

• 高等学校教学用书 •

可编程控制技术与应用

主 编 刘志刚
副主编 吴红霞 汪小志



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校教学用书

可编程控制技术与应用

主 编 刘志刚

副主编 吴红霞 汪小志



北 京
冶金工业出版社
· 2011

内 容 简 介

本书首先介绍了可编程序控制器的基础知识,并以 FX₂ 系列可编程序控制器为核心,系统介绍了可编程序控制器的基本结构、指令系统与程序设计、控制系统设计以及 PLC 在逻辑控制系统、模拟量控制系统中的应用等。本书力求结合职业教育和应用型本科的特点,注重理论联系实际,特别对可编程序控制器控制系统的组成、指令系统等作了详细的介绍,重在突出实用性,加强对学生实践能力的培养。本书结构合理、条理清晰、通俗易懂,列举了大量的应用实例,并在每章末配有习题,便于教学与自学。

本书可作为独立学院、应用型本科以及高职高专电类及机电类等专业的教材,也可供相关专业及有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程控制技术与应用/刘志刚主编. —北京:冶金工业出版社, 2011. 1

高等学校教学用书

ISBN 978-7-5024-5283-4

I. ①可… II. ①刘… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材参考资料 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 002471 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 张 晶 美术编辑 李 新 版式设计 葛新霞

责任校对 卿文春 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5283-4

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011 年 1 月第 1 版, 2011 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16.25 印张; 429 千字; 247 页

35.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号 (100010) 电话:(010)65289081 (兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

本书作者长期从事高等学校的可编程序控制器教学与科研工作，作者在积累了大量教学经验的基础上，参考众多可编程序控制器教学用书，结合职业技术教育和应用型本科的特点，组织编写了本教材。教材内容以 FX₂ 系列可编程序控制器为核心，包括可编程序控制器基础知识、常用可编程序控制器及基本指令系统、可编程序控制器程序设计、可编程序控制器控制系统设计、PLC 在逻辑控制系统和模拟量控制系统中的应用以及 PLC 实验实训等。大部分的例子有较详细的设计要求，并进行设计思路分析，然后给出主要流程图和梯形图，包括详细注释等。

本书由刘志刚任主编，吴红霞和汪小志担任副主编。参加编写人员的具体分工如下：第 1 章由吴红霞编写，第 2、3 章由刘志刚编写，第 4 章由祁峰编写，第 5 章由胡亚娟编写，第 6、7 章由汪小志编写。全书由刘志刚负责统稿，熊年禄教授审稿。

在本书的编写过程中，得到了武汉理工大学、中国地质大学江城学院、武汉生物工程学院、武汉大学东湖分校、武汉大学珞珈学院、河南工业职业技术学院等院校领导和教师的大力支持，在此一并表示诚挚的谢意。同时对所引用的参考文献的作者们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 10 月

目 录

1 可程序控制器基础知识	1
1.1 可程序控制器概述	1
1.1.1 可程序控制器的由来与定义	1
1.1.2 可程序控制器的产生与发展	2
1.1.3 可程序控制器的应用范围	3
1.2 PLC 控制系统与其他工业控制系统的比较	4
1.2.1 PLC 控制与继电器控制的比较	4
1.2.2 PLC 与通用计算机的比较	4
1.2.3 PLC 与集散控制系统的比较	5
1.3 可程序控制器的基本组成	5
1.3.1 中央处理器 (CPU)	6
1.3.2 存储器	6
1.3.3 输入、输出接口	6
1.3.4 编程器	9
1.4 可程序控制器的基本工作原理	10
1.4.1 分时处理及扫描工作方式	10
1.4.2 扫描周期及 PLC 的两种工作状态	10
1.4.3 输入、输出滞后时间	11
1.5 可程序控制器的特点及分类	12
1.5.1 可程序控制器的主要特点	12
1.5.2 可程序控制器的分类	13
1.6 可程序控制器的发展趋势	16
习题	17
2 常用可程序控制器及基本指令系统	18
2.1 FX ₂ 系列可程序控制器软继电器的功能及编号	18
2.1.1 硬件组成	18
2.1.2 型号编号方法	19
2.1.3 内部器件	20
2.2 FX ₂ 系列可程序控制器的指令及其使用	30
2.2.1 基本逻辑指令	30
2.2.2 基本逻辑指令应用举例	30

2.3 功能指令	38
2.3.1 循环移位与移位指令	38
2.3.2 程序流控制指令	42
2.3.3 步进顺控指令	46
2.3.4 算术运算指令	54
2.3.5 特殊功能指令	60
习题	70
3 可编程序控制器程序设计	74
3.1 梯形图的特点及设计规则	74
3.1.1 梯形图的特点	74
3.1.2 梯形图的编程规则	74
3.2 典型单元梯形图程序分析	75
3.2.1 三相异步电动机单向运转控制：启—保—停电路单元	75
3.2.2 三相异步电动机可逆运转控制：互锁环节	76
3.2.3 两台电机分时启动的电路：基本延时环节	77
3.2.4 定时器的延时扩展环节	77
3.2.5 定时器构成的振荡电路	77
3.2.6 分频电路	78
3.3 PLC 程序设计方法	78
3.3.1 经验设计法	78
3.3.2 逻辑设计法	79
3.3.3 状态分析法	79
3.3.4 利用状态转移图设计法	80
习题	84
4 可编程序控制器控制系统设计	86
4.1 PLC 控制系统设计的内容和步骤	86
4.1.1 PLC 控制系统设计的基本原则	86
4.1.2 PLC 控制系统设计的内容	86
4.1.3 PLC 控制系统设计的步骤	87
4.2 PLC 的选择	87
4.2.1 PLC 型号选择	88
4.2.2 PLC 容量选择	89
4.2.3 I/O 模块的选择	89
4.2.4 电源模块的选择	91
4.3 减少 I/O 点数的措施	91
4.3.1 减少输入点数的措施	91
4.3.2 减少输出点数的措施	93

4.4 PLC 应用中应注意的若干问题	94
4.4.1 冗余系统与热备用系统	94
4.4.2 对 PLC 的某些输入信号的处理	95
4.4.3 PLC 的通信网络简介	95
4.5 PLC 控制系统对安装的要求	97
4.5.1 PLC 对工作环境的要求	97
4.5.2 PLC 控制系统的供电电源要求	99
4.5.3 PLC 控制系统的布线要求	101
4.6 PLC 的维护和故障诊断	101
4.6.1 PLC 的检查与维护	101
4.6.2 PLC 的故障查找与处理	102
4.7 PLC 的抗干扰措施	103
4.7.1 抑制电源系统引入的干扰	103
4.7.2 抑制接地系统引入的干扰	104
4.7.3 抑制输入、输出电路引入的干扰	104
习题	106
5 PLC 在逻辑控制系统中的应用实例	107
5.1 PLC 在四工位组合机床控制中的应用	107
5.1.1 概述	107
5.1.2 机床控制流程	107
5.1.3 PLC 控制系统设计	107
5.1.4 小结	112
5.2 PLC 在机器人施釉生产线控制中的应用	112
5.2.1 概述	112
5.2.2 施釉生产线 PLC 控制系统设计	112
5.2.3 施釉生产线 PLC 控制梯形图设计	115
5.2.4 小结	115
5.3 PLC 在机械手控制中的应用	116
5.3.1 概述	116
5.3.2 PLC 控制机械手的控制系统设计	116
5.3.3 小结	121
5.4 PLC 在电梯控制中的应用	121
5.4.1 概述	121
5.4.2 电梯控制系统的设计	121
5.4.3 小结	124
习题	125
6 PLC 在模拟量控制系统中的应用	128
6.1 模拟量控制系统简介	128

6.1.1	模拟量控制系统的基本概念	128
6.1.2	PLC 与其他模拟量控制装置的比较	128
6.2	FX ₂ 系列 PLC 的特殊功能指令	129
6.2.1	FX ₂ 系列 PLC 功能指令简介	129
6.2.2	外接 FX ₂ 系列设备的功能指令	130
6.3	模拟量单元 F ₂ -6A-E 及其应用	132
6.3.1	模拟量输入、输出单元 F ₂ -6A-E 介绍	132
6.3.2	模拟量单元 F ₂ -6A-E 的设置及调整	135
6.4	FX-4AD 与 FX-2DA 模拟量模块及编程	135
6.4.1	FX-4AD 模拟量输入模块性能简介	135
6.4.2	FX-2DA 模拟量输出模块性能简介	137
6.4.3	模拟量输入、输出模块的使用	138
6.5	PLC 在模拟量控制系统中的应用	139
6.5.1	模拟量控制系统设计的若干问题	139
6.5.2	PLC 在温度控制系统中的应用举例	140
6.5.3	总结与评价	141
	习题	143
7	PLC 实验实训	144
7.1	实验设备配置	144
7.2	设备介绍	144
7.2.1	PLC: 三菱 (MITSUBISHI) FX2N-48MR	144
7.2.2	PLC 教学实验系统 (SY-PLC- II)	144
7.2.3	设备连接	145
7.2.4	安装 FXGP-WIN-C 编程软件	145
7.3	FXGP-WIN-C 编程软件的应用	146
7.4	设置编辑文件的路径	146
7.5	编辑文件的正确进入及存取	147
7.6	文件程序编辑	147
7.6.1	指令表编辑程序	147
7.6.2	梯形图编辑程序	148
7.7	设置通讯口参数	149
7.8	FXGP 与 PLC 之间的程序传送	150
7.8.1	把 FXGP 中的程序下载到 PLC 中	150
7.8.2	把 PLC 中的程序上传到 FXGP 中	151
7.9	程序的运行与调试	151
7.9.1	程序运行	151
7.9.2	程序调试	152
7.10	退出系统	156

7.11 实验	156
实验 1 基本指令的编程练习	156
实验 2 四节传送带的模拟	159
实验 3 自动配料系统的模拟	164
实验 4 十字路口交通灯控制的模拟	167
实验 5 装配流水线控制的模拟	169
实验 6 水塔水位控制	172
实验 7 天塔之光	174
实验 8 机械手动作的模拟	176
实验 9 液体混合装置控制的模拟	179
实验 10 五相步进电动机控制的模拟	182
实验 11 LED 数码显示控制	185
实验 12 喷泉的模拟控制	190
实验 13 温度 PID 控制	191
实验 14 三层电梯控制系统的模拟	194
实验 15 四层电梯控制系统的模拟	198
实验 16 五层电梯控制系统的模拟	203
实验 17 轧钢机控制系统模拟	205
实验 18 邮件分拣系统模拟	207
实验 19 运料小车控制模拟	210
实验 20 舞台灯光的模拟	214
实验 21 加工中心模拟系统控制	218
附录	224
附录 A FX-20P 编程器及其使用	224
附录 B F1-20P-E 编程器及其使用	240
参考文献	247

1 可编程序控制器基础知识

1.1 可编程序控制器概述

可编程序控制器 (programmable controller) 通常也可简称为可编程控制器, 英文缩写为 PC 或 PLC, 是以微处理器为基础, 综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置。它具有体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用、维护方便等一系列的优点, 特别是它的高可靠性和较强的适应恶劣工业环境的能力, 更是得到用户的好评, 因而在冶金、能源、化工、交通、电力等领域中得到了越来越广泛的应用, 成为现代工业控制的三大技术支柱 (PLC、机器人和 CAD/CAM) 之一。

1.1.1 可编程序控制器的由来与定义

在可编程序控制器问世以前, 工业控制领域中是继电器控制占主导地位。这种由继电器构成的控制系统有着十分明显的缺点: 体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度不高, 尤其是对生产工艺多变的系统适应性更差, 如果生产任务或工艺发生变化, 就必须重新设计, 并改变硬件结构, 造成了时间和资金的严重浪费。为改变这一现状, 早在 1968 年, 美国最大的汽车制造商——通用汽车公司 (GM), 为了适应需要不断更新汽车型号以求在竞争激烈的汽车工业中占有优势的局面, 提出要研制新型的控制装置以取代继电器控制装置, 为此, 特定十项公开招标的技术要求, 即:

- (1) 编程简单方便, 可在现场修改程序;
- (2) 硬件维护方便, 最好是插件式结构;
- (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) 可将数据直接送入管理计算机;
- (6) 成本上可与继电器控制装置竞争;
- (7) 输入可以是交流 115V;
- (8) 输出为交流 115V、2A 以上, 能直接驱动电磁阀;
- (9) 扩展时, 原有系统只需做很小的改动;
- (10) 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4KB。

1969 年, 美国数字公司 (DEC) 就研制出世界上第一台可编程序控制器, 并在 GM 公司自动装配线上试用, 获得了成功。其后日本、德国等相继引入这项新技术, 可编程序控制器由此而迅速发展起来。在这一时期, 可编程序控制器虽然采用了计算机的设计思想, 但实际上只能完成顺序控制, 仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能, 所以人们将可编程序控制器又称为 PLC (programmable logical controller), 即可编程序逻辑控制器。

20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 微处理器技术日趋成熟, 使可编程序控制器的处理速度大大提高, 增加了许多特殊功能, 如浮点运算、函数运算、查表等, 使得可编程控制不仅可以进

行逻辑控制，而且还可以对模拟量进行控制。因此，美国电器制造协会 NEMA (National Electrical Manufacturers Associations) 将之正式命名为 PC (programmable controller)。

20 世纪 80 年代后，随着大规模和超大规模集成电路技术的迅猛发展，以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化可编程序控制器得到了惊人的发展，在概念上、设计上、性价比等方面有了重大的突破。可编程序控制器具有了高速计数、中断技术、PID 控制等功能，同时联网通信能力也得到了加强，这些都使得可编程序控制器的应用范围和领域不断扩大。

为规范这一新型的工业控制装置的生产和发展，国际电工委员会 (IEC) 制定了 PLC 的标准，并给出了它的定义：可编程序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，它采用可编程序的存储器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命令，并通过数字式、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有关的设备，都应按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充功能的原则而设计。

值得注意的是，目前国内使用的可编程序控制器的英文缩写有两种形式：一是 PC，二是 PLC。因为个人计算机的简称也是 PC (personal computer)，有时为了避免混淆，人们习惯上仍将可编程序控制器简称为 PLC (尽管这是早期的名称)。

1.1.2 可编程序控制器的产生与发展

世界上公认的第一台 PLC 是 1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 研制的，限于当时的元件条件及计算机发展水平，早期的 PLC 主要由分立元件和中小规模集成电路组成，可以完成简单的逻辑控制及定时、计数功能。20 世纪 70 年代初出现了微处理器，人们很快将其引入可编程控制器，使 PLC 增加了运算、数据传送及处理等功能，成为真正具有计算机特征的工业控制装置。为了方便熟悉继电器、接触器系统的工程技术人员使用，可编程控制器采用和继电器电路图类似的梯形图作为主要编程语言，并将参加运算及处理的计算机存储元件都以继电器命名。因而人们称可编程控制器为微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。

20 世纪 70 年代中后期，可编程控制器进入了实用化发展阶段，计算机技术已被全面引入可编程控制器中，使其功能发生了飞跃，更高的运算速度、超小型的体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比奠定了它在现代工业中的地位。20 世纪 80 年代初，可编程控制器在先进工业国家中已获得了广泛的应用。例如，在世界第一台可编程控制器的诞生地美国，权威情报机构 1982 年的统计数字显示，大量应用可编程控制器的工业厂家占美国重点工业行业厂家总数的 82%，可编程控制器的应用数量已位于众多的工业自控设备之首。这个时期可编程控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化，这标志着可编程控制器已步入成熟阶段。这个阶段的另一个特点是世界上生产可编程控制器的国家日益增多，产量日益上升。许多可编程控制器的生产厂家已闻名于全世界，如美国 Rockwell 自动化公司所属的 A-B (Allen-Bradley) 公司、GE-Fanuc 公司、日本的三菱公司和立石公司、德国的西门子 (Siemens) 公司、法国的 TE (Telemecanique) 公司等，他们的产品已风行全世界，成为各国工业控制领域中的知名品牌。

20 世纪末期，可编程控制器的发展特点是更加适应于现代工业控制的需要。从控制规模上来说，这个时期发展了大型机及超小型机；从控制能力上来说，诞生了各种各样的特殊功能单元，用于压力、温度、转速、位移等各式各样的控制场合；从产品的配套能力来说，生产了各种人机界面单元、通讯单元，使应用可编程控制器的工业控制设备的配套更加容易。目前，

可编程控制器在机械制造、石油化工、钢铁冶金、汽车、轻工业等领域的应用都得到了长足的发展。

我国可编程控制器的引进、应用、研制、生产是伴随着改革开放开始的。最初是在引进设备中大量使用了可编程控制器,接下来在各种企业的生产设备及产品中不断扩大对它的应用。目前,我国已可以生产中小型可编程控制器。上海东屋电气有限公司生产的 CF 系列、杭州机床电器厂生产的 DKK 及 D 系列、大连组合机床研究所生产的 S 系列、苏州电子计算机厂生产的 YZ 系列等多种产品已具备了一定的规模并在工业产品中获得了应用。此外无锡华光公司、上海香岛公司等中外合资企业也是我国比较知名的可编程控制器生产厂家。可以预见,随着我国现代化进程的深入,可编程控制器在我国将有更广阔的应用天地。

1.1.3 可编程序控制器的应用范围

近年来,随着微处理器芯片及其有关元器件的价格大幅度下降,使得 PLC 的成本也随之下降。与此同时,PLC 的性能却在不断完善,功能也在增多、增强,使得 PLC 的应用已由早期的开关逻辑扩展到工业控制的各个领域。根据 PLC 的特点,可以将其应用形式归纳为如下几种类型:

(1) 开关逻辑控制。这是 PLC 的最基本、最广泛的应用领域。PLC 具有强大的逻辑运算能力,可以实现各种简单和复杂的逻辑控制。

(2) 模拟量控制。在工业生产过程中,有许多连续变化的模拟量,如温度、压力、流量、液位和速度等,而 PLC 中所处理的是数字量,为了能接受模拟量输入和输出信号,PLC 中配置有 A/D 和 D/A 转换模块,将现场的温度、压力等这些模拟量经过 A/D 转换变为数字量,经微处理器进行处理,微处理器得出的数字量,又经 D/A 转换后,变成模拟量去控制被控对象,这样就可实现 PLC 对模拟量的控制。

(3) 闭环过程控制。运用 PLC 不仅可以对模拟量进行开环控制,而且还可以进行闭环控制,现代大中型的 PLC 一般都配备了专门的 PID (比例、积分、微分调节) 控制模块,当控制过程中某一个变量出现偏差时,PLC 就按照 PID 算法计算出正确的输出去控制生产过程,把变量保持在整定值上。PLC 的 PID 控制已广泛地应用在加热炉、锅炉、反应堆、酿酒以及位置和速度等控制中。

(4) 定时控制。PLC 具有定时控制的功能,它可以为用户提供几十甚至上百个定时器,其时间可以由用户在编写用户程序时设定,也可以由操作人员在工业现场通过编程器进行设定,从而实现定时或延时的控制。

(5) 计数控制。计数控制也是控制系统不可缺少的,PLC 同样也为用户提供了几十个甚至上百个的计数器,设定方式同定时一样。如果用户需要对频率较高的信号进行计数的话,则可以选择高速计数模块。

(6) 顺序(步进)控制。在工业控制中,采用 PLC 实现顺序控制,可以用移位寄存器和步进指令编写程序,也可以采用顺序控制的标准化语言——顺序功能图 SFC (sequential function chart) 编写程序,使得 PLC 在实现按照事件或输入状态的顺序控制相应输出更加容易。

(7) 数据处理。现代 PLC 都具有数据处理的能力。它不仅能进行算术运算、数据传送,而且还能进行数据比较、数据转换、数据显示和打印以及数据通信等。对于大、中型 PLC 还可以进行浮点运算、函数运算等。

(8) 通信和联网。PLC 的控制已从早期的单机控制发展到了多机控制,实现了工厂自动化。这是由于现代的 PLC 一般都有通信的功能,它既可以对远程 I/O 进行控制,又能实现 PLC 与 PLC、PLC 与计算机之间的通信,从而可以方便可靠地搭成“集中管理,分散控制”的分布

式控制系统，因此 PLC 是实现工厂自动化的理想工业控制器。

1.2 PLC 控制系统与其他工业控制系统的比较

1.2.1 PLC 控制与继电器控制的比较

PLC 控制与继电器控制的比较见表 1-1。

表 1-1 PLC 控制与继电器控制的比较

比 较 项 目	继电器控制	PLC 控制
控制功能的实现	由许多继电器，采用接线的方式来完成控制功能	各种控制功能是通过编制的程序来实现的
对生产工艺过程变更的适应性	适应性差，需要重新设计，改变继电器和接线	适应性强，只需对程序进行修改
控制速度	低，靠机械动作实现	极快，靠微处理器进行处理
计数及其他特殊功能	一般没有	有
安装、施工	连线多，施工繁	安装容易，施工方便
可靠性	差，触点多，故障多	高，因元器件采取了筛选和老化等可靠性措施
寿 命	短	长
可扩展性	困 难	容 易
维 护	工作量大，故障不易查找	有自诊断能力，维护工作量小

结论：由于 PLC 控制与继电器控制相比有许多优点，因此，在今后的控制系统中，传统的继电器控制系统被 PLC 控制所取代将是大势所趋。

1.2.2 PLC 与通用计算机的比较

PLC 与通用计算机的比较见表 1-2。

表 1-2 PLC 与通用计算机的比较

比 较 项 目	通用计算机	PLC
工作目的	科学计算，数据管理等	工业自动控制
工作环境	对工作环境的要求较高	对环境要求低，可在恶劣的工业现场工作
工作方式	中断处理方式	循环扫描方式
系统软件	需配备功能较强的系统软件	一般只需简单的监控程序
采用的特殊措施	掉电保护等一般性措施	采用多种抗干扰措施，自诊断，断电保护，可在线维修
编程语言	汇编语言、高级语言，如：BASIC，C 等	梯形图、助记符语言等
对操作人员的要求	需专门培训，并具有一定的计算机基础	一般的技术人员，稍加培训即可操作使用
对内存的要求	容量大	容量小
价 格	价格高	价格较低
其 他		机种多，模块种类多，易于构成系统

结论：一般情况下，在工业自动化工程中采用 PLC 要比通用计算机可靠、方便、易于维护。就目前情况来看，计算机在信息处理方面还是优于 PLC，所以在一些自动化控制系统中，常常将两者结合起来，PLC 作为下位机进行现场控制，计算机作为上位机进行信息处理。计算机与 PLC 之间通过通信线路实现信息的传送和交换。这样相辅相成，构成一个功能较强的、完整的控制系统。

1.2.3 PLC 与集散控制系统的比较

由前所述可知，PLC 是由继电器逻辑控制系统发展而来的，而集散控制系统 DCS (distribution control system) 是由回路仪表控制系统发展起来的分布式控制系统，它在模拟量处理、回路调节等方面有一定的优势。而 PLC 随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展，无论在功能上、速度上、智能化模块以及联网通信上，都有了很大的提高，并开始与小型计算机连成网络，构成了以 PLC 为重要部件的分布式控制系统。随着 PLC 网络通信功能的不断增强，PLC 与 PLC 以及计算机互连，可以形成大规模的控制系统，在数据高速公路上 (data highway) 挂接在线通用计算机，实现在线组态、编程和下装，进行在线监控整个生产过程，这样就已经具备了集散控制系统的形态，加上 PLC 的价格和可靠性优势，使之可与传统的集散控制系统相竞争。

1.3 可编程序控制器的基本组成

世界各国生产的可编程控制器外观各异，但作为工业控制计算机，其硬件结构都大体相同，主要由中央处理器 (CPU)、存储器 (RAM、ROM)、输入输出器件 (I/O 接口)、电源及编程设备几大部分构成。PLC 的硬件结构框图如图 1-1 所示。

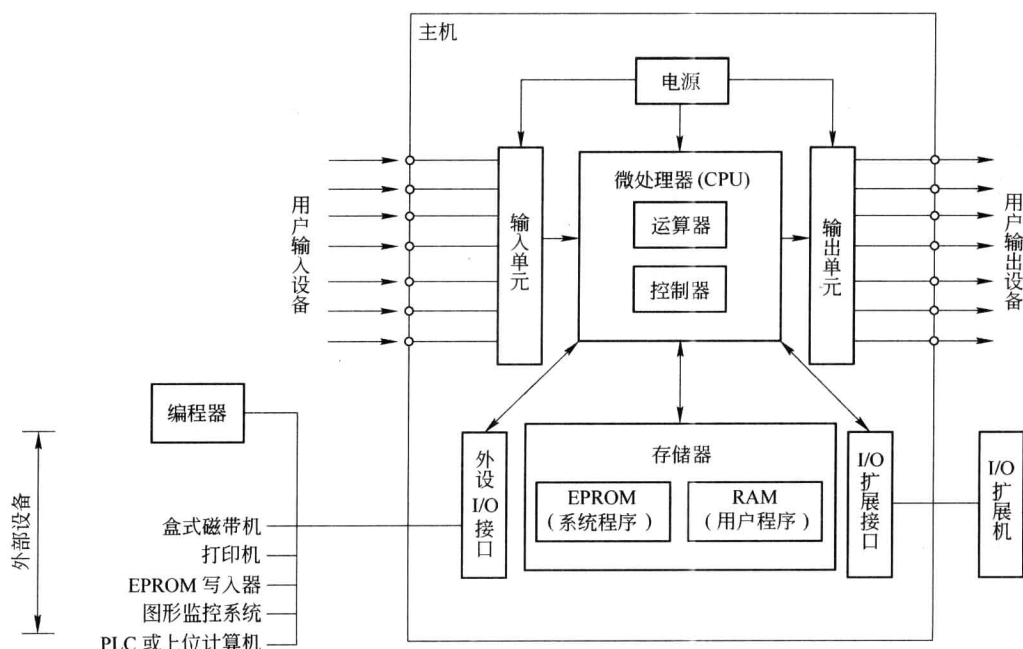


图 1-1 单元式 PLC 结构框图

1.3.1 中央处理器 (CPU)

中央处理器是可编程控制器的核心,它在系统程序的控制下,完成逻辑运算、数学运算、协调系统内部各部分工作等任务。可编程控制器中采用的 CPU 一般有三类,一类为通用微处理器,如 80286、80386 等;一类为单片机芯片,如 8031、8096 等;另外,还有位处理器,如 AMD2900、AMD2903 等。一般说来,可编程控制器的档次越高,CPU 的位数越多,运算速度越快,指令功能越强。现在常见的可编程机型一般多为 8 位或者 16 位机。为了提高 PLC 的性能,也有一台 PLC 采用多个 CPU 的。

1.3.2 存储器

存储器是可编程控制器存放系统程序、用户程序及运算数据的单元。和一般计算机一样,可编程控制器的存储器有只读存储器 (ROM) 和随机读写存储器 (RAM) 两大类,只读存储器是用来保存那些需永久保存 (即使机器掉电后也需保存) 的程序的存储器,一般为掩膜只读存储器和可编程电擦写只读存储器。只读存储器用来存放系统程序。随机读写存储器的特点是写入与擦除都很容易,但在掉电情况下存储的数据就会丢失,一般用来存放用户程序及系统运行中产生的临时数据,为了能使用户程序及某些运算数据在可编程控制器脱离外界电源后也能保持,在实际使用中都为一些重要的随机读写存储器配备电池或电容等掉电保护装置。

可编程控制器的存储器区域按用途不同,又可分为程序区及数据区。程序区为用来存放用户程序的区域,一般有数千个字节。用来存放用户数据的区域一般要小一些。在数据区中,各类数据存放的位置都有严格的划分。由于可编程控制器是给熟悉继电器、接触器系统的工程技术人员使用的,所以其数据单元都叫做继电器,如输入继电器、时间继电器、计数器等。不同用途的继电器在存储区中占有不同的区域,每个存储单元有不同的地址编号。

1.3.3 输入、输出接口

输入、输出接口是可编程控制器和工业控制现场各类信号连接的部分。输入口用来接受生产过程的各种参数。输出口用来送出可编程控制器运算后得出的控制信息,并通过机外的执行机构完成工业现场的各类控制。由于可编程控制器在工业生产现场工作,对输入、输出接口有两个主要的要求,一是接口有良好的抗干扰能力,二是接口能满足工业现场各类信号的匹配要求。因而可编程控制器为不同的接口需求设计了不同的接口单元,主要有以下几种。

1.3.3.1 开关量输入接口

它的作用是把现场的开关量信号变成可编程控制器内部处理的标准信号。开关量输入接口按可接纳的外信号电源的类型不同分为直流输入单元和交流输入单元,如图 1-2 ~ 图 1-4 所示。

从图 1-2 ~ 图 1-4 中可以看出,输入接口中都有滤波电路及耦合隔离电路。滤波有抗干扰的作用,耦合有抗干扰及产生标准信号的作用。图中输入口的电源部分都画在了输入口外,这是分体式输入口的画法,在一般单元式可编程控制器中输入口都使用可编程本机的直流电源供电,不再需要外接电源。

1.3.3.2 开关量输出接口

它的作用是把可编程内部的标准信号转换成现场执行机构所需的开关量信号。开关量输出接口按可编程机内使用的器件可分为继电器型、晶体管型及可控硅型。内部参考电路图见图 1-5。

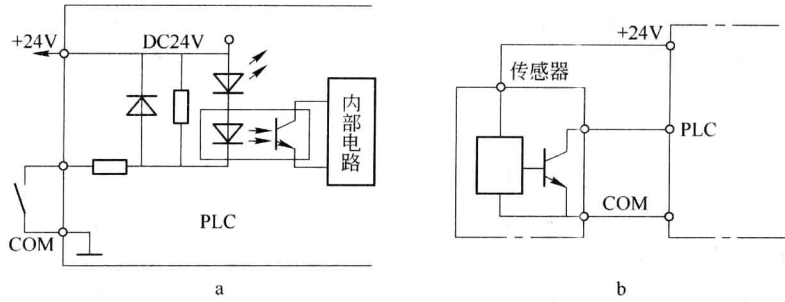


图 1-2 直流输入电路

a—直流输入电路内部接线图；b—直流输入电路外部接线图

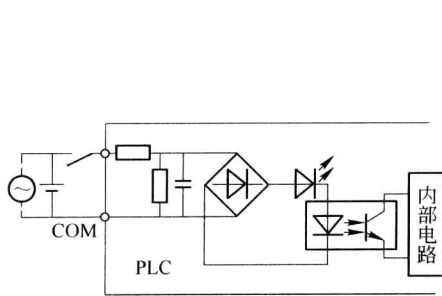


图 1-3 交流/直流输入电路

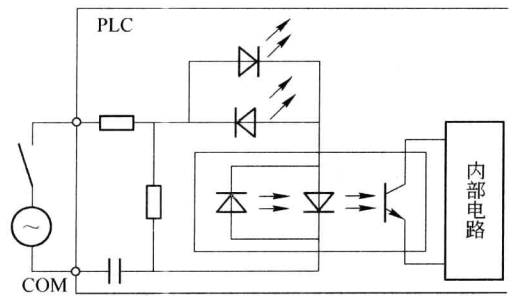
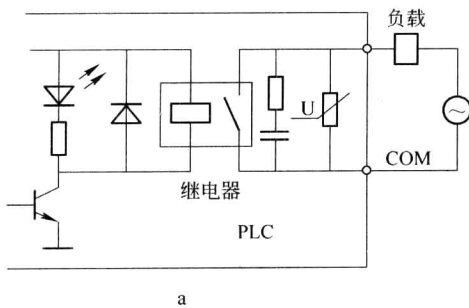
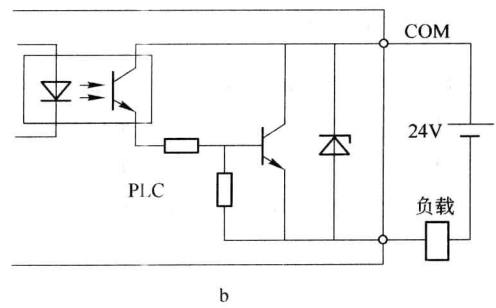


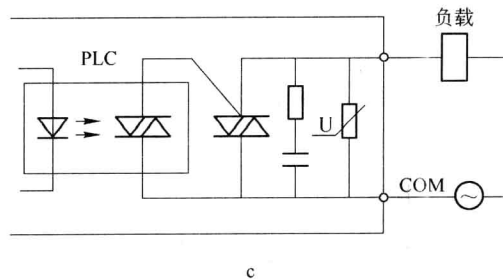
图 1-4 交流输入电路



a



b



c

图 1-5 开关量输出电路

a—继电器型输出接口电路；b—晶体管型输出接口电路；c—可控硅型输出接口电路

从图中可以看出，各类输出接口中也都具有隔离耦合电路。这里特别要指出的是，输出接口本身都不带电源，而且在考虑外驱动电源时，还需考虑输出器件的类型。继电器式的输出接

口可用于交流及直流两种电源,但接通断开的频率低,晶体管式的输出接口有较高的接通断开频率,但只适用于直流驱动的场所,可控硅型的输出接口仅适用于交流驱动场合。

1.3.3.3 模拟量输入接口

它的作用是把现场连续变化的模拟量标准信号转换成适合可编程控制器内部处理的、由若干位二进制数字表示的信号。模拟量输入接口接受标准模拟信号,电压信号或是电流信号均可。这里的标准信号是指符合国际标准的通用交互用电压、电流信号值,如 $1 \sim 10\text{V}$ 的直流电压信号、 $4 \sim 20\text{mA}$ 的直流电流信号等。工业现场中模拟量信号的变化范围一般是不标准的,在送入模拟量接口时一般都需经变送处理才能使用。图 1-6 是模拟量输入接口的内部电路框图。

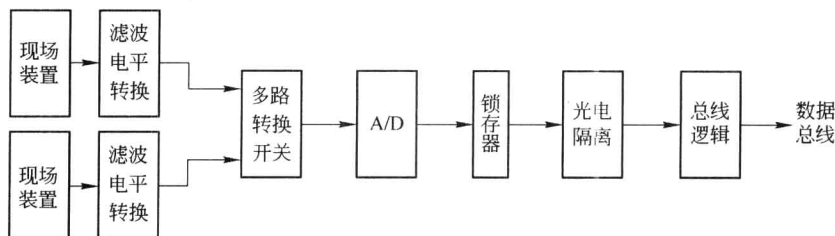


图 1-6 模拟量输入电路框图

模拟量信号输入后一般经运算放大器放大后进行 A/D 转换,再经光电耦合后为可编程控制器提供一定位数的数字量信号。

1.3.3.4 模拟量输出接口

它的作用是将可编程控制器运算处理后的若干位数字量信号转换为相应的模拟量信号输出,以满足生产过程现场连续控制信号的需求。模拟量输出接口一般由光电隔离、D/A 转换和信号驱动等环节组成。其原理框图见图 1-7。

模拟量输入输出接口一般安装在专门的模拟量工作单元上。

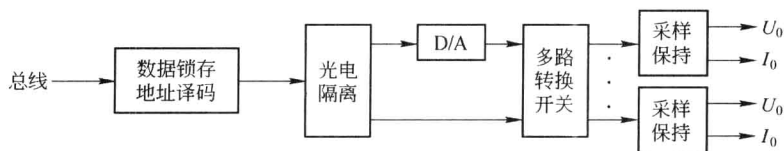


图 1-7 模拟量输出电路框图

1.3.3.5 智能输入、输出接口

为了适应较复杂的控制工作的需要,可编程控制器还有一些智能控制单元。如 PID 工作单元、高速计数器工作单元、温度控制单元等。这类单元大多是独立的工作单元,它们和普通输入、输出接口的区别在于一般带有单独的 CPU,有专门的处理能力。在具体的工作中,每个扫描周期智能单元和主机的 CPU 交换一次信息,共同完成控制任务。从近期的发展来看,不少新型的可编程控制器本身也带有 PID 功能及高速计数器接口,但他们的功能一般比专用单元的功能弱。