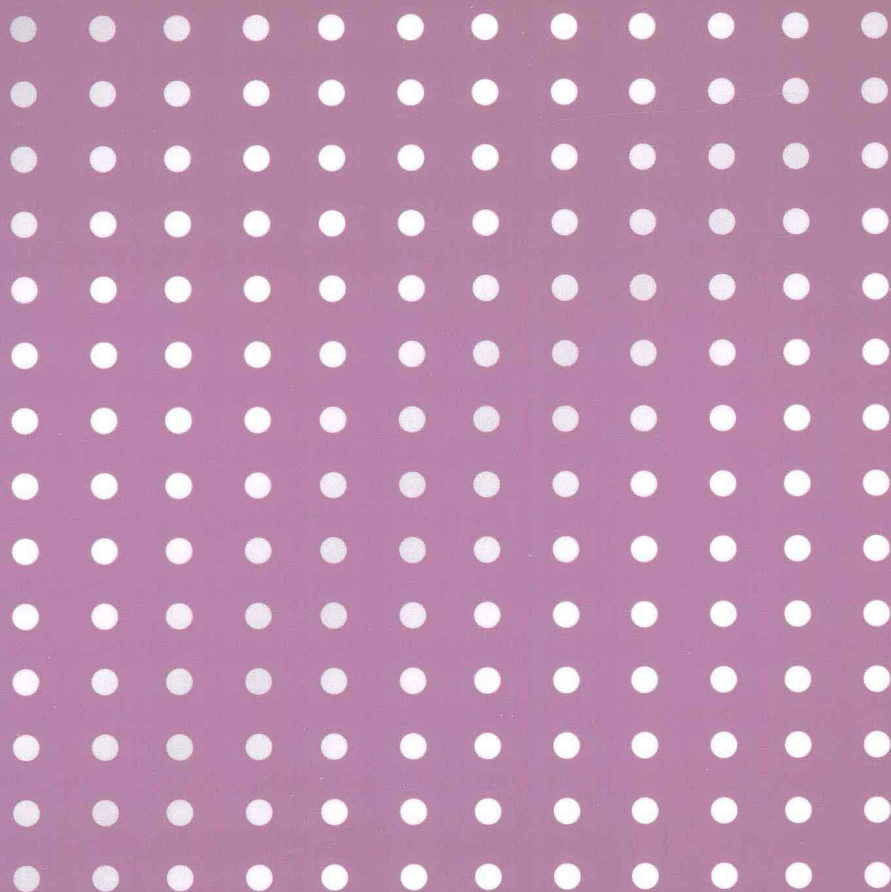


高等院校信息技术规划教材

PLC 技术及应用

—— 基于西门子 S7-200

龚运新 赵厚玉 戚本志 编著



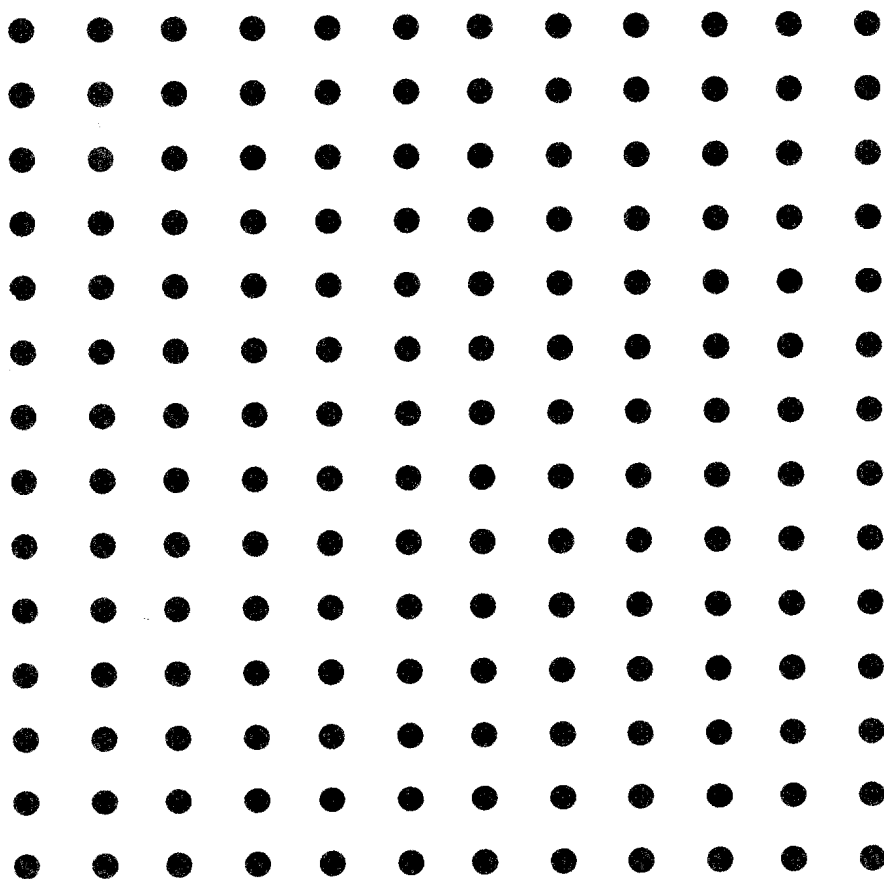
清华大学出版社

高等院校信息技术规划教材

PLC 技术及应用

——基于西门子 S7-200

龚运新 赵厚玉 戚本志 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍西门子 PLC 的有关知识及开发产品的方法和必备的工具,主要内容有 PLC 结构、仿真开发软件 SETP 7-Micro/WIN 的使用方法、指令系统、程序设计、梯形图语言、语句表语言、定时器使用方法、中断使用方法、功能模块扩展技术、触摸屏的使用技术。掌握了这些知识就基本掌握了开发一个产品的基本技能。本书所有程序都在仿真软件中调试成功,增加了程序的可读性,使初学者易学易懂。

本书适合作为全国高等职业学校、高等专科学校的教材,也可作为自学者的教材和参考书,作为从事控制领域的工程技术人员的学习参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

PLC 技术及应用:基于西门子 S7-200/龚运新,赵厚玉,戚本志编著. —北京:清华大学出版社,2009.9

(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 978-7-302-20505-0

I. P… II. ①龚… ②赵… ③戚… III. 可编程序控制器—高等学校—教材
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 108696 号

责任编辑:袁勤勇 顾 冰

责任校对:梁 毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.75

字 数:346 千字

版 次:2009 年 9 月第 1 版

印 次:2009 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:033741-01

前言

foreword

现代 PLC 的发展有两个主要趋势:其一是向体积更小、速度更快、功能更强和价格更低的微小型方面发展;其二是向大型网络化、高可靠性、高兼容性和多功能方面发展。

随着计算机技术的发展,应用软件越来越多,西门子 PLC 也配套了仿真开发软件。有了仿真开发软件使学习 PLC 知识更加简单,使很多抽象知识更加直观易懂。

为了满足科研、教学及大专院校实验和毕业论文设计的需要,编者综合几年的实践经验编写了这本教材。本教材的特点是:从工程开发的角度出发,紧扣实际,理顺应用技术学习思路,先讲开发工具和开发方法,再用仿真方式讲解编程技术;每条指令、每个程序仿真编写,直观明了,易学易懂,给人一种全新的编写方法;特别是使用了实际开发中常用的适用于西门子 S7-200 系列 PLC 的开发仿真软件 SETP7-Micro/WIN,使所学知识与实际应用接轨。本书以西门子 S7-200 系列整体式小型机为背景机,重点介绍 PLC 系统组成、指令系统、控制系统的设计方法和各种模块,同时介绍 PLC 的通信联网技术。最后通过选择有实用价值的典型实例,介绍 PLC 在控制系统中的实际应用,使读者能举一反三。

由于作者水平有限,错误在所难免,请读者予以批评指正。

作者

2009 年 5 月

目录

Contents

第 1 章 PLC 概述	1
1.1 PLC 控制器的产生及定义	1
1.2 可编程控制器的分类及特点	3
1.2.1 分类	3
1.2.2 特点	3
1.3 可编程控制器的应用	4
1.4 可编程控制器的发展	5
1.5 编程语言种类	7
1.5.1 梯形图语言	8
1.5.2 指令表	9
1.5.3 功能块图	10
1.6 西门子产品概述	10
1.6.1 西门子 S7 编程软件	10
1.6.2 S7 系列 PLC 硬件配置	11
1.6.3 S7-200 系列 PLC 的性能指标	16
习题与思考	19
第 2 章 PLC 控制器原理	21
2.1 PLC 的硬件组成与基本结构	21
2.2 PLC 的基本工作原理	26
2.2.1 PLC 的循环扫描工作过程	26
2.2.2 PLC 控制器的工作过程	27
2.2.3 PLC 控制器的中断处理	30
2.3 PLC 的软件系统	31
2.4 S7 系列 PLC 的编程元件(软硬件)	31
2.4.1 数据格式	33

2.4.2 CPU 数据存储器	36
习题与思考	41
第 3 章 SETP7-Micro/WIN 编程软件与仿真软件使用方法	42
3.1 SETP7-Micro/WIN 编程软件简介与安装	42
3.1.1 SETP7-Micro/WIN 编程软件简介	42
3.1.2 SETP7-Micro/WIN 的安装	43
3.2 SETP7-Micro/WIN 编程软件使用	44
3.2.1 SETP7-Micro/WIN 编程软件的启动与退出	44
3.2.2 界面的组成	44
3.2.3 软件界面各组成部分的联系	51
3.2.4 指令表状态下的界面	52
3.3 编程和监控调试程序	52
3.3.1 建立程序的步骤	53
3.3.2 SETP7-Micro/WIN 编程软件的使用	53
3.3.3 程序调试与状态监控	59
3.3.4 用状态表监视与调试程序	61
3.4 S7-200 仿真软件的使用	62
习题与思考	65
第 4 章 西门子 S7-200 位指令	66
4.1 应用指令的表示方法与数据结构	66
4.1.1 应用指令的表示方法	66
4.1.2 EN/ENO 的定义	67
4.2 位逻辑指令	68
4.2.1 触点和线圈	68
4.2.2 定时器与计数器	81
4.2.3 编程注意事项	92
习题与思考	93
第 5 章 梯形图程序设计方法	95
5.1 程序设计的基本方法和编程原则	95
5.1.1 基本方法和步骤	95
5.1.2 编程基本规则	95
5.2 基本电路编程	101
5.3 梯形图的经验设计法与继电器电路转换法	109
5.3.1 经验设计法	109

5.3.2 根据继电器电路图设计梯形图	110
5.3.3 基本指令编程实例	114
5.3.4 “经验”编程方法小结	118
习题与思考	119
第 6 章 S7-200 系列 PLC 的应用指令	120
6.1 功能指令的表示形式及使用要素	120
6.2 数学计算指令	121
6.2.1 整数计算指令	121
6.2.2 浮点数计算	125
6.3 程序流控制指令	128
6.3.1 子程序调用与子程序返回指令	129
6.3.2 与中断有关的指令	131
6.3.3 有关跳转的其他指令	133
6.3.4 For-Next 循环指令	134
6.4 比较指令	135
6.5 传送指令	136
6.6 循环与移位指令	138
习题与思考	140
第 7 章 扩展模块使用技术	141
7.1 A/D 转换模块	141
7.1.1 各部分名称及用途	143
7.1.2 电气连接图	146
7.2 D/A 转换模块	148
7.2.1 EM232 性能参数	149
7.2.2 电气连接图	150
7.3 A/D 和 D/A 混合模块	151
7.3.1 电气连接图	152
7.3.2 模拟量输入模块的精度和重复性	154
习题与思考	155
第 8 章 PLC 的应用系统设计技术	156
8.1 应用规划的内容及步骤	156
8.2 设备配置	157
8.3 软件设计	159
8.4 可靠性技术	160



8.5 PLC 控制系统的分类	163
8.6 PLC 应用实例	165
习题与思考	174
第 9 章 触摸屏	176
9.1 关于 EasyBuilder500 的安装	176
9.1.1 EasyBuilder500 介绍	176
9.1.2 系统连接图	177
9.2 软件介绍	179
9.2.1 EasyManager	179
9.2.2 PLCAddressView	180
9.2.3 下载	183
9.2.4 上传	184
9.2.5 EasyBuilder 界面	185
9.3 制作一个简单工程	187
9.3.1 创建一个新的空白的工程	187
9.3.2 创建一个开关元件	187
9.3.3 创建时钟显示元件	192
9.3.4 创建数字小键盘	197
9.4 西门子 S7-200 系列 PLC 通信技术	200
习题与思考	203
第 10 章 PLC 控制变频调速技术	204
10.1 变频器基本知识概述	204
10.2 PLC 控制变频器基本电路	208

PLC 概述

PLC(Programmable Logic Controller,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发展起来的一种新型的工业自动控制设备,它以微处理器为核心,集自动化技术、计算机技术、控制技术、通信技术为一体,广泛应用于工业自动化的各个领域。PLC 功能从原来只具有逻辑控制、顺序控制等功能,发展到现在已具有模拟量输入输出、定位控制、旋转角度检测、高速计数、数据处理、联网通信等功能。该系统用面向控制过程,面向用户的“自然语言”编程,简单易懂,操作方便,适应恶劣工业环境。

1.1 PLC 控制器的产生及定义

20 世纪 60 年代,计算机技术已开始应用于工业控制。但由于计算机技术本身的复杂性,编程难度高、难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等原因,未能在工业控制中广泛应用。当时的工业控制,主要还是以继电器-接触器组成控制系统。

1968 年,美国最大的汽车制造商——通用汽车制造公司(GM),为适应汽车型号的不断翻新,试图寻找一种新型的工业控制器,以尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件及接线、减少时间,降低成本。因而设想把计算机的完备功能、灵活及通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,制成一种适合于工业环境的通用控制装置,并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化,用“面向控制过程,面向对象”的“自然语言”进行编程,使不熟悉计算机的人也能方便地使用。即具有最省的硬件和灵活简单的软件。

针对上述设想,通用汽车公司提出了这种新型控制器所必须具备的十大条件:

- (1) 编程简单,可在现场修改程序;
- (2) 维护方便,最好是插件式;
- (3) 可靠性高于继电器控制柜;
- (4) 体积小于继电器控制柜;
- (5) 可将数据直接送入管理计算机;
- (6) 在成本上可与继电器控制柜竞争;



- (7) 输入可以是交流 115V;
- (8) 输出可以是交流 115V, 2A 以上, 可直接驱动电磁阀;
- (9) 在扩展时, 原有系统只要很小的变更;
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

这就是著名的 GM 十条。

1969 年, 美国数字设备公司 (GEC) 首先研制成功第一台 PLC 控制器, 并在通用汽车公司的自动装配线上试用成功, 从而开创了工业控制的新局面。

接着, 美国 MODICON 公司也开发出 PLC 控制器 084。

1971 年, 日本从美国引进了这项新技术, 很快研制出了日本第一台 PLC 控制器 DSC-8。1973 年, 西欧的一些国家也各自研制出了 PLC 控制器。我国从 1974 年开始研制, 1977 年开始工业应用。早期的 PLC 控制器是为取代继电器控制线路、存储程序指令、完成顺序控制而设计的。主要用于逻辑运算、计时、计数等顺序控制, 属于开关量逻辑控制。所以, 通常称为 PLC 逻辑控制器。

进入 20 世纪 70 年代, 随着微电子技术的发展, PLC 采用了通用微处理器, 这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了, 功能不断增强。因此, 实际上应称之为 PC (Programmable Controller), 即 PLC 控制器。但由于 PC 容易与个人计算机 (Personal Computer) 相混淆, 故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程控制器的缩写。

20 世纪 80 年代, 随大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展, 以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化 PC 得到了惊人的发展。使 PC 在概念、设计、性能、价格以及应用等方面都有了新的突破。不仅控制功能增强, 功耗和体积减小, 成本下降, 可靠性提高, 编程和故障检测更为灵活方便, 而且随着远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示的发展, 使 PC 向用于连续生产过程控制的方向发展, 成为实现工业自动化的一大支柱。

1987 年 2 月, 国际电工协会 (IEC) 对可编程控制器定义为: “可编程控制器是一种把数字运算与控制操作作为一体的电子控制系统, 专为在工业环境下应用而设计, 它采用 PLC 的存储器, 用于其内部存储程序, 执行逻辑控制、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令, 并通过数字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的外部设备, 都按易于与工业控制系统连成一个整体, 并易于扩充功能的原则设计。”

随着 PLC 的发展, 功能的不断完善, PLC 定义也在不断更新。

1985 年国际电工委员会 (IEC) 对 PLC 的定义如下: 可编程控制器是一种进行数字运算的电子系统, 是专为在工业环境下的应用而设计的工业控制器, 它采用了可以编程的存储器, 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的指令, 并通过数字或模拟式的输入和输出, 控制各种类型机械的生产过程。

PLC 是集自动控制技术、计算机技术和通信技术于一体的一种新型工业控制装置, 已跃居工业自动化三大支柱 (PLC、ROBOT、CAD/CAM) 的首位。

1.2 可编程控制器的分类及特点

1.2.1 分类

(1) 按 I/O 点数分可编程控制器可分为小型、中型和大型三类。小型 PLC 的 I/O 点数在 256 以下,其中小于 64 点为超小型或微型 PLC。中型 PLC 的 I/O 点数在 256~2048 点之间。大型 PLC 的点数在 2048 以上,其中超过 8192 点的为超大型。

(2) 按结构形式分为整体式和模块式。整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 部件都集中在一个机箱内,具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 常用这种结构,适用于工业生产中的单机控制或者联网群控。小型 PLC 的主要型号有西门子 S7 系列,三菱 F1、F2、FX2、FX0N、FX1N 等系列,OMRON(立石)C 系列 P 型袖珍机等。模块式 PLC 是将 PLC 各部分分成若干个单独的模块,如中央处理器模块、电源模块、输入模块、输出模块等分开配置。使用时可将这些模块分别插入机架底板的插座上,配置灵活、方便,便于扩展。可根据生产实际的控制要求配置各种不同的模块,构成不同的控制系统,一般大、中型 PLC 采用这种结构。

(3) 按功能可分为低档、中档、高档机三类。

(4) 按输出形式分为以下几种类型:

- 继电器输出 为有触点输出方式,适用于低频大功率直流或交流负载。
- 晶体管输出 为无触点输出方式,适用于高频小功率直流负载。
- 晶闸管输出 为无触点输出方式,适用于高速大功率交流负载。

1.2.2 特点

PLC 控制器是属于存储程序控制的一种装置,其控制功能是通过存放在存储器内的程序来实现的,若要对控制功能作修改,在很大程度上只需改变软件指令即可,使得硬件软件化。因此它在工业控制中的地位越来越高,占有极其重要的地位,最重要的原因是它具有如下独有的特点。

(1) 抗干扰能力强,可靠性高

PLC 是专门为工业控制设计的,在设计和制造过程中采取了多层次抗干扰、精选元件的措施,可在恶劣的工业环境下与强电设备一起工作,运行的稳定性和可靠性较高。PLC 是以集成电路为基本单元的电子设备,内部处理不依赖于接点,元件的寿命长,平均无故障工作时间长。PLC 特有的循环扫描的工作方式,有效地屏蔽了绝大多数的干扰信号。

(2) 编程简单易学

PLC 的最大特点之一,就是采用易学易懂的梯形图语言,它是以计算机软件技术构成人们惯用的继电器模型,形成一套独具风格的以继电器梯形图为基础的形象编程语言。方便电气人员在了解 PLC 工作原理和编程技术后,就可迅速地结合实际需要进行应用设计,进而将 PLC 用于实际控制系统中。

(3) 通用性强,使用方便

由于 PLC 自身硬件特点,用户在进行控制系统的设计时,不需要自己设计和制作硬件装置,只需要根据控制要求进行模块的配置;用户所做的工作只是设计满足控制对象的控制要求的应用程序;对于一个控制系统,当控制要求改变时,只需修改程序,就能变更控制功能;与外围设备的连接方便,通信协议标准。

(4) 系统设计周期短

由于系统硬件的设计任务仅仅是根据对象的控制要求配置适当的模块,而不要设计具体的接口电路,同时软件设计和外围电路设计可以同时进行,这样大大缩短了整个系统设计的时间,加快了系统的设计周期。

(5) 对生产工艺改变适应性强

其控制功能是通过软件编程来实现的,当生产工艺改变时,在很大程度上只需改变用户程序,这对现代化的小批量、多品种产品的生产尤其适合;现今 PLC 已经朝着嵌入式系统发展,将进入日常生活中。

(6) 安装简单、调试方便、维护工作量小

PLC 控制系统的安装接线工作量比继电器控制系统少得多,只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 口相连。PLC 软件设计和调试大部分可以在实验室模拟进行,模拟调试好后再将 PLC 控制系统进行现场联机调试,方便省时。其本身可靠性高,有完善的自诊断能力和系统监控能力,便于迅速查明和排除故障,维护的工作效率高。

(7) 适应工业环境

PLC 能在一般高温、振动、冲击和粉尘等恶劣环境下工作,能在强电磁干扰环境下可靠工作。这是 PLC 产品的市场生存价值。

1.3 可编程控制器的应用

在自动化控制领域,PLC 是一种重要的控制设备。目前,世界上有 200 多个厂家生产 300 多种 PLC 产品,应用在汽车(23%)、粮食加工(16.4%)、化学/制药(14.6%)、金属/矿山(11.5%)、纸浆/造纸(11.3%)等行业,其应用类型大致分为以下几种控制领域。

(1) 开关量顺序、逻辑控制:即代替继电-接触器控制系统,如冶金行业中的高炉上料系统,轧钢机、连铸机、飞剪等的控制系统;机械工业中各种自动生产线、自动加工机床、机械手、龙门铣床等的控制;轻工业中的注塑机、包装机、食品机械的控制以及日常生活中的电梯控制等;化工行业中的各种泵、电磁阀的控制等。

(2) 模拟量控制:各种生产过程的自动控制中对温度、压力、流量等连续变化的模拟量进行的监测、调节控制。

(3) 数据采集、分析和处理:自动控制系统中要求具有数据采集、算术运算、函数运算、逻辑运算、数据传送、转换、排序和查表及位操作等功能。

(4) 定时控制:为满足生产控制工艺对时间的要求,PLC 一般提供时间继电器,如西门子 S7-200 系列提供 T0~T255 共 256 个定时器。在计时时间常数范围内用户编写程序时由自己设定:接通延时、关断延时和定时脉冲等方式。在 PLC 运行中也可以读出、

修改,使用方便。

(5) 计数控制：为满足计数的需要,不同的 PLC 提供不同数量、不同类型的计数器。如西门子 S7-200 系列提供 C0~C255 共 256 个计数器,还提供 HC0~HC5 高速计数器。用脉冲控制可以实现加、减计数模式,可以连接码盘进行位置检测。在 PLC 运行中也可以读出、修改数据,使用方便。

(6) 对控制系统的监控：PLC 具有较强的监控能力,操作人员根据 PLC 的监控信息,通过监控命令,可以监视系统的运行状态,从而改变对异常值的设定。

(7) 通信和联网：现代 PLC 大多数都采用了通信、网络技术,有 RS-232 或 RS-485 接口,可进行远程 I/O 控制,多台 PLC 可彼此间联网、通信,外部器件与一台或多台可编程控制器的信号处理单元之间,实现程序和数据交换,如程序转移、数据文档转移、监视和诊断。通信接口或通信处理器按标准的硬件接口或专有的通信协议完成程序 and 数据的转移。在系统构成时,可由一台计算机与多台 PLC 构成“集中管理、分散控制”的分布式控制网络,以便完成较大规模的复杂控制。通常所说的 SCADA 系统,现场端和远程端也可以采用 PLC 作现场机。

(8) 输入输出接口调理功能：具有 A/D、D/A 转换功能,通过 I/O 模块完成对模拟量的控制和调节。位数和精度可以根据用户要求选择。具有温度测量接口,直接连接各种电阻或电偶。

(9) 人机界面功能：提供操作者以监视机器、过程工作必需的信息。允许操作者和 PLC 系统与其应用程序相互作用,以便作出决策和调整。实现人机界面功能的手段：从基层的操作者屏幕文字显示,到单机的 CRT 显示与键盘操作和用通信处理器、专用处理器、个人计算机、工业计算机的分散和集中操作与监视系统。

(10) 运动控制：PLC 可用于直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机械,现在一般使用专用的运动模块。目前,制造商已提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。即把描述目标位置的数据送给模块,模块移动一轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。运动的程序可用 PLC 的语言完成,通过编程器输入。

1.4 可编程控制器的发展

从第一台 PLC 问世以来,经过 30 多年的发展,现已发展到第四代,各代 PLC 的不同特点见表 1-1。

表 1-1 各代 PLC 的特点及应用范围

年 代	功 能 特 点	应 用 范 围
第一代 1969—1972 年	具有逻辑运算定时计数中小规模集成电路 CPU、磁芯存储器	取代继电器控制
第二代 1973—1975 年	增加算术运算数据处理功能初步形成系列。可靠性进一步提高	能同时完成逻辑控制,模拟量控制



续表

年 代	功 能 特 点	应 用 范 围
第三代 1976—1983 年	增加复杂数值运算和数据处理、远程 I/O 通信功能,采用大规模集成电路、微处理器,加强自诊断容错技术	适应大型复杂控制系统控制需要并用于联网通信监控等场合
第四代 1983 年	高速大容量多功能,采用 32 位微处理器,编程语言多样化,通信能力进一步完善,智能化功能模块齐全	构成分级网络控制系统,实现图像动态过程监控,模拟网络资源共享

1. PLC 在我国的发展情况

我国对可编程控制器的研究和应用始于 20 世纪 70 年代。1974 年开始研制 PLC,但由于生产水平和器件的原因,未能推广应用。1977 年成功研制了以一位微处理器 MC1450 为核心的 PLC,并开始应用于工业生产控制中。不少科研单位和高新企业,在积极引进国外 PLC 生产线的同时,消化吸收、二次开发国外 PLC 产品,竞相研制、开发、生产了一些我国自己的 PLC 产品。

2. PLC 的发展趋势

PLC 的应用是基于其以微处理器为核心,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的工业自动控制装置,它具有可靠性高、体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用、维护方便等一系列优点,因而在制造、冶金、能源、交通、化工、电力等领域有着广泛的应用,成为现代工业控制的支柱之一。根据这些特点,可将其应用形式归纳为开关量逻辑控制、模拟量控制、过程控制、定时和计数控制、顺序控制、数据处理、通信和联网。

现代 PLC 的发展有两个主要趋势:其一是向体积更小、速度更快、功能更强和价格更低的微小型方面发展,即现今开始发展的嵌入式 PLC 控制方式;其二是向大型网络化、高可靠性、好的兼容性和多功能方面发展。

(1) 大型网络化:主要是朝 DCS 方向发展,使其具有 DCS 系统的一些功能。网络化和通信能力强是 PLC 发展的一个重要方面,向下可将多个 PLC、I/O 框架相连;向上与工业计算机、以太网、MAP 网等相连构成整个工厂的自动化控制系统。

(2) 多功能:随着自调整、步进电机控制、位置控制、伺服控制等模块的出现,使 PLC 控制领域更加宽广。

如研制出了多回路闭环控制模块、步进电机控制模块、仿真模块和通信处理模块等,并为用户提供了方便的人机界面,用户程序多级口令保护,极强的计算性能,完善的指令集,通过工业现场总线 PROFIBUS 以及以太网联网的网络能力,强劲的内部集成功能,全面的故障诊断功能;模块式结构可用于各处性能的扩展,脉冲输出晶闸管步进电机和直流电机;快速的指令处理大大缩短了循环周期,并采用了高速计数器,高速中断处理可以分别响应过程事件,大幅度降低了成本。

(3) 高可靠性:由于控制系统的可靠性日益受到人们的重视,一些公司已将自诊断

技术、冗余技术、容错技术广泛应用到现有产品中,推出了高可靠性的冗余系统,并采用热备用或并行工作、多数表决的工作方式。PLC 即使在恶劣、不稳定的工作环境下,坚固、全密封的模板依然可正常工作,在操作运行过程中模板还可热插拔。

3. PLC 发展过程中的几种流派

PLC 厂家众多,给我们学习、使用开发 PLC 带来不少困难,但同一地域的 PLC 产品,相互借鉴比较多,具有较多的相似性,为了提高克服困难的途径,将 PLC 产品按地域分为三种流派:

第一个流派是美国的产品,其中具有代表性的是美国的 A-B 公司的 PLC-5 系列 PLC 控制器,只使用梯形图编程,而不采用其他流派所用的语句表,同时,其梯形图在形式、含义、功能及用法上也与其他流派相距甚远。

第二个流派是欧洲的产品,欧洲技术是在与美国技术相隔离的情况下,独自研究出来的,与美国的 PLC 产品存在着明显的差异,主要代表有德国的西门子公司,法国的 TE 公司,有多种编程语言。而本书专门讨论西门子的 S7-200 系列 PLC,只要学会一种 PLC,其他种类 PLC 大同小异,一通百通。

第三个流派是日本的产品,日本的技术是从美国引进的,相对美国产品,存在着一定的“继承”性。日本在继承的同时,更多的是发展,且青出于蓝而胜于蓝。主要代表有 OMRON 公司、三菱公司、松下、富士等。

PLC 一般有多种编程语言,供用户选用。各厂家的 PLC 编程语言有所区别,用户须了解多种编程语言。

1.5 编程语言种类

IEC 的 PLC 编程语言标准(IEC 61131-3)中有 5 种编程语言,即顺序功能图(Sequential Function Chart)、梯形图(Ladder Diagram)、功能块图(Function Block Diagram)、指令表(Instruction List)和结构文本(Structured Text)。其中的顺序功能图(SFC)、梯形图(LD)和功能块图(FBD)是图形编程语言,指令表(IL)和结构文本(ST)是文字语言。目前已有越来越多的 PLC 生产厂家提供符合 IEC 61131-3 标准的产品,有的厂家推出的在个人计算机上运行的“软 PLC”软件也是按 IEC 61131-3 标准设计的。

各系列 PLC 的编程语言形式上虽有差别,但基本结构和功能上都是相同的,可分为梯形图语言、指令表语言、顺序功能图语言、功能块图语言和结构文本五种,前三种语言是可以通过软件相互转换的。

PLC 主要是工业控制过程的工程技术人员所使用,所以,编程语言要易于编制和调试。编程语言都有以下特点。

(1) 图形式指令结构:指令由不同的图形符号组成,程序用图形方式来表达,使人一

目了然,易于理解和记忆。编程系统已把工业控制中常用的、相对独立的各种操作功能对应于相应的图形,编程者只要根据自己的需要直接使用这些图形进行组合(填入适当的代码和参数,如输入、输出点等)便可。在监视 PLC 运行时,也可以图形方式或符号方式显示被监视对象。

对于逻辑操作,都采用类似继电器控制电路的梯形图。对于熟悉逻辑电路的人员来说,用这种语言编程是很方便的。

对于较复杂的算术运算、定时、计数,指令也参照梯形图或逻辑元件图给予表示,编程时也比较方便。

(2) 明确的参数:图形符号相当于指令的操作码,规定了操作功能;参数则是操作数(由编程者填入)。而 PLC 的变量和常数及其取值范围都有明确规定,且很简单,如 I0.0、I1.0、M1.0、Q0.0、Q1.1 等,使用比较直接、方便。

(3) 简化的程序结构:PLC 的程序结构一般很简单,为典型的模块式结构,不同模块完成不同功能,逻辑上相当清晰。同时便于程序编制与调试,易于理解整个程序的控制功能与控制顺序,减少软件错误。

(4) 简化编译过程:使用汇编语言或高级语言编写程序时,要完成编辑、编译和连接三个过程,而使用 PLC 的编程语言只需要编辑一个过程,其余由系统软件自动完成。整个编辑过程在人机对话下进行,有利于 PLC 的普及应用。

(5) 增强的调试手段:涉及硬件的系统,无论是汇编语言,还是高级语言的程序调试,都是令开发者头痛的事。对 PLC 来说,其程序的调试可使用编程器或计算机,利用专用软件进行编辑调试、诊断及监控等,操作都很简单。有的 PLC 还能实现在线或遥控调试,甚至可一边运行一边修改,功能相当强大。

总之,PLC 的编程语言是面向用户的,简单易学、操作方便,对使用者要求低。最常用的编程语言是梯形图和指令(语句)表。梯形图直观易懂,而指令(语句)表便于实验。若指令(语句)表与梯形图配合,就更能互相补充、图文并茂,无论是逻辑操作还是复杂的数据处理操作,都能表达得十分清楚。西门子 200 只有指令表、梯形图、功能块图三种表达方式,下面分别讨论。

1.5.1 梯形图语言

梯形图语言是一种最受工厂电气工程技术人员欢迎的编程语言。梯形图与继电器接触器控制图相似(如图 1-1 所示)。两种图形的基本思路是一致的。PLC 梯形图是通过 PLC 的内部器件如输入、输出、辅助继电器、定时器/计数器等实现控制的,并用其在梯形图中的图形符号表示。

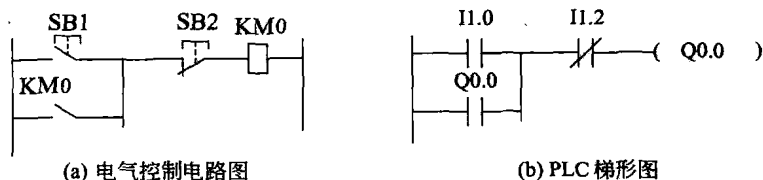


图 1-1 电气控制电路图与 PLC 梯形图

梯形图表明了 PLC 的输入、输出之间的逻辑关系,是 PLC 的一种图形编辑语言和程序。梯形图很容易从电器控制电路转化而来,但梯形图是用软件实现的,它简化了符号,加进了许多功能强、使用灵活的指令,结合计算机的特点,它是融逻辑操作、控制于一体,是一种图形化的编程语言,非常直观,易于理解,适合于工程电气人员使用。这种语言形式可完成全部电气控制功能。其使用方便、修改灵活,是电器控制线路无法比拟的。用计算机编程软件编程,可在计算机上直接显示梯形图,编程更方便。

梯形图语言是用以图形方式显示程序,与电气接线图类似。梯形图程序允许程序仿佛来自电源的电流通过一系列的逻辑输入条件,决定是否使能逻辑输出。一个 LAD 程序包括左侧提供能流的能量线,闭和的触点允许能量通过它们流到下一个元素,而打开的触点阻止能量的流动。这给程序设计的判断和分支操作提供了方便。

逻辑控制是分段的,程序在同一时间执行一段,从左到右,从上到下。图 1-1 是梯形图程序的一个例子。不同的指令用不同的图形符号表示。它包括三种基本形式。

(1) 触点代表逻辑输入条件。例如,开关、按钮或者内部条件等。

(2) 线圈通常表示逻辑输出结果。例如,灯负载、电机启动器、中间继电器或者内部输出条件。

(3) 盒表示其他一些指令。例如,定时器、计数器或者数学运算指令。

用梯形图语言编程时应注意以下几点。

(1) 梯形图中只有动合和动断两种触点。各种机型中动合触点和动断触点的图形符号基本相同,但它们的元件编号不相同,随不同机种、不同位置(输入或输出)而不同。统一标记的触点可以反复使用,次数不限,这点与继电器控制电路中同一触点只能使用一次不同。因为在可编程控制器中每一触点的状态均存入可编程控制器内部的存储单元中,可以反复读写,故可以反复使用。

(2) 梯形图中输出继电器(输出变量)表示方法也不同,用圆圈、括弧和椭圆表示,而且它们的编程元件编号也不同,不论哪种产品,输出继电器在程序中只能使用一次。

(3) 梯形图中触点可以任意地串联或并联,而输出继电器线圈可以并联但不可以串联。

(4) 可以使用 STL 编辑器显示所有用 SIMATIC LAD 编辑器编写的程序。

1.5.2 指令表

指令表编程语言像计算机的汇编语言,以助记符指令为基础结构的编程语言形式,各种操作都由相应的指令来管理,能完成全部的控制、运算功能。这种编程语言形式适合于具有计算机专业知识的技术人员使用,一条指令由操作码和操作数组成,操作数由标识符和参数组成。其中操作码指定要执行操作的信息,要求 PLC 用什么来执行操作。

S7-200 从上到下按照程序的次序执行每一条指令,然后回到程序的开始重新执行。

设计出的应用程序,其逻辑关系不明显,比较难于阅读。LAD 或 FBD 编辑器不一定总能显示所有利用 STL 编辑器编写的程序。