



可编程序控制器



主编 郑瑜平
编者 张云瑞
周建华
郑瑜平



北京航空航天大学出版社

可编程序控制器

主编 郑瑜平
编者 张云瑞
周建华
郑瑜平

北京航空航天大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器/郑瑜平编著.-北京:北京航空航天大学出版社,1995.12

ISBN 7-81012-608-3

I. 可… I. 郑… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 16694 号

内 容 简 介

本书较为系统地阐述了日本立石公司 C 系列 P 型可编程序控制器(PC)的结构、工作原理、指令系统、编制程序的方法与技巧和使用中应注意的问题,还简略地介绍 F 系列 PC。书中有较多的编程举例和工程实例,并附有习题和实验指导书。

本书可作为大中专机械、电气等有关专业的教材,也可作为工程技术人员学习 PC 的入门指导和参考资料。

可 编 程 序 控 制 器

KE BIAN CHENG XU KONG ZHI QI

主编 郑瑜平

编者 张云瑞

周建华

郑瑜平

责任编辑 林 红

责任校对 李保田

北京航空航天大学出版社出版

北京学院路 37 号(100083)82317024(发行科电话)

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

铁道部第十八工程局印刷厂

* * *

850×1168 1/32 印张:7.75 字数:206 千字

1995 年 12 月第一版 2000 年 9 月 第 6 次印刷 印数:22001~27000 册

ISBN 7-81012-608-3/TP·188 定价:10.00 元

前 言

本书是根据航空中专教材委员会确定的“八五”教材规划和审定的《可编程程序控制器》教学大纲组织编写的。

可编程序控制器简称 PC,是以微处理器为核心的工业通用自动控制装置。它具有控制能力强、使用方便灵活、小型化、可靠性高、易于扩展、通用性强等优点。它不仅可以取代传统的继电控制系统,还可以进行复杂的生产过程控制和应用于工厂自动化网络。目前在工业发达国家里,PC 应用相当广泛,尤其是小型 PC,采用类似继电器逻辑的过程操作语言,使用十分方便,简单易学,备受工厂电气及工程技术人员欢迎。普及 PC 技术,推广应用可编程序控制器,加速我国企业的技术进步和设备改造,开发新型的机电一体化产品,对提高我国的工业自动化水平和生产效率有很重要的意义。

本书从应用角度出发,重点讲述可编程序控制器的工作原理及其应用,避免过多涉及微型计算机知识,使仅学过电工和有一定工业电子学基础的读者能够看懂并加以应用。在内容安排上,与现有的电工和工业电子学课程相衔接。全书共分四章。第一章概述,第二章可编程序控制器的基本原理,第三章介绍日本立石公司 C 系列 P 型 PC 的指令、编程技巧和单元电路编程举例,第四章是应用实例。每章都附有习题与思考题,附录中还有编程器使用介绍和实验指导书。本书适用于中专机械类、电类专业的教学,也可供有关工程技术人员参考。

大庸航校张云瑞同志编写了第一章和第三章的第六节,西安航空专科学校的周建华同志编写第二章、第四章和附录六、七,成都航校郑瑜平同志编写第三章和其余附录。

本书由北京航空航天大学耿长柏教授主审。由于编者水平有限,不妥之处及错误在所难免,敬望读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概 述	(1)
§ 1-1 可编程序控制器的产生和现状	(1)
§ 1-2 可编程序控制器的特点和应用	(3)
§ 1-3 可编程序控制器的分类和发展趋势	(5)
一、可编程序控制器的分类	(5)
二、PC 的发展趋势	(7)
习题	(7)
第二章 可编程序控制器的基本原理	(8)
§ 2-1 可编程序控制器的组成和等效电路	(8)
一、可编程序控制器组成的控制系统	(8)
二、可编程序控制器的组成	(9)
三、可编程序控制系统的等效电路	(15)
§ 2-2 可编程序控制器的工作方式	(19)
§ 2-3 C 系列 P 型可编程序控制器的基本特性	(22)
一、C 系列 P 型可编程序控制器的型号	(23)
二、系统配置	(25)
三、主要技术特性	(26)
§ 2-4 可编程序控制器的器件	(31)
习题	(37)
第三章 可编程序控制器的编程	(38)
§ 3-1 可编程序控制器程序设计语言	(38)
§ 3-2 基本指令	(40)
§ 3-3 功能指令	(51)
§ 3-4 编程技巧	(89)

一、编程原则	(89)
二、电路分块	(90)
三、电路简化	(94)
§ 3-5 单元电路编程举例	(99)
一、输入设备状态在程序中的表示方法	(99)
二、单脉冲电路	(101)
三、延时通断电路	(105)
四、定时器和计数器的扩展	(106)
五、报警电路	(109)
六、掉电保持电路	(110)
七、移位寄存器的应用	(112)
§ 3-6 F 系列可编程序控制器简介	(114)
一、器件及器件编号	(116)
二、F 系列 PC 的指令系统	(117)
习题	(124)
第四章 可编程序控制器的应用	(132)
§ 4-1 应用系统设计要点	(132)
一、系统设计	(132)
二、软件设计	(135)
三、施工设计	(138)
四、安装调试	(139)
§ 4-2 应用举例	(141)
一、减少输入输出点的方法	(141)
二、汽车自动清洗	(146)
三、压铸件控制	(149)
四、工业机械手的控制	(158)
五、自动车床	(164)
六、某卧式镗床的 PC 控制	(169)
七、运货小车的控制	(172)

八、步进电机环形分配器的 PC 编程	(174)
习题	(178)
附录一、实验指导书	(183)
§ 1 简介	(183)
一、PC 主机	(183)
二、编程器	(184)
三、输入输出	(188)
§ 2 实验	(190)
实验一、编程器的使用(一)——程序的输入与编辑	(193)
实验二、编程器的使用(二)——程序的监控操作	(200)
实验三、几个基本电路的编程	(207)
实验四、移位寄存器的应用	(213)
实验五、可编程序控制器在动作顺序控制中的应用	(218)
实验六、可编程序控制器在时间顺序控制中的应用	(220)
实验七、可编程序控制器对交通信号灯的控制	(222)
附录二、C 系列 P 型 PC 的专用辅助继电器	(224)
附录三、C 系列 P 型 PC 指令表	(226)
附录四、扫描时间	(230)
附录五、错误信息	(233)
附录六、F 系列 PC 指令摘要	(235)
附录七、国内外几种 PC 的主要技术特性	(236)
主要参考书目	(238)

第一章 概 述

§ 1-1 可编程序控制器的产生和现状

传统的生产机械自动控制系统是继电器-接触器控制系统,简称为继电控制系统。继电控制系统是用导线把一个个继电器、接触器、开关及其触点按一定的逻辑关系连接起来构成的控制系统。这种连线方式又称为布线逻辑,具有结构简单、价格低廉、容易操作和对维护技术要求不高的优点,特别适用于工作模式固定、控制要求比较简单的场合,所以至今还在使用,目前我国应用还比较广泛。

随着工业生产的迅速发展,市场竞争激烈,产品更新换代的周期日趋缩短,新产品不断涌现,生产机械、加工规范和生产加工线也必须随之而改变,控制系统经常需要作新的配置。继电控制系统的布线连接不易更新、功能不易扩展已成为生产发展的障碍。当控制对象比较多、要求比较复杂时,由于系统的器件多、体积庞大、可靠性差而不能满足生产的要求。因此,迫切需要新型先进的自动控制装置。60年代出现了半导体逻辑元件装置,利用半导体二极管、三极管和中小规模集成电路构成的逻辑式顺序控制器,具有体积小、无触点、可靠性较高、动作顺序变更比较方便等优点,但是控制规模较小,编制程序不够灵活。当时,还曾用小型计算机来实现工业控制。由于计算机对使用环境要求较高,现场的输入输出信号与计算机不匹配,计算机程序的编制复杂,一般工程技术人员不容易运用自如,加上造价高,所以没有得到广泛应用。1969年新一代工业控制设备——可编程序逻辑控制器 PLC (Programmable Logic

Controller)应运而生。

第一台 PLC 是美国数字设备公司(DEC)研制生产的,并成功地应用到美国通用汽车公司(GM)的生产线上。它既具有继电控制系统的外部特性,又有计算机的可编程性、通用性和灵活性,它开创了自动控制设备的新局面。由于当时技术所限,使用的器件集成度不高、器件数量多,体积大,只用来取代继电系统,在功能上仅限于执行继电控制逻辑、定时和计数等。

70 年代中期,随着大规模集成电路和微型计算机技术的发展,美国、日本、德国等把微处理器引入 PLC,使可编程序逻辑控制器具有更多的计算机功能,不仅用软件编程取代了硬连线逻辑,还增加了数字运算、数据处理和数据通信功能,并且做到小型化。在编程方面采用了面向生产、面向用户的语言,打破了以往必须具有计算机专业知识的人员使用计算机编程的限制,使广大工程技术人员以及具有电工知识的人员乐于接受和应用,所以得到了迅速而广泛的推广。80 年代国外工业界把引进了微处理器的可编程序逻辑控制器正式命名为可编程序控制器(Programmable Controller),简称为 PC。在我国一部分技术人员为了与个人计算机(Personal Computer 简称 PC)区别开来,仍把可编程序控制器简称为 PLC,也有简称为 PC 的,本教材中简称为 PC。

1985 年 1 月国际电工委员会(IEC)对可编程序控制器给出如下定义:“可编程序控制器是一种数字运算的电子系统,专为工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器,用来在内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,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设备,都应按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充的原则设计。”

可编程序控制器的发展相当迅速,在发达国家的应用几乎覆盖所有工业企业行业,PC 的销售额年增长率在 20%以上,PC 品种已多达数百种,世界上几十家著名的电气工厂都在生产 PC 装

置。目前,美国处于领先地位,著名的生产厂家有德州公司、通用电气公司(GE)、歌德公司(Gould)、数字设备公司(DEC)等。日本自1971年引进PLC技术后,发展也很快,三菱公司、日立公司和立石公司是最大的三家。德国的西门子公司,荷兰的飞利浦公司,瑞典的通用公司及英国、法国等都生产自己的PC。

近年来,美国、日本、德国等国的PC大量进入我国市场。我国也引进多条PC生产线,在逐步消化国外技术的基础上仿制和自行研制PC,影响较大的是上海香岛机电制造公司。PC在我国大多数工业部门得到应用,已经取得显著的经济效益并正在迅速推广。

§ 1-2 可编程序控制器的特点和应用

可编程序控制器专为在工业环境下应用而设计,以用户需要为主,又采用了先进的微型计算机技术,所以具有以下几个显著特点。

1. 可靠性高

PC由于选用了大规模集成电路和微处理器,使系统器件数大大减少,并且在硬件和软件的设计制造过程中采取了一系列隔离和抗干扰措施,使它能适应恶劣的工作环境,所以具有很高的可靠性。PC控制系统平均无故障工作时间可达2万小时以上,美国GE公司带冗余系统的PC无故障工作时间高达4~5万小时。高可靠性是PC成为通用自动控制设备的首选条件之一。

2. 编程简单、使用方便

PC的编程采用类似继电控制系统电气原理的梯形图,用串联、并联、定时、计数等人们所熟悉的概念,使计算机语言大众化,只要是比较熟练的电工和熟悉工艺知识的人在几天内就能学会,这是PC得到推广的重要原因之一。

3. 通用性好,具有在线修改能力

PC的硬件采用模块化结构,可以灵活地组态以适应不同的控

制对象、控制规模和控制功能的要求,给组成各种系统带来极大的方便。同一台 PC 装置用于不同的受控对象时,只是输入输出组件、功能模块和应用软件不同。同时,PC 控制系统中的控制电路是由软件编程完成的,只要对应用程序进行修改就可以满足不同的控制要求,因此 PC 具有在线修改能力,功能易于扩展,给生产带来了“柔性”,具有广泛的工业通用性。

4. 缩短设计、施工、投产试制周期,维护容易

目前 PC 产品已实现了系列化、标准化,正朝着通用化方向发展,设计人员只需要根据控制系统的需要,选用相应的模块进行组件设计。同时,用软件编程代替了继电控制的硬连线,大大地减轻了繁重的安装和接线工作,这不仅提高了可靠性,还极大地缩短了施工周期。PC 还具有故障检测及显示的功能,使故障处理时间可缩短为 10 分钟,对维护人员的技术水平要求也不太高。

5. 体积小

由于采用了微型计算机技术,使 PC 达到了小型和超小型化,很容易装入机械设备内部,便于实现机电一体化。

由于上述特点,PC 作为通用自动控制设备,可用于单一机电设备的控制,也可用于工艺过程的控制,而且控制精度相当高,操作简便,又具有很大的灵活性和可扩展性,使得 PC 广泛应用于机械制造、冶金、化工、交通、电子、电力、纺织、印刷及食品等几乎所有工业行业。

PC 的应用可以归纳为以下几方面:

(1) 开关逻辑控制 这是 PC 最初也是最基本的应用范围。可以用 PC 取代继电控制用于机床电气、自动生产线、高炉上料系统、电梯及生产自动线等。

(2) 闭环控制 PC 可用于闭环的位置控制和速度控制,如轧钢机、自动焊机等。大型 PC 都配有 PID 调节功能,能完成诸如锅炉、冷冻、反应堆、水处理及酿酒等闭环的过程控制。

(3) 机械加工的数字化控制

(4) 机器人 目前,机器人在工厂自动化网络中和生产线上普遍使用。

(5) 组成多级分布式控制系统 目前,PC 控制技术已在世界范围内广为流行,国际市场竞争相当激烈,产品更新也很快,用 PC 设计自动控制系统已成为世界潮流。

§ 1-3 可编程控制器的分类及发展趋势

一、可编程控制器的分类

PC 的分类方法很多,大多是根据外部特性来分类的。以下三种分类方法用得较为普遍。

1. 按照点数、功能不同分类

根据输入输出点数、存储器容量和功能分为小型、中型和大型三类。

小型 PC 又称为低档 PC。它的输入输出点数一般从 20 点到 128 点,用户程序存储器容量小于 2k 字节,具有逻辑运算、定时、计数、移位等功能,可以用来进行条件控制、定时计数控制,通常用来代替继电器-接触器控制,在单机或小规模生产过程中使用。由于体积小、价格低廉,一般用在替代 30 个及 30 个以上的继电器就比较合算,在国外就是 10 个左右的继电器控制系统也用小型 PC 替代。由于用途广泛,小型 PC 产品是 PC 中量大而面广的产品。例如立石公司的 C-20 及 C 系列 P 型 PC,三菱公司的 F、F1、F2 系列,德州仪器公司的 T1-100,通用电气公司的 GE-1,上海香岛机电制造公司的 ACMY-S256 和 ACMY-S80 系列。

中型 PC 的 I/O 点数一般在 128~512 点之间,用户存储器容量为 2k~8k 字节,兼有开关量和模拟量的控制功能。它除了具备小型 PC 的功能外,还具有数字计算、过程参数调节(如比例、积分、微分(P、I、D)调节)、模拟定标、查表等功能,同时辅助继电器数量

增多,定时计数范围扩大,适用于较为复杂的开关量控制如大型注塑机控制、配料及称重等小型连续生产过程控制等场合。例如立石公司的 C500、C200H,三菱公司的 MELSEC-A1、A2、A3,哥德公司的 484 型 PC。

大型 PC 又称为高档 PC, I/O 点数超过 512 点,最多可达 8192 点,进行扩展后还能增加,用户存贮容量在 8k 字节以上,具有逻辑运算、数字运算、模拟调节、联网通讯、监视、记录、打印、中断控制、智能控制及远程控制等功能,用于大规模过程控制(如钢铁厂、电站)、分布式控制系统和工厂自动化网络。例如立石公司的 C1000、C2000,哥德公司的 584 型等。

2. 按照结构形状分类

根据 PC 各组件的组合结构,可将 PC 分为整体式和机架模块式两种。

整体式 PC 是将中央处理机、输入输出部件和电源部件集中于一体,装在一个金属或塑料外壳之中。输入输出接线端子及电源进线分别在机箱的两侧,并有相应的发光二极管显示输入输出状态。这种结构的 PC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低和易于装入工业设备内部的优点,适用于单机控制,小型 PC 通常采用这种结构。

机架模块式的 PC,各功能模块独立存在,如主机模块、输入模块、输出模块、电源模块等,各模块做成插件式,在机架底板上有多个插座,使用时将选用的模块插入底板就构成 PC。这种 PC 的配置灵活,装配和维修都很方便,也便于功能扩展,大、中型 PC 通常采用这种结构。

3. 按照使用情况分类

从应用情况又可将 PC 分为通用型和专用型两类。

通用型 PC 可供各工业控制系统选用,通过不同的配置和应用软件的编制可满足不同的需要,是用作标准工业控制装置的 PC,如前面所举的各种型号。

专用型 PC 是为某类控制系统专门设计的 PC,如数控机床专用型 PC 就有美国 A-B 公司的 8200CNC、8400CNC,日本 FAnnc 公司的 PMC-L、PMC-M、PMC-N 及德国西门子公司专用型 PC 等。

二、PC 的发展趋势

目前 PC 的发展大致有以下几方面趋势:

1. 向小型化、专用化方向发展。当前开发出许多简易、经济、超小型 PC,以适应单机控制和机电一体化,真正成为继电器的替代品。

2. 向大型化、复杂化、高功能化、分散型、多层分布式工厂自动化网络方向发展。PC 的输入输出容量已超过 32k,扫描速度小于 1ms/千步,新增容错功能可适应高可靠控制场合。

3. 编程语言和编程工具朝着标准化和高级化方向发展。

PC 问世虽然只有十来年时间,但已步入成熟阶段。这种工业专用微机系统是高精技术普及化的典范,使计算机进入工业各行业,使机械设备和生产线控制更新换代。PC 将成为工业控制的主要手段和重要的基础控制设备。在未来的工业生产中,作为自动化的三大支柱(PC 技术、机器人、计算机辅助设计和分析)之一的 PC 技术将跃居主导地位。

习 题

1. 什么叫可编程序控制器?
2. 可编程序控制器的主要特点有哪些?
3. 简述可编程序控制器的应用范围。
4. 可编程序控制器是如何分类的?

第二章 可编程序控制器的基本原理

§ 2-1 可编程序控制器的组成和等效电路

可编程序控制器是工业专用微机控制装置,具有典型的计算机结构。用其构成的控制系统也是典型的工业控制系统。

一、可编程序控制器组成的控制系统

由可编程序控制器作为控制器构成的自动控制系统可实现开关量的控制,也可实现模拟量的控制;可实现断续控制,也可实现连续控制;系统组成可以是开环控制系统,也可构成闭环控制系统。该系统的组成可分为输入设备、输出设备、可编程序控制器和外围设备等几部分。如图 2-1 所示。

1. 输入设备

输入设备的作用是产生输入控制信号送入可编程序控制器。

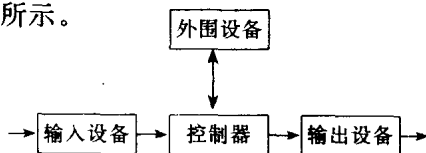


图 2-1 可编程序控制系统组成

常用的输入设备包括控制开关和传感器。控制开关可以是按钮开关、限位开关、行程开关、光电开关、继电器和接触器的接点等。传感器包括各种数字式和模拟式传感器,如光栅位移式传感器、磁尺、热电阻、热电耦等。

另外,输入设备还有接点状态编程器和通信接口以及其它计算机等。

2. 输出设备

输出设备的作用是将可编程序控制器的输出控制信号转换为

能够驱动被控对象工作的信号。

常用的输出设备包括电磁开关、直流电动机、功率步进电动机、交流电动机、电磁阀、电磁继电器、电磁离合器和加热器等。如需要也可接CRT显示器和打印机等。

3. 可编程序控制器

可编程序控制器在控制系统中起控制器的作用。它将输入信号读入后按一定的控制规律进行处理,然后产生控制信号输出,驱动输出设备工作。

4. 外围设备

外围设备可完成用户与可编程序控制器对话、程序的存贮及打印等功能。

可编程序控制器的外围设备可供选用的较多,有编程器、盒式磁带、EPROM(E²PROM)写入器、磁盘、X-Y记录器等。

另外,外围设备还有复印机、个人计算机等。不同的系统根据系统功能需要选配外围设备。外围设备的发展在很大程度上决定了可编程序控制器的发展。

二、可编程序控制器的组成

可编程序控制器的组成基本同计算机一样,由电源、中央处理机、输入接口、输出接口及外围设备接口构成。图 2-2 给出了可编程序控制器的结构框图。

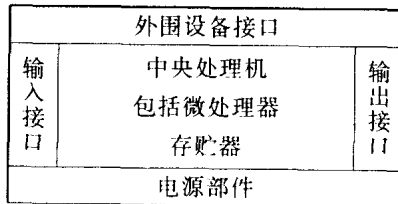


图 2-2 可编程序控制器结构框图

1. 输入接口

输入接口是可编程序控制器与控制现场的接口界面的输入通道。输入接口由光电耦合输入电路和微处理器输入接口电路组成见图 2-3。光电耦合输入电路隔离输入信号,防止现场的强电干扰进入微机见图 2-4 和图 2-5。对交流输入信号还可采用变压器或继电器隔离。微机输入接口电路把隔离后的输入信号转换成微处理器能接受的信号。有许多种可编程序控制器还加有滤波环节来增强抗干扰性能。

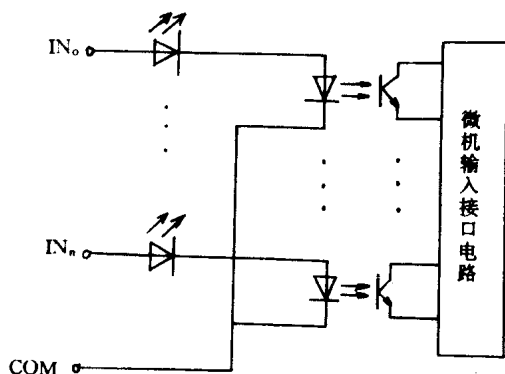


图 2-3 输入接口示意图

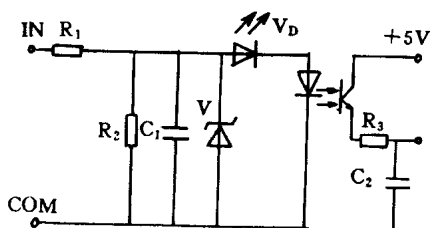


图 2-4 直流输入电路