



新世纪高职高专电气自动化技术类课程规划教材  
福建省省级精品课教材

# 可编程控制器原理与程序设计

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 审 吴永春 主 编 吴文廷 陈金佳 曾喜娟  
副主编 郑晓斌 赖文德 邱平基

大连理工大学出版社



新世纪高职高专电气自动化技术类课程规划教材  
福建省省级精品课教材

# 可编程控制器原理与程序设计

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 审 吴永春

主 编 吴文廷 陈金佳 曾喜娟 副主编 郑晓斌 赖文德 邱平基

KEBIANCHENG KONGZHIQI YUANLI YU CHENGXU SHEJI

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理与程序设计/吴文廷,陈金佳,曾喜娟主编. —大连:大连理工大学出版社,2009.1  
新世纪高职高专电气自动化技术类课程规划教材  
ISBN 978-7-5611-4236-3

I. 可… II. ①吴…②陈…③曾… III. ①可编程序控制器—理论—高等学校:技术学校—教材②可编程序控制器—程序设计—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(2009)第 010351 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

---

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:12.75 字数:282千字  
印数:1~3000

2009年1月第1版

2009年1月第1次印刷

---

责任编辑:赵晓艳

责任校对:王淑娟

封面设计:张莹

---

ISBN 978-7-5611-4236-3

定价:23.00元

# 总 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表示。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国100余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001年8月18日



# 前 言

《可编程控制器原理与程序设计》是新世纪高职高专教材编审委员会组编的电气自动化技术类课程规划教材之一,本教材与《可编程控制器原理与程序设计实验指导》配套。

可编程控制器(PLC)是以微处理器为核心的工业控制装置。它将传统的继电器控制系统与计算机结合在一起,具有高可靠性、灵活通用、易于编程、使用方便等特点,深受广大工程技术人员的欢迎。近年来,PLC已广泛应用于机械制造、冶金、化工、轻工、电力、建筑、交通等各行各业中,成为工业自动化的三大支柱(PLC、工业机器人、CAD/CAM)之一。因此,PLC控制技术已经成为高校工科学生的一个重要的专业领域。

目前,PLC品种繁多、型号不一,大致可分为美国、欧洲、日本三个流派。由于PLC产品在不断地更新换代,导致许多相关书籍过时。因此,编写反映PLC的新机型、新技术的书籍显得十分必要。

为了满足新型PLC的教学需要,本教材以日本OMRON CP系列新产品为主,系统介绍了PLC的一般工作原理、OMRON CP的结构、存储区分配、外部接线、指令系统、梯形图编程及设计方法。

编写本书时,编者收集和参考了大量的技术资料,并结合自己的实际工作经验,力求做到由浅入深、通俗易懂、理论联系实际。在编写过程中力求突出以下特色:

1. 条理清楚,介绍翔实,内容兼有普遍性和具体性。
2. 详略得当。如对一些常用的指令都介绍得很详细,并有其相应的应用例子;而对一些不常用的指令则简单介绍,供读者参考。
3. 注重PLC编程能力的提高。本书由浅入深、一步



一步地引导读者由 PLC 的工作原理到 PLC 程序设计方法的学习。

4. 适量的习题。为使读者掌握书中的知识及其要点,书中每章后面都配有适量的习题。

本教材共分 5 章,分别是:可编程控制器概述;OMRON CP 系列 PLC 的介绍;梯形图概述;常用指令及其简单应用;PLC 程序设计方法。

本教材由黎明职业大学吴文廷、陈金佳、曾喜娟任主编,福建交通职业技术学院郑晓斌,福建电力学院赖文德、龙岩技师学院邱平基任副主编,厦门华天涉外职业技术学院吴风云参加了部分章节的编写。全书由吴文廷老师负责统稿和定稿,黎明职业大学吴永春老师、安徽水利水电职业技术学院何强老师、大连理工大学吕蕾蕾老师审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵意见和建议,在此深表谢意。在编写本书的过程中,编者还参考了相关书籍,在此向有关作者表示感谢。

由于编者的水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

所有意见和建议请发往:gzjckfb@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411-84707492 84706104

编者

2009 年 1 月



---

<b>第 1 章 可编程控制器概述</b> .....	1
1.1 可编程控制器简介 .....	1
1.2 可编程控制器的一般结构 .....	6
1.3 可编程控制器的工作原理 .....	10
1.4 可编程控制器的性能指标 .....	16
习题 .....	21
<b>第 2 章 OMRON CP 系列 PLC 的介绍</b> .....	22
2.1 OMRON PLC 结构 .....	22
2.2 CP1H 系列可编程控制器的性能指标 .....	30
2.3 欧姆龙 CP1H 系列 PLC 的存储区分配 .....	38
2.4 PLC 的外接线 .....	41
习题 .....	47
<b>第 3 章 梯形图概述</b> .....	48
3.1 梯形图的由来 .....	48
3.2 梯形图指令和时序输出指令 .....	51
3.3 梯形图程序设计 .....	57
习题 .....	68
<b>第 4 章 常用指令及其简单应用</b> .....	71
4.1 概述 .....	71
4.2 时序输入指令 .....	74
4.3 时序输出指令 .....	79
4.4 定时器/计数器指令 .....	88
4.5 时序控制指令 .....	103



## 6 可编程控制器原理与程序设计

4.6 数据传送指令 .....	114
4.7 数据比较指令 .....	122
4.8 数据移位指令 .....	135
4.9 数据运算指令 .....	143
4.10 数制转换、时钟功能和显示功能指令 .....	150
习题 .....	157
<b>第5章 PLC 程序设计方法 .....</b>	<b>158</b>
5.1 逻辑设计法 .....	160
5.2 时序图设计法 .....	161
5.3 经验设计法 .....	164
5.4 继电器控制电路图转换设计法 .....	167
5.5 功能图设计法 .....	171
习题 .....	193
<b>参考文献 .....</b>	<b>195</b>

# 第 1 章

## 可编程控制器概述

可编程控制器(Programmable Controller),简称 PLC 或 PC。它是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用工业自动控制装置。它具有体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用等一系列优点,特别是它的高可靠性和较强的适应恶劣工业环境的能力,国外已广泛应用于自动化控制的各个领域,并已成为实现工业生产自动化的支柱产品。目前国内在可编程控制器技术与产品开发应用方面的发展也很快,除许多从国外引进的设备、自动化生产线外,国产的机床设备已采用 PLC 控制系统取代传统的继电-接触器控制系统。国产化的小型 PLC 的性能也基本达到国外同类产品的技术指标。近年来,可编程控制器、数控技术与工业机器人已成为现代工业控制的三大支柱。因此,作为一名电气工程技术人员,必须掌握 PLC 及其控制系统的基本原理与应用技术,以适应当前电气控制技术的发展需要。

### 1.1 可编程控制器简介

#### 1.1.1 可编程控制器的产生

在可编程控制器问世以前,工业控制领域中是继电-接触器控制占主导地位,这种控制结构的装置体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度慢,特别是对生产工艺多变化的系统适应性差,一旦生产任务或工艺变化,就必须重新设计,并改变硬件结构,造成人力、物力及财力的严重浪费。20 世纪 60 年代,计算机技术已开始应用于工业控制,但由于计算机技术本身的复杂性,编程难度高,难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等原因而未能广泛应用于工业控制。1968 年,美国最大的汽车制造商通用汽车公司(GM),为适应汽车型号的不断更新,想寻找一种办法,在汽车改型时尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统、降低成本、缩短时间,设想把计算机的完备功能、灵活性与通用性等优点和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,做成一种能适应工业环境的通用控制装置。并把计算机编程方法和程序输入方式加以简化,用面向控制过程、面向问题的“自然语句”进行编程,使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。装置的要求充分体现提出的招标指标中,即

- (1)编程简单方便,可在现场修改程序。
- (2)硬件维护方便,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) 可将数据直接送入计算机。
- (6) 成本上可与继电器控制装置竞争。
- (7) 输入电平可以是 AC 115 V。
- (8) 输出电平为 AC 115 V、2 A 以上,能直接驱动电磁阀等。
- (9) 系统扩展时,原系统变更少。
- (10) 用户程序存储器容量至少可扩展到 4 kB。

从以上 10 项指标可以看出,它们实际上是当今可编程控制器的最基本功能。将其归纳一下,其核心为

- (1) 用计算机代替继电器控制装置。
- (2) 用程序代替硬接线。
- (3) 输入/输出电平可与外部装置直接相连。
- (4) 结构易于扩展。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制了世界上第一台可编程控制器,并在通用汽车公司的自动装配线上试用,获得成功,从此开创了可编程控制器的新局面。

1971 年,日本开始生产可编程控制器;1973 年,欧洲开始生产可编程控制器;1974 年,我国也开始研制可编程控制器。在这个时期,可编程控制器虽然采用了计算机的设计思想,但实际上只能完成逻辑控制,仅有逻辑运算、定时、计数等控制功能。

20 世纪 70 年代末 80 年代初,微处理器技术日趋成熟,使得可编程控制器的处理速度大大提高,增加了许多特殊功能,如:浮点运算、函数运算、查表等,使得可编程控制器不仅可以进行逻辑控制,而且可以对模拟量进行控制。1980 年美国电气制造商协会(NEMA)正式将其命名为可编程序控制器,简称为 PLC。

20 世纪 80 年代之后,随着大规模和超大规模集成电路技术的迅猛发展,以 16 位和 32 位微处理器为核心的微机化可编程控制器得到了惊人的发展,使之在概念上、设计上、性价比等方面有了重大突破。可编程控制器具有了高速计数、中断技术、PID(比例-积分-微分)控制等功能,同时联网通信能力也得到了加强,这些都使得可编程控制器的应用范围和领域不断扩大。

从第一台 PLC 诞生开始,经过 30 多年的发展,PLC 现已发展到第四代。各代 PLC 的特点见表 1-1。

表 1-1 各代 PLC 的特点与应用

年份	功能特点	应用范围
第一代 1969~1972	逻辑运算、定时、计数,中小规模集成电路微处理器,磁芯存储器	取代继电器控制
第二代 1973~1975	增加算术运算、数据处理功能,初步形成系列。可靠性进一步提高	能同时完成逻辑控制、模拟量控制
第三代 1976~1983	增加复杂数值运算和数据处理,远程 I/O 和通信功能,采用大规模集成电路微处理器,加强自诊断、容错技术	适应大型复杂控制系统的控制需要并适用于联网、通信、监控等场合
第四代 1983~至今	高速、大容量、多功能,采用 32 位微处理器,编程语言多样化,通信能力进一步完善,智能化功能模块齐全	构成分级网络控制系统,实现图像动态过程监控,模拟网络资源共享

### 1.1.2 可编程控制器的定义

可编程控制器一直在发展中,为使这一新型的工业控制装置的生产和发展规范化,1987年2月,国际电工委员会(IEC)颁布了可编程控制器标准,并给出了它的定义:“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的,它采用可编程的存储器,用来在其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令,并通过数字式和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外围设备,都应本着易于与工业系统连成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

定义强调了可编程控制器应直接应用于工业环境,它必须具有很强的抗干扰能力,广泛的适应能力和应用范围,这是区别于一般计算微机控制系统的一个重要特征。

应该强调指出的是:可编程控制器与以往所讲的鼓式、机械式的顺序控制器以及继电器式的程序控制器在“可编程”方面有着质的区别,后者是通过硬件或硬接线的变更来改变程序,而PLC引入了微处理半导体存储器等新一代的微电子器件,并用规定的指令进行编程,能灵活地修改,即用软件方式来实现“可编程”的目的。同时,为了避免与个人计算机(Personal Computer)的简称“PC”混淆,所以将可编程控制器简称PLC(Programmable Logical Controller)。

### 1.1.3 可编程控制器的特点

可编程控制器出现后就受到普遍重视,其应用发展也十分迅速,原因在于与现有的各种控制方式相比,它有一系列受欢迎的特点,主要是:

#### 1. 可靠性高,抗干扰能力强

在恶劣的工业环境下,工业生产对控制设备的可靠性提出很高的要求。PLC是专为工业控制而设计的,由于采取了一系列措施,使PLC控制系统的平均无故障间隔时间一般能达到4~5万小时,远远超过传统继电器控制和计算机控制系统。可以说,到目前为止尚无任何一种工业控制系统的可靠性能达到和超过PLC。保证PLC工作可靠性高、抗干扰能力强的主要措施有以下几点:

- (1)采用循环扫描、集中采样、集中输出的工作方式。
- (2)硬件设计采用模块式结构并采取屏蔽、滤波、隔离、联锁等一系列抗干扰技术,同时增加输出联锁、环境检测与故障诊断等措施提高电路的可靠性。
- (3)软件设计中设置实时监控、自诊断、信息保护与恢复等程序,与硬件电路配合实现各种故障的诊断、处理、报警显示及保护功能。

因此PLC优于微机控制的首要特点是它能适应恶劣的工业环境。例如它能在以下条件下可靠工作:

- 电源电压:AC 220 V $\pm$ 15%
- 抗振强度:10~55 Hz,0.5 mm,3轴方向各2小时
- 抗冲击强度:10g 3轴方向各3次
- 抗干扰强度:1000 V<sub>PP</sub>、脉宽1  $\mu$ s,30~100 Hz 噪声

工作温度:  $0\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$

存放温度:  $-20\sim +70\text{ }^{\circ}\text{C}$

湿度:  $35\%\sim 90\%$  (不结雾)

耐压: AC 1500 V 1 min(各端子与接地端之间)

#### 2. 编程简单,易于掌握

这是 PLC 优于微机的另一个特点。梯形图编程方式是 PLC 最常用的编程语言,它与继电器控制原理图类似,具有直观、清晰、修改方便、易掌握等优点,即使未掌握专门计算机知识的人也能很快熟悉掌握其用法,因而受到广大现场技术人员和操作者的欢迎。这种面向问题、面向控制过程的编程语言,虽使 PLC 内部增加了解释程序,延长了执行时间,但对大多数机电控制设备而言是无关紧要的。

#### 3. 组合灵活,使用方便

尽管 PLC 内部是一台专用计算机,但由于它采用标准化的通用模块结构,其 I/O 电路设计又采用了一系列抗干扰措施,因而用户无需进行硬件的二次开发,能灵活方便地组合成各种不同规模、不同功能的控制系统。控制系统接线简单,工作量小,使用、维护都很方便。

#### 4. 功能强,通用性好

现代 PLC 运用了计算机、电子技术和集成工艺的最新技术,在硬件和软件两方面不断发展,使其具有很强的信息处理能力和输出控制能力。适应各种控制需要的智能 I/O 功能模块,如温度控制、位置控制模块,高速计数、高速模拟量转换模块,远程 I/O 及各种通信模块等不断涌现,PLC 与 PLC、PLC 与上位机的通信与联网功能不断提高,使现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、步进等功能,而且还能完成 A/D、D/A 转换、数字运算和数据处理以及通信联网、生产过程监控等。因此,它既可对开关量进行控制又可对模拟量进行控制;既可控制一台单机、一条生产线,又可控制一个机群、多条生产线;既可现场控制,又可远程控制;既可控制简单系统,又可控制复杂系统,其控制规模和应用不断扩大。

编程语言的多样化以及软件取代硬件控制的可编程性使 PLC 成为工业控制中应用最广泛的一种通用标准化、系列化控制器。同一台 PLC 可适用于不同的控制对象或同一对象的不同控制要求。同一档次不同机型的 PLC 的功能也能方便地相互转换。

#### 5. 开发周期短,成功率高

大多数工业控制装置的开发研制包括机械、液压、气动、电气控制等部分,需要一定的研制时间,也包含着各种困难和风险。大量实践证明,采用以 PLC 为核心的控制系统具有开发周期短、风险小和成功率高的优点。其主要原因之一是只要正确、合理地选用模块组成系统,无需大量硬件配置和管理软件的二次开发,其二是 PLC 采用软件控制方式,控制系统一旦构成,便可在机械装置研制之前根据技术要求独立进行应用程序开发,并可以方便地通过模拟调试反复修改直至达到系统要求,从而保证最终配套联试的一次成功。

#### 6. 体积小,重量轻,功耗低

由于 PLC 采用了半导体集成电路,其体积小、重量轻、结构紧凑、功耗低,因而是机电一体化的理想控制器。例如法国生产的 TSX21 型 PLC,它具有 128 个 I/O 接口,可以完成相当于 400 多个继电器组成的控制功能,但其质量只有 2.3 kg,体积只有  $216\times 127\times 10\text{ mm}^3$ ,不带接口的空载功耗只有 1.2 W,其成本也只有同功能继电器控制装置的

10%~20%。

PLC的结构紧凑,坚固耐用。又具有较强的环境适应性和较高的抗干扰能力,因此是机电一体化控制设备的理想装置。

### 1.1.4 可编程控制器的分类

通常各类 PLC 产品可按结构形式、I/O 点数以及具备的功能三方面进行分类:

#### 1. 按结构形式分类

PLC 按结构形式可分为整体式和模块式两类。

(1)整体式 PLC。又称为单元式货箱体式 PLC。将电源、CPU、存储器及 I/O 等各个功能模块集成在一个机壳内,通常将它称为 PLC 主机或基本单元,如日本 OMRON(欧姆龙)公司生产的 CP1H 系列的 PLC。其特点是结构紧凑、体积小、价格低,小型 PLC 多采用这种结构。

整体式 PLC 一般还配有扩展单元、各种特殊功能模块,使其功能得到扩大。

(2)模块式 PLC。又称积木式 PLC,它是将构成 PLC 的各个部分按功能做成独立模块,如电源模块、CPU 模块、I/O 模块、各种功能模块等,然后安装在同一底板或框架上,如日本 OMRON(欧姆龙)公司生产的 C200Ha 系列的 PLC。其特点是配置灵活、装配维护方便,一般大、中型 PLC 多采用这种结构形式。

此外也有将整体式和模块式结合起来称之为混合式 PLC,其配置更为灵活。

#### 2. 按 I/O 点数和存储容量分类

一般处理 I/O 点数比较多时,控制关系相对复杂,用户程序存储器容量设置相应也较大,要求 PLC 的指令及其他功能比较多,指令执行速度相应较快,按此要求可将 PLC 分为小、中、大三个等级。

(1)小型 PLC。I/O 点数在 256 点以下,存储器容量 2 k 步,可用于逻辑控制、定时、计数、顺序控制等场合。部分小型 PLC 还带有模拟量处理、数据通信处理和算术运算功能,其应用范围更广。

(2)中型 PLC。I/O 点数在 256~2048 点,存储容量达 2 k 步~8 k 步。具有逻辑运算、算术运算、数据传送、中断、数据通信、模拟量处理等功能。用于开关量、数字量与模拟量混合控制的较复杂控制系统。

(3)大型 PLC。I/O 点数在 2048 点以上,存储容量达 8 k 步以上。具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视纪录、打印等功能,能进行中断、智能控制、远程控制。可用于大规模过程控制,也可构成分布式控制网络以及整个工厂自动化控制网络。

还有将 I/O 点数在 64 点以下的 PLC 称为超小型或微型 PLC,当然以上点数划分并无严格界限。

#### 3. 按功能分类

PLC 的应用范围很广,其功能、价格、复杂程度差异很大。按此可分为低档机、中档机和高档机三大类。

(1)低档机。具备微型、小型 PLC 功能,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)中档机。除具有低档机功能外,还有较强的模拟量处理、数值运算、数据处理、远程 I/O 及联网通信等功能。有些还增设了中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

(3)高档机。除具有中档机功能外,还增设带有符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算以及其他特殊功能运算和制表、表格传送等功能。高档机具有更强的通信联网能力,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。

## 1.2 可编程控制器的一般结构

### 1.2.1 可编程控制器的硬件组成与各部分的作用

PLC 是一种专用于工业控制的计算机,尽管其产品品种繁多,结构形式、规模大小以及所具备的功能差异很大,但其基本组成与微型计算机是相同的,都是以微处理为核心的电子系统,各种功能的实现都是由硬件和软件共同来完成。

另一方面由于 PLC 是直接用于工业控制,在 PLC 定义中强调 PLC 及其有关外围设备都按易于与工业系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则而设计。所以在硬件、软件结构上,特别是在 I/O 通道、系统软件、系统 RAM 和模块划分等方面又具有自身特点,与微型计算机有着明显的差异。

### 1.2.2 PLC 主机的硬件组成及各部分作用

为使 PLC 具备更大的灵活性,便于经济组合成各种规模的控制系统,中小型 PLC 往往将必须具备的各个功能部件按一定规模组合成一个整体,称为基本单元或主机。而将其其他特需部分以扩展单元或功能模块形式视需要通过接口组成 PLC 控制系统,结构示意图如图 1-1 所示。

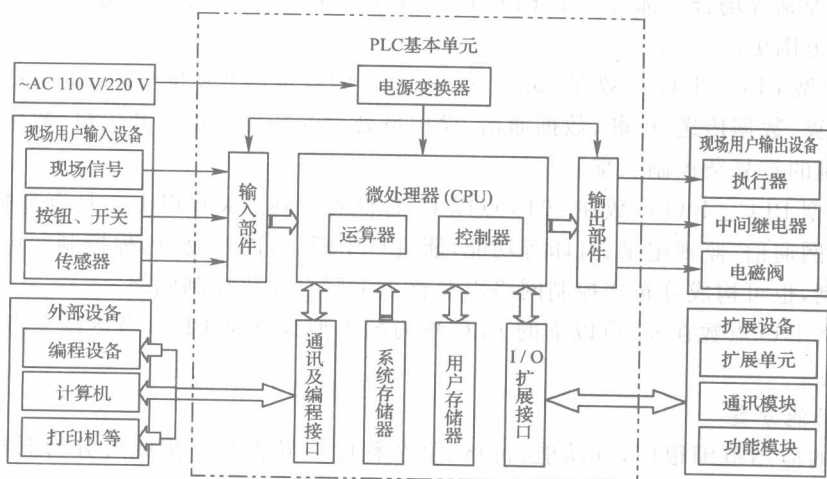


图 1-1 PLC 的硬件结构示意图



PLC 主机主要由 4 个部分组成,各部分的作用分别说明如下:

### 1. 中央处理单元(CPU)

(1)CPU 的作用。CPU 是 PLC 的控制中枢。根据系统程序赋予功能,由它完成以下工作:

①接受并存储从编程设备、上位机或其他外围设备输入的用户程序、数据等信息。

②自诊断,即自行检查电源、存储器、I/O 和警戒定时器的状态以及用户程序中存在的语法错误。

③PLC 投入运行后,以扫描方式接受现场输入装置的状态和数据等信息,并分别存入 I/O 映像区,然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序,经命令译码后按指令的规定执行逻辑或算术运算等任务,并将结果送入 I/O 映像区或数据寄存器中。待所有用户程序执行完毕后将输出寄存器位状态或数据寄存器的数据传送到相应的输出装置。如此循环运行,实现输出控制、制表打印、显示或数据通信等外部功能。

(2)CPU 的类型。CPU 芯片的性能直接决定 PLC 的功能档次,也是 PLC 更新换代的一个重要因素,因此各个时期 PLC、各种不同类型 PLC 和 CPU 芯片的功能、扫描速度、用户 RAM 容量、I/O 点数等方面差异很大。PLC 常用的 CPU 芯片有以下几种类型:

①单片机芯片。用于小型 PLC,如三菱公司 F 系列采用 Intel8039,F1、F2 系列采用 Intel8031。

②通用微处理器芯片。用于中型 PLC,如三菱公司的 FX2 系列、A 系列 PLC 采用 Intel8086,A3H 型 PLC 采用 Intel80286。

③双极型位片式微处理器芯片。用于大、中型 PLC,如德国西门子公司的 S5-105U、美国 AB 公司的 PLC-5 型、西屋公司的 HPPLC-1500 均采用 AMD-2900 位片式高速芯片。

④专用微处理芯片。是近几年开发的一种体积小、可靠性高、功能更强的、专用于大型 PLC 的微处理芯片。如三菱公司的 A2A、A3A 型 PLC 采用该公司自行研制的 MSP (Mitsubishi Sequential Processor)专用芯片。

### 2. 存储器

(1)存储器的作用。存储器与 CPU 一样,是构成 PLC 硬件的重要部分,与软件共同完成 PLC 具备的所有功能。由于 PLC 的软件由两大部分组成,即系统软件和应用软件,所以 PLC 的存储器也有两种类型。

①系统程序存储器。用于存放系统程序,其内容由制造商开发并固化在 EPROM 中,用户不能直接存取。系统程序包括系统监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断程序等,与硬件共同作用决定该型 PLC 具备何种功能。

②应用软件存储器。它又称为系统 RAM 存储区,由三部分组成,包括 I/O 映像区(开关量 I/O、模拟量 I/O)、各类编程软件存储区以及用户程序与数据存储区(PLC 技术指标中的存储量通常就是指该区域容量),用于 PLC 运行中的各类信息的存取操作。

(2)存储器的类型。根据对上述两类软件读写操作的不同要求,两个存储区域采用不同类型的存储器。主要有以下几种:

①EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)。用于存储系统程序以及需永久保存的用户程序。它是一种可擦除的只读存储器,在紫外线连续照射 20 min 后能将其中的内容擦除,加高电平(DC12V、DC5V 或 DC24V)又可以写入程序,并在断电情况下能永久保持内容不变化、不丢失。

②RAM(Random Access Memory)。用于存放用户程序或数据、保存工业现场输入的开关量或模拟量信息以及存放 PLC 运行中系统软件的位状态或数据。它是一种读或写存储器,又称为随机存储器,读写操作方便,存取速度快。当 PLC 内部配置锂电池时,其内容可以保持。

③EEPROM(Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)。它被称为电可擦除只读存储器,兼有 EPROM 和 RAM 的优点,使用软件就能容易地对其存储器内容进行修改,因此在上述两种存储空间中均可使用。其主要缺点是读写操作次数有限(约一万次),并且只有在先擦除原有内容后才能写入新内容。

### 3. 输入/输出单元(I/O 通道)

PLC 在程序执行过程中要调用 I/O 映像区中各种输入的开关量或数字量信号,当程序全部执行完毕又要将 I/O 映像寄存器中各输出状态或数据传送到相应的输出装置。I/O 映像寄存器所有信息的进出都要通过 I/O 通道,它是输入、输出接口电路内部硬件的一个重要组成部分,也是 PLC 与微型计算机在结构上的重要区别。PLC 专用于工业控制,要求能与工业、现场的各类设备直接相连接,I/O 接口电路是必不可少的。下面将对其电路组成与 PLC 内部 I/O 映像区的关系等内容做更详细的介绍。

### 4. 电源单元

PLC 是一种执行逻辑运算与算术运算的电子系统,为保证系统高可靠性,其内部电路工作需要一个高质量直流电源。但在工业现场通道 PLC 是由交流直接供电(电网电压允许在  $+10\% \sim -15\%$  范围内波动),因此 PLC 内部一般都配置有一个高质量的开关电源(DC12 V、DC24 V),除供内部电路工作外还可提供一定容量给外部传感器等输入装置使用。当交流电网波动过大或附近存在强大干扰源时,PLC 控制系统要求外加交流稳压器,采取电源隔离措施,并保证接地方式正确合理。此外,当外部 I/O 模块或输入设备较多,超出 PLC 内部直流电源容量时,控制系统要求外配直流电源。同时在停机或突然停电时,它能保证 RAM 中的信息不丢失。一般 PLC 采用锂电池作为 RAM 的后备电源,锂电池的寿命为 3~5 年。若电池电压降低,在 PLC 的工作电源 ON 时,面板上相关的指示灯会点亮或闪烁,应根据 PLC 操作手册的说明,在规定时间内按要求更换电池。

## 1.2.3 PLC 控制系统的组成

在被控制对象的控制要求比较简单、系统规模不大的情况下,一台 PLC 主机足以满足控制要求。对于控制系统规模较大或带有模拟量信号处理、数字通信与联网控制以及其他特别功能要求的场合,可以通过选用如图 1-1 所示的带 I/O 扩展功能或具有某种特殊功能的外部 I/O 模块形式组成 PLC 控制系统。为便于用户程序编辑、调试、修改与