

可编程序控制器原理及应用

长沙铁道学院 王也平 主编 大连铁道学院 周政善 主审

西南交通大学出版社

可 编 程 序 控 制 器

原 理 及 应 用

长沙铁道学院 王也平 主编

大连铁道学院 周政普 主审

西南交通大学出版社

(川) 新登字 018 号

内 容 提 要

本书介绍可编程序控制器的结构、工作原理、特点、性能,剖析了模块式 PC 的各种接口电路、编程基础及编程方法、控制系统的编程步骤和编程技巧。

为便于推广和应用 PC 技术,还介绍了 PC 应用的基础知识和工业上的应用范例。

为便于对 PC 的选择使用,书内附有各系列型号的 PC。

本书可作为普通高等学校的工业自动化、电气工程、电力牵引与传动控制、微机应用以及机械制造、机电一体化等专业的教材,也可供科研设计单位及工厂从事自动化设计、设备改造及使用的工程技术人员学习和参考。

可编程序控制器原理及应用

王世平 主编

周敬普 主审

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

新华书店经销

西南交通大学印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 10.375

字数: 238 千字 印数: 1—5000 册

1994 年 8 月第一版 1994 年 8 月第一次印刷

ISBN 7-81022-711-4/T·124

定价: 7.50 元

前 言

可编程序逻辑控制器 (Programmable logical controller) 简称 PLC, 取代了硬接线的控制逻辑电路, 实现了生产的自动控制。随着微电子技术和计算技术的发展, 微处理器被应用到 PLC 中, 使可编程序控制器具有更多的计算机的功能, 这种采用微电脑技术的 PLC 就正式改名为 PC。

可编程序控制器近年来的应用发展非常迅速, 它不仅取代继电器、控制盘为主的顺序控制器, 而且广泛地应用于大规模生产过程控制。今后在自动化领域中, 作为工业自动化的三大支柱 (工业机器人、数控机床、PC) 之一的 PC 技术将居领先地位。根据资料表明, PC 在工业生产的自动控制和过程控制中, 已显示了很大的优越性, 在各行业中已取得显著的经济效益, 并将在我国发挥出更大的效益。

本书是根据铁路高校自动控制、工业自动化及计算机教学指导委员会的决定, 为了适应目前形势发展的教学需要, 为大专院校的工业自动化、电气工程、电力牵引与传动控制、微机应用、机械制造、机电一体化等专业所编写的教材。也可供科研、设计单位及工厂从事自动设计、设备改造及使用的工程技术人员参考。

因 PC 内容较新, 涉及面广, 实用性强, 同时又受教学时数的限制, 因此考虑:

(1) 不可能使内容涉及面过宽、过全;

(2) 为便于学生学习, 在讲授基础知识之后, 内容按教学顺序排列而写。因 C 系列指令系统除基本指令有专门键外, 其他指令是由 FUN 数字组合而成, 为了使學生很好地掌握所学内容, 最好讲授与上机操作结合起来进行。

(3) 本书是以 C200H 型为主, 但 C 系列的规格和机型很多, 考虑目前铁路现场及有关企业应用 C20 型的很多, 故最后几个例子选用 C20 机型。另外选了部分思考题和习题。书末有附录, 给出了各种不同机型的图形及其性能表, 以便学生和工作者查录参考。

本书第一、二章由陈连坤编写, 第三、四章由关良成编写, 第五、六章由王也平编写, 由王也平统编全书, 周政普主审。

由于编者水平有限, 书中错误、不妥及疏漏之处, 敬请读者批评、指正。

编 者

1992 年 9 月

目 录

第一章 可编程序控制器 (简称 PC) 的结构与工作原理

第一节 PC 的产生及其特点	1
一、PC 的产生	1
二、PC 的特点	1
三、PC 在工业自动化中的地位	2
四、国内外 PC 的发展	3
第二节 PC 系统的结构	4
一、PC 的组成	4
二、PC 结构原理框图	6
第三节 PC 的工作原理及各组成部分的作用	6
一、PC 的工作原理	6
二、PC 各组成部分的作用	9
第四节 PC 的主要技术指标及其测试方法	10
一、PC 的主要技术指标	10
二、主要技术指标的测试方法	11
练习题	12

第二章 PC 的 硬 件

第一节 PC 的 CPU	13
一、通用微处理器作 CPU	13
二、单片机作 CPU	13
三、位片式处理器作 CPU	15
第二节 PC 的存贮器	18
一、PC 的存贮器	18
二、PC 用户程序存贮器	19

三、CMOS—SRAM	19
四、用 CMOS—SRAM 作 PC 用户程序存储器时注意的问题	20
五、常用的 CMOS—SRAM TC5564LP	21
六、后备电池及相关电路	22
第三节 PC 的输入和输出 (I/O) 电路 (接口)	24
一、I/O 模块的特点	24
二、I/O 模块的电气特性	25
三、I/O 模块中的隔离器件	26
四、SYSMAC—C200H PC 的几种开关量 I/O 模块	28
五、模拟量 I/O 模块和特殊模块	29
练习题	33

第三章 PC 的编程

第一节 编程基础	34
一、名词术语和编程规则	34
二、编程方法	35
第二节 PC 的编程技巧	36
一、基本编程指令 (LD、OUT、AND、OR、NOT、END)	36
二、编程技巧	38
第三节 C200H 的编程器与指令系统	43
一、板面说明及控制功能键 (以 C 系列为例)	44
二、C200H 编程指令系统	46
三、C200H 编程与调试方法	65
练习题	69

第四章 PC 控制系统设计

第一节 系统设计要求与内容	70
第二节 控制系统设计步骤	70
一、硬件系统设计	70
二、绘制控制动作顺序图	71
三、分配输入输出继电器号	72

四、绘制梯形图及编制程序单	75
五、接通 PC 电源和编程	76
六、调试、试运行	76
七、保存程序	76
八、运行	76
第三节 控制系统的设计	77
一、库门自动控制	77
二、自动注油装置	78
三、传送带马达控制	79
四、瓶签检测	81
第四节 设计系统时的注意事项	96
练习题	98

第五章 PC 的通信

第一节 PC 的通信接口	100
一、通信数据传送方式	100
二、串行通信接口	101
第二节 PC 的通信	104
一、通信方式	104
二、通信参数	105
三、通信网络	105
四、PC 与上位计算机通信	109

第六章 PC 的应用

第一节 PC 在应用中需注意的问题	117
一、PC 的安装现场	117
二、PC 的外围辅助电路	119
第二节 PC 的应用	120
一、PC 的选择与注意事项	120
二、系统响应时间的估算	121
三、PC 内存容量的估算	122
第三节 可编程序控制器在工业中的应用	123

一、PC 在橡胶和塑料加工业中的应用	123
二、PC 在港口货物自动装卸中的应用	124
三、PC 在制造加工业中的应用	124
四、PC 在自动检测与自动控制中的应用	127
五、PC 在粮油加工、制糖工业中的应用	132
六、PC 在能源工业中的应用	132
七、PC 在化工及石油工业中的应用	133
八、PC 在造纸工业中的应用	133
九、PC 在冶金工业中的应用	133

附 录

附录一 C 系列指令一览表	134
附录二 C 系列指令分类	150
附录三 PC 的动作流程	151
附录四 何谓循环时间	152
附录五 基本指令执行时间	153

参考文献	154
------------	-----

第一章 可编程序控制器 (简称 PC) 的结构与工作原理

第一节 PC 的产生及其特点

一、PC 的产生

在 PC 问世之前,工业控制中的顺序控制多采用由机械电气式器件作为控制元件的硬件布线逻辑控制系统,尤其是由电磁继电器构成的继电器控制系统。这种控制系统是根据特定的控制任务进行设计的,若控制任务有所改变就必须相应地改变硬件结构。另外机械电气式器件本身也有许多不足之处,势必会影响控制系统的各种性能。这种控制系统越来越不能适应工业现代化发展的需要,其主要原因有:

- (1) 设计、制造周期长,维修和改变控制逻辑困难;
- (2) 不能完成复杂的控制逻辑,没有运算、处理、通信等功能;
- (3) 可靠性差、寿命短、运行速度慢、体积大、耗电多。

本世纪 60 年代后期,虽然计算机控制技术已开始应用于工业控制领域,但由于计算机本身的技术要求复杂以及当时各种条件所限,并未广泛采用。1968 年,美国 GM 公司为了适应汽车型号不断更新的需要,提出了用可编程的控制器取代继电器控制系统的设想,并为此提出了十项招标指标。于是,美国许多家公司开始围绕这十项技术指标进行了研制和开发工作,并很快推出了以软件实现继电器控制功能的新一代控制器,如 Modicon 公司(1977 年加入了 Gould 公司)的 084 (1968 年)、DE 公司的 PDP—14 (1969 年)等,当时取名为可编程逻辑控制器 (PLC—Programmable Logic Controller)。在以后的发展过程中,由于 PLC 大量采用了计算机技术,它的中央处理单元 (CPU—Central Processing Unit) 不但可以处理逻辑运算功能,还可以处理其他运算和控制功能,不再是单单用来取代继电器控制系统,另外,其名称也不统一。为此美国电气制造商协会 (NEMA) 于 1980 年正式将它命名为可编程序控制器 (PC—Programmable Controller)。

二、PC 的特点

80 年代,美国 NEMA 曾多次以 NEMA 标准的形式对 PC 下过定义,80 年代中期将 PC 定义为“一台数字电子设备,它使用可编程序存储器来存储指令,用以执行各种特定功能,如逻辑运算、定序、计时、计数和算术运算,以便控制各种机械设备或过程。”国际电工委员会 (IEC) 也于 1982 年、1985 年和 1987 年分别颁布了 PC 标准的草案第一稿、草案第二稿和草案。在草案中将 PC 定义为“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。它采用一种可编程序的存储器,在其内部存储执行逻辑、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的面向用户的指令,并通过数字式或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。”

以上两种定义十分相似，只是 IEC 的定义更全面一些。依据这些定义，PC 最重要的特点应有：

(1) 使用和维修方便 PC 属于通用型控制器，有不同档次的机型和不同的模块可供选择，可根据实际情况任意配置。I/O 模块可直接与现场连接，安装方便。在不同的用户程序控制下可以完成多种控制任务，而所需变动的硬件达到最小程度。其编程方法通常采用现场人员非常熟悉的继电器符号，简单易学，即使不具备计算机知识的操作人员经短期培训也能很快掌握。PC 所具有的诊断功能及模块化结构为故障查找和修复提供了方便。

(2) 性能价格比高 用 PC 实现控制任务时，有相当一部分工作可通过编程设备在实验室中进行，节省了大量的时间、人力和财力。由于 PC 主要是由固态电子器件组成的，可以达到很高的运行速度。另外 PC 还具有运算、处理、通信等功能。随着电子技术的不断发展，PC 的功能还在不断增强，而相应的成本却在不断下降。

(3) 可靠性高 PC 与一般通用计算机的主要区别之一就是它能在恶劣的工业环境中可靠地工作，具有很强的耐环境能力，如对环境温度和湿度、电源电压波动范围、振动、绝缘、抗电磁干扰等均有明确的指标规定。为了达到此目的，在硬件和软件上均作了特殊考虑。在硬件方面，采取抗空间电磁干扰的屏蔽、抗工频干扰和削弱各模块间相互影响的滤波、抗电源电压波动的电源调整和保护、PC 与现场间的光电隔离、保证系统安全的联锁等一系列措施。在软件方面，利用软件进行系统诊断，检测整个系统是否处于正常工作状态；检测外界环境，对异常情况作出相应的处理等。此外，为了满足更高的可靠性要求，可采用冗余系统或备份系统。

三、PC 在工业自动化中的地位

PC 在工业自动化中所起的作用越来越大，已被广泛用于机械制造、冶金、化工、交通、电子、电力、纺织、印刷、食品、建筑等领域。国外的调查结果表明 80% 以上的工业控制均可用 PC 来完成。随着 PC 功能不断增强，其应用范围也将不断扩大。

在生产现代化水平不断提高的今天，企业如要在激烈的竞争中立于不败之地，就必须以较低的成本生产高质量的产品，同时应能适应市场需求的变化，具有生产种类繁多、批量不大的产品的能力，这就要求生产设备自动化程度高且有相当大的柔性（即可编程）。PC 所具有的特点可以很好地满足这种要求。

图 1-1 为工厂自动化系统框图。在图中，除 PC 网络外，自动化单元、库房网络中也可大量采用 PC 进行控制，如数控机床、自动生产流水线、大型仓库、机器人等。PC 几乎可以用于各种工业控制领域，如运动控制、过程自动化、过程自动化等各种工业控制领域。PC 技术、CAD/CAM 技术将成为实现未来工业自动化

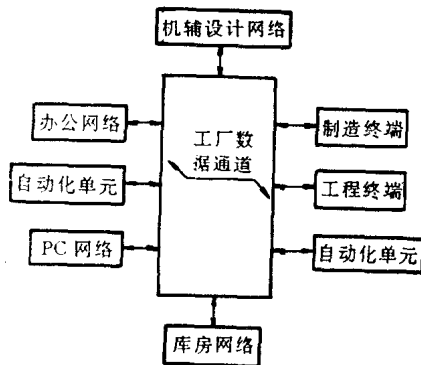


图 1-1 工厂自动化系统框图

的三大支柱。

四、国内外 PC 的发展

自 PC 诞生二十多年来,受到了广大用户的欢迎,得到了迅速的发展。

(一) 国外 PC 的发展

自 60 年代末美国多家公司先后研制生产出第一批 PC 后,这项新技术迅速地在世界各工业发达国家中发展起来。1971 年日本从美国引进了 PC 技术,当年日立公司就制造出了第一台 PC。原联邦德国的西门子公司也于 1969 年开始研制 PC。1973 年西欧国家研制出了他们的 PC。PC 问世以来,其每年的递增率都在 25% 以上,1988 年光美国就有 70 家厂商生产 304 种 PC。PC 从无到有发展至今已经历了四个阶段:

(1) 第一代 (1969—1972 年) 此时的 PC 其功能简单 (只有逻辑运算、定时、计数等功能)、内存小 (1~2K 的存贮器)、机种单一,只能代替 100~300 个继电器的控制系统,可靠性比继电器控制系统有所提高。

(2) 第二代 (1972—1976) 在第一代 PC 的基础上有了较大的发展,功能得到了增强 (有逻辑运算、计时、计数、数据运算、数据处理、计算机接口、模拟量控制等),开始具有自诊断功能,可靠性进一步提高。系统趋于标准化、通用化、系列化和模块化。

(3) 第三代 (1976—1981 年) 随着电子技术的发展,PC 广泛采用了微处理器、存贮器等微机芯片,其体积不断缩小、成本不断降低,而功能却不断增强 (已有通信、远程 I/O 及一些特殊功能),可靠性进一步提高。同时 PC 开始向两极发展:一方面是大型化、高性能;另一方面是小型化、简单低成本。

(4) 第四代 (1981 年起) 此时 PC 着眼于提高功能、开发并网能力构成分散型控制系统,同时在编程语言方面也有了很大的进展。随着时间的推移,PC 将会得到更大的发展。

(二) 国内 PC 的发展

与国外先进的 PC 技术相比,我国的差距是很大的。70 年代在我国使用的少量 PC 是一些重点建设项目引进的设备中自带的。自 1982 年起,一些企业引进产品或技术开始生产 PC。同时,国外许多公司也开始在我国推销产品或合资经营,PC 产品在我国市场上的种类和数量日益增多。

据不完全统计,目前国内引进或研制生产 PC 的单位有近 30 家,引进的系列或品种超过了 30 种。同时在 PC 的国产化方面也取得了一些进展,国产化 PC 的品种已超过了 30 种,其中有些产品通过了部、市级的鉴定;有些产品达到了同类产品 80 年代初的水平;有些在信息处理汉字化方面作了初步尝试,取得了一些进展。总的来说,国产化还局限于低功能的小型 PC,CPU 大多采用的是 8 位的通用微处理器和单片机,大中型 PC 的国产化工作还刚起步。国家将重点推广的国产化 PC 产品有: MPC—01A、DJK—S—86 和 SR 系列。将投产的国产化 PC 产品有: DJK—S—86, 84、SR10, 20, 40 和 PLC—900。

近年来,国内许多单位在项目建设或设备自动化改造过程中采用了几十种国外和国产 PC 产品,提高了我国工业自动化的水平,而且经济效益十分显著。PC 的应用和生产,特别是 PC 国产化工作的开展,将会缩短我国 PC 技术与国外的差距。

(三) 未来 PC 的发展趋势

国内外近几年来发表了许多关于未来 PC 发展趋势的论述,大致可以概括为以下几个方面:

1. PC 规模更趋于两极化

大型化和小型化。大型 PC 着眼于完善其处理能力,向分散型、多层分布式工厂自动化网络化方向发展。小型 PC 则强调简易经济,采用平板薄形一体化结构,以适应单机控制和机电一体化的需要。同时适当增加一些特殊 I/O 模块和简单的联网功能,扩大其应用范围。

2. PC 的标准化日趋完善

标准化将更利于 PC 的设计、生产、使用和维修。主要的标准有:工作环境、物理和电气接口、功能板和插座特性、PC 总线、通信协议及编程语言等。

3. 采用最新科技成果,促进 PC 技术的发展

(1) 提高 PC 运行速度 考虑采用新型体系结构(即有别于现有 PC 的扫描式体系结构的中断驱动式体系结构)或采用多 CPU,使扫描和中断并存。采用高速 CPU 芯片和 24 位、32 位 CPU 芯片,提高 PC 的扫描速度。

(2) 发展智能化模块 这些智能化模块主要是:通信模块、位置控制模块、数据管理与控制模块、PID 控制模块及一些智能化 I/O 模块。

(3) 加强 PC 的联网功能 加强 PC 与 PC 间和 PC 与计算机间的联网能力,为实现工厂自动化提供必要条件。

(4) 进一步提高可靠性 有些场合对 PC 的可靠性要求特别高,根据不同的需要可采用相应的技术,如采用多 CPU 的容错系统(冗余系统或备份系统)、软件容错技术、增强 PC 的自诊断和外部故障检测功能等。

(5) 提供更方便灵活的编程方法 一是开发更通用、更方便、功能更强的编程语言;二是提供适合不同需要的编程设备:简易编程器、便携式编程器和 CRT 图形编程器。用个人微机(如 IBM-PC 及兼容机)取代 CRT 图形编程器的实用软件包也将进入商业化阶段。

(6) 提高 PC 存储容量及存储特性 从发展角度来看,单机的存储容量达到 1 M 就能满足通常的要求,对于特殊需要可采用外部存储方式。为增加外部存储的容量和提高存取速度,必将发展激光光盘取代普通的磁盘和磁带等。为满足对存储器芯片的存取速度、ROM 的可重写性和 RAM 的非易失性等要求,必须研制和采用新型存储器芯片。

第二节 PC 系统的结构

一、PC 的组成

PC 作为一种专门用于控制的计算机系统,同其他计算机系统一样,也包括硬件和软件两大部分。其软件由系统软件和应用软件(或称用户程序)组成,系统软件又分为编程器系统软件和 CPU 系统软件(或称操作系统)。

在介绍 PC 硬件系统之前,先看一下继电器控制系统。任何一种继电器控制系统都是由如图 1-2 所示的三个部分组成。

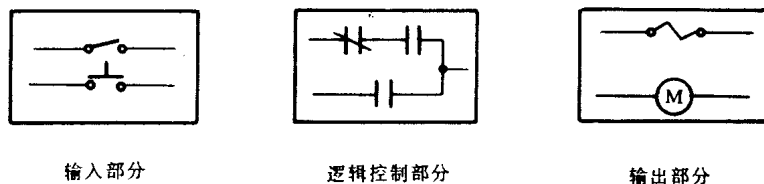


图 1-2 继电器控制系统

输入部分：接收来自被控对象的各种开关量信息或操纵台的操作命令。

逻辑控制部分：根据输入情况传送给输出部分一组适当的信号。

输出部分：根据接收到的信号完成相应的动作。

继电器控制系统中的逻辑控制部分是由许多继电器按预先设计好的特定线路连接而成的。要改变控制逻辑，就要重新设计线路和重新连接。

1. PC 的组成形式

PC 采用微处理器和存储器代替由继电器构成的逻辑控制部分，并增加了多种复杂功能。通过编程可以灵活地编制用户程序，可很方便地实现所需要的控制逻辑，这相当于设计并连接继电器逻辑控制线路。因此，PC 的组成形式也可用三个部分描述：输入部分、控制运算部分和输出部分，如图 1—3 所示。其各部分的作用与继电器控制系统基本相似。

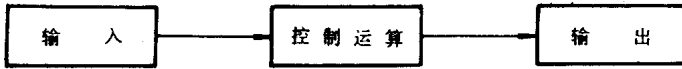


图 1—3 PC 组成形式

在它的输入和输出部分分别加了信号变换器，以实现微处理器与传感器及执行器间的匹配。

输入部分：收集并保存被控对象的实际运行数据和信息。

控制运算部分：处理输入部分所取得的数据和信息，发出相应的输出命令。

输出部分：根据控制运算部分的输出命令操纵被控对象的动作。

2. PC 的等效电气图

由于 PC 的核心部分是微处理器和存储器，使 PC 与继电器控制系统在本质上有很大区别。但是大多数 PC，特别是小型 PC，使用的是梯形图编程方法。此方法仍然沿用继电器控制中的继电器常开、常闭、线圈等符号，排列方法也类似继电器控制图。所以在编程时，可以不考虑微处理器及存储器的结构，也不必使用各种计算机语言，而是把 PC 看成由许多内部“软继电器”组成的继电器控制系统，按设计继电器控制图的形式进行。图 1—4 给出了用 PC 实现某一控制任务时的等效电气图。为了便于阅读和设计，可以把它改画成如图 1—5 所示的控制电路原理图。根据此图，就可以采用梯形图编程方法在 PC 上进行编程，所编的程序称为用户程序或控制程序。PC 执行此用户程序，便完成相应的控制任务。

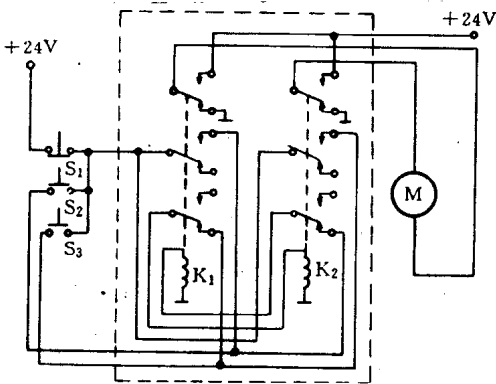


图 1—4 PC 的等效电气图

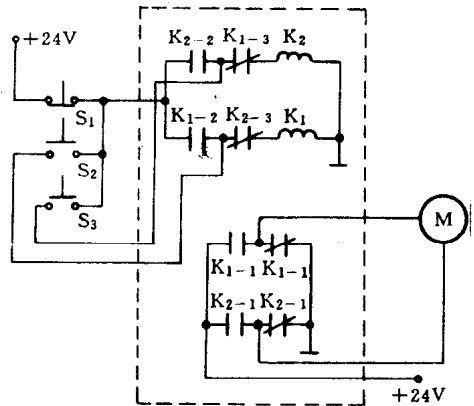


图 1—5 控制电路原理图

二、PC 结构原理框图

作为一种专门用于控制的计算机,PC 的硬件结构基本上与微机相同。图 1—6 给出了 PC 的结构原理框图。

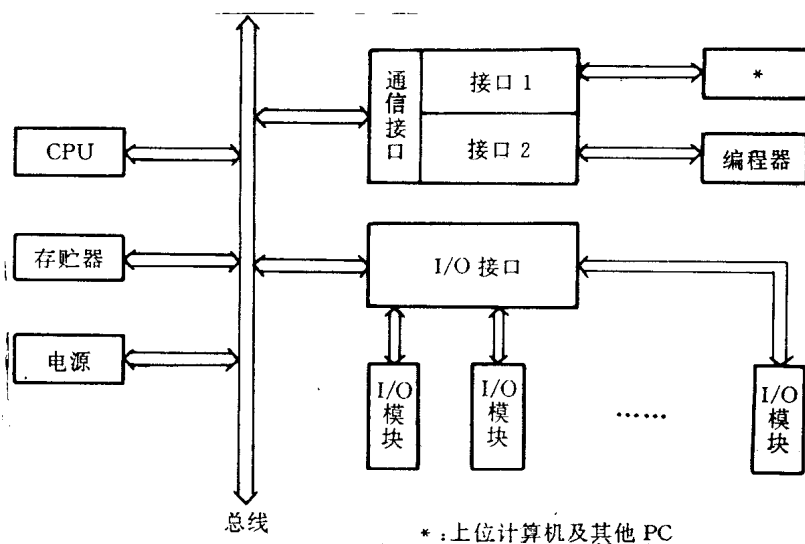


图 1-6 PC 的结构原理框图

第三节 PC 的工作原理及各组成部分的作用

一、PC 的工作原理

PC 在问世之初主要是用于取代继电器控制系统，它采用适合于顺序控制的扫描式体系结构，并延续至今。这种扫描式体系结构的主要特征表现为以顺序扫描工作方式完成输入采样、解用户程序、输出锁存等功能。PC 的工作原理与普通微机相似，所有操作均是在其系统软件控制和指挥下进行的。系统软件已由 PC 生产厂商编制完成并固化在 ROM 中，同 PC 一起提供给用户。用户根据控制要求编制的程序称为控制程序或用户程序。

PC 对用户程序的执行过程一般分为三个阶段进行,即:输入采样阶段、解用户程序阶段和输出锁存阶段。

(1) 输入采样阶段 在此阶段, PC 以扫描方式顺序读入所有输入端子的状态或数值, 并将这些状态或数值存入数据表格存储器中的 I/O 映象表内。这些内容保持不变, 直至下一个扫描周期的输入采样阶段。

(2)解用户程序阶段 PC 在解用户程序时,按约定的顺序逐条对用户程序进行扫描,由操作系统作出解释、从数据表格存贮器中取相应的数据(I/O 状态、I/O 数据、内部逻辑状态等)进行运算,运算结果最后存入数据表格存贮器。

(3) 输出锁存阶段 完成解用户程序后,数据表格存贮器中 I/O 映象表内的输出状态或数值才能按顺序送至输出锁存电路,这才是 PC 的实际输出,去驱动执行器。在非输出锁存阶段,输出锁存电路中的状态或数值保持不变,直至下一个扫描周期的输出锁存阶段。

PC 的这种顺序扫描工作方式简单直观, 简化了程序设计, 并为 PC 的可靠运行提供了保证: 一方面, 所扫描到的程序经解算后, 其结果马上就可被后面将要扫描到的程序解算时所利用; 另一方面, 通过 PC 内部设置的监视定时器来监视每次扫描是否超过规定的时间 (通常设定为 150~200 ms), 避免由于内部故障使 PC 进入死循环而造成不可挽回的损失。目前, 世界上各厂商生产的 PC 均采用这种扫描式体系结构, 但完成扫描的方式有所差异。这些差异并不影响 PC 所具有的一些基本特性。采用何种扫描方式, 主要取决于 PC 的规模、响应速度、硬件结构及其他一些特殊考虑。

下面介绍几种常用的扫描工作方式及相应的工作过程。

1. 同步扫描工作方式

同步扫描是指 PC 所需完成的各种功能在单一扫描时钟的控制下顺序执行, 这种扫描工作方式如图 1—7 所示, 它是最常用的一种, 其工作过程如下。

(1) 诊断 PC 通电后或完成一次扫描再进入下一次扫描之前, 都要进行诊断。通常采用软件诊断方式, 即执行一套诊断程序。这些诊断通常包括系统软件的检验和、RAM 测试、CPU 测试、总线动态测试、电源及外设工作状态测试等。

(2) 输入扫描 采样 PC 的各输入量的状态或数值。

(3) 解用户程序 根据采样到的输入量和控制要求计算 PC 各输出量的状态或数值。

(4) 输出扫描 将算得的输出量送到输出锁存器。

(5) 通信 此时 PC 提供与编程器、其他 PC 及上位计算机的通信功能。如有通信请求, 则进行通信处理。

在与编程器的通信过程中, 编程器发送给主机清内存、停机、启动等命令, 或者把程序和参数发送给主机。主机把要显示的状态、数据、错误码等信息发送给编程器进行显示。

在与其他 PC 或上位计算机通信过程中, PC 接收其他 PC 或上位计算机发送来的指令进行相应的操作, 如把现场的 I/O 状态、PC 的工作状态、各种数据和参数等发送出去或执行停机、启动、修改参数等指令。

在执行完通信后, PC 又开始新一轮扫描循环。只有当 PC 诊断发现故障或接收到停机命令时才停止上述扫描过程。PC 在停机之前一般都要先进行安全处理, 如将全部输出置为断开状态, 保护用户程序及数据表格中的各种数据等。

同步扫描工作方式通常用于那些处理 I/O 所占用的时间并不显著延长整个扫描周期的 PC。现代 PC 扫描时间的典型值为 10~100 ms, 要在一个扫描周期内完成上面五个阶段的工作。

2. 异步扫描工作方式

当对 PC 的扫描速度、响应特性、处理能力等提出更高的要求时, 同步扫描工作方式就不能满足要求, 可采用异步扫描工作方式或可变顺序扫描工作方式。异步扫描是指将 PC 所需完成的各种功能按不同要求分组, 各组由各自的扫描时钟进行控制, 各组内的功能在各自的扫

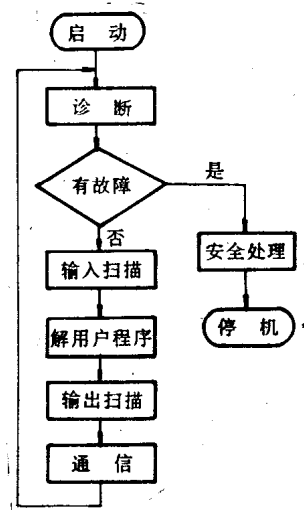


图 1—7 同步扫描工作方式流程图

描时钟的控制下顺序执行,各组间的扫描过程为并行进行。异步扫描工作方式可以因对 PC 的特殊要求不同而不同。异步扫描采用多 CPU 结构,各 CPU 同时进行不同的扫描。图 1—8 和图 1—9 给出了两种异步扫描工作方式的流程图。

图 1—8 给出的是双 CPU 异步扫描工作方式的一种流程图。它采用两个 CPU 完成不同的扫描工作,CPU1 负责解用户程序控制部分(用户程序 1),而将通信和数据处理(用户程序 2)交 CPU2 处理。以此提高 PC 的控制实时性,并可加强通信和数据处理能力。

图 1—9 是双 CPU 异步扫描工作方式的另一种流程图。CPU1 负责解用户程序及与编程器的通信。CPU2 则负责所有 I/O 管理及与其他 PC 或上位计算机的通信。这种组态特别适用于带有远程 I/O 模块(因为这种模块与主机间的通信采用的是串行方式)的 PC。

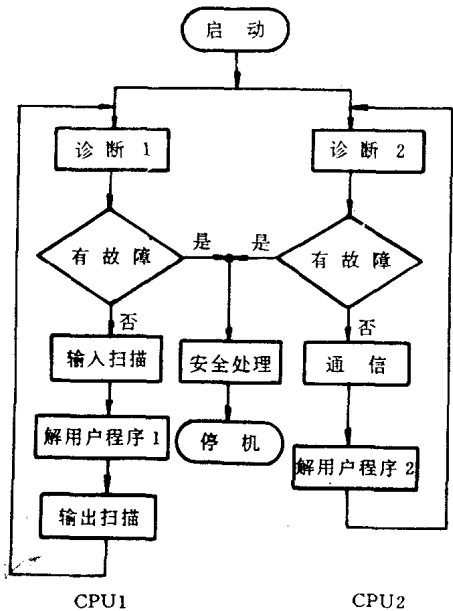


图 1—8 异步扫描工作方式流程图之一

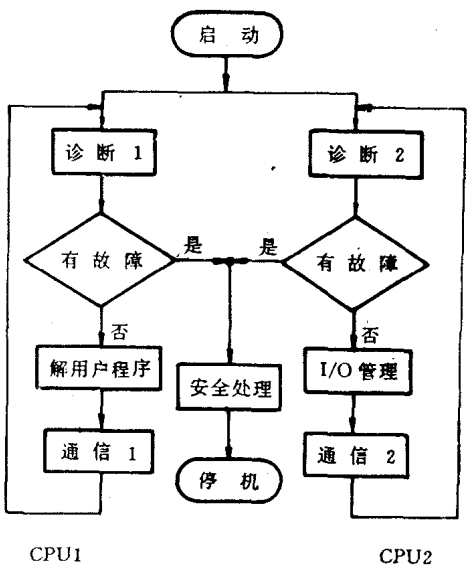


图 1—9 异步扫描工作方式流程图之二

在采用异步扫描工作方式时,应注意数个非同步的扫描过程在速度上要能匹配,否则可能引起工作混乱。在图 1—8 所示的系统中,如果 CPU2 的扫描速度比 CPU1 慢时,则 CPU2 的数据处理速度会跟不上 CPU1 的数据产生速度,因而将大量数据丢失(因为 PC 不可能有无限大的存贮器容量来保存过去的的数据),使数据处理产生错误的结果。同样,在图 1—9 所示的系统中,如果 CPU2 的扫描速度比 CPU1 慢时,I/O 数据更新跟不上解用户程序的速度,会导致错误的控制结果。

3. 固定顺序和可变顺序扫描工作方式

扫描若按固定的顺序进行,就是固定顺序扫描工作方式;若可按用户程序所指定的顺序进行,则是可变顺序扫描工作方式。采用何种顺序的扫描方式,取决于对 PC 实时性的要求。若一个被控过程要求当出现某一状态时必须进行紧急处理,则应使用可变顺序扫描工作方式。有的被控对象对实时性要求很低,控制它的这一部分程序不必每扫描一次便执行一次,或者在一个控制系统中需要处理的 I/O 点数较多,通过对不同模块进行合理的组合安排,采用可

变顺序扫描工作方式时分分批地进行扫描,可缩短扫描周期和提高控制的实时性。

二、PC 各组成部分的作用

由 PC 的结构原理框图(参见图 1—6)可知,PC 主要由 CPU、存贮器、通信接口、I/O 接口与 I/O 模块、编程器、电源等部分组成。

1. CPU

CPU 是 PC 的核心部件,它控制所有其他部分的操作。CPU 由控制器、运算器和寄存器组成。这些电路一般都集成在一块半导体芯片上,通过总线(地址总线、数据总线和控制总线)与外部相连。不同型号的 PC 可能使用不同的 CPU,PC 的生产厂商根据所采用的 CPU 的指令系统来编写系统软件。CPU 的主要功能有:

(1) 按系统软件赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据,同时检查编程过程中是否有语法错误;

(2) 用扫描方式接收现场的输入状态或数据,并存入数据表格存贮器中 I/O 映象表内;

(3) 进行系统诊断;

(4) 解用户程序,完成所需的控制功能;

(5) 完成通信及一些外设的管理功能。

2. 存贮器

PC 的存贮器一般按其功能可分为系统软件存贮器、用户程序存贮器和数据表格存贮器。

(1) 系统软件存贮器 此存贮器存放由 PC 生产厂商编制的系统软件,一般包括监控程序、模块化功能子程序、命令解释程序、功能子程序的调用管理程序和各種参数等。

(2) 用户程序存贮器 用以存放用户根据控制要求编写的用户程序。

(3) 数据表格存贮器 由变量存贮器、I/O 映象表、高速暂存存贮器组成。其中:

① 变量存贮器:存放计数器和计时器的预置值及现行值、用户程序在完成数学计算时所用的数据。

② I/O 映象表:存放外部和内部 I/O 的状态或数据。

③ 高速暂存存贮器:存放计算过程的中间结果。有些 PC 还存放其运行状态的数据,如内存容量和已使用的容量、当前诊断的标志等。

3. 通信接口

(1) 与其他 PC 及上位计算机的通信接口 当 PC 需要与其他 PC 或上位计算机进行通信时,必须具有这种接口。目前,一般使用 RS—232C 或 RS—422 等标准串行接口,大中型 PC 都有这种接口。

(2) 与编程器的通信接口 这种接口的类型很多,随不同的机型而变。一般采用标准串行或并行接口。有些简易型 PC,其主机和编程器共用一个 CPU,用一个开关选择主机或编程器,中间不需要接口。

4. I/O 接口与 I/O 模块

PC 的 I/O 接口是指主机与 I/O 模块逻辑(数据)部分的接口。它完成主机与 I/O 模块间的信息传递功能,通常比微机的 I/O 接口复杂得多。这是因为 PC 为了提高可靠性,在 I/O 接口部分增加了多次传送比较、CRC 检验、建立失效标志等功能。

PC 的 I/O 模块采用各种隔离手段将其逻辑(数据)部分与现场隔离,防止现场干扰串入