

微电脑 可编程序控制器 实用原理及程序设计

黄明琪 冯济纓 编著

PLC

贵州科技出版社

微电脑可编程序控制器实用原理及程序设计

贵州

62.3

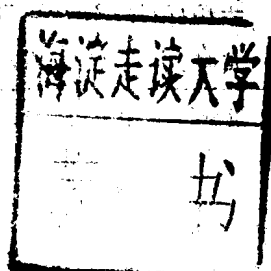
10/1

社

TP362.3
HMQ/1

微电脑可编程序控制器实用原理及程序设计

黄明琪 冯济纛 编著



贵州科技出版社

0022671

内 容 提 要

本书从工程技术人员实际应用需要的角度出发,详细阐述了PC系统的组成及各基本组成部分与常用扩展单元的工作原理。在综合介绍PC程序设计所需基本知识的基础上,具体介绍了PC各种指令的意义、使用方法与程序编写方法,读者由此不难举一反三。书中还较详细地介绍了如何设计用PC构成的控制系统,包括模拟量的控制,列出了具体的设计步骤、内容、方法与示例,并介绍了安装使用的常识。学习PC的基础知识一章,供接触微电脑较少的读者按需选读。

本书由长期从事大学电气工程与计算机教学工作的专家编写。编写中注意了基础及由浅入深、易读易懂。可供工厂企业从事电气控制、应用电子技术(PC)对传统产业进行技术改造和开发新型控制设备的工程技术人员参考,也可作为大专院校和在职工程技术人员进行继续工程教育的教材或参考书。

责任编辑 黄绍琨
封面设计 刘维刚
技术设计 东 升

JS402/11

微 电 脑 可 编 程 序 控 制 器 实 用 原 理 及 程 序 设 计

黄明琪 冯济纓 编著

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路289号 邮政编码550001)

*

贵州省图书馆印刷厂印刷 贵州省新华书店经销
797×1092毫米 16开本 12.25印张 290千字
1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷
印数1——4000

ISBN7-80584-163-2/TP·002

定价: 7.70元

前 言

应用电子技术改造传统产业,提高生产企业及生产产品的自动化水平,是企业技术进步的需要,是生产发展的需要,是提高企业经济效益及增强产品竞争能力的需要。时至90年代的今天,如果还不把发展和应用现代电子技术和现代自动化技术放在技术进步的战略地位,必将造成历史性的失误。

可编程序控制器(Programmable Controller,简称PC),是综合了微型电子计算机技术和自动控制技术而发展起来的一种新型工业控制装置。它的使用非常广泛。它能方便的直接应用于机械制造、冶金、化工、电力、交通、采矿、建材、轻工、环保、食品等各行各业。既可用于技术改造、老产品的更新换代,也可用于新产品的开发和“机电仪”一体化。它可用于单机控制、多机群控、生产自动线控制、与数字控制(NC)和计算机数控(CNC)组合在一起实现机械加工中的数值控制,也可用于生产过程自动控制和组成多级分布式控制系统等各个方面。所以,PC近几年在国外发展很快。我国从国外引进的设备中大量的采用了PC。国内生产的设备及各行各业技术改造中应用PC的也越来越多。PC已经成为当前进行工业自动控制的重要手段与重要基础控制装置之一。

PC之所以发展如此之快和如此受到欢迎,是与它独具的优点分不开的。它具有微型计算机体积小、功能强、灵活性大、程序修改方便等优点,且编程简单,一般电气技术人员易于掌握,工作可靠,使用方便,安装、调试、维修量小,加之价格日趋下降。用PC构成的控制系统,不仅非常方便的代替了复杂的继电器、接触器控制系统,而且在一般控制领域中比使用单板微机、工业控制用微机要简单、方便、可靠得多。所以近几年PC技术的发展甚为迅速,国外PC的产量与销售额以惊人的速度增长。

我国正大力进行PC技术的推广应用,但促进PC技术普及应用的关键之一在人才。这种人才的培养单靠学校不行,像PC这样一类能更好地替代传统控制设备的新型控制装置,特别需要新老电气技术人员的合作和那些既懂行业技术又懂PC技术的复合人才。遗憾的是目前系统阐述PC原理、具体应用及如何进行PC控制系统设计的书籍、教材实在太少。为满足PC控制技术工业应用、消化吸收、科研教学和工程技术人员知识更新等方面的需要,我们特编写了这本书。希望本书在推广PC应用中能起到一定的作用。由于我们的水平有限,在编写中难免有错,恳请有关专家与广大读者批评指正。

编 者

1991年8月

目 录

第一章 可编程序控制器综述

1.1 引言	(1)
1.2 可编程序控制器的定义与发展	(2)
1.3 可编程序控制器的类型	(4)
1.4 国内外常见可编程序控制器简介	(6)
1.5 可编程序控制器应用概况	(7)

第二章 学习PC的基础知识

2.1 PC常用术语	(10)
2.2 PC常用数制和代码	(11)
2.3 触发器基础	(15)
2.4 基本逻辑部件	(18)
2.5 存贮器的基本知识	(21)

第三章 PC基本系统的构成和工作原理

3.1 PC基本系统的组成与构成框图	(24)
3.2 CPU模板的结构与构成原理	(26)
3.3 开关量输入模板工作原理	(34)
3.4 开关量输出模板工作原理	(36)
3.5 PC的编程器	(41)
3.6 PC的工作过程及与电器控制电路工作的区别	(44)
3.7 PC与微型计算机工作的比较	(50)

第四章 PC的扩展模块

4.1 PC扩展系统的构成	(53)
4.2 模拟量输入模块	(54)
4.3 模拟量输出模块	(56)
4.4 高速计数模块	(58)
4.5 数据通讯模块	(59)
4.6 闭环控制模块	(64)

4.7 其他扩展模块.....	(68)
-----------------	------

第五章 PC程序设计基础

5.1 电器控制线路中的逻辑关系.....	(70)
5.2 PC的编程语言.....	(72)
5.3 PC程序编写中的基本概念.....	(73)
5.4 PC内的器件(元素).....	(77)
5.5 PC梯形图设计法.....	(83)
5.6 PC应用程序设计的基本步骤与编写方法.....	(87)

第六章 PC的指令系统

6.1 PC指令系统概述.....	(90)
6.2 基本指令.....	(91)
6.3 步进指令.....	(108)
6.4 功能指令.....	(119)
6.5 PC指令系统的比较.....	(136)

第七章 PC控制系统的设计及应用

7.1 PC控制系统的设计步骤与内容.....	(143)
7.2 常用控制线路的PC程序设计.....	(151)
7.3 采用模拟量输入/输出的PC控制系统.....	(158)
7.4 PC开关量输入/输出点数扩展法.....	(164)
7.5 提高PC控制系统可靠性的措施.....	(167)
7.6 PC控制系统应用举例.....	(170)

附1 几种常见国外PC的参数与功能表.....	(182)
-------------------------	-------

附2 F ₁ 系列PC基本指令与步进指令表.....	(183)
---------------------------------------	-------

附3 F ₁ 系列PC功能指令表.....	(184)
----------------------------------	-------

附4 F ₁ 系列PC内部各器件地址编号表.....	(189)
---------------------------------------	-------

第一章 可编程序控制器综述

1.1 引言

现代化的生产设备、生产线、生产车间，以至整个工厂大都在不同程度上实现了自动化。人们采用自动化常基于以下原因，或为了完成人力所不能胜任的工作；或为了提高效率，降低成本；或为了安全；或为了节省人力；或为了改善劳动环境等等。实现自动化的方法很多，如信息检测、信号变换、指令输出等都利用机械来实现的机械式自动化；利用压缩空气为动力的气动式自动化；利用液压系统实现的液压式自动化和采用电气和电子控制的电气（电子）自动化。从对信号和指令反应灵敏、使用范围广、动作快、实现方便和满足高度自动化要求来看，还是以采用电气、电子自动化较多和较适宜。

电气自动化经历了很长一段时期的发展。从控制被控制量的特点来看，它经历了从断续控制（有级控制）到连续控制（无级控制），又到断续控制（采样控制）的阶段。从满足生产过程（设备）对自动控制的要求来看，我们可将电气自动化系统大致分为两类：一类是以电动机为执行机构的控制生产机械运动的系统，属于电气传动自动化范畴，它一般控制的是机械运动参量，如位置、速度、加速度、力、力矩等。另一类是对生产过程中的温度、压力、流量、物位、成分、pH值等物理量和化学量进行控制，采用工业自动化仪表及其它控制装置，属仪表自动化范畴，包括在生产过程自动控制范围内。在实际生产中，这两种控制往往互相关交叉，互相渗透。随着现代电子技术、计算机技术的迅速发展，电气、电子自动化及各式控制装置的面貌已在日新月异的变化，新装置不断涌现。

在新型控制设备不断涌现的今天，引起国内外普遍重视并得以迅速推广应用的一种控制装置，就是本书所要介绍的可编程序控制器（简称PC）。

工业自动化领域中，采用了各种各样的控制设备（系统）。如：

- （1）继电器逻辑控制装置；
- （2）电气传动控制装置；
- （3）自动化仪表控制系统；
- （4）计算机控制系统；
- （5）数字控制装置；
- （6）可编程序控制器；
- （7）其他。

在众多的自动控制设备中，用户将根据自己的需要进行选择，但一些共同的认识，可资我们参考。美国商业情报公司FROST & SULLZIAN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（表1-1），调查结果清楚的告诉我们，在这些企业中可编程序控制器的应用最普遍，需求数量最大。

可编程序控制器如此受到人们的欢迎，是因为可编程序控制器具有以下特点：

（1）可靠性高。可编程序控制器在软、硬件的设计上采取了一系列的抗干扰措施，使它可以直接安装于工业现场而稳定可靠的工作。在工业环境中使用它的可靠性一般均高于普通微型计算机和单板机，在某种意义上说也高于继电器控制柜（特别是继电器容易出故障的

表1-1

工业部门对各种工业自控设备的需求

工厂自动化设备	名次	占 (%)
可编程序控制器	1	82
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
自动材料处理系统	7	23
分散控制系统	8	22
自动检查与测试	9	18
数控 (DNC和CNC)	10	15
材料供应计划系统	11	14
传送机械	12	9
CAD/CAM	13	8
机器人、机器手	14	6

触点系统)。

(2) 通用性强。可编程序控制器用程序代替了接线, 改变接线只要改变程序, 当控制要求改变时进行修改非常方便, 这对于硬接线的继电器逻辑控制则难于办到。另外, 它一般采用模板(模块)结构, 可以针对不同的控制要求进行组合和扩展, 以满足不同的需要。

(3) 编程简单, 掌握容易。目前大多数PC均采用继电器线路形式的“梯形图”编程方式, 广大电气技术人员非常熟悉, 稍加学习即可掌握, 易于推广。

(4) 现场安装、连接方便。如用PC取代继电器控制柜, 对原继电器控制柜与被控对象之间的接口, 一般不需改动, 所以用PC改造旧电器控制设备非常容易实现。其本身在现场安装、连接也很方便。

(5) 体积小。

(6) 维修工作方便, 工作量少。

目前在发达的资本主义国家PC的应用几乎遍及所有的工业企业, 深受工程技术人员和工人的欢迎。我国各工业企业对PC的应用也正逐步推广, 成为实现工业自动化产品控制设备升级换代及对旧控制设备进行技术改造的强有力的工具。用PC设计自动控制系统已成为世界潮流。

1.2 可编程序控制器的定义与发展

什么是“可编程序控制器”呢? 可编程序控制器名称较为混乱, 早期有的称为“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年美国电气制造商协会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。请不要和个人计算机的简称PC(Personal Computer)相混淆。

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

“可编程序控制器(PC), 为通过数字或模拟量的输入/输出控制各种机械和过程, 为了实现逻辑、顺序、定时、计数、算术运算等特定功能, 具有面向用户的命令的内部贮存用的可编程序存储器, 为工业应用设计的数字型电子装置。”

以上规定的含意可理解如下: 可编程序控制器是一种数字型的电子装置, 它为在工业环境条件下应用而设计。它内部采用了可编程序的存储器, 用来存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令, 这些指令由用户设定, 并通过数字量或模拟量的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。

第一台可编程序控制器是1969年由美国数字设备公司研制成功, 当时叫做“可编程序逻辑控制器”(简称PLC)。早期的可编程序控制器采用了一些计算机技术但简化了计算机内部电路, 存储器大都采用磁芯存储器, 一般只具有逻辑运算功能, 环境条件的适应性较好, 指令系统简单。在此同时也发展了一种“矩阵式顺序控制器”, 它分为基本逻辑型、条件步进型、时间步进型、多功能组合型等各种型式。

随着微电子技术和集成电路的发展, 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。可编程序控制器功能增加, 除进行逻辑运算外, 还增加了数值运算和闭环调节功能; 运算速度提高; 输入输出规模扩大; 应用更加广泛。可编程序控制器从此获得了迅速发展。

80年代以来, 十六位微处理器和多种系列单片机相继引入可编程序控制器中, 使可编程序控制器继续向大规模、高速度、高性能方面发展。体积小、价格低、功能强、编程易的新型可编程序控制器不断出现。在功能上, 可编程序控制器已可完全取代传统的开关量逻辑控制装置, 也可用于取代模拟控制装置和微型机DDC控制系统。已广泛用于工业生产过程的自动控制中, 应用领域还在不断扩大。据不完全统计, 到80年代中期, 美、日、德等国生产可编程序控制器的厂家已有150余家, 生产各类PC几百种。可编程序控制器已作为一个独立的工业设备被列入生产中, 其销售额和生产量在市场上是很惊人的。以1986~1987年度为例, 世界PC市场总销售额达25亿美元, 年产量约165万台, 其中用于机床控制的小型PC约100万台。预计90年代产值和销量还将增长。

展望90年代的可编程序控制器, 随着微电子技术的继续发展, 超大规模集成电路芯片的采用, 计算机总线技术的发展与应用, 操作系统的改进, 语言系统的完善都可能使PC发生新的变化。多种智能模块的开发, 将更方便用户应用系统的构成。在功能和规模上可能向两个方向发展, 即生产高功能的大型PC与生产简易经济的超小型PC。前者满足复杂控制及全厂自动化的要求, 后者适应单机控制和“机电一体化”、小型自动化的需要。

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, 产品应用于机械、冶

金、石油化工、轻工等行业。也有一批专业制造厂进行批量生产。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它工程中成套设备的引进而进入我国的。随后不少单位积极地进行了可编程序控制器的应用研究工作，一些部门也在积极开发我国自己的PC产品。引进PC生产线，建立生产PC的合资企业等等。一个研究、应用、发展PC生产的高潮正在到来。当然我们应当看到，PC发展迅速，国际市场竞争激烈，产品更新快，价格将逐步下降。据统计，1982~1986年期间，小型PC价格每年下降30%左右，1990年前保持每年下降10%，其后每年可能下降7%左右。预测中大型机每年下降10~13%左右，这将更有利于PC的推广应用。但对我国PC产品的生产开发也就提出了更高的要求。

1.3 可编程序控制器的类型

可编程序控制器可按照下列方式进行分类：

一、按结构型式分类

按照PC结构的组合方式可以分为：

1. 整体式结构

PC的基本部件很紧凑的安装在一个标准机壳内，机壳为开关板安装式，机壳材料要求坚固、耐用、重量轻，以工程塑料居多，也有用铝合金的。壳内各部件采用插接联接。扩展单元通过扩展端子与之相连，以构成PC的不同配置。

低档（小型）PC中采用整体式结构较多，如日本三菱公司F系列的低档PC即采用此种结构，其构成示意图如图1-1所示：

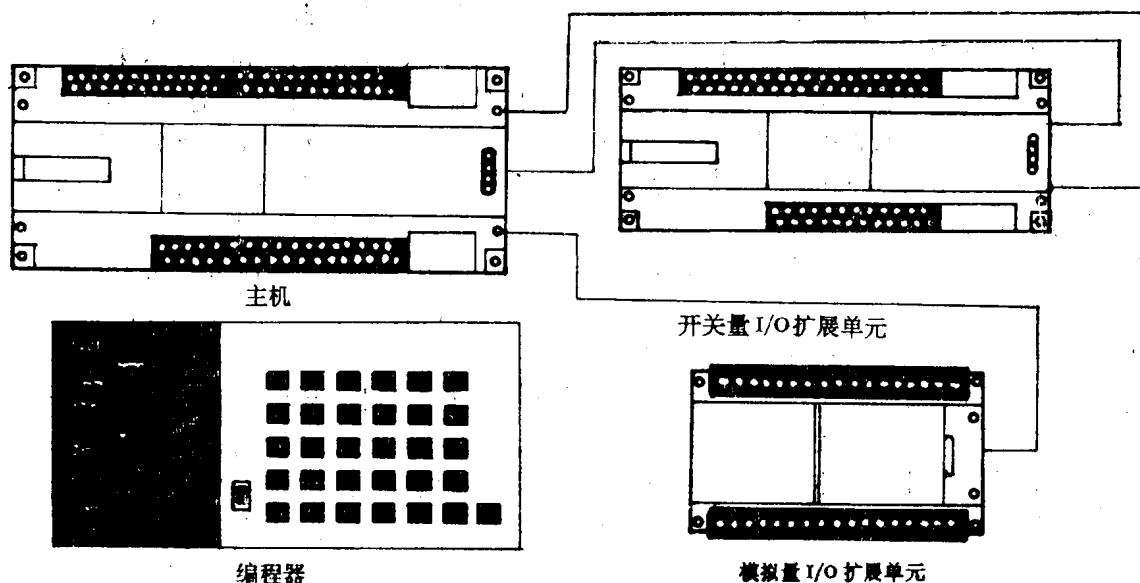


图1-1 整体式结构（F₁系列）构成示意图

2. 模块式结构

有些公司生产的PC或中、高档PC采用了模块式结构,各制造厂生产的模块式结构虽不完全相同,但设计思想基本上是相同的。它们在结构上的共同点是:模板(块)化、组合化、标准化。各种模块插放在标准机架上,机架的大小可按需要选择。如有的PC采用的最小机架可放置电源、CPU及4块I/O模板;最大机架可放置电源、CPU及16块I/O模板;更大系统可以通过接口模板把几个机架连接起来,达到更大的容量及满足所需配置。

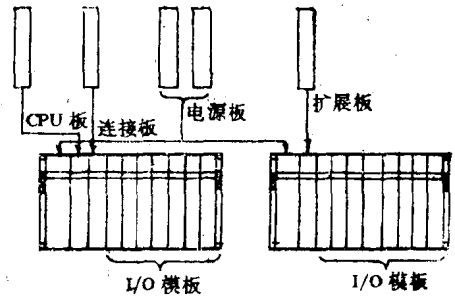


图1-2 模块式结构 (GE型) 构成示意图

图1-2为美国GE公司所采用的一种模块式结构示意图。

二、按容量及功能分类

容量主要是指输入/输出 (I/O) 点数。可分为小型 (有的还将I/O点数在64点以下的称为超小型或微型)、中型和大型 (有的将I/O点数在8192点以上的称为超大型) 三种。具体

表1-2

PC 按 容 量 及 功 能 分 类 表

性 能 \ 类 型	小 型	中 型	大 型
I/O 点数	512点以下	512点~2048点	2048点以上
存储器容量	8K以下	8~48K	48K以上
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	10ms以上/1K字	2~20ms/1K字	5ms以下/1K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	很少	有	有
指令及功能	逻辑运算 算术运算 定时、计数 寄存器、触发器功能有联网能力	逻辑运算 算术运算 定时、计数 寄存器、触发器功能数制变换、开方、乘方、微分积分、实时中断、有联网能力	逻辑运算 算术运算 定时、计数 寄存器、触发器功能数制变换、开方、乘方、微分、积分、实时中断、过程监控、文件处理、有联网能力
编程语言	梯形图	梯形图、流程图 语句表	梯形图、流程图、语句表、图形语言 实时BASIC

注: 内部元件数有的比表列的还多。

的参数和性能比较可参见表1-2。应当说明一点,小、中、大型PC的划分并无严格的界限,PC的输入/输出点数可按需要进行不同的配置。PC将一个程序执行一次所需要的时间称为扫描时间,扫描时间与用户程序的长短和PC的扫描速度有关。一般1000条指令执行时间为10ms左右,小型PC可能大于40ms。

1.4 国内外常见可编程序控制器简介

近十年来可编程序控制器的生产厂家在美、日、德等发达工业国家迅速增加,生产的机型更为繁多。现将国外生产PC的厂家介绍如下。

美国:

歌德公司 (Gould Modicon, 又称GM公司) MICRD等系列

爱伦-布瑞德雷公司 (Allen Bradley, 又称A-B公司) SLC、PLC等系列

德州仪器公司 (Texas Instruments, 又称TI公司) TI、PM等系列

通用电气公司 (General Electric, 又称GE公司) SERIES、GE等系列

西屋电气公司 NUMA-LOGIC PC等系列

日本:

三菱电机公司 F、FX、A、K等系列

日立公司 D、E等系列

立石电机公司 OMRON C等系列

东芝公司 EX等系列

富士电机公司 HDC、MICREX-F50等系列

前西德:

西门子公司 (Siemens) SIMATIC S5等系列

AEG公司 A系列等

各公司的产品在功能上有相同之处,也有各自的特点。据介绍,美国各公司的产品功能比较齐全,但在组成中、小系统时,价格比较高;欧洲各国的产品比较注重功能和价格的统一,特别是中型系统性能价格比较好;日本各公司的产品受到先进的集成电路技术的影响,各种模块集成度高,使整个系统价格降低,特别是小型PC价格远低于美国和欧洲的产品。

附表1列出了几种常见的国外PC的参数与性能,供参考。

我国对可编程序控制器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。1982年天津自动化仪表厂与美国歌德公司签订了散件组装和专有技术转让的协议。1986年辽宁无线电二厂与前西德西门子公司签订了技术引进协议,建起了一条制造可编程序控制器S5-101U和S5-115U型的生产线。1988年厦门经济特区建设与开发公司、冶金部自动化研究院等单位与美国A-B公司在厦门建起了生产可编程序控制器的合资企业。上海起重电器厂自行研制与生产了CF-40MR型的可编程序控制器。上海香岛机电公司生产了ACMY型的

可编程序控制器。中科院鹭岛公司生产了CK-40型可编程序控制器。北京市计算所与北京椿树电子仪表厂生产了BCM-PIC型可编程序控制器。北京机械工业自动化所生产了KB-40型可编程序控制器。广州南洋电器厂生产了NK-40型可编程序控制器。

从上不难看出,随着我国国民经济的发展及对PC开发研究工作的深化,符合我国国情的价廉物美的新型PC一定会更多更快地涌现出来。

1.5 可编程序控制器应用概况

可编程序控制器由于它通用性强、可靠性高、指令系统简单、编程简便易学、易于掌握、体积小、维修工作少、现场连接安装方便等优点,在国内外得到了广泛的应用。一台PC可以自成系统控制单台或多台设备,也可以用多台PC作为一台高级计算机的前置控制装置,构成计算机控制网络。可编程序控制器可以作为集散系统的一部分;而在功能较强的可编程序控制器中,可编程序控制器本身也可以构成网络系统,组成分级控制。可编程序控制器已广泛应用于冶金、采矿、建材、石油、化工、机械制造、汽车、电力、装卸、造纸、纺织、环保、娱乐等行业的各种设备。关于PC在国内的应用情况,国内发行的很多科技杂志上均有报道,无法一一列出,这里只能按行业应用情况,根据作者所掌握的资料作一个概略介绍,供读者参考。

1. 汽车制造业

PC首先是在美国通用汽车公司汽车自动装配线上试用获得成功的,所以在这个领域内应用特别广泛,效益也很明显。如某汽车制造厂有一轴生产线,共有5台组合机床,10个机械手和6个输送链。原用继电器控制,故障较多,平均每天要停机两小时进行检修。后来用一台可控制380个开关量的PC机代替了原有的5个继电器柜,从设计调试到最后投产仅用了两个多月时间。投运后大大降低了故障率,设备利用率提高36%,年增产值近50万元。

我国第一汽车制造厂1986年采用100多台PC,用于全厂技术改造获得可喜效果。第二汽车制造厂在引进中,应用各类PC也多达100多台,使用效果良好。

2. 钢铁冶金业

钢铁行业由于现场条件恶劣,给计算机控制带来一定困难,但PC却能保证安全、可靠、稳定地控制运行。

首都钢铁公司1983年对4号高炉改造中,采用PC控制高炉的配料、上料、加料等10个系统,使高炉利用系数达到全国最高水平(2.04)。

上海宝山钢铁总厂一期工程,在多个工程单元中引进了十几种机型的PC200台左右。这些PC用于从原料码头到钢管厂的整个钢铁冶炼、加工生产线上,取代了传统的继电器逻辑控制系统,并开始取代模拟控制和小型机DDC控制装置。

天钢线材厂的步进加热炉,采用PC代替原来的继电器控制,减少了故障,缩短了维修时间,每季度增加利润2.7万元。

某铝厂采用PC机与微型机构成的铝电解生产过程控制系统与MELSEC PC网氧化铝生产过程物理量实时监控均取得了较好的经济效益。

3. 机械制造业

机械制造业中, PC的应用前景非常广阔。据统计, 在PC生产的总量中用于机械控制的小型PC占了很大一部分。

在机床控制方面, 某厂用PC改造液压仿型车床的电气控制, 该车床用来加工616-1车床主轴, 使用频繁, 任务重, 维修量大。采用PC后根据操作工人的习惯, 设置了半精车、精车、锥度三种方式, 由操作工人通过开关设定, 用行程开关作为工位标志, 通过7段码显示控制过程的工作状态并由此诊断外部设备引起的故障, 改造后效率提高15%, 节能80%。

济南第一机床厂用PC控制剃齿机、转塔六角车床、仿型车床、插齿机等液压半自动车床和对旋转刀架的控制均获得了可喜的效果。

贵州险峰机床厂在大型轧辊磨床和辊锻机等产品上均使用了PC控制。用PC控制代替磨床的电器控制系统, 可靠性及自动化程度大为提高, 深受用户欢迎。

武汉汽轮发电机厂叶片加工线上的一台VF-221匈牙利立铣, 由于机电联锁装置复杂, 延时装置落后, 长期不能正常运行, 准备报废处理, 采用PC改造电控部分后, 很快恢复了机床原来性能, 重新投入生产使用。用PC控制单台机床和1台PC控制多台组合机床的例子比比皆是。

在机械加工的数控控制方面, PC能和机械加工中的数字控制(NC)及计算机数控(CNC)组成一体, 实现数值控制。

在电机制造方面, 有的在电机厂所用磁轭鸽尾槽专用铣床的电气控制方面采用PC控制, 再配以感应同步器数显装置和功率监控器装置, 取得了良好效果。用PC装备电机出厂前的测试台, 30多个参数一次全部测试完成, 效率提高30%, 大大加快了生产进度。在电器试验中用PC作多功能定时器、计数器、信号采样及用于电寿命试验, 与其他设备组成一个试验系统, 实现电器试验自动化。

适用于热塑性塑料成型加工的注塑机, 采用PC控制代替原电器控制系统不仅可以缩小体积, 增加可靠性, 为满足不同产品加工需要, 调整参数也非常方便, 受到用户欢迎。

某厂一台凸焊机, 控制部分原用分立元件制成, 抗干扰差, 故障频出。采用PC控制后运行稳定, 一年多未出故障, 焊接后的产品拉力由过去平均3.2~3.5吨, 提高到4.3~4.5吨。

此外, 在电镀生产线, 无箱挤压造型自动线(铸造压缩机壳体, 缝纫机底板的设备), 铝锭铸造机等方面都成功地实现了PC控制。

4. 轻工业

在轻工部门, PC的应用也非常多, 如用PC控制造纸生产, 控制纺织厂的片梭织机, 控制纺织产品的全自动织物缩水率试验机, 控制酿酒业的啤酒生产设备, 控制饮料厂的汽水落装生产线, 在卷烟厂控制各种卷烟生产设备等等。

5. 化工业

某炼油厂将PC用于裂化催化成胶过程的控制, 实现了成胶过程的自动选通, 缩短了每次反应的时间间隔, 强化了工艺条件, 降低了工人劳动强度, 稳定了产品质量。采用该技术后每年运行300天, 增创利润60万元。

南方扬子公司采用多台PC控制化水处理装置获得了满意的效果。

6. 其他

建材行业如水泥厂的原料入库系统, 水泥成品库中堆存水泥包用的码包机系统以及原料磨、水泥磨生产过程控制等均可采用PC控制系统。某水泥厂在设备改造中, 以一台计算机作主机, 多台PC作分机, 形成全厂设备网络控制, 生产能力比改造前高出30%以上。

某单位立体仓库用一台计算机作主机, 多台PC作分机, 对立体仓库的产品实现自动运入、运出、分类摆放, 并可迅速统计出现存及发出的产品。

矿井提升机控制系统动作频繁、逻辑关系复杂, 采用PC控制代替继电器控制后, 运行可靠性、安全性及自动化水平均得到提高。PC在大型输煤和选煤系统中应用均获得成功。

某玻璃厂用PC控制工业炉窑, 生产效率提高12%。

某发电厂用一台计算机作主机, 控制多台PC, 实现了电厂控制自动化。另一发电厂为了防止锅炉的“灭火放炮”, 采用了一套PC的锅炉灭火保护装置, 动作正确, 能满足锅炉灭火保护的要求。

葛洲坝大江一号船闸主运行设备四扇平板闸门和四扇反弧门采用PC控制后工作稳定可靠, 监视功能强, 环境适应性好, 效果满意。

PC作为一种通用的工业自动控制装置, 在开关型机械手中的应用已较多。它同样适用于机器人系统, 这种系统涉及到大量的动作互锁、使用多台控制器以及同生产计划和监视系统的通信。机器人动作控制型面通常比较简单, 即1~3轴的独立动作。如果所制造的各种零件数量较少, 则PC的控制功能是足够的。对于较复杂的机器人, 机器人动作控制要求高精度连续路径控制等, PC在适应这些要求上尚有一些困难, 正在加紧开发。PC在机器人与机器人系统中的应用, 越来越引起人们的关注。PC已成为机器人控制中的主要控制手段之一。

由于PC设计得紧凑、坚固耐用、体积小、容易装入机械设备内部, 同时功能强, 抗干扰能力也强, 所以是实现机电一体化的重要控制设备。

第二章 学习PC的基础知识

为了方便理解不同类型PC的组成原理，更快的掌握与应用PC，本章对学习PC时所牵涉到的一些数字电子技术与微机基础知识，集中进行简明的介绍，以方便需要这部分知识的读者。

2.1 PC 常用术语

1. 位 (Bit)

位是可编程序控制器或计算机所能存贮的最基本、最小的数据单位。也是二进制数字系统中最小的信息单位。Bit只能有两种状态“0”或“1”。如开关断开时为“0”，则闭合时为“1”。

2. 字节 (Byte)

在计算机中将连在一起的8位作为一个操作单位，叫做一个字节。一字节等于8位（8 Bit）。

3. 字 (Word)

字是CPU与输入/输出（I/O）设备和存贮器之间传送数据的基本单位。在计算机中它是数据总线的宽度（根数）。通常一个字长等于2个字节即字长为16位、也有字长为1位、4位、8位、32位等。

位、字节和字的关系如图2-1所示。

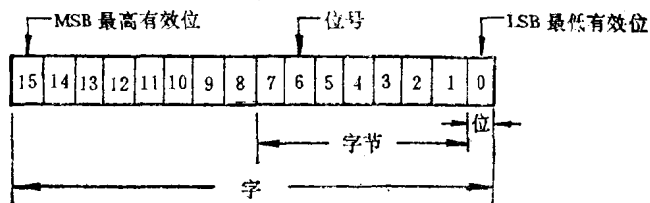


图2-1 典型的16位字构成

4. K和KB

用来计算存贮器容量的单位。1 K = $2^{10} = 1024$; 1 KB = 1024 Byte。

5. 波特率 (Baud)

波特率是数据传送速率的单位，即位/秒（每秒钟传送二进制数的位数）。它规定了数据传送的速度。如波特率为300，则传送一位数据要用3.33ms。

6. 通信代码

数字信息的传递，除了数字代码外，还包括字母、标点符号等。现在已有几种编码以二进制数的形式来表示字母、符号等常用符号，这就是我们所说的通信代码。目前微型机及PC中常用到的就是一种“美国标准通信代码”称为ASCII码(American Standard Code for Information Interchange的英文缩写)。它用7Bit组合来表示数字、英文字母、符号等

(具体可参见表 2-2)

7. 地址 (Address)

地址指存储器的单元号, 类似我们住户的住址。存储器中将连在一起的 8 位作为一个单元 (PC 中也称为信息组), 每一个单元都有唯一的地址编号即单元地址。同一单元内每一位的地址号 (位号) 又称为位地址。如某小型 PC 存储器容量为 4 K ($4 \times 1024 = 4096 \text{ Byte}$), 则存储器单元的编号从 0 到 4095。

8. 指令与指令系统

指令即规定 PC 或计算机进行某种操作的命令, 它是指挥 PC 动作的依据。而一台 PC 或计算机能识别的全部指令称它为指令系统。

9. 程序

程序是指令的有序集合, 是为完成某一任务编排而成的。

2.2 PC 常用数制和代码

一、数 制

每个数字表示的量不仅取决于数字本身, 而且还决定于它所在的位置。每一位置都有它一定的“权”。例如:

$$1687 = 1 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0$$

乘数 10^3 、 10^2 、 10^1 、 10^0 是根据它们在数中的位置得出来的, 称为“权”。所以每一“单独数字”的量, 是这个数字和相应位置上权的乘积。

相邻两位中, 高位的权与低位的权之比称为基数。上例中基数为 10, 所以叫做十进制数。基数有多种, 数的进制也有多种, 在 PC 中常用到以下几种数制。

1. 二进制数

在数字电路中采用的是二进制, 这是因为作为数字电路的基本器件——开关只有两种状态: “断开”或“关闭”。用数字来表示, 是“0”或是“1”。这正好用二进制数表示。在 PC 内部或计算机内部, 它所能认识的数就是这种二进制数。

二进制数只有两个数码 0 和 1。它的基数为 2, 计数规律是“逢二进一”, 它的权是 2^0 , 2^1 , 2^2 , 2^3 ……。例如:

$$(1110011)_2 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (115)_{10}$$

上式表明一个二进制数 $(1110011)_2$ 等于十进制数 115。括号下标表示是哪种数制。也可用 B (Binary) 表示二进制数, D (Decimal) 表示十进制数, 所以上式也可写成:

$$1110011\text{B} = 115\text{D}$$

要将一个二进制数变成相应的十进制数, 只要将各位的数码乘上该位相应的“权”后, 再将全部乘积相加即可求得。

2. 八进制数

用二进制数表示信息要用很多位数才能把一个数值表示出来。例如十进制数 51 要用 6 位