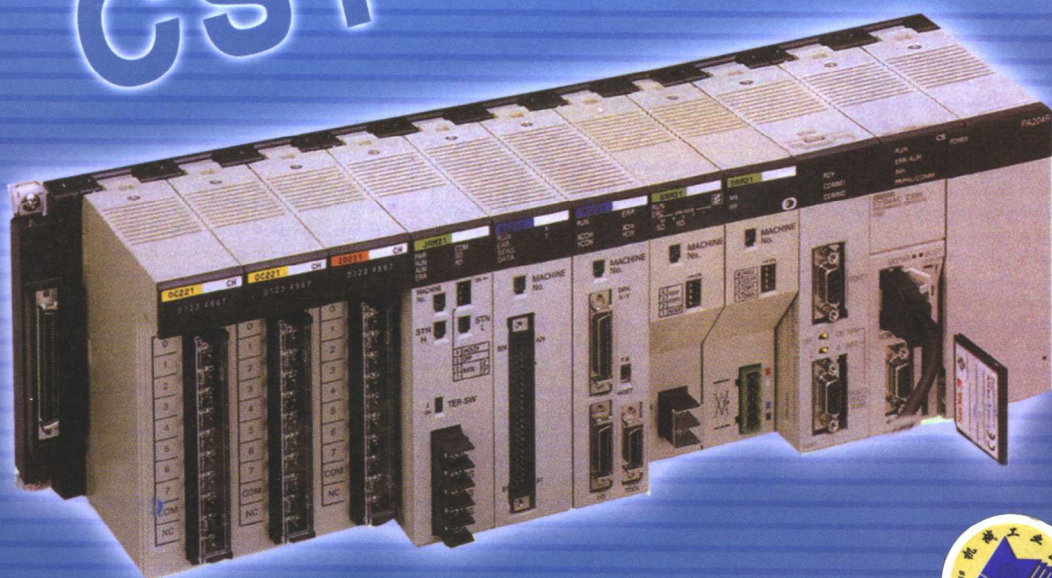


CS/CJ 系列 PLC 应用基础及案例

祁文钊 霍昱 等编著
曹辉 主 审

CS1



CS/CJ 系列 PLC 应用基础及案例

祁文钊 霍 昱 等编著
曹 辉 主审



机械工业出版社

本书介绍了欧姆龙公司 CS1/CJ1 系列 PLC 的工作原理和应用。全书共分 9 章,主要内容: PLC 的基本知识, CS1/CJ1 PLC 的硬件系统、存储器系统、指令系统, PLC 的编程语言和程序梯形图的设计方法, 编程工具, PLC 的各种工程应用和软硬件设计方法。各章配有习题。此外, 本书的配套光盘中附有 CS1/CJ1 PLC 的详细资料, 供读者在工程应用时参考。本书最突出的特点是在第 9 章引用了 14 个经典实例, 并给出了完整的程序代码。

本书实例丰富, 有较强的实用性和参考价值, 可作为工程技术人员的参考书, 也可作为初学者的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

CS/CJ 系列 PLC 应用基础及案例/祁文钊, 霍昱等编著. —北京: 机械工业出版社, 2006.6

ISBN 7-111-19196-X

I . C... II . ①祁...②霍... III . 可编程序控制器, CS/CJ 系列
IV . TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 051446 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚 责任编辑: 李馨馨 版式设计: 冉晓华

责任校对: 刘志文 封面设计: 饶 薇 责任印制: 李 妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2006 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.75 印张·487 千字

0 001—5 000 册

定价: 35.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379739

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书以欧姆龙 (OMRON) 公司的最新产品 CS1 /CJ1 系列中小型 PLC 为对象, 介绍了 PLC 的工作原理和应用。欧姆龙公司的 PLC 以较好的性能价格比在国内占有很大的市场份额, 而且其产品更新换代速度快, 功能强, 应用范围广, 可满足大多数用户的需要。

本书是作者在教学及工程应用的基础上, 以为《电气时代》杂志举办的四期 PLC 培训班讲稿, 以及教学实验基地提供的实验内容为基础, 经过多次修改、充实而最终完成的。本书以应用和实践为主线, 内容通俗易懂、层次分明、繁简适度、图文并茂。目的是向工程技术人员介绍易于学习和掌握的 PLC 原理及实用技术。

本书共分为 9 章, 第 1 章简要介绍了 PLC 的基本知识和应用领域。第 2 章介绍了欧姆龙公司典型的 PLC 产品。第 3 章介绍了 CS1 /CJ1 系列 PLC 的硬件系统, 包括系统的组成、特点、功能等, 另外还介绍了各种常用的接口单元。第 4 章介绍了 CS1 /CJ1 系列 PLC 的存储器系统。第 5 章介绍了 CS1 /CJ1 系列 PLC 的指令系统, 限于篇幅只详细介绍了基本指令及部分常用指令, 其余指令相信读者掌握了基本原理之后, 不难从公司提供的编程手册中得到解决。第 6 章和第 7 章详细介绍了 PLC 的几种主要的编程语言和程序梯形图的两种设计方法, 即典型电路参照法及步进设计法 (顺序功能图法)。第 8 章介绍编程工具, 主要介绍基于 PC 的 CX-P 编程软件, 手持编程器因为还没完全退出应用领域, 因此也做了简单的介绍。第 9 章通过大量的实例介绍了 PLC 的各种工程应用和软硬件设计方法, 目的是使读者快速提高工程实践能力。

本书各章配有习题。此外, 本书还配有关于 CS1 /CJ1 系列 PLC 的详细资料的光盘, 供读者在工程应用时参考。

本书由祁文钊、霍罡等编著。其中第 1、2、6、7、9 章由祁文钊执笔, 第 3、4、5、8 章由霍罡执笔; 全书由曹辉主审。参加编写的还有周超、谢飞、杭和平、樊晓兵、李志娟、赵为结、杨玉稚、刘婉颀、杨晓兰、祁东。

因编者水平有限, 书中难免有错漏之处, 恳请读者批评指正。作者的 E-mail: Wenzhaoqi@sina.com。

编 者
2006 年 1 月

目 录

前言

第 1 章 可编程序控制器概述 1

- 1.1 PLC 的应用领域 1
 - 1.1.1 PLC 在工业领域中的应用 1
 - 1.1.2 PLC 在生活领域中的应用 2
- 1.2 PLC 的基本知识 4
 - 1.2.1 PLC 的定义 4
 - 1.2.2 PLC 的主要特点 4
- 1.3 PLC 的硬件组成 5
 - 1.3.1 中央处理单元 5
 - 1.3.2 输入/输出单元 6
 - 1.3.3 电源单元 7
 - 1.3.4 编程设备 7
- 1.4 PLC 的基本工作原理 8
 - 1.4.1 PLC 的等效电路 8
 - 1.4.2 PLC 的工作方式 10
 - 1.4.3 PLC 的扫描周期 10
- 1.5 PLC 的现状与发展趋势 12
- 1.6 习题 14

第 2 章 欧姆龙 PLC 产品简介 15

- 2.1 欧姆龙 PLC 的主要产品及其分类 15
- 2.2 主要产品性能比较 18
- 2.3 新款 PLC 简介 19
- 2.4 习题 20

第 3 章 CS/CJ 系列 PLC 的硬件系统 ... 21

- 3.1 CS 系列 PLC 系统综述 21
 - 3.1.1 CS 系列 PLC 的系统特点
与功能 21
 - 3.1.2 CS 系列 PLC 的基本结构
与配置 22
- 3.2 CJ 系列 PLC 系统综述 28
 - 3.2.1 CJ 系列 PLC 的系统特点
与功能 28
 - 3.2.2 CJ 系列 PLC 的基本结构

与配置 28

3.3 CS/CJ 系列 PLC 的基本 I/O 单元 31

3.4 CS/CJ 系列 PLC 的特殊 I/O 单元 36

3.4.1 CS/CJ 系列 PLC 特殊 I/O 单元类型 36

3.4.2 模拟量输入单元 39

3.4.3 CSIW-AD081-V1 单元应用实例 42

3.4.4 模拟量输出单元 52

3.4.5 CSIW-DA08C 单元应用实例 53

3.4.6 回路控制单元 56

3.4.7 位置控制单元 63

3.5 习题 67

第 4 章 CS 系列 PLC 的存储器系统 68

- 4.1 存储器概述 68
- 4.2 数据区域结构 69
- 4.3 CIO 区 71
- 4.4 工作区 76
- 4.5 保持区 76
- 4.6 辅助区 77
- 4.7 暂存继电器(TR)区 82
- 4.8 定时器区 82
- 4.9 计数器区 83
- 4.10 数据存储(DM)区 83
- 4.11 扩展数据存储(EM)区 84
- 4.12 变址寄存器 84
- 4.13 数据寄存器 86
- 4.14 任务标志 87
- 4.15 条件标志 87
- 4.16 时钟脉冲 88
- 4.17 习题 89

第 5 章 CS/CJ 系列 PLC 的指令系统 90

- 5.1 基本编程指令与规则 90
 - 5.1.1 编程语言 90

5.1.2 顺序输入/输出指令	91	@BCMP(068)	117
5.1.3 编程规则及技巧	96	5.6.3 表比较指令 TCMP(085)/	
5.2 定时计数类指令	98	@TCMP(085)	118
5.2.1 定时器指令	98	5.7 数据转换类指令	119
5.2.2 计数器指令	100	5.7.1 BCD 码到二进制数 BIN(023)/	
5.2.3 定时器与计数器的应用		@BIN(023)	119
举例	102	5.7.2 双字 BCD 码到二进制数 BINL(058)/	
5.3 顺序控制指令	103	@BINL(058)	120
5.4 数据移位类指令	107	5.7.3 二进制数到 BCD 码 BCD(024)/	
5.4.1 移位寄存器 SFT(010)	107	@BCD(024)	120
5.4.2 可逆移位寄存器 SFTR(084)/		5.7.4 双字二进制数到 BCD 码 BCDL(059)/	
@SFTR(084)	108	@BCDL(059)	120
5.4.3 算术左移指令 ASL(025)/		5.7.5 4 到 16 译码器 MLPX(076)/	
@ASL(025)	109	@MLPX(076)	121
5.4.4 算术右移指令 ASR(026)/		5.7.6 16 到 4 编码器 DMPX(077)/	
@ASR(026)	109	@DMPX(077)	122
5.4.5 循环左移指令 ROL(027)/		5.7.7 七段译码 SDEC(078)/	
@ROL(027)	109	@SDEC(078)	124
5.4.6 循环右移指令 ROR(028)/		5.7.8 ASCII 转换 ASC(086)/	
@ROR(028)	110	@ASC(086)	125
5.4.7 数(4bit/s)左移指令 SLD(074)/		5.8 递增/递减指令	126
@SLD(074)	110	5.8.1 BCD 码递增 + B(594)	126
5.4.8 数(4bit/s)右移指令 SRD(075)/		5.8.2 BCD 码递减 - B(596)	127
@SRD(075)	111	5.8.3 二进制递增 + (590)	127
5.4.9 字移位指令 WSFT(016)/		5.8.4 二进制递减 - (592)	128
@WSFT(016)	111	5.9 四则运算类指令	128
5.5 数据传送类指令	112	5.9.1 置进位 STC(040)/@STC(040)和	
5.5.1 传递指令 MOV(021)/		清进位 CLC(041)/@CLC(041)	
@MOV(021)和求反传递指令			129
MVN(022)/@MVN(022)	112	5.9.2 无进位 BCD 码加法 + B(404)/	
5.5.2 块传送指令 XFER(070)/		@ + B(404)	129
@XFER(070)	113	5.9.3 无进位双字 BCD 码加法 + BL(405)/	
5.5.3 块设置指令 BSET(071)/		@ + BL(405)	130
@BSET(071)	113	5.9.4 无进位 BCD 码减法 - B(414)/	
5.5.4 数据交换指令 XCHG(073)/		@ - B(414)	131
@XCHG(073)	114	5.9.5 无进位双字 BCD 码减法 - BL(415)/	
5.5.5 位传送指令 MOV(082)/		@ - BL(415)	132
@MOV(082)	114	5.9.6 BCD 码乘法 * B(424)/	
5.5.6 数(4bit/s)传送指令 MOVD(083)/		@ * B(424)	132
@MOVD(083)	115	5.9.7 双字 BCD 码乘法 * BL(425)/	
5.6 数据比较类指令	116	@ * BL(425)	133
5.6.1 数据比较指令 CMP(020)	116	5.9.8 BCD 码除法 /B(434)/@/	
5.6.2 块比较指令 BCMP(068)/		B(434)	134

5.9.9 双字 BCD 码除法 /BL(435)/@/ BL(435)	134
5.9.10 无进位有符号二进制加法 +(400)/ @+(400)	135
5.9.11 无进位有符号二进制减法 -(410)/ @-(410)	136
5.9.12 有符号二进制乘法 *(420)/ @*(420)	137
5.9.13 有符号二进制除法 /(430)/@/ (430)	137
5.10 逻辑运算类指令	138
5.10.1 补码 COM(029)/ @COM(029)	138
5.10.2 逻辑与 ANDW(034)/ @ANDW(034)	138
5.10.3 逻辑或 ORW(035)/ @ORW(035)	139
5.10.4 异或 XORW(036)/ @XORW(036)	139
5.10.5 异或非 XNRW(037)/ @XNRW(037)	140
5.11 步指令	141
5.11.1 步定义和步启动 STEP(008)/ SNXT(009)	141
5.11.2 步指令应用实例	143
5.12 习题	145
第 6 章 PLC 的程序设计方法	148
6.1 PLC 的编程语言	148
6.1.1 5 种编程语言简介	148
6.1.2 编制梯形图的提示	150
6.2 梯形图程序的参照设计法	151
6.2.1 典型电路参照设计法	151
6.2.2 继电器-接触器控制电路的 翻译法	154
6.2.3 翻译法的两个实例分析	154
6.2.4 参照法的缺点	158
6.3 梯形图的顺序设计法	158
6.3.1 顺序设计法的基本概念	158
6.3.2 顺序设计法与参照法的区别	159
6.4 习题	159

第 7 章 梯形图程序的顺序设计法	161
--------------------------------	-----

7.1 顺序功能图	161
7.2 顺序功能图的组成	161
7.2.1 工作步	161
7.2.2 有向连线	162
7.2.3 转换与转换条件	163
7.2.4 顺序功能图的组成规则与 说明	163
7.3 顺序功能图(SFC)的结构	163
7.3.1 单序列结构	163
7.3.2 选择性序列结构	164
7.3.3 并行性序列结构	164
7.3.4 跳转序列与循环序列	164
7.4 顺序功能图的绘制	165
7.4.1 简单的顺序功能图示例	165
7.4.2 复杂的顺序功能图示例	165
7.5 由顺序功能图编制梯形图	166
7.5.1 用自锁电路编制梯形图	167
7.5.2 用置位与复位指令编制 梯形图	169
7.5.3 用步进指令编制梯形图	174
7.6 3 种编制方法的比较与说明	178
7.6.1 应用实例	178
7.6.2 几点说明	178
7.7 习题	191

第 8 章 编程方式	193
8.1 手编程器的应用	193
8.1.1 手编程器的结构	193
8.1.2 编程准备	195
8.1.3 编程操作	197
8.1.4 监控操作	202
8.2 CX-Programmer 软件的编程操作	206
8.2.1 软件安装	206
8.2.2 编程准备	208
8.2.3 离线编程操作	219
8.3 梯形图在线调试	226
8.3.1 传送程序	226
8.3.2 监视程序	228
8.3.3 调试程序	229
8.4 习题	233

第 9 章 应用实例	234
9.1 汽车自动清洗机	234

9.1.1 对控制提出的要求	234	9.9.2 对控制提出的要求	262
9.1.2 I/O 分配及 PLC 机型选择	234	9.9.3 I/O 分配	262
9.1.3 梯形图程序编制	235	9.9.4 梯形图程序编制	262
9.1.4 程序说明	236	9.9.5 程序解释	265
9.2 电脑洗车自动控制系统	236	9.10 用 PLC 控制变频器对电动机 调速	265
9.2.1 洗车机对控制提出的要求	236	9.10.1 用 PLC 控制变频器的方法 简介	265
9.2.2 I/O 分配及 PLC 机型选择	237	9.10.2 变频器参数设定	265
9.2.3 梯形图程序编制	237	9.10.3 频率指令的设定	266
9.3 自动售货机	241	9.10.4 I/O 分配及 PLC 机型选择	267
9.3.1 对控制提出的要求	241	9.10.5 电动机的工作曲线	267
9.3.2 I/O 分配及 PLC 机型选择	241	9.10.6 梯形图程序编制	267
9.3.3 梯形图程序编制	241	9.10.7 补充说明	267
9.3.4 程序说明	241	9.11 变频与工频的切换控制	269
9.4 配料槽系统	246	9.11.1 对控制提出的要求	270
9.4.1 对控制提出的要求	246	9.11.2 PLC 与变频器的硬件连接及 工作原理	270
9.4.2 配料槽工作时序图	246	9.11.3 I/O 分配及 PLC 机型选择	270
9.4.3 I/O 分配及 PLC 机型选择	246	9.11.4 梯形图程序编制	271
9.4.4 梯形图程序编制	247	9.12 低压低周解列装置的 控制系统	272
9.4.5 指令解释	247	9.12.1 控制系统的硬件配置	272
9.4.6 程序说明	247	9.12.2 模拟量输入单元的参数 设置	273
9.5 不合格产品的剔除	250	9.12.3 梯形图程序编制	273
9.5.1 对控制提出的要求	250	9.13 四层电梯控制系统	277
9.5.2 I/O 分配及 PLC 机型选择	250	9.13.1 控制要求	277
9.5.3 梯形图程序编制	250	9.13.2 I/O 分配及硬件配置	277
9.5.4 指令解释	250	9.13.3 梯形图程序编程	278
9.6 定位及减速控制	254	9.13.4 程序说明	278
9.6.1 对控制提出的要求	254	9.14 燃油锅炉自动点火系统	299
9.6.2 I/O 分配及 PLC 机型选择	254	9.14.1 控制要求	299
9.6.3 梯形图程序编制	254	9.14.2 I/O 分配及硬件配置	299
9.6.4 指令说明	254	9.14.3 梯形图程序编程	301
9.7 交通道口红绿灯的自动控制	257	9.14.4 程序说明	301
9.7.1 对控制提出的要求	257		
9.7.2 I/O 分配及 PLC 机型选择	258		
9.7.3 梯形图程序编制	258		
9.7.4 程序解释	258		
9.8 人行道口红绿灯的自动控制	262		
9.9 水处理过程的顺序控制	262		
9.9.1 工艺过程简介	262	参考文献	307

第 1 章 可编程序控制器概述

可编程序控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是计算机技术与继电器逻辑控制技术相结合的一种新型控制器。它以微处理器为核心, 综合了计算机技术、控制技术、通信技术等高新技术, 是一类在近年来发展极为迅速、应用极为广泛的工业控制装置。

PLC 从诞生、发展到今天, 不过短短的三四十年的, 却给工业自动化领域带来了巨大的变化。PLC 在我国虽然起步较晚, 但以其功能强大、运行可靠、抗干扰能力高、体积小、功耗低、以及方便易学等诸多优点, 早已被广大工程技术人员所接受。同时, 国民经济的各个部门也都大量应用着 PLC 技术。有关 PLC 的图书、资料比比皆是。因此, 本章只用少量篇幅对广大读者较为熟悉的内容作一些综合性的叙述。

本章在 PLC 的应用领域方面结合许多实例作了较为详细的介绍, 目的是使读者拓宽视野, 以增强学习和应用 PLC 技术的信心。

1.1 PLC 的应用领域

PLC 广泛应用在机械制造、化工、冶金、交通、电子、电力、纺织、印刷、建筑、食品加工、轻工机械、包装机械等众多的工业领域中, 它适应高新技术的潮流, 并与计算机辅助设计与加工 (CAD/CAM)、机器人 (ROBOT) 一起被称为当代工业自动化的三大支柱。

不仅如此, PLC 的控制技术也大量应用在与人们的日常生活有着密切关系的方方面面。例如: 交通道口的红绿灯、自动电梯、扶梯、中央空调、高层楼宇的智能控制系统、汽车自动清洗机、街头自动售货柜、城市霓虹灯光夜景等。

1.1.1 PLC 在工业领域中的应用

1. 电力系统

变电站 (110kV; 35kV) 综合自动化系统, 将保护、监控、通信及网络技术融为一体, 在管理监控、设备控制、现场设备的三层网络中, 控制层由数台 PLC 通过现场总线连接, 完成运行监控及实时运行功能, 并将系统运行时的各种信息如调节、操作及报警显示出来。

企业总降压变电站的继电保护系统可实现对变压器的差动保护、过电流保护、气体保护、温度保护, 对各路出线 and 母线的断路器过电流保护, 以及备用电源自动投入装置; 对发电机组的电压、电流、相位、频率、功率因数、绕组温度等参数, 通过现场总线组成与 PLC 相结合的集散式控制系统 (Distributed Control System, DCS) 进行监控。

2. 冶金系统

如在高炉生产中对矿石、焦炭等原料进行配料、称重及上料的自动控制系统; 在轧钢厂中对各种线材、板材的连轧机组的自控系统。有资料显示, 上海宝钢的一期和二期工程中使用 PLC 近千台。

3. 建筑及建材系统

如水泥生产的工艺过程控制系统, 它包括原料的矿采、生料制造、熟料制造、水泥成品

及包装等五大部分,均由数台 PLC 进行控制。又如商品混凝土搅拌站的自控系统,包含对骨料的精确称量、多配比的自动流程、自动测试、修正落差以及对塌落度进行控制。

4. 轻工系统

如对加碘盐、鲜牛奶、乳酸饮料等袋装食品及罐装饮料的生产过程中的称重、装料、封口、检验和计数进行控制;硬盒香烟包装机,以及啤酒酿造中发酵工艺的过程控制等。

5. 机械制造系统

如各类金属切削机床及组合机床的控制系统,金属成型机械、装配机械、机器人,以及汽车、电冰箱、洗衣机自动生产线。数控机床中的位置控制等都可用 PLC 实现控制。

此外,交通运输部门的隧道监控系统,立体运输线和物流仓储自动化系统,聚乙烯、聚丙烯等化工原料生产的过程控制等也可用 PLC 完成。

图 1-1 和图 1-2 给出了两个 PLC 在工业领域的应用示例。

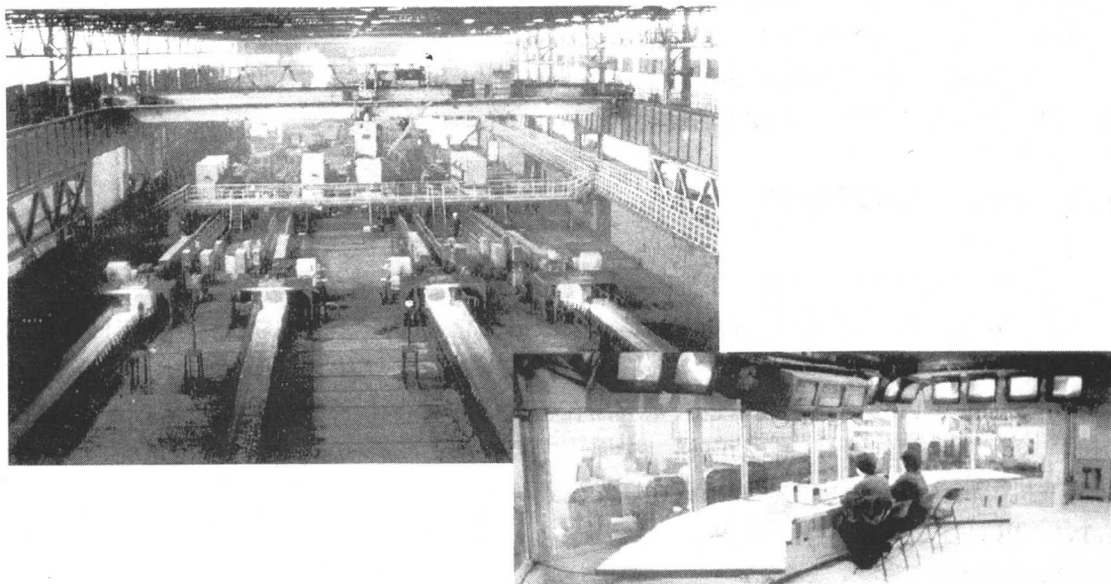


图 1-1 高速线材工艺过程控制系统

1.1.2 PLC 在生活领域中的应用

1. 楼宇智能系统

楼宇的配电系统、冷冻机组、燃油锅炉、给排水设备、空调机组以及公共照明等在各自的现场控制设备的控制下,按照预定的控制策略,使系统工作在最佳状态并达到智能化和节能的效果。

2. 城市给排水系统

如城市水厂供水系统;城市工业污水处理系统。

3. 公共场所的自动电梯和扶梯

电梯轿厢运行中对楼层的外呼、内选、加减速、平层、安全保护、各层显示以及对各种紧急情况的报警进行监控。PLC 与变频器相结合使普通交流异步电动机在电梯、扶梯的拖动系统中得到越来越广泛的应用。

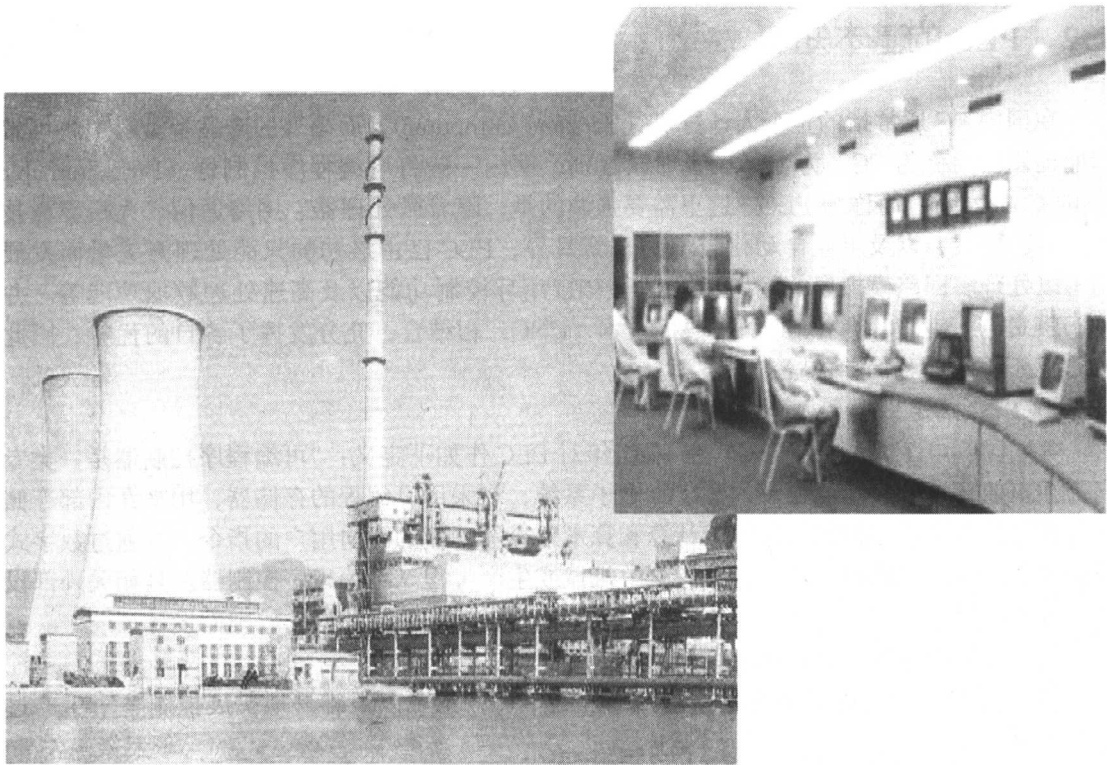


图 1-2 电厂发电工艺过程控制系统

4. 农田灌溉系统

如利用一台小型 LOGO! 系列 PLC 通过 3 个电磁阀就可以控制 3 个不同的地块，实现手动/自动定时灌溉，节约了人力和水资源。

PLC 的其他应用如交通道口的红绿灯、街头自动售货柜、电脑自动洗车机、广告箱、霓虹灯等。

图 1-3 和图 1-4 给出了两个 PLC 在生活领域中的应用示例。

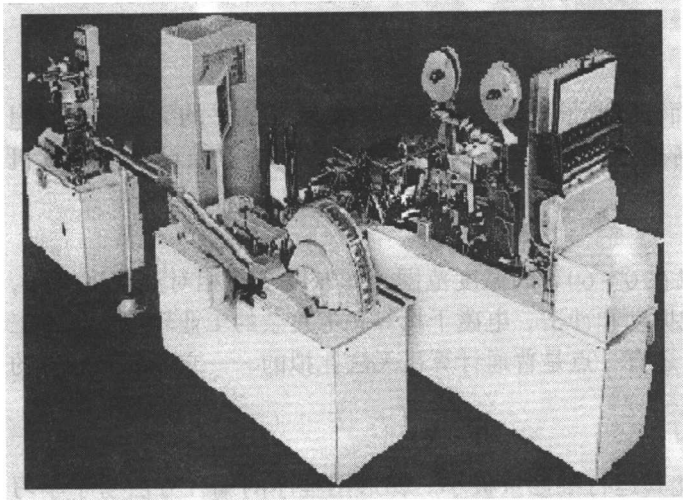


图 1-3 硬盒香烟包装机

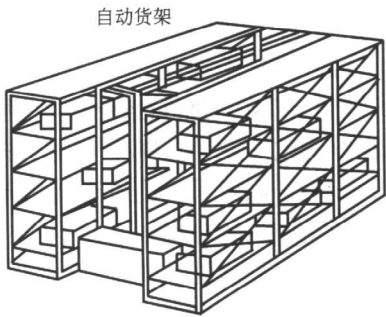


图 1-4 自动货架

1.2 PLC 的基本知识

在国内 PC 通常指的是个人计算机 (Personal Computer), 而国外的产品及资料中将可编程序控制器简称为 PC。为了将二者加以区别, 国内一般将可编程序控制器 (Programmable Logic Controller) 简称为 PLC。这里需要强调的是, 随着微处理器、网络通信、人机界面技术的迅速发展, 以及工业自动化技术的新月异, PLC 已由最初的只能处理开关量而发展到可以处理多回路模拟量的输入、输出和 PID 闭环控制功能以及高速处理数据功能等。并且, PLC 与工业 PC 技术、DCS、数控技术 (CNC) 相结合, 充分发挥了各自的优势, 因此 PLC 已不再是一种简单的控制设备了。

1.2.1 PLC 的定义

美国国际电工委员会 (IEC) 在 1987 年对 PLC 作如下定义: “可编程序控制器是一类专门为在工业环境下应用而设计的数字式电子系统, 它采用可编程的存储器, 用来在内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计算和算术运算等功能的面向用户的指令, 并通过数字式或模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其相关外部设备, 都应按照易于与工业控制系统联成一个整体, 易于扩展其功能的原则而设计。”

我们可以把这段文字表达简单归纳为以下 3 点:

- 1) PLC 是一台工业控制机, 它既可以控制单机, 也可以很容易地扩展控制整个生产过程。
- 2) PLC 能完成各种数字运算和逻辑运算, 还可以处理各种开关量及模拟量。
- 3) PLC 有较强的可以编程的存储功能 (容量为几千至几兆字节), 能满足不同用户的需要。

1.2.2 PLC 的主要特点

PLC 从诞生发展到今天, 它的诸多优点早已被广大使用者所认同。例如它的硬件配套完善; 用户使用方便; 各种功能齐全 (包括条件控制、时间控制、计数控制、步进控制、运动控制、A/D、D/A 转换, 数据处理, 通信和联网等)。编程易于掌握、体积小、功耗低、抗干扰性能强、可靠性高等。以下 4 个优点是 PLC 在工业自动化领域中占有主导地位的重要因素。

(1) 高可靠性

由于 PLC 在硬件和软件两个方面都采取了严格的措施, 使得 PLC 的平均无故障时间超过 4~5 万小时, 某些优秀产品可高达 10 万小时以上。这是任何其他工控设备或计算机 (PC) 无法比拟的。

(2) 高抗干扰性

PLC 的抗干扰性能极强, 它可以在 0~60℃ 的温度范围, 90% 以下的相对湿度下工作, 可在电网电压波动、频率变化、机械振动和冲击、电磁干扰等恶劣复杂的工业环境下正常工作, 而不必采取另外的抗干扰措施。还有一点是普通计算机无法比拟的——它不易受病毒的侵扰而造成系统瘫痪。

(3) 高灵活性

由于 PLC 无触点, 免配线, 因此其运行维修量极小。梯形图程序的编程方法易于学习

和掌握，减少了系统的设计、安装、调试的工作量，尤其是 PLC 的在线修改能力更为突出，使用者可在主机无需断电的情况下，在很短的时间内，按实际需求修改参数，增删程序，监控运行，有效地节省了维修工作量，甚至可以做到边设计、边调试。

(4) 高通信联网功能

PLC 不仅可以实现主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信，还可以与其他智能设备（如计算机、变频器、数控装置）之间实现通信，连成功能很强的网络系统，即最上面一层网络是信息网（Ethernet 以太网），中间一层是控制网络（Control Net），最下面一层是设备网络（Device Net）的 3 层网络系统。

其中低速网络为主从方式，传输速率从几 Kbit/s 到几 Mbit/s，传输距离为 500～2500m。而高速网络采用令牌传送方式通信，传输速率可达 10Mbit/s，传输距离为 500～1000m。这两类网络可以级联，组成控制范围很大的局域管理网络。

1.3 PLC 的硬件组成

PLC 主要由中央处理单元、输入/输出单元、电源及编程设备 4 部分组成，见图 1-5。

1.3.1 中央处理单元

中央处理单元是 PLC 的核心。它由中央处理器（CPU）及存储器（Memory）组成。

(1) CPU

CPU 芯片一般是由控制电路、运算器和寄存器组成的。它通过地址总线、数据总线和控制总线与存储单元、输入输出模块接口电路连接。

CPU 的主要功能是：从存储器中读取指令并存入 CPU 内的指令寄存器中。然后执行指令，包括译码，进行逻辑运算或算术运算，将结果输出给有关部分。然后准备读取下一条指令。CPU 按扫描方式工作，从用户程序首地址到最后的 END 指令不停地周期性扫描，每扫描一次，用户程序就被执行一次。

(2) 存储器

存储器（Memory）是具有记忆功能的半导体器件，用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。其主要特点是用户程序区与数据区分开，并且采用绝对地址。PLC 的存储器有 ROM 及 RAM 两种类型。

ROM 又称只读存储器，存储的内容是制造厂家写入的系统程序，只能读出不能写入。一般包括检查程序、翻译程序、监控程序。它们能完成 PLC 通电后的自检，还可以对用户程序进行语法检查。其监控程序相当于总控程序，可根据用户的要求调用相应的内部程序。例如，用手持编程器选择 PROGRAM 编程工作方式时，总控程序就调用“键盘输入处理程序”，将用户键入的各条指令送到 RAM 中去，若选择 RUN（运行）工作方式时，则总控程序就启动整个程序使之运行。ROM 是固化存储器，其信息掉电不丢失，厂家写入的系统程序不能擦写，永远留存。

RAM 又称随机存储器，它与 ROM 不同的是掉电后信息不能保存。为了使 RAM 中存放

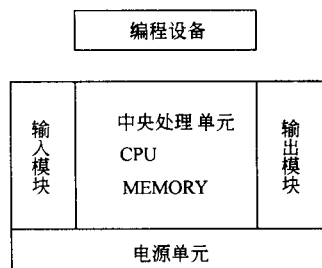


图 1-5 PLC 的硬件结构图

的内容不丢失, PLC 备有专用锂电池对其供电。据厂家说明, 一般锂电池的寿命为 5 年。用户可根据厂家提供的专用继电器, 监视电池的工作情况, 如 OMRON C200H 型 PLC 的 SR25308, 当这个触点闭合 (ON) 时, 表示锂电池电压过低, 应迅速予以更换, 否则用户程序将会丢失。

RAM 中一般存放的是用户程序, 其容量一般以 K 字为单位。每个字由 16 位二进制数组成, $1\text{K 字}=1024\text{ 字}$ 。 $(2^{10}=1024)$ 。小型 PLC 程序容量为 1K 字左右, 大型机可达数百 K 字, 甚至数 M 字。用户通过编程设备输入的程序, 经过预处理后存放在 RAM 中的首地址以数字 00000 开始的区域中, 实际上指的就是输入继电器、定时器和计算器等。此外, RAM 中还包括供内部程序使用的工作单元。

一般 PLC 的 CPU 模块上至少有一个 RS-232 通信口, 如 CS/CJ 系列 PLC 上除设有专门用来连接编程器或上位机的端口外, 还有一个 RS-232C 通信口, 用来连接编程设备 (不包括编程器)、上位机、通用外部设备、可编程终端和其他设备。新款 CP1H 的 CPU 上除有 USB 端口外, 还有两个串行可选单元, 可以选择使用 RS-232C、RS-422A/485 接口 (带适配器), 能够与各种元器件连接。

此外, 有的厂家使用一种非易失性的 EPROM 存放系统程序, 或者给用户提供一个专用的写入器, 把调整好的用户程序写入 EPROM, 以防止因偶然因素造成用户程序的丢失。还有一些新的 PLC 产品将另一种 EEPROM (或 $E^2\text{PROM}$) 作为基本配置或可选配件, 以使用户将调试好的程序存放其中作为备份。

1.3.2 输入/输出单元

输入/输出单元是 PLC 与输入信息及被控设备相连的接口电路。现场设备的各种控制信号, 如操作按钮、限位开关、选择开关、行程开关以及其他一些传感器输出的开关量或模拟量 (要通过 A/D 转换才能进入机内) 等, 通过输入接口电路将这些信号转换成中央处理器能够接收和处理的信号, 并输入给 PLC。输出接口电路将中央处理器送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出, 以驱动继电器、接触器和电磁阀等被控设备的执行元件。此外, 输入输出单元还包括通信、位控、运动、回路等单元。

(1) 开关量输入接口电路

输入接口电路一般是由光耦合电路和微电脑输入接口电路组成的。

光耦合电路的关键器件是光耦合器, 一般由发光二极管和光敏晶体管构成。由于发光二极管能产生与输入信号变化规律相同的光信号, 而光敏晶体管在光信号的照射下导通, 导通的程度与光信号的强弱有关。因此, 在光耦合器的线性工作区, 输入信号与输出信号呈线性关系。输入接口电路的输入端和输出端是靠光信号耦合的, 在电气上是完全隔离的, 所以光耦合器的抗干扰性能很好 (包括抗地线干扰或其他串扰)。

微电脑的输入接口电路一般由数据输入寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路构成, 这些电路集成在一块芯片上。现场的输入信号通过光耦合器送到数据输入寄存器, 再通过数据总线送给 CPU。

(2) 开关量输出接口电路

输出接口电路一般由微电脑输出接口电路和功率放大电路组成。而微电脑输出接口电路则由数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成而成。CPU 通过数据总线将要输出的信号放到输出数据寄存器中。功率放大电路是为了适应工业控制的要求, 将微电脑输出的信号加

以放大。PLC的输出有3种方式：即继电器输出、晶体管输出及双向晶闸管输出。如何选择要看负载的性质及要求而定。

除了开关量输入/输出单元外，PLC还有许多特殊功能单元，如高密度 I/O 单元、模拟量 I/O 单元、温度传感单元、温度控制单元、凸轮控制单元、PID 单元、总线单元、位置控制单元、高速计数单元和语音单元等。这些单元可根据需要选择，组成灵活多变的控制系统，这说明 PLC 的功能很强。这部分内容可参看本书第 3 章 PLC 的硬件系统或参阅本书光盘上的 CS/CJ 系列 PLC 的操作手册。

① 模拟量输入单元规格有 4 点、8 点两种，模拟量输出单元规格有 2 点、4 点两种。量程范围有 $-10\sim 10\text{V}$ ； $0\sim 10\text{V}$ ； $0\sim 5\text{V}$ ； $1\sim 5\text{V}$ ； $4\sim 20\text{mA}$ 。

② 温度控制单元规格有双控制回路、四控制回路两种，适用于热电偶、热电阻温度计，并有加热器断路检测功能，还有 NPN 及 PNP 两种输出可供选择。

③ 位置控制单元，规格有 1 轴、2 轴和 4 轴 3 种，有脉冲输出集电极开路输出及线性驱动器输出。

④ 高速计数单元有 2 轴脉冲输入，其计数率最大为 500kC/S ，并且与线性驱动器兼容。

⑤ CompoBUS/S 主控单元的远程 I/O 最大为 256 点，而 DeviceNet 单元可容纳远程 I/O 2048 点且具有主从功能，还可以进行不用配置器的自动分配。

此外，CPU 还有一个 RS-232C 端口和一个 RS-422A/485 端口，可对串行通信口进行扩展。它的以太网单元可以实现 FINS 通信、套接服务、FTP 服务器和邮件通信。CS/CJ 系列 PLC 的 CPU 单元最多可以连接 16 个串行通信单元。系统构成可扩展连接带 RS-232C 或 RS-422/485 端口的设备，例如温度传感单元、条形码阅读器、ID 系统、个人计算机、计算机板卡、机架和其他公司的 PLC。

以上说明了现有的 PLC 功能很强，详细内容可参看第 3 章或参阅本书所附光盘的相关内容。

1.3.3 电源单元

PLC 一般使用 AC $220\sim 240\text{V}$ 的电源供电。交流电经过整流、滤波、稳压后供给中央处理器、存储器等内部电路模块所用的直流稳压电源。该电源的质量直接影响到 PLC 的功能和工作的可靠性。因此，目前大部分 PLC 均采用开关型稳压电源供电。某些 PLC 还可以为输入电路和外部检测装置提供 DC 24V 电源。但因容量有限，驱动现场执行机的直流电源一般由用户自己提供。

PLC 自带的锂电池只作为断电时的备用电源。

1.3.4 编程设备

PLC 的编程设备有两种：一种是手持编程器，另一种是利用上位机中的专用软件编程。虽然编程设备可在线或脱机工作，但是，没有它就不能把用户程序送入到 PLC 中，所以我们把编程设备划归为 PLC 的硬件组成结构中。

手持编程器是由键盘、显示器和工作方式选择开关组成。通过专用电缆与 CPU 的外设端口相连，可以上载或下载用户程序，它主要用于调试简单程序，在线修改参数及 PLC 运行时的监控。

利用上位机编程必须通过所选用的 PLC 厂家提供的专用软件。它主要用于编写较大型的程序，并能灵活地修改、上载、下载、在线调试或监控程序。

目前，设计人员主要用这种方式编程。详细内容请参见第 8 章。

1.4 PLC 的基本工作原理

PLC 是从继电器-接触器控制系统发展而来的。它的梯形图程序与继电器-接触器系统电气原理图十分相似。为了便于理解 PLC 的工作原理，下面通过对比的方法来阐明 PLC 的工作方式。

1.4.1 PLC 的等效电路

PLC 相当于一台执行逻辑功能的工控机。其中 CPU 用来完成运算功能、存储器用来保持逻辑功能。因此，可以把结构框图等效成继电器-接触器控制的原理图，如图 1-6 所示。

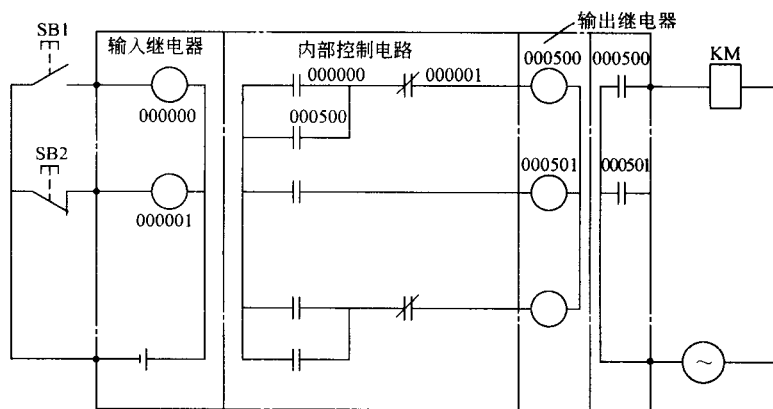


图 1-6 PLC 的等效电路

等效电路可分成输入部分、内部控制电路及输出部分。

(1) 输入部分

输入部分的作用是收集被控设备的信息或操作命令。输入端子是 PLC 与外部开关元件、传感器等交换信号的端口。输入继电器（如图中 000000、000001 等）由接到输入端的外部信号来驱动，如果外部信号较多时，一般由用户自己提供的 DC 24V 电源供给。等效电路中的每一个输入继电器实际对应于 PLC 的一个输入点及其相应的输入电路。如果一个 PLC 有 16 个输入点，那么它就相当于有 16 个微型输入继电器置于 PLC 内部，并与输入端子相连，即可作为 PLC 编程时使用的输入量的常开触点和常闭触点。

(2) 内部控制电路

内部控制电路是由用户根据控制要求编制的梯形图程序组成的，其作用是按控制要求对输入信息进行逻辑判断，运算处理。判断出哪些是内部软件用于模拟中间继电器进行逻辑运算而无需输出，哪些是需要输出的信号，如 000500，将得到的结果通过输出部分送往负载。

梯形图程序是从继电器-接触器控制的电气原理图演变而成的，它们的图形符号有很多相似之处，如图 1-7 所示。这也是 PLC 容易为电气工程技术人員学习和掌握的原因之一。

(3) 输出部分

输出部分的作用是驱动外部负载，如继电器、接触器的线圈，电磁阀、信号灯等。这部分包括输出电路及输出端子。如果选用继电器输出的电路，则 PLC 有几个输出点就对应有几个输出继电器。它们的触点（如图 1-6 中 000500、000501 等）与输出端子相连，触点的

接通与断开就可以使负载的动作得到相应的控制。这些输出继电器除供外部设备使用外，还提供 PLC 内部使用的常开和常闭软触点，数量不限，便于编程。

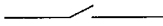
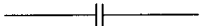
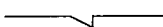
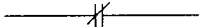
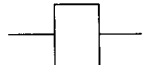
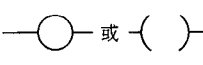
	继电器—接触器原理图	PLC 梯形图
常开触点		
常闭触点		
输出线圈		

图 1-7 梯形图器件与电气原理电路元件对照

输出端子常分成若干组，每组有各自的公共端（COM 端），可为用户使用不同等级的电源电压时提供方便。（如 DC 24V；AC 220V 等）。

下面以三相异步电动机起动、停止控制电路为例，对比说明 PLC 控制系统的基本工作过程，以便进一步加深对 PLC 等效电路的认识。

图 1-8 给出了普通三相异步电动机起动、自锁、停止控制电路的原理图。

当按下起动按钮 SB2 时，交流接触器 KM 线圈得电，主触点闭合，电动机起动，同时 KM 的常开辅助触点闭合为 SB2 提供自锁回路，保持按钮松开后 KM 的接通状态。当按下停止按钮 SB1 时，KM 线圈断电，电动机停止运转。

用 PLC 控制电动机的起动、自锁、停止电路如图 1-9 所示。

停止按钮 SB1（常闭触点）、起动按钮 SB2（常开触点）及热继电器辅助常闭触点 FR 分别接入 PLC 的输入端，交流接触器 KM 的线圈接入 PLC 的输出端。用编程设备将图 1-9 中的梯形图输入到 PLC 内，按照相同的起动、停止的操作，即可实现与继电器-接触器控制线路相同

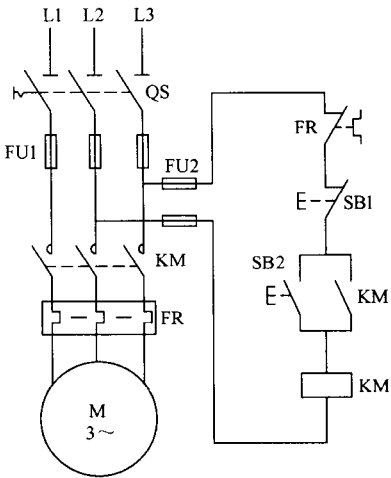


图 1-8 三相异步电动机起动、自锁、停止控制电路的原理图

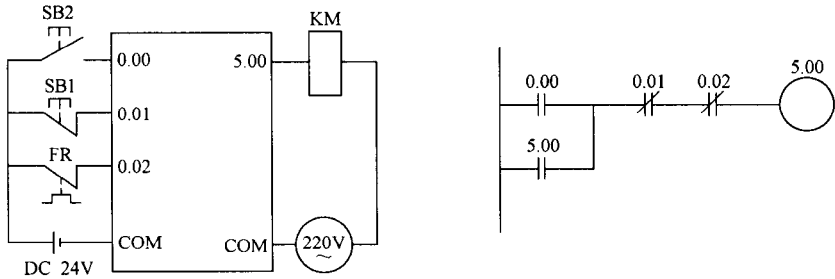


图 1-9 PLC I/O 连线图与梯形图