

文章编号:1001 - 2265(2005)01 - 0072 - 02

基于 PLC 的堆垛机控制系统设计

徐菱, 劳扬健, 王金诺
(西南交通大学 机械工程学院, 成都 610031)

摘要:面向现代物流技术的应用和发展要求,结合机电一体化技术,完成自动化立体仓库巷道堆垛机行走机构、升降机构、伸缩叉机构 PLC 控制系统设计。在研究全闭环控制方案的基础上,提出堆垛机运行半闭环控制方案,并给出堆垛机自动认址和调速控制方案及相应的梯形图。实时性好,停准精度高,可用于高速自动化立体仓库中。

关键词:物流; 自动化立体仓库(AS/RS); 堆垛机; 控制

中图分类号:TH246 文献标识码:A

Design of Control System of Stacker Crane Based on PLC

XU Ling, LAO Yang-jian, WANG Jing-nuo

(School of Mechanical Engineering, School of Southwest Jiaotong University Chuan chengdu 610031, China)

Abstract: Oriented to application and development requirement of modern logistics techniques, a PLC control system for automated highrise warehouse is developed using the technology of mechatronics engineering. The system is used to control the stacker walking mechanism, the elevator mechanism and the extensive mechanism of narrow-aisle stacker crane. On the basis of research for closed loop system, A kind of stacker control system that stacker confirms its Site and adjustment velocity automatically was proposed and the ladder shaped graph are submitted. It can be used for automated highrise warehouse with high velocity.

Key words: logistics; automated highrise warehouse; narrow-aisle stacker crane; control

0 前言

自动化立体仓库是自动化生产的重要组成部分,用于存储配件、半成品、产品、工具、夹具和模具等。在 CIMS 中,对原材料、设备及半成品的存储及运输占产品整个生产周期的大部分时间,对自动化立体仓库相关技术的研究,将会极大地提高 CIMS 系统的生产效率和自动化水平。自动化立体仓库是集机械、电子、计算机、通信网络、传感器和自动控制等多种技术为一体,以搬运机械化、控制自动化、管理微机化、信息网络化为特征的现代化物流系统中产品生产与储存的枢纽。自动化立体仓库主要由高层货架、巷道堆垛机、出入库系统等硬件设备以及计算机管理与控制系统等软件设备组成。自动化立体仓库中最重要的设备就是巷道堆垛机,巷道堆垛机是实现整个仓库系统“自动”功能的关键设备。对其控制系统的研究具有广阔的应用前景。

1 堆垛机运行半闭环控制原理

堆垛机运行半闭环控制方案是,在实践中发展起来的一种有效的控制方案。在考虑现场各种实际情况及经济性的情况下,通过实验来确定各种运行曲线,这些曲线存储在变频器里,当主控机得到上位机发出的当前任务的地址和当前地址时,通过比较要运行的起止距离,用 PLC 对变频器的运行曲线进行变换,达到调速和停准的目的,从而得到的一种比较满意结果的控制方式。在这种控制方案中,速度采用闭环控制,由变频器完成;位移则是采用开环控

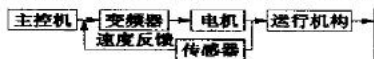


图 1 堆垛机半闭环控制原理图

制。堆垛机的半闭环控制原理图如图 1 所示。

堆垛机速度控制的难点就在于其运行的起止位置的不确定性和离散性,不同的距离对应不同的加、减速曲线。而实际中堆垛机的运行曲线总可以概括为几条标准加减速曲线。根据实验和变频器特性可以确定在一定载荷作用下变频器的合理加减速特性曲线如图 2 所示。不同的货格数为不同的标准,调用不同的运行曲线。变频器选用带速度传感器的矢量控制变频器,保证以设定的速度和时间停准。

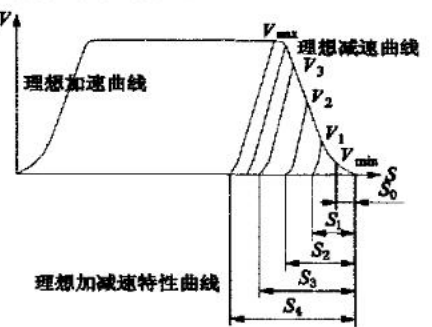


图 2 理想加、减速特性曲线

在综合考虑经济性和运行性能的情况下,堆垛机半闭环控制的硬件配置如图 3 所示。

因为在主控机 PLC,变频器,光电开关之间需要频繁的交流数据,所以变频器,光电开关都挂在 PROFIBUS-DP 总线上,PROFIBUS-DP 总线是一种高速现场总线,最大通信速率为 12Mbit/s,传输可靠性高,可以满足现场需要。



图 3 堆垛机半闭环控制硬件配置

堆垛机的工作是一种“循环”的工作方式,每一个停准位置

收稿日期:2004 - 06 - 07;修回日期:2004 - 07 - 10

作者简介:徐菱(1965 -),女,四川成都人,西南交通大学机械学院副教授,在读博士研究生,研究领域为物流装备设计及设备监控、物流信息系统,(E-mail)xl_xnjd@163.com。

都是通过目的地址和当前地址的比较而得出的。而堆垛机的每一个部分的动作都是按一定的顺序执行的。因此可以把整个堆垛机控制系统用模块化的设计思想分为四个大模块:堆垛机运行机构模块、升降台模块、伸缩叉模块和系统功能模块,每个机构都通过互锁保护相互连接。选用日本立石公司(OMRON)的 C200H 型 PLC。

2 堆垛机半闭环控制系统的设计方案及相应的 PLC 编程

2.1 高层货架编码原则

单元式高层货架的定位:货架沿仓库的长度方向(Y方向)分若干列,沿宽度方向分若干排,沿高度方向(Z方向)分若干层,因此,货架上每一个货位可以用列、排、层(X、Y、Z)唯一确定。

2.2 各种传感器的安装方案

(1)堆垛机运行机构:在每一列货位上安装认址片,把第一列的前柱的认址片设为 0 号,后柱的设为 1 号,第二列后柱的设为 2 号,以此类推。分别在堆垛机的前、后安装一个光电开关,前面的一个是前进(即电机正转)用认址开关,后面一个是后退(即电机反转)用认址开关。旋转编码器安装在电机的转轴上。

(2)升降台机构:在堆垛机的机架上安装 5 个认址片,由下到上分别设为 1—5 号,0 号为最低位。

(3)伸缩叉机构:在叉的三个极限位置安装停准用光电开关,结合脉冲控制来实现伸缩叉的定位停准。

(4)堆垛机的检测系统:在堆垛机运行轨道的两个尽头、升降台的顶端和底端安装极限位置开关。在三个机构的电机上都安装电机过热及过电流保护检测传感器。

2.3 堆垛机运行机构模块 PLC 控制

根据实验和变频器特性可以确定在一定载荷作用下变频器的合理加减速特性曲线如图 2 所示, V_{min} 为保证停准而设定的堆垛机最小稳定运行速度, V_{max} 为堆垛机加速到最高速时的速度。 S_4 为变频器以合理加减速曲线加速到 V_{max} , 再减速到 V_{min}

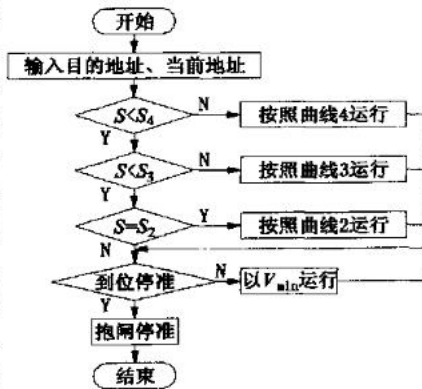


图 4 堆垛机运行机构工作流程图

所需运行格数。一般可取为 2 - 4。 S_3 为 3 个货格之间距离, S_2 为 2 个货格之间距离, S_1 为 1 个货格之间距离。 S_0 为保证停准而设定的 V_{min} 运行距离。 V_1 为变频器从距目的地 1 个货格开始运行时合理加减速曲线相交处的速度。 V_2 为变频器从距目的地 2 个货格开始运行时合理加减速曲线相交处的速度。根据理想加、减速曲线(如图 2)得到了堆垛机半闭环控制流程图如图 4 所示。

根据流程图编制 PLC 的控制程序。考虑到在算法中有很多简单的加、减法计算步骤其实可以通过上位机(PC)计算得到,以节省 PLC 的输入和输出点的数量。把最后输入 PLC 信号分为 5 种情况:目标地址和当前地址的差大于或等于 4 列货位、等于 3 列货位、等于 2 列货位、等于 1 列货位。再加上一个控制堆垛机行走方向也就是电机正反转控制信号的方向信号。上述 5

个信号就是 PLC 控制堆垛机的基本信号。在 PLC 的具体编程中,在标准运行曲线的控制上就是把具体的运行距离以“货位的列数”来表示。将这个“货位的列数”写入 PLC 的计数器中。

检测信号包括有作为认址依据和停准依据的光电开关输入信号,还有就是通过从旋转编码器采集的数据作频率比较后输入的速度检测信号以及一些其他的系统保护输入等等最后再由加、减速曲线可知加速度大小均为定值,而 V_{max} 和 V_{min} 也均为定值,因此这几个值对各条曲线而言是相同的,都可以预先存储在脉冲信号源中,只要对其中的几个特定位置和特定速度做检测即可。这几个点就是 $S_0 - 2, S_1, S_2$ 以 V_{max} 及 V_{min} 。

堆垛机运行机构的 PLC 控制 I/O 分配如表 1。

堆垛机升降台 PLC 控制程序的方法和堆垛机的运行机构控制系统 PLC 编程相同。要注意的是需要增加一对互锁指令以实现堆垛机的保护功能,保证堆垛机运行机构停准在指定货位后升降台才开始动作。堆垛机升降台控制系统的 PLC 的 I/O 分配,如表 2 所示。

堆垛机的伸缩叉机构要比运行机构和升降台都要简单得多,只有三个固定位置:中位、左位和右位。

堆垛机系统的功能模块是集合安全报警、声光信号等多种功能的模块。是保证堆垛机控制系统顺利运行的重要环节。对于 PLC 而言,这类功能的实现,主要是由外部的输入控制。所以堆垛机系统的功能模块的 PLC 编程就是对一系列的开关量的控制。

表 1 堆垛机运行机构的 PLC 控制 I/O 分配

输入地址	信号名称	输出地址	信号名称
0001	调入曲线	0500	正反转
0002	2	0501	曲线调入
0003	3	0502	2
0004	4	0503	3
0005	标准曲线	0504	4
0006	正反控制	0505	标准曲线
0007	急停	0506	加速信号
0008	复位信号	0507	稳定运行
0009	旋转编码	0508	减速
0000	光电开关输入	0509	报闸停准
		0510	强行加速
		0512	强行减速

表 2 堆垛机升降台控制系统的 PLC 控制 I/O 分配

输入地址	信号名称	输出地址	信号名称
0011	调入 V_{min}	0513	以 V_{min} 运行
0012	曲线 2	0514	以曲线 2 运行
0013	标准	0516	加速信号
0014	正反转	0517	稳定运行
0015	旋转编码器	0518	减速
0016	光电开关	0519	报闸停准
		0520	强行加速 V_{max}
		0522	强行减速 V_{min}

3 结束语

堆垛机半闭环控制是一种基于实验的运行控制方案,由于没有位移环,传感器直接和变频器相连,大大减少了和上位控制机的运算量,实时性更好。同时配合光电开关停准,不受主控机运算速度影响,停准精度高。但由于位移开环控制,为了停准, S_0 设置大一点,所以运行效率受一点影响。(下转第 75 页)

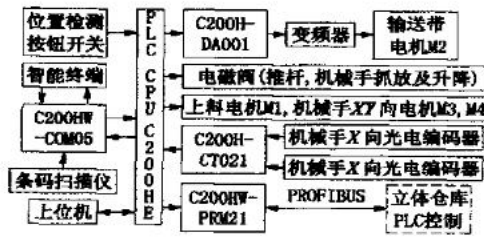


图2 物流控制系统框图

(1) 智能终端。NT30C智能终端与HLC之间通过RS-232C进行通讯,可随时显示每个储位中物料的条码编号、材质和颜色等信息,也可显示立体仓库中每个库位中的物料信息。

(2) 通信单元。通信单元C200HW-COM05安装在CPU槽内,智能终端、条码阅读器通过RS-232C端口与通信单元连接,实现与CPU的数据通信。

(3) Profibus-DP总线网络。随着控制对象的不断增加,单机控制已很难胜任复杂的控制对象,现场总线的应用可以分散简化控制对象,提高系统可靠性。选用C200HW-PRM21型Profibus-DP单元,用于和立体仓库HLC控制系统连接,实现二者之间的通信,实现从物料分拣、传送到储存的自动化物流控制。

(4) 串行通信。HLC的CPU通过RS-232C端口与上位机连接,编制的上位机通信程序可实现与HLC通信。

4 软件设计

(1) 上位机通信。HLC与上位机之间采用的是无通信协议的RS-232C通信,首先要对HLC进行通信设置,DM6645的值设为“1000”(RS-232C通信方式)。从HLC送到计算机的数据块响应帧中的数据设置在DM6648中,HLC通过TXD和RXD命令发送和接受数据,发送和接受数据时要首先检查SR26405和SR26406(RS-232C端口发送准备标志和接受结束标志)的状态。

上位机通过串行口向HLC发出读数据命令,HLC响应并将数据准备好,上位机再次读串行口就可读到需要的数据。上位机写数据时通过串行口向HLC发出写命令及数据,HLC接收。读写操作各自编成子程序,在需要时分别调用,基于Visual C++ 6.0利用Windows MSComm控件实现上位机与HLC的串行通信。

(2) 物料控制流程。分拣物料的方式可以任意组合,现采用不区分物料的材质和颜色的简单方式,依次把物料送入第1~6储位。机械手依次从第1~6储位取物料并送至立体仓库的堆垛机,而立体仓库要根据三向门架物流装置的分拣信息按金属红色物料、金属绿色物料、非金属红色物料、非金属绿色物料等类别分别储存在立体仓库的不同库区。

(3) 高速计数单元定位控制。

C200H-CT021是特殊I/O单元,可以直接接收2个光电编码器的脉冲信号,采用90°相位差脉冲输入方式和线性工作模式,计数范围是-8388608~+8388607。

在C200H-CT021中可预置16组脉冲定位值,每组定位值中包括上限脉冲计数值和下限脉冲计数值、计数脉冲的正负方向等信息。当安装在机械手X、Y方向丝杠末端的光电编码器反馈脉冲计数值处于某一组设定值范围内时,HLC可连锁控制机械手在X、Y方向直流电机M3、M4的启停。

X、Y方向定位原点均与主输送带中心位置对应。机械手在Y方向需要设定分拣储位(6个储位在Y方向是一个定位点)、立体仓库堆垛机原位共2组定位值。在X方向需要设定料仓、6个正常分拣储位和一个应急储位、立体仓库堆垛机原位共9组脉冲定位值。点动控制电机运行时可监控CHI12和CHI13(Y方向)、CHI14和CHI15(X方向)中的当前计数脉冲数,用于获得每组定位值对应的具体脉冲数。

HLC可通过MOV指令把这些定位脉冲值输送到C200H-CT021的DM区。C200H-CT021的通道号设定为1,则用于存放定位设定值的100个DM通道范围为DMI100~DMI199,用于存放C200H-CT021控制方式的10个IR通道范围为IR110~IR119。

通过控制IR区的控制指令,利用数据比较指令CML和HLC内部寄存器25505和25507的状态可精确控制机械手在X、Y方向上的位移。

5 结束语

该物流控制系统应用了气压传动、直流拖动、交流变频调速、位置检测与定位控制、HLC控制、计算机串行通信、现场总线等多方面的自动化技术,是实际物流控制系统的模拟。该系统投入教学使用后,使理论教学与实际应用相结合,给学生提供了更多的二次开发机会,有助于培养提高学生处理实际问题的能力和创新能力。

[参考文献]

- [1] Omron. C200H HLC C200HW-PRM21 C200H-CT021 C200HW-COM05 等操作手册.
- [2] 郭宗仁,等.可编程控制应用系统设计及通信网络技术[M].北京:人民邮电出版社,2002.
- [3] 姜建芳,等.基于Profibus的卷烟自动分拣系统[J].电气传动自动化,2003(1).
- [4] 陈三宝等.现代港口物流装备的HLC控制及计算机监控系统[J].物流技术,2001(7).
- [5] 张德民,等.HLC在物流传输自动线中的应用[J].微机计算机信息,2001(3).

(编辑 赵蓉)

(上接第73页)

以自动化功能齐全的的立体化仓库取代传统的普通房式仓库已经成为生产物流建设发展的潮流。将自动化仓库与加工过程相连,可构成柔性加工系统。而自动化仓库作为生产物流系统的一个枢纽和核心,是生产物流系统实现物流合理化的关键所在,在国民经济中有着举足轻重的地位。随着HLC技术的应用和发展,自动化立体仓库的实时性和可靠性会越来越高,其控制也会越来越完善。

[参考文献]

- [1] 郑瑜平.可编程控制器[M].北京:北京航空航天大学出版社,1995.
- [2] 张建民,等.机电一体化系统设计[M].北京:北京理工大学出版社,1995.
- [3] 路林吉,王坚,江龙康.可编程控制器原理及应用[M].北京:清华大学出版社,2002.
- [4] 周奇才.基于现代物流的自动化立体仓库系统(AS/RS)管理及控制技术研究[D].成都:西南交通大学,2002.

(编辑 赵蓉)