

基于连续卧式充填方案的开袋补偿机构设计

张志, 陆佳平, 虞胡宇, 罗恒
(江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 提高多功能袋包装机的工作效率。**方法** 基于回转式充填方案, 研究并提出一种连续自动开袋补偿的技术方案, 实现包装的连续高速化作业。**结果** 设计出了连续回转式充填的自动开袋补偿技术方案和机构, 该设计减少了传统袋包装机中开袋充填的停顿等待时间。**结论** 该设计不同于目前基于间歇式制袋包装的形式, 实现了连续开袋充填, 提高了多功能袋包装机的工作效率。

关键词: 连续包装袋; 连续回转; 充填; 开袋补偿

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)07-0152-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.07.028

Bag Opening Compensation Mechanism Design of Continuous Horizontal Filling Scheme

ZHANG Zhi, LU Jia-ping, YU Hu-yu, LUO Heng
(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The work aims to improve the work efficiency of multi-function bag packaging machine. In order to realize the continuous and high speed operation of the packaging, a technical scheme of continuous automatic bag opening compensation was researched and put forward based on the rotary filling scheme. A technical scheme and mechanism of automatic bag opening compensation for continuous rotary filling was designed. Such design reduced the dwell and waiting time of the bag opening filling in the traditional bag packaging machine. Different from the form of intermittent bag-making package, the design achieves continuous bag opening filling and improves the work efficiency of multi-function bag packaging machine.

KEY WORDS: continuous packaging bag; continuous rotary; filling; bag opening compensation

多功能袋包装机, 即集制袋、充填、封口、分切于一体的包装机^[1-2], 适用于各种塑料复合薄膜袋和铝箔复合薄膜袋, 在我国轻工、食品、药物、化工等行业的产品包装中应用非常广泛^[3-4]。目前此类包装机基本是以间歇式制袋充填包装的形式, 包装的速度和产能受到很大限制, 影响了包装效率和水平的发挥, 急需开发高速高效的自动化包装设备, 实现规模化生产^[5-7]。

多功能袋包装机的包装工艺一般由制袋、开袋、充填、封口等工序组成, 制袋完成后分切成独立的单袋进入充填部位, 充填装置通常需要停顿以便接

袋、开袋及充填, 这些停顿时间相对较长, 限制了包装机的生产效率^[8-9], 因此, 研究设计适合连续包装袋包装的形式及开袋充填方式, 对于实现包装的连续高速化作业具有重要意义。

1 连续回转式工艺方案研究

传统的卧式四面封袋成型-充填-封口包装机中, 薄膜经制袋装置成型后由切断装置将其分切为一个独立的未封口的包装袋, 再由充填装置进行接袋、开袋、充填完成包装^[10]。单个包装袋进入充填装置后,

收稿日期: 2017-10-17

作者简介: 张志 (1993—), 男, 江南大学硕士生, 主攻包装工艺与机械。

通信作者: 陆佳平 (1964—), 男, 江南大学副教授, 主要研究方向为包装工艺与机械。

袋子侧边顶端夹持,同时夹袋手需张开一定的角度以避免连续袋接袋时袋子与夹袋手发生干涉。同时,夹袋手夹持袋子的位置需准确,且要保证足够的夹紧力夹住袋子以防在旋转充填的过程中由于重力和离心力出现松脱等情况,因此设计由弹簧提供夹紧力的夹袋手机构,见图4。夹袋手常态是利用弹簧弹力拉动驱动连杆使夹手闭合夹紧,夹袋手在充填完成后与袋子接触前处于张开状态,与袋子接触后在袋子侧边顶端中间位置闭合夹紧袋子,完成接袋动作。随后夹袋手跟随开袋充填装置主转盘旋转^[12],然后其后一夹袋手跟上夹紧完成一个袋子夹袋动作。

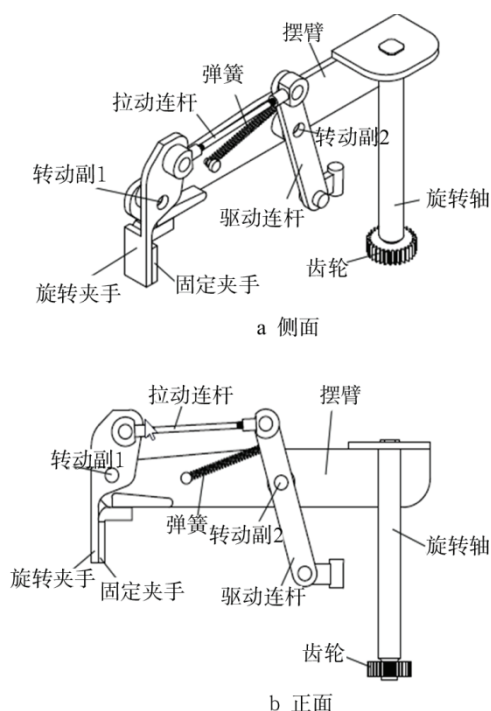


图 4 夹袋手机构

Fig.4 Bag clamping hand mechanism

夹袋手机构由摆臂、夹手、拉动连杆、弹簧、驱动连杆和旋转轴几部分组成,夹袋手通过旋转轴安装在主转盘上,在接袋开袋过程中,均随着主转盘旋转。由于包装袋在开袋过程中袋子宽度会减少,夹袋手需通过额外的旋转拉动袋子提供补偿量,由伺服电机通过齿轮把动力传递给摆臂完成拉袋补偿动作^[13-14]。

拉袋补偿机构见图5。连续包装袋经导向辊由接袋夹袋手夹持进入开袋充填装置,夹袋手除了随主轴旋转外,伺服电机驱动接袋夹袋手绕旋转轴旋转,以提供额外的动力使夹袋手夹持袋子由位置A旋转到位置B的过程中完成拉袋补偿动作。夹袋手旋转到位置B,此时开袋已完成,伺服电机停止工作,后夹袋手只随主轴匀速旋转,方便充填。

开袋补偿机构见图6。包装袋由夹袋手夹持随着主转盘转动,在旋转的过程中完成接袋、开袋、拉袋

补偿和充填,夹袋手的张闭通过夹袋手弹簧的弹力和凸轮条作用实现。整个装置确保在旋转的过程中夹持位置准确,且保证拉袋、开袋、充填的同步性。

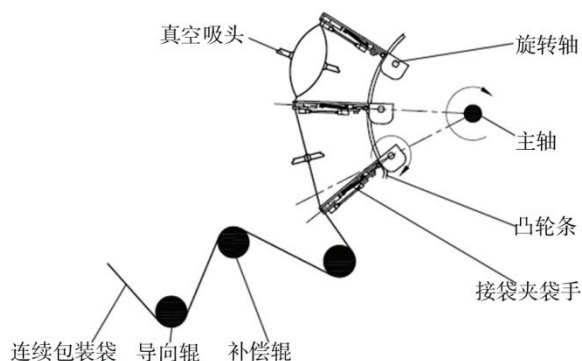


图 5 拉袋补偿机构

Fig.5 Bag pulling compensation mechanism

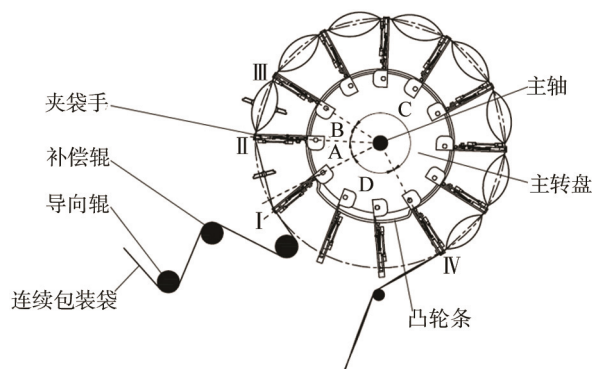


图 6 开袋补偿机构

Fig.6 Bag opening compensation mechanism

3.2 参数设计

在接袋夹袋手完成开袋补偿的过程中,其中有2个重要的动作来保证其完成,即接袋夹袋手的额外旋转动作和夹手的张闭动作。为保证连续包装袋的连续性充填形势下的连续开袋补偿的精确性,着重对夹袋手额外旋转角度和凸轮推程进行参数分析。

3.2.1 夹袋手额外旋转角度

将拉袋补偿机构简化,见图7,其中 r_1 为夹袋手夹袋端绕主轴中心C的旋转半径, r_2 为接袋夹袋手夹袋端绕其旋转轴的旋转半径, AB 为包装袋初始宽度, AB' 为包装袋开袋后的宽度。假设接袋夹袋手在由B点旋转到B'点过程中的拉袋补偿量为 s ,即可保证顺利开袋。由于整个装置为12个工位,拉袋补偿是在一个工位上完成的,因此 $\angle ACB' = \frac{\pi}{12}$ 。圆1为接袋夹袋手开袋补偿时绕其一端回转的运动轨迹,圆2为夹袋手充填时夹持一端的运行轨迹。设夹袋手额外旋转角度为 θ_1 ,以接袋夹袋手回转中心O为坐标原点,建立直角坐标系,则:

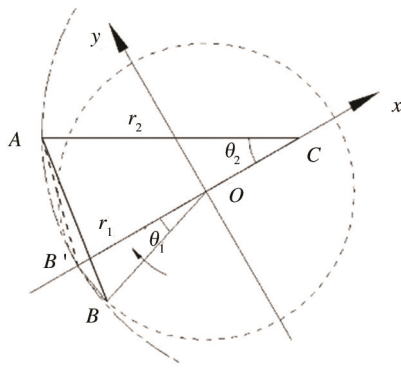


图 7 夹袋手拉袋补偿示意

Fig.7 Schematic diagram of bag clamping hand and bag pulling compensation

$$\overline{OC} = r_2 - r_1 \quad (1)$$

圆 1 的轨迹方程为:

$$x_1^2 + y_1^2 = r_1^2 \quad (2)$$

圆 2 的轨迹方程为:

$$(x_2 - \overline{OC})^2 + y_2^2 = r_2^2 \quad (3)$$

即:

$$(x_1 - (r_2 - r_1))^2 + y_1^2 = r_2^2 \quad (4)$$

设 A 点坐标为 (x_A, y_A) , B 点坐标为 (x_B, y_B) ,

已知 $\theta_2 = \angle ACB' = \frac{\pi}{12}$, 则 A 点坐标值为:

$$\begin{cases} x_A = \overline{OC} - r_2 \cos \theta_2 = (r_2 - r_1) - r_2 \cos \theta_2 \\ y_A = r_2 \sin \theta_2 \end{cases} \quad (5)$$

B 点坐标值:

$$\begin{cases} x_B = -r_1 \cos \theta_1 \\ y_B = -r_1 \sin \theta_1 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} x_A - x_B = (r_2 - r_1) - r_2 \cos \theta_2 + r_1 \cos \theta_1 \\ y_A - y_B = r_2 \sin \theta_2 + r_1 \sin \theta_1 \end{cases} \quad (7)$$

则直线 AB 的距离:

$$L_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} = \sqrt{((r_2 - r_1) - r_2 \cos \theta_2 + r_1 \cos \theta_1)^2 + (r_2 \sin \theta_2 + r_1 \sin \theta_1)^2} \quad (8)$$

即:

$$L_{AB} = \sqrt{\left((r_2 - r_1) - \frac{\sqrt{3}}{2} r_2 + r_1 \cos \theta_1 \right)^2 + \left(\frac{1}{2} r_2 + r_1 \sin \theta_1 \right)^2} \quad (9)$$

直线 AB' 的距离为:

$$L_{AB'} = 2r_2 \sin \frac{\theta_2}{2} = 2r_2 \sin \frac{\pi}{24} \quad (10)$$

则拉袋补偿量:

$$s = L_{AB} - L_{AB'}$$

$$\sqrt{\left((r_2 - r_1) - \frac{\sqrt{3}}{2} r_2 + r_1 \cos \theta_1 \right)^2 + \left(\frac{1}{2} r_2 + r_1 \sin \theta_1 \right)^2} -$$

$$2r_2 \sin \frac{\pi}{24} \quad (11)$$

由式 (11) 可以得出补偿量与接待夹袋手额外旋转角度的关系, 已知开袋所需补偿量 s , 可计算出相应夹袋手额外旋转角度 θ_1 。由于拉袋补偿动作是在一个工位时间内完成的, 故其时间是确定的, 与主轴转速有关, 因此, 根据夹袋手完成拉袋补偿所需的额外旋转角度 θ_1 , 对后续齿轮、电机等系统参数的设计提供参考。

3.2.2 凸轮推程

夹袋手要顺利完成夹袋必须保证夹袋手在接袋时有足够的张开角度, 夹袋手的张合动作由凸轮机构来进行驱动, 将夹袋手机构简化见图 8。其中 A 点为夹手与摆臂的定转动副 1 (见图 4), AB 为夹手; B

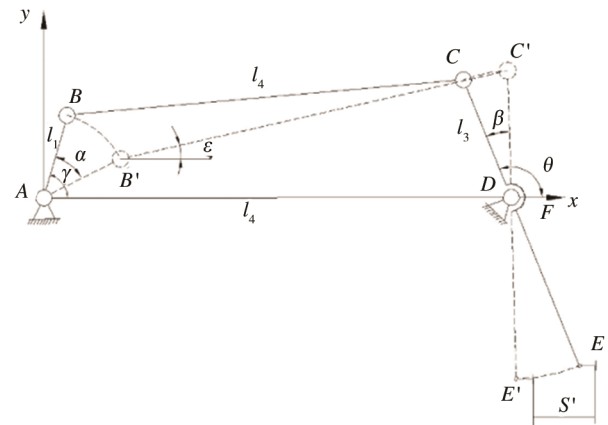


图 8 夹袋手机构参数设计

Fig.8 Parametric design of bag clamping hand mechanism

点为夹手 AB 和拉动连杆 BC 的转动副; C 点为拉动连杆 BC 和驱动连杆 CE 的转动副; D 点为驱动连杆 CE 与摆臂的定转动副 2 (见图 6); E 点为驱动连杆与推杆的转动副, 推杆与凸轮接触配合。

夹袋手闭合时的状态为 ABCDE, 张开时的状态为 AB'CDE', 其中点 E 与点 E' 的水平距离即为凸轮的推程 S' , 见图 8。当夹袋手闭合时, $\angle BAD = \gamma$ 和 $\angle CDF = \theta$ 是确定的。假设夹袋手所需张开角度为 α , 此时杆 CD 相应旋转的角度为 β , 两者均为已知, 设 $l_1 = 1$, 各杆与杆 AB 相对长度分别 l_2, l_3, l_4 。取在坐标轴 x 和 y 的投影, 可得以下关系式^[15]:

$$\begin{cases} \cos(\gamma - \alpha) + l_2 \cos \xi = l_4 + l_3 \cos(\theta - \beta) \\ \sin(\gamma - \alpha) + l_2 \sin \xi = l_3 \sin(\theta - \beta) \end{cases} \quad (12)$$

将式 (12) 整理后得:

$$\cos(\gamma - \alpha) = \frac{l_4^2 + l_3^2 + 1 - l_2^2}{2l_4} + l_3 \cos(\theta - \beta) -$$

$$\frac{l_3}{l_4} \cos(\theta - \beta - \gamma + \alpha) \quad (13)$$

由于 γ 和 θ 是已知的, 当夹袋手所需张开角度为

α 时, 由式 (13) 可得出杆 CD 相应旋转的角度 β 。
设凸轮的推程为 $S^{[16]}$, 杆 DE 的长度 L_{DE} , 则有:

$$S' = L_{DE} [\cos(\pi - \theta) - \cos(\pi - \theta + \beta)] \quad (14)$$

整理得:

$$S' = L_{DE} \cos(\theta - \beta) - L_{DE} \cos \theta \quad (15)$$

由此得出凸轮的推程, 为凸轮的设计提供参考依据。

4 结 语

针对目前基本以间歇式制袋包装的形式, 通过对连续包装袋的特性分析, 详细研究了连续包装袋开袋及补偿的特点与要求。基于卧式回转式充填方案, 设计了一种连续包装袋开袋充填工艺与补偿技术方案, 保证接袋、开袋及充填动作连续完成。该方案减少了传统袋包装机中开袋充填的停顿等待时间, 提高了袋包装机工作效率。对连续拉袋补偿机构进行了结构设计, 并对其关键因素进行了参数分析, 有利于协调实现开袋与补偿及充填动作的同步, 为连续多功能袋包装机设计提供了参考。

参考文献:

- [1] 许林成. 包装机械原理与设计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988.
XU Lin-cheng. Packaging Machinery Theory and Design[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Publishing Press, 1988.
- [2] 刘琼, 孙怀远, 叶春明. 袋包装工艺与设备分析研究[J]. 机电信息, 2017(14): 5—9.
LIU Qiong, SUN Huai-yuan, YE Chun-ming. Study on Bag Packaging Technology and Equipment[J]. Mechanical and Electrical Information, 2017(14): 5—9.
- [3] 李江. 袋成型-充填-封口机产品质量行业状况分析[J]. 包装与食品机械, 2006, 24(2): 50—53.
LI Jiang. Analysis of Product Quality in Bag Form-Fill-Seal Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2006, 24(2): 50—53.
- [4] 王晓花. 全自动大袋包装机总体及关键部件研究与设计[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2012.
WANG Xiao-hua. Overall and Key Components Research and Design for Big-bag Packaging Machine[D]. Wuhan: Wuhan Institute of Technology, 2012.
- [5] 孙兵. 国产颗粒袋包装机与进口袋包装机的比较[J]. 机电信息, 2008(17): 44—45.
SUN Bing. Comparison of Domestic Granule Bag Packaging Machine and Import Bag Packaging Machine[J]. Mechanical and Electrical Information, 2008 (17): 44—45.
- [6] 孙嵘, 凌世杰, 韩家琳, 等. 一种自动包装机的送袋装置: 中国, 202574702U[P]. 2012-12-05.
SUN Rong, LIN Shi-jie, HAN Jia-lin, et al. A Supplying Bags Device of Automatic Packaging Machine: China, 202574702U[P]. 2012-12-05.
- [7] 吴云章, 程亮, 冯渝. 间歇式立式包装机的时序分析与速度提高方法[J]. 食品与机械, 2016, 32(10): 86—88.
WU Yun-zhang, CHENG Liang, FENG Yu. Timing Analysis and Methods to Improve the Speed of the Packaging Machine[J]. Packaging and Food Machine, 2016, 32(10): 86—88.
- [8] 陈营, 陆佳平, 陈永清, 等. 自动装袋机连续供袋运动轨迹的分析[J]. 包装工程, 2016, 37(7): 92—95.
CHEN Ying, LU Jia-ping, CHEN Yong-qing, et al. Transportation Trajectory of Continuous Filling Machine for Supplying Bags[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(7): 92—95.
- [9] 陈营, 陆佳平, 李国华, 等. 连续取袋接袋机构的设计[J]. 包装与食品机械, 2016, 34(3): 33—37.
CHEN Ying, LU Jia-ping, LI Guo-hua, et al. Mechanism Design of Supplying and Receiving Bags [J]. Packaging and Food Machine, 2016, 34(3): 33—37.
- [10] 潘松年. 包装工艺学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2011.
PAN Song-nian. Packaging Technology[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2011.
- [11] 庆波, 李东波, 何非. 双列旋转式灌装机设计[J]. 包装工程, 2014, 35(19): 69—72.
QING Bo, LI Dong-bo, HE Fei. Design of Double-row Rotary Filling Machine[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(19): 69—72.
- [12] 曾文忠. 基于 SolidWorks 对机械零件结构的设计与应用[J]. 制造业自动化, 2012, 34(4): 135—137.
ZENG Wen-zhong. SolidWorks Based on the Design and Application of Mechanical Parts Structure[J]. Journal of Manufacturing Automation, 2012, 34(4): 135—137.
- [13] 陈国华. 机械机构及应用(第2版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2013.
CHEN Guo-hua. Mechanical Mechanism and Application(Second Edition)[M]. Beijing: Press of Mechanical Engineering, 2013.
- [14] 杜娟, 赵艳文. 机械传动装置及设计[J]. 湖南农机, 2011, 38(7): 70—71.
DU Juan, ZHAO Yan-wen. Mechanical Transmission Device and Design[J]. Journal of Hunan Agricultural Machinery, 2011, 38(7): 70—71.
- [15] 华大年, 华志宏. 连杆机构设计与应用创新[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
HUA Da-nian, HUA Zhi-hong. Link Mechanism Design and Application Innovation[M]. Beijing: Mechanical Engineering Press, 2008.
- [16] 杨可桢, 陈光蕴, 李仲生. 机械设计基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
YANG Ke-zhen, CHEN Guang-yun, LI Zhong-sheng. Basis of Mechanical Designing[M]. Beijing: Higher Education Press, 2007.