

基于 QFD 与 TRIZ 的多种类混合装箱包装机设计

陈少克, 李锦涛, 谢晓扬, 孔令立, 郭志恒, 陈志稳
(汕头大学, 汕头 515063)

摘要: **目的** 为了高效、快速对新款多种类混合装箱包装机进行研发, 提出基于 QFD 与 TRIZ 的创新设计方法。**方法** 文中运用 QFD 与 TRIZ 等多种创新方法, 针对开设网店等创业人员在创业初期存在的人手少、工作量大等问题, 设计开发一款多种类混合装箱包装机。**结果** 该包装机可按照操作者所需的包装品种, 自动实现纸箱的吸取、成型、合箱和封箱操作, 在商品的投放区不需人为手动进行商品的投放, 是包装多种混合食品的个性化机械装置。**结论** 结果证明基于 QFD 与 TRIZ 的创新设计方法是可行的途径, 所设计的包装机能够大幅度提高纸箱封装的生产效率, 并且降低生产劳动强度, 获得较高的产品包装质量。

关键词: 包装机; QFD; TRIZ; 创新方法

中图分类号: TB486⁺.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)09-0168-05

Design of Multi-Species Mixed Packaging Machine Based on QFD and TRIZ

CHEN Shao-ke, LI Jin-tao, XIE Xiao-yang, KONG Ling-li, GUO Zhi-heng, CHEN Zhi-wen
(Shantou University, Shantou 515063, China)

ABSTRACT: The work aims to propose an innovative design method based on QFD and TRIZ in order to research and develop the new type of multi-species mixed packaging machine efficiently and rapidly. In this paper, TRIZ and QFD and other innovative methods were used to design and develop a multi-species mixed packaging machine with respect to the problem of entrepreneurs having a small number of staff and heavy workload, etc. at their early stage of starting online shops and so on. The automatically drawn, formed, closed and sealed carton box can be achieved by such packaging machine in accordance with the packaging varieties required by the operator. Manual delivery of goods was not required in the area of goods delivery. Such packaging machine was personalized packaging machinery for varieties of mixed food. The results show that the innovative design method based on QFD and TRIZ is an effective way. The designed packaging machine can significantly improve the production efficiency of carton packaging and reduce the labor intensity of production, and obtain higher quality of product packaging.

KEY WORDS: packaging machine; QFD; TRIZ; innovation method

近年来,网购已经成为人们主要的购物方式之一,快递包装成为整个网购过程的一部分,纸包装在其中的作用不可或缺。淘宝、天猫等电子商务平台为不少年轻人创业提供了良好的条件。许多年轻的 80 后、90 后通过电商这条途径迈上了创业的道路,但是在淘宝或天猫等网店逐渐做强做大的情况下,大多数淘宝天猫商家都将会面临着包括顾客需求多样化以及商品包装的合理性等等,最让商家头疼的是,他们往往要在

商品包装上浪费大量的时间,对繁杂商品进行包装不合理,甚至带来了不可避免的利益损失,这是因为大多数小型网店商家对于顾客购买的各式各样的食品都是采用手工装盒操作,此操作不仅辛苦、增加了时间与人工成本,而且往往不能很好地满足消费者的要求,对网店的信誉造成一定的影响^[1-2]。

目前市场同类型产品有食品包装机和全自动包装流水线,但是食品包装机包装产品单一,无法适应于产

收稿日期: 2016-10-12

基金项目: 广东省汕头市工业攻关计划(201562); 广东省揭阳市科技计划(2016B01047)

作者简介: 陈少克(1956—),男,汕头大学教授,主要研究方向为机械设计、机电控制及 CAD/CAM/CAE。

品包装的多样化,全自动包装流水线适应于大规模包装、设备的投入大、占地面积大只能适应于大规模批量产品包装。文中依据 TRIZ 理论和 QFD 方法,借鉴市场上已有产品,充分分析原有产品的优点和不足,在满足场地空间、工作效率要求的前提情况下,针对小型网店商家较为耗时的纸箱成型部分进行研究,设计一种自动进行纸箱成型的多种类混合装箱包装机^[3-4]。

1 基于 QFD 特性展开理论的问题分析

QFD 特性展开包含质量展开和功能展开 2 个要素。将 QFD 特性展开分析理论引入多种类混合装箱包装机设计实践当中,将主观性依据通过数量的形式表达出来,使之条理化、科学化。质量展开即把用户的要求融入到设计过程中去,保证产品的设计与用户需求一致。功能展开就是对已取得的客户需求,以及各种规格来源进行整理分类,转换成产品的技术参数,对已获得的所有资讯进行加工处理,输出的结果作为工程规格的量化指标,为产品的采购、工艺设计、制造、检验、返修等各个过程的依据^[5-6]。

对多种类混合装箱包装机设计的各方面影响因素进行质量权衡,分析各个因素在设计中的所占比重,同时针对性的对传统产品和现有同类产品进行整体比较,归纳出不同特征的产品, QFD 在此阶段的应用主要涉及到产品规划和零部件配置 2 个重要阶段,在零件配置阶段,采用层次分析法来选择最佳设计方案,用 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis 失效模式和效果分析) 和 FTA (Fault Tree Analysis 故障树分析) 法进行可靠性分析,经过分析要求多种类混合装箱包装机应该具有拆箱、纸箱成型、封装、填料等功能,能包装不同类型的食品,其特性展开结构见图 1。

该包装机工作原理是:首先采用吸盘和气缸将包装盒板从盒板库吸出,在吸出过程中利用纸箱折底拨杆将盒板成型并运送到封底位置,纸箱封箱机构在电机的作用下推动纸箱运动,完成纸箱的封底纸箱,然后选择所需投放的食品投放到纸箱中,利用纸箱折顶拨杆将箱顶折叠成型,纸箱封箱机构在电机的作用下推动纸箱运动,完成纸箱的封顶纸箱,最后在气缸的作用下,将包装好的纸箱推出机外。

网店店主一般是通过纸箱将快递件快速投放到客户手中,市面上的装箱包装机无法适用于已经包装好的产品,店家还需自行对商品进行分类及包装,无法实现对商品包装的快速封装。多种类混合装箱包装机对包装商品要求不高,可以进行纸箱成型并进行包装,实现商品包装的快速高效进行,符合网店店主的需求。

全自动包装流水线需使用超过 10 台机械以上对纸箱进行自动开箱、自动装箱、封袋并封箱等工作,这样不仅造成了较大的成本,而且对一般的网店店主来说会占用其生活空间。与全自动包装流水线相比,

多种类混合装箱包装机只需在一台机械上即可完成自动开箱、自动装箱、自动封箱的工作,具有使用机械少、占地面积小以及成本较低的优点,普通店主在家中即可完成相应的工作。

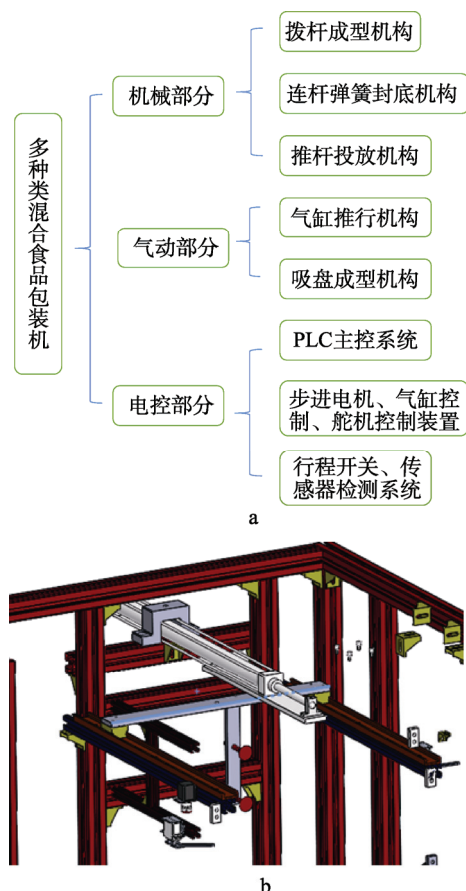


图 1 多种类混合装箱包装机特性展开结构和 3D 工作原理

Fig.1 Characteristic expansion structure chart of multi-type mixed packaging machine and 3D working principle diagram

2 基于 QFD 的质量因素分析过程

质量功能展开 (QFD) 是一个工具,可以帮助设计者识别在产品开发的早期阶段的客户需求,然后将客户的要求转换为质量因素,该质量因素涵盖产品设计和制造整个过程,指导未来的质量工作,提供能满足客户需求、超越客户期望的产品。在多种类混合装箱包装机新产品的概念设计过程中,用 QFD 中的质量屋归类整理和挖掘客户需求并识别出一些潜在的需求,并以其参数的质量权重调整设计参数^[7-8]。

多种类混合装箱包装机是立足于电商行业,为减轻商家包装工作的劳力程度,保证商品包装的多样化,基于多合一的原则,设计的一款用于折叠和粘胶纸板箱,同时可以竖立、充填及封口的纸箱包装机,每分钟运作 90 次,适合高速包装,由于该机可处理任何供货商提供的纸箱,使网店店主能从枯燥且工作量巨大的工作中解放出来,实现扩展使用场合的目

的,使其有更大的发展空间。

调查各项质量因素对客户的重要度及对当前类似产品的满意度,决定各项质量因素预计达成的目标质量,然后计算产品的提高度,将质量因素对客户的重要度转换成质量因素的绝对重要度,对绝对重要度进行归一化处理,就可求出各项质量因素的质量权重^[9-10],见表 1。

表 1 基于 QFD《多种类混合装箱包装机》的质量因素权衡
Tab.1 Weighing quality factors of multi-type mixed food packaging machine based on QDF

项目	需求	重要度评判	当前水平	目标质量	提高度	绝对重要度	质量权重
消费者对包装机的诉求	空间大小	3	2	4	2	6	7.3
	安全性	4	3	4	1.33	3.99	4.9
	便携性	4	4	5	1.25	5	6
	辅助功能属性	3	3	4	1.33	3.99	4.9
功能方面的分析	包装机传统功能—包装	5	3	5	1.67	8.35	10.2
	封装速度	5	4	5	1.25	6.25	7.6
	通用性	3	3	4	1.33	3.99	4.9
	功能多	3	3	4	1.33	3.99	4.9
市场生存能力	操作方便	5	3	5	1.67	8.35	10.2
	实用耐用	4	3	4	1.33	5.32	6.5
	自动化程度	4	3	4	1.33	5.32	6.5
	价格需求	4	3	4	1.33	5.32	6.5
包装质量	材料质感	3	3	4	1.33	3.99	4.9
	使用寿命	4	3	5	1.67	6.68	8.2
	可回收性	4	3	4	1.33	5.32	6.5
小计						81.9	100

注:提高度=目标质量/目前水平;绝对重要度=重要度评判×提高度;质量权重=100/81.9×绝对重要度。

3 2 种理论结合实施技术方案设计及评价

在前期产品开发阶段,利用 QFD 质量屋矩阵来表达顾客需求,以此作为创新前期研发之重点,通过 QFD 分析,将顾客的要求转化为产品特性或技术规格等过程参数,而有关质量屋展开所碰到的技术矛盾现象或在研发过程中的创新问题,将参考 TRIZ 理论所提出的解决方案,以突破该项冲突或矛盾问题^[11-12]。针对多种类混合装箱包装机,通过分析可知,纸板取送机构输送纸板作为纸箱包装机主要部件,其速度直接决定着纸箱包装机的生产能力,针对样机设备的缺陷,改进纸板抓取机构调整为真空吸取机构和气动输送机构 2 部分,可实现纸板的快速稳定输送,满足最大封箱尺寸 290 mm×170 mm×190 mm、每小时 90 箱纸箱的要求,在最大封箱尺寸下可包装不同规格的箱子,货物通过计算机实现自动抓取和装箱,下面是各主要传动技术方案的设计及评价。

3.1 整体传动方案设计

如图 2 所示由电气装置驱动的吸盘先运动至未成形的纸箱的存储区,吸盘将纸箱一侧吸起并引导纸箱伸展,同时运动至封箱机构的正上方,当纸箱伸展开后,通过电机驱动一侧的弧形挡板将纸箱的下部进

运用这一理论,总结归纳出本设计目标的主要考虑因素,包装功能和操作的方便性是用户关注的主要参数,其质量权重最大,设计最终采用 PLC+人机界面显示屏控制,封装速度快,通用性好以及结构简单可靠、操作方便、自动化程度较高的全自动封箱机构,能够大幅度地提高纸箱封装的生产效率,并且降低生产劳动强度,获得较高的产品包装质量。

行有序的折叠,从而为纸箱下部的封装提供基础条件,当纸箱下部折叠成型后,自动封箱机构则通过直流导轨驱动做直线运动,对纸箱下部进行封箱,商品投放完成确认后,装着商品的纸箱再度通过导轨传送到原来封装的位置,通过其正上方的封箱机构进行上部封装,也就是最后的密封包装处理^[13]。

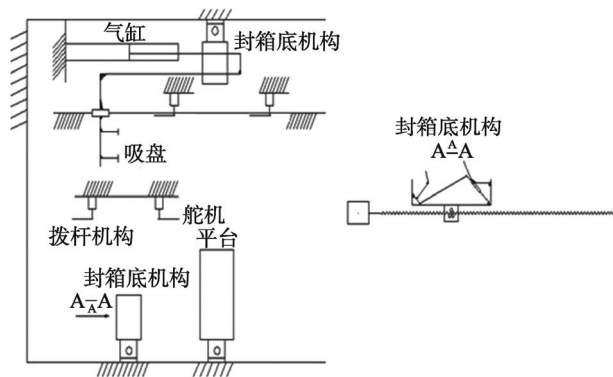


图 2 整体运动简图

Fig.2 Kinematic sketch of integrated movement

3.2 机械传动方案

电动机正转,通过联轴器驱动齿轮 1 和 2,而齿轮 2 在转动的同时,通过联轴器与丝杆连接,进一步

带动丝杆在滚动轴承的支持下作旋转运动,从而使得工作台在丝杆滑块的支撑下实现直线前进运动。若电动机反转,则可实现工作台的直线后退,见图 3。

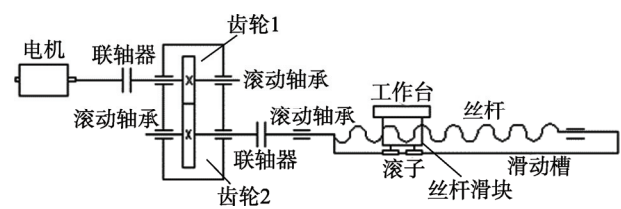


图 3 机械传动方案
Fig.3 Mechanical transmission scheme

3.3 电气控制方案

电气控制方案流程见图 4。在自动模式中,用户可以预设所需包装的快递纸盒数目,内部程序将根据该数目进行包装。首先程序会通过机器内部限位开关检测气缸与 2 个电机是否复位成功,若成功,则开启电磁阀推动气缸进行纸箱的吸取工作,然后返回后启

动 1 号电机与舵机进行纸箱的底部封装工作,同时 2 号电机带动投放平台运作至指定位置;当 2 电机完成工作后,进行顶部的投放工作;待完成投放后,内部程序重新检测包装数量,进行下一循环复位,在复位的过程中完成顶部的封装取盒^[14—15]。

3.4 气动控制方案

气缸的气控线路见图 5。空压机 1 启动供气后,气体被分为 2 路。一路气体经过调压阀,调整出气口压力。通过开启电磁阀的 B1 端、关闭 B2 端,气体进入气缸左腔,推动气缸前进。当气缸靠近到接近开关时,电磁阀的 B1 端关闭、B2 端开启,气体进入气缸右腔,推动气缸后退。当气缸触发行程限位开关时,电磁阀的 B1、B2 端同时关闭,气体被阻挡,气缸保持原位。另一路气体经过调压阀,调整出气口压力。气体经过过滤器后,通过开启电磁阀的 A1 端,气体进入真空发生器,从而使其吸盘产生真空抽吸作用。关闭电磁阀的 A1 端,气体被阻挡,吸盘抽真空失去作用。

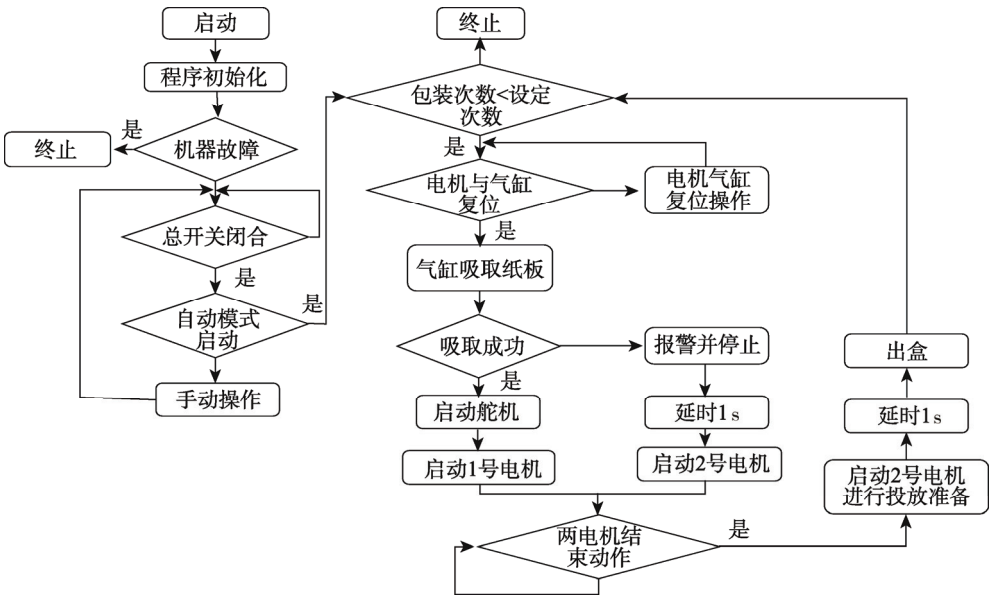


图 4 电控流程
Fig.4 Electric control flow chart

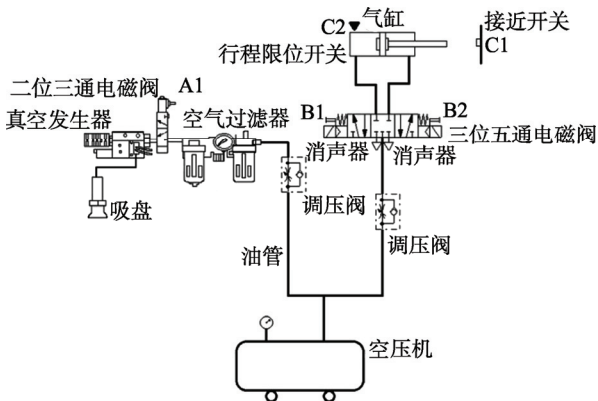


图 5 气控线路
Fig.5 Pneumatic control circuit diagram

4 结语

以 QFD 理论进行目标设计,以 TRIZ 理论进行构想设计,提出多种类混合装箱包装机设计方案,保持纸箱包装食品的最基本功能,添加开箱、封底、封顶、搬运等多种功能,该包装机采用框架结构,搬运方便,节省储藏空间,造型美观,以人为本,解决了淘宝、天猫等电子商务平台中包装食品的多种需求。

参考文献:

[1] 黄善祥. 评中国纸箱包装及纸箱机械的新发展[J]. 中国包装, 2003(1): 97—98.

- HUANG Shan-xiang. Comments on the New Development of the Carton Packaging and Machinery in China[J]. China Packaging, 2003(1): 97—98.
- [2] BROCKGREITENS J, ABBAS A. Responsive Food Packaging: Recent Progress and Technological Prospects[J]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2016, 15(1): 3—15.
- [3] DAVID A M. Sustainable (Food) Packaging an Overview[J]. Russell, Food Additives and Contaminants-Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment, 2014, 31(3): 396—401.
- [4] 陈领, 赵武. 基于创新方法的环卫机械产品设计[J]. 机械设计与制造, 2010(12): 253—256.
- CHEN Ling, ZHAO Wu. The Product Design of Sanitation Machinery Based on Innovative Approaches[J]. Machinery Design & Manufacture, 2010(12): 253—256.
- [5] 钟新影. 网购商品包装的设计研究[D]. 株洲: 湖南工业大学, 2011.
- ZHONG Xin-ying. The Design Research of E-Commerce Commodity Packaging[D]. Zhuzhou: Hunan University of Technology, 2011.
- [6] HALL C, OSSES F. A Review to Inform Understanding of the Use of Food Safety Messages on Food Labels[J]. International Journal of Consumer Studies, 2013, 37(4): 422—432.
- [7] 王哲, 尹强, 高全杰, 等. 基于 QFD 的静电涂油机产品概念设计[J]. 机床与液压, 2010, 38(5): 133—137.
- WANG Zhe, YIN Qiang, GAO Quan-jie, et al. Product Conceptual Design of Electrostatic Oiler Based on Quality Function Deployment[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2010, 38(5): 133—137.
- [8] 刘晓雯. 基于 TRIZ 的榨菜真空包装机设计[J]. 包装工程, 2016, 37(7): 99—102.
- LIU Xiao-wen. Design of Mustard Vacuum Packaging Machine Based on TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(7): 99—102.
- [9] 尚欣, 刘晶. 基于 TRIZ 的卷筒纸包装机折边机构设计[J]. 包装工程, 2011, 32(7): 76—79.
- SHANG Xin, LIU Jing. Flanging Mechanism Design of Web Packaging Machine Based on TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(7): 76—79.
- [10] 张颖, 王黎明, 王明, 等. 用 QFD 与 TRIZ 理论指导学生设计实践[J]. 机电产品开发与创新, 2010, 23(2): 185—187.
- ZHANG Ying, WANG Li-ming, WANG Ming, et al. Guiding Students' Design in QFD and TRIZ[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2010, 23(2): 185—187.
- [11] MELEMEZ K, GIRONIMO G D, GIANPIERO E, et al. Concept Design in Virtual Reality of a Forestry Trailer Using a QFD-TRIZ Based Approach[J]. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 2013, 37(6): 789—801.
- [12] 李丽阁, 张有良, 段移丽, 等. 纸箱包装机纸板取送机构的设计与研究[J]. 包装与食品机械, 2014, 32(4): 28—30.
- LI Li-ge, ZHANG You-liang, DUAN Yi-li, et al. Design and Research of the Sucking and Delivery Mechanism for the Carton Packing Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2010, 23(2): 185—187.
- [13] 袁清珂, 李龙刚, 冯竞浩, 等. 先进设计技术平台与包装机械虚拟样机[J]. 包装工程, 2014, 35(19): 59—64.
- YUAN Qing-ke, LI Long-gang, FENG Jing-hao, et al. Advanced Design Technique Platform and Packaging Machinery Virtual Prototype[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(19): 59—64.
- [14] 陈少克, 舒俊, 陈琼雁, 等. 全自动热成型机控制系统设计[J]. 包装工程, 2015, 36(1): 116—120.
- CHEN Shao-ke, SHU Jun, CHEN Qiong-yan. Application and Design of Automatic Control System for the Thermoforming Machine[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(1): 116—120.
- [15] VAN D K G, VAN H E, VRIES H J, et al. Supporting Decision Making in Technology Standards Battles Based on a Fuzzy Analytic Hierarchy Process[J]. Engineering Management, 2014, 61(2): 336—348.