

潜心研究和反复推敲的 100 多个编程实例 ●

实例设计短小精悍，具有很强的可移植性 ●

深度剖析编程方法的精妙 ●

培养独立思考能力，迅速掌握编程技巧 ●

王 晰 王阿根 编著



PLC

应用指令编程

实例与技巧



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

PLC

应用指令编程

实例与技巧

王 晰 王阿根 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以三菱 FX_{3S}、FX_{3G}、FX_{3U}、FX_{3GC}、FX_{3UC} 系列微型可编程控制器为对象,介绍小型、超小型 PLC 应用指令编程实例与技巧,也适用于 FX₁、FX₂ 系列 PLC。

主要内容包括程序流程指令、比较与传送指令、四则运算指令、循环位移指令、数据处理指令、高速处理指令、方便指令等 20 余种指令的编程实例与技巧。精选的 100 多个编程实例均经过笔者的潜心研究和反复推敲,实例的设计短小精悍,重点突出,具有很强的实用性,为了便于理解,每个编程实例都给出了详细的编程说明,细心阅读定可体验出其中的精妙之处。

本书适用于有一定 PLC 基础知识的读者,可供相关机电工程技术人员参考,也可作为高等院校电气工程及其自动化、机械工程及其自动化、电子工程自动化、机电一体化等相关专业的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用指令编程实例与技巧 / 王晰, 王阿根编著. —北京: 中国电力出版社, 2016.6

ISBN 978-7-5123-9040-9

I. ①P… II. ①王… ②王… III. ①plc 技术—程序设计 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 046238 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

*

2016 年 6 月第一版 2016 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27 印张 635 千字

印数 0001—3000 册 定价 69.00 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

前 言

日本三菱公司生产的 PLC 发展很快, 控制功能也在不断增强, 到目前为止, 日本三菱公司已有 F、F₁、F₂、FX₂、FX₁、FX_{2C}、FX₀、FX_{0N}、FX_{0S}、FX_{2N}、FX_{2NC}、FX_{1S}、FX_{1N} 型 PLC 和近年来推出的 FX_{3S}、FX_{3U}、FX_{3UC}、FX_{3G}、FX_{3GC} 型等多种 PLC。本书主要介绍 FX_{3S}、FX_{3U}、FX_{3UC}、FX_{3G}、FX_{3GC} 型 PLC, 由于最近推出的 FX₃ 型 PLC 增加了很多应用指令, 内容十分丰富, 有不少应用指令和具体的控制设备有关, 因此在阅读某些应用指令时, 还要首先了解设备的具体性能、参数和相关的技术资料。

本书不是教科书, 不是按由易到难、由浅到深编排的, 而是前后关联的, 前面不懂的地方要到后面的章节去了解。本书也不是手册, 不能罗列众多的技术参数, 不清楚的地方要查阅相关的技术参数。本书是结合王阿根编著的《电气可编程控制原理与应用》(第三版) 来编写的, 要求读者有一定的 PLC 基础知识, 最好有一定的实践经验, 应用指令比基本指令要难理解, 最好要学习一些计算机的基础知识。为了便于查找, 本书按应用指令的编号顺序进行章节安排。

本书力求内容新颖独特、精练, 为了便于理解, 在内容阐述上力求简明扼要、图文并茂、通俗易懂, 在编写上尽量选取比较单一、便于理解的实例。书中绝大多数实例都是经笔者反复推敲、精心设计的, 少数是经过修改的三菱公司手册上的实例。

目前有关专门介绍 PLC 应用指令的书籍难得一见, 编者编写这本书的目的也是为了弥补这种缺憾。书中的实例有不少独特巧妙的编程技巧, 望读者能从中得到一定的启发, 以达到抛砖引玉的目的。

本书内容未经作者同意, 谢绝引用。由于编者水平有限, 书中不足之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编者

2016.3

目 录

前言

第 1 章 应用指令概述	1
1.1 应用指令的图形符号和指令	1
1.2 应用指令的格式及说明	2
1.3 应用指令中的数值	11
第 2 章 程序流程指令	14
2.1 条件跳转指令 (CJ)	14
例 1 用一个按钮控制电动机的起动和停止	17
例 2 手动、自动控制方式的选择	17
例 3 电动机的手动和自动控制	18
2.2 子程序调用 (CALL)、子程序返回 (SRET) 和主程序结束指令 (FEND) ..	19
例 4 两个开关控制一个信号灯	20
2.3 中断指令 (IRET、EI、DI)	21
例 5 外部输入中断用于 3 人智力抢答	22
例 6 内部定时器中断用于斜波信号	23
例 7 计数器中断用于高速计数	23
2.4 监视定时器 (WDT)	24
2.5 循环指令 (FOR、NEXT)	25
例 8 用 FOR、NEXT 指令求 3^{16} 的值	26
例 9 用浮点数指令求 3^{16} 的值	26
例 10 用 FOR、NEXT 指令求 $12!$ 的值	27
第 3 章 比较与传送指令	29
3.1 比较指令 (CMP)	29
例 11 密码锁	30
3.2 区间比较指令 (ZCP)	31
例 12 ZCP 指令用于电动机的星三角降压和直接起动	32
例 13 十字路口交通灯	34
3.3 传送指令 (MOV)	35

例 14	周期可调振荡器	36
例 15	计数器 C0 设定值的间接设定	37
例 16	8 人智力抢答竞赛	37
例 17	小车运行定点呼叫	38
例 18	用 PLC 控制 4 组彩灯	39
3.4	移位传送指令 (SMOV)	40
例 19	用数字开关给定时器间接设定延时时间	41
3.5	取反传送指令 (CML)	42
3.6	成批传送指令 (BMOV)	43
3.7	多点传送指令 (FMOV)	45
3.8	交换指令 (XCH)	46
例 20	XCH 指令用于电动机定时正反转控制	46
3.9	BCD 交换指令 (BCD)	47
3.10	BIN 交换指令 (BIN)	48
例 21	用数字开关设定计数器的设定值	49
例 22	定时器的设定值间接设定和当前值显示	49
第 4 章	四则逻辑运算	51
4.1	BIN 加法指令 (ADD)	51
例 23	电加热器定时控制	52
例 24	投币洗车机	53
4.2	BIN 减法指令 (SUB)	54
例 25	倒计时显示定时器 T0 的当前值	55
4.3	BIN 乘法指令 (MUL)	56
例 26	用两个数字开关整定一个定时器的设定值	56
4.4	BIN 除法指令 (DIV)	57
例 27	用时分秒显示计时值	57
4.5	BIN 加 1 指令 (INC)	58
例 28	信号的登录与撤销	59
例 29	用一个按钮控制电动机的起动停止和报警	60
例 30	跑马彩灯控制	60
例 31	电动机定时正反转控制	61
例 32	机床滑台每往复运动控制	62
4.6	BIN 减 1 指令 (DEC)	63
例 33	多种分频振荡器	64
例 34	5 条传送带的顺序起动, 逆序停止控制	64
4.7	逻辑字与、或、异或指令 (WAND、WOR、WXOR)	65
例 35	用 WAND、WOR、WXOR 指令简化电路	66
例 36	用按钮控制 4 台电动机 (用 WOR 和 WAND 指令)	68

例 37	用按钮控制 4 台电动机 (用 WXOR 指令)	69
例 38	将数据部分复位	71
4.8	求补码指令 (NEG)	71
例 39	求负数的绝对值	72
例 40	求两个数之差的绝对值	72
第 5 章	循环移位	74
5.1	循环右移指令 (ROR)	74
5.2	循环左移指令 (ROL)	75
例 41	四相步进电动机控制	76
5.3	循环带进位右移指令 (RCR)	77
5.4	循环带进位左移指令 (RCL)	78
5.5	位右移指令 (SFTR)	79
5.6	位左移指令 (SFTL)	80
例 42	8 灯依次轮流点亮	81
例 43	两个按钮组成的选择开关	81
例 44	控制 5 条传送带的顺序控制	82
例 45	4 台水泵轮流运行控制	83
例 46	气动机械手控制	85
例 47	气动机械手多种操作方式的控制	87
5.7	字右移指令 (WSFR)	90
5.8	字左移指令 (WSFL)	91
5.9	位移写入指令 (SFWR)	92
5.10	位移读出指令 (SFRD)	92
例 48	入库物品先入先出	93
第 6 章	数据处理指令 (一)	95
6.1	全部复位指令 (ZRST)	95
例 49	3 位选择按钮开关	96
例 50	用 3 个按钮控制 3 个灯	96
6.2	译码指令 (DECO)	97
例 51	8 位选择开关	98
例 52	圆盘 180° 正反转	99
例 53	小车定点呼叫	100
例 54	按钮式 2 位选择输出开关	101
例 55	按钮式 3 位选择输出开关	102
6.3	编码指令 (ENCO)	103
例 56	大数优先动作	104
例 57	8 人智力抢答竞赛 (带有数码管显示)	104

6.4	1 的个数指令 (SUM)	106
例 58	用 4 个开关分别在 4 个不同的地点控制一盏灯	106
例 59	4 输入互锁	107
例 60	8 个人进行表决	108
例 61	6 台电动机运行, 少于 3 台电动机运行报警信号	109
6.5	置 1 位判断指令 (BON)	109
6.6	平均值指令 (MEAN)	110
6.7	报警器置位指令 (ANS)	110
6.8	报警器复位指令 (ANR)	111
例 62	送料小车报警器监控	112
例 63	病床呼叫系统	112
6.9	BIN 数据开方指令 (SQR)	114
6.10	BIN 转为 BIN 浮点数指令 (FLT)	115
例 64	计算 $X/Y \times 34.5$	115
第 7 章	高速处理指令	117
7.1	输入/输出刷新指令 (REF)	117
例 65	输入中断和输入刷新 (REF 指令) 的组合使用	118
7.2	滤波调整指令 (REFF)	119
7.3	矩阵输入指令 (MTR)	120
例 66	3 行 8 列输入矩阵	120
7.4	比较置位指令 (高速计数器用) (D HSCS)	122
7.5	比较复位指令 (高速计数器用) (D HSCR)	123
7.6	区间比较指令 (高速计数器用) (D HSZ)	124
例 67	用编码器控制电动机的起动转速	127
7.7	脉冲密度指令 (SPD)	127
7.8	脉冲输出指令 (PLSY)	128
7.9	脉宽调制指令 (PWM)	130
例 68	控制电动机的转速	131
7.10	可调速脉冲输出指令 (PLSR)	131
7.11	高速计数器表比较指令 (D HSCT)	132
第 8 章	方便指令	135
8.1	状态初始化指令 (IST)	135
例 69	气动机械手控制	136
8.2	数据查找指令 (SER)	140
例 70	寻找最大数和最小数	141
8.3	凸轮控制 (绝对方式) 指令 (ABSD)	142
例 71	用一个按钮控制 4 台电动机顺序起动逆序停止	143

8.4 凸轮控制(增量方式)指令(INCD)	144
例 72 4 台电动机轮换运行控制	146
例 73 用凸轮控制指令 INCD 实现 PLC 交通灯控制	147
8.5 示教定时器指令(TTMR)	149
例 74 用示教定时器指令 TTMR 为 T0~T9 设置延时时间	149
8.6 特殊定时器指令(STMR)	150
例 75 用 STMR 指令组成振荡电路	151
例 76 点动能耗制动控制电动机	151
例 77 洗手间便池自动冲水	152
8.7 交替输出指令(ALT)	153
例 78 分频电路和振荡电路	153
例 79 单按钮定时报警起动,报警停止控制电动机	153
例 80 按钮式 4 位选择输出开关	154
8.8 斜波信号指令(RAMP)	155
例 81 电动机软起动控制	156
8.9 旋转工作台指令(ROTC)	157
例 82 旋转工作台的控制	159
8.10 数据排列指令(SORT)	159
第 9 章 外部设备 I/O 指令	161
9.1 十字键输入指令(TKY)	161
例 83 TKY 指令用于设定一个定时器的设定值	162
例 84 TKY 指令用于设定多个定时器的设定值	164
9.2 十六键输入指令(HKY)	165
例 85 HKY 指令用于电动机的定时控制	166
9.3 数字开关指令(DSW)	167
9.4 七段码译码指令(SEGD)	169
例 86 七段数码管显示定时器的当前值	170
9.5 带锁存七段码译码指令(SEGL)	171
9.6 方向开关指令(ARWS)	173
例 87 修改定时器 T0~T99 的设定值和显示当前值	174
9.7 ASC 码转换指令(ASC)	175
9.8 ASC 码打印指令(PR)	175
9.9 BFM 读出指令(FROM)	177
9.10 BFM 写入指令(TO)	178
例 88 PLC 与计算机无协议串行通信	180
第 10 章 外部设备 SER 指令	182
10.1 串行数据传送指令(RS)	182

例 89	PLC 与条形码读出器的通信	185
10.2	八进制位传送指令 (PRUN)	186
10.3	十六进制数转为 ASCII 码指令 (ASCI)	187
10.4	ASCII 码转为十六进制数指令 (HEX)	188
10.5	校验码指令 (CCD)	190
10.6	电位器值读出指令 (VRRD)	191
例 90	用模拟量功能扩展板设定 8 个定时器的设定值	191
10.7	电位器值刻度指令 (VRSC)	192
10.8	串行数据传送 2 (RS2)	193
例 91	打印 PLC 发送的数据	195
10.9	PID 运算指令 (PID)	196
例 92	温度闭环控制系统	201
第 11 章	数据传送指令	204
11.1	变址寄存器的成批保存和恢复指令 (ZPUSH、ZPOP)	204
例 93	变址寄存器的成批保存和恢复	205
11.2	MODBUS 读出·写入指令 (ADPRW)	206
11.3	BFM 分割读出指令 (RBFM)	206
11.4	BFM 分割写入指令 (WBFM)	207
第 12 章	二进制浮点数指令	209
12.1	二进制浮点比较指令 (ECMP)	210
12.2	二进制浮点区域比较指令 (EZCP)	211
12.3	二进制浮点数传送指令 (EMOV)	212
12.4	二进制浮点数→字符串的转换指令 (ESTR)	212
12.5	字符串→二进制浮点数的转换指令 (EVAL)	214
12.6	二转十进制浮点数指令 (EBCD)	215
例 94	将 1.73 转换成十进制浮点数	216
12.7	十转二进制浮点数指令 (EBIN)	216
例 95	将 3.14 转换成二进制浮点数	217
12.8	二进制浮点加法指令 (EADD)	217
12.9	二进制浮点减法指令 (ESUB)	218
12.10	二进制浮点乘法指令 (EMUL)	219
12.11	二进制浮点除法指令 (EDIV)	219
例 96	计算 $Y = [(5.2 - X)^2 + 1200] / (-0.025)$	220
12.12	二进制浮点数指数运算指令 (EXP)	221
例 97	计算 e^x 的值	221
12.13	二进制浮点数自然对数运算指令 (LOGE)	222
例 98	计算 $\log_{e10}$	222

例 99	求 $5^{3/2}\cos 60^\circ$ 的值	223
12.14	二进制浮点数常用对数运算指令 (LOG10)	224
例 100	计算 $\log 15$	224
12.15	二进制浮点数开方指令 (ESQR)	225
例 101	计算视在功率 $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$	225
12.16	二进制浮点数符号翻转指令 (ENEG)	227
12.17	二进制浮点数转整数指令 (INT)	227
12.18	二进制浮点数 $\sin$ 运算指令 (SIN)	228
例 102	计算 $\sin(\pi/3)$ 的值	229
12.19	二进制浮点数 $\cos$ 运算指令 (COS)	229
例 103	计算 $\cos 45^\circ$ 的值	229
12.20	二进制浮点数 $\tan$ 运算指令 (TAN)	230
例 104	求对应角度的 $\sin\varphi$ 、 $\cos\varphi$ 、 $\tan\varphi$	230
12.21	二进制浮点数 $\sin^{-1}$ 运算指令 (ASIN)	231
例 105	计算 $\sin^{-1}0.5$ 的弧度值	231
12.22	二进制浮点数 $\cos^{-1}$ 运算指令 (ACOS)	231
例 106	计算 $\cos^{-1}0.5$ 的弧度值	232
12.23	二进制浮点数 $\tan^{-1}$ 运算指令 (ATAN)	232
例 107	计算 $\tan^{-1}1$ 的弧度值	232
12.24	二进制浮点数角度 $\rightarrow$ 弧度的转换指令 (RAD)	232
例 108	将 3 位十进制数表示的角度转换成弧度值	233
例 109	求对应角度的 $\sin\varphi$ 、 $\cos\varphi$ 、 $\tan\varphi$	234
12.25	二进制浮点数弧度 $\rightarrow$ 角度的转换指令 (DEG)	234
例 110	将弧度转换成角度后输出到数码管显示器上	235
例 111	计算 $\cos^{-1}0.9$ 的角度	235
第 13 章	数据处理指令 (二)	236
13.1	算出数据合计值指令 (WSUM)	236
13.2	字节单位的数据分离指令 (WTOB)	237
13.3	字节单位的数据结合指令 (BTOW)	238
13.4	16 位数据的 4 位结合指令 (UNI)	239
13.5	16 数据位的 4 位分离指令 (DIS)	241
13.6	上下字节变换指令 (SWAP)	242
13.7	数据排序 2 指令 (SORT2)	242
例 112	5 行 4 列数据排序	243
第 14 章	定位控制指令	245
14.1	带 DOG 搜索的原点回归指令 (DSZR)	246

14.2 中断定位指令 (DVIT)	249
例 113 中断定位	250
14.3 表格设定定位指令 (TBL)	251
例 114 以表格设定方式进行定位	252
14.4 读出 ABS 当前值指令 (D ABS)	257
14.5 原点回归指令 (ZRN)	258
例 115 原点回归	259
14.6 可变速脉冲输出指令 (PLSV)	260
14.7 相对定位指令 (DRVI)	262
例 116 点动正反转定位控制	263
14.8 绝对定位指令 (DRVA)	264
例 117 绝对位置方式进行定位	265
第 15 章 时钟数据运算指令	270
15.1 时钟数据比较指令 (TCMP)	270
例 118 定时闹钟	271
15.2 时钟数据区间比较指令 (TZCP)	272
例 119 闹钟整点报时	273
15.3 时钟数据加法指令 (TADD)	275
15.4 时钟数据减法指令 (TSUB)	276
15.5 时、分、秒数据的秒转换指令 (HTOS)	276
例 120 将 32767s 用“时、分、秒”表示	277
例 121 用“时、分、秒”设定定时器的动作时间	278
15.6 秒数据的 (时、分、秒) 转换指令 (STOH)	279
15.7 时钟数据读出指令 (TRD)	279
例 122 花园定时浇水	280
15.8 时钟数据写入指令 (TWR)	281
例 123 对 PLC 中的实时时钟进行设置	282
15.9 计时表指令 (HOUR)	282
例 124 显示时分秒	283
第 16 章 外部设备指令	284
16.1 格雷码变换指令 (GRY)	284
16.2 格雷码逆变换指令 (GBIN)	285
16.3 模拟量模块读出指令 (RD3A)	286
16.4 模拟量模块写入指令 (WR3A)	287
第 17 章 其他指令	288
17.1 读出软元件的注释数据指令 (COMRD)	288

17.2	产生随机数指令 (RND)	289
例 125	产生随机数	290
17.3	产生定时脉冲指令 (DUTY)	290
17.4	CRC 运算指令 (CRC)	291
17.5	高速计数器传送指令 (D HCMOV)	293
第 18 章	数据块处理指令	295
18.1	数据块的加法运算指令 (BK+)	295
18.2	数据块的减法运算指令 (BK-)	296
18.3	数据块比较指令 (BKCMP□)	297
第 19 章	字符串控制指令	299
19.1	BIN→字符串的转换指令 (STR)	299
19.2	字符串→BIN 的转换指令 (VAL)	300
19.3	字符串的结合指令 (\$+)	302
19.4	检测出字符串的长度指令 (LEN)	302
19.5	从字符串的右侧取出指令 (RIGHT)	303
19.6	从字符串的左侧取出指令 (LEFT)	304
19.7	从字符串中的任意取出指令 (MIDR)	305
19.8	字符串中的任意替换指令 (MIDW)	306
19.9	字符串的检索指令 (INSTR)	307
19.10	字符串的传送指令 (\$MOV)	308
第 20 章	数据处理指令 (三)	310
20.1	数据表的数据删指令 (FDEL)	310
20.2	数据表的数据插入指令 (FINS)	311
20.3	读取后入的数据指令 (POP)	312
20.4	16 位数据 n 位右移指令 (SFR)	313
20.5	16 位数据 n 位左移指令 (SFL)	314
第 21 章	比较型触点	316
21.1	比较型接点指令	316
21.2	比较型触点的改进	317
例 126	5 位选择按钮开关	318
例 127	植物园灌溉控制	319
例 128	商店自动门控制	319
第 22 章	数据表处理指令	321
22.1	上下限限位控制指令 (LIMIT)	321

22.2	死区控制指令 (BAND)	322
22.3	区域控制指令 (ZONE)	323
22.4	定坐标 (不同点坐标) 指令 (SCL)	324
22.5	十进制 ASCII 码→BIN 指令 (DABIN)	325
22.6	BIN→十进制 ASCII 码指令 (BINDA)	326
22.7	定坐标 2 (X/Y 坐标) 指令 (SCL2)	327
第 23 章	变频器通信指令	329
23.1	变频器控制替代指令 (EXTR)	329
例 129	用 FX _{2N} 型 PLC 控制 1 台变频器	330
23.2	变频器的运转监视指令 (IVCK)	333
例 130	变频器的运行监视	334
23.3	变频器的运行控制指令 (IVDR)	335
例 131	更改变频器速度	337
23.4	读取变频器的参数指令 (IVRD)	337
例 132	读出变频器参数	338
23.5	写入变频器的参数指令 (IVWR)	339
例 133	写入变频器参数	339
23.6	成批写入变频器参数指令 (IVBWR)	340
例 134	向变频器成批写入参数值	341
23.7	变频器的多个命令指令 (IVMC)	342
例 135	IVMC 指令用于变频器的运行监视	343
第 24 章	扩展文件寄存器控制指令	345
24.1	读出扩展文件寄存器指令 (LOADR)	345
24.2	成批写入扩展文件寄存器指令 (SAVER)	346
24.3	扩展寄存器的初始化指令 (INITR)	349
24.4	登录到扩展寄存器指令 (LOGR)	349
24.5	扩展文件寄存器删除写入指令 (RWER)	351
例 136	RWER 指令应用	352
24.6	扩展文件寄存器的初始化指令 (INITER)	353
附录 A	应用指令一览表	355
附录 B	特殊辅助继电器	363
附录 C	特殊数据寄存器	386
附录 D	FX _{3U} 、FX _{3UC} 型 PLC 软元件表	411
附录 E	基本指令一览表	413
附录 F	ASCII 码表	415
● 参考文献		416

第 1 章

应用指令概述

可编程序控制器（PLC）有 3 种类型的指令，具体如下。

（1）基本逻辑指令。主要用于逻辑功能处理，是基于各种继电器、定时器和计数器等软元件的逻辑电路控制。

（2）步进顺控指令。主要用于步进顺序逻辑控制。

（3）应用指令。主要用于数据的处理、传送、运算、变换及程序控制等功能。

应用指令（Applied Instruction）也称功能指令（Functional Instruction），三菱 FX 系列 PLC 的应用指令有两种形式，一种是采用功能号 FNC00~FNC305 表示，另一种是采用助记符表示其功能意义。例如，传送指令的助记符为 MOV，对应的功能号为 FNC12，其指令的功能为数据传送。功能号（FNC□□□）和助记符是一一对应的。

FX 系列 PLC 的应用指令主要有以下几种类型：

- 程序流程控制指令
- 传送与比较指令
- 算术与逻辑运算指令
- 循环与移位指令
- 数据处理指令
- 高速处理指令
- 方便指令
- 外部设备输入/输出指令
- 外部设备串行接口控制指令
- 浮点数运算指令
- 定位控制指令
- 实时时钟指令
- 字符串控制指令
- 接点比较指令
- 数据表处理指令
- 扩展文件寄存器控制指令

1.1 应用指令的图形符号和指令

基本指令通常应用于位元件的线圈和触点，如输入继电器线圈、输出继电器线圈、辅

助继电器线圈、定时器线圈、计数器线圈等。应用指令主要应用于数据的处理，也可以应用于位元件的线圈。

应用指令相当于基本指令中的逻辑线圈指令，二者用法基本相同，只是逻辑线圈指令所执行的功能比较单一，而应用指令类似一个子程序，可以完成一系列较完整的控制过程。

应用指令的图形符号与基本指令中的逻辑线圈指令也基本相同，在梯形图中使用方框表示。图 1-1 所示为基本指令和应用指令对照的梯形图示例。

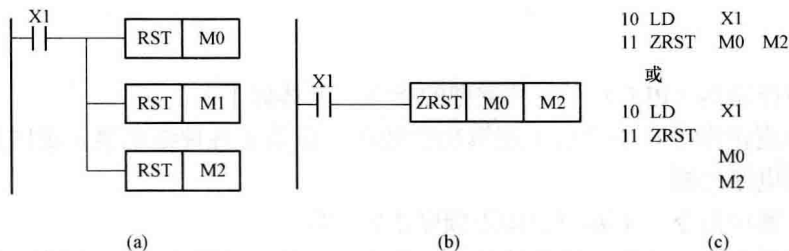


图 1-1 基本指令和应用指令对照的梯形图

(a) 基本指令梯形图；(b) 应用指令梯形图；(c) 应用指令指令表

图 1-1 (a) 和图 1-1 (b) 所示梯形图的功能相同，即当 $X1=1$ 时将 $M0 \sim M2$ 全部复位。应用指令采用计算机通用的助记符和操作数（元件）的方式，具有计算机编程基础的用户很容易就可以理解指令的功能。即使没有计算机编程基础的用户，只要有基本指令的编程基础，也很容易理解应用指令的功能。

FX_{3U} 型 PLC 的应用指令有 218 种，在 FX 系列 PLC 中是最多的一种。应用指令主要用于数据处理，因此，除了可以使用 X、Y、M、S、T、C、 $D \square.b$ 等软继电器元件外，使用更多的是数据寄存器 D、R、V、Z 及由位元件组成的字元件。

1.2 应用指令的格式及说明

1. 应用指令使用的软元件

应用指令使用的软元件可分为位元件、字元件、常数及指针几种。

应用指令使用的软元件类型如表 1-1 所示。

表 1-1 应用指令使用的软元件类型

位 元 件					字 元 件										常 数				指针
X	Y	M	S	$D \square.b$	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	$U \square \setminus G \square$	V、Z	K	H	E	"□"	Pn

(1) 位元件。位元件主要有 X、Y、M、S 和 $D \square.b$ ，可以表示继电器的线圈和触点。T 和 C 作为位元件只能取其 T 和 C 的触点。

(2) 字元件。

1) 字元件有 T、C、D、R、V、Z、 $U \square \setminus G \square$ ，均为 16 或 32 位存储器元件。

用两个连续编号的数据寄存器 D、R 可以组成一个 32 位数据寄存器。用一对相同编号

的变址寄存器 V、Z 可以组成一个 32 位变址寄存器。

2) 用位元件组成的字元件有 KnX 、 KnY 、 KnM 、 KnS 。

用位元件 X、Y、M、S 组成的字元件，用 4 个连续编号的位元件可以组合成一组组合单元， KnX 、 KnY 、 KnM 、 KnS 中的 n 为组数，如 K2Y0 是由 $\text{Y7} \sim \text{Y0}$ 组成的 2 个 4 位字元件。 Y0 为低位， Y7 为高位，如图 1-2 所示。

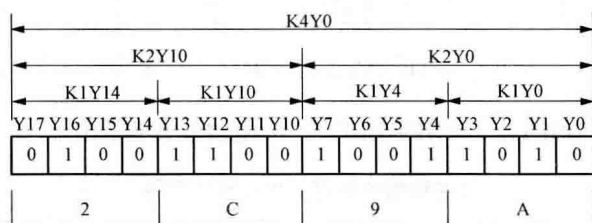


图 1-2 用位元件组成的字元件

K2Y0 表示 8 位二进制数 $(1001\ 1010)_2$ 或 2 位十六进制数 9A。

K4Y0 表示 16 位二进制数 $(0100\ 1100\ 1001\ 1010)_2$ 或 4 位十六进制数 2C9A。

字元件也可以表示 BCD 数，但注意每 4 位二进制数不得大于 $(1001)_2$ (十进制数 9)。

在执行 16 位应用指令时， $n=1 \sim 4$ ，在执行 32 位应用指令时， $n=1 \sim 8$ 。

例如，执行如图 1-3 所示的梯形图，当 $\text{X1}=1$ 时，将 D0 中的 16 位二进制数传送到 K2Y0 中，其结果是 D0 中的低 8 位的值传送到 $\text{Y7} \sim \text{Y0}$ 中，结果是 $\text{Y7} \sim \text{Y0} = (01000101)_2$ ，其中 Y0 、 Y2 、 Y6 的值为 1，表示这 3 个输出继电器得电。

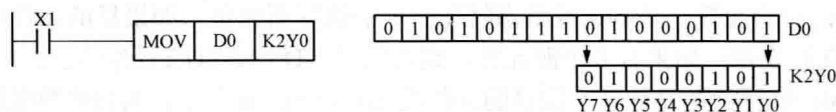


图 1-3 位元件组成的字元件的应用

(3) 常数。常数可分为：十进制常数、十六进制常数、实数（浮点数）和字符串。

1) 十进制常数表示十进制整数，用 K 指定，如 K1234 、 K3 ，十进制常数的指定范围如下所示。

使用 1 个字数据（16 位）时为 $\text{K-32768} \sim \text{K32767}$ 。

使用 2 个字数据（32 位）时为 $\text{K-2147483648} \sim \text{K2147483647}$ 。

2) 十六进制常数表示十六进制整数，用 H 指定，如 H2D29 、 H34 ，十六进制常数的设定范围如下所示。

使用 1 个字数据（16 位）时为 $\text{H0} \sim \text{HFFFF}$ 。

使用 2 个字数据（32 位）时为 $\text{H0} \sim \text{HFFFFFFFF}$ 。

3) 实数（浮点数）表示实数，用 E 指定，如 E-23.65 、 E15 ，对于整数，可以化成指数的形式，如 E473 ，可以化成 $\text{E4.73}+2$ ，其中 $+2$ 表示 10 的 2 次方， $\text{E4.73}+2$ 表示 4.73×10^2 。

4) 字符串表示字符，字符串是顺控程序中直接指定字符串的软元件。用一对引号“”框起来的半角字符指定（例如，“ ABCD1234 ”）。字符串中可以使用 JIS8 代码。