

工控技术精品丛书·跟李老师说PLC

# 三菱FX<sub>2N</sub> PLC 功能指令应用详解

李金城 编著

(修订版)

解



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

工控技术精品丛书·跟李老师学 PLC

# 三菱 FX<sub>2N</sub> PLC 功能指令 应用详解（修订版）

李金城 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书主要内容为三菱 FX<sub>2N</sub> PLC 顺控程序设计和功能指令讲解，重点是功能指令讲解。为了使读者能够在较短的时间内正确理解、掌握和应用功能指令，书中除了对指令本身作了详细的说明外，还增加了与功能指令相关的基础知识、专业知识和应用知识。同时，针对指令的应用编写了许多实例，说明指令的应用技巧。最后还对 FX<sub>3U</sub> PLC 新增功能指令作了介绍。

本书既可以作为工控技术人员的自学用书，也可以作为培训教材和大专院校相关专业的教学参考，同时，还可以作为编程手册查询使用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

三菱 FX<sub>2N</sub> PLC 功能指令应用详解/李金城编著. —修订本. —北京: 电子工业出版社, 2018.7

(工控技术精品丛书. 跟李老师学 PLC)

ISBN 978-7-121-34217-2

I. ①三… II. ①李… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 099217 号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 陈韦凯

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 36 字数: 922 千字

版 次: 2011 年 11 月第 1 版

2018 年 7 月第 2 版

印 次: 2019 年 1 月第 3 次印刷

印 数: 2 000 册 定价: 78.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式: [chenwk@phei.com.cn](mailto:chenwk@phei.com.cn)，(010) 88254441。

# 谈谈功能指令的学习

## (代前言)

在培训工作中，经常碰到学员询问关于三菱 FX 系列 PLC 功能指令的学习问题，于是就萌生了一个想法，即编写一本重点讲述功能指令应用的参考书籍。这个想法得到了广大培训学员及电子工业出版社陈韦凯编辑的支持，正是在他们的支持和鼓励下才能够完成本书的编写工作。

功能指令又称为应用指令，是对 PLC 的基本逻辑指令的扩充，它的出现使 PLC 的应用从逻辑顺序控制领域扩展到模拟量控制、运动量控制和通信控制领域，因此，学习功能指令应用是掌握 PLC 在这些扩展领域中使用的前提。

很多参加培训的学员和从事工控技术工作的朋友都感觉功能指令难学、不好掌握，这是为什么呢？主要有三方面的原因：一是功能指令数量多、门类广，FX<sub>2N</sub> PLC 有 139 条功能指令，FX<sub>3U</sub> PLC 有 190 条功能指令，未学之前就会有一种畏难情绪，不知从哪儿学起，不知如何学习。二是许多功能指令的学习涉及一些工控技术基础知识、专业知识和应用知识，编程手册对这些知识的介绍既简单，文字又晦涩。许多 PLC 的入门书籍限于篇幅，对功能指令往往只是进行一些简单罗列和一般性介绍，也不够全面。对于需要进一步提高 PLC 控制技术而又缺乏相关知识的读者来说，增加了学习功能指令的难度。三是功能指令学习必须与实践紧密结合才能学好。初学者往往实践较少，经验缺乏，学习上有点急于求成，总希望仅仅通过阅读编程手册和一些 PLC 书籍就能很快地掌握功能指令的应用，结果是欲速则不达，碰到实际问题还是不知道如何使用功能指令编程。

那么如何学习功能指令呢？本书提出以下几点供广大读者参考。

第一，先要学习有关功能指令的预备知识，即编程手册的“功能指令预备知识”（本书第 5 章）。很多初学者一开始就跳过这一章，直接寻找指令学习，结果就出现了找不到 DMOV 指令、INCP 指令在哪里、K4X0 是什么等问题。其实，这些问题都可以在预备知识中找到答案，因此，对功能指令预备知识的学习是非常重要的，这些知识主要有指令格式、指令执行形式、指令数值表示和指令寻址方式。这些知识是针对所有指令的，必须先要学习和了解，当然这些知识也必须结合具体的指令去理解，不是学习一次就够了，要反复结合指令学习理解。

第二，对指令进行浏览性的学习。浏览就是泛泛地看，随意翻翻，任意记记，没有前后顺序，没有时间长短。浏览的目的是对指令的分类有大致地了解，对查找指令的位置大致清楚，对指令的功能有印象。浏览就是浏览，不要刻意地去记什么，浏览的次数多了，就自然会在脑子里留下印象，也就“无心插柳柳成荫”了。

第三，对基础指令要重点学、反复学。功能指令可以大致分为两大类：一类是基础性的指令；另一类是高级应用指令。基础性指令指步进指令、程序流程指令、传送指令和比较指令、位移指令、数值运算指令和部分数据处理指令。这类指令是编程中最常用的指令，在一

般控制程序中都用得上，对这类功能指令就要专门拿出时间来重点学习。初学者主要是学习它们的操作功能，并在实践中去理解它们，每一个功能指令在实际使用中都会有一些应用规则，对这些应用规则不必一开始就非要弄清楚，而是要通过对指令的反复学习和应用才能逐步掌握的。基础性指令也会涉及一些指令外的知识，如 PLC 知识、数制码制知识、数的表示和运算知识等。因此，在学习功能指令的同时，也要去补充这方面的知识，这样才能更好地学好功能指令。

第四，采用实用主义的态度去学习 PLC 高级应用功能指令，高级应用功能指令是指模拟量控制、PID 控制、定位控制、高速输入/输出和通信控制等有关的指令。学习这类指令需要一些专业知识才能掌握。对这些指令建议采用实用性态度学习，就是用到就学，不用不学，边用边学，边学边用；专业知识和功能指令一起学，学了马上就用，加深理解和使用。当然，这种学习方法也适用于部分不常用的基础指令学习。

第五，对于“休眠”指令暂时不学。在 PLC 的功能指令中，有一些功能指令是在早期为适应当时的需要而开发的，这些指令随着时代的变迁，一些功能指令被后来开发的指令代替，一些随着工控技术的发展已基本不用。还有一些指令是针对某些特定的外部设备而开发的，现在也很少用。虽不学习，但要了解它们在编程手册中的位置，万一在读程序时碰到就可以通过手册来了解它们。

学习有法，法无定法，没有一种学习方法是适合所有人的，因此，读者还是要根据自身的条件，参考上述方法，寻找出最适合自己的学习方法。这样，才能收到学习功能指令事半功倍的效果。

本书的内容除了重点讲述 FX<sub>2N</sub> PLC 的步进指令和功能指令外，还增加了如下内容：FX 系列小型可编程逻辑控制器、编程和仿真软件使用、基本逻辑控制指令和 FX<sub>3U</sub> PLC 新增指令介绍，其目的是希望本书不但是读者学习功能指令的参考书，也希望能成为读者经常查询的参考手册。

本书的阅读对象是从事工业控制自动化的工程技术人员、刚毕业的工科院校机电专业学生和在生产第一线的初、中、高级维修电工，因此，编写时力求深入浅出、通俗易懂，同时联系实际、注重应用。书中精选了大量的应用实例，供读者在实践中参考。

在本书编写的过程中，付明忠工程师就 FX<sub>3U</sub> PLC 新增指令给出了宝贵参考意见，也得到了曾鑫、李金龙、李震涛等的协助。同时还参考了一些书刊内容，并引用了其中一些资料，难以一一列举，在此一并表示衷心感谢。

由于编著者水平有限，书中有疏漏和不足之处，恳请广大读者批评指正。编著者联系邮箱：jc1350284@163.com。

李金城

## 修订说明

《三菱 FX<sub>2N</sub> PLC 功能指令应用详解》第 1 版自 2011 年出版以来，市场反应良好，受到了广大读者的欢迎，7 年来共印刷了 14 次，共计 38000 册。广大读者在阅读该书的同时，也指出了书中存在的不少错误，并给疏漏和不足之处提出了宝贵意见。我在此向广大读者表示衷心的感谢。

应读者和出版社要求，近期对本书做了一次修订工作。本次修订对全书的章节结构没有改动，仅是对部分内容做了一点修改和补充。同时，对全书做了一次全面校对。本次修订最大的变动是取消了原书附带的配套光盘。其原因有二：一是当前信息存储的方式发生了很大变化。原来采用光盘保存的信息现已基本上由 U 盘替代。而目前的家用电脑或笔记本电脑均不配装光驱，光盘也无法播放。二是部分读者对配套光盘的内容有不同意见，认为光盘仅自带了 10 讲视频课程有为技成培训公司做广告之嫌，为什么不把 108 讲全部放到光盘中呢？事实也确实如此，当初配套光盘的用意也是告诉读者，本书有配套视频课程，在技成培训公司网站上，读者可自行联系付费观看。108 讲视频课程是技成培训公司的知识产权，其中 10 讲放到光盘上也是经技成培训公司同意的。既然这样做会引起读者误解，所以本次修订干脆取消配套光盘，这一点还请广大读者理解。

本书配套有《功能指令详解》和《三菱 FX 系列 PLC SFC 顺序控制应用》两门视频课程，共 108 节课（简称 108 讲）。书和视频课程配套学习，效果会更好。读者如需购买视频课程，请自行访问技成培训公司网站联系，网址：[www.jcpeixun.com](http://www.jcpeixun.com)，联系电话：4001114100。

这次修订，虽然我想尽力做到最好，但由于本人水平、学识及精力有限，书中难免还会存在错漏之处，恳请广大读者继续给予批评指正。

读者在阅读本书时，如有疑问之处或指正书中错漏之处都可给我来信，联系邮箱：[jc1350284@163.com](mailto:jc1350284@163.com)。

三菱 FX<sub>2N</sub> PLC 已经停产，其替代产品是 FX<sub>3</sub> 系列 PLC。因此，很多读者给我来信，希望我能在本书的基础上，增补介绍 FX<sub>3</sub> 系列 PLC 新增加的功能指令。的确，我也有此考虑，并正在编写中，到时会另行成书出版，敬请读者关注。

李金城  
2018 年 3 月于深圳

# 目 录

第 1 章 FX 系列小型可编程逻辑控制器介绍	1
1.1 FX 系列 PLC 产品综合介绍	1
1.1.1 产品结构与产品系列介绍	1
1.1.2 产品性能指标及扩展说明	3
1.2 FX <sub>1S</sub> PLC	4
1.2.1 产品简介与产品规格	4
1.2.2 编程功能与扩展选件	5
1.3 FX <sub>1N</sub> PLC	7
1.3.1 产品简介与产品规格	7
1.3.2 编程功能与扩展选件	9
1.4 FX <sub>2N</sub> PLC	10
1.4.1 产品简介与产品规格	10
1.4.2 编程功能与扩展选件	13
1.5 FX <sub>3U</sub> PLC	15
1.5.1 产品简介与产品规格	15
1.5.2 编程功能与扩展选件	17
第 2 章 编程与仿真软件使用	20
2.1 三菱 PLC 的编程	20
2.1.1 概述	20
2.1.2 GX Developer 编程软件的安装	22
2.2 三菱 GX Developer 编程软件的使用	24
2.2.1 GX Developer 编程软件界面	24
2.2.2 创建新工程	25
2.2.3 梯形图编辑	25
2.2.4 梯形图程序编译、与指令表程序切换及保存	28
2.2.5 程序注释	29
2.2.6 程序的写入与读取	32
2.2.7 读取 FXGP/WIN 生成梯形图文件	35
2.2.8 其他功能简介	36
2.3 三菱 GX Simulator 仿真软件的使用	37
2.3.1 启动	38
2.3.2 启动软元件的强制操作	39

2.3.3	软元件的监控	40
2.3.4	时序图监控	41
<b>第 3 章</b>	<b>基本逻辑控制指令</b>	<b>43</b>
3.1	基本指令系统	43
3.1.1	逻辑运算指令	43
3.1.2	操作及逻辑处理指令	46
3.2	定时器	54
3.2.1	时间继电器与定时器	54
3.2.2	三菱 FX <sub>2N</sub> PLC 内部定时器	55
3.2.3	定时器程序编制	57
3.3	计数器	60
3.3.1	计数器介绍	60
3.3.2	三菱 FX <sub>2N</sub> PLC 内部信号计数器	61
3.3.3	计数器程序编制	63
<b>第 4 章</b>	<b>步进指令与顺控程序设计</b>	<b>66</b>
4.1	顺序控制与顺序功能图	66
4.1.1	顺序控制	66
4.1.2	顺序功能图 (SFC)	67
4.1.3	顺序功能图的基本结构	71
4.1.4	顺序功能图的梯形图编程方法	73
4.2	步进指令和步进梯形图	77
4.2.1	步进指令与状态元件	77
4.2.2	步进指令梯形图编程方法	79
4.2.3	应用步进指令 SFC 编程时的注意事项	83
4.3	GX Developer 编程软件中的 SFC 编程	88
4.3.1	GX Developer 编程软件中的 SFC 编程说明	88
4.3.2	STL 指令单流程 SFC 程序编制	89
4.3.3	STL 指令分支流程 SFC 程序编制	96
4.3.4	SFC 仿真	98
4.3.5	STL 指令程序梯形图编制	99
4.4	步进顺序控制编程实例	103
4.4.1	SFC 编程步骤	103
4.4.2	单流程 SFC 编程	104
4.4.3	选择性分支 SFC 编程	104
4.4.4	并行性分支 SFC 编程	107
<b>第 5 章</b>	<b>功能指令预备知识</b>	<b>109</b>
5.1	功能指令分类	109

5.2	指令格式解读	110
5.2.1	指令格式解读	110
5.2.2	16位与32位	113
5.2.3	连续执行与脉冲执行	115
5.3	编程软元件	116
5.3.1	数据类型与常数 K,H	117
5.3.2	位软元件	117
5.3.3	字软元件	123
5.4	寻址方式	128
5.4.1	直接寻址与立即寻址	128
5.4.2	变址寻址	128
<b>第6章</b>	<b>程序流程指令</b>	<b>133</b>
6.1	程序流程基础知识	133
6.1.1	PLC 程序结构和程序流程	133
6.1.2	主程序结束指令 FEND	134
6.1.3	子程序	135
6.1.4	中断	136
6.2	条件转移	139
6.2.1	条件转移指令 CJ	139
6.2.2	跳转区域的软元件变化与功能指令执行	142
6.2.3	CJ 指令应用实例	145
6.3	子程序调用	146
6.3.1	子程序调用指令 CALL,SRET	146
6.3.2	子程序编制与应用实例	148
6.4	中断服务	151
6.4.1	中断指令 EI,DI,IRET	151
6.4.2	外部输入中断	154
6.4.3	内部定时器中断	158
6.4.4	高速计数器中断	160
6.5	循环	162
6.5.1	循环指令 FOR,NEXT	162
6.5.2	循环程序编制与应用实例	164
<b>第7章</b>	<b>传送与比较指令</b>	<b>167</b>
7.1	传送指令	167
7.1.1	传送指令 MOV	167
7.1.2	数位传送指令 SMOV	169
7.1.3	取反传送指令 CML	172

7.1.4	成批传送指令 BMOV 与文件寄存器	173
7.1.5	多点传送指令 FMOV	178
7.2	比较指令	179
7.2.1	比较指令 CMP	179
7.2.2	区间比较指令 ZCP	181
7.2.3	浮点数比较指令 ECMPEZCP	183
7.3	触点比较指令	184
7.3.1	起始触点比较指令	184
7.3.2	串接触点比较指令	186
7.3.3	并接触点比较指令	187
7.4	数据交换指令	188
7.4.1	数据交换指令 XCH	188
7.4.2	上下字节交换指令 SWAP	190
7.5	应用实例	190
7.5.1	程序设计算法和框图	190
7.5.2	两个应用实例	192

## 第 8 章 移位指令 195

8.1	循环移位指令	195
8.1.1	循环右移指令 ROR	195
8.1.2	循环左移指令 ROL	197
8.1.3	带进位循环右移指令 RCR	199
8.1.4	带进位循环左移指令 RCL	200
8.2	位移字移指令	202
8.2.1	位右移指令 SFTR	202
8.2.2	位左移指令 SFTL	203
8.2.3	字右移指令 WSFR	208
8.2.4	字左移指令 WSFL	210
8.3	移位读写指令	211
8.3.1	移位写入指令 SFWR	211
8.3.2	移位读出指令 SFRD	213

## 第 9 章 数值运算指令 216

9.1	PLC 的数值处理方式	216
9.1.1	定点数和浮点数	216
9.1.2	逻辑位运算	219
9.2	整数运算	219
9.2.1	四则运算指令 ADD,SUB,MUL,DIV	219
9.2.2	加 1 减 1 指令 INC,DEC	223

9.2.3	开方指令 SQR	226
9.3	小数运算	226
9.3.1	浮点数转换指令 FLT,INT,EBCD,EBIN	226
9.3.2	浮点数四则运算指令 EADD,ESUB,EMUL,EDIV	229
9.3.3	浮点数开方指令 ESQR	231
9.3.4	浮点数三角函数值指令 SIN,COS,TAN	232
9.4	逻辑位运算	233
9.4.1	逻辑字与指令 WAND	233
9.4.2	逻辑字或指令 WOR	234
9.4.3	逻辑字异或指令 WXOR	235
9.4.4	求补码指令 NEG	235
<b>第 10 章</b>	<b>数据处理指令</b>	<b>237</b>
10.1	数制与码制	237
10.1.1	数制	237
10.1.2	码制	241
10.2	码制转换指令	246
10.2.1	二进制与 BCD 转换指令 BCD,BIN	246
10.2.2	二进制与格雷码转换指令 GRY,GBIN	249
10.3	译码编码指令	251
10.3.1	译码器和编码器	251
10.3.2	译码指令 DECO	252
10.3.3	编码指令 ENCO	255
10.4	位“1”处理指令	259
10.4.1	位“1”总和指令 SUM	259
10.4.2	位“1”判别指令 BON	260
10.5	信号报警指令	261
10.5.1	控制系统的信号报警	261
10.5.2	信号报警设置指令 ANS	262
10.5.3	信号报警复位指令 ANR	265
10.6	数据处理指令	266
10.6.1	分时扫描与选通	266
10.6.2	数据采集指令 MTR	269
10.6.3	数据检索指令 SER	272
10.6.4	数据排序指令 SORT	275
10.6.5	求平均值指令 MEAN	278
10.6.6	区间复位指令 ZRST	279

第 11 章 外部设备指令	281
11.1 概述	281
11.1.1 外部 I/O 设备指令	281
11.1.2 外部选用设备指令	282
11.2 外部 I/O 设备指令	283
11.2.1 10 键输入指令 TKY	283
11.2.2 16 键输入指令 HKY	285
11.2.3 数字开关指令 DSW	287
11.2.4 7 段码显示指令 SEGD	290
11.2.5 7 段码锁存显示指令 SEGL	292
11.2.6 方向开关指令 ARWS	295
11.2.7 ASCII 码输入指令 ASC	297
11.2.8 ASCII 码输出指令 PR	300
11.3 模拟电位器指令	302
11.3.1 模拟电位器介绍	302
11.3.2 模拟电位器数据读指令 VRRD	303
11.3.3 模拟电位器开关设定指令 VRSC	305
11.4 特殊功能模块读写指令	306
11.4.1 FX 特殊功能模块介绍	306
11.4.2 特殊功能模块读指令 FROM	308
11.4.3 特殊功能模块写指令 TO	309
11.4.4 指令应用	311
11.5 串行异步通信指令	313
11.5.1 串行异步通信基础	313
11.5.2 串行数据传送指令 RS	316
11.5.3 HEX→ASCII 变换指令 ASCI	322
11.5.4 ASCII→HEX 变换指令 HEX	324
11.5.5 校验码指令 CCD	326
11.5.6 通信指令综合应用实例	328
11.5.7 并行数据位传送指令 PRUN	329
11.6 PID 控制指令	332
11.6.1 PID 控制介绍	332
11.6.2 PID 控制指令	334
11.6.3 PID 指令控制参数详解	337
11.6.4 PID 指令应用错误代码	339
11.6.5 PID 指令应用程序设计	340
11.6.6 PID 控制参数自整定	344

第 12 章 高速处理和 PLC 控制指令	351
12.1 三菱 FX <sub>2N</sub> PLC 内部高速计数器	351
12.1.1 高速计数器介绍	351
12.1.2 高速计数器的使用	353
12.1.3 高速计数器使用频率限制	357
12.2 高速计数器指令	358
12.2.1 比较置位指令 HSCS	358
12.2.2 比较复位指令 HSCR	362
12.2.3 区间比较指令 HSZ	363
12.2.4 DHSZ 指令的表格高速比较模式	365
12.2.5 DHSZ 指令的频率控制模式	369
12.2.6 脉冲密度指令 SPD	373
12.3 PLC 内部处理指令	377
12.3.1 输入/输出刷新指令 REF	377
12.3.2 输入滤波时间调整指令 REFF	379
12.3.3 监视定时器刷新指令 WDT	382
第 13 章 脉冲输出与定位指令	384
13.1 位置控制预备知识	384
13.1.1 位置控制介绍	384
13.1.2 定位控制分析	387
13.1.3 FX 系列 PLC 定位控制功能介绍	390
13.2 脉冲输出指令	391
13.2.1 概述	391
13.2.2 脉冲输出指令 PLSY	394
13.2.3 带加减速的脉冲输出指令 PLSR	396
13.2.4 可变速脉冲输出指令 PLSV	400
13.2.5 脉宽调制指令 PWM	402
13.3 定位指令	403
13.3.1 原点回归指令 ZRN	403
13.3.2 相对位置控制指令 DRVI	407
13.3.3 绝对位置控制指令 DRVA	409
13.3.4 绝对位置数据读取指令 ABS	411
13.4 定位控制举例	414
13.4.1 步进电机定位控制	414
13.4.2 定位控制指令程序样例	417
13.4.3 伺服电机定位控制	419

<b>第 14 章 变频器通信指令</b> .....	425
14.1 通信指令应用预备知识.....	425
14.1.1 技术支持及应用范围.....	425
14.1.2 通信参数设定.....	427
14.1.3 通信功能相关软元件.....	429
14.2 变频器通信指令.....	430
14.2.1 变频器通信指令介绍.....	430
14.2.2 变频器运行监视指令 EXTR K10.....	431
14.2.3 变频器运行控制指令 EXTR K11.....	434
14.2.4 变频器参数读出指令 EXTR K12.....	436
14.2.5 变频器参数写入指令 EXTR K13.....	437
14.2.6 变频器通信指令应用注意与错误代码.....	439
<b>第 15 章 方便指令</b> .....	442
15.1 状态初始化指令.....	442
15.1.1 多种工作方式 SFC 的编程.....	442
15.1.2 状态初始化指令 IST.....	445
15.1.3 IST 指令应用处理.....	450
15.1.4 状态初始化指令 IST 应用实例.....	452
15.2 凸轮控制指令.....	458
15.2.1 凸轮控制和凸轮控制器.....	458
15.2.2 绝对方式凸轮控制指令 ABSD.....	460
15.2.3 增量方式凸轮控制指令 INCD.....	466
15.3 旋转工作台控制指令.....	469
15.3.1 旋转工作台控制介绍.....	469
15.3.2 旋转工作台控制指令 ROTC.....	470
15.4 定时器指令.....	474
15.4.1 示教定时器指令 TTMR.....	474
15.4.2 特殊定时器指令 STMR.....	476
15.5 信号输出指令.....	478
15.5.1 交替输出指令 ALT.....	478
15.5.2 斜坡信号指令 RAMP.....	480
<b>第 16 章 时钟处理指令</b> .....	485
16.1 时钟数据运算指令.....	485
16.1.1 关于 PLC 的时间控制.....	485
16.1.2 时钟数据比较指令 TCMP.....	488
16.1.3 时钟数据区间比较指令 TZCP.....	490
16.1.4 时钟数据加法指令 TADD.....	491

16.1.5	时钟数据减法指令 TSUB	492
16.1.6	计时器指令 HOUR	494
16.2	时钟数据读/写指令	495
16.2.1	时钟数据读出指令 TRD	495
16.2.2	时钟数据写入指令 TWR	496
16.3	时钟数据程序实例	498
<b>第 17 章</b>	<b>FX3U PLC 新增功能指令简介</b>	<b>501</b>
17.1	传送、移位和数值运算指令	501
17.1.1	传送指令	501
17.1.2	移位指令	502
17.1.3	数值运算指令	502
17.2	数据处理指令	503
17.2.1	十进制与十进制 ASCII 码表示转换指令	503
17.2.2	数据的结合与分离指令	504
17.2.3	数据表处理指令	505
17.2.4	数据块处理指令	507
17.2.5	字符串控制指令	507
17.2.6	其他数据处理指令	508
17.3	外部设备指令	509
17.3.1	通信指令	509
17.3.2	特殊功能模块 BFM 分割读/写指令	510
17.3.3	定位指令	510
17.3.4	变频器控制指令	511
17.4	其他指令	512
17.4.1	扫描周期脉冲输出指令	512
17.4.2	高速计数器指令	512
17.4.3	时钟指令	513
17.4.4	扩展文件寄存器控制指令	513
<b>附录 A</b>	<b>特殊辅助继电器和特殊数据寄存器</b>	<b>515</b>
<b>附录 B</b>	<b>错误代码一览表</b>	<b>534</b>
<b>附录 C</b>	<b>功能指令一览表 (按功能号顺序)</b>	<b>538</b>
<b>附录 D</b>	<b>功能指令一览表 (按功能分类)</b>	<b>542</b>
<b>附录 E</b>	<b>功能指令一览表 (按助记符分类)</b>	<b>546</b>
<b>附录 F</b>	<b>三菱 FR-E500 变频器通信 协议的参数字址定义</b>	<b>550</b>
<b>附录 G</b>	<b>三菱 FR-E500 参数数据 读出和写入指令代码表</b>	<b>553</b>
	<b>参考文献</b>	<b>557</b>

# 第1章 FX 系列小型可编程逻辑控制器介绍

这一章对三菱 FX 系列 PLC 作一些简单的综合性介绍。在这一章中罗列的许多关于 FX 系列 PLC 的数据表格也可作为资料进行查询。因此，这一章并非所有读者都需要阅读，大多数读者都可以跳过这一章，直接阅读以后的章节。

## 1.1 FX 系列 PLC 产品综合介绍

### 1.1.1 产品结构及产品系列介绍

#### 1. PLC 的物理结构

PLC 是 Programmable Logic Controller 的缩写，即可编程逻辑控制器。

IEC 对 PLC 的定义：PLC 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，并通过数字的、模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。

现代社会要求制造业对市场需求做出迅速的反应，生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品。PLC 就是在这种工业需求和市场需求的情况下出现的。从 1969 年美国数字设备公司（DEC）研制出世界上第一台 PLC 以来，也不过才短短的 40 年，但 PLC 控制技术已得到异常迅猛的发展。并在各种工业控制领域、公用事业、新闻传播等各个方面都获得了广泛的应用。可以预见将来 PLC 技术和变频器技术会和普通的电工技术一样被越来越多的技术人员所掌握。

PLC 的物理结构是指如何把 PLC 的硬件结构各部分组成可使用的 PLC 实体。

#### 1) 整体式 PLC

整体式又称单元式或箱体式，它把 CPU 模块、I/O 模块和电源模块装在一个箱状的机壳内，结构非常紧凑，体积小，价格低。小型 PLC 一般采用整体式结构。整体式 PLC 提供多种不同的 I/O 点数的基本单元和扩展单元供用户选用，基本单元内有 CPU 模块、I/O 模块和电源。扩展单元内只有 I/O 模块和电源，基本单元和扩展单元之间用扁平电缆连接。各单元的输入点和输出点的比例是固定的，有些 PLC 有单输入型和单输出型的扩展单元。选择不同的基本单元和扩展单元，可以满足用户的不同需求。

三菱的 FX<sub>1S</sub> PLC 为典型的整体式 PLC 产品。

## 2) 模块式 PLC

模块式 PLC 用搭积木的方式组成系统, 它由框架和模块组成。模块插在模块插座上, 模块插座焊在框架中的总线连接板上。PLC 的电源可能是单独的模块, 也可能包含在 CPU 模块中。PLC 厂家备有不同槽数的框架供用户选用, 如果一个框架容纳不下所有的模块, 可以增设一个或数个扩展框架, 各框架之间用 I/O 扩展电缆相连。有的可编程序控制器没有框架, 各种模块安装在基板上。

用户可以选用不同档次的 CPU 模块、品种繁多的 I/O 模块和特殊功能模块, 对硬件配置的选择余地较大, 维修时更换模块也很方便。模块式 PLC 的价格较高, 大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

三菱的 Q 系列 PLC、西门子的 S7-300/400 PLC 为典型的模块式 PLC 产品。

## 3) 混合式 PLC

混合式 PLC 吸收了那上面两种 PLC 的优点, 它有整体式的基本单元; 又有模块式的扩展单元、特殊应用单元。这些单元等高等宽, 仅长度不同。各单元之间用扁平电缆连接, 紧密拼装在导轨上, 组成一个整齐的长方体。组合形式非常灵活, 完全按需要而定。它是模块式的结构, 整体式的价格, 目前中小型 PLC 均采用混合式结构。

三菱的 FX<sub>1N</sub> / FX<sub>2N</sub> / FX<sub>3U</sub> PLC 为典型的混合式 PLC 产品。

## 2. 产品系列介绍

三菱电机小型 PLC 经历了从 F 系列到 FX<sub>3U</sub> PLC 的发展历程。

F 系列包括其改进型的 F1、F2 系列 PLC 为其第一代产品, 20 世纪 90 年代曾经有很高的市场占有率。目前已经停产, 属于淘汰产品。

FX 系列是在 F1、F2 系列基础上开发的小型 PLC。早期产品有 FX<sub>2</sub> 系列和 FX<sub>0</sub> 系列, 其性能已经比 F 系列有很大的提高。后来又推出来 FX<sub>0S</sub>、FX<sub>0N</sub> 和 FX<sub>2N</sub> PLC 产品, 接着又推出了 FX<sub>0S</sub>、FX<sub>0N</sub> PLC 的代替产品 FX<sub>1S</sub> PLC 和 FX<sub>1N</sub> PLC。而 FX<sub>2</sub>、FX<sub>0</sub>、FX<sub>0S</sub>、FX<sub>0N</sub> 等 PLC 产品也都已停产和淘汰。FX<sub>1S</sub>、FX<sub>1N</sub> 和 FX<sub>2N</sub> PLC 为其第二代产品。

FX<sub>3U</sub> PLC 是三菱电机在 2005 年开发的第三代产品, 在整个 FX 系列中是功能最强、速度最快、I/O 点数最多的小型 PLC, 而且它完全可以兼容 FX<sub>1S</sub>、FX<sub>1N</sub>、FX<sub>2N</sub> PLC。因此, 是目前三菱电机强力推广的机型。

目前, 三菱销售的 FX 系列 PLC 产品有 FX<sub>1S</sub> / FX<sub>1N</sub> / FX<sub>2N</sub> / FX<sub>3U</sub> 这 4 种基本型号及其同类型紧凑型结构产品 FX<sub>1NC</sub> / FX<sub>2NC</sub> / FX<sub>3UC</sub>。这些 PLC 产品点数逐渐增多, 功能依次增强, 如图 1-1 所示。

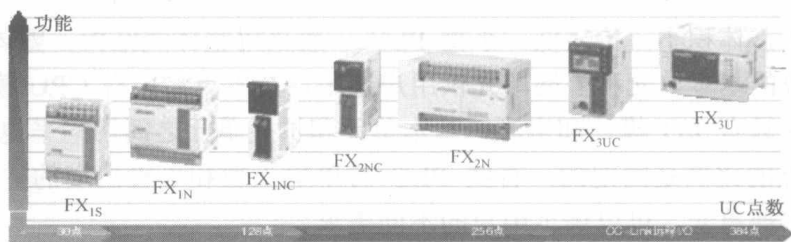


图 1-1 三菱 FX 系列 PLC 产品系列