

目录

摘要及关键字.....	错误!未定义书签。
1. 前言.....	1
1.1 选题的目的和意义	1
1.2 国内外的研究现状和趋势	2
2 控制系统介绍和控制过程要求	2
2.1 控制系统在运料小车的作用和地位	2
2.2 控制系统介绍	3
3 送料小车系统方案的选择	4
3.1 可编程控制器 PLC 的结构, 工作原理及优点	4
3.2 小车送料系统方案的选择.....	7
4 STEP7-Micro/WIN32 编程软件介绍及功能	8
4.1 STEP7-Micro/WIN32 编程软件介绍	8
4.2、基本功能.....	8
5.1 送料小车 PLC 的 I/O 分配表	10
5.2 PLC 端子接线图	11
5.3 梯形图分段设计.....	12
5.4 程序运行原理说明调试与完善.....	16
5.5 系统总梯形图设计	17
5.6 小车程序设计	21
参考文献.....	23
谢 辞.....	24

基于 PLC 运料小车的设计

王贤玲

(德州学院机电系, 山东德州 253023)

摘要: 本设计的目的是为了实现在送料小车的手动和自动化的转化, 改变以往小车的单纯手动送料, 从而减少劳动力, 提高生产效率, 实现自动化生产! 而且本送料小车的设计是在考虑到工作环境恶劣, 不允许人进入工作环境的情况下设计而成的。本文从第一章送料小车的系统方案的确定为切入点, 介绍了选用 PLC 控制小车的原因; 第二章介绍了送料小车的所应该达到的控制要求; 第三章对所使用的 STEP7-Micro/WIN32 编程软件进行简要介绍及其功能的了解; 第四章根据控制要求进行了小车系统的具体设计, 其中包括端子接线图、梯形图(分段设计说明和系统总梯形图)和程序指令设计; 最后得出相应的结论。

关键词: PLC; 送料小车; 控制; 程序设计

Abstract: The design is to achieve the transformation of manual control and change the past simple manual manufacturing, reduce the workforce, increase the productivity, realize the automated production! And the design of automated car is designed as a result of bad working conditions which are not allowed to enter the working environment of the circumstances. This article is from the first chapter—the identification of the system of the car as an entry point to introduce the reason why use the PLC to control the car. Chapter II introduced the requirements of the car should be achieved. Chapter III the introduction of software and the function of STEP7-Micro/WIN32. Chapter 4 design the system of the car according to the control requirements specifically, including the terminal wiring diagram (Sub-total system design descriptions and ladder) and procedures for instruction design; the final conclusion.

Key words: PLC; Feeding Car; Control; Program Design

1. 前言

1.1 选题的目的和意义

小车自动运料系统, 由于其控制简单, 成本低, 因此广泛应用于车站、码头、仓库, 矿井等生产场所。但传统接触继电器控制系统, 有着其自身的缺点。例如: 整个运行过程中, 小车的速度很难测定, 如果太快, 启动和制动是由于存在小车惯性很容易造成物料的掉落、抛洒、这样就不能实现安全的启动。

随着经济的不断发展, 运料小车的应用也不断扩大到各个领域。早期运料小车电气控制系统多为继电器——接触器组成的复杂系统, 这种系统存在设计周期长, 体积大、成本高等缺陷, 几乎无数据处理和通信功能, 必须由专人负责操作。现将 PLC 应用到运料小车控制系统, 可实现运料小车的自动化控制, 降低运行费用。PLC 运料小车电气控制系统具有连线简单, 控制速度快, 精度高, 可靠性和可维护性好, 安装、维修和改造方便、

设计施工调试周期短等优点。

在自动化生产线上，有些生产机械的工作台需要一定的顺序实现自动往返运动，并且有的还要求在某些位置有一定时间的停留，以满足生产工艺要求。用 PLC 程序实现运料小车自动往返顺序控制，不仅具有程序设计简单、方便、可靠性高等特点，并且程序设计方法多样，便于不同层次的设计人员的理解和掌握。

1.2 国内外的研究现状和趋势

(1) 国内现状：

我国可编程控制器的引进、应用。研制、生产是伴随改革开放开始的。最初是在引进设备中大量使用可编程控制器。接下来在各种企业的生产设备及产品中不断扩大了 PLC 的应用。目前，我国自己已经可以生产中小型可编程控制器。

(2) 国外现状：

在生产过程中，大量的开关量顺序控制，它按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行联锁保护的 control，及大量离散量的数据采集。传统上，这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。

(3) 发展趋势：

限于当时的元器件条件及计算机发展水平，早期的 PLC 主要有分立元件和中小规模集成电路组成，可以完成简单的逻辑控制及定时、技术功能。20 世纪 70 年代初出现了微处理器，人们很快将其引入可编程控制器，使 PLC 增加了运算、数据传递及处理等功能，完成了真正具有计算机特征的工业控制装置。

随着经济的发展，运料小车不断扩大到各个领域，从手动到自动，逐渐形成了机械化、自动化。将 PLC 应用到运料小车电气控制系统，可实现运料小车的自动化控制，降低系统的运行费用，它功能强大，可扩展到多达 128I/O 点，且能增加特殊功能模块或扩展板。通信和数据连接功能选项使得 FX1N 在体积、通信和特殊功能模块应用方面非常完美。PLC 在运料小车控制系统的应用，具有巨大的经济和社会价值。

2 控制系统介绍和控制过程要求

2.1 控制系统在运料小车的作用和地位

目前在现代化工业生产过程中，为了提高劳动生产率，降低生产成本，减轻工人的劳动负担，要求整个工艺生产过程全程自动化，这就离不开控制系统的辅助。所以可以说控制系统是整个生产线的灵魂，对整个生产线起着指挥的重要作用。一旦控制系统出现故障，

轻者影响生产线的继续顺利进行，重者甚至发生人身安全事故事件，这些都会给企业造成重大损失。

送料小车是基于 PLC 控制系统设计的，控制系统的每一步动作都直接影响作用于送料小车的运行，因此，送料小车性能的好坏与控制系统性能的好坏有着直接相关的联系。送料小车能否正常运行、工作效率的高低都与控制系统息息相关。

2.2 控制系统介绍

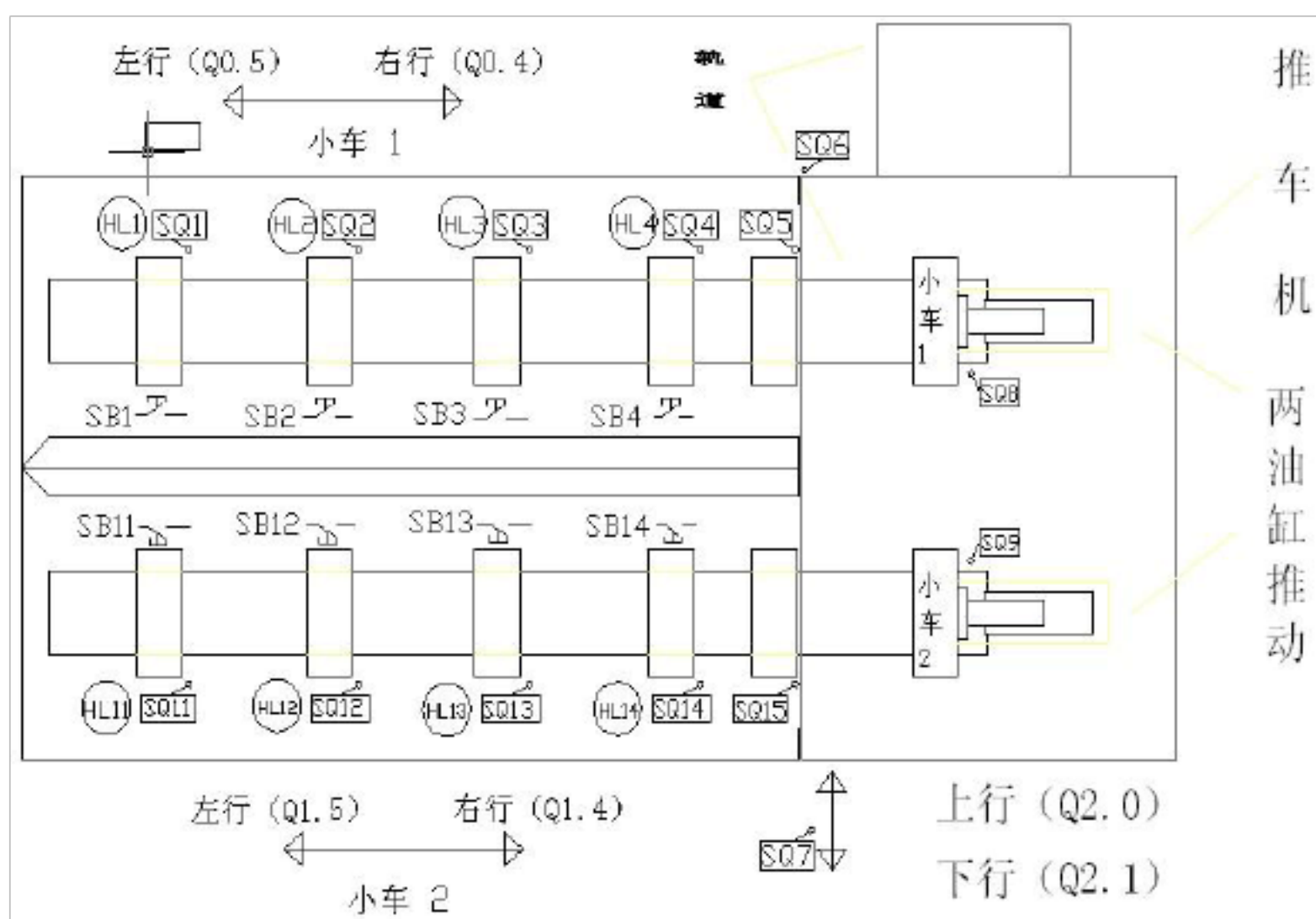


图 2-1 送料小车

本控制系统只要是用于控制送料小车的自动送料。它既能减轻劳动工人的工作强度又能自动准确快速的到达工人不能达到或很难到达的预定位置。如图 1-1，推车机可以沿轨道上下移动，到达预定位置。推车机上有一个小型泵站，通过控制电磁阀换向使两油缸伸出缩回，从而顶出送料小车，再由各个仓位控制要料从而实现设计目的。

用 PLC 对送料小车实现控制，其具体要求如下：

(1) 送料小车 1 的动作要求：送料小车 1 负责向四个料仓送料，在从左到右的送料路上共有 4 个料仓（其位置开关为 SQ1, SQ2, SQ3, SQ4），它们分别受 PLC 的四个端口（I0.0, I0.1, I0.2, I0.3）检测，当信号状态为 1 时，表明送料小车到达该位置。小车行走又受两个信号的驱动，其中 Q0.4 驱动小车主行，Q0.5 驱动小车逆行。料仓要料由 4 个手动按钮（SB1, SB2, SB3, SB4）发出（对应于 PLC 为 I0.4, I0.5, I0.6, I0.7），按钮发出信号

后其相应指示灯变亮 (HL1-HL4)，同时指示灯受 PLC 的 Q0.0-Q0.3 控制。

送料小车 2 的动作要求：送料小车 2 负责向四个料仓送料，在从左到右的送料路上共有 4 个料仓（其位置开关 SQ11, SQ12, SQ13, SQ14），它们分别受 PLC 的 I1.0, I1.1, I1.2, I1.3 检测，当信号状态为 1 时，表明送料小车到达该位置。小车行走又受两个信号的驱动，其中 Q1.5 驱动小车主行，Q1.4 驱动小车右行。料仓要料由 4 个手动按钮（SB11, SB12, SB13, SB14）发出（对应于 PLC 为 I1.4, I1.5, I1.6, I1.7），按钮发出信号其相应指示灯变亮（HL11-HL14），同时指示灯受 PLC 的 Q1.0-Q1.3 控制。

(2) 送料小车的行走条件：

送料小车右行条件：小车在 1, 2, 3 号仓位时，4 号仓要料；小车在 1, 2 号仓位时，3 号仓要料；小车在 1 号仓位时，2 号仓要料。

送料小车主行条件：小车在 4, 3, 2, 0 号仓位时，1 号仓要料；小车在 4, 3, 0 号仓位时，2 号仓要料；小车在 4, 0 号仓位时，3 号仓要料；小车在 0 位时，4 号仓位要料。

送料小车的停止条件：当要料仓位与小车的车位相同时，是小车的停止条件。

送料小车的互锁条件：小车右行时不允许左行启动，同样小车主行时也不允许右行启动。

3 送料小车系统方案的选择

3.1 可编程控制器 PLC 的结构，工作原理及优点

3.1.1、PLC 的结构：

PLC 实质上是一种专用于工业控制的计算机，其硬件结构基本上与微型计算机的硬件结构相同。根据结构形式的不同，PLC 的基本结构可分为整体式结构和模块式结构两大类。

整体式（又称箱体式）结构的 PLC 由中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出（I/O）单元、电源电路和通信端口等组成，并将这些组装在同一机体内。这种结构的特点是结构简单、体积小、价格低、输入/输出点数固定、实现的功能和控制规模固定，但灵活性较低。其基本结构框图如图 3-1 所示。

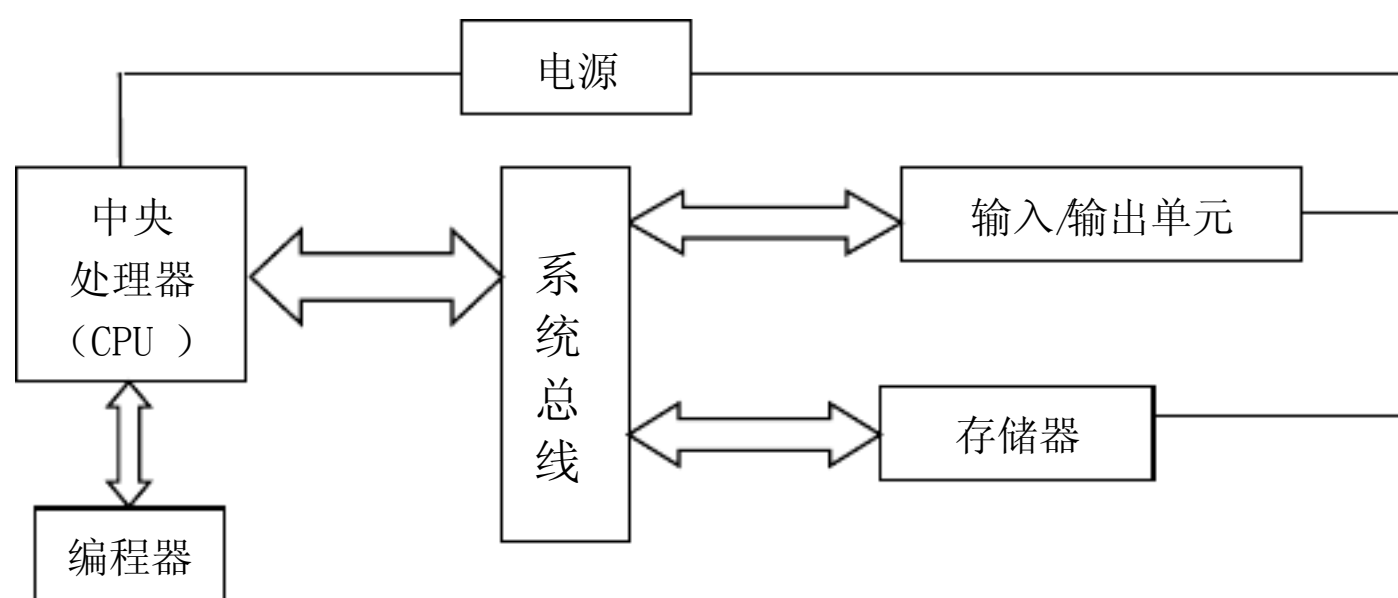


图 3-1 整体式结构

模块式（又称组合式）结构的 PLC 是将中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出（I/O）单元、电源电路和通信端口等分别做成相应的模块，在应用时将这些模块根据控制要求插在机架上，各模块间通过机架上的总线相互联系。模块式的 PLC 安装完成后，需进行登记，以便 PLC 对安装在总线上的各模块进行地址确认，其特点是系统构成的灵活性较高，可以构成不同控制规模和功能的 PLC，但同时价格也较高。基本结构框图如图 1-2 所示。

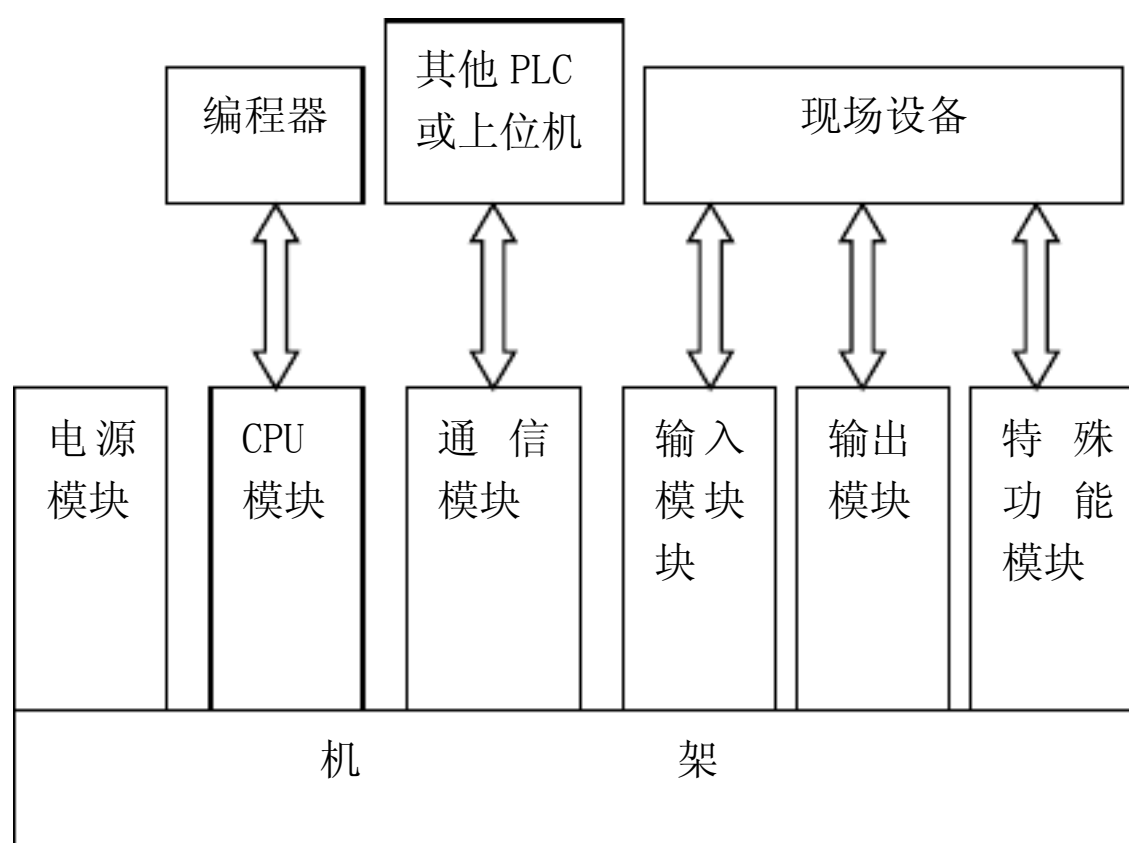


图 3-2 模块式结构

3.12、PLC 的工作原理：

PLC 与继电器构成的控制装置的重要区别之一就是工作方式不同，继电器控制是并行运行方式，即如果输出线圈通电或断电，该线圈的触点立即动作，只要形成电流通路，就有可能有几个电器同时动作。而 PLC 则不同，它采用循环扫描技术，只有该线圈通电或断电，并且必须当程序扫描到该线圈时，该线圈触点才会动作，而且每次它只能执行一条指令，这也就是说 PLC 以“串行”方式工作的，这种工作方式可以避免继电器控制的触点竞争和时序失配等问题。也可以说，继电器控制装置是根据输入和逻辑控制结构就可以直接得到输出，而 PLC 控制则需要输入传送、执行程序指令、输出 3 个阶段才能完成控制过程。

（1）循环扫描技术

PLC 采用循环扫描技术可以分为 3 个阶段：输入阶段（将外部输入信号的状态传送到 PLC）、执行程序 and 输出阶段（将输出信号传送到外部设备）。扫描过程如图 1-3 所示。

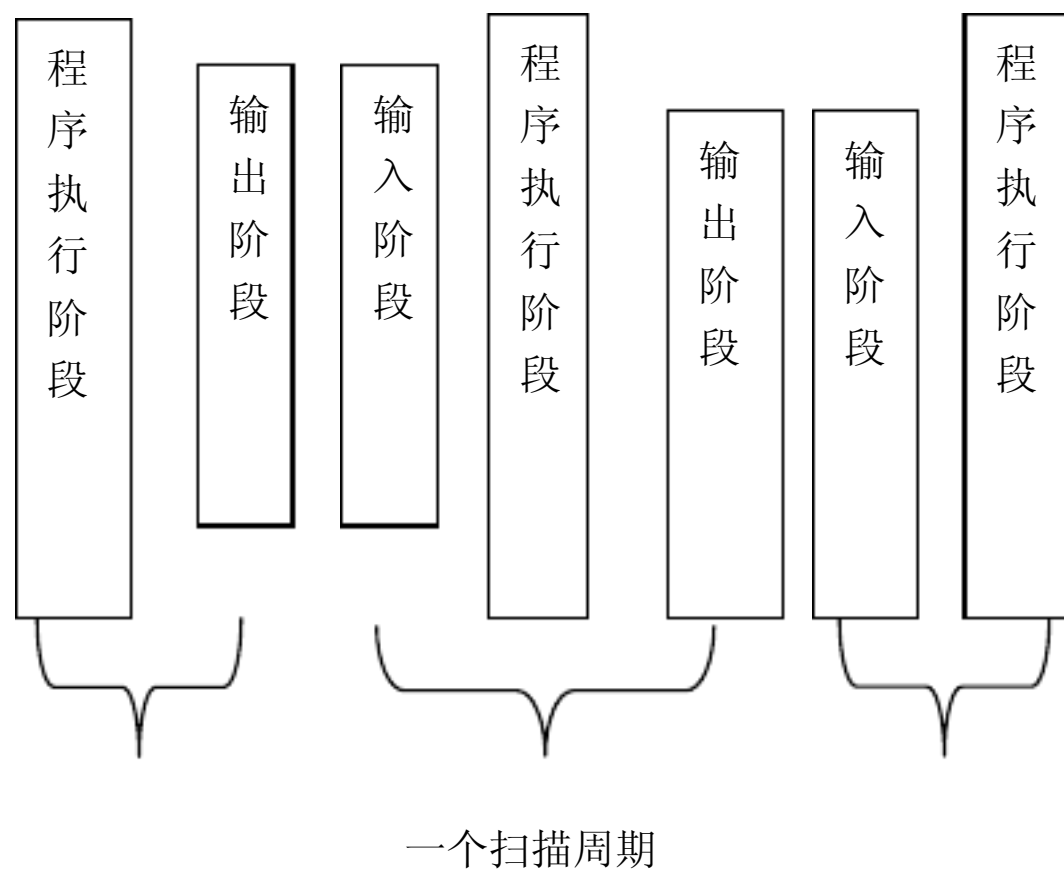


图 3-3 循环扫描

在输入阶段中，PLC 先进行自我诊断，然后与编程器或计算机通信，同时中央处理器扫描各个输入端并读取输入信号的状态和数据，并把它们存入相应的输入存储单元。

在执行阶段中，PLC 按照由上到下的次序逐步执行程序指令。从相应的输入存储单元读入输入信号的状态和数据，然后根据程序内部继电器、定时器、计数器数据寄存器的状态和数据进行逻辑运算，得到运算结果，并将这些结果存入相应的输出存储器单元。

在输出阶段中，PLC 将相应的输出存储单元的运算结果传送到输出模块上，并通过输出模块向外部设备传送输出信号，开始控制外部设备。

3.13 、PLC 的优点：

可编程控制器 PLC 对用户来说，是一种无触点设备，改变程序即可改变生产工艺。目前，可编程控制器已成为工厂自动化的强有力工具，得到了广泛的推广应用。可编程控制器是面向用户的专用工业控制计算机，具有许多明显的特点。

1. 可靠性高，抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。例如西门子公司生产的 S7 系列 PLC 平均无故障时间高达 30 万小时。一些使用冗余 CPU 的 PLC 的平均无故障工作时间则更长。从 PLC 的机外电路来说，使用 PLC 构成控制系统，和同等规模的继电器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备

也获得故障自诊断保护。这样，整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

2. 配套齐全，功能完善，适用性强

PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品。可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

3. 易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

4. 系统的设计、建造工作量小，维护方便，容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。

5. 体积小，重量轻，能耗低

以超小型 PLC 为例，新近出产的品种底部尺寸小于 100 mm，重量小于 150 g，功耗仅数瓦。由于体积小，很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想控制设备。

3.2 小车送料系统方案的选择

实现小车送料系统控制有很多方法来实现，可以用单片机、可编程控制器 PLC 等元器件来实现。

但在单片机控制系统电路中需要加入 A/D，D/A 转换器，线路复杂，还要分配大量的中断口地址。而且单片机控制电路易受外界环境的干扰，也具有不稳定性。另外控制程序需要具有一定编程能力的人才能编译出，在维修时也需要高技术的人员才能修复，所以在此也不易用单片机来实现。

而从上述第一节对 PLC 的特点了解可知，PLC 具有很多优点，因此我们归纳出：可编程控制器 PLC 具有很高的可靠性，通常的平均无故障时间都在 30 万小时以上；安装，操作和维护也较容易；编程简单，PLC 的基本指令不多，编程器使用比较方便，程序设计和

产品调试周期短，具有很好的经济效益。此外 PLC 内部定时、计数资源丰富，可以方便地实现对送料小车的控制。

因此，最终我选择了用可编程控制器 PLC 来实现送料小车系统的控制，完成本次的设计题目。

4 STEP7-Micro/WIN32 编程软件介绍及功能

4.1 STEP7-Micro/WIN32 编程软件介绍

STEP7-Micro/WIN32 是西门子公司专为 SIMATIC S7-200 系列可编程序控制器研制开发的编程软件，它是基于 Windows 的应用软件，功能强大，既可用于开发用户程序，又可实时监控用户程序的执行状态。下面将介绍该软件的安装、基本功能以及如何应用编程软件进行编程、调试和运行监控等内容。

4.2、基本功能

STEP7-Micro/WIN32 编程软件的基本功能是协助用户完成应用软件的开发，其主要实现以下功能。

(1) 在脱机（离线）方式下创建用户程序，修改和编辑原有的用户程序。在脱机方式时，计算机与 PLC 断开连接，此时能完成大部分的基本功能，如编程、编译、调试和系统组态等，但所有的程序和参数都只能存放在计算机的磁盘上。

(2) 在联机（在线）方式下可以对与计算机建立通信关系的 PLC 直接进行各种操作，如上载、下载用户程序和组态数据等。

(3) 在编辑程序的过程中进行语法检查，可以避免一些语法错误和数据类型方面的错误。经语法检查后，梯形图中错误处的下方自动加红色波浪线，语句表的错误行前自动画上红色*，且在错误处加上红色波浪线。

(4) 对用户程序进行文档管理，加密处理等。

(5) 设置 PLC 的工作方式、参数和运行监控等。

4.3、其他功能

(1) 运动控制

S7-200 提供有开环运动控制的三种方式：

脉宽调制（PWM）-内置于 S7-200，用于速度、位置或占空比控制。

脉冲串输出（PTO）-内置于 S7-200，用于速度和位置控制。

EM253 位控模块-用于速度和位置控制的附加模块。

为了简化您应用程序中位控功能的使用，STEP7-Micro/WIN 提供的位控向导可以帮助您在几分钟内全部完成 PWM、PTO 或位控模块的组态。该向导可以生成位控指令，您可以用这些指令在您的应用程序中对速度和位置进行动态控制。对于位控模块，STEP 7-Micro/WIN 还提供了一个控制面板，可以控制、监视和测试您的运动操作。

(2) 创建调制解调模块程序

使用 EM241 调制解调模块可以将 S7-200 直接连到一个模拟电话线上，并且支持 S7-200 与 STEP 7-Micro/WIN 的通讯。该调制解调模块还支持 Modbus 从站 RTU 协议，该模块与 S7-200 之间的通讯通过扩展 I/O 总线实现。

STEP 7-Micro/WIN 提供一个调制解调扩展向导，它可以帮助您设置一个远端的调制解调器，或者设置将 S7-200 连向远端设备的调制解调模块。

(3) USS 协议库

STEP 7-Micro/WIN 指令库，该指令库包括预先组态好的子程序和中断程序，这些子程序和中断程序都是专门为通过 USS 协议与驱动通讯而设计的。通过 USS 指令，您可以控制这个物理驱动，并读/写驱动参数。

可以在 STEP 7-Micro/WIN 指令树的库文件夹中找到这些指令。当您选择一个 USS 指令时，系统会自动增加一个或多个相关的子程序（USS1 到 USS7）。

西门子库在一张单独的 CD 上出售，STEP 7-Micro/WIN 附加件：指令库，订货号是 6ES7 830-2BC00-0YX0。在订购和安装了 1.1 版本的西门子库后，任何后续 STEP 7-Micro/WIN V3.2x 和 V4.0 升级都会在不需要附加费用的情况下自动升级您的库（当增加或修改库时）。

(4) Modbus 从站协议指令

STEP 7-Micro/WIN 指令库包含有专门为 Modbus 通讯设计的预先定义的子程序和中断服务程序，使得与 Modbus 主站的通讯简单易行。使用 Modbus 从站协议指令，您可以将 S7-200 组态作为 Modbus RTU 从站，与 Modbus 主站通讯。

可以在 STEP 7-Micro/WIN 指令树的库文件夹中找到这些指令。通过这些新指令，可以将 S7-200 作为 Modbus 从站。当选择一个 Modbus 从站指令时，会有一个或多个相关的子程序自动添加到您的项目中。

西门子库在一张单独的光盘上出售，STEP 7-Micro/WIN 附加件：指令库，订货号为 6ES7830-2BC00-0YX0。在订购和安装了 1.1 版本的西门子库后，任何后续的 STEP 7-Micro/WIN V3.2x 和 V4.0 升级都会在不需要附加费用的情况下自动升级您的库（当增加或修改库时）。

(5) 使用配方

STEP 7-Micro/Win 软件中提供了配方向导程序来帮助您组织配方和定义配方。配方存在存储卡中，而不是 PLC 中。

STEP 7-Micro/WIN 软件和 S7-200 PLC 已经支持配方功能。STEP 7-Micro/Win 软件中提供了配方向导程序来帮助您组织配方和定义配方。所有配方存在存储卡中。因此，为了使用配方功能，必须要在 PLC 中插入一块 64K 或者 256K 的存储卡。要查阅关于存储卡的更多信息。

(6) 使用数据归档

STEP 7-Micro/Win 提供数据归档向导，将过程测量数据存入存储卡中。将过程数据移入存储卡可以节省 V 存储区的地址空间，否则这些数据将储存在 V 存储区中。

(7) PID 自整定和 PID 整定控制面板

S7-200PLC 已经支持 PID 自整定功能，STEP 7-Micro/WIN 中也添加了 PID 整定控制面板。这就大大增强了 S7-200PLC 的功能，并且使这一功能的使用变得更加容易。

5 基于 PLC 的送料小车接线图及梯形图

5.1 送料小车 PLC 的 I/O 分配表

根据控制要求，PLC 控制送料小车的输入\输出(I\O)地址编排如下表所示，其中 SB5 为启动开关，为 SB6 停止开关，SA6、SA7 为手动\连续选择开关，SA1、SA2 为上下、左右转换开关，SA3、SA4、SA5 为油缸单动联动转换开关。Q0.0-Q0.3 和 Q1.0-Q1.3 控制 8 个要料指示灯，Q0.4-Q0.5 和 Q1.4-Q1.5 控制小车 1、2 左行右行，Q0.6-Q0.7 和 Q1.6-Q1.7。如表 5-1 所示：

5-1 I/O 分配表

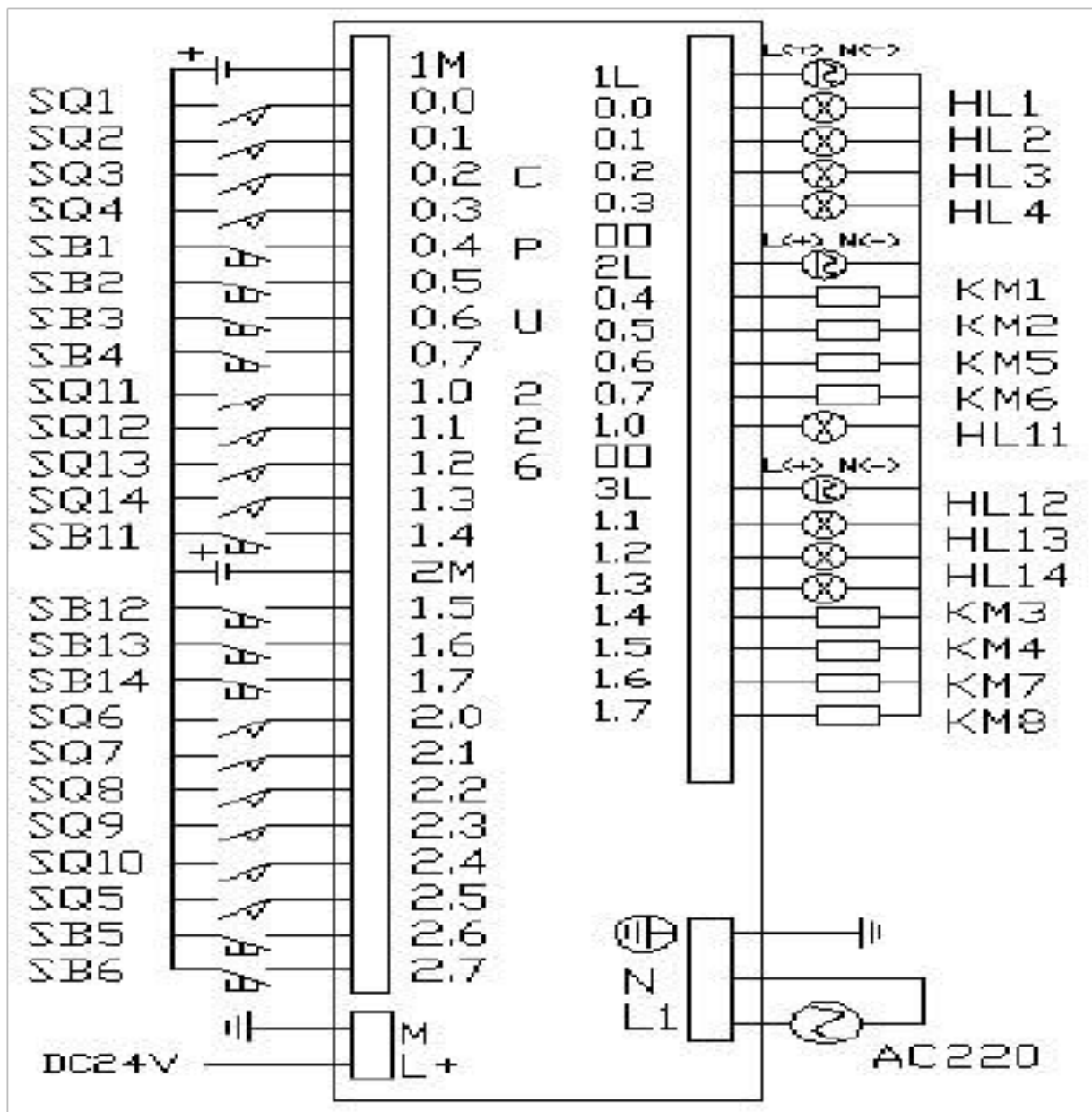
输入点分配		输出点分配	
输入接点	输入开关名称	输出接口	驱动设备
I0.0-I0.3	小车 1 行程开关 (SQ1-SQ4)	Q0.0-Q0.3	小车 1 要料指示灯 (HL1-HL4)
I0.4-I0.7	小车 1 控制按钮 (SB1-SB4)	Q0.4-Q0.5	小车 1 左右行线圈
I1.0-I1.3	小车 2 行程开关 (SQ11-SQ14)	Q0.6-Q0.7	油缸 1 伸出缩回线圈
I1.4-I1.7	小车 2 控制按钮 (SB11-SB14)	Q1.0-Q1.0	小车 2 要料指示灯 (HL11-HL14)
I2.0-I2.5	推车机行程开关 (SQ5-SQ10)	Q1.4-Q1.5	小车 2 左右行线圈

I2.6-I2.7	起动, 停止按钮 (SB5, SB6)	Q1.6-Q1.7	油缸 2 伸出缩回 线圈
I3.0-I3.1	手动, 连续 转换开关(SA6, SA7)	Q2.0-Q2.1	推车机上下行线圈
I3.2-I3.3	推车机上下, 左右 转换开关 (SA1, SA2)		
I3.4-I3.6	油缸单动联动 转换开关(SA3-SA5)		

5.2 PLC 端子接线图

PLC 型号的选择: 由于该系统是在原来 CPU226 的基础上改进的设备, 而现在共用了 31 个输入, 用直流 24V; 18 个输出, 用交流电 220V, 所以我选择用 S7-200 系列 CPU226, 加一个 EM223 的扩展模块。CPU226 的主要的技术参数: 输入 24VDC, 24 点; 输出 220VAC, 16 点; 电源电压为 AC100—240V 50/60Hz。

EM223 的主要技术参数: 输入 24VDC, 8 点; 输出 220VAC, 8 点; 电源电压为 AC100—240V 50/60Hz。如图 5-1 所示:



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/038077027115007007>