



PUTONG GAODENG JIAOYU JIDIAN ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

• 普通高等教育机电专业规划教材 •



工业自动化技术 强化训练

(可编程序控制器 I)

谭兆湛 陈锐鸿 编著



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

普通高等教育机电专业规划教材

工业自动化技术强化训练 (可编程序控制器 I)

谭兆湛 陈锐鸿 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

工业自动化技术强化训练,可编程控制器 I /谭兆湛,陈锐鸿编
著. —北京:中国轻工业出版社,2014. 9
普通高等教育机电专业规划教材
ISBN 978-7-5019-9822-7

I. ①工… II. ①谭… ②陈… III. ①工业—自动控制系统—高等学校—教材②可编程控制器—高等学校—教材 IV. ①TP273 ②TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 140521 号

责任编辑:王 淳 责任终审:孟寿萱 封面设计:锋尚设计
版式设计:王超男 责任校对:张 杰 责任监印:张 可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街 6 号,邮编:100740)

印 刷:北京君升印刷有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本:710 × 1000 1/16 印张:11.25

字 数:224 千字

书 号:ISBN 978-7-5019-9822-7 定价:26.00 元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

140312J1X101ZBW

前 言

《可编程序控制系统设计师》是列入我国第七批的职业工种，该工种要求从业人员掌握一定的理论知识和操作技能。随着我国产业的转型升级，自动化技术受到大中专院校学生、企业人员的青睐。因此，学习可编程序控制系统设计师相关技能以及参加职业技能鉴定的人数也越来越多。

本书是基于《可编程序控制系统设计师职业标准》中级能力要求而编写，内容涉及职业标准中的理论知识、操作技能、能力培养。包括：PLC 原理与应用，变频器技术与应用，气动知识，传感器原理与应用和职业技能鉴定考核等理论知识和操作技能。

本书可作为大专院校机电一体化或相关专业的教学用书，也可作为“可编程序控制系统设计师”中级的培训教材。

本书的第1、4、5、6章由陈锐鸿编写，第2、3、7、8、9章由谭兆湛负责编写。

本书很荣幸地得到了广东省可编程序控制系统设计师职业技能鉴定专家组组长、机电一体化职业技能竞赛裁判长宋建老师的审稿，在此表示由衷地感谢！

作为实训教材，本书仍在不断探索与改进当中。更由于作者的经验和水平有限，本书难免有疏漏和不足之处，欢迎大家提出宝贵意见，以便今后改进工作。

编者
2014年3月

目 录

第 1 章 数制与编码	1
1.1 数制与数制变换	1
1.2 码制	3
第 2 章 可编程控制器基础	6
2.1 可编程控制器概述	6
2.2 可编程控制器的特点、分类和技术指标	7
2.3 可编程控制器的应用领域和发展趋势	9
2.4 可编程控制器的基本组成及工作原理	12
2.5 可编程控制器的编程语言	15
2.6 可编程控制器与其他控制器的比较	18
第 3 章 FX 系列可编程控制器	20
3.1 三菱 PLC 概述	20
3.2 FX 系列 PLC 的系统组成	22
3.3 FX _{2N} 系列 PLC 的编程元件	24
3.4 FX _{2N} 系列 PLC 的基本指令	41
3.5 FX _{2N} 系列 PLC 的步进指令	49
3.6 FX _{2N} 系列 PLC 的功能指令	51
第 4 章 可编程控制器的编程软件	66
4.1 GX - Developer 简介	66
4.2 GX - Developer 的基本操作	70
4.3 程序仿真运行	80
4.4 FX 学习软件的运用	87
第 5 章 传感技术	99
5.1 传感器概述	99
5.2 传感器的原理与应用	100
5.3 传感器的接线与调整	104

5.4 传感器实训练习	106
第6章 气动控制技术	107
6.1 气动控制概述	107
6.2 气动系统的组成	108
6.3 气动回路控制图	113
6.4 常用气动符号	114
6.5 气压传动系统的常见故障与排除	117
6.6 气动实训练习	118
第7章 电机及变频技术的应用	119
7.1 电机及其特性	119
7.2 变频器概述	127
7.3 三菱 D700 变频器的接线端口及作用	128
7.4 三菱 D700 变频器的参数设置	134
7.5 变频器实训练习	141
第8章 可编程控制器的程序设计方法与技巧	143
8.1 梯形图的编写规则	143
8.2 常用的逻辑控制程序设计	144
8.3 PLC 控制系统设计的一般设计方法	147
8.4 PLC 的程序设计方法	148
第9章 系统的综合控制	156
9.1 PLC 考证台简介	156
9.2 控制系统的综合应用(分拣系统)	161
附录 可编程序控制系统设计师的职业概述	168
1. 可编程序控制系统设计师	168
2. 可编程序控制系统设计师的行业前景	168
3. 可编程序控制系统设计师职业标准解读	169

第1章 数制与编码

1.1 数制与数制变换

1.1.1 数制

数制是计数进位制的简称。在日常生活和生产中，人们习惯用十进制数，而在数字电路和计算机中，只能识别“0”和“1”构成的数码，所以经常采用的是二进制数。

(1) 十进制数 (Decimal number, D)

十进制以10为基数，共有0~9十个数码，计数规律为低位向高位逢十进一。各数码在不同位的权不一样，故值也不同。例如444，三个数码虽然都是4，但百位的4表示400，即 4×10^2 ，十位的4表示40，即 4×10^1 ，个位的4表示4，即 4×10^0 ，其中 10^2 、 10^1 、 10^0 称为十进制数各位的权。如一个十进制数585.5按每一位数展开可表示为：

$$(585.5)_{10} = 5 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$$

在FX系列PLC中，辅助继电器(M)、状态寄存器(S)、数据寄存器(D)、定时器(T)、计数器(C)都是用十进制进行编号的。其中定时器与计数器的设定值也是采用十进制。

(2) 二进制数 (Binary number, B)

数字电路和计算机中经常采用二进制。二进制的基数为2，共有0和1两个数码，计数规律为低位向高位逢二进一。各数码在不同位的权不一样，故值也不同。二进制数用下标或“2”表示，如一个二进制数101.101按每一位数展开可表示为：

$$(101.101)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}$$

二进制的每个数字都称为一个位，在FX系统PLC中，用十进制对定时器、计数器、数据寄存器的值进行设定，但PLC内部数据的存储与运算都是以二进制数进行的。

(3) 十六进制数 (Hexadecimal number, H)

十六进制的每一位有十六个不同的数码，分别用0~9、A(10)、B(11)、C(12)、D(13)、E(14)、F(15)表示。基数是16，加法逢十六进一位。十六进制数后可加一个大写的H表示，如一个十六进制数6EH按每一位数展开可

表示为：

$$6EH = (6E)_{16} = 6 \times 16^1 + 14 \times 16^0$$

(4) 八进制数 (Octal number, O)

八进制数是以 8 为基数，加法逢八进一位。如一个八进制数 594 按每一位数展开可表示为：

$$(594)_8 = 5 \times 8^2 + 9 \times 8^1 + 4 \times 8^0$$

一般 PLC 的输入和输出模块地址都是按八进制编址的。

1.1.2 数制转换

1.1.2.1 二进制与十进制

(1) 二进制数转换成十进制数——按权相加法

按权相加法是指将二进制数按位权展开后相加，即得等值的十进制数。例如，将二进制数 1011101 转换为十进制数：

$$\begin{aligned} (1011101)_2 &= (1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0)_{10} \\ &= (64 + 0 + 16 + 8 + 4 + 0 + 1)_{10} = (93)_{10} \end{aligned}$$

(2) 十进制数转换成二进制数——除 2 取余倒排法和乘 2 取整顺排法

任意十进制数转换为二进制数，可将其分成整数部分和纯小数部分，整数部分采用除 2 取余倒排法，即十进制整数连续除以 2，直到商等于 0 为止，然后把每次所得余数（1 或者 0）按相反的次序排列即得转换后的二进制整数。纯小数部分采用乘 2 取整顺排法，即把十进制小数连续乘以 2，直到小数部分为 0 或者达到规定的位数为止，然后将每次所取整数按次序排列即得转换后的二进制小数。两部分分别转化成二进制数形式后再合成即可求得该十进制数对应的二进制数。

例：将十进制数 44.375 转换成二进制数（取小数点后三位）。

根据转换规则，整数部分 44 用“除 2 取余倒排”法：

2	44	余数	低位
2	22	0 = K ₀	
2	11	0 = K ₁	
2	5	1 = K ₂	
2	2	1 = K ₃	
2	1	0 = K ₄	
	0	1 = K ₅	高位

(44)₁₀ = (101100)₂

小数部分 0.375 采用“乘 2 取整顺排”法：

0.375	整数	高位
× 2		
0.750	0 = K ₁	
0.750		
× 2		
1.500	1 = K ₂	
0.500		
× 2		
1.000	1 = K ₃	↓
		低位

(0.375)₁₀ = (0.011)₂

所以: $(44.375)_{10} = (101100.011)_2$

1.1.2.2 二进制与十六进制

(1) 二进制数转换成十六进制数

整数部分：将二进制数从最低位（小数点左边第1位）开始，向左数，每4位二进制数转换为1位十六进制数，最高位不够4位的前面补零凑够4位。

小数部分：从小数点向右数，每4位二进制数转换为1位十六进制数，最低位不够4位的后面补零凑够4位。

例: 1 1101 0011. 1011 011 = 0001 1101 0011. 1011 0110 = 1D3. B6H

(2) 十六进制数转换成二进制数

转换时只需将每 1 位十六进制数改写成等值的 4 位二进制数, 次序不变。

例: $(3A8.D6)_{16} = (0011\ 1010\ 1000.1101)_2$

1.2 码制

编码是用各种数字、文字、图形、符号及不同数码表示对应的某个具体信息状态。在数字系统及计算机系统中以二进制数码来表示所有的信息状态，将每个二进制码赋予特定含义的过程，称为编码。PLC 在处理数据的过程中，经常会用到各种代码，比如二 - 十进制（BCD）码、美国信息交换标准码 ASCII 等。

1.2.1 BCD 码

在数字系统中,各种数据要转换为二进制代码才能进行处理,而人们习惯于使用十进制数,所以在数字系统的输入输出中仍采用十进制数,这样就产生了用4位二进制数表示1位十进制数的方法,这种用于表示十进制数的二进制代码称为二-十进制代码(Binary Coded Decimal),简称为BCD码。它具有二进制数的形式以满足数字系统的要求,又具有十进制的特点(只有十种有效状态)。在某些情况下,计算机也可以对这种形式的数直接进行运算。常见的BCD码表示有以下几种,具体编码如表1-1。

表 1-1

常见 BCD 编码表

十进制数 \ 编码种类	8421 码	2421 码	余 3 码
0	0000	0000	0011
1	0001	0001	0100
2	0010	0010	0101
3	0011	0011	0110
4	0100	0100	0111
5	0101	1011	1000
6	0110	1100	1001
7	0111	1101	1010
8	1000	1110	1011
9	1001	1111	1100

1.2.1.1 8421 码

这是一种使用最广的 BCD 码，是一种有权码，其各位的权分别是（从最高有效位开始到最低有效位）8、4、2、1。

例：写出十进制数 97D 对应的 8421 码。

$$97D = (1001\ 0111\ 1101)_{BCD}$$

在使用 8421 码时一定要注意到其有效的编码仅十个，即：0000 ~ 1001。4 位二进制数的其余 6 个编码 1010、1011、1100、1101、1110、1111 不是有效编码。

1.2.1.2 2421 码

2421 码也是一种有权码，其从高位到低位的权分别为 2、4、2、1，其也可以用 4 位二进制数来表示一位十进制数。

1.2.1.3 余 3 码

余 3 码也是一种 BCD 码，但它是无权码，但由于每一个码对应的 8421 码之间相差 3，故称为余 3 码，其一般使用较少。

1.2.2 ASC II 码

ASCII 码（American Standard Code for Information Interchange，美国标准信息交换码），是使用 7 位或 8 位二进制数来表示所有的大写和小写字母，数字 0 到 9、标点符号，以及在美式英语中使用的特殊控制字符，如表 1-2。

表 1-2

ASCII 码

高位 低位	b6 b5 b4	b6 b5 b4	b6 b5 b4	b6 b5 b4	b6 b5 b4	b6 b5 b4	b6 b5 b4	b6 b5 b4
b3 b2 b1 b0	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	,	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	,,	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	}
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	Ω	n	~
1111	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

从表中可以算出各个字符的 ASCII 码。如字符 0 的 ASCII 码是“0”=011 0000=30H，字符 A 的 ASCII 码是“A”=100 0001=41H。在 FX 系列 PLC 与外围设备进行通信时，数据的交换是以 ASCII 码的形式进行的。

第2章 可编程控制器基础

2.1 可编程控制器概述

2.1.1 PLC 的由来

可编程控制器 (Programmable Controller) 是计算机家族中的一员, 是为工业控制应用而设计制造的, 早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC。它主要用来代替继电器实现逻辑控制, 随着技术的发展这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围。因此, 今天这种装置称作可编程控制器, 简称 PC。但是为了避免与个人计算机 (Personal Computer) 的简称混淆, 所以将可编程控制器简称 PLC。

1968 年, 美国通用汽车公司 (GM) 为了适应汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要, 实现小批量、多品种生产, 希望能有一种新型工业控制器, 它能做到尽可能减少重新设计和更换电器控制系统及接线, 以降低成本、缩短周期。于是就设想将计算机功能强大、灵活、通用性好等优点与电器控制系统简单易懂、价格便宜等优点结合起来, 制成一种通用控制装置, 而且这种装置采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程, 使不熟悉计算机的人也能很快掌握使用。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 根据美国通用汽车公司的这种要求, 研制成功了世界上第一台可编程控制器, 并在通用汽车公司的自动装配线上试用, 取得很好的效果。从此这项技术迅速发展起来。

2.1.2 PLC 的定义

国际电工委员会 (IEC) 先后颁布了 PLC 标准的草案第一稿、第二稿, 并在 1987 年 2 月颁布了可编程控制器标准草案第三稿。在草案中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, 都应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”。

2.2 可编程控制器的特点、分类和技术指标

2.2.1 PLC 的特点

2.2.1.1 可靠性高、抗干扰能力强

(1) 硬件抗干扰措施

隔离：I/O 通道采用光电隔离，有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响。

滤波：对供电电源及线路采用多种形式的滤波，从而消除或抑制了高频干扰。

屏蔽：对 PLC 的电源变压器、内部 CPU、编程器等重要部件采用良好的导电、导磁材料进行屏蔽，以减少空间电磁干扰。

采用模块式结构：这种结构有助于在故障情况时短时修复。各模块均采用屏蔽措施，以防止辐射干扰，对有些模块设置了联锁保护、自诊断电路等。

(2) 软件抗干扰措施

故障检测：设计了故障检测软件定期地检测外界环境。如掉电、欠电压、强干扰信号等，以便及时进行处理。

信息保护和恢复：信息保护和恢复软件使 PLC 偶发性故障条件出现时，对 PLC 内部信息进行保护，不遭破坏。一旦故障条件消失，恢复原来的信息，使之正常工作。

设置了警戒时钟 WDT：如果 PLC 程序每次循环执行时间超过了 WDT 规定的时间，预示程序进入了死循环，立即报警。

对程序进行检查和检验，一旦程序有错，立即报警，并停止执行。

2.2.1.2 编程简单、使用方便

许多 PLC 还针对具体问题，设计了各种专用编程指令及编程方法，进一步简化了编程。

2.2.1.3 采用模块化结构，组合灵活使用方便

PLC 的各个部件，均采用模块化设计，各模块之间可由机架和电缆连接。系统的功能和规模可根据用户的实际需求自行组合，使系统的性能价格更容易趋于合理。

2.2.1.4 功能完善、通用性强

现代 PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能，而且还具有 A/D 和 D/A 转换、数值运算、数据处理、PID 控制、通信联网等许多功能。同时，由于 PLC 产品的系列化、模块化，有品种齐全的各种硬件装置供用户选用，可以组成满足各种要求的控制系统。

2.2.1.5 设计安装简单、维护方便

由于 PLC 用软件代替了传统电气控制系统的硬件，控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PLC 的用户程序大部分可在实验室进行模拟调试，缩短了应用设计和调试周期。在维修方面，由于 PLC 的故障率极低，维修工作量很小；而且 PLC 具有很强的自诊断功能，如果出现故障，可根据 PLC 上指示或编程器上提供的故障信息，迅速查明原因，维修极为方便。

2.2.1.6 体积小、重量轻、能耗低

由于 PLC 采用了半导体集成电路，其结构紧凑、体积小、能耗低，因而是实现机电一体化的理想控制设备。

2.2.2 PLC 的分类

2.2.2.1 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式，可将 PLC 分为整体式和模块式两类，即整体式 PLC 和模块式 PLC。

2.2.2.2 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同，可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

(1) 低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能，还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2) 中档 PLC 除具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID 控制等功能。适用于复杂控制系统。

(3) 高档 PLC 除具有中档机的功能外，还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能，可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统，实现工厂自动化。

2.2.2.3 按 I/O 点数分类

根据 PLC 的 I/O 点数的多少，可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

(1) 小型 PLC I/O 点数为 256 点以下为小型 PLC。其中，I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。

(2) 中型 PLC I/O 点数为 256 点以上、2048 点以下为中型 PLC。

(3) 大型 PLC I/O 点数为 2048 点以上的为大型 PLC。其中，I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

在实际中，一般 PLC 功能的强弱与其 I/O 点数的多少是相互关联的，即 PLC 的功能越强，其可配置的 I/O 点数越多。因此，通常我们所说的小型、中型、大型 PLC，除指其 I/O 点数不同外，同时也表示其对应功能为低档、中档、高档。

2.2.3 PLC 的技术指标

2.2.3.1 存储容量

存储容量是指用户程序存储器的容量。用户程序存储器的容量大，可以编制出复杂的程序。一般来说，小型 PLC 的用户存储器容量为几千字，而大型机的用户存储器容量为几万字。

2.2.3.2 I/O 点数

输入/输出 (I/O) 点数是 PLC 可以接受的输入信号和输出信号的总和，是衡量 PLC 性能的重要指标。I/O 点数越多，外部可接的输入设备和输出设备就越多，控制规模就越大。

2.2.3.3 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行用户程序的速度，是衡量 PLC 性能的重要指标。一般以扫描 1K 字用户程序所需的时间来衡量扫描速度，通常以 ms/K 字为单位。PLC 用户手册一般给出执行各条指令所用的时间，可以通过比较各种 PLC 执行相同的操作所用的时间，来衡量扫描速度的快慢。

2.2.3.4 指令的功能与数量

指令功能的强弱、数量的多少也是衡量 PLC 性能的重要指标。编程指令的功能越强、数量越多，PLC 的处理能力和控制能力也越强，用户编程也越简单和方便，越容易完成复杂的控制任务。

2.2.3.5 内部元件的种类与数量

在编制 PLC 程序时，需要用到大量的内部元件来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、模块设置和各种标志位等信息。这些元件的种类与数量越多，表示 PLC 的存储和处理各种信息的能力越强。

2.2.3.6 特殊功能单元

特殊功能单元种类的多少与功能的强弱是衡量 PLC 产品的一个重要指标。近年来各 PLC 厂商非常重视特殊功能单元的开发，特殊功能单元种类日益增多，功能越来越强，使 PLC 的控制功能日益扩大。

2.2.3.7 可扩展能力

PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种功能模块的扩展等。在选择 PLC 时，经常需要考虑 PLC 的可扩展能力。

2.3 可编程控制器的应用领域和发展趋势

2.3.1 PLC 的应用领域

从应用类型看，PLC 的应用大致可归纳为以下几个方面：

1) 开关量逻辑控制 PLC 具有强大的逻辑运算功能, 可以实现各种简单和复杂的逻辑控制。利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制, 可以取代传统的继电器控制, 用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制等。例如: 机床、注塑机、印刷机械、装配生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最基本的应用, 也是 PLC 最广泛的应用领域。

2) 运动控制 大多数 PLC 都有拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能广泛用于各种机械设备, 如对各种机床、装配机械、机器人等进行运动控制。

3) 模拟量控制 PLC 中配置有 A/D 和 D/A 转换模块。其中 A/D 模块能将现场的温度、压力、流量、速度等这些模拟量经过 A/D 转换变为数字量, 再经 PLC 中的微处理器进行处理 (微处理器处理的数字量) 去进行控制或者经 D/A 模块转换后, 变成模拟量去控制被控对象, 这样就可以实现 PLC 对模拟量的控制。

4) 过程控制 现代大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能, 有的小型 PLC 也具有模拟量输入输出。所以 PLC 可实现模拟量控制, 而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制, 用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。

5) 数据处理 现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能, 可进行数据的采集、分析和处理, 同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置, 如计算机数值控制 (CNC) 设备, 进行处理。

6) 通信联网 现代 PLC 一般都有通信功能, PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信。PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络, 以实现信息的交换, 并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统, 满足工厂自动化 (FA) 系统发展的需要。

7) 其他 PLC 还有许多特殊功能模块, 适用于各种特殊控制的要求。例如: 定位控制模块、CRT 模块等。

2.3.2 PLC 的发展阶段及发展趋势

2.3.2.1 PLC 的发展阶段

①早期的 PLC 20 世纪 60 年代末 ~ 70 年代中期。

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义, 其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制, 定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现, 在 I/O 接口电路上作了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路, 存储器采用磁芯存储器。另外还采取了一些措施, 以提高其抗干扰的能力。在软件编程

上,采用广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此,早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置,其优点包括简单易懂,便于安装,体积小,能耗低,有故障指使,能重复使用等。其中 PLC 特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

②中期的 PLC (70 年代中期~80 年代中后期)。

在 70 年代,微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国,日本,德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元(CPU)。这样,使 PLC 的功能大大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外,还增加了算术运算、数据处理和传送、通讯、自诊断等功能。在硬件方面,除了保持其原有的开关模块以外,还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块。并扩大了存储器的容量,使各种逻辑线圈的数量增加,还提供了一定数量的数据寄存器,使 PLC 的应用范围得以扩大。

③近期的 PLC (80 年代中后期至今)。

进入 80 年代中、后期,由于超大规模集成电路技术的迅速发展,微处理器的市场价格大幅度下跌,使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且,为了进一步提高 PLC 的处理速度,各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片。这样使得 PLC 软、硬件功能发生了巨大变化。

2.3.2.2 PLC 的发展趋势

①向高速度、大容量方向发展。

为了提高 PLC 的处理能力,要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前,有的 PLC 的扫描速度可达 $0.1\text{ms}/\text{k}$ 步左右。PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。

在存储容量方面,有的 PLC 最高可达几十兆字节。为了扩大存储容量,有的公司已使用了磁泡存储器或硬盘。

②向超大型、超小型两个方向发展。

当前中小型 PLC 比较多,为了适应市场的多种需要,今后 PLC 要向多品种方向发展,特别是向超大型和超小型两个方向发展。现已有 I/O 点数达 14336 点的超大型 PLC,其使用 32 位微处理器,多 CPU 并行工作和大容量存储器,功能强。

小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展,使配置更加灵活,为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型 PLC,最小配置的 I/O 点数为 8~16 点,以适应单机及小型自动控制的需要,如三菱公司 α 系列 PLC。

③PLC 大力开发智能模块,加强联网通信能力。

为满足各种自动化控制系统的要求,近年来不断开发出许多功能模块,如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些带 CPU 和存储器的智能 I/O 模块,既扩展了 PLC 功能,又使用灵活方便,扩大了