

# 面向物流的包装设计-宜家案例分析

刘小静

(圣何塞州立大学 食品科学与包装工程系, 加州 圣何塞 95192)

**摘要:** **目的** 以宜家为案例分析, 提出面向物流的包装设计流程与方法。 **方法** 以宜家包装系统为研究对象, 介绍宜家针对物流的包装创新, 包括纸托盘、单元包装及模块、易售包装 (READY-TO-SELL)、加载架 (Loading Ledge), 并举例介绍借助 Tops Pro 的面对物流包装设计的过程。 **结果** 在文中的案例中, 采用针对物流的包装设计流程, KEX 饼干包装总方案为托盘叠托盘易售包装, 半托 BL 单元包装, 长、宽、高为 60, 80, 100 cm; 二次包装纸托盘内放置 15 个一次包装, 运输托盘共放置 7 层二次包装, 每层为 2×2 排列; 1 个半托单元包装共容纳 420 个一次包装; 纸盒尺寸长、宽、高为 129.5, 56.3, 137.3 mm, 二次包装托盘尺寸 (长、宽、高) 为 390.5, 284.1, 139.7 mm。运输托盘面积率和体积率为 92.5% 和 90.4%。 **结论** 针对物流的包装设计, 使用定制尺寸的纸托盘与加载架, 单元包装及模块, 合理设计易售包装, 可最大化托盘表面装载率和集装箱体积装载率, 最小化包装材料使用量, 最小化包装、运输与物流成本, 最终使企业和消费者受益。

**关键词:** 物流; 初级包装; 二级包装; 纸托盘; 单元包装; 易售包装 RTS; 加载架; Tops Pro

**中图分类号:** TB485.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)09-0174-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.09.026

## Logistics-driven Packaging Design-IKEA Case Study

LIU Xiao-jing

(Department of Nutrition, Food Science and Packaging, San Jose State University, San Jose 95192, USA)

**ABSTRACT:** The work proposes the logistics-driven packaging design process and method with IKEA as a case study. In IKEA logistic-driven packaging innovation case, paper pallet, unit-load packaging and module, ready-to-sell (RTS) packaging, and loading ledge were introduced. The process of logistics-driven packaging design was put forward using TOPS Pro. In the scenario, the general packaging solutions for KEX biscuit were Tray-on-tray style ready-to-sell and BL style unit-load packaging. The primary packaging was a carton with length/width/height of 60 cm, 80 cm, and 100 cm. The secondary packaging was a paper tray contained 15 primary packages. The transport pallet had 7 layers of secondary packaging, with a 2×2 case arrangement per layer. A unit-load packaging had 420 primary packaging cartons. The carton's length, width, and height were 129.5mm, 56.3 mm, and 137.3 mm, respectively. The length, width, and height of the secondary packaging tray were 390.5mm, 284.1 mm, and 139.7 mm. The area efficiency and cubic efficiency of the transport pallet were 92.5% and 90.4%, respectively. The logistics-driven packaging design maximizes the pallet area efficiency and truckload cubic efficiency, minimize the packaging materials used and the packaging cost, transportation expense, and logistics fee at the same time. With customized paper pallet and loading ledge, unit-load packaging, module, and intelligent design of ready-to-sell packaging, logistics-driven packaging benefit the enterprises and customers.

收稿日期: 2019-09-29

基金项目: 2018—2019 Undergraduate Student Research Award

作者简介: 刘小静 (1971—), 博士, 美国加州圣何塞州立大学副教授, 主要研究方向为包装系统设计和包装材料。

**KEY WORDS:** logistics; primary packaging; secondary packaging; paper pallet; unit-load packaging; ready-to-sell packaging; loading ledge; Tops Pro

包装设计是一个系统工程,涉及初级包装、二级包装和运输包装;每级包装都需要选择最合适的材料,优化结构和尺寸,在保证基本功能的条件下最小化成本。比如,初级包装要给消费者足够的便利,便于机械化加工;运输包装需提供最大的运输装载率,便于搬运与存储;所有包装材料应利于回收或再利用,以减少对环境的影响。包装设计需要考虑产品、消费者、市场、材料、加工、成本、运输与物流,并进行不同侧重的定位设计。包装系统是以产品为中心,考虑市场、物流与环境而进行设计。包装设计需综合考虑包装的各种因素与功能而建立的最佳包装方案,去满足产品、市场、物流与环境一切要求。目前国内的包装设计大多集中在装潢设计、功能设计,以及计算机模拟产品包装的各项性能测试以期优化设计速度与过程<sup>[1-4]</sup>。企业大多仍采用经验法与试验法。

在包装系统中,对包装总成本带来巨大影响的是物流。在电商时代,面对网购的包装设计已经是各企业必须面对的问题。根据 PMMI 2019 年度报告,40%商家正在改变产品的初级包装,75%商家正在改变二级包装去满足消费者网购的需求<sup>[5]</sup>。如苹果公司专门为网购的苹果产品设计了运输包装,整体结构为一片式全折叠无胶水,只用一片塑料膜固定产品而没有其他任何缓冲材料,易于加工,便于消费者开启,又为产品提供最佳运输保护。英国 DS Smith 公司将初级包装与运输包装直接设计为一个整体,减化了包装工艺,减小了物流成本。欧洲最早意识到物流对包装的影响并对此进行了深入研究。荷兰代尔夫特理工大学在 2011 年研究了包装的体积优化对整个物流带来的成本的影响<sup>[6]</sup>。瑞典 LUND 大学在 2004 年至 2010 年期间对宜家的包装与物流进行了深入研究与分析。Kerstin Gustafsson, Gunilla Jonson 等<sup>[7]</sup>提出包装与物流是企业策略计划中重要的一部分,零售商与供货商协同合作是关键,包装的一点点改善会提高整条供应链的效率。Hakan Dahlborg, Carina Johnsson<sup>[8]</sup>提出一种新的评价体系,对宜家物流链中所有环节——仓库,库存,配送中心,零售中物流包装的保护性、尺寸、结构、稳定性等各性能进行综合评价,并提出物流包装的改进建议,以期提高效率减少成本。Johanna Klaesson, Marie Lundgren<sup>[9]</sup>分析了宜家独特的销售及用包装(READY-TO-SELL)带来的物流效率的极大提升。Daniel Hellstrom, Fredrik Nilsson<sup>[10]</sup>介绍了宜家面对物流进行的包装创新-装载架,给整条物流链带来极大的效益。经过大量的研究与调查,笔者认为,在包装设计时物流应该作为设计的一个重要出发点,面向物流进行包装设计必然成为未来的发展方向。在

这一领域,宜家是先行者,非常值得研究与学习。文中将从物流包装的角度分析宜家独创的纸托盘、单元包装、销售及用包装(Ready-To-Sell)、加载架>Loading Ledge)以及以面对物流的包装设计过程。

## 1 纸托盘

纸托盘加工材料来源广泛,易于制造,成本低,灵活性高,重量只有木托盘的 10%,一次性使用。纸托盘取代木托盘和塑料托盘已经在包装领域有所应用,纸托盘生产线也趋于成熟<sup>[11]</sup>。宜家在 2012 年启动全纸托盘项目,涉及全球宜家店以及全世界分布在 50 多个国家超过 1000 个供应商,目标为在产品运输,仓库,配送中心用纸托盘替换所有木托盘。这看似简单的改革彻底改变了宜家的供应链,使宜家实现了更快更便宜的运输,更好地保护了商品,提高了员工操作的安全性。由于不需要空车运托盘回原地,宜家每年减少 50 000 到 100 000 次不必要的搬运,大大节省了费用<sup>[12]</sup>。

### 1.1 结构与材料

纸托盘由一个托盘台面和若干托盘脚用胶粘为一体,为四向叉入式,见图 1。托盘台面材料为瓦楞纸板或蜂窝纸板,设计时由具体产品的重量和总包装方案来选择不同楞形、层数和组合。托盘脚由一片片瓦楞纸板重叠粘在一起,四周包裹一层瓦楞。瓦楞楞形与数量没有设置具体要求,但需要符合整体尺寸要求,并通过后期压缩与剪切力测试。所有纸材料也必须达到宜家标准<sup>[13]</sup>。

### 1.2 尺寸

根据产品与包装总方案定制,无标准尺寸,但是所有尺寸参照 3 个标准托盘尺寸(长×宽×高)进行设计:120 cm×80 cm×5 cm;60 cm×80 cm×5 cm;200 cm×80 cm×5 cm;托盘台面厚度不超过 3 cm。托盘脚的尺寸(长×宽×高)有 3 组:9 cm×9 cm×5 cm;14 cm×9 cm×5 cm;18 cm×9 cm×5 cm。纸托盘与传统木托盘的尺寸对比见表 1。由表 1 可见,宜家纸托盘参考欧洲木托盘尺寸,但高度只有木托盘的 1/3。

## 2 单元包装

由于木托盘是标准尺寸,不同尺寸的商品的运输包装与托盘尺寸不一定匹配,木托盘装载经常出现表面利用率低而造成集装箱运输空间的浪费。纸托盘可根据包装方案定制尺寸从而保证最佳表面利用率,以纸托盘创建的单元包装目的是进一步提高集装箱装载率。

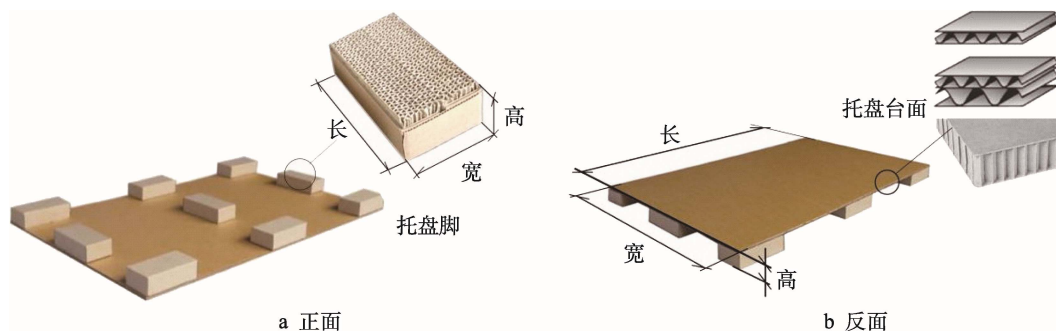


图1 纸托盘结构

Fig.1 Paper pallet structure

表1 纸托盘与木托盘尺寸比较  
Tab.1 Comparison of dimensions of paper pallet and wood pallet

规格	宜家纸托盘尺寸	木托盘尺寸		
		欧洲标准	美国标准	中国标准
全托	120×80×5	120×80×15	122×102×15	100×120×15
半托	60×80×5	60×80×15	122×122×15	110×110×15
长托	200×80×5	200×80×15	107×107×15	

## 2.1 结构与尺寸

宜家共有9种不同规格的单元包装,文中介绍最常用的3种,分别称为AL全托,BL半托和DL长托。其结构、尺寸与最大载荷见图2,与纸托盘的规格相匹配。所有单元包装所容纳初级包装数量应达到最小定货量。单元包装有时还需要上、下面和四角的保护,见图3,边角面的保护需符合宜家规范<sup>[13]</sup>。

## 2.2 模块包装

如果最小定货量不足以形成一个单元包装,就使用更小尺寸的模块包装。多个模块可拼成一个单元包装,见图4。模块包装长与宽尺寸由单元包装的规格决定,高度可自行设计,但组合高度要符合单元包装高度要求,即小于等于100 cm<sup>[13]</sup>。

## 3 Ready-To-Sell 易售包装

研究显示,卖场46%的物流费用花在将货品从托盘搬运到货架上<sup>[9]</sup>。易售包装RTS是指去除运输包装

后,无需对包装进行任何操作产品即可用于销售。RTS只允许生产厂家与消费者接触到初级包装,省去了中间搬运环节,如将初级包装从二级包装或运输包装中取出放于货架,从而极大提高补货效率,减少劳动力成本<sup>[8]</sup>。PMMI(美国包装和加工技术协会)2014年度报告指出RST在亚洲以6.2%的速度增长,超过欧洲与美国<sup>[14]</sup>。宜家在2008年启动RTS项目,其供应商按要求提供RTS包装到卖场。文中介绍宜家的4种易售包装——整体托盘式PT、撕开式TA、托盘托盘式TT、货架托盘式ST。

### 3.1 整体托盘式

整体托盘式(Pallet Tray)易售包装结构与使用过程见图5。当到达卖场后,叉车直接运送到位,去除外层保护材料,消费者便能直接购买商品了。整体托盘式适用于不需要额外保护材料也可以稳定码垛的商品。

### 3.2 撕开式

撕开式(Tear Away)易售包装结构与使用过程见图6,整体也为一个大托盘,但去除四面的中间纸板而保留四角材料,应用于内装的商品陈列销售时还需要一定外保护的情况。

### 3.3 托盘叠托盘式

托盘叠托盘(Tray on Tray)易售包装结构与使用过程见图7。初级包装置于二级包装纸托盘并层层重叠。此结构可应用于多种不同产品,二级包装纸托盘设计可灵活多样。

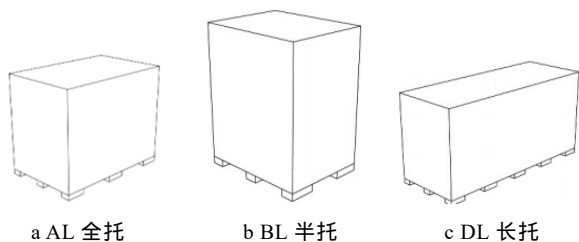


图2 3种常用单元包装及其尺寸

Fig.2 Three main unit-load packaging and their dimensions

	长, 宽, 高/厘米	最大载质量/kg
AL (全托)	120~160/76~100/ 100	677
BL (半托)	70~100/60~80/ 100	338
DL (长托)	200~250/76~100/ 100	713

d 尺寸

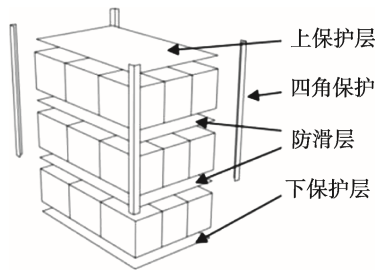


图 3 单元包装的保护  
Fig.3 Unit-load packaging protection

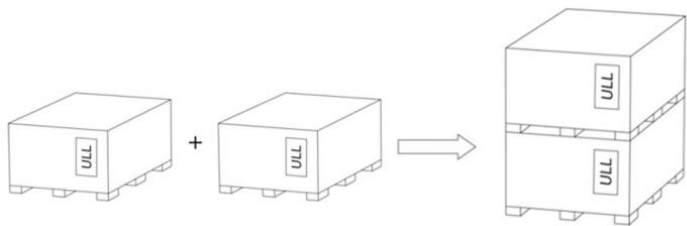


图 4 模块包装  
Fig.4 Module packaging



图 5 整体托盘式易售包装  
Fig.5 Pallet tray style RTS



图 6 撕开式易售包装  
Fig.6 Tear away style RTS



图 7 托盘叠托盘易售包装  
Fig.7 Tray on tray style RTS

3.4 货架托盘式

货架托盘（Shelf Tray）易售包装结构与使用过程见图 8。运输纸箱内装托盘包装方案，在卖场去除

外纸箱后托盘移到货架进行销售。此类包装用于小批量货架销售商品，尺寸由具体货架大小来设计。除了货架托盘式，其他 3 种易售包装使用全托 AL 或半托 BL 单元包装尺寸（见图 5）。



图 8 货架托盘式易售包装  
Fig.8 Shelf tray style RTS

## 4 集装箱装载技术

提高集装箱装载率是宜家物流运输关键的一项创新。宜家用木托盘、纸托盘、加载架进行顶部填充、侧隙填充等混合技术手段来达到集装箱最大装载率。

加载架为塑料托盘托脚，其结构与使用见图9。材料为5号丙烯PP，有2个标准尺寸(长×高):760 cm×50 cm, 510 cm×50 cm, 质量不到1 kg, 易于加工制造, 可循环使用<sup>[15]</sup>。由于纸托盘根据产品定制尺寸, 与单元包装尺寸匹配, 托盘与托盘装载时无间隙, 见图10; 当所有纸托盘装载后与集装箱四壁仍然有空隙时, 用加载架托住一些商品包装以填满这些空隙; 若顶部还有空间时, 可分离某些单元包装, 用加载架固定其模块包装填补顶部空间。加载架的应用极大提高装载灵活性及效率, 一只同样的集装箱运输

36个木托盘货物, 而采用纸托盘与加载架后提高到44个<sup>[10]</sup>。

## 5 面对物流的包装设计

在制定包装各级方案时, 需考虑包装对仓储、运输、装卸的作用, 找到最佳设计方案来达到最小化包装材料, 最大化托盘表面装载率与集装箱空间利用率, 最小化装卸操作, 从而减少物流成本。面对物流的包装设计流程见图11。

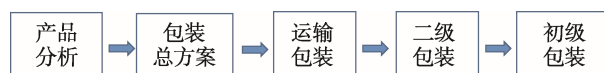


图11 面对物流的包装设计流程

Fig.11 Logistics-driven packaging design process

与传统包装设计流程不同的是, 面对物流的包装设计先根据物流确定运输包装, 最后再设计初级包装。该节以宜家 KEX 饼干为例介绍面对物流的包装设计过程。

### 5.1 产品分析

宜家文化中一个重要部分是众多甜点将瑞典风味带到全世界。KEX 小饼干是专为小朋友设计的全麦字母饼干, 每盒质量为175 g, 售价2.29美元, 产地瑞典, 见图12。此产品从瑞典运输到全球超过50个国家的上千卖场进行销售。



图12 KEX 饼干  
Fig.12 KEX biscuit

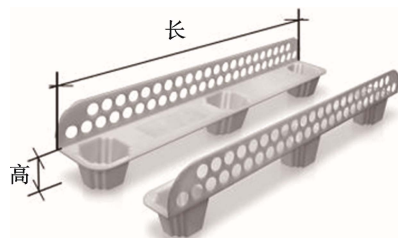
### 5.2 包装总方案确定

每个卖场的订单超过最小订单量, 该产品将采用托盘与单元包装, 为减少不必要的搬运费用, 采用易售包装形式。二级包装与初级包装仅提供保护商品功能以减少不必要的成本。

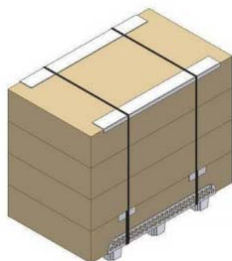
### 5.3 运输包装方案

#### 5.3.1 托盘与单元包装确定

饼干产地在瑞典, 故采用欧洲标准托盘进行包括海运在内的多种运输。由于 KEX 为小批量快销品,



a 结构



b 使用

图9 加载架结构及其应用

Fig.9 Loading ledge structure and application

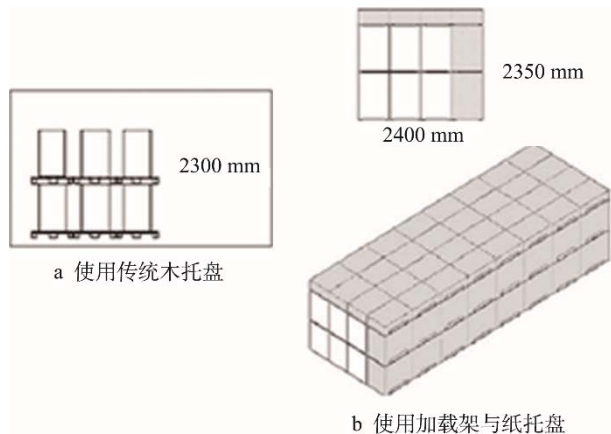


图10 托盘与加载架提高了集装箱装载率  
Fig.10 Truckload loading efficiency improved by pallet tray and loading ledge



采用易售包装的半托 BL，尺寸（长/宽/高）：60/80/15（cm）为最佳。

5.3.2 RTS 易售包装的确定

KEX 饼干重量轻、体积小，采用整体托盘式、托盘叠托盘式或撕开式都比较合理，具体由供应商已有的包装生产线决定。

5.3.3 二级包装设计

二级包装的目的是为初级包装提供保护和易于运输。采用纸托盘托住若干初级包装即可。托盘需提供足够的强度，材料选为 E 瓦楞。

应用 Tops Pro 来优化二级包装。在 Tops Pro 中设置纸盒-二级包装小托盘-运输托盘。根据二级包装排列与单元包装尺寸，初步确定消费者包装尺寸大致为 125 mm×55 mm×140 mm，以此尺寸为基准，比较小托盘放 15，10，20 盒初级包装的托盘表面利用率与体积利用率的 3 个方案，计算结果见表 2。从表 2 可见方案 2 最佳：二级包装放 15 个初级包装具有最大装载率，同时排列最合理，便于卖场陈列与销售。

表 2 不同一级包装数量托盘表面利用率与体积利用率对比

Tab.2 Comparison of area efficiency and cubic efficiency of pallet tray with packaging of different levels

方案	小托盘 数量	运输托盘 上装载一 级包装 数量	运输托 盘上小 托盘总 层数	运输托盘		每层二级 包装排列
				面积 利用 率/%	体积 利用 率/%	
1	10	420	7	87.7	87.7	
2	15	420	7	87.5	87.5	
3	20	420	7	87.2	87.2	

5.4 初级包装设计

初级包装所有包装材料、结构与印刷在保证功能的前提下最简化。单层 LDPE 膜用标准 VFFS 机器进行成型封口直接包裹饼干，外纸盒进一步提供保护，纸盒结构为易撕开锁扣式，便于消费者开启与封口，材料选单面涂布纸板，纸板厚度为 0.48 mm，胶印。

应用 Tops Pro 来优化初级包装的具体尺寸。尺寸（长/宽/高）设置为一个合理范围：120~130 mm，50~60 mm，130~140 mm，限定其容量不变为 0.9625 L，设定每一个小托盘装入 15 个初级包装，设定托盘标准尺寸（长/宽/高）为 60 cm×80 cm×15 cm，Tops Pro

计算出最佳方案的纸盒尺寸与小托盘尺寸，见图 13。

5.5 讨论

KEX 饼干包装总方案为托盘叠托盘销售及用包装，半托 BL 单元包装，尺寸（长/宽/高）为：60 cm×80 cm×100 cm；二次包装纸托盘内放置 15 个一次包装，运输托盘共放置 7 层二次包装，每层为 2×2 排列；一个半托单元包装共容纳 420 个一次包装；纸盒尺寸（长、宽、高）为 129.5，56.3，137.3 mm，运输托盘面积率和体积率分别为 92.5%和 90.4%。二次包装托盘尺寸（长、宽、高）为 390.5，284.1，139.7 mm。

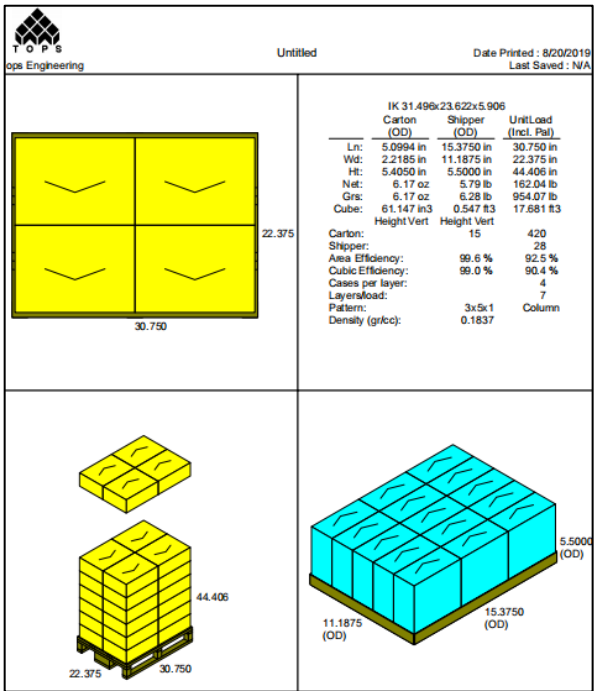


图 13 应用 Tops Pro 优化设计初级包装与二级包装  
Fig.13 Design of primary packaging and secondary packaging optimized by Tops Pro

6 结语

面对物流与供应链进行包装设计可为企业节省大量资金，已经引起各企业越来越多的重视。文中以宜家为案例深入分析了面向物流与供应链宜家做出的各级包装创新，并以饼干为例介绍了面向物流进行包装设计的过程。使用定制尺寸的纸托盘与加载架，单元包装及模块，合理设计易售包装，可最大化托盘表面装载率与集装箱体积装载率，最小化包装材料使用量，最小化包装、运输与物流成本，最终使企业和消费者受益。

参考文献：

[1] 李国志，李文凤，丁毅. 面向现代物流的饮品包装

- 数字化设计主优化研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17): 72—75.
- LI Guo-zhi, LI Wen-feng, DING Yi. Digital Designing and Optimization of Beverage Packaging for the Modern Logistics[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 72—75.
- [2] 陈满儒, 张惠艳. CPS 理念下灯具包装设计方法研究[J]. 包装工程, 2014, 35(23): 43—45.
- CHEN Man-ru, ZHANG Hui-yan. Packaging Design Methods of Lamps & Lanterns via CPS Concept[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(23): 43—45.
- [3] LIN Jing, ZHANG Tie-feng, XIAO Wei, et al. Research of Optimization Design for Transport Packaging Based on Cape Pack[J]. Applied Mechanics & Materials, 2015, 731: 327—330.
- [4] LI Guo-zhi, LI Wen-feng, XIANG Ying, et al. The Digital Designing and Optimization Researching of Beverage Packaging Face to the Modern Logistics[J]. Applied Mechanics and Materials, 2012, 200: 604—607.
- [5] CHRZAN J. Secondary Packaging Revamp Biggest CPG Focus for E-Commerce[J]. Healthcare Packaging, 2019, 2: 1—3.
- [6] WEVER R. Design for Volume Optimization of Packaging for Durable Goods[J]. Packaging Technology and Science, 2011, 24: 211—222.
- [7] KERSTIN G, GUNNILLA J, DAVID S, et al. Packaging Logistics and Retailer's Profitability: an IKEA Case Study[D]. Lund: Department of Design Sciences Division of Packaging Logistics, 2004: 1—15.
- [8] HAKAN D, CARINA J. Evaluating Packaging Logistics Development at IKEA for Improvements in Product and Packaging Development[D]. Lund: Department of Design Sciences Division of Packaging Logistics, 2006: 121—125.
- [9] JOHNNA K, MARIE L. How Efficient are Ready-to-sell Packaging Solutions through IKEAs Supply Chain[D]. Lund: Division of Innovation and Packaging Logistic, 2009: 61—66.
- [10] HELLSTRON D, NILSSON F. Logistic-driven Packaging Innovation: a Case Study at IKEA[J]. International Journal of Retail & Distribution Management, 2011, 39(9): 638—657.
- [11] CHEN Chi-wei. The Development of a New Paper Pallet Machine[J]. Proceedings of Engineering and Technology Innovation, 2017(6): 17—22.
- [12] GOOSSEN R E J. Paper Pallets-Specific Circumstances Sometimes Lead to Alternative Solutions[J]. Parution, 2012(10): 1—2.
- [13] DICKNER A, BRAJKOVIC V. Packaging-general Requirements[Z]. Sweden: IKEA, 2017.
- [14] DAVOR D, FRANJKOVIC J, SEBALJ D. The Impact of Retail Ready Packaging on FMCG Supply Chain Members[J]. 5<sup>th</sup> International Students Symposium on Logistics and International Business, 2016, 2: 62—69.
- [15] IKEA Chooses Innovative OptiLedge Shipping Platforms Over Traditional Wooden Pallets. [EB/OL]. Internet Wire, (2012-02-13). <https://www.digitalcommerce360.com/2012/02/13/ikea-chooses-innovative-optiledge-shipping-platforms/>.