

基于 TRIZ 理论的纸盒包装机成型机构设计与分析

刘晨敏

(重庆工商大学 融智学院, 重庆 401320)

摘要: **目的** 为解决现有纸盒包装机存在的成型与粘盒工序分离、无法适应多规格纸盒生产、生产效率低等问题。**方法** 文中引入发明问题解决理论 (TRIZ 理论), 针对性地分析现有技术问题, 提取出技术特征参数并组建矛盾对, 通过查询矛盾冲突矩阵得到解决技术问题的发明原理, 筛选出可用发明原理后再经过创新设计, 对发明原理具体化, 形成纸盒包装机成型机构的实际应用方案。**结果** 得到了基于成型模块与喷胶组件有机耦合实现同一工位成型和粘盒, 且可快速调整工装, 以适用多种规格纸盒的成型机构创新设计方案。**结论** 文中设计的纸盒包装机成型机构实现了成型与粘盒工序的集中, 简化纸盒生产工序, 又能满足多规格纸盒需求, 提高设备柔性。

关键词: TRIZ 理论; 纸盒包装机; 成型机构; 创新设计

中图分类号: TB486 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)09-0193-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.09.029

Design and Analysis of the Shaping Machinery for Carton Forming Machine Based on TRIZ Theory

LIU Chen-min

(Rongzhi College of Chongqing Technology and Business University, Chongqing 401320, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the existing problems of the carton forming machine such as the decentralization of molding and sticking process, inability to adapt to the production of multi-size carton boxes, and low production efficiency. Based on the TRIZ theory and targeted analysis on the existing technical problems, the technical feature parameters were extracted, and the contradictory pairs were formed. The invention principles were achieved by querying the conflict matrix. After the invention principles available were screened and the innovative design was made, the invention principles were specialized to form the practical application scheme of shaping machinery for carton forming machine. The innovative design scheme of shaping machinery to complete the molding and sticking at the same station based on the organic coupling of molding module and glue-spraying component and able to quickly adjust the tooling to suit various specifications of carton boxes was obtained. The shaping machinery for carton forming machine designed herein not only achieves the centralization of molding and sticking process and simplifies the production process, but also meets the requirements of multi-size carton boxes and improve the equipment flexibility.

KEY WORDS: TRIZ theory; carton forming machine; shaping machinery; innovative design

TRIZ 理论是“发明问题解决理论”的俄文首字母缩写, 是由阿奇舒勒建立的一套体系化的、实用的发

明问题解决方法^[1-3]。阿奇舒勒认为, 发明问题的基本原理是客观存在, 掌握该原理不仅能提高发明的成

收稿日期: 2019-06-26

作者简介: 刘晨敏 (1989—), 女, 硕士, 重庆工商大学融智学院助教, 主要研究方向为智能装备与物流技术。

功率,缩短发明的周期,还可使发明问题具有可预见性。TRIZ 作为先进、系统和有效的创新理论和方法,在工程领域得到了广泛应用。实践证明,运用 TRIZ 理论可获得较高质量的创新产品^[4—9]。

纸盒包装机械是完成产品包装用纸盒的成型工艺过程的自动化设备,在食品、日化用品及医药等领域应用广泛。目前,受传统的设计工艺和落后生产方式的制约,现有的纸盒包装机大多采用的是将成型和粘盒工艺分成多个工序的方式,工序之间常需要搬运等才能顺利衔接,导致生产流程烦琐,设备体积大,工作效率低等诸多问题^[10—12]。现代工业环境要求包装机械具有更高的生产效率、柔性和灵活性^[13—14],因此,设计一款能适应多品种、满足自动化包装生产需求的纸盒包装机具有较强的实际生产意义。

文中基于 TRIZ 理论来寻求纸盒包装机成型和粘盒工序集中、适应多种规格纸盒的解决方法,对纸盒成型工艺及工作流程、功能组件和结构进行分析,应用到纸盒包装机的成型机构创新设计中,并应用于生产实际中。

1 TRIZ 理论

TRIZ 理论解决问题的流程见图 1。TRIZ 理论将发现和消除产品设计过程中出现的技术矛盾作为创

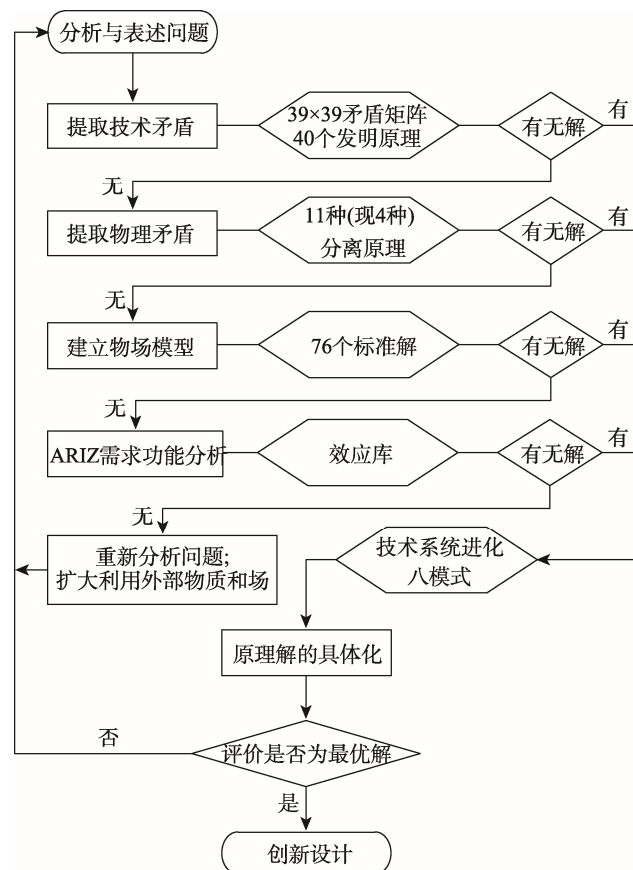


图 1 TRIZ 理论解决问题的流程

Fig.1 Problem solving process of TRIZ theory

新设计问题的核心,通过采用 39 个通用工程参数对技术矛盾进行描述,将实际工程技术中的矛盾转化为一般的标准技术矛盾,并利用这 39 个工程参数构造矛盾冲突矩阵,该矩阵将描述技术矛盾的 39 个通用工程参数与 40 个发明创新原理建立了对应关系,通过查阅已找到的发明创新原理,再结合专业知识,可找到解决具体技术矛盾的方法,进而达到产品创新设计的目的^[15—16]。

2 问题分析

2.1 纸盒成型工艺

文中研究的纸盒包装机主要用于系列圆柱形电子产品包装用纸盒,是包装自动化生产线的重要组成部分,要求成型机构应满足多种规格的纸盒,其展开图见图 2,底面尺寸 A , B 不同而构成不同规格的纸盒坯。某种规格纸盒的成型工艺见图 3。

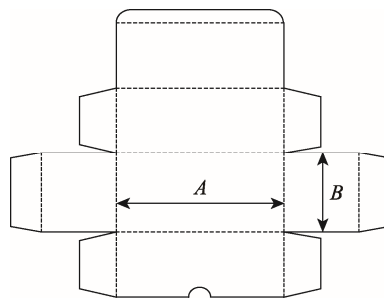


图 2 纸盒规格及其展开图

Fig.2 Carton specifications and unfolding view

2.2 问题描述及解决目标

现有纸盒包装机大多采用将成型和粘盒工艺分成多个工序,不在一个工位上完成,且一台设备无法满足多种规格纸盒成型,导致生产流程烦琐、柔性差、工作效率低等问题。

针对目前存在的问题,提取出 2 个解决问题的目标。

1) 为简化工序,减少搬运环节,成型工位要自动完成纸盒成型与粘盒 2 种工艺。

2) 为提高设备柔性,要求成型工位通过快速更换工装夹具能满足多种规格的纸盒成型。

2.3 功能及结构分析

分析纸盒成型工艺可知,成型机构的工作流程为:成型压块下压→折侧板 I→折侧耳→点胶机喷胶→折侧板 II 粘接→纸盒成型。每个流程均需要对应的功能及结构组件,成型机构的功能分解及结构分析见图 4—5。

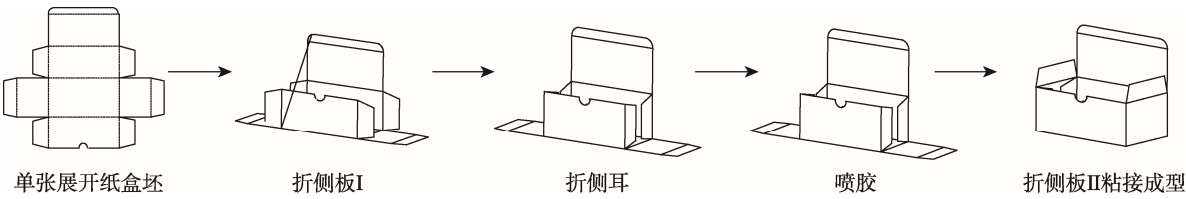


图 3 纸盒成型工艺
Fig.3 Carton shaping process

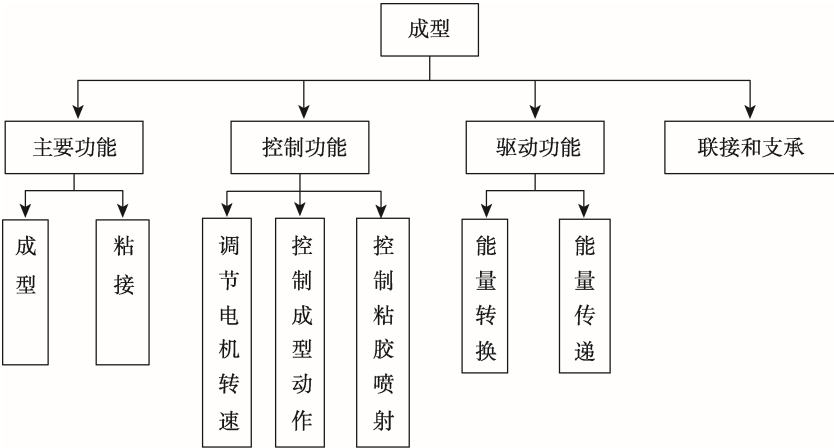


图 4 成型机构功能分解
Fig.4 Function decomposition of shaping machinery

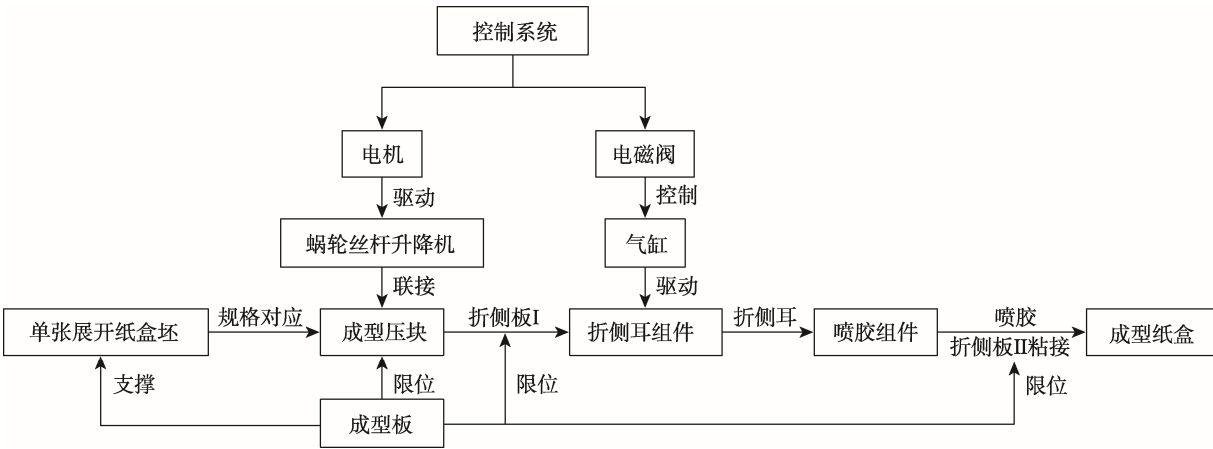


图 5 成型机构结构分析
Fig.5 Structure analysis of shaping machinery

3 成型机构创新设计

3.1 提取技术特征参数，组建矛盾对

根据 TRIZ 理论创新设计的一般流程，在进行具体设计时需将技术矛盾用 39 个通用工程参数进行标准化描述，在此基础上建立冲突矩阵。分析该技术要求可总结出第 1 组矛盾，单台设备在成型工位要自动化的完成纸盒成型与粘盒工艺，查询 TRIZ 表，得到技术特征参数 38（自动化程度）与 35（适应性及多用性）之间构成矛盾对。总结得到的第 2 组矛盾，该纸盒包装机在成型工位需满足通过快速更换工装而

实现多种规格的纸盒成型，查询 TRIZ 表，得到技术特征参数 34（可维修性）与 35（适应性及多用性）之间存在矛盾。经过上述分析，组建的矛盾对为 M_{38-35} 和 M_{34-35} ^[15]。

3.2 建立冲突矩阵，确定发明原理

根据上述提取的通用工程参数 34（可维修性）、35（适应性及多用性）、38（自动化程度），建立矛盾冲突矩阵，见表 1。

根据矛盾冲突矩阵，由组建的矛盾对对应找到解决矛盾的发明原理 $M_{38-35}=[27, 4, 1, 35]$ ，即 27（用价廉而寿命短代替昂贵而寿命长的原理）、4（不

对称原理)、1(分割与切割原理)、35(参数变化原理), $M_{35-34}=[1, 16, 7, 4]$,即1(分割与切割原理)、16(不完全达到或超过的作用原理)、7(嵌套原理)、4(不对称原理)。

表 1 矛盾冲突矩阵
Tab.1 Conflict matrix

改善技术特征 参数	34	35	38
	可维修性	适应性及多用性	自动化程度
34 可维修性	—	7,1,4,16	34,35,7,13
35 适应性及多用性	1,16,7,4	—	27,34,35
38 自动化程度	1,35,13	27,4,1,35	—

根据成型机构的具体要求,结合上述发明原理,可得出其中1,4,7,35号发明原理具有可行性,将其作为纸盒包装机成型机构创新设计的指导思想,见表2。

表 2 发明原理
Tab.2 Invention principle

序号	发明原理	原理创新方向
1	分割与切割原理	把一个动作分割成几个步骤或把一个物体分割成容易拆装的部分
4	不对称原理	把物体形态或动作方式改为不对称形式
7	嵌套原理	把一个物体或动作嵌套于另一个物体或动作
35	参数变化原理	使一个物体或结构的参数可调整变化

3.3 确定解决方案

根据上述 TRIZ 发明原理及创新设计方向,采用的应用方案如下所述。

1) 1号分隔与切割原理。在成型工位要完成纸盒成型与粘盒工艺,可采用不同装置来实现这2种动作;在成型工位要完成多种规格纸盒成型,可设计相应的多种快换成型工装。

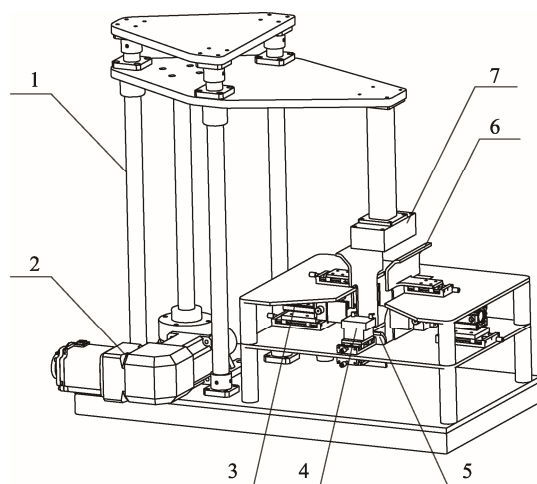
2) 4号不对称原理。针对成型过程的折侧板与折侧耳动作,可采用不同的折叠方式,即采用不一样的折叠工装来完成。

3) 7号嵌套原理。即在纸盒成型过程中,将粘盒工艺嵌套在成型工艺过程中,保证同一工位完成2种工艺动作。

4) 35号参数变化原理。针对多种规格纸盒,可使成型机构的尺寸参数能调整变化,每次调整对应一种纸盒的成型过程。

根据上述应用方案,结合该次设计的具体要求,采用模块化设计方法,设计了驱动模块-蜗轮丝杆升

降机、导向柱,成型模块-成型压块、折侧板I组件、折侧耳组件、折侧板II组件,喷胶组件等,具体结构见图6。成型机构采用机械加压成型法,由伺服电机驱动蜗轮丝杆升降机推动成型压块在导向柱引导、成型板限制下作上下周期性滑动,使由上一工序传送过来的单张展开纸盒坯通过成型工位而被折侧板、折侧耳、喷胶,并被粘接起来,使纸盒的成型和粘盒在一个工位上实现。



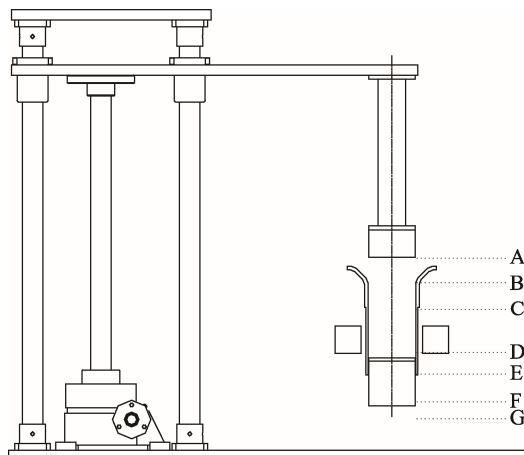
1.导向柱 2.蜗轮丝杆升降机 3.折侧耳组件 4.喷胶组件
5.折侧板II组件 6.折侧板I组件 7.成型压块

图 6 成型机构结构

Fig.6 Shaping machinery structure

3.4 成型机构工艺过程分析

成型压块在蜗轮丝杆升降机驱动下的纸盒成型工艺过程见图7。字母A—H对应了成型压块的位置和执行的相应工艺动作,相邻两字母的距离代表了执行相应工艺过程成型压块所需下移的高度,是成型机构设计的关键,也是成型工艺分析的基础。



A.压块运动最高点 B.开始折侧板I C.折侧板I结束 D.折侧耳与喷胶位置 E.开始折侧板II F.折侧板II结束 G.压块运动最低点

图 7 成型工艺过程分析

Fig.7 Shaping process analysis

纸盒成型过程中折侧耳动作时成型压块静止,待完成折侧耳及喷胶动作后再继续向下运动。其中喷胶动作直接影响纸盒成型质量,因此其延时时间尤为重要。折侧耳时间可根据气缸的移动距离与移动速度计算得到,使成型质量较高的喷胶动作持续时间可根据点胶机喷射压力和粘胶喷射距离计算得出。根据单个纸盒成型的工作节拍,及由纸盒高度尺寸确定的成型压块下移距离,结合折侧耳动作延时时间,可推算出成型压块的下压速度、蜗轮丝杆升降机的蜗杆转速等运动参数,进一步可确定伺服电机的输出功率等动力参数。

3.5 设计方案效果

根据TRIZ发明原理设计的纸盒包装机构,其成型压块有多种规格,可在成型机构上进行快速更换,以实现多种规格纸盒的成型;折侧耳组件3、喷胶组件4、折侧板II组件5、折侧板I组件6均设置有调节装置,其位置都是相对可调的,以满足不同规格的成型压块7下移压制相应纸盒;同时成型压块7在下移压制纸盒成型过程中,通过成型板的限位,先完成折侧板I与折侧耳,再由喷胶组件4动作,将热熔胶喷射在纸盒的侧耳上;成型压块继续下移,折侧板II组件5动作,通过机械压力折侧板II,将纸盒的侧耳与侧板II进行粘接紧封,至此,纸盒已成型。该套成型机构,既满足了纸盒成型的多样化需求,同时将成型与粘盒工艺集中在一个工位,快速自动衔接,不需搬运环节,机械结构与电气控制均较简单。

4 结语

基于TRIZ理论,通过对成型机构进行功能及结构分析,提取成型过程中的技术矛盾,构建了冲突矩阵,再结合发明创新原理,对纸盒包装机成型机构进行创新设计,确定了成型机构的设计方案。所述的纸盒包装机成型机构解决了成型过程工序分离、纸盒规格多样化适用性等问题,通过将成型与粘盒工艺集中,既简化了机械结构,同时可实现纸盒的自动化生产。

参考文献:

- [1] 根里奇·阿奇舒勒. 创新算法: TRIZ、系统创新和技术创造力[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2008: 5—31.
ALTSHULLER G S. The Innovation Algorithm TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity[M]. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology Press, 2008: 5—31.
- [2] CHO C H, CHAE S W, KIM K H. Search for a New Design of Deburring Tools for Intersecting Holes with TRIZ[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2014, 70(9): 2221—2231.
- [3] 檀润华. 发明问题解决理论[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 15—18.
TAN Run-hua. Theory of the Solution of Inventive Problem[M]. Beijing: Science Press, 2004: 15—18.
- [4] 江帆, 王一军, 萧仲敏, 等. 基于TRIZ理论的滚筒球磨机密封结构创新设计[J]. 矿山机械, 2010, 38(5): 70—72.
JIANG Fan, WANG Yi-jun, XIAO Zhong-min, et al. Innovative Design of the Sealing Structure in the Roller Ball Mill Based on TRIZ Theory[J]. Mining & Processing Equipment, 2010, 38(5): 70—72.
- [5] CEMPEL C. Application of TRIZ Approach to Machine Vibration Condition Monitoring Problems[J]. Mechanical Systems and Signal Processing, 2013, 41(1): 328—334.
- [6] 杨雪荣, 孟欢, 姚丽娟, 等. 基于TRIZ理论的轨检小车机械结构创新设计[J]. 包装工程, 2016, 37(14): 16—20.
YANG Xue-rong, MENG Huan, YAO Li-juan, et al. Mechanical Structural Innovation Design of Track Inspection Instrument Based on TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(14): 16—20.
- [7] 尚欣, 陈亚, 谢新义, 等. 基于TRIZ的餐具自动包装整理机分析与设计[J]. 食品与机械, 2018, 34(11): 106—109.
SHANG Xin, CHEN Ya, XIE Xin-yi, et al. The Analysis and Design of Automatic Feeder for Tableware Based on TRIZ[J]. Food & Machinery, 2018, 34(11): 106—109.
- [8] 石凯. 基于TRIZ理论解决液压机移动工作台移动和夹紧的问题[J]. 机械设计, 2018, 35(S1): 381—383.
SHI Kai. Based on TRIZ Theory to Solve the Problem of Movement and Clamping of a Mobile Station[J]. Journal of Machine Design, 2018, 35(S1): 381—383.
- [9] 周杨, 邓援超, 王爱群, 等. 基于TRIZ理论的纸盒包装机主轴结构的优化设计[J]. 包装工程, 2018, 39(9): 125—130.
ZHOU Yang, DENG Yuan-chao, WANG Ai-qun, et al. Optimal Design of the Spindle Structure of Carton Forming Machine Based on TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(9): 125—130.
- [10] 刘筱霞. 包装机械与设备[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 268—275.
LIU Xiao-xia. Packaging Machinery and Equipment[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2012: 268—275.
- [11] 周卫江. 纸盒包装机的结构设计和分析[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2011: 1—7.
ZHOU Wei-jiang. Structural Design and Analysis of the Carton Packaging Machinery[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2011: 1—7.

- [12] 唐书喜. 全自动热熔胶封盒机的研究设计[D]. 北京: 中国农业机械化科学研究院, 2015: 1—4.
TANG Shu-xi. Research and Design of Full-automatic Hot Melt Adhesive Carton Sealer[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, 2015: 1—4.
- [13] 戴宏民, 戴佩燕. 工业 4.0 和包装机械智能化[J]. 中国包装, 2016, 36(3): 51—56.
DAI Hong-min, DAI Pei-yan. Industry 4.0 and Intelligent Packaging Machinery[J]. China Packaging, 2016, 36(3): 51—56.
- [14] 李光, 韩芮. “工业 4.0”视阈下智能包装装备发展趋势[J]. 包装学报, 2018, 10(1): 34—41.
LI Guang, HAN Rui. Development Trend of Intelligent Packaging Equipment from the Perspective of “Industry 4.0”[J]. Packaging Journal, 2018, 10(1): 34—41.
- [15] 潘承怡, 姜金刚. TRIZ 理论与创新设计方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015: 66—124.
PAN Cheng-yi, JIANG Jin-gang. TRIZ Theory and Innovative Design Methods[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015: 66—124.
- [16] 刘尚明, 刘东亮, 刘恒义. TRIZ 理论及其在机械产品创新设计中的应用[J]. 现代制造技术与装备, 2007(3): 43—44.
LIU Shang-ming, LIU Dong-liang, LIU Heng-yi. TRIZ and Its Application in Creative Design Mechanical Product[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2007(3): 43—44.