

“互联网+”背景下中小型盆栽全纸包装设计

仲晨, 黄倍莉, 王丽丽, 赵冬菁
(曲阜师范大学, 日照 276800)

摘要: **目的** 针对传统电商中小型盆栽包装存在的问题, 提出全纸质包装结构设计方案。**方法** 分析中小型盆栽产品特点, 进而提出内、外箱整体嵌套的包装结构, 其次进行自由跌落试验, 以验证设计方案的保护性能, 并针对实验过程中暴露的设计不足提出改进措施。对改进后设计分别进行跌落、振动和抗压试验, 全面验证方案的可行性, 还对设计方案进行成本核算, 以验证其经济性。**结果** 跌落高度为 60 cm 的自由跌落试验结果表明, 角跌落的冲击最为强烈, 其峰值加速度接近 25g, 但远小于盆栽产品脆值范围 (90g ~120g)。60 min 模拟公路运输的随机振动试验证明, 包装件具有良好的减振性能。空箱抗压试验表明, 包装件的平均最大压溃力为 727 N, 可满足电商物流环境的堆码要求, 而包装件实箱抗压试验的平均最大压溃力为 2117 N, 约为空箱最大压溃力的 3 倍。成本核算表明, 该设计方案单套成本不高于产品总价值的 5%。**结论** 该包装方案符合绿色包装理念, 具有良好的缓冲、减振和堆码性能, 成本合理。

关键词: 包装设计; 盆栽; 全纸; 结构设计; 互联网+

中图分类号: TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)03-0016-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.03.004

Full-paper Packaging Design of Small/Medium-sized Potted Plants under "Internet +" Background

ZHONG Chen, HUANG Bei-li, WANG Li-li, ZHAO Dong-jing
(Qufu Normal University, Rizhao 276800, China)

ABSTRACT: The work aims to propose a full-paper packaging design scheme with respect to the problems existing in the packages for small/medium-sized potted plants of traditional E-commerce. Firstly, the characteristics of small/medium-sized potted plants were analyzed. Furthermore, the packaging structure consisting of the integrally nested interior and exterior boxes was proposed. Secondly, the free drop tests were performed to verify the protection of the design scheme. Improvement measures were further put forward for the deficiencies during the tests. Finally, the drop, vibration and compression tests were respectively performed for the improved design, to comprehensively verify the feasibility of the scheme. Moreover, the cost accounting of the design scheme was conducted to clarify the economy. The results of the free drop tests at the height of 60 cm showed that, the angle-drop impact was the most rigorous, and the peak acceleration approached 25g, which was far smaller than the fragility range (90g~120g) of the potted plants. The 60 min random vibration test was conducted to simulate a road transportation environment. The test results showed that the package had good vibration absorption performance. The empty container compression test indicated that, the maximum average crash force of the package was 727 N, which could meet the stacking requirements of E-commerce logistical environment; while the maximum average crash force of the full package from the compression test reached 2117 N, which approximately was 3 times the size of the empty container. The cost accounting indicated that the cost of a single set of design scheme was not higher than 5% of the total product value. The proposed packaging scheme meets the concept of green packaging, has good cushioning, vibration isolation and stacking performances, and is cost-effective.

KEY WORDS: packaging design; potted plants; full-paper; structural design; internet +

收稿日期: 2017-11-20

作者简介: 仲晨 (1979—), 男, 工学博士, 曲阜师范大学讲师, 主要研究方向为运输包装、包装仿真、包装结构设计。

《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》明确了互联网在“三农”发展中的地位和作用，为促进“三农”发展指明了方向^[1]。电子商务是互联网时代下的产物，随着人们生活水平的提高，绿植盆栽的网购销售量日益增大。目前电商盆栽普遍采用以发泡塑料、塑料气泡膜/柱为主的包装，其材质多为 EPS 或 EPE，不易回收利用，且易造成环境污染。在环保呼声愈来愈高的今天，此类包装逐渐被人们所摒弃，这种趋势对物流包装提出了严峻的挑战，为此国内外学者进行了大量相关的研究。英国最早提出采用聚丙烯花套^[2]，荷兰在物流包装上进行了创新^[3]，加拿大研制出了新型果蔬包装技术^[4]。国内一些学者针对“互联网+”背景下现代农业^[5]及生鲜电商^[6]的发展进行了思考，对陶瓷^[7]、精密仪器^[8]、组合包装^[9]进行了研究，并提出了包装方案。目前的盆栽包装研究主要集中在缓冲材料上，对物流包装设计方面的研究还不多见。由此，文中以某绿色盆栽为研究对象，从产品本身特性入手，采用环保纸质材料，提出具有实际应用价值的包装设计方案，拟为“互联网+”背景下的绿色电商包装设计提供参考。

1 产品分析

考虑到网购盆栽花卉的普遍性及代表性，包装内装物选定为常见的小型盆栽植物——红掌，见图 1。该盆栽的形态特征为肉质根，无茎，叶从根茎抽出，在运输过程中易折；花小，较脆弱，易磨损，其株高一般在 150 mm 左右，故其整体包装属于轻包装；根属气生根，要求运输过程中通气良好。该栽种花盆材料一般为陶瓷，陶瓷易碎、耐压强度低、密度大。文中采用红掌株高为 150 mm，花盆高 120 mm，花盆最大直径 130 mm。整个盆栽净质量 1.1 kg。经查阅相关文献^[10]，红掌盆栽的脆值范围为 90g~120g。

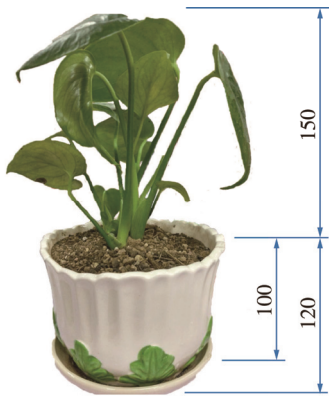


图 1 红掌盆栽
Fig.1 Anthurium

2 包装结构设计初步方案

2.1 缓冲材料的选择

环保已成为时代主题，中国的生产制造更需要环保型材料。纸质包装材料作为典型的绿色环保材料，近年越来越受到人们的青睐，如耐折纸板、瓦楞纸板、纸浆模、蜂窝纸板等均为常用的包装材料。瓦楞纸板相较其他纸质材料具有更好的强度、刚度和保护性能，且方便回收^[11]。故文中以绿色环保为出发点，在综合考虑缓冲性能、外观效果及成本的基础上，采用 B 型瓦楞纸板。所用纸板（采购来源：日本联合株式会社青岛工厂）定量为 520 g/m²，经实验测试其平压及边压强度分别为 273 kPa 和 5573 N/m，符合设计要求。

2.2 结构设计

基于绿色、安全原则，经过反复尝试，设计了由内部正反撇结构、阶梯状护栏和外部便携式纸箱组合的结构。

内箱结构见图 2a，一页纸板成型，在内箱主体的内折线上设计有正反撇结构，在箱体的盖板延长板上设计有内外折线，折叠后内箱主体部分向内凹陷，以固定花盆；内箱上部分形成阶梯状护栏结构，在运输过程中可为枝叶提供支撑平台。该内箱到达消费者手中后，用户还可二次利用作为自吸水植物的吊篮。

外箱是由瓦楞材料折叠而成的管式纸箱^[12]，见图 2b。该纸箱为规则四边形，在箱体盖板设计有提手，既将其立起提携，又可在运输过程中放平，便于堆码。为防止内箱在外箱内移位，特增加 U 型板（见图 2c—d），其高度恰好等于内、外箱高度差，以便固定内箱。

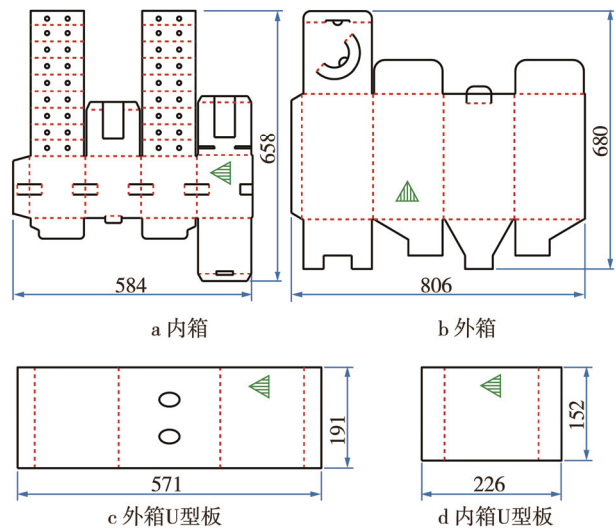


图 2 包装结构设计初步方案
Fig.2 Preliminary design scheme of packaging structure

最终包装效果见图3,其中图3a为俯视视角下装入红掌后的包装件;图3b为内箱通过提绳提出后的状态;图3c为整个包装件在物流过程中的提携状态;图3d为用户二次利用作为自吸水植物吊篮的场景。



图3 初步包装方案的效果

Fig.3 Effects of the preliminary packaging scheme

3 包装件性能测试

为确保包装设计方案具有足够的保护性能,采用盒型打样机(Kongsberg V系列,比利时Esko公司)制作实样,并装入红掌盆栽形成实验包装件。首先进行自由跌落试验^[13],参照GB/T 4857.5^[14],采用自由跌落试验机(DT200,深圳莱伯通试验设备有限公司)对包装件进行跌落试验,且使用TP3冲击数据采集仪(Lite系列,美国Lansmont公司)进行冲击加速度的数据采集。为了明确缓冲包装件不同部位的抗冲击性能,结合目前国内运输现状,将跌落高度设置为60 cm。试验时,将传感器垂直固定于花盆底部,以保证TP3设备传感器准确地采集信号。实验结果见图4。

由图4可知,虽然角及棱跌落的峰值加速度均不超过16g,但却出现了产品破损现象。原因在于棱跌落的过程中出现了2次波峰,发生了触底现象,导致花盆破碎,见图5a。为了防止盆内土壤散落,试验时用胶带对土壤进行了密封。分析花盆破碎的主要原因有2点:内、外箱之间无缓冲,直接导致内部花盆触底,从而导致花盆破损现象的发生;花盆的整体造型为至下而上半径逐渐增大的圆柱,正反撇结构设计虽然有一定的固定作用,但固定的仅仅是上面部分,底部浅盘仍可移位(见图5b)。

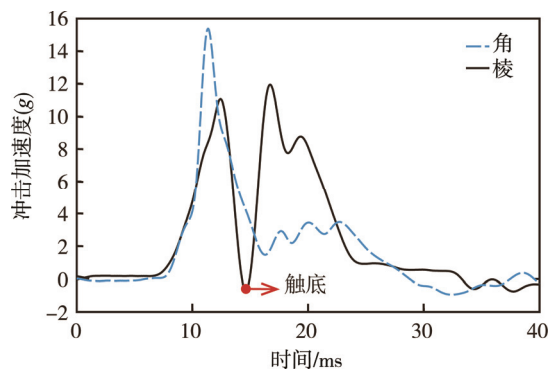
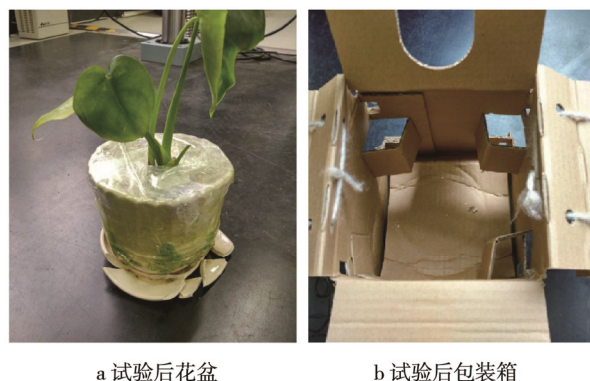


图4 包装件的冲击加速度-时间曲线

Fig.4 Impact acceleration-time curve of the package



a 试验后花盆

b 试验后包装箱

图5 自由跌落试验后的花盆和包装

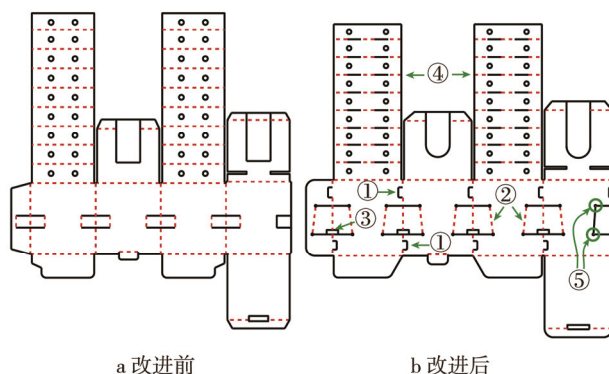
Fig.5 The flowerpot and package after the free drop test

4 结构设计改进方案

4.1 改进措施

针对试验中出现的触底现象,进行了设计改进,见图6,具体措施如下所述。

1) 在内箱主体的内折线上,裁切出2个长方形纸板,见图6b中①。利用纸板挺度支撑内箱,起到良好的缓冲作用,避免触底情况的再次发生。



a 改进前

b 改进后

图6 改进前后对比

Fig.6 The comparison before and after improvement

2) 正反撇结构由原来的直线改为斜线,见图6b中②,使花盆与内箱的接触由点接触变为面接触,从而增加受力面积,增强缓冲效果。

3) 增加了正反掀底部开槽, 见图 6b 中③, 使其紧紧地卡住浅盘, 避免施釉滑落。

4) 将阶梯状护栏的内外折线改成切痕线, 见图 6b 中④, 既方便折叠又增加美观性。

5) 正反掀结构的直角角隅处增设圆形裁切线, 见图 6b 中⑤, 以减少应力集中造成的纸箱变形。

为了明确优化后设计方案的合理性, 再次进行自由跌落试验, 并在此基础上增加了振动试验和抗压试验, 全面检测其缓冲、防振和堆码性能^[15]。

4.2 自由跌落试验

设计方案改进后, 重新制作实样, 并装入新的同规格花盆, 采用“1 角 2 棱 3 面”跌落方式进行自由跌落试验, 试验方法同前, 并记录实验数据。在每次试验结束后, 打开包装查看内装物有无破损, 同时记录其加速度-时间曲线。实验结果见图 7。

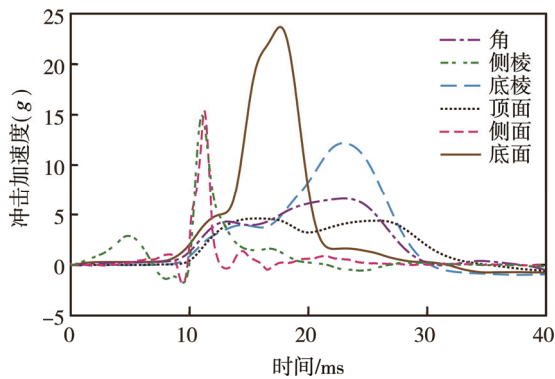


图 7 优化后的包装件冲击加速度-时间曲线
Fig. 7 The impact acceleration-time curve for optimized package

由图 7 可知, 在角棱面的跌落过程中, 底面跌落的冲击加速度最大, 为 23g; 侧面及侧棱跌落次之, 约为 15g; 角跌落最小, 为 6g, 符合包装件不同跌落姿态下的冲击加速度规律; 冲击加速度均远小于盆栽产品脆值范围。说明通过结构上的改进, 该包装设计能够充分吸收冲击能量, 有效避免流通过程中的破损。

4.3 随机振动试验

参照 GB/T 4857.23^[16]中“不同运输方式随机振动 PSD 曲线的公路运输”等内容, 利用电磁振动试验机 (DC-600, 苏试试验设备有限公司) 对实验包装件进行随机振动试验。试验时, 将内装物与包装件实样分别固定在振动台中央, 依次进行垂直方向 60 min 的模拟公路运输的随机振动。试验完成后, 分别对试验样品进行检验。对比 2 次实验的结果, 发现未包装的植株出现枝叶凋落的情况, 见图 8a。说明该植物枝叶脆弱、易损坏, 无法承受运输过程中的振动, 需要进行包装防护。包装件振动试验中的植株和花盆均无损伤, 包装件各部分也未出现破裂现象, 见图 8b,



图 8 振动试验场景
Fig.8 Scene of the vibration test

对比说明该包装设计能够满足盆栽的减振要求。

4.4 抗压试验

对改进后设计方案制作实样, 依据 GB/T 4857.4^[17], 利用纸箱抗压试验机 (iboxtek-1710, 济南兰光机电技术有限公司) 对实样空箱进行抗压试验。试验参数设置: 预压力 50 N; 压差比例 90%; 试验速度 12.7 mm/min。重复进行 7 次实验, 并记录其最大压溃力、变形量数据, 见表 1。

表 1 空箱抗压试验数据
Tab.1 Test data of the compression test for empty container

序号	最大压溃力 p_c /N	变形量/mm
1	715	18.1
2	701	11.2
3	770	16.9
4	685	14.5
5	723	15.2
6	754	11.2
7	742	18.6
平均值	727	15.1

由表 1 可知, 空箱的平均最大压溃力约为 730 N, 相比普通瓦楞纸箱强度偏小。结合现有电商物流条件, 通过理论计算^[15]来验证该包装方案是否具有足够的堆码强度。由制造尺寸可知, 盆栽外箱的外尺寸为 199 mm (L_o) $\times$ 199 mm (B_o) $\times$ 342 mm (H_o)。经调查, 电商盆栽在流通过程中普遍使用的立体仓库有效高度 H_w 为 7.0 m。另外, 考虑到我国普遍使用 1200 mm $\times$ 1000 mm 规格的托盘, 托盘单元的堆码高度以所载货物重心高度不超过托盘宽度的 2/3 为宜, 故每个托盘单元的高度 h_{max} 按 342 mm $\times$ 6 层=2052 mm。托盘自身高度 H 按 100 mm 规格计。根据上述条件可由下面步骤计算出物流过程中的所设计包装的最大堆码层数。

1) 单个托盘包装中最大纸箱堆码层数 n_{max} :

$$n_{\max} = \text{INT} \left(\frac{h_{\max} - H}{H_o} \right) = 5$$

这里, INT()为取整函数。

2)流通过程中最大有效堆码高度 H_w 下可堆码最少的托盘单元层数 $n_{\min}$:

$$n_{\min} = \text{INT} \left(\frac{H_w}{H_{\max}} \right) = 3$$

3) 可得仓储时纸箱可能的最大堆码层数 $N'_{\max}$:

$$N'_{\min} = \text{INT} \left(\frac{H_w - n_{\min} H}{H_o} \right) = 19$$

4) 仓储堆码可能的托盘单元的层数 n :

$$n = \text{INT} \left(\frac{N'_{\max}}{n_{\max}} \right) = 3$$

5) 可以考虑的堆码层数 N :

$$N = n_{\max} \cdot n = 15$$

6) 由于 $N=15 < N'_{\max}-1=18$, 此时可考虑在每个托盘单元上减去一层纸箱而重新组合成一个新增加的托盘单元, 以提高仓储空间利用率。故用 $n_{\max}-1$ 重新计算 N , 并用 N' 表示新的 N 。则有:

$$n'_{\max} = n_{\max} - 1 = 4$$

$$n' = \text{INT} \left(\frac{N'_{\max}}{n'_{\max}} \right) = 4$$

$$N' = n'_{\max} \cdot n' = 16$$

7) 由于 $N' = 16 > 15$, 故最终的堆码层数 $N_{\max} = N' = 16$ 。

8) 经测量知装入盆栽后的包装件质量 $m=1.2 \text{ kg}$, 载荷系数 k 设定为 4, 则可计算出纸箱可承受的最大载荷 $F = 9.8 \times k \times M \times (N_{\max} - 1) = 705.6 \text{ N}$ 。因 $F = 705.6 \text{ N} < p_e = 727 \text{ N}$, 故可知所设计瓦楞纸箱可以满足电商物流环境的堆码要求。

考虑到作为内装物的陶瓷花盆本身为刚性容器, 可支撑内箱, 从而直接影响包装件的实际抗压强度, 故将红掌盆栽放入全新的包装箱中再次进行抗压试验, 以测量实际包装件的抗压强度。实验方法、参数设置与空箱抗压试验相同。实验数据归纳见表 2。由实验数据可知, 实际包装件的平均最大压溃力可达 2117 N, 约为空箱抗压强度的 3 倍, 说明该包装具有足够的堆码强度。另外, 实箱压缩变形量比空箱压缩变形量增加了约 1/3, 这是实际包装件抗压强度显著高于空箱抗压强度的重要原因。因纸箱的受力部位由空箱试验时的外箱转换成了实箱试验时的内、外箱间的 U 型板。当包装件受压时, 垂直载荷先使 U 型板变形, 其次外箱发生形变, 从而大大提高了包装件的抗压能力。

表 2 实箱抗压试验数据

Tab.2 Test data of the compression test for full container

序号	最大压溃力/N	变形量/mm
1	1909	21.9
2	2096	20.6
3	1969	23.1
4	1889	19.3
5	2404	17.1
6	2074	19.3
7	2478	18.5
平均值	2117	20.0

5 成本分析

为明确市场应用价值, 将瓦楞纸板的单件购置成本、加工费用与商品的售价进行比较, 进一步进行了成本分析。使用的 B 瓦楞纸板定量为 200, 120, 200 g/m^2 , 经市场调查, 目前该定量纸张价格在 4000 元/t 左右。该设计的箱坯总面积约为 1.2 m^2 , 故计算可知生产成本为 2.5 元/套。同时调研了电商盆栽的价格^[18]见表 3, 可知电商盆栽的售价差距较大, 经济型盆栽在 40~100 元范围, 而礼品型盆栽可高达 2500 余元。不难看出, 相比于经济型盆栽, 纸箱成本约为 1:20, 满足业内包装成本不高于产品总成本 5% 的标准。相比于礼品型盆栽, 纸箱成本仅为 1:800, 对于大多数的消费者来说完全可以接受。可见, 文中提出的绿色盆栽运输包装设计方案具有成本优势, 切实可行。

表 3 电商盆栽价格

Tab.3 Price of the potted plants for online shopping

名称	价格/元	是否含盆	花盆材质	配送方式
吊蓝	40	否	—	快递
粉红掌	57	是	塑料	快递
文竹	65	是	火山泥盆	快递
金钱树	80	是	塑料	快递
虎须	100	是	陶瓷	快递
白兰花	1868	是	陶瓷	专递
茉莉花	2600	是	陶瓷	专递

6 结语

随着“互联网+”时代的到来, 网购盆栽销量日益增加, 运输包装设计的好坏直接影响其销量。文中针对绿植盆栽产品特点提出了新颖的包装结构设计方案, 该方案具有如下特点。

1) 包装整体采用全纸质瓦楞纸板材料, 可循环再利用, 符合可持续发展理念。

2) 内箱借鉴仿生思路设计缓冲结构, 使阶梯状

护栏结构如人手般呵护着内装盆栽产品。

3) 通过调整绳子的打结长度, 该包装可自适应不同高度的盆栽产品, 从而可重复利用内箱, 绿色环保。正反掀结构既可以固定花盆, 防止其晃动, 又能起到支撑作用, 避免触底现象的发生。

4) 实验结果证明, 该设计具有优良的缓冲和减振作用。外箱设计的提梁在运输状态中可以自动平折, 提携时可以自动成型, 符合人性化的设计理念。

绿植盆栽不仅是一种装点生活的装饰品, 也是美化人们心灵的精神消费品, 市场前景广阔。这里提出的中小型盆栽包装设计紧密联系人们生活, 具有较强的市场竞争力, 对于推动国内外绿色盆栽的发展具有积极意义。

参考文献:

- [1] 徐争荣. “互联网+”时代传统行业的创新与机遇分析[J]. 互联网天地, 2015(5): 1—5.
XU Zhen-rong. Analysis of the Innovative and Opportunity of Traditional Industry in “Internet +”Era[J]. China Internet, 2015(5): 1—5.
- [2] 沈毓敏. 英国盆栽鲜花包装[J]. 上海包装, 1989(4): 31.
SHEN Yu-min. British Potted Flower Packaging[J]. Shanghai Packaging, 1989(4): 31.
- [3] 曾明. 荷兰的农产品拍卖市场[J]. 四川党的建设: 农村版, 2008(1): 12—16.
ZENG Ming. Agricultural Product Auction Market in Holland[J]. The Construction of Sichuang (Country-side Version), 2008(1): 12—16.
- [4] 郭润兰, 张丙云. 国外新鲜果蔬的保鲜包装新技术[J]. 食品工业科技, 2005, 26(8): 137—138.
GUO Run-lan, ZHANG Bing-yun. New Technology of the Preservation Package for Fresh Fruits and Vegetables Aboard[J]. Science and Technology of Food Industry, 2005, 26(8): 137—138.
- [5] 惠文静. 电商模式下“互联网+现代农业”前景研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2016.
HUI Wen-jing. Prospect of “Internet+Modern Agriculture” under Model of E-commerce[D]. Yangling: Northwest A & F University, 2016.
- [6] 解萧语. “互联网+农业”新模式生鲜电商发展现状与对策研究[J]. 经济师, 2016(12): 169—172.
XIE Xiao-yu. Research on the Current Situation and Countermeasures of the New Mode of “Internet+ Agriculture”[J]. Economist, 2016(12): 169—172.
- [7] 谢利, 杨妮妮, 申民昌. 陶瓷制品运输包装的分析与设计[J]. 印刷技术, 2008(4): 68—71.
XIE Li, YANG Wei-wei, SHEN Ming-chang. Analysis and Design of Transport Package for Ceramic Products[J]. Printing Technology, 2008(4): 68—71.
- [8] 金海军. 笔记本电脑的运输包装设计[J]. 包装与食品机械, 2007, 25(6): 48—52.
JIN Hai-jun. Transport Packaging Design for Laptop[J]. Packaging and Food Machinery, 2007, 25(6): 48—52.
- [9] 刘小静, 周廷美, 席兵. 组合式瓦楞纸板包装结构设计及跌落仿真[J]. 包装工程, 2009, 30(1): 18—21.
LIU Xiao-jing, ZHOU Ting-mei, XI Bing. Combined Corrugated Cardboard Packaging Structural Design and Drop Simulation[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(1): 18—21.
- [10] KIT L Y. Encyclopedia of Packaging Technology (3rd edition)[M]. New York: A John Wiley & Sons Inc Press, 2009.
- [11] 姜鲁萌, 鲍文强. 鲜鸡蛋的缓冲兼销售包装设计[J]. 包装工程, 2016, 37(17): 123—128.
JIANG Lu-meng, BAO Wen-qiang. Cushioning and Sales Packaging Design for Fresh Eggs[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(17): 123—128.
- [12] 彭国勋. 物流运输包装设计(第2版)[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2012.
PENG Guo-xun. Logistics and Transportation Packaging Design (2nd Edition)[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2012.
- [13] 郭彦峰, 许文才, 付云岗. 包装测试技术(第3版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
GUO Yan-feng, XU Wen-cai, FU Yun-gang. Packaging Testing Technology (3rd Edition)[M]. Beijing: Chemistry Industry Press, 2015.
- [14] GB/T 4857.5, 包装运输包装件跌落试验方法[S].
GB/T 4857.5, Package Drop Test Method for Transport Packages[S].
- [15] 孙诚. 纸包装结构设计(第4版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2015.
SUN Cheng. Packaging Structural Design (4th Edition)[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2015.
- [16] GB/T 4857.2, 包装运输包装件随机振动试验方法[S].
GB/T 4857.2, Package Test Method for Random Vibration of Transport Packages[S].
- [17] GB/T 4857.4, 包装运输包装件压力试验方法[S].
GB/T 4857.4, Package Test Method for Stress of Transport Packages[S].
- [18] 淘宝网. 关键字: 盆栽[EB/OL]. (2017-9-10)[2017-12-22] <https://item.taobao.com>.
Website of Taobao, Keywords: Potted Plants[EB/OL]. (2017-9-10)[2017-12-22] <https://item.taobao.com>.