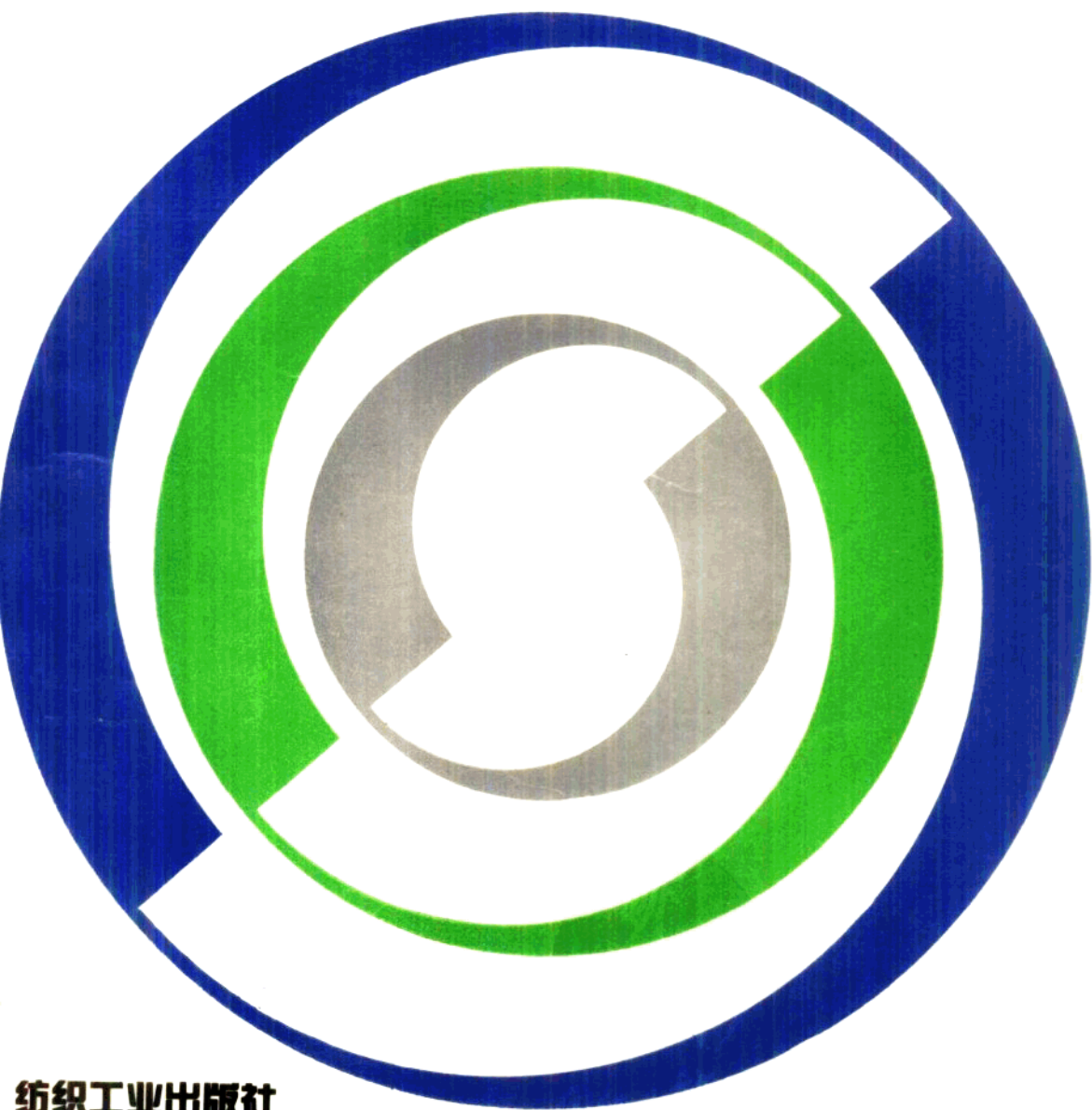


可编程序控制器 在纺织中的应用

庄惠震 等编著



纺织工业出版社

可编程序控制器 在纺织中的应用

庄惠震等 编著

纺织工业出版社

(京)新登字037号

内 容 提 要

本书在简要介绍可编程序控制器的工作原理、系统设计基础知识和编程方法的基础上,详细介绍目前广泛应用的SR系列和EX系列产品。特别是从工程应用的角度、重点结合纺织机械实例,较深入地分析可编程序控制器系统的设计,使读者初步掌握可编程序控制器系统设计的方法和编程技术。本书的出版,对促进纺织工业的技术改造和技术进步将起积极作用。

本书可作为纺织工科院校、电大及业余大学的工业自动化专业、电气技术专业、微机应用专业的选修教材,也可作为可编程序控制器技术培训教材,还可供工程技术人员学习参考。

责任编辑: 郑剑秋

可编程序控制器在纺织中的应用

庄惠震等 编著

*

纺织工业出版社出版发行

(北京东直门南大街4号)

电话: 4662932 邮编: 100027

北京昌平百善印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

787×1092毫米 1/16 印张: 9 字数: 220千字

1993年12月第一版第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 10.20元

ISBN 7-5064-0890-2/TS·0837

前 言

可编程序控制器是一种新型的通用型工业控制装置。它专为工业控制设计,将传统的继电-接触器控制技术、计算机技术和通讯技术融为一体。它具有可靠性高、功能强、通用灵活、编程简单、体积小、功耗低等一系列优点。近年来,可编程序控制器在国内外发展迅速,使用范围越来越广,在各行各业的技术改造和产品的更新换代中,均发挥了重要作用。

为了加快可编程序控制器在纺织工业中的推广与应用,受纺织工业部科技发展司的委托编写此书。本书在简要介绍可编程序控制器的构造与原理、选用原则、系统设计原则和编程基础知识等的基础上,重点对可编程序控制器在纺织工业中的应用实例,作了较详细的分析。此外,还介绍了目前广泛应用的SR系列和EX系列产品。

全书共分九章。第一章至第四章由庄惠震编写;第五章、第七章第四节、第八章第二节、第九章第三节由任广军编写;第六章、第九章第二节由马钺编写;第七章第一节由王睿编写;第七章第二和第三节由宋建平编写;第八章第一节和第三节由谭建础编写;第九章第一节由姜文川编写。全书由庄惠震统稿。

在编写过程中,得到纺织部科技发展司、中国纺织机械集团、华光电子工业有限公司,郑州纺织工学院、郑州纺织机械厂,无锡纺机研究所、石家庄纺织机械厂、西安远东机械公司、射阳纺织机械厂,以及陆宗源、吕渭贤、罗林蔚等单位与个人的支持和帮助,对此,表示衷心地感谢。

西北纺织工学院伍恩华教授审阅了本书。梁东菊、朱国华等同志也为本书绘制插图、校对作了大量的工作,在此一并表示谢意。

由于编者水平有限,对书中的缺点及错误,敬请读者指正。

编著者

1992年10月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 可编程序控制器的定义及发展	(1)
第二节 PC的特点及应用	(2)
第三节 PC与纺织工业及发展趋势	(4)
第二章 可编程序控制器基本构造与工作原理	(7)
第一节 PC系统的组成及其作用	(7)
第二节 PC工作原理	(10)
第三章 可编程序控制器系统设计原则	(16)
第一节 PC的选用原则	(16)
第二节 PC系统设计基础知识	(23)
第四章 可编程序控制器编程基础知识	(30)
第一节 PC的编程方式	(30)
第二节 梯形图设计原则	(32)
第五章 SR系列可编程序控制器	(34)
第一节 SR-20型和SR-21型PC	(34)
第二节 PC的I/O接口	(41)
第三节 梯形图设计基础知识	(49)
第六章 EX系列可编程序控制器	(67)
第一节 液晶显示(LCD)编程器	(67)
第二节 EX系列PC的基本指令和键操作	(68)
第三节 编程方法	(76)
第四节 编程技巧	(81)
第七章 可编程序控制器在前纺设备上的应用	(88)
第一节 PC在开清棉联合机上的应用	(88)
第二节 PC在FA022型多仓混棉机上的应用	(91)
第三节 PC在FA141型成卷机上的应用	(95)
第四节 PC在高产梳棉机上的应用	(99)
第五节 PC在粗纱机上的应用	(105)
第八章 可编程序控制器在后纺设备上的应用	(108)
第一节 PC在细纱机上的应用	(108)
第二节 PC在转杯纺纱机上的应用	(112)
第九章 可编程序控制器在织造和印花设备上的应用	(118)
第一节 PC在整经机上的应用	(118)
第二节 PC在剑杆织机上的应用	(128)
第三节 PC在床单印花机上的应用	(134)
附录 纺织工业部优选PC产品介绍	(138)
主要参考文献	(140)

第一章 概 述

第一节 可编程序控制器的定义及发展

一、定义

可编程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算操作电子系统。它采用的可编程序的存储器可存储执行逻辑运算、顺序控制、计时、计数和算术运算等操作的面向用户指令。它通过数字式或模拟式的输入、输出控制各类生产机械或生产过程。在发展初期,它是以逻辑运算为其主要功能,其原文为Programmable logic Controller,简称PLC。

随着集成电子技术和微型计算机技术的高速发展,使得可编程序控制器在概念、设计、性能价格比及其应用都有新的突破,原以逻辑控制功能为主的可编程序控制器(PLC),已发展为具有开关量及模拟量输入/输出通道、各种算术逻辑运算及数据通信等功能的控制器。因此,目前已不再突出其逻辑功能,而称之为可编程序控制器(Programmable Controller),简称PC。本书对可编程序控制器亦采用PC作为其简称。

二、PC的产生及发展

世界上第一台可编程序控制器是1969年美国数字设备公司(DEC)研制成功的。最初,美国通用汽车公司(GM)根据生产的需要提出如下设想:能否把计算机的功能完善、灵活性、通用性等优点和继电-接触器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来融为一体,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法加以简化,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的使用。从而使用人员不必在编程上花费大量精力,而是集中力量去考虑如何发挥该装置的功能和作用。DEC公司生产的PDP-14可编程序控制器替代了传统的继电-接触器控制系统,在美国GM公司的汽车传动装配线上试用获得成功。

1971年日本从美国引进这项新技术,很快就研制成了日本第一台可编程序控制器DSD-8。1973~1974年西德和法国也开始研制各自的可编程序控制器。到80年代末,世界上可编程序控制器技术已经成熟。在技术先进国家可编程序控制器的应用已基本普及。市场增长率保持两位数。1990年世界上可编程序控制器软件市场为29.7亿美元,预计1996年可接近55亿美元,1988年全世界可编程序控制器销售量约150万台。

目前,世界上有上百家可编程序控制器制造厂,其中号称七雄的公司是:美国A-B公司、GE-FANUC公司、日本的立石公司和三菱公司、德国的AEG公司和西门子公司以及法国的TE公司。它们控制着世界80%以上的市场。

由于PC的控制功能强,体积减小,成本降低,集成度的提高和硬件电路的简化,进一步提高了装置的可靠性,程序编制和故障检查更为方便。其远程输入输出、通信网络、数据处

理, 单色或彩色图像显示功能, 更便于用户系统的设计、操作和维护。可以说, 现代可编程序控制器技术代表了当前程序控制的世界先进水平。PC技术与CAD/CAM及机器人技术已成为现代工业自动化的三大支柱。甚至有人预言: “未来工厂自动化的天下, 将为可编程序控制器所占有。” 被誉为80年代工业自动化控制的灵魂, 而且必将领导90年代工业自动化的新潮流。

我国工业控制器类产品的研制、生产经历了顺序控制器、微型工业控制器和可编程序控制器三代产品的变迁。从1974年开始, 虽有许多研究所, 高等院校和企业界介入这个领域, 国产可编程序控制器产品也有一定发展, 但其产品少、质量低、成本高、控制功能差、远不能满足市场需要。年产量不超1000台, 其产品大多数为中小型, 输入输出点数在128点左右。中档可编程序控制器还只有少数研究单位生产, 大型高档产品几乎是空白。据有关专家初步估计, 以冶金、矿山、电站、轻工、化工、纺织、机床控制、电视广播八类设备为主, 对可编程序控制器的总需求量近3万台, 仅1990年需求11100台。而目前国产化自给率不超过10%。

为了促进国产化可编程序控制器的发展, 提高产品质量, 机电部受国务院电子振兴领导小组的委托。于1988年组织了可编程序控制器的评优测试工作, 根据IEC国际标准评选出: 无锡市电器厂(即华光电子工业有限公司)生产的KCK-1型(即SR-20)等六家荣获首届优选机型。

国产化可编程序控制器的发展前景是令人鼓舞的。预计今后国产化的增长率将以每年25%的速度增长。

第二节 PC的特点及应用

一、PC的特点

1. 可靠性高 PC设计时均已考虑用于工业现场, 产品符合有关的技术标准, 在硬件设计和电源设计中均采用了很好的抗干扰措施, 其耐热、防潮、抗干扰和抗振动等性能较好。通常可在0~60℃下正常运行, 不需要强迫风冷, 可承受峰-峰值为1000V、脉宽1μs的矩形脉冲串入线路的尖峰干扰。

以SR-20和SR-21型PC为例, 为了提高装置的可靠性, 生产厂家从硬件和软件方面均采取了许多有力的措施。

硬件措施:

(1) 屏蔽: SR-20和SR-21型采用较多的屏蔽措施, 例如对电源变压器用导磁材料进行屏蔽, 对CPU、编程器等模块, 均用良好的导电材料进行屏蔽, 以防空间电磁场的干扰。

(2) 滤波: 对供电系统以及输入/输出(I/O)线路采用较多的滤波环节。供电系统中多用LC、Π型滤波网络, 对高频干扰信号有良好的抑制作用。既能滤除外部的干扰, 又可削弱各种模块之间的相互影响。

(3) 电源的调整与保护: 对微处理器所需要的+5V电源, 采用多级滤波并用集成电压调整器进行调整, 以适应交流电网的电压波动。它对过电压、欠电压均有一定的保护作用。

(4) 隔离: PC在微处理器部分与I/O回路之间采用光电隔离。

(5) 联锁: 所有的输出模块都受开门信号控制, 而这个信号只有当规定条件都满足时

才有效,以防止产生不正常的输出信号而使被控对象误动作。

(6) 模块式结构缩短了平均修复时间。因为当查出故障存在于某一模块上,只要更换这个模块即可修复。

软件措施:

(1) 故障检测:软件定期地检测外界环境,如失电、强干扰信号等,以便及时处理。

(2) 信息保护和恢复:对偶发性故障,只要故障条件出现时PC内部的信息没有破坏,则当故障条件消失,即可恢复正常。所以PC在检测到故障条件时,立即把状态存入存储器,并以软硬配合对存储器进行封闭,禁止对存储器的任何操作,以防存储器内部被破坏。这样,当检测到外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态。

PC的平均无故障工作时间(MTBF)一般可达3~5万小时。有些厂家在PC中采用冗余技术,配备有两套中央处理器(CPU)和I/O,从而具有更高的可靠性。

2. 可与工业现场信号直接连接 PC最大特点之一是针对不同现场信号(如直流和交流、开关量与模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电),有相应的输入输出模块与工业现场的器件(如按钮、行程开关、传感器、变送器、电磁阀、控制阀等)直接连接。

3. 组合灵活 PC生产厂家按模块结构或标准单元结构进行结构设计,推出标准的框架和品种齐全的I/O模块供用户选用。用户可根据自己的需要进行配置,灵活方便地设计出容易扩展的工业控制系统。

4. 编程容易 PC的编程语言以梯形图应用最广。梯形图编程使用了继电器接点的图形符号,适用于原来从事继电器逻辑设计的人员。凡熟悉继电器线路的人员也都能很快地掌握这种方法。由于编制的程序存放在EPROM或EEPROM中,因而用户程序可根据各种工艺流程变更的要求随时进行修改。

5. 具有完善的监视和自诊断功能 PC具有完善的诊断功能,可诊断编程的语法错误,数据通信异常,PC内部电路运行异常,存储器奇偶出错,RAM后备电池状态异常、I/O模块配置状态变化等。也可在用户程序中编入现场被控装置的状态监测程序,以诊断和告示一些重要控制点的故障。

6. 具有数据处理和通信功能 PC既可完成顺序控制,又可进行闭环回路控制,还可实现数据处理和简单的生产事务管理。它能方便地与上位机、可编程控制器、外设打印机和CRT交换信息,而作为集散控制系统中的前级控制装置。

7. 安装简单、维修方便 PC具有很强的抗干扰性能,所以它对现场环境要求不高。使用时,只要将检测器件及执行设备与PC的I/O端子正确连接,系统即可工作。各模块均有状态指示和故障显示。用户可通过更换模块迅速恢复生产,压缩故障停机时间。

二、PC的应用

由于PC具有上述一系列优点,因此在工业控制方面,目前已广泛应用于冶金、石油、化工、机械、轻工、电力、建筑、纺织、交通、运输、环保、娱乐等各行各业。按照控制类型不同,PC已应用于以下几个方面。

1. 逻辑控制 逻辑控制是PC的最基本控制功能,它可以取代继电器-接触器控制和二极管矩阵式顺序控制器控制。

2. 模拟量控制 PC具有D/A转换、A/D转换及算术运算等功能,可以实现模拟量控制。

3. 数字控制 PC能和机械加工中的数字控制及计算机数控组成一体,实现数值控制。随着PC技术的迅速发展,可以预见,今后的计算机数控系统将变成以PC为主体的控制和管理系统。

4. 闭环过程控制 现代的大中型PC都配有PID子程序,甚至某些小型PC也已配备了闭环控制功能。例如西门子公司SIMATIC S5-100U小型PC,可从软件功能模块和硬件智能模块(带有模拟量I/O通道)两种形式实现PID控制功能。适用于温度、压力、流量的连续控制和时间要求不严格的速度控制。

5. 机器人控制 随着工业自动化进程的加快,很多工厂选用PC实现机器人控制,自动地完成人工难以完成的机械动作。

6. 多级控制系统 近年来,随着计算机控制技术的发展,国外正兴起工厂自动化网络系统。一些知名的PC制造厂分别建立了自己的多层控制系统,并着手向制造自动化通信协议MAP靠拢。

就自动化控制系统的发展趋势来看,全分布式计算机控制系统必然会得到迅速发展,今后的发展方向是把PC与分布式计算机系统有机地结合起来,形成一种新型的全分布式的计算机控制系统。

第三节 PC与纺织工业及发展趋势

一、PC与纺织工业

目前我国纺织工业装备同国外先进水平相比相差15~20年。主要表现在纺织机械自动化基础较差,采用传统的继电-接触器控制,普遍存在稳定性和可靠性差的问题,阻碍了纺织工业机电一体化进程。为了提高我国纺织机电一体化水平,纺织工业部在“八五”规划中把推广应用PC作为一项重要措施。这无疑将会缩短与国外纺织工业先进水平的差距。为此,除引进的先进技术设备外,在国产的清棉、梳棉、并条、细纱、粗纱、精梳、打包、转杯纺、棉织整经、剑杆织机、喷气织机等设备上,必须大力推广采用PC。应用这项新技术,不仅可以减少继电器元件,而且能增加故障诊断、产量计数、智能控制等多种功能,提高设备运行的可靠性和稳定性,以缩短产品生产周期,取得显著的经济效益。可以断言:PC在我国纺织工业新产品开发、老机改造方面的应用,将有广阔的前景。它必将推动我国纺织工业自动化水平以更快的步伐向前迈进。

二、PC的发展趋势

目前PC产品仍在飞速发展,一些知名公司几乎每1~2年即可推出一种新产品。各种紧凑型、微型化的PC不仅体积小、功能大有提高,而且一般都已配有通信接口,如日本目前不满30点I/O的PC,均具有RS-232C或RS-422接口。中大型PC更是向大容量、增加新的功能、提高运算速度发展,以适应不同控制系统的要求。今后的发展趋势主要有:

1. 发展0.5K字节以下的超小型PC。日本在1981年下半年即已达3万台左右,超过了其他类型的PC。这种超小型结构追求低价和小型化,其结构与安装方法也与过去有所不同,大多数安装到配电盘中或机器内,形成了新的PC类型。目前,纺织工业亟待开发研制这种功能适中,可靠性强、体积小、易编程、I/O点适当的小型可编程序控制器。

2. 发展存储容量在4K字节以上的大型PC。从1981年开始陆续发展面向高级生产系统的高性能大型PC。存储容量有8K~32K字节,具有数据处理等多种功能。对于存储容量在1K、2K字节左右的中小容量PC,要发展高级功能。

3. 结构方面的趋势:(1)将CPU与I/O作成一体结构,整体做成平板薄形。(2)便于安装在机器内。(3)作成插件,以降低售价。(4)编程板可装卸,在同一现场的多台PC可公用一个编程器。

4. 普及小型机的应用,加强PC的联网能力。超小型机的扫描时间慢,一般为5~20ms,慢的为40ms;对于一般的控制功能,此扫描速度还比较合适。超小型的用户存储容量一般在300~1000步之间。程序所需步数大约是I/O总点数的8~12倍。为了满足特殊要求,超小型机也具备一些特殊单元,如高速计数、定位、外定时等单元,有的还配备了PID单元以及相应的模拟量输入和输出。

近年来,小型机的联网能力已成为PC的发展趋势。这种联网可分为两类:一类是PC之间的联网通信,各制造厂家都有自己专门的联网手段,即数据通道。这种联网可以构成分散控制系统和远程I/O系统。另一类是PC与计算机之间的联网通信,一般都由各制造厂家制造专门的接口组件。当前发展最快的是自动化通信协议,简称MAP,它是一种七层模拟式、宽频带、以令牌总线为基础的通信标准。现在越来越多的公司宣布与MAP兼容,这为今后发展集散系统打下了通信基础。

PC与计算机之间联网能力的加强,可促进实现工厂自动化,以实现计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)。

5. 更快的处理速度、多CPU结构和容错系统、故障诊断等。大型和超小型PC正在向大容量和高速化发展,趋向采用计算能力更大,时钟频率更高的CPU芯片。如哥德公司984型PC每千步的扫描时间为0.5ms,三菱A3H型PC每千步的扫描时间为0.4ms。这样为扩大联网能力创造了条件。如三菱A系列机局部网可挂65个站。

由于PC的主要特征是扫描式体系结构,这种结构很适于处理顺序控制,而对于模拟信号的控制,则需要把扫描结构改为中断驱动结构,这样既可以提高运行速度,又可适当地保持中断响应时间。也可采用几个不同的CPU工作的结构,并让扫描与中断驱动结构在同一个PC中并存,但软件开发的工作量很大。

虽然上述设想并未商品化,但采用几个CPU的PC已很普遍。采用多个CPU固然可改善机器的可靠性,增加系统在技术上的生命力,提高处理能力、响应速度和模块化程度,但也存在监控程序复杂、系统调试困难、价格昂贵等缺点。

多CPU技术的一个重要应用是容错系统。一般用户均不采用这种系统,因为PC本身就具有很高的可靠性,大部分故障都出现在输入、输出部件上。据统计,在PC系统中,CPU故障率占5%,I/O板故障率占15%,传感器及开关故障率占45%,执行装置故障率占30%,接线方面故障率占5%。即有80%以上故障在外围设备上。如果能快速准确地诊断故障,将大大减少维修时间和提高开机率。为此,出现了智能化可编程I/O系统技术,供用户了解I/O组件状态和监测系统的故障,也有的研制出故障检测程序。近年来发展的公共回路远距离诊断和网络诊断技术,使PC的故障率大为降低。

6. I/O组件智能化、高密集和增大处理能力。智能I/O组件是一种带微处理器的功能组

件,一般具有预处理或闭环控制、开环控制的功能。智能I/O组件作为PC的一个组成部分,使PC能完成它本身解决不了的任务,促进了PC发展成为一种分散控制系统结构。

大中型PC在扩大处理功能的同时,也要注意提高处理I/O总点数的容量,提高I/O点数意味着提高PC的处理能力,这是PC向过程控制渗透的前提(注意:一个模拟量通道要占16个I/O点)。目前很多机种上都带有模拟I/O模块、高精度输入模块、PID模块,有的还有声音输出模块等。

7. PC的编程语言与编程工具向标准化和高级化发展。国际电工委员会(IEC)在规定PC的编程语言时,认为主要的程序组织语言是顺序执行功能表。功能表的每个动作和转换条件可运用梯形图编程。这种方法使用方便,容易掌握,但在处理较复杂运算、通信和打印报表时,其效率低、灵活性差,不能在编程时加注释和说明。尤其用于通信显得笨拙,所以目前有在原来梯形图编程语言的基础上加入高级语言的动向,如BASIC、PASCAL、C、FORTRAN等。易于用何种语言,与特定的硬件有关。

PC编程工具一般有三种:(1)手提式或简易式编程器;(2)便携式图形编程器;(3)CRT图形编程器。目前个人计算机已开始用于PC上编程,配上适当的软件包,即可代替CRT图形编程器,但价格较高。至于用哪种应根据不同层次的使用者而定。

8. 记忆容量增大,采用专用的集成电路和卡片式存储等。记忆容量已由过去的64K增大到500K以上。记忆的芯片主要是RAM、EPROM、EEPROM等。对ROM片可以涂改,对RAM片断电时可维持记忆信息。

第二章 可编程序控制器基本构造与工作原理

第一节 PC系统的组成及其作用

PC实质上是一种专为工业环境下而设计的计算机，它的实际组成与微型计算机基本相同，也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

一、硬件基本结构

由于现代的PC都采用微处理机技术，因此从广义上讲它是一种计算机控制系统，但比计算机具有更强的与工业过程相连的接口和更直接的适用于控制要求的编程语言。所以，PC与一般计算机控制系统一样，也具有中央处理器、存储器、I/O接口等部分。图2-1为PC的硬件系统简图。

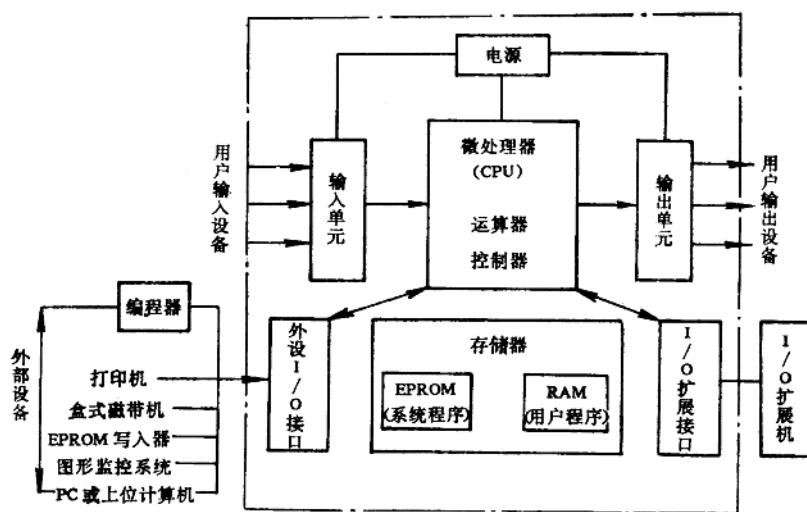


图2-1 PC硬件系统简图

为了叙述方便，本章主要介绍小型PC的基本结构与工作原理，对大中型PC来说，则覆盖了其中的主要原理。

1. 中央处理单元（CPU）PC的CPU与通用型微机的CPU一样，它在PC控制系统中的作用类似于人体的神经中枢。它完成的主要功能为：

(1) 根据系统程序, 接受并存储从编程器输入的用户程序和数据。

(2) 用循环扫描的方法接受现场输入装置的状态或数据, 并存入输入状态表或数据寄存器中。

(3) PC进入运行状态后, 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, 去接通或断开有关的控制电路, 分时、分渠道地执行数据的存取、传送、组合、比较和变换等动作, 完成用户程序中规定的逻辑运算或算术运算等任务。

(4) 根据运算结果, 更新有关标志位的状态和输出状态寄存器表的内容, 再由输出状态表的位状态或数据寄存器的有关内容实现输出控制、数据通信等功能。

(5) 诊断电源和PC内部电路工作状态和编程过程中的语法错误。

(6) 处理中断: CPU除顺序执行程序外, 还能接受I/O接口发来的中断请求, 并进行中断处理, 中断处理完毕再返回原址继续执行原来的程序。

CPU模块中的微处理器, 在小型PC中大多数用8位微处理器和单片机, 例如Z80A、8085、8031、8039和8049等。在中型PC中, CPU模块中一般都有一个位处理器和一个字处理器。字处理器执行所有的编程器接口功能、监视内部定时器、处理字节指令及对系统总线的控制, 同时还负责对位处理器的控制; 位处理器则负责高速地处理位指令。大型PC则一般为多处理器系统, 由字处理器、位处理器和浮点处理器组成。

2. 存储器 存储器是具有记忆功能的半导体电路, 用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。

系统程序存储器的作用是存放监控程序、命令解释、功能子程序及其调用管理程序和各种系统参数等。它主要包括: 检查程序、键盘输入处理程序、翻译用户程序、信息传递程序和监控程序。

用户程序存储器的作用是存储用户编制的梯形逻辑图程序。应注意的是, 在PC产品样本或说明书中所列存储器型式及其容量是指用户程序存储器而言。与微机不同, PC通常以字(16位/字)为单位来表示存储容量。系统程序则不能由用户直接存取。

3. I/O接口 I/O接口将工业过程信号与CPU模块联系起来。I/O接口包括开关量I/O接口、模拟量I/O接口及某些特殊用途接口。无论是开关量还是模拟量都包括输入接口和输出接口。PC能够提供各种操作电平和驱动能力的I/O模块和各种用途的I/O功能, 用户可根据实际需要选用。由用户设备送入输入模块的状态信号经过滤波, 被处理成CPU可接受的信号电平, 控制器作出逻辑判断后, 输出模块将所输出信号电平转换成适合控制外设的电平。I/O模块通常都具有I/O状态显示和I/O接线端子排。为使PC免受电力线、电气噪声、负载的感性冲击或外接线的干扰信号的影响, I/O模块都有光电耦合隔离线路。

为了满足更加复杂控制功能的需要, 中大型PC甚至某些小型PC(例如SIMENSE公司的S5-100U)配有许多智能I/O接口。为了满足位置调节的需要, 配有位置闭环控制模块; 为了对频率远远超过100Hz的脉冲进行计算和处理, 还配有高速计数模块; 还有像PID、BASIC等其他一些智能模块。所有这些智能模块都带有其自身的处理器系统。

使用智能I/O接口, 使PC不仅可用于顺序控制, 而且使其能够更方便地实现某些复杂的闭环控制功能。

为了实现“人一机一过程”或“机—机”之间的对话, PC配有各种通信接口。通过这

些接口可与监视器、打印机、其他PC和计算机相连。

当与打印机相连时，可将过程信息、系统参数等输出打印。当与监视器相连时，可将过程图像显示出来，它既可显示静态图像，也可显示动态图像。当与其他PC相连时，可组成多机系统或连成网络，实现对整个工厂的自动控制。当与计算机相连时，可组成多级控制系统，实现过程控制、数据采集等功能。

综上所述，PC根据用户需要可提供多种用途与功能的I/O模块，供用户选用。

4. 编程器 编程器供用户程序的编制、编辑、调试和监视，还可以通过其键盘去调用和显示PC的一些内部状态和系统参数。它经过接口与CPU联系，完成人机对话。

编程器有简单型和智能型两种。前者只能联机编程，后者既可在线编程又可离线编程，既可用电缆连接到CPU进行编程，又可远离CPU插到现场I/O控制站的相应接口进行编程。利用IBM-PC/XT微机改装的智能编程器，插入不同的应用程序包软盘，还可完成梯形图编程。美国IP公司提供的智能编程单元EPS-5编程软件包，可在IBM-PC机上进行用户程序的编辑、仿真和监控，及打印输出控制和程序向PC的下装。编程和仿真可离线在个人计算机上进行。但个人计算机和EPS软件编程器是通过RS-232串行通信口与PC连接的。编程器的键盘是采用梯形图语言键符或采用指令语言助记符，应由软件指定的功能键符，通过屏幕对话方式进行编程。

5. 扩展接口 当用一个基本单元不能满足所要求的控制任务时，就要加I/O扩展机来扩展。

6. 电源 PC配有开关式稳压电源的电源模块，用来对其内部电路供电。

7. 其他外部设备 PC还可以配备其他一些外部设备如打印机（用以打印记录程序或制表）、盒式磁带机（用以记录程序或信息）、EPROM写入器（用以将程序写入用户EPROM中）和高分辨率大屏幕彩色图形监控系统（用以显示或监视有关部分的运行状态）。还有某些PC可通过通信接口与其他PC和上位机连接，以实现通信网络的功能。

二、软件系统

PC的软件由系统程序和用户程序组成。

1. 系统程序 系统程序是控制和监视PC内部顺序运行的程序，包括专用功能的模块化程序和编程器操作程序等。系统软件由PC制造厂提供，固化在ROM（PROM或EPROM）里。

系统程序相当于计算机的操作系统，它是为了提高PC的利用率，方便用户使用PC而配置的一套软件，是用户与PC间的软接口，用户只有在系统程序装入的情况下才能使用PC。系统程序对CPU、内存、外设、作业、中断等进行管理和调度，并控制用户程序执行。CPU通过扫描，把硬件配置的全部I/O信息存入输入状态表（寄存器），然后以状态表作为依据执行用户程序的逻辑和数值运算。运算结果存入输出寄存器，再将输出状态表的信息送到输出模块。这些过程，包括扫描、内存表格分配、外设状态读取、外设动作及I/O监视诊断等工作，全部由系统程序完成。

由于PC实际上是一种工业控制计算机系统，因而其操作系统不同于一般的计算机，是一个小型的实时操作系统，具有自身的结构特点。虽然各种PC的操作系统结构和功能不完全相同。但对于最终用户而言，无论什么样的操作系统，最后都将与PC硬件一起反映在整

个系统的功能和特点上,因此对操作系统的结构和原理不作介绍。

2. 用户程序 用户程序是用户根据现场需要,用PC的程序语言编制的应用程序,以实现对各种控制的要求。

用户程序是由用户经过编程器键入到PC内存中去。小型的PC用户程序比较简单,不要分段,是顺序编制的。主要采用梯形图为基础的很形象的编程方式,编出的程序清晰、直观、易学、易懂,调试方便、查错迅速。

但是对一些比较复杂的PC系统采用梯形图可能变得非常麻烦。所以不少PC已经配备有BASIC语言和其他专用高级语言。

PC的用户编程语言主要有六种:

(1) 使用继电器接点图形符号,即梯形图编程。也称阶梯图形编程。

(2) 命令语句表,是一种与汇编语言类似的助记符编程表达式,这对于已掌握计算机软件的人来说是极易掌握的。应注意的是,不同形式的PC其助记符和参数表示方法也不一样。

(3) 功能图编程,这是一种类似于“与”、“或”、“非”逻辑电路结构的编程语言。

(4) 级式语言,级是把机械动作按工序一步步进行分解,然后按工程执行顺序连接起来完成控制目的,这种按动作流程编制程序的语言其最大特点是可缩短扫描时间。这种编程语言常用在高档机上。

(5) 计算机通用语言。

(6) 其他语言,如流程图语言等。

第二节 PC工作原理

一、PC工作原理

PC的工作原理实质是靠对输入信号不断进行监视。输入信号来自按钮、传感器、行程开关和限位开关等装置。当检测出信号状态改变时,控制系统必须作出反应。通过用户程序产生输出信号。这些信号去控制外部负载,如接触器、电磁阀、指示灯、警报器等。

PC也可视为在系统软件支持下的一种扫描设备。其用户程序的执行是按软件扫描的原理进行工作的。如前所述,它的系统程序如管理程序是由生产厂把事先编好的监控程序固化在EEPROM中。处理器对用户程序作周期性的循环扫描。运行时,逐条地解释用户程序,并加以执行;程序中的数据并不直接来自输入或输出模块的接口,而是来自数据映像寄存器,该映像区中的数据在输入采样和输出锁存时周期性地不断刷新,如图2-2所示。

PC的扫描可按固定的顺序进行,也可按用户程序指定的可变顺序进行。而顺序扫描的工作方式简单直观,既可简化程序的设计也可提高它的运行可靠性。

通常对用户程序的循环扫描过程分三个阶段,即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段。

1. 输入处理阶段(即输入采样阶段) PC以扫描方式顺序读入端子的状态——接通/断开(ON/OFF),并将此状态存入输入映像寄存器,称为输入信号的采样,或称输入刷新。接着转入执行程序阶段。在程序执行期间,即使输入状态发生变化,输入映像寄存器的内容也不会改变。这些变化只能在下一个工作周期的采样阶段到来时才被读入。此时在两个输

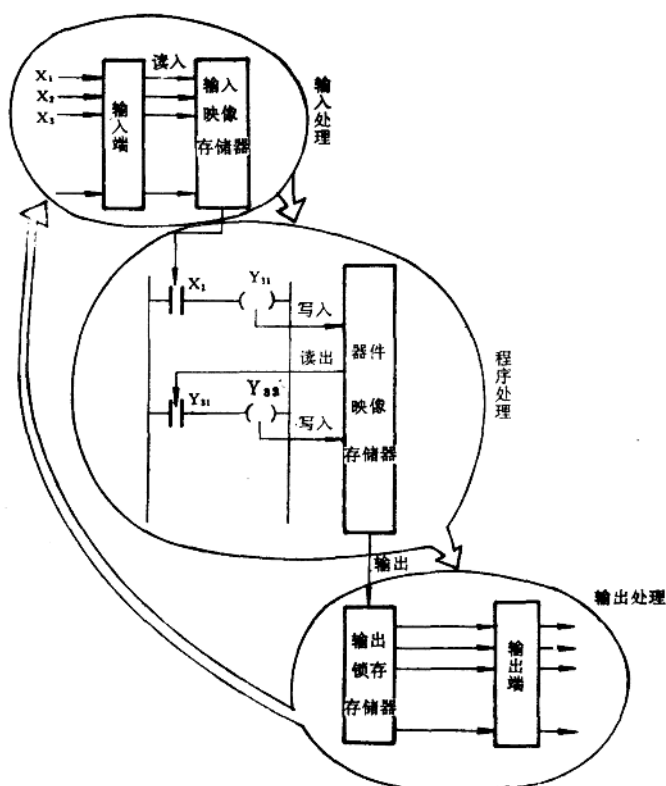


图2-2 PC工作原理图

入采样周期之间的输入状态变化，PC不能读入此瞬间脉冲变化量。如果输入信号脉冲宽度低于一个扫描脉冲宽度时，输入状态就不能正确地存入数据存储器。

2. 程序处理阶段 在程序执行阶段，程序执行总是按梯形图先左后右，先上后下的顺序对每条指令进行扫描，并从输入映像寄存器中“读入”所有端子的状态。此时，若需要“读入”某些输出状态，则也在此刻输入。然后，进行逻辑运算，运算结果再存入映像寄存器中，对每一个元件来说，映像寄存器中的内容，会随着程序执行的进程而变化。

3. 输出处理阶段（即输出刷新阶段） 在所有指令执行完毕后，映像寄存器中所有输出继电器的状态（ON/OFF），在输出刷新阶段转存到输出锁存电路，再驱动输出线圈，产生PC的实际输出。

PC重复地执行上述三个阶段构成的工作周期（或扫描周期）的长短与程序的长短（即组成程序的语句多少）有关。如华光电子工业有限公司的SR-21型PC，1K语句扫描周期为10ms。

PC在每次扫描中，对输入信号采样一次，对输出刷新一次。这就保证了PC在执行程序阶段，输入映像寄存器和输出锁存器电路的内容或数据保持不变。

可见, PC的输入/输出处理必须遵守以下规则:

- (1) 输入映像寄存器的数据, 取决于输入端子上一次刷新时间(接通/断开状态)。
- (2) 输出映像寄存器的数据, 由输出指令的执行结果决定。
- (3) 输出锁存器电路的数据, 由上一个刷新时间输出映像寄存器的数据来确定。
- (4) 输出端子的接通/断开状态, 由输出锁存电路来确定。
- (5) 程序如何执行, 取决于输入/输出映像寄存器的数据。

PC虽然有很多优点, 但其输入/输出有响应滞后现象。对于一般工业控制设备来说, 这些滞后的主要原因是: 存在输入滤波时间常数, 输出继电器有机械滞后, 执行程序按扫描周期进行, 以及程序指令的安排也可能影响响应时间。一般来说, 输入/输出响应滞后的最大时间为2~3周期。如图2-3所示。

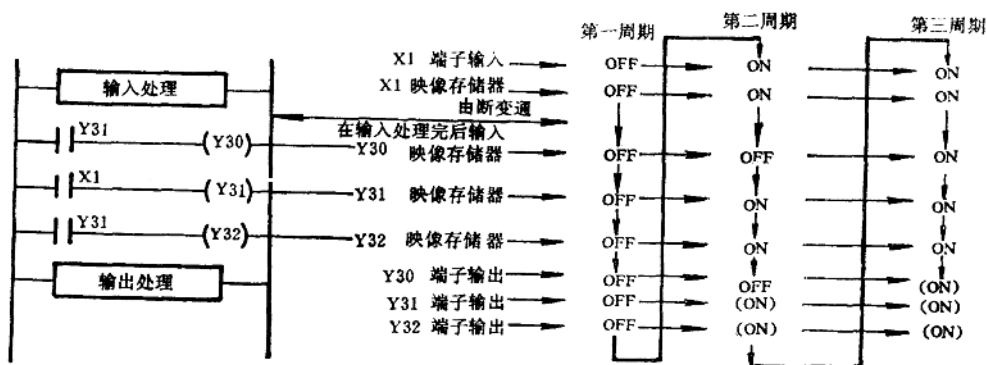


图2-3 输入/输出响应延迟

对于继电器-接触器控制系统, 从输入到输出是作并行处理, 如图2-4所示。PC的写入程序从第一步到最后一步是作串行处理。处理完最后一步以后, 又返回到第一步, 如图2-5所示。这样周期性地反复处理, 完成一个周期的时间为一个扫描周期。见图2-6所示扫描时间处理过程。

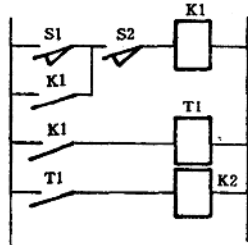


图2-4 继电器回路并行处理

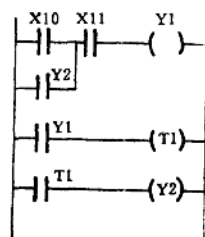


图2-5 PC的串行处理

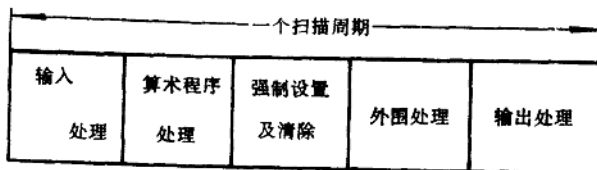


图2-6 扫描时间处理过程