

瓦楞纸展示架结构的创新设计方法

晏文仲, 李光

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: **目的** 研究瓦楞纸展示架结构创新设计的方法, 总结结构设计原则。**方法** 从多角度、多工况出发, 运用设计思维, 通过文献调研、资料分析、样品生产分析等方法, 对瓦楞纸展示架结构的创新设计进行研究归纳。**结果** 通过总结瓦楞纸展示架的设计原则发现, B、C 楞纸板适合于中小型展示架, BE 楞适合于大型展示架; 承重纸板的楞向要垂直地面; 展示架最低展示高度为 40 cm 左右, 黄金展示高度为 120 cm, 形态上要考虑传递给消费者的信息和感受。瓦楞纸展示架的插入结构可以使用直插式、对插式、异型式, 瓦楞纸展示架结构中的尺寸配合要考虑折叠尺寸设计, 考虑纸厚和误差; 在折角处设计一段圆滑突出结构, 以不露截面、多条折线汇聚处开槽以改善集中应力。**结论** 通过对瓦楞纸展示架的结构进行研究, 掌握了一些可遵循的结构规律。在追求新颖结构的同时兼顾其结构上的科学性和合理性是设计的重点。

关键词: 瓦楞纸板; 展示架; 结构设计

中图分类号: TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)13-0117-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.13.020

Innovative Design Method of Corrugated Cardboard Display Shelf

YAN Wen-zhong, LI Guang

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The work aims to study the innovative design method of corrugated cardboard display shelf and summarize the principles of structural design. Starting from multiple perspectives and working conditions, by means of design thinking, literature research, data analysis, sample production analysis and other methods, the study and summary of the innovative design of corrugated cardboard display shelf were conducted. By summing up the design principle of corrugated cardboard display shelf, B and C corrugated cardboards were suitable for small and medium-sized display shelves, and BE cardboard was suitable for large-sized display shelves; the load-bearing cardboards were oriented vertically to the ground; the minimum display height of the display shelf was approximately 40 cm, and the gold display height was 120 cm. The information and feelings passed to consumers should be morphologically taken into account. The insertion structure of corrugated cardboard display shelf could be in-line, plug-in and special-shaped. The sizes in the structure of corrugated cardboard display shelf should consider the folding size design, cardboard thickness and error. At the corners, a section of smooth protruding structure was designed with non-exposed cross-section and slotting at multiple polyline convergence, so as to improve the concentrated stress. Through the research on the structure of corrugated cardboard display shelf, some structural laws to follow are mastered. When the novel structure is pursued, its structural science and rationality are the focus of the design.

KEY WORDS: corrugated cardboard; display shelf; structural design

纸质展示架的起源始于欧美国家, 以及日本和韩国。广泛应用于食品、日化、家电、电子、服装等行

业, 加之欧美国家的环保意识在较早就较强, 纸材料的展示架均可以回收利用, 政府对环保企业也有优惠

收稿日期: 2018-03-12

作者简介: 晏文仲 (1994—), 男, 天津科技大学硕士生, 主攻包装设计与仿真优化。

通信作者: 李光 (1975—), 男, 天津科技大学副教授, 主要研究方向为包装机械与虚拟仿真、包装动力学。

补助政策,因此纸质展示架在欧美日韩的发展比较早^[1]。我国瓦楞纸展示架的发展,是从 2000 年左右开始。在 2000 年被引进之后在沿海的大型超市,商场出现。到 2002 年,瓦楞展示架已经普遍用于国内大中型超市、商场的商品促销^[2]。瓦楞纸展示架在国内近年来飞速发展,一些企业已经崭露头角成为先锋,比如济丰包装(上海)有限公司、上海外贸界龙有限公司、浙江胜达集团有限公司等^[3]。

瓦楞纸展示架具有很多优点,寿命一般在 120~240 d 左右,适合产品周期短的商品的销售展示。对于产品信息更新换代较快的商品,瓦楞纸展示架的灵活性也更符合其要求,成本也更低^[4]。具有艺术性、审美性的展示架能使商品锦上添花,吸引消费者的眼球,帮助宣传商品^[5]。

纸质展示架在国外尤其是欧美国家已经非常普遍,广泛应用于各种行业,而且运输-展示销售一体化的展示架也有很多。目前国内的展示架也广泛出现在卖场、超市、街头宣传等场所,多半是正方形或圆柱形结构,稳定性高,结构简单,但是美观性差。许多展示架往往平面设计很出色,但是结构千篇一律,没有亮点出现。一直没有许多新结构出现的原因,是由于产品设计人员匮乏、产品形态设计和结构设计者脱钩,造成失去实用性或者失去美观 2 个极端^[6]。由此,文中重点研究瓦楞纸展示架结构创新设计方法,给设计者提供可以遵循的设计原则。

1 瓦楞纸展示架的材料选择

瓦楞纸板楞型不同,其厚度和强度也不相同,根据查阅资料得到的厚度见表 1^[7]。其中 AB、BC 以及 BE 楞等双瓦楞纸板,由于其强度很高,适合制作超大型的瓦楞纸展示架或者重型商品的瓦楞纸展示架,BE 楞纸板结合了 B 楞和 E 楞的特点,可以承装 15 kg 的商品^[8],但是由于其弯折性以及造型力差,所以不适合于小型瓦楞纸板以及异形瓦楞纸板展示架。在单瓦楞纸板中,B、C、E 楞 3 种纸板适合于中小型瓦楞纸板展示架,而且这几种瓦楞楞型弯折力比较强,强度也能胜任绝大部分商品的展示,比如美妆产品、食品、工具等。在选择瓦楞纸板的过程中要考虑到目标商品的情况,合理选择瓦楞纸板。

表 1 瓦楞纸板计算厚度
Tab.1 Corrugated cardboard calculation thickness

楞型	纸板计算厚度/mm
A	5.3
B	3.3
C	4.3
E	2.3
F	1.2
AB	8.1
BC	7.1

2 瓦楞纸板展示架的设计原则

2.1 瓦楞纸展示架的基本要素

瓦楞纸展示架主要由以下几部分构成。

1) 底座。底座起到支撑作用,一般用于柜式、托盘式、组合式展示架,由独立的瓦楞纸单独构成一个底座部件,起到支撑作用。

2) 龙骨。龙骨是对切割好单张瓦楞纸进行开槽、挖孔、折叠后组装而成。龙骨在内部起到结构支撑作用,用于缓和和分散集中于展示架上的应力,一般龙骨越多承重能力越强,但是过多的龙骨会导致材料的浪费。

3) 展示台/货架台。展示台/货架台是瓦楞纸展示架的主体部分,用于摆放商品。货架台设计种类繁多,结构组合方式很多,不同层之间的货架台通过插合、粘合等方式组合在一起,在不使用时可以拆卸,这是货架台的基本作用。

4) 盖头/广告板。位于展示架顶端或者侧面或者充当背部支撑板的部位,一般大面积印刷宣传海报等,用于宣传商品,吸引消费者。

2.2 人因工程学在展示架设计中的应用

2.2.1 展示架货架的最低和最高高度

在展示架实际使用过程中,必须结合我国男女的相关人体尺寸以及视觉区域来进行设计,比如,最下面一层的高度如果过低,消费者则需要蹲下乃至伸手往里探索才能拿取商品的话,那这个设计就是失败的,而且过低的货架摆放在视觉上也不容易被注意到,影响了宣传效果。反之过高的货架位置,与过低的货架位置同理,由于不便拿取、处于视觉易于忽视的地方而需要避免。最佳陈列视区范围在地面以上 80~250 cm 之间,黄金视觉区域在浮动值 112~172 cm 之间^[9]。

2.2.2 货架陈列的深度

设计货架深度的时候要考虑到我国消费人群或者目标消费人群的臂展长度,避免出现拿取商品困难的情况。

2.2.3 货架每层之间的高度

每层货架的高度要大于商品高度,其与商品陈列之间的关系呈三角形,如果过与密集的货架高度会导致商品拿出不便,而且在视觉上也不利于消费者观察。

2.2.4 展示架多余空间的利用

在利用展示架多余空间时,应考虑到展示架毛重极限值及卖场展示效果^[10],决定是否加摆产品。另外,在设计多余空间时要注意其主要框架的尺寸最好不

要超出托盘尺寸^[11],以及不要涉及看上去不稳固的造型,这样会使消费者产生不想靠近的心理,不利于商品出售。

2.3 瓦楞纸的楞向原则

瓦楞纸平行楞向方向的承重能力远远大于垂直楞向方向的承重能力,在设计瓦楞纸展示架结构部件的时候要充分考虑到楞向因素。一般地,起到支撑作用的面都要垂直于地面,比如底座的4个侧板,在与地面接触和货架台接触的时候承受了主要的力,此时瓦楞楞向要垂直于地面,不然很容易出现弯折和倒塌,见图1。其他还需要应用此原则的有龙骨部分,龙骨只有一个作用就是支撑主体部分,所以它的楞向需要全部垂直于地面设计。

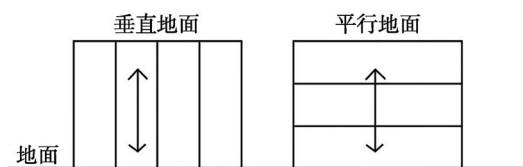


图1 瓦楞纸楞向
Fig.1 Corrugated direction

2.4 瓦楞纸的纸张利用率和设计幅面

瓦楞纸板展示架由瓦楞纸平面切割,然后折叠而成,在切割瓦楞纸的过程中一整张纸的利用率大小很重要。同样成型的2种展示架,平面构图不同会导致纸张的利用率也不同,利用率低会导致纸张的浪费,出现不必要的成本。工厂切割机的幅面不尽相同,比如1700 mm×2400 mm的幅面,代表机器可以切割到的最大宽度为1700 mm,长度为2400 mm,在设计的过程中平面设计图的最大主要尺寸就不要超过这个数值,不然将会无法生产出相应的零件。在设计图纸时,最大零件的尺寸以及决定一个幅面的零件组合是需要考虑的实际问题。

2.5 瓦楞纸展示架的形态

瓦楞纸展示架能否帮助销售,在于其传递给消费者的信息和感受^[12]。信息涉及新颖性,设计的结构能否抓住消费者的眼球,是否传递了商品的相关元素,都是要考虑的问题。形态新颖的结构也会与竞争产品形成对比,将消费者的注意力更多地转移到自己身上来^[13]。另外要考虑会给消费者一种什么样的联想或体验,所以形态设计的时候要充分考虑传递方和接受方。

2.6 瓦楞纸展示架的强度及校核

设计出的结构需要具有承重能力以及稳定性,能承受住展示的商品的重量以及对意外的冲击,比如来自顾客的碰撞、手推车的碰撞等。这时在设计时除了

考虑到2.3节中提到的纸张楞向(垂直承重能力)以外,还要考虑诸多因素,比如整体结构不要是头重脚轻的重心不稳定结构,避免过大的广告板,瓦楞纸展示架的高度不要太高。一般来说增加稳定性的方法是增加底部龙骨的数量使重心降低,形状上使用左右对称结构或者下宽上窄的结构,避免倒三角形结构。增加称重能力的方法是避免出现底部无任何支撑的结构,尤其是放置的商品体积大重量大时,每一层展示台需要设计底部支撑结构,来减少分担压力。设计出的结构可以通过强度测试机、稳定性试验台来测试,也可以使用虚拟分析技术,比如有限元分析技术来模拟受力情况,如静压、振动、跌落等,瓦楞纸板属于正交各向异性材料,而且具有层叠结构,所以可以用均化模型来近似分析模拟^[14],这样也可以在前期设计阶段就发现结构上的问题,加以改正。

3 瓦楞纸展示架的结构设计

3.1 瓦楞纸展示架的插合结构

设计尺寸分为内尺寸、外尺寸和制造尺寸。设计的展示架各部分尺寸应为模切时的尺寸,即制造尺寸^[14]。瓦楞纸展示架由于其良好的再利用性和组装性,由零件组成的各部件之间的连接方式因此大部分是不需要粘合的,而是插合结构。插合结构的特点是,一般分为阴锁和阳锁,利用纸板的挺度和强度来达到稳固结构的目的。以下重点介绍几种插合结构以及其设计原则。

3.1.1 直插孔式

这种插合结构常用于货架台之间的插合,特点是载荷能力强,垂直于插合方向稳定性强,不易因摇晃而倒塌,平行于插合方向的稳定性差,因此易于拆卸。

常见的2种直插孔式锁合结构见图2,左边为90°翻折锁合,右边为180°翻折锁合。其中:

$$d=2T+k \quad (1)$$

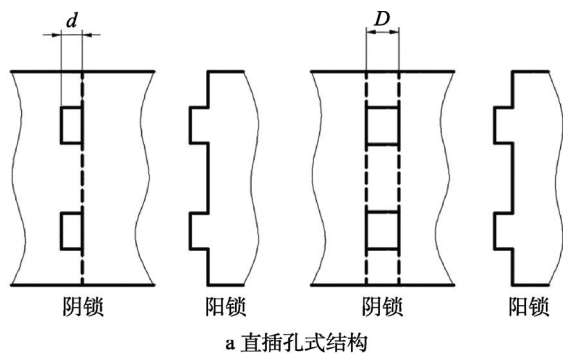
$$D=3T+k \quad (2)$$

式中: T 为所用瓦楞纸板的厚度(mm); k 为误差修正系数(mm),见表2。

直插孔式的孔的个数一般与需要插合的面的长度成正比,孔和孔之间的距离不要过短,不然会降低面的强度,也不要过长,降低插合强度。一般说来,正常大小的面需要的直插孔式的孔个数为1~3个。

3.1.2 对插式

对插式常用于龙骨的锁合。其优点是锁合强度高、纵向和横向耐压能力强。设计样式随着龙骨结构的不同也有很大的不同,另也用于展示台和龙骨的固定,是一种最常用的锁合形式。



b 结构示例

图 2 直插孔式结构
Fig.2 In-line hole structure表 2 k 取值范围
Tab.2 The k ranges

楞型	k 值范围/mm
A	1
B	1
C	1
E	0.5
F	0.2
AB	1.5
BC	1.5

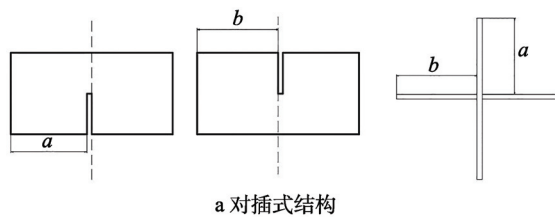
对插式结构见图 3, 由一个上板和一个下板组成, 其中最重要的是确定 a 值和 b 值, 其意义在于: 当遇到多个龙骨互相插合的情况时, 可能遇到不可能在板的中心开槽的情况, 此时确定 a 值和 b 值可以避免出现误差。 a 值决定了横板的位置, b 值决定了竖板的位置。

对插式可以与直插孔式联用, 见图 4。具体为: 在交叉板 A 和交叉板 B 的上端或下端设计阳锁, 这样在交叉后可以与底板的阴锁插合, 提高定位准确性, 或者同理与上部的货架底板阴锁插合。

3.1.3 异形插锁

有些插合形式可以应用于特殊的场合, 比如飞鱼式插锁, 见图 5。由突出来的形似飞鱼尾部的阳锁和凹进去的阴锁组成, 平行于接合面的耐拉强度很高, 而且适用于平行重合的面与面之间的连接, 比插孔式要节省空间, 但是垂直于接合面的稳定性很低, 直接

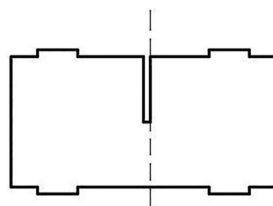
垂直于接合面进行推拉就可以将锁打开。适用于某些情况下可以有很好的效果。



a 对插式结构



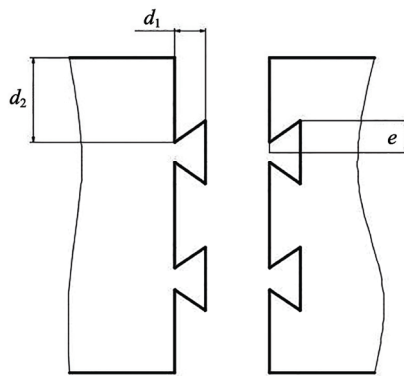
b 结构示例

图 3 对插式结构
Fig.3 Plug-in structure

a 对插式与直插孔式结合



b 结构示例

图 4 对插式与直插孔式结合
Fig.4 Combination of plug-in and in-line structures

a 飞鱼式结构



b 装配

图 5 飞鱼式插锁结构
Fig.5 Structure of flying fish coupling

图 5 中, d_1 为锁扣深度 (mm); d_2 为锁扣定位长度 (mm); e 为半个锁扣宽 (mm), 其中定义 k 为锁扣的长宽比:

$$k=d_1/2e \quad (3)$$

k 的取值决定了锁扣的结合强度, k 值不宜过大也不宜过小, 经实验一般为 0.3~0.6 之间皆可。

3.2 瓦楞纸展示架的尺寸配合设计

由于瓦楞纸有一定的厚度, 在设计尺寸时, 如果不考虑纸厚的影响, 会出现配合不上、应力过大使纸面破裂等情况, 极大地降低展示架的美观程度和使用寿命, 因此需要考虑到厚度以及其他因素进行尺寸配合设计。尺寸设计时, 常需考虑“让纸厚”^[15]。以下提出几种情况及相关计算公式。

3.2.1 折叠时产生的尺寸

瓦楞纸沿折痕线翻折时会产生一个向内的误差 b , 大小为纸厚, 见图 6。如果以折痕处作为尺寸标准来计算内尺寸, 那么内尺寸实际上减少了一个纸厚的误差 b 。

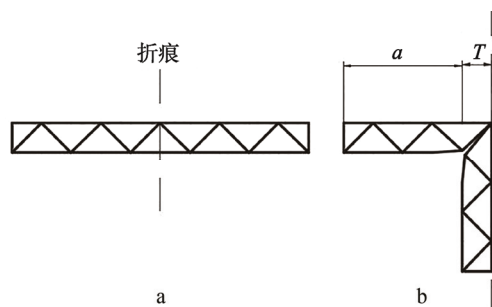


图 6 折线尺寸配合
Fig.6 Polyline size fit

设某一条边或折痕到另一折痕处的装配尺寸为 D , 那么 D 等于:

$$D=a+n \times T+m \quad (4)$$

式中: a 为已知理想内尺寸 (mm); T 为使用的瓦楞纸厚度 (mm); n 为两侧的折痕数, 取值为 1 或 2; m 为误差系数 (mm), 视情况而定, 单层 E 楞、B 楞瓦楞纸板一般取 0, 五层瓦楞纸板一般为 0.5 mm。

当 D 已设计好时, 实际内尺寸 a' 为:

$$a'=D-n \times T-m \quad (5)$$

3.2.2 不露出纸截面

由于消费者可能会被锋利的截面边缘划伤, 加之影响美观, 在设计时要尽量避免露出瓦楞纸截面, 于是可以采用多设计一个翻折边来进行折回, 使得拐角部分圆滑过渡, 在折角处设计一段圆滑突出结构, 即一片小板盖在另一片板上, 使得板与板之间的接缝被隐藏掉, 提升美观性的同时略微增加结构强度。

3.2.3 改善集中应力

当有 3 条或 3 条以上的折痕汇聚到一点时, 汇聚的那一点处的应力会突然增加, 使得在成型过程中十分困难, 会出现不能成型或者开裂的现象。为了避免这种现象, 会在汇聚点往上一段处开槽, 见图 7, 使得汇聚的力分散, 便于成型, 而且对外观不会有很大影响。

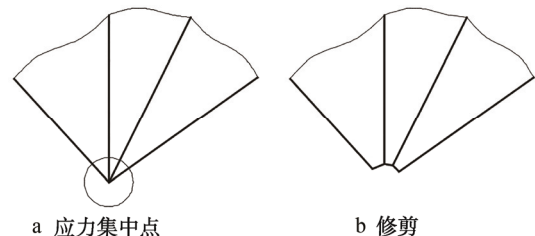


图 7 应力集中改善

Fig.7 Stress concentration improvement

3.3 实例

以某美妆产品展示架为例, 其结构见图 8。

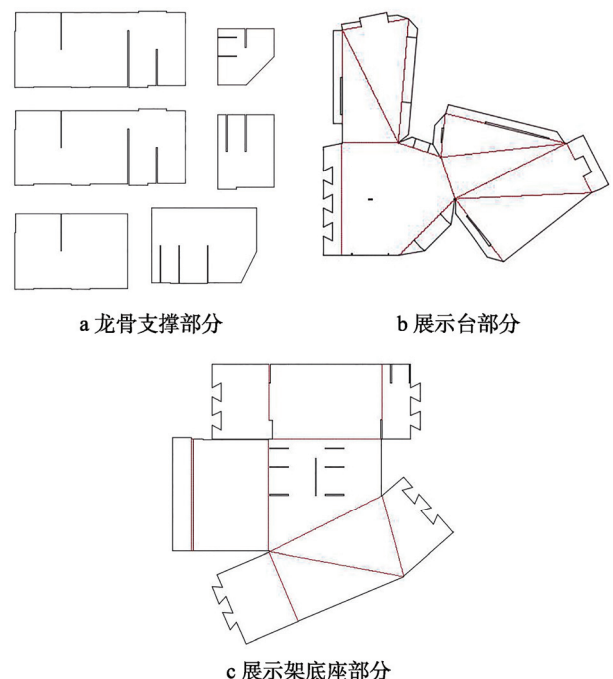


图 8 展示架部分结构

Fig.8 Structure of the display shelf

要设计类似钻石切面感的展示效果, 则需要尽量保证结构的新颖性的同时, 保证上文提到的几点要素诸如减少纸边缘的露出、楞向的方向、展示架的高度等。结合人因工程学, 最低一层展示架设计成高 40 cm, 处于微微弯腰就可以够到的高度; 展示台高度 120 cm, 适应于大多数女性目线稍下的位置, 这样设计可以在试用、展示时不会费力, 且位于黄金视觉区域之间。使用对插式、飞鱼锁、直插孔式交替使用, 并在弯折处考虑尺寸配合进行尺寸修改设计。将

各零件装配成型,即完成展示架,见图9。



图9 展示架成型后效果

Fig.9 Rendering after the forming of display shelf

4 结语

总结了瓦楞纸展示架的结构要素以及插合结构的几种类型和设计方法,提出直插孔式结构的设计公式以及误差系数取值,提出了尺寸配合的集中基本原则。对结构设计方法进行了创新,提出包括组合式插锁、异形插锁等结构。举出一例结构创新实例,以多面造型并且尽量避免露出纸截面为主要设计思路,不同于以往的规则形状展示架。

该设计方法有助于设计人员在发挥创意的同时,最大程度考虑到其中的科学性和结构稳定性,降低因产品设计不合理导致的寿命减少和失效的情况出现。需要指出的是,在实际过程当中,肯定不只局限于上文提到的几种设计方法,更多的设计思路还需要在实践中进行探究。

参考文献:

- [1] 黄惠华,孙明参.纸质展示架的发展与应用[J].出版与印刷,2014(3):53—55.
HUANG Hui-hua, SUN Ming-shen. Development and Application of Paper Display Shelf[J]. Publishing and Printing, 2014(3): 53—55.
- [2] 唐苏亚.瓦楞纸板商品展示架的市场前景展望[N].中国包装报,2008(7):2.
TANG Su-ya. Market Prospects of Corrugated Paper Product Display Frames[N]. China Packaging News, 2008(7): 2.
- [3] 温丽娜.瓦楞展示架成长中的新生力[J].印刷技术,2013(4):7—9.
WEN Li-na. The New Force in the Growth of Corrugated Display Frames[J]. Printing Technology, 2013(4): 7—9.
- [4] 王金玲,孙彬青,赵炜琦,等.快消品瓦楞纸板展示架结构的浅析[J].包装世界,2015(6):58—59.
WANG Jin-ling, SUN Bin-qing, ZHAO Wei-qi, et al. Analysis of Display Structures of Corrugated Paper-board with Quick Consumer Products[J]. Package World, 2015(6): 58—59.
- [5] 张吴湖,张新昌.瓦楞纸板展示架的形态与功能分析[J].包装工程,2008,29(4):96—98.
ZHANG Wu-hu, ZHANG Xin-chang. Analysis of the Shape and Function of Corrugated Cardboard Display[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 96—98.
- [6] 张吴湖.POP瓦楞纸板展示架的形态与结构设计研究[D].无锡:江南大学,2008.
ZHANG Wu-hu. Study of the Shape and Structure Design of the POP Corrugated Board[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.
- [7] 孙诚.包装结构设计[M].北京:中国轻工业出版社,2015.
SUN Cheng. Packaging Structural Design[M]. Beijing: China Light Industry Publisher, 2015.
- [8] 邱希宏,董浩亮,汤国峰.瓦楞纸板展示架的分类与材质要求[J].中国包装,2017,37(11):47—53.
QIU Xi-hong, DONG Hao-liang, TANG Guo-feng. Classification and Material Requirements of Corrugated Cardboard Display[J]. China Packaging, 2017, 37(11): 47—53.
- [9] 许莉钧,张吴湖,张楠楠,等.瓦楞纸板展示架结构形态与商品销售环境要素的关系[J].包装工程,2016(24):198—203.
XU Li-jun, ZHANG Wu-hu, ZHANG Nan-nan, et al. Relationship between Structural Patterns of Corrugated Cardboard Display and Environmental Factors of Product Sales[J]. Packaging Engineering, 2016(24): 198—203.
- [10] 侯珍河,黄昌海.双功效瓦楞纸板展示架设计一例[J].印刷技术,2013(2):22—24.
HOU Zhen-he, HUANG Chang-hai. An Example of Bi-function Corrugated Cardboard Display[J]. Printing Technology, 2013(2): 22—24.
- [11] 牟信妮.瓦楞纸板展示架纸包装向广告媒体转型的新尝试[J].印刷技术,2008(24):24—25.
MOU Xin-ni. A New Attempt to Transform Cardboard Packaging into Advertising Media in Corrugated Cardboard[J]. Printing Technology, 2008(24): 24—25.
- [12] CRILLY N, MOULTRIE J, CLARKSON P J. Seeing Things: Consumer Response to the Visual Domain in Product Design[J]. Design Studies, 2004, 25(6): 547—577.
- [13] CRILLY N, MOULTRIE J, CLARKSON P J. Shaping Things: Intended Consumer Response and the Other Determinants of Product Form[J]. Design Studies, 2009, 30(3): 224—254.
- [14] TALBI N, BATTI A, AYAD R, et al. An Analytical Homogenization Model for Finite Element Modelling of Corrugated Cardboard[J]. Composite Structures, 2009(88): 280—289.
- [15] 鄂玉萍,杨光.瓦楞纸板展示架的设计[J].湖南:湖南工业大学学报,2008,22(4):1—3.
E Yu-ping, YANG Guang. Design of Corrugated Cardboard Display Frame[J]. Hunan: Journal of Hunan University of Technology, 2008, 22(4): 1—3.