

PLC 技术应用

● 主 编 那广伟

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

PLC 技术应用

主 编 那广伟

副主编 白 冰 刘 勇 高宏屹

刘 真 郭 强

参 编 沈 斌



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书选择国内常见的三菱 FX_{2N} 系列可编程控制器为主线, 立足于理论实践一体化教学, 从技能培养、技术应用的角度出发, 采用了“项目引领, 任务驱动”的教学模式, 以 PLC 指令学习为课程链路, 系统地介绍了可编程控制器的应用技术。

全书分为四个模块, 包括 PLC 应用基础知识、基本指令、顺序功能图和功能指令四个模块, 以实例为切入点, 图文并茂, 突出了技术应用和工程实践能力的培养, 力求让学生在“做中学, 学中做”的过程中, 领悟知识, 掌握技能, 理解思路, 学会应用。本书既可用于理论与一体化教学, 也可指导学生进行实训、课程设计和毕业设计。

本书可作为高等院校电气自动化技术、机电一体化等相关专业的教材, 也可供工程技术人员参考和作为培训教材使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 技术应用 / 那广伟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018. 5

ISBN 978 - 7 - 5682 - 5610 - 0

I. ①P… II. ①那… III. ①PLC 技术 - 高等学校 - 教材 IV. ①TM571. 61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 084894 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 12. 5

字 数 / 234 千字

版 次 / 2018 年 5 月第 1 版 2018 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 51. 00 元

责任编辑 / 赵 岩

/ 赵 岩

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

可编程控制器简称 PLC，是专门为工业控制应用而设计的一种通用控制器，是一种以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术、通信技术和传统的继电器控制技术而发展起来的新型工业控制装置。近年来，PLC 在工业生产的许多领域，如冶金、机械、电力、石油、煤炭、化工、轻纺、交通、食品、环保、轻工、建材等工业部门得到了广泛的应用，已经成为工业自动化的三大支柱之一。

本书以三菱 FX_{2N} PLC 为主线，共分为 4 个模块，介绍了 PLC 的基本原理、系统结构和指令系统，并对编程软件进行了介绍；在重点、难点知识讲解后，配有“工作任务”环节，可帮助读者理解和掌握这些知识。另外配套有“拓展知识”，使读者掌握的基本内容和知识点得以拓展。各课题后还附有配套的习题。本教材在编写过程中力求由浅入深，通俗易懂，理论联系实际，既有基本的理论知识，又有实际的应用设计。

本书可作为高等院校电气自动化技术、机电一体化等相关专业的教材，也可供工程技术人员参考和作为培训教材使用。

本书由那广伟老师任主编，白冰、刘勇、高宏屹、刘真、郭强任副主编，沈斌参加了本书编写和程序调试，全书由那广伟统稿。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

模块一 PLC 应用基础知识	1
课题一 PLC 概述	1
课题二 PLC 的基本组成和工作原理	10
课题三 FX 系列 PLC 的操作	24
课题四 GX Develop 编程软件的应用	29
模块二 PLC 的基本指令	42
课题一 异步电动机的点动运行	42
课题二 三相异步电动机连续运行的 PLC 控制	48
课题三 三相异步电动机正反转的 PLC 控制	55
课题四 三相异步电动机正反转延时控制	61
课题五 顺序相连的传送带的 PLC 控制	69
课题六 三相异步电动机 Y - Δ 减压启动的 PLC 控制	76
模块三 顺序功能图	83
课题一 凸轮旋转工作台的 PLC 的控制	83
课题二 按钮式人行道交通灯的 PLC 控制	90
课题三 全自动洗衣机的 PLC 控制	98
课题四 多种液体混合装置的 PLC 控制	105
课题五 运料小车的 PLC 控制	112
课题六 十字路口交通灯的 PLC 控制	119
课题七 组合钻床的 PLC 控制	126
课题八 机械手传送工件的 PLC 控制	132
模块四 功能指令的应用	141
课题一 用 PLC 应用指令实现电动机 Y - Δ 自动减压启动控制	141
课题二 四则运算指令的应用	148
课题三 用 PLC 实现简易密码锁的控制	153
课题四 城市灯光控制	158
课题五 密码锁密码的输入及转换	163
课题六 流水灯光控制	169
课题七 步进电动机控制	173
课题八 电梯楼层方向的 PLC 控制	178
课题九 PLC 控制七段数码管的显示	182

附录	187
附录 A 基本逻辑指令一览表	187
附录 B FX 系列 PLC 功能指令一览表	188
参考文献	192

模块一 PLC 应用基础知识

学习目标

- (1) 了解 PLC 的产生、发展、分类、特点及应用。
- (2) 掌握 PLC 的基本结构和控制系统。
- (3) 理解 PLC 的循环扫描原理。

课题一 PLC 概述

学习目标

- (1) 了解 PLC 的产生和发展。
- (2) 掌握 PLC 的应用场合。
- (3) 了解常用的 PLC。

知识学习

一、PLC 的产生

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,未能在工业控制中广泛应用。当时的工业控制,主要还是以继电器—接触器组成的控制系统为主。

1968 年,美国最大的汽车制造商——通用汽车制造公司(GM),为适应汽车型号的不断翻新,试图寻找一种新型的工业控制器,以尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件及接线,减少时间,降低成本。因而设想把计算机的完备功能、灵活及通用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,制成一种适合于工业环境的通用控制装置,并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化,用“面向控制过程,面向对象”的“自然语言”进行编程,使不熟悉计算机的人也能方便地使用,即:硬件减少,软件灵活、简单。针对上述设想,

通用汽车公司提出了这种新型控制器所必须具备的十大条件。

- (1) 编程简单,可在现场修改程序。
- (2) 维护方便,最好是插件式。
- (3) 可靠性高于继电器控制柜。
- (4) 体积小于继电器控制柜。
- (5) 可将数据直接送入管理计算机。
- (6) 在成本上可与继电器控制柜竞争。
- (7) 输入可以是市电。
- (8) 输出可驱动市电 2 A 以下的负荷,可直接驱动电磁阀。
- (9) 在扩展时,原有系统只要很少变更。
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB 字节。

1969 年,美国数字设备公司(GEC)首先研制成功第一台可编程序控制器,并在通用汽车公司的自动装配线上试用成功,从而开创了工业控制的新局面。接着,美国 MODICON 公司也开发出可编程序控制器 084。1971 年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台可编程序控制器 DSC-8。1973 年,西欧国家也研制出了他们的第一台可编程序控制器。目前世界上众多的 PLC 生产厂家中,比较著名的公司有美国的罗克韦尔公司、哥德公司、TI 公司、通用电气公司,德国的西门子公司,日本的三菱公司、东芝公司、富士公司和立石公司等。它们的产品占据着世界上大部分的 PLC 市场。

我国从 1974 年开始研制,并于 1977 年开始工业应用 PLC。早期的 PLC 是为取代继电器控制线路、存储程序指令、完成顺序控制而设计的,主要用于逻辑运算和计时、计数等顺序控制,均属开关量控制。所以,通常称之为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。进入 20 世纪 70 年代,随着微电子技术的发展,PLC 采用了通用微处理器。这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了,功能不断增强。因此,实际上应称之为可编程序控制器(PLC)。至 20 世纪 80 年代,随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展,以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化 PLC 得到了惊人的发展,使 PLC 在概念、设计、性能、价格以及应用等方面都有了新的突破。不仅控制功能增强,功耗和体积减小,成本下降,可靠性提高,编程和故障检测更为灵活方便,而且随着远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示的发展,使 PLC 向用于连续生产过程控制的方向发展,成为实现工业生产自动化的一大支柱。

二、PLC 的定义

PLC 一直在发展中,所以至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会(IEC)曾先后于 1982 年 11 月、1985 年 1 月和 1987 年 2 月发布了可编程序控制器标准草案的第一、第二、第三稿。在第三稿中,对 PLC 作了如下定义:PLC 是一种数字运算操作电子系统,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,并通过数字的、模拟的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

定义强调了 PLC 是:

- (1) 数字运算操作的电子系统——也是一种计算机。
- (2) 专为在工业环境下应用而设计。
- (3) 面向用户指令——编程方便。
- (4) 逻辑运算、顺序控制、定时计算和算术操作。
- (5) 数字量或模拟量输入/输出控制。
- (6) 易与控制系统连成一体。
- (7) 易于扩充。

三、PLC 的特点

为适应工业环境使用,与一般控制装置相比较,PLC 有以下特点。

1. 可靠性高,抗干扰能力强

工业生产对控制设备的可靠性要求有以下几个方面。

(1) 平均故障间隔时间长。

(2) 故障修复时间(平均修复时间)短。任何电子设备产生的故障,通常为两种。一种是偶发性故障,指由于外界环境恶劣如电磁干扰、超高温、超低温、过电压、欠电压、振动等引起的故障。这类故障,只要不引起系统部件的损坏,一旦环境条件恢复正常,系统也随之恢复正常。但对 PLC 而言,受外界影响后,内部存储的信息可能被破坏。另一种是永久性故障,指由于元器件不可恢复的破坏而引起的故障。如果能限制偶发性故障的发生条件,使 PLC 在恶劣环境中不受影响或能把影响的后果限制在最小范围,使 PLC 在恶劣条件消失后自动恢复正常,这样就能延长平均故障间隔时间;如果能在 PLC 上增加一些诊断措施和适当的保护手段,在永久性故障出现时,能很快查出故障发生点,并将故障限制在局部,就能缩短 PLC 的平均修复时间。为此,PLC 的各生产厂商在硬件和软件方面采取了多种措施,使 PLC 除了具有较强的自诊断能力,能及时给出出错信息,停止运行等待修复外,还使 PLC 具有了很强的抗干扰能力。

硬件措施:主要模块均采用大规模或超大规模集成电路,大量开关动作由无触点的电子存储器完成,I/O 系统设计有完善的通道保护和信号调理电路。

①屏蔽——对电源变压器、CPU、编程器等主要部件,采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽,以防外界干扰。

②滤波——对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波,如 LC 或 π 型滤波网络,以消除或抑制高频干扰,也降低了各种模块之间的相互影响。

③电源调整与保护——对微处理器所需的 +5V 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。

④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 接口与 CPU 之间电的联系,减少故障和误动作;各 I/O 口之间亦彼此隔离。

⑤采用模块式结构——这种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,能迅速更换,使系统恢复正常;同时也有助于加快查找故障原因。

软件措施:有极强的自检及保护功能。

①故障检测——软件定期地检测外界环境,如掉电、欠电压、锂电池电压过低及强干扰信号等,以便及时进行处理。

②信息保护与恢复——当偶发性故障条件出现时,不破坏 PLC 内部的信息。一旦故障条件消失,就可恢复正常,继续原来的程序工作。所以,PLC 在检测到故障条件时,立即把现有状态存入存储器,软件配合对存储器进行封闭,禁止对存储器的任何操作,以防存储信息被冲掉。

③设置警戒时钟 WDT(看门狗)——如果程序每循环执行时间超过了 WDT 规定的时间,预示着程序进入死循环,立即报警。

④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。

⑤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丢失。

PLC 的出厂试验项目中,有一项就是抗干扰试验。它要求能承受幅值为 1 000 V,上升时间 1 ns,脉冲宽度为 1 μ s 的干扰脉冲。一般情况下,平均故障间隔时间可达几十万至上千万小时,制成系统亦可达 4 万~5 万小时甚至更长时间。

2. 通用性强,控制程序可变,使用方便

PLC 品种齐全的各种硬件装置,可以组成满足各种要求的控制系统,用户不必自己再设计和制作硬件装置。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的情况下,不必改变 PLC 的硬件设备,只需改编程序就可以满足要求。因此,PLC 除应用于单机控制外,在工厂自动化中也被大量采用。

3. 功能强,适应面广

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,还具有数字和模拟量的输入/输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。既可控制一台生产机械、一条生产线,又可控制一个生产过程。

4. 编程简单,容易掌握

目前,大多数 PLC 仍采用继电器控制形式的“梯形图编程方式”。既继承了传统控制线路的清晰直观,又考虑到大多数工厂企业电气技术人员的读图习惯及编程水平,所以非常容易接受和掌握。梯形图语言编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。通过阅读 PLC 的用户手册或短期培训,电气技术人员和技术工很快就能学会用梯形图编制控制程序。同时,用户手册还提供了功能图、语句表等编程语言。

PLC 在执行梯形图程序时,用解释程序将它翻译成汇编语言然后执行。与直接执行汇编语言编写的用户程序相比,执行梯形图程序的时间要长一些,但对于大多数机电控制设备来说,是微不足道的,完全可以满足控制要求。

5. 减少了控制系统的设计及施工的工作量

由于 PLC 采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计、安装、接线工作量大为减少。同时,PLC 的用户程序可以在实训室模拟调试,更减少了现场调试的工作量。并且,由于 PLC 的低故障率,很强的监视功能和模块化等,使维修也极为方便。

6. 体积小、质量轻、功耗低、维护方便

PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品,其结构紧凑、坚固,体积小、质量轻,功耗低。以三菱公司的 F1-40M 型 PLC 为例,其外型尺寸仅为 $305\text{ mm} \times 110\text{ mm} \times 110\text{ mm}$,质量 2.3 kg ,功耗小于 25 W ;而且具有很好的抗振能力和适应环境温度、湿度变化的能力。现在三菱公司又有 FX 系列 PLC,与其超小型品种 F1 系列相比,面积为 47% ,体积为 36% ,在系统的配置上既固定又灵活,输入/输出可达 $24 \sim 128$ 点。

四、PLC 的应用

随着 PLC 的性能价格比的不断提高,微处理器的芯片及有关的元件价格大大降低,PLC 的成本下降,PLC 的功能大大增强,因而 PLC 的应用日益广泛。目前,PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保等各行各业。其应用范围大致可归纳为以下几种。

(1) 开关量的逻辑控制——这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器控制系统,实现逻辑控制、顺序控制。开关量的逻辑控制可用于单机控制,也可用于多机群控制,亦可用于自动生产线的控制等。

(2) 运动控制——PLC 可用于直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机械,现在一般使用专用的运动模块。目前,制造商已提供了拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块,即把描述目标位置的数据送给模块,模块移动一轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。运动的程序可用 PLC 的语言完成,并通过编程器输入。

(3) 闭环过程控制——PLC 通过模拟量的 I/O 模块实现模拟量与数字量的 A/D、D/A 转换,可实现对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的 PID 控制。

(4) 数据处理——现代的 PLC 具有数学运算(包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传递、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。数据处理一般用在大中型控制系统中。大中型控制系统把支持顺序控制的 PLC 与数字控制设备紧密结合,具有 CNC 功能。

(5)通信联网——PLC的通信包括PLC与PLC之间、PLC与上位计算机之间和它的智能设备之间的通信。PLC和计算机之间具有RS-232接口,用双绞线、同轴电缆将它们连成网络,以实现信息的交换;还可以构成“集中管理,分散控制”的分布控制系统。I/O模块按功能各自放置在生产现场分散控制,然后利用网络构成集中管理信息的分布式网络系统。

并不是所有的PLC都具有上述的全部功能,有的小型PLC只具备上述部分功能,但价格比较便宜。

五、PLC的分类

由于PLC的品种、型号、规格、功能各不相同,要按统一的标准对它们进行分类十分困难。通常,PLC按I/O点数可划分成大、中、小型三类,按功能强弱又可分为低档机、中档机和高档机三类。

一般,按I/O点数分类如下。

(1)小型PLC——I/O点数 <256 点,单CPU,8位或16位处理器,用户存储器容量4KB字节以下。如:

GE-I型	美国通用电气(GE)公司
TI100	美国德州仪器公司
F、F1、F2	日本三菱电气公司
C20、C40	日本立石公司(欧姆龙)
S7-200	德国西门子公司
EX20、EX40	日本东芝公司
SR-20/21	中外合资无锡华光电子工业有限公司

(2)中型PLC——I/O点数 $256\sim2\,048$ 点,双CPU,用户存储器容量 $2\sim8$ KB。如:

S7-300、SU-5、SU-6	德国西门子公司
SR-400	中外合资无锡华光电子工业有限公司
C-500	日本立石公司
GE-III	GE公司

(3)大型PLC——I/O点数 $>2\,048$ 点,多CPU,16位、32位处理器,用户存储器容量 $8\sim16$ KB。如:

S7-400	德国西门子公司
GE-IV	GE公司
C-2000	立石公司
K3	三菱公司等

六、PLC的发展

1. 国外PLC发展概况

PLC自问世以来,经过40多年的发展,在美、德、日等工业发达国家已成为重

要的产业之一,世界总销售额不断上升、生产厂家不断涌现、品种不断翻新,产量、产值大幅度上升而价格则不断下降。

目前,世界上有200多个厂家生产PLC,较有名的有美国的AB通用电气、莫迪康公司等,日本的三菱、富士、欧姆龙、松下电工等,德国的西门子公司,法国的TE、施耐德公司,韩国的三星、LG公司等。

技术发展动向:

(1)产品规模向大、小两个方向发展。大:I/O点数达14 336点,32位为微处理器,多CPU并行工作,大容量存储器,扫描速度高速化。小:由整体结构向小型模块化结构发展,增加了配置的灵活性,降低了成本。

(2)PLC在闭环过程控制中应用日益广泛。

(3)不断加强通信功能。

(4)新器件和模块不断推出。高档的PLC除了主要采用CPU以提高处理速度外,还有带处理器的EPROM或RAM的智能I/O模块、高速计数模块、远程I/O模块等专用化模块。

(5)编程工具丰富多样,功能不断提高,编程语言趋向标准化。有各种简单或复杂的编程器及编程软件,采用梯形图、功能图、语句表等编程语言,亦有高档的PLC指令系统。

(6)发展容错技术。采用热备用或并行工作、多数表决的工作方式。

(7)追求软硬件的标准化。

2. 国内发展及应用概况

我国研制与应用PLC较晚。在20世纪70年代末和80年代初,我国随国外成套设备、专用设备的进口引进了不少国外的PLC。1974年,我国研制出第一台国产PLC。

我国的PLC产品研制和生产经历了三个阶段:①顺序控制器(1973—1979年);②以一位微处理器为主的工业控制器(1979—1985年);③以8位微处理器为主的PLC(1985年以后)。在对外开放政策的推动下,国外PLC产品大量进入我国市场,一部分随成套设备进口,如宝钢一期、二期工程就引进了500多套,还有咸阳显像管厂、秦皇岛煤码头、汽车厂等。现在,PLC在国内的各行各业也有了极大的应用,技术含量也越来越高。国内开始研制PLC产品是20世纪70年代中期,当时上海、北京、西安、广州和长春等地的不少科研单位、大专院校和工厂,总计20多家单位都在研制和生产PLC(绝大多数都是小型PLC)。特别值得一提的是国家科学技术委员会和原机械工业部在仪器仪表重点课题攻关专项中组织了“六五”“七五”“八五”的PLC子项攻关,由部属北京机械工业自动化研究所负责,先后研制开发了MPC-10、MPC-20、MPC-85型PLC。这几种型号的PLC的I/O点数为256~512,并可扩展到1 024点,开创了国内研制大型PLC的先河,先后在注塑机、恒温温室、锅炉控制、汽车压力机生产线上获得了应用。这些PLC有自主开发的操作系

统、工业控制编程语言,并具有与上位机、HMI 联网和通信等功能。当时国内研制开发的 PLC 产品由于缺乏资金、后续研制力量不足及生产技术相对落后等原因,没有形成批量工业化生产,因而被国外产品淘汰而纷纷消失。可喜的是在 20 世纪 90 年代,由于 PLC 应用不断深入,国内又掀起研制 PLC 的高潮,虽然仍是小型 PLC,批量亦不大,但其功能、质量和可靠性比 20 世纪 70 年代的产品有明显的提高。其代表产品如南京冠德科技有限公司(原江苏嘉华实业有限公司 PLC 工厂)的 JH200 系列 PLC,I/O 为 12~120 点,具有高速计数器和模拟量功能;杭州新箭电子有限公司的 D 系列 PLC,D20P 的 I/O 点数为 20 点,D100 的 I/O 为 40~120 点;兰州全志电子有限公司的 RD 系列小型 PLC 很有特点,RD100 型 PLC 的 I/O 点为 9/4 点,2 点模拟量输入,而 RD200 型 PLC 的 I/O 为 20~40 点,扩展的功能有编码盘测速、热电偶测温 and 模拟量 I/O,RD200 型 PLC 最多可 32 台联网,并能与上位 PLC 机进行实时通信。

为了尽快提升我国 PLC 的技术水平,引进 PLC 的先进生产技术,中外合资或外商独资企业在国内开始批量生产 PLC。西门子公司首先在大连开办 PLC 生产企业,欧姆龙公司在上海生产的 PLC 远销海内外,中日合资后又成独资的江苏无锡光洋电子有限公司的 PLC 已有小、中、大系列产品。中外合资、引进技术,使国产 PLC 上了一个新的台阶。

特别是近几年,国产 PLC 有了更新的产品。北京和利时系统工程股份有限公司推出的 FO 型 PLC 有小型、中型、大型。该公司推出的 HOLiAS-LECG3 新一代高性能的小型 PLC 有 14 点(8/6)、24 点(14/10)、40 点(24/16)三个规格,基本指令的执行时间为 $0.6\ \mu\text{s}$,程序存储器的容量为 52 K。为方便用户选用,该公司开发了 19 种、35 个不同规格的 I/O 扩展模块,G3 型 PLC 可最多扩展 7 个模块,I/O 最大可到 264 点。G3 系列 PLC 有符合 IEC61131-3 的 5 种编程语言,编程软件具有超强的计算功能,如其他小型 PLC 所不具备的 64 位浮点数运算,优化的 PID 可同时处理有十几个模拟量的多个闭环回路。G3 系列 PLC 具有极强的通信功能,有集于 CPU 模块的标准 Modbus 协议、专有协议和自由协议的通信接口。通过该接口可方便的挂到 Profibus 等总线上去。该公司的 FOPLC 中型机,开关量 I/O 为 256 点;内置 TCP/IP 通信接口,很容易接入管理网;配有 Profibus-DP 现场总线的主站、从站和远程 I/O 都通过 ISO9001 严格的质量保证体系认证。FOPLC 编程语言符合 IEC61131-3 标准。

深圳德维林公司开发的基于 PLC 的软 PLCTOMC 系列,其特点是符合 IEC61131-3 国际标准的编程语言,允许梯形图、顺序功能图和功能块图混合编程;用户可开发基于内置 PLC 资源的 C 语言和定义功能块,通过以太网、TCP/IP 与上位机联网。TOMC1 软 PLC 可连接最多 32 个本地 I/O 模块,最多 15 个远程站,每个远程站可带 32 个 I/O 点。

在 90% 的国内 PLC 市场由国外 PLC 产品占领的今天,国产 PLC 能脱颖而出,并具有和国外同类产品进行竞争的能力。相信不久的将来,国产 PLC 将占领更大

的市场份额。

目前,PLC 的应用领域不断扩大,并延伸到过程控制、批处理、运动和传动控制、无线电遥控以至实现全厂的综合自动化。PLC 的技术发展除了小型化、超高速、大容量存储器、多 CPU、多任务并行运行外,PLC 的开放性更大,通信联网能力更强,集成化软件更优。标准化的 IEC61131-3 PLC 编程语言已被众多 PLC 厂商所接受,其推广速度越来越快。软 PLC 的应用范围将更广。

拓展知识

本课题的拓展内容:常用的 PLC 控制器

随着 PLC 市场的不断扩大,PLC 生产已经发展成为一个庞大的产业,其主要厂商集中在一些欧美国家及日本。美国与欧洲一些国家在相互隔离的情况下独立研究开发的 PLC 产品有较大的差异。日本的 PLC 是从美国引进的,对美国的 PLC 产品有一定的继承性。另外,日本的主推产品定位在小型 PLC 上;而欧美则以大、中型 PLC 为主。

1. 美国的 PLC 产品

美国有 100 多家 PLC 制造商,著名的 PLC 制造商有 AB 公司、通用电气(GE)公司、莫迪康(MODICON)公司、德州(TI)仪器、西屋公司等。其中 AB 公司的产品规格齐全、种类丰富,其主推的产品为大、中型的 PLC-5 系列。该系列为模块式结构,CPU 模块为中型的 PLC 有 PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/14、PLC-5/25;CPU 模块为大型的 PLC 有 PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60。AB 公司的小型机产品有 SLC-500 系列等。

GE 公司的代表产品是 GE-I、GE-III、GE-VI 等系列,分别为小型机、中型机及大型机,GE-VI/P 最多可配置 4 000 个 I/O 点。TI 公司的小型机产品有 510、520 等,中型机有 5TI 等,大型机有 PM550、PM530、PM560、PM565 等系列。MODICON 公司生产 M84 系列小型机、M484 系列中型机,M884 是增强中型机,具有小型机的结构、大型机的控制功能。

2. 欧洲的 PLC 产品

德国的西门子(SIEMENS)公司、AEG 公司和法国的 TE 公司是欧洲著名的 PLC 制造商。德国西门子公司的电子产品以性能精良而久负盛名,在大、中型 PLC 产品领域与美国的 AB 公司齐名。

西门子公司的 PLC 主要产品有 S5 及 S7 系列。其中,S7 系列是近年来开发的代替 S5 系列的新产品,含 S7-200、S7-300、S7-400 系列。S7-200 是微型机,S7-300 是中型机、小型机,S7-400 是大型机。S7 系列机性价比较高,在中国市场的占有份额有不断上升之势。

3. 日本的 PLC 产品

日本的 PLC 产品在小型机领域颇具盛名。某些用欧美中型或大型机才能实现的控制,日本小型机就可以解决。日本有许多 PLC 制造商,如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等。在世界小型机市场上,日本产品约占 70% 的份额。

三菱公司的 PLC 是较早进入中国市场的产品。其小型机 F1/F2 系列是 F 系列的升级产品,早期在我国的销量也不小。F1/F2 系列加强了指令系统,增加了特殊功能单元和通信功能,比 F 系列有了更强的控制能力。继 F1/F2 系列之后,20 世纪 80 年代末,三菱公司又推出了 FX 系列,在容量、速度、特殊功能、网络功能方面都有加强。FX2 系列是 20 世纪 90 年代推出的高功能整体式小型机,配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX_{2N} 系列是近几年推出的高功能整体式小型机,是 FX2 系列的换代产品。近年来三菱公司还推出了满足不同要求的微型机,如 FX_{0S}、FX_{1S}、FX_{0N}、FX_{1N} 等系列的产品。本书以三菱 FX_{2N} 系列机型介绍 PLC 的应用技术。

欧姆龙(OMRON)公司的 PLC 产品,大、中、小、微型规格齐全。微型机以 SP 系列为代表,小型机有 P 型、H 型、CPM1A、CPM2A 系列机 CPM2C、CQM1 系列等,中型机有 C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE 及 CS1 等系列。

松下公司的 PLC 产品中,FP0 为微型机,FP1 为整体式小型机,FP3 为中型机,FP5/FP10、FP10S、FP20 为大型机。

课后练习

- (1) 简述 PLC 的定义。
- (2) 比较 PLC 控制系统与继电器控制系统,PLC 有哪些优势?
- (3) 简述 PLC 的分类、特点及应用。

课题二

PLC 的基本组成和工作原理

学习目标

- (1) 了解 PLC 的基本组成。
- (2) 掌握 PLC 的工作原理。

知识学习

一、PLC 的基本组成

目前 PLC 种类繁多,功能和指令体系也各不相同;但都是以微处理器为核心,所以其结构和工作原理大致相同。PLC 的本质是工业控制专用计算机。它的软、硬件配置与计算机极为相似。它主要包括中央处理单元(CPU 模块)、存储器 ROM

和 RAM、输入/输出模块、电源 I/O 扩展接口、外部设备接口等,如图 1-2-1 所示。

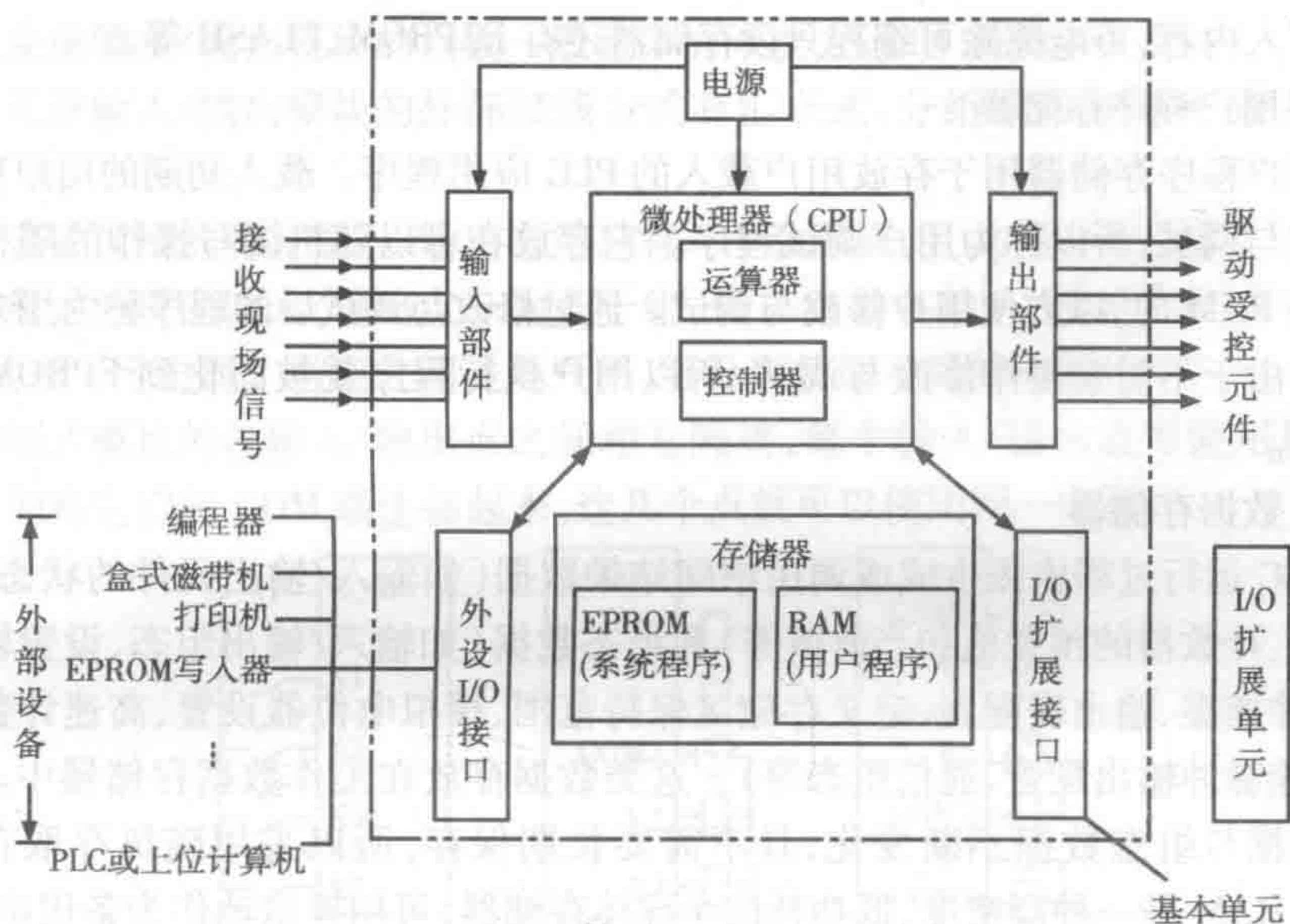


图 1-2-1 PLC 的基本组成

1. 中央处理器

中央处理器 (CPU) 由控制器、运算器和寄存器组成并集成在一个芯片内。CPU 通过数据总线、地址总线、控制总线和电源总线与存储器、输入/输出接口、编程器和电源相连接。小型 PLC 的 CPU 采用 8 位或 16 位微处理器或单片机,如 8031、M68000 等。这类芯片价格很低。中型 PLC 的 CPU 采用 16 位或 32 位微处理器或单片机,如 8086、96 系列单片机等。这类芯片的主要特点是集成度高、运算速度快且可靠性高,而大型 PLC 则需采用高速位片式微处理器。

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,主要有系统管理程序、用户指令解释程序和功能程序与系统程序调用等。

系统管理程序主要控制 PLC 的运行,使 PLC 按正确的次序工作。用户指令解释程序将 PLC 的用户指令转换为机器语言指令,传输到 CPU 内执行。功能程序与系统程序调用则负责调用不同的功能子程序及其管理程序。

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,只能读出内容,不能写入内容。ROM 具有非易失性,即电源断