



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAI
SHIXUNXILIE

三菱FX_{3U}系列PLC

应用技能实训

肖明耀 代建军 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电气自动化技能型人才实训系列

三菱FX_{3U}系列PLC

应用技能实训

肖明耀 代建军 主编
杭白清 陈俊雄 陈意平 参编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

PLC 是从事工业自动化、机电一体化专业的技术人员应掌握的实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式,分为十五个项目,每个项目设有一至两个训练任务,通过任务驱动技能训练,可使读者快速掌握三菱 FX_{3U} 系列 PLC 的基础知识、程序设计方法与编程技巧。部分项目后面设有技能提高训练内容,可全面提高读者三菱 FX_{3U} 系列 PLC 的综合应用能力。

本书贴近教学实际,为电气类、机电类高技能人才的培训教材,可作为大专院校、高职院校、技工院校工业自动化、机电一体化、机械设计、制造及自动化等相关专业的教材,也可作为工程技术人员、技术工人的参考学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

三菱 FX_{3U} 系列 PLC 应用技能实训/肖明耀,代建军主编. —北京:中国电力出版社,2015.1

(电气自动化技能型人才实训系列)

ISBN 978-7-5123-6516-2

I. ①三… II. ①肖… ②代… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 226589 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 443 千字
印数 0001—3000 册 定价 39.00 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

《电气自动化技能型人才实训系列》为电气类高技能人才的培训教材，以培养学生实际综合动手能力为核心，采取以工作任务为载体的项目教学方式，淡化理论、强化应用方法和技能的培养。本书为《电气自动化技能型人才实训系列》之一。

可编程控制器（PLC）是微电子技术、继电器控制技术和计算机及通信技术相结合的新型通用的自动控制装置。PLC 具有体积小、功能强、可靠性高、使用便利、易于编程控制、适用工业应用环境等一系列优点，便于应用于机械制造、电力、交通、轻工、食品加工等行业，既可应用于旧设备改造，也可用于新产品的开发，在机电一体化、工业自动化方面的应用极其广泛。

PLC 是从事工业自动化、机电一体化专业的技术人员应掌握的重要实用技术之一。本书采用以工作任务驱动为导向的项目训练模式，介绍工作任务所需的 PLC 基础知识和完成任务的步骤与方法，通过完成工作任务的实际技能训练全面提高 PLC 综合应用的技巧和技能。

全书分为认识 FX_{3U} 系列可编程控制器、学会使用 GPPW 编程软件、用 PLC 控制三相交流异步电动机、定时控制及其应用、计数控制及其应用、步进顺序控制、交通灯控制、彩灯控制、电梯控制、机床控制、机械手控制、步进电动机控制、自动生产线控制、远程通信控制、温度控制 15 个项目，每个项目设有一至两个训练任务，共 27 个任务，通过任务驱动技能训练，可使读者掌握 PLC 的基础知识、PLC 程序设计方法与编程技巧，部分项目后面设有技能提高训练内容，可全面提高读者 PLC 的综合应用能力。

本书由肖明耀、代建军、杭白清、陈俊雄、陈意平编写，肖明耀、代建军主编。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正，不胜感谢。

作者

目 录

前言

项目一	认识 FX_{3U} 系列可编程控制器	1
任务 1	认识三菱 FX _{3U} 系列 PLC 的硬件	1
任务 2	认识三菱 FX _{3U} 系列 PLC 的软元件	23
习题 1	.....	30
项目二	学会使用 GPPW 编程软件	31
任务 3	学会使用 GPPW 编程软件	31
习题 2	.....	45
项目三	用 PLC 控制三相交流异步电动机	46
任务 4	用 PLC 控制三相交流异步电动机单向连续运行的启动与停止	46
任务 5	三相交流异步电动机正反转控制	71
习题 3	.....	76
项目四	定时控制及其应用	78
任务 6	按时间顺序控制三相交流异步电动机	78
任务 7	三相交流异步电动机的星—三角 (Y— Δ) 降压启动控制	85
习题 4	.....	94
项目五	计数控制及其应用	95
任务 8	工作台循环移动的计数控制	95
习题 5	.....	101
项目六	步进顺序控制	102
任务 9	用步进顺序控制方法实现星—三角 (Y— Δ) 降压启动控制	102
任务 10	简易机械手控制	108
习题 6	.....	113
项目七	交通灯控制	115
任务 11	定时控制交通灯	115
任务 12	步进、计数控制交通灯	118
习题 7	.....	135
项目八	彩灯控制	136

任务 13	简易彩灯控制	136
任务 14	花样彩灯控制	142
习题 8	.....	145
项目九	电梯控制	149
任务 15	三层电梯控制	149
任务 16	带旋转编码器的电梯控制	154
习题 9	.....	160
项目十	机床控制	162
任务 17	通用机床控制	162
任务 18	平面磨床控制	165
习题 10	.....	169
项目十一	机械手控制	172
任务 19	滑台移动机械手控制	172
任务 20	旋臂机械手控制	182
习题 11	.....	185
项目十二	步进电动机控制	186
任务 21	控制步进电动机	186
任务 22	步进电动机定位机械手控制	191
习题 12	.....	209
项目十三	自动生产线控制	210
任务 23	自动分拣生产线控制	210
任务 24	自动组装生产线控制	216
习题 13	.....	227
项目十四	远程通信控制	228
任务 25	PLC 与变频器的通信	228
任务 26	PLC 与 PLC 的通信	236
习题 14	.....	241
项目十五	温度控制	242
任务 27	中央空调冷冻泵运行控制	242
习题 15	.....	256

项目一 认识 FX_{3U} 系列可编程控制器



学习目标

- (1) 认识三菱 FX_{3U} 系列可编程控制器硬件。
- (2) 认识三菱 FX_{3U} 系列 PLC 的软件件。
- (3) 学会识别与选择三菱 FX_{3U} 系列 PLC。

任务 1 认识三菱 FX_{3U} 系列 PLC 的硬件



基础知识

一、FX_{3U} 系列可编程控制器的结构

可编程控制器主要由中央处理单元 CPU、存储器、输入输出单元 (I/O)、电源和编程器等组成。其结构如图 1-1 所示。

1. 中央处理单元

中央处理单元 CPU 的主要功能如下。

(1) 从存储器中读取指令。CPU 在地址总线上给出地址，在控制总线上给出读命令，从数据总线上读出存储单元中的指令，存入 CPU 的指令寄存器。

(2) 执行指令。对存放在指令寄存器中的指令进行译码，识别并执行指令规定的操作，如算术运算或逻辑运算并将结果送输出有关部分。

(3) 顺序取指令。CPU 执行完一条指令后，能自动生成下一条指令的地址，以便取出和执行下一条指令。

(4) 处理中断。CPU 除顺序执行程序外，还能接收内部或外部发来的中断请求，并进行中断处理，处理完返回，继续顺序执行程序。

2. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路，用来存储系统程序、用户程序、逻辑变量、系统组态等信息。

可编程控制器配有系统存储器和用户存储器。系统存储器存放系统管理程序，用户存储器存放用户设计编辑的应用程序。

3. 输入输出单元 (I/O)

实际生产中信号电平是多样的，外部执行机构所需的电平也不同，而可编程控制器的 CPU

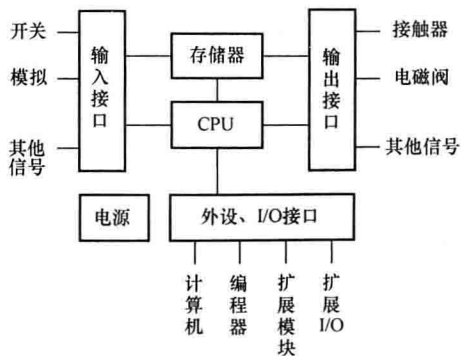


图 1-1 PLC 硬件结构

所处理的信号只能是标准电平，通过输入输出单元实现这些信号电平的转换。可编程控制器的输入和输出单元实际上是 PLC 与被控对象之间传送信号的接口部件。

输入输出单元有良好的电隔离和滤波作用。接到 PLC 输入端的输入器件是各种开关、操作按钮、选择开关、传感器等。通过输入接口电路将这些开关信号转换为 CPU 能够识别和处理的信号，并送入输入映像存储器。运行时 CPU 从输入映像存储器读取输入信息并进行处理，将处理结果存放到输出映像存储器。输入输出映像寄存器由输入输出相应的触发器组成，输出接口将其弱电控制信号转换为现场所需要的强电信号输出，驱动显示灯、电磁阀、继电器、接触器等各种被控设备的执行器件。

(1) 输入接口电路。为了防止各种干扰信号和高电压信号进入 PLC，现场输入接口电路一般由 RC 滤波器消除输入触点的抖动和外部噪声干扰，由光电耦合电路进行隔离。光电耦合电路由发光二极管和光电三极管组成。

通常 PLC 的输入可以是直流、交流或交直流。输入电路电源可以由外部供给，有的也可以由 PLC 内部提供。采用外部电源的直流、交流输入电路如图 1-2 所示。对于图 1-2 (a) 直流输入电路，当输入开关闭合时，其一次电路接通，上面的发光二极管对外显示，同时光电耦合器中的发光管使三极管导通，信号进入内部电路，此输入点对应的位由 0 变为 1。即输入映像寄存器的对应位由 0 变为 1。

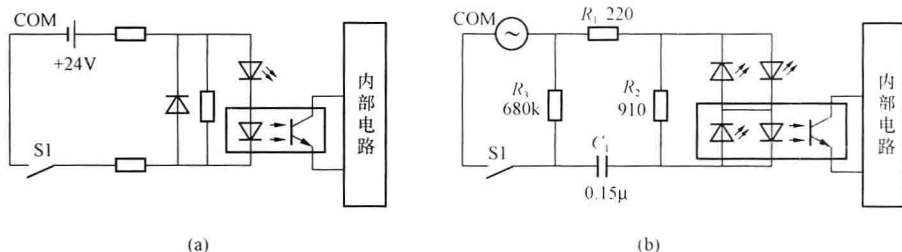


图 1-2 输入接口电路

(a) 直流输入电路；(b) 交流输入电路

(2) 输出接口电路。PLC 的输出有三种形式：继电器输出、晶体管输出、晶闸管输出。图 1-3 给出了 PLC 的输出电路图。每种输出都采用了电气隔离技术，电源由外部供给，输出电流一般为 0.5~2A，输出电流的额定值与负载的性质有关。

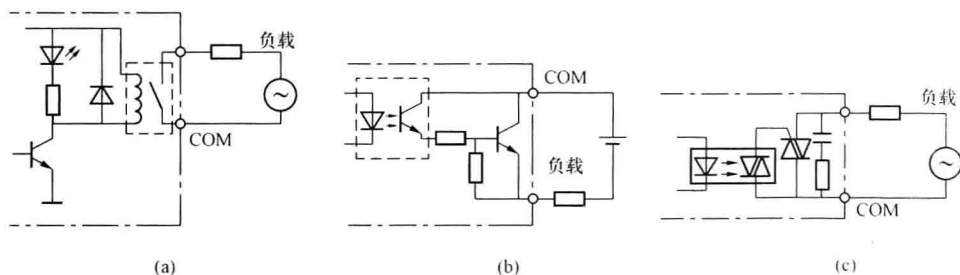


图 1-3 输出接口电路

继电器输出型最常用。当 CPU 有输出时，根据输出映像区对应位的状态，接通或断开输出电路中的继电器线圈，继电器的触点闭合或断开，通过该触点控制外部负载电路的通断。继电器输出型利用了继电器的线圈和触点将 PLC 的内部电路与外部负载进行了电气隔离。

晶体管输出型是通过光电耦合器使晶体管饱和或截止以控制外部负载电路的通断，并同时进

行电气隔离。

晶闸管输出型采用了光触发型双向晶闸管，通过它进行驱动和电气隔离。

为了使 PLC 避免受瞬间大电流的作用而损坏，必须采取保护措施：一是在输入、输出的公共端接熔断器。二是采用保护电路，对直流感性负载用续流二极管，对交流感性负载用阻容吸收回路。

由于 PLC 的输入和输出端是靠光电耦合的，在电气上是完全隔离的，输出信号不会反馈到输入端，也不会产生地线干扰和其他串扰，因此 PLC 具有很高的可靠性和极强的抗干扰能力。

4. 电源

PLC 的电源一般采用交流 220V 市电，电源部件将交流电转换为供 PLC 工作所需的直流电，使 PLC 正常工作。小型 PLC 电源和 CPU 单元等合为一体，中、大型 PLC 有专用的电源模块。部分 PLC 电源部分提供 24V 直流输出，用于对外部的传感器供电，最大输出电流大约为 500mA。

5. 编程器

编程器是 PLC 的最重要的外部设备。利用编程器将用户程序送入 PLC 的存储器，还可以用编程器检查、修改、调试程序。利用编程器可以监视程序的运行及 PLC 的工作状态。小型 PLC 常用简易型便携式、手持式编程器。利用个人计算机，添加适当的硬件接口电缆和编程软件，也可以对 PLC 编程。计算机编程可以直接显示梯形图、读出程序、写入程序、监控程序运行等。

二、工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式，其扫描过程如图 1-4 所示。

这个过程一般包括五个阶段：内部处理、通信操作、输入扫描处理、执行用户程序、输出处理。当 PLC 方式开关置于运行（RUN）时，执行所有阶段。当 PLC 方式开关置于停止（STOP）时，不执行后三个阶段，此时可进行通信操作，对 PLC 编程等。对于不同的 PLC，扫描过程中各步执行的顺序不同，由 PLC 内部的系统程序决定。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。

1. 内部处理

CPU 检查主机硬件，检查所有的输入模块、输出模块等，在运行模式下，还要检查用户程序存储器。如果发现异常，则停止并显示错误。若自诊断正常，继续向下扫描。

2. 通信操作

在 CPU 扫描周期的通信操作阶段，CPU 自检并处理各通信端口接收到的任何信息，完成数据通信任务。即检查是否有计算机、编程器的通信请求，若有则进行相应处理。

3. 输入扫描处理

输入扫描处理又称为输入采样。在此阶段，顺序读入所有输入端子的通断状态，并将读入的信息存入输入映像寄存器。输入映像寄存器被刷新，程序执行时，输入映像寄存器与外界隔离，即使外界信号变化，其内容也保持不变。

4. 执行用户程序

用户程序在 PLC 中是顺序存放的。在这一阶段，CPU 根据 PLC 用户程序从第一条指令开始，顺序取指令并执行，直到最后一条指令结束。执行指令时，从输入映像寄存器读取各输入端的状



图 1-4 PLC 的扫描过程

态, 执行指令对各数据进行算术运算或逻辑运算, 然后将运算结果送输出映像寄存器, 输出映像寄存器的内容会随着程序的运行而改变。

5. 输出处理

程序执行完毕后, 将输出映像寄存器的状态转存到输出锁存器, 集中对输出点进行刷新, 通过隔离电路, 驱动功率放大器, 使输出端子向外界输出控制信号, 驱动外部负载。

PLC 的循环扫描工作方式, 说明 PLC 是“串行”工作的, 这和继电器控制系统“并行”工作有质的区别。PLC 的串行工作方式避免了继电器控制的触点竞争问题。

由于 PLC 是扫描工作方式, 在程序执行阶段, 输入变化不会影响输入映像寄存器的内容, 输出映像区的输出信号要等到执行程序结束才会送到输出锁存器。由此可以看出, 全部的输入输出状态的改变, 需要一个扫描周期, 即输入输出状态保持一个扫描周期。

扫描周期是 PLC 的重要指标之一, 小型 PLC 的扫描周期一般为十几毫秒到几十毫秒。扫描周期的长短取决于扫描速度和用户程序的长短。选择高速 CPU 可以提高扫描速度, 合理的设计程序也可以缩短扫描时间。

三、可编程控制器使用的编程语言

PLC 编程语言有梯形图、指令语句表、步进顺控图等。

1. 梯形图

梯形图是最直观、最简单的一种编程语言, 它类似于继电器控制电路形式, 逻辑关系明显, 在电气控制线路继电器控制逻辑基础上使用简化的符号演变而来, 形象、直观、实用, 电气技术人员容易接受, 是目前用得较多的一种 PLC 编程语言。

继电器控制线路图和 PLC 梯形图如图 1-5 所示, 由图可见两种控制图逻辑含义是一样的, 但具体表示方法有本质区别。梯形图中的继电器、定时器、计数器不是物理实物继电器、实物定时器、实物计数器, 这些器件实际是 PLC 存储器中的存储位, 因此称为软元件。相应的位为“1”状态, 表示该继电器线圈通电、常开触点闭合、常闭触点断开。

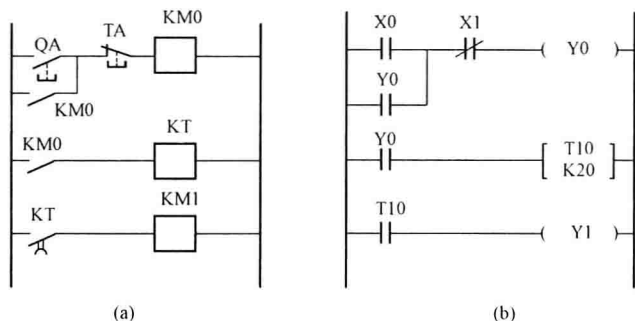


图 1-5 控制线路图和梯形图

(a) 控制线路图; (b) 梯形图

梯形图左右两端的母线是不接任何电源的。梯形图中并没有真实的物理电流流动, 而是概念电流 (假想电流)。假想电流只能从左到右、从上到下流动。假想电流是执行用户程序时满足输出执行条件的形象理解。

梯形图由多个梯级组成, 每个梯级由一个或多个支路和输出元件构成。右边的输出元件是必需的。例如图 1-5 (b) 的梯形图是由三个梯级构成的, 梯级一有 4 个编程元件, 输入元件 X₀、

X₁ 表示按钮开关触点, 第二行的 Y₀ 表示接触器触点, 括号中的 Y₀ 表示接触器线圈, 线圈 Y₀ 是输出元件。

2. 指令语句表

指令语句表是一种与计算机汇编语言相类似的助记符编程语言, 简称语句表, 它用一系列操作指令组成的语句描述控制过程, 并通过编程器送到 PLC 中。不同厂家的指令语句表使用的助记符不相同, 因此, 一个功能相同的梯形图, 书写的指令语句表并不相同。表 1-1 是三菱 FX_{3U} 系列 PLC 指令语句表完成图 1-5 (b) 控制功能编写的程序。

表 1-1 FX_{3U} 系列 PLC 指令语句表

步序	指令操作码 (助记符)	操作数 (参数)	说 明
0	LD	X0	输入 X0 常开触点 逻辑行开始
1	OR	Y0	并联 Y0 自保触点
2	ANI	X1	串联 X1 常闭触点
3	OUT	Y0	输出 Y0 逻辑行结束
4	LD	Y0	输入 Y0 常开触点 逻辑行开始
5	OUT	T10 K20	驱动定时器 T10
8	LD	T10	输入 T10 常开触点 逻辑行开始
9	OUT	Y1	输出 Y1 逻辑行结束

指令语句表编程语言是由若干条语句组成的程序，语句是程序的最小独立单元。每个操作功能由一条语句来表示。PLC 的语句由指令操作码和操作数两部分组成。操作码由助记符表示，用来说明操作的功能，告诉 CPU 做什么，例如逻辑运算的与、或、非等。算术运算的加、减、乘、除等。操作数一般由标识符和参数组成。标识符表示操作数类别，例如输入继电器、定时器、计数器等。参数表示操作数地址或预定值。

3. 步进顺控图

步进顺控图，简称步进图，又叫状态流程图或状态转移图，它是使用状态来描述控制任务或过程的流程图，是一种专用于工业顺序控制程序设计语言。它能完整地描述控制系统的工作过程、功能和特性，是分析、设计电气控制系统控制程序的重要工具。步进顺控图如图 1-6 所示。

四、FX_{3U} 系列可编程控制器

1. 可编程控制器组件

三菱 FX_{3U} 系列 PLC 基本性能大幅提升，通信功能、定位功能有较大提高，新增了高速输入输出适配器，模拟量输入输出适配器和温度输入适配器，这些适配器不占用系统点数，使用方便，在 FX_{3U} 的左侧最多可以连接 10 台特殊适配器，通过 CC-Link 网络的扩展可以实现多达 384 点（包括远程 I/O 在内）的控制，可以选装高性能的显示模块，可显示 PLC 内部软元件信息、设定值、当前值和故障。

三菱小型可编程控制器为满足各种工业控制需要，提供了非常紧凑的晶体管输出 FX_{3UC} 系列，普遍适用的 FX_{3U} 系列。

(1) FX_{3UC} 系列。三菱 FX_{3UC} 系列 PLC 可编程控制器是第三代紧凑型的小型可编程控制器。采用连接器输入输出形式。行业内最高水平的高速处理及定位等内置功能得到大幅提升。

- 1) 内置高达 64 000 步大容量的 RAM 存储器。
- 2) 内置业界最高水平的高速处理 0.065 μ s/基本指令。
- 3) 控制规模：16~384（包括 CC-Link I/O）点。
- 4) 内置独立 3 轴 100kHz 定位功能（晶体管输出型）。
- 5) 基本单元左侧均可以连接功能强大简便易用的适配器。
- 6) 外观如图 1-7 所示。

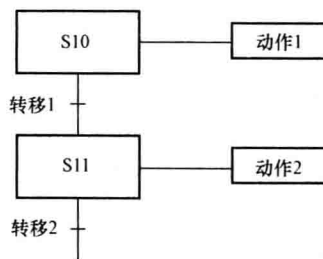


图 1-6 步进顺控图

图 1-7 FX_{3UC} 系列

(2) FX_{3UC} 和 FX_{2N} 在显示功能上的不同点。

- 1) 本身带有显示模块。
- 2) 监视/测试。
- 3) 检查错误。
- 4) 语言 (日语/英语)。
- 5) 设定时间。
- 6) 关键字。
- 7) 元件全部清除。
- 8) 显示扫描时间。
- 9) 存储器盒的传送。

(3) FX_{3U} 系列。FX_{3U} 系列的基本单元有 16~128 点多种规格, 输入输出有多种选择。与 FX_{3UC} 的区别是没有内置显示单元。

FX_{3U} 系列与之前的 FX 系列产品相比其定位功能得到了提高, FX_{3U} 系列 PLC 的定位功能主要有以下几点。

1) PLC 主体的脉冲输出由两个增加到三个。三菱小型可编程控制器 FX 系列 (FX_{3U} 之前产品: FX_{1S}/FX_{1N}/FX_{2N}) 主体脉冲输出功能为 Y₀、Y₁ 两个 (其中 FX_{1S}/FX_{1N} 为 100kHz, FX_{2N} 为 20kHz), 最新产品 FX_{3U} 在此项功能方面增加到三个, 分别为 Y₀、Y₁、Y₂, 频率为 100kHz。

2) 定位指令增加。FX_{3U} 除了之前的 FX 系列的定位指令 ABS/ZRN/PLSV/DRVI/DRVA 等指令外, 还增加了 DSZR (带 DOG 搜索的原点回归)、DVIT (中断定位)、TBL (表格定位) 等指令。

3) 可扩展高速脉冲输出模块。FX_{3U}-2HSY-ADP 用于定位, FX_{3U} 可在其主体左侧扩展最高为 200kHz 的脉冲输出模块 FX_{3U}-2HSY-ADP, 用于连接差动输入型的伺服电机, 最多可扩展 2 个模块, 4 个独立轴。

4) 可扩展定位模块。FX_{3U}-20SSC-H 模块用于定位此模块用三菱专用 SSCNET 总线连接, 需连接三菱伺服 MR-J3B 型伺服, 可进行 2 轴插补, 用专用软件 FX-Configurator-FP 进行伺服参数设置及定位设定。

5) 可连接 FX 系列之前的定位模块。FX 之前的特殊模块 FX_{2N}-1PG-E/FX_{2N} 10PG/FX-10GM/FX-20GM 等模块可以和 FX_{3U} 一起使用。

(4) FX_{3U} 系列 PLC 的基本性能大幅提升。

- 1) CPU 处理速度达到了 0.065 μ s/基本指令。
- 2) 内置了高达 64 000 步的大容量 RAM 存储器。
- 3) 大幅增加了内部软元件的数量。
- 4) 强化了指令的功能, 提供了多达 209 条应用指令, 包括与三菱变频器通信的指令, CRC 计算指令, 产生随机数指令等。

5) 晶体管输出型的基本单元内置了 3 轴独立最高 100kHz 的定位功能, 并且增加了新的定位指令: 带 DOG 搜索的原点回归 (DSZR), 中断单速定位 (DVIT) 和表格设定定位 (TBL) 等指令, 从而使得定位控制功能更加强大, 使用更为方便。

6) 内置 6 点同时 100kHz 的高速计数功能, 双相计数时可以进行 4 倍频计数。

(5) FX_{3U} 系列 PLC 强大的扩展性。

- 1) 增强了通信的功能, 其内置的编程口可以达到 115.2kbit/s 的高速通信, 而且最多可以同

时使用 3 个通信口（包括编程口在内）。

2) 新增了高速输入输出适配器，模拟量输入输出适配器和温度输入适配器，这些适配器不占用系统点数，使用方便，在 FX_{3U} 的左侧最多可以连接 10 台特殊适配器。其中通过使用高速输入适配器可以实现最多 8 路、最高 200kHz 的高速计数。通过使用高速输出适配器可以实现最多 4 轴、最高 200kHz 的定位控制，继电器输出型的基本单元上也可以通过连接该适配器进行定位控制。

3) 通过 CC-Link 网络的扩展可以实现多达 384 点（包括远程 I/O 在内）的控制。

4) 可以选装高性能的显示模块（FX_{3U}-7DM），可以显示用户自定义的英文、数字和日文汉字信息，最多能够显示：半角 16 个字符（全角 8 个字符）× 4 行。在该模块上可以进行软元件的监控、测试，时钟的设定，存储器卡盒与内置 RAM 间程序的传送、比较等操作。另外，还可以将该显示模块安装在控制柜的面板上

(6) FX_{3U}系列 PLC 的基本产品。

- 1) FX_{3U}-128MR-ES-A 64 输入/64 继电器输出（AC 电源）。
- 2) FX_{3U}-80MR-ES-A 40 输入/40 继电器输出（AC 电源）。
- 3) FX_{3U}-64MR-ES-A 32 输入/32 继电器输出（AC 电源）。
- 4) FX_{3U}-48MR-ES-A 24 输入/24 继电器输出（AC 电源）。
- 5) FX_{3U}-32MR-ES-A 16 输入/16 继电器输出（AC 电源）。
- 6) FX_{3U}-16MR-ES-A 8 输入/8 继电器输出（AC 电源）。
- 7) FX_{3U}-80MR-DS 40 输入/40 继电器输出（DC 电源）。
- 8) FX_{3U}-64MR-DS 32 输入/32 继电器输出（DC 电源）。
- 9) FX_{3U}-48MR-DS 24 输入/24 继电器输出（DC 电源）。
- 10) FX_{3U}-32MR-DS 16 输入/16 继电器输出（DC 电源）。
- 11) FX_{3U}-16MR-DS 8 输入/8 继电器输出（DC 电源）。
- 12) FX_{3U}-128MT-ES-A 64 输入/64 晶体管输出（AC 电源）。
- 13) FX_{3U}-80MT-ES-A 40 输入/40 晶体管输出（AC 电源）。
- 14) FX_{3U}-64 MT-ES-A 32 输入/32 晶体管输出（AC 电源）。
- 15) FX_{3U}-48 MT-ES-A 24 输入/24 晶体管输出（AC 电源）。
- 16) FX_{3U}-32 MT-ES-A 16 输入/16 晶体管输出（AC 电源）。
- 17) FX_{3U}-16 MT-ES-A 8 输入/8 晶体管输出（AC 电源）。
- 18) FX_{3U}-80 MT-DS 40 输入/40 晶体管输出（DC 电源）。
- 19) FX_{3U}-64 MT-DS 32 输入/32 晶体管输出（DC 电源）。
- 20) FX_{3U}-48 MT-DS 24 输入/24 晶体管输出（DC 电源）。
- 21) FX_{3U}-32 MT-DS 16 输入/16 晶体管输出（DC 电源）。
- 22) FX_{3U}-16 MT-DS 8 输入/8 晶体管输出（DC 电源）。

2. FX_{3U}系列 PLC 的扩展模块

(1) 通信扩展单元、模块。

- 1) FX_{3U}-232-BD RS-232C 串行通信接口（1 通道）。
- 2) FX_{3U}-422-BD RS-422 串行通信接口（1 通道）。
- 3) FX_{3U}-485-BD RS-485 串行通信接口（1 通道）。
- 4) FX_{3U}-CNV-BD FX_{3U} 模块转接口。
- 5) FX_{3U}-USB-BD USB 通信接口模块（FX 全系列通用）。

续表

项 目	规 格	备 注	
I/O 配置	由主单元和扩展单元设置		
输入继电器	X000~X367 (248 点)	输入、输出合计 256 点	
输出继电器	Y000~Y367 (248 点)		
远程 I/O	224 点以下	输入、输出、远程 I/O 合计 383 点	
辅助继电器	一般	M0~M499 (500 点)	通过参数设置可更改
	停电保持	M500~M1023 (524 点)	通过参数设置可更改
	停电保持	M1024~M7679 (6656 点)	固定
	特殊	M8000~M8511 (512 点)	
状态继电器	初始	S0~S9 (10 点)	
	一般	S10~S499 (490 点)	通过参数设置可更改
	停电保持	S500~S799 (400 点)	
	报警	S800~S899 (100 点)	
定时器	100ms	T0~T191 (192 点)	0~3276.7s
	100ms	T192~T199 (8 点)	子程序、中断程序用
	10ms	T200~T245 (46 点)	0~327.67s
	1ms 累积	T246~T249 (4 点)	0.001~32.767s
	100ms 累积	T250~T255 (6 点)	0~3276.7s
	1ms	T256~T511 (256 点)	0.001~32.767s
计数器	一般	C0~C99 (100 点)	设定值 1~32 767
	停电保持	C100~C199 (100 点)	设定值 1~32 767
	32 位一般	C200~C219 (20 点)	设定值 1~65 535, 双向计数
	32 位保持	C220~C234 (35 点)	设定值 1~65 535, 双向计数
高速计数器	单相	C235~C238 (4 点)	
	单相起停	C241~C244 (4 点)	停电保持
	双相	C246~C249 (4 点)	停电保持
	A/B 相	C251~C254 (4 点)	停电保持
数据寄存器 (成对使用为 32 位寄存器)	一般	D0~D199 (200 点)	通过参数设置可更改
	停电保持	D200~D511 (312 点)	通过参数设置可更改
	停电保持	D512~D7999 (7488 点)	固定, D1000~D7999 可设置为文件寄存器
	特殊	D8000~D8255 (256 点)	
	变址	V0~V7, Z0~Z7 (16 点)	V 和 Z
指针	程序	P0~P4095 (4096 点)	CJ, CALL 指令用
	输入中断	I0××~I5×× (6 点)	
	定时中断	I6××~I8×× (3 点)	
	计数中断	I010~I060 (6 点)	
嵌套	主控用	N0~N7	用于 MC 和 MCR 8 点
常数	十进制	16 位 -32 768~32 767, 32 位 -2 147 483 648~2 147 483 647	
	十六进制	16 位 0000~FFFF, 32 位 00000000~FFFFFFFF	



技能训练

一、训练目标

(1) 认识 FX_{3U} 系列 PLC 外部端子的功能及连接方法, I/O 点的编号、分类、主要技术指标及使用注意事项。

(2) 了解 FX_{3U} 系列 PLC 基本单元、扩展单元、特殊功能模块的型号、功能及技术。

二、训练设备、器材

FX_{3U}-32MR 编程器主机、按钮开关、计算机、PLC 编程软件等。

三、训练内容

1. FX_{3U} 系列 PLC 外部端子的功能及连接方法、I/O 点的类别及技术指标

(1) PLC 主机硬件认识与使用。PLC 有单元式、模块式和叠装式三种结构形式, 常用结构形式为前两种。FX_{3U} 系列为小型 PLC, 采用单元式结构形式。

FX_{3U}-32MR 型 PLC 面板如图 1-8 所示, 由三部分组成, 即外部端子 (输入/输出接线端子) 部分、指示部分和接口部分, 各部分的组成及功能如下。

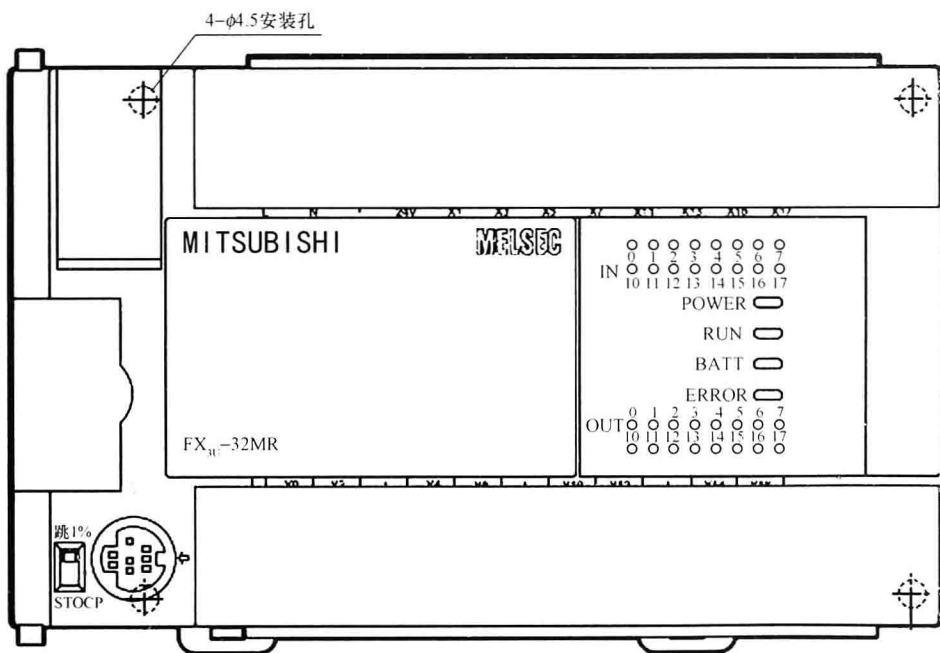


图 1-8 FX_{3U}-32MR 面板

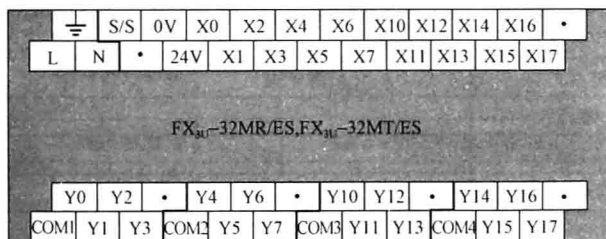


图 1-9 FX_{3U}-32MR 外部端子接线图

外部接线端子 (见图 1-9): 外部接线端子包括 PLC 电源 (L、N)、输入用直流电源 (24V、0V)、输入端子 (X)、输出端子 (Y)、机器接地等。它们位于机器两侧可拆卸的端子上, 每个端子均有对应的编号, 主要完成电源、输入信号和输出信号的连接。

指示部分: 指示部分包括各输入

出点的状态指示、机器电源指示 (POWER)、机器运行状态指示 (RUN)、用户程序存储器后备电池指示 (BATT) 和程序错误 (ERROR) 等, 用于反映 I/O 点和机器的状态。

接口部分: FX_{3U} 系列 PLC 有多个接口, 打开接口盖或面板可观察到。主要包括编程器接口、存储器接口、扩展接口和特殊功能模块接口等。在机器面板的左下角, 还设置了一个 PLC 运行模式转换开关 SW1, 它有 RUN 和 STOP 两个位置, RUN 使机器处于运行状态 (RUN 指示灯亮)。STOP 使机器处于停止运行状态 (RUN 指示灯灭)。当机器处于 STOP 状态时, 可进行用户程序的录入、编辑和修改。

(2) FX_{3U} 的电源。FX_{3U} 系列 PLC 机器上有两组电源端子, 分别是 PLC 交流电源的输入端子和直流 24V 电源的输出端子。L、N 为 PLC 交流电源输入端子, FX_{3U} 系列 PLC 要求输入单相交流电源, 规格为 AC 85~264V 50/60Hz。机器输入电源还有一接地端子, 该端子用于 PLC 的接地保护。24、0V 是直流 24V 电源输出端子。

(3) I/O 点的类别、编号及使用说明。I/O 端子 (输入输出) 是 PLC 的重要外部部件, 是 PLC 与外部设备 (输入设备、输出设备) 连接的通道, 其数量、类别也是 PLC 的主要技术指标之一。一般 FX_{3U} 系列 PLC 的输入端子 (X) 位于机器的一侧, 输出端子 (Y) 位于机器的另一侧。

FX_{3U} 系列 PLC 的 I/O 点数量、类别随机器的型号不同而不同, 但 I/O 点数量比例及编号规则完全相同。一般输入点与输出点的数量之比为 1:1, 也就是说输入点数等于输出点数。FX_{3U} 系列 PLC 的 I/O 点编号采用八进制, 即 00~07、10~17、20~27... 输入点前面加 “X”, 输出点前面加 “Y”。

扩展单元和 I/O 扩展模块其 I/O 点编号应紧接基本单元的 I/O 编号之后, 依次分配编号。

I/O 点的作用是将 I/O 设备与 PLC 进行连接, 使 PLC 与现场构成系统, 以便从现场通过输入设备 (元件) 得到信息 (输入), 或将经过处理后的控制命令通过输出设备 (元件) 送到现场 (输出), 从而实现自动控制的目的。

输入电路将外部开关信号送入 PLC。输入元件 (如按钮、转换开关、行程开关、继电器的触点、传感器等) 连接到对应的输入点上, 通过输入点 X 将信息送到 PLC 内部, 一旦某个输入元件状态发生变化, 对应输入点 X 的状态也就随之变化, 这样 PLC 可随时检测到这些信息。

输入电路漏型连接的示意图如图 1-10 所示。漏型连接时, S/S 输入极性选择端子连接直流 24V 电源端, 24V 电源由 S/S 通过内部的输入光电耦合器, 电流经输入 (X) 端流出, 输入元件可以使用 NPN 型晶体管传感器或其他触点 (如按钮、转换开关、行程开关、继电器的触点) 开关元件。

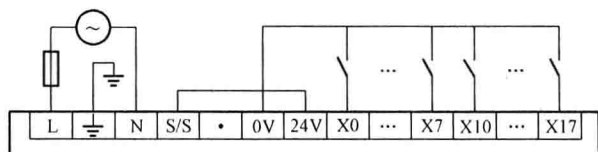


图 1-10 输入电路漏型连接

输入电路源型连接的示意图如图 1-11 所示。源型连接时, S/S 输入极性选择端子连接直流 0V 电源端, 24V 电源电流经输入开关元件、输入 (X) 端流入, 通过内部的输入光电耦合器经 S/S 端回流到 0V 电源端。输入元件可以使用 PNP 型晶体管传感器或其他触点 (如按钮、转换开关、行程开关、继电器的触点) 开关元件。

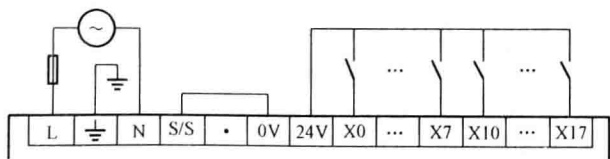


图 1-11 输入电路源型连接

输出电路就是 PLC 的负载驱动回路, 输出电路连接的示意图如图 1-12 所示。PLC 仅提供输出点, 通过输出点, 将负载和负载电源连接成一个回路, 这