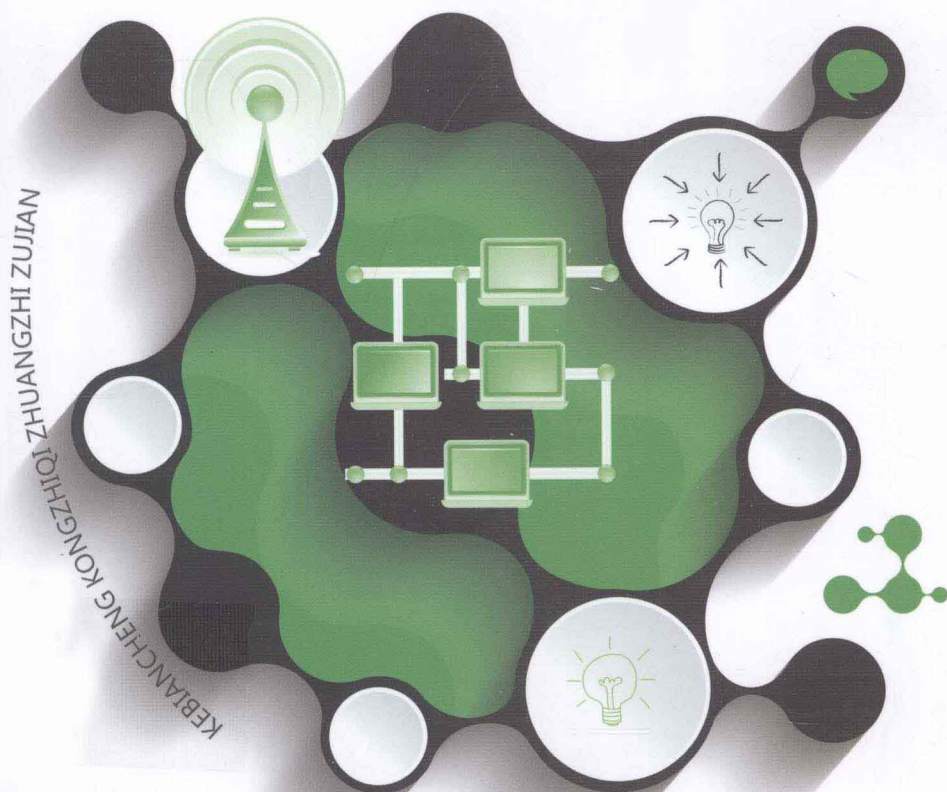




国家中等职业教育改革发展示范学校
系列建设成果

可编程控制器 装置组建

彭昊华 主编
黄红雄 主审



KEBIANCHENG KONGZHIQI ZHUANGZHI ZUJIAN



化学工业出版社

国家中等职业教育改革发展示范学校系列建设成果

可编程控制器装置组建

彭昊华 主编

黄红雄 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书立足于中等职业技术学校的教学需求,以三菱FX_{2N}系列可编程控制器(PLC)为背景,介绍了可编程控制器的基本工作原理、编程元件、指令系统、程序设计方法以及应用实例,建立具体的理论与实践的对应关系,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。

本书适用于中等职业学校电气控制、机电一体化、电气自动化技术等机电类专业的师生使用,也可作为广大电气技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器装置组建/彭昊华主编. —北京:化学工业出版社,2013.7

国家中等职业教育改革发展示范学校系列建设成果

ISBN 978-7-122-17712-4

I. ①可… II. ①彭… III. ①可编程序控制器-中等专业学校-教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第137626号

责任编辑:刘哲

责任校对:宋玮

装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

710mm×1000mm 1/16 印张8 字数147千字 2013年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:21.00元

版权所有 违者必究

发现每个学生的天赋，并有能力将其与当今社会的需求有机结合，把学生培养成为行业的天才，这是每个职业教育工作者的梦想。

上海信息技术学校的教师在多年实践中发现，每个学生都具有他们各自的特质，有的擅长抽象思维，有的擅长形象思维，前者可以成为学术型专家，后者可以成为技术技能型专家。我们的学生多半是后者。

怎样让我们的学生获得行业最新的知识、技能等工作要求；怎样让学生更快、更好地掌握这些要求；怎样让学生在学习中既感到责任又感到快乐，正是我们全校教师的孜孜追求。

基于这样的梦想和追求，在国家中等职业教育改革发展示范校的创建过程中，上海信息技术学校组织编写了20本校本教材。为了让教材能提供“怎么做”和“怎么做更好”这样的经验性和策略性问题，教材内容全部由行业、企业专家提供，保证准确定位；由教师按学生的学习心理特征转化为教材，保障方法科学可行。

“知识的总量不变，知识的先进性和排序方式发生变革。”针对这种新的职业教育课程开发模式所蕴含的要求，我们择选了其中10本出版，以期能在“三个示范”（改革的示范、提高质量的示范、办出特色的示范）方面作出一些探索，供同行相互交流。

邵光伟



编审委员会

主 任 邬宪伟 上海信息技术学校校长

副 主 任 徐寅伟 上海信息技术学校副校长

特聘专家 (按姓名笔画排序)

马祥兴 苏州高博软件技术职业学院

肖 尧 同济大学企业数字化技术教育部工程研究中心

吴云龙 上海吴泾化工有限公司

张永清 上海化工研究院

单迎春 上海企顺网络技术有限公司

黄红雄 上海双钱集团载重轮胎分公司

委 员 (按姓名笔画排序)

马祥兴 邬宪伟 李 敏 肖 尧 吴云龙

吴云鹏 陈本如 张永清 张智晶 张雍洁

范学超 金诚洁 单迎春 茹 兰 徐 敏

徐寅伟 黄 杰 黄 涛 黄红雄 彭昊华

傅爱华 蓝凌敬



前言

目标 该课程是电气专业一门非常重要的专业课程,过去主要以课堂教学为主,实验教学为辅,教学以老师讲述为主。对于可编程控制器应用技能要求,主要在相应的实践环节内完成,理论教学和实践教学相对脱节,教学效果和效益比较低。现在我们采用以行为导向为准则,以工作任务为引领、理论和实践一体化的学习领域课程体系,实现了课程教学方式的转变,即实现边讲边练,课程教学以训练实际操作技能为主,理论教学为辅,为真正实现以人为本、以能力为本的职业教育思想,为提高教学质量而努力探索。

内容 课程按维修电工中级鉴定对可编程控制器应用技能的要求和结合实际工作的要求进行安排,设置为九个学习项目:可编程控制器的基本知识;三菱FX_{2N}系列 PLC 的软、硬件知识;手持编程器的应用;三相异步电动机单向点动和连续运行控制;三相异步电动机正反转控制;三台电动机顺序启动、逆序停止控制;三相异步电动机星形-三角形降压启动控制;用 PLC 实现运料系统自动控制;PLC 的接线与维护维修。教学时间为四周。

方法 整个教学过程采用近几年在一体化课程教学实践中形成的“关键点控制”教学方法,在实训室环境下进行。“关键点控制”教学方法是指为了切实提高教学效果和质量,通过设立关键技能点或知识点,在教学过程中对其过程和目标进行质量控制的一种教学方法。“关键点控制”教学法的基本思想是先确立专业课程或实践教学环节的学习任务(工作任务或技能或教学项目);然后确定学习任务的关键技能点或知识点,建立每个关键技能点实训的操作标准、操作规范标准,并建立相应关键技能点的质量管理控制模式,及考核评估标准和环境(设备)标准。在教学中,按质量管理控制模式来落实和实施这些标准,确保和控制教学的质量。这种教学法强调的是对关键教学学习过程和目标进行质量控制;强调认识工作程序,培养职业习惯;强调关键目标,达到通用标准;强化工作过程,获得技能提升和通过技能鉴定。因此,“关键点控制”教学法特别适合职业成长中“初学者”的职业教育课程,并且是课程中基础的、必要的,以及实践性要求较高的学习任务或课业。

通过对六个知识情境的组织实施,训练学生 PLC 的安装、控制程序的设计和编制能力。任何一个情境教学过程是从项目的实际控制开始,如“电动机可逆顺序

控制”知识模块,首先引导学生就该模块提出“怎么控制”和“如何编程”的问题,通过知识积累的环节,解答“怎么控制”的问题,通过“知识点准备”环节获得技能“经验”,解决“怎么编程”问题。当知识和经验积累到一定程度时,不仅编写调试了程序,还获得了“怎么做更好”的“经验教训”,然后还要学生不能满足于简单的“程序复制”,要学会创新设计,学会将学过的知识与技能综合运用到创新制作中的能力,锻炼学生编写程序的能力,使学生充分掌握 PLC 的精华。

本教材的特点为模块式结构,模块之间既相互独立,又相互联系,为实现不同的目的,学生可选用对应的模块。在模块内容层次上,由浅入深,从实践到理论,再由理论到实践,进而在理论指导下进行实践,提高了实践的知识含量,使学生既知道该怎么做,又知道为什么这样做。

在课堂教学方面,我们首先展示本次教学要完成的任务、实现的目的,带着问题学习,启发式、互动式、交互式教学方式并存,使学生在轻松愉快的环境中掌握知识,提高技能。

本书由彭昊华担任主编。全书分为九个项目,项目 1~项目 5 由彭昊华编写,项目 6~项目 8 由张祁编写,项目 9 及附录部分由葛华江编写。

本书由黄红雄主审,在编写的过程中也得到了郑德明、娄明珠和邵红硕等老师的大力支持与帮助,他们对本书提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,殷切希望广大师生批评指正,有待编者改正。

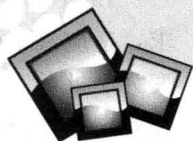
编者

2013 年 5 月



	项目一	Page
	可编程控制器的基本知识	1
	项目二	Page
	三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的软、硬件知识	12
	项目三	Page
	手持编程器的应用	23
	项目四	Page
	三相异步电动机单向点动和连续运行控制	41
	项目五	Page
	三相异步电动机正反转控制	51
	项目六	Page
	三台电动机顺序启动、逆序停止控制	61
	项目七	Page
	三相异步电动机星形-三角形降压启动控制	71
	项目八	Page
	用 PLC 实现运料系统自动控制	81
	项目九	Page
	PLC 的接线与维护维修	87
	附录 A	Page
	编程软件简介	91
	附录 B	Page
	FX ₂ 系列 PLC 的基本性能	104
	附录 C	Page
	中级工应知题目	106
		Page
	参考文献	117

项目一 可编程控制器的基本 知识



一、关键技能或知识点

- ① 理解可编程控制器的概念、应用领域、发展、主要特点。
- ② 理解可编程控制器的组成、工作原理、型号、技术参数等。
- ③ 理解 FX_{2N} 系列可编程控制器的组成、型号、技术参数等。

二、使用材料、工具和设备

表 1-1 材料、工具和设备表

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；三是功能的局限性大；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。对汽车生产线控制系统提出了10项采用计算机控制的改造要求，并公开招标。1969年，美国数字设备公司（DEC）根据上述要求研制出世界上第一台可编程控制器，型号为PDP-14，当时人们把它称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。

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如下。

1980年，NEMA将可编程控制器定义为“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做了明确定义：“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并具有扩充功能。”

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，并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

根据控制规模分为小型机、中型机和大型机。控制规模是以所配置的输入/输出点数来衡量的：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。一般来说，点数多的 PLC，功能也相应较强。

为了适应不同工业生产过程的应用要求，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 按规模分类

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

根据结构形式分为整体式、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，不一定适合具体控制现场的要求。图 1-1 所示为三菱 FX_{1S} 系列整体式结构。

② 模块式结构 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，各模块插在相应的插槽上，通过总线连接，便于扩展。图 1-2 所示为三菱 MELSEC-Q 系列模块式结构。

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。图 1-3 所示为三菱 FX_{2N} 系列分散式结构。

(3) 按用途分

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。

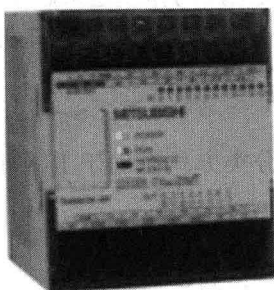


图 1-1 三菱 FX_{1S} 系列的整体式结构

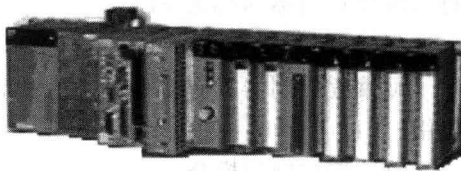


图 1-2 三菱 MELSEC-Q 系列的模块式结构

(4) 按功能分

可编程控制器按功能分可分为低档机、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的综合控制管理系统。

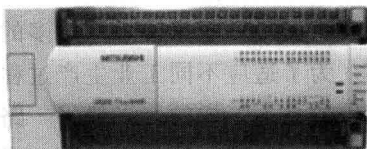


图 1-3 三菱 FX_{2N} 系列的分散式结构

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的综合控制管理系统。

(四) PLC 的应用

可编程控制器作为一种通用的工业控制器，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 市场的份额。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

可编程控制器的结构多种多样，但其组成的一般原理基本相同，都是以微处理器为核心的结构，其功能的实现不仅基于硬件的作用，更要靠软件的支持，实际上可编程控制器就是一种新型的工业控制计算机，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，如图 1-4 所示。

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。主要完成的工作有：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器；执行监控程序和用户程序，进行数据和信息处理；输

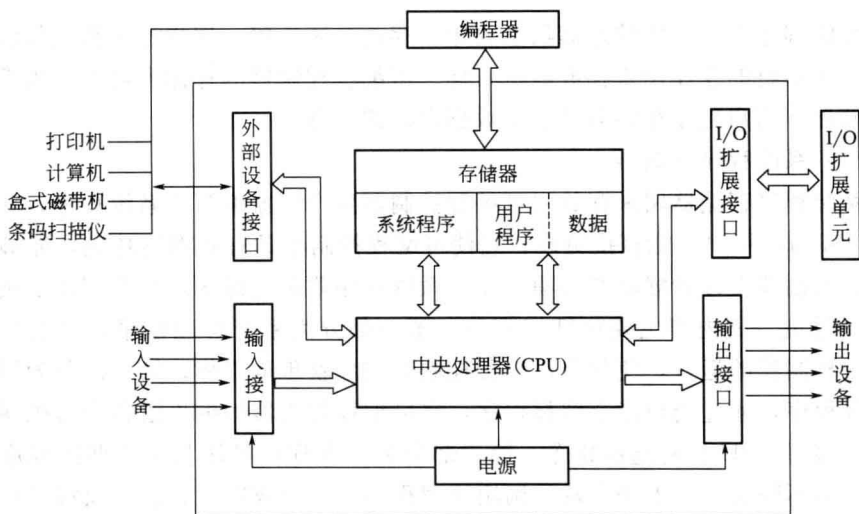


图 1-4 PLC 的硬件结构

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）指挥车辆行驶一样。

CPU 是可编程控制器的核心，它按系统程序赋予的功能指挥可编程控制器有条不紊地进行工作，其主要任务如下。

- ① 接收、存储用户程序和数据，并通过显示器显示程序的内容和存储地址。
- ② 检查、校验用户程序。对输入的用户程序进行检查，发现语法错误立即报警，并停止输入。在程序运行过程中若发现错误，则立即报警或停止程序的执行。
- ③ 接收、调用现场信息。将接收到的现场输入数据保存起来，在需要数据的时候将其调出并送到需要该数据的地方。
- ④ 执行用户程序。PLC 进入运行状态后，CPU 根据用户程序存放的先后顺序，逐条读取、解释并执行程序，完成用户程序中规定的各种操作，并将程序执行的结果送至输出端口，以驱动可编程控制器的外部负载。
- ⑤ 故障诊断。诊断电源、可编程控制器内部电路的故障，根据故障或错误的类型，通过显示器显示相应的信息，以提示用户及时排除故障或纠正错误。

不同型号可编程控制器的 CPU 芯片是不同的，有的采用通用 CPU 芯片，如 8031、8051、8086、80826 等，有的采用厂家自行设计的专用 CPU 芯片（如西门子公司 S7-200 系列可编程控制器均采用其自行研制的专用芯片）。CPU 芯片的性能关系到可编程控制器处理控制信号的能力与速度，CPU 位数越高，系统处理的信息量越大，运算速度也越快。

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。可编程控制器的存储器可以分为系统程序存储器、用户程序存储器及工作数据存储器三种。

(1) 系统程序存储器

系统程序存储器用来存放由可编程控制器生产厂家编写的系统程序,并固化在 ROM 内,用户不能直接更改。它使可编程控制器具有基本的功能,能够完成可编程控制器设计者规定的各项工作。系统程序质量的好坏,很大程度上决定了 PLC 的性能,其内容主要包括三部分:第一部分为系统管理程序,它主要控制可编程控制器的运行,使整个可编程控制器按部就班地工作;第二部分为用户指令解释程序,通过用户指令解释程序,将可编程控制器的编程语言变为机器语言指令,再由 CPU 执行这些指令;第三部分为标准程序模块与系统调用程序,它包括许多不同功能的子程序及其调用管理程序,如完成输入、输出及特殊运算等的子程序,可编程控制器的具体工作都是由这部分程序来完成的,这部分程序的多少决定了可编程控制器性能的强弱。

(2) 用户程序存储器

根据控制要求而编制的应用程序称为用户程序。用户程序存储器用来存放用户针对具体控制任务,用规定的可编程控制器编程语言编写的各种用户程序。用户程序存储器根据所选用存储器单元类型的不同,可以是 RAM (有的用锂电池进行掉电保护)、EPROM 或 EEPROM 存储器,其内容可以由用户任意修改或增删。目前较先进的可编程控制器采用可随时读写的快闪存储器作为用户程序存储器。快闪存储器不需后备电池,掉电时数据也不会丢失。

(3) 工作数据存储器

工作数据存储器用来存储工作数据,即用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等。

在工作数据区中开辟有元件映像寄存器和数据表。元件映像寄存器用来存储开关量/输出状态以及定时器、计数器、辅助继电器等内部器件的 ON/OFF 状态。数据表用来存放各种数据,它存储用户程序执行时的某些可变参数值及 A/D 转换得到的数字量和数学运算结果等。在可编程控制器断电时能保持数据的存储器区称为数据保持区。

用户程序存储器和用户存储器容量的大小,关系到用户程序容量的大小和内部器件的多少,是反映 PLC 性能的重要指标之一。

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。输入模块的作用是接收各种外部控制信号,输出模块的作用是根据 PLC 的运算结果驱动外部执行机构。

① 输入/输出模块的作用。连接用户输入输出设备和 PLC 控制器，将各输入信号转换成 PLC 标准电平供 PLC 处理，再将处理好的输出信号转换成用户设备所要求的信号驱动外部负载。

② 对输入输出接口的要求。良好的抗干扰能力；对各类输入输出信号（开关量、模拟量、直流量、交流量）的匹配能力。

③ PLC 输入输出接口的类型。模拟量输入输出接口、开关量输入输出接口（直流、交流及交直流）。用户应根据输入输出信号的类型选择合适的输入输出接口。

（1）开关量输入接口电路（图 1-5）

各种输入接口均采取了抗干扰措施。如带有光耦合器隔离，使 PLC 与外部输入信号进行隔离；并设有 RC 滤波器，用以消除输入触点的抖动和外部噪声干扰。

通常有三种类型：直流 12~24V 输入、交流 100~120V 输入与交流 200~240V 输入和交直流 12~24V 输入。直流输入模块的电源一般由机内 24V 电源提供，输入信号接通时输入电流一般小于 10mA。交流输入模块的电源一般由用户提供。

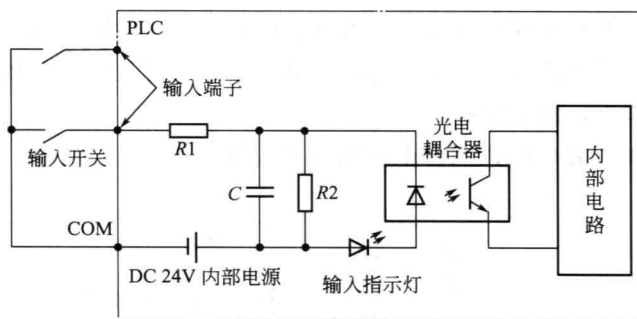


图 1-5 开关量输入接口电路

（2）开关量输出接口电路（图 1-6）

有三种形式，即继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出。开关量输出端的负载电源一般由用户提供，输出电流一般不超过 2A。

输出端子的两种接法如下。

- 隔离式 输出各自独立，无公共点。各输出端子各自形成独立回路。
- 汇点式 全部输入点（输出点）共用一个公共点。或者将输入点（输出点）分成几组，组内各点共用一个公共点。各组的公共点之间相互隔离。组内的各点必须使用同一电压类型和同一电压等级，各组可使用不同电压类型和等级的负载。

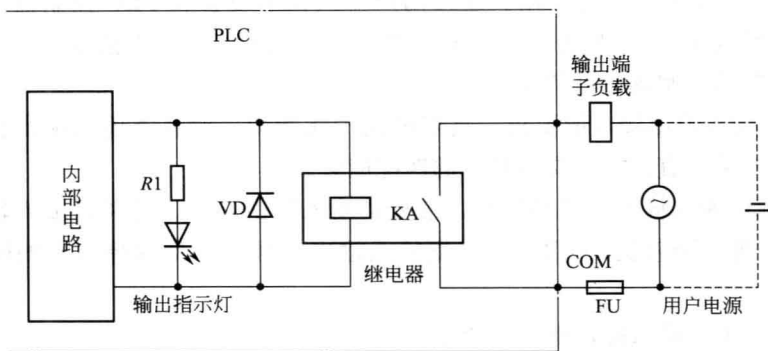


图 1-6 开关量输出接口电路

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 的用户程序存储区中。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。编程器有电脑编程和简易编程器（手持编程器），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。

PLC 的内部等效电路以两台电机的启动为例，如图 1-7 所示。

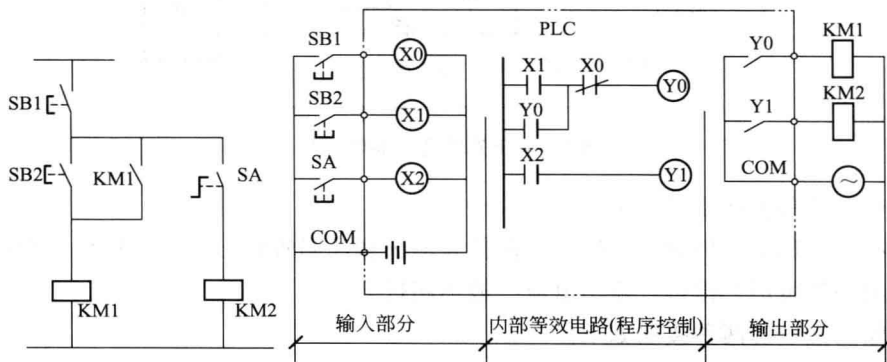


图 1-7 PLC 内部等效电路

- PLC 的输入端。用户输入设备→输入端子（I 接口）。
- PLC 的输出端。PLC 内部→输出端子（O 接口）→用户输出设备。
- 内部控制（梯形图）可视为由继电器、接触器等组成的等效电路。

- 输入 COM 端是机内电源 24V 的负极端，输出 COM 端接用户负载电源。

(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式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，梯形图是最基本、使用最普遍的编程语言。但这种方式只能用图形编程器直接编程，如图 1-8 所示。

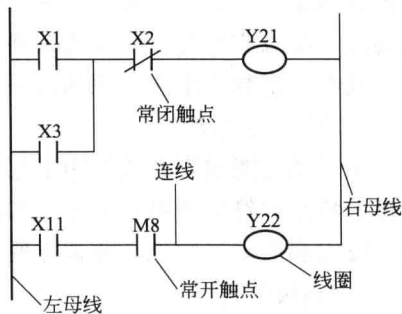


图 1-8 梯形图

2. 指令语句表（简称指令表）

指令语句用助记符来表达 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 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

序号	指 令	操 作 数(操作元件)	序号	指 令	操 作 数(操作元件)
1	LD	X1	5	LD	X11
2	OR	X3	6	AND	M8
3	ANI	X2	7	OUT	Y22
4	OUT	Y21			

3. 控制系统流程图

这是一种用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