

自动水泥装车与堆垛设备控制系统设计

陈作炳, 杨贤贵, 李雪婧

(武汉理工大学 机电工程学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:为解决目前国内袋式水泥装车与堆垛工艺仍靠人工劳动和工作环境恶劣的问题,将自动控制技术应用到水泥装车与堆垛工艺中。在充分分析研究水泥装车机与堆垛机工艺流程的基础上,利用西门子 S7-200 型 PLC 开发水泥装车与堆垛设备及其自动控制系统,进行了控制系统硬件设计及软件设计,使该设备基本实现了自动化。研究表明,该系统操作简单,控制可靠,维护方便,性价比高,具有较强的市场竞争力。此系统大大降低了生产过程中的人工操作,提高了生产效率及安全系数。

关键词:水泥;装车机;堆垛机;S7-200 PLC

中图分类号: TH39;TP273

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)09-1077-03

Control system design of automatic cement loading machine and stacking machine facility

CHEN Zuo-bing, YANG Xian-gui, LI Xue-jing

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to solve the problems that the process flows of cement loading machine and stackers interiorly still depends on artificially labor and the working conditions are poor presently, the automatic control technology was investigated. After the analysis of the process flows of cement loading machine and stackers, an automatic control system was developed by Siemens S7-200 PLC, the hardware system and software system were designed, the automatization of equipment was implemented ultimately. This system has simple operation, reliable control, convenient maintenance, high performance-to-price and has strong market competitiveness. The experimental results show that the system reduces manual control in the production process, and raises the production efficiency and safety coefficient consequently.

Key words: cement; loading machine; stacking machine; S7-200 PLC

0 引言

随着国内工业技术的发展及水泥行业的飞速发展,仓库自动化已成为一个重要趋势^[1]。目前国内装车机已经有很多厂家在使用,但是结构形式多样,工作效率也有很大的差别,尚处于初级发展阶段。而堆垛机的运用则更少,水泥厂的仓库自动化程度很低。在国外,其仓库自动化发展水平较高,堆垛机的发展已经紧密结合了仓库自动化技术,其水泥袋的入库、出库等都具备自动化^[2]。水泥堆垛以及装车自动化的实现,不仅可以极大地提高自动化程度,而且可以改善工厂劳动条件,减少当班工人数量,提高工作效率。

本研究在总结国内外各类堆垛以及装车自动化设

备基础上,设计出一种自动化程度高、便于使用的水泥装车和堆垛设备,并应用 PLC 控制,实现了对袋装水泥的自动堆垛与装车操作。

1 设备工艺流程分析

水泥装车与堆垛设备是将装车机与堆垛机有机地结合在一起,实现水泥包的装车与堆垛的无缝衔接,达到高效的水泥包后续处理过程。当水泥包从上级输送到水平水泥输送带时,根据下级工序决定其输送带的输送方向,通过挡板控制来实现选择装车线或者堆垛线。其大致结构如图 1 所示。

1.1 装车机工艺流程

装车机的结构共分为三部分:前端带式输送机、溜

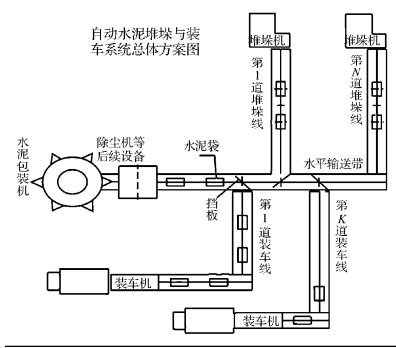


图 1 生产流程简图

板装置和小车行走装置。前端带式输送机由电动滚筒、上下托辊、拉紧装置、皮带和支架构成。溜板装置由溜板、车轮、旋转轴和升降机构组成，小车行走机构由电机、减速器、链轮、链条、滑轮、导轨等组成。其工作原理是前端带式输送机在电动滚筒的驱动下做运行，从主干线上传送而来的水泥包落到皮带上后，经过装车机输送到溜板装置，而后借助自身重力下滑到车厢。

装车机工作动作过程如下：

(1) 首先从车厢的前部装起，下放溜板，使其接触到货厢底部，水泥包从输送带输送，到达溜板装置，靠自身重力下滑到车厢，而后采取人工摆放。

(2) 随着前部车辆的装载，装车机行走机构运转，拉动整个设备缓慢后移，直至把整车车厢第一层装满。

(3) 手工提升溜板，装车机行走机构动作，设备再次回到货厢前部，再次重复步骤(1)。

1.2 堆垛机工艺流程

堆垛机的结构共分为四部分：圆周转台、摆放装置、抽板装置和升降装置。圆周转台由驱动装置、皮带和转台组成。摆放装置由驱动装置、3个定位气缸、2个压紧气缸、支撑钢板和侧面挡板组成。抽板装置主要由电机、减速器、链轮、链条、导轨组成。升降装置由电机、减速器、链轮、链条、支撑板、导轨和导靴组成。它主要是从上级输送带接过水泥包，然后按两种方式轮换堆码(如图2所示)，堆垛5层后，一次堆垛完成，然后由叉车叉走。

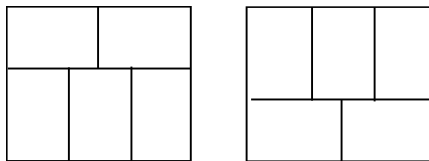


图 2 水泥袋堆码方式

堆垛机工作动作过程如下：

(1) 首先水泥包经由皮带传送至圆周转台，由程序设计决定转台是否旋转，控制水泥包的方向。根据要求由3个摆放气缸顺序动作，根据程序设计将水泥包依次摆放到抽板上适宜位置；

(2) 当一层水泥包定位完成后，垂直方向的两个

压缩气缸对其进行压紧处理，然后抽离抽板；

(3) 抽板完毕，整层水泥包掉落到托板上，托板下降，抽板复位，进行下一层堆垛；托板上水泥包堆垛至5层后，叉车将其叉走，摆放下一个托板。

2 系统硬件配置

根据水泥装车与堆垛设备工艺流程的特点和应用要求以及经济性考虑，本研究选择西门子公司的 S7-200 系列 PLC^[3]，具体分析水泥自动装车与堆垛设备工艺流程之后，可首先确定被控对象的 I/O 点数。该系统根据控制要求，可以确定其数字量输入需 66 点，数字量输出需 27 点，另有一个模拟量输入为压力传感器信号输入，因此根据需求笔者选用 CPU224XP^[4]，它在 CPU224 的基础上增加了模拟量输入/输出点，存储容量也有所增加。其数字量 I/O 口为 14 入/10 出，模拟量 I/O 口为 2 入/1 出，扩展模块数量可达 7 个模块，最大可扩展数字量点数为 168，最大可扩展模拟量点数为 38。根据 I/O 点数的确定要按照实际点数再增加一定的备用量，故仍需配置一定的扩展模块。根据需求，在此配置 4 个 16 × DC 输入/16 × DC 输出混合数字量模块^[5]。控制系统硬件结构简图如图 3 所示。

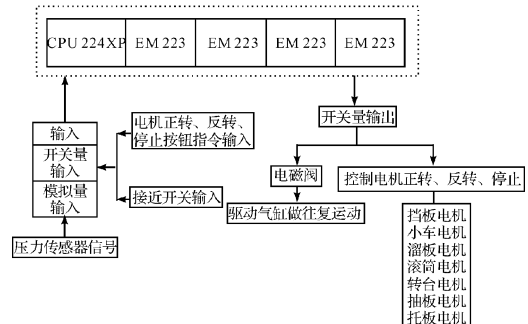


图 3 硬件结构简图

3 系统软件设计

该系统采用西门子公司的 Step7- Micro/WIN Sp6^[6] 作为 PLC 编程软件，Step7- Micro/WIN 编程软件是基于 Windows 的应用软件，功能十分强大，是西门子 PLC 常用的编程工具。该控制系统全部程序由 1 个主程序和 3 个子程序组成，主程序通过调用子程序来选择控制装车或是堆垛。D11 电机和 D21 电机分别为选择装车挡板电机和选择堆垛挡板电机，以 D11 和 D21 作为一组，D11 电机正转时进行装车，D21 电机正转则选择堆垛，后面的扩展控制与此控制类似，在该主程序中仅以 D11 和 D21 电机为例。3 个子程序分别为单机启动程序、装车机程序和堆垛机程序。单机启动程序为启动装车机或堆垛机各设备启动的条件。装车机程序和堆垛机程序分别控制装车工艺流程和堆垛工艺流程。下面本研

究分别对装车机和堆垛机作部分程序说明。

3.1 装车机程序设计思路

(1)由生产现场要求手动控制选择装车线,当选择挡板电机 D11 正转启动时,选择装车线。在小车导轨侧面安装两个接近开关,分别为小车前向限位和后向限位。行走小车及溜板停在初始位置,分别由小车后向限位及溜板上光电开关控制。

(2)小车电机正转启动,小车行走走到前向指定位置,由小车前向限位控制。

(3)溜板正转开启,下放到指定位置,纵向位移为 800 mm,由溜板下光电开关控制。

(4)开启水平皮带输送机,使用星三角降压启动。水泥包从输送带输送,到达溜板装置,然后下滑到车厢,从车厢前部开始装车。

(5)开启小车反转,随着前部车辆的装载,装车机往后缓慢移动,直至把整车车厢第一层装满。由于该动作过程为间歇重复过程,可以通过循环嵌套指令控制实现。

装车机控制程序逻辑图如图 4 所示。

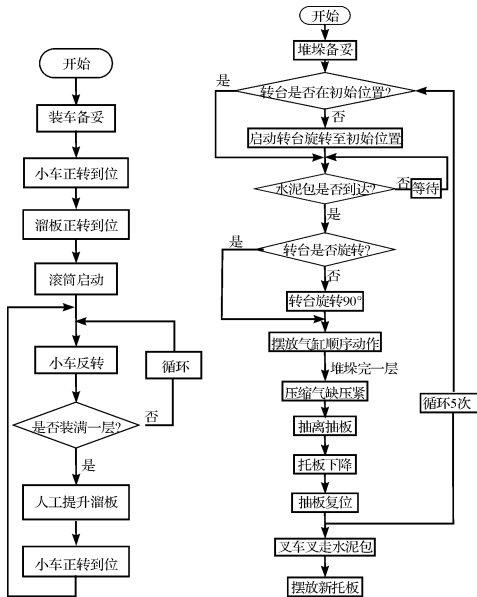


图4 装车机控制逻辑图

图5 堆垛机控制逻辑图

3.2 堆垛机程序设计思路

本研究由生产现场要求手动控制选择堆垛线,选择挡板电机 D21 正转启动,选择堆垛:

(1)转台控制。因转台负责水泥包的方向控制,需在转台上安装 4 个挡块和 2 个接近开关,一个压力传感器,通过压力传感器输入信号来判断是否有水泥包到达转台,控制转台电机的启动。转台旋转时,接近开关感应到挡块则停止旋转。

(2)摆放装置控制。摆放装置主要是由 3 个摆放气缸顺序动作将水泥包摆放到指定位置,再由压紧装置对其进行压紧处理,压紧装置由两个压紧气缸和一个压板

组成。3 个摆放气缸顺序动作摆放水泥包,需安装 11 个接近开关,控制 3 个气缸的行走限位^[7]。压紧装置需要安装两个接近开关,控制压板的上下限位。每一个限位均需考虑因水泥包形状不规则而引起的余量。

(3)抽板装置控制。抽板装置主要是在每层水泥包堆垛完后,进行抽板动作,使其掉落到托板上,最后抽板复位。因此,需通过控制抽板电机的正反转及开关限位来控制抽板的抽离和复位。

(4)升降装置控制。升降板是间歇下降,每次下降后需要对其进行制动,在竖直支架上装 6 个接近开关,第 1 个为初始位置,每下降一层接通一个开关。托板每次承载水泥包为 5 层,然后由叉车叉走,摆放新托板。通过控制托板电机的正反转来实现托板的上升与下降。

在软件编程过程中,各执行构件电机的正转、反转和停止以及电磁阀的输出均需考虑故障反馈、故障报警及故障复位^[8-9]。

装车机控制程序逻辑图如图 5 所示。

4 结束语

本研究通过对水泥装车与堆垛设备工艺流程的具体分析,针对该流程采用西门子 S7-200 PLC 进行了硬件和软件系统的设计,使该设备实现了自动控制,很好地解决了人工无法完成的问题,更好地满足了生产需求,降低了生产成本和工人的劳动强度,提高了生产效率和企业的生产利润。该 PLC 性能具有很强的灵活性,操作简单,方便调试和维修,可靠性较高。

参考文献 (References):

- [1] 尹军琪. 自动化仓库的发展及其应用特性[J]. 起重运输机械, 2001(10): 1-3.
- [2] 董仲平. 袋装水泥装车机的特点、应用与维护[N]. 中国建材报, 2007-01-02(B03).
- [3] 赵中敏. 可编程控制器选型策略[J]. 机床电器, 2007(4): 30-32.
- [4] SIEMENS Inc. . Siemens AG Automation and Drives. SIMATIC 使用 STEP 7 编程手册[M]. SIEMENS Inc. , 2007.
- [5] Elsinghorst. New Methods of Palletizing and Packaging of Pallets and Palletless Heavy Unit Loads[M]. Zement-Kalk-Gips, Edition B, 1985.
- [6] 廖常初. S7-200 PLC 编程及应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2007.
- [7] 张博,曾凯,胡翔,等. 气缸定位精度的 PLC 控制方法[J]. 兵工自动化, 2006, 25(3): 67-68.
- [8] 肖峰,贺哲荣. PLC 编程 100 例[M]. 北京:中国电力出版社, 2009.
- [9] 杨后川. 西门子 S7-200 PLC 应用 100 例[M]. 北京:电子工业出版社, 2009.
- [10] SIEMENS AG. SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual[M]. SIEMENS AG, 2004.

[编辑:张翔]