

# 模块一 PLC应用基础知识

课题一 PLC控制器概述

课题二 PLC的基本组成和工作原理

课题三 FX系列PLC的操作

课题四 GX Develop编程软件的应用

# 课题一 PLC控制器概述

## 学习目标

- 1.了解可编程序控制器的产生和发展。
- 2.掌握PLC的应用场合。
- 3.了解常用的PLC。

# 课题一 PLC控制器概述

## 知识学习

### 一、可编程序控制器的产生

上世纪60年代，计算机技术已开始应用于工业控制了。但由于计算机技术本身的复杂性，编程难度高、难以适应恶劣的工业环境以及价格昂贵等原因，未能在工业控制中广泛应用。当时的工业控制，主要还是以继电器—接触器组成控制系统。

# 课题一 PLC控制器概述

1968年，美国最大的汽车制造商——通用汽车制造公司（GM），为适应汽车型号的不断翻新，试图寻找一种新型的工业控制器，以尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统的硬件及接线、减少时间，降低成本。因而设想把计算机的完备功能、灵活及通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，制成一种适合于工业环境的通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用“面向控制过程，面向对象”的“自然语言”进行编程，使不熟悉计算机的人也能方便地使用。即：硬件减少，软件灵活、简单，针对上述设想，通用汽车公司提出了这种新型控制器所必须具备的十大条件：

# 课题一 PLC控制器概述

1. 编程简单，可在现场修改程序；
2. 维护方便，最好是插件式；
3. 可靠性高于继电器控制柜；
4. 体积小于继电器控制柜；
5. 可将数据直接送入管理计算机；
6. 在成本上可与继电器控制柜竞争；
7. 输入可以是市电；
8. 输出可驱动市电2A以下的负荷，可直接驱动电磁阀；
9. 在扩展时，原有系统只要很少变更；
10. 用户程序存储器容量至少能扩展到4K字节。

# 课题一 PLC控制器概述

1969年，美国数字设备公司（GEC）首先研制成功第一台可编程序控制器，并在通用汽车公司的自动装配线上试用成功，从而开创了工业控制的新局面。接着，美国MODICON公司也开发出可编程序控制器084。1971年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台可编程序控制器DSC-8。1973年，西欧国家也研制出了他们的第一台可编程序控制器。目前世界上众多的PLC生产厂家中，比较著名的公司有美国的罗克韦尔公司、哥德公司、TI公司、通用电气公司，德国的西门子公司，日本的三菱公司、东芝公司、富士公司和立石公司等，它们的产品控制着世界上大部分的PLC市场。

# 课题一 PLC控制器概述

我国从1974年开始研制，1977年开始工业应用。早期的可编程序控制器是为取代继电器控制线路、存储程序指令、完成顺序控制而设计的。主要用于：逻辑运算和计时、计数等顺序控制，均属开关量控制。所以，通常称为可编程序逻辑控制器（**PLC—Programmable Logic Controller**）。进入70年代，随着微电子技术的发展，PLC采用了通用微处理器，这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了，功能不断增强。因此，实际上应称之为**PLC——可编程序控制器**。至80年代，随大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展，以16位和32位微处理器构成的微机化PLC得到了惊人的发展。使PLC在概念、设计、性能、价格以及应用等方面都有了新的突破。不仅控制功能增强，功耗和体积减小，成本下降，可靠性提高，编程和故障检测更为灵活方便，而且随着远程I/O和通信网络、数据处理以及图象显示的发展，使PLC向用于连续生产过程控制的方向发展，成为实现工业自动化的一大支柱。

# 课题一 PLC控制器概述

## 二、可编程序控制器的定义

可编程序控制器一直在发展中，所以至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会（IEC）曾先后于1982.11、1985.1和1987.2发布了可编程序控制器标准草案的第一、二、三稿。在第三稿中，对PLC作了如下定义：可编程序控制器是一种数字运算操作电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程序的存储器，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，并通过数字的，模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关的外围设备，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。



# 课题一 PLC控制器概述

定义强调了PLC是：

1. 数字运算操作的电子系统——也是一种计算机。
2. 专为在工业环境下应用而设计。
3. 面向用户指令——编程方便。
4. 逻辑运算、顺序控制、定时计算和算术操作。
5. 数字量或模拟量输入输出控制。
6. 易与控制系统联成一体。
7. 易于扩充。

# 课题一 PLC控制器概述

## 三、可编程序控制器的特点

为适应工业环境使用，与一般控制装置相比较，PLC机有以下特点：

### 1. 可靠性高，抗干扰能力强

工业生产对控制设备的可靠性要求：

(1) 平均故障间隔时间长

(2) 故障修复时间（平均修复时间）短，任何电子设备产生的故障，通常为两种：

1) 偶发性故障。由于外界恶劣环境如电磁干扰、超高温、超低温、过电压、欠电压、振动等引起的故障。这类故障，只要不引起系统部件的损坏，一旦环境条件恢复正常，系统也随之恢复正常。但对PLC而言，受外界影响后，内部存储的信息可能被破坏。

# 课题一 PLC控制器概述

2) 永久性故障。由于元器件不可恢复的破坏而引起的故障。如果能限制偶发性故障的发生条件，如果能使PLC在恶劣环境中不受影响或能把影响的后果限制在最小范围，使PLC在恶劣条件消失后自动恢复正常，这样就能提高平均故障间隔时间；如果能在PLC上增加一些诊断措施和适当的保护手段，在永久性故障出现时，能很快查出故障发生点，并将故障限制在局部，就能降低PLC的平均修复时间。为此，各PLC的生产厂商在硬件和软件方面采取了多种措施，使PLC除了本身具有较强的自诊断能力，能及时给出出错信息，停止运行等待修复外，还使PLC具有了很强的抗干扰能力。

# 课题一 PLC控制器概述

## ·硬件措施:

主要模块均采用大规模或超大规模集成电路，大量开关动作由无触点的电子存储器完成，I/O系统设计有完善的通道保护和信号调理电路。

- ①屏蔽——对电源变压器、CPU、编程器等主要部件，采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽，以防外界干扰。
- ②滤波——对供电系统及输入线路采用多种形式的滤波，如LC或 $\pi$ 型滤波网络，以消除或抑制高频干扰，也削弱了各种模块之间的相互影响。

# 课题一 PLC控制器概述

- ③电源调整与保护——对微处理器这个核心部件所需的+5V电源，采用多级滤波，并用集成电压调整器进行调整，以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响。
- ④隔离——在微处理器与I/O电路之间，采用光电隔离措施，有效地隔离I/O接口与CPU之间电的联系，减少故障和误动作；各I/O口之间亦彼此隔离。
- ⑤采用模块式结构——这种结构有助于在故障情况下短时修复。一旦查出某一模块出现故障，能迅速更换，使系统恢复正常工作；同时也有助于加快查找故障原因。

# 课题一 PLC控制器概述

·软件措施:

有极强的自检及保护功能。

①故障检测——软件定期地检测外界环境，如掉电、欠电压、锂电池电压过低及强干扰信号等，以便及时进行处理。

②信息保护与恢复——当偶发性故障条件出现时，不破坏PLC内部的信息。一旦故障条件消失，就可恢复正常，继续原来的程序工作。所以，PLC在检测到故障条件时，立即把现状态存入存储器，软件配合对存储器进行封闭，禁止对存储器的任何操作，以防存储信息被冲掉。

# 课题一 PLC控制器概述

- ③设置警戒时钟**WDT**（看门狗）——如果程序每循环执行时间超过了**WDT**规定的时间，预示了程序进入死循环，立即报警。
- ④加强对程序的检查和校验——一旦程序有错，立即报警，并停止执行。
- ⑤对程序及动态数据进行电池后备——停电后，利用后备电池供电，有关状态及信息就不会丢失。

**PLC**的出厂试验项目中，有一项就是抗干扰试验。它要求能承受幅值为**1000V**，上升时间**1nS**，脉冲宽度为**1 μ S**的干扰脉冲。一般，平均故障间隔时间可达几十万~上千万小时；制成系统亦可达**4~5万**小时甚至更长时间。

# 课题一 PLC控制器概述

## 2.通用性强，控制程序可变，使用方便

PLC品种齐全的各种硬件装置，可以组成能满足各种要求的控制系统，用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后，在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下，不必改变PLC的硬设备，只需改编程序就可以满足要求。因此，PLC除应用于单机控制外，在工厂自动化中也被大量采用。

## 3.功能强，适应面广

现代PLC不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能，还具有数字和模拟量的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。既可控制一台生产机械、一条生产线，又可控制一个生产过程。



# 课题一 PLC控制器概述

## 4.编程简单，容易掌握

目前，大多数PLC仍采用继电器控制形式的“梯形图编程方式”。既继承了传统控制线路的清晰直观，又考虑到大多数工厂企业电气技术人员的读图习惯及编程水平，所以非常容易接受和掌握。梯形图语言的编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。通过阅读PLC的用户手册或短期培训，电气技术人员和技术工很快就能学会用梯形图编制控制程序。同时还提供了功能图、语句表等编程语言。

PLC在执行梯形图程序时，用解释程序将它翻译成汇编语言然后执行。与直接执行汇编语言编写的用户程序相比，执行梯形图程序的时间要长一些，但对于大多数机电控制设备来说，是微不足道的，完全可以满足控制要求。

# 课题一 PLC控制器概述

## 5.减少了控制系统的设计及施工的工作量

由于PLC采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件，控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时，PLC的用户程序可以在实训室模拟调试，更减少了现场的调试工作量。并且，由于PLC的低故障率及很强的监视功能，模块化等等，使维修也极为方便。

## 6.体积小、重量轻、功耗低、维护方便

PLC是将微电子技术应用于工业设备的产品，其结构紧凑、坚固、体积小、重量轻、功耗低。以三菱公司的F1-40M型PLC为例：其外型尺寸仅为305×110×110mm，重量2.3kg，功耗小于25VA；而且具有很好的抗振、适应环境温、湿度变化的能力。现在三菱公司又有FX系列PLC，与其超小型品种F1系列相比：面积为47%，体积为36%，在系统的配置上既固定又灵活，输入输出可达24~128点。

# 课题一 PLC控制器概述

## 三、可编程序控制器的应用

随着PLC的性能价格比的不断提高：①微处理器的芯片及有关的元件价格大大降低，PLC的成本下降；②PLC的功能大大增强，因而PLC的应用日益广泛。目前，PLC在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保等各行各业。其应用范围大致可归纳为以下几种：

1.开关量的逻辑控制——这是PLC最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器控制系统，实现逻辑控制、顺序控制。开关量的逻辑控制可用于单机控制，也可用于多机群控，亦可用于自动生产线的控制等等。

# 课题一 PLC控制器概述

**2.运动控制——PLC可用于直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量I/O模块连接位置传感器和执行机械，现在一般使用专用的运动模块。目前，制造商已提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。即：把描述目标位置的数据送给模块，模块移动一轴或多轴到目标位置。当每个轴运动时，位置控制模块保持适当的速度和加速度，确保运动平滑。运动的程序可用PLC的语言完成，通过编程器输入。**

**3.闭环过程控制—PLC通过模拟量的I/O模块实现模拟量与数字量的A/D、D/A转换，可实现对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的PID控制。**

# 课题一 PLC控制器概述

**4.数据处理**—现代的PLC具有数学运算（包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算），数据传递、排序和查表、位操作等功能；可以完成数据的采集、分析和处理。数据处理一般用在大中型控制系统中；具有**CNC功能**：把支持顺序控制的PLC与数字控制设备紧密结合。

**5.通讯连网**—PLC的通讯包括PLC与PLC之间、PLC与上位计算机之间和它的智能设备之间的通讯。PLC和计算机之间具有**RS-232**接口，用双绞线、同轴电缆将它们连成网络，以实现信息的交换。还可以构成“集中管理，分散控制”的分布控制系统。**I/O**模块按功能各自放置在生产现场分散控制，然后利用网络联结构成集中管理信息的分布式网络系统。

并不是所有的PLC都具有上述的全部功能，有的小型PLC只具备上述部分功能，但价格比较便宜。

# 课题一 PLC控制器概述

## 四、可编程序控制器的分类

由于PLC的品种、型号、规格、功能各不相同，要按统一的标准对它们进行分类十分困难。通常，按I/O点数可划分成大、中、小型三类；按功能强弱又可分为低档机、中档机和高档机三类。

一般，按I/O点数分类如下：

1.小型PLC—I/O点数< 256点；单CPU、8位或16位处理器、用户存储器容量4K字以下。如：

# 课题一 PLC控制器概述

**GE-I型** 美国通用电气（GE）公司

**TI100** 美国德洲仪器公司

**F、F1、F2** 日本三菱电气公司

**C20 C40** 日本立石公司（欧姆龙）

**S7-200** 德国西门子公司

**EX20 EX40** 日本东芝公司

**SR-20/21** 中外合资无锡华光电子工业有限公司

# 课题一 PLC控制器概述

2. 中型PLC——I/O点数256~2048点；双CPU，用户存储器容量2~8K。如：

**S7-300** 德国西门子公司

**SR-400** 中外合资无锡华光电子工业有限公司

**SU-5、SU-6** 德国西门子公司

**C-500** 日本立石公司

**GE-III** GE公司



# 课题一 PLC控制器概述

3. 大型PLC——I/O点数> 2048点；多CPU，16位、32位处理器，用户存储器容量8~16K。如：

**S7-400** 德国西门子公司

**GE-IV** GE公司

**C-2000** 立石公司

**K3** 三菱公司等

# 课题一 PLC控制器概述

## 五、可编程序控制器的发展

### 1.国外PLC发展概况

PLC自问世以来，经过40多年的发展，在美、德、日等工业发达国家已成为重要的产业之一。世界总销售额不断上升、生产厂家不断涌现、品种不断翻新。产量产值大幅度上升而价格则不断下降。

目前，世界上有200多个厂家生产PLC，较有名的：美国：AB通用电气、莫迪康公司；日本：三菱、富士、欧姆龙、松下电工等；德国：西门子公司；法国：TE 施耐德公司；韩国：三星、LG公司等。

# 课题一 PLC控制器概述

## ·技术发展动向

1) 产品规模向大、小两个方向发展。

大：I/O点数达14336点、32位为微处理器、多CPU并行工作、大容量存储器、扫描速度高速化。

小：由整体结构向小型模块化结构发展，增加了配置的灵活性，降低了成本。

2) PLC在闭环过程控制中应用日益广泛。

3) 不断加强通讯功能。

4) 新器件和模块不断推出。

高档的PLC除了主要采用CPU以提高处理速度外，还有带处理器的EPROM或RAM的智能I/O模块、高速计数模块、远程I/O模块等专用化模块。

# 课题一 PLC控制器概述

5) 编程工具丰富多样，功能不断提高，编程语言趋向标准化。

有各种简单或复杂的编程器及编程软件，采用梯形图、功能图、语句表等编程语言，亦有高档的PLC指令系统。

6) 发展容错技术。

采用热备用或并行工作、多数表决的工作方式。

7) 追求软硬件的标准化。

# 课题一 PLC控制器概述

## 2.国内发展及应用概况

我国研制与应用PLC较晚，在20世纪70年代末和80年代初，我国随国外成套设备、专用设备引进了不少国外的PLC。1974年，中国研制出第一台PLC。

我国的PLC产品的研制和生产经历了三个阶段：顺序控制器（1973～1979）——一位处理器为主的工业控制器（1979～1985）——8位微处理器为主的可编程序控制器（1985以后）。在对外开放政策的推动下，国外PLC产品大量进入我国市场，一部分随成套设备进口。如宝钢一、二期工程就引进了500多套，还有咸阳显象管厂、秦皇岛煤码头、汽车厂等。现在，PLC在国内的各行各业也有了极大的应用，技术含量也越来越高。

# 课题一 PLC控制器概述

国内开始研制PLC产品是上世纪70年代中期，当时上海、北京、西安、广州和长春等地的不少科研单位、大专院校和工厂，总计20多家单位都在研制和生产PLC（绝大多数都是小型PLC）。特别值得一提的是国家科委和原机械工业部在仪器仪表重点课题攻关专项中组织了“六五”、“七五”、“八五”的可编程序控制器子项攻关，由部属北京机械工业自动化研究所负责，先后研制开发了MPC-10、MPC-20、MPC-85型PLC。这几种型号的PLC I/O点数为256~512，并可扩展到1024点，开创了国内研制大型PLC的先河，先后在注塑机、恒温室、锅炉控制、汽车压力机生产线上获得了应用。这些项目有自动开发的操作系统、工业控制编程语言并具有与上位机、HMI连网和通信等功能。

# 课题一 PLC控制器概述

当时国内研制开发的PLC产品由于缺乏资金、后续研制力量不足及生产技术相对落后等原因，没有形成批量工业化生产，因而被国外产品淘汰而纷纷消失。可喜的是在90年代，由于PLC应用不断深入，国内又掀起研制PLC的高潮，虽然仍是小型PLC，批量亦不大，但其功能、质量和可靠性比70年代的产品有明显的提高。其代表产品如：南京冠德科技有限公司（原江苏嘉华实业有限公司PLC工厂）的JH200系列PLC，I/O为12~120点，具有高速计数器和模拟量功能；杭州新箭电子有限公司的D系列PLC，D20P的I/O点数为20点，D100的I/O点可从40~120点；兰州全志电子有限公司的RD系列小型PLC很有特点，RD100型PLC的I/O点9/4点，2点模拟量输入，而RD200型PLC的I/O为20~40点，扩展的功能有编码盘测速、热电偶测温和模拟量I/O，RD200型PLC最多可32台连网，并能与上位PLC机进行实时通信。

# 课题一 PLC控制器概述

为了尽快提升我国PLC的技术水平，引进PLC的先进生产技术，中外合资或外商独资企业在国内开始批量生产PLC。西门子公司首先在大连开办PLC生产企业；欧姆龙公司在上海生产的PLC远销海内外；中日合资后又成独资的江苏无锡光洋电子有限公司的PLC已有小、中、大系列产品。中外合资、引进技术，使国产PLC上了一个新的台阶。特别是近几年，国产PLC有了更新的产品。北京和利时系统工程股份有限公司推出的FOPLC有小型、中型、大型。该公司推出的HOLiAS-LECG3新一代高性能的小型PLC有14点（8/6）、24点（14/10）、40点（24/16）三个规格，基本指令的执行时间为0.6微秒。程序存储器的容量为52K。为方便用户选用，该公司开发了19种、35个不同规格的I/O扩展模块，G3型PLC可最多扩展7个模块，I/O最大可到264点。G3系列PLC有符合IEC61131-3的5种编程语言，编程软件具有超强的计算功能，如其他小型PLC所不具备的64位浮点数运算、优化的PID可同时处理有十几个模拟量的多个闭环回路。



# 课题一 PLC控制器概述

**G3系列PLC**具有极强的通信功能，有集于**CPU**模块的标准**Modbus**协议、专有协议和自由协议的通信接口。通过该接口可方便的挂到**Profibus**等总线上去。该公司的**FOPLC**中型机，开关量**I/O**为**256**点；内置**TCP/IP**通信接口，很容易接入管理网；配有**Profibus-DP**现场总线的主站、从站和远程**I/O**都通过**ISO9001**严格的质量保证体系认证。**FOPLC**编程语言符合**IEC61131-3**标准。

深圳德维森公司开发的基于**PLC**的软**PLCTOMC**系列，其特点是符合**IEC61131-3**国际标准的编程语言，允许梯形图、顺序功能图和功能块图混合编程；用户可开发基于内置**PLC**资源的**C**语言和定义功能块，通过以太网、**TCP/IP**与上位机联网。**TOMC1**软**PLC**可连接最多**32**个本地**I/O**模块，最多**15**个远程站，每个远程站可带**32**个**I/O**点。

# 课题一 PLC控制器概述

在90%的国内PLC市场由国外PLC产品占领的今天，国产PLC能脱颖而出，并具有和国外同类产品进行竞争的能力，相信不久的将来，国产PLC将占市场更大份额。

PLC的应用领域目前不断扩大，并延伸到过程控制、批处理、运动和传动控制、无线电遥控以至实现全厂的综合自动化。PLC的技术发展除了小型化、超高速，大容量存储器，多CPU，多任务并行运行外，PLC的开放性更大，通信联网能力更强，集成化软件更优。标准化的IEC61131-3PLC编程语言已被众多PLC厂商所接受，其推广速度越来越快。软PLC的应用范围将更广。

# 课题一 PLC控制器概述

## 拓展知识

本课题的拓展内容：常用的PLC控制器

随着PLC市场的不断扩大，PLC生产已经发展成为一个庞大的产业，其主要厂商集中在一些欧美国家及日本。美国与欧洲一些国家的PLC在相互隔离的情况下独立研究开发的，产品有比较大的差异；日本的PLC是从美国引进的，对美国的PLC产品有一定的继承性。另外，日本的主推产品定位在小型PLC上；而欧美则以大、中型PLC为主。

# 课题一 PLC控制器概述

## 1. 美国的PLC产品

美国有100多家PLC制造商，著名的PLC制造商有A-B公司、通用电气（GE）公司、莫迪康（MODICON）公司、德州（TI）仪器、西屋公司等。其中A-B公司的产品规格齐全、种类丰富，其主推的产品为大、中型的PLC-5系列。该系列为模块式结构，CPU模块为中型的PLC有PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/14、PLC-5/25；CPU模块为大型的PLC有PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60。A-B公司的小型机产品有SLC-500系列等。

GE公司的代表产品是GE-I GE-III GE-VI等系列，分别为小型机、中型机及大型机，GE-VI/P最多可配置4000个I/O点。TI公司的小型机产品有510、520等，中型机有5TI等，大型机有PM550、530、560、565等系列。MODICON公司生产M84系列小型机、M484系列中型机、M884是增强中型机，具有小型机的结构、大型机的控制功能。

# 课题一 PLC控制器概述

## 2.欧洲的PLC产品

德国的西门子（SIEMENS）公司，AEG公司和法国的TE公司是欧洲著名的PLC制造商。德国西门子公司的电子产品以性能精良而久负盛名。在大、中型PLC产品领域与美国的A-B公司齐名。

西门子公司的PLC的主要产品有S5及S7系列，其中S7系列是近年来开发的代替S5系列的新产品。S7系列含S7-200、S7-300、S7-400系列。其中S7-200是微型机，S7-300是中型机、小型机，S7-400大型机。S7系列机性价比较高，近年来在中国市场的占有份额有不断上升之势。

# 课题一 PLC控制器概述

## 3.日本的PLC产品

日本的PLC产品在小型机领域颇具盛名。某些用欧美中型或大型机才能实现的控制，日本小型机就可以解决。日本有许多PLC制造商，如三菱、欧姆、松下、富士、日立、东芝等。在世界小型机市场上，日本的产品约占70%的份额。

# 课题一 PLC控制器概述

三菱公司的PLC是较早进入中国市场的产品。其小型机F1/F2系列是F系列的升级产品，早期在我国的销量也不小。F1/F2系列加强了指令系统，增加了特殊功能单元和通信功能，比F系列有了更强的控制能力。继F1/F2系列之后，20世纪80年代末，三菱公司又推出了FX系列，在容量、速度、特殊功能，网络功能的方面都有加强。FX2系列是在20世纪90年代推出的高功能的整体式小型机，它配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX2N系列是近几年推出的高功能的整体式小型机，它是FX2系列的换代产品。近年来三菱公司还推出了满足不同要求的微型机PLC，如FX0S、FX1S、FX0N、FX1N等系列的产品。本书以三菱FX2N系列机型介绍PLC的应用技术。

# 课题一 PLC控制器概述

欧姆龙(OMRON)公司的PLC产品，大、中、小、微型规格齐全。微型机以SP系列为代表；小型机有P型、H型、CPM1A、CPM2A系列机CPM2C、CQM1系列等；中型机有C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE及CS1等系列。

松下公司的PLC产品中，FP0为微型机；FP1为整体式小型机；FP3为中型机；FP5/FP10、FP10S、FP20为大型机。



# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 学习目标

1. 了解PLC的基本组成。
2. 掌握PLC的工作原理。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 知识学习

### 一、PLC的基本组成

目前PLC种类繁多，功能和指令体系也各不相同，但都是以微处理器为核心，所以其结构和工作原理大致相同，可编程控制器的本质是工业控制专用计算机。它的软、硬件配置与计算机极为类似。主要包括中央处理单元（CPU模块）、存储器 ROM和RAM、输入输出模块、电源I/O扩展接口、外部设备接口等，如[图1-2-1](#)所示。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 1. 中央处理器

中央处理器(CPU)由控制器、运算器和寄存器组成并集成在一个芯片内。CPU通过数据总线、地址总线、控制总线和电源总线与存储器、输入输出接口、编程器和电源相连接。小型PLC的CPU采用8位或16位微处理器或单片机，如8031、M68000等，这类芯片价格很低；中型PLC的CPU采用16位或32位微处理器或单片机，如8086、96系列单片机等，这类芯片主要特点是集成度高、运算速度快且可靠性高；而大型PLC则需采用高速位片式微处理器。

CPU按照PLC内系统程序赋予的功能指挥PLC控制系统完成各项工作任务。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 2.存储器

PLC内的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和数据等。

### (1) 系统程序存储器

PLC系统程序决定了PLC的基本功能，该部分程序由PLC制造厂家编写并固化在系统程序存储器中，主要有系统管理程序、用户指令解释程序和功能程序与系统程序调用等部分。

系统管理程序主要控制PLC的运行，使PLC按正确的次序工作；用户指令解释程序将PLC的用户指令转换为机器语言指令，传输到CPU内执行；功能程序与系统程序调用则负责调用不同的功能子程序及其管理程序。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

系统程序属于需长期保存的重要数据，所以其存储器采用**ROM**或**EPROM**。**ROM**是只读存储器，该存储器只能读出内容，不能写入内容，**ROM**具有非易失性，即电源断开后仍能保存已存储的内容。

**EPROM**为可电擦除只读存储器，须用紫外线照射芯片上的透镜窗口才能擦除已写入内容，可电擦除可编程只读存储器还有**E2PROM**、**FLASH**等。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (2) 用户程序存储器

用户程序存储器用于存放用户载入的PLC应用程序，载入初期的用户程序因需修改与调试，所以称为用户调试程序，存放在可以随机读写操作的随机存取存储器RAM内以方便用户修改与调试。通过修改与调试后的程序称为用户执行程序，由于不需要再作修改与调试，所以用户执行程序就被固化到EPROM内长期使用。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (3) 数据存储器

PLC运行过程中需生成或调用中间结果数据(如输入/输出元件的状态数据、定时器、计数器的预置值和当前值等)和组态数据(如输入输出组态、设置输入滤波、脉冲捕捉、输出表配置、定义存储区保持范围、模拟电位器设置、高速计数器配置、高速脉冲输出配置、通信组态等)，这类数据存放在工作数据存储器中，由于工作数据与组态数据不断变化，且不需要长期保存，所以采用随机存取存储器RAM。RAM是一种高密度、低功耗的半导体存储器，可用锂电池作为备用电源，一旦断电就可通过锂电池供电，保持RAM中的内容。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### 3. 输入/输出模板

输入(Input)和输出(Output)模板简称 I/O模块，PLC通过此模块实现与外围设备的连接，它是可编程控制器与工业生产设备或工业生产过程连接的接口，也是联系外部现场和CPU模块的重要桥梁。

输入模块用来接收和采集输入信号，输入信号有两类：一类是由按钮开关、行程开关、数字拨码开关、接近开关、光电开关、压力继电器等提供的开关量输入信号；另一类是从电位器、热电、测速电机、各种变送器送来的连续变化的模拟量输入信号。输入模块还需将这些各式各样的电平信号转换成CPU能够接收和处理的数字信号。



## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

输出模块的作用是接收中央处理器处理过的数字信号，并把它转换成现场的执行部件能接收的信号，控制接触器、电磁阀、调节阀、调速装置，控制的另一类负载是指示灯、数字显示器和报警装置等。

数字量（包括开关量）输入、输出模块，主要的问题是隔离问题，需实现现场与可编程控制器电气上的隔离，从而保持系统工作的可靠性。模拟量输入、输出模块，主要问题是模/数转换与数/模转换的问题，电气隔离也是不可缺少的。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (1) 开关量I/O模块的外部接线方式

开关量I/O模块输入信号只有接通和断开两种状态。电压等级有直流**5V, 12V, 24V, 48V, 110V** 和交流**110V, 220V** 等。

各输入/输出点的通/断状态用发光二极管显示，外部接线一般接在模块面板的接线端子上。某些模块使用可拆装的插座式端子板，不需要断开端子板上的外部接线，即可迅速地更换模块。

开关量输入/输出模块的点数一般是2的n次方，如**4、8、16、32**点。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

开关量输入/输出模块的外部接线方式有汇点式、分组式和分隔式，如[图1-2-2](#)所示。

汇点式模块的所有输入、输出电路只有一个公共点，且共用一个电源。

分组式模块的输入/输出点分为若干组，每一组的各输入/输出电路有一个公共点，它们共用一个电源。各组之间是隔开的，也可分别使用不同的电源。

分隔式模块的各输入/输出点之间相互隔离，每个输入/输出点可使用单独的电源，如将它们的COM端连接起来，这几个点就可以使用同一电源。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (4) 输入模块的电路结构

输入电路中设有RC滤波电路，以防止由于输入触点抖动或外部干扰脉冲引起错误的输入信号。滤波电路输入电流为5~10mA,滤波延迟时间的典型值为10~20ms（信号上升沿）和20~50ms（信号下降沿）。输入电路一般有三种类型，关键是电气隔离。

直流输入模块的内部电路和外部接线图如图1-2-3所示（为说明问题，以后各图只画出一路输入和输出，COM是公共点。图中的输入触点直接接在公共点和输入端X001之间，

不需要外接输入回路的电源（PLC内部有自带24V电源）。有的可编程控制器还可以为接近开关、光电开关之类的传感器提供24V直流电源，如图1-2-3所示。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

当上图中的外接触点接通时，传感器输出信号（接通），经电阻串联分压后形成稳定电压，使光电隔离器的发光二极管亮，光电三极管导通；外接触点断开时，光电隔离器中的发光二极管熄灭，光电三极管截止，信号经内部电路形成适合CPU需要的标准信息。

交流/直流输入电路如[图1-2-4](#)所示，输入触点接通，输入信号被限流电阻降压后，再经滤波整流，交流电压或直流电压信号被转换为直流电流，经过发光二极管送给光电隔离器。另外，交流信号输入也可采用双向发光二极管来保证信号连续，如图1-2-4所示，显示用的两个发光二极管也是反向并联的。此电路可接收交流信号与直流信号。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (3) 输出模块输出方式

可编程控制器的输出方式按负载使用电源（即用户电源）来分，有直流输出、交流输出和交直流输出三种方式；按输出开关器件的种类来分，有晶体管、晶闸管和继电器三种输出方式。输出电流典型值为**0.5~2A**，负载电源由外部现场提供。

输出电流的额定值与负载性质有关，如某端子输出可驱动**AC220V/2A**的电阻性负载，但只能驱动**AC220V/80VA**的电感性负载和**100W**的白灯；额定输出电流还与温度有关。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

继电器输出方式电路如[图1-2-5](#)所示，它可带直流负载也可带交流负载，电源由用户提供。继电器同时起隔离和功率放大作用，每一路只提供一对常开触点。与触点并联的RC电路和压敏电阻用来消除触点断开时产生的电弧。

晶体管输出电路如[图1-2-6](#)所示，只能带直流负载，直流电源由用户提供。输出信号经光电隔离器送给输出晶体管，晶体管的饱和导通和截止状态相当于触点的接通和断开。稳压管用来消除关断过电压和外部的浪涌电压，以保护晶体管。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

双向可控硅输出电路如[图1-2-7](#)所示，只能带交流负载（属于交流输出方式），交流电源由用户提供。输出信号经光电隔离器控制双向可控硅。**RC**电路和压敏电阻用来消除可控硅的关断过电压和外部的浪涌电压。

### 4. 特殊功能模块（功能模块或智能模块）

随着可编程控制器在工业控制中的广泛应用和发展，为了增强可编程控制器的功能，扩大其应用范围。生产厂家开发了许多供用户选用的特殊功能模块。



## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (1) 模拟量输入输出模块

模拟量的输入在过程控制中的应用很广泛，如温度、压力、流量、酸碱度、位移等工业检测都是对应电压、电流的大小模拟量，再经过一定的运算（如**PID**）后控制生产过程，达到一定的目的（如恒温、恒压等）。模拟量经传感器和变送器转换为标准的信号（**IEC** 标准 **4~20mA**为电流信号，或**1~5V**，**-10~10V**，**0~10V** 的直流电压信号）。输入模块用**A/D**转换器将它们转换成数字量，送给**CPU**模块处理。因此，模拟量输入模块又叫**A/D**转换输入模块。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

模拟量输出模块是将CPU模块处理后的二进制数字信号转换为模拟电压或电流，再去控制执行机构。因此，模拟量输出模块又叫D/A转换输出模块。

总之，模拟量I/O模块的主要任务是完成A/D转换（模拟量输入）和D/A转换（模拟量输出）。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

小型可编程控制器往往没有模拟量I/O模块，或者只有通道数有限的8位A/D、D/A模块。大中型可编程控制器可以配置成百上千个模拟量通道，它们的D/A，A/D转换器是12位的。模拟量I/O模块的输入、输出信号可以是电压或电流；可以是单极性的如0~5V，0~10V，1~5V，4~20mA，也可以是双极性的如±5V，±10V和±20 mA，模块一般可输入多种量程的电流或电压。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (2) 高速计数器模块

高速计数器模块是工业控制中常用的智能模块之一，它可把过程控制变量（如位置信号、速度值、流量值累计等）送入可编程控制器。这些参量的变化速度很快，脉冲宽度小于可编程控制器扫描周期，若按正常扫描输入/输出信号来处理，则会丢失部分参量，因此，使用脱离可编程控制器而独立计数的高速计数器对这些参量计数。高速计数模块可对几万赫兹甚至上兆赫兹的脉冲计数，当计数器的当前值等于或大于预置值时，输出被驱动（这一过程与可编程控制器的扫描过程无关，可保证负载被及时驱动）。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (3) PID过程控制模块

比例/积分/微分（**PID**）控制模块是实现连续变化的模拟量闭环控制的智能模块。如[图1-2-8](#)所示。可将**PID**模块看成一个过程调节器。在**PID**模块上有输入(输出接口和进行闭环控制运算的**CPU**，模块一般可以控制多个闭环。

### (4) 中断输入模块与快速响应模块

中断输入模块适用于快速响应的控制系统，过程控制接收到中断输入信号后，暂停正在运行的主程序，转而执行中断程序，执行完后返回，继续执行主程序。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

快速响应模块的功能与通用的开关量I/O模块功能相似。主要区别是在相同条件下，快速响应模块能将输入量的变化较快地反映到输出量上。

可编程控制器的输入量与输出量之间存在因扫描工作方式引起的延迟（输入量的变化，一般要在一个扫描周期后，才能反映到输出上），这种延迟最长可达两个多扫描周期。用快速响应模块可实现快速输入/输出控制。模块输出响应的延迟仅受电路中的硬件影响，不受可编程控制器扫描周期的影响，即模块的输出由输入量直接控制，同时还受用户秩序的控制。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (6) 通信模块

可编程控制器的通信模块相当于局域网中的网络接口，通过通信数据模块总线和可编程控制器的主机连接，用硬件和软件一起来实现通信协议。可编程控制器的通信模块一般配有几种接口，可以通过通信模块上的选择开关进行接口选择，实现与别的可编程控制器智能控制设备或计算机之间的通信。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (5) 运动控制模块

运动控制模块通过输出脉冲控制位置移动量和移动速度，可分为单坐标控制和双坐标控制，双坐标控制可实现两坐标运动协调，这实际上是通过可编程控制器运动控制模块实现的数控（NC）技术。

位置控制一般采用闭环控制，用伺服电动机作驱动装置。如果用步进电动机作驱动装置，那么既可采用开环控制，也可用闭环控制。模块用存储器来存储给定的运动曲线，模块从位置传感器得到当前的位置值，并与给定值相比较，比较的结果用来控制伺服电动机或步进电动机的驱动装置。



## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### 4. 编程器

编程器作用是将用户编写的程序下载至PLC的用户程序存储器，并利用编程器检查、修改和调试用户程序，监视用户程序的执行过程，显示PLC状态、内部器件及系统的参数等。编程器有简易编程器和图形编程器两种。简易编程器体积小，携带方便，但只能用语句形式进行联机编程，适合小型PLC的编程及现场调试。图形编程器既可用语句形式编程，又可用梯形图编程，同时还能进行脱机编程。

目前PLC制造厂家大都开发了计算机辅助PLC编程支持软件，当个人计算机安装了PLC编程支持软件后，可用作图形编程器，进行用户程序的编辑、修改，并通过个人计算机和PLC之间的通信接口实现用户程序的双向传送、监控PLC运行状态等。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 5. 电源

PLC的电源将外部供给的交流电转换成供CPU、存储器等所需的直流电，是整个PLC的能源供给中心。PLC大都采用高质量的工作稳定性好、抗干扰能力强的开关稳压电源，许多PLC电源还可向外部提供直流24V稳压电源，用于向输入接口上的接入电气元件供电，从而简化外围配置。

## 二、PLC的工作原理

### 1. PLC工作方式

虽然PLC以微处理器为核心，故具有许多计算机的特点，但它的工作方式却与微机有很大不同。计算机一般采用等待命令的工作方式，如在常见的键盘扫描方式或I/O扫描方式下，有键按下或I/O有输入动作则转入相应的子程序；无键按下或I/O无输入动作则继续扫描键盘和I/O口。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

PLC采用循环扫描的工作方式，即顺序扫描，不断循环这种工作方式是在系统软件控制下进行的。当PLC运行时，用户程序中有众多的操作需要执行，但CPU是不能同时执行多个操作的，它只能按分时操作原理，每一时刻执行一个操作。即PLC从第一条指令开始执行程序，直到遇到结束符后才又返回第一条指令，如此周而复始，不断循环。由于CPU的运算处理速度很高，使得外部显示的结果从宏观来看似乎是同时完成的，但实际上各个循环扫描周期要分为三个阶段：输入刷新阶段，程序执行阶段，输出刷新阶段。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 2. PLC的扫描过程

PLC有两种工作模式，运行（RUN）和停止(STOP)模式，其工作过程如[图1-2-9](#)和[图1-2-10](#)所示。

停止模式。在停止模式下，PLC只进行内部处理和通信服务工作，在内部处理阶段，PLC检查CPU模块内部的硬件是否正常，进行监控定时器复位等工作。在通信服务阶段，PLC与其他的带CPU的智能装置通信。

运行阶段。当PLC投入运行后，其工作过程还有三个阶段，即输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。完成上述三个阶段称作一个扫描周期。在整个运行期间，PLC的CPU以一定的扫描速度重复执行上述三个阶段。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (1) 自诊断

每次扫描用户程序之前，都先执行故障自诊断程序。自诊断内容包括I/O部分、存储器、CPU等，并通过CPU设置定时器来监视每次扫描是否超过规定的时间，如果发现异常，则停机并显示出错。若自诊断正常，则继续向下扫描。

### (2) 通讯服务

PLC检查是否有与编程器、计算机等的通讯要求，若有则进行相应处理。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (3) 输入处理

PLC在输入刷新阶段，首先以扫描方式按顺序从输入缓存器中写入所有输入端子的状态或数据，并将其存入内存中为其专门开辟的暂存区—输入状态映像区中，这一过程称为输入采样，或是如刷新，随后关闭输入端口，进入程序执行阶段，即使输入端有变化，输入映像区的内容也不会改变。变化的输入信号的状态只能在下一个扫描周期的输入刷新阶段被读入。

### (4) 输出处理

同输入状态映像区一样，PLC内存中也有一块专门的区域称为输出状态映像区。当程序的所有指令执行完毕，输出状态映像区中所有输出继电器的状态就在CPU的控制下被一次集中送至输出锁存器中，并通过一定的输出方式输出，推动外部的相应执行器件工作，这就是PLC输出刷新阶段。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (5) 程序执行

PLC在程序执行阶段，按用户程序顺序扫描执行每条指令。从输入状态映像区读出输入信号的状态，经过相应的运算处理等，将结果写入输出状态映像区。通常将自诊断和通讯服务合称为监视服务。输入刷新和输出刷新称为I/O刷新。可以看出，PLC在一个扫描周期内，对输入状态的扫描只是在输入采样阶段进行，对输出赋的值也只有在输出刷新阶段才能被送出，而在程序执行阶段输入、输出会被封锁。这种方式称做集中采样、集中输出。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### 3. PLC对输入/输出的处理

根据可编程控制器的工作特点，可编程控制器的输入/输出处理的原理如下。

- (1) 输入映像寄存器的数据（状态）取决于输入端子上各输入点在本扫描周期的输入处理阶段所刷新的状态（1或0）。
- (2) 程序的执行取决于用户程序内容、输入/输出映像寄存器的内容及其他各元件映像寄存器的内容。



## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

- (3) 输出映像寄存器（包括各元件映像寄存器）的数据（状态）由用户程序中输出指令的执行结果决定。
- (4) 输出锁存器中的数据（状态）由上一个扫描周期的输出处理阶段存入到输出锁存器中的数据确定，直到本扫描周期的输出处理阶段，其数据才被刷新。
- (5) 输出端子上的输出数据（状态）由输出锁存器中的数据决定。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

下面用一个简单的例子进一步说明可编程控制器的工作过程。[图1-2-11 \(a\)](#)所示是PLC的外部接线圈，启动按钮SB1和停止按钮SB2的常开触点分别接PLC输入端子的X0和X1端子，交流接触器KM的线圈接可编程控制器输出端子Y0。[图1-2-11\(b\)](#)所示为三个I/O变量对应的I/O映像寄存器。[图1-2-11\(c\)](#)是PLC的梯形图，它与异步电动机的启动、自锁、停止的继电器控制电路图的功能相同。但是应注意，梯形图是一种软件，是PLC图形化的程序。图中的X0、Y0等是梯形图中的编程元件。编程元件X0与接在输入端子X0的SB1的常开触点及输入映像寄存器X0相对应，编程元件Y0与输出映像寄存器Y0相对应，也与接在输出端子Y0的可编程控制器内的输出电路相对应。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

梯形图以指令的形式存储在可编程控制器的用户程序存储器中。[图1-2-11](#)所示的梯形图与下面的4条指令相对应（“——”之后是该指令对应的触点或线圈注释）。

**LD X0** ——接在左侧母线上的X0的常开触点

**OR Y0** ——与X0的常开触点并联的Y0的常开触点

**ANI X1** ——与并联电路串联的X1的常闭触点

**OUT Y0** ——Y0的线圈

所示的梯形图完成的逻辑运算为 $Y0=(X0+Y0)X1$ 。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

在输入扫描阶段，CPU将SB1和SB2的常开触点的数据状态读入相应的输入映像寄存器，外部触点接通时存入映像寄存器的是二进制数1，反之存入0。

在执行程序阶段，执行第一条指令时，CPU从输入映像寄存器X0中取出二进制数数据并存入运算结果寄存器。

执行第二条指令时，从输出映像寄存器Y0中取二进制数数据，并与运算结果寄存器中的二进制数数据相“或”（触点的并联对应“或”运算），运算结果存入运算结果寄存器。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

执行第三条指令时，取出输入映像寄存器X1中的二进制数数据，因为是常闭触点，取反后与前面的运算结果相“与”（电路中的串联对应于“与”运算），运算结果存入运算结果寄存器。

执行第四条指令时，CPU将运算结果寄存器的二进制数数据送入Y0的输出映像寄存器。

在刷新输出阶段，CPU将各输出映像寄存器中的二进制数数据传送给输出模块并锁存起来，并由输出端子输出（直到下个扫描周期的刷新输出为止）。如果输出映像寄存器Y0中存放的是二进制数1，外接的KM线圈通电，反之将断电。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

设按钮SB1，SB2和KM的状态如图1-2-11(d)所示，对应X0，X1和Y0的波形图如1-2-11(d)所示，高电平表示按下按钮或KM线圈通电。当 $t < t_1$ 时，CPU读取输入映像寄存器

X0和X1的均为二进制数0，此时输出映像寄存器Y0中的为二进制数0，在程序执行阶段，经过上述逻辑运算过程之后，运算结果仍为Y0=0，所以KM的线圈处于断电状态。 $t < t_1$ 区间，虽然I/O信号的状态没有变化，但用户程序仍一直反复不断地执行。 $T = t_1$ 时，按下启动按钮SB1，X0变为1状态，经逻辑运算后Y0变1状态，在刷新输出阶段，将Y0对应的输出映像寄存器中的1送到输出模块，可编程控制器内Y0对应的硬件继电器的常开触点闭合，交流接触器KM的线圈通电动作。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### 4. 扫描周期与输入/输出滞后

可编程控制器经过5个阶段的工作过程，称为一个工作周期，在运行（RUN）工作状态扫描5个阶段所需时间称为扫描周期（其典型值为1~100ms）。完成一个扫描周期，又重新执行上述过程，扫描周而复始地进行。扫描周期是可编程控制器的一个重要指标之一。扫描周期由PLC的工作过程可知，一个完整的扫描周期T应为：

$$T = (\text{输入一点时间} \times \text{输入点数}) + (\text{运算速度} \times \text{程序步数}) + (\text{输出一点时间} \times \text{输出点数}) + \text{监视服务时间}$$

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

扫描周期的长短主要取决于三个要素：一是CPU执行指令的速度；二是每条指令占用的时间；三是执行指令条数的多少，即用户程序的长度。扫描周期越长，系统的响应速度越慢。现在厂家生产的基型PLC的一个扫描周期大约为10ms，这对于一般的控制系统来说完全是允许的，不但不会造成影响，反而可以增强系统的抗干扰能力，这是因为输入采样仅在输入刷新阶段进行。PLC在一个工作周期的大部分时间里实际上是与外设隔离的，而工业现场的干扰常常是脉冲式的、短期的，由于系统响应慢，往往要几个扫描周期才响应一次，多次扫描因瞬时干扰而引起的误动作将会大大减少，从而提高了系统的抗干扰能力。但是对控制时间要求较严格、响应速度要求较快的系统，就需要精心编制程序，必要时还需要采取一些特殊功能，以减少因扫描周期造成的响应带来的不良影响。



## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

输入/输出滞后时间又称系统响应时间，是指可编程控制器输入信号发生变化时刻到它控制的输出信号发生变化的时刻之间的时间间隔。响应时间由输入电路滤波时间、输出电路的滞后时间和因扫描工作方式产生的滞后时间三部分组成。

输入模块的RC滤波电路主要用来消除由输入端引入的干扰噪声和因外部输入触点动作时产生的抖动引起的不良影响，RC电路的时间常数决定了输入滤波时间的长短，其典型值为10ms。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

输出模块的滞后时间与模块的类型有关，继电器输出电路滞后时间一般在**10ms**左右；

晶体管型输出电路的滞后时间小于**1ms**；双向晶闸管输出电路在负载接通时的滞后时间约为**1ms**，负载由导通到断开时的最大滞后时间为**10ms**。

当可编程控制器的CPU接收对应于输入扫描阶段的输入信号时，用于响应的的时间主要取决于扫描周期。

### (1) 可编程控制器的最小I/O响应时间

如果可编程控制器刚好在输入扫描阶段优先接收一输入信号，则响应最快。此时响应时间等于可编程控制器的扫描周期加上输入延迟时间和输出延迟时间，如[图1-2-12](#)所示。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (2) 可编程控制器最大I/O响应时间

如果可编程控制器刚好在输入扫描阶段之后收到输入信号，则响应时间最长。因为CPU要到下一次扫描末尾刷新输出阶段之后才能读取输入信号，所以最大响应时间是输入延迟时间与输出延迟时间及两次扫描周期之和，如[图1-2-13](#)所示。

由上述知，由扫描工作方式引起的延时时间最长可达两个多扫描周期。

总之，可编程控制器的响应延迟时间一般只有几十毫秒，对于一般的控制系统是适用的；而对于一些具有定时控制要求的系统或对输入输出响应要求高的系统，可选用扫描速度快的可编程控制器或采取其他措施。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 拓展知识

本课题的拓展内容：编程语言和编程方法

### 1. 编程语言

**PLC**目前常用的编程指令有以下几种：梯形图语言、助记符语言、顺序功能图。手持编程器常用助记符编程语言，计算机软件编程采用梯形图语言，也有采用顺序功能图的。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

(1) 梯形图的表达式沿用了原电气控制系统中的继电器接触器控制电路的形式，二者的基本构思基本是一致，只是使用符号和表达形式有所区别。梯形图是通过连线把PLC指令的梯形图符号连接在一起的连通图，用以表达所使用的PLC指令及其前后顺序，它与电气原理图很相似。它的连线有两种：一为母线，另一为内部横竖线。内部横竖线把一个个梯形图符号指令连成一个指令组，这个指令组一般总是从装载（LD）指令开始，必要时再继以若干个输入指令（含LD指令），以建立逻辑条件。最后为输出类指令，实现输出控制，或为数据控制、流程控制、通讯处理、监控工作等指令，以进行相应的工作。母线是用来连接指令组的。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

- 1) 梯形图按行从上至下编写，每一行从左往右顺序编写。PLC程序执行顺序与梯形图的编写顺序一致。
- 2) 图左、右边垂直线称为起始母线、终止母线。每一逻辑行必须从起始母线开始画起，终止于继电器线圈或终止母线（有些PLC终止母线可以省略）。
- 3) 梯形图的起始母线与线圈之间一定要有触点，而线圈与终止母线之间则不能有任何触点。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (2) 助记符语言表

助记符语言又称命令语句表达式语言，它常用一些助记符来表示PLC某种操作，它类似于微机中的汇编语言，但比汇编语言更直观易懂。同一厂家的PLC产品，其助记符语言与梯形图语言是相互对应的，可互相转换。

### (3) 顺序功能图

顺序功能图(Sequential Function Chart, SFC)又称状态转移图,它是描述控制系统的控制过程、功能和特性的一种图形,也是设计可编程序控制器的顺序控制程序的有力工具。顺序功能图具有直观、简单、逻辑性强特点,使工作效率大为提高,而且程序调试极为方便。

# 课题二 PLC的基本组成和工作原理

## 2. 编程的方法

### (1) 经验法

经验法是运用自己的经验或者借鉴他人的已经成功的实例进行设计。可以对已有相近或者类似的实例按照控制系统的要求进行修改，直到满足控制系统的要求。在工作中应不断积累和收集资料，从而丰富自己的设计经验。

### (2) 解析法

PLC的逻辑控制实际上就是逻辑问题的综合。可以根据组合逻辑或者时序逻辑的理论，并运用相应的解析方法，对其进行逻辑关系求解，按照求解的结果编制梯形图或者直接编写指令。解析法比较严谨，可以避免编程的盲目性。



## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (3) 图解法

图解法是依照画图的方法进行PLC程序设计。常见的方法有梯形图法、时序图法和流程图法。

梯形图法是最基本的方法，无论是经验还是解析法，在把控制系统的要求等价位梯形图时就要用到梯形图法。

时序图法适用于时间控制电路，先把对应信号的波形画出来，再依照时间顺序用逻辑关系去组合，就可以把控制程序设计出来。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

流程图法使用框图表示PLC程序的执行过程及输入条件与输出之间的关系。在使用步进指令编程的情况下，采用该方法设计很方便。

图解法和解析法不是彼此独立的。解析法要画图，图解法也要列解析式，只是两种方法的侧重点不一样。

## 课题二 PLC的基本组成和工作原理

### (4) 技巧法

技巧法是在经验法和解析法的基础上，运用技巧进行编程，以提高编程质量。还可以使用流程图做工具，将巧妙的设计形式化，从而编制所需要的程序。该方法是多种编程方法的综合应用。

### (5) 计算机辅助设计

计算机辅助设计是利用PLC通过上位链接单元与计算机实现连接，运用计算机进行编程。该方法需要有相应的编程软件。

# 课题三 FX系列PLC的操作

## 学习目标

1. 了解编程软件的安装。
2. 掌握PLC与计算机的连接及通信。

# 课题三 FX系列PLC的操作

## 知识学习

### 一、GX Develop编程软件的安装

系统支持WINDOWS 98/2000/XP，至少得有512MB内存，以及100MB空余的硬盘。

- 1.打开安装目录，先安装EnvMEL\SETUP.EXE，再返回主目录，安装主目录下的“SETUP.EXE”，双击安装运行文件，屏幕会弹出“安装程序对话框”，表示其正在进行软件安装前的准备。这个过程大概需要1~2min。准备工作完成后，将进入GX Develop的设置程序对话框，如[图1-3-1](#)所示画面。

## 课题三 FX系列PLC的操作

2.单击“下一个”按钮，弹出“输入产品序列号”对话框。如[图1-3-2](#)所示，输入GX系列软件的通用序列号“570-986818410”。

3.单击“下一个”按钮，弹出“选择部件”对话框。如[图1-3-3](#)、[1-3-4](#)、[1-3-5](#)所示，注意，图1-3-3“监视专用”这里不能打勾。其他两个地方图1-3-4和图1-3-5可以打勾。

然后一直点“下一个”，就开始安装了，5-10分钟后，安装完成，系统弹出提示，安装结束。在桌面上建立一个和“GX-Develop”相对应的图标，同时在桌面的“开始/程序”中建立一个“MELSOFT应用程序—GX-Develop”选项。若需增加模拟仿真功能，在上述安装结束后，在运行安装盘中的LLT文件夹下的“STEUP”文件，按照逐级提示即可完成仿真功能的安装。

# 课题三 FX系列PLC的操作

## 二、PLC与计算机的连接及通信

### 1. 接口单元

采用FX—232AWC型RS-232/RS-422转换器（便携式）或FX—232AW型RS-232C/RS-422（内置式），以及其他指定的转换器。

### 2. 通信电缆

采用FX-422CAB型RS-422缆线（用于FX2、FX2C型PLC，0.3m）或FX-422CAB-150型RS-422缆线（用于FX2、FX2C型PLC，1.5m），以及其他指定的缆线。

# 课题三 FX系列PLC的操作

## 拓展知识

本课题的拓展内容：**FX** 系列可编程控制器简介

三菱 **FX** 系列小型可编程控制器，将**CPU**和输入/输出一体化，使用更为方便。为了进一步迎合不同客户的要求，**FX**系列有多种不同的型号供选择。另外更有多种不同的特殊功能模块提供给不同客户。主要应用于机械配套，如：注塑机、电梯控制、印刷机、包装机和纺织机等行业。三菱公司推出的常用**FX**系列小型、超小型**PLC**有 **FX 0**、**FX 2**、**FX 0N**、**FX 0S**、**FX 2C**、**FX 2N**、**FX 2NC**、**FX 1N**、**FX 1S** 等系列。

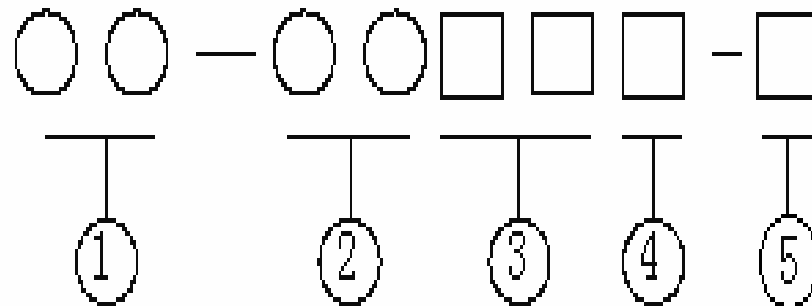


# 课题三 FX系列PLC的操作

## 1. FX 系列可编程控制器的命名

FX系列可编程控制器型号命名的基本格式为：

**FX**



## 课题三 FX系列PLC的操作

- ① 系列序号 **0、2、0N、0S、2C、2NC、1N、1S**，即 **FX 0、FX 2、FX 0N、FX 0S、FX 2C、FX 2N、FX 2NC、FX 1N和FX 1S**。
- ② 输入输出的总点数：**4~128点**
- ③ 单元区别：**M**—基本单元；**E**—输入输出混合扩展单元及扩展模块；**EX**—输入专用扩展模块；**EY**—输出专用扩展模块。
- ④ 输出形式（其中输入专用无记号）：**R**—继电器输出；**T**—晶体管输出；**S**—晶闸管输出
- ⑤ 特殊物品的区别：**D**：DC电源，DC输入

## 课题三 FX系列PLC的操作

**A1:** AC电源, AC输入 (AC100-120V) 或AC输入模块

**H:** 大电流输出扩展模块

**V:** 立式端子排的扩展模式

**C:** 接插口输入输出方式

**F:** 输入滤波器1ms的扩展模块

**L:** TTL输入型模块

**S:** 独立端子 (无公共端) 扩展模块

特殊物品无记号: AC电源, DC输入, 横式端子排

输出为继电器输出 2A/1点、晶体管输出0.5/1点或晶闸管输出0.3A/1点的标准输出。

# 课题三 FX系列PLC的操作

## 2. FX 系列可编程控制器的基本组成

FX系列可编程控制器由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊功能单元构成。基本单元（**Basic Unit**）包括CPU、存储器、输入输出及电源，是PLC的主要部分。扩展单元（**Extension Unit**）是用于增加可编程控制器I/O点数的装置，内部设有电源。扩展模块（**Extension Module**）用于增加可编程控制器I/O点数，内部无电源，所用电源由基本单元或扩展单元供给。因扩展单元及扩展模块无CPU，必须与基本单元一起使用。特殊功能单元（**Special Function Unit**）是一些专门用途的装置。这里只对FX 2系列可编程控制器的基本单元、扩展单元、扩展模块的型号规格作一个简单介绍。

## 课题三 FX系列PLC的操作

FX 2的基本单元、扩展单元、扩展模块的型号规格如[表1-3-1](#)、[表1-3-2](#)、[表1-3-3](#)所示。用FX 2的基本单元与扩展单元或扩展模块可构成I/O点为16~256点的PLC系统。

FX 2系列可编程控制器输入技术指标、输出技术指标、电源技术指标和性能技术指标(Performance Specification), 分别如[表1-3-4](#), [表1-3-5](#), [表1-3-6](#), [表1-3-7](#)及[表1-3-8](#)所示。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 学习目标

1. 熟悉GX Developer软件界面。
2. 掌握梯形图的基本输入操作。
3. 掌握GX Developer编程软件的编辑、调试等基本操作，能够熟练录入程序并且进行调试。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 知识学习

### 一、编程软件简介

三菱PLC编程软件有好几个版本,早期的FXGP/WIN-C及现在常用的GPP FOR Windows和最新的GX Developer (简称GX), 实际上GX Developer是GPP FOR Windows的升级版本, 但GX Developer界面更友好、功能更强大、使用更方便, 主要具备以下功能: MELSEC可编程控制器的编程、监控、调试和维护; 支持所有三菱PLC系列编程; 可方便地在现场进行程序的在线更改; 结构化程序的编写; 对过去冗长的程序进行分割操作, 从而更容易理解; 单个CPU中可编写28~124个程序, 可单独下载至PLC; 可制作成标准化程序, 在其它同类系统中使用。

# 课题四

## 二、GX编程软件的界面

在计算机上安装好GX编程软件后，双击桌面上的GX Developer图标，即可启动GX Developer软件。其界面如[图1-4-1](#)所示。

### 1. 菜单栏

GX编程软件有10个菜单项，每个菜单又有若干个菜单项。许多基本相同菜单项的使用方法和目前文本编辑软件的同名菜单项的使用方法基本相同。多数使用者很少直接使用菜单项，而是使用快捷工具。常用的菜单项都有相应的快捷按钮，GX Developer的快捷键直接显示在相应菜单项的右边。



# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 2. 快捷工具条

**GX Developer**共有8个工具条，即标准、数据切换、梯形图标记、程序、注释、软元件内存、SFC、SFC符号、ST工具条。用鼠标单击“显示”菜单下的“工具条”命令，即可打开选用这些工具条。常用的有标准、梯形图标记、程序工具条，将鼠标指针停留在快捷按钮上片刻，即可获得该按钮的提示信息。参见[图1-4-2](#)、[1-4-3](#)等。

## 3. 编辑区

是程序、注解、注释、参数等的编辑的区域。参见[图1-4-4](#)。

## 4. 工程数据列表

以树状结构显示工程的各项内容，如程序、软元件注释、参数等。

## 5. 状态栏

显示当前的状态如鼠标所指按钮功能提示、读写状态、PLC的型号等内容。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 三、GX编程软件的使用

### 1. 工程的打开与关闭

双击桌面上的GX Developer图标，[图1-4-5](#)为打开的GX Developer窗口；用鼠标选取“工程”菜单下的“关闭”命令或者点击右上角的，即可退出GX Developer系统。

### 2. 文件的管理

#### (1) 创建新工程

用鼠标选取“工程”菜单下的“创建新工程”命令，或者按Ctrl+N键操作，在出现的“创建新工程”对话框中选择PLC类型，如选择FX2N系列PLC后，单击“确定”按钮，如[图1-4-6](#)所示

## 课题四 GX Develop编程软件的应用

### (2) 文件的保存

保存当前PLC程序、注释数据以及其他在同一文件名下的数据。操作方法是单击“工程”菜单下的“保存工程”命令，或Ctrl+S键操作即可。

### 3) 打开已有工程

打开一个已有工程，打开“工程”菜单下的“打开工程”命令，或按Ctrl+O键，在出现的“打开工程”对话框中选择已有工程，单击“打开”按钮，如[图1-4-7](#)所示

## 课题四 GX Develop编程软件的应用

### 3. 梯形图程序的编制

#### 1) 图1-4-8梯形图的输入

在GX软件中输入上述梯形图，步骤如下：在工具栏中点击对应的触点或线圈，并输入触点或线圈的名称。参见[图1-4-9](#)。

梯形图输入的三种方法：

- (1) 用鼠标在工具栏中点击对应的触点或线圈；
- (2) 直接利用快捷键，在键盘上就可以完成；
- (3) 输入指令语句来完成梯形图的编制。

下面通过一个实例来说明在GX软件中如何用指令语句的方式完成梯形图的输入：输入[图1-4-10](#)所示的梯形图，从第一句指令开始，直接键入LD，会出现相应的对话框，键入X0；以此完成。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 2) 编辑操作

通过执行“编辑”菜单栏中的指令，对输入的程序进行修改和检查。如 [图1-4-12](#)所示。

### (1) 删除、插入、删除、绘制连线。

对某个图形符号或整体进行删除、插入。

### (2) 修改

未变换前，直接键入正确的进行覆盖；若已变换，则单击“编辑”中的“写入模式”进行修改。

### (3) 复制、粘贴、保存、打开工程。

## 课题四 GX Develop编程软件的应用

### (4) 梯形图的转换

完成梯形图的输入后会发觉画面呈现灰色底，此时需要对梯形图进行变换，以利于程序的传输。如[图1-4-13](#)在工具栏中点击“变换”中的“变换”，梯形图立刻呈现白色底，变换完成。

### (5) 程序的检查

单击“诊断”菜单下的“PLC诊断”命令，弹出如[图1-4-14](#)所示的“PLC诊断”对话框，进行程序检查。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 4. 程序的传送

### (1) PLC与计算机的连接

FX系列PLC与计算机通信使用的是“RS-232C/RS-422转换器”，其中计算机的RS-232C为9针端口，而与PLC连接的RS-422为7针端口，连接时可利用针数的不同进行识别。

### (2) 进行通信设置

通信界面设置如[图1-4-15](#)所示，一般只需设置串口COM即可，其它默认。

## 课题四 GX Develop编程软件的应用

### (3) 程序写入、读取

若要将编制好的程序写入到PLC中，将PLC置为STOP状态，单击“在线”菜单中的“写入PLC”，则出现如下所示窗口，根据下[图1-4-16](#)所示完成。在STOP状态下，单击“在线”菜单中的“读取PLC”，将PLC中的程序读取到计算机中。

传送程序时，应注意以下问题：

- 1) 计算机的RS232C端口及PLC之间必须用指定的缆线及转换器连接。
- 2) PLC必须在“STOP”状态下，才能执行程序传送。



## 课题四 GX Develop编程软件的应用

3) 执行完“PLC写入”命令后，PLC中的程序将被丢失，原有的程序将被读入的程序所替代。

4) 在“PLC读取”时，程序必须在RAM或EE-PROM内存保护关断的情况下读取。

### 5. 程序运行监控

将PLC置为RUN状态，则PLC开始运行输入的程序，程序的运行可利用GX软件进行监控：单击“在线”菜单栏下“监控”栏中的“监控开始”(也可用快捷键方式F3)，如[图1-4-17](#)所示。界面出现变化，触点或线圈为蓝色底则表示通电，反之断电。

## 课题四 GX Developer编程软件的应用

### 6. 程序的调试

程序运行过程中出现的错误有两种

- (1) 一般错误：运行的结果与设计的不一致，需要修改程序，单击“在线”菜单下的“远程操作”命令，将PLC设为STOP模式，再单击“编辑”菜单下的“写模式”命令，再重新开始输入正确的程序，直到程序正确。
- (2) 致命错误：PLC停止运行后，PLC上的ERROR指示灯亮，需要修改程序。单击“在线”菜单下的“清除PLC内存”命令，弹出“清除PLC内存”对话框，如[图1-4-18](#)所示。将PLC内的错误全部清除后，再重新开始输入正确的程序，直到程序正确。

# 课题四 GX Develop编程软件的应用

## 拓展知识

### FXGP/WIN-C软件简介

1. 利用PC-09编程电缆，连接PLC与微机。
2. 启动FXGP/WIN-C软件

运行SWOPC-FXGP/WIN-C软件后，将出现初始启动画面，点击初始启动界面菜单栏中“文件”菜单，并在下拉菜单条中选取“新文件”菜单条，选择FX2N机型，点击“确认”按钮后，则出现程序编辑主界面，如图1-4-19所示。主界面包含以下几个分区：菜单栏（包括11个主菜单项），工具栏（快捷操作窗口），用户编辑区，编辑区下边分别是状态栏及功能键栏，界面右侧还可以看到功能图栏。下面分别予以说明。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## (1) 菜单栏

菜单栏是以下拉菜单形式进行操作，菜单栏中包含“文件”、“编辑”、“工具”、“查找”、“视图”、“PLC”、“遥控”、“监控及调试”等菜单项。点击某项菜单项，弹出该菜单项的菜单条，如“文件”菜单项包含新建、打开、保存、另存为、打印、页面设置等菜单条，“编辑”菜单项包含剪切、复制、粘贴、删除等菜单条，这两个菜单项的主要功能是管理、编辑程序文件。菜单条中的其他项目，如“视图”菜单项功能涉及编程方式的变换，“PLC”菜单项主要进行程序的下载、上传传送，“监控及调试”菜单项的功能为程序的调试及监控等操作。

# 课题四 GX Develop编程软件的应用

## (2) 工具栏

工具栏提供简便的鼠标操作，将最常用的SWOPC-FXGP/WIN-C编程操作以按钮形式设定到工具栏上。可以利用菜单栏中的“视图”菜单选项来显示或隐藏工具栏。菜单栏中涉及的各种功能在工具栏中都能找到。

## (3) 编辑区

编辑区用来显示编程操作的工作对象。可以使用梯形图、指令表等方式进行程序的编辑工作。使用菜单栏中“视图”菜单项中的梯形图及指令表菜单条，实现梯形图程序与指令表程序的转换。也可利用工具栏中梯形图及指令表的按钮实现梯形图程序与指令表程序的转换。

## 课题四 GX Developer编程软件的应用

### (4) 状态栏、功能键栏及功能图栏

编辑区下部是状态栏，用于表示编程PLC类型，软件的应用状态及所处的程序步数等。状态栏下为功能键栏，其与编辑区中的功能图栏都含有各种梯形图符号，相当于梯形图绘制的图形符号库。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

## 3. 程序编辑操作

### (1) 采用梯形图方式时的编辑操作

采用梯形图编程是在编辑区中绘出梯形图，打开“文件”菜单项目中的新文件，主窗口左边可以见到一根竖直的线，这就是梯形图中左母线。蓝色的方框为光标，梯形图的绘制过程是取用图形符号库中的符号，“拼绘”梯形图的过程。比如要输入一个常开触点，可点击功能图栏中的常开触点，也可以在“工具”菜单中选“触点”，并在下拉菜单中点击“常开触点”的符号，这时出现图1-4-20的对话框，在对话框中输入触点的地址及其他有关参数后点击“确认”按钮，要输入的常开触点及其他地址就出现在蓝色光标所在的位置。

## 课题四 GX Developer编程软件的应用

如需输入功能指令时，点击工具菜单中的“功能”菜单或点击功能图栏及功能键中的功能按钮，即可弹出如**图1-4-21**所示的对话框。然后在对话框中填入功能指令的助记符及操作数，点击“确认”即可。

这里要注意的是功能指令的输入格式一定要符合要求，如助记符与操作数间要空格，指令的脉冲执行方式中加的“P”与指令间不能有空格，32位指令需在指令助记符前加“D”且也不能有空格。梯形图符号间的连线可通过工具菜单中的“连线”菜单选择水平线与竖线完成。另外还需注意，不论绘制什么图形，先要将光标移到需要绘这些符号的地方。梯形图符号的删除可利用计算机的删除键，梯形图竖线的删除可利用菜单栏中“工具”菜单中的竖线删除。梯形图元件及电路块的剪切，复制和粘贴等方法与其他编辑类软件操作相似。还有一点需强调的是，当绘出的梯形图需保存时要先点击菜单栏中“工具”项下拉菜单的“转换”成功后才能保存，梯形图未经转换点击保存按钮存盘即关闭编辑软件，编绘的梯形图将丢失。



## 课题四 GX Develop编程软件的应用

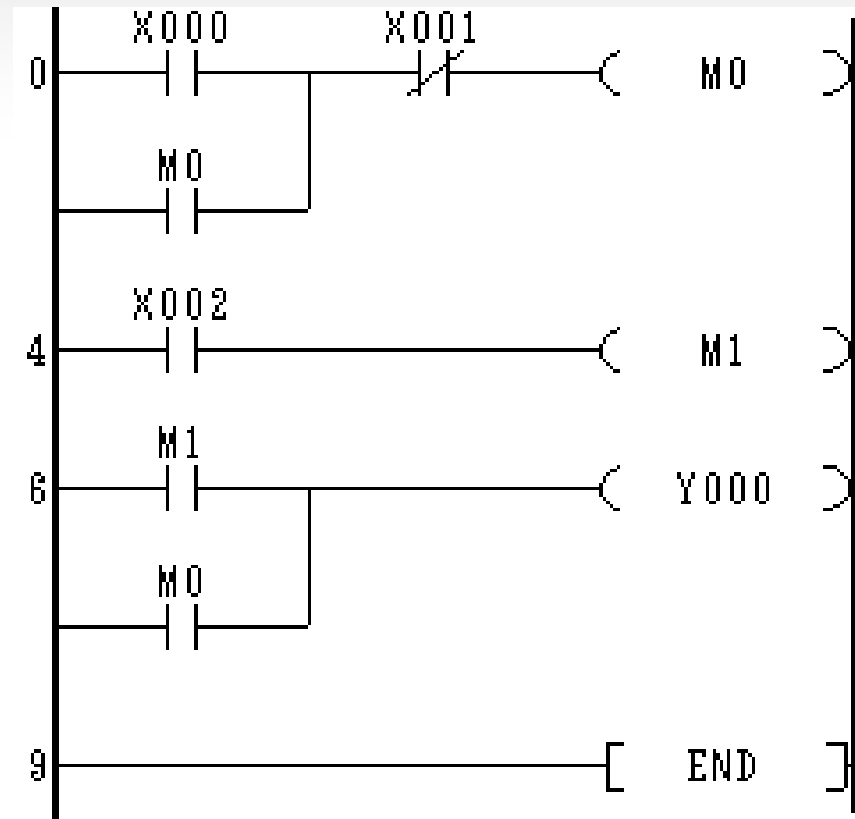
### (2) 采用指令表方式的编程操作

采用指令表编程时可以在编辑区光标位置直接输入指令表，一条指令输入完毕后，按回车键光标移至下一条指令，则可输入下一条指令。指令表编辑方式中指令的修改也十分方便，将光标移到需修改的指令上，重新输入新指令即可。

程序编制完成后可以利用菜单栏中的“选项”菜单项下“程序检查”功能对程序做语法及双线圈的检查，如有问题，软件会提示程序存在的错误。

# 课题四 GX Developer编程软件的应用

请完成以下程序的输入：



## 课题四 GX Develop编程软件的应用

### 4. 程序的下载

程序编辑完成后需下载到PLC中运行，这时需点击菜单栏中“PLC”菜单，在下拉菜单中再选“传送”及“写入”即可将编辑完成的程序下载到PLC中，传送菜单中的“读入”命令则用于将PLC中的程序读入编程计算机中修改。PLC中一次只能存入一个程序。下载新程序后，旧的程序即被删除。

### 5. 程序的调试及运行监控

程序的调试及运行监控是程序开发的重要环节，很少有程序一经编制就是完善的，只有经过试运行甚至现场运行才能发现程序中不合理的地方并且进行修改。

## 课题四 GX Develop编程软件的应用

SWOPC-FXGP/WIN-C编程软件具有监控功能，可用于程序的调试及监控。

### (1) 程序的运行及监控

程序下载后仍保持编程计算机与PLC的联机状态并启动程序运行，编辑区显示梯形图状态下，点击菜单栏中“监控/测试”菜单项后，选择“开始监控”菜单条即进入元件的监控状态。此时，梯形图上将显示PLC中各触点的状态及各数据存储单元的数值变化。如图1-4-22所示，图中有长方形光标显示的位元件处于接通状态，数据元件中的存数则直接标出。在监控状态时点击菜单栏中“监控/测试”菜单项并选择“停止监控”则终止监控状态，回到编辑状态。

## 课题四 GX Develop编程软件的应用

元件状态的监视还可以通过表格方式实现。编辑区显示梯形图或指令表状态下，点击菜单栏中“监控/测试”菜单后再选择“进入元件监控”，进入元件监控状态对话框，这时可在对话框中设置需监控的元件，则当PLC运行时就可显示运行中各元件的状态。

### (2) 位元件的强制状态

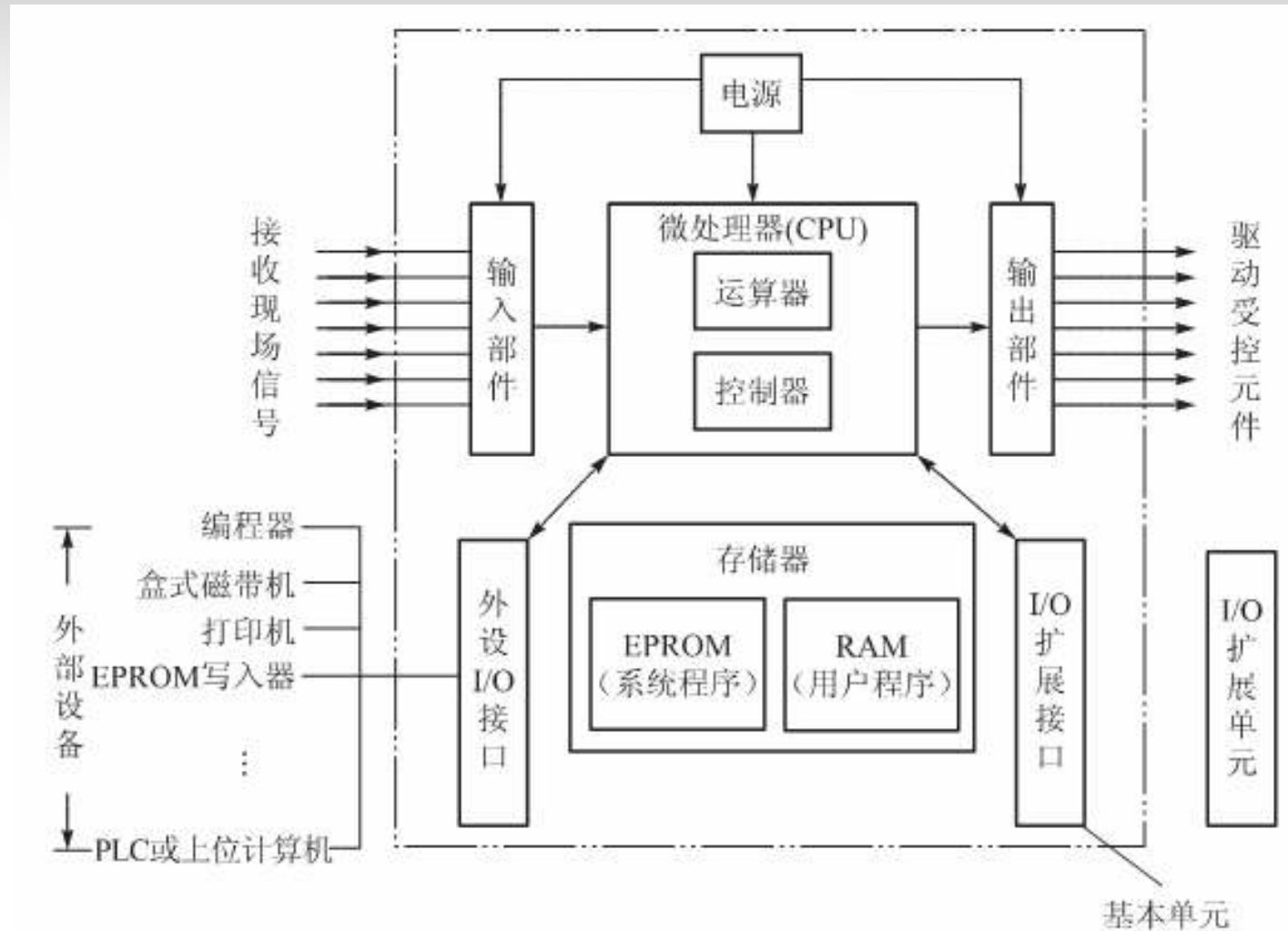
在调试中可能需要PLC的某些位元件处于ON或OFF状态，以便观察程序的反应。这可以通过“监控/测试”菜单项中的“强制Y输出”及“强制ON/OFF”命令实现。选择这些命令时将弹出对话框，在对话框中设置需强制的内容并点击“确定”即可。

## 课题四 GX Developer编程软件的应用

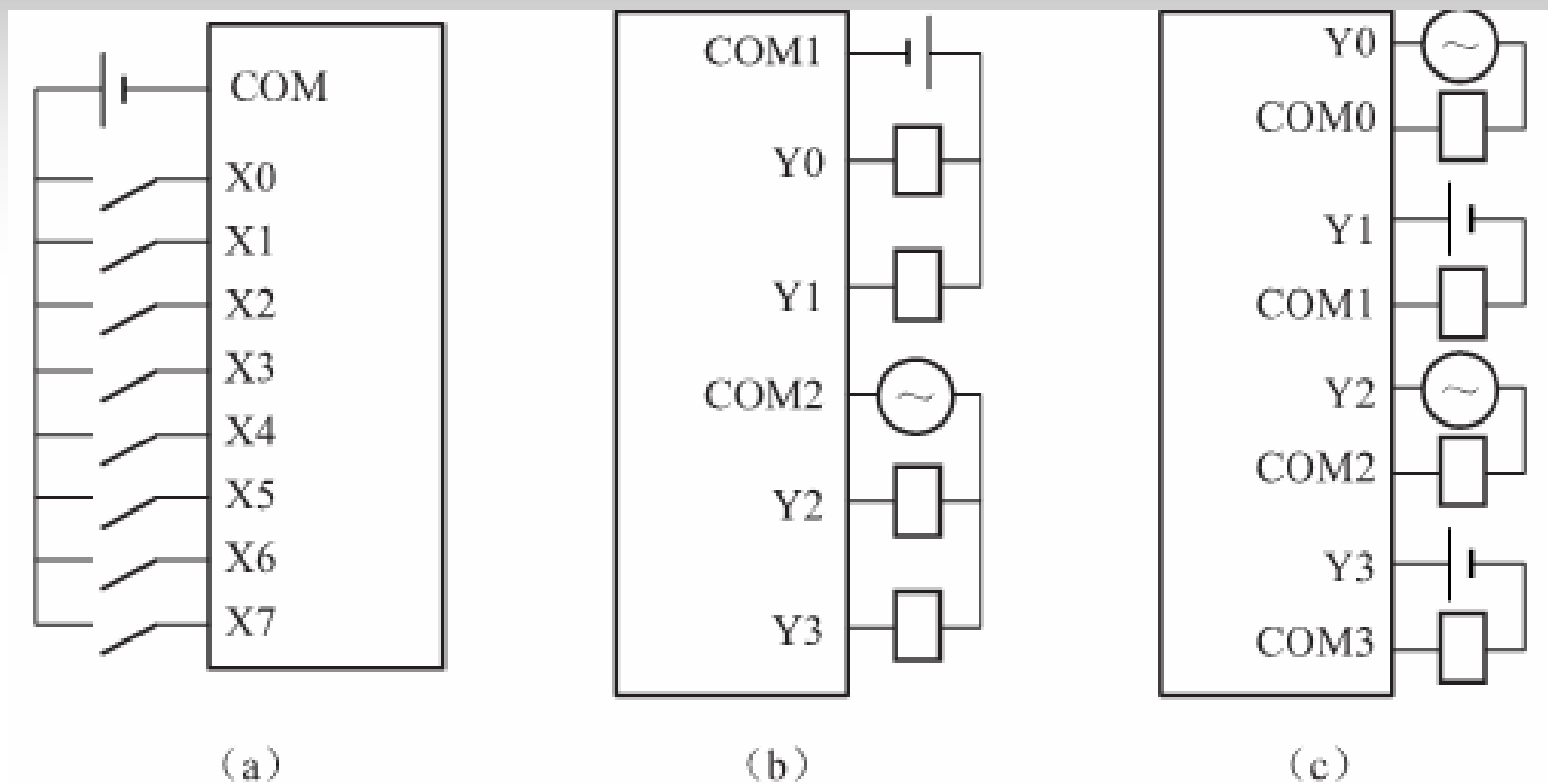
### (3) 改变PLC字元件的当前值

在调试中有时需改变字元件的当前值，如定时器、计算器的当前值及存储单元的当前值等。具体操作也是从“监控/测试”菜单中进入，选择“改变当前值”并在弹出的对话框中设置元件及数值后点击“确定”即可。

# 图1-2-1 PLC的基本组成



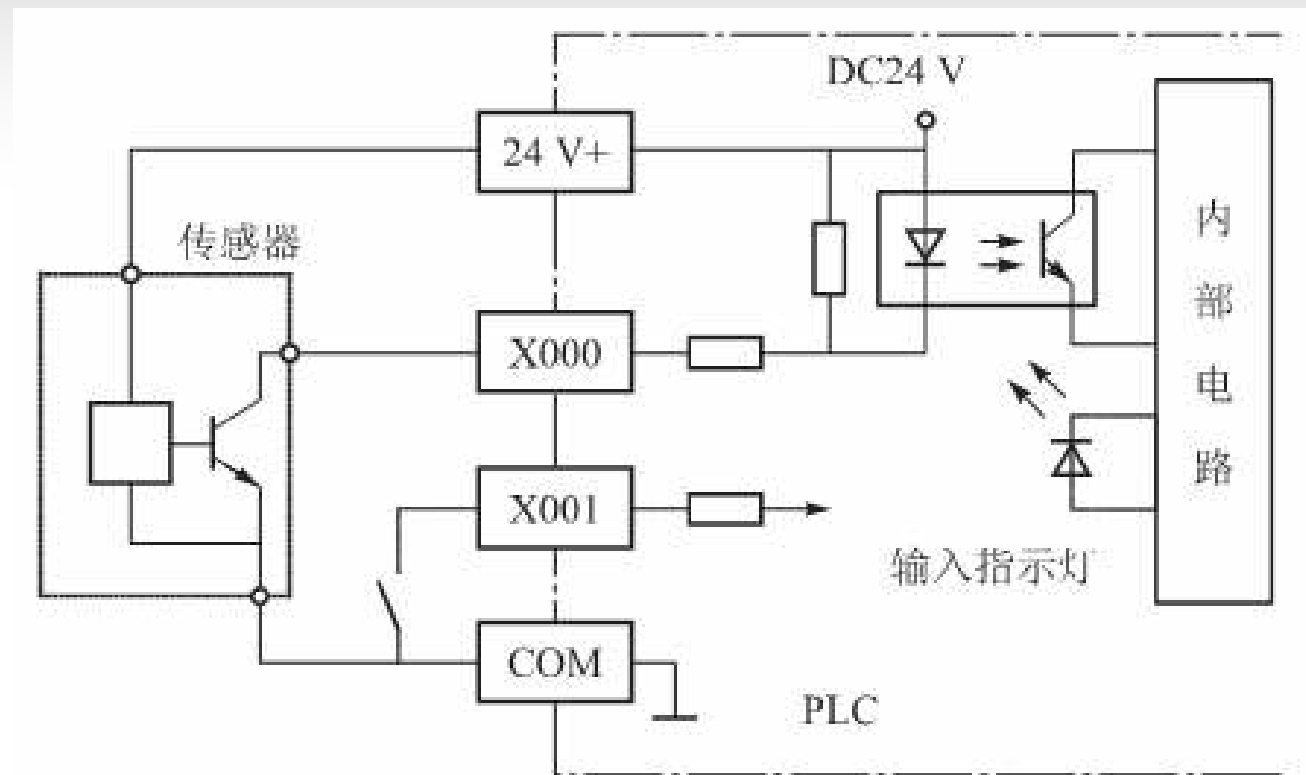
# 图1-2-2 输入/输出模块的外部接线方式



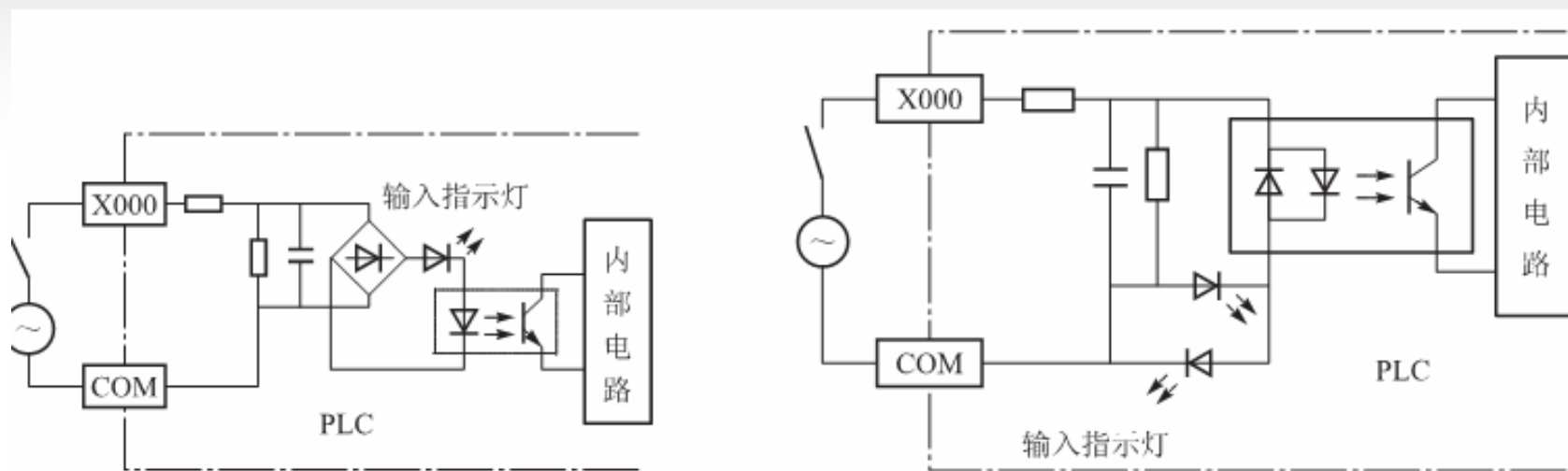
(a) 汇点式 (b) 分组式 (c) 分隔式



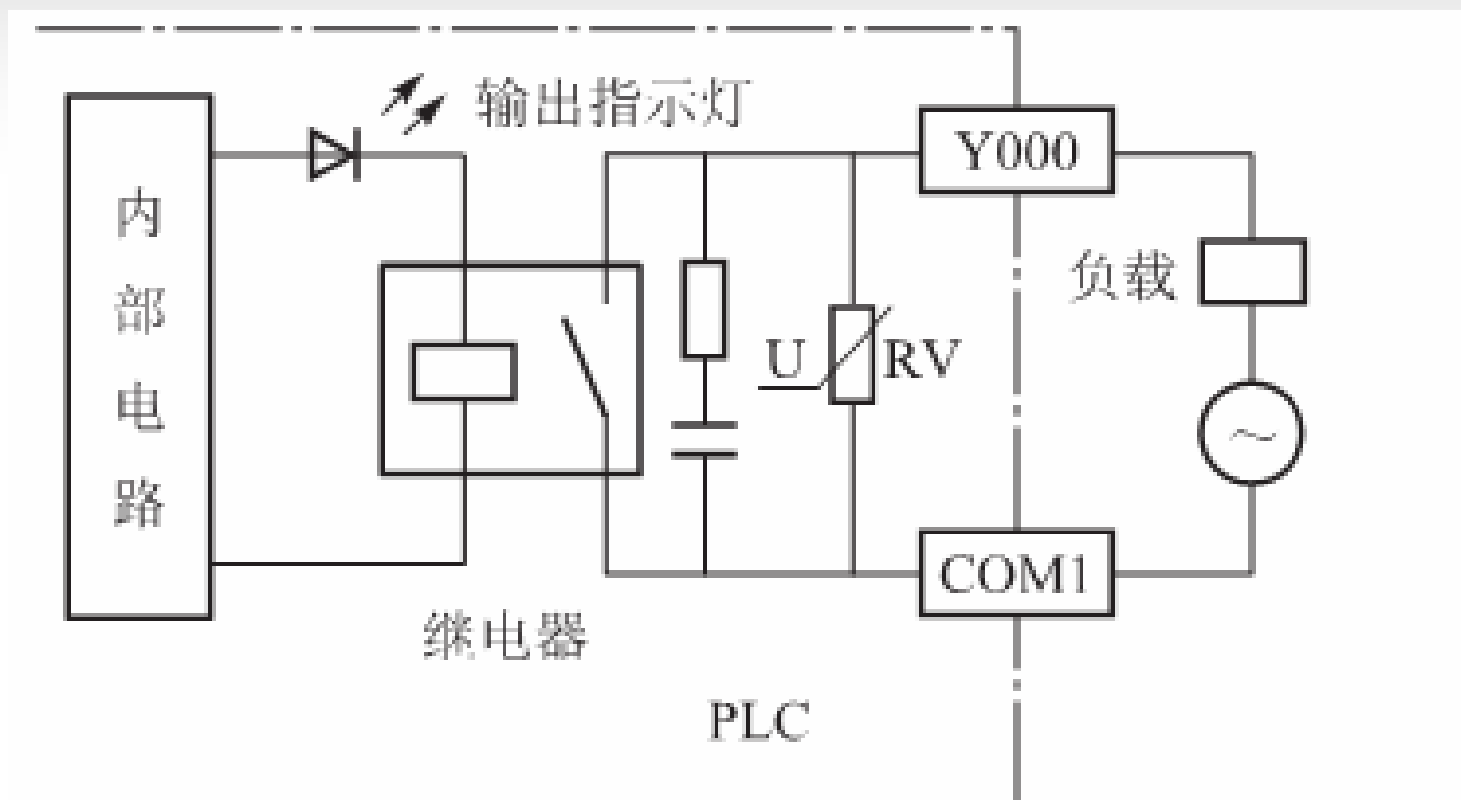
图1-2-3 直流输入电路



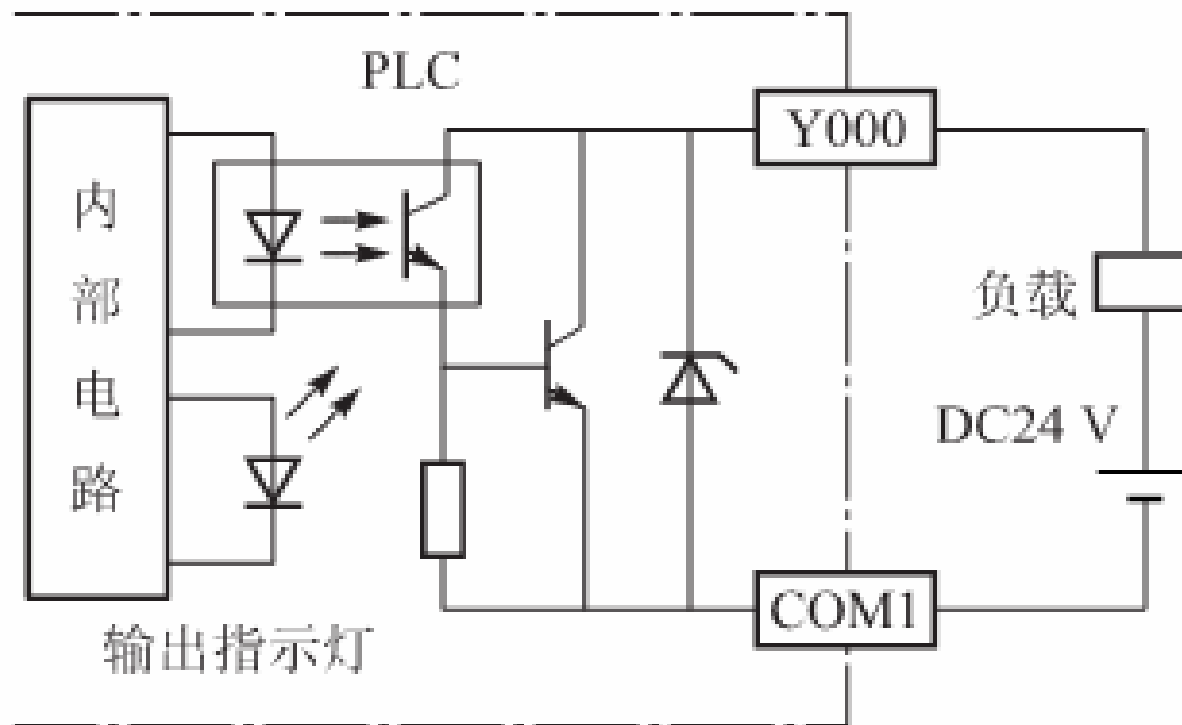
# 图1-2-4 交流/直流输入电路



# 图1-2-5 继电器输出电路



# 图1-2-6 晶体管输出电路



# 图1-2-7 晶闸管输出电路

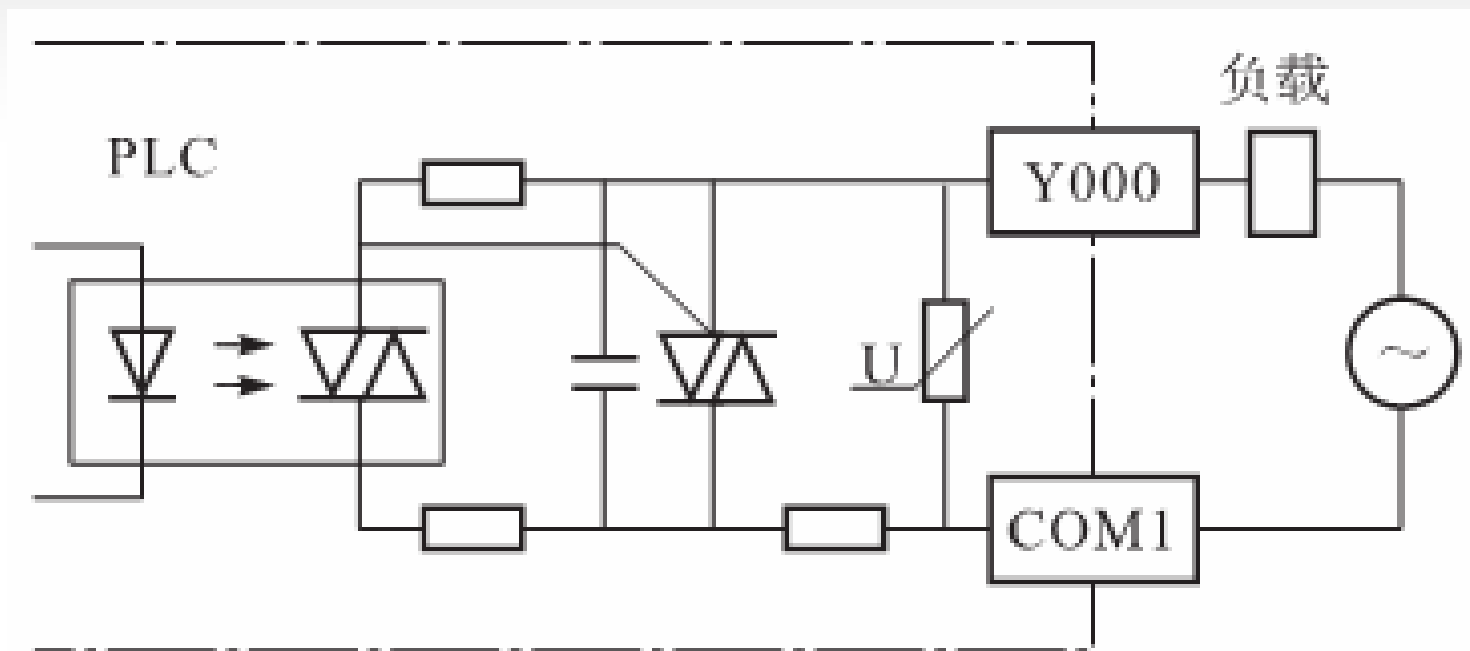


图1-2-8 PID过程控制

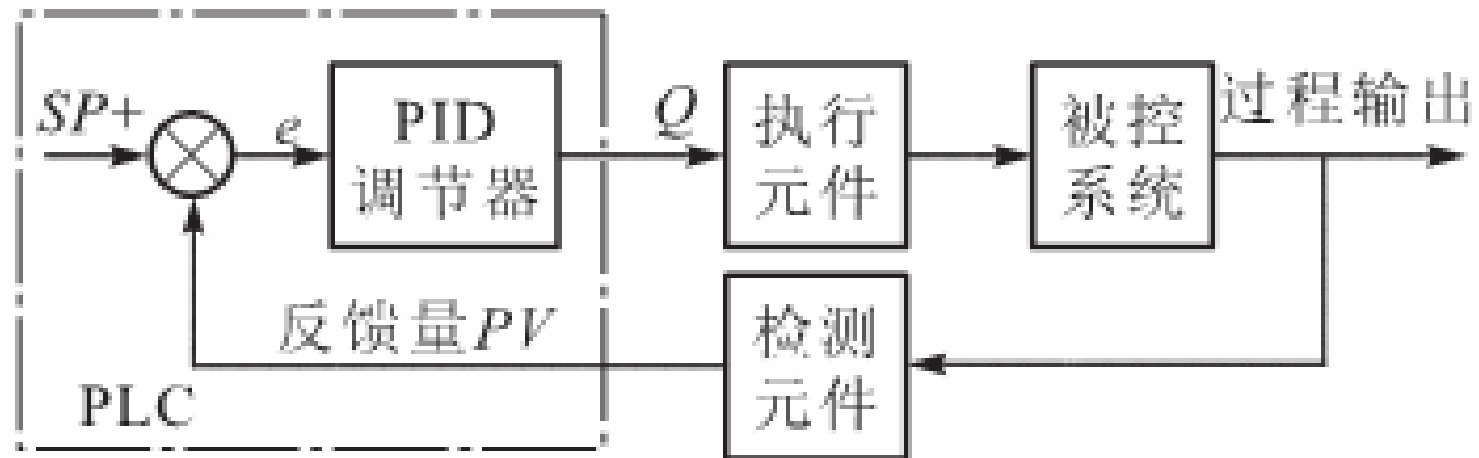
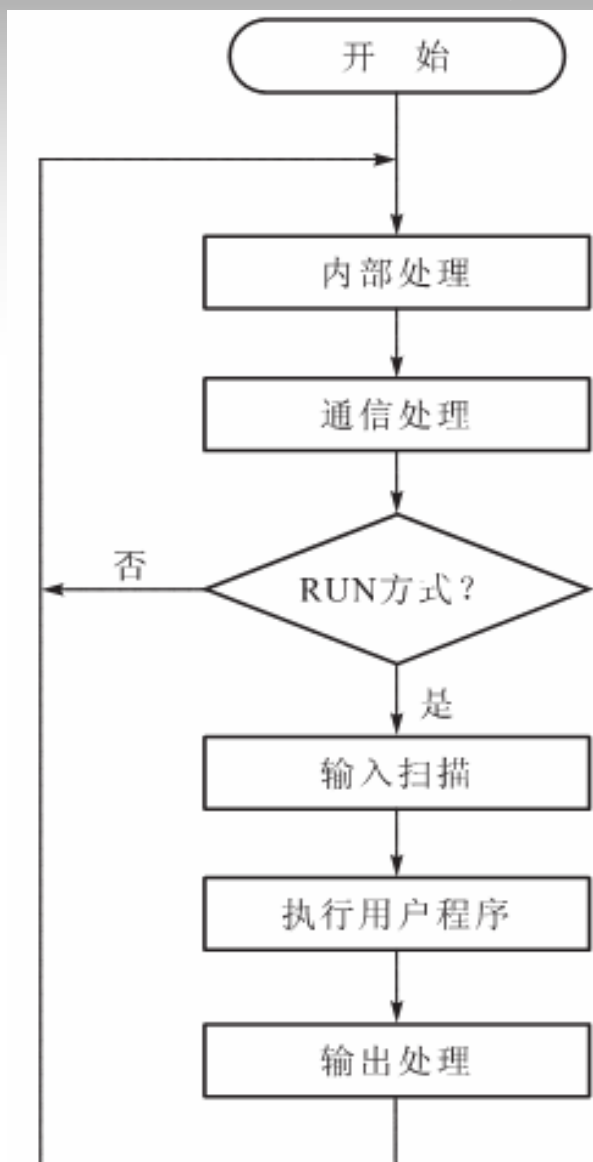
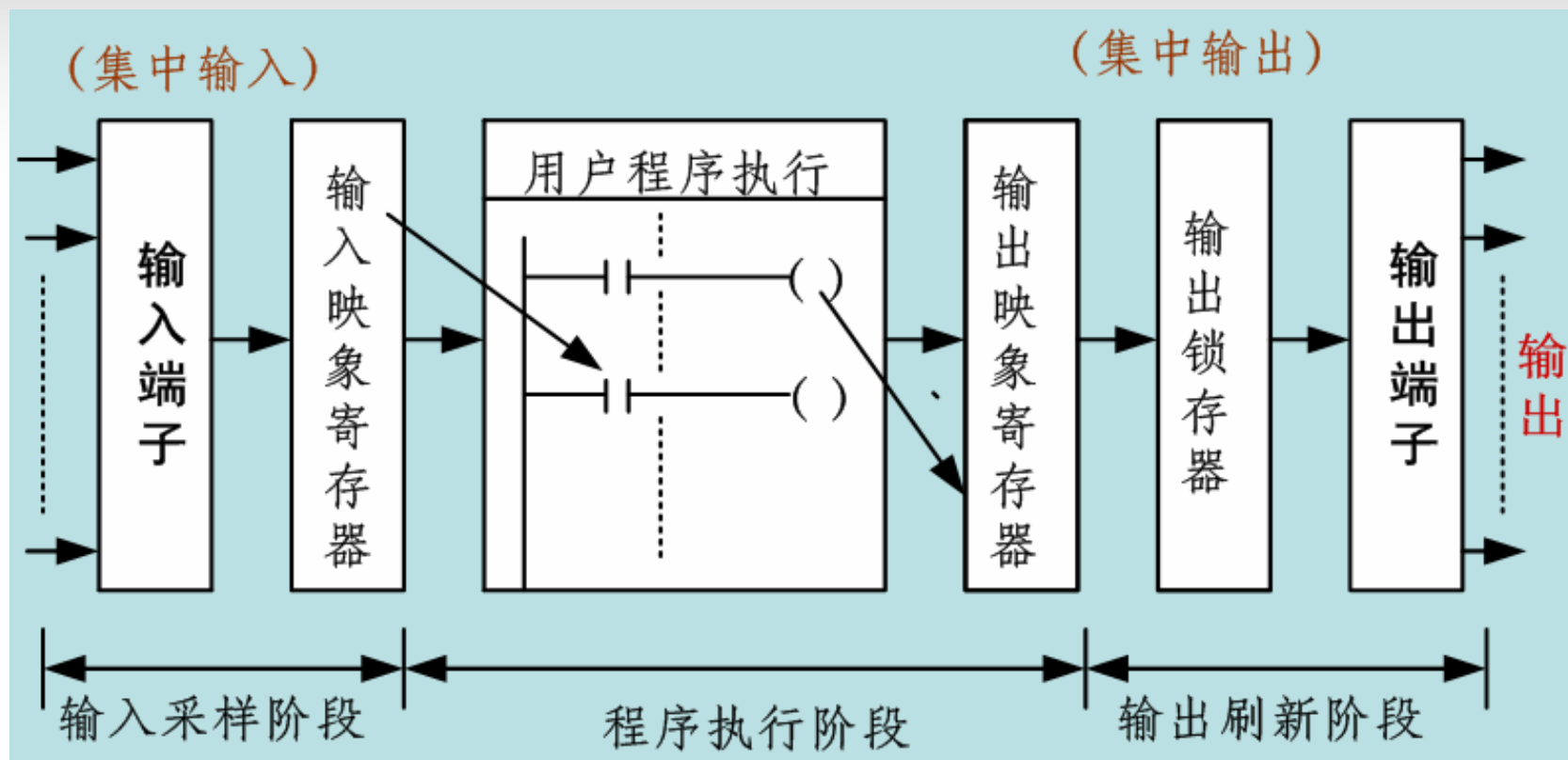


图1-2-9 PLC的扫描过程

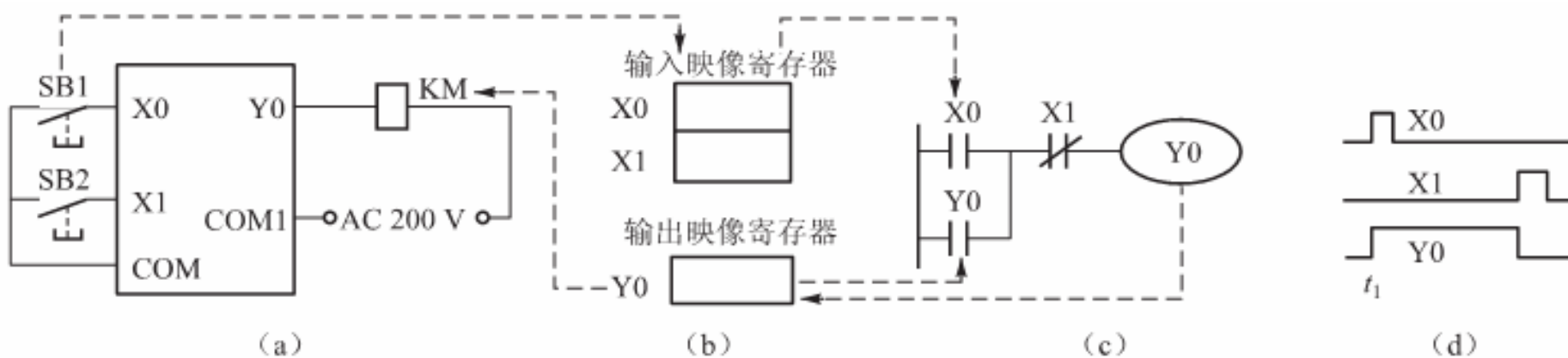


# 图1-2-10 用户程序扫描过程示意图

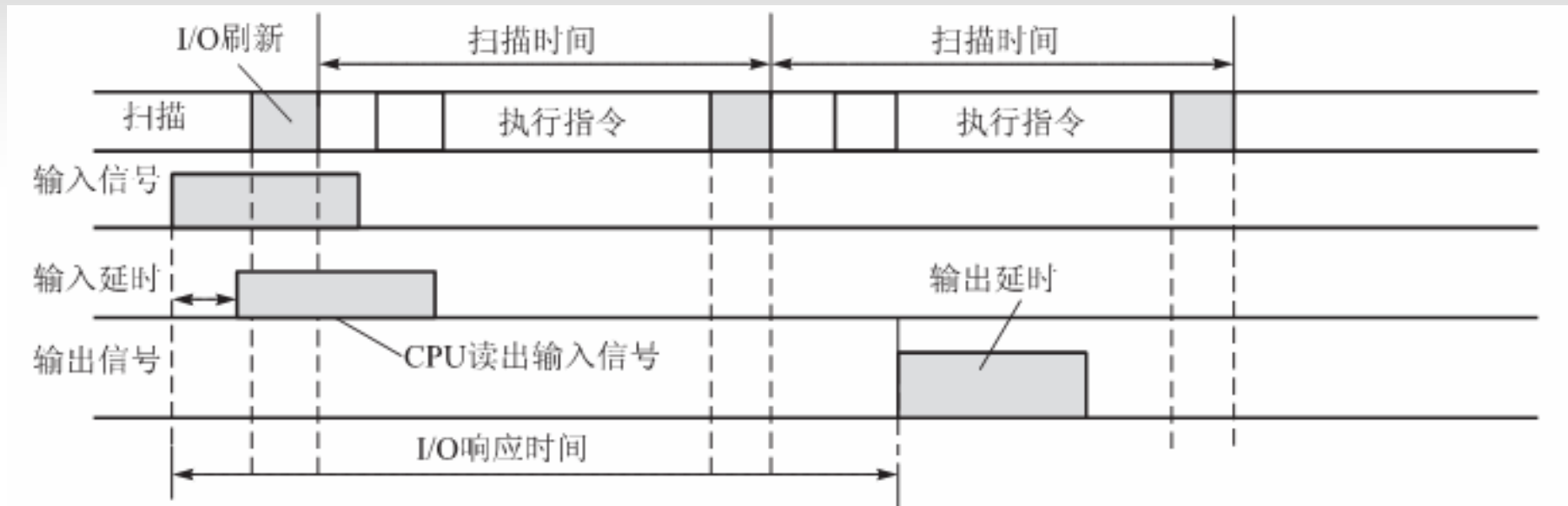




# 图1-2-11 PLC的外部接线图与工作过程示意

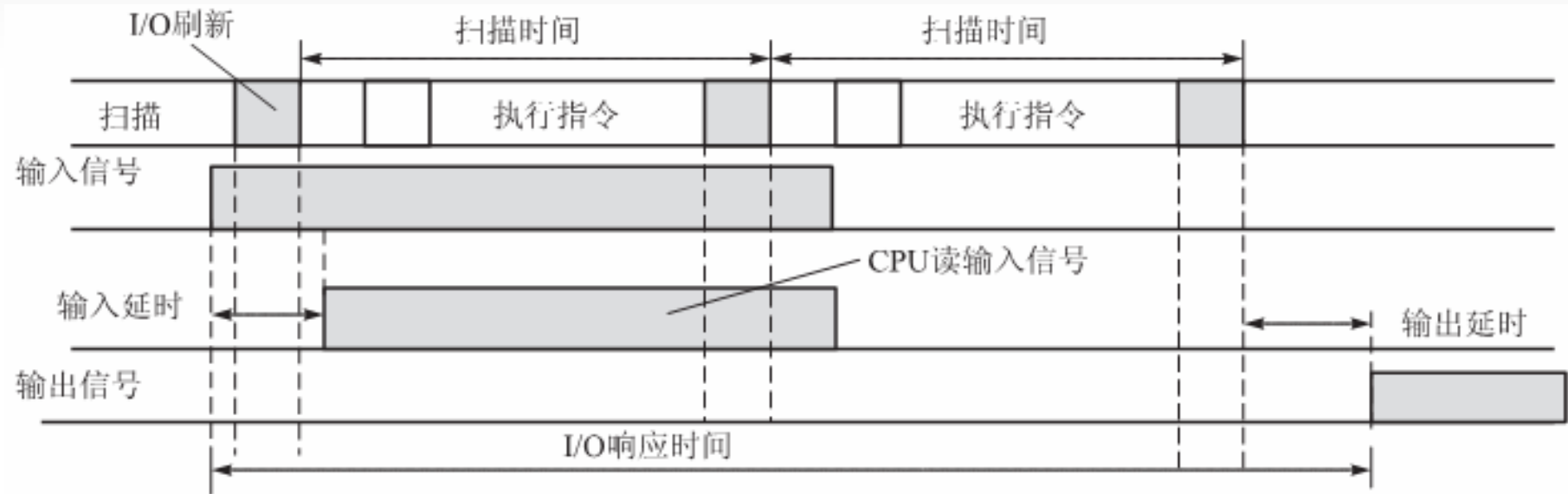


## 图1-2-12 最小I/O滞后时间



最小I/O响应时间=扫描时间+输入延迟时间+输出延迟时间

## 图1-2-13 最大I/O滞后时间



最大I/O响应时间=扫描时间×2+输入延迟时间+输出延迟时间

# 图1-3-1 设置程序对话框



# 图 1-3-2 输入产品序列号对话框



# 图1-3-3 选择部件对话框



# 图1-3-4 选择部件对话框



# 图1-3-5 选择部件对话框





# 表1-3-1 FX 2基本单元型号规格

型号		输入点数	输出点数	扩展模块最大 I/O点数
继电器输出	晶体管输出			
FX 2 -16MR	FX 2 -16MT	8	8	16
FX 2 -24MR	FX 2 -24MT	12	12	16
FX 2 -32MR	FX 2 -32MT	16	16	16
FX 2 -48MR	FX 2 -48MT	24	24	32
FX 2 -64MR	FX 2 -64MT	32	32	32
FX 2 -80MR	FX 2 -80MT	40	40	32
FX 2 -128MR	FX 2 -126MT	64	64	

## 表1-3-2 FX 2扩展单元型号规格

型号	输入点数 (24VDC)	输出点数	扩展模块最大 I/O点数
FX-32ER	16	16 (继电器)	16
FX-48ER	24	24 (继电器)	32
FX-48ET	24	24 (晶体管)	32

# 表1-3-3 FX 2扩展模块型号规格

型号	输入点数 (24VDC)	输出点数	型号	输入点数 (24VDC)	输出点数
FX-8EX	8	-	FX-16EYR	-	16 (继电器)
FX-16EX	16	-	FX-16EYT	-	16 (晶体管)
FX-8EYR	-	8 (继电器)	FX-16ETS	-	16 (晶闸管)
FX-8EYR	-	8 (晶体管)	FX-8ER	4	4 (继电器)
FX-8EYS	-	8 (晶闸管)			

# 表1-3-4 FX 2一般技术指标

环境温度	0~55℃	
环境湿度	35%~89%RH	
抗振	JIS C0911标准 10~55Hz 0.5mm(最大ZG) 3轴方向各2h	
抗冲击	JIS C0912标准 10G 3轴方向各3次	
抗噪声干扰	用噪声仿真器产生电压为 1000V p-p , 噪声脉冲宽度为1 μ s, 周期为30~100Hz的噪声, 在此噪声干扰下PLC工作正常	
耐压	1500V AC 1min	各端子与接地端之间
绝缘电阻	5MΩ 以上 500V DC	
接地	第 3种接地, 不能接地时, 亦可浮空	
使用环境	禁止腐蚀气体, 严禁尘埃	

# 表1-3-5 FX 2 输入技术指标

项目	FX2 -16M	FX 2 -24M	FX2 -32M	FX 2 -48M	FX2 -64M	FX 2 -80M	
电源电压	100~240V 50/60Hz (120/240V电源系统) AC						
瞬间断电允许时间	对于10ms以下的瞬时断电，控制动作不受影响						
电源保险丝	250V 2A, $\phi$ 5x20mm			250V 5A, $\phi$ 5x20mm			
电力消耗 (V.A)	30	35	40	50	60	70	
	有扩展部件	24V DC 100mA 以下 (扩展16点)			24V DC 150以下 (扩展32点时)		

# 表1-3-6 FX 2输出技术指标

输入电压	24V DC	隔离	光电隔离
输入电流	7mA	响应时间	10ms

# 表1-3-7 FX 2电源部分技术指标

项目		继电器	SSR输出	晶体管输出
外部电源		250V AC, 30V DC以下	85~242V AC	5~30V DC
最大负载	电阻负载	2A/1点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3A/1点</li> <li>0.8A/4点</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5A/1点</li> <li>0.8/4点</li> </ul>
	感性负载	80V.A	15VA/AC 100V 30V.A/AC 240V	12W DC 24V
	灯负载	100W	30W	1.5W DC 24V
开路漏电流		-	1mA/AC 100V 2.4mA/AC 240V	0.1mA/30V DC
最小负载			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4V.A/AC 100V</li> <li>2.3V.A/AC 240V</li> </ul>	-

# 表1-3-8 FX 2性能技术指标

响应时间	OFF到ON	约10ms	1ms以下	0.2ms以下
	ON到OFF	约10ms	最大10ms	0.2ms以下
回路隔离		继电器隔离	光电晶闸管隔离	光电耦合器隔离
动作显示		继电器通电时 LED灯亮	光电晶闸管驱动时 LED灯亮	光电耦合器隔离驱动时 LED灯亮



# 图1-4-1 运行GX后的界面



图1-4-2 工具条



图1-4-3 显示工具条

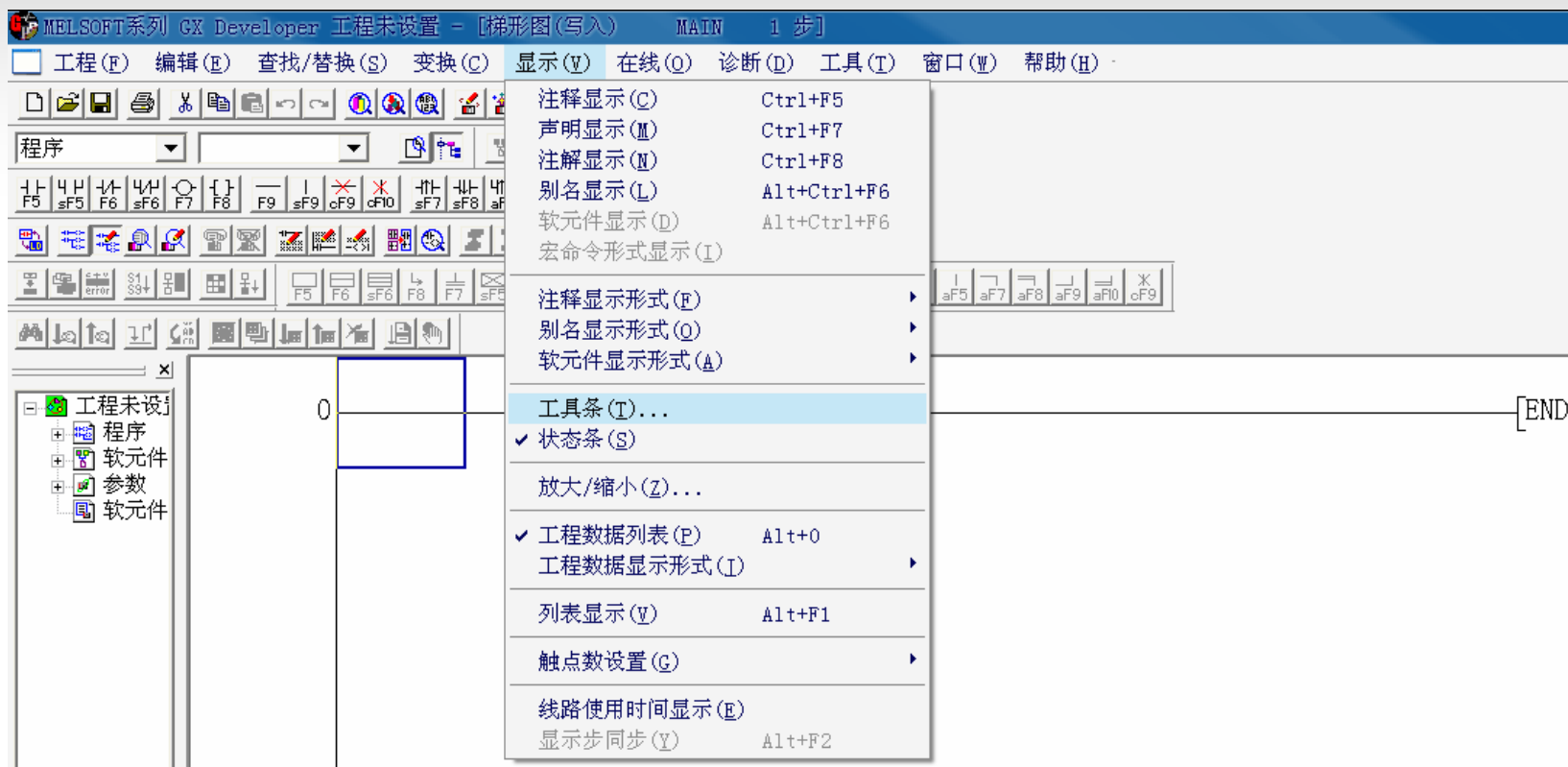
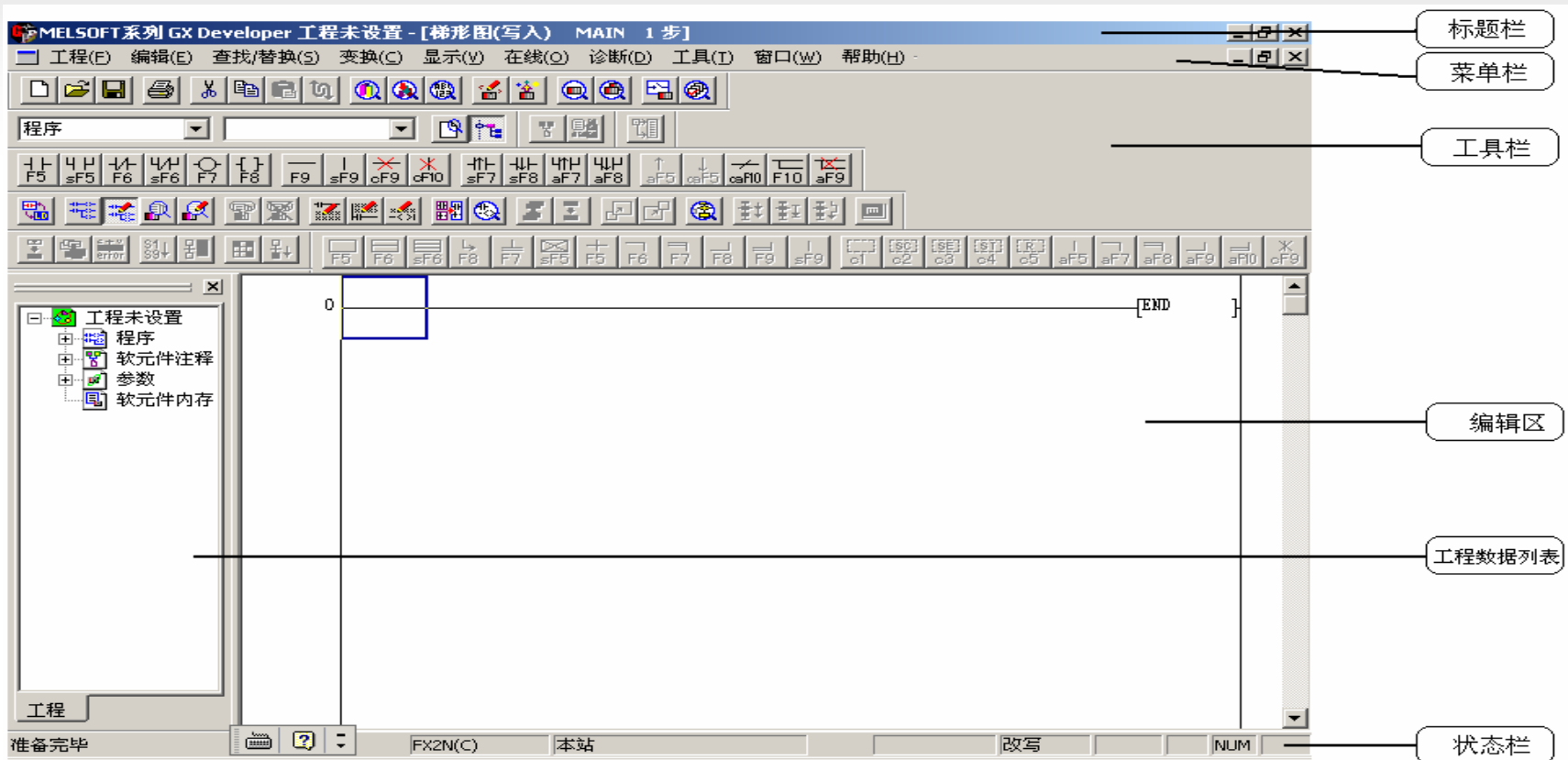


图1-4-4 程序的编辑窗口



# 图1-4-5 建立新工程画面

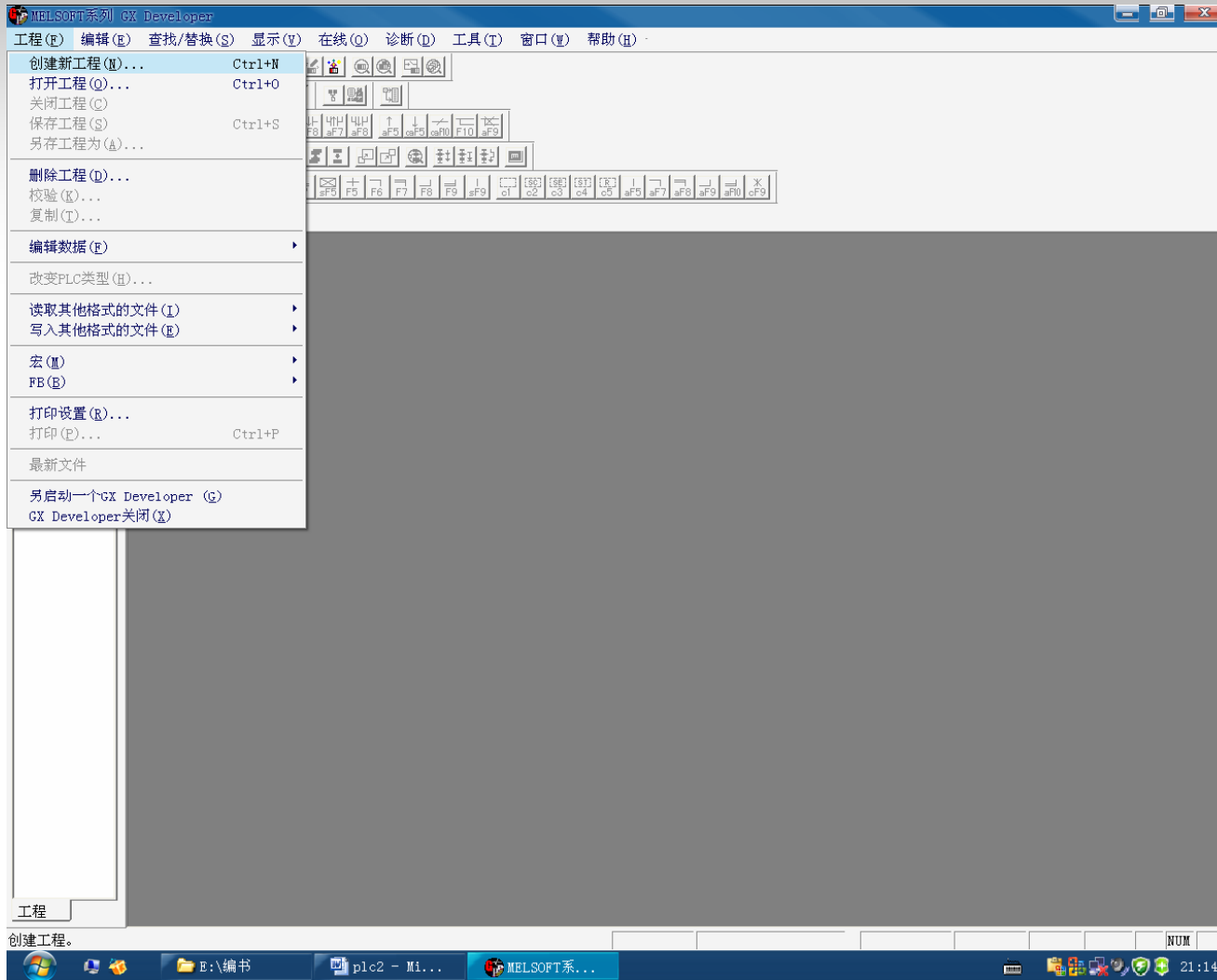


图1-4-6 建立新工程画面

创建新工程

PLC系列  
FXCPU

PLC类型  
FX2N(C)

程序类型

- 梯形图
- SFC
- ST
- MELSAP-L

标签设定

- 不使用标签
- 使用标签  
(使用ST程序、FB、  
结构体时选择)

生成和程序名同名的软元件内存数据

工程名设定

设置工程名

驱动器/路径 C:\MELSEC\GPPW

工程名  浏览...

索引

确定

取消

[返回](#)

图1-4-7 “打开工程”对话框

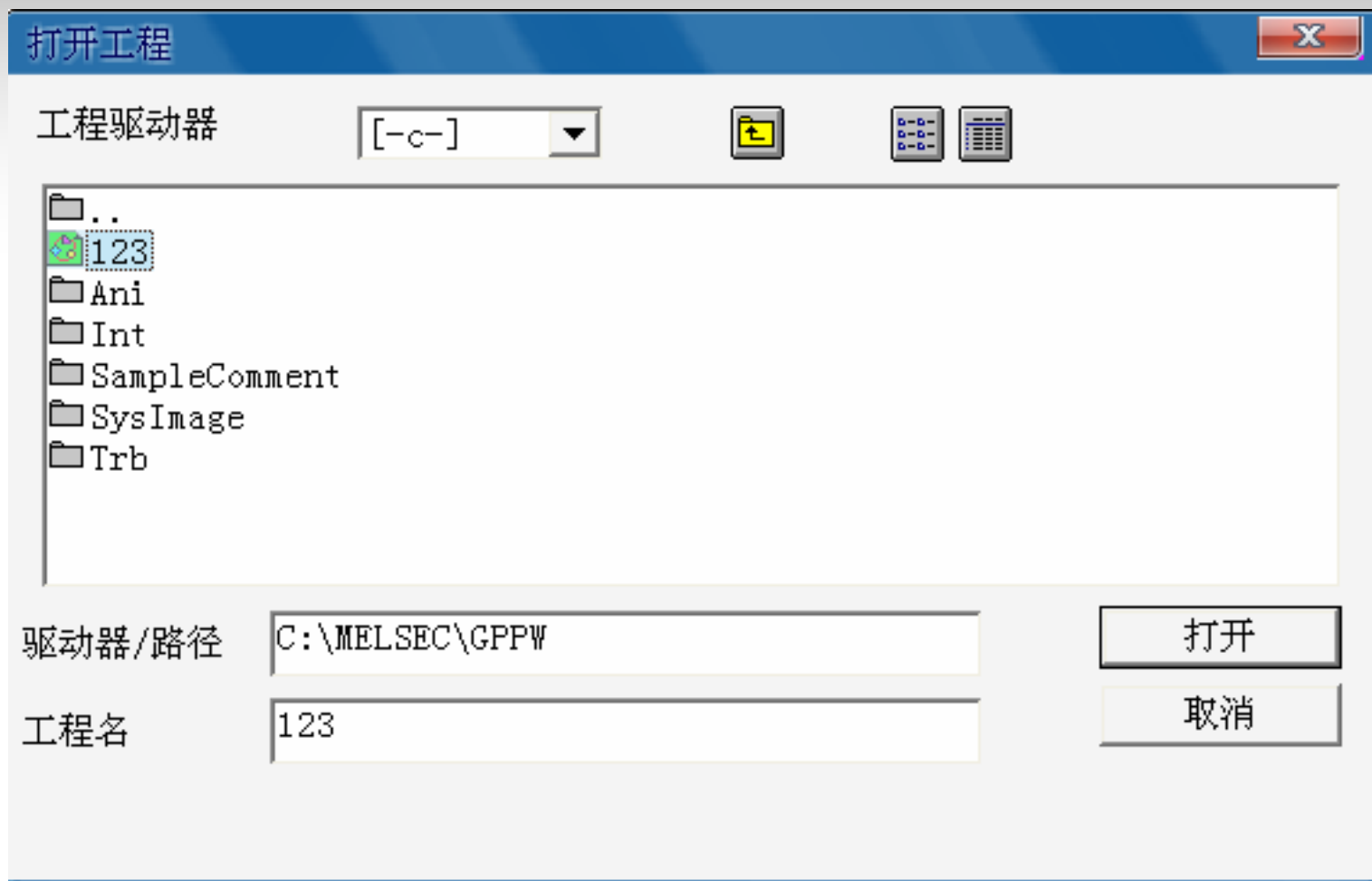


图1-4-8 梯形图

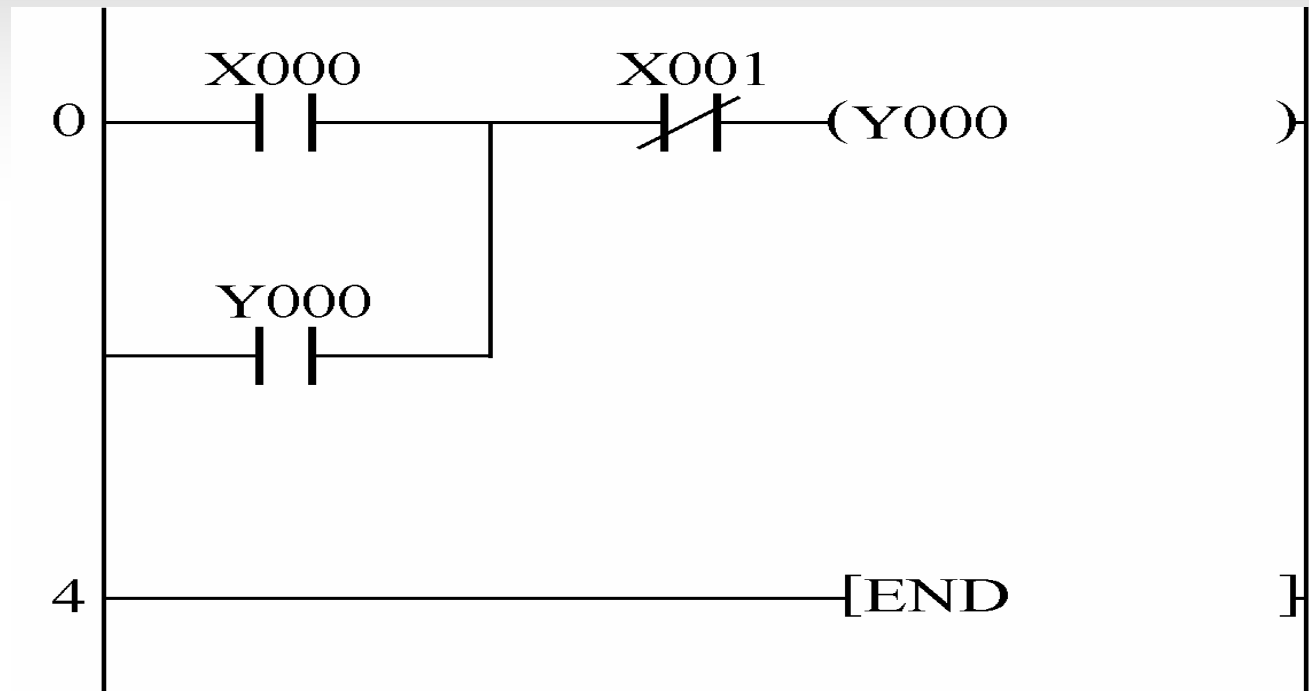
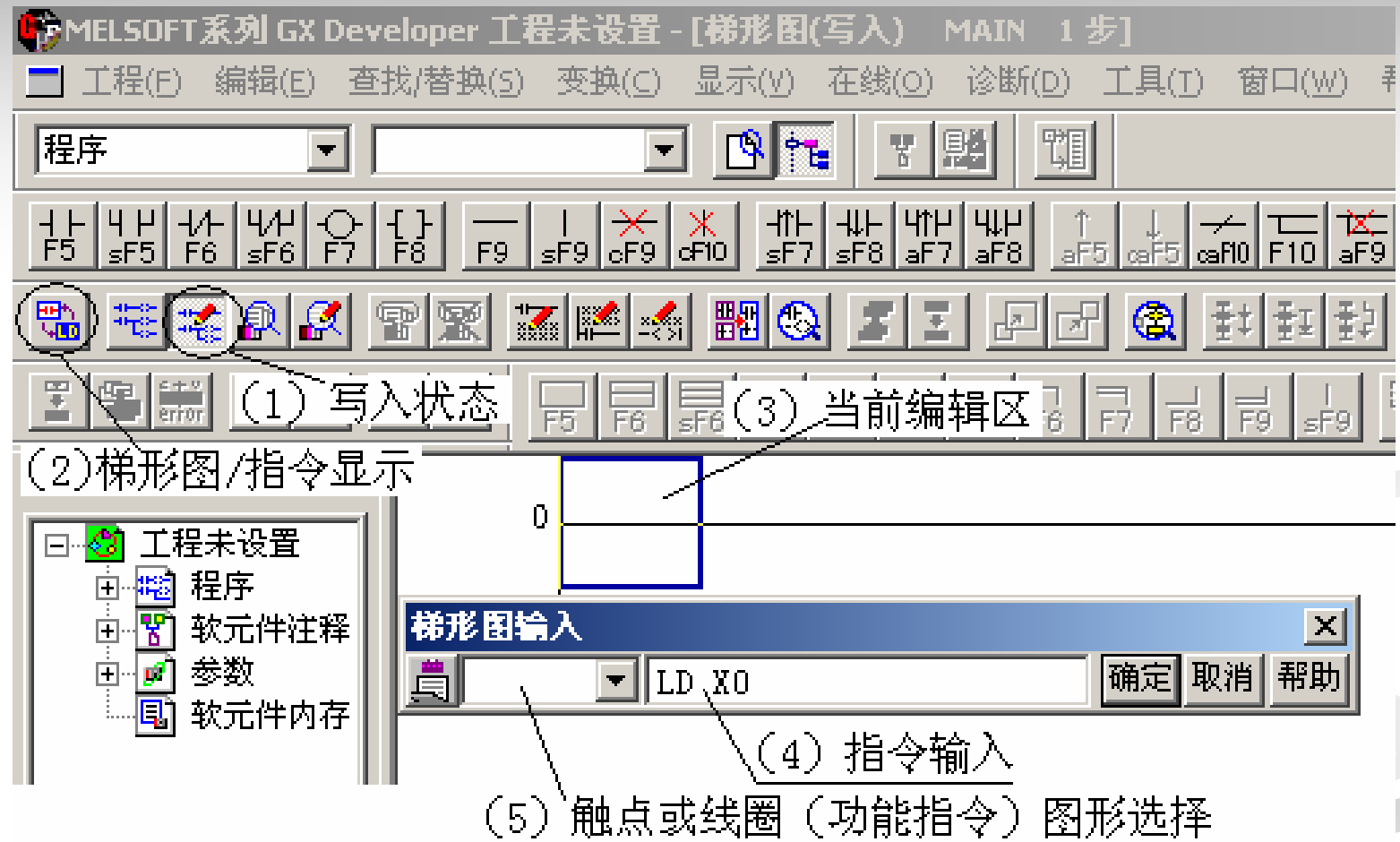
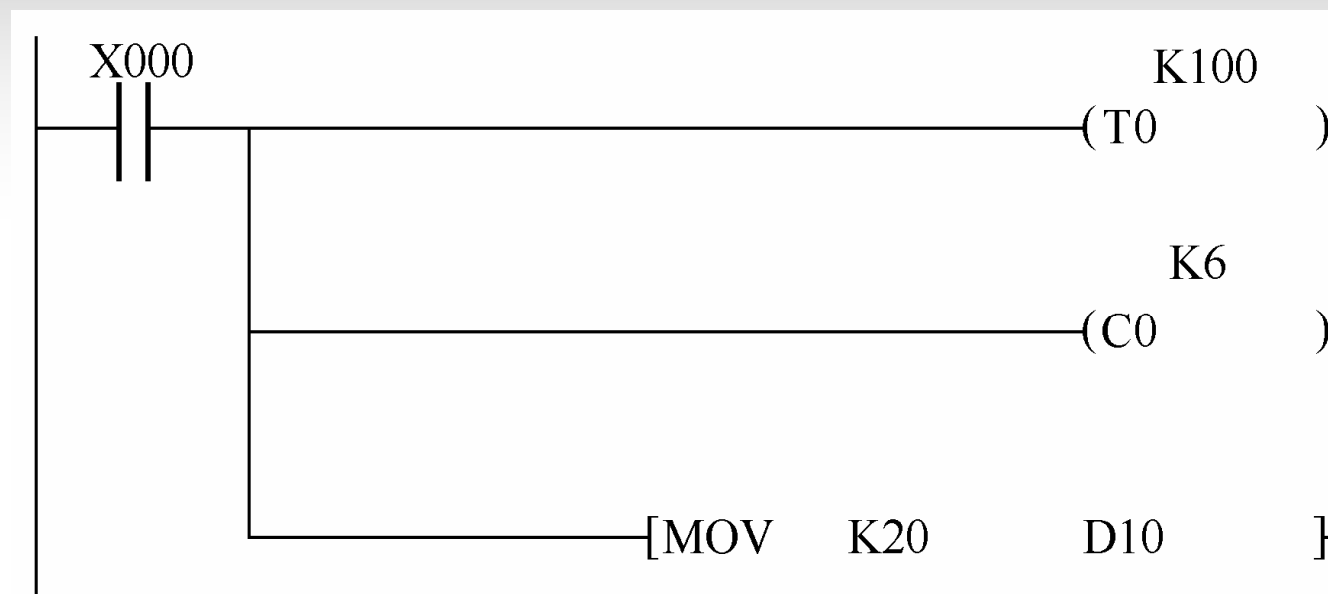




图1-4-9 程序编制画面



# 图1-4-10 用鼠标和键盘操作的梯形图



# 图1-4-11 指令方式编制程序的画面

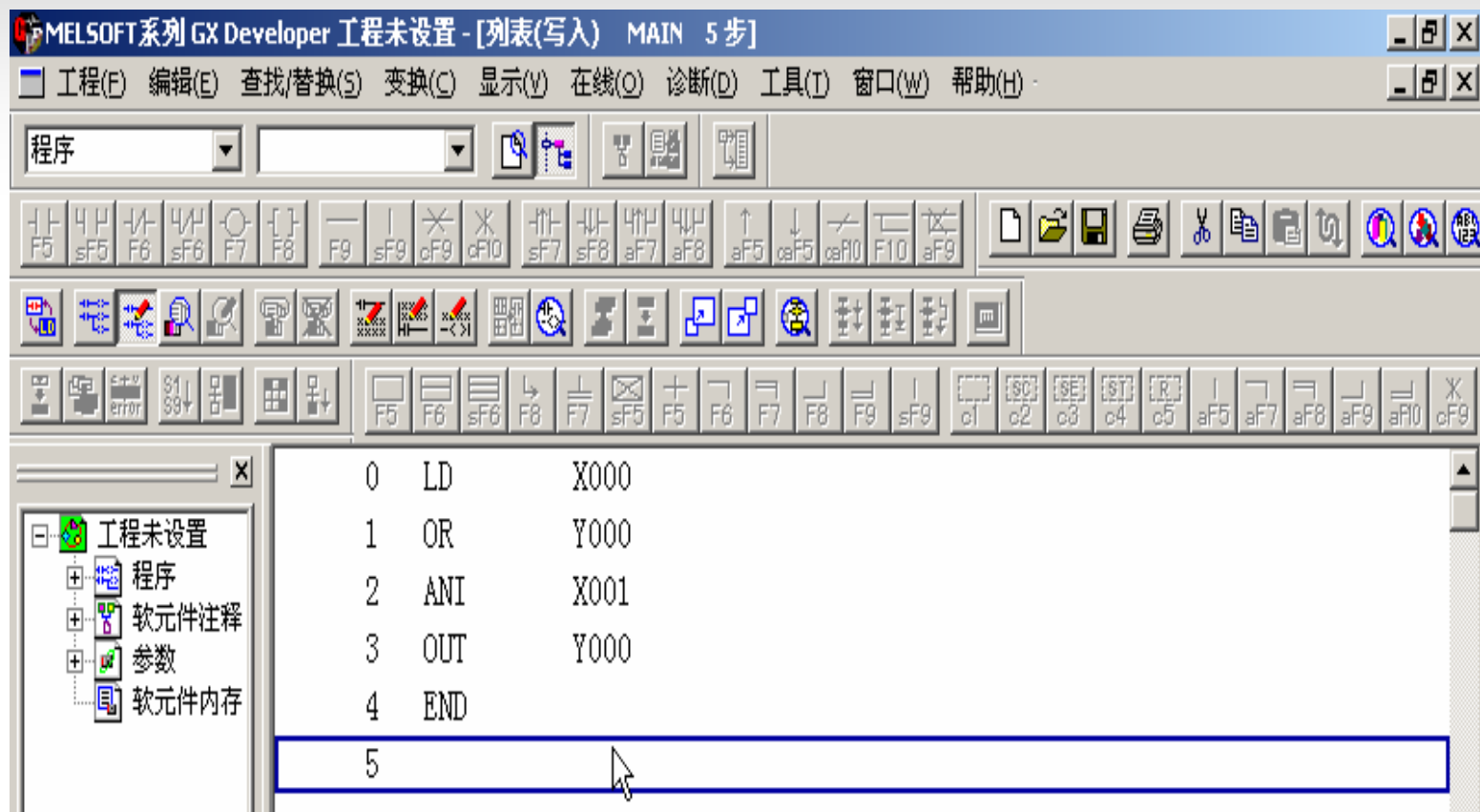
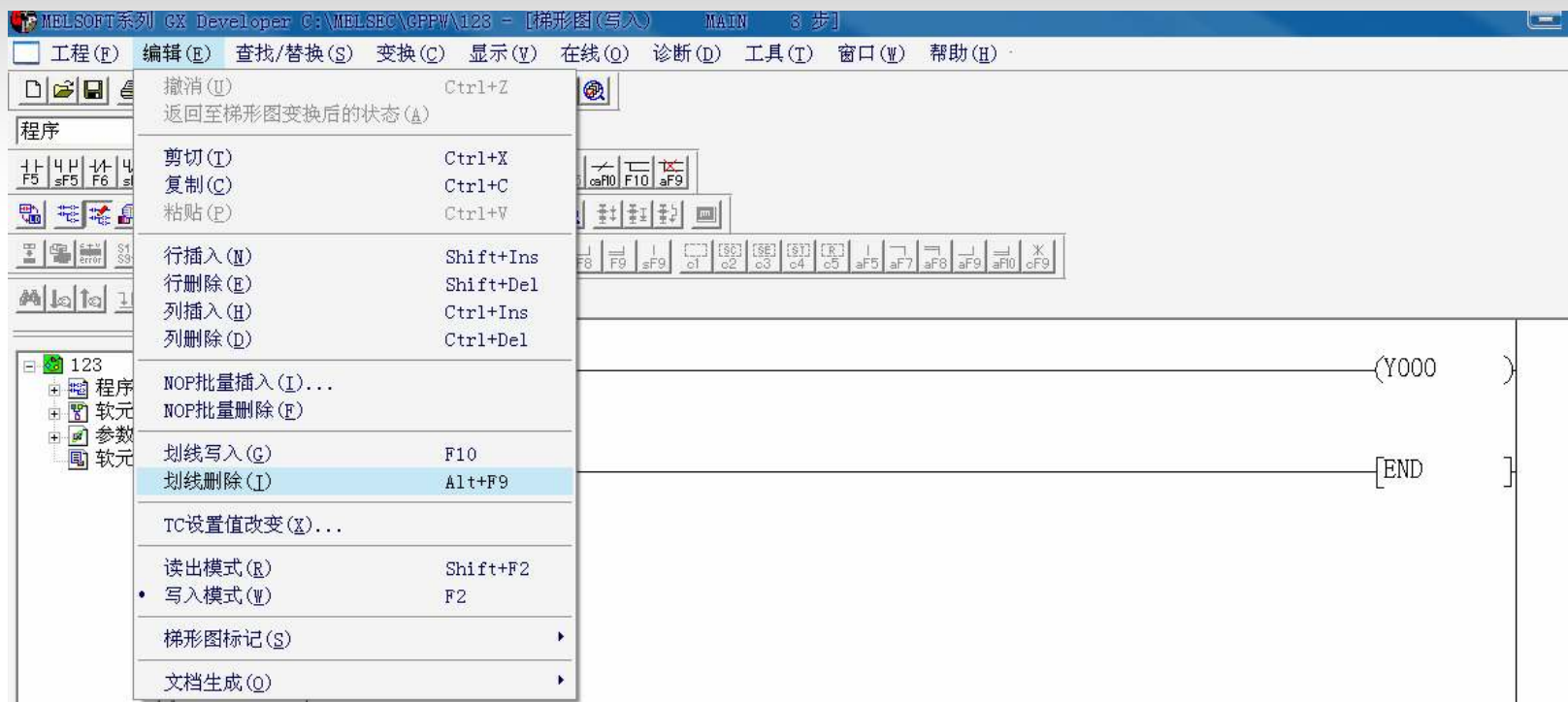


图1-4-12 编辑操作画面



# 图1-4-13 程序变换前的画面

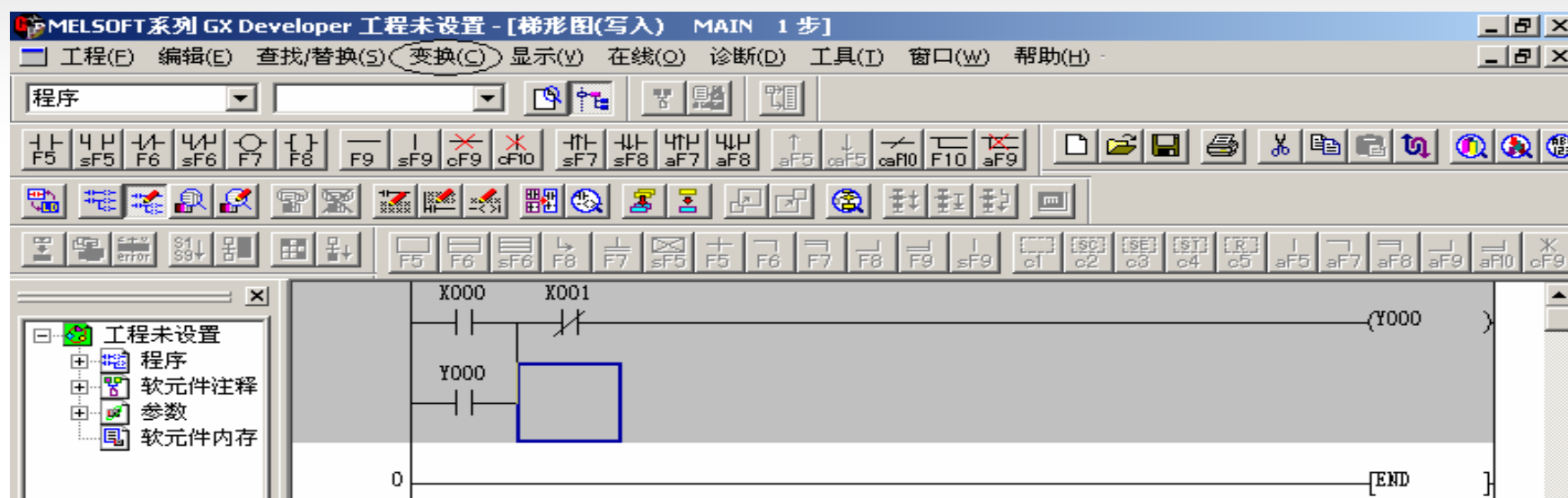
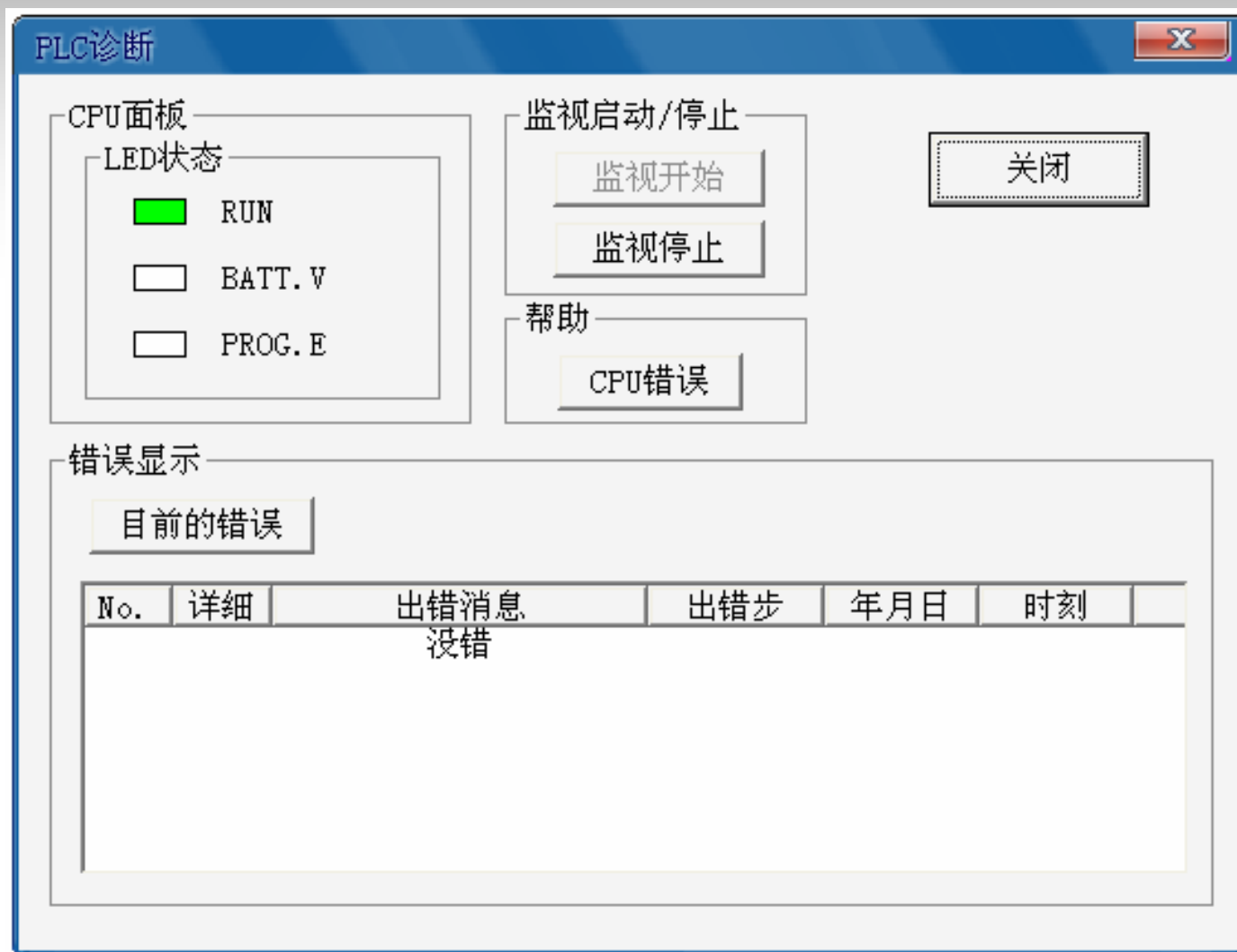


图1-4-14 PLC诊断



# 图1-4-15 通信设置画面

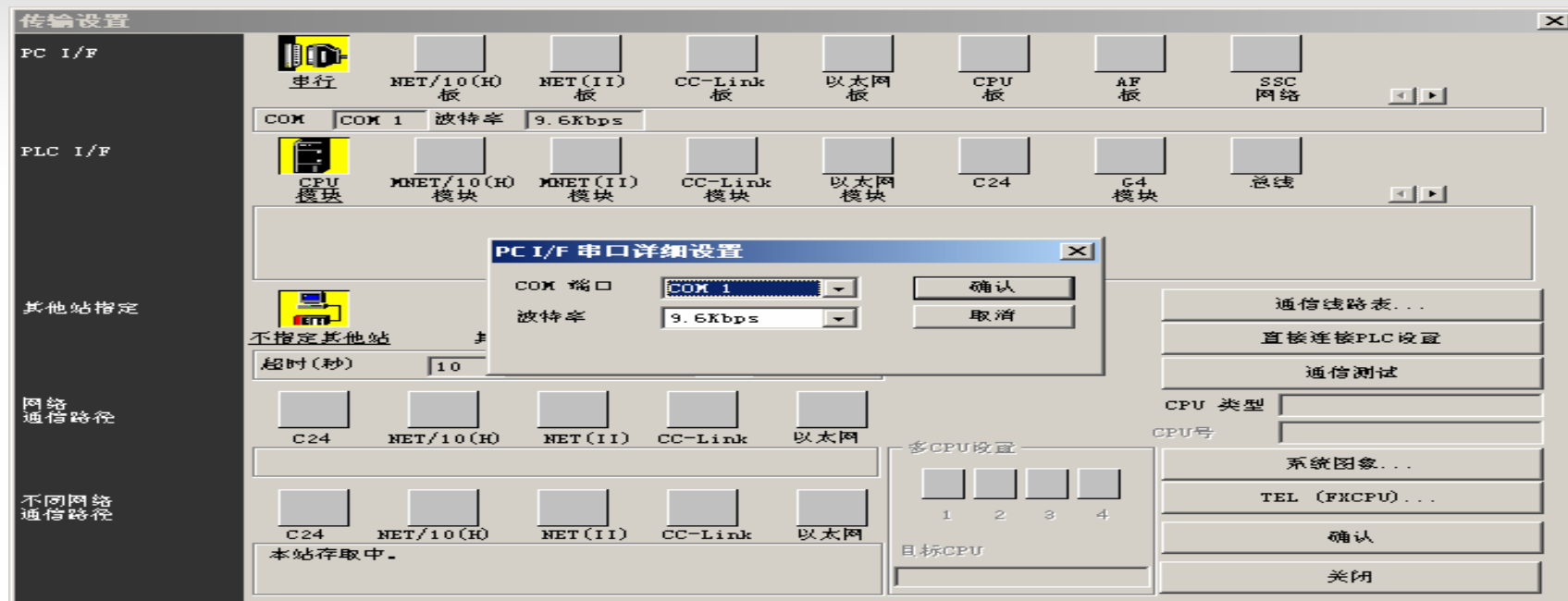


图1-4-16 程序写入画面





图1-4-17 监视操作

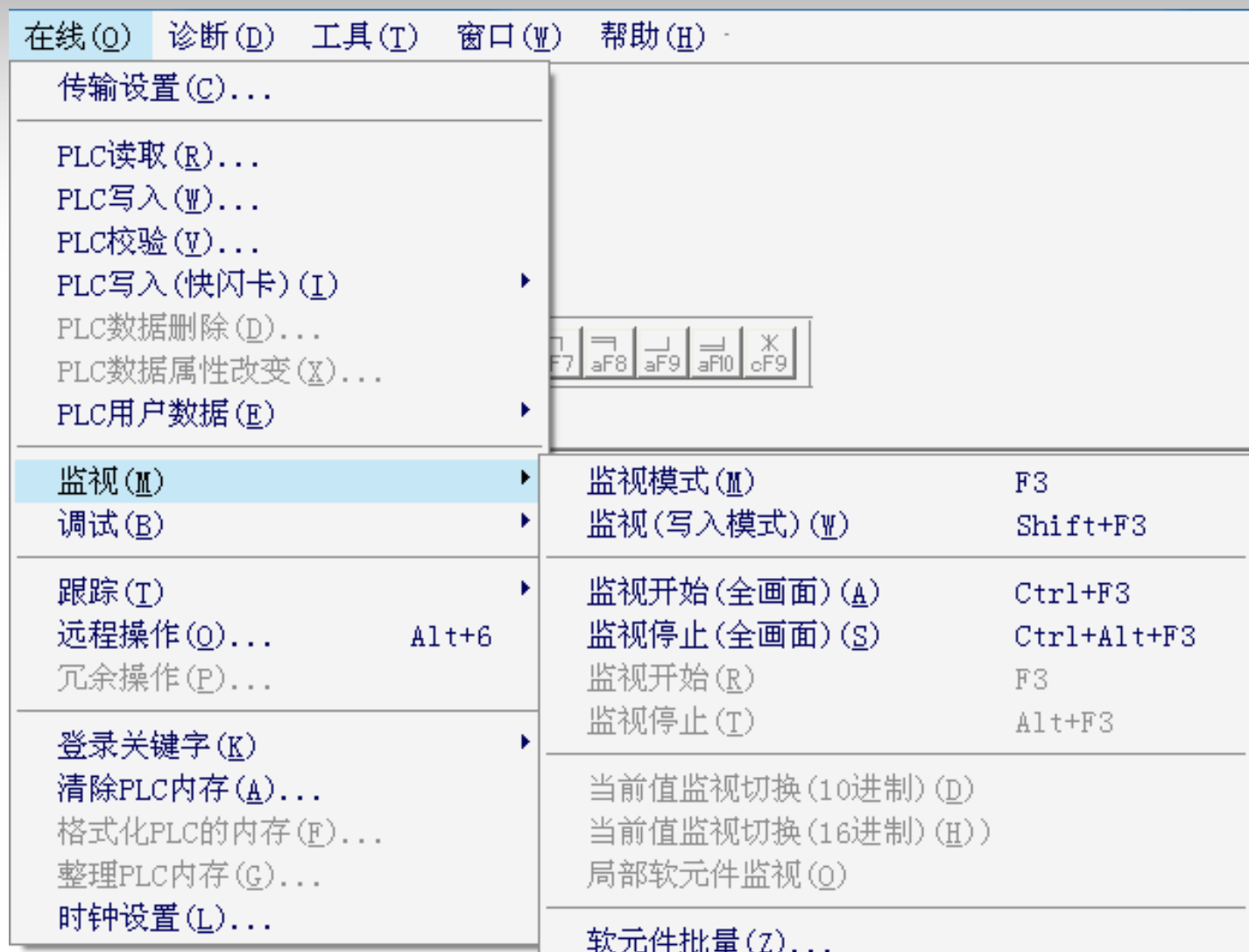

[返回](#)

图1-4-18 清除PLC内存

清除PLC内存

链接对象信息

连接接口 COM1 ↔ CPU 模块

连接目标PLC 网络No. 0 站号 本站 PLC类型 FX2N(C)

数据对象

PLC内存

数据软元件

位软元件

执行 关闭

图1-4-19

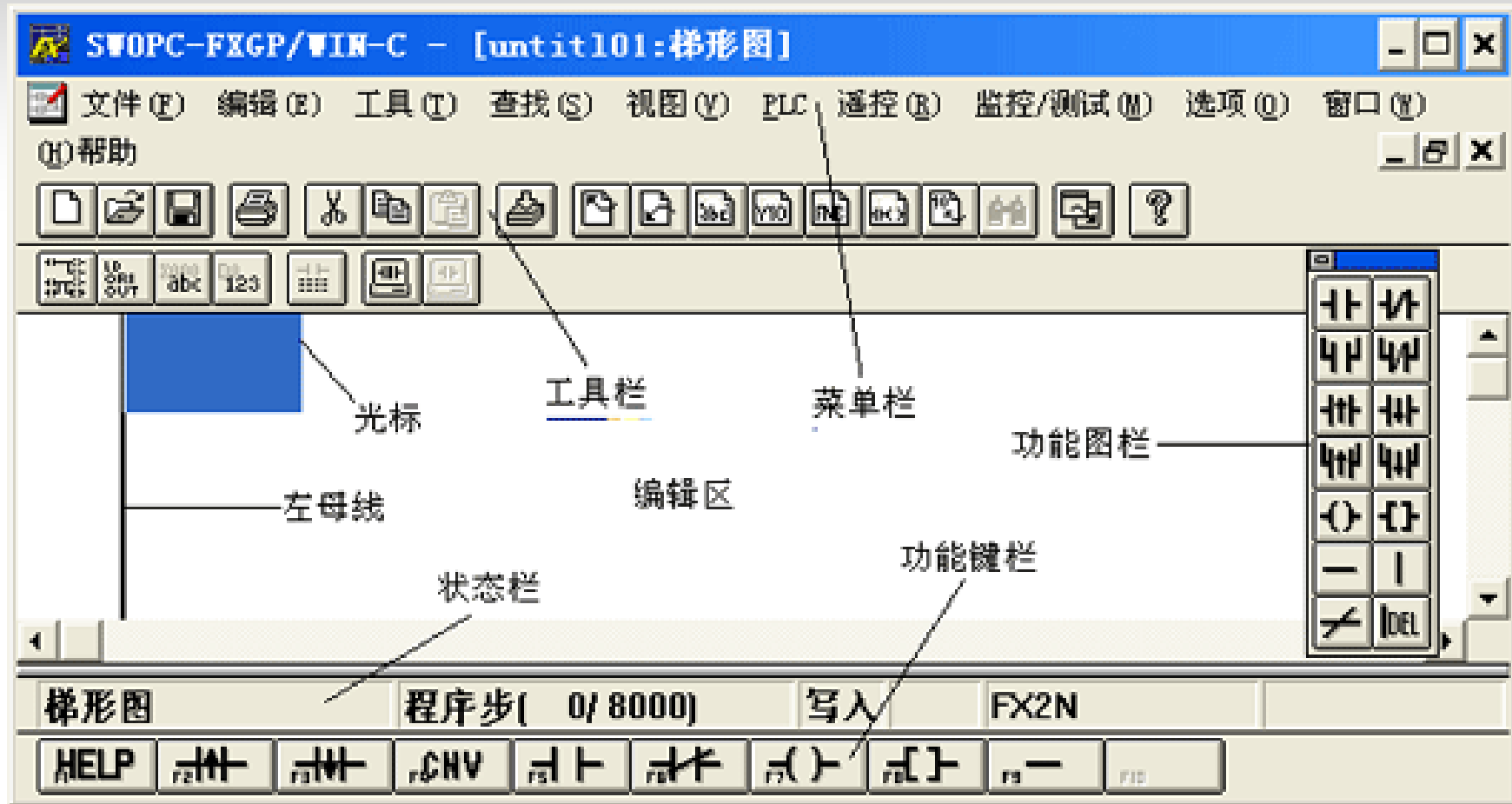


图 1-4-20

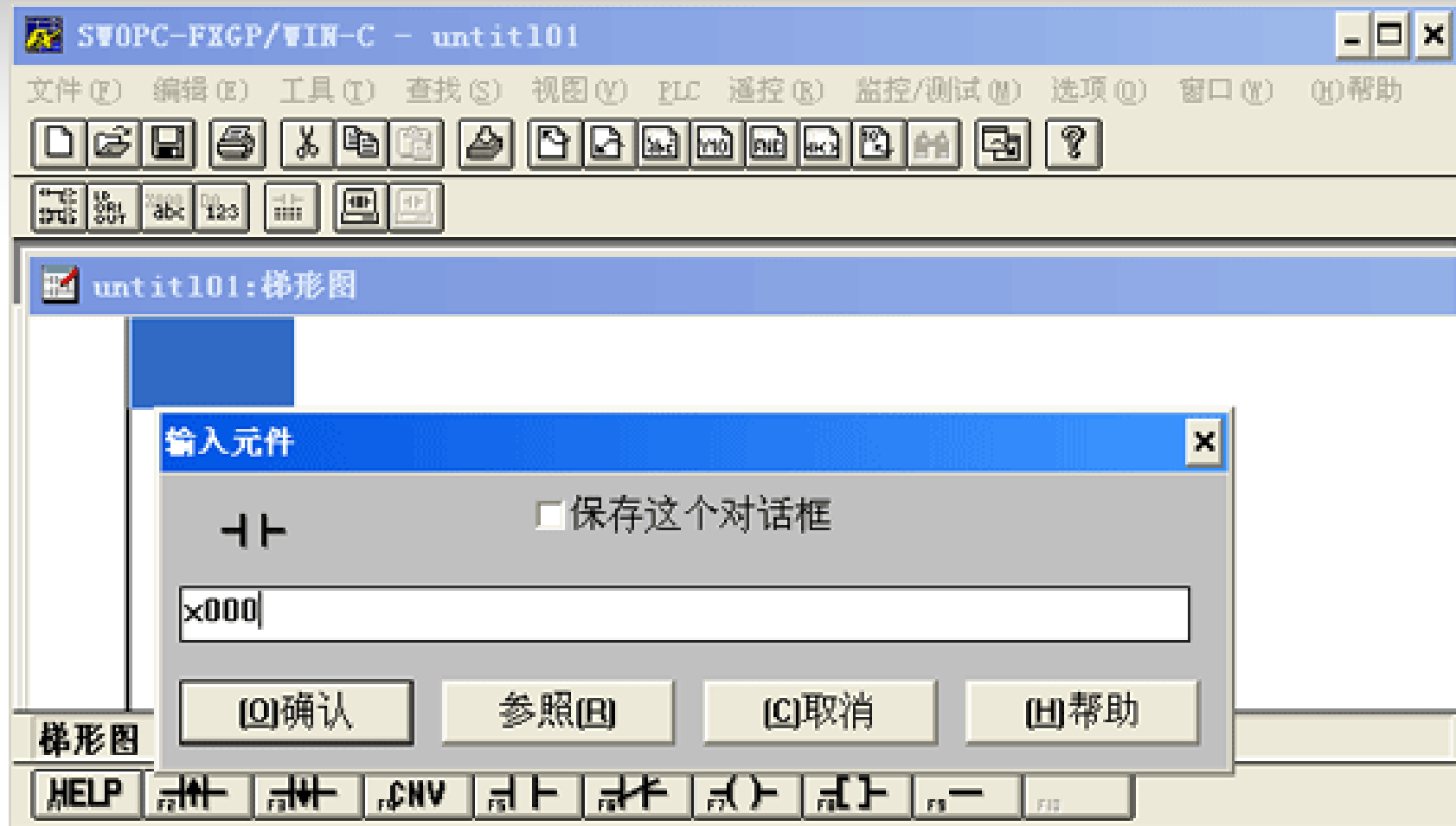


图 1-4-21

