

高职高专规划教材



可编程控制器技术

刘敏 主编



机械工业出版社
China Machine Press

高职高专规划教材

可编程控制器技术

主 编 刘 敏

副主编 徐永汉 张全庄

参 编 庄 严 马淑兰

主 审 耿世彬



机械工业出版社

本书系统地介绍了可编程控制器(PLC)的特点、结构组成、工作原理、指令系统、编程方法、PLC 系统的设计、调试和维护方法及 PLC 网络连接等可编程控制器技术。在对 OMRON C 系列 PLC 机型进行典型分析的基础上,还简要介绍了松下 FP1 型、三菱 F1 型和西门子 S7-200 型 PLC。书中有大量的编程举例和工程实例,并附有实验指导书和各章习题。

本书作为高等职业技术教育教材,用于机电一体化、工业自动化、电气技术等专业的教学,同时可用作各类院校及科技人员的培训教材和自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器技术/刘敏主编. —北京:机械工业出版社, 2000.12

高职高专规划教材

ISBN 7-111-08549-3

I. 可... II. 刘... III. 可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 77928 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王世刚

封面设计:方 芬 责任印制:郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

1400mm×1000mm B5·8.625 印张·334 千字

0 001—5000 册

定价:20.00 元

本书内容如有更改或与实际操作不符,恕不另行通知
凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

前 言

可编程控制器（PLC）是集成计算机技术、自动控制技术和通信技术的高新技术产品。因其具有功能完备、可靠性高、使用灵活方便的显著优点，所以成为工业及各个领域发展最快、应用最广的控制装置。可编程控制器技术已成为现代控制技术的重要支柱之一。

为了适应各行各业普遍应用可编程控制器的需要，可编程控制器技术课程已在全国各高等院校相继独立开设，其典型的应用特性使高等职业教育对此更是倍加重视。本书是为满足职业教育教学和工程技术人员的需求而编写的。

本书作为教材，以理论联系实际为指导、以技术应用为目标，把熟悉结构原理和掌握编程应用为学习的基本要求。在内容上力求体系完整、通俗易懂、具有实际指导意义。书中系统地讲述了可编程控制器的结构原理、编程方法和系统设计，各章节均列举了较多例题，并且编入了可编程控制器操作使用及可编程控制器技术综合应用的实验指导书。在可编程控制器具体机型分析中，以在我国市场应用广泛的日本 OMRON P 型机和 C200H 为主，同时介绍了其它几种常用的可编程控制器如松下 FP1 型、三菱 F1 型和西门子 S7-200 型。通过典型机型的学习及对比，达到举一反三、适应现场的效果。

全书共分九章。第一章概论，介绍可编程控制器的概念、特点、分类及发展。第二章介绍可编程控制器的组成、工作原理和性能指标。第三章介绍可编程控制器的结构、存储区分配、基本 I/O 和功能 I/O 模块、编程器等硬件特性。第四、五章详细介绍 OMRON C 系列 PLC 的指令系统、编程方法和程序实例。第六章介绍可编程控制器的系统开发设计、安装调试和诊断维护。第七章介绍可编程控制器网络。第八章简介其它几种常用 PLC 的性能、指令及编程。第九章是实验指导书。本书每章之后均有习题，帮助读者自我检测或复习巩固所学内容。

本书的第一章和第八章第三节由徐永汉编写，第二、四章由庄严编写，第三章由马淑兰编写，第五、六、七章、附录、习题由刘敏编写，第八、九章由张全庄编写。

本书由刘敏任主编，徐永汉、张全庄任副主编，解放军理工大学耿世彬为主审。在编写过程中得到烟台职业技术学院徐国林和天津塘沽职工大学王玉松等多位老师的热情帮助和支持，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。主编的

E-mail 地址: “qujian @ public.ytpptt.sd.cn”。电话: O: (0535) 6015564 / H: (0535) 6882645。欢迎来信来电。

编者

2001 年 1 月

目 录

前言

第一章 可编程控制器概论 1

第一节 可编程控制器的定义 1

第二节 可编程控制器的特点 5

第三节 可编程控制器与其它工业控制装置的比较 8

第四节 可编程控制器的分类与发展 ... 10

习题一 12

第二章 可编程控制器原理 14

第一节 可编程控制器系统的基本组成 14

第二节 可编程控制器的工作原理 ... 17

第三节 可编程控制器的基本指标 ... 21

第四节 可编程控制器工作过程举例 24

习题二 26

第三章 可编程控制器结构 27

第一节 小型高档 PLC 系统结构 27

第二节 基本 I/O 模块 30

第三节 可编程控制器存储区分配 ... 34

第四节 可编程控制器系统等效电路 42

第五节 功能 I/O 单元 43

第六节 编程器 49

习题三 51

第四章 可编程控制器指令系统 ... 52

第一节 指令系统概述 52

第二节 OMRON 系列 PLC 的基本指令 54

第三节 OMRON 系列 PLC 的功能指令 61

习题四 99

第五章 可编程控制器程序设计 ... 101

第一节 编程方法 101

第二节 编程原则和技巧 104

第三节 典型程序模块 106

第四节 应用程序实例 111

第五节 可编程控制器的程序输入 117

习题五 122

第六章 可编程控制器系统设计与安装 124

第一节 可编程控制器系统设计 124

第二节 可编程控制器系统调试 137

第三节 可编程控制器系统维护 140

习题六 146

第七章 可编程控制器网络 148

第一节 通信与网络概述 148

第二节 可编程控制器的通信网络 153

第三节 可编程控制器通信系统实例 154

习题七 159

第八章 其它常用可编程控制器

简介 160

第一节 日本松下电工 FPI 型可编程控制器 160

第二节 日本三菱电机 F1 型可编程控制器 170

第三节 德国西门子 S7-200 型可编程控制器 174

习题八 203

第九章 实验指导书 204

实验一 可编程控制器的基本认识 204

实验二 简易编程器的操作 206

实验三 图形编程器的操作 212

实验四 个人计算机编程软件的使用 216

实验五 基本指令的应用 219

实验六 基本电路的程序及运行 223

实验七 PLC 的综合应用 227

附录 238

附录一 OMRON P 型 PLC 指令系统 238

附录二 OMRON P 型 PLC 指令执行时间 241

附录三 OMRON C200H 指令系统 244

附录四 OMRON C200H 指令执行时间 263

参考文献 269

第一章 可编程控制器概论

作为计算机技术的应用，可编程控制器是现代新型工业控制的标志产品。它已取代了继电器而成为解决自动控制问题的最有效、最便捷的工具，在工业、农业、商业及各行各业得到广泛应用。本章概述可编程控制器的定义、功能、特点、现状及发展趋势。

第一节 可编程控制器的定义

人类的社会生产实践可以看作是由许许多多的生产过程组成的。在 21 世纪的今天，通过各种机械设备高速、高效、高质量地满足人们的不同需要，已成为生产活动的主要内容。而控制这些机械设备的自动化技术水平，则是社会发展进程的重要标志。

一、自动控制系统概述

1. 自动控制的基本概念

生产机械通常由动力元件、传动机构、工作机构和控制装置四个基本部分组成。例如机床，电动机经由传动机构驱使工作台移动。显然，机床工作台的位置、速度和动作顺序取决于电动机的转角、转速和转向。此时，为满足加工工艺对机床工作台的动作要求，需要准确地对电动机的起动、制动、调速和换向进行控制，控制装置的作用正在于此。如果这个控制过程能够自动进行，我们就将这种控制称为自动控制，其相应的控制技术和控制装置则构成了自动控制系统。因此，自动控制是无需人的直接参与，利用自动控制系统使被控对象（如机床工作台）自动地按人为预定规律运动的一种控制。

2. 自动控制系统的类型

自动控制系统按被控变量的特性可分为模拟量控制和开关量控制两大类。

（1）模拟量控制系统 模拟量控制系统所控制的是随时间连续变化的模拟量信号，如电压、电流、温度、速度、位移等。这类系统以反馈控制（亦称闭环控制）为主流，接收、采集各项输入信息后，进行数据分析和处理，实现对目标的过程控制。根据控制要求不同又可将其分为定值控制系统和随动控制系统。

定值控制系统又称自动调节系统，这种系统的控制输入量为定值或预先确定的变量，要求控制系统排除各种干扰，保持被控量的恒定或按指定要求动作。工业生产中的温度、压力、流量等参数的控制系统、调速系统、机床工作台进给系统等属于此类系统。

随动控制系统又称自动跟踪系统，这种系统的控制输入量是一个事先难以确定的变量，要求控制系统排除各种干扰，使被控量迅速、准确地复现和跟随输入信号的变化。雷达天线的自动跟踪系统、导弹和高炮的自动瞄准系统、机床工作位置检测系统等就属此类系统。

(2) 开关量控制系统 开关量控制系统所控制的变量是在时间上断续的离散量信号，如开关的通断、电平的高低、信号的有无、脉冲的数目等，我们称之为开关量。这类系统以顺序控制（亦称逻辑控制）为主流，输入的开关量信号经逻辑运算处理后实现目标的顺序控制。根据控制要求不同，又可将其分为时间顺序控制系统、逻辑顺序控制系统和条件顺序控制系统。

时间顺序控制系统以确定的时间参数作为控制输入量，要求控制系统保证被控量按预定时间进行顺序动作。交通信号系统、物料输送系统等属于此类系统。

逻辑顺序控制系统以确定的逻辑状态（0 或 1）作为控制输入量，要求控制系统保证被控量在各设定的逻辑状态到来时进行顺序动作。例如在液体自动配料系统中，当物料液位在几个设定高度时，相应的状态决定了各种物料的加入顺序、加入数量、搅拌机的启停、出料阀门的启闭等动作顺序。在机床夹具控制系统中，工件到位后夹具夹紧，夹紧力足够时开始切削，这个工作顺序不是由时间而是由逻辑状态控制的。

条件顺序控制系统以条件作为控制输入量，某一条件满足时，执行相应的操作，不满足时，执行另外的操作。若干条件并存时，控制系统使被控量按优先级顺序动作。这类系统的典型例子是电梯系统，电梯的运行顺序由不同的按钮（条件）决定，当几个按钮同时按下时，电梯控制系统识别后按设定的优先级依次工作。

3. 自动控制的技术手段

人类对生产过程实施自动控制的愿望和实践古已有之，从三国时代木牛流马的神奇到现代计算机的无所不能，自动控制技术日益更新和发展。现将其归类如下：

(1) 机械传动控制 这是以原始动力与机构的一系列机械动作来实现预期控制要求的控制技术，由生产机械构成一个控制系统，采用的是直接控制方式。例如风力水车、收割机械等。

(2) 电气传动控制 这种控制技术以继电器接触器控制为代表，由电气线路中低压电器的动作来实现对大功率执行元件的顺序控制，采用的是间接控制方

式。当开关信号输入时,控制电路经过由许多继电器触点状态组合而成的逻辑运算,将结果按实际要求分配给不同的接触器,接触器即对主电路中的电动机实现预定的控制。这种控制曾经是工业控制的主要技术手段。

(3) 计算机控制 20 世纪 60 年代计算机的出现并且迅猛发展,使计算机的应用已经遍及所有领域。计算机技术的两个核心是集成电路模块结构和程序工作方式,通过软件程序的编制就能实现人们的各种控制需求。计算机使控制技术产生了本质的突破和飞跃。

本书介绍的可编程控制器是计算机技术用于工业控制的一个典范,它以适应性好、可靠性高、功能强大而成为现代工业控制的主流。

二、可编程控制器的产生

在工业控制领域,为了实现弱电对强电的控制,使机械设备实现预期的要求,继电器系统曾被广泛使用并占主导地位。虽然它具有结构简单、易学易懂、价格便宜的优点,但其控制过程是由硬件接线的方式实现的。如果某一个继电器损坏,甚至仅仅是一对触点接触不良,就可能造成系统瘫痪,而故障的查找和排除又往往是困难的,需要花费很长时间。如果产品更新换代,则需改变整个系统的控制元件及其组合,重新进行复杂的接线。既要增加硬件的购置费用,又延长了施工周期。可见,继电器控制系统存在着可靠性低、适应性差的缺点,给人们在使用上带来很大的不便和遗憾。

现代社会中各类产品的品种和型号不断地改进和翻新,可谓日新月异,所以产品生产具有多品种、小批量、低成本和高质量的特点。显然,传统的继电器系统已无法满足频繁变动的控制要求,人们开始寻求新的控制系统。60 年代初,大规模生产提出了多机群控的要求,其所配置的继电器系统相当复杂。恰逢此时出现了小型计算机,于是,人们试图用小型计算机系统取代复杂的继电器系统。但小型计算机用于工业控制时存在价格昂贵、输入输出电路不匹配和编程技术复杂等问题,故未能得到推广应用。尽管如此,利用计算机技术进行工业控制的尝试已揭开了现代控制技术的新篇章。

1968 年,为使汽车型号不断翻新,以在激烈的市场竞争中取胜,美国通用汽车公司(GM)从用户角度提出了新型控制器应具备的十项条件进行招标,即有名的十项招标指标,之后立即引起了开发热潮。这十项招标指标是:

- ① 编程简单,可在现场修改和调试程序;
- ② 维护方便,采用插入式模块结构;
- ③ 可靠性高于继电器控制系统;
- ④ 体积小于继电器控制柜;
- ⑤ 能与管理中心计算机系统进行通信;

- ⑥ 成本可与继电器控制系统相竞争；
- ⑦ 输入量是 115V 交流电压（美国电网电压 110V）；
- ⑧ 输出量为 115V 交流电压，输出电流在 2A 以上，能直接驱动电磁阀；
- ⑨ 系统扩展时，原系统只需作很小变动；
- ⑩ 用户程序存储器容量至少 4K 字节。

从招标条件中可以看出，新型的工业控制器被设想为将硬件接线逻辑关系转变为软件程序计算，编程语言面向用户，系统易于设计修改，既保留继电器控制系统结构简单、易于掌握、价格便宜的优点，又结合吸收计算机的功能丰富、灵活通用、可靠性高的优点，并且一定要适合在工业环境下运行。

美国数字设备公司（DEC）1969 年中标，研制出符合要求的控制器，即世界上第一台可编程控制器，在通用汽车公司的汽车装配线上首次应用即获成功。很快，对这项新技术的研究应用从美、日、欧遍及到全世界。可编程序控制器得到不断地改进和发展，迅速成为现代工业控制的主导产品。

三、可编程控制器的定义

最初的可编程控制器主要用于顺序控制，虽然采用了计算机的设计思想，但实际只能进行逻辑运算，故称作可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller），简称 PLC。

随着计算机技术的发展及微处理器的应用，可编程控制器的功能不断扩展和完善，早已远远超出逻辑控制、顺序控制的范围，具备了模拟量控制、过程控制以及远程通信等强大功能。经过调查，美国电气制造商协会（NEMA）将其正式命名为可编程控制器（Programmable Controller），简称 PC。但为了与个人计算机（Personal Computer）的专称 PC 相区别，常常把可编程控制器仍简称为 PLC。本书亦将可编程控制器称作 PLC。

可编程控制器在不断地发展，对它的定义也不是一成不变的。国际电工委员会（IEC）于 1982 年颁布了可编程控制器标准草案，1985 年提交了第二版，1987 年的第三版对可编程控制器定义如下：

“可编程控制器是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置，是带有存储器、可以编制程序的控制器。它能够存储和执行指令，进行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作，并通过数字式和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的外围设备，都应按易与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则设计。”

事实上，可编程控制器是一种以微处理器为基础、带有指令存储器和输入输出接口、综合了微电子技术、计算机技术、自动控制技术、通信技术的新一代工业控制装置。

第二节 可编程控制器的特点

可编程控制器以其丰富的功能、显著的特点而得到广泛的应用，现从以下几方面进行说明。

一、可编程控制器的功能

可编程控制器有丰富的功能指令和功能模块，主要功能有：

1. 逻辑运算和定时计数功能——开关量控制功能

PLC 设置有“与”、“或”、“非”等逻辑运算指令，能够描述继电器触点的串联、并联、复合串并联等各种连接关系，还为用户提供了若干个定时器和计数器，并设置了定时和计数指令。定时值和计数值可由用户编程时设定，并可在运行中被读出或修改。因此可以取代继电器进行逻辑组合与顺序控制。

2. 数据处理和数字量与模拟量的转换功能——模拟量控制功能

PLC 设置有数据传送、比较、运算、移位、位操作、数制转换等数据处理指令和打印输出指令，并可对存储器间接寻址。PLC 可配有模数转换（A/D）和数模转换（D/A）模块，能实现对模拟量的测量与控制。

3. 数据发送和接收功能——通信功能

PLC 设置有数据发送和接收指令，可与计算机、其它 PLC 和外设之间建立链接，具有通信联网功能。

4. 中断处理功能

PLC 设置有中断指令，通过中断响应，及时得到所输入状态的变化信息，能够进行故障检测和提高运行速度。

5. 监控和自诊断功能

PLC 设置有报警和运行信息的显示。它在系统发生异常时自动停止运行并发出报警信号，能够保护和恢复现场，还能通过软件进行故障检测和程序校验。

6. 扩展功能

PLC 主机上设有输入输出扩展接口，通过专用模块配置可扩大信息处理范围和实现功能扩展。例如，配置扩展 I/O 模块，可增加输入输出点数，配置智能 I/O 模块可使 PLC 增加伺服电机控制、闭环过程控制、温度控制、远程通信等专项特殊功能。

二、可编程控制器的应用

可编程控制器的功能决定了应用，其主要的功能范围归纳如下：

1. 开关量的逻辑控制

这是可编程控制器最基本的应用。用 PLC 取代传统的继电器控制，完成开关量逻辑运算和进行逻辑控制。可用于机床电控、食品加工机、印刷机械、高炉上料、电梯、货物存取、装配生产线等机械设备和生产线的逻辑动作控制。

2. 模拟量的过程控制

可编程控制器能够实现模拟量的控制，配上闭环控制（PID）模块后即可对温度、压力、流量、液面高度等连续变化的模拟量进行闭环过程控制，使变量保持在设定值上。可用于加热炉、轧钢、反应堆、酿酒等生产流程和工艺过程的控制。

3. 机械运动控制

可编程控制器的运动控制模块可实现对伺服电机和步进电机的速度与位置的控制，用于数控机床、工业机器人等。

4. 建立自动化控制网络

把可编程控制器作为下位机，与上位的计算机或同级的 PLC 进行通信，完成数据处理和信息交换，可构成“集中管理、分散控制”的集散式控制系统（又称分布式控制系统），实现对整个生产过程的信息管理和功能控制。PLC 是柔性制造系统（FMS）和工厂自动化网络中的基本组成，广泛应用于机械、石油、电力、化工等行业。

5. 信号锁与报警

安全生产需要的信号锁与报警系统可由 PLC 实现，如交通信号控制、状态监视和报警系统等。

三、可编程控制器的特点

可编程控制器专为在工业环境下应用及满足用户需要而设计，因此具有以下显著特点：

1. 可靠性高

设备的高可靠性指的是平均无故障工作时间（MTBF）长和故障平均修复时间（MTTR）短。可编程控制器在恶劣工作环境中应用的高可靠性，由以下设计得到保证：

（1）硬接线元件少，且采用精选、冗余、集成化、模块化等措施，使元件寿命长、故障少，故障易于查找。

（2）采用多层次的抗干扰措施，如对 CPU 模块的电磁屏蔽、在电源电路和 I/O 模块中设置滤波电路和在输入输出电路中采用信号光电耦合，使 PLC 可与强电设备在同一环境下可靠工作。

（3）因编程简单、操作方便而使失误减少。

(4) 设置了掉电保护、监控、报警、故障检测等电路和程序，能够及时发现和排除故障。

采用以上措施后，一般可编程控制器的抗干扰能力可达 1000V、1 μ s 的窄脉冲的冲击，平均无故障工作时间可高达 (5~10) 万小时。可见，PLC 具有极高的可靠性，这也是 PLC 得到用户认可的首要因素。

2. 柔性好

设备的柔性是指其在使用过程中的适应性和灵活性。可编程控制器的柔性表现为：

(1) 由于采用程序控制方式，所以在因产品改型而改变工艺流程或更换生产设备时，只需通过程序的编制和更改即可适应生产要求，而不必改变控制装置。这一柔性特点使 PLC 成为柔性制造系统 (FMS) 中必不可少的控制装备。

(2) 模块式结构具有扩展的灵活性，用户可根据实际控制要求选用和组合模块，方便地进行系统设计、修改和安装。

3. 功能强大

可编程控制器不但具有开关量控制、模拟量控制、数据通信、中断控制等完善的功能，还能根据需要实现容量和功能的扩展，形成各种专门的智能控制功能。这是 PLC 得到各行各业广泛应用的重要原因。

4. 使用方便

可编程控制器的使用方便表现在以下两方面：

(1) 编程方便。PLC 提供了多种面向用户的编程语言：梯形图、指令语句表、功能图等，其中梯形图语言的表达方式与继电器控制系统的电气线路图类似，极易被工厂电气技术人员接受和掌握。这样，即使不懂计算机原理和语言的人，也能使用 PLC。

(2) 操作方便。对 PLC 的操作是指程序的输入和程序的更改。通常采用手持式编程器和个人计算机 (PC) 进行。编程器直接或由电缆插入 PLC 的相应插座，程序由键盘输入并有液晶显示，可工作在编程、运行和监控的不同状态下，用于现场调试和在线修改是非常方便的。通过 PLC 厂商提供的编程软件及通信接口，用户还可以使用个人计算机对 PLC 编程，并对系统进行仿真、测试、监视和控制。

5. 体积小、功耗低

集成电路模块使可编程控制器达到小型化或超小型化，使其易于装入机械电子设备内部，这是产品实现机电一体化的关键环节。

6. 编程语言有待于标准化

尽管各个厂家生产的可编程控制器均采用面向用户的梯形图和指令语句表等编程语言，形式上大同小异，但尚未达到完全统一。目前美、英、日、法、德等

在其国内已基本实现梯形图等编程语言的标准化,但全球标准化尚有待时日,这为用户使用不同品牌 PLC 时带来不便。

第三节 可编程控制器与其它工业控制装置的比较

作为工业控制装置,可编程控制器与控制系统中的继电器、计算机具有可比性。

一、可编程控制器与继电器的比较

可编程控制器与继电器控制系统都是典型的工业控制装置。从基本控制目标看,两者的开关量控制功能和信号的输入输出形式是相同的,能实现开关量的逻辑和顺序控制。输入信号是按钮、限位开关、光电开关和开关式传感器等,输出信号可直接控制外部负载,如电机、电磁阀、接触器和指示灯等。从设计表达形式看,PLC 的梯形图与继电器的控制线路图是相似的,都采用电气元件符号表示,且十分易于掌握。但可编程控制器系统与继电器系统在以下几方面的不同表现了两性性能的明显差异。

1. 组成器件不同

继电器系统由许多真正的继电器——“硬继电器”组成,一般一个中间继电器由 4~8 对机械触点,而 PLC 梯形图中的继电器是“软继电器”。这些软继电器实质上是存储器中每一位触发器,因其内容(状态 0 或 1)可读取任意次数,所以“软继电器”能提供的触点数是无限的,而且不存在机械触点的电蚀问题。

2. 控制技术不同

继电器控制系统针对固定的生产机械和生产工艺而设计,以硬接线方式安装而成,各个继电器中触点的通断状态(1、0)经电路组合而构成一种固定的逻辑运算关系。以此构建的控制系统不但体积庞大,而且只有重新配线安装才能适应哪怕是生产工艺的微小改变。PLC 以集成电路模块组成,采用计算机技术,由程序实现控制,各种逻辑运算和算术运算均可通过编制修改程序来实现,即不必改变系统硬件就可以实现不同生产过程的控制以及进行在线修改。与继电器系统相比,可编程控制器系统具有很高的可靠性和极好的柔性。

3. 工作方式不同

在继电器系统中,当电源接通时,线路中各个继电器都处于受制约状态:或吸合,或断开。这种工作方式被称作并行工作方式。在 PLC 中,程序处于周期性循环扫描中,受同一条件制约的各部分的状态变化次序取决于程序扫描顺序,这种工作方式称作串行工作方式。若将表达形式相同的 PLC 梯形图与继电器控

制线路图相比较, 会发现由于分别工作在串行与并行方式下, 两者的控制结果却不一定相同。

4. 功能范围不同

继电器控制系统只能进行开关量的控制, 实现既定的逻辑、顺序、定时和计数的简单功能。而 PLC 不但有逻辑运算能力, 还有算术运算能力, 因此, 既可进行开关量控制, 又能进行模拟量控制, 还能实现网络通信, 具有十分完善的功能。

可编程控制器系统以可靠性高、柔性好、功能强、体积小、系统易于开发、扩展、安装和维护的优势取代了继电器控制系统的绝大多数应用场合。而继电器系统因其容易掌握、元件便宜的优点, 目前在工艺定型、控制简单的生产过程中仍有使用。

二、可编程控制器与计算机的比较

计算机控制系统通常是指由工业微机(单板机、单片机等)、工业控制总线或 PC 机组成的系统。控制系统中的计算机与可编程控制器的结构特征相同: 采用功能模块结构, 以微处理器、存储器、输入/输出接口和外部设备为主要组成部分。两者都具有很强的数据处理能力, 通过程序实现实时控制和过程控制, 功能强大, 应用范围广。可以说, 可编程控制器就是一种专为工业控制而设计的计算机。不过从工业控制角度看, 用于控制系统的可编程控制器与计算机还是有着以下几方面不同的特性:

1. PLC 更适合工业现场使用

因为可编程控制器在设计上对抗干扰能力、可靠性及体积等方面有专门的考虑, 所以工业控制的专业性强。而计算机系统通用性强, 适合于在计算机房运行。

2. PLC 的编程语言面向用户

可编程控制器的梯形图语言符合电气原理图规律, 易于接受和掌握, 工程技术人员即使不具备计算机知识亦可方便地使用。而计算机系统采用汇编语言或高级语言编程, 要求使用者必须具有一定程度的计算机基础知识。

3. PLC 采用顺序扫描方式工作

可编程控制器的扫描方式有利于顺序逻辑控制的可靠实施, 各个逻辑元素状态的先后次序与时间的对应关系明确。但使输入输出出现滞后现象, 响应较慢(为 ms 级)。计算机是中断工作方式, 响应速度快(为 μs 级), 且容易处理模拟信号。PLC 的中断控制功能主要用于某些状态监测而并非主要工作方式。

4. PLC 侧重于开关量的逻辑控制

可编程控制器以逻辑运算为主, 存储容量小, 体积小, 价格便宜; 计算机系

统侧重于模拟量的过程控制, 数据处理量大, 芯片配置要求高, 价格昂贵。事实上, 对于现代工业控制系统, 可编程控制器系统与计算机系统已无严格界限, 相互之间的技术渗透和综合应用已成趋势。例如在集散控制系统和工厂自动化网络中, 采用计算机集中管理, 进行信息处理, 采用 PLC 作为下位机完成分散的功能控制。

第四节 可编程控制器的分类与发展

一、可编程控制器的分类

可编程控制器产品的种类很多, 根据外部特性可将其进行如下分类:

1. 按点数和功能分类

可编程控制器实现对外部设备的控制, 其输入端子与输出端子的数目之和, 称作 PLC 的输入输出点数, 简称 I/O 点数。

为了适应信息处理量和系统复杂程度的不同需求, PLC 具有不同的 I/O 点数、用户程序存储器容量和功能范围, 由此可将其分为小型、中型和大型三类:

小型 PLC 又称低档 PLC。它的 I/O 点数小于 128 点, 用户程序存储器容量小于 4K 字。功能简单, 以开关量控制为主, 可实现条件控制、顺序控制、定时计数控制。适用于单机或小规模生产过程。

中型 PLC 又称中档 PLC。它的 I/O 点数在 128~512 点之间, 用户程序存储器容量为 4K~8K 字。功能比较丰富, 兼有开关量和模拟量的控制能力, 具有浮点数运算、数制转换、中断控制、通信联网和 PID 调节等功能。适用于小型连续生产过程的复杂逻辑控制和闭环过程控制。

大型 PLC 又称高档 PLC。它的 I/O 点数在 512 点以上, 用户程序存储器容量达到 8K 字以上。控制功能完善, 在中档机的基础上, 扩大和增加了函数运算、数据库、监视、记录、打印及中断控制、智能控制、远程控制的功能。适用于大规模的过程控制、集散式控制系统和工厂自动化网络。

2. 按结构形式分类

根据可编程控制器各组件的组合形式, 可将 PLC 分为整体式和机架式两大类。

整体式结构的 PLC 是将中央处理单元、存储单元、输入输出模块和电源部件集中配置在一个机箱内, 输入输出接线端子及电源进线分装在两侧, 并有发光二极管显示输入输出状态。这种 PLC 输入输出点数少、体积小、价格低, 便于装入设备内部。小型 PLC 通常采用这种结构。