

<http://www.phei.com.cn>

自动控制技术应用丛书

可编程序 控制器

(PLC)系统设计

陈在平 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

自动控制技术应用丛书

可编程序控制器(PLC) 系统设计

陈在平 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要从工程应用角度出发介绍可编程序控制器的基本结构、基本工作过程与基本工作原理。根据可编程序控制器控制系统设计的基本原则,阐述可编程序控制器系统设计的一般步骤、系统控制模式的选择确定、系统硬件的配置,以及系统应用程序设计等方面的内容。在此基础上,重点阐述欧姆龙、西门子,以及 AB 三家国际著名的可编程序控制器生产厂家的主流产品的基本结构、功能模块、编程环境等,同时以典型工程实例为背景,介绍相应可编程序控制器的主要功能模块应用、网络通信功能与系统配置方法,以及系统设计示例等方面的内容。

本书不但能为广大技术人员解决实际工程问题提供强有力的帮助,也十分适合有关专业人员作为技术培训教材,同时也可作为高等学校的参考教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器(PLC)系统设计/陈在平等编著. —北京:电子工业出版社,2007.8

(自动控制技术应用丛书)

ISBN 978-7-121-04699-5

I. 可… II. 陈… III. 可编程序控制器—系统设计 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 103982 号

责任编辑:张 榕 特约编辑:李云霞

印 刷:北京市顺义兴华印刷厂

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×980 1/16 印张:17.75 字数:397.6 千字

印 次:2007 年 8 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

《自动控制技术应用丛书》

序 言

随着工业生产的快速发展,人们对生产过程提出了更高的要求,然而由于控制过程及其对象更加复杂,因此要实现生产加工过程的理想控制就更加困难了。近年来,随着控制领域的新理论与新技术、计算机与网络技术的飞速发展,以及机械、电子与控制技术的相互渗透与融合,为实现生产加工过程的高品质控制提供了可能,同时也对工作在实际工程应用领域的技术人员提出了新的挑战。这就要求他们根据自身的工作需要,熟悉和掌握在新的形势下所出现的先进控制手段与方法,以及新的机电控制与应用技术。

鉴于此,为了满足广大工程技术人员的要求,电子工业出版社应用电子技术事业部组织编写了这套《自动控制技术应用丛书》。本套丛书涵盖了当前广大工程技术人员迫切需要的控制和机电应用等领域的新知识、新技术。丛书的主要作者都是在该领域具有一定经验和水平的专家或工程技术人员。

在当今控制技术飞速发展、应用范围不断扩大的形势下,编写这套技术丛书,非常及时。丛书主要从工程应用的角度出发,以比较成熟的新理论与技术为基础,应用举例翔实具体,就解决控制工程中的实际问题给广大工程技术人员提供尽可能多的帮助。相信读者在阅读丛书时,会从不同的角度得到许多有益的启示。

编写出版《自动控制技术应用丛书》,对我们也是一种挑战,难免会存在各种不足或缺点,恳请广大读者给予理解和支持,并希望得到大家的批评指正。在本丛书的编写出版过程中,还得到了电子工业出版社的有关领导及出版界专家的指导与帮助,这对推动本套丛书的出版起到了至关重要的作用,对此我们表示衷心的感谢。

《自动控制技术应用丛书》编委会

前 言

可编程序控制器在现代工业企业的生产、加工与制造过程中起到了十分重要的作用,近年来,可编程序控制器的功能获得了进一步的提升。随着工业控制网络化的进程与发展,特别是现场总线技术的推广与普及,使得可编程序控制器与现场总线技术获得了更加完美的结合,具有网络功能的可编程序控制器系统越显示出现在先进工业控制中的作用与优势,因此可编程序控制器越来越受到广大工程技术人员的青睐。

然而,工程技术人员在可编程序控制器的应用过程中经常会遇到许多困难,特别是在进行可编程序控制器控制系统设计工作中尤为如此。因此,为了满足广大工程技术人员在可编程序控制器的实际应用过程中的需要,本书主要从应用角度出发介绍可编程序控制器的基本结构、基本工作过程,以及可编程序控制器的基本工作原理。根据可编程序控制器控制系统设计的基本原则,阐述可编程序控制器控制系统设计的一般步骤、系统控制模式的选择确定、系统硬件的配置选择,以及系统应用(程序)软件设计等方面的内容。在此基础上,重点阐述欧姆龙、西门子及 AC 三家国际著名的可编程序控制器生产厂家的主流产品的基本结构、功能模块、编程环境等,同时从工程应用角度出发,以典型应用实例为背景,介绍相应可编程序控制器的主要功能模块应用、系统配置方法,以及可编程序控制器系统设计实例等方面的内容。考虑到目前工业控制系统的网络化发展,以及可编程序控制器系统采用总线控制方式这样一种发展趋势,因此在本书中较详细地介绍了西门子与 AB 公司可编程序控制器系统的网络通信功能的配置与系统设计应用。

本书是作者在多年教学与科研工作的基础上,并借鉴国内外相关领域的专家学者的研究成果撰写完成的。全书共分 6 章,其中,第 1、3 章由陈在平编写,第 2 章由张建峰编写,第 4 章由吕以全编写,第 5 章由张鹏编写,第 6 章由贾超编写。张建峰还参加了第 4、6 章的部分编写工作,陈在平参加了第 2、5 章的部分编写工作。

本书不但能为广大工程技术人员解决实际工程问题提供有力的帮助,而且也可作为高等学校相关专业师生的重要参考教材。

本书作为 21 世纪自动控制技术丛书之一,得到了电子工业出版社的大力支持,特别得

到了赵丽松主任的关心与帮助，张榕副编审为了本书的出版做了大量的工作，作者对此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，加之部分所涉及的内容可供借鉴的材料较少，书中难免存在各种缺点或不足，恳请读者给予批评指正。

作者 于天津理工大学

《自动控制技术应用丛书》

编 委 会

主任委员 陈在平 杨公源

顾 问 徐伯夏

委 员 (按姓氏笔画为序)

王 悦 龙邦强 李国勇 刘文芳 何衍庆

陈云军 杨中力 岳有军 赵新杰 娄 锐

郭会娟 高 强 黄琦兰

目 录

第 1 章 可编程序控制器系统概述	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 可编程序控制器系统的产生与定义	(1)
1.3 可编程序控制器系统的技术指标、特点及应用	(3)
1.3.1 可编程序控制器的技术指标	(3)
1.3.2 可编程序控制器系统的特点	(4)
1.3.3 可编程序控制器系统的应用	(6)
1.4 可编程序控制器的基本结构与工作原理	(7)
1.4.1 可编程序控制器的基本结构	(7)
1.4.2 可编程序控制器的工作原理	(15)
1.5 可编程序控制器的国内外状况及发展趋势	(19)
1.5.1 可编程序控制器的国内外状况	(19)
1.5.2 可编程序控制器的发展趋势	(20)
第 2 章 可编程序控制器控制系统设计基础	(23)
2.1 概述	(23)
2.2 可编程序控制器控制系统设计的基本原则与主要内容	(23)
2.2.1 可编程序控制器控制系统设计的基本原则	(23)
2.2.2 可编程序控制器控制系统设计的主要内容	(24)
2.3 可编程序控制器控制系统设计的基本步骤	(24)
2.3.1 可编程序控制器控制系统设计的基本步骤	(24)
2.3.2 可编程序控制器控制系统设计的流程	(26)
2.3.3 可编程序控制器控制系统设计的分类	(26)
2.4 可编程序控制器控制系统的硬件配置	(28)
2.4.1 处理器的选择	(28)
2.4.2 I/O 模块的选择	(32)
2.4.3 I/O 框架的选择	(34)
2.4.4 电源模块的选择	(34)
2.4.5 处理器选项的选择	(35)
2.5 可编程序控制器控制系统的可靠性设计	(36)
2.5.1 可靠性概念	(36)
2.5.2 抗干扰设计	(38)

2.5.3 环境技术条件设计	(42)
2.5.4 冗余系统设计	(44)
2.5.5 供电系统设计	(49)
第3章 可编程序控制器系统程序设计方法	(52)
3.1 概述	(52)
3.2 可编程序控制器系统程序设计的一般方法	(52)
3.2.1 梯形图设计法	(52)
3.2.2 顺序功能图设计法	(53)
3.2.3 经验设计法	(53)
3.3 基于组合逻辑函数法的可编程序控制器控制系统程序设计	(54)
3.3.1 概述	(54)
3.3.2 开关逻辑函数	(54)
3.3.3 组合逻辑设计法示例	(58)
3.4 基于功能转移图方法的可编程序控制器控制系统程序设计	(63)
3.4.1 功能转移图的概念	(63)
3.4.2 功能转移图的基本环节	(64)
3.4.3 功能转移图法示例	(66)
第4章 OMRON 可编程序控制器应用系统设计	(70)
4.1 概述	(70)
4.2 OMRON 常用指令应用技巧	(70)
4.2.1 简单控制对象编程技巧	(70)
4.2.2 复杂控制对象编程技巧	(75)
4.3 OMRON 可编程序控制器系统设计实例	(85)
4.3.1 可编程序控制器对液压基本回路综合实验台的控制	(85)
4.3.2 可编程序控制器对单点双动拉伸压力机的控制	(99)
4.3.3 可编程序控制器对内燃机缸盖中间清洗机的控制	(123)
第5章 西门子可编程序控制器应用系统设计	(146)
5.1 S7-300 可编程序控制器	(146)
5.1.1 S7-300 可编程序控制器概述	(146)
5.1.2 S7-300 可编程序控制器模块规范	(148)
5.2 S7-400 可编程序控制器	(161)
5.2.1 S7-400 可编程序控制器概述	(161)
5.2.2 S7-400 可编程序控制器模块规范	(162)
5.3 SIEMENS S7 系列可编程序控制器系统网络通信	(167)
5.3.1 MPI 网络通信	(167)
5.3.2 PROFIBUS 现场总线通信	(169)

5.3.3 工业以太网通信	(171)
5.4 S7-300-400 可编程序控制器系统软件 and 标准功能	(172)
5.4.1 S7-300-400 可编程序控制器 CPU 功能概述	(172)
5.4.2 各 OB 块功能介绍分析	(174)
5.4.3 SFC 功能介绍	(182)
5.5 S7-400 可编程序控制器系统的应用	(182)
5.5.1 S7-400 可编程序控制器系统的应用概述	(182)
5.5.2 系统硬件选型设计	(184)
5.5.3 S7-400 可编程序控制器系统应用程序分析设计	(192)
第 6 章 AB 公司可编程序控制器应用系统设计	(205)
6.1 概述	(205)
6.2 SLC-500 可编程序控制器	(206)
6.2.1 SLC-500 可编程序控制器的基本结构及典型配置	(207)
6.2.2 SLC-500 相关模块基本功能	(207)
6.2.3 SLC-500 的编程	(219)
6.3 ControlLogix 可编程序控制器	(235)
6.3.1 ControlLogix 可编程序控制器的基本结构及其典型配置	(235)
6.3.2 ControlLogix 相关模块基本功能	(236)
6.3.3 ControlLogix 的编程	(240)
6.4 AB 公司可编程序控制器网络通信系统结构与网络配置软件使用实例	(249)
6.4.1 NetLinux 开放式网络体系结构	(249)
6.4.2 网络配置软件 RSNetwork 及使用实例	(252)
6.5 AB 可编程序控制器应用系统设计	(259)
6.5.1 基于 ControlLogix 的冗余控制系统设计	(259)
6.5.2 ControlLogix 系统在铜冶炼电解工艺中的应用	(265)
参考文献	(269)



第 1 章 可编程序控制器系统概述

1.1 概述

可编程序控制器通常也简称可编程控制器。它是以微处理器为基础,综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置。它具有体积小、功能强、灵活通用与维护方便等一系列的优点。特别是它的高可靠性和较强的适应恶劣环境的能力,受到用户的青睐,因而在冶金、化工、交通、电力等领域获得了广泛的应用,成为现代工业控制的三大支柱之一。

1.2 可编程序控制器系统的产生与定义

从 20 世纪 20 年代起,人们开始用导线将各种继电器、定时器、接触器及其触点按一定的逻辑关系连接起来组成控制系统,以控制各种生产机械。这就是大家所熟悉的传统的继电器接触器控制系统。由于它结构简单、容易掌握、价格便宜,能在一定范围内(特别是在工作模式固定、工作方式简单的场合)满足自动控制的需要,因而使用面甚广,这使它在一定时期内成为工业控制领域中占主导地位的设备。但是随着生产的发展,控制要求越来越复杂,继电器的类型和数量不得不大量增加,电器之间的连接也变得非常复杂。首先,由于控制柜的体积越来越庞大,大大增加了生产控制柜的难度;其次,在继电器接触器控制系统中,即使一个继电器或一条连线出现了故障,都会造成整个系统运行的不正常,而且由于系统的复杂,给查找和排除故障带来了困难,维修非常不便;另外,当生产工艺或对象改变时,原来的接线和控制柜就要改接或更换,可见继电器接触器控制系统的通用性和灵活性都远远不够。因此,为了满足现代生产的需求,人们自然对控制系统提出了更可靠、更经济、更通用、更灵活、易维修等要求。

从 20 世纪 60 年代开始,人们相继开发了各式各样的控制装置来满足上述要求,如半导体逻辑元件控制装置。半导体逻辑元件是一种由半导体电子器件(各种晶体管、电阻、电容和晶闸管整流元件等)组成的自动化元件,它的种类很多,如各种逻辑门(与、或、非)、触发器、延时元件、振荡器、开关放大器、电平检测器、接近开关、交流晶闸管开关等。用这些元件,可按某种控制需要构成相应的无触点逻辑控制系统及控制装置;也可用逻辑元件组成通用的顺序控制装置。最常用的一种顺序控制装置是利用二极管矩阵来实现输入/输出

逻辑关系,此时,只要改变矩阵板上二极管插头的位置就可以改变动作的顺序,即可大大增加控制系统的灵活性。后来,由于小型计算机的出现和大规模的生产及多机群控制技术的发展,人们也曾试图用小型计算机来实现工业控制的要求,但由于价格昂贵、输入/输出电路的不匹配及编程技术复杂等原因(因为当时计算机的接口技术、编程技术还远远没有达到目前的水平),并未得到推广应用。

到20世纪60年代末期,美国的汽车制造业竞争趋向激烈,各生产厂家汽车型号不断更新,由于其加工生产线必须随之改变,因而要求对整个控制系统重新配置。1968年,美国通用汽车公司(GM)公开招标,并对控制系统提出具体的要求:

- (1) 编程简单,可在现场修改程序。
- (2) 维修方便,采用模块化结构,即插件式。
- (3) 可靠性高于继电器控制系统,能在恶劣环境下工作。
- (4) 体积小于继电器控制柜。
- (5) 价格便宜,成本可与继电器控制系统竞争。
- (6) 输入/输出电路可以采用市电,电流达到一定要求(2A以上),可直接驱动继电器和电磁阀。
- (7) 具有数据通信功能,数据可直接送入计算机。
- (8) 易于系统扩展,在扩展系统时只要很小的改变。
- (9) 用户程序存储器容量至少能扩展到4KB以上。

这些要求实际上是提出了将继电器控制系统的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的特点结合起来,将继电器接触器控制硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。1969年,美国数字设备公司(DEC)根据上述要求,研制出世界上第一台可编程序控制器,并在GM公司汽车生产线上首次应用成功。当时人们把它称为可编程序逻辑控制器PLC(Programmable Logic Controller),但只是用它取代继电器接触器控制,功能仅限于执行继电器逻辑、计时、计数等。可编程序控制器问世后,发展极为迅速。1971年,日本开始生产可编程序控制器;1973年,欧洲开始生产可编程序控制器;到现在,世界各国一些著名的电气制造商几乎都在生产PLC装置,如美国罗克韦尔自动化公司的AB、欧洲的西门子、日本的三菱和OMRON、美国的GE等。PLC已作为一个独立的工业设备被列入生产中,成为当代电控装置的主导。

早期的可编程序控制器主要由分立元件和中小规模集成电路组成,它采用了一些计算机技术但简化了计算机内部电路,对工业现场环境适应性较好,而且指令系统简单,一般只具有逻辑运算功能。随着微电子技术和集成电路的发展,特别是微处理器和微型计算机的迅速发展,在20世纪70年代中期,美、日、德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,微处理器及其他大规模集成电路芯片成为其核心部分,这使可编程序控制器的性价比产生了新的突破。微处理器(CPU)、只读存储器(RAM)、随机存取存储器(RAM)

等已成为 PLC 的核心。PLC 不仅用逻辑编程取代了硬连线逻辑,还增加了运算、数据传送和处理等功能,而且随着其速度、容量、功能、通信能力等的增强,它已真正成为一种电子计算机工业控制设备。

由于可编程序控制器在不断发展,因此,对它下一个确切的定义是困难的。

1980 年,可编程序控制器问世后,由美国电气制造商协会 NEMA (National Electric Manufacturer Association) 对可编程序控制器下过如下的定义:

可编程序控制器是一种数字式的电子装置。它使用可编程序的存储器来存储指令,实现逻辑运算、顺序运算、计数、计时和算术运算等功能,用来对各种机械或生产过程进行控制。

1982 年,美国国际电工委员会 (International Electrical Committee) 颁布了可编程序控制器标准草案,1985 年提交了第二版,1987 年的第三版对可编程序控制器做了如下的定义:可编程序控制器是一种专门为在工业环境下应用,而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计数、计时和算术运算等操作的指令,并能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。可编程序控制器及其有关的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则而设计。

上述的定义表明,可编程序控制器是一种能直接应用于工业环境的数字电子装置,它有着与其他顺序控制装置不同的特点。

1.3 可编程序控制器系统的技术指标、特点及应用

1.3.1 可编程序控制器的技术指标

PLC 的技术指标很多,主要有以下 5 个基本技术指标:CPU 类型、存储器容量、扫描速度、I/O 点数和编程语言。下面对其中 4 种技术指标分别加以介绍。

1. 存储器容量

存储器的容量通常用 K 字 (KW)、K 字节 (KB) 或 K 位来表示,这里 $1\text{ KB}=1024\text{ B}$ 。有的 PLC 以所能存放用户程序的多少来衡量。在 PLC 中程序指令是按“步”存放的(一条指令往往不止一“步”),一“步”占用一个地址单元,一个地址单元一般占两个字节。例如,一个内存容量为 1000 步的 PLC,可推知其内存为 2 KB。

一般来说,小型机的内存为 1 K 字节到几 K 字节,大型机内存为几十 K 字节,甚至可达几十兆字节。

2. 扫描速度

扫描速度一般以执行 1000 步指令所需时间来衡量,单位为 ms/K 字,有时也以执行一



步指令的时间计,如 $\mu\text{s}/\text{步}$ 。

目前比较慢的为 $2.2\text{ ms}/\text{K}$ 字逻辑运算程序, $60\text{ ms}/\text{K}$ 字数字运算程序;较快的为 $1\text{ ms}/\text{K}$ 字逻辑运算程序, $10\text{ ms}/\text{K}$ 字数字运算程序;最快的为 $0.75\text{ ms}/\text{K}$ 字逻辑运算程序。

3. I/O 点数

I/O 点数指 PLC 外部输入/输出端子总数,这是 PLC 最重要的一项技术指标。一般小型机在 256 点以下(无模拟量),中型机在 256~2048 点,(模拟量 64~128 路),大型机在 2048 点以上(模拟量 128~512 路)。

4. 编程语言

不同的 PLC 编程语言不同,互不兼容,但具有互相转换的可移植性。编程语言的指令条数是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标,指令越多,编程功能越强。

此外,PLC 内部有许多寄存器用来存放变量、中间结果、数据等,还有许多辅助寄存器可供用户使用,因此寄存器的配置也是衡量 PLC 功能的一项指标。

PLC 除了主控模块外,还可配接实现各种特殊功能的高功能模块,如 A/D 模块、D/A 模块、高速计数模块、远程通信模块等。

1.3.2 可编程序控制器系统的特点

可编程序控制器能如此迅速发展的原因是由于它具有通用计算机所不及的一些特点。以下是可编程序控制器的主要特点。

1) 可靠性

对可以维修的产品,可靠性包括产品的有效性和可维修性。可编程序控制器的可靠性高,表现在下列几方面。

(1) 与继电器逻辑控制系统相比较,可编程序控制器可靠性提高的主要原因是:

① 可编程序控制器不需要大量的活动部件和电子元件,这使其接线大大减少。同时,系统的维修简单、维修时间缩短,因此,可靠性得到提高。

② 可编程序控制器采用了一系列可靠性设计的方法进行设计,如冗余设计、掉电保护、故障诊断和信息保护及恢复等,使可靠性得到提高。

③ 可编程序控制器有较强的易操作性,它具有编程简单、操作方便、维修容易等特点,因此,对操作和维修人员的技能要求降低,操作和维修人员容易学习和掌握,不容易发生操作的失误,可靠性因此提高。

(2) 与通用的计算机控制系统相比较,可编程序控制器可靠性提高的主要原因是:

① 可编程序控制器是为工业生产过程控制而专门设计的控制装置,它具有比通用计算机控制系统更简单的编程语言和更可靠的硬件。因为采用了精简化的编程语言,所以编程的出错率大大降低,而为工业恶劣操作环境设计的硬件使可靠性大大提高,因此,可编程序控制器的可靠性较通用计算机控制系统的可靠性有较大提高。

② 在可编程序控制器的硬件设计方面,采用了一系列提高可靠性的措施。例如,采用可靠性高的元件;采用先进的工艺制造流水线制造;对干扰的屏蔽、隔离和滤波等;对电源的掉电保护;存储器内容的保护;采用看门狗和其他自诊断措施;便于维修的设计等。

③ 在可编程序控制器的软件设计方面,也采取了一系列提高系统可靠性的措施。例如,采用软件滤波;软件自诊断;简化编程语言;信息保护和恢复;报警和运行信息的显示等。

一份用户选用可编程序控制器原因的调查报告指出,在各种选用可编程序控制器的原因中,首先是由于可编程序控制器可靠性高的用户达93%;其次,才是性能和维修方便等原因。可见,可靠性高是可编程序控制器的主要特点。

2) 易操作性

可编程序控制器的易操作性表现在以下三方面。

(1) 操作方便。对可编程序控制器的操作包括程序输入的操作和程序更改的操作。

大多数可编程序控制器采用编程器进行程序输入和更改的操作。编程器至少提供了输入信息的显示,对大、中型的可编程序控制器,编程器采用CRT屏幕显示,因此,程序的输入直接可以显示。更改程序的操作也可直接根据所需的地址编号、继电器编号或节点号进行搜索或顺序寻找,然后进行更改。更改的信息可在液晶屏或CRT屏幕上显示。所以,可编程序控制器具有操作方便的特点。

(2) 编程方便。可编程序控制器有多种程序设计语言可供使用。对电气技术人员来说,由于梯形图与电气原理图较为接近,容易掌握和理解,所以,有利于程序的编写和学习。采用布尔助记符编程语言时,由于符号是功能的简单缩写,十分有利于编程人员的编程。虽然功能表图、功能模块图和高级描述语句的编程方法应用尚未普及,但是,由于它们具有功能清晰、易于理解等优点,正被广大技术人员所接纳和采用,并发挥出更有效的功能特点。

(3) 维修方便。由于可编程序控制器具有自诊断功能,因此对维修人员维修技能的要求降低了。当系统发生故障时,通过硬件和软件的自诊断,维修人员可根据有关故障信号灯的提示和故障代码的显示,或通过编程器和CRT屏幕的显示,很快地找到故障所在的部位,为迅速排除故障和修复节省了时间。

为了便于维修工作的开展,有些可编程序控制器的制造厂商还提供了维修用的专用仪表或设备,提供故障树等维修用的资料。有些厂商还提供维修用的智能卡件或插件板,使维修工作变得十分方便。

可编程序控制器的面板和结构的设计也考虑了维修的方便性。例如,对需维修的部件设置在便于维修的位置、信号灯设置在易于观察的部位、接线端子采用便于接线与更换的类型等,这些设计使维修工作能方便地进行,从而大大节省维修时间。

采用标准化元件和标准化工艺生产流水线作业,使维修用的备品备件简化,也使维修变得方便。

3) 灵活性

可编程序控制器的灵活性表现在以下三方面。

(1) 编程的灵活性。可编程序控制器采用的编程语言有梯形图、布尔助记符、功能表图、功能模块图和语句描述编程语言,只要掌握其中一种语言就可以进行编程。编程方法的多样性使编程方便、应用面拓展。

由于采用软连接的方法,因此,在生产工艺流程更改或生产设备更换时,可以不必改变可编程序控制器的硬设备,通过程序的编制与更改就能适应生产的需要。这种编程的灵活性是继电器顺序控制系统所不能比拟的。正是由于编程的柔性特点,使可编程序控制器能大量地替代继电器顺序控制系统,成为当今工业控制领域的重要控制设备。在柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)和计算机集成过程控制系统(CIPS)中,可编程序控制器正成为主要的控制设备,得到广泛的应用。

(2) 扩展的灵活性。可编程序控制器的扩展灵活性是它的一个重要的特点。它可根据应用的规模不断扩展,即可进行容量的扩展、功能的扩展、应用和控制范围的扩展。它不仅可以通过增加输入/输出单元增加点数,通过扩展单元来扩大容量和功能,也可以通过多台可编程序控制器的通信来扩大容量和功能,甚至可通过与集散控制系统(DCS)或其他上位机的通信来扩展它的功能,并与外部设备进行数据的交换等。这种扩展的灵活性大大方便了用户。

(3) 操作的灵活性。操作的灵活性是指设计的工作量、编程的工作量和安装施工的工作量大大减少,操作十分灵活方便,监视和控制变得容易。在继电器顺序控制系统中所需的一些操作可以简化,不同的生产过程可采用相同的控制台或控制屏等。

4) 机电一体化

为了使工业生产过程的控制更平稳、更可靠,向优质高产低耗要效益,对过程控制设备和装置提出了机电一体化——仪表、电子、计算机综合的要求,而可编程序控制器正是这一要求的产物,它是专门为工业过程控制而设计的控制设备,它的体积大大减小、功能不断完善、抗干扰性能增强、机械与电气部件被有机地结合在一个设备内,把仪表、电子和计算机的功能综合在一起。因此,它已成为当今数控技术、工业机器人、过程流程控制等领域的主要控制设备。

1.3.3 可编程序控制器系统的应用

可编程序控制器的主要功能和应用如下所述。

1) 开关逻辑和顺序控制

开关逻辑和顺序控制是可编程序控制器应用最广泛、最基本的场合。它的主要功能是完成开关逻辑运算和进行顺序逻辑控制,从而可以实现各种简单或十分复杂的控制要求。

2) 模拟控制

在工业生产过程中,有许多连续变化的物理量需要进行控制,如温度、压力、流量、液位等,这些都属于模拟量。为了实现工业领域对模拟量控制的广泛要求,目前大部分 PLC 产品都具备处理这类模拟量的功能。特别是在系统中模拟量控制点数不多,同时混有较多的开关量时,可编程序控制器具有其他控制装置所无法比拟的优势。另外,某些 PLC 产品还提供了典型控制策略模块,如 PID 模块,从而可实现对系统的 PID 等反馈或其他模拟量的控制运算。

3) 定时控制

PLC 具有很强的定时、计数功能,它可以为用户提供数十个甚至上百个定时器与计数器。其定时时间间隔可以由用户加以设定。对于计数器,如果需要对于频率较高的信号进行计数可以选择高速计数器。

4) 数据处理

新型 PLC 都具有数据处理能力,它不仅能进行算术运算、数据传输,而且还能进行数据比较、数据转换、数据显示打印等功能,有些 PLC 还可以进行浮点运算、函数运算。

5) 信号联锁系统

在信号联锁系统中,采用高可靠性的可编程序控制器是安全生产的要求。对安全要求高的系统还可采用多重的检出元件和联锁系统,而对其中的逻辑运算等,可采用冗余的可编程序控制器实现。

6) 通信

把可编程序控制器作为下位机,与上位机或同级的可编程序控制器进行通信,完成数据的处理和信息交换,实现对整个生产过程的信息控制和管理,因此 PLC 是实现工厂自动化的理想工业控制器。

1.4 可编程序控制器的基本结构与工作原理

1.4.1 可编程序控制器的基本结构

可编程序控制器是微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物,是在程序控制器、一位微处理器控制器和微机控制器的基础上发展起来的新型控制器。从广义上讲,可编程序控制器是一种计算机系统,只不过它比一般计算机具有更强的与工业过程相连接的输入/输出接口,具有更适用于控制要求的编程语言,具有更适应于工业环境的抗干扰性能。因此,可编程序控制器是一种工业控制用的专用计算机,它的实际组成与一般微型计算机系统基本相同,也是由硬件系统和软件系统两大部分组成的。