

21世纪高职高专教学做一体化规划教材

项目化教程

可编程控制器

实验与实训教程

教 学 做 一体化

主 编 魏 斌 孙 健

- ★ 问题导入
- ★ 案例驱动
- ★ 理论够用
- ★ 实践丰富



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高职高专教学做一体化规划教材

可编程控制器实验与实训教程

主 编 魏 斌 孙 健



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以三菱公司的 FX_{2N} 系列可编程控制器为蓝本,秉承“教学做合一”的教学思想,从实际应用出发,结合高职教育的教学特点和认知规律,按照由浅入深、由易到难的原则,设计编排了大量内容丰富的实验实训项目,使学生在做中学,干中用,力求做到理论与实践的完美结合,从而达到“教学做合一”的一体化教学。通过动手操作、具体应用和实际演练,达到理解概念、领会知识、掌握技能、学会应用的目的,从而培养学生的动手操作能力、技术应用能力和创新意识。

全书共分三个部分。第一部分为基础篇,介绍三菱 FX 系列可编程控制器的基本指令和 GX Developer 8.34 编程软件的使用。第二部分为实验篇,共有两章,第四章介绍 PLC 基本指令编程实验;第五章介绍 PLC 功能指令编程实验。第三部分为实训篇,共有两章,第六章介绍了 18 个 PLC 的应用实训,第七章介绍了 4 个 PLC 的综合实训。

本书内容丰富、通俗易懂、可操作性强,可作为高职高专院校电气自动化、机电一体化、自动控制、工业自动化、应用电子等相关专业实验实训教材。

图书在版编目 (C I P) 数据

可编程控制器实验与实训教程 / 魏斌, 孙健主编

. — 北京: 中国水利水电出版社, 2009. 9

21世纪高职高专教学做一体化规划教材

ISBN 978-7-5084-6829-7

I. ①可… II. ①魏… ②孙… III. ①可编程序控制
器—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第170707号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 宋俊娥 加工编辑: 周益丹 封面设计: 李 佳

书 名	21 世纪高职高专教学做一体化规划教材 可编程控制器实验与实训教程
作 者	主 编 魏 斌 孙 健
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 10.25 印张 250 千字
版 次	2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	18.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

可编程逻辑控制器(PLC)简单易学、控制方便,一经问世便迅速地在工业控制中得到了广泛应用。经过不断地更新换代,其功能越来越完善,如今已集过程控制、运动控制、数据处理和联网通信等功能于一体,成为工业生产自动化控制的三大支柱之一。

本书秉承“教学做合一”的教学思想,从实际应用出发,以当前较为流行的三菱FX_{2N}系列机型为重点,结合高职教育的教学特点和认知规律,按照由浅入深、由易到难的原则,设计编排了大量内容丰富的实验实训项目,使学生在做中学,干中用,力求做到理论与实践的完美结合,从而达到“教学做合一”的一体化教学。通过动手操作、具体应用和实际演练,达到理解概念、领会知识、掌握技能、学会应用的目的,从而培养学生的动手操作能力、技术应用能力和创新意识。

全书共分三个部分。第一部分为基础篇,介绍三菱FX系列可编程控制器的基本指令和GX Developer 8.34编程软件的使用。第二部分为实验篇,共有两章,第四章介绍PLC基本指令编程实验;第五章介绍PLC功能指令编程实验。第三部分为实训篇,共有两章,第六章介绍了18个PLC的应用实训,第七章介绍了4个PLC的综合实训。

本书由江海职业技术学院魏斌和孙健老师任主编。魏斌编写第一部分和第三部分;孙健编写了第二部分。另外,在程序的编制和软件的调试中,朱抗美、安长俊、高明、李红春等老师做了大量的工作,郭振民教授和张家骝高级工程师认真仔细地审阅了全书并提出了许多宝贵的意见,谨此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年8月

目 录

前言

第一部分 基础篇 PLC 的基本指令和使用软件简介

第一章 FX _{2N} -60MR 可编程控制器简介	1
1.1 基本概念	1
1.2 主要参数	1
1.3 软件资源	1
1.4 FX _{1N} -48MR 的外观	3
第二章 基本指令简介	5
2.1 线圈驱动指令 LD、LDI、OUT	5
2.2 接点串联指令 AND、ANI	5
2.3 接点并联指令 OR、ORI	5
2.4 串联电路块的并联连接指令 ORB	5
2.5 并联电路块的串联连接指令 ANB	6
2.6 主控及主控复位指令 MC、MCR	6
2.7 置位与复位指令 SET、RST	6
2.8 脉冲输出指令 PLS、PLF	6
2.9 空操作指令 NOP	7
2.10 程序结束指令 END	7
第三章 三菱 PLC 编程软件 GX Developer 8.34 的安装与使用	8
3.1 编程软件 GX Developer 8.34 的安装步骤	8
3.2 编程软件 GX Developer 的使用	10
3.2.1 GX Developer 编程软件的启动与退出	10
3.2.2 界面组成	11
3.2.3 GX Developer 编程软件的使用	15
3.2.4 SFC 的编程输入方法的使用	20

第二部分 实验篇 PLC 的基本指令和功能指令编程实验

第四章 基本指令编程实验	27
实验一 基本逻辑指令编程实验	27
实验二 定时器指令编程实验	32
实验三 计数器指令编程实验	36
实验四 置位、复位及脉冲指令编程实验	40
实验五 跳步指令、主控与主控复位指令编程实验	44

实验六 步进指令编程实验.....	48
第五章 功能指令编程实验.....	52
实验七 算术运算和数据处理指令编程实验.....	52
实验八 应用功能指令编程实验.....	54

第三部分 实训篇 PLC 技术的应用实训和综合实训

第六章 PLC 的应用实训	59
实训一 水塔水位的 PLC 模拟控制	59
实训二 交通灯的 PLC 模拟控制	63
实训三 艺术彩灯的 PLC 模拟控制	67
实训四 LED 数码管显示的 PLC 模拟控制.....	73
实训五 天塔之光的 PLC 模拟控制	79
实训六 邮件分拣系统的 PLC 模拟控制	84
实训七 装配流水线的 PLC 模拟控制	89
实训八 自动轧钢机的 PLC 模拟控制	94
实训九 物料混合的 PLC 模拟控制	98
实训十 四层电梯的 PLC 模拟控制	102
实训十一 花式喷泉的 PLC 模拟控制	108
实训十二 大小球分拣系统的 PLC 模拟控制	112
实训十三 机械手的 PLC 模拟控制	116
实训十四 广告牌装饰灯的 PLC 模拟控制	121
实训十五 全自动洗衣机的 PLC 模拟控制	126
实训十六 工业自动清洗机的 PLC 模拟控制	131
实训十七 步进电机的 PLC 控制	136
实训十八 自动售货机的 PLC 模拟控制	141
第七章 PLC 的综合实训	147
综合实训一 基于 PLC 的锅炉车间输煤机组控制	147
综合实训二 基于 PLC 的千斤顶液压缸加工机床电气控制	149
综合实训三 基于 PLC 的旋转式滤水器电气控制系统	151
综合实训四 基于 PLC 的摇臂钻床电气控制系统	154

第一部分 基础篇 PLC 的基本指令和使用软件简介

第一章 FX_{2N}-60MR 可编程控制器简介

1.1 基本概念

FX2N: 三菱 PLC 的一种系列的总称。

60: I/O (输入/输出) 的和, 此处输入点为 36 点, 输出点为 24 点。

M: 表示基本单元, 若为 E 则表示扩展单元。

R: 表示输出形式为继电器, 若为 T 则表输出形式为晶体管。

继电器输出的有接点, 交/直流负载两用。晶体管输出的无接点, 仅直流负载可用。

1.2 主要参数

1. 供电情况

额定电压: AC100~240V; 电压允许范围: AC85~264V; 频率: 50/60Hz; 允许瞬间停电时间: 10ms 以下, 能保持工作; 电源保险: 250V, 3.15A; 耗电: 35W; 传感器电源: DC24V, 400mA。

2. 输入灵敏度

ON DC24V 7 mA, 阈值 > 4.5 mA, LED 灯亮; OFF DC24V 1 mA, 阈值 < 1.5 mA。

3. 输出规格

外部电源: AC250V 以下, DC30V 以下; 动作表示: 继电器通电时 LED 灯亮。

4. 最大负载

2A, 一个输出点对一个 COMY 时; 4A, 四个输出点共一个 COMY 时。

5. 响应时间

约 10ms。

6. 继电器接点与负载的容量有密切关系, 标准寿命

标准寿命: ≤ 20VA 时, > 50 万次, 但切断冲击过电流, 会显著降低继电器的寿命, 因此对直流感性负载, 应把负载同续流二极管并联, 并把电源电压控制在 DC30V 以下。

1.3 软件资源

1. 辅助继电器 M

辅助继电器是 PLC 中数量最多的一种继电器, 一般的辅助继电器与继电器控制系统中的中间

继电器相似。辅助继电器不能直接驱动外部负载，负载只能由输出继电器的外部触点驱动。辅助继电器的常开与常闭触点在 PLC 内部编程时可无限次使用。下面介绍几种常用的辅助继电器。

(1) 通用辅助继电器。

通用辅助继电器按十进制地址编号，M0~M499，共 500 点。根据需要可通过程序设定，将 M0~M499 变为断电保持辅助继电器。

(2) 断电保持辅助继电器。

FX_{2N} 系列有 M500~M3071 共 2572 个断电保持辅助继电器。它与普通辅助继电器不同的是具有断电保护功能，即能记忆电源中断瞬时的状态，并在重新通电后再现其状态。它之所以能在电源断电时保持其原有的状态，是因为电源中断时用 PLC 中的锂电池保持它们映像寄存器中的内容。其中 M500~M1023 可由软件将其设定为通用辅助继电器。

(3) 特殊辅助继电器。

PLC 内有大量的特殊辅助继电器，它们都有各自的特殊功能。FX_{2N} 系列中有 256 个特殊辅助继电器，可分为触点型和线圈型两大类。

1) 只能利用其接点的特殊辅助继电器。

M8000 为运行监视器（在 PLC 运行中接通），M8001 与 M8000 相反逻辑。

M8002 为仅在运行开始瞬间接通的初始脉冲特殊辅助继电器。

M8011、M8012、M8013 和 M8014 分别是产生 10ms、100ms、1s 和 1min 时钟脉冲的特殊辅助继电器。

2) 可驱动线圈型特殊辅助继电器。

M8033 为 PLC 停止时输出保持特殊辅助继电器。

M8034 为禁止全部输出特殊辅助继电器。

M8039 为定时扫描特殊辅助继电器。

2. 状态继电器 S

状态继电器 S 是构成状态转移图的重要元件，它与步进形指令配合使用。通常状态继电器软元件有下面 5 种类型：

(1) 初始状态继电器 S0~S9，共 10 点。

(2) 回零状态继电器 S10~S19，共 10 点。

(3) 通用状态继电器 S20~S499，共 480 点。

(4) 停电保持状态继电器 S500~S899，共 400 点。

(5) 报警用状态继电器 S900~S999，共 100 点。

3. 定时器 T

定时器在 PLC 中相当于一个时间继电器，它有一个设定值寄存器（一个字）、一个当前值寄存器（字）及无数个触电（位）。对于每一个定时器，这三个量使用同一个名称，但使用场合不一样，其所指意义也不一样。

4. 计数器 C

计数器是 PLC 的重要内部部件，它是在执行扫描操作时对内部元件 X、Y、M、S、T、C 的信号进行计数。

5. 数据寄存器 D

可编程控制器用于模拟量控制、位置控制、数据输入/输出时，需要许多数据寄存器存储

参数及工作数据。这类寄存器的数量随着机型的不同而不同。

每个数据寄存器都是 16 位，其中最高位为符号位，可以用两个数据寄存器合并起来存放 32 位数据（最高位为符号位）。数据寄存器分为以下几类：

(1) 通用数据寄存器 D0~D199，共 200 点。

(2) 断电保持/锁存数据寄存器 D200~D7999，共 7800 点。

(3) 特殊数据寄存器 D8000~D8255，共 256 点。

(4) 文件数据寄存器 D1000~D7999，共 7000 点。

6. 变址寄存器 V/Z

变址寄存器除了和普通的数据寄存器有相同的使用方法外，还常用于修改器件的地址编号。V、Z 都是 16 位的寄存器，可进行数据的读写。当进行 32 位操作时，将 V、Z 合并使用，指定 Z 为低位。

7. 指针 P/I

指针是 PLC 在执行程序时用来改变执行流向的元件。它有分支指令专用指针 P 和中断用指针 I 两类。

8. 常数 K/H

常数也作为器件对待，它在存储器中占一定空间，十进制常数用 K 表示，如 20 位表示为 K20；十六进制常数用 H 表示，如 20 表示为 H14。

1.4 FX_{1N}-48MR 的外观

FX_{1N}-48MR 的外观如图 1-1 所示。

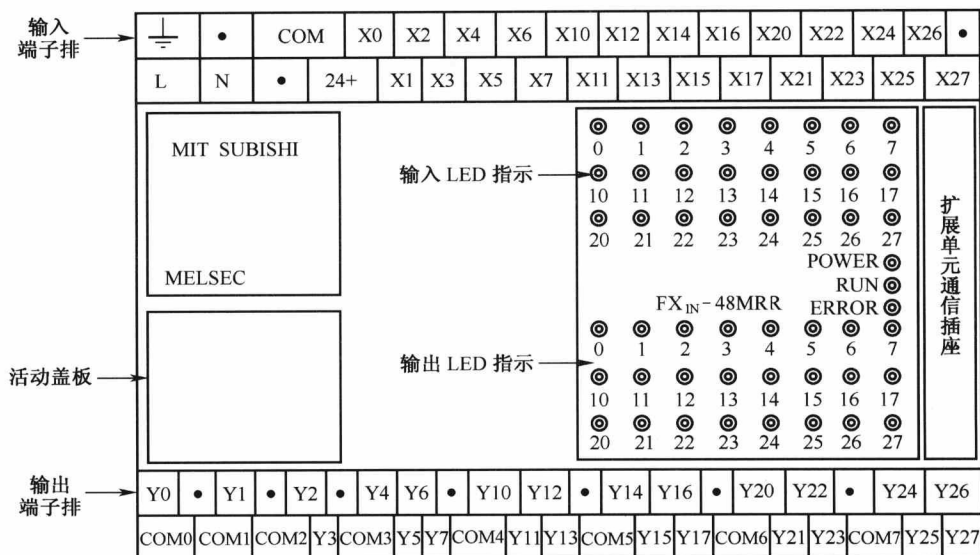


图 1-1 FX_{1N}-48MR 的外观

(1) 交流电源指示：交流电源接在输入端子排的 L 和 N 上，一旦错误，会导致重大损伤，正确无误时 POWER 绿灯亮。

(2) 一旦 POWER 灯亮, PLC 就执行自诊断功能, 如果有语法错误或回路问题, ERROR 红灯闪烁, 若 ERROR 红灯不亮, 即可进行下一步。

(3) RUN/STOP: PLC 面板的左侧有一个盖板, 盖板的下方为活动盖板, 其中有一个上下拨动的开关, 向上为 RUN, 向下为 STOP。

(4) PLC 的上部端子排为输入端子排, 注意交流电源的输入, 在此端子排上的最左端。

PLC 的下部端子排为输出端子排。其中: COM0 与 Y0 对应, COM1 与 Y1 对应, COM2 与 Y2、Y3 对应; COM3 与 Y4、Y5、Y6、Y7 对应, COM4 与 Y10、Y11、Y12、Y13 对应; COM5 与 Y14、Y15、Y16、Y17 对应; COM6 与 Y20、Y21、Y22、Y23 对应; COM7 与 Y24、Y25、Y26、Y27 对应; COM 与 24+ 为 PLC 提供的 DC24V 电源, 使用时电流不要超过其额定容量。

(5) 在 PLC 右侧为 I/O 口工作指示 LED, 上方为输入, 当输入口 (如 X0) 与 COM 短路时, 与 X0 对应的 0 号 LED 亮; 下方为输出, 当输出口 (如 Y0) 置位时 (可用软件置位或手持强制置位), 与 Y0 对应的 0 号 LED 亮。

(6) 在 I/O 口工作指示 LED 的右侧有一个小盖板, 里面为扩展单元与主单元通信线的插座。



第二章 基本指令简介

2.1 线圈驱动指令 LD、LDI、OUT

LD: 取指令。表示一个与输入母线相连的常开接点指令, 即常开接点逻辑运算起始。

LDI: 取反指令。表示一个与输入母线相连的常闭接点指令, 即常闭接点逻辑运算起始。

OUT: 线圈驱动指令, 也叫输出指令。

LD、LDI 两条指令的目标元件是 X、Y、M、S、T、C, 用于将接点接到母线上, 也可以与 ANB 指令、ORB 指令配合使用, 在分支起点也可以使用。

OUT 是驱动线圈的输出指令, 它的目标元件是 Y、M、S、T、C。对输入继电器 X 不能使用。OUT 指令可以连续使用多次。

LD、LDI 是一个程序步指令, 这里的一个程序步就是一个字。OUT 是多程序步指令, 要视目标元件而定。

OUT 指令的目标元件是定时器 T 和计数器 C 时, 必须设置常开 K。

2.2 接点串联指令 AND、ANI

AND: 与指令, 用于单个常开接点的串联。

ANI: 与非指令, 用于单个常闭接点的串联。

AND 与 ANI 都是一个程序步指令, 它们串联接点的个数没有限制, 也就是说这两条指令可以多次重复使用。

使用 OUT 指令后, 通过接点对其他线圈使用 OUT 指令称为纵接输出和连续输出, 连续输出如果顺序不错可以多次重复。

2.3 接点并联指令 OR、ORI

OR: 或指令, 用于单个常开接点的并联。

ORI: 或非指令, 用于单个常闭接点的并联。

OR 与 ORI 指令都是一个程序步指令, 它们的目标元件是 X、Y、M、S、T、C。这两条指令都是并联一个接点。需要两个以上接点串联连接电路块的并联连接时, 要用 ORB 指令。

2.4 串联电路块的并联连接指令 ORB

两个或两个以上的接点串联连接的电路叫串联电路块。串联电路块并联连接时, 分支开始用 LD、LDI 指令, 分支结果用 ORB 指令。ORB 指令与 ANB 指令均为无目标元件指令, 而

两条无目标元件指令的步长都为一个程序步。ORB 有时也简称或块指令。

ORB 指令的使用方法有两种：一种是在要并联的每个串联电路块后加 ORB 指令，另一种是集中使用 ORB 指令。对于前者分散使用 ORB 指令时，并联电路块的个数没有限制，但对于后者集中使用 ORB 指令时，这种电路块并联的个数不能超过 8 个。

2.5 并联电路块的串联连接指令 ANB

两个或两个以上的接点并联连接的电路叫并联电路块。分支电路并联电路块与前面电路串联连接时，使用 ANB 指令。分支的起点用 LD、LDI 指令，并联电路块结束后，使用 ANB 指令与前面的电路串联，ANB 指令也简称与块指令，ANB 是无操作目标元件，是一个程序步指令。

2.6 主控及主控复位指令 MC、MCR

MC 为主控指令，用于公共串联接点的连接。MCR 为主控复位指令，即 MC 的复位指令。在编程时，经常遇到多个线圈同时受一个或一组接点控制。如果在每个线圈的控制电路中都串入同样的接点，将多占用存储单元，应用主控指令可以解决这一问题。使用主控指令的接点称为主控接点，它在梯形图中与一般的接点垂直。它们是与母线相连的常开接点，是控制一组电路的总开关。

MC 指令是 3 程序步指令，MCR 指令是 2 程序步指令，两条指令的操作目标元件是 Y、M，但不允许使用特殊辅助继电器 M。

与主控接点相连的接点必须用 LD 或 LDI 指令。使用 MC 指令后，母线移到主控接点的后面，MCR 使母线回到原来的位置。在 MC 指令内再使用 MC 指令嵌套级 N 的编号（0~7）顺序增大，返回时用 MCR 指令，从大的嵌套级开始解除。

2.7 置位与复位指令 SET、RST

SET 为置位指令，使动作保持；RST 为复位指令，使操作保持复位。SET 指令的操作目标元件为 Y、M、S。RST 指令的操作目标元件为 Y、M、S、D、V、Z、T、C。这两条指令是 1~3 个程序步指令。用 RST 指令可以对定时器、计数器、数据寄存器、变址寄存器的内容清零。

2.8 脉冲输出指令 PLS、PLF

PLS 指令在输入信号上升沿产生脉冲输出，而 PLF 在输入信号下降沿产生脉冲输出，这两条指令都是 2 个程序步指令，它们的目标元件是 Y 和 M，但特殊辅助继电器不能作为目标元件。使用 PLS 指令，元件 Y、M 仅在驱动输入接通后的一个扫描周期内动作。而使用 PLF 指令，元件 Y、M 仅在驱动输入断开后的一个扫描周期内动作。

2.9 空操作指令 NOP

NOP 指令是无动作、无目标元件的一个程序步指令。空操作指令使该步序为空操作。用 NOP 指令替代已写入指令，可以改变电路。在程序中加入 NOP 指令，在改动或追加程序时可以减少序号的改变次数。

2.10 程序结束指令 END

END 是一条无目标元件的 1 程序步指令。PLC 反复进行输入处理、程序运算、输出处理，若在程序的最后写入 END 指令，则 END 以后的程序步就不执行，直接进行输出处理。在程序调试过程中，按段插入 END 指令，可以顺序扩大对各程序段的检查。采用 END 指令将程序划分为若干段，在确认处理前面电路块的动作正确无误之后，依次删除 END 指令。



图 2-10 END 指令的用法

图 2-10 展示了 END 指令在梯形图程序中的用法。图中显示了一个包含 X0 常开触点和 Y0 线圈的梯级，该梯级后紧跟 END 指令，表示程序的结束。



图 2-11 END 指令的用法

第三章 三菱 PLC 编程软件 GX Developer 8.34 的安装与使用

3.1 编程软件 GX Developer 8.34 的安装步骤

(1) 先安装通用环境，进入文件夹 EnvMEL，如图 3-1 所示，单击 SETUP.EXE 图标安装。

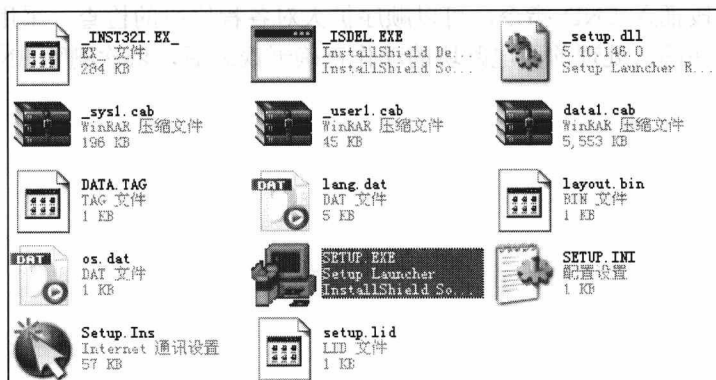


图 3-1 EnvMEL 文件夹

三菱大部分软件都要先安装“环境”，否则不能继续安装。如果不能安装，系统会主动提示需要安装环境。

(2) 进入文件夹 GX Developer 8.34，单击 SETUP.EXE 图标安装，如图 3-2 所示。



图 3-2 GX Developer 8.34 文件夹

(3) 在安装的过程中, 会出现如图 3-3 所示提示对话框, 最好把其他应用程序关闭, 如杀毒软件、防火墙、IE、办公软件等。因为这些软件可能会调用系统的其他文件, 影响安装的正常进行。如果没有关闭, 可单击“确定”按钮。

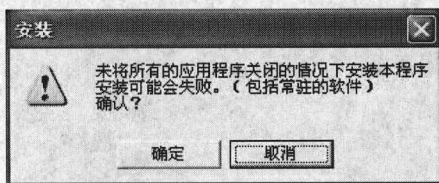


图 3-3 提示对话框

(4) 输入各种注册信息后, 在如图 3-4 所示的对话框中输入序列号。

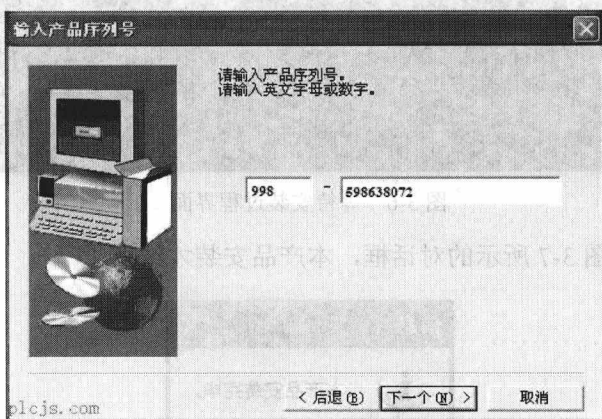


图 3-4 “输入产品序列号”对话框

注意, 不同软件的序列号可能会不相同, 序列号可以在下载后的压缩包中得到。

(5) 在接下来的安装过程中, 会出现如图 3-5 所示的“选择部件”对话框, 在这里千万注意不能选中这个复选框: 否则软件只能监视, 这个地方也是出现问题最多的地方。请大家注意: 往往默认安装是没有问题的。

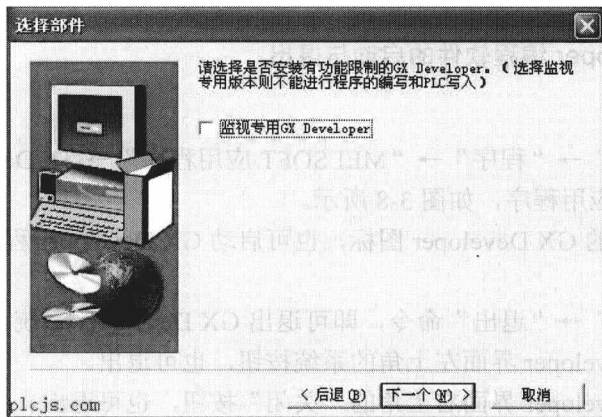


图 3-5 “选择部件”对话框

(6) 等待安装过程, 如图 3-6 所示。

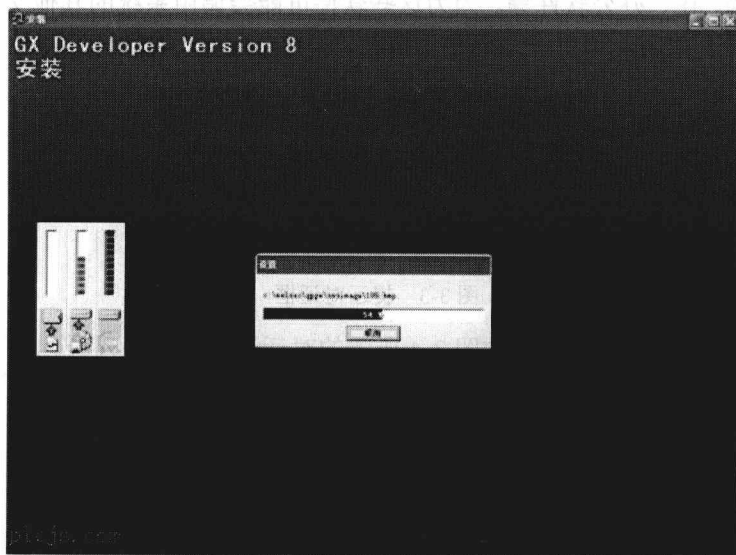


图 3-6 等待安装过程界面

(7) 直到出现如图 3-7 所示的对话框, 本产品安装才结束。



图 3-7 安装完毕提示

3.2 编程软件 GX Developer 的使用

3.2.1 GX Developer 编程软件的启动与退出

1. 启动

(1) 单击“开始”→“程序”→“MELSOFT 应用程序”→GX Developer 应用程序, 便可启动 GX Developer 应用程序, 如图 3-8 所示。

(2) 双击桌面上的 GX Developer 图标, 也可启动 GX Developer 程序。

2. 退出

(1) 单击“文件”→“退出”命令, 即可退出 GX Developer 系统。

(2) 双击 GX Developer 界面左上角的系统按钮, 也可退出。

(3) 单击 GX Developer 界面右上角的“关闭”按钮, 也可退出。

(4) 用快捷键 Alt+F4, 也可退出。

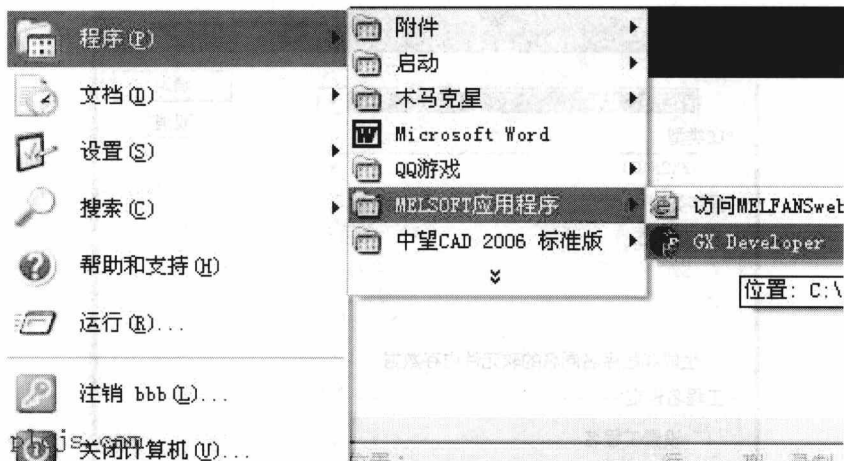


图 3-8 GX Developer 软件的启动

3.2.2 界面组成

GX Developer 应用程序是典型的 Windows 应用程序，它由标题栏、菜单栏、工具栏、梯形图、指令表和 SFC 编程窗口组成，如图 3-9 所示。

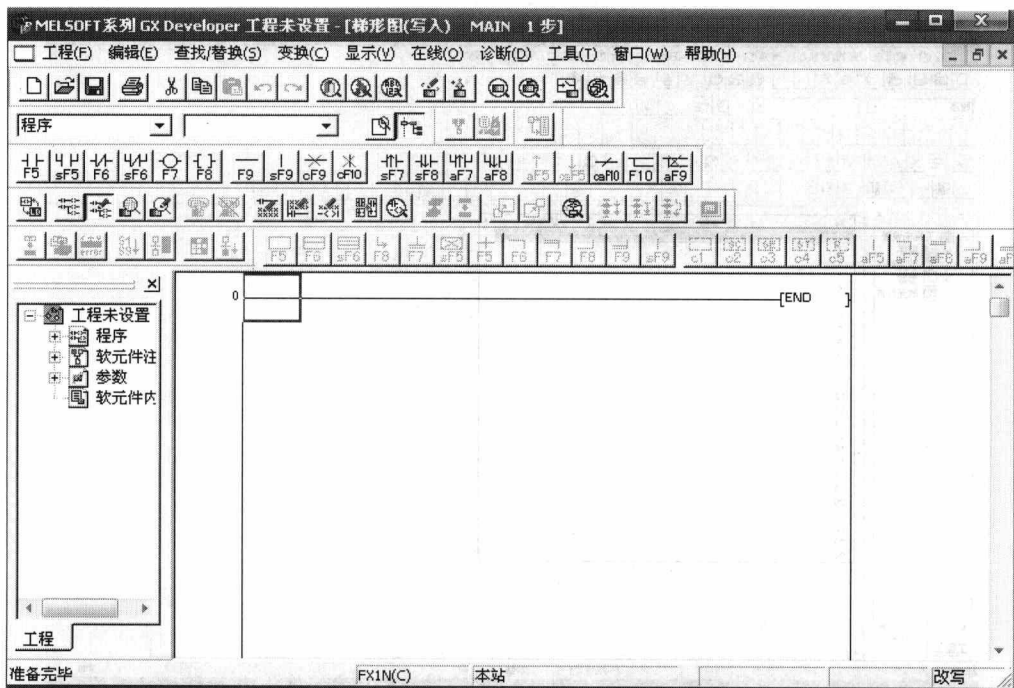


图 3-9 GX Developer 应用程序的工作环境

注意，梯形图、指令表和 SFC 编辑窗口只能分别打开，打开的方法如下：

(1) 在如图 3-9 所示的窗口中，单击“工程”→“创建新工程”命令，弹出如图 3-10 所示的对话框，选中 SFC 单选按钮出现如图 3-11 所示的窗口。