

文章编号: 1006-4710(2011)03-0325-04

# 组合防伪包装优化评价数学模型的建立

黄颖为, 王敏灵

(西安理工大学 印刷包装工程学院, 陕西 西安 710048)

**摘要:** 提出了组合防伪包装优化评价准则并建立了相应的数学模型。以市场中常见香烟的组合防伪包装技术为研究对象, 采用分支限界算法 BBM, 通过 Matlab 人机信息交互的方式进行性能和成本决策分析, 求得最佳组合防伪方案。该理论与方法具有一定的通用性, 可推广应用于其它商品的组合防伪包装。

**关键词:** 组合防伪包装; 评价模型; 优化

**中图分类号:** TB485 **文献标志码:** A

## Establishment of Optimization Evaluation Mathematical Model Based on the Combined Anti-Counterfeiting Packaging

HUANG Yingwei, WANG Minling

(Faculty of Printing and Packaging Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** This paper suggests the optimal evaluation principle of combined anti-counterfeiting package and establishes the corresponding mathematical model. With the combined anti-counterfeiting package technology of tobacco product as the research object, the branch and bound method (BBM) is used to carry out the decision-making analysis of performances and costs through man-machine interactive information in Matlab, whereby obtaining the optimal combination scheme of anti-counterfeiting package. Accordingly, this theory and method are of certain universality, which can be extended in the application of the combined anti-counterfeiting package of other goods.

**Key words:** combined anti-counterfeiting package; evaluation model; optimization

面对仿冒, 大多数企业都在试图将多种防伪技术有机结合并应用于产品包装, 以减少其被仿造的可能性, 提高防伪效果, 这也是今后防伪包装的发展趋势——组合防伪包装技术<sup>[1]</sup>。很多人在这方面都做出了相应的研究。本文以香烟防伪技术为研究对象, 基于分支限界算法 BBM 理论, 从性能和成本两方面着手, 将组合防伪技术与优化理论相结合建立评价模型, 并对结果进行了量化和可视化处理。

### 1 评价原则及数学模型的建立

研究组合防伪包装技术的优化问题, 实际上是研究如何以最小成本得到最佳的防伪效果。通过以下两种途径, 对组合防伪包装优化决策进行分析<sup>[2]</sup>。

1) 防伪性能最优准则。在给定成本的约束条

件下, 基于 BBM 优化理论求得最大加权平均性能, 可采用组合防伪性能指数来描述其优化评价的目标函数:

$$\max: \quad f_1 = \sum_{i=1}^n a_i x_i \quad (1)$$

$$\text{st:} \quad \sum_{i=1}^n b_i x_i \leq \text{constant}$$

2) 防伪成本最低准则。在给定加权平均性能的约束条件下, 基于 BBM 优化理论求得最小成本, 可采用组合防伪成本指数来描述其优化评价的目标函数:

$$\min: \quad f_2 = \sum_{i=1}^n b_i x_i \quad (2)$$

$$\text{st:} \quad \sum_{i=1}^n a_i x_i \geq \text{constant}'$$

收稿日期: 2011-04-09

基金项目: 陕西省教育厅基金资助项目(09JK620)。

作者简介: 黄颖为(1962-), 女, 陕西周至人, 教授, 研究方向为包装印刷质量控制与防伪。E-mail: huangyw12@163.com。

式中,  $f_1$ 、 $f_2$  代表目标优化函数;  $a_i$  代表第  $i$  种防伪技术的性能指数;  $b_i$  代表第  $i$  种防伪技术的成本指数;  $a_i/b_i$  表示第  $i$  种防伪技术的性价比;  $n$  是自然数, 代表可选择的组合防伪技术的数量;  $constant$  代表给定的防伪成本最大允许值;  $constant'$  代表给定的防伪性能最小允许值。在选择防伪技术时, 对每种技术  $i$  只有两种选择, 即采用或不采用。不能将技术  $i$  选择采用多次, 也不能部分采用技术  $i$ , 因此该问题隶属于 0-1 背包问题。对于组合防伪包装的优化求解问题, 设  $x_i = 1$  或  $0, x_i = 0$  表示不采用第  $i$  种防伪技术,  $x_i = 1$  表示使用第  $i$  种防伪技术, 则  $a_i x_i$  代表第  $i$  种防伪技术成为组合优化结果的一种。基于分支限界算法理论, 设计了两种优化方案, 旨在根据实际情况和按照客户所要求的标准, 更清楚地表达性能和成本之间的关系<sup>[3]</sup>。

## 2 计算机优化设计过程

图1是 Matlab 程序设计的人机信息交互式结构总框架图, 分别以防伪性能最优原则和防伪成本最低准则为目标优化函数, 设置相应的约束条件, 通过分支限界 BBM 理论优化出最佳组合防伪包装方案。然后对所优化出来的结果进行试验考察, 再指导生产, 以此来更好地满足客户的要求。

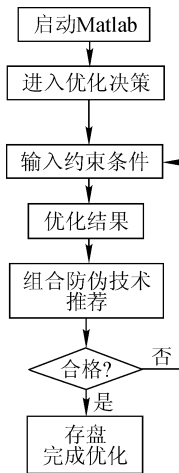


图1 Matlab 优化设计总体结构框架图  
Fig.1 The overall structure frame-chart of the optimization design in Matlab

在 Matlab 的 GUI 中, 组合防伪包装优化评价决策的流程主要分为以下几个部分<sup>[4]</sup>:

- 1) 设计一个有输入和输出的用户界面, 添加程序中按钮的响应函数, 进入决策系统;
- 2) 通过人机交互方式, 从性能和成本出发, 将约束条件输入到指定位置;
- 3) 调用目标评价函数, 优化出最佳的组合防伪

包装方案, 如果对设计满意, 则存盘输出决策结果, 否则可以继续修改、删除或者添加特征。

## 3 烟类标签组合防伪包装的优化研究分析

香烟类组合防伪包装常用的防伪技术有防伪油墨、防伪印刷和防伪技术等。表1和表2分别给出市场中香烟类产品常见的防伪技术和防伪油墨, 并给定技术评价指标、成本指数和性能指数, 将其代入式(1)和式(2)中, 得到该组合优化问题的数学评价模型式(3)和式(4)。

$$\max: f_1 = 70x_1 + 95x_2 + 80x_3 + 90x_4 + 80x_5 + 95x_6 + 75x_7 + 70x_8 + 70x_9 \quad (3)$$

$$\text{st: } 0.5x_1 + 0.75x_2 + 0.5x_3 + 1.0x_4 + 0.9x_5 + 0.9x_6 + 0.45x_7 + 1.0x_8 + 0.75x_9 \leq constant$$

$$\min: f_2 = 0.5x_1 + 0.75x_2 + 0.5x_3 + 1.0x_4 + 0.9x_5 + 0.9x_6 + 0.45x_7 + 1.0x_8 + 0.75x_9 \quad (4)$$

$$\text{st: } 70x_1 + 95x_2 + 80x_3 + 90x_4 + 80x_5 + 95x_6 + 75x_7 + 70x_8 + 70x_9 \geq constant'$$

表1 防伪技术的性能指数和成本指数<sup>[5]</sup>

Tab.1 Anti-counterfeiting technology performance index and cost index

防伪技术	性能评价指标			成本指标	
	可靠性	简便性	时效性	指数	评价 指数
激光全息图	中	好	短	70	低 0.5
核微孔膜	好	好	长	95	中 0.75
透过全息图	中	好	中	80	低 0.5
热色液晶	好	中	长	90	高 1.0
电话电码	中	中	中	80	高 0.9

表2 防伪油墨的性能指数和成本指数<sup>[5]</sup>

Tab.2 Anti-counterfeiting ink performance index and cost index

防伪技术	性能评价指标			成本指标	
	可靠性	简便性	时效性	指数	评价 指数
干涉油墨	好	好	长	95	高 0.9
温变油墨	中	好	短	75	中 0.6
光变油墨	中	好	短	70	高 1.0
压敏油墨	中	好	中	70	中 0.75

优化设计:

文中组合防伪包装优化设计系统是通过 Matlab 实现的, 该系统界面设计效果图如图2所示。

以一款“娇子”牌香烟的防伪标签为例研究组合防伪包装的优化问题, 标签采用可逆温变油墨、隐形荧光油墨、电话防伪等组合防伪技术。基于表1

和表 2 中的数据,得到该香烟组合防伪技术的各参数指数(表 3)。其组合防伪性能指数为 225,组合防伪成本指数为 2.5。



图 2 组合防伪包装优化系统界面

Fig. 2 The optimization system interface of combinational anti-counterfeiting packaging

表 3 “娇子”牌香烟组合性能指数和成本指数

Tab. 3 Combination performance index and cost index of the “Jiaozhi” brand cigarette

研究对象	可逆温变油墨	隐形荧光油墨	电话防伪	组合指数
防伪性能指数	75	70	80	225
防伪成本指数	0.6	1	0.9	2.5

现基于分支限界 BBM 理论和所建立的数学评价模型,运用 Matlab 程序分别对性能和成本进行优化。

**方案 I 性能优化。**将组合成本指数作为约束条件,通过 BBM 理论和 Matlab 程序进行优化方案计算,得出在组合成本不超过 2.5 的条件下,若采用激光全息、核微孔膜、透过全息、温变油墨等 4 种组合技术,此时组合性能指数可达 320(见图 3)。而表 3 中组合性能指数仅为 225。显然,在给定成本不变的情况下,采用优化后的组合防伪技术可将性能从 225 增加到 320,即组合性能指数提高了 95,即提高了 42.2%。

**方案 II 成本优化。**将组合性能指数作为约束条件,通过 BBM 理论和 Matlab 程序进行优化方案计算,得出在组合性能不低于 225 的条件下,若激光全息、透过全息、温变油墨等 3 种组合技术,此时组合成本指数为 1.6(见图 4)。而表 3 中组合成本指数为 2.5。显然,在给定性能不变的情况下,采用优化后的组合防伪技术可将成本从 2.5 降到 1.6,即组合防伪成本指数降低了 0.9,即降低了 36%。



图 3 组合成本不超过 2.5 的性能优化界面

Fig. 3 The performance optimization system interface of combination cost no more than 2.5



图 4 组合加权性能不低于 225 的成本优化界面

Fig. 4 The cost optimization system interface of combined weighted properties no less than 225

优化结束后,退出程序。通过优化结果可以看出,在满足成本和性能要求的情况下,若现实条件允许更改组合防伪技术,采用该系统优化后的结果,可以提高防伪性能和降低成本,即可达到以最低成本实现最佳防伪效果的目的。

## 4 结论

组合防伪技术已广泛应用于香烟、白酒、药品、食品等商品包装,以增加商品包装的防伪能力。

本文提出的组合防伪包装是从组合防伪性能和防伪成本出发,运用分支限界 BBM 理论和建立优化评价模型来求出最佳防伪包装方案。

该理论与方法可推广于其它商品的防伪包装,具有一定的通用性,另外,其开发的防伪包装智能决策系统也具有一定的推广性。

## 参考文献:

- [1] 刘以林. 我国商品防伪包装现状分析[J]. 中国防伪, 2005, (11):23-25.  
Liu Yilin. Status analysis of Chinese commodities anti-counterfeiting packaging [J]. China Counterfeit, 2005, (11): 23-25.
- [2] 吴艳叶. 组合防伪包装决策系统设计[D]. 西安:西安理工大学,2004.  
Wu Yanye. The Design of the Decision-Making System on Combined Anti-Counterfeiting Package [D]. Xi'an: Xi'an

University of Technology, 2004.

- [3] Arne Thesen 著. 运筹学的计算机方法[M]. 薛华成,译. 北京:清华大学出版社,1986.
- [4] 飞思科技产品研发中心. Matlab 6.5 辅助优化计算与设计[M]. 北京:电子工业出版社,2003.
- [5] 郭彦峰. 香烟类商品的组合防伪包装[J]. 包装工程, 2002, 23(1):34-37.  
Guo Yanfeng. Combinatorial counterfeit package of cigarette [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(1):34-37.

(责任编辑 王卫勋)

## 简讯

## 依托西安理工大学建设的三个陕西省重点实验室完成评估工作

2011年8月25日-26日,陕西省科技厅组织有关专家分别对依托西安理工大学建设的“陕西省腐蚀与防护重点实验室”、“陕西省黄土力学与工程重点实验室”、“陕西省网络计算与安全技术重点实验室”等三个实验室进行了现场评估。

专家组在评估结论中指出:“陕西省腐蚀与防护重点实验室”围绕陕西省地方工业的发展需求,开展腐蚀与防护技术研究和服务,研究目标明确,定位合理,特色鲜明,注重产学研用结合,为地方经济建设做出了突出贡献;“陕西省黄土力学与工程重点实验室”结合国家西部大开发和地方基础设施建设发展需求,开展了黄土工程性质与力学模型、黄土动力学与土工抗震、土工防渗技术、旱区隧洞与地下工程、土工防灾减灾等五个方向的研究,定位准确,特色鲜明;“陕西省网络计算与安全技术重点实验室”根据网络计算与安全领域发展的趋势,形成了服务计算、云计算、网络软件架构、数字签名与网络攻防、基于网络的图像并行处理与应用等研究方向,是陕西省在该领域的高层次科研和人才培养基地。

(摘自西安理工大学新闻网 2011-08-29)