



面向21世纪

高职高专系列教材

可编程控制器 应用技术

◎王也仿 主编

◎周芝峰 审



机械工业出版社
China Machine Press

面向 21 世纪高职高专系列教材

可编程控制器应用技术

王也仿 主编

周芝峰 审



机械工业出版社

可编程控制器（PLC）是一种采用微机技术的通用控制器。本书系统地介绍了 PLC 的基础知识、工作原理、控制指令、编程语言和编程方法、控制系统的设计与应用、安装与维护、故障诊断与排除，还介绍了 PLC 的模拟量和通信技术，并用较大的篇幅介绍了一些应用实例和实验。

本书可作为高职高专电气工程类、机电一体化类专业学生的教学用书，也可作为工程技术人员学习 PLC 的参考读物。

图书在版编目（CIP）数据

可编程控制器应用技术/王也仿主编.

—北京：机械工业出版社，2001.9

ISBN 7-111-09251-1

I.可... II.①王... III.可编程序控制器-高等学校：技术学校-教材
IV.TP332.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2001）第 058085 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：胡毓坚

责任编辑：王琼先

责任印制：郭景龙

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·7.625 印张·349 千字

0 001—5000 册

定价：22.00 元

NJ5319/09

凡购本图书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

面向 21 世纪高职高专 机电专业系列教材编委会成员名单

顾问	王文斌	陈瑞藻	李奇	冯炳尧
主任委员	吴家礼			
副主任委员	朱家健	任建伟	孙希羚	梁栋 张华
	帕尔哈提	朱建风		
委员	刘靖华	韩满林	丛晓霞	朱旭平 陈永专
	吕汀	刘靖岩	刘桂荣	杨新友 陈剑鹤
	张伟	何彦廷	陶若冰	陈志刚
秘书长	胡毓坚			
副秘书长	郝秀凯			

出版说明

积极发展高职高专教育，完善职业教育体系，是我国职业教育改革和发展的一项重要任务。为了深化职业教育的改革，推进高职高专教育的发展，培养 21 世纪与我国现代化建设要求相适应的，并在生产、管理、服务第一线从事技术应用、经营管理、高新技术设备运作的高级职业技术应用型人才，尽快组织一批适应高职高专教学特色的教材，已成为各高职高专院校的迫切要求。为此，机械工业出版社与高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会联合组织了全国 40 多所院校的骨干教师，共同研究开发了一批计算机专业、电子技术专业和机电专业的高职高专系列教材。

各编委会确立了“根据高职高专学生的培养目标，强化实践能力和创新意识的培养，反映现代职业教育思想、教育方法和教育手段，造就技术实用型人才为立足点”的编写原则。力求使教材体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。

本套系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业、机电专业教材编委会分别会同各院校第一线专业教师针对高职高专计算机、电子技术和机电各专业的教学现状和教材存在的问题开展研讨，尤其针对目前高职高专教学改革的新情况，分别拟定各专业的课程设置计划和教材选题计划。在教材的编制中，将教学改革力度比较大、内容新颖、有创新精神、比较适合教学、需要修编的教材以及院校急需、适合社会经济发展的新选题优先列入选题规划。在广泛征集意见及充分讨论的基础上，由各编委会确定每个选题的编写大纲和编审人员，实行主编负责制，编委会通过责任编委和主审对教材进行质量监控。

担任本套教材编写的老师们都是来自各高职高专院校教育第一线的教师，他们以高度的责任感和使命感，经过近一年的努力，终于将本套教材呈现在广大读者面前。由于高职高专教育还处于起步阶段，加上我们的水平和经验有限，在教材的选题和编审中可能出现这样那样的问题，希望使用这套教材的教师和学生提出宝贵的意见和建议，以利我们今后不断改进，为我国的高职高专教育事业的繁荣而共同努力。

高职高专系列教材编委会
机械工业出版社

前 言

可编程控制器 (Programmable Controller, 习惯上简称为 PLC) 是以微处理器为核心的通用工业自动化装置。它将传统的继电器控制技术与计算机技术和通信技术融为一体, 具有结构简单、性能优越、可靠性高、灵活通用、易于编程、使用方便等优点。因此, 近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到广泛的应用。

本书从实际应用出发, 对小型 PLC 的特点、工作原理、编程语言做了详细介绍, 还介绍了 PLC 的模拟量和通信技术, 让读者对“管控一体”编程思想有个初步的了解。

本书共分七章。第 1 章介绍 PLC 的由来、特点及发展趋势。第 2 章从应用的角度介绍 PLC 的工作原理。第 3 章介绍可编程控制器内的元器件、计时/计数器及几种常用的特殊功能 I/O 模块。第 4 章以日本三菱公司 FX₂ 系列 PLC 为蓝本, 介绍 PLC 的基本指令、步进指令及特殊功能指令。第 5、第 6 章介绍模拟量和通信的一些常识。第 7 章是在上述各章内容的基础上, 介绍 PLC 控制系统的设计方法, 并列举一些有特色的应用实例。第 8 章介绍 PLC 在实际安装过程中应注意的事项、故障诊断及日常维护方法。

本书第 1 章由胡蕴海编写, 第 2 章由贾世杰编写, 第 3 章由朱江编写, 第 4 章由王建明编写, 第 5、第 6 章由徐耀生编写, 第 7 章由王也仿编写, 第 8 章由汪奎编写。全书由王也仿任主编并统稿, 周芝峰审稿。

由于编者水平有限, 时间仓促, 书中难免存在缺点和错误, 殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 可编程控制器的基础知识

识..... 1

1.1 概论 1

1.1.1 可编程控制器的由来 1

1.1.2 可编程控制器的定义 2

1.1.3 可编程控制器的特点 3

1.1.4 PLC 的控制功能 4

1.2 PLC 系统的组成及功能 5

1.2.1 PLC 的硬件系统 5

1.2.2 PLC 的软件系统 10

1.3 PLC 的分类 11

1.3.1 按结构形式分 11

1.3.2 按功能、点数分 11

1.4 PLC 的性能指标 12

1.5 PLC 的发展趋势及对工业发展的影响 13

1.5.1 PLC 的 5 个发展趋势 13

1.5.2 PLC 对工业发展的影响 15

1.6 小结 15

1.7 习题 16

第 2 章 可编程控制器的工作原理

理..... 17

2.1 可编程控制器的等效电路 17

2.1.1 存储程序控制与可编程控制器 17

2.1.2 可编程序控制器的等效电路 18

2.2 PLC 的扫描技术 20

2.2.1 扫描工作方式 20

2.2.2 扫描工作过程 20

2.2.3 扫描周期的计算 25

2.3 PLC 的 I/O 响应时间 26

2.3.1 改变信息刷新方式 27

2.3.2 采用中断技术 30

2.3.3 调整输入滤波器 33

2.4 小结 35

2.5 习题 36

第 3 章 FX₂型可编程控制器

3.1 系统配置 37

3.2 FX₂系列可编程控制器的元器件 39

3.2.1 输入继电器 (X) 39

3.2.2 输出继电器 (Y) 41

3.3 计时/计数器 42

3.3.1 定时器 (T) 42

3.3.2 计数器 (C) 45

3.3.3 计时/计数器的应用 47

3.4 各种继电器及特殊功能模块 49

3.4.1 辅助继电器 (M) 49

3.4.2 状态寄存器 (S) 50

3.4.3 数据寄存器 (D) 50

3.4.4 变址寄存器 (V/Z) 52

3.4.5 高速计数器 53

3.4.6 电源模块 56

3.5 小结 58

3.6 习题 59

第 4 章 可编程控制器的编程语言及编程方法

言及编程方法 60

4.1 PLC 的编程语言及格式 60

4.1.1 梯形图语言 60

4.1.2 助记符语言	61	4.5.6 减“1”指令 DEC	101
4.1.3 流程图(SFC)语言	62	4.5.7 比较指令	101
4.2 基本逻辑指令	65	4.5.8 求平均值指令 MEAN	104
4.2.1 逻辑取与输出线圈驱动指 令 LD、LDI、OUT	66	4.6 特殊功能指令	104
4.2.2 单个触点串联指令 AND、 ANI	66	4.6.1 传送指令 MOV	104
4.2.3 触点并联指令 OR、ORI	67	4.6.2 取反传送指令 CML	104
4.2.4 串联电路块的并联指令 ORB	68	4.6.3 数制转换指令	105
4.2.5 并联电路块的串联指令 ANB	69	4.6.4 译码和编码指令	107
4.2.6 多重输出电路指令 MPS、 MRD、MPP	70	4.6.5 脉冲输出指令 PLSY	108
4.2.7 置位与复位指令 SET、 RST	71	4.6.6 专用计时器指令 STMR	109
4.2.8 脉冲输出指令 PLS、 PLF	72	4.6.7 高速计数器指令	110
4.2.9 空操作指令 NOP	72	4.6.8 转速测量指令 SPD	112
4.2.10 程序结束指令 END	73	4.6.9 数据输入、输出指令	113
4.2.11 基本逻辑指令的编程方 法	74	4.7 小结	116
4.3 控制指令	77	4.8 习题	116
4.3.1 主控指令 MC、MCR	77	第 5 章 可编程控制器的模拟 量控制与编程	118
4.3.2 循环移位与移位指令	79	5.1 模拟量的基本概念	118
4.3.3 程序流控制指令	84	5.2 模拟量模块及其编程	120
4.4 步进顺控指令	88	5.2.1 模拟量输入/输出单元 F ₂ -6A-E	121
4.4.1 状态 S 的功能	88	5.2.2 FX-4AD 与 FX-2DA 模 拟量模块及编程	128
4.4.2 状态流程图的编制方法	89	5.2.3 大型模拟量输入/输出模 块简介	136
4.4.3 状态的详细动作说明	94	5.3 模拟量控制的应用	139
4.4.4 操作方式	96	5.4 小结	144
4.5 算术运算指令	98	5.5 习题	144
4.5.1 加法指令 ADD	98	第 6 章 可编程控制器的通信 与编程	146
4.5.2 减法指令 SUB	98	6.1 PLC 通信的基本知识	146
4.5.3 乘法指令 MUL	99	6.2 PLC 通信的实现	153
4.5.4 除法指令 DIV	100	6.2.1 PLC 与计算机通信	153
4.5.5 加“1”指令 INC	100	6.2.2 PLC 与 PLC 通信	162
		6.3 PLC 网络	171
		6.4 可视化编程简介	175
		6.4.1 可视化编程	175

6.4.2 工控组态软件	176	8.1 PLC 的安装	210
6.5 小结	180	8.1.1 PLC 的安装环境	210
6.6 习题	182	8.1.2 PLC 安装的基本原则	211
第 7 章 PLC 控制系统的设计与 应用	183	8.1.3 PLC 的安装步骤	211
7.1 控制系统的设计原则	183	8.2 PLC 的日常维护	216
7.2 PLC 控制系统的设计 步骤	183	8.2.1 日常清洁与巡查	216
7.2.1 熟悉控制对象的工艺条件 确定控制范围	183	8.2.2 定期检查与维修	216
7.2.2 选择合适的 PLC 类型	183	8.2.3 编程器的使用	216
7.2.3 输入输出设备选择及输入 输出点分配	185	8.2.4 写入器的使用	216
7.2.4 编写程序	185	8.2.5 锂电池的更换	217
7.2.5 程序测试	185	8.3 PLC 的故障诊断与 排除	217
7.2.6 画电气接线图	185	8.3.1 故障的自诊断	218
7.3 应用举例	186	8.3.2 故障分析方法	219
7.3.1 减少输入输出点的方法	186	8.4 小结	221
7.3.2 运料小车控制	189	8.5 习题	221
7.3.3 汽车自动清洗	191	附录	222
7.3.4 传输带电动机的控制 系统	192	附录 A 实验指导书	222
7.3.5 自动售货机控制系统	194	实验一 认识性实验	222
7.3.6 工业机械手的控制	197	实验二 FX-20P 简易编程器键盘操 作练习	222
7.3.7 多种液体混合装置	200	实验三 定时器和计数器的 扩展	223
7.3.8 离心式选矿机的自动控制 系统	203	实验四 运料小车控制	225
7.3.9 交通信号灯控制系统	205	实验五 交通信号灯控制	226
7.4 小结	208	附录 B FX 系列 PLC 指令 汇总	228
7.5 习题	208	附录 C 几种常见 PLC 的主要 性能	230
第 8 章 可编程控制器的安装与 维护	210	附录 D 立石公司 (OMRON) C 系列 PLC 的主要	231
		参考文献	236

第 1 章 可编程控制器的基础知识

1.1 概论

可编程控制器是以微处理器为核心，综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型工业自动控制装置。经过 30 多年的发展，在工业生产中获得极其广泛的应用。目前，可编程控制器成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制装置，居工业生产自动化三大支柱（可编程控制器、机器人、计算机辅助设计与制造）的首位。其应用的深度和广度成为衡量一个国家工业自动化程度高低的标志。

1.1.1 可编程控制器的由来

早期工业生产中广泛使用的电气自动控制系统是继电器-接触器控制系统，简称继电器控制系统，它最早出现于 1836 年电磁继电器发明以后。所谓继电器控制系统就是用导线把各种继电器、接触器、开关及其触点，按一定的逻辑关系连接起来所构成的控制系统。它具有价格低廉、对维护技术要求不高的优点，适用于工作模式固定、控制要求简单的场合，缺点是系统的布线连接不易更新、功能不易扩展，可靠性不高。对一些比较复杂的控制系统来讲，查找和排除故障往往十分困难。另外，当产品更新、生产工艺发生变化时，继电器控制系统的元件和接线也须做相应的变动，而且这种变动工作量很大，工期长，费用高。

随着 20 世纪工业生产的迅速发展，市场竞争越来越激烈，工业产品更新换代的周期日趋缩短，新产品不断涌现，传统的继电器控制系统难以满足现代社会小批量、多品种、低成本、高质量生产方式的生产控制要求，因此，迫切需要一种新的更先进的自动控制装置来取代传统的继电器控制系统。20 世纪 60 年代初，随着电子技术在自动控制领域中的应用，出现了半导体逻辑元件装置，利用半导体二极管、三极管和中小规模集成电路构成的逻辑式顺序控制器，具有体积小、无触点、可靠性较高和动作顺序变更较方便等优点；其缺点是控制规模较小（一般输入输出点数不超过 64 点）、程序编制不够灵活。随着计算机技术的发展，曾用小型计算机取代继电器控制系统，实现控制要求，但是由于计算机对使用环境要求较高，而且现场的输入输出信号与计算机本身不匹配，同时计算机程序的编制较复杂，使用者需要掌握一定的计算机专业知识，一般工程技术人员不易熟练运用，加上计算机成本高，因而一直没有得到广泛应用。

1968 年，美国通用汽车公司（GM）为适应汽车工业激烈的竞争，满足汽车型号不断更新的要求，向制造商公开招标，想寻求一种取代传统继电器控制系统的新的控制装置，并提出 10 条要求：

- 1) 编程方便，可在现场修改程序；

- 2) 维修方便, 最好是插件式结构;
- 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) 数据可以直接输入管理计算机;
- 6) 可以直接用交流 115V 输入;
- 7) 输出为交流 115V, 负载电流要求 2A 以上, 可直接驱动电磁阀、接触器等负载元件;
- 8) 通用性强, 易扩展, 扩展时原系统只需很少变更;
- 9) 用户存储器容量大于 4 KB;
- 10) 成本可与继电器控制装置竞争。

这就是著名的 GM10 条。1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 根据以上要求, 研制出了第一台可编程控制器, 型号为 PDP—14, 用它取代传统的继电器控制系统在美国通用汽车公司的汽车自动装配线上使用, 取得了成功。随后, 这种新型的工业控制装置很快就在美国其他工业领域得到推广使用。1971 年, 日本从美国引进这项技术, 开始生产可编程控制器。1973 年, 西德、法国等西欧国家也开始研制生产可编程控制器。1974 年, 我国开始研制可编程控制器, 并于 1977 年应用于工业生产。

目前, 世界上有上百家工厂生产可编程控制器, 竞争十分激烈, 可编程控制器的品种、规格非常繁多、产品的更新换代也很快, 平均每两年左右便有新一代产品问世。

1.1.2 可编程控制器的定义

早期的可编程控制器主要是用来替代继电器控制系统的, 因此功能较为简单, 只能进行开关量逻辑控制, 称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC。

随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展, 20 世纪 70 年代后期微处理器被用作可编程控制器的中央处理单元 (Central Processing Unit, 简称 CPU), 从而大大扩展了可编程控制器的功能, 除了进行开关量逻辑控制外, 还具有模拟量控制、高速计数、PID 回路调节、远程 I/O 和网络通信等许多功能。1980 年, 美国电气制造商协会 (National Electrical Manufacturers Association, 简称 NEMA) 正式将其命名为可编程控制器 (Programmable Controller), 简称 PC, 其定义为: “PC 是一种数字式的电子装置, 它使用可编程序的存储器以及存储指令, 能够完成逻辑、顺序、定时、计数及算术运算等功能, 并通过数字或模拟的输入、输出接口控制各种机械或生产过程。”

国际电工委员会 (IEC) 在 1987 年 2 月颁布的可编程控制器标准草案的第三稿中将其进一步定义为: “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、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、模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备, 都应按易于与工业控制器系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

从上述定义可以看出, 可编程控制器是“专为在工业环境下应用而设计”的“一种

数字运算操作的电子系统”，因此，可以认为其实质是一台工业控制用计算机。

为避免在使用中与个人计算机（Personal Computer）的简称 PC 相混淆，人们通常仍习惯地把可编程控制器简称为 PLC，本书中也统一使用 PLC 的表示方法。

1.1.3 可编程控制器的特点

1. 可靠性高，抗干扰能力强

现代 PLC 采用了集成度很高的微电子器件，大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成，其可靠程度是使用机械触点的继电器所无法比拟的。为了保证 PLC 能在恶劣的工业环境下可靠工作，在其设计和制造过程中采取了一系列硬件和软件方面的抗干扰措施。

硬件方面采取的主要措施有：

① 隔离——PLC 的输入、输出接口电路一般都采用光电耦合器来传递信号，这种光电隔离措施使外部电路与 PLC 内部之间完全避免了电的联系，有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响，还可防止外部强电窜入内部 CPU；

② 滤波——在 PLC 电路电源和输入、输出（I/O）电路中设置多种滤波电路，可有效抑制高频干扰信号；

③ 在 PLC 内部对 CPU 供电电源采取屏蔽、稳压、保护等措施，防止干扰信号通过供电电源进入 PLC 内部，另外各个输入/输出（I/O）接口电路的电源彼此独立，以避免电源之间的互相干扰；

④ 内部设置连锁、环境检测与诊断等电路，一旦发生故障，立即报警；

⑤ 外部采用密封、防尘、抗振的外壳封装结构，以适应恶劣的工作环境。

在软件方面采取的主要措施有：

① 设置故障检测与诊断程序，每次扫描都对系统状态、用户程序、工作环境和故障进行检测与诊断，发现出错后，立即自动做出相应的处理，如报警、保护数据和封锁输出等；

② 对用户程序及动态数据进行电池后备，以保障停电后有关状态及信息不会因此而丢失。

采用以上抗干扰措施后，一般 PLC 的抗电平干扰强度可达峰值 1000V，脉宽 10 μ s，其平均无故障时间可高达 30~50 万小时以上。

2. 编程简单易学

PLC 采用与继电器控制线路图非常接近的梯形图作为编程语言，它既有继电器电路清晰直观的特点，又充分考虑到电气工人和技术人员的读图习惯；对使用者来说，几乎不需要专门的计算机知识，因此，易学易懂，程序改变时也容易修改。

3. 功能完善，适应性强

目前 PLC 产品已经标准化、系列化和模块化，不仅具有逻辑运算、计时、计数、

顺序控制等功能，还具有 A/D、D/A 转换、算术运算及数据处理、通信联网和生产过程监控等功能。它能根据实际需要，方便灵活地组装成大小各异、功能不一的控制系统：既可控制一台单机、一条生产线，又可以控制一个机群、多条生产线；既可以现场控制，又可以远程控制。

针对不同的工业现场信号，如交流或直流、开关量或模拟量、电流或电压、脉冲或电位、强电或弱电等，PLC 都有相应的 I/O 接口模块与工业现场控制器件和设备直接连接，用户可以根据需要方便地进行配置，组成实用、紧凑的控制系统。

4. 使用简单，调试维修方便

PLC 的接线极其方便，只需将产生输入信号的设备（如按钮、开关等）与 PLC 的输入端子连接，将接收输出信号的被控设备（如接触器、电磁阀等）与 PLC 的输出端子连接，仅用螺丝刀即可完成全部接线工作。

PLC 的用户程序可在实验室模拟调试，输入信号用开关来模拟，输出信号可以观察 PLC 的发光二极管。调试后再将 PLC 在现场安装通调。调试工作量要比继电器控制系统少得多。

PLC 的故障率很低，并且有完善的自诊断功能和运行故障指示装置。一旦发生故障，可以通过 PLC 机上各种发光二极管的亮灭状态迅速查明原因，排除故障。

5. 体积小、重量轻、功耗低

由于 PLC 采用半导体大规模集成电路，因此整个产品结构紧凑、体积小、重量轻、功耗低，以三菱 FXON—24M 型 PLC 为例，其外形尺寸仅为 130mm×90mm×87mm，重量只有 600g，功耗小于 50W。所以，PLC 很容易装入机械设备内部，是实现机电一体化的理想的控制设备。

1.1.4 PLC 的控制功能

PLC 的应用范围极其广阔，经过 30 多年的发展，目前 PLC 已经广泛应用于冶金、石油、化工、建材、电力、矿山、机械制造、汽车、交通运输、轻纺、环保等各行各业。几乎可以说，凡是有控制系统存在的地方就有 PLC。概括起来，PLC 的应用主要有以下 5 个方面。

1. 开关量控制

这是 PLC 最基本的应用领域，可用 PLC 取代传统的继电器控制系统，实现逻辑控制和顺序控制。在单机控制、多机群控和自动生产线控制方面都有很多成功的应用实例，如机床电气控制、起重机、皮带运输机和包装机械的控制、注塑机的控制、电梯的控制、饮料灌装生产线、家用电器（电视机、冰箱、洗衣机等）自动装配线的控制、汽车、化工、造纸、轧钢自动生产线的控制等。

2. 模拟量控制

目前，很多 PLC 都具有模拟量处理功能，通过模拟量 I/O 模块可对温度、压力、速度、流量等连续变化的模拟量进行控制，而且编程和使用都很方便。大、中型的 PLC 还具有 PID 闭环控制功能，运用 PID 子程序或使用专用的智能 PID 模块，可以实现对模拟量的闭环过程控制。随着 PLC 规模的扩大，控制的回路已从几个增加到几十个甚至上百个，可以组成较复杂的闭环控制系统。PLC 的模拟量控制功能已广泛应用于工业生产各个行业，例如自动焊机控制、锅炉运行控制、连轧机的速度和位置控制等都是典型的闭环过程控制的应用场合。

3. 运动控制

运动控制是指 PLC 对直线运动或圆周运动的控制，也称为位置控制，早期 PLC 通过开关量 I/O 模块与位置传感器和执行机构的连接来实现这一功能，现在一般都使用专用的运动控制模块来完成。目前，PLC 的运动控制功能广泛应用在金属切削机床、电梯、机器人等各种机械设备上，典型的如 PLC 和计算机数控装置（CNC）组合成一体，构成先进的数控机床。

4. 数据处理

现代 PLC 都具有不同程度的数据处理功能，能够完成数学运算（函数运算、矩阵运算、逻辑运算）、数据的移位、比较、传递、数值的转换和查表等操作，对数据进行采集、分析和处理。数据处理通常用在大、中型控制系统中，如柔性制造系统、机器人的控制系统等。

5. 通信联网

通信联网是指 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机或其他智能设备间的通信，利用 PLC 和计算机的 RS—232 或 RS—422 接口、PLC 的专用通信模块，用双绞线和同轴电缆或光缆将它们联成网络，可实现相互间的信息交换，构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，建立工厂的自动化网络。

1.2 PLC 系统的组成及功能

PLC 是一种以微处理器为核心的工业通用自动控制装置，其实质是一种工业控制用的专用计算机。因此，它的组成与一般的微型计算机基本相同，也是由硬件系统和软件系统两大部分组成的。

1.2.1 PLC 的硬件系统

PLC 的硬件系统由基本单元、I/O 扩展单元及外部设备组成。图 1-1 所示为 PLC 的硬件系统结构框图。

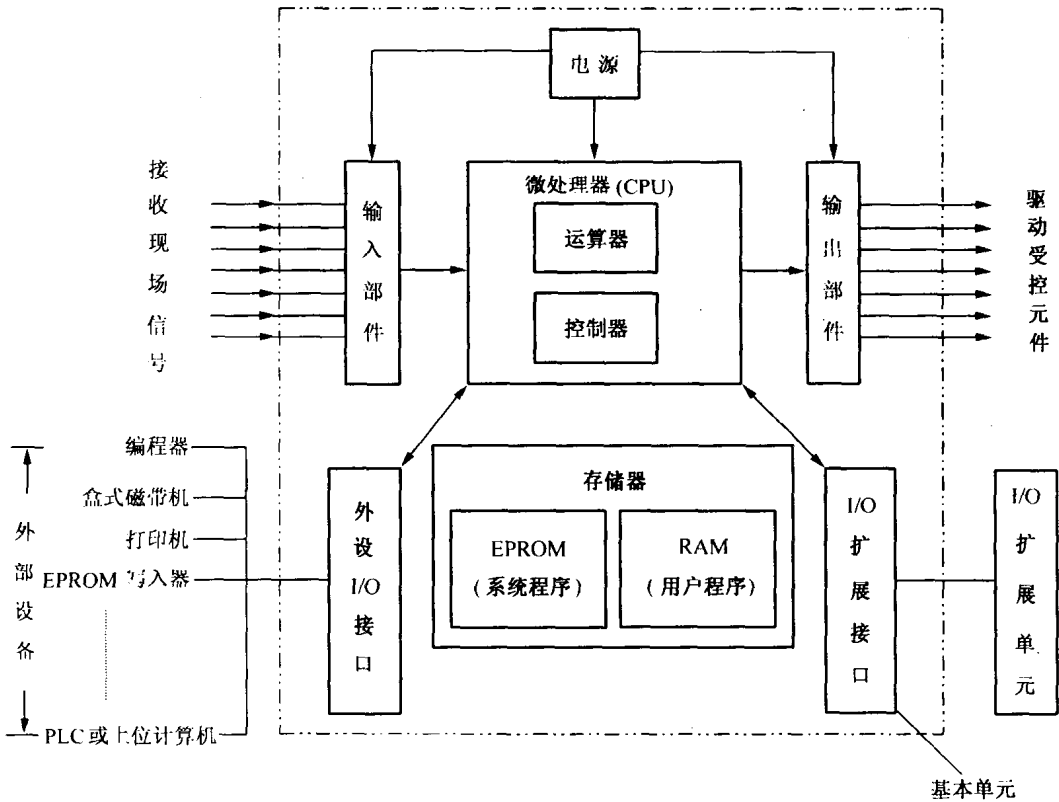


图 1-1 PLC 的硬件系统结构框图

1. 微处理器 (CPU)

与通用计算机一样，CPU 是 PLC 的核心部件，在 PLC 控制系统中的作用类似于人体的神经中枢，整个 PLC 的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。它的主要功能有以下几点：

- 1) 接收从编程器输入的用户程序和数据，送入存储器存储；
- 2) 用扫描方式接收输入设备的状态信号，并存入相应的数据区（输入映像寄存器）；
- 3) 监测和诊断电源、PLC 内部电路工作状态和用户程序编程过程中的语法错误；
- 4) 执行用户程序，完成各种数据的运算、传递和存储等功能；
- 5) 根据数据处理的结果，刷新有关标志位的状态和输出状态寄存器表的内容，以实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

PLC 常用的 CPU 有通用微处理器、单片机和位片式微处理器。通用微处理器常用的是 8 位机和 16 位机，如 8080、8086、M6800、M68000、80286 和 80386 等。单片机常用的有 8031、8051 和 8096 等。位片式微处理器常用的有 AMD2901、AMD2903 等。

小型 PLC 大多采用 8 位微处理器或单片机，中型 PLC 大多采用 16 位微处理器或单

片机，大型 PLC 大多采用高速位片式处理器。PLC 的档次越高，所用的 CPU 的位数也越多，运算速度也越快，功能越强。

2. 存储器

PLC 配有两种存储器：系统存储器和用户存储器。系统存储器存放系统程序，用户存储器用来存放用户编制的控制程序。

常用的存储器类型有 CMOS RAM、EPROM 和 EEPROM。

CMOS RAM 是一种可以进行读写操作的随机存储器，存放在其中的用户程序可方便地进行修改，它是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器，可用锂电池作为备用电源，一旦失电，即可用锂电池供电，以保持 RAM 中的内容。锂电池的使用寿命一般为 5~10 年，若经常带负载可维持 2~5 年左右。

EPROM、EEPROM 都是只读存储器，常用来存放系统程序和需要长久保存的用户程序。EPROM 称为可擦除的可编程序只读存储器，在紫外线连续照射 20min 后，就可将 EPROM 中的内容消除，加高电平（12.5V 或 24V），可把程序写入到 EPROM 中。EEPROM 称作电可擦除的可编程序只读存储器，除可用紫外线擦除外，还可用电擦除，是近年来广泛使用的一种只读存储器，它不需要专用写入器而只需用编程器就能方便地对所存储的内容实现“在线修改”，所写入的数据内容能在彻底断电的情况下保持不变。

因为系统程序用来管理 PLC 系统，不能由用户直接存取，所以，PLC 产品样本或说明书中所列的存储器类型及其容量，系指用户程序存储器而言。如 FX₂-24M 的存储器容量为 4K 步，即是指用户程序存储器的容量。

PLC 所配的用户存储器的容量大小差别很大，通常中小型 PLC 的用户存储器存储容量在 8K 步以下，大型 PLC 的存储容量可达到或超过 256K 步。

3. 输入/输出 (I/O) 部件

如图 1-1 中的输入部件和输出部件也称为输入/输出单元或输入/输出模块。实际生产过程中产生的输入信号多种多样，信号电平各不相同，而 PLC 所能处理的信号只能是标准电平，因此必须通过输入模块将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的标准电平信号。同样，外部执行元件如电磁阀、接触器、继电器等所需的控制信号电平也千差万别，亦必须通过输出模块将 CPU 输出的标准电平信号转换成这些执行元件所能接收的控制信号。所以，输入/输出模块实际上是 CPU 与现场输入输出设备之间的连接部件，起着 PLC 与被控对象间传递输入输出信息的作用。

PLC 输入/输出模块的电路框图如图 1-2 所示。

为提高抗干扰能力，一般的输入/输出模块都有光电隔离装置。在数字量 I/O 模块中广泛采用由发光二极管和光电三极管组成的光电耦合器，在模拟量 I/O 模块中通常采用隔离放大器。

来自工业生产现场的输入信号经输入模块进入 PLC。这些信号有的是数字量，有的是模拟量；有的是直流信号，有的是交流信号。使用时要根据输入信号的类型选择合适

的输入模块。

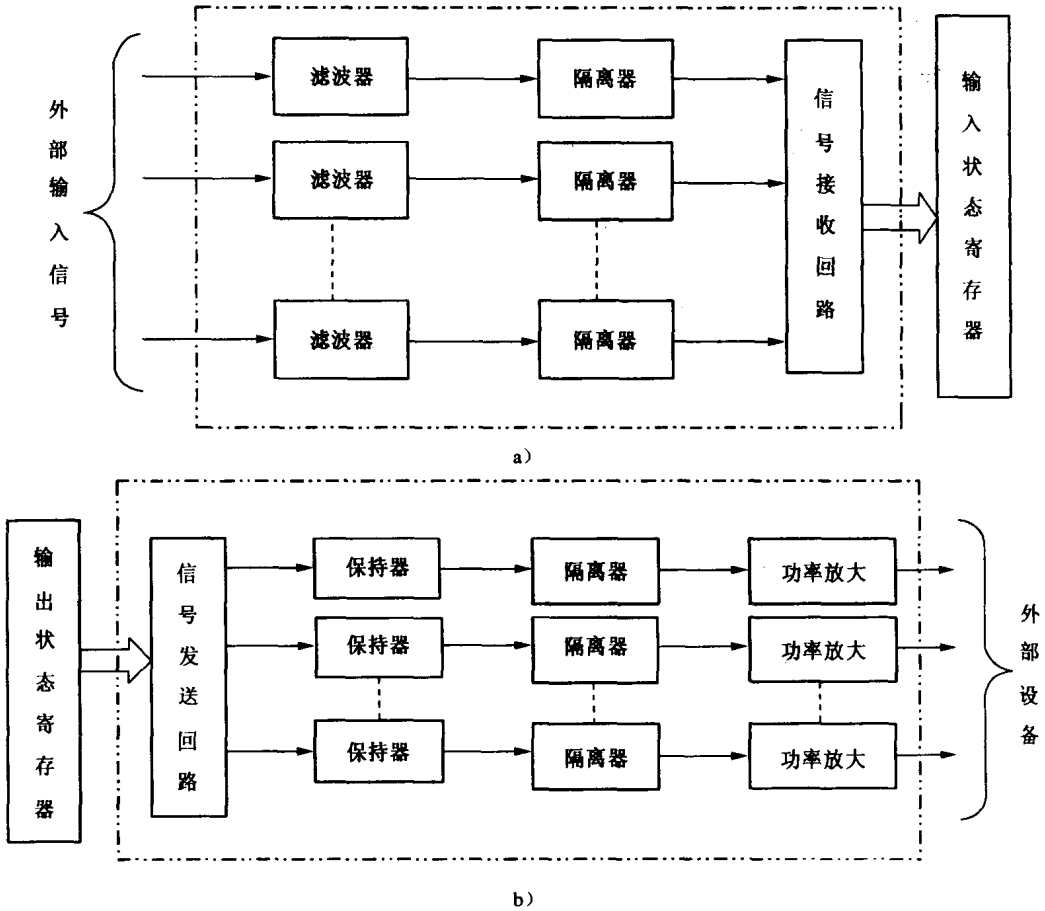


图 1-2 I/O 接口电路结构框图

a) 输入接口 b) 输出接口

由 PLC 产生的输出控制信号经过输出模块去驱动负载，如电动机的起停和正反转、阀门的开闭、设备的移动、升降等。和输入模块相同，与输出模块相接的负载所需的控制信号有的是数字量，有的是模拟量；有的是交流，有的是直流。因此，同样需要根据负载性质选择合适的输出模块。

PLC 具有多种 I/O 模块，常见的有数字量 I/O 模块和模拟量 I/O 模块，以及快速响应模块、高速计数模块、通信接口模块、温度控制模块、中断控制模块、PID 控制模块和位置控制模块等种类繁多、功能各异的专用 I/O 模块和智能 I/O 模块。I/O 模块的类型、品种与规格越多，PLC 系统的灵活性越好；I/O 模块的 I/O 容量越大，PLC 系统的适应性越强。

4. 电源部件

PLC 配有开关式稳压电源的电源模块，用来将外部供电电源转换成供 PLC 内部的