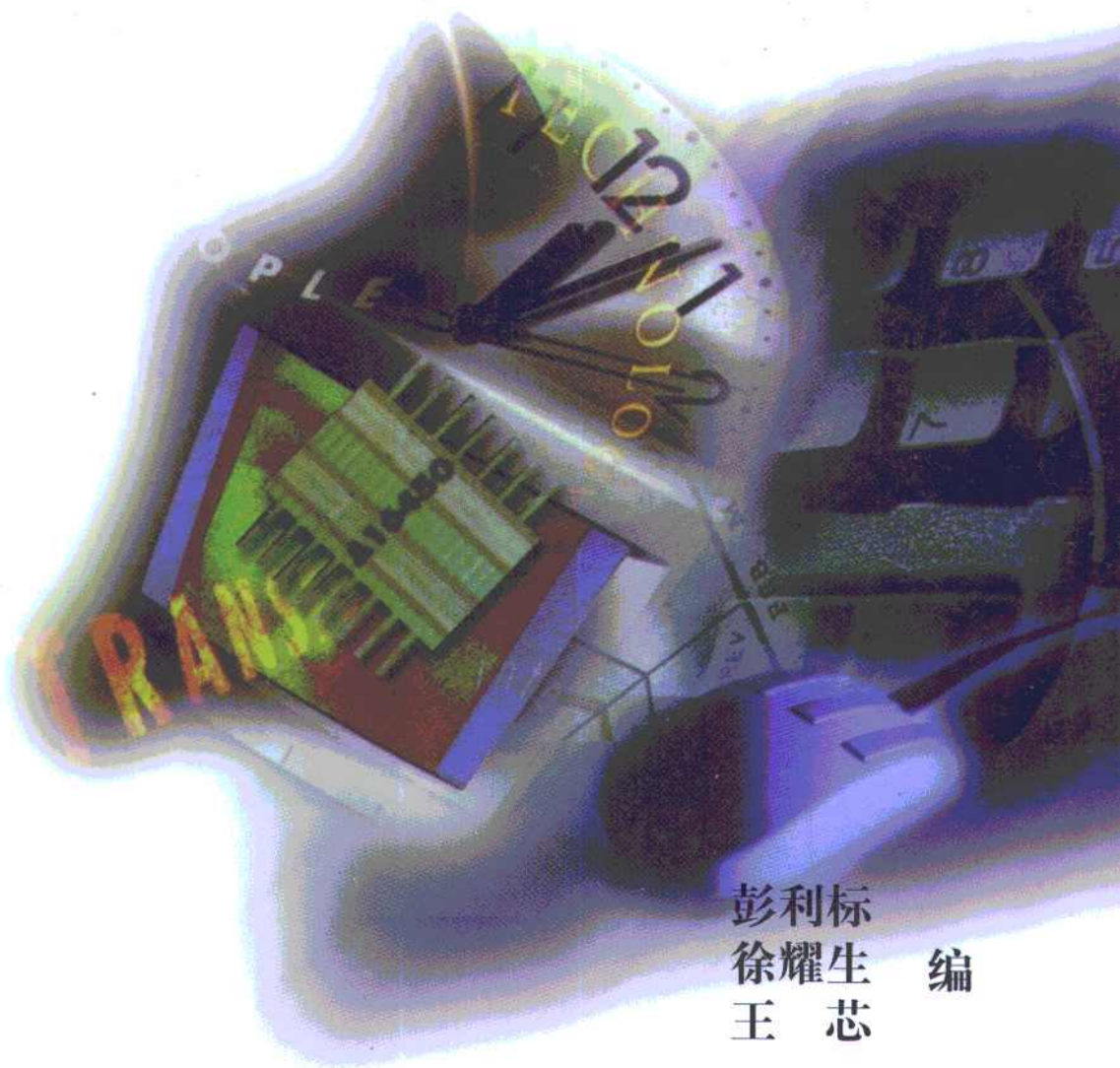




中等专业学校
电子信息类 规划教材



彭利标 编
徐耀生
王 芯

可编程控制器 原理及应用

西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

中等专业学校
电子信息类 规划教材

TM571.6
P43

可编程控制器原理及应用

彭利标 徐耀生 王 蕊 编



A0933931

西安电子科技大学出版社

2000

内 容 简 介

本书从实用角度出发,介绍了可编程控制器的基本概况、OMRON PC 机及指令系统、典型程序的设计、三菱 PC 机及指令系统、应用程序实例、PC 机的安装及日常维护、系统联网等内容。

本书是原电子工业部中等专业学校“九五”规划教材,可作为职工大学、中等专业学校、技术学校和职业教育学校的专业课教材,也可作为工矿企业中的工程技术人员在设备改造中的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用/彭利标等编.

—西安:西安电子科技大学出版社,1999.8

中等专业学校电子信息类规划教材

ISBN 7-5606-0760-8

I. 可… II. 彭… III. 可编程控制器-专业学校-教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 27600 号

责任编辑 夏大平

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828 邮编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安长青印刷厂

版 次 1999 年 8 月第 1 版 2000 年 4 月第 2 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14.125

字 数 330 千字

印 数 4 001~10 000 册

定 价 14.50 元

ISBN 7-5606-0760-8/TP·0387

* * * 如有印制问题可调换 * * *

前 言

可编程控制器(Programmable Controller, 简称 PC 机)是以微处理器为基础,综合计算机技术、自动控制技术以及通讯技术发展起来的新一代工业自动化控制装置。它具有控制能力强、操作方便灵活、可靠性高等特点,因此在工业生产自动化过程中,显示出较大的优越性。它不仅可以取代传统的继电接触控制系统,还可构成复杂的工业过程控制网络,是实现工业自动化的理想工具之一。可编程控制器现已应用到各行各业的自动控制中,经济效益显著。

本书共分 7 章。第 1 章可编程控制器的基本概况,介绍了 PC 机的类型、组成及工作原理;第 2 章 OMRON PC 机及其指令系统,介绍了 OMRON C 系列 P 型机的组成及指令系统;第 3 章典型程序的设计,介绍了在控制过程中常用的几种典型控制程序的设计方法,如自锁、互锁、定时等;第 4 章三菱 PC 机及其指令系统,介绍了 F1 系列 PC 机的基本特点、编程元件、基本逻辑指令及其编程方法;第 5 章 PC 机的应用实例,分别介绍了顺序控制、循环控制和分支程序的几个实际例子,便于读者模仿实际应用;第 6 章 PC 机的安装及日常维护,介绍了 PC 机在实际安装过程中应注意的事项、故障诊断及日常维护方法;第 7 章 PC 机的系统联网,初步介绍了 PC 机联网的基本思路。

本书第 1 章由北京无线电工业学校的王芯编写,第 2、3、5 章由天津无线电机械学校的彭利标编写,第 4、6、7 章由淮阴电子工业学校的徐耀生编写。由彭利标担任主编,并进行全书的统稿工作。本书由无锡电子工业学校的邵佩煜老师担任主审、山东电子工业学校的鲁承书老师担任责任编委。在编写过程中得到了北京鹭岛自动化工程公司等单位和有关人士的大力支持,在此一并表示感谢。

本书每章之后均有思考题与习题,帮助读者自我检测或复习巩固所学内容。

由于编者学识所限,书中难免存在不足之处,敬请有关专家和读者批评指正。

编 者

1999 年 7 月

第 1 章

可编程控制器的基本概况

1.1 可编程控制器的产生过程

早期的工业电气控制普遍使用传统的继电接触控制系统，它具有结构简单、价格低廉、容易操作和对维护技术要求不高的优点，特别适用于工作模式固定、控制要求比较简单的场合。随着工业生产的迅速发展，继电控制系统的缺点变得日益突出。由于其线路复杂，系统的可靠性难以提高且检查和修复相当困难。当产品更新时，生产机械、加工规范和生产加工线也必须随之改变，而这种变动的工作量很大，造成的经济损失也是相当可观的。为此，美国最大的汽车制造商——通用汽车公司于 1968 年提出，要用一种新型控制器来代替传统的继电接触控制系统。通用汽车公司对新型控制器提出的十大条件是：

- (1) 编程简单，可在现场修改程序；
- (2) 维护方便，采用插件式结构；
- (3) 可靠性高于继电接触控制系统；
- (4) 体积小于继电接触控制系统；
- (5) 成本可与继电器控制柜竞争；
- (6) 可将数据直接输入计算机；
- (7) 输入是交流 115 V(美国标准系列电压值)；
- (8) 输出为交流 115 V、2 A 以上，能直接驱动电磁阀、交流接触器、小功率电机等；
- (9) 通用性强，能扩展；
- (10) 能存贮程序，存储器容量至少能扩展到 4 KB。

根据上述要求，美国数字设备公司(DEC)在 1969 年首先研制出第一台可编程控制器 PDP-14，在汽车装配线上使用，取得了成功。接着，美国 MODICON 公司也开发出了可编程控制器 084。

从 70 年代起，美国、日本和西欧各国陆续研制、生产了一批产品，并大量应用于工业电气控制中。我国从 1974 年也开始研制，1977 年开始工业应用。

早期的可编程控制器是为了取代继电器控制线路，其功能基本上限于开关量逻辑控制，仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能，一般称为可编程逻辑控制器(Progr-

Programmable Logic Controller, 简称 PLC)。这种 PLC 主要由分立元件和中小规模集成电路组成, 在硬件设计上特别注重适用于工业现场恶劣环境的应用, 但编程需要由受过专门训练的人员来完成。这是第一代可编程控制器。

随着微电子技术和计算机技术的快速发展, 微处理器被应用到 PLC 中, 这时的 PLC 已不限于逻辑运算功能了, 其功能大大增强。这种采用了微电子技术的 PLC 正式改名为 PC, 即可编程控制器(Programmable Controller, 工业 PC 机, 简称 PC 机)。

可编程控制器是由美国电气制造商协会(National Electrical Manufacturers Association, 简称 NEMA)于 1980 年正式定名的, 并作如下定义:“PC 是一种数字式电子装置, 它使用了可编程序的存储器以存储指令, 用来执行逻辑、顺序、定时、计数和算术运算等功能。它通过数字式或模拟式输入/输出, 控制各种机械或生产过程。一台数字电子计算机若是用来执行 PC 之功能, 亦被认为是 PC, 但不包括鼓式或类似的机械式的控制器。”

国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, 简称 IEC)于 1982 年至 1987 年先后公布了可编程控制器标准, 给 PC 机下的定义基本与 NEMA 下的定义相同。可编程控制器及其有关外围设备, 都按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

进入 80 年代以后, 大中小型各种不同档次的可编程控制器不断涌现出来, 满足了各行各业的多层次需求。由于 PC 机在概念、设计、性能价格比以及应用方面都有了新的突破, 使它不仅控制功能增强, 功耗、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, 而且由于远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示的发展, 已经使 PC 机向用于控制连续生产过程的方向发展, 成为工业自动控制的主要手段之一。

1.2 可编程控制器的特点及控制形式

1.2.1 可编程控制器的特点

可编程控制器之所以广泛应用于各种工业控制领域中, 是因为它与继电接触控制相比, 具有如下一些显著特点:

1. 性能稳定可靠, 抗干扰能力强

PC 机中采用高集成度的微电子器件, 其可靠程度是使用机械触点的继电器所不能比拟的。在 PC 机的硬件和软件设计中采取了多种抗干扰技术, 增加了自诊断、纠错等功能, 使其在恶劣工业生产现场的可靠性、抗干扰能力大大提高了。

例如, PC 机出厂时都要进行抗干扰试验, 要求能承受幅值为 1000 V、上升时间为 1 ns、脉冲宽度为 1 μ s 的矩形脉冲的干扰。

2. 功能完善

PC 机基本功能包括数字和模拟量输入/输出、算术和逻辑运算、定时、计数、锁存、主控移位、比较、二—十进制转换、鼓形控制器(功能)、跳转和强制输入/输出等。

PC 机的扩展功能有通信联网、成组数据传送、矩阵运算、PID 闭环回路控制、排序查表、中断控制、特殊功能函数运算、自诊断、报警、监控等功能, 使设备控制水平大大

提高。

3. 应用灵活

PC 机标准的积木式硬件结构与模块化的软件设计, 可以适应大小不同、功能繁复的控制要求, 并且可以适应产品规格或工艺需要改变的场合, 从而节省了大量人力和物力。

4. 编程简单, 手段多, 控制程序可变

PC 机采用电气工程师熟悉的梯形图形式编程与功能助记符编程, 使用户能很容易地阅读和编写程序, 不要求具备计算机专业知识。这与目前控制生产对象中常用的汇编语言相比, 易被操作人员所接受。现在许多 PC 机还提供功能很强的其他编程手段, 以满足各种不同的需要。当生产工艺流程改变或生产线设备更新时, 不必改变或很少改变 PC 机的硬设备, 只要改变控制程序就可以满足要求, 这也是继电器控制无法比拟的。

5. 减少了控制系统设计及施工的工作量

由于 PC 机本身包含了继电器、定时器、计数器等控制元件的功能, 因此, 大大地减少了控制系统所需要的机电元件的品种和数量。继电器控制是采用改变硬件接线进行控制的, 而 PC 机是采用软件编程达到控制功能的, 这就减少了设计及施工的工作量。PC 机所构成的控制电路可以先进行模拟调试, 满足要求后再安装到生产现场, 减少了现场的工作量。

6. 监视功能强

PC 机有很强的监视功能。小型低档 PC 机可以利用编程器监视各元件状态。中档以上的 PC 机提供 CRT 接口, 从屏幕上来了解系统工作状况, 以便及时、正确地处理异常情况, 迅速排除故障。

7. 速度快

继电器接触控制系统是通过大量触点的机械动作进行控制的, 速度很慢, 而且系统越大速度越慢。PC 机采用软件进行控制, 其控制速度取决于 CPU 速度和扫描周期。而一条基本指令的执行时间仅为微秒级甚至毫微秒级, 比继电器的动作快很多。

8. 体积小、重量轻

一台收录机大小的 PC 机具有相当于三个 1.8 m 高的继电器柜的功能, 节电 50% 以上。

由于 PC 机结构紧密, 坚固, 体积小, 抗干扰能力强, 易于装入机械设备内部, 是“机电一体化”较理想的控制设备。

1.2.2 可编程控制器的控制形式

1. 单机控制

即用一台可编程控制器控制一台被控设备。如图 1-1(a)所示。

2. 集中控制

即用一台可编程控制器控制多台被控设备。该控制多用于各控制对象所处的地理位置较近、相互之间的动作有一定联系的场合。如图 1-1(b)所示。

3. 分散控制

即每一个控制对象设置一台可编程控制器, 各控制器之间可通过信号传递进行内部连锁、响应或发令等。或由上位机通过数据通信总线进行通信。如图 1-1(c)所示。

4. 远程 I/O 控制

即将 I/O 模块与控制器分开, 将其远距离地放在被控设备附近。远程 I/O 通道与控制器之间通过同轴电缆连接传递信息。如图 1-1(d) 所示。图中使用 3 个远程 I/O 通道(A、B、C)和一个本地 I/O 通道(M)。

5. 就地控制

即用一台控制器代替远程 I/O 通道, 则构成就地控制系统。如图 1-1(e) 所示。

6. 网络控制

如果用管理计算机作为主控制器, 用高速数据通信通道作为各就地控制器连接线路, 则就地控制器控制就变成网络控制。

7. 冗余控制

即用两台完全相同的可编程控制器, 构成同一控制系统。其中一台用作主系统, 另一台用作备用系统。当主系统发生故障时, 由热备处理器自动进行切换, 使备用系统开始对外部实现控制。

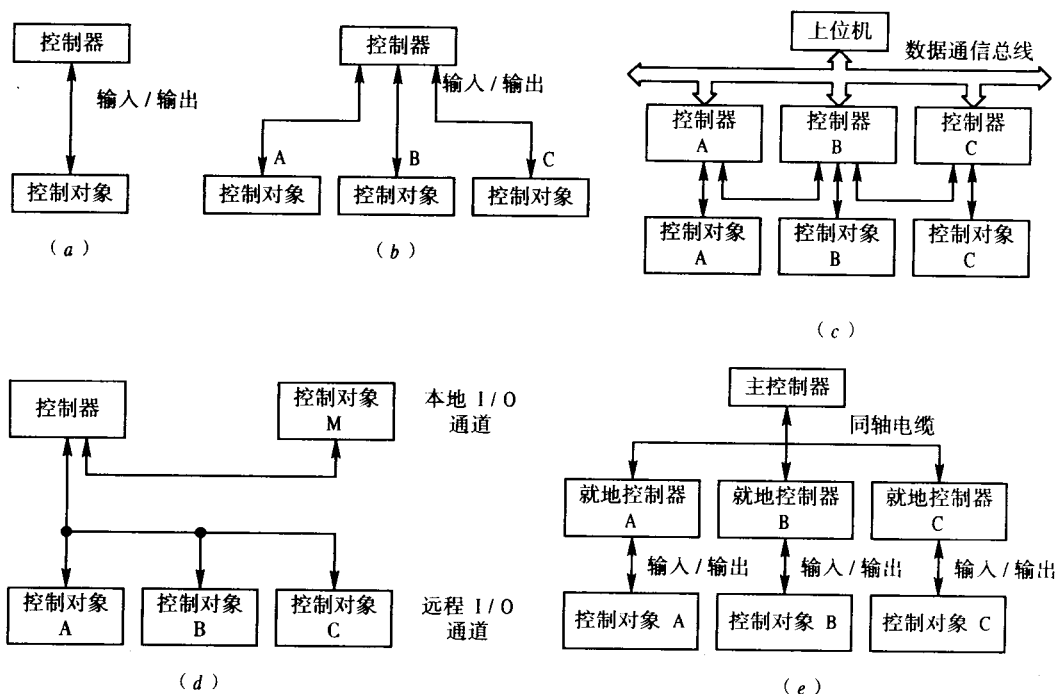


图 1-1 可编程序控制器的几种控制形式

- (a) 单机控制系统; (b) 集中控制系统; (c) 分散型控制系统;
(d) 远程 I/O 控制系统; (e) 就地控制器控制系统

8. 混合控制

即上述几种控制的混合型。如分散或就地控制与远程 I/O 的混合, 冗余系统与远程 I/O 的混合等。

1.3 可编程控制器的分类

1.3.1 可编程控制器的分类

目前, 国内外 PC 机的生产厂家很多, 所生产的 PC 机更是五花八门。一般根据可编程控制器 I/O 总点数、存储器容量和功能, 其可分为: 超小型、小型、中型、大型和超大型机。

若 I/O 总点数小于 64 点, 用户存储器容量一般在 300~1000 步之间(一步就是执行一条指令), 则为超小型机。其特点是体积小、功能简单, 如日本三菱公司 F 系列 PC 机。它属小型模块化结构, 配置灵活, 是实现家庭自动化、小型机械自动化的理想控制器。

若 I/O 总点数在 65~128 点, 用户程序存储器容量小于 2 KB, 则为小型 PC 机。它能执行包括逻辑运算、定时、计数、算术运算、数据处理和传送、高速处理、中断、通信联网以及各种应用指令。小型 PC 机通常用来代替继电器—接触器控制, 在单机或小规模生产过程中使用。由于用途广泛, 小型 PC 机产品是 PC 机中量大而面广的产品。日本三菱公司的 F1 系列 PC 机就是小型 PC 机的代表之一。

中型 PC 机的 I/O 点数一般在 129~512 点之间, 用户程序存储器容量为 2~8 KB, 采用模块化结构, 能联接各种特殊功能模块, 具有数字计算、过程参数调节(如比例、积分、微分调节)、模拟定标、查表等功能。同时, 辅助继电器数量增多, 定时计数范围扩大, 功能更强, 扫描速度更快。因此, 中型 PC 机适用于较为复杂的开关量控制, 如大型注塑机控制、配料及称重等小型连续生产过程控制等场合。日本三菱公司 A1S 系列就是中型 PC 机的代表之一。

I/O 总点数在 513~8192 点之间的为大型 PC 机。其用户存储器容量在 8 KB 以上, 具有逻辑运算、算术运算、模拟调节、联网通信、监视、记录、打印、中断控制、智能控制及远程控制等功能, 扫描速度极快。大型 PC 机用于大规模过程控制、分布式控制系统和工厂自动化网络。立石公司的 C1000、C2000 就是大型 PC 机的代表之一。

I/O 总点数超过 8192 点的为超大型 PC 机。其应用已由逻辑控制扩展到过程控制、数字控制及集散控制等广阔的领域中。目前有的 PC 机的 I/O 点数达到 14 336 点, 使用 32 位微处理器, 多 CPU 并行工作, 并具有大容量存储器, 存储容量达数兆字节, 使 PC 机的扫描速度高速化。三菱公司最新推出的 A2A 和 A3A 就是超大型 PC 机的代表之一。

1.3.2 常见的可编程控制器

可编程控制器生产厂家及种类很多, 表 1-1 为几种常见可编程控制器的厂家及产品一览表。

表 1-1 几种常见可编程控制器厂家产品一览表

生产厂家名称	产品型号	I/O 总点数	编程方式	用户程序容量	扫描速度
华光电子工业有限公司	SR-10	31/19	梯形图	0.7 KB	40 ms/0.7 KB
	SR-20	112		0.7 KB(基本)	40 ms/0.7 KB
	SR-21	168		1 KB(扩展)	40 ms/0.7 KB
	SR-22	168		3.7 KB	10 ms/1 KB
上海起重电器厂	CF-40MR	24/16 (可扩展 60 点)	梯形图	890 步	4.5 μ s/步
上海香岛机电制造有限公司	ACMY-S80	24/16 (可扩展 120 点)	梯形图命令语句	100 步	
苏州电子计算机厂	YZ-PC00	24	梯形图	1000 步	20 ms/千步
	YZ-PC10	24~88		1000 步	
	YZ-PC001A	64~112		1000 步	
	YZ-PC30	168~512		1000 步	
AB 公司 (美)	SLC-100	112	梯形图	885 B	25 ms/ KB
	PLC-2	128		1 KB	22 ms/ KB
	PLC-2/20	2688		8 KB	5 ms/ KB
	PLC-3	8096		2MB	2.5 ms/ KB
GE 公司 (美)	GE-I	112	梯形图助记符 GEBASIC 命令语句	1700 B	40 ms/ KB
	GE-I/J	64/96		700 B	12 ms/ KB
	GE-I/P	168		1700 B	12 ms/ KB
	GE-III	400		4 KB	1 ms/ KB
	GE-VI	4000		32 KB	
	GE-VI/P				
MODICON 公司	MICRO84	112	梯形图命令语句	2 KB	40 ms/ KB
	484	512		8 KB	10 ms/KB
	884	1024		8 KB	25 ms/KB
	984	2048		16 KB	0.75 ms/KB
	584L	8192		128 KB	15 ms/KB
	0085	120		1 KB	6 ms/KB
	0185	512		3.5 KB	2 ms/KB
德州仪器公司(美)	5TI	512	梯形图助记符	4 KB	8.3 ms/ KB
	TI100	128		1 KB	5 ms/ KB
	510	40		256B	2.2 ms/ KB
	560/565	8192		256 KB	8.3 ms/ KB
	PM550	512		7 KB	
西屋公司 (美)	NUMA-LOGIC		梯形图		
	PC-100	80		320 B	24 ms/ KB
	PC-110	112		1 KB	20 ms/ KB
	PC-700	512		8 KB	8 ms/ KB
	HPPC-1500	8192		64 KB	1 ms/ KB
	HPPC-1700	8192		224 KB	1 ms/ KB

续表

生产厂家名称	产品型号	I/O 总点数	编程方式	用户程序容量	扫描速度
西门子公司 (德)	S5-150U	4096 192	语句表 梯形图 控制系统流程图 (STEPS)	96 KB	2.1 ms/ KB
	S5-135U	4096 192		48×1024 条语句 64 KB	1.3 ms/ KB
	S5-115U	1024 64		32×1024 条语句 48 KB	1.6 ms/ KB
	S5-100U	256 16		24×1024 条语句 4 KB	7 ms/ KB
	S5-1010U	40/20 ~		2×1024 条语句 2 KB 1×1024 条语句	30 ms/ KB
东芝公司 (日)	EX250	256	梯形图命令 语句	4 KB	3.5 ms/ KB
	EX500	512		8 KB	2.9 ms/ KB
	EX20	40		5 KB	60 ms/ KB
	EX40	80		1 KB	60 ms/ KB
	EX40H	120		182 KB	3.5 ms/ KB
三菱公司 (日)	F-12M	12	梯形图命令 语句	320 B	45 ms/ KB
	F-20M	20		320 B	45 ms/ KB
	F1-40M	40		890 B	45 ms/ KB
	FOJ	188		2 KB	5.6 ms/ KB
	K2	512		4 KB	5.6 ms/ KB
	K3	2084		16 KB	1 ms/ KB
富士电机公司 (日)	FUJILOG		命令语句梯 形图 FPC 语言		
	Tmicro	30		320 B	8 ms/320 B
	Tmini	112		1 KB	20 ms/ KB
	-μK	1024		4 KB	12 ms/4 KB
	MICREX-F	512		8 KB	1μs/条命令
立石电机公司 (日)	OMRON SYSMAC -C20	140	梯形图	1194 个地址 2.2×1024 个地址 (8 KB)	10μs/个地址
	-C120	256		4.4×1024 个地址 (16 KB)	5~10μs/个地址
	-C250	256		6.6×1024 个地址 (24 KB)	5~10μs/个地址
	-C500	512		30.8×1024 个地址	2.5~5μs/个地址
	-C2000	2048			

1.4 可编程控制器组成及工作原理

1.4.1 可编程控制器的基本结构

可编程控制器是一种以微处理器为核心的用于工程自动控制的工业控制机，其本质是一台工业控制专用计算机。它的软、硬件配置与计算机极为类似。PC 机硬件主要由中央处

理单元(CPU)、存储器、输入/输出单元以及编程器、电源和智能输入/输出单元等构成,如图 1-2 所示。

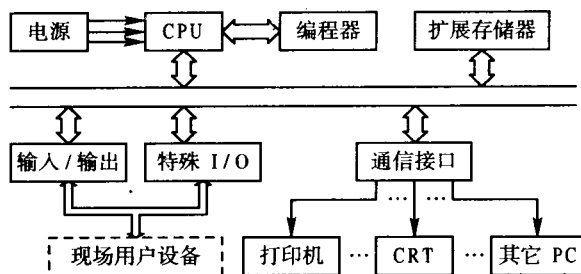


图 1-2 PC 机装置配置结构图

1. 中央处理器(CPU)

CPU 是 PC 机的核心部件,控制着所有其它部件的操作。常用的 CPU 有通用微处理器,如 MOTOROLA 6800、MOTOROLA 68000,单片机有 8031、8051 和双极型位式微处理器,如 AMD 2901、AMD 2903。

小型 PC 机中大多采用 8 位微处理器或单片机;中型 PC 机中大多采用 16 位微处理器或单片机;大型 PC 机中大多采用高速位片机。

中央处理器的功能是:

- (1) CPU 按系统程序所赋予的功能接收并存储从编程器输入的用户程序和数据。
- (2) CPU 按扫描方式工作,从存储器中逐条读取指令,并存入 CPU 内的指令寄存器中。
- (3) 将指令寄存器中的指令操作码进行译码,执行指令规定的任务,产生相应的控制信号,启闭有关控制门电路,并根据运算结果更新有关标志和输出映象寄存器的内容,以实现输出控制、制表、打印或数据通讯等。

(4) 执行系统诊断程序,诊断电源、PC 机内部电路工作状态和编程过程中的语法错误。

2. 存储器

可编程控制器中存储器主要用于存放系统程序、用户程序和数据。常用的存储器形式有 CMOS RAM、EPROM 和 EEPROM。

(1) 系统存储器。系统存储器用以存储厂家编写的系统程序。所谓系统程序,是指控制和完成 PC 机各种功能的程序,如控制器的监控程序、基本指令和功能指令翻译程序、系统诊断程序、通信管理程序等。机器出厂时,厂方把这些程序存入 EPROM 存储器或 EEPROM 存储器。用户不能访问和修改存储器这部分的内容。

(2) 用户存储器。用户存储器主要用来存放用户的应用程序。所谓用户程序,是指使用者根据工程现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序。此程序由使用者通过编程器输入到 PC 机的 CMOS RAM 存储器中,以便于用户随时修改。也可将用户程序存放在 EEPROM 中。

为确保 PC 机控制系统的可靠性,CMOS RAM 存储器有预防电源掉电故障的锂电池

保护措施,以防电源掉电后破坏它的存贮内容。

(3) 数据存贮器。数据存贮器用来存放 PC 机的数据。其包括输入、输出、辅助继电器状态的映象区,定时器、计数器、移位寄存器、状态寄存器、数据寄存器和特殊功能寄存器等状态的映象寄存器。由于数据在控制器应用中是经常变化、经常存取的,因此数据存贮器一般选用 CMOS RAM,以满足随机存取的要求。

3. 输入/输出模块

输入/输出模块是可编程控制器与工业生产设备或工业生产过程连接的接口。现场的输入信号,如按钮开关、行程开关、限位开关以及传感器输出的开关量或模拟量等,都要通过输入模块送到 PC 机。由于这些信号电平各式各样,而可编程控制器 CPU 所处理的信息只能是标准电平,所以输入模块还需将这些信号转换成 CPU 能够接受和处理的数字信号。输出模块的作用是接收中央处理器处理过的数字信号,并把它转换成现场的执行部件所能接收的控制信号,以驱动如电磁阀、灯光显示、电机等执行机构。

可编程控制器有多种输入/输出模块,其类型有:数字量输入/输出模块和模拟量输入/输出模块。上述模块又分直流及交流、电压和电流类型。每种类型又有不同的参数等级。

(1) 数字量输入/输出模块。数字量输入模块采用光电耦合电路与现场输入信号相连,这样可以防止使用环境中的强电干扰进入 PC 机。光电耦合电路的核心是光电耦合器,其结构由发光二极管和光电三极管构成。由于光电耦合器具有较强的抗干扰性能,从而增强了 PC 机的抗干扰能力。

数字量输出模块可分为继电器输出方式、晶体管输出方式和可控硅输出方式等。

(2) 模拟量输入/输出模块。模拟量输入/输出模块主要用来实现模拟量—数字量之间的转换,即 A/D 或 D/A 转换。由于工业控制系统中的传感器或执行机构有一些信号是连续变化的模拟量,因此这些模拟量必须通过模拟量输入、输出模块与 PC 机的中央处理器联接。模拟量输入模块 A/D 转换后的二进制数字量,经光电耦合器和输入锁存缓冲器与 PC 机的 I/O 总线挂接。模拟量输出模块 D/A 转换前的二进制数字量,经光电耦合器和输出锁存缓冲器与 PC 机的 I/O 总线挂接。

我国标准量程的模拟电压有 0~5 V 和 0~10 V 两种,模拟电流有 0~20 mA 和 4~20 mA 两种。有些 PC 机模拟量输入、输出模块与我国标准量程不同,如 1~5 V、1~10 V、-5~+5 V、-10~+10 V、0~10 mA 等。模拟量输入模块接收到标准量程的模拟电压或电流后,把它转换成 8 位、10 位或 12 位的二进制数字信号,送给中央处理器进行处理。模拟量输出模块将中央处理器的二进制数字信号转换成标准量程的电压或电流输出信号,以提供给执行机构。

4. 智能接口模块

随着可编程控制器在工业控制中的广泛应用和发展,各可编程控制器制造厂家已经发出一系列的智能接口模块,使可编程控制器的功能更加完美和加强,从而扩展了它的应用范围。

智能接口模块种类很多,例如,高速计数模块、PLD 控制模块、数字位置译码模块、阀门控制模块、中断控制模块、智能存贮模块以及智能 I/O 模块等。

5. 编程器

编程器是可编程控制器不可缺少的外部设备。它不仅能对程序进行输入、读出、检验、

修改,还能对可编程控制器的工作状态进行监控。

(1) 编程器的类型。目前市场上所能见到的编程器有三种类型:

① 便携式编程器。便携式编程器也叫简易编程器。它直接与可编程控制器的专用插座相连,由可编程控制器提供电源。它具有体积小,便于携带的特点。一般只能用指令形式编程,通过按键输入指令,通过数码管或液晶显示器加以显示。这种编程器适合小型可编程控制器的编程要求。

② 图形编程器。图形编程器以液晶显示器(LCD)或阴极射线管(CRT)作屏幕,用来显示编程内容和提供如输入、输出、辅助继电器的占用情况、程序容量等各种信息;还可在调试程序、检查程序执行时显示各种信号状态、出错提示等。使用图形编程器可以用多种编程语言编程,梯形图显示在屏幕上十分直观。图形编程器还可与打印机、录音机、绘画仪等设备连接,有较强的监控功能。但它的价格高,适用于中、大型可编程控制器的编程要求。

③ 用于 IBM-PC 及其兼容机的编程器。随着 IBM-PC 及其兼容机等个人计算机的推广应用,近年来可编程控制器生产厂家为满足用户希望能把个人计算机和可编程控制器连接起来的要求,相继推出以 IBM-PC 或其兼容机为基础的编程软件和开发系统。用个人计算机加上适当的硬件接口和软件包作为编程器,也可直接编制梯形图,其监控功能也很强。

(2) 编程器的工作方式。编程器主要的工作方式有两种,即编程和监控两种工作方式。

① 编程工作方式。编程器在 PC 机处于停机状态时可以进行编程。它的功能主要是输入新的程序,或者对已有的程序予以编辑和修改。

输入新程序就是将用户程序按步号次序逐条输入到控制器的存储器中。

对已有程序的编辑就是按步号顺序查找待修改的指令或者按搜索方式输入指令代码和元件号后,编程器自动显示符合搜索要求的第一个指令的步号、指令代码和元件号。在查找到待修改指令的情况下,便可以利用屏幕编辑键对程序内容进行增添、更改、插入和删除。

② 监控工作方式。编程器在 PC 机处于运行(RUN)状态时,并与主控单元联机的情况下,可以对运行中的控制器工作状态进行监控。监控包括监视和控制。

监视是对某一线圈或触点的工作状态进行监视,也可以对成组器件的工作状态进行监视,还可以跟踪用户程序的运行,对故障进行监视。

控制是通过编程器的各种操作向 PC 机的主控单元发出命令,参与 PC 机的控制运行。

各种型号的 PC 机都有自己配套的编程器。编程器是一种专用的外部设备,不能通用,有关它们的使用方法请参阅各种编程器的使用说明书。

(3) 编程器的结构。一般包括显示部分与键盘部分。

① 显示部分。一般用液晶显示器,主要显示的内容包括地址、数据、工作方式、指令执行情况及系统工作状态等。

② 键盘部分。有单功能键和双功能键。在使用双功能键时,键盘中有一个选择键以选择其中一种工作方式。

1.4.2 可编程控制器的工作原理

1. 循环扫描工作原理

可编程控制器是在其硬件的支持下,通过执行反映控制要求的用户程序来完成控制任务的。这与计算机的工作原理是一致的。但如果单纯像计算机那样工作,从头到尾顺序地执行用户程序是不能完全体现控制要求的。主要的原因就是原来电器控制系统工作时,各被控电器是并行关系,当使用程序进行控制时,各被控电器的动作一律成为时间上的串行。

由于可编程控制器不像计算机那样只要顺序地执行程序就可以达到控制要求,因此,我们采用对整个程序循环执行的工作方式,即循环扫描,也就是用户程序执行完一次之后,又返回去执行第二次、第三次……直至停机。图 1-3(a)是 PC 机系统周期循环扫描的工作原理图。

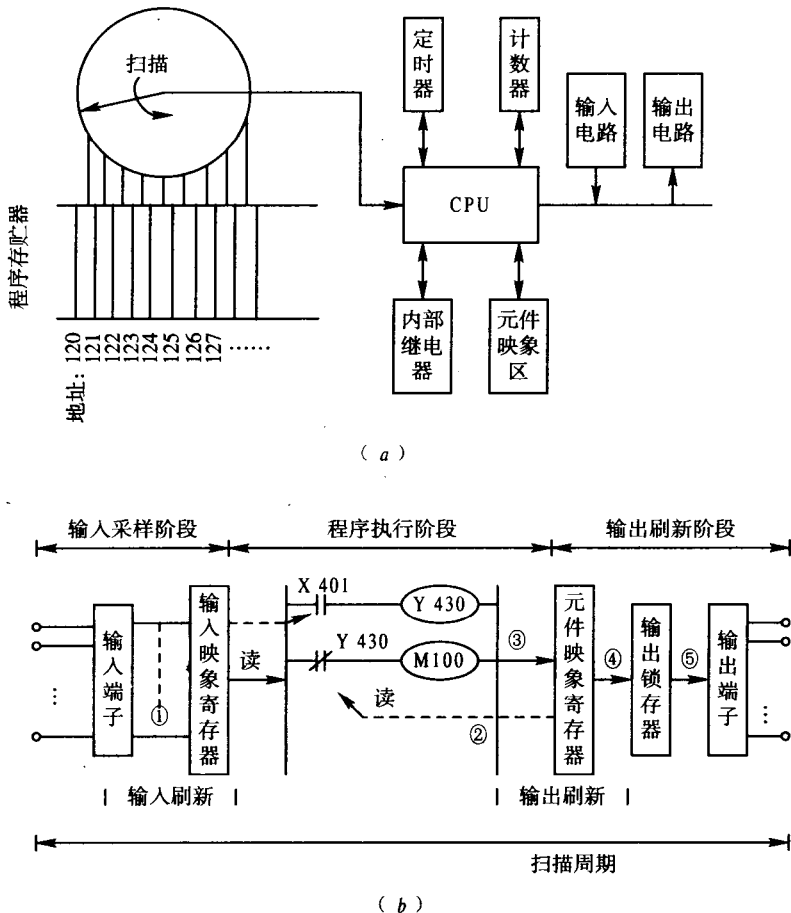


图 1-3 PC 机循环扫描工作原理与工作过程

(a) 工作原理; (b) 工作过程

可通过编程器或其它输入设备将用户程序输入并存放在 PC 机的用户存储器中。当 PC 机开始运行时, CPU 根据系统监控程序的规定顺序扫描, 完成各输入点的状态或输入数据

的采集、用户程序的执行、各输出点的更新、编程器键入响应及显示更新等功能。

2. 可编程控制器扫描工作过程

PC 机的工作过程分为三个阶段，即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段。由这三个阶段构成 PC 机的一个扫描周期。在每一循环扫描周期内定时将现场全部有关信息采集到控制器中来，存放在系统准备好的一定区域——随机存贮器的某一地址区，称之为输入映象区。执行用户程序所需现场信息都从输入映象区取用，而不直接到外设去取。同样，对被控对象的控制信息，也不采用形成一个就去输出改变一个的控制方法，而是先把它们存放在随机存贮器的某个特定区域，称之为输出映象区；当扫描结束后，将所存被控对象的控制信息集中输出，改变被控对象的状态。那些在一个扫描周期内没有发生变化的变量状态，就输出一个与前一周期同样的信息，不引起外设工作的变化。输入映象区、输出映象区合起来称 I/O 映象区。PC 机扫描工作过程如图 1-3(b) 所示。

(1) 输入采样阶段。在输入采样阶段，PC 机以扫描方式顺序读入所有输入端的状态并存入内存中各对应的输入映象区中相应的寄存器，接着进入程序执行阶段。在非输入采样阶段，无论输入状态如何变化，输入映象寄存器的内容保持不变，直到进入下一个扫描周期的输入采样阶段，才会重新读入输入端的新内容。

(2) 程序执行阶段。在程序执行阶段，根据 PC 机梯形图程序扫描原则，PC 机按梯形图控制逻辑先左后右、先上后下的顺序扫描、执行。若遇到跳转指令，则根据跳转条件是否满足来决定程序的走向。若指令中的元件为输出元件号，则用当时输出映象寄存器的状态值进行运算。若程序的结果为输出元件，则将运算结果写入输出映象寄存器。对于元件映象寄存器来说，每一个元件会随着程序执行的进程而变化。

(3) 输出刷新阶段。在所有程序执行完毕后，输出映象寄存器中所有输出继电器的状态在输出刷新阶段被转存到输出锁存器中，并通过一定方式输出，去驱动相应外设。

以上是 PC 机扫描工作过程。只要 PC 机处在 RUN 状态，它就反复地巡回工作。PC 机的扫描周期也就是 PC 机完成的一个完整工作周期，即从读入输入状态到发出输出信号所用的时间。它与程序的步数、时钟频率以及所用指令的执行时间有关。一般输入采样和输出刷新只需要 1~2 ms，所以扫描时间主要由用户程序执行时间决定。

3. PC 机对输入/输出的处理

根据 PC 机的工作特点，PC 机在输入/输出处理方面应遵守：

- ① 输入映象寄存器的数据取决于输入端子上各输入点在上一个刷新期间的接通/断开的状态；
- ② 程序的执行取决于用户所编程序和输入/输出映象寄存器的内容及其它各元件映象寄存器的内容；
- ③ 输出映象寄存器的数据取决于输出指令的执行结果；
- ④ 输出锁存器中的数据由上一次输出刷新期间输出映象寄存器中的数据决定；
- ⑤ 输出端子的接通/断开状态由输出锁存器决定。

1.4.3 主要技术指标

1. 电源

机器动力电源既可用 115 V 交流电源，也可用 220 V 交流电源，可通过跨接短路片进

行选择。

2. 环境

工作温度为 $0\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最高为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；贮藏温度为 $-20\sim +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度为 $(5\sim 95)\%$ （无凝结霜）；空气条件：周围空气不能混有可燃性、易爆性和腐蚀性气体。

3. 耐振动、冲击性能

一般可编程控制器能耐的振动和冲击频率为 $10\sim 55\text{ Hz}$ ，振幅为 0.5 mm ，加速度为 2 g ，冲击为 10 g ($\text{g}=10\text{ m/s}^2$)。

4. 存贮容量

多数采用 CMOS-RAM 存贮器，也可采用 EPROM 存贮器。生产厂家在生产机器时，已按照机器型号的大小设置了一定存贮容量的存贮器。一般小型机器的存贮容量为 1 KB 到几 KB，大型机器为几十 KB，甚至 $1\sim 2\text{ MB}$ 。

5. 扫描时间

扫描时间是指执行一次解读用户逻辑程序所需的时间。一般情况下机器用一个粗略指标，即每执行 1000 条指令所需时间来估算，通常为 10 ms 左右。小型和超小型机器扫描时间可能大于 40 ms 。

6. 指令功能

可编程控制器的指令组可分为基本指令和扩展指令。基本指令是各种类型的可编程控制器都有的，其主要是逻辑处理指令。而不同厂家生产的不同型号的可编程控制器，其指令扩展的深度是不尽相同的。

1.5 可编程控制器的发展动向

1. PC 机产品向小型化方向发展

在 80 年代初期，超小型与小型机相继问世，并迅速发展。80 年代末、90 年代初推出的小型 PC 机，在元件选择上大都采用表面封装元件，进一步提高了产品的可靠性，而体积趋于超小型化。如日本三菱公司 FX0、FX2 系列 PC 机，FX0 型 PC 机的 I/O 点数为 14 点，体积最小的是 $100\text{ mm}\times 80\text{ mm}\times 47\text{ mm}$ ，而它却具有高速计数、中断、脉宽调制等功能，同时，它还可以实现模拟器定时器功能并且具有 SFC 指令，其功能远远超出早期小型 PC 机。FX2 系列 PC 机除了具有开关量 I/O 外，还具有模拟量输入、输出以及多种智能模块，并具有联网通信能力，扩大了小型 PC 机的应用范围。

除此以外，最新推出的小型 PC 机配置更加灵活，柔性更大。

2. PC 机产品向高档化方向发展

高档 PC 机的发展方向实际上就是 PC 机的高速度化、大容量化和多功能化。

要提高速度，既可采用高速的微处理机芯片，也可采用超大规模芯片。如三菱公司推出的高档 PC 机 A3A 的 CPU 就采用了一块 MSP 芯片，指令速度可达 $0.15\text{ }\mu\text{s}/\text{步}$ 。

PC 机的存贮容量在不断扩大，目前有的 PC 机已达数兆字节的内存容量。西门子公司磁泡存贮器存贮容量达 256 KB ，硬盘也已用作 PC 机的外部存贮器。可编程控制器的存贮容量还会扩大。