

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.02.020

基于 Motoman-Mpl100 的全自动饲料 码垛系统研究

柳国光, 陈 晖, 王 涛, 赵剑波, 刘丽敏
(浙江省农业机械研究院, 浙江 金华 321017)

摘要: 针对传统饲料加工企业的现代化改造需求及饲料产品多样化的发展趋势, 研制了一套基于安川 Motoman-Mpl100 工业机器人的全自动饲料码垛系统。根据车间饲料生产线的实际状况对码垛流程进行了优化设计, 提出了以 PLC 为主控制器控制工作流程、机器人控制器控制搬运轨迹的相对独立的控制方式, 并完成了相应的硬件及软件系统设计。生产实践结果表明, 所研制的全自动码垛系统结构简单、运行稳定、柔性化好, 能很好地满足企业的实际生产需求。

关键词: 制造柔性; PLC; 码垛机器人; I/O 通讯

中图分类号: TH39; TP273 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2014)02-0221-04

Automatic feed palletizing system based on Motoman-Mpl100

LIU Guo-guang, CHEN hui, WANG Tao, ZHAO Jian-bo, LIU Li-min
(Zhejiang Academy of agricultural Machinery, Jinhua 321017, China)

Abstract: Aiming at the modernization needs of traditional feed processing enterprises and the diversified development trend of feed products, the automatic feed palletizing system based on Yaskawa Motoman-Mpl100 industrial robot was developed. The stacking process was optimized according to the actual situation of the feed production line, the relatively independent control mode which the PLC controller was used as main control unit when the robot controller was only used for motion controlling was proposed, and both the hardware and software system were designed on this basis. The practice results indicate that the automatic palletizing system has the advantages of simple structure, good flexibility and stable running, which can well meet the needs of the actual production.

Key words: flexible manufacturing; PLC; palletizing robot; I/O communication

0 引 言

我国饲料加工行业竞争激烈, 利润率低, 企业通常依靠高产量来生存发展, 单线产能大、柔性化要求高。目前, 国内绝大多数饲料厂家在生产线末端的成品码垛工作依靠人工来完成, 劳动强度大, 工作环境恶劣。随着我国人口红利的逐渐消失, 劳动成本快速上升, 饲料加工企业招工日益困难, 人员流动加快, 严重影响了企业的正常运行。因此, 提高企业自动化程度已成为饲料加工企业摆脱行业困境、提高自身竞争

力的唯一途径。传统桥式码垛设备具备一定的自动化程度和兼容性, 但设备占用空间大、码垛速度慢、垛型不规整, 而机械式码垛设备尽管占地较小, 并且在码垛速度和质量上都了一定的提高, 但通用性差、结构复杂, 已逐步被市场所淘汰。机器人码垛系统凭借其高效、稳定的生产特性以及优越的制造柔性在各行业迅猛发展^[1-4]。

本研究主要介绍基于欧姆龙 PLC 和安川 Motoman-Mpl100 工业机器人的全自动饲料码垛系统的研制及其在生产中的实际运行情况。

收稿日期: 2013-10-30

作者简介: 柳国光(1983-), 男, 浙江金华人, 主要从事农产品加工装备、农业机械装备等方面的研究。E-mail: hx.liu@163.com

1 总体布局及工作流程

系统采用双线双托式布局,总体布局如图1所示。覆盖生产车间两条饲料生产线的饲料码垛工作,系统采用机器人完成饲料由上料位到码垛位的搬运及起点和终点的准确定位,采用PLC控制气动机械抓手完成饲料的抓取和码垛工作。其工作流程为:袋装饲料从两条生产线上陆续传来,到达上料位后触发检测传感器,PLC根据传感器信号设置相应外部状态标志位,并通过I/O板卡将外部状态信息传给机器人控制器,机器人控制器根据物料到位情况以及各码垛位状态调用相应的程序完成一次码垛工作。机器人一次码垛过程:机器人到达指定取料位,将“可以取料”信息传给PLC,PLC获取信息后通过电磁阀控制安有汽缸的机械抓手抓取饲料,并通过汽缸磁性开关将“完成取料”信息传给机器人控制器,机器人再将饲料快速搬运到码垛位并将“可以码垛”信息传给PLC,由PLC通过汽缸完成码垛工作。

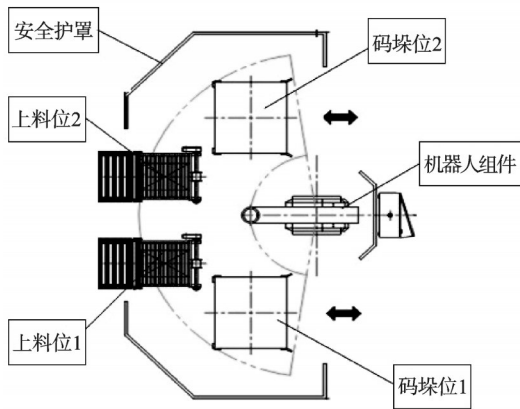


图1 总体布局

系统开始运行后,机器人先将饲料运往码垛位1码垛,之后将根据实际情况选择码垛位,当其中一个码垛位码垛完毕后,可以由叉车直接取走成垛饲料并更换空托板,机器人则自动往另一码垛位码垛,保证码垛系统无间断工作,实现效率最大化。

2 码垛系统

码垛系统设计主要包括机械结构设计和电气控制设计两部分,码垛系统的大部分动作由机器人完成,运动部件少,机械结构简单。电气控制设计包括硬件和软件设计,涉及硬件系统、触摸屏、PLC和机器人控制器等多个方面,是码垛系统的主要设计内容。

2.1 硬件系统设计

硬件控制系统结构如图2所示,系统采用PLC作

为主控制器,进行码垛系统的整体控制^[5-9]。触摸屏作为人机交互设备与PLC连接,以完成人机交互相关功能,而机器人控制器(DX100)作为轨迹运动专用控制器完成饲料搬移工作的空间轨迹控制,该控制器通过专用I/O卡和数据通讯线与PLC相连,在获得外部状态信息的同时向PLC传递机器人当前状态,实现机器人模块和外围模块的协调工作。其他检测控制器件直接与PLC连接,实现相应功能,整个硬件系统结构精简、操作简单、维护方便。

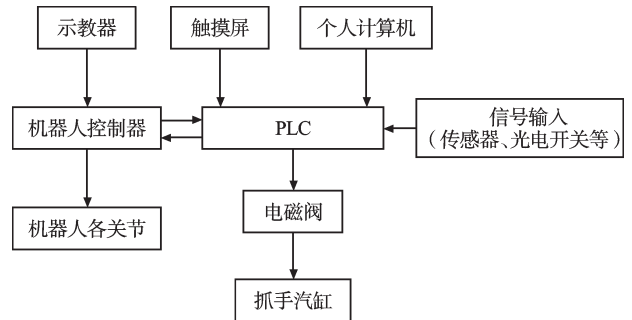


图2 硬件控制系统结构

2.2 软件系统设计及实现

根据码垛系统功能模块的划分,软件系统相应分为触摸屏程序、PLC控制程序和机器人控制程序3个部分,PLC程序作为主控制程序完成整个流程的控制功能,触摸屏程序完成人机交互功能,机器人控制程序完成运动轨迹控制功能。

2.2.1 总体控制流程

码垛系统整体控制流程如图3所示,PLC根据外部传感器采集的上料位状态数据,将不同的状态位置“1”并通过I/O卡传给机器人控制器(DX100),机器人控制器根据外部状态位状态及内部码垛位状态确定取料位及码垛位置,然后调用相应的子程序进行饲料的抓取、搬运及码垛工作,完成一次码垛操作后,机器人控制器通过I/O卡将完成信息传给PLC以开始新的一次码垛作业。

2.2.2 机器人控制程序设计

机器人编程如图4所示,本研究首先对全自动饲料码垛系统进行三维建模,然后使用安川MotoSim仿真软件对系统进行仿真设计,并输出相应的机器人程序^[10-12]。再通过示教器在搭建好的码垛系统进行关键位置点的校验及调整,实现机器人在手动模式下的取料、搬运及码垛动作。最后,与PLC进行联合调试,并根据系统的使用要求完善机器人程序。

2.2.3 人机交互软件及PLC控制程序

人机交互软件通过使用触摸屏自带的ScrEdit软件进行编写,主要包括设备初始化、参数设置、模式选

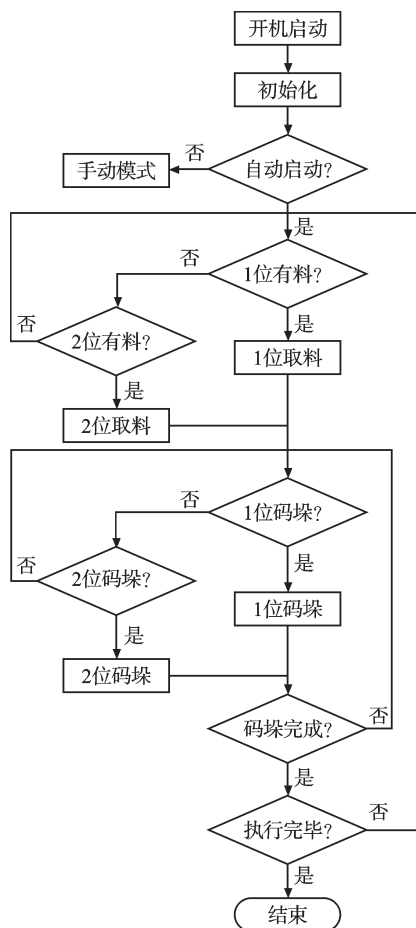


图3 码垛系统控制流程

择和系统管理4个部分,实现人机交互功能,其界面通俗易懂、操作简单,适合工厂环境。PLC控制程序采用欧姆龙CX-P软件进行编写,主要包括手动控制模块、输入输出模块、监测模块和主控制模块4个部分,实现系统的手动控制、原点搜索、位置控制、信息通讯和报警提示等功能。

3 码垛系统的使用情况

基于工业机器人的全自动码垛系统占地面积小,对生产车间的物料运转和人员流动基本没有影响,设备操作简单,工人经过一定的培训即可掌握使用方法。该系统在某饲料生产厂家的实际使用情况如表1所示,相对于人工码垛,基于安川 Motoman-Mpl100 机器人的全自动码垛系统生产效率高,能保证 24 h 不间断的码垛作业、最快码垛操作节拍达到 1 800 次/h 循环,实现日产 500 t,达到实际产能的 3 倍。工人劳动强度低,基本无工伤、职业病等情况出现,码垛系统维

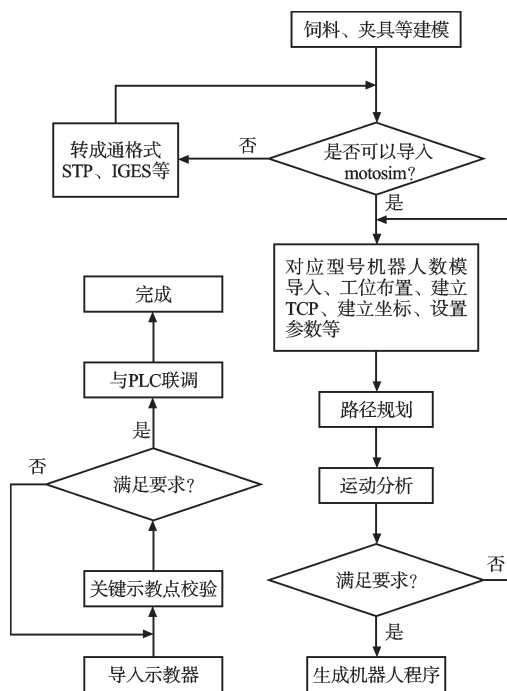


图4 机器人编程

护方便,运行稳定,大大减少了人为因素导致的减产、停产等突发状况,码垛整齐一致,没有人工码垛中出现的坍塌现象。该系统自动化程度高,码垛工作无需人员干预,能替代 8~12 名熟练码垛工人,每年可降低 20 万~40 万运营成本。

表1 码垛系统与人工码垛比较结果

指标/方式	工人/ (个)	产能/ (吨/天)	维护费用/ (万元/年)	合格率/ (%)	运营费用/ (万元/年)
人工	6~12	150	0~10	80~90	50~100
码垛系统	1~2	500	1~3	95以上	30~60

4 结束语

本研究研制的基于工业机器人的全自动饲料码垛系统结构简单,运行可靠,人机交互性能突出,适合绝大多数饲料企业的生产环境,通过对机器人程序和夹具的简单调整,可实现袋装、箱装、桶装等各种包装类型的码垛作业,具备极好的制造柔性,能满足产品多样化的需求。同时该系统还具备高度的自动化水平,能大幅降低企业的运营成本和工人的劳动强度,而其较低的资金投入需求以及显著的效益提升,符合国内饲料厂家的实际需求,具有广阔的市场前景。

(下转第 248 页)

本文引用格式:

柳国光,陈 晖,王 涛,等. 基于 Motoman-Mpl100的全自动饲料码垛系统研究[J]. 机电工程,2014,31(2):221-223,248.

LIU Guo-guang, CHEN hui, WANG Tao, et al. Automatic feed palletizing system based on Motoman-Mpl100[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(2): 221-223, 248. 《机电工程》杂志: <http://www.meem.om.cn>

的绝对误差较小,但是其相对误差较大,一方面是由于高次谐波本身的值比较小,另一方面由于系统测定的分辨率有限所造成的,但是其测得的结果还是在允许接受的误差范围内的。

3 结束语

为了解决在线分布式微网电能质量检测的问题,本研究设计了具有三通道在线和实时监测的电能质量检测装置,该装置具有精度高、实时性好、成本低、便于组网等特点,还能同时进行三通道的电能质量检测,对了解光伏微网的电能质量及实现电能的控制和保护提供了重要的依据,将其测试的结果与福禄克的测试结果做了比较与分析,结果表明其误差较小,达到了较好的预期效果,验证了设计的合理性和设备的可用性。

参考文献(References):

- [1] 邓少军,张振川. 电能质量监测设备的发展[J]. 电测与仪表,2005(5):7-9.
- [2] 刘翔,李开成. 一种新型电能质量分析仪的研究[J]. 仪器仪表学报,2006,27(6):1489-1490.
- [3] 逯培兵,栗时平,刘桂英,等. 一种基于嵌入式技术的新型电能质量检测装置[J]. 电力科学与技术学报,2007,22

- (4):60-67.
- [4] 卢海南,董超,赵录怀. 电能质量监测的发展趋势与新型电能质量监测仪的研制[J]. 仪器仪表用户,2004,11(2):19-20.
- [5] 文旭. 基于GPRS的电能质量监测系统的设计[D]. 成都:西华大学电气信息学院,2008.
- [6] 张宗华. 电能质量监测系统的设计[J]. 工矿自动化,2013(2):111-114.
- [7] 郑一维,李长俊,吴讯驰,等. 基于STM32的电能质量检测技术研究[J]. 国外电子测量技术,2011,30(6):72-74.
- [8] LU P, SU S, LIU G, et al. A New Power Quality Detection Device based on Embedded Technique[C]//Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies, 2008. Third International Conference on. Nanjing [s.n.], 2008:1635-1640.
- [9] HUANG C H, LIN C H, KUO C L. Chaos synchronization-based detector for power quality disturbances classification in a power system[J]. **Power Delivery, IEEE Transactions on**, 2011,26(2):944-953.
- [10] 张雅洁. 基于PIC单片机的电能质量检测仪[D]. 合肥:安徽理工大学电气工程系,2009.
- [11] 刘永,于练. 基于MC68HC908MR单片机的变频空调控制器的研究[J]. 流体机械,2012,40(12):80-84.
- [12] 李志宇,余洋,刁庶. 基于51单片机的电能质量检测仪的设计[J]. 中国质量,2010(1):91-93.

[编辑:李辉]

本文引用格式:

柳英杰,胥芳,潘国兵. 三通道分布式电能质量检测系统研究[J]. 机电工程,2014,31(2):244-248.

LIU Ying-jie, XU Fang, PAN Guo-bing. Three channel distributed power quality detection system[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014,31(2):244-248.
《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

(上接第223页)

参考文献(References):

- [1] 曾孔庚,王宏庆,丁原彦. 高速机器人搬运码垛系统构成及技术特点[J]. 机器人技术及应用,2001(4):39-41.
- [2] 曹彤,俞超,孙杏初. 电视机搬运码垛机器人应用研究[J]. 机械设计与制造,2002(2):44-45.
- [3] 熊有伦. 机器人学[M]. 北京:机械工业出版社,1993.
- [4] 李成伟,朱秀丽,俞超. 码垛机器人机构设计与控制系统研究[J]. 机电工程,2008,25(12):81-84.
- [5] 张丰华,韩宝玲,罗庆生,等. 基于PLC的新型工业码垛机器人控制系统设计[J]. 计算机测量与控制,2009(11):2191-2196.
- [6] 刘磊,盛小明,秦佳. 冲床送料机械手的PLC控制系统设计[J]. 机械,2013,40(S1):81-83.

- [7] 张有良,徐强,常晓煜,等. 码垛机械手运动轨迹的研究[J]. 包装与食品机械,2011(3):20-23.
- [8] 王晶,黄斌,陈俊华. 基于PLC的图书馆作业型机器人工作系统[J]. 机床与液压,2005(10):160-162.
- [9] 周永志,袁少帅. PLC实现机器人的自动控制[J]. 机电一体化,2010(1):68-70.
- [10] 崔鹏. 基于ROBCAD的焊装线三维建模、仿真与评价方法研究[D]. 合肥:合肥工业大学机械与汽车工程学院,2009.
- [11] 薛红军,任雅广,刘振宇,等. 基于UG二次开发的工业机器人作业仿真系统设计[J]. 机电工程,2010,27(6):52-54.
- [12] 刘永,徐越兰,王克鸿,等. 锅炉焊接机器人离线编程系统[J]. 焊接学报,2004,25(3):52-56.

[编辑:李辉]