

# 基于 TRIZ 理论的卷烟分拣作业中喷码系统创新设计

尹健康<sup>1,3</sup>, 陈昌华<sup>2</sup>, 黄登仕<sup>1</sup>

(1.西南交通大学 经济管理学院/管理科学与工程博士后流动站, 成都 610031;

2.西华大学, 成都 610039; 3.四川省烟草公司成都市公司, 成都 610072)

**摘要:** **目的** 解决卷烟分拣作业中喷码系统安装在皮带输送机上方, 易受条烟不规则、条烟颜色和环境光线的影响, 从而导致漏喷码次数高等问题。**方法** 应用 TRIZ 理论对喷码系统进行创新设计, 根据反向作用原理和物理/化学状态变化原理, 将喷码系统安装在皮带输送机底板下方, 并采用对颜色识别灵敏度更高的色标来检测光电传感器。**结果** 改进后, 喷码系统的月均条烟漏喷码次数由 305 次减少到 4.3 次, 提高了卷烟配送的分拣效率。**结论** 表明 TRIZ 理论确定的解题方向是可行的, 可以有效解决卷烟喷码系统优化设计的工程技术问题。

**关键词:** 卷烟分拣; 喷码系统; 创新设计; TRIZ 理论

**中图分类号:** TS43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)09-0108-06

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.09.019

## Innovation Design of Inkjet System in Cigarette Sorting Operation Based on TRIZ Theory

YIN Jian-kang<sup>1,3</sup>, CHEN Chang-hua<sup>2</sup>, HUANG Deng-shi<sup>1</sup>

(1.School of Economics and Management/Postdoctoral Station in Management Science and Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2.Xihua University, Chengdu 610039, China; 3.Chengdu Branch of Sichuan Provincial Tobacco Companies, Chengdu 610072, China)

**ABSTRACT:** The work aims to solve the problem that the inkjet system installed above the belt conveyor in the cigarette sorting operation was easily affected by the irregularity and color of cigarette and the ambient light, thus resulting in such problems as a large number of missing sprayed codes. TRIZ theory was applied in the innovation design of inkjet system. According to the reaction principle and the physical/chemical state change principle, the inkjet system was installed at the bottom of the belt conveyor floor, and the color code with higher color recognition sensitivity was used to detect the photoelectric sensor. The number of average missing sprayed codes of cigarettes of the improved inkjet system in each month was reduced from 305 to 4.3, which improved the sorting efficiency of cigarette distribution. It shows that the direction of problem solving determined by the TRIZ theory is feasible, which can effectively solve the engineering problems in optimal design of cigarette inkjet system.

**KEY WORDS:** cigarette sorting; inkjet system; innovation design; TRIZ theory

烟草商业物流是典型的零售业物流, 即卷烟从烟草公司经零售户向消费者移动的物理过程, 包括仓储、分拣、配送等 3 个作业环节<sup>[1]</sup>。其中, 分拣作业是烟草商业物流的核心环节, 一般由分拣系统、喷码

系统、包装系统组成<sup>[2]</sup>。近几年, 国内外学者对分拣作业中的分拣系统的优化设计研究较多, 研制了电子标签辅助拣选设备、塔式分拣机、料仓式分拣机、卧式分拣机、立式分拣机以及复合式分拣机等卷烟分拣

收稿日期: 2017-11-03

基金项目: 四川省科技计划 (2017GZ0358, 2017GZ0187); 西华大学校重点项目 (zw1311543)

作者简介: 尹健康 (1969—), 博士, 高级工程师, 主要研究方向为物流设计及管理。

通信作者: 陈昌华 (1982—), 博士, 西华大学讲师, 主要研究方向为科技管理、工业工程。

设备,实现了卷烟自动分拣作业<sup>[3-7]</sup>。关于喷码系统和包装系统的研究,孙军等<sup>[8]</sup>设计了烟包喷码图像自动检测控制系统;王伟等<sup>[9]</sup>提出了一种基于工况划分和模型匹配的超高速小盒包装机故障监测与诊断方法;邱仕强等<sup>[10]</sup>设计了一套小盒班次打码装置,但主要是应用于烟草工业领域,对烟草商业物流中的喷码系统和包装系统研究较少。

当前,烟草商业物流采用的喷码系统并不统一,喷码效果差异较大,部分喷码系统受条烟规格、颜色和环境光线干扰,常出现漏码现象,严重影响了分拣整体效率,因此,非常有必要对漏码严重的喷码系统进行创新设计。关于创新设计,最常用的方法是 TRIZ 理论,该理论以其良好的可操作性、系统性和实用性在创新、创造学研究领域中占据着重要的位置,已被认为是一种世界级的创新方法,在机械制造、航空航天、电子科技,甚至艺术、教育、医学、管理等领域均得到了广泛应用<sup>[11]</sup>。在烟草领域,齐瑞文等<sup>[12]</sup>将 TRIZ 理论应用于卷烟包装盒设计中,设计出一种全新的卧式卷烟包装盒。桂冬等<sup>[13]</sup>将 TRIZ 理论应用于烤烟布料设备的故障诊断,判断出设备体系的瓶颈问题,并通过分析布料车故障原因得出矛盾矩阵。熊高云等<sup>[14]</sup>将 TRIZ 理论应用于烟叶除麻设备技术改进。王耀文等<sup>[15]</sup>运用 TRIZ 理论确定了小型深耕机的耕作模式,并设计出一种适用于丘陵烟田的小型深耕机。上述研究表明 TRIZ 理论已在烟草领域中得到局部应用,在卷烟生产、烟草物流、烟草农业等方面均有较大的应用空间和应用价值。

文中针对喷码系统存在的技术问题,以四川省各地市卷烟分拣情况为依据,将 TRIZ 理论应用于卷烟物流分拣环节的喷码系统进行优化,以消除该系统的漏喷码问题,提高分拣效率,降低分拣成本和分拣时间。

## 1 问题分析

根据烟草专卖管理要求,每条卷烟外包装上都要打印每个零售户的唯一专用喷码,便于在销售过程中对零售户的卷烟经营行为进行管理。喷码系统是完成卷烟喷码作业的关键点,其由检测器和激光打码机构成。经对四川省 21 个地市级烟草商业公司的卷烟喷码系统进行调查,结果见表 1。

由表 1 可知,四川省 21 个地市级烟草商业公司的卷烟喷码均采用激光打码机,80%以上采用色标检测光电传感器。打码机和检测器的安装位置区别较大,根据安装位置的不同可分为 4 类:第 I 类为打码机和检测器均安装在皮带输送机上方,四川省有 6 家(其中采用混合分拣方式的有 4 家),占 28.6%;第 II 类为打码机和检测器均安装在皮带输送机下方,四川省有 11 家,占 52.4%;第 III 类为打码机和检测器

表 1 四川省 21 个地市级烟草商业公司  
卷烟喷码系统调查结果

Tab.1 Investigation results of cigarette inkjet system of 21 prefecture-/city-level cigarette business companies of Sichuan Province

序号	城市	喷码系统组成		喷码系统安装位置		分 类
		打码机	检测器	打码机	检测器	
1	南充市	激光	光电(漫反)	上方	上方	I
2	达州市	激光	色标	上方	上方	
3	广安市	激光	色标	上方	上方	
4	遂宁市	激光	色标	上方	上方	
5	自贡市	激光	色标	上方	上方	
6	攀枝花	激光	色标	上方	上方	
7	绵阳市	激光	色标	下方	下方	II
8	宜宾市	激光	色标	下方	下方	
9	凉山州	激光	色标	下方	下方	
10	德阳市	激光	色标	下方	下方	
11	眉山市	激光	色标	下方	下方	
12	广元市	激光	色标	下方	下方	
13	资阳市	激光	色标	下方	下方	
14	内江市	激光	色标	下方	下方	
15	雅安市	激光	色标	下方	下方	
16	巴中市	激光	色标	下方	下方	
17	阿坝州	激光	色标	下方	下方	
18	泸州市	激光	色标	上方	下方	III
19	甘孜州	激光	光电(漫反)	上方	下方	
20	成都市	激光	光电(对射)	下方	上下	IV
21	乐山市	激光	光电(对射)	下方	上下	

分别安装在皮带输送机的上下方,四川省有 2 家,占 9.5%。第 IV 类为打码机安装在皮带输送机下方,检测器采用对射式光电检测器,其发送端在下方,接收端在上方,四川省有 2 家,占 9.5%。全国各省情况跟四川省基本类似,估计全国仍有 30%左右的地市级烟草商业企业的喷码系统为第 I 类。目前,行业专家普遍认为第 II 类喷码系统的喷码效果更加有效,可预见未来新建的喷码系统一般为第 II 类。如何为尚属于第 I 类喷码系统的优化提供科学的理论依据和最经济的改造方案,仍然是值得研究的实践课题。

文中进一步以 xx 市烟草商业物流中心为例,分析第 I 类喷码系统存在的问题和原因。该物流中心改造前的喷码系统由在线光电同步检测器和激光打码机构成,均安装在皮带输送机上方,属于第 I 类。收集该物流中心 2015 年第 1 季度条烟漏码情况,见表 2。可以看出,月均漏码次数为 330 次,其中由检测不准确引起的漏码次数占整个条烟漏码总数的 92.42%,表明第 I 类喷码系统的检测器存在较大的技术问题,严重影响了分拣效率以及条烟喷码的合格率。

表2 xx市烟草物流中心2015年第1季度条烟漏码统计  
Tab.2 Cigarette dropout statistics of a tobacco logistics center in the first quarter of 2015 of xx city

缺陷统计	1月	2月	3月	月均	占缺陷总数的比例/%
检测原因导致的条烟漏喷码次数	311	314	289	305	92.42
其它原因导致的条烟漏喷码次数	28	25	22	25	7.58
合计	339	339	311	330	100

经过现场调查和分析,确定导致检测不准确的主要原因有:采用标准卷烟和异型卷烟混合分拣的方式,因条烟规格不同,且检测器在皮带输送机上方,在线光电同步检测器和各类烟条之间的检测距离存在较大波动,因此易出现检测误差,尤其是对于异型卷烟的分拣,常常造成前后喷码异常,漏喷现象多;受条烟颜色多样性和环境光线条件的干扰,反射回在线光电同步检测器的信号易出现偏差,致使漏喷现象增多。

为解决安装在皮带输送机上方的喷码系统因检测不准确带来的漏喷问题,利用TRIZ理论找到喷码系统的改进方向,并结合工程实践,提出具体的设计方案。

## 2 TRIZ理论模型与求解

### 2.1 TRIZ理论的问题解决模型

TRIZ理论即发明问题解决理论是前苏联的阿利赫舒列尔(G. S. Altshuller)通过分析世界近250万份高水平的发明专利,总结出的一套发现问题并找到解决方案的综合理论体系<sup>[16]</sup>。TRIZ理论解决问题的一般流程见图1。首先,用39个特征参数将实际问题抽象为TRIZ问题;再利用TRIZ工具(如矛盾矩阵、发明原理)得到TRIZ问题的一般解;最后,结合工

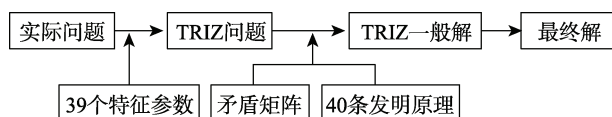


图1 TRIZ理论解决问题的一般流程

Fig.1 The general process of problem solving based on TRIZ theory

程人员的实际经验和专业知识,将一般解转化为实际问题的最终解,即实际问题的解决方案。

其中,39个特征参数和40个发明原理分别见表3和表4。矛盾矩阵为40×40的矩阵,第1行和第1列均为顺序排列的39个特征参数序号。矩阵中行和列分别描述冲突中特征参数恶化和改善的一方。除第1行与第1列外,其余部分形成1个39×39的矩阵,其元素为一组数字或为空,这些数字代表推荐采用的发明原理序号。矛盾矩阵为解决技术矛盾提供了最有可能的探索方向。解决实际问题时,根据所提供的发明原理和所要解决问题的特定条件便可得到解决问题的具体方法。

### 2.2 定义技术矛盾

喷码系统安装在皮带输送机上方,由于卷烟规格不同,必然存在检测器到卷烟的距离不同,且不同品牌卷烟的颜色各异,导致检测器对不同距离及不同颜色的响应情况不同,从而会出现烟条漏码情况。为了解决该问题,通过引入TRIZ矛盾矩阵以寻找解决思路。根据上述分析,技术矛盾的双方是提高检测器的检测精度与系统结构复杂性和抗干扰能力,其中改善方为提高检测器的检测精度,恶化方为系统结构太复杂、成本高与适应性差。

### 2.3 查找矛盾矩阵

将矛盾双方转化为TRIZ语言,检测器的检测精度转化为测试精度,系统结构复杂转化为装置的复杂性,系统的抗干扰能力转化为适应性及多样性,查找TRIZ矛盾矩阵列表得到相关发明原理,见表5。

表3 39个特征参数  
Tab.3 39 characteristic parameters

序号	名称	序号	名称	序号	名称	序号	名称
1	运动物体的质量	11	应力或压力	21	功率	31	物体产生的有害因素
2	静止物体的质量	12	形状	22	能量损失	32	可制造性
3	运动物体的长度	13	结构的稳定性	23	物质损失	33	可操作性
4	静止物体的长度	14	强度	24	信息损失	34	可维修性
5	运动物体的面积	15	运动物体作用时间	25	时间损失	35	适应性及多用性
6	静止物体的面积	16	静止物体作用时间	26	物质或事物的数量	36	装置的复杂性
7	运动物体的体积	17	温度	27	可靠性	37	监控与测试的困难程度
8	静止物体的体积	18	光照度	28	测试精度	38	自动化程度
9	速度	19	运动物体的能量	29	制造精度	39	生产率
10	力	20	静止物体的能量	30	物体外部有害因素作用的敏感性		

表 4 40 个发明原理  
Tab.4 40 invention principles

序号	名称	序号	名称	序号	名称	序号	名称
1	分割	11	事先防范	21	紧急行动	31	多孔材料
2	抽取	12	等势性	22	变害为利	32	改变颜色
3	局部质量	13	反向作用	23	反馈	33	同质性
4	增加不对称	14	曲面化	24	中介物	34	抛弃与修复
5	组合	15	动态特性	25	自服务	35	物理/化学状态变化
6	多用性	16	未达到或过度的作用	26	复制	36	相变
7	嵌套	17	空间维数变化	27	廉价替代品	37	热膨胀
8	重量补偿	18	机械振动	28	机械系统替代	38	加速氧化
9	预先反作用	19	周期性作用	29	气动与液压结构	39	惰性环境
10	预先作用	20	有效作用的连续性	30	柔性壳体或薄膜	40	复合材料

表 5 TRIZ 矛盾矩阵  
Tab.5 TRIZ contradiction matrix

		1	2	35	36	...	39
		移动物体的重量	静止物体的重量	适应性及多样性	装置的复杂性	...	生产率
1	移动物体的重量	+	-	29,5,15,8	26,30,36,34	...	35,3,24,37
2	静止物体的重量	-	+	-	-	...	1,28,15,35
28	测试精度			13,35,2	27,35,10,34	...	13,35,2
...	...	...	...	...	...	...	...
39	生产率	35,26,24,37	28,27,15,3	1,35,28,37	12,17,28,24	...	+

查找表 5，从改善的特征中找到测试精度 28，在恶化的特征中找到适应性及多样性 35 和装置的复杂性 36，对应的中间矩阵即为解决该矛盾的相关发明原理。其中：2 为抽取原理，即从物体中抽出产生负面影响（或必要）的部分和属性；10 为预先作用原理，即预先将物体安放妥当，使之能在现场和最方便地点立即完成所起的作用；13 为反向作用原理，即将一个问题中所规定的操作改为相反操作，使物体中的运动部分静止，静止部分运动，或者将物体（或过程）颠倒；27 为廉价替代品原理，即用一些低成本物体不耐用物体代替昂贵、耐用物体；34 为抛弃与修复原理，即当一物体完成功能无用时，抛弃或修改，或者立即恢复一个物体中所损耗的部分；35 为物理/化

学状态变化原理，即改变系统的物理/化学状态（性能转换法），改变浓度或密度，改变灵活程度，改变温度或体积。

### 2.4 基于发明原理的喷码系统创新设计

结合工程实际分析，喷码系统的打码设备安装位置可变，检测器是独立器件，且有不同参数性能的成品器件可供选择，以及易于操作的工程要求，故优先选取反向作用原理、物理/化学状态变化原理制定解决方案，具体措施为：根据反向作用原理，将检测器安装在皮带输送机底板下方；根据物理/化学状态变化原理，改进检测器，提高对颜色识别灵敏度。根据以上 2 条措施，重新设计条烟喷码系统，其结构见图 2。

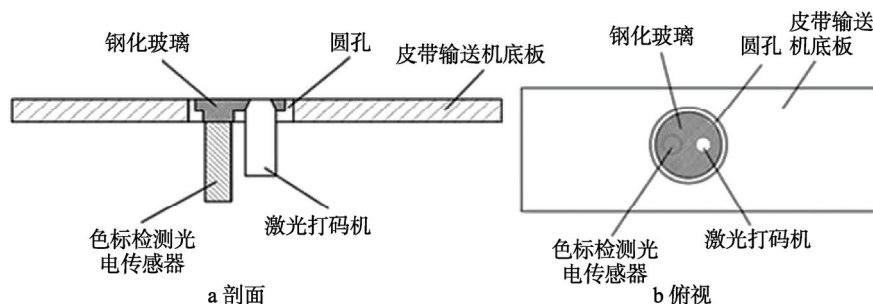


图 2 条烟喷码系统结构  
Fig.2 Structure of cigarette inkjet system

如图2所示,条烟喷码系统由色标检测光电传感器和激光打码机构成,安装在皮带输送机底板下方,检测器上方开有圆孔,并在圆孔中正对色标检测光电传感器处安装有钢化玻璃,激光打码机安装在皮带输送机底板的圆孔中,激光打码机顶端与皮带输送机底板上表面齐平。为了更好地检测效果和最佳地对比度,色标检测光电传感器选用适合于食品加工行业的R55F色标传感器,满足各种颜色条烟的动态识别。

分拣喷码工序的皮带输送机开机运行后,色标检测光电传感器内的LED发射器开始向垂直上方发射检测信号,检测其上方是否存在物体,其上方的钢化玻璃可保护色标检测光电传感器免受皮带输送机上所传送的运动物体的磨损,并减少灰尘积累,且不影响检测信号的传输,可保证色标检测光电传感器的检测精度,延长使用寿命。

在分拣喷码工序中,某零售户订购的若干条烟平放于皮带输送机底板上,当输送至色标检测光电传感器垂直上方时,色标检测光电传感器发射的检测信号

被反射回传,即可检测出其上方存在条烟物体,通过高低速皮带轮调速,可使各条烟之间因速度差而产生3~5 mm的间隙,色标检测光电传感器即可通过该间隙判断条烟数量,对条烟进行喷码同步检测定位,从而产生控制信号,控制后方紧邻的激光打码机进行与条烟数量相同次数的打码操作;打码时,激光打码机从后台管理软件获取该零售户的专用喷码,并将专用喷码快速打印到处于圆孔上方的条烟上。

### 3 应用效果

利用创新设计方案对xx市烟草商业物流中心的喷码系统进行改进,并于2015年8月投入运行,收集2015年9—11月的条烟漏喷码情况统计见表6。数据显示,改进后的喷码系统的条烟漏喷码次数明显降低,由月均330次减少到月均26次,其中因检测原因导致的漏喷码次数由月均305次减少到月均4.3次,大大提高了卷烟分拣的质量与效率。

表6 实施后的条烟漏喷码统计  
Tab.6 Cigarette dropout statistics after the implementation

缺陷统计	9月	10月	11月	月均	占缺陷总数的比例/%
检测原因导致的条烟漏喷码次数	5	4	4	4.3	16.54
其它原因导致的条烟漏喷码次数	23	20	22	21.7	83.46
合计	28	24	26	26	100

上述结果表明,TRIZ理论可以有效解决卷烟分拣喷码系统中的技术问题。相较于传统的依赖设计者的直觉、想象、灵感和经验的设计方法,TRIZ理论提供了更加科学地解决问题的具体思路 and 方向,可突破设计者思维束缚,帮助设计者快速、准确地分析和发现核心问题或根本矛盾,缩短问题解决的时间,提高创新设计的成效。此外,虽然TRIZ实施效果显著,但从实施结果来看,并未彻底解决条烟漏喷码问题,可以利用TRIZ理论进一步分析和发现其他根本矛盾。

总结卷烟分拣喷码系统创新设计的过程可知,TRIZ理论是解决烟草领域的产品创新或工程技术问题的有效方法,构建产品创新或工程技术问题的矛盾矩阵是TRIZ理论应用的关键步骤;TRIZ理论并不能直接给出问题的特定解,要想获得具有创造性的解,还需要设计者依据TRIZ理论指明的方向,结合问题的特定条件,充分发挥自己的专业知识和实践经验,去对问题进行深入地探索。TRIZ理论应该是一个反复循环的求解过程,未解决的关键工程技术问题可作为下一个TRIZ方案的起点。

### 4 结语

运用TRIZ理论可以快捷地寻找出喷码系统存在

的关键矛盾和解决关键矛盾应该使用的TRIZ工具,根据改变物体性质原理和反作用原理,将原来的在线光电同步检测器替换成对颜色识别灵敏度更高的色标检测光电传感器,同时将检测器安装在皮带输送机底板下方,以此成功指导了条烟喷码系统的结构设计。经实际应用,因检测原因导致的月均条烟漏喷码次数由305次减少到4.3次,证明TRIZ理论确定的解题方向是切实可行的。该方法为喷码系统安装在皮带输送机底板上方的卷烟分拣线改造(尤其是混合分拣线)提供了改进方向和具体实施方案,同时为解决烟草物流领域的其他工程技术问题提供了较好的示范和指导作用。对于未彻底解决的漏喷码问题,可进一步运用TRIZ理论分析和发现其他根本矛盾,同时可运用TRIZ理论解决烟草物流系统中的立体仓库、穿梭车、提升机等瓶颈设备的工程技术问题。

### 参考文献:

- [1] 盛灿. 卷烟物流配送中心规划文献综述[J]. 物流科技, 2015, 38(3): 98—100.  
SHENG Can. Review of Cigarette Logistics Distribution Center Planning[J]. Logistics Sci-Tech, 2015, 38(3): 98—100.



- [2] 赫丽丹, 蒋明青. 基于 3PL 理念下的烟草商业物流业务流程重组研究[J]. 价值工程, 2013, 32(3): 14—15.  
HE Li-dan, JIANG Ming-qing. Research on Tobacco Commercial Logistics Business Process Reengineering Based on the Idea of 3PL[J]. Value Engineering, 2013, 32(3): 14—15.
- [3] 杨启成, 李向东, 等. 自动分拣技术在卷烟成品配送系统中的应用[J]. 物流技术, 2007, 26(2): 151—154.  
YANG Qi-cheng, LI Xiang-dong, et al. Application of Automated Sorting Technology in Cigarette Distribution System[J]. Logistics Technology, 2007, 26 (2): 151—154.
- [4] DALLARI F, MARCHET G, MELAEINI M. Design of Order Picking System[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2009, 42(1/2): 1—12.
- [5] DONG M W, LI Q, ZHOU Z L. Simulation and Optimization About Sorting System of Distribution Center[C]// Proc. of the IEEE 2nd International Conference on Computing, Control and Industrial Engineering, 2011: 410—413.
- [6] 肖际伟, 吴耀华, 娄山佐, 等. 复合式卷烟分拣系统分拣机组合优化[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(2): 251—256.  
XIAO Ji-wei, WU Yao-hua, LOU Shan-zuo, et al. Optimal Dispensers' Combination for Complex Cigarette Sorting System[J]. Systems Engineering-theory & Practice, 2010, 30(2): 251—256.
- [7] 冯春, 陈柏. 半自动分拣线上运动条烟的在线识别[J]. 烟草科技, 2015, 48(1): 90—95.  
FENG Chun, CHEN Bai. Online Recognition of Moving Cigarette Cartons on Semi-automatic Sorting Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2015, 48(1): 90—95.
- [8] 孙军, 张振华. 烟包喷码图像自动检测控制系统的设计与应用[J]. 烟草科技, 2010(5): 17—18.  
SUN Jun, ZHANG Zhen-hua. Design and Application of Automatic Ink-jet Printed Code Inspection and Control System for Cigarette Packet[J]. Tobacco Science & Technology, 2010(5): 17—18.
- [9] 王伟, 赵春晖, 李钰靓, 等. 超高速小盒包装机多工况过程故障监测与诊断方法[J]. 烟草科技, 2016, 49(7): 91—97.  
WANG Wei, ZHAO Chun-hui, LI Yu-liang, et al. Monitoring and Diagnosis of Ultrahigh-speed Cigarette Packer Based on Operating Status[J]. Tobacco Science & Technology, 2016, 49(7): 91—97.
- [10] 邱仕强, 吕小波, 林子尧. GDH1000 包装机小盒班次打码装置的设计[J]. 烟草科技, 2016, 49(7): 105—109.  
QIU Shi-qiang, LYU Xiao-bo, LIN Zi-yao. Design of Shift Code Printing Device for Cigarette Packets in GDH1000 Packer[J]. Tobacco Science & Technology, 2016, 49(7): 105—109.
- [11] 陈敏慧, 蒋艳萍, 等. TRIZ 国内外研究现状、存在问题及对策研究[J]. 科技管理研究, 2015, 35(1): 24—27.  
CHEN Min-hui, JIANG Yan-ping, et al. The Research Actuality of TRIZ and the Existing Problems and Countermeasures Research[J]. Science and Technology Management Research, 2015, 35(1): 24—27.
- [12] 齐瑞文, 杨明朗, 黄婉春. TRIZ 创新理论在卧式卷烟包装盒设计中的运用[J]. 包装工程, 2006, 27(1): 140—141.  
QI Rui-wen, YANG Ming-lang, HUANG Wan-chun. Design of Horizontal Cigarette Case Utilizing the TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(1): 140—141.
- [13] 桂冬, 朱涛, 孙德福, 等. TRIZ 理论在烤烟布料设备故障诊断中的应用[J]. 烟草科技, 2012(2): 16—18.  
GUI Dong, ZHU Tao, SUN De-fu, et al. Application of TRIZ Theory in Fault Diagnosis of Tobacco Feeding and Spreading Equipment during Redrying Process[J]. Tobacco Science & Technology, 2012(2): 16—18.
- [14] 熊高云, 刘国发, 赵潇, 等. 基于 TRIZ 理论的烟叶除麻设备技术改进[J]. 机械制造与自动化, 2013, 42(3): 82—85.  
XIONG Gao-yun, LIU Guo-fa, ZHAO Xiao, et al. Technological Improvement of Tobacco Flax-removal Equipment Based on TRIZ Theory[J]. Machine Building & Automation, 2013, 42(3): 82—85.
- [15] 王耀文, 叶进, 曾百功, 等. 基于 TRIZ 理论的烟田小型深耕机研制[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(4): 198—204.  
WANG Yao-wen, YE Jin, ZENG Bai-gong, et al. Design of a Small Deep Plowing Machine for Tobacco Fields Based on TRIZ Theoty[J]. Journal of Southwest University(Natural Science Edition), 2014, 36(4): 198—204.
- [16] 李辉, 霍江涛, 许波, 等. 基于 TRIZ 的专利组合设计理论研究[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(36): 197—203.  
LI Hui, HUO Jiang-tao, XU Bo, et al. Research on Patent Portfolio Design by Using of TRIZ Method[J]. Science Technology and Engineering, 2014, 14(36): 197—203.