

软胶囊生产线自动装托工作站控制系统设计

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2021.05.008

褚伟锋 蒋 力
叶利峰 李小江

杭州娃哈哈精密机械
有限公司
智能装备研究所
浙江 杭州 310018

摘 要: 目前, 软胶囊生产线上瓶装托工序对标签朝向提出了更高要求, 标签朝向的一致性将直接或间接影响产品包装的美观度。通常该工序以人工装托为主, 耗费了大量人力且效率低下。为此, 设计开发了软胶囊生产线自动装托工作站, 以桁架机械手为主要执行机构, 配套 LR-W70 色标检测传感器及其他检测元件, 通过对胶囊瓶标签识别、瓶输送及定位控制、塑托输送控制, 实现了产品标签的位置校正、塑托分离以及自动装托等功能, 可有效减少人工投入, 提高生产线自动化水平。

关键词: 软胶囊; 自动装托; 标签识别; 塑托分离

中图分类号: TP242; TP271

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2021)05-0055-05

引文格式: 褚伟锋, 蒋 力, 叶利峰, 等. 软胶囊生产线自动装托工作站控制系统设计 [J]. 包装学报, 2021, 13(5): 55-59.

0 引言

软胶囊是继片剂、硬胶囊、丸剂、针剂、口服液等之后发展起来的一种新的产品剂型。软胶囊是将油状功能性物质、功能性物质溶液或功能性物质混悬液、糊状物甚至功能性物质粉末, 定量压注并封装于胶膜内, 形成的大小、形状各异的密封胶囊, 其具有优良的隔离光、氧功能和良好的视觉效果^[1-3]。

随着社会经济的发展, 市场竞争日益激烈, 产品包装已成为促进销售、增强竞争力的重要手段^[4-7]。为突出软胶囊产品特性, 软胶囊瓶包装盒多采用带透视窗口的形式。透视窗口可让消费者直观了解软胶囊的颜色及外观形态, 还可以吸引消费者的注意力及好奇心, 增加消费体验感^[8-9]。

为提升产品视觉效果, 生产厂家通常要求软胶囊瓶标签朝向一致, 且标签正对包装盒透视窗口。目前, 软胶囊生产线上瓶装托工序主要是采用人工装托的方式完成, 劳动量大、重复性强, 且装托速度远达不

到包装自动化产线的要求, 极大地影响了生产效率及装托流程中的卫生质量^[10]。因此, 本研究设计开发软胶囊生产线自动装托工作站, 实现产品标签检测及定位、塑托自动分离、自动装托等功能, 以替代人工装托, 降低人工劳动强度, 提升生产效率。本工作站能满足生产线安全、高效、无污染的要求^[11]。

1 自动装托工作站系统构造及功能

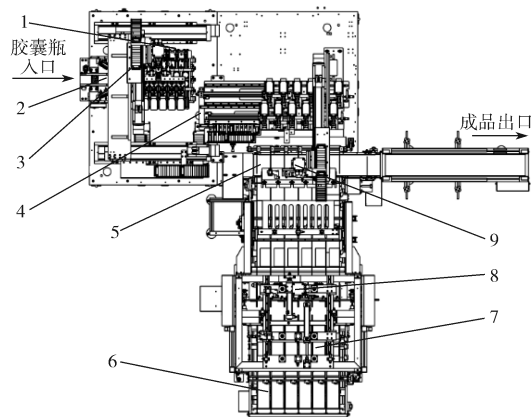
软胶囊生产线自动装托工作站的功能区域主要有: 入口分道及定位工位、标签识别及校正工位、拉距定位工位、塑托上料转运工位、自动装填工位。其总体布局如图 1 所示。

自动装托工作站的入口分道及定位工位, 采用双通道输送设计, 可减少进瓶等待时间, 能有效提高工作站的效率。桁架抓手 1 负责将分道及工位上就绪的软胶囊瓶抓取至标签识别及校正工位, 进行标签识别及方向校正后, 将软胶囊瓶运至拉距定位工位进行

收稿日期: 2021-04-06

作者简介: 褚伟锋 (1987-), 男, 浙江天台人, 杭州娃哈哈精密机械有限公司工程师, 硕士, 主要研究方向为食品饮料包装设备及自动化技术, E-mail: weifeng.chu@wahaha.com.cn

软胶囊瓶二次定位,使瓶间距与塑托间距保持一致。塑托上料转运工位采用6通道设计,实现塑托的输送、分离、翻转、定位等功能,其中桁架抓手3负责将塑托分离并运至翻转机构。自动装填工位通过桁架抓手2从拉距定位工位上抓取软胶囊瓶装入定位就绪后的塑托里,实现装托功能。



1—标签识别及校正工位;2—入口分道及定位工位;3—桁架抓手1;4—拉距定位工位;5—自动装填工位;6—塑托上料区;7—塑托上料转运工位;8—桁架抓手3;9—桁架抓手2

图1 自动装托工作站布局

Fig. 1 Layout of automatic tray packing workstation

2 控制系统设计

2.1 系统硬件结构设计

软胶囊生产线自动装托工作站系统的硬件结构如图2所示。

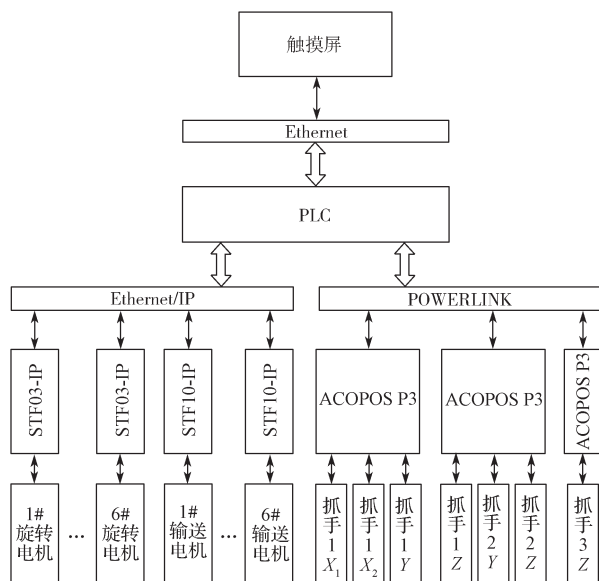


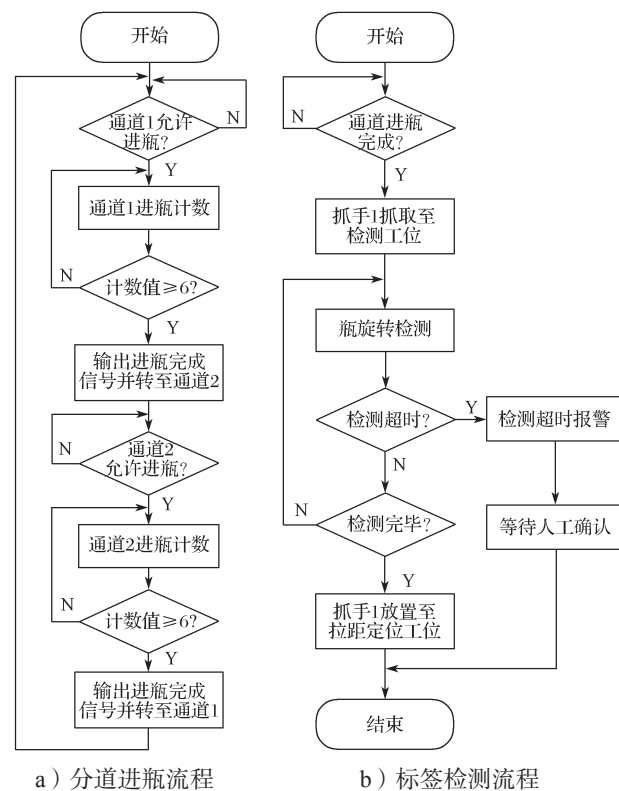
图2 系统硬件结构图

Fig. 2 System hardware structure diagram

可编程逻辑控制器 (programmable logic controller, PLC) 选用贝加莱 X20CPI583, 自带 1 个 Ethernet 和 1 个 POWERLINK 接口; 触摸屏采用贝加莱 T50 系列 6PPT50.0702-10B 的 7 英寸屏。PLC 通过 Ethernet 接口连接触摸屏实现数据通信; 通过 POWERLINK 接口连接 ACOPOS P3 系列伺服驱动器, 控制抓手上 7 个伺服轴。抓手 1 为 X、Y、Z 三轴桁架机械手, 其中 X 轴采用双轴同步控制; 抓手 2 和抓手 3 为 Y、Z 双轴桁架机械手, 其中抓手 3 的 Y 轴运动由气缸控制。PLC 通过扩展 Ethernet/IP 通信模块连接鸣志 STF03 系列步进驱动器, 控制 6 道旋转电机及各个输送电机启停。

2.2 进瓶检测程序设计

进瓶检测流程包含分道进瓶流程及标签检测流程, 如图3所示。



a) 分道进瓶流程

b) 标签检测流程

图3 进瓶检测程序流程图

Fig. 3 Flow chart of the bottle-in inspection program

分道进瓶流程中软胶囊瓶经分道入口进入通道1, 当进瓶计数达到6瓶且通道1定位气缸均已动作, 输出通道1进瓶完成信号, 允许桁架抓手1抓取, 同时分道出口切换至通道2, 开始通道2进瓶。标签检测流程中抓手1将进瓶完成的软胶囊瓶抓取运至标签检测工位后, 启动6道旋转电机开始标签检测及位置

校正。如检测时间超时, 将发出检测超时报警, 等待人工确认; 如指定时间内检测完毕, 抓手 1 将这些位置校正后的软胶囊瓶运至拉距定位工位, 同时抓手 1 返回至待抓取位置, 等待通道 2 进瓶完成, 开始下一轮软胶囊瓶标签检测及位置校正。

2.3 塑托上料程序设计

塑托上料程序如图 4 所示。

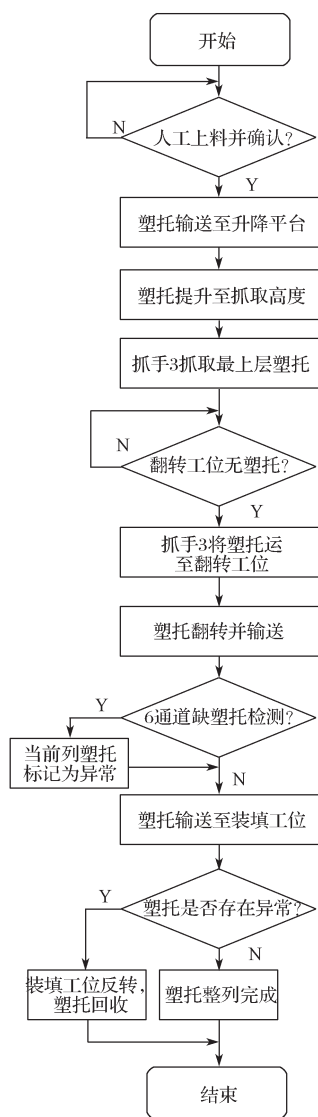


图 4 塑托上料程序流程图

Fig. 4 Flow chart of plastic tray feeding program

人工将空塑托堆置于 6 通道输送入口, 通过长按上料就绪确认按钮, 阻托气缸张开, 允许塑托堆进入输送系统。通过挡板、推板等气缸配合动作, 将 6 通道塑托堆推送至升降平台, 塑托堆通过升降平台提升至待抓取位置。此时夹塑托气缸动作, 将第二层塑托

夹住, 并发送塑托就绪信号, 允许抓手 3 抓取第一层塑托, 实现塑托分离。抓手 3 将抓取的塑托运至翻转工位, 塑托经翻转后被输送至检测工位, 确认当前 6 通道塑托是否存在缺托问题。如缺托则当前列塑托被标记为异常, 当塑托被输送至装填工位时, 被标记为异常的塑托列被运至回收装置。如为正常的塑托列, 则输出塑托整列完成信号, 允许抓手 2 将抓取的软胶囊瓶装入该塑托列, 完成装托动作。

3 人机界面设计

触摸屏用贝加莱 T50 系列 6PPT50.0702-10B, 采用 Automation Studio 软件进行画面组态设计, 设计了主页面、功能页面、报警页面、诊断页面、设置页面和配方页面共 6 大页面。以图 5 所示的主页面为例, 可以显示产品产量、进瓶计数、各抓手运动状态、轴状态、重点信号状态、实时报警等主要信息。在手动模式下, 用户亦可进行进瓶计数值修改、抓手运动步骤切换、报警信息确认、信号复位等操作, 方便用户日常操作及故障恢复。



图 5 生产主页面

Fig. 5 Production main page

4 标签检测与位置校正

为实现标签检测与位置校正功能, 选用基恩士 LR-W70 全光谱可变光点光电传感器作为检测元件, 结合该传感器特性及实际产品标签样式, 以红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 3 种基础色为色标, 进行标签检测测试, 最终确认选用蓝色色标的标签在检测过程中稳定性最好。考虑到软胶囊瓶及标签样式各异的

情况,为此开展了针对各类产品的检测稳定性试验,试验结果如表 1 所示。

表 1 产品标签检测结果

Table 1 Results of product label inspection

瓶类型	标签类型	检测结果
透明瓶	透明标签	不稳定
	非透明标签	稳定
白色瓶	透明标签	稳定
	非透明标签	稳定
透明瓶	透明标签、非透明色标	稳定

根据试验结果,确认了色标的通透性对传感器检测的稳定性有一定影响,最终确定以蓝色非透明色块作为标签指定色标的标签改造方案。

为快速实现标签检测及位置校正功能,需要提高检测执行机构旋转电机的转速,这就导致标签检测停止时出现过冲现象,标签定位一致性较差,为此设计了标签位置校正回零程序。首先旋转电机以较高速度进行正向旋转检测,当传感器检测到色标后旋转电机快速停止,再以低速进行反向旋转。当色标传感器再次检测到色标后立即停止,确保色标位置停在检测停止位置上。通过该标签位置校正回零程序,实现了标签的快速检测及位置校正。

5 结语

本研究所设计的胶囊自动化装托工作站,已在某公司软胶囊生产线上投入使用。装托工作站产能可达到 40 瓶/min,设备整体运行稳定,标签定位一致性好,故障率低。用其代替人工装托,有效减少了人员的投入,提高了装托效率,提升了生产线自动化水平。在实际应用过程中,由于受前道贴标机贴标质量的影响,当胶囊瓶出现歪标情况时会导致胶囊瓶标签检测环节超时,甚至检测不到色块等问题。目前上述问题是由程序通过检测超时报警,通知人工处理的方式来解决,一定程度上影响了整机的效率,后续改进机型将考虑对歪标等异常情况进行自动处理并回收,减少人工干预,提高设备自动化水平。

参考文献:

[1] 孔凡真. 软胶囊在药品保健品包装中的应用[J]. 中国包装, 2010, 30(7): 38-40.
KONG Fanzhen. Application of Soft Capsules in the

Packaging of Medicines and Health Products[J]. China Packaging, 2010, 30(7): 38-40.
[2] 屈平. 软胶囊包装市场看好[J]. 中国包装, 2007, 27(6): 75-76.
QU Ping. The Soft Capsule Packaging Market Is Optimistic[J]. China Packaging, 2007, 27(6): 75-76.
[3] 李雪, 匡文轩, 王军. 以壳聚糖为主要囊材的微胶囊技术及其在包装领域的应用研究[J]. 包装学报, 2017, 9(4): 48-57.
LI Xue, KUANG Wenxuan, WANG Jun. Microcapsule Technology with Chitosan as the Main Wall Material and Its Application in Packaging[J]. Packaging Journal, 2017, 9(4): 48-57.
[4] 沈应平. 谈包装的立体装饰[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 134-136.
SHEN Yingping. Discussion on Stereoscopic Adornment of Packaging[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(4): 134-136.
[5] 杨胡生. 包装技术及产业发展方向与动态[J]. 包装世界, 2000(3): 70.
YANG Husheng. Packaging Technology and Industry Development Direction and Trends[J]. Packing World, 2000(3): 70.
[6] 杨福馨. 未来包装技术及产业发展趋势分析[J]. 广东印刷, 2000(1): 50-51.
YANG Fuxin. Future Packaging Technology and Industry Development Trend Analysis[J]. Guangdong Printing, 2000(1): 50-51.
[7] 周云令. 智能包装技术在医药包装中的应用[J]. 包装学报, 2021, 13(1): 78-85.
ZHOU Yunling. The Application of Intelligent Packaging Technology in Pharmaceutical Packaging[J]. Packaging Journal, 2021, 13(1): 78-85.
[8] 车文春. 高精度贴窗机贴膜误差分析与控制[J]. 今日印刷, 2018(7): 57-60.
CHE Wenchun. Analysis and Control of Filming Error of High-Precision Window Patching Machine[J]. Print Today, 2018(7): 57-60.
[9] 陈莎, 符银双, 何婷, 等. 基于情感体验的治愈系包装设计[J]. 包装学报, 2020, 12(6): 70-74.
CHEN Sha, FU Yinsuang, HE Ting, et al. Curative-Oriented Packaging Design Based on Emotional Experience[J]. Packaging Journal, 2020, 12(6): 70-74.
[10] 房华. 枕包水针自动装托设备真空吸持机构的分析与改进[D]. 济南: 山东大学, 2017.
FANG Hua. Analysis and Improvement of Vacuum Adhesive Mechanism for Automated Pillow Packed

Liquid Injection Tray Packing Equipment[D]. Jinan: Shandong University, 2017.

- [11] 王 涛, 艾长胜, 孙 选, 等. 基于 PLC 定位模块的数控装巢机设计 [J]. 现代制造技术与装备, 2010(6): 4-7.

WANG Tao, AI Changsheng, SUN Xuan, et al. Design

of CNC Machine for Loading Nest Based on Positioning Module of PLC[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2010(6): 4-7.

(责任编辑: 邓光辉)

Control System Design of Automatic Tray Packing Workstation for Soft Capsule Production Line

CHU Weifeng, JIANG Li, YE Lifeng, LI Xiaojiang

(Intelligent Equipment Research Institute, Hangzhou Wahaha Precision Machinery Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: At present, the bottle filling process in soft capsule production line has higher requirements on label orientation. The consistency of the label orientation will directly or indirectly affect the aesthetics of the product packaging. Usually, this process mainly involves manual tray packing, consuming a lot of manpower while being inefficient. An automatic tray packing workstation for the soft capsule line was designed and developed, with the truss manipulator as the main actuator, supporting the LR-W70 color mark detection sensor and other detection components, through the identification of the capsule bottle label, bottle conveying and positioning control, and plastic tray conveying control, the functions of product label position correction, plastic tray separation and automatic loading were realized, which could effectively reduce manual input and improve the automation level of the production line.

Keywords: soft capsule; automated tray packing; label recognition; plastic tray separation