

工艺与装备

M袋自动挂面充填装置的结构设计

王志鹏¹, 宗向东², 李永祥¹, 徐雪萌¹, 徐芸¹, 王依¹

(1.河南工业大学 机电工程学院, 郑州 450001; 2.登封市启明轩程控设备有限公司, 河南 登封 452470)

摘要: 目的 为解决包装规格为 1~2 kg/袋的 M 袋挂面自动充填滞留残余、不畅等问题, 设计一种用于挂面的自动充填装置。方法 针对 M 型包装袋的特点, 基于挂面充填装置的工作原理分析和技术要求, 采用模块化、集成化设计方法及与现有设备的优化组合, 对挂面充填装置进行结构设计, 使挂面在充填的过程中可以顺利入袋, 提高包装效率; 用 SolidWorks 软件对挂面充填装置进行三维建模, 并进行虚拟装配, 根据三维虚拟样机及加工物理样机试验验证结构设计的合理性。结果 包装规格为 500, 1000, 150, 2000 g/袋的挂面充填成功率分别为 95%, 90%, 90%, 80%。结论 所设计的新型挂面充填装置结构合理, 可以实现挂面的顺利落袋, 为回转给袋式自动挂面包装机关键装置设计提供一定的参考。

关键词: M 袋; 挂面填充; SolidWorks; 给袋式包装机

中图分类号: TB486 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)15-0187-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.15.028

Structural Design of M Bag Automatic Noodle Filling Device

WANG Zhi-peng¹, ZONG Xiang-dong², LI Yong-xiang¹, XU Xue-meng¹, XU Yun¹, WANG Yi¹

(1.School of Electromechanical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China;
2.Dengfeng Qimingxuan Program Control Equipment Co., Ltd., Dengfeng 452470, China)

ABSTRACT: The work aims to design an automatic filling device for noodles, in order to solve the problems such as residues and unsmoothness in M bag automatic filling of noodles with 1-2 kg/bag. According to the characteristics of M-type packaging bag, the structural design of the noodle filling device was carried out by adopting the modular and integrated design method and the optimized combination with the existing equipment, based on the analysis of the working principle and technical requirements of the noodle filling device, so that the noodle could be put into the bag smoothly in the filling process, and the packaging efficiency was improved. The three-dimensional modeling of the noodle filling device was carried out with SolidWorks software, and the virtual assembly was conducted. The rationality of structural design was verified according to the experiment of 3D virtual prototype and machining physical prototype. The success rate of filling noodles with packaging specifications of 500, 1000, 1500 and 2000 g/bag were 95%, 90%, 90% and 80%, respectively. The structure of the newly designed noodle filling device is reasonable, which can realize the smooth bagging of the noodles, and provide some reference for the key device design of the rotary bag-type automatic noodle packaging machine.

KEY WORDS: M bag; noodle filling; SolidWorks; bag-type packaging machine

收稿日期: 2019-11-08

基金项目: 国家重点研发计划 (2018YFD0400704); 河南省科技厅自然科学基金项目 (182102110163)

作者简介: 王志鹏 (1995—), 男, 河南工业大学硕士生, 主攻粮食机械及理论。

通信作者: 李永祥 (1960—), 男, 河南工业大学教授、博导, 主要研究方向为粮食机械及理论。

近年来,挂面作为传统主食,在中国的饮食习惯中一直占据着不可或缺的地位,中国食品科学技术学会(CIFST)面制品分会统计数据表明:2018年我国食用挂面的总产量已经超过800 t^[1-2]。随着科技的进步与人们生活水平的提高,挂面包装的需求从传统的作坊式手工包装逐渐转变为规模化 and 机械化加工,促使给袋式包装设备向智能化、柔性化、集成化综合发展^[3-7]。考虑到挂面细长条状的特点,若M型侧褶预制袋口不完全撑开,挂面充填的过程中容易搭在包装袋口上方,导致称量后的物料不能完全落入袋内,或者落入包装袋产生偏斜影响封口,必须使袋口以及袋底全部打开才能使挂面按照设计的工艺步骤落料^[8]。挂面充填装置作为回转给袋式挂面包装机的关键工位,将配合包装机其余工位完成包装工艺,充填的效率决定总体包装的效率,影响其包装精度^[9-11]。虽然国内学者在给袋式包装机方面做了大量的工作,但国内针对M袋自动挂面充填装置的研究甚少^[12]。徐雪萌等^[13]依据预制袋充填技术方案,采用约束方程法建模,对撑袋机构进行设计解决挂面充填故障。上述研究成果为M袋自动挂面充填装置的设计提供了一定的参考。

针对1~2 kg/袋的M袋包装挂面横向充填时发生滞留残余、不畅等问题,通过挂面充填装置的工作原理分析对挂面充填装置进行结构设计,设计开发一种用于挂面等物料的挂面充填装置。

1 M袋自动挂面充填装置方案设计

1.1 M袋自动挂面充填的技术难点

目前,挂面在M型侧褶预制袋充填过程中,由于挂面物料的充填特性和M型侧褶预制袋的特点,使得M袋自动挂面充填技术存在难点。因为挂面是一种细长条状、易断裂的充填物料,所以挂面在充填时更易出现断裂和发生充填不畅的问题。考虑到M袋两侧具有向内折叠的侧褶,若M型侧褶预制袋口未至完全撑开状态,则挂面在横向充填至袋口上侧时,挂面更容易横搭在袋口或者落入包装袋产生偏斜,见图1。

为解决充填时挂面可能出现断裂、破碎及预制袋内部存在的静电作用造成袋口无法完全打开从而妨碍挂面充填的问题,在M袋自动挂面充填装置设计时,需要考虑到只有在挂面充填之前将预制袋从袋口至袋底完全撑开,避免预制袋内部的静电作用,挂面才可以顺利落入预制袋中完成充填工作,见图2。另外,M袋自动挂面充填装置各个模块应可调节,从而可以适用于不同规格M型侧褶预制袋的充填工作,这就是M袋自动挂面充填装置的关键所在。

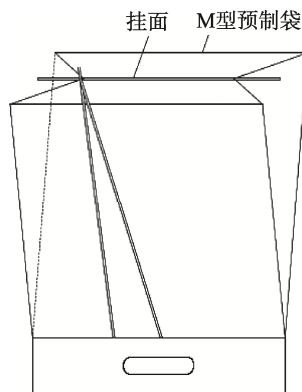


图1 M型预制袋未完全撑开充填故障
Fig.1 Failure of incomplete opening and filling of M-type prefabricated bag

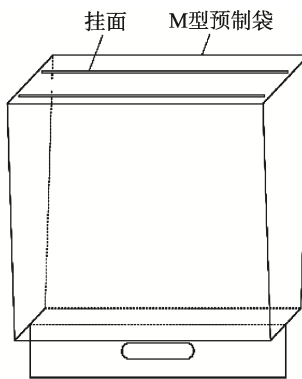


图2 M型预制袋完全撑开充填
Fig.2 Fully opened and filled M-type prefabricated bag

1.2 M袋自动挂面充填装置结构

针对挂面物料的充填特性和M型侧褶预制袋的充填特点,M袋自动挂面充填装置的主要作用是将预制袋袋口至袋底完全撑开,并锁紧固定在充填装置上,进而落料完成装袋充填工作。挂面充填装置作为回转给袋式挂面包装机的关键工位,挂面充填的顺利与否直接影响整体的工作效率,文中采用标准化、模块化、通用化、集成化的设计思想^[14-15],利用SolidWorks软件对M袋自动挂面充填装置进行三维建模,并进行虚拟装配^[16-17]。设计的M袋自动挂面充填装置结构见图3。

1.3 M袋自动挂面充填装置工作原理

M袋自动挂面充填装置的结构主要包括面槽护板主体、撑袋模块、压袋模块、挡料模块、齐面模块等部分组成,工艺流程为落面—挡面—齐面—撑袋—压袋—充填。M袋自动挂面充填装置三维图各模块见图4。

1.3.1 面槽护板主体

面槽护板主体由立板、上下凸板、前后斜板组成。面槽护板主体的工作原理为:前斜板3和后斜板4组

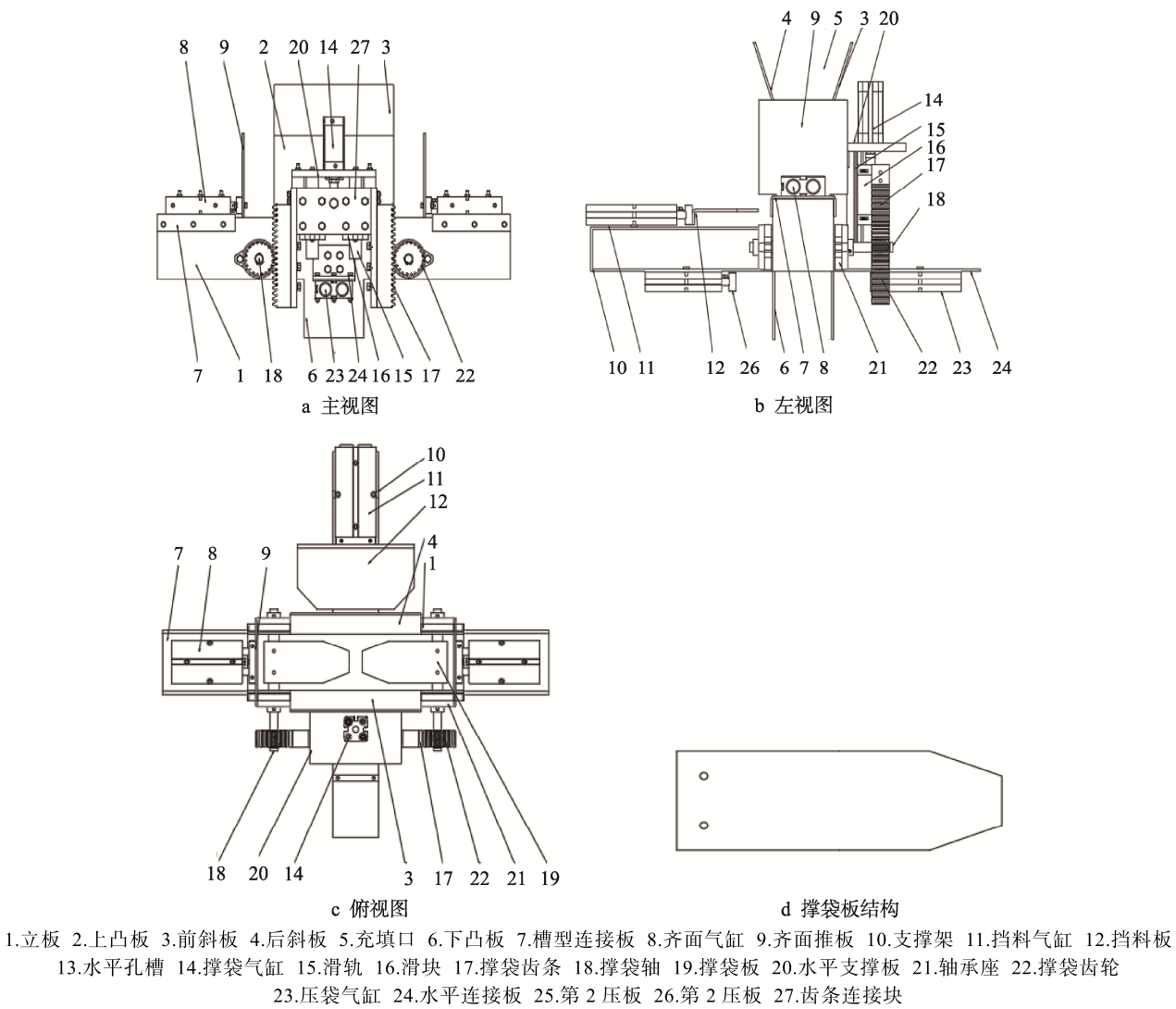


图 3 M 袋自动挂面充填装置结构
Fig.3 Structure of M bag automatic noodle filling device

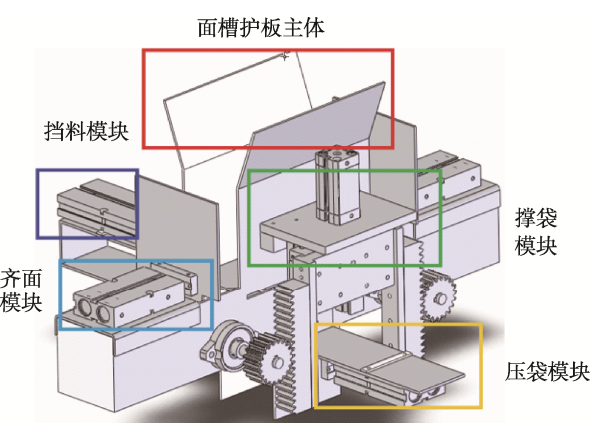


图 4 M 袋自动挂面充填装置三维图
Fig.4 Three dimensional drawing of M bag automatic noodle filling device

成落料口 5，上凸板 2 上方与前后斜板形成一定的角度，当称重好的挂面从面槽护板主体上方落料口随着重力向下坠落，到达装置上部时，由于前后斜边 3，

4 角度的存在，使其挂面统一向立板落料口中心滑落，防止挂面滞留残余在装置上方位置，进而顺利滑落完成挂面充填的过程；同时 2 块下凸板 6 分别对应伸入包装袋内部，将预制袋口前后方向撑起，配合撑袋模块将预制袋从袋口至袋底完全撑开；另一方面配合压袋模块将预制袋口外部锁紧到充填装置上，避免称重后的物料不能完全落入袋内。

1.3.2 挡料模块

挡料模块由挡料气缸、挡料板、支撑架组成。支撑架安装在立板的后侧，根据设计的行程布置，挡料气缸安装在支撑架上侧，挡料板安装在气缸前侧。

挡料模块的工作原理为：当挂面开始向立板落料口中心滑落时，后侧安装的挡料气缸 14 会推动挡料板 12 向前伸出至最前方位置并保持一定时间不动，挡料板 12 封堵水平孔槽 13，设计挡料板 12 的宽度与挂面的长度相同，接住落下来的挂面，在挂面充填之前为齐面工艺和撑袋工艺留出一定的工作时间，使

其在挂面充填的过程中实现缓冲。

1.3.3 齐面模块

齐面模块由槽型连接板、齐面气缸和齐面推板组成。槽型连接板安装在立板左右侧，齐面气缸安装在立板左右侧，齐面推板安装在齐面气缸前侧。

齐面模块的工作原理为：当挂面被挡料板 12 接住时，控制 2 个齐面气缸 8 的活塞杆同时相向伸出齐面推板 9，使挂面在滑落的过程中能实现挂面的对齐，对其物料进行整理，避免在充填的过程中横搭在袋口导致称量后的物料不能完全落入袋内，造成挂面的断裂、破碎；同时避免落入包装袋产生偏斜。

1.3.4 撑袋模块

撑袋模块由撑袋气缸、撑袋齿轮、撑袋齿条、水平支撑板、滑轨、滑块、撑袋板、撑袋轴、齿条连接块等组成。撑袋气缸固定在水平支撑板上侧，滑轨、滑块分别依次安装在水平支撑板下方的 2 块竖板表面，滑块前侧与撑袋气缸固定，撑袋气缸前侧与齿条连接块固定，齿条连接块两侧配合齿条连接，齿轮齿条相互配合，齿轮安装在撑袋轴，撑袋轴上侧安装有撑袋板。

撑袋模块的工作原理：当 2 个齐面气缸 8 动作的同时，撑袋气缸 14 驱动齿条连接块 27 向下移动，带动滑块 16 沿滑轨 15 向下移动，同时齿条连接板 27 带动齿条 17 竖直向下移动驱动 3 个撑袋齿轮 22 转动。由于滑轨 15 对滑块 16 的竖直导向作用，从而保证撑袋气缸 14 在竖直方向移动时不会发生前后或左右的偏移，使 2 个齿条 17 与 2 个撑袋齿轮 22 啮合传动更精密。同时 2 个撑袋齿轮 22 与 2 根撑袋轴 18 连接，撑袋齿轮 22 转动的同时分别带动 2 根撑袋轴 18 转动，使 2 块撑袋板 19 同时转动至竖直状态，即转动 90°；2 块撑袋板 19 分别对应伸入包装袋内部的两侧位置，将预制袋从袋口至袋底完全撑开，配合前后的下凸板 6 将袋子的前后撑起，使其 M 型侧褶预制

袋口至完全撑开状态，避免挂面在下落的过程中滞留残余在装置下部位置；同时配合压袋模块完成充填工作。

1.3.5 压袋模块

压袋模块由压袋气缸、第 1 压板、第 2 压板、水平连接板、支撑架等组成；前后侧的压袋气缸分别安装在水平连接板和支撑架上，压袋气缸的前侧分别安装有第 1 压板和第 2 压板。

压袋模块的工作原理：当撑袋模块开始工作时，第 1 压板 25 和第 2 压板 26 对其预制袋外缘进行夹锁紧，配合撑袋板 19 和下凸板 6 将预制袋口撑开，使 M 型侧褶预制袋口至完全撑开状态，避免挂面滞留在装置内部下方位置，进而顺利完成充填入袋工作；同时，将预制袋口外部锁紧到充填装置上可以避免袋子在落料的过程中随着袋子里边挂面重量的增加而导致包装袋滑落，进而影响充填效果。

2 挂面充填实验

2.1 实验设备与仪器

实验设备：河南工业大学自制 M 袋自动挂面充填装置实验样机，见图 5a。

实验仪器：精度 0.1 g 的电子秤，见图 5b。

2.2 实验方法与分析

M 袋自动挂面充填装置作为回转给袋式挂面包装机关键装置之一，用事先准备好的包装袋套在 M 袋自动挂面充填装置下方，在包装袋下面予以支撑。分别用电子秤称量 500, 1000, 1500, 2000 g 挂面来进行分组实验，每组实验条件相同，每组实验 20 次；由于实验条件有限，提前将称量好的挂面进行整理充填，以挂面横搭在袋口或者在包装袋中偏斜为故障，实验挂面从挡料板高度位置落入包装袋的效果。最终每组实验的挂面最终顺利入袋效果见图 6。



a M 袋自动挂面充填装置实验样机



b 电子秤

图 5 M 袋自动挂面充填装置实验样机和电子秤

Fig.5 Experimental prototype and electronic scale of M bag automatic noodle filling device

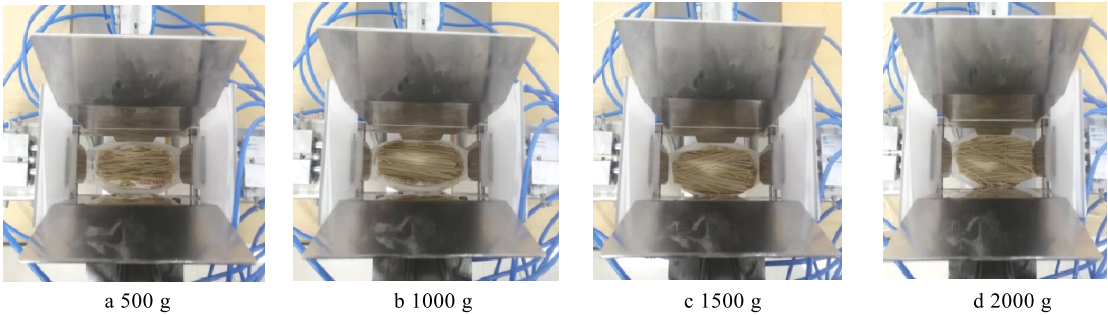


图 6 挂面充填效果
Fig.6 Noodle filling effect

2.3 实验结论

经过每组 20 次实验，观察挂面的充填效果。

表 1 挂面的充填效果
Tab.1 Filling effect of noodles

每袋挂面 质量/kg	充填故障 次数	充填成功 次数	充填成功 率/%
0.5	1	19	95
1	2	18	90
1.5	2	18	90
2	4	16	80

由表 1 可知，挂面按照预期设计可以依次顺利下落至包装袋中，达到预期的设计效果。结合三维虚拟样机以及分组实验验证 M 袋自动挂面充填装置的结构是合理可行的。

3 结语

针对包装规格 1~2 kg/袋 M 袋挂面自动充填的滞留残余、不畅等问题，设计了一种适用于挂面充填的自动化充填装置，使挂面在充填的过程中可以顺利入袋，避免引起包装精度根据该装置的结构参数生产出挂面充填装置实验样机。

经落料充填试验，每袋挂面质量为 500，1000，1500，2000 g 的落料成功率分别为 95%，90%，90%，80%；挂面按照预期设计可以依次顺利下落至包装袋中，达到预期的设计效果。

根据分组实验结果，并结合三维虚拟样机验证该结构设计是合理可行的。研究结果对提高挂面充填装置的效率和降低维护成本具有一定的借鉴意义，为回转给袋式自动挂面包装机关键装置设计提供一定的参考。

参考文献：

[1] JIANG Song, YAO Dan-dan, SUN Ke, et al. Effects of

Different Processing Conditions on the Mechanical Properties of Dry Noodles[J]. Journal of Texture Studies, 2014, 45(5): 387—395.

[2] 田晓红, 谭斌, 吴娜娜, 等. 我国荞麦挂面消费市场及《荞麦挂面》标准现状分析[J]. 粮油食品科技, 2019, 27(5): 6—9.

TIAN Xiao-hong, TAN Bin, WU Na-na, et al. Analysis on the Current Situation of Buckwheat Noodle Consumption Market and Buckwheat Noodle Standard in China[J]. Grain, Oil and Food Technology, 2019, 27(5): 6—9.

[3] 郭洪鑫. 我国食品和包装机械行业发展趋势[J]. 机械工程师, 2013(2): 3—7.

GUO Hong-xin. The Development Trend of Food and Packaging Machinery Industry in China[J]. Mechanical Engineer, 2013(2): 3—7.

[4] 赵霞. 包装机械行业发展的未来[J]. 机械工业标准化与质量, 2012(10): 7—9.

ZHAO Xia. Future Development of Packaging Machinery Industry[J]. Standardization and Quality of Machinery Industry, 2012(10): 7—9.

[5] 刘锐, 邢亚楠, 魏益民, 等. 北京挂面消费市场供给发展研究(2010—2015)[J]. 粮食与油脂, 2018, 31(1): 45—48.

LIU Rui, XING Ya-nan, WEI Yi-min, et al. Research on the Supply and Development of Beijing Noodle Consumer Market (2010—2015)[J]. Grain and Oil, 2018, 31(1): 45—48.

[6] 刘锐, 张影全, 武亮, 等. 挂面生产工艺及设备研发进展[J]. 食品与机械, 2016, 32(5): 204—208.

LIU Rui, ZHANG Ying-quan, WU Liang, et al. Research and Development Progress of Vermicelli Production Process and Equipment[J]. Food and Machinery, 2016, 32(5): 204—208.

[7] 刘凡, 张永林. 挂面自动包装技术的研发现状[J]. 食品与机械, 2011, 27(6): 269—271.

LIU Fan, ZHANG Yong-lin. Research and Development of Automatic Packaging Technology of Fine Dried Noodles[J]. Food and Machinery, 2011, 27(6): 269—271.

[8] 陈留记, 王志山, 李文凯, 等. 给袋式自动挂面包装机关键装置设计[J]. 包装工程, 2018, 39(13):

- 170—175.
CHEN Liu-ji, WANG Zhi-shan, LI Wen-kai, et al. Design of Key Devices for Bag Type Automatic Noodle Packing Machine[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(13): 170—175.
- [9] 王嵩. 粉料定量大袋自动包装机设计及关键技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2015: 2—6.
WANG Song. Research on the Design and Key Technology of Powder Quantitative Big Bag Automatic Packaging Machine[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2015: 2—6.
- [10] 佚名. 给袋式自动包装机(JB/T 10797—2007)[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(2): 1—4.
Anon. Automatic Bag Feeding Packaging Machine(JB/t 10797—2007)[J]. Packaging and Food Machinery, 2009, 27(2): 1—4.
- [11] 余志明. 面条装袋生产线的研究及设计[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2014: 1—3.
YU Zhi-ming. Research and Design of Noodle Bagging Production Line[D]. Wuhan: Wuhan Light Industry University, 2014: 1—3.
- [12] 陈留记. 给袋式挂面包装机关键技术研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2019: 12—15.
CHEN Liu-ji. Research on Key Technology of Bag-type Fine-dried Noodle Packing Machine[D]. Zhengzhou: Henan University of Technology, 2019: 12—15.
- [13] 徐雪萌, 陈留记, 王志山, 等. 给袋式挂面包装机撑袋机构设计与分析[J]. 包装工程, 2019, 40(15): 181—188.
XU Xue-meng, CHEN Liu-ji, WANG Zhi-shan, et al. Design and Analysis of Bag-supporting Mechanism for Bag-type Noodle Packing Machine[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(15): 181—188.
- [14] SHANG R, LI S Y. The Study on CAD Technology of Reconfigurable and Module for Vertical Bag Packaging Machine[C]// Advanced Materials Research, Trans Tech Publications, 2011, 299: 1124—1127.
- [15] 尚东阳, 赵树国, 姜阳, 等. 基于模块化设计的全自动纸箱包装机[J]. 轻工机械, 2017, 35(5): 6—11.
SHANG Dong-yang, ZHAO Shu-guo, JIANG Yang, et al. Automatic Carton Packaging Machine Based on Modular Design[J]. Light Industry Machinery, 2017, 35(5): 6—11.
- [16] 孙立明, 韩校粉, 刘冬芳, 等. 基于 SolidWorks 输出 STL 格式文件的最优值研究[J]. 机械设计, 2019, 36(S2): 41—43.
SUN Li-ming, HAN Xiao-fen, LIU Dong-fang, et al. Study on The Optimal Value of STL Format File Output Based on SolidWorks[J]. Mechanical Design, 2019, 36(S2): 41—43.
- [17] 田继涛, 黄晓华, 张言中, 等. 基于 SolidWorks 的盾构机刀具参数化设计[J]. 煤矿机械, 2019, 40(11): 186—188.
TIAN Ji-tao, HUANG Xiao-hua, ZHANG Yan-zhong, et al. Parametric Design of Shield Machinecutter Based on SolidWorks[J]. Coal Mining Machinery, 2019, 40(11): 186—188.