

高职高专国家示范性院校机电类专业课改教材



PLC应用技术项目教程 (西门子S7-200)

主编 姜新桥



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

PLC应用技术与工程应用案例教程

PLC应用技术项目教程

〔西门子S7-200〕

张 颖 主编

◆ 机械工业出版社

高职高专国家示范性院校机电类专业课改教材

PLC 应用技术项目教程

(西门子 S7-200)

主 编 姜新桥

副主编 祁美华 刘力涛 侯 珊

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是根据高职院校示范性建设项目的需要编写的,按照项目导向、任务驱动的模式,重点介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的工作原理和应用技术。全书包括 PLC 入门、基本逻辑指令及应用、顺序控制指令及应用、功能指令及应用、PLC 的综合应用等五个项目,并在附录中提供了常用电气设备图形符号及文字符号、S7-200 系列 PLC 部分特殊存储器(SM)标志位、S7-200 系列 PLC 错误代码、S7-200 系列 PLC 指令集,供读者使用时查阅。

本书可作为高等职业院校和各类职业学校的机电、电气、电子类专业的教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 应用技术项目教程(西门子 S7-200)/姜新桥主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2012.6

高职高专国家示范性院校机电类专业课改教材

ISBN 978-7-5606-2787-8

I. ① P… II. ① 姜… III. ① 可编程控制器—高等职业教育—教材 IV. ① TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 069612 号

策 划 秦志峰

责任编辑 秦志峰 张俊利

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 15.5

字 数 368 千字

印 数 1~3000 册

定 价 25.00 元

ISBN 978-7-5606-2787-8/TM • 0085

XDUP 3079001-1

如有印装问题可调换

前 言

根据国家对高等职业教育发展的要求,为落实“十二五”期间高技能人才的培养需要,实现加快培养一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的培养目标,结合高职院校的教学要求和办学特色,编写了本教材。

本教材的内容及其实施过程有以下特点:

(1) 本教材以行动为导向,以工学结合人才培养模式改革与实践为基础,运用工作任务要素梳理工作过程知识,明确学习内容,按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则,遵循“从完成简单工作任务到完成复杂工作任务”的能力形成规律,设计出15项学习性工作任务。通过实施这15项学习性工作任务,使学生在职业情境中“学中做、做中学”。

(2) 本教材打破了传统教材按章节划分的方法,将相关知识分为15项学习性工作任务,将学生应知应会的知识融入这些任务中。每项任务基本上又由任务目标、任务分析、相关知识、任务实施、能力测试、研讨与练习、思考与习题组成。在基础知识安排上,也打破了传统的知识体系,任务中涉及什么知识就重点讲解这些知识,和任务无关或关系较小的内容让学生自学。通过完成任务可使学生学有所用、学以致用,这与传统的理论灌输有着本质的区别。

(3) 将知识点与技能点紧密结合,注重培养学生实际动手能力和解决实际问题的能力,突出了高等职业教育的应用特色,强调以能力为本位,并有明确具体的训练成果展示。

(4) 本教材的实施应在专业教室中进行,专业教室要配备相关设备(如实验台、常用电工工具和仪表、多媒体设备等)。在专业教室中,学生能够分组学习并实施相关任务。本课程的评价也应根据平时的能力测试、成果展示及最终综合测试来进行。

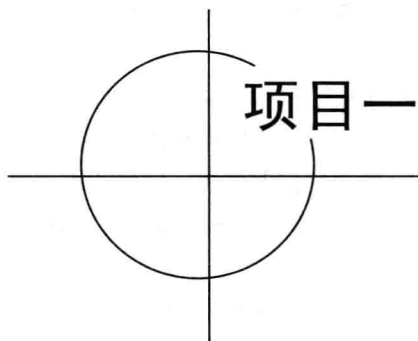
本教材由武汉职业技术学院姜新桥副教授制订编写大纲并担任主编,晋中职业技术学院刘力涛编写了项目二,晋中职业技术学院祁美华编写了项目五中的任务二和任务三,晋中职业技术学院侯珊编写了项目一,其他内容均由姜新桥老师编写。另外,在编写过程中编者参考了大量的相关文献资料,因此对书后参考文献中所列的作者深表谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

编 者
2012年2月

目 录

项目一 PLC 入门.....	1
任务一 可编程控制器的构成及工作原理.....	1
任务二 S7-200 系列 PLC 的硬件与编程元件的认识.....	14
任务三 S7-200 系列 PLC 的编程软件及使用.....	26
项目二 基本逻辑指令及应用.....	33
任务一 三相异步电动机的点动、连续运行控制.....	33
任务二 三相异步电动机的正反转控制.....	44
任务三 三相异步电动机计数循环正反转 PLC 控制.....	61
项目三 顺序控制指令及应用.....	80
任务一 十字路口交通灯的 PLC 控制.....	80
任务二 数码管单、双数循环显示的 PLC 控制.....	92
任务三 彩灯与数码同时显示的 PLC 控制.....	102
项目四 功能指令及应用.....	113
任务一 8 站小车的呼叫控制系统设计.....	113
任务二 步进电动机的 PLC 控制.....	126
任务三 模拟量的 PLC 控制.....	156
项目五 PLC 的综合应用.....	170
任务一 铣床电气控制的 PLC 改造.....	170
任务二 变频器的 PLC 控制.....	182
任务三 液体混合搅拌器的三菱 FX _{2N} PLC 的控制.....	211
附录 A 常用电气设备图形符号及文字符号.....	234
附录 B S7-200 系列 PLC 部分特殊存储器(SM)标志位.....	235
附录 C S7-200 系列 PLC 错误代码.....	238
附录 D S7-200 系列 PLC 指令集.....	240
参考文献.....	242



PLC 入门

PLC 是 Programmable Logic Controller 的缩写，简称为可编程控制器。PLC 是一种数字运算操作的电子系统，专为工业环境下应用而设计。它采用了可编程的存储器，用于其内部存储程序。PLC 可执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/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部设备，都按易于与工业控制系统连成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。总之，可编程控制器是一台计算机，它是专为工业环境应用而设计制造的计算机，具有丰富的输入/输出接口，并且具有较强的驱动能力。但可编程控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编制。

任务一 可编程控制器的构成及工作原理

一、任务目标

- (1) 熟悉 PLC 的产生与发展。
- (2) 熟悉 PLC 的特点与主要功能。
- (3) 熟悉 PLC 的分类与主要产品。
- (4) 熟悉 PLC 的基本结构与工作原理。

二、任务分析

本任务从 PLC 的产生与发展入手，分析 PLC 的原理、结构、分类以及主要产品，为完成后续各项任务打下基础。

三、相关知识

(一) PLC 的产生与发展

1. PLC 的产生

可编程控制器的起源可以追溯到 20 世纪 60 年代。20 世纪 60 年代末，由于市场的需要，

工业生产开始从大批量、少品种的生产方式转变为小批量、多品种的生产方式。这种生产方式在汽车生产中得到了充分体现,而当时汽车组装生产线采用继电器控制系统,这种控制系统体积大,耗电多,特别是改变生产程序很困难。1968年,美国通用汽车公司(GM)为适应生产工艺不断更新的需要,提出一种设想:把计算机的功能完善、通用、灵活等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,制成一种通用控制装置。这种通用控制装置把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化,采用面向控制过程、面向对象的语言编程,可以使不熟悉计算机的人也能方便地使用。

通用公司提出十项招标指标:① 编程方便,可现场修改程序;② 维修方便,采用插件式结构;③ 可靠性高于继电器控制装置;④ 体积小于继电器控制盘;⑤ 数据可直接送入管理计算机;⑥ 成本可与继电器控制盘竞争;⑦ 输入可为市电;⑧ 输出可为市电,容量要求在2 A以上,可直接驱动接触器等;⑨ 扩展时原系统改变最小;⑩ 用户存储器大于4 KB。这十项指标实际上就是现在可编程控制器的最基本功能。

美国数字设备公司(DEC)根据这一设想,于1969年研制成功了第一台可编程控制器,并在汽车自动装配线上试用成功。该设备以计算机作为核心设备,其控制功能是通过存储在计算机中的程序来实现的,这就是人们常说的存储程序控制。由于当时主要用于顺序控制,只能进行逻辑运算,故称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

进入20世纪80年代,随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,也使得可编程控制器逐步形成了具有特色的多种系列产品。系统中不仅使用了大量的开关量,也使用了模拟量,其功能已经远远超出逻辑控制、顺序控制的应用范围,故称为可编程控制器(Programmable Controller, PC)。但由于PC容易和个人计算机(Personal Computer)混淆,所以人们还沿用PLC作为可编程控制器的英文缩写名字。

2. PLC的发展

20世纪70年代初出现了微处理器,人们很快将其引入可编程控制器,使PLC增加了运算、数据传送及处理等功能,完成了真正具有计算机特征的工业控制装置。

20世纪70年代中末期,可编程控制器进入实用化发展阶段,计算机技术已全面引入到可编程控制器中,使其功能发生了飞跃。更高的运算速度、超小型体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID功能及极高的性价比奠定了它在现代工业中的地位。

20世纪80年代初,可编程控制器在先进的工业国家中已获得广泛应用。世界上生产可编程控制器的国家日益增多,产量日益上升。这标志着可编程控制器已步入成熟阶段。

20世纪80年代至90年代中期是PLC发展最快的时期。在这期间,PLC的年增长率一直保持为30%~40%;同时,PLC在处理模拟量、数字运算、人机接口和网络等方面得到大幅度提升,并逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的DCS系统。

20世纪末,可编程控制器的发展更加适应现代工业的需要。这个时期发展了大型机和超小型机,诞生了各种各样的特殊功能单元,生产了各种人机界面单元、通信单元,使应用可编程控制器的工业控制设备的配套更加容易。

近年来PLC发展迅速。PLC集电控、电仪、电传三电为一体,其具有性价比高、可靠性高的特点,已成为自动化工程的核心设备。PLC已成为具备计算机功能的一种通用工业

控制装置,其使用量较高,并成为现在工业自动化的三大技术支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)之一。

(二) PLC 的特点与主要功能

1. PLC 的特点

为适应工业环境的使用,与一般控制装置相比,PLC 机具有以下特点:

(1) 可靠性高,抗干扰能力强。工业生产对控制设备的可靠性要求是平均故障间隔时间长、故障修复时间(平均修复时间)短。

可编程控制器是专为工业控制而设计的,在硬件与软件两个方面采用了屏蔽、滤波、隔离、诊断和自动恢复等措施。这些措施大大地提高了 PLC 的可靠性和抗干扰能力,其平均无故障时间可达 5 万小时以上。

(2) 通用性强,控制程序可变,使用方便。PLC 品种齐全的各种硬件装置,可以组成能满足各种要求的控制系统,用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后,在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下,不必改变 PLC 的硬件设备,只需改编程程序就可以满足要求。因此,PLC 除应用于单机控制外,在工厂自动化中也被大量采用。

(3) 功能强,适应面广。现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,还具有数字和模拟量的输入/输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能,因此 PLC 既可以控制一台生产机械、一条生产线,又可以控制一个生产过程。

(4) 编程简单,容易掌握。目前,大多数 PLC 仍采用继电控制形式的“梯形图”编程方式。这种方式既继承了传统控制线路的清晰直观的特点,又考虑到大多数工厂企业电气技术人员的读图习惯及编程水平,所以非常容易被接受和掌握。梯形图语言中编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近,同时还提供了功能图、语句表等编程语言。

(5) 减少了控制系统的设计及施工的工作量。由于 PLC 采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计、安装、接线工作量大为减少。同时,PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试,更减少了现场的调试工作量。由于 PLC 的低故障率及强大的监视功能、模块化结构等,使维修也极为方便。

【例】 用三个开关 A、B、C 来控制电器 D。控制要求:合上开关 A 或 B 且合上开关 C,则电器 D 通电运行。

实现上述要求,其接线图及程序如图 1-1 所示。

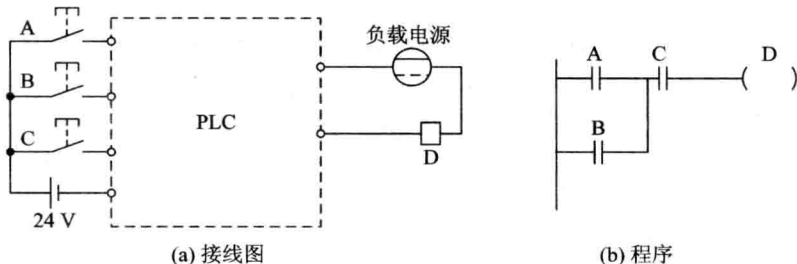


图 1-1 接线图及程序

若控制要求改变,如必须同时合上开关 A、B、C,则电器 D 才通电运行。其外部接线

不用改变,只需要将程序中 A、B、C 常开触点的逻辑关系修改为串联方式即可。

(6) 体积小、重量轻、功耗低、维护方便。由于采用半导体集成电路,与传统控制系统相比较,其体积小、重量轻、功耗低。

2. PLC 的主要功能

随着 PLC 技术的发展,PLC 的功能已经从最初的单机、逻辑控制,发展成为能够联网的、功能丰富的控制与管理。

(1) 逻辑控制。这是 PLC 最初能完成的功能,能实现多种逻辑组合的控制任务。

(2) 运动控制。PLC 配上相应的运动控制模块能够实现机械加工中的计算机数控技术。

(3) 模拟量控制。在连续型生产过程中,常要对某些模拟量(如电压、电流、温度、压力等)进行控制,这些量的大小是连续变化的。PLC 进行模拟量控制,要配置有模拟量与数字量相互转换的 A/D、D/A 单元。

(三) PLC 的分类与主要产品

1. PLC 的分类

(1) 按结构形式分类,PLC 可分为整体式和模块式两种。

整体式结构的可编程控制器把电源、CPU、存储器、I/O 系统都集成在一个单元内,该单元叫做基本单元,一个基本单元就是一台完整的 PLC。当 PLC 的控制点数不满足需要时,可再接扩展单元。整体式结构的特点是非常紧凑,体积小,重量轻,价格低,I/O 点数固定,使用不灵活。西门子公司的 S7-200 属于这种结构。

模块式结构的可编程控制器把 PLC 系统的各个组成部分按功能分成若干个模块,如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等,把这些模板插入机架底板上,组装在一个机架内。这种结构配置灵活,装配方便,便于扩展。西门子公司的 S7-300/400 属于这种结构。

(2) 按输入、输出点数和存储容量分类,PLC 大致可分为大、中、小型三种。小型 PLC 的输入、输出点数在 256 点以下,用户程序存储容量在 2K 字以下,如西门子公司的 S7-200;中型 PLC 的输入、输出点数在 256~2048 点之间,用户程序存储容量一般为 2K~10K 字,如西门子公司的 S7-300;大型 PLC 的输入、输出点数在 2048 点以上,用户程序存储容量达 10K 字以上,如西门子公司的 S7-400。

(3) 按功能分类,PLC 可分为低档机、中档机和高档机三种。

低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数等功能,有的还增设模拟量处理、算术运算、数据传送等功能。

中档 PLC 除具有低档机的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送等功能,可完成既有开关量又有模拟量控制的任务。

高档 PLC 增设有带符号算术运算及矩阵运算等功能,使运算能力更强。此外,它还具有模拟调节、联网通信、监视、记录和打印等功能,及进行远程控制,构成分布式控制系统,使整个工厂成为自动化网络的形式。

2. PLC 的主要产品

1) 国产的 PLC

目前,有许多国内厂家、科研院所研制与开发的 PLC 产品,如中国科学院自动化研究

所的 PLC-0088, 北京联想计算机集团公司的 GK-40, 上海机床电器厂的 CKY-40, 苏州电子计算机厂的 YZ-PC-001A, 天津中环自动化仪表公司的 DJK-S-84/86/480, 上海自力电子设备厂的 KKI 系列, 上海香岛机电制造有限公司的 ACMY-S80、ACMY-S256, 无锡华光电子工业有限公司(合资)的 SR-10、SR-20/21 等。

2) 日本三菱公司的 PLC

三菱公司的 PLC 是较早进入中国市场的产品, 其小型机 F1/F2 系列是 F 系列的升级产品。F1/F2 系列加强了指令系统, 增加了特殊功能单元和通信功能, 比 F 系列有了更强的控制能力。继 F1/F2 系列后, 20 世纪 80 年代末三菱公司又推出 FX 系列, 在容量、速度、特殊功能、网络功能等方面都有了全面的加强。FX₂ 系列是在 20 世纪 90 年代开发的整体式小型机, 它配有各种通信适配器和特殊功能单元。后来推出的 FX_{2N} 是高功能整体式小型机, 它是 FX₂ 的换代产品, 各种功能都有了全面的提升。三菱公司近年来还不断推出满足不同需求的微型 PLC, 如 FX_{0S}、FX_{1S}、FX_{0N}、FX_{1N} 及 α 系列等产品。

三菱公司的大中型机有 A 系列、QnA 系列、Q 系列, 它们具有丰富的网络功能, I/O 点数可达 8192。其中 Q 系列具有超小的体积、丰富的机型、灵活的安装方式, 以及双 CPU 协同处理、多存储器、远程口令等特点, 是三菱公司现有 PLC 中性能最高的产品。

3) 日本立石公司的 PLC

日本欧姆龙(OMRON)株式会社是世界上生产 PLC 的著名厂商之一。其所生产的 SYSMAC C 系列 PLC 产品以其良好的性能价格比被广泛地应用于化学工业、食品加工、材料处理和工业控制过程等领域。该公司产品的销量在日本仅次于三菱, 位居第二, 在我国也是应用非常广泛的 PLC 产品之一。

OMRON C 系列 PLC 产品门类齐、型号多、功能强、适应面广, 大致可以分成微型、小型、中型和大型四大类产品。微型 PLC 机中, 整体式结构以 C20P 为代表机型; 叠装式(或称紧凑型)结构以 CJ 型机最为典型, 它具有超小型和超薄型的尺寸。小型 PLC 机以 P 型机和 CPM 型机最为典型, 这两种都属于坚固整体型结构, 其体积更小、指令更丰富、性能更优越, 通过 I/O 扩展可实现 10~140 点输入/输出点数的灵活配置, 并可连接可编程终端直接从屏幕上进行编程, CPM 型机是 OMRON 产品中用户目前选用最多的小型机系列。OMRON 中型机以 C200H 系列最为典型, 主要有 C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE 等型号产品。中型机在程序容量、扫描速度和指令功能等方面都优于小型机, 除具备小型机的基本功能外, 它同时可配置更完善的接口单元模块, 如模拟量 I/O 模块、温度传感器模块、高速计数模块、位置控制模块、通信连接模块等, 可以与上位计算机、下位 PLC 机及各种外部设备组成具有各种用途的计算机控制系统和工业自动化网络。

在一般的工业控制系统中, 小型 PLC 机要比大、中型机的应用更广泛。在电气设备的控制应用方面, 一般采用小型 PLC 机都能满足需求。

4) 日本松下公司的 PLC

松下公司的 PLC 产品中, FP0 为微型机, FP1 为整体式小型机, FP3 为中型机, FP5/FP10、FP10S(FP10 的改进型)、FP20 为大型机, 其中 FP20 是最新产品。松下公司近几年 PLC 产品的主要特点是: 指令系统功能强; 有的机型还提供可以用 FP-BASIC 语言编程的 CPU 及多种智能模块, 为复杂系统的开发提供了软件手段。FP 系列 PLC 都配置通信机制, 由于

它们使用的应用层通信协议具有一致性,这给构成多级 PLC 网络和开发 PLC 网络应用程序带来了方便。

5) 美国通用电气公司 GE 系列的 PLC

通用公司的代表产品是小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1/P 等,除 GE-1/J 外,其余均采用模块结构。GE-1 用于开关量控制系统,最多可配置到 112 个 I/O 点;GE-1/J 是更小型化的产品,其 I/O 最多可配置到 96 点;GE-1/P 是 GE-1 的增强型产品,增加了部分功能指令(数据操作指令)、功能模块(A/D、D/A 等)、远程 I/O 功能等,其 I/O 最多可配置到 168 点。中型机 GE-III 比 GE-1/P 增加了中断、故障诊断等功能,最多可配置到 400 个 I/O 点。大型机 GE-V 比 GE-III 增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能,并具有较强的通信功能,最多可配置到 2048 个 I/O 点。GE-VI/P 最多可配置到 4000 个 I/O 点。

GE FANUC 系列的 90-30 PLC 是由一系列的控制器、输入/输出系统和各种专用模板构成的,它满足工业现场各种控制需求。90-30 PLC 根据 CPU 的种类划分类型,其 I/O 模块支持全系列的 CPU,而有些智能模块只支持高档 CPU 模块。其 CPU 类型有 CPU 311、CPU 313、CPU 323、CPU 331、CPU 340、CPU 341、CPU 350、CPU 351、CPU 352、CPU 360 等。

6) 德国西门子(SIEMENS)公司 S 系列 PLC

德国西门子公司生产的可编程控制器在我国的应用相当广泛,在冶金、化工、印刷生产线等领域都有应用。西门子公司 PLC 产品包括 LOGO!(通用逻辑模块)、S7-200、S7-300、S7-400,工业网络, HMI 人机界面,工业软件等。

西门子 S7 系列 PLC 体积小、速度快、标准化,具有网络通信能力,功能更强,可靠性更高。S7 系列 PLC 产品可分为小型 PLC(如 S7-200),中小规模性能要求的 PLC(如 S7-300)和中、高性能要求的 PLC(如 S7-400)等。

(1) SIMATIC S7-200 PLC。S7-200 PLC 是超小型化的 PLC,它适用于各行各业的自动检测、监测及控制等。S7-200 PLC 的强大功能使其无论单机运行或连成网络都能实现复杂的控制功能。

S7-200 PLC 有四个不同的基本型号及八种 CPU 可供选择使用。

(2) SIMATIC S7-300 PLC。S7-300 PLC 是模块化中小型 PLC 系统,能满足中等性能要求的应用。各种单独的模块之间可进行广泛组合以构成不同要求的系统。S7-300 PLC 可通过多种不同的通信接口及通信处理器来连接 AS-I 总线接口和工业以太网总线系统;串行通信处理器用来连接点到点的通信系统;多点接口(MPI)集成在 CPU 中,用于同时连接编程器、PC 机、人机界面系统及其他 SIMATIC S7/M7/C7 等自动化控制系统。

(3) SIMATIC S7-400 PLC。S7-400 PLC 是用于中、高等性能范围的可编程控制器。S7-400 PLC 采用模块化无风扇的设计,可靠耐用,同时可以选用多种级别的 CPU,并配有多种通用功能的模板,使用户能根据需要组合成不同的专用系统。当控制系统规模扩大或升级时,只要适当地增加一些模板,便能使系统升级和满足需要。

(4) 工业通信网络。通信网络是自动化系统的支柱,西门子的全集成自动化网络平台提供了从控制级一直到现场级的一致性通信,“SIMATIC NET”是全部网络系列产品的总称,它们能在工厂的不同部门及自动化站通过不同的级交换数据,不但有标准的接口并且相互之间完全兼容。

(5) 人机界面(HMI)硬件。HMI 硬件配合 PLC 使用, 为用户提供数据、图形和事件显示, 主要有文本操作面板 TD200、OP3、OP7、OP17 等; 图形/文本操作面板 OP27、OP37 等; 触摸屏操作面板 TE7、TP27/37、TP170A/B 等, SIMATIC 面板 PC670 等。个人计算机也可以作为 PLC 的 HMI 硬件使用, HMI 硬件需要经过软件组态才能配合 PLC 使用。

(6) SIMATIC S7 工业软件。西门子的工业软件分为三个不同的种类:

① 编程和工程工具。编程和工程工具包括所有基于 PLC 或 PC 用于编程、组态、模拟和维护等控制所需的工具。

② 基于 PC 的控制软件。基于 PC 的控制系统 WinAC 允许使用个人计算机作为可编程控制器运行用户的程序, 运行在安装了 Windows NT 4.0 操作系统的 SIMATIC 工控机或其他任何商用机上。

③ 人机界面软件。人机界面软件为用户自动化项目提供人机界面或监控和数据采集系统, 支持大范围的平台。人机界面软件有两种, 一种是应用于机器级的 Pro Tool, 另一种是应用于监控级的 WinCC。

(四) PLC 的基本结构与工作原理

PLC 由于其自身的特点, 在工业生产的各个领域得到了愈来愈广泛的应用, 而作为 PLC 的用户, 要正确地使用 PLC 去完成各种不同的控制任务, 首先应了解其组成结构和工作原理。

1. PLC 的基本结构

PLC 的结构分为整体式和模块式两类。对于整体式 PLC, 所有部件在同一机壳内, 其组成框图如图 1-2 所示; 对于模块式 PLC, 各个部件独立封装成模块, 各模块通过总线连接, 安装在机架或导轨上, 其组成框图如图 1-3 所示。无论是哪种结构类型的 PLC, 都可以根据用户需要进行配置与组合。尽管整体式和模块式 PLC 的结构不太一样, 但各部分的功能作用是相同的。

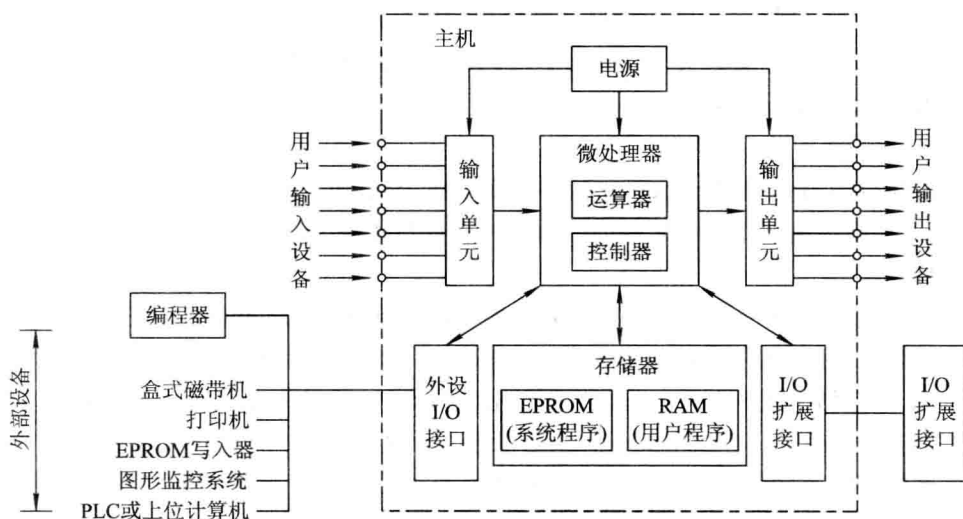


图 1-2 整体式 PLC 组成框图

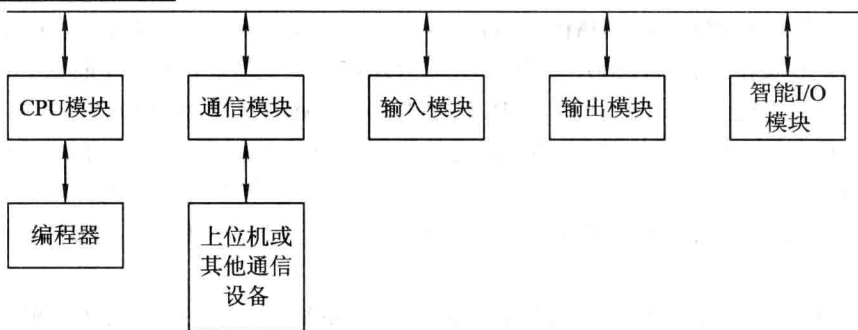


图 1-3 模块式 PLC 组成框图

1) 中央处理单元(CPU)

中央处理单元(CPU)是 PLC 的控制核心, 它包括微处理器和控制接口电路。微处理器是 PLC 的运算控制中心, 通过它实现逻辑运算, 协调控制系统内部各部分的工作, 它的运行是按照系统程序所赋予的任务进行的。

PLC 系统程序具有的功能如下:

- (1) 接收并存储从编程器键入的用户程序和数据;
- (2) 按扫描方式接受来自输入单元的数据和各种状态信息并存入相应的数据存储区;
- (3) 执行监控程序和用户程序, 完成数据和信息的逻辑处理, 产生相应的内部控制信号, 完成用户指令规定的各种操作;
- (4) 响应外部设备的请求。

2) 存储器

可编程控制器的存储器分为系统程序存储器和用户程序存储器。

存放系统软件(包括监控程序、模块化应用功能子程序、命令解释程序、故障诊断程序及其各种管理程序)的存储器称为系统程序存储器; 存放用户程序(用户程序和数据)的存储器称为用户程序存储器, 又分为用户存储器和数据存储器两部分。

(1) PLC 常用的存储器类型有 RAM、EPROM、EEPROM 三种。

① RAM(Random Access Memory): 这是一种读/写存储器(随机存储器), 其存取速度最快, 由锂电池支持。

② EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory): 这是一种可擦除的只读存储器。在断电情况下, 存储器内的所有内容保持不变。(在紫外线连续照射下可擦除存储器内容)。

③ EEPROM(Electrical Erasable Programmable Read Only Memory): 这是一种电可擦除的只读存储器, 使用编程器能很容易地对其所存储的内容进行修改。

(2) PLC 存储空间的分配。虽然各种 PLC 的 CPU 的最大寻址空间各不相同, 但是根据 PLC 的工作原理, 其存储空间一般包括以下三个区域:

① 系统程序存储区。在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序, 包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断子程序等, 并由制造厂商将其固化在 EPROM 中, 用户不能直接存取。它和硬件一起决定了该 PLC 的性能。

② 系统 RAM 存储区。系统 RAM 存储区包括 I/O 映像寄存区以及各类软元件，如逻辑线圈、数据寄存器、计时器、计数器、变址寄存器、累加器等存储器。

a. I/O 映像寄存区。由于 PLC 投入运行后，只是在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数据，在输出刷新阶段才将输出的状态和数据送至相应的外设，因此它需要一定数量的存储单元(RAM)以存放 I/O 的状态和数据，这些单元称作 I/O 映像寄存区。一个开关量的 I/O 占用存储单元中的一个位；一个模拟量的 I/O 占用存储单元中的一个字。整个 I/O 映像寄存区可看做由两个部分组成，即开关量 I/O 映像寄存区和模拟量 I/O 映像寄存区。

b. 系统软元件存储区。该存储区又分为具有失电保持的存储区域和失电不保持的存储区域，前者在 PLC 断电时，由内部的锂电池供电，数据不会丢失；后者当 PLC 断电时，数据被清零。

③ 用户程序存储区。用户程序存储区存放用户编制的用户程序。不同类型的 PLC，其存储容量各不相同。

3) 输入/输出模块单元

PLC 的对外功能主要是通过各类接口模块的外接线，实现对工业设备和生产过程的检测与控制。通过各种输入/输出接口模块，PLC 既可检测到所需的过程信号，又可将运算处理结果传送给外部，驱动各种执行机构，实现工业生产过程的控制。

为适应工业工程现场不同输入/输出信号的匹配要求，PLC 配置了各种类型的输入/输出模块单元，其中常用的有开关量、模拟量、数字量三种。

可编程控制器的优点之一是抗干扰能力强，这也是其 I/O 设计的优点之处。在经过了电气隔离后，信号才送入 CPU 执行，以防止现场的强电干扰。

4) 输入/输出扩展接口

输入/输出扩展接口是 PLC 主机用于扩展输入/输出点数和类型的部件，输入/输出扩展单元、远程输入/输出扩展单元、智能输入/输出单元等都通过它与主机相连。输入/输出扩展接口有并行接口、串行接口等多种形式。

5) 外部设备接口

外部设备接口是 PLC 主机实现人机对话，机机对话的通道。

6) 电源单元

PLC 的电源在整个系统中起着十分重要的作用，它把外部供应的电源变换成系统内部各单元所需的电源，有的电源单元还向外提供直流电源，作为开关量输入单元连接现场的电源使用。电源单元还包括电保护电路和后备电池电源，以保持 RAM 在外部电源断电后存储的内容不丢失。

2. PLC 的工作原理

PLC 的运行是通过执行反映控制要求的用户程序来完成的，需要执行众多的操作，但 CPU 不可能同时去执行多个操作，它只能按分时操作(串行工作)方式，每次执行一个操作并按顺序逐个执行。由于 CPU 的运算处理速度很快，所以从宏观上看，PLC 外部出现的结

果似乎是同时(并行)完成的,这种串行工作方式称为 PLC 的扫描工作方式。

对每个程序, CPU 从第一条指令开始执行,按指令步序号对程序做周期性的循环扫描,如果无跳转指令,则从第一条指令开始逐条执行用户程序,直至遇到结束符后又返回第一条指令,如此周而复始不断循环,每一个循环称为一个扫描周期。

PLC 的扫描工作方式与继电器-接触器控制的工作原理明显不同。继电器-接触器控制装置采用硬逻辑的并行工作方式,如果某个继电器的线圈通电或断电,那么该继电器的所有常开和常闭触点不论处在控制电路的哪个位置上,都会立即同时动作;而 PLC 采用扫描工作方式(串行工作方式),如果某个软继电器的线圈被接通或断开,其所有的触点不会立即动作,必须等扫描到该触点时才会动作。由于 PLC 的扫描速度快,通常 PLC 与继电器-接触器控制装置在 I/O 的处理结果上并没有什么差别。PLC 的一个扫描周期必经过输入采样、程序执行和输出刷新 3 个阶段。

1) PLC 的等效工作电路

从 PLC 控制系统与继电器-接触器控制系统比较可知,PLC 的用户程序(软件)代替了继电器控制电路(硬件)。因此,对于使用者来说,可以将 PLC 等效成是许多各种各样的“软继电器”和“软接线”的集合,而用户程序就是用“软接线”将“软继电器”及其“触点”按一定要求连接起来的“控制电路”。

为了更好地理解这种等效关系,下面通过一个例子来说明。图 1-4 所示为三相异步电动机单向启动运行的电气控制系统。其中,由输入设备 SB1、SB2、FR 的触点构成系统的输入部分,由输出设备 KM 构成系统的输出部分。

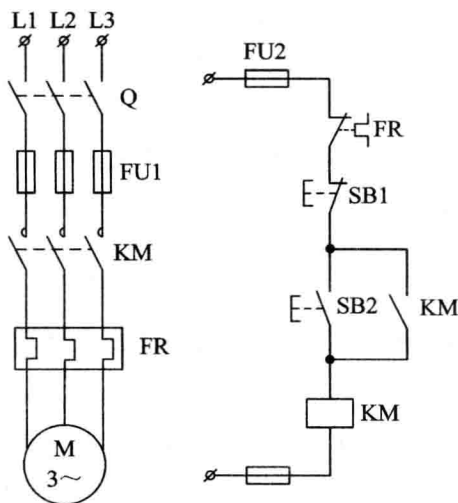


图 1-4 三相异步电动机单向启动控制系统

如果用 PLC 来控制这台三相异步电动机,组成一个 PLC 控制系统,根据上述分析可知,系统主电路不变,只要将输入设备 SB1、SB2、FR 的触点与 PLC 的输入端连接,输出设备 KM 线圈与 PLC 的输出端连接,就构成 PLC 控制系统的输入、输出硬件电路,而控制部分的功能则由 PLC 的用户程序来实现,其等效电路及程序如图 1-5 所示。

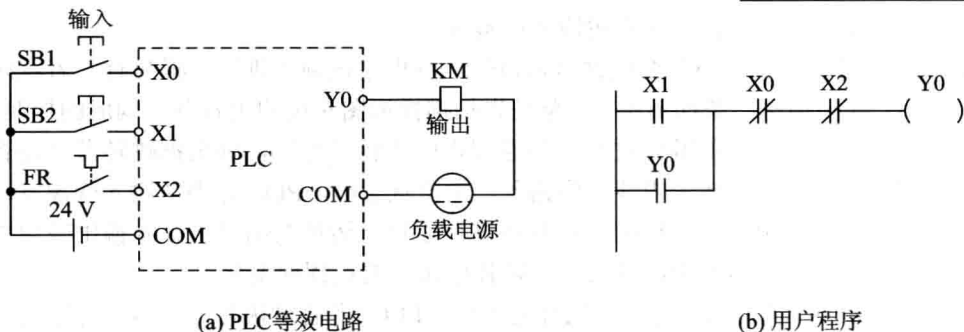


图 1-5 PLC 等效电路及用户程序

图 1-5 中, 输入设备 SB1、SB2、FR 与 PLC 内部的“软继电器”X0、X1、X2 的“线圈”对应, 由输入设备控制相对应的“软继电器”的状态, 即通过这些“软继电器”将外部输入设备状态变成 PLC 内部的状态, 这类“软继电器”成为输入继电器; 同理, 输出设备 KM 与 PLC 内部的“软继电器”Y0 对应, 由“软继电器”Y0 状态控制对应的输出设备 KM 的状态, 即通过这些“软继电器”用来控制外部输出设备, 这类“软继电器”成为输出继电器。

因此, PLC 用户程序要实现的是: 如何用输入继电器 X0、X1、X2 来控制输出继电器 Y0。当控制要求复杂时, 程序中还要采用 PLC 内部的其他类型的“软继电器”, 如辅助继电器、定时器、计数器等, 以达到控制要求。

值得注意的是, PLC 等效电路中的继电器并不是实际的物理继电器, 它实质上是存储器单元的状态。单元状态为“1”, 相当于继电器接通; 单元状态为“0”, 相当于继电器断开。因此, 我们称这些继电器为“软继电器”。

2) PLC 的工作过程

扫描周期的长短主要取决于以下几个因素: 一是 CPU 执行指令的速度; 二是 CPU 执行每条指令占用的时间; 三是程序中指令条数的多少。一个扫描周期主要可分为 3 个阶段, 即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段, 如图 1-6 所示。

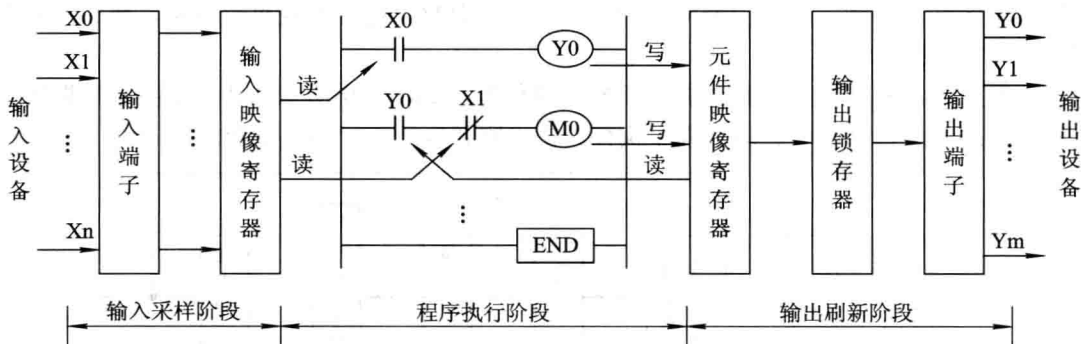


图 1-6 PLC 的工作过程示意图

(1) 输入采样阶段。在输入采样阶段, CPU 扫描全部输入端口, 读取其状态并写入输入映像寄存器中, 此时输入映像寄存器被刷新; 接着进入程序处理阶段。在程序执行阶段或其他阶段, 即使输入端状态发生变化, 输入映像寄存器的内容也不会改变, 而这些变化