

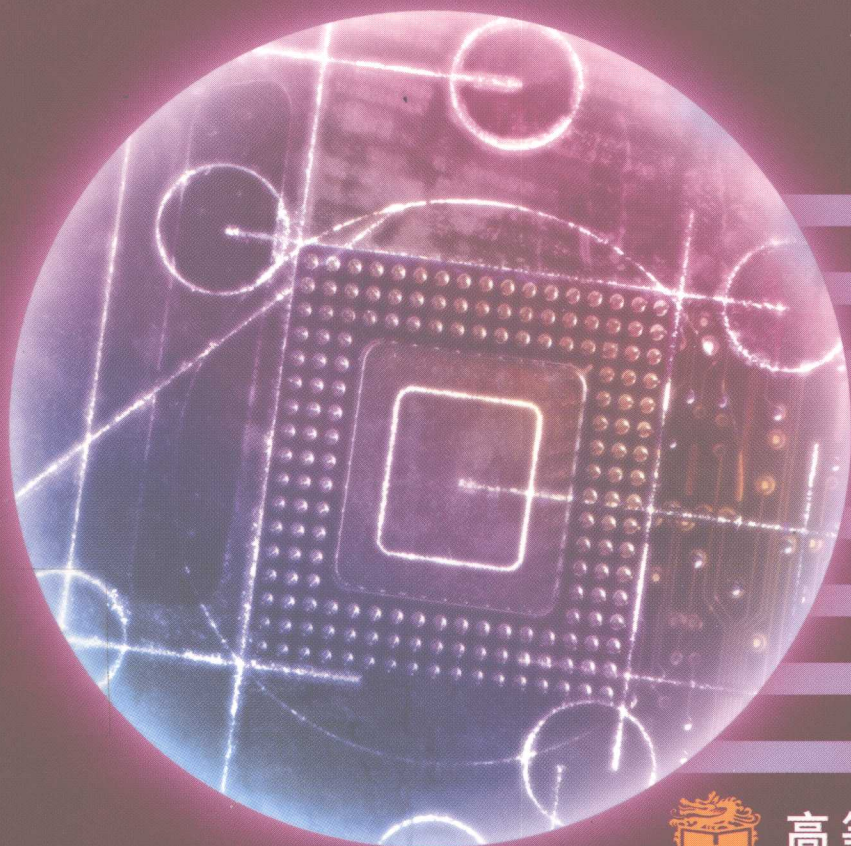


普通高等教育“十五”国家级规划教材

( 高职高专教育 )

# 可编程控制器 原理及应用

孙平 主编



2.3



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

# 可编程控制器原理及应用

孙 平 主编

高等教育出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用/孙平主编. —北京:高等教育出版社,2003.1

ISBN 7-04-011662-6

I. 可... II. 孙... III. 可编程序控制器  
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 069127 号

可编程控制器原理及应用  
孙平 主编

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号  
邮政编码 100009  
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 北京市鑫鑫印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 12.75  
字 数 300 000

版 次 2003 年 1 月第 1 版  
印 次 2003 年 1 月第 1 次印刷  
定 价 16.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究



## 内 容 提 要

可编程控制器(PLC)是一种以微电子技术、自动化技术、计算机技术、通信技术为一体,以工业自动化控制为目标的新型控制装置。

我国大量使用的 PLC 产品主要有西门子公司的 S7 系列,三菱公司的 F 系列,立石公司的 C 系列,日本松下电工 FP1 系列,美国 GE 公司的 GE 系列等。其中西门子公司的 S7-200 小型 PLC 以其结构紧凑,可靠性高,功能全等优点在自动控制领域占有重要地位。本书以西门子公司现今流行的 S7-200 系列 CPU 22X 小型 PLC 为背景,从工程应用角度出发,重点介绍 PLC 的组成、原理、指令系统和编程方法,深入浅出地讨论了 PLC 系统的设计方法,并列举了大量 S7 系列 PLC 在控制系统中的典型应用实例。

本书第 1、2 章为可编程控制器的概述和构成原理;第 3 章 S7-200 可编程控制器,重点介绍了 CPU 22X PLC 构成原理、编程器件、系统扩展及编程语言等内容;第 4 章编程软件,重点介绍了 STEP7-Micro/WIN32 V3.1 版本汉化软件的使用方法;第 5、6 章介绍了 S7-200 PLC 的指令系统;第 7 章 PLC 应用系统设计,重点介绍 PLC 应用系统的原理及工艺设计方法和应用实例;第 8 章联网通信,介绍了 PLC 网络的构成和通信方法;第 9 章其他机型介绍;第 10 章实验指导,介绍了 PLC 实验装置的构成与原理和实验要求。每章后面均附有小结和习题。

本教材适合电类、机电类专业教学使用,也可作为其他技术人员参考。

## 出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化,基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

# 前 言

本教材以培养综合型应用人才为目标,在注重基础理论教育的同时,突出实践性教学环节。力图做到深入浅出,便于教学,突出高等职业教育的特点。

可编程控制器(programmable controller)是工业自动化设备的主导产品,具有控制功能强,可靠性高,使用方便,适用于不同控制要求的各种控制对象等优点,其工作原理,设计和使用方法为电气和机电类专业必修课程的学习内容。

西门子公司可编程控制器在我国的应用市场中占有一定份额,尤其是小型可编程控制器 S7-200 系列的 CPU 22X 和 CPU 21X,以其结构紧凑、功能强、易于扩展,以及质量、价位等方面的因素,有着广泛的应用。

本书以 S7-200 系列的 CPU 22X 为例,讲述了小型可编程控制器的构成、原理和指令系统,以及系统设置、调试和使用方法。同时对 OMRON、三菱等可编程控制器产品进行了介绍。本书重点突出实践性教学环节,在指令系统的介绍中,列举了大量例程序。第 7 章介绍了基本的系统设计思想和参考实例,并系统介绍了适用于 PLC 控制系统设计的电气接线图工艺设计方法。本书的第 10 章给出了基本训练实验练习、研究应用练习等实验内容,适合不同层次的练习要求。本课程的参考教学时数为 40~50 学时,其中实践性教学参考学时为 20 学时。本教材配有 AUTOTHORWARE 软件制作的的教学课件,需要时可向出版社咨询。

在编程软件和指令系统两章前后次序安排上,考虑到教学内容的交织,哪一章放在前面都有不妥之处。本书将编程软件作为第 4 章,但在教学的实施过程中可合理调整教学顺序,比如先讲一部分指令系统(如第 5 章 5.1 节),然后介绍第 4 章编程软件的使用方法,并上机练习,会获得更好的教学效果。

本书由河南机电高等专科学校孙平编写第 3 章、第 4 章和第 5 章,杜志勇编写第 1 章、第 2 章和第 7 章,常文平编写第 6 章和第 10 章,王仰周编写第 8 章和附录,赵斌编写第 9 章。全书由孙平负责统稿。赵斌作了图文处理工作。

本书由郑州大学王俊鹏教授主审,王俊鹏教授对本书作了仔细的审阅,提出了许多宝贵的修改意见,谨此向王教授表示衷心的感谢。在本书的编写过程中,还得到了西门子(中国)有限公司培训部的大力帮助,公司培训部陈世晔先生为本书的编写提供了大量的资料,在此一并表示衷心感谢。

限于我们的水平,书中不妥、疏漏或错误之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2002 年 5 月

# 目 录

<b>第 1 章 可编程控制器概述</b> .....	1	3.4.2 语句表编辑器(STL).....	30
1.1 可编程控制器的产生 .....	1	3.4.3 功能块图编辑器(FBD) .....	31
1.2 可编程控制器的定义 .....	2	小结 .....	31
1.3 可编程控制器控制功能及主要特点 .....	2	习题 .....	31
1.3.1 可编程控制器的主要特点 .....	2	<b>第 4 章 STEP7 – Micro/WIN32 编程软件</b>	
1.3.2 可编程控制器与其他控制装置 的比较 .....	3	<b>的安装与使用</b> .....	33
1.4 可编程控制器的分类及发展 .....	3	4.1 SIMATIC S7 – 200 编程软件 .....	33
1.4.1 可编程控制器的分类方法 .....	3	4.1.1 STEP7 – Micro/WIN32 软件 .....	33
1.4.2 可编程控制器的应用与发展 .....	4	4.1.2 编程软件的安装 .....	33
小结 .....	5	4.1.3 建立 S7 – 200 CPU 的通信 .....	34
习题 .....	5	4.2 STEP7 – Micro/WIN32 软件介绍 .....	35
<b>第 2 章 可编程控制器构成原理</b> .....	6	4.2.1 STEP7 – Micro/WIN32 软件的基本 功能 .....	35
2.1 可编程控制器的基本组成 .....	6	4.2.2 STEP7 – Micro/WIN32 窗口组件及 功能 .....	35
2.1.1 可编程控制器主机 .....	6	4.2.3 系统模块的设置原理及系统块配置 (CPU 组态)方法 .....	39
2.1.2 软件系统 .....	8	4.3 程序编制及运行 .....	42
2.2 可编程控制器的工作原理 .....	9	4.3.1 建立项目(用户程序) .....	42
2.2.1 工作过程 .....	9	4.3.2 梯形图编辑器 .....	43
2.2.2 技术性能指标 .....	9	4.3.3 程序的监视、运行、调试及其他 .....	46
小结 .....	10	小结 .....	47
习题 .....	10	习题 .....	48
<b>第 3 章 S7 – 200 系列可编程控制器</b> .....	11	<b>第 5 章 S7 – 200 系列 PLC 基本指令</b> .....	49
3.1 S7 – 200 系列 PLC 的构成 .....	11	5.1 基本逻辑指令 .....	49
3.1.1 CPU 224 型 PLC 的结构 .....	11	5.1.1 基本位操作指令 .....	49
3.1.2 扫描周期及工作方式 .....	15	5.1.2 取非和空操作指令 .....	53
3.2 S7 – 200 系列 PLC 内部元器件 .....	17	5.1.3 置位/复位指令 .....	53
3.2.1 数据存储类型及寻址方式 .....	17	5.1.4 边沿触发指令(脉冲生成) .....	54
3.2.2 S7 – 200 系列 PLC 数据存储区及 元件功能 .....	20	5.1.5 定时器 .....	55
3.2.3 S7 – 200 系列 PLC 有效编程范围 .....	24	5.1.6 计数器指令 .....	58
3.3 输入、输出及扩展 .....	26	5.1.7 比较指令 .....	60
3.3.1 本机及扩展 I/O 编址 .....	27	5.2 算术、逻辑运算指令 .....	61
3.3.2 扩展模块的安装与连接 .....	28	5.2.1 算术运算指令 .....	61
3.3.3 S7 – 200 系列 PLC 系统块配置 .....	29	5.2.2 数学函数变换指令 .....	65
3.4 S7 – 200 系列 PLC 程序概念 .....	30	5.2.3 增 1/减 1 计数 .....	67
3.4.1 梯形图编辑器(LAD) .....	30		



5.2.4 逻辑运算指令 .....	67	7.3 PLC 应用举例 .....	107
5.3 数据处理指令 .....	69	7.3.1 组合机床的 PLC 控制系统 .....	107
5.3.1 数据传送 .....	69	7.3.2 PLC 在机械手控制系统中的应用 .....	109
5.3.2 字节交换/填充指令 .....	70	7.4 PID 控制功能的应用 .....	116
5.3.3 移位指令 .....	71	7.4.1 PID 的控制算式 .....	116
5.4 程序控制类指令 .....	73	7.4.2 PID 回路控制的类型 .....	118
5.4.1 系统控制类指令 .....	73	7.4.3 回路输入、输出归一化 .....	119
5.4.2 跳转、循环指令 .....	74	7.4.4 回路表与过程变量 .....	119
5.4.3 顺序控制指令 .....	77	7.4.5 PID 调节指令应用实例 .....	119
小结 .....	79	7.5 基于导线二维标注法的电气接线图 设计 .....	121
习题 .....	79	7.5.1 引言 .....	121
<b>第 6 章 S7-200 系列 PLC 功能指令</b> .....	81	7.5.2 电气接线图绘制的前提条件 .....	122
6.1 表功能指令 .....	81	7.5.3 电气接线图绘制原则及步骤 .....	122
6.1.1 填表指令(ATT) .....	81	7.5.4 应用举例(以电动机起停控制柜 设计为例进行分析) .....	123
6.1.2 表取数指令 .....	82	7.5.5 安装调试 .....	124
6.1.3 表查找指令 .....	84	小结 .....	125
6.2 转换指令 .....	85	习题 .....	125
6.2.1 数据的类型转换 .....	85	<b>第 8 章 可编程控制器联网通信</b> .....	127
6.2.2 数据的编码和译码指令 .....	87	8.1 概述 .....	127
6.3 中断指令 .....	90	8.1.1 联网目的 .....	127
6.3.1 中断源 .....	91	8.1.2 网络结构和通信协议 .....	127
6.3.2 中断控制 .....	92	8.1.3 通信方式 .....	128
6.3.3 中断程序 .....	93	8.1.4 网络配置 .....	129
6.4 高速处理指令 .....	93	8.2 S7-200 系列 CPU 与计算机设备的 通信 .....	130
6.4.1 高速计数指令 .....	93	8.2.1 S7-200 系列 CPU 的通信性能 .....	130
6.4.2 高速脉冲输出 .....	95	8.2.2 个人计算机 PC 与 S7-200 CPU 之间的联网通信 .....	134
6.4.3 立即类指令 .....	97	8.3 S7-200 系列 PLC 自由口通信 .....	135
6.5 其他功能指令 .....	98	8.3.1 相关的特殊功能寄存器 .....	135
6.5.1 时钟指令 .....	98	8.3.2 自由口发送接收指令 .....	137
6.5.2 通信指令 .....	98	8.3.3 应用举例 .....	138
6.5.3 PID 指令 .....	99	8.4 网络通信运行 .....	139
小结 .....	99	8.4.1 控制寄存器和传送数据表 .....	139
习题 .....	99	8.4.2 网络运行指令 .....	139
<b>第 7 章 可编程控制器应用系统设计</b> .....	101	8.4.3 网络读写举例 .....	140
7.1 PLC 应用系统设计 .....	101	8.5 S7-200 CPU 的 PROFIBUS-DP 通信 .....	142
7.1.1 PLC 应用系统设计的内容和原则 .....	101	8.5.1 PROFIBUS 组成 .....	142
7.1.2 PLC 系统设计步骤 .....	102	8.5.2 PROFIBUS-DP 的标准通信协议 .....	143
7.2 应用程序设计方法 .....	104		
7.2.1 应用程序设计的基本内容 .....	104		
7.2.2 参数表的定义及地址分配 .....	104		
7.2.3 梯形图的功能流程图设计 .....	104		



8.5.3 用 SIMATIC EM 277 模块将 S7 - 200 CPU 构成 DP 网络系统 .....	143	9.4.3 西门子公司 SIMATIC S7 - 400 .....	163
8.5.4 DP 通信的应用实例 .....	144	9.4.4 西门子 SIMATIC S7 的编程软件和 程序结构 .....	164
小结 .....	146	小结 .....	164
习题 .....	146	<b>第 10 章 实验指导</b> .....	165
<b>第 9 章 其他可编程控制器介绍</b> .....	147	10.1 PLC - S7 - JZ 型实验装置 .....	165
9.1 OMRON 可编程控制器 .....	147	10.1.1 实验装置的结构和原理 .....	165
9.1.1 概述 .....	147	10.1.2 通用器件板及模拟控制板的连接 .....	167
9.1.2 C200H PLC 系统结构 .....	148	10.2 SIMATIC 使用方法和 PLC 的应用练习 .....	168
9.1.3 C200H 的指令系统 .....	151	10.2.1 基本操作练习 .....	169
9.1.4 C200H PLC 编程软件 SYSMAC - CPT .....	152	10.2.2 正次品分拣机 .....	170
9.2 日本松下电工 FP1 系列可编程控制器 .....	152	10.2.3 交通灯自动控制 .....	171
9.2.1 FP1 系列产品的构成 .....	152	10.3 PLC 综合能力实验 .....	174
9.2.2 地址分配及特殊功能 .....	153	10.3.1 工作台自动循环控制 .....	174
9.2.3 FP1 编程软件及指令系统 .....	155	10.3.2 智力竞赛抢答器 .....	175
9.3 三菱 FX 系列微型可编程控制器简介 .....	156	10.3.3 电动机 Y - $\Delta$ 起动 .....	176
9.3.1 FX2 系列 PLC 的系统构成 .....	156	10.3.4 自动送料装车系统 .....	177
9.3.2 FX2 系列 PLC 的编程元件 .....	157	10.3.5 多种液体自动混合 .....	178
9.3.3 FX2 系列 PLC 的指令系统 .....	159	10.3.6 循环显示电路 .....	179
9.3.4 FX2 系列 PLC 的编程软件 .....	159	10.3.7 水塔水位系统 .....	179
9.4 西门子 SIMATIC 其他系列 PLC 简介 .....	160	10.3.8 电梯控制 .....	180
9.4.1 西门子公司 SIMATIC S5 .....	160	小结 .....	181
9.4.2 西门子公司 SIMATIC S7 - 300 .....	161	<b>附录</b> .....	183
		<b>参考文献</b> .....	192

# 第 1 章

## 可编程控制器概述

可编程控制器是在继电器控制和计算机技术的基础上,逐渐发展起来的以微处理器为核心,集微电子技术,自动化技术,计算机技术,通信技术为一体,以工业自动化控制为目标的新型控制装置。目前已在工业、交通运输、农业、商业等领域得到广泛应用,成为各行业的通用控制产品。本章就可编程控制器的产生、定义、特点及发展趋势进行论述。

### 1.1 可编程控制器的产生

20 世纪是人类科学技术迅猛发展的一个世纪,电气控制技术也由继电器控制过渡到计算机控制系统。各种工业用计算机控制产品的出现,对提高机械设备自动控制性能起到了关键的作用。进入 21 世纪,各种自动控制产品正在向着控制可靠,操作简单,通用性强,价格低廉的方向发展,使自动控制的实现越来越容易。

自动控制装置的研究,是为了最大限度地满足人们及机械设备的要求。曾一度在控制领域占主导地位的继电器控制系统,存在着控制能力弱,可靠性低的缺点,并且设备的固定接线控制装置不利于产品的更新换代。20 世纪 60 年代末期,在技术改造浪潮的冲击下,为使汽车结构及外形不断改进,品种不断增加,需要经常变更生产工艺。这就希望在控制成本的前提下,尽可能缩短产品的更新换代周期,以满足生产的需求,使企业在激烈的市场竞争中取胜。美国通用汽车公司(GM)1968 年提出了汽车装配生产线改造项目控制器的十项指标,即新一代控制器应具备的 10 项指标:

- (1) 编程简单,可在现场修改和调试程序;
- (2) 维护方便,采用插入式模块结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制系统;
- (4) 体积小于继电器控制柜;
- (5) 能与管理中心计算机系统通信;
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争;
- (7) 输入量是 115V 交流电压(美国电网电压是 110V);
- (8) 输出量为 115V 交流电压,输出电流在 2A 以上,能直接驱动电磁阀;
- (9) 系统扩展时,原系统只需作很小改动;
- (10) 用户程序存储器容量至少 4KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)首先研制出第一台符合要求的控制器,即可编程逻辑控制

器,并在美国 GE 公司的汽车自动装配上试用获得成功。此后,这项研究技术迅速发展,从美国、日本、欧洲普及到全世界。我国从 1974 年开始研制,1977 年应用于工业。目前世界上已有数百家厂商生产可编程控制器,型号多达数百种。

## 1.2 可编程控制器的定义

早期的可编程控制器是为了取代继电器控制线路,采用存储器程序指令完成顺序控制而设计的。它仅有逻辑运算、定时、计数等功能,用于开关量控制,实际只能进行逻辑运算,所以称为可编程逻辑控制器,简称 PLC(Programmable Logic Controller)。进入 20 世纪 80 年代后,采用了 16 位和少数 32 位微处理器构成 PLC,使得可编程逻辑控制器在概念、设计、性能上都有了新的突破。采用微处理器之后,这种控制器的功能不再局限于当初的逻辑运算,增加了数值运算、模拟量的处理、通信等功能,成为真正意义上的可编程序控制器(Programmable Controller),简称为 PC。但为了与个人计算机 PC(Personal Computer)相区别,常将可编程控制器仍简称为 PLC。

随着可编程控制器的不断发展,其定义也在不断变化。国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁布了可编程逻辑控制器标准草案第一稿,1985 年 1 月发表了第二稿,1987 年 2 月又颁布了第三稿。1987 年颁布的可编程逻辑控制器的定义如下:

“可编程逻辑控制器是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置,是带有存储器、可以编制程序的控制器。它能够存储和执行命令,进行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作,并通过数字式和模拟式的输入、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围设备,都应按易于工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则设计。”

事实上,由于可编程控制技术的迅猛发展,许多新产品的功能已超出上述定义。

## 1.3 可编程控制器控制功能及主要特点

### 1.3.1 可编程控制器的主要特点

#### 1. 可靠性高

可靠性指的是可编程控制器平均无故障工作时间。可靠性既反映了用户的要求,又是可编程控制器生产厂家着力追求的技术指标。目前各生产厂家的 PLC 平均无故障安全运行时间都远大于国际电工委员会(IEC)规定的 10 万小时的标准。

可编程控制器在设计、制作、元器件的选取上,采用了精选、高度集成化和冗余量大等一系列措施,延长元器件的工作寿命,提高系统的可靠性。在抗干扰性上,采取了软、硬件多重抗干扰措施,使其能安全地工作在恶劣的工业环境中。国际大公司制造工艺的先进性,也进一步提高了可编程控制器的可靠性。

#### 2. 控制功能强

可编程控制器不但具有对开关量和模拟量的控制能力,还具有数值运算、PID 调节、数据通信、中断处理的功能。PLC 具有扩展灵活的特点,还具有功能的可组合性,如运动控制模块可以

对伺服电机和步进电机速度与位置进行控制,实现对数控机床和工业机器人的控制。

### 3. 组成灵活

可编程控制器品种很多。小型 PLC 为整体结构,并可外接 I/O 扩展机箱构成 PLC 控制系统。中大型 PLC 采用分体模块式结构,设有各种专用功能模块(开关量、模拟量输入、输出模块,位控模块,伺服、步进驱动模块等)供选用和组合,由各种模块组成大小和要求不同的控制系统。PLC 外部控制电路虽然仍为硬接线系统,但当受控对象的控制要求改变时,可以在线使用编程器修改用户程序来满足新的控制要求,最大限度地缩短了工艺更新所需要的时间。

### 4. 操作方便

PLC 提供了多种面向用户的语言,如常用的梯形图 LAD(Ladder Diagram),指令语句表 STL(Statement List),控制系统流程图 CSF(Control System Flowchart)等。PLC 的最大优点之一就是采用易学易懂的梯形图语言,它是计算机技术构成人们惯用的继电器模型,直观易懂,极易被现场电气工程技术掌握,为可编程控制器的推广应用创造了有利条件。

现在的 PLC 编程器大都采用个人计算机(PC)或手持式编程器两种形式。手持式编程器有键盘、显示功能,通过电缆线与 PLC 相连,具有体积小,重量轻,便于携带,易于现场调试等优点。用户也可以用 PC 对 PLC 编程,进行系统仿真调试,监控运行。目前国内,各厂家都编辑出版了适用于 PC 使用的编程软件。编程软件的汉化界面,非常有利于 PLC 的学习和推广应用。同时,CRT 的梯形图显示,使程序输入及运行的动态监视更方便、更直观。PC 机程序的键盘输入和打印、存储设备,更是极大地丰富了 PLC 编程器的硬件资源。

## 1.3.2 可编程控制器与其他控制装置的比较

专为工业现场控制而设计的工业计算机控制装置主要有 PLC、集散控制系统和工业控制计算机三大类。其中 PLC 以开关量控制为主,兼顾模拟量的控制,尤其是小型 PLC 具有存储容量大、体积小、价格便宜等优点,迅速发展成为现代工业控制的主导产品。

20 世纪 70 年代与 PLC 同时发展起来的集散控制系统(DCS)以模拟量控制为主,有很强的数值运算功能。它的主要特点是能够实现集中管理和分散控制,为过程控制的主流产品。

近几年来,以各种总线结构为支持、PC 为基础发展起来的工业控制计算机(工控机),以其专门设计的工业控制模板(插件板)和总线连接方式,被越来越多地应用于工业现场控制。其数值运算功能、模拟量和开关量信号的处理能力较强,与 PC 有良好的兼容性,有丰富的组态软件功能和强的抗干扰能力,因而有着广阔的应用前景。但还存在着应用技术相对复杂,价格相对昂贵以及体积较大等问题。

## 1.4 可编程控制器的分类及发展

### 1.4.1 可编程控制器的分类方法

目前,可编程控制器产品种类很多,型号和规格也不统一。通常只能按照其用途、功能、结构、点数等进行大致分类。

#### 1. 按点数和功能分类

可编程控制器用于对外部设备的控制,外部信号的输入及 PLC 运算结果的输出都要通过 PLC 输入、输出端子来进行接线,输入、输出端子的数目之和被称作 PLC 的输入、输出点数,简称 I/O 点数。

为满足不同控制系统处理信息量的要求,PLC 具有不同的 I/O 点数、用户程序存储量和功能。由 I/O 点数的多少可将 PLC 分成小型(含微型)、中型和大型(或称作高、中、低档机)。

小型(微型)PLC 的 I/O 点数小于 256 点,以开关量控制为主,具有体积小、价格低的优点。适用于小型设备的控制。

中型 PLC 的 I/O 点数在 256 ~ 1 024 之间,功能比较丰富,兼有开关量和模拟量的控制能力,适用于较复杂系统的逻辑控制和闭环过程控制。

大型 PLC 的 I/O 点数在 1 024 点以上。用于大规模过程控制,集散式控制和工厂自动化网络。

各厂家可编程控制器产品自我定义的大、中、小各有不同。如有的厂家建议小型 PLC 为 512 点以下,中型 PLC 为 512 ~ 2 048 点,大型 PLC 为 2 048 点以上。

## 2. 按结构形式分类

根据结构形式不同,可编程控制器可分为整体式结构和模块式结构两大类。

小型 PLC 一般采用整体式结构,即将所有电路安装于 1 个箱内为基本单元,另外,可以通过并行接口电路连接 I/O 扩展单元。

中型以上 PLC 多采用模块式,不同功能的模块,可以组成不同用途的 PLC,适用于不同要求的控制系统。

## 3. 按用途分类

根据可编程控制器的用途,PLC 可分为通用型和专用型两大类。

通用型 PLC 作为标准装置,可供各类工业控制系统选用。

专用型 PLC 是专门为某类控制系统设计的,由于其专用性,结构设计更为合理,控制性能更完善。

随着可编程控制器应用的逐步普及,专为家庭自动化设计的超小型 PLC 也正在形成家用微型系列。

### 1.4.2 可编程控制器的应用与发展

自从可编程控制器在汽车装配生产线上首次成功应用以来,PLC 在多品种、小批量、高质量的生产设备中得到了广泛推广应用。PLC 控制已成为工业控制的重要手段之一,与 CAD/CAM、机器人技术一起成为实现现代自动化生产的三大支柱。

我国使用较多的 PLC 产品有德国西门子的 S7 系列,日本立石公司(OMRON)的 C 系列、三菱公司的 FX 系列、美国 GE 公司的 GE 系列等。各大公司生产的可编程控制器都已形成由小型到大型的系列产品,而且随着技术不断进步,产品更新换代很快,周期一般不到 5 年。

通过技术引进、合资生产,我国的 PLC 产品有了一定的发展,生产厂家也达 30 多家,为可编程控制器国产化奠定了基础。

从可编程控制器的发展来看,有小型化和大型化两个趋势。

小型 PLC 有两个发展方向,即小(微)型化和专业化。随着数字电路集成度的提高、元器件

体积减小、质量提高,可编程控制器结构更加紧凑,设计制造水平在不断进步。微型化的 PLC 不仅体积小,功能也大有提高。过去一些大中型 PLC 才有的功能如模拟量的处理、通信、PID 调节运算等,均可以被移植到小型机上。同时 PLC 的价格不断下降,将真正成为继电器控制系统的替代产品。

大型化指的是大中型 PLC 向着大容量、智能化和网络化发展,使之能与计算机组成集成控制系统,对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。

## 小 结

本章介绍了可编程控制器的产生和定义。可编程控制器的主要特点、分类方法和发展方向。通过对本章的学习,可以对可编程控制器有初步的了解。本章重点讲述了:

1. PLC 应具备的 10 个指标。
2. 国际电工委员会(IEC)1987 颁布的 PLC 的定义。
3. PLC 具有可靠性高、控制功能强、组成灵活、控制方便等四项特点。
4. PLC 与 DCS 和工控机的应用比较。
5. PLC 的点数、结构、用途的分类方法。

## 习题

- 1-1 简述可编程控制器的定义。
- 1-2 可编程控制器的主要特点有哪些?
- 1-3 可编程控制器有哪几种分类方法?
- 1-4 小型 PLC 的发展方向有哪些?

## 第 2 章

# 可编程控制器构成原理

可编程控制器是建立在计算机基础上的工业控制装置,它的构成及原理与计算机系统基本相同,但其接口电路及编程语言更适用于工业控制的要求。本章主要介绍可编程控制器的基本组成、工作原理及主要性能指标。

### 2.1 可编程控制器的基本组成

可编程控制器系统由输入部分、运算控制部分和输出部分组成。

输入部分将被控对象各种开关信息和操作台上的操作命令转换成可编程控制器的标准输入信号,然后送到运算控制电路。

运算控制部分由可编程控制器内部 CPU 按照用户程序的设定,完成对输入信息的处理,并可以实现算术、逻辑运算等操作功能。

输出部分由 PLC 输出接口及外围现场设备构成。CPU 的运算结果通过 PLC 的输出电路,提供给被控制装置。

可编程控制器系统的核心是 CPU 部分,系统对输入信号进行采集,并对控制对象实施控制。其控制逻辑由 PLC 用户程序软件设置,通过修改用户程序,可以改变控制逻辑关系。

#### 2.1.1 可编程控制器主机

可编程控制器主机的硬件电路由 CPU、存储器、基本 I/O 接口电路、外设接口、电源等五大部分组成,PLC 典型硬件系统如图 2.1 所示。

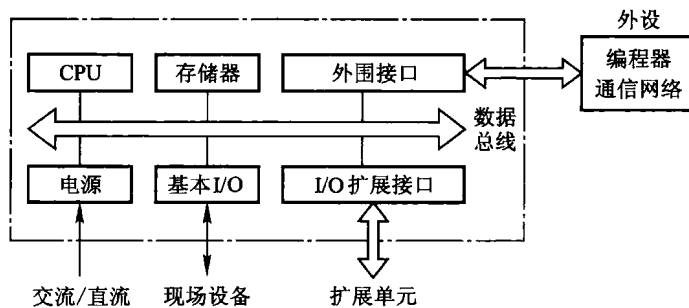


图 2.1 可编程控制器主机硬件电路图

#### 1. 中央处理器(CPU)



CPU 是可编程控制器的控制中枢,在系统监控程序的控制下工作,承担着将外部输入信号的状态写入输入映像寄存器区域,然后将结果送到输出映像寄存器区域。CPU 常用的微处理器有通用型微处理器、单片机和位片式计算机等。小型 PLC 的 CPU 多采用单片机或专用 CPU。大型 PLC 的 CPU 多用位片式结构,具有高速数据处理能力。

### 2. 存储器(Memory)

可编程控制器的存储器由只读存储器 ROM 和随机存储器 RAM 两大部分构成,只读存储器 ROM 用以存放系统程序,中间运算数据存放在随机存储器 RAM 中;用户程序也放在 RAM 中,掉电时,保存在只读存储器 EEPROM 或由高能电池支持的 RAM 中。

### 3. 基本 I/O 接口电路

(1) PLC 内部输入电路作用是将 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 ~ 15 ms 之间。根据常用输入电路电压类型及电路形式的不同,输入接点分为干接点式、直流输入式和交流输入式三大类。电路原理如图 2.2 所示。

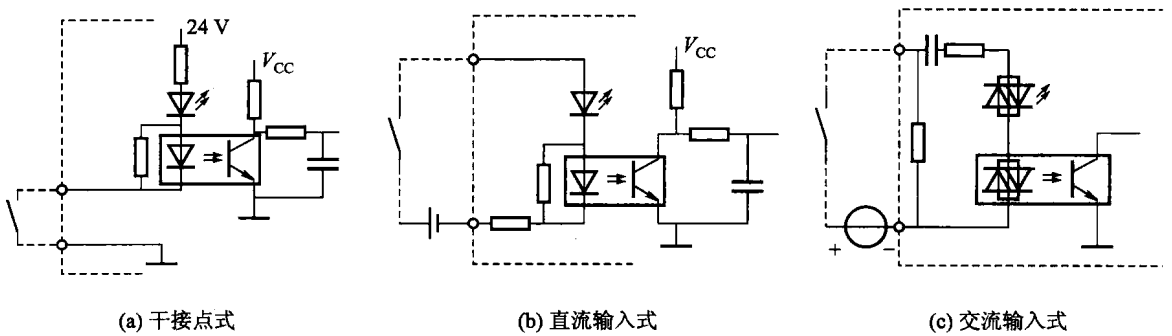


图 2.2 可编程控制器输入电路原理图

(2) PLC 输出电路用来将 CPU 运算的结果变换成一定形式的功率输出,驱动被控负载(电磁铁、继电器、接触器线圈等)。PLC 输出电路结构形式分为继电器式、晶闸管式和晶体管输出型等三种,如图 2.3 所示。

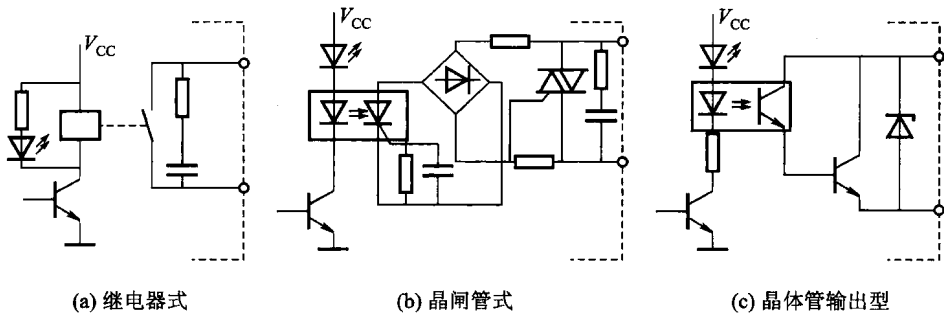


图 2.3 可编程控制器输出电路原理图

在继电器式输出中,CPU 可以根据程序执行的结果,使 PLC 内设继电器线圈通电,带动触点闭合,通过继电器闭合的触点,由外部电源驱动交、直流负载。优点是过载能力强,交、直流负载皆宜。但存在动作速度较慢,且为有触点系统,使用寿命有限等问题。

双向晶闸管和晶体管输出型输出分别具有驱动交、直流负载的能力。晶闸管输出型 CPU 通过光耦电路的驱动,使双向晶闸管通断,可以驱动交流负载;晶体管输出型 CPU 通过光耦电路的驱动,使晶体管通断,驱动直流负载。优点是两者均为无触点开关系统,不存在电弧现象,而且开关速度快,缺点是半导体器件的过载能力差。以上列举了六类输入和输出电路形式,原理图中只画出对应一个结点的电路原理图,各类 PLC 产品的输入、输出电路结构型式均有所不同,但光耦隔离及阻容滤波等抗干扰措施是相似的。

根据输入、输出电路的结构形式不同,I/O 接口又可分为开关量 I/O 和模拟量 I/O 两大类。其中模拟量 I/O 要经过 A/D、D/A 转换电路的处理,转换成计算机系统所能识别的数字信号。在整体结构的 PLC 中,I/O 接口电路的结构形式隐含在 PLC 的型号中,在模块式结构的 PLC 中,有开关量的交、直流 I/O 模块、模拟量 I/O 模块及各种智能 I/O 模块可供选择。

PLC 输入、输出电路各种不同结构形式能够适应不同负载的要求。

(3) 有公共端点,通常将一组 PLC 输入、输出电路公共端在 PLC 内部连在一起,以减少 PLC 外部接线。比如 PLC 一般以 3、4 个输出接点为一组,在 PLC 内部连成一个输出公共端,公共端点之间是绝缘隔离的。分组后,不同组的负载,可以采用不同的驱动电源。

#### 4. 接口电路

PLC 接口电路分为 I/O 扩展接口电路和外设通信接口电路两大类。

(1) I/O 扩展接口电路用于连接 I/O 扩展单元,可以用来扩充开关量 I/O 点数和增加模拟量的 I/O 端子。I/O 扩展接口电路采用并行接口和串行接口两种电路形式。

#### (2) 外设通信接口电路

通信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 接口和电缆与计算机连接,可以实现编程、监控、联网等功能。

#### 5. 电源

PLC 内部配有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(5 V 直流)。当输入端子为非干接点结构时,为外部输入元件提供 24 V 直流电源(仅供输入端点使用)。

### 2.1.2 软件系统

PLC 软件系统和硬件电路共同构成可编程控制器系统的整体。PLC 软件系统又可分为系统程序和用户程序两大类。系统程序的主要功能是时序管理、存储空间分配、系统自检和用户程序编译等。用户程序是用户根据控制要求,按系统程序允许的编程规则,用厂家提供的编程语言编写的程序。