



21世纪高职高专规划教材·机电系列

可编程序控制器原理与应用

张泽荣 主编

王学彬 主审



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

可编程序控制器 原理与应用

张泽荣 主编
王学彬 主审

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

目前,可编程序控制器(简称 PLC)的应用几乎覆盖了所有工业企业,是工业现代化的一个重要标志。全书共分 8 章,主要内容包括可编程序控制器的功能、原理及相关基础知识,松下 FP1 系列可编程序控制器的指令系统、编程方法、安装、维护及通信,可编程序控制器系统设计方法及编程技巧,以及多个层次的具有针对性的实验。

本书特点是由浅入深、层次清楚、控制实例多,且附有习题。本书可作为高等学校工业自动化专业、计算机控制专业、电气技术及其相关专业的教材,也可作为工程继续教育教材,还可作为各行业可编程序控制器工程设计及维护人员的实用参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理与应用 / 张泽荣主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2004.8

(21 世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 7-81082-349-3

I. 可… II. 张… III. 可编程序控制器-高等学校:技术学校-教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 075823 号

责任编辑:高振宇 特邀编辑:巩慧

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969
北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686045, 62237564

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:12.5 字数:303 千字

版 次:2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-81082-349-3/TP·137

印 数:1~5 000 册 定价:18.00 元

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

编审委员会成员名单

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝

赵伟 韩瑞功 汪志达

委员(按姓名笔画排序)

马辉	万志平	万振凯	王永平	王建明
尤晓晔	丰继林	左文忠	叶华	叶伟
付晓光	付慧生	冯平安	江中	佟立本
刘炜	刘建民	刘晶	曲建民	孙培民
邢素萍	华铨平	吕新平	陈小东	陈月波
李长明	李可	李志奎	李琳	李源生
李群明	李静东	邱希春	沈才梁	宋维堂
汪繁	张文明	张权范	张宝忠	张家超
张琦	金忠伟	林长春	林文信	罗春红
苗长云	竺士蒙	周智仁	阵德欣	柏万里
宫国顺	柳炜	钮静	胡敬佩	姚策
赵英杰	高福成	贾建军	徐建俊	殷兆麟
唐健	黄斌	章春军	曹豫莪	程琪
韩广峰	韩其睿	韩劼	裘旭光	童爱红
谢婷	曾瑶辉	管致锦	熊锡义	潘玫玫
薛永三	操静涛	鞠洪尧		

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全国范围内组织并成立了“21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21 世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用 2~3 年的时间出版各类高职高专教材 200 种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位群，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱倒，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版。适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会

2004 年 8 月

前 言

可编程序控制器（简称 PLC）是工业自动化的三大支柱之一，它的应用几乎覆盖了所有工业企业，是工业现代化的一个重要标志。目前，社会急需 PLC 应用型人才。为适应教育的发展、社会的需要，在总结近几年 PLC 控制技术教学的经验及生产设计实践的基础上编写了本书。

本书包括原理、应用、实验三大部分，从 PLC 的产生、构成、工作原理、控制指令、编程方法及技巧、工程应用等方面进行了论述。在原理论述中力求深入浅出，以便为合理编程服务。本书以松下电工 FP1 - C40 型 PLC 为例讲解控制指令、编程技巧，为便于各指令的理解及应用，书中附有大量例题及习题，以求学生通过学习对其他 PLC 产品触类旁通。在应用方面，根据工程设计实践及学生特点，采用了大量能被学生理解的控制过程作为应用实例。通过提出控制要求，给出部分引导性参考程序，再给学生留有思考完善空间的方法，充分调动学习积极性，为更好应用 PLC 打下了良好基础。在实验方面，本书以天津职业技术师范学院源峰科技公司研制的 TVT - 90 系列 PLC 学习机为实验机，并在 8.2 节配有多个基础性实验。另外，结合学习机模拟实验板的使用，本书在 8.3 节选编了部分实验。

本书由张泽荣担任主编，王学彬教授担任主审。本书通俗易懂，注重应用，具有较好的高职教育特色。但由于时间仓促，作者水平所限，难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

编 者
2004 年 8 月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 PLC 的产生	1
1.2 PLC 定义及特点	2
1.2.1 PLC 定义	2
1.2.2 PLC 的特点	2
1.2.3 PLC 的国内外现状及发展动向	3
习题	4
第 2 章 PLC 基本原理	5
2.1 PLC 基本控制原理	5
2.1.1 PLC 的组成	5
2.1.2 PLC 的主要逻辑部件	6
2.1.3 PLC 的编程语言	9
2.2 PLC 内部硬件框图及各部分作用	10
2.2.1 PLC 的一般结构	10
2.2.2 PLC 内部主要部件功能	10
2.3 PLC 工作过程特点及主要性能指标	15
2.3.1 循环扫描工作方式	15
2.3.2 PLC 的 5 个工作阶段	16
2.3.3 PLC 对 I/O 的处理原则	17
2.3.4 PLC 主要技术性能指标	17
2.4 PLC 分类	18
2.4.1 按结构分类	18
2.4.2 按 I/O 点数和功能分类	18
习题	19
第 3 章 FP1 系统构成	20
3.1 概述	20
3.2 FP1 系列 PLC 的构成及特性	22
3.2.1 控制单元	22
3.2.2 扩展单元	24
3.2.3 智能单元	24
3.2.4 编程工具	25
3.3 FP1 的内部寄存器及 I/O 配置	26
3.3.1 内部寄存器及 I/O 配置	26
3.3.2 特殊内部继电器	28

习题	32
第 4 章 FP1 系列指令系统	33
4.1 基本顺序指令	34
4.1.1 ST、ST/和 OT 指令	34
4.1.2 “/” 指令	34
4.1.3 AN 和 AN/指令	35
4.1.4 OR 和 OR/指令	36
4.1.5 ANS 指令	37
4.1.6 ORS 指令	38
4.1.7 PSHS、RDS、POPS 指令	39
4.1.8 DF 和 DF/指令	40
4.1.9 SET、RST 指令	42
4.1.10 KP 指令	43
4.1.11 NOP 指令	44
4.1.12 基本顺序指令编程原则及技巧	45
4.2 基本功能指令	48
4.2.1 定时器指令	48
4.2.2 计数器指令	54
4.2.3 左移寄存器指令	59
4.3 控制指令	62
4.3.1 MC 和 MCE 指令	62
4.3.2 JP 和 LBL 指令	64
4.3.3 LOOP 和 LBL 指令	65
4.3.4 ED 和 CNDE 指令	67
4.3.5 CALL、SUB、RET 指令	67
4.4 步进控制功能图及梯形图	68
4.4.1 概述	68
4.4.2 步进梯形图指令	69
4.4.3 顺序过程控制梯形图	69
4.4.4 选择分支过程控制	71
4.4.5 并行分支及合并控制过程	71
4.4.6 循环控制过程	73
4.5 条件比较指令	81
4.5.1 单字条件比较指令	81
4.5.2 单字条件比较“与”运算指令	82
4.5.3 单字条件比较“或”运算指令	83
4.5.4 双字条件比较指令	85
4.5.5 双字条件比较“与”运算指令	86
4.5.6 双字条件比较“或”运算指令	87

4.6 高级指令	87
4.6.1 高级指令构成	87
4.6.2 高级指令的类型	88
4.6.3 常用高级指令及应用举例	88
习题	118
第5章 FP1系列PLC的安装、维护与通信	126
5.1 安装接线	126
5.1.1 安装	126
5.1.2 FP1控制单元的配线	126
5.2 PLC系统维护	129
5.2.1 维护	129
5.2.2 备份电池更换	130
5.3 PLC网络及通信	131
5.3.1 概述	131
5.3.2 FP1系列PLC的通信方式	131
习题	133
第6章 PLC故障分析与处理	134
6.1 PLC正常运行的条件	134
6.2 PLC系统的故障分布	135
6.3 PLC系统故障的发现与诊断	138
第7章 松下电工PLC编程软件	143
7.1 PLC编程软件简介	143
7.1.1 概述	143
7.1.2 软件安装	144
7.2 NPST-GR编程软件使用简介	144
7.3 FPCWIN-GR软件的使用	147
7.3.1 启动	147
7.3.2 FPCWIN-GR编程屏简介	148
7.3.3 菜单功能	151
7.3.4 FPCWIN-GR软件在使用中的一些特殊说明	156
第8章 PLC应用实验	167
8.1 TVT-90C台式学习机简介	167
8.2 基础实验	170
实验8-1 FPCWIN-GR系统及TVT-90学习机的使用	170
实验8-2 基本指令实验	171
实验8-3 用拨码器改变定时器设定值	173
实验8-4 顺序循环执行电路	174
实验8-5 数据移位指令及计数器指令应用	175
实验8-6 子程序调用指令应用	175

实验 8-7 索引寄存器 IX、IY 的应用	176
实验 8-8 程序设计训练	177
8.3 综合应用实验	178
实验 8-9 电机控制试验	178
实验 8-10 水塔水位自动控制系统	178
实验 8-11 天塔之光控制系统	179
实验 8-12 交通信号灯控制系统	180
实验 8-13 多种液体自动混合系统	181
实验 8-14 自动送料装车系统	183
实验 8-15 电梯控制系统	185
附表 A FP1-C40 系统寄存器一览表	188
参考文献	190

第 1 章 概 论

1.1 PLC 的产生

20 世纪 60 年代，在世界性技术改造浪潮的冲击下，要求寻找一种比继电器更可靠、功能更齐全、响应更快的新型工业控制器。1968 年，美国通用汽车公司从用户的角度提出了新一代控制器应具备的十大条件，立即掀起了新一代控制器的开发热潮。这十大条件是：

- 编程简单，可在现场修改程序；
- 维护方便，最好是插件式；
- 可靠性高于控制柜；
- 体积小于继电器控制柜；
- 可将数据直接送入管理计算机；
- 在成本上可与继电器控制柜竞争；
- 可以输入交流电；
- 输出能直接驱动电磁阀；
- 在扩展时，原有系统只要很小的变更；
- 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

从这十大条件可以看到，他们在寻找一种新型控制器，它应尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统及接线的时间，尽可能降低成本。设想把计算机的功能完备、灵活、通用等优点与继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，制成一种通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序送入方式加以简化。用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程，使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。

1969 年美国数字设备公司（DEC 公司）首先研制了第一台可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。

1971 年日本从美国引进这项技术研制了日本的第一台 PLC。

1972 年西欧国家研制了他们的第一台 PLC。

1973 年我国开始研制 PLC。

20 世纪 70 年代后期，随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展，可编程序逻辑控制器更多地具有计算机功能，它不仅用逻辑编程取代了硬接线逻辑，还增加了运算、数据传送和处理等功能，真正成了一种专门用于工业控制的计算机，而且做到了小型化和超小型化。这种采用了微型计算机技术的工业控制器，称为可编程序控制器，简称 PC。因为 PC 容易和个人计算机混淆，故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程序控制器的缩写。

1.2 PLC 定义及特点

1.2.1 PLC 定义

国际电委会 (IEC) 1987 年 2 月颁布的可编程序控制器第三稿中定义: “可编程序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, 它采用了可编程序的存储器, 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指令, 并通过数字式和模拟式的输入/输出 (I/O), 控制各种类型机械的生产过程。可编程序控制器及其外围设备都按易于与工业系统联成一个整体, 易于扩充功能的原则设计”。简单说, 可编程序控制器是一个专门用于工业控制的通用计算机。

1.2.2 PLC 的特点

(1) 可靠性高, 抗干扰能力强。

工业生产一般对控制设备可靠性要求很高, 要求它有很强的抗干扰能力, 能在恶劣环境可靠地工作。平均故障间隔时间长, 故障修复时间短, 这是 PLC 优于微机控制的一大特点, 一般 PLC 平均整机无故障时间可长达几万~几十万小时。PLC 本身具有很强的自诊断功能, 保证在“硬核”(如 CPU、RAM、I/O 总线等) 正常的情况下执行用户的执行程序。一旦出现 CPU 故障、RAM 故障或 I/O 故障, 就立即给出 CPU 出错信号, 并停止用户程序的执行, 切断所有输出信号等待修复。有些高档 PLC 具有 CPU 并行操作, 若某个 CPU 出了故障, 系统仍能正常工作, 并给出带病工作信号, 要求修复出现故障的 CPU, 这就增加了 PLC 工作的可靠性。为了提高工作可靠性及其抗干扰能力, PLC 在其硬件、软件上采取的主要措施有以下两个方面。

① 硬件措施包括:

- 屏蔽 对电源变压器、CPU、编程器等主要部件, 采用导电、导磁性能良好的材料进行屏蔽, 以防外界干扰;
- 滤波 对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波, 以消除或抑制高频干扰, 也削弱了各种模块间的相互影响;
- 电源调整与保护 对微处理器所需的 +5 V 电源采用多级滤波, 并用集成电压调整器进行调整, 以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响;
- 隔离 在微处理器与 I/O 电路之间采用光电隔离措施, 有效地隔离 I/O 之间电的联系, 减少故障和误动作;
- 采用模块式结构 该结构有助于在故障情况下短时修复, 一旦查出某一模块出现故障, 就能迅速更换, 使系统恢复正常工作, 同时也有助于加快查找故障原因。

② 软件措施包括:

- 故障检测 软件定期检测外界环境, 如掉电、欠压、强干扰信号等, 以便及时处理;
- 信息保护和恢复 当偶发性故障条件出现时, 不破坏 PLC 内部信息, 一旦故障条件消失, 就可恢复正常继续原来的工作;

- 设置了警戒时钟 WDT 如果程序循环时间超过了 WDT 规定时间,预示了程序进入死循环,立即报警;

- 加强对程序的检查和校验 一旦程序有错,立即报警并停止执行;

- 对程序及动态数据进行电池后备 停电后利用后备电池供电,有关状态及信息就不会因此而丢失。

(2) 控制程序可变,具有很好的柔性。

在生产工艺改变或生产线设备更新的情况下,不必改变 PLC 的硬设备,只需改变程序就可满足要求。

(3) 编程简单,使用方便。

这是 PLC 优于微机控制的另一特点。目前,多数 PLC 均采用继电器控制形式的梯形图编程方式,对具体问题还设计了步进梯形图、功能梯形图及功能指令等,既清晰直观,又易于接受。

(4) 功能完善。

现代 PLC 具有数字量和模拟量 I/O 模块,具有逻辑运算、算术运算、定时、计数、顺序控制、功率驱动、通讯、人机对话、自检、记录、显示、监测等功能,使设备控制水平大大提高。

(5) 扩充方便,组合灵活。

PLC 产品具有各种扩展单元,可以方便地适应不同工业控制需要的不同 I/O 点数及不同 I/O 方式的系统。

(6) 减少了控制系统设计及施工的工作量。

因 PLC 是采用软件编程来达到完成控制工程的工艺要求,而不是用硬接线,从而减少了设计和施工的工作量;同时 PLC 能事先模拟调试,减少了现场工作量;PLC 的模块化及很强的监视功能也大大减少了维修工作量。

(7) 体积小,重量轻是机电一体化的特有产品。

PLC 是专为工业控制而设计的专用计算机,其结构紧密、坚固、体积小,又因其抗干扰能力强,易于装入机械设备内部,因而成为机电一体化的理想设备。

PLC 具备了以上特点,且具有与监控机联网的功能。与继电器逻辑控制以及微机控制、单片机控制相比,PLC 控制技术均有其优越性,代表了当今电气程序控制的世界先进水平。

1.2.3 PLC 的国内外现状及发展动向

目前,世界先进工业国家的 PLC 已成为工业控制的标准设备,它的应用几乎覆盖了所有工业企业。PLC 控制技术已是当今世界潮流,是工业自动化的三大支柱(PLC 技术、工业机器人、计算机辅助设计和制造)之一。

近年来,我国的 PLC 研制、生产、应用发展也很快。特别是在应用方面,在引进成套设备的同时,也配套引进了不少 PLC。在我国自己生产制造的设备上也大量采用了 PLC 控制。另外,应用 PLC 对老设备进行改造,使之在投入较少的条件下实现产品的升级换代。总之,我国 PLC 的应用已获得了令人瞩目的经济效益和社会效益。

我国在研制、生产自己的 PLC 产品的同时,也引进国外的 PLC 公司或为国外公司推

销，或与国外公司合资生产各种档次的 PLC 产品，既返销国外也向国内销售。PLC 的应用越来越广泛。

PLC 发展的明显特征是：产品的集成度越来越高，速度越来越快，功能越来越强，工作性能越来越可靠，使用越来越方便。PLC 现已广泛用于顺序控制、运动控制、过程控制、数据处理、通信等类型的控制。特别是 PLC 远程通信功能的实现及多种功能的编程语言和先进的指令系统，为工业自动化提供了有力的工具，加速了机电一体化的进程。

习 题

- 1-1 PLC 起源于什么年代，哪个国家？
- 1-2 PLC 的主要特点是什么？
- 1-3 PLC 技术的发展动向是什么？
- 1-4 举例说明 PLC 可能应用的场合。
- 1-5 为提高抗干扰能力，PLC 在其软件、硬件方面都采取了哪些重要措施？
- 1-6 现代 PLC 一般有哪些功能？

第 2 章 PLC 基本原理

2.1 PLC 基本控制原理

2.1.1 PLC 的组成

任何一种继电器控制系统均是由 3 个基本部分组成，即输入部分、逻辑部分、输出部分。其中，输入部分是指各类按钮、行程开关、转换开关；逻辑部分是指由各种继电器及其触点组成的实现一定逻辑功能的控制线路；输出部分是指各种电磁阀、线圈、电动机的各种接触器以及信号指示灯等执行电器。如图 2-1 是一简单继电器控制系统。X1、X2 是开关，Y1、Y2 是两个继电器，T1 是时间继电器，整定时间为 20 s。它的工作过程是，当 X1 或 X2 任何一个按下后 Y1 接通，Y1 的常开触点接通红灯。20 s 后 Y2 自动接通，其常开触点接通绿灯。

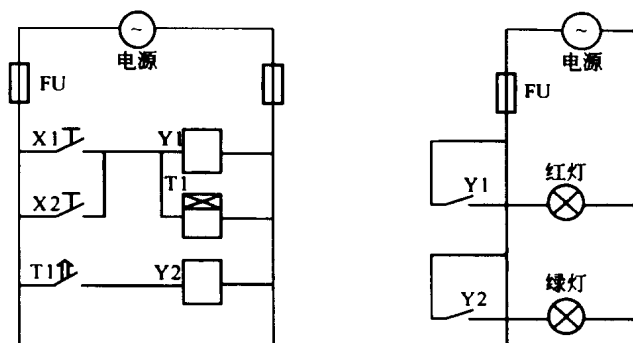


图 2-1 指示灯控制系统

从上面简单控制系统可知，继电器控制系统是根据各种输入条件去执行逻辑控制功能，而各种逻辑控制线路是根据被控对象实际需要已经设计并由许多继电器等逻辑部件固定接好的。因其固定接线方式，继电器控制系统不能灵活变更逻辑控制功能。

与继电器控制系统类似，PLC 也由输入部分、逻辑部分、输出部分组成，如图 2-2 所示。

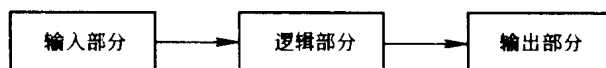


图 2-2 PLC 组成形式

各部分主要作用如下。

(1) 输入部分：收集并保存被控对象的数据和信息。例如，收集来自被控对象上的各

种开关信息及模拟信息或操作台上的操作命令等。

(2) 逻辑部分：处理输入部分所取得的信息，并按被控对象的实际动作要求做出反应。

(3) 输出部分：提供正在被控制的许多装置中哪几个设备需要实时操作处理。

PLC 控制系统如图 2-3 所示。

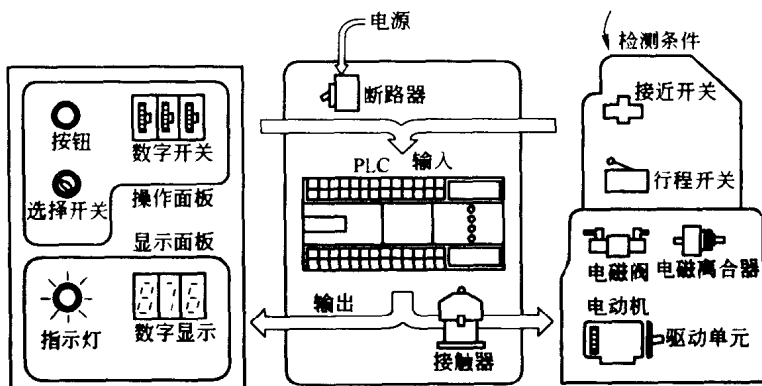


图 2-3 PLC 控制系统示意图

PLC 采用大规模集成电路构成的微处理器和存储器来组成逻辑部分。PLC 制造厂家对微处理器进行了软件和硬件的开发，为用户提供了许多适用于电气控制的逻辑部件。例如继电器（与、或、非运算）、定时器、计数器、寄存器、触发器和移位寄存器等。同时也提供了描述这些逻辑部件的符号和语句，即编程语言。对于一些大中型 PLC，厂家还开发了大量的高功能模块，使 PLC 不仅能进行开关量的顺序控制，还能进行模拟量控制、精确定位和速度控制，与计算机通信，直接用高级语言编程，给用户提供了强有力的工具。

下面将对 PLC 的逻辑部件及其编程语言作一论述，以便深入了解 PLC 是如何实现其控制功能的。

2.1.2 PLC 的主要逻辑部件

1. 继电器逻辑

为适应电气控制的需要，PLC 为用户提供了继电器逻辑。用逻辑“与”、“或”、“非”等运算来处理各种继电器的连接。

PLC 内部存储器的存储单元有两种状态“1”和“0”。这两种状态对应于继电器的“ON”（接通）和“OFF”（断开）状态。因此 PLC 所说的继电器是一个逻辑概念，有时称为“软继电器”。这些软继电器与通常的物理继电器相比有以下几个特点：

- 体积小，功耗低；
- 无触点，速度快，寿命长；
- 有无数个常开/常闭触点供程序使用，在使用中不必考虑接点的容量。

PLC 一般为用户提供以下几种继电器。

1) 输入继电器 X

输入继电器是 PLC 专门用来接收从外部敏感元件或开关发来的信号的。它与 PLC 的输入端点相连,可提供许多(无限制)常开/常闭触点供编程时使用(实质上是调用该元件的状态)。编号为 X 000 (X 0) 的输入继电器的等效电路如图 2-4 所示。

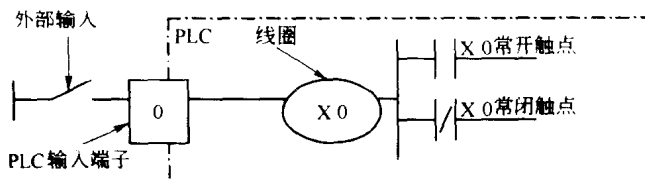


图 2-4 输入继电器电路

该继电器由外部输入信号驱动,其常开/常闭触点供编程时使用。注意输入继电器只能由外部信号驱动,而不能在程序内部用指令来驱动;输入触点也不能直接带动负载。各厂家生产的 PLC 输入继电器的编号不尽相同,今后将就具体产品详细介绍。另外,输入继电器因其电路 R-C 滤波的因素而有反应延迟。通常输入继电器由 OFF 到 ON 和由 ON 到 OFF 的反应延迟近似值是几毫秒。产品厂家不同、型号不同,该值也不同。例如,三菱公司 F1 系列产品可用一个特殊指令改变 X 400~X 407 这 8 点的滤波常数,使其反应延迟时间能在 0~60 ms 间变化。松下 FP1 系列默认反应延迟时间为 2 ms,使用时间滤波器可将部分输入时间设为 1~128 ms。

2) 输出继电器 Y

输出继电器是专门用来将输出信号传递给外部负载(具有一定的带载能力)的。外部信号无法驱动 Y,只能在程序内部用指令来驱动。输出继电器有三种类型,即继电器输出、晶闸管输出及晶体管输出。输出继电器由程序执行结果激励,它只有一对输出触点能直接带负载,这对触点的状态对应于输出刷新阶段锁存电路的输出状态。同时它还有无数对供编程使用的内部常开/常闭触点,其状态与输出触点的状态相对应。输出继电器 Y 000 (Y 0) 的等效电路图如图 2-5 所示。输出继电器的编号方式因制造厂家及产品型号不同而不尽相同,后续课详细介绍。

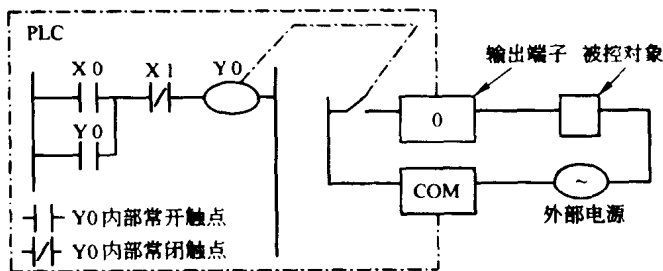


图 2-5 输出继电器电路

注意:继电器输出方式时外部输出触点也有反应延迟,但其内部触点没有这种机械的反应延迟。

3) 内部继电器(寄存器) R

PLC 中有很多内部继电器。和输出继电器一样,内部继电器只能由程序驱动。每个内部继电器也有无数对常开/常闭触点专供编程使用,其作用相当于控制线路中的中间继