

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2020.04.008

六面袋真空包装机技术方案与执行机构设计

葛 昭, 陆佳平, 何笑颜

(江南大学 机械工程学院, 江苏 无锡 214122)

摘 要:针对目前六面袋真空软包装产线中工序衔接不流畅、生产效率低等问题,课题组在现有工艺路线基础上提出了一种通过往复转位充填装置实现2套真空腔室交替工作的技术方案。通过设计工作循环图协调各个工序动作时间,提升整体工艺流畅度;对技术方案所涉关键装置及其执行机构进行原理分析与参数设计以满足工艺要求。结果表明:改进后整机布局合理紧凑,产能提高约66.7%。该设计方案提高了腔室真空软包装自动化水平和工作效率。

关 键 词:真空包装机;六面袋;转位充填;真空腔室

中图分类号:TB486;TH133.5 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2020)04-0043-05

Technical Program and Mechanism Design of Vacuum Packaging Machine for Cuboid Bag

GE Zhao, LU Jiaping, HE Xiaoyan

(School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract: In view of the problems of poor process connection and low production efficiency in the cuboid bag vacuum flexible packaging production line, based on the existing process route, an innovative technical scheme was proposed to realize the alternating work of two sets of vacuum chambers through a reciprocating indexing filling device. Coordinated the operation time of each process by designing the work cycle diagram to improve the overall process fluency. The principle analysis and parameter design of the key devices and their implementing agencies involved in the technical solution were performed to meet the process requirements. The layout of the whole machine was reasonable and compact, the production capacity was increased by about 66.7%. The automation level and working efficiency of the vacuum soft packaging of the chamber are improved.

Keywords: vacuum packaging machine; cuboid bag; index filling; vacuum chambers

随着人们生活水平的提高,家庭趋向小型化,对食品卫生提出较高的需求。六面袋真空软包装不仅具有抗氧化、抑制微生物繁殖生长及延长保质期等优点,还具有美观和易堆放的特点,成为很多散体物料的首选包装方式^[1]。

目前的真空软包装机各个工序之间等待时间较多,衔接不够流畅致使生产效率难以达到市场发展的需求^[2]。若单纯增加工位会提高整机资金成本且占地过大,针对现有生产工艺过程缺陷,课题组提出一种新的真空软包装机技术方案来提高工作效率,以推动包装机械行业发展、降低企业成本以及满足市场需求。

1 对象与要求

腔室真空包装技术一般用于流动性好、卫生性要求高的一类散体物料,如粮食等。常用软包装材料为双层复合膜^[3]。为了便于研究,选取规格为500g的包装袋为研究对象。图1所示为六面袋结构尺寸,袋体为规则六面体形状。该规格包装袋的主要特征尺寸为:长度 $L=100\text{ mm}$;厚度 $T=50\text{ mm}$;物料填充高度 $H=120\text{ mm}$ 。

针对现有真空包装产线中存在的问题,结合市场需求,提出以下设计要求:①各工序衔接流畅,提高包装生产效率;②包装袋外观整齐,封口质量好,保证整

收稿日期:2020-01-08;修回日期:2020-05-19

第一作者简介:葛昭(1996),女,河北张家口人,硕士,主要研究方向为包装技术。E-mail: 1359968553@qq.com

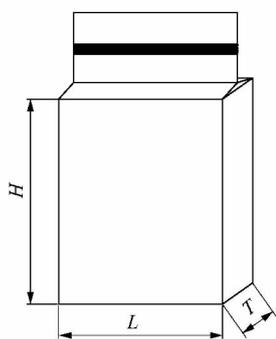


图1 六面袋真空包装结构尺寸示例

Figure 1 Dimensional structure of cuboid bag

体包装效果;③整机布局合理,结构紧凑,运行平稳并适当控制投入成本。

2 技术方案设计

2.1 工艺方案设计

按照图1所示的预制六面袋真空软包装,真空包装机产线工艺流程如图2所示。在整体工艺方案设计过程中需要在满足以上完整工艺过程的基础上,实现关键部位的模块化设计、功能分区和结构分块^[4],便于后续调整和维修,同时要求合理地进行工艺布局设计,有效利用各工艺配合时间,提高生产效率。

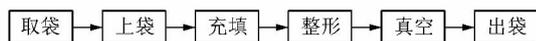


图2 真空包装生产线工艺流程

Figure 2 Technical process of vacuum packaging production line

在未优化的生产线中,只有1套真空腔室,当抽真空工序结束真空盖提起后,需等待真空腔室再次移至充填区承接物料,然后回至真空盖下方,重复前一周期的工作。由于抽真空时间较长,造成了上袋充填区闲置等待时间较多^[5]。为优化产线布局,提升工作效率,课题组提出了增设1套抽真空装置配合往复转位的充填料斗,实现1套上袋装置下的2套真空腔体交替运动的工艺方案。如图3所示,虚线位置为装置下一动作所达工位。

图3所示的设计方案增设1套抽真空装置配合往复转位的充填料斗,实现1套上袋装置下的2套真空腔体分时呈交错运动,减少上袋充填等待时间,实现包装过程连续高效。

2.2 工作循环图拟定

整个真空软包装机的执行机构包括上袋装置、充填装置、旋转装置、充填料斗、真空腔室、真空盖、封口装置和出料装置。工作时需要协调旋转装置与充填装

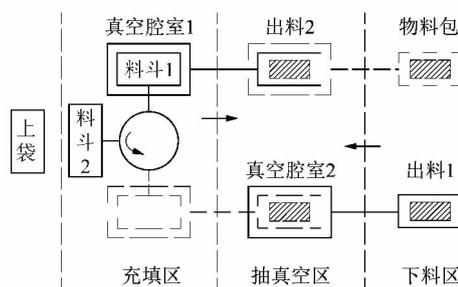


图3 真空软包装工艺方案

Figure 3 Technical plan of vacuum soft packaging process

置及2套真空腔室的动作配合时间,以期最大化利用现有单线工艺的等待时间,保证执行机构的动作充分配合,拟定工作循环图如图4所示,斜线状态表示机构运动,水平状态表示机构静止或匀速运动,以上袋机构为例,斜线为将包装袋移送至充填装置下方过程,随即复位,水平线表示该机构处于静止状态。

由图4可以看出,该工艺技术方案可以实现各个机构动作有序,互不干涉。2个真空室交替工作,使得在一个循环周期内,产能由3包提升到5包,生产效率提高66.7%,满足工艺设计要求。

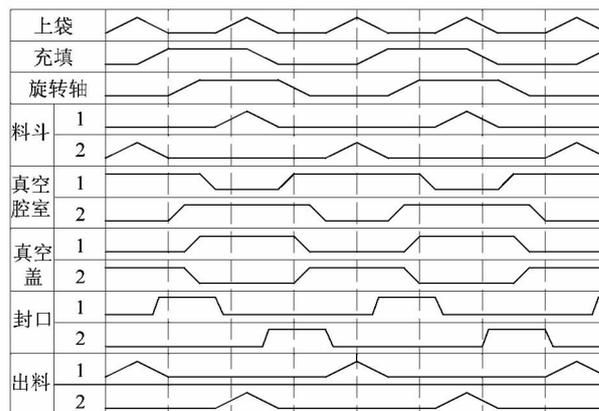


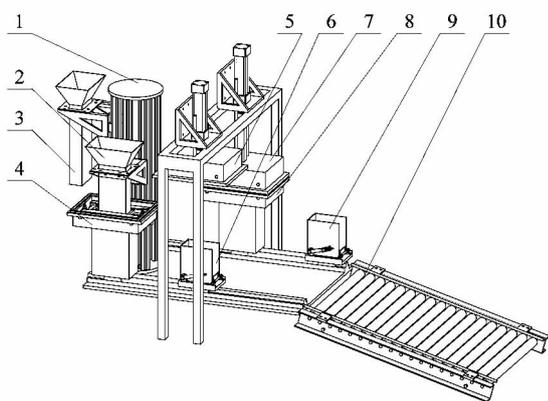
图4 真空包装机工作循环图

Figure 4 Working cycle of vacuum packaging machine

2.3 整机结构

真空包装机主要由往复转位装置、可移动充填装置、振动整形腔室、真空盖及翻转出料装置等组成,包装机整体结构建模如图5所示。

如图5所示,预制六面袋套装在料斗1下方完成上袋充填,充填好的袋体由转位装置移至真空腔室1上方并送入腔内整形模具中。与此同时,料斗2处完成上袋充填,当料斗1完成送料动作复位,转位装置回



1—往复转位装置;2—充填料斗 1;3—充填料斗 2;4—真空腔室 1;5—真空盖 1;6—出料斗 1;7—真空盖 2;8—真空腔室 2;9—出料斗 2;10—输送装置。

图 5 真空包装机总体结构建模
Figure 5 Overall layout of vacuum packaging machine

转料斗 2 移至真空腔室 2 上方,将充填好的物料送入腔内整形模具中。接袋后,真空腔室沿导轨方向移至对应真空盖正下方,真空盖由气缸推动下移与腔室结合形成密闭空间,进行抽真空;同时出料机构翻转将物料送出,通过输送装置输出成品。抽完真空后袋体由真空盖内封口装置夹持上移,真空腔带动出料机构复位,当出料机构移至真空盖下方时,袋体下落,实现一个动作循环。

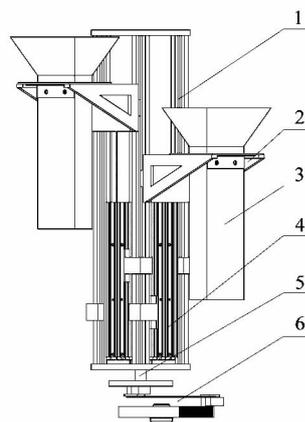
3 主要操作系统及机构设计

3.1 往复转位充填装置

3.1.1 往复转位充填系统与执行机构原理

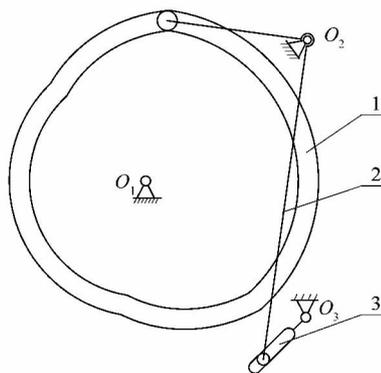
往复转位充填装置如图 6 所示,装置由中心旋转轴、充填料斗和料斗固定架组成。旋转机构驱动中心旋转轴实现 90° 往复回转;气缸带动料斗架上的滑块沿旋转轴上的导轨做上下运动,而充填料斗与料斗架固定,因此带动料斗运动。料斗向下移动时,充填好的物料被送至真空腔室内,完成后续工作;完成送料后料斗随即向上移动复位。旋转轴每旋转一次,一侧料斗实现一次上下移位动作,两侧料斗交替运动。

采用如图 7 所示的凸轮连杆机构,带动旋转轴实现间歇式往复 90° 旋转动作。该机构可以保证运动的平稳性,并且可避免电机的正反转,延长电机使用寿命^[6]。该机构主要由盘形凸轮 1、垂直摆杆 2 和转动滑槽 3 组成。工作时凸轮平稳转动,通过轮槽内滚子带动垂直摆杆在一定角度范围内摆动,垂直摆杆下方滚子沿转动滑槽运动,使转动滑槽实现往复 90° 回转运动。



1—升降导轨;2—料斗固定架;3—填充料斗;4—升降气缸;5—中心旋转轴;6—转位机构。

图 6 往复转位充填装置
Figure 6 Reciprocating rotary filling device



1—盘形凸轮;2—垂直摆杆;3—转动滑槽。

图 7 往复转位执行机构
Figure 7 Rotary reciprocating mechanism

3.1.2 往复转位机构设计

凸轮连杆往复转位机构简图如图 8 所示。 O_1A 为摆杆一端滚子距凸轮轴心 O_1 的最大距离, O_1A' 为滚子距凸轮轴心 O_1 的最小距离。当上方滚子随凸轮运动由 A 摆动至 A' 处,下方滚子相应的由 B 摆动至 B' 。从图中可知,摆杆摆动较小角度带动下方滚子绕固定点 O_3 旋转 90° 。

对机构各部位进行参数设计,根据运动求出摆杆运动时 O_2A 和 O_2A' 的 2 个极限位置。设第 1 极限位置时 O_1A 与 O_2A 垂直,此时凸轮机构的压力角最小^[7]。设滚子半径 $r = 5 \text{ mm}$,则凸轮槽内侧最大半径 R_{\max} 和最小半径 R_{\min} 满足:

$$R_{\max} = O_1A - r; \quad (1)$$

$$R_{\min} = O_1A' - r。 \quad (2)$$

设 $L_1 = 70 \text{ mm}$, $L_2 = 160 \text{ mm}$, 则:

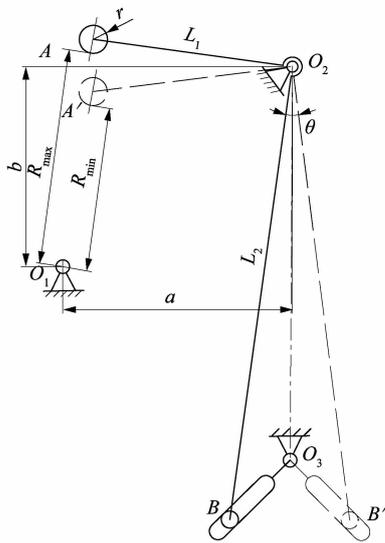


图8 凸轮连杆往复转位机构

Figure 8 Reciprocating mechanism of cam link

$$O_2A = O_2A' = L_1 = 70 \text{ mm}; \quad (3)$$

$$O_2B = O_2B' = L_2 = 160 \text{ mm}。 \quad (4)$$

设摆杆固定于 O_2 处, O_2 与 O_1 水平距离 $a = 80 \text{ mm}$, 垂直距离 $b = 70 \text{ mm}$, 摆杆转角 $\theta = 15^\circ$, 则:

$$O_1A^2 = O_1O_2^2 - L_1^2 = a^2 + b^2 - L_1^2; \quad (5)$$

$$R_{\max} = \sqrt{a^2 + b^2 - L_1^2} - r; \quad (6)$$

$$R_{\min} = \sqrt{L_1^2 + a^2 + b^2 - 2L_1 \sqrt{a^2 + b^2} \cos(\arctan \frac{O_1A}{L_1} - \theta)} - r。 \quad (7)$$

联立式(1)~(7)可得:

$$R_{\max} = 75.00 \text{ mm}; R_{\min} = 57.31 \text{ mm}。$$

根据工艺动作要求, 旋转轴在工作过程中, 机构运动时间与静止时间比为 2:5, 而旋转轴运动由凸轮连杆机构控制, 因此凸轮的近休止角和远休止角均为 $\frac{5}{7}\pi$, 推程角和回程角均为 $\frac{2}{7}\pi$ ^[8]。当摆杆处于左右极限位置时, 设转动滑槽与摆杆摆动中线左右夹角分别为 45° , 即摆杆摆动一次带动滑槽转动 90° , 此时有:

$$O_2O_3 = L_2 \cos \frac{\theta}{2} - L_2 \sin \frac{\theta}{2}。 \quad (8)$$

解得:

$$O_2O_3 = 137.75 \text{ mm}。$$

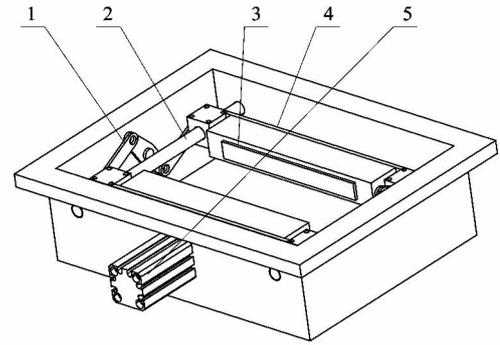
根据整机结构, O_2O_3 满足产线合理布局要求。

3.2 真空封口装置

3.2.1 真空封口系统

真空封口装置如图9所示。封口装置置于真空盖体内部, 包含导向杆、推板和热封条等^[9]。热封条固

定于左右推板前, 导向杆与推板上的滑块相连, 推杆气缸带动推板在导向杆上滑动时同步开合机构保证两端滑块实现同步位移, 完成热封条的开合动作。推板的同步运动可避免袋口错位、封口不齐等现象。



1—同步开合装置;2—导向杆;3—热封条;4—推板;5—推杆气缸。

图9 真空封口装置

Figure 9 Vacuum sealing device

3.2.2 同步开合机构设计

开合机构应用于真空盖体内, 需要整体结构紧凑。因此, 课题组采用对称的曲柄滑块机构, 保证两侧开合平稳同步^[10-11], 开合机构如图10所示。

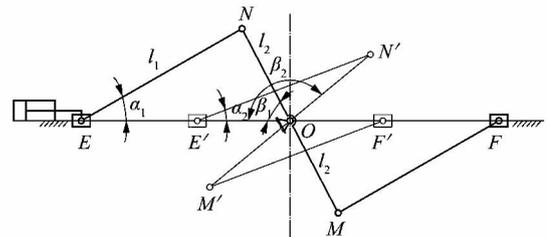


图10 同步开合机构简图

Figure 10 Synchronous opening and closing mechanism

气缸驱动滑块 E 往复运动, 通过连杆 EN 带动连杆 NM 在一定角度范围内往复摆动, 图中滑块 E 和 F 所在位置为最大极限位置, E' 和 F' 为最小极限位置。

根据工作要求及盖体结构, 当机构处于闭合位置时 $OE' = 20 \text{ mm}$, 当机构处于张开极限位置时, $OE = 45 \text{ mm}$ 。设定杆长 $l_1 = 40 \text{ mm}$, 初始打开状态 l_1 与水平方向夹角 $\alpha_1 = 30^\circ$ 。根据所给参数及机构起始状态可得其余各杆件长度及角度参数。

在 $\triangle EON$ 中, 由杆 EN, ON 在坐标轴 x, y 上投影可得:

$$l_1 \cos \alpha_1 + l_2 \cos \beta_1 = OE; \quad (9)$$

$$l_1 \sin \alpha_1 = l_2 \sin \beta_1。 \quad (10)$$

在 $\triangle E'ON'$ 中, 由杆 $E'N', N'O$ 在坐标轴 x, y 上投

影可得:

$$l_1 \cos \alpha_2 + l_2 \cos \beta_2 = OE'; \quad (11)$$

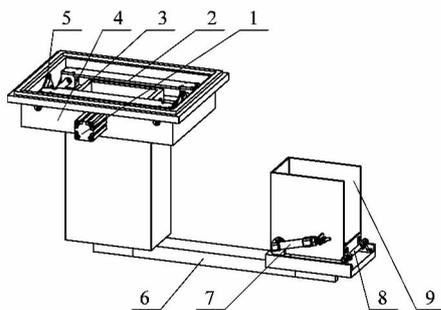
$$l_1 \sin \alpha_2 = l_2 \sin \beta_2. \quad (12)$$

联立方程(9)~(12),可解得同步开合机构参数如下:

$$l_2 = 22.52 \text{ mm}; \alpha_2 = 21.1^\circ; \beta_1 = 62.62^\circ; \beta_2 = 140.25^\circ.$$

3.3 腔室整形与翻转出料装置

真空腔室整形装置如图 11 所示。该装置由可移动真空腔室、振动整形模具和夹袋板组成。在真空腔室接料后移动至真空盖下方的途中由腔内与模具相连的振动底板完成颠袋整形,由夹袋板固定袋口^[12]。翻转出料装置通过下端滑块与真空腔室相连实现在水平导轨上的同步运动;翻转料斗侧边通过气缸驱动实现翻转出料,使包装完毕的物料落至出料输送装置中。其中,两侧夹袋板也由同步开合装置带动来实现夹袋动作。



1—推杆气缸;2—夹袋板;3—振动整形模具;4—真空腔室;5—同步开合装置;6—导向滑块;7—推杆气缸;8—翻转固定轴;9—出料斗。

图 11 腔室整形与翻转出料装置

Figure 11 Chamber shaping and discharging device

4 结语

课题组针对现有六面袋真空包装机生产效率低的问题,重新设计了一种可实现交替工作的腔室真空包

装机。通过绘制工作循环图协调各工序动作时间,并结合工艺要求对关键装置进行结构设计与执行机构参数设计,提高各部位动作的稳定性与可靠性;通过凸轮连杆机构实现间歇式转位充填,减少甚至消除机构无用停歇时间;通过对称的曲柄滑块机构实现封口装置的同步开合,改善封口效果。整机布局合理,结构紧凑,可有效节约成本,提高生产效率,为类似包装形式的包装机设计与研发提供参考和思路。

参考文献:

- [1] 彭润玲,谢元华,张志军,等.真空包装的现状与发展趋势[J].真空,2019,56(2):1-3.
- [2] 刘道春.食品真空包装机械发展及其应用趋势[J].湖南包装,2014(1):1-6.
- [3] HITCHCOX L. Vacuum upgrades packaging machine[J]. Hydraulics & Pneumatics: Serving Fluid Power and Motion Control Engineers Worldwide,2009,62(7):20-22.
- [4] 徐海飞.高速小袋包装机控制系统及关键技术研究与设计[D].天津:天津科技大学,2016:1-5.
- [5] 彭智松,杨传民,王心宇.多工位高速真空包装机研发及包装效果评价[J].包装工程,2015,36(5):82-85.
- [6] 李玉佳,陆佳平.双腔室真空室开合机构的设计与优化[J].包装工程,2013,34(3):81.
- [7] 朱江.凸轮-连杆组合机构的优化设计[J].机械,2002(2):24-25.
- [8] 许林成.包装机械原理与设计[M].上海:上海科技出版社,1988:286-334.
- [9] 张震宇,程武山.粉粒及块状物料包装流水线自动封口机设计[J].轻工机械,2017,35(6):62-67.
- [10] 晏祖根,杨华,张云秀,等.鲜肉分拣夹持器的机构优化[J].包装与食品机械,2016,34(3):30-32.
- [11] SHANG Xin, LIU Xincheng. Analysis method of dynamics and structure optimization for sealing mechanism under reducing vibration condition[J]. Journal of Multi-Body Dynamics, 2019, 233(2):348-362.
- [12] 李炯伟,蔡华荣.一种真空包装机的真空室结构:CN207078357U[P].2018-03-09.

www.QCtester.com
因为专业,所以权威
因为用心,所以收获更多

扫一扫 加入我们