

【先进制造业职业教育规划教材】

可编程控制器技术应用

● 庞广信 主编 陈权昌 主审 ●



化学工业出版社
职业教育教材出版中心

【先进制造业职业教育规划教材】

可编程控制器技术应用

● 庞广信 主编 陈权昌 主审 ●



化学工业出版社
职业教育教材出版中心

·北京·

本书立足于中等职业技术学院的教学需求,以三菱 FX_{2N} 系列可编程控制器(PLC)为背景,以“实用”、“够用”为原则,以实训教学为主线,建立具体的理论与实践的对应关系,在更高的程度上实现了理论与实践的统一,充分体现职业教育的应用特点和能力目标;注重对初学者的学习能力、创新能力、团结协作能力的培养,实现“零距离上岗”的要求。

全书分为三部分,结合实训项目阐述了可编程控制器的常用指令以及可编程控制器的基本应用,第一部分为基本指令的应用,第二部分为功能指令的应用,第三部分为工程实践的内容。

本书适用于中等职业学校电气控制、电气技术、机电一体化、维修电工、仪表自动化以及相关专业使用,可作为短期培训教材,也可供电气技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器技术应用/庞广信主编. —北京:化学工业出版社, 2006.6

先进制造业职业教育规划教材

ISBN 7-5025-8838-8

I. 可… II. 庞… III. 可编程序控制器-职业教育-教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 071016 号

先进制造业职业教育规划教材

可编程控制器技术应用

庞广信 主编

陈权昌 主审

责任编辑:王丽娜 宋薇

文字编辑:廉静

责任校对:王素芹

封面设计:潘峰

*

化学工业出版社 出版发行
职业教育教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 9 $\frac{3}{4}$ 字数 234 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8838-8

定 价:16.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

中职教学指导委员会 电类专业教材编写委员会

编委会主任：徐寅伟

编委会副主任：谭胜富 李关华 张 玲 陈惠荣 庞广信
张仁麒 丁 莉

编委会委员：王 宁 毕燕萍 徐力平 胡晓晴 陈权昌
高文习 黄 杰 周 玲 任成平 于丽江
黄琴艳 侯守军 张业平 张晓君 杨 光
杨晓军 郑德明 葛颖辉 吴伦华 卫智敏
徐庆高 张 洪 彭昊华 李天燕 陶运道

编写说明

目前,职业教育面临着大发展的良好机遇,职业教育如何更快、更好地适应社会进步和经济发展的要求,是摆在职业教育工作者面前的机遇和挑战,为了使电类专业的多年教学改革探索有一个总结、借鉴、交流、推广的平台,2005年12月化学工业出版社组织召开了职业教育教材改革研讨会,提出组织全国的职业教育工作者交流改革经验,并在总结成功经验的基础上编写一套既符合现代职教理念,又适合不同类型、不同教学模式的中等职业教育电类专业教材,为广大的教师和学生提供优质服务,并形成不断发展、不断完善机制。为此,组建了中职教学指导委员会电类专业教材编委会,由电类专业教材编委会组织调研并编写有特色、受欢迎的电类教材。经过近一年的努力,一套七本教材呈现在读者面前,这套教材和以往教材相比具有如下优点。

1. 教材的总体结构和内容选择经过了大量的调查研究,并经企业专家讨论确定职业能力培养的重点和深度,兼顾了普遍性和特殊性,在深入探索认知规律、提高教学有效性和企业的适应性方面取得了探索性的成果。本套教材共七本,中等职前教学和职后培训都可使用,学校可整套选用也可单本选用。

2. 《电工与电子技术》采用模块式结构,分基本模块和提高模块两部分。基本模块供非电类或以初级维修电工为主体能力目标的学员选用,基本模块加提高模块供中级维修电工为主体能力目标的学员选用,具有起点低、突出基本概念和基本技能、形象生动、理论实践一体化学习的特点。

3. 其余六本书为任务引领型的项目化结构教材:《电子技术与应用实践》供电子类专业使用,也可供电气类专业选用;《电工技术与应用实践》供电气类专业使用,也可供电子类专业选用;《电器设备及控制技术》、《常用电器的安装与维修》、《可编程控制器技术应用》、《交流与调速技术应用》供电气类专业以中级维修电工为主体技能目标的学员使用,以岗位职业活动为基础,具有目标明确、任务引领、由简单到综合、先形象后抽象,符合学习心理的特点。

4. 为了使项目化教材有更广的适用范围,在项目设计时也予以周到考虑,项目编写结构由能力目标、使用材料与工具、项目要求、工艺要求、学习形式、检测标准、原理说明、思考题几部分组成,以适应当今理论实践一体化学习的要求。完全按教材内容使用可作为项目化教学教材,如不用“原理说明”内容即可作为实验指导书,学习训练的测评标准和有梯度的项目、思考题设计,为提高学生的积极性和学习潜力、进行分类指导提供了条件。

各学校在选用本套教材后可发挥各自的优势和特色,根据自己的办学思想、教学模式适当增加校本内容,使教学内容和形式不断丰富和完善。

中职教学指导委员会电类专业教材编委会

2006年4月24日

前 言

本书根据全国化工中电类教学指导委员会 2005 年 12 月北京会议制定的专业教学计划和《可编程控制器技术应用》大纲而编写。适用于中等职业学校电气控制、电气技术、机电一体化、维修电工、仪表自动化以及相关专业使用,也可供电气技术人员参考,并可作为短期培训教材。

近年来,随着大规模集成电路的快速发展,以微处理器为核心的可编程控制器(PLC)得到了迅速的发展和应用,PLC 不仅应用于传统的顺序控制,还广泛应用于闭环控制、运动控制以及复杂的分布式控制系统,因此在工业生产中具有广阔的应用前景,被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。而且随着科技的发展,必将会获得更大的发展空间。

目前,PLC 的机型很多,但其基本结构、原理相同,基本功能、指令系统及编程方法类似。为了让初学者更好地掌握 PLC 应用技术,作者在总结多年的教学、科研经验的基础上编著了《可编程控制器技术应用》这本书。

本教材力求体现如下特色。

1. 以工程项目为主线,通过设计不同的工程项目,将理论知识和技能训练融于一体,各项目按照从简到繁、逐步提高的原则编排,使用“项目教学法”、“案例教学法”等方法。
2. 以“实用”、“够用”为原则,本书不追求大、全、深,不对 PLC 所有指令进行讲解,仅对一些常用的指令及其应用进行具体的讲述,让初学者对 PLC 更容易理解及掌握,同时,注重对初学者的学习能力进行培养,让其能独立工作,并能进一步提高。
3. 教学内容通俗易懂,图文并茂。

全书由 18 个项目和 3 个附录组成,由庞广信主编,陈权昌主审。其中项目 1、项目 3、项目 5 和项目 7 由吴伦华编写,项目 2、项目 14、项目 15 和项目 18 由葛颖辉编写,项目 4、项目 9~项目 12 以及附录 A、附录 B 由郑德明编写,项目 6、项目 8、项目 13、项目 16、项目 17 以及附录 C 由庞广信编写,全书由庞广信统稿。

本书在编写过程中,得到了许多单位和个人的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。因编者水平有限,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2006 年 5 月

目 录

课题一 基本指令部分	1
项目 1 可编程控制器的基本知识	1
项目 2 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的软、硬件知识	6
项目 3 GPPW7D5 中文编程软件的应用	13
项目 4 手持式编程器的应用	28
项目 5 三相异步电动机单向点动和连续运行控制	41
项目 6 三相异步电动机正反转控制	47
项目 7 三台电动机顺序启动、逆序停止控制	52
项目 8 三相异步电动机的星形-三角形降压启动控制	59
项目 9 用 PLC 实现运料系统自动控制 (一)	66
课题二 功能指令部分	71
项目 10 机械动力头的自动控制系统	71
项目 11 用 PLC 实现运料系统自动控制 (二)	79
项目 12 用 PLC 实现交通信号灯系统自动控制	85
项目 13 机械手的自动控制	91
项目 14 小车控制	99
项目 15 高速计数器的应用	103
课题三 工程实践部分	111
项目 16 抢答器的制作	111
项目 17 水塔自动控制系统	115
项目 18 PLC 的接线与维护维修	123
附录	127
附录 A FX _{2N} 系列 PLC 特殊功能元件功能表	127
附录 B 错码一览表	138
附录 C FX _{1S} 、FX _{1N} 、FX _{2N} 、FX _{2NC} 的应用指令一览表	142
参考文献	146

课题一 基本指令部分

项目 1 可编程控制器的基本知识

一、能力目标

1. 熟练掌握 PLC（可编程控制器）的基本概念、PLC 的基本构成、了解 PLC 的发展历史和应用情况。
2. 了解 PLC 的分类、型号以及各种类型 PLC 的特点。

二、所需的材料、工具和设备（见表 1-1）

表 1-1 材料、工具、设备表

名 称	型号或规格	数 量	名 称	型号或规格	数 量
可编程控制器	FX _{2N} -48MR	1 台	计算机	带三菱编程软件、 编程电缆	1 台
手持编程器	FX-20P-E	1 台	连接电缆	E-20TP-CAB	1 根

三、项目要求

通过学习，对 PLC 有初步的认识。

四、学习形式

小组讨论 PLC 的定义，参阅相关书籍，教师引导为辅，学生讨论学习为主。

五、原理说明

（一）可编程控制器的发展过程

自 1836 年发明电磁继电器以来，人们就开始用导线把各种继电器、定时器、计数器及其接点连接起来，并按一定的逻辑关系控制各种生产机械。这种以硬接线方式构成的继电器控制系统，至今仍在使用，但这种控制系统有许多固有的缺点：一是这种系统利用布线逻辑来实现各种控制，需要使用大量的机械触点，系统运行的可靠性差；二是当生产的工艺流程改变时要改变大量的硬件接线，为此需要耗费许多人力、物力和时间；三是功能局限性大；四是体积大、耗能多。这些缺点大大限制了它的应用范围。而今，由于生产工艺的要求，需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统，使电气控制系统工作更可靠、更容易维修、更能适应经常变化的生产工艺要求。

1968 年，美国最大的汽车制造商——通用汽车公司（GM）为满足市场需求，适应汽车生产工艺不断更新的需要，将汽车的生产方式由大批量、少品种转变为小批量、多品种。为此要解决因汽车不断改型而重新设计汽车装配线上各种继电器的控制线路问题，要寻求一种

比继电器更可靠, 响应速度更快, 功能更强大的通用工业控制器。于是可编程控制器应运而生。1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 根据上述要求研制出世界第一台可编程控制器, 型号为 PDP-14, 并在 GM 公司的汽车生产线上首次应用成功, 取得了显著的经济效益。当时人们把它称为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。这一新技术的出现, 受到国内外工程技术界的极大关注, 纷纷投入力量研制。第一个把 PLC 商品化的是美国的哥德公司 (GOULD), 时间也是 1969 年。这一时期的 PLC 主要由分立式电子元件和小规模集成电路组成, 它采用了一些计算机的技术, 指令系统简单, 一般只有逻辑运算的功能, 但简化了计算机的内部结构, 使之能够很好地适应恶劣的工业现场环境。1971 年, 日本从美国引进了这项新技术, 研制出日本第一台可编程控制器; 1973~1974 年, 德国与法国也都相继研制出自己的可编程控制器; 德国西门子公司 (SIEMENS) 于 1973 年研制出欧洲第一台可编程控制器。中国从 1974 年开始研制, 1977 年开始工业应用。随着微电子技术的发展, 20 世纪 70 年代中期以来, 由于大规模集成电路 (LSI) 和微处理器在 PLC 中的应用, 使可编程控制器的功能不断增强, 它不仅能执行逻辑控制、顺序控制、计时及计数控制, 还增加了算术运算、数据处理、通信等功能, 具有处理分支、中断、自诊断的能力, 使 PLC 更多地具有了计算机的功能。目前世界上著名的电气设备制造厂商几乎都生产 PLC 系列产品, 并且使 PLC 作为一个独立的工业设备成为主导的通用工业控制器。近年来, PLC 发展趋向于小型化、网络化、兼容性和标准化。

(二) PLC 的定义

1980 年, 美国电气制造商协会 (National Electronic Manufacture Association, NEMA) 将可编程控制器正式命名为 Programmable Controller, 简称为 PC。

关于可编程控制器的定义:

1969 年第一台可编程序的逻辑控制器研制出来, 当时人们把它称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。

1980 年, NEMA 将可编程控制器定义为“可编程控制器是一种带有指令存储器、数字或模拟的输入/输出接口, 以位运算为主, 能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算等功能, 用于控制机器或生产过程的自动装置。”

1985 年 1 月, 国际电工委员会 (International Electro-technical Commission, IEC) 在颁布可编程控制器标准草案第二稿时, 又对 PLC 作了明确定义: “可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算和顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字或模拟的输入和输出接口, 控制各种类型的机器设备或生产过程。可编程控制器及其有关设备的设计原则是它应按易于与工业控制系统连成一个整体和具有扩充功能。”

1987 年 2 月, 国际电工委员会 (IEC) 将可编程控制器定义成一种“为了专门在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统”。它采用可编程序的存储器, 用于其内部存储程序, 执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令, 并通过数字式或模拟式输入输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备, 都按易于与工业控制系统连成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。

随着电子技术和计算机技术的迅猛发展, 集成电路的体积越来越小, 功能越来越强。现今人们熟知的个人计算机也简称 PC, 为了不与个人计算机相混淆, 将可编程控制器简称为 PLC。

(三) PLC 的分类

可编程控制器具有多种分类方式,了解这些分类方式有助于 PLC 的选型及应用。

1. 按控制规模分类

根据控制规模 PLC 可分为小型机、中型机和大型机。控制规模是以所配置的输入/输出点数来衡量, I/O 点数(总数)在 256 点以下的,称为小型机; I/O 点数在 256~1024 点之间的,称为中型机; I/O 点数(总数)在 1024 点以上的,称为大型机。一般说来,点数多的 PLC,功能也相应较强。

为了适应不同工业生产应用的要求,可编程控制器能够处理的输入输出信号数是不一样的,一般将一路信号叫做一个点,将输入输出点数的总和称为机器的点。按照点数的多少,可将 PLC 分为超小、小、中、大、超大五种类型。表 1-2 为 PLC 按点数不同进行分类的情况。

表 1-2 PLC 按点数分类

超小型	小型	中型	大型	超大型
64 点以下	64~128 点	128~512 点	512~8192 点	8192 点以上

2. 按结构形式分类

根据结构形式可分为整体式、模块式和分散式。

(1) 整体式结构 这种结构的 PLC 是把 CPU、RAM、ROM、I/O 接口以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口、输入输出端子、电源、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 PLC。它的特点是结构紧凑、体积小、成本低、安装方便。缺点是输入输出的点数是固定的,不一定适合具体的控制现场的要求。如图 1-1 所示的三菱 FX_{1S} 系列。

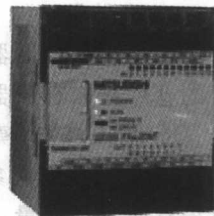


图 1-1 整体式结构

(2) 模块式结构 又叫积木式。它是将 PLC 的每个工作单元都做成独立的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块、通信模块等,各模块插在相应插槽上,通过总线连接,便于扩展。如图 1-2 所示的三菱 MELSEC-Q 系列。



图 1-2 模块式结构

(3) 分散式结构 它是把 PLC 的每个工作单元都做成外形结构尺寸一致,功能独立,彼此用母线连接起来的叠装结构,一般使用标准导轨安装。如图 1-3 所示的三菱 FX_{2N} 系列。

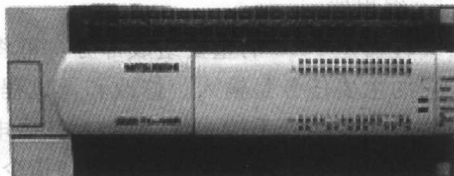


图 1-3 分散式结构

3. 按用途分类

根据用途分为顺序逻辑控制、闭环过程控制、多级分布式和集散控制系统、数字控制和机器人控制。

4. 按功能分类

可编程控制器按功能可分为低档机、中档机及高档机。低档机以逻辑运算为主，具有计数、计时、移位等功能。中档机一般有整数及浮点运算、数制转换、PID 调节、中断控制及联网等功能，可用于复杂的逻辑运算及闭环控制场合。高档机具有很强的数字处理能力，可进行函数运算和矩阵运算，有更强的通信能力，可和其他计算机构成分布式生产过程综合控制管理系统。

(四) PLC 的应用

可编程控制器作为一种通用的工业控制器，它可用于所有的工业领域。当前国内外市场上 PLC 保持着旺盛的生命力，除取代了传统的继电控制系统外，正在逐步占领 DCS 和 PID 市场份额。现已将可编程控制器成功地应用到机械、汽车、冶金、石油、化工、轻工、纺织、交通、电力、电信、采矿、建材、食品、造纸、军工、家电等各个领域。

(五) PLC 的基本组成

可编程控制器实质上是一台用于工业控制的专用计算机，其组成与一般计算机相似。因此 PLC 由 CPU 模块、存储器、输入输出 (I/O) 模块、电源模块及编程器组成。

1. CPU 模块

CPU 是 PLC 的控制中枢，由运算器、控制器和寄存器等组成。主要完成的工作：PLC 本身的自检；以扫描方式接收来自输入单元的数据和状态信息，并存入相应的数据存储区；执行监控程序和用户程序，进行数据和信息处理；输出控制信号，完成指令规定的各种操作；响应外部设备（如编程器、可编程终端）的请求。指挥用户程序的执行，就像十字路口的交通灯（交警）一样指挥着车辆行驶。

2. 存储器

可编程序控制器中的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和工作状态数据，就像器材的仓库用来存放器材一样。

3. 输入/输出模块

PLC 的控制对象是工业生产过程，它与工业生产过程的联系通过 I/O 模块实现。生产过程有两大类变量，即数字量和模拟量。输入模块作用是接收各种外部控制信号，输出模块的作用是根据 PLC 运算结果驱动外部执行机构。

4. 电源模块

PLC 的电源模块将交流电源转换成供 CPU、存储器、输入输出模块等所需的直流电源，是整个 PLC 的能源供给中心，它的好坏直接影响到 PLC 的功能和可靠性。

5. 编程器

编程器是 PLC 的重要组成部分，可将用户编写的程序写到 PLC 的用户程序存储区。因此，它的主要任务是输入、修改和调试程序，并可监视程序的执行过程。编程器有电脑编程器和简易编程器（手持式编程器），其中电脑编程有梯形图、指令助记符、逻辑功能图及高级语言，而简易编程器仅有梯形图和指令助记符两种方式，它体积小，便于携带。

(六) 编程语言

PLC 通常不采用微机的编程语言，而常常采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程。这些编程语言有梯形图 (LAD)、语句表 (STL) 逻辑功能图、顺序功能图 (SFC) 和高级语言等。

1. 梯形图

梯形图是一种图形编程语言，是面向控制过程的一种“自然语言”，它沿用继电器的触点（在梯形图中又常称为接点）线圈、串并联等术语和图形符号，同时也增加了一些继电器、接触器控制系统中没有的特殊功能符号。梯形图语言比较形象、直观，对于熟悉继电器控制线路的电气技术人员来说，很容易被接受，且不需要学习专门的计算机知识，因此，在 PLC 应用中，梯形图是使用的最基本、最普遍的编程语言。但这种方式只能用图形编程器直接编程，如图 1-4 所示。

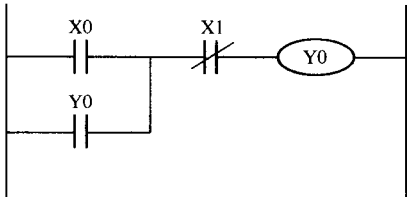


图 1-4 梯形图

2. 指令语句表（简称指令表）

指令语句就是用助记符来表达 PLC 的各种功能。它类似于计算机的汇编语言，但比汇编语言通俗易懂，因此也是应用很广泛的一种编程语言。这种编程语言可使用简易编程器编程，尤其是在未能配置图形编程器时，就只能将已编好的梯形图程序转换成指令表的形式，再通过简易编程器将用户程序逐条地输入到 PLC 存储器中进行编程。通常每条指令由地址、操作码（指令）和操作数（数据或元器件编号）三部分组成。编程设备简单，逻辑紧凑、系统化，连接范围不受限制，但比较抽象，一般与梯形图语言配合使用，互为补充。目前，大多数 PLC 都有指令编程功能。如表 1-3 所示。

表 1-3 指令表

指 令	操作数(操作元件)	指 令	操作数(操作元件)
LD	X0	AND	X1
OR	Y0	OUT	Y0

3. 控制系统流程图

这是一种由逻辑功能符号组成的功能块图来表达命令的图形语言，这种编程语言基本上沿用了半导体逻辑电路的逻辑方块图。对每一种功能都使用一个运算方块，其运算功能由方块内的符号确定。常用“与、或、非”等逻辑功能表达控制逻辑。故又称为逻辑功能图。和功能方块有关的输入端画在方块的左边，输出端画在右边。采用这种编程语言，不仅能简单地表现逻辑功能，还能通过对各种功能块的组合，实现加法、乘法、比较等高级功能，

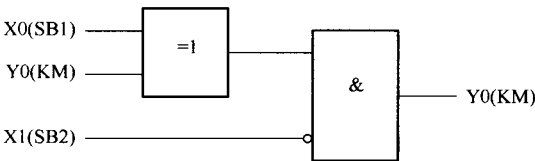


图 1-5 控制系统流程图（逻辑功能图）

所以，它也是一种功能较强的图形编程语言。控制系统流程图比较直观易懂，具有一定数字电路知识的人很容易掌握。如图 1-5 所示。

4. 顺序功能图

顺序功能图编程方式采用工艺流程图，只要在每一个工艺方框的输入和输出端，标上特定的符号即可。对于在工厂中搞工艺设计的人来说，用这种方法编程，不需要很多的电气知识，非常方便。

5. 高级语言

在一些大型 PLC 中，为了完成一些较为复杂的控制，采用功能很强的微处理器和大容量存储器，将逻辑控制、模拟控制、数值计算与通信功能结合在一起，配备 BASIC、Pascal、C 等计算机语言，从而可像使用通用计算机那样进行结构化编程，使 PLC 具有更强的功能。

六、训练

观察 FX_{2N} 系列 PLC，指出基本部分的大致位置并说明其作用。

七、思考题

- 1. 可编程控制器各部分的作用是什么？
- 2. 简述可编程控制器的应用情况。

八、检测标准

序号	考核内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	认真听讲	不迟到早退,认真听讲	笔记	10 分		
2	善于思考	善于提出问题	能回答老师提出的问题	10 分		
3	动手	能积极动手操作	接线正确,观察细致	10 分		
4	按报告要求完成正确	整理实训操作结果,按标准写出实训报告	报告内容 40 分,结果正确 10 分	50 分		
5	安全文明生产	正确使用设备和工具,无操作事故	教师掌握	10 分		
6	团队合作精神	小组成员分工协作、积极参与	教师掌握	10 分		
7	实际总得分			教师签字		

项目 2 三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的软、硬件知识

一、能力目标

- 1. 掌握三菱 FX_{2N} 系列 PLC 外部结构组成。
- 2. 熟练掌握三菱 FX_{2N} 系列 PLC 主要编程元件的使用。
- 3. 了解三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的分类以及型号命名。

二、使用材料、工具、设备（见表 2-1）

表 2-1 材料、工具、设备表

名 称	型号或规格	数 量	名 称	型号或规格	数 量
可编程控制器	FX _{2N} -48MR	1 台	计算机	带三菱编程软件、编程电缆	1 台
手持编程器	FX-20P-E	1 台	连接电缆	E-20TP-CAB	1 根

三、项目要求

- 1. 通过上机操作熟练掌握 FX_{2N} 系列 PLC 主要编程元件的使用。
- 2. 认识三菱 FX_{2N} 系列 PLC 外部结构组成。

四、学习形式

以教师讲授和演示为主，学生参观为辅。

五、相关知识

(一) FX_{2N} 系列 PLC 外部结构组成

FX_{2N} 系列可编程控制器由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊功能单元构成。见图 2-1。

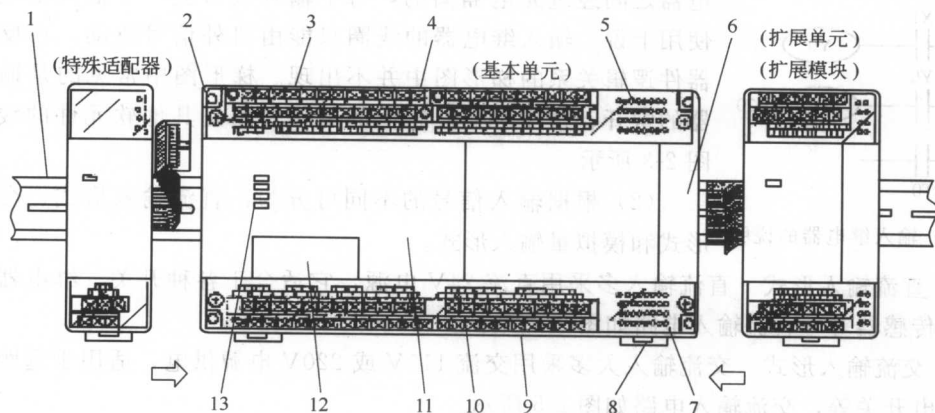


图 2-1 FX_{2N} 系列可编程控制器的正视图

- 1—DIN 导轨；2—安装孔；3—输入输出端子；4,10—端子盖板；5—输入指示灯；
6—连接插座盖板；7—输出指示灯；8—钩子；9—输出端子排；11—上
盖板；12—编程器接口；13—POWER RUN BATT. 指示

基本单元包括 CPU、存储器、输入/输出接口以及电源等部分，它是 PLC 的主要部分。扩展单元是用于增加 I/O 点数的装置，内部设有电源。扩展模块用于增加 I/O 点数及改变 I/O 比例，内部无电源，由基本单元或扩展单元给其供电。由于扩展单元和扩展模块无 CPU，必须与基本单元一起使用。特殊功能单元是一些具有专门用途的装置。图 2-1 为 FX_{2N} 可编程控制器的正视图。它属于分散式结构。

(二) 型号命名

型号命名的基本格式如图 2-2 所示。

(三) FX_{2N} 系列可编程控制器的主要编程元件

可编程控制器用于工业控制，其实质就是用程序来表达事物间的逻辑关系或控制关系。

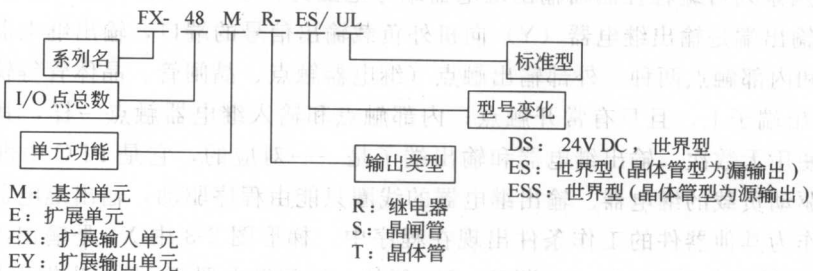


图 2-2 型号命名的基本格式

而这种关系必须借助机内器件以及编程语言来表达,这就要求在机器内部设置具有各种各样功能的,能方便代表控制过程中各事物的元器件,这就是编程元件。它的物理实质就是电子线路及存储器。考虑工程技术人员的习惯,用继电器电路中类似名称命名,有输入继电器、输出继电器、辅助(中间)继电器、定时器、计数器等。

1. 输入继电器 X

(1) FX_{2N}系列可编程控制器输入继电器编号范围为: X0~X177 (128 点)。

PLC 的输入端是其内部输入继电器(X)从机外接受控制信号的端口,输入端与输入继电器之间经过光电隔离的,每个输入端对应一个输入继电器。从使用上说,输入继电器的线圈只能由机外信号驱动,在反映机内器件逻辑关系的梯形图中并不出现。梯形图中常见的是输入继电器的常开、常闭触点。它们的工作对象是其他软元件的线圈,如图 2-3 所示。

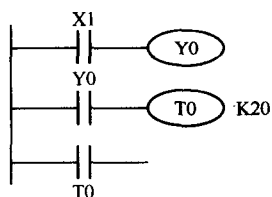


图 2-3 输入继电器的说明

(2) 根据输入信号的不同可分为:直流输入形式、交流输入形式和模拟量输入形式。

① 直流输入形式 直流输入多采用直流 24V 电源,它适合于各种开关、继电器或直流供电的传感器等,直流输入电路如图 2-4 所示。

② 交流输入形式 交流输入大多采用交流 110V 或 220V 电源供电,适用于远距离的开关及强电开关等,交流输入电路如图 2-5 所示。

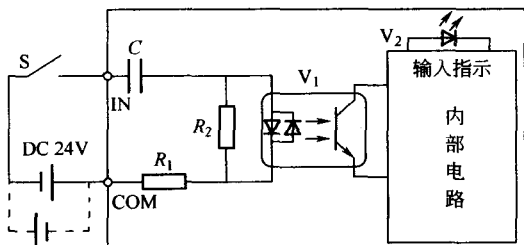


图 2-4 直流输入电路

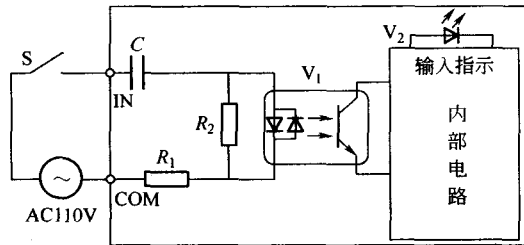


图 2-5 交流输入电路

③ 模拟量输入形式 通过传感器或变送器将非电模拟量转换成直流电流或电压模拟量,然后再输入 PLC,PLC 的模拟量输入电路一般要求:电流型的直流 4~20mA,电压型的直流 0~10V 或 1~5V 等。

2. 输出继电器 Y

(1) FX_{2N}系列可编程控制器输出继电器编号范围为: Y0~Y177 (128 点)。

PLC 的输出端是输出继电器(Y)向机外负载输出信号的端口,输出继电器的触点分外部输出触点和内部触点两种。外部输出触点(继电器触点、晶闸管、晶体管等输出元件)接到 PLC 的输出端子上,且只有常开触点;内部触点和输入继电器触点一样,其常开、常闭触点可重复使用无数次。输出继电器和输出端子是一一对应的,它是 PLC 中惟一具有外部触点且能够驱动负载的继电器。输出继电器的线圈只能由程序驱动,输出继电器的内部常开常闭触点可作为其他器件的工作条件出现在程序中。梯形图 2-3 中 X1 是输出继电器 Y0 的工作条件,X1 接通,Y0 置 1;X1 断开,Y0 复位。时间继电器 T0 是输出继电器 Y0 的工作对象,Y0 的常开触点闭合,T0 工作。输出继电器为无掉电保护功能的继电器,也就是说,

若置 1 的输出继电器在 PLC 停电时其工作状态归 0。

(2) PLC 的输出形式有开关量输出和模拟量输出两种, 其中开关量输出又分为继电器输出、晶闸管输出和晶体管输出三种形式。

① 继电器输出 电路如图 2-6 所示。

当 PLC 输出接口电路中的继电器 K 线圈得电时, 其触点闭合, 电流通过外接负载 L, 负载 L 工作, 同时输出指示灯亮, 表示该输出点接通; 反之亦然。继电器输出适用于交直流负载, 使用方便, 负载电流可达 2A, 可直接驱动电磁阀线圈。但因为有触点, 使用寿命不长, 因此在需要输出点频繁通断的场合 (如脉冲输出等), 应选用晶体管或晶闸管输出电路。

② 晶体管输出 电路如图 2-7 所示。

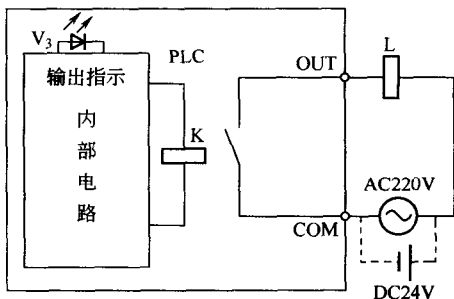


图 2-6 继电器输出电路

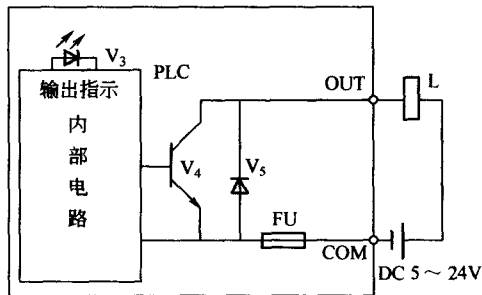


图 2-7 晶体管输出电路

当 PLC 输出接口电路中的晶体三极管饱和导通时, 电流通过外接负载 L, 负载工作, 同时输出指示灯亮, 表示该输出点接通; 反之亦然。仅适用于直流负载, 由于无触点, 故使用寿命长, 且响应速度快。但输出电流小, 约 0.5A。若外接负载电流较大, 需增加固态继电器驱动。

③ 晶闸管输出 电路如图 2-8 所示。

当 PLC 输出接口电路中的双向晶闸管导通时, 电流通过外接负载 L, 负载工作, 同时输出指示灯亮, 表示该输出点接通; 反之亦然。晶闸管输出电路仅适用于交流负载, 由于无触点, 故使用寿命长。但 PLC 中的晶闸管输出电流不大, 约 1A, 可直接驱动电压 110~230V、工作电流 1A 以下的交流负载。若外接负载工作电流较大, 需增加大功率晶闸管驱动。

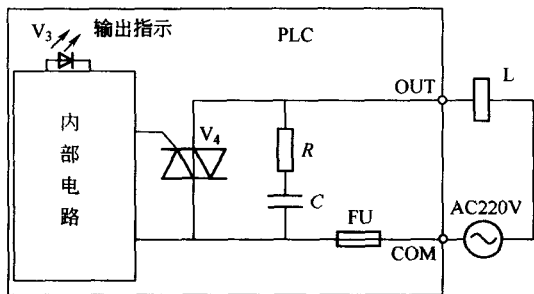


图 2-8 晶闸管输出电路

(3) 模拟量信号输出 PLC 的模拟量信号输出用于控制工业生产过程控制仪表和模拟量的执行装置, 如控制比例电磁阀阀门开度及控制流量。PLC 的模拟量输出方式可以是直流 4~20mA, 直流 0~10V 或 1~5V 等。

3. 辅助继电器 M

辅助继电器有通用辅助继电器和特殊辅助继电器两类。

(1) 通用型辅助继电器: M0~M499 (500 点) 通用型辅助继电器的主要作用相当于

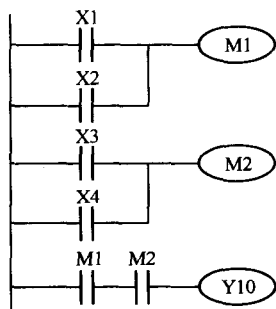


图 2-9 辅助继电器的说明

继电器电路中的中间继电器，常用于逻辑运算的中间状态存储及信号类型的变换；辅助继电器的线圈只能由程序驱动，它只有内部触点，如图 2-9 所示。

(2) 有掉电保持的通用型辅助继电器：M500～M1023 (524 点) 具有掉电保持的通用型辅助继电器具有记忆功能，PLC 在运行中若发生停电，输出继电器和通用辅助继电器将全部为断开状态；通电后再运行时，除 PLC 运行时就能接通的触点外，其他触点仍处于断开状态，使断电前的状态发生改变。在实际生产中，有时需要保持失电前的状态，以使来电后机器可继续进行停电前的工作，这就需要一种能够保持失电前状态的辅助继电器——具有掉电保持的通用型辅助继电器。其实，PLC 在外部电源停电后，由机内电池为这些工作单元进行供电，以记忆它们掉电前的状态。

下面是掉电保持通用型辅助继电器应用的一个例子。图 2-10 是一个由电动机驱动的丝杠传动机构，滑块在丝杠上可以左右往复运动，若辅助继电器 M600 及 M601 的状态决定电动机转向，且 M600 及 M601 为具有掉电保持的通用型辅助继电器，这样在机构停电又来电时电机仍可按掉电前的状态运行，直到碰到限位开关才发生转向的变化。运行过程如下。

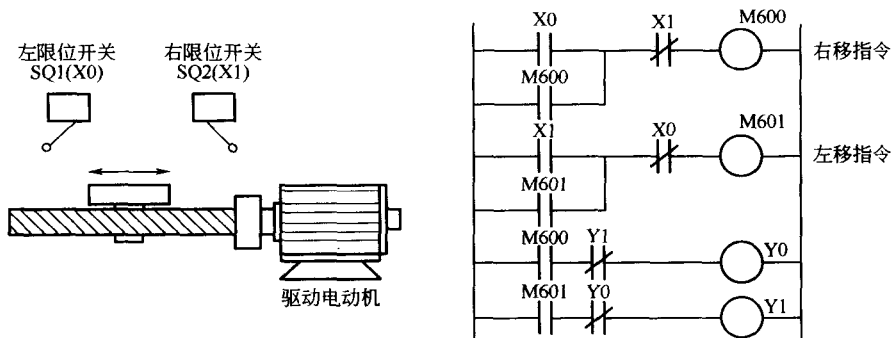


图 2-10 丝杠传动机构及对应动作的梯形图

$X0=ON$ (左限位) $\rightarrow M600=ON$ ，M600 的常开触点闭合 $\rightarrow Y0=ON \rightarrow$ 滑块右移，右移过程若因故停电 $\rightarrow$ 滑块停止移动，复电后，M600 仍为 ON 状态 $\rightarrow$ 滑块继续右移 $\rightarrow$ 压合右限位开关 SQ2 后 $\rightarrow X1=ON \rightarrow M600=OFF \rightarrow Y0=OFF \rightarrow$ 滑块停止右移；此时由于 $X0=OFF$ ， $X1=ON$ ， $M601=ON \rightarrow Y1=ON \rightarrow$ 滑块左移……

(3) 特殊辅助继电器：M8000～M8255 (256 点) 特殊辅助继电器是具有特定功能的继电器。根据使用的不同可以分为两大类。

① 只能利用其触点的特殊辅助继电器，其线圈只能由 PLC 自行驱动，用户也只能利用其触点。这类特殊辅助继电器常用作时基、状态标志或专用控制元件出现在程序中。例如：

M8000——运行 (RUN) 监控，在 PLC 运行时自动接通；

M8002——初始脉冲，只在 PLC 开始运行的第一个扫描周期接通；

M8012——100ms 时钟脉冲；

M8013——1s 时钟脉冲。

② 可驱动线圈型特殊辅助继电器，这类特殊辅助继电器的线圈可由用户驱动，线圈驱