



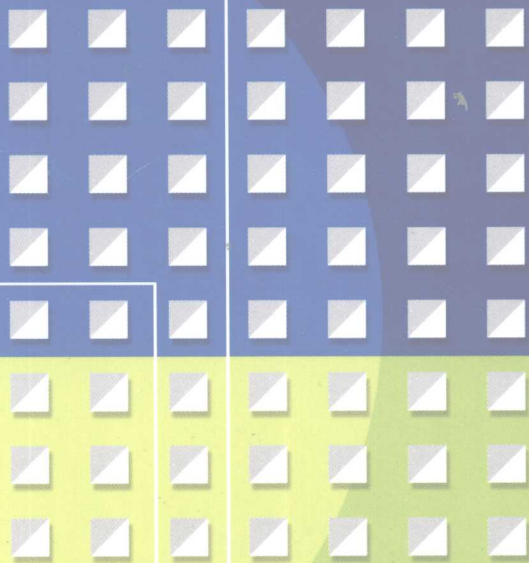
高等学校“十一五”精品规划教材

可 编 程 控 制 器 原 理 及 应 用

主 编 魏德仙

副主编 漆海霞

KEBIANCHENG KONGZHIQI YUANLI JI
YINGYONG



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等学校“十一五”精品规划教材

可编程控制器 原理及应用

主 编 魏德仙

副主编 漆海霞

参 编 陈 瑜 杨秀丽 毕敏娜

邢 航 罗文锦



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书为高等学校“十一五”精品规划教材。

本书共分10章,以日本三菱公司的FX系列PLC为例,介绍了PLC的产生及定义、特点、组成与工作原理、基本性能指标和内部编程组件;着重介绍了PLC的指令系统、编程应用、PLC步进顺控指令系统;阐述了特殊功能模块、输入/输出接口技术;最后比较详细地介绍了PLC与PC通信的编程及PLC应用实例等内容。附录中对编程软件的操作及N:N网络有关的标志和数据寄存器进行了说明。

本书主要作为普通高等学校电气工程及其自动化、电力系统及其自动化、机械制造及其自动化、工业自动化及相关专业的教材;也可作为有关研究人员和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用/魏德仙主编. —北京:中国水利水电出版社,2009

高等学校“十一五”精品规划教材

ISBN 978-7-5084-6050-5

I. 可… II. 魏… III. 可编程序控制器—高等学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第178096号

书 名	高等学校“十一五”精品规划教材 可编程控制器原理及应用
作 者	主编 魏德仙 副主编 漆海霞
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 15印张 356千字
版 次	2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	28.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

可编程控制器（PLC）是一种以微处理器为基础的工业控制装置，它是综合了计算机技术、自动化技术和通信技术的一种新型、通用的自动控制产品，具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程及适应工业环境下应用等一系列优点，因此，PLC已广泛应用于机械、冶金、石油、化工、轻工、纺织、电力、电子、食品、交通等行业、PLC的应用领域还扩大到远离工业控制的其他行业，如快餐厅、医院手术室、旋转门和车辆，甚至引入家庭住宅、娱乐场所和商业部门。所以，学好、用好 PLC 已越来越重要。

本书以日本三菱公司的 FX 系列 PLC 为例，阐述其结构、工作原理、指令系统、编程应用，特殊功能模块、输入/输出接口、通信及 PLC 应用实例等内容，使读者能尽快掌握可编程控制器的应用程序的设计技能。

本书在教学过程中，可根据专业需要，选择内容进行教授。

本书由魏德仙主编，漆海霞为副主编，按章节顺序参加编写的有，陈瑜编写了第一、二、五章；杨秀丽编写了第三章；毕敏娜编写了第四、六章；邢航编写了第七章；魏德仙编写了第八、十章；漆海霞编写了第九章；罗文锦编写附录及部分图，全书由魏德仙初审、统稿、定稿。

本书由张铁民教授审稿，并提出了许多有益的建议和意见。在此表示衷心地感谢。在编写本书的过程中，参阅和利用了一些老师编写出版的内容和材料，对原作者也一并致谢。

由于编者水平有限加之时间仓促，错误和疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 10 月

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 可编程控制器的产生及定义	1
第二节 可编程控制器的特点	2
第三节 可编程控制器的分类及技术性能指标	4
第四节 可编程控制器的发展	5
习题及思考题	6
第二章 可编程控制器基本组成及工作原理	7
第一节 可编程控制器的基本组成	7
第二节 可编程控制器的工作原理	13
习题及思考题	16
第三章 可编程控制器的基本性能指标和内部编程元件	17
第一节 FX 系列可编程控制器简介	17
第二节 FX 系列可编程控制器的编程软元件	24
习题及思考题	34
第四章 可编程控制器的基本指令系统	35
第一节 基本指令系统概述	35
第二节 基本指令系统	36
第三节 梯形图编程规则	47
第四节 常用基本电路和实例	49
习题及思考题	58
第五章 可编程控制器的步进顺控指令系统	61
第一节 状态转移图	61
第二节 步进顺控指令及其编程	62
第三节 选择性分支与汇合及其编程	64
第四节 并行性分支与汇合及其编程	66
第五节 步进指令的应用	69
习题及思考题	72

第六章 可编程控制器的功能指令系统	73
第一节 功能指令的概述	73
第二节 程序流控制功能指令	77
第三节 传送和比较指令	83
第四节 四则运算和逻辑运算指令	88
第五节 循环移位和移位指令	92
第六节 数据处理指令	98
第七节 高速处理指令	103
第八节 方便指令	111
第九节 外部 I/O 设备指令	121
第十节 外部设备指令	132
第十一节 其余功能指令简介	134
第十二节 应用举例	136
习题及思考题	140
第七章 可编程控制器特殊功能模块的编程及应用技术	142
第一节 模拟量输入/输出模块	142
第二节 定位控制单元模块	153
第三节 其他特殊功能模块	161
习题及思考题	164
第八章 可编程控制器外围接口电路技术	165
第一节 可编程控制器的输入接口电路技术	165
第二节 可编程控制器的输出接口电路技术	166
第三节 可编程控制器电源及输入/输出口的性能参数	167
第四节 输入/输出口的利用及扩展	168
第五节 可编程控制器输入/输出端口连接示例	171
习题及思考题	172
第九章 可编程控制器通信及网络技术	174
第一节 概述	174
第二节 计算机通信基础知识	176
第三节 FX 系列可编程控制器网络通信	179
第四节 可编程控制器与 PC 通信的编程介绍	193
习题及思考题	206
第十章 可编程控制器系统设计及应用	207
第一节 可编程控制器系统的设计与选型	207
第二节 可编程控制器的应用举例	210
习题及思考题	224

附录一 三菱 FX 系列 PLC 指令	225
附录二 并行链接有关的标志和数据寄存器	230
附录三 N : N 网络有关的标志和数据寄存器	231
参考文献	232

第一章 概 述

第一节 可编程控制器的产生及定义

一、可编程控制器的产生

在可编程控制器（以下简称 PLC）问世之前，工业控制领域中的顺序控制大都采用继电器逻辑控制系统。这种控制系统是采用固定接线的硬件设计来实现特定的控制要求。继电器控制系统存在体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度慢，尤其对生产工艺多变的系统适应性差等缺点。如果生产任务和工艺发生变化，必须重新设计，并改变硬件结构，造成时间和资金的浪费。此外，继电器控制系统的设计和制造周期长，维护困难，没有运算、处理和通信等功能，不能实现复杂的控制要求。显然，继电器控制系统已不能满足工业发展的需要。

1968 年，美国通用汽车公司（GM 公司）为在每次汽车型号翻新或改变工艺流程时，能不改动原有控制柜内的继电器接线，以降低生产成本，缩短新产品开发周期，提出研制一种新型的逻辑控制装置取代传统的继电器控制系统的设想，并为此提出了以下 10 项面向社会公开招标的指标：

- (1) 编程简便，可现场修改程序。
- (2) 维修方便，采用插件式结构。
- (3) 可靠性高于继电器控制装置。
- (4) 体积小于继电器控制装置。
- (5) 数据可直接送入计算机。
- (6) 成本可与继电器控制装置相竞争。
- (7) 输入可为市电（交流 115V）。
- (8) 输出可为市电，能直接驱动电磁阀、接触器等。
- (9) 扩展时原系统变更最少。
- (10) 可以存储用户程序，存储容量大于 4KB。

美国数字设备公司（DEC 公司）根据 GM 公司的这 10 项指标，于 1969 年研制出世界上第一台可编程控制器（型号为 PDP—14），并投入 GM 公司的汽车生产线控制中，且获得成功。从此，这项新技术迅速发展起来。1971 年，日本从美国引进 PLC 技术，由日立公司研制成功日本第一台 PLC。1973 年，西欧国家也研制出他们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制，于 1977 年研制出我国的第一台 PLC，并开始应用于工业控制。

二、可编程控制器的定义

早期的 PLC 只能完成顺序控制，仅有逻辑运算、定时和计数等顺序控制功能，只能进行开关量的逻辑控制，因此被称为可程序逻辑控制器，简称为 PLC（Programmable

Logical Controller)。

随着微处理器技术的发展, PLC 的处理速度大大提高, 增加了许多特殊功能, 使得 PLC 不仅能实现继电器所具有的逻辑判断、定时和计数等顺序控制功能, 同时还具有执行算术运算、对模拟量进行控制等功能。因此, 美国电气制造商协会 (NEMA) 于 1980 年正式将它命名为可编程控制器 (Programmable Controller), 简称为 PC。然而“PC”在我国早已成为个人计算机 (Personal Computer) 的代名词, 为了不造成混淆, 习惯上仍将可编程控制器称为 PLC。

在 PLC 发展初期, 不同的 PLC 开发制造商对 PLC 有不同的定义。为使这一新型的工业控制装置的生产和发展规范化, 国际电工委员会 (IEC) 于 1982 年 11 月和 1985 年 1 月对可编程控制器作了以下的定义: “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。它采用可程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的命令, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关设备, 都应按易于与工业控制系统联成一个整体, 易于扩充功能的原则而设计。”

由此可见, PLC 是专为在工业环境下应用而设计的一种数字式的电子装置, 它是一种工业控制计算机产品。如今, PLC 与工业机器人和 CAD/CAM, 构成了现代工业的三大支柱。

第二节 可编程控制器的特点

一、可编程控制器的特点

PLC 是面向用户的专用工业控制计算机, 它是综合了继电器、接触器控制的优点和计算机灵活、方便的优点设计、制造和发展起来的, 这就使 PLC 具有许多明显的特点。

1. 可靠性高, 抗干扰能力强

PLC 是专为工业控制而设计的, 因此人们在设计 PLC 时, 从硬件和软件两个方面都采用了抗干扰措施, 如屏蔽、滤波、隔离、故障检测和信息自动恢复等措施, 使 PLC 具有很强的抗干扰能力, 使其平均无故障时间达到几万小时以上。

2. 编程简单、直观、易学

PLC 是面向用户、面向工业环境下应用而设计的, 考虑到大多数电气技术人员熟悉电气控制线路的特点, 它采用了一种面向控制过程的梯形图语言。梯形图语言与继电器原理图相类似, 形象直观, 易学易懂。电气工程师和具有一定知识的电工、工艺人员都可以在短时间内学会, 使用起来得心应手。因此, 世界上许多国家的公司生产的 PLC 把梯形图语言作为第一用户语言。

3. 适应性好、使用方便

由于 PLC 产品已标准化、系列化、模块化, 因此用户在进行控制系统的设计时, 不需要自己设计和制作硬件装置, 只需根据控制要求灵活、方便地进行系统配置, 就能组成规模不同、功能不同的控制系统。用户所做的工作只是设计满足控制对象的控制要求的应用程序。而 PLC 是通过程序实现控制的, 所以当生产工艺发生变化或控制要求发生改变

时,不必改变 PLC 硬件设备,只需修改程序即可。

4. 功能完善,接口功能强

目前的 PLC 已具有数字量和模拟量的输入/输出、逻辑和算术运算、定时、计数、顺序控制、通信、人机对话、自检、记录和显示等功能,使设备控制水平大大提高。接口功率驱动极大地方便了用户,常用的数字量输入/输出接口,就电源而言有交流 110V、220V 和直流 5V、24V 等多种;负载能力可在 0.5~5A 的范围内变化;模拟量的输入/输出有 -10~10V、0~10V、4~20mA 等多种规格。可以很方便地将 PLC 与各种不同的现场控制设备直接连接,组成应用系统。例如,输入接口可直接与各种开关量和传感器进行连接,输出接口在多数情况下也可以与各种传统的继电器、接触器及电磁阀等相连接。

5. 安装简单、调试方便、维护工作量小

PLC 控制系统的安装接线简单,只需将现场的各种仪器设备与 PLC 相应的 I/O 端相连。PLC 软件设计和调试大多可在实验室里进行,例如用模拟实验开关代替输入信号,或用相应的 PLC 模拟仿真软件都可进行调试。模拟调试好后,再将 PLC 控制系统安装到工业现场,进行现场联机调试,这样既省时、省力又方便。PLC 本身可靠性高,又有完善的自诊断功能,一旦发生故障,可以根据报警信息迅速查明原因。排除软件编程出错外,如果是 PLC 本身,则可用更换模块的方法排除故障。这样既提高了维护的工作效率,又保证了生产正常进行。

6. 体积小,能耗低

在体积上,PLC 是继电器控制系统的 1/5。在耗电方面,一般比同样功能的继电器控制系统节电 50% 以上。在价格上,当控制系统中的继电器个数大于 10 个时,用 PLC 控制比较经济。

二、可编程控制器与其他顺序逻辑控制系统相比所具有的特点

1. 与继电器顺序逻辑控制系统的比较

- (1) 工作原理:PLC 控制功能主要用软件实现。
- (2) 功能:PLC 采用计算机技术,具有顺序控制、定时、计数、运动控制、数据处理、闭环控制和通信联网等功能;继电器只有顺序控制功能。
- (3) 可靠性与可维护性:继电器可靠性差,电路设计复杂,故障诊断及排除困难平均修复时间长;PLC 用软继电器,可靠性高,故障率低,易诊断和排除故障。
- (4) 灵活性:继电器线路固定,功能单一,不易修改,灵活性差;PLC 仅改变程序就可以改变控制功能。
- (5) 响应速度:继电器靠触点动作,约几十毫秒,且存在触点抖动;PLC 采用无触点动作,响应速度快。
- (6) 设计与调试:PLC 设计复杂电路周期短,并且可以模拟调试。
- (7) 定时与计数:PLC 内部继电器的精度高,定时范围宽,时间调整方便。

2. 与计算机控制系统的比较

(1) 与工控机比较:工控机采用总线式结构,与 PC 机兼容,有实时操作系统支持,在快速、实时性强、功能复杂中占优势,且价格较高,用于开关量控制以取代继电器系统有些大材小用。接线用多芯扁平电缆和插头、插座,不如 PLC 方便。

(2) 与单片机比较: 单片机不能直接与外部 I/O 信号连接, 采用汇编语言、高级语言, 硬件设计和程序设计工作量大。

3. 与集散控制系统的比较

集散控制系统 (Distributed Control System, DCS), 是用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制装置, 由集中管理部分、分散控制监控部分和通信部分组成, 具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、安装高度方便、运行安全可靠等特点。但随着 PLC 增加了数值运算、PID 闭环调节等功能、与 PC 机联网或 PLC 自身构成网络, 它可以和计算机联网并用组态软件组成分级控制, 也能实现 DCS 所完成的功能, 成本比 DCS 低很多。

第三节 可编程控制器的分类及技术性能指标

一、可编程控制器的分类

目前市场上的 PLC 种类繁多, 可有以下几种分类方法。

1. 按照输入和输出点数多少可分为 6 种类型

I/O 点数小于 32 为微型 PLC。

I/O 点数在 32~128 为超小型 PLC。

I/O 点数在 128~256 为小型 PLC。

I/O 点数在 256~1024 为中型 PLC。

I/O 点数大于 1024 为大型 PLC。

I/O 点数在 4000 以上为超大型 PLC。

以上这种划分界限不是固定不变的, 它会随着 PLC 的发展而改变。

2. PLC 按结构形式分类可分为整体式和模块式两种

整体式结构又称单元式或箱体式。整体式 PLC 是将 CPU、存储单元、I/O 单元、I/O 扩展单元、外部设备接口单元及电源单元等集中装在一个机箱内; 其结构紧凑、体积小、价格低, 一般小型 PLC 采用这种结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成, 基本单元内有 CPU、I/O 和电源, 扩展单元内只有 I/O 和电源。基本单元和扩展单元之间用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般配备有特殊功能单元, 如模拟量输入/输出单元、位置控制单元等。整体式结构适用于单体设备的开关量自动控制和机电一体化产品的开发应用。

模块式结构是将 PLC 的各部分, 即 CPU、存储单元、I/O 单元等做成各自独立的模块, 再组装在一个带电源单元的机架或母板上。模块式结构配置灵活, 装配方便, 便于扩展和维修。一般大、中型 PLC 都采用模块式结构, 也有的小型 PLC 采用这种结构。模块式结构适用于复杂过程控制系统的应用。

3. PLC 按功能分类可分为低档、中档和高档 3 类

低档: 以逻辑控制为主, 适用于开关控制场合。

中档: 兼有开关量和模拟量控制, 适用于小型连续生产过程的复杂逻辑控制和闭环调节控制。

高档：可与其他 PLC、上位计算机，构成分布式生产过程综合控制管理系统。

二、可编程控制器的技术性能指标

PLC 的技术性能指标有一般指标和技术指标两种，一般指标主要指 PLC 的结构和功能情况，是用户选用 PLC 时必须首先了解的，而技术指标可分为一般的性能规格和具体的性能规格。一般规格是指使用 PLC 时应注意的问题，主要包括电源电压、耐压情况、使用环境温度和湿度、接地要求等。具体性能规格是指 PLC 所具有的技术能力，如果只是一般地了解 PLC 的性能，了解以下的一些 PLC 的基本技术性能指标即可。

(1) I/O 点数：指 PLC 外部输入、输出端子的总数，这是 PLC 一项重要的技术指标。

(2) 扫描速度：一般指执行一步指令的时间，单位是 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

(3) 内存容量：一般小型 PLC 的存储容量为 1KB 到几 KB，大型 PLC 则为几十 KB，甚至 1~2MB，通常以 PLC 所能存放用户程序的多少来衡量。在 PLC 中，程序指令按“步”存放，一条指令往往不止一步，一步占用一个地址单元，一个地址单元一般占用两个字节。

(4) 指令条数和指令功能：这是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标。

(5) 内部寄存器：在 PLC 内部用于存放变量状态、中间结果和数据等，还有许多辅助寄存器给用户提供特殊功能，以简化程序设计；它是衡量 PLC 硬件功能的一个指标。

(6) 特殊功能模块：PLC 的特殊功能模块用以实现一些专门功能。常用的特殊功能模块有 A/D 模块、D/A 模块、高速计数模块、位置控制模块、温度控制模块、通信模块等。这些特殊功能模块使 PLC 不但能进行开关量顺序控制，而且能进行模拟量控制、定位控制和速度控制，还可以和计算机通信，直接用高级语言编程，从而为用户提供了强有力的工具。因此特殊功能模块已成为衡量 PLC 产品水平高低的一个重要标志。

第四节 可编程控制器的发展

一、可编程控制器的发展过程

PLC 在工业自动化中起着举足轻重的作用，在国内外已广泛应用于机械、冶金、石油、化工、轻工、纺织、电力、电子、食品、交通等行业。经验表明，80% 以上的工业控制可以使用 PLC 来完成。PLC 的应用领域扩大到远离工业控制的其他行业，如医院手术室、旋转门和车辆，甚至引入家庭住宅、娱乐场所和商业部门。随着 PLC 应用领域的不断扩大，PLC 本身也在不断发展。

在科技领域，随着计算机技术、半导体集成技术、控制技术、数字技术、通信网络技术等高新技术的发展，也推动了 PLC 的快速发展。

从控制功能来分，PLC 的发展经历了以下 4 个阶段。

(1) 初创阶段：从第一台 PLC 问世到 20 世纪 60 年代末到 70 年代中期。

CPU 由中、小规模数字集成电路组成，控制功能较简单，主要完成逻辑功能，所以称为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logical Controller—PLC)

(2) 扩展阶段：从 20 世纪 70 年代中期到末期。

产品的主要控制功能得到较大发展,朝两个方面发展:

①从 PLC 发展而来的控制器,主要是逻辑运算,同时也扩展了其他运算功能。

②从模拟仪表发展而来的控制器,主要是模拟运算,同时扩展了逻辑运算功能。

(3) 通信功能实现阶段:从 20 世纪 70 年代中期到 80 年代末期。

与计算机通信发展相联系,初步形成了分布式通信网络体系;数学运算功能增强。

(4) 开放阶段:从 20 世纪 80 年代后期开始。

主要表现在通信系统的开放,各制造业的 PLC 产品可以通信,通信协议标准化。

二、可编程控制器的发展趋势

(1) 向高速度、大存储容量方向发展 (CPU 处理速度 ns 级;内存 2MB)。

(2) 向多品种方向发展和提高可靠性 (超大型和超小型)。

(3) 产品更加规范化、标准化 (硬件、软件兼容的 PLC)。

(4) 分散型、智能型、与现场总线兼容的 I/O。

(5) 加强联网和通信的能力。

(6) 控制的开放和模块化的体系结构 OMAC (Open Modular Architecture for Control)。

三、可编程控制器的国内、外发展状况

1969 年美国研制出世界上第一台 PLC 以后,日本、德国、法国等国相继研制了各自的 PLC。

美国 PLC 发展最快,有 70 余家 PLC 的生产厂家,生产近 300 种 PLC。著名厂家有: A—B (Allen—Bradley, 艾伦—布拉德利公司)、IPM (International Parallel Machines, 国际并行机器公司)、WESTHOUSE Electric 西屋电气公司、GE—Fanuc 公司等。

欧洲 PLC 的厂家有 60 余家:德国西门子 (Siemens) 公司,还有法国的施耐德 (TE) 公司,瑞士的史力顿 (Selectron) 公司等。

日本生产 PLC 的厂家有 40 余家:三菱电机 (MITSUBISHI)、欧姆龙 (OMRON)、富士电机 (Fuji Electric)、东芝 (TOSHIBA)、松下电工 (MEW) 等公司。

我国在 20 世纪 70 年代开始引进 PLC。我国早期独立研制 PLC 的单位有北京机械工业自动化研究所、上海工业自动化仪表研究所、中科院北京计算机所及自动化所、长春一汽等单位但都没有形成规模化生产。

习 题 及 思 考 题

1-1 PLC 是如何产生的?

1-2 PLC 的定义是什么?

1-3 PLC 有哪些特点?

1-4 PLC 的外形有哪几种结构? 各有什么特点?

1-5 简述 PLC 的发展史。

第二章 可编程控制器基本组成及工作原理

第一节 可编程控制器的基本组成

PLC 实际上是一种新型的工业控制计算机，其组成与计算机类似，其功能的实现不仅基于硬件的作用，更要依靠软件的支持。现在国内、外市场上有各种各样不同类型和结构的 PLC，但其组成原理基本相同，都是由硬件和软件两部分构成。

一、可编程控制器的硬件结构

PLC 主要由中央处理单元 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、输入/输出单元 (I/O)、电源、编程器等几部分组成，其结构框图如图 2-1 所示。

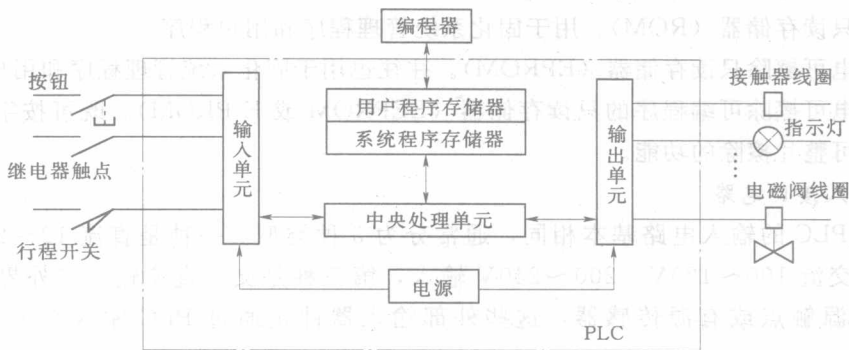


图 2-1 PLC 内部结构框图

1. 中央处理单元 (CPU)

同一般的微机一样，CPU 是 PLC 的核心。PLC 中所配置的 CPU 随机型不同而不同，常用有 3 类：通用微处理器（如 Z80、8086、80286 等）、单片微处理器（如 8031、8096 等）和位片式微处理器（如 AMD29W 等）。小型 PLC 大多采用 8 位通用微处理器和单片微处理器；中型 PLC 大多采用 16 位通用微处理器或单片微处理器；大型 PLC 大多采用高速位片式微处理器。PLC 的档次越高，CPU 的位数就越多，运算速度也越快，功能指令也就越强。FX₂ 系列 PLC 使用的微处理器是 16 位的 8096 单片机。

目前，小型 PLC 为单 CPU 系统，而中、大型 PLC 则大多为双 CPU 系统，甚至有些 PLC 中多达 8 个 CPU。对于双 CPU 系统，是指在 CPU 模板上装两个 CPU 芯片，一般一个为字处理器，采用 8 位或 16 位处理器；另一个为位处理器，采用由各厂家设计制造的专用芯片。字处理器为主处理器，用于执行编程器接口功能，监视内部定时器，监视扫描时间，处理字节指令以及对系统总线和位处理器进行控制等。位处理器为从处理器，主要用于处理位操作指令和实现 PLC 编程语言向机器语言的转换。位处理器

的采用,减轻了主处理器的负担,提高了 PLC 的速度,使 PLC 更好地满足实时控制要求。

2. 存储器

存储器用于存放程序和数据。PLC 配有两种存储系统:用于存放系统程序的系统程序存储器和存放用户程序的用户程序存储器。系统程序相当于个人计算机的操作系统,能完成 PLC 设计者规定的工作;可由生产厂家设计并固化在 ROM 内,用户不能直接读取。用户程序由用户设计,决定了 PLC 的输入信号与输出信号之间的关系。一般以字(1 个字由 16 位二进制数组成)为单位。小型用户程序存储器容量在 1K 字($1K=1024=2^{10}$)左右,大型 PLC 的用户程序存储器容量可达数百 K 字甚至数 M 字。

常用的存储器有以下几种:

(1) 可进行读、写操作的随机存储器 (COMS RAM)。用于存放用户程序,生成用户数据区。存放在 RAM 中的用户程序可方便地修改。COMS RAM 存储器是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器,可用锂电池做备用电源,停电时可以有效地保持存储信息。锂电池的寿命一般为 5~10 年,若经常带负载可维持 2~5 年。

(2) 只读存储器 (ROM)。用于固化系统管理程序和用户程序。

(3) 电可擦除只读存储器 (EPROM)。往往也用于固化系统管理程序和用户程序。

(4) 电可擦除可编程序的只读存储器 (EEPROM 或 E²PROM)。既可按字节进行擦除,又有可整片擦除的功能。

3. 输入接口电路

各种 PLC 的输入电路基本相同,通常分为 3 种类型。一种是直流 12~24V 输入,另一种是交流 100~120V、200~240V 输入,第三种是交、直流输入。外界输入器件可以是无源触点或有源传感器,这些外部输入器件是通过 PLC 输入端子与 PLC 相连的。

PLC 输入电路中有光电隔离器和 RC 滤波器,用于消除输入触点的抖动和外部噪声干扰。当输入开关闭合时,一次电路中流过电流,输入指示灯亮,光耦合器被激励,三极管由截止状态变为饱和导通状态,这就是一个数据输入过程。

图 2-2 所示为一直流输入方式的接线电路。其中 LED 为相应输入端在面板上的指示

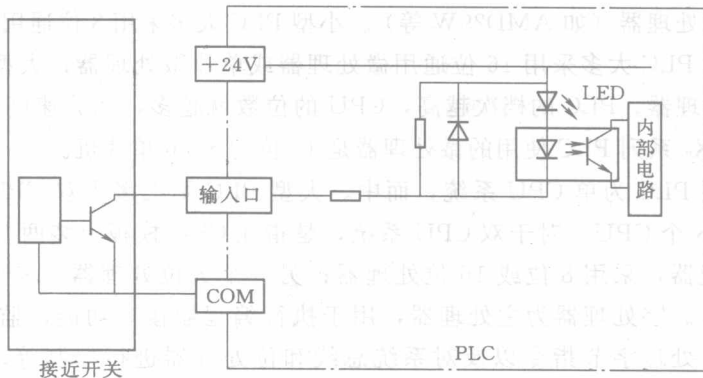


图 2-2 输入接口电路

灯, 用于表示外部输入的 ON/OFF 状态, 输入信号接通时, 输入电流一般小于 10mA, 响应滞后时间一般小于 20ms。例如, FX₂ 系列 PLC 的输入电流为 DC 24V、7mA, 响应滞后时间为 10ms。

4. 输出接口电路

PLC 的输出电路有 3 种形式: 继电器输出 (M)、晶体管输出 (T)、晶闸管输出 (S), 如图 2-3 所示。输出电路的负载电源由外部提供, 负载电流一般不超过 2A。

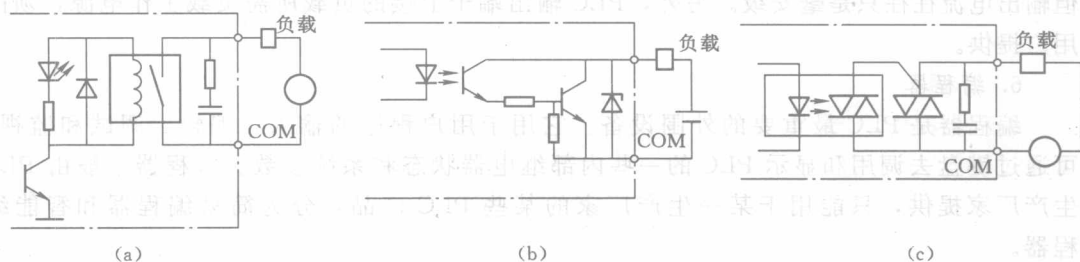


图 2-3 PLC 的输出接口电路

(a) 继电器输出; (b) 晶体管输出; (c) 晶闸管输出

(1) 继电器输出电路:

1) 利用继电器线圈和触点间的电气隔离, 将内部电路与外部电路进行隔离, 继电器同时起隔离和功率放大作用, 线圈电流仅有几十毫安。

2) CPU 控制继电器线圈通电或失电, 接点相应闭合或断开, 每路只给用户提供一个常开触点, 控制外部负载电路的通、断。

3) 与触点并联的 RC 串联电路和压敏电阻用来消除触点断开时产生的电弧。

4) 适合于交流负载或直流负载的场合。

(2) 晶体管输出电路:

1) 通过晶体管截止或饱和控制外部负载电路。

2) 采用光耦合进行电气隔离。

3) 电路延迟时间很小 ($\leq 1\text{ms}$)。

4) 适合于直流负载的场合。

(3) 晶闸管输出电路:

1) 利用光触发型双向晶闸管, 使 PLC 内部电路和外部电路进行了电气隔离。

2) 并联在光触发型双向晶闸管两端的 RC 吸收电路和压敏电阻, 用来抑制晶闸管的关断过电压和外部浪涌电压。

3) 光触发型双向晶闸管由关断变为导通延迟时间小于 1ms, 由导通变为关断延迟时间小于 10ms。

4) 适用于交流负载的场合。

I/O 端子的外部接线方式有汇点式、分组式和分隔式 3 种。

汇点式: 各 I/O 电路有一个公共点, 各输入点或各输出点共享一个电源。

分组式: I/O 点分成若干组, 每组的 I/O 电路有一个公共点, 共享一个电源, 各组之间是分隔开的, 可分别使用不同的电源。

分隔式：各 I/O 点之间相互隔离，每一个 I/O 点都可以使用单独的电源。

PLC 的供电电源一般是市电，也有用直流 24V 电源供电的。PLC 对电源稳定性要求不高，一般允许电源电压在 $\pm 15\%$ 的范围内波动。PLC 内部有一个稳压电源用于对 PLC 的 CPU 和 I/O 单元供电，一般小型 PLC 电源往往和 CPU 单元合为一体，大、中型 PLC 都有专门的电源单元。有些 PLC 电源部分还有 24V DC 输出，用于对外部传感器供电，但输出电流往往只是毫安级。另外，PLC 输出端子上接的负载所需负载工作电源，须由用户提供。

6. 编程器

编程器是 PLC 最重要的外围设备。它用于用户程序的输入、编辑、调试和监视，可通过键盘去调用和显示 PLC 的一些内部继电器状态和系统参数。编程器一般由 PLC 生产厂家提供，只能用于某一生产厂家的某些 PLC 产品，分为简易编程器和智能编程器。

简易编程器由简易键盘、发光二极管阵列或液晶显示器 (LCD) 组成。体积小，价格便宜，可直接插在 PLC 编程器插座上，或用电缆与 PLC 相连。

智能编程器又称图形编程器，由微处理器、键盘、显示器及总线接口组成，可直接生成和编辑梯形图程序。可分为 LCD 显示和 CRT 显示两种。

小型 PLC 常用简易编程器，大、中型 PLC 多用智能型 CRT 编程器。

除此以外，在个人计算机上可以用 PC 作编程器。用 PC 作编程器是以 PC 机为基础的编程系统，由生产厂家向用户提供的个人计算机的 PLC 程序开发系统的编程软件，包括编程软件和文件编制软件。编程软件是最基本的软件，允许用户生成、编辑、存储和打印程序。文件编制软件是与程序生成软件一起，可对梯形图中触点和线圈加上文字注释，指示其在程序中的作用，能在梯形图中附加注释，解释程序功能，使程序易于阅读和理解。

7. PLC 的外部设备

除了编程器之外，PLC 还有以下几种常用的外部设备。

(1) 人机接口装置：用于实现操作员与 PLC 控制系统的对话和相互作用。例如，小型 PLC 的人机接口装置是由安装在控制台上的按钮、转换开关、拨码开关、指示灯、LED 数字显示器和声光报警器等组件组成。而大、中型 PLC 的人机接口装置常用带有智能型的人机接口，可长期安装在操作台和控制柜面板上，可放在主控室里，用彩色或单色 CRT 显示器，有自己的微处理器和存储器，通过通信接口与 PLC 相连，接收和显示外部信息，与操作员交换信息。

(2) 外存储器：盒式磁带机的磁带或磁盘驱动器的磁盘，用于备份或离线编程。

(3) 打印机：打印程序，记录实时事件，还可以打印各种生产报表。

(4) EPROM 写入器：将用户程序写入到 EPROM 中。

二、可编程控制器的软件结构

像计算机一样，仅有硬件的 PLC 是不能工作的，软件必不可少。PLC 的软件分为监控程序和用户程序两大部分。