



技工院校省级示范专业群建设规划教材

机电一体化设备 安装与调试

■ 刘晓华 主 编

段慧龙 副主编



JIDIAN YITIHUA SHEBEI ANZHUANG YU TIAOSHI



化学工业出版社

技工院校省级示范专业群建设规划教材

机电一体化设备 安装与调试

刘晓华 主 编

段慧龙 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分为五个项目,包括用 PLC 实现电动机的基本控制、通用变频器的基本知识、触摸屏基本知识与使用、机电一体化设备的拆装及调试、机电一体化设备的调试技术。书中内容图文并茂,实用性强。

本书可作为职业学校、技工学校的教材,也可作为相关人员培训教材,还可以作为技术人员学习用书。

机电一体化设备安装与调试

图书在版编目 (CIP) 数据

机电一体化设备安装与调试/刘晓华主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-122-25471-9

I. ①机… II. ①刘… III. ①机电一体化-设备安装-中等专业学校-教材②机电一体化-设备-调试方法-中等专业学校-教材 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 248529 号

责任编辑: 韩庆利

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 王 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 9½ 字数 325 千字 2016 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

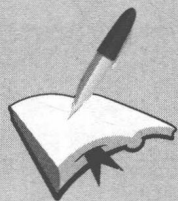
售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究



▶▶▶ ■ ■ 前言

FOREWORD

泰安技师学院“电气自动化设备安装与维修专业群”是山东省首批技工院校省级示范专业群建设项目。为做好这一建设项目，学院省级示范专业群建设领导小组，按照省级示范专业群建设项目要求，组织开发编写《机电一体化设备安装与调试》，本书为示范专业群建设项目内容之一。

机电一体化设备安装与调试是针对职业院校机电专业编写的一体化教材。以“理论够用，重视操作”为原则，注重技能操作和劳动安全意识的培养。共分五个学习项目，主要包括：用PLC实现电动机的基本控制、通用变频器的基本知识、触摸屏基本知识与使用、机电一体化设备的拆装及调试、机电一体化设备的调试技术等内容。

本书具有以下特点：

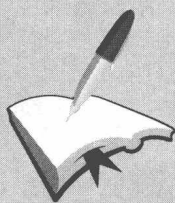
1. 模拟企业现场，坚持“课堂即车间”的一体化教学模式，重点培养学生的技能操作水平和劳动安全意识。
2. 遵循学生的认知规律，由浅入深，循序渐进。以项目化的形式展开教学，以学生“做”为重点，突出动手能力的培养。
3. 以就业为导向，图文并茂，注重新工艺、新技能、新知识学习，培养学生职业能力，适应职业岗位需求。

本书刘晓华任主编，段慧龙任副主编。吕杰和李骞同志参加了教材的编写。刘晓华编写项目二及项目三，段慧龙编写项目一中的任务二、任务三，项目四（制图知识除外）及项目五。吕杰编写项目一中的任务一。李骞编写项目四中制图知识。

本书在编写过程中，得到学院专业群建设领导小组的大力支持，刘福祥和孟宪雷同志提出了许多宝贵意见，在此一并致谢。

由于编者经验不足，水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请广大读者和同行批评指正。

编者



▶▶▶ ■ ■ 目录

CONTENTS

项目一 用 PLC 实现电动机的基本控制 / 1

- 任务一 认识三菱 FX3u 型 PLC 及掌握编程软件的使用 2
- 任务二 用 PLC 实现电动机的单向控制 21
- 任务三 用 PLC 实现电动机间歇正反转控制 32

项目二 通用变频器的基本知识 / 41

- 任务一 变频器的 PU 操作模式 41
- 任务二 变频器外部操作模式 54
- 任务三 变频器与 PLC 实现多段速控制 59

项目三 触摸屏基本知识与使用 / 67

- 任务一 用触摸屏控制电动机的启动与停止 68
- 任务二 利用脚本语言设置密码 86

项目四 机电一体化设备的拆装及调试 / 96

- 任务一 气动机械手的安装与调试 96
- 任务二 传送带的安装与调试 117

项目五 机电一体化设备的调试技术 / 130

附录 FX 系列 PLC 通过 LED 判断故障一览表 / 146

参考文献 / 148

项目一

用PLC实现电动机 的基本控制



知识目标

1. 了解 PLC 的基本知识。
2. 掌握 FX3u 可编程序控制器的基本编程规则。
3. 掌握 FX3u 可编程序控制器的编程思路与步骤。

技能目标

1. 掌握 GX Developer 编程软件的使用。
2. 掌握 FX3u 可编程序控制器解决电动机基本控制的方法及步骤。
3. 掌握 FX3u 可编程序控制器的安装接线工艺。
4. 学会编写用 PLC 实现电动机控制的程序。

项目概述

在工业生产中，电动机是主要的拖动设备。根据生产工艺的需要，要对电动机进行直接启动控制、正反转控制、降压启动控制、顺序控制、调速控制等。另外为保证设备的正常运行，还要增加必要的保护及报警控制。PLC 控制系统可以提高继电器控制系统的可靠性，可以方便地对控制系统进行升级改造，是电气控制发展的趋势。通过本项目的学习，可以掌握 PLC 的基本编程规则、编程思路与步骤。能实现对电动机基本线路的 PLC 改造。

任务一



认识三菱 FX3u 型 PLC 及掌握编程软件的使用

任务描述



可编程序控制器 (PLC) 是一种工业控制器, 它具有体积小、工作可靠性高、抗干扰能力强、控制功能完善、编程简单易学、安装接线简单等优点。所以它在工业生产过程中的应用越来越广泛。而理解可编程序控制器的定义及工作原理, 掌握 GX Developer 编程软件的安装及使用是学习 PLC 的基础。

任务分析



本任务中, 通过三盏灯间隔 5s 循环点亮的实例来认识三菱 FX3u 型 PLC 及学习 GX Developer 编程软件的使用。

知识准备



一、可编程控制器的定义

可编程序控制器问世于 1969 年, 是美国汽车制造工业激烈竞争的结果。更新汽车型号必然要求加工生产线改变。正是从汽车制造业开始了对传统继电器控制的挑战。1968 年美国 General Motors 公司, 要求制造商为其装配线提供一种新型的通用程序控制器。1969 年, 美国数据设备公司 (DEC) 研制出世界上第一台可编程控制器, 并成功地应用在 GM 公司的生产线上。

1985 年 1 月, 国际电工委员会的定义: “可编程序控制器是一种数字运算的电子系统, 专为工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器, 用来在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。可编程序控制器及其有关设备, 都应按易于与工业控制系统连成一个整体, 易于扩充的原则设计”。

定义强调了 PLC 应直接应用于工业环境, 必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和广阔的应用范围, 这是区别于一般微机控制系统的重要特征。同时, 也强调了 PLC 用软件方式实现的“可编程”与传统控制装置中通过硬件或硬接线的变更来改变程序的本质区别。

近年来, 可编程控制器发展很快, 几乎每年都推出不少新系列产品, 其功能已远远超出了上述定义的范围。

二、PLC 的系统结构及作用

1. PLC 的系统结构

PLC 的系统结构如图 1-1-1 所示。

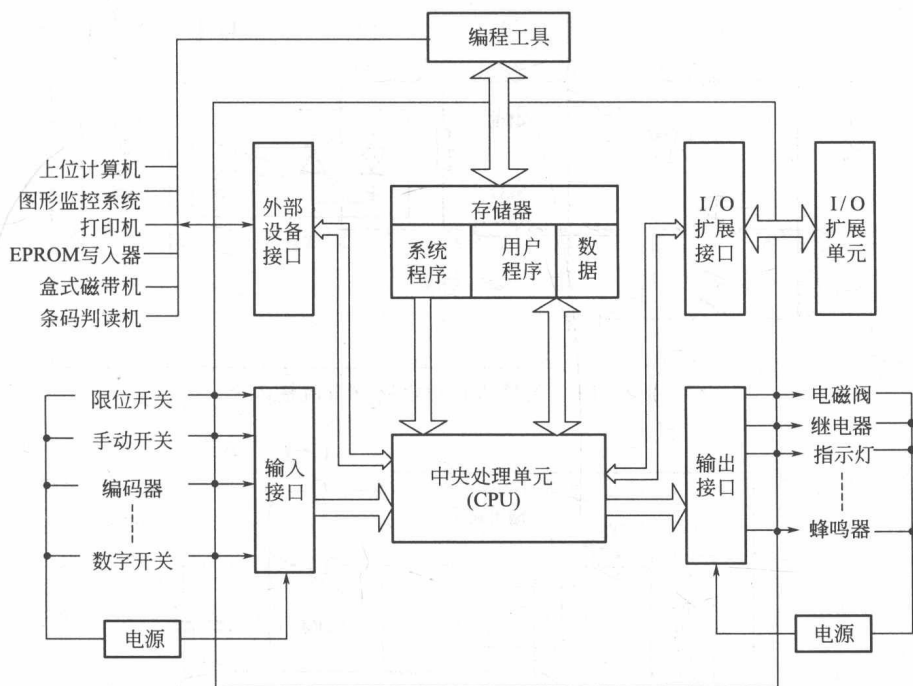


图 1-1-1 PLC 的系统结构

2. PLC 各部分的作用

(1) CPU

- ① 诊断 PLC 电源、内部电路的工作状态及编制程序中的语法错误。
- ② 采集现场的状态或数据，并送入 PLC 的寄存器中。
- ③ 逐条读取指令，完成各种运算和操作。
- ④ 将处理结果送至输出端。
- ⑤ 响应各种外部设备的工作请求。

(2) 存储器

① 系统程序存储器：用以存放系统管理程序、监控程序及系统内部数据。PLC 出厂前已将其固化在只读存储器 ROM 或 PROM 中，用户不能更改。

② 用户存储器：包括用户程序存储区及工作数据存储区。这类存储器一般由低功耗的 CMOS-RAM 构成，其中的存储内容可读出并更改。

(3) 输入输出接口电路

① 输入接口电路：采用光电耦合电路，将限位开关、手动开关、编码器等现场输入设备的控制信号转换成 CPU 所能接受和处理的数字信号。如图 1-1-2 所示。

② 输出接口电路：采用光电耦合电路，将 CPU 处理过的信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动接触器、电磁阀等外部设备的通断电。有三种类型：

a. 继电器输出型：为有触点输出方式，用于接通或断开开关频率较低的直流负载或交流负载回路。如图 1-1-3 所示。

b. 晶闸管输出型：为无触点输出方式，用于接通或断开开关频率较高的交流电源负载。如图 1-1-4 所示。

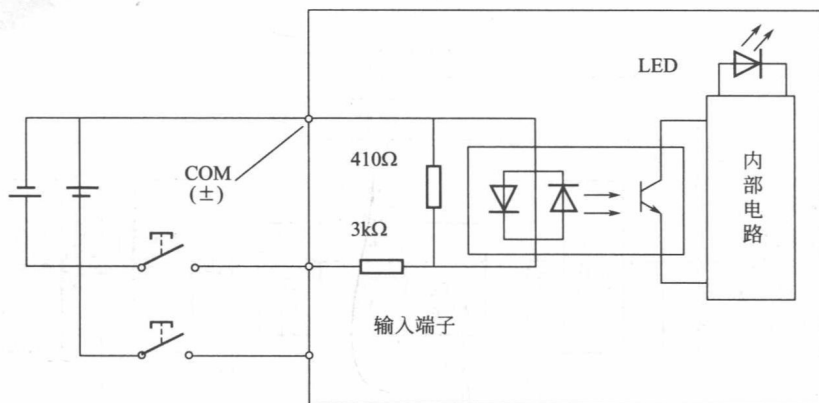


图 1-1-2 PLC 的输入接口电路 (直流输入型)

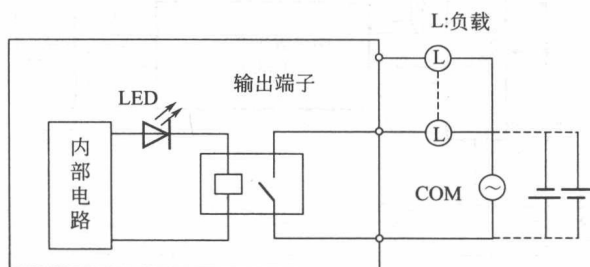


图 1-1-3 继电器输出型

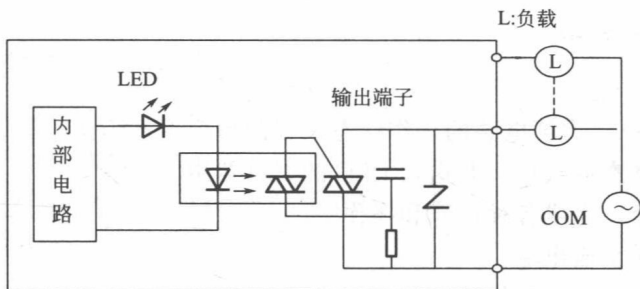


图 1-1-4 晶闸管输出型

c. 晶体管输出型：为无触点输出方式，用于接通或断开开关频率较高的直流电源负载。如图 1-1-5 所示。

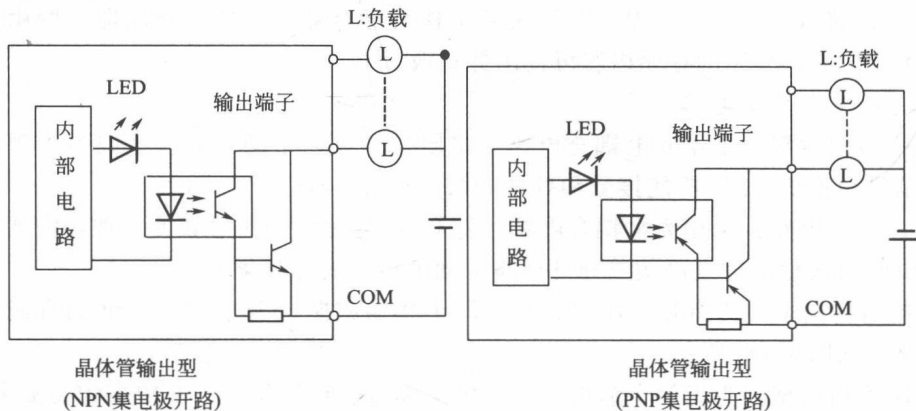


图 1-1-5 晶体管输出型

(4) 电源

PLC 的电源是指将外部输入的交流电处理后转换成满足 PLC 的 CPU、存储器、输入输出接口等内部电路工作需要的直流电源电路或电源模块。许多 PLC 的直流电源采用直流开关稳压电源, 不仅可提供多路独立的电压供内部电路使用, 而且还可为输入设备提供标准电源。

(5) 编程工具

手持编程器采用助记符语言编程, 具有编辑、检索、修改程序、进行系统设置、内存监控等功能。可一机多用, 具有使用方便、价格低廉的特点。缺点是不够直观。

最常用的是通过 PLC 的 RS232 外设通讯口 (或 RS422 口配以适配器) 与计算机联机, 利用专用工具软件 (GX Developer) 对 PLC 进行编程和监控。利用计算机进行编程和监控比手持编程工具更加直观和方便。

(6) 输入输出 I/O 扩展接口

若主机单元的 I/O 点数不能满足需要时, 可通过此接口用扁平电缆线将 I/O 扩展单元与主机相连, 以增加 I/O 点数。PLC 的最大扩展能力主要受 CPU 寻址能力和主机驱动能力的限制。

3. PLC 的工作过程

PLC 的扫描工作过程除了执行用户程序外, 在每次扫描工作过程中还要完成内部处理、通信服务工作。如图 1-1-6 所示, 整个扫描工作过程包括内部处理、通信服务、输入采样、程序执行、输出刷新五个阶段。整个过程扫描执行一遍所需的时间称为扫描周期。扫描周期与 CPU 运行速度、PLC 硬件配置及用户程序长短有关, 典型值为 1~100ms。

在内部处理阶段, 进行 PLC 自检, 检查内部硬件是否正常, 对监视定时器 (WDT) 复位以及完成其他一些内部处理工作。

在通信服务阶段, PLC 与其它智能装置实现通信, 响应编程器键入的命令, 更新编程器的显示内容等。

当 PLC 处于停止 (STOP) 状态时, 只完成内部处理和通信服务工作。当 PLC 处于运行 (RUN) 状态时, 除完成内部处理和通信服务工作外, 还要完成输入采样、程序执行、输出刷新工作。

PLC 的扫描工作方式简单直观, 便于程序的设计, 并为可靠运行提供了保障。当 PLC 扫描到的指令被执行后, 其结果马上就被后面将要扫描到的指令所利用, 而且还可通过 CPU 内部设置的监视定时器来监视每次扫描是否超过规定时间, 避免由于 CPU 内部故障使程序执行进入死循环。

PLC 执行程序的过程分为三个阶段, 即输入采样阶段、程序执行阶段、输出刷新阶段。

输入采样阶段: 首先以扫描方式按顺序将所有暂存在输入锁存器中的输入端子的通断状态或输入数据读入, 并将其写入各对应的输入状态寄存器中, 即刷新输入。随即关闭输入端口, 进入程序执行阶段。

程序执行阶段: 按用户程序指令存放的先后顺序扫描执行每条指令, 经相应的运算和处理后, 其结果再写入输出状态寄存器中, 输出状态寄存器中所有的内容随着程序的执行而改变。



图 1-1-6 扫描过程示意图

输出刷新阶段：当所有指令执行完毕，输出状态寄存器的通断状态在输出刷新阶段送至输出锁存器中，并通过一定的方式（继电器、晶体管或晶闸管）输出，驱动相应输出设备工作。

三、PLC 的编程语言

PLC 采用梯形图语言、指令助记符语言、顺序功能图、布尔代数语言等。其中梯形图、指令助记符语言最为常用。

PLC 的设计和生生产至今尚无国际统一标准，不同厂家所用语言和符号也不尽相同。但它们的梯形图语言的基本结构和功能是大同小异的。

1. 梯形图语言

梯形图是在原继电器——接触器控制系统的继电器梯形图基础上演变而来的一种图形语言，包括常开触点、常闭触点和线圈，是目前用得最多的 PLC 编程语言。如图 1-1-7 所示。

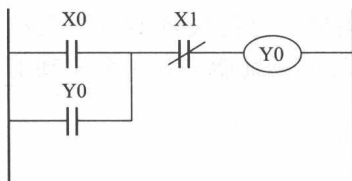


图 1-1-7 梯形图语言

梯形图表示的并不是一个实际电路而只是一个控制程序，其间的连线表示的是它们之间的逻辑关系，即所谓“软接线”。每个“软继电器”仅对应 PLC 存储单元中的一位。该位状态为“1”时，对应的继电器线圈接通，其常开触点闭合、常闭触点断开；状态为“0”时，对应的继电器

线圈不通，其常开、常闭触点保持原态。继电器电路图与梯形图符号对照表如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 继电器电路图与梯形图符号对照表

符号名称	继电器符号	梯形图符号
常开触点		
常闭触点		
线圈		

2. 指令助记符语言

助记符语言类似于计算机汇编语言，用一些简洁易记的文字符号表达 PLC 的各种指令。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。助记符语言常用于手持编程器中，梯形图语言则多用于计算机编程环境中。指令助记符语言如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 指令助记符语言

指 令	操 作 数(操作元件)
LD	X0
OR	Y0
AND	X1
OUT	Y0

3. 顺序功能图

顺序功能图编程方式采用工艺流程图，只要在每一个工艺方框的输入和输出端，标上特定的符号即可。对于在工厂中搞工艺设计的人来说，用这种方法编程，不需要很多的电气知识，非常方便。如图 1-1-8 所示。

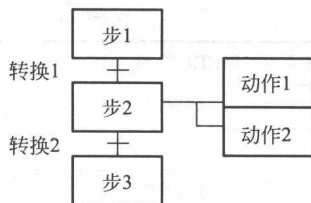


图 1-1-8 顺序功能图

4. 高级语言

在一些大型 PLC 中，为了完成一些较为复杂的控制，采用功能很强的微处理器和大容量存储器，将逻辑控制、模拟控制、数值计算与通信功能结合在一起，使 PLC 具有更强的功能。

四、FX3u 型 PLC 及其编程软件

FX 系列 PLC 是由三菱公司近年来推出的高性能小型可编程控制器，以逐步替代三菱公司原 F、F1、F2 系列 PLC 产品。其中 FX2 是 1991 年推出的产品，三菱 FX3u-48MR/ES-A 型 PLC 是三菱第三代小型可编程控制器，是 FX 系列的高档机。具有较高的性能价格比，应用广泛。它们采用整体式和模块式相结合的叠装式结构。

1. 认识 FX3u 型 PLC

FX3u 型 PLC 外形及各部分名称如图 1-1-9 所示。FX3u 型 PLC LED 指示灯的作用如表 1-1-3 所示。各个接线端子的名称如图 1-1-10 所示。

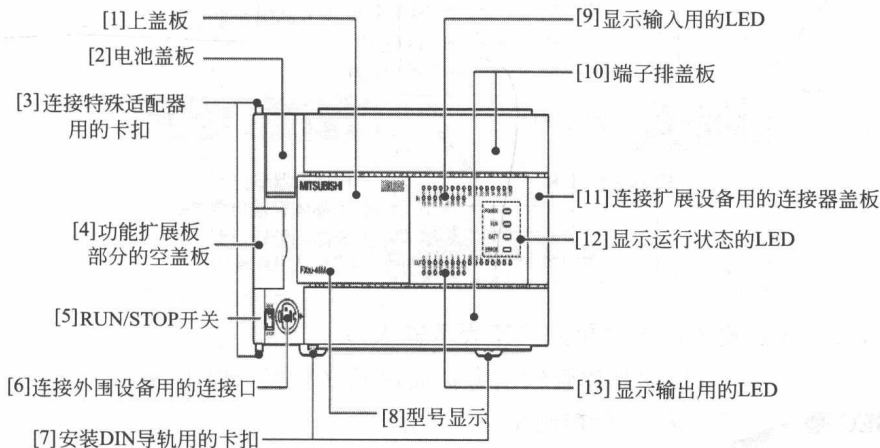
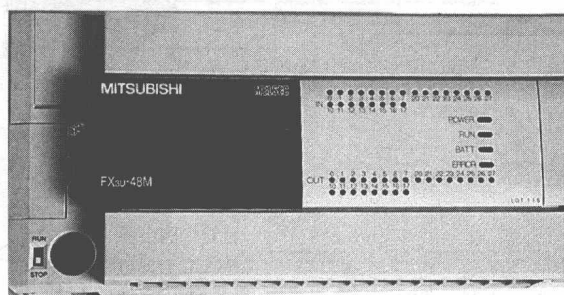


图 1-1-9 FX3u 型 PLC 的外形及各部分名称

表 1-1-3 FX3u 型 PLC LED 指示灯的作用

LED 名称	显示颜色	内容
POWER	绿色	通电状态下灯亮
RUN	绿色	运行中灯亮
BATT	红色	电池电压降低时灯亮
ERROR	红色	程序错误时闪烁
	红色	CPU 错误时灯亮

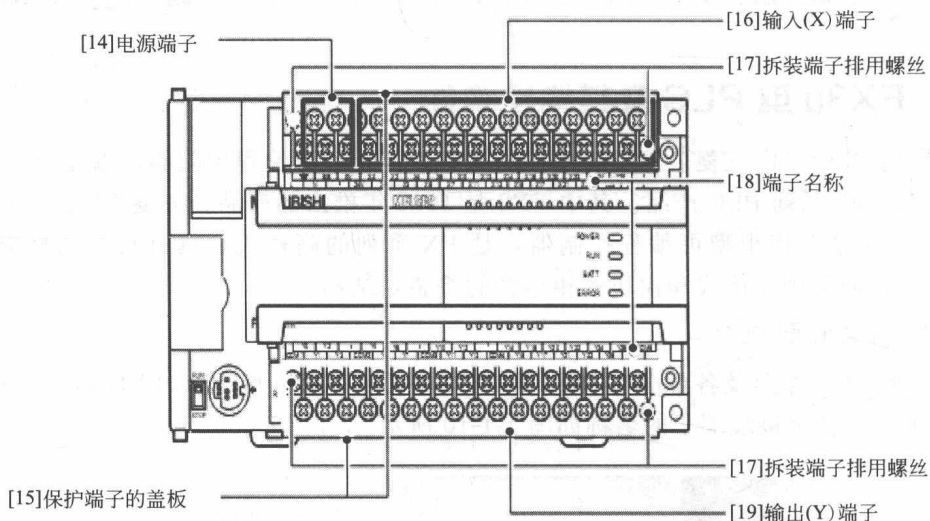
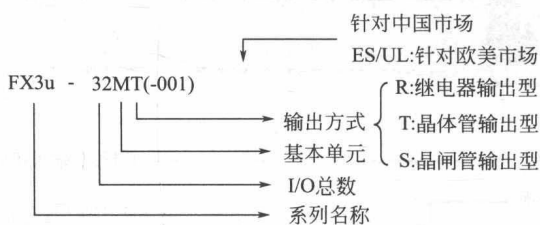


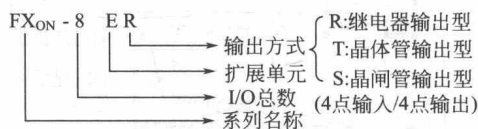
图 1-1-10 接线端子的名称

FX PLC 基本单元命名的一般规则：



FX PLC 扩展单元命名的一般规则：

例



FX_{ON}-8EX 8点输入的扩展单元 (X表示输入)；

FX_{ON}-8EYT 8点输出的晶体管输出型扩展单元 (Y表示输出)；

MELSEC 是“三菱电机 PLC 控制系统”的缩写。

2. GX Developer 编程软件

GX Developer 是应用于 FX 系列 PLC 的编程软件，可在 Windows 下运行。该软件适合

FX2n、FX3u等多种机型，利用编程软件，能方便地切换编程方式，并建立注释数据及设置寄存器数据等。还可以对程序进行编辑、改错、核对，并可计算机中的数据下载到PLC中，也可从PLC中上载程序。该软件还可对运行中的程序进行监控、在线修改等。

(1) 编程软件的安装

GX Developer编程软件要求计算机配置具有Windows9X、Windows2000或WindowsXP等使用环境，有100MB以上内存，有硬盘、鼠标、显示器等外部配置。

安装方法如下：

① 打开三菱PLC编程软件GX DEVELOPER文件夹，先安装“通用环境”，点击文件夹“EnvMEL”，再点击“SETUP”进行软件安装。安装“通用环境”如图1-1-11所示。

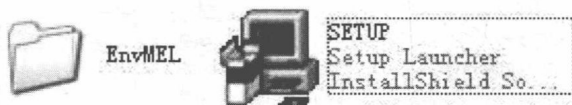


图 1-1-11 安装“通用环境”

② 按提示要求输入序列号（注意，不同软件的序列号会不相同）。序列号输入如图1-1-12所示。

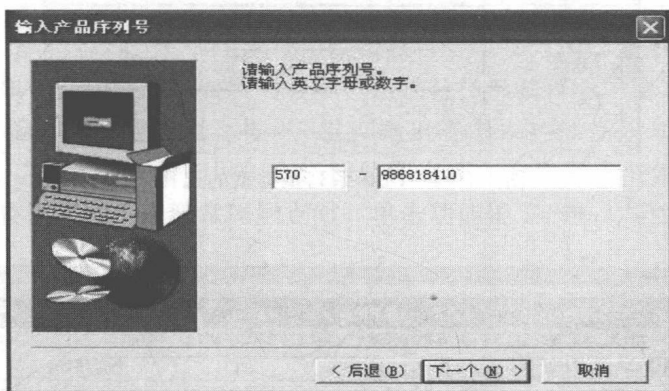


图 1-1-12 序列号的输入

③ 一直点击“下一个”，最后点击“确定”，安装完成。

④ 点击“开始”，在“程序”里可以找到安装好的文件。如图1-1-13所示。

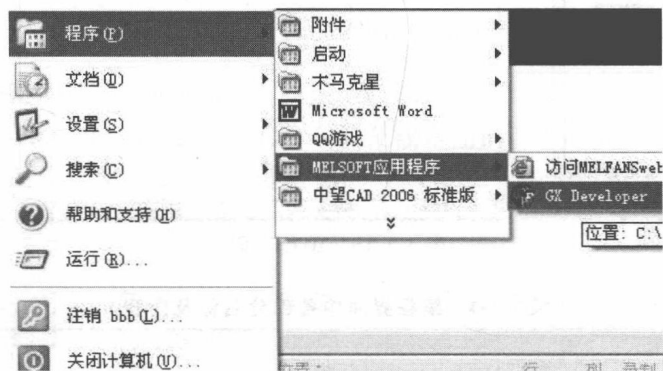



图 1-1-13 开始菜单中的应用程序

(2) 梯形图编辑

① PLC类型的选择。双击可执行文件“GX Developer”图标，打开编辑软件，双击“文件”菜单，单击“新文件”命令，或单击图示，出现“PLC类型设置”对话框。提示所用PLC型号选择PLC类型，单击“确定”，进入编程界面。PLC系列及类型的选择，如图1-1-14所示。编程界面如图1-1-15所示。编程界面中各部分名称及内容如表1-1-4所示。

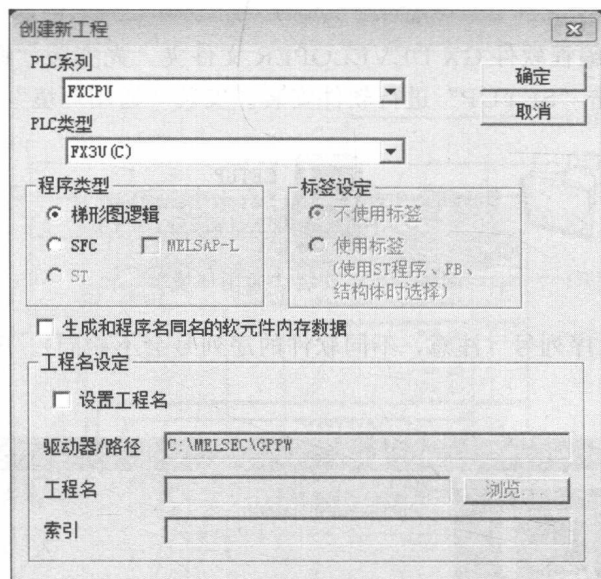


图 1-1-14 PLC 系列及类型的选择



图 1-1-15 编程界面

表 1-1-4 编程界面中各部分名称及内容

序号	名称	内容
1	下拉菜单	包含工程、编辑、查找/替换、交换、显示、在线、诊断、工具、窗口、帮助，共10个菜单

续表

序号	名称	内容
2	标准工具条	由工程菜单、编辑菜单、查找/替换菜单、在线菜单、工具菜单中常用的功能组成
3	数据切换工具条	可在程序菜单、参数、注释、编程元件内存这四个项目中切换
4	梯形图标记工具条	包含梯形图编辑所需要使用的常开触点、常闭触点、应用指令等内容
5	程序工具条	可进行梯形图模式、指令表模式的转换；进行读出模式、写入模式、监视模式、监视写入模式的转换
6	SFC 工具条	可对 SFC 程序进行块变换、块信息设置、排序、块监视操作
7	工程参数列表	显示程序、编程元件注释、参数、编程元件内存等内容，可实现这些项目的数据的设定
8	状态栏	提示当前的操作；显示 PLC 类型以及当前操作状态等
9	操作编辑区	完成程序的编辑、修改、监控等的区域
10	SFC 符号工具条	包含 SFC 程序编辑所需要使用的步、块启动步、选择合并、平行等功能键
11	编程元件内存工具条	进行编程元件的内存的设置
12	注释工具条	可进行注释范围设置或对公共/各程序的注释进行设置

② 编辑语言的选择。GX DEVELOPER 编辑软件提供梯形图、指令表和 SFC 三种编程语言可以选择。例如，选择梯形图编辑语言，可以进行梯形图程序的输入与编辑等。

③ 输入触点。输入串联触点时，按 F5 键，则出现图 1-1-16 所示对话框，再输入组件号，例如 X0，单击“确认”或回车后，在光标处即出现一个串联常开触点，并在其上方标注了组件号；当需要输入一个串联常闭触点时，单击功能键 F6 键，其他操作同上。

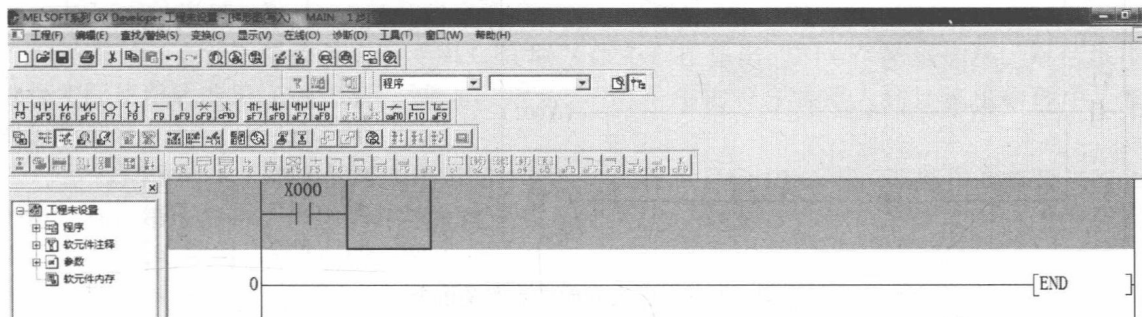


图 1-1-16 触点的输入

当需要输入一个并联常开或常闭触点时，则将光标移到该处，用鼠标单击常开或常闭触点，输入元件号，则在光标位置出现了一个常开或常闭的并联触点。

④ 输入线圈。Y、S、M、T、C 等继电器的线圈输入方法为：按 F7 键，出现图 1-1-17 所示的对话框，输入线圈的对话框，输入线圈元件号，如 Y0，“确定”或回车，在光标所在

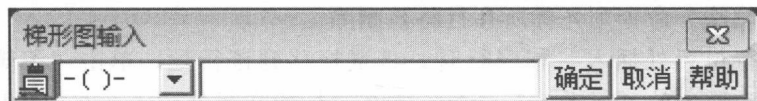



图 1-1-17 线圈的输入

行的右方出现 Y0 线圈符号，与右母线相连。如输入定时器 T 或计数器 C 的线圈，则在图中空白处由键盘键入 T0 K3 或键入 C0 K2，单击“确定”或回车，即在光标所在行的右方会出现定时器 T0 的线圈符号 (T0 K3) 或计数器 C0 的线圈符号 (C0 K2)。

⑤ 梯形图的转换。使用梯形图编辑窗口创建程序时，梯形图处于灰色状态，此时如果关闭梯形图编辑窗口，所创建的程序将被清除。所以在梯形图编写完成后，或编写的梯形图过长时，都应进行转换。转换的方法有两种：单击屏幕图标  或单击工具栏上的 **变换(C)** 命令均可。

转换完成后，灰色的背影将转换成白色，同时在梯形图的左侧标出指令步序号，如图 1-1-18 所示。只有完成程序转换后，才能进行梯形图与指令表之间的转换。

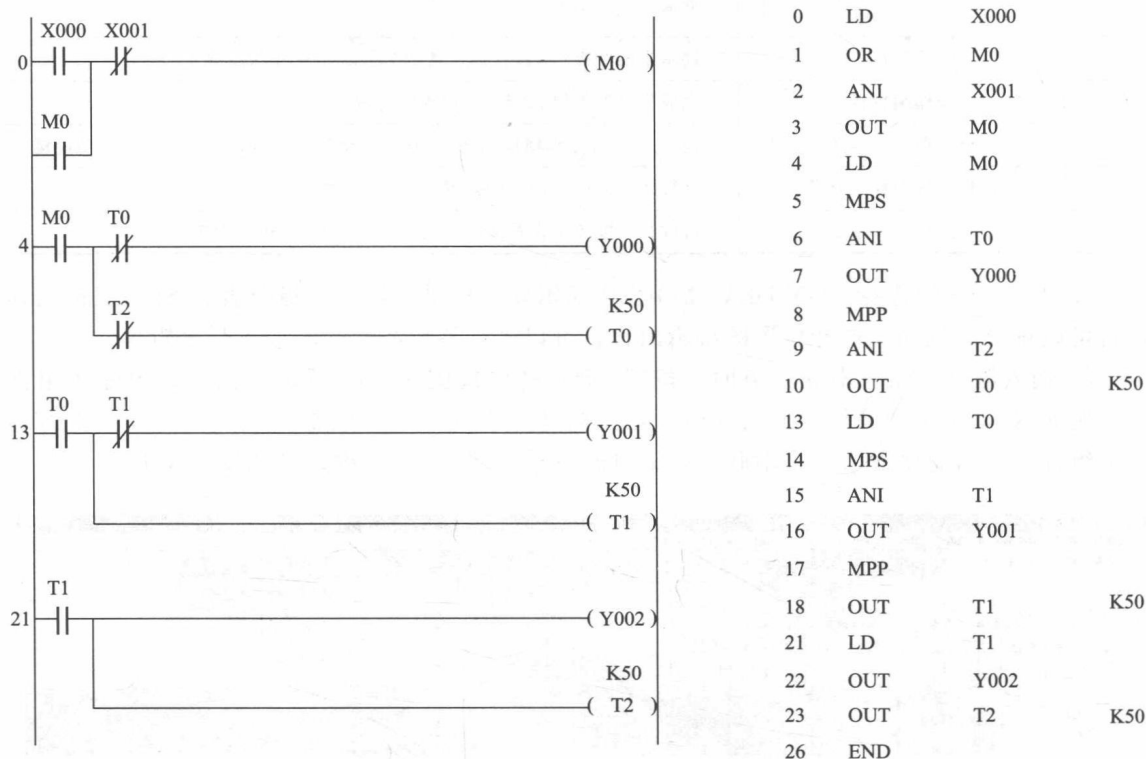


图 1-1-18 转换后的梯形图及指令表

(3) 程序的修改和删除

① 程序的修改。单击选中要修改的程序，输入正确的字母或数字。

② 软元件的删除。要进行触点、线圈、应用指令、横线的删除时，先要把鼠标移到想要删除的位置，单击。再单击“编辑”菜单，选择“删除”命令。则该软元件被删除。被删除处将留下一空隙，必须用新软元件或横线补上。

要删除某程序行，先将鼠标移到该行开始处，单击。此处会出现光标，再单击“编辑”菜单，选择“行删除”命令则光标所在行将被删除。

要确认在某行位置处插入一程序行时，将鼠标移到该行处，单击“编辑”中的“行插入”命令或点击右键中的“行插入”命令，则在光标所在行处插入一空白程序行，原来的程序行往下移一行。