



高等教育系列教材(计算机与信息管理类)

可编程控制技术及应用

总 主 编 彭 波

本书主编 赵俊生

总 策 划 张 玲

电子科技大学出版社

高等教育系列教材(计算机与信息管理类)

可编程控制技术的应用

主 编 赵俊生
总策划 张 玲

电子科技大学出版社

2003·成都

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制技术应用/赵俊生主编. —成都:电子科技大学出版社, 2003. 3

高等教育系列教材(计算机与信息管理类)

ISBN 7-81094-035-X

I. 可… II. 赵… III. 自动化技术-电气信息-高等学校-教材 IV. TP34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 02340 号

高等教育系列教材(计算机信息管理类)

可编程控制技术应用

赵俊生 主编

出版:电子科技大学出版社(成都市建设北路 2 段 4 号 邮编 610054)

责任编辑:张致强

发行:新华书店

印刷:电子科技大学印刷厂

开本:787×960 1/16 印张:16.75 字数:310

版次:2003 年 3 月第一版

书号:ISBN 7-81094-035-X/TB·22

印数:1—5000 册

定价:25.80 元

编审说明

可编程控制技术(简称 PLC)因其具有工作极其可靠、编程十分简单、使用非常方便、设计和调试周期很短等优点,所以在工业过程控制及其他控制中得到了广泛应用。尤其是在我国当前急需对一大批设备更新改造的形势下,选用 PLC 技术作为改造的主体方案是非常明智的。不少企业由此取得了明显的社会效益和巨大的经济效益。

本书根据原国内贸易部教育司制定的五年制高职和中等专业学校机电应用技术、电气应用技术及控制专业教学计划和可编程控制技术课程组制定的教学大纲,并充分考虑 PLC 技术的应用、维修以及当前工业发展情况的需要而编写而成。编者在编写中注意精选内容,做到少而精,授课时间为 50~60 学时,实验为 14~20 课时。全书以 F 系列为主,同时介绍其他常用普通系列的性能和 SR-21/22 系列的实例。着重基本结构、工作原理与指令、基本性能、应用与实验操作、维护与常见故障维修等内容的介绍,尽可能做到通俗易懂,便于自学。

本套计算机与信息管理类教材由北京时代科发教材研究中心计算机事业部张玲担任总策划。本书由赵俊生主编并编写第三章、附录三中实验一~实验七,高士杰担任副主编并编写第二章、附录三中实验八~实验十,梁从平编写第一章,蒋淮阳编写第四章,邵伯进编写第五章,郭德怀编写附录一、二。全书由杨军副教授主审。在本书编写、审定中得到了编者所在院校领导及有关同志的多方面帮助,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请有关专家和广大读者不吝批评指正。

高等教育系列教材编审指导委员会

2003 年 3 月

目 录

第一章 概 述.....	(1)
第一节 可编程序控制器的发展概况.....	(1)
第二节 PLC 的特点和主要功能	(6)
第三节 PLC 与微型计算机的关系	(11)
第二章 PLC 的基本结构及工作原理	(15)
第一节 PLC 的基本结构和组成	(15)
第二节 PLC 的工作原理	(21)
第三节 中央处理模板	(25)
第四节 数字量输入、输出模板.....	(30)
第五节 模拟量输入、输出模板.....	(35)
第六节 数据通信模板	(44)
第七节 高速计数模板	(51)
第八节 闭环控制模板	(54)
第九节 编程器	(57)
第三章 PLC 机的指令系统及编程方法	(61)
第一节 PLC 机常用的编程语言	(61)
第二节 F 系列 PLC 中使用的各种元器件	(63)
第三节 F 系列 PLC 的基本指令及编程方法	(73)
第四章 PLC 控制系统的设计与应用	(92)
第一节 PLC 控制系统设计与软件开发	(92)
第二节 可编程序控制器应用举例.....	(101)
第三节 常用可编程控制器性能指标.....	(124)
第五章 PLC 的维护与修理	(147)
第一节 PLC 系统的试运行	(147)
第二节 PLC 系统的维护和保养	(149)
第三节 PLC 系统的模块级故障诊断	(151)
第四节 PLC 系统的维修和测试	(162)
附录一 算术运算指令.....	(173)
一、加法运算指令	(174)

二、减法运算指令	(179)
三、乘法运算指令	(185)
四、除法运算指令	(187)
附录二 其他运算指令	(191)
附录三 实验指导书	(200)
实验一 基本指令的编程练习	(201)
实验二 装配流水线控制的模拟	(206)
实验三 三相异步电动机的星/三角换接起动控制	(211)
实验四 LED 数码显示控制	(213)
实验五 五相步进电动机控制的模拟	(218)
实验六 十字路口交通灯控制的模拟	(222)
实验七 液体混合装置控制的模拟	(226)
实验八 电梯控制系统的模拟	(231)
实验九 机械手动作的模拟	(241)
实验十 四节传送带的模拟	(246)
主要参考文献	(259)

第一章 概 述

可编程序控制器 (Programmable Controller), 简称 PC。(但由于 PC 容易和个人计算机 (Personal Computer) 混淆, 故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程序控制器的缩写)。它是 20 世纪 70 年代以来, 在集成电路, 计算机技术基础上发展起来的一种新型工业控制设备。由于使用方便, 可靠性极高, 价格适中, 在近 30 多年来得到了迅猛的发展, 至今已成为工业生产自动化三大技术支柱 (机器人技术, CAD/CAM 技术) 之一。目前, 国外的生产厂商正不断地开发 PLC, 使 PLC 的应用面越来越广。近几年来, 国内在 PLC 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, 国产的机床设备已越来越多地采用 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 也基本达到国外同类产品的技术指标。因此, 作为一个电气工程技术人员, 必须掌握 PLC 技术, 以适应当前电气控制技术发展的需要。

第一节 可编程序控制器的发展概况

一、PLC 的产生与发展

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, 因而未能广泛应用于工业控制。1968 年, 美国通用汽车公司 (GM) 为适应汽车型号不断翻新, 想寻找一种方法, 以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, 设想能否将计算机功能完善、灵活性、通用性等优点和继电控制系统简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来, 做成一种通用控制装置, 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、面向问题的“自然语言”编程, 使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。这样, 使用人员不必在编程上花费大量的精力, 而是集中力量考虑如何发挥该装置的功能和作用, 以期减少生产成本和缩短新产品的开发周期。为此在国内提出 10 项招标指标:

- (1) 编程方便, 现场可修改程序。

- (2) 维修方便, 采用插件或模块拼接而成。
- (3) 可靠性应高于继电器控制盘(柜)。
- (4) 体积应小于继电器控制盘(柜)。
- (5) 数据可直接送入管理计算机。
- (6) 生产成本可与继电器控制盘(柜)竞争。
- (7) 输入可以是高于交流 115V 的电压信号。
- (8) 输出的驱动应具有交流 115V, 2A 以上容量, 可直接驱动电磁阀, 接触器等。
- (9) 扩展时原系统变更最小。
- (10) 用户程序容量至少应在 4 K 以上。

最后由美国数字设备公司(DEC)中标, 并于 1969 年完成了该装置的研制, 世界上第一台 PLC 也由此而诞生, 型号为 PDP-14。该装置安装在 GE 公司的汽车装配线上, 使 GE 公司的汽车生产过程得到了很大的改善, 并取得了明显的经济效益, 因此立即引起世界各国的注意。1971 年日本首先从美国引进了这项新技术, 很快就研制成功了日本第一台可编程序控制器 DSC-8, 1973~1974 年, 西德、法国和我国也开始研制自己的可编程序控制器。20 世纪 70 年代中期以前, 是可编程序控制器的初创时期, 它完成的主要功能仅限于逻辑运算、定时和计数等, 其中 CPU (CENTRAL PROCESS UNIT) 是采用中小规模的数字集成电路组成的, 存储器用的是磁芯存储器。因此这个时期的 PC 常称为可编程逻辑控制器 (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER), 简称 PLC。其中典型产品有美国 MODICON 公司的 084, DE 公司的 PDP-14 和 PDP-14/P 和 ALLEN-BRA-DLEY 公司的 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 和横河电机公司的 YODIC'S 等。

随着微型计算机的崛起和迅速发展, 8 位单片 CPU 和集成存储器芯片的出现, 可编程控制器也得到了迅速发展和完善, 并逐渐趋向系列化和实用化。在工业生产过程控制中得到了普遍的应用。到 70 年代末, PLC 除完成逻辑运算、计数和定时功能外, 又增加了数值计算、数据的传送和比较、模拟量处理等功能, 因此基本上已可代替原来的模拟控制和小型机控制的 DDC 控制系统。可编程序控制器的名称也由 PLC 正式改名为 PC, 但是当时可编程序控制器的规模比较小。这个时期的典型产品有美国 MODICON 公司的 184、284 和 384, GE 公司的 LOGISTROT; 西德 STEMMENS 公司的 SYMATICS3 系列和 S4 系列; 日本富士电机公司的 SC 系列等。

从 20 世纪 70 年代末期到 80 年代中期, 微型计算机已出现了 16 位 CPU,

MCS-51 系列的单片机也由 INTEL 公司推出,使 PLC 也开始朝着大规模、高速度和高性能方向发展,PLC 的生产量在国际上每年以 30% 的递增量迅速增长。PLC 所能完成的功能又增加了浮点运算、平方、开方和三角函数运算,脉宽调制控制等,并已初步形成了分布式可编程控制器的网络系统,具有远程 I/O 处理能力,编程语言已经比较规范化和标准化。此外容错技术已经普遍地应用于 PLC 之中,使 PLC 系统的可靠性得到了进一步的提高。这个时期典型产品有:美国 GOULD 公司的 M84, 484, 584, 684 和 884;西德 SIEMENS 公司的 SYMATIC S6 系列;美国 TI 公司的 PM550, TI510, 520 和 530;日本三菱公司的 MELPLAC-50 和 MELPLAC-550;日本富士电机公司的 MICREX 等。

从 80 年代后期开始,可编程控制器的规模更大,存储器的容量又提高了一个数量级(最高已达 896 K),有的 PLC 已经采用 32 位微处理器(如 NS16032)。多台 PLC 可与大系统一起联成整体的分布式系统,在软件方面有的已与通用计算机系统兼容,增加了高级语言,有的行业已开发了专用语言。在人机对话方面,采用了显示信息更多、更直观的 CRT,完全替代了原来的仪表盘,使用户的操作更为方便。

目前,可编程控制技术的发展趋势可归纳为如下几个方面:

(一) 在过程控制领域的发展

从 80 年代后期开始,化工、医药、石油和天然气公司就逐步开始将 PLC 用于过程控制。随着微处理器和软件技术的发展、操作员接口的使用,PLC 网络的开发,PLC 已成为低成本实现分散控制的一种技术。用于过程控制的 PLC 往往对存储容量和速度要求较高。因此,开发了高速模拟量输入模块、专用独立 PID 控制器、热电偶 PID 直接输入模块、多路转换器等,使得数字技术和模拟量技术在 PLC 中获得了统一。

(二) 智能输入输出模块

为了进一步简化在专用控制领域的系统设计及编程,开发了许多专用智能输入/输出模块,如专用智能 PID 控制器、智能模拟量 I/O 模块、智能位置控制、语音处理、专用数控模块、智能通讯、计算模块等。这些模块的一个共同特点就是:本身具有 CPU,能独立工作,它们与 PLC 主机并行操作,无论在速度、精度、适应性、可靠性各方面都对可编程序作了极好的补充,弥补了 PLC 扫描算法的局限,完成 PLC 本身无法完成的许多功能。

(三) 网络功能的发展

网络方面的发展是可编程控制器发展的一个重要特征。现在几乎所有厂家

都声称其生产的可编程控制器可与 MAP 网相联。由于可用可编程控制器构成网络,因此,各种个人计算机、图形工作站、小型机等都可以作为可编程序控制器的监控主机或工作站,这些装置的结合能够提供屏幕显示、数据采集、记录保持、回路面板显示等功能,亦即实现了分散型控制系统的功能。随着不同厂家生产的可编程控制器兼容性的增加,通过将大量的可编程控制器联接到通讯链路上并接入信息网络,就能轻易地实现分散控制和集中管理。

(四) 编程语言

梯形图编程方便直观,但对于逻辑控制以外的控制领域,编程难免显得繁琐。目前 PLC 已发展出了许多编程语言,有面向顺序控制的步进顺控语言和面向过程控制系统的流程图语言,它是一种面向功能块语言,能够表示过程中动态变量与信号的相互连接。除此之外,还有与计算机兼容的高级语言,如 BASIC、C 及汇编语言以及专用的高级语言如数控语言等。另外,还有布尔逻辑语言,CPU 能够直接执行与、或、异或、非操作,这种语言执行速度很快,但不直观。

(五) 增强外部检测能力

据分析,在 PC 中故障率分别为:中央处理模块(CPU)占 5%,输入/输出(I/O)组件占 15%,传感器占 45%,执行器占 30%,连线占 5%。除了前 2 项共 20%的故障可由 CPU 本身的硬、软件检测出来以外,其余 80%不能通过自诊断查出。因此各厂家都在发展专门用于检测外部故障的专用智能检测模块,以进一步提高 PLC 系统的可靠性。

二、PLC 在我国的发展与应用

我国 PLC 技术发展与应用,起步较国外晚 4、5 年,始于 1973 年,国内先后有十几家工厂和研究所研制各种类型的可编程序控制器,也组织过型谱讨论和联合设计活动,但处于初级阶段,成批生产的也都是一些简易型顺序控制器。近年来,开始引进一些国外的 PLC 产品,主要有美国通用电气公司的 GE 系列,哥德公司的 M 系列,德国西门子公司的 S 系列,日本三菱公司的 F 系列、A 系列等等。在引进设备与生产线的一些电气控制系统中,也广泛采用 PLC,从而使 PLC 的应用逐渐广泛起来。如上海宝钢总厂第一期工程采用各种 PLC 技术,在提高产品质量,生产效率和改善管理控制等方面已取得初步成功,推动了 PLC 的进一步发展。国内广大科技人员在引进国外技术的基础上,为加快 PLC 产品的国产化做了大量工作,并已取得了可喜的成果。如上海起重电器厂已经研制出仿三菱 F-40MR 的 CF-40MR 型 PLC 产品,其性能指标已达到国外

同类产品水平,而产品价格比同类引进产品低 30%。1987 年初在长春第一汽车制造厂投入使用并进行多方面考验,长期运行未出现任何故障,证明电气控制稳定可靠,使机床故障率降低在 95%以上,大大地提高了经济效益。目前,该厂的国产化产品已投入批量生产。

为了便于读者了解我国的 PLC 市场,在表 1-1 中列出了一些国内目前已引进和经销 PLC 一览表,表 1-2 列出了我国主要的 PLC 生产厂家。

表 1-1 国内引进和经销的 PLC 一览表

序 号	型 号	生产公司	引进或经销单位
1	M84	美国哥德公司	天津自动化仪表总厂
2	GE-I, III, IV	美国通用电气公司	天津电器厂 上海电器科研所 天津电气传动设计所
3	PLC-700, 900, 1100	美国西屋电气公司	上海调节器厂
4	5T1, TI100 510, PM500	美国德州仪器公司	中山大学 中国电子技术进出口公司广州分公司
5	SLC-100 PLC-2, 3	美国 AB 公司	大连组合机床研究所
6	S5-101U S5-115U	德国西门子公司	上海起重电器厂 江西机床电器厂 辽宁无线电二厂
7	F, F ₁ , F ₂ , K, A	日本三菱电机公司	上海工业自动化仪表所 云南国防机电控制工程部 上海起重电器厂
8	C-20, 500	日本立石电机公司	北京中科院计算中心 上海电气自动化所 上海实用机电科研公司
9	EX	日本东芝公司	大连计算机应用技术研究所
10	E, H	日本日立公司	上海国际程序控制公司
11	UT, F30, 50	日本富士公司	广州南洋电器厂
12	TNC-810	香港鹰达有限公司	上海电器技术研究所
13	TDC	美国霍尼韦尔公司	四川仪表公司

表 1-2 国内引进和经销的 PLC 一览表

序 号	型 号	生产公司
1	SR-10, 100, 20/21, SG-8	无锡华光电子工业有限公司
2	ACM-S80, S256	上海香岛机电制造有限公司
3	SLC-100, PLC	厦门 A-B 有限公司
4	MPC-10, 20	北京机械工业自动化所
5	ZHS-PC 01, 02	大连组合机床研究所
6	CF-40MR, SPC-2	上海起重电器厂
7	PLC-SG	北京首钢电子公司
8	NK-40	广州南洋电器厂
9	BCM-PIC	北京椿树电子仪表厂
10	PLC-10	上海电器技术研究所
11	PLC-80	陕西骊山公司
12	TCM-40	上海大华仪表厂
13	KC-1	广西大学
14	PLC-700	上海调节器厂
15	MZB-256	上海自力电子设备厂
16	DTK-S-84	天津自动化仪表总厂
17	TS-300,400	上海工业自动化仪表所

第二节 PLC 的特点和主要功能

一、PLC 的主要特点

(一) 通用性好

PLC 是通过软件来实现控制的，同一台 PLC 可用于不同的控制对象，只需改变软件就可以实现不同的控制要求。另外，PLC 产品已系列化,其结构形式多种多样,按功能不同又有低档、中档、高档之分，可适应各种不同要求的工业控制。同一档次的 PLC，不同机型的功能基本相同，可以互换，PLC 功能模块品种多，可以灵活地组成各种不同大小和不同功能的控制装置。

(二) 可靠性高

工业生产一般对控制设备的可靠性提出了很高的要求,应具有很强的抗干扰能力,能够在恶劣的环境中可靠地工作,年均无故障时间高,故障修复时间短。这是 PLC 控制优于微机控制的一大特点。PLC 控制系统的故障通常有三种:第一种是偶发性故障,即由于外界恶劣环境,如电磁干扰、超高温、超低温、过电压、欠电压等引起的故障,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,系统本应随之恢复正常,但因系统受外界影响后,内部存储的信息被破坏,必须从初始状态重新启动;第二种是由于原器件不可恢复的损坏引起的故障,称为永久性故障;第三种是存储的信息丢失、程序分支错误、条件判别的错误以及运行进入死循环等软件故障。

针对以上故障原因,PLC 分别从硬件和软件两方面采取措施,以提高它的可靠性。其主要措施是:

1. 硬件措施

(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电磁屏蔽,以防外界辐射干扰。

(2) 滤波

对供电系统及 I/O 线路采用多种形式的滤波,如 LC 或 π 形滤波网、以消除高频干扰和削弱各种模块之间的相互影响,除此之外,在软件方面还采用数字滤波。

(3) 电源

对微处理器这个核心部件所需的 +5V 电源,采用先进的电源电路以及多级滤波,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,一律采用光电隔离,做到电浮空,以便有效地隔离输入/输出间电的联系,减少故障和误动作的可能性。

(5) 联锁

所有输出模块都受开门信号控制,而这个信号只有在规定的各种条件都满足的情况下才有效,这样就有效地防止了产生不正常输出的可能性。

(6) 模块式结构

该结构有助于在故障情况下短时修复,因为一旦查出某一模块出现故障,就能迅速更换,使系统恢复正常工作,同时也有助于加快查找故障的速度。

(7) 检测和自诊断电路

该电路与软件配合, 可实现灵活保护与故障显示等功能。

2. 软件措施

(1) 监视跟踪定时器

设置了监视跟踪定时器 WATCHDOG 简称 WDT。可编程序控制器运行时定时对 WDT 刷新。一旦存在问题而导致死循环时, WDT 将溢出而重新启动, 并发出报警信号。

(2) 故障检测

软件定期地检测 CPU 等内部电路及外界环境, 一旦出错, 立即报警, 并进行相应地处理。除此之外, 还设置了对用户程序电路查错报错的程序。

(3) 信息保护和恢复

对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, 继续原来的工作。所以在 PLC 检测到故障条件时, 立即把现状存入存储器, 软件配合对存储器进行封闭, 禁止对存储器进行任何操作, 以防存储信息被冲掉。一旦检测到外界干扰消失, 便恢复到故障发生前的状态, 继续原来的工作。

从硬件、软件两方面所采取的措施来看, 对提高 PLC 的可靠性, 防止发性故障, 诊断永久性故障和软件故障均有重要作用。

(三) 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。如目前大多数 PLC 均采用梯形图编程方式, 既继承了传统控制线路的清晰、直观, 又考虑到大多数工矿企业电气技术人员的读图习惯及微机应用水平, 因此受到电气人员的普遍欢迎。这种面向生产的编程方式, 与目前微机控制生产对象中常用的汇编语言相比, 更容易被操作人员所接受。

从硬件方面来讲, 使用可编程控制器, 无论是接线还是配置都极其方便。

(四) 扩充方便, 组合灵活

按照使外部接线、电平转换尽量少的接口原则、可编程控制器的各种功能, 可以方便地组合成适应不同工业控制需要的不同输入/输出点数及不同输入/输出方式的系统。

(五) 环境适应性好, 抗干扰能力强

PLC 是专为工业控制设计的控制装置, 能够适应工业现场的恶劣环境。

(六) 体积小、重量轻、功耗低

由于 PLC 采用半导体集成电路, 其体积小、重量轻、功耗低。以日本三菱公司可编程序控制 F-40MR 为例, 它具有 24 点输入, 16 点输出继电器, 16 个定时器, 16 个计数器和 192 个中间继电器, 但其尺寸仅为 $225\text{mm} \times 80\text{mm} \times 100\text{mm}$, 重量为 1.5kg, 这是传统的继电器逻辑控制柜无法与之相比的。因此, 它可以方便地应用于各类机床或自动生产线的自动控制现场。

由于 PLC 是专为工业控制而设计的专用计算机, 其结构紧凑、坚固耐用、体积小巧, 并具有较强的环境适应性和较高的抗干扰能力, 因而成为实现机电一体化的理想控制设备。

当然, PLC 也并非尽善尽美, 其主要缺点是:

- (1) 价格较高。一般来说, 比继电器控制和一般的单板机系统高;
- (2) 工作速度较计算机慢, 输出对输入的响应存在滞后现象;
- (3) 对于中、高档 PLC 机的用户来说, 必须具备相当的计算机知识。

二、PLC 的主要功能与应用场合

(一) PLC 的主要功能

1. 条件控制

可编程序控制器设置了与 (AND)、或 (OR)、非 (NOT) 等逻辑指令, 能处理继电器触点的串联、并联、串并联等各种连接。因此, 它可以代替继电器进行开关控制。

2. 定时计数控制

可编程序控制器为用户提供了若干个定时器/计数器, 并设置了定时/计数控制指令。定时器/计数器的定时值/计数值可在运行中被读出或修改, 使用灵活, 操作方便。程序投入运行后 PLC 将根据用户设定的定时值/计数值对某个操作进行定时/计数控制, 以满足生产工艺的要求。

3. 步进控制

PLC 提供了若干个移位寄存器, 可用于步进控制, 即在上道工序完成后, 再进行下一道工序。目前, 有些型号的 PLC, 还专门设置了用于步进控制的步进指令和鼓形控制器操作指令, 编程和使用极为方便。因此, 更容易实现步进控制的要求。

4.D/A、A/D 转换

目前大多数 PC 均具有 D/A、A/D 转换功能, 以实现模拟量的控制和调节。

5. 数据处理

目前有些 PLC 具有数据处理功能, 它具有并行运算指令, 能进行数据并行传送和 BCD 码的加、减、乘、除等运算, 能进行字与、字或、求反、逻辑移位、算术移位、检索数据、比较、数字转换、编码、译码等操作, 还可以对数据存储器进行间接寻址, 有些 PLC 通过接口还可与打印机相连, 打印出程序和有关数据及梯形图。

6. 通讯联网

目前, 有些 PLC 采用了通讯技术, 可以进行远程的 I/O 控制, 多台 PLC 之间可以进行同位链接, PLC 还可以与上位计算机进行链接, 接受计算机的指令, 并将执行结果通知计算机。由一台计算机和若干台 PLC 即可构成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统, 以完成较大规模的复杂控制。PLC 在通讯系统中, 一般采用 RS-232 或 RS-422 接口。

7. 监控

PLC 配置了较强的监控功能。它能记忆某些异常情况, 或在发生异常情况下自动中止运行。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。

(二) 应用场合

1. 开关量逻辑控制

开关量逻辑控制是 PLC 最基本的控制, 利用 PLC 取代常规的继电器逻辑控制和二极管矩阵式顺序控制器已是非常广泛的一种控制。如机床、电梯、起重机、皮带运输机、布袋除尘器等。它既可实现单机控制, 也可用于多机控制。

2. 闭环过程控制

PLC 由于是具有数值运算的能力和模拟信号量的功能, 因此就有可能设计出各种 PID 控制器, 所以 PLC 可以应用于具有连续控制的闭环控制系统。随着 PLC 规模的扩大, PLC 可控制的回路数已从几个增加到几十个甚至几百个, 因此可以用于复杂的闭环控制系统。例如在锅炉的运行控制, 自动焊机控制, 连轧机中的速度和位置控制等都是闭环过程控制的典型应用场合。

3. 数字控制

PLC 能和机械加工中的数字控制 (NC) 及计算机数控 (CNC) 组成一体, 以实现数值控制。随着 PLC 技术的迅速发展, 今后的计算机数控系统变成以 PLC 为主体的控制和管理系统。

4. 机器人控制

机器人是工业生产自动线中不可缺少的重要设备, 已成为未来工业生产自动化的三大支柱之一。由于人工视觉等高科技技术逐渐完善, 各种高性能的机器人也相继问世。现在不少机器人制造公司也选用 PLC 作为机器人的控制器。例如西门子公司制造的机器人就采用了该公司的 16 位可程序 SIMATIC S5-130W 和 RCW1, 系统可对具有 3~6 轴的机器人进行控制, 自动处理各种机械动作。又如美国的 JEEP 公司焊接自动线上使用的 29 个机器人, 每个机器人均由一台 PLC 控制。

5. 多级控制系统

高功能的 PLC 具有较强的通讯联网能力, PLC 与 PLC 与远程的 I/O、PLC 与上位计算机之间均可通讯、从而形成多级控制系统。通常采用多台 PLC 分散控制, 由上位计算机集中管理, 这样的系统又称分布式控制系统, 一般控制形式是:

- 1) 第一层是实时控制, 主要是顺序控制。
- 2) 第二层是协调控制, 协调各种机械动作的配合。
- 3) 第三层是 PLC 程序的输入, 管理数据的采集与调度。
- 4) 第四层是数据处理, 由上位计算机处理各种数据。

第三节 PLC 与微型计算机的关系

一、PLC 的定义

1987 年 2 月, 国际电工委员会 (IEC) 颁布了可程序控制器标准草案第三稿。该草案中对 PLC 的定义是: “可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, 它采用了可程序的存储器, 用来在其内部执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 并通过数字式和模拟式的输入和输出, 控制各种类型机械的生产过程。可程序控制器及其有关外部设备, 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。”

定义强调了可程序控制器应直接应用于工业环境, 它必须具有很强的抗