

可编程控制器 技术及应用

韩学辉 雷立宏 编 著



21 世纪高等教育规划教材

可编程控制器技术及应用

韩学辉 编著
雷立宏
宫 鸣 主审

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 简 介

本书以 OMRON 公司的 CPM1A 系列 PLC 为背景机,详细介绍了可编程控制器(PLC)的结构组成、工作原理、指令系统、编程方法、网络通信以及 PLC 在控制系统中的实际应用等内容。

本书语言通俗易懂、实例多、实用性强,可作为工科院校工业自动化、电气技术、机电一体化及相关专业的教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器技术及应用/韩学辉,雷立宏编著. —成都:
西南交通大学出版社,2007.9

21 世纪高等教育规划教材

ISBN 978-7-81104-728-8

I. 可… II. ①韩…②雷… III. 可编程序控制器—高等
学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 139174 号

21 Shiji Gaodeng Jiaoyu Guihua Jiaocai

21 世纪高等教育规划教材

Kebiancheng Kongzhiqu Jishu ji Yingyong

可 编 程 控 制 器 技 术 及 应 用

韩学辉 雷立宏 编著

*

责任编辑 张华敏

特邀编辑 陈旭文 翟 瑾

封面设计 水木时代

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

北京广达印刷有限公司印刷

*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:12

字数:307 千字

2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-728-8

定价:29.80 元

版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562.

编审说明

可编程控制器(PLC)是一种新型的通用自动控制装置。它集继电器控制技术、计算机技术和通信技术为一体,具有功能完备、可靠性高、编程简单、使用方便、体积小、重量轻、功耗低等优点,已成为工业及各相关领域中应用最广的控制装置。近年来,PLC 技术发展很快,已与机器人技术、CAD/CAM 技术构建现代工业自动化的三大支柱。学习和掌握 PLC 技术已成为工业控制人员的一项必备技能。

本书是作者在多年从事 PLC 教学和应用的基础上,结合教学和应用经验,坚持能力本位的原则,既注重基础理论教学,又联系实际,突出实践技能的培养。本书从工程应用的角度出发,以 OMRON 公司的 CPM1A 机型为蓝本,重点介绍 PLC 的组成、工作原理、指令系统及编程方法,以及 PLC 在控制系统中的设计和应用。编写中,搜集和参考了大量的技术资料,力求做到系统性较强、阐述清楚、通俗易懂、理论联系实际,不仅便于教学,而且也便于自学。

全书共分七章和附录。第 1 章介绍了 PLC 的产生、功能、应用及发展;第 2 章介绍了 PLC 的硬件及工作原理;第 3 章介绍了 PLC 的指令系统及编程方法;第 4 章介绍了 CPM1A 系列小型机及编程器简介;第 5 章介绍了 PLC 控制系统设计及应用,分别介绍软、硬件设计方法,并列举了 PLC 应用实例;第 6 章介绍了 PLC 网络知识及组成;第 7 章介绍了 PLC 的维护调试。附录中介绍了 CPM1A 系列 PLC 编程器的使用,选录 OMRON 公司的小型 PLC 指令集,并对 OMRON 公司的可编程控制器做了介绍,以便读者使用。

本书的第 1、6、7 章及附录由雷立宏编写,第 2~5 章由韩学辉编写;韩学辉对全书进行修改定稿;全书由官鸣主审。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,敬请有关专家和广大读者给予批评指正,以便修正改进。

21 世纪高等教育规划教材编审指导委员会

2007 年 8 月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 可编程控制器的发展历程	(1)
1.2 可编程控制器的特点与应用	(2)
1.3 可编程控制器与其他控制装置的关系	(3)
1.4 可编程控制器的发展趋势	(6)
思考题	(10)
第 2 章 可编程控制器的硬件及工作原理	(11)
2.1 可编程控制器的基本结构和组成	(11)
2.2 可编程控制器的工作原理	(12)
2.3 可编程控制器的 CPU 模块	(16)
2.4 可编程控制器的基本 I/O 模块	(17)
2.5 可编程控制器的电源与扩展模块	(22)
2.6 可编程控制器的编程器	(25)
思考题	(26)
第 3 章 可编程控制器的指令系统及编程方法	(27)
3.1 可编程控制器的编程语言	(27)
3.2 梯形图的基本概念	(28)
3.3 CPM1A 的软元件地址编号及功能	(30)
3.4 CPM1A 的基本指令系统	(34)
3.5 CPM1A 的应用指令系统	(44)
3.6 梯形图的基本电路	(58)
思考题	(67)
第 4 章 CPM1A 系列小型机及编程器简介	(68)
4.1 CPM1A 系列小型机简介	(68)
4.2 可编程控制器的安装	(81)
4.3 编程工具	(83)
思考题	(86)
第 5 章 PLC 控制系统设计及应用	(87)
5.1 PLC 控制系统设计的原则与内容	(87)
5.2 PLC 应用系统的硬件设计与选型	(92)
5.3 PLC 应用系统的软件设计	(96)
5.4 PLC 在控制系统中的应用实例	(105)
5.5 其他应用实例	(115)
思考题	(122)

第 6 章 PLC 网络知识及组成	(124)
6.1 数据通信与网络的基本知识	(124)
6.2 OMRON PLC 主从总线结构网络	(130)
6.3 OMRON PLC 的其他通信网络	(143)
思考题	(152)
第 7 章 PLC 系统的调试及维护	(153)
7.1 PLC 系统的调试	(153)
7.2 PLC 系统的维护与检修	(156)
思考题	(168)
附 录	(169)
附录 1 CPM1A 系列 PLC 编程器的使用	(169)
附录 2 OMRON 小型 PLC 指令集	(181)
附录 3 OMRON 公司可编程控制器简介	(184)
参考文献	(186)

第1章 绪 论

可编程控制器(Programmable Logic Controller)简称 PLC,它是一种新型的控制装置,集微电子技术、计算机技术、通信技术于一体,在工业控制领域中得到了广泛的应用。随着三大技术的发展,它越来越成为工业控制的主体,至今已成为工业自动化三大技术支柱(PLC 技术、机器人技术、CAD/CAM 技术)之一。因此,作为一名电气工程技术人員,必須掌握 PLC 技术,以适应电气控制技术发展的需要。

1.1 可编程控制器的发展历程

多年来,人们用电磁继电器控制顺序型的设备和生产过程。复杂的系统可能需要使用成百上千个继电器,它们由成千上万根导线用很复杂的方式连接起来,执行相当复杂的控制任务。某一个继电器的某一对触点接触不良或损坏,都会影响整个系统的正常运行。

现代社会要求制造业对市场需求作出迅速反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品,老式继电器控制系统已经成为实现这一目标的巨大障碍。因此,急需一种可以替代老式继电器控制系统的新型控制装置,使电气控制系统工作更加可靠、更容易维修、更能适应经常变动的工艺条件。

1968 年,美国通用汽车公司为了适应汽车型号更新加快的需要,设想将继电器控制的原理简单、使用方便、操作直观、价格便宜等优点和计算机的优点结合起来,提出了新型电器控制装置的具体要求,其中有:工作特性比继电器控制系统可靠;占位空间要比继电器控制系统小;价格上能与继电器控制系统竞争;必须易于编程;易于在现场变更程序;必须便于维护、修理、使用;能直接推动电磁阀、电动机启动器及与此相当的执行机构;能向中央数据处理系统直接传递数据等。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)结合计算机和继电器两者控制的优点,按照通用汽车公司的要求完成了研制工作,并在美国通用汽车公司的自动生产线上试用成功,从而诞生了世界上第一台可编程控制器。

从第一台 PLC 诞生至今,PLC 大致经历了四次更新换代:

第一代 PLC,多数用一位机开发,采用磁心存储器储存,仅具有单一的逻辑控制功能。

第二代 PLC,使用了 8 位微处理器以及半导体存储器,其产品也逐步系列化。

第三代 PLC,采用了高性能微处理器及位片式 CPU,工作速度大幅度提高,因而促使其向多功能和联网通信方向发展。

第四代 PLC,不仅全面使用 16 位、32 位微处理器、位片式微处理器、精简指令系统微处理器等高性能、高速度的 CPU,而且在一台 PLC 中配置了多个微处理器,极大地提高了 PLC 的工作性能、速度和可靠性;同时,由于大量含有微处理器的智能模块的出现,致使这一代 PLC 具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理和联网通信等诸多功能,成为名副其实的多功能控制器。在这一时期,PLC 构成的 PLC 网络也得到飞速发展,PLC 及其网络日益成为首选的工业控制装置,赢得了人们高度的评价,并被视为现代工业自动化的三大支柱之一。

由于可编程控制器的显著优点,从而使可编程控制器得到了迅速发展,其生产已成为一个巨大的产业,并且生产厂家众多,品种繁多且不兼容,给使用者的学习、选择、使用 and 开发等带来不便。为了规范和指导可编程控制器的生产,国际电工委员会(IEC)于1985年颁发了可编程控制器标准草案第三稿,作了如下定义:“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境下的应用而设计,其采用可编程序的存储器,存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各类机械或生产过程。可编程控制器及其相关设备,应按易于和工业控制系统联成一个整体,并易于扩充功能的原则设计。”

可编程控制器(Programmable Controller)简称PC,但在我国“PC”已成为个人计算机(Personal Computer)的专用名词,为避免混淆,我国仍沿用PLC来表示可编程控制器。

1.2 可编程控制器的特点与应用

1.2.1 可编程控制器的特点

1. 编程方法简单

可编程控制器采用易于接受和掌握的梯形图语言来编程。简易编程器的操作和使用也很简单,对于具有一定电工知识和文化水平的人员,都可以在较短的时间内学会编制程序的步骤和方法。

2. 硬件配套齐全,用户使用方便

可编程控制器配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,用户不必自己设计和制作硬件装置,只需选用和确定可编程控制器的硬件配置和外部接线。

3. 通用性强,适应性强

可编程控制器采用系列化和模块化,硬件配置相当灵活,可以组成能满足各种控制要求的控制系统。

4. 可靠性高,抗干扰性强

可编程控制器采用一系列硬件和软件抗干扰措施,可以直接用于有强烈干扰的工业现场。

5. 系统的设计、安装、调试工作量少

可编程控制器用软件功能取代了继电器控制系统中大量的电气控制器件,使控制柜的设计、安装、接线工作量大大减少。可编程控制器的梯形图程序一般采用顺序控制设计法,这种方法容易掌握,减少编程时间。用户程序可模拟调试,发现问题,及时解决。

6. 维修工作量小,维修方便

可编程控制器的故障率低,并且有完善的诊断和显示功能。

7. 体积小,能耗低

在现代集成电路技术的支持下,可编程控制器体积越来越小,重量也越来越轻,且功耗也越来越低。

1.2.2 可编程控制器的应用

1. 逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用,主要利用 PLC 的逻辑运算、定时、技术等基本功能取代传统的继电器控制,用于单机、多机群、自动生产线等的控制。

2. 运动控制

PLC 具有拖动步进电动机的单轴或多轴的位置控制模块。PLC 将描述目标位置和运动参数的数据传送给位置控制模块,然后由位置控制模块以适当的速度和加速度,确保单轴或多轴的平滑运行,移动到目标位置。

3. 过程控制

有的 PLC 具有多路模拟量输入、输出模块,有的还具有 PID 模块。PLC 可通过对模拟量的控制实现过程控制,具有 PID 模块的 PLC 还可以构成闭环控制系统,从而实现单回路、多回路的调节控制。

4. 监控系统

PLC 具有较强的监控功能,能记忆某些异常情况,或在发生异常情况时自动中止运行。因此,可用 PLC 组成监控系统,进行数据采集和处理,监控生产过程。操作人员在监控系统中,可通过监控命令和有关设备的运行状态,根据需要及时调整计时、计数等设定值,极大地方便了调试和维护。

5. 通信

实现 PLC 和 PLC 之间、PLC 和上位计算机之间的联网,通过电缆或光缆传送信息,构成多级分布式控制系统,以实现集散控制。

注意:不是所有的可编程控制器都具有上述全部功能,有些小型可编程控制器只具有上述部分功能,但价格较低。

1.3 可编程控制器与其他控制装置的关系

1.3.1 可编程控制器与继电器控制系统的关系

可编程控制器起源于继电器控制,它吸取了继电器控制的优点。图 1-1 为两者控制电路。

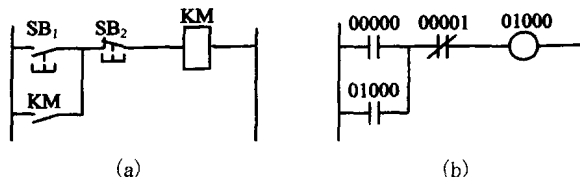


图 1-1 控制电路比较

从图 1-1 中可以看出,PLC 梯形图和继电器控制电路的相同之处在于:

①电路结构形式基本相同;

②梯形图大致沿用了继电器控制电路元件符号,仅个别处有些不同;

③信号输入/输出形式及控制的功能相同。

二者不同之处在于:

①组成器件不同。继电器控制电路是由许多硬件继电器组成的;而 PLC 中的继电器,则是虚拟的,是由软件构成的,每个继电器其实是 PLC 内部存储单元中的一位,故称为“软继电器”。

②触点概念不同。继电器控制电路中的常开、常闭触点由实际的结构决定,而 PLC 中常开、常闭触点则由软件决定,即由存储器中相应位的状态 1 和 0 来决定的。因此,继电器控制电路中每只继电器的触点数量是有限的,而 PLC 中每只软继电器的触点数量则是无限的;继电器控制电路中的触点寿命是有限的,而 PLC 中各个软继电器的触点寿命则要长得多。

③工作电流不同。继电器控制线路中有实际电流存在,是可以用电流表直接测得的;而 PLC 梯形图中的工作电流是一种信息流,其实质是程序的运算过程,可称之为“软电流”,或称“能流”。

④接线方式不同。继电器控制电路图的所有接线都必须逐根连接,缺一不可;而 PLC 中的接线,除输入、输出端需要实际接线外,内部的所有软接线都是通过程序的编制来完成的。由于接线方式的不同,在改变控制顺序时,继电器控制线路必须改变其实际的接线,而 PLC 则仅需修改程序,通过软件加以改接,其改变的灵活性及其速度,是继电器控制线路无法比拟的。

⑤工作方式不同。继电器控制线路中,当电源接通时,各继电器都处于受约状态,该吸合的都吸合,不该吸合的因受某种条件限制而不吸合;PLC 则采用扫描循环执行方式,即从第一梯形图开始,依次执行至最后一梯形图,再从第一梯形图开始继续往下执行,周而复始。因此,从激励到响应有一个时间的滞后。

PLC 一般由 CPU、存储器和 I/O 系统三个部分组成,PLC 的系统程序和用户程序都存放在存储器中,现场输入信号经过 I/O 系统传送至 CPU,CPU 按照用户程序存储器里安放的指令,执行逻辑或算术运算,并发出相应的控制指令,该指令通过 I/O 系统传送至现场,驱动相应的执行机构动作,从而完成相应的控制任务。PLC 的一般组成如图 1-2 所示。

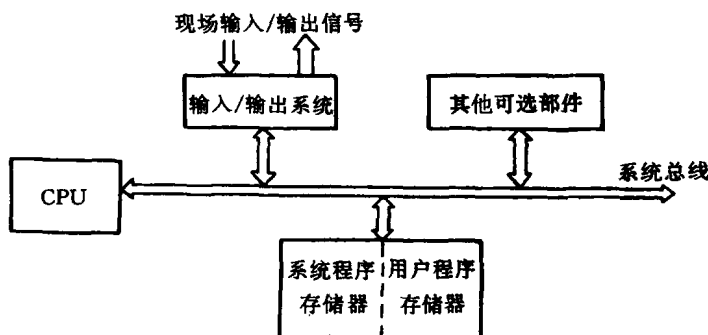


图 1-2 PLC 的一般组成

PLC 的最大特点是用软件提供了一个能随要求迅速改变的接线网络,使整个控制过程能根据需要灵活地改变,从而省去了传统继电器控制系统中拆线、接线的大量繁琐费时的的工作。

1.3.2 可编程控制器与其他计算机控制装置的关系

个人计算机有很强的数据处理功能和图形显示功能,但是它们是为办公自动化和家庭设计

的,一般不适用于在工业现场使用。

单片机只是一片集成电路,不能直接将它与外部 I/O 信号相连,要将它用于工业控制,还要附加一些配套的集成电路和 I/O 接口电路,硬件设计、制作和程序设计的工作量相当大,要求设计者具有较强的计算机理论知识和实践经验。

工业控制计算机(工控机)也是为工业控制设计的,它采用总线式结构。工控机一般是在通用计算机的基础上发展起来的,有实时操作系统的支持,因此在要求快速、实时性强、功能复杂的领域中占有优势。工控机的价格较高,并全其外部 I/O 接线不如可编程控制器的接线端子方便可靠。

可编程控制器是专为工厂现场应用环境设计的,结构上采用整体密封或插件组合型,对印刷板、电源、机架、插座的制造和安装,均采取了严密的措施。可编程控制器由于具有前述的各种优点,在工业控制领域具有不可比拟的竞争力。

1.3.3 可编程控制器与集散控制系统的比较

集散控制系统又叫做分布式控制系统(Distributed Control System,简称 DCS),它是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制装置,是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络技术和人机接口技术相互发展、互相渗透而产生的,既不同于分散的仪表控制技术,又不同于集中式计算机控制系统,而是吸收了两者的优点,在它们的基础上发展起来的一门技术。

集散控制系统由集中管理部分、分散控制监控部分和通信部分组成。集中管理部分又可以分为工程师站、操作员站和管理计算机。工程师站主要用于编程组态和维护,操作员站用来监视和操作,管理计算机用于全系统的信息管理和优化控制。分散控制监视部分按功能可以分为控制站、监测站或现场控制站。通信部分主要由数据通道和各个站的通信模块组成,它连接系统的各个分布部分,完成数据、指令及其他信息的传递,一般具有自诊断功能和双机功能,可以实现高可靠性的数据通信。集散控制系统的软件由实时多任务操作系统、数据库管理系统、数据通信软件、组态软件和各种应用软件组成。使用组态软件可以生成用户要求的应用程序。

集散控制系统具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、安装调试方便、运行安全可靠等特点。

可编程控制器是由继电器逻辑控制发展而来的,所以它在开关量处理、顺序控制方面具有一定的优势,发展初期主要侧重于开关量顺序控制。集散控制系统则是由回路仪表系统发展而来,它在回路调节、模拟量控制方面具有一定的优势,发展初期主要侧重于回路调节功能。

随着计算机技术的发展,可编程控制器增加了数值运算、PID 闭环调节功能,并开始与个人计算机或小型计算机联网,可编程控制器本身也可以构成网络系统,组成分级控制,实现集散控制系统所完成的功能。集散控制系统也加强了开关量顺序控制功能,使用梯形图语言。由此可见,可编程控制器与集散控制系统在发展过程中始终互相渗透,互为补充,彼此越来越近,实际上,很多工业生产过程既可以用可编程控制器控制,也可以用集散系统控制。就自动化控制系统的发展趋势来看,全分布式计算机控制系统必然会得到迅速的发展,它将综合可编程控制器和集散控制系统各自的优势,并把二者有机地结合起来,形成一种新型的全分布式计算机控制系统。

1.4 可编程控制器的发展趋势

1.4.1 向高性能、高速度、大容量发展

大型可编程控制器大多采用多 CPU 结构,不断向高性能、高速度和大容量方向发展。三菱的 A 系列可编程控制器使用了世界上第一个在一个芯片上实现可编程控制器全部功能的 32 位微处理器,即顺序控制专用芯片,其扫描时间为 $0.15 \mu\text{s}$ /指令。松下公司的 FP10SH 系列可编程控制器采用 32 位 5 级流水线 RICS 结构的 CPU,可以同时处理 5 条指令,顺序指令的执行速度高达 $0.04 \mu\text{s}$ /步,高级功能指令的执行速度也有很大的提高。在有 2 个通信接口、256 个 I/O 点的情况下,FP10SH 总的扫描时间为 $0.27 \sim 0.42 \text{ ms}$ 。

在模拟量控制方面,除了专门用于模拟量闭环控制的 PID 指令和智能 PID 模块,某些可编程控制器还具有模拟量模糊控制、自适应、参数自整定功能,使调试时间减少,控制精度提高。

1.4.2 增强微型可编程控制器的功能

微型可编程控制器一般指 I/O 点数不多于 256 的可编程控制器,大多采用整体式结构。微型可编程控制器的性价比高,适用于单机自动化或组成分布式控制系统。

近年来,可编程控制器生产厂商不断提出功能更强的微型可编程控制器,更新换代的周期越来越短,如三菱公司在小型可编程控制器方面先后推出了 F, F_1 , F_2 , FX_2 , FX_1 , FX_0 , FX_{ON} , $\text{FX}_{2\text{N}}$, $\text{FX}_{1\text{S}}$ 等系列。

有些可编程控制器的体积非常小,被称为“手掌上的可编程控制器”,如三菱公司的 FX_{ON} , FX_{OS} , $\text{FX}_{2\text{N}}$ 均为超小型可编程控制器,与该公司的 F_1 系列相比,其体积只有前者的 $1/3$ 左右。OMRON 公司的 CPM1A 系列可编程控制器的尺寸与 FX 系列差不多,A-B 公司的 Micro Logix 1000 系列只有随身听大小。

微型可编程控制器的体积虽小,功能却很强,有的微型可编程控制器移植了大型可编程控制器的高级功能,如 PID 回路调节、中断、高速计数器、PWM 脉宽调制、温度控制、双精度数学运算等。如 $\text{FX}_{2\text{N}}$ 的基本指令执行速度高达 $0.08 \mu\text{s}$ /步,由功能很强的 128 种 298 条功能指令,可以做 16 位或 32 位二进制数运算,具有数据传送、比较、四则运算、转移、循环、子程序调用、多层嵌套主控等功能。 $\text{FX}_{2\text{N}}$ 为用户提供了大量的编程元件,如 3000 多点辅助继电器、1000 点状态、256 点定时器、200 多点计数器、8 点内附高速计数器、8000 多点数据寄存器、128 点跳步指针和 15 点中断指针,配上特殊扩展模块可实现模拟量控制、定位控制、温度控制、可编程凸轮控制和模拟量设定。FX 系列可编程控制器可以通过串行通信接口与个人计算机和三菱公司的 A 系列可编程控制器联网,FX 系列可编程控制器也可以组成 RS-485 通信网络。

微型可编程控制器的另一个发展趋势是提高低档产品的性能。三菱公司的 FX_{OS} 最多只有 30 个 I/O 点,是 FX 系列中最低档的微型可编程控制器。其改进型 $\text{FX}_{1\text{S}}$ 系列的基本指令执行时间不到 $1 \mu\text{s}$,有 100 多条指令,程序容量为 2 000 步,通过伺服电动机或步进电动机,用它的两路 100 kHz 高速输出可实现双轴定位控制。它有两点 60 kHz(单相)高速计数器,6 个终端输入点,内置 2 点模拟电位器,又具有实时时钟功能,可累计机器运行时间,并可安装廉价的 RS-232C/RS-485/RS-422 通信功能扩展板、模拟电位器扩展板,还可以通过增加扩展机板上的显示模块,以最低的成本提高系统的性能。

1.4.3 发展面向民用的可编程控制器

三菱公司的 ALPHA 系列可编程控制器是面向民用的超小型、一体化的可编程序寄存器,它采用整体式结构,I/O 点数分别为 6,10 和 20,带有实时钟。它用自带的小型液晶显示屏和 6 个键来编程,使用功能模块图编程语言,1 500 字节的 EEPROM 存储器可存放 64 个功能模块,可使用 EEPROM 存储器卡盒,继电器输出型最大输出电流为 10 A,备有专用的 Windows 95/NT 编程软件。ALPHA 系列的体积小,6 点和 10 点的产品尺寸为 72.1 mm×90 mm×55 mm。有的产品有 6 个或 8 个通道的 8 位模拟量输入。

ALPHA 系列可编程控制器可用于以下领域:

- ①楼宇自动化:控制照明、空调、窗户、闸门和保安系统;
- ②家庭自动化:如家用电器的开关控制;
- ③商业领域:停车场、仓库、加油站、酒店的设备管理;
- ④公共场合:机场、火车站、医院、道路交通灯等;
- ⑤测试设备:检测设备、衡器等;
- ⑥展览场地:照明和场地设备管理;
- ⑦农业:农场、温室、动物饲养的温度控制、定时浇水等;
- ⑧消遣:模型制作、园艺与木工制作;
- ⑨工业自动化:可用于自动化设备、设备改造和管理。

1.4.4 使用分散型 I/O 子系统、智能 I/O 模块

与集成功能同步发展的是 I/O 智能化和控制分散化的趋势,由一台大型控制设备来处理的工作越来越多地有小型可编程控制器组成的网络来实现,或分散到 I/O 设备中。

分散型 I/O 子系统的特点是有的 I/O 与 CPU 模块不在一个机架或底板上。远程 I/O 可以就地分散安装,用双绞线或电缆与 CPU 高速通信,并且具有自诊断能力,如 GE-Fanuc 公司的 Genius I/O。

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 与可编程序寄存器的主 CPU 并行工作,占用主 CPU 的时间很少,有利于提高可编程序寄存器的扫描速度。它们本身就是一个小的微型计算机系统,有很强的信息处理和控制功能,有的模块甚至可以自成系统,单独工作。它们能完成许多可编程序寄存器本身无法完成的任务,使可编程序寄存器的功能大为增强。它们执行预处理或开环、闭环控制功能,可以完成可编程序寄存器本身难以完成的功能,使系统的扩充和更改更为灵活。智能 I/O 模块主要有模拟量 I/O、高速计数输入、中断输入、机械运动控制、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、通信等模块。智能 I/O 模块简化了某些控制领域的系统设计和编程,提高了可编程控制器的适应性和可靠性。

1.4.5 基于个人计算机的编程软件取代手持式编程器

在可编程控制器发展的初期,使用专用编程器来编程,小型可编程控制器使用价格较便宜、携带方便的手持式编程器,大型可编程控制器则使用小型 CRT 做显示器的便携式编程器。专用编程器只能对某一可编程控制器生产厂家的产品编程,使用范围有限。由于可编程序寄存器

的更新换代快,专用编程器的使用寿命短、价格高、适用范围窄。因此,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。对于不同厂家和不同型号的可编程控制器,只需要更换编程软件就可以了。

编程软件可以对可编程控制器控制系统的硬件组态,如设置各机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直接生成和编辑梯形图、指令表、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。程序被编译后下载到可编程控制器,也可以将可编程控制器内的程序上传到计算机。程序可以存盘或打印,通过网络,还可以实现远程编程和传送。

编程软件的调试和监控功能远远超过手持编程器,如在调试时可以设置执行用户程序扫描次数,有的编程软件可以在调试程序时设置断点,有采样跟踪功能,用户可以周期性地、有选择地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通电情况,对于查找复杂电路的故障是非常有用的。

现在有的厂商已将基于个人计算机的编程软件作为推荐的首选编程方法,有的产品(如西门子的S7-200系列可编程控制器)已不再配置手持式编程器。

1.4.6 可编程控制器编程语言标准化

与个人计算机相比,可编程控制器的硬件、软件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,通信网络和通信协议往往也是专用的,编程语言和指令系统的功能和表达方式并不一致,有的甚至有相当大的差异,因此,各公司的可编程控制器互不兼容。为了解决这一问题,IEC(国际电工协会)公布了可编程控制器标准(IEC1131),其中的第3部分(IEC1131-3)是可编程控制器的编程语言标准。标准中共有5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,此外还有两种文字语言——指令表和结构文本。除了提供几种编程语言可供用户选择外,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。

目前已有越来越多的工控产品厂商推出了符合IEC1131-3标准的可编程控制器指令系统或在个人计算机上运行的软件包。如西门子公司公司的STEP Micro/WIN 32编程软件给用户提供了两套指令系统,一套符合IEC1131-3,另一套指令系统(SIMATIC)中的大多数指令也符合IEC1131-3标准。Schneider公司的PL7 Micro软件提供了符合IEC1131-3标准的指令表、梯形图和Grafset(顺序功能图)编程语言。

1.4.7 可编程控制器通信的通用化和“傻瓜化”

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,信息可以传递到几十km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。

目前有的厂商的可编程控制器使用专用的通信协议来通信,或使用有较多厂商支持的通信协议和通信标准,如使用现场总线。

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、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。以 OMRON 公司的两台 CPM1A 型可编程序控制之间的 1 对 1 链接通信为例,只需要用 3 根线将它们的 RS-232C 通信接口连在一起,将与通信有关的参数写入可编程控制器存储区内 5 个指定的数据存储区中。运行时主站的 8 个链接继电器通道 LR0~7CH 内的数据自动传送给从站的 LR0~7CH,从站的 LR8~15CH 中的数据自动传送给主站的 LR8~15CH,传送周期为 21 ms。通过上述链接继电器之间信息的传送和各可编程控制器内部的数据传送,就可以实现两台可编程控制器之间的通信。

可编程控制器与计算机通信时,如采用标准的通信协议,可编程控制器一侧的编程工作量不大,如采用 GE-Fanuc 公司的 RTU 协议时,可编程控制器作为从站,计算机作为主站,只有计算机能主动发出命令,可编程控制器收到后返回响应帧。可编程控制器的响应帧(包括其中的 CRC 校验字)是自动生成的,计算机发出的命令帧则需要用户编程。

1.4.8 可编程控制器的软件化与 PC 化

个人计算机有很强的数据运算、数据处理、通信和人机交互的功能。过去个人计算机主要用为可编程控制器的编程器、操作站或人/机接口终端,如果用于工业控制现场,必须使用加固型的工业个人计算机,一般称为工业控制计算机。

目前有多家厂商推出了在 PC 机上运行的可实现可编程控制器功能的软件包,如北京同拓公司等推出的 EMBiz 低成本开放式控制与自动化方案套装软件,包含通用及嵌入式人机界面、符合 IEC1131-3 标准的软逻辑控制及 Internet 功能。北京俄华通仪表技术有限公司的 TRANCE MODE 工控组态软件的逻辑控制(即开关量控制)部分、亚控公司的 KingPLC、研华公司的基于 PC 的软逻辑控制器 ADAM-5501/P31,均是按 IEC1131-3 标准设计的软件可编程控制器,后者可在 PC 上用梯形图、顺序功能图和功能块图三种 IEC113-3 标准的图形语言来编程,程序输入后,可做过程模拟仿真,以减少试车时的风险。

GE-Fanuc 公司推出了一种外形上类似于笔记本电脑的个人计算机,它用液晶显示器(LCD)做人机界面,以 Windows CE 为操作系统,可实现可编程控制器的 CPU 模块的功能,可与以太网和 I/O 模块通信,可以在工业现场使用,这可能是今后高档可编程控制器的发展方向。

1.4.9 组态软件引发的上位计算机编程革命

相当多的大中型控制系统采用 PC(上位计算机)加 PLC 的方案,通过串行口通信接口或网络通信模块交换数据信息,以实现分散控制和集中管理。上位计算机主要完成数据通信、网络管理、人机界面(HMI)和数据处理的功能。数据的采集和设备的控制一般由可编程控制器等现场设备完成。

使用 DOS 操作系统时,设计一个美观漂亮、使用方便的人机界面是非常困难和费时的。在 Windows 操作系统下,使用 VC、VB 等可视化编程软件,可以用较少的时间设计出较理想的人机界面。但是与种类繁多的现场设备的通信仍然比较麻烦,实现人机界面与现场设备的互动的程序的设计也比较复杂。为了解决上述问题,用于工业控制的组态软件应运而生。国际上比较著名的组态软件有 InTouch 和 Fix 等,国内也涌现出了组态王和力控等一批组态软件。有的可编程控制器厂商也推出了自己的组态软件,如西门子的 WINCC 和 GE-Fanuc 公司的 CIMPLICITY 等。组态软件预装了计算机与各主要厂家的可编程控制通信的程序,用户只需要做少量的设置

就可以实现可编程控制器与计算机的通信。用户可以用鼠标迅速地生成与可编程控制器交换信息的人机界面(包括复杂的界面、动画和曲线等),画面上可以设置各种按钮、指示灯、显示或输入数字或字符的元件,还可以用电位器、指示表、拨码开关、光柱等形象的元件设置或显示可编程控制器中的数据。通过设置,这些显示和元件可以很容易的与可编程控制器中的编程元件联系起来。

使用组态软件可以大量地减少设计上位计算机程序的工作量,缩短开发周期,提高系统的可靠性。

思 考 题

1. 可编程控制器有哪些主要特点?
2. 与继电器控制系统相比,可编程控制器有哪些优点?
3. 与一般的计算机控制系统相比,可编程控制器有什么优点?
4. 可编程控制器可以应用于什么领域?
5. 可编程控制器为什么会有很高的可靠性?为了保证可编程控制器的可靠性,采取了哪些抗干扰措施?

第2章 可编程控制器的硬件及工作原理

本章主要介绍 PLC 的硬件系统,包括 PLC 的基本结构和组成、工作原理及主要配置和主要扩展模块。

2.1 可编程控制器的基本结构和组成

可编程控制器主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块和编程器组成,如图 2-1 所示。

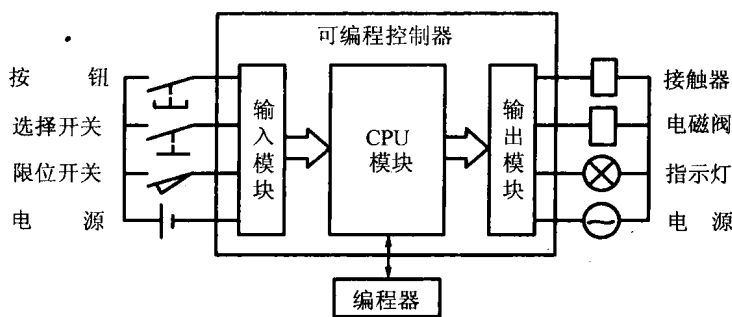


图 2-1 可编程控制器控制系统示意图

可编程控制器是一种用于工业控制的特殊计算机,因此,它的硬件结构与一般微机控制系统相似。

2.1.1 CPU 模块

CPU 模块又称中央处理器,由微处理器(CPU)和存储器组成。

CPU 采用扫描方式工作,每一次扫描要完成以下工作:

- ①输入处理。将现场的开关量输入信号和数据分别读入输入映像寄存器 and 数据寄存器。
- ②程序执行。逐条读入和解释用户程序,产生相应的控制信号去控制有关的电路,完成数据的存取、传送和处理工作,并根据运算结果更新各有关寄存器的内容。
- ③输出处理。将输出映像寄存器的内容送给输出模块,去控制外部负载。

存储器分为系统程序存储器和用户程序存储器。系统程序相当于个人计算机的操作系统,它使可编程控制器具有基本的智能,能够完成可编程控制器设计者规定的各种工作。系统程序由可编程控制器生产厂家设计并固化在 ROM 内,用户不能直接存取,用于对 PLC 工作的管理、监视和检查。用户程序由用户设计,决定 PLC 的输入信号与输出信号之间的具体关系。

2.1.2 I/O 模块

输入模块用来接收和采集输入信号。输入信号包括开关量信号(如按钮、限位开关等信号)和模拟量信号(如热电偶、测速发电机等信号)。

输出模块用来输出程序结算对外控制的结果,如电磁铁、调节阀等对象。