

基于 Delphi7.0 的软袋再包装自动码垛装箱系统设计

张志远, 毕海深, 赵宝光

(郑州轻工业学院, 郑州 450002)

摘要: 对软包装物料按类按序码放系统进行了研究。设计制造专用的机械夹手实现了软袋物料的准确抓取, 根据识读的物料具体信息, 采用全交流伺服电动机驱动的直角坐标机器人组合, 实现了软袋物料的按序正确码放。基于运动控制卡和工控机, 使用 Delphi7.0 面向对象高级编程语言, 进行了控制系统软件开发。实际试验结果表明, 该系统可以实现软袋物料的自动按类按序码放。

关键词: 软袋物料; 控制系统; 运动控制卡; 码放

中图分类号: TB486+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)01-0079-04

Design of Automatic Stacking Encasement System for Soft Bag Secondary Packaging Based on Delphi7.0

ZHANG Zhi-yuan, BI Hai-shen, ZHAO Bao-guang

(Zhengzhou University of light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Soft packaging material stacking system with classification and sequencing functions was studied. The special manipulator was designed and manufactured to realize accurate capture of soft bag material. Accurate sequentially stacking of soft bag material was realized according to the identification of soft packaging material and using rectangular coordinate robot driven by AC servo motor and manipulator. The control system software was developed with Delphi7.0 object-oriented programming language based on motion control card and industrial computer. Practical test results showed that the system can realize automatic stacking of soft bag material with correct classification and sequence.

Key words: soft bag materials; control system; motion control card; stacking

目前, 软袋包装已广泛应用于食品、化工、调味剂、饲料添加剂、医药等行业, 因其便利性而深受用户喜爱。软袋包装是指采用柔性包装材料制成包装袋, 其中充填半流动性物料或流动性物料的包装形式^[1]。在实际生产中, 软袋的装箱有人工方法和机械方法: 人工方法即直接手工下料装箱, 这种方法效率低, 不适合自动化生产; 机械方法采用自动装箱机, 这种设备利用输送机将物料以自由落体的方式实现下料, 并且主要针对盐袋等半流动性物料软袋包装, 但是由于流动性物料软袋包装变形比较严重, 并且针对医药行业需根据软袋充填物的不同类型(如输血袋里面血液的血型不同)进行分类码放装箱的问题, 这种设备无法满足分类码放装箱要求^[2]。同时随着劳动成本的增加、无菌操作和安全性的要求, 必须尽量减少人工

的操作, 为了提高生产线的自动化水平, 杜绝人为污染源的介入, 生产企业希望用机器人代替人工, 实现软袋的分类、顺序码垛自动化。

笔者以软袋包装物料(以下简称软袋)再包装生产线码放系统为研究对象, 设计了一种基于 Delphi7.0 的自动码放系统。系统采用直角坐标机器人和专用机械手的方案, 实现了自动分类、按序码垛的工作, 从而有效提高了包装线的自动化水平, 降低了企业的人工成本。

1 总体方案

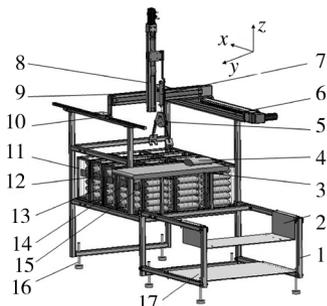
在软袋再包装生产线码放系统中, 码放对象为规格相同的袋形软包装物料, 但物料类型不同(分为 5

收稿日期: 2012-10-25

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(092102210118)

作者简介: 张志远(1978-), 男, 河南唐河人, 博士, 郑州轻工业学院副教授、硕士生导师, 主要从事轻工机械自动化方面的研究工作。

种类型: I 型、II 型、III 型、IV 型、V 型),且处理物料的类型是随机的,系统需要根据识别的物料信息将物料按类按序码放入各类型的料筐中。每料筐可放 18 袋物料,按 3 列 6 层排放(即 $1 \times 3 \times 6 = 18$ 袋),各类型料筐规格一致,并列排放于传送带一侧,见图 1。再包



1-机架;2-控制柜安装板;3-传送带;4-软袋模型;5-机械手;6-x 轴机械臂;7-气缸;8-z 轴机械臂;9-y 轴机械臂;10-导轨;11-V 型料筐;12-IV 型料筐;13-III 型料筐;14-II 型料筐;15-I 型料筐;16-地脚;17-工控机安装板

图 1 机械结构三维模型简图

Fig. 1 Three-dimensional model of the mechanical structure

装好的枕形物料经输送带传送至预定位置,机械夹手运动至物料处将物料抓起,根据系统记录的料筐信息,确定应放置于某类料筐的某位置处,由驱动机构带动机械夹手和物料运行至放料位置处将物料放下,从而

实现按类按序分检码放下料。

物料抓取通过机械夹手完成,机械夹手的夹持动作由气缸驱动的多杆机构实现。机械夹手的空间运动通过 3 个伺服电动机驱动的直线机械臂实现。采用工控机+运动控制卡的方式,利用 Delphi 面向对象的高级编程语言实现整个系统的控制。

2 机械结构设计

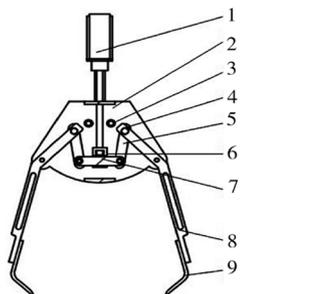
根据工作要求,下料机械结构采用典型的龙门式结构,三维模型简图见图 1,运动部分使用直角坐标机器人来实现 x, y, z 3 个方向的运动。当软袋再包装成枕形袋,经输送带输出至待下料位置后,机械夹手先由原点位置沿 z 方向下降至物料位置抓取物料,再沿 z 方向上移,同时根据上位机数据库存储的软袋条码信息判别物料的类型(在之前信息扫描工位已将条码信息扫描并上传至上位机数据库,以 I 型为例),机械手沿 x, y 方向联动至 I 型料筐需放料位置后,再沿 z 方向下降一定距离,机械手张开,将物料放入料筐的正确位置,机械手返回原点位置,进行下一次工作循环。机械装置由机械臂、支撑导轨、料筐、迷你气缸和机械夹手等组成,主要部件型号及参数见表 1^[3]。

表 1 主要部件型号选择

Tab. 1 Model selection of main components

名称	型号	主要参数
x 轴机械臂	东佑达 ETB10-X32-750-L-P10-C5	定位精度 ± 0.04 mm,有效行程 750 mm,最大负载 10 kg
y 轴机械臂	东佑达 ETB6-X40-450-BM-P10-C5	定位精度 ± 0.02 mm,有效行程 450 mm,最大负载 15 kg
z 轴机械臂	东佑达 ETB6-L10-350-BC-P10-C5	定位精度 ± 0.01 mm,有效行程 350 mm,最大负载 3 kg
迷你气缸	TPM M20 \times 75	缸径 20 mm,有效行程 75 mm,使用压力 0.1 ~ 0.9 MPa
支撑导轨	STAF BGCH25BL ABAACK	定位精度 ± 0.04 mm,有效行程 900 mm,最大负载 10 kg
机械手	自主设计	张开最大爪间距 150 mm,闭合最小爪间距 3 mm

末端执行机构使用专用机械夹手实现物料的抓取,见图 2。机械夹手通过机架与直线机械臂滑块固定,用气缸带动滑块 7,经过连杆机构传动实现机



1-迷你气缸;2-机架;3-螺栓;4-铆钉;
5-连杆;6-气缸连接块;7-滑块;
8-摇杆;9-机械手手爪

图 2 专用气动机械手示意图

Fig. 2 Sketch map of

the special pneumatic manipulator

械手的张开与闭合,完成物料的抓取和释放。

3 控制系统设计

3.1 控制系统硬件组成

控制系统采用 PC 机和运动控制卡的方案,两者构成主从式控制结构,进行数据的处理和信号的监控等。该控制系统主要由工控机、运动控制卡、松下伺服驱动器(MADDT 1205052)、传感器以及直线机械臂组成,其原理见图 3。工控机作为上位机,通过运动控制卡实时获取各伺服电机、传感器及机械夹手的状

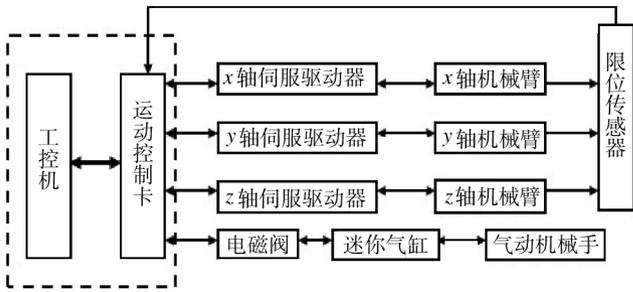


图3 控制系统框图

Fig.3 Block diagram of the control system

态,并控制各伺服电机及机械夹手的运动,完成下料工作。工控机采用研华工业计算机,负责人机交互界面的管理和控制系统的实时监控工作;运动控制卡接受系统指令完成运动控制的细节,包括脉冲和方向的输出、加减速的处理、原点和限位信号的检测等^[4]。选用众为兴 ADT-8960 控制卡,该卡基于 PCI 总线,可同时对 x, y, z 轴的运动进行独立控制,互不影响^[5]。

工作时,运动控制卡根据接收到的上位机指令,向各轴伺服驱动器发出控制指令,控制伺服电机的转速和方向,并接受编码器反馈信号,调整对电机的控制。位置传感器将位置的检测信号传回运动控制卡,实现系统的闭环控制。各轴电机驱动机械臂实现机械夹手位置的精确控制。同时控制卡通过电磁阀控制气缸动作,实现机械手的张开与闭合,完成物料的抓取和释放。

3.2 系统软件设计

系统以 Delphi7.0 为开发工具,采用了面向对象和模块化的思想进行设计。Delphi 高级编程语言提供了一套完整的机制支持面向对象的程序设计,具有简单、高效和功能强大等特点,能充分满足系统的要求^[6]。系统运动控制流程见图4。要实现按类按序码放,首先对料框按5种类型标定,并确定相对坐标位置;每个类型的料框分成3格,每个格位的理论装载阈值为6袋,同一类型的物料按照确定的1~3格位的顺序依次放置,直至达到理论装载阈值18袋。开始工作时,系统进行自检,根据原点位置传感器反馈信号,判断机械手是否处于设定的原点相对坐标位置并自适应调整,当有物料到达待下料工位时,程序通过访问后台数据库判断物料已完成下料工序前的各个工序,进入待下料工位,同时读取数据库中该物料的信息,并判定物料类型。机械手动作抓取物料,

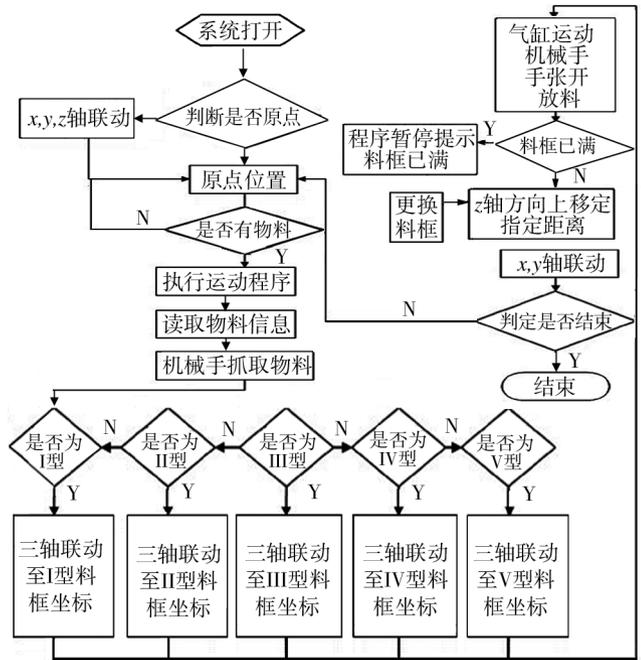


图4 控制系统的程序流程

Fig.4 Program flowchart of the control system

机器人根据物料的类型确定应放置于某类料筐某位置处, x, y, z 三轴联动,将软袋物料运送到指定坐标位置后,气缸动作带动机械手打开,释放物料。与此同时,料框类型及码放位置信息存储于后台数据库,并计算该类型料框装载物料是否达到理论阈值,人机界面显示该类型料框指定格位已存储物料,完成分拣、码放动作后,机械手回到原点,进行下一工作循环。

4 实验验证

根据设计方案,搭建实验平台,见图5,以每种类



图5 实验平台

Fig.5 Experimental platform

型30框(5×30×18共2700袋物料)为实验对象,按照

实际要求的 400 袋/h 的速度进行下料实验,实验数据见表 2,其中有 3 袋物料下料失败,下料成功率为

表 2 实验数据

Tab. 2 Data of the experiment

	框数	袋数	下料成功	下料失败	成功率
			袋数	袋数	/%
I 型物料	30	540	539	1	99.81
II 型物料	30	540	540	0	100
III 型物料	30	540	539	1	99.81
IV 型物料	30	540	540	0	100
V 型物料	30	540	539	1	99.81
总计	150	2700	2697	3	99.9

99.9%。实验结果表明,设计的下料系统完全符合实际生产需求。

5 结论

设计制作的下料气动机械夹手可以实现软袋包装物料的成功抓取;基于全交流伺服电机的直角坐标机器人可以实现下料位置的精确控制,实现正确下料;采用运动控制卡 and 上位机的方法,用 Delphi7.0 进行控制系统软件开发,可以实现控制系统要求,系统运行稳定。

参考文献:

[1] 张国全,李全华,吴德明,等.全自动伸缩皮带式软袋装箱机供料装置运行参数的研究[J].包装工程,2007,28

(8):99-101.

ZHANG Guo-quan, LI Quan-hua, WU De-ming, et al. Study on the Working Parameters of Feeding Device of Automatic Extension Belt Type Soft-bag Boxing Machine[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8):99-101.

[2] 刘恒珍,李正瑞.全自动装盒机软袋下袋机构总成的设计[J].食品与机械,2008,24(3):84-86.

LIU Heng-zhen, LI Zheng-rui. Design of Loading Device for Automatic Soft Bag Cartoner[J]. Food and Machinery, 2008, 24(3):84-86.

[3] 东佑达自动化科技股份有限公司.产品介绍[Z].http://www.toyoobot.com/secondkidlist.php.

TOYO Automation Technology Co., Ltd. Product introduction[Z].http://www.toyorobot.com/secondkidli-st.php

[4] 杨继东,韩飞.基于 MPC07 运动控制卡的数控焊机控制系统的开发[J].机械制造与自动化,2010,39(2):161-162.

YANG Ji-dong, HAN Fei. Design of Control System Based on MPC07 Motion Control Card in NC Welding Machine[J]. Machine Building and Automation, 2010, 39(2):161-162.

[5] 众为兴数控技术有限公司. ADT-8960 六轴运动控制卡用户手册[K].2010:5-14.

Adtech CNC Technology Co., Ltd. ADT-8960 Six-axis Motion Control Card User Manual[K].2010:5-14.

[6] 杨长春. Delphi 程序设计教程[M].北京:清华大学出版社,2008:327.

YANG Chang-chun. Delphi Program Design Tutorial[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008:327.

(上接第 55 页)

[4] 潘松年.包装工艺学[M].北京:印刷工业出版社,2007.
PAN Song-nian. Packaging Technics[M]. Beijing: Print Press, 2007.

[5] 石娇,曲彦平.耐海洋环境中霉菌腐蚀有机涂层的研究[J].表面技术,2011,40(1):56-58.

SHI Jiao, QU Yan-ping. Study on Organic Coatings for Mould Corrosion Resistance in Ocean Climate[J]. Surface Technology, 2011, 40(1):56-58.

[6] 王会云.防霉包装的机理与应用[J].包装工程,1997,18(4):20-23.

WANG Hui-yun. Mechanism and Application of Mould-proof Packaging[J]. Packaging Engineering, 1997, 18(4):

20-23.

[7] 苏秀琴,岳鹏,郝伟,等.光电经纬仪系统防潮、防盐雾、防霉菌设计[J].光子学报,2008,37(10):1982-1984.

SUN Xiu-qin, YUE Peng, HAO Wei, et al. Design of Moisture Proofing, Salt Spray Proofing and Fungus Proofing for Photoelectricity Theodolite System[J]. Acta Photonica Sinica, 2008, 37(10):1982-1984.

[8] 陈丹明,李金国,苏兴荣,等.军用电子装备的防霉[J].装备环境工程,2006,20(3):78-81.

CHEN Dan-ming, LI Jin-guo, SU Xing-rong, et al. Anti Mildew of Military Electronic Equipment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2006, 20(3):78-81.