

可编程序控制器 及其应用

王维亚 梁平 秦俊 编著
项湜伍 李进国

KC KC KC KC
EX EX EX EX
KC KC KC KC

广西教育出版社

可编程序控制器及其应用

王维亚 梁平 秦俊 编著
项湜伍 李国进

控
册

广西教育出版社

内 容 简 介

本书是为推广应用可编程序控制器(PLC)而编写的。着重介绍与实际应用有关的知识。以深受用户欢迎的KC—1和EX—40Plus为参考机型,介绍可编程序控制器的一般工作原理、特点及具体应用方法。书中列举了多个富有启发性的应用实例供读者参考。

本书可供与工业自动化有关的技术人员及有关学校的师生阅读使用。

可编程序控制器及其应用

王维亚 梁 平 秦 俊 编著
项湜伍 李国进



广西教育出版社出版发行

(南宁市七一路7号)

广西大学印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/32 8.375印张 180千字
1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷
印数 1—5000册

ISBN 7-5435-1036-7/T·3

定价: 3.50元

前 言

随着生产技术的迅速发展，对实现生产自动化的要求越来越广泛和迫切。可编程控制器（PLC）是七十年代以来发展极为迅速、应用面十分广泛的工业自动控制装置。它具有可靠性高，不用增加接口就可以直接与生产现场设备相连接，编程简单直观，通用性强，可以在环境较恶劣，干扰源较多的条件下稳定地工作等优点。它的出现为自动化技术的普及提供了基础。现在 PLC 已大量应用在各行各业的自动控制中，取得了令人瞩目的经济效益和社会效益。用 PLC 构成机电一体化新产品及自动控制系统已越来越受到世界各国的重视。

本书是为普及、推广 PLC 应用而编写。第一第二章简单介绍 PLC 的一般结构、工作原理及其特点。第三第四章着重介绍性能价格比较高，在推广应用过程中深受用户欢迎的可编程序控制器 KC—1 和 EX20/40 Plus 的工作原理和具体用法。第五章介绍开发 PLC 控制系统的一般方法和应当注意的几个问题。第六章列举了多个应用实例，供读者在学习应用 PLC 时参考。本书可作为学习应用 PLC 的参考书，也可作为 KC—1 和 EX—20/40 Plus 的使用说明，可供从事自动系统设计、旧设备改造的工程技术人员，技术工人以及有关的大中专师生参考。

本书第一、二、五章由梁平编写，第三章由王维亚、秦

俊、李国进编写，第四章由项浞伍编写，第六章应用实例由项浞伍、李国进编写。在编写过程中，海涛、韦甸、赵肃聪、韦翠微、宾宾、潘芳华、蒙庆秋、林平等曾提供过很多帮助，在此表示感谢。

由于编著者水平有限，书中难免有缺点和不足，请读者批评指正。

编著者

一九九〇年九月

目 录

第一章 PLC 的工作原理及特点	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 PLC 的简要工作原理	(3)
第三节 PLC 的技术指标	(9)
第四节 PLC 的应用及主要优缺点	(11)
第五节 PLC 的发展	(16)
第二章 PLC 的硬件结构	(23)
第一节 中央处理器	(23)
第二节 存贮器	(26)
第三节 电源	(29)
第四节 输入 / 输出接口	(31)
第五节 编程器	(37)
第三章 KC—1 可编程控制器	(40)
第一节 概述	(40)
第二节 输入 / 输出系列模块	(43)
第三节 KC—1 可编程控制器程序的编制	(49)
第四节 14 种典型电路的编程	(61)
第五节 KC—1 模拟量处理模块	(86)
第六节 KC—1 可编程序控制器的编程操作	(107)
第七节 KC—1 的安装速接及故障检查排除	(112)

第四章 EX—40 Plus可编程控制器	
原理和应用	(117)
第一节 可编程控制器的组成原理	(117)
第二节 可编程控制器的指令系统	(131)
第三节 可编程控制器的程序设计	(136)
第四节 编程器操作	(160)
第五节 EX—40 Plus可编程控制器的检修	(198)
第五章 PLC 自动控制系统的开发	(203)
第一节 自动过程控制简介	(203)
第二节 PLC 自动控制系统的开发	(207)
第三节 PLC 的软件开发	(222)
第四节 系统的安装和抗干扰	(227)
第六章 可编程控制器的综合设计	(234)
第一节 可编程控制器的应用领域	(234)
第二节 大电机的星形—三角形启动电路	(237)
第三节 电机正反转控制程序	(239)
第四节 加热反应炉自控系统	(241)
第五节 自动装配流水、线的零部件自动供应	(234)
第六节 自动搅拌机的控制	(245)
第七节 全自动流水机的控制	(246)
第八节 PLC 在电梯上的应用	(250)

第一章 PLC 的工作原理及特点

第一节 概 述

生产的发展和技术的进步必然要求实现生产过程自动化。在60年代以前，工厂里实现生产过程自动控制的设备，主要是以继电器和度盘为主要元件的顺序控制器。应用这种控制器在生产上取得了广泛的成果。但它的固有缺陷也大大限制了它的应用范围。比如，由于它是利用布线逻辑来实现各种控制，需要使用大量的机械触点，因此可靠性不高；当改变生产流程时要改变大量的硬件接线，要耗费大量的人力、时间和金钱；它的功能只局限于一般布线逻辑、定时、计数等；它的体积一般也比较庞大，这些都限制了它的使用范围。人们迫切需要一种使用方便灵活，性能更为完善，工作可靠的新一代自动生产过程控制器。在这种形势下，随着电子技术和计算机技术的发展，60年代末期开发出了可编程序控制器。

可编程序控制器 (Programmable Logic Controller 或 Programmable Controller) 简称 PLC 或 PC。为了避免与广泛使用的个人计算机的简称 PC 相混淆，我们把可编程序控制器简称为 PLC。

PLC 是一种把逻辑运算、顺序控制、定时、计数、算术运算等控制功能以一系列指令形式存贮在存贮器中，然后

根据存贮的程序，通过数字或模拟量输入输出部件对生产过程进行控制的，以微处理器为中心的数字化电子装置。可见，PLC实际上是一种自动过程控制专用的计算机。由于它是专门为满足工业生产需要而研制出来的，具有可靠性高，环境适应力强，程序的编制、修改简单容易等优点，70年代以来得到了飞速发展。现在已生产出种类繁多的大、中、小型的PLC产品，可以适应各种不同的控制需要。可以说，工厂里各种自动生产的控制任务，几乎都可以用PLC来完成。用PLC构成的机电一体化自动控制系统已成为当今工业发达国家自动控制的标准设备。PLC已成为自动生产的一大重要技术支柱。

PLC的设想最早在1968年由美国通用汽车公司提出。该公司为了加强产品的竞争力，生产的汽车型号不断更新变化，随之要求相应的生产线也要跟着变化。对于旧式继电器布线逻辑控制系统，要进行这种改变需要相应改变大量的硬件布线，十分麻烦，既费时又费钱。为了解决这个问题，该公司提出要设计新型自动生产控制器。它希望这种新型控制器应能满足以下几点基本要求：

- (1) 编写和修改程序简单、容易。
- (2) 易于保养，维护、维修方便。
- (3) 可靠性比继电器逻辑控制系统高。
- (4) 外形尺寸比继电器控制装置小，环境适应力强。
- (5) 价格可以与继电器控制装置或其它电子控制装置竞争。
- (6) 能直接接收工业生产现场的输出信号。
- (7) 输出可以直接驱动电磁阀、电动机主电路中的电磁接触器等执行机构。

(8) 输出的数据可以与中央数据采集系统相连接。

(9) 基本系统可以扩充，在扩充时原系统需要进行的变更小。

(10) 配备有至少可以扩充至 4KB 的用户存储器。

根据上述要求，1969年研制出了第一台可编程序控制器。早期的可编程序控制器比较简单，存储容量比较小，主要的功能是代替继电器布线逻辑、定时、计数等。随着技术的进步，现在的 PLC 产品可以具有的功能远不止这些。比如，有的可以处理模拟量的输入输出；有的具有较强的数值运算和数据处理功能；有的具有高速计数、中断控制、远程连网通讯等等各种功能。因此，PLC 的应用范围也远远超出了传统的顺序控制系统。

PLC 是先进的计算机技术、电子技术与旧式继电器逻辑自动控制系统知识相结合的产物。它不仅充分发挥了计算机的优点来满足各种工业自动生产过程的控制需要，同时也照顾到现场电气操作维护人员的技能和习惯。用户购买合适的 PLC 产品以后，只要化少量的时间编写程序，在生产现场进行少量的安装、配线等工作，即可构成方便、灵活的 PLC 控制系统。随着软件技术、电子技术，特别是大规模集成电路技术的发展，PLC 的性能价格比正在迅速提高。可以肯定，在今后 PLC 在自动控制中将起着更加重要的作用。

第二节 PLC 的简要工作原理

PLC 是以微处理器为核心的数字式电子自动控制装置，是一种专用微机。与通用微机相似，PLC 也是在软件

控制下才能正常工作，也是由软件和硬件两大部分组成。

软件分为系统软件和应用软件两类。系统软件是指 PLC 生产厂商为了充分发挥 PLC 的硬件功能，方便用户使用而编制的，有一定通用性的程序。系统软件一般用来管理、协调 PLC 各部分工作，翻译用户程序，进行故障诊断等等。系统软件通常固化在 ROM 中与机器其它部件一起提供给用户，是 PLC 不可缺少的组成部分。应用软件是为了解决某个具体任务而编写的用户程序。它是针对具体任务而编制的，是专用的。同一台 PLC，配上不同的应用软件，可以完成不同的控制任务。

PLC 的硬件由 CPU（中央处理器）、存储器、输入/输出接口、电源等几部分组成，如图 1—1 所示。

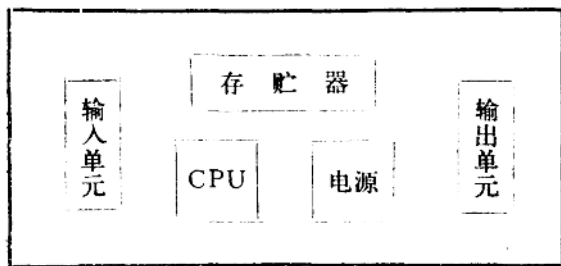


图 1—1 PLC 硬件组成

PLC 的基本工作方式是在系统软件的控制下，顺次扫描各输入点的状态，按用户程序解控制逻辑，然后顺序向各输出点发出相应的控制信号。

所谓扫描，就是依次对各种规定的操作项目全部进行访问和处理。扫描周期就是进行全部项目访问、处理一次所化的时间。

在实际生产中，大多数工业生产过程可以分为一系列不断重复的顺序执行的操作。PLC的工作方式是与此相对应的。为了提高工作的可靠性和及时接收外来的控制命令，PLC在每次扫描期间，除了读入各输入点的状态，解用户逻辑，输出控制信号以外，还进行故障自诊断和处理与编程器、计算机等的通讯请求。整个扫描过程如图1—2所示。

一、自诊断

在自动生产系统中，PLC的作用相当于人的神经中枢，如果发生故障必然影响整个系统的正常运行。为了防患于未然和在发生故障时能尽快修复，PLC在每次扫描用户程序以前，都先执行故障自诊断程序。自诊断内容因PLC的不同型号而异，一般包括输入/输出部分、存贮器、CPU等部分的故障诊断。有的产品还包括对通讯区域、协议检查，对外部设备检查等。一旦发现异常，PLC即启动关机程序保留现行工作状态，把所有输出点置成“OFF”状态后停机，并发出报警信号和显示出错信息。如果自诊断正常，则继续往下扫描。

常见的自诊断工作方式如下：

1. 输入/输出部分

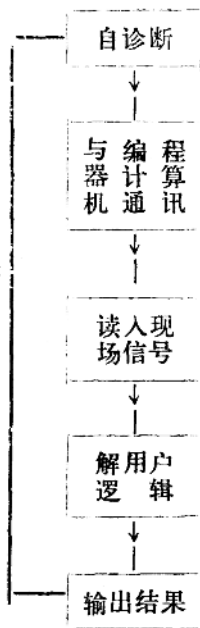


图1—2 PLC扫描过程

对输入/输出部分的诊断，常用下列几种工作方法：

(1) 正常接收间隔时间校验。这是事先规定从 CPU 到输入/输出之间收发信号的标准时间，如果该时间已过，而接收点收到的信号还未返回，就判定为出错。

(2) 断路校验。一般从输入/输出插板到外部配线之间总有微弱的电流流过，如果查出该电流为 0 则判为断路。

(3) 总线校验。这是对从 CPU 到输入/输出部总线上传输的信号进行奇偶等校验。原理与下面介绍的存贮器校验相同。

(4) 双重校验。在要求有特别高可靠性的系统中，可以使各电路都双重化，校验双方的数据是否一致，若不一致则判为有故障。

2. 存贮器

对存贮器经常用奇偶校验、求和校验等进行故障诊断。

(1) 奇偶校验。这就是校验每一组数据中的“1”的个数是否都是奇数或者偶数。例如，在进行偶校验时，传送的每组数据中“1”的个数如果是偶数，则在校验位上置“0”；如果是奇数，则在校验位上置“1”；使“1”的总数保持是偶数。如果检查时发现某组数中含有“1”的总数是奇数，则判为出错。

(2) 求和校验。这是指把各地址的数据中含“1”的个数相加，所得的值作为最后的程序写入最后的地址。检查时，读出各地址的数据并把“1”的个数相加，再与最后地址的值比较，若不一致则判为出错。

3. CPU

对 CPU 的诊断方法很多，现用监视时间和运算为例加以说明。

(1) 监视时间就是为必须的运算处理时间设定一个值。就是说，一系列程序应当在该时间内完成。如果不正常，处理过程就要发生迟滞，超过监视时间仍不能完成，就判为不正常运行。

(2) 运算校验就是对逻辑错误和算术运算错误进行校验。一般的方法是给出典型数据，并用它与运算结果进行比较，若不一致则认为有故障。

随着技术的进步，PLC的自诊断项目和功能在不断增加，使得对故障的定位更加准确，从而大大减少故障修复时间，降低故障损失。具体内容请参看产品说明书。

二、与编程器、计算机等通讯

自诊断结束后，如果没有发现故障，PLC即检查是否有编程器、计算机等的通讯请求。如果有则进行相应处理。比如接收由编程器送来的程序、命令和各种数据，并把要显示的状态、数据、出错信息等发送给编程器进行显示。如果有计算机等的通讯请求，也在这段时间完成数据的接收和发送任务。

三、读入现场状态、数据

完成与外界通讯以后，PLC即开始扫描各输入点，读入各点的状态和数据。如各开关点的通、断状态，A/D转换值，BCD码数据等，并把这些数据按预先排好的顺序写入到存贮器的输入状态表中，供解用户程序时使用。

四、执行用户程序

一般是从用户程序存贮器的最低地址所存放的第一条程序指令开始执行。在无中断或跳转控制的情况下，按存贮器地址递增的方向依次执行（扫描）用户程序。按照输入状态表中的数据 and 程序要求解算出相应的结果，并按该结果更新

输出缓冲区中的内容，直到用户程序结束或用户程序存储器的末地址为止。在这种方式下工作，每扫描一次，所有的用户程序都被执行一次。对各点的处理没有轻重缓急之分。为了增加对某些点响应的实时性，可以利用 PLC 的中断响应功能。在实际工作中，有时也可以把用户程序按功能或使用目的划分成几个模块，采用分时分批扫描的工作方式，以提高对某部分点控制的实时性。

五、输出控制信号

PLC 在执行用户程序的同时更新输出缓冲区的内容。程序执行完毕，CPU 即发出信号把输出缓冲区的内容按规定的次序，通过输出模块把内部逻辑信号转换成与执行机构相适应的电信号输出，驱动生产现场的执行机构，完成控制任务。

在依次完成上述五步操作以后，PLC 又从自诊断开始进行下一次扫描。PLC 就这样不断反复循环，实现对生产的连续控制，直到接收到停止操作指令、停电、出现故障等才停止工作。

从上面介绍可知，扫描周期是 PLC 的一个重要参数。它直接决定 PLC 对现场信号的响应速度。在正常情况下，PLC 不需要经常用编程器进行干预，即要处理的通讯请求不多。若不考虑这个因素，从图 1--2 可以推出扫描周期 T 应为：

$$\begin{aligned} T = & (\text{读输入一点的时间} \times \text{输入点数}) \\ & + (\text{运算速度} \times \text{程序步数}) \\ & + (\text{输出一点的时间} \times \text{输出点数}) \\ & + \text{故障诊断时间} \end{aligned}$$

由于 PLC 采用反复扫描的工作方式，与工业生产现场

的机器需要反复执行一系列操作的工作方式相似。因此，PLC 的程序可以与机器的动作过程一一对应，一般较直观明了，容易编写和修改。当某个工序的操作需要改变时，只要把程序作相应的修改就可以了，不容易出错。从而大大减少了软件的开发费用。同样，由于 PLC 的循环扫描的工作方式，使它在没有配备中断响应等快速反应模块的情况下，不能准确地接收持续时间小于扫描周期的信号，也不能在短于扫描周期的时间内作出响应。这就限制了 PLC 在需要高速响应系统中的应用，

第三节 PLC 的技术指标

一、一般技术指标

一般技术指标是指使用的外部条件。比如温度、湿度、电源、耐压、耐振性、大小尺寸、重量等等。

PLC 是在工业生产现场使用的自动过程控制装置，必须能在环境条件比较恶劣的工业生产现场中长期稳定、可靠地运行。为此，各 PLC 厂商都要使自己的产品符合一定的技术标准。如美国的 NEMA 标准，日本的 JIS 标准，我国的 GB 标准等。这些标准对一般电子控制器的使用环境条件、耐压、耐冲击、耐振动、抗电磁干扰、抗电源干扰等性能必须达到的指标都作出了明确的规定。并规定了测试各项性能指标的具体方法。比如耐冲击试验采用的加速度、总冲击次数；耐振动试验使用的振动频率、振幅大小、总振动时间等。一般在产品说明书中可以不再专门列出这些项目的具体指标。

例如，广西大学自动化所生产的 KC—1 可编程序控制

器列出的一般技术指标是：

(1) 电源电压：AC 220V (+ 10 ~ - 15 %)

容量：25VA

(2) 工作环境温度：0 ~ 55℃

(3) 相对湿度：≤ 95 % 无凝露

(4) 存贮温度：- 15 ~ 65℃

应当指出，一般在技术指标中列出的是最大可使用范围。为了 PLC 能长期、稳定、可靠地工作，不应让它长期处在极限条件下工作。例如，把 KC-1 安装在某控制箱内，如果当时外界环境温度为 40℃，箱内温升为 15℃，即实际温度为 55℃。按照说明书的规定应能正常工作。但实践证明，电子器件处在高于 45℃ 的环境条件下工作，会缩短器件的使用寿命，降低整机的可靠性。因此，在类似情况下，最好能采取通风、降温等措施。

二、主机的技术指标

PLC 主机技术指标是指它的基本功能，工作速度，存贮器容量，输入/输出点数、编程语言及其它一些有关技术指标。这些指标没有统一的技术标准。不同型号的产品这些指标一般也不相同。大、中型 PLC 的功能多，给出的主机技术指标项目也多，常常在说明书中列出几十项或更多的具体指标。小型 PLC 的功能一般比较简单，给出的技术指标项目也少一些。例如，小型的 EX-40 Plus 给出的有关指标如下：

(1) 工作方式：存贮程序，循环扫描

(2) 平均速度：60μs/步

(3) 用户内存：CMOS RAM (锂后备电池支持) 或 PROM, 1022步