

万水电子技术丛书

西门子 S7-200 系列

PLC 应用与

开发

戴仙金 主 编
潘懿萱 白治锦 郭海潮 副主编
冼 进 主 审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水电子技术丛书

西门子 S7-200 系列 PLC 应用与开发

戴仙金 主 编

潘懿萱 白治锦 郭海潮 副主编

冼 进 主 审

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书从工程应用的角度出发,以德国西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为起点,在简单介绍可编程控制器(PLC)的基本知识的基础上,进一步以大量的设计实例来重点介绍 PLC 控制系统的应用与开发。

全书总共有 16 个综合应用例子,以及十几个单一指令的简单应用,内容包括 PLC 在电器控制系统中的应用与开发;PLC 在机电设备中的应用与开发;PLC 在工业生产中的应用与开发;PLC 在日常生活控制系统中的应用与开发以及 PLC 在网络通信方面的应用与开发。

本书以实用为宗旨,以系统的开发为思想,实例内容丰富,涉及范围广,具有较强的实用性和参考性。非常适合各类高等学校电气工程、工业自动化、机电一体化、机械电子等专业的高年级学生阅读,尤其在实际控制系统开发以及毕业设计过程中是不可多得的参考资料,也可供从事 PLC 控制系统应用与开发的广大技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-200 系列 PLC 应用与开发 / 戴仙金主编. —北京:中国水利水电出版社, 2007

(万水电子技术丛书)

ISBN 978-7-5084-4353-9

I. 西… II. 戴… 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(2006)第 163938 号

书 名	西门子 S7-200 系列 PLC 应用与开发
作 者	戴仙金 主 编 潘懿萱 白治锦 郭海潮 副主编 冼 进 主 审
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 18.75 印张 468 千字
版 次	2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

可编程序控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是随着计算机技术、通信技术、微电子技术和继电器控制技术的进步而发展起来的一种技术。当前, PLC 已经广泛应用于机械制造、冶金工业、化工、电力、交通、采矿、建材、轻工、环保、食品等各行各业。既可以用于旧设备的技术改造, 又可以用于新产品的开发和机电一体化设计。早期的 PLC 大多作为继电器控制系统的升级换代产品, 主要实现简单的逻辑控制。

随着计算机技术、自动控制技术和网络通信技术的发展, PLC 技术也得到了很好的发展, 其功能远远超过早期 PLC 的逻辑控制, 更多的具有了强大的网络通信能力, 使之与 CAD/CAM 以及机器人技术一起被称为当代工业自动化生产的三大支柱。

作为 PLC 的一大生产厂商——德国西门子公司生产的 PLC, 由于其可靠性高, 在中国的应用更是相当广泛。

西门子的 S7 系列 PLC 是 S5 系列的更新换代产品。S7 系列 PLC 包括 S7-200、S7-300、S7-400 三大系列。其中 S7-200 系列是小型的 PLC, S7-300 系列是中型的 PLC, S7-400 系列是大型的 PLC。本书详细地介绍了 S7-200 系列 PLC 的应用与开发。

本书一改 PLC 教材注重对 PLC 理论知识的分析与讲解的特点, 精心挑选了大量的工程应用实例, 侧重介绍了 PLC 的应用与开发, 力求做到实用性与实践性很强。

全书共 12 章, 具体的内容安排如下。

第一篇 基础篇, 包括 1~5 章。第 1 章介绍 PLC 的基础知识; 第 2~5 章详细介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的硬件结构、内部资源和指令集及其简单应用实例。

第二篇 提高篇, 包括 6~8 章。第 6 章介绍了西门子 S7-200 系列 PLC 的开发环境; 第 7 章介绍了 PLC 系统的开发工程以及注意事项; 第 8 章简要介绍了 PLC 网络通信的一些基本知识。

第三篇 综合应用篇, 包括 9~12 章, 以 16 个综合实例分别讲述了 S7-200 系列 PLC 在电气控制、机电设备、工业生产及日常生活中的应用与开发, 以及 S7-200 系列 PLC 的网络通信方面的应用。

本书以理论和实用为宗旨, 以系统的开发为思想, 实例内容丰富, 涉及范围广, 具有较强的实用性和参考性。非常适合各类高等学校电气工程、工业自动化、机电一体化、机械电子等专业的高年级学生阅读, 尤其在做实际控制系统开发以及毕业设计过程中是一本很好的参考资料, 也可供从事 PLC 控制系统应用与开发的广大技术人员阅读。

全书由戴仙金任主编, 潘懿萱、白治锦、郭海潮任副主编, 冼进主审。其中, 戴仙金负责编写第 7 章、第 8 章、第 10 章、第 11 章和第 12 章, 潘懿萱负责编写第 6 章, 白治锦负责编写第 4 章、第 5 章和第 9 章, 郭海潮负责编写第 1 章、第 2 章和第 3 章。同时参与本书编写的还有: 邹素琼、宋志海、赵秋云、赵继军、彭艺、曲辉辉、周章、蒋波、徐留

旺、曹振宇、张婷、温凌霜、鲁得翠、蒋泽平、魏乐、韩翔、程小英、谭小丽、卢丽娟、李小琼、周宏等，在此一并表示感谢！

由于作者水平所限，加之计算机技术发展迅速，本教材的覆盖面广，书中错误和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。我们的联络方式：china_54@tom.com。

目 录

前言

第一篇 基础篇

第 1 章 PLC 基础	1
1.1 PLC 的由来和发展	1
1.1.1 PLC 的由来和定义	1
1.1.2 PLC 的发展	2
1.2 PLC 的特点和应用	3
1.2.1 PLC 的特点	3
1.2.2 PLC 的应用状况	4
1.3 PLC 的结构和工作原理	5
1.3.1 PLC 的基本结构	5
1.3.2 PLC 的工作原理	9
1.4 西门子 PLC 简介	10
1.4.1 S7-200 系列 PLC 简介	10
1.4.2 S7-300 系列 PLC 简介	11
1.4.3 S7-400 系列 PLC 简介	11
1.5 本章小结	11
第 2 章 S7-200 系列 PLC 的硬件结构	13
2.1 概述	13
2.2 S7-200 系列 PLC 的基本硬件单元	14
2.3 S7-200 系列 PLC 的扩展硬件单元	16
2.4 S7-200 系列 PLC 的特殊功能模块	19
2.5 S7-200 系列 PLC 的相关辅助设备	20
2.6 本章小结	20
第 3 章 S7-200 系列 PLC 的内部资源	21
3.1 S7-200 系列 PLC 的寻址方式	21
3.1.1 直接寻址	21
3.1.2 间接寻址	26
3.2 S7-200 系列 PLC 的内部软元件	27
3.3 本章小结	31
第 4 章 S7-200 系列 PLC 的基本指令及简单应用实例	32
4.1 常用指令及其应用	32

4.2	堆栈操作指令及其应用	36
4.3	计数器指令及其应用	37
4.3.1	计数器分类及指令	37
4.3.2	计数器指令简单应用	38
4.4	定时器指令及其应用	39
4.4.1	定时器简介	39
4.4.2	定时器指令	40
4.4.3	定时器指令简单应用	40
4.5	比较指令及其应用	41
4.6	程序控制指令及其应用	42
4.6.1	结束及暂停指令	42
4.6.2	看门狗指令	42
4.6.3	跳转指令	43
4.6.4	子程序指令	43
4.6.5	循环指令	45
4.6.6	顺序控制指令	46
4.7	本章小结	48
第 5 章	S7-200 系列 PLC 的功能指令及简单应用实例	49
5.1	传送、移位及填充指令及应用	49
5.1.1	传送类指令	49
5.1.2	移位与循环指令	50
5.1.3	填充指令	54
5.2	数学运算指令及应用	55
5.2.1	加法指令	55
5.2.2	减法指令	55
5.2.3	乘法指令	56
5.2.4	除法指令	56
5.2.5	数学函数指令	57
5.2.6	增/减指令	59
5.2.7	逻辑运算指令	60
5.3	PID 指令及应用	62
5.3.1	PID 算法	62
5.3.2	PID 指令	62
5.3.3	PID 指令的使用	62
5.3.4	PID 的实际应用	63
5.4	表处理指令及应用	65
5.4.1	表存数指令	65
5.4.2	表取数指令	65

5.4.3 表查找指令	66
5.5 字符串指令及应用	67
5.6 中断指令及应用	68
5.6.1 中断类型	69
5.6.2 中断指令	70
5.7 转换指令及应用	71
5.7.1 数据类型转换指令	71
5.7.2 编码和译码指令	72
5.7.3 段码指令	73
5.7.4 ASCII 码转换指令	73
5.7.5 字符串转换指令	75
5.8 高速计数指令及应用	76
5.8.1 高速计数器简介	76
5.8.2 高速计数器指令	77
5.8.3 对高速计数器编程	77
5.9 高速输出指令及应用	79
5.9.1 高速脉冲输出简介	80
5.9.2 高速脉冲指令	81
5.10 时钟指令及应用	82
5.11 通信指令及应用	83
5.11.1 网络读/写指令	83
5.11.2 发送与接收指令	85
5.11.3 USS 通信指令	88
5.12 本章小结	88

第二篇 提高篇

第 6 章 S7-200 系列 PLC 的开发环境简介及使用	90
6.1 开发软件 STEP 7-Micro/WIN32 简介	90
6.2 STEP 7-Micro/WIN32 的安装	90
6.2.1 系统要求	90
6.2.2 软件安装	91
6.2.3 硬件连接	91
6.2.4 参数设置	91
6.2.5 在线联系	93
6.2.6 PLC 通信参数	93
6.3 STEP 7-Micro/WIN32 的功能	95
6.3.1 基本功能	95
6.3.2 界面及各个部分的功能	95

6.4	创建一个工程	98
6.5	调试及运行监控	101
6.5.1	调试	101
6.5.2	运行监控	102
6.6	本章小结	103
第 7 章	S7-200 系列 PLC 控制系统开发	104
7.1	需求分析	104
7.2	总体设计	105
7.2.1	设计方案描述	105
7.2.2	绘制工作总框图	105
7.2.3	总体结构设计	106
7.2.4	设计工作的筹备	106
7.3	系统硬件设计	107
7.3.1	确定控制对象及控制范围	107
7.3.2	电路设计	108
7.3.3	硬件线路图的计算机辅助设计	108
7.3.4	硬件系统的可靠性设计	112
7.4	系统软件设计	113
7.4.1	软件总体设计	113
7.4.2	程序流程图设计	114
7.4.3	程序设计	114
7.4.4	软件可靠性设计	117
7.5	现场调试	118
7.6	本章小结	118
第 8 章	S7-200 系列 PLC 的网络通信技术	119
8.1	网络通信技术基础知识	119
8.1.1	网络基础	119
8.1.2	数据通信基础	123
8.2	S7-200 系列 PLC 的网络通信	124
8.2.1	S7-200 系列 PLC 的通信	124
8.2.2	扩展模块	124
8.2.3	S7-200 系列 PLC 的网络与通信协议	126
8.3	本章小结	131
第三篇 综合应用篇		
第 9 章	S7-200 系列 PLC 在电器控制中的应用实例	133
9.1	三相异步电动机自动往返正反转控制	133
9.1.1	三相异步电动机自动往返正、反转控制系统功能说明	133

9.1.2	三相异步电动机自动往返正、反转控制系统硬件设计	134
9.1.3	三相异步电动机自动往返正、反转控制系统软件设计	137
9.2	步进电机控制系统	140
9.2.1	步进电机控制系统功能说明	140
9.2.2	步进电机控制系统硬件设计	141
9.2.3	步进电机控制系统软件设计	143
9.3	交流伺服电机运动控制系统	148
9.3.1	交流伺服电机运动控制系统功能说明	148
9.3.2	交流伺服电机运动控制系统硬件设计	149
9.3.3	交流伺服电机运动控制系统软件设计	150
9.4	直流电机速度系统	151
9.4.1	直流电机速度系统功能说明	152
9.4.2	直流电机速度系统硬件设计	152
9.4.3	直流电机速度系统软件设计	154
9.5	变频调速恒压供水系统	158
9.5.1	变频调速恒压供水系统功能说明	159
9.5.2	变频调速恒压供水系统硬件设计	160
9.5.3	变频调速恒压供水系统软件设计	163
9.6	船舶主机应急控制系统	170
9.6.1	船舶主机应急控制系统功能说明	170
9.6.2	船舶主机应急控制系统硬件设计	172
9.6.3	船舶主机应急控制系统软件设计	175
9.7	本章小结	179
第 10 章	S7-200 系列 PLC 在机电设备中的应用实例	180
10.1	多维机械手控制系统	180
10.1.1	多维机械手控制系统功能说明	180
10.1.2	多维机械手控制系统硬件设计	182
10.1.3	多维机械手控制系统软件设计	186
10.2	烘丝机控制系统	190
10.2.1	烘丝机控制系统功能说明	190
10.2.2	烘丝机控制系统硬件设计	192
10.2.3	烘丝机控制系统软件设计	199
10.3	电焊机焊丝摆动控制系统	207
10.3.1	电焊机焊丝摆动控制系统功能说明	207
10.3.2	电焊机焊丝摆动控制系统硬件设计	210
10.3.3	电焊机焊丝摆动控制系统软件设计	212
10.4	本章小结	219

第 11 章 S7-200 系列 PLC 在工业生产及日常生活中的应用实例	220
11.1 化工溶液混合过程控制系统.....	220
11.1.1 化工溶液混合过程控制系统功能说明.....	220
11.1.2 化工溶液混合过程控制系统硬件设计.....	222
11.1.3 化工溶液混合过程控制系统软件设计.....	226
11.2 带人行横道过马路请求的十字马路交通灯控制系统.....	229
11.2.1 带人行横道过马路请求的十字马路交通灯控制系统功能说明.....	229
11.2.2 带人行横道过马路请求的十字马路交通灯控制系统硬件设计.....	230
11.2.3 带人行横道过马路请求的十字马路交通灯控制系统软件设计.....	233
11.3 全自动洗衣机控制系统	236
11.3.1 全自动洗衣机控制系统功能说明.....	236
11.3.2 全自动洗衣机控制系统硬件设计.....	238
11.3.3 全自动洗衣机控制系统软件设计.....	241
11.4 喷泉控制系统	249
11.4.1 喷泉控制系统功能说明	249
11.4.2 喷泉控制系统硬件设计	251
11.4.3 喷泉控制系统软件设计	253
11.5 中央空调控制系统	262
11.5.1 中央空调控制系统功能说明	262
11.5.2 中央空调控制系统硬件设计	265
11.5.3 中央空调控制系统软件设计	270
11.6 本章小结	277
第 12 章 S7-200 系列 PLC 的网络通信应用实例.....	278
12.1 PC 机与 S7-200 系列 PLC 的通信.....	278
12.1.1 PC 机与 S7-200 系列 PLC 通信的功能说明.....	278
12.1.2 PC 机与 S7-200 系列 PLC 通信的硬件设计.....	279
12.1.3 PC 机与 S7-200 系列 PLC 通信的软件设计.....	281
12.2 无人抄表系统	284
12.2.1 无人抄表系统功能说明	284
12.2.2 无人抄表系统硬件设计	285
12.2.3 无人抄表系统软件设计	288
12.3 本章小结	288
参考资料	289
参考文献	290

第一篇 基础篇

第1章 PLC 基础

知识点

- PLC 的特点和应用
- PLC 的结构和工作原理
- 西门子 PLC 的简单介绍

本章导读

随着工业自动化的发展,在工业自动控制领域中使用的可编程逻辑控制器(PLC)种类越来越多,虽然不同厂家生产的产品有一定的区别,但是作为工业标准控制设备,可编程序控制器在结构组成、工作原理和编程方法等方面都是基本相同的。本章主要对 PLC 的由来和发展、特点和应用、结构和工作原理,以及德国西门子公司的 3 种 PLC 做了简单介绍。

1.1 PLC 的由来和发展

1.1.1 PLC 的由来和定义

1. PLC 的由来

由于传统的继电接触器控制系统,存在着比较明显的缺点,如设备体积大、可靠性差、动作速度慢、功能少、难以实现比较复杂的控制,尤其是由于它是靠硬连线逻辑构成的系统,接线复杂,当生产工艺或者生产对象需要改变时,原有的接线和控制盘就需要更换,因此其通用性和灵活性较差。

到了 20 世纪 60 年代末期,由于汽车制造业的激烈竞争,在 1968 年美国通用汽车公司(GM)提出了著名的“GM 十条”,内容如下。

- (1) 编程方便,现场可修改程序。
- (2) 维修方便,采用模块化结构。
- (3) 可靠性高于继电器控制装置。
- (4) 体积小于继电器控制装置。
- (5) 数据可直接送入管理计算机。
- (6) 成本可与继电器控制装置竞争。
- (7) 输入可以是交流 115V(美国电压标准)。
- (8) 输出为交流 115V、2A 以上,能直接驱动接触器、电磁阀等。
- (9) 在扩展时,原系统只需很小变更。

(10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

“GM 十条”提出了将继电器控制的简单易懂、使用方便、价格低廉,与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来,将继电器控制的硬件连线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。1969 年,美国数字设备公司(DEC)根据上述要求研制出第一台 PLC,在美国通用汽车自动装配线上试用,获得了成功。

2. PLC 的定义

自 PLC 问世以来,尽管时间不长,但它一直处在飞速发展之中,因此到现在为止,还未能对其下一个十分确切的定义。

此后国际电工委员会(IEC)于 1982 年 11 月颁布了可编程逻辑控制器标准的草案第一稿,1985 年 1 月发表第二稿,1987 年 2 月颁布了第三稿。该草案通过了对它的定义为:

“可编程逻辑控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序、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。可编程逻辑控制器及其有关外部设备,都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。”

1.1.2 PLC 的发展

虽然 PLC 问世时间不长,但在 PLC 诞生不久即显示出了其在工业控制中的重要地位,如德国、日本、法国等国家相继研制成各自的 PLC。随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步,PLC 也迅速发展,其发展过程大致可分为三个阶段。

1. 早期的 PLC

早期的 PLC(20 世纪的 60 年代末至 70 年代中期)称为可编程逻辑控制器。这时 PLC 的主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它是继电器控制装置的替代物,在硬件上以准计算机的形式出现,并且它在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。PLC 装置中的器件主要采用分立元件和中、小规模集成电路,存储器采用磁芯存储器。在硬件上采取了一定的措施,以提高其抗干扰的能力。在软件编程上,采用电气工程技术人員所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此,早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置,其优点包括简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障指示及能重复使用等。其中 PLC 特有的编程语言——梯形图,一直沿用至今。

2. 中期的 PLC

从 20 世纪 70 年代中期到 20 世纪 80 年代中、后期,微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。此时的 PLC 产品已使用了 16 位、32 位高性能微处理器,而且实现了多处理器的多通道处理,通信技术使 PLC 的应用得到进一步发展。

这样,使 PLC 的功能大大增强。在硬件方面,在保留了其原有的开发模块的基础上,还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块。并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加,还提供了一定数量的数据寄存器,使 PLC 的应用范围得以扩大。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能。

3. 近期的 PLC

从 20 世纪 80 年代中、后期至今, PLC 技术已非常成熟。由于超大规模集成电路技术的迅速发展, 微处理器价格的大幅度下降, 使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且, 为了进一步提高 PLC 的处理速度, 各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片。这样使得 PLC 软、硬件功能得到了进一步的提高。

如今, PLC 技术已非常成熟, 其中世界上生产 PLC 产品的厂家就多达 200 多个。比较著名的厂家有美国的 AB、通用 (GE)、莫迪康 (MODICON), 日本的三菱 (MITSUBISHI)、欧姆龙 (OMRON)、富士电机 (FUJI)、松下电工, 德国的西门子 (SIEMENS), 法国的 TE、施耐德 (SCHNEIDER), 以及韩国的三星 (SAMSUNG)、LG 等。

1.2 PLC 的特点和应用

1.2.1 PLC 的特点

为了满足现代化工业生产日趋复杂以及多样化的特点, 如实现逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作, 它们对控制的要求也各不相同。PLC 一经出现就受到了广大工程技术人员的欢迎, 其主要特点如下。

1. 抗干扰能力强, 可靠性高

在工业现场存在着电磁干扰、电源波动、机械震动、温度和湿度的变化等因素, 这些因素影响着微机的正常工作。而 PLC 模块均采用大规模与超大规模集成电路, 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离; 在结构上对耐热、防潮、防尘、抗震等都有周到的考虑; 在硬件上采用隔离、滤波、屏蔽、接地等抗干扰措施; 在软件上采用数字滤波等抗干扰和故障诊断措施。以上这些使 PLC 具有较高的抗干扰能力。

另外, PLC 采用微电子技术, 这样可以由无触点的电子存储器件代替大量的机械开关动作; 同时, 大部分继电器和繁杂的线路被软件程序所取代, 这样可以大大延长使用寿命, 提高其可靠性。

2. 控制系统结构简单, 通用性强

在 PLC 控制系统中, 只需在 PLC 的输入/输出端子上接入相应的信号线即可, 不需要连接诸如继电器之类的低压电器和大量而又繁杂的硬件接线线路, 大大简化了控制系统的结构。PLC 的输入/输出可直接与交流 220V、直流 24V 等强电相连, 并且具有较强的带负载能力。

3. 编程方便, 易于使用

PLC 是面向用户的设备, 它的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式。这种编程语言形象直观、容易掌握, 对使用者来说, 不需要具备计算机的专门知识。很容易被一般工程技术人员在短时间内理解和掌握。

4. 功能完善

PLC 的输入/输出系统功能完善, 性能可靠, 能够适应于各种形式和性质的开关量和模拟量的输入/输出。在 PLC 内部具备许多控制功能, 如:

- 逻辑控制。
- 定时控制。

- 计数控制。
- 步进（顺序）控制。
- PID 控制。
- 数据控制：PLC 具有数据处理能力。
- 通信和联网。
- 其他：PLC 还有许多特殊功能模块，可满足各种特殊控制的要求，如定位控制模块、CRT 模块。

此外，它还可以和其他微机系统、控制设备共同组成分布式或分散式控制系统，还能实现矩阵运算、成组数据传送、闭环控制、排序与查表、函数运算及快速中断功能。所以说 PLC 具有极强的适应性，能够很好地满足不同类型控制的需要。

5. 设计、施工、调试的周期短

用继电器、接触器控制完成一项工程时，首先要按工艺要求完成电器原理图的绘制，然后画出继电器屏（柜）的布置和接线图，最后安装调试，在调试阶段若要进行修改极不方便。而采用 PLC 控制，由于其软、硬件齐全，是模块化积木式结构，且已商品化，故只需按性能、容量（输入/输出点数、内存大小）等选用组件进行组装，所以缩短了施工周期，大大减小了工作量。因为 PLC 采用了方便用户的工业编程语言，且都具有强制和仿真的功能，故程序的设计、修改及调试都很方便，所以通过程序完成控制任务可大大缩短设计和投运周期。

6. 体积小，维护操作方便

PLC 体积小，质量轻，便于安装，不需要专门的机房，可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接，即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置，便于用户了解运行情况和查找故障。

1.2.2 PLC 的应用状况

由于微处理器芯片及有关元件的价格大大下降和 PLC 功能的不断完善及增强两方面的原因，目前，PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、造纸、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业，使用情况大致可归纳为以下 6 种类型。

1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域，也是最适合 PLC 使用的领域。它取代传统的继电器控制电路，实现逻辑控制、顺序控制。PLC 可用于单台设备的控制、多机群控制及生产自动化流水线控制等，如印刷机、注塑机、订书机械、组合机床、切纸机械、磨床、包装机械、电镀流水线及电梯控制等。

2. 模拟量控制

在工业生产过程中，会经常遇到许多诸如温度、压力、流量、液位和速度等模拟量。为了使 PLC 处理模拟量，必须实现模拟量（Analog）和数字量（Digital）之间的转换（A/D 转换及 D/A 转换），PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块，使 PLC 用于模拟量控制。

3. 运动控制

早期直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构完成运动控制，现在一般使用 PLC 制造商提供的拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴的位置专用的运动控制模块完成运动控制。如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。PLC 把描述目标位置的数据

送给模块,其输出移动一轴或数轴到目标位置。每个轴移动时,位置控制模块保持适当的速度和加速度,确保运动平滑。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制,PLC 能够控制大量的过程控制中的参数。PID 模块的调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法,大、中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

5. 数据处理

现代 PLC 具有数学运算的功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信功能传送到别的智能装置。数据处理一般用于大型控制系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品等制造行业的控制。在机械加工中,PLC 作为主要的控制和管理系统,可以完成大量的数据处理工作。

6. 通信及联网

PLC 通信包含 PLC 之间的通信、主机与远程 I/O 之间的通信以及 PLC 与其他智能设备(如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。随着计算机控制技术的发展,工厂自动化网络发展得很快,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信功能,纷纷推出各自的网络系统。PLC 与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.3 PLC 的结构和工作原理

1.3.1 PLC 的基本结构

在种类繁多的 PLC 中,其组成结构和工作原理都基本相同。用 PLC 实施控制,其实质是按一定算法进行输入/输出转换,并将这个转换给予物理实现并应用于工业现场。PLC 专为工业现场而设计,采用了典型的计算机结构,它主要由 CPU、电源、存储器和专门设计的输入/输出接口电路等组成,PLC 的结构框图如图 1-1 所示。

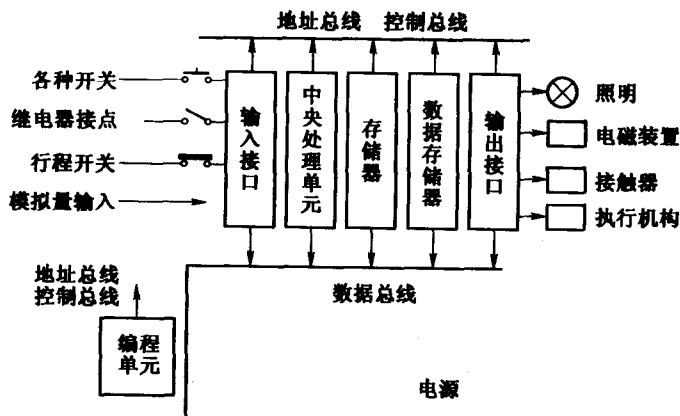


图 1-1 PLC 结构框图

1. 中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 一般由控制器、运算器和寄存器组成, 它们都集成在一个芯片内。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入/输出接口电路相连接。与一般计算机一样, CPU 是 PLC 的核心, 它按照 PLC 中系统程序赋予的功能指挥 PLC 有条不紊地进行工作。用户程序和数据事先存入存储器中, 当 PLC 处于运行方式时, CPU 按循环扫描方式执行用户程序。

CPU 的主要任务如下:

- (1) 按 PLC 系统程序赋予的功能接收并存储从编程器输入的用户程序和数据。
- (2) 用扫描方式接收现场输入装置的状态与数据, 并存入输入映像寄存器或数据寄存器。
- (3) 诊断电源及 PLC 内部电路工作状况和编程过程中的语法错误。
- (4) 在 PLC 进入运行状态后, 从存储器中逐条读取用户程序, 经过命令解释后, 按指令规定的任务产生相应的控制信号, 去启、闭有关控制电路, 分时地去执行数据的存取、传送、组合、比较、变换等动作。完成用户程序中规定的逻辑运算或算术运算等任务。根据运算结果更换有关标志位的状态和输出映像寄存器的内容, 实现输出、制表、打印或数据通信等控制。

2. 存储器

PLC 的存储器包括系统存储器和用户存储器两个部分。

(1) 系统存储器。系统存储器是指用来存放 PLC 的系统程序的存储器, 它由 PLC 生产厂家编写并固化在 ROM 内, 用户不能直接更改。它使 PLC 具有基本的功能, 能够完成 PLC 设计者规定的各项工作, 其主要内容包括以下 3 个部分。

- 1) 系统管理程序: 系统管理程序用于控制 PLC 的运行过程。
- 2) 用户指令解释程序: 用户指令解释程序的主要作用是将 PLC 的编程语言转换为机器语言指令, 然后由 CPU 执行这些指令。
- 3) 标准程序模块与系统调试: 它由许多不同功能的子程序及其调用管理程序组成, 如完成输入、输出及特殊运算等的子程序。这部分程序的主要功能是完成 PLC 的具体工作, 这部分程序越多, PLC 的性能就越高。

(2) 用户存储器。用户存储器由用户程序存储器 (程序区) 和数据存储器 (数据区) 两部分组成。其主要作用是用来存放用户针对具体控制任务用规定的 PLC 编程语言编写的各种用户程序。用户可根据所选用的存储器单元类型的不同, 选用 RAM、ROM、EPROM 或 EEPROM 存储器, 其内容可以由用户任意修改或增删。其中, 用户存储器大小关系到用户程序容量的大小, 它是反映 PLC 性能的重要指标之一。

下面介绍 PLC 使用的存储器的 3 种类型。

1) 随机存取存储器 (RAM): 随机存取存储器主要用来存储各种暂存数据、中间结果、用户正调试的程序。用户可以用编程装置读出 RAM 中的内容, 也可以将用户程序写入 RAM, 所以 RAM 又叫读/写存储器。它是易失性的存储器, 一旦它的电源中断后, 存储的信息将会丢失。

2) 只读存储器 (ROM): 只读存储器的主要作用是用来存放监控程序和用户已调试好的程序。ROM 的内容只能读出, 不能写入。它是非易失性存储器, 它的电源消失后, 仍能保存储存的内容。因此 ROM 一般用来存放 PLC 的系统程序。

3) 可电擦除可编程只读存储器 (EEPROM 或 E²PROM): 可电擦除可编程只读存储器具