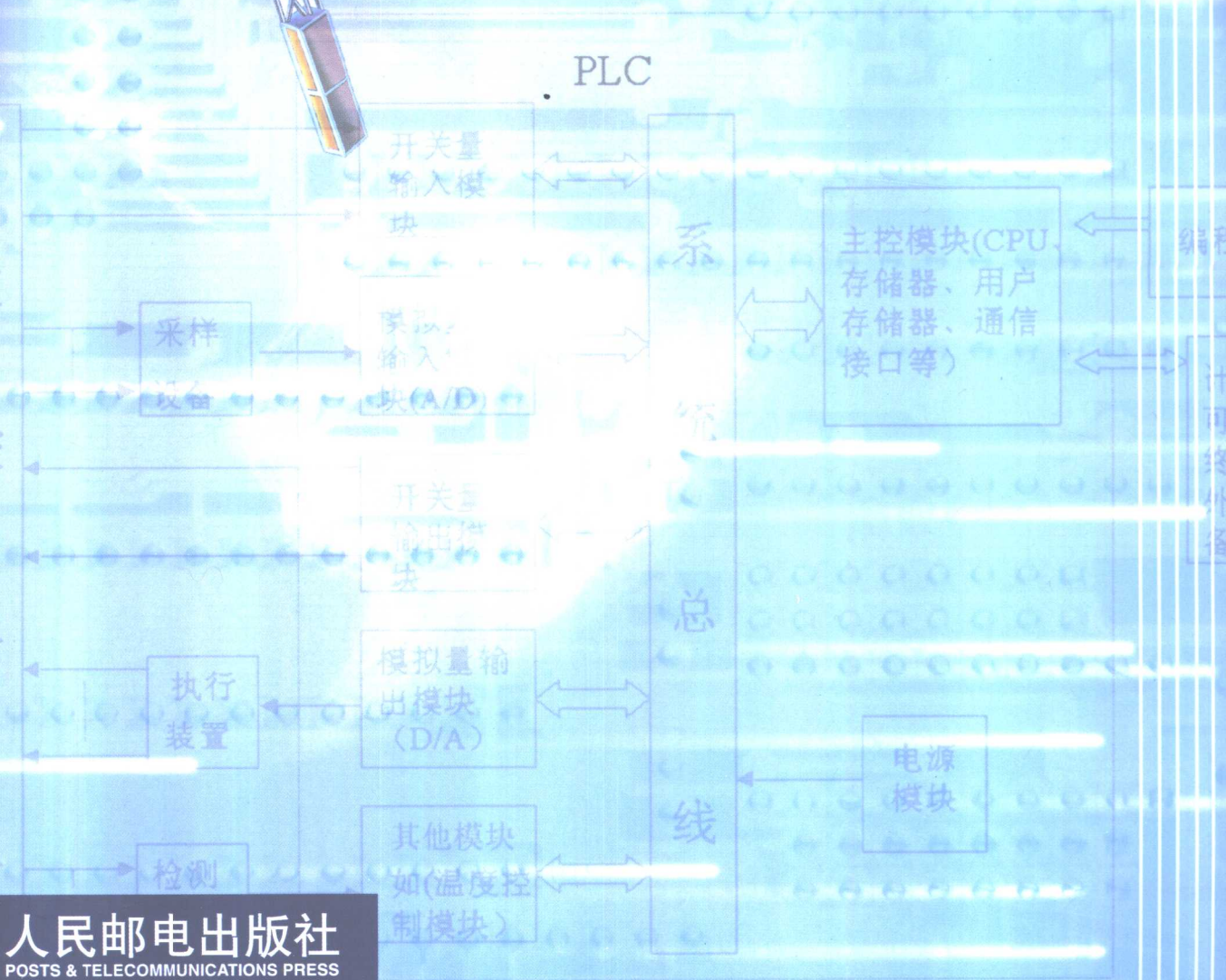


可编程序控制器 应用系统设计 及通信网络技术

郭宗仁 吴亦锋 郭永 编著



图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器应用系统设计及通信网络技术 / 郭宗仁等编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2000.9

ISBN 7-115-10589-8

I. 可... II. 郭... III. ①可编程序控制器—系统设计②通信网—通信技术
IV. ①TM571.6②TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 067725 号

内 容 提 要

全书由九章及附录组成, 第一章介绍了 PLC 控制系统的基本知识; 第二章和第五章讲述了 PLC 的硬件系统; 第三章和第四章讲述了 PLC 的软件系统; 第六章是 PLC 的通信及网络技术; 第七章和第八章是 PLC 应用系统设计、开发和应用; 第九章是可编程序控制器的应用基础训练; 最后是附录, 供读者阅读时查阅。

本书站在 PLC 应用系统的角度上, 将系统分成硬件部分和软件部分进行介绍, 然后通过应用系统设计和应用实例, 使读者能尽快地学会并掌握 PLC 应用系统的设计技能。书中内容由浅入深: 从单台 PLC 过渡到 PLC 网络; 从指令学习、简单编程过渡到利用计算机编制 PLC 应用软件, 使读者逐渐将硬件和软件结合在一起, 学会设计一个可用于实际的 PLC 应用系统的能力。

本书具有系统性、实用性, 可作为大专院校工业自动化、机电一体化、机械设计制造及自动化、电气技术及其他有关专业的教材, 也可供广大工程技术人员参考和培训班使用。

可编程序控制器应用系统设计及通信网络技术

◆ 编 著 郭宗仁 吴亦锋 郭 永

责任编辑 刘兴航

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67132692

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 31.5

字数: 771 千字

2002 年 9 月第 1 版

印数: 1-5 000 册

2002 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10589-8/TP · 3058

定价: 40.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

编写人员

主 编 郭宗仁

副主编 吴亦锋

其他编写人员（按姓氏笔画顺序排列）：

王志凯 江岳文 李琰 何善君

林礼清 郭 永

前 言

可编程序控制器（PLC）是综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术的一种新型的、通用的自动控制装置。它具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程以及适应工业环境下应用等一系列优点，近年来在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面应用越来越广泛，成为现代工业控制三大支柱之一。

近年来 PLC 发展很快，新产品、新技术不断涌现，为了适应这种情况，使读者尽快地了解并掌握这些新技术，并将其应用于生产实践中去，本书在前一本《可编程序控制器及其通信网络技术》的基础上作了较大的改动，增添了许多新的内容。在编写的过程中，本书按照以下原则和方法：

1. 以 OMRON C 系列（以 CQM1 为主）和西门子 S7 系列（以 S7-200 为主）为样机进行介绍。

2. 站在 PLC 应用系统的角度上，将系统分成硬件部分（主要有 PLC 模块、硬件系统配置和外围设备等）和软件部分（主要有指令系统、软件设计基础、应用软件设计等）进行介绍，然后通过应用系统设计和应用实例，使读者将硬件和软件融合在一起，形成一个完整的概念。

3. 理论联系实际，在介绍软硬件理论知识的同时，还举了许多例子，并且为使读者能实际操作，在本书的最后还加上了应用实验一章，读者通过自己亲手操作，感受会更深。

4. 介绍目前最新产品和技术及科研成果时，本书更新了计算机辅助编程的工具软件，介绍了基于 Windows 操作系统的 CPT 和 STEP7 的使用方法。编程者可以在计算机上进行全屏幕编程、检查、修改，然后下载至 PLC 中，大大提高程序设计的效率。

5. 智能化、网络化是当今的发展潮流，本书适应这种变化，从单机到 PLC 网络，到现场总线技术和网络工程进行了较全面的介绍。其中也包含了本书编写者的最新科研项目 and 成果。

全书由九章及附录所组成，可分成七个部分，第一部分是基础由第一章组成；第二部分是硬件系统部分由第二章和第五章组成；第三部分是软件系统部分由第三章和第四章组成；第四部分是 PLC 的通信及网络技术由第六章组成；第五部分是 PLC 应用系统设计、开发和应用由第七章和第八章组成；第六部分是应用基础训练由第九章组成；最后一个部分是附录，供读者阅读时查阅。

本书编者具体分工如下：

郭宗仁老师执笔第一至四章、第五章的第一至五节、第八章的第二、三节及第九章。吴亦锋老师执笔第七章、第五章的第六节、第八章的第一节。郭永执笔第六章，郭宗仁修订。郭宗仁、林礼清和张树君执笔第八章第四节。

参加本书编写、实验及程序调试等工作的同志有：

江岳文负责第一章、第九章、附录。王志凯负责第二章、第三章第二节部分、第三节、第四章第六节、第五章第五节、第八章第二至四节。李琰负责第三章第一节、第二节部分、

第四章第一至四节、第六节、第七节、第五章第一至四节。何善君负责第五章第六节、第八章第一节。

全书由郭宗仁，吴亦锋统稿。

编写本书的目的是使读者能尽快地学会并掌握 PLC 应用系统的设计技能，书中内容由浅入深；从单台 PLC 过渡到 PLC 网络；从指令学习、简单编程过渡到利用计算机编制 PLC 应用软件，使读者逐渐将硬件和软件结合在一起，形成设计一个可用于实际的 PLC 应用系统的能力。

本书可作为大专院校工业自动化、机电一体化、机械设计制造及自动化、电气技术及其他有关专业的教材，也可供广大工程技术人员参考和培训班使用。

人民邮电出版社对本书的编写给予极大的支持和帮助，陆惠义研究员审核了全稿，并提出了宝贵意见，曹克芳和叶宝英同志也给予了大力帮助，在此致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，再加上编写时间紧迫，错漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 2 月于福州大学

目 录

第一章 绪论.....	1
第一节 从继电器控制系统到 PLC 控制系统.....	1
第二节 PLC 控制系统与其他工业控制系统的比较.....	3
一、PLC 控制系统与继电器控制系统的比较.....	3
二、PLC 控制系统与计算机控制系统的比较.....	3
三、PLC 控制系统与集散型控制系统的比较.....	4
第三节 PLC 控制系统的组成.....	5
一、硬件组成	5
二、软件组成	8
第四节 PLC 控制系统的发展趋势.....	12
一、小型化、高性能、低成本、简单实用	13
二、大型化、网络化、多功能	13
三、PLC 控制系统将与智能控制系统更进一步地相互渗透和结合.....	13
四、实现软、硬件的标准化	14
第二章 可编程序控制器硬件系统配置	15
第一节 PLC 基本模块介绍	15
一、主控模块	15
二、开关量 I/O 模块	18
三、模拟量 I/O 模块	21
四、智能模块	22
五、模块间的连接方法	25
第二节 PLC 模块选取的基本原则	25
一、主控模块的选择	25
二、开关量 I/O 模块的选择	26
三、模拟量 I/O 模块的选择	27
第三节 PLC 硬件系统配置	27
一、S7-200 PLC 的硬件系统配置	27
二、S7-300 PLC 的硬件系统配置	29
三、C200H PLC 的硬件系统配置	32
四、CQM1 PLC 的硬件系统配置.....	34
第四节 I/O 地址分配	35
一、常用 I/O 地址分配方法	35
二、I/O 地址分配举例	36

第三章 可编程序控制器的指令系统	43
第一节 PLC 的编程语言	43
第二节 OMRON C 系列 PLC 指令系统	44
一、概述	44
二、CQM1 数据区	47
三、CQM1 指令系统	48
第三节 SIMATIC 指令系统	155
一、基本概念和约定	155
二、SIMATIC 指令系统	161
第四章 可编程序控制器应用系统的软件设计与开发	191
第一节 PLC 应用系统软件设计与开发的过程	191
第二节 应用软件设计的内容	192
一、功能的分析与设计	192
二、I/O 信号及数据结构分析与设计	193
三、程序结构分析和设计	194
四、软件设计规格说明书编制	194
五、用编程语言、PLC 指令进行程序设计	194
六、软件测试	195
七、程序使用说明书编制	195
第三节 PLC 程序设计的常用方法	196
一、经验设计法	196
二、逻辑设计法	196
三、状态分析法	197
四、利用状态转移图设计法	199
第四节 PLC 程序设计步骤	203
一、程序设计步骤	203
二、程序设计流程图	205
第五节 常用基本环节编程	205
一、延时电路	205
二、计数器的扩展	208
三、分频电路	211
四、闪光电路	211
五、脉冲发生器	212
六、多谐振荡电路	213
七、保持电路	214
八、比较电路（译码电路）	215
九、优先电路	216
十、单按钮启停控制电路	217
第六节 计算机辅助编程	218

一、OMRON PLC 的计算机辅助编程	218
二、西门子 PLC 的计算机辅助编程	226
第七节 人机界面的设计	231
一、什么是 PLC 应用系统的人机界面	231
二、人机界面设计时应考虑的几个问题	231
三、人机界面设计的方法和步骤	233
第八节 应用软件设计标准	239
第五章 可编程序控制器外围装置、设备与接口	241
第一节 按钮与开关	241
一、控制按钮	241
二、开关	242
第二节 传感器	246
一、传感器的分类	247
二、传感器的基本性能参数	247
三、传感器选用的一般原则	251
四、温度传感器举例	253
第三节 执行装置	263
一、接触器	264
二、执行器	266
三、气动与液动执行装置用电磁阀	270
第四节 输入/输出接口	270
一、输入电源电压的选择	270
二、输出形式和适用的负载	271
三、输入口的正确使用	271
四、输出口的正确使用	275
五、实际应用时应注意的问题	278
第五节 编程器及其使用	279
一、概述	279
二、简易编程器操作面板	281
三、编程器的使用	282
第六节 可编程终端	295
一、GP 系列可编程终端	295
二、NT620 可编程终端	306
第六章 可编程序控制器的通信及网络	323
第一节 通信网络的基础知识	323
一、数据传输方式	323
二、线路通信方式	326
三、传输速率	327
四、差错控制	327

五、传输介质	329
六、串行通信接口标准	330
第二节 工业局域网基础	335
一、局域网 4 大要素	335
二、网络协议和体系结构	337
三、网络的参考模型	338
第三节 局域网的组网技术	342
一、工业局域网的选型考虑	342
二、系统设计的基本原则	343
三、现场总线技术	344
第四节 OMRON PLC 网络	346
一、PLC 网络的上位连接系统	346
二、PLC 网络的下位连接系统	358
三、PLC 网络的同位连接系统	368
四、SYSMAC 网络连接系统	388
第五节 西门子 PLC 网络	392
一、PROFIBUS 现场总线	393
二、S7 系列 PLC 的通信及组网	396
三、工业以太网	407
第七章 可编程序控制器应用系统设计、安装与维护	409
第一节 PLC 应用系统设计的内容和步骤	409
一、系统设计的原则与内容	409
二、系统设计和调试的主要步骤	409
第二节 PLC 应用系统的硬件设计	411
一、PLC 的型号	411
二、PLC 容量估算	413
三、I/O 模块的选择	414
四、分配输入 / 输出点	415
第三节 PLC 应用系统的软件设计与实例	418
一、PLC 应用系统的软件设计	418
二、PLC 应用系统设计实例	420
第四节 PLC 的安装	431
一、安装注意事项	431
二、PLC 模块的连接与安装	434
第五节 PLC 的维护与故障排除	437
一、维护检查	437
二、运行错误信息	438
三、故障检查流程图	440
第八章 可编程序控制器应用实例	445

第一节 PLC 在水闸液压启闭机控制系统中的应用	445
一、概述	445
二、水闸启闭机控制系统的硬件设计	445
三、水闸启闭机控制系统的软件设计	446
第二节 PLC 在模糊控制系统中的应用	453
一、什么是模糊控制	453
二、模糊控制实现的步骤与方法	453
三、应用实例——光电纠偏自动控制系统	460
第三节 PLC 在邮政转运推挂控制系统中的应用	464
一、概述	464
二、工艺流程及控制功能要求	465
三、转运推挂控制系统的总体设计	466
四、PLC 机型的选择	467
五、硬件配置和系统硬件结构	469
六、软件设计	470
第四节 PLC 在大型水电枢纽工程中的应用	471
一、概述	471
二、三级船闸 PLC 控制系统的基本结构	472
三、软件设计	473
四、关键技术	474
第九章 可编程控制器应用实验	477
第一节 编程器操作实验	477
一、实验目的和实验设备	477
二、实验内容和实验要求	477
第二节 简单编程实验	478
一、实验目的和实验设备	478
二、实验内容和实验要求	479
第三节 计算机辅助编程实验	479
一、实验目的和实验设备	479
二、实验内容和实验步骤及实验要求	480
第四节 PLC 应用系统设计	480
实验一 电机控制	
一、实验目的和实验设备	480
二、实验内容和实验步骤及实验要求	481
实验二 交通信号灯的控制	
一、实验目的和实验设备	482
二、实验内容和实验要求	473
第五节 PLC 应用系统人机界面设计	484
实验一 可编程终端实验	

一、实验目的和实验设备	484
二、实验内容和实验步骤及实验要求	484
实验二 PLC 上位计算机菜单界面设计	
一、实验目的和实验设备	485
二、实验内容和实验步骤及实验要求	485
附录.....	487
附录 A S7-200 特殊存储器（SM）标志位	487
附录 B 上位机与 CQM1 的链接通信	490
附录 C S7-200 PLC 中断事件.....	491
主要参考文献.....	492

第一章 绪 论

第一节 从继电器控制系统到 PLC 控制系统

在可编程控制器诞生之前，继电器控制系统已广泛地应用于工业生产的各个领域。继电器控制系统通常可以看成是由输入电路、控制电路、输出电路和生产现场这 4 部分组成。其中输入电路部分是由按钮、行程开关、限位开关、传感器等构成，用以向系统送入控制信号。输出电路部分是由接触器、电磁阀等执行元器件构成，用以控制各种被控制对象，如电动机、电炉、阀门等。继电器控制电路部分是控制系统的核心部分。它通过导线将各个分立的继电器，电子元器件连接起来对工业现场实施控制；生产现场是指被控制的对象（如电动机等）或生产过程。继电器控制系统的结构框图，如图 1-1 所示。

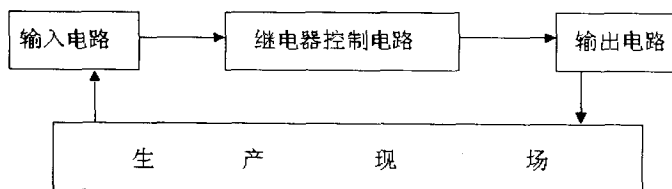


图 1-1 继电器控制系统结构框图

继电器控制系统在传统的工业生产中曾起着不可替代的重要作用，随着生产规模的逐步扩大，市场经济竞争日趋激烈，继电器控制系统已愈来愈难以适应，因为继电器控制电路通常是针对着某一固定的动作顺序或生产工艺而设计的。它的控制功能也仅仅只局限于逻辑控制、定时、计数等这样一些简单的控制，一旦动作顺序或生产工艺发生变化，就必须进行重新设计、布线、装配和调试。显然，这样的控制系统完全无法满足日新月异且竞争激烈的市场经济发展的需要。这就迫使人们要放弃原来已占统治地位的继电器控制系统，研制可以替代继电器控制系统的新型的工业控制系统。

出于上述的考虑，美国通用汽车公司（GM）于 1968 年提出了公开招标研制新型的工业控制器设想，第二年，即 1969 年美国数字设备公司(DEC)就研制出了世界上第一台可编程控制器。在这一时期，可编程控制器虽然采用了计算机的设计思想，但实际上只能完成顺序控制，仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能。所以人们将可编程控制器称之为 PLC(Programmable Logical Controller)，即可编程逻辑控制器。

20 世纪 70 年代末至 80 年代初，微处理器技术日趋成熟，使可编程控制器的处理速度大大提高，增加了许多特殊功能，如浮点运算、函数运算、查表等。这样可编程控制器不仅可以进行逻辑控制，还可以对模拟量进行控制。因此，美国电气制造协会 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)将之正式命名为 PC(Programmable Controller)。值得注意的是，因为个人计算机的简称也是 PC (Personal Computer)，有时为了避免混淆，人们习惯上仍将可编程控制器简称为 PLC（尽管这是早期的名称）。本书采用 PLC 的称呼。

20 世纪 80 年代后,随着大规模和超大规模集成电路的迅猛发展,以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化可编程序控制器得到了惊人的发展,使之在概念上、设计上、性能价格比等方面有了重大的突破。可编程序控制器具有了高速计数、中断技术、PID 控制等功能,同时联网通信能力也得到了加强,这些都使得可编程序控制器的应用范围和领域不断扩大。为使这一新型的工业控制装置的生产和发展规范化,国际电工委员会(IEC)制定了 PLC 的标准,并给出了它的定义。

“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计,它采用可编程序的存储器,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命令,并通过数字式、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设备,都应按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充功能的原则而设计。”

综上所述,PLC 是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用工业自动控制装置。这种装置具有体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用、维护方便等优点,特别是它的高可靠性和较强的适应恶劣工业环境的能力,得到了用户的公认和好评。它经过短短的几十年发展后,现已成为现代工业控制的三大支柱(PLC、机器人和 CAD/CAM)之一,被广泛地应用于机械、冶金、化工、交通、电力等领域中。

以 PLC 作为控制器的 PLC 控制系统从根本上改变了传统的继电器控制系统的工作原理和方式。继电器控制系统的控制功能是通过采用硬件接线的方式来实现的,而 PLC 控制系统的控制功能是通过存储程序来实现的,不仅可以实现开关量控制,还可以进行模拟量控制、顺序控制。另外,它的定时和计数的功能也远比继电器控制系统强,一般可以为用户提供几十个甚至上百个定时器、计数器。随着计算机和通信技术的发展,现代的 PLC 控制系统已远不是几十年前的那个样子,PLC 的控制从早期的单机控制发展到多机控制,实现了工厂自动化。尽管现代的 PLC 控制系统已发生了很大的变化,但是从自动控制的角度来看,PLC 控制系统与传统的继电器控制系统在结构上仍有相似之处。现以集中型的 PLC 控制系统为例说明集中型 PLC 控制系统与继电器控制系统在结构上有哪些相同之处和不同之处,这对于初学者理解 PLC 控制系统的工作原理是有帮助的。集中型 PLC 控制系统的结构,如图 1-2 所示。

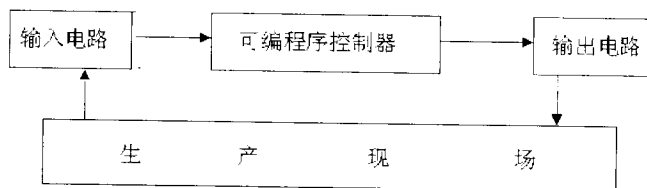


图 1-2 集中型 PLC 控制系统结构框图

将图 1-2 与图 1-1 相比,就会发现 PLC 控制系统与继电器控制系统输入、输出部分基本相同,输入电路也都是由按钮、开关、传感器所构成;输出电路也都是由接触器、执行器、电磁阀所构成。不同的是继电器控制系统的控制线路被 PLC 中的程序所替代,这样一旦生产工艺发生变化,就只需修改程序就可以了。正是上述原因,PLC 控制系统除了可以完成传统继电器控制系统所具有的全部功能外,还可以实现模拟量控制、开环或闭环过程控制,甚至多级分布式控制。随着微电子技术的进一步发展,PLC 成本也在降低,传统的继电器控制系统被 PLC 控制系统所代替已是发展的必然趋势。

第二节 PLC 控制系统与其他工业控制系统的比较

一、PLC 控制系统与继电器控制系统的比较

PLC 控制系统与继电器控制系统的比较见表 1-1。

表 1-1 PLC 控制系统与继电器控制系统的比较

比较项目	继电器控制系统	PLC 控制系统
控制功能的实现	由许多继电器，采用接线的方式来完成控制功能	各种控制功能是通过编制的程序来实现的
对生产工艺过程变更的适应性	适应性差。需要重新设计，改变继电器和接线	适应性强。只需对程序进行修改
控制速度	低。靠机械动作实现	极快。靠微处理器进行处理
计数及其他特殊功能	一般没有	有
安装，施工	连线多，施工繁	安装容易，施工方便
可靠性	差，触点多，故障多	高，因元器件采取了筛选和老化等可靠性措施
寿命	短	长
可扩展性	困难	容易
维护	工作量大，故障不易查找	有自诊能力，维护工作量小

结论：由于 PLC 控制系统与继电器控制系统相比具有无法比拟的优点，因此，在今后的控制系统中，传统的继电器控制系统被 PLC 控制系统所替代是大势所趋。

二、PLC 控制系统与计算机控制系统的比较

20 世纪 60 年代，由于小型计算机的出现，有人曾试图用小型计算机来取代当时占统治地位的继电器控制系统，结果未获成功，代之的却是 PLC 的出现。

通用计算机与 PLC 本身在工作目的、原理和方式上都存在着较大的差异，其比较结果见表 1-2。

表 1-2 PLC 控制系统与通用计算机系统的比较

比较项目	通用计算机系统	PLC 控制系统
工作目的	科学计算，数据管理等	工业自动控制
工作环境	对工作环境的要求较高	对环境要求低，可在恶劣的工业现场工作
工作方式	中断处理方式	循环扫描方式
系统软件	需配备功能较强的系统软件	一般只需简单的监控程序
采用的特殊措施	掉电保护等一般性措施	采用多种抗干扰措施，自诊断，断电保护，可在线维修
编程语言	汇编语言，高级语言如：BASIC，C 等	梯形图，助记符语言，SFC 标准化语言

续表

比较项	通用计算机系统	PLC 控制系统
对操作人员的要求	需专门培训。并具有一定的计算机基础	一般的技术人员，稍加培训即可操作使用
对内存的要求	容量大	容量小
价格	价格高	价格较低
其他	若用于控制，一般需自行设计	机种多，模块种类多，易于集成系统

结论：一般情况下，在工业自动化工程中采用 PLC 可靠、方便、易于维护。

进入 20 世纪 70 年代，采用微处理器的工业控制计算机出现了，它与 PLC 共同推动着传统工业的技术改造。经过较长时间的实践，人们又发现，PLC 与一般的工业控制计算机相比，PLC 还是有着较强的优势，其原因是 PLC 专为在工业环境下的应用而设计，在 PLC 中采用了如下的硬件和软件措施：

- (1) 光电耦合隔离和 R-C 滤波器，有效地防止了干扰信号的进入。
- (2) 内部采用电磁屏蔽，防止辐射干扰。
- (3) 采用优良的开关电源，防止电源线引入的干扰。
- (4) 具有良好的自诊断功能可对 CPU 等内部电路进行检测，一旦出错，立即报警。
- (5) 对程序及有关数据用电池供电进行后备，一旦断电或运行停止，有关状态及信息不会丢失。
- (6) 对采用的器件都进行了严格的筛选和简化，排除了因器件问题而造成的故障。
- (7) 采用了冗余技术进一步增强了可靠性。对某些大型的 PLC 还采用了双 CPU 构成冗余系统，或三 CPU 构成表决式系统。

随着构成 PLC 的元器件性能的提高，PLC 的可靠性也在相应地提高。一般 PLC 的平均无故障时间可达几万小时以上。某些 PLC 的生产厂家甚至宣布，今后生产的 PLC 不再标明可靠性这一指标，因为对 PLC 来讲这一指标已毫无意义了。经过大量实践人们发现 PLC 系统在使用中发生的故障大多是由于 PLC 的外部开关、传感器、执行机构引起的，而不是 PLC 本身发生的。

另外，PLC 程序设计简单，易学易懂易维护，更适合于工程技术人员。因此，PLC 在工业控制中获得了极大的成功，成为工业控制中的主流。但是必须指出的是：计算机在信息处理方面还是优于 PLC，所以在一些自动化控制系统中，常常将两者结合起来，PLC 做下位机进行现场控制，计算机做上位机进行信息处理。计算机与 PLC 之间通过通信线路实现信息的传送和交换。这样相辅相成，构成一个功能较强的完整的控制系统。

三、PLC 控制系统与集散型控制系统的比较

由前所述可知，PLC 是由继电器逻辑控制系统发展而来的。而集散型控制系统 DCS(Distribution Control System)是由回路仪表控制系统发展起来的分布式控制系统，它在模拟量处理、回路调节等方面有一定的优势。而 PLC 随着微电子技术、计算机技术和通信技

术的发展,无论在功能上、速度上、智能化模块以及联网通信上,都有很大的提高。并开始与小型计算机联成网络,构成了以 PLC 为重要部件的分布式控制系统。随着 PLC 网络通信功能的不断增强,PLC 与 PLC 及计算机的互联,可以形成大规模的控制系统,在数据高速公路上(Data Highway)挂接在线通用计算机,实现在线组态、编程和下装,进行在线监控整个生产过程,这样就已经具备了集散控制系统的形态,加上 PLC 价格和可靠性优势,使之可与传统的集散控制系统相互竞争。

第三节 PLC 控制系统的组成

PLC 控制系统像一般的计算机控制系统一样,也是由硬件和软件两大部分组成的。硬件是指 PLC 本身及其外围设备,软件是指管理 PLC 的系统软件、PLC 的应用程序、编程语言和编程支持工具软件。

一、硬件组成

典型的 PLC 控制系统的硬件组成框图,如图 1-3 所示。

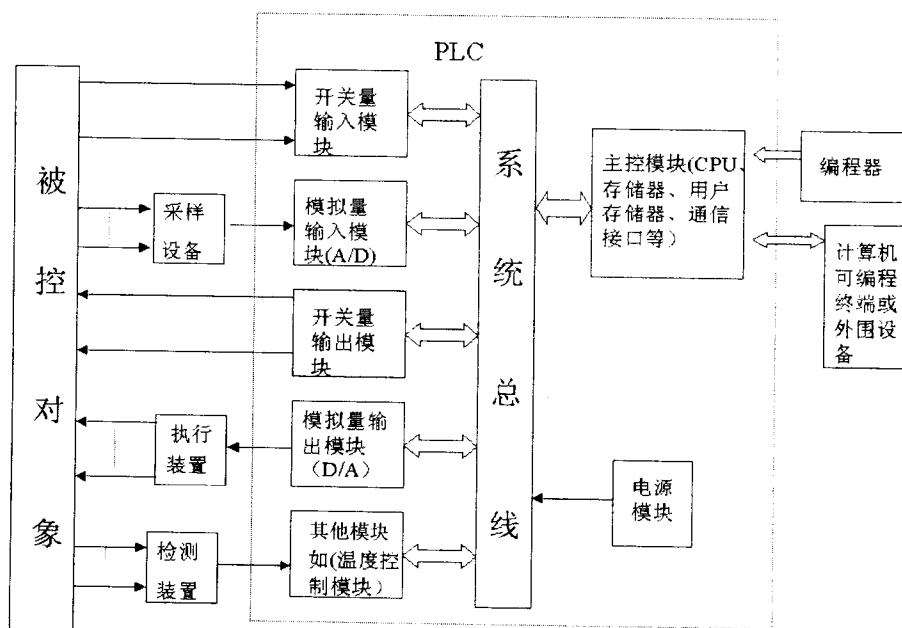


图 1-3 PLC 控制系统硬件组成框图

PLC 控制系统的硬件是由 PLC、输入/输出(I/O)电路及外围设备等组成的。系统的规模可根据实际应用的需要而定,可大可小。下面对构成控制系统的主要部分简要介绍。

1. PLC 系统(简称 PLC)

(1) 主控模块 除了早期生产的整体式 PLC(PLC 的各个部件都在同一个机壳内)外,

目前市场多数的 PLC 都已采用模块化的结构（PLC 的各个部件独立封装，称之为模块）。在 PLC 中各个模块均通过系统总线相互连接起来构成一个系统。在这个系统中最核心的模块是主控模块（也称 CPU 模块），它包括：CPU、存储器、通信接口等部分。

① CPU：CPU 是 PLC 的控制中枢，它由控制器和运算器组成。其中，控制器是用来统一指挥和控制 PLC 工作的部件。运算器则是进行逻辑、算术等运算的部件。PLC 在 CPU 的控制下使整个机器有条不紊地协调工作，以实现对现场各个设备的控制。

CPU 的具体作用如下：

A) 执行接收，存储用户程序的操作指令。

B) 以扫描方式接收来自输入单元的数据和状态信息，并存入相应的数据存储区。

C) 执行监控程序 and 用户程序。完成数据和信息的处理，产生相应的内部控制信号，完成用户指令规定的各种操作。

D) 响应外部设备（如编程器、打印机）的请求。

PLC 中所采用的 CPU 随机型的不同而不同，通常有 3 种：通用微处理器（如 8086、80286、80386 等）、单片机芯片、位片式微处理器。

一般说来，小型 PLC 大多采用 8 位微处理器或单片机作为 CPU，如 Z80A、8085、8031 等，具有价格低、普及通用性好等优点。

对于中型的 PLC，大多采用 16 位微处理器或单片机作为 CPU，如 Intel 8086，Intel 96 系列单片机，具有集成度高、运算速度快、可靠性高等优点。如日本欧姆龙公司生产的 OMRON C200H 型 PLC 采用的是 Motorola 公司生产的 MC68B09 CPU 芯片。这是一种增强型 8 位微处理器。

对大型 PLC，大多采用高速位片式微处理器，它具有灵活性强、速度快、效率高的优点。

目前，一些厂家生产的 PLC 中，还采用了冗余技术，即采用双 CPU 或三 CPU 工作，进一步提高了系统的可靠性。采用冗余技术可使 PLC 的平均无故障工作时间达几十万小时以上。

② 存储器：PLC 系统中的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和工作状态数据。

A) 系统程序存储区：采用 PROM 或 EPROM 芯片存储器。它是由生产厂家直接存放的、永久存储的程序和指令，称为监控程序。监控程序和 PLC 的硬件组成与专用部件的特性有关，用户不能随意访问和修改这部分存储器的程序。

B) 存储器区：工作数据是 PLC 运行过程中经常变化的、需要随机存取的一些数据。这些数据一般不需要长久保存，因此采用随机存储器 RAM。数据存储区包括输入、输出数据映像区，定时器/计数器预置数和当前值的数据。

C) 用户程序存储区：用于存放用户经编程器或计算机输入的应用程序。一般采用 EPROM 或 EEPROM 存储器，用户可擦除重新编程。用户程序存储器的容量一般就代表 PLC 的标称容量。通常，小型机小于 8KB，中型机小于 50KB，而大型机可以在 50KB 以上。

③ 通信接口：主控模块通常有一个或一个以上的通信接口（简称通信口），用以与计算机、编程器相连，实现编程、调试、运行、监视等功能。

(2) 输入/输出模块 PLC 的控制对象是工业生产过程，它与工业生产过程的联系是通过 I/O 模块实现的。生产过程有许多控制变量，如温度、压力、液位、速度、电压、开关量、继电器状态等。因此，需要有相应的 I/O 模块作为 CPU 与工业生产现场的桥梁。且这些模块应具有较好的抗干扰能力。