



兰州石化职业技术学院
Lanzhou Petrochemical College of Vocational Technology

毕业设计(论文)

题 目：_____PLC 控制运料小车_____

学生姓名：_____XXX_____

学 号：_____200905280112_____

班 级：_____XXXXXXX_____

指导教师：_____XXXX_____

完成日期：_____2011-10-5_____

信息处理与控制工程系

毕业设计任务书

设计（论文）题目	PLC 控制运料小车				
选题时间	2011-9-6	完成时间	2011-10-5	论文（设计）字数	18939
关键词	运料小车，三菱 PLC，线圈，行程开关				
设计（论文）题目的来源、理论和实际意义：我们专业在大一第二学期学习了可编程控制器，既就是 PLC 的相关课程，了解了它在现代工业生产和人们生活中的重要性。现在，我在重庆正阳新材料公司实习，我们公司目前的项目是电石的生产，这就涉及到了关于 PLC 的应用，如石灰窑运输石灰石的运料小车，电石炉除尘系统的应用等一些地方都需要 PLC 的应用来控制，以保证生产的安全性和时效性。 PLC 在现代的重工业中的使用尤为广泛，这不仅为企业带来了可观的经济效益，也为我国的国民生产总值带来了很大的增长！ 设计（论文）的主要内容： 1、PLC 现已广泛应用于工业控制的各个领域； 2、PLC 在市场、技术、行业影响等方面有重要作用，利用 PLC 控制来代替继电器控制已是大势所趋； 3、运料小车运行的功能设计，利用 PLC 比用传统的继电器有很多继电器无可比拟的优势； 4、我国关于 PLC 设计的成果还没达到先进，国外的一些好的产品如西门子、三菱及 omron 占绝对的优势； 5、PLC 常用的编辑语言及它所拥有的一些特点； 学生签字： 指导教师签字： 系负责人签字： 年 月 日					

摘 要

可编程控制器（PLC）是一种新型的通用自动化控制装置，它将传统的继电器控制技术、计算机技术和通讯技术融为一体，具有控制功能强，可靠性高，使用灵活方便，易于扩展等优点而应用越来越广泛。

可编程控制器 (Programmable Logic Controller) 即 PLC, 现已广泛应用于工业控制的各个领域。他以微处理为核心, 用编写的程序不仅可以进行逻辑控制, 还可以定时, 计数和算术运算等, 并通过数字量和模拟量的输入/输出来控制机械设备或生产过程。美国电气制造商协会经过 4 年调查, 与 1980 年将其正式命名为可编程控制器 (Programmable Controller), 简写为 PC。后来由于 PC 这个名称常常被用来称呼个人电脑 (Personal Computer), 为了区别, 现在也把可编程控制器称为 PLC。

传统的运料小车大都是继电器控制, 而继电器有着接线繁多, 故障率高的缺点且维护维修不易等缺点。作为国内控制场上的主流控制器, PLC 在市场、技术、行业影响等方面有重要作用, 利用 PLC 控制来代替继电器控制已是大势所趋。

在国际上 PLC 迅速发展的形势下, 我国多数 PLC 厂家还

没有拥有自主知识产权，能够参与国际竞争的 PLC 产品，其中之一就是研发实力不够。虽然资金投入、生产和质量等因素也占非常大的比重，但对产品的质量起着决定作用的是研发投入、研发成果产品化以及生产工艺等。而技术则是贯穿着其中每一个环节，PLC 核心技术的开发、产品的后续开发、生产工艺的技术水平是决定产品质量的前提，如何让在技术上进一步增强自己的实力，将是国产品牌取得竞争优势的关键。

根据得到的样本分析，初步得出正在使用的 PLC 的品牌中，西门子、三菱及 omron 占绝对的优势，60%左右的用户使用了这些品牌的 plc 产品，而 rockwell/ab, ge_fanuc 和富士等品牌也占有相当的市场份额。

关键词：运料小车，三菱 PLC，线圈，行程开关

Abstract

Traditional transport materials are mostly car relay control, relay control wiring has numerous shortcomings of the high failure rate, and the repair is not easy to maintain the shortcoming. As a control of the current domestic market, the mainstream controller, plc in the market, technology, industry has an important role in the impact of the use of PLC control to replace the relay control has become a trend.

The rapid development of PLC in the international situation, the majority of our PLC manufacturers do not have independent intellectual property rights, to participate in international competition PLC products, one of which is the development of strength is not enough. Although the capital investment, production and quality management and other factors also account for a very large proportion, but the quality of the product plays a decisive role in the R & D investment, research and development products and production of crafts. The technology is a part of each of which runs through PLC core technology development, product follow-up development and production process is to determine the product quality and technical level of the premise, how to further enhance their technical

strength,

Domestic brands gain market will be the key to competitive advantage.

Based on obtained samples for analysis and preliminary results are being used in many brands in the PLC, Siemens, Mitsubishi and omron take absolute advantage 60% of the users of these brands of PLC products, rockwell / ab, ge-fanuc, and Fuji and other brands also has a considerable market share.

Keywords: transport materials car, Mitsubishi PLC, coil, travel switch

目 录

摘 要	I
目 录	I
第一章 绪 论.....	1
1.1 问题的提出与研究.....	1
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 国内现状.....	3
1.2.2 国外现状.....	4
1.3 本文研究的目的和研究内容.....	5
1.3.1 本文研究的目的.....	5
1.3.2 本文研究的主要内容.....	6
第二章 PLC 的结构、工作原理及系统控制	8
2.1 PLC 的结构	8
2.2 PLC 的工作原理	9
2.3 PLC 的编辑语言	11
2.3.1 PLC 梯形图	11
2.3.2 助记符语言.....	12
2.4 PLC 控制系统的构成、设计原理及步骤.....	12
2.5 PLC 的应用领域	15
2.6 PLC 的特点	17
第三章 运料小车的设计分析.....	18
3.1 电机正反转的特点.....	18
3.2 行程开关的特点.....	19
3.3 梯形图编程.....	20
3.3.1 输入采样阶段.....	22
3.3.2 程序执行阶段.....	22
3.3.3 输出刷新阶段.....	22
3.4 功能指令.....	23
3.5 功能图的构成要素.....	27
3.6 SET/RST 指令	27
第四章 运料小车运行的功能设计	29
4.1 控制要求.....	29
4.2 输入/输出端口设置.....	30
4.3 状态表.....	30
4.4 状态转移图.....	31
4.5 梯形图.....	33
4.6 指令表.....	35
4.7 接线图.....	35
第五章 输入程序及调试监控.....	36

5.1 程序的输入.....	36
5.1.1 启动 SWOPC/FXGP/WIN-C 编程软件.....	36
5.1.2 编辑梯形图.....	37
5.1.3 转换.....	38
5.1.4 写入程序.....	39
5.2 通电调试、监控系统.....	41
5.2.1 运行程序.....	41
5.2.2 监控.....	42
5.2.3 调试.....	42
第六章 结论.....	43
致谢	47
参考文献.....	49

第一章 绪 论

1.1 问题的提出与研究

传统的运料小车大都是继电器控制，而继电器有着接线繁多，故障率高的缺点且维护维修不易等缺点。作为国内控制场上的主流控制器，PLC 在市场、技术、行业影响等方面有重要作用，利用 PLC 控制来代替继电器控制已是大势所趋。

在国际上 PLC 迅速发展的形势下，我国多数 PLC 厂家还没有拥有自主知识产权，能够参与国际竞争的 PLC 产品，其中之一就是研发实力不够。虽然资金投入、生产和质量等因素也占非常大的比重，但对产品的质量起着决定作用的是研发投入、研发成果产品化以及生产工艺等。而技术则是贯穿着其中每一个环节，PLC 核心技术的开发、产品的后续开发、生产工艺的技术水平是决定产品质量的前提，如何让在技术上进一步增强自己的实力，将是国产品牌取得竞争优势的关键。

根据得到的样本分析，初步得出正在使用的 PLC 的品牌中，西门子、三菱及 omron 占绝对的优势，60%左右的用户使用了这些品牌的 plc 产品，而 rockwell/ab,ge_fanuc 和富士等品牌也占有相当的市场份额。

PLC 的初期由于其价格高于继电器控制装置，使其应用受到限制。但近年来由于微处理器芯片及有关元件价格大大下

降,使 PLC 的成本下降,同时又由于 PLC 的功能大大增强,使 PLC 的应用越来越广泛,广泛应用于钢铁、水泥、石油、化工、采矿、电力、机械制造、汽车、造纸、纺织、环保等行业。PLC 的应用通常可分为五种类型:

(1) 顺序控制。这是 PLC 应用最广泛的领域,用以取代传统的继电器顺序控制。PLC 可应用于单机控制、多机群控、生产自动线控制等。如注塑机、印刷机械、订书机械、切纸机械、组合机床、磨床、装配生产线、电镀流水线及电梯控制等。

(2) 运动控制。PLC 制造商目前已提供了拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模版。在多数情况下,PLC 把扫描目标位置的数据送给模版块,其输出移动一轴或数轴到目标位置。每个轴移动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。

相对来说,位置控制模块比计算机数值控制(CNC)装置体积更小,价格更低,速度更快,操作方便。

(3) 闭环过程控制。PLC 能控制大量的物理参数,如温度、压力、速度和流量等。PID (Proportional Integral Derivative) 模块的提供使 PLC 具有闭环控制功能,即一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制。当过程控制中某一个变量出现偏差时,PID 控制算法会计算出正确的输出,把变量保持在设定值上。

（4）数据处理。在机械加工中，出现了把支持顺序控制的 PLC 和计算机数值控制（CNC）设备紧密结合的趋向。著名的日本 FANUC 公司推出的 System10、11、12 系列，已将 CNC 控制功能作为 PLC 的一部分。为了实现 PLC 和 CNC 设备之间内部数据自由传递，该公司采用了窗口软件。通过窗口软件，用户可以独自编程，由 PLC 送至 CNC 设备使用。美国 GE 公司的 CNC 设备新机种也同样使用了具有数据处理的 PLC。预计今后几年 CNC 系统将变成以 PLC 为主体的控制和管理系统。

（5）通信和联网。为了适应国外近几年来兴起的工厂自动化（FA）系统、柔性制造系统（FMS）及集散控制系统（DCS）等发展的需要，必须发展 PLC 之间，PLC 和上级计算机之间的通信功能。作为实时控制系统，不仅 PLC 数据通信速率要求高，而且要考虑出现停电故障时的对策。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国内现状

我国可编程控制器的研究、应用、研制、生产是伴随着改革开放开始的。最初是在引进设备中大量使用了可编程控制器。接下来是在这种企业的生产设备及产品中不断扩大了 PLC 的应用。目前，我国已可以自己生产中小型可编程控制器。上海东屋有限公司生产的 CF 系列，杭州机床电气产生

产的 DKK 及 D 系列、大连组合机床研究所生产的 S 系列，杭州电子计算机生产的 YZ 系列等多种产品已具备了一定的规模并在工业产品中获得了应用。此外，无锡华光公司、上海乡岛等中外合资企业也是我国比较著名的 PLC 生产厂家。可以预期，随着我国现在化程度的深入，PLC 在我股票将有更广阔的应用天地。

1.2.2 国外现状

在工业生产过程中，大量的开关量顺序控制，他按照逻辑顺序动作，并按照逻辑关系进行联锁保护动作的控制，及大量离散的数据采集。传统上这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。1986 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，美国数字设备公司（DEC）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，称 Pomprogrammable, 是世界上公认的第一台 PLC。

限于当时的元器件条件及计算机发展水平，早期的 PLC 主要有分立元件和小规模集成电路组成，可以完成简单的逻辑控制及定时、计数功能。20 世纪 70 年代初出现了微处理器，使 PLC 增加了运算、数据传送及数据处理等功能，完成了真正具有计算机特征的工业控制装置。

1.3 本文研究的目的是研究内容

1.3.1 本文研究的目的

传统的运料小车大都是继电器控制，而继电器有着接线繁多，故障率高的缺点且维护维修不易等缺点。作为国内控制场上的主流控制器，PLC 在市场、技术、行业影响等方面有重要作用，利用 PLC 控制来代替继电器控制已是大势所趋。

在国际上 PLC 迅速发展的形势下，我国多数 PLC 厂家还没有拥有自主知识产权，能够参与国际竞争的 PLC 产品，其中之一就是研发实力不够。虽然资金投入、生产和质量等因素也占非常大的比重，但对产品的质量起着决定作用的是研发投入、研发成果产品化以及生产工艺等。而技术则是贯穿着其中每一个环节，PLC 核心技术的开发、产品的后续开发、生产工艺的技术水平是决定产品质量的前提，如何让在技术上进一步增强自己的实力，将是国产品牌取得竞争优势的关键。

根据得到的样本分析，初步得出正在使用的 PLC 的品牌中，西门子、三菱及 omron 占绝对的优势，60%左右的用户使用了这些品牌的 plc 产品，而 rockwell/ab, ge_fanuc 和富士等品牌也占有相当的市场份额。

送料小车是基于 PLC 控制系统来设计的，控制系统的每一步动作都直接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的关系。送料小车能否正常运行、工作效率的高低都与控制系统密不可分。

1.3.2 本文研究的主要内容

自动送料小车系统是由于物料输送的流水线设备，主要是用于煤粉、细砂、石灰石等材料的运输。自动送料小车系统一般是由给料器、传送带、小车等单体设备组合来完成特定的过程。这类系统的控制需要动作稳定，具备连续可靠工作的能力。

本文的任务设计一个运料小车往返运动 PLC 控制系统。系统控制要求如下：

压下行程开关 SQ3，SQ3 为小车的原位开关。按下启动按钮 SB2，装料电磁阀 YC1 得电，延时 20 秒，小车装料结束。接着控制器 KM3、KM5 得电，向右快行。此后，电磁阀 YC2 得电，卸料开始，延时 15 秒，卸料结束；接触器 KM4、KM5 得电，小车向左快行；碰到限位开关 SQ1，KM5 失电，小车慢行；碰到 SQ3、KM4 失电，小车停止，回到原位，完成一个循环工作过程。整个过程分为装料、右快行、卸料、左快行、左慢行六个状态，如此周而复始的循环。

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。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、维修和改造方便等优点。

对于突然停电应对小车进行复位，有以下过程完成一个循环，复位——装料——右快行——右慢行——卸料——左快行——左慢行——停止。

YC1 T1

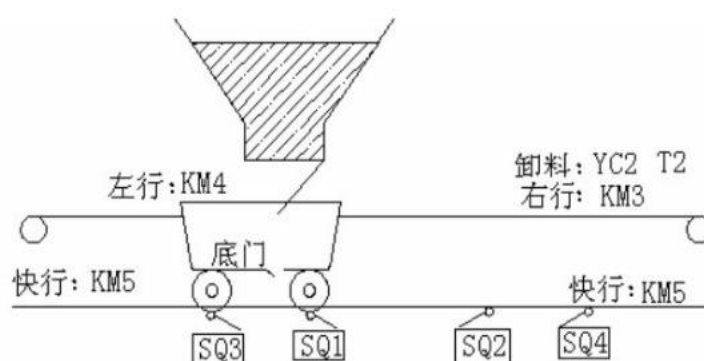


图 1.1 送料小车往返运动示意图

从送料小车的工艺流程来看，期控制系统属于自动控制与手动控制相结合的系统，因此，此送料小车电气控制系统设计具有手动和自动两种工作方式。在程序设计上采用了模块化的设计方法，这样就省去了工作方式程序之间复杂的连锁关系，从而在设计和修改任何一种工作方式的程序时，不会对其他工作方式的程序造成任何影响，使得程序的设计，修改和故障查找工作大为简化。

第二章 PLC 的结构、工作原理及系统控制

2.1 PLC 的结构

PLC 实质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相同。根据结构形式的不同，PLC 的基本结构分为整体式和模块式结构两类。

整体式结构的 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。基本结构如图 1-1 所示。

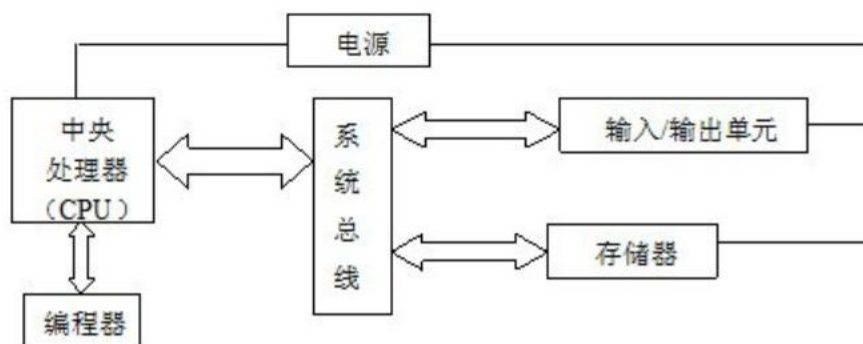


图 1.2 整体式结构

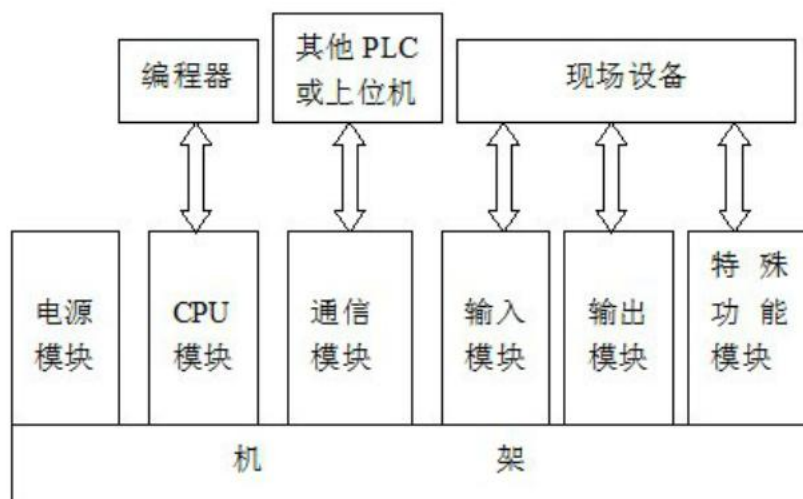


图 1.3 模块式结构

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，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。

2.2 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^[6]。

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。

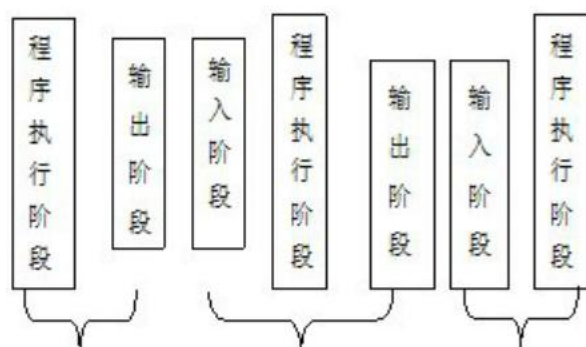


图 1.4 循环扫描

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^[7]。

2.3 PLC 的编辑语言

2.3.1 PLC 梯形图

梯形图语言是在继电器控制电路图的基础上发展而来的。最大的优点就是直观易懂，使用简单方便。对来自电气方面的用语，通过梯形图很容易就能掌握，同时它也是 PLC 的主要编程语言^[8]。

例如，一个简单 PLC 控制系统，当常开按钮 SBF1 动作时，水泵开启，当常闭按钮 SBS1 动作时，水泵停止运行。用继电器控制和用 PLC 控制的梯形图如图 1-4 和图 1-5 所示。

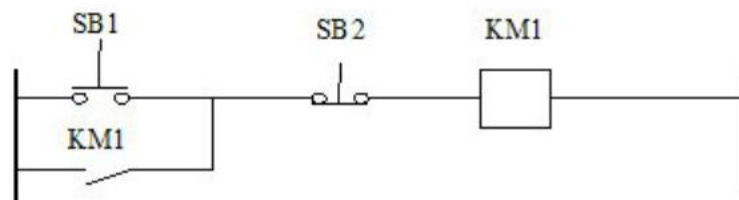


图 1.5 继电气控制电路

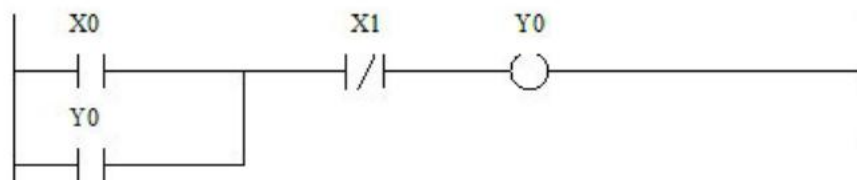


图 1.6 PLC 控制梯形图

2.3.2 助记符语言

助记符语言与汇编语言类似，它使用字符来代表可编程控制器的某种操作，这就要求用户要有一定的计算机编程基础。用助记符语言编写上一个例子的程序如下：

```
LD      X0
OR      Y0
ANI     X1
OUT     Y0
```

2.4 PLC 控制系统的构成、设计原理及步骤

PLC 控制系统由硬件部分和软件部分组成。

硬件部分不仅包括选择符合控制要求的 PLC 机型、存储器容量、电源模块、输入/输出模块、通信模块、模拟量输入/输出模块和特殊功能模块等，还应当包括选择合适的可编程控制器外围装置、设备与接口，如输入设备（控制按钮、开关、传感器等）、执行装置（接触器、继电器等）和由执行装置控制的现场设备（水泵、鼓风机、阀门等）。

软件部分主要包括对 PLC 进行 I/O 点地址、内部继电器、定时器、计数器等分配，PLC 控制程序的设计（梯形图、语句表、流程图等），还有一些技术文件等^[9]。

PLC 控制系统是为工艺流程服务的，所以它首先要能很好地实现工艺提出的控制要求。PLC 控制系统的设计应遵循以下原则。

（1）根据工艺流程进行设计，力求控制系统能最大限度

地满足控制要求。

(2) 在满足控制要求的前提下, 尽量减少 PLC 系统硬件费用。

(3) 考虑到以后控制要求的变化, 所以控制系统设计时应考虑 PLC 的可扩展性。

(3) 控制系统使用和维护方便、安全可靠。

一般 PLC 控制系统的设计步骤如图 1-6 所示, 具体操作如下。

(1) 控制要求分析

在设计 PLC 控制系统之前, 必须对工艺过程进行细致的分析, 详细了解控制对象和控制要求, 这样才

能真正明白自己所要完成的任务, 并更好地完成任务, 设计出令人满意的控制系统。

(2) 确定输入/输出设备

根据控制要求选择合适的输入设备(控制按钮、开关、传感器等)和输出设备(接触器、继电器等), 根据所选用的输入/输出设备的类型和数量确定 PLC 的 I/O 点数。

(3) 选择合适 PLC

确定 PLC 的 I/O 点数后, 就根据 I/O 点数、控制要求等来进行 PLC 的选择。选择包括机型、存储器容量、输入/输出模块、电源模块和智能模块等。

(4) I/O 点数分配

点数分配就是规定 PLC 的 I/O 端子和输入/输出设备。

(5) PLC 程序设计

首先把工艺流程分为若干阶段，确定每一阶段的输入信号和输出要控制的设备，还有不同阶段之间的联系，然后画出程序流程图，最后再进行程序编制。

(6) 模拟调试

程序编制好后，可以用按钮和开关模拟数字量，电压源和电流源代替模拟量，进行模拟调试，使控制程序基本满足控制要求。

(7) 现场联机调试

现场联机调试就是将 PLC 与现场设备进行调试。在这一步中可以发现程序存在的实际问题，然后经过修正后使其满足控制要求。

(8) 整理技术文件

这一步主要包括整理与设计有关的文档，包括设计说明书、I/O 接线原理图、程序清单和使用说明书等。

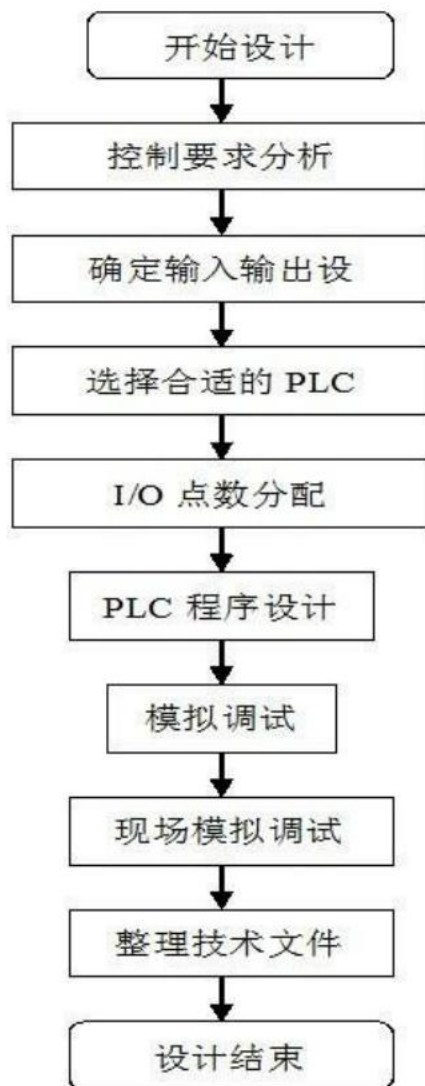


图 1.7 设计步骤示意图

2.5 PLC 的应用领域

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，同时日常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而改变生产过程成为可能。这特别适合多品种、小批量的生产场合。目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环

保及文化娱乐等各个行业，使用情况主要分为如下几类：

(1) 开关量逻辑控制

取代传统的继电器控制电路，实现逻辑控制、顺序控制，既可用于控制单台设备，也可用于多机群控及自动化流水线。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

(2) 工业过程控制

在工业生产过程当中，存在一些如温度、压力、流量、液位和速度等连续变化的量（即模拟量），PLC 采用相应的 A/D 和 D/A 转换模块及各种各样的控制算法程序来处理模拟量，完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的一种调节方法。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

(3) 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。一般使用专用的运动控制模块，如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块，广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

(4) 数据处理

PLC 具有数学运算（含矩阵运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。数据处理一般用于如造纸、冶

金、食品工业中的一些大型控制系统。

(5) 通信及联网

PLC 通信包括 PLC 间的通信及 PLC 与其它智能设备间的通信。随着工厂自动化网络的发展，现在的 PLC 都具有通信接口，通信非常方便。

但是，可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编制^[10]。

2.6 PLC 的特点

PLC 之所以越来越受到控制界人士的重视，是和它的优点分不开的：

1) 功能齐全，它的适用性极强，几乎所有的控制要求，它均能满足；

2) 应用灵活，其标准的积木式硬件结构，以及模块化的软件设计，使得它不仅可以适应大小不同、功能繁复的控制要求，而且可以适应各种工艺流程变更较多的场合。

3) 操作方便，维修容易，稳定可靠。尽管 PLC 有各种型号，但都可以适应恶劣的工业应用环境，耐热、防潮、抗震等性能也很好，一般平均无故障率可达几万小时。

第三章 运料小车的设计分析

3.1 电机正反转的特点

自动控制是生产机械电气化自动中应用最多和作用原理最简单的一种形式，在位置控制的电气自动装置中，有行程开关或终端开关的动作发出信号来控制电动机的工作状态。若在预定的位置电动机需要停止，则将形成开关的常闭触点串接在相应的控制电路中，这样在机械装置运动到预定位置时行程开关动作，常闭触点断开相应的控制电路，电动机停转，机械运动也停止。若需停止后立即方向运动，则应将此行程开关的常开触点并接在另一控制回路的启动按钮处，这样在行程开关动作时，常开触点断开了正向运动控制的电路，同时常开触点又接通了反向运动的控制电路（如图 2.1）。

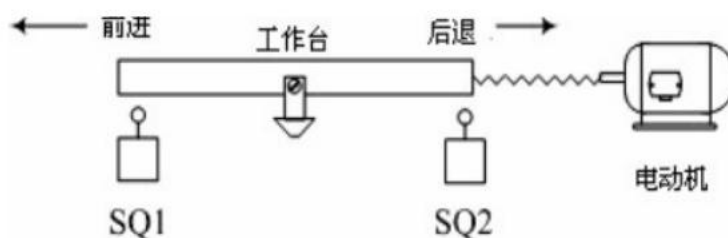


图 2.1 控制图

电机正反转控制电路的动作原理如 2.2:

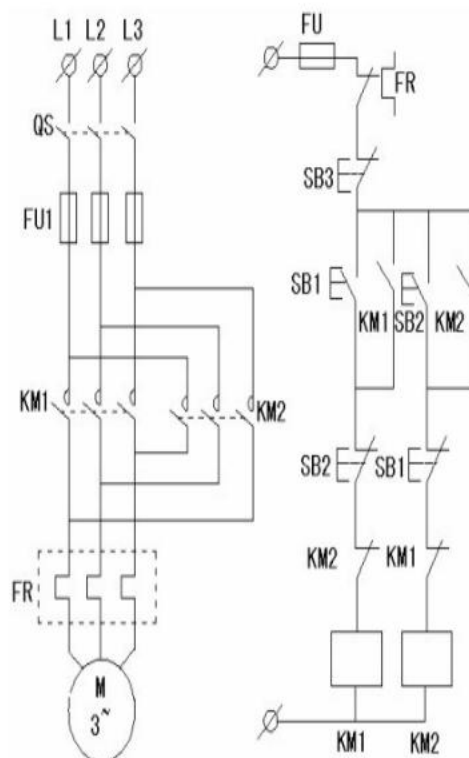


图 2.2 电动机正反转控制图

为了达到延时应用线圈 KT, 这是将过一段时间的延时(左右各一个), KT 延时常开触点闭合, 使 KM2 通电, 达到电机反转向右移动, 反之相同。

3.2 行程开关的特点

行程开关又称限位开关, 用于控制机械设备的形成及限位保护。在实际生产中, 将行程开关安装在预先安排的位置, 当装于生产机械运动部件上的模块撞击行程开关时, 行程开关的触点动作, 实现电路的切换。因此, 行程开关是一种根据运动部件的行程位置而切换电路的电器, 它的作用原理与按钮相似。行程开关广泛用于各种机床和起重机械, 用

于控制其形成、进行终端限位保护。在电梯的控制电路中，还利用行程开关来控制开关及轿门的速度、自动开关门的限位，轿厢的上、下限位保护。行程开关按其结构可分为直动式、滚轮式、微动式和组合式。

(1)直动式行程开关其结构原理，其动作原理与按钮开关相同，但其触点的分合速度取决于生产机械地运行速度，不宜用于速度低于 0.4m/min 的场所。直动式行程开关组成：推杆、弹簧、动断触点、动合触点。

(2)滚轮式行程开关其结构原理，当被控机械上的撞块撞击带有滚轮的撞杆时，撞杆转向右边，带动凸轮转动，顶下推杆，使微动开关中的触点迅速动作。当运动机械返回时，在复位弹簧的作用下，各部分动作部位复位。滚轮式行程开关组成：滚轮、上转臂、弹簧、套架、滑轮、压板、触点、横板滚轮式行程开关又分为单滚轮自动复位和双滚轮（羊角式）非自动复位式，双滚轮行程开关具有两个稳定位置，有“记忆”作用，在某些情况下可以简化线路。

(3)微动开关式行程开关的组成：常用的有 ZXL 系列产品：推杆、弹簧、压缩弹簧、动断触点、动合触点。

3.3 梯形图编程

在使用梯形图编程因遵循自左至右，自上而下的原则，

(1)梯形阶梯都是始于左母线，终于右母线（通常可以省

掉不画，仅画左母线）。每行的左边的接点组合，表示驱动逻辑线圈的条件，而表示结果的逻辑线圈只能接在右边的母线上。接点不能出现在线圈右边。

(2)接点应画在水平线上，不应画在垂直线上，对此类桥式电路，应该从左到右，从上到下的单向性原则，单独画出所有的去路。

(3)并联块串联式，应将接点多的去路放在梯形图放在左方（左重右轻原则）；串联块并联时，应将接点多的并联去路放在梯形图的上方（上重下轻的原则）。这样做，程序简洁，从而减少指令的扫描时间，这对于一些大型的程序尤为重要。

(4)不宜使用双线圈输出。若在同一梯形图中，同一组件的线圈使用两次或两次以上，则成为双线圈输出或线圈的重复利用。双线圈输出一般梯形图初学者容易犯的毛病之一。在线圈输出时，只有做后一次的线圈才有效，而前面的线圈是无效的。这是由 PLC 的扫描特性所决定的。

PLC 的 CPU 采用循环扫描的工作方式。一般包括五个阶段（如图所示）：内部诊断与处理，与外设进行通讯，输入采样，用户程序执行和输出刷新。当方式开关处于 STOP 时，只执行前两个阶段：内部诊断与处理，与外设进行通讯。

3.3.1 输入采样阶段

PLC 顺序读取每个输入端的状态，并将其存入到我们称之为输入映像寄存器的内在单元中。当进入程序执行阶段，如输入端状态发生改变。输入映像区的单元信息并不会跟着改变，只有在下一个扫描周期的输入的采样阶段，输入映像区相应的单元信息才会改变。因此，PLC 会忽视掉小于扫描周期的输入端的开关量的脉冲变化。

3.3.2 程序执行阶段

PLC 从程序 0 步开始，按先上后下，先左后右的顺序扫描用户程序并进行逻辑运算，并把运算结果写入到输出映像区，而不是直接输出到端子。

3.3.3 输出刷新阶段

PLC 根据输出映像区的内容改变输出端子的状态。这才是 PLC 的实际输出。以上简单地说明了 PLC 的工作原理，下面我们再以实际事例说明编写梯形图程序，不宜重复使用线圈。如下图所示，设输入采样时，输入映像区中 $X001=ON$, $X002=OFF$, $Y003=ON$, $Y004=ON$ 被实际写入到输出映像区。但继续往下执行时，因 $X002=OFF$ ，使 $Y003=OFF$ ，这个后入为的结果又被写入输出映像区。改变原 $Y003$ 的状态。所以在输出刷新阶段，实际外部输出 $Y003=OFF$, $Y004=ON$ 。

许多新手就碰到过这样的问题，为什么 X001 已经闭合了，而 Y003 没有输出呢？逻辑关系不对。其实就是因为双线圈使用所造成的。注意：我们所说的不宜（最好不要）使用双线圈，使用双线圈并不是绝对禁止的，在一些特殊的场合也可以使用双线圈，这时就需要你有较丰富的编程经验和技巧了。下面我们会谈到这一点。但对于初学者还是不要冒这个险。其实，从以上的例子就可以看出，重复利用线圈之所以会造成 Y003 的输出混乱，是由于程序是从上到下顺序执行的缘故造成的。但如果我们可以改变程序的顺序，保证在任何时刻两个线圈只有一个驱动逻辑发生，就可以使用双线圈。其中，最常用的方法是使用跳转指令。

3.4 功能指令

功能转移图与步进梯形图表达的都是同一个程序，其优点是让用户考虑一个状态，而不必考虑其它的状态，从而变成更容易，而且可以减少指令的程序步数。功能转移途中的一个状态表示顺序控制过程中的一个工步，因此步进梯形图也特别适用于时间和位移等顺序的控制过程，也能形象、直观地表示顺序控制。

功能编程开始时，必须用 STL 使 STL 接点接通，从而使主母线与子母线接通，连载子母线上线上的状态电路才能执行，这是状态就被激活。

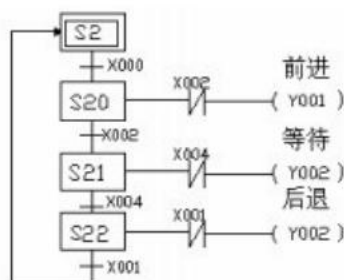
状态的三个功能是在子母线上实现的，所以只有 STL 接点接通该状态的负载驱动和状态转移才能被扫描执行。反之，STL 接点断开，对应状态就未被激活，前一个状态就自动关闭。状态编程的这一特点，是个状态之间的关系就像是一个环扣一个环的链表，变得十分清晰单纯，不相邻状态间的繁杂连锁关系将不复存在，只须集中考虑实现本状态的三大功能既可。另外，这也是程序的可读性更好，便于理解，也使程序的调试、故障的排除变得相对简单。

(1) 初始状态的编程

初始状态一般是指一个顺控工艺最开始状态，对应于状态转移图初始位置是状态就是初始状态。 $S_0 \sim S_9$ 共 10 个状态组建专用做初始状态，用了几个初始状态，就可以有几个相对独立的状态系列。

初始状态编程必须在其他状态前，如图 2, 3 中将 S_2 作为初始状态。开始运行后，初始状态可以有其他状态来驱动，如图 7-3 中将状态 S_{22} 来驱动初始状态 S_2 的。

但是首次运行开始时，初始状态必须用其他方法预先驱动，是他处于工作状态，否则状态流程就不可能进行，一般利用系统的初始条件。



2.3 动力头 I 状态转移图

如可有 PLC 从 STOP-RLN 切换瞬间的初始脉冲使特殊辅助继电器 M8002 接通来驱动初始状态。图 2.4 中就是用这一方法来使 S2 置 1 的，更好的初始状态编称可用后面介绍的 IST 指令来编制。

每一个初始状态下面的分支数总和不能超过 16 个，这是对总分支数的限制，而对总状态数则没有限制。从每一个分支数上引出的不能超过 8 个，所以超过 8 个分支不能集中在一个分支点上引出。



图 2.4 初始状态 S2 的驱动梯形图

(2)一般状态的编称：先负载驱动，后转移处理。

除了初始状态外，一般状态组建必须在其他状态后加入 STL 指令来进行驱动，也就是说不能用除状态组建之外的其他方式驱动，一般状态编程时，必须先负载驱动，后转移处理。所以，都要使用步进接点 STL 指令，以保证负载驱动和状态转移都是在母线上进行。

如图 2-5 中，那状态 S20 的 STL 来看，但 S20 的 STL 节点被接通后，先试用 OUT 驱动输出线圈 Y000，然后才使用

“SET S21”指令决定转移方向，转向下一相邻状态 S21，状态组建不可重复使用。

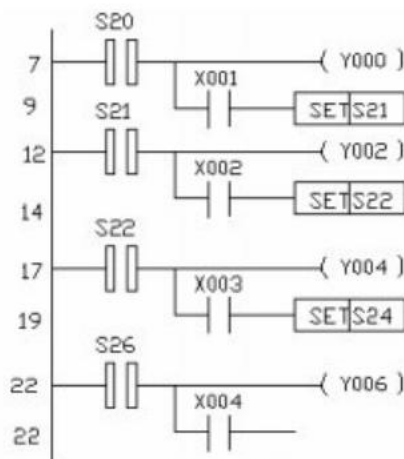
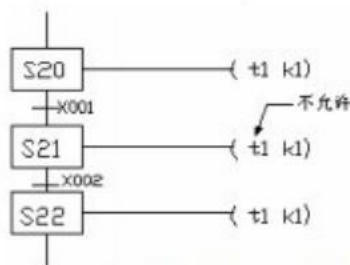


图 2.5 步进梯形图

(3)相邻两个状态中不能使用同一个定时器，否则会导致定时器没有复位机会，而引起混乱：非相邻的状态可以使用同一个定时器。如图 2-6 所示：



2.6 相邻状态不能使用同一个定时器

(4)连续转移使用 SET，非连续转移使用 OUT。

若某个状态向相邻的下一个状态连续转移是使用 SET，非连续转移使用 OUT。如图 7-5 中 S26 向 S2 转移时，就不能用 OUT，而要用 SET。

(5)在 STL 指令后面不能紧接着使用 MPS。STL 和 RET 指令之间不能使用 MC、MCR 指令。在中断服务程序或者子程序中不能使用 STL 指令；在状态内部最好不要使用跳转至零 CJ，

以免引起混乱。

3.5 功能图的构成要素

功能图通常由初始状态、一系列一般状态、转移状态和转移条件组成。每个状态提供 3 个功能：驱动有关负载、指定转移条件和转移目标。

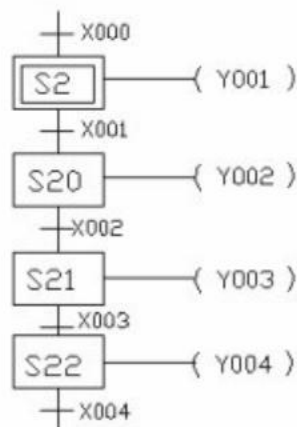


图 2.7 单流程 SFC

如图 2.6 所示，S2 是初始状态，S20、S21、S22 便是一般状态，X000~X004 是转移条件。Y001~Y004 是转移负载。初始状态 S2 的转移条件是 X000、S2 的驱动负载是 Y001，S2 的目标是 S20。

表 2.8 状态组建 S 的分类表

分类	点数	组建
初始状态	10 点	S0~S9
回零状态	10 点	S10~S19
通用状态	480 点	S20~S499
保持状态	400 点	S500~S899
报警状态	100 点	S900~S999

3.6 SET/RST 指令

SET 为置位指令，RST 为复位指令，占一个程序步。

SET/RST 指令用于线圈（Y、S、M）的自保持功能，相当于一个 R、S 触发器，其中 S 为置位端，使线圈接通，R 为复位端，使线圈断电，指令使用方法及波形如图 2.9 所示。

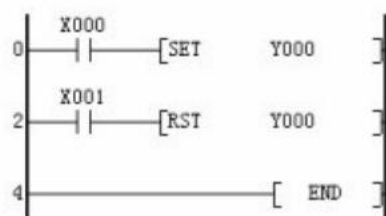


图 2.8 梯形图

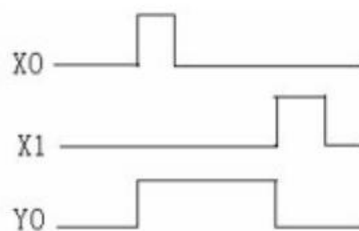


图 2.9 波形图

(1)编写如下程序，观察结果是否和输入输出波形一致。

X0 一旦接通后，即使他再次为 OFF, Y0 依然被驱动（Y0 为 ON）

X1 一旦接通后，即使它再次为 OFF, Y0 则将关断。

第四章 运料小车运行的功能设计

4.1 控制要求

小车处于最左端时，压下行程开关 SQ4，SQ4 为小车的原位开关。

按下启动按钮 SB2，装料电磁阀 YC1 得电，延时 20S，小车装料结束；接着控制器 KM3、KM5 得电，向右快行；碰到限位开关 SQ1 后，KM5 失电，小车慢行；碰到 SQ3 时，KM3 失电，小车停止。

此后，电磁阀 YC2 得电，卸料开始，延时 15S，卸料结束；接触器 KM4、KM5 得电，小车向左快行；碰到限位开关 SQ1，KM5 失电，小车慢行；碰到 SQ3、KM4 失电，小车停止，回到原位，完成一个循环工作过程。

整个过程分为装料——右快行——右慢行——卸料——左快行——左慢行六个状态，如此周而复始的循环。

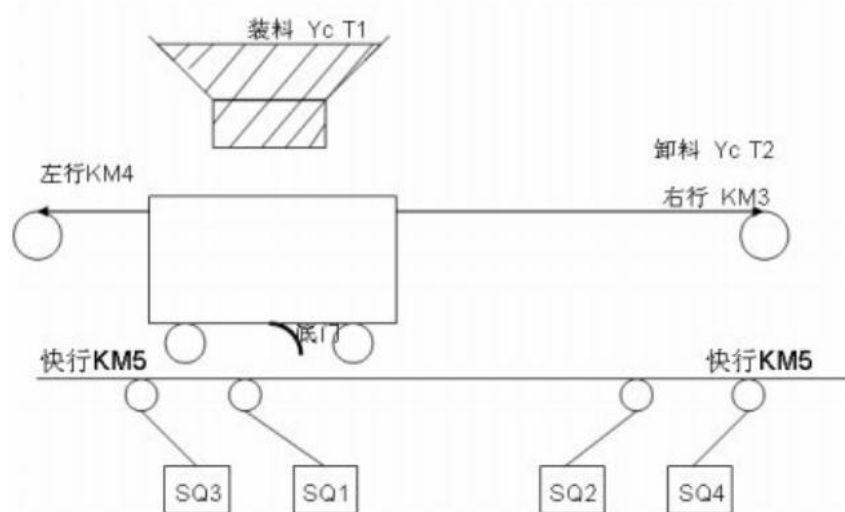


图 3.1 轨迹图

4.2 输入/输出端口设置

运料小车往返 PLC 控制系统的状态表 3-1 所示。

- 输入：SB2—X0
SQ1—X1
SQ2—X2
SQ3—X3
SQ4—X4
- 输出：装料电磁阀 YC1—Y1
卸料 YC2—Y2
KM3---Y3
KM4---Y4
KM5---Y5

4.3 状态表

运料小车往返运动 PLC 控制系统的状态表 3-1 所示。

表 3-1 状态表

工步号	状态号	状态输出/状态功能	状态转移
原位	S0	PLC 初始化	S 0
第一工步	S20	YC1 得电，装料 KM4 失电， 回到原位（或起点），计时 20S	S 0 - - - S 2 0
第二工步	S21	KM3、KM5 得电，右快行	S 2 0 - - - S 2 1

第三工步	S22	KM5 失电，右慢性	S 2 1 - - - S 2 2
第四工步	S23	KM3 失电，卸料，即使 15S	S 2 2 - - - S 2 3
第五工步	24	KM4、KM5 得电，左快行	S 2 3 - - - S 2 4
第六工步	S25	KM5 失电，右慢性	S 2 4 - - - S 2 5

4.4 状态转移图

运料小车往返运动 PLC 控制系统的状态表 3-2 所示。

如图 3-2 所示，在由停止进入运行时，通过 M8002 使初

始状态 S0 动作。按下启动按钮 SB2 时状态由 S0 转移到 S20, 电磁阀 YC1 得电, 同时接触器 KM4 复位, 定时器计时 20S, 此状态为装料, 在这期间小车装料。

计时 20S, 小车装料结束, 状态从 S20 转移到 S21, 接触器 KM3、KM5 得电, 小车向右快行。

小车向右运动碰到右限位开关 SQ1 后, 接触器 KM5 失电, 状态从 S21 转移到 S22, 小车慢行。

小车向右运动压下右行程开关 SQ3 后, 接触器 KM3 失电, 小车停止, 电磁阀 YC2 得电, 状态从 S22 转移到 S23, 计时卸料 15S。

卸料结束后, 接触器 KM4、KM5 得电, 状态从 S23 转移到 S24, 小车向右快行。

小车向左运动碰到右限位开关 SQ2 后, 接触器 KM5 失电, 状态从 S24 转移到 S25, 小车慢行。

小车向左运动压下右行程开关 SQ4 后, 接触器 KM4 失电, 小车停止, 电磁阀 YC1 得电, 状态从 S22 转移到状态 S20, 第二次计时装料 20S, 如此循环。



图 3.2 运料小车的状态示意图

4.5 梯形图

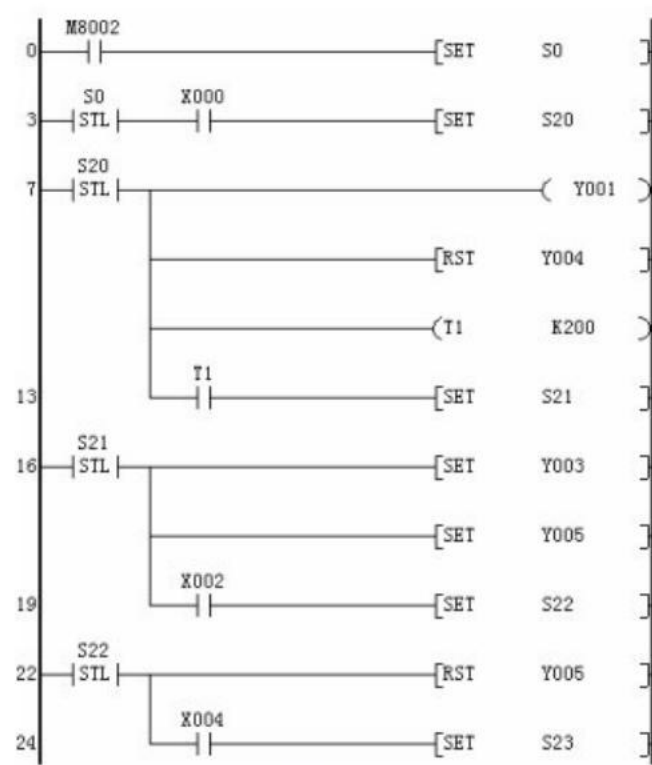


图 3.3 状态图（上）

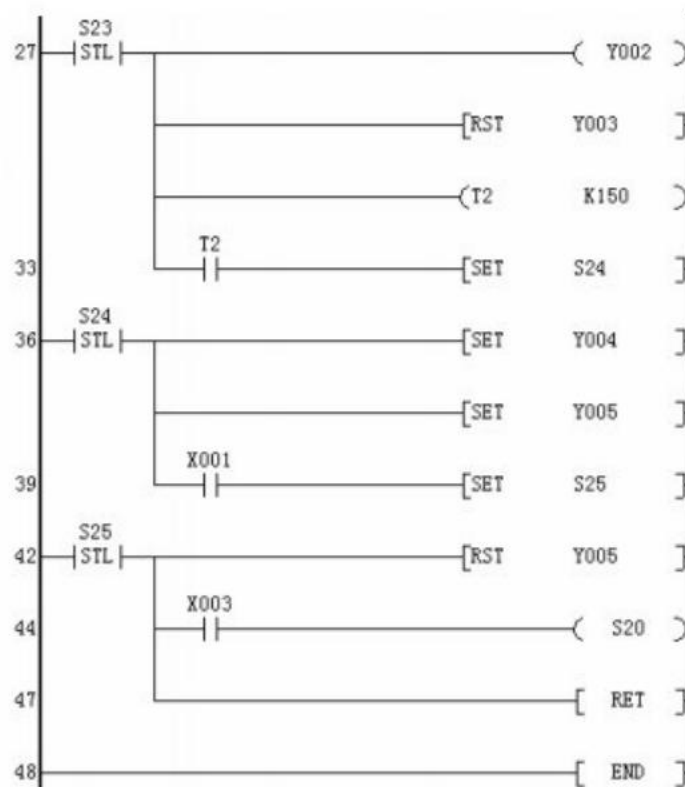


图 3.4 状态图 (下)

3.6 SFC 图

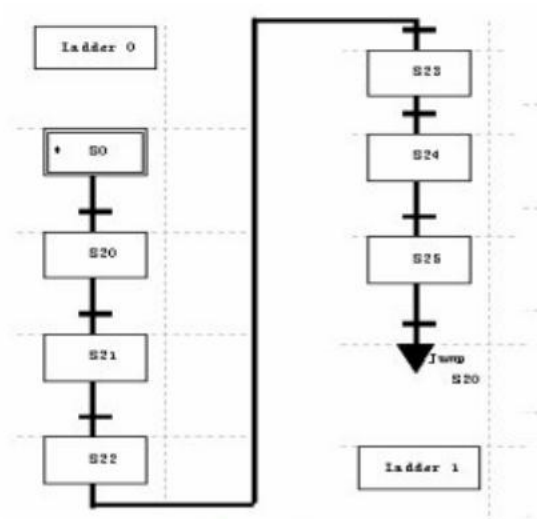


图 3.5 SFC 图

4.6 指令表

表 3-2 指令表

0	LD	M8002	25	SET	S23
1	SET	S0	27	SET	S23
3	STL	S0	28	OUT	Y002
4	LD	X000	29	RST	Y003
5	SET	S20	30	OUT	T2 K150
7	STL	S20	33	LD	T2
8	OUT	Y001	34	SET	S24
9	RST	Y004	36	STL	S24
10	OUT	T1 K200	37	SET	Y004
13	LD	T1	38	SET	Y005
14	SET	S21	39	LD	X001
16	STL	S21	40	SET	S25
17	SET	Y003	42	STL	S25
18	SET	Y005	43	RST	Y005
19	LD	X002	44	LD	X003
20	SET	S22	45	OUT	S20
22	STL	S22	47	RET	
23	RST	Y005	48	END	
24	LD	X004			

4.7 接线图

运料小车往返运动 PLC 控制系统的接线图如图 3.6 所示。

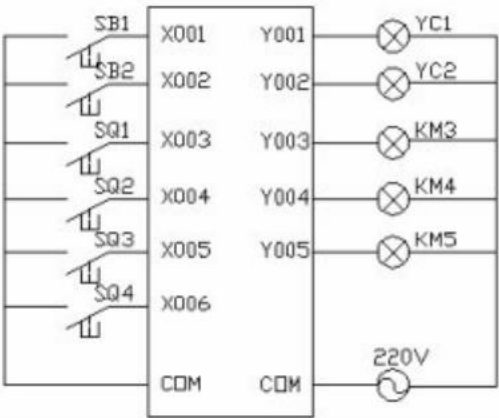


图 3.6 运料小车往返运动 PLC 控制系统的接线图

第五章 输入程序及调试监控

5.1 程序的输入

启动 SWOPC/FXGP/WIN-C 编程软件，输入梯形图。

5.1.1 启动 SWOPC/FXGP/WIN-C 编程软件

鼠标左键双击桌面快捷图标便可启动程序，如图 4.1 所示。



图 4.1 软件启动方法



图 4.2 软件启动后

创建新文件，选择 PLC 的类型为 FXIN.

打开 FXGP 编程软件后如图 2-15 所示，选中 File\New，或点击常用工具栏出现如图 2-16 画面，先在“PLC type setting”中选出你所使用的主机 CPU 系列，这里选 FXIN。



图 4.3 类型选择对话框

5.1.2 编辑梯形图

按照前面所学的方法输入元件。SFC 图输入按下 F8，得到 “ “ladder 0 “,再按下 Ctrl+L,进入内置梯形图，如图 4.5 示。

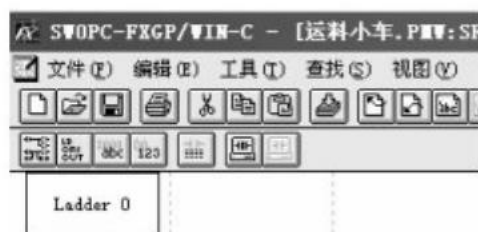


图 4.4 按下 F8 后



图 4.5 按 Ctrl+L 后

输完内置梯形图以后再进行转换，可以按下 F4，也可以按图 4.6 里所指的工具。

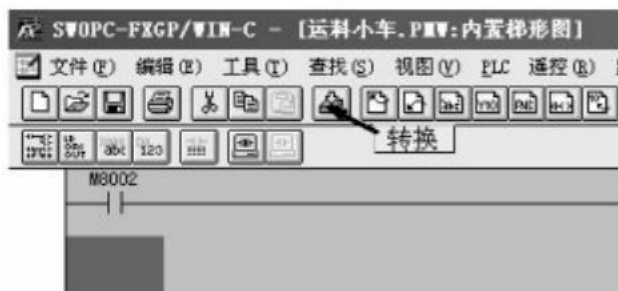


图 4-6 转换

5.1.3 转换

就按照这样的方法一直往下输，直到完成了后再进行总体转换，将 SFC 图转换为梯形图和指令表，转换后的梯形图如图 4.7 所示。转换后的指令表如 4.8 所示。

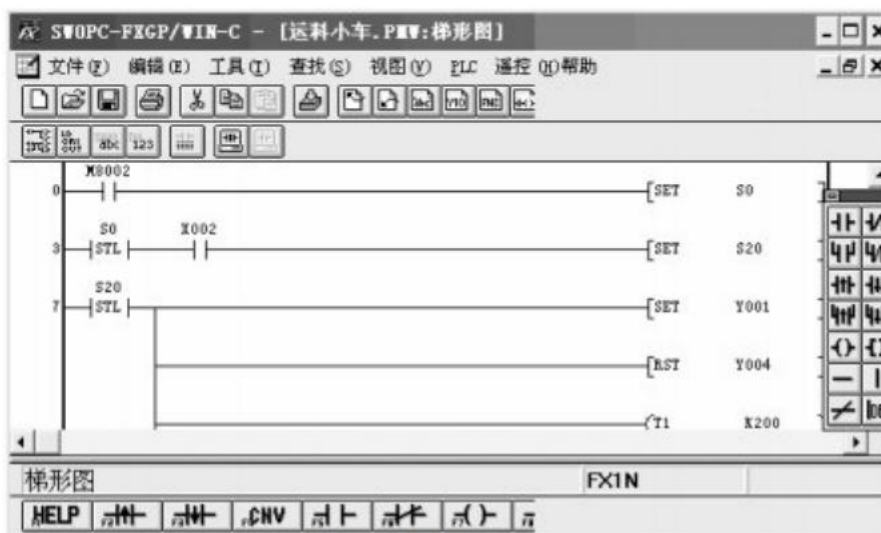


图 4.7 转换后的梯形图



图 4.8 转换后的梯形图

5.1.4 写入程序

①设置通讯口方式

在 FXGP 中将程序编辑完成后和 PLC 通讯前，应设置通讯口的参数。如果只是编辑程序，不和 PLC 通讯，可以不做此步。

设置通讯口参数，分两个步骤：第一步 PLC 串行口设置

点击菜单“PLC “的子菜单，”串行口设置（D8120）

[e]”，弹出下列对话框：



图 4.9 串口设置

检查是否一致，如果不对，马上修正[确认]返回菜单做下一步。（注：串行口设置一般已由厂方设置完成）

第二步 PLC 的端口设置：点击菜单“PLC “的子菜单”端口设置[e] “弹出下列对话框：



图 4.10 端口设置

根据 PLC 与 PC 连接的端口号，选择 COM-COM4 中的一个，完成[确认]返回菜单。注：PLC 的端口设置也可以在编程之前进行。

② 设置方式开关

在 FXIN-40MR 的左下角的通信接口旁有一个方式开关，他用来设置 PLC 的工作方式，将它打在上方时，PLC 处于 RUN 工作方式，这时 PLC 运行内部程序；将它打在下方时，PLC 处于 STOP 工作方式，这时 PLC 可与计算机进行通信。我们要将写好的程序写入 PLC，这时必须将开关方式打在下方。

③ FXGP 与 PLC 之间的程序传送

在 FXGP 中把程序编辑好后，要把程序下传到 PLC 中才能运行，在 FXGP 与 PLC 之间进行程序传送之前，应该先把电缆连接好 PC-FXGP 和 PLC，同时打开 PLC 电源。

在 FXGP 中的程序用指令表编辑即可直接传送，如果用梯形图编辑的则要求转换成指令表才能传送，因为 PLC 只识别

指令

将程序写入 PLC：点击菜单“PLC”的二级菜单，“传送”→“写出”

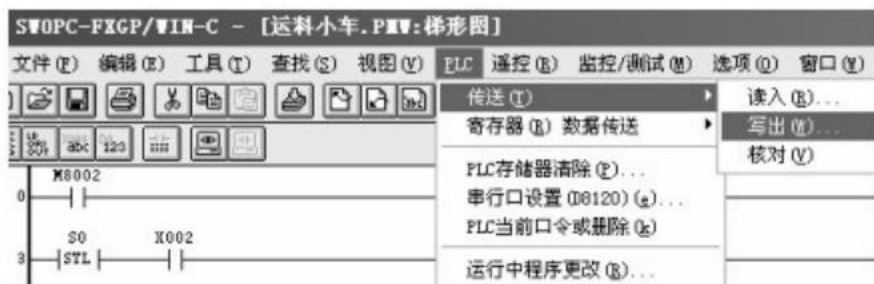


图 4.11 程序写入 PLC 的方法

这是将弹出“PLC 程序写入”对话框，选择“终止步”的数字和状态栏的程序一致或大于，具体设置如图 2-21 所示。设置完成后，单击“OK”，进入程序传送。



图 4.12 程序步的设置

5.2 通电调试、监控系统

5.2.1 运行程序

首先将方式开关打在上方，使 PLC 处于 RUN 工作状态，这时就可看到 FXIN 面板上的 RUN 指示灯亮。

然后按下常动按钮 SB1，电动机启动运行，松开 SB1，M0

自锁，使电动机继续运行，实现长动控制。按下停止按钮 SB3，电动机停止运行。按下点动按钮 SB2，电动机启动运行，松开 SB2，电动机停止。

5.2.2 监控

打开监控，在工具栏中打开监控，打开监控后利用“开始监控”可以实现观察程序运行情况。

停止监控时如果在程序运行时，发现程序有问题，这时要先停止监控后，方能对程序进行修改。

5.2.3 调试

当程序写入 PLC 后，按照设计要求可用 FXGP 来调试 PLC 程序。如果有问题，可以通过 FXGP 提供的调试工具来确定问题所在。

第六章 结论

控制硬件选购目前市场上的 PLC 产品众多。国产品牌有：永宏、和利时、凯迪恩等；国外有：日本的 OMRON、MITSUBISHI、松下；德国的 SIEMENS，韩国的 LG 技术等。近几年，PLC 的价格有较大的下降，其性价比越来越高，这是众多技术人员选用 PLC 的重要原因。但各品牌的 PLC 在性能指标上都是有着较大的差异。所以如何选择 PLC 产品成为了系统设计和系统功能要求的重要环节。1. 系统规模首先应确定系统用 PLC 单机控制，还是用 PLC 形成网络，由此计算 PLC 输入、输出点数，并且在选购 PLC 时要在实际需要点数的基础上留有一定余量（10%）。

确定负载类型根据 PLC 输出端所带的负载是直流型还是交流型，是大电流还是小电流，以及 PLC 输出点动作的频率等，从而确定输出端采用继电器输出，还是晶体管输出，或晶闸管输出。不同的负载选用不同的输出方式，对系统的稳定运行还是很重要的。

存储容量与速度尽管国外厂家的 PLC 大体相同，但也有一定的区别。目前还未发现各公司之间完全兼容的产品。各个公司的开发软件都不相同，而用户程序的存储容量和指令速度是两个重要指标。一般存储容量越大，速度越快的 PLC

价格越高，但应该根据系统的大小合理选用 PLC 产品。

编程器的选购 PLC 变成可用三种方式：

一是用一般的手持编程器编程，它只能用商家规定语句表中的语句编程。这种方式效率低，但对于系统容量小，用量小的产品比较适宜，并且体积小，已于现场调试，造价也较低。

二是图形编程器编程，该编程器采用梯形图，方便直观，一般的电气人员短期内可应运自如，但该编程价格较高。

三是用个人计算机加 PLC 软件包编程，这种方式是效率最高的一种。基于笔记本电脑的普及和 PLC 编程软件的方便性，并且易于现场调试。这种方式用户最喜欢。

因此，应根据系统的大小与难易，开发周期的长短及资金的情况合理选购 PLC 产品。

尽量应运大公司的产品其质量有保障，且技术支持好，一般售后服务也好，还有利于你的产品扩展与软件升级：

1. 各种输出方式之间的比较

(1)继电器输出优点是不同公共点之间可带不同的交、直流负载，切电压也可不同，带负载可达 2A/点；但继电器输出方式不适用于高频动作的负载，这是由继电器的寿命决定的。其寿命随带负载电流的增加而减少，一般在几十万次至几百万次之间，有的公司产品可达 1000 万次以上，响应时间为 10ms.

(2)晶闸管输出：带负载能力为 0.2A/点，只能带交流负载，可适应高频动作，响应时间为 1ms.

(3)晶体管输出最大优点是适应于高频动作，响应时间短，一般为 0.2ms 左右，但她只能带 DC 5-30V 的负载，最大输出负载电流为 0.5A/点，但每 4 点不得大于 0.8A。

当你的系统输出频率为每分钟 6 次以下时，应首选继电器输出，应其电路设计简单，抗干扰和负载能力强。当频率为 10 次/min 以下时，既可采用继电器输出方式，也可采用 PC 输出驱动达林顿三极管（5-10A），再驱动负载（见图 2），可大大减小。

2. 抗干扰与外部互锁当 PLC 输出带感性负载，负载断电是会对 PLC 的输出造成浪涌电流的冲击，为此，对直流感性负载应在其旁边并接续流二极管，对交流感性负载应并接浪涌吸收电路，可有效保护 PLC。

当两个物理量的输出在 PLC 内部已进行软件互锁后，在 PLC 的外部也应进行互锁，以加强系统的可靠性。

3. “COM”点的选择不同的 PLC 产品，其“COM”点的数量是不一样的，有的一个“COM”点带 8 个输出点，有的带 4 个输出点，也有带 2 个或 1 个输出点的。当负载的种类多，且电流大时，采用一个“COM”点带 1-2 个输出点的 PLC 产品；当负载数量多而种类少时，采用一个“COM”点带 4-8 个输出点的 PLC 产品，这样会对电路设计带来很大方便。每

个“COM”点处加一熔丝，因 PLC 内部一般没有熔丝。

4. PLC 外部驱动电路对于 PLC 输出不能直接带动负载的情况下，必须在外部采用驱动电路：可以用三极管驱动，也可以用固态继电器或晶闸管电路驱动，同时应采用保护电路和浪涌吸收电路，且每路有显示二极管（LED）指示。印刷板应做成插拔式，易于维修。

PLC 的输入输出布线也有一定要求，请看三菱公司的使用说明书。

致谢

随着毕业日子的到来，毕业设计也接近了尾声。经过几个月的奋战我的毕业设计终于完成了。在没有做毕业设计以前觉得毕业设计只是对这几年来所学知识的单纯总结，但是通过这次做毕业设计发现自己的看法有点太片面。毕业设计不仅是对前面所学知识的一种检验，而且也是对自己能力的一种提高。通过这次毕业设计使我明白了自己原来知识还比较欠缺。自己要学习的东西还太多，以前老是觉得自己什么东西都会，什么东西都懂，有点眼高手低。通过这次毕业设计，我才明白学习是一个长期积累的过程，在以后的工作、生活中都应该不断的学习，努力提升自己知识和综合素质

本文的研究工作是在我的老师文晖的尽心指导和悉心关怀下完成的，在我的学业和论文的研究工作中无不倾注着老师辛勤的汗水和心血。老师的严谨治学态度、渊博的知识、无私的奉献精神使我深受启迪。从尊进的老师身上，我不仅学到了扎实、宽广的专业知识，也学到了做人的道理。在此我要向我的老师致以最衷心的感谢和深深的敬意。

在此，向所有关心和帮助过我的领导、老师、同学和朋友表示衷心的感谢！

在设计过程中，我通过查阅大量有关资料，与同学交流

经验和自学，并向老师请教等方式，使自己学到了不少知识，也经历了不少艰辛，但收获同样巨大。在整个设计中我懂得了许多东西，也培养了我独立工作的能力，树立了对自己工作能力的信心，相信会对今后的学习工作生活有非常重要的影响。

衷心地感谢在百忙之中评阅论文和参加答辩的各位老师！

参考文献

- [1]. 章文浩, 可编程控制器原理及实验, 第一版, 过防工业出版社。
- [2]何焕山, 电气自动化。湖南医科大学学报(自然科学版) 2009.11)
- [3]鱼雷声。电气控制与 PLC 应用。北京: 机械出版社。2003
- [4] 章文浩, 可编程控制器原理及实验。北京: 过防工业出版社。2003
- [5]孙柏林。装配制造[M]河北龙山发电公司。2009。(11)
- [6] 黄云龙, 可编程控制教程。北京: 机械工业出版社, 2003
- [7]王兆义, 小型可编程控制器使用技术。北京: 机械工业出版社, 2001
- [8]吴丽, 电气控制与 PLC 实用教程。郑州: 黄河水利出版社, 2005, 2
- [9]郭宗仁, 可编程控制器原理及通信网络技术, 北京: 机械工业出版社, 2000
- [10]王也仿, 可编程控制器应允技术, 北京、; 机械工业出版社, 2001
- [11]周恩涛, 可编程控制器原理及其在液压系统中的应用, 北京: 机械工业出版社, 2003
- [12]戴一平. 可编程控制器技术及应用. 机械工业出版社, 2004 年.
- [13]何友华. 可编程控制器及常用控制电路[M]. 冶金工业出版社, 2008 年