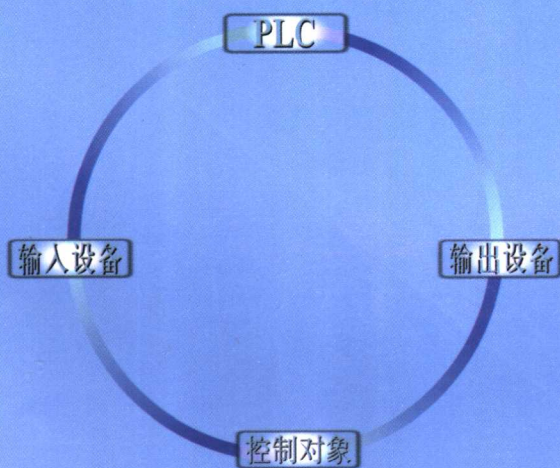


• 高等学校教学用书 •

可编程序控制器原理及 应用系统设计技术

(第2版)

宋德玉 等编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

高等学校教学用书

可编程序控制器原理及 应用系统设计技术

(第2版)

宋德玉 等编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2006

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理及应用系统设计技术/宋德玉等
编著. —2 版. —北京: 冶金工业出版社, 2006. 9
ISBN 7-5024-4023-2

I. 可… II. 宋… III. 可编程序控制器
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 059810 号

出 版 人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)
组稿编辑 张 卫 (联系电话:010-64027930 电子信箱 bull2820@sina.com)
责任编辑 李 梅 (联系电话:010-64027928 电子信箱 lee.m@163.com)
美术编辑 李 心 责任校对 侯 璐 李文彦 责任印制 丁小晶
北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销
1999 年 7 月第 1 版,2006 年 9 月第 2 版,2006 年 9 月第 6 次印刷
787mm×1092mm 1/16;17 印张;410 千字;256 页;10501—14000 册
26.00 元
冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893
冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081
(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

第2版前言

《可编程序控制器原理及应用系统设计技术》第1版于1999年7月出版发行以来,得到了工程自动化同行及广大读者的认可与喜爱,已经5次印刷。

随着科学技术和微电子技术的迅速发展,可编程序控制器技术已广泛应用于自动化控制领域。可编程序控制器以其高可靠性和操作简便等特点,受到自动化领域专业人士的欢迎并被广泛应用。

为进一步提高本书的质量,适应可编程序控制器技术的发展及工程应用的需要,本书第2版在第1版的基础上作了更新和增补。本版以工程系统设计为主线,在介绍可编程序控制器结构及工作原理的基础上,着重讨论了可编程序控制器硬件系统设计方法、应用系统软件设计方法、可编程序控制器典型产品的指令系统及编程方法、可编程序控制器工程应用系统设计实例等内容,尤其对广泛应用的F系列和S7-200系列产品的应用特点、指令系统、编程设计方法及工程应用实例作了较为详细的介绍,反映了“可编程”技术的新理论和新方法,应用性更强,系统性更好。另外,本次修订时每章前还特别增加了“本章要点”,每章后都有习题,便于读者学习使用。

本书适用于工业各领域从事自动化控制、机械工程及自动化和计算机应用等专业的工程技术人员使用,也可作为高等院校相关专业的教学参考书。

本书第1、2、6章由宋德玉编写,第3、5章由韩兵欣、袁斌、吴立军、王桂梅编写,第4、7章由楼少敏、刘增环、段福斌、叶岳松编写。全书由宋德玉同志担任主编,韩兵欣、楼少敏同志担任副主编。

编著者殷切希望广大读者在使用过程中对本书的欠妥之处批评指正。

编 者

2006年5月

第1版前言

近年来,随着科学技术的进步和微电子技术的迅猛发展,可编程序控制器技术已广泛应用于自动化控制领域。可编程序控制器以其高可靠性和操作简便等特点,已经形成了一种工业控制趋势。目前,可编程序控制器(PLC)、计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)、机器人(Rob)和数控(NC)技术已发展成为工业自动化的四大支柱技术。因此,学习和掌握可编程序控制器技术已成为高等院校相关专业在校生和工业自动化技术人员的一项迫切任务。

可编程序控制器是一种新型的通用自动控制装置,它将传统的继电器-接触器控制技术、计算机技术和通讯技术融为一体,专门为工业控制而设计。这一新型的通用自动控制装置以其高可靠性、较强的工作环境适应性和极为方便的使用性能,深受自动化领域技术人员的普遍欢迎。

本书的讲稿(校内教材)已在大学本、专科使用过多年,这次出版是在讲稿的基础上,进行了大量的修改和补充,力求做到通俗易懂、层次分明、理论联系实际,以便于自学。近年来,在世界范围内,可编程序控制器的生产厂家繁多,各厂家各系列产品一般都互不兼容,但其在应用系统的硬件和软件的设计步骤、内容和方法上大同小异。因而,本书从实际应用角度出发,以应用系统设计为主线介绍了可编程序控制器的基本原理、功能、特点;典型产品的指令系统和编程方法;应用系统的硬件、软件设计方法;典型控制系统设计及工程应用实例。全书共分7章,其中第1、6章由宋德玉同志编写;第5章由王桂梅同志编写;第3章由谢万新同志编写;第2、4、7章由刘增环、张平格、秦桂林三位同志编写。全书由宋德玉负责统稿,王桂梅同志负责排版。

本书可作为高等工科院校机械工程及自动化、工业自动化、计算机应用等专业以及其他有关专业的教材,也可作为可编程序控制器技术培训教材,还可供工程技术人员自学和应用可编程序控制器时参考。本书在编写过程中得到了赵奇同志的帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限，加之设备条件和资料来源的限制，因此，书中难免有一些不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

1999 年 1 月

目 录

1 绪论	1
1.1 可编程序控制器定义.....	1
1.2 可编程序控制器的发展过程及现状.....	2
1.3 可编程序控制器的基本特征	3
1.3.1 可编程序控制器的功能.....	3
1.3.2 可编程序控制器的特点.....	4
1.4 可编程序控制器的应用.....	5
1.5 可编程序控制器应用系统设计的基本内容和步骤.....	6
1.5.1 可编程序控制器应用系统设计的基本原则.....	6
1.5.2 可编程序控制器应用系统设计的基本内容.....	7
1.5.3 可编程序控制器应用系统设计的一般步骤.....	7
2 可编程序控制器结构及工作原理	9
2.1 可编程序控制器组成及工作过程.....	9
2.1.1 可编程序控制器的基本组成.....	9
2.1.2 可编程序控制器的工作过程	11
2.2 可编程序控制器的性能指标与分类	12
2.2.1 PLC 的性能指标	12
2.2.2 PLC 的分类	13
2.3 可编程序控制器的输入/输出接口模块.....	13
2.3.1 开关量输入接口模块	14
2.3.2 开关量输出接口模块	15
2.3.3 模拟量输入接口模块	17
2.3.4 模拟量输出接口模块	18
2.4 可编程序控制器的智能接口	19
2.4.1 通信模块	19
2.4.2 闭环控制模块	20
2.4.3 高速计数模块	21
2.5 编程器及外部设备	22
2.5.1 编程器	22
2.5.2 外部设备	23
2.6 典型可编程序控制器特性	24

2.6.1 F 系列可编程序控制器的型号、单元及其技术特性	24
2.6.2 德国西门子公司 PLC 简介及部分产品的主要技术性能	26
3 可编程序控制器应用系统硬件设计方法	30
3.1 应用系统总体方案设计	30
3.1.1 PLC 控制系统类型	30
3.1.2 系统的运行方式	31
3.2 系统硬件设计	32
3.2.1 系统硬件设计依据	32
3.2.2 可编程序控制器的机型选择	34
3.2.3 I/O 模块的选择	37
3.2.4 系统硬件设计文件	41
3.3 系统硬件供电设计	43
3.3.1 系统供电设计	43
3.3.2 I/O 模块供电电源设计	46
3.3.3 系统接地设计	47
3.3.4 可编程序控制器供电设计实例	49
3.4 电缆设计和敷设	51
3.4.1 电缆的选择	51
3.4.2 电缆的敷设施工	52
4 可编程序控制器的指令系统及编程方法	53
4.1 PLC 软件系统及常用编程语言	53
4.1.1 梯形图语言	53
4.1.2 助记符语言	54
4.1.3 逻辑功能图	54
4.1.4 高级语言	54
4.2 F 系列 PLC 编程元件的编号及功能	54
4.2.1 输入与输出继电器的编号及功能	55
4.2.2 辅助继电器与特殊辅助继电器的编号及功能	55
4.2.3 定时器 T 与计数器 C	57
4.3 F 系列可编程序控制器指令系统及编程方法	58
4.4 编程技巧与应用举例	68
4.4.1 编程技巧	68
4.4.2 编程举例	70
4.5 F1 系列可编程序控制器的结构功能与元件编号	76
4.5.1 F1 系列 PLC 的组成与性能简介	76
4.5.2 基本单元和扩展单元	77
4.5.3 器件功能及编号	77

4.6 F1 系列可编程序控制器指令系统及编程方法	80
4.6.1 计数指令及编程方法	80
4.6.2 步进指令 STL/ RET 及编程方法	81
4.7 F1 系列 PLC 的功能指令及编程方法	86
4.7.1 功能指令基本概念与表达方式	86
4.7.2 输入/ 输出数据处理指令	87
4.7.3 复位指令	87
4.7.4 数据比较功能指令	88
4.7.5 数据传送功能指令	90
4.7.6 算术运算功能指令	92
4.7.7 其他功能指令	96
4.8 F1 系列 PLC 的模拟量控制	97
4.8.1 模拟控制单元 F2-6A-E 的技术特性	97
4.8.2 A/D、D/A 功能指令	98
4.9 FX2 系列 PLC 简介	100
4.9.1 概述	100
4.9.2 FX2 系列 PLC 的性能指标	100
4.9.3 FX2 系列 PLC 的指令系统简介	102
5 S7-200 系列可编程序控制器的指令系统及编程方法	106
5.1 S7 系列可编程序控制器编程基础	106
5.1.1 STEP7 编程语言及指令组成形式	106
5.1.2 存储区	107
5.1.3 编址	108
5.1.4 数据类型及标记	109
5.2 S7-200CPU 存储器的数据类型及寻址方式	112
5.2.1 CPU 存储器区域的直接寻址	112
5.2.2 CPU 存储器区域的 SIMATIC 间接寻址	117
5.2.3 S7-200CPU 的存储器保存数据	118
5.2.4 由用户程序来永久保存数据	121
5.2.5 使用存储卡来保存用户程序	121
5.3 S7-200 可编程序控制器指令系统	123
5.3.1 位逻辑指令	123
5.3.2 比较指令	127
5.3.3 定时器指令	129
5.3.4 计数器指令	132
5.3.5 传送指令	140
5.3.6 数学运算指令	143
5.3.7 表功能指令	149

5.3.8 移位和循环指令	151
5.3.9 转换指令	154
5.3.10 中断指令	156
5.3.11 控制指令	158
5.4 S7-200 的 STEP7-Micro/WIN 32 编程和调试	163
5.4.1 概述	163
5.4.2 建立程序的基本元素	164
5.4.3 选择 CPU 的工作方式	165
5.4.4 建立 CPU 的密码	166
5.4.5 调试和监视程序	167
5.4.6 在 RUN 模式下编辑	171
5.4.7 S7-200CPU 的出错处理	172
5.5 编程方法	173
5.5.1 线性编程	173
5.5.2 分部编程	176
5.5.3 结构化编程	181
6 可编程序控制器应用系统软件设计方法	189
6.1 可编程序控制器应用系统软件设计流程	189
6.1.1 应用系统软件设计基本要求和基本原则	189
6.1.2 应用系统软件设计的内容	190
6.1.3 程序设计的一般步骤	191
6.2 可编程序控制器中的信号采样和滤波处理	193
6.2.1 离散信号的采样滤波	193
6.2.2 模拟量的输入方法	194
6.2.3 模拟量输入信号的数值整定	199
6.2.4 模拟量信号滤波的方法	200
6.2.5 中断信息处理	203
6.3 逻辑控制程序设计的方法与技巧	205
6.3.1 输入设备状态在程序中的表示法	205
6.3.2 按钮信号程序设计	206
6.3.3 时间控制逻辑的程序设计	209
6.3.4 边沿信号的检测与应用程序设计	212
6.3.5 故障的跟踪与检测程序设计	214
6.3.6 故障信息处理的程序设计	215
6.3.7 操作选择管理逻辑	218
6.3.8 直流电机的控制逻辑	219
6.3.9 交流电机的控制逻辑	220
6.4 控制量的输出方法与技巧	220

6.4.1 控制量输出的一般方法·····	221
6.4.2 模拟量输出信号的量值整定·····	223
7 可编程序控制器应用系统设计实例 ·····	225
7.1 交通信号灯控制系统设计·····	225
7.1.1 控制要求分析·····	225
7.1.2 PLC 选型及 I/O 接线图 ·····	225
7.1.3 I/O 地址定义表 ·····	226
7.1.4 应用控制程序设计·····	226
7.2 起重机质量检测控制系统设计·····	228
7.2.1 检测系统的控制要求·····	228
7.2.2 PLC 选型及 I/O 接线图 ·····	228
7.2.3 I/O 地址定义表 ·····	228
7.2.4 应用控制程序设计·····	228
7.3 电机基本控制电路中 PLC 应用及程序设计 ·····	230
7.3.1 防止相间短路的电动机正反转控制·····	230
7.3.2 自动循环控制·····	232
7.3.3 笼型电动机定子串电阻启动自动控制·····	233
7.3.4 定子串自耦变压器减压启动自动控制·····	234
7.3.5 笼型电动机 Y- Δ 降压启动自动控制 ·····	235
7.3.6 延边三角形降压启动自动控制·····	236
7.3.7 绕线式异步电动机转子串频敏变阻器启动自动控制·····	237
7.3.8 绕线式异步电动机转子串电阻启动自动控制·····	238
7.3.9 单管整流能耗制动自动控制·····	240
7.3.10 带变压器桥式整流能耗制动自动控制 ·····	241
7.3.11 串电阻降压启动和反接制动自动控制 ·····	242
7.3.12 双速电动机的变速控制 ·····	243
7.3.13 按时间原则控制直流电动机的启动 ·····	244
7.4 双参量随动控制系统上 PLC 的应用 ·····	245
7.4.1 工艺过程及控制要求·····	245
7.4.2 机型选择·····	246
7.4.3 程序设计·····	246
7.5 自动生产线行驶小车的控制系统设计·····	248
7.5.1 控制要求·····	248
7.5.2 PLC 选型及 I/O 接线图 ·····	248
7.5.3 I/O 地址定义表 ·····	249
7.5.4 控制程序设计·····	249
7.6 绕线式异步电机拖动系统中主要控制环节设计·····	250
7.6.1 控制要求分析·····	250

7.6.2 系统硬件组成及 PLC 选型	250
7.6.3 应用软件设计.....	252
参考文献	256

1 绪 论

本章要点：目前，在工业生产的自动化控制领域，无论是从国外引进的自动化生产线，还是自行设计的自动控制系统；无论是新建工程项目，还是旧设备的技术改造，大都普遍利用了一种新型控制设备——可编程序控制器。可编程序控制器以其高可靠性和一系列独特的优点，在自动化领域已形成了一种工业控制趋势。本章主要介绍了可编程序控制器的功能、特点，可编程序控制器应用系统设计内容和设计步骤，并对可编程序控制器的产生、发展过程和工程应用领域作了扼要的描述。

1.1 可编程序控制器定义

随着电气设备日新月异的发展，尤其是电子计算机的迅速发展，工业生产自动化控制系统中所用设备也发生了深刻的变化，可编程序控制器就是这种变革中的产物。它是一种取代传统电控设备的新型电子设备，并且有着传统电气系统不可比拟的优点。生产过程自动化或者不自动化是生产工艺本身的要求，自动化的概念也应是描述工艺过程的概念。能不能实现自动化，所采用的电气设备起着决定性作用。从总的趋势和生产维护的角度看，使用新型电子设备时的投资比使用传统电控设备时低，并且使用起来的方便性、可维修性及可靠性比传统电控设备要好。因此，无论生产过程是否采用自动化，可编程序控制器都应是电气控制系统采用的电子设备。

什么是可编程序控制器呢？可编程序控制器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。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，控制各种机械或生产过程。可编程序控制器及其有关外部设备都按易于与工业控制系统连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

总之，可编程序控制器是一台计算机，是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入/输出接口，并且具有较强的驱动能力。但可编程序控制器产品并不是针对某一具体工业领域，在实际应用时，其硬件需根据实际需要选用配置，其软件则需根据控制要求进行设计。

可编程序控制器出现以后，其名称也随其功能的发展而变化。早期的可编程序控制器在功能上只能进行逻辑控制，因此被称为**可编程序逻辑控制器**（programmable logic controller），简称**PLC**。随着电子技术的发展，开始采用**微处理器**（microprocessor）来作为可编程序控制器的中央处理单元，从而扩大了可编程序控制器的功能，它不仅可以进行逻辑控制，而且还可对模拟量进行控制，有的还具有 PID 功能。1980 年美国电气制造协会（NEMA）将它正式命名为**可编程序控制器**（programmable controller），简称**PC**。但是近年来 PC 这个名字已成为个人计算机的专称，为了加以区别，现在通常把可编程序控

制器简称为 PLC。

1.2 可编程序控制器的发展过程及现状

PLC 是在 20 世纪 60 年代后期和 70 年代初期问世的,开始主要用于汽车制造业,当时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。汽车的每一次改型都直接导致生产流水线中的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越来越短,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。为了改变这种状况,美国通用汽车公司率先于 1968 年公开招标,要求研制新的控制装置取代原继电器控制装置。

研制新的控制装置来取代继电器控制装置这一想法得到了美国数字设备公司的积极响应。1969 年由美国的数字设备公司 (DEC) 成功研制出世界上第一台可编程序控制器。此后,这项新技术就迅速发展起来,并推动了欧洲各国、日本以及我国对可编程序控制器的研制和发展。1971 年日本从美国引进了这项新技术,很快就研制成了日本第一台可编程序控制器 DSC-8。1973~1974 年西德和法国也开始研制自己的可编程序控制器。我国是在 1974 年开始研制可编程序控制器的。

可编程序控制器问世以来,经过近 40 年的发展,产品现已发展到第四代。其发展过程大致为:

第一代:1969~1972 年,其特点是:

- (1) 功能简单,主要是逻辑运算、定时、计数;
- (2) 机种单一,没有形成系列;
- (3) 与继电器控制相比,可靠性有一定提高;
- (4) CPU 由中、小规模集成电路组成,存储器为磁芯存储器。

典型产品有:美国 MODICON 公司的 084; DEC 公司的 PDP-14、PDP-14/L; ALLEN-BRADLEY 公司 PDQ-II; 日本富士电机公司的 USC-4000; 立石电机公司的 SCY-022, 北辰电机公司的 HOSC-20; 横河电机公司的 YODIC'S。

第二代:1973~1975 年,其特点是:

- (1) 功能增加。增加了数字运算、传送、比较等功能,能完成模拟量的控制;
- (2) 初步形成系列;
- (3) 可靠性进一步提高,开始具备自诊断功能;
- (4) 存储器采用 EPROM。

典型产品有:美国 MODICON 公司的 184、284、384; GE 公司的 LOGISTROT; 德国 SIEMENS 公司的 SYMATIC S3 系列和 S4 系列; 日本富士电机公司的 SC 系列。

第三代:1976~1983 年,其特点是:

- (1) 将微处理器及 EPROM、EAPROM、CMOSROM 等 LSI 电路用在 PLC 中,而且向多微处理器发展,使 PLC 的功能和处理速度大大增强;
- (2) 具有通信功能和远程 I/O 能力;
- (3) 增加了多种特殊功能,如浮点数运算、平方、三角函数、相关数、查表、列表、脉宽调制变换等;
- (4) 自诊断功能及容错技术发展迅速。

典型产品有：美国 GOULD 公司的 M84、484、584、684、884；德国 SIEMENS 公司的 SYMATIC S5 系列；美国 TI 公司的 PM550、TI510、520、530；日本三菱公司的 MELPLAC-50、550；日本富士电机公司的 MICREEX。

第四代：1983 年到现在，其特点是：

(1) 能完成对整个车间的监控，可在 CRT 上显示多种多样的现场图像，CRT 的画面可代替仪表盘的控制，做各种控制和管理操作，十分灵活方便。最大内存为 896K，为第三代 PLC 的 20 倍左右；

(2) 有的采用 32 位微处理器（型号为 NS16032），可以将多台 PLC 连接起来与大系统连成一体，网络资源可以共享；

(3) 编程语言除了传统的梯形图、流程图、语句表等以外，还有用于算术运算的 BASIC 语言，用于机床控制的数控语言等。

典型产品有：美国 GOULD 公司的 A5900 及 MODULAR SYSTEMS RESEARCH 公司的 IAC 系列；德国 SIEMENS 公司的 S7 系列。

目前，为了适应大中小型企业不同需要，进一步扩大 PLC 在工业自动化领域的应用范围，PLC 正朝着以下两个方向发展：

(1) 低档 PLC 向小型、简易、廉价方向发展，使之能更加广泛地取代继电器控制；

(2) 中、高档 PLC 向大型、高速、多功能方向发展，使之能取代工业控制微机的部分功能，对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。

另外，不断增强 PLC 工业过程控制的功能，研制采用工业标准总线，使同一工业控制系统中能连接不同的控制设备，增强 PLC 的联网通信功能，开发智能 I/O 模块等都是其发展方向。从 PLC 的发展趋势看，PLC 控制技术将成为今后工业自动化的主要手段。在未来的工业生产中，PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM 和数控技术将成为实现工业生产自动化的四大支柱技术。

1.3 可编程序控制器的基本特征

由于大规模和超大规模集成电路技术和数字通讯技术的进步和发展，PLC 的发展十分迅速，更新换代周期进一步缩短，不断有新的 PLC 产品问世，相应地 PLC 的功能也在不断增加。

1.3.1 可编程序控制器的功能

可编程序控制器的控制对象可以是单台或多台机电设备，也可以是生产流水线。使用者可以根据生产过程和工艺要求设计控制程序，然后将其送入 PLC。程序投入运行后，PLC 在输入信号的作用下，按照预先送入的程序控制执行机构按一定的规律动作。近年来，PLC 把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体，它能完成以下功能。

(1) 逻辑控制。PLC 具有逻辑运算功能，它设置有“与”、“或”、“非”等逻辑指令，能够描述继电器触点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接，因此它可以代替继电器进行组合逻辑与顺序逻辑控制。

(2) 定时控制。PLC 具有定时控制功能。它为用户提供了若干个定时器并设置了定时指令。定时值可由用户在编程时设定，并能在运行中被读出与修改，使用灵活，操作方

便。程序投入运行后, PLC 将根据用户设定的计时值对某个操作进行限时控制和延时控制, 以满足生产工艺的要求。

(3) 计数控制。PLC 具有计数功能。它为用户提供了若干个计数器并设置了计数指令。计数值可由用户在编程时设定, 并可在运行中被读出或修改, 使用与操作都很灵活方便。

(4) 步进控制。PLC 能完成步进控制功能。步进控制是指在完成一道工序以后, 再进行下一步工序, 也就是顺序控制。PLC 为用户提供了若干个移位寄存器, 或者直接有步进命令, 编程和使用极为方便, 因此很容易实现步进控制的要求。

(5) A/D、D/A 转换。有些 PLC 还具有“模数”转换 (A/D) 和“数模”转换 (D/A) 功能, 能完成对模拟量的控制与调节。

(6) 数据处理。有的 PLC 还具有数据处理能力及并行运算指令, 能进行数据并行传送、比较和逻辑运算, BCD 码的加、减、乘、除等运算, 还能进行字“与”、字“或”、字“异或”、求反、逻辑移位、算术移位、数据检索、比较、数制转换等操作, 并可对数据存储器进行间接寻址, 与打印机相连可打印出程序和有关数据及梯形图。

(7) 通讯与联网。有些 PLC 采用了通信技术, 可以进行远程 I/O 控制, 多台 PLC 之间可以进行同位连接, 还可以与计算机进行上位连接, 接受计算机的命令, 并将执行结果告诉计算机。由一台计算机和若干台 PLC 可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制网络, 以完成较大规模的复杂控制。

(8) 对控制系统监控。PLC 配置有较强的监控功能, 它能记忆某些异常情况, 或当发生异常情况时自动终止运行。在控制系统中, 操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态, 可以调整定时或计数等设定值, 因而调试、使用和维护方便。

可以预料, 随着科学技术的不断发展, PLC 的功能会不断拓宽和增强。

1.3.2 可编程序控制器的特点

PLC 具有如下一些特点:

(1) 高可靠性。高可靠性是 PLC 最突出的特点之一。由于工业生产过程是昼夜连续的, 一般的生产装置要几个月、甚至几年才大修一次, 这就对于工业生产过程的控制提出了高可靠性的要求。PLC 之所以具有较高的可靠性是因为它采用了微电子技术, 大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成; 另外, 还采取了屏蔽、滤波、隔离等抗干扰措施, 它的平均故障间隔时间为 3~5 万 h, 甚至更高。例如, 日本三菱公司的 F1、F2 系列 PLC 的平均无故障运行时间可达 30 万 h。

(2) 灵活性。过去, 电气工程师必须为每套设备配置专用控制装置, 有了可编程序控制器, 硬件设备采用相同的可编程序控制器, 只编写不同应用软件即可, 且可以用一台可编程序控制器控制几台操作方式完全不同的设备。

(3) 便于改进和修正。相对传统的电气控制线路, 可编程序控制器为改进和修订原设计提供了极其方便的手段, 以前也许要花费几周的时间, 用可编程序控制器只用几分钟就行了。

(4) 节点利用率提高。传统电路中一个继电器只能提供几个节点用于连锁, 在可编程序控制器中, 一个输入中的开关量或程序中的一个“线圈”可提供用户所需用的任意的连

锁节点,即节点在程序中可不受限制地使用。

(5) 具有丰富的 I/O 接口。由于工业控制系统只是整个工业生产过程中的一个控制中枢,为了实现对工业生产过程的控制,它还必须与各种工业现场的设备相连接,才能完成控制任务。因此 PLC 除了具有计算机的基本部分如 CPU、存储器等以外,还有丰富的 I/O 接口模块。对不同的工业现场信号(如交流、直流、电压、电流、开关量、模拟量、脉冲等),有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备(如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、电机启动器、控制阀等)直接连接。另外有些 PLC 还有通讯模块、特殊功能模块等。

(6) 模拟调试。可编程序控制器能对所控功能在实验室内进行模拟调试,缩短现场的调试时间,而传统电气线路是无法在实验室进行调试的,只能花费现场大量时间。

(7) 能对现场进行微观监视。在可编程序控制器组成的控制系统中,操作人员能通过显示器观测到所控每一个节点的运行情况,随时监视事故发生点。

(8) 快速动作。传统继电器节点的响应时间一般需要几百毫秒,而可编程序控制器里的节点反应很快,内部是微秒级的,外部是毫秒级的。

(9) 梯形图及布尔代数并用。可编程序控制器的程序编制可采用电气技术人员熟悉的梯形图方式,也可以采用程序员熟悉的布尔代数图形方式。

(10) 系统购置的简便化。可编程序控制器是一个完整的系统,购置了一台可编程序控制器,就相当于购买了系统所需要的所有继电器、计数器、计时器等器件。在传统系统中所需要的继电器、计数器、计时器常常来源于不同的厂家,等货到齐需要很长时间,且缺一个继电器,则会推迟整个工期,而可编程序控制器能提供足够的备用继电器、计时器、计数器。

(11) 图纸简化。传统控制电路要靠画蓝图,而蓝图是不能随设计的不同阶段不断更新的,采用可编程序控制器则很容易随时打印出更新后的控制软件源程序。

(12) 体积小、质量轻、功耗低。由于采用半导体集成电路,其体积小、质量轻、功耗低。例如法国的 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 2.3kg,体积只有 216mm×127mm×100mm,不带接口时的空载功耗只有 1.2W。

(13) 编程简单、使用方便。PLC 采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程,容易掌握。例如目前 PLC 大多数均采用的梯形图语言编程方式,既继承了传统控制线路的清晰直观感,又考虑到大多数电气技术人员的读图习惯及应用微机的水平,很容易被技术人员所接受,易于编程,程序改变时也易于修改。

当然,PLC 也并非十全十美,其缺点是价格还比较高。一般来说,比继电器控制高,比一般单片机系统也高。另外,其工作速度较计算机慢,输出对输入的响应有滞后现象。

1.4 可编程序控制器的应用

由于 PLC 具有上述的功能特点,因此在工业控制方面目前已广泛应用于冶金、化工、轻工、机械、电力、建筑、运输等领域。按照 PLC 的控制类型不同,PLC 主要应用在以下几个方面。

(1) 用于逻辑控制。逻辑控制是 PLC 最基本的应用,它可以取代传统继电器控制装