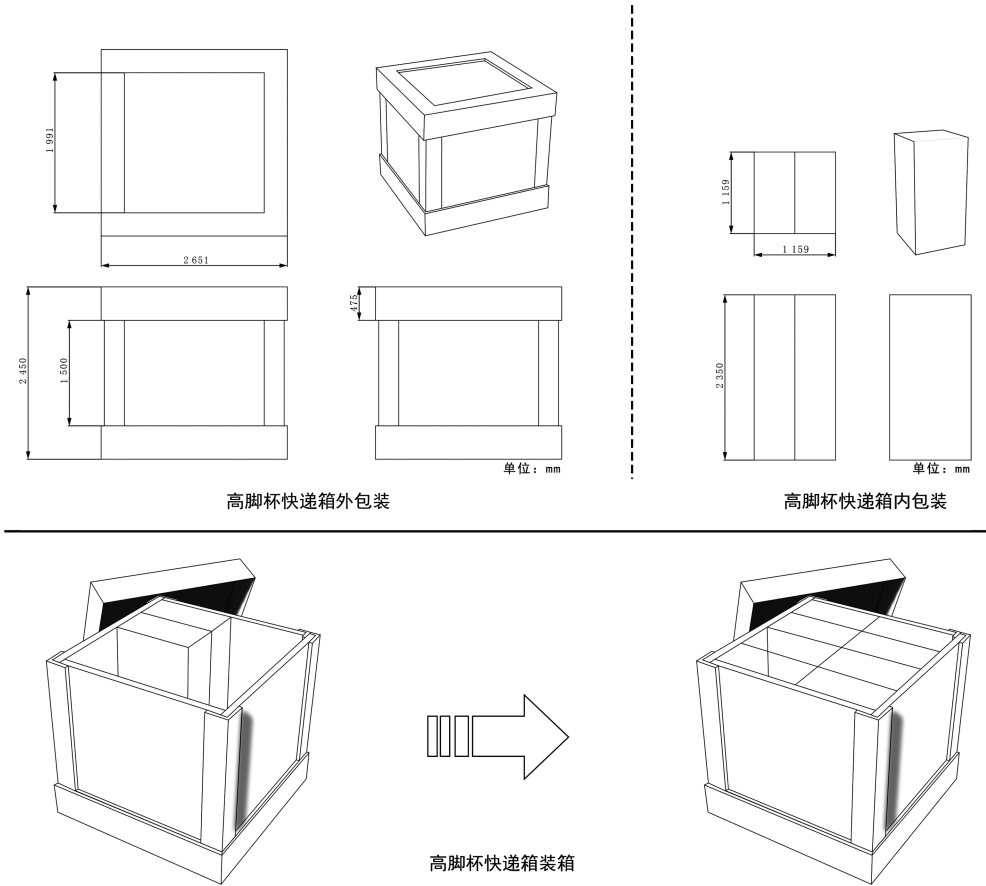


图 5 高脚杯快递包装箱三维模型
Fig.5 3D model of goblet express box

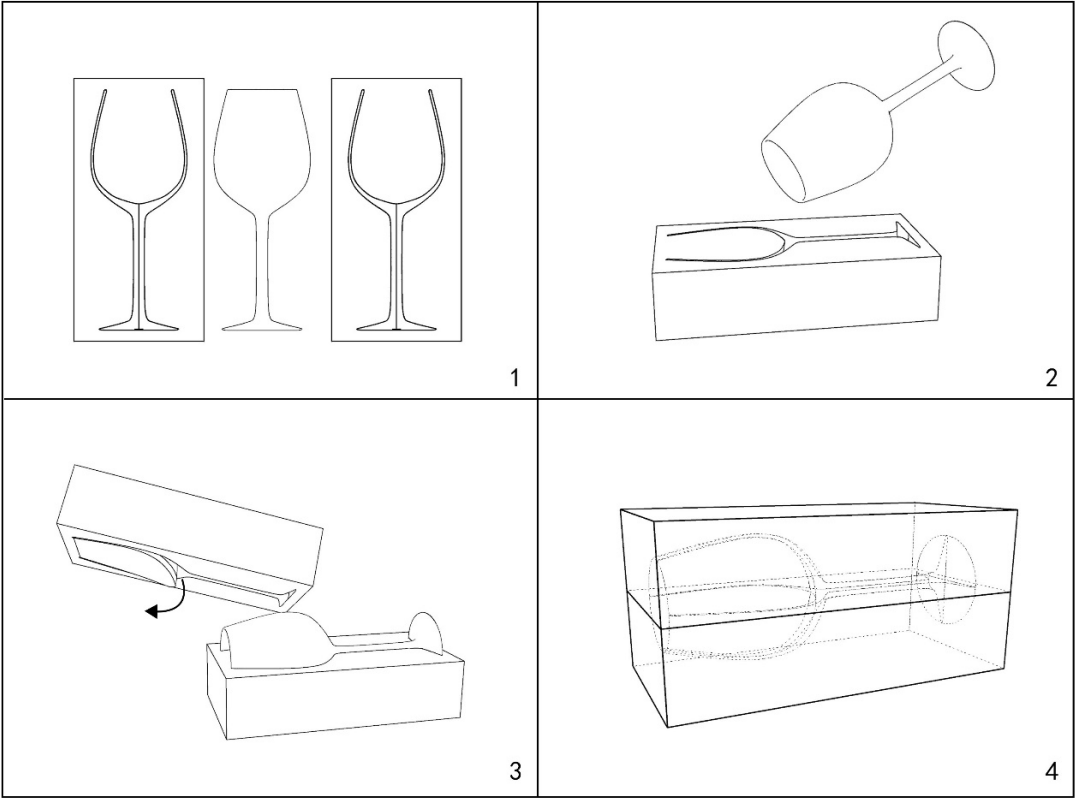


图 6 高脚杯快递包装箱发泡塑料缓冲减震原理
Fig.6 Plastic foam cushioning and shock absorption principle of goblet express box

击力, 蜂窝纸板结构见图 7。同时在快递箱四周加装防护角, 使其结构更加稳定, 能够适应运输、储存过程中的叠放问题, 增加叠放强度, 防护角与蜂窝纸板以一种榫卯结构相连接, 结构紧密, 便于拆卸, 连接结构见图 8。

4) 可折叠。综合考虑到快递箱的回收利用, 因此需要对其在不同使用环境下的状态进行思考。一般来说, 箱体主要分为运输状态和存放状态两种。可折

叠主要是用于闲置存放状态, 利用箱体的防护角与蜂窝纸板可拆卸元素, 将箱体上下盖设计为可相互扣合结构, 折叠时先将 4 个防护角拆除, 把 4 块蜂窝纸板堆叠并置于箱体下盖之中, 4 个防护角则放置于其上盖, 最后用箱体上盖将其盖上, 折叠为较小规格的扁平状, 箱体折叠方式见图 9。折叠后的快递箱能减少自身体积, 对运输和储存的空间使用率大大减少。

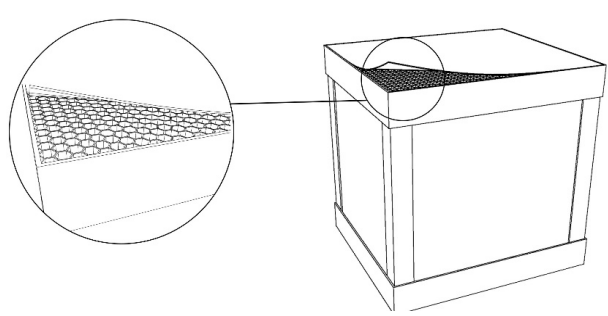


图 7 蜂窝纸板剖面结构
Fig.7 Cross-sectional structure of honeycomb cardboard

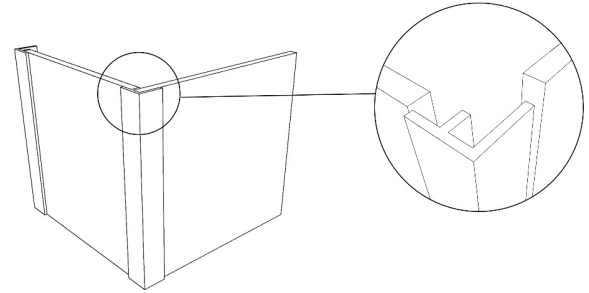


图 8 蜂窝纸板连接结构
Fig.8 Honeycomb cardboard connection structure

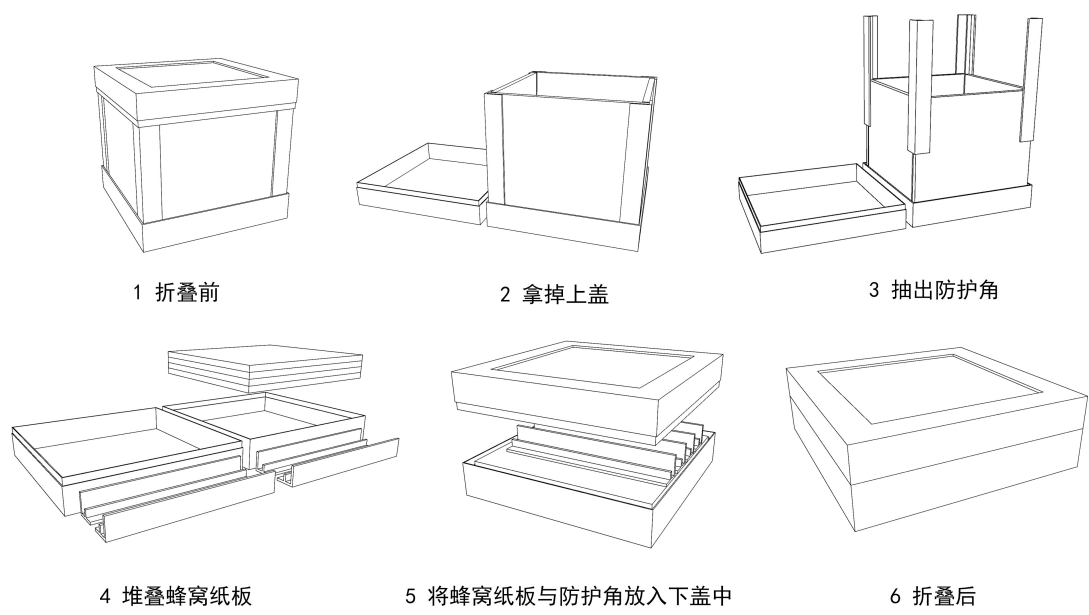


图 9 高脚杯快递包装箱折叠流程
Fig.9 Goblet express box folding flowchart

5 结语

利用 AHP 方法、FAST 模型和 QFD 工具在创新设计上的侧重点不同, 构建了基于 AHP-FAST-QFD 的组合式创新设计模型, 并以高脚杯快递包装箱为例, 发挥 FAST 模型在解决问题中的作用, AHP 方法定性定量研究的特性, QFD 工具在突出关键问题中的作用, 验证该模型在快递包装行业产品设计上的可行性。模型首先对高脚杯快递包装箱用户需求进行发掘, 利用 AHP 对用户需求进行重要度衡量, 给出需求的优先级排序; 其次以“黑箱法”的模式将需求转化为产品设计的基本功能点, 进而通过 FAST 模型树

对快递箱基本功能进行分解为若干子功能, 得出产品设计要素; 最后将产品设计要素同用户需求相结合建立品质屋矩阵, 通过品质屋矩阵得出的优先级最高的产品设计要素进行高脚杯快递包装箱设计, 得出一款防护性强、环保性高、贮运性好的快递包装箱。

参考文献:

[1] 曾台英, 丁逸秋, 于水源. 基于不同防护材料易碎品运输可靠性结构设计[J]. 包装工程, 2019, 40(21): 118-126.
ZENG Tai-ying, DING Yi-qiu, YU Shui-yuan. Design of

- Reliable Structure of Fragile Transportation Based on Different Protective Materials[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(21): 118-126.
- [2] 奥托, 伍德. 产品设计[M]. 齐春萍, 译. 北京: 电子工业出版社, 2007:95-97.
- KEVIN N OTTO, KRISTIN L W. Product Design[M]. QI Chun-ping, Translated. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007: 95-97.
- [3] SHVETSOVA O A, PARK S C, LEE J H. Application of Quality Function Deployment for Product Design Concept Selection[J]. Applied Sciences, 2021, 11(6): 2681.
- [4] 胡鑫朋. 基于 FAHP-FAST 组合法的家庭服务机器人功能设计研究[D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2016.
- HU Xin-peng. Research on Functional Design of Home Service Robot Based on Fahp-Fast Combination Method[D]. Qinhuangdao: Yanshan University, 2016.
- [5] 宋端树, 许艳秋, 崔天琦, 等. 基于 AHP-FAST 的产品概念创新设计模式研究[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 228-234.
- SONG Duan-shu, XU Yan-qiu, CUI Tian-qi, et al. Innovation Design Model of Product Concept Based on AHP-FAST[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 228-234.
- [6] 吕中意, 王振玉, 王庆莲, 等. 绿色物流背景下的模块化可扩容快递箱设计[J]. 机械设计, 2019, 36(8): 48-54.
- LYU Zhong-yi, WANG Zhen-yu, WANG Qing-lian, et al. Design of the Modular Expansible Packing Box in the Context of Green Logistics[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(8): 48-54.
- [7] 吴晓莉, 王玉星, 薛澄岐. 用 FAST 法设计功能组合式儿童自行车[J]. 机械设计与研究, 2012, 28(1): 98-101.
- WU Xiao-li, WANG Yu-xing, XUE Cheng-qi. A Function Combined Children Bike Based on Design of FAST Method[J]. Machine Design & Research, 2012, 28(1): 98-101.
- [8] 董晓玮, 徐晓琴. 基于 FAST 模型的水果快递箱概念设计[J]. 包装工程, 2020, 41(3): 77-81.
- DONG Xiao-wei, XU Xiao-qin. Conceptual Design of Fruit Express Box Based on FAST Model[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(3): 77-81.
- [9] 姚湘, 张浩, 李婉姗, 等. 基于“B-FAST-QFD”的家用中医理疗产品设计要素分析与实践[J]. 包装工程, 2021, 42(8): 130-140.
- YAO Xiang, ZHANG Hao, LI Wan-shan, et al. Analysis and Practice of Design Elements of Household Chinese Medicine Physiotherapy Products Based on "B-FAST-QFD"[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(8): 130-140.
- [10] 周生祥, 郑枫. 集成 AHP/QFD/AD 的产品设计方法研究[J]. 包装工程, 2021, 42(2): 150-154, 166.
- ZHOU Sheng-xiang, ZHENG Feng. Product Design Method Integrating AHP/QFD/AD[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 150-154, 166.
- [11] YIN Dao, MING Xin-guo, LIU Zhi-wen, et al. A Fuzzy ANP-QFD Methodology for Determining Stakeholders in Product-Service Systems Development from Ecosystem Perspective[J]. Sustainability, 2020, 12(8): 3329.
- [12] 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.
- LI Zhao, LIU Meng, SUN Jian-ming, et al. Design and Vibration Simulation Analysis of Vacuum Glass Packaging Box[J]. Packaging and Food Machinery, 2020, 38(6): 56-60.
- [13] 任工昌, 张博文, 张鹰之. QFD 与 TRIZ 在菠萝去皮机设计中的应用[J]. 包装工程, 2020, 41(7): 157-163.
- REN Gong-chang, ZHANG Bo-wen, ZHANG Ying-zhi. Application of QFD and TRIZ in the Design of Pineapple Peeling Machine[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(7): 157-163.

责任编辑: 陈作