

21 世纪高职高专规划教材系列

# 可编程控制器

## 原理及应用

田淑珍 主编



增值回报  
电子教案

21 世纪高职高专规划教材系列

# 可编程控制器原理及应用

主编 田淑珍

参编 孙建东 王延忠

主审 李丽



机械工业出版社

本书作为高等职业教育中可编程控制器的教材,充分体现了高等职业教育培养技能型人才的教学特色。

全书共分 8 章,第 1~3 章介绍 PLC 的基础知识、结构和编程软件的使用及实训;第 4~6 章介绍 PLC 的指令及应用,常用指令后都配有例题、实训;第 7 章通过综合实例和实训介绍 PLC 应用系统的设计;第 8 章介绍 S7-200 系列 PLC 的通信与网络。每章后均配有习题。

本书适合高职高专自动化、机电一体化、计算机控制及相关专业教学使用,也可供 S7-200 系列 PLC 用户参考,同时也可作为相关专业技术人员自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用 / 田淑珍主编. —北京:机械工业出版社, 2005.7  
(21 世纪高职高专规划教材系列)

ISBN 7-111-17045-8

I. 可... II. 田... III. 可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材  
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 084191 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:时 静

责任印制:石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷

2005 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16·15.5 印张·379 千字

0001—5000 册

定价:22.00 元

凡购本图书,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  
封面无防伪标均为盗版

## 出版说明

为了贯彻国务院发〔2002〕16号文件《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神，进一步落实《中华人民共和国职业教育法》和《中华人民共和国劳动法》，实施科教兴国战略，大力推进高等职业教育改革与发展，我们组织力量，对实现高等职业教育培养目标和保证基本教学规格的文化基础课程、专业技术基础课程和重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。

本套教材内容涵盖了高职高专院校计算机及相关专业的专业基础课、专业课以及选修课程，主要分为计算机文化基础、编程语言、硬件技术、网络信息、数据库应用及多媒体技术等几大类。为配合高职教育关于“培养21世纪与我国现代化建设要求相适应的一线科技实用型人才”的最新理念，我们特为本系列教材配备了实践指导丛书，以利于老师的教学和学生的学习。

本套教材将理论教学和实践教学紧密结合，图文并茂、内容实用、层次分明、讲解透彻，其中融入了作者长期的教学经验和丰富的实践经验。可作为各类高职高专院校的教材，也可作为各类培训班的教材。

机械工业出版社

# 前 言

应用可编程控制器（PLC）是从事自动控制及机电一体化专业工作的技术人员不可缺少的重要技能。许多高职院校已将其作为一门主要的实用性很强的专业课。西门子公司的可编程控制器在我国的市场中占有一定的份额，特别是 S7-200 系列中的 CPU21X 和 CPU22X 系列有着广泛的应用，因其结构紧凑、功能强、易于扩展，以及性价比高等多方面的因素，被许多高职院校作为教学用机。但目前市场上适合高等职业教育的有关 S7-200 系列 PLC 的高职教材却很少，为此我们编写了这本以培养综合性技能型兼顾应用型人才为目标的“讲、练”结合的教材，在理论够用条件下，突出实训教学，力图做到便于教学，突出职业教育的特点。

本书重点介绍了 S7-200 系列 PLC 的组成、原理、指令和应用，详细介绍了 PLC 的编程方法，并列举了大量应用示例。为了突出职业教育的特点常用指令后都配有例题、实训，由浅入深地培养学生的学习兴趣，并通过综合实例和实训，介绍 PLC 应用系统的设计，提高学生的技能。

本教材既可供少学时（如 40~50 学时）教学使用，也可供多学时（如 70~80 学时）教学使用。少学时教学可以将第 1~5 章作为重点详细介绍，有条件的话可多安排一些实训，而第 6 章、第 8 章则可作简单介绍，第 7 章则可选择重点讲解并安排相关实训。

第 3 章关于 STEP-7 编程软件的讲解，可以根据教学内容和实训内容的需要合理安排，最好是“现用现讲，用多少讲多少”，特别是要和实训内容交织在一起讲，通过上机练习，使教学效果更好。

为了便于读者使用，本书配备了电子教案，读者可从机械工业出版社网站（[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)）下载。

本书由田淑珍主编并编写了第 4~7 章；孙建东编写了第 1、2、8 章；王延忠编写了第 3 章和附录，并做了图文处理工作。

本书由李丽副教授主审，她认真审阅了全书的初稿，并提出了许多宝贵的修改意见，在此深表感谢。

由于编者水平有限，书中错漏在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

出版说明

前言

<b>第 1 章 可编程控制器的概述</b> .....	1
1.1 可编程控制器的发展概况 .....	1
1.2 可编程控制器的定义 .....	2
1.3 可编程控制器的基本组成 .....	3
1.3.1 控制组件 .....	3
1.3.2 输入输出接口电路 .....	4
1.3.3 编程器 .....	7
1.4 可编程控制器的工作原理及主要技术指标 .....	7
1.4.1 可编程控制器的工作原理 .....	7
1.4.2 可编程控制器的主要技术指标 .....	8
1.5 可编程控制器的分类、特点、应用及发展 .....	9
1.5.1 可编程控制器的分类 .....	9
1.5.2 可编程控制器的特点 .....	9
1.5.3 可编程控制器的应用 .....	10
1.5.4 可编程控制器的发展 .....	11
1.6 习题 .....	12
<b>第 2 章 西门子 S7-200 系列可编程控制器介绍</b> .....	13
2.1 S7-200 系列 PLC 概述 .....	13
2.2 S7-200 系列 CPU224 型 PLC 的结构 .....	14
2.2.1 CPU224 型 PLC 的外形及端子介绍 .....	14
2.2.2 CPU224 型 PLC 的结构及性能指标 .....	17
2.2.3 PLC 的 CPU 的工作方式 .....	18
2.3 扩展功能模块 .....	19
2.3.1 扩展单元及电源模块 .....	19
2.3.2 常用扩展模块介绍 .....	19
2.4 S7-200 系列 PLC 数据存储及元件功能 .....	21
2.4.1 数据存储类型 .....	21
2.4.2 编址方式 .....	22
2.4.3 寻址方式 .....	23
2.4.4 元件功能及地址分配 .....	24
2.5 习题 .....	27
<b>第 3 章 STEP 7 编程软件介绍</b> .....	28
3.1 STEP 7 概述 .....	28

3.1.1	STEP 7-Mirco/WIN 的安装	28
3.1.2	STEP 7-Mirco/WIN 窗口组件	30
3.1.3	编程准备	37
3.2	STEP 7-Mirco/WIN 主要编程功能	38
3.2.1	编程元素及项目组件	38
3.2.2	梯形图程序的输入	38
3.2.3	数据块编辑	41
3.2.4	符号表操作	42
3.3	通信	43
3.3.1	通信网络的配置	43
3.3.2	上载、下载	44
3.4	程序的调试与监控	45
3.4.1	选择工作方式	45
3.4.2	程序状态显示	45
3.4.3	状态图显示	47
3.4.4	执行有限次扫描	48
3.4.5	查看交叉引用	49
3.5	项目管理	51
3.5.1	打印	51
3.5.2	复制项目	51
3.5.3	导入文件	51
3.5.4	导出文件	52
3.6	编程软件使用实训	52
3.7	习题	54
<b>第 4 章</b>	<b>S7-200 系列 PLC 基本指令及实训</b>	<b>55</b>
4.1	可编程控制器程序设计语言	55
4.2	基本位逻辑指令与应用	57
4.2.1	基本位操作指令介绍	57
4.2.2	基本位逻辑指令应用举例	65
4.2.3	编程注意事项及编程技巧	68
4.2.4	电动机控制实训	70
4.3	定时器指令	72
4.3.1	定时器指令介绍	72
4.3.2	定时器指令应用举例	75
4.3.3	正次品分拣机编程实训	77
* 4.4	计数器指令	79
4.4.1	计数器指令介绍	79
4.4.2	计数器指令应用举例	80
4.4.3	轧钢机的控制实训	82

4.5	比较指令	84
4.6	程序控制类指令	85
4.6.1	END、STOP、WDR 指令	86
4.6.2	循环、跳转指令	87
4.6.3	子程序调用及子程序返回指令	89
4.6.4	步进顺序控制指令	94
4.6.5	送料车控制实训	96
4.7	习题	100
<b>第 5 章</b>	<b>数据处理、运算指令及应用</b>	<b>103</b>
5.1	数据处理指令	103
5.1.1	数据传送指令	103
5.1.2	字节交换、字节立即读写指令	104
5.1.3	移位指令及应用举例	105
5.1.4	转换指令	112
5.1.5	天塔之光的模拟控制实训	116
5.2	算术运算、逻辑运算指令	119
5.2.1	算术运算指令	119
5.2.2	逻辑运算指令	122
5.2.3	递增、递减指令	125
5.2.4	运算单位转换实训	126
5.3	表功能指令	127
5.3.1	填表指令	127
5.3.2	表取数指令	128
5.3.3	表查找指令	129
5.3.4	字填充指令	130
5.4	习题	131
<b>第 6 章</b>	<b>特殊功能指令</b>	<b>133</b>
6.1	立即类指令	133
6.2	中断指令和中断程序	133
6.2.1	中断源	134
6.2.2	中断指令	136
6.2.3	中断程序	136
6.2.4	程序举例	137
6.2.5	中断程序编程实训	137
6.3	高速计数器与高速脉冲输出	140
6.3.1	占用输入/输出端子	140
6.3.2	高速计数器的工作模式	141
6.3.3	高速计数器的控制字和状态字	144
6.3.4	高速计数器指令及举例	144



6.3.5	高速脉冲输出 .....	148
6.3.6	高速输入、高速输出指令编程实训 .....	156
6.4	PID 控制 .....	157
6.4.1	PID 指令 .....	157
6.4.2	PID 控制功能的应用 .....	160
6.5	时钟指令 .....	162
6.6	习题 .....	164
<b>第 7 章</b>	<b>PLC 应用系统设计及实例 .....</b>	<b>165</b>
7.1	应用系统设计概述 .....	165
7.2	PLC 应用系统的设计 .....	165
7.2.1	PLC 控制系统的设计内容及设计步骤 .....	165
7.2.2	PLC 的硬件设计和软件设计及调试 .....	166
7.2.3	PLC 程序设计常用的方法 .....	167
7.2.4	PLC 程序设计步骤 .....	181
7.3	应用举例 .....	181
7.3.1	机械手的模拟控制 .....	181
7.3.2	组合机床的控制 .....	184
7.3.3	除尘室 PLC 控制 .....	191
7.3.4	水塔水位的模拟控制实训 .....	193
7.3.5	温度的检测与控制实训 .....	194
7.4	S7-200 系列 PLC 的装配、检测和维护 .....	197
7.4.1	PLC 的安装与配线 .....	197
7.4.2	PLC 的自动检测功能及故障诊断 .....	199
7.4.3	PLC 的维护与检修 .....	199
7.5	PLC 应用中若干问题的处理 .....	200
7.6	习题 .....	201
<b>第 8 章</b>	<b>S7-200 的通信与网络 .....</b>	<b>203</b>
8.1	通信的基本知识 .....	203
8.1.1	基本概念和术语 .....	203
8.1.2	差错控制 .....	204
8.1.3	传输介质 .....	205
8.1.4	串行通信接口标准 .....	207
8.2	工业局域网基础 .....	208
8.2.1	局域网的拓扑结构 .....	208
8.2.2	网络协议和体系结构 .....	210
8.2.3	现场总线 .....	210
8.3	S7-200 通信部件介绍 .....	211
8.3.1	通信口 .....	211
8.3.2	PC/PPI 电缆 .....	211

8.3.3	网络连接器 .....	213
8.3.4	PROFIBUS 网络电缆 .....	213
8.3.5	网络中继器 .....	214
8.3.6	EM277 PROFIBUS-DP 模块 .....	214
8.4	S7-200 PLC 的通信 .....	215
8.4.1	概述 .....	216
8.4.2	利用 PPI 协议进行网络通信 .....	217
8.4.3	利用 MPI 协议进行网络通信 .....	219
8.4.4	利用 PROFIBUS 协议进行网络通信 .....	219
8.4.5	利用 ModBUS 协议进行网络通信 .....	222
8.4.6	工业以太网 .....	225
8.5	习题 .....	225
附录	.....	226
附录 A	错误代码 .....	226
A.1	致命错误代码和信息 .....	226
A.2	运行程序错误 .....	227
A.3	编译规则错误 .....	227
附录 B	S7-200 故障处理指南 .....	228
附录 C	特殊存储器位 .....	229
附录 D	S7-200 指令速查 .....	234
参考文献	.....	236

# 第 1 章 可编程控制器的概述

## 本章要点

- 可编程控制器的特点、分类与发展
- 可编程控制器的定义和基本含义
- 可编程控制器的基本组成及各部分的作用
- 可编程控制器的工作原理
- 可编程控制器的技术指标

## 1.1 可编程控制器的发展概况

随着计算机控制技术的不断发展，可编程控制器的应用已广泛普及，成为自动化技术的重要组成部分。可编程控制器最先出现在美国，1968 年，美国的通用汽车公司（GM）提出了研制一种新型控制器的要求，并从用户角度提出新一代控制器应具备以下十大条件：

- (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（即用美国的电网电压）。
- (8) 输出为交流 115V、2A 以上，能直接驱动电磁阀。
- (9) 在扩展时，原有系统只需要很小的变更。
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

条件提出后，立即引起了开发热潮。1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出了世界上第一台可编程序控制器，并应用于通用汽车公司的生产线上。当时叫可编程逻辑控制器 PLC（Programmable Logic Controller），目的是用来取代继电器，以执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能。紧接着，美国 MODICON 公司也开发出同名的控制器，1971 年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制成了日本第一台可编程控制器。1973 年，西欧国家也研制出他们的第一台可编程控制器。

随着半导体技术，尤其是微处理器和微型计算机技术的发展，到 20 世纪 70 年代中期以后，特别是进入 20 世纪 80 年代以来，PLC 已广泛地使用 16 位甚至 32 位微处理器作为中央处理器，输入输出模块和外围电路也都采用了中、大规模甚至超大规模的集成电路，使 PLC 在概念、设计、性能价格比以及应用方面都有了新的突破。这时的 PLC 已不仅仅具有逻辑判断功能，还同时具有数据处理、PID 调节和数据通信功能，称之为可编程序控制器

(Programmable Controller)更为合适, 简称为 PC, 但为了与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 相区别, 一般将它简称为 PLC (Programmable Logic Controller)。

PLC 是微机技术与传统的继电器-接触器控制技术相结合的产物, 其基本设计思想是把计算机功能完善、灵活、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, 控制器的硬件是标准的、通用的。根据实际应用对象, 将控制内容编成软件写入控制器的用户程序存储器内。继电器控制系统已有上百年历史, 它是用弱电信号控制强电系统的控制方法, 在复杂的继电器控制系统中, 故障的查找和排除困难, 花费时间长, 严重地影响工业生产。在工艺要求发生变化的情况下, 控制柜内的元件和接线需要作相应的变动, 改造工期长、费用高, 以至于用户宁愿另外制作一台新的控制柜。而 PLC 克服了继电器-接触器控制系统中机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点, 充分利用微处理器的优点, 并将控制器和被控对象方便地连接起来。由于 PLC 是由微处理器、存储器和外围器件组成, 所以应属于工业控制计算机中的一类。

对用户来说, 可编程控制器是一种无触点设备, 改变程序即可改变生产工艺, 因此如果在初步设计阶段就选用可编程控制器, 可以使得设计和调试变得简单容易。从制造生产可编程控制器的厂商角度看, 在制造阶段不需要根据用户的订货要求专门设计控制器, 适合批量生产。由于这些特点, 可编程控制器问世以后很快受到工业控制界的欢迎, 并得到迅速的发展。目前, 可编程控制器已成为工业自动化的强有力工具, 得到了广泛的应用。

我国从 1974 年也开始研制可编程序控制器, 1977 年开始工业应用。目前它已经大量地应用在楼宇自动化、家庭自动化、商业、公用事业、测试设备和农业等领域, 并涌现出大批应用可编程序控制器的新型设备。掌握可编程序控制器的工作原理, 具备设计、调试和维护可编程序控制器控制系统的能力, 已经成为现代工业对电气技术人员和工科学生的基本要求。

## 1.2 可编程控制器的定义

国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁发了可编程控制器标准草案第一稿, 1985 年 1 月又发表了第二稿, 1987 年 2 月颁发了第三稿。该草案中对可编程控制器的定义是:

“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。它采用了可编程序的存储器, 用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令, 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, 都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”, 是一种计算机。它是“专为在工业环境下应用而设计”的工业计算机, 是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机, 除了能完成各种各样的控制功能外, 还有与其他计算机通信联网的功能。

这种工业计算机采用“面向用户的指令”, 因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时计数和算术操作, 它还具有“数字量和模拟量输入输出控制”的能力, 并且非常容易与“工业控制系统联成一体”, 易于“扩充”。

定义还强调了可编程控制器能直接应用于工业环境, 它须具有很强的抗干扰能力、广泛

的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。

应该强调的是，可编程控制器与以往所讲的顺序控制器在“可编程”方面有质的区别。PLC 引入了微处理机及半导体存储器等新一代电子器件，并用规定的指令进行编程，能灵活地修改，即用软件方式来实现“可编程”的目的。

可程序控制器是应用面最广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置。

## 1.3 可编程控制器的基本组成

### 1.3.1 控制组件

可编程控制器主要由 CPU、存储器、基本 I/O 接口电路、外设接口、编程装置、电源等组成。

可编程控制器的结构多种多样，但其组成的一般原理基本相同，都是以微处理器为核心的结构，如图 1-1 所示。编程装置将用户程序送入可编程控制器，在可编程控制器运行状态下，输入单元接收到外部元件发出的输入信号，可编程控制器执行程序，并根据程序运行后的结果，由输出单元驱动外部设备。

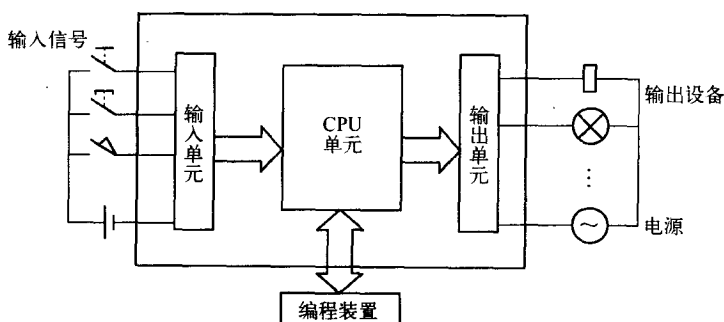


图 1-1 可编程控制器系统结构

#### 1. CPU 单元

CPU 是可编程控制器的控制中枢，相当于人的大脑。CPU 一般由控制电路、运算器和寄存器组成。这些电路通常都被封装在一个集成的芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储单元、输入输出接口电路连接。CPU 的功能有：它在系统监控程序的控制下工作，通过扫描方式，将外部输入信号的状态写入输入映像寄存区域，PLC 进入运行状态后，从存储器逐条读取用户指令，按指令规定的任务进行数据的传送、逻辑运算、算术运算等，然后将结果送到输出映像寄存区域。

CPU 常用的微处理器有通用型微处理器、单片机和位片式微处理器等。通用型微处理器常见的有 Intel 公司的 8086、80186 和 Pentium 系列芯片；单片机型的微处理器有 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机等；位片式微处理器有 AMD 2900 系列的微处理器等。小型 PLC 的 CPU 多采用单片机或专用 CPU，中型 PLC 的 CPU 大多采用 16 位微处理器或单片机，大型 PLC 的 CPU 多用高速位片式处理器，具有高速处理能力。

## 2. 存储器

可编程控制器的存储器由只读存储器 ROM、随机存储器 RAM 和可电擦写的存储器 EEPROM 3 大部分构成，主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。

只读存储器 ROM 用于存放系统程序，可编程控制器在生产过程中将系统程序固化在 ROM 中，用户是不可改变的。用户程序和中间运算数据存放在随机存储器 RAM 中，RAM 存储器是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器，可用锂电池做备用电源。它存储的内容是易失的，掉电后内容丢失；当系统掉电时，用户程序可以保存在只读存储器 EEPROM 或由高能电池支持的 RAM 中。EEPROM 兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取优点，用来存放需要长期保存的重要数据。

## 3. I/O 单元及 I/O 扩展接口

(1) I/O 单元。PLC 内部输入电路的作用是将 PLC 外部电路（如行程开关、按钮、传感器等）提供的符合 PLC 输入电路要求的电压信号，通过光耦合电路送至 PLC 内部电路。输入电路通常以光电隔离和阻容滤波的方式提高抗干扰能力，输入响应时间一般在 0.1~15ms 之间。根据输入信号形式的不同，可分为模拟量 I/O 单元、数字量 I/O 单元两大类。根据输入单元形式的不同，可分为基本 I/O 单元、扩展 I/O 单元两大类。

(2) I/O 扩展接口。可编程控制器利用 I/O 扩展接口使 I/O 扩展单元与 PLC 的基本单元实现连接，当基本 I/O 单元的输入或输出点数不够使用时，可以用 I/O 扩展单元来扩充开关量 I/O 点数和增加模拟量的 I/O 端子。

## 4. 外设接口

外设接口电路用于连接手持编程器或其他图形编程器、文本显示器，并能通过外设接口组成 PLC 的控制网络。PLC 通过 PC/PPI 电缆或使用 MPI 卡通过 RS-485 接口与计算机连接，可以实现编程、监控、连网等功能。

## 5. 电源

电源单元的作用是把外部电源（220V 的交流电源）转换成内部工作电压。外部连接的电源，通过 PLC 内部配有的一个专用开关式稳压电源，将交流/直流供电电源转化为 PLC 内部电路需要的工作电源（直流 5V、±12V、24V），并为外部输入元件（如接近开关）提供 24V 直流电源（仅供输入端点使用），而驱动 PLC 负载的电源由用户提供。

### 1.3.2 输入输出接口电路

输入输出接口电路实际上是 PLC 与被控对象间传递输入输出信号的接口部件。输入输出接口电路要有良好的电隔离和滤波作用。

#### 1. 输入接口电路

由于生产过程中使用的各种开关、按钮、传感器等输入器件直接接到 PLC 输入接口电路上，为防止由于触点抖动或干扰脉冲引起错误的输入信号，输入接口电路必须有很强的抗干扰能力。

如图 1-2 所示，输入接口电路提高抗干扰能力的方法主要有：

(1) 利用光耦合器提高抗干扰能力。光耦合器的工作原理是：发光二极管有驱动电流流过时，导通发光，光敏三极管接收到光线，由截止变为导通，将输入信号送入 PLC 内部。光耦合器中的发光二极管是电流驱动元件，要有足够的能量才能驱动。而干扰信号虽然有的

电压值很高，但能量较小，不能使发光二极管导通发光，所以不能进入 PLC 内，实现了电隔离。

(2) 利用滤波电路提高抗干扰能力。最常用的滤波电路是电阻电容滤波，如图 1-2 中的 R1、C。

图 1-2 中，K 为输入开关，当 K 闭合时，LED 点亮，显示输入开关 K 处于接通状态。光耦合器导通，将高电平经滤波器送到 PLC 内部电路中。当 CPU 在循环的输入阶段锁入该信号时，将该输入点对应的映像寄存器状态置 1；当 K 断开时，则对应的映像寄存器状态置 0。

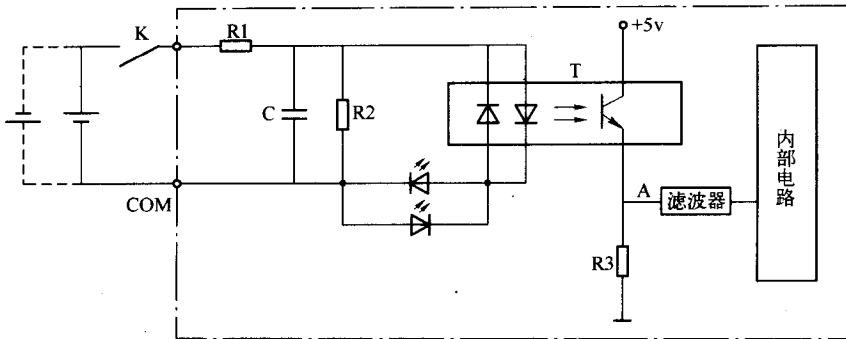


图 1-2 可编程控制器输入电路

根据常用输入电路的电压类型及电路形式不同，可以分为干接点式、直流输入式和交流输入式。输入电路的电源可由外部提供，有的也可由 PLC 内部提供。

## 2. 输出接口电路

根据驱动负载元件的不同可将输出接口电路分为 3 种：

(1) 小型继电器输出形式，如图 1-3 所示。这种输出形式既可驱动交流负载，又可驱动直流负载。它的优点是适用电压范围比较宽，导通压降小，承受瞬时过电压和过电流的能力强。缺点是动作速度较慢，动作次数（寿命）有一定的限制。建议在输出量变化不频繁时优先选用。

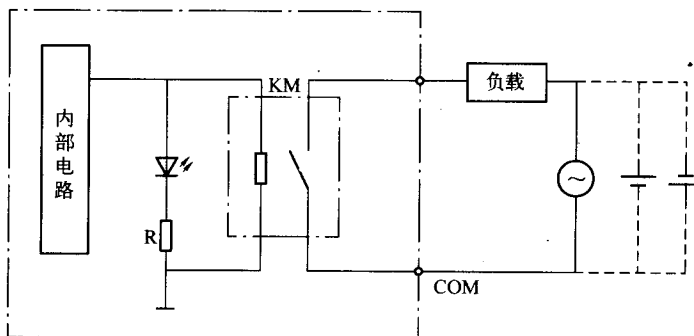


图 1-3 小型继电器输出形式电路

图 1-3 所示电路工作原理是：当内部电路的状态为 1 时，使继电器 KM 的线圈通电，产生电磁吸力，触点闭合，则负载得电，同时点亮 LED，表示该路输出点有输出。当内部电路

的状态为 0 时，使继电器 KM 的线圈无电流，触点断开，则负载断电，同时 LED 熄灭，表示该路输出点无输出。

(2) 大功率晶体管或场效应管输出形式，如图 1-4 所示。这种输出形式只可驱动直流负载。它的优点是可靠性强，执行速度快，寿命长。缺点是过载能力差。适合在直流供电、输出量变化快的场合使用。

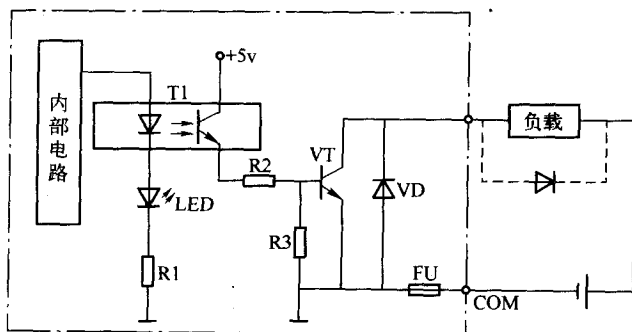


图 1-4 大功率晶体管输出形式电路

图 1-4 所示电路的工作原理是：当内部电路的状态为 1 时，光耦合器 T1 导通，使大功率晶体管 VT 饱和导通，负载得电，同时点亮 LED，表示该路输出点有输出。当内部电路的状态为 0 时，光耦合器 T1 断开，大功率晶体管 VT 截止，则负载失电，LED 熄灭，表示该路输出点无输出。当负载为电感性负载，VT 关断时会产生较高的反电势，VD 的作用是为其提供放电回路，避免 VT 承受过电压。

(3) 双向晶闸管输出形式，如图 1-5 所示。这种输出形式适合驱动交流负载。由于双向晶闸管和大功率晶体管同属于半导体材料元件，所以优缺点与大功率晶体管或场效应管输出形式的相似，适合在交流供电、输出量变化快的场合选用。

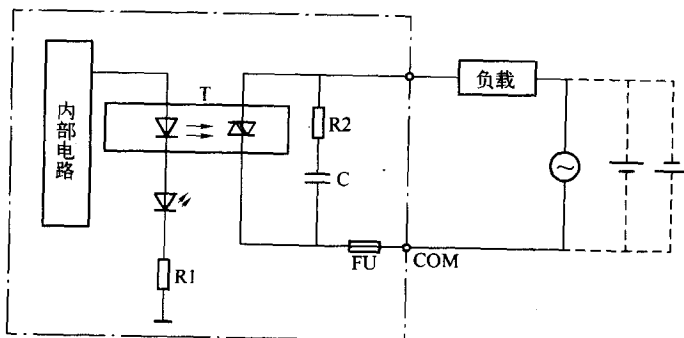


图 1-5 双向晶闸管输出形式电路

图 1-5 所示电路工作原理是：当内部电路的状态为 1 时，发光二极管导通发光，相当于给双向晶闸管施加了触发信号，无论外接电源极性如何，双向晶闸管 T 均导通，负载得电，同时输出指示灯 LED 点亮，表示该输出点接通；当对应 T 的内部继电器的状态为 0 时，双向晶闸管无触发信号，双向晶闸管关断，此时 LED 不亮，负载失电。



### 3. I/O 电路的常见问题

(1) 用三极管等有源元件作为无触点开关的输出设备, 与 PLC 输入单元的连接时, 由于三极管自身有漏电流存在, 或者电路不能保证三极管可靠截止而处于放大状态, 使得即使在截止时, 仍会有一个小漏电流流过, 当该电流值大于 1.3mA 时, 就可能引起 PLC 输入电路发生误动作。可在 PLC 输入端并联一个旁路电阻来分流, 使流入 PLC 的电流小于 1.3mA。

(2) 应在输出回路串联熔丝, 避免负载电流过大, 损坏输出元件或电路板。

(3) 由于晶体管、双向晶闸管型输出端子漏电流和残余电压的存在, 当驱动不同类型的负载时, 需要考虑电平匹配和误动等问题。

(4) 感性负载断电时会产生很高的反电势, 对输出单元电路产生冲击, 对于大电感或频繁关断的感性负载应使用外部抑制电路, 一般采用阻容吸收电路或二极管吸收电路。

#### 1.3.3 编程器

编程器是 PLC 的重要外围设备。利用编程器将用户程序送入 PLC 的存储器, 还可以用编程器检查程序, 修改程序, 监视 PLC 的工作状态。

常见的给 PLC 编程的装置有手持式编程器和计算机。在可编程序控制器发展的初期, 一般使用专用编程器来编程。小型可编程序控制器使用价格较便宜、携带方便的手持式编程器, 大中型可编程序控制器则使用带有小型 CRT 显示器的便携式编程器。专用编程器只能对某一厂家的某些产品编程, 使用范围有限。手持式编程器不能直接输入和编辑梯形图, 只能输入和编辑指令, 但它有体积小, 便于携带, 可用于现场调试, 价格便宜的优点。

计算机的普及, 使得越来越多的用户使用基于个人计算机的编程软件。目前有的可编程序控制器厂商或经销商向用户提供编程软件, 在个人计算机上添加适当的硬件接口和软件包, 即可用个人计算机对 PLC 编程。利用微机作为编程器, 可以直接编制并显示梯形图, 程序可以存盘、打印、调试, 对于查找故障非常有利。

## 1.4 可编程控制器的工作原理及主要技术指标

### 1.4.1 可编程控制器的工作原理

结合 PLC 的组成和结构分析 PLC 的工作原理更容易理解。PLC 采用周期循环扫描的工作方式, CPU 连续执行用户程序和任务的循环序列称为扫描。CPU 对用户程序的执行过程是通过 CPU 的循环扫描, 并用周期性地集中采样、集中输出的方式完成的。一个扫描周期主要可分为:

(1) 读输入阶段。每次扫描周期的开始, 先读取输入点的当前值, 然后写到输入映像寄存器区域。在用户程序执行的过程中, CPU 访问输入映像寄存器区域, 而并非读取输入端口的状态, 输入信号的变化并不会影响到输入映像寄存器的状态, 通常要求输入信号有足够的脉冲宽度, 才能被响应。

(2) 执行程序阶段。用户程序执行阶段, PLC 按照梯形图的顺序, 自左而右, 自上而下的逐行扫描, 在这一阶段 CPU 从用户程序的第一条指令开始执行直到最后一条指令结束,