



# {仓库规范管理}边江智能 立体仓库物品定位的自动 控制系统

20XX年XX月

精心制作 您可以自由编辑

## 摘要

可编程控制器（简称 PLC 或 PC）是一种新型的具有极高可靠性的通用工业自动化控制装置。它具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点。目前，可编程控制器成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制装置，居工业生产自动化三大支柱（可编程控制器、机器人、计算机辅助设计与制造）的首位。其应用的深度和广度成为衡量一个国家工业自动化程度高低的标志。应用 PLC 成为世界的潮流，PLC 将在我国得到更全面的推广应用。

企业现代化生产规模的不断扩大和深化，使得仓库成为生产物流系统中的一个重要且不可缺少的环节。立体仓库正以它最小的占地面积和最佳的空间利用率，逐步替代面积利用率极低且陈旧落后的平面仓库，这种替代促使仓储物流业的水平提高。为满足现代化生产与流通的需要，就必须采用以计算机控制技术为主要手段组成的自动化立体仓库控制系统。自动化立体仓库为现代物流系统的主要设备，是一种多层存放货物的高层仓库系统。也是 CIMS 的集成环节之一，在 FMS 和 FAS 中占有非常重要的地位。

关键词：可编程控制器；立体仓库；控制系统

## Abstract

Programmable Logic Controller (PLC) is a modern control equipment of industrial automation which has highly reliability. It has a lot of merits. Such as strong holding capacity 、 highly reliability 、 assignment flexibility 、 piling program easily 、 used expediently and expansion easily. At present , PLC be the most important in industrialization realm and the most application control device. It is the first place in the three supports of the industrial automated production (PLC 、 Industrial robot 、 Computer-aided design and manufacture) . It is trend of the times of the world to use PLC and PLC will be used speedily overall in our country .

With the produce scale of modernization business is more and more expansion and deeper, warehouse is more important and indispensable in producing procedures system. Stereoscopic warehouse which takes small area and the best utilization ratio in space instead of plane warehouse. This can improve the level of the warehouse use procedure. It needs to use Solid Automated Warehouse (SAW) which is made of puter control technology to be full of modernization produce and circulate. SAW with main equipment in the modern circulates system and not only one of CIMs integrated link but also strong status in FMS and FAS .

**Keywords:** Programmable Logic Controller; Stereoscopic warehouse; The control

system

## 目录

1 引言 1

2 PLC 的简介 2

2.1 可编程控制器发展史 2

2.2 PLC 的构成 3

2.2.1 CPU 模块 3

2.2.2 I/O 模块 4

2.2.3 电源模块 4

2.3 可编程控制器实现控制的要点 4

2.4 西门子 S7-200 介绍 5

2.5CPU226 简介	6
2.6 编程软件	8
2.6.1 基本功能	8
2.6.2 三种编程器的特点	8
3 定位自动控制系统总体设计	10
3.1 功能分析	10
3.2 定位自动控制系统 PLC 选型和资源配置	11
3.2.1PLC 选型	11
3.2.2PLC 的 I/O 资源配置	13
3.2.3 其他资源配置	14
3.3 控制系统的主要功能	15
3.3.1 工作方式选择	15
3.3.2 变频调速系统控制	16
3.3.3 货叉伸缩控制	18
3.4 控制原理分析	18
3.5 模型的自动寻址	20
4 控制系统 PLC 程序设计流程	21
4.1 程序设计思路	21
4.2 程序流程图	21
5 智能立体仓库物品定位自动控制系统的 PLC 程序说明	23
5.1 程序初始化	23

- 5.2 列向自动运行 24
- 5.3 手动控制 26
- 5.4 自动控制 28
- 5.5 自动控制机械手臂伸缩运动 30
- 5.6 自动控制存取物品 33

结论 37

致谢 38

参考文献 39

附录 A 英文原文 40

附录 B 中英文对照 44

附录 C 源程序 47

附录 D 梯形图 56

# 1 引言

立体仓库是物流系统的集散地，实现了仓库功能人单纯保管型向综合流通型的转变。它以高层立体货仓为主体，以自动化搬运工具为基础，以计算机技术为主要手段的高效大容量现代化储运设备。自动化立体仓库广泛应用于大型仓库，能按照编制的入库单，出库单自动地把物件从入口处搬运到目的货位或从指定货位把物件搬运到出口处。完成这一搬运任务的堆垛机是该系统的关键部件，它在高层固定货架巷道中运行。自动化立体仓库采用PLC控制、变频调速、光电检测定位、步进驱动控制及计算机管理等一系列自动控制技术。

PLC集中控制系统，是当前应用最为广泛的一种堆垛机自动控制系统。它以PLC为中心，通过通信接口，接收来自上位机的任务信息，采集设备传感系统的各种信息，通过PLC的控制软件，控制PLC的输出，控制设备的各向运动，对货物进行存、取作业，实现货物的流转与存储。同时通过通信接口，向上位机发送设备的实时状态信息，以实现仓库实时监控对自动化立体仓库所有设备的实时监控功能。

## 2PLC 的简介

### 2.1 可编程控制器发展史

在工业生产过程中，大量的开关量顺序控制是按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行连锁保护动作的控制。传统上，这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。1968 年美国 GM（通用汽车）公司提出取代继电器控制装置的要求。第二年，美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置，首次采用程序化的手段应用于电气控制，这就是第一代可编程序控制器。

个人计算机发展起来后，为了方便，也为了反映可编程序控制器的功能特点，可编程序控制器定名为 ProgrammableLogicController。现在，仍常常将 PLC 简称 PLC<sup>[8]</sup>。

追溯到 20 世纪的六十年代末，认识一下可编程控制器的发展史。在可编程控制器出现以前，继电器控制在工业控制领域占主导地位，由此构成的控制系统都是按预先设定好的时间或条件顺序地工作，若要改变控制的顺序就必须改变控制系统的硬件接线，因此，其通用性和灵活性较差。20 世纪的六十年代，计算机技术开始应用于工业控制领域，由于价格高、输入输出电路不匹配、编程难度大以及难于适应恶劣工业环境等原因，未能在工业控制领域获得推广。1968 年，美国最大的汽车制造商—通用汽车公司(GM)为了适应生产工艺不断更新的需要，要求寻找一种比继电器更可靠，功能更齐全，响应速度更快的新型工业控制器，并从用户角度提出了新一代控制器应具备的十大条件，立即引起了开发热潮。主要内容是：

- (1)编程方便，可现场修改程序。
- (2)维修方便，采用插件式结构。
- (3)可靠性高于继电器控制装置。
- (4)体积小于继电器控制盘。
- (5)数据可直接送入管理计算机。
- (6)成本可与继电器控制盘竞争。
- (7)输入可为市电。
- (8)输出可为市电，容量要求在 2A 以上，可直接驱动接触器。
- (9)扩展时原系统改变最少。
- (10)用户存储器大于 4KB 。

这些条件实际上提出将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来，将继电器控制的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。1969 年，美国数字设备公司（DEC 公司）研制出了第一台可编程控制器 PDP—14，在美国通用汽车公司的生产线上试用成功，并取得了满意的效果，可编程控制器自此诞生<sup>[2]</sup>。

可编程控制器自问世以来，发展极为迅速。1971 年，日本开始生产可编程控制器。1973 年，欧洲开始生产可编程控制器。到现在，世界各国的一些著名的电气工厂几乎都在生产可编程控制器装置。可编程控制器已作为一个独立的工业设备被列入生产中，成为当代电控装置的主导。

上世纪 80 年代至 90 年代中期，是 PLC 发展最快的时期，年增长率一直保持为 30%-40%。在这时期，PLC 在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力

和网络能力得到大幅度提高，PLC 逐渐进入过程控制领域，在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 DCS 系统。

PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。PLC 在工业自动化控制特别是顺序控制中的地位，在可预见的未来，是无法取代的。

## 2.2 PLC 的构成

从结构上分，PLC 分为固定式和组合式两种。固定式 PLC 包括 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等，这些元素组合成一个不可拆卸的整体。模块式 PLC 包括 CPU 模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架，这些模块可以按照一定规则组合配置。

### 2.2.1 CPU 模块

CPU 是 PLC 的核心，起神经中枢的作用。每套 PLC 至少有一个 CPU，它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据，用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据，并存储如规定的寄存器中。同时，诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运行后，从用户程序存储器中逐条读取指令，经分析后再按指令规定的任务产生相应的控制信号，去指挥有关的控制电路。

CPU 主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成，CPU 单元还包括外围芯片、总线接口及有关电路。内存主要用于存储程序及数据，是 PLC 不可缺少的组成单元

### 2.2.2 I/O 模块

PLC 与电气回路的接口，是通过输入输出部分（I/O）完成的。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路，其输入暂存器反映输入信号状态，输出点反映输出锁存器状态。输入模块将电信号变换成数字信号进入 PLC 系统，输出模块相反。I/O 分为开关量输入，开关量输出，模拟量输入，模拟量输出等模块。

开关量是指只有开和关（或 1 和 0）两种状态的信号，模拟量是指连续变化的量。常用的 I/O 分类如下：

(1)开关量：按电压水平分，有 220VAC、110VAC、24VDC，按隔离方式分，有继电器隔离和晶体管隔离。

(2)模拟量：按信号类型分，有电流型（4-20mA，0-20mA）、电压型（0-10V，0-5V，-10-10V）等，按精度分，有 12bit，14bit，16bit 等。

除了上述通用 I/O 外，还有特殊 I/O 模块，如热电阻、热电偶、脉冲等模块。

按 I/O 点数确定模块规格及数量，I/O 模块可多可少，但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力限制。

### 2.2.3 电源模块

PLC 电源用于为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同时，有的还为输入电路提供 24V 的工作电源。电源输入类型有：交流电源（220VAC 或 110VAC），直流电源（常用的为 24VDC）。

## 2.3 可编程控制器实现控制的要点

入出信息变换、可靠物理实现，可以说是 PLC 实现控制的两个基本要点。

入出信息变换依靠运行存储于 PLC 内存中的程序实现。PLC 程序既有生产厂家的系统程序(不可更改)，又有用户自行开发的应用(用户)程序。系统程序提供运行平台，同时，还为 PLC 程序可靠运行及信号与信息转换进行必要的公共处理。用户程序由用户按控制要求设计。什么样的控制要求，就应有什么样的用户程序。

可靠物理实现主要靠输入( INPUT )及输出( OUTPUT )电路。PLC 的 I/O 电路，都是专门设计的。输入电路要对输入信号进行滤波，以去掉高频干扰。而且与内部计算机电路在电上是隔离的，靠光耦元件建立联系。输出电路内外也是电隔离的，靠光耦元件或输出继电器建立联系。输出电路还要进行功率放大，以足以带动一般的工业控制元器件，如电磁阀、接触器等等<sup>[10]</sup>。

I/O 电路是很多的，每一输入点或输出点都要有一个 I/O 电路。PLC 有多少个 I/O 用点，一般也就有多少个 I/O 用电路。但由于它们都是由高度集成化的电路组成的，所以，所占体积并不大。输入电路时刻监视着输入状况，并将其暂存于输入暂存器中。每一个输入点都有一个对应的存储其信息的暂存器。输出电路要把输出锁存器的信息传送给输出点。输出锁存器与输出点也是一一对应的。这里的输入暂存器及输出锁存器实际就是 PLC 处理器 I/O 口的寄存器。它们与计算机内存交换信息通过计算机总线，并主要由运行系统程序实现。把输入暂存器的信息读到 PLC 的内存中，称输入刷新。PLC 内存有专门开辟的存放输入信息的映射区。这个区的每一对应位( bit ) 称之为输入继电器，或称软接点。这些位置成 1，表示接点通，置成 0 为接点断。由于它的状态是由输入刷新得到的，所以，它反映的就是输入状态。

输出锁存器与 PLC 内存中的输出映射区也是对应的。一个输出锁存器也有一个内存位 ( bit ) 与其对应, 这个位称为输出继电器, 或称输出线圈。靠运行系统程序, 输出继电器的状态映射到输出锁存器。这个映射也称输出刷新。输出刷新主要也是靠运行系统程序实现的。这样, 用户所要编的程序只是内存中输入映射区到输出映射区的变换, 特别是怎么按输入的时序变换成输出的时序。这是一个数据及逻辑处理问题。由于 PLC 有强大的指令系统, 编写出满足这个要求的程序是完全可能的, 而且也是较为容易的。

## 2.4 西门子 S7-200 介绍

可编程序控制器 ( PLC ) 是以微处理器为基础的工业控制装置, 其中 S7-200 是小型可编程序控制器, 可以应用于各种小型自动化系统, 具有紧凑的设计, 高速的处理能力, 界面友好的编程软件, 良好的扩展性, 安全可靠的通讯, 强大的指令集等优点。可编程序控制器是一种新型的工业自动化控制装置, 在今后的工业控制领域中它必将迅速发展并成为主统。

SIMATIC S7-200 系列 PLC 可以满足各行各业, 各种场合中的检测、监测及控制的自动化控制需要。S7-200 系列的强大功能使其无论在独立运行中, 或相连成网络皆能实现复杂控制功能。因此 S7-200 系列具有极高的性能价格比。

S7-200 系列出色表现在以下几个方面:

- (1) 极高的可靠性
- (2) 极丰富的指令集
- (3) 易于掌握
- (4) 便捷的操作

(5)丰富的内置集成功能

(6)实时特性

(7)强劲通讯能力

(8)丰富的扩展模块

S7-200 系列在集散自动化系统中充分发挥其强大功能。使用范围可覆盖从替代继电器的简单控制到更复杂的自动化控制。应用领域极为广泛，覆盖所有与自动检测，自动化控制有关的工业及民用领域，包括各种机床、机械、电力设施、民用设施、环境保护设备等等。如：冲压机床，磨床，印刷机械，橡胶化工机械，中央空调，电梯控制，运动系统<sup>[11]</sup>。

## 2.5 CPU226 简介

CPU222/24XP/226 均有 6 个高速计数器 ( 30KHz ) ,具有 CPU221/222 相同的功能。可方便地用数字量和模拟量扩展模块进行扩展。可使用仿真器 ( 选件 ) 对本机输入信号进行仿真，用于调试用户程序。

本机集成 24 输入/16 输出共 40 个数字量 I/O 点。可连接 7 个扩展模块，最大扩展至 248 路数字量 I/O 点或 35 路模拟量 I/O 点。13K 字节程序和数据存储空间。6 个独立的 30kHz 高速计数器，2 路独立的 20kHz 高速脉冲输出，具有 PID 控制器。2 个 RS485 通讯/编程口，具有 PPI 通讯协议、MPI 通讯协议和自由方式通讯能力。I/O 端子排可以很容易地整体拆卸。用于较高要求的控制系统，具有更多的输入/输出点，更强的模块扩展能力，更快的运行速度和功能更强的内部集成特殊功能。可完全适应于一些复杂的中小型控制系统<sup>[12]</sup>。其端子连接如图 2.1 所示。

图 2.1CPU226DCDC 端子连接图

## 2.6 编程软件

STEP7-Micro/WIN32V3.2 编程软件可以对所有的 CPU26 功能进行编程。

其功能是通过一个主程序调用其他子程序或中断程序，保证了程序结构的清晰。此外，还可以生产数据块，用语句表(STL)和梯型图(LAD)编程，进行符号编程；通过符号表分配符号和绝对地址，并可打印输出。支持三角函数，开方，对数运算功能。

STEP7MicroWIN32 是在 Windows 平台上运行的 SIMATICS7-200 软件简单、易学，具有扩展功能，能够解决复杂的自动化任务，西门子 STEP7 可以快速进入，节省编程时间。

### 2.6.1 基本功能

(1)STEP7-Micro/WIN 是在 Windows 平台上运行的 SIMATICS7-200PLC 编程软件，简单、易学，能够解决复杂的自动化任务。

(2)适用于所有 SIMATICS7-200PLC 机型软件编程。

(3)STEP7-MicroWINV3.2 提供三种编辑器来创建程序：梯形图 ( LAD )、语句表 ( STL ) 和功能块图 ( FBD )。用任何一种程序编辑器编写的程序，都可以用另外一种程序编辑器来浏览和编辑，但要遵循一些输入规则。

(4)具有密码保护功能。

(5)STEP7-Micro/WIN 提供软件工具帮助您调试和测试您的程序。这些特征包括：监视 S7-200 正在执行的用户程序状态，为 S7-200 指定运行程序的扫描次数，强制变量值等。

(6)指令向导功能：PID 自整定界面；PLC 内置脉冲串输出 ( PTO ) 和脉宽调

制 ( PWM ) 指令向导 ; 数据记录向导 ; 配方向导<sup>[12]</sup>。

## 2.6.2 三种编程器的特点

### (1) STL 编辑器的特点

STL 编辑器按照文本语言的形式显示程序。STL 编辑器允许你输入指令助记符来创建你的控制程序。语句表也允许你创建用 LAD 和 FBD 编辑器无法创建的程序。这是因为你在使用 S7-200 的本族语言进行编辑,而在图形编辑器中,为了正确地画出图形,必须遵守一些规则。

### (2) LAD 编辑器的特点

LAD 编辑器以图形方式显示程序,与电气接线图类似。梯形图程序允许程序方剂来自电源的电流通过一系列的逻辑输入条件,决定是否使能逻辑输出。一个 LAD 程序包括左侧提供能流的能量线。闭合的触点允许能流经过并到达下一个元素;打开触点会阻塞能流。

### (3) FBD 编辑器的特点

FBD 编辑器以图形方式显示程序,由通用逻辑门图形组成。它没有梯形图编辑器中的触点和线圈,但有与之等价的指令,用盒指令表示。

S7-200PLC 用 LAD 编程时以每个独立的网络块 ( Network ) 为单位,所有的网络块组合在一起就是梯形图程序,这也是 S7-200PLC 的特点。S7-200PLC 用 STL 编程时,如果也以每个独立的网络块为单位,则 STL 程序和 LAD 程序基本上是一一对应的,而且两者可以通过编程软件互相转换<sup>[13]</sup>;如果不是每个独立的网络块为单位编程,而是连续编写,则 STL 程序和 LAD 程序不能通过编程软件相互转换。

### 3 定位自动控制系统总体设计

作为一个定位控制系统，必须实现能满足一般控制系统要求的自动、手动的控制功能，能根据使用者发出的指令做出相应的动作，能够根据实际情况进行自动的校正的目标。

#### 3.1 功能分析

智能立体仓库有货架、堆垛机、自动控制装置等部分组成，有自动和手动两种操作方式。立体仓库中间为巷道，两侧为双行货架，堆垛机在巷道上，固定的天、地导轨之间运行。

本系统仅设置 X 和 Y 层的货架一行，另一行货架仅为虚拟行，以便安装和参观学习。堆垛机由固定在小车上的门式框架、沿门式框架上导轨提升运动的升降台以及在升降台上做伸缩运动的货叉（机械手）等三部分组成，堆垛机设计成一个三自由度系统，货物放在升降台的货叉上能实现上下、左右和前后的运动。

水平方向的前后运动，由小车电动机进行驱动，小车电动机为 220W 的三相交流异步电动机。

堆垛机垂直方向，由提升电机驱动升降台沿门式框架结构做升降运动，提升速度小于 5m/min，提升电动机功率为 220W 的锥型转子单相交流异步电动机，具有断电抱闸制动的功能。固定在升降台上的机械手可带动货物一起做伸缩运动，伸缩量为左右各 300mm，用于货物的存取操作。速度按机械手 5m/min 的速度要求设定。

定位自动控制系统工艺流程:根据设计要求将整个定位控制的全过程分为多个阶段；小车前进到指定货列架的过程；将货物抬升到指定货架行的过程；机械手放置货物或者取得货物的过程；放置或取得货物之后返回的过程。在各个阶段，对象的特征相对稳定，并且小车在前进和抬升货物的过程控制方面是基本一致的。其取货过程见图 3.1

图3.1取货流程图

下面对各个阶段进行简单地介绍。

(1)小车前进过程：在这个过程中，处于自动或者手动控制状态的小车由起始点出发，经过位置的校对，到达预先指定列值的货架位置。

(2)抬升货物过程：在这个过程中，货物被抬升到预先指定行值的货架位置。

(3)存取货物过程：在这个过程中，通过控制机械手臂的运动，使机械手到达预先指定的位置。然后根据实际的需要完成存放或者取得货物的操作。

(4)返回过程：在完成指定的操作之后，小车应该返回起始位置。

#### 3.2 定位自动控制系统 PLC 选型和资源配置

根据实际的控制点数和系统需要实现的控制要求，在本课题中选用了西门子

公司生产的 S7 - 200 系列的 PLC 作为控制系统。按照控制点数来计算，可以选用 CPU - 224 这个型号的 CPU 模块。

### 3.2.1 PLC 选型

图 3.2 所示的就是 S7 - 200 系列的 PLC，由于其具有紧凑的设计、良好的扩展性、低廉的价格以及强大的指令系统，使得 S7 - 200 系列可以近乎完美的满足小规模的控制要求。此外，丰富的 CPU 类型和电压等级使其在解决工业自动化问题时，具有很强的适应性。

图 3.2 西门子公司 S7 - 200 系列 PLC

S7 - 200CPU226 (扩展) 系统分别对小车电机用变频器、机械手电机步进驱动模块进行自动控制，并对检测信号及外部输入数据和控制信号进行处理，实现了对小车、机械手驱动、升降台提升及保护等控制的基本要求。表 3.1 所示是 CPU - 226 的技术参数。

表 3.1 CPU - 226 的技术参数

技术参数	说明
本机数字输入	24 路数字量输入
本机数字输出	16 路数字量输出
高速计数器 (32-位值)	6 个高速计数器
脉冲输出	2 个, 20kHz 脉冲速率
模拟电位器	1 个, 8 位分辨率
时间中断	2 个, 1ms 分辨率
位置中断	4 个上升沿和/或 4 个下降沿
可选择的输入滤波器时间	7 个, 范围 0.2ms~12.8ms

### 3.2.2 PLC 的 I/O 资源配置

由于需要采集外部检测信号 (小车所经过的行、列)、控制小车驱动电机的起停、选择手动控制与自动控制状态、小车的前后列向运动、升降行向运动、伸缩运动、货物的抓取、存放等。系统资源分配如表 3.2 所示。

表 3.2 PLC 的 I/O 地址分配表

位号名	数据类型	说明
I0.0	BOOL	START1—启动

I0.1	BOOL	STOP1—停止
I0.2	BOOL	自动选择输入
I0.3	BOOL	手动选择输入
I0.4	BOOL	前后运动
I0.5	BOOL	向前运动
I0.6	BOOL	向后运动
I0.7	BOOL	升降运动

I1.0	BOOL	上升运动
I1.1	BOOL	下降运动
I1.2	BOOL	伸缩运动
I1.3	BOOL	前伸运动
I1.4	BOOL	后缩运动
I1.5	BOOL	抓取物品
I1.6	BOOL	放置物品
I1.7	BOOL	列初始位置(原点位置)
I2.0	BOOL	行初始位置
I2.1	BOOL	后缩初始位置
I2.2	BOOL	货叉压力传感器 0--放松；1—抓紧
I2.3	BOOL	存物品
I2.4	BOOL	取物品
I2.5	BOOL	复位
Q0.0	BOOL	小车向前运行
Q0.1	BOOL	小车停止向前运行
Q0.2	BOOL	小车向后运行
Q0.3	BOOL	小车停止向后运行
Q0.4	BOOL	机械手上升
Q0.5	BOOL	停止上升
Q0.6	BOOL	机械手下降
Q0.7	BOOL	停止下降
Q1.0	BOOL	机械手前伸
Q1.1	BOOL	停止前伸
Q1.2	BOOL	机械手后缩
Q1.3	BOOL	停止后缩
Q1.4	BOOL	抓取物品
Q1.5	BOOL	放置物品
Q1.6	BOOL	原点显示

表 3.3PLC 的 M 单元地址分配表

M0.0	BOOL	运行状态 0—停止；1—运行
M0.1	BOOL	存放物品工作标志
M0.2	BOOL	取出物品工作标志
M10.0	BOOL	手动、自动状态 0--手动；1--自动
M20.0	BOOL	小车前后运动使能
M20.1	BOOL	列到位标志 0—未到位；1—到位
M20.2	BOOL	升降运动使能
M20.3	BOOL	行到位标志 0—未到位；1—到位
M20.4	BOOL	伸缩运动使能
M20.5	BOOL	物品到位标志 0—未到位；1—到位
M20.6	BOOL	抓放动作使能
M20.7	BOOL	程序运行方向标志 0—存、取物品工作执行中；1--工作完毕，小车准备后退
M21.0	BOOL	向前运行标志
M21.1	BOOL	向后运行标志
M21.2	BOOL	上升运行标志
M21.3	BOOL	下降运行标志
M21.4	BOOL	前伸运行标志
M21.5	BOOL	后缩运行标志
M21.6	BOOL	抓紧动作标志
M21.7	BOOL	放松动作标志

### 3.2.3 其他资源配置

EM253 位控模块是 S7 - 200 的特殊功能模块。能够产生移动控制所需的脉冲串，其组态信息存储在 S7 - 200 的 V 存储区中，用于步进电机和伺服电机的速度和位置的开环控制。

位控模块的特性如下：

- (1)位控模块可提供单轴开环移动控制所需要的功能和性能；
- (2)提供高速控制从每秒 12 个脉冲至每秒 200000 个脉冲；
- (3)支持急停 S 曲线或线性的加速减速功能；

(4)提供可组态的测量系统，既可以使用工程单位，如英寸和厘米，也可以使用脉冲数；

(5)支持手动的位控方式；

(6)提供连续操作；

(7)提供四种不同的参考点寻找模式，每种模式都可对起始的寻找方向和最终的接近方向进行选择。

### 3.3 控制系统的主要功能

本系统选用了西门子公司S7—200型可编程控制器、台达公司VFD-A型变频

器和3台电机等组成。S7—200型可编程控制器采用模块式结构，具有系统容量大、扩充方便、各种功能模块齐全及指令功能强等优点。本系统由CPU226、SM321、SM322、PS307等模块构成PLC控制系统。

该系统分别对小车电机用变频器、机械手电机步进驱动模块进行自动控制，并对检测信号及外部输入数据和控制信号进行处理。实现了小车、机械手驱动，升降台提升及保护等控制的基本要求。控制系统的组成框图如图3.3所示。

图3.3控制系统图

### 3.3.1 工作方式选择

系统基本电路电气原理如图3.4所示，钮子开关SA4控制中间继电器KA，实现手动和自动转换控制，并设置了各种工作状态指示。图3.4基本控制电路手动工作状态时，钮子开关SA4闭合，此时继电器KA线圈通电，PLC系统不工作，手动控制系统通过万能转换开关SA321分别控制KM3、KM4，实现提升电机的正反转(见图3.4所示)；SA2通过变频器，手动控制小车电机的正反转，SA1控制步进电机，实现货叉伸缩运动。万能转换开关的触点SA222、SA322、SA123分别控制指示灯HL11—HL16，实现小车前后、机械手左右和升降台上下运动的手动工作状态指示(见图3.4上)。在自动工作状态时，PLC系统上电工作(PLC电源控制电路未画出)，用PLC输入模块SM321对各种状态控制开关和光电检测开关、限位保护开关等信号进行采集。其中层、列开关采用光电检测开关，机械手的货叉中位(中间位置)检测开关采用了电感式接近开关，其他开关为钮子开关和行程开关(见图3.4下)。

图3.4系统基本电路电气原理图

PLC的继电器输出模块SM322，用于驱动HL1、HL2、HL6，实现编程、运行、

左侧、右侧、出库、入库等自动工作状态指示，及在自动工作状态下驱动交流接触器KM3、KM4，实现提升电机M2的正、反转控制(见图3.4中)。

### 3.3.2 变频调速系统控制

变频调速手段有两种：

- (1) 当运行控制速度、控制定位精度较低时，一般选用开环有级调速运行模式：即手动设定几个固定的运行频率（如：高速、中速、低速三种运行频率，实际上可根据使用的不同规格或品牌的变频器及配套的变频电机等选择设定不同梯度的运行频率，根据堆垛机的具体运行和控制要求由PLC根据外部环境的输入输出信号进行程序控制切换和设定，如用控制行程开关、光电接近开关等作为信号输入控制单元等，以达到调速、定位停准的目的；但该变频调速手段的输出偏差或位置控制的误差分布范围大，特别是当自动化立体仓库巷道堆垛机的运行速度较高时，会造成速度转换后的加、减速距离的增加，加、减速平稳性控制难度的增加以及控制单元敏感性下降、故障率上升等，其应用具有很大的应用局限性。
- (2) 当运行控制速度、控制定位精度较高时，一般选用闭环无级运行控制模式，即：对堆垛机的运行速度、运行位移量或位置定位点实现闭环无级运行控制模式，从而从根本上实现到达目的地址时的制动停准和根据运行距离实现的平稳换速、适时调整变频器的运行控制频率，以实现最佳平稳运行速度的要求，并能缩短作业周期，提高作业效率；该变频调速手段控制精度高，运动控制平稳，具体场合的适应性好，系统运行的可靠性高，易调试，但一次性投资成本较高。主要表现在闭环反馈信号元件的控制精度选择与配置（如：激光测距仪及其接口电路或板

卡)、PLC配置上的高端化、上位机控制软件及硬件与PLC的接口电路或板卡等,其软件编程的高端和复杂化以及软件开发调试具有一定的难度等。小车电机变频调速采用台达公司VFD2A型变频器,变频调速的硬件电路见图3.5所示。手动操作时,中间继电器KA常开触点闭合,万能转换开关SA2的操作手柄在位置1时,变频器DCM与REV端连通,变频器输出正相序电源,三相交流异步电动机M1正转,SA2在位置2时,DCM与FWD连通,变频器输出反相序电源,电动机M1反转。SA2在位置0时,REV与FWD均无效,电动机M1处于停止状态。自动操作时,KA常开触点断开,SA2在位置零,当PLC的输出点Q4.0有效时,DCM与REV端连通,M1正转;Q4.1有效时,DCM与FWD连通,M1反转。堆垛机沿巷道运行,行程长,为了提高出入库的效率和精确定位,小车的行进速度采用变频调速控制。

图3.5变频调速控制

### 3.3.3 货叉伸缩控制

智能立体仓库的机械手采用二相混合式步进电机驱动,步进电机型号为90BYG201型,0.9°P1.8°,两相混合式,输出力矩7N·m;其驱动模块采用西门子公司S7-200PLC控制,控制系统的硬件电路原理见图3.6所示。

图3.6货叉伸缩控制

机械手控制系统由SM322模块、脉冲形成电源电路、步进功率驱动模块3部分组成,用以实现机械手的进、退叉动作控制。SM322模块为PLC的继电器式输出模块;脉冲形成电源电路板提供步进方波脉冲信号CV、步进模块直流15V工作电源和步进电机直流46VP4A大功率电源;步进功率驱动模块U/D端为步进电机正、反转控制端,CP端为步进脉冲输入端。

### 3.4 控制原理分析

堆垛机的信息显示、作业地址及指令的输入方法有很多种。一种方法是采用发光二极管来显示各种信息（如故障诊断代码等），采用拨码开关来输入作业地址。此种方法原理简单，但是一旦元器件有损坏，如某个发光二极管损坏，显示信息就不准；又由于采用拨码开关输入的地址值无法校验，拨码开关使用 2~3 年后，触点氧化，使电阻增加，工作电压较低（24V），导通电流小（7mA），这样触点电阻的变化会直接影响拨码开关的可靠性，造成拨码开关拨的数值与 PLC 输入的数值不一致，堆垛机无法运行到目的地址。此种方法直接影响了堆垛机的可靠运行，增大了堆垛机的后期保养、维修工作，因此目前此种方法已经很少有人采用。

另一种方法是采用键盘来输入作业地址、作业指令，用数字和符号来显示各种信息，输入的数值及指令马上可以显示出来，校对容易，对错一目了然。

编程器的显示器有二行共 32 位 5×7 的液晶点阵，可以显示数字、符号和字母；键盘按键有 0~9、A~F 等键可以使用，可以向小车输入作业地址（排、列和层）、作业指令（存、取最多二个作业）、操作方式（自动、手动）。将键盘的 0~9 键定义为数字键，A~F 定义为功能键，在输入作业指令、作业地址时，显示器能马上显示出来，实现了简单的人 - 机对话，保证了输入的作业地址和作业指令的准确性，提高了堆垛机运行的可靠性。

这个方法使堆垛机的小车每通过一个位置就记录一个数，一直移动到和预定位置号一致时停止移动，此方法的特点是电路简单。另外随着电子技术的发展出现了众多优秀的 PLC，用 PLC 来控制堆垛机是相当灵活方便，可以在 PLC 的软件中加以保护，即堆垛机每走过一个货格的时间超过或少于正常的时间范围就报警。这样就可以有效地避免计数出错。本课题即采用此种方法。

立体智能仓库能实现货物的自动存取功能，这就要小车在作水平、升降台做垂直运动时，能准确记忆堆垛机的位置，即堆垛机的小车和升降台所在的列和层数，以实现货物的定位存取，本系统采取了非接触式反射型光电传感器，自动检测货位的列和层数。例如，随小车移动，列光电传感器每经过一个货架立柱时，接收到一个反射信号，列值增加 1；升降台每升高一层，层光电传感器使层值增 1。光电传感器的有效反射距离为 30cm。在自动存取货物时，货位的输入方法有微机键盘和 BCD 码拨盘开关两种形式输入，PLC 在接收到外部输入的货位层和列数值后，将此值作为层、列计数器的预置值，用于实现货位的自动搜索控制。图 3.7 所示是典型连接示意图。

图 3.7 连接示意图

### 3.5 模型的自动寻址

立体仓库的自动寻址就是自动寻找存放货、提取货物的位置。在同一巷道内的货位地址由 3 个参数组成：第几排货架、第几层货格、左侧或右侧。当堆垛机

接收到上级管理机的存取指令和存取地址后，即向指定的货位方向运行。运行中，安装在堆垛机上的传感器不断检测位置，计算判断是否到位，从而实现货物的定位存取。本模型采用了非接触式反射型光电传感器，自动检测货位的列和层数。堆垛机对定位地址的精度要求很高，目前普遍采用绝对认址和相对认址两种方法。该模型采用相对式混合坐标法来确定地址，即在堆垛机的侧部和升降台上各安装1个光电传感器，当堆垛机前后运动和升降台上下运行时经过每个货位光电脉冲加1或减1得到地址的方法。在自动存取货操作时，货位的输入方法有微机键盘和BCD码拨盘开关两种输入形式，PLC在收到外部输入的货位的层和列数据后，作为层列计数器的预置值，用于实现货位的自动寻址控制。

## 4 控制系统 PLC 程序设计流程

### 4.1 程序设计思路

- (1)初始化过程，清除位置记录
- (2)调用子程序检测位置信号
- (3)工作任务标志：存放，取出物品
- (4)原点显示
- (5)运行状态
- (6)手动，自动选择
- (7)启动小车手动向前运行
- (8)启动小车手动向后运行
- (9)手动小车前后运动使能
- (10)手动控制小车前后运行
- (11)启动机械手手动上升
- (12)启动机械手手动下降
- (13)手动机械手上升、下降使能
- (14)手动控制机械手上升、下降运行
- (15)手动控制机械手前伸、后缩运行使能
- (16)启动机械手手动前伸
- (17)启动机械手手动后缩
- (18)手动控制机械手前伸、后缩运行

### 4.2 程序流程图

立体仓库教学模型的PLC控制系统的功能模块主要有左侧入库(存货)，左侧出库(取货)；右侧入库(存货)，右侧出库(取货)等；取、存货(出入库)动作要求的主要不同之处在于取货时的微抬和存货时的微落动作的处理。控制系统的主程序流程图分别见图4.1。

图 4.1 程序流程图

## 5 智能立体仓库物品定位自动控制系统的 PLC 程序说明

程序的运行步骤如下：

(1)初始化：在程序的一个扫描周期（SM0.1=1）设置重要的参数。

(2)运行：按下设备的“启动”（START）按钮开始运行，首先调用子程序检测位置信号，取得当前位置计数，然后将位置计数存放在变量 VW100（行计数）、VW120（列计数）中，以便程序判断是否已经到达指定的位置。

### 5.1 程序初始化

程序初始化由网络 1 和网络 2 完成：

S7-200 只读特殊内存 SM0.1，只有在首次扫描循环时打开，所以这段初始化程序只在程序开始运行的时候执行一次。

这里执行的两条指令对变量 VW102 以及 VW132 进行初始化，这两个变量分别为小车运行中所经过的行计数以及列计数。

由于要涉及到小车完成任务的过程以及完成任务以后返回的过程，所以程序在执行的过程中必须要明确其运动方式和目的，是前进或后退运动、升降运动或机械手臂的伸缩运动等。因此，在以下的程序中，每一个运动过程都必须加上很明确的标志和条件限制来确定其运动的方式和运动的目的，这样才不至于因为目的不明确而造成错误的判断以及错误的动作。造成存取货物的失败。

图 5.1 程序初始化

网络 1、2 实现代码如下程序

```
NETWORK1//NETWORKTITLE
//
LD SM0.1
MOVW+0 , VW102
MOVW+0 , VW132

NETWORK2
//
//NETWORKCOMMENTS
//
LD SM0.0
CALLSBR_0
```

### 5.2 列向自动运行

列向自动运行由网络 3 和网络 4 完成：

在这段程序中，首先要考虑的问题就是：小车处于前进或者是存放货物过程还是完成了预定任务返回的过程。但是由于 PLC 程序的执行特点是逐行扫描，所以仅仅判断小车是处于前进过程还是返回过程机械手臂是不够的，因为在返回过程中还有机械手臂从货架上缩回来、机械手臂下降到初始位置等几个过程，所以

说，必须要在程序中能够将这 3 种完全不同的运动区分开。根据这种要求，在编写程序的时候加入了 3 个不同的 BOOL 类型的变量 M20.1、M20.3 以及 M20.5，分别作为小车沿列向运行到位标志，机械手沿行向运行到位标志，机械手货架到位标志。当变量为 ON 时，表示已经完成了该项动作，为 OFF 时表明小车还没有完成对应的运动。

Q0.0 是开关量输出，表示启动小车前进，小车开始向前运动。

当小车还处于取放货的动作未完成的阶段时，需要判断的是小车是否已经完成了列的定位，如果未完成（M20.3 为 OFF），那么启动小车前进的电机，使小车向前运动。如果小车处于已经完成了取放货的动作时，那么判断小车是否已经完成了由货架上返回（伸缩机械手的运动）、是否已经完成了由指定行数退回初始行位置的运动（如果完成，小车应该是第一行以下的位置）。如果小车这两个过程都已经完成，那么将开始进行后退运动，Q0.2 表示启动小车后退电机使小车向后运行并返回初始位置。

图 5.2 列向自动运行

网络 3、4 实现代码如下程序：

```
NETWORK3//NETWORKTITLE:
```

```
//
```

```
LDSM0.0
```

```
LPS
```

```
ANM20.7
```

```
ANM20.1
```

```
AM0.0
```

```
AM10.0
```

```
=Q0.0
```

```
LPP
```

```
AM20.7
```

```
ANM20.5
```

```
ANM20.3
```

```
AM0.0
```

```
AM10.0
```

```
SQ0.2 , 0
```

```
NETWORK4
```

```
//
```

```
LDSM0.0
```

```
LPS
```

ANM20.7

ANM20.1

AM0.0

AM10.0

AD=VD102 , VD120

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。  
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/386033143015011024>