

装袋机连续开袋机构设计

陈营¹, 陆佳平¹, 李国华², 钱建华²

(1.江南大学, 无锡 214122; 2.江苏腾通包装机械有限公司, 南通 226361)

摘要: **目的** 提高预制袋包装机的生产效率, 实现自动装袋机连续开袋机构的设计。**方法** 基于回转式充填结构, 研究并设计一套预制袋在连续自动充填形式下的开袋机构, 实现连续式开袋动作。**结果** 针对选定的预制袋供送轨迹, 设计出了预制袋连续开袋充填结构, 可以完成预制袋连续性开袋动作。**结论** 实现了自动装袋机连续开袋充填机构设计, 省去了预制袋充填的间歇等待时间, 提高了生产效率。

关键词: 预制袋; 连续充填; 开袋动作; 机构设计

中图分类号: TS04 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)17-0177-005

Design of Continuous Bag Opening Mechanism for Bag Filling Machine

CHEN Ying¹, LU Jia-ping¹, LI Guo-hua², QIAN Jian-hua²

(1.Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2.Jiangsu Teng tong Packing Machinery Company Limited, Nantong 226361, China)

ABSTRACT: Design a continuous bag opening mechanisms for automatic bag filling machine to improve the efficiency of plastic bag filling packing machine. A bag opening mechanism of plastic bag under continuous automatic filling was researched and designed based on rotary filling structure so as to realize continuous bag opening. According to the designed plastic bag tracking route, the continuous bag opening and filling structure for plastic bag was worked out. In conclusion, the design that can realize automatic continuous opening and filling will save the waiting time and improve the efficiency.

KEY WORDS: plastic bag; continuous filling; bag opening; mechanism design

塑料预制袋平整美观, 方便快捷, 在化妆品、药品、食品等行业有着广泛的应用^[1], 但与在线制袋充填包装以及瓶罐等硬质容器充填包装形式相比, 其效率相对低下。市场上存在的预制袋充填机多是间歇式多工位作业, 即取袋、开袋、封口多工位分置进行。这些动作进行时间中的最大值作为整台机器预制袋输送链的停顿时间, 这些停顿时间一定程度上造成生产效率的低下^[2-4]。借鉴啤酒灌装

生产线的运作模式, 致力于实现预制袋连续无间歇式充填, 通过缩短充填周期来提高生产效率。由此, 根据预制袋的特性, 研究设计适合预制袋连续无间歇充填开袋机构将具有生产实践的价值和意义。

1 连续性开袋工艺方法

鉴于现有回转式预制袋开袋方式, 开袋动作过

收稿日期: 2016-03-24

基金项目: 江苏省产学研联合创新资金 (BY2014023-38)

作者简介: 陈营 (1991—), 男, 河北省沧州市人, 江南大学硕士, 主攻包装工艺与包装机械。

通讯作者: 陆佳平 (1964—), 男, 江苏省苏州市人, 江南大学副教授, 主要研究方向为包装工艺与包装机械。

程见图1,其中箭头表示运动方向。

1) 接袋机构的2个接袋袋夹分别夹住预制袋的两侧,向预制袋中间略微推动,给预制袋的吸开预留出空间。

2) 预制袋袋面两侧分别由2个真空吸盘将其吸住,向外拉开一定的距离,实现开袋。

3) 预制袋打开后由撑袋板将其撑开,为充填做准备。

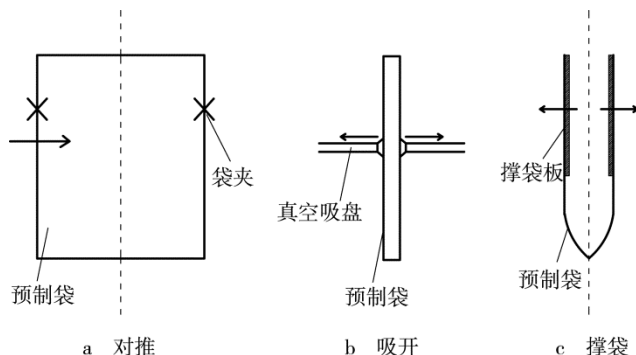


图1 开袋动作过程

Fig.1 Bag opening process

基于自动开袋的方法要点,要完成自动连续的开袋动作,需要着重考虑以下几个要素。

1) 预制袋的输送轨迹。输送轨迹是指机器工作过程中预制袋从袋库到完成充填所经过点的一条连线。整条轨迹贯穿预制袋在包装过程中取袋、接袋、开袋的动作,非正确的轨迹会造成动作失效,或者各动作衔接失效;非合适的轨迹会造成机器结构复杂,或者机器整体尺寸庞大。进行机械化设计时,需要根据实际预制袋规格特性和交接配合的形式来确定轨迹的形状^[5-7]。

2) 开袋方式。开袋方式是指将预制袋闭合的袋口打开所使用的方法。预制袋在灌装前需要完成开口的动作,不然会造成灌装失效。主转盘(充填转盘)是连续转动的,开袋的动作需要在动态的过程中完成,因此,开袋结构也会处于连续的动态旋转中。

2 连续性开袋充填技术方案

通过分析完成预制袋连续性充填所需要完成的动作和顺序,确定预制袋连续性充填轨迹。为了便于分析及设计,现将预制袋设定为点,对其输送轨迹进行设计。确定的预制袋输送轨迹见图2。

如图2所示,轨迹ABC是取袋送袋轨迹,此

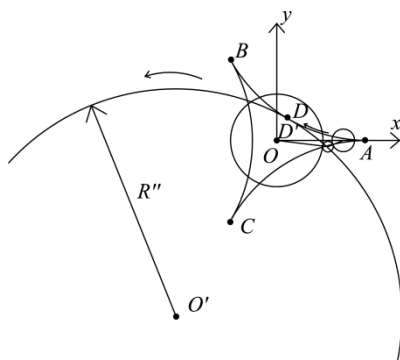


图2 预制袋输送轨迹的设计

Fig.2 Design of plastic bag delivery route

轨迹是双重外啮合行星轮形成的旋轮线^[8]。A点为取袋点,D点为取袋机构与主转盘(充填转盘)的预制袋交接点。预制袋采用连续式供送,完成交接后随着主转盘做匀速旋转运动,箭头方向为预制袋输送方向。圆O'表示主转盘(充填转盘)接袋机构接袋点所运行的轨迹,接袋袋夹随着主轴做连续匀速圆周运动^[9]。在主转盘(充填转盘)上涉及到4个动作,接袋、开袋、充填、输出封口,总分配弧度为 2π 。

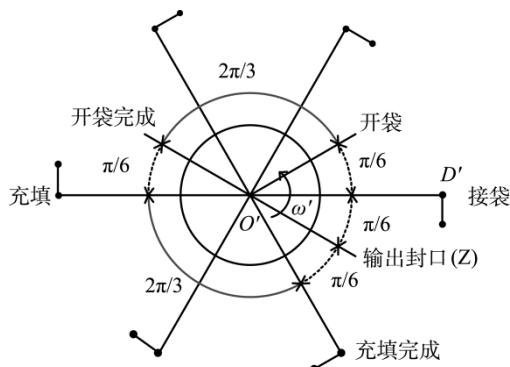


图3 主转盘动作循环

Fig.3 The main rotary motion cycle

在1个周期内有4个动作间歇,分别分配 $\pi/6$ 的弧度,作为稳定调整时间,见图3。4个动作中,接袋和输出封口为瞬时动作,分配弧度为0。对于开袋和充填2个动作,分别分配 $2\pi/3$ 的弧度。当然,具体弧度的分配还要针对真实的机构进行调节。

在开袋充填作业过程中,涉及到6个动作:灌装头下降,灌装头气缸推动灌装头下降做充填准备;单侧推动,后袋夹摆臂转动,推动预制袋一侧边缘,留出开袋空间;滑块推动,滑块推动摆臂进行旋转动作,使得真空吸盘靠近预制袋;吸持开袋,真空吸盘形成真空,拉动预制袋两侧面,达到开袋效果;物料充填,灌装头向预制袋里充填物料。由此轨迹

得出的逻辑关系, 可为预制袋开袋充填机构的设计提供参考。

3 连续性开袋机构设计

各机构的尺寸参数及相互之间位置关系, 决定了该机构的运动特性, 因此, 选择合适的机构及机构之间的角度尺寸参数, 来保证开袋充填动作的平稳性, 就成为机构设计工作的关键^[10-11]。

3.1 机构设计

为了适应连续性给袋接袋时的预制袋与前后袋夹的干涉, 采用前夹袋手先夹住预制袋一个侧边, 再由后夹袋手摆臂围绕转动副进行转动夹住另外一个侧边的方式完成连续性接袋动作, 见图 4。之后预制袋随着摆臂在主转盘(充填转盘)上进行连续匀速转动。需要在转动中完成开袋的动作。

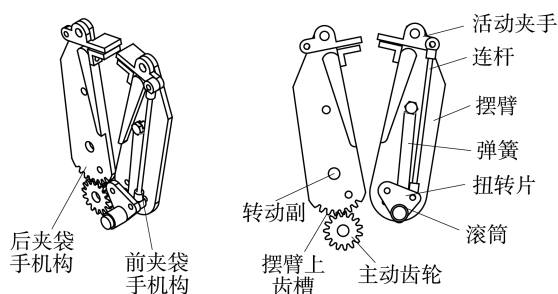


图 4 夹袋手机构(侧面、正面)

Fig.4 Mechanism of bag receiving hand (side and front)

对推动作由夹袋手机构完成, 是 1 对夹袋手机构, 均随着主转盘(充填转盘)而转动^[12], 见图 4。前夹袋手机构中的摆臂固定于主转盘(充填转盘)上, 后夹袋手机构中摆臂由转动副与主转盘(充填转盘)以转动副连接。此机构不仅可以完成接袋动作, 而且在接袋完成后, 后夹袋手机构上的主动齿轮发生转动, 将运动传递给摆臂, 与摆臂相连的夹袋手机构推动预制袋的一侧边缘, 完成单侧推动, 为预制袋开口留出打开空间。为表达清楚将后夹袋手机构中实现夹袋动作的结构(见前夹袋手)隐藏。

其完成推动动作的结构见图 5, 气缸推动滑块进而使得摇杆进行转动, 通过连接块带动主动齿轮轴进行转动, 从而推动摆臂围绕转动副进行旋转, 推动预制袋的一侧, 为吸持开袋动作留出空间。

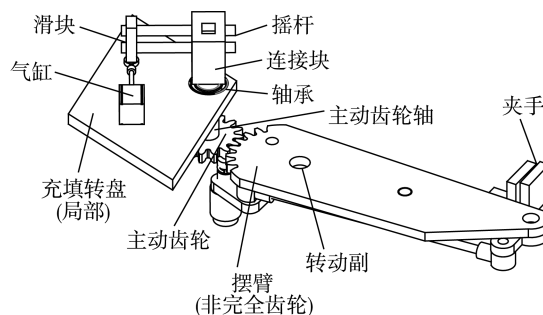


图 5 追击定位机构

Fig.5 Tracking and locating mechanism

预制袋随着主转盘(充填转盘)做匀速圆周运动, 需要在此动态过程中完成预制袋吸开动作, 必然要求完成预制袋吸开动作的机构也是连续旋转的, 并且其旋转速度与主转盘的旋转速度值相同。

如果完成连续性充填, 则充填头与即将充填的预制袋必定保持圆周方向相对静止的位置, 在此基础上通过上下运动完成充填。将开袋机构设计安装在灌装头上, 与灌装头一同上下运动, 可以在灌装前完成预制袋开袋动作, 见图 6 (此图中只对灌装头的尺寸形状做出设计), 其中 A 点、B 点、C 点为 3 个转动副, D 点为真空吸盘中心点。

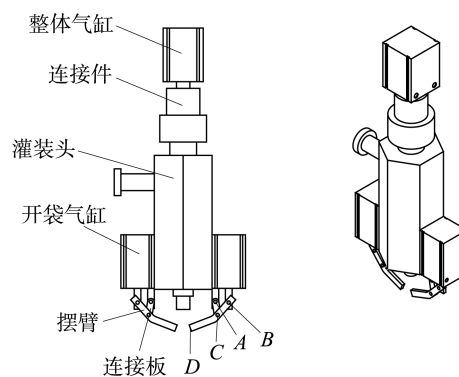


图 6 开袋机构(正面、侧面)

Fig.6 Bag opening mechanism (front and side)

预制袋完成接袋动作后, 随后完成单侧推动动作, 此过程中预制袋随着主转盘(充填转盘)做匀速圆周运动。对应此预制袋的灌装头带着开袋机构做 2 方面的运动: 随着主轴进行的匀速圆周运动和由整体气缸带动的变速直线(竖直向下)运动。2 种运动同时发生, 叠加发生。与此同时, 开袋机构开始动作, 开袋气缸收到信号后开始推动摆臂做旋转运动。摆臂的尾端是固定真空吸盘的定位点, 这样摆臂尾端的位置变化即代表真空吸盘所在平面的位移变化。真空吸盘(摆臂尾端)贴紧预制袋袋面后停止, 接触短暂的时间后, 形成足够的真空度,

获得足够将预制袋吸住的吸力。然后,开袋气缸收到回程信号带动摆臂做回程动作。同时通过真空吸盘(摆臂尾端)拉动预制袋两侧袋面,实现开袋动作,将预制袋打开一定的幅度后,摆臂由摆动变为静止。

预制袋开袋动作完成后,灌装头开始灌装物料。灌装完成后,真空吸盘切断真空,失去吸附力。整体气缸带动灌装头和开袋机构进行回程动作,带动开袋气缸及其他机构回到最初的高度位置。

3.2 参数设计

完成连续性开袋机构的选择,并对其各部分零件进行参数设计,以实现开袋动作。在此基础上,精确地实现在连续性充填形式下的开袋动作,需要着重考虑2个运动参数。

1) 主动齿轮的旋转角度。将后夹袋手机构中的摆臂(图7左)简化为图7中右侧所示模型。其中: F 点为夹手与预制袋的接触点(即袋夹闭合后,活动夹手与固定夹手的外侧端点); E 点为转动副9(见图4); G 点为主动齿轮与摆臂上齿槽的啮合点,杆 FEG 围绕 E 点进行旋转动作^[13]。

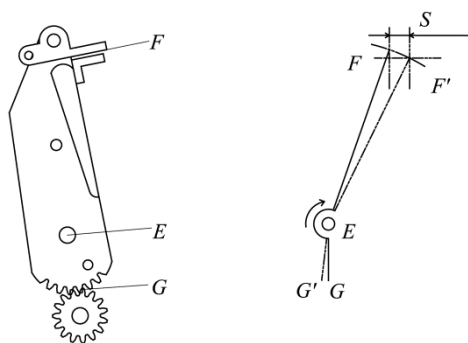


图7 后夹袋手机构

Fig.7 Mechanism of rear bag receiving hand

如图7所示,假设将预制袋单侧推出距离为 S ,则可保证开袋空间,即 F 点到达 F' 的位置。则 G 点转动到 G' 点,设其转动的弧度为 S' 。因为 S 比较小,则将弧 FF' 近似等于 S 。设杆 EF 长度为 L_1 ,杆 EG 长度为 L_2 ,则有 $S' = S \times \frac{L_2}{L_1}$,再根据摆臂上的齿宽,可得出齿轮需要转过的齿数。由此得出的逻辑关系可为控制系统参数的设置提供参考。

2) 开袋气缸推程。如图6所示,开袋机构实际是由两侧的气缸机构来进行驱动,且两侧的机构对称。则取单侧气缸机构(左侧)进行研究,并将

其传动原理简化为图8。其中: A 点为气缸上定点与连接板的定位转动副; B 点为气缸推力杆与连接板的定转动副; C 点为摆臂与连接板的定位转动副; D 点为摆臂的尾端(真空吸盘中心点); D' 点即为真空吸盘开始吸持预制袋的点(见图6)。 B 点延竖直方向运动,其轨道如图中直线 BB' , BB' 之间的距离即为气缸的推程^[14-15]。

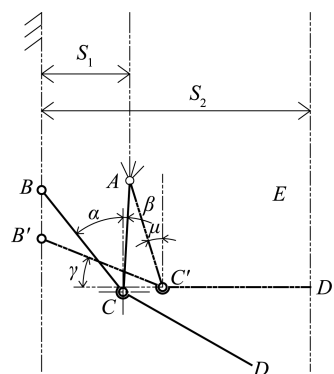


图8 开袋机构参数设计

Fig.8 Parameter design of bag opening mechanism

杆 AC 为连接板,杆 BCD 为摆臂,其中 BCD 为初始状态, $B'C'D'$ 为气缸完成推程后的状态, $C'D'$ 垂直于预制袋袋面所在平面,对预制袋开始真空吸持。设 A 点到直线 BB' 的距离为 S_1 ,预制袋袋面所在平面到直线 BB' 的距离为 S_2 , BC 之间的距离为 L_{BC} , AC 之间的距离为 L_{AC} , CD 之间的距离为 L_{CD} 。气缸推杆的初始位置一定,故 A 点和 B 点之间的距离 L_{AB} 是确定的。 $\angle BCA = \alpha + \beta$,则由余弦定理可得:

$$\cos(\alpha + \beta) = \frac{L_{BC}^2 + L_{AC}^2 - L_{AB}^2}{2L_{BC}L_{AC}} \quad (1)$$

则 $L_{AC} \cos \beta - L_{BC} \cos \alpha = H_{AB}$, H_{AB} 为 AB 位置的高度差。由此可得 α, β 的数值。

以 A 点位置为原点,即 C 点的位置高度为 $-L_{AC} \cos \beta$ 。

$$\mu = \arcsin \frac{(S_2 - S_1 - L_{CD'})}{L_{AC}} \quad (2)$$

以 A 点位置为原点,则 C' 点的位置高度为 $-L_{AC'} \cos \mu$ 。

又 $\gamma = \pi - \angle B'C'D'$,可得:

$$L_{BB'} = L_{BC} \cos \alpha - (L_{AC} \cos \beta - L_{AC'} \cos \mu) - L_{BC'} \sin \gamma \quad (3)$$

由 $L_{BC} = L_{B'C'}$, $L_{AC} = L_{A'C'}$ 简化得:

$$L_{BB'} = L_{BC}(\cos \alpha - \sin \gamma) - L_{AC}(\cos \beta - \cos \mu) \quad (4)$$

则开袋气缸的推程为 $L_{BB'}$, 为开袋气缸的选型提供参考。

4 结语

详细分析连续性开袋的动作要求及技术方案, 确定实现连续性开袋输送的轨迹。在此基础上, 设计实现连续性开袋动作的机构, 保证预制袋能够按照预定轨迹实现连续性供送和充填。选取不完全齿轮机构及气缸机构配合来实现连续性开袋动作, 并对其进行了参数设计。

得出当要实现的操作过于复杂时, 设计可考虑将动作进行分解, 分步完成, 再加以整合, 为类似相关机构的设计与研发提供参考和依据。

参考文献:

- [1] 潘松年. 包装工艺学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2010. PAN Song-nian. Packaging Technology[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2010.
- [2] 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.
- [3] 孙嵘, 凌世杰. 一种预制袋包装机的分袋移袋装置: 中国, CN 202244216U[P]. 2012-05-30. SUN Rong, LING Shi-Jie. A Bag Packaging Machine Pick and Move Device: China, CN 202244216U[P]. 2012-05-30.
- [4] 程亮, 郭爱华, 孔晨曲. 自动重袋包装机设计[J]. 盐业与化工, 2011, 40(6): 15—18. CHENG Liang, GUO Ai-hua, KONG Chen-qu. Heavy Bag Packaging Machine Design[J]. Journal of Salt Industry and Chemical Industry, 2011, 40(6): 15—18.
- [5] 李龙, 曹巨江. 四头取盒机构的研究与设计[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(6): 31—34. LI Long, CAO Ju-jiang. Four-head Picking the Box Mechanism Research and Design[J]. Packaging and Food Machinery, 2011, 29(6): 31—34.
- [6] 李龙, 曹巨江, 田晓鸿. 行星轮式取盒机构的研究与分析, 机械传动, 2011, 35(12): 60—62. LI Long, CAO Ju-jiang, TIAN Xiao-hong. Planetary Wheel Box of Institutional Research and Analysis[J]. Mechanical Transmission, 2011, 35(12): 60—62.
- [7] 李龙, 田晓鸿, 曹巨江. 高速取盒机构运动轨迹设计与研究[J]. 包装与食品机械, 2011, 39(3): 28—30. LI Long, TIAN Xiao-hong, CAO Ju-jiang. The Box of Trajectory Design and Research Institutions[J]. Packaging and Food Machinery, 2011, 39(3): 28—30.
- [8] 吴德孚. 介绍一种自动取袋机构[J]. 包装与食品机械, 1986(3): 55—59. WU De-fu. This Paper Introduces An Automatic Picking Bag Mechanism[J]. Packaging and Food Machinery, 1986(3): 55—59.
- [9] 王文博, 阎敏. 行星轮系的旋轮线和图案设计[J]. 北京服装学院学报, 1994, 14(1): 80—85. WANG Wen-bo, YAN Min. The Cycloid Planetary Gear Train and Pattern Design[J]. Journal of Beijing Institute of Fashion Technology, 1994, 14(1): 80—85.
- [10] 张竹青, 陆佳平. 实现旋轮线轨迹的取袋机构设计与参数分析[J]. 机械设计, 2015, 32(3): 82—85. ZHANG Zhu-qing, LU Jia-ping. Achieve the Cycloid Trajectory Taking Bag Mechanism Design and Parameter Analysis[J]. Journal of Mechanical Design, 2015, 32(3): 82—85.
- [11] 孙平. 简析塑料袋的质量要求[J]. 印刷技术, 2006(26): 52—53. SUN Ping. Analysis the Quality Requirements of Plastic Bags[J]. Journal of Printing Technology, 2006(26): 52—53.
- [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(第二版)[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.