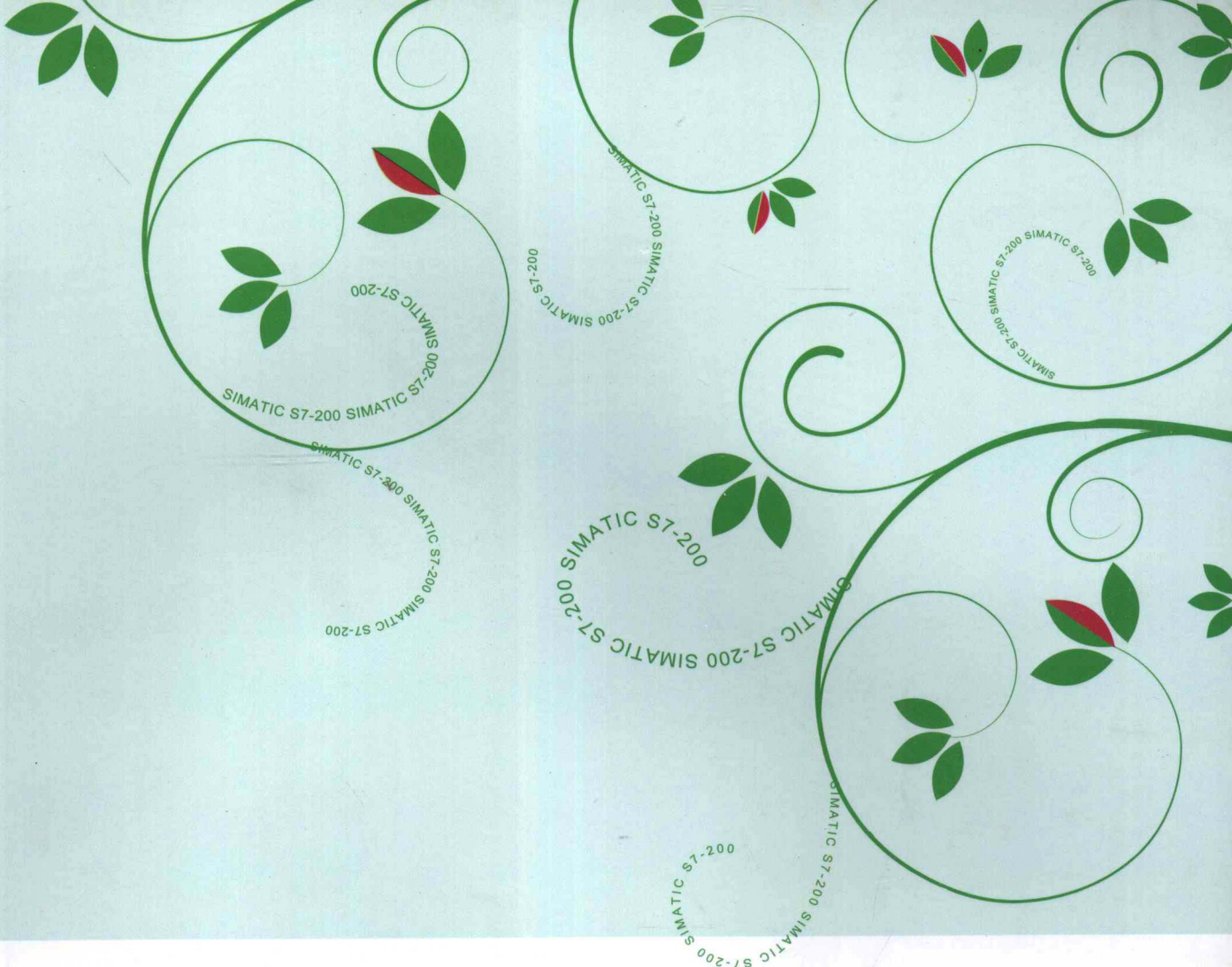




SIMATIC S7-200

可编程控制器原理与应用

杨后川 张学民 陈 勇 编著
涂明武 主审

SIMATIC S7 – 200

可编程控制器原理与应用

杨后川 张学民 陈 勇 编著
涂明武 主审

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从工程应用出发,系统阐述了可编程控制器(PLC)的结构、工作原理、硬件系统和软件系统以及 PLC 控制系统从设计、安装到维护的过程,并对 PLC 的组网技术进行了详细介绍。内容既注重系统、全面、新颖,又力求叙述简洁、层次分明、结构合理、通俗易懂。在编写形式上,注重理论与实践的结合,不但在各章节适时插入实例,使读者加深理解和掌握具体内容,而且以 PLC 综合应用举例作为第 7 章的内容,以便于读者参考和提高综合应用可编程控制器的能力。

本书可作为高等院校机电类专业及其他相关专业的教材,亦可作为从事可编程控制器技术开发与应用的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

SIMATIC S7-200 可编程控制器原理与应用/杨后川等
编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.8
ISBN 978-7-81124-341-3

I. S… II. 杨… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 089483 号

© 2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。侵权必究。

SIMATIC S7-200 可编程控制器原理与应用

杨后川 张学民 陈 勇 编著

涂明武 主审

责任编辑 张冀青

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京宏伟双华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:22.25 字数:498 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-341-3 定价:35.00 元

前言

可编程控制器(PLC)是一种以微处理器为核心的用作数字控制的新型控制器,专为在工业环境下应用而设计。PLC 技术已成为现代工业自动化的三大支柱之一。它采用可编程的存储器,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,并通过数字式、模拟式的输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点,在汽车、钢铁、航空航天、船舶、化工、纺织、食品、造纸、军工等工业领域获得了广泛的应用。

可编程控制器的种类和包括的内容很多,如何让读者能掌握其关键技术和内容,是本书在内容取舍和编写纲目拟定上的突破点。本书以西门子公司 S7-200 PLC 作为主要对象,详细介绍了 PLC 的工作原理、软硬件构成、指令系统、安装维修和通信应用等相关知识。在选材上,特别注意从应用角度出发,以大量的编程方法和 PLC 的工程应用实例贯穿全书,以帮助读者更快地理解和掌握 PLC 技术及使用方法。

全书共分 7 章。第 1 章介绍了可编程控制器的结构、工作原理、分类、发展、特点及编程语言。第 2 章介绍了 S7-200 PLC 的系统构成、规格及性能特点。第 3 章介绍了 S7-200 PLC 的存储器数据区分配、寻址方式和指令系统。第 4 章介绍了 PLC 的基本电路编程、顺序功能图、典型控制环节与系统编程,编程软件的安装、设置与使用等知识。第 5 章介绍了网络通信的一些基本概念、数据传送方式及 S7-200 PLC 的通信功能与协议。第 6 章介绍了 PLC 安装接线与维修知识。第 7 章介绍了 PLC 控制系统设计的原则与步骤,硬件和软件设计,最后通过举例说明 PLC 控制系统的设计过程。各章内容既有联系,又有一定的独立性,并且每章均附有思考题。在编写风格上注意遵循由浅入深、循序渐进的认识规律,便于读者自学。

本书由杨后川任主编,张学民、陈勇任副主编,参加编写的人员还有汪定江、王东峰、潘庆军和高昆等。其中,第 1 章、第 7 章和附录 B、C、D 由杨后川编写,第 3 章和附录 A 由张学民编写,第 4、5 章由陈勇编写,汪定江教授编写了第 2 章,王东峰编写了第 6 章,潘庆军博士编写了

第 4.1 节,高昆编写了第 7.2 节。全书由杨后川副教授统稿并定稿。

德国慕尼黑联邦国防军大学访问学者涂明武教授担任本书主审。他仔细审阅了全部书稿,提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示诚挚的谢意!

在编写过程中,作者参阅和引用了西门子公司最新技术资料和相关院校、工厂、科研院所的一些教材、文献,有些正式出版的文献已在书的参考文献中列出,有些难免遗漏,对未能列出的文献和资料,编者向其作者表示诚挚的感谢。本书的编写得到了空军第一航空学院航空修理工程系机械制造教研室、训练部教保科部分同志的支持和帮助,在绘图、制表和校对等方面给予了大力协助,在此一并向他们表示谢意。

因编者水平及时间有限,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

作者

2008 年 6 月

目 录

第 1 章 可编程控制器的结构及工作原理

1.1 可编程控制器的定义及特点	1
1.1.1 PLC 的产生及定义	1
1.1.2 PLC 的特点	3
1.2 PLC 的结构组成与工作原理	5
1.2.1 PLC 的基本结构	5
1.2.2 PLC 的软件组成	10
1.2.3 PLC 的工作原理	11
1.3 PLC 的技术性能指标	15
1.3.1 常见技术性能指标	15
1.3.2 S7-200 PLC 的主要功能	16
1.4 PLC 的分类、应用与发展	17
1.4.1 PLC 的产品分类	17
1.4.2 PLC 的主要应用类型	18
1.4.3 PLC 的国内外应用现状及发展趋势	18
1.5 PLC 的编程语言	20
1.5.1 梯形图	21
1.5.2 语句表	23
1.5.3 顺序功能图	24
1.5.4 功能块图	25
1.5.5 结构文本	25
思考题	25

第 2 章 S7-200 PLC 的系统构成及规格

2.1 概 述	27
2.2 S7-200CN PLC 的构成及规格特性	28

目 录

2.2.1 中央处理单元(CPU)	29
2.2.2 数字量扩展模块	32
2.2.3 模拟量扩展模块	34
2.2.4 热电偶或热电阻扩展模块	36
2.2.5 通信模块	37
2.2.6 位置控制模块	39
2.2.7 附加硬件	39
2.2.8 编程工具	41
思考题	41
第3章 S7-200 PLC的指令系统	
3.1 存储器数据区分配与寻址方式	42
3.1.1 数据类型	42
3.1.2 存储器数据区分配	43
3.1.3 寻址方式	50
3.2 S7-200 PLC的基本指令	53
3.2.1 位操作类指令	55
3.2.2 逻辑堆栈指令	59
3.2.3 定时器和计数器指令	62
3.2.4 比较操作指令	70
3.2.5 移位操作指令	72
3.2.6 程序控制指令	76
3.3 S7-200 PLC的功能指令	84
3.3.1 数据传送指令	85
3.3.2 数学运算指令	88
3.3.3 逻辑运算指令	96
3.3.4 表功能指令	99
3.3.5 数据转换指令	102
3.3.6 中断指令	110
3.3.7 高速处理类指令	115
3.3.8 时钟指令	127
3.3.9 通信指令	129
3.3.10 PID回路指令	135
思考题	144

第4章 PLC的基本编程与编程软件

4.1 PLC程序的结构与编程规则	146
4.1.1 PLC程序的结构	146
4.1.2 编程规则	148
4.2 PLC的基本电路编程	150
4.2.1 自锁控制和互锁控制	150
4.2.2 时间控制	151
4.2.3 方波脉冲发生器	155
4.2.4 分频控制电路	156
4.2.5 报警电路	157
4.2.6 顺序控制	158
4.3 顺序功能图	161
4.3.1 基本概念	161
4.3.2 结构形式	166
4.3.3 顺序功能图的编程方法及梯形图表示	168
4.4 PLC典型控制环节与系统编程	180
4.4.1 电机正反转控制	180
4.4.2 电机Y- Δ 减压启动控制	181
4.4.3 物流检测	182
4.4.4 钻孔动力头的控制	184
4.5 编程软件	186
4.5.1 编程软件安装	186
4.5.2 STEP 7-Micro/Win组成及功能	187
4.5.3 STEP 7-Micro/Win编程	191
4.5.4 程序的监控运行与调试	195
思考题	196

第5章 网络通信功能

5.1 网络通信的基本概念和接口	198
5.1.1 网络概述	198
5.1.2 网络通信方式	202
5.1.3 异步串行通信接口	204
5.2 西门子PLC网络结构及通信	207

目 录

5.2.1 S7-200 网络层次结构	207
5.2.2 PLC 网络常用通信方式	209
5.2.3 S7-200 网络通信协议	213
5.3 S7-200 的通信功能	223
5.3.1 西门子 PLC 之间的通信	223
5.3.2 S7-200 与驱动装置之间的通信	224
5.3.3 S7-200 与第三方 HMI/SCDA 软件间的通信	224
5.3.4 计算机与 S7-200 控制单元之间的通信	225
5.4 S7-200 的几种典型网络	225
5.4.1 网络的建立和基本原则	225
5.4.2 S7-200 典型网络的组建	228
5.4.3 S7-200 网络通信参数设置	231
5.5 S7-200 网络通信的应用举例	234
5.5.1 某汽车发动机装配线的应用	234
5.5.2 某水电站工程中的应用	237
思考题	240

第 6 章 S7-200 安装接线与维修

6.1 安装接线	241
6.1.1 PLC 模块安装	241
6.1.2 控制单元输入/输出端子接线	243
6.1.3 电源安装与接线	247
6.1.4 抑制电路的设计	249
6.1.5 系统试运行	250
6.2 维 修	251
6.2.1 日常维护	251
6.2.2 硬件故障诊断基本知识与故障处理指南	252
思考题	258

第 7 章 S7-200 PLC 应用系统设计

7.1 PLC 控制系统设计的原则与步骤	259
7.1.1 系统设计的原则	259
7.1.2 设计的一般步骤和内容	260
7.2 PLC 控制系统的硬件设计	266

目 录

7.2.1 I/O 端子数的简化	266
7.2.2 输入/输出接口电路的选择	270
7.2.3 PLC 供电方式的选择与设计	270
7.2.4 干扰接地方案	272
7.3 PLC 控制系统的软件设计	273
7.3.1 经验设计法	273
7.3.2 继电器-接触器控制线路转换设计法	274
7.3.3 逻辑设计法	278
7.3.4 顺序功能图设计法	281
7.4 PLC 控制应用举例	281
7.4.1 搬运机械手 PLC 控制系统设计实例	281
7.4.2 交通信号灯控制	288
7.4.3 某直升机起落架撑杆作动筒检测系统控制	293
7.4.4 某型导弹测试架控制	301
7.4.5 PLC(S7-200)在锦纶厂聚合工艺中的应用	309
7.4.6 PLC 在电梯控制系统中的应用	311
7.4.7 PLC 在数控机床中的应用	316
思考题	321
附录 A 实 验	322
A.1 基本指令练习	322
A.2 直流电机正反转控制	323
A.3 抢答器程序设计	324
A.4 灯光控制系统	325
A.5 交通信号灯控制系统	326
A.6 自动送料装车系统	327
A.7 多种液体混合控制系统	329
A.8 PLC 的通信编程	331
附录 B 特殊寄存器(SM)标志位	332
附录 C 错误代码信息	337
附录 D S7-200 可编程控制器指令集	339
参考文献	345

第 1 章

可编程控制器的结构及工作原理

随着大规模、超大规模集成电路技术和数字通信技术的进步和发展,可编程控制器自身的技术也不断提高,在工业生产中已获得极其广泛的应用。要正确地应用可编程控制器去完成各种不同的控制任务,必须了解可编程控制器的结构、工作原理、产品种类、型号及发展趋势等。本章在概述可编程控制器的发展及特点的基础上,重点介绍可编程控制器的基本结构、各部分的作用、I/O 接口电路、工作原理与软件知识,然后对可编程控制器的技术特点、类型及几种编程语言进行阐述,从而对可编程控制器系统有一个基本和全面的认识。

1.1 可编程控制器的定义及特点

可编程控制器 PC(Programmable Controller)是由美国电气制造商协会(NEMA)命名的,但由于近年来 PC 又可表示为个人计算机(Personal Computer),为了加以区别,人们常把可编程控制器称为可编程逻辑控制器 PLC(Programmable Logic Controller)。它是以微处理器为基础,在传统的继电器控制技术基础上,综合了计算机技术、半导体集成技术、自动控制技术、数字技术和通信网络技术而发展起来的新型控制器,是用作数字控制的专用计算机。由用户编写的程序进行逻辑控制、定时、计数和算术运算等,并通过数字量和模拟量的输入/输出(I/O)来控制各种生产过程。在现代工业发展中,PLC 技术、CAD/CAM 技术和机器人技术并称为现代工业自动化的三大支柱。

1.1.1 PLC 的产生及定义

20 世纪 60 年代以前,用于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,例如:系统的能耗较高;工艺流程的更新需要大量的人力、物力;因为系统是通过各种硬件接线的逻辑控制来实现系统的运行,所以导致机械触点较多,系统运行的可靠性较差等。到了 20 世纪 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,这不但造成极大的浪费,而且新系统的接线

第1章 可编程控制器的结构及工作原理

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。

1968年美国 General Motors(GM)公司首次公开招标,要求制造商为其装配线提供一种新型的通用程序控制器,并提出了著名的 10 项招标指标,即著名的“GM 十条”:

- ① 编程简单,可在现场修改程序。
- ② 系统维护方便,采用插件式结构。
- ③ 体积小于继电器控制柜。
- ④ 可靠性高于继电器控制柜。
- ⑤ 成本较低,在市场上可以与继电器控制柜竞争。
- ⑥ 可将数据直接送入计算机。
- ⑦ 可直接用交流 115 V 输入(注:美国电网电压是 110 V)。
- ⑧ 输出采用交流 115 V,可以直接驱动电磁阀、交流接触器等。
- ⑨ 通用性强,扩展方便。
- ⑩ 程序可以存储,存储器容量可以扩展到 4 KB。

如果说电子技术和电器控制技术是可编程逻辑控制器出现的物质基础,那么“GM 十条”就是可编程逻辑控制器出现的技术要求基础,也是当今 PLC 的最基本的功能。

1969 年美国数字设备公司(DEC)根据这 10 项技术指标的要求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。1974 年我国开始了 PLC 技术的研究,并在 1977 年研制出第一台具有实用价值的 PLC。

在这一时期,PLC 主要是用于顺序控制。随着半导体技术,尤其是微型计算机技术的发展,到了 20 世纪 70 年代中期以后,PLC 广泛采用微处理器作为中央处理器,并且在外围的输入/输出(I/O)电路中逐渐使用了大规模和超大规模的集成电路。这时的 PLC 已经不仅仅具有逻辑判断功能,还同时具有数据处理、PID(Proportion Integral Differential)调节和通信联网功能。

1987 年 2 月国际电工委员会(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、计数与算术运算操作等指令,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进行设计”。

PLC 发展至今经历了 3 个主要阶段:

① 从 20 世纪 60 年代 PLC 产生到 70 年代,占支配地位的 PLC 技术是处在序列发生器状态机(sequencer state machines)和基于 CPU 的位片(bit-slice)技术之间。AMD 2901 和 2903 在施奈德公司的 Modicon 和 Rockwel(公司)的 A-B PLC 中非常流行。传统的微处理器主要用于小型的 PLC,但缺乏快速处理的能力。PLC 的主要功能基本局限在逻辑控制阶段,各个生产公司都是以单机为主发展硬件技术,为各类继电器-接触器控制系统设计开发各种基本型号和具有基本逻辑控制功能的 PLC。

② 1973 年,PLC 具有了通信能力,PLC 之间可以进行相互对话,使得它们可以远离工业控制现场。PLC 之间也可以发送和接收各种电平,从而进入模拟控制的世界。但由于缺乏统一的标准,使得协议和物理网络均无法兼容,在某种程度上影响了 PLC 的通信联网能力。到了 20 世纪 80 年代末期,随着工业电器自动化程度的不断提高,在开发研制 PLC 单机功能的同时,还着重加强了软件技术的开发,提高 PLC 的联网和通信功能,并且许多公司还加强了特殊功能模块的研制。

③ 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,同时为了适应计算机集成制造系统(CIMS)和现代网络技术,PLC 由单 CPU 转向多 CPU,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(IEC 1131-3)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)、语句表(statement 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。

1.1.2 PLC 的特点

PLC 技术的高速发展,除了得益于工业自动化的客观需求外,主要是由于它具有许多独特的优点。PLC 是传统的继电器技术和现代的计算机技术相结合的产物。而在工业控制方面,PLC 还具有继电器控制或计算机控制所无法比拟的优点。

1. 可靠性高,抗干扰能力强

可靠性高和抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点之一。这主要是由于它采用了一系列特有的硬件和软件措施。

① 硬件方面:在输入/输出通道采用光电隔离,有效抑制外部干扰源对 PLC 的影响;在设计中采用滤波器等电路增强 PLC 对电噪声、电源波动、振动、电磁波等的干扰,确保 PLC 在高温、高湿以及空气中存有各种强腐蚀物质粒子的恶劣工业环境下能稳定地工作;对中央处理器(Central Processing Unit,CPU)等重要部件采用具有良好的导电、导磁材料进行屏蔽,以减少

第1章 可编程控制器的结构及工作原理

电磁干扰;同时其内部还设置连锁、环境监测与诊断、看门狗等电路,具有故障报警、防止系统死循环等功能。

② 软件方面:PLC的监控定时器可用于监视执行用户程序的专用运算处理器的延迟,保证在程序出错和程序调试时,避免因程序错误而出现死循环;当CPU、电池、输入/输出接口、通信等出现异常时,PLC的自诊断功能可以检测到这些错误,并采取相应的措施,以防止故障扩大;停电时,后备电池会正常工作。

2. 应用灵活,编程方便

PLC的方便、灵活性主要体现在以下两个方面。

① 编程的灵活性:PLC采用与实际电路非常接近的梯形图方式编程,广大电气技术人员非常熟悉,易于掌握,易于推广。对于企业中一般的电气技术人员和技术工人,也可以很容易地学会程序设计。这种面向生产、面向用户的编程方式,与常用的计算机语言相比更易于接受,故梯形图被称为“面向蓝领的编程语言”,PLC也被称为“蓝领计算机”。

② 扩展的灵活性:它可以根据应用的规模进行容量、功能和应用范围的扩展,甚至可以通过与集散控制系统(DCS)或其他上位机的通信来扩展功能,并与外围设备进行数据交换。

3. 功能完善,适用性强

PLC发展至今,已形成了大、中、小各种规模的系列化产品,并将电控(逻辑控制)、电仪(过程控制)和电结(运动控制)三电集于一体,可以方便、灵活地组合成各种不同规模和要求的工业控制系统。PLC除了具有逻辑运算、算术运算、数制转换以及顺序控制功能外,而且还具备模拟运算、显示、监控、打印及报表生成等功能,可用于各种数字控制领域。此外,PLC还具有较完善的自诊断、自测试功能。

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。

PLC还具有强大的网络功能。它所具有的通信联网功能,使相同或不同厂家和类型的PLC可进行联网,并与上位机通信构成分布式控制系统。使其不仅能做到远程控制,而且还能进行PLC内部或与上位机进行通信,还具备专线上网、无线上网等功能。这样PLC就可以组成远程控制网络。

4. 易于安装、调试、维修

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、计数器等器件,大大减少了控制设备外部的接线。在安装时,由于PLC的I/O接口已经做好,因此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幅减少。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

及建造的周期缩短。

PLC 还能够通过各种方式直观地反映控制系统的运行状态,如内部工作状态、通信状态、I/O 状态和电源状态等,非常有利于维护人员对系统的工作状态进行监视。另外,PLC 的模块化结构可以使维护人员很方便地检查、更换故障模块,当控制功能改变时能及时更改系统的结构和配置。各种模块上均有运行状态和故障状态指示灯,便于用户了解运行情况和查找故障。一旦其中某个模块发生故障,用户便可通过更换模块的办法,使系统迅速恢复运行。有些 PLC(如奥地利贝加莱公司的产品)还允许带电插拔 I/O 模块。

5. 体积小,重量轻,能耗低

由于 PLC 是专为工业控制而设计的,其内部电路主要采用微电子技术设计,因此具有结构紧凑,体积小,重量轻的特点,易于装入机械设备内部,组成机电一体化的设备。同时 PLC 一般采用低压供电,硬件耗电少,与传统的继电器相比其能耗更低。

1.2 PLC 的结构组成与工作原理

可编程控制器作为工业控制的特殊计算机,与一般微型计算机系统类似,具有相应的硬件结构和软件系统。

1.2.1 PLC 的基本结构

目前,PLC 生产厂家很多,产品结构也各不相同,但其基本组成部分大致如图 1-1 所示。

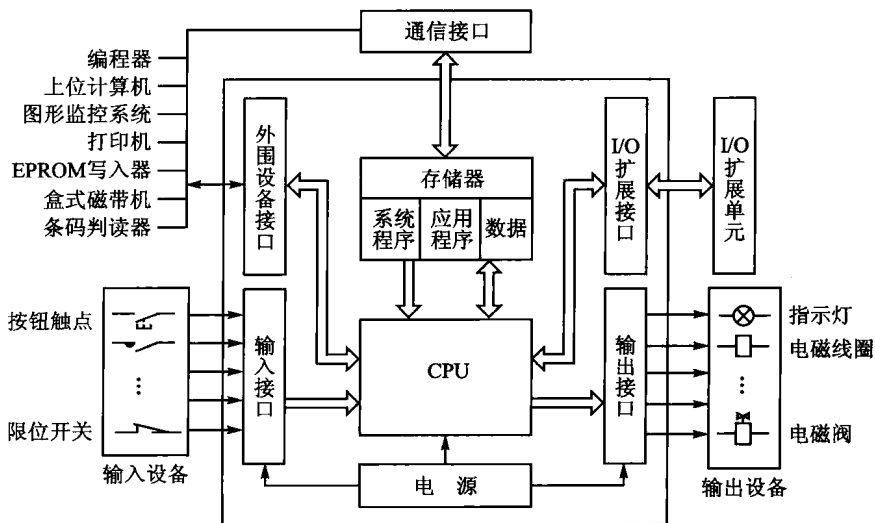


图 1-1 PLC 的典型结构

第1章 可编程控制器的结构及工作原理

由图 1-1 可以看出,PLC 采用了典型的计算机结构,主要由主机、I/O 扩展接口及外围设备组成。PLC 主机由中央处理器(CPU)、存储器、I/O 接口、I/O 扩展接口、通信接口、外围设备接口和电源等部分组成。

下面介绍 PLC 主要组成部件及其主要作用。

1. CPU

CPU 是 PLC 的核心部件,也是 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。CPU 由微处理器和控制器组成,可以实现逻辑运算和数学运算,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 常用的 CPU 有通用微处理器、单片机和位片式微处理器。通用微处理器按其处理数据的位数可分为 4 位、8 位、16 位和 32 位等。PLC 大多使用 8 位和 16 位微处理器。控制器的作用是控制整个微处理器的各个部件有条不紊地进行工作,其基本功能就是从内存中读取指令和执行指令。控制器接口电路是微处理器与主机内部其他单元进行联系的部件,主要有数据缓冲、单元选择、信号匹配、中断管理等功能。微处理器通过它来实现与各个单元之间的可靠的信息交换和最佳的时序配合。控制器的主要功能有以下几点:

① 采集由现场输入装置送来的状态或数据,通过输入接口存入输入映像寄存器或数据寄存器中,用扫描方式接收输入设备的状态信号,并存入相应的数据区(输入映像寄存器)。

② 按用户程序存储器中存放的先后次序逐条读取指令,完成各种数据的运算、传递和存储等功能,进行编译解释后,按指令规定的任务完成各种运算和操作。

③ 将各种运算结果送到输出端。

④ 监测和诊断电源 PLC 内部电路工作状态,以及用户程序编程过程中出现的语法错误。

⑤ 根据数据处理的结果,刷新有关标志位的状态和输出状态寄存器的内容,响应各种外围设备(如编程器、打印机、上位计算机、图形监控系统、条码判读器等)的工作请求,以实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

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 用于存放系统程序如指令(软件)等内容的部件,这部分存储器用户不能访问。

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字节为单位。小型 PLC 的用户程序存储器容量在 1KB 左右,典型 PLC 的用户程序存储器容量可达数兆字节(MB)。PLC 的用户存储器一般包括几个部分,每一部分都有特定的功能和用途。

PLC 的存储器主要包括以下几类:

① 只读存储器(Read Only Memory, ROM) ROM 一般用来存放 PLC 的系统程序,其内容可读,但数据存储后不可再写或修改。大多数 PLC 采用了程序固化的运行方法,不仅将系统启动、自检及基本的 I/O 驱动程序写入 ROM 中,而且将各种控制、检测功能模块、用户组态的应用程序及所有固定参数也全部固化在 ROM 中,即所有的系统程序和绝大部分的用户程序都存储在 ROM 中。因此在 PLC 的存储器中,ROM 占有较大的比例。只要接通电源,PLC 就可正以常运行,所以 ROM 基本不受掉电、电噪声等的影响。ROM 的内容只能读出,不能写入,是非易失的内容。

② 可编程只读存储器(Programmable Read Only Memory, PROM) 存入 PROM 的程序是用户用编程器一次性写入的,不能再改变。PLC 很少使用 PROM 作为应用存储器。一般在使用这类存储器时需用 RAM 作永久备份。虽然 PROM 可编程,具有 ROM 的非易失性,但它需要专门的编程设备。一旦编程便不易修改或擦除,对程序的任一修改则要求有一组新的 PROM 芯片。

③ 可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM) EPROM 是特制的 PROM,也是非易失的,兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取的优点。EPROM 可视为半永久性存储器,可永久地存储某一程序直至需要修改。如果需要对芯片内容进行彻底清除,则只需将芯片窗口暴露在紫外线下约 20 min 即可。在彻底清除 EPROM 原内容后可对程序进行重新编制。EPROM 的永久存储能力及易修改的 RAM 特性使其构成一个适宜的存储系统。

④ 电可擦除可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM) 是非易失性存储器,然而也具有与 RAM 同样的编程灵活性。EEPROM 的存储内容由用户写入,并可反复写入。在写入新的内容时,原来存储的内容会自动清除。

⑤ 随机存取存储器(Random Access Memory, RAM) 又称读/写(R/W)存储器,信息可读、可写。在 PLC 中作为用户程序和数据的存储器。用户可以通过编程器读出 RAM 中的内容,也可以将用户程序写入 RAM。RAM 为程序运行提供了存储实时数据与计算中间变量的空间,用户在线操作时需要修改的参数(如设定值、手动操作值、PID 参数等)也需存入 RAM 中。另外,一些较先进的 PLC 还提供了在线修改用户程序的功能。

由于 RAM 是一种挥发性的器件,即当供电电源关断后,其存储的内容会丢失,因此在实际使用中通常为其配备掉电保护电路。当正常电源关断后,由备用电池供电,保护其存储的内容不丢失。为了在关断 PLC 外部电源后,保存 RAM 中的用户程序和某些数据(如计数器的计数值)不会丢失,一般为 RAM 配备一个锂电池。当电源发生间隙供电时保持其内容。通常锂电池可用 2~5 年,需要更换锂电池时,PLC 面板上的“电池电压过低”发光二极管亮,同时有一个内部标志位变为“1”的状态,可以用它的常开触点来接通控制屏面板上的指示灯或声光报警器,通知用户及时更换锂电池。现在大多数 PLC 都使用带后备电池的 RAM 作为应用存