

包装技术与工艺

新型悬浮包装的设计与实现

巩桂芬, 王露露, 王古月, 陈宁

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: **目的** 针对现有悬浮包装价格昂贵、难以回收利用的问题, 设计一种新型悬浮包装。**方法** 以性能良好的 PE 薄膜为缓冲材料, 以高强度的瓦楞纸盒为缓冲结构, 制作新型悬浮包装, 并将白炽灯紧固于该悬浮包装中, 进行跌落试验, 验证其缓冲性能。跌落高度为 800 mm, 包括 1 次角跌落、3 次棱跌落和 1 次面跌落。**结果** 试验结果显示试样外包装箱的 1 个角发生形变, 缓冲衬垫完好, 产品外观和功能无损, 说明该包装件对跌落冲击的防护能力达到设计要求。**结论** 该新型悬浮包装具有结构简单、性能良好、生产成本低、可回收利用等优点, 能够满足运输过程对缓冲包装性能的要求。

关键词: 悬浮包装; PE 薄膜; 跌落试验

中图分类号: TB485.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)23-0102-04

New Suspension Package Design and Implementation

GONG Gui-fen, WANG Lu-lu, WANG Gu-yue, CHEN Ning

(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: The work aims to design a new type of suspension package with respect to the high cost and difficult recycling of the existing suspension package. With PE film of good performance as the cushioning material and the high-strength corrugated box as the cushioning structure, the new suspension package was made; and the incandescent lamp was fastened to the suspension package. The drop test was conducted to verify its cushioning performance. The drop height was 800 mm, including one angle drop, three edge drops and one surface drop. The test results showed that an angle of the outer packaging box of the sample was deformed, the cushioning pad was in good condition, and the product appearance and function were undamaged, which indicated that the protective capability of the packaging piece against the drop impact met the design requirements. Characterized by simple structure, good performance, low production cost and recoverability, the new suspension package is able to meet the cushioning package performance required by the transportation process.

KEY WORDS: suspension package; PE film; drop test

随着科技的不断发展进步和物流业的飞速发展, 运输领域的缓冲包装技术越来越成熟。在倡导绿色环保的理念下, 现有的缓冲包装仍存在一些问题, 不但消耗了大量资金, 而且包装工艺复杂, 使用过的结构不能回收利用, 对环境造成了一定压力。研究新型节能环保的悬浮包装具有重要意义。现阶段的悬浮包装主要有发泡包装、气柱包装、EPS 泡沫塑料包装、悬挂式裹包技术以及 Korrvu 悬挂包装。发泡包装具有操作简单、方便快捷、应用范围广等优点, 但由于其无法自然分解且燃烧时具有毒性等劣势, 成为实现绿

色包装的巨大阻碍^[1]。气柱包装结构简单、应用广泛、材质无毒性、可回收利用, 但其主要缺点是针对不同产品时, 需要调整气柱袋内的压强, 适用性不广。EPS 泡沫塑料包装的主要优点有质量轻、缓冲性能好, 其缺点是只能用于大型电子器件的包装, 使用量大且难以回收利用, 容易造成环境污染^[2]。悬挂式裹包技术的优点有堆码强度高、破损率低, 但其材料不防水, 容易受潮变形^[3]。Korrvu 悬挂包装技术由美国 Sealed Air 公司研发, 该技术的核心是将一种高强度、高弹性、高韧性、低滑动的塑料薄膜贴合于瓦楞纸板上,

收稿日期: 2017-04-11

作者简介: 巩桂芬 (1974—), 女, 陕西科技大学副教授, 主要研究方向为包装机械和运输包装。

使产品悬挂或固位在运输纸箱内,从而使其免受因冲击和振动造成的破损,其主要优点有产品保护性能好,展示性强,适应于各种形状的产品包装,无需设备投资,但其薄膜材料价格昂贵,难以广泛应用^[4-9]。这里以 Korrvu 悬挂包装技术为基础,拟设计一种新型悬浮包装。该包装用 PE 膜^[10]和瓦楞纸盒制作缓冲衬垫,并将产品紧固于上下两个缓冲衬垫之间。文中选用白炽灯作为被包装产品,与缓冲衬垫形成包装件,利用跌落试验对该包装件进行缓冲性能测试。

1 悬浮包装的设计

1.1 新型悬浮包装的原理

新型悬浮包装的原理是赋予薄膜可变的张力^[11],将薄膜缠绕在中空瓦楞盒型上,利用薄膜的自粘性进行封合。先将一个缓冲衬垫放置于平面上,将产品放在膜上,再将另一个缓冲衬垫置于产品上,利用上下薄膜的弹性和张力将产品悬浮紧固于包装结构中,最后在包装件外部套一个 0201 型纸箱^[12],防止运输过程中其他物品损坏包装件上的薄膜。

由薄膜和中空瓦楞盒型组成的新型悬浮包装结构见图 1。图 1a 为 2 个已经覆膜的缓冲衬垫,环形跑道区域是透明 PE 薄膜,主要用来承载物品;将产品放在 2 个衬垫中间,三者位置关系见图 1b;整个悬浮包装件的内部结构见图 1c。

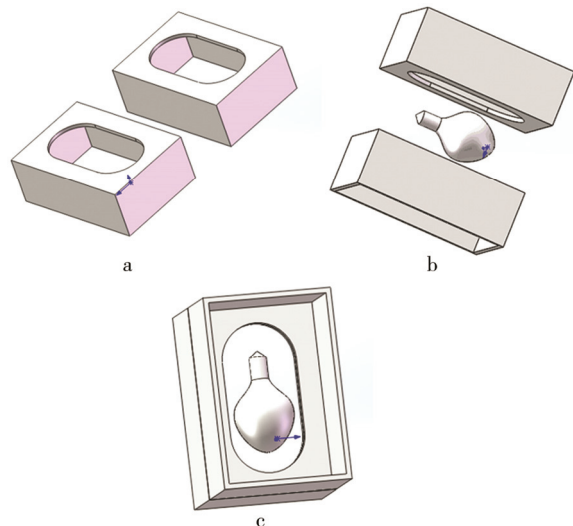


图 1 悬浮包装结构
Fig.1 Suspension packaging structure

1.2 悬浮包装薄膜的选择

悬浮包装的薄膜是该缓冲包装最重要的材料,对产品进行承载、缓冲保护,因此选择性能合适的薄膜对新型悬浮包装具有重要意义^[13]。新型悬浮包装对薄膜的要求有以下 3 个方面:高韧性,保证运输过程中产品具有一定的缓冲空间;耐穿刺,保证运输过程中薄膜不会破裂使产品受损;自粘性,保证薄膜缠绕过

程中可自动封合。对市场上常见的几种薄膜进行对比,结果见表 1。

表 1 薄膜特性对比关系
Tab.1 Contrast relationship between film characteristics

薄膜名称	韧性	抗撕裂度	自粘性	拉伸强度	价格
双向拉伸聚丙烯薄膜 (BOPP)	高	低	无	高	高
聚乙烯薄膜 (PE)	中	高	有	高	低
保护膜 (PF)	低	高	有	中	低
双向拉伸聚酯薄膜 (BOPET)	高	高	无	高	高

通过对比 4 种薄膜的特性,最终选择聚乙烯薄膜 (PE),因其不仅具有高韧性、耐穿刺、自粘性的特点,而且价格便宜。PE 薄膜的韧性和耐穿刺性是悬浮包装不失效的重要前提,其自粘性能长久保护产品运输过程中的稳固,其经济节约性可以有效降低使用成本,提高包装效率。除此之外,PE 薄膜还有其他优良的特性,如其拉伸后具有回缩力,薄膜可缠绕在中空盒型上,形成一个紧凑的缓冲衬垫,使产品与缓冲衬垫紧密地包裹在一起,可有效地防止运输过程中产品的损坏。对常见的 0.018, 0.020, 0.022 mm 这 3 种厚度的 PE 薄膜进行了对比,最后选择 0.020 mm 的 PE 薄膜作为该悬浮包装的主要材料。

1.3 悬浮包装盒型结构的设计

瓦楞纸板拥有良好的缓冲性能,且具有成本低、质量轻、强度大、可回收利用的优点,因此被广泛应用于运输包装领域。选择 B 型瓦楞纸板^[14]制作中空盒型,根据缓冲盒型结构的要求,设计出 4 种瓦楞纸盒型^[15]方案,其平面展开见图 2。

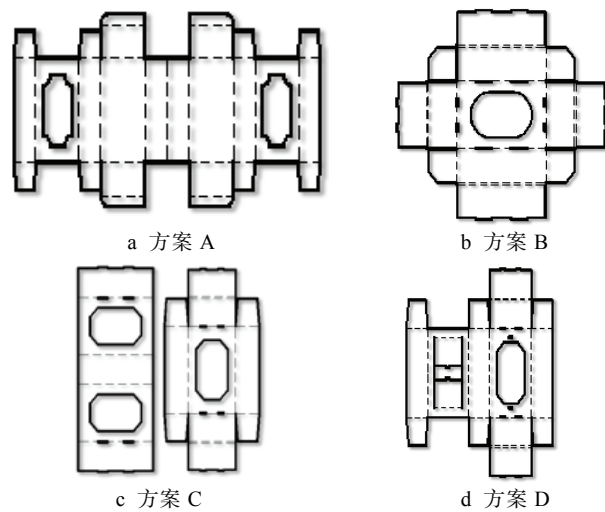


图 2 缓冲盒型结构
Fig.2 Cushioning box type structure

在图 2 的 4 种方案的平面展开中,方案 A 是双层开窗盘式折叠纸盒^[18],方案 B 是开窗盘式折叠纸盒,

方案 C 是开窗盘式抽屉盖盒, 方案 D 是开窗盘式折叠纸盒。根据上述 4 种方案的对比, 选择方案 B 作为缓冲盒型。该方案具有良好的特性, 盒子的 4 个侧面都是双层的, 具有足够的强度; 盒面上的开窗是光滑的环形跑道式, 没有突变, 减少了应力突变; 盒子底部是空的, 节省了大量的材料, 经济实惠; 采用上下插合式, 不使用粘合剂, 十分环保。由此, 这里选择开窗盘式折叠纸盒, 可满足强度和成型简洁的要求。

1.4 缓冲衬垫间距的确定

为了确定缓冲衬垫之间的距离 x , 现假设被包装物品的小外径为 a , 大外径为 b , 薄膜的刺破延伸距离为 c 。缓冲垫之间的距离 x 应该满足:

$$\begin{cases} 0 \leq x < b - 2mc \\ \frac{a}{2} \geq mc \\ \frac{b}{2} \leq nc \end{cases} \quad (1)$$

式中: m 为安全包装所需的最小的延伸比例; n 为安全包装允许的最大拉伸比例; $m, n \in [0, 1]$ 。被包装产品为白炽灯, $a=24 \text{ mm}$, $b=54 \text{ mm}$, 薄膜的刺破延伸距离 $c=90 \text{ mm}$, 取 $m=0.1$, $n=0.7$, 解得缓冲垫之间距离 x 的取值范围为 $[0, 3.6]$ 。

2 悬浮包装件的跌落试验

跌落试验是模拟包装件在人工或机械搬运和装卸过程中发生的跌落情况。为了对新型悬浮包装的性能进行测试, 选用质量为 26.2 g 的螺口白炽灯作为被包装产品。制作出的缓冲包装件见图 3。

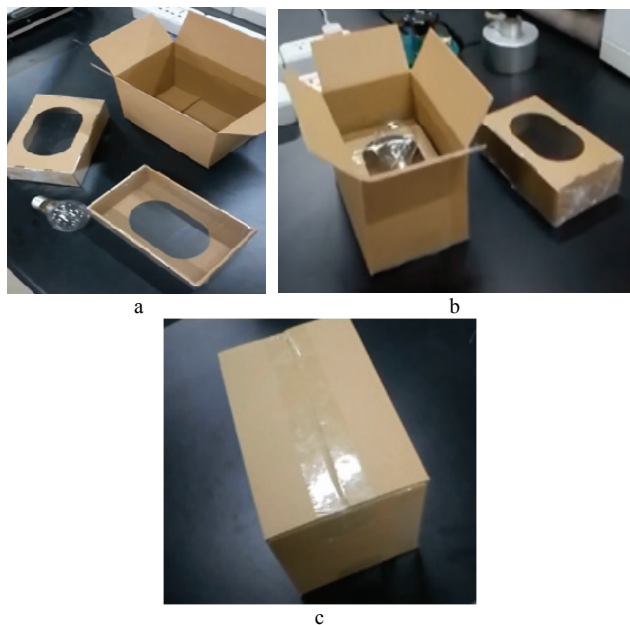


图 3 缓冲结构包装件

Fig.3 Packaging piece of cushioning structure

1) 试验设备。跌落试验机主要由 3 个部分组成, 即提升装置、支撑与释放装置和冲击台面^[16]。提升装置在提升或下降过程中不应损坏试验样品, 并且应有高度指示装置。冲击台面在试验中的要求为整块物体, 质量至少为试验样品质量的 50 倍。支撑与释放装置在释放前应能使试验样品处于所需要的预定状态。

2) 试验方法。自由跌落试验的试验原理就是用自由落体运动来模拟运输包装件的跌落情况。在进行试验时, 提起试验样品至预定高度, 然后突然释放, 使其按预定高度自由落下, 与冲击台面相撞形成冲击, 并根据试验规定, 在完成不同姿态的若干次跌落后, 检查运输包装件及内装物的完好程度。具体的试验高度数据见表 2。

表 2 跌落高度与包装件质量和运输方式的关系
Tab.2 Relationship between drop height and packaging piece quality and mode of transportation

运输方式	包装件质量/kg	跌落高度/mm
公路、铁路、航空	<10	800
	10~20	600
	20~30	500
	30~40	400
	40~50	300
	50~100	200
	>100	100
水运	<15	1000
	15~30	800
	30~40	600
	40~45	500
	45~50	400
	>50	300
	<15	1000

3) 试验过程及结果。该包装件采用悬浮缓冲包装技术, 利用瓦楞纸箱进行外包装。包装件质量为 207.10 g , 流通过程经过公路、铁路运输, 根据国标选择试验跌落高度为 800 mm 。对试样进行 1 次角跌落, 3 次棱跌落和 1 次面跌落试验。试验次序为: 第 1 次进行角跌落, 跌落角为包装件底面的任一角; 第 2 次选形成跌落角的 3 条棱中的最短棱进行棱跌落; 第 3 次进行次短棱跌落; 第 4 次进行长棱跌落; 第 5 次进行底面跌落。试验中, 每次跌落后都要开箱检查灯泡有无外观或功能性损坏, 一旦出现损坏即停止试验。由试验结果可知, 外包装箱的一个角发生形变, 其他结构完好, 打开外包装, 发现缓冲衬垫完好。产品白炽灯外观和功能完好无损, 说明该包装件对跌落冲击的防护能力达到设计要求。

3 结语

针对运输包装领域设计了一种新型悬浮包装, 并

用跌落试验对该包装件的缓冲性能进行测试, 试验结果表明该新型悬浮包装缓冲性能优越。该悬浮包装结构简单、材料环保、价格低廉, 是现代运输包装领域物品缓冲包装的不二之选。该悬浮包装是手工覆膜, 薄膜张力难以精确控制, 因此研究自动覆膜机构将是下一步工作的重点。

参考文献:

- [1] 徐健, 刘晓玉, 王保升. 缓冲气柱袋在运输包装中的应用设计及研究现状[J]. 印刷技术, 2016(4): 40—42.
XU Jian, LIU Xiao-yu, WANG Bao-sheng. Application Design and Research Status of Buffer Air Column Bags in Transport Packaging[J]. Printing Technology, 2016 (4): 40—42.
- [2] 侯树亭. 中国 EPS 泡沫塑料回收利用状况及技术进展[J]. 塑胶工业, 2006(5): 25—27.
HOU Shu-ting. The Recovery and Utilization of China's EPS Foam and Its Technological Progress[J]. Plastic Industry, 2006(5): 25—27.
- [3] 陈满儒. 美国新型保护性包装技术简介[J]. 包装工程, 2003, 24(6): 122—124.
CHEN Man-ru. A Brief Introduction to New Protective Packaging Technology in the United States[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(6): 122—124.
- [4] CARROLL A W. Suspension Packaging System and Method: US, 20080237088A1[P]. 2012-11-08.
- [5] GOUDREAU R A. Product Suspension Packing: US, 5762200A[P]. 1998-06-09.
- [6] RIDGEWAY D C. Suspension Packaging: US, 5388701[P]. 1995-02-14.
- [7] ROBERTS L. Suspension Packaging: US, D706136[P]. 2014-06-03.
- [8] STACK S M, GOODRICH D. Suspension Packaging: US, 8127928[P]. 2012-03-06.
- [9] 希悦尔包装(上海)有限公司. Korrvu 悬空紧固包装 [EB/OL]. (2003-02-17)[2017-04-11]. <http://china.makepolo.com/product-detail/100038815647.html>.
- XiYueEr (Shanghai) Packaging Company. Korrvu Suspended Fastening Package[EB/OL]. (2010-02-17) [2017-04-11]. <http://china.makepolo.com/product-detail/100038815647.html>.
- [10] 搜狐. 企业在采购 PE 保护膜的 5 大技巧[EB/OL]. (2015-12-3)[2017-4-11]. <http://mt.sohu.com/20151222/n432167342.shtml>.
- SOHU. Enterprises in the Procurement of PE Protective Film 5 Tips[EB/OL]. (2015-12-3)[2017-4-11]. <http://mt.sohu.com/20151222/n432167342.shtml>.
- [11] 胥小勇, 蒋清海. 薄膜张力控制系统的建模与设计[J]. 中国机械工程, 2013, 24(18): 2452—2457.
XU Xiao-yong, JIANG Qing-hai. Modeling and Design of Membrane Tension Control System[J]. China Mechanical Engineering Film Tension Control System, 2013, 24(18): 2452—2457.
- [12] HONG Bin-pu. The Platform Architecture of Digital Design and Manufacture for Printing and Die-cutting Machinery of Corrugated Board Based on MAS[C]// Intelligent Information Technology Application Association, Sustainable Construction Materials and Computer Engineering, 2011.
- [13] 王建清. 包装材料学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014.
WANG Jian-qing. Packaging Materials[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2014.
- [14] TANG Y. Waste Crops Resource for Corrugated Board Studies[C]// Information Engineering Research Institute, Proceedings of 2014 4th International Conference on Education and Education Management (EEM 2014 V68), 2014.
- [15] 孙诚. 包装结构设计[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2014.
SUN Cheng. Packaging Structure Design[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2014.
- [16] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2013.
PENG Guo-xun. Design of Transportation Packaging[M]. Beijing: Graphic Communication Press, 2013.