

生态包装的生态设计原则及方法

戴宏民¹, 戴佩华², 周均¹

(1. 重庆工商大学绿色包装研究所, 重庆 400067; 2. 重庆工商大学经济学院, 重庆 400067)

摘要: 以欧盟新绿色壁垒 EUP 要求进口的用能产品(含包装)须进行生态设计并获得更高的环保指标为启示, 分析了生态包装的特点、定义, 论述了生态包装的结构设计原则, 在此基础上, 提出了由产品生态辨识、产品生态诊断、制定产品生态指标、产品生态评价等 4 个步骤组成的生态设计方法。

关键词: 生态设计; 生命周期; 可持续; 设计原则; 设计方法

中图分类号: TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)17-0117-04

Design Principles and Methods of Ecological Packaging

DAI Hong-min¹, DAI Pei-yan², ZHOU Jun¹

(1. Green Packaging Institute, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China;

2. School of Economics, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: With the enlightenment of new EU green barrier EUP, which require the imported energy-using products (including packaging) make ecological design and achieve higher environmental requirements, the ecological packaging features and definition was analyzed. The structure design principles of ecological packaging were discussed. On this basis, four steps of ecological design method was put forward, which includes the steps of product ecological identification, product ecological diagnosis, development of product ecological indicators, and product ecological evaluation.

Key words: ecological design; life cycle; sustainable; design principle; design method

在应对全球资源危机、能源危机、环境危机和全球变暖的大形势下, 欧盟 2007 年 8 月实施了《用能产品生态设计框架指令》(EUP), 要求各类产品在 3 年内具体执行。EUP 通过对不同类别机电产品设立具体的环保指标, 提高机电产品的准入门槛, 建立起向欧盟进口的新绿色壁垒。凡不达标的产品(含包装), 无论是在欧盟区内还是区外生产的, 都将无法进入欧盟市场, 从而使占欧盟机电产品 80% 的中国企业面临全面挑战。EUP 的核心要求是用能产品(指使用后还必须供给能源的产品)须从生命周期全过程进行生态设计, 以便更好地保护生态环境。对产品包装而言, 则要求相应地提高其环保性能, 从绿色包装阶段进入到生态包装的新阶段, 对此必须予以高度重视并积极应对^[1-2]。

1 生态包装的特点和定义

生态包装是绿色包装发展的高级阶段, 在其生产和使用过程中更强调保护生态环境。为此, 它较达到 3R1D(减量化、再利用、再循环和可降解)要求的绿色包装更具有如下特点。

1) 需从生命周期全过程去考察包装的资源环境性能。只有在生命周期全过程中消耗资(能)源少、对环境排放“三废”少的包装产品, 才能真正做到和生态环境相容, 才能最有效地保护生态环境。

2) 追求生态效率(生态文明水平)最高。生态效率是指生态资源用于满足人类需要的效率, 其本质是以最少的生态成本(尽量不破坏生态环境的资源)获得最大的经济产出。生态效率 EEI 的测度: $EEI =$

GDP/地区生态足迹(指经济发展对生态环境的总体冲击),从中可知 EEI 与 GDP 成正比,与地区生态足迹成反比。

3) 重视包装可持续发展。生态包装的目标是使包装发展与环境保护相协调,使包装可持续发展,故又被称为可持续包装。可持续包含经济、生态和社会等 3 个方面的持续性,而以生态持续为核心。在保护自然资源、不超越生态环境系统更新能力的前提下,以提高人类生活质量,获得经济的最大发展为目标^[3]。

由上述特点可导出生态包装的一般定义:在整个生命周期中重视生态环境保护,资源利用率或循环再生利用率最高,污染物排放最少的包装。

2004 年成立的可持续包装联盟(SPC)对生态包装(可持续包装)的定义包含了 8 项标准:整个生命周期对个人和社会是有益的、安全的,有利于健康的;满足市场对性能和成本的要求;在采购、生产、运输和回收中采用可再生能源;优化利用可再收或可回收材料;运用清洁生产和最好的方式进行生产;采用的材料在整个生命周期中都有益于健康;在物理设计中优化材料和能源;在生物或工业的封闭循环中可有效地被回收和被利用。通过实施 8 项标准,将包装改造成从摇篮到摇篮的循环系统^[3]。

2 生态包装的生态设计原则

依据生态包装的特点和定义,生态包装设计除满足市场对性能和成本的要求外,应遵循如下原则。

2.1 原材料选用原则

生态包装材料(包括辅助材料)首先应满足其成分及含量不对人体造成危害,铅、镉、汞和六价铬,以及氯乙烯单体、多氯联苯、偶氮及挥发性有机物的浓度总量均需严格控制在限量范围内。

生态包装材料强调不破坏生态,使资源可持续发展,即须是可再生、再生速度快的资源,或是可回收再使用、回收再生(包含直接回收再生、改性回收再生、化学回收再生、能源等回收再生)的原材料,如取代木材的植物纤维材料、纸浆模塑等。使用再生材料与使用新材料相比,不仅能减少生产过程中 60% 的能源,而且还能节约大量的基础原料^[4]。

生态包装材料还强调使用减量化材料,它能降低资源和能源消耗,减少废弃物产生,如薄壁化的马口

铁薄板、铝薄板塑料薄膜等。

2.2 能源选用原则

能源和资源的消耗是造成环境污染的源头,前者更甚于后者。为减少二氧化碳和有害物质排放,生态包装和生态产品应选用清洁、可再生的能源,如水能、太阳能、风能、沼气等,次之可选用洁净煤、煤气等。同时还要重视采用各种节能技术、开展节能设计,千方百计减少耗电量,如通过搜寻“碳足迹”,减少碳排放,发展节能低碳包装。

2.3 结构设计原则

包装提倡“简而美”的设计原则,强调减量化设计,将使用的包装材料控制到最低限度,严禁过度包装。包装材料的用量应根据产品的制造、存储、配送和营销要求来确定。欧洲包装业按照欧盟“包装与包装废弃物指令(94/62/EC)”对消费者可以接受且相对安全的最小包装质量和体积实施减量化,每年减少了 50 万 t 材料的用量^[4]。

生态包装应简化结构,复杂的包装可按可拆卸化或模块化进行设计,使包装结构零部件容易快捷地更换,从而延长产品的使用寿命,节约资源。同时提倡以能多次循环使用的结构取代一次性使用的结构,如中国移动将移动通信设备由原来的木包装改成可拼装的金属集装架包装,除可重复周转使用外,每年还可减少木材消耗 5.7 万 m³,相当于每年少砍伐森林 670 hm²。

生态包装结构的零部件应注重环保化设计,最大限度减少零部件的类型和数量,避免对不同材料零部件进行不可分离的粘合。

2.4 装潢设计原则

生态包装的装潢也须实行减量化设计,避免过分装潢。不仅要考虑画面装饰、传递产品信息和视觉审美,还必须重视包装装潢的有害原料成分、生产过程以及废弃物对环境造成的污染,更要避免包装装潢的有害成分通过向被包装食品迁移而对人体造成伤害。为此要减少含有毒性的有机溶剂性油墨和粘合剂的使用,大力提倡采用环保性的油墨和粘合剂。美国严禁在食品包装上使用有机溶剂性油墨,而以水基型油墨取代。

为避免因不易分离而不能回收资源,应减少复合薄膜、电镀材料等使用的种类和数量。

2.5 生命周期设计原则

生态包装要求最大化的保护生态环境。包装产

品在生命周期各阶段对资源和能源的消耗,以及对环境产生的排放都将对环境和气候变化产生严重的负面影响,故从设计阶段就应综合考量包装产品在生命周期全过程中对能源、资源与环境的影响,以便从源头采取措施已生产出资源环境性能最佳的包装。这样的设计称为生命周期设计,它是生态包装设计必须遵循和使用的设计方法。

2.6 工艺设计原则

生态包装要求实行清洁生产。清洁生产通过采用节省原材料和能源,不使用有毒原材料,减少“三废”排放等工艺技术,预防和削减产品在整个生命周期内对环境产生负面影响。

清洁生产的核心是实现“清洁”,即清洁的能源和原材料,清洁的生产工艺过程,清洁的产品。清洁的生产工艺过程需通过审计,绘制工艺流程图,列出工艺流程中每一操作单元的名称和功能,测算每一操作单元的物料和能量平衡,从中确定废弃物的数量、成分、去向,再依据物质守恒定律,分析和确定物料和能量损失的原因,并提出多个改进方案,筛选评估,对重点方案从技术、环境、经济进行可行性分析,并选定最佳方案^[5]。

清洁生产工艺的最终目的是建立生产闭合圈,即将加热中挥发或沉淀的物料,或在生产过程中由管道或设备中滴漏或流失的物料回收,返回到工艺流程中或经适当的处理后作为原材料回用,或将废料经处理后作为其他企业或其他生产过程的原料使用。

在包装中常用的清洁工艺技术有:无氯或少氯漂白制浆造纸,纸/塑、塑/塑复合薄膜热熔胶预涂、干式热压合工艺,钢桶减少磨边粉尘污染的全自动高频焊接工艺等。

3 生态包装的生态设计参数

产品包装的传统设计以经济性能为中心,设计过程中主要考虑产品的性能、质量、工艺性、安全性、成本等因素。生态设计则既要考虑产品的经济性能,又要考虑产品的资源环境性能。设计参数除考虑上述经济性能参数外,还需引进体现生态特性的生态参数。EUP 要求的生态设计参数如下所述。

3.1 确定产品生命周期各阶段

产品生命周期一般应包括原材料选择和使用阶段,产品制造阶段,产品包装、运输和销售阶段,产品

安装和维护阶段,产品使用阶段,产品废弃及回收阶段等 6 个阶段。

3.2 生态(环境)参数

产品生命周期各阶段应评估的生态参数包括:能源与资源的预期消耗量;对于空气/水体/土壤的预期污染物排放量(如空气污染物排放、水污染物排放、固体废弃物排放、金属微粒排放);噪音/震动/辐射等可能造成的污染;废弃物预期产生量;资源/能源回收与再利用的可行性。

3.3 改善产品环境性能可使用的生态参数

产品环境性能可使用的生态参数包括产品的体积/质量;使用回收材料的数量;能源/资源的消耗量;危害性物质的使用量;使用/维修所需的消耗品;回收/再利用的容易性;回收组件纳入程度;避免使用会妨碍进行回收的技术;废弃物的产生量;对空气/水体/土壤产生污染的污染物排放量^[1]。

4 生态包装的生态设计方法

生态包装的设计方法是产品生命周期设计,也称生态设计。生命周期设计是指将环境因素纳入产品的设计之中,从而帮助确定设计的决策方向。它要求在产品生命周期的所有阶段(原材料获取阶段、生产制造阶段、包装运输阶段、使用消费阶段、回收利用及处置阶段)均考虑减少对环境的负面影响。

产品生命周期设计需借助生命周期评价 LCA 作为工具。LCA 的技术框架由目标和范围界定、数据清单分析、影响评价、结果解释等 4 部分组成。其中清单分析是通过收集数据,对产品、工艺在其整个生命周期各阶段的资源、能源消耗和向环境的“三废”排放进行的数据量化分析。影响评价是通过分类、特征化、量化“三步走”模型,对清单分析中的全部输入、输出数据可能对环境产生的影响或造成的主要环境问题进行的定量评价^[5]。

包装产品的生态设计(生命周期设计),在按照生态设计原则完成结构设计后,一般还应有以下 4 个步骤^[6]。

4.1 建立包装产品生态档案

依据产品生态设计要求,确定 LCA 的评价范围,进行清单分析,对产品在整个生命周期各阶段内投入与产出的生态参数进行量化记载,建立起产品的生态档案。

4.2 包装产品生态诊断

依据包装产品生态档案,对在生命周期各阶段内的投入与产出进行影响评价。据此分析产品在各阶段的资源能源消耗情况,投入及排放的生态参数可能造成的主要环境问题,对环境产生负面影响最严重的阶段,以及在生命周期各阶段造成的主要环境问题等。通过分析,即可判断产品中耗能大、资源消耗多、废弃物严重、对环境影响最大的阶段及工序,以及耗能和产生污染最严重的零部件等。针对造成环境负面影响最严重的阶段、工艺工序及零部件,通过改变产品零部件的材料成分、结构或改变生产工艺,制定出新的产品设计和生产方案^[6]。

4.3 制定包装产品生态设计的实施措施

根据产品的生态档案和生态诊断,同时考虑消费者的环境期望,制定出产品应达到的生态指标,即产品进入市场的具体生态规范。EUP 已对许多家电产品制定了生态设计的实施措施,包括生态设计的一般和特殊要求,这些实施措施就是衡量产品生态设计的标准,而对包装产品尚未提出具体的生态设计实施措施。

包装产品生态设计的实施措施一般应包括:材料有毒有害成分须在限量范围内,在产品全生命周期中碳排放合乎要求的指标,包装用量符合欧盟“94/62/EC 指令”的要求,包装材料(制品)回收再利用率达到要求,不能回收再利用的则应完全自行降解等。

4.4 产品生态评价

产品生态诊断后,对改进后的新方案还需按生态参数再次进行生命周期评价,评价后的结果若达到包装产品生态设计的实施措施,则完成生态设计;若仍未达到,则需继续改进产品的原材料、结构和生产工艺,并再一次进行生命周期评价,直到达到生态设计的实施措施为止。

5 结语

1) 欧盟新绿色壁垒 EUP 向全球企业宣告,为应对全球环境危机和全球变暖大形势的需要,产品须实行生态设计。这是今后用能产品(含包装)设计的大势所趋,应当主动去适应这一要求。包装产品在全生命周期中对能源和资源消耗均较大,故虽暂未颁布生态设计的实施措施,也应未雨绸缪,为实行生态设计创造必要条件。

2) 包装企业实行生态设计须搭建生态设计平台,主要工作:认真收集产品在生命周期全过程的投入、排放清单数据,及早建立产品生态档案,进而建成清单数据库;自行开发或购置 LCA 软件,为采用生命周期评价进行生态设计作准备;积极建设企业绿色材料供应链,加强材料成分检测技术,确保生态设计顺利实施。

3) 为迎接包装产品生态设计时代的到来,包装企业当前要普遍落实 ISO 14000 认证和清洁生产等基础工作,同时国家或行业协会应当研究并制定包装产品生态设计的实施措施,积极顺应生态设计的需要。

随着世界对环境保护力度的不断加大,消费者对环境期望的不断提高,所有产品利用 LCA 为主要工具进行生态设计已是一种必然的发展趋势,相关行业未雨绸缪十分必要。

参考文献:

- [1] 易晓娟. 欧盟技术性贸易壁垒的状况及我国的对策[J]. 国际贸易问题, 2001, 22(6): 78-80.
YI Xiao-juan. The Technical Barriers to Trade Situation and Our Countermeasures[J]. International Trade Issues, 2001, 22(6): 78-80.
- [2] 张英. 欧盟绿色贸易壁垒新特点及对策研究[J]. 山东社会科学, 2007, 28(8): 27-30.
ZHANG Yin. UK, EU Green Trade Barriers New Characteristic and Countermeasure Research [J]. Shandong Social Science, 2007, 28(8): 27-30.
- [3] 郑贵华. 商品包装与可持续发展[J]. 求索, 2004(4): 59-61.
ZHENG Gui-hua. Commodity Packaging and Sustainable Development [J]. Search, 2004(4): 59-61.
- [4] 如何实现包装业的可持续性发展[EB/OL]. (2012-07-25). info. china. alibaba. com/news/detail/v0-d10.
How to Realize the Packaging of Sustainable Development [EB/OL]. (2012-07-25). info. china. alibaba. com/news/detail/v0-d10.
- [5] 戴宏民. 包装与环境[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2007.
DAI Hong-min. Packaging and the Environment [M]. Beijing: Printing Industry Publishing House, 2007.
- [6] 杨建新, 徐成, 王如松. 产品生命周期评价方法及应用[M]. 北京: 气象出版社, 2002.
YANG Jian-xin, XU Cheng, WANG Ru-song. Methodology and Application of Life Cycle Assessment [M]. Beijing: China Meteorological Press Publishing House, 2002.