

可编程序控制器及其 网络系统的综合应用技术

Kebian Chengxu Kongzhigqi Jiqi
Wangluo Xitong De Zonghe Yingyong Jishu

李全利 主编



可编程序控制器及其网络系统的 综合应用技术

主编 李全利



机械工业出版社

可编程控制器(PLC)是以微机为基础发展起来的新一代工业控制装置,现已广泛应用于自动化的各个领域。随着 PLC 新产品技术的不断涌现,目前网络化已成为当今世界的发展潮流。该书从 PLC 及其网络应用系统的角度出发,以松下电工 FP 系列 PLC 为例,论述了 PLC 的基本功能,特殊功能及其应用,涉及了传感器、变频器、控制电机、触摸屏、视觉检测、条形码识别等各种工业器件综合应用,并且较全面的介绍了 C—NET 网络、PC—Link 网络、ROFIBUS 现场总线、以太网、组态软件等应用。该书在广度和深度上有所拓展,编有大量工程应用实例和习题解答,是一本具有综合应用技术的教学用书。并可作为 TVT 系列的各种教学设备配套的 PLC 教材。

该书适用于各类学校电气专业、机电一体化专业、自动化专业等,也可作为从事 PLC 应用开发的工程技术高级人员的培训教材或技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器及其网络系统的综合应用技术/李全

利主编. —北京:机械工业出版社, 2005. 7

ISBN 7-111-16965-4

I. 可... II. 李... III. 可编程控制器—应用—
计算机网络—网络系统 IV. ①TP332.3②TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 078129 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:贡克勤 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:张 静 责任印制:陶 湛

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·20 印张·490 千字

定价:29.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

可程序控制器(PLC)是以微机为基础发展起来的新一代工业控制装置,是实现工业自动化的理想工具之一,在世界上已得到极其广泛的应用。

PLC自1969年问世以来,已经过四代产品的更新换代,目前第四代PLC产品具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能和联网通信功能,集三电(电控、电仪、电信)于一体。PLC及其网络具有优良的性能价格比和高可靠性,已成为工厂中首选的工业控制装置,世界用量高居首位,现已成为工业自动化的三大支柱之首。

现在世界生产PLC厂家有200余家,产品有400多种。我国每年引进PLC产品价值高达5500万美元,广泛应用于工业自动化、机电一体化、传统产业的技术改造等方面。随着机电技术的迅速发展,PLC应用技术越来越重要。各院校的机械、电气和自动化类专业都相继开设了应用性、实践性较强的这门专业课。随着PLC的新产品新技术的不断涌现,目前网络化已成为当今世界的发展潮流,为了适应这种新情况,使读者尽快地了解并掌握这些新技术,并将其应用于生产实践中去,本书在前一本《可程序控制器原理、应用、实验》的基础上,站在PLC及其网络应用系统的角度,论述了PLC的基本功能、特殊功能及其应用,PLC应用软件设计方法,从单机到PLC网络到现场总线技术和网络工程进行了较全面的介绍。其中包含了本书编者的最新科研成果。

编写本书的目的是使读者尽快学会并掌握PLC及其网络应用系统的设计技能。书中内容由浅入深;从单台PLC过渡到PLC网络;从基本功能学习、简单编程过渡到特殊功能应用系统的软件设计,使读者逐步将硬件和软件结合在一起,形成设计一个可用于实际的PLC应用系统的能力。本书在广度和深度上有所拓展,编写了大量的工程应用实例,既具有实用性又颇具趣味性,对学生来说,可大大开阔他们的视野,激发他们的学习的积极性,锻炼他们的设计、编程、调试PLC及其网络应用系统的能力;对教师而言,为他们丰富了毕业论文的选题范围。

本书由李全利、闫虎民、李辉、方强、李华雄、湛江、钟平、杨雪仁编写,李全利担任主编,统稿全书。第一章、第五章第六节以及附录D由闫虎民编写;第二章、第三章、第四章第二、三节,第五章第二节由李全利编写;第四章第一、四、六节由李辉编写;第四章第五节,第五章第一、四、五节由方强编写;第五章第三节由杨雪仁编写;第六章第一节以及附录A中部分习题与解答由钟平编写;第六章第二、三节由李华雄编写;附录A部分习题及习题解答和附录B、附录C由湛江编写。

全书由常斗南教授审阅,得到了栗书贤教授、宋延民教授、贾贵玺副教授、罗长杰高级工程师等专家的大力支持,他们对该书的编写工作提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免存有错漏,恳请读者批评指正。联系信箱:

tjliquanli@yahoo.com.cn

编 者

2005年7月于天津

目 录

前言

第一章 可编程序控制器应用程序的设计方法	1
第一节 PLC 应用程序的设计步骤	1
第二节 PLC 简单程序设计的常用方法	2
一、解析法	2
二、翻译法	6
三、图解法	9
第三节 PLC 的状态转移法编程	11
第四节 PLC 的模块法编程	13
第二章 可编程序控制器的基本功能及应用	16
第一节 PLC 的基本逻辑功能及应用	16
一、PLC 的基本逻辑功能	16
二、应用举例	17
第二节 PLC 的定时计数功能及其应用	19
一、定时器功能及应用	19
二、计数器功能及应用	21
第三节 PLC 的步进功能及应用	22
第四节 PLC 的数据处理功能及应用	25
一、数据处理功能	25
二、数据处理功能应用举例	25
第三章 可编程序控制器的特殊功能及应用	30
第一节 输入延时滤波和脉冲捕捉功能及其应用	30
一、输入延时滤波功能	30
二、脉冲捕捉功能	31
第二节 中断控制功能及其应用	31
一、中断控制功能	32
二、中断功能应用举例	34
第三节 高速计数功能及其应用	35
一、概述	35

二、F0(MV)高速计数器控制指令	36
三、F1(DMV)读出或修改高速计数器的经过值指令	37
四、F162(HCOS)高速计数器的输出置位指令	38
五、F163(HCOR)高速计数器的输出复位指令	38
六、F164(SPDO)指令	38
第四节 速度位置控制功能和脉冲输出功能及其应用	42
一、速度及位置控制功能	42
二、脉冲输出功能	44
三、应用举例	45
第五节 输出脉宽调制波功能及其应用	47
一、F170(PWM)脉宽调制波输出指令	47
二、应用举例	48
第六节 手动可调输入的功能及其应用	48
一、手动可调输入功能	48
二、应用举例	49
第七节 日历计数时钟功能及其应用	50
第八节 模拟量控制功能及其应用	52
一、模拟量控制功能	52
二、应用举例	54
第九节 PID 过程控制功能及其应用	55
一、PID 过程控制功能	55
二、PID 控制运算说明	56
三、过程控制指令(F355PID)	58
四、应用举例	59
第十节 索引寄存器功能及其应用	63
一、索引寄存器(IX,IY)功能	63
二、应用举例	64
第四章 可编程序控制器通信网络功能及其应用	70
第一节 通信网络的基础知识	70
一、数据传输方式	70
二、线路通信方式	72
三、传输速率	72
四、差错控制	72
五、工业局域网组成基本要素	73
六、PLC 网络中常用的通信方式	76
第二节 C—NET 网络功能及应用	78
一、系统连线	78
二、硬件连接	79

三、系统寄存器的设定	79
第三节 PC—Link 网络功能及其应用	81
一、PC—Link 网络	81
二、PC—Link 网络应用	83
第四节 MODEM 远程通信功能及其应用	89
一、MODEM 通信	89
二、硬件连接	89
三、系统设置	90
四、对异地 PLC 进行编程	92
第五节 PROFIBUS 现场总线功能及其应用	93
一、NAIS 的 PROFIBUS—DP	94
二、SIEMENS 的 Softnet 软件	99
第六节 FP 系列 PLC 的以太网	113
一、ET—LAN 的结构及主要技术指标	114
二、ET—LAN 以太网通信单元 I/O 端子和共享存储器分配	115
三、ET—LAN FP 系列以太网通信的实现	117
第五章 可编程序控制器典型应用实例	119
第一节 PLC 与 ID 卡读卡器及条形码阅读器的接口通信	119
一、PLC 与 ID 卡读卡器连接	119
二、PLC 与条码阅读器	121
第二节 PLC 在电梯控制系统中的应用	123
一、电梯的控制要求	123
二、电梯控制的控制程序	125
第三节 PLC 在机械手搬运及装配系统中的应用	134
一、系统构成	134
二、程序设计	134
三、机械手搬运及装配系统的 I/O 分配	143
四、机械手搬运及装配系统的梯形图程序	143
五、位置控制指令介绍	149
第四节 PLC 在视觉及分选系统中应用	153
一、视觉系统	154
二、分选系统	155
三、梯形图程序	160
第五节 PLC 在堆垛系统中的应用	166
一、堆垛系统图	166
二、堆垛系统程序设计	166
第六节 PLC 在立体仓储系统中的应用	175
一、立体仓库控制的初始化设定、XYZ 轴复位、坐标计算等功能的程序设计	176

二、自动仓储系统的送入操作	180
三、自动仓储系统的取出操作	185
第六章 触摸屏、组态软件功能及其应用	189
第一节 触摸屏的应用	189
一、触摸屏的特点及功能介绍	189
二、触摸屏与 PLC 的使用	190
三、触摸屏与 PLC 在供水系统中的应用	193
第二节 MCGS 组态软件应用	196
一、松下 PLC 控制电动机运行的组态过程	197
二、松下 PLC 控制的立体车库模型 MCGS 监控例题解析	209
第三节 组态王软件应用	217
一、组态王与制作简单组态的一般过程	218
二、组态王制作交通灯演示例题工程	227
附录	238
附录 A 习题及习题解答	238
习题	238
习题解答	243
附录 B FP1 系列 PLC 指令系统表	255
附录 C FP0 特殊指令	269
附录 D FPΣ 及 FP-e 型 PLC 特殊指令	281
参考文献	309

第一章 可编程序控制器应用程序的设计方法

在了解并掌握 PLC 的基本工作原理和编程技术的基础上，就可以结合实际，应用 PLC 构成实际的工业控制系统。可编程序控制器的应用设计，应该首先详细分析被控对象、控制过程和控制要求，熟悉工艺流程，列出控制系统的全部功能和要求。然后，根据系统的控制要求选择 PLC 机型，进行控制系统的流程设计，画出较详细的程序流程图，并对输入、输出进行合理安排，给定编号。此后，软硬件的设计工作就可以平行进行了。

软件设计也就是梯形图设计（相当于继电器控制系统中的原理图），即编制程序。由于 PLC 所有的控制功能都是以程序的形式体现的，大量的工作量将用在程序设计上。其设计方法通常采用继电器系统设计方法，如解析法、翻译法、图解法、状态转移法、模块化分析法。现简要介绍常用的几种应用程序的设计方法。

第一节 PLC 应用程序的设计步骤

设计 PLC 应用程序时，为了保证设计的系统可靠运行，需要遵循一定的步骤，具体的步骤有：

(1) 确定系统的控制要求 设计 PLC 应用系统之前，必须了解该 PLC 控制系统所需要完成什么样的任务。系统的控制要求有时候很清楚，比如设计一个三相交流异步电动机的星-三角起动控制线路；有时候系统的控制要求不是很清楚，比如需要改造一台旧设备时，可能要加入新的功能，那么这时候就需要重新确定系统的控制要求，了解整个系统有哪些输入信号，有哪些输出信号，所有的信号之间的逻辑关系是什么样的，这些都必须进行确定。如果对系统的控制要求理解有偏差，那么就有可能设计出错误的系统，甚至整个系统无法使用。

(2) 对系统的输入、输出信号进行分配（I/O 分配） 确定了系统的控制要求，也就是对系统的所有输入信号、输出信号的形式、逻辑关系有了清楚的了解。但是这些输入信号必须输入 PLC，再由 PLC 输出执行结果来驱动外部负载，所以给所有的外部输入信号、系统的输出信号分配合适的 PLC 端口是十分必要的，在此过程中，可能用户需要更改所使用的 PLC 的类型，因为有时候你需要的控制功能在以前确定型号的 PLC 上无法使用。

(3) PLC 外部接线设计 对 PLC 进行了 I/O 分配后，就需要设计 PLC 的外部接线图，这个过程是纯硬件范畴的，这也是以后硬件施工的基础。外部接线设计的基本原则是所有的输入信号、输出信号必须能够分别构成电流回路，并且要注意所有的输入信号、输出信号的电压、电流、频率范围。

(4) PLC 程序设计 PLC 程序设计的主要任务就是根据控制系统的控制要求和 I/O 分配确定的各种输入/输出信号，依据各种变量的逻辑关系，编制 PLC 控制程序。在设计 PLC 程序时，建议对程序中加入注释和说明，以方便程序的修改和移植。

(5) 现场联机调试 PLC 控制系统的功能能不能满足控制要求, 需要经过工业控制现场的检验才能得出结论。如果经过现场检验, 发现控制功能有错误或者不能满足指标的, 需要修改程序, 特殊情况下可能还需要修改硬件设计。

(6) 保存程序 如果控制系统通过了试运行期的检验, 已经正常工作, 接下来的工作就是需要保存程序, 将整个控制系统的控制要求、I/O 分配、硬件设计、软件设计都整理成册, 作为资料保存, 以便于控制系统日后维修、保养、改造。

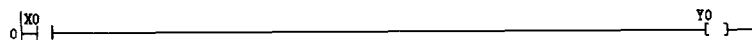
第二节 PLC 简单程序设计的常用方法

一、解析法

解析法是借鉴逻辑代数的方法, 确定各种输入信号、输出信号的逻辑关系并化简, 然后编制控制程序的一种方法。这种方法编程十分简便, 逻辑关系一目了然, 比较适合初学者。在继电器控制电路中, 线路的接通和断开, 都是通过控制按钮、继电器元件的触点来实现的, 这些触点都只有接通、断开两种状态, 和逻辑代数中的“1”、“0”两种状态对应。梯形图设计的最基本原则也是“与”、“非”、“或”的逻辑组合, 规律完全符合逻辑运算基本规律。按照输入与输出的关系, 梯形图电路也可以像逻辑电路一样分为两种: 组合逻辑电路和时序逻辑电路。

1. 梯形图电路类型

(1) 组合逻辑电路 输出仅与输入的现状有关, 而与输入的历史情况无关的梯形图电路称为组合逻辑电路。如下图所示的梯形图, 当 X0 为 ON 时, Y0 就会有输出, Y0 的工作状态仅与 X0 的动作有关, 而与其他输入/输出信号无关。



(2) 时序逻辑电路 输出不仅与输入的现状有关, 还与输入的历史状态有关的梯形图电路称为时序逻辑电路。例如图 1-1 所示的时序逻辑梯形图程序, Y0 的输出不仅与起动信号 X0 相关, 还与计数器、定时器的历史状态有关。若计数器和定时器的设定值 (SV 中内容) 改变时, Y0 的动作也随之变化。对于这部分电路的分析, 应该将其划分为一个节拍一个节拍的 analysis。在一个节拍里, 各点的状态是惟一确定的, 取决于上一个节拍中各点的状态及本节拍的输入状态, 因此, 若将上一个节拍中的状态也作为输入信号, 那么时序电路在某一节拍上的设计也可理解为组合电路, 这样就为时序电路的设计提供了一个可依照的模式。

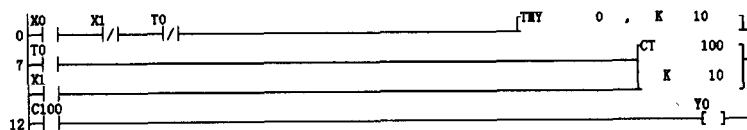
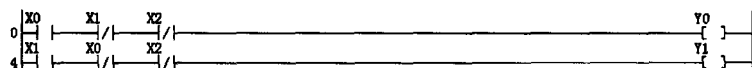


图 1-1 时序逻辑梯形图程序

2. 组合电路的设计

由于逻辑代数是描述开关量与继电器网络的一种数学方法, 故在分析组合电路的时候可以借助于逻辑代数。

首先定义开关的闭合为逻辑“真”，用“1”表示，继电器得电也为逻辑“真”，用“1”表示，开关的打开为逻辑“否”，用“0”表示，继电器失电也为逻辑“否”，用“0”表示，这样可以将下面梯形图转换成逻辑代数：



$$Y0 = X0\bar{X1}X2$$

$$Y1 = \bar{X0}X1\bar{X2}$$

通过上述的转换，可将 PLC 的程序设计演变为求解各输出信号 ($Y0 \cdots Yn$) 的逻辑表达式，并且可以通过逻辑代数的化简寻求程序设计的最优化设计。

例 1-1 水塔示意图如图 1-2 所示，L1、H1、L2、H2 是检测水位高低的传感器，电磁阀 Y 是控制进水的阀门，电动机 M 是负责引水入塔的水泵电动机。

控制要求：

- 1) 当水塔 1 中的低位传感器 L1 动作时，电磁阀 Y 打开；高位传感器 H1 动作时，电磁阀 Y 停止工作。电磁阀 Y 用 PLC 的 Y0 端口驱动。
- 2) 当水塔 1 中的 L1 未动作时，且水塔 2 中的低位传感器 L2 动作时，电动机 M 工作；当 H2 动作时，M 停止工作。电动机 M 用 PLC 的 Y1 端口驱动。

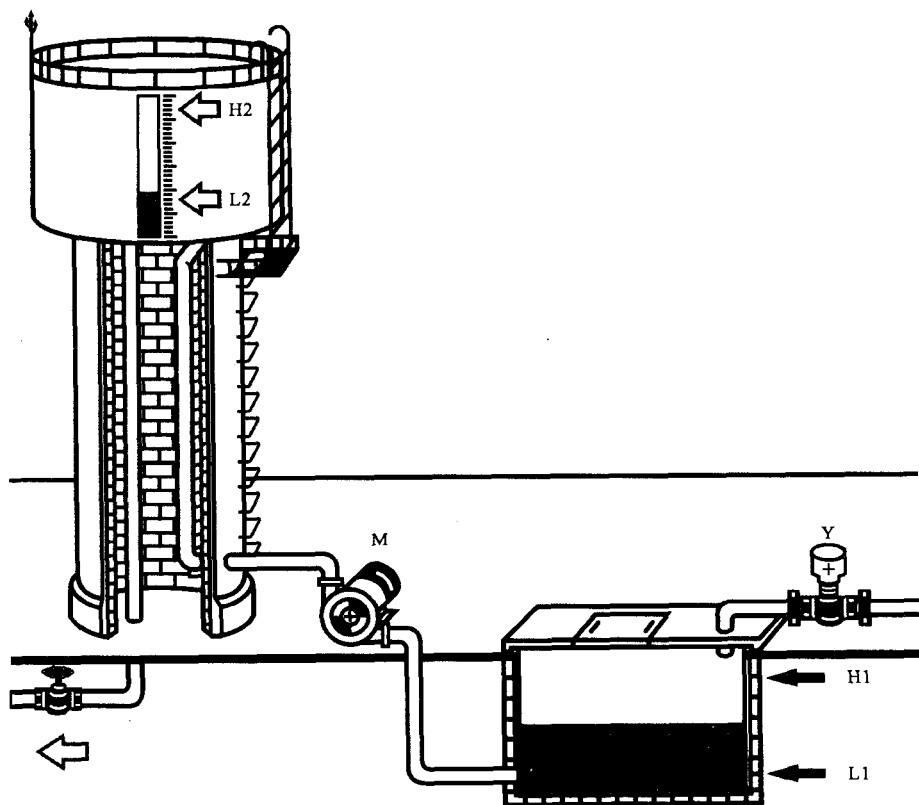


图 1-2 水塔示意图

例题解释：L1 的动作用符号表示为 L1，停止为 $\overline{L1}$ 。在 PLC 编程时接入 X0 端口。

L2 的动作用符号表示为 L2，停止为 $\overline{L2}$ 。在 PLC 编程时接入 X2 端口。

H1 的动作用符号表示为 H1，停止为 $\overline{H1}$ 。在 PLC 编程时接入 X1 端口。

H2 的动作用符号表示为 H2，停止为 $\overline{H2}$ 。在 PLC 编程时接入 X3 端口。根据要求，列出真值表如表 1-1 所示。

表 1-1 真 值 表

X0	X1	X2	X3	Y0	Y1	X0	X1	X2	X3	Y0	Y1
0	0	0	0	0	0	0	×	1	0		1
1	0	×	×	1		×	×	×	1		0
×	1	×	×	0		1	×	×	×		0

首先分析 Y0 的逻辑表达式，根据上面真值表所示，Y0 的动作只与 X0、X1 的状态相关，故分析 Y0 的起动条件为：

$$Y0 = (X0 + Y0) \overline{X1}$$

转换成梯形图如下图所示：



检查程序设计是否满足要求应注意下面几点：

1) 程序设计的表达式涵盖了与输出动作相关的所有元素的状态，包括开关量闭合的状态。

2) 将表达式代入真值表中能反复执行。表达式能够执行一次并不能说明其正确性，只有在同等条件下反复执行才能体现其正确性，这也就是其所谓“解的确定性”，只要条件一定就一定按照要求动作。

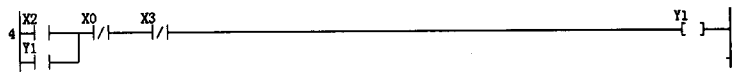
按照上述原则，我们可以检验电磁阀 Y 动作的正确性。

同理，我们可以推出 Y1 的起动条件：

$$Y1 = (X2 + Y1) \overline{X0} \overline{X3}$$

此表达式涵盖三个元素状态，包括了所有与电动机 M 动作相关的所有元素，满足条件。

故画出梯形图如下图所示：



通过上述例题，我们可以得出设计组合电路的一般步骤：

1) 定义变量。将要求的各变量分别用符号表示，定义其逻辑表示符号。对于符号的逻辑定义，我们应遵循 PLC 设计原则，将开关量的闭合定义为“真”，打开定义为“否”，继电器的得电定义为“真”，失电定义为“否”。

2) 根据要求列写真值表，注意转换过程中各元素的状态。

3) 根据真值表的动作顺序，划分时间节拍，将输出为真的节拍定义为起动节拍，按照起动节拍列出逻辑表达式。

4) 对逻辑表达式判断其合理性。

5) 列写 PLC 程序。

在列写逻辑表达式时,可以根据前面章节中的化简方法进行简化,以优化程序的设计,提高程序的可读性。

当输入信号的组合不足以满足输出动作时,可以引入中间继电器。

3. 时序电路的设计

由于时序电路中引入了定时器、计数器、功能指令、反馈信号,故其设计难度大,且对于当今不同的 PLC 机型,其各种指令的功能不尽相同,通过寻求一种通用的公式来达到电路设计已经不太现实。但基于组合电路的设计基础,可以对时序电路的设计作如下简化:

(1) 不含功能指令的时序电路 对于不含功能指令的时序电路,可以按其动作顺序分为一节拍一节拍的動作,不同于组合电路的设计,其输入信号应包括反馈信号、定时器信号、计数器信号。

在每一个节拍内,都应将上一节拍中相关的输入、输出信号作为本节拍的输入信号,何谓“相关”,即是对本节拍输出有联系,其动作会从上一节拍延续到本节拍。对于具体电路的设计,可以仿照前一节对于组合电路的设计步骤。

(2) 含有功能指令的时序电路 对于含功能指令的时序电路,不同的 PLC 机型应采取不同的方法,这取决于其指定的功能指令的具体用法,设计时可以将其考虑为特定的某一个模块,作为输出信号,其作用结果作为下一节拍的输入信号。

鉴于时序电路的特殊性,仅举一简单例子作为参考。

例 1-2 设计一个电动机正反转的电路,当 X1 点动作后,电动机正转,当 X2 点动作后,电动机反转,X0 动作后,电动机停转。

例题解释: 1) 定义变量:X0 闭合,逻辑“真”,表示“1”。X1 闭合,逻辑“真”,表示“1”。X2 闭合,逻辑“真”,表示“1”。电动机正转 Y0,得电为“真”,表示“1”。电动机反转 Y1,得电为“真”,表示“1”。

2) 列写真值表,如表 1-2 所示。

表 1-2 真 值 表

输 入					输 出	
X0	X1	X2	Y0	Y1	Y0	Y1
0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	1
1	×	×	×	×	0	0
0	0	0	0	0	0	0

3) 列写逻辑表达式:

Y0: 对于启动节拍②: $Y0 = \overline{X0}X1\overline{X2}$ 式①

对于延续节拍③: $Y0 = \overline{X0}\overline{X2}Y0$ 式②

Y1: 对于启动节拍④: $Y1 = \overline{X0}\overline{X1}X2$ 式③

对于延续节拍⑤: $Y1 = \overline{X0}\overline{X1}Y1$ 式④

综合式①与式②, 得:

$$Y0 = (X1 + Y0)\overline{X0}\overline{X2}$$

$$Y1 = (X2 + Y1)\overline{X0}\overline{X1}$$

4) 检验程序的合理, 将逻辑表达式代入真值表中, 可以检验其正确性。

5) 列写梯形图程序, 如图 1-3 所示。

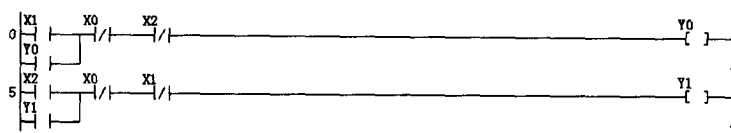


图 1-3 梯形图程序

二、翻译法

所谓翻译法是将继电器的控制逻辑图直接翻译成梯形图。对于传统的工业技术改造常选用翻译法。对于原有的继电器控制系统, 其控制逻辑图在长期的运行中, 实践已证明该系统设计合理、运行可靠。在这种情况下可采用翻译法直接把该系统的继电器的控制逻辑图翻译成 PLC 控制的梯形图。翻译法的具体步骤如下:

- 1) 将检测元件(如行程开关)、按钮等合理安排, 且接入输入口。
- 2) 将被控的执行元件(如电磁阀等)接入输出口。
- 3) 将原继电器控制逻辑图中的单向二极管用接点或用增加继电器的办法取消。
- 4) 和继电器系统一一对应选择 PLC 软件中功能相同的器件。
- 5) 按接点和器件对应关系画梯形图。
- 6) 简化和修改梯形图, 使其符合 PLC 的特殊规定和要求, 在修改中要适当增加器件或接点。

对于熟悉机电控制的人员来说很容易学会翻译法, 将继电器的控制逻辑直接翻译成梯形图。

例 1-3 机床工作台往复运动控制, 其示意图如图 1-4 所示。

(1) 控制要求 有一台机床, 它的工作台被三相交流异步电动机拖动, 可以实现前进或后退。当按下启动按钮 SB1, 接触器 KM1 吸合, 工作台前进; 当碰到前进限位开关 SQ1 时, KM1 释放, 工作台停止前进, 同时 KM2 吸合, 工作台后退; 当碰到后退限位开关 SQ2 时, KM2 释放, 工作台停止后退, 同时 KM1 吸合, 工作台前进, ……当电动机发生过载或按下停止按钮 SB2 时, 所有接触器释放, 工作台停止运行。

这种控制方式在实际的机床线路中应用是很广泛的, 它的控制线路和控制方式都是十分典型的, 能够很容易找到这种控制方式的继电器—接触器控制电路。参看图 1-5 和图 1-6。

(2) I/O 分配 PLC 的 I/O 分配如表 1-3 所示。

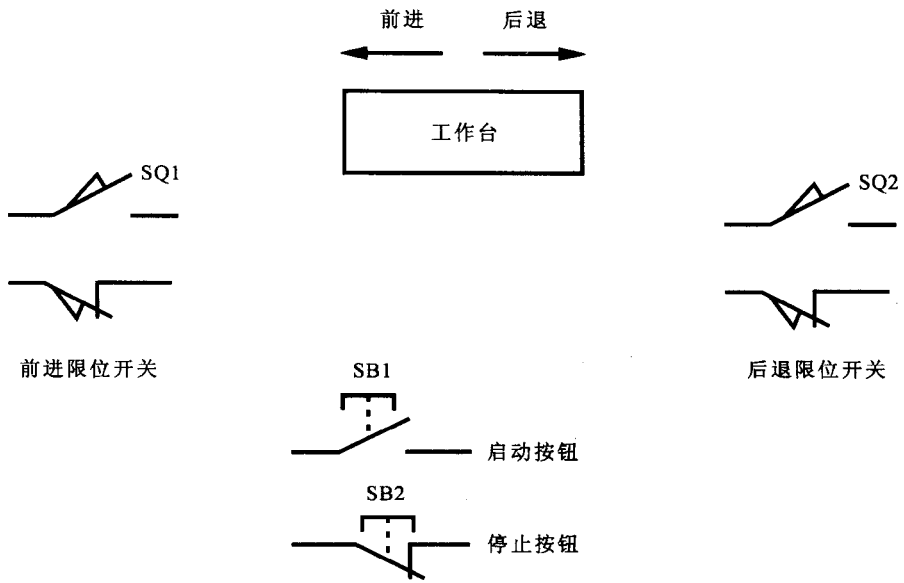


图 1-4 机床工作台往复运动示意图

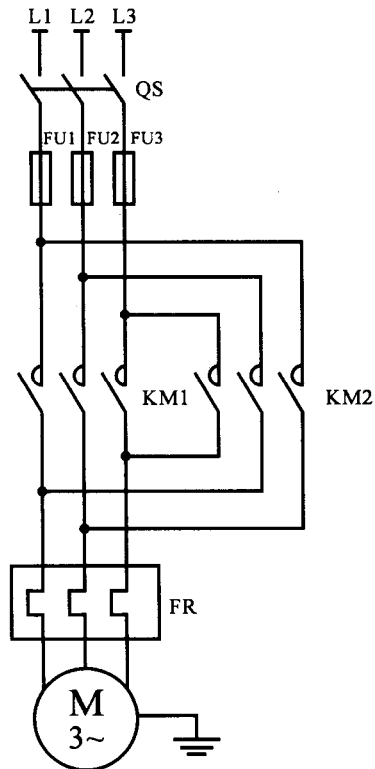


图 1-5 三相异步电动机主电路

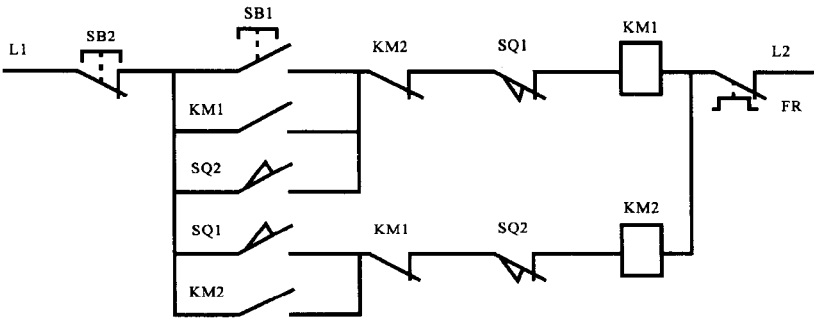


图 1-6 控制电路

表 1-3 PLC 的 I/O 分配表

输 入		输 出		输 入		输 出	
启动按钮 SB1	X0	前进驱动 KM1	Y0	后退限位 SQ2	X3		
停止按钮 SB2	X1	后退驱动 KM2	Y1	热保护 FR	X4		
前进限位 SQ1	X2						

(3) 硬件接线设计 PLC 硬接线图如图 1-7 所示。

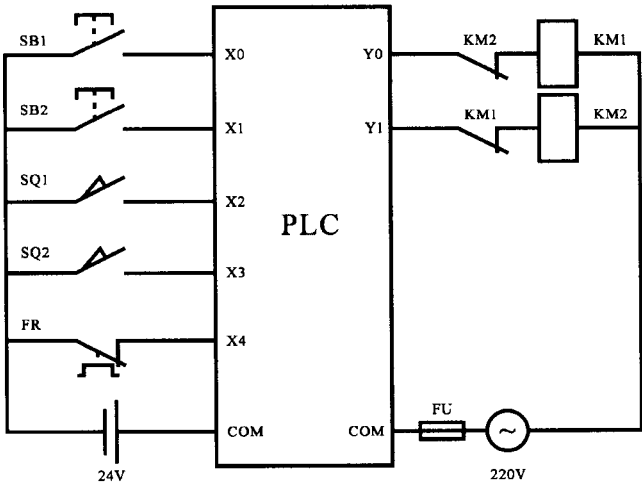


图 1-7 PLC 硬接线图

(4) 梯形图程序 编写的梯形图程序如图 1-8 所示。在 PLC 编程时，对于外部控制信号的常闭接点(如例题中的停止按钮 SB2,热保护继电器接点 FR)，在编制梯形图时要特别注意，否则可能会出现逻辑错误。

如果在 PLC 外部采用了常闭接点(如例题中的热保护继电器 FR)，当 PLC 通电运行程序时，由于常闭的接点已经使 PLC 的输入端子构成了回路，所以 PLC 内部对应的输入继电器(对应于例题中的 X4)的状态已经为“ON”。为了保证控制逻辑的正确性，必须在 PLC 的程序中使用常开接点，因为此时常开接点的状态也对应为“ON”，而其常闭接点的状态对应为“OFF”，PLC 的执行结果是要根据 PLC 程序和外部输入信号的状态共同决定的，PLC 外

部使用常闭接点，PLC 内部使用常开接点正好符合了对按钮不施加任何动作，则该点对应的操作结果为使信号通过。如果对常闭按钮施加了动作，那么 PLC 外部常闭按钮的常闭接点将会打开，对应 PLC 内部的输入继电器的状态就为“OFF”，对应的 PLC 内部的常开接点的状态变为“OFF”，常闭接点的状态变为“ON”。

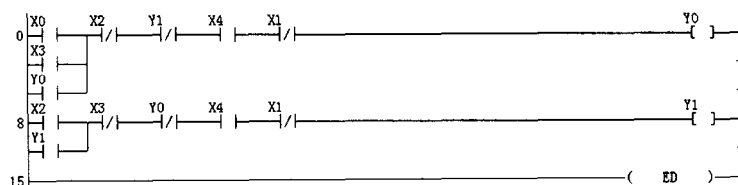


图 1-8 梯形图程序

综上所述，当由继电器—接触器控制电路改造成 PLC 控制时，如果在外部使用了常闭接点，在 PLC 内部就需要使用对应的 PLC 输入端子的常开接点。这样单独看来，PLC 程序就和继电器接触控制电路的逻辑关系不是对应的，如例题中的热保护 FR。

在编程时候还应该注意，在继电器—接触器控制电路中使用了行程开关的常开接点和常闭接点，但是在 PLC 控制电路中在 PLC 外部只使用了常开接点，这是因为 PLC 需要接受的是外部输入信号的“状态”，对应于一个按钮，“状态”只有“开”和“关”两种。在 PLC 内部，只要输入端子上有足够的电流流过，PLC 就认为该点对应的信号接通（状态为 ON），那么对该点的信号状态取反，就是断开（状态为 OFF），而 PLC 是一种基于计算机技术的数字控制器，对某一个信号的状态取反是很方便的，所以不需要使用行程开关的另外一组常闭接点，而是在编程时候直接使用该对应输入信号（在例题中使用了常闭接点）。

再有由继电器—接触器控制电路转变成 PLC 控制线路时，在继电器—接触器控制电路中，有些控制器件的接点是可以安排在接触器线圈的另一边的（如热保护继电器的常闭接点 FR），但是在 PLC 编程时候，在线圈和右母线之间是不能再出现任何接点的，所以需要将该接点移动到线圈的左边。

三、图解法

图解法是根据绘图进行 PLC 程序设计。常见的绘图有三种方法，即梯形图法、时序图法及流程图法。

梯形图法是依据上述的各种方法把 PLC 程序绘制成梯形图，它是最基本的方法。

时序图法特别适用于时间控制的电路，例如交通灯控制电路，对应的时序图画出后，再依时间用逻辑关系组合，就可以很方便地把电路设计出来。

流程图法是用流程框图表示 PLC 程序执行过程以及输入与输出之间的关系。若使用步进指令进行程序设计是非常方便的。下面举例说明如何应用时序法进行编程。

例 1-4 液压泵电动机、主电动机顺序启动。

(1) 控制要求 有两台三相交流异步电动机，其中 M1 是液压泵电动机，M2 是主驱动电动机。当按下启动按钮 SB1 时，M1 启动运行，过 5s 后，M2 启动运行。当电动机发生过载或按下停止按钮 SB2 时，两台电动机均停止运行。

(2) I/O 分配 PLC I/O 分配表如表 1-4 所示。