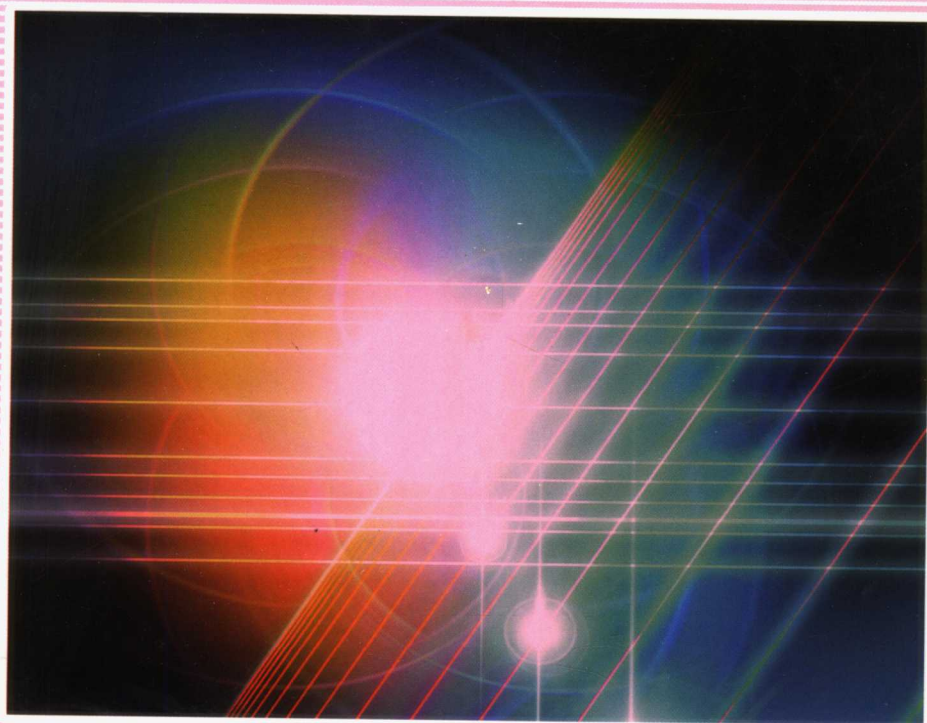


电气自动化专业高技能型人才教学用书

PLC操作实训(松下)

王建 张宏 徐洪亮 主编



适用层次：高职高专 高级技校
技师学院 职业培训

6-43
1

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电气自动化专业高技能型人才教学用书

PLC 操作实训（松下）

主 编	王 建	张 宏	徐洪亮
副主编	李 伟	施利春	于胜利
参 编	寇 爽	吴 婧	李春峰
	何海龙	韩书楷	李玉斌
	李迎波		
主 审	宋北方		
参 审	王春晖		



机械工业出版社

本书依据机电类专业高技能型人才的培养要求,依据高职教育的教学要求和办学特点,突破传统学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构建实训体系,以项目任务驱动教学任务,系统地介绍了 PLC 的典型应用及实训操作(以日本松下电工 FP1 系列 PLC 为例),还介绍了手持式编程器和编程软件的应用等。内容包括:PLC 基础知识、基本顺序指令、定时器与计数器指令、步进控制、高级指令和综合设计六个模块。每个模块包含了若干个项目,项目从提出训练目的和要求开始,设定训练内容,同时结合所用到的知识点,辅以必要的理论分析,使理论指导实践;在项目后半部分明确操作步骤和成绩评分标准,给出实训教学量化参考标准,使学生通过本书能对 PLC 的操作与使用有一个较全面的了解。

本书可作为高等职业院校机电一体化专业、机械工程与自动化、电气自动化等相关专业高技能型人才培养的实训教材,也可供工程技术人员使用参考。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 操作实训. 松下/王建等主编. —北京:机械工业出版社, 2007. 8
电气自动化专业高技能型人才教学用书
ISBN 978 - 7 - 111 - 22097 - 8

I. P… II. 王… III. 可编程序控制器 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 121851 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 朱 华 陈玉芝
责任编辑: 陈玉芝 马 晋 版式设计: 霍永明 责任校对: 张莉娟
封面设计: 马精明 责任印制: 邓 博
北京京丰印刷厂印刷
2007 年 10 月第 1 版 · 第 1 次印刷
184mm × 260mm · 14.25 印张 · 349 千字
0 001—4 000 册
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 22097 - 8
定价: 23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379083
封面无防伪标均为盗版

序

自中国加入世界贸易组织后,中国的经济飞速发展,对各层次专业人才的需求不断增加。随着经济全球化进程的不断深入,发达国家的制造能力加速向发展中国家转移,我国已成为全球的加工制造基地,这样就导致了高技能型人才的严重短缺。媒体在不断呼吁现在是“高薪难聘高素质的高技能型人才”,高技能型人才的严重短缺成为社会普遍关注的热点问题。针对这一问题,国家先后出台了《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》、《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》和《国务院关于大力发展职业教育的决定》、《关于进一步加强高技能人才工作的意见》等相关政策和法规,决定大力发展职业教育,加强高技能型人才的培养。

作为高技能型人才的重要培养基地,高职高专和高级技工学校如何突破传统的课程设置有教学模式,主动适应未来经济发展对人才的要求,已经成为非常迫切的任务。教学过程中,实训是培养高技能型人才的重要途径,而教材的质量直接影响着高技能型人才培养的质量。因此,编制一套真正适合高职高专和高级技工学校教学的实训教材迫在眉睫。

为了全面学习和贯彻国家相关文件的精神,突出“加强高技能型人才的实践能力和职业技能的培养,高度重视实践和实训环节教学”的要求,结合国家职业标准,我们编写了“电气自动化专业高技能型人才教学用书”。本套实训教材的编写特色是:

1. 教材编写以职业能力建设为核心,在职业分析、专项能力构成分析的基础上,把就业岗位对人才的素质要求,即将知识、技能以及态度等要素进行重新整合,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,以模块构架实训教学体系。

2. 内容上涵盖国家职业标准对各学科知识和技能的要求,从而准确把握理论知识在教材建设中“必需、够用”,又有足够技能实训内容的原则;注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,从而有效地开展对学生实际操作技能的训练与职业能力的培养。

3. 教材结构采用模块化,一个模块包含若干个项目,一个项目就是一个知识点,重点突出,主题鲜明,打破原有的教材编写习惯,不追求知识体系的多学科扩展渗透,而追求单科教学内容单纯化和系列教材的组合效应。

4. 以现行的相关技术为基础,以项目任务驱动教学,从提出训练目的和要求开始,设定训练内容,突出工艺要领和操作技能的培养。在项目的“相关知识点析”部分,将项目涉及的理论知识进行梳理,努力使实训不再依赖理论教材。将每个实训项目的训练效果进行量化,在“成绩评分标准”中对训练过程进行记录,并相应地给出量化参考标准。

5. 教材内容充分反应新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性和先进性。

本套实训教材是符合当今高技能型人才培养发展方向的一个有潜在价值的教学模式,共

计划出版 10 本，涉及电气技术和电子技术两个知识领域。

由于时间和水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

河南省电工电子协会

前 言

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》和国家对高等职业教育发展的要求,为落实“十一五”期间,完善高技能型人才培养体系建设,加快培养一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的这一建设目标,结合高等职业院校的教学要求和办学特点,我们特此编写了《PLC 操作实训(松下)》一书。

本书的主要特点是:

1. 以日本松下电工 FP1 系列 PLC 为例,系统地介绍了 PLC 的典型应用及实训操作。
2. 采用“模块化”教材结构,每个模块为一个知识单元,主题鲜明,重点突出,以其良好的弹性和便于综合的特点适应实践教学环节需求。
3. 在“相关知识点析”部分,将本项目中涉及的理论知识进行梳理,努力使实训时脱离理论教材。
4. 将每个实训项目的训练效果进行量化,在“成绩评分标准”中对训练过程进行记录,并相应地给出量化参考标准。

本书由王建、张宏、徐洪亮任主编,李伟、施利春、于胜利任副主编,寇爽、吴婧、李春峰、何海龙、韩书楷、李玉斌、李迎波均为参编;本书由宋北方主审,王春晖参审。

在本书的编写过程中,参考了有关资料和文献,在此向其作者表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,且时间仓促,书中难免有疏漏、错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

模块一 PLC 基础知识	1
项目 1.1 松下 FP1 系列 PLC 的 结构及接线	1
项目 1.2 松下 FP1 系列手持式编 程器的使用	13
项目 1.3 松下 FP1 系列编程软件 的使用	22
模块二 基本顺序指令	43
项目 2.1 点动、连续运行控制	43
项目 2.2 三相交流异步电动机正 /反转联锁控制	54
模块三 定时器与计数器指令	68
项目 3.1 三相交流异步电动机的 Y- Δ 减压 起动控制系统	68
项目 3.2 多台电动机顺序控制系统	78
项目 3.3 交通信号灯控制系统	91

项目 3.4 密码锁控制系统	100
模块四 步进控制	108
项目 4.1 自动往返送料小车控制系统	108
项目 4.2 大小铁球分拣控制系统	118
模块五 高级指令	131
项目 5.1 抢答器控制系统	131
项目 5.2 小车自动寻址控制系统	151
项目 5.3 彩灯控制系统	162
模块六 综合设计	175
项目 6.1 步进电动机正反转调速 控制系统	175
项目 6.2 自动售货机控制系统	190
项目 6.3 用 PLC 对典型机床进行 电气改造	204
项目 6.4 用 PLC 对自动洗衣机控制 系统进行改造	210
参考文献	219

模块一 PLC 基础知识

项目 1.1 松下 FP1 系列 PLC 的结构及接线

项目目的

- 1) 熟悉松下 FP1 系列 PLC 的结构。
- 2) 掌握松下 FP1 系列 PLC 的接线。

项目内容

熟悉松下 FP1 系列 PLC 的结构与接线操作。

相关知识点析

一、FP1 系列 PLC

松下 FP1 系列 PLC 是日本松下电工生产的小型 PLC 产品。该产品有 C14 ~ C72 多种规格, 形成系列化产品。它集 CPU、I/O、通信等诸多功能模块为一体, 具有体积小、功能强、性能价格比高等特点。它适用于单机、小规模控制, 在机床、纺织、电梯控制等领域得到了广泛的应用。该产品的应用特点符合我国国情, 特别适合在中小企业中推广应用。

FP1 分为主机、扩展单元、智能单元三部分。其中, 主机包括 14 点、16 点、24 点、40 点、56 点和 72 点, 扩展单元包括 8 点、16 点、24 点和 40 点, 智能单元包括远程 I/O 单元、C-NET 网络单元、A/D 单元和 D/A 单元。FP1 最多可扩展到 152 点, 同时还可以控制 4 路 A/D 和 4 路 D/A。

1. FP1 系列 PLC 的特点

采用 FP1 实现 PLC 控制的主要特点为:

1) 程序容量最大可达 5000 步, 并为用户提供充足的数据区 (最大 6144 字)、内部继电器 (最大 1008 点) 和定时器/计数器 (最大 144 个)。

2) 具有 81 条基本指令和 111 条高级指令。除能进行基本逻辑运算外, 还可以进行加、减、等四则运算。它能处理 8 位、16 位甚至 32 位数字, 并能进行多种码制变换。它所具有的指令中, 除一般小型 PLC 中常用的指令外, 还有中断和子程序调用、凸轮控制、高速计数、字符打印以及步进指令等特殊功能指令。这些丰富的基本指令和高级指令, 使编程更为简捷、容易, 故给用户提供了极大的方便。

3) 具有完善的高级功能。机内高速计数器可输入频率高达 10kHz 的脉冲, 并可同时输入两路脉冲。晶体管输入型 FP1 可以输出频率可调的脉冲信号。该小型机具有 8 个中断源的中断优先权管理; 输入脉冲捕捉功能可捕捉最小脉冲宽度的 0.5ms 的输入脉冲; 可调输入延时滤波功能可以使输入响应时间根据外围设备的情况进行调节, 调节范围为 1 ~ 128ms; 手动拨盘式

寄存器控制功能,可通过调节面板上的电位器使特殊数据寄存器 DT9040 ~ DT9043 中的数值在 0 ~ 255 之间改变,实现从外部进行输入设定。还有强制置位/复位控制功能、口令保护功能、固定扫描时间设定功能和时钟/日历控制功能等,实现了对各种对象的控制。

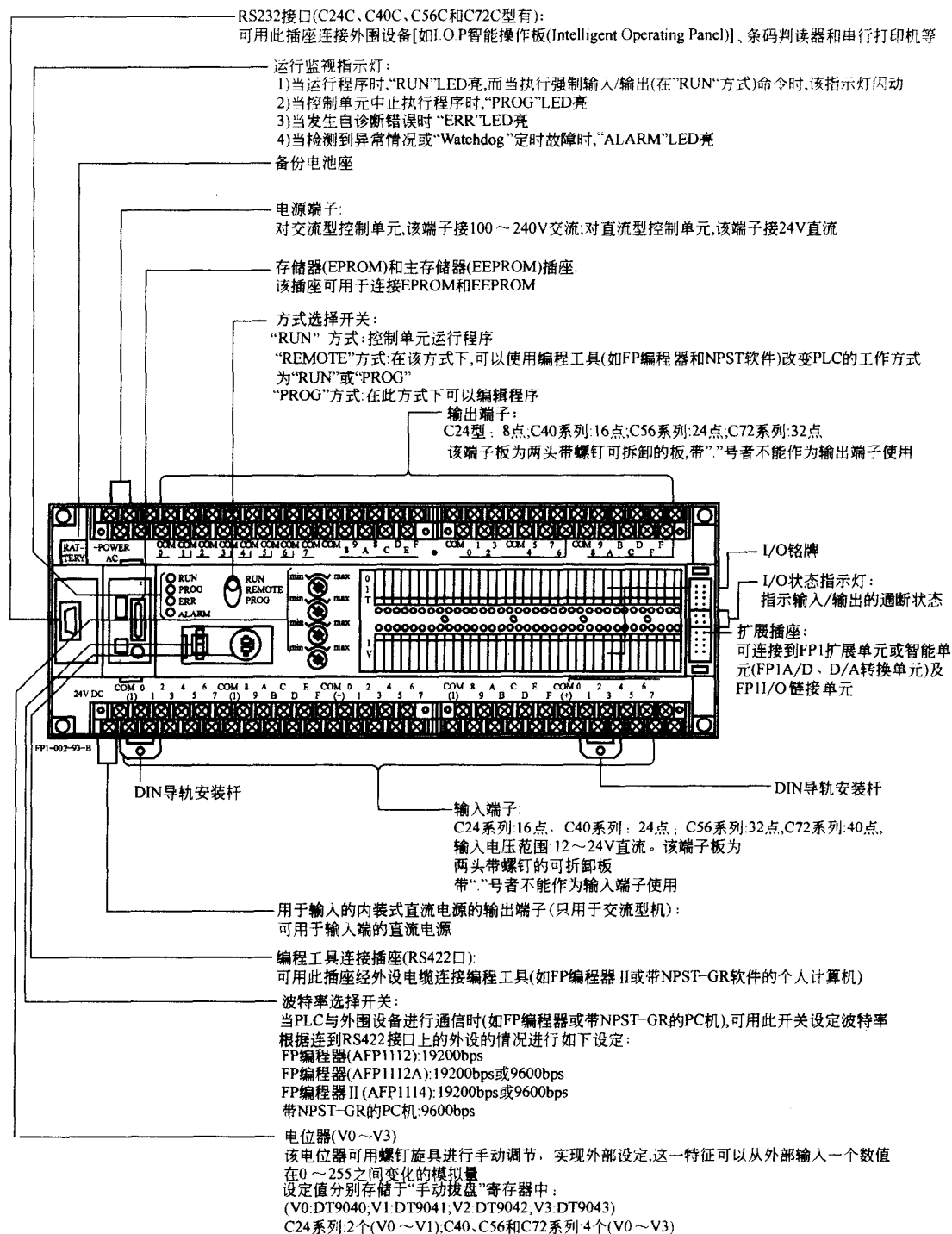


图 1-1 FP1-C72 前面板

4) 具备网络功能。使用松下电工的 C-NET 网, 用 RS485 双绞线, 可将 1200m 范围内 32 台 PLC 联网, 实现上位机监控。FP1 的监控功能很强, 可实现梯形图监控、列表继电器监控和动态时序图监控 (用户可同时监控 16 个 I/O 点时序)。它具有几十条监控命令、多种监控方式, 如单点、多点、字、双字等。

2. FP1 系列 PLC 的构成及特性

FP1 系列 PLC 有 C14、C16、C24、C40、C56、C72 等型号, 它们的硬件结构、指令系统、性能指标和编程方法基本相同。FP1 系列 PLC 的构成及其特性如下:

(1) 控制单元 控制单元设有与编程器、计算机相连的接口, 与 I/O 扩展单元 (或 A/D、D/A 转换单元) 相连的扩展口、输入输出端子、电源输入和输出端子等。C24 控制单元提供 16 个输入点和 8 个输出点, C40 控制单元提供 24 个输入点和 16 个输出点, C56 控制单元提供 32 个输入点和 24 个输出点, C72 控制单元提供 40 个输入点和 32 个输出点。下面就以 C72 控制单元的前面板图来说明其功能, 如图 1-1 所示。

松下 FP-C40 型可编程序控制器的面板如图 1-2 所示。输入继电器 X: 在可编程序控制中, 外部电路中的控制信号作为控制源, 必须通过输入继电器端口, 以 16 进制编号, 用作与外部开关等控制器件连接。

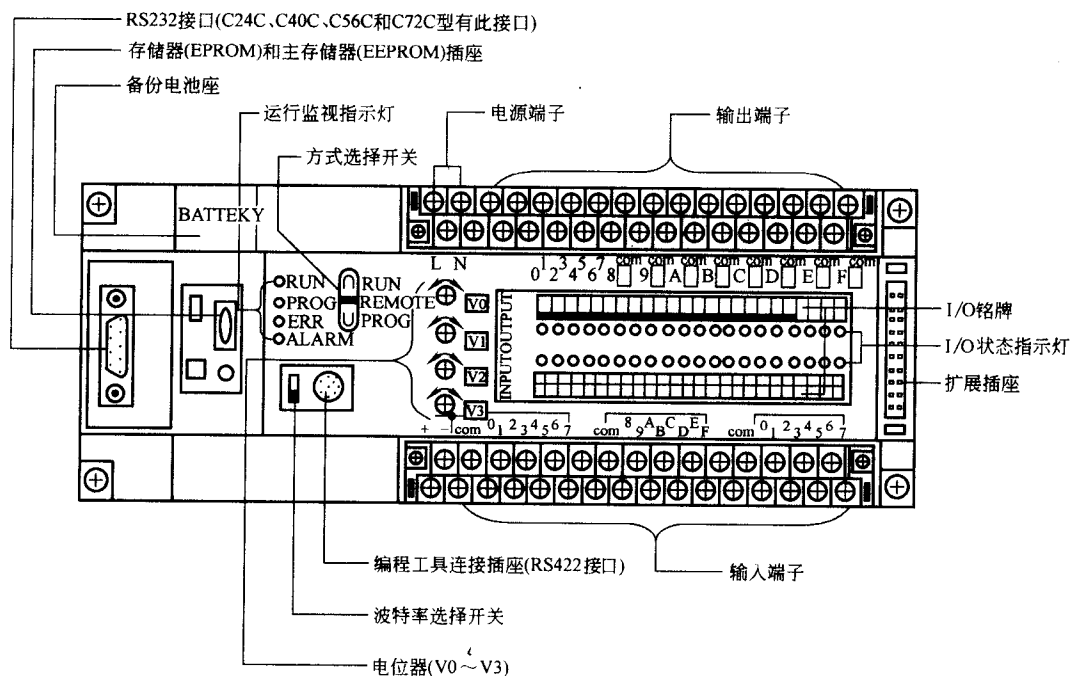


图 1-2 松下 FP-C40 型可编程序控制器的面板

输出继电器 Y: 在可编程序控制器中, 输出继电器通过输出点将负载和负载电源连接成一个回路, 这样负载的状态就由程序驱动输出继电器来控制。若输出继电器得电, 输出点动作, 则电源加到负载上。松下 FP1-C40 型可编程序控制器中 Y0 ~ YF, 共 16 点为输出继电器端口, 以 16 进制编号, 用于连接外部负载器件。

(2) 扩展单元

1) E8 和 E16 系列。扩展单元 E16 的前面板如图 1-3 所示。

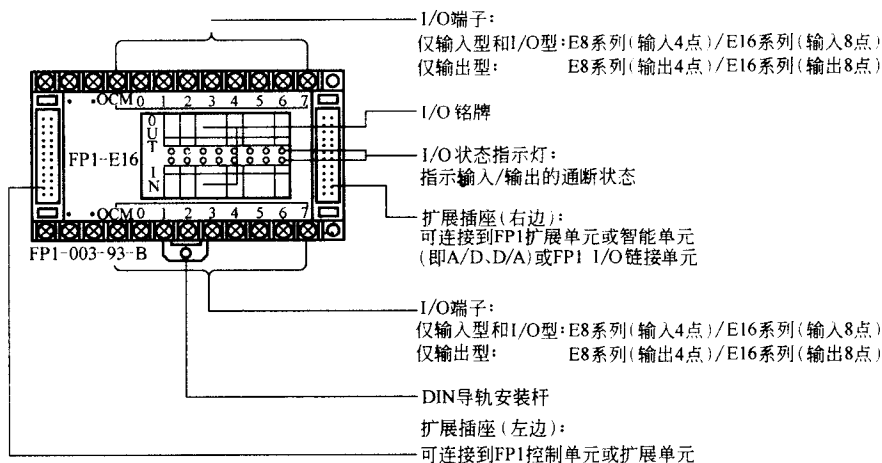


图 1-3 扩展单元 E16 的前面板

2) E24 和 E40 系列。扩展单元 E40 的前面板如图 1-4 所示。

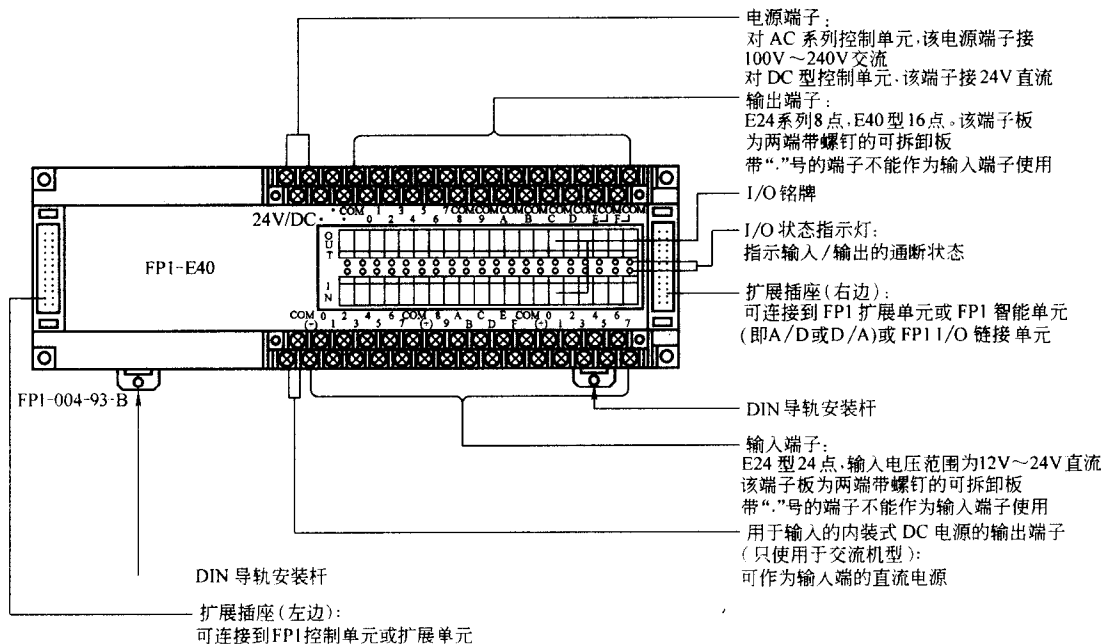


图 1-4 扩展单元 E40 的前面板

(3) 智能单元

1) A/D 转换单元。A/D 模块的前面板如图 1-5 所示。

2) D/A 转换单元。D/A 模块的前面板如图 1-6 所示。

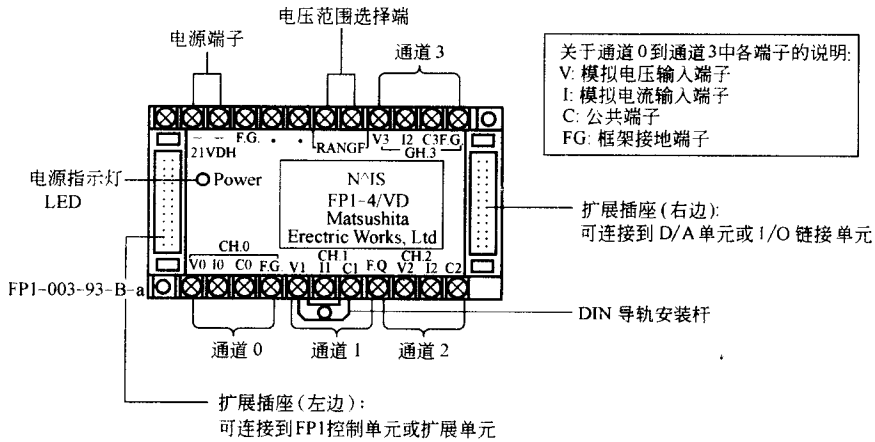


图 1-5 A/D 模块的前面板

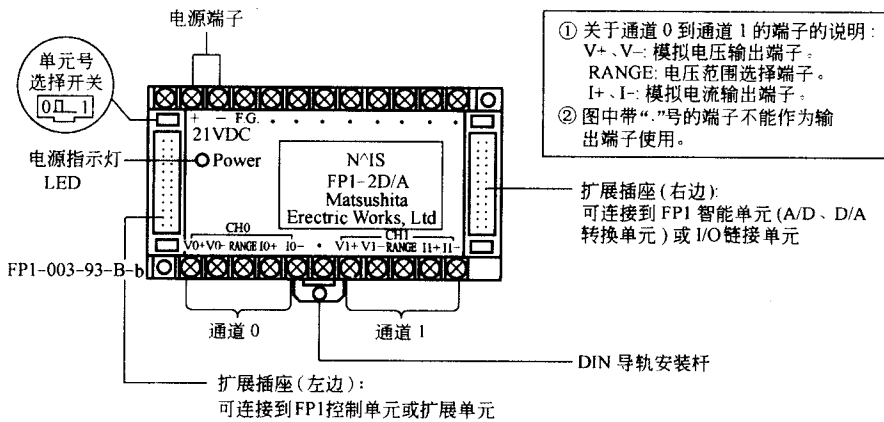


图 1-6 D/A 模块的前面板

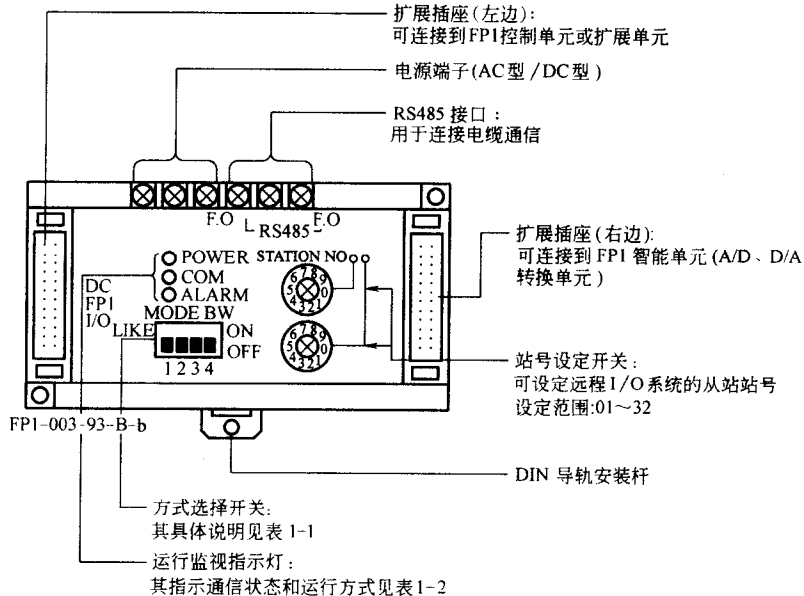


图 1-7 FP1 I/O 链接单元

(4) 链接单元

1) I/O 链接单元。FPI I/O 链接单元如图 1-7 所示。

表 1-1 方式选择开关的说明

开关号	说 明		开关位置			
			1	2	3	4
1 和 2	终端站设定	非终端站	OFF OFF			
		终端站	ON ON			
3	在通信错误期间 从站的输出状态	停止	OFF			
		启动保持其输出状态	ON			

表 1-2 运行监视指示灯的指示通信状态和运行方式

LED	说 明
电源 (POWER) 指示灯	电源工作时为 “ON” 未加电源时为 “OFF”
通信 (COM) 指示灯	未通信时为 “ON” 正常通信时该指示灯 “闪动” 由于从站通信错误引起的远程 I/O 控制中止时, 该指示灯 “慢速闪动” 出现异常情况时该指示灯为 “OFF”
报警 (ALARM) 指示灯	单元错误为 “ON” 站号设定错误时该指示灯 “闪动” 单元正常为 “OFF”

2) S1 型 C-NET 适配器。S1 型 C-NET 适配器如图 1-8 所示。

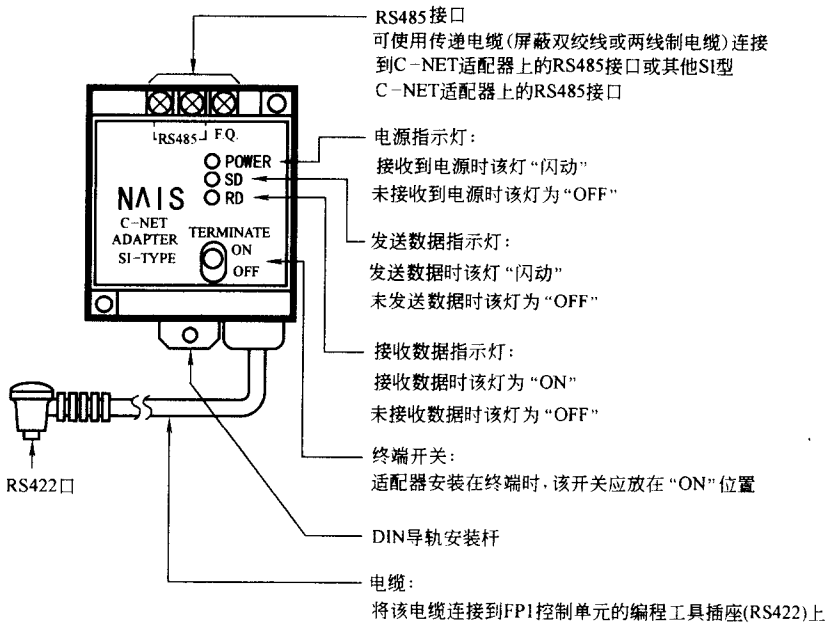


图 1-8 S1 型 C-NET 适配器示意图

(5) 编程工具 编程工具系统构成如图 1-9 所示,可使用个人计算机(PC)或 FP 手持编程器进行程序编辑。

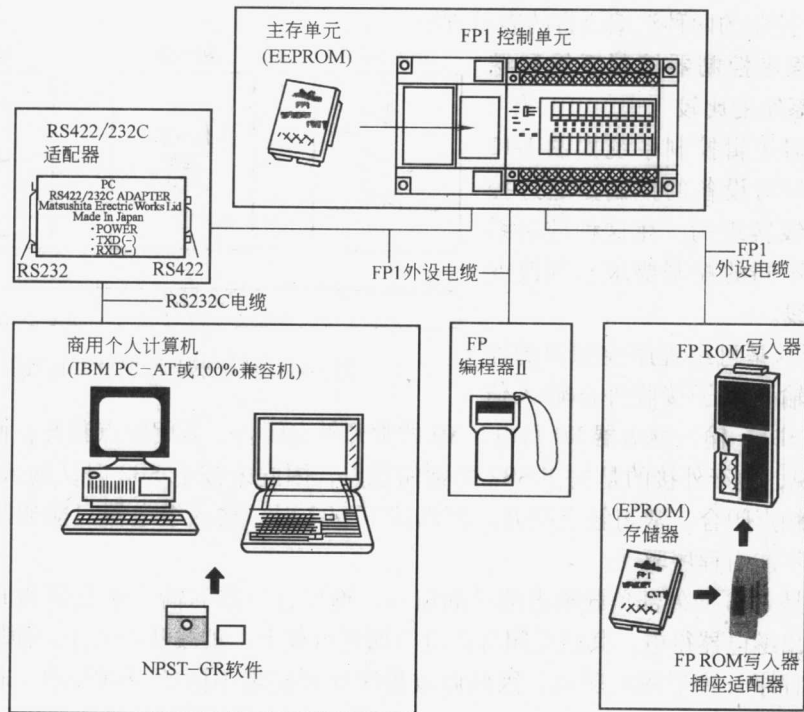


图 1-9 编程工具系统构成

二、可编程序控制器常用的编程语言

可编程序控制器具有丰富的编程语言,如梯形图、指令语句表、状态转移图,以及与计算机兼容的 BASIC 语言、C 语言、汇编语言等高级语言,还有一些型号的 PLC 有专用的高级语言。各种语言都有自身的特点,一般说来,功能越强,语言就越高级,但掌握这种语言也相对越困难。对于绝大多数从事电气安装或维修的技术工人来说,最常用到的编程语言是梯形图和指令语句表。

梯形图是最直观、最简单的一种编程语言。由于一般的电气技术工人对继电控制电路较熟悉,而梯形图就是从继电控制电路变化而来的,所以有了继电控制电路的坚实基础,再学习梯形图编程语言就很简单了。

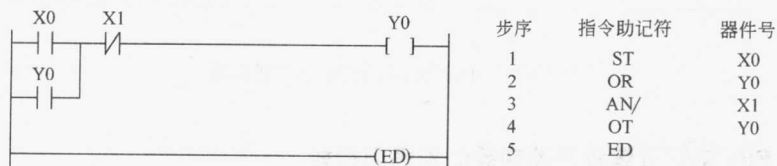


图 1-10 两种编程方式

所谓指令就是用英文名称的缩写字母来表示 PLC 各种功能的助记符。常用的助记符语

言类似于计算机中的汇编语言。由指令构成的能完成控制任务的指令组合就是指令表，每一条指令一般由指令助记符和作用器件编号两部分组成。图 1-10 给出了 PLC 实现三相异步电动机启动/停止控制的两种汇编语言的表示方法。

三、可编程序控制器控制系统和继电器逻辑控制系统的比较

传统继电器逻辑控制系统如图 1-11 所示，控制信号对设备的控制是通过控制电路板的接线实现的。在这种控制系统中，要实现不同的控制要求必须改变控制电路的接线。

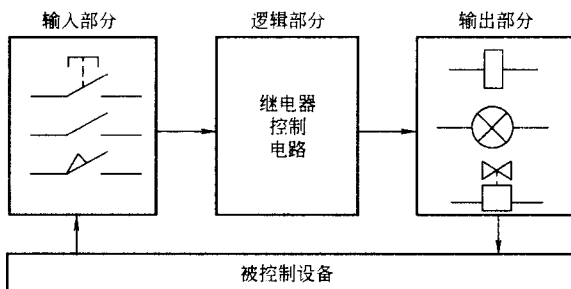


图 1-11 传统继电器逻辑控制系统

图 1-12 所示是可编程序控制器的控制系统，通过输入端子接收外部输入信号。按下按钮 SB1，输入继电器 X0 得电，X0 的常开触点闭合、常闭触点断开；而对于输入继电器 X1 来说，由于外接的是按钮 SB2 的常闭触点，因此未按下 SB2 时，输入继电器 X1 得电，其常开触点闭合、常闭触点断开。而当按下 SB2 时，输入继电器只能通过外部输入信号驱动，而不能由程序驱动。

输出端子是 PLC 向外部负载输出信号的窗口，输出继电器的输出触点接到 PLC 的输出端子上，若输出继电器得电，其触点闭合，电源加到负载上，负载开始工作。而输出继电器由事先编好的程序（梯形图）驱动，因此修改程序即可实现不同的控制要求，非常灵活方便。

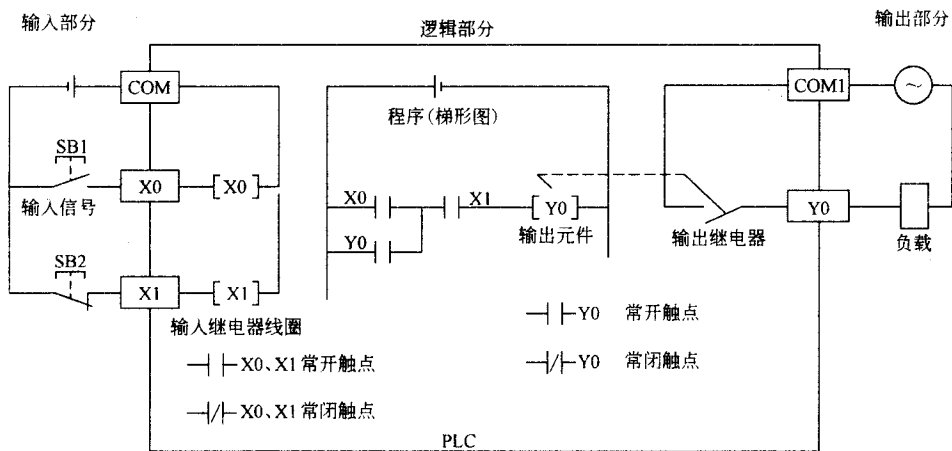


图 1-12 可编程序控制器的控制系统

四、松下 FP1 系列可编程序控制器的安装与接线

1. 安装

使用底板上的 DIN 导轨安装杆，使 PLC 的控制单元、扩展单元、A/D 转换单元、D/A 转换单元和 I/O 链接单元安装在 DIN 导轨上。在安装时一定要注意周围的环境，其安装场合应该是：

- 1) 周围环境温度为 $0 \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。
- 2) 周围没有易燃易爆或腐蚀性气体。
- 3) 没有过多的粉尘和金属屑。
- 4) 不应该有过度的振动和冲击。
- 5) 没有水的溅射。
- 6) 不能受日光直射。

一个控制单元最多可以同时连接两个扩展单元、一个 A/D 转换单元、两个 D/A 转换单元和一个 I/O 链接单元，它们的连接应采用折叠电缆（扩展电缆）。

当各单元连成一条直线时，应按从左到右的顺序进行连接，如图 1-13 所示。

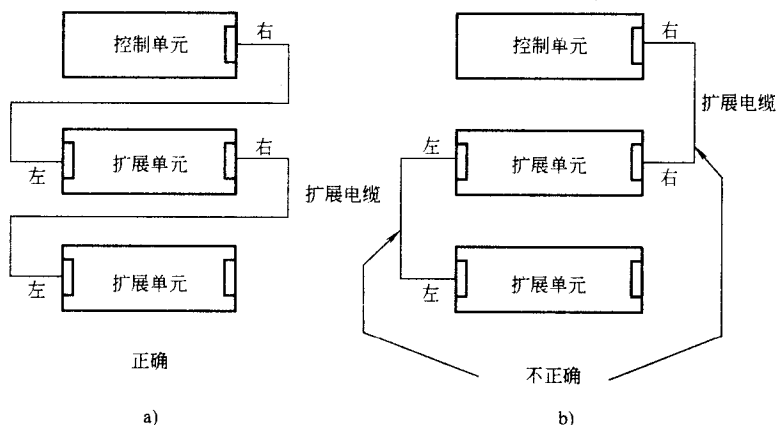


图 1-13 各单元连成直线的顺序

a) 正确连接 b) 错误连接

2. 控制单元输入端子的接线

FP1 控制单元输入端子的接线如图 1-14 所示。输入线应尽可能远离输出线、高压线及用电设备。交流型 PLC 的内藏式直流电源输出可用于输入，而直流型 PLC 的直流电源输出功率不够，输入接线要使用外部输入电源。不得将输入设备连到标有“·”的输入端子上。

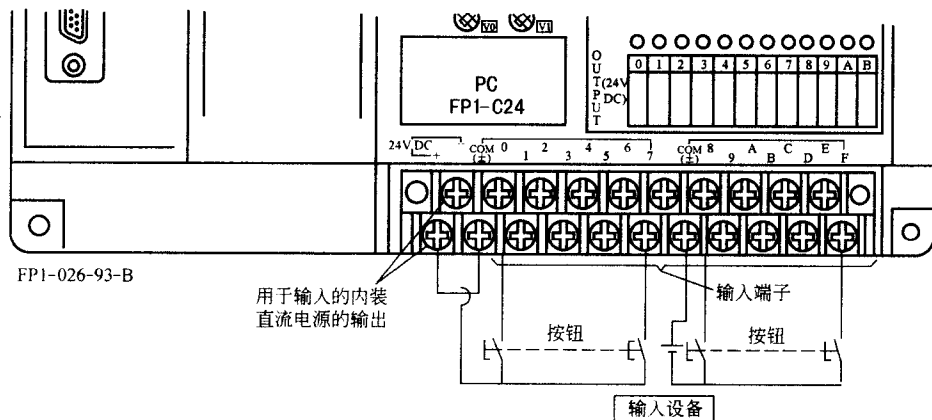


图 1-14 FP1 控制单元输入端子的接线

3. 控制单元输出端子的接线

FP1 控制单元输出端子的接线如图 1-15 所示。各“COM”端均为独立的,可使用不同的电压。当多个负载连到同一电源时,应使用短路片(元件号 AFP11803)将它们的“COM”端短接起来。不得将输出设备连到“·”的输入端子上。

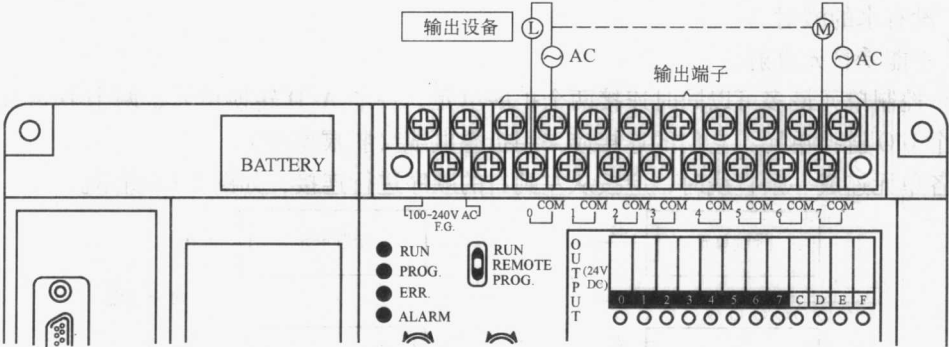


图 1-15 FP1 控制单元输出端子的接线

4. A/D 转换单元的接线

(1) 电压输入方式的接线 将输入设备用两线双绞式屏蔽电缆连到模拟电压输入端子(V)上,屏蔽电缆(屏蔽端)接到框架接地端(F.G)或者外部接地。采用两线双绞式屏蔽电缆是为防止输入信号线上有电磁感应和噪声干扰。其接线如图 1-16 所示。如果需用电压范围选择端(RANGE)选择输入范围,见表 1-3。要将电压范围选择端(RANGE)短路,应直接在端子板上短接,而不要拉出引线短接。

(2) 电流输入方式的接线 首先将模拟电压输入端(V)和电流输入端(I)连在一起,然后再连接输入设备,如图 1-17 所示。电流输入方式下应将电压范围选择端(RANGE)开路。

A/D 转换单元的接线应远离高压线。对控制单元 A/D 转换单元的供电,应采用同一组电源线。

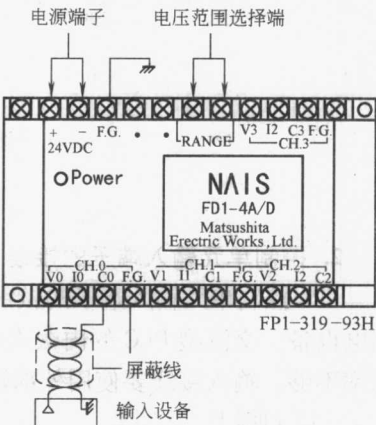


图 1-16 A/D 转换单元的电压输入方式接线

表 1-3 选择电压输入范围

模拟输入范围	电压范围选择端
0 ~ 5V	端子间开路
0 ~ 10V	端子间短路

5. D/A 转换单元的接线

(1) 电压输出方式的接线 将负载设备用两线双绞式屏蔽电缆连到模拟电压输出端子(V+, V-)上,其接线如图 1-18 所示。用电压范围选择端(RANGE)选择输出电压的范围。