

21 世纪电气自动化专业人才定向培养丛书

中国高等教育应用型本科人才培养系列（电气信息类）

可编程控制器原理及应用

（西门子 s7-200 系列）

KEBIANCHENG KONGZHIQI YUANLI JI YINGYONG

魏 娜 陈欣欣 王 鑫 ◆ 主 编

HEUP

哈尔滨工程大学出版社

可编程控制器原理及应用

(西门子 s7 - 200 系列)

主 编 魏 娜 陈欣欣 王 鑫
副主编 黄跃娟 李传娣 王慧莹

内 容 简 介

本书系统地介绍了西门子公司生产的 s7-200 系列可编程控制器的基本原理、硬件结构、指令系统和网络通信,并从实例出发,介绍了一些典型控制电路的设计过程。

本书重点突出实用性,层次清晰,叙述详尽,方便教学和自学,可作为高等院校电子信息工程、通信工程、自动化等专业的教材,也可作为工程技术人员进行可编程控制器应用开发的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用:西门子 s7-200 系列/魏娜,陈欣欣,王鑫主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-5661-1510-2

I. ①可… II. ①魏… ②陈… ③王… III. ①可编程
序控制器 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 099699 号

选题策划 吴振雷

责任编辑 张忠远 付梦婷

封面设计 博鑫设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 黑龙江龙江传媒有限责任公司

开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张 15.25

字 数 400 千字

版 次 2017 年 4 月第 1 版

印 次 2017 年 4 月第 1 次印刷

定 价 38.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

可编程控制器(英文简称 PLC)是一种应用于工业控制领域的硬件设备,是计算机技术和继电器控制技术有机结合的产物,它通过编写程序来控制生产过程的自动控制装置,具有可靠性高,抗干扰能力强,稳定性好等优点,已经成为继电器控制系统更新换代的主导产品。

本书以西门子公司生产的 s7-200 系列的 PLC 产品为例,全面介绍了 PLC 的硬件结构、编程和控制方面的知识。本书在编写过程中力求做到语言通顺,叙述清楚,在内容上更偏重实用性,增加了 s7-200 系列 PLC 的应用案例,这样既可帮助初学者尽快地掌握 PLC 应用方法,又能调动其学习 PLC 的兴趣。

全书共分 9 章。第 1 章是绪论,介绍了 PLC 的基本知识和工作原理;第 2 章针对西门子 s7-200 系列 PLC 产品,介绍了 PLC 的系统构成、功能、模块、寻址方式及所属存储器区域;第 3 章介绍了 s7-200 系列 PLC 的编程语言、基本指令系统及控制程序设计实例;第 4 章介绍了 s7-200 系列 PLC 顺序控制指令的用法及程序应用实例;第 5 章介绍了 s7-200 系列 PLC 的常用功能指令及其使用方法;第 6 章介绍了 s7-200 系列 PLC 的编程工具软件,对软件的安装、功能和使用进行了详细说明;第 7,8,9 章介绍了 s7-200 系列 PLC 在普通情况下和变频调速中的应用与网络通信技术。

本书由黑龙江工商学院魏娜、哈尔滨学院陈欣欣、哈尔滨远东理工学院王鑫担任主编,哈尔滨华德学院黄跃娟、黑龙江工商学院李传娣、王慧莹担任副主编,具体分工如下:第 2 章、第 5 章由魏娜老师编写,第 7 章由陈欣欣老师编写,第 1 章、第 4 章由王鑫老师编写,第 6 章、第 8 章由黄跃娟老师编写,第 3 章及文前部分由李传娣老师编写,第 9 章及文后部分由王慧莹老师编写。

由于编写时间仓促,错误和疏漏之处在所难免,希望各位专家、读者批评指正。

编 者

2016 年 11 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 PLC的产生及定义	1
1.2 PLC的发展	2
1.3 PLC的特点	5
1.4 PLC的分类	6
1.5 PLC的应用	8
1.6 PLC的硬件结构	9
1.7 PLC的工作原理.....	16
1.8 PLC与其他控制系统的比较.....	18
习题	20
第2章 s7-200 系列 PLC 概述	21
2.1 S 系列 PLC 发展简介.....	21
2.2 s7-200 系列 PLC 系统的结构	21
2.3 s7-200 系列 PLC 的扩展模块	23
2.4 s7-200 系列 PLC 的存储器区域	26
习题	31
第3章 s7-200 系列 PLC 基本指令系统	32
3.1 s7-200 系列 PLC 编程基础	32
3.2 基本指令	34
3.3 程序控制类指令	51
3.4 梯形图编程的基本规则	56
3.5 编程举例	57
习题	59
第4章 s7-200 系列 PLC 顺序控制指令	60
4.1 功能图的基本概念	60
4.2 顺序控制指令	62
4.3 功能图的主要类型	65
4.4 顺序控制指令应用举例	68
习题	72

第 5 章	s7 - 200 系列 PLC 功能指令	74
5.1	传送指令	74
5.2	数学运算指令	78
5.3	增/减指令	83
5.4	逻辑运算指令	84
5.5	转换指令	87
5.6	表功能指令	91
5.7	时钟指令	95
5.8	中断	96
5.9	高速计数器指令	102
5.10	高速脉冲输出指令	108
5.11	PID 回路指令	122
	习题	127
第 6 章	STEP7 - Micro/WIN 编程软件	128
6.1	硬件连接及软件安装	128
6.2	STEP7 - Micro/WIN 的窗口组件	130
6.3	系统组态	135
6.4	编程软件的使用	137
6.5	程序的运行、监视、调试	141
6.6	s7 - 200 仿真软件的使用	142
	习题	146
第 7 章	s7 - 200 的应用	147
7.1	阶梯灯的定时点亮控制	147
7.2	彩灯控制	149
7.3	电气设备启动、停止控制	151
7.4	机床工作台控制	153
7.5	电动机的软起动控制	155
7.6	车库自动门控制	157
7.7	水塔水位 PLC 控制	159
7.8	传送带的 PLC 控制	164
7.9	四节传送带的 PLC 控制	165
7.10	全自动洗衣机的 PLC 控制	170
7.11	包装秤系统控制	174

7.12	物料搅拌控制.....	185
7.13	交通灯控制.....	189
第 8 章	PLC 在变频调速系统中的应用	193
8.1	西门子 MICROMASTER 440 变频器介绍	193
8.2	西门子 MICROMASTER 440 变频器调速方法	199
第 9 章	西门子 PLC 的通信与网络	209
9.1	通信网络基本知识	209
9.2	s7 - 200 的通信与网络	214
9.3	s7 - 200 通信指令	227
	习题	234
	参考文献	235

第 1 章 绪 论

可编程控制器(Programmable Controller)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现代科技发展起来的一种新型工业自动控制装置,是将计算机技术应用于工业控制领域的新产品。

早期的可编程控制器主要用于代替继电器控制系统完成逻辑控制,因此称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller),英文简称 PLC。随着计算机技术的发展,可编程控制器的功能日益强大,已经超过了逻辑控制的范围,成为工业控制领域的主流控制设备。

1.1 PLC 的产生及定义

1.1.1 PLC 的产生

在现代化生产过程中,许多机械设备和自动化生产线都需要电气控制装置。以往的电气控制装置主要采用继电器控制系统。继电器是一种用弱电信号控制强电信号的电磁开关,这种电气装置体积大,生产周期长,接线复杂,故障率高,可靠性差,尤其在复杂的继电器控制系统中,一出现故障就要花大量时间进行故障的查找和排除。有时某个继电器的损坏,甚至某个继电器的触点接触不良,都会影响整个系统的正常运行。尤其是在生产工艺发生变化时,一修改电路,就可能需要增加很多的继电器,而继电器重新接线或改线的工作量极大,甚至可能需要重新设计控制系统。同时,这种控制系统的功能也仅仅局限于能实现具有粗略定时、计数功能的顺序逻辑控制。因此,人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统,使电气控制系统工作更可靠、更容易,更能适应经常变化的生产工艺要求。

在 20 世纪六七十年代,电子技术已经有了一定的发展,人们受到计算机的存储器可以反复改写的启发,开始寻求一种以存储逻辑代替接线逻辑的新型工业控制设备。但由于计算机技术复杂,编程不方便,价格高等原因,一直未能得到推广应用。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)提出了他们关于汽车流水线的控制系统的具体控制要求,即“GM 十条”。这是一次公开招标的研制任务,当时小型计算机已在美国出现,但人们将计算机用于工业控制的尝试还没有成功。“GM 十条”的内容如下:

- (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装置;
- (4) 体积小于继电器控制柜;
- (5) 能与管理中心的计算机系统通信;
- (6) 成本可与继电器控制系统竞争;
- (7) 输入量是 115 V 交流电压(美国电网电压是 110 V);

- (8) 输出量为 115 V 交流电压, 输出电流在 2 A 以上, 可直接驱动电磁阀;
- (9) 系统扩展时, 原系统只需做很小改动;
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 KB。

这些要求实际上提出了将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低廉的优点, 与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来, 将继电器控制的硬连线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。1969 年, 美国数字设备公司(DEC)根据上述十条要求, 研制出世界上第一台可编程控制器并在 GM 公司汽车生产线上首次应用成功, 实现了生产的自动化控制。当时的可编程序控制器只能用于执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能, 所以被称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller), 简称 PLC。

进入 20 世纪 70 年代后, PLC 已不再是仅有逻辑判断功能, 还同时具有数据处理、PID 控制和数据通信功能, 因此被改称为可编程序控制器或可编程控制器, 简称 PC (Programmable Controller)。但 PC 已被计算机行业定义为个人计算机(Personal Computer), 因此为了防止和个人计算机(Personal Computer)混淆, 人们仍习惯性地用 PLC 作为可编程控制器的英文缩写。

1.1.2 PLC 的定义

可编程控制器是在继电器控制技术和计算机技术的基础上开发出来的, 并逐渐发展成为以微处理器为核心, 将自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。它出现的时间虽然不长, 但发展却非常迅速。国际电工委员会 IEC (International Electrical Committee) 曾在 1982 年 11 月颁布了可编程控制器标准草案第一稿, 1985 年 1 月颁布了第二稿, 1987 年 2 月又颁布了第三稿。1987 年, 国际电工委员会(IEC)在可编程控制器的标准草案中做了如下定义: “可编程控制器是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器, 用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令, 并能通过数字式或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照易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩展其功能的原则而设计。”

可编程控制器在控制系统应用方面优于计算机。它易于与自动控制系统相连接, 可以方便灵活地构成不同要求、不同规模的控制系统, 其环境适应性和抗干扰能力极强, 所以也被称为工业控制计算机。

1.2 PLC 的发展

1.2.1 PLC 的发展状况

第一台可编程控制器产生于 1969 年, 是由美国数字设备公司(DEC)研制的。

20 世纪 70 年代后, 随着电子技术和计算机技术的发展, 微处理技术的应用, 人们将微机技术应用到 PLC 中, 使得它能更多地发挥计算机的功能, 不仅用逻辑编程取代硬连线逻辑, 还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能, 使其真正成为一种电子计算机工业控制设备。

20 世纪 80 年代后, 随着大规模、超大规模集成电路等微电子技术的迅速发展, 16 位和

32 位微处理器被应用于 PLC 中,使 PLC 得到迅速发展,在概念、设计、性能价格比以及应用等方面都有了新的突破。现在,PLC 不仅控制功能增强,可靠性提高,功耗、体积减小,成本降低,编程和故障检测更加灵活方便,还具有通信和联网、数据处理和图像显示等功能。

近年来 PLC 发展迅速,成为具备了计算机功能的一种通用工业控制装置,是现代工业自动化的三大技术支柱之一。

1.2.2 PLC 的发展趋势

随着技术的发展和市场需求的增加,PLC 的结构和功能也在不断改进。各生产厂家不断推出 PLC 新产品,产品的集成度越来越高,工作速度越来越快,功能越来越强。总的来看,PLC 的发展趋势主要体现在以下几个方面。

1. 向小型化、专用化、低成本方向发展

20 世纪 80 年代初,小型 PLC 在价格上还高于小系统用的继电器控制装置。随着数字电路集成度的提升、元器件体积的减小、质量的提高,可编程控制器结构更加紧凑,PLC 设计制造水平也不断进步,新型器件功能大幅度提高并降低了价格。

微型可编程控制器的体积虽小,功能却很强,过去一些大中型可编程控制器才有的功能如模拟量的处理、通信、PID 调节运算等,现在均可以移植到小型机上。

2. 向大容量、高速度方向发展

大中型可编程控制器正向着大容量、智能化和网络化发展,使其能与计算机组成集成控制系统,对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。大型可编程控制器大多采用多 CPU 结构,可同时进行多任务操作,大大提高了处理的速度。

3. 智能型 I/O 模块的发展

为了满足特殊功能的需要,各种智能模块层出不穷。智能模块是以微处理器为基础的功能部件,它们的 CPU 与 PLC 的 CPU 并行工作,占用主机 CPU 的时间很少,有利于提高 PLC 扫描速度和完成特殊的控制要求。智能模块主要有模拟量 I/O、PID 回路控制、各种通信控制、机械运动控制、高速计数输入等。由于智能 I/O 的应用,使过程控制的功能和实时性大大增强。

4. 基于 PC 的编程软件取代编程器

随着计算机的日益普及,越来越多的用户开始使用基于个人计算机的编程软件。编程软件可以对 PLC 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。程序可以被编译下载到 PLC,PLC 也可以将用户程序上传到计算机。程序也可以存盘或打印,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。此外,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。

5. PLC 编程语言的标准化

与个人计算机相比,PLC 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。PLC 的编程语言和指令系统的功能和表达方式也不一致,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,国际电工委员会(简称 IEC)制定了可编程序控制器标准(简称 IEC1131),其中的第 3 部分(IEC1131-3)是 PLC 的编程语言标准。标准中共有五种编程语言,其中的顺序功能图(后文称 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,语句表和结构文本是两种文字语言。除了提供几种编程语言供用户选择外,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不同的工作。

随着 PLC 功能的增强,各种符合 IEC1131 标准的编程语言将更多地得到应用。

6. 通信联网能力增强

可编程控制器的通信联网功能使可编程控制器与个人计算机之间以及与其他智能控制设备之间可以交换数字信息,形成一个统一的整体,实现分散控制和集中管理。可编程控制器通过双绞线、同轴电缆或光纤联网,信息可以传送到几十千米远的地方。可编程控制器网络大多是各厂家专用的,但是它们可以通过主机与遵循标准通信协议的大网络联网。

西门子公司的可编程控制器可以通过 SINEC H1、SINEC L2(Profibus)或 SINEC L1 进行通信。SINEC H1 是一种符合 IEEE802.3 标准的以太网,可连接 1 024 个节点,传输距离为 4.6 km,传输速率为 10 MB/s。SINEC L1 是一种速度较低的廉价网络。在网络中,个人计算机、图形工作站、小型机等可以作为监控站或工作站,它们能够提供屏幕显示、数据采集、分析整理、记录保持和回路面板等功能。而三菱公司的 FX_{2n} 系列可编程控制器能够连接到世界上最流行的开放式网络 CC-Link, Profibus Dp, DeviceNet, 或者采用传感器层次的网络,以满足用户的通信需求。

7. 编程组态软件发展迅速

个人计算机(以下简称 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 PLC、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(以下简称 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的实时和动态监控,控制和管理生产线、生产车间甚至整个工厂,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,实现自动化工厂的全面要求。

8. 与现场总线相结合

现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输、多分支结构的通信网络,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 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,它接线简单,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,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。

可编程控制器与现场总线相结合,可以组成价格便宜、功能强大的分布式控制系统。由于历史原因,现在有多种现场总线标准并存,包括基金会现场总线、过程现场总线、局域

操作网络、控制器局域网络、可寻址远程变送器数据通路协议。一些主要的可编程控制器厂家将现场总线作为可编程控制器控制系统中的底层网络,如 Rockwell 公司的 PLC5 系列可编程控制器在安装了过程现场总线协处理器模块后,就能与其他厂家支持此类总线通信协议的设备,如传感器、执行器、变送器、驱动器、数控装置和个人计算机通信等。

1.3 PLC 的特点

可编程控制器是以微处理器作为控制核心,综合了计算机与自动化技术开发的新型工业控制器,具有以下特点。

1.3.1 可靠性高,抗干扰能力强

继电器控制系统中,由于器件的老化、脱焊、触点的抖动以及触点电弧等现象大大降低了系统的可靠性。而在 PLC 系统中,大量的开关动作是由无触点的半导体电路来完成的,加上 PLC 充分考虑了工业生产环境电磁、粉尘、温度等各种干扰,在硬件和软件上采取了一系列抗干扰措施,因此 PLC 具有极高的可靠性。

1.3.2 功能完善,应用灵活

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能,而且还具有 A/D 和 D/A 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、通信联网等许多功能。由于 PLC 产品均为系列化生产,品种齐全,多数采用模块式的硬件结构,组合和扩展方便,因此用户可根据自己的需要灵活选用,以满足系统大小不同及功能繁简各异的控制要求。

1.3.3 编程简单,使用方便

大多数 PLC 的编程采用与继电器电路极为相似的梯形图语言,直观、形象、易懂,深受电气技术人员的欢迎。近年来各生产厂家都加强了通用计算机运行的编程软件的制作,使程序的组织及下载工作更加方便。

1.3.4 安装、调试方便,维修工作量小

PLC 用软件代替了传统电气控制系统的硬件,使得控制柜的设计、安装的接线工作量大为减少。

PLC 有完善的自诊断、履历情报存储及监视功能,对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示。工作人员通过这些显示功能可以查找故障原因,便于迅速处理。

1.3.5 PLC 体积小、质量轻

PLC 常采用箱体式结构,体积及质量只有通常接触器的大小,易于安装在控制箱中或机械内部。采用 PLC 的控制系统功能强大,调速、定位等功能都可以通过电气方式完成,可以大大减少机械的结构设计,有利于实现机电一体化。

1.4 PLC 的分类

PLC 产品种类繁多,发展也很快,其规格和性能也各不相同,对 PLC 的分类可以根据结构、功能的差异等方面进行划分。

1.4.1 根据 I/O 点数分类

PLC 按其 I/O 点数多少一般可分为四类:微型机、小型机、中型机和大型机。

1. 微型机

I/O 点数小于 64 点的为微型机,其内存容量为 256 B ~ 1 KB。这一类 PLC 主要用于单台设备的监控,在纺织机械、数控机床、塑料加工机械、小型包装机械上应用广泛,有时还应用于家庭。

2. 小型机

I/O 点数在 64 ~ 256 点的为小型机。小型机一般只具有逻辑运算、定时、计数和移位等功能,用于小规模开关量的控制,可实现条件控制、顺序控制等。有些小型机也增加了一些算术运算和模拟量处理、数据通信等功能。小型机的特点是价格低廉、体积小巧,适用于单机控制及开发机电一体化产品。西门子公司的 s7-200 系列 PLC,OMRON 公司的 CPM2A 系列,三菱公司的 F1、F2 和 FX0 系列 PLC 都属于小型机。

3. 中型机

I/O 点数在 256 ~ 2 048 点之间的为中型机。它除了具备逻辑运算功能,还增加了模拟量输入/输出、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。中型机的软件比小型机丰富,在已固化的程序内,一般还有 PID 调节、整数/浮点运算等功能模块。中型机的特点是功能强、配置灵活,适用于具有诸如温度、压力、流量、速度、角度、位置等模拟量控制和大量开关量控制的复杂机械以及连续生产过程的控制场合。西门子公司的 S7-300 系列 PLC,OMRON 公司的 C200H 系列,三菱公司的 A1S 系列 PLC 都属于中型机。

4. 大型机

I/O 点数在 2 048 点以上的为大型机。大型机的功能更加完善,具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录、打印等功能。大型机的内存容量超过 640 KB,监控系统采用 CRT 显示,能够表示生产过程的工艺流程、各种曲线、PID 调节参数选择图等,能进行中断控制、智能控制、远程控制等。大型机的特点是 I/O 点数特别多、控制规模宏大、组网能力强,它可以构成三级通信网,实现工厂生产管理自动化,可用于大规模的过程控制,构成分布式控制系统或整个工厂的集散控制系统(DCS)。

以上划分没有一个十分严格的界限,随着 PLC 技术的飞速发展,某些小型 PLC 也具有中型或大型 PLC 的功能,这些界限也会发生变化,这也是 PLC 的发展趋势。

1.4.2 根据结构形式分类

PLC 按结构形式可分为整体式、模块式和叠装式三类。

1. 整体式 PLC

整体式 PLC 将电源、CPU、I/O 部件都集中配置在一个机箱中,结构紧凑、体积小、质量轻、价格低,容易装配在工业控制设备的内部。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口以及与编程器相连的接口。扩展单元内只有 I/O 接口和电源等,没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。它还配备特殊功能单元,如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。整体式 PLC 一般都是小型机。

2. 模块式 PLC

模块式 PLC 是将各部分以单独的模块进行设置,如电源模块、CPU 模块、输入/输出模块及其他智能模块等。这种 PLC 一般设有机架底板(也有的 PLC 为串行连接,没有底板),在底板上有若干插槽,使用时,各种模块直接插入机架底板上,就构成了一个完整的 PLC 控制系统。这种结构的 PLC 配置灵活,维修简单,易于扩展,可根据控制要求灵活配置所需模块,构成功能不同的各种控制系统。一般大、中型 PLC 采用这种结构。

3. 叠装式 PLC

叠装式 PLC 是将整体式和模块式结合起来。叠装式 PLC 将 CPU 模块、电源模块、通信模块和一定数量的 I/O 单元集成到一个机壳内,如果集成的 I/O 模块不够使用,可以进行模块扩展。其 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块,但它们之间要靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装。叠装式 PLC 集整体式 PLC 与模块式 PLC 优点于一身,它不但系统配置灵活,而且体积较小,安装方便。西门子公司的 s7-200 系列 PLC 就是叠装式的结构形式。

1.4.3 根据功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

1. 低档 PLC

具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量的模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、通信等功能,主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

2. 中档 PLC

除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID(比例、积分、微分控制)控制等功能,以适用于复杂控制系统。

3. 高档 PLC

除具有中档 PLC 的功能外,还增加了带符号算术运算、矩阵运算、函数、表格、CRT 可编程控制器原理与应用显示、打印和更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。一般低档机多为小型 PLC,采用整体式结构。中档机可为大、中、小型 PLC,其中小型 PLC 多采用整体式结构,中型和大型 PLC 采用模块式结构。

1.4.4 根据生产厂家分类

PLC 的生产厂家很多,每个厂家生产的 PLC,其点数、容量、功能各有差异,但都自成系列,指令及外设向上兼容。目前世界上生产可编程控制器的厂家已有 300 多个。表 1-1 列

出了部分世界知名 PLC 生产厂家及其主要产品。

表 1 - 1 部分 PLC 生产厂家及产品系列

国家	公司	产品系列
德国	西门子(SIMATIC)	S5 ,s7 - 200 ,S7 - 300 ,S7 - 400 系列
美国	A - B	PLC - 5 系列
美国	GE Fanuc	GE ,90TM - 30 ,90TM - 70 系列
美国	哥德(GOULD)	PC ,M84 系列
美国	德州仪器(TI) 公司	PM 系列
美国	西屋(WestingHouse)	SY/MAX ,PCHPPC ,FC - 700 系列
美国	莫迪康(MODICON)	M84 ,M484 ,M584 系列
日本	三菱(MITSUBISHI)	F1 ,F2 ,FX ,FX2 ,FX2N ,A ,Ans 系列
日本	欧姆龙(OMRON)	C ,C200H ,CPM1A ,CQMI ,CV 系列
日本	松下电工	FP 系列
日本	东芝(TOSHIBA) 公司	EX 系列
日本	富士电机(FUJI)	N 系列
法国	TE 施耐德(SCHNEIDE)	TSX ,140 系列

1.5 PLC 的应用

目前,PLC 在国内外已广泛应用到钢铁、采矿、石油、水泥、化工、电力、机械制造、造纸、纺织、娱乐、军事等各行各业,使用情况可归纳为如下几类。

1.5.1 顺序控制

顺序控制即逻辑控制,主要指开关量的控制。这是 PLC 最基本的应用领域。它取代传统的继电器控制系统,可应用于单机控制、多机群控制或生产线自动控制,例如注塑机、印刷机械、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

1.5.2 运动控制

运动控制指通过控制电动机的转速或转角实现运动体运动速度及位置的控制。工厂中最常见的运动控制的例子是数控机床,刀具按照给定的坐标行走。现在一般使用专用的运动控制模块,如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块,在多数情况下,PLC 把描述目标位置的数据送给模块,其输出移动一轴或数轴到目标位置。每个轴移动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

1.5.3 过程控制

过程控制指连续生产场合的控制,如石油、化工生产场合,生产一般是不能间断的。这些场合的控制参数叫作过程参数,如温度、压力、速度和流量等模拟量。作为工业控制计算机,PLC 能编制各种各样的控制算法程序,完成闭环控制。

1.5.4 数据处理

数据处理是计算机最擅长的工作,也是一个内容十分广泛的概念。如数据的四则运算、乘方、开方是数据处理,生产实时数据的收集筛选是数据处理,机械加工中的数控机床也是数据处理。可编程控制器具有大量的功能指令支持这些工作,可以完成数据的采集、分析及处理。数据处理一般用于大型控制系统,也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些控制系统。

1.5.5 通信和联网

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能设备(计算机、变频器、数控装置、智能仪表)之间的通信。随着工业自动化程度的不断提高,多机间的数据联通、远程的数据传送越来越重要。近年来 PLC 的通信功能不断加强,各 PLC 厂商都推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

1.5.6 监控系统

PLC 能记忆某些异常情况,并可进行数据采集。操作人员还可利用监控命令进行生产过程的监控,及时调整相关参数。

1.6 PLC 的硬件结构

1.6.1 可编程控制装置的组成

用 PLC 实施控制,其实质是按一定算法进行输入/输出变换,并将这个变化给以物理实现,应用于工业现场。采用可编程控制器组成的控制装置如图 1-1 所示。

从图中可以看出,采用可编程控制器组成控制装置的硬件部分包括四个方面:可编程主机、输入设备、输出设备和外部设备。

1. 可编程主机

可编程主机是控制核心,可以执行用户程序和启停现场设备。

2. 输入设备

输入设备是指现场的检测设备,可以是按钮、选择开关等开关元件,也可以是温度、流量等模拟信号传感器。

3. 输出设备

输出设备主要指现场需要控制的电气设备,可以是接触器、信号灯和电磁阀等。

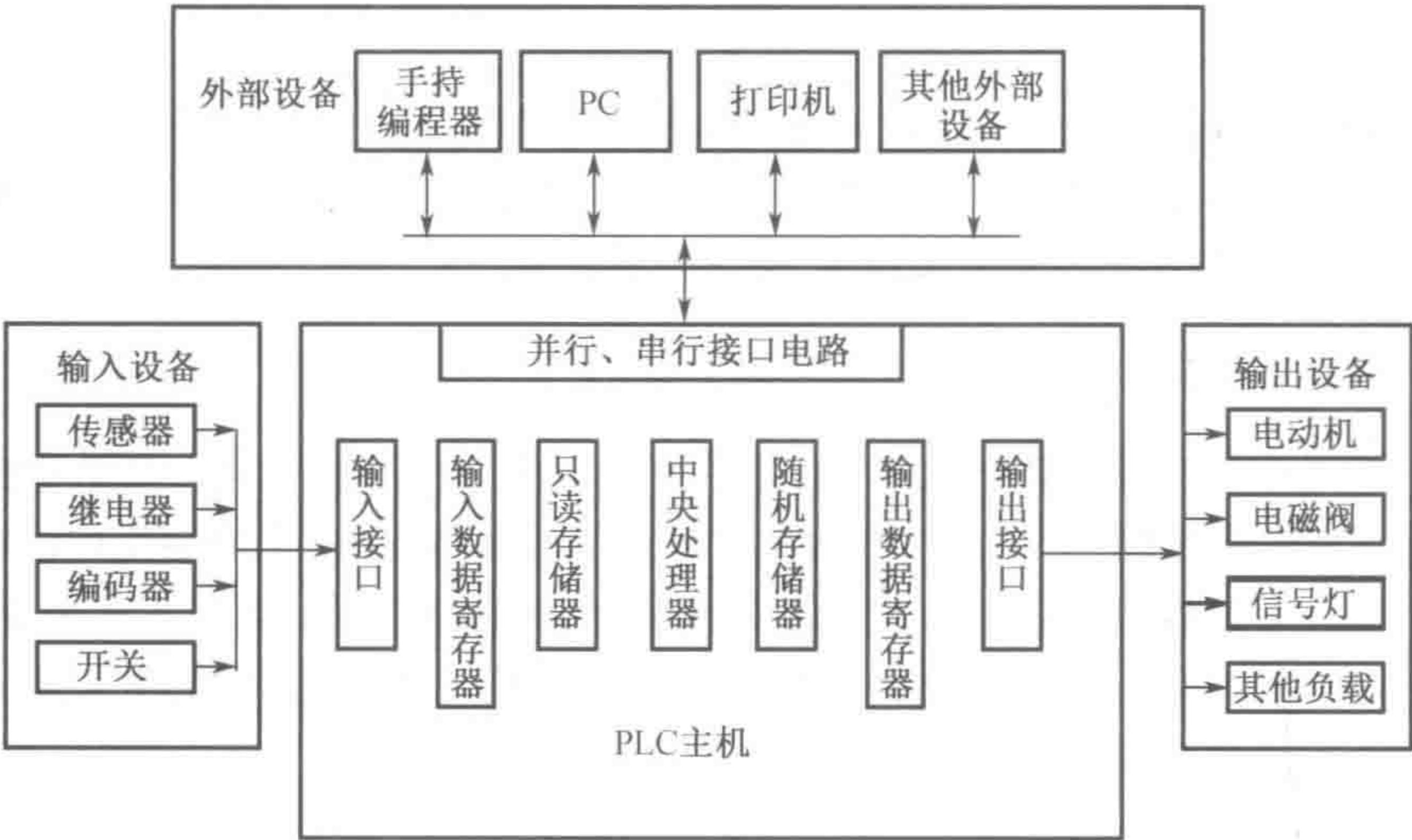


图 1-1 可编程控制装置的组成

4. 外部设备

可编程控制器在运行前,必须将用户自己编写的程序输入到内存。当程序正确无误时,可编程主机可以独立运行。其他设备可以根据需要进行选择。

1.6.2 可编程控制器的内部结构

PLC 虽然种类繁多,但其组成结构和工作原理基本相同。PLC 专为工业现场应用而设计,采用了典型的计算机结构,它主要是由中央处理单元、存储器、电源和专门设计的输入/输出接口电路等组成。PLC 的结构框图如图 1-2 所示。

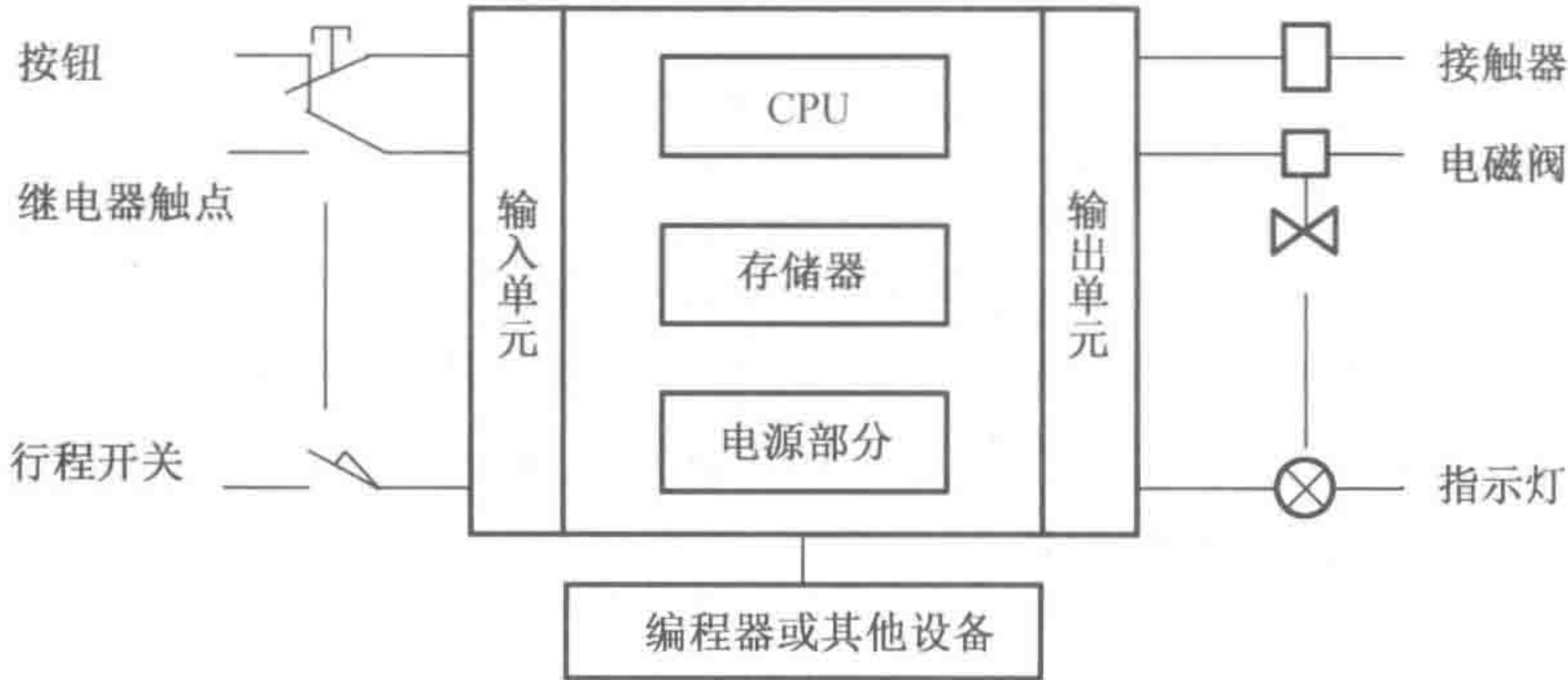


图 1-2 PLC 的结构框图

1. 中央处理单元

中央处理单元 CPU 是可编程控制器的核心,主要任务是接受现场输入信号、执行用户程序、刷新系统输出、完成自诊断操作和通信处理操作。CPU 一般由控制电路、运算器和寄存器组成,这些电路一般都集成在一片芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器模块、输入输出模块相连接。