

151539

TMT71.6
3169

可编程控制器原理及应用

下 册

汪晓光 王艳丹 孙晓璞 编著

本书下册主要介绍松下电工的可编程控制器(PLC)产品——FP3的原理及应用。其中,第一篇介绍了FP3的基本配置、指令系统和特殊功能,FP3的高级单元(如A/D单元、D/A单元、位置控制单元等),对FP3的通信功能作了较详细的介绍,此外,对FP系列的其他产品,如用BASIC语言编程的CPU单元、插板式的PLC等也作了介绍;第二篇介绍了FP3的典型应用实验;第三篇列出了FP3的各种实用速查表。

本书可作为高等院校有关专业的教材,也可作为从事PLC开发和研究工作的科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用(下册)/汪晓光等编著 —北京:机械工业出版社,1995.12
ISBN 7-111-05003-7

I. 可… II. 汪… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第19274号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑:陈国华 版式设计:李松山 责任校对:丁丽丽
封面设计:姚毅
三河永和印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行
1995年11月第1版·1995年11月第1次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·16.75印张·415千字
0 001—5 500册
定价:24.00元

前 言

本书上册已于1994年5月由机械工业出版社出版。经过一年多的努力，在日本松下电工株式会社的大力支持下，本书下册终于与读者见面了。

本书下册主要介绍中型PLC——FP3的原理及应用。中型PLC与小型PLC相比，其突出的特点是其各种智能单元的开发和应用使得PLC的功能大大扩展，应用更加广泛，强大的网络通信功能使PLC如虎添翼，便于在大型自动控制系统中实现集中管理和分散控制。因此，其复杂程度和涉及到的知识也更深更广。应读者要求，本书力求在这方面尽可能详细地加以介绍和论述，内容力求丰富翔实，说明力求深入浅出，以使读者在进一步开发和研究PLC的过程中能有所裨益。

本书下册第一篇共分五章，其中第二章第四节由王艳丹编写，第四章第二节由孙晓瑛编写，其余各章节由汪晓光编写；第二篇主要由孙晓瑛、王艳丹编写；第三篇主要由汪晓光、孙晓瑛编写。

在编写过程中，得到清华大学电机系电工学教研组许多同志的热情支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，欢迎读者批评指正。

编者

1995年10月

目 录

第一篇 原 理

引言	(1)
第一章 FP3 的基本配置	(2)
第一节 模块化的结构设计	(2)
第二节 I/O 分配	(4)
第三节 CPU 单元	(7)
第四节 存储区分配	(21)
第二章 FP3 的高级单元	(23)
第一节 A/D 单元	(23)
第二节 D/A 单元	(28)
第三节 脉冲输出单元	(31)
第四节 位置控制单元	(37)
第三章 FP 系列机的通信系统	(76)
第一节 关于网络通信的基本知识	(76)
第二节 松下电工 FP 系列 PLC 的通信系统简介	(85)
第三节 P-LINK 通信系统	(95)
第四节 远程 I/O 通信系统	(109)
第五节 FP 以太网通信系统	(121)
第四章 松下电工 FP 系列其他产品简介	(130)
第一节 FP-M 型 PLC 简介	(130)
第二节 FP-BASIC 语言	(167)
第五章 FP3 的应用	(184)

第二篇 实 验

实验一 FIFO 指令的应用	(197)
实验二 A/D、D/A 单元的应用——测距与电动机控制	(198)
实验三 脉冲单元的应用——二维位置控制	(200)
实验四 位置单元及示教单元的应用(一)——返回机械原点和软原点	(206)
实验五 位置单元及示教单元的应用(二)——连续运行绘制出各种几何图形轨迹	(208)
实验六 通信单元的应用(一)——光纤通信网络的组成及测试	(210)
实验七 通信单元的应用(二)——单环光纤网络通信系统	(212)
实验八 FP-BASIC 控制程序应用(一)——数制转换及打印结果	(215)

实验九 FP-BASIC 控制程序应用(二)——I/O 延时、循环输出	(216)
实验十 FP-BASIC 控制程序应用(三)——算术运算	(217)
实验十一 FP-BASIC 控制程序应用(四)——数据输入、输出及数制转换	(218)
实验十二 FP-BASIC 控制程序应用(五)——多重任务程序的编制与执行	(220)

第三篇 附 录

附录一 指令表	(223)
附录二 高级单元占用 I/O 点一览表	(234)
附录三 FP3/5 继电器、寄存器分配一览表	(234)
附录四 FP3/5 系统寄存器表	(235)
附录五 特殊继电器表	(237)
附录六 特殊数据寄存器表	(244)
附录七 FP-BASIC 指令表	(252)
附录八 FP-BASIC 错误代码表	(257)
参考文献	(260)

第一篇 原 理

引 言

在上册中较详细地介绍了松下电工株式会社生产的小型 PLC-FP1 机。下册将在此基础上介绍中型 PLC-FP3 机,并围绕 FP3 机介绍各种高级单元及 FP 系列 PLC 的网络通信功能。

到目前为止,松下电工株式会社已开发的 PLC 产品有:

1. 控制单元(含 CPU)

FP1、FP3、FP5、FP10、FP10S,以及单板式 PLC FP/M。其中 FP1、FP3、FP10S 兼容;FP5、FP10 兼容。除具有一般功能的 CPU 单元外,还开发了具有特殊功能的 CPU 单元,如用 BASIC 语言编程的 CPU 单元、可进行 PID 处理的 CPU 单元等。

2. 模拟量处理单元

A/D、D/A 单元,RTD(热敏电阻)和热电偶单元,PID 单元,FUZZY 单元(即模糊控制单元)等。

3. 位置控制单元

高速计数单元,脉冲输出单元,二维、三维位置控制单元等。

4. 通信单元

以太网单元,H-LINK 单元,W-LINK 单元,P-LINK 单元,F-LINK 单元^①,CCU 单元,C-NET 单元等。由它们可实现多级网络通信管理系统,并可适应大、中、小型各种规模的网络系统。

5. 其他高级单元

中断管理单元,数据处理单元等。

在这些产品中,代表当前最高水平的机型是 FP10S。它的主要特点是:

(1) CPU 采用 RISC(精简指令集)结构设计,故执行指令速度很快。其各种指令执行时间见下表:

顺序指令	0.15 μ s
传送指令	0.3 μ s
加、减指令	0.6 μ s
乘法指令	3.9 μ s
除法指令	7.85 μ s

(2) 程序容量和数据存储容量大。其内部存储器分配情况见下表:

① 本书中的“H-LINK 在松下电工株式会社的产品及手册中标注为“MEWNET-H”。同理,“W-LINK”标注为“MEWNET-W”,“P-LINK”标注为“MEWNET-P”,“F-LINK”标注为“MEWNET-F”,请读者在使用本书和松下电工的产品时注意。

程序容量		30000 步
外部输入继电器	X	4096 点
外部输出继电器	Y	4096 点
内部继电器	R	14016 点
数据寄存器	DT	10240 字
文件寄存器	FL	32765 字
LINK 继电器	LR (或 L)	10240 字
LINK 数据寄存器	LD	8448 字

(3) 可使用 IC 存储卡进行程序和数据存储扩充。其 IC 卡有 S-RAM 型和 Flash-EEPROM 型两种, 每种类型又分为 256KB、512KB 和 1MB 三档。

上面是关于松下电工 PLC 产品的一般介绍, 下面重点介绍其代表性产品 FP3。

第一章 FP3 的基本配置

第一节 模块化的结构设计

目前世界各大公司的 PLC 产品中, 中型以上的机型大都采用模块化的结构设计, 而不是采用小型机那种一体式结构。所谓模块化即按功能将电路分类, 每一种功能做一块板, 将其封装在一个外壳内, 即称为一个单元。故原来在小型机中装在一个箱体内的各部分电路就被分开成一个个独立单元, 如 CPU 单元、电源单元、输入单元、输出单元、高速计数单元等等。采用模块化设计有以下优点:

(1) 组装灵活。可以根据生产需要随时更换或扩充, 使整个系统更快地适应产品更新换代的要求。

(2) 维修方便。出现故障时, 只需更换部分芯片或功能模块即可, 使停机修理的时间和费用降至最低限度。

(3) 对各种功能的模块可以根据需要进行生产, 随时改进其设计、不断完善, 有利于提高质量、降低成本。

图 1.1-1 是按模块化设计组装起来的一个 FP3 机外观图。

由图 1.1-1 可见, FP3 各单元都安装在一个底板上, 该底板上若有若干个总线插槽, 每个单元的背面也有一个总线插座, 即各单元可插在底板的任意位置上(其中电源和 CPU 单元除外)。其底板分 3 槽、5 槽、8 槽三种结构, 且分为主机底板(简称主板)和扩展底板(简称扩展板)两种。只有主板可安装 CPU 单元。

图 1.1-2 为主板结构图。

图 1.1-3 为扩展板结构图

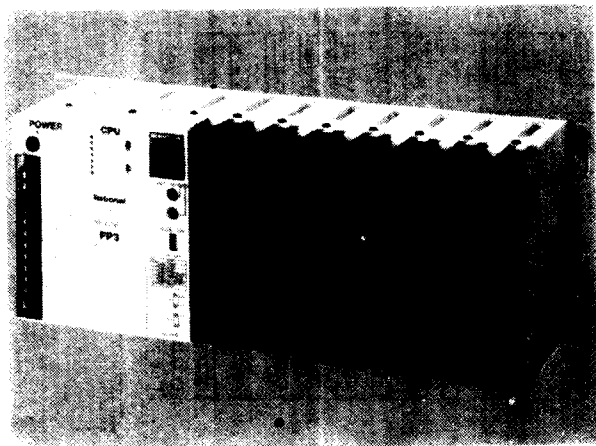


图 1.1-1 模块化结构的 FP3 机外观图

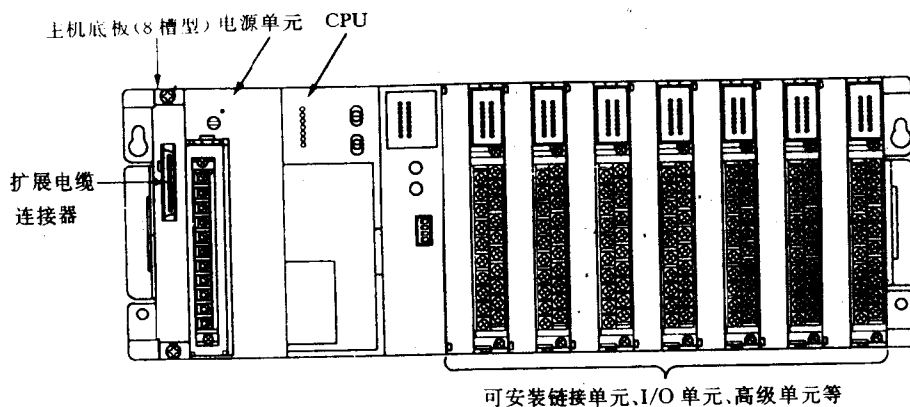


图 1.1-2 主板结构图

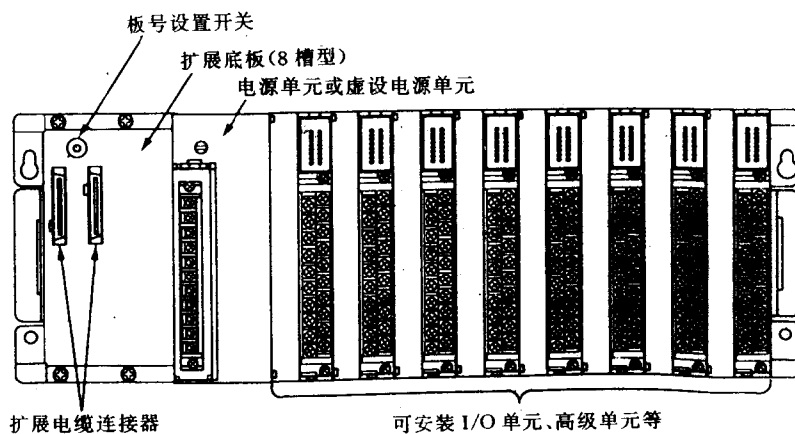


图 1.1-3 扩展板结构图

图 1.1-4 为主板与扩展板连接图。

主板上槽号规定为：紧挨 CPU 单元的为 0 号槽，然后从左到右依次排列。扩展板上的槽号则视与主板连接情况而定。

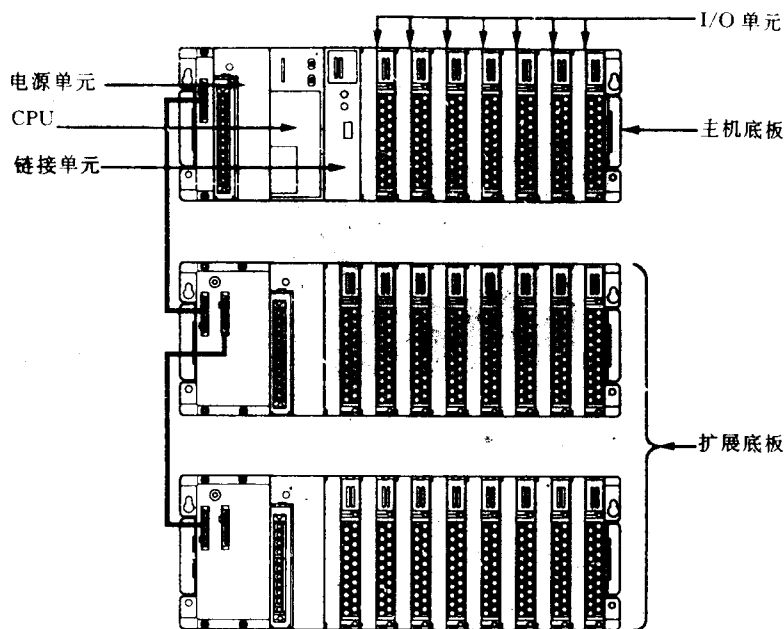


图 1.1-4 主板与扩展板连接图

一块主板最多可连接两块扩展板。在每块底板上最多可安装各种单元的数量见表 1.1-1。

表 1.1-1 每块底板上最多可安装的 FP3 单元数量

产品名称	在主板上最多可安装单元数	在扩展板上最多可安装单元数	产品名称	在主板上最多可安装单元数	在扩展板上最多可安装单元数
输入单元(8、16、32 点)	8	8	链接单元、CCU 和 C-NET 链接单元	8	此单元不能用在扩展板上
输出单元(16、32 点)			远程 I/O 主单元	4	
高级 I/O 单元	8	8			

第二节 I/O 分配

FP3 以上的机型，其 I/O 分配与 FP1 机不同。前者采用自由编址方式，而后者采用固定编址方式。

自由编址可给用户提供了灵活便利的使用条件。其编址可通过两种方式来实现：一种是根据各单元在底板上插放的位置确定该单元所占用的地址，另一种是使用编程工具设定各单元的地址。下面分别介绍这两种编址方式。

一、由安装在底板上的位置确定地址

分配地址时，所有主板和扩展板不管是 3 槽或 5 槽的，一律按 8 槽分配地址。对不存在的那些槽均作为空槽处理，空槽一律分配为 16 个 I/O 点。当有多个扩展板时，可用扩展板上的“板号设定开关”先设定板号，当分配扩展板地址时，再根据板号顺序依次编排，以避免地址重复。图 1.1-5 示出了一块主板连接一块扩展板时的 I/O 地址分配情况。

由图 1.1-5 可见，主板和扩展板地址是统一编排的，且占用 I/O 点数不足 16 点的单元一律分配为 16 点，超过 16 点的则按实际占用点数分配。地址编号从紧挨 CPU 的单元开始编起，由小到大依次编排。应注意：输入单元和输出单元的地址也是统一编排的。如 2 号槽中插的是 32 点输入单元，3 号槽中插的是 8 点输入单元。则输入单元占用地址为 X20~X3F(共 32

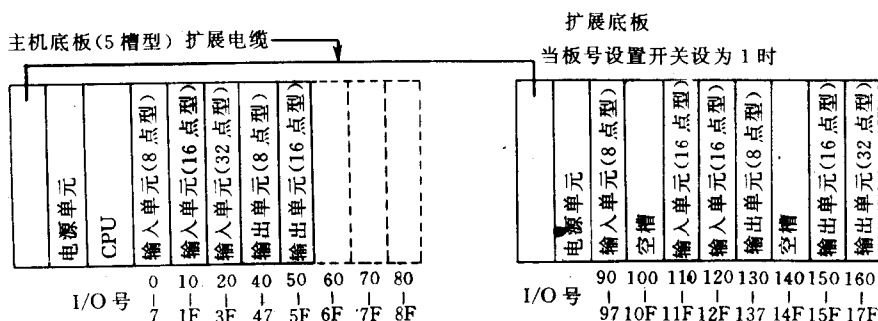


图 1.1-5 I/O 地址分配图例

点), 输出单元占用地址为 Y40~Y47, 即输出单元地址应紧接输入单元编排(尽管该输出单元前面全是输入单元)。若某单元既占用输入点又占用输出点, 则应按先输入后输出的原则分配地址。对于某些不需占用 I/O 点的单元(如 LINK 单元), 在分配地址时一律按空槽处理, 即自动分配为 16 点。

二、用编程工具设定地址

FP3 以上机型可用 NPST-GR 编程软件或手持编程器设定各单元地址。下面重点介绍如何用 NPST-GR 设定其地址。

启动 NPST-GR 后先进入主菜单, 选择“PLC 设置”一项后进入该项子菜单, 在子菜单中选定“I/O 映射”一项, 显示出下一级子菜单窗口。图 1.1-6 为“I/O 映射”子菜单窗口的屏幕显示内容。用户可在该窗口内设定 I/O 地址或检查原有 I/O 地址分配情况。

[I/O 映射]

槽数 (0-32)

<键入输入>

槽数 回车

0=删除

输入槽号

P W C P U

P W

P W

P W

图 1.1-6 NPST 的“I/O 映射”窗

具体操作如下:

1. 分配 I/O 地址

根据情况选定“在线”或“离线”方式。当进入“I/O 映射”窗后, 初始光标停在“槽数”一栏。

(1) 输入要进行分配的槽的个数。如输入“6”, 按回车键确认设置, 且光标移至 I/O 表栏内第一个槽的位置(即 0 号槽处)。此时 I/O 表中原有的“***”号均变为“OE”, 即空槽。而下面的功能键提示均变为 I/O 点数, 如: F1=16X; F2=16Y; F3=32X; F4=32Y; ……。

(2) 移动光标。按 $\rightarrow$ 、 $\leftarrow$ 、 $\uparrow$ 、 $\downarrow$ 键，将光标移至欲分配 I/O 点的槽内，即可输入 I/O 点数。待所有欲分配的槽全都分配完毕后，按 $\text{Ctrl} + \text{F1}$ 键，可将 I/O 表记录存盘。若在“在线”方式下存盘，I/O 表也将同时传入 PLC 中。

(3) 若想在某槽处既分配输入点又分配输出点，则应先输入 X 点再输入 Y 点。若先输入 Y 再输入 X，则当记录存盘时 NPST 会自动将顺序颠倒过来。注意不能连续输入 X 或 Y，如在某槽先输入“16X”，又输入“32X”则显示出错信息。

(4) 若想在某槽处输入占用若干点的一个空槽，则可输入 16E、32E、64E 等等。

(5) 若欲取消原设置，则按 $\text{Ctrl} + \text{F10}$ 键，将所有槽均设为“OE”。

2. 检查 I/O 地址

若欲检查当前 PLC 的 I/O 分配情况，则将 NPST 设为“在线”方式，进入“I/O 映射”窗后，按 F4 或 F10 键，则屏幕上将显示出当前 PLC 的 I/O 分配表，即在与所连接的 PLC 相对应的槽位上，显示出各单元实际占用的 I/O 点数或空槽所在位置。

注意以上两种操作，当处于“在线”方式时，PLC 均应置于“编程”方式。关于用 NPST 进行 I/O 分配的详细步骤及说明请参见 NPST 使用手册。

使用编程工具设定地址时应注意的事项：

(1) 每个槽所占的 I/O 点可分配为 0、16、32、64 或 128 点，但设定时应保证所设 I/O 范围与实际安装的单元所需 I/O 点数匹配。若分配的点数小于所需点数，则该单元所能使用的 I/O 点被减少。

(2) 有些不需占用 I/O 点的单元(如 LINK 单元)，可将其 I/O 点数设为 0。这样可减少“空点”，充分利用有效地址空间。

还应注意的是，不管用什么方式编址，当地址确定后均应使用编程工具将该地址分配情况记录下来，这一工作称作记录 I/O 表。每当地址改变后，如单元在底板上的位置变更或重新设定各单元地址，则应重新记录 I/O 表。若忘记记录，则运行中将会出现错误。

I/O 表记录方法如下：若用手持编程器记录 I/O 表，可使用 OP-52 操作命令，具体步骤

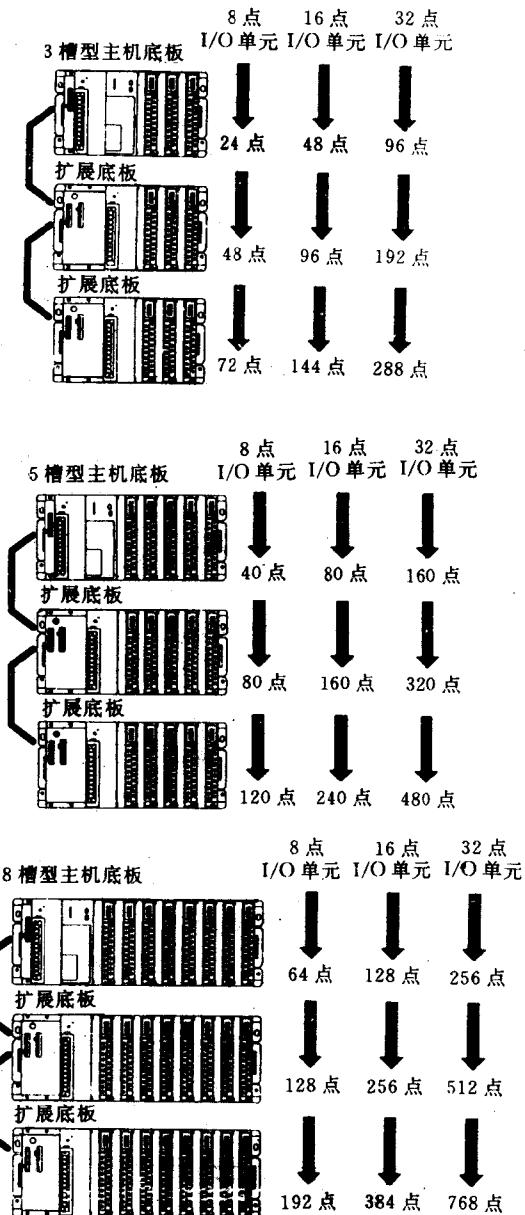


图 1.1-7 FP3 机 I/O 扩展图例

可参见编程器手册；若用 NPST 记录 I/O 表，其操作步骤如下：

① 进入“I/O 映射”窗后，按前面步骤完成 I/O 设定。

② 按 **Ctrl** + **F1** 键，显示：

存盘(Y/N)?

装载 PLC(Y/N)

按 **←**、**→** 键，将光标移至“Y”，再按 **Y** 键，即可显示出“传入 PLC”，说明传送完成。接着便可按所设 I/O 地址进行编程。当编程工具失电后，此设置表在编程工具中会自动消失，但 PLC 工作不受影响。

FP3 机的 I/O 点数最大可扩至 768 点。图 1.1-7 是其扩展 I/O 点数的硬件配置图。

第三节 CPU 单元

FP 系列产品的 CPU 有多种版本，目前新开发出的 CPU 有以下几种版本：3.0 版、3.1 版、4.0 版、4.3 版、4.4 版和 4.5 版。其中各版本与老产品相比，对新增加的功能说明如下：

3.0 版增加了“运行”方式的编辑程序功能。

3.1 版增加的新指令是：SET、RST、F70/P70~F78/P78、F98/P98 和 F99/P99。

4.0 版增加的新指令是：NSTL、F64/P64、F138/P138、F139/P139、F157/P157 和 F158/P158。其他还有一些功能也相应加强了。

4.3 版增加了对 MEWNET-H LINK 单元的兼容性。

4.4 版在 TM/CT 指令方面做了一些改变，且增加了 36 个比较指令。其他还有一些性能上的改进。

4.5 版增加了对 ET-LAN(以太网)的兼容性。

总之，同一种型号的 FP 系列 PLC，其 CPU 可能对应不同版本，故其支持的各种指令和功能也会略有差异，这一点用户在使用时应注意，应根据所购 PLC 的型号查相应的手册，以确认其产品支持哪些，不支持哪些。

在 FP3 机的 CPU 单元中，采用的是 16 位微处理器芯片。图 1.1-8 为 CPU 单元面板图，其中图 b 为盖板下各部分的图示。

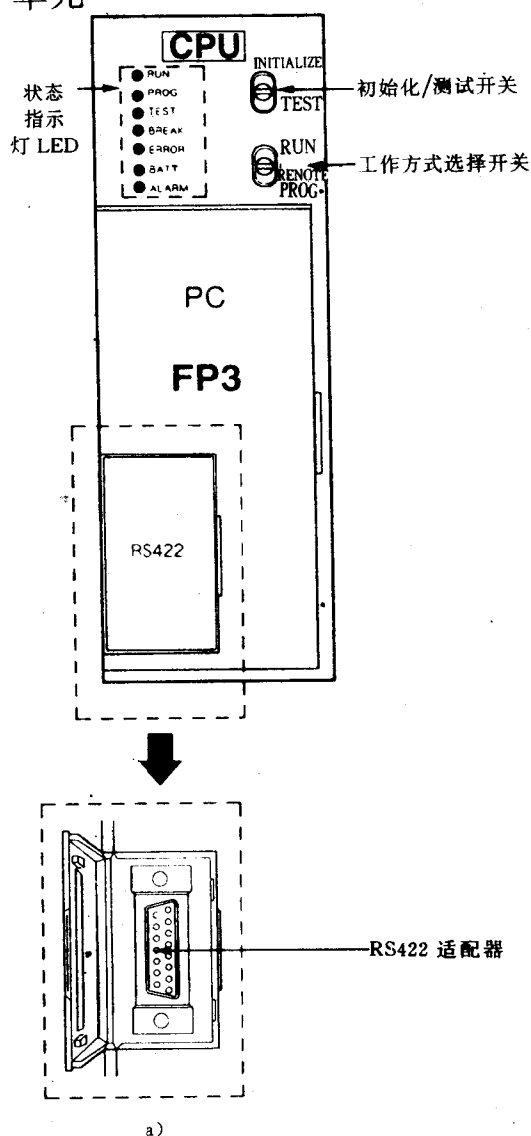


图 1.1-8a CPU 单元面板图

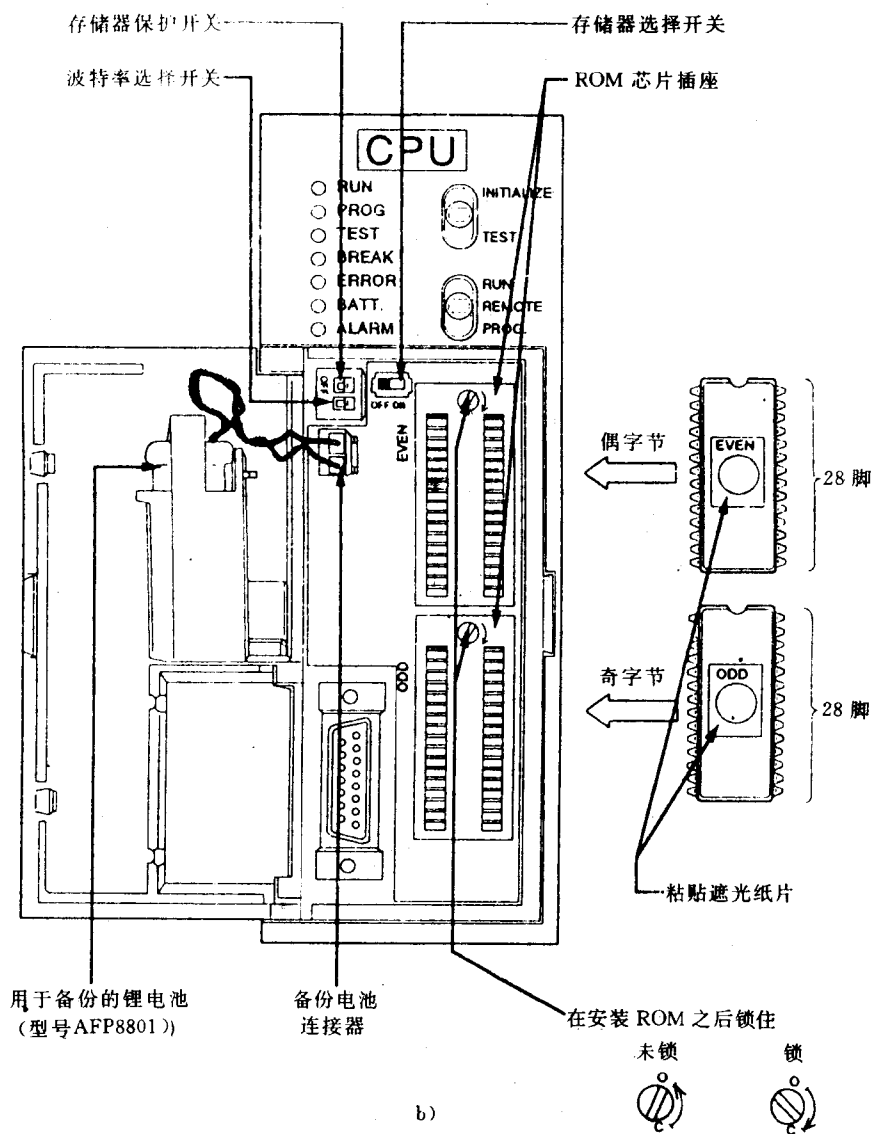


图 1.1-8b CPU 单元面板图

一、FP3-CPU 单元的一般技术性能介绍

表 1.1-2 为 CPU 单元技术性能一览表。

表 1.1-2 FP3-CPU 单元技术性能一览表

项 目	说 明
控制方法	循环扫描式
工作速度	顺序控制指令: $0.5\mu\text{s}/\text{条}$ OUT、KP 指令: $0.75\mu\text{s}/\text{条}$ TM、CT、SP 指令: $2.0\mu\text{s}/\text{条}$ 其他指令: (几十 μs ~ 几百 μs)/条

(续)

项 目			说 明
程序容量			AFP3210C、AFP3211C、AFP3212C: 9727 步(最大) AFP3220C : 15871 步(最大)
指令	基本指令	顺序控制	17 种
		基本功能	8 种
		控制	19 种
	高级指令		209 种
输入输出	外部输入(X)		2048 点 ^①
	外部输出(Y)		2048 点 ^①
	内部继电器(R)		1568 点 ^②
	链接继电器(L)		1024×2 点 ^{②③}
	特殊继电器(R)		176 点
	定时器/计数器(T/C)		总共 256 点 ^④ 定时器: 0.01~327.67s, 0.1~3276.7s, 1~32767s 计数器: 预置值 1~32767
	辅助定时器		点数无限(0.01~327.67s)
	数据寄存器(DT)		2048 字 ^②
	链接寄存器(LD)		128 字×2 ^{②③}
	文件寄存器(FL)		AFP3210C、AFP3211C、AFP3212C: 8189 字(最大) AFP3220C : 22525 字(最大)
特殊数据寄存器(DT)		256 字	
索引寄存器(IX、IY)		2 字	
主控继电器			256 点
跳转标记数			共 256
微分点数			无限
步进阶数			1000 步 ^②
子程序			100 个
中断程序			25 个
采样跟踪 ^①			1000 字(1000 个样本, 16 个接点+3 个字/样本)
注释 ^④			2730 条(12 个字符组成)
自诊断			“Watchdog”定时器、存储器失常检测、电池失常检测、程序句法检查等
链接功能			链接、计算机链接、数据传送、遥控编程、远程 I/O 等
其他功能			测试运行、强制输入/输出、中断处理、机器语言程序等
存储器备份锂电池寿命			AFP3210C、AFP3212C: 11200h AFP3211C、AFP3220C: 5800h

①表中所给的 I/O 点数受限于外部 I/O 单元的点数。外部输入(X)和外部输出(Y)中未被用于 I/O 单元的点,也可作为内部继电器用。

②可用系统寄存器设定该继电器(寄存器)为保持/非保持型。

③链接寄存器(LD)和链接继电器(L)中未被用于链接功能的也可作为内部继电器(寄存器)用。

④采样跟踪只能用于带注释和跟踪功能的 CPU(型号: AFP3211)机型中。

二、FP3-CPU 单元的特殊功能

和 FP1 机相比,FP3-CPU 单元增加了许多特殊功能,有些则是在 FP1 机的基础上进行了扩充和加强。下面对这些功能做一介绍:

1. 初始化功能

INITIALIZE/TEST(初始化/测试)开关,可以将 PLC 内部状态重新设定为初始化状态(即默认值)。这个开关只有当 PLC 处于“PROG.”方式时才有效(包括 REMOTE 方式下的“PROG.”方式),而在程序执行期间(即“RUN”方式)不起作用。当此开关置为“INITIALIZE”时,“PROG.”方式指示灯的亮度会变暗。以表示初始化工作正在进行。

下列寄存器区可以通过“初始化”操作进行初始化:

- 外部输入(X)
- 外部输出(Y)
- 内部继电器(R)
- 链接继电器(L)
- 特殊继电器(R)
- 定时/计数器(T/C)
- 索引寄存器(IX, IY)
- 数据寄存器(DT)
- 文件寄存器(FL)
- 链接寄存器(LD)
- 特殊数据寄存器(DT)
- 定时/计数预置值设定区(SV)
- 定时/计数经过值存放区(EV)
- 步进保持状态

然而,如在自诊断时出现 44 号以内的错误代码时,则特殊继电器 R9000 到 R9008 和特殊数据寄存器 DT9000 不能被初始化。

应注意的是,使用初始化/测试开关对 PLC 进行初始化时,只能对上面指定的寄存器(不包括系统寄存器,后者只能通过编程工具)进行初始化。关于系统寄存器的初始化可参见上册中关于 OP-51 功能的介绍。

2. 测试运行功能

这一功能便于用户对 FP3 系统进行程序模拟、试运行和过程调试。在使用该功能前应先进行设定。该功能下可设定三种运行测试条件:

- (1) 连续运行/单步运行;
- (2) 断点使能/不使能;
- (3) 输出使能/不使能。

这三种条件可按表 1.1-3 进行组合。

表 1.1-3 测试运行功能工作方式

输出方式	断点使能		断点不使能	
	输出使能	输出不使能	输出使能	输出不使能
连续运行	(a)	(c)	(e)	(f)
单步运行	(b)	(d)	—	—

对各种组合方式下的系统运行结果说明如下:

(a) 在断点使能方式下执行连续运行操作,并且处理的结果与正常运行时一样被输出。

(b) 每执行一条指令后都中止程序,且处理结果也与正常运行一样被送到输出单元。该方式也可通过对外设(如 FP 编程器)操作,转换为方式(a)。

(c) 该方式与上述(a)相同,只是处理结果不被送到输出单元(输出单元全处于“OFF”状态)。

(d) 该方式与上述(b)相同,只是处理结果不被送到输出单元(输出单元全处于“OFF”状态)。此方式也可通过对外设(如 FP 编程器)操作,转换为方式(d)。

(e) 这是正常运行方式,该运行方式不能作为测试运行来设置。

(f) 在此方式下,程序将连续运行,即使设置断点也不会中止程序运行,而且任何处理结果都不被送到输出单元。

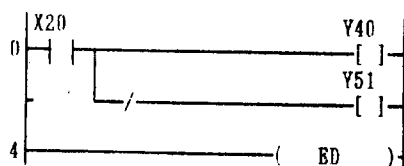
在执行测试运行功能时应注意以下几点:

(1) 当由于断点设置或单步运行而使系统处于中止状态期间,中断请求无效。

(2) 无论是由于设置断点还是由于单步运行而中止程序,一旦程序中止,输出将被更新(在每次扫描开始时更新输出)。

(3) 只有在“PROG.”方式下才能将 PLC 设为测试运行状态。

下面举例说明如何执行测试运行功能。先介绍用手持编程器如何对下面程序进行测试运行(PLC1 图)。



PLC1 图

助记符表:

ST	X20
OT	Y40
NOT	
OT	Y51
ED	

操作步骤:

① 先将 CPU 单元上的工作方式选择开关设在“PROG.”方式,输入程序。

② 再将 CPU 单元上的初始化/测试开关设在“TEST”位置,并将方式开关置于“RUN”。

③ 在手持编程器上依次按下各键:

ACLR OP 4 0 ACLR

此时液晶显示器上显示:

TEST RUN
* *

说明已进入测试运行状态。此时可看到运行结果如下:

当用 READ 和 SRC 键监视程序时,可观察到 Y40、Y51 的通断状态:

当 X20 断开时,显示器上显示:

OT	Y40	Y40 断开	
☐	OT	Y51	Y51 接通

当 X20 接通时,显示器上显示:

☐	OT	Y40	Y40 接通
	OT	Y51	Y51 断开

上述结果说明程序运行正确。

这里有一点应说明,由于手持编程器只能按默认方式执行测试运行,即“连续运行”、“输出不使能”、“断点不使能”,此时运行结果不能送到输出端,故 Y40 和 Y51 的状态指示灯

不亮,但其内部状态已在运行中改变,所以可在显示器上显示。

用 NPST-GR 实现测试运行功能的操作步骤如下:

① 启动 NPST,在编程屏上输入或调入待监测程序,并设为“在线”方式。

② 先将 CPU 单元置于“PROG.”方式,再将“初始化/测试”开关置于“TEST”,此时各相应指示灯亮,且在计算机屏幕右上角出现“PC=T.R. 编程”字样。

③ 进入菜单屏,选择“监控”一项,并在监控子菜单中选“监控和测试运行”功能,此时即可出现“数据监控”窗口。另一种方法为在编程屏下,按 **Ctrl**+**F6** 键,可直接调出“数据监控”窗口。

④ 按 **Shift**+**F1**(测试 P)键进入“设测试运行”窗口。该窗口显示如下:

输出 禁止/允许

断点 无效/有效

测试模式 连续/单步

⑤ 按前面介绍的测试运行组合方式,根据需要进行选择其中一种,将光标移至所需设置处,按回车键即完成设置,该窗口将自动关闭。

⑥ 按 **Ctrl**+**F6** 键进入“测试运行”状态(屏幕右上角显示出“T. R. 运行”字样)。

⑦ 按 **F1** 键启动测试运行,再按一下 **F1** 键则停止运行。

下面以行车方向控制为例,说明如何用 NPST 实现测试运行、监控和调试程序。

设 I/O 分配如下:

输入:	起动、停车:	X20		
	到位信号 ST1:	X21	呼叫信号 SB1:	X26
	ST2:	X22	SB2:	X27
	ST3:	X23	SB3:	X28
	ST4:	X24	SB4:	X29
	ST5:	X25	SB5:	X2A
输出:	停车:	Y40		
	左行:	Y41		
	右行:	Y42		

行车方向控制梯形图程序如下(PLC2 图):

将程序调入计算机后,按上面介绍的操作步骤进入“测试运行”设置窗口,设置如下方式:

输出: 允许

断点: 有效

测试: 连续

按回车键确认该设置,返回编程屏将 PLC 设为“PROG.”方式,在程序的 101 句处设置断点。设置方法如下(PLC3 图):

按 **Ctrl**+**F6** 键调出数据监控窗口,并将 PLC 设为“RUN”方式。按 **F1** 键开始监控运行。

先将 X20、X24 和 X26 接通。此时状态为:系统为运行状态,小车停在 ST4 位置,现有呼叫信号 SB1,即小车应左行。运行程序时可看到 Y41 接通。小车停在 ST1 位置后,再接通 X2A(SB5),此时小车应向右行,但由于设置了断点,故运行结果为 Y42 不通,且屏幕上显示