



自动化类专业系列实验教材
AUTOMATION

EXPERIMENTAL OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

可编程控制器 实验技术

孙蓉 李冰 韩云涛 郑秀丽◎编著



清华大学出版社



EXPERIMENTAL OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

可编程控制器 实验技术

孙蓉 李冰 韩云涛 郑秀丽◎编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书首先介绍可编程控制器的基础知识,然后讲解 S7-200/300/400 的硬件组成、指令系统和软件的使用方法,最后以大量的可编程控制系统实例详细讲解 PLC 控制系统的特点、设计和调试方法。

全书共分 8 章:第 1 章介绍可编程控制器的产生、发展、组成和工作原理;第 2~5 章讲解 S7-200 系列 PLC 的硬件组成、指令系统和 STEP 7-Micro/WIN 32 软件的使用方法,以及 S7-300/400 系列 PLC 的硬件组成、指令系统和 STEP 7 软件的使用方法;第 6~8 章讲解基本数字电路程序实例、控制系统实例和综合实例、机床控制系统实例和一般机械设备实例,通过实例详细讲解 PLC 控制系统的设计和调试方法。全书提供大量应用实例,各章后附有习题。

本书适合作为高等院校自动化、电气工程及其自动化专业高年级本科生、研究生的教材,同时可供对 PLC 比较熟悉并且对软件建模有所了解的开发人员、科技工作者和研究人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器实验技术/孙蓉等编著. --北京:清华大学出版社,2016

自动化类专业系列实验教材

ISBN 978-7-302-40719-5

I. ①可… II. ①孙… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 246623 号

责任编辑:文 怡

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印装者:三河市吉祥印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:20.5

字 数:422 千字

版 次:2016 年 1 月第 1 版

印 次:2016 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.50 元

产品编号:059010-01

可编程序控制器(PLC)是应用十分广泛的微机控制装置,是自动控制系统的关键设备,专为工业现场应用而设计。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,并通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。目前 PLC 已广泛应用于冶金、矿业、机械、轻工等领域,为工业自动化提供了有力的工具,为此,各高校的电气自动化、机电一体化等相关专业相继开设了有关可编程序控制器原理及应用的课程。可编程序控制器课程是一门实践性很强的课程,要学好可编程序控制器,除了在课堂上通过书本作基本的传授外,通过实验手段进行自动控制系统的模拟设计与程序调试,进一步验证、巩固和深化控制器原理知识与硬软件设计知识是必不可少的,通过实验还可以加强对常见工控设备的认识 and 了解。

本书就是基于这样一个出发点,以目前使用较普遍的西门子 S7-200/300 中小型 PLC 为实训样机,结合材料分拣教学模型、五层电梯教学模型、八层电梯教学模型,从工程实践出发,由易到难,循序渐进,在典型应用的基础上,逐步解决实际问题。

韩云涛编写了第 1~4 章,李冰编写了第 6 章第 1 节~第 4 节,孙蓉编写了第 6 章第 5 节~第 6 节,郑秀丽编写了第 5、7 章和第 8 章,本书主要由孙蓉、李冰、韩云涛、郑秀丽编著,其他参与编著和资料整理的人员有于海强和张少杰等,在此对他们的辛勤工作表示感谢!

本书的编写得到了哈尔滨工程大学自动化学院控制工程实验教学中心吕淑平教授、清华科教陈凯工程师和薛磊工程师的大力支持,在此,笔者表示深切的谢意。本书参考、引用了一些文献资料,在本书问世之际,向这些文献资料的作者表示衷心的感谢。

因作者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者批评指正。

作者

2015 年 7 月

第 1 章 可编程控制器的基础知识	1
1.1 可编程控制器概述	1
1.1.1 可编程控制器的定义与特点	1
1.1.2 可编程控制器的结构与分类	5
1.1.3 可编程控制器的常用产品	7
1.2 可编程控制器的组成	11
1.2.1 PLC 的硬件组成	12
1.2.2 PLC 的软件组成	13
1.2.3 PLC 的常用外设	14
1.2.4 PLC 的通信方式	15
1.2.5 可编程控制器的编程语言	16
1.2.6 继电器控制与 PLC 控制的比较	19
1.3 PLC 的工作原理	20
1.3.1 PLC 的等效工作电路	20
1.3.2 PLC 的工作过程	21
1.3.3 可编程控制器的逻辑运算	25
习题 1	26
第 2 章 S7-200 系列 PLC 的硬件组成和指令系统	27
2.1 S7-200 系列 PLC 的硬件组成	27
2.1.1 S7-200 的 CPU 模块	28
2.1.2 数字量扩展模块	29
2.1.3 模拟量扩展模块	31
2.1.4 通信扩展模块	32
2.1.5 其他扩展模块	32

2.2 S7-200 系列 PLC 的指令系统	33
2.2.1 位逻辑指令	34
2.2.2 定时器指令	41
2.2.3 计数器指令	46
习题 2	48
第 3 章 STEP 7-Micro/WIN 32 编程软件的使用方法	49
3.1 STEP 7-Micro/WIN 32 概述	49
3.2 输入梯形逻辑程序	53
3.3 建立通信和下载程序	58
习题 3	61
第 4 章 S7-300/400 系列 PLC 简介	62
4.1 S7-300 综述	62
4.1.1 整体设计	62
4.1.2 S7-300 硬件组成	67
4.1.3 处理器模块	68
4.2 S7-400 综述	73
4.2.1 整体设计	74
4.2.2 CPU	76
4.2.3 程序设计	77
4.2.4 通信	77
4.3 S7-300/400 的指令系统	77
4.3.1 位逻辑指令	77
4.3.2 定时器指令	90
4.3.3 计数器指令	103
习题 4	108
第 5 章 STEP 7 编程软件的使用方法	109
5.1 STEP 7 编程软件简介	109
5.2 组态	111
5.2.1 组态概述	111
5.2.2 组态步骤	112
5.3 在 OB1 中创建程序	119
5.3.1 编程串联电路	119

5.3.2	编程并联电路	120
5.3.3	编程存储器功能	121
5.4	S7-PLCSIM 仿真软件的使用	122
5.4.1	使用 S7-PLCSIM 仿真软件调试程序的步骤	123
5.4.2	应用举例	124
5.5	系统调试	126
	习题 5	128
第 6 章	S7-200/300/400 系列 PLC 控制系统实例	129
6.1	基本数字电路程序实例	129
6.1.1	自锁、互锁电路	129
6.1.2	启动、保持与停止电路 2 例	131
6.1.3	瞬时接通/延时断开电路	133
6.1.4	延时接通/延时断开电路	134
6.1.5	长时间定时电路 2 例	135
6.1.6	振荡电路	138
6.1.7	脉冲发生器电路 3 例	139
6.1.8	计数器应用电路	142
6.1.9	分频电路	143
6.1.10	比较电路(译码电路)	145
6.1.11	优先电路	146
6.1.12	报警电路	147
6.1.13	基本数字电路实验	148
6.2	材料分拣控制系统实例	150
6.2.1	控制系统模型简介	150
6.2.2	控制系统功能描述	151
6.2.3	控制程序分析	152
6.2.4	材料分拣控制系统实验	172
6.3	五层电梯控制实例	174
6.3.1	控制系统模型简介	174
6.3.2	控制系统功能描述	175
6.3.3	控制程序分析	176
6.3.4	五层电梯控制系统实验	185
6.4	八层电梯控制实例	187
6.4.1	控制系统模型简介	187

6.4.2	控制系统功能描述	189
6.4.3	控制程序分析	193
6.4.4	八层电梯控制系统实验	206
6.5	立体仓库控制实例	208
6.5.1	装置简介	208
6.5.2	任务分析	208
6.5.3	程序分析	209
6.5.4	立体仓库控制系统实验	233
6.6	综合实例	235
6.6.1	汽车自动清洗指示系统	235
6.6.2	七彩霓虹灯控制系统	237
6.6.3	LED灯图形控制系统	241
6.6.4	运料小车控制系统	244
6.6.5	交通信号灯控制系统	249
6.6.6	密码锁控制系统	252
6.6.7	电子时钟控制系统	260
6.6.8	综合控制系统实验	266
	习题6	267
第7章	S7-300/400 PLC 机床控制系统的应用实例	271
7.1	车床控制实例	271
7.1.1	车床控制实例的控制要求	271
7.1.2	车床控制实例的 I/O 地址分配表	272
7.1.3	车床控制实例的梯形图	273
7.1.4	车床控制系统实验	274
7.2	钻床控制实例	275
7.2.1	钻床控制实例的控制要求	275
7.2.2	钻床控制实例的 I/O 地址分配表	277
7.2.3	钻床控制实例的梯形图	277
7.2.4	钻床控制系统实验	279
7.3	磨床控制实例	281
7.3.1	磨床控制实例的控制要求	281
7.3.2	磨床控制实例的 I/O 地址分配表	281
7.3.3	磨床控制实例的梯形图	282
7.3.4	磨床控制系统实验	283

7.4 组合机床控制实例	284
7.4.1 组合机床控制实例的控制要求	285
7.4.2 组合机床控制实例的 I/O 地址分配表	285
7.4.3 组合机床控制实例的梯形图	286
7.4.4 组合机床控制系统实验	288
第 8 章 S7-300/400 PLC 一般机械设备的应用实例	291
8.1 通风机监控运行控制实例	291
8.1.1 通风机监控运行控制实例的控制要求	291
8.1.2 通风机监控运行控制实例的 I/O 地址分配表	292
8.1.3 通风机监控运行控制实例的梯形图	292
8.1.4 通风机监控系统实验	293
8.2 简易桥式起重机控制实例	295
8.2.1 简易桥式起重机控制实例的控制要求	295
8.2.2 简易桥式起重机控制实例的 I/O 地址分配表	295
8.2.3 简易桥式起重机控制实例的梯形图	296
8.2.4 简易桥式起重机控制系统实验	299
8.3 弯管机控制实例	300
8.3.1 弯管机控制实例的控制要求	301
8.3.2 弯管机控制实例的 I/O 地址分配表	301
8.3.3 弯管机控制实例的梯形图	301
8.3.4 弯管机控制系统实验	303
8.4 锅炉引风机和鼓风机控制实例	305
8.4.1 锅炉引风机和鼓风机控制实例的控制要求	305
8.4.2 锅炉引风机和鼓风机控制实例的 I/O 地址分配表	305
8.4.3 锅炉引风机和鼓风机控制实例的梯形图	306
8.4.4 锅炉引风机和鼓风机控制系统实验	308
8.5 多种液体混合装置控制实例	309
8.5.1 多种液体混合装置控制实例的控制要求	309
8.5.2 多种液体混合装置控制实例的 I/O 地址分配表	310
8.5.3 多种液体混合装置控制实例的梯形图	311
8.5.4 多种液体混合装置控制系统实验	313
参考文献	315

可编程控制器的基础知识

本章学习目标

- 了解可编程控制器的产生与发展。
- 了解可编程控制器的组成。
- 熟练掌握可编程控制器的工作原理。

本章先介绍可编程控制器的基础知识,再介绍 PLC 的硬件组成,最后介绍 PLC 的工作原理。

1.1 可编程控制器概述

随着微处理器、计算机和数字通信技术的飞速发展,计算机控制已经广泛地应用在所有工业领域。现代社会要求制造业对市场需求作出迅速的反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品。为了满足这一要求,生产设备和自动生产线的控制系统必须具有极高的可靠性和灵活性。可编程序控制器正是顺应这一要求出现的,它是微处理器为基础的通用工业控制装置,已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

1.1.1 可编程控制器的定义与特点

可编程序控制器(Programmable Controller)本来简称为 PC,为了与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 相区别,将它简称为 PLC(Programmable Logical Controller)。

1. PLC 的产生

在 20 世纪 60 年代,汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置

构成的。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展,汽车型号更新的周期愈来愈短,这样,继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装,十分费时、费工、费料,甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状,美国通用汽车公司在 1969 年公开招标,要求用新的控制装置取代继电器控制装置,并提出了 10 项招标指标,即

- (1) 编程方便,现场可修改程序;
- (2) 维修方便,采用模块化结构;
- (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) 数据可直接送入管理计算机;
- (6) 成本可与继电器控制装置竞争;
- (7) 输入可以是交流 115 V;
- (8) 输出为交流 115 V, 2 A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- (9) 在扩展时,原系统只要很小变化;
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出第一台 PLC(可编程控制器),在美国通用汽车自动装配线上试用,获得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点,很快地在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年,已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业。

这一新型工业控制装置的出现,也受到了世界其他国家的高度重视。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 PLC。1973 年,西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制,1977 年开始应用于工业。

2. PLC 的发展

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义,其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现,在 I/O 接口电路上做了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。另外,还采取了一些措施,以提高其抗干扰的能力。在软件编程上,采用广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此,早期的 PLC 性能要优于继电器控制装置,其优点是简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障显示、能重复使用等。其中 PLC 特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

20 世纪 70 年代,微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元(CPU),这样使 PLC 的功能大

大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能。在硬件方面,除了保持其原有的开关模块以外,还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加。除此以外,还提供了一定数量的数据寄存器。

进入 20 世纪 80 年代中、后期,由于超大规模集成电路技术的迅速发展,微处理器的市场价格大幅度下跌,使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且,为了进一步提高 PLC 的处理速度,各制造厂商还纷纷研制开发出专用逻辑处理芯片,这样使得 PLC 软、硬件功能发生了巨大变化。

3. PLC 的定义

可编程序控制器的英文为 Programmable Controller,在 20 世纪 70 年代~80 年代一直简称为 PC。由于到 20 世纪 90 年代,个人计算机发展起来,也简称为 PC;加之可编程序的概念所涵盖的范围太大,所以美国 AB 公司首次将可编程序控制器定名为可编程序逻辑控制器(PLC,Programmable Logical Controller),为了方便,仍简称 PLC 为可编程序控制器。

国际电工委员会(IEC)在 1985 年的可编程序控制器标准草案第 3 稿中,对可编程序控制器作了如下定义:“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。可编程序控制器及其有关设备,都应按易于使工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”从上述定义看出,可编程控制器是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,除了能完成各种各样的控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。

4. PLC 的基本特点

(1) 编程方法简单易学。梯形图是使用得最多的 PLC 的编程语言,其电路符号和表达方式与继电器电路原理图相似,梯形图语言形象直观,易学易用,熟悉继电器电路图的电气技术人员只需花几天时间就可以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。

(2) 功能强,性能价格比高。一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件,可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器系统相比,具有很高的性能价格比。PLC 可以通过通信联网,实现分散控制,集中管理。

(3) 硬件配套齐全,用户使用方便,适应性强。PLC 产品已经标准化、系列化、模块化,配备有品种齐全的硬件装置供用户选用,用户能灵活方便地进行系统配置,组成不同功能、不同规模的系统。PLC 的安装接线也很方便,一般用接线端子连接外部接线。当

控制要求改变,需要变更控制系统的功能时,只要改变存储器中的控制程序即可。PLC 的输入、输出可直接与交流 220 V、直流 24 V 等强电相连,并有较强的带负载能力可以直接驱动一般的电磁阀和中小型交流接触器。

(4) 可靠性高,抗干扰能力强。PLC 是专为工业控制设计的,能适应工业现场的恶劣环境。绝大多数用户都将可靠性作为选取控制装置的首要条件,因此,PLC 在硬件和软件方面均采取了一系列的抗干扰措施。PLC 使用了一系列硬件和软件抗干扰措施,具有很强的抗干扰能力,平均无故障时间通常在 20 000 h 以上,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场,PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

在硬件方面,PLC 采取的抗干扰措施主要是隔离和滤波技术。PLC 的输入和输出电路一般都用光电耦合器传递信号,使 CPU 与外部电路完全切断电的联系,有效地抑制外部干扰源对 PLC 的影响。在 PLC 的电源电路和 I/O 接口中,还设置了多种滤波电路,以抑制高频干扰信号。在软件方面,PLC 设置了故障检测及自诊断程序用来检测系统硬件是否正常,用户程序是否正确,便于自动地做出相应的处理,如报警、封锁输出、保护数据等。PLC 还用软件代替继电器控制系统中大量的中间继电器和时间继电器,接线可减少到继电器控制系统的十分之一以下,大大减少了因触点接触不良造成的故障。

(5) 系统的设计、安装、调试工作量少。用 PLC 完成一项控制工程时,由于其硬、软件齐全,设计和施工可同时进行。由于用软件功能取代了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,实现控制功能,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少,缩短了施工周期。PLC 的梯形图程序可以用顺序控制设计法来设计。这种设计方法很有规律,很容易掌握。用这种方法设计梯形图的时间比设计继电器系统电路图的时间要少得多。同时,可以先在实验室模拟调试 PLC 的用户程序,用小开关来模拟输入信号,通过各输出点对应的发光二极管的状态来观察输出信号的状态,然后再将 PLC 控制系统在生产现场进行联机调试,使得调试方便、快速、安全,因此大大缩短了设计和投运周期。系统的调试时间比继电器系统少得多。

(6) 维修工作量小,维修方便。PLC 的控制程序可通过其专用的编程器输入到 PLC 的用户程序存储器中。编程器不仅能对 PLC 控制程序进行写入、读出、检测、修改等操作,还能对 PLC 的工作进行监控,使得 PLC 的操作及维护都很方便。PLC 还具有很强的自诊断能力,能随时检查出自身的故障,并显示给操作人员,使操作人员能迅速检查、判断故障原因。由于 PLC 的故障率很低,并且有完善的诊断和显示能力,当 PLC 或外部的输入装置及执行机构发生故障时,如果是 PLC 本身的原因,在维修时只需要更换插入式模块及其他易损坏部件即可迅速地排除故障,既方便又减少影响生产的时间。

(7) 体积小,能耗低。PLC 控制系统与继电器控制系统相比,减少了大量的中间继电器和时间继电器,配线用量少,安装接线工时短,加上开关柜体积的缩小,因此可以节省大

量的费用。

5. PLC 的功能

在发达的工业国家,PLC 已经广泛应用在所有的工业部门,随着性能价格比的不断提高,其应用范围不断扩大,主要有以下几个方面。

(1) 开关量逻辑控制。PLC 主要用于代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。开关量逻辑控制可以用于单台设备和自动生产线,其应用领域已遍及各行各业,甚至深入到民用和家庭中。

(2) 运动控制。PLC 使用专用的指令或运动控制模块,对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制,可以实现单轴、双轴、三轴和多轴联动的位置控制,使运动控制与顺序控制功能有机结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛用于各种机械,例如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等场合。

(3) 闭环过程控制。闭环过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换与 D/A 转换,并对模拟量实行闭环 PID(比例-积分-微分)控制。其闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

(4) 数据处理。现代的 PLC 具有整数四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算、求反、循环、移位、浮点数运算等运算功能和数据传送、转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。

(5) 通信联网。PLC 的通信包括 PLC 与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备(例如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.1.2 可编程控制器的结构与分类

1. PLC 的基本结构

西门子公司的 PLC 产品有 SIMATIC S7、M7 和 C7 等几大系列。S7 系列是传统意义的 PLC 产品,其中的 S7-200 是针对低性能要求的整体式小型 PLC,S7-300 是针对低性能要求的模块式中型 PLC。

S7-200 是在美国德州仪器公司的小型 PLC 的基础上发展起来的,其编程软件为 STEP7-Micro/WIN 32。而 S7-300 的前身是西门子公司的 S5 系列 PLC,其编程软件为 STEP 7。所以,S7-200 和 S7-300/400 虽然有许多共同之处,但是在指令系统、程序结构

和编程软件等方面均有相当大的差异。

2. PLC 的分类

PLC 发展至今已经有多种形式,其功能也不尽相同。分类时,一般按以下原则进行考虑。

1) 按 I/O 点数容量分类

按 PLC 的输入输出点数可将 PLC 分为以下 3 类。

(1) 小型机。小型 PLC 输入输出总点数一般在 256 点以下,其功能以开关量控制为主,用户程序存储器容量在 4 KB 以下。小型 PLC 的特点是体积小,价格低,适合于控制单台设备、开发机电一体化产品。典型的小型机有 SIEMENS 公司的 S7-200 系列,OMRON 公司的 CPM2A 系列,三菱 F-40、MODICONPC-085 等整体式 PLC 产品。

(2) 中型机。中型 PLC 的输入输出总点数一般在 256~2048 点之间,用户程序存储容量达到 2~8 KB。中型 PLC 不仅具有开关量和模拟量的控制功能,还具有更强的数字计算能力,它的通信功能和模拟量处理能力更强大,适用于复杂的逻辑控制系统以及连续生产过程控制场合。典型的中型机有 SIEMENS 公司的 S7-300 系列,OMRON 公司的 C200H 系列,AB 公司的 SLC500 系列模块式 PLC 等产品。

(3) 大型机。大型 PLC 的输入输出总点数在 2048 点以上,用户程序存储容量达 8~16 KB,它具有计算、控制和调节的功能,还具有强大的网络结构和通信联网能力。它的监视系统采用 CRT 显示,能够表示过程的动态流程。大型机适用于设备自动化控制、过程自动化控制和过程监控系统。典型的大型 PLC 有 SIEMENS 公司的 S7-400,OMRON 公司的 CVM1 和 CS1 系列,AB 公司的 SLC5/05 系列等产品。

2) 按结构形式分类

根据 PLC 结构形式的不同,PLC 主要可分为整体式和模块式两类。

(1) 整体式结构。整体式又叫单元式或箱体式,它的体积小,价格低,小型 PLC 一般采用整体式结构。整体式结构的特点是将 PLC 的基本部件,如 CPU 模块,I/O 模块和电源等紧凑地安装在一个标准机壳内,组成 PLC 的一个基本单元或扩展单元。基本单元上没有扩展端口,通过扩展电缆与扩展单元相连,以构成 PLC 不同的配置。整体式 PLC 还配备有许多专用的特殊功能模块,使 PLC 的功能得到扩展。

(2) 模块式结构。模块式结构的 PLC 是由一些模块单元构成,将这些模块插在框架上或基板上即可。各模块功能是独立的,外形尺寸是统一的,插入什么模块可根据需要灵活配置。目前,中、大型 PLC 多采用这种结构形式。

3) 按 PLC 所具有的功能分类

按 PLC 所具有的功能可分为高、中、低 3 档。

(1) 低档机具有逻辑运算、定时、计数、移位及自诊断、监控等基本功能。有些还有少

量模拟量输入/输出(即 A/D、D/A 转换)、算术运算、数据传送、远程 I/O 和通信等功能,常用于开关量控制、定时/计数控制、顺序控制及少量模拟量控制等场合。由于其价格低廉实用,因此是 PLC 中量大而面广的产品。

(2) 中档机除具有低档机的功能外,还有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送与比较、数制转换、子程序调用、远程 I/O 以及通信联网等功能,有些还具有中断控制、PID 回路控制等功能。适用于既有开关量又有模拟量的较为复杂的控制系统,如过程控制、位置控制等。

(3) 高档机除了进一步增强以上功能外,还具有较强的数据处理、模拟调节、特殊功能的函数运算、监视、记录、打印等功能,以及更强的通信联网、中断控制、智能控制、过程控制等功能。可用于更大规模的过程控制系统,构成分布控制系统,形成整个工厂的自动化网络。高档 PLC 因其外部设备配置齐全,故可与计算机系统结为一体,可采用梯形图、流程图及高级语言等多种方式编程。它是集管理和控制于一体,实现工厂高度自动化的重要设备。

1.1.3 可编程控制器的常用产品

世界上 PLC 产品可按地域分成 3 大流派:一个流派是美国产品,一个流派是欧洲产品,一个流派是日本产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离情况下独立研究开发的,因此美国和欧洲的 PLC 产品有明显的差异性。而日本的 PLC 技术是由美国引进的,对美国的 PLC 产品有一定的继承性,但日本的主推产品定位在小型 PLC 上。美国和欧洲以大中型 PLC 而闻名,而日本则以小型 PLC 著称。

1. 国外 PLC 产品

美国是 PLC 生产大国,有 100 多家 PLC 厂商,著名的有 A-B 公司、通用电气(GE)公司、莫迪康(MODICON)公司、德州仪器(TI)公司、西屋公司等。其中 A-B 公司是美国最大的 PLC 制造商,其产品约占美国 PLC 市场的一半。

(1) A-B 公司

A-B 公司产品规格齐全、种类丰富,其主推的大、中型 PLC 产品是 PLC-5 系列。该系列为模块式结构,CPU 模块为 PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/15、PLC-5/25 时,属于中型 PLC,I/O 点配置范围为 256~1024 点;当 CPU 模块为 PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60、PLC-5/40L、PLC-5/60L 时,属于大型 PLC,I/O 点最多可配置到 3072 点。该系列中 PLC-5/250 功能最强,最多可配置到 4096 个 I/O 点,具有强大的控制和信息管理功能。大型机 PLC-3 最多可配置到 8096 个 I/O 点。A-B 公司的小型 PLC 产品有 SLC500 系列等。A-B 公司 PLC 系列产品如图 1.1 所示。

(2) GE 公司

GE 公司的代表产品是：小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1/P 等，除 GE-1/J 外，均采用模块结构。GE-1 用于开关量控制系统，最多可配置到 112 个 I/O 点。GE-1/J 是更小型化的产品，其 I/O 点最多可配置到 96 点。GE-1/P 是 GE-1 的增强型产品，增加了部分功能指令（数据操作指令）、功能模块（A/D、D/A 等）、远程 I/O 功能等，其 I/O 点最多可配置到 168 点。中型机 GE-Ⅲ，它比 GE-1/P 增加了中断、故障诊断等功能，最多可配置到 400 个 I/O 点。大型机 GE-V，它比 GE-Ⅲ增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能，并具有较强的通信功能，最多可配置到 2048 个 I/O 点。GE-VI/P 最多可配置到 4000 个 I/O 点。GE 公司 PLC 产品如图 1.2 所示。

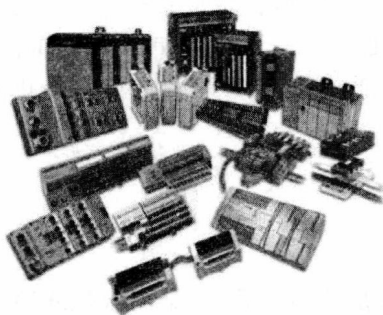


图 1.1 A-B 公司 PLC 系列产品

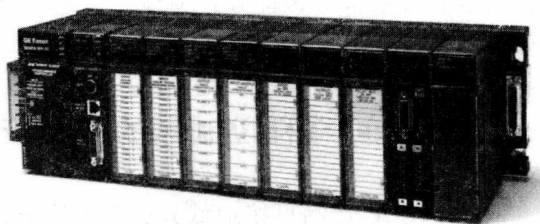


图 1.2 GE 公司 PLC 产品

(3) 德州仪器(TI)

德州仪器(TI)公司的小型 PLC 新产品有 510、520 和 TI100 等，中型 PLC 新产品有 TI300、5TI 等，大型 PLC 产品有 PM550、530、560、565 等系列。除 TI100 和 TI300 无联网功能外，其他 PLC 都可实现通信，构成分布式控制系统。

(4) 莫迪康(MODICON)

莫迪康(MODICON)公司有 M84 系列 PLC。其中 M84 是小型机，具有模拟量控制、与上位机通信功能，最多 I/O 点为 112 点。M484 是中型机，其运算功能较强，可与上位机通信，也可与多台联网，最多可扩展 I/O 点为 512 点。M584 是大型机，其容量大、数据处理和网络能力强，最多可扩展 I/O 点为 8192。M884 增强型中型机，它具有小型机的结构、大型机的控制功能，主机模块配置两个 RS-232C 接口，可方便地进行组网通信。莫迪康(MODICON)公司 PLC 产品如图 1.3 所示。

(5) 欧洲 PLC 产品

德国的西门子(SIEMENS)公司、AEG 公司、法国的 TE 公司是欧洲著名的 PLC 制造商。德国的西门子的电子产品以性能精良而久负盛名。在中、大型 PLC 产品领域与美国的 A-B 公司齐名。