

# 保健品盒装箱生产线控制系统设计

李小江,李建海,张鑫,褚伟锋,周海江

(杭州娃哈哈集团有限公司 机电研究院,浙江 杭州 310018)

**摘要:**针对生产线上小盒保健品产品直接装大箱的包装存在效率低、多规格产品生产切换困难、柔性差等问题,提出采用6轴串联机器人装两层产品和中间纸隔板,搭配两套桁架机器人分别放置底部和顶部纸隔板的装箱方案。基于此,设计贝加莱集成触摸屏功能的PLC、珞石6轴串联机器人和贝加莱伺服系统的装箱控制系统,实现产品自动整列、纸箱成型、自动放纸隔板、机器人装箱、大箱封箱等功能。经投产实践表明:该装箱工作站可大幅降低生产线工人的劳动强度、提高生产效率,同时又能获得较好的包装效果。

**关键词:**盒装箱;生产线;控制系统;设计

**中图分类号:**TP242 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2023)03-0236-04

## Design of Control System for Health Product Box Packing

LI Xiaojiang, LI Jianhai, ZHANG Xin, CHU Weifeng, ZHOU Haijiang

(Mechanical and Electrical Research Institute, Hangzhou Wahaha Group Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** To address the inefficiency, difficulty in switching the production of multi-specification products and poor flexibility in directly packaging small boxes of health products to large boxes in the production line, a packaging scheme of using six axis series robot to package two layers of products and middle paper plate, collaborating with two sets of truss robots with bottom & top paper separators is proposed. Based on the scheme, a packing control system integrating B&R PLC with touch screen, six axis series robot from ROKAE and B&R servo system is designed to realize the functions of automatic product alignment, carton forming, automatic paper feeding separator, robot packing, large box sealing etc. Production practice shows that the improved packing workstation can greatly reduce the labor intensity of production line workers and improve the production efficiency of the production line with better packaging effects.

**Keywords:** box packaging; production line; control system; design

## 0 引言

随着国民经济持续高速发展,人们对身体健康的关注度与日俱增,保健食品也受到了更多重视,不同品类的保健食品如雨后春笋般涌现。与此同时,年轻人群体对保健食品外包装关注也在急剧增长,领先的包装技术作为食品及医药行业提高竞争力的一种方式,日益受到生产企业的重视<sup>[1]</sup>。目前保健食品包装行业的主要发展趋势就是采用柔性包装技术,即针对不同规格产品采用相应最优优化包装方案,在保障保健食品免遭氧化、脱水、微生物、病菌侵害等其他不利因素影响的同时,减少过度包装与控制外包装整体尺寸,对于贮藏以及运送都大有优势<sup>[2]</sup>。

我司新研发的玻璃瓶装液态保健品,秉持环保并迎合市场和消费者需求的理念,采用单瓶小盒包装。为避免过度包装,省去小盒装大盒这一步骤,直接将小盒装入大箱,并采用顶部、中间和底部纸隔板进行加固。自动化装箱是生产线上整个包装工艺流程实现自动化生产的一个必要环节。为了达到“减人、提效、提质、保安全”的目标,实现批量柔性化作业,采用了“机器人换人”这一重要途径。

课题组设计开发了保健品装箱一体化系统,该系统采用了工业机器人取代人工装箱,从而大幅减少了人工负荷,大大提高了生产效率和产品质量,有效地解决了以往人工作业所存在的问题<sup>[3]</sup>。

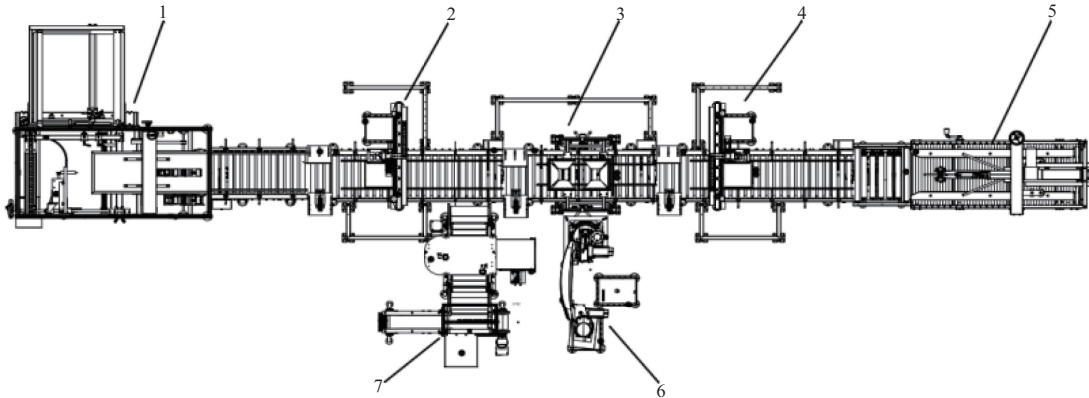
## 1 装箱工作站系统结构设计

保健品小箱装大箱装箱工作站总体结构如图1所示,由开大纸箱机构、整列机构、串联6轴机器人和大纸箱装箱机构、封大纸箱机构等组成。其中,开箱机构负责将纸箱撑开并用透明胶带封住纸箱底部开口;整列机构主要作用是将整列输送带上传送过来的一个个产品小箱按照预先所设定的摆放规则进行小箱的排列并等待机器人的抓取;6轴串联机器人装箱<sup>[4]</sup>主要任务是将整列机构等待区已经整理好的产品小箱通过机器人末端的真空吸盘吸取产品后,放置到输送带上已准备就绪的大箱中,还负责吸取放置产品层间的纸制隔板;大纸箱装箱机构主要实现大箱供给、定位和输出;两桁架机器人分别负责抓取放置大纸箱的底纸制隔板和装满产品后顶纸制隔板;封大纸箱机构主要负责将装满产品的纸箱顶部开口用透明胶带封住。

第一作者简介:李小江(1981—),男,陕西汉中,工程师,硕士,研究方向为食品饮料包装设备及电气自动化技术。

此小箱装大箱工作站可以满足多种尺寸规格产品的包装。此生产线有多种不同规格的产品,其包装的产品小箱和大箱尺寸就有多种尺寸型号,为了达到理想的装箱和生产节

拍,会预先根据小箱和大箱尺寸制定好装箱的规则,根据不同的装箱规则,在整列输送带部分会产生不同的整列方式。



1—大纸箱开箱机构;2—桁架机器人1 放置底隔板机构;3—大纸箱装箱控制机构;4—桁架机器人2 放置顶隔板机构;5—大纸箱封箱机构;6—6 轴串联装箱机器人;7—产品小箱整列机构。

图1 保健品盒装箱工作站

系统主要工序工作为:1) 纸箱控制侧,未撑开的纸箱在图1中的1处,撑开并封底口;然后到达2处,放置底纸隔板;放完底隔板后输送到3处,气缸定位,导框撑开纸箱顶部口,等待机器人放箱子;放满产品后到达4处,放置顶部隔板;再输送到5处,封纸箱顶开口,并输出产品纸箱;

2) 整列装箱控制侧,小盒产品到达整列7处,将小盒产品按预设的排列整列为一层的排列组合;然后等待机器人抓取放置到3处待装的纸箱中,并抓取产品层间的纸质隔板。保健品装箱工作站的工艺流程图如图2所示。

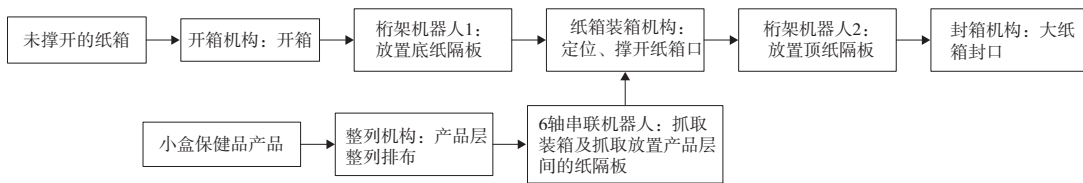


图2 装箱工作站工艺流程图

## 2 控制系统设计

### 2.1 电气控制系统设计

控制系统采用贝加莱的 Power Panel C70 带面板的

PLC,整列机构采用贝加莱的伺服控制系统,抓取放置产品则采用6轴串联机器人。PLC是现代工业中最常见的控制器,它构造简洁,功能强大,能够迅速实现工业自动化系统的创建,是当前首选的企业控制器<sup>[5]</sup>。电气系统组成主要由带有触摸屏的 PLC、伺服控制系统及其他传感器和外围设备等构成<sup>[6]</sup>,如图3所示。

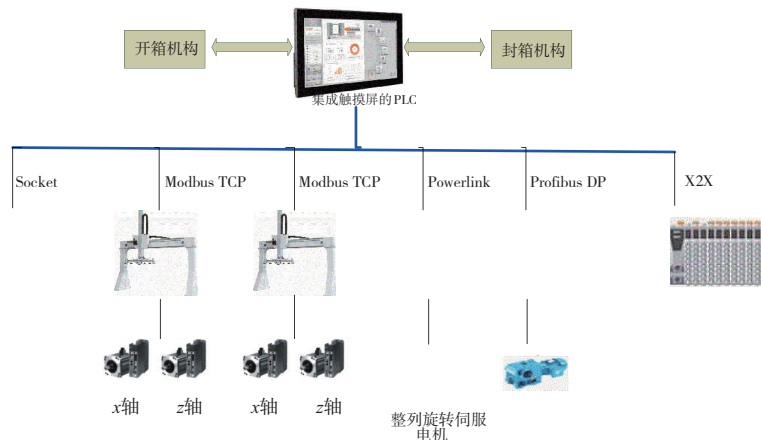


图3 电气控制系统架构

### 2.2 串联 6 轴机器人程序设计

串联 6 轴机器人的主要程序是:机器人首先将在整列输送带上已经整列好的产品小箱吸取并放置到大箱输送带上已准备就绪的大纸箱中,然后再通过所设置的总层数确定是否需抓取层间纸制隔板,接着返回到装箱原点,等待下一次产品整列完成,进行下一次吸取去装箱,直到实际放置小箱层数和所设置的总层数相同,表明此次装箱工作已经完成并输出大纸箱,整个流程循环往复。按照装箱流程,每个循环又可分成吸取、放置以及返回 3 个步骤;同时,为便于进行装箱的调试与测试,将机器人工作模式分为手动、测试和步进 3 个模式。自动模式即在连续生产时,由机器人抓取的产品小盒实现自动装箱。测试模式则是为检测机器人定位数据的准确性,可在不用吸取产品情况下,通过机器人模拟进行将整层小盒产品装入大箱的装箱操作。步进模式即每次按一下启动按键后,只进行一个步骤,在默认状况下,第一次单击后进行抓取步骤,根据实际生产情况,操作人员还可以在 HMI 画面中指定所要进行的步骤。以上这种开发模式,使操作员能更轻松地进行正确装箱任务的测试工作,使得程序具有灵活性、安全性,满足多规格产品的柔性装箱任务。机器人装箱程序流程图如图 4 所示。

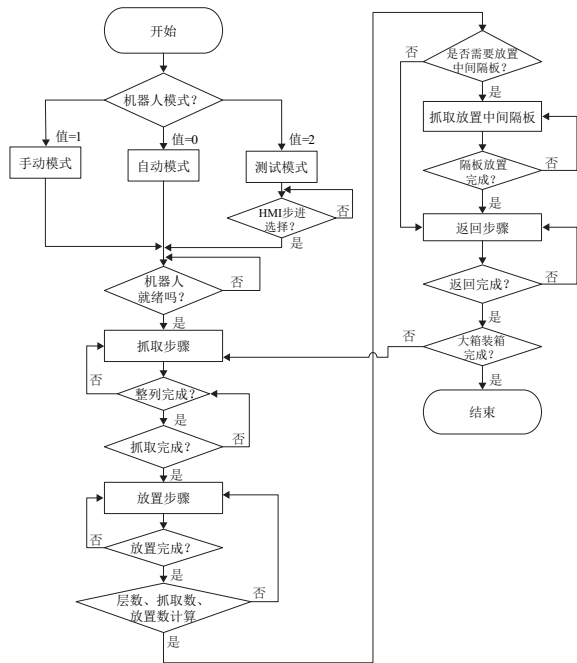


图 4 机器人控制程序流程图

### 2.3 大纸箱控制程序设计

随着制造业智能化的发展趋势,很多公司纷纷使用工业机器人来完成生产任务的工艺流程,桁架机器人技术在各个行业的应用可谓大势所趋<sup>[7]</sup>。大箱控制机构根据装箱机器人吸盘大小一次可同时完成 2~3 大箱产品的装箱工作。此程序可包括将空的大纸箱进入到桁架机器人 1 处放入底隔板、大箱准备好(包含等待、就绪和装箱完成送出)、将大纸箱装满产品后进入到桁架机器人 2 处放入

顶隔板等 3 个过程。大箱等候,即空的大箱进入到装箱段。大箱就绪,即空的大箱已输送到位,此时预留状况,即可执行导向等作业。大箱装箱完成即为机器人已装箱结束,将大箱送出,此时还可设置出箱方式的选择,出大箱的同时入大箱也可以等大箱出完后再加入新的大箱。而大箱控制部分通过这 3 个连续的步骤,就可以按照各种装箱尺寸和方式,灵活地进行各种装箱作业。大纸箱控制流程图如图 5 所示。

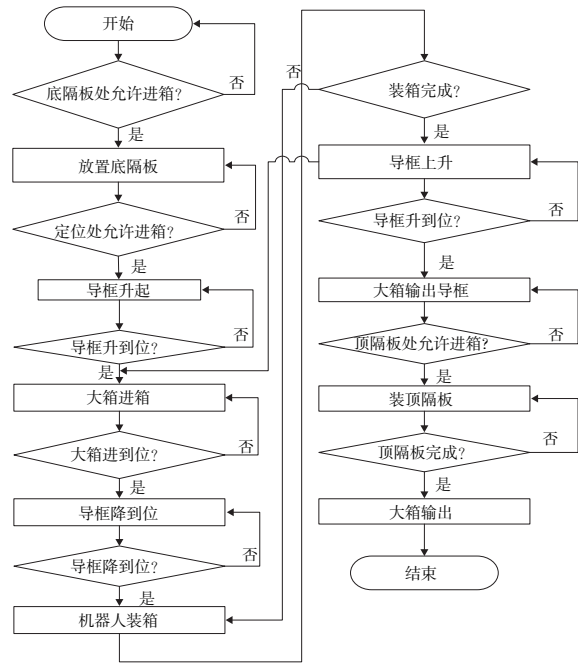


图 5 大纸箱装箱控制流程图

### 2.4 产品整列程序设计

整列部分根据大纸箱尺寸装箱方式的要求,可以灵活设置装箱的层数、抓取的次数、每列进小箱数。每进一排分道器前进一格,产品格数达到设定的行数,推盒气缸推 1 次,整列完成 1 次,等待串联机器人抓取。整列如此往复循环工作。

装箱相关参数自动计算,在装箱工作站设计时,就已预先确定好装箱模式,一般装箱模式有每次 1 箱、每次 2 箱等几种模式。技术参数可自动计算,即通过参数层的参数,一键算出全部大箱的装箱技术参数。装箱参数自动计算流程图如图 6 所示。

## 3 人机界面设计

触摸屏是作为操作和数据修改的人机交互系统,通过设计参数化画面,使用者能够柔性地完成数据更改,查看设备的工作状况,及时处理设备故障。将装箱机以工作站的方式引入到生产线中,能够实时监控生产线运行状况,并将装箱和封箱融为一体,进而完成了装箱的全面自动化生产,在工业生产中得以普遍应用<sup>[8]</sup>。此装箱设备工作站可以使用贝加莱 T50 系列 6PPT50.0702-10B 的触摸屏,并通过贝加莱 Automation Studio 编程软件实现画面的

组态设计,设计了主页面、操作页面、报警页面、诊断页面、参数设置页面和产品配方页面等页面。以图7中所示的主界面为例,显示了产品产量、进箱数、抓手的位置数据以及运动状态、重要信号的状态、报警信息、信号交换等主要信息。可手动切换,方便操作者进行测试、信号查看和故障处理等操作。

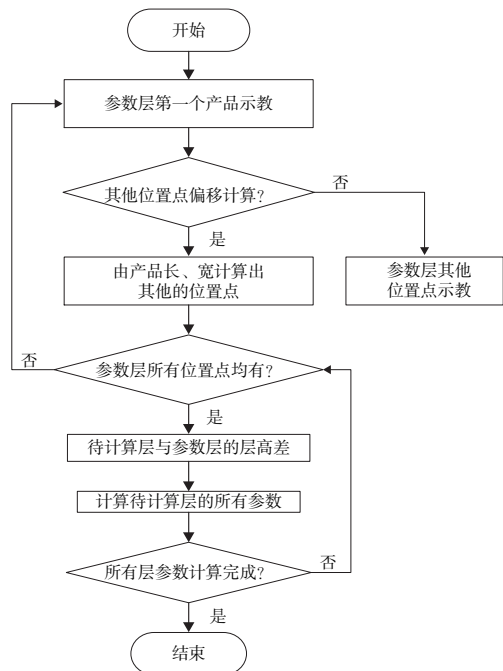


图6 参数自动计算流程图

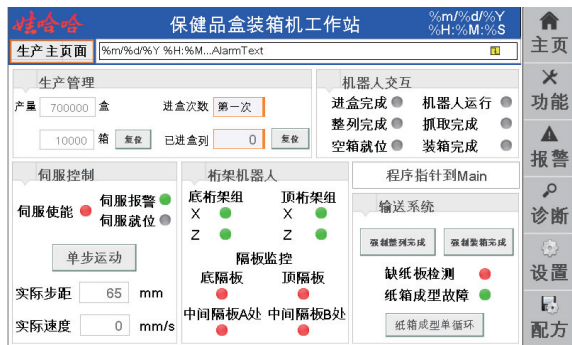


图7 保健品装箱工作站 HMI 主界面

根据此装箱的工艺设计了“参数”界面和“产品配方”界面。在产品参数画面中,可以快速进行装箱相关参数的设定和显示等功用。在产品配方页面中,功能更加简洁明了,并且对“保留”和“清除”功能分配了管理人员权限,“载入”功能则分配了操作人员权限。不同的权限可以避免参数被错误修改。通过产品配方,可以提前预设好多个产品的参数并保存产品命名,每次生产根据当前要生产的产品名称去选择调用即可,给操作带来极大的方便。

### 4 样机实验

根据设计方案建立的样机模型如图8所示。依照上述设备工作流程进行装箱测试,该装箱工作站实现了从开箱、装箱、封箱的全自动化生产,除运行稳定、可靠外,还实现了切换产品的便捷灵活性,极大地提高了生产效率和产品包装质量,达到了预期的设计功能指标,此设计方案的可行性得到验证。



图8 装箱样机图

### 5 结语

本文设计的保健品装箱工作站,通过使用机器人和伺服控制,多处传感检测等控制方案,使得设备体积小,产品生产调节便捷灵活,稳定性及可靠性好,系统柔性提高。样机在某企业保健品生产线上投入使用后,极大地提高了企业生产线的工作效率和产品包装质量,同时也提升了生产线的智能化水平和企业生产管理水平。设备获得了用户的认可,具有较好的市场前景,值得后续进一步完善和推广。

#### 参考文献:

- [1] 梁文仪,陈文静,元琪,等. 我国中药保健品发展现状及问题探讨[C]. 第三届“中药类保健食品研制与中医养生方法研究”专题研讨会,昆明:2016:148-152.
- [2] 王娟,任晓磊,马双双,等. 中药保健品的发展现状及探讨[C]. 第三届“中药类保健食品研制与中医养生方法研究”专题研讨会,昆明:2016:15-18.
- [3] 佚名. 把握保健品包装趋势,领跑市场赛道[J]. 中国包装, 2021,41(9):31.
- [4] 逯荣丽. 包装设计应加强环保理念的引入[J]. 美术大观, 2006(5):86-87.
- [5] 陈锐鸿,谭兆湛. 变速箱齿轮啮合测试机上下料机械手设计[J]. 机床与液压,2020,48(3):41-46.
- [6] 李愈娜,陈锐鸿. 一种盒装食品装箱控制系统设计与研究[J]. 食品与机械,2021,37(10):83-88.
- [7] 赵涛涛,徐建佳,吴凯弟. 连杯酸奶自动分拣装箱与码垛一体化系统设计与实现[J]. 制造业自动化,2021,43(8):18-21.
- [8] 王士宇. 新型桁架机器人的研发与应用实践[J]. 机电信息, 2018(9):38-39.

收稿日期:2022-06-10