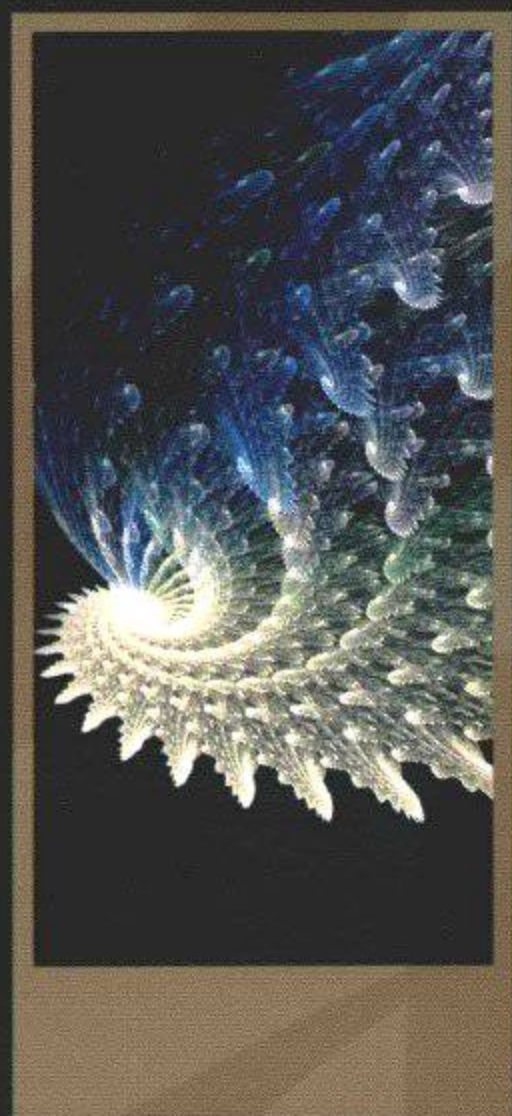


<http://www.phei.com.cn>



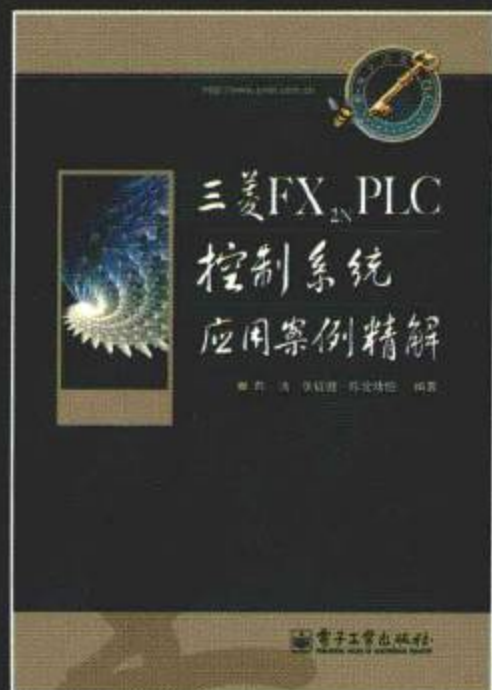
三菱FX_{2N}PLC

控制系统

应用案例精解

■ 陈 洁 张钰澄 陈沈绪恺 编著

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



开智慧门 走成功路

本书主要介绍三菱FX_{2N}系列PLC在工业控制等方面的应用，书中以FX_{2N}-32MR为例。PLC控制起源于传统的继电器-接触器控制，其最常用的编程语言是在电气控制系统中的继电器-接触器逻辑控制基础上通过简化符号演变而来的。因此本书在讲解应用案例时首先介绍传统的继电器-接触器控制线路，分析控制线路的控制原理；其次整理出PLC控制所必需的I/O点，绘制PLC控制原理图；之后将继电器-接触器控制线路通过代号替换、符号替换、触头修改、按规则整理简化等步骤，把传统的继电器-接触器控制线路转换为PLC控制的梯形图；最后进行上机验证。

本书的特点在于将PLC指令学习融入实例之中，图文并茂，每个实例均给出了编程方法、实例程序、实际操作、程序解释，可令读者轻松自如地学会三菱FX_{2N}系列PLC的使用方法，快速掌握三菱FX_{2N}系列PLC常用指令的功能。



策划编辑：张 剑
责任编辑：徐 萍
封面设计：徐海燕



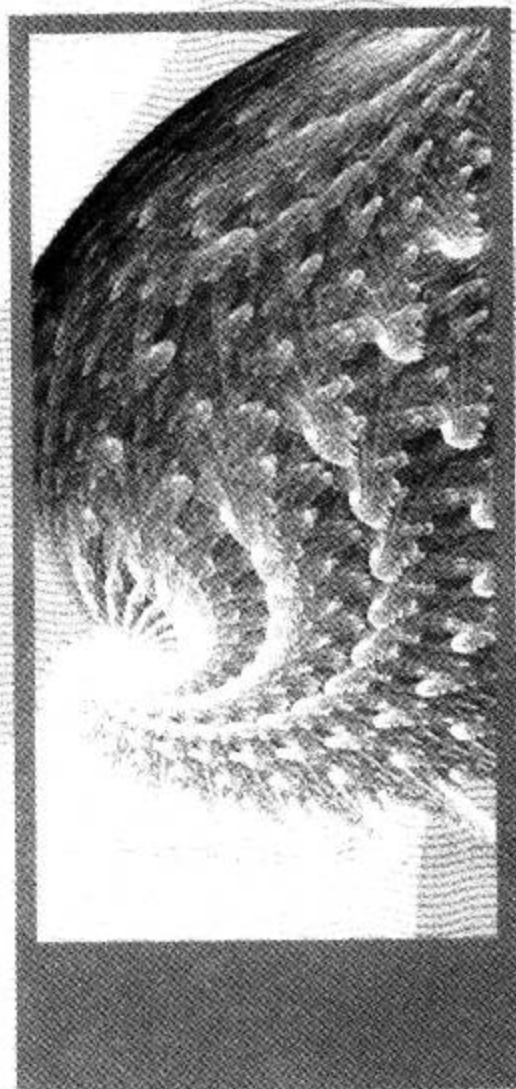
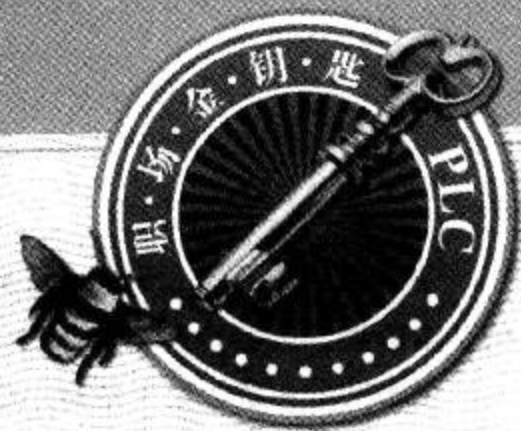
ISBN 978-7-121-15466-9



9 787121 154669 >

定价：39.80 元

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。



三菱FX_{2N} PLC

控制系统

应用案例精解

张钰澄 陈沈绪恺 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以三菱 FX_{2N}-32MR 可编程序控制器 (PLC) 和三菱 FXGP/WIN-C 编程软件为例, 介绍小型 PLC 的基本原理、选型及其在工业控制等方面的应用案例。

全书共分 4 章, 第 1 章对小型 PLC 的基本原理作了概要介绍, 简要说明了 FX_{2N}-32MR 的结构和基本资源, 并用一个简单的应用例子, 较详细地说明了编程软件 FXGP/WIN-C 和 GX Developer 的使用方法、PLC 的连接、下载程序、监控等的操作; 第 2 章介绍了 9 个常见单元电路的 PLC 控制方法; 第 3 章具体介绍了 PLC 在机床控制中的 2 个应用案例; 第 4 章介绍了 PLC 在其他方面的 3 个实用案例。每个案例均给出了编程方法、实例梯形图、实际操作、程序解释。

本书适合电气工程技术人员阅读, 也可作为高等学校及职业培训机构相关专业的教学用书。

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_{2N} PLC 控制系统应用案例精解/陈洁, 张钰澄, 陈沈绪恺编著. —北京: 电子工业出版社, 2012. 3
(职场金钥匙)

ISBN 978-7-121-15466-9

I. ①三… II. ①陈… ②张… ③陈… III. ①可编程序控制器-控制系统 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 259299 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 徐 萍

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订:

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: 787×1092 1/16 印张: 16.25 字数: 416 千字

印 次: 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 39.80 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。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

可编程序控制器（PLC）用于生产流水线上的顺序控制，在固定的顺序控制线路上通过修改存储器内的程序来改变输出点的动作次序和动作时间，使生产流水线适用产品的不同生产工艺要求。经过40多年的发展，PLC以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点，广泛地应用于各行各业中。当今的电气控制技术已经与可编程控制技术结合成一体了，密不可分。掌握PLC控制技术已成为电气工作者必备的技能。

PLC控制起源于传统的继电器-接触器控制，其最常用的编程语言是在电气控制系统中的继电器-接触器逻辑控制基础上通过简化符号演变而来的。因此本书在讲解应用案例时首先介绍传统的继电器-接触器控制线路，分析控制线路的控制原理；其次整理出PLC控制所必需的输入、输出点，绘制PLC控制原理图；再次将继电器-接触器控制线路通过代号替换、符号替换、触头修改、按规则整理简化等步骤，把传统的继电器-接触器控制线路转换为PLC控制的梯形图；最后进行上机验证。

本书介绍三菱FX_{2N}可编程序控制器（PLC）在工业控制等方面的应用，书中以FX_{2N}-32MR为例。全书共分4章，由陈洁、张钰澄、陈沈绪恺编著，此外庞颖贤参与了部分图表的绘制。第1章在对PLC的基本知识和FX_{2N}-32MR PLC的资源介绍后，用一个简单的应用例子，较详细地说明了可编程软件FXGP/WIN-C的使用方法、PLC的连接、下载程序的操作、监控等；第2章介绍了9个基本单元应用电路；第3章具体介绍了2个机床改造应用案例；第4章介绍了3个实用案例。

本书的特点在于将PLC指令学习融入实例之中，书中图文并茂，每个案例均给出了编程方法、实例程序、实际操作、程序解释。可令读者轻松自如地学会三菱PLC的使用方法，快速掌握三菱可编程序控制器常用指令的功能。

本书在编写过程中，参考了有关专业文献和资料，在此向其作者表示感谢！

由于编著者水平有限，成书时间仓促，书中错漏在所难免，不妥之处敬请广大读者批评指正。通信邮箱：chenzhu_167@126.com

编著者

目 录

第 1 章 走进可编程序控制器	1
1.1 可编程序控制器概述	1
1.1.1 PLC 的应用	1
1.1.2 PLC 的分类	2
1.1.3 小型 PLC 选型	5
1.2 三菱 FX 系列可编程序控制器	6
1.3 PLC 的输入/输出结构	9
1.4 三菱 FX _{2N} - 32MR 可编程序控制器	16
1.5 编程软件的基本操作	21
1.5.1 虚拟元件的图形	22
1.5.2 FXGP/WIN - C 编程软件	23
1.5.3 GX Developer 编程软件	36
第 2 章 常见单元电路控制方法	55
2.1 照明灯的控制	55
2.1.1 开关控制方法	55
2.1.2 按钮控制方法	64
2.1.3 双联控制方法	75
2.1.4 楼梯过道灯的控制	81
2.2 单电动机启/停控制	92
2.2.1 双按钮控制	92
2.2.2 单按钮 Y - Δ 启动控制	98
2.2.3 绕线式电动机启动控制	104
2.3 变频器拖动电动机控制	110
2.3.1 SV - iG5 系列变频器简介	111
2.3.2 变频器有级调速控制	118
2.4 多电动机顺序控制	131
第 3 章 机床控制改造	142
3.1 平面磨床控制电路改造	142
3.1.1 磨床及其工作原理	142
3.1.2 继电器 - 接触器控制电路分析	142

3.1.3	PLC 控制电路的设计	145
3.1.4	应用程序设计	145
3.1.5	安装与调试	147
3.2	镗床控制线路改造	150
3.2.1	镗床及其工作原理	151
3.2.2	继电器 - 接触器控制电路分析	151
3.2.3	PLC 控制电路的设计	157
3.2.4	应用程序设计	159
3.2.5	安装与调试	160
3.2.6	梯形图解释	169
第 4 章	其他控制线路改造	171
4.1	Y - Δ 启动正/反转循环控制	171
4.1.1	正/反转循环电气控制线路分析	171
4.1.2	PLC 控制电路的设计	173
4.1.3	应用程序设计	173
4.1.4	安装与调试	179
4.1.5	梯形图程序解释	184
4.2	电扶梯节能方式的 PLC 控制	187
4.2.1	继电器 - 接触器控制原理图分析	188
4.2.2	PLC 控制电路的设计	190
4.2.3	应用程序设计	192
4.2.4	监控与调试	192
4.2.5	梯形图程序解释	199
4.3	三电动机恒压 PLC 控制	205
4.3.1	控制要求	205
4.3.2	PLC 控制电路的设计	206
4.3.3	应用程序设计	209
4.3.4	监控与调试	212
4.3.5	梯形图程序解释	217
附录 A	常用电气图形及文字符号新旧对照表	223
附录 B	编程规则	229
B.1	梯形图的结构规则	229
B.2	语句表程序的编辑规则	231
B.3	双线圈输出问题	232

附录 C	FX _{2N} 系列 PLC 基本单元	233
C.1	基本单元型号体系	233
C.2	基本单元规格	233
C.3	交流电源直流输入型基本单元	235
C.4	直流电源交流输入型基本单元	236
附录 D	FR-A740 变频器参数清单	237

第1章 走进可编程序控制器

早在40年前，汽车生产流水线大多用上了由继电器-接触器控制构成的自动控制系统。这类电气控制装置的输入信号有按钮、开关、时间继电器、压力继电器、温度继电器等；输出信号有继电器、接触器、电磁阀等。这些信号只有闭合与断开两种工作状态，这类物理量被称为开关量或数字信号。当时这种控制系统算是一种比较先进的控制装置，但是随着生产的发展，汽车型号更新越来越频繁，每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。这样，继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装，费时费工，接线复杂，故障率高，可靠性差，甚至影响到更新周期。为了改变这一现状，美国通用汽车公司在1969年公开招标，要求用新的控制装置取代继电器控制装置，并针对当时的控制要求提出了10项指标。总之，要用程序取代硬接线，输入/输出电平可与外部装置直接相连、结构易于扩展等是该控制装置的核心。

1969年，美国数字设备公司（DEC）按照通用公司指标研制出第一台PDP-14可编程序控制器，并在美国通用汽车自动装配线上试用，获得了成功。这种新型的工业控制装置用计算机作为核心设备，用存储的程序控制代替了原来的接线程序控制。由于当时主要用于顺序控制，只能进行逻辑运算，故称为可编程序控制器。

可编程序控制器以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点，很快在工控领域得到广泛应用。在我国，最初引进是在20世纪70年代末80年代初期，当时的宝钢一期工程，在多个工程单元中，从几个不同的外商那里引进了十几种机型共200台左右可编程序控制器。继宝钢一期后，国内的许多部门引进了类似的使用可编程序控制器进行自动控制的生产线。

可编程序控制器的英文名为Programmable Logic Controller，常简称为PLC。国际电工委员会（IEC）对PLC作了如下的定义：“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。它采用可编程序的存储器，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，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC及其有关设备，都应按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”



1.1 可编程序控制器概述

1.1.1 PLC的应用

PLC最初的应用是取代以前的继电器顺序控制方式，主要用于现场单机设备控制。而目前的PLC支持现场总线、工业以太网等网络通信技术，并能独立构建大中型控制系统，从功能和速度上都有质的飞跃。当今的PLC功能已经超出了逻辑控制的范围，在化工厂、电厂和钢厂等一些大型的PLC系统，从功能上替代了早期的DCS系统。尽管PLC的性能和应

用范围有大幅度的扩展，但是小型 PLC 仍然是市场的主流，在数量上占总数的 90% 以上。

虽然 PLC 的通信功能增强，小型 PLC 在系统集成中的应用已越来越多，但主流应用依然以单机设备的自动化控制为主，且由于不同品牌的市场策略、系统集成能力，不同产品的市场定位和性能的不同，在各个设备制造业的应用表现也有不同。机床、电梯、印刷机械行业中主要是三菱；起重机械行业中主要是西门子、三菱；纺织行业中主要是西门子、欧姆龙、三菱；包装机械中主要是三菱、欧姆龙、西门子、松下；塑料、烟草机械中主要是西门子；橡胶机械中主要是欧姆龙、西门子、三菱。

广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业的 PLC，其使用主要分为如下几类。

1) **开关量逻辑控制** 取代传统的继电器电路，实现逻辑控制、顺序控制，既可用于单台设备的控制、也可用于多机群控及自动化流水线。如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2) **工业过程控制** 在工业生产过程中，存在一些如温度压力、流量、液位和速度等连续变化的量（即模拟量），PLC 采用相应的 A/D 和 D/A 转换模块及各种各样的控制算法程序来处理模拟量，完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的一种调节方法。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

3) **运动控制** PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。一般使用专用的运动控制模块，如可驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块，广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4) **数据处理** PLC 具有数学运算（含矩形运算、函数运算、逻辑运算）、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能，可以完成数据的采集、分析及处理。数据处理一般用于如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

5) **通信及联网** PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着工厂自动化网络的发展，现在的 PLC 都具有通信接口，通信非常方便。

1.1.2 PLC 的分类

PLC 的分类通常从三个方面进行：从控制规模大小来分；从性能高低来分；从结构特点来分。

1. 按 PLC 的控制规模分类

PLC 产品按其输入/输出接线端子个数（I/O 总点数）和可以存储的程序步数（一步就是执行一条指令）分类，分为微型机、小型机、中型机和大型机。

1) **微型机** I/O 总点数不超过 20，程序步数为 300 ~ 1 000 的 PLC。微型机的体积小、重量轻、功能简单，常使用于机器人的关节控制，以及家庭自动化、小型机械自动化装置中。

2) **小型机** I/O 总点数为 20 ~ 128，程序步数小于 2 000 的 PLC。小型机具有逻辑运算、算术运算、定时、计数、数据处理和传送、通信联络等多种应用指令。小型机一般用来代替继电器 - 接触器控制系统，作为单机控制或简单生产过程的控制装置。由于价格便宜、使用广泛，小型机是当前产量最大的，甚至一些中型机和大型机的 CPU 模块也可以单独作为小型机使用。

3) **中型机** I/O 总点数为 128 ~ 512, 程序步数为 2 000 ~ 8 000 的 PLC。中型机一般采用模块化机架结构。这种机型由主机 (CPU 模块) 和可选的特殊功能模块组成。特殊功能模块包括 I/O 点扩展模块、AD/DA 模块、数字计算、过程参数调节 (PID——比例-积分-微分调节)、定时器及计数器等。既可以单独使用 CPU 模块, 也可以用特殊功能模块增强 CPU 模块的功能, 十分灵活。中型机主要应用于较为复杂的控制系统中, 特别是那些控制功能根据需要逐步增强的控制系统。

4) **大型机** I/O 总点数为 512 ~ 8 192, 程序步数大于 8 000 的 PLC, 比中型机增加了联网通信、监视、打印、磁盘存储、记录、中断控制、智能控制及远程控制功能。有的大型机还使用 32 位多 CPU 并行处理技术, 存储容量达到数兆字节, 工作速度极快, 可以达到小于 100ms/KB。大型机主要用于大型自动化制造网络中, 以实现实时控制。

2. 按 PLC 的控制性能分类

PLC 按控制性能分类, 可分为低档机、中档机和高档机。

1) **低档机** 这类 PLC 具有基本的控制功能和一般的运算能力, 工作速度比较低, 能带的输入和输出模块的数量比较少, 输入和输出模块的种类也比较少。这类 PLC 只适合于小规模简单控制, 在联网中一般适合做从站使用。比如, 日本 OMRON 公司生产的 C60P 就属于这一类。

2) **中档机** 这类 PLC 具有较强的控制功能和运算能力。它不仅能完成一般的逻辑运算, 也能完成比较复杂的三角函数、指数和 PID 运算, 工作速度比较快, 能带的输入和输出模块的数量比较多, 输入和输出模块的种类也比较多。这类 PLC 不仅能完成小型控制, 也可以完成较大规模的控制任务, 在联网中可以作从站, 也可以作主站。比如, 德国 SIEMENS 公司生产的 S7-300 就属于这一类。

3) **高档机** 这类 PLC 具有强大的控制功能和运算能力。它不仅能完成逻辑运算、三角函数运算、指数运算和 PID 运算, 还能进行复杂的矩阵运算, 工作速度很快, 能带的输入和输出模块的数量很多, 输入和输出模块的种类也很全面。这类 PLC 不仅能完成中等规模的控制工程, 也可以完成规模很大的控制任务, 在联网中一般作主站使用。比如, 德国 SIEMENS 公司生产的 S7-400 就属于这一类。

3. 按 PLC 的结构分类

PLC 按结构分类, 可分为整体式、组合式、叠装式和板式 4 类。

1) **整体式** 整体式结构的 PLC 把电源、CPU、存储器、I/O 系统都集成在一个单元内, 该单元叫做基本单元。一个基本单元就是一台完整的 PLC, 可以实现各种控制。控制点数不符合需要时, 可再接扩展单元, 扩展单元不带 CPU。由基本单元和若干扩展单元组成较大的系统。整体式结构的特点是非常紧凑、体积小、成本低、安装方便, 其缺点是输入与输出点数有限定的比例。小型机多为整体式结构。例如, OMRON 公司的 C60P 为整体式结构, 如图 1-1 所示。

2) **组合式** 组合式结构的 PLC 是把 PLC 系统的各个组成部分按功能分成若干个模块, 如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等。其中各模块功能比较单一, 模块的种类却日趋丰富。比如, 有些 PLC, 除了一些基本的 I/O 模块外, 还有一些特殊功能模块, 像温度检测模块、位置检测模块、PID 控制模块, 通信模块等。组合式结构 PLC 的采用搭积木的

方式，在一块基板上插上所需模块组成控制系统。组合式结构 PLC 的特点是 CPU、输入、输出均为独立的模块，模块尺寸统一，安装整齐，I/O 点选型自由，安装调试、扩展、维修方便。中型机和大型机多为组合式结构。例如，SIEMENS 公司的 S7-400 PLC 就属于组合式结构，如图 1-2 所示。

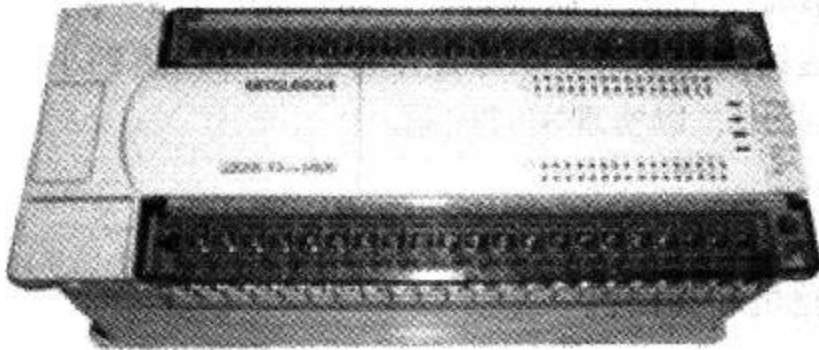


图 1-1 整体式 PLC

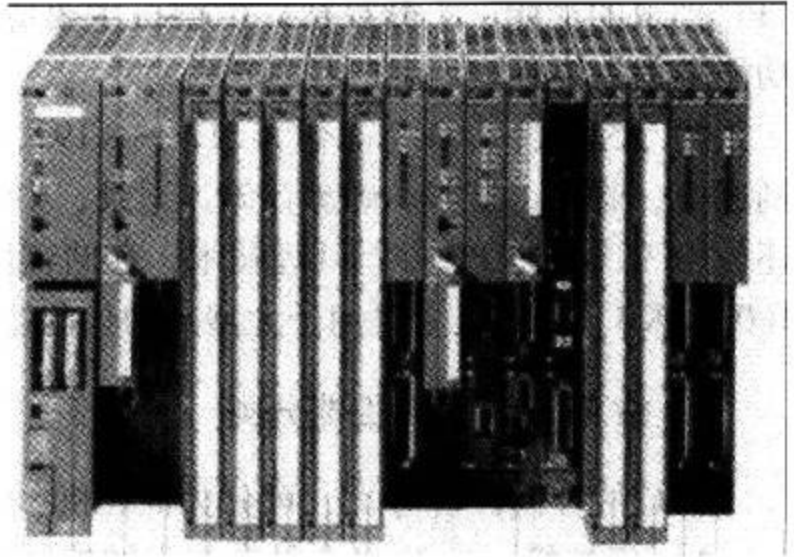


图 1-2 组合式 PLC

3) 叠装式 叠装式结构集整体式结构的紧凑、体积小、安装方便和组合式结构的 I/O 点搭配灵活、模块尺寸统一、安装整齐的优点于一身。它也是由各个单元的组合构成。其特点是 CPU 自成独立的基本单元（由 CPU 和一定的 I/O 点组成），其他 I/O 模块为扩展单元。在安装时不用基板，仅用电缆进行单元间的连接，各个单元可以一个个地叠装，使系统达到配置灵活、体积小巧。例如，SIEMENS 公司的 S7-200 PLC 就是采用了叠装式结构的小型 PLC，如图 1-3 所示。

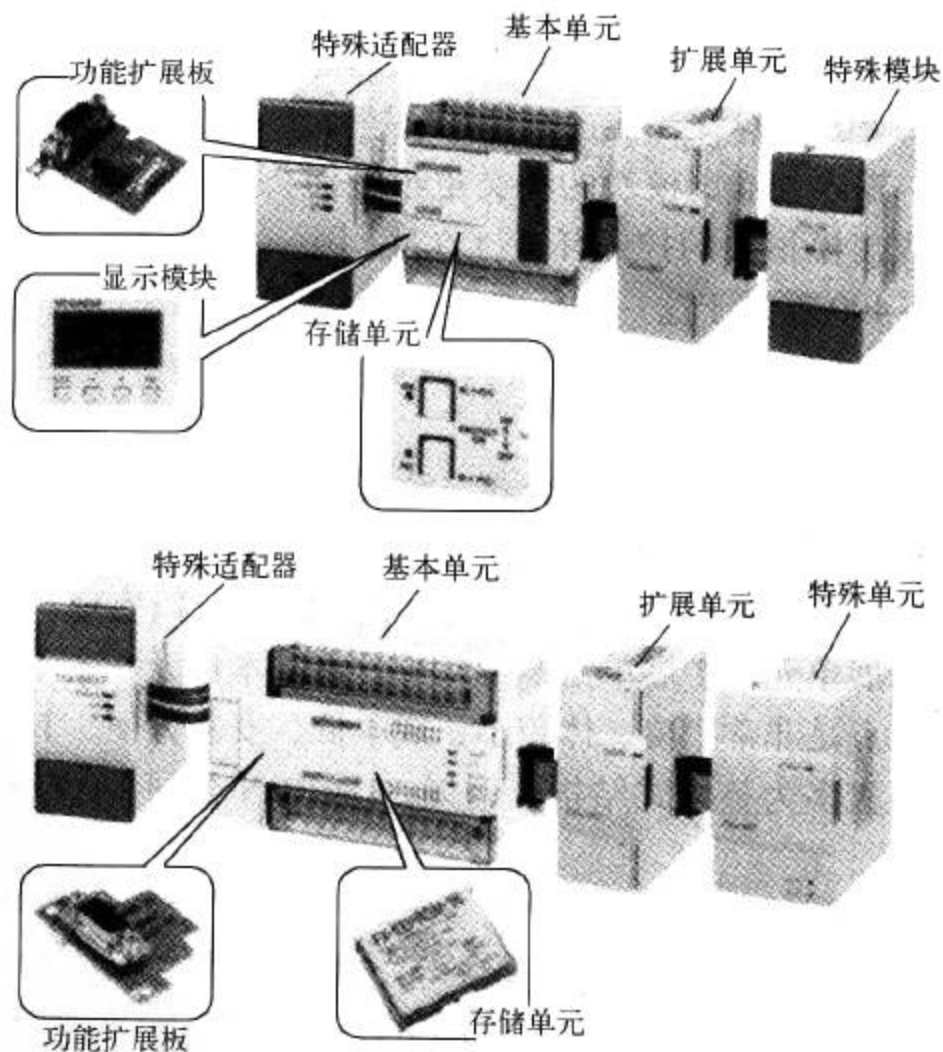


图 1-3 叠装式 PLC

4) 板式 板式 PLC 的结构、功能和特点与整体式 PLC 的结构类似。也是把电源、CPU、存储器、I/O 系统都安装在同一块印制电路板上,但省去了外壳,元器件直接裸露在外面。与其他三种相比,板式 PLC 最显著的特点是成本低、价格便宜。图 1-4 就是一款板式结构的 PLC。

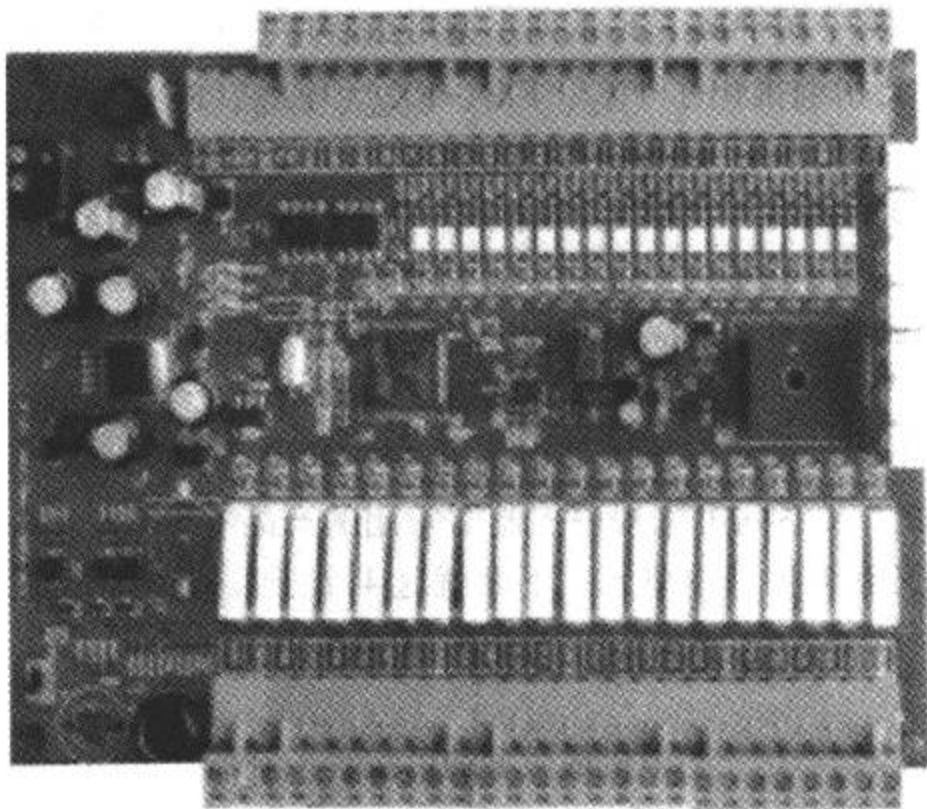


图 1-4 板式 PLC

1.1.3 小型 PLC 选型

在这几年中 PLC 的价格有较大的下降,加之其使用方便、性能好、功能强、精度高、易扩展,性价比越来越高,这是 PLC 在工业自动化装置中被大量使用的重要原因之一。但各品牌的 PLC 在性能指标上有着较大的差异,选购时通常从以下几个方面考虑。

(1) 系统规模。首先应确定系统用 PLC 单机控制,还是用 PLC 形成网络,由此计算 PLC 的输入、输出点数,并且在选购 PLC 时要在实际需要点数的基础上留有一定余量(10%)。

(2) 确定负载类型。根据 PLC 输出端所带的负载是直流型还是交流型,是大电流还是小电流,以及 PLC 输出点动作的频率等,从而确定输出端采用继电器输出,还是晶体管输出,或晶闸管输出。不同的负载选用不同的输出方式,对系统的稳定运行是很重要的。

(3) 存储容量与速度。尽管国外各厂家的 PLC 产品大体相同,但也有一定的区别。目前还未发现各公司之间完全兼容的产品。各个公司的开发软件都不相同,而用户程序的存储容量和指令的执行速度是两个重要指标。一般存储容量越大、速度越快的 PLC 价格就越高,但应该根据系统的大小合理选用 PLC 产品。

(4) 编程方式。应使用个人计算机加 PLC 软件包编程,这是一种效率最高的方式。现在 3000 元左右就可以买到笔记本电脑,加上许多 PLC 编程软件正版或试用版可以从网上免费下载。这种组合便于编程和现场调试。

(5) 尽可能选用大公司的产品。因其质量有保障,且技术支持好,一般售后服务也较好,还有利于产品扩展与软件升级。



1.2 三菱 FX 系列可编程序控制器

20 世纪 80 年代三菱公司推出了 F 系列小型可编程序控制器, 90 年代初 F 系列被 F₁ 系列和 F₂ 系列取代, 后来又相继推出了 FX₂、FX₁、FX_{2C}、FX₀、FX_{0N}、FX_{0S} 等系列产品。目前, 三菱公司的 FX 系列产品样本中又增加了 FX_{3U} 和 FX_{3UC} 两个新品种。与过去的产品相比, 在性能价格比上又有明显的提高, 可满足不同用户的需要。三菱 FX 系列可编程序控制器是国内使用最多的可编程序控制器系列产品之一, 特别是近年推出的 FX_{2N} 系列可编程序控制器, 具有功能强、应用范围广、性价比高优点, 并且有很强的网络通信功能, 最多可扩展到 256 个 I/O 点, 可满足大多数用户的需要。据有关资料统计, 三菱品牌的 FX 系列可编程序控制器在国内占据了小型可编程序控制器市场近 39% 的份额。

目前, 三菱公司的 FX 系列可编程序控制器常用的产品有 FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N} 和 FX_{3U} 等多个子系列, 各子系列又有多种基本单元。下面就这 4 个子系列作一简要介绍。

1. FX_{1S} 系列

FX_{1S} 系列可编程序控制器是三菱电机最微型的可编程序控制器, 适用于小规模控制的基本型机器, 具有小型且高性能的特点, 可以扩展通信功能, 有 MT 晶体管和 MR 继电器输出, 进一步降低了设备成本。该系列有 16 种基本单元, 如表 1-1 所示, 外形如图 1-5 所示。控制规模在 10 ~ 30 个 I/O 点, 用户存储器 (EEPROM) 容量为 2k 步, CPU 运算处理速度为 0.55 ~ 0.7 μs/基本指令, 晶体管输出型的基本单元内置了 2 轴独立的最高 100kHz 脉冲输出的定位功能, 有 7 条特殊的定位指令。FX_{1S} 可使用一块 I/O 扩展板、串行通信扩展板或模拟量扩展板, 可同时安装显示模块和扩展板, 有两个内置的设置参数用的小电位器。通过通信扩展板可实现多种通信和数据链接, 如 RS-232C、RS-422 和 RS-485 通信, N:N 链接、并行链接和计算机链接。

表 1-1 FX_{1S} 基本单元

输入 点数	输出 点数	继电器输出		晶体管输出	
		DC 输入, AC 电源	DC 输入, DC 电源	DC 输入, AC 电源	DC 输入, DC 电源
6	4	FX _{1S} -10MR-001	FX _{1S} -10MR-D	FX _{1S} -10MT-001	FX _{1S} -10MT-D
8	6	FX _{1S} -14MR-001	FX _{1S} -14MR-D	FX _{1S} -14MT-001	FX _{1S} -14MT-D
12	8	FX _{1S} -20MR-001	FX _{1S} -20MR-D	FX _{1S} -20MT-001	FX _{1S} -20MT-D
16	14	FX _{1S} -30MR-001	FX _{1S} -30MR-D	FX _{1S} -30MT-001	FX _{1S} -30MT-D

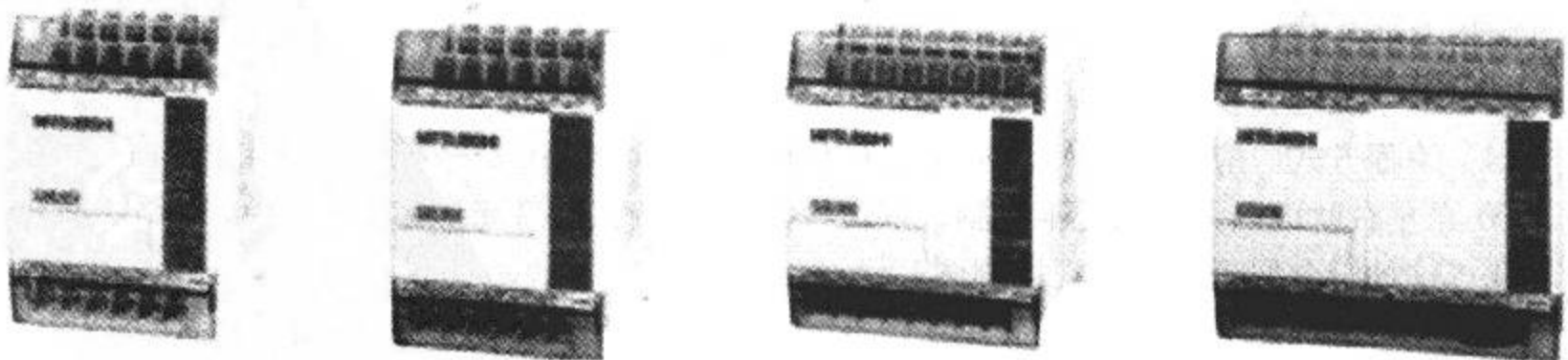


图 1-5 FX_{1S} PLC 外形

2. FX_{1N}系列

FX_{1N}有12种基本单元,如表1-2所示。可组成24~128个I/O点的系统,并能使用特殊功能模块、显示模块和扩展板。用户存储器容量为8KB,有内置的实时时钟。PID指令可实现模拟量闭环控制,每个基本单元可同时输出2点100kHz的高速脉冲,有7条特殊的定位指令,有两个内置的设置参数用的小电位器,其外形如图1-6所示。

表1-2 FX_{1N}基本单元

输入点数	输出点数	继电器输出		晶体管输出	
		DC输入, AC电源	DC输入, DC电源	DC输入, AC电源	DC输入, DC电源
14	10	FX _{1N} -24MR-001	FX _{1N} -24MR-D	FX _{1N} -24MT-001	FX _{1N} -24MT-D
24	16	FX _{1N} -40MR-001	FX _{1N} -40MR-D	FX _{1N} -40MT-001	FX _{1N} -40MT-D
36	24	FX _{1N} -60MR-001	FX _{1N} -60MR-D	FX _{1N} -60MT-001	FX _{1N} -60MT-D

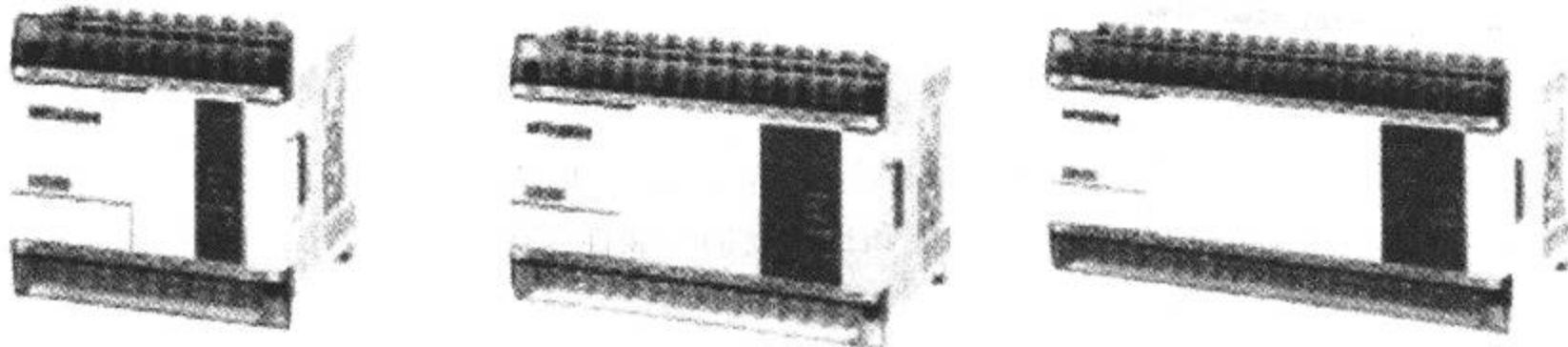


图1-6 FX_{1N} PLC外形

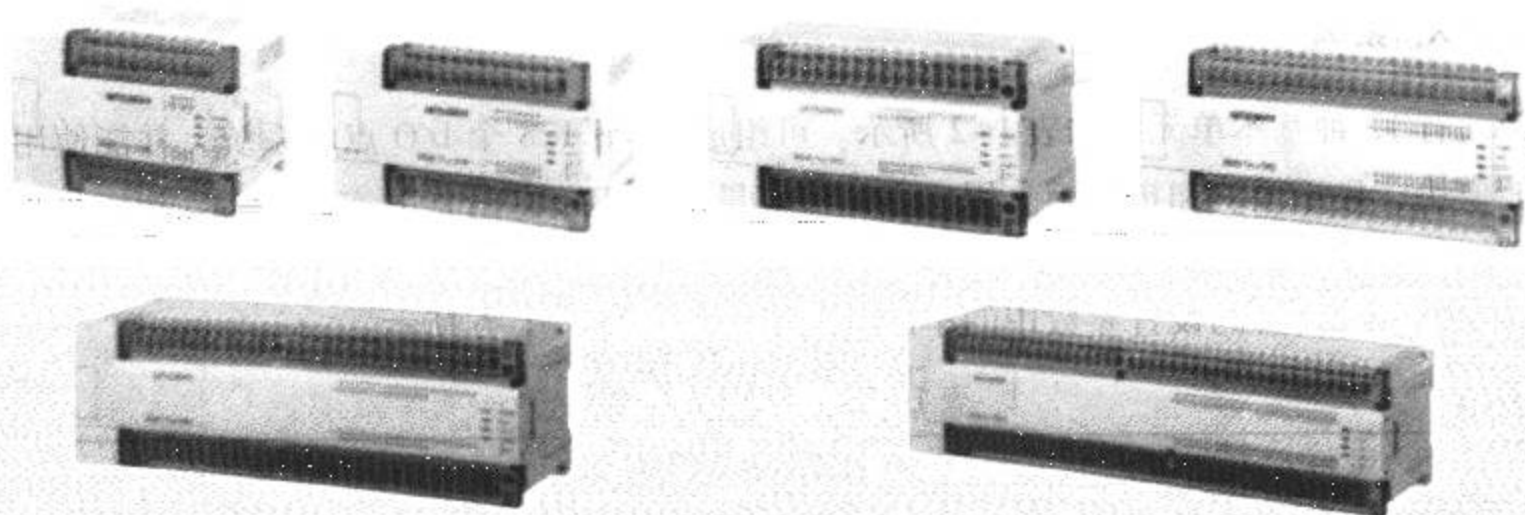
FX_{1N} PLC通过通信扩展板或特殊适配器可实现多种通信和数据链接,如CC-Link, AS网络RS-232C、RS-422和RS-485通信, N:N链接、并行链接、计算机链接和I/O链接。

3. FX_{2N}系列

FX_{2N}目前是FX系列中功能最强、速度最快的微型PLC,它有20种基本单元,如表1-3所示,外形如图1-7所示。它的基本指令执行速度高达0.08μs/每条指令,内置的用户存储器为8KB,可扩展到16KB,最大可扩展到256个I/O点。有多种特殊功能模块或功能扩展板,可实现多轴定位控制,每个基本单元可扩展8个特殊单元。机内有实时时钟, PID指令可实现模拟量闭环控制。有功能很强的数学指令集,如浮点数运算、开平方和三角函数等。

表1-3 FX_{2N}基本单元

输入点数	输出点数	继电器输出		晶体管输出	
		DC输入, AC电源	DC输入, DC电源	DC输入, AC电源	DC输入, DC电源
8	8	FX _{2N} -16MR-001	—	FX _{2N} -16MT-001	—
16	16	FX _{2N} -32MR-001	FX _{2N} -32MR-D	FX _{2N} -32MT-001	FX _{2N} -32MT-D
24	24	FX _{2N} -48MR-001	FX _{2N} -48MR-D	FX _{2N} -48MT-001	FX _{2N} -48MT-D
32	32	FX _{2N} -64MR-001	FX _{2N} -64MR-D	FX _{2N} -64MT-001	FX _{2N} -64MT-D
40	40	FX _{2N} -80MR-001	FX _{2N} -80MR-D	FX _{2N} -80MT-001	FX _{2N} -80MT-D
64	64	FX _{2N} -128MR-001	—	FX _{2N} -128MT-001	—

图 1-7 FX_{2N} PLC 外形

FX_{2N} PLC 通过通信扩展板或特殊适配器可实现多种通信和数据链接,如 CC-Link、AS-i 网络、Profibus、DeviceNet 等开放式网络通信,RS-232C、RS-422 和 RS-485 通信,N:N 链接、并行链接、计算机链接和 I/O 链接。

4. FX_{3U} 系列

FX_{3U} 产品不仅继承了 FX 系列固有的轻巧与高品质,同时进一步丰富了扩展性,扩充了崭新的功能。具有超强的更崭新的功能和更丰富的扩展性,运行速度有了较大提高,使用 64KB 大容量内存,增加了程序存储容量。通过标准的 RS-422 和标准的功能扩展板、通信适配器的组合运用,可实现同时使用 3 个通道的通信端口,使用选接口还可实现 USB 连接。具体体现在以下几方面。

1) 大幅度提高了基本功能 通过基本指令 $0.065\mu\text{sec}$,FX_{3U} 的扫描时间 (4.8ms) 比 FX_{2N} (21.0ms) 提高了约 4.5 倍。此外,通过使用 64KB 大容量内存 (RAM),增加了程序容量。

2) 增加了通信功能 通过标准 RS-422 和功能扩展板、通信适配器的组合运用,可实现同时使用最多 3 个通道的通信端口,使用选配接口还可实现 USB 连接。

3) 兼容模拟量适配器 最多可以连接 4 个电压/电流输入、电压/电流输出,PT100 输入、热电偶输入的模拟量适配器。无须使用 FROM/TO 指令,即可用特殊设备轻松实现控制。

4) 便利的显示模块 (选件) 配备了可安装在产品本体上的选配简易显示模块。使用选配安装支架,还可以安装在操作柜面板上。

5) 配备了高速输入/输出用适配器 通过内置高速计数器及脉冲输出功能进行高速输入/输出适配器的组合运用,可对应差动输入/输出。

6) 控制点数最多达 384 点 通过同时使用基本单元、扩展设备、CC-Link 远程 I/O,可使对应 I/O 控制点数最多为 384 点。

7) 三种类型的存储器盒 配置了读/写开关的 64KB 存储器盒,可以安装在产品本体上。此外,还配备了 16KB 存储器盒。

8) 内置高速输入/输出功能 可进行 6 点同时 100kHz 高速计数及 3 轴独立 100kHz 的简易定位功能。



1.3 PLC 的输入/输出结构

可编程序控制器虽然外观各异,但其硬件结构大体相同。三菱公司生产的 FX_{2N}-32MR PLC 的外观结构如图 1-8 所示。

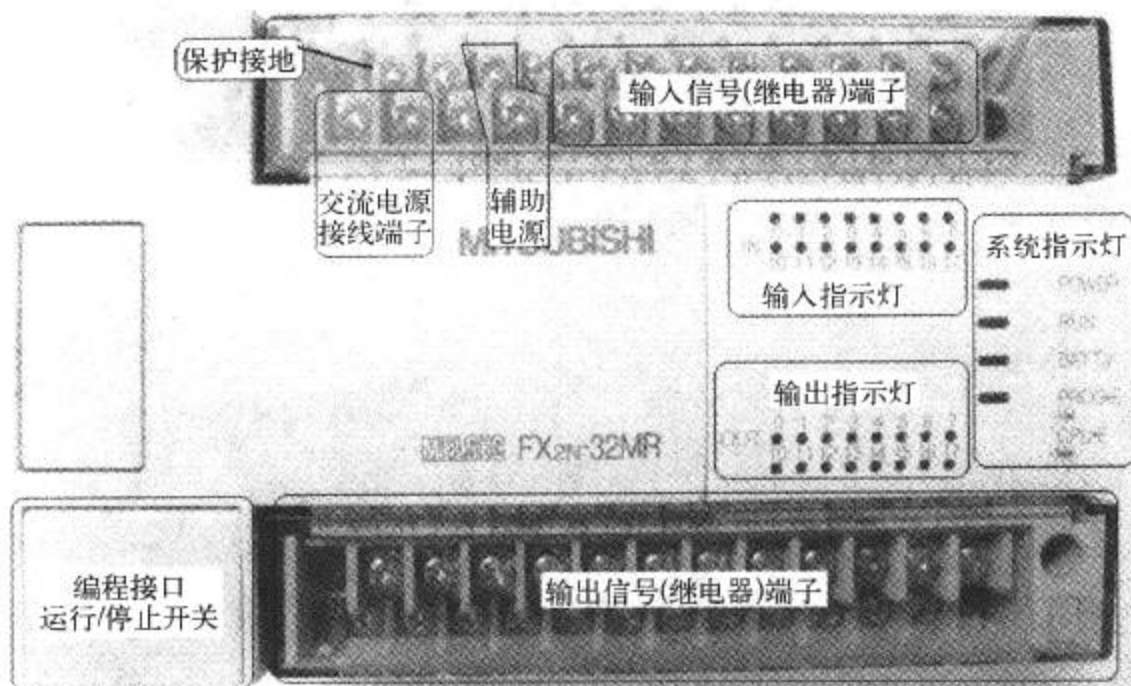


图 1-8 FX_{2N}-32MR PLC 外观图

三菱 FX_{2N}-32MR PLC 有 16 路输入点和 16 路输出点。输入点的端子号分别是 X00 ~ X07、X10 ~ X17。中间右侧上面两排是 16 个输入点的状态指示,当某点 (X_n) 与公共端 (图 1-8 中的 COM 端) 接通时,对应的指示灯亮。输出点的端子号分别是 Y00 ~ Y07、Y10 ~ Y17。中间右侧下面两排是 16 个输出点的状态指示,当某点 (Y_m) 内部的继电器吸合,即外部两个端子接通时,对应的指示灯亮。

三菱 FX_{2N}-32MR PLC 壳体内有三块印制电路板,如图 1-9 所示。其中,电源板如图 1-10 所示,CPU 和存储器电路板如图 1-11 所示。

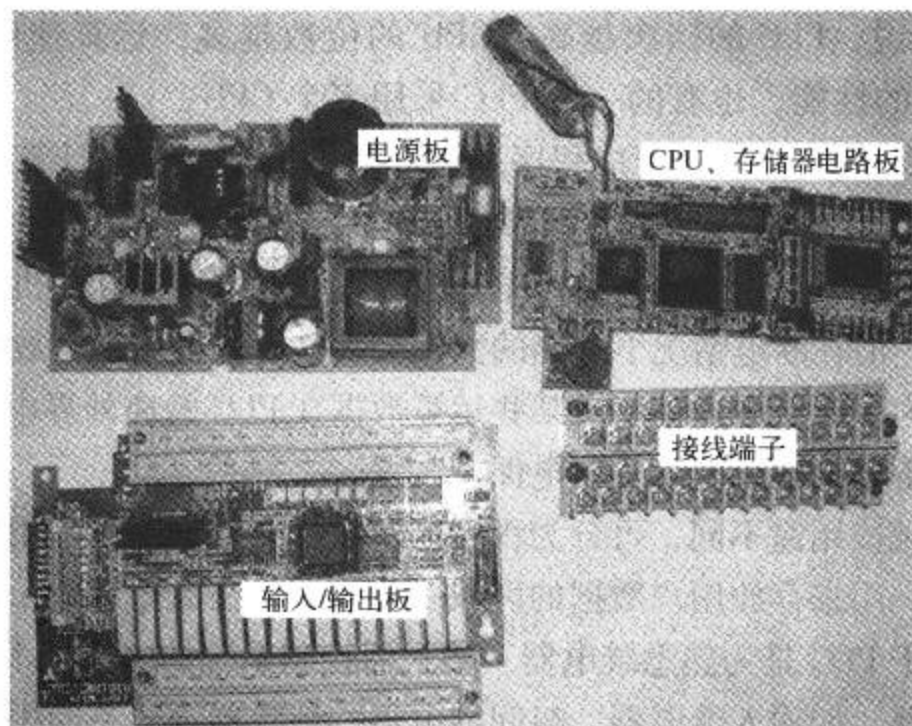


图 1-9 三菱 FX_{2N}-32MR PLC 电路板

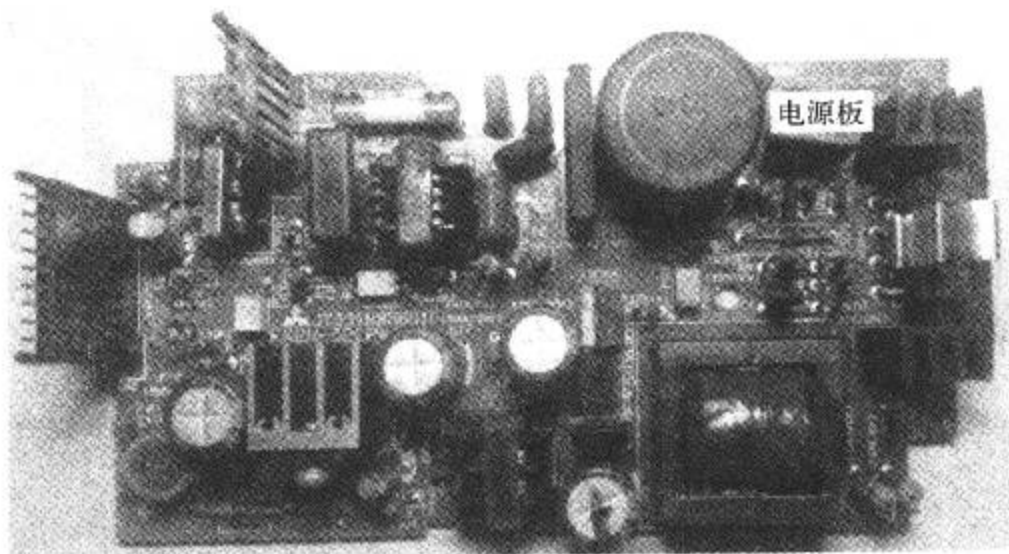


图 1-10 电源板

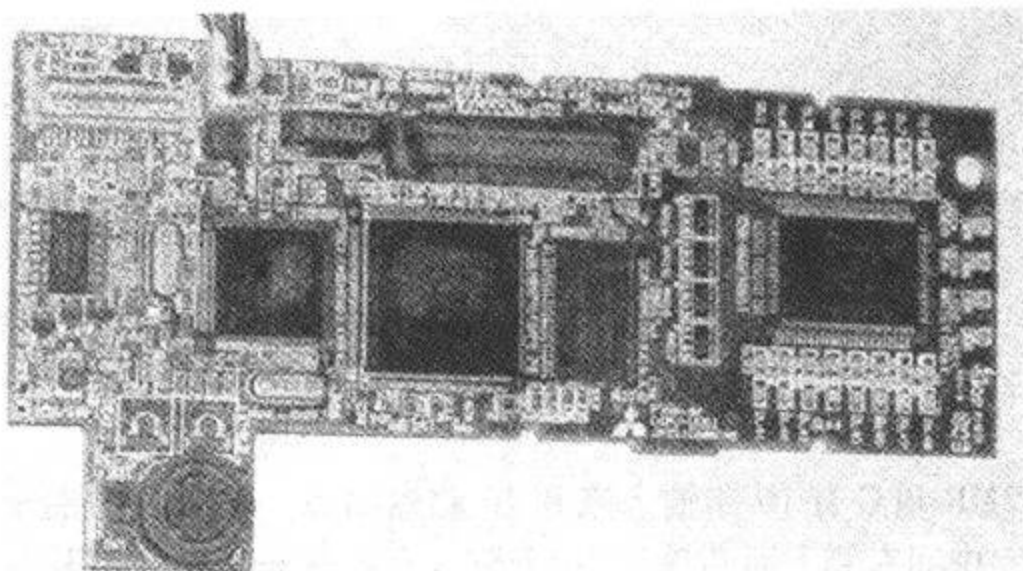


图 1-11 CPU 和存储器电路板

中央处理器是 PLC 的核心，它在系统程序的控制下，完成逻辑运算、数学运算、协调系统内部各部分工作等任务。PLC 中采用的 CPU 一般有三类：一是通用微处理器，如 80286、80386 等；二是单片机芯片，如 8051、8096 等；三是位处理器，如 AMD2900、AMD2903 等。一般来说，PLC 的档次越高，CPU 的位数越多，运算速度越快，指令功能也越强。为了提高 PLC 的性能，也有的一台 PLC 采用多个 CPU。

存储器是 PLC 存放系统程序、用户程序及运算数据的单元。与计算机一样，PLC 的存储器分为只读存储器（ROM）和随机读写存储器（RAM）两大类。只读存储器用来存放永久保存的系统程序，一般为掩膜只读存储器和可编程电改写只读存储器。随机读写存储器的特点是写入与擦除都很容易，但在断电情况下存储的数据会丢失，一般用来存放用户程序及系统运行中产生的临时数据。为了能使用户程序及某些运算数据在 PLC 脱离外界电源后仍能保持，机内随机读写存储器均配备了电池或电容等断电保持装置。

PLC 的存储器区域按用途不同，可分为程序区及数据区。程序区是用来存放用户程序的区域，一般有数千字节。用来存放用户数据的区域一般较小，在数据区中，各类数据存放的位置都有严格的划分。由于 PLC 是为熟悉继电器-接触器控制系统的电气技术人员使用的，PLC 的数据单元都叫做继电器，如输入继电器、时间继电器、计数器等。不同用途的继电器在存储区中占有不同的区域，每个存储单元有不同的地址编号。

三菱 FX_{2N}-32MR PLC 输入/输出接口电路板如图 1-12 所示。

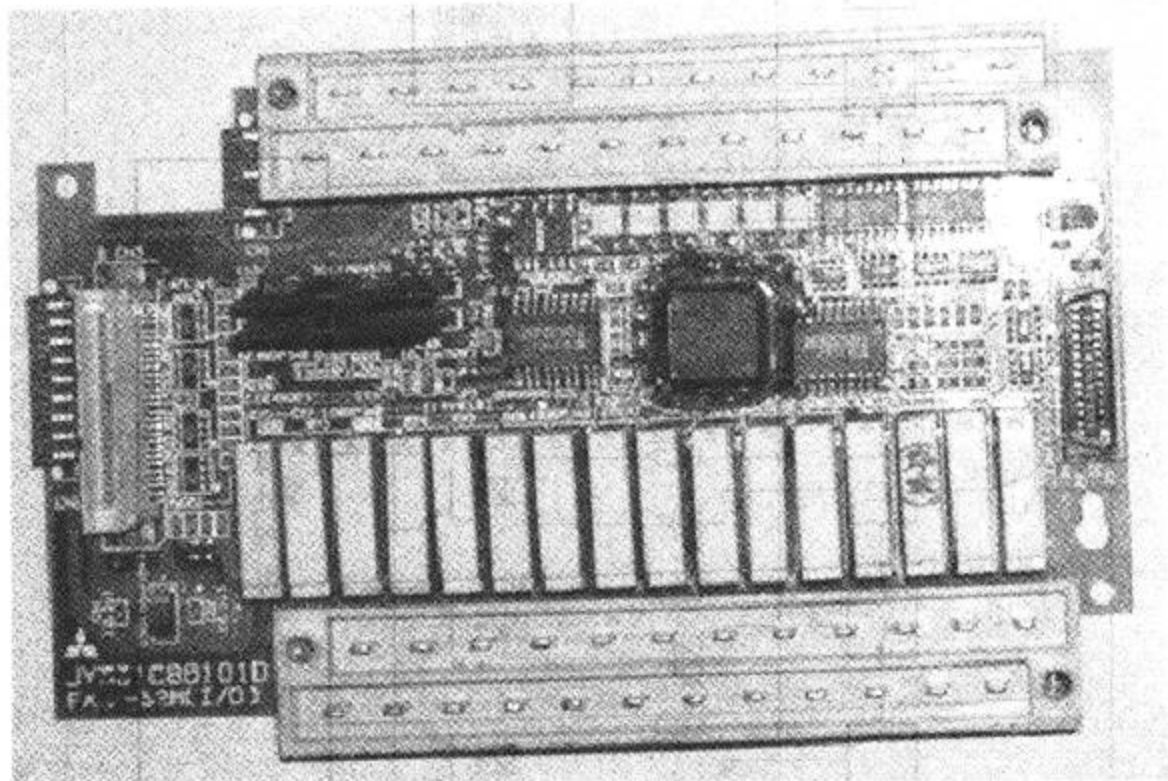


图 1-12 FX_{2N}-32MR PLC 输入/输出接口电路板

输入/输出接口是 PLC 和工业控制现场各类信号连接的部分。输入接口用来接收生产过程的各种参数。输出接口用来送出 PLC 运算后得出的控制信息，并通过机外的执行机构完成工业现场各类控制。生产现场对 PLC 接口的要求一是要有较好的抗干扰能力，二是能满足工业现场各类信号的匹配要求，因此厂家为 PLC 设计了不同的接口单元，下面作一简单介绍。

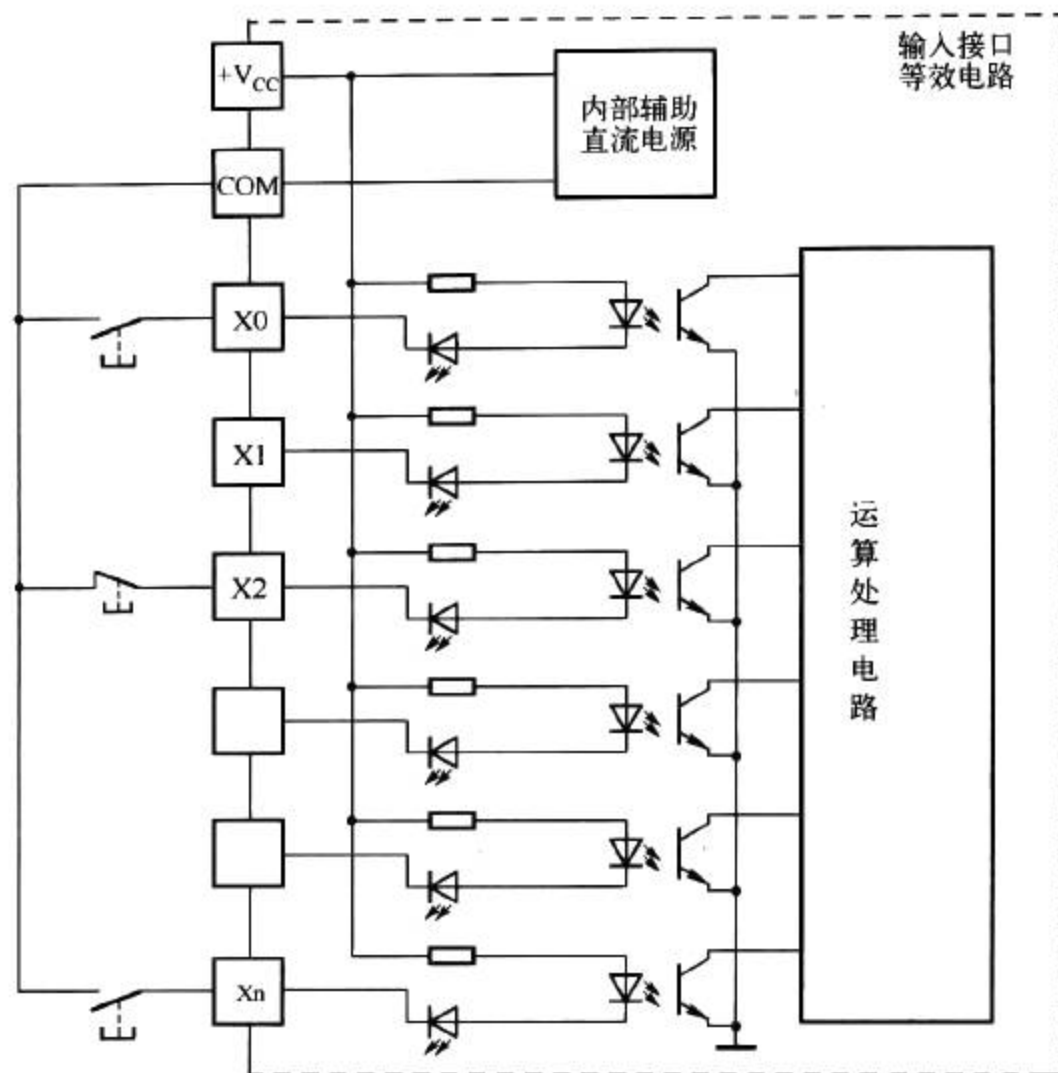
1. 开关量输入接口

开关量输入接口的作用是把现场的开关量信号变成 PLC 内部处理的标准信号。开关量输入接口按可接收的外部信号电源的类型不同，分为直流输入单元和交流输入单元，如图 1-13 所示。

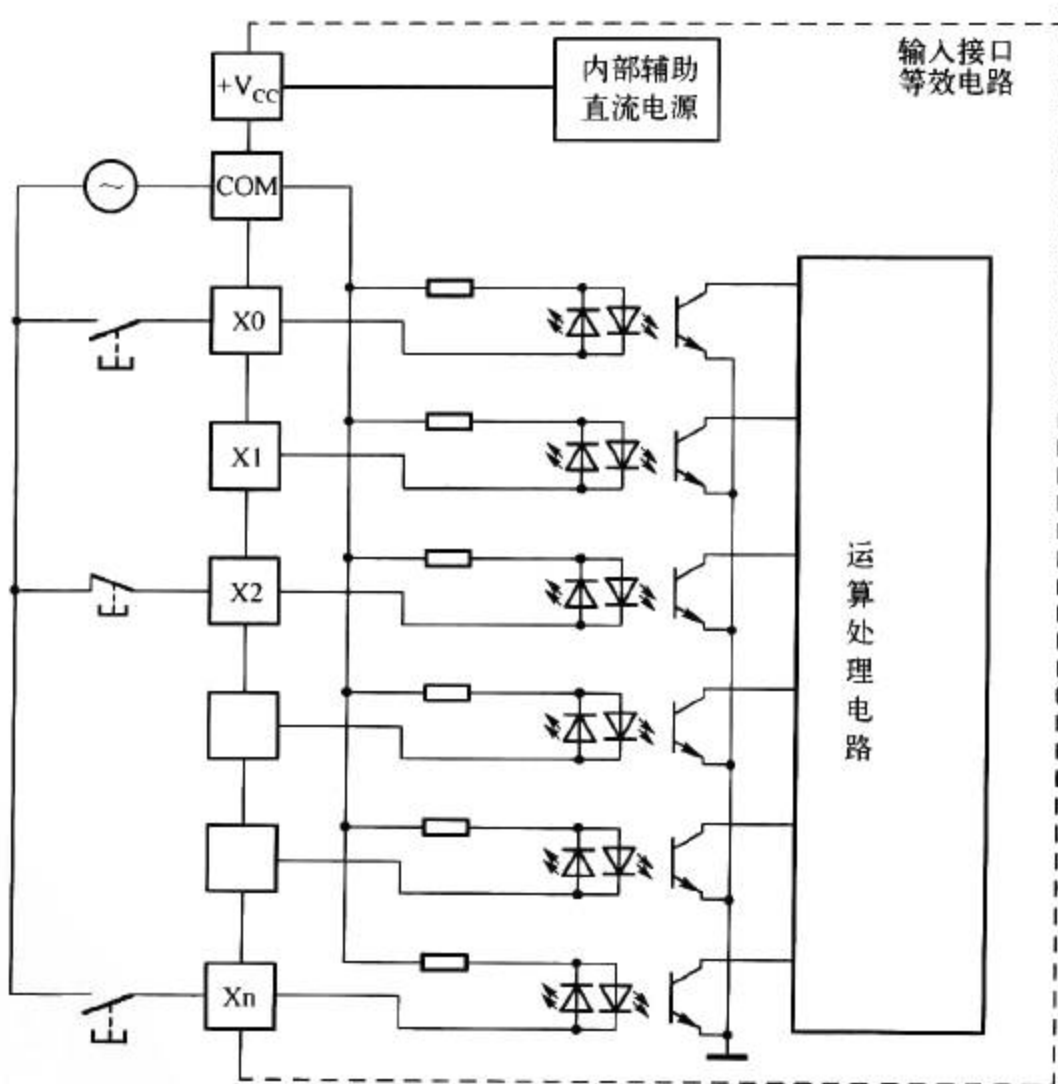
输入接口中都有滤波电路及耦合隔离电路。滤波有抗干扰的作用，耦合有抗干扰及产生标准信号的作用。图中输入口的电源部分都画在输入口外（虚线框外），这是分体式输入口的画法，在一般单元式 PLC 中输入口都使用 PLC 本身的直流电源供电，不再需要外接电源。

2. 开关量输出接口

开关量输出接口的作用是把 PLC 内部的标准信号转换成现场执行机构所需要的开关量信号。开关量输出接口内部参考电路如图 1-14 所示，其中图 (a) 为继电器输出接口、图 (b) 为晶体管输出接口，图 (c) 为晶闸管输出接口。各类输出接口中都具有光电耦合隔离电路。特别要指出的是，输出接口本身都不带电源。而且在考虑外驱动电源时，还需考虑输出器件的类型。继电器式输出接口可用于交流及直流两种电源，但接通、断开的频率低；晶体管式输出接口有较高的接通、断开频率，但只适用于直流驱动场合；晶闸管式输出接口仅适用于交流驱动场合。

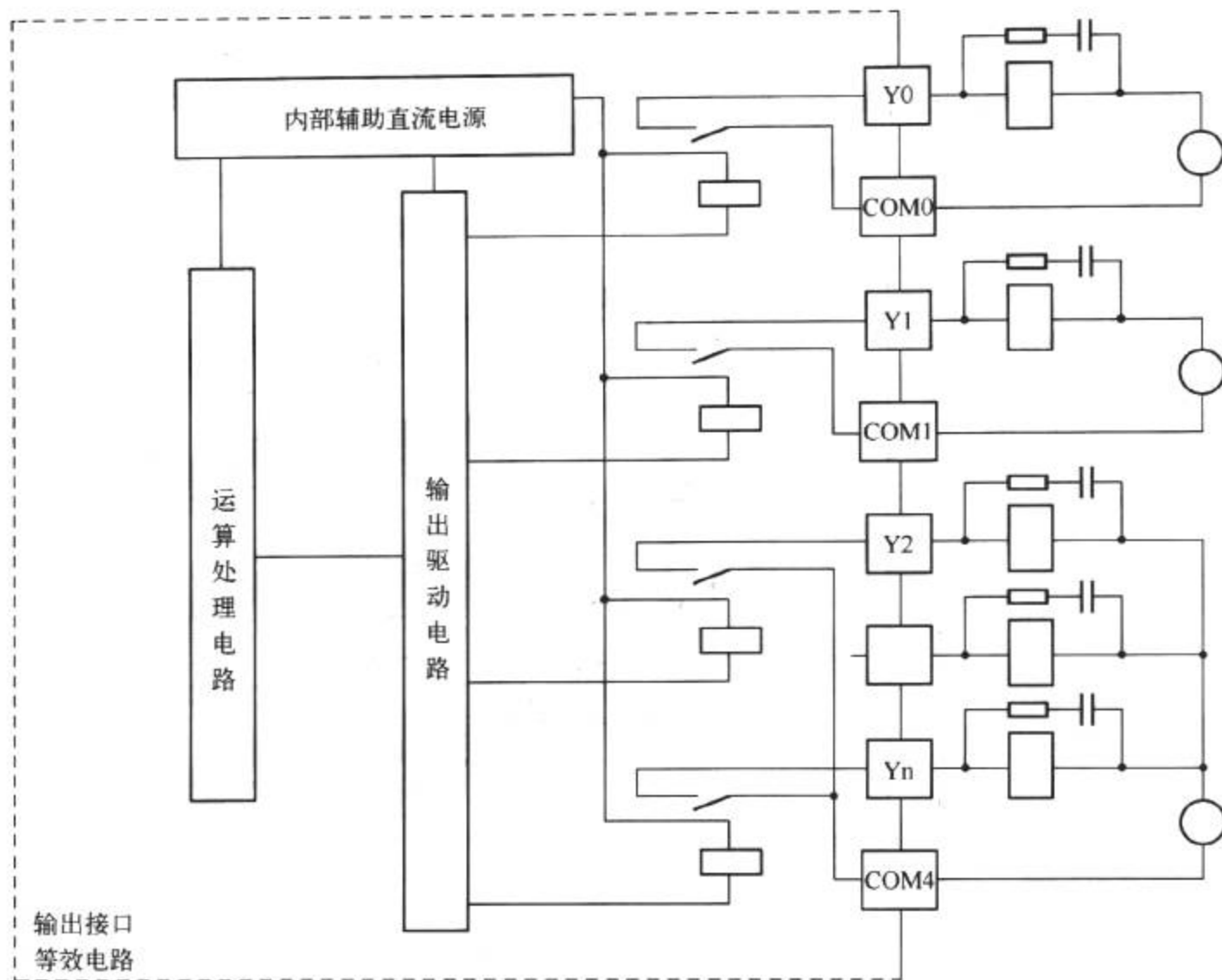


(a) 直流输入

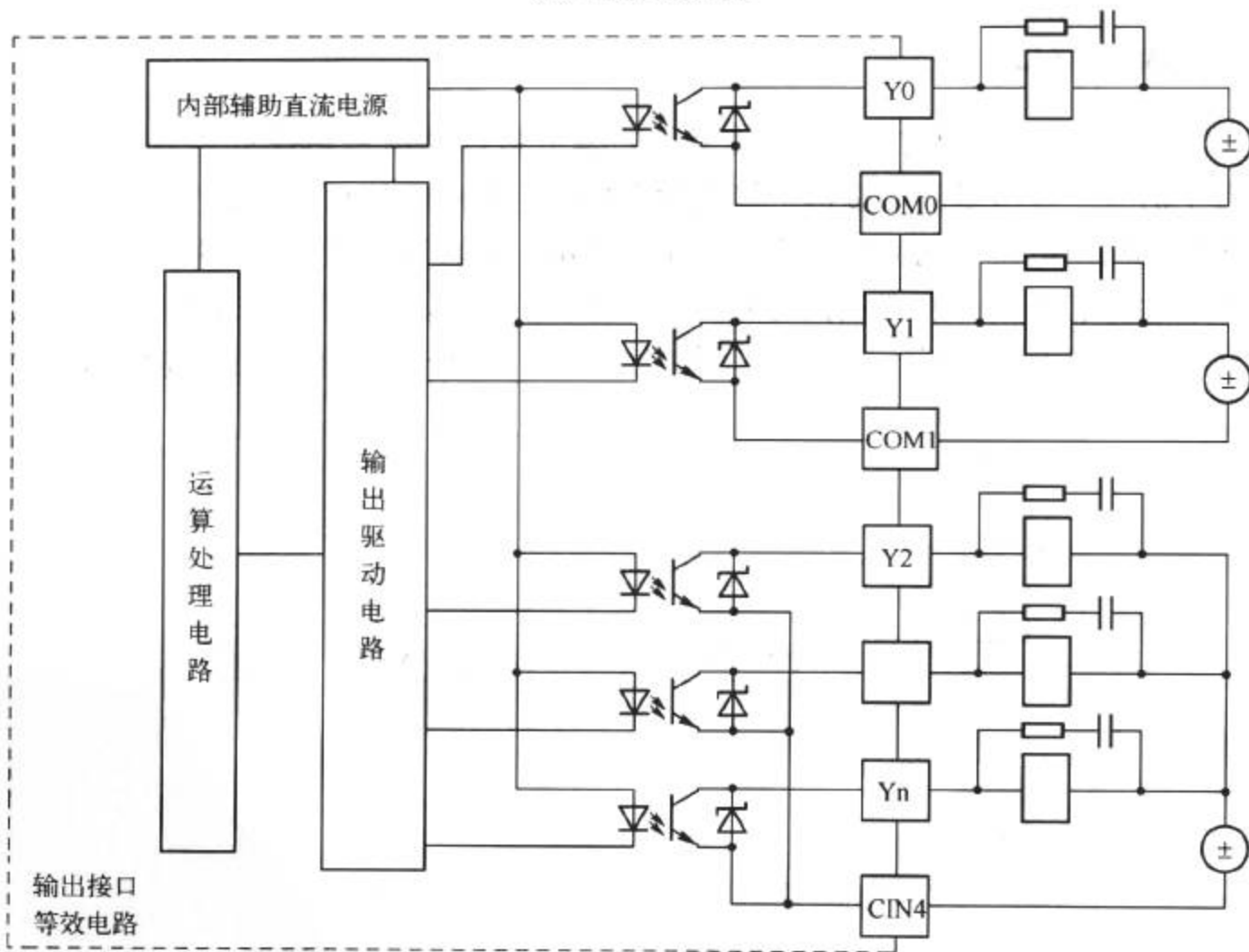


(b) 交流输入

图 1-13 开关量输入接口



(a) 继电器输出型



(b) 晶体管输出型

图 1-14 开关量输出接口

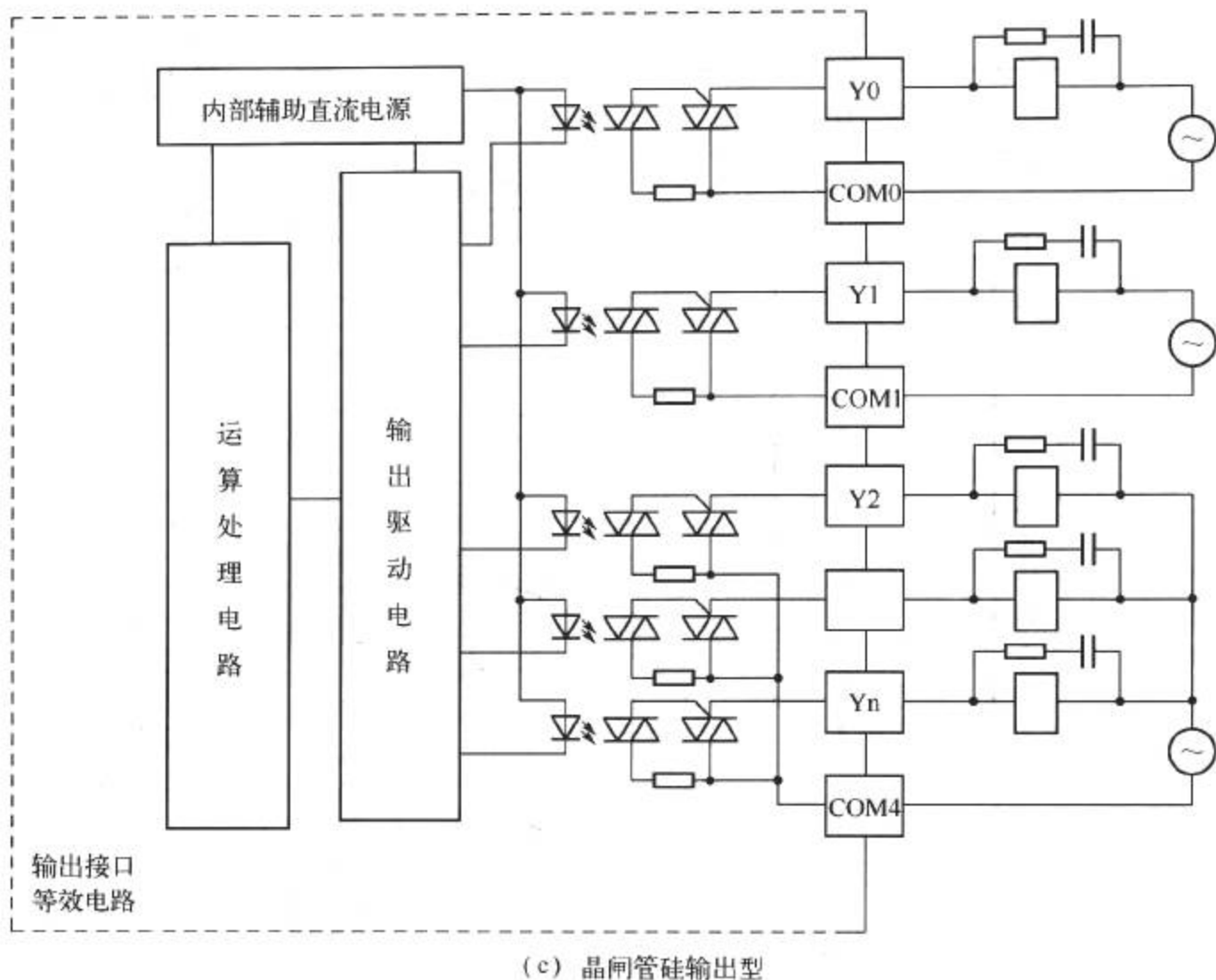


图 1-14 开关量输出接口 (续)

3. 模拟量输入接口

模拟量输入接口的作用是把现场连续变化的模拟量标准信号转换成适合 PLC 内部处理的二进制数字信号。模拟量输入接口可接收标准模拟电压或电流信号。标准信号是指符合国际标准的通用交互用电压、电流信号值，如 4 ~ 20mA 的直流电流信号、1 ~ 10V 的直流电压信号等处理后才能使用。模拟量信号输入后一般经运算放大器放大后进行 A/D 转换，再经光电耦合后为 PLC 提供一定位数的数字量信号。图 1-15 是模拟量输入接口的内部电路框图。

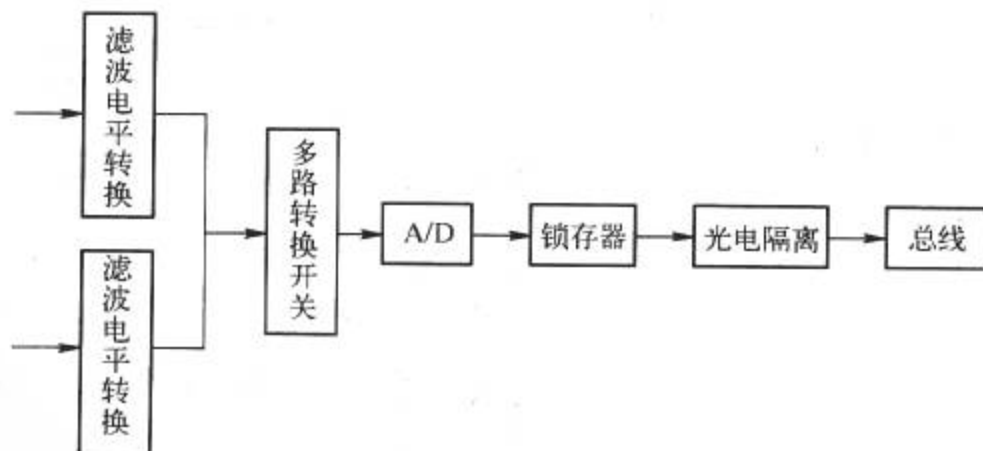


图 1-15 模拟量输入接口的内部电路框图

4. 模拟量输出接口

模拟量输出接口的作用是将 PLC 运算处理后的若干位数字量信号转换为相应的模拟量信号输出，以满足生产过程现场连续控制信号的需要。模拟量输出接口一般由光电隔离、

D/A 转换和信号驱动等环节组成，其原理框图见图 1-16。模拟量输入/输出接口一般单独安装在专门的模拟量工作单元上。



图 1-16 模拟量输出接口电路原理框图

5. 电源

PLC 的电源包括为 PLC 各工作单元供电的开关电源及为掉电保护计算机供电的后备电源，后备电源一般为电池。开关电源是将单相交流电经过整流、滤波后得到的约 310V 的直流高电压，再进行 DC/DC 变换，得到 24V 和 5V 等的低压直流电源，为 PLC 内部的 CPU 等电子线路或外部的扩展模块、传感器等提供电源。FX_{2N}-32MR PLC 的电源板如图 1-10 所示。

由上面可知，一台 PLC 的硬件主要由中央处理器（CPU）、存储器（RAM、ROM）、输入/输出器件（I/O 接口）、电源等几大部分构成，其硬件结构框图如图 1-17 所示。

PLC 对用户程序的执行过程是通过 CPU 的周期循环扫描并采用集中采样、集中输出的方式来完成。当 PLC 开始运行时，首先清除输入寄存器状态表的原有内容，然后进行自诊断，自检 CPU 及 I/O 组件，确认其工作正常后，开始循环扫描。循环扫描分为 3 个阶段，如图 1-18 所示。

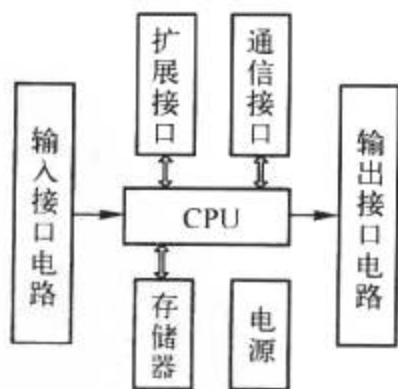


图 1-17 PLC 硬件结构框图

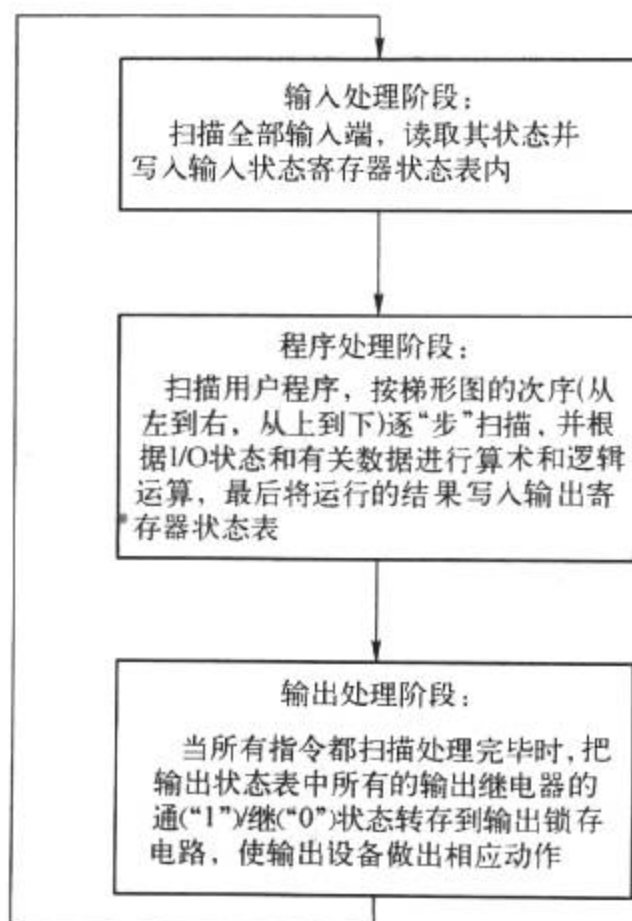


图 1-18 循环扫描 3 个阶段

每次从读入输入状态到发出输出信号的这段时间称为扫描周期。扫描周期的长短随 PLC

本身的时钟频率及用户程序的长短而有所不同，由于扫描速度很快，大约一个扫描周期通常为十到几十毫秒，对一般工业被控对象来说，扫描过程几乎是与输入同时完成的。

在一个扫描周期中，输入采样工作只在输入处理阶段进行，对全部输入端扫描一遍并记下它们的状态后，即进入程序处理阶段，此时不管输入端的状态作何改变，输入状态表不会变化，直到下一个循环的输入处理阶段才根据当时扫描到的状态予以刷新。这种集中采样、集中输出的工作方式使 PLC 在运行中的绝大部分时间实质上与外部设备是隔离的，这就从根本上提高了 PLC 的抗干扰能力，提高了可靠性。

用户程序是由程序员按照 PLC 所完成的工作任务来编写的。程序写入 PLC，并进行调试和监控是通过编程器实现的。编程器是 PLC 必不可少的外部设备，它一方面可对 PLC 进行编程或修改，另一方面又能对 PLC 的工作状态进行监控。这些内容将在后面介绍。



1.4 三菱 FX_{2N} - 32MR 可编程序控制器

三菱 FX 系列 PLC 按基本单元的工作电源和输入端子的工作电源分为 AC 电源/DC 输入型和 DC 电源/AC 输入型两种，按输出形式分为继电器输出和晶体管输出两种。本节以 AC 电源/DC 输入型、继电器输出的 FX_{2N} - 32MR - 001 为例介绍其性能。

1. PLC 的外观

FX_{2N} - 32MR - 001 型 PLC 的外观如图 1-19 所示。它具有 16 路开关量输入、16 路开关量输出（继电器型），内置 2 个高速计数器，16 个输入信号指示灯，16 个输出信号指示灯，1 个电源指示灯，1 个运行指示灯，1 个电池电压指示灯，1 个程序错误指示灯。打开右下角的小盖板便可见到编程接口和停止/运行开关。另外备有 RS - 232C/485 (422) 接口，可以和通用设备通信。将特殊适配器和功能扩展板连接到 PLC 后可进行通信操作。

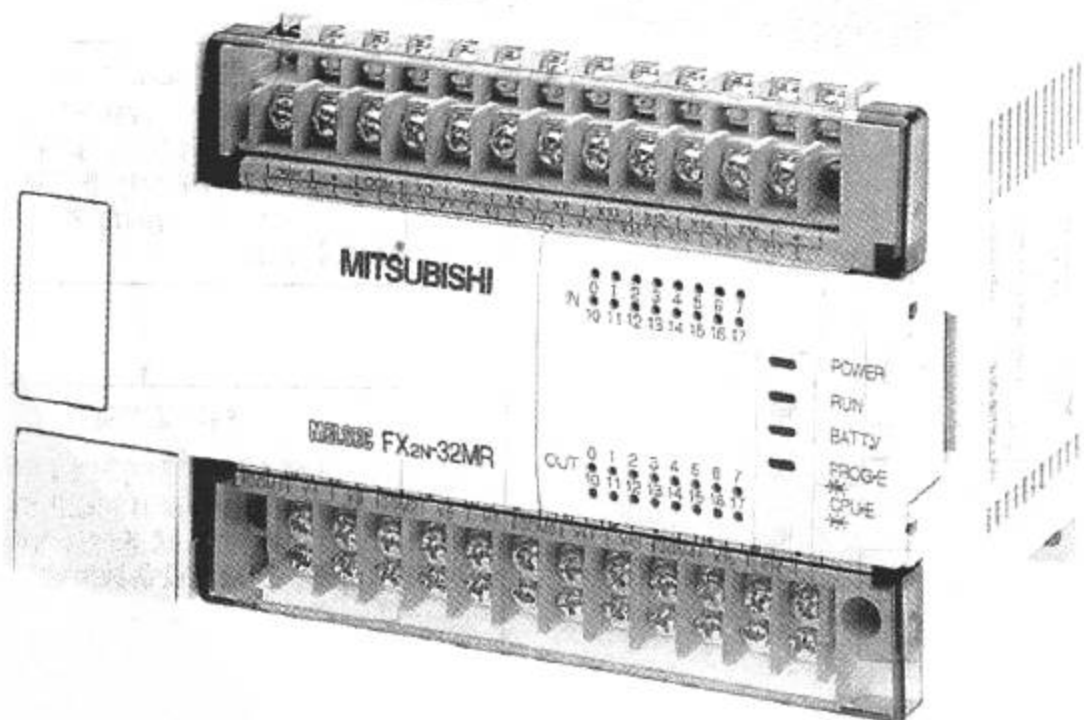
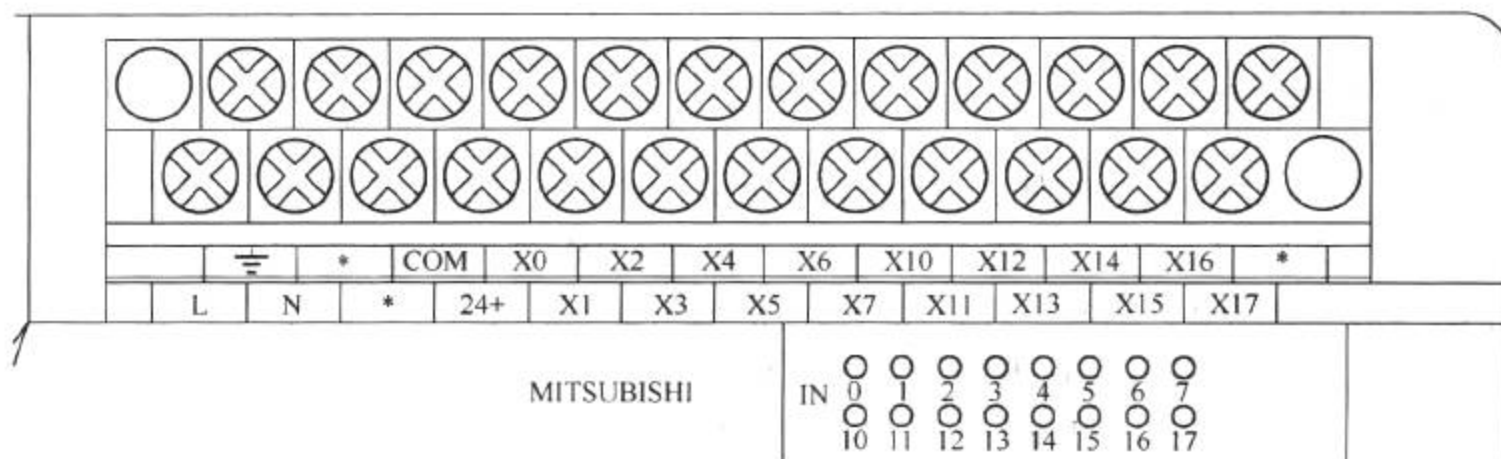
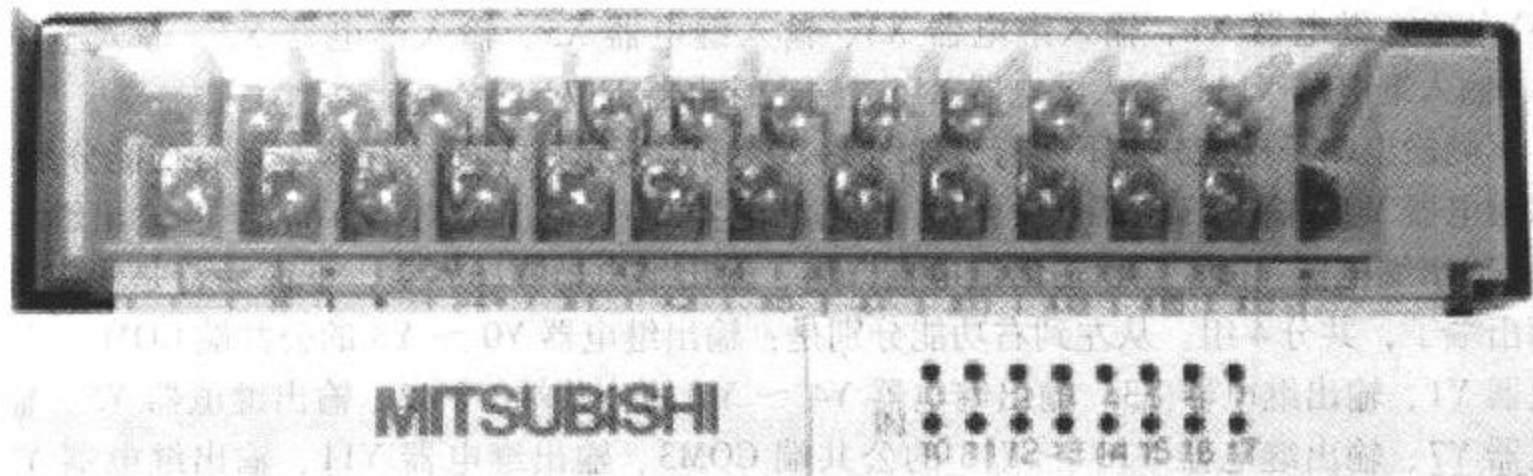


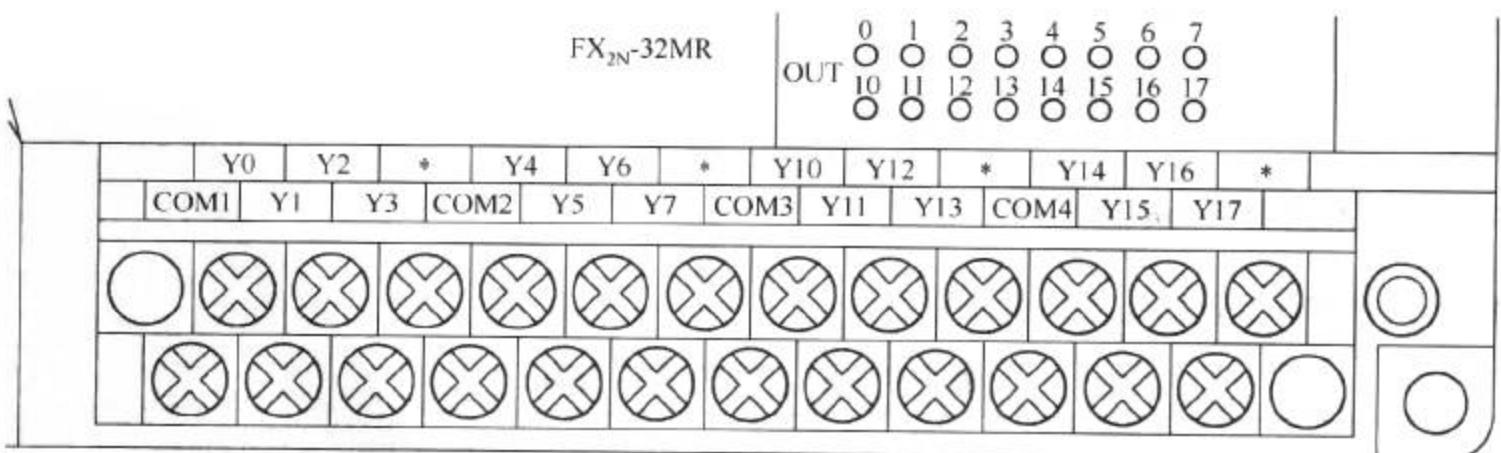
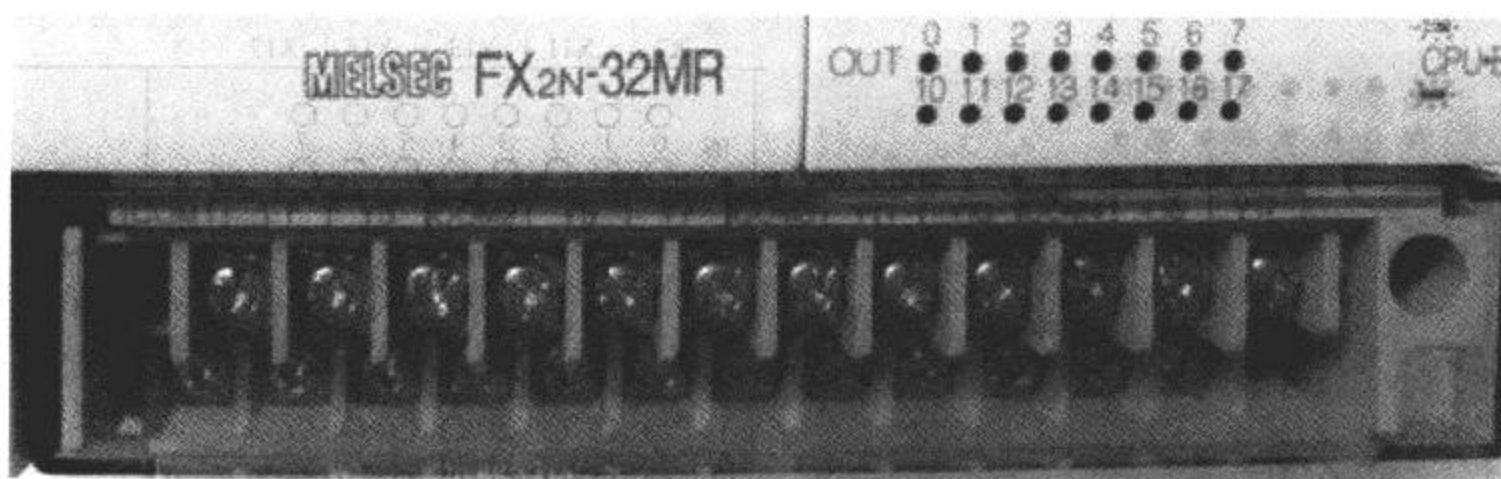
图 1-19 FX_{2N} - 32MR - 001 型 PLC 的外观图

2. 接线端子的功能

PLC 与外部电路连接的接线端子排有两行，分别位于 PLC 的上侧和下侧，端子排上面各有一个透明翻盖，打开翻盖便可进行接线，如图 1-20 所示。



(a) 输入端子排



(b) 输出端子排

图 1-20 接线端子

上侧输入端子排分上、下两行，如图 1-20 (a) 所示。上面一行从左到右的功能分别是：保护接地 GND、空、公共端子 COM、输入继电器 X0、输入继电器 X2、输入继电器 X4、输入继电器 X6、输入继电器 X10、输入继电器 X12、输入继电器 X14、输入继电器 X16、空，下面一行从左到右的功能分别是：电源相线 L、电源零线 N、空、辅助直流电源正极 +24V、输入继电器 X1、输入继电器 X3、输入继电器 X5、输入继电器 X7、输入继电器 X11、输入继电器 X13、输入继电器 X15、输入继电器 X17。

下侧输出端子排也分上下两行，如图 1-20 (b) 所示。上面一行从左到右功能分别是：输出继电器 Y0、输出继电器 Y2、空、输出继电器 Y4、输出继电器 Y6、空、输出继电器 Y10、输出继电器 Y12、空、输出继电器 Y14、输出继电器 Y16、空，下面一行是输出继电器输出端子，共分 4 组。从左到右功能分别是：输出继电器 Y0 ~ Y3 的公共端 COM1、输出继电器 Y1、输出继电器 Y3、输出继电器 Y4 ~ Y7 的公共端 COM2、输出继电器 Y5、输出继电器 Y7、输出继电器 Y10 ~ Y13 的公共端 COM3、输出继电器 Y11、输出继电器 Y13、输出继电器 Y13 ~ Y17 的公共端 COM4、输出继电器 Y15、输出继电器 Y17。

3. 指示灯的作用

指示灯位于该 PLC 的中右侧，如图 1-21 所示。其中上排是输入信号指示灯，当某个灯亮表示输入端口 X_n (n=0 ~ 7 或 10 ~ 17) 连接到 COM 端，即相应位所接输入触头闭合。下排是输出信号指示灯，当某个灯亮表示对应的输出继电器吸合。使该输出点 Y_n (n=0 ~ 7 或 10 ~ 17) 与该组输出继电器的公共端 COM_m (m=1 ~ 4) 接通。右侧的 4 个指示灯由上而下分别是电源指示灯 POWER、运行指示灯 RUN、电池电压指示灯 BATT·V 和程序出错指示灯 PROG·E。给 PLC 上电后，电源指示灯会亮；运行指示灯在闪烁，说明 PLC 在运行状态；若内部程序有错误，程序出错指示灯就亮。

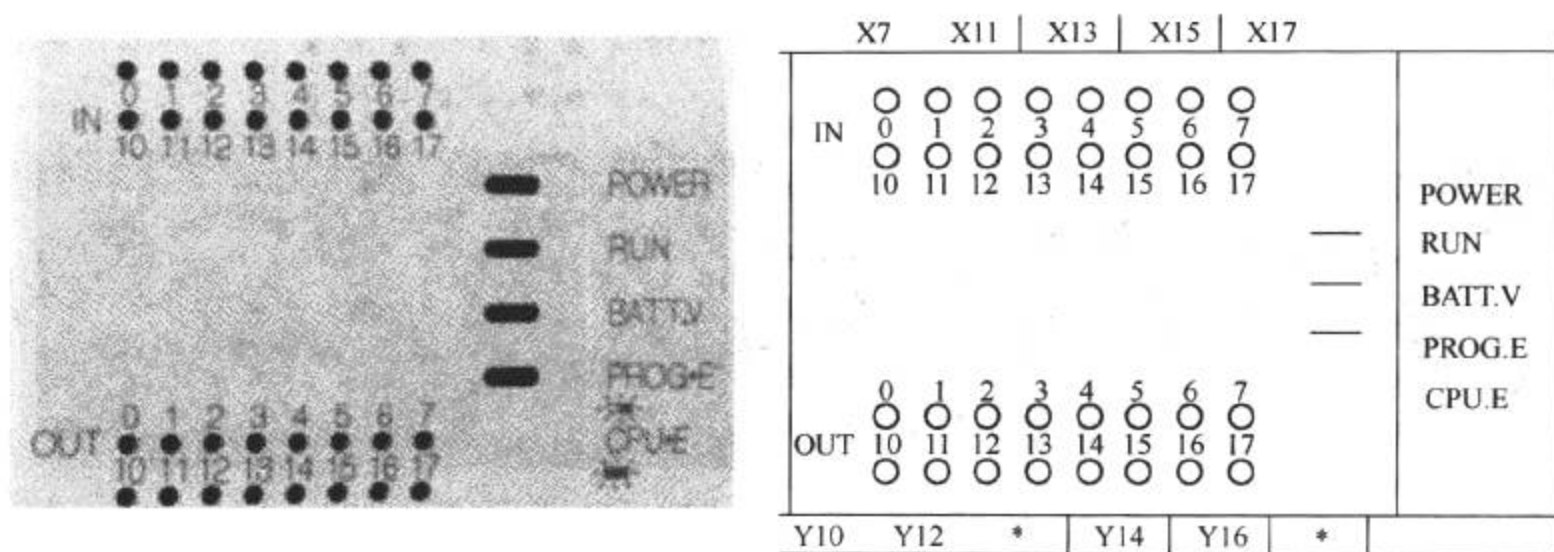


图 1-21 PLC 指示灯

4. FX_{2N} 系列 PLC 资源

FX_{2N} 系列 PLC 资源如表 1-4 所示。

表 1-4 FX_{2N} 系列 PLC 资源

项 目	性能规格
运算控制方式	对存储的程序反复扫描的方式 (专用 LSI)，中断命令
输入/输出控制方式	有批处理方式 (执行 END 指令时)，输出/输入刷新指令，脉冲捕捉功能

续表

项 目		性能规格
编程语言		指令表方式 + 步进梯形图方式 (可用 SFC 表示)
程序内存	最大内存容量	16 000 步 (包括注释、文件寄存器最大 16 000 步)
	内置存储器容量形式	有 8 000 步 RAM (备用在内置锂电池), 口令保护功能
		电池寿命约 5 年, 使用 RAM 卡盒时大约为 3 年 (保证期 1 年)
	存储盒	RAM 16 000 步 (也适用 2 000/4 000/8 000 步)
		EPROM 16 000 步 (也适用 2 000/4 000/8 000 步)
		EEPROM 4 000 步 (也适用 2 000 步)
		EEPROM 8 000 步 (也适用 2 000/4 000 步)
		EEPROM 16 000 步 (也适用 2 000/4 000/8 000 步)
		不可以使用附带确切时间时钟功能的盒子
	功能扩展存储器	PLC 版本 V3.00 以上, 可以安装 FX _{2N} -ROM-EI 型功能扩展存储器
变频器运行控制功能		
EEPROM 16 000 步 (也适用 2 000/4 000/8 000 步)		
RUN 时写入功能	有 (PLC RUN 时可以变更程序)	
实时时钟	时钟功能	内置 (不可以使用带实时时钟功能的存储盒)
		1980—2079 年 (有闰年修正), 可以切换公历 2 位/4 位
指令的种类	顺控、步进梯形图	顺控指令: 27 个, 步进梯形图指令: 2 个
	应用指令	132 种 309 个
运算处理指令	基本指令	0.08 μs/指令
	应用指令	1.52 - 数 100 μs/指令
输入/输出计数	扩展合用时输入计数	Y000 - Y267 184 点 (八进制编号)
	扩展合用时输出计数	Y000 - Y267 184 点 (八进制编号)
	扩展合用时合计计数	256 点
输入/输出规格		取决于输入规格及输出规格
辅助继电器	一般用 ^①	M0 ~ 499 500 点
	保持用 ^②	M500 ~ M1023 524 点
	保持用 ^③	M1024 ~ M3071 2048 点
	特殊用	M8000 ~ M8255 256 点
状态	初始状态	S0 ~ S9 10 点
	一般用 ^①	S10 ~ S499 490 点
	保持用 ^②	S500 ~ S899 400 点
	信号指示用 ^③	S900 ~ S999 100 点
定时器 (ON 延迟)	100ms	T0 ~ T199 200 点 (0.1 ~ 3, 276.7s)
	10ms	T200 ~ T245 46 点 (0.01 ~ 327.67s)
	1ms 累计型	T246 ~ T249 4 点 (0.001 ~ 32.767s)
	100ms 累计型	T250 ~ T255 6 点 (0.1 ~ 3, 276.7s)

续表

项 目		性能规格
计数器	16 位增计数	C0~C99 100 点 (0~32.767 计数)
	16 位增计数	C100~C199 100 点 (0~32.767 计数)
	32 位双计数向	C200~C219 20 点 (-2 147 483 648~+2 147 483 647 计数)
	32 位双计数向	C220~C234 15 点 (-2 147 483 648~+2 147 483 647 计数)
	32 位高速双方向	C235~C255 [1 相] 60kHz/2 点, 10kHz/4 点, [2 相] 30kHz/1 点, 5kHz/1 点
数据寄存器 (反对使用时为 32 位)	16 位通用	D0~D199 200 点
	16 位保持用	D200~D511 312 点
	16 位保持用	D512~D7999 7468 点 (根据参数设定, 从 D1000 开始可以以 500 点为单位设定文件寄存器)
	16 位特殊用	D8000~D8196 106 点
	16 位变址	V0~V7 Z0~Z7 16 点
指针	JAMP. CALL 分支用	P0~P127 128 点
	输入中断, 定时器中断	I0~I8 9 点
	计数器中断	I010~I060 50 点
嵌套	主控用	N0~N7 8 点
常数	十进制数 (K)	16 位: -32.768~+32.767 32 位: -2 147 483 648~+2 147 483 647
	十六进制数 (H)	16 位: 0~FFFF 32 位: 0~FFFFFFFF

注: ① 非备用电池保存区域。通过参数设定, 可以变更为备用电池保存区域。

② 备用电池保存区域。通过参数设定, 可以变更为非备用电池保存区域。

③ 备用电池固定区域。不可以改变区域特性。

1) 输入点 X PLC 的输入继电器数即输入端子就是其输入点, 是接收 PLC 外部信号的窗口。各输入点与 PLC 内部通过光电耦合器等接口电路连接至其 CPU。输入点通常被称为输入继电器, 其标号与输入端子的编号一致, 但它没有线圈, 只有常开和常闭两种触头。在编制程序时触头的使用次数不受限制。

FX_{2N}-32MR 本身的基本输入点只有 16 点, 其编号为 X000~X017 (八进制数)。FX_{2N} 系列的扩展数量是 184 点, 标号范围是 X000~X287 (八进制数)。其中主单元为 X000~X017, 扩展单元为 X020~X287 (八进制数)。

2) 输出继电器 Y PLC 的输出继电器即输出端子就是其输出点, 是 PLC 向外部发送信号的窗口。各输出点由 PLC 内部的 CPU 通过光电耦合器等接口电路向外部提供信号, 常见的有继电器触点、晶体管、晶闸管、模拟量等输出。同样输出点也被称为输出继电器, 其标号与输出端子的编号一致。输出点既有线圈, 又有触头, 触头也分常开和常闭两种, 在编制程序时触头的使用次数不受限制。

FX_{2N}-32MR 是继电器输出型 PLC, 其本身的基本输出点只有 16 点, 编号为 Y000~Y017 (八进制数)。FX_{2N} 系列的扩展数量是 184 点。标号范围是 Y000~Y287 (八进制数), 其中主单元为 Y000~Y017, 扩展单元为 Y020~Y287 (八进制数)。

3) 辅助继电器 PLC 内部的辅助继电器又称中间继电器, 它与 PLC 的输入点或输出点没有任何的联系。辅助继电器与输出继电器一样, 既有线圈又有常开和常闭触头。在编制程序时触头的使用次数不受限制, 但通过编制程序, 辅助继电器可以受输入点的控制, 或由辅助继电器的触头去控制输出继电器的状态。辅助继电器有两类: 一般用和掉电保持用。

FX_{2N}系列 PLC 一般用辅助继电器的数量有 500 点, 标号范围是 M0 ~ M499 (十进制数)。掉电保持用辅助继电器的数量有 2572 点, 标号范围是 M500 ~ M3071 (十进制数)。

4) **状态继电器 S** PLC 的状态继电器是构成状态转移图的重要软元件, 通常与步进顺序控制指令组合使用。FX_{2N}系列 PLC 的数量有 1000 点, 标号范围是 S0 ~ S999 (十进制)。

5) **时间继电器 T** PLC 内部的时间继电器是根据时钟脉冲的累计形式, 当所计时间达到设定值时其输出触头动作。时钟脉冲通常有 1ms、10ms、100ms 3 种, 定时长短可以根据所选时间继电器的时钟脉冲和常数 K 的值两者来确定。

FX_{2N}系列 PLC 时间继电器的数量有 256 点, 标号范围是 T0 ~ T255 (十进制)。其中:

(1) 100ms 非累计有 200 点, 标号范围 T0 ~ T199;

(2) 10ms 非累计有 46 点, 标号范围 T200 ~ T245;

(9) 10ms 累计有 4 点, 标号范围 T246 ~ T249;

(4) 100ms 累计有 6 点, 标号范围 T250 ~ T255。

6) **计数器 C** FX_{2N}系列 PLC 计数器的数量有 256 点, 标号范围是 C0 ~ C255 (十进制)。其中:

(1) 16 位增计数 200 点, 标号范围 C0 ~ C199 (十进制);

(2) 32 位双向计数 35 点, 标号范围 C200 ~ C234 (十进制);

(9) 32 位高速双向计数 1 相 60kHz 2 点、10kHz 4 点, 或 2 相 30kHz 1 点、5kHz 1 点, 标号范围 C235 ~ C255 (十进制)。

7) **数据寄存器 D** FX_{2N}系列 PLC 数据寄存器的数量有 256 点, 标号范围是 D0 ~ D255 (十进制)。其中:

(1) 16 位通用 200 点, 标号范围 D0 ~ D199 (十进制);

(2) 16 位保持用 7800 点, 标号范围 D200 ~ D7999 (十进制);

(9) 16 位特殊用 106 点, 标号范围 D8000 ~ D8195 (十进制)。

8) **变址寄存器 V 和 Z** 变址寄存器的作用是能够与其他软元件或数值组合使用, 从而动态地修改软元件编号或数值内容。FX_{2N}系列 PLC 的变址寄存器有 V 和 Z 两个共 16 点, 其标号范围为 V0 ~ V7 和 Z0 ~ Z7。

9) **程序位置指针 P** FX_{2N}系列 PLC 的指针点数有 128 个, 标号范围是 P0 ~ P127, 标号为十进制。

10) **十进制常数标记 K 和 H** 标号 K 后的常数为十进制常数; 标号 H 后的常数为十六进制常数, 如 H10 = K16。

11) 特殊软元件

M8000: 程序运行时 ON。

M8002: 程序开运行第一个扫描周期时 ON。

M8020: 零标志。

M8021: 借位标志。

M8022: 进位标志。



1.5 编程软件的基本操作



三菱类 PLC 的编程软件有好几个版本, 如早期的 FXGP/DOS 或 FXGP/WIN - C, 以及前一

段时间用的 GPP For Windows 或现在常用的 GX Developer (简称 GX)。其中 FXGP/WIN 编程软件有两种版本:复制版 V3.00 和安装版 V3.30。这两种版本编程软件的使用方法相同。复制版顾名思义就是只要把该文件夹复制到硬盘上即可使用;而安装版只能将该软件安装到硬盘上才可使用。这两种编程软件都是应用于 FX 类 PLC 的中文编程软件,可在 Windows 9x、Windows 2000 或 Windows XP 操作系统上运行。本节介绍这两种常用编程软件及其基本操作。



1.5.1 虚拟元件的图形

在编程软件中,各种虚拟元件都有相应的图形符号,编程软件的版本不同其图形符号相同,但使用的快捷键会有所不同。下面以 FXGP/WIN - C 版本软件为例进行介绍。


1) 触头 在编程软件中,表示触头的梯形图按其状态分有两种形式:常开和常闭。按其在图中的连接形式分有两种:串联和并联。


(1) 常开触头:常开触头的梯形图有两种,串联常开  和并联常开  (快捷键分别是功能键“F5”和“Shift + F5”,下同)。凡是 PLC 内部具有常开触头的虚拟元件都可以使用这两个图形来表示。当触头的代号是“Xnnn”时,表示的是输入继电器的常开触头;当触头的代号是“Ynnn”时,表示的是输出继电器的常开触头;当触头的代号是“Mnnn”时,表示的是辅助继电器的常开触头;当触头的代号是“Tnnn”时,表示的是定时继电器的常开触头;当触头的代号是“Cnnn”时,表示的是计数器的常开触头。

在通常情况下动合触头是断开的,俗称“常开”触头。对于输入继电器,若输入端子上连接的外部触点闭合时,输入继电器动作,其常开触头闭合。对于输出继电器或辅助继电器,若其“线圈”被驱动,则输出继电器或辅助继电器动作,其常开触头闭合。对于定时器,当其“线圈”被驱动、定时器开始计时并达到设定值时触头动作,其常开触头闭合。



(2) 常闭触头:常闭触头的梯形图也有两种,串联常闭  和并联常闭 。凡是 PLC 内部具有常闭触头的虚拟元件都可以使用这两个图形来表示。当触头的代号是“Xnnn”时,表示的是输入继电器的常闭触头;当触头的代号是“Ynnn”时,表示的是输出继电器的常闭触头;当触头的代号是“Mnnn”时,表示的是辅助继电器的常闭触头;当触头的代号是“Tnnn”时,表示的是定时继电器的常闭触头;当触头的代号是“Cnnn”时,表示的是计数器的常闭触头。





常闭触头在通常情况下触头是闭合的。对于输入继电器,若输入端子上连接的外部触点闭合时,输入继电器动作,其常闭触头断开。对于输出继电器或辅助继电器,若其“线圈”被驱动,则输出继电器或辅助继电器动作,其常闭触头断开。对于定时器,当其“线圈”被驱动、定时器开始计时并达到设定值时触头动作,其常闭触头断开。


2) 线圈 在编程软件中表示继电器线圈的梯形图是 。不管是辅助继电器、输出继电器还是定时器的线圈都使用这个梯形图。继电器的类型由输入的文字代号来确定。当线圈的代号是“Ynnn”时,表示的是输出继电器的线圈;当线圈的代号是“Mnnn”时,表示的是辅助继电器的线圈;当线圈的代号是“Tnnn”时,表示的是定时继电器的线圈;当线圈的代号是“Cnnn”时,表示的是计数器的线圈。

3) 应用指令 应用指令的梯形图为 。不管是哪种应用指令都使用这个梯形图,应用指令的具体功能由梯形图符号中的运算符或代号所体现。例如, $[>= \quad T201 \quad K25 \quad]$ 为

应用指令中的触头比较指令，[CMP D0 K0 M0]为应用指令中的比较指令。

4) 连接线 在编程软件中绘制梯形图时，元件之间的连接线有水平连接线（横线）和垂直连接线（竖线）两种，其梯形图分别为和，分别用于水平连接和垂直连接。

5) 取脉冲沿 取元件动作的脉冲沿梯形图有两种：上升沿和下降沿。每种取法在图中的连接又有串联和并联两种方式，故共有4个梯形图。其梯形图符号分别为：取上升沿串联、取下降沿串联、取上升沿并联、取下降沿并联。


6) 运算结果取反 运算结果取反的梯形图符号是，用于对前面运行的结果进行取反后输出。

1.5.2 FXGP/WIN - C 编程软件

SWOPC - FXGP/WIN - C 编程软件，对计算机的配置要求比较低，只要在该软件支持的操作系统 Windows 9x、Windows 2000 或 Windows XP 上就能运行（书中单击或双击均指鼠标左键，除非特别指出用鼠标右键）。

在 SWOPC - FXGP/WIN - C 环境中，我们可以通过梯形图符号、指令语言或 SFC 符号来创建程序，还可以在程序中加入中文、英文注释，该软件还能够监控 PLC 运行时的动作状态和数据变化情况，而且还具有程序和监控结果的打印功能。总之，SWOPC - FXGP/WIN - C 编程软件为用户提供子程序录入、编辑和监视手段，是一款功能较强的基于计算机的 PLC 编程软件。

1. FXGP/WIN - C 的初始界面

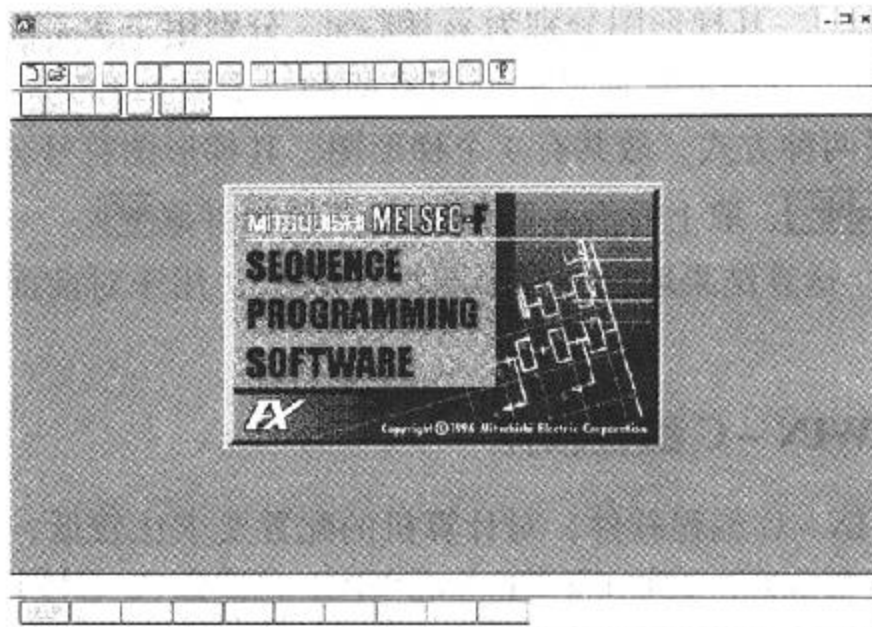
打开存放编程软件的文件夹“FXGPWIN”，找到程序文件“FXGPWIN_EXE”，双击该文件的图标。桌面出现启动界面，如图 1-22 (a) 所示；数秒后中间的软件标志消失，完成启动，初始界面如图 1-22 (b) 所示。

初始界面中从上到下是“标题栏”、“下拉菜单栏”、“工具栏”、“工作空间”、“状态栏”、“功能键栏”，如图 1-23 所示。图中三个下拉菜单上的命令和两个快捷按钮如图 1-24 所示；工具栏上只有两个按钮是黑色可用的，分别是“新文件”和“打开”按钮，其他都是灰色暂不可用的。若要退出“FXGP/WIN-C”系统，只需单击“文件”菜单，如图 1-24 (a) 所示，选择“退出”命令即可。

2. 创建新建文件

在如图 1-22 (b) 所示的初始界面上，单击“文件”菜单，在弹出的下拉菜单中选择“新文件”，如图 1-25 所示；或直接单击快捷按钮“新文件”，如图 1-24 (d) 所示。桌面出现“PEC 类型设置”对话框，在对话框中单击“FX2N/FX2NC”，使其前面的单选框中出现一个黑点，如图 1-26 所示。设置完后单击“确认”按钮，桌面如图 1-27 所示。接着把新建的文件另存为“实训”，方法如下：单击“文件”下拉菜单，在菜单上选择“另存为...”，如图 1-28 所示；在“File Save As”对话框中设置好存放文件的驱动器、文件夹和文件名，其中对话框中“驱动器”下的文本框中选择驱动器、“文件夹”下的路径框中设定文件夹、“文件名”下的文本框中输入文件名“实训”（注意，后缀不能改），再单击“确定”按钮，如图 1-29 所示。在弹出对话框的“文件题头名”下的文本框内同样输入“实

训”，如图 1-30 所示，最后单击“确认”按钮。新建文件保存完毕后的编程界面如图 1-31 所示，下面就可以进入程序录入操作了。



(a) 启动界面



(b) 初始界面

图 1-22 启动及初始界面

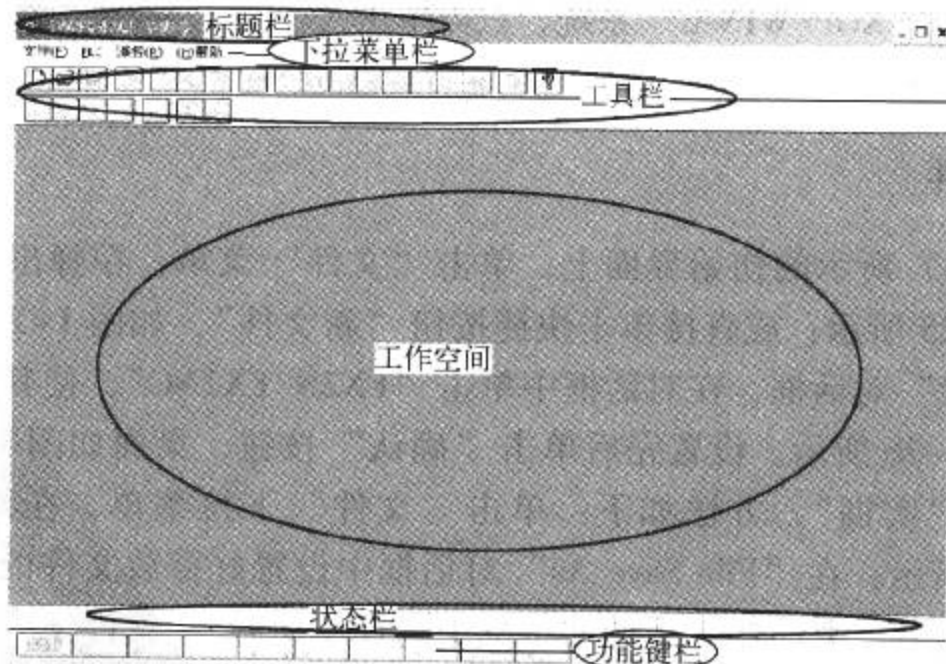


图 1-23 初始界面说明

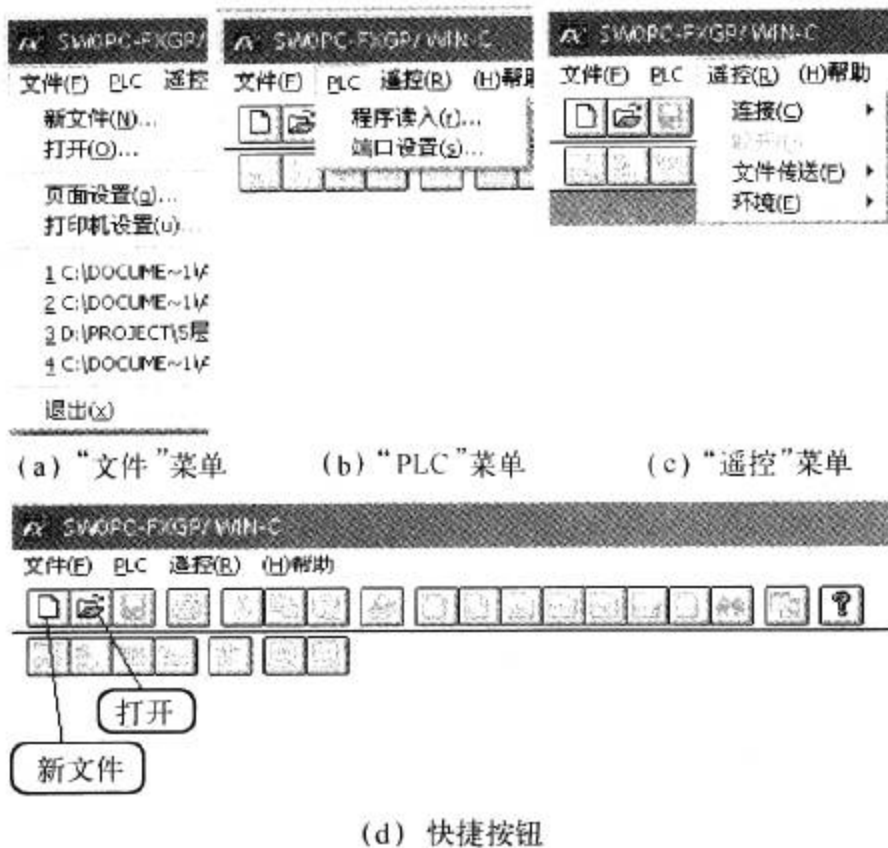


图 1-24 下拉菜单和快捷按钮

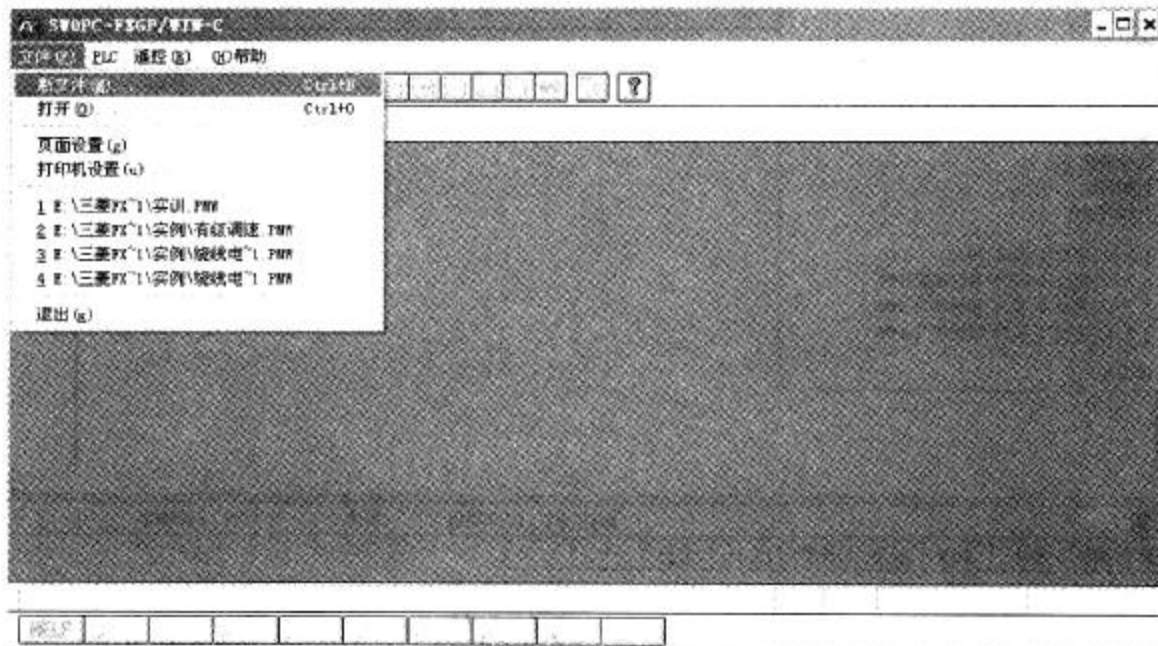


图 1-25 创建新文件

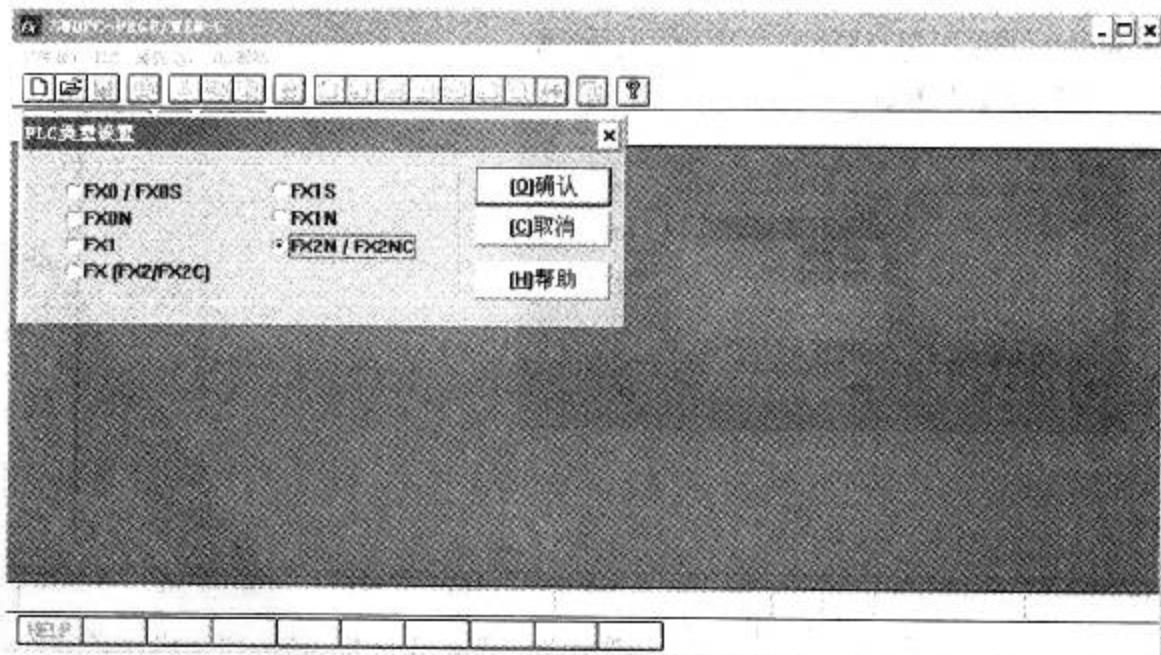


图 1-26 设置 PLC 类型

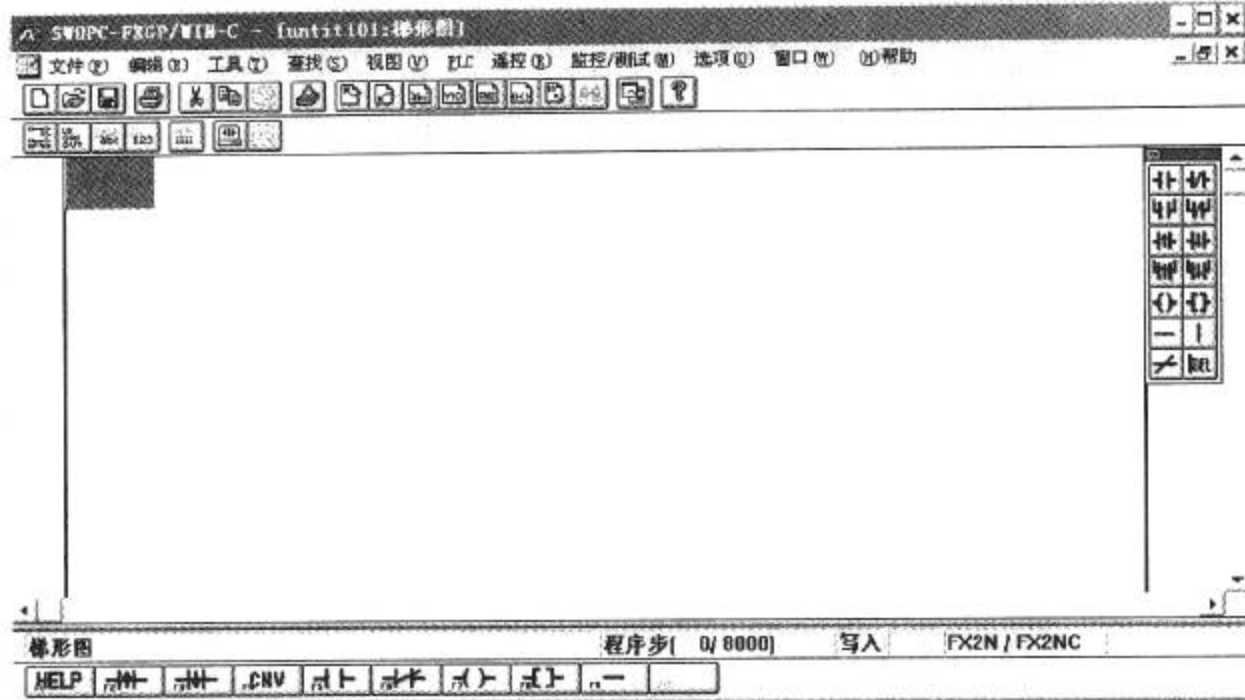


图 1-27 编程桌面

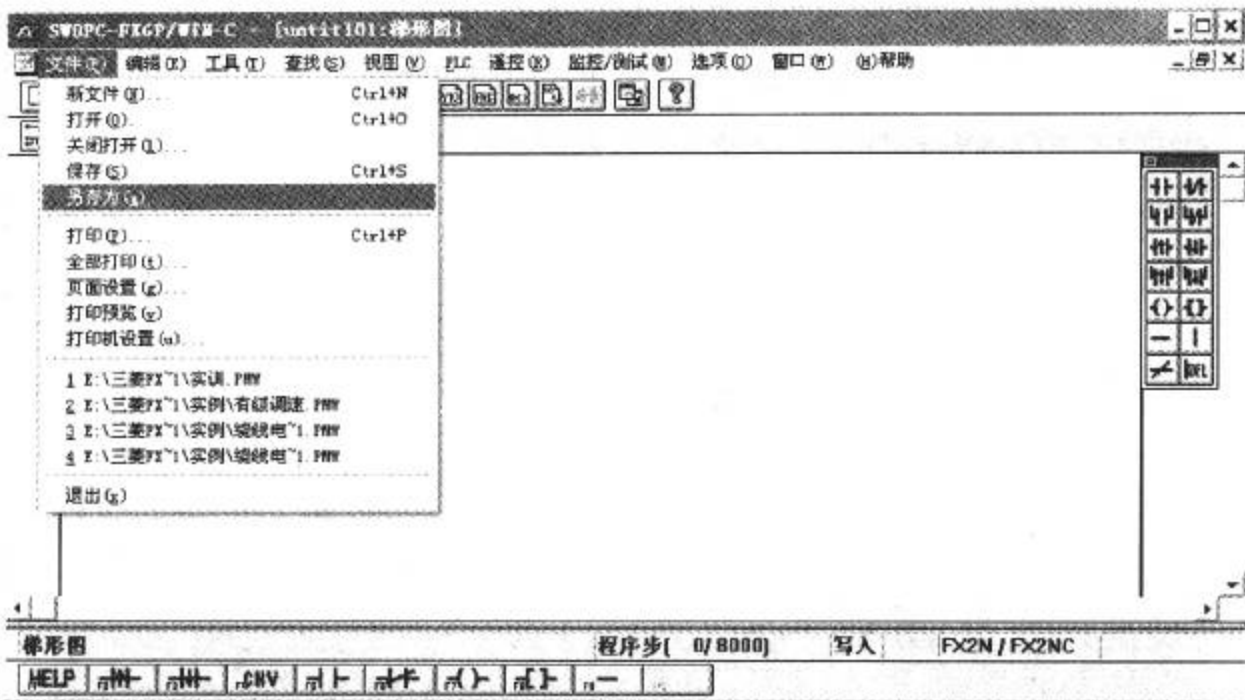


图 1-28 另存文件

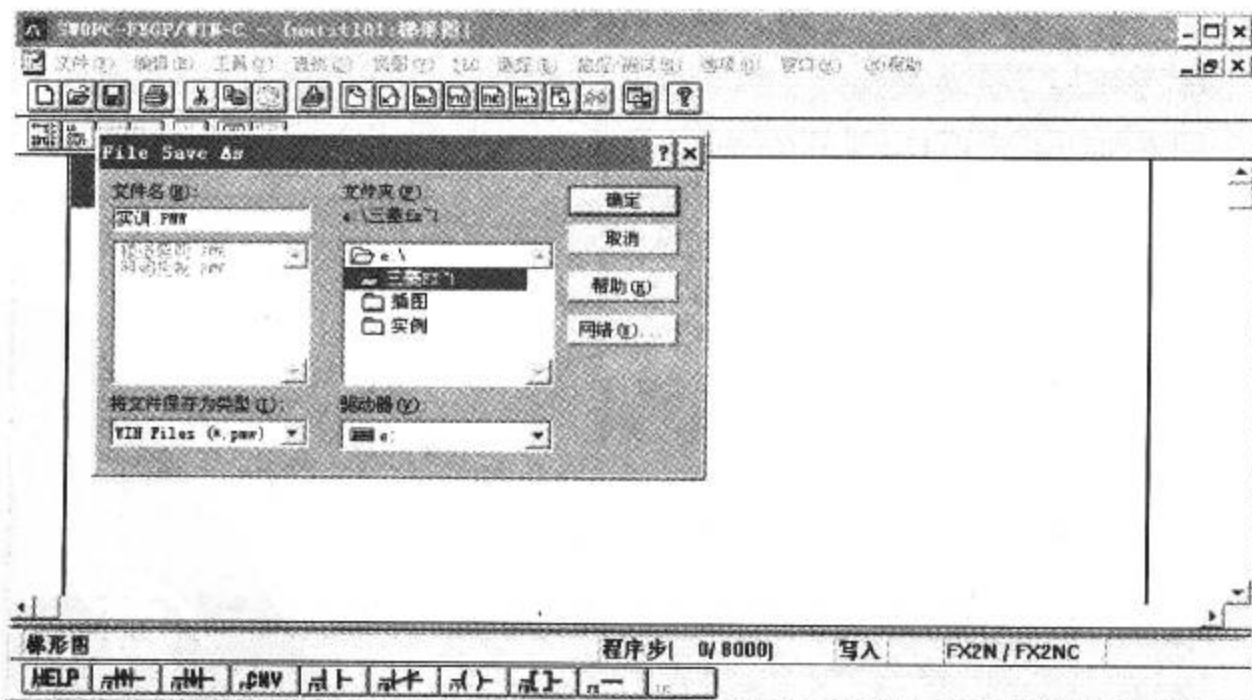


图 1-29 另存文件设置

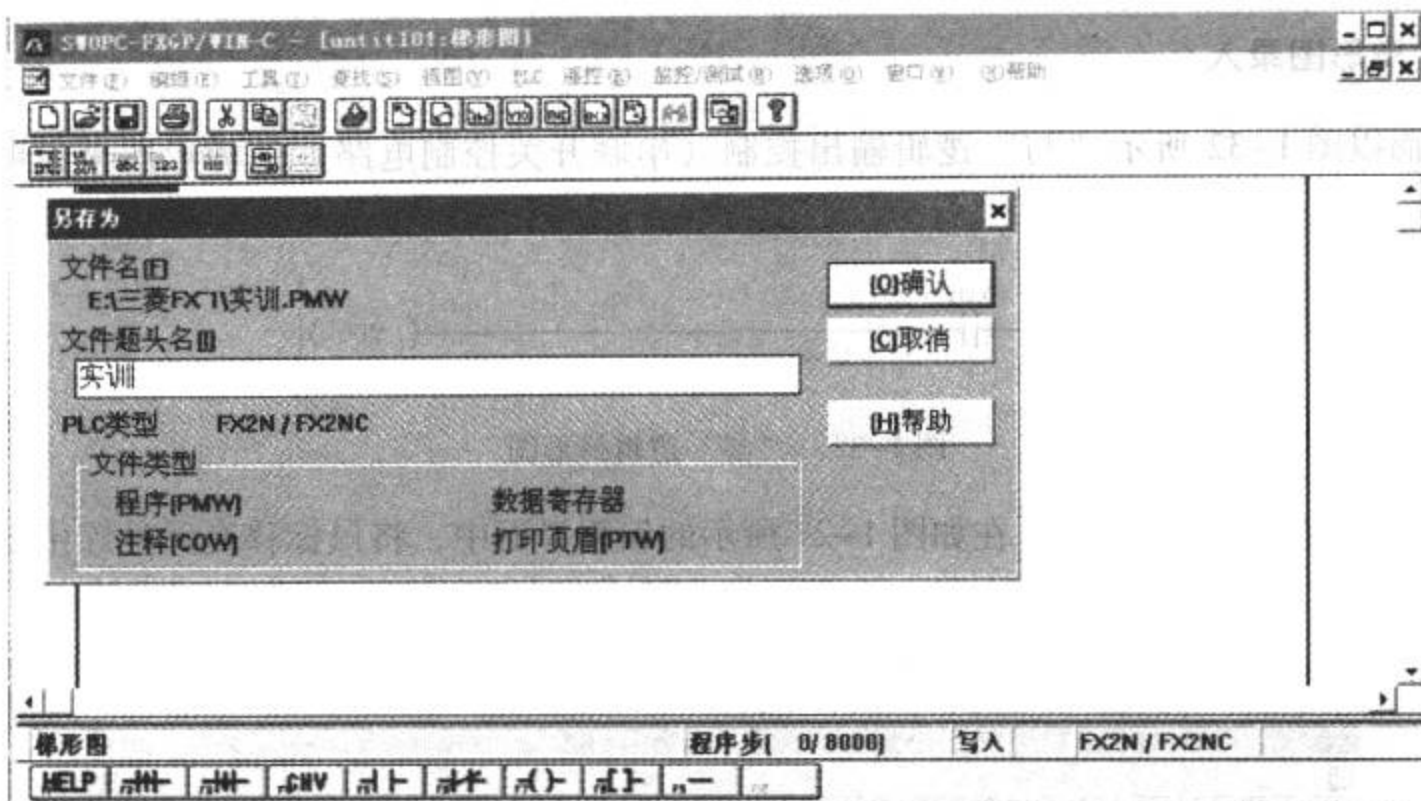
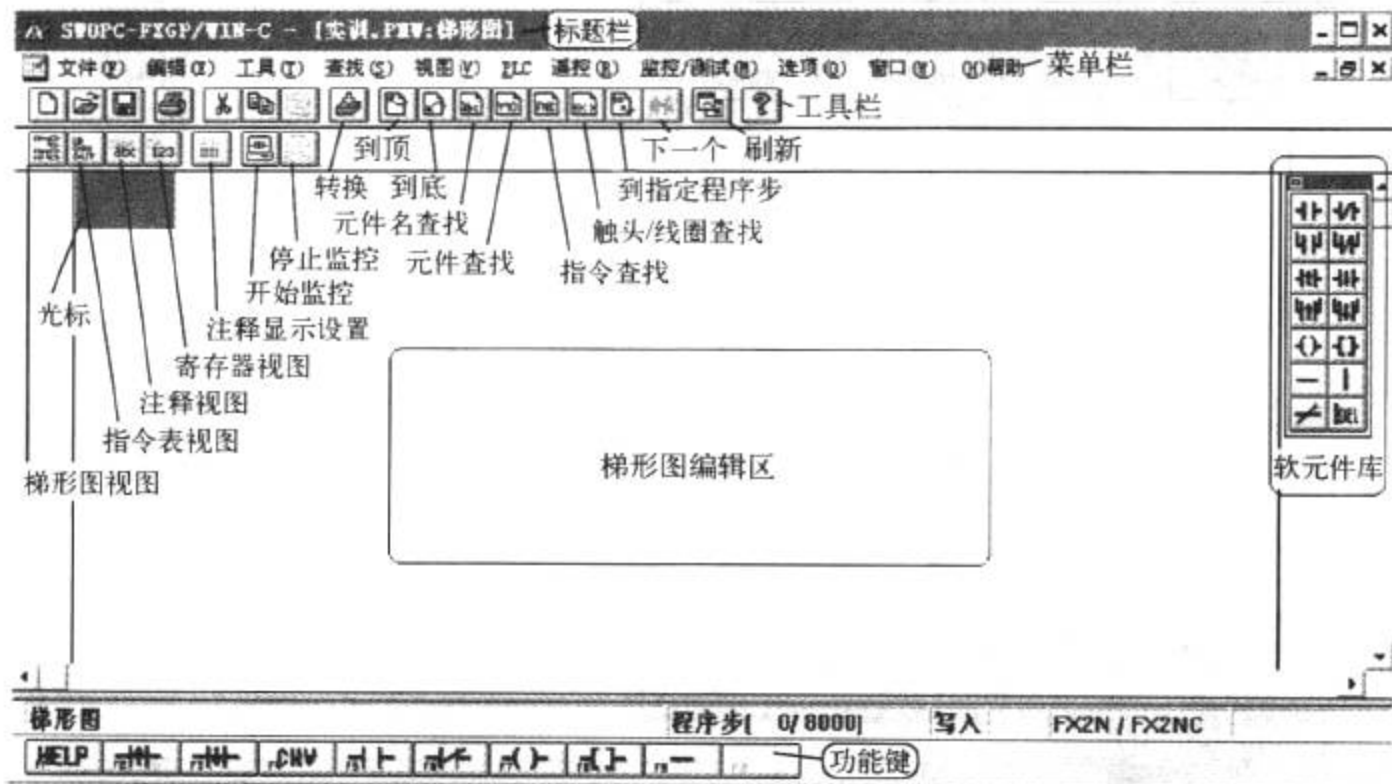


图 1-30 输入文件题头名



(a) 栏目/快捷按钮说明



(b) 元件库说明


图 1-31 编程界面说明

3. 梯形图录入

下面以图 1-32 所示“与”逻辑输出控制（串联开关控制电路）的梯形图来说明录入方法。



图 1-32 “与”逻辑梯形图

(1) 放置输入元件 X00。在如图 1-27 所示的编程界面中，将鼠标移至元件库中的“常开触点”元件上，单击鼠标左键；在弹出的“输入元件”对话框的文本框中输入“X00”后单击“确认”按钮，如图 1-33 所示。X00 输入点放置完后的界面如图 1-34 所示。

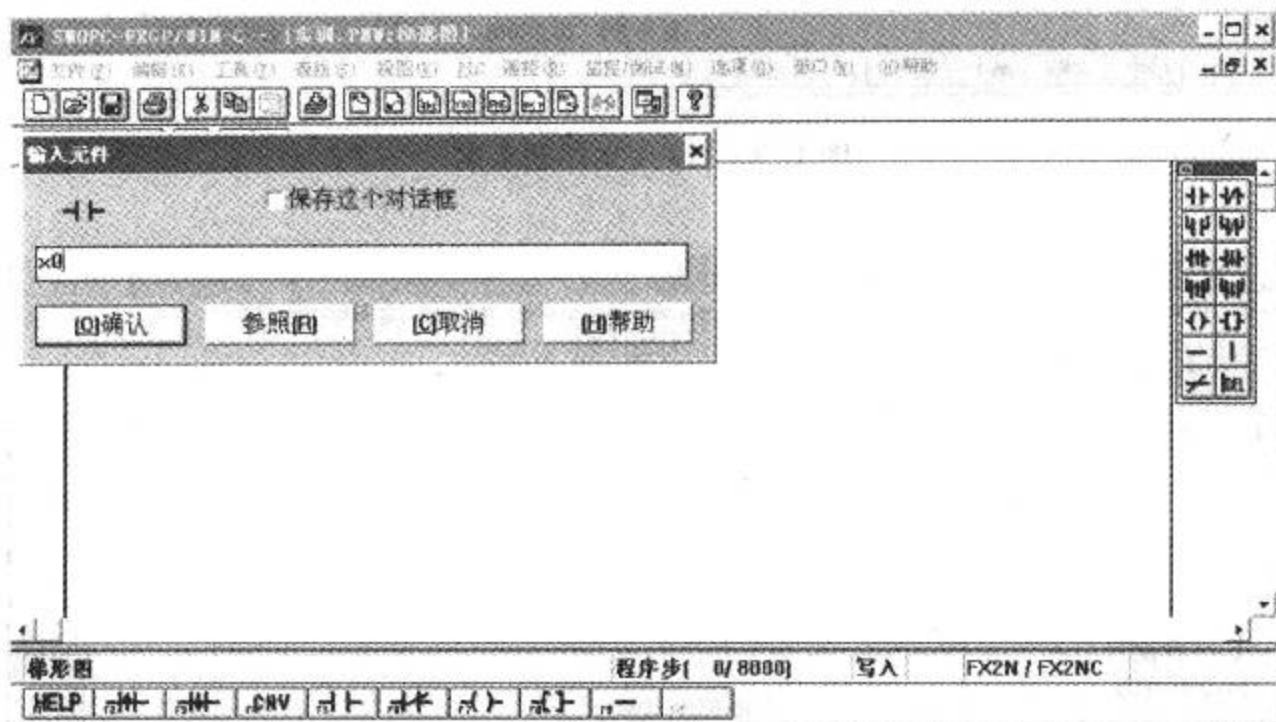


图 1-33 放置输入点对话框

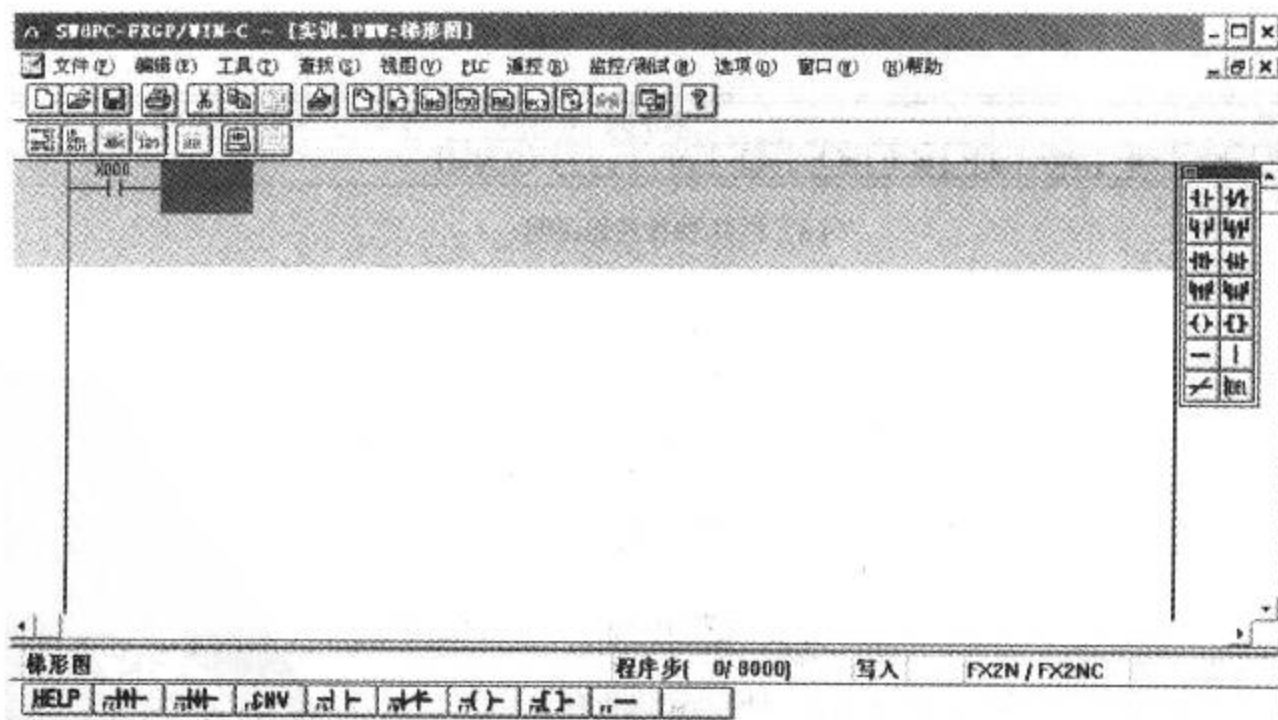


图 1-34 放置完输入点 X00 界面

(2) 放置输入元件 X01。按照步骤 (1) 的方法放置输入继电器 X01, 如图 1-35 所示。

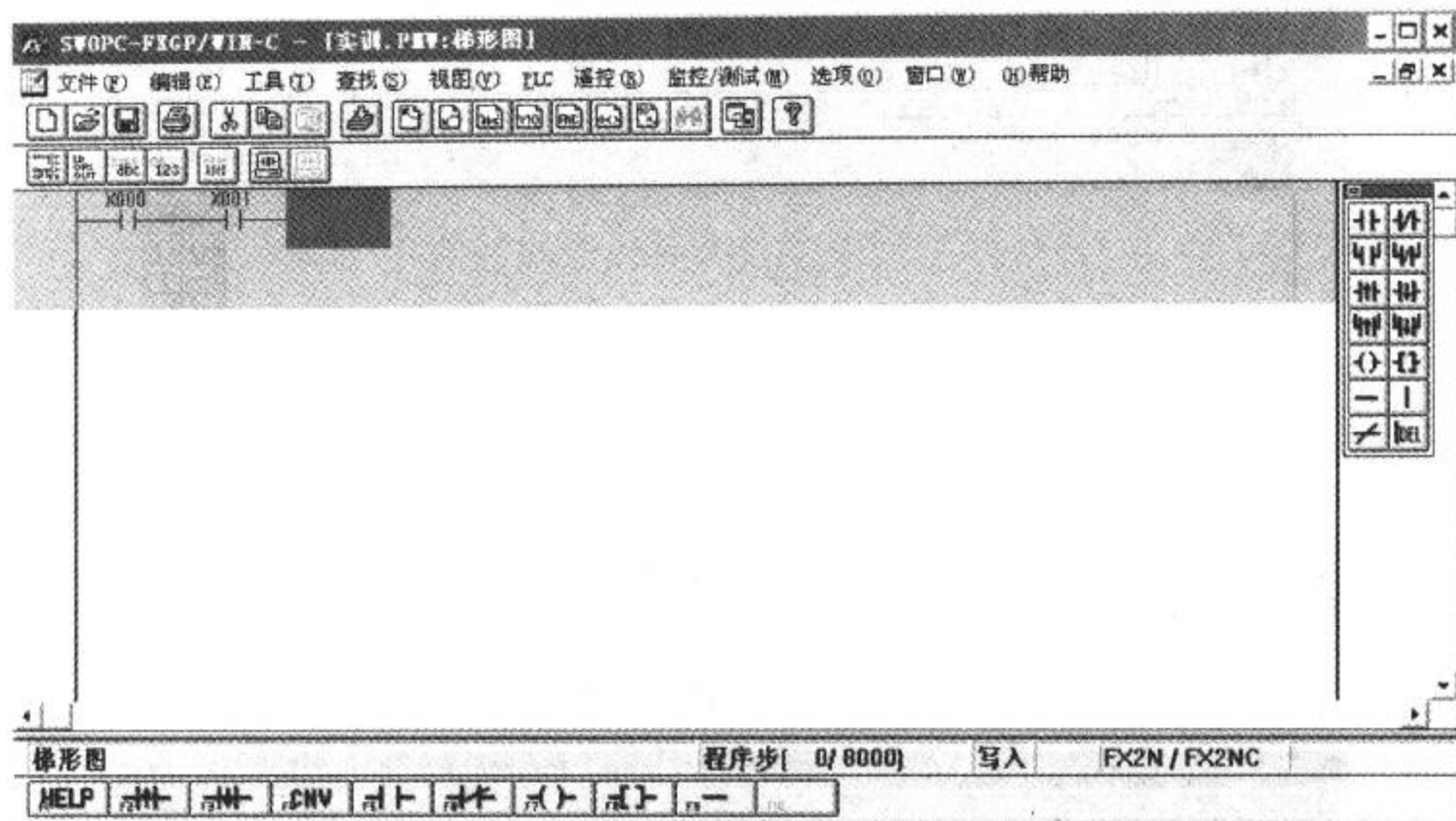


图 1-35 放置输入继电器 X01

(3) 放置输出继电器线圈。在图 1-35 中将鼠标移至元件库中的“继电器线圈”元件 \square 上, 单击鼠标左键; 在弹出的“输入元件”对话框的文本框中输入“Y00”, 如图 1-36 所示, 再单击“确认”按钮。Y00 输出点放置完后的界面如图 1-37 所示。

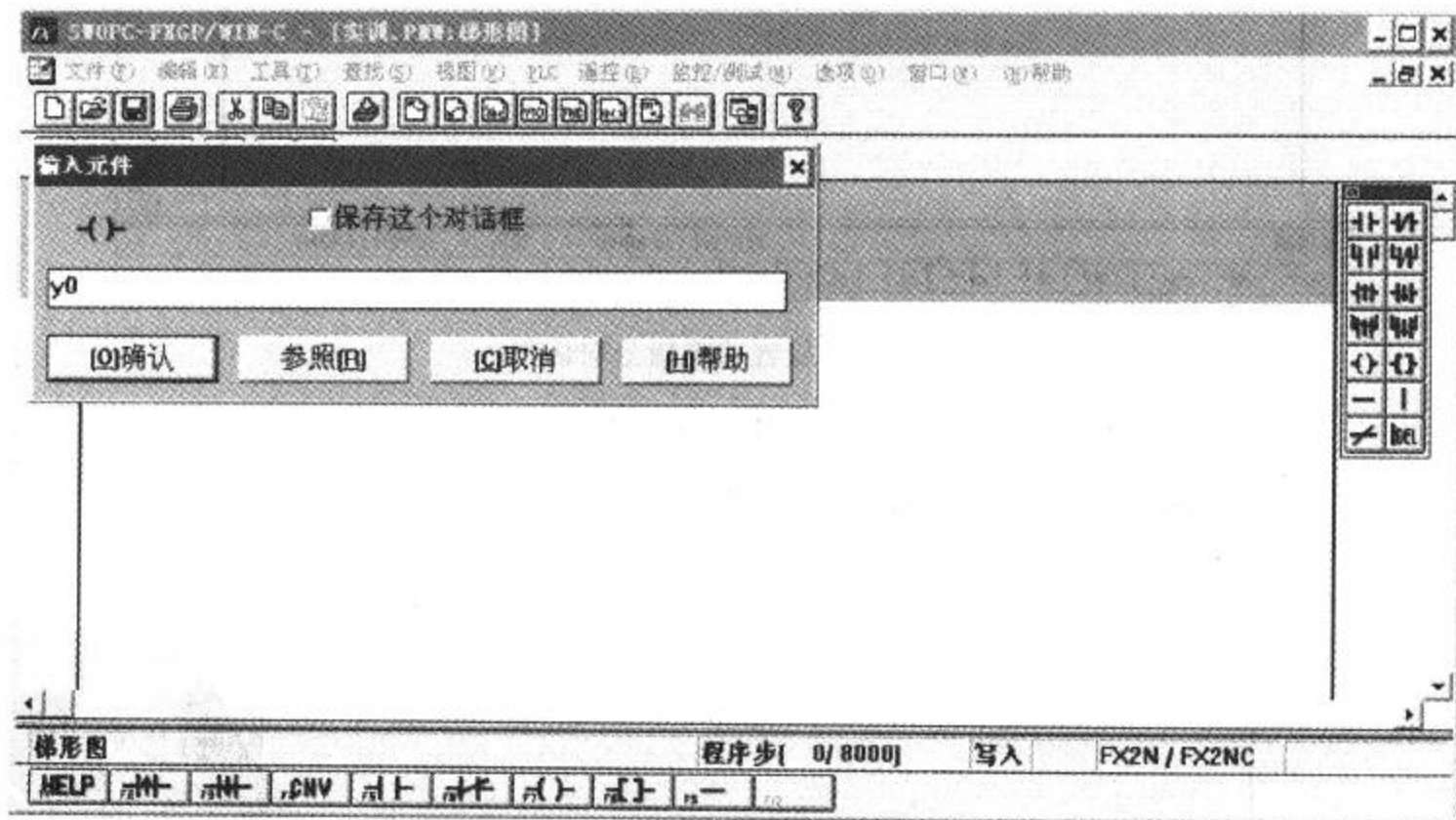


图 1-36 放置输出点 Y00 对话框

(4) 放置程序结束梯形图。在图 1-37 中, 将鼠标移至元件库中的“功能”元件 \square 上, 单击鼠标左键; 在弹出的“输入指令”对话框的文本框中输入“end”, 如图 1-38 所示, 再单击“确认”按钮。至此, “与”逻辑输出控制梯形图放置完毕, 其界面如图 1-39 所示。

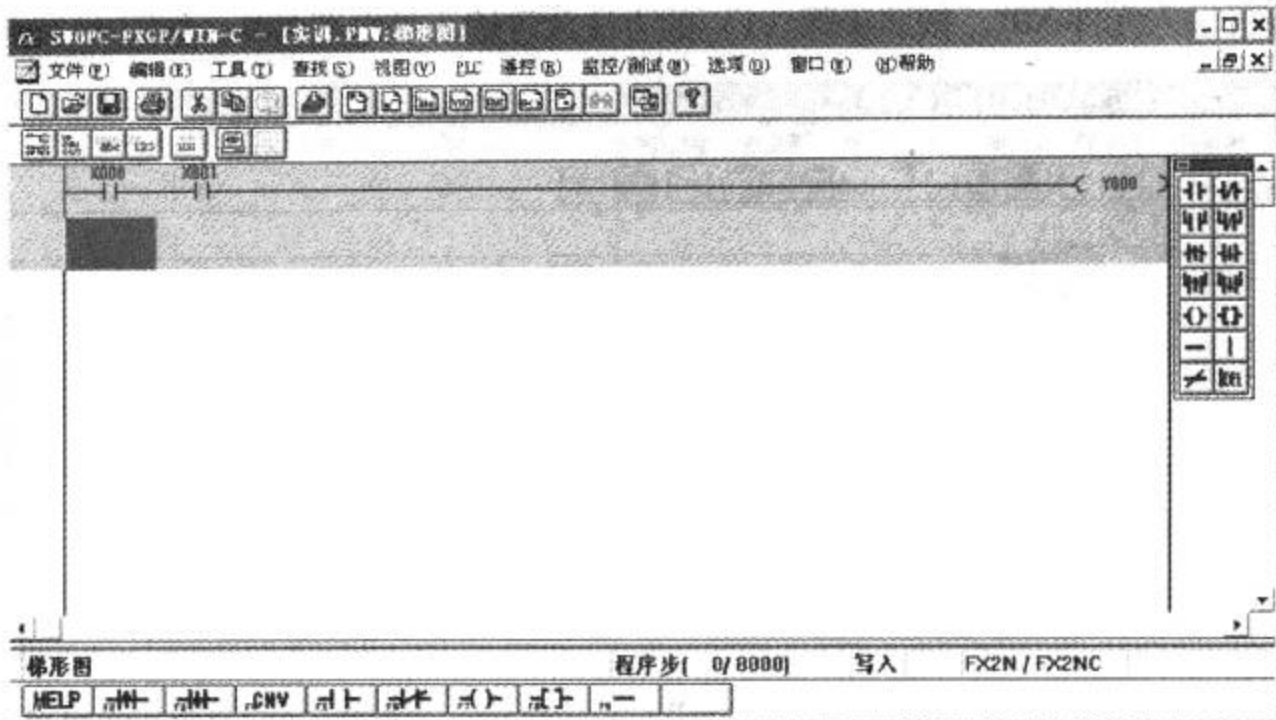


图 1-37 放置完输出点 Y00 界面

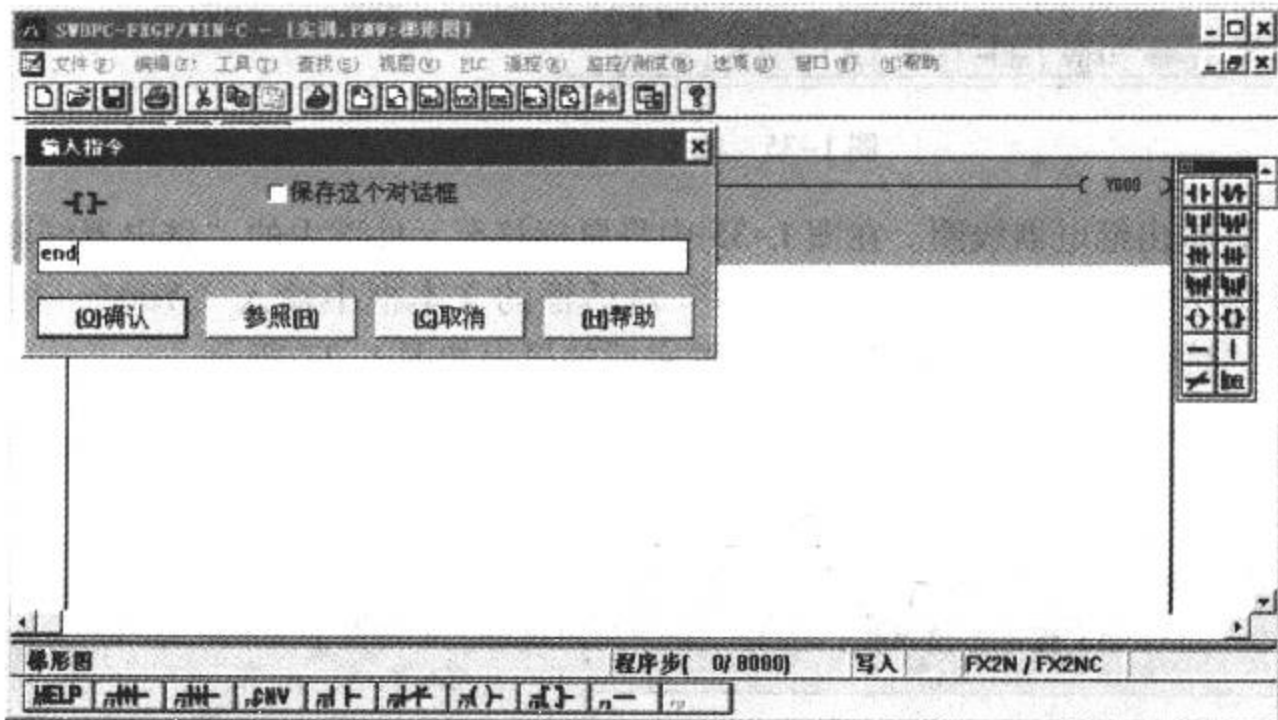


图 1-38 放置功能指令对话框

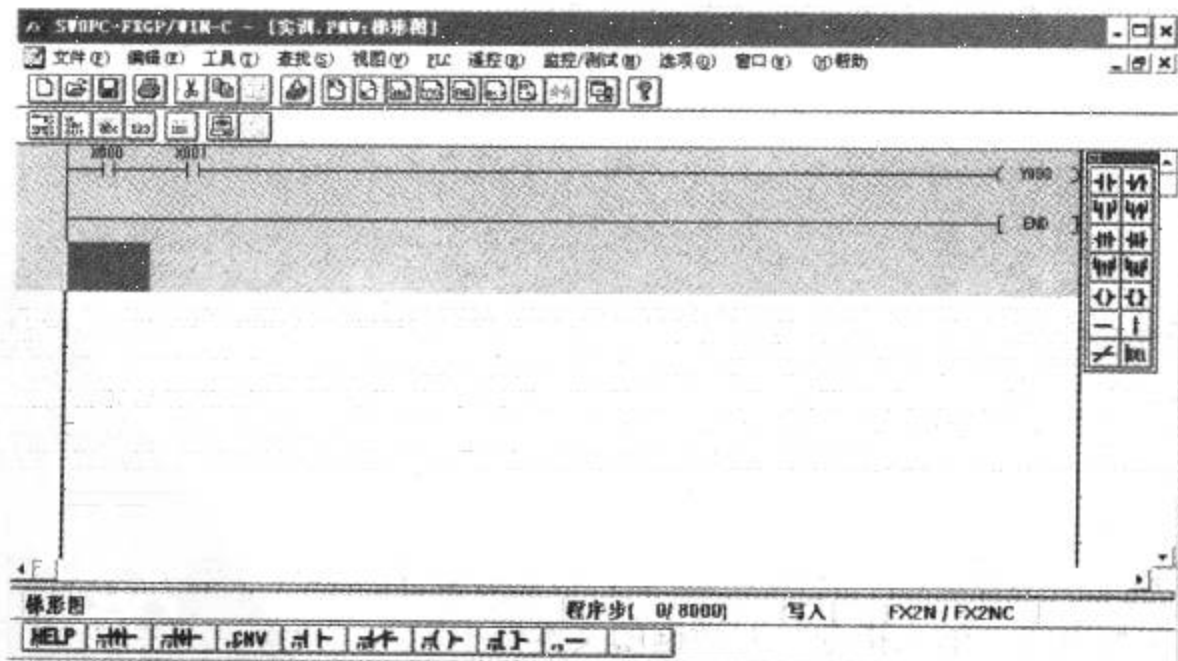


图 1-39 “与”逻辑输出控制梯形图放置完成