

全自动面粉包装生产线控制系统设计

曹红英¹, 王莉², 姚家琛¹

(1.开封大学, 河南 开封 475004; 2.郑州商业技师学院, 郑州 450121)

摘要: 目的 为了提高面粉的包装效率和质量, 在半自动生产线硬件平台基础上, 进行全自动面粉包装生产线控制系统的设计与调试, 实现包装过程的全自动控制、上位机集中监控、远程诊断和网络化管理, 提高企业生产效率, 降低工人劳动强度。方法 根据面粉包装生产线的工艺流程, 并结合企业对生产过程、包装生产线远程集中管理的要求, 搭建基于 PLC、触摸屏、远程上位机的全自动面粉包装生产线智能控制管理系统。控制系统核心采用欧姆龙 CJ2M 系列 PLC, 结合以太网模块、输入输出模块, 通过盘柜上的维纶 MT6070iH 触摸屏对整个包装生产线的运行状态进行就地监测与控制, 通过组态王软件 KingView 6.52, 完成远程上位机搭建, 从而对面粉包装生产的运行过程进行远程监控和集中管理。结果 实践证明, 全自动面粉包装机应用 PLC 技术以及上位机远程管理监控系统相较于传统手动或者半自动包装方式, 该系统具有稳定性强、成本低以及系统灵活等优点, 极大地提高了面粉包装效率和企业智能化生产管理水平。结论 控制系统搭建调试后, 实现了就地、远程对面粉全自动包装生产过程的控制、监控以及管理。

关键词: 面粉包装; PLC; 上位机; 触摸屏

中图分类号: TB486.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)15-0215-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.15.032

Design of Control System on Full-automatic Flour Packaging Production Line

CAO Hong-ying¹, WANG Li², YAO Jia-chen¹

(1.Kaifeng University, Kaifeng 475004, China; 2.Zhengzhou Business Technicians Institute, Zhengzhou 450121, China)

ABSTRACT: For the purpose of improving the packaging efficiency and quality of the flour, the work aims to design and debug the control system of full-automatic flour packaging production line based on the hardware platform of the semi-automatic production line, in order to realize the full-automatic control of the packaging process, centralized monitoring of the upper computer, remote diagnosis and network management, improve the production efficiency of the enterprise and reduce the labor intensity of the workers. According to the technological process of flour packaging production line, combined with the requirements of the enterprise for the remote centralized management of the production process and packaging production line, an intelligent control and management system of full-automatic flour packaging production line based on PLC, touch screen and remote upper computer was built. The core of the control system was Omron CJ2M series PLC. Combined with the Ethernet module and the input and output module, the MT6070iH touch screen on the panel was used to locally monitor and control the operation status of the whole packaging production line. The KingView 6.52 software was used to complete the construction of remote upper computer, so as to remotely monitor and centrally manage the operation process of flour packaging production. It had been proved that, compared with the traditional manual or semi-automatic packaging mode, the full-automatic flour packaging machine that applied PLC technology and

the remote management and monitoring system of the upper computer had such advantages as strong stability, low cost and flexibility, which greatly improved the packaging efficiency of flour and the level of intelligent production management of the enterprise. After the control system is built and debugged, it can control, monitor and manage the full-automatic flour packaging production process locally and remotely.

KEY WORDS: flour packaging; PLC; PC; touch screen

随着科学技术的迅猛发展,生产力水平的不断提高以及智能化的大范围工业应用,人们对改善工作环境、智能化生产管理日益重视,同时对食品、化工等行业对包装质量和包装效率的要求也日益提高,从而促进了包装行业生产过程的快速发展,以适应现代化大生产的趋势^[1-5]。以往人工包装生产效率低、质量参差不齐、浪费严重等,且只能靠人工在现场进行实际监视,无法对生产线运行的状态进行实时自动监测,不仅增加了工人的劳动强度,而且监控水平低,生产线的运行成本较高,在人力、物力上造成了极大浪费。传统的面粉包装机械设备,多以机械为主,是电气、液压或气动控制的机械设备。随着多传感器融合技术、先进控制理论不断发展,各设备的自动协调控制已开始逐渐取代传统的人工操作。面粉包装机械设备分为简单、半自动以及全自动,其中,半自动包装和全自动包装的主要区别为是否有自动上袋系统。

对此,设计出一款面粉包装生产线智能控制远程监控系统,采用上下位机结构的控制模式:下位机为欧姆龙系列 PLC,负责对包装生产线现场数据进行采集、处理以及现场设备进行实时控制,同时可以通过触摸屏人机界面对生产线进行就地控制^[6-10];上位机监控系统基于 KingView6.52 组态王软件作为开发平台,实现面粉包装生产线的实时和远程监控,远程诊断和网络化管理。PLC、触摸屏、组态王三者的结合使用可有效地提高生产过程的人性化以及智能化,具有相当的实际应用价值。

1 自动面粉包装生产系统工艺流程

自动面粉包装生产线可自动完成供袋、取袋、拖

袋、装袋、称重、缝口、输送等功能,实现上述功能需要装袋装置、称重装置、缝纫装置、输送装置等机械设备。其主要工艺流程见图 1。

供袋机构当检测到抓手下无袋时,袋库送袋气缸推动挡板送袋。取袋升降气缸下降,取袋吸盘抽真空吸袋,气缸上升到位后取袋倾斜气缸开始动作,动作完成后,3 个手夹闭合,夹拖器右移运动到位,手夹打开,整形齿气缸开合一次,后压轮气缸下降,下降到位,送包电机运转,袋到位,送袋电机停,后压轮上升,张袋升降气缸下降,吸盘抽真空,张袋升降气缸上升到位,插刀气缸动作撑袋,同时夹袋气缸动作,上袋臂电机送袋,到位后,漏斗两侧夹袋气缸动作,夹袋,同时漏斗夹闭合。下料,托板气缸上升下降一次,小车运动到漏斗处,下料完成,托板升起,抱袋并夹袋口,小车运动,小车到位后,辗平气缸动作,导入机带动皮带对袋口压平,之后进行折边封口。放标签,缝包输送电机运动,驱动皮带。

其中自动面粉包装生产线主要机构介绍如下所述。

1) 供袋与取袋机构。供袋机构为整条生产线持续提供面粉包装袋。其放袋工作台下面有光电传感器,当检测到抓手下无袋的时候,袋库送袋气缸推动挡板送袋。取袋机构由气缸、吸盘、多个光电传感器等组成,取袋升降气缸(上有光电传感器)下降,取袋吸盘、抽真空吸袋,如有漏气,重新取袋;气缸上升到位,光电传感器有信号,取袋倾斜气缸(上下分别有 2 个光电传感器)开始动作,直至旋转动作完成。

2) 夹拖器机构。主要调整袋的运动方向,为上袋动作提供良好的平台。其机械结构包括 3 个手夹、限位开关、整形齿气缸。其工作过程为:取袋机构旋转信号到位时,3 个手夹闭合,夹拖器右移运动到位,手夹打开,整形齿气缸开合一次,将袋调整为最佳状态。

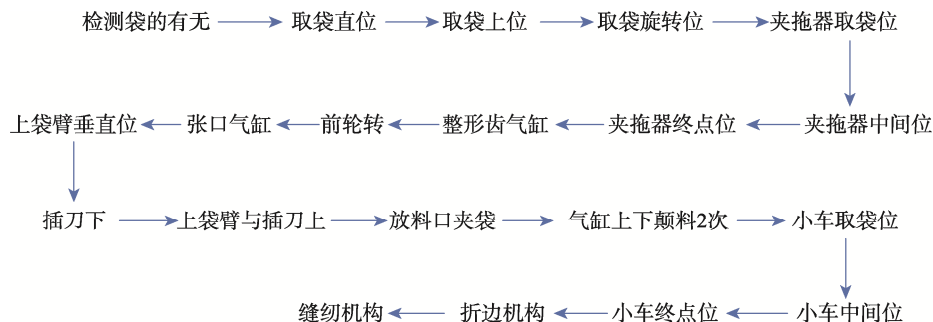


图 1 全自动面粉包装生产线基本流程

Fig.1 Basic process of full-automatic flour packaging production line

3) 上袋机构。包括伺服电机、上下压轮、气缸、手夹、上袋臂、插刀等。伺服电机带动下压轮转动,当夹拖器动作到位后,上压轮下压,向前带动袋子平移,光电开关检测到袋子时伺服电机停止运动,上压轮上移,袋子平推到位;上袋臂移动到垂直位,手夹闭合,上下吸盘同时进行吸真空动作,上吸盘上移将袋口张开,插刀进,吸盘复位,动作完成后上袋臂与插刀旋转运动到水平位开始进行填料。卸料装置有 5 个光电开关,用于检测袋子时否夹好,确保正常填料。

4) 自动称重机。当上袋机完成上袋后,面粉称重单元开始逐渐加料,通过粗给料、精细化给料以实现粗、细 2 级加料,最终保证包装袋中的面粉达到重量设定值,将实际偏差控制在偏差设定值偏差范围之内,称重结束之后,称重箱关闭闸门,加料停止,然后等待下一称重循环。

2 控制系统硬件设计

根据全自动面粉包装生产线工艺流程,该系统采用了“PC+HMI+PLC”上位机与下位机结合的控制结构,见图 2。远程上位机用于远程监控、管理包装生产线的稳定高效运行;就地触摸屏作为现场人机交互界面,对现场生产线进行单动或者联动控制;欧姆龙

PLC 即作为远程上位机、触摸屏以及生产线各传感器、执行器之间的信息交互枢纽,最终构成了全自动面粉包装生产线智能控制系统。

2.1 远程上位机

工业 PC 作为上位机监控中心硬件平台,基于组态王软件搭建上位机监控管理系统。工业 PC 通过以太网通讯,与就地 PLC 进行通讯,远程上位机智能化生产管理平台可以监控现场面粉包装生产线的整个运行过程;实现生产数量进行统计以及未来产能的规划,可以及时发现发生的报警状态信息,实现及时发现、处理报警工位,提高生产效率的目的^[10—12]。

2.2 触摸屏

触摸屏(HMI)旨在实现生产线的就地监视与操作,考虑到其实用性高、稳定性高、成本低等特点,该控制系统中的就地上位机选用威纶 MT8150iE 系列触摸屏作为生产线人机交互界面。通过该触摸屏可实现包装生产线各个设备的点动以及整套系统的联动,且能够在屏幕上设定日/月/年、包装数量、包装重量等参数并生成生产记录;并实时对生产线目前的生产状态、设备运行状态以及生产线报警、故障信息进行显示,极大提高生产管理的自动化程度^[13—15]。

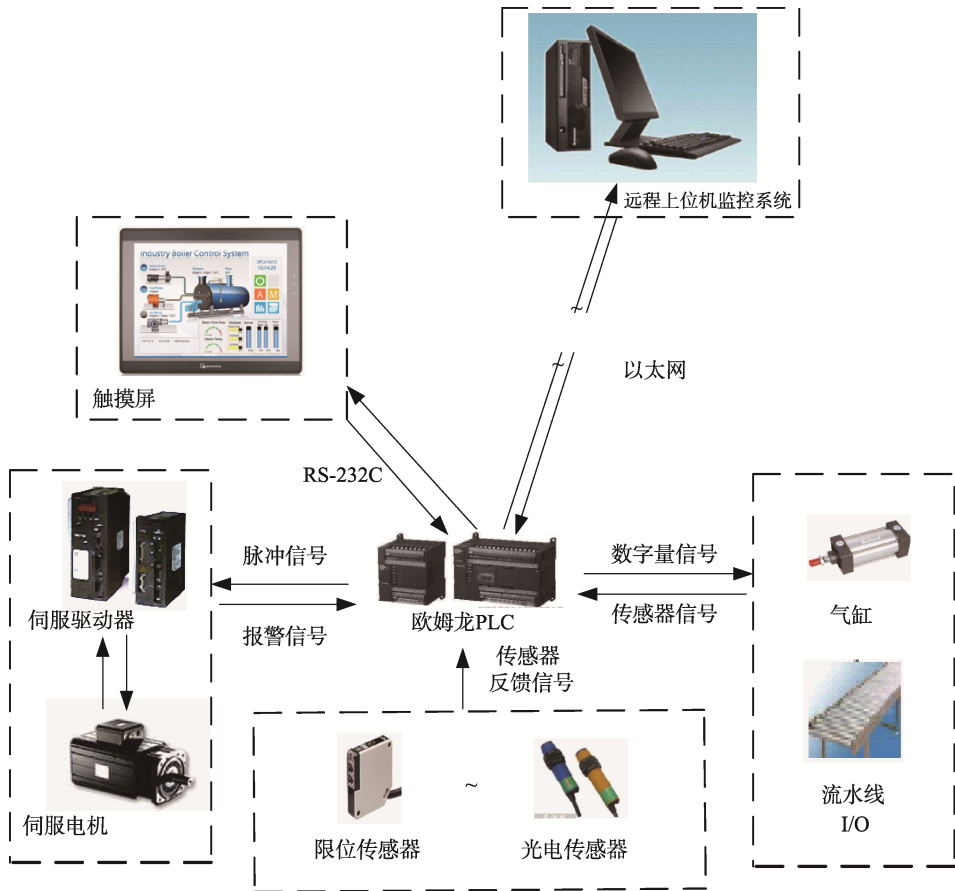


图 2 基于欧姆龙 PLC 的面粉包装生产线控制系统硬件
Fig.2 Hardware of control system of flour packaging production line based on OMRON PLC

2.3 PLC

通过对面粉自动包装生产线的生产工艺、信号点以及被控对象的分析,利用 PLC 的可编程程度高,成本低等优势,采用稳定性较高的 PLC 控制器作为本控制系统的核心,主要包括电源模块、CPU 模块、输入输出模块、通讯模块等。欧姆龙 CJ2M 系列 PLC 功能多、性价比高、运算速度快,使用专用 CX-Programmer 软件进行编程,编程效率高,能够满足包装生产线信号多,被控对象多样的复杂工况^[16—18]。

通过对整个面粉自动包装生产线工艺流程的分析,统计出所需的 DI/DO/AI/AO 点数量,部分 IO 列表见表 1。共需要约 31 个开关量输入点、35 个开关量输出点,4 个模拟量输入点,4 个模拟量输出点。整个控制系统的执行机构由 2 台伺服电机及 4 台变频器组成,见表 2。

表 1 生产线控制系统部分 I/O 分配
Tab.1 Part of I/O distribution of production line control system

输入		输出	
序号	名称	序号	名称
1	袋库光电开关	1	袋库送袋气缸
2	取袋升降光电开关	2	取袋升降气缸
3	取袋倾斜光电开关 1	3	取袋吸盘真空泵
4	取袋倾斜光电开关 2	4	取袋吸盘排气阀
5	直线导轨光电开关 1	5	取袋倾斜气缸
6	直线导轨光电开关 2	6	手夹 1
7	直线导轨光电开关 3	7	手夹 2
8	前压轮气缸光电开关	8	手夹 3
.....			

表 2 生产线控制系统执行机构
Tab.2 Actuator of production line control system

序号	被控电机
1	上袋臂伺服电机——伺服控制,送袋
2	小车伺服电机——伺服控制,送包
3	送包电机——变频控制,送袋
4	导入机——变频控制,平口
5	折边机——变频控制,折边
6	缝包输送机电机——变频控制,缝口

欧姆龙 PLC 作为市场主流 PLC,其性价比高、运行速度快且稳定,同时具有很好的模块扩展性,根据实现全自动面粉包装生产线各个功能所需的各传感器/执行机构型式及数量,最后进行了其控制系统中的硬件配置,见表 3。

表 3 全自动面粉包装生产线控制系统硬件配置清单
Tab.3 Hardware configuration list of full-automatic flour packaging production line control system

名称	型号	数量
工业 PC	戴尔, 配组态王软件	1
称重控制显示器	UNIPULSE(尤尼帕斯) F701	2
PLC 电源模块	CJ1W-PA202	1
CPU 模块	CJ2M-CPU12	1
PLC 通讯模块	CP1H	1
PLC 输入模块	ID211 和 ID232	2×2
PLC 输出模块	OD211, OD212 和 OD233	2,1,1
变频器	三菱 D700FR-D740-0.4K-CHT	4
伺服驱动器	STOBE(斯德博) MDS5040/L	2
电源模块	西门子 6EP1 436-3BA00	1
交流	环宇集团 CJX1-110	1
接触器	施耐德 LC1-D12-10	4
	MRM1-100L/3300	1
	OSMC32N1C2	4
	OSMC32N1C4	4
断路器	GV2-ME06C/1-1.6A	3
	GV2-ME08C/2.5-4A	4
	GV2-ME10C/4-6.3A	1
	GV2-ME21C/17-23A	1
	施耐德断路器 3P C2 系列	1
熔断器	RT18-32X	13
继电器	欧姆龙 LY4NJ DC24V	18
控制变压器	无锡立华 JBK3-630VA	1

3 控制系统软件设计

3.1 远程上位机

组态王主控界面设计主要包括设计图形界面、构造数据词典、建立动画连接和控制程序等。面粉自动包装生产过程的其远程监视上位机主控界面见图 3。

面粉包装生产线系统要求具有对所有故障的报警功能,并生成报警记录,能够显示实时的工作状态。当出现某一故障时应给出报警信号,报警信息进行历史记录保存,操作员可随时对故障进行日、月、年报表统计、查询和打印。历史报警画面列出系统出现过的所有报警信息,并且历史报警信息可以在服务器中存储至少上万条,便于后续报警故障信息查找及分析。其历史报警界面见图 4。

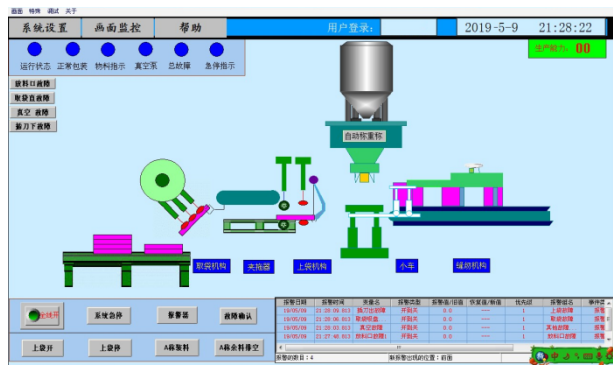


图 3 远程监视系统主控界面

Fig.3 Main control interface of remote monitoring system



图 4 远程监控系统历史报警画面

Fig.4 Historical alarm picture of remote monitoring system

利用组态王内部的报表控件,可对报表格式进行自主调整,以适应面粉自动包装生产线的对报表的功能要求,最终制作出实时报表、历史报表,日报表,月报表等。通过报表信息数据进行分析,可实时掌握了解目前面粉自动包装生产线的生产能力、生产绩效等信息。报表内容包括日期、时间、面粉的标准重量、实际生产时的重量、实际值与标准值的差值、本日本月的生产数量等。同时可以根据当前的面粉包装生产能力预估本设备后续的生产负荷,间接实现对面粉包装生产过程进行智能化生产管理。其报表界面见图 5。



图 5 远程监控系统报表画面

Fig.5 Statement picture of remote monitoring system

3.2 触摸屏软件设计

通过 MT8150iE 触摸屏自带的 EasyBuilder8000 软件,进行就地触摸屏的监控画面的设计,主要含面粉包装生产线的功能监视画面、参数设定画面、报警画面等。触摸屏主监视画面监视所有生产线传感器以及执行电机等动作状态,显示面粉包装生产线的工艺状态,可以实现对整条面粉包装生产线的现场控制以及各个就地设备的单独控制及调试,将生产过程直观形象的展示给用户。其主监视界面以及参数监控画面见图 6—7。



图 6 触摸屏主监视界面

Fig.6 Main monitoring interface of touch screen

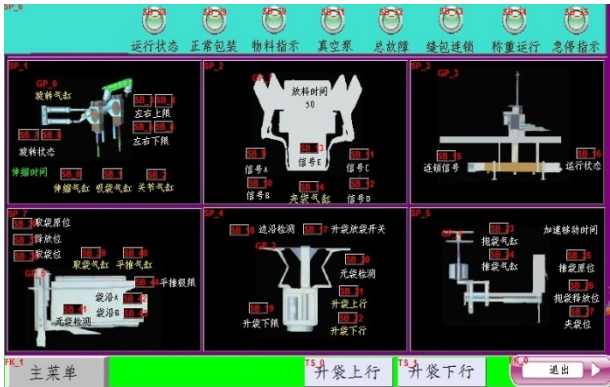


图 7 触摸屏参数设置界面

Fig.7 Parameter setting interface of touch screen

同时,触摸屏也可以显示面粉实际生产过程中出现的实时报警信息,用户可以在任何时候对此前出现过的报警信息进行查询。根据触摸屏画面的显示报警信息,生产人员能够及时分析报警产生原因并消除故障报警,极大地提高了生产线的持久高效运行,其触摸屏的报警画面见图 8。

3.3 下位机部分设计

对已选的电气元件进行盘柜布置并优化布局,搭建控制系统硬件平台。同时结合全自动面粉包装工艺及流

- Packaging and Food Machinery, 2008(4): 44—46.
- [10] 李兰付. 面粉生产智能控制系统[J]. 粮油加工, 2010(6): 79—89.
LI Lan-cun. Intelligent Flour Production Control System[J]. Grain and Oil Processing, 2010(6): 79—89.
- [11] 杨维明, 徐萍萍, 陈建新. PLC 在配料称重控制系统中的应用[J]. 微计算机信息, 2005(1): 45—56.
YANG Wei-ming, XU Ping-ping, CHEN Jian-xin. The Application of PLC in Batching and Weighing Control System[J]. Microcomputer Information, 2005(1): 45—56.
- [12] 龚荣. 组态在实时监控系统中的应用[J]. 工业控制计算机, 2005, 18(7): 26.
GONG Rong. Application of Configuration in Real-time Monitoring System[J]. Industrial Control Computer, 2005, 18(7): 26.
- [13] 何南至. 我国食品和包装机械工业现状及展望[J]. 食品工业科技报, 2006, 16(3): 78—85.
HE Nan-zhi. Present Situation and Prospect of China's Food and Packaging Machinery Industry[J]. Journal of Food Industry Science and Technology, 2006, 16(3): 78—85.
- [14] 崔嘉. 我国食品翻包装机械工业发展[J]. 包装机械, 2006(1): 45—48.
CUI Jia. Development of China's Food Packaging Machinery Industry[J]. Packaging Machinery, 2006(1): 45—48.
- [15] 刘乘, 李晓刚. PLC 在包装机械上的应用[J]. 包装工程, 2005, 26(4): 27—40.
LIU Cheng, LI Xiao-gang. Application of PLC in Packaging Machinery[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(4): 27—40.
- [16] 郝鹏, 刘志金, 恽利军, 等. 自动化供粉系统在食品行业的应用[J]. 粮食与食品工业, 2015, 36(22): 39—41.
HAO Peng, LIU Zhi-jin, YUN Li-jun, et al. Application on the Automatic Powder System in the Food Industry[J]. Cereal and Food Industry, 2015, 36(22): 39—41.
- [17] 孔祥. 基于 PLC 和组态王的面粉自动包装监控系统设计[J]. 中国包装工业, 2016(6): 32—35.
KONG Xiang. Design of Flour Automatic Packaging Monitoring System Based on PLC and Kingview[J]. China Packaging Industry, 2016(6): 32—35.
- [18] 冷阳, 李清, 杨建国. 化肥吨袋包装机包装能力的探讨[J]. 化肥设计, 2016, 54(4): 8—11.
LENG Yang, LI Qing, YANG Jian-guo. Discussion on the Packing Capacity of the Big-bag Packing Machine for Chemical Fertilizer[J]. China Packaging Industry, 2016, 54(4): 8—11.