

可编程控制器 应用技术基础

主 编 杜文蛟



東北大學出版社
Northeastern University Press

可编程控制器应用技术基础

杜文蛟 主编

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 杜文蛟 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制器应用技术基础 / 杜文蛟主编. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2015.9
ISBN 978-7-5517-1081-7

I. ①可… II. ①杜… III. ①可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 225393 号

本教材基于项目教学方法, 教学项目基于实践, 循序渐进, 逐步引导学生完成各项任务, 穿插“知识点拨”和“拓展阅读”, 提供必备的基础知识和拓展内容。同时, 每个项目最后安排“举一反三”, 便于自主探索, 并附实践技能考核, 便于自我评价。

本书主要包括 9 个项目, 参考中职电气运行专业教学大纲编写。内容有: 交流电机控制、直流电机控制、典型机床改造、景观喷泉控制、电机转速测量、LED 数码显示与控制、气动机械手控制、温度测量与控制、PLC 通信技术等。对于典型机床改造、温度测量与控制、PLC 通信技术的部分内容, 可根据情况选用。对于无刷直流电机、步进电机、软启动器、变频器、触摸屏等新技术进行了介绍。

本教材可作为职业院校电气类专业教材, 或供相关专业技术人员参考。

出版者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024-83687331(市场部) 83680267(总编室)

传真: 024-83680180(市场部) 83680265(社务部)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印刷者: 沈阳航空发动机研究所印刷厂

发行者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 20.75

字 数: 508 千字

出版时间: 2015 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2015 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 孙 锋

封面设计: 刘江旻

责任校对: 叶 子

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1081-7

定 价: 40.00 元

可编程控制器（PLC）是一种专为工业自动化控制而研制的微型计算机。随着电子技术的飞速进步，其功能也实现了从简单的逻辑控制到工业智能化核心控制设备的跨越。PLC 具有稳定可靠、配置灵活、功能强大、易于编程、便于维护等优点，在工业控制领域具有举足轻重的地位。目前，掌握 PLC 应用技术已成为从事电气运行相关人员的必备技能。

随着专业课程教学改革的不断深入，项目教学方法受到了广泛关注。项目教学以锻炼职业能力为目标，以工业控制的典型案例为核心，以任务驱动为主线，重视理论运用和解决问题能力的培养。为此，要求专业课程教材的编写基于典型应用，提炼教学项目，按照循序渐进、由浅入深的原则，将项目分解为若干个任务，在完成任务的同时，学习相关知识和技能。采用这种形式，能够激发学生的学习兴趣 and 自主学习的愿望。

本教材基于这一思想，在每一个教学项目当中，在逐步引导学生完成各项任务的过程中，穿插“知识点拨”和“拓展阅读”，让学生掌握必备的基础知识和项目相关的拓展内容。同时，每一个项目最后安排“举一反三”，给出一个自主探索的空间，并附有实践技能考核表，便于自我评价。

本书主要包括 9 个项目，参考中职电气运行专业教学大纲编写。内容有：交流电机控制、直流电机控制、典型机床改造、景观喷泉控制、电机转速测量、LED 数码显示与控制、气动机械手控制、温度测量与控制、PLC 通信技术等。模拟量的采集与控制已经是当前控制系统的常见内容，在温度测量与控制项目中，对于模拟量的基本概念、测量与控制的基本方法进行介绍。对于温度测量与控制、典型机床改造、PLC 通信技术部分内容，可根据

情况选用。另外，对于工程实践中的新技术，如无刷直流电机、步进电机、软启动器、变频器、触摸屏与组态软件、常用传感器等及其控制进行了介绍。本书配套电子课件，可通过邮箱索取：386300483@qq.com。

本书由辽宁营口市农业工程学校杜文蛟主编，朝阳工程技术学校杨继光、抚顺技师学院代昀参与编写。其中项目一、项目五至项目九由杜文蛟编写并统稿，项目二、三由杨继光编写，项目四由代昀编写。代昀老师还提供了相关的素材并提出了宝贵建议，在此表示感谢。

由于编者理论水平和实践能力有限，书中难免存在不足和错误，恳请广大读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月

可编程控制器概述	1
思考题与习题	14
项目一 三相交流异步电动机的 PLC 控制	15
任务一 三相交流异步电动机单方向连续运行的 PLC 控制	16
知识点拨: PLC 工作原理与输入输出继电器	20
拓展阅读: 三菱编程软件 FXGP/WIN 使用	23
任务二 三相异步电动机双重互锁正、反转运行的 PLC 控制	30
知识点拨: 基本指令及其使用示例	34
拓展阅读: 三菱编程软件 GX-Developer 使用	38
任务三 三相交流异步电动机的 Y/ Δ 减压启动运行控制	46
知识点拨: 栈操作指令	49
拓展阅读: 主控指令与软启动器	50
任务四 三相交流异步电动机能耗制动控制	56
知识点拨: 定时器与计数器	59
拓展阅读: 定时器应用	64
任务五 异步电动机段速运行控制	66
知识点拨: 基本指令与应用	70
拓展阅读: 异步电机的变频调速方法及其控制	71
举一反三: 带能耗制动的 Y/ Δ 启动的控制线路	73
思考题与习题	75
项目二 PLC 的直流电动机控制	77
任务一 直流电动机串联电阻启动控制	78
知识点拨: 辅助继电器 (M)	81
拓展阅读: 数据寄存器、状态继电器	83

任务二 直流电动机能耗制动控制	85
知识点拨：编程规则	89
拓展阅读：典型控制案例（水塔水位、传送带控制）	90
任务三 直流无刷电动机运行控制	96
知识点拨：直流无刷电机控制	100
拓展阅读：PLC 控制系统设计的步骤	101
举一反三：并励直流电动机正、反转控制电路	102
思考题与习题	104
项目三 典型机床电气控制的 PLC 改进设计实例	106
任务一 三菱 FX2N 系列 PLC 对 CA6140 车床电气控制的改造	107
知识点拨：PLC 控制系统软件设计方法	110
拓展阅读：PLC 的安装	111
任务二 三菱 FX2N 系列 PLC 对 M7120 平面磨床电气控制的改造	113
知识点拨：PLC 控制系统硬件设计方法	119
拓展阅读：PLC 控制系统输入/输出电路的简化	120
任务三 三菱 FX2N 系列 PLC 对 T68 卧式镗床电气控制的改造	123
知识点拨：PLC 控制系统可靠性的设计	132
拓展阅读：PLC 的维护方法与常见故障分析	134
举一反三：双速交流异步电动机变速控制	136
思考题与习题	137
项目四 广场景观喷泉的控制	139
任务一 采用辅助继电器实现的喷泉控制	141
知识点拨：顺序控制的概念	143
拓展阅读：状态转移图	144
任务二 采用步进指令实现的喷泉控制	147
知识点拨：使用步进指令	150
拓展阅读：步进指令编程的一般步骤	151
任务三 采用步进指令实现的喷泉灯光控制	151
知识点拨：状态转移图的基本结构	155
拓展阅读：选择性分支结构控制实例	156
任务四 采用步进指令实现的景观喷泉控制	158
知识点拨：并行与循环结构	161
拓展阅读：重复与跳转结构的编程实例	162
举一反三：交通信号灯的 control	165
思考题与习题	167
项目五 电动机转速测量	169
任务一 电动机转速脉冲的定时测量	170

知识点拨：传送指令	173
拓展阅读：功能指令的基本规则	174
任务二 电动机转速测量与计算	176
知识点拨：算术运算指令	178
拓展阅读：常用的电动机转速测量方法	180
任务三 使用 SPD 指令的转速测量	182
知识点拨：脉冲测量指令 (SPD)	183
拓展阅读：常用的转速测量传感器	183
举一反三：发动机转速测量	186
思考题与习题	187
项目六 LED 数码显示与控制	189
任务一 使用 MOV 指令的数码显示	190
知识点拨：二进制显示代码	192
拓展阅读：位元件使用与 LED 应用	194
任务二 使用比较指令的数码循环显示	198
知识点拨：比较指令	200
拓展阅读：变址寄存器 V、Z 的使用方法	203
任务三 10s 计时的显示	204
知识点拨：流程控制类指令	205
拓展阅读：译码指令	209
举一反三：10s 倒计时显示控制	210
思考题与习题	211
项目七 气动机械手控制	213
任务一 气动机械手的认识操作	216
知识点拨：气动机械手主要部件	218
拓展阅读：气动机械手元器件的相关知识	219
任务二 气动机械手的连续动作控制	224
知识点拨：逻辑运算指令及程序说明	226
拓展阅读：左右移位指令	229
任务三：气动机械手自动循环动作控制	230
知识点拨：机械手自动循环控制程序说明	232
拓展阅读：循环移位指令	235
任务四 气动机械手多模式控制	237
知识点拨：状态初始化指令	239
拓展阅读：脉冲输出类指令及定位应用	243
举一反三：三自由度机械手控制	247
思考题与习题	248

项目八 温度测量与控制	250
任务一 使用铂电阻温度模块测量温度	251
知识点拨：温度模块及其读写指令	253
拓展阅读：热电偶模块	255
任务二 使用模拟量模块测量温度	257
知识点拨：模拟量模块使用方法	259
拓展阅读：模拟量测量与控制	260
任务三 简单的温度报警控制	264
知识点拨：常用温度传感器	265
拓展阅读：模拟量变送器	268
举一反三：高温报警的实现	269
思考题与习题	270
项目九 PLC 通信技术及其应用实例	271
任务一 1:1 并行通信	272
知识点拨：并行通信	275
拓展阅读：通信协议的概念	277
任务二 N:N 网络通信	279
知识点拨：N:N 通信	283
拓展阅读：串行通信接口标准	286
任务三 触摸屏与 FX2N 的通信	289
知识点拨：组态软件简介	300
拓展阅读：三菱 CC-Link 现场总线简介	302
任务四 FX2N 与变频器的通信	305
知识点拨：变频器通信指令	311
拓展阅读：三菱 CC-Link/LT 远程 I/O、传感器总线简介	313
举一反三：1:1 通信应用	315
思考题与习题	316
参考文献	317
附表 1 FX 系列 PLC 的特殊辅助继电器（课程相关部分）	318
附表 2 FX 系列 PLC 基本指令及步进指令	319
附表 3 FX2N 系列 PLC 功能指令	320

可编程控制器概述

可编程控制器自 1969 年在美国问世后,以其体积小、功能强、可靠性高以及安装应用方便等突出优点,在世界范围内的工业控制领域占据了主导地位,并且在其他领域也不断发展。

一、认识可编程控制器

1. 可编程控制器的定义

可编程控制器又称可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller),简称 PLC。它是在继电器、接触器控制和计算机技术的基础上,运用自动控制技术、计算机和通信技术研制出来的一种工业控制装置。目前,PLC 已被广泛应用于各个行业和各种生产过程的自动生产线中,其后又有以 PLC 为基础的分布式控制系统 (DCS)、监控和数据采集系统 (SCADA)、柔性制造系统 (FMS)、安全联锁保护系统 (ESD) 等,全方位地提高了 PLC 的应用范围和水平。它被公认为现代工业自动化的三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一。

2. 可编程控制器的产生与发展

20 世纪 60 年代以前,用以对工业生产进行自动控制的装置是继电器-接触器控制系统,这种系统存在一些缺陷,如,系统的能耗较多;工艺流程的更新需要大量的人力物力;因系统是通过各种硬件接线的逻辑控制来实现系统的运行,导致机械触点较多,系统运行的可靠性较差等。到了 60 年代以后,美国汽车制造业为适应市场需求不断更新汽车型号,要求及时改变相应的加工生产线。而汽车生产流水线基本上都是采用传统的继电器-接触器控制,所以整个系统就必须重新设计和配置。汽车生产流水线的更换越来越频繁,原有的继电器-接触器控制系统就经常需要重新设计安装,这不但造成了极大的浪费,而且新系统的接线也非常费时,从而延长了汽车的设计生产周期。在这种情况下,采用传统的继电器-接触器控制就显出许多不足。

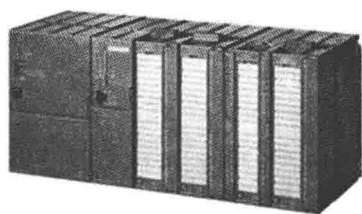
1969 年美国数字设备公司 (DEC) 研制出了第一台可编程逻辑控制器——PDP-14,并成功地应用在 GM 公司的生产线上。第一台 PLC 采用计算机的初级语言编写应用程序,其 CPU 采用中、小规模集成电路组成,以逻辑运算为主,它实质上是一台专用的逻辑控制计算机。1971 年,日本引进了这项技术,并开始生产自己的 PLC。1973 年,

欧洲一些国家也生产出自己的 PLC。1977 年，我国研制出第一台具有实用价值的 PLC，之后在中小型 PLC 的研发和应用领域取得了突破。

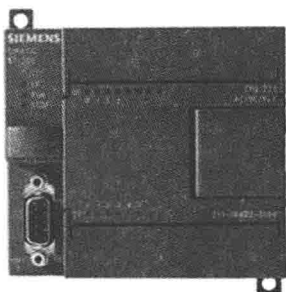
1987 年国际电工委员会（IEC）颁布的可编程控制器标准草案中对 PLC 作了如下的定义：“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用了可程序的存储器，用来在其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等指令，并通过数字式和模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外围设备，都应按易于与工业控制系统联成一个整体，易于扩充其功能的原则设计”。PLC 是一种工业自动化控制的计算机，具备抗干扰能力强、功能强大、易于使用和维护、应用广泛等特点。

20 世纪 90 年代以来，由于大规模和超大规模集成电路等微电子技术的迅速发展，16 位和 32 位微处理器被大量应用于 PLC 中，使其运算速度、通信联网、图像显示和数据处理功能都大大增强。同时随着通信联网技术的发展，新通信协议不断产生。最新的标准（IEC1131-3）已经尽量将 PLC 编程语言融合为一个国际标准。现在，我们可以同时使用功能模块图（function block diagram）、指令表（instruction list）、梯形图（ladder diagram）和结构化文本（structured text）等对 PLC 进行编程。在现代工业控制系统中，PLC 已经真正成为具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理和联网通信等功能的多功能控制器。PLC 技术取得新的突破，几乎每年都推出不少新系列产品，其功能已远远超出了当初定义的范围。

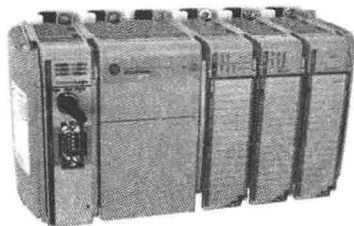
目前在国内工业自动化领域，使用较多的可编程控制器产品主要有德国西门子系列，美国 AB 系列，日本三菱、欧姆龙系列，还有我国台湾的台达、永宏系列等，常用的 PLC 外形图如图 0-1 所示。



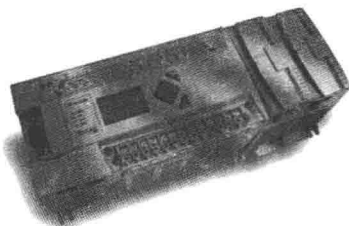
西门子 S7-300 系列



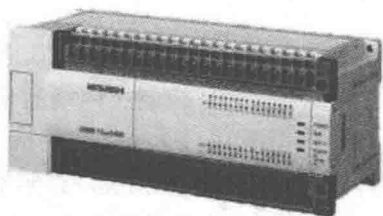
西门子 S7-200 系列



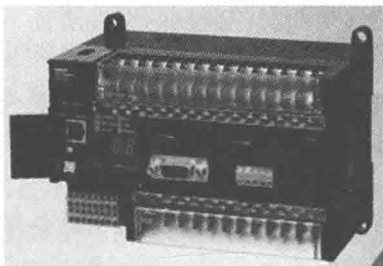
AB COMPACTLOGIX 系列



AB 1400 系列



三菱 FX2N 系列



欧姆龙 CP1H 系列



台达 ES 系列



永宏 MN 系列

图 0-1 常用的 PLC 外形图

3. 可编程序控制器的功能特点

随着工业自动化水平的不断提高和进步,新的科学技术的不断应用,PLC 技术得到了高速发展,原因除了工业自动化发展的客观需要外,还有它本身具有许多独特的优点。它具有通信联网能力强、可靠性高、安全、功能丰富、灵活方便等特点。

(1) 可靠性高、抗干扰能力强

工厂生产环境相对恶劣,如噪声、灰尘等因素的影响,因此对生产设备的可靠性要求比较高,要求抗干扰能力比较强。PLC 本身很少发生故障,一般来说,可编程控制系统中发生的故障大多是由传感器、执行机构等外围部件造成的。PLC 之所以有这么高的可靠性,是因为采用了一系列的硬件和软件技术的抗干扰措施。

① 硬件技术。I/O 接口电路采用光电隔离技术,抑制了外部干扰信号对 PLC 的影响;对供电电源采用滤波、稳压、保护措施,消除高频谐波干扰;对 CPU 等重要部件进行屏蔽、稳压、保护,以减少空间电磁干扰。

② 软件技术。采用了“看门狗”(watchdog)技术,防止程序进入死循环,从而起到自动恢复的作用;系统程序中设有故障检测和自诊断程序,能对系统硬件电路等故障实现检测和判断;一旦出错,能够对当前用户程序和重要数据进行保存,禁止任何读写操作,当外界环境正常后,便可读取故障发生前的数据,继续执行原来的程序。

(2) 编程简单、易于掌握

PLC 采用的编程语言通常是梯形图语言。梯形图与电气控制线路图相似,形象、直观,不需要掌握太多计算机知识,很容易让广大工程技术人员在较短的时间内掌握,学会编程。当生产流程改变时,可以现场修改程序,使用方便、灵活。同时,PLC 编程软件的操作和使用也很简单。PLC 还针对许多复杂的控制系统,增加了功能指令和特殊功能模块,在很大程度上简化了程序编写的难度。与常用的计算机语言相比,梯形图编程

语言被称为面向“蓝领的编程语言”，PLC 也被称为“蓝领计算机”。

(3) 功能完善、接口多样

PLC 不仅具有算术和逻辑运算、定时和计数、顺序控制等功能，还可以配上各种特殊的适配器，具有 A/D 和 D/A 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、网络通信和生产过程监控等许多功能。

由于 PLC 产品的系列化、模块化，可以满足各种生产要求的控制系统。近年来 PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。由于 PLC 通信功能的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种自动控制系统变得非常容易。

(4) 安装简单、维护方便

PLC 安装简单，采用 DIN 标准导轨卡扣安装。PLC 用软件功能取代了继电器-接触器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计算器件，大大减少了控制设备外部的接线。在安装时，由于 PLC 的 I/O 接口可以直接和外围设备相连，而不再需要专用的接口电路，所以硬件安装上的工作量大为减少。用户程序可以在实验室进行模拟调试，调试完成后再进行生产现场联机调试，使控制系统设计及建造的周期大为缩短。

在维修方面，由于 PLC 发生故障概率低，基本上不用维修；而且 PLC 具有很强的自诊断功能，如果出现故障，可根据 PLC 上指示的故障信息，使用用户手册迅速查明原因，维修维护很方便。

(5) 体积小、能耗低

由于 PLC 采用了大规模集成电路，其结构紧凑、体积小、能耗低，这些特点使其很容易装入机械结构内部，组成机电一体化的设备，是一种非常实用的控制设备。

4. 可编程控制器的分类

目前国内外各生产厂家生产的 PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。通常根据 PLC 的结构形式的不同、功能的不同和 I/O 点数的多少等进行分类。

(1) 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式，可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

① 整体式 PLC。整体式 PLC 是将 CPU、电源、I/O 接口、存储器等部件都集中装在一个塑料机壳的机箱内，并配有指示输入输出状态的发光二极管，具有结构紧凑、体积小、价格低等特点。小型 PLC 一般采用整体式结构。整体式结构的 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成。扩展单元内只有 I/O 输入输出和电源等，没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。

② 模块式 PLC。模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分分别制作成若干独立的模块，各模块做成插件式如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块，以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成，模块装在框架或基板的插座上。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活，可以根据实际情况选择不同的 PLC 模块，组装方便、使用灵活，便于扩展和维修更换。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

(2) 按功能分类

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。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,还有算术运算、通信等功能。它主要用于逻辑控制、顺序控制。

② 中档 PLC。中档 PLC 不仅具有低档 PLC 的功能,而且增加有模拟量输入/输出、数制转换、远程 I/O、调用子程序、通信联网等功能。有些还具有中断控制、定位控制、PID 控制等功能,实现较为复杂的控制系统。

③ 高档 PLC。高档 PLC 除兼容中档 PLC 的功能外,功能更加强大,增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制、工厂自动化等场合。

(3) 按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少,可将 PLC 分为超小型、小型、中型和大型四类。

① 超小型 PLC。I/O 点数小于 64 点的为超小型 PLC。存储器容量小于 2KB。超小型 PLC 采用整体式结构,如三菱 FX1S 系列、德国西门子公司 LOGO。

② 小型 PLC。I/O 点数为 256 点以下的为小型 PLC。存储器容量一般为 2~4KB。

③ 中型 PLC。I/O 点数为 256 点以上、2048 点以下的为中型 PLC。存储器容量为 4~16KB。

④ 大型 PLC。I/O 点数为 2048 点以上的为大型 PLC。存储器容量在 16~64KB。其中,I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

一般 PLC 功能的强弱与其 I/O 点数的多少是相互关联的,即 PLC 的功能越强,其 I/O 点数越多。因此,通常所说的小型、中型、大型 PLC,除指其 I/O 点数不同外,也表示其对应功能为低档、中档、高档。

5. PLC 应用

目前,PLC 在工业领域的应用范围越来越多,PLC 已广泛应用于冶金钢铁、石油化工、数控机床、电力系统、汽车装配等行业,随着 PLC 性能价格比的不断提高,其应用领域不断扩大。PLC 的应用可归纳为以下几个方面。

(1) 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本的应用。利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制和顺序控制,可以取代传统的继电器控制,例如:机床电气控制、装配生产线、食品生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最广泛的应用领域。

(2) 运动控制

为了使 PLC 能用于圆周运动控制,大多数 PLC 都配有运动控制模块来驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴运动。这一功能广泛用于各种机械设备,如数控机床、电梯、机器人等进行运动控制。

(3) 模拟量过程控制

大、中型 PLC 都能控制连续变化的模拟量,通过多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能,有的小型 PLC 也具有模拟量输入输出,如压力、流量、温度等模拟量。所以 PLC 可实现模拟量控制,而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制,用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、恒压供水,以及闭环控制系统和速度控制等方面。

(4) 数据采集处理

现在使用的 PLC 都具有数据传送、转换、查表、位操作等功能,可进行数据的采集、分析和处理及显示,同时可通过通信协议和通信接口将这些数据传送给其他智能装置。数据处理通常用于柔性制造系统、机器人等系统中。

(5) 网络通信

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与触摸屏、PLC 与变频器、PLC 与其他智能设备之间的通信。采用专用通信模块、通信接口构成网络,实现信息的交换。并可通过计算机与 PLC 构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统,满足工厂自动化 (FA) 系统发展的需要。

6. PLC 的发展趋势

(1) 通信联网能力及其标准化

在信息时代的今天,几乎所有 PLC 制造商都加强通信联网能力。各型 PLC 都有通信接口或者专门的通信模块。随着工业控制网络技术的发展,强大的通信联网功能使 PLC 与计算机和其他智能控制设备可以很方便地交换信息,实现分散控制和集中管理。

由于目前各公司的总线、扩展接口及通信功能均是各自独立制定的,各个厂家的 PLC 通信协议往往是专用的,还没有一个适合所有公司产品的统一标准。在通信接口上,虽然大多数产品采用了标准化接口,但在通信协议、格式等具体的通信功能上却是非标准化的。近年来,许多 PLC 生产厂家都在努力使自己的产品与制造自动化协议 (MAP) 兼容,这将使不同机型的 PLC 之间、PLC 与计算机之间能方便地进行通信与联网,实现资源共享。因此,制定统一的、规范化的总线和标准化的 PLC 扩展接口是 PLC 今后发展的必然趋势。

(2) 功能模块化

智能模块是以微处理器为基础的功能部件,是 PLC 未来发展的另一方向。为满足工业自动化各种控制系统的需要,国内外众多 PLC 生产厂家不断致力于开发各种新器件和智能模块,如专用智能 PID 控制群,智能模拟量 I/O 模块,智能位置控制模块,语音处理模块,专用数控模块,智能通信与计算模块等。这些模块的特点是本身带有 CPU,能独立工作,无论在速度、精度、适应性、可靠性等各方面都对 PLC 做了极好的补充,有助于克服 PLC 扫描算法的局限,完成许多 PLC 本身无法完成的功能。

(3) 增强外部故障的检测与处理能力

根据统计资料表明:在 PLC 控制系统的故障中,20% 的故障属于 PLC 的内部故障,可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理;而其余 80% 的故障属于 PLC 的外部故障,包括 I/O 接口电路、输入输出设备和电力线路等。因此,PLC 生产厂家都致力于研制、发展用于检测外部故障的专用智能模块,进一步提高系统的可靠性。

(4) 编程语言多样化

PLC 硬件技术不断发展的同时,编程工具丰富多样,功能不断提高。各种简单或复杂的编程器及编程软件,主要采用梯形图、状态流程图、语句表等编程语言。其中最常用的是梯形图,梯形图编程虽然方便直观,但是对于逻辑控制以外的控制领域,如一些复杂的大规模的控制系统以及在通信联网方面的应用,仅靠梯形图编程已经不能满足需求。因此,近年来 PLC 已发展出了多种编程语言,有面向顺序控制的步进顺控语言和

面向过程控制系统的流程图语言, 还有与计算机兼容的高级语言, 如 BASIC、C 语言及汇编语言。另外还有专用的高级语言, 如三菱公司的 MELCAP, 采用编译的方法将语句变为梯形图程序。还有很多公司已开发了图形化编程组态软件, 这种软件提供简洁、直观的图形符号及注释信息, 使得用户控制逻辑的表示更加直观明了, 操作和使用更加方便。

二、PLC 组成结构、软件系统

可编程控制器是一种以微处理器为核心的用于控制的工业计算机。可编程控制器是一种计算机系统, 具有更强的与工业过程相连接的 I/O 接口, 具有更适用于控制要求的编程语言和更适应于工业环境的抗干扰性能。因此, 可编程控制器与一般微型计算机系统类似, 也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

1. PLC 的硬件组成

PLC 主机由中央处理器 (CPU)、存储器 (Memory)、输入/输出接口 (I/O 接口) 和电源等部分组成, I/O 接口分为输入单元、输出单元和功能接口, 如图 0-2 所示。

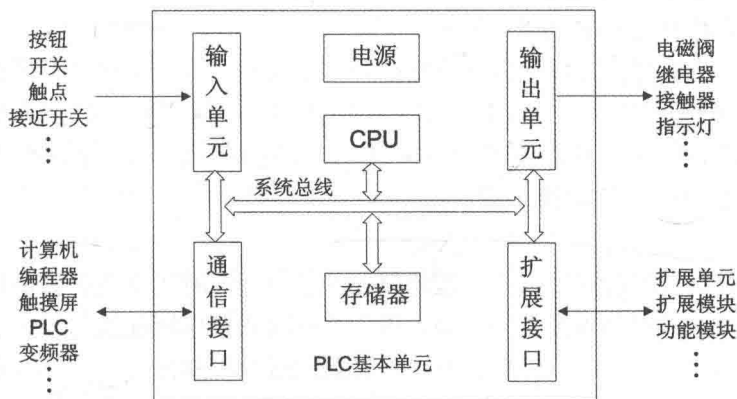


图 0-2 PLC 主要组成部件及其主要作用

(1) 中央处理器

CPU 是 PLC 的核心部件, 是 PLC 的运算和控制中心, PLC 的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。PLC 在工作过程中, CPU 按系统程序设计的功能进行工作, 实现各个部件按照既定的时序完成地址数据、数据信号、控制信号等信息交换。采用循环扫描的工作方式进行用户程序执行、输入设备状态采集、输出设备控制、外部设备通信服务、自诊断等任务, 归纳起来主要有以下几个方面:

- ① 通过输入接口采集由现场输入设备送来的数据, 将其存入输入映像寄存器中。
- ② 按用户程序存储器中存放的先后次序逐条读取用户程序, 完成各种数据的运算、传递和存储等功能, 按指令规定完成各种运算和操作。
- ③ 将用户程序的各种运算结果作为控制信号向外部设备输出。
- ④ 监测和诊断电源、PLC 内部电路工作状态以及用户程序的语法错误等。

⑤ 根据系统设置和用户程序的要求, 响应各种外围设备(如触摸屏、打印机、上位计算机、监控系统、变频器等)的工作请求, 以实现输出控制、过程监控或数据通信等功能。

(2) 存储器

存储器是 PLC 存放系统程序、用户程序和运行数据的单元。PLC 的存储器由系统程序存储器和用户程序存储器两部分组成。系统存储器是 PLC 用于存放系统程序的部件, 系统程序是由 PLC 的制造商设计编写, 相当于计算机操作系统, 是由制造商直接固化在只读存储器。主要完成系统诊断、监控程序、命令编译、通信及各种参数设定等功能, 而且在 PLC 使用过程中不会改变, 这部分存储器用户不能访问或者修改。

用户存储器是为用户程序提供存储的区域, 用户程序存储器容量的大小, 决定了用户程序的大小和复杂程度, 从而决定了用户程序所能完成的功能和任务的大小。用户程序存储器的容量一般以千字节(KB)为单位。如三菱 FX1S 机型的用户程序存储器容量为 2KB, FX2N 机型的用户程序存储器容量为 8KB。PLC 的用户存储区一般包括几个部分, 每一部分都有特定的功能和用途。

存储器是具有记忆功能的半导体电路。PLC 中存储器主要有两种: 一种是可读/写操作的随机存储器 RAM, 主要用于存放用户程序及工作数据, 用锂电池作为后备电源, 以保证失电时信息不会丢失; 另一种是只读存储器 ROM、PROM、EPROM 和 EEPROM, 主要用于存放系统程序或固化用户程序。

EEPROM(带电可擦写可编程只读存储器)是用户可在线更改的只读存储器, 不像 EPROM 芯片, EEPROM 不需从计算机中取出即可修改, 除了在编程时需要给芯片加上一定的编程电压, 其余的使用与随机存储器 RAM 基本一致。现在很多 PLC 直接采用 EEPROM 作为用户程序存储器。

(3) I/O 接口

PLC 不仅要能够识别和接收描述现场设备的信号, 同时还要能够输出信号给相关的执行机构, 以便实现对现场设备的控制。PLC 通过输入接口将现场的输入信号, 包括控制信号和能描述现场状态的开关量信号, 经过输入接口电路进行滤波、光电隔离、电平转换等处理后, 转换为 CPU 能接受和识别的低压信号, 送给 CPU 进行运算; 通过输出接口将经过 CPU 处理后的弱电信号通过光电隔离、功率放大等处理, 把低压信号变换为控制器件所能接受的电压、电流信号, 以驱动各种执行元器件, 如信号灯、接触器、电磁阀、电磁铁、调节装置等。

① 输入接口。常用的开关量输入接口电路按其使用的电源不同, 有三种电路: 直流输入接口电路、交流输入接口电路和交/直流输入接口电路。其中常用的直流输入基本原理电路如图 0-3 所示。

图 0-3 中, COM 是各输入信号的公共点, +24V 电源由内部提供, PLC 电源是 AC220V。可以外接开关或 NPN 型集电极开路晶体管(传感器)。FX 系列 PLC 基本单元和扩展模块有交流输入型的, 外接的输入电压额定值为 AC100V; 直流输入型的, 外接的输入电压额定值为 DC24V。

② 输出接口。常用的开关量输出接口电路按输出器件不同, 有三种类型: 继电器输出电路、晶体管输出电路和晶闸管输出电路。继电器输出接口电路可驱动交流或直流