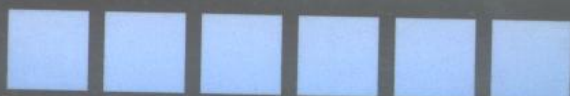


可编程序控制器 应用技术

田瑞庭 主编



机械工业出版社



可编程序控制器应用技术

主编	田瑞庭		
参编	秦建华	王 为	沈道遵
	张崇义	李中年	孙铁汉
	肖放初	关云海	杨宝奎
	陈阜宝	何晓波	聂勤晖
	侯月红	朱耀海	贺逸民
审阅	张兆武	陈士康	邱贤雄



机械工业出版社

(京) 新登字 054 号

本书介绍了可编程序控制器(简称 PC 或 PLC)的基本工作原理和特点,系统地介绍了三菱、欧姆龙、和泉、西门子等公司常用 PC 的特性、系统构成、编程指令和编程方法,比较详细地介绍了 PC 应用设计的各种方法和在工业中一些有特色的应用实例。

本书侧重于 PC 的实际应用技术,实用性强,可作为大专院校工业自动化、电气技术、机电一体化及其它有关专业教材,也可供工程技术人员参考和培训班使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器应用技术/田瑞庭主编. —北京:机械工业出版社, 1994. 7
ISBN 7-111-04077-5

I. 可…

II. 田…

III. 程序控制器-应用-技术

IV. TP31-62

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码 100037)

责任编辑: 贡克勤 版式设计: 冉晓华 责任校对: 贾立萍

封面设计: 方 芬 责任印制: 卢子祥

河北三河市宏达印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

1994年7月第1版 · 1994年7月第1次印刷

787mm×1092mm/16 · 28印张 · 686千字

00 001-13 500册

定价 19.00 元

前 言

可编程序控制器(简称PC或PLC)是以微型计算机为核心的新型工业控制装置。由于它的功能强、可靠性高、使用方便、体积小,故近年来在工业中得到了广泛的应用。现在有越来越多的工程技术人员、大专院校学生都在学习、掌握可编程序控制器技术。正是为了适应这种需要,才编写本书。

本书是从实际应用的角度编写的,共分8章。第一、二章介绍PC的概况和基本工作原理。第三~六章介绍三菱、和泉、欧姆龙、西门子等公司常用PC的特性、系统构成、编程指令和编程方法。第七章介绍PC应用设计的各种方法和在应用中对一些问题的处理方法。第八章介绍一些有特色的应用实例。

本书可作为大专院校工业自动化、机电一体化、电气技术及其它有关专业的教材,也可供工程技术人员参考和培训班使用。

在教学安排上,可讲授第一章、第二章、第三~六章中的一章(根据所选用的机型来定)和第七章。第八章可供进行PC应用设计时参考。

本书由湖北汽车工业学院田瑞庭主编,并编写第一章和第三章(第一~八、十节)。参加编写的有湖北汽车工业学院秦建华(第四、七章和第八章第一、二节),北京内燃机总厂职工内燃机学院王为(第五章),长春汽车工业高等专科学校沈道遵(第六章),武汉工学院李中年(第二章),潍坊柴油机厂职工大学孙铁汉(第三章第九节),第一汽车制造厂关云海(第八章第三节),东风汽车公司张崇义(第八章第十节)、肖放初(第八章第四、九节)、陈阜宝(第八章第六节)、杨宝奎(第八章第十一节)、何晓波(第八章第五节)、聂勤晖(第八章第八节)、侯月红(第八章第七节)、朱耀海、贺逸民(第八章第十二节)。全书由田瑞庭统稿,秦建华、张崇义和王为也参加了部分统稿工作。

本书由东风汽车公司张兆武(高级工程师)、陈士康(高级工程师)和邱贤雄(高级工程师)审阅,提出了许多宝贵意见。在本书编写过程中,得到中国汽车工业总公司教培司、中国汽车工程学会技术教育分会职工大学委员会和湖北汽车工业学院等单位有关领导的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

因编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者

1993年8月

目 录

前 言		习题	213
第一章 可编程序控制器概述	1	第五章 欧姆龙可编程序控制器	215
第一节 可编程序控制器的由来	1	第一节 概述	215
第二节 可编程序控制器的国内外状况	1	第二节 C200H PC 的系统构成与特性	216
第三节 可编程序控制器的分类	3	第三节 特殊功能单元	220
第四节 可编程序控制器的特点与应用领域	3	第四节 I/O 分配和数据区	224
第五节 可编程序控制器的发展趋势	4	第五节 编程指令	228
习题	7	第六节 编程器及其使用	254
第二章 可编程序控制器的组成与工作方式	8	第七节 MiNi-H 型 PC	259
第一节 PC 的组成	8	习题	261
第二节 PC 程序的表达方式	10	第六章 西门子可编程序控制器	262
第三节 PC 的工作方式	12	第一节 概述	262
习题	15	第二节 S5-115U PC 的系统构成与特性	264
第三章 三菱可编程序控制器	16	第三节 编程语言	271
第一节 概述	16	第四节 程序结构	276
第二节 FX2 系列 PC 的系统构成与特性	17	第五节 编程器及其使用	278
第三节 FX2 系列 PC 编程元件及其编号	24	习题	280
第四节 FX2 的基本指令	37	第七章 可编程序控制器应用设计方法	286
第五节 FX2 的步进指令	47	第一节 PC 应用的设计步骤	286
第六节 FX2 的应用指令	56	第二节 PC 的选型与硬件配置	287
第七节 FX2 的特殊功能模块	112	第三节 基本控制环节的编程	288
第八节 FX0 可编程序控制器	114	第四节 PC 应用程序的设计方法	298
第九节 F1 可编程序控制器	120	第五节 设备故障的检测与显示	325
第十节 FX-20P-E 编程器及其使用	132	第六节 节省输入输出点的方法	327
习题	147	第七节 使用 PC 时应注意的问题	334
第四章 和泉可编程序控制器	150	习题	335
第一节 概述	150	第八章 可编程序控制器在工业中的应用	339
第二节 FA-2J 型 PC 的系统构成与特性	152	第一节 PC 在转台式组合机床控制中的应用	339
第三节 FA-2J 的编程元件及其编号	161	第二节 PC 在四工位组合机床控制中的应用	343
第四节 FA-2J 型 PC 的编程指令	163	第三节 PC 在曲轴加工自动线中的应用	348
第五节 编程器及其使用	201		

第四节	PC 在曲轴去重机中的应用	361
第五节	PC 在磨床数控系统中的应用	366
第六节	PC 在曲轴动平衡测量校正系统 中的应用	372
第七节	PC 在炉温控制系统中的应用	377
第八节	PC 在车箱板定尺剪切系统中的 应用	379
第九节	PC 在缸盖加工自动线故障检测 及显示中的应用	387
第十节	PC 在推式输送机控制 中的应用	391

第十一节	PC 在电镀线控制及联网中的 应用	418
第十二节	PC 在动能与生产过程监测 系统中的应用	426

附录

附录 A	FX2 基本指令、步进指令	428
附录 B	FX2 应用指令	429
附录 C	FX0、FX2 特殊元件	432
附录 D	C200H 编程指令	434
附录 E	STEP5 操作指令	435

参考文献		440
------	-------	-----

第一章 可编程序控制器概述

第一节 可编程序控制器的由来

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC, 它是以计算机技术为基础的新型工业控制装置。

在可编程序控制器出现以前, 继电器控制得到广泛应用, 在工业控制领域中曾占主导地位。但是继电器控制系统有明显的缺点: 体积大, 可靠性低, 查找故障困难, 特别是由于它是靠硬连线逻辑构成系统, 所以接线复杂, 对生产工艺变化的适应性差。

60 年代末, 美国最大的汽车制造商通用汽车公司 (GM), 为了适应汽车型号不断更新的需要, 想寻找一种方法, 尽可能减少重新设计继电器控制系统和接线的工作量, 降低成本, 缩短周期, 于是设想把计算机功能完备、灵活性、通用性好等优点和继电器控制系统简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来, 制造一种新型的工业控制装置。为此, 1968 年美国通用汽车公司公开招标。1969 年美国数字设备公司 (DEC) 根据招标的要求, 研制出世界上第一台可编程序控制器, 并在 GM 公司汽车生产线上首次应用成功。当时人们把它称为可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC, 只是用它来取代继电器控制, 仅具备逻辑控制、定时、计数等功能。

随着微电子技术和计算机技术的发展, 70 年代中期出现了微处理器和微型计算机, 微机技术被用到 PLC 中, 使得 PLC 不仅具有逻辑控制的功能, 而且还增加了运算、数据传送和处理等功能, 成为具有计算机功能的工业控制装置。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 (Programmable Controller), 简称 PC。

国际电工委员会 (IEC) 于 1982 年 11 月和 1985 年 1 月颁布了可编程序控制器标准第一稿和第二稿, 对可编程序控制器作了如下的定义: “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命令, 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, 都应按易于与工业控制系统联成一个整体, 易于扩充功能的原则而设计”。综上所述, 可编程序控制器是在硬接线逻辑控制技术和计算机技术的基础上发展起来的。

可编程序控制器, 简称 PC, 但需注意不要与个人计算机 (Personal Computer) 的简称 PC 相混淆, 有时为了区别两者, 将可编程序控制器简称为 PLC (虽然是早期的名称)。PC 和 PLC 这两个简称现在都在使用, 本书使用 PC。

第二节 可编程序控制器的国内外状况

自从 1969 年美国研制出世界上第一台 PC 以后, 日本、原联邦德国、法国等国相继研制

了各自的 PC, 受到工业界的重视。70 年代中期, 可编程序控制器进入了实用化发展阶段。在 PC 中全面引入微计算机技术, 使 PC 产生了飞跃, 功能日趋完善。在逻辑运算功能的基础上, 增加了数值运算、PID 调节等功能, 提高了运算速度。PC 的小型化、价格低、高可靠性, 奠定了它在现代工业中的位置。70 年代末和 80 年代初, 可编程序控制器进入了成熟阶段, 向大规模、高速度、高性能方向发展, 形成多种系列化产品, 编程语言也发展成熟。这时 PC 已在工业控制领域中占主导地位。1982 年美国 Frost & Sullzian 商业情报公司对美国石油化工、冶金、机械等行业 400 多家企业调查了各种工业自控设备使用情况, 结果如表 1-1 所示。从此表可以看出, PC 在工业企业中应用已相当普及, 在各种自动化设备中占首位。

表 1-1 各种工业自控设备使用情况

工厂自动化设备	名次	所占比例 (%)
可编程序控制器	1	82
过程控制 (自动化仪表)	2	79
计算机控制	3	43
专用控制器	4	36
数据采集系统	5	27
能源管理系统	6	24
材料自动处理系统	7	23
分散控制系统	8	22
自动检查、自动测试	9	18
数控 (DNC 和 CNC)	10	15

美国 PC 发展得最快, 1984 年有 48 家 PC 制造厂, 生产各类 PC 150 多种, 年销售额 6 亿美元。1987 年有 63 家, 生产 243 种, 销售量 38.3 万台, 销售额超过 10 亿美元。美国生产 PC 的著名厂家有 A-B (Allen-Bradly) 公司、GE (General Electric) 公司等。

日本自 1971 年开始研制 PC, 十几年来发展十分迅速。1984 年 PC 的生产厂家有 30 多个, 产品 60 多种。日本主要发展中小型 PC, 日本的小型 PC 产品性能先进、结构紧凑、价格便宜, 因而在世界市场上占有重要地位。其中著名的厂家有三菱电机 (Mitsubishi Electric)、欧姆龙 (OMRON) 等公司。

西欧德、英、法等国 PC 发展也很快。著名的公司有德国的 AEG、西门子 (Siemens) 和法国的 TE (Telemecanique) 公司。

国外主要 PC 生产厂家的常见 PC 见表 1-2。

我国在 70 年代末和 80 年代初开始引进 PC, 当时随成套设备、专用设备引进不少国外 PC。如在宝钢工程中, 引进了十几种机型近 200 台 PC。此后, 在传统设备改造和新设备设计中应用 PC 逐年增多。到 80 年代中期, PC 已广泛应用于冶金、化工、机械等工业部门。在汽车行业中, 用 PC 改造设备取得了良好的效果。

在应用国外 PC 的同时, 我国不少科研单位和工厂也在研制和生产 PC。如辽宁无线电二厂引进德国西门子技术, 生产 S5-101U、S5-115U 系列 PC; 由无锡电器和日本光洋合资的华光电子公司生产的 SR-20、SU-516、SG-8 等型号 PC; 中美合资的厦门 A-B 公司生产的 PLC-

2、PLC-5 等系列 PC；上海香岛机电公司引进国外技术，自行设计，生产的 ACMY-S80PC 等。

目前 PC 已成为工业控制的标准设备，是自动化的三大技术支柱（PC 技术、机器人、CAD/CAM）之一，它将在我国获得广泛应用。应当指出的是，PC 在机械行业的应用占有重要的位置。根据国外有关资料知，用于机械行业的 PC 销售额占 60%。PC 是老设备改造和生产新一代机电一体化产品的重要手段。

第三节 可编程序控制器的分类

PC 一般可按 I/O 点数和结构形式来分类。

一、按 I/O 点数分类

按 I/O 总点数可分为小型、中型和大型。小于 512 点为小型 PC（其中小于 64 点为超小型或微型 PC）。512~2048 点为中型 PC。2048 点以上为大型 PC（超过 8192 点为超大型 PC）。这个分类界限不是固定不变的，它会随 PC 的发展而改变。

二、按结构形式分类

按结构形式可分整体式和模块式。

1. 整体式 PC

整体式又称单元式或箱体式。整体式 PC 是将电源、CPU、I/O 部件都集中装在一个机箱内。其结构紧凑、体积小、价格低。一般小型 PC 采用这种结构。整体式 PC 由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 和电源。扩展单元内只有 I/O 和电源。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PC 一般配备有特殊功能单元，如模拟量单元、位置控制单元等，使 PC 的功能得以扩展。

2. 模块式 PC

模块式结构是将 PC 各部分分成若干个单独的模块，如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块（有的包含在 CPU 模块中）和各种功能模块。模块式 PC 由框架和各种模块组成。模块插在插座上。有的 PC 没有框架，各种模块安装在底板上。模块式结构其配置灵活，装配方便，便于扩展和维修。一般大、中型 PC 采用模块式结构，有的小型 PC 也采用这种结构。

有的 PC 将整体式和模块式结合起来，称为叠装式 PC。它除基本单元和扩展单元外，还有扩展模块和特殊功能模块，配置比较灵活。

第四节 可编程序控制器的特点与应用领域

一、PC 的特点

1. 可靠性高

由于采取了一系列的保证 PC 高可靠性的措施，PC 的平均无故障时间一般可达 3~5 万 h。PC 环境适应性强，它能在工业环境下可靠地工作。PC 的高可靠性已受到用户普遍认可。这是 PC 得到广泛应用的重要原因之一。

保证 PC 高可靠性的主要措施有：良好的综合设计（综合考虑整体的可靠性）；选用优质元器件；采用隔离、滤波、屏蔽等抗干扰技术；采用先进的电源技术；采用实时监控技术和故障诊断技术；采用冗余技术；良好的制造工艺。

2. 编程简单

PC 最常用的编程语言是梯形图语言。梯形图与继电器原理图相类似, 这种编程语言形象直观, 容易掌握, 不需要专门的计算机知识, 便于广大现场工程技术人员掌握。当生产流程需要改变时, 可以现场改变程序, 使用方便、灵活。在大型 PC 中还有 BASIC 等高级编程语言, 以便满足各种不同控制对象和不同使用人员的需要。

应当指出, 为了更灵活地使用 PC, 充分发挥 PC 的功能 (尤其是大中型 PC), PC 的应用软件设计人员需要较深入地掌握计算机知识。

3. 通用性强

各个 PC 的生产厂家都有各种系列化产品、各种模块供用户选择。用户可以根据控制对象的规模和控制要求, 选择合适的 PC 产品, 组成所需要的控制系统。在作应用设计时, 一般不需要用户制作任何附加装置, 从而使设计工作简化。

4. 体积小、结构紧凑, 安装、维护方便

PC 体积小, 重量轻, 便于安装。PC 具有自诊断、故障报警、故障种类显示功能, 便于操作和维修人员检查, 可以通过更换模块插件, 迅速排除故障。PC 的结构紧凑, 它与被控制对象的硬件连接方式简单, 接线少, 便于维护。

二、PC 的应用领域

PC 已广泛应用于国内外的冶金、化工、机械、汽车、轻工等行业。如按应用类型来划分, PC 的应用大致分为如下几个领域。

1. 开关量逻辑控制

PC 最基本的功能是逻辑运算、定时、计数等, 用来进行逻辑控制, 可以取代传统的继电器控制。很多机床控制、生产自动线控制都属于这一类。这是 PC 最基本的应用。

2. 闭环过程控制

大中型 PC 都有多路的模拟量输入输出和 PID 控制, 甚至有的小型 PC 也带有模拟量输入输出。这样, PC 可以作模拟量控制, 用于过程控制。

3. 位置控制

较高档次的 PC 都有位置控制模块, 用于控制步进电机或伺服电机, 实现对各种机械的运动控制 (位置控制)。

4. 监控系统

用 PC 可以构成监控系统, 进行数据采集和处理, 监控生产过程。

5. 分布控制系统

近几年, 随着计算机控制技术的发展, 国外正兴起工厂自动化 (FA) 网络系统。较高档次的 PC 都有联网功能, 通过联网可以将 PC 与 PC、PC 与上位机 (Host Computer) 联接起来, 构成多级分布式控制系统。

第五节 可编程序控制器的发展趋势

一、向高速度、大存储容量方向发展

为提高处理能力, 要求 PC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前大中型 PC 的扫描速度可达 0.2ms/K 步左右。例如, A-B 公司的 PLC 5/40 为 0.5ms/K 步, GE 公司的 90 系

列 331、771 等为 0.4ms/K 步, TE 公司的 TSX 87-40、TSX 107-40 为 0.32ms/K, 欧姆龙公司的 C1000H、C2000H 为 0.4ms/K 步, 三菱公司的 A3N、A3H 为 0.2ms/K 步, A3A 高达 0.15ms/K 步, 此公司的小型机 FX2 为 0.74ms/K 步, 与大型 PC 接近。各大公司都把 PC 的扫描速度作为一个很重要的竞争指标。

在存储容量方面, 目前大型 PC 是几百 K 字节, 最高可达几兆字节。例如, A-B 公司 PLC-3 的程序存储容量为 2M 字节, PLC-5/250 为 384K 字节, 西门子公司的 S5-155U 为 2M 字节。

二、向多品种方向发展

目前中小型 PC 比较普遍, 为适应市场的多种需要, 今后 PC 要向多品种方向发展, 特别是向超大型和超小型两个方向发展。目前开关量输入输出点数达到 8192 的大型 PC 已比较多。为适应大规模控制系统的需要, 输入输出点数还在增加。例如, Modicon 公司的 984-780、984-785 的最大开关量输入输出点数为 16384, 西门子公司的 S5-155U 为 10k, Reliance Electric 公司的 DCS-5000 为 12K。考虑到分散控制的思想, 这种扩大将受到一定的限制。为提高系统的可靠性, 在大型 PC 中, 有的采用多微处理器和冗余技术。

目前小型 PC 应用很普遍, 超小型 PC 的需要日趋增多。据报导, 美国机床行业采用超小型 PC 几乎占 PC 市场的 1/4。国外许多 PC 制造商开发各种超小型 PC, 以适应市场的需要, 例如, 西门子公司的 S5-90U (输入输出为 14 点), 欧姆龙公司的 MINI SP10, 三菱公司的 FX0-14 (14 点), 美国 Keyence 公司的 KX-10 (10 点, 尺寸为 70mm×90mm×43mm), Applied Tech. System 公司的 AP 41 (仅有 9 点)。这些 PC 可以称为微型 PC。超小型、微型 PC 在机电一体化产品中会大有用武之地。

三、编程语言多样化

在 PC 系统结构不断发展的同时, 编程软件也在不断发展。编程语言是朝着多种编程语言方向发展。尽管大多数 PC 是用继电器梯形图语言 (RLL), 但是新的编程语言还是不断出现。现在有部分 PC 采用高级语言 (如 BASIC, C 语言等), 例如, Teletrol 系统公司的 286 集成系统就是用 C 语言, 使个人计算机软件得以溶入 PC 中。该公司称 286 集成系统是不用 RLL 的 PC。

功能表图 (Function Chart) 是一种便于描述顺序控制系统过程的语言。法国 TE 公司的 Grafect 和德国西门子公司的 Graph 5 都属于这一种。这种编程语言也逐渐被其它公司采用。在实际应用中如下三种语言占主导地位: 一种是标准的继电器梯形图语言; 另一种是顺序功能图语言; 再一种是模仿工艺流程的功能块语言。每种语言都是适合一定的应用范围。人们不是要取消哪一种语言, 而是要增加更多的面向过程的编程语言。

四、发展智能模块

智能模块是以微处理器为基础的功能部件。它可以与 PC 的主 CPU 并行工作, 占用主 CPU 的时间很少, 有利于提高 PC 的扫描速度。发展智能模块可以提高 PC 的处理信息能力和控制功能。

五、加强联网和通信的能力

加强 PC 联网与通信的能力, 是现代 PC 技术进步的潮流。PC 的联网和通信可分为两类: 一类是 PC 之间的联网通信, 各 PC 制造厂都有自己的专有联网手段; 另一类是 PC 与计算机之间的联网通信, 一般 PC 都有通信模块用于与计算机通信。在网络中要有通用的通信标准, 否则在一个网络中不能连接许多家厂商的产品。美国通用汽车公司在 1983 年提出的 MAP

(Manufacturing Automation Protocol) 是众多通信标准中发展最快的一个。MAP 的主要特点是提供以开放性为基础的局部网络 (LAN), 使来自许多厂商的设备可以通过相同的通信协议而相互连接。由于 MAP 的出现, 推动了通信标准化工作的进程。当前一些 PC 制造厂家已采取措施使其产品与 MAP 兼容。事实上标准通信网络 (如 MAP) 也存在一些问题, 它涉及面广, 开发费用高, 一时很难完善。此外, 标准网络响应速度慢, 很难满足实时控制的要求。除了标准网络外, 许多 PC 制造厂都有专用网络。专用网络使用方便, 但通用性差。标准网络和专用网络在一段较长的时间内会并存, 过渡时期的办法是采取兼容措施。PC 的联网与通信是许多 PC 制造商十分关注的问题, 有许多问题尚待开发。

表 1-2 常见 PC 性能一览表

公 司	型 号	最大 开关量 I/O	最大 模拟量 I/O	扫描 速度 (ms/K 步)	程序存 储容量 (字节)	数据存 储容量 (字节)	高级 语言	运动 控制	PID 功能
A-B	SLC-500	72	4	8	1K	4K		•	
	PLC-2/02	128	128	12.5	2K	2K	•	•	•
	PLC-3	8192	4096	2.5	2M	2M	•	•	•
	PLC-5/10	512	256	2	6K	6K	•	•	•
	PLC-5/40	2048	2048	0.5	48K	48K	•	•	•
	PLC-5/250	4096	4096	1	384K	384K	•	•	•
GE FANUC 通用电气	GE ONE/E	112	24	12	1.7K		•		
	GE-90 20/211	28		18	1K	256			
	GE-90 30/311	80	96	18	3K	512			•
	GE-90 30/331	512	192	0.4	8K	2K	•		•
	GE-90 70/771	2048	1024	0.4	256K	16K	•	•	•
	GE-90 70/781	12K	4K	0.4	256K	16K	•	•	•
MITSUBISHI 三菱	F1	120		12	1K	128		•	
	FX2	256		0.74	8K	3308		•	
	A1S	256		1	8K			•	
	A2C	512		1.25	8K			•	
	A3M	2048		0.2	30K		•	•	•
	A3A	2048		0.15	60K			•	•
MODICON	Micro 984	112	12	5	6K	2K	•		
	984-130	256	64	5	4K	2K	•	•	•
	984-380	256	64	5	6K	2K	•	•	•
	984-480	1024	448	5	8K	2K	•	•	•
	984-680	1024	1920	3	16K	4K	•	•	•
	984B	16384	4096	0.75	64K	12K	•	•	•
OMRON 欧姆龙	C20H	140	36	0.75	2.8K	2K		•	•
	C40H	160	36	0.75	2.8K	2K		•	•
	C200H	384	40	0.75	6.9K	2K		•	•
	C500	512	64	5	6.6K	512		•	•
	C1000H	1024	64	0.4	32K	4K		•	•
	C2000H	2048	64	0.4	32K	66K		•	•

(续)

公 司	型 号	最大 开关量 I/O	最大 模拟量 I/O	扫描 速度 (ms/K 步)	程序存 储容量 (字节)	数据存 储容量 (字节)	高级 语言	运动 控制	PID 功能
SIEMENS 西门子	S5-90U	168		2		4K	•		
	S5-95U	32	9	2		8K	•		
	S5-100U	256	32	1.6	20K	20K	•		•
	S5-115U	2048	128	18	42K	42K	•	•	•
	S5-135U	2048	192	1.1	64K	64K	•	•	•
	S5-155U	10000	384	1.4	2M	2M	•	•	•
TE (TELEMECANIQUE)	TSX 47-30	512	32	0.4	56K		•	•	•
	TSX 47-40	1024	32	0.5	112K		•	•	•
	TSX 67-40	2048	128	0.5	224K		•	•	•
	TSX 87-40	2048	256	0.32	352K		•	•	•
	TSX 107-40	2048	256	0.32	352K		•	•	•
TI 德州仪器	TI510	40		16.7	256				
	TI330	168	24	8	3.7K		•		
	TI435	640	40	0.49			•		
	565	8192	8192	2.2	384K		•	•	•
WESTINGHOUSE 西屋	PC-1100	128	16	7	3.5K	1796			•
	PC-503	256	32	2	10K	2K	•		•
	PC-700	512	64	7	8K	1796			•
	HPPC-1700	8192	512	1	224K	32K			•

注：“•”表示具有相应功能。

习 题

- 1-1 PC 如何分类，模块式和整体式各有什么特点？
- 1-2 PC 有哪些主要特点？
- 1-3 PC 为什么会有很高的可靠性？
- 1-4 PC 可以应用在哪些领域？
- 1-5 PC 的发展趋势如何？

第二章 可编程序控制器的组成与工作方式

各种 PC 的具体结构虽然多种多样,但其组成的一般原理基本相同,都是以微处理器为核心的电子电气系统。PC 各种功能的实现,不仅基于其硬件的作用,而且要靠其软件的支持。因此,实际上 PC 就是一种工业控制计算机,其系统组成、工作原理、操作使用原理都与计算机相同;它的编程语言,开始是工程技术人员所习惯和易于接受的形式,随着时间的推移,又出现了类似于计算机的高级编程语言的形式。PC 作为继电器控制系统的替代物出现,但它又与继电器控制逻辑的工作原理有很大区别。

第一节 PC 的组成

PC 主要由中央处理单元 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、输入/输出部件 (I/O 单元)、电源和编程器几大部分组成,其结构框图如图 2-1 所示。

一、中央处理单元 (CPU)

PC 中所采用的 CPU 随机型不同而有所不同,通常有三种:通用微处理器 (如 8086, 80286, 80386 等),单片机芯片 (如 8031, 8096 等),位片式微处理器 (如 AMD-2900 等)。PC 的档次越高, CPU 的位数也越多,运算速度也越快,其指令功能也越强。

二、存储器

PC 的内部存储器 (简称内存) 用来储存系统管理程序和用户程序。内存有两种:一种为可进行读/写操作的随机存储器 RAM, 另一种为只读存储器 ROM、PROM、EPROM、E²PROM。PC 的 RAM 用以存储用户程序,生成诸如用户数据存储区、计时器、计数器、输入/输出继电器以及各种辅助继电器的用户使用环境。存于 RAM 中的用户程序可随意进行更改。RAM 通常是 CMOS 型的,耗电极微。用锂电池后备,或用大电容后备,掉电时,不会丢失存储的各种信息。各种只读存储器用以固化系统管理程序和用户程序。用户程序固定不变后,即可固化,固化后不至于因偶然操作失误而破坏程序。

三、输入/输出单元 (I/O 单元)

输入输出信号分为开关量、模拟量和数字量。为简单起见,这里以开关量为例来讲述。

I/O 单元是 PC 与被控制对象间传递输入/输出信息的接口部件。因此,为了防止各种干扰和高电压窜入 PC 内部而影响 PC 工作的可靠性, I/O 单元首先应具有电隔离作用和滤波作用。PC 的各种输入器件 (如各种开关、按钮和热电偶等), PC 的各种输出控制器件 (如电磁阀、接触器和继电器等) 有交流型和直流型,有高电压型和低电压型,有电压型和电流型。为

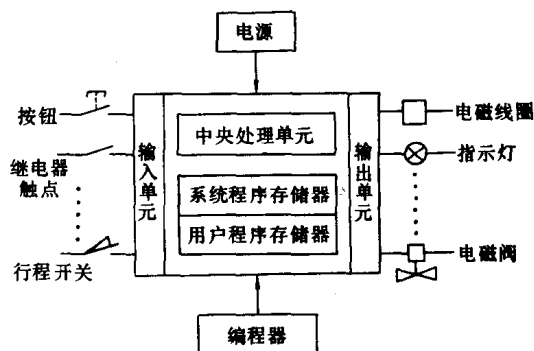


图 2-1 PC 的结构框图

了保证 PC 能正常工作, I/O 单元必须把外部的电压和电流信号变换成 PC 能接受和识别的低电压信号, 以及把 PC 输出的低电压信号变换成被控制器件能接受或所要求的电压、电流信号, 因此 I/O 单元还应具有电压、电流的变换作用。

1. 输入接口电路 (输入单元)

通常 PC 输入有三种类型: 一种是直流 12~24V 输入, 另一种是交流 100~120V 或 200~240V 输入, 第三种是交直流 (AC/DC) 12~24V 输入。输入开关可以是无源触点或传感器的集电极开路晶体管。各种 PC 的输入电路大致相同, 图 2-2 给出了一种 PC 的输入电路。外部输入开关是通过输入端子 (例如, X0、X1…) 与 PC 相连接。

输入电路的一次电路与二次电路间用光耦合器隔离, 在电路设有 RC 滤波器, 以消除输入触点的抖动和沿输入线引入的外部噪声的干扰。因此, 外部输入从 ON→OFF 或从 OFF→ON 变化时, PC 内部有约 10ms 的响应迟后。当输入开关闭合时, 一次电路中流过电流, 输入指示灯亮, 光耦合器的发光二极管发光, 而三极管从截止状态变为饱和导通状态, PC 的输入数据产生了 0 和 1 的状态改变。

2. 输出接口电路 (输出单元)

通常, PC 输出有三种形式: 一种是继电器输出型, CPU 输出时接通或断开继电器的线圈, 继电器的触点闭合或断开, 通过继电器触点控制外电路的通断; 另一种是晶体管输出型, 通过光耦合使开关晶体管截止或饱和导通以控制外电路; 第三种是双向晶闸管输出型, 采用的是光触发型双向晶闸管。在这三种输出中, 以继电器输出型响应最慢。

各种型号 PC 的输出电路也大致相同, 图 2-3 给出一种 PC 的输出电路。外部负载 (如接触器、电磁阀等) 通过输出端子 (例如, Y1、Y2、…) 与 PC 相连。

每种输出电路都有隔离措施。继电器输出型是利用继电器的触点和线圈将 PC 的内部电路与外部负载电路进行电气隔离。晶体管输出型是在 PC 的内部电路与输出晶体管之间用光耦合器进行隔离。双向晶闸管输出型是在 PC 内部电路与双向晶闸管之间采用光触发晶闸管进行隔离。

输出电路的负载电源由外部提供。输出电流一般为 0.5~2A。输出电流的额定值与负载性质有关。例如 FX2 继电器输出的负载能力, 电源电压在 250V AC 以下时, 对电阻负载, 为 2A/点, 对感性负载, 为 80V·A, 对灯负载, 为 100W。

PC 的生产厂家提供有多种电压等级、多种用途的 I/O 单元。从数据类型上分有开关量、模拟量和数字量; 从速度上分有低速型和高速型; 从距离上分有本地 I/O 和远程 I/O。远程 I/O

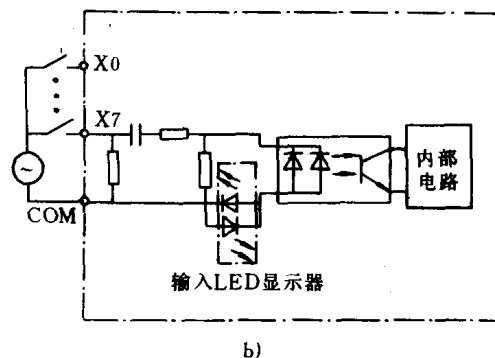
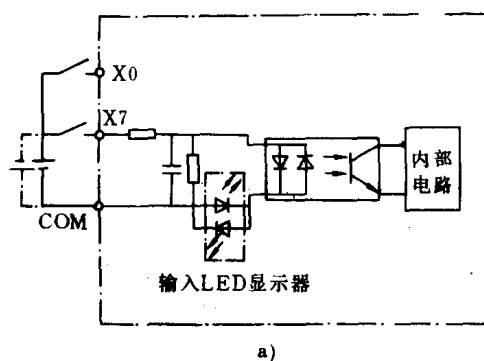


图 2-2 输入电路

a) 直流输入电路 b) 交流输入电路

O 单元通过光缆和电缆与 CPU 连接, 可以放在距 CPU 数百米的地点。用户可根据不同的使用场合选用不同的 I/O 单元。

四、电源

PC 的工作电源一般为单相交流电源, 电源电压必须与额定电压相符 (通常为 220V), 也有用直流 24V 供电的。PC 对电源的稳定度要求不高, 一般允许电源电压额定值在 $\pm 15\%$ 的范围内波动。PC 都包括一个稳压电源用于对 CPU 和 I/O 单元供电。有的 PC, 其电源与 CPU 合为一体。有的 PC 特别是中大型 PC, 备有专用电源模块。有些 PC, 电源部分还提供有 24V DC 稳压输出, 用于对外部传感器供电。

五、编程器

编程器是 PC 很重要的附件, 它主要由键盘、显示器、工作方式选择开关和外存储器接插口等部件组成。编程器分简易型和智能型两类。小型 PC 常用简易编程器, 大、中型 PC 多用智能 CRT 编程器。编程器的作用是编制用户程序, 将程序送入存储器。利用编程器检查、修改用户程序和在线监视 PC 的工作状况。除上述简易型和智能型这两种编程器外, 还可采用通用计算机作为编程器。现在有些公司在个人计算机上添加适当的硬件接口和软件包, 即可使这些微机作为编程器用。利用这种微机作为编程器, 可以直接编制梯形图, 监控功能也比较强, 并且对于已经拥有微型计算机的用户, 可省去一台编程器, 节省开支。

编程器的功能随着 PC 功能的不断增强也在不断强化, 它已不是一个单一的程序输入装置, 而兼有许多功用。编程器通常具有两种编程方式。

1. 在线 (联机) 编程方式

编程器与 PC 上的专用插座直接相连, 程序可直接写入到 PC 的用户程序存储器中, 也可先将程序存放在编程器内, 然后再转入 PC 的存储器中。这种编程方式不但调试程序方便, 而且还可监视 PC 内部工作状态。

2. 离线 (脱机) 编程方式

编程器与 PC 脱开, 待程序编写完后才与 PC 相连。离线编程方式不影响 PC 的现行工作。

第二节 PC 程序的表达方式

同其它电脑装置一样, PC 的操作是依其程序要求进行的, 而程序是用程序语言表达的, 并且表达方式多种多样, 不同的 PC 生产厂家, 不同的机种, 采用的表达方式也不相同, 但基本

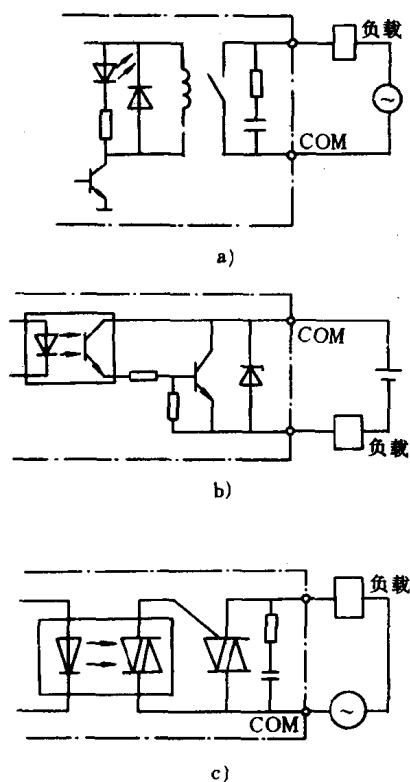


图 2-3 输出电路

a) 继电器输出 b) 晶体管输出 c) 晶闸管输出

上可归纳为字符表达方式（即用文字符号来表达程序：如语句表程序表达方式）和图符表达方式（即用图形符号来表达程序，如梯形图程序表达方式）这两大类。也有将这两种方式结合起来表示 PC 的程序。

PC 的主要使用者是工厂里广大电气技术人员，为了满足他们的传统习惯和适应能力，通常采用具有自身特色的编程语言（方式），下面分别介绍几种常见的 PC 编程语言。

一、梯形图

继电器触点梯形图编程语言与电气控制原理图相似，它形象、直观、实用，为广大电气技术人员所熟知。这种编程语言继承了传统继电器控制逻辑中使用的框架结构，逻辑运算方式和输入输出形式，使得程序直观易读。当今世界各国的 PC 制造厂家所生产的 PC 大都采用梯形图语言编程。这种梯形图语言编程方式如图 2-4 所示。

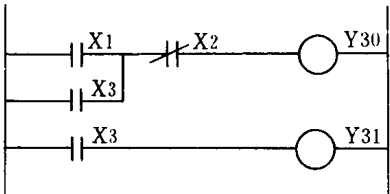


图 2-4 梯形图编程方式

二、语句表

这种编程语言（方式）是一种与汇编语言类似的助记符编程方式。由于不同型式 PC 的标识符和参数表示方法不一，所以无千篇一律的格式。下列六行指令是以三菱 F 系列小型 PC 编程语言对上例的编程。

步序	指令符号	元件号
1	LD	X1
2	PR	X3
3	AN1	X2
4	OUT	Y30
5	LD	X3
6	OUT	Y31

三、逻辑符号图

采用逻辑符号图表示控制逻辑时，首先要定义某些逻辑符号的功能和变量函数，它类似于“与”、“或”、“非”逻辑电路结构的编程方式。一般来说，用这三种逻辑能够表达所有的控制逻辑。这是国际电工委员会（IEC）颁布的 PC 编程语言之一。图 2-5 就是用这种语言（方式）对上例控制逻辑的编程。

四、高级编程语言

随着软件技术的发展，近年来推出的 PC，尤其是大型 PC，已开始用高级语言进行编程。许多 PC 采用类似 PASCAL 语言的专用语言，系统软件具有这种专用语言编程的自动编译程序。采用高级语言编程后，用户可以像使用普通微型计算机一样操作 PC。除了完成逻辑控制功能外，还可以进行 PID 调节、数据采集和处理以及与计算机通信等。

上述几种编程语言（方式），最常用的是梯形图

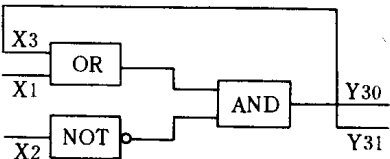


图 2-5 逻辑符号图编程方式