



普通高等教育“十三五”规划教材

可编程控制原理与应用

KE BIAN CHENG KONG ZHI YUAN LI YU YING YONG

主编◎陈继勋 李敏



延边大学出版社

国家图书馆(CIP)数据

普通高等教育“十三五”规划教材

可编程控制原理与应用

编 著 陈继勋 李 敏
副主编 郭润梅 李科春 王 亮



延边大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制原理与应用 / 陈继勋, 李敏编著. — 延吉 :
延边大学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5688-1807-0

I. ①可… II. ①陈… III. ①可编程序控制器—高等
职业教育—教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 027206 号

可编程控制原理与应用

编著:陈继勋 李敏

责任编辑:王静

封面设计:可可工作室

出版发行:延边大学出版社

社址:吉林省延吉市公园路 977 号 邮编:133002

网址:<http://www.ydcbs.com>

E-mail:ydcbs@ydcbs.com

电话:0433-2732435

传真:0433-2732434

发行部电话:0433-2732442

传真:0433-2733266

印刷:三河市德辉印务有限公司

开本:787×1092 毫米 1/16

印张:23.5

字数:571 千字

版次:2017 年 1 月第 1 版

印次:2017 年 1 月第 1 次

ISBN 978-7-5688-1807-0

定价:48.00 元

前 言

为适应工业自动化发展的需要,在教学中应根据专业要求将理论和实践、知识与能力有机地结合起来,教学内容与职业岗位“接轨”。为此,编者专门组织编写了这本教材。

本书是一本“理论、实践”相结合的教材。在内容编排上,将可编程控制技术与实际工作岗位中的技能训练相结合;将理论教学与操作实践相结合;突出专业技能训练。本书坚持以能力为本位,在突出培养学生分析问题、解决问题和实践操作技能的同时,注重培养学生的综合素质和职业能力,以适应行业发展带来的职业岗位变化,突显教育的特色和本色,为学生的可持续发展奠定基础。

在教学过程中,应重视对学生职业道德和职业意识的培养;应立足于加强学生核心技能的培养,坚持“做中学、做中教”,使基本理论的学习和操作技能的训练与生产中的实际应用相结合;应通过参观、实践操作,提高学生学习兴趣,激发学习动力,掌握相应的知识和技能。

全书共分为 10 个项目,65 个任务理论学习,介绍了可编程控制器概述、可编程控制器的结构和工作原理、S7-200 系列可编程控制器系统特性及硬件构成、西门子 S7-200 可编程控制器编程与仿真软件的应用、可编程控制器的基本指令与实例解析、S7-200 可编程控制器顺序控制指令、功能指令、MM440 变频器介绍、电动机控制编程、可编程控制器应用系统设计等内容。为方便学习理论、掌握操作技能,每个项目专门安排了技能训练项目,以提高学生的实践操作技能,为今后从事电气自动化系统管理工作奠定基础。

本书由陈继勋、李敏担任主编,负责全书的组织、统稿和改稿,郭润梅、李科春、王亮任副主编,参加编写的人员有甘肃能源化工职业学院陈继勋(项目一、项目二、项目三、项目四、项目十)、李敏(项目五、项目六)、郭润梅(项目八)、王亮(附录)、靖远第二发电有限公司李科春(项目七、项目九)。

在编写过程中得到了甘肃能源化工职业学院相关同事和靖远第二发电有限公司技术人员的大力支持和帮助,在此一并致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处。望读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 可编程控制器概述	(1)
任务一 可编程控制器的产生与发展	(1)
任务二 可编程控制器的分类及特点	(5)
任务三 可编程控制器的功能及性能指标	(11)
任务四 参观工业自动化生产线	(13)
项目二 可编程控制器的结构和工作原理	(16)
任务一 可编程控制器的基本结构	(16)
任务二 可编程控制器的工作原理	(20)
任务三 可编程控制器硬件结构的认识	(23)
项目三 S7-200 系列可编程控制器系统特性及硬件构成	(26)
任务一 SIMATIC S7-200 系列可编程控制器的硬件系统	(26)
任务二 S7-200 可编程控制器的接口模块	(32)
任务三 S7-200 系列可编程控制器的内部资源及寻址方式	(36)
任务四 S7 系列可编程控制器及实训设备的认识	(44)
项目四 西门子 S7-200 可编程控制器	(46)
任务一 S7-200 可编程控制器的编程语言	(46)
任务二 西门子 S7-200 可编程控制器编程软件的应用	(48)
任务三 STEP7-Micro/WIN32 安装与启动	(58)
任务四 基本指令编程练习	(60)
项目五 可编程控制器的基本指令与实例解析	(64)
任务一 可编程控制器的基本逻辑指令及应用	(64)
任务二 定时器和计数器指令及应用	(82)
任务三 比较指令及应用	(100)
任务四 可编程控制器初步编程指导	(102)
任务五 程序控制指令	(105)
任务六 智力竞赛抢答装置的可编程控制器控制实训	(113)
任务七 天塔之光模拟控制实训	(117)
任务八 LED 数码显示控制实训	(120)
任务九 LED 数码管显示的抢答装置可编程控制器控制实训	(125)
任务十 十字路口交通灯控制实训	(128)
项目六 S7-200 可编程控制器顺序控制指令	(133)
任务一 功能图及顺序控制指令	(133)
任务二 功能图的主要类型	(138)
项目七 可编程控制器的功能指令与实例解析	(159)
任务一 传送、移位和填充指令	(160)
任务二 算术运算指令	(169)

任务三 表功能指令	(181)
任务四 转换指令	(185)
任务五 字符串指令	(195)
任务六 中断	(198)
项目八 电动机基本控制基础	(204)
任务一 低压电器的基本知识	(204)
任务二 电磁式接触器	(212)
任务三 电磁式继电器	(217)
任务四 熔断器	(234)
任务五 主令电器	(239)
任务六 开关电器	(245)
任务七 漏电保护开关	(252)
任务八 三相笼型异步电动机全压启动控制线路	(255)
任务九 三相笼型异步电动机降压启动控制线路	(264)
任务十 三相笼型异步电动机制动控制线路	(268)
任务十一 三相笼型异步电动机速调速控制线路	(272)
任务十二 直流电动机控制线路	(276)
任务十三 C650 卧式车床的电气控制线路	(282)
项目九 电动机基本控制环节的编程	(291)
任务一 PLC 在三相异步电动机点动及单向长动控制中的应用	(291)
任务二 PLC 在三相异步电动机正反转控制中的应用	(295)
任务三 PLC 在三相异步电动机位置与自动循环控制中的应用	(298)
任务四 PLC 在三相异步电动机顺序控制中的应用	(301)
任务五 PLC 在三相异步电动机降压启动控制中的应用	(306)
任务六 PLC 在三相异步电动机制动控制中的应用	(311)
任务七 PLC 在三相异步电动机调速控制中的应用	(317)
任务八 PLC 在三相绕线式异步电动机控制中的应用	(321)
任务九 PLC 在并励直流电动机单向启动控制中的应用	(325)
任务十 PLC 在并励直流电动机正反转控制中的应用	(327)
任务十一 PLC 在并励直流电动机单向能耗制动控制中的应用	(329)
项目十 可编程控制器与变频器综合应用及控制系统设计	(331)
任务一 MM440 变频器的面板操作及运行	(331)
任务二 可编程控制器与变频器外部端子电路设计	(334)
任务三 EV5000 触摸屏的使用	(337)
任务四 可编程控制器应用系统设计的内容和步骤	(347)
任务五 可编程控制器应用系统的硬件设计	(350)
任务六 MM440 变频器的面板操作与运行	(355)
任务七 变频器的外部运行操作	(357)
任务八 变频器的多段速运行操作	(359)
附录 S7-200 系列的指令系统速查表	(363)
参考文献	(370)

项目一 可编程控制器概述

可编程控制器(Programmable Controller,英文缩写为PC,后又称PLC)是以微处理器为基础,综合了计算机技术、半导体集成技术、自动控制技术、数字技术和通信网络技术发展起来的一种通用工业自动控制装置。它面向控制过程、面向用户、适应工业环境、操作方面、可靠性高,成为现代工业控制的三大支柱(PLC、机器人和CAD/CAM)之一。PLC控制技术代表着当前程序控制的先进水平,PLC装置已成为自动化系统的基本装置。本项目主要介绍可编程控制器的基本知识。

任务一 可编程控制器的产生与发展

【任务描述】

早期工业控制中采用的继电器控制系统属于固定接线的逻辑控制系统,控制系统的结构随功能不同而有差异。如果控制要求有所改变,就必须相应地改变硬接线结构,这对于复杂控制系统相当麻烦。另外,机械电气式器件本身的不足影响了控制系统的各种性能,无法适应现代工业发展的需要。在此基础上,研发出世界上第一台可编程控制器,可以满足复杂控制系统的需要。

【任务目标】

1. 了解可编程控制器的产生。
2. 了解可编程控制器的发展。

【主要内容】

一、可编程控制器的产生

20世纪60年代,电子技术的发展推动了控制电路的电子化,晶体管等无触点器件的应用促进了控制装置的小型化和可靠性的提高。60年代中期,小型计算机被应用到过程控制领域,大大提高了控制系统的性能。但当时计算机价格昂贵,编程很不方便,输入/输出信号与工业现场不兼容,因而没能在工业控制中得到推广与应用。

20世纪60年代末期,西方工业国家出现经济大萧条,作为工业龙头的汽车工业受到沉重打击。美国通用汽车公司(General Motors Corporation,GM)为了在激烈的市场竞争中战胜对手,摆脱困境,制定出多品种、小批量、不断推出新车型来吸引顾客的战略。但原有的控

制系统由继电器和接触器等组成,灵活性差,不能满足生产工艺不断更新的需要。

1968年,GM为了改造汽车生产设备的传统控制方式,提出了以下10条招标的技术指标。

(1)编程简单方便,可在现场修改程序。

(2)硬件维护方便,采用插件式结构。

(3)可靠性要高于继电器控制系统。

(4)体积小于继电器控制系统。

(5)可将数据直接送入管理计算机。

(6)成本可与继电器控制系统竞争。

(7)输入可以是AC115V。

(8)输出在AC115V、2A以上,能直接驱动电磁阀和接触器等。

(9)扩展时,原有系统只需要很小的改动。

(10)用户程序存储器的容量至少可扩展到4KB。

1969年,美国的数字设备公司(Digital Equipment Corporation, DEC)开发出世界上第一台能满足上述要求的样机,在GM的汽车装配线上获得成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、使用灵活、体积小、寿命长等一系列优点很快就推广到其他工业领域。随后德国、日本等国相继引进这一技术,使PLC迅速在工业控制中得到了广泛应用。在可编程控制器的早期设计中虽然采用了计算机的设计思想,但只能进行逻辑(开关量)控制,主要用于顺序控制,所以被称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC)。

随着微电子技术和计算机技术的迅速发展,微处理器被广泛应用于PLC的设计中,使PLC的功能增强,速度加快,体积减少,成本下降,可靠性提高,更多地具有了计算机的功能。除了常规的逻辑控制功能外,PLC还具有模拟量处理、数据运算、运动控制、PID(Proportional-Integral-Differential)控制和网络通信等功能,易于实现柔性制造系统(Flexible Manufacturing System, FMS),因而与机器人及计算机辅助设计/制造(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM)一起并称为现代控制的三大支柱。此外,可编程控制器在设计中还借鉴了计算机的高级语言,给实际应用带来了方便。为了使其生产和发展标准化,美国电气制造商协会(National Electrical Manufacturers Association, NEMA)经过调查,将其正式命名为Programmable Controller,简称PC,并给PC作了如下定义。

“PC是一个数字式的电子装置。它使用了可编程的记忆体存储指令,用来执行诸如逻辑、顺序、定时、计数与运算等功能,并通过数字或模拟的输入/输出模块控制各种机械或工作过程。一部数字电子计算机若是从事执行PC的功能,亦被视为PC,但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。”由于PC容易与个人计算机(Personal Computer)的缩写相混淆,因而人们仍沿用PLC作为可编程控制器的简称。

国际电工委员会(International Electro technical Commission, IEC)颁布的PLC的定义为:可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下的应用而设计。它采

用可编程的存储器,用来在其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,并通过数字的、模拟的输入和输出来控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备,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。

总之,可编程控制器是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入/输出接口,并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器并不针对某一具体工业应用。在实际应用时,其硬件应根据具体需要进行选配,软件则根据实际的控制要求或生产工艺流程进行设计。

二、可编程控制器的发展

1. 可编程控制器的发展过程

可编程控制器的发展与计算机技术、微电子技术、自动控制技术、数字通信技术、网络技术等密切相关。这些高新技术的发展推动了可编程控制器的发展,而可编程控制器的发展又对这些高新技术提出了更高的要求,促进了它们的发展。虽然可编程控制器的应用时间不长,但是随着微处理器的出现,大规模和超大规模集成电路技术的迅速发展和数字通信技术的不断进步,可编程控制器也取得了迅速的发展。其发展过程大致可分3个阶段。

(1) 第一代可编程控制器(20世纪60年代末~70年代中期)

早期的可编程控制器作为继电器控制系统的替代物,其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制和定时/计数控制等任务。可编程控制器在硬件上以准计算机的形式出现,在I/O(Input/Output)接口电路上作了改进,以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。另外还采取了一些措施,以提高其抗干扰的能力。可编程控制器在软件上吸取了广大电气工程技术人员的熟悉的继电器控制线路的特点,形成了特有的编程语言—梯形图(Ladder Diagram),并一直沿用至今。其优点是简单易懂,便于安装,体积小,能耗低,有故障指示,能重复使用等。

(2) 第二代可编程控制器(20世纪70年代中期~80年代后期)

20世纪70年代,微处理器的出现使可编程控制器发生了巨大的变化。各个可编程控制器厂商先后开始采用微处理器作为可编程控制器的中央处理单元(Central Processing Unit, CPU),使可编程控制器的功能大大增强。在软件方面,除了原有功能外,还增加了算术运算、数据传送和处理、通信、自诊断等功能。在硬件方面,除了原有的开关量I/O(Input/Output,输入/输出)以外,还增加了模拟量I/O、远程I/O和各种特殊功能模块,如高速计数模块、PID模块、定位控制模块和通信模块等。同时扩大了存储器容量和各类继电器的数量,并提供一定数量的数据寄存器,进一步增强了可编程控制器的功能。

(3) 第三代可编程控制器(20世纪80年代后期至今)

20世纪80年代后期,随着超大规模集成电路技术的迅速发展,微处理器的价格大幅度下降,各种可编程控制器采用的微处理器的性能普遍提高。为了进一步提高可编程控制器的处理速度,各制造厂家还开发了专用芯片,可编程控制器的软件和硬件功能发生了巨大变化,体积更小,成本更低,I/O模块更丰富,处理速度更快,指令功能更强。即使是小型可编

程控制器,其功能也大大增强,在有些方面甚至超过了早期大型可编程控制器的功能。

2. 可编程控制器发展的趋势

虽然可编程控制器只有 30 多年的历史,但其发展势头迅猛,目前可编程控制器的年生产增长率仍保持着很高的水平。成为当今增长速度最快的工业控制器,而且还将要继续发展下去。可编程控制器总的发展趋势是向高集成、小体积、大容量、高速度、易使用、高性能方向发展。具体表现在以下几个方面。

(1) 向小型化、专用化、低成本方向发展

20 世纪 80 年代初,小型可编程控制器在价格上还高于小系统用的继电器控制装置。随着微电子技术的发展,新型器件大幅度地提高功能和降低价格,使可编程控制器结构更为紧凑,相当于一本精装书的大小,操作使用十分简便。可编程控制器的功能不断增加,将原来大、中型可编程控制器才有的功能部分地移植到小型可编程控制器上,如模拟量处理、数据通信和复杂的功能指令等,但价格不断下降,真正成为现代电气控制系统中不可替代的控制装置。

(2) 向大容量、高速度方向发展

大型 PLC 采用多位微处理器系统,有的采用了 32 位微处理器,可同时进行多任务操作,处理速度提高,特别是增强了过程控制和数据处理的功能。另外,存储容量大大增加。

(3) 智能型 I/O 模块的发展

智能 I/O 模块是以微处理器和存储器为基础的功能部件,它们的 CPU 与可编程控制器的主机 CPU 并行工作,占用主机 CPU 的时间很少,有利于提高可编程控制器的扫描速度。它们本身就是一个小的微型计算机系统,有很强的信息处理能力和控制功能,有的模块甚至可以自成系统,单独工作。它们可以完成可编程控制器的主机 CPU 难以兼顾的功能,简化了某些控制系统的系统设计和编程,提高了可编程控制器的适应性和可靠性。智能 I/O 模块主要有模拟量 I/O、高速计数输入、中断输入、机械运动输入、热电偶输入、热电阻输入、条形码阅读器、多路 BCD 码输入/输出、模糊控制器、PID 回路控制和各种通信等模块。

(4) 基于 PC 的编程软件取代编程器

随着计算机的日益普及,越来越多的用户使用基于个人计算机的编程软件。编程软件可以对可编程控制器控制系统的硬件组态,即设置硬件的结构和参数,例如设置各框架各个插槽上模块的型号、模块的参数、各串行通信接口的参数等。在屏幕上可以直接生成和编辑梯形图、语句表、功能块图和顺序功能图程序,并可以实现不同编程语言的相互转换。程序被编译下载到可编程控制器,也可以将用户程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络或 Modem 卡,还可以实现远程操作。

编程软件的调试和监控功能远远超过手持式编程器,例如在调试时可以设置执行用户程序的扫描次数,有的编程软件可以在调试程序时设置断点,有的具有跟踪功能,用户可以周期性地选择保存若干编程元件的历史数据,并可以将数据上传后存为文件。

通过与可编程控制器通信,可以在梯形图中显示触点的通断和线圈的状态,查找复杂电路的故障非常方便。

(5) 可编程控制器编程语言的标准化

与个人计算机相比,可编程控制器的硬件、软件的体系结构都是封闭的而不是开放的。在硬件方面,各厂家的 CPU 模块和 I/O 模块互不通用。可编程控制器的编程语言和指令系统的功能、表达方式也不一致,因此各厂家的可编程序控制器互不兼容。为了解决这一问题,IEC(国际电工委员会)制定了可编程序控制器标准(IEC1131),标准中共有五种编程语言,其中的顺序功能图(SFC)是一种结构块控制程序流程图,梯形图和功能块图是两种图形语言,语句表和结构化文本是两种文字语言。标准还允许编程者在同一程序中使用多种编程语言,这使编程者能够选择不同的语言来适应特殊的工作。

(6) 可编程控制器通信的易用化

可编程控制器的通信联网功能使它能与个人计算机和其他智能控制设备交换数字信息,使系统形成一个统一的整体,实现分散控制和集中管理。通过双绞线、同轴电缆或光纤联网,信息可以传送到几十公里远的地方,通过 Modem 和互联网可以与世界上其他地方的计算机装置通信。为了尽量减少用户在通信编程方面的负担,可编程控制器厂商做了大量的工作,使设备之间的通信自动地周期性地地进行,不需要用户为通信编程,用户的工作只是在组成系统时做一些硬件或软件上的初始化设置。

(7) 组态软件与可编程控制器的软件化

个人计算机(PC)的价格便宜,有很强的数学运算、数据处理、通信和人机交互的功能。过去个人计算机主要用作可编程控制器、操作站或人机接口终端,工业控制现场一般使用工业控制计算机(IPC),这样相应地出现了应用于工业控制系统的组态软件,利用这些软件可以方便地进行工业控制流程中的实时动态监控,完成报警、历史趋势和各种复杂的控制功能,同时节约控制系统的设计时间,提高系统的可靠性。

(8) 可编程控制器与现场总线相结合

IEC 对现场总线(Field bus)的定义是:“安装在制造和过程区域的现场装置与控制室内自动控制装置之间的数字式、串行、多点通信的数据总线称为现场总线”。它是当前工业自动化的热点之一。现场总线以开放的、独立的、全数字化的双向多变量通信代替 0~10 mA 或 4~20 mA 的现场电动仪表信号。现场总线 I/O 集检测,数据处理、通信为一体,可以代替变送器、调节器、记录仪等模拟仪表。它不需要框架、机柜,可以直接安装在现场导轨槽上,现场总线 I/O 的接线极为简单,只需一根电缆,从主机开始,沿数据链从一个现场总线 I/O 连接到下一个现场总线 I/O。使用现场总线后,自控系统的配线、安装、调试和维护等方面的费用可以节约 2/3 左右,现场总线 I/O 与可编程控制器可以组成功能强大的、廉价的 DCS 系统。现在功能强大的可编程控制器也配有和现场总线联网的模块,使之可以就近挂接到现场总线上。使用现场总线后,操作员可以在中央控制室实现远程监控,对现场设备进行参数调整,还可以通过现场设备的自诊断功能预测故障和寻找故障点。

任务二 可编程控制器的分类及特点

【任务描述】

可编程控制器发展到今天,已经有多种形式,但总的发展趋势是向高集成度、小体积、大

容量、高速度、易使用、高性能的方向发展,可编程控制器的出现,受到了广大工程技术人员的欢迎。

【任务目标】

1. 了解可编程控制器的分类。
2. 理解可编程控制器的特点。
3. 了解可编程控制器与其他工业控制的比较。

【主要内容】

一、可编程控制器的分类

可编程控制器分类方法有多种,按规模(即 I/O 点数)可分为大、中、小型,按结构可分为整体式和组合式。在实际应用中通常都按 I/O 点数来分类。

1. 根据 I/O 点数分类

I/O 点数表明可编程控制器可以从外部接收多少输入量和向外部输出多少个输出量,即可编程控制器的 I/O 端子数。一般来说,点数多的可编程控制器功能较强。

I/O 点总数在 256 点以下的可编程控制器称为小型可编程控制器。小型可编程控制器体积小,结构紧凑,整个硬件融为一体,是实现机电一体化的理想控制器,也是一种在实际控制中应用得最为广泛的机型。小型可编程控制器一般有逻辑运算、定时、计数、移位等功能,适用于开关量的控制,可用来实现条件控制、定时/计数控制、顺序控制等。新一代的小型可编程控制器都具有算术运算、浮点数运算、函数运算和模拟量处理的功能,可满足更为广泛的需要。

I/O 点数在 256 点~1024 点之间的可编程控制器为中型可编程控制器。中型可编程控制器在逻辑运算功能的基础上增加了模拟量处理、算术运算、数据传送、数据通信等功能,可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制。中型可编程控制器的编程器有便携式和带有 CRT/LCD 的智能图形编程器供用户选择,后者为用户提供了更直观的编程工具,梯形图能直接显示在屏幕上,用户可以在屏幕上直观地了解用户程序运行中的各种状态信息,方便了用户程序的编写和调试,提供了良好的监控环境。

I/O 点数在 1024 点以上的可编程控制器为大型可编程控制器,大型可编程控制器功能更加完善,具有数据处理、模拟调节、联网通信、监视、存储、打印等功能,可以进行中断控制、智能控制、远程控制。大型可编程控制器的通信联网功能强,可以构成 3 级通信网络,并作为分布式控制系统中的上位机,能实现大规模的过程控制,构成分布式控制系统或整个工厂的集散控制系统,实现工厂管理的自动化。大型可编程控制器的用户程序存储器容量更大,扫描速度更快,可靠性更高,指令更丰富,如功能指令包括浮点运算、三角函数等运算指令,PID 可处理多达 32 个回路的控制。而且大型可编程控制器自诊断功能极强,不仅能指示故障的原因,还能将故障发生的时间存储起来,以便于用户事后查询。此外还能采用高级语言(如 BASIC 语言等)编写用户程序,能扩展成冗余系统,进一步提高了系统的可靠性。如表 1

-1 所示为可编程控制器结构类型及生产厂家。

表 1-1 可编程控制器结构类型及生产厂家

类型	特点	可编程控制器及生产厂家	
小型机	I/O 点数< 256 点;单 CPU、8 位或 16 位处理器、用户存储器容量 4K 字以下。	GE—I 型	美国通用电气公司
		TI100	美国德州仪器公司
		F、F1、F2	日本三菱电气公司
		C20 C40	日本立石公司(欧姆龙)
		S7—200	德国西门子公司
		EX20 EX40	日本东芝公司
		SR—20/21	中外合资无锡华光电子工业有限公司
中型机	I/O 点数 256 ~ 2048 点;双 CPU,用户存储器容量 2~8K。	S7—300	德国西门子公司
		SR—400	中外合资无锡华光电子工业有限公司
		SU—5、SU—6	德国西门子公司
		C—500	日本立石公司
		GE—Ⅲ	GE 公司
大型机	I/O 点数> 2048 点;多 CPU,16 位、32 位处理器,用户存储器容量 8~16K。	S7—400	德国西门子公司
		GE—Ⅳ	GE 公司
		C—2000	立石公司
		K3	三菱公司

2. 根据结构分类

从结构形式上分,可编程控制器可分为整体式和模块式两类。一般小型可编程控制器多为整体式结构,如图 1-1 所示。小型可编程控制器的 CPU、电源、I/O 单元等都集中配置在一起。有些产品则全部装在一块电路板上,结构紧凑,体积小,重量轻,容易装配在设备的内部,适合于设备的单机控制。整体式可编程控制器的缺点是主机的 I/O 点数固定,使用不够灵活,维修也不够方便。模块式可编程控制器的各个部分以单独的模块分开设置,如 CPU 模块、电源模块、输入模块、输出模块及其他高性能模块等。一般大、中型可编程控制器多为模块式结构,如图 1-2 所示。模块式可编程控制器通常由机架底板联结各模块(也有的可编程控制器为串行连接,没有底板),底板上有若干插座。使用时将各种模块直接插入机架底板即可。这种结构的可编程控制器配置灵活,装配方便,易于扩展,可根据控制要求灵活配置各种模块,构成各种功能不同的控制系统。模块式可编程控制器的缺点是结构较复杂,价格较高。

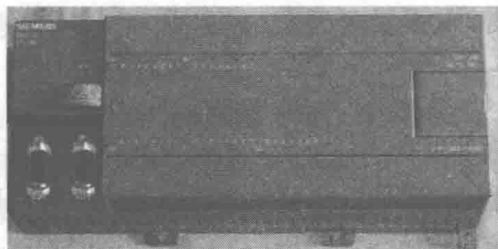


图 1-1 整体式可编程控制器

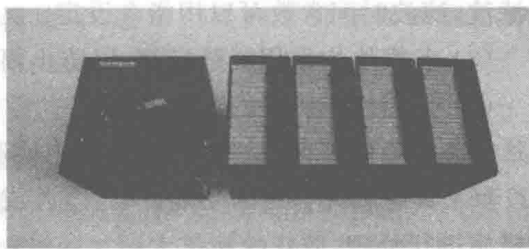


图 1-2 模块式可编程控制器

3. 根据生产厂家分类

可编程控制器的生产厂家很多,各个厂家生产的可编程控制器在 I/O 点数、容量、功能等方面各有差异,但都自成系列,指令及外设向上兼容。因此在选择可编程控制器时若选择同一系列的产品,则可以使系统构成容易,使用方便。比较有代表性的可编程控制器有西门子 Siemens 公司的 S7 系列、三菱(Mitsubishi)公司的 FX 系列、立石(Omron)公司的 C 系列、松下(Matsushita)公司的 FP 系列等。需要说明的是,可编程控制器的分类目前并没有严格的国家或国际标准。有些文献将 128 点或 64 点以下的可编程控制器划分为微型可编程控制器,将可编程控制器按 I/O 点数分为微型、小型、中型和大型 4 种。实际上这种划分没有多大的意义,因为 128 或 64 点的可编程控制器在控制功能上与一般所说的小型可编程控制器并没有什么差别,仅仅是控制规模小一点而已。如果要分出微型可编程控制器,那么西门子公司 LOGO 可以划作此类。因为 LOGO 不但控制规模小,而且在控制功能上与小型可编程控制器存在着显著的差别。当然,不管怎么分类,对实际的应用设计影响不大,只要了解一般的概念就行。

二、可编程控制器的特点

可编程控制器是在微处理器的基础上发展起来的一种新型的控制器,是一种基于计算机技术、专为在工业环境下应用而设计的电子控制装置。它采用存储器存储用户程序,通过数字或模拟的输入/输出完成一系列逻辑、顺序、定时、计数、运算等功能,控制各种类型的机电一体化设备和生产过程。可编程控制器把微型计算机技术和继电器控制技术融合在一起,兼具计算机的功能完备、灵活性强、通用性好以及继电器接触器控制系统的简单易懂、维修方便的特点,主要体现在以下几个方面。

1. 可靠性高

工业现场的环境十分恶劣,如高温、潮湿、振动、冲击、粉尘和强电磁干扰等,因此工业生产对控制系统的可靠性要求很高。可编程控制器是专为工业控制设计的,能够适应工业现场的恶劣环境。可编程控制器在设计和制造过程中采取了一系列的抗干扰措施,使可编程控制器的平均无故障时间(Mean Time Between Failures, MTBF)通常在 200000 小时以上。具体措施一般包括以下几个方面。

(1) 所有的 I/O 接口电路均采用光电耦合器进行隔离,使工业现场的外部电路与可编程控制器内部电路之间在电气上隔离。

(2) 输入端采用 RC 滤波器,滤波时间常数一般为 10ms~20ms。高速输入端则采用数字滤波,滤波时间常数可以用指令设定。

(3) 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。

(4) 采用性能优良的开关电源。

(5) 对器件进行严格的筛选和老化处理。

(6) 具有软件自诊断功能,一旦电源或其他软件和硬件发生异常情况,CPU 立即采取有效措施进行处理,防止故障扩大。

(7) 大型可编程控制器采用双 CPU 构成冗余系统,进一步提高了可靠性。

2. 编程简单易学

可编程控制器的程序设计大多采用类似于继电器控制线路的梯形图语言。梯形图主要由人们熟悉的常开/闭触头、线圈、定时器、计数器等符号组成。对于使用者来说,只要具有电气控制方面的相关基础知识,而不需要具备计算机方面的专业知识,因此很容易为一般的工程技术人员甚至技术工人所理解和掌握。尽管后来的可编程控制器在软件和硬件功能上不断增强,除了顺序控制以外,可编程控制器还能进行算术与逻辑运算、数据传送与处理以及通信等,但是梯形图仍被广泛使用。不过又增加了许多高级指令,以满足除了顺序控制以外的其他各种复杂控制功能。

3. 功能强

可编程控制器综合应用了微电子技术、通信技术和计算机技术,除了具有逻辑、定时、计数等顺序控制功能外,还具有进行各种算术运算、PID 调节、过程监视、网络通信、远程 I/O 和高速数据处理能力,因此可以满足工业控制中的各种复杂功能要求。

4. 安装简单,维修方便

可编程控制器可以在各种工业环境下直接安装运行,使用时只需根据控制要求编写程序,将现场的各种 I/O 设备与可编程控制器相应的 I/O 端相连接,系统便可以投入运行。由于可编程控制器的故障率很低,并且有完善的自诊断和显示功能,当可编程控制器或外部的输入装置及执行机构发生故障时,如果是可编程控制器本身的原因,在维修时只需要更换插入式模块及其他易损件即可,既方便又减少影响生产的时间。有些可编程控制器还允许带电插拔 I/O 模块,更方便了实际应用。

5. 采用模块化结构

为了适应各种工业控制的需要,除了单元式的小型可编程控制器以外,绝大多数可编程控制器均采用模块化结构。可编程控制器中的 CPU、直流电源、I/O 模块(包括特殊功能模块)等各种功能单元均采用模块化设计,由机架、电缆或连接器将各个模块连接起来。系统的规模和功能可以根据实际控制要求方便地进行组合,以达到最高的性价比。

6. 接口模块丰富

可编程控制器除了具有 CPU 和存储器以外,还有丰富的 I/O 接口模块。对于工业现场的不同信号(如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等),可编程控制器都有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备(如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、电机起动器、控制阀等)直接连接。例如开关量输入模块就有交流和直流两类,每类又按电压等级分成多种。此外,为了适应新的工业控制要求,I/O 模块也越来越丰富,如通信模块、位置控制模块、模拟量模块等,进一步提高了可编程控制器的性能。

7. 系统设计与调试周期短

用可编程控制器进行系统设计时,用程序代替继电器硬接线,控制柜的设计及安装接线工作量大为减少,设计和施工可同时进行,缩短了施工周期。同时,由于用户程序大都可以在实验室中进行模拟调试,调好后再将可编程控制器控制系统在生产现场进行联机调试,调试方便、快速、安全,因此大大缩短了设计、施工、调试和投运周期。

三、可编程控制器与其他工业控制系统的比较

1. 可编程控制器与继电器控制系统的比较

传统的继电器控制系统被可编程控制器所取代已是必然趋势。继电器控制柜是针对一定的生产机械、固定的生产工艺设计的,采用硬接线方式装配而成,只能完成既定的逻辑控制、定时、计数等功能,一旦生产工艺过程改变,则控制柜必须重新设计、重新配线。而可编程控制器由于应用了微电子技术和计算机技术,各种控制功能都是通过软件来实现的,因此只要改变程序并改动少量的接线端子,就可适应生产工艺的改变。从适应性、可靠性、方便性及设计、安装、维护等各方面进行比较,可编程控制器都有显著的优势。因此在用微电子技术改造传统产业的过程中,传统的继电器控制系统大多数将被可编程控制器所取代。

2. 可编程控制器与工业控制计算机的比较

工业控制计算机是通用微型计算机适应工业生产控制要求发展起来的一种控制设备。硬件结构方面总线标准化程度高、兼容性强,并且软件资源丰富,特别是有实时操作系统的支持,故对要求快速、实时性强、模型复杂、计算工作量大的工业对象的控制占有优势。但是,使用工业控制机控制生产工艺过程,要求开发人员具有较高的计算机专业知识和微机软件编程的能力。

可编程控制器最初是针对工业顺序控制应用发展而来的,硬件结构专用性强,通用性差,很多优秀的微机软件也不能直接使用,必须经过二次开发。但是可编程控制器采用了工厂技术人员熟悉的梯形图语言编程,易学易懂,便于推广应用。

从可靠性方面看,可编程控制器是专为工业现场应用而设计的,结构上采用整体密封或插件组合型,并采取了一系列抗干扰措施,具有很高的可靠性。而工控机虽然也能够在恶劣的工业环境下可靠运行,但毕竟是由通用机发展而来的,在整体结构上要完全适应现场生产环境,还要做不少工作。另一方面,可编程控制器的用户程序是在可编程控制器监控程序的基础上运行的,软件方面的抗干扰措施在监控程序里已经考虑得很周全,而工控机用户程序则必须考虑抗干扰问题,一般的编程人员很难考虑周全。这也是工控机应用系统比可编程控制器应用系统可靠性低的原因。

尽管现代可编程控制器在模拟量信号处理、数值运算、实时控制等方面有了很大提高,但在模型复杂、计算量大且较难、实时性要求较高的环境中,工业控制机则更能发挥其专长。

3. 可编程控制器与集散控制系统的比较

集散控制系统又称分散控制系统,它是专门为工业过程控制设计的过程控制装置。它的主要应用场合是连续量的模拟控制,而可编程控制器的主要应用场合是开关量的逻辑控制。因此,它们在设计思想上是有一定区别的。

可编程控制器是按扫描方式工作的,而集散控制系统是按用户的程序指令工作的。因此,可编程控制器对每个采样点的采样速度是相同的;而在集散控制系统中,可根据被检测对象的特性采用不同的采样速度,例如,对流量点的采样周期是1s,对温度点的采样周期是20s等。此外,在集散控制系统中,可有多级优先级中断的设置,而可编程控制器通常不采用中断方式。在存储器的容量上,由于可编程控制器所需的运算大多是逻辑运算,因此,所需

的存储器容量较小,而集散控制系统需进行大量的数学运算,所以存储器容量较大。在运算速度方面,模拟量的运算速度可较低,而开关量的运算需要有较高的速度。

除了部分分散过程控制装置安装在现场,需要按现场的工作环境设计外,集散控制系统一般是按照安装在控制室设计的,而可编程控制器是按照现场工作环境的要求设计的,对元器件的可靠性方面有专门的考虑,在可靠性方面两者都有较高的要求。

任务三 可编程控制器的功能及性能指标

【任务描述】

经过长期的工程实践,可编程控制器越来越为广大技术人员所认识和接受,已经广泛应用到石油、化工、机械、钢铁、交通、电力、轻工、采矿、水利、环保等各个领域。

【任务目标】

1. 了解可编程控制器的主要功能。
2. 掌握可编程控制器的性能指标。

【主要内容】

一、可编程控制器的主要功能

从功能来看,可编程控制器的应用范围大致包括以下几个方面。

1. 逻辑(开关)控制

这是可编程控制器最基本的功能,也是最为广泛的应用。可编程控制器具有与、或、非等逻辑运算功能。采用可编程控制器可以很方便地实现对各种开关量的控制,用来取代继电器控制系统,实现逻辑控制和顺序控制。可编程控制器既可用于单机或多机控制,又可用于自动化生产线的控制。可编程控制器可根据操作按钮、各种开关及现场其他输入信号或检测信号控制执行机构完成相应的功能。

2. 定时控制

可编程控制器具有定时控制功能,可为用户提供几十个甚至上千个定时器。时间设定值既可以由用户在编程时设定,也可以由操作人员在工业现场通过人一机对话装置实时设定,实现具体的定时控制。

3. 计数控制

可编程控制器具有计数控制功能,可为用户提供几十个甚至上千个计数器。计数设定值的设定方式同定时器一样。计数器分为普通计数器、可逆计数器、高速计数器等类型,以完成不同用途的计数控制。一般计数器的计数频率较低。如需对频率较高的信号进行计数,则需要选用高速计数器模块,其最高计数频率可达 50kHz。也可选用具有内部高速计数器的可编程控制器,目前的可编程控制器一般可以提供计数频率达 10kHz 的内部高速计数