

# 典型月饼包装的环境影响评价

朱世范, 张琦, 陈言, 朱海兵

(哈尔滨工程大学, 哈尔滨 150001)

**摘要:**选取3款净含量均为1kg的月饼包装盒,运用生命周期评价方法,分析了其从原材料的获取、生产制造、销售、使用到最终废弃处理整个生命周期过程中的资源与能源消耗,并评价了产生的环境影响。结果表明,在3款月饼包装中,含塑料材质越多的月饼包装盒产生的环境影响越严重,月饼包装应减少塑料的使用量,并应向减量化、轻量化方向发展。

**关键词:**月饼包装; 生命周期评价; 环境影响

中图分类号: TS206; TB488 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2012)01-0037-03

## Environmental Impact Assessment of Typical Mooncake Packaging

ZHU Shi-fan, ZHANG Qi, CHEN Yan, ZHU Hai-bing

(Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** Three typical mooncake packaging were selected randomly, and the mooncake net weight of each packaging is 1 kg. Based on life cycle assessment theory, the consumption of resource and energy was analyzed in the whole life cycle, which is from the raw material obtaining, manufacturing, sales, use to the final disposal, and the environmental impacts generated by them were assessed. The result showed that the more plastic material contained in mooncake packaging, the higher environmental impact would be engendered. The usage of plastic should be reduced in mooncake packaging, and the mooncake packaging should be developed towards reduction and light weight.

**Key words:** mooncake packaging; life cycle assessment; environmental impact

月饼是中秋佳节的代表食品,是我国传统文化中合家团圆、幸福美好象征的载体,而月饼包装则是反映月饼文化的重要组成部分。由于一些企业在经济利益的驱使下,过度投资于月饼的包装,致使越来越多华而不实的月饼包装涌入市场。据调查,我国每年月饼销售额约近100亿元人民币,而包装就占月饼生产成本的20%左右,最高的可达30%,月饼越来越为包装所累<sup>[1]</sup>。消费者在食用月饼过后,会将月饼包装盒扔掉或当废品卖掉。除金属制月饼包装盒外,大部分纸制月饼盒与普通生活垃圾一起,投进垃圾压缩机压缩后运到填埋厂,这种处理方式与制造月饼盒的成本相比是一种极大的浪费。月饼包装中大量使用的聚丙烯泡沫等则形成了不易降解、污染环境的“白色垃圾”。

郎芳等人曾针对月饼过度包装所消耗的资源与能源作过相关的分析<sup>[2]</sup>。随着人们环保意识的不断

增强与可持续发展观念的深化,月饼过度包装造成的环境影响和资源浪费问题越来越受到关注。

## 1 研究对象与生命周期评价方法

### 1.1 材料

选取3款净含量均为1kg的月饼包装盒,分别命名为P1,P2和P3,其具体组成材料、质量及体积见表1,由表1可知,3款月饼包装盒的质量均超过了月

表1 P1,P2及P3的组成材料、质量及体积

Tab. 1 The materials, mass and volume of P1, P2 and P3

项目	卡纸 /g	聚丙烯 /g	人造纤 维/g	马口铁 /g	总质量 /kg	总体积 /cm <sup>3</sup>
P1	225.0	964.8	—	—	1.189	7 689.84
P2	1 460.4	25.2	33.8	—	1.519 4	5 628.65
P3	1 600.0	31.0	—	520.0	2.151	16 092.71

收稿日期: 2011-06-29

作者简介: 朱世范(1963—),男,辽宁人,博士,哈尔滨工程大学教授,主要研究方向为人机环境工程、绿色设计与制造等。

饼的净含量。

## 1.2 方法

生命周期评价(LCA)是汇总或评估一个产品或服务体系在其整个生命周期内所有投入及产出对环境造成的威胁和潜在的影响的方法,其评价步骤包括目标和范围的界定、清单分析、影响评价、结果解释4个部分<sup>[3]</sup>。该方法可以定性或定量评价材料、工艺以及产品生命周期过程的主要环境影响,为产品设计决策与改进提供可参考的指导方针<sup>[4]</sup>。目前LCA的主要研究方向包括LCA数据库的开发、清单分析以及环境影响评价方法等。其中,清单分析的相关理论与方法日趋完善,研究重点在于数据的采集与规范化处理等方面;环境影响评价方面尚处于发展之中,多数集中在评价指标体系、影响评价模型的建立等方面。如荷兰Leiden大学CML实验室对CML方法进行了相关研究<sup>[5-7]</sup>;Delft大学的DFS研究中心在Idemate材料数据库的研究方面卓有成效<sup>[8-10]</sup>;Pre公司成立了专门小组研究生态指数方法<sup>[11]</sup>;瑞典Chalmers技术大学的CPM中心对EPS方法进行了有关分析<sup>[12]</sup>;丹麦工业大学IPT研究所的Aping小组对EDIP方法进行了研究<sup>[13-14]</sup>;英国Boustead咨询公司对相关数据库模型进行了开发<sup>[15]</sup>;美国的Carnegie Mellon大学绿色设计研究中心将环境的输入输出与LCA进行了一定的结合<sup>[16-17]</sup>。

采用Pre公司的“99生态指数法”对3款月饼包装各自生命周期内(从原材料的获取、生产制造、销售、使用到最终废废弃处理)的资源和能源消耗以及污染物排放进行分析,并评价其产生的环境影响,分为特征化、标准化及加权计算3个步骤。

1) 特征化。将清单分析中的所有物质归结为11类环境因子(致癌物、大气有机污染、大气无机污染、气候变化、放射性污染、臭氧层破坏、生态毒性、酸化、土地利用影响、矿产资源耗竭、化石燃料),属于同一类别的影响物质乘以其相应的特征因子,得出不同物质的相对贡献大小。

2) 标准化。为每一类环境因子指定一个影响类别,并对其进行无量纲处理,便于接下来的加权计算。共有3种影响类别:人类健康、生态系统、资源。

3) 加权计算。对3种影响类别进行加权求和,得出单一评分,用于表征产品系统总体环境负荷程度。

## 2 月饼包装的环境影响评价

### 2.1 目标与范围的确定

在目标与范围确定阶段,需要完成的任务有2个:一个是根据研究目的定义功能单位;另一个是确定生命周期评价系统的范围。研究目的是比较3款月饼包装对资源与能源的消耗及其产生的环境影响,进而评价其优劣,因此选取1kg月饼作为功能单位,即评价3款月饼包装盒包装1kg月饼的能力。

月饼包装的生命周期系统涉及的范围广,在不考虑工厂基础设施建设、管理等相关活动造成的环境影响下,月饼包装的生命周期系统及边界范围见图1。

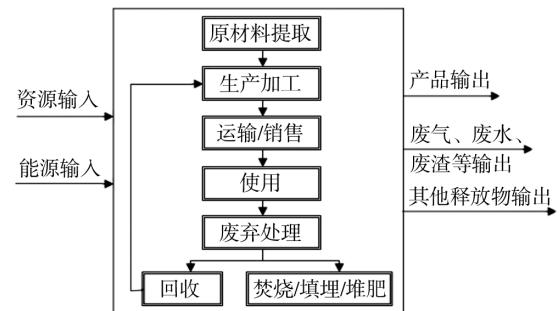


图1 月饼包装的生命周期系统

Fig. 1 Life cycle of mooncake packaging

### 2.2 清单分析

经清单分析可知,组成P1的2种材料(卡纸和聚丙烯)消耗和排放的物质共有619种;组成P2的3种材料(卡纸、聚丙烯和人造纤维)消耗和排放的物质共有695种;组成P3的3种材料(卡纸、聚丙烯和马口铁)消耗和排放的物质共有634种。起主要贡献作用的物质见表2。

表2 P1,P2及P3对环境的影响

Tab. 1 Impacts of P1, P2 and P3 on environment

评价项目	评价物质	P1	P2	P3
主要资源消耗	木材/g	509.00	3 297.00	3 617.44
	原油/g	984.53	173.38	31.70
	合金废料/g	—	—	619.00
主要能源消耗	耗能量/MJ	27.40	5.01	5.514
	CO <sub>2</sub> /g	1 995.00	2 039.87	2 121.58
	SO <sub>x</sub> /g	13.35	334.14	7.96
	NO <sub>x</sub> /g	10.32	253.53	9.30
空气排放	CH <sub>x</sub> /mg	3.92	2 610.32	14.52
	BOD/g	2.323	13.66	14.80
	COD/g	10.34	62.25	67.97
固体废弃物	粉尘和废渣/g	31.93	209.40	222.66

由表 2 可知,在 3 款月饼包装盒中,P1 对能源的消耗最多;P2 的环境排放最高;P3 对资源的消耗最高。

### 3 结果与讨论

3 款月饼包装经过特征化、标准化及加权计算 3 步所得的最终结果见图 2。由图 2 可知,3 款月饼包

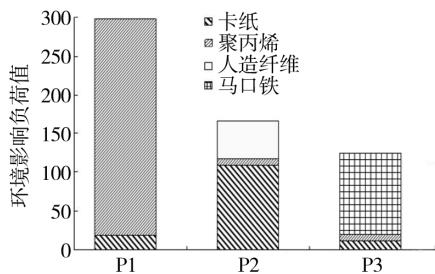


图 2 P1, P2 及 P3 的总体环境负荷值

Fig. 2 The overall environmental load value of P1, P2 and P3

装的总体环境负荷程度为:P1>P2>P3。结果表明,在 3 款月饼包装中,含塑料材质越多的月饼包装盒产生的环境影响越严重,月饼包装应减少塑料的使用量,并应向减量化、轻量化方向发展。

1) 3 款月饼包装对环境的影响程度为:P1>P2>P3,即同样包装 1 kg 的月饼,在 3 款月饼包装中,P3 的包装能力最高,P2 次之,P1 最差。

2) 3 款月饼包装的质量分别为 1.189, 1.519, 4, 2.151 kg(表 2),均超过了月饼的净含量 1 kg,说明企业在月饼包装方面的投资成本较高,且与散装或轻质包装相比,包装质量越大,在加工生产与物资运输过程中消耗的能源与资源越多。

3) 3 款月饼包装的体积分别为 7 689.84, 5 628.65, 16 092.71 cm<sup>3</sup>(表 2),根据我国标准 GB/T 19855—2005《月饼》中的明确规定<sup>[18]</sup>:“每千克月饼的销售包装容积不超过 9.00×10<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>”,可判断出 P3 违反了国家标准中的相关准则,属过度包装。

4) 相对于 P1 和 P2 两款月饼包装而言,P3 对环境的影响程度最小,但其又属于过度包装,可见这 3 款月饼包装都需要进行改进。

5) LCA 的局限性。LCA 是一种有效评价产品环境性能的工具,但是在评估范围、评估方法、时间、地域等方面存在一定的局限性,因此其中的计算方法及数据的有效性问题均有待进一步推敲与验证。

### 参考文献:

- [1] 赵智平. 月饼包装新《标准》几家欢喜几家忧[N]. 中国包装报, 2006-09-05(001).
- ZHAO Zhi-ping. New Standards about Moon Cake[N]. China Packaging News, 2006-09-05(001).
- [2] 郎芳, 马晓茜, 赵增立, 等. 基于 LCA 的月饼包装评价[J]. 包装工程, 2006, 27(1): 109—114.
- LANG Fang, MA Xiao-qian, ZHAO Zeng-li, et al. Evaluation on Packaging of Moon Cake Based on LCA[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(1): 109—114.
- [3] ISO International Standard 14040, Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework[S].
- [4] FLEISCHER G, SCHMIDT W P. Iterative Screening LCA in an Ecodesign Tool [J]. International Journal of LCA, 1997, 2(1): 20—24.
- [5] ELSHKAKI A, van der VOE E, TIMMERMAN V, et al. Dynamic Stock Modeling: a Method of the Identification and Estimation of Future Waste Streams and Emissions Based on Past Production and Product Stock Characteristic[C]. Proceedings of Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, 2002: 120—126.
- [6] GUINEE J B, HUPPES G, HEIJUNGS R. Developing an LCA Guide for Decision Support[J]. Environmental Management and Health, 2001, 12(3): 301—311.
- [7] MORI Y, HUPPES G, Udo de HAES H A, et al. Component Manufacturing Analysis: a Simplified and Rigorous LCI Method for the Manufacturing Stage[J]. International Journal of LCA, 2000, 23A, 5(6): 327—335.
- [8] van den HOED R, VERGRAGT Ph J. Developing Strategy for Sustainable Technology: The case of Fuel Cell Technology in the Automotive Industry[C]. India: Proceedings of Greening Industry ASIA 2001, 2001.
- [9] VERGRAGT Ph J, DIEHL J C, SOUMITRI C V. India: Creating an Eco-design Network in Delhi, India[C]. Proceedings of Greening of Industry ASIA 2001, 2001.
- [10] BREZET J C, BIJMA A, SILVESTER S. Innovative Electronics as an Opportunity for Eco-efficient Services [C]. Berlin: Proceedings of Electronics Goes Green Conference, 2000.
- [11] GOEDKOOP M, SPRIENSMA R. The Eco-indicator99: A Damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment Methodology Report[R]. 2001.

- 157–163.
- [6] 王军, 卢立新, 王志伟. 产品破损评价及防护包装力学研究[J]. 振动与冲击, 2010, 29(8): 43–45.  
WANG Jun, LU Li-xin, WANG Zhi-wei. Product Evaluation and Protective Packaging Mechanical Damage Research[J]. Vibration and Impact, 2010, 29(8): 43–45.
- [7] 奚德昌, 高德. 缓冲包装材料的本构模型研究进展[J]. 包装工程, 2011, 32(1): 1–4.  
XI De-chang, GAO De. Cushion Packaging Material Constitutive Model Research Progress [J]. Packaging Engineering, 2011, 20(1): 1–4.
- [8] 刘乘, 任亚东. 几种常用缓冲材料的性能研究[J]. 包装工程, 2010, 31(7): 117–119.  
LIU Cheng, REN Ya-dong. Some Commonly Used to Study the Performance of Cushioning Material[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(7): 117–119.
- [9] 王冬梅. 蜂窝纸板和瓦楞纸板缓冲性能及其表征研究[D]. 无锡: 江南大学, 2007.  
WANG Dong-mei. The Honeycomb Cardboard Corrugated Cardboard and Buffer Performance and Characterizations Research[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2007.
- [10] 鄂玉萍, 王志伟. 纸质缓冲材料能量吸收特性研究进展[J]. 振动与冲击, 2010, 29(5): 40–44.  
E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Paper Cushioning Material Absorption Characteristics of Energy Research Progress [J]. Vibration and Impact, 2010, 29(5): 40–44.
- [11] E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Plateau Stress of Paper Honeycomb as Response to Various Relative Humidities [J]. Packaging Technology and Science, 2010, 23(4): 203–216.
- [12] E Yu-ping, WANG Zhi-wei. Effect of Humidity on Energy Absorption Properties of Honeycomb Paperboards [J]. Packaging Technology and Science, 2010, 23(8): 471–483.
- [13] WANG Zhi-wei, E Yu-ping. Mathematical Modeling of Energy Absorption Property for Paper Honeycomb in Various Ambient Humidities[J]. Materials and Design, 2010, 31(9): 4321–4328.
- [14] GIBSON L J, ASHBY M F. 多孔固体结构与性能(第2版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.  
GIBSON L J, ASHBY M F. Porous Solid Structure and Performance (Second Edition)[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003.
- [15] 刘晶, 刘乘. 动态冲击下 EPE、EPS 弹性变形的对比分析[J]. 陕西科技大学学报, 2010, 28(6): 76–78.  
LIU Jing, LIU Cheng. Dynamic Impact EPE, EPS Elastic Deformation of Comparative Analysis [J]. Journal of Shanxi University of Science and Technology, 2010, 28(6): 76–78.
- [16] GB/T 8167—2008, 包装用缓冲材料动态压缩试验方法[S].  
GB/T 8167—2008, Packaging Dynamic Compression Test Method of Cushion Material[S].
- [17] GB/T 4857.2—2005, 包装—运输包装—温湿度处理条件[S].  
GB/T 4857.2—2005, Packaging—Transport Package—the Temperature and Humidity Processing Conditions [S].

(上接第 39 页)

- [12] STEEN B. A Systematic Approach to Environmental Strategies in Product Development(EPS): Version 2000—Models and Data of the Default Methods[R]. Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems. Chalmers University of Technology, Technical Environmental Planing, 1999.
- [13] WENZEL H, HAUSCHILD M, ALTING L. Environmental Assessment of Products. Volume 1 (Methodology, Tools and Case Studies in Product Development) [M]. London: Chapman and Hall, 1997.
- [14] HUASCHILD M, WENZEL H. Environmental Assessment of Products. Volmve 2 (scientific background) [M]. London: Chapman and Hall, 1998.
- [15] <http://www.boustead-consulting.co.uk>. (余不详)
- [16] INDIRA N. Life Cycle Analysis and Green Design: A Context for Teaching Design, Environment, and Ethics [J]. Journal of Engineering Education, 1998, 87(4): 489–494.
- [17] KLAUSNER M, GRIMM W, HORVATH A. Life Cycle Inventory Combining Input-output Techniques and Conventional Process Models—A Case Study of a Fuel-injection System[C]. Proceedings of 1999 SAE Conferece & Exposition, Detroit, MI, 1999: 167–172.
- [18] GB/T 19855—2005, 月饼[S].  
GB/T 19855—2005, Moon Cake[S].