



21世纪 高等职业教育通用教材

可编程控制器 原理及其应用

● 林春方 主编
● 张永生 主审

交通大学出版社

21 世纪高等职业教育通用教材

可编程控制器原理及其应用

主 编 林春方
副主编 谢云敏
参 编 刘 涛 冯 薇 高俊岭
主 审 张永生

上 海 交 通 大 学 出 版 社

内 容 提 要

可编程控制器(PLC)是一种采用微处理技术的通用控制器。本书系统地介绍了 PLC 的工作原理、特点与硬件结构,以三菱公司的 FX_{2N} 系列为例,介绍了 PLC 的编程元件与指令系统、梯形图的经验设计法、根据继电器电路图设计梯形图的方法、以顺序功能图为基础的顺序控制设计法、PLC 的联网通信、PLC 控制系统的设计与调试方法及提高系统可靠性和降低硬件费用的方法等。书中还附有习题和实验、实训指导。

本书可作为高职高专院校电气工程类、机电一体化类、应用电子技术类专业学生的教学用书,也可作为工程技术人员自学和作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及其应用/林春方主编. —上海:
上海交通大学出版社,2004

21 世纪高等职业教育通用教材

ISBN7-313-03763-5

I. 可... II. 林... 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(2004)第 056658 号

可编程控制器原理及其应用

林春方 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:张天蔚

立信会计出版社常熟市印刷联营厂印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14 字数:336 千字

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~2 050

ISBN 7-313-03763-5/TP·595 定价:23.00 元

版权所有 侵权必究

21 世纪高等职业教育通用教材

编 审 委 员 会

主 任 名 单

(以姓氏笔划为序)

编审委员会顾问

叶春生 詹平华

编审委员会名誉主任

李 进 李宗尧

编审委员会主任

闵光太 潘立本

编审委员会常务副主任

东鲁红

编审委员会副主任

孔宪思	王俊堂	王继东	白玉江
冯拾松	匡亦珍	朱懿心	吴惠荣
李 光	李坚利	陈 礼	赵祥大
洪申我	饶文涛	秦士嘉	黄 斌
董 刚	薛志信		

序

发展高等职业教育,是实施科教兴国战略、贯彻《高等教育法》与《职业教育法》、实现《中国教育改革与发展纲要》及其《实施意见》所确定的目标和任务的重要环节;也是建立健全职业教育体系、调整高等教育结构的重要举措。

近年来,年轻的高等职业教育以自己鲜明的特色,独树一帜,打破了高等教育界传统大学一统天下的局面,在适应现代社会人才的多样化需求、实施高等教育大众化等方面,做出了重大贡献。从而在世界范围内日益受到重视,得到迅速发展。

我国改革开放不久,从1980年开始,在一些经济发展较快的中心城市就先后开办了一批职业大学。1985年,中共中央、国务院在关于教育体制改革的决定中提出,要建立从初级到高级的职业教育体系,并与普通教育相沟通。1996年《中华人民共和国职业教育法》的颁布,从法律上规定了高等职业教育的地位和作用。目前,我国高等职业教育的发展与改革正面临着很好的形势和机遇:职业大学、高等专科学校和成人高校正在积极发展专科层次的高等职业教育;部分民办高校也在试办高等职业教育;一些本科院校也建立了高等职业技术学院,为发展本科层次的高等职业教育进行探索。国家学位委员会1997年会议决定,设立工程硕士、医疗专业硕士、教育专业硕士等学位,并指出,上述学位与工程学硕士、医学科学硕士、教育学硕士等学位是不同类型的同一层次。这就为培养更高层次的一线岗位人才开了先河。

高等职业教育本身具有鲜明的职业特征,这就要求我们在改革课程体系的基础上,认真研究和改革课程教学内容及教学方法,努力加强教材建设。但迄今为止,符合职业特点和需求的教材却还不多。由泰州职业技术学院、上海第二工业大学、金陵职业大学、扬州职业大学、彭城职业大学、沙洲职业工学院、上海交通高等职业技术学院、上海交通大学技术学院、上海汽车工业总公司职工大学、立信会计高等专科学校、江阴职工大学、江南学院、常州技术师范学院、苏州职业大学、锡山职业教育中心、上海商业职业技术学院、潍坊学院、上海工程技术大学等百余所院校长期从事高等职业教育、有丰富教学经验的资深教师共同编写的《21世纪高等职业教育通用教材》,将由上海交通大学出版社等陆续向读者朋友推出,这是一件值得庆贺的大好事,在此,我们表示衷心的祝贺。并向参加编写的全体教师表示敬意。

高职教育的教材面广量大,花色品种甚多,是一项浩繁而艰巨的工程,除了高职院校和出版社的继续努力外,还要靠国家教育部和省(市)教委加强领导,并设立高等职业教育教材基金,以资助教材编写工作,促进高职教育的发展和改革。高职教育以培养一线人才岗位与岗位群能力为中心,理论教学与实践训练并重,二者密切结合。我们在这方面的改革实践还不充分。在肯定现已编写的高职教材所取得的成绩的同时,有关学校和教师要结合各校的实际情况和实训计划,加以灵活运用,并随着教学改革的深入,进行必要的充实、修改,使之日臻完善。

阳春三月,莺歌燕舞,百花齐放,愿我国高等职业教育及其教材建设如春天里的花园,群芳争妍,为我国的经济建设和社会发展作出应有的贡献!

叶春生

前 言

可编程控制器(PLC)是以微处理器为核心的通用工业自动化装置。它将传统的继电器控制技术与计算机技术和通信技术融为一体,具有结构简单、性能优越、可靠性高、灵活通用、易于编程、使用方便等优点。因此,近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到了广泛的应用。

本书立足高职高专教育人才培养目标,本着“淡化理论,够用为度,培养技能,重在实用”的原则,以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色的指导思想,在内容上,力求简明扼要,突出重点,主动适应社会发展需要,突出应用性和针对性,加强实践能力培养,努力突出高职教材的特点。

本书以 FX_{2N} 系列可编程控制器为对象,全面系统地介绍了 PLC 的原理及应用技术。全书共分 8 章,第 1 章概述了 PLC 的由来、特点及发展趋势;第 2 章介绍了 PLC 的原理;第 3 章介绍了 PLC 的编程语言及基本指令;第 4 章介绍了 PLC 的功能指令;第 5 章介绍了程序设计方法及实例分析;第 6 章介绍了 PLC 的数据通信;第 7 章介绍了 PLC 的系统设计;第 8 章为实验与实训部分。

本书由安徽电子信息职业技术学院林春方任主编,负责全书的统稿工作,并编写了第 4 章;南昌工程学院谢云敏任副主编并编写了第 3 章和第 5 章;安徽电子信息职业技术学院刘涛编写了第 6 章和第 8 章;南京化工职业技术学院冯薇编写了第 1 章和第 2 章;安徽理工大学高俊岭编写了第 7 章。全书由安徽电子信息职业技术学院张永生主审。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免存在缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2004 年 3 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 顺序控制系统	1
1.1.1 顺序控制概述	1
1.1.2 顺序控制的基本组成	2
1.1.3 顺序控制的实现	2
1.1.4 顺序控制在工业生产过程控制中的应用	2
1.2 PLC 的历史与发展	3
1.2.1 GM10 条与 PLC 的产生	3
1.2.2 我国 PLC 的发展	4
1.2.3 PLC 的发展趋势	4
1.3 PLC 的特点及应用领域	5
1.3.1 PLC 的特点	5
1.3.2 PLC 的应用领域	6
1.4 PLC 控制系统与其他控制系统的比较	7
1.4.1 PLC 控制系统与继电器控制系统的比较	7
1.4.2 PLC 控制系统与无触点式逻辑控制系统的比较	8
1.4.3 PLC 控制系统与计算机控制系统的比较	8
1.4.4 PLC 控制系统与集散控制系统的比较	9
小结	10
思考与练习	10
第 2 章 PLC 的原理	11
2.1 PLC 的结构	11
2.1.1 PLC 的硬件系统	11
2.1.2 PLC 的软件系统	16
2.2 PLC 的工作原理	17
2.2.1 PLC 的工作过程	17
2.2.2 I/O 映像区	19
2.2.3 输入输出过程	20
2.2.4 中断输入处理	20
2.2.5 输入输出响应的滞后现象	21
2.3 PLC 的分类及性能指标	22
2.3.1 PLC 的分类	22

2.3.2 PLC的主要性能指标	23
2.4 FX系列PLC简介	24
2.4.1 FX系列PLC的特点	24
2.4.2 FX系列PLC型号名称的含义	25
2.4.3 FX系列PLC的一般技术指标	26
小结	27
思考与练习	27
第3章 PLC的编程语言及基本指令	29
3.1 PLC的编程语言概述	29
3.2 FX系列PLC的编程元件	32
3.2.1 FX系列PLC的用户数据结构	33
3.2.2 输入继电器和输出继电器	33
3.2.3 辅助继电器	35
3.2.4 状态继电器	36
3.2.5 定时器	37
3.2.6 计数器	38
3.2.7 数据寄存器	40
3.2.8 指针	41
3.3 FX系列PLC的基本指令	41
3.3.1 LD,LDI,OUT指令	41
3.3.2 AND,ANI指令	42
3.3.3 OR,ORI指令	42
3.3.4 ANB,ORB指令	43
3.3.5 栈操作指令	44
3.3.6 主控与主控复位指令	45
3.3.7 取反指令	46
3.3.8 PLS与PLF指令	47
3.3.9 边沿检测触点指令	47
3.3.10 置位与复位指令	48
3.3.11 NOP与END指令	49
小结	49
思考与练习	51
第4章 功能指令	53
4.1 FX _{2N} 系列PLC功能指令概述	53
4.1.1 功能指令的基本表示方法	53
4.1.2 数据长度与指令执行形式	54
4.2 程序流向控制指令	54

4.2.1	条件跳转指令	54
4.2.2	子程序调用与子程序返回指令	55
4.2.3	与中断有关的指令	56
4.2.4	程序结束指令	57
4.2.5	监视定时器指令	57
4.2.6	循环指令	57
4.3	比较与传送指令	58
4.3.1	比较指令	58
4.3.2	传送指令	59
4.3.3	数据变换指令	61
4.4	四则运算与字逻辑运算指令	61
4.4.1	四则运算指令	61
4.4.2	加 1 和减 1 指令	63
4.4.3	字逻辑运算指令	63
4.5	循环移位与移位指令	64
4.5.1	循环移位指令	64
4.5.2	带进位的循环移位指令	65
4.5.3	位右移和位左移指令	65
4.5.4	字右移和字左移指令	66
4.5.5	FIFO(先入先出)写入与读出指令	67
4.6	数据处理指令	67
4.6.1	区间复位指令	68
4.6.2	解码与编码指令	68
4.6.3	求置 ON 位总数与 ON 位判别指令	69
4.6.4	平均值指令	70
4.6.5	报警器置位复位指令	70
4.6.6	其他数据处理指令	70
4.7	高速处理指令	71
4.7.1	与输入输出有关的指令	71
4.7.2	高速计数器指令	72
4.7.3	速度检测与脉冲输出指令	74
4.8	方便指令	75
4.8.1	状态初始化指令	75
4.8.2	数据搜索指令	76
4.8.3	凸轮顺控指令	77
4.8.4	定时器指令	78
4.8.5	其他方便指令	78
4.9	外部 I/O 设备指令	80
4.9.1	数据输入指令	80

4.9.2	数字译码输出指令	83
4.9.3	其他外部 I/O 设备指令	85
4.10	外部设备指令	86
4.10.1	与串行通信有关的指令	86
4.10.2	FX-8AV 模拟量功能扩展板处理指令	88
4.10.3	PID 回路运算指令	88
4.11	浮点数运算指令	89
4.11.1	二进制浮点数比较指令	89
4.11.2	二进制浮点数转换指令	90
4.11.3	二进制浮点数的四则运算指令	90
4.11.4	二进制浮点数的开平方指令与三角函数运算指令	91
4.12	时钟运算与葛雷码变换指令	91
4.12.1	时钟运算指令	91
4.12.2	时钟数据加减法指令	92
4.12.3	时钟数据读写指令	92
4.12.4	葛雷码变换指令	93
4.13	触点型比较指令	93
小结		94
思考与练习		95
第 5 章	程序设计方法及实例分析	97
5.1	程序设计的内容	97
5.1.1	PLC 应用软件功能的分析与设计	97
5.1.2	I/O 信号及数据结构分析与设计	98
5.1.3	程序结构分析和设计	99
5.1.4	软件设计规格说明书编制	99
5.1.5	用编程语言、PLC 指令进行程序设计	100
5.1.6	软件测试	100
5.1.7	程序使用说明书编制	100
5.2	常见程序分析	100
5.2.1	自锁和连锁程序	101
5.2.2	优先程序	101
5.2.3	顺序循环执行程序	102
5.2.4	振荡程序	105
5.2.5	二分频程序	105
5.3	根据继电器电路设计梯形图的方法	106
5.4	顺序控制设计方法	109
5.5	顺序控制系统梯形图的编程方法	115
5.5.1	使用逻辑方程的编程方法	115

5.5.2 使用步进梯形指令的编程方法	120
5.5.3 使用移位指令的编程方法	125
5.6 随机控制系统的程序设计	126
5.7 PLC 应用实例	128
5.7.1 PLC 在液体搅拌器中的应用	128
5.7.2 机械手的 PLC 控制	132
小结	136
思考与练习	138
第 6 章 PLC 的数据通信	140
6.1 数据通信概述	140
6.1.1 并行数据通信	140
6.1.2 串行数据通信	140
6.1.3 串行通信接口标准	143
6.1.4 开放系统互连模型 OSI	147
6.1.5 IEEE802 标准	149
6.1.6 数据通信网络的拓扑结构	151
6.2 PLC 的数据通信	152
6.2.1 概述	152
6.2.2 下位连接系统	157
6.2.3 同位连接系统	158
6.2.4 上位连接系统	158
6.3 现场总线在 PLC 中的应用	159
6.3.1 现场总线概述	159
6.3.2 几种常见现场总线的标准	161
6.3.3 现场总线在 PLC 中的应用	163
小结	163
思考与练习	164
第 7 章 PLC 系统设计	165
7.1 PLC 系统的设计调试	165
7.1.1 PLC 控制系统设计的原则和内容	165
7.1.2 PLC 型号的选择	166
7.1.3 程序的设计与调试	169
7.1.4 编写技术文件	171
7.2 降低 PLC 系统硬件费用的方法	172
7.2.1 减少输入点数	172
7.2.2 减少输出点数	174
7.3 提高系统的可靠性	175

7.3.1	运行环境的改善	176
7.3.2	控制系统的冗余	177
7.3.3	控制系统的供电	178
7.3.4	系统的抗干扰措施	178
小结		180
思考与练习		180
第 8 章 实验与实训		182
8.1	实验	182
8.1.1	与、或、非基本逻辑处理实验	182
8.1.2	置位与复位及脉冲指令实验	184
8.1.3	栈及主控指令实验	185
8.1.4	定时器和计数器实验	186
8.1.5	步进顺控指令实验	188
8.1.6	分支、汇合、跳转程序编程实验	190
8.1.7	移位寄存器实验	191
8.1.8	数据控制功能实验	192
8.2	实训	194
8.2.1	交通信号灯的 PLC 自动控制	194
8.2.2	搅拌器的 PLC 自动控制	194
8.2.3	4 层电梯的 PLC 自动控制	197
8.2.4	艺术彩灯造型的 PLC 控制	200
附录		202
附录 1	编程器的应用	202
附录 1A	FX-20P-E 简易编程器的使用	202
附录 1B	FX 系列 PLC 编程软件(FXGPWIN)的使用	203
附录 2	FX _{1S} ,FX _{1N} ,FX _{2N} 功能指令表	204

第1章 概述

可编程控制器(Programmable Controller,简称 PC)是在传统的顺序控制器的基础上,为满足不断发展的大规模工业生产柔性控制的要求而逐步发展起来的。最早用于取代继电器控制线路,其功能基本限于开关量逻辑控制,仅执行逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,所以当时称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC)。但随着微电子技术和计算机技术的飞速发展,PLC 的功能已大大超出了原先的逻辑运算,只是为了与个人电脑(Personal Computer)的简称 PC 相区别,我们如今仍简称可编程控制器为 PLC。

国际电工委员会(IEC)公布的对可编程控制器定义如下:“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。它采用可编程序的存储器,用来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的指令,并通过数字的、模拟的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”由此可见,可编程控制器是专门为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。

本章将简单介绍顺序控制系统的基础知识和可编程控制器的发展过程、应用特点等。

1.1 顺序控制系统

1.1.1 顺序控制概述

过程控制系统按照给定量的不同可分为定值控制系统(给定值恒定)、随动控制系统(给定值随机变化)和顺序控制系统。顺序控制系统的给定值是按事先设定好的时间程序变化的。在被控变量为离散值的控制系统中,大都采用顺序控制(又称为程序控制)。顺序控制系统按照程序完成的逻辑功能不同又可分为时间顺序控制系统、逻辑顺序控制系统和条件顺序控制系统。

在时间顺序控制系统中,程序规定好了每个被控对象(设备)运行、停止的时间。例如,交通灯控制系统中,所有信号灯按预先设定的时间长短点亮和熄灭。逻辑顺序控制系统中,程序规定好了设备先后运行的逻辑关系。例如,在液位控制系统中,液位 A 未达到设定值($A=“0”$),进料阀打开($B=“0”$),物料进入;液位达到设定值($A=“1”$),进料阀关闭($B=“1”$),搅拌加热至设定温度。可见,液位 A 、进料阀 B 、加热器 C 之间满足一定的逻辑关系($C=A \cdot B$)。条件顺序控制系统中,程序规定好了设备是以条件满足与否决定其工作状态。例如,在电梯自动控制系统中,电梯上与下必须是在有乘客按了“上”或“下”的按钮这个条件下进行的。

1.1.2 顺序控制的基本组成

顺序控制系统的基本组成包含六部分：控制器、执行器、测量变送装置、输入/输出接口、被控对象，如图 1.1 所示。

控制器：它接受输入信号与反馈信号，按一定控制算法运算后，输出控制信号驱动执行器，相当于“大脑”。

执行器：它自动根据控制器送来的信号值来改变被控对象的值，相当于“手”。例如，很多控制阀就是这样。

被控对象：系统要控制的物理量，如温度、压力、流量等。

测量变送装置：它用于测量被控对象的状态信息，并转换为统一的特定的输出信号（如电信号或气压信号等），相当于“眼”。

输入接口：实现控制器输入信号的电平转换。

输出接口：实现控制器输出信号的功率转换。

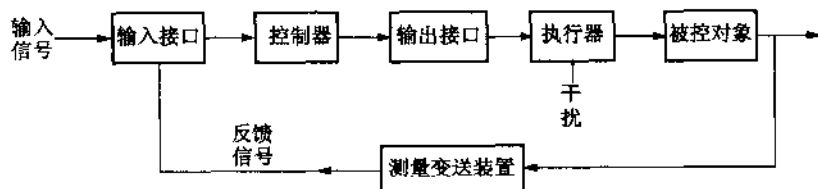


图 1.1 顺序控制系统的基本组成

1.1.3 顺序控制的实现

顺序控制广泛应用于工业控制之中，如化工、纺织、机械、冶金等。系统实现方案可以采用继电器-接触器、晶体管或晶闸管等无触点开关、可编程控制器和计算机等作为控制器。

继电器-接触器组成的顺序控制系统，是依靠控制线路中各种常开/常闭、瞬动/延时触点的“开”或“关”的状态的不同组合来完成逻辑功能的。例如，电机的起停控制。相比之下，晶体管或晶闸管组成的顺序控制系统把有触点的可动的“物理”开关换成了无触点的静态开关，无噪声，无火花，无电弧，速度快，寿命长。这两种系统都是用物理硬件来完成逻辑功能的。

可编程控制器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，用软件完成逻辑功能，执行修改功能时只需改动存储器中的软件，不用改变硬接线，其灵活性大大增强。计算机组成的顺序控制系统多用在集散控制系统或工控机中，往往与连续量控制相结合，其功能是最强大的，同样也是用软件实现的。

1.1.4 顺序控制在工业生产过程控制中的应用

由于计算机技术、通信技术、半导体技术的发展，工业生产过程的自动控制得到了飞速的发展，顺序控制被广泛应用在工业生产不同领域、不同场合之中。

① 流水线作业。这是目前电子等制造行业采用的生产方式，其中一部分操作是按时间先后次序进行的，而大部分操作则是按逻辑顺序进行的。例如，传输带、机械手的控制。

② 家用电器。目前家用电器都朝着“数字化”、“智能化”方向发展，实际上是广泛应用了顺序控制系统，只需按“开关”，其余功能由机器自动完成，整个过程实现“无人化”操作。如全

自动洗衣机等。

③ 批量控制系统。在批量控制系统中,对不同批号的产品有不同的生产顺序、不同的配方和控制条件,对程序更改有较多的要求,通常采用软件的实现方式。

④ 信号报警联锁系统。在高温、高压、易燃、易爆等危险的工业环境中,为了保证安全生产,必须设置防止事故发生的控制系统,严格控制某些过程参数。

⑤ 逻辑控制。在一些较大的控制系统中,往往把其中的逻辑控制功能单独分出来,交由一个专门的顺序控制系统来完成。如数控机床、柔性制造系统,它们内部的逻辑控制功能多由可编程控制器完成。

1.2 PLC 的历史与发展

1.2.1 GM10 条与 PLC 的产生

众所周知,20 世纪 60 年代末美国的汽车制造业巨头——通用汽车公司(GM 公司)的生产装配线发生了翻天覆地的变化:用可编程控制器取代了传统的继电器控制盘。从此掀开了 PLC 辉煌历史的第一页。

早期的工业电气控制普遍使用继电器接触控制系统,但随着工业生产的迅速发展,它的缺点变得日益突出,并成为制约生产发展的瓶颈,这是因为继电器接触控制系统体积大、可靠性低、线路复杂、维修困难,尤其当更新工艺时,需要重新设计和安装,十分费时、费工、费料,甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状,美国通用汽车公司在 1968 年公开招标,试图寻找一种新的控制装置取代继电器控制装置,使之尽可能减少重新设计线路的工作量和系统硬接线数量,以降低生产成本,缩短新产品开发周期,有效提高生产效率。当时,计算机已开始发展,于是他们想到了将继电器接触控制系统简单易懂、操作方便、价格便宜的长处与计算机灵活通用的优点结合起来制造这种新装置,所以对外公开招标并提出了十项指标,即 GM10 条:

- 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 输入为交流 115 V(美国标准系列电压值)。
- ⑧ 输出为交流 115 V,2 A 以上,能直接驱动电磁阀、接触器等。
- ⑨ 在扩展时,原系统只要很小变更。
- ⑩ 用户程序存储器容量至少能扩展到 4K。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出第一台可编程控制器 PDP-14,在美国通用汽车自动装配线上试用,获得了成功,并很快地在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年,已经成功地应用于食品、饮料、冶金和造纸等工业。这一新型工业控制装置的出现,也受到了世界其他国家的高度重视。1971 日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台可编程控制器 DSC-8。1973 年,西欧国家也研制出它们的第一台可编程控制器。我国从 1974 年开

始研制,并于 1977 年开始工业应用。

1.2.2 我国 PLC 的发展

我国 PLC 产品的研制、生产,大体上经历了从顺序控制器到 1 位处理器为主体的工业控制器,再到 8 位微处理器为主体的可编程控制器的三个发展阶段。

1974 年,国内一些高校、科研单位开始研制顺序控制器,大多使用分立元件。由于元件使用量大、功能板多、连线多、产品体积大、可靠性差,加之价格高,因此使用规模小,主要控制方式是开关量控制。

随着我国改革开放政策的落实,同时国外 PLC 大量进入我国市场,一部分随成套设备进口,一部分直接引进中小型 PLC 产品(大多为 GE 公司、西门子公司、三菱公司、立石公司等),开始进入以 8 位微处理器为核心的 PLC 时代。

近年来,通过技术引进、消化吸收、仿制和国产化,我国的 PLC 产品有了一定的发展,主要以 I/O 点为 128 点以下的小型机,大型机的研制至今在国内还是空白。

目前,可编程控制器已广泛应用于各个工业领域,并取得了明显的效益。主要表现出以下特点:使用低档机型多,中、高档机型少;使用国外进口机型多,国产机型少;使用在经济发达地区多,在经济落后地区少;用于单个设备或生产线的多,大批量产品配套的少。因此,国产化 PLC 的前景是令人鼓舞的,我们必须加快 PLC 国产化步伐,进一步推广 PLC 应用技术,努力培养相关专业技术人员。

1.2.3 PLC 的发展趋势

随着 PLC 应用领域不断扩大,PLC 的品种、型号、数量以异乎寻常的速度发展,表现为功能越来越强,性能越来越可靠,集成度越来越高,使用越来越方便。

1) 向高速度、大容量方向发展

为提高处理能力,要求 PLC 有更快的响应速度和更大的存储容量。目前大、中型 PLC 的速度可达到 $0.2\text{ms}/\text{k}$ 步左右。例如,三菱公司 $\text{FX}_{2\text{N}}$ 的运算速度可达 $0.08\mu\text{s}/\text{k}$ 步。PLC 的存储容量不断扩大,西门子的磁泡存储器容量达 256 KB,硬盘也已用作 PLC 的外部存储器。

2) 向智能化方向发展

为适应市场日益增长的各种需求,PLC 的指令功能不断增强,且各种智能模块不断推出。例如,高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信模块及人机接口模块等。这些智能模块以微处理器为基础,它可以与 PLC 的主 CPU 并行工作,占用主 CPU 时间很少,有利于 PLC 的扫描速度且进一步提高 PLC 处理信息的能力和 control 功能。

3) 产品向大、小两个方向发展

PLC 向大型化方向发展的主要表现:为适应大规模控制系统的需要,处理器从 1 位机,向 8 位、16 位、32 位、64 位发展;运算速度大大提高,晶振频率从几 MHz 到几十 MHz、几百 MHz 发展;从单 CPU 向多 CPU 并行处理发展;存储器容量从几 K 到几百 K 甚至上兆字节发展;I/O 点数也不断增加,从几千到上万户;与 DCS(集散控制系统)相互渗透,同时向 CIMS(现代集成制造系统)发展,成为它们的一个分支;功能上从单一的逻辑运算扩展到数学运算、数据处理、图形显示、网络通信等,几乎可以满足所有用户需求。

为了减小体积,降低成本,PLC 同时还向小型化方向发展,以适应单机控制和机电一体化要求。在 20 世纪 80 年代初,超小型和小型机相继问世,并迅速发展。目前超小型 PLC 的需求日益增多,尤其在机电一体化产品中,更是随处可见。各国 PLC 制造商不断推出高性能的整体型超小型机,产品体积越来越小,功能越来越强,柔性越来越大。当输入输出点数增加时,可根据需求采用灵活的组合方式进行配套,完成所需控制功能。例如,三菱公司 FX 系列中体积最小的是 $100\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times 47\text{ mm}$,却具有高速计数、中断、脉宽调制、联网通信等功能,还具有模拟量输入、输出及各种智能模块,扩大了应用范围。

4) 编程工具、编程语言的多样化、标准化

PLC 的编程工具丰富多样,使用比较广泛的主要有:便携式编程器,它体积小、重量轻,价格低,使用方便,多用于小型机编程和现场调试、监控;图形编程器,它可以直接用梯形图编程且显示在屏幕上,而且还可与打印机、绘图仪等设备连接,适用于中、大型 PLC 的编程要求,具有很强的文件管理功能;个人计算机,由于它可用多种语言编程(梯形图、指令清单、C 等高级语言等),仿真、通信联网、打印输出等监控功能也很强大,所以使用日渐普及。此外,不少厂家近年来开发了各种智能编程器,可进行在线或离线编程。

随着网络技术的迅猛发展,PLC 的联网也成为必然之势,它能进一步实现整个生产过程自动化,实现计算机辅助设计和制造。PLC 的联网包括有 PLC 之间的联网和 PLC 与计算机之间的联网。各个公司都在使自己的产品与 MAP(自动化通信协议标准)兼容,以使不同厂家的产品能相互通信。

1.3 PLC 的特点及应用领域

1.3.1 PLC 的特点

可编程控制器为了适应在工业环境中使用,主要有如下特点。

1) 高可靠性

工业生产一般对控制设备的可靠性提出很高的要求,应具有较强的抗干扰能力,能在恶劣的环境中可靠地工作,平均无故障时间高,故障恢复时间短。为增加 PLC 的可靠性,在硬件、软件设计上采取了很多措施:

① 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离。

② 各输入端均采用 RC 滤波器,其滤波时间常数一般为 $10 \sim 20\text{ ms}$ 。

③ 各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。

④ 采用性能优良的开关电源。

⑤ 对采用的器件进行严格的筛选。

⑥ 良好的自诊断功能,一旦电源或其他软、硬件发生异常情况,CPU 立即采用有效措施,以防止故障扩大。

⑦ 简化编程语言,对信息进行保护和恢复,设置警戒时钟 WDT。

⑧ 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或有三 CPU 构成表决系统,使可靠性更进一步提高。