

基于装箱率的电视机顶盒运输包装设计

孙聚杰

(青岛科技大学, 青岛 266042)

摘要: 以某电视机顶盒的运输包装设计为例, 在保证集装箱一定装箱率的情况下, 探究了可降低物流成本的运输包装方案。首先进行了其外包装瓦楞纸箱的设计, 其次, 结合缓冲包装设计方法, 利用 UG 软件, 分别设计了 EPS 和 EPE 以及纸浆模塑 3 种材料的缓冲衬垫造型, 并进行了试验数据和成本对比。提出了一套完整的运输包装设计思路, 可以直接应用于实际生产。

关键词: 运输包装; 电视机顶盒; 瓦楞纸箱; 衬垫

中图分类号: TB485.3; TB482.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)13-0048-05

Transport Package Design of TV Set-top Box Based on Loading Rate

SUN Ju-jie

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: Taking transport package design of Haier HDVB-3000/C TV set-top box as an example, the transport packaging solutions were studied in order to reduce the logistics cost under certain loading rate of container. Corrugated case was designed first and then the pad styling using UG software with cushioning packaging design method. Pad styling using three kinds of material such as EPS, EPE and molded pulp were respectively designed. Drop test and price analysis were carried out. A complete set of design ideas in modern transport package was put forward, which can be directly applied to actual production.

Key words: transport package; TV set-top box; corrugated case; pad

包装是产品生产过程的终点, 又是物流过程的起点。在近百年的时间里, 运输包装的功能没有变, 但包装的实现和表现形式发生了日新月异的变化, 并且还在不断向着好的方向演变。尽管如此, 全世界的包装业都面临着低破损率、低物流成本、低包装成本以及绿色包装的巨大挑战^[1]。笔者以海尔 HDVB-3000/C 电视机顶盒为例, 在保证集装箱装箱率的情况下, 探究可降低物流成本的绿色包装方案。

1 整体包装概念

整体包装, 即综合考虑产品在生产与物流中的各个流通环节, 对产品进行整体包装设计, 它追求的是整体包装的性能最优、成本最省, 同时它也是第三方物流包装的实现形式。国外称为 Integrated Packaging Solution(IPS) 或 Complete Packaging Solution

(CPS)^[2-3]。

传统的缓冲包装设计思路是先设计缓冲衬垫, 再设计包装箱^[4], 这样或许会因为微小的尺寸问题而降低了集装箱的体积使用率, 增加了物流成本, 缺乏整体包装的理念。考虑到物流效率以及物流成本, 应该以第三方物流包装、整体包装、绿色包装等新包装理念为指导, 先设计包装纸箱, 再设计缓冲衬垫, 并且选用不同的缓冲材料设计不同的方案, 通过试验来确定可行的方案。对于环境保护方面, 则借鉴生命周期评价的思路来评定缓冲包装方案的环保性能, 不再以包装物废弃后对环境的危害为基准。

第三方物流包装概念、整体包装概念、绿色包装概念、生命周期分析理论以及共性化原则等先进包装理论的引进, 使国内运输包装业也有了长足的发展, 但差距依然明显。

收稿日期: 2011-04-21

作者简介: 孙聚杰(1980—), 男, 山东莱州人, 青岛科技大学讲师, 主要研究方向为包装技术与设备、运输包装。

2 产品运输包装设计

文中针对海尔 HDVB-3000/C 电视机顶盒的缓冲包装进行设计,由青岛海尔电子有限公司提供样机、产品流通环境、缓冲材料要求、包装件外形尺寸以及实验标准等。

2.1 电视机顶盒基本信息分析

2.1.1 产品技术参数

电视机顶盒相关参数见表 1,其中产品脆值和外形

表 1 海尔 HDVB-3000/C 电视机顶盒参数

Tab. 1 Parameters of Haier HDVB-3000/C TV set-top box

品牌	海尔
产品类型	有线数字电视机顶盒
型号	HDVB-3000/C
质量/kg	1.75
外形尺寸/mm	348×240.5×46
产品脆值/g	80(客户输入)
控制方式	遥控
遥控器尺寸/mm	223×50×25

形尺寸是运输包装设计的基础。此电视机顶盒脆值 80 g,为客户的输入值。

2.1.2 产品结构特征

1) 主要受力位置的分析。机器外部壳体由 4 部分组成,其中带有按键部分的前端为 ABS 材质的塑料壳体,上表面和左右表面是一体的钣金件,后表面和下表面也为钣金件。钣金件部分都是用螺钉连接在一起的,前端与其他部位靠特殊扣卡在一起,见图 1。



图 1 海尔 HDVB-3000/C 电视机顶盒

Fig. 1 Haier HDVB-3000/C TV set top box

2) 易损部位的分析。前端塑料件与机体相联接部分有明显接缝,应该注意做整体保护,机器的按键部分为易损部位,应该避空保护。此外要防止剧烈冲击引起产品表面变形。

2.2 海尔运输试验标准

通常每个试验样品分别按照如下顺序进行跌落^[5]: 2-3-5 角(或最易损坏的角)、3-5 棱(相邻短边)、3-6 棱(短边)、2-3 棱(相邻长边)、1 面、2 面、3 面、4 面、5 面、6 面,共 10 次跌落,见图 2。跌落高度为 610 mm。

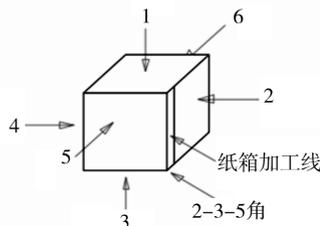


图 2 试验样品的标识

Fig. 2 Marks of sample

2.3 装箱要求

现在海尔使用的是中国远洋公司的 40 标准集装箱和 40HQ 标准集装箱,其内尺寸分别为 11 800 mm×2 340 mm×2 350 mm 和 11 800 mm×2 340 mm×26 900 mm。为提高集装箱利体积用率,降低物流成本,公司要求机顶盒装箱的体积利用率在 95%以上,因此限定包装箱的外尺寸为 428 mm×298 mm×103 mm。在此情况下,可以计算出 COSCO 40 集装箱可以装机顶盒 4 431 件,体积利用率为 95.43%;COSCO 40HQ 集装箱可以装机顶盒 5 275 件,体积利用率为 97.17%,见图 3。

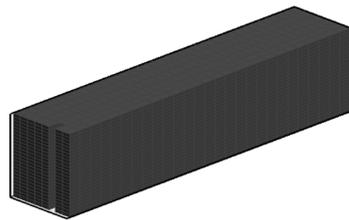


图 3 COSCO 40HQ 集装箱

Fig. 3 Sketch map of COSCO 40HQ container

2.4 流通环境分析

流通过程以生产工厂为起点,以消费者为终点,所采用的包装不仅要防止产品在运输过程中因振动、冲击产生的损坏,而且还要防止因自然界、地域等因素造成的有害影响。流通环境主要包括:装卸搬运环节、运输环节、贮存环节等。

此电视机顶盒为销往海外的产品,先经汽车运送

到码头,再由轮船运到对方码头,最终再由汽车运至目的地。

2.5 电视机顶盒包装设计

根据海尔电子有限公司的要求,选用 EPS, EPE 和纸浆模塑作为缓冲包装材料。运用 UG 三维造型软件进行各种缓冲衬垫的结构造型设计,然后制作各种方案的模型,进行试验,并且从缓冲保护性能、价格、环境保护等方面对 3 种方案进行比较,为客户提供最科学合理的包装方案。

2.5.1 瓦楞纸箱箱型选配

运输包装用的瓦楞纸箱主要用来代替小型木箱,其箱型绝大多数是 02 型开槽箱与 03 型箱。对于机顶盒这种质量较轻的产品,可以选择采用带有自锁底结构和提手上盖的异型纸箱^[6]。同样,由于产品体积小、重量轻,选用单瓦 B 瓦即可满足运输要求。

2.5.2 瓦楞纸箱尺寸

1) 瓦楞纸箱外尺寸。

瓦楞纸箱的外尺寸客户已经给定,即 428 mm × 298 mm × 103 mm。

2) 瓦楞纸箱制造尺寸。

纸箱箱面上的标志尺寸是它的外尺寸,箱体体积也是按照外尺寸计算的。纸箱的外尺寸大于制造尺寸,这个大出的尺寸称为外尺寸加大值,用 ΔX 表示,本研究中箱体外尺寸已经给出,因此纸箱箱体的制造尺寸为:

$$X = X_0 - \Delta X$$

其中: X 为瓦楞纸箱制造尺寸(mm); X_0 为箱体内容尺寸(mm); ΔX 为外尺寸修正系数(mm),见表 2。

表 2 瓦楞纸箱外尺寸修正系数 ΔX

Tab.2 Outside size correction coefficient ΔX of the corrugated case

楞型	A	B	C	E	AA
ΔX /mm	5~7	3~5	4~6	2~4	10~14
楞型	BB	CC	AB	AC	BC
ΔX /mm	6~10	8~12	8~12	9~13	7~11

代入数值可得:

$$L = L_0 - \Delta X = 425 \text{ mm}$$

$$B = B_0 - \Delta X = 295 \text{ mm}$$

$$H = H_0 - \Delta X = 100 \text{ mm}$$

接舌尺寸 J :单瓦楞为 30 mm。

3) 瓦楞纸箱内尺寸。

纸箱的内尺寸要小于制造尺寸,这部分差值用 k 来表征。因此纸箱内尺寸为:

$$X_i = X - k$$

其中: X_i 为瓦楞纸箱内尺寸(mm); X 为纸箱制造尺寸(mm); k 为制造尺寸修正系数(mm),见表 3。

表 3 瓦楞纸箱制造尺寸修正系数 k

Tab.3 Making size correction coefficient k corrugated case

楞型	A	B	C	E	AA	BB	CC	AB	AC	BC
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	4	2	3	1.5	8	4.5	6	6	7	5
H	4	2	3	1.5	8	4.5	6	6	7	5

代入数值得:

$$L_i = L - k = 425 \text{ mm}$$

$$B_i = B - k = 293 \text{ mm}$$

$$H_i = H - k = 98 \text{ mm}$$

接尺寸 J :单瓦楞为 30 mm。

2.5.3 瓦楞纸箱箱坯图

瓦楞纸箱的外形设计通过 Artios CAD 软件来完成,其造型见图 4。

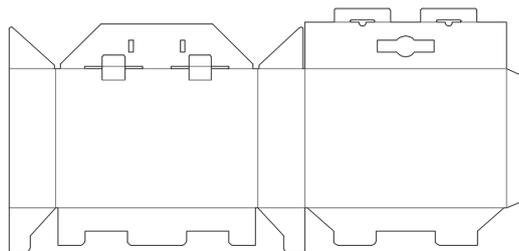


图 4 包装纸箱造型

Fig.4 Plan of corrugated case

2.6 机顶盒的缓冲衬垫结构造型设计

缓冲衬垫的结构形式因内装产品的质量、形状和尺寸的不同而不同。缓冲包装方法一般分为 3 种:全面缓冲包装、局部缓冲包装、悬浮式缓冲包装。

常用的设计方法是缓冲包装设计六步法,利用最大加速度-静应力曲线或缓冲系数-最大应力曲线确定缓冲衬垫厚度。因包装箱外尺寸和机器尺寸已经确定,衬垫的缓冲厚度也就基本确定,故调整冲击加速度大小主要是调整缓冲衬垫的结构造型和缓冲面积。采用局部缓冲包装的形式,利用 Unigraphics 软件(简称 UG)进行三维造型设计^[8]。

2.6.1 缓冲衬垫厚度确定

因为客户已经根据经验值确定了包装箱的外形

尺寸,因此衬垫缓冲厚度的确定厚度要依据纸箱外尺寸和机顶盒的外尺寸来确定。

为了保证产品能顺利装入箱内,并且使产品在箱内没有明显的移动空间,内装物外廓尺寸应略小于纸箱内尺寸,内装物的尺寸为:

$$X_{\max} = X_i - k'$$

其中: X_{\max} 为内装物最大外尺寸(mm); k' 为内尺寸修正系数(mm),见表4。

表4 瓦楞纸箱内尺寸修正系数 k'

Tab.4 Inside size correction coefficient k' of corrugated case

L_i	B_i	H_i		
		小箱型	中型箱	大型箱
3~7	3~7	1~3	3~4	5~7

代入数值得内装物最大外尺寸:

$$L' = L_i - k' = 423 \text{ mm}$$

$$B' = B_i - k' = 290 \text{ mm}$$

$$H' = H_i - k' = 95 \text{ mm}$$

机顶盒的外围尺寸是: $L'' \times B'' \times H'' = 348 \text{ mm} \times 240.5 \text{ mm} \times 46 \text{ mm}$ 。由此可知衬垫左右缓冲厚度之和、前后缓冲厚度之和、上下缓冲厚度之和分别为:

$$\Delta L = L' - L'' = 75 \text{ mm}$$

$$\Delta B = B' - B'' = 49.5 \text{ mm}$$

$$\Delta H = H' - H'' = 89 \text{ mm}$$

该机顶盒带有的附件遥控器,其尺寸为 $223 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 。右侧衬垫比左侧衬垫多出一个 $223 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 的槽,以备放置遥控器。

计算包装件所受到的最大冲击加速度理论值依据的是应力-能量法,据此设计衬垫的结构和调整缓冲面积。该计算方法为国外实验室通过试验得到的经验及算法^[9-11],在国内被许多公司采用,作为缓冲包装设计的理论指导。

2.6.2 缓冲衬垫三维视图

考虑衬垫材料加工性能,利用UG软件分别进行了EPS,EPE和纸浆模塑结构造型设计,见图5。

EPE缓冲衬垫前后、左右、上下,各个方向的缓冲厚度之和与EPS相同,各个面具体的缓冲厚度有所不同;纸浆模塑缓冲衬垫前后、左右、上下,各个方向的缓冲厚度之和与EPS,EPE的均相同,各个面具体的缓冲厚度有所不同。

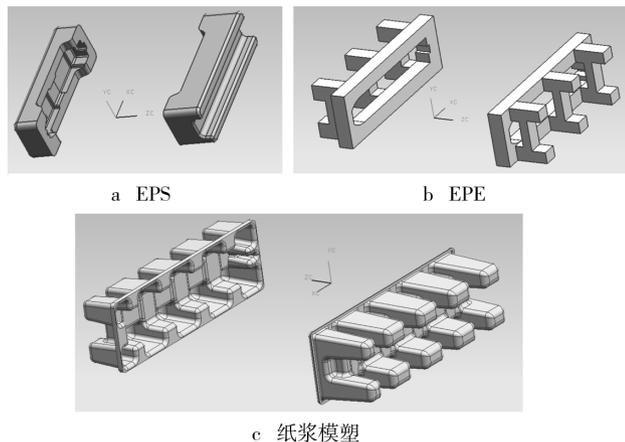


图5 缓冲衬垫的三维效果

Fig.5 3D picture of the cushioning pad

3 试验及方案对比

选取B型单瓦楞纸板,打样制箱,分别制作衬垫模型。EPS缓冲衬垫模型需要锯床和钻床,锯床用来落料,钻床用来去除泡沫件中多余的部分,最后用小刀修裁、砂纸打磨。EPE缓冲衬垫模型是用模切刀具切好EPE片材,再用热熔胶将各个部分粘到一起。纸浆模塑缓冲衬垫模型制作,需要开简易模具,并且用纸浆模塑成型机来成型,由车间工人帮助制作,见图6。



a EPS



b EPE



c 纸浆模塑

图6 缓冲衬垫模型

Fig.6 Model of the cushioning pad

跌落试验是模拟包装物的自由落体运动而设计的。试验之初,把试样提到规定的高度突然释放,使其自由落于冲击台上形成冲击。按照试验规范,在完成了几个不同姿态的若干次跌落后,检查货物(容器和内装产品)的完好程度。

本试验使用翻板式跌落试验机。该试验机连接有三向压变型加速度计和计算机,实验时加速度计传感器部分与跌落包装件相连,传递数据,计算机上装有数据处理软件,实验结束后自行处理实验数据。实验按照自由跌落试验方法进行,依次跌落6个面,每个面跌落5次,取平均值。跌落高度为610 mm。

3.1 结果分析

对制作好的缓冲包装进行跌落试验,获得了加速度和速度变化量,见表5。

表5 机顶盒缓冲包装跌落测试结果

Tab. 5 Drop test results of the packaging solution

缓冲垫类型	跌落部位	最大加速度 /g	速度变化量 /(m·s ⁻¹)
EPS	上	54.48	8.158
	下	56.88	8.477
	左	56.95	7.294
	右	33.05	5.279
	前	52.96	8.623
	后	53.44	9.372
EPE	上	42.73	5.680
	下	38.20	4.978
	左	35.68	4.562
	右	22.31	3.874
	前	46.34	6.326
	后	42.17	5.871
纸浆模塑	上	60.04	10.632
	下	59.81	9.053
	左	48.20	8.376
	右	42.39	7.981
	前	64.37	12.359
	后	58.78	10.175

经过跌落试验,除瓦楞纸箱稍有变形之外,3种包装方案所包装的产品都完好无损,说明3种包装方案都能达到缓冲保护机顶盒的作用。

通过对比3种方案的跌落数据可以得到以下结论:EPE衬垫的缓冲性能最好,EPS衬垫次之,纸浆模塑衬垫缓冲性能最差。

3.2 成本对比

青岛海景包装制品有限公司的报价见表6,从表6可以看出,EPE包装方案的价格最高,EPS和纸浆模塑方案的价格略低一些。对于大批量采购,这种差别也是很可观的。

表6 3种包装方案的价格

Tab. 6 Prices of the three packaging solutions

方案类别	衬垫	质量 /g	单价 /(元·克 ⁻¹)	整套价格 /元
EPS	左	22.95	0.0162	0.86
	右	29.94		
EPE	左	19.40	0.023	0.94
	右	19.52		
纸浆模塑	左	40.00	—	0.86
	右	60.00		

4 结论

以海尔HDVB-3000/C机顶盒为例进行了包装设计研究,旨在探索既节省物流包装成本又环保的整体包装方案。具体方法是:先从物流效率和物流成本着手,确定瓦楞纸箱的外围尺寸并合理设计瓦楞纸箱,以提高集装箱体积利用率,降低物流成本;依据包装箱和机器的尺寸去定缓冲衬垫的厚度;以应力-能量法为冲击加速度理论计算依据,并运用UG三位造型软件进行了衬垫的造型设计。

参考文献:

- [1] 彭国勋,徐颖.第三方物流包装与整体包装解决方案[J].物流技术与应用,2007(1):94-95.
- [2] 李军.包装新理念:“整体包装解决方案”[J].中国包装工业,2006(2):33.
- [3] 鄂玉萍,王志伟.整体包装解决方案理念之辨析[J].包装工程,2008,29(10):223-225.
- [4] 彭国勋.运输包装[M].北京:印刷工业出版社,1999.
- [5] 海尔集团.海尔包装运输安全试验标准[S].
- [6] 孙诚.包装结构设计[M].北京:中国轻工业出版社,2006.
- [7] 彭国勋.物流运输包装设计[M].北京:印刷工业出版社,2006.
- [8] 张冶,洪雪.Unigraphics NX参数化设计实例教程[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [9] SAGHIR M, JONSON G. Packaging Handling Evaluation Methods in the Grocery Retail Industry[J]. Packaging Technology and Science, 2001, 3(14): 21-29.
- [10] OLSMATS C, DOMINIC C. Packaging Scorecarda Packaging Performance Evaluation Method [J]. Packaging Technology and Science, 2007, 5(10): 34-36.
- [11] 张波涛.应力-能量法在测定泡沫塑料缓冲曲线中的应用[J].包装工程,2008,29(1):59-60.