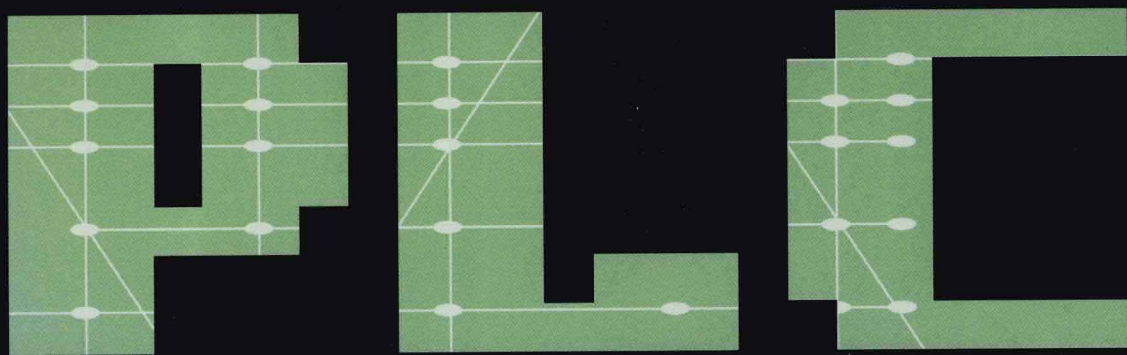


Siemens S7-300/400 PLC Project Detailed

三菱 FX/Q 系列



工程实例详解

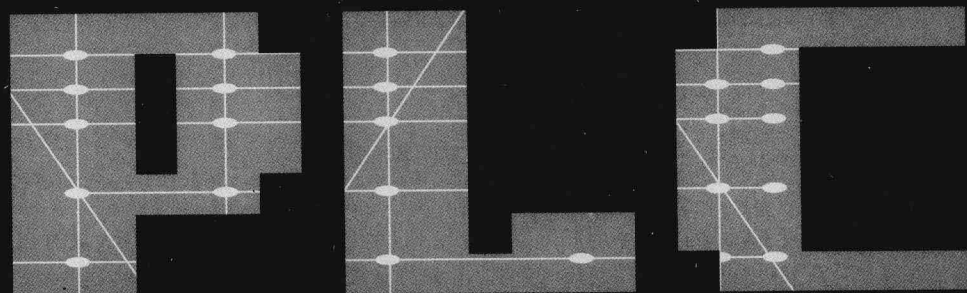
罗志勇 罗萍 周丽芳

主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

三菱 FX/Q 系列



工程实例详解

罗志勇 罗萍 周丽芳

主编

人民邮电出版社

北京

前 言

随着工业自动化和通信技术的飞速发展，可编程控制器（PLC）的应用领域大大拓展，在工业自动化、机电一体化及传统产业技术改造等方面得到了广泛的应用。而目前有关 PLC 的教材和参考资料大多偏向于理论方面，缺乏对于工程应用中的设计方法、流程的介绍，用户在实际操作中经常遇到各种障碍。在相关需求的催化下，本书应运而生。

本书对 PLC 在工程中的应用进行了有针对性的讲解，按照工程应用流程循序渐进地进行了介绍，内容涉及工艺控制流程分析、PLC 系统硬件设计、软件设计和程序编码等环节，并辅以大量的图片和文字说明，内容通俗易懂，有利于读者理解 PLC 的工程应用，对从事相关工作的人员具有很强的参考价值。

全书共 9 章，以三菱 FX 系列、Q 系列为对象，从工程应用和实训出发，列举了大量的 PLC 控制电路和实际应用系统，主要通过分析系统工艺及控制要求，进行系统配置和编程训练，并通过相关知识点和可借鉴资料，帮助读者尽快学习 PLC 工程应用技术。根据应用案例应用 PLC 技术侧重点的不同，本书选择了 9 个具有代表性的典型案例，分章节对其予以详细介绍，章节按照从简单到复杂、由一般到特殊的顺序编排。

第 1 章为 PLC 运料小车控制系统，介绍了电动机正反转的控制方法和 PLC 指令系统，帮助读者了解简单的控制系统设计。

第 2 章为 PLC 真空压力浸漆控制系统，主要介绍了将 PLC 基础知识运用到实际应用中的方法。

第 3 章为 PLC 过滤流程控制系统，介绍了如何从系统层面利用 PLC 设计实际控制系统，并进一步总结、归纳使用 PLC 实现实际工程项目的思路与方法。

第 4 章为 PLC 工作台自动往返控制系统，介绍了利用 PLC 对行进电动机点动控制和自动控制的方法。

第 5 章为 PLC 制冷剂自动充填控制系统，主要介绍了缓冲寄存器（BFM）以及对其写入、读出的指令。

第 6 章为 PLC 6 轴机械手控制系统，介绍了 PLC 高速计数器的作用和三菱 FX 系列 PLC 的高频脉冲输出方法以及 PLC 串行通信的相关知识。

第 7 章为 PLC 压力控制系统，重点介绍了三菱公司 PLC 的模拟量特殊功能模块的原理、接线和编程的方法。

第 8 章为 PLC 电梯控制系统，重点介绍了 PLC 与变频器通信的实现方法和相关设备的参数设置。

第 9 章为 PLC 啤酒瓶包装控制系统，重点讲述了三菱 Q 系列的功能，介绍了 CC-Link 网络的特点以及伺服控制方面的知识。

本书由罗志勇、罗萍、周丽芳主编，参与本书编写的人员还有重庆邮电大学沈亦帆、耿莉、徐阳、王青青、姜静、李艳丽、何金龙、胡亚强、陈刚、张蓉、李华松等同学。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 PLC 运料小车控制系统	1
1.1 工程设计方法	1
1.1.1 控制系统设计步骤	1
1.1.2 PLC 硬件系统设计	2
1.1.3 软件设计	3
1.2 控制系统工艺要求	5
1.3 相关知识点	5
1.3.1 电动机正反转控制方法	5
1.3.2 FX _{2N} 系列 PLC 部分指令介绍	7
1.4 控制系统硬件设计	11
1.4.1 控制系统硬件选型	11
1.4.2 原理图	13
1.5 控制系统软件设计	14
1.5.1 控制系统 I/O 分配	14
1.5.2 软件流程图	15
1.5.3 系统软件设计	16
1.6 相关可借鉴的资料	23
1.6.1 接近开关	23
1.6.2 电动机制动	25
1.7 本章小结	27
第 2 章 PLC 真空压力浸漆控制系统	28
2.1 控制系统工艺要求	28
2.2 相关知识点	30
2.3 控制系统硬件设计	34
2.3.1 控制系统硬件选型	35
2.3.2 电气原理图	37
2.4 控制系统软件设计	38
2.4.1 控制系统 I/O 分配	38
2.4.2 系统软件设计	40
2.5 几种常见的真空泵的工作原理	53
2.5.1 CG-17 玻璃三级高真空油扩散泵	54
2.5.2 水环真空泵的工作原理	54

2.5.3 罗茨泵的工作原理	55
2.5.4 旋片式真空泵的工作原理	55
2.6 本章小结	56
第3章 PLC 过滤流程控制系统	57
3.1 控制系统工艺要求	57
3.1.1 沉降、过滤过程的工艺流程	57
3.1.2 设备控制要求	59
3.2 相关知识点	59
3.2.1 程序流程控制的常用指令	60
3.2.2 移位指令	60
3.2.3 求反指令	63
3.3 控制系统硬件设计	64
3.3.1 控制系统硬件选型	64
3.3.2 电气原理图	66
3.4 控制系统软件设计	66
3.4.1 控制系统 I/O 分配	66
3.4.2 系统软件设计	69
3.5 本章小结	77
第4章 PLC 工作台自动往返控制系统	78
4.1 控制系统工艺要求	78
4.2 相关知识点	78
4.2.1 条件跳转指令 CJ	79
4.2.2 INC 指令、DEC 指令	80
4.2.3 数据传送指令 MOV	81
4.2.4 主程序结束指令 FEND	81
4.2.5 逻辑取、与、或及输出指令 LD、LDI、OUT、AND、ANI、OR、 ORI、INV	82
4.2.6 置位/复位指令 SET/RST	83
4.3 控制系统硬件设计	84
4.3.1 控制系统硬件选型	84
4.3.2 电气原理图	91
4.4 控制系统软件设计	92
4.4.1 控制系统 I/O 分配	92
4.4.2 系统软件设计	93
4.5 本章小结	96
第5章 PLC 制冷剂自动充填控制系统	97
5.1 控制系统工艺要求	97
5.2 相关知识点	97

5.2.1	区间比较指令 ZCP (FNC11)	98
5.2.2	高速计数器区间比较指令 HSZ (FNC55)	98
5.2.3	高速计数器置位指令 HSCS (FNC53)	99
5.2.4	速度检测指令 SPD (FNC56)	99
5.2.5	边沿信号指令 PLS、PLF	100
5.2.6	缓冲寄存器 (BFM) 介绍	101
5.2.7	BFM 写入指令 TO (FNC79)	102
5.2.8	BFM 读出指令 FROM (FNC78)	102
5.2.9	减法、除法、乘法指令 SUB (FNC21)、DIV (FNC23)、 MUL (FNC22)	103
5.3	控制系统硬件设计	104
5.3.1	控制系统图	104
5.3.2	系统资源分配	104
5.4	控制系统软件设计	106
5.4.1	控制系统流程图	106
5.4.2	系统软件设计	107
5.4.3	分析举例	125
5.5	本章小结	126
第 6 章	PLC 6 轴机械手控制系统	127
6.1	控制系统工艺要求	127
6.2	相关知识点	128
6.2.1	步进电动机、驱动器、旋转编码器概述	128
6.2.2	PLC 串行通信介绍	130
6.2.3	RS 指令控制串行通信	134
6.2.4	脉冲输出指令 PLSY、脉宽调制指令 PWM、可调脉冲输出指令 PLSR	140
6.2.5	高速计数器置位指令 HSCS、高速计数器复位指令 HSCR	141
6.2.6	中断返回指令 IRET、中断允许指令 EI、中断禁止指令 DI	142
6.2.7	块传送指令 BMOV、多点传送指令 FMOV	144
6.3	控制系统硬件设计	145
6.3.1	控制系统硬件选型	145
6.3.2	电气原理图	146
6.4	控制系统软件设计	147
6.4.1	控制系统 I/O 分配	147
6.4.2	系统软件设计	151
6.5	本章小结	159
第 7 章	PLC 压力控制系统	160
7.1	控制系统工艺要求	160
7.2	相关知识点	161

7.2.1	模/数 (A/D) 转换	162
7.2.2	数/模 (D/A) 转换	162
7.2.3	PID 控制算法	163
7.2.4	特殊功能模块	167
7.2.5	缓冲寄存器 (BFM) 分配	167
7.3	控制系统硬件设计	170
7.3.1	控制系统硬件选型	170
7.3.2	硬件的连接	174
7.3.3	增益与偏置调整	175
7.4	控制系统软件设计	176
7.4.1	压力控制系统流程图	176
7.4.2	系统软件设计	177
7.5	本章小结	181
第 8 章	PLC 电梯控制系统	182
8.1	控制系统工艺要求	182
8.1.1	电梯控制系统的基本结构	182
8.1.2	电梯控制系统的控制要求	183
8.2	相关知识点	183
8.2.1	通信寄存器 D8120	183
8.2.2	三菱变频器 FRA540 参数设置	185
8.2.3	编码指令 ENCO (FNC42)	187
8.2.4	区间复位指令 ZRST (FNC40)	188
8.2.5	七段译码指令 SEGD (FNC73)	189
8.3	控制系统硬件设计	189
8.3.1	控制系统硬件选型	189
8.3.2	电气原理图	189
8.4	控制系统软件设计	190
8.4.1	控制系统 I/O 分配	190
8.4.2	系统软件设计	190
8.4.3	PLC 与变频器的通信	195
8.5	本章小结	206
第 9 章	PLC 啤酒瓶包装控制系统	207
9.1	控制系统工艺要求	207
9.1.1	包装机械工艺分析	207
9.1.2	控制需求分析	207
9.1.3	系统构成设计	208
9.2	相关知识点	209
9.2.1	字逻辑与、或、异或指令 WAND、WOR、WXOR	209

9.2.2	三菱 Q 系列的指令系统介绍	210
9.2.3	CC-Link 网络 (RS-485) 介绍	212
9.2.4	伺服控制介绍	212
9.3	控制系统硬件设计	213
9.3.1	控制系统硬件选型	213
9.3.2	电气原理图	217
9.4	控制系统软件设计	225
9.4.1	控制系统 I/O 分配	225
9.4.2	系统软件设计	227
9.5	本章小结	231
参考文献		232

第 1 章 PLC 运料小车控制系统

本章首先介绍 PLC 的工程设计方法，包括控制系统设计步骤、PLC 硬件系统设计和软件设计；然后以三菱 FX_{2N} 系列 PLC 为例，设计一个含有 6 个作业点的运料小车控制系统，同时介绍电动机正反转控制方法以及电动机制动方法。

1.1 工程设计方法

在 PLC 广泛应用于工业控制领域的今天，掌握 PLC 控制系统设计显得尤为重要。本节将介绍 PLC 控制系统的工程设计方法和步骤。

1.1.1 控制系统设计步骤

使用 PLC 设计一个控制系统，一般可以依照下面的步骤进行。

① 分析工艺流程和控制要求。首先按照工艺流程及工作特点，确定被控对象；然后根据被控对象机电之间的配合，确定 PLC 控制系统的控制要求、基本控制方式、功能目标、必要保护以及故障报警处理等环节。

② 确定输入/输出 (I/O) 设备。根据第一步确定的控制要求等确定 PLC 控制系统所需的输入设备（按钮、行程开关、传感器等）和输出设备（接触器、继电器、电磁阀、指示灯等），并在此基础上确定 I/O 类型及点数。

③ PLC 型号的选择。在确定 I/O 设备的基础上，根据系统的 I/O 信号的特点，即模拟量或者数字量、I/O 电压高低、功率大小、点数、有无远程通信等，选择满足要求的 PLC 机型和容量。

④ I/O 地址分配。根据选定的 PLC 型号和各个信号的特点，分配合适的 I/O 端口和内部继电器，制作 I/O 端口分配表。

⑤ PLC 系统设计。PLC 系统设计包括硬件系统设计和软件系统设计。硬件系统设计主要包括 PLC 及外围线路的设计、硬件的选型、电气线路的设计和抗干扰措施的设计等。所谓 PLC 软件设计，实质上是运用 PLC 特殊的编程语言，将对象的控制条件与动作要求转化为 PLC 可以识别的指令的过程，这些指令被称为“PLC 用户程序”，简称 PLC 程序。PLC 程序经 PLC 的内部运算与处理后，即可获得所需要的执行元件动作。

⑥ 离线模拟调试。程序编写完成后，将程序读入 PLC，用按钮和开关模拟数字量，对电压源和电流源模拟量进行调试，观察控制程序是否满足要求。

⑦ 现场调试及整理技术文件。待硬件施工完成后，将程序和现场设备联机调试，发现并解决问题；整理技术说明书、电气原理图、PLC 梯形图等技术资料。

PLC 控制系统的设计流程如图 1-1 所示。

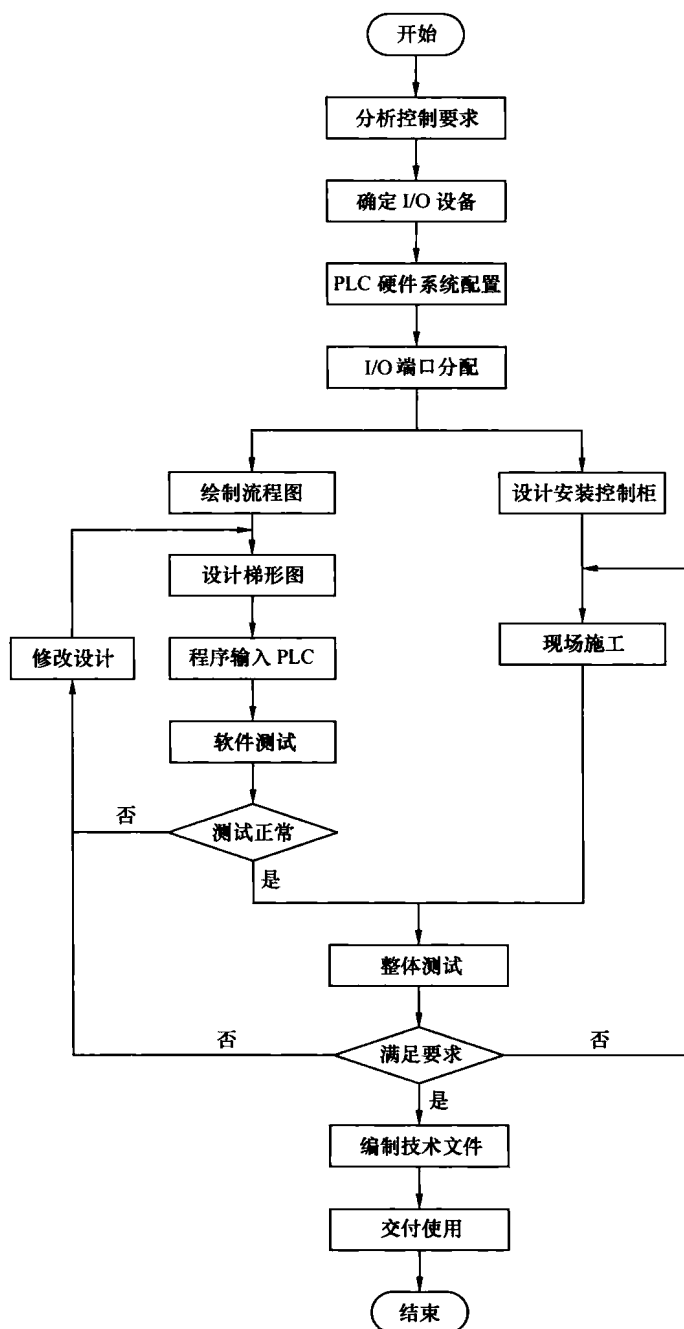


图 1-1 PLC 控制系统设计流程图

1.1.2 PLC 硬件系统设计

PLC 型号的选择。在做出系统控制方案的决策之前，要详细了解被控对象的控制要求，

从而决定选用何种型号的 PLC 进行控制。机型的选择可从 I/O 点数、结构形式、响应时间、系统的可靠性、机型统一等方面来考虑。

I/O 点的选择。设计一个系统时，先要弄清楚控制系统的 I/O 总点数，再按实际所需总点数的 15%~20% 留出备用量后确定所需 PLC 的点数。

存储容量的选择。对用户存储容量只能作粗略地估算。在仅对开关量进行控制的系统中，可以用输入总点数 $\times 10$ 字/点 + 输出总点数 $\times 5$ 字/点来估算；计数器/定时器按 3~5 字/个估算，有运算处理时按 5~10 字/量估算；在有模拟量 I/O 的系统中，可以按每输入（或输出）一路模拟量需 80~100 字的存储容量来估算；有通信处理时按每个接口 200 字以上的数量粗略估算。最后，一般按估算容量的 50%~100% 留出余量。

I/O 响应时间的选择。PLC 的 I/O 响应时间包括输入电路延迟、输出电路延迟和扫描工作方式引起的时间延迟（一般在 2~3 个扫描周期）等。对开关量控制的系统，PLC 和 I/O 响应时间一般都能满足实际工程的要求，可不必考虑 I/O 响应问题。但对模拟量控制的系统，特别是闭环系统就要考虑这个问题。

根据输出负载的特点选型。不同的负载对 PLC 的输出方式有相应的要求。例如，频繁通断的感性负载，应选择晶体管或晶闸管输出型的，而不应选用继电器输出型的。

在线和离线编程的选择。离线编程是指主机和编程器共用一个 CPU，通过编程器的方式选择开关来选择 PLC 的编程、监控和运行工作状态。在线编程是指主机和编程器各有一个 CPU，主机的 CPU 完成对现场的控制，在每一个扫描周期末尾与编程器通信，编程器把修改的程序发给主机，在下一个扫描周期主机将按新的程序对现场进行控制。

联网通信选型。若 PLC 控制的系统需要联入工厂自动化网络，则 PLC 需要有通信联网功能，即要求 PLC 应具有连接其他 PLC、上位计算机及 CRT 等的接口。

上述过程中同时确定各种 I/O 设备、存储设备和其他的特殊设备。根据选定的 PLC 型号，配置符合要求的存储设备、数字/模拟 I/O 设备和其他特殊设备。

1.1.3 软件设计

① 在软件设计之前，对控制系统的工作流程和各个被控设备的特性要有很深入细致地了解，这样才能编写出符合要求的程序。如果系统较为复杂，可以将该系统划分为若干个小系统，便于程序的编写。

② 绘制逻辑流程图。详细地分析工艺流程和控制要求后，就要根据要求，画出能反映某一过程有什么条件、产生什么动作、导致什么后果的逻辑流程图。

③ 编写具体程序。根据详细的逻辑流程图，就可以开始逐条地编写程序。编写程序要注意程序简单可靠，简洁易懂，便于调试和修改。

④ 模拟调试。程序完成后，可以对程序进行模拟调试。模拟调试时，以每个单元模块为单位进行调试，完成后，再对整个程序进行调试，直到正确为止。

⑤ 现场调试。将经过模拟调试的程序下载到 PLC 中，联合现场的各种设备，进行现场调试，以确定整个系统的软件设计是正确无误的。

⑥ 整理技术文件。通过现场调试以后，硬件电路和程序都已经确定，这时候就要全面地整理技术文件，对整个程序设计进行总结。对于软件部分来说，技术文件主要包括 PLC 程序、功能图、使用说明书和帮助文件等。

PLC 用户程序设计的关键是要保证它能实现控制目的与要求，且程序简洁、明了，便于检查与阅读，这样的程序就是好程序。因此，不管采用何种设计方法、使用何种编程语言，都需要设计者具备熟悉 PLC 编程语言、灵活运用编程指令的能力。

PLC 的常用编程语言主要有指令表 (LIST)、梯形图 (LAD)、逻辑功能图 (CSF)、功能块图 (FBD)、结构化文本 (ST)、顺序功能图 (SFC) 等，部分 PLC 还可以使用 Basic、Pascal、C 语言等其他编程方法。

梯形图 (Ladder Diagram, LAD) 是一种沿用了继电器的触点、线圈、连线等图形与符号的图形编程语言，其程序形式与继电器控制系统十分相似，其特点是程序直观、形象，在编程中使用最广，成为了主流的编程语言。

梯形图编程语言是在继电器触点控制电路图基础上发展起来的一种编程语言，两者的结构非常类似，但其程序执行过程存在本质的区别。因此，同样是继电器触点控制系统与梯形图的基本组成三要素——触点、线圈、连线，但两者之间有着本质的不同。

(1) 触点的性质与特点

梯形图中所使用的输入、输出和内部继电器等编程元件的“常开”、“常闭”触点，其本质是 PLC 内部某一存储器的数据“位”状态。程序中的“常开”触点是直接使用该位的状态进行逻辑运算处理，“常闭”触点是使用该位的“逻辑非”状态进行处理。它与继电器控制电路的区别如下。

① 梯形图中的触点可以在程序中无限次使用，它不像物理继电器那样受到实际安装触点数量的限制。

② 在任何时刻，梯形图中的“常开”、“常闭”触点的状态都是唯一的，不可能出现两者同时为“1”的情况，“常开”、“常闭”触点存在严格的“非”关系。

(2) 线圈的性质与特点

梯形图编程所使用的“内部继电器”、“输出线圈”等编程元件，虽然采用了与继电器控制电路同样的图形符号，但它们并非实际存在的物理继电器。程序对以上线圈的输出控制，只是将 PLC 内部某一存储器的数据“位”的状态进行赋值而已。数据“位”置“1”对应于线圈的“得电”，数据“位”置“0”对应于“断电”。它与继电器控制电路的区别如下。

① 如果需要，梯形图中的“输出线圈”可以在程序中进行多次赋值，即在梯形图中可以使用所谓的“重复线圈”。

② PLC 程序的执行，严格按照梯形图“从上至下”、“从左至右”的时序；在同一 PLC 程序执行循环内，不能改变已经执行完成的指令输出状态（已经执行完成的指令输出状态，只能在下一循环中予以改变）。有效利用 PLC 的这一程序执行特点，可以设计出许多区别于继电器控制电路的特殊逻辑，如“边沿”处理信号等。

(3) 连线的性质与特点

梯形图中的“连线”仅代表指令在 PLC 中的处理顺序关系（“从上至下”、“从左至右”），它不像继电器控制电路那样存在实际电流，因此，在梯形图中的每一“输出线圈”应有各自独立的逻辑控制“电路”（即明确的逻辑控制关系），不同“输出线圈”间不能采用继电器控制电路中经常使用的“电桥型连接”方式，试图通过后面的执行条件改变已经执行完成的指令输出。

1.2 控制系统工艺要求

某生产线上用运料小车将生产原料运送到 6 个作业点上，供设备与生产人员使用，要求小车能响应生产作业点的呼叫并迅速准确地停靠各个生产作业点，使生产过程顺利进行。运料小车系统的简化示意图如图 1-2 所示。

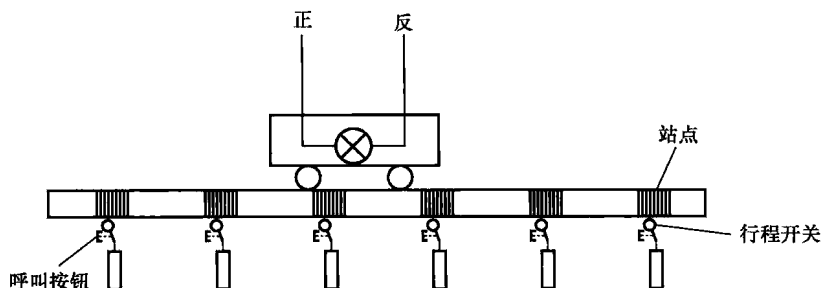


图 1-2 运料小车系统示意图

小车的控制机构有启动按钮和停止按钮。小车由一台三相异步电动机驱动，电动机正转，小车右行，反转则左行。生产作业点分别编号为 0~5，每个点对应配备呼叫按钮 B0~B5 和用于监视小车是否准确停靠的行程开关。

运料小车应能满足下面的控制要求。

- ① 按下启动按钮，系统开始工作；按下停止按钮，小车立即停止动作。
- ② 呼叫按钮有互锁功能，当一个或多个呼叫按钮被按下后，系统能准确识别出按钮位置，响应最先按下的按钮。
- ③ 若小车停靠的位置编号小于呼叫按钮 B 的编码值，单机正转，小车向右运动到作业点停靠；反之，则向左运动到作业点停靠。
- ④ 若小车停靠的位置编号等于呼叫按钮 B 的编码值，小车保持不动。
- ⑤ 若行程开关和电动机正反转继电器出现故障，小车能及时停机，防止事故的发生。

1.3 相关知识点

在明确系统控制要求后，需要应用相关技术实现这些要求。下面将简单介绍运料小车控制系统需要用到的电动机正反转和三菱 PLC 指令等相关知识点。

1.3.1 电动机正反转控制方法

在运料小车控制系统中，小车的左右运动由电动机正反转来实现，下面将介绍如何使用 PLC 来控制电动机的正反转。

一个 PLC 来控制电动机正反转的简单系统有 3 个开关量输入信号：停止 SB1，正转启动

SB2，反转启动 SB3；两个开关量输出信号：电动机正转继电器和电动机反转继电器。电动机正反转控制电路及接线图如图 1-3 所示，其控制梯形图如图 1-4 所示。

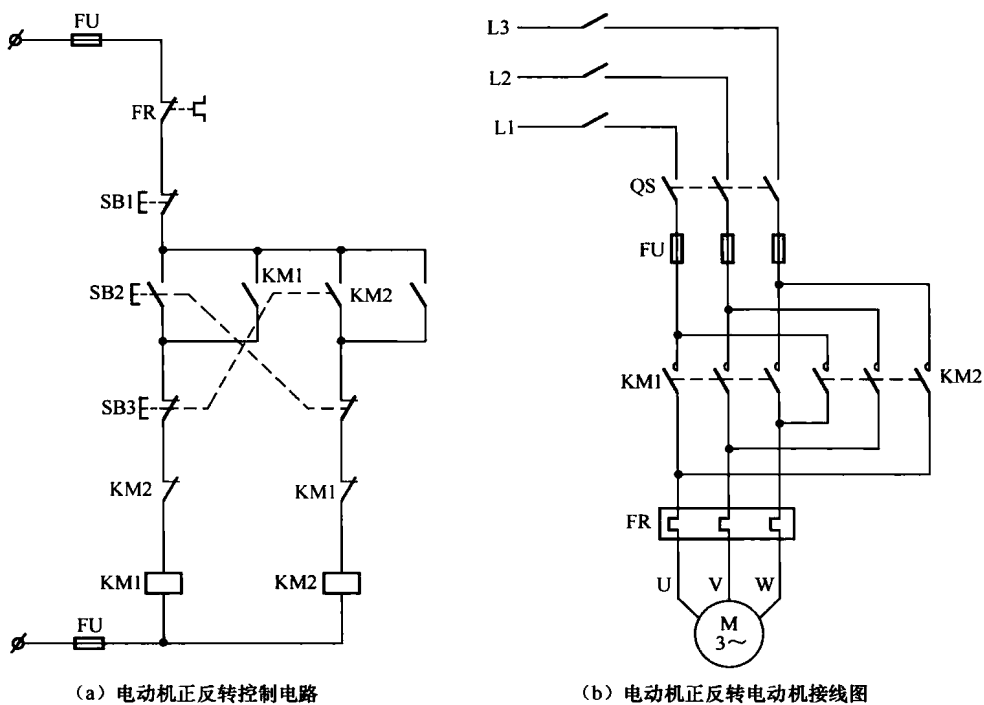


图 1-3 电动机正反转控制电路及接线图

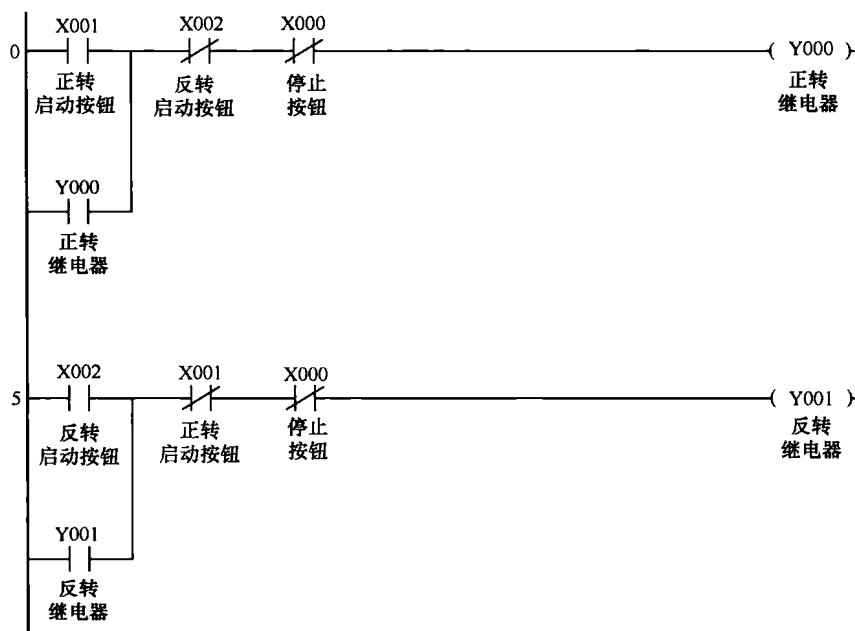


图 1-4 三相异步电动机正反转控制梯形图

指令表如下:

```
LD    X001
OR     Y000
ANI    X002
ANI    X000
OUT    Y000
LD     X002
OR     Y001
ANI    X001
ANI    X000
OUT    Y001
```

在设计这个控制系统时,为了保护电动机不被烧坏和电路不出现短路,必须采取软硬件双重互锁的技术。

软件上的互锁就是在反转控制电路中串接 X001 的常闭触点,所以 SB2 不仅是电动机正转的启动按钮,也是电动机反转的停止按钮;同理,SB3 是电动机反转启动按钮,也是电动机正转停止按钮。这样的设计称为软件设计上的互锁,保证了任何时候电动机只有正反序电源中的一个接通,保护电动机不会被烧坏。

由于内部 PLC 的软件互锁只相差一个扫描周期,而外部继电器接触触点的断开时间大于一个扫描周期,外部继电器没有足够的时间响应。例如 Y001 已经断开,而 KM2 的触点还没来得及断开,这个时候如果 KM2 接通就会引起主电路的短路,因此,必须采取外部继电器的常闭触点互锁,也就是硬件上的互锁。本设计中,直接使用了电动机正反转继电器来解决这个问题。

1.3.2 FX_{2N} 系列 PLC 部分指令介绍

按照系统配置和用户要求编制用户程序,是设计 PLC 控制系统的重要环节。在这之前,必须掌握相关的指令系统和它们的梯形图表示形式。

FX_{2N} 系列 PLC 的指令系统由助记符和软元件组成,格式为

助记符 软元件

软元件的编号范围如表 1-1 所示。

表 1-1 软元件的编号范围

记 号	名 称	范 围
X	输入继电器	最多 128 点, X0~X177
Y	输出继电器	最多 128 点, Y0~Y177
M	辅助继电器	普通型
		500 点, M0~M499
		保持型
		524 点, M500~M1023
		特殊型
		256 点, M8000~M8255
S	状态寄存器	普通型
		500 点, S0~S499
		保持型
		500 点, S500~S999

续表

记 号	名 称	范 围
T	定时器	100 ms
		200 点, T0~T199
		10 ms
		46 点, T200~T245
		1 ms (积算型)
		4 点, T246~T249
		100 ms (积算型)
		6 点, T250~T259
C	计数器	普通加计数器
		100 点, C0~C99
		保持加计数器
		100 点, C100~C199
		普通加/减计数器
		20 点, C200~C219
		保持加/减计数器
		15 点, C220~C234
		高速计数器
		21 点, C235~C255
D	数据寄存器	普通型
		200 点, D0~C199
		保持型
		312 点, D200~C511
		特殊用
		256 点, D8000~C8255
		变址用
P	指针	2 点, V、Z
		跳转用
		64 点, P0~P63
		中断用
		9 点, 10××~18××

1. 逻辑取、与、或及输出指令介绍

(1) LD/LDI 指令

LD 指令和 LDI 指令表示一个与输入母线连接的开始起点。LD 表示常开触点逻辑运算开始, LDI 表示常闭触点逻辑运算开始。LD/LDI 指令的目标元件是 X、Y、M、S、T、C, 用于将触点连接到母线上。同时, 可以和后面的 ANB、ORB 指令联合使用, 也可以在分支点使用。两个指令均是单程序步指令, 助记符格式为

LD bit

LDI bit

(2) OUT 指令

OUT 指令是线圈驱动指令, 即输出指令。它的目标元件是 Y、M、S、T、C, 输入线圈 X 不能作为它的目标元件。目标元件是定时器 T 和计数器 C 时, 必须设置常数 K。OUT 指令是一个多程序步指令, 且视具体目标元件而定, 助记符格式为

OUT bit

(3) AND/ANI 指令

AND/ANI 指令是串联连接触点指令。AND 表示常开触点的串联, ANI 表示常闭触点的串联, 它们串联的触点数目不受限制, 可以多次使用。目标元件是 X、Y、M、S、T、C。两个指令均是单程序步指令, 助记符格式为

AND bit

ANI bit

(4) OR/ORI 指令

OR/ORI 是并联连接触点指令。OR 表示常闭触点的并联，ORI 表示常开触点的并联。需要多次使用时，要使用 ORB 指令。目标元件为 X、Y、M、S、T、C。两个指令均是单程序步指令，助记符格式为

OR bit

ORI bit

(5) INV 指令

INV 指令执行运算结果取反功能。它是单程序步指令，助记符格式为

INV

2. 堆栈指令

(1) ANB 指令

两个或者两个以上的触点并联的电路成为并联电路块。分支电路并联电路块与前面的电路串联时，使用 ANB 指令。分支的起点用 LD/LDI 指令，并联电路块结束后，使用 ANB 指令与前面的电路串联。该指令是单程序步指令，助记符格式为

ANB

ANB 指令的应用实例如图 1-5 所示。



图 1-5 ANB 指令应用实例

对应的指令表为

LD X000

OR X001

LD X002

OR X003

ANB

OUT Y000

(2) ORB 指令

两个或者两个以上的触点串联的电路称为并联电路块，使用 ORB 指令。分支的起点用 LD/LDI 指令，分支结果用 ORB 指令。该指令和 ANB 指令一样是无目标元件的单程序步指令，助记符格式为

ORB

ORB 指令的应用实例如图 1-6 所示。

对应的指令表为

LD X000

AND X001