

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

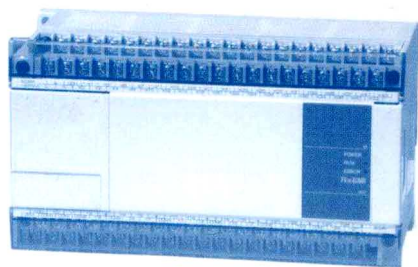
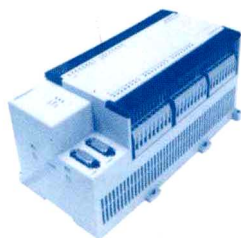
可编程序控制器 应用基础

中国机械工业教育协会

组编

全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

王莉 主编



“工学结合”新理念
“校企合作”新模式
赠送电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

KEBIANCHENGXU KONGZHIQI
YINGYONG JICHU

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

可编程序控制器应用基础

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会

组编

王莉 主编

机械工业出版社

本教材是为适应“工学结合、校企合作”培养模式的要求,根据中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的中等职业教育教学计划大纲编写的。本教材主要内容包括:可编程序控制器的基础知识、可编程序控制器基本指令的介绍、可编程序控制器程序设计方法、可编程序控制器专用指令介绍及应用。

本教材可供中等职业技术学校、技工学校、职业高中使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器应用基础/王莉主编. —北京:机械工业出版社, 2009 12

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-111-29266-1

I 可… II. 王… III. 可编程序控制器—专业学校—教材 IV. TP332 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 229048 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:荆宏智 陈玉芝 责任编辑:王振国

版式设计:张世琴 封面设计:马精明

责任校对:李 婷 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·8 5 印张·207 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-29266-1

定价:15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

中等职业教育机电类专业“十一五”规划教材
编 审 委 员 会

主 任 郝广发 季连海

副主任 刘亚琴 周学奎 何阳春 林爱平 李长江 李晓庆
徐 彤 刘大力 张跃英 董桂桥

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 平	王 军	王兆山	王泸均	王德意	方院生
付志达	许炳鑫	杜德胜	李 涛	杨柳青(常务)	
杨耀双	何秉戌	谷希成	张 莉	张正明	周庆礼
孟广斌	赵杰士	郝晶卉	荆宏智(常务)		姜方辉
贾恒旦	奚 蒙	徐卫东	章振周	梁文侠	喻勋良
曾燕燕	蒙俊健	戴成增			

策划组 荆宏智 徐 彤 何月秋 王英杰

《可编程序控制器应用基础》编审人员

主 编 王 莉
副主编 爨 莹
参 编 吴利华
审 者 李全利

序

为贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神，落实文件中提出的中等职业学校实行“工学结合、校企合作”的新教学模式，满足中等职业学校、技工学校和职业高中技能型人才培养的要求，更好地适应企业的需要，为振兴装备制造业提供服务，中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会共同聘请有关行业专家制定了中等职业学校6个专业10个工种新的教学计划、大纲，并据此组织编写了这6个专业的“十一五”规划教材。

这套新模式的教材共近70个品种。为体现行业领先的策略，编出特色，扩大本套教材的影响，方便教师和学生使用，并逐步形成品牌效应，我们在进行了充分调研后，才会同行业专定制定了这6个专业的教学计划，提出了教材的编写思路和要求。共有22个省(市、自治区)的近40所学校的专家参加了教学计划大纲的制定和教材的编写工作。

本套教材的编写贯彻了“以学生为根本，以就业为导向，以标准为尺度，以技能为核心”为理念，以及“实用、够用、好用”为原则。本套教材具有以下特色：

1. 教学计划大纲、教材、电子教案(或课件)齐全，大部分教材还有配套的习题集和习题解答。

2. 从公共基础课、专业基础课，到专业课、技能课全面规划，配套进行编写。

3. 按“工学结合、校企合作”的新教学模式重新制定了教学计划、教学大纲，在专业技能课教材的编写时也进行了充分考虑，还编写了第三学年使用的《企业生产实习指导》。

4. 为满足不同地区、不同模式的教学需求，本套教材的部分科目采用了“任务驱动”形式和传统编写方式分别进行编写，以方便大家选择使用；考虑到不同学校对软件的不同要求，对于《模具CAD/CAM》课程，我们选用三种常用软件各编写了一本教材，以供大家选择使用。

5. 贯彻了“实用、够用、好用”的原则，突出“实用”，满足“够用”，一切为了“好用”。教材每单元中均有教学目标、本章小结、复习思考题或技能练习题，对内容不做过高的难度要求，关键是使学生学到干活的真本领。

本套教材的编写工作得到了许多学校领导的重视和大力支持以及各位老师的热烈响应，许多学校对教学计划大纲提出了很多建设性的意见和建议，并主动推荐教学骨干承担教材的编写任务，为编好教材提供了良好的技术保证，在此对各个学校的支持表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在某些缺点或不足，敬请读者批评指正。

**中国机械工业教育协会
全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会**

前 言

可编程序控制器的前身是从继电接触器控制系统转换过来的，利用计算机技术将继电控制系统中的电控制硬接线变成了程序的软件接线(利用指令来实现各种逻辑关系)。

可编程序控制器的发展越来越快，学习的人员也越来越多，本书主要针对一些初学者，用简单的语言对可编程序控制器的应用及基本知识作以讲解。

本书主要以三菱可编程序控制器 FX2N—48MR 为例。

本书的第一章讲了一些可编程序控制器的基础知识，包括可编程序控制器的发展、工作原理、三菱可编程序控制器的接线及软件使用；第二章主要讲了三菱可编程序控制器的基本指令的定义、功能、使用注意事项及其简单的应用；第三章主要讲了可编程序控制器的程序设计方法、编程注意事项等，程序设计方法包括转换法、逻辑设计法及经验设计法；第四章主要讲了可编程序控制器中的功能指令的使用要素，还有三菱可编程序控制器中的两条常用功能指令(传送指令 MOV 和移位指令 SFTL、SFTR)的应用。

由于编者经验有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请广大师生、读者予以批评、指正，并提出宝贵意见，使我们对其进行修改与完善。

编 者

目 录

序

前言

第一章 可编程序控制器的基础知识 1

第一节 可编程序控制器的基本概述 1

第二节 可编程序控制器的特点、性能指标及发展 5

第三节 可编程序控制器的软元件介绍 9

第四节 可编程序控制器的 Windows 编程软件介绍 14

第五节 可编程序控制器的工作原理及分析 21

第六节 可编程序控制器的指示灯、端子及外部接线 26

本章小结 30

复习思考题 32

第二章 可编程序控制器基本指令的介绍 35

第一节 可编程序控制器的梯形图 35

第二节 可编程序控制器的基本指令 37

第三节 可编程序控制器的块指令与栈指令 41

第四节 可编程序控制器的主控指令与置复位指令 46

第五节 可编程序控制器定时器与计数器的应用 50

第六节 可编程序控制器脉冲指令的应用 59

本章小结 63

复习思考题 64

第三章 可编程序控制器程序设计方法 70

第一节 可编程序控制器编程注意事项及技巧 70

第二节 可编程序控制器经验设计法 75

第三节 可编程序控制器梯形图继电器触器控制电路转换法 80

第四节 可编程序控制器逻辑设计法 87

第五节 可编程序控制器功能框图设计法 91

本章小结 96

复习思考题 99

第四章 可编程序控制器专用指令介绍及应用 101

第一节 可编程序控制器的数据类型 101

第二节 可编程序控制器功能指令的类型及使用要素 105

第三节 可编程序控制器的传送类指令 107

第四节 可编程序控制器的移位控制类指令 113

本章小结 119

复习思考题 121

附录 123

附录 A 三菱可编程序控制器 FX2N—48MR 软元件 123

附录 B FX2N 系列可编程序控制器的特殊软元件 124

附录 C FX2N 系列可编程序控制器的基本指令 125

附录 D OMRON 可编程序控制器与三菱可编程序控制器的指令对比 126

附录 E OMRON 可编程序控制器与三菱可编程序控制器的软元件对比 127

参考文献 128

第一章 可编程序控制器的基础知识

- 教学目标**
1. 可编程序控制器的定义、特点、结构等基本知识。
 2. 可编程序控制器的软元件介绍及其外部接线原理。
 3. 可编程序控制器的工作原理。
 4. 可编程序控制器程序录入软件的使用。

- 教学重点**
1. 可编程序控制器的软元件的功能及使用注意事项。
 2. 可编程序控制器的外部接线原理。
 3. 可编程序控制器的工作原理。

- 教学难点** 可编程序控制器的工作原理及可编程序控制器的软元件。

- 教学建议**
1. 对于刚开始教学，内容可以讲慢一点，特别是可编程序控制器的软元件部分，因其内容比较抽象，学生接受起来比较慢。
 2. 可编程序控制器的工作原理内容讲解时要注意，避免学生对这门课程产生畏惧心理，同时这部分内容也可以在后期教学中多次得提到，便于加强学生的理解。
 3. 可编程序控制器的工作原理及软元件是学习可编程序控制器的基础。学生一定要牢固、准确掌握。

第一节 可编程序控制器的基本概述

一、可编程序控制器简介

1. 可编程序控制器的来历

早期的工业电气控制，普遍使用传统的继电接触器控制系统，它具有结构简单、价格低廉、容易操作和对维护技术要求不高等优点，特别适用于工作模式固定、控制要求比较简单的场合。随着工业生产的迅速发展，继电接触器控制系统的缺点变得日益突出。由于其控制电路复杂、系统的可靠性难以提高，且检查和修复相当困难。当产品更新时，生产机械、加工规范和加工生产线也必须随之改变，而这种变动的工作量很大，造成的经济损失也相当可观。

为此，在 20 世纪激烈的市场竞争下，美国通用汽车公司首先提出，用一种新型控制器来代替传统的继电接触器控制系统。美国通用汽车公司对新型控制器提出的要求是：

- 1) 编程简单，可在现场修改程序。
- 2) 维护方便，采用插件式结构。
- 3) 可靠性高于继电接触器控制系统。
- 4) 体积小于继电接触器控制系统。
- 5) 成本可与继电接触器控制系统相竞争。
- 6) 可将数据直接输入计算机。

7) 输入为通用交流电。

8) 输出为通用交流电压, 电流在 2A 以下, 能直接驱动电磁阀、交流接触器、小功率电动机等。

9) 通用性强, 能扩展。

10) 能存储程序。

根据上述要求, 生产出了第一台可编程序控制器。但早期的可编程序控制器是为了取代继电接触器控制电路, 其功能基本上限于开关量逻辑控制, 仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能, 一般称为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, 简称 PLC)。

随着微电子技术和计算机技术的快速发展, 微处理器被应用到可编程序控制器中, 此时可编程序控制器已不限于逻辑运算功能, 其功能大大增强, 将可编程序逻辑控制器 (PLC) 改名为可编程序控制器 (PC), 为了区别个人计算机 (PC), 还是采用 PLC 作为可编程序控制器的简称。

2. 可编程序控制器的定义

可编程序控制器是一种专门在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令, 并能通过数字方式或模拟方式的输入/输出, 控制各种类型的机械或生产过程。

可编程序控制器定义中有几点需要注意:

1) 可编程序控制器是“数字运算操作的电子装置”, 它其中带有“可以编制程序的存储器”, 可以进行“逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算”等工作, 可以设想可编程序控制器具有计算机的基本特征。

2) 可编程序控制器是“为工业环境下应用”而设计的计算机。工业环境和一般办公环境有较大的区别, 可编程序控制器具有特殊的构造, 使它能在高粉尘、高噪声、强电磁干扰和温度变化剧烈的环境下正常工作。为了能控制“机械或生产过程”, 它又要能“易于与工业控制系统形成一个整体”。这些不是个人计算机能做到的。所以可编程序控制器是一种工业现场用计算机。

3) 可编程序控制器能控制“各种类型”的工业设备及生产过程。所以它是一种通用的工业控制计算机。

二、可编程序控制器的硬件组成

世界各国生产的可编程序控制器外观各异、型号各异, 但它们的硬件结构大体相同, 都主要由中央处理器 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、输入/输出接口 (I/O 接口)、电源及编程设备等部分组成。

1. 中央处理器 (CPU)

CPU 是可编程序控制器的核心, 相当于神经中枢的作用, 每台可编程序控制器至少有一个 CPU。

中央处理器 CPU 的功能是:

1) CPU 按系统程序所赋予的功能接收并存储从编程器输入的用户程序和数据。

2) CPU 按扫描方式工作, 从存储器中逐条读取指令, 并存入 CPU 内的指令寄存器中。

3) 将指令寄存器的指令操作码进行译码, 执行指令规定的任务, 产生相应的控制信号, 并根据运算结果更新有关标志位和元件及输出映像寄存器的内容, 以实现输出控制。

4) 执行系统诊断程序, 诊断电源、可编程序控制器内部电路的工作状态以及程序的语法错误。

2. 存储器

存储器是可编程序控制器存放系统程序、用户程序及运算数据的单元。和一般计算机一样, 可编程序控制器的存储器有只读存储器(ROM)和可读可写存储器(RAM)两大类。

ROM 用来存放那些永久保存, 即使机器掉电后也需要保存的程序, 比如系统程序, 系统程序是指控制和完成可编程序控制器各种功能的程序。

RAM 用来存放用户程序及系统运行中产生的临时数据, 为了能使用户程序及某些运算数据在可编程序控制器脱离外界电源后也能保持, 在实际使用中要和一些重要的 RAM 配备电池供电。

3. 输入/输出接口

输入/输出接口是可编程序控制器控制现场各类信号连接的部分。

输入接口用来接收生产过程的各种信号参数。这些信号电平各式各样, 而 CPU 所处理的信息只能是标准电平, 所以输入接口还需将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的数字信号。

输出接口用来接收 CPU 处理过的数字信号, 并将它们转换成现场的执行部件所能接收的控制信号, 以驱动相应的执行机构。

可编程序控制器有多种输入/输出接口, 其类型有数字量输入/输出接口和模拟量输入/输出接口。

(1) 数字量输入/输出接口 数字量输入接口采用光耦合电路与现场输入信号相连, 这样可以防止使用环境中的强电干扰进入可编程序控制器内部。

数字量输出接口可分为继电器输出方式、晶体管输出方式和晶闸管输出方式等, 如图 1-1 所示。

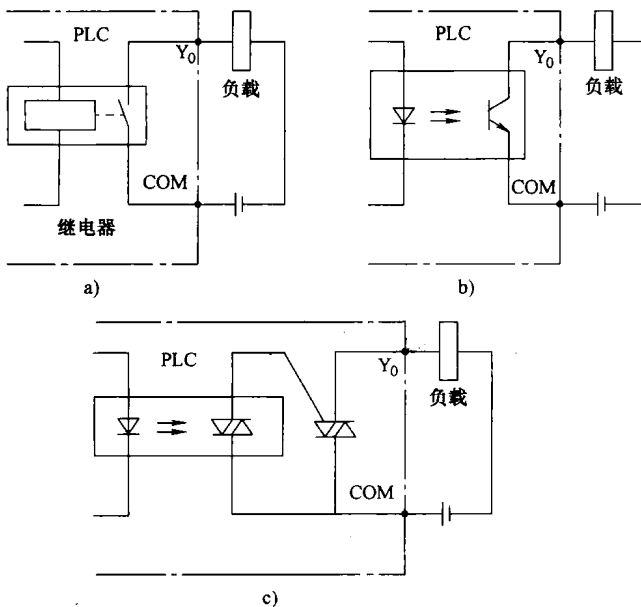


图 1-1 数字量输出接口

a) 继电器输出方式 b) 晶体管输出方式 c) 晶闸管输出方式

(2) 模拟量输入/输出接口 模拟量输入/输出接口主要用来实现模拟量—数字量之间的转换,即 A/D 或 D/A 转换。由于工业控制系统中的传感器或执行机构有一些信号是连续变化的模拟量,因此这些模拟量必须通过模拟量输入/输出模块与可编程序控制器相连。

可编程序控制器的标准模拟量电压有 1~5V、1~10V、-5~+5V 和 -10~+10V,可编程序控制器的标准模拟量电流有 0~10mA 等。

模拟量输入模块接收到标准量程的模拟电压或电流后,把它转换成 8 位、10 位、12 位的二进制数字信号,送给中央处理器进行处理。

模拟量输出模块将中央处理器的二进制数信号转换成标准量程的电压或电流输出信号,以提供给执行机构。

4. 电源

可编程序控制器的电源包括为可编程序控制器各工作单元供电的开关电源及为掉电保护电路供电的后备电源(电池)。

可编程序控制器的电源输入既有交流 220V,也有直流 24V。

可编程序控制器采用交流电源输入时,其内部有变压器及整流稳压等电路,其体积相对较大。

可编程序控制器采用直流 24V 电源输入时,其外部有一个稳压电源,体积相对较小。

可编程序控制器也有自带的直流输出 24V 电源,但其带载能力不强,所以一般采用外置电源。

5. 编程设备

(1) 可编程序控制器的编程设备 目前市场上主要有两类:手动编程器和 PC。

1) 可编程序控制器的手动编程器按其编程方式的不同又可分为简易编程器和图形编程器。

① 简易编程器又称为指令式编程器、便携式编程器。它可直接与可编程序控制器的专用通信接口相连,由可编程序控制器提供电源。它的体积小、便于携带。只能用指令形式编程,通过按键输入指令,通过数码管或液晶显示器加以显示。

这种编程器适用于小型可编程序控制器的编程。

② 图形编程器以液晶显示器(LCD)阴极射线管(CRT)作屏幕,用来显示编程内容(梯形图的方式)。它可以采用梯形图形式输入程序,其逻辑关系要比简易手动编程器直观;但它的体积大、价格高。

这种手动编程器适用于中、大型可编程序控制器的编程。

2) 可编程序控制器的另外一种编程工具是利用个人计算机加上编程软件进行编程,再通过适当的硬件接口将编好的程序直接传送到可编程序控制器中。这种编程既可以是指令形式的,也可以是梯形图方式的,并且监控功能也很强大,使用灵活。所以近年来,图形编程器的使用越来越少。

(2) 编程设备的工作方式 因为可编程序控制器的工作方式有 STOP(编程工作模式)和 RUN(运行工作模式)两种。所以其编程设备也有对应的两种工作方式。

① 编程工作模式 STOP。可编程序控制器处于停机状态,用户利用编程设备可以输入新程序,或编辑和修改 PLC 内已有的程序。

② 运行工作模式 RUN。可编程序控制器处于工作状态,所有的程序 PLC 都在执行,为了

确保运行过程中的可靠性，所以在此状态禁止对可编程序控制器内部程序进行逻辑变更。用户只能用编程设备对可编程序控制器进行相应的监控等工作。否则可编程序控制器将报警。

三、可编程序控制器的分类

1. 按照可编程序控制器 I/O 总点数和存储器容量分类

可分为超小型、小型、中型、大型和超大型五类。

- 1) 若 I/O 总点数小于 64 点，用户存储器容量在 300 ~ 1000B 之间，则为超小型。
- 2) 若 I/O 总点数在 65 ~ 128 点，用户存储器容量在 1 ~ 2KB 之间，则为小型。
- 3) 若 I/O 总点数在 129 ~ 512 点，用户存储器容量在 2 ~ 8KB 之间，则为中型。
- 4) 若 I/O 总点数在 513 ~ 8192 点，用户存储器容量超过 8KB，则为大型。
- 5) 若 I/O 总点数在 8192 点以上，则为超大型。

2. 按可编程序控制器的结构分类

可分为单元式结构、模块式结构和叠装式结构。

1) 单元式结构指把可编程序控制器的 CPU、ROM、RAM、I/O 接口单元、输入/输出端子、电源和指示灯等都装配在一起的整体装置，一个箱体就是一个完整的可编程序控制器。

优点：结构紧凑、体积小、成本低、安装方便。

缺点：输入/输出点数是固定的，有时点数不够用时要与扩展单元配合使用。

2) 模块式结构又称为积木式结构，这种结构的特点是把可编程序控制器的每个工作单元都制成独立的模块，如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等。另外，机器配有一块带有插槽的母板，可以将各种模块都插到母板上，这样就构成了一个完整的可编程序控制器。

优点：系统构成灵活，安装、扩展、维修方便。

缺点：体积大。

3) 叠装式结构是单元式和模块式两种结构互相结合的产物。它把可编程序控制器工作单元的外形制作成外观尺寸一致的、相互独立的模块，只是它不像模块式那样插在母板上，而是用电缆连接各个单元，在控制设备中安装时可以一层层地叠装。

优点：兼顾单元式与模块式的优点。

3. 按功能分类

可分为低档机、中档机和高档机。

1) 低档机以逻辑运算为主，具有计时、计数和移位等功能。

2) 中档机有整数及浮点数运算、数制转换、PID 调节、中断控制及联网功能，可用复杂的逻辑运算及闭环控制场合。

3) 高档机具有更强的数字处理能力，可进行矩阵运算、函数运算，可完成数据管理工作，有更强的通信能力，可以和其他计算机构成分布式生产过程综合控制管理系统。

第二节 可编程序控制器的特点、性能指标及发展

一、可编程序控制器的特点

1. 性能稳定可靠、抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。可编程序控制器采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产制造工艺，其内部电路采用了先进的抗干扰技术，因而具有很高的可靠性。

从可编程序控制器的外部电路来说，使用可编程序控制器构成控制系统，与同等规模的继电器接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少了很多，而系统电气故障大多是由接点故障造成的，这样可编程序控制器系统的故障率就大大降低了。

可编程序控制器还带有硬件故障的自我检测功能，出现故障及时发出报警信息。对于可编程序控制器的控制程序也有相应的检测程序，其控制程序出现错误时可编程序控制器将停止工作。

在应用软件中，用户也可以编入外围元器件的故障自诊断程序，使系统中除可编程序控制器以外的电路及设备也获得故障自诊断功能。

2. 配套齐全、功能完善、适用性强

可编程序控制器发展到现在，已经形成了大、中、小型等各种规模的系列化产品，可用于各种规模的工业控制场合。

可编程序控制器的基本功能包括数字和模拟输入/输出、算术和逻辑运算、定时、计数、锁存、主控移位、比较、二—十进制转换、鼓形控制器(功能)、跳转和强制输入/输出等。

可编程序控制器的扩展功能有通信联网、成组数据传送、矩阵运算、PID 闭环回路控制、排序查表、中断控制、特殊功能函数运算、自诊断、报警、监控等功能。

上述功能使得可编程序控制器适用于各种控制场合及控制要求等。

3. 编程简单、实现方法多、改造容易

可编程序控制器的编程软件支持多种方法：梯形图、指令表、功能块图和结构文本。

(1) 梯形图 梯形图是一种以图形符号及其在图中的相互关系表示控制关系的编程语言，是从继电器接触器控制电路演变过来的。所以熟悉继电器接触器控制电路的工程技术人员很容易且很快就能掌握这种编程方法。图 1-2 所示为两者间的对应关系。

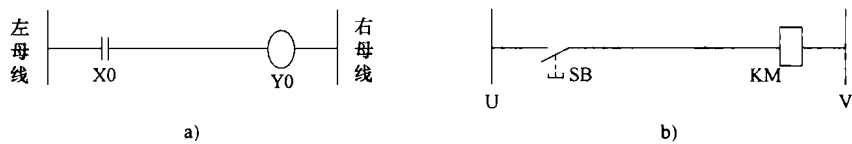


图 1-2 梯形图与继电器接触器控制电路的对应关系
a) PLC 梯形图 b) 继电器接触器控制电路

梯形图所使用的图形符号和继电器接触器控制电路中的符号十分相似，而且两者之间的结构也十分相似。因为，首先梯形图是为熟悉继电器接触器控制电路的工程技术人员设计的，所以使用类似的符号；第二，两种图所表达的逻辑含义是一样的。因此，设计梯形图的思想是：将可编程序控制器中参与逻辑组合的元器件看成和继电器接触器控制电路一样的元器件，具有常开、常闭触点及线圈，且线圈得电或失电将导致触点的动作与复位，再用母线代替电源线，用能量流概念来代替继电器接触器控制电路中的电流概念；使用绘制继电器接触器控制电路类似的思路绘出梯形图。但也要注意可编程序控制器梯形图中类似继电器和接触器的编程元件并不是实际的物理元件，只是计算机存储器中一定的单元，即所谓的接通是相应存储单元存 1，复位或断开只是相应存储单元存 0。

(2) 指令表 指令表也叫做语句表。它和单片机程序中的汇编语言有点类似,由语句指令依一定的顺序排列而成。一条指令一般可分为三部分:一为指令地址,二为助记符,三为操作数。这种编程方法是针对对于不熟悉继电器控制电路原理的计算机编程人员。指令表语言可以通过简易编程器直接对可编程序控制器进行编程。指令表的指令与梯形图有严格的对应关系,如图 1-3 所示。

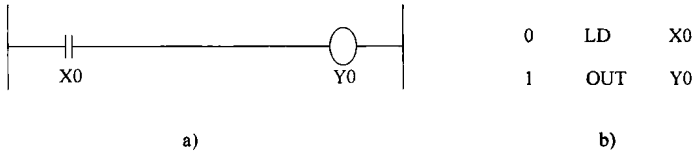


图 1-3 梯形图与指令表的对应关系

a) 梯形图 b) 指令表

电气工程技术人員写指令表不熟时,可先绘出梯形图再写出指令表。

(3) 功能块图 功能块图是一种类似于数字逻辑电路的编程语言,熟悉数字电路的人比较容易掌握。该编程语言用类似与门、或门的矩形框来表示逻辑运算关系,矩形框的左侧为逻辑运算的输入变量,右侧为输出变量,信号自左向右流动,如图 1-4 所示。

(4) 结构文本 随着可编程序控制器技术的飞速发展,如果许多高级功能指令还使用梯形图方法来表示,会很不方便。为了增强可编程序控制器的数学运算、数据处理、图表显示、报表打印等功能,方便用户使用,许多生产厂家的可编程序控制器都配备了 PASCAL、BAS-

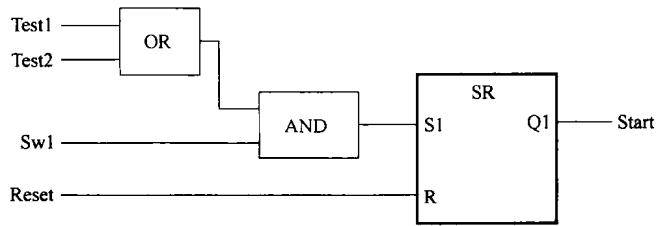


图 1-4 功能块图实例

IC、C 语言等高级编程语言。这种编程方式叫做结构文本。

与梯形图相比,结构文本有两大优点:一是能实现复杂的数学运算,二是非常简洁紧凑。

所以用结构文本编制复杂的数学运算程序很方便,编制逻辑运算程序也很容易。

4. 减小了控制系统的设计及施工的工作量,维护也比较方便

可编程序控制器内部本身包含了继电器、定时器、计数器等控制元件,因此,减少了控制系统所需要的外部机电元件的品种与数量。

继电器接触器控制系统采用硬件接线进行控制,而可编程序控制器采用软件编程进行控制,先进行模拟调试,之后再安装到生产现场,这样减少了施工现场的工作量。

可编程序控制器采用软件编程控制,并且可编程序控制器控制系统外围接线及设备都很少,可靠性又很高,所以可编程序控制器控制系统维护的工作也就相对减少了。可编程序控制器有自诊断程序和各种指示灯,所以具体维护工作变得更加简单了。

5. 体积小、重量轻、能耗低

可编程序控制器采用的是大规模集成电路,而其控制系统的接线又属于软接线,所以它的体积非常小,以超小型为例,外形尺寸为 200mm × 100mm × 80mm,重量为 150g,功耗仅

数瓦。

6. 速度快、监视功能强

继电器接触器控制系统是通过大量的触点的机械动作来进行控制的，速度很慢，系统越复杂速度越慢。可编程序控制器采用软件进行控制，其控制速度取决于中央处理器 CPU 的工作速度和程序扫描周期。一条基本指令的执行时间仅为微秒级甚至毫微秒级，比继电器接触器控制系统的动作速度快得多。

可编程序控制器有很强的监视功能，其外围有各种状态指示灯，并提供多种通信接口，以及用编程器来监控触点线圈的状态。

二、可编程序控制器的性能指标

可编程序控制器的性能指标较多，下面简要介绍一下。

1. 输入/输出点数

输入/输出点数是可编程序控制器组成控制系统时所能接入的输入/输出信号的数量，表示可编程序控制器组成系统时可能的最大规模。

注意：在总的 I/O 总点数中，输入点与输出点总是按一定的比例设置的（不会出现奇数点）。

2. 应用程序的存储容量

应用程序的存储容量是存放用户程序的存储器的容量。它用 B、KB 来表示， $1\text{KB} = 1024\text{B}$ 。在一些文献中称可编程序控制器中存放程序的地址单位为“步”，每一步占用两个字，一个基本指令为一步，功能复杂的指令为多步。

3. 内部寄存器的多少

可编程序控制器内部有许多寄存器，用以存放变量状态、中间结果、数据等；还有许多辅助寄存器供用户使用，这些辅助寄存器通常用于给用户多种特殊功能或简化整体系统的设计。

4. 扫描速度

一般以执行 1000 条基本指令所需要的时间来衡量，单位为 $\text{ms}/\text{千步}$ ，也有以执行一步指令所需时间计的，单位 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

5. 编程语言及指令功能

不同生产厂家的可编程序控制器编程语言不同，相互不兼容。梯形图语言、指令表语言较为常用。一台机器能同时使用的编程方法越多，则越容易被更多的用户所使用。

编程语言中还有一个内容就是指令的功能。衡量指令功能的强弱主要是看两个方面：一是指令条数的多少，包括基本指令条数多少、功能指令条数多少。二是指令中有多少条综合性指令。综合性指令是指能完成一项专门操作的指令，如 PID 控制功能等。指令功能越强，使用这些指令完成一定的控制要求也就越容易。

三、可编程序控制器的发展

1) 从技术上看，计算机技术在可编程序控制器的设计及制造上的应用会更多，会有运算速度更快、存储容量更大、智能更强的品种出现。

2) 从产品的规模上看，会进一步向超小型及超大型方向发展。

3) 从产品的配套性上看，产品的品种会更丰富，规格会更齐备。

4) 从市场上看，可编程序控制器会出现通用的编程语言，这样有利于可编程序控制器

的发展及产品普及。

5) 从网络来看, 可编程序控制器和其他工业控制计算机组网构成大型的控制系统是其发展的必然趋势。

第三节 可编程序控制器的软元件介绍

可编程序控制器用于工业控制, 其实质是用程序来表达控制过程中事件的逻辑及控制关系。从程序角度来说, 这种关系必须借助机器内部元器件来表达, 即可编程序控制器内部设置具有各种各样功能、能方便地代表控制过程中各种事物的元器件, 即为编程元件。

可编程序控制器的编程元件从物理实质上来说电子电路及存储器, 具有不同使用目的的元件电路有所不同。考虑到工程技术人员的使用习惯, 用继电器控制电路中类似名称命名, 称为输入继电器、输出继电器、辅助(中间)继电器、定时器(时间继电器)和计数器等, 它们称为“软继电器”。在使用过程中我们只需注重它的功能, 不用过多地在意其状态的物理实现过程。

软继电器与实际继电器的区别如下:

1) 软继电器的线圈是为了便于理解而假定出来的, 所以它没有线圈工作电压、功耗和电磁惯性等。

2) 软继电器的连接导线也是人们想象出来的, 所以叫“软接线”。

3) 软继电器的线圈接通、触点接通只是相应的存储器单元置“1”。反之置“0”。

4) 软继电器的触点使用, 实际是系统读取相应存储器单元的状态, 所以其使用次数只是读取次数, 则使用时不用考虑数量限制。

5) 软继电器的触点不管是常开触点还是常闭触点, 在一段程序中, 若线圈发生变化, 则在一个扫描周期内, 常开触点与常闭触点同时动作没有时间差。而实际继电器或接触器的常开触点与常闭触点动作存在时间差, 所以继电器或接触器的触点动作是闭合状态的触点先断开, 断开状态的触点后闭合。

6) 软继电器的工作状态根据存储器单元的不同, 可以分为带记忆功能的软继电器和不带记忆功能的软继电器。

FX2N 系列可编程序控制器具有数十种编程元件。详细内容可参见附录 A。

FX2N 系列可编程序控制器编程元件的编号结构由两部分组成: 第一部分是代表功能的字母。如: X 代表输入继电器, Y 代表输出继电器, M 代表辅助继电器, T 代表定时器, C 代表计数器, S 代表状态继电器, D 代表数据寄存器等。第二部分为数字序号。输入继电器和输出继电器的数字编号为八进制, 而其他编程软元件的数字编号为十进制。从元件的最大序号可以了解可编程序控制器相应的软元件具有的最大使用范围。下面以 FX2N 系列可编程序控制器为例进行介绍。

一、输入继电器(X)

可编程序控制器的输入端子是从外部开关接收信号的窗口, 所以输入继电器的状态只能由外部信号来决定, 不能由可编程序控制器程序的运行结果来决定, 即可编程序控制器的梯形图中不许出现输入继电器的线圈, 只能出现输入继电器的触点, 如图 1-5 所示。可编程序控制器中的输入继电器相当于继电器控制电路中的各种控制开关信号。

可编程序控制器内部输入继电器的编号与接线端子编号一致(按八进制输入),线圈的吸合或释放只取决于可编程序控制器外部接线开关的状态。内部有常开/常闭两种触点供编程时使用,且使用次数不受限制。

软件编号范围是: X000 ~ X177。

硬件编号范围是(以 FX2N—48MR 为例): X000 ~ X007, X010 ~ X017, X020 ~ X027, 共 24 点。

位置是: 可编程序控制器上方的接线端子。

输入继电器的主要特点有:

- 1) 输入继电器的编号与可编程序控制器面板上的输入接线端子一一对应, 可编程序控制器内部所提供的输入继电器的个数要比可编程序控制器外部提供的接线端子要多。
- 2) 输入继电器只能由可编程序控制器的外部控制信号来驱动(所谓驱动, 是指硬件电路使对应的存储器单元置“1”), 不能在程序中用指令来驱动, 也不能带外部负载。因此, 在梯形图中只能见到输入继电器的触点, 而不会见到输入继电器“线圈”。
- 3) 由于软元件的状态可以无限制地调用, 因此, 输入继电器可提供无数对“常开触点”和“常闭触点”供用户编程时使用。
- 4) 由于可编程序控制器内部电路受到 RC 滤波因素的影响, 输入继电器从外部开关动作到输入继电器被激活, 有大约 10ms 的反应延时时间。

二、输出继电器(Y)

可编程序控制器的输出端子是驱动外部负载信号的窗口。相当于继电器控制电路中的接触器线圈及各种电磁线圈、指示灯等。输出继电器的线圈由程序控制, 输出继电器的触点有两大类: 一类为外部触点, 一个常开触点, 主要目的是驱动外部负载用。另一类为内部触点, 又分为常开触点和常闭触点, 主要是为可编程序控制器编程时应用逻辑的实现, 这类触点因为只是读取相应存储器单元的状态, 所以可以无限次地使用。

其工作原理如图 1-6 所示。

软件编号范围是: Y000 ~ Y177。

硬件编号范围(以 FX2N—48MR 为例)是: Y000 ~ Y007, X010 ~ Y017, Y020 ~ Y027, 共 24 点。

位置是: 可编程序控制器的下方接线端子。

输出继电器的主要特点有:

- 1) 输出继电器的编号与可编程序控制器面板上的输出端子一一对应。可编程序控制器内部所提供的输入继电器的个数要比可编程序控制器外部提供的接线端子要多, 对于没有对应输出端子的输出继电器可作为内部辅助继电器使用。
- 2) 每个输出继电器有一个外部常开触点与可编程序控制器的输出端子相连, 直接控制负载, 此常开触点实际上是由继电器、晶闸管或晶体管控制的一种开关输出电路。可编程序

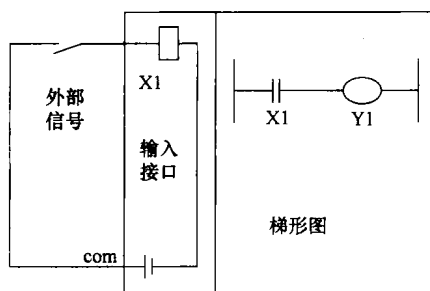


图 1-5 输入继电器工作原理

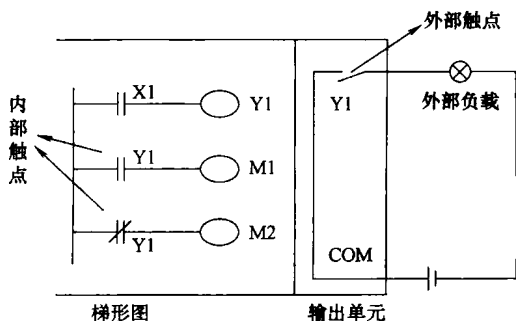


图 1-6 输出继电器工作原理