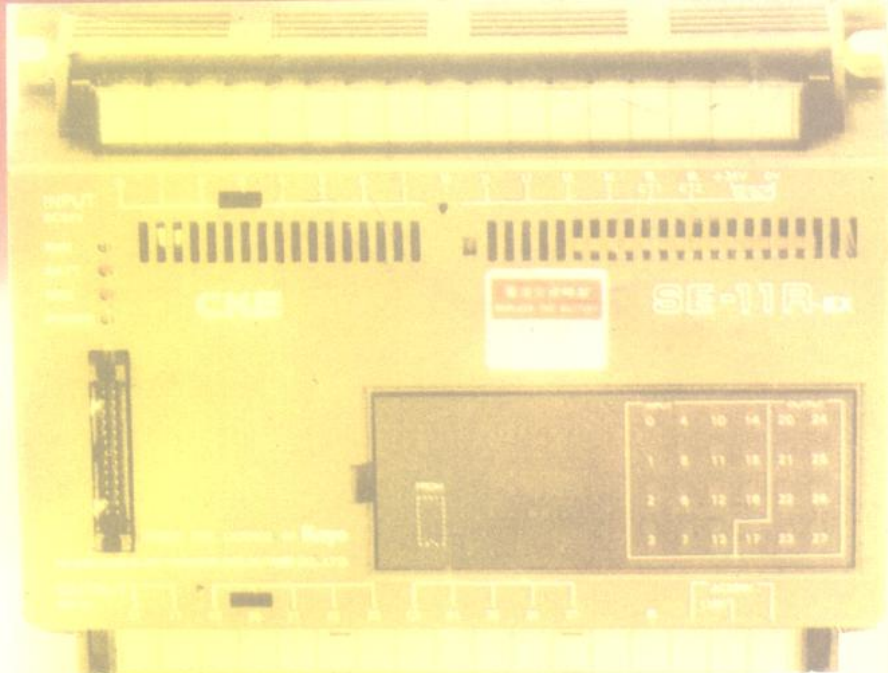
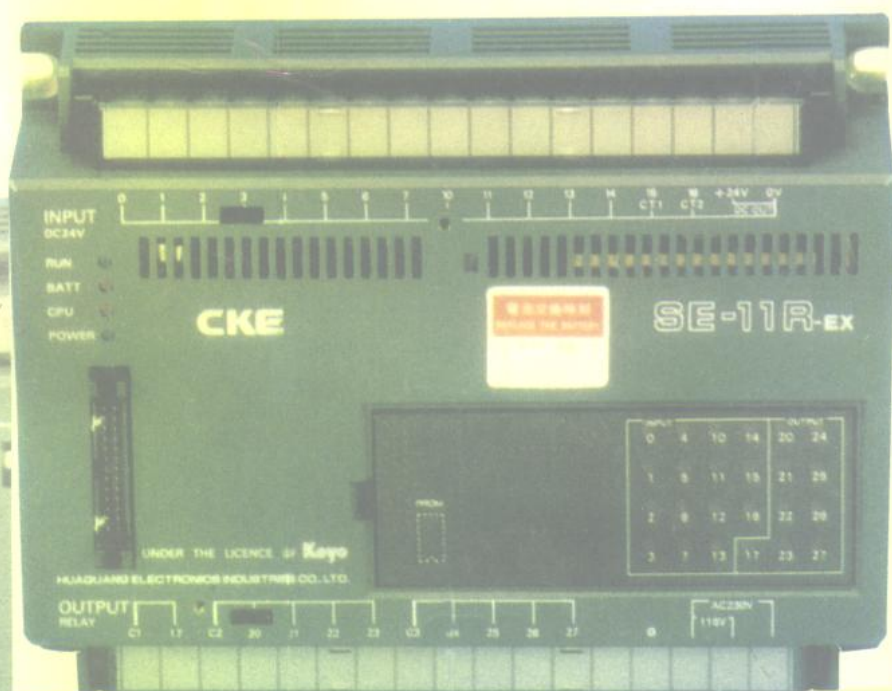




可编程序控制器应用基础

冯济纓 黄明琪 主编



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书从应用的角度出发,介绍了可编程序控制器(PC)基本工作原理与特点。全书以实际机型为基础,系统而全面地介绍了大、中、小型PC的系统配置,各种接口模块及其电路构成,应用PC必需的基本知识。对大、中、小型PC的指令系统作了全面的解释,指令应用及编程方法均举例说明,读者易于接受理解。书中还介绍了PC通讯模块、通讯网络及特殊模块的使用方法。

本书可作为高等院校工业自动化、机械自动化、计算机、电气技术及其它有关专业本、专科的教材,也可作为上述领域科技人员掌握和应用可编程序控制器技术的培训教材和参考书。

35165/33

可编程序控制器应用基础

冯济纓 黄明琪 主编

责任编辑 曾令维 黄世芳

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆建筑大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:443千

1997年6月第1版 1998年7月第2次印刷

印数:5001—9000

ISBN 7-5624-1415-7/TP·127 定价:18.00元

前 言

可编程序控制器(简称 PC,有的简称 PLC)作为计算机型的控制装置,已广泛应用于机械制造、冶金、化工、轻工、能源、交通等各部门。无论是单机或多机控制、生产自动线控制、生产过程自动控制及对老控制系统进行技术改造等方面,都大量采用了 PC。当前只要稍具规模的工厂几乎都用到了 PC,在未来几年中 PC 将成为工厂自动化中最重要的控制设备,以 PC 为代表的工业电子产品在国内、外有广阔的市场。随着 PC 的广泛应用,介绍 PC 的书籍资料近年来稍有增加,但仍远远不能满足广大工程技术人员和大专院校师生学习 PC 原理与应用 PC 技术的需要。特别是对 PC 机种的介绍偏窄,使读者和用户在 PC 选型上较难广泛比较、综合评价并作出最佳选择。

我们参考了国内当前所出版的各种 PC 书籍并查阅了大量 PC 资料后,决定编写此书并以无锡中外合资华光电子工业有限公司和日本光洋电子工业株式会社生产的系列 PC 作为背景机,从小型、中型到大型,系统地向读者进行介绍。这样做,第一,可使读者对大、中、小各类 PC 有较为系统和全面的了解;第二,华光公司的系列 PC 与美国通用电器公司(GE)和德州仪器公司(TI)的某些 PC 性能相同,无形中扩展了读者的知识;第三,本书站在高校教材的角度来编写,对 PC 的性能特点、硬件电路及各种模块解释详尽,指令类型较全面,指令应用通过举例来说明(举例均上机通过),这种有理论有实际的介绍读者易于理解且易收到举一反三的效果。学习本书将为读者消化和掌握 PC 技术打下良好的基础。

本书由冯济纓、黄明琪、文方、张铭瑞、周懋愉编写。华光电子工业有限公司为本书无保留地提供了系列的技术资料,使本书取材扎实可靠。季明达工程师、屠津轮工程师、陈旭东工程师对本书的具体编写工作提出了不少宝贵意见,并在编写过程中始终给予热情的支持与帮助。编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中错误、不当和遗漏之处,恳请读者批评和指正。

编者

1996 年 10 月

目 录

第一章 可编程序控制器基本知识.....	1
§ 1-1 可编程序控制器的定义、由来与发展.....	1
§ 1-2 可编程序控制器的分类及其在工业自动化中的应用	3
§ 1-3 国内常用可编程序控制器概况	6
§ 1-4 可编程序控制器的基本组成及其内部器件	11
§ 1-5 可编程序控制器的基本工作原理	19
§ 1-6 可编程序控制器的编程语言	25
§ 1-7 对可编程序控制器主要性能指标的认识	30
第二章 可编程序控制器的构成原理	34
§ 2-1 可编程序控制器的结构	34
§ 2-2 PC 的 CPU 模块与特点	36
§ 2-3 开关量输入/输出模块	43
§ 2-4 模拟量输入/输出模块	51
§ 2-5 高速计数器模块	61
§ 2-6 中断输入模块	67
§ 2-7 通讯模块及可编程序控制器网络	70
§ 2-8 PC 的监控装置	86
§ 2-9 PC 编程器.....	89
第三章 小型可编程序控制器	92
§ 3-1 小型可编程序控制器的特点与应用范围	92
§ 3-2 模块式小型 PC 的系统构成	93
§ 3-3 小型 PC 的用户存储器及内部器件	97
§ 3-4 SZ—3 型小型 PC 指令系统一般知识与顺序指令及其使用方法	101
§ 3-5 级式编程语言、级式指令与级式程序的编写	116
§ 3-6 程序执行控制指令及其使用方法	126
§ 3-7 数据处理与显示指令及其使用方法	130
§ 3-8 小型 PC 用于模拟量控制及高速计数器、中断控制	143
第四章 中型可编程序控制器.....	154
§ 4-1 中型可编程序控制器的特点.....	154
§ 4-2 中型 PC 的组成与系统配置	155
§ 4-3 SU 型中型 PC 的内部器件	162
§ 4-4 SU—6B 型中型 PC 指令系统一般知识与顺序指令及其使用方法	165
§ 4-5 SU—6B 型中型 PC 程序执行控制指令	166
§ 4-6 SU—6B 型中型 PC 数据处理指令及其使用方法	173

§ 4-7 模块对象特殊指令	195
§ 4-8 中型 PC 的特殊模块及应用	198
第五章 大型可编程序控制器	211
§ 5-1 大型可编程序控制器的特点与应用	211
§ 5-2 大型 PC 的组成与系统配置	213
§ 5-3 SG—8B 型大型 PC 的内部器件	220
§ 5-4 SG—8B 型大型 PC 的指令系统	221
§ 5-5 大型 PC 特殊模块的应用方法	233
§ 5-6 大型 PC 通讯模块在可编程序控制器网络上的应用	241
第六章 可编程序控制系统的设计	246
§ 6-1 PC 控制系统的设计方法与步骤	246
§ 6-2 PC 控制系统硬件设计	249
§ 6-3 PC 控制程序设计	252
§ 6-4 提高 PC 控制系统可靠性的措施	254
附录一 华光公司常用 S 型 PC 指令一览表	257
附录二 华光公司 S 型 PC 操作数(含功能存储器)一览表	270
附录三 系统参数的初始值及设定范围	271
附录四 菜单操作功能	274
主要参考资料	278

第一章 可编程序控制器基本知识

§ 1-1 可编程序控制器的定义、由来与发展

现代工厂企业总离不开自动化,随着科学技术的发展,新型工业自动控制设备不断涌现。从工业部门对各种工业自动控制设备的需求调查来看,本书所要介绍的可编程序控制器特别受到工厂企业和工程技术人员的青睐,其需求量位居榜首,而且应用领域还在不断扩大,这从当前世界可编程序控制器市场生产量和销售量的迅速增长情况也可得到证明。

什么是“可编程序控制器”呢?早期可编程序控制器名称较为混乱,有的称为“可编程序逻辑控制器”(Programmable Logic Controller,简称 PLC),有的称为“可编程序顺序控制器”(Programmable Sequence Controller,简称 PSC)或“顺序控制器”(Sequence Controller,简称 SC)等。1980 年美国电器制造商协会 NEMA 将它正式命名为“可编程序控制器”(Programmable Controller),简称 PC,这一名称和简称已为国际电工委员会(IEC)在可编程序控制器国际标准草案(1987 年)中所确认,以后均用此名。注意不要和个人计算机的简称 PC(Personal Computer)相混淆。

国际电工委员会(IEC)1987 年在可编程序控制器国际标准草案中对可编程序控制器的定义作了如下规定:

“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,用于其内部存储程序,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外部设备,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。”

从上述定义及后面结构介绍中都可清楚地看出可编程序控制器是“专为在工业环境下应用而设计”的“数字运算操作的电子系统”,所以实际上是一种工业控制计算机,而且易于为工程技术人员所掌握,这从它的产生与发展过程也不难了解。

多年来,人们一般都采用继电器-接触器控制系统来实现自动(顺序)控制。这种传统的控制装置能在一定范围内(特别在工作模式固定、工作方式简单的场合)满足自动控制的需要。随着生产的发展,控制要求愈来愈复杂,采用继电器的类型和数量不得不大量增加,电器间的连线也就非常复杂,使生产控制柜工作量大;其次,一个继电器或一条连线出现故障,都会造成整个系统运行不正常,而且查找和排除故障困难,给维修带来不便;另外,如果工艺要求发生变化,要改变控制柜内的元件和接线更是不容易。人们对控制装置自然就提出了更可靠、经济、通用、易变、易修的要求。现代社会也要求制造业对市场需求作出迅速反应,即能及时生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品。固定接线的继电器控制柜显然难于满足上述要求。

人们开发了各种各样的控制装置来满足上述要求,如 60 年代的半导体逻辑元件装置。半导体逻辑元件是一种由半导体电子器件(各种晶体管、电阻、电容和硅可控整流元件等)组成的自动化元件,它种类很多,如各种逻辑门(与、或、非)、触发器、延时元件、停电记忆元件、振荡器、开关放大器、电平检测器、接近开关、交流可控硅开关等等,用这些元件,按某种控制需要构成相应的无触点逻辑控制系统及控制装置;也可用逻辑元件组成通用的顺序控制装置。通用顺序控制装置根据其输入和输出逻辑关系实现方法的不同,又可分为二极管矩阵式、凸轮式或鼓式、卡片式和准计算机式等,较常用的为二极管矩阵式,又称矩阵板式逻辑控制器或矩阵式顺序控制器,它又分为基本逻辑型、条件步进型、时间步进型、多功能组合型和集中控制型等五种型式。它的输入和输出的逻辑关系完全依靠二极管矩阵来确定,更换矩阵板上二极管插头的位置就可以改变动作顺序,所以这种通用的顺序控制装置便于工厂批量生产、便于检修维护和当工艺变更后能方便地改变其控制系统。

1968 年美国通用汽车公司(GM)提出了研制一种新控制装置以取代继电器控制系统的设想,公司要求这种新的控制装置达到以下十项指标:

- ①编程简单,可在现场修改程序;
- ②维修方便,最好是插件式;
- ③可靠性高于继电器控制柜;
- ④体积小于继电器控制柜;
- ⑤数据可直接送入管理计算机;
- ⑥成本可与继电器控制柜竞争;
- ⑦输入可为市电;
- ⑧输出可为市电,要求 2A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- ⑨扩展时原系统只要很小变更;
- ⑩用户程序存储器容量至少能扩展到 4k。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出了第一台可编程序控制器,在美国通用汽车公司的生产线上试用成功,取得了满意的效果,可编程序控制器从此诞生。

可编程序控制器问世以后,发展极为迅速。1971 年日本开始生产可编程序控制器;1973 年欧洲开始生产可编程序控制器,到现在世界各国一些著名的电气工厂几乎都在生产 PC 装置,PC 已作为一个独立的工业设备被列入生产中,成为当代电控装置的主导。

早期的可编程序控制器主要由分立元件和中小规模集成电路组成,它采用了一些计算机技术但简化了计算机内部电路,对工业现场环境适应性较好,指令系统简单,一般只具有逻辑运算功能。随着微电子技术和集成电路的发展,特别是微处理器和微型计算机的迅速发展,在 70 年代中期,美、日、德等国的一些厂家在可编程序控制器中开始更多地引入微机技术,微处理器及其它大规模集成电路芯片成为其核心部件,使可编程序控制器的性能价格比产生了新的突破。当今的可编程序控制器都无一例外地采用了微处理器(MPU)、只读存储器(ROM)、随机存放存储器(RAM)或是单片机作为装置的核心。近年来可编程序控制器的发展仍很迅速,更新换代周期大约 3 年~5 年,其结构不断改进,功能日益增强,性能价格比越来越高。展望未来,可编程序控制器在规模和功能上大致向两个方向发展,即大型可编程序控制器不断向高速、大容量和高功能方面发展。如有的扫描速度可高达 0.1ms/k 字(0.1 μ s/步),可处理几个开关量 I/O 信号和多个模拟量 I/O 信号,用户程序存储器容量最大达十几兆字节。另一方

面发展简易经济的超小型可编程序控制器,以适应单机控制、小型自动化的需要。另外不断增强其对过程控制的功能(模拟量控制能力);可编程序控制器中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,分别执行不同的任务);增强可编程序控制器的联网通讯功能,便于分散控制与集中控制的实现;大力开发智能 I/O 模块,增强可编程序控制器的功能,提高它的适应性和可靠性。

§ 1-2 可编程序控制器的分类及其在工业自动化中的应用

一、可编程序控制器的分类

了解 PC 的类型以便我们根据控制的需要进行选择。PC 的类型很多,型号各异,各厂家的规格也不相同。如何进行分类存在一些困难,一般按以下原则考虑:

(一)按容量及功能分类

按容量及功能进行分类,实际是按容量分。PC 的容量主要是指 PC 的输入/输出(I/O)点数。一般来说,处理的 I/O 点数比较多时,控制关系可能较复杂,用户要求的程序存储器容量也就较大,要求 PC 指令及其他功能也就较多,指令执行的速度也要求较快等。功能与容量也有一定关系。当然,这些并不是绝对的。按照 PC 的输入/输出点数,可将 PC 分为小型(I/O 总点数在 256 点以下;有的还将 64 点及少于 64 点的称为微型)、中型(I/O 总点数在 256 点及以上,2048 点以下)和大型(I/O 总点数在 2048 点及以上)三种。三种 PC 的参数与性能比较可参见表 1-1。

应当说明一点,大、中、小型 PC 的划分并无严格的界限,各厂家也存在不同的看法,PC 的输入、输出点数可按需要进行灵活配置。不同类型 PC 的指令及功能还在不断增加。读者选用时应针对不同厂家的产品具体分析。

(二)按结构型式分类

按结构型式不同,PC 主要可分为箱体式和模块式两类。

1. 箱体式结构

箱体式结构又称为整体式结构,它的特点是将 PC 的基本部件,如 CPU 板、输入板、输出板、电源板等很紧凑地安装在一个标准机壳内,构成一个整体,组成 PC 的一个基本单元(主机)或扩展单元。机壳通常用坚固耐用、重量轻的材料如工程塑料、铝合金等制成。底座设计成开关板安装式,以便于 PC 在控制柜内安装固定。箱内各基本部件采用插接连接。基本单元上设有扩展端子通过扩展电缆与扩展单元等相连,以构成 PC 不同的配置。

箱体式结构的 PC 体积小、成本低、安装方便,微小型 PC 采用这种结构型式的比较多,如

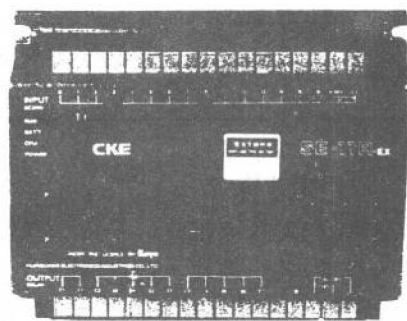


图 1-1 SE-11 型外形结构

我国华光(日本光洋)电子公司新型 SE—11 型 PC 即采用此种结构,其外形如图 1-1 所示。

小型 PC 中采用箱体式结构的还有如日本三菱公司 F₁、F₂、FX₂ 系列 PC,日本 OMRON (立石)公司的 C 系列 P 型袖珍机(C20P~C60P)、C20 型 PC 等。

表 1-1 PC 按容量及功能分类表

类 型 性 能		小 型 PC	中 型 PC	大 型 PC
I/O 点数		256 点以下	256 点~2048 点以下	2048 点及以上
存储器容量		0.5~2k 字	2~64k 字	64k 字以上
CPU		单 CPU,8 位微处理器	双 CPU,字处理器和位处理器	多 CPU,字处理器、位处理器和浮点处理器
扫描速度		10~60ms/k 字	5~20ms/k 字	1.5~5ms/k 字
内部元件	辅助继电器	8~256 个	256~2048 个	2048~8192 个
	计 时 器	8~64 个	64~256 个	256~1024 个
	计数器	8~64 个	64~256 个	256~1024 个
智能 I/O (特殊功能模块)		少	有	有
联网能力 (通信功能)		有	有	有
指令功能		逻辑运算、定时、计数、简单的算术运算、比较、数制转换	逻辑运算、定时、计数、寄存器和触发器功能。 算述运算、比较、数制转换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、实时中断	逻辑运算、定时、计数、寄存器和触发器功能 算术运算、比较、数制转换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、PID、实时中断、过程监控、文件处理
编程语言		梯形图、命令语句表	梯形图、流程图、命令语句表	梯形图、流程图、命令语句表、图形语言、实时 BASIC

2. 模块式结构

这种结构的特点是:PC 是由一些标准模块(组件)、单元所构成。这些标准模块如 CPU 模块、输入模块、输出模块、各种功能模块、有的还有电源模块等。将这些模块插在框架上或基板上组装而成。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 PC 和一些小型 PC 多采用这种结构形式。如华光电子工业公司的中大型 PC 和小型 SR—20/21、SZ—3/4 型 PC 均采用模块式结构。SZ—3/4 型的外形结构如图 1-2 所示。

图 1-2 所示模块式结构,最基础的部分是一个电源框架,此框架本身带电源,用于提供 PC 机所需电源,另外有 CPU 槽和 I/O 槽,CPU 槽用来安放 CPU 模块,输入/输出槽用来安装 I/O 模块和其他模块。I/O 的槽数有 2、3、5、8 等多种规格(也称为 2、3、5、8 模块用框架),可根据模

块数的需要选用,非常方便。较大型的 PC,为了安装更多的模块,除了基本框架外还有扩展框架,用扩展电缆相连,可得到所需要的不同规格的组合。

PC 的基本结构形式主要是上述两种,此外也还有其他一些结构形式,或上述两种结构形式的组合,此处就不多介绍。

二、可编程序控制器在工业自动化中的应用

现代工业生产是复杂多样的,它们对控制的要求也各不相同。大体上有以下几类情况。第

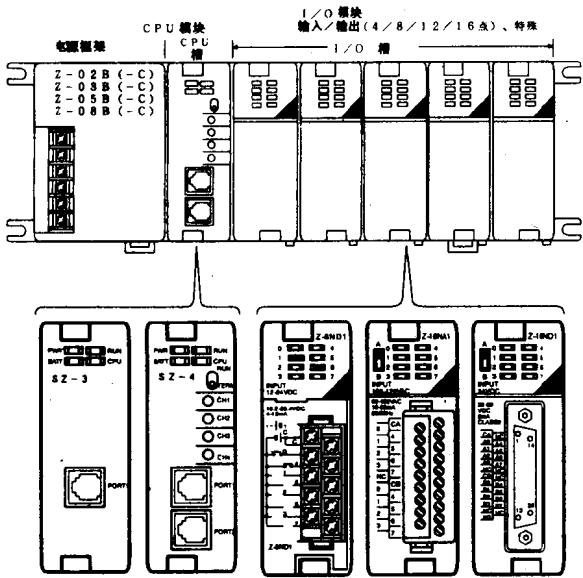


图 1-2 SZ-3/4 型外形结构

一类开关量顺序逻辑控制。这种例子较多,如机械工业中的各种自动生产线、自动加工机床、机械手,冲压、铸造机械等;冶金行业中的高炉上料系统、轧机、连铸机、飞剪等;化工系统中的各种泵、电磁阀、自动机等;轻工业中的注塑机械,包装机械,食品机械,以及日常生活中的电梯控制等。第二类模拟量控制。如各种生产过程控制中对温度、压力、流量等连续变化的模拟量进行的控制。早年用模拟仪表来实现。第三类要求数据采集、分析和处理功能。在一些较大型系统和生产过程自动控制系统中要求具有数据采集、数学运算和数据处理功能。如各种算术运算、函数运算、逻辑运算、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能。这些系统中有的控制

关系复杂、模型复杂性高、计算量大且较难;有的速度要求快、实时性要求较高;有的控制要求较简单。究竟采用什么控制设备,可视具体情况而定。

可编程序控制器由于具有以下特点而深受工厂工程技术人员和工人的欢迎。

(1)可靠性高 这往往是用户选择控制装置的首要条件。PC 在硬件和软件上采取了一系列抗干扰措施,使它可以直接安装于工业现场而稳定可靠地工作。在国际电工委员会 IEC1131 可编程序控制器标准中对 PC 的使用环境、电气要求、机械要求、测试及核查方法等都有明确的规定,对电干扰测试条件、电干扰程度有具体规定。我国华光电子工业公司 SR-20/21/22 系列 PC,其工作环境温度为 $0\sim 60^{\circ}\text{C}$,不需要强迫风冷,在幅度为 1000V ,宽度 $1\mu\text{s}$ 的脉冲干扰下能可靠地工作。从国内外实际使用 PC 的情况来看,对 PC 可靠性都相当满意,平均无故障时间达几万小时以上。

(2)适应性强,应用灵活 由于 PC 产品均成系列化生产,品种齐全,多数采用模块式的硬件结构,组合和扩展方便,用户可根据自己的需要灵活选用。可满足系统大小不同及功能繁简各异的控制系统要求。另外,PC 用程序代替了继电器控制中的硬接线,其控制功能是通过软件来完成的,当控制要求改变时只要修改程序即可,非常容易。对于采用硬接线的继电器逻辑

控制则难于办到。

(3)编程简单、容易掌握 PC 是一种计算机产品,但它的编程却很容易掌握,如目前大多数 PC 采用继电器线路形式的“梯形图”编程方式及命令语句表(功能助记符)编程,广大电气技术人员稍加学习就能掌握,易于推广。

(4)控制系统设计、安装、调试方便,工作量少 PC 中含有大量的相当于中间继电器、时间继电器、计数器等软元件,又用程序(软接线)代替硬接线,安装接线工作量少。设计人员只要有 PC 就可进行控制系统设计并可在实验室进行模拟调试。此时输入信号用小开关来模拟,输出信号的状态可以观察 PC 上相应的发光二极管,有些信号可通过编程器的显示窗口查看,模拟调试很方便,设计中的问题一般易于发现,并可通过修改程序来解决。调试好程序的 PC 最后再安装在现场统调,总的调试时间比继电器系统少得多。

(5)维修方便,维修工作量小 PC 有完善的自诊断、履历情报存贮和监视功能。PC 对于其内部工作状态、通讯状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示。工作人员通过它可以查出故障原因,是 PC 内部故障还是 PC 外部的输入装置和执行机构发生故障,便于迅速处理。

(6)体积小,能耗低 如华光公司的 SZ—3/4 型模块化小型 PC,其框架外型尺寸:宽×厚为 90mm×75mm,仅比一张名片稍大;长度因槽数而异,3、5、8 槽框架长度分别为 203mm、265mm、358mm。功耗小,电源最大功耗 50VA~80VA。PC 体积小,安装固定均很方便。

PC 除具有上述特点外,PC 功能也比较齐全。它具有开关量输入/输出,模拟量输入/输出,和大量的内部中间继电器,时间继电器(定时器)、计数器、特殊继电器、数据寄存器和特殊寄存器等、具有逻辑控制、顺序控制、信号/数据处理(算术处理、数据处理、模拟量处理),操作控制和各种接口功能(可配一般 I/O 接口模块和一些智能模块如通讯控制、高精度定位控制、远程 I/O 控制、中断控制模块等)。

上述情况,使得 PC 在工业企业中得到了广泛的应用,较早如美国商业情报公司在 1982 年对美国石油化工、冶金、食品、制药、玻璃、机械制造等行业 400 多家工厂企业进行调查结果表明,在对各种工业自控设备的需求中,可编程序控制器的应用最普遍,需求量最大。近几年情况仍然如此。PC 在制造业中应用非常广泛。在过程控制中有的被控对象要求既有顺序(逻辑)控制,也有一定的数字计算和模拟控制,现代 PC 能很好地同时满足这几方面的要求。在计算机分布式控制系统和集散控制系统中加入 PC 模块是实现控制功能综合一体化的方法。应当指出,近年来 PC 联网、通讯功能不断开发,大范围、跨地域控制的实现,正适应了当今计算机集成制造系统(CIMS)及智能化工厂发展的需要。多数专家认为,在工业自动控制设备中 PC 是首选产品。是未来工厂自动化中最重要的整机设备,而且很可能是 CIMS 中设备控制级的唯一整机设备。

§ 1-3 国内常用可编程序控制器概况

我国从 1973 年开始了顺序控制器的研制工作,很快取得了成功,如 KSJ 型等顺控器已用于机械、冶金、轻工、化工等行业。对于目前我们所提到的可编程序控制器,则是在 70 年代末 80 年代初随着宝钢一期工程及其他工程中成套设备引进而进入我国后才开始使用的。随后不少单位积极进行了可编程序控制器的应用研究工作。有的企业引进了国外 PC 的生产线,建立

了生产 PC 的合资企业。一些单位还积极开发了我国自己的 PC 产品。一个研究、应用、开发、生产 PC 的高潮在我国正在形成。

一、常用国外 PC 概况

PC 首先在国外发展,随着成套设备引进而在我国逐步获得推广,使得我国使用国外 PC 的型号、规格也较多,对较著名的国外厂商及产品择要介绍如下:

(1)美国 爱伦-布瑞德雷公司(Allen Bradley 又称 A-B 公司)是美国生产 PC 的主要厂家之一。它提供了各种类型 PC,以适应从单机到大型工厂自动化的需要。它生产各种 SLC、PLC 型的 PC。如有适用于单机和小型控制系统的 SLC100 型 PC,其主机的 I/O 点仅为 16 个,可扩展的最大 I/O 点为 112 个;也有适用于大型控制系统的 PLC—3 型 PC,它具有 8192 个远程 I/O 控制点,程序容量可扩充到 1.92 兆字。它的指令很丰富,除具有一般逻辑运算、算术运算功能外,还具有 $\text{Log}10$ 、 10^x 、 $\sin x$ 、 $\cos x$ 和 y^x 、 e^x 、 $\text{Log}e$ 、倒数、均值与标准偏差等高级算术运算功能。有的还具有顺序功能流程图(SFC)和 PID 指令等。该公司的 PC 机具有先进的通讯和数据处理功能。有 80 余种数字及智能 I/O 模块供用户选用。

通用电气公司(GE)是国际上最早生产 PC 的主要厂商之一。主要 PC 产品有 GE—I J、GE—I、GE—I P、GE—Ⅲ、GE—V 等。其中系列 I J、I、I P 属小型 PC。系列 I J 为箱体式结构,系列 I、I P 为模块式结构。系列 I P 在系列 I J、I 的指令基础上增加了数据操作指令。系列 Ⅲ 属中型 PC,它的 I/O 点最多可达 400 点。系列 V 属大型 PC,其 I/O 点可达 2048 点,用户存储容量达 32k。其性能及指令与我国华光电子工业公司的 PC 相类似。

德州仪器公司(Texas Instruments,又称 TI 公司)是美国生产 PC 的主要厂家之一。主要 PC 产品小型有 TI510、TI520 和 TI315、TI325、TI330 等,中型有 TI425、TI435、TI530 和 5TI 等,大型有 TI560、TI565 等。其有些中、小型 PC 指令及性能与我国华光电子工业公司的 PC 相类似,大型 TI560/565 型 PC 于 80 年代中期推出,它以 16 位微处理器 68000 芯片为核心,标准用户存储器容量为 96k 可扩至 512k,开关量和模拟量的 I/O 点数可达 8192 点,TI565 的 PID 调节回路可达 64 路。它的远程 I/O 性能好,任何通道远离主机的最大距离可达 15000 英尺,能完成相当繁复的生产控制和数据采集。

西屋电气公司(Westing House)是美国生产 PC 的主要厂家之一,Numa-Logic 系列 PC 是该公司的中小型 PC 产品。Numa-Logic PC—110、PC—1100 是小型 PC。PC—110 的主机部分包括电源、处理机、24 点输入和 16 点输出,具有小巧、紧固、编程容易等特点。PC—1100 也属小型 PC,但其结构为模块式,并增加了模拟量 I/O、寄存器 I/O 模块以及 RS—232 通信口。在指令系统上增加了算术运算、数据传输、数据转换、位操作等高级指令,进一步增强了小型 PC 的功能。Numa-Logic PC—900 最大 I/O 点为 255,属小型(接近中型)PC,它具有远程 I/O(最长 3.2km)和远程联机能力。PC—700 属中型 PC,其最大 I/O 点可达 512,并具有 PID 回路控制功能,可用于复杂的自动控制。上述四种机型我国上海调节器厂引进了西屋公司的生产技术,生产出与上述几种产品完全兼容的 PC 产品。

此外,生产 PC 的美国厂商还有歌德公司(Gould Modicon 又称 GM 公司)生产 MICRO 等型 PC,在此不一一介绍。

(2)日本 三菱(MITSUBISHI)电机公司是日本生产 PC 的主要厂家之一。该公司于 1981 年推出了 F 系列 PC,随后又推出了功能更强的 F_1 、 F_2 系列和 K 系列 PC,其中 F_1 和 K 系列都

带模拟量控制。近年来三菱公司又推出了 FX₂ 系列和 A 系列(MELSEC—A)PC。F₁ 系列 PC 采用箱体式结构,最大 I/O 点数为 120 点,用户程序存储器容量为 1k 步。F₁ 系列在 F 系列基本指令的基础上,增加了两条用于顺序控制的指令,大量的功能指令和内部元件。FX₂ 系列 PC 是一种高性能小型箱体式 PC,它由基本单元、扩展单元、扩展模块和特殊适配器组成。系统的最大 I/O 点数为 128 点。用户程序存储器容量为 8k。A 系列(MELSEC—A)PC 是一种带有智能接口的可编程序控制器。包括 AOJ2、A1N、A2N、A3N、A3H 系列等。AOJ2 系列为整体式结构,其 I/O 点为 28~336 点,A1、A2、A3 系列为模块式结构,其最大 I/O 点分别为 256、512、2048 点。A 系列 PC 具有控制多模拟量系统的 PID 回路调节功能,并具有很强的通信能力。它既有同轴电缆通信接口,又有光纤通信接口。有 26 种智能式专用功能模块,并配有丰富的系统软件,可满足工厂自动化控制的各种要求。

立石(OMRON)公司是日本生产 PC 的主要厂家之一,主要生产 SYSMAC C 系列大、中、小型十几种型号 PC。小型 PC 有 C20 及 C28、C40、C60 四种。各分别包含 P、H、K 三种机型,如 C20P、C20H、C20K 等,加上 C20 共 13 类 PC。P、H、K 机型不同,性能上便有若干差别。H 机性能最好,是新开发的产品。K 型机略高于 P 型机。P 型机用的时间最长,已为广大用户所熟悉。C 系列小型 PC I/O 点数可从 20 点~220 点。中型如 C120、C200H、C500,其最多 I/O 点数分别为 256、384、512。大型 PC C1000H 本地配置可达 1024 点,再使用远程单元时可达 2048 点。C2000H 本地配置时可达 2048 点,远程 I/O 又有 2048 点,本地与远程相加可达 4096 点。近期立石公司又推出了 CV500/1000 机型。

日立(HITACHI)公司是日本生产 PC 的主要厂家之一。它生产的 EM 系列 PC 采用的是模块式结构,它由电源、CPU、若干 I/O 单元及与安装这些单元相适应的框架组合而成。其 I/O 点数从 24 点~320 点配置灵活,且可节省安装面积。

光洋(KOYO)电子工业株式会社是日本生产 PC 的主要厂家之一。它生产系列的大、中、小型 PC,而且美国通用电气公司(GE)和德州仪器公司(TI)有的 PC 产品也由其生产。这就使日本光洋公司的产品和美国 GE 公司、TI 公司的某些 PC 产品完全一致。日本光洋公司与我国华光电子工业有限公司为合资企业,华光公司的 PC 产品与光洋公司的 PC 产品完全一致。关于光洋公司 PC 产品介绍见后华光公司 PC 介绍。

此外,生产 PC 的日本公司还有东芝公司(EX 系列 PC)、富士电机公司(NB、NJ、NS 系列 PC)和松下公司(FP 系列 PC)等。

(3)德国 西门子(SIEMENS)公司是国际上生产 PC 的著名厂家之一。它生产 S5 系列的 PC,其小型 PC 有 S5—95U、S5—100U 开关量 I/O 点数为 32 点~256 点,模拟量 I/O 为 16、32 路。中型 PC 有 S5—115U 最大开关量 I/O 点数为 1024,模拟量 I/O 为 128 路。大型 PC 有 S5—135U、S5—155U 最大开关量 I/O 点数为 6144,模拟量 I/O 为 384 路。

以上介绍了美、日、德等国部分厂商生产的 PC 情况,供读者参考。西门子公司近年又推出了 S7 系列新型 PC,其大、中、小型分别为 S7—400、300、200 型。

二、国内 PC 生产情况

我国国产 PC 的生产研制工作起步较晚,但随着 PC 需求量的增加,发展也很迅速。据有关部门统计,国内自行设计、生产的 PC,虽然自给率尚不高,但品种也有 40 多种。有的厂家引进国外 PC 生产技术,生产出的 PC 质量完全达到国外要求。国内的一些 PC 生产厂所生产的 PC

情况可参看有关资料。限于篇幅,此处不赘述。

值得一提的是江苏无锡中外合资华光电子工业有限公司与日本光洋(KOYO)电子工业株式会社合资,批量引进该公司全系列的PC产品,生产出的PC产品规格齐全并返销国外。华光公司有些PC产品的性能与美国通用电气公司(GE)和德州仪器公司(TI)相同。它们之间的对应关系如表1-2所示。本书选择华光公司的PC系列作为背景机进行介绍,可收到举一反三的效果。

表1-2 华光公司PC性能简介及与GE、TI公司PC对照表。

从表1-2知:华光公司的SE、SR和SZ型PC为小型PC, SU型和SR400型为中型PC, SG型为大型PC。

SE—11为箱体式结构小型PC,其I/O点数为15/9(总24点),用户程序容量1k步,是一种低价PC,主要用于满足小型逻辑控制的需要。是取代原SR—10型PC的新产品。

SR—20/21为模块式结构小型PC,其系统一般由以下组件构成:(1)带电源的框架(有5、8、10槽等);(2)CPU模块;(3)输入模块(每个模块有4、8或16个输入点);(4)输出模块(每个模块有4、8或16个输出点);(5)输入/输出模块(4入/4出或8入/8出)。用户根据自己的需要选用。其I/O总点数可配置成:SR—20为112点、SR—21、22为168点。SR—20、21标准用户程序容量为700步,若不够用时可扩充到1724步。SR—22用户程序容量为3.7k步。SR—21、22中提供的特殊模块及功能如下:拨盘式接口模块(用硬件实现对4个指定定时器或计数器的数值设定)、高速计数器模块(当要求高速计数时可装此模块,可以对500Hz~10kHz的脉冲计数。将计数器的当前值与预置值进行比较后,确定输出状态。这一过程与PC的扫描过程无关,可以保证负载被及时驱动)、快速响应模块(使PC能快速响应输入脉冲或监控很窄的输入脉冲。在快速响应方式下,该模块输出与CPU扫描时间无关,而是由输入量直接控制。输出量同时还受到用户程序控制)、模拟量输入模块(用于把模拟量输入信号转换成PC可以接受的数字量信号,供PC处理,使PC可以实现模拟量控制)、模拟量输出模块(将PC中的数字量转换成模拟量,对外输出去驱动工作对象)、输入模拟器(模拟开关量输入信号,方便编程调试及查找故障)。此外它还可以连接几种外围设备如“磁带录音机”、“打印机接口单元”、“EPROM写入单元”和“数据通讯单元”。

华光公司不断推出和经销最新式的小型PC,如SZ—3/SZ—4型PC,是模块化小型PC的极品,它体积为超小型,宽度仅为名片大小,最大I/O点数为128点,13种规格的开关量I/O模块可灵活组合。有模拟量输入模块、模拟量输出模块、计数器接口模块及一些智能通讯模块。编程语言为梯形图编程与级式编程语言并用。编程指令很丰富并且与华光公司SG型、SU型大、中型PC的指令兼容。

SU—5/SU—6和SR—400型为华光公司的中型PC,采用模块式结构。这里简要介绍SU—5/6B的情况,它最多选用4台基架(1台基本基架+4台扩展基架)。每台基架最多装8个模块。最大输入输出总点数:256点(SU—5)/512点(SU—6B)。用户程序容量:3.5k语句即3.5k步(SU—5)/15.5k(SU—6B)。指令条数:129种(SU—5)/191种(SU—6B)。编程语言为梯形图编程与级式编程语言并用。除各种输入输出模块外,它们有各种通讯模块(上位通讯、I/O通讯、过程通讯)和其他特殊模块如模拟量输入模块(12位4通道)、模拟量输出模块(12位2通道)、高速计数模块(6位可逆计数器、100kHz)、中断输入模块(4点中断输入)。同样它

表 1-2 华光公司 S 系列 PC 性能简表

型 号 性 能	SE 11	SR 20	SZ 3	SZ 4	SR 21	SR 22	SU 5	SR 400	SU 6	SU 6B	SG 8B
编程语言	梯形图 /级式	梯形图	梯形图 /级式	梯形图 /级式	梯形图	梯形图	梯形图 /级式		梯形图 /级式	梯形图 /级式	梯形图 /级式
I/O 容量	15/9	112	112	128	168	168	256	400	512	512	1024/1024
用户程序 存储器容量	1k	0.7k/1.7k	2k	2.5k	0.7k/1.7k	3.7k	3.5k	4k	7.5k	15.5k	31.5k
扫描速度	3.5ms/1k	40ms/1k	每条 2.5 μ s—	每条 1.0 μ s—	10ms/1k	10ms/1k	每条 1.8 μ s—	每条 4.8 μ s—	每条 0.49 μ s—	每条 0.33 μ s—	每条 0.48 μ s—
指令条数	50	29	116	129	57	57	129	51	180	191	214
定时器/计数器	20	64	64/64	128/128	64	64	128/128	128/128	128/128	256/128	256/256
移位寄存器	155	128	256	256	128	128	480	128	480	1024	2048
高速计数器	内带 2 点 2kHz	10kHz	5kHz	5kHz	10kHz	10kHz	100kHz	10kHz	100kHz	100kHz	50kHz
GE、TI 公司的 同性能 PC	GE—1 J TI315	GE—1 I			GE—1 P TI325	GE—1 P TI330	TI425	GE—1	TI435	TI435	GE—V

们也可连接指令编程器(编程、在线监测、PROM 写入、录音机接口)或图形编程器(编程、在线监测、打印机接口)。

SG—8B 是华光公司的大型 PC,采用模块式结构,它最多使用 8 台框架(也叫基架,1 台基本框架+7 台扩展框架),每台框架最多装 8 个模块。最大输入输出总点数 2048 点,用户程序容量 31.5k 语句。编程语言为梯形图编程与级式编程语言并用。指令条数 214 种。除各种输入输出模块外,还有 G—01DM 通讯模块(用于实现 PC 与计算机或 PC 与 PC 间的通讯和 PC 与打印机、显示器等的通讯)和其他特殊模块如模拟量输入模块(12 位、8 路)、模拟量输出模块(12 位、2 路)、高速计数器模块(8 位可逆计数器、50kHz)、高精度定位控制模块、显示控制模块等。同样还有指令编程器、图形编程器等。

§ 1-4 可编程序控制器的基本组成及其内部器件

可编程序控制器实质上是一种工业控制计算机,它的结构原理与微型计算机相似。从硬件构成看,它也有微处理器、存储器和各种输入/输出接口,但它的系统程序(操作系统)与接口器件又与微机不同,这就使得它的操作使用方法、编程语言、工作方式等与微型机有所不同。它更适用于工业生产控制和工程技术人员使用。下面分别介绍。

一、PC 的基本组成

人们要掌握 PC,可从了解一台 PC 的基本组成及各部分的作用入手。PC 的最基本组成(或称最小系统,基本系统)如图 1-3 所示。它包括以下几部分:

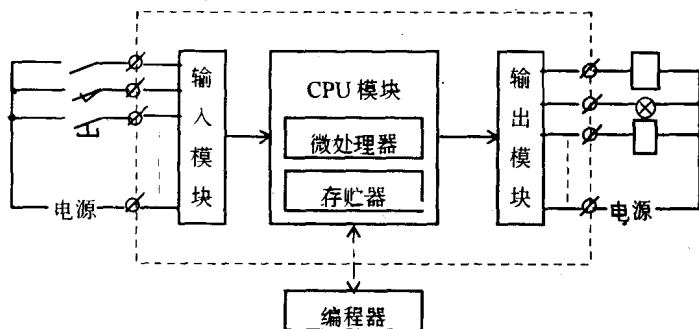


图 1-3 PC 基本系统组成及与外部的连接

1. CPU 模块

CPU 模块又称 CPU 模板或中央处理单元,它指挥、协调整个 PC 的工作,是整个 PC 控制的核心。它主要由微处理器和存储器两部分组成。

(1)微处理器 它可以采用通用的 8 位、16 位 CPU 芯片如 Z80A、8031、8085、8086、80286 等专用的 CPU 芯片或单片机,有的可另加专用逻辑处理芯片和处理位信号的位处理器。配上总线以便 CPU 与内存及 I/O 交换数据。CPU 芯片的性能关系到 PC 处理控制信号的能力与速度。PC 运算速度及信息处理量的提高,很大程度上依赖于高性能 CPU 芯片的采用,从发展

来看 PC 的芯片将越来越高档。

微处理器的作用是:在系统程序支撑下对整个 PC 系统进行监控,如进行系统自检和其它初始化处理;接收并存储从编程器键入的用户程序和数据;诊断电源、PC 内部各电路状态和用户编程中的语法错误等。进入运行状态后用扫描方式将现场的开关量输入信号和数据读入用户存储器中的“输入状态表”(相应输入寄存器)。从存储器逐条读取用户程序,经过命令解释后,按指令规定的任务产生相应的控制信号去控制内部电路,完成数据的存取、传送和组合、比较、变换器规定的运算任务。并根据运算结果,更新有关寄存器的内容。最后将“输出状态表”(相应输出寄存器)的内容送给输出模块,实现输出控制、打印或数据通信等外部功能。

(2)存储器 PC 的存储器包括系统存储器和用户存储器两部分。

系统存储器由 PC 生产厂家编写并固化在 ROM 内,用户不能直接更改。它相当于单板机的监控程序或个人计算机的操作系统。它使 PC 具有基本的智能,能够完成 PC 设计者规定的各种工作,系统程序质量的好坏,很大程度上影响了 PC 的性能。其内容主要包括三部分。

1)系统管理程序 在它的控制下,使整个 PC 按步就班地工作。它包括 PC 运行管理(控制 PC 何时输入、输出、运算、自检、通讯等,进行时间上的分配安排),存贮空间管理(或称生成用户元件,如它将有限个数的 CTC 扩展为几十上百个用户时钟和计数器,通过这部分程序,用户看到的不是实际机器存贮地址和 CTC 的地址,而是按照用户数据结构排列的元件编号与程序编号)和系统自检程序(如系统出错检验、程序语法、句法检验等)。

2)用户指令解释程序、编辑程序 通过 CPU 解释程序能将 PC 的编程语言变为机器语言。编辑程序将用户程序变为内码形式并便于程序的修改、调试。

3)标准程序模块和系统调用即许多不同功能的子程序及其调用管理程序 如完成输入、输出和特殊运算等。PC 的具体工作都是由这部分程序来完成的,这部分程序的多少就决定了 PC 性能的强弱。

用户存储器包括用户程序存储器(程序区)和功能存储器(构成内部元件)两部分。程序存储器是用来存放用户为解决其控制问题用规定的 PC 编程语言而编写的各种用户程序。用户程序存储器的容量一般以字(二进制的 16 位)为单位来表示。有的 PC 也将“字”称为“步”。用户程序存储器根据所选用的存储器单元类型的不同,可以是 RAM(有掉电保护)、EPROM、或 EEPROM 存储器。其内容可以由用户任意修改或增删。用户的功能存储器或称用户存储器中的数据区是用来存放(记忆)用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等,换言之,它构成 PC 的各种内部器件,也称软器件。本节二即将进行介绍。用户存储器容量的大小,关系到用户程序容量的大小和内部器件的多少。是反映 PC 性能的指标之一。

2. I/O 模块

输入/输出模块,也写作 I/O 模块。它是 PC 与外界的接口。输入模块用来接收和采集两种类型的输入信号,一类是由按钮、选择开关、行程开关、继电器触点、接近开关、光电开关、数字拨码开关等的开关量输入信号。另一类是由电位器、测速发电机和各种变送器而来的连续变化的模拟量输入信号。输出模块用来连接被控对象中各种执行元件,它们有二位执行元件如接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯等,也有需模拟量的如调节阀、调速装置等。

应当指出,PC 的 I/O 模块专门设计得适应工业控制需要,正是 PC 与一般微机的一个区别,也是它的一个优点。大家知道 CPU 模块的工作电压一般是 5V,而 PC 外部的 I/O 信号电压一般都较高,如直流 24V 和交流 220V 等。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声容易损坏 PC