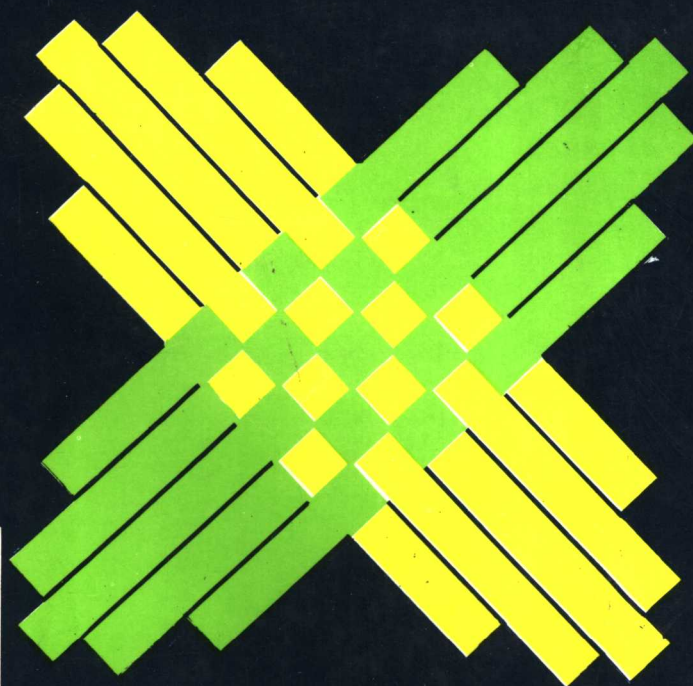


P

C

可编程序 控制器 原理及 应用

江秀汉 李 萍 薄保中 编



西安电子科技大学出版社

(陕) 新登字 010 号

内 容 简 介

可编程序控制器(PC)是一种以微机技术为基础的通用控制装置,广泛应用于多种行业的生产过程和装置的自动控制中。本书以日本立石(OMRON)公司的小型便携式 PC C40P 为主线,系统介绍了可编程控制器的基本工作原理、指令系统,通过一些应用实例说明了 PC 控制系统设计的方法,并以立石公司的高档 PC C1000H 为例,介绍了 PC 的几种联网方式。最后还对常用 PC 作了简单介绍。

本书系统性较强,由浅入深、理论联系实际,可作为大专院校、电大、职大的学习教材,也可作为工程技术人员的参考读物。

可编程序控制器原理及应用

江秀汉 李 萍 薄保中 编

责任编辑 谭玉瓦

西安电子科技大学出版社出版发行

西安市秦群印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张: 23.375 字数: 560 千字

1994 年 11 月第 1 版 1999 年 6 月第 4 次印刷 印数: 10 001~14 000

ISBN 7-5606-0361-0/TP·0137(课) 定价: 23.50 元

欢迎选购西安电子科技大学出版社各类图书

中文 Windows 98 上网指南	17.00	全国计算机等级考试(三级)模拟试题与解答	19.50
Internet/ Intranet 实用安全技术	13.00	微机操作实用教程 (Windows 95 版)	16.50
电子商务基础及应用	24.00	计算机等级考试培训教程(一级)(修订版)	17.00
网络集成实例集粹	27.50	计算机应用基础	17.00
LON 网络控制技术与应用	22.00	计算机应用基础教程	21.00
Internet 中文网站地址簿		计算机应用办公技能培训教程	12.80
-----精彩中文网址终极推荐	25.00	会计电算化实用教程(初级)	28.00
Internet Explorer 5.0 用户伴侣	19.00	看图学用金蝶财务软件 for Windows	17.50
中文版 Internet Explorer 4.0 套件使用大全	33.00	新编青少年电脑轻松起步教程	23.00
Intranet Ware 中文版精解	20.50	Windows 入门及其文字处理	12.80
Intranet 技术及其应用	19.00	Windows 入门及其文字处理(修订版)	15.50
MODEM 通信编程技术	20.00	计算机原理、操作与文字处理(第三版)	12.80
计算机网络技术	36.00	微机操作与文字处理(修订版)	18.80
实用网络编程技术	20.50	精通电脑 150 问	21.00
Windows NT4.0 环境下 Intranet 组建技术	22.00	电脑使用 300 个怎么办?	28.60
轻松使用 Microsoft FrontPage 98	9.00	计算机键盘练习与汉字录入技术	5.50
互联网 Internet 和用户软件 Netscape	16.50	微机常用软件英文提示信息速查手册	16.50
NetWare 3.X~4.X 实用培训教程	23.50	Internet 直通车	9.00
电子邮件、Internet 及 WWW 实用技巧	17.60	中文 Windows 98 直通车	14.00
Internet 操作导航 123 问	13.00	中文 Windows 95 直通车	18.50
Internet 集成浏览工具	21.00	中文 Word 97 直通车	12.00
跟我进入 Internet	22.80	BASIC/ QBASIC 直通车	17.00
Internet 资源与使用	15.80	WPS 97 直通车	9.50
Novell 实用网络工程方法	17.50	UNIX 直通车	16.50
计算机网络(新版)	18.00	中文 Excel 97 直通车	9.00
中文视窗 98 简明图解教程	22.60	C++ 语言直通车	11.50
中文版 Windows 98 使用指南	26.50	Office 97 中文版快学通	39.00
Windows NT Server 4.0(中文版)组网技术	30.00	WPS 2000 图解速成	20.00
UCDOS 6.0/7.0 实用操作教程	23.00	WPS 97 实用操作教程	20.00
中英文 Windows 95 快速通	24.80	中英文 Word 97 速成教程	20.50
中文版 Windows 95 使用大全	36.50	Power Builder 5.6/6.0 从入门到精通	30.00
Windows 95 使用教程	19.80	中文版 Microsoft Excel 7.0 实用教程	30.00
Windows 95 使用指南	22.00	中文 Word 6.0、7.0 高级技巧	28.00
UNIX 系统初级教程	23.00	中文 Word 7.0 使用与提高	29.00
操作系统教程	16.00	最新中文版 Word 7.0 实用教程	26.00
计算机操作与应用(中专)	18.00	中文 Power Point 95 快学通	31.50
FoxBASE+管理系统及其程序设计(中专)	20.00	Visual FoxPro 6.0 入门与实践	21.00
新版五笔字型速查手册	5.00	Visual FoxPro 5.0 中文版实用指南	22.00
全国计算机等级考试(一级)试题分析与 应试指南	22.50	图解 Visual Foxpro 5.0	23.00
全国计算机等级考试二级教程		Microsoft Visual FoxPro 3.0 使用指南	45.00
数据库语言 FoxBASE+程序设计	17.50	Visual FoxPro 3.0b 中文版快学通	31.50
全国计算机等级考试(二级)试题分析与 应试指南 --FoxBASE 语言程序设计	27.00	FoxPro 2.6 快速入门	16.00
全国计算机等级考试(二级 FoxBASE+)		FoxPro 2.6 实用教程	22.60
上机考试试题分析与应试指南	20.00	FoxPro 2.5、2.6 及其程序设计	28.00
全国计算机等级考试(二级)试题分析与 应试指南 --基础部分和 C 语言程序设计	25.00	FoxPro 2.5 实用程序设计与技巧	22.00
全国计算机等级考试(一级)模拟试题与解答	17.00	汉字 FOXBASE+及其程序设计	14.80
全国计算机等级考试(二级--FoxBASE)		汉字 FOXBASE+及其程序设计 ——习题解答与上机指导	13.40
模拟试题与解答	18.00	汉字 FOXBASE+高级程序设计技术 ——方法、技巧与实例	15.00
全国计算机等级考试(二级--Quick BASIC)		关系数据库 Sybase SQL Server 应用指南	29.00
模拟试题与解答	25.00	ORACLE 7 关系数据库实用技术 ——编程与应用	27.00

高级操作系统	13.80	图像通信	12.00
计算机操作系统(第二版)	19.60	扩频通信	9.80
计算机操作系统(第三版)	27.00	移动通信(新版)	15.00
操作系统教程——UNIX 实例分析(第二版)	18.50	锁相技术(新版)	14.80
UNIX 操作系统教程	16.20	高频电子线路(中专)(第三版)	17.5
操作系统(修订版)(大专)	14.80	高频电子线路(大专)	13.00
操作系统(中专)(第二版)	10.80	电路分析(大专)	16.50
汇编语言程序设计(修订版)	21.50	电工基础(中专)	15.50
《汇编语言程序设计》习题解答 及实验指导	9.20	数字信号处理	15.00
单片微型计算机原理及应用	22.00	音响技术	11.80
单片微机原理与应用(8098)	10.80	电视原理与现代电视系统	16.80
单片机原理及应用(51 系列)(中专)	15.50	电视机原理与技术	17.50
《单片机原理及应用》学习指导	8.00	电视接收技术(大专)	11.80
微型计算机原理及应用	22.00	电视原理与接收机(中专)	15.00
微型计算机原理(中专)	18.50	控制电机(第二版)	15.00
微型计算机原理(16 位机)	24.50	天线结构分析、优化与测量	33.00
《微型计算机原理》学习指导书	6.50	雷达原理	16.80
微型计算机系统设备与维修(中专)	22.75	天线与电波	17.50
计算机系统结构(第二版)	19.00	线天线的宽频带技术	9.70
计算机引论(大专)	11.20	微波技术基础	15.00
软件系统开发技术(第二版)	12.30	电磁场有限元方法	26.80
数据库原理及应用(大专)	12.00	电磁场理论基础	17.00
数据库原理及应用(中专)(修订版)	16.80	电磁场微波技术与天线	14.80
《数据库原理及应用》实习与实验指导	11.80	几何绕射理论(新版)	9.65
PASCAL 程序设计(大专)	12.90	电子机械设计与工艺简明手册(中专)	27.00
PASCAL 程序设计(大专)	12.80	机构精确定度	7.90
PASCAL 程序设计(中专)	11.00	电子设备机械设计	8.10
计算机绘图	24.50	电子精密机械导论	10.90
计算机通信网(修订版)	13.50	电子机械计算机辅助设计	9.50
编译方法(大专)(修订版)	17.00	电子机械制造工艺学(中专)	10.90
计算方法(大专)(修订版)	8.30	电子工程制图(含习题集)(中专)	24.00
离散数学(修订版)	17.80	工程制图(含习题集)	33.20
《离散数学》习题解答	16.00	机械基础(中专)	8.90
离散数学(大专)	12.00	机械制造——实习教材(中专)	14.50
管理信息系统概论(大专)	5.60	机械原理与机械零件习题册(中专)	14.75
管理信息系统分析与设计	10.80	金属切削机床(中专)	10.50
电子元器件 CAD 基础(统编)	9.30	塑料模设计(中专)	16.00
自动控制基础(修订版)	14.50	模具设计与制造	16.00
工业自动化设备概论	14.00	工模具制造工艺学(中专)	16.80
办公自动化技术与设备	12.00	工业企业经济活动分析(中专)	12.40
微机工业控制	12.00	工业企业管理原理(中专)	8.00
通信系统	24.00	工业企业管理(中专)(修订版)	9.50
短波通信	14.80	管理数学(中专)(修订版)	14.80
卫星通信(新版)	12.00	冲压塑压设备概论(中专)	8.00
		公共关系学(中专)	8.20

欢迎来函索取本社最新书目和教材介绍, 欢迎投稿!

从邮局或银行汇款邮购者, 款到后五天内我社将挂号发书, 加收 15% 的包装邮寄费。

通信地址: 西安市太白南路 2 号 西安电子科技大学出版社发行部 邮 编: 710071

电 话: (029)8227828、8202945 传 真: (029)8213675

网 址: <http://www.xduph.com/>

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

前 言

可编程序控制器是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通讯技术,在80年代初发展起来的一种新型工业控制装置。它具有结构简单、编程方便、可靠性高等优点,已广泛应用于工业生产过程和装置的自动控制中。据统计,可编程序控制器是工业自动化装置中应用最多的一种设备。专家认为,可编程序控制器将成为今后工业控制的主要手段和重要的基础控制设备之一,可编程序控制器、机器人、CAD/CAM将成为工业生产自动化的三大支柱。

目前,对于可编程序控制器我国正处于引进、消化、研制的阶段,普及可编程序控制器技术的教育,大力推广其应用是当务之急。为了适应这种形势,我们编写了这本教材。本着通俗易懂、联系实际的原则,使之不仅适于课堂教学,也适用于广大在职工业控制人员自学。

可编程序控制器的生产厂家和产品型号繁多,但基本原理大同小异,我们将以目前国内使用较多的日本立石公司(OMRON)的SYSMAC—C系列产品为主线,并以其中的C40P为例进行讲述。对于以使用为主要目的的读者,并不需要复杂的理论或计算机方面的专门知识,只要在领会的基础上,多动手、多实践,就会加深理解并灵活应用。

本教材前两章,介绍可编程序控制器的一般知识,其中第一章介绍了可编程序控制器的基本概念及其主要功能特点。第二章,可编程序控制器的基本原理。以后各章,则以SYSMAC—C系列为主线,并以其中的C40P为例来讲述。第三章介绍了C系列产品的几个主要单元的结构和通道分配方法,以及如何由这些单元组合成不同控制规模的系统、系统的安装与接线等内容。第四章介绍了编程器的使用,即怎样通过编程器把功能赋给控制器,又怎样通过编程器来监视和控制装置的运行。第五章,指令系统。介绍了如何用指令来编写控制程序以及一些基本的应用程序。第六章,可编程序控制器应用举例。给出了几个典型应用实例。第七章,可编程序控制器网络系统。介绍了几种联网方式,并给出了例子。第八章,对常用的可编程序控制器作了简单介绍。

本书第一至第四章由江秀汉副教授编写,第五至第八章由李萍编写,各章习题及附录由薄保中编写。

编者

1993年12月于西安

目 录

前言

第一章 概述

§ 1-1 可编程序控制器(PC)的基本概念	1
§ 1-2 PC的主要功能和特点	4
§ 1-3 PC的发展趋势	8
习题	9

第二章 PC的基本原理

§ 2-1 PC的组成及其各部分的功能	10
§ 2-2 PC的结构形式	13
§ 2-3 PC的工作过程	14
§ 2-4 PC的使用步骤	18
习题	20

第三章 OMRON(立石)公司 PC 介绍

§ 3-1 C系列机	21
§ 3-2 系统的基本配置	36
§ 3-3 通道分配	38
§ 3-4 安装与接线	52
习题	59

第四章 编程器

§ 4-1 编程器概述	61
§ 4-2 编程器面板说明及其与 PC 的连接	61
§ 4-3 编程器的操作	63
习题	95

第五章 指令系统

§ 5-1 基本编程指令与编程规则	97
§ 5-2 其它编程指令	104
§ 5-3 C1000H 增加的指令	135
§ 5-4 编程举例	164
习题	170

第六章 PC 应用举例

§ 6-1 在产品分选装置中的应用	177
§ 6-2 在送料车控制上的应用	179
§ 6-3 在液体混合装置上的应用	181
§ 6-4 高速计数器的应用	186

§ 6-5	在液压模锻锤上的应用·····	187
§ 6-6	在原料入库系统中的应用·····	193
§ 6-7	在箱包堆存系统中的应用·····	200
§ 6-8	在机械手步进控制中的应用·····	212
§ 6-9	在交通灯控制系统中的应用·····	215
§ 6-10	在抢答器控制上的应用·····	220

第七章 PC 网络系统

§ 7-1	下位连接系统·····	226
§ 7-2	同位连接系统·····	237
§ 7-3	上位连接系统·····	253
§ 7-4	SYSMAC 网络连接系统·····	274

第八章 常用 PC 简介

§ 8-1	日本三菱(MITSUBISHI)电机公司的 PC·····	278
§ 8-2	美国哥德(GOUID)公司的 PC·····	285
§ 8-3	美国 GE 公司、日本光洋(KOYO)公司的 PC·····	287
§ 8-4	德国西门子(SIEMENS)公司的 PC·····	295
§ 8-5	美国西屋(Westing house)公司的 PC·····	303
§ 8-6	美国 SQUARED 公司的 PC·····	304
§ 8-7	美国 A.B 公司的 PC·····	306

附录

附录 A	技术特性·····	308
附录 B	标准机型和模块·····	314
附录 C	扫描时间·····	326
附录 D	编程指令·····	332
附录 E	错误信息·····	356
附录 F	常用 PC 的型号与功能表·····	359

参考文献

第一章 概 述

§ 1—1 可编程序控制器(PC)的基本概念

一、可编程序控制器的产生

以往的顺序控制器主要由继电器组成,由此构成的控制系统都是按预先规定好的时间或条件顺序地工作,若要改变控制的顺序就必需改变控制器的硬件接线,因此很麻烦。1968年,美国最大的汽车制造商通用汽车公司(GM公司)为了适应生产工艺不断更新的需要,期望找到一种新的方法,尽可能减少重新设计继电控制系统和重新接线的工作,以降低成本、缩短周期,设想把计算机通用、灵活、功能完备等优点和继电控制系统的简单易懂、价格便宜等优点结合起来,制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式加以简化,用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程,使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。为此进行招标,1969年,美国数字设备公司(DEC公司)研制出了第一台可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC),在GM公司的自动装配线上试用获得了成功。

自70年代以来,由于大规模集成电路和微处理器在PLC中的应用,使PLC的功能不断增强,使其不仅能进行顺序逻辑控制,而且还能进行数值运算、数据处理,具有分支、中断、通讯及故障自诊等功能。因此,将其称为可编程序控制器(Programmable Controller,简称PC),显然,它与个人计算机(如IBM-PC)、袖珍计算机(如PC-1500)及计算机中的程序计数器(也称PC)是完全不同的概念。

1985年1月,国际电工委员会(IEC)颁布了PC标准草案的第二稿,对PC作了如下定义:“PC是一种数字式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贮器,用来在其内部存贮执行逻辑运算、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。PC及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

PC一经出现,就受到国内外工程技术界的极大关注,生产厂家云起、销售量与日俱增。据不完全统计,到1984年,美国生产PC的厂家有48家,种类达150多种,日本有40个厂家,种类达120多种,欧洲还有60多个厂家。根据美国有关市场调查分析公司调查预测美国可编程序控制器销售情况,1983年为4.5亿美元,1993年则达到12.4亿美元,前期年增长率达到44%,近期仍在9.3%左右,这种增长势头还在继续。

二、PC中的几个基本概念

由于PC是从继电器控制逻辑发展而来,因此PC最基本的控制功能是顺序控制或逻辑控制,它能模拟继电器控制中的继电器、定时器、时序器等的功能,另外还引入了更多的其它功能,如计数、加、减、乘、除运算,甚至PID功能。为了方便电气控制工程技术人员,

PC 中许多术语、名称、编程方法等都沿用了继电器控制的概念。下面就几个重要概念加以说明。

①继电器：在 PC 中也称编程元件，它包括线圈、常开触点和常闭触点。

常开触点：常用符号——||—，受 PC 输入开关量或 PC 内部相应线圈的控制，当 PC 输入接通或相应的线圈通过电流时，此触点闭合。

常闭触点：常用符号——|/|—，受控方式与常开触点相同，只是当 PC 输入接通或相应线圈通电时，此触点断开。

线圈：PC 中也称逻辑线圈，常用符号——○—，在 PC 中用它作输出元件，以控制外部设备(如电磁阀、接触器，指示灯等)；也可以用来控制 PC 内部的其它触点，以构成复杂的控制逻辑。

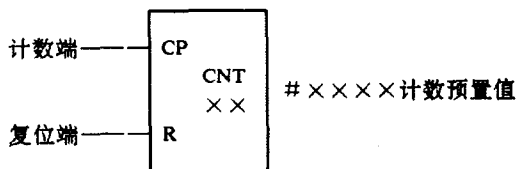
②定时器：它的作用与继电器控制中的延时继电器或时间继电器相同。常见的定时单位有 0.1 s、0.2 s 和 1 s 几种，其符号因型号不同各异。日本立石公司 C 系列机用下列符号表示：



其中圆内 $\times \times$ 表示定时器(TIM)的编号，圆外 $\#$ 号后的 $\times \times \times \times$ 表示定时预置值，定时时间 = 定时单位 $\times$ 定时预置值。例中的定时器为 02 号，定时时间 = $142 \times 0.1 \text{ s} = 14.2 \text{ s}$ 。0.1 s 是 C40P 内部规定的定时单位。

当定时器的输入接通(ON)时，开始定时；定时时间到，则定时器导通，定时器相应的触点动作，可用来控制其它元件。

③计数器：它的作用是每当其计数输入端由断开(OFF)到接通(ON)时，计一个数，即计数器记录的是其输入由断到通的次数。当计数值与预置值相等时，计数器导通。有的 PC (如 C40P)计数端由断到通时，自动减一个数，当计数值由预置值减到 0 时，计数器导通，其相应的触点接通或断开，可用来控制其它元件。C 系列 PC 常用下列符号表示计数器：



有的 PC 还有高速定时器、可逆计数器、高速计数器等。

④其它元件：如时序器、加法器、编码器、减法器、译码器等。

上述元件在 PC 内部都是由软件实现的，并不存在它们的物理实体，因此常称之为“虚拟元件”或“软元件”。将它们相互连接构成复杂控制逻辑的过程称为“软连接”，外部看来是一个梯形图，放入 PC 后则是一段程序。

⑤梯形图(Ladder Diagram)。为了认识梯形图的概念，下面举一简单的 PC 控制的例子。

例 1 交流电机单向运转的启停控制。

利用继电器控制的线路图如图 1-1。

利用 PC 控制时，系统接线图如图 1-2 所示。

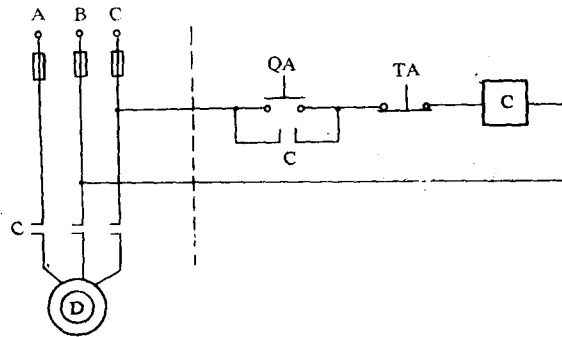


图 1-1 继电器控制线路图

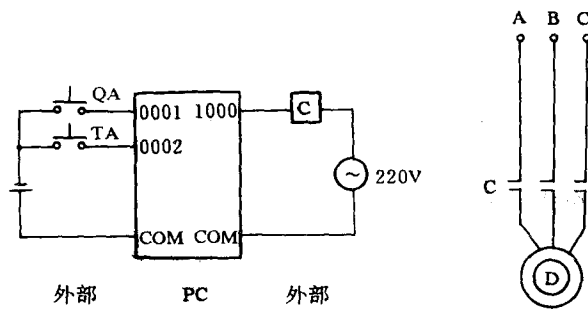


图 1-2 PC 控制的接线图

控制逻辑的 PC 梯形图如图 1-3 所示。

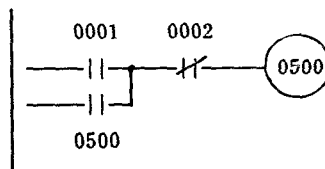


图 1-3 PC 梯形图

PC 的梯形图用助记符表示如下(以 C40P 为例)：

地址	指令	数据
0000	LD	0001
0001	OR	0500
0002	AND—NOT	0002
0003	OUT	0500
0004	END	

将上述程序通过 PC 的编程器送入 PC，让 PC 处于运行状态，就可以控制电机的启停。上述例子很简单，但从中可以看出：

①PC 控制时要画梯形图, 梯形图与继电器控制的梯形图十分相似。

②有的 PC 可直接通过图形编程器 GPC 将梯形图按规定次序输入到 PC 内部的存储器中。还有的 PC 利用自己特定的助记符语言将梯形图转化为助记符程序, 再通过编程器送入 PC。也就是说 PC 是用软件实现控制逻辑, 若要更改控制逻辑, 只需重编梯形图, 而不必更改硬接线。

§ 1-2 PC 的主要功能和特点

PC 是在继电器控制逻辑基础上, 与 3C 技术(Computer, Control, Communication)相结合, 不断发展和完善的。目前 PC 已从小规模的单机顺序控制, 发展到包括过程控制、位置控制等场合的所有控制领域。能适应工厂自动化(FA)的 PC 综合控制系统已经出现。

每个生产厂家几乎都有自己的系列化产品, 同一系列的产品, 指令系统向上兼容, I/O 模块也可以通用, 有的 PC 还可以相互通讯。厂家一般按 PC 输入输出点数和程序存储器容量, 将 PC 分为小型、中型和大型。输入输出点数在 256 点以下的称为小型, 在 256 到 1024 点之间的称为中型, 1024 点以上的称为大型。

一、PC 的主要功能

目前生产的 PC 或多或少地具备下列几项功能:

1. 步进顺序控制

这种控制具有按次序顺序进行控制的功能, 也就是能使生产过程中的设备按确定的次序进行开和关的功能。例如马达控制中心、机床电气控制、供电系统保护、高炉上料系统、锅炉安全保护系统、货物存放与提取等等。

2. 限时控制

它能使生产过程中的设备在进行了一个动作之后, 经过规定的时间再进行下一个动作, 就像继电器控制系统中的时间继电器。例如马达空载启动, 运行数秒后, 再加入额定负载; 注塑机合模后经数分钟再开模等。

3. 条件控制

设备正在进行一个动作时, 别的动作不能进行, 也就是通常说的“连锁”功能。例如直流电机不加励磁时, 不能加电枢电压; 散热风扇不启动时, 大功率器件加不上电源; 电机正转时不能反转等。

4. 计数控制

即当某个动作达到规定的动作次数时, 才允许进行另一个动作。例如, 当产品个数恰好装满一箱时, 才允许箱体离开转去包装。

5. 模/数和数/模转换

有些 PC 具有模/数转换(A/D)和数/模转换(D/A)功能。能完成对模拟量检测、控制和调节。精度有 8 bit、12 bit 等。模拟电压范围有 $+1\text{ V} \sim +5\text{ V}$ 、 $0\text{ V} \sim +5\text{ V}$ 、 $0\text{ V} \sim +10\text{ V}$ 、 $-5\text{ V} \sim +5\text{ V}$ 、 $-10\text{ V} \sim +10\text{ V}$ 等。模拟电流范围有 $+4\text{ mA} \sim +20\text{ mA}$ 等。

6. 数据处理

有的 PC 具有数据处理能力。例如并行运算, BCD 码的加、减、乘、除、开方; 16 位数

的并行传送等；字与、字或、字异或、求反、逻辑移位、算术移位、数据检索、比较、数制转换、16—4 和 4—16 编码、七段译码等等。

7. 通讯和联网

有的 PC 具有通讯功能，体现在：

①遥控，即进行远程的 I/O 控制(Remote I/O)：它采用串行数据传输的手段将主站的一台较大的 PC(主机)与远处从站的 I/O 终端、光传送 I/O 单元或 PC(从机)连接起来，主机端应安装一个远程 I/O 主单元，若从站用的是 PC 从机，则应在从站安装一远程 I/O 从单元或 I/O 链接单元，若用 I/O 链接单元与主机的远程 I/O 主单元实现通讯，从站称为 I/O Link。

②多台同类或不同类 PC 进行同位链接，称为 PC Link。它是通过内存 Link 数据区互相交换信息。例如 C500 中设置了 32 个 Link 通道，每个通道 16 bit，允许 8 台 C500 进行 PC Link，构成 4096 点 I/O 控制系统。

③PC 与上位计算机链接，称为 Host Link。一台计算机可以连接多台(例如 32 台)PC。PC 可以接受上位机的命令，并将执行结果送给上位机。这就构成了“集中监督管理，分散控制”的分布式控制系统，也称集散系统。

Host Link 对计算机的要求是：具有 RS-232C 接口；使用 ASCII 码字符。这两点一般计算机都能满足。另外也可以采用 RS-422 接口。

PC 与计算机之间的通讯，目前还没有国际标准，正处在研究开发的阶段。在有统一标准之前，各 PC 生产厂家一般均有自己的标准，例如 C 系列机 PC 采用 OMRON 标准，它规定了命令种类、数据格式及应答方式，而且 PC 方面的通讯软件已经做好，用户只要在计算机方面配置相应的通讯软件，就能够按规定向 PC 发出命令并识别 PC 的应答。

8. 冗余控制

有的大型 PC 具有双机功能，若前台处理系统发生故障，后台系统能立即接管控制权，从而减少故障时间，提高控制系统的可靠性。

9. 监控功能

即能对系统异常情况进行识别、记忆，或者在发生异常情况时自动终止运行等。操作人员也可以通过监控命令监视有关部分的运行状态，可以调整定时、计数等设定值。

10. 其它功能

PC 还具有显示、打印、报警、对数据和程序进行硬拷贝等功能。

用 PC 构成的实际控制装置，很少单独具有一种功能，总是将若干功能组合起来，达到控制目的。上述功能中 1、2、3、4、10 是任何一种 PC 都具有的基本功能。

二、PC 的特点

由 PC 的产生和发展过程可知，PC 的设计是站在用户立场，以用户需要为出发点，以直接应用于各种工业环境为目标，但又不断采用先进技术求发展，因此 PC 具有以下几个的特点。

1. 与继电器控制逻辑相比较

①控制逻辑：继电器控制逻辑采用硬接线逻辑，利用继电器机械触点的串联或并联及延时继电器的滞后动作等组合成控制逻辑，其连线多而复杂，体积大，功耗大，一旦系统

构成后,想再改变或增加功能都很困难。另外继电器触点数目有限,每只只有4~8对触点,因此灵活性和扩展性很差。而PC采用存贮逻辑,其控制逻辑以程序方式存贮在内存中,要改变控制逻辑,只需改变程序,故称为“软接线”,其连线少,体积小,加之PC中每只软继电器的触点数理论上无限制,因此灵活性和扩展性很好。PC由中大规模集成电路组成,功耗小。

②工作方式:当电流接通时,继电控制线路中各继电器都处于受约状态,即该吸合的都应吸合,不该吸合的都因受某种条件限制不能吸合。而PC的控制逻辑中,各继电器都处于周期性循环扫描接通之中,从宏观上看,每个继电器受制约接通的时间是短暂的。

③控制速度:继电控制逻辑依靠触点的机械动作实现控制,工作频率低。触点的开闭动作一般在几十毫秒数量级。另外机械触点还会出现抖动问题。而PC是由程序指令控制半导体电路来实现控制,速度极快,一般一条用户指令的执行时间在微秒数量级。PC内部还有严格的同步,不会出现抖动问题。

④限时控制:继电控制逻辑利用时间继电器的滞后动作进行限时控制。时间继电器一般分为空气阻尼式、电磁式、半导体式等,其定时精度不高,且有定时时间易受环境湿度和温度变化的影响,调整时间困难等问题。有些特殊的时间继电器结构复杂,不便维护。

PC使用半导体集成电路作定时器,时基脉冲由晶体振荡器产生,精度相当高,定时范围一般从0.1s到若干分钟甚至更长,用户可根据需要在程序中设定定时值,然后由软件和硬件计数器来控制定时时间,定时精度小于10ms。定时时间不受环境的影响。

⑤计数控制:PC能实现计数功能,而继电控制逻辑一般不具备计数功能。

⑥设计与施工:使用继电控制逻辑完成一项控制工程,其设计、施工、调试必须依次进行,周期长,而且修改困难。工程越大,这一点就越突出。而用PC完成一项控制工程,在系统设计完成以后,现场施工和控制逻辑的设计(包括梯形图和程序设计)可以同时进行,周期短,且调试和修改都很方便。

⑦可靠性和可维护性:继电控制逻辑使用了大量的机械触点,连线也多。触点开闭时会受到电弧的损坏,并有机机械磨损,寿命短,因此可靠性和可维护性差。而PC采用微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成,它体积小、寿命长、可靠性高。PC还配备有自检和监督功能,能检查出自身的故障,并随时显示给操作人员,还能动态地监视控制程序的执行情况,为现场调试和维护提供了方便。

⑧价格:继电控制逻辑使用机械开关、继电器和接触器,价格比较便宜。而PC使用中大规模集成电路,价格比较昂贵。

从以上几个方面的比较可知:PC在性能上比继电控制逻辑优异,特别是可靠性高、设计施工周期短、调试修改方便,而且体积小、功耗低、使用维护方便,但价格高于继电控制。

2. 与微型计算机相比较

①应用范围:微机除了用在控制领域外,还大量用于科学计算、数据处理、计算机通讯等方面。而PC主要用于工业控制。

②使用环境:微机对环境要求较高,一般要在干扰小,具有一定的温度和湿度要求的机房内使用。而PC适应于工程现场的环境。

③输入输出:微机系统的I/O设备与主机之间采用微电联系,一般不需要电气隔离。

而 PC 一般控制强电设备,需要电气隔离,输入输出均用“光-电”耦合,输出还采用继电器,可控硅或大功率晶体管进行功率放大。

④程序设计:微机具有丰富的程序设计语言,例如汇编语言, FORTRAN 语言、COBOL 语言、PASCAL 语言、C 语言等,其语句多,语法关系复杂,要求使用者必须具有一定水平的计算机硬件和软件知识。而 PC 提供给用户的编程语句数量少,逻辑简单,易于学习和掌握。

⑤系统功能:微机系统一般配有较强的系统软件,例如操作系统,能进行设备管理、文件管理、存贮器管理等。它还配有许多应用软件,以方便用户。而 PC 一般只有简单的监控程序,能完成故障检查,用户程序的输入和修改、用户程序的执行与监视等功能。

⑥运算速度和存贮容量:微机运算速度快,一般为微秒级。因有大量的系统软件和应用软件,故存贮容量大。而 PC 因接口的响应速度慢而影响数据处理速度。一般接口响应速度为 2 ms, PC 巡回检测速度为每千字 8 ms。PC 的软件少,编程也简短,故内存容量小。

⑦价格:微机是通用机,功能完善,故价格较高。而 PC 是专用机,功能较少,其价格是微机的十分之一左右。

从以上几个方面的比较可知:PC 是一种用于工业自动化控制的专用微机控制系统,结构简单,抗干扰能力强,易于学习和掌握。价格也比一般的微机系统便宜。

3. 与单板计算机比较

单板机具有结构简单、使用方便、价格比较便宜等优点,一般用于数字采集和工业控制。但由于单板机不是专门针对工业现场的自动化控制而设计的,因此与 PC 相比有以下缺点:

①不如 PC 容易掌握:单板机一般要用机器指令或其助记符编程,这就要求设计人员具有一定的计算机硬件和软件知识,对于只熟悉机电控制的技术人员来说,需要相当一段时间的学习才能掌握。

PC 本身是微机系统,提供给用户使用的是电控人员所熟悉的梯形图语言,使用的术语仍然是“继电器”一类的术语,大部分指令与继电器触点的串联、并联、串并联、并串联等相对应,这就使得熟悉机电控制的工程技术人员一目了然。对于使用者来说,不必去关心微机的一些技术问题,而只要用较短的时间去熟悉 PC 的指令系统及操作方法,就能应用到工程现场。

②不如 PC 使用简单:用单板机来实现自动控制,一般要在输入输出接口上做大量的工作。例如要考虑现场与单板机的连接,接口的扩展、输入输出信号的处理、接口工作方式等问题,除了要设计控制程序,还要在单板机的外围做很多软件和硬件方面的工作,调试也比较麻烦。而 PC 的 I/O 口已经做好,输入接口可以与输入信号直接连线,非常方便;输出接口具有一定的驱动能力,例如继电器输出,其输出触点容量可达 220 V、2A。且 I/O 口均有光电耦合环节,抗干扰能力强。

③不如 PC 可靠:用单板机作工业控制,突出问题就是抗干扰性能差。而 PC 是专门应用于工程现场的自动控制装置,在系统硬件和软件上都采取了抗干扰措施。例如光电耦合、自诊断、多个 CPU 并行操作、冗余控制技术等。

当然 PC 在数据采集、数据处理等方面不如单板机。总之,PC 用于控制,稳定可靠,抗干扰能力强,使用方便,但单板机的通用性和适应性较强。

从以上 PC 和微机及单板机比较可以看出:

从适应范围来说: PC 是专用机, 微机是通用机。

从工业控制角度来说: PC 是控制通用机, 而微机是可以做成某一控制设备的专用机。

从长远来看, 由于 PC 的功能不断增强, 更多地采用微机技术, 而微机也为了适应用户需要, 更耐用、更易维护的计算机将投放市场。这样两者相互渗透, 使 PC 和 μC 的界限会变得越来越模糊, 二者将长期共存, 各用所长, 共同发展。

4. 与集散系统比较

① PC 是由继电控制逻辑发展而来的, 而集散系统 (TDCS) 是由回路仪表控制发展而来。但两者的发展均与计算机控制技术有关。

② 早期的 PC 在开关量控制、顺序控制方面有一定优势, 而集散系统在回路调节、模拟量控制方面有一定优势。

今天, 二者相互渗透、互为补充。PC 与 TDCS 的差别已不明显, 它们都能构成复杂的分级控制。从趋势来看, 二者的归宿和统一将是全分布式计算机控制系统。

§ 1-3 PC 的发展趋势

PC 是一门综合技术, 其发展与微电子技术和计算机技术密切相关。随着可编程序控制器应用领域不断扩大, 它本身也在不断发展。目前 PC 主要朝两个方向发展。

一、小型化方向发展

目前的小型 PC 大都局限在开关量输入输出, 而且 CPU 和 I/O 部件组装在一个箱体内, 今后的小型 PC 也将增加模拟量处理功能, 而且也将有灵活的组态特性, 并且能与其它机型连用。

小型 PC 的基本特点是价格低廉、经济可靠, 适用于回路或设备的单机控制, 便于“机电仪”一体化。但免不了要牺牲一些用户使用的方便性。既要简单经济, 又要不断增强功能和使用的方便性是小型 PC 的发展方向。

二、大型化方向发展

主要有以下几个方面:

① 功能不断加强: 不仅具有逻辑运算、计数、定时等基本功能, 还具有数值运算、模拟调节、监控、记录、显示、与计算机接口、通讯等功能。

网络功能是 PC 发展的一个重要特征。各种个人计算机、图形工作站、小型机等都可以作为 PC 的监控主机或工作站, 这些装置的结合能够提供屏幕显示、数据采集、记录保持、回路面板显示等功能。大量的 PC 联网及不同厂家生产的 PC 兼容性增加, 使得分散控制或集中管理都能轻易地实现。

② 应用范围不断扩大: 不仅能进行一般的逻辑控制, 还能进行中断控制、智能控制、过程控制、远程控制等。

用于过程控制的 PC 往往对存储器容量及速度要求较高, 为此, 开发了高速模拟量输入模块, 专用独立的 PID 控制器, 多路转换器等, 使得数字技术和模拟量技术在可编程序

控制器中得到统一。采用软件、硬件相结合的方法,使得编程和接线都比过去用常规仪表控制要方便得多。

③性能不断提高:采用高性能微处理器,提高处理速度,加快 PC 的响应时间;为了扩大存贮容量,有的公司已使用了磁泡存贮器或硬盘;采用多处理器技术,以提高性能,甚至冗余热备,以提高可靠性。

为了进一步简化在专用控制领域的系统设计及编程,专用智能输入输出模块越来越多,如专用智能 PID 控制器、智能模拟量 I/O 模块、智能位置控制模块、语言处理模块、专用数控模块、智能通讯模块、计算模块等,这些模块的一个特点就是本身具有 CPU,能独立工作,它们与 PC 主机并行操作,无论在速度、精度、适应性、可靠性各方面都对 PC 进行了极好的补充。它们与 PC 紧密结合,有助于克服 PC 扫描工作方式的局限,完成 PC 本身无法完成的许多功能。这些模块的编程、接线都与 PC 一致,使用非常方便。

④编程软件的多样化和高级化:采用多种编程语言,有面向顺序控制的步进顺序语言和面向过程控制系统的流程图语言,后者是一种面向功能块的语言,能够表示过程中动态变量与信号的相互联接;还有与计算机兼容的高级语言,如 BASIC、C 及汇编语言;另外还有专用的高级语言,例如三菱的 MELSAP 采用编译的方法将语句变为梯形图程序;也有采用布尔逻辑语言的,CPU 能直接执行 AND、OR、XOR、NOT 操作,这种语言执行速度很快,但不很直观。PC 也将具有数据库,并可实现整个网络的数据库共享。还将不断发展自适应控制和专家系统。

⑤构成形式的分散化和集散化:PC 与 I/O 口分散,分散的每个 I/O 口输入输出点数可以少到十几个点,分散的单元可以是几十个或上百个。PC 本身也可分散,分散的 PC 可以连用,这样可将集中控制中存在的“危险集中”化为“危险分散”。分散的 PC 与上位机结合构成集散系统,分散地进行控制,这就便于构成多层分布式控制,以实现整个工厂或企业的自动化控制和管理。

习 题

- 1-1 什么叫可编程序控制器,它有哪些特点?
- 1-2 PC 有哪些主要功能,请简述。
- 1-3 试说明步进顺序控制、条件控制、限时控制及计数控制的概念。
- 1-4 试说明 I/O Link、PC Link 和 Host Link 的概念。

第二章 PC 的基本原理

§ 2-1 PC 的组成及其各部分的功能

一、PC 的基本组成

从广义上来说, PC 也是一种计算机控制系统, 只不过它比一般的计算机具有更强的与工业过程相连接的接口和更直接的适应于控制要求的编程语言。所以 PC 与计算机控制系统的组成十分相似, 也具有中央处理器(CPU)、存储器、输入输出(I/O)接口、电源等, 如图 2-1 所示。

由于 PC 的中央处理器都是由微处理器、单片机或位片式计算机组成, 存储器及 I/O 部件的形式也多种多样, 因此, 也可将 PC 的组成以微型计算机控制系统常用的总线结构形式表示, 如图 2-2 所示。

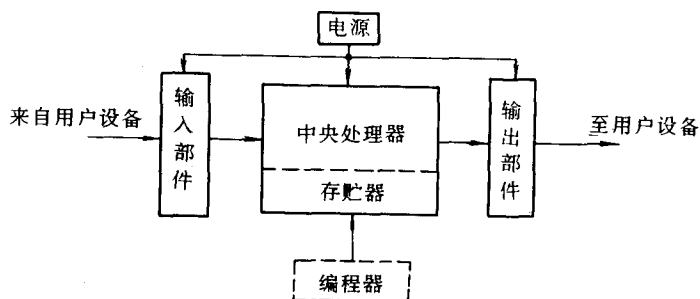


图 2-1 PC 的基本组成

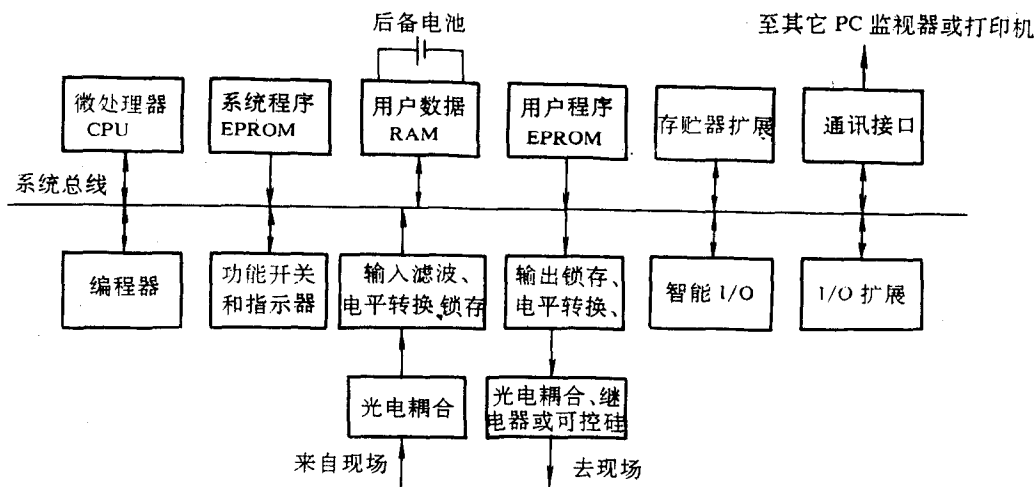


图 2-2 PC 的单总线结构框图