

基于组态王和 PLC 的堆垛机控制系统设计

钟永彦, 陈娟, 朱海荣

(南通大学 电气工程学院, 江苏 南通 226019)

摘要:基于组态王 6.53 和可编程逻辑控制器(PLC), 设计一种堆垛机控制系统. 根据设计要求提出设计方案, 并对硬件及软件组成进行分析说明. 该系统由立体货架、巷道堆垛机、堆垛机控制柜、上位计算机 4 个部分组成, 硬件系统主要包括监控计算机、S7-200 控制器以及 MM440 变频器, 软件系统则包含了基于组态王 6.53 的监控软件和 Access 数据库. 实践表明, 该系统具有精准认址、实时监控的功能, 运行稳定可靠.

关键词:组态王; 可编程逻辑控制器; 堆垛机; 自动化立体仓库

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1673-2340(2012)04-0023-05

Design of Control System for Stacking Crane Based on Kingview and PLC

ZHONG Yong-Yan, CHEN Juan, ZHU Hai-Rong

(School of Electrical Engineering, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: A stacker control system based on Kingview and PLC is designed, which consists of shelf, stacker, control cabinet and monitoring computer. This study mainly introduces hardware system including monitoring computer, PLC controller and inverter, while the software system based on Kingview v6.53 and Access database. The selection of hardware is firstly analyzed, then the software system including PLC programming and Kingview is expounded. The results show that this system has precise positioning and real-time monitoring function is running steadily and reliably.

Key words: kingview; programmable logic controller; stacking crane; automated stereo warehouse

自动化立体仓库具有分拣、理货、高效率利用仓储空间, 以及在人工不直接干预的情况下自动存储和取出物料的功能. 随着物流行业的发展, 自动化立体仓库系统在社会生产和生活中的作用日益明显^[1], 且正朝着高可靠性、高速度和高智能化方向发展^[2-5], 其主要包括堆垛机、立体货架硬

件平台以及其他各种软硬件系统, 其中堆垛机是核心设备, 担负着出库、入库等任务^[6]. 本文根据某高校物流实验室对堆垛机控制系统的要求, 设计了一种基于西门子 S7-200 和组态王 6.53 的堆垛机控制系统, 其能够对堆垛机进行精准控制, 并实现实时监控以及设置各类存取任务的功能.

收稿日期: 2012-09-04

基金项目: 江苏省高校自然科学基金项目(11KJD510004); 南通市应用研究计划项目(BK2012052)

作者简介: 钟永彦(1979—), 男, 讲师, 硕士, 主要从事综合自动化方面的研究. E-mail: zhong.yy@ntu.edu.cn

1 堆垛机控制系统设计方案

1.1 设计要求

根据物流实验室提出的堆垛机控制系统的设计要求,系统主要实现以下功能:

1)堆垛机可实现三维运动,即沿导轨方向 x (排)的行走运动、垂直导轨方向 y (层)的升降运动以及垂直于行走-升降平面方向 z (列)的叉伸部件的叉伸运动^[7].

2)堆垛机能实现精准认址、定位.

3)堆垛机具有手动、自动两种工作模式,手动模式主要用于系统调试或故障排除.

4)当有入库要求时,系统自动扫描货仓,并将货物从指定的入货台放入扫描到的空仓位中;当有出库要求时,系统根据取货要求自动扫描货仓,将需要取出的货物放到指定的出货台.

5)系统具有实时监控功能,上位监控计算机负责处理来自操作人员和运行设备的指令与信息,发出控制命令以及实现人机交互.同时,设计用于记录货架中货物信息(货物名称、存放位置等)的数据库,方便管理仓库中的货物.

1.2 设计方案

堆垛机控制系统由立体货架、巷道悬挂式堆垛机、堆垛机控制柜、上位监控计算机4个部分组成.

堆垛机控制系统通过巷道堆垛机将货物按照要求进行存取操作.为了保证系统的稳定性和可靠性,现场控制器一般选用可编程控制器,控制变频器以及电机,并接受系统反馈信息;可编程控制器通过通讯电缆与上位监控计算机交换信息,上位监控计算机主要包括监控程序和数据库系统,数据库系统记录货架以及货物信息,监控程序接受出入货请求,与可编程控制器进行通讯,并计算合理的堆垛机的路径,即路径规划^[8-9].堆垛机控制系统控制方案如图1所示.

2 堆垛机控制系统硬件设计

根据物流实验室实际场地面积,设计立体货架为5层12排共计60个仓位,每个仓位的大小为 $0.45\text{ m} \times 0.35\text{ m} \times 0.60\text{ m}$,总空间为 $10\text{ m} \times 1\text{ m} \times 2.7\text{ m}$.

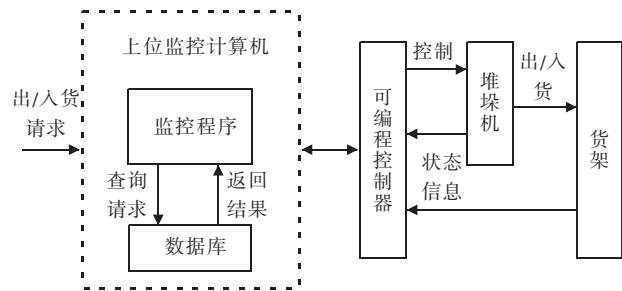


图1 堆垛机控制系统总体方案图

参照工业现场设备布置模式,将控制堆垛机动作的PLC、变频器、继电器、控制开关等电气控制设备放置在堆垛机控制柜中.

2.1 传感器设备选型

堆垛机在 x 方向的行走定位由2个U型光电传感器提供,即在运行过程中第一个光电传感器被认址片挡住后,信号传输到PLC,再由PLC控制变频器减速^[10].当2个光电传感器都被认址片挡住后认址成功,变频器停止输出电机抱闸制动.光电信号传输到PLC后还作为层与排的计数信号.堆垛机升降定位由3个U型光电传感器提供,并安装有上下极限限位,当走到极限位置时切断变频器的使能,强迫电机停止运转.

堆垛机叉伸定位设计由4个微动开关提供,左限位、右限位及2个中限位.叉伸运动惯性小,所以没有设定减速与抱闸控制.

2.2 变频器选型

堆垛机在 x 方向的前进、后退动作和 y 方向的上、下动作之间不存在竞争的危险,因此采用1台变频器控制2台电机,简化设计. z 方向的叉伸运动由另一台变频器控制1台电机.考虑到西门子MM440变频器易于安装、参数设置和调试,含有2个模拟输入和6个带隔离的数字输入,通信扩展功能强大,因此系统采用2台MM440变频器控制3台伺服电机,实现堆垛机的三维运动^[11].

2.3 PLC选型

根据系统总体设计要求,考虑到堆垛机含有5个光电传感器、4个微动开关和4个限位开关,再加上用于手动/自动切换的开关、控制6个方向运动的6个按钮以及一些预留输入点;输出部分,由于PLC要控制2个变频器的各5个端口,再加上2个

电机的抱闸控制,因此,考虑选择西门子 S7-200PLC(CPU226)^[12].考虑 PLC 与上位监控计算机的通讯以及西门子系列产品的兼容性,系统通讯口采用 PPI 协议通讯产品.

3 堆垛机控制系统软件设计

本系统软件设计主要包括下位机 PLC 程序设计和上位机组态王监控程序设计,本文简单介绍 PLC 和组态王软件设计.

3.1 PLC 程序设计

3.1.1 主要寄存器列表

PLC 的输入寄存器主要用于手自动切换、接受堆垛机认址信号;PLC 的输出寄存器主要是控制 2 个变频器以及电机抱闸;另外,PLC 中间寄存器(V 变量)主要用于程序设计以及与上位监控计算机组态王交换数据之用.主要的输入寄存器、输出寄存器以及中间寄存器如表 1 所示.

表 1 主要寄存器及其名称

输入寄存器	寄存器名称	输出寄存器	寄存器名称	中间寄存器	变量名称
I0.0	手自动切换	Q0.0	行走变频器正向	V0.0	启动小车
I1.0	上址	Q0.1	行走变频器反向	VB2	目的取列
I1.1	中址	Q0.2	速度 2 Hz(1 段速度)	VB3	目的取排
I1.2	下址	Q0.3	速度 25 Hz(2 段速度)	VB4	目的取层
I1.3	前址	Q0.4	速度 5 Hz(3 段速度)	VB5	目的放列
I1.4	后址	Q0.5	升降叉伸变频器正向	VB6	目的放排
I1.5	左叉限	Q0.6	升降叉伸变频器反向	VB7	目的放层
I1.6	右叉限	Q1.0	升降	VB9	当前排
I1.7	中左叉限	Q1.1	左右	VB10	当前层
I2.0	中右叉限	Q1.2	前后抱闸	VB11	行驶中
		Q1.3	升降抱闸		

3.1.2 程序设计

为了便于系统调试和系统维护,PLC 程序的设计采用由底而上的设计方法,先设计并调试各子程序,再进行整体调试,最后与组态王监控程序联调. PLC 程序包括主程序、手动子程序、自动子程序、向前运行子程序、向后运行子程序、向上运行子程序、向下运行子程序、前左运行子程序、向右运行子程序和复位子程序等.其中自动运行子程序流程如图 2 所示.

图中,取/放目标地址,即出/入库地址由组态王实时分配给 PLC,可由工作人员输入或者由组态王分配,地址见表 1 中的 VB2~VB7.若堆垛机未到达目标地址,其根据当前地址和目标地址,控制 2 台变频器运行,从而控制堆垛机的 x/y 方向行走.若堆垛机到达目标地址,系统根据存取任务性质控制堆垛机 z 方向的叉伸动作.

3.2 组态王监控程序设计

本系统中选用组态王 6.53 开发立体仓库监控

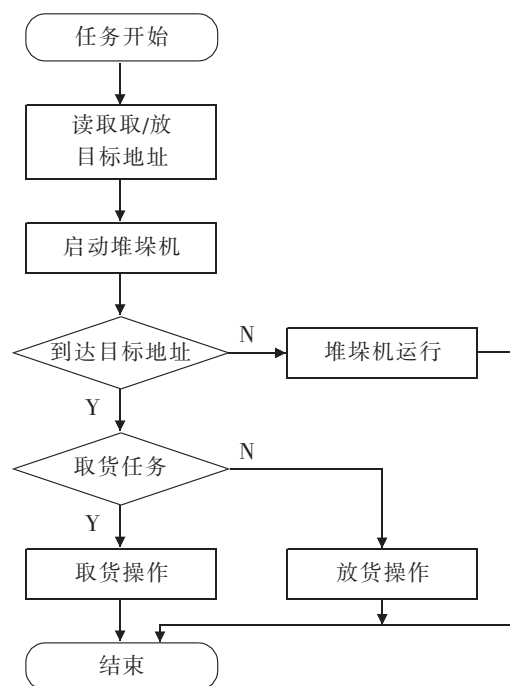


图 2 自动运行子程序流程图

程序软件,支持 PPI 协议,且界面友好,维护方便^[13]。由于本系统设计的立体仓库属于小型仓库,数据量不大,而 Microsoft Access 数据库是一个中小型数据管理系统,具有功能强大,管理方式可靠、高效,便于开发等特点,广泛地应用于中、小型数据库应用系统中,因此可选用 Microsoft Access 数据库作为监控软件的底层数据库^[14]。

3.2.1 数据库设计

本系统数据库包括仓位信息表、存取任务表、故障记录表以及管理权限表。表及其字段在程序设计时建立,其中:仓位信息表包括货架仓位地址、货物有无、货物名称、货物条码以及最后动作日期时间等字段;存取任务表包括存取性质、货物条码、货物名称、任务建立时间、任务完成时间、完成否等字段;故障记录表包括故障名称、故障发生日期时间等字段;管理权限表包括 ID、密码以及管理权限等字段。

通过底层数据库,监控软件可以查询每个货架仓位有无货物、货物对应条码、货物名称以及该仓位最后一次存/取货时间,或者查询某条码货物对应仓位地址,还可以查询当前任务进度等,并在上位监控计算机上显示,一目了然。

3.2.2 程序设计

组态王监控程序能够实现堆垛机以及立体仓库实时状态的显示、堆垛机存/取任务的设置、堆垛机存取任务分配控制等功能。

实时状态的显示通过组态王与 PLC 实时通信,将 PLC 寄存器的值显示在组态王监控程序,组态王设计对应的 I/O 变量可以实现。操作人员通过组态王监控程序,可以将存取任务转换为数据库中的存取任务表,组态王通过不断刷新 PLC 寄存器可以获知存取任务完成情况,并更新存取任务表记录内容。在程序设计阶段,通过建立记录体可以连接组态王数据词典中的变量和数据库对应表的字段,需要注意的是,记录体的字段名与对应的数据库表的字段名要求完全一致^[15]。

堆垛机存取任务控制程序是组态王监控程序的主体,本系统设计每 500 ms 扫描执行一次。每次调用 SQL 函数,查看存取任务表是否有存取任务,

若有则将存取货物的地址更新至 PLC 寄存器,并触发堆垛机新任务的执行;当堆垛机完成该任务,PLC 给组态王反馈任务完成信号,组态王更新存取任务表和仓位信息表;若在运行过程中,系统发生故障信息,即 PLC 反馈报警信息时,组态王更新故障记录表。存取任务控制流程图如图 3 所示。

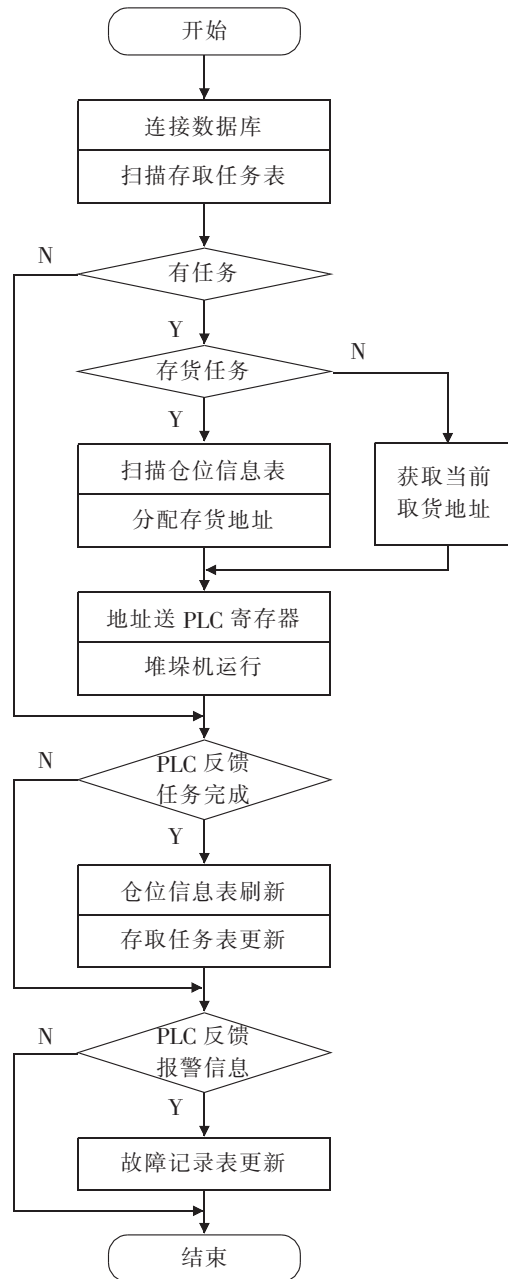


图 3 堆垛机存取任务控制流程图

3.2.3 监控界面设计

监控界面设计如图 4 所示。在画面中,可直观看到立体仓库示意图(以右下角仓位为第 1 层、第 1



图 4 堆垛机控制系统监控界面

排,向上、向左递增,即左上角为第5层、第12排),并动画显示有货仓位、空仓位、堆垛机实时位置、存取货状态指示、行驶中指示以及系统运行提示信息等。

4 结语

本系统采用组态王 6.53 和西门子 S7-200 控制器开发堆垛机控制系统,实现了立体仓库的实时监控、堆垛机的存取货作业设置以及堆垛机的路径规划,提高了工作效率以及空间利用率。该系统投入运行以来,未出现故障,可靠性高。

参考文献:

- [1] 唐吉成. 自动化立体仓库监控与管理系统开发[D]. 南京: 南京航空航天大学机电学院, 2010.
- [2] 杨继志, 郭敬. 自动化立体仓库的关键技术[J]. 起重运输机械, 2007(1):42-43.
- [3] 王勇军, 周奇才. 自动化仓库堆垛机高速运行控制技术

- [J]. 起重运输机械, 2003(1):27-29.
- [4] 王鑫国, 陆金桂. 智能算法在堆垛机优化控制中的应用研究[J]. 自动化应用, 2010(11):21-23.
- [5] 汪凯. 基于模糊控制的堆垛机速度控制研究[J]. 仪器仪表用户, 2012, 19(2):9-11.
- [6] 金琦淳, 胡元, 崔吉. 自动化立体仓库中堆垛机的设计[J]. 制造业自动化, 2012, 34(4):116-118.
- [7] 陈娟, 钟永彦. 堆垛机控制系统关键技术的研究与实现[J]. 梧州学院学报, 2008, 18(6):50-53.
- [8] 高博, 任予华, 雷斌, 等. 立体仓库监控系统与执行设备通讯的设计与实现[J]. 兰州交通大学学报, 2009, 28(3):51-54.
- [9] 陈路, 陆志强. 自动化立体仓库中的储位分配及存取路径优化[J]. 管理工程学报, 2012, 26(1):42-47.
- [10] 谷明霞, 包继华, 张媛, 等. 自动化立体仓库系统中的堆垛机控制[J]. 工业控制计算机, 2010, 23(4):83-84.
- [11] 刘彦良, 李夏, 付海涛. 基于西门子 PLC 与 MM440 变频器的多段速控制方法应用[J]. 电工技术, 2011(8):47-49.
- [12] 沈冶. 基于 S7-200 PLC 的堆垛机自动控制系统的的设计[J]. 工矿自动化, 2010(3):130-132.
- [13] 北京亚控科技发展有限公司. 组态王 6.53 用户手册[Z]. 北京:北京亚控科技发展有限公司, 2007.
- [14] 李杰, 郭江. Access 2003 实用教程[M]. 北京:人民邮电出版社, 2007.
- [15] 王善斌. 组态软件应用指南: 组态王 Kingview 和西门子 WinCC[M]. 北京:化学工业出版社, 2011.

(责任编辑:仇慧)