

基于慧鱼模型的水果包装系统设计与搭建

刘静, 黄声德, 张义猛, 冯旭
(江西理工大学, 赣州 341000)

摘要: 目的 基于慧鱼模型设计一种多品种水果包装系统, 旨在对不同品种的水果进行分拣、称量、贴标和码放。**方法** 设计水果包装系统的升降、储物、分拣、装箱、贴标等机构, 用慧鱼创意组合模型搭建水果包装系统的实物模型。采用图形化编程软件 ROBO Pro 开发水果包装系统的控制程序, 并进行模拟仿真。**结果** 仿真结果表明, 该水果包装系统可分拣模型直径为 4~14 mm 的球形或椭圆形水果, 适用于樱桃、桔子、枣等球形水果的分拣与包装。**结论** 该水果包装系统分拣效率较高, 能实现多种水果的自动分拣、包装。

关键词: 慧鱼模型; 水果; 包装系统; ROBO Pro

中图分类号: TB485.3; TB486⁺³ 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2018)05-0136-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.05.026

Design and Construction of Fruit Packaging System Based on Fischertechnik Model

LIU Jing, HUANG Sheng-de, ZHANG Yi-meng, FENG Xu
(Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

ABSTRACT: The work aims to design the multi-species fruit packaging system based on Fischertechnik model, for the purpose of sorting, weighing, labeling and stacking up different varieties of fruit. The mechanisms for lifting, storage, sorting, packaging and labeling of fruit packaging system were designed. The physical model of the fruit packaging system was established based on the Fischertechnik model of creativity combination. The graphical programming software ROBO Pro was used to develop a fruit packaging system control program and the simulation thereof was conducted. The simulation results showed that, the fruit packaging system could sort the fruit with a diameter of 4~14 mm of spherical or oval shape, which was suitable for the sorting and packaging of such fruit as cherry, orange, jujube and other fruit of spherical shape. With higher sorting efficiency, the fruit packaging system can realize the automatic sorting and packaging of a variety of fruits.

KEY WORDS: Fischertechnik model; fruit; packaging system; ROBO Pro

随着人们生活水平的日益提高, 对生鲜产品的品质要求也不断提高, 我国新鲜水果产量与需求量居世界前列, 但在水果的包装售卖环节仍多采用人工包装的方式, 不仅费时费力, 而且很难满足人们在购买水果时的多样化需求^[1]。有些经销商别出心裁, 按某种规律进行组合包装, 比如把苹果、香蕉、葡萄进行组合包装, 促销效果非常明显^[2], 但均需手工完成挑选、称量、包装等流程。目前针对水果包装系统的研究已日趋成熟, 文献[3—7]对水果包装进行了详尽的研究,

但存在功能过于单一、只能包装单种水果、集成度不高等不足, 针对多品种水果包装系统的研制已刻不容缓。这里拟设计一种多品种水果包装系统, 具有分拣、称量、贴标、仓储等功能, 能完成多种水果分类包装。

多品种水果包装系统涉及机械部分和控制部分, 利用计算机搭建仿真缺乏实践性, 很难实现包装流程的连贯运行。慧鱼模型是技术含量很高的工程技术拼装零件模型, 包含了工程机械中常见的零件, 如马达、齿轮、连杆、开关、控制器、人机接口等, 能实现各

种复杂技术过程的模拟仿真。慧鱼模型具有拼装精度高、可重复利用等优点，作为教学用具^[8]和模拟示范^[9~10]广泛用于各大高校及企业中。利用慧鱼模型搭建多品种水果包装系统，对模拟实际包装流程有很大优势，这里基于慧鱼模型对多品种水果包装系统的机械部分和控制系统进行设计，并完成整个系统的模拟仿真^[11]。

1 基本结构设计

水果包装系统的整体设计充分利用了组合机构^[12]。为了提高分拣效率，水果在进入分拣机构前需剔除坏果、残果，考虑到水果与包装系统传送带之间的落差，设计升降装置，方便将水果送往传送机构。水果送往包装系统称量、贴标、码放前需要将水果分拣成单个，因此设计一种分拣机构，该机构能将水果分拣成单排。水果在分拣完成后，经由斜坡和四杆机构组成可移动的出口，落入包装箱内，包装箱的定位区域分为“左”、“中”、“右”，每完成1次3个区域的码放，就由传送带将包装箱送至下一位置。在装箱的同时，每装入1个水果，箱体质量将被记录1次，以便精确称出每一类水果的质量。已装好的包装箱进入下一区域进行贴标、压盖等操作，最后将包装箱放入存储仓库。实物模型见图1。



图1 水果包装系统实物模型
Fig.1 Physical model of fruit packaging system

1.1 升降装置

考虑到水果包装系统自身原理和机械结构的限制，储物台将高出安装水平面一段距离，故在储物台的侧边设置了升降装置，升降装置原理见图2a。该升降台采用螺旋副的直线传动原理，由安装在底部的直流电机提供动力，在丝杆螺母上固定一平台，用以装载水果。丝杆旋转时，与丝杆啮合的螺母将沿直线导轨上下运动，螺旋副的传动过程平稳、精准，符合设计要求。当平台接触到顶部的限位开关时，电机停止，由顶部安装的电机驱动齿轮齿条机构，与齿条相固定的推板将水果推入储物台上。升降装置的“顶”、“底”、“左”、“右”各方面都设置有限位开关，限制升降平台上移动以及推板前后移动的行程，升降装置实物模型见图2b。

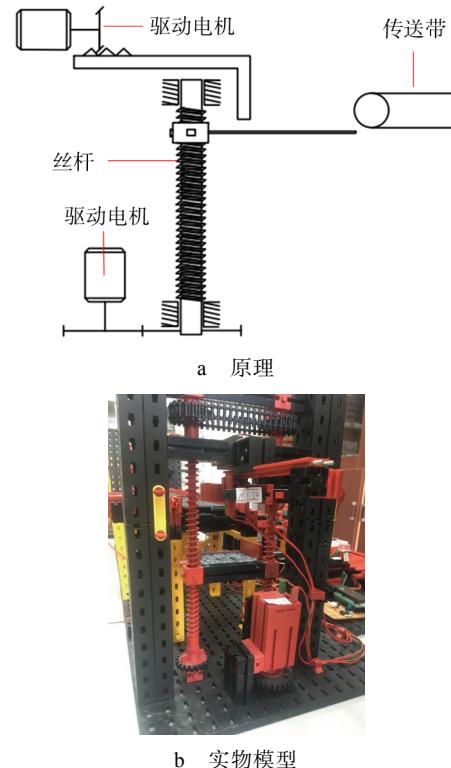


图2 升降装置
Fig.2 Lifting device

1.2 储物台与分拣机构

储物台和分拣机构的实物模型见图3。储物台由传送带组成，由安装在侧边的直流电机提供动力，主要实现以下功能：暂时存放水果，避免工作线上出现“拥堵”或“缺货”的现象；作为传送机构，将水果从升降台输送到分拣机构。传送带安装方便、传动平稳，符合技术要求，传送过程能减少对水果的碰撞损伤。

分拣机构的作用是将输送进来的水果分拣成单个，方便记录水果的质量与装箱。分拣机构的工作原理是利用传送带与水果之间的摩擦力和相互阻力，将杂乱的水果排列整齐。考虑到不同水果的形状不同，分拣机构主要可以分拣球形或椭球形水果。利用3D打印机打印不同直径的水果模型，由于3D打印的水果模型质量较轻，为增加质量，在水果模型壳体内添加了钢珠。在完成整个实物模型的搭建并设计完成控制系统后，进行模拟包装实验。经过实验仿真和测算，文中基于慧鱼零件模型设计的水果包装系统可分拣水果模型的直径为4~14 mm，针对不同果径的水果，可通过调整分拣机构和装箱机构的尺寸规格，来实现不同果径球形水果的分拣。该系统可满足大部分球形水果的分拣，例如樱桃、橘子、红枣等。

分拣机构的动力传动主要考虑滚轮的转向应和水果前进方向一致，故采用链轮传动方式。链轮传动可以保证水果在分拣的过程中向前传送，避免被压坏。水果分拣成单个排列后，在水果的出口处安装有

光电门，用以识别水果是否送出，光电门将信号传递给主传送带的称量装置，最终得出贴标的清单。

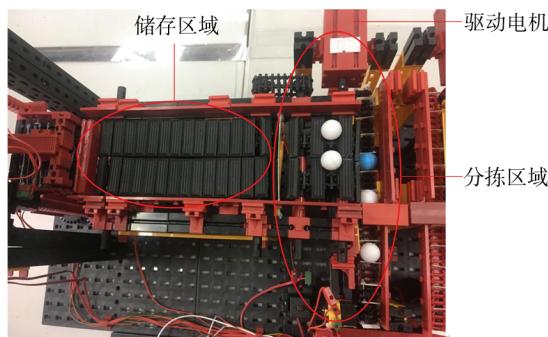


图3 储物台和分拣机构的实物模型
Fig.3 Physical model of storage platform and sorting mechanism

1.3 装箱机构

为方便记录水果的质量、防止水果损坏，这里设计一种将水果单个依次装箱的机构。分拣机构将水果单个分拣开后，每次送出1个水果，通过分拣机构和包装箱位置之间的斜坡导轨，将水果依次装入包装箱内，导轨的入口大，出口小，每次装箱将水果引导装入不同格层，见图4。为防止水果堆叠，包装箱采用九宫格样式且包装箱底部配备缓冲块^[13]，防止水果跌落损坏，导轨出口设计为可左右移动，用3个限位开关

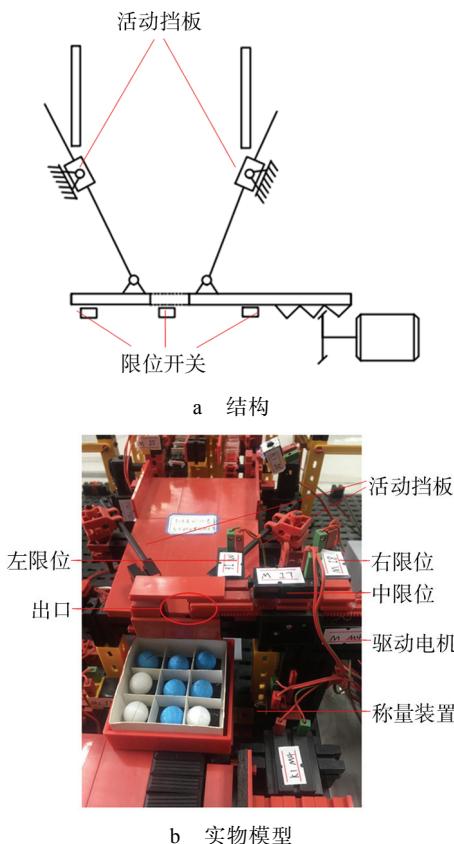


图4 装箱机构
Fig.4 Packaging mechanism

关控制出口在“左”、“中”、“右”3个位置停留，使水果能够按指定位置落入包装箱的区域内。包装箱每装满一排水果，由电机控制传送带前进一段距离，再装入另外一排水果。当包装箱装满后，系统自动停止装箱，等待下一装箱命令。称量装置位于包装箱下方传送带上，在装箱过程中，每装入1个水果进行1次称量，称量装置见图5。



图5 称量装置实物模型
Fig.5 Physical model of weighing device

1.4 贴标机构

贴标机构采用限位开关和齿轮齿条的组合结构来实现贴标功能，当包装箱内水果装满后光电门发出信号，主传送带开始运行，并将包装箱送至末端推板处，由推板推动包装箱移动。当推板触发限位开关时，贴标机构往包装箱方向移动，同时打印出物品的详细清单。通过设置延时，贴标机构重新回到原位等待下一次贴标命令。贴标机构原理和实物模型见图6。

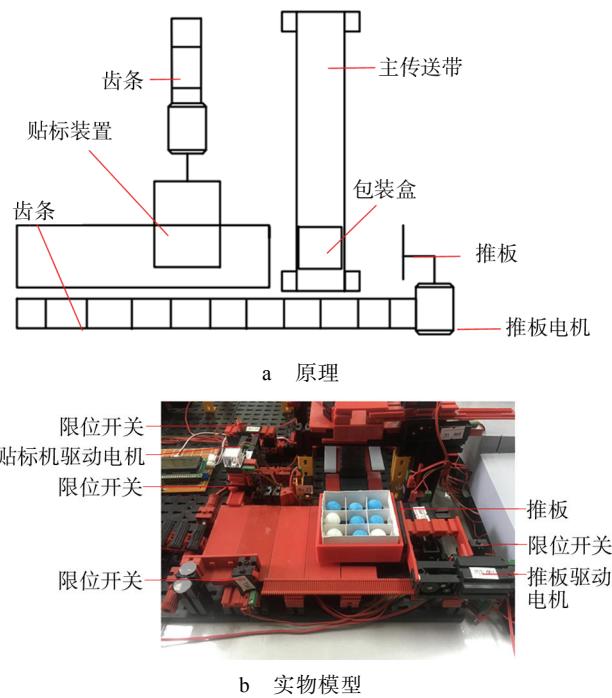


图6 贴标机构
Fig.6 Labeling mechanism

2 控制系统设计

控制系统是水果包装系统的重要组成部分^[14]。水果包装系统主要通过准确控制电机的启停实现整个系统的运动控制^[15]，采用慧鱼 ROBO TX 控制器，使用图形化编程软件 ROBO Pro 对控制器进行编程。水果包装系统的主要工作流程如下：两侧升降装置电机驱使平台上升到传送带高度，触发限位开关，电机停止并启动推板电机将水果送入传送带，触发限位开关，启动传送带电机将水果送入分拣机构；当分拣机构有水果送出，安装于分拣机构侧面的光电门接收到脉冲，触发控制水果装箱出口的电机启动，通过设置延时可让每个水果落入不同的果框内；每装入 1 个水果，由置于包装箱侧面的光电门计数 1 次，当计数达到一定次数则认为包装箱被装满，并触发推板电机将包装箱送往贴标机构；贴标机构限位开关触发后，启动贴标机构电机打印清单并将清单贴于包装箱上，最后将包装好的水果送往存储仓库。分拣机构和装箱机构的控制程序见图 7。

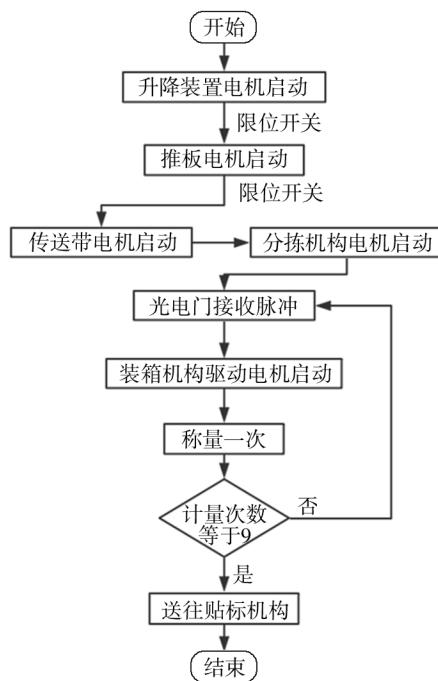


图 7 控制程序流程
Fig.7 Flowchart of Control Program

3 结语

对水果的包装过程进行了模拟，并基于慧鱼模型完成了整个包装流程，模拟结果显示，该水果包装系统能分拣多种不同水果，可分拣直径为 4~14 mm 的水果模型，并能完成贴标、称量、存储等功能，自动化程度较高，充分利用了组合机构。该水果包装系统模型可用于实验教学和企业示范展示，基于慧鱼模型

的思想与现实存在一定差距，但其设计方案在实际中仍具有一定的应用价值。

参考文献：

- [1] 梁海龙, 白峭峰, 梅小龙, 等. 圆形水果无损检测输送翻转装置设计[J]. 机械研究与应用, 2012(5): 118—120.
LIANG Hai-long, BAI Qiao-feng, MEI Xiao-long, et al. Design of Round Fruit Nondestructive Testing Conveying Upender[J]. Mechanical Research & Application, 2012(5): 118—120.
- [2] 佚名. 水果包装日趋规范[J]. 中国果蔬, 2015, 35(6): 80.
Anon. Fruit Packaging is Increasingly Standardized[J]. China Fruit Vegetable, 2015, 35(6): 80.
- [3] 陈永生, 朱德文, 张鹤林, 等. 鲜水果机械化包裹机的研制[J]. 农机化研究, 2007(10): 71—73.
CHEN Yong-sheng, ZHU De-wen, ZHANG He-lin, et al. Development of Mechanized Wrapping Machine for Fresh Fruit[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2007(10): 71—73.
- [4] 柴永生, 杨栋雪, 李刚, 等. 圆形水果分类包装机的设计和结构分析[J]. 中国农机化学报, 2016(7): 62—65.
CHAI Yong-sheng, YANG Dong-xue, LI Gang, et al. Design and Structure Analysis of the Circular Fruit Classification Packaging Machine[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2016(7): 62—65.
- [5] 陈歆, 沈玲莉. 水果黄瓜自动包装机的设计研究[J]. 农机化研究, 2010(1): 140—142.
CHEN Xin, SHEN Ling-li. Design of Fruit Cucumber Automatic Packaging Machine[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2010(1): 140—142.
- [6] 李旺杰, 张含叶, 张为, 等. 一种半自动纸箱包装机机械系统设计[J]. 包装工程, 2016, 37(21): 179—181.
LI Wang-jie, ZHANG Han-ye, ZHANG Wei, et al. Design of Mechanical System for A Semi-automatic Carton Packing Machine[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(21): 179—181.
- [7] 戴宏民, 戴佩华. 食品和包装机械的生态设计方法和关键技术[J]. 食品工业科技, 2013(19): 266—268.
DAI Hong-min, DAI Pei-hua. Food and Packaging Machinery of the Ecological Design Method and Key Technology[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013(19): 266—268.
- [8] 李浩东, 常云霞, 王青. 基于慧鱼模型的四轮驱动电动汽车创新设计[J]. 煤炭技术, 2010, 29(9): 197—199.
LING Hao-dong, CHANG Yun-xia, WANG Qing. Innovative Design of Four-Wheel-Drive Electric Vehicle Based on Fischertechnik Model[J]. Coal Technology, 2010, 29(9): 197—199.
- [9] 冯巍, 杨洋. 慧鱼六足仿生机器人步态研究与实现[J]. 机械设计与研究, 2005, 21(3): 35—37.

- FENG Wei, YANG Yang. A Research and Realization on the Gait of the Fischertechnik Hexapod Bionic Robot[J]. Machine Design and Research, 2005, 21(3): 35—37.
- [10] 王庆九, 朱新杰, 顾大强. 工控设备在创意机构组合训练中的应用[J]. 实验室技术与管理, 2011, 28(11): 57—60.
- WANG Qing-jiu, ZHU Xin-jie, GU Da-qiang. Application of Industrial Control Equipment in Creative Organization Combination Training[J]. Experimental Technology and Management, 2011, 28(11): 57—60.
- [11] 毛茂林, 王培俊, 罗大兵. 慧鱼创意模型实验教程[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 2010.
- MAO Mao-lin, WANG Pei-jun, LUO Da-bing. Experiment Course of Fischertechnik Creative Model[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Publishing House, 2010.
- [12] 潘良贵, 陈国立, 吴立言. 机械设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- PU Liang-gui, CHEN Guo-li, WU Li-yan. Mechanical Design[M]. Beijing: Higher Education Publishing House, 2006.
- [13] 李萍, 王若伊, 林顿, 等. 果蔬运输振动损伤及其减振包装设计[J]. 食品工业科技, 2013(5): 353—357.
- LI Ping, WANG Ruo-yi, LIN Dun, et al. Vibration Damage and Anti-vibration Packaging of Fruits and Vegetables during Transportation[J]. Science and Technology of Food Industry, 2013(5): 353—357.
- [14] 唐宗美, 杨光友, 马志艳, 等. 包装设备控制系统综述[J]. 包装工程, 2013, 34(5): 107—110.
- TANG Zong-mei, YANG Guang-you, MA Zhi-yan, et al. Summarization of Packaging Equipment Control System[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(5): 107—110.
- [15] 李坤全, 邵凤翔. 全自动包装码垛机器人控制系统设计[J]. 机械设计与制造, 2017(4): 259—263.
- LI Kun-quan, SHAO Feng-xiang. Design of Fully Automatic Packaging Palletizing Robot Control System [J]. Machinery Design & Manufacture, 2017(4): 259—263.