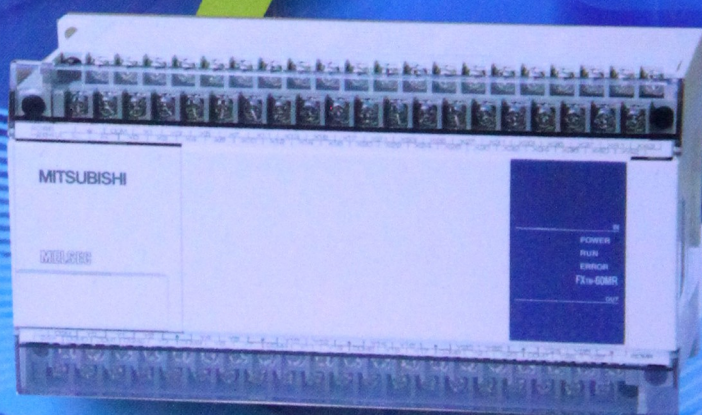


手把手教你学 三菱PLC (双色版)

巫 莉 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

014005214

TM571.6
186

手把手教你学 三菱PLC

巫 莉 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



北航

C1692245

TM571.6

186

内 容 提 要

本书将 PLC 的控制过程用 Flash 动画课件以图解的方式展现出来，静中有动，使读者通过阅读本书就能达到观看动画课件的效果，有利于读者自学。

本书主要包括三菱 PLC 编程软件的使用，FX_{2N} 系列 PLC 常用指令，FX_{2N} 系列 PLC 编程实例，以及 FX_{2N} 系列 PLC 与变频器、触摸屏的应用实例等。

本书可供技术人员培训和自学使用，还可作为高等院校相关专业的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

手把手教你学三菱 PLC/巫莉编著. —北京：中国电力出版社，2013.10

ISBN 978 - 7 - 5123 - 4526 - 3

I. ①手… II. ①巫… III. ①plc 技术-程序设计 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 116770 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 10 月第一版 2013 年 10 月北京第一次印刷

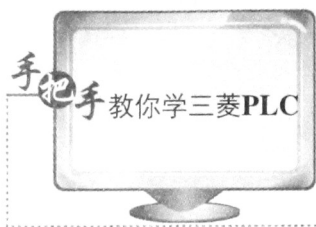
787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.5 印张 454 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

PLC（可编程序控制器）是在传统的继电器—接触器控制基础上发展起来的，它具有功能强大、环境适应性好、编程简单、使用方便等优点。随着科学技术的发展，PLC 在各个领域的应用越来越广泛。

本书利用 Flash 动画技术，将所制作的 Flash 动画课件以图解的方式展现出来，“静”中有“动”，使读者通过阅读本书就可以达到观看动画课件的效果，非常有利于读者自学。

本书包括八章，第一章通过图解一个简单的 PLC 应用案例使读者快速进入 PLC 天地；第二章图解说明三菱 PLC 编程软件的使用；第三章图解说明 FX_{2N} 系列 PLC 的编程元件和基本指令的应用；第四章图解 FX_{2N} 系列 PLC 的基本编程实例；第五章图解介绍 FX_{2N} 系列 PLC 步进指令及状态编程法；第六、七章分别图解介绍了常用的应用指令和模拟量控制，并列举了大量编程实例，通俗易懂；第八章图解介绍了 PLC、变频器、触摸屏的综合使用，并列举了 PLC、变频器、触摸屏综合应用的实例，如彩灯控制、电梯控制、恒压供水系统的控制及中央空调节能改造系统的控制等，体现了 PLC 控制的先进性及其与当今电气控制领域的新器件综合应用的实力。

本书具有如下特点：

(1) 本书采用黑色和蓝色两种颜色图解 Flash 动画课件，运用色彩的变化，“动态”地展示了 PLC 梯形图程序中编程元件“得电”和“失电”，即当编程元件变为蓝色则表示“得电”，当编程元件变为黑色则表示“失电”，一目了然。

(2) 以“动态”的图解方式将 Flash 动画课件中 PLC 的输入设备的动作、PLC 的工作原理、PLC 程序的运行状态、PLC 输出设备的动作展现出来，直观地反映了 PLC 控制系统与继电器—接触器控制系统的不同之处，与软件仿真的效果相媲美，提高了读者对于 PLC 程序的理解能力，大大降低了读者的学习难度，如图 1 所示。

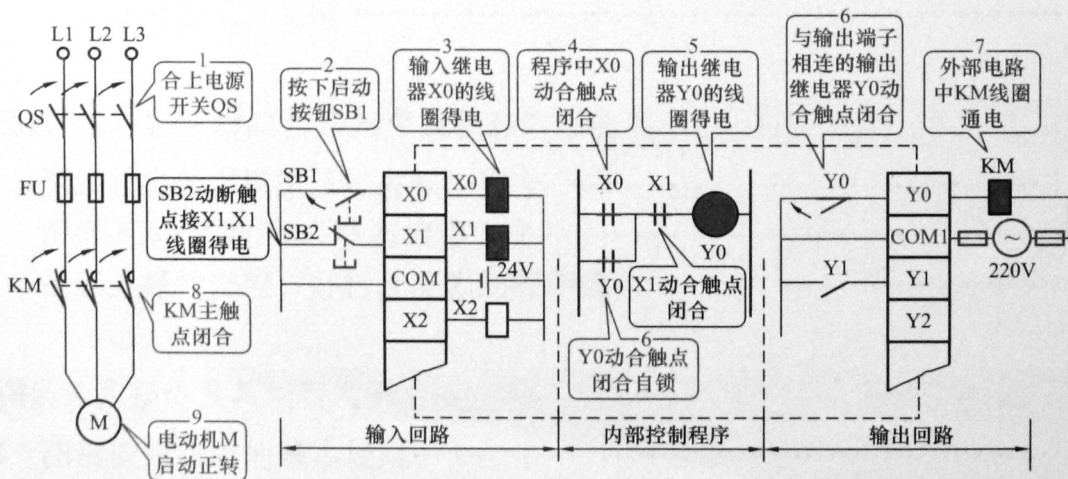


图 1 三相异步电动机单向运行的 PLC 控制方案图解

本书可供技术人员培训和自学使用，还可作为高等院校相关专业的教学参考书。

本书在编写过程中，参考了有关文献和教材，在此感谢本书所列参考文献的作者。限于编者水平，书中难免有疏漏之处，恳请各位读者及同行专家批评指正。

作 者

2013 年 8 月

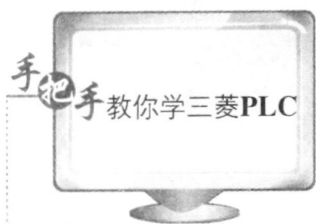


目 录

前言

第一章	图解 PLC 的快速入门	1
第一节	概述	1
第二节	图解 PLC 的构成	10
第三节	图解 FX _{2N} 系列 PLC 的系统配置	19
第四节	图解 PLC 快速入门案例	26
第二章	图解三菱 PLC 编程软件的使用	37
第一节	图解 FXGP/WIN - C 编程软件的使用	37
第二节	图解 GX Developer 编程软件的使用	49
第三章	图解 FX_{2N} 系列 PLC 编程入门	65
第一节	图解 FX _{2N} 系列 PLC 的编程元件	65
第二节	图解 FX _{2N} 系列 PLC 的基本指令	73
第三节	图解梯形图的编程规则	83
第四章	图解 FX_{2N} 系列 PLC 的基本编程实例	86
第一节	图解常用基本环节的编程	86
第二节	图解经验法编程实例	105
第五章	图解 FX_{2N} 系列 PLC 步进指令及状态编程法	130
第一节	图解状态编程思想及步进顺控指令	130
第二节	图解 FX _{2N} 系列 PLC 状态编程方法	135
第三节	图解选择性流程、并行性流程的程序编制	144
第六章	图解应用指令及其编程实例	160
第一节	图解应用指令的基本规则	160
第二节	图解常用的应用指令及其编程实例	163

第七章	图解模拟量处理模块	211
第一节	模拟量输入/输出混合模块 FX _{0N} -3A	211
第二节	温度 A/D 输入模块	217
第三节	FX _{2N} -2DA 输出模块	219
第八章	图解 PLC、变频器、触摸屏的应用实例	221
第一节	图解 PLC 应用开发的步骤	221
第二节	图解变频器的使用	222
第三节	图解触摸屏的使用	254
第四节	图解交通信号灯的控制	257
第五节	图解 PLC 在彩灯控制中的应用	261
第六节	图解 PLC 与变频器在电梯控制中的综合应用	264
第七节	图解 PLC 与变频器、触摸屏在恒压供水系统中的应用	269
第八节	图解 PLC 与变频器、触摸屏在中央空调节能改造技术中的应用	275
附录 A	FX _{2N} 系列 PLC 技术性能指标	284
附录 B	FX _{2N} 系列 PLC 应用指令顺序排列及其索引	287
参考文献		289



第一章

图解PLC的快速入门

第一节 概 述

可编程控制器在近 40 多年来得到了迅猛的发展，至今已经成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制装置，居工业自动化三大支柱（可编程控制器、机器人、计算机辅助设计与制造）的首位。

一、可编程控制器的由来

早期的工业生产中广泛使用的电气自动控制系统是继电器—接触器控制系统。它具有结构简单、价格低廉、容易操作和对维护技术要求不高的优点，特别适用于工作模式固定、控制要求比较简单的场合。随着工业生产的迅速发展，继电控制系统的缺点变得日益突出。由于其线路复杂，系统的可靠性难以提高且检查和修复相当困难。当产品更新时，生产机械、加工规范和生产加工线也必须随之改变，而这种变动的工作量很大，造成的经济损失也是相当可观的。1968 年，美国通用汽车公司（GM）为适应汽车工业激烈的竞争，满足汽车型号不断更新的要求，向制造商公开招标，寻求一种取代传统继电器—接触器控制系统的新的控制装置，通用汽车公司对新型控制器提出的十大条件是：

- (1) 编程简单，可在现场修改程序；
- (2) 维护方便，采用插件式结构；
- (3) 可靠性高于继电接触控制系统；
- (4) 体积小于继电接触控制系统；
- (5) 成本可与继电器控制柜竞争；
- (6) 可将数据直接输入计算机；
- (7) 输入是交流 115V（美国标准系列电压值）；
- (8) 输出为交流 115V、2A 以上，能直接驱动电磁阀、交流接触器、小功率电机等；
- (9) 通用性强，能扩展；
- (10) 能存储程序，存储器容量至少能扩展到 4KB。

由此可见，美国通用汽车公司在寻找一种新型控制装置，它尽可能减少重新设计控制系统和接线，降低生产成本，缩短时间，设想把计算机功能完备、灵活、通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点有机地结合起来，制造成一种通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用面向控制对象、面向控制过程、面向用户的“自然语言”编写独特的控制程序，使不熟悉计算机的人员也能方便地使用。

根据上述要求,美国数字设备公司(DEC)在1969年首先研制出第一台可编程控制器PDP-14,在汽车装配线上使用,取得了成功。接着,美国MODICON公司也开发出了可编程控制器084。从此,这项新技术迅速在世界各国得到推广应用。1971年日本从美国引进了这项新技术,很快研制出日本第一台可编程控制器DSC-18。1973年西欧国家也研制出他们的第一台可编程控制器。我国从1974年开始研制,1977年开始工业推广应用。

早期的可编程控制器是为了取代继电器控制线路,其功能基本上限于开关量逻辑控制,仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,一般称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。这种PLC主要由分立元件和中小规模集成电路组成,在硬件设计上特别注重适用于工业现场恶劣环境的应用,但编程需要由受过专门训练的人员来完成,这是第一代可编程控制器。

进入20世纪70年代,随着微电子技术的发展,尤其是PLC采用通用微处理器之后,这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了,功能得到更进一步增强。进入20世纪80年代,随着大规模和超大规模集成电路等微电子技术的迅猛发展,以16位和少数32位微处理器构成的微机化PLC,使PLC的功能增强,工作速度加快,体积减小,可靠性提高,成本下降,编程和故障检测更为灵活方便。现代的PLC不仅能实现开关量的顺序逻辑的控制,而且具有数字运算、数据处理、运动控制以及模拟量控制,还具有远程I/O、网络通信和图像显示等功能,已成为实现生产自动化、管理自动化的重要支柱。

我国有不少的厂家研制和生产过PLC,但是还没有出现有影响力和较大市场占有率的产品。在全世界有上百家PLC制造厂商,其中著名的厂商有:美国Rockwell自动化公司所属的A-B(Allen&Bradly)公司、GE-Fanuc公司,德国的西门子(SIEMENS)公司和法国的施耐德(SCHNEIDER)自动化公司,日本的欧姆龙(OMRON)和三菱公司等。这几家公司控制着全世界80%以上的PLC市场,它们的系列产品有其技术广度和深度,从微型PLC到有上万个I/O点的大型PLC应有尽有。

二、可编程控制器的定义

PLC的技术从诞生之日起,就不停地发展。PLC的定义也经过多次变动。1987年,国际电工委员会IEC(International Electrical Committee)颁布了可编程控制器最新的定义:

可编程控制器是一种能够直接应用于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,控制各类的机械或生产过程。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。

可见,PLC的定义实际是根据PLC的硬件和软件技术进展而发展的。这些发展不仅改进了PLC的设计,也改变了控制系统的设计理念。这些改变,包括硬件和软件的。

1. PLC的硬件进展

- (1) 采用新的先进的微处理器和电子技术达到快速的扫描时间;
- (2) 小型的、低成本的PLC,可以代替4~10个继电器,现在获得更大的发展动力;
- (3) 高密度的I/O系统,以低成本提供了节省空间的接口;
- (4) 基于微处理器的智能I/O接口扩展了分布式控制能力,典型的接口如PID、网络、CAN总线、现场总线、ASCII通信、定位、主机通信模块和语言模块(如BASIC, PAS-



CAL) 等;

(5) 包括输入输出模块和端子的结构设计改进,使端子更加集成;

(6) 特殊接口允许某些器件可以直接接到控制器上,如热电偶、热电阻、应力测量、快速响应脉冲等;

(7) 外部设备改进了操作员界面技术,系统文档功能成为了 PLC 的标准功能。

以上这些硬件的改进,导致了 PLC 的产品系列的丰富和发展,使 PLC 从最小的只有 10 个 I/O 点的微型 PLC,到可以达到 8000 点的大型 PLC,应有尽有。这些产品系列,用普通的 I/O 系统和编程外部设备,可以组成局域网,并与办公网络相连。整个 PLC 的产品系列概念对于用户来说,是一个非常节约成本的控制系统概念。

2. PLC 的软件进展

(1) PLC 引入了面向对象的编程工具,并且根据国际电工委员会的 IEC61131-3 的标准形成了多种语言;

(2) 小型 PLC 也提供了强大的编程指令,并且因此延伸了应用领域;

(3) 高级语言,如 BASIC、C 语言在某些控制器模块中已经可以实现,在与外部通信和处理数据时提供了更大的编程灵活性;

(4) 梯形图逻辑中可以实现高级的功能块指令,可以使用户用简单的编程方法实现复杂的软件功能;

(5) 诊断和错误检测功能从简单的系统控制器的故障诊断扩大到对所控制的机器和设备的过程和设备诊断;

(6) 浮点算术可以进行控制应用中计量、平衡和统计等所牵涉的复杂计算;

(7) 数据处理指令得到简化和改进,可以进行涉及大量数据存储、跟踪和存取的复杂控制和数据采集和处理功能。

尽管 PLC 比原来复杂了很多,但是,它们依然保持了令人吃惊的简单性,对操作员来说,今天高功能的 PLC 与以前一样那么容易操作。

三、可编程控制器的特点

PLC 发展如此迅速的原因,在于它具有一些其他控制系统(包括 DCS 和通用计算机在内)所不及的一些特点。

1. 可靠性

可靠性包括产品的有效性和可维修性。可编程控制器的可靠性高,表现在下列几个方面:

(1) 可编程控制器不需要大量的活动部件和电子元件,接线大大减少,与此同时,系统的维修简单,维修时间缩短,因此可靠性得到提高。

(2) 可编程控制器采用一系列可靠性设计方法进行设计,例如冗余设计,掉电保护,故障诊断,报警和运行信息显示和信息保护及恢复等,使可靠性得到提高。

(3) 可编程控制器有较强的易操作性,它具有编程简单,操作方便,编程的出错率大大降低,而为工业恶劣操作环境而设计的硬件使可靠性大大提高。

(4) 可编程控制器的硬件设计方面,采用了一系列提高可靠性的措施。例如,采用可靠性高的工业级元件,采用先进的电子加工工艺(SMT)制造,对干扰采用屏蔽、隔离和滤波等;采用看门狗和自诊断措施,便于维修的设计等。

2. 易操作性

PLC 的易操作性表现在下列三个方面:

(1) 操作方便。对 PLC 的操作包括程序的输入和程序更改的操作,大多数 PLC 采用编程器进行程序输入和更改操作。现在的 PLC 的编程器大部分可以用计算机直接进行,更改程序也可根据所需地址编号、继电器编号或接点号等直接进行搜索或按顺序寻找,然后可以在线或离线更改。

(2) 编程方便。PLC 有多种程序设计语言可以使用,对现场电气人员来说,由于梯形图与电气原理图相似,因此,很容易理解和掌握。采用语句表语言编程时,由于编程语句是功能的缩写,便于记忆,并且与梯形图有一一对应的关系,所以有利于编程人员的编程操作。功能图表语言以过程流程进展为主线,十分适合设计人员与工艺专业人员设计思想的沟通。功能模块图和结构化文本语言编程方法由于具有功能清晰,易于理解等优点,而且与 DCS 组态语言的统一,正受到广大技术人员的重视。

(3) 维修方便。PLC 所具有的自诊断功能对维修人员的技术要求降低,当系统发生故障时,通过硬件和软件的自诊断,维修人员可以根据有关故障代码的显示和故障信号灯的提示等信息,或通过编程器和 HMI 屏幕的设定,直接找到故障所在的部位,为迅速排除故障和修复节省了时间。

为便于维修工作的开展,有些 PLC 制造商提供维修用的专用仪表或设备,提供故障维修树等维修用资料;有些厂商还提供维修用的智能卡件或插件板,使维修工作变得十分方便。此外,PLC 的面板和结构设计也考虑了维修的方便性。例如,对需要维修的部件设置在便于维修的位置,信号灯设置在易于观察的位置,接线端子采用便于接线和更换的类型等,这些设计使维修工作能方便地进行,大大缩短了维修时间。采用标准化元件和标准化工艺生产流水作业,使维修用备品备件简化等,也使维修工作变得方便。

3. 灵活性

PLC 的灵活性主要表现在以下三个方面:

(1) 编程的灵活性。PLC 采用的标准编程语言有梯形图、指令表、功能图表、功能模块图和结构化文本编程语言等。使用者只要掌握其中一种编程语言就可进行编程,编程方法的多样性使编程方便。由于 PLC 内部采用软连接,因此,在生产工艺流程更改或者生产设备更换后,可不必改变 PLC 的硬设备,通过程序的编制与更改就能适应生产的需要。这种编程的灵活性是继电器控制系统和数字电路控制系统所不能比拟的。正是由于编程的柔性特点,使 PLC 成为工业控制领域的重要控制设备,在柔性制造系统 FMS,计算机集成制造系统(CIMS)和计算机流程工业系统(CIPS)中,PLC 正成为主要的控制设备,得到广泛的应用。

(2) 扩展的灵活性。PLC 的扩展灵活性是它的一个重要特点。它可以根据应用的规模不断扩展,即进行容量的扩展、功能的扩展、应用和控制范围的扩展。它不仅可以通过增加输入输出卡件增加点数,通过扩展单元扩大容量和功能,也可以通过多台 PLC 的通信来扩大容量和功能,甚至可以与其他的控制系统如 DCS 或其他上位机的通信来扩展其功能,并与外部的设备进行数据交换。这种扩展的灵活性大大方便了用户。

(3) 操作的灵活性。指设计工作量、编程工作量和安装施工的工作量的减少。操作变得十分方便和灵活,监视和控制变得很容易。在继电器控制系统中所需的一些操作得到简化,



不同生产过程可采用相同的控制台和控制屏等。

4. 机电一体化

为了使工业生产过程的控制更平稳,更可靠,向优质高产低耗要效益,对过程控制设备和装置提出了机电一体化——仪表、电子、计算机综合的要求,而 PLC 正是这一要求的产物,它是专门为工业过程而设计的控制设备,具有体积小、功能强,抗干扰性好等优点,它将机械与电气部件有机地结合在一个设备内,把仪表、电子和计算机的功能综合集成在一起,因此,它已经成为当今数控技术、工业机器人、离散制造和过程流程等领域的主要控制设备,成为工业自动化三大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)之一。

四、可编程控制器 PLC 与各类控制系统的比较

1. PLC 与继电器控制系统的比较

传统的继电器控制系统是针对一定的生产机械、固定的生产工艺而设计的,采用硬接线方式安装而成,只能完成既定的逻辑控制、定时和计数等功能,即只能进行开关量的控制,一旦改变生产工艺过程,继电器控制系统必须重新配线,因而适应性很差,且体积庞大,安装、维修均不方便。由于 PLC 应用了微电子技术和计算机技术,各种控制功能是通过软件来实现的,只要改变程序,就可适应生产工艺改变的要求,因此适应性强。它不仅能完成逻辑运算、定时、计数等功能,而且能进行算术运算,因而它既可进行开关量控制,又可进行模拟量控制,还能与计算机联网,实现分级控制。它还有自诊断功能,所以在用微电子技术改造传统产业的过程中,传统的继电器控制系统必将被 PLC 所取代。

2. PLC 与单片机控制系统比较

单片机控制系统仅适用于较简单的自动化项目。硬件上主要受 CPU、内存容量及 IO 接口的限制;软件上主要受限于与 CPU 类型有关的编程语言。现代 PLC 的核心就是单片微处理器。虽然用单片机作控制部件在成本方面具有优势,但是从单片机到工业控制装置之间毕竟有一个硬件开发和软件开发的过程。虽然 PLC 也有必不可少的软件开发过程,但两者所用的语言差别很大,单片机主要使用汇编语言开发软件,所用的语言复杂且易出错,开发周期长。而 PLC 是用专用的指令系统来编程的,简便易学,现场就可以开发调试。比之单片机,PLC 的输入输出端更接近现场设备,不需添加太多的中间部件,这样节省了用户时间和总的投资。一般说来单片机或单片机系统的应用只是为某个特定的产品服务的,与 PLC 相比,单片机控制系统的通用性、兼容性和扩展性都相当差。

3. PLC 与计算机控制系统的比较

PLC 是专为工业控制所设计的。而微型计算机是为科学计算、数据处理等而设计的,尽管两者在技术上都采用了计算机技术,但由于使用对象和环境的不同,PLC 较之微机系统具有面向工业控制、抗干扰能力强、适应工程现场的温度、湿度环境的特点。此外,PLC 使用面向工业控制的专用语言而使编程及修改方便,并有较完善的监控功能。而微机系统则不具备上述特点,一般对运行环境要求苛刻,使用高级语言编程,要求使用者有相当水平的计算机硬件和软件知识。而人们在应用 PLC 时,不必进行计算机方面的专门培训,就能进行操作及编程。

4. PLC 与传统的集散型控制系统的比较

PLC 是由继电器逻辑控制系统发展而来的。而传统的集散控制系统 DCS (Distributed 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。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，现在各类 DCS 也面临着高端 PLC 的威胁。由于 PLC 的技术不断发展，DCS 过去所独有的一些复杂控制功能现在 PLC 基本上全部具备，且 PLC 具有操作简单的优势，最重要的一点，就是 PLC 的价格和成本是 DCS 系统所无法比拟的。

五、PLC 控制系统的类型

1. PLC 构成的单机系统

这种系统的被控对象是单一的机器生产或生产流水线，其控制器由单台 PLC 构成，一般不需要与其他 PLC 或计算机进行通信。但是，设计者还要考虑将来是否有联网的需要，如果有的话，应当选用具有通信功能的 PLC，如图 1-1 所示。

2. PLC 构成的集中控制系统

这种系统的被控对象通常由数台机器或数条流水线构成，该系统的控制单元由单台 PLC 构成，每个被控对象与 PLC 指定的 I/O 相连，如图 1-2 所示。由于采用一台 PLC 控制，因此，各被控对象之间的数据、状态不需要另外的通信线路。但是一旦 PLC 出现故障，整个系统将停止工作。对于大型的集中控制系统，通常采用冗余系统克服上述缺点。

3. PLC 构成的分布式控制系统

这类系统的被控对象通常比较多，分布在一个较大的区域内，相互之间比较远，而且，被控对象之间经常的交换数据和信息。这种系统的控制器采用若干个相互之间具有通信功能的 PLC 构成，系统的上位机可以采用 PLC，也可以采用工控机，如图 1-3 所示。PLC 作为一种控制设备，用它单独构成一个控制系统是有局限性的，主要是无法进行复杂运算，无法显示各种实时图形和保存大量历史数据，也不能显示汉字和打印汉字报表，没有良好的界面。这些不足，我们选用上位机来弥补。上位机完成监测数据的存储、处理与输出，以图形或表格形式对现场进行动态模拟显示、分析限值或报警信息，驱动打印机实时打印各种图表。

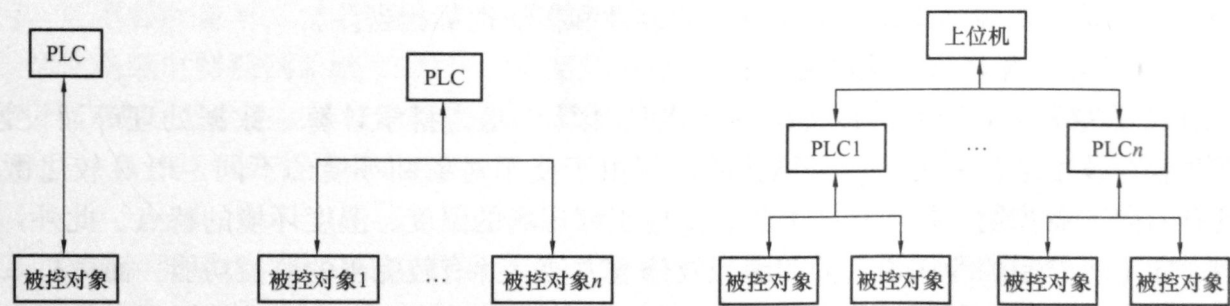


图 1-1 单机系统

图 1-2 集中控制系统

图 1-3 分布式控制系统

六、可编程控制器的应用

目前，可编程控制器在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保等各行各业。随着其性能价格比的不断提高，其应用范围正不断扩大，其用途大致有以下几个方面。



1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本的应用,用 PLC 取代传统的继电器控制,实现逻辑控制和顺序控制。如机床电气控制、家用电器(电视机、冰箱、洗衣机等)自动装配线的控制、汽车、化工、造纸、轧钢自动生产线的控制等。

2. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 与 D/A 转换,并对模拟量实行闭环 PID(比例-积分-微分)控制。现代的 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能,这一功能可以用 PID 功能指令或专用的 PID 模块来实现。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

3. 运动控制

PLC 使用专用的指令或运动控制模块,对直线运动或圆周运动进行控制,可实现单轴、双轴、三轴和多轴位置控制,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械,如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等场合。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算(包括四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算、求反、循环、移位和浮点数运算等)、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与储存在存储器中的参考值比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。

5. 通信联网

指 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机或其他智能设备(如变频器、数控装置)之间的通信,利用 PLC 和计算机的 RS-232 或 RS-422 接口、PLC 的专用通信模块,用双绞线和同轴电缆或光缆将它们联成网络,实现信息交换,构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统,建立自动化网络。

七、可编程控制器的发展趋势

近年来,可编程控制器发展的明显特征是产品的集成度越来越高,工作速度越来越快,功能越来越强,使用越来越方便,工作越来越可靠,具体表现为以下几个方面。

1. 向微型化、专业化的方向发展

随着数字电路集成度的提高、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,设计制造水平在不断进步。微型可编程控制器的价格便宜,性价比不断提高,很适合于单机自动化或组成分布式控制系统。有些微型可编程控制器的体积非常小,如三菱公司的 FX_{0N}、FX_{0S}、FX_{2N} 系列 PLC 均为超小型可编程控制器。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 调节运算等等,均可以被移植到小型机上。

2. 向大型化、高速度、高性能方向发展

大型化指的是大中型可编程控制器向着大容量、智能化和网络化发展,使之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,如三菱的AnA系统可编程控制器使用了世界上第一个在一块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,其扫描一条基本指令的时间为 $0.15\mu\text{s}$ 。

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模块外,某些可编程控制器还具有模拟量模糊控制、自适应参数整定功能,使调试时间减少,控制精度提高。

同时,用于监控、管理和编程的人机接口和图形工作站的功能日益加强。如西门子公司的TISTAR和PCS工作站使用的APT(应用开发工具)软件,是面向对象的配置设计、系统开发和管理工具软件,它使用工业标准符号进行基于图形的配置设计。自上而下的模块化和面向对象的设计方法,大大地提高了配置效率,降低了工程费用,系统的设计开发自始至终体现了高度结构化的特点。

3. 编程语言日趋标准

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,各公司的总线、通信网络和通信协议一般也是专用的。编程语言虽然多用梯形图,但具体的指令系统和表达方式并不一致,因此各公司的可编程控制器互不兼容。为了解决这一问题,国际电工委员会IEC于1994年5月公布了可编程控制器标准(IEC1131),其中的第三部分(IEC1131-3)是编程控制器的编程语言标准。标准中共有五种编程语言,其中的顺序功能图(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。几乎所有的可编程控制器厂家都表示在将来完全支持IEC1131-3标准,但是不同厂家的产品之间的程序转换仍有一个过程。

4. 与其他工业控制产品更加融合

可编程控制器与个人计算机、分布式控制系统(DCS,又称集散控制系统)和计算机数控(CNC)在功能和应用方面相互渗透,互相融合,使控制系统的性价比不断提高。在这种系统中,目前的趋势是采用开放式的应用平台,即网络、操作系统、监控及显示均采用国际标准或工业标准,如操作系统采用UNIX、MS-DOS、Windows、OS2等,这样可以把不同厂家的可编程控制器产品连接在一个网络中运行。

(1) PLC与PC的融合。个人计算机的价格便宜,有很强的数据运算、处理和分析能力。目前个人计算机主要用作可编程控制器的编程器、操作站或人/机接口终端。

将可编程控制器与工业控制计算机有机地结合在一起,形成了一种称之为IPLC(Integrated PLC,即集成可编程控制器)的新型控制装置,其典型代表是1988年10月A-B公司与DEC公司联合开发的金字塔集成器(Pyramid Integrator),它是可编程控制器工业成熟的一个里程碑。它由A-B公司的大型可编程控制器(PLC-5/250)和DEC公司的MicroVAX计算机组合而成,放在同一块VME总线底板上。可以认为IPLC是能运行DOS或Windows操作系统的可编程控制器,也可以认为它是能用梯形图语言以实时方式控告I/O的计算机。

(2) PLC与DCS的融合。DCS(Distributed Control System)指的是集散控制系统,又



叫分布式控制系统,主要用于石油、化工、电力、造纸等流程工业的过程控制。它是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竞相发展、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。

可编程控制器日益加速渗透到以多回路为主的分布式控制系统之中,这是因为可编程控制器已经能够提供各种类型的多回路模拟量输入、输出和 PID 闭环控制功能,以及高速数据处理能力和高速数据通信联网功能。可编程控制器擅长于开关量逻辑控制,DCS 擅长于模拟量回路控制,二者相结合,则可以优势互补。

(3) PLC 与 CNC 的融合。计算机数控 (CNC) 已受到来自可编程控制器的挑战,可编程控制器已经用于控制各种金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯和其他需要位置控制和进度控制的场合。过去控制几个轴的内插补是编程控制器的薄弱环节,而现在已经有一些公司的可编程控制器能实现这种功能。例如,三菱公司的 A 系列和 AnS 系列大中型可编程控制器均有单轴/双轴/三轴位置控制模块,集成了 CNC 功能的 IPCL620 控制器可以完成 8 轴的插补运算。

5. 与现场总线相结合

现场总线 (FieldBus) 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 $0\sim 10\text{mA}$ 或 $4\sim 20\text{mA}$ 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。

现场总线控制系统将 DCS 的控制站功能分散给现场控制设备,仅靠现场总线设备便可以实现自动控制的基本功能。例如将电动调节阀及其驱动电路、输出特性补偿、PID 控制和运算、阀门自校验和自诊断功能集成在一起,再配上温度变送器就可以组成一个闭环温度控制系统,有的传感器中也植入了 PID 控制功能。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 (Foundation Field Bus)、过程现场总线 (Profibus)、局域操作网络 (LonWorks)、控制器局域网络 (CAN)、可寻址远程变送器数据通路协议 (HART)。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 系列可编程控制器安装了 Profibus (过程现场总线) 协处理器模块后,能与其他厂家支持 Profibus 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。西门子公司可编程控制器也可以连接 Profibus 网络,如该公司的 S7-215 型 CPU 模块能提供 Profibus-DP 接口,传输速率可达 12Mbit/s ,可选双绞线或光纤电缆,连接 127 个节点,传输距离为 9.6km (双绞线) / 23.8km (光纤电缆)。Schneider 公司的 Modicon TSX Quantum 控制系统的 LonWorks 模块可用于实时性要求不高的场合,如楼宇自动化控制。

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 12 (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 1024 个节点，传输距离为 4.6km，传输速率为 10Mbit/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 和 DeviceNet，或者采用传感器层次的网络，以满足用户的通信需求。

第二节 图解 PLC 的构成

可编程控制器实质上是一台用于工业控制的专用计算机，它与一般计算机的结构及组成相似。PLC 是专为工业环境下应用而设计的，为了便于接线、扩充功能，便于操作与维护，以及提高系统的抗干扰能力，其结构及组成又与一般计算机有所区别。

一、可编程控制器系统的硬件

PLC 的基本组成包括中央处理模块 (CPU)、存储器模块、输入/输出 (I/O) 模块、电源模块及外部设备 (如编程器)，如图 1-4 所示。

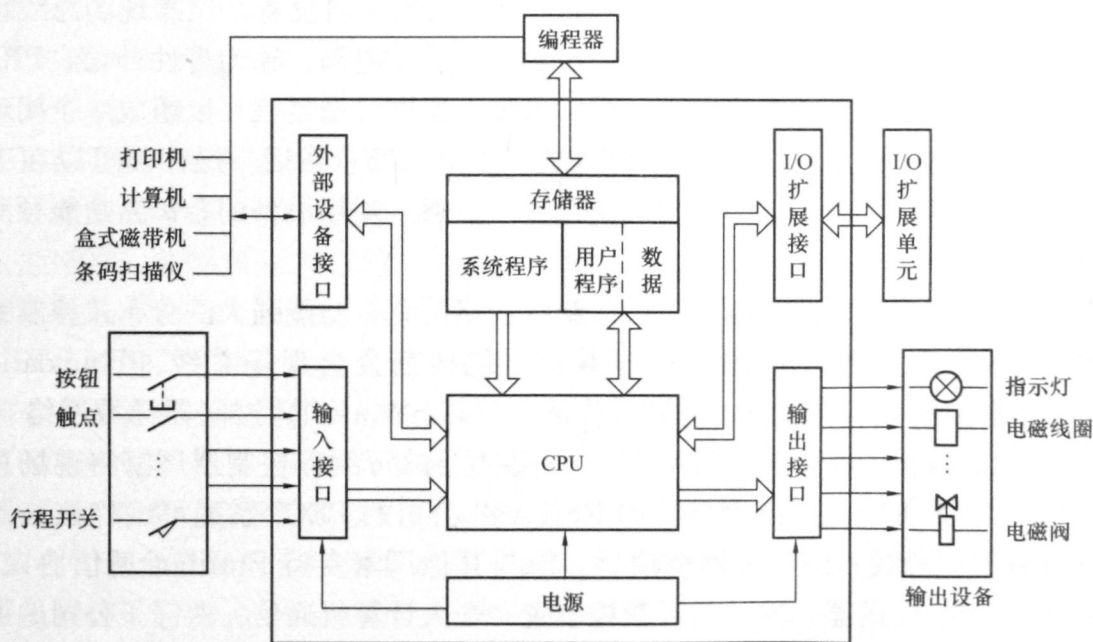


图 1-4 PLC 的基本组成

1. 中央处理模块

中央处理模块 (CPU) 一般由控制器、运算器和寄存器组成，这些电路都集成在一个