



21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

浙江省重点教材建设项目

可编程控制器编程及应用

(欧姆龙机型)

姜凤武 钱珍珍 主编



教材预览、申请样书



微信公众号: pup8book



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材
浙江省重点教材建设项目

可编程控制器编程及应用 (欧姆龙机型)

主 编 姜凤武 钱珍珍



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以项目案例为载体,以完成工作任务为主线,系统地介绍了可编程控制器控制系统的编程及应用的相关内容。本书内容由易到难,并按实际工程项目的完成过程进行结构安排,使读者在学、做、练中获得可编程控制器控制系统的编程、安装、调试的必备知识,并转化为职业基本技能。

本书根据知识的难易程度及应用范围的不同,共分7个教学项目,主要内容有:可编程控制器的结构组成及工作原理;欧姆龙 CP1H 系列可编程控制器的硬件和软件组成、编程软件的安装及使用;时序基本指令及应用;定时器/计数器指令及应用;顺序控制指令及应用;逻辑运算指令及应用;可编程控制器控制系统的软、硬件设计。书中所有的实验案例都来自企业应用实例,可以直接选用。

本书可作为高职高专院校电气自动化、机电一体化技术、建筑电气工程技术等自动化类专业的教材,也可作为职业培训学校 PLC 课程的教材,同时还可供从事自动化技术工作的工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器编程及应用: 欧姆龙机型/姜凤武, 钱珍珍主编. —北京: 北京大学出版社, 2015. 8

(21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978 - 7 - 301 - 26215 - 3

I ①可… II ①姜…②钱… III. ①可编程序控制器—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 200981 号

书 名 可编程控制器编程及应用(欧姆龙机型)

著作责任者 姜凤武 钱珍珍 主编

策划编辑 刘晓东

责任编辑 李娉婷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 301 - 26215 - 3

出版发行 北京大学出版社

地 址 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社

电子信箱 pup_6@163.com

电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667

印刷者 北京富生印刷厂

经 销 者 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 270 千字

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价 27.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010 - 62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话: 010 - 62756370

前 言

“可编程控制器控制系统应用与维护”是高职高专电气自动化类相关专业的一门专业课程。本书是根据高职高专的培养目标，结合高职高专的教学改革和课程改革，本着“工学结合，项目引导，教、学、做一体化”的原则编写的。书中以行动体系为主线构建可编程控制器应用的知识体系，做到“需要什么就教什么、教什么就练什么、练什么就会什么”，实现理论知识与实践的融合，增强学生运用可编程控制器的能力。本书内容融入了行业标准、维修电工高级工职业标准、CEAC 认证培训标准和可编程控制器生产企业技术培训标准。

本书结合“可编程控制器控制系统应用与维护”的课程改革和建设，由学校、企业、行业专家组成编写组合作开发，在内容上为“双证融通”的专业培养目标服务，在方法上适合教、学、做一体的教学模式改革。本书的结构体系设计为：认识可编程控制器，认识 CP1H 系列可编程控制器，认识可编程控制器基本逻辑控制，认识可编程控制器定时、计数控制，认识可编程控制器顺序控制和可编程控制器逻辑运算控制，可编程控制器系统设计，对理论知识做“淡化”处理，对实际技能做“强化”处理。本书重点内容是对欧姆龙系列可编程控制器在生产过程中的实际应用进行介绍。本书是一本以“技术”与“应用”为主体的，面向工程技术人员，介绍新技术、新产品、新工艺的读本。

本书由姜凤武、钱珍珍任主编，在编写过程中得到了徐锋、陈学军等的大力帮助和支持，在此一并表示感谢。

因编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月

目 录

项目 1 认识可编程控制器	1	项目小结	59
1.1 PLC 的产生、定义、发展和应用领域	2	思考与练习	59
1.1.1 PLC 的产生	2	项目 4 可编程控制器定时、计数控制 ...	61
1.1.2 PLC 的定义	2	4.1 定时器指令及应用	62
1.1.3 PLC 的特点	4	4.1.1 定时器指令	62
1.1.4 PLC 的应用	4	4.1.2 定时器指令的应用	69
1.1.5 PLC 的分类	5	4.2 计数器指令及应用	74
1.2 PLC 的组成及工作原理	6	4.2.1 计数器指令	74
1.2.1 PLC 的组成	6	4.2.2 计数器指令的应用	78
1.2.2 PLC 控制系统的组成及接线	10	项目小结	81
1.2.3 PLC 工作原理	14	思考与练习	82
项目小结	19	项目 5 可编程控制器顺序控制	85
思考与练习	20	5.1 顺序功能图	86
项目 2 认识 CP1H 系列可编程控制器 ...	21	5.1.1 工步	86
2.1 CP1H 系列 PLC 简介	22	5.1.2 顺序功能图的组成元素	86
2.1.1 CP1H 系列 PLC CPU 单元的基本结构	22	5.1.3 顺序功能图的基本结构	88
2.1.2 CP1H 系列 PLC 的功能 ...	28	5.1.4 顺序功能图梯形图程序的编写	89
2.2 编程软件的使用	30	5.2 顺序控制相关指令	91
2.2.1 PLC 的编程方式	30	5.2.1 步进指令	91
2.2.2 CP1H 系列 PLC 的软元件 ...	31	5.2.2 数据移位指令	101
2.2.3 CX-Programmer 的安装及使用	37	5.2.3 联锁和解锁指令	106
项目小结	40	5.2.4 跳转和跳转结束指令	111
思考与练习	40	项目小结	114
项目 3 可编程控制器基本逻辑控制	41	思考与练习	114
3.1 时序 I/O 指令及应用	42	项目 6 可编程控制器逻辑运算控制 ...	116
3.1.1 时序输入指令	42	6.1 比较指令	117
3.1.2 时序输出指令	46	6.1.1 符号比较指令	117
3.2 时序 I/O 指令的应用	50	6.1.2 无符号比较指令	118
		6.1.3 时刻比较指令	120
		6.1.4 比较指令应用实例	121
		6.2 数据传送指令	123

6.2.1 MOV 指令、MOVL 指令、 MVN 指令和 MVNL 指令	123	7.2.3 I/O 单元的选择	143
6.2.2 MOVB 指令和 XFRB 指令	124	7.2.4 电源模块及其他外设的 选择	146
6.2.3 XFER 指令	125	7.3 可编程控制器控制系统的 软件设计	148
6.2.4 数据传送指令应用实例 ...	126	7.3.1 可编程控制器系统软件 设计的内容	148
6.3 四则运算指令	130	7.3.2 PLC 系统软件设计的 一般步骤	149
6.3.1 指令助记符、梯形图、 指令功能	130	7.3.3 PLC 系统的一般设计 方法	150
6.3.2 四则运算指令应用实例 ...	132	7.3.4 四层电梯的 PLC 控制 ...	153
项目小结	134	项目小结	162
思考与练习	135	思考与练习	162
项目 7 可编程控制器系统设计	136	附录	163
7.1 PLC 控制系统的设计原则和 步骤	137	附录 1 CPlH 系列 PLC 指示灯 状态表	163
7.1.1 PLC 控制系统的 设计原则	137	附录 2 CPlH 系列 PLC 拨动开关 功能一览表	163
7.1.2 PLC 控制系统的 设计步骤	137	附录 3 CPlH 系列 PLC 的 I/O 规格	164
7.2 可编程控制器控制系统的 硬件设计	140	附录 4 CX - Programmer 编程软件的 使用	166
7.2.1 PLC 机型的选择	141	参考文献	178
7.2.2 PLC 容量的选择	141		

项目1

认识可编程控制器

项目导读

可编程控制器(Programmable Logic Controller, PLC)是为了适应工业控制发展的需要而出现的,它是一种集自动控制技术、计算机技术和通信技术于一体的新型自动控制装置,是现代新型工业控制的标志产品。PLC具有编程简单、可靠性高、功能强、操作维护方便等优点,广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业。本项目主要介绍 PLC 的发展、特点、分类、基本结构、工作原理和应用领域。

知识目标	➤ 了解 PLC 的结构、类型 ➤ 熟悉输入接口电路和输出接口电路 ➤ 掌握 PLC 的工作原理和工作过程 ➤ 掌握 PLC 的等效电路 ➤ 学会 PLC 的硬件接线
能力目标	➤ 能够说出 PLC 的结构组成 ➤ 能够理解 PLC 的工作原理 ➤ 能够应用 PLC 的硬件接线

1.1 PLC 的产生、定义、发展和应用领域

1.1.1 PLC 的产生

20 世纪 60 年代末,美国汽车制造工业竞争激烈,为适应生产工艺不断更新的需要,美国通用汽车公司(GM)于 1968 年提出了研制新型逻辑顺序控制装置的十项招标指标,主要内容如下。

- (1) 编程方便,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盘。
- (5) 数据可直接送入管理计算机。
- (6) 成本可与继电器控制盘竞争。
- (7) 输入可为市电。
- (8) 输出可为市电,容量要求在 2A 以上,可直接驱动接触器等。
- (9) 扩展时原系统改变最小。
- (10) 用户存储器大于 4KB。

这些要求实际上提出了将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来,将继电接触器控制的硬连线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。美国数字设备公司(DEC)中标,并于 1969 年研制出了第一台可编程控制器 PDP-14,在美国通用汽车公司的生产线上试用成功,并取得了满意的效果,可编程控制器自此诞生。很快,这一新型工业控制装置就在美国其他工业领域推广应用,同时也受到了世界各国的高度重视,对这项新技术的研究应用从美国、日本、欧洲遍及全世界。PLC 得到不断的改进和发展,迅速成为现代工业控制的主导产品。

1.1.2 PLC 的定义



问题 1 什么是可编程控制器?它是什么样子的?

可编程控制器(Programmable Controller)简称 PC,它是在电器控制技术和计算机技术的基础上开发出来的,并逐渐发展成为以微处理器为核心,把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。为了避免与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 混淆,人们将可编程控制器简称为 PLC(Programmable Logic Controller)。

国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁布了 PLC 标准草案第一稿,1985 年 1 月颁布了第二稿,1987 年 2 月颁布了第三稿。草案中对 PLC 的定义是:

“PLC 是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境而设计。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或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关外围设备,都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

目前市场上流通较多的 PLC 主要有德国的西门子(SIEMENS)、美国的 AB、日本的



三菱、欧姆龙、松下等系列 PLC。

图 1.1 为几款 PLC 的外形图,可以看出,不同厂家生产的 PLC 的外形是多种多样的。究竟要如何来划分 PLC 的类型,其内部结构与工作原理又是怎样的,本书接下来会一一为大家解释。

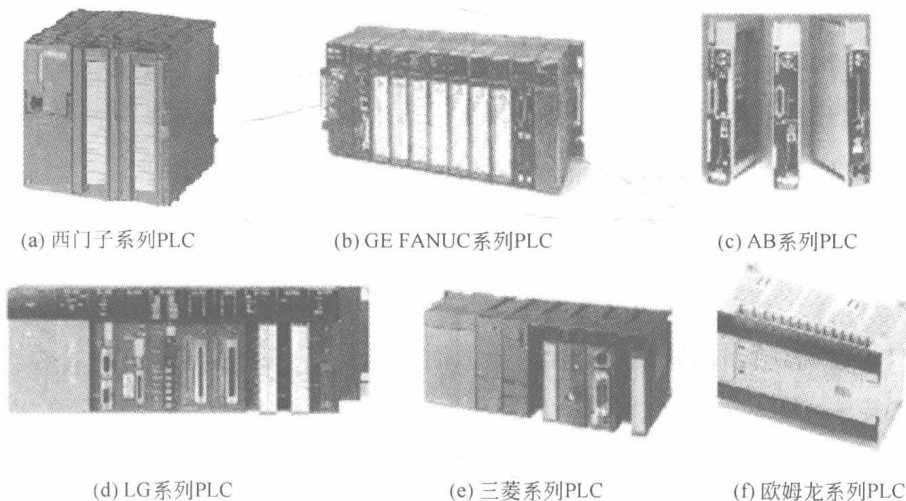


图 1.1 几种常见 PLC 的外形

知识小百科

在 PLC 出现前,在工业电气控制领域中,继电器控制占主导地位,应用广泛。但是电器控制系统存在体积大、可靠性低、查找和排除故障困难等缺点,特别是其接线复杂、不易更改,对生产工艺变化的适应性差。

早期的 PLC 仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,只是用来取代传统的继电器控制,通常称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)。随着微电子技术和计算机技术的发展,20 世纪 70 年代中期,微处理器技术应用到 PLC 中,使 PLC 不仅具有逻辑控制功能,还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能。

20 世纪 80 年代以后,随着大规模、超大规模集成电路等微电子技术的迅速发展,16 位和 32 位微处理器应用于 PLC 中,使 PLC 得到迅速发展。PLC 不仅控制功能增强,同时可靠性提高,功耗、体积减小,成本降低,编程和故障检测更加灵活方便,而且具有通信和联网、数据处理和图像显示等功能,使 PLC 真正成为具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理、联网通信等功能的名副其实的多功能控制器。

自从第一台 PLC 出现以后,日本、德国、法国等也相继开始研制 PLC,并得到了迅速的发展。目前,世界上有 200 多家 PLC 厂商,400 多种 PLC 产品,按地域可分成美国、欧洲和日本三个流派产品。各流派 PLC 产品都各具特色,如日本主要发展中小型 PLC,其小型 PLC 性能先进,结构紧凑,价格便宜,在世界市场上占用重要地位。著名的 PLC 生产厂家主要有美国的 AB(Allen-Bradley)公司、GE(General Electric)公司,日本的三菱电机(Mitsubishi Electric)公司、欧姆龙(OMRON)公司,德国的 AEG(Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft)公司、西门子(SIEMENS)公司,法国的 TE(Telemecanique)公司等。

我国的 PLC 研制、生产和应用也发展很快,尤其在应用方面更为突出。在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初,我国随国外成套设备、专用设备引进了不少国外的 PLC。此后,在传统设备改造和新设备设计中,PLC 的应用逐年增多,并取得显著的经济效益。PLC 在我国的应用越来越广泛,对提高我国工业自动化水平起到了巨大的作用。目前,我国不少科研单位和工厂都在研制和生产 PLC,如辽宁无线电二厂、

无锡华光电子公司、上海香岛电机制造公司、厦门 AB 公司等。

从近年的统计数据看，在世界范围内 PLC 产品的产量、销量、用量高居工业控制装置榜首，而且市场需求量一直以每年 15% 的比例上升。PLC 已成为工业自动化控制领域中占主导地位的通用工业控制装置。

1.1.3 PLC 的特点

现代工业生产复杂多样，它们对控制的要求也各不相同，而 PLC 是专为在工业环境下应用及满足用户需要设计的，因此具有以下显著特点。

1. 可靠性高，抗干扰能力强

为了限制故障的发生或者在发生故障时，能很快查出故障发生点，并将故障限制在局部，PLC 在设计与制造过程中均采用了精选、滤波、隔离、屏蔽、集成化、模块化等措施，因此可靠性高，其平均无故障时间间隔为 2 万小时以上。同时，PLC 自身具有较强的自诊断能力，能及时给出出错信息，缩短检修时间。

2. 编程简单，易学易用

PLC 的编程可采用与继电器电路极为相似的梯形图语言，直观易懂，对于具有一定电工知识和文化水平的人员，都可以在较短的时间内学会程序编制的方法和步骤，深受现场电气技术人员的欢迎。

3. 通用性强，应用灵活

由于 PLC 产品均成系列化生产，品种齐全，可由各种硬件装置组成能满足各种控制要求的控制系统。用户在硬件确定以后，在生产工艺流程改变或生产设备更新时，不必改变 PLC 的硬件设备，只需改编程序就可以满足系统要求。

4. 设计、安装、调试方便

由于 PLC 中有大量的软元件，又用软件编程代替硬接线，构成的控制系统结构简单，安装接线工作量少；而且 PLC 的用户程序可以在实验室调试，缩短了现场调试时间。因此，可大大缩短 PLC 控制系统的设计、施工和投产周期。

5. 维修方便，维护工作量小

PLC 的输入和输出接口都已经按不同需要做好，可直接与控制现场的设备相连接，使用很简单。同时 PLC 有完善的自诊断、存储及监视功能，对于其内部的工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 状态都有显示，可以通过它查找故障原因，便于迅速处理。

6. 功能完善，适应面广

PLC 不仅能进行逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能，还具有模/数(A/D)转换与数/模(D/A)转换、数据处理和联网通信等功能；既可控制一台生产设备、一条生产线，又可控制一个生产过程。随着 PLC 技术的不断发展，各种新的功能模块不断得到开发，使 PLC 的功能日益完善，应用领域也因此进一步拓展。

1.1.4 PLC 的应用

目前，PLC 在国内外已广泛应用于冶金、石油、化工、电力、汽车、机械制造、采



矿、建材、轻工、环保及文化娱乐等行业。随着 PLC 性能价格比的不断提高,其应用领域不断扩大。从 PLC 的应用类型看,大致包括以下几个方面。

1. 逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本、也是最广泛应用的领域,取代了传统的继电器控制,实现逻辑控制、顺序控制,应用于单机控制、多机群控及自动生产线的控制;PLC 可用于注塑机、印刷机械、组合机床、磨床、装配生产线、包装生产线、电镀流水线及电梯控制等。

2. 过程控制

PLC 通过 PID 指令或 PID 模块,以及 A/D 转换和 D/A 转换模块,易于实现温度、压力、流量等模拟量的闭环控制,从而达到过程控制的要求;PLC 可用于加热炉、轧钢、反应堆、酿酒等生产流程和工艺过程的控制等。

3. 位置控制和运动控制

PLC 的运动控制模块可实现对伺服电动机或步进电动机的速度与位置的控制,用于数控机床、工业机器人等。

4. 数据处理

一般 PLC 都设有四则运算指令,可以很方便地对生产过程中的数据进行处理。用 PLC 可以构成监控系统,进行数据采集和处理、监控生产过程;PLC 广泛应用于机械、石油、电力、化工等行业。

5. 联网通信

随着网络的发展和计算机集散控制系统的逐步普及,PLC 的网络化通信产品也大量被推出。PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间可以联网,通过电缆或光缆传送信息,构成分布式控制系统,实现集散控制。

1.1.5 PLC 的分类

PLC 产品种类繁多,其规格和性能也各不相同。对 PLC 的分类,通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

1. 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式 PLC 和模块式 PLC 两类。

1) 整体式 PLC

整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。

2) 模块式 PLC

模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分分别做成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据需要选配不同规模的系统,而且装配方便,便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来,构成所谓的叠装式 PLC。叠装式



PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块,但它们之间是靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装。这样,不但系统可以灵活配置,还可做得体积小巧。

2. 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

1) 低档 PLC

低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

2) 中档 PLC

中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

3) 高档 PLC

高档 PLC 除具有中档 PLC 的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。

3. 按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少,可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

1) 小型 PLC

I/O 点数小于 256 点;单 CPU,8 位或 16 位处理器,用户存储器容量 4KB 以下。

2) 中型 PLC

I/O 点数 256~2048 点;双 CPU,用户存储器容量 2~8KB。

3) 大型 PLC

I/O 点数大于 2048 点;多 CPU,16 位、32 位处理器,用户存储器容量 8~16KB。

1.2 PLC 的组成及工作原理



问题 2 PLC 的内部结构如何?它又是怎样工作的?

1.2.1 PLC 的组成

从 PLC 的定义我们得知,PLC 是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境下应用而设计的工业控制装置,是一个计算机数字处理系统,其结构与计算机结构相类似。但输入和输出电路要求具有更强的抗干扰能力。

一个完整的 PLC 由两部分组成,即硬件系统和软件系统。

PLC 的硬件主要由中央处理器(CPU)、存储器、输入/输出单元、通信接口、扩展接口、电源等部分组成,如图 1.2 所示。PLC 内部各组成单元之间通过电源总线、控制总线、地址总线和数据总线连接,外部则根据实际控制对象配置相应设备与控制装置构成 PLC 控制



系统。

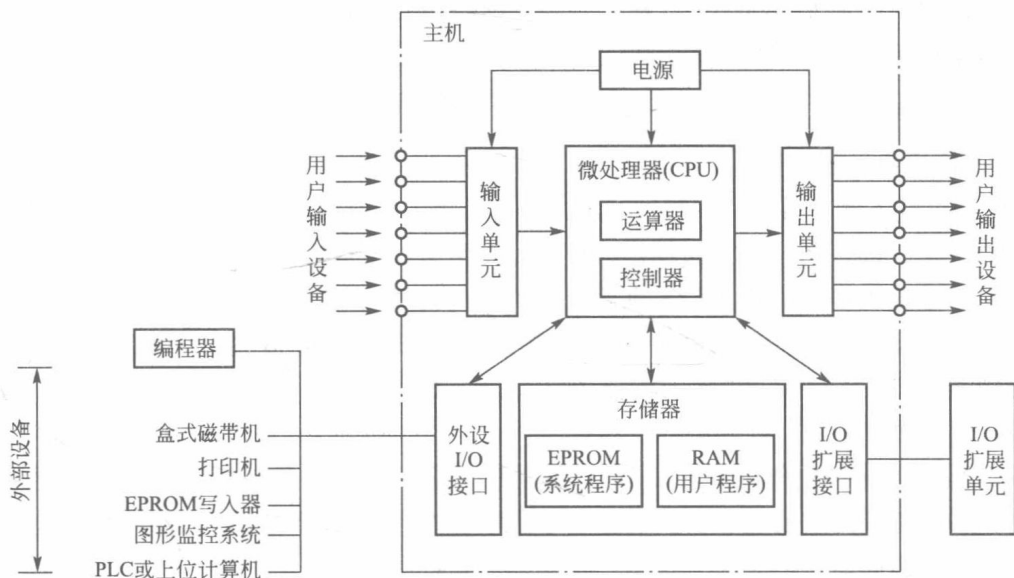


图 1.2 PLC 的基本组成框图

1. 中央处理器

同一般的微机一样，中央处理器(CPU)是 PLC 的核心。PLC 中所配置的 CPU 随机型不同而不同，CPU 按照 PLC 内系统程序赋予的功能指挥 PLC 控制系统完成各项工作任务。

2. 存储器

PLC 内的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和数据等。

1) 系统程序存储器

PLC 系统程序决定了 PLC 的基本功能，该部分程序由 PLC 制造厂家编写并固化在系统程序存储器中。系统程序属于需长期保存的重要数据，所以其存储器采用 ROM 或 EPROM。ROM 是只读存储器，该存储器只能读出内容，不能写入内容，ROM 具有非易失性，即电源断开后仍能保存已存储的内容。EPROM 为可电擦除可编程只读存储器，须用紫外线照射芯片上的透镜窗口才能擦除已写入内容。可电擦除可编程只读存储器还有 E²PROM、FLASH 等。

2) 用户程序存储器

用户程序存储器用于存放用户载入的 PLC 应用程序，载入初期的用户程序因需修改与调试，所以称为用户调试程序，存放在可以随机读写操作的随机存取存储器(RAM)内以方便用户修改与调试。通过修改与调试后的程序称为用户执行程序，由于不需要再作修改与调试，所以用户执行程序就被固化到 EPROM 内长期使用。

3) 数据存储器

PLC 运行过程中需生成或调用中间结果数据(如 I/O 元件的状态数据、定时器、计数器的预置值和当前值等)和组态数据(如 I/O 组态、设置输入滤波、脉冲捕捉、输出表配置、定义存储区保持范围、模拟电位器设置、高速计数器配置、高速脉冲输出配置、通信

组态等），这类数据存放在工作数据存储单元中，由于工作数据与组态数据不断变化，且不需要长期保存，所以采用 RAM。RAM 是一种高密度、低功耗的半导体存储器，可用锂电池作为备用电源，一旦断电就可通过锂电池供电，保持 RAM 中的内容。

3. 输入/输出单元

输入/输出单元通常也称 I/O 单元或 I/O 模块，是 PLC 与工业生产现场之间的连接部件。PLC 通过输入接口可以检测被控对象的各种数据，以这些数据作为 PLC 对被控制对象进行控制的依据；同时 PLC 又通过输出接口将处理结果送给被控制对象，以实现控制目的。

由于外部输入设备和输出设备所需的信号电平是多种多样的，而 PLC 内部 CPU 的处理的信息只能是标准电平，所以 I/O 接口要实现这种转换。I/O 接口一般都具有光电隔离和滤波功能，以提高 PLC 的抗干扰能力。另外，I/O 接口上通常还有状态指示，工作状态直观，便于维护。

PLC 提供了多种操作电平和驱动能力的 I/O 接口，有各种各样功能的 I/O 接口供用户选用。I/O 接口的主要类型有：数字量（开关量）输入、数字量（开关量）输出、模拟量输入、模拟量输出等。

1) 输入接口

输入接口用于接收和采集两种类型的输入信号：一类是由按钮、转换开关、行程开关、继电器触头等开关量输入信号；另一类是由电位器、测速发电机和各种变换器提供的连续变化的模拟量输入信号。

常用的开关量输入接口按其使用的电源不同有三种类型：直流输入接口、交流输入接口和交流/直流输入接口，其基本原理电路如图 1.3 所示。

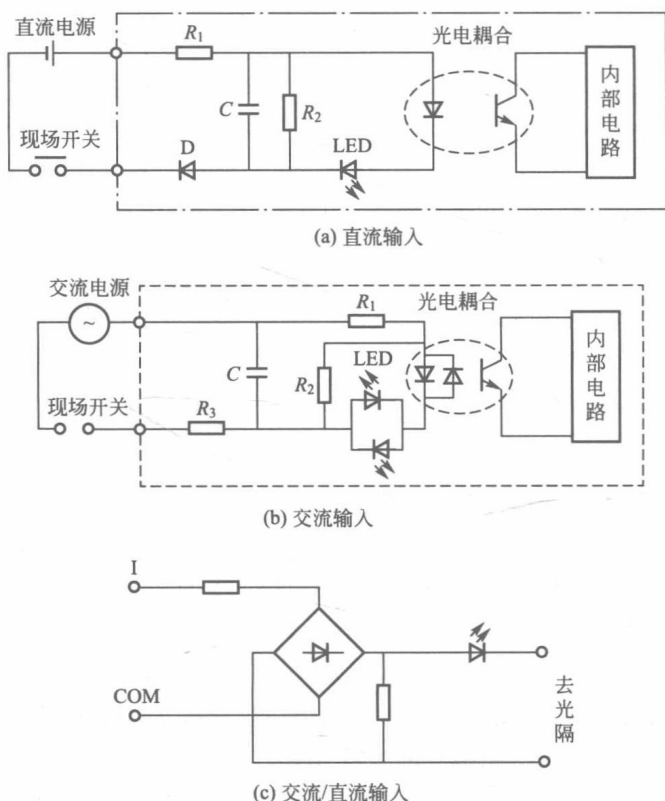


图 1.3 开关量输入接口



2) 输出接口

输出接口电路向被控对象的各种执行元件输出控制信号。常用执行元件有接触器、电磁阀、调节阀(模拟量)、调速装置(模拟量)、指示灯、数字显示装置和报警装置等。输出接口电路一般由微电脑输出接口电路和功率放大电路组成。

常用的开关量输出接口按输出开关器件不同有三种类型：继电器输出、晶体管输出和双向晶闸管输出，其基本原理电路如图 1.4 所示。继电器输出接口可驱动交流或直流负载，但其响应时间长，动作频率低；而晶体管输出和双向晶闸管输出接口的响应速度快，动作频率高，但前者只能用于驱动直流负载，后者只能用于交流负载。

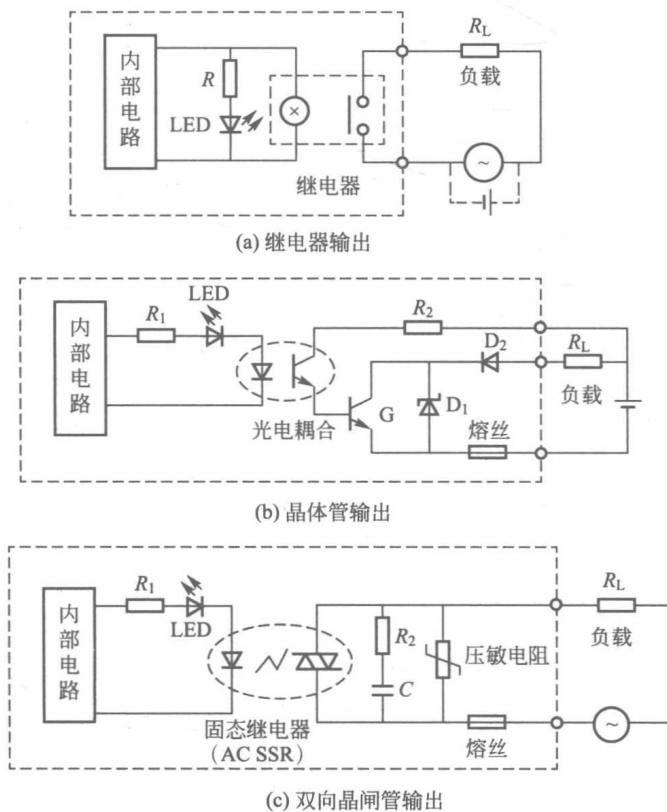


图 1.4 开关量输出接口

PLC 的 I/O 接口所能接受的输入信号个数和输出信号个数称为 PLC 输入/输出(I/O)点数。I/O 点数是选择 PLC 的重要依据之一。当系统的 I/O 点数不够时，可通过 PLC 的 I/O 扩展接口对系统进行扩展。

4. 通信接口

PLC 配有各种通信接口，这些通信接口一般都带有通信处理器。PLC 通过这些通信接口可与监视器、打印机、其他 PLC、计算机等设备实现通信。PLC 与打印机连接，可将过程信息、系统参数等输出打印；与监视器连接，可将控制过程图像显示出来；与其他 PLC 连接，可组成多机系统或连成网络，实现更大规模控制。与计算机连接，可组成多级分布式控制系统，实现控制与管理相结合。

远程 I/O 系统也必须配备相应的通信接口模块。

5. 扩展接口

若主机单元的 I/O 数量不够用，可通过 I/O 扩展接口电缆与 I/O 扩展单元（不带 CPU）相接进行扩充。

6. 电源

PLC 的电源将外部供给的交流电转换成供 CPU、存储器等所需的直流电，是整个 PLC 的能源供给中心。PLC 大都采用高质量的工作稳定性好、抗干扰能力强的开关稳压电源，许多 PLC 电源还可向外部提供直流 24V 稳压电源，用于向输入接口上的接入电气元件供电，从而简化外围配置。

7. 编程装置

编程装置的作用是编辑、调试、输入用户程序，也可在线监控 PLC 内部状态和参数，与 PLC 进行人机对话。编程装置是开发、应用、维护 PLC 不可缺少的工具。编程装置可以是专用编程器，也可以是配有专用编程软件包的通用计算机系统。

目前 PLC 制造厂家大都开发了计算机辅助 PLC 编程支持软件，当个人计算机安装了 PLC 编程支持软件后，可用作图形编程器，进行用户程序的编辑、修改，并通过个人计算机和 PLC 之间的通信接口实现用户程序的双向传送、监控 PLC 运行状态等。

软件系统是指管理、控制、使用 PLC，确保 PLC 正常工作的一整套程序，包括系统程序和用户程序。

PLC 的系统程序由 PLC 制造厂商设计编写的，并存入 PLC 的系统存储器中，用户不能直接读写与更改。系统程序一般包括系统诊断程序、输入处理程序、编译程序、信息传送程序、监控程序等。

PLC 的用户程序是用户利用 PLC 的编程语言，根据控制要求编制的程序。在 PLC 的应用中，最重要的是用 PLC 的编程语言来编写用户程序，以实现控制目的。由于 PLC 是专门为工业控制而开发的装置，其主要使用者是广大电气技术人员，为了满足他们的传统习惯和掌握能力，PLC 的主要编程语言采用比计算机语言相对简单、易懂、形象的专用语言。

考考您？

1. PLC 硬件由哪几部分组成？各有什么作用？
2. PLC 开关量输出接口根据输出开关器件的种类不同，可分为几种形式？为什么使用 PLC 之前一定要知道输出类型？

1.2.2 PLC 控制系统的组成及接线

既然 PLC 是专门针对工业环境应用设计的，是一种专门用于自动化设备控制的专用计算机，那么我们首先就要了解应用 PLC 怎样构建一个控制系统。接下来通过一个简单的例子来说明 PLC 控制系统的构成。

图 1.5 是电动机全压起动控制的接触器电气控制线路，控制逻辑由交流接触器 KM 线圈、指示灯 HL1、热继电器常闭触头 FR、停止按钮 SB2、起动按钮 SB1 及接触器常开辅助触头 KM 通过导线连接实现。

合上 QS 后按下起动按钮 SB1，则线圈 KM 通电并自锁，接通指示灯 HL1 所在支路的辅助触头 KM 及主电路中的主触头，HL1 亮、电动机起动；按下停止按钮 SB2，则线圈 KM 断电，指示灯 HL1 灭，电动机停转。

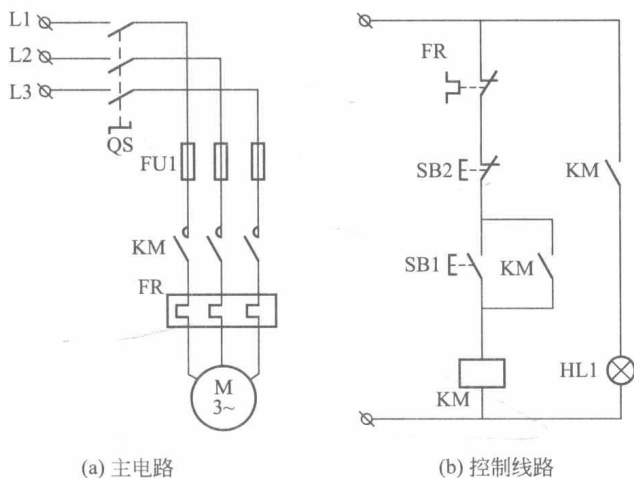


图 1.5 电动机全压起动电气控制线路

图 1.6 是采用欧姆龙的一款 CP1H 系列 PLC 实现电动机全压起动控制的外部接线图。主电路保持不变，热继电器常闭触头 FR、停止按钮 SB2、起动按钮 SB1 等作为 PLC 的输入设备接在 PLC 的输入接口上，而交流接触器 KM 线圈、指示灯 HL1 等作为 PLC 的输出设备接在 PLC 的输出接口上。控制逻辑通过执行按照电动机全压控制要求编写并存入程序存储器内的用户程序实现。

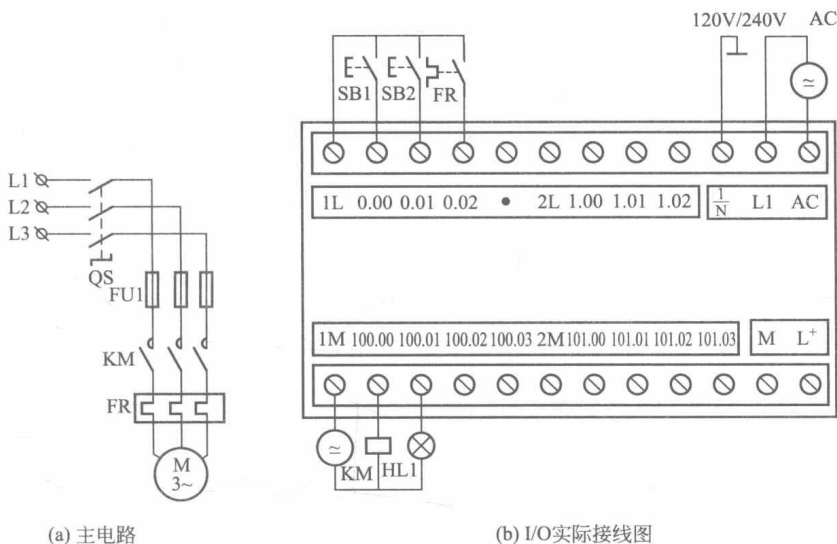


图 1.6 电动机全压起动 PLC 控制接线图

因此，以 PLC 为核心构成的控制系统，主电路与继电器接触器控制系统相同，继电器接触器控制系统的控制电路则由 PLC 的控制接线图来代替。PLC 的控制接线图主要由输入设备、PLC 基本单元及输出设备三部分组成。输入设备是指各类按钮、行程开关、传感器等，用来感测外界信号并把信号输入 PLC 中。PLC 基本单元用于处理输入部分取得的信息，按一定的逻辑关系进行运算，并把运算结果以某种形式输出。输出设备一般由接触器、电磁阀、信号指示灯等构成，用来执行 PLC 发出的各种命令以完成对控制对象的控制。

图 1.7 是电动机全压起动的 PLC 控制系统基本构成图，可将它分成输入电路、内部控制电路和输出电路三部分。

