

双色版

三菱

FX₂N PLC

从入门到精通

陈忠平 侯玉宝 编著

SANLING FX₂N PLC
CONG RUMEN DAO JINGTONG



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

三菱 FX_{2N} PLC

从入门到精通

SANLING FX_{2N} PLC
CONG RUMEN DAO JINGTONG

陈忠平 侯玉宝 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从实际工程应用出发,以国内广泛使用的日本三菱公司 FX_{2N}系列 PLC 为对象,讲解整体式 PLC 的基础与实际应用等方面的内容。本书共有 11 章,主要介绍了 PLC 的基本概况、FX_{2N}系列 PLC 的硬件系统、FX_{2N}系列 PLC 编程软件的使用、FX_{2N}系列 PLC 的基本指令、FX_{2N}系列 PLC 的功能指令、数字量控制系统梯形图的设计方法、FX_{2N}系列 PLC 模拟量功能与 PID 控制、PLC 的通信与网络、触摸屏与变频器、PLC 控制系统设计及实例、PLC 的安装与维护等内容。

本书语言通俗易懂,实例的实用性和针对性较强,特别适合初学者使用,对有一定 PLC 基础知识的读者也会有很大帮助。本书既可作为电气控制领域技术人员的自学教材,也可作为高职高专院校、本科院校的电气工程、自动化、机电一体化、计算机控制等专业的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

三菱 FX_{2N} PLC 从入门到精通/陈忠平,侯玉宝编著. —北京:中国电力出版社,2015.11

ISBN 978-7-5123-7947-3

I. ①三… II. ①陈…②侯… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 144201 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 11 月第一版 2015 年 11 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 36 印张 857 千字

印数 0001—4000 册 定价 88.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

PLC 是以微处理器技术、电子技术、网络通信技术和先进可靠的工业手段为基础,综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型通用工业自动控制装置。PLC 具有功能强、可靠性高、使用灵活方便、易于编程以及适于工业环境下应用等一系列优点,因此在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面的应用越来越广泛,已成为可编程控制器技术、机器人技术、CAD/CAM 和数控技术这四大现代工业控制支柱之一。

FX_{2N}系列 PLC 是日本三菱公司推出的一种小型整体式 PLC,其结构紧凑,具有性价比高、功能强大等特点,在我国小型 PLC 市场中占有较大份额。为便于学习和理解 FX_{2N}系列 PLC 控制系统的相关技术,特编写此书。

本书特点

1. 由浅入深,循序渐进

本书在内容编排上采用由浅入深、由易到难的原则,在介绍 PLC 的组成及工作原理、硬件系统构成、软件的使用等基础上,在后续章节中结合具体的实例,逐步讲解相应指令的应用等相关知识。

2. 技术全面,内容充实

全书重点突出、层次分明,注重知识的系统性、针对性和先进性。对于指令的讲解,不是泛泛而谈,而是辅以简单的实例,使读者更易于掌握。注重理论与实践相结合,培养工程应用能力。本书的大部分实例取材于实际工程项目或其中的某个环节,对读者从事 PLC 应用和工程设计具有较大的实践指导意义。

3. 分析原理,步骤清晰

对于每个实例,都分析其设计原理,总结实现的思路和步骤。读者可以根据具体步骤实现书中的例子,将理论与实践相结合。

本书内容

第 1 章 PLC 的基本概况 本章除了对 PLC 的定义、基本功能与特点、应用和分类进行简单介绍外,还介绍了 PLC 的组成及工作原理,并将 PLC 控制与其他顺序逻辑控制系统进行了比较。

第 2 章 FX_{2N}系列 PLC 的硬件系统 本章主要介绍了 FX_{2N}系列 PLC 的基本单元、I/O 扩展单元、I/O 扩展模块以及 FX_{2N}系列 PLC 的编程元件。

第 3 章 FX_{2N}系列 PLC 编程软件的使用 本章介绍了 PLC 编程语言的种类,并重点讲述了 GX Developer 编程软件及 GX Simulator 仿真软件的使用。

第 4 章 FX_{2N}系列 PLC 的基本指令 基本指令是 PLC 编程时最常用的指令。本章介绍了基本逻辑指令、定时器、计数器,并通过实例讲解这些基本指令的使用方法。

第 5 章 FX_{2N}系列 PLC 的功能指令 功能指令使 PLC 具有强大的数据处理和特殊功能。本章主要讲解了功能指令的基本规则、程序流程指令、传送与比较指令、四则运算与逻辑运算指令、循环与移位指令、数据处理指令、高速处理指令、方便指令、外部设备 I/O 指令、外部设备 SER 指令、浮点运算指令、时钟运算指令、格雷码指令、触点比较指令等内容。

第6章 数字量控制系统梯形图的设计方法 本章介绍了梯形图的设计方法、顺序控制设计法与顺序功能图、常见的顺序控制编写梯形图的方法、FX_{2N}系列PLC的顺序控制,并通过多个实例重点讲解了单序列的FX_{2N}顺序控制、选择序列的FX_{2N}顺序控制、并行序列的FX_{2N}顺序控制的应用。

第7章 FX_{2N}系列PLC模拟量功能与PID控制 本章介绍了模拟量的基本概念、模拟量输入模块、模拟量输出模块、模拟量输入/输出混合模块、温度测量模块、温度调节模块、PID控制等内容。

第8章 PLC的通信与网络 本章介绍了数据通信的基础知识、PLC网络系统、FX_{2N}系列PLC的通信接口设备、FX_{2N}系列PLC网络的应用等内容。

第9章 触摸屏与变频器 本章介绍了触摸屏的基本功能及原理以及三菱FR-A740变频器的接线方法、调试方法等内容,然后通过实例讲解PLC在触摸屏、变频器控制系统中的应用。

第10章 PLC控制系统设计及实例 本章讲解了PLC控制系统的设计方法,通过实例讲解了PLC在电动机控制中的应用、PLC在机床电气控制系统中的应用以及PLC、触摸屏和变频器的综合应用。

第11章 PLC的安装与维护 本章讲解了PLC的安装、接线以及PLC的维护和检修等内容。

参加本书编写工作的有湖南工程职业技术学院陈忠平,湖南涉外经济学院侯玉宝和高金定,衡阳技师学院胡彦伦,湖南航天诚远精密机械有限公司刘琼,湖南科技职业技术学院高见芳,湖南工程职业技术学院陈建忠、李锐敏、周少华、龙晓庆和龚亮,湖南三一重工集团王汉其等。全书由湖南工程职业技术学院徐刚强教授担任主审。此外,在编写过程中,编者还得到了武娟梅、陶有香、段秀莉、黄树辉、葛建、廖亦凡等同志的帮助和支持。

由于编者知识水平和经验的局限性,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

作者

前言

第1章 PLC的基本概况	1
1.1 PLC简介	1
1.1.1 PLC的定义	1
1.1.2 PLC的基本功能与特点	2
1.1.3 PLC的应用和分类	3
1.1.4 三菱PLC简介	7
1.2 PLC的组成及工作原理	8
1.2.1 PLC的组成	8
1.2.2 PLC的工作原理	14
1.3 PLC与其他顺序逻辑控制系统的比较	15
1.3.1 PLC与继电器控制系统的比较	15
1.3.2 PLC与微型计算机控制系统的比较	16
1.3.3 PLC与单片机控制系统的比较	17
1.3.4 PLC与DCS的比较	17
第2章 FX _{2N} 系列PLC的硬件系统	20
2.1 基本单元	20
2.1.1 基本单元的命名及性能	20
2.1.2 基本单元的外形结构	22
2.1.3 基本单元的I/O	24
2.2 I/O扩展单元	32
2.2.1 I/O扩展单元的命名	32
2.2.2 I/O扩展单元的外形结构	32
2.2.3 I/O扩展单元的输入与输出	33
2.3 I/O扩展模块	34
2.3.1 I/O扩展模块的命名	34
2.3.2 I/O扩展模块的外形结构	35
2.3.3 I/O扩展单元(模块)的电源配线	36
2.4 FX _{2N} 系列PLC的编程元件	38
2.4.1 继电器类编程元件	39
2.4.2 定时计数类编程元件	41
2.4.3 寄存器类编程元件	41
2.4.4 嵌套指针类编程元件	42
2.4.5 常数类编程元件	43
第3章 FX _{2N} 系列PLC编程软件的使用	44
3.1 PLC编程语言	44
3.1.1 PLC编程语言的国际标准	44
3.1.2 梯形图	45

3.1.3	语句表	47
3.1.4	顺序功能图	48
3.2	GX Developer 编程软件的使用	48
3.2.1	GX Developer 编程软件的安装	48
3.2.2	GX Developer 编程软件界面	50
3.2.3	GX Developer 编程软件参数设定	51
3.2.4	工程及梯形图制作注意事项	53
3.2.5	梯形图程序的编写与编辑	61
3.2.6	程序的读取与写入	67
3.2.7	在线监控与调试	70
3.3	GX Simulator 仿真软件的使用	70
3.3.1	GX Simulator 的基本操作	70
3.3.2	模拟外部机器运行的 I/O 系统设定	73
3.3.3	GX Simulator 模拟仿真	77
第 4 章	FX_{2N} 系列 PLC 的基本指令	81
4.1	基本逻辑指令	81
4.1.1	基本位操作指令	81
4.1.2	块操作指令	86
4.1.3	堆栈与主控指令	90
4.1.4	置位与复位指令	93
4.1.5	取反、空操作及程序结束指令	94
4.1.6	脉冲触点指令	95
4.1.7	脉冲输出微分指令	96
4.2	定时器	98
4.2.1	定时器的分类	98
4.2.2	定时器的工作原理	98
4.2.3	定时器的应用举例	99
4.3	计数器	102
4.3.1	计数器的分类	102
4.3.2	内部信号计数器	102
4.3.3	高速计数器	104
4.3.4	计数器的应用举例	106
4.4	基本指令的应用	110
4.4.1	三相交流异步电动机的星—三角降压启动	110
4.4.2	用 4 个按钮控制 1 个信号灯	114
4.4.3	置位与复位指令实现的简易 6 组抢答器	116
第 5 章	FX_{2N} 系列 PLC 的功能指令	121
5.1	功能指令的基本规则	121

5.1.1	功能指令的表示形式	121
5.1.2	数据长度和指令类型	122
5.1.3	操作数	123
5.2	程序流程指令	124
5.2.1	条件跳转指令	124
5.2.2	子程序调用、返回和主程序结束指令	126
5.2.3	中断指令	129
5.2.4	看门狗指令	131
5.2.5	循环指令	132
5.3	传送与比较指令	133
5.3.1	比较指令	133
5.3.2	区间比较指令	134
5.3.3	MOV 传送指令	136
5.3.4	移位传送指令	138
5.3.5	取反传送指令	139
5.3.6	成批传送指令	140
5.3.7	多点传送指令	141
5.3.8	交换指令	142
5.3.9	BCD 转换指令	143
5.3.10	BIN 转换指令	143
5.4	四则运算与逻辑运算指令	145
5.4.1	BIN 加法指令	146
5.4.2	BIN 减法指令	147
5.4.3	BIN 乘法指令	149
5.4.4	BIN 除法指令	151
5.4.5	BIN 加 1 指令	153
5.4.6	BIN 减 1 指令	153
5.4.7	逻辑字“与”指令	155
5.4.8	逻辑字“或”指令	155
5.4.9	逻辑字“异或”指令	156
5.4.10	求补码指令	157
5.5	循环与移位指令	158
5.5.1	循环右移、左移指令	159
5.5.2	带进位右移、右移指令	161
5.5.3	位右移、左移指令	162
5.5.4	字右移、左移指令	164
5.5.5	FIFO 指令	166
5.6	数据处理指令	167

5.6.1	区间复位指令	168
5.6.2	译码指令	168
5.6.3	编码指令	170
5.6.4	求 ON 位数指令	172
5.6.5	ON 位判断指令	173
5.6.6	求平均值指令	173
5.6.7	报警器指令	175
5.6.8	求平方根指令	176
5.6.9	浮点数转换指令	177
5.7	高速处理指令	177
5.7.1	输入/输出刷新指令	178
5.7.2	滤波时间调整指令	179
5.7.3	矩阵输入指令	179
5.7.4	高速计数器比较置位、复位指令	180
5.7.5	高速计数器区间比较指令	181
5.7.6	速度检测指令	182
5.7.7	脉冲输出指令	183
5.7.8	脉宽调制指令	184
5.7.9	可调速脉冲输出指令	185
5.8	方便指令	187
5.8.1	状态初始化指令	187
5.8.2	数据查找指令	188
5.8.3	绝对式凸轮控制指令	189
5.8.4	增量式凸轮控制指令	190
5.8.5	示教定时器指令	191
5.8.6	特殊定时器指令	193
5.8.7	交替输出指令	194
5.8.8	斜波信号指令	195
5.8.9	旋转工作台控制指令	197
5.8.10	数据排序指令	199
5.9	外部设备 I/O 指令	200
5.9.1	十键输入指令	200
5.9.2	十六键输入指令	201
5.9.3	数字开关指令	202
5.9.4	七段译码指令	203
5.9.5	带锁存七段译码指令	204
5.9.6	方向开关指令	206
5.9.7	ASCII 码转换指令	208

5.9.8	ASCII 码打印指令	209
5.9.9	读特殊功能模块指令	210
5.9.10	写特殊功能模块指令	211
5.10	外部设备 SER 指令	212
5.10.1	串行数据传送指令	212
5.10.2	八进制位传送指令	215
5.10.3	十六进制数转 ASCII 码指令	216
5.10.4	ASCII 码转十六进制数指令	218
5.10.5	校验码指令	219
5.10.6	电位器值读出指令	220
5.10.7	电位器刻度指令	222
5.11	浮点运算指令	223
5.11.1	二进制浮点数比较指令	223
5.11.2	二进制浮点数区间比较指令	224
5.11.3	二转十进制浮点数指令	225
5.11.4	十转二进制浮点数指令	226
5.11.5	二进制浮点数加法指令	226
5.11.6	二进制浮点数减法指令	227
5.11.7	二进制浮点数乘法指令	227
5.11.8	二进制浮点数除法指令	228
5.11.9	二进制浮点数开平方指令	229
5.11.10	二进制浮点数转整数指令	230
5.11.11	二进制浮点数正弦运算指令	230
5.11.12	二进制浮点数余弦运算指令	231
5.11.13	二进制浮点数正切运算指令	231
5.11.14	高低字节交换指令	232
5.12	时钟运算指令	233
5.12.1	时钟数据比较指令	234
5.12.2	时钟数据区间比较指令	235
5.12.3	时钟数据加法运算指令	235
5.12.4	时钟数据减法运算指令	236
5.12.5	时钟数据读取指令	237
5.12.6	时钟数据写入指令	238
5.13	格雷码指令	239
5.13.1	格雷码变换指令	240
5.13.2	格雷码逆变换指令	240
5.14	触点比较指令	241
5.14.1	LD 触点比较指令	242

5.14.2	AND 串联连接触点比较指令	243
5.14.3	OR 并联连接触点比较指令	243
第 6 章	数字量控制系统梯形图的设计方法	245
6.1	梯形图的设计方法	245
6.1.1	根据继电—接触器电路图设计梯形图	245
6.1.2	用经验法设计梯形图	248
6.2	顺序控制设计法与顺序功能图	252
6.2.1	步与动作	253
6.2.2	有向连线与转换	253
6.2.3	顺序功能图的基本结构	254
6.3	常见的顺序控制编写梯形图的方法	255
6.3.1	启保停方式的顺序控制	256
6.3.2	转换中心方式的顺序控制	257
6.4	FX _{2N} 系列 PLC 的顺序控制	259
6.4.1	FX _{2N} 系列 PLC 的步进指令	259
6.4.2	步进指令方式的顺序功能图	261
6.5	单序列的 FX _{2N} 顺序控制应用实例	263
6.5.1	液压动力滑台的 PLC 控制	263
6.5.2	PLC 在注塑成型生产线控制系统中的应用	266
6.5.3	PLC 在简易机械手中的应用	271
6.6	选择序列的 FX _{2N} 顺序控制应用实例	277
6.6.1	闪烁灯控制	277
6.6.2	多台电动机的 PLC 启停控制	281
6.6.3	大小球分捡机的 PLC 控制	286
6.7	并行序列的 FX _{2N} 顺序控制应用实例	293
6.7.1	人行道交通信号灯控制	293
6.7.2	双面钻孔组合机床的 PLC 控制	297
第 7 章	FX_{2N}系列 PLC 模拟量功能与 PID 控制	308
7.1	模拟量的基本概念	308
7.1.1	模拟量处理流程	308
7.1.2	模拟值精度	309
7.1.3	模拟量输入方法	309
7.1.4	模拟量输出方法	310
7.2	模拟量输入模块	310
7.2.1	二通道模拟量输入模块 FX _{2N} -2AD	311
7.2.2	四通道模拟量输入模块 FX _{2N} -4AD	316
7.2.3	八通道模拟量输入模块 FX _{2N} -8AD	320
7.3	模拟量输出模块	327

7.3.1	二通道模拟量输出模块 FX _{2N} -2DA	327
7.3.2	四通道模拟量输出模块 FX _{2N} -4DA	332
7.4	模拟量输入/输出混合模块 FX _{0N} -3A	337
7.5	温度测量模块	343
7.5.1	铂电阻温度测量模块 FX _{2N} -4AD-PT	343
7.5.2	热电阻温度测量模块 FX _{2N} -4AD-TC	347
7.6	温度调节模块 FX _{2N} -2LC	350
7.7	PID 控制	357
7.7.1	模拟量闭环控制系统的组成	357
7.7.2	PID 回路控制	358
7.7.3	PID 控制实例	364
第 8 章	PLC 的通信与网络	368
8.1	数据通信的基础知识	368
8.1.1	数据传输方式	368
8.1.2	串行通信的分类	369
8.1.3	串行通信的数据通路形式	371
8.1.4	串行通信的接口标准	371
8.1.5	通信介质	375
8.2	PLC 网络系统	376
8.2.1	网络结构	376
8.2.2	网络协议	377
8.2.3	三菱 PLC 网络结构	378
8.2.4	三菱 PLC 以太网	379
8.2.5	三菱 PLC 局域网	381
8.2.6	三菱 PLC 现场总线 CC-Link	384
8.2.7	FX 系列 PLC 网络	387
8.3	FX _{2N} 系列 PLC 的通信接口设备	389
8.3.1	RS-232C 通信接口设备	390
8.3.2	RS-422 通信扩展板	393
8.3.3	RS-485 通信接口设备	394
8.3.4	CC-Link 网络连接设备	396
8.4	FX _{2N} 系列 PLC 网络的应用	398
8.4.1	N:N 网络通信	398
8.4.2	使用 RS 指令的 1:1 网络通信	402
第 9 章	触摸屏与变频器	407
9.1	触摸屏	407
9.1.1	触摸屏概述	407
9.1.2	触摸屏的基本功能	409

9.1.3	触摸屏的运行原理	411
9.1.4	触摸屏软件的使用	413
9.1.5	触摸屏在 PLC 控制中的应用实例	421
9.2	变频器	434
9.2.1	变频器概述	434
9.2.2	三菱 FR - A740 变频器	439
9.2.3	变频器的应用实例	458
第 10 章	PLC 控制系统设计及实例	463
10.1	PLC 控制系统的设计	463
10.1.1	PLC 控制系统的设计原则和内容	463
10.1.2	PLC 控制系统的设计步骤	464
10.1.3	PLC 硬件系统设计	465
10.1.4	PLC 软件系统设计	469
10.2	PLC 在电动机控制中的应用	471
10.2.1	异步电动机限位往返控制	471
10.2.2	异步电动机制动控制	474
10.2.3	异步电动机多速控制	476
10.2.4	异步电动机顺序启、停控制	480
10.3	PLC 在机床电气控制系统中的应用	482
10.3.1	PLC 在 C6140 普通车床中的应用	483
10.3.2	PLC 在 C650 卧式车床中的应用	486
10.3.3	PLC 在 Z3040 摇臂钻床中的应用	492
10.3.4	PLC 在 X62W 万能铣床中的应用	498
10.3.5	PLC 在 T68 卧式镗床中的应用	506
10.4	PLC、触摸屏和变频器的综合应用	515
10.4.1	恒压供水系统	515
10.4.2	电动机 15 段速控制系统	522
第 11 章	PLC 的安装与维护	534
11.1	PLC 的安装	534
11.1.1	PLC 的安装要求及注意事项	534
11.1.2	PLC 的安装方法	535
11.2	接线	535
11.2.1	接线注意事项	535
11.2.2	接线方法	536
11.3	PLC 的维护和检修	540
11.3.1	PLC 的维护检查	540
11.3.2	PLC 的故障分析方法	542
11.3.3	状态指示灯显示的故障与维修	543

11.3.4 硬件出错代码与维修处理	545
11.3.5 操作出错与处理	548
附录 A FX_{2N}系列 PLC 指令集速查表	550
附录 B FX_{2N}特殊软元件.....	555
附录 C ASCII (美国标准信息交换)码表	560
参考文献	561

PLC的基本概况

自 20 世纪 60 年代末期世界第一台 PLC 问世以来, PLC 发展十分迅速, 特别是近些年来, 随着微电子技术和计算机技术的不断发展, PLC 在处理速度、控制功能、通信能力及控制领域等方面都有新的突破。PLC 是将传统的继电—接触器的控制技术和现代计算机信息处理技术的优点有机结合起来, 成为工业自动化领域中最重要、应用最广的控制设备之一, 并已成为现代工业生产自动化的重要支柱。



1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

可编程控制器是在继电器控制和计算机控制的基础上开发出来的, 并逐渐发展成以微处理器为基础, 综合计算机技术、自动控制技术和通信技术 etc 现代科技为一体的新型工业自动控制装置。目前广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制系统中。

因早期的可编程控制器主要用于代替继电器实现逻辑控制, 因此将其称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC。随着技术的发展, 许多厂家采用微处理器 (Micro Processor Unit, MPU) 作为可编程控制的中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU), 大大加强了 PLC 功能, 使它不仅具有逻辑控制功能, 还具有算术运算功能和对模拟量的控制功能。据此, 美国电气制造协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 于 1980 年将它正式命名为可编程序控制器 (Programmable Controller), 即简称 PC, 且对 PC 作如下定义: “PC 是一种数字式的电子装置, 它使用了可编程序的存储器以存储指令, 能完成逻辑、顺序、计时、计数和算术运算等功能, 用以控制各种机械或生产过程”。

国际电工委员会 (IEC) 在 1985 年颁布的标准中, 对可编程序控制器作如下定义: “可编程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用



可编程程序的存储器，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、模拟式的输入和输出，控制各种机械或生产过程。”

PC 可编程序控制器在工业界使用了多年，但因个人计算机（Personal Computer）也简称为 PC，为了对两者进行区别，现在通常把可编程序控制器简称为 PLC，所以本书中也将其称为 PLC。

1.1.2 PLC 的基本功能与特点

1. PLC 的基本功能

(1) 逻辑控制功能。逻辑控制又称为顺序控制或条件控制，它是 PLC 应用最广泛的领域。逻辑控制功能实际上就是位处理功能，使用 PLC 的“与”（AND）、“或”（OR）、“非”（NOT）等逻辑指令，取代继电器触点的串联、并联及其他各种逻辑连接，进行开关控制。

(2) 定时控制功能。PLC 的定时控制，类似于继电—接触器控制领域中的时间继电器控制。在 PLC 中有许多可供用户使用的定时器，这些定时器的定时时间可由用户根据需要进行设定。PLC 执行时可根据用户定义时间长短进行相应限时或延时控制。

(3) 计数控制功能。PLC 为用户提供了多个计数器，PLC 的计数器类似于单片机中的计数器，其计数初值可由用户根据需求进行设定。执行程序时，PLC 对某个控制信号状态的改变次数（如某个开关的动合次数）进行计数，当计数到设定值时，发出相应指令表示已完成某项任务。

(4) 步进控制功能。步进控制（又称为顺序控制）功能是指在多道加工工序中，使用步进指令控制，在完成一道工序后，PLC 自动进行下一道工序。

(5) 数据处理功能。PLC 一般具有数据处理功能，可进行算术运算、数据比较、数据传送、数据移位、数据转换、编码、译码等操作。中、大型 PLC 还可完成开方、PID 运算、浮点运算等操作。

(6) A/D、D/A 转换功能。有些 PLC 通过 A/D、D/A 模块完成模拟量和数字量之间的转换、模拟量的控制和调节等操作。

(7) 通信联网功能。PLC 通信联网功能是利用通信技术，进行多台 PLC 间的同位链接、PLC 与计算机链接，以实现远程 I/O 控制或数据交换。可构成集中管理、分散控制的分布式控制系统，以完成较大规模的复杂控制。

(8) 监控功能。监控功能是指利用编程器或监视器对 PLC 系统各部分的运行状态、进程、系统中出现的异常情况进行报警和记录，甚至自动终止运行。通常小型低档 PLC 利用编程器监视运行状态；中档以上的 PLC 使用 CRT 接口，从屏幕上了解系统的工作状况。

2. PLC 的特点

(1) 可靠性高、抗干扰能力强。继电—接触器控制系统使用大量的机械触点，连接线路比较繁杂，且触点通断时有可能产生电弧和机械磨损，影响其寿命，可靠性差。PLC 中采用现代大规模集成电路，比机械触点继电器的可靠性要高。在硬件和软件设计中都采用了先进技术，以提高可靠性和抗干扰能力。比如，用软件代替传统继电—接触器控制系统中的中间继电器和时间继电器，只剩下少量的输入/输出硬件，将触点因接触不良

造成的故障大大减小,提高了可靠性;所有 I/O 接口电路采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路进行电气隔离;增加自诊断、纠错等功能,提高其在恶劣工业生产现场的可靠性、抗干扰能力。

(2) 灵活性好、扩展性强。继电—接触器控制系统是由继电器等低压电器采用硬件接线实现的,连接线路比较繁杂,而且每个继电器的触点有数目有限。当控制系统功能改变时,需改变线路的连接。所以继电—接触器控制系统的灵活性、扩展性差。而由 PLC 构成的控制系统中,只需在 PLC 的端子上接入相应的控制线即可,从而减少接线。当控制系统功能改变时,有时只需编程器在线或离线修改程序,就能实现其控制要求。PLC 内部有大量的编程元件,能进行逻辑判断、数据处理、PID 调节和数据通信功能,可以实现非常复杂的控制功能。若元件不够时,只需加上相应的扩展单元即可,因此 PLC 控制系统的灵活性好、扩展性强。

(3) 控制速度快、稳定性强。继电—接触器控制系统是依靠触点的机械动作来实现控制的,其触点的动断速度一般在几十毫秒,影响控制速度,有时还会出现抖动现象。PLC 控制系统是由程序指令控制半导体电路来实现的,响应速度快,一般执行一条用户指令在很短的微秒内即可。PLC 内部有严格的同步,不会出现抖动现象。

(4) 延时调整方便、精度较高。继电—接触器控制系统的延时控制是通过时间继电器来完成的,而时间继电器的延时调整不方便,且易受环境温度和湿度影响,延时精度不高。PLC 控制系统的延时是通过内部时间元件来完成的,不受环境的温度和湿度的影响。调整定时元件的延时时间只需改变定时参数即可,因此其定时精度较高。

(5) 系统设计安装快、维修方便。继电—接触器实现一项控制工程时,其设计、施工、调试必须依次进行,周期长,维修比较麻烦。PLC 使用软件编程取代继电—接触器中的硬件接线而实现相应功能,使安装接线工作量减小,现场施工与控制程序的设计还可同时进行,周期短、调试快。PLC 具有完善的自诊断、履历情报存储及监视功能,对于其内部工作状态、通信状态、异常状态和 I/O 点的状态均有显示,若控制系统有故障时,工作人员通过它即可迅速查出故障原因,及时排除故障。

1.1.3 PLC 的应用和分类

1. PLC 的应用

以前由于 PLC 的制造成本较高,其应用受到一定的影响。随着微电子技术的发展,PLC 的制造成本不断下降,同时 PLC 的功能大大增强,因此 PLC 目前已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、造纸、纺织、环保等行业。从应用类型看,其应用范围大致归纳以下几种:

(1) 逻辑控制。PLC 可进行“与”、“或”、“非”等逻辑运算,使用触点和电路的串、并联代替继电—接触器系统进行组合逻辑控制、定时控制、计数控制与顺序逻辑控制。这是 PLC 应用最基本、最广泛的领域。

(2) 运动控制。大多数 PLC 具有拖动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置的专用运动控制模块,灵活运用指令,使运动控制与顺序逻辑控制有机结合在一起,广泛应用于各种机械设备。如对各种机床、装配机械、机械手等进行运动控制。

(3) 过程控制。现代中、大型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能,有