

PLC

跟我学



PLC

编程

周云水 编著

- ★ 结合实际应用，列举大量现实案例
- ★ 延伸编程观念，破解梯形图与语句表编程方法
- ★ 编程范例精巧实用，难易度适中
- ★ 培养独立思考能力，迅速掌握编程技巧



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

跟我学 PLC编程

周云水 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以常用的三菱 FX 系列 PLC 为例, 简要介绍了 PLC 的基本结构、工作原理、分类与应用、安装与维修, 详细介绍了 FXGP/WIN-C 和 GX Developer 两种编程软件的安装和使用, 对 PLC 的基本指令与应用指令逐条进行精讲, 并附有针对性的程序实例。以实用的控制程序为例, 介绍了编写程序的经验设计法、步进梯形图指令编程法和顺序功能图 (SFC) 编写法, 最后给出多个典型的工程实例, 一步一步讲解程序编写技巧与方法。全书通俗易懂, 只要一步一步跟着本书学, 读者就能快速掌握 PLC 的编程技术。

本书可作为工业自动控制领域技术人员的自学读物, 也可供大中专院校自动化、机电一体化及相关专业的师生参考, 同时还可作为职业培训学校的 PLC 技术培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

跟我学 PLC 编程 / 周云水编著. —北京: 中国电力出版社, 2009
ISBN 978-7-5083-8785-7

I. 跟… II. 周… III. 可编程序控制器—程序设计 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 065927 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 21.25 印张 522 千字

印数 0001—3000 册 定价 38.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

可编程控制器（PLC）在工业控制领域应用非常广泛，掌握 PLC 的编程技术是工业控制领域的技术人员、电工和相关人员的迫切需要。如何从指令出发，一步一步编写程序？如何理解工业控制系统中那些 PLC 程序中每一步的编写理由？如何从简单的编程学起，直到能编写出复杂控制的 PLC 程序？这些问题是众多 PLC 初学者与爱好者的共同问题，为此，作者结合自己多年编写 PLC 程序的经验编写了本书。

三菱 PLC 是工业控制中应用最广泛的一种 PLC，本书以它为例进行编程讲解。只要读者按照本书讲解的内容一步一步跟着学，就能比较容易地掌握 PLC 编程方法与技巧，在较短的时间里从入门到精通，编写出自己满意、运行效果完美的程序。

在学习 PLC 编程的过程中，特别要提醒的是，读者学编程一定要一边学一边上机操作，从实际操作中去领悟指令的功能、编程软件的操作要领。PLC 编程软件拥有方便的测试功能，读者要学会利用这些测试功能去检查自己所编写程序的不足之处。一般来说，一次性编写程序成功的可能性不大，除非是一个很简单的程序，完美的程序都需经过测试、修改、再测试，如此多次循环工作后才能得到。

本书图片较多，其中的大部分都是从电脑桌面上直接截取，所有的梯形图与指令格式也是从编程软件操作界面上直接截取，可以方便读者比照学习操作。

全书共分八章，第一章为可编程控制器概述，简要介绍了 PLC 的结构、工作原理、分类与应用领域；第二章为 PLC 编程软件的安装与使用，详细介绍了 FXGP/WIN-C 和 GX Developer 两种编程软件的安装与各种编程工具的使用方法；第三章为 PLC 基本指令介绍，每一条指令介绍时都附加了实例，为下一步编程打下基础；第四章为经验设计法编程方法介绍，详细介绍了用经验设计法编写经典电路的 PLC 程序的步骤与方法，按原理分析、I/O 地址分配表、I/O 接口图、梯形图四部分进行精解；第五章为步进梯形图的编程方法介绍，主要介绍用步进指令编程和用顺序功能图（SFC）编程两种方法，关于后一种方法的介绍在同类书中很少看到，本书对此进行了详细讲解；第六章为 PLC 的应用指令介绍，以一个个实例对常用的应用指令进行详细解读；第七章为 PLC 实用程序编程精解，属于 PLC 编程技术提高阶段的内容，对工业常用程序的编写过程、梯形图每一部分的编写理由以及编写复杂程序的技巧进行详细介绍；第八章为 PLC 的安装、维护及故障处理，简要介绍了 PLC 的安装方法、维护要点及一般故障的排除方法。

在编写本书的过程中，参考了很多业内相关图书与资料，由于各种原因不能一一预告、面谢，编者在此一并致谢。楼建儿、邵国成、何斌、鲁宝林、徐娟娟等领导和技术人员在作者长达一年的写作时间里，给予大力支持和悉心指导，在此深表谢意。由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者和专家批评指正。

前言

第一章 可编程控制器概述	1
第一节 什么是 PLC	1
第二节 PLC 的结构与工作原理	2
第三节 PLC 的分类与应用领域	5
第二章 PLC 编程软件的安装与使用	7
第一节 三菱 PLC 编程软件的安装	7
第二节 三菱 PLC 编程软件的使用	20
第三章 PLC 基本指令	87
第一节 起始和输出指令	87
第二节 与或非指令	89
第三节 置位复位和主控指令	95
第四节 分支指令	98
第五节 脉冲指令	101
第六节 空操作、取反和结束指令	105
第四章 用经验设计法编程	108
第一节 用经验设计法编程的步骤	108
第二节 用经验设计法编程实例	110
第五章 步进梯形图的编程方法	170
第一节 顺序功能图	170
第二节 顺序功能图 (SFC) 的种类与设计注意点	173
第三节 步进梯形图指令	176
第四节 用步进梯形图指令编程举例	179
第五节 直接用顺序功能图 (SFC) 编写程序	183
第六章 PLC 应用指令	209
第一节 程序流程应用指令	209
第二节 传送与比较应用指令	213
第三节 算术及逻辑运算应用指令	220
第四节 循环与移位应用指令	223
第五节 数据处理应用指令	229
第六节 外围设备 I/O 应用指令	233

第七章 PLC 实用程序编程精解	241
第一节 交通信号灯控制程序编程精解.....	241
第二节 停车场车位控制程序编程精解.....	266
第三节 机械手分拣大小球控制程序编程精解.....	270
第四节 自动售货机控制程序编程精解.....	275
第五节 液压控制程序编程精解.....	281
第六节 组合机床控制程序编程精解.....	287
第七节 多台电动机控制程序编程精解.....	292
第八节 物料自动分检线控制程序编程精解.....	296
第九节 多种工作方式控制程序编程精解.....	309
第十节 全国 PLC 编程比赛试题精解.....	317
第八章 PLC 的安装、维护及故障处理	330
第一节 PLC 的安装.....	330
第二节 PLC 的维护与故障处理.....	331
参考文献	334

第一章 可编程控制器概述

凡从事电气控制工作的技术人员都知道,简单的电气控制线路可以通过接触器、继电器等常用电器来完成。因为用到的电器数量少,所要控制的动作简单,一般都能满足工程要求。一旦线路复杂,或者同一个线路要完成不同的工作内容时,电气控制线路的设计与安装就会很困难。寻求一种控制功能强、通用性好、可靠性高、能通过编程灵活改变控制程序的智能电器就成为电气工作人员迫切的需要,可编程控制器的出现满足了这样的需要。

第一节 什么是 PLC

可编程控制器 (Programmable Controller, PC)。它是在集成电路技术和计算机技术基础上发展起来的一种新型工业控制设备。通常为了与个人计算机 (Personal Computer) 的简称 PC 相区别,又把可编程控制器称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。所以,PC 与 PLC、可编程控制器与可编程逻辑控制器其实都是指同一种电器,即为 PLC。

PLC 实质上是一种工业控制计算机,是专门为工业电气控制而设计的,其设计思想也来自于常规的继电器和开关控制电路。但随着 PLC 的不断改型、发展,PLC 在民用和家庭自动化设备中的应用也越来越广泛。对每一个电气工程技术人员而言,PLC 技术已经成为一门必须要掌握的专业技术。

目前,PLC 的生产厂家众多,产品型号、规格难以胜数,但从市场的销售与企业的实际使用情况看,主要分为欧洲、日本、美国三大块。我国也有不少企业研制和生产 PLC,但是至今还没有出现有较大影响力和较大市场占有率的品牌。在国内市场上,企业中用得最多的还是国外的产品,欧洲的代表是西门子公司,日本的代表是三菱、欧姆龙和松下公司,美国的代表是 ABB 与通用公司。PLC 的实物照片如图 1-1 所示。

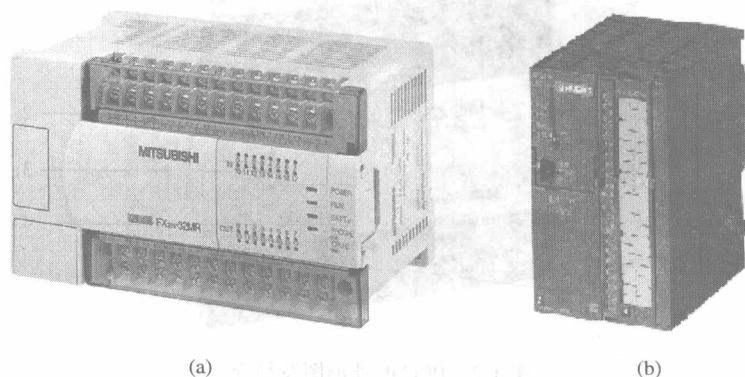


图 1-1 可编程控制器

(a) 三菱可编程控制器; (b) 西门子可编程控制器

与传统的电气控制相比，PLC 技术有许多优越性，具体可概括为以下几个方面：

(1) 学 PLC 编程容易。PLC 是面向广大普通用户的设备，考虑到现场普通工作人员的知识面及习惯，PLC 可以采用梯形图来编程。这种编程方法形象直观，无需专业的计算机知识和语言，即使是非专业人士也能在很短的时间内学会。

(2) 控制系统简单，更改容易，施工周期短。PLC 与外围模块结合，可灵活组成各种要求的控制系统。具体操作时，只需在 PLC 的端子上接入相应的输入、输出信号线即可，不用像传统继电器控制系统那样需使用大批继电器及电子元件和复杂繁多的硬件接线。对比继电器控制系统，当控制要求改变时，只需用画图的方法把 PLC 系统的梯形图修改即可，因此施工周期明显缩短，施工工作量也大大减少。

(3) 系统维护容易。PLC 具有完善的监控及自诊断功能，内部各种软元件的工作状态可用编程软件进行监控，配合程序针对性编程及内部特有的诊断功能，可以快速、准确地找到故障点并及时排除故障。还可配合触摸屏显示故障部位或故障属性，因而大大缩短了维修时间。

(4) 功能强，性价比高。一台小型 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，功能强大，可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器系统相比，性价比高。

(5) 体积小，能耗低。控制系统使用 PLC 后，可以减少使用大量的中间继电器和时间继电器。小型 PLC 的体积仅相当于几个继电器的大小。另外，PLC 控制系统的配线比继电器控制系统要少得多，因此，完成同样控制功能的开关柜的体积比原来的小得多。

第二节 PLC 的结构与工作原理

一、PLC 的外形

图 1-2 所示为三菱 PLC 的实物外形图，其型号为 FX_{2N}-48MR。FX_{2N}-48MR 型 PLC 是 FX_{2N} 系列可编程序控制器中的一种。它是一种小型机，输入输出总点数为 48 点。一般小型机多采用整体式，当输入输出端口不够用时可以通过扩展端口增加输入输出的扩展模块。

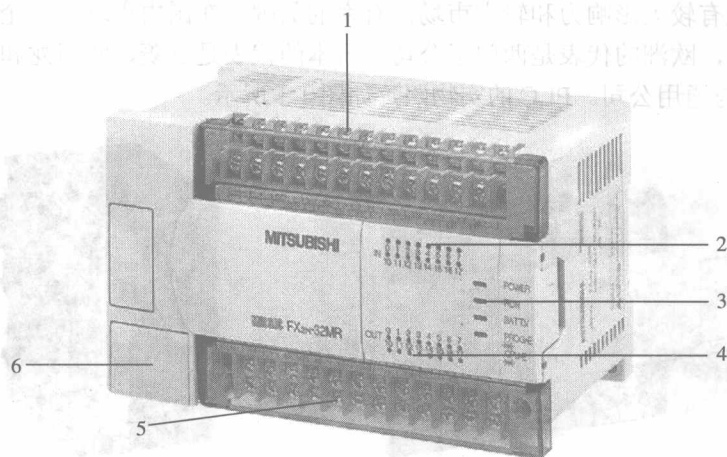


图 1-2 PLC 的外形图及简介

1—输入端子；2—输入指示灯；3—动作指示灯；

4—输出动作指示；5—输出端子；6—外围设备接线插座、盖板

FX_{2N}系列 PLC 面板上设置有 4 个指示灯，分别显示 PLC 的电源、运行/停止、内部锂电池的电压、CPU 和程序的工作状态。其中，POWER 为电源指示，该灯点亮表示电源接通；RUN 为运行指示，该灯点亮表示 PLC 处于运行状态；BATT.V 为锂电池指示，该灯点亮表示锂电池电压下降，需要更换；PROG-E 为程序出错指示，该灯闪烁表示程序出错；CPU-E 为 CPU 出错指示，该灯点亮表示 CPU 出错。

二、PLC 的结构

PLC 主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块和编程器组成，其结构框图如图 1-3 所示。

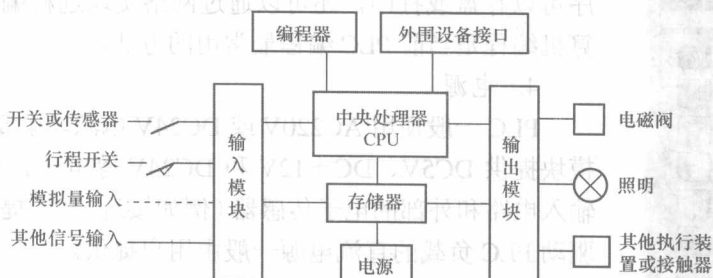


图 1-3 PLC 的结构框图

1. CPU 模块

CPU 模块主要由微处理器（CPU 芯片）和存储器组成。在 PLC 控制系统中，CPU 模块相当于人的大脑和心脏，它不断地采集输入信号，执行用户程序，刷新系统的输出；存储器用来储存程序和数据。

2. I/O 模块

输入（Input）模块和输出（Output）模块简称为 I/O 模块，它们是系统的耳目与手脚，是联系外部现场设备和 CPU 模块的桥梁。

输入模块用来接收和采集输入信号。输入信号一般有开关量信号和模拟量信号两种。开关量输入模块用来接收从按钮、选择开关、数字拨码开关、行程开关、接近开关、光电开关、压力继电器等传感器送来的开关量输入信号；模拟量输入模块用来接收电位器、测速发电机和各种变送器提供的连续变化的模拟量电流电压信号。开关量输出模块用来控制接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备，模拟量输出模块用来控制调节阀、变频器等执行装置。

I/O 模块除了传递信号外，还有电平转换与隔离的作用。CPU 模块的工作电压一般为 5V，而 PLC 的输入/输出信号电压较高，例如 DC24V 和 AC220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能会损坏 CPU 模块中的元器件，或使 PLC 不能正常工作。为此，在 I/O 模块中，用光耦合器、光敏晶闸管、小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部的 I/O 电路。

为了反映输入和输出的工作状态，PLC 设置了输入和输出信号灯。例如某输入端子连接的按钮闭合时，对应输入端子的输入信号灯亮。例如某输出端子连接的继电器线圈动作时，对应输出端子的输出信号灯亮，这为观察 PLC 的输入输出工作状态提供了方便，同时，也能帮助操作人员在设备出现故障时判断故障出自 PLC 内部还是外部。

3. 编程器

编程器用来生成用户程序，并能编辑、检查、修改和监视用户程序的执行情况。手持式编程器不能直接输入和编辑梯形图，只能输入和编辑指令表程序，因此又叫做指令编程器。它的体积小，价格便宜，一般用来给小型 PLC 编程，或者用于现场调试和维护。

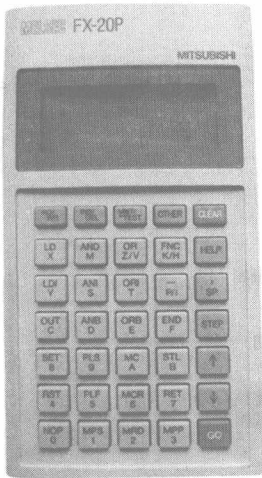


图 1-4 手持式编程器外观

手持式编程器的实物照片如图 1-4 所示。

使用编程软件可以在计算机的屏幕上直接生成和编辑梯形图或指令表程序，并可以实现不同编程语言之间的相互转换。程序被编译后下载到 PLC，也可以将 PLC 中的程序上传到计算机。程序可以存盘或打印，还可以通过网络实现远程编程和传送。用计算机编程是当前 PLC 编程最常用的方法。

4. 电源

PLC 一般使用 AC220V 或 DC24V 电源。内部的开关电源为各模块提供 DC5V、DC±12V 和 DC24V 等电源。小型 PLC 可以为输入电路和外部的电子传感器（例如接近开关）提供 DC24V 电源，驱动 PLC 负载的直流电源一般由用户提供。

三、PLC 的工作原理

PLC 不像计算机那样只要顺序执行程序就可以完成控制任务，而是采用循环扫描的工作方式，即执行完一次用户程序后，又返回去执行第二次、第三次……直至停机。PLC 的工作过程分为 3 个阶段，即输入采样阶段、程序执行阶段和输出刷新阶段，如图 1-5 所示。

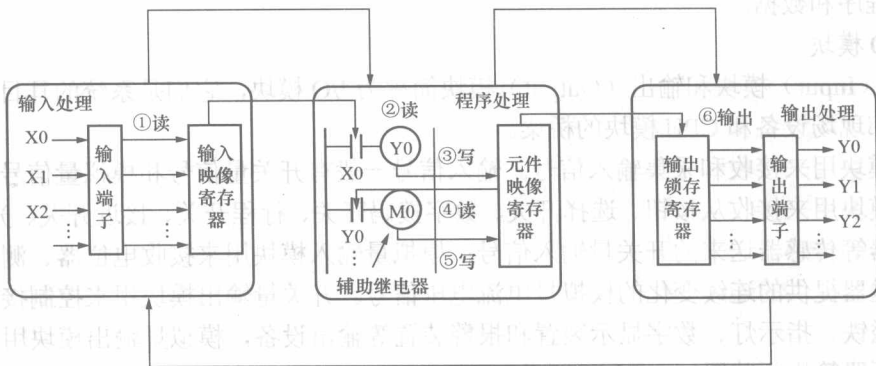


图 1-5 PLC 的工作过程

在每一个扫描周期内，PLC 定时采集现场的全部有关信息，存放在某一指定的存储区域：输入映像区。执行用户程序时所需的现场信息都从输入映像区取用，而不是直接取自外设。同样，对输出给被控对象的控制信息，也不采用形成一个就输出改变一个的控制方法，而是先把控制信息存放在某个特定区域：输出映像区。当扫描结束后，将输出映像区的控制信息集中输出，进而改变被控对象的状态。输入映像区和输出映像区统称为 I/O 映像区。

1. 输入采样阶段

在输入采样阶段，PLC 以扫描方式将信息读入输入端的状态并存入输入映像区的相应寄

寄存器中，接着进入程序执行阶段。在非输入采样阶段，无论输入状态如何变化，输入映像寄存器的内容都保持不变，直到进入下一个扫描周期的输入采样阶段，PLC才会将输入端的状态读入输入映像寄存器中。

2. 程序执行阶段

在程序执行阶段，PLC根据梯形图程序从左到右、先上后下的扫描原则顺序扫描用户程序。遇到跳转指令则根据转移条件决定程序的走向。若指令中的元件为输出元件，则使用当时输出映像寄存器中的状态值进行运算。若程序的结果为输出元件，则将运算结果写入输出映像寄存器。输出映像寄存器中的每一个元件会随着程序执行的进程而变化。

3. 输出刷新阶段

在程序执行完毕后，输出映像寄存器中的继电器的通断状态传送至输出锁存器，即为PLC的实际输出，驱动相应外设。以上是PLC的扫描工作过程。只要PLC处于RUN状态，它就反复地循环工作。PLC的扫描周期就是完成一个完整循环扫描所需的工作周期，即从读入输入状态到发出输出信号所用的时间，它与程序的步数、时钟频率以及所用指令的执行时间有关。一般输入采样和输出刷新只需要1~2ms，所以扫描时间主要由用户程序执行时间决定。

||· 第三节 PLC 的分类与应用领域

一、PLC 的分类

通常以PLC输入输出点的多少进行分类，输入输出点数也称I/O点数。I/O点数在128点以下为小型机；I/O点数在129~512点为中型机；I/O点数在513点以上为大型机。PLC的I/O点数越多，其存储容量也越大，相同品牌的产品价格也就越高。

二、PLC 的应用领域

PLC的应用非常广泛，如电梯控制、防盗系统的控制、交通分流信号灯控制、楼宇供水自动控制、消防系统自动控制、供电系统自动控制、喷水池自动控制及各种生产流水线的自动控制等。按PLC编程功能来分，可分为以下四大类：

(1) 开关量顺序控制。这是PLC最早、最原始的控制功能，可以取代传统的继电器逻辑电路中的顺序控制系统。例如电梯自动控制、工厂装配流水线的控制及交通分流信号灯的自动控制等。

(2) 模拟量控制。PLC利用PID (Proportional Integral Derivative, 比例微积分调节器) 算法可实现闭环控制功能。例如温度、速度、压力及流量等的过程量控制。

(3) 运动控制。目前PLC制造商已制造出能驱动步进电动机和伺服电动机的单轴或多轴的PLC和运动控制特殊模块，可驱动单轴或多轴按一定的速度、作用力到达拟定目标位置。

(4) 通信功能。为适应现代化工业自动化控制系统的集中及远程管理的需要，PLC可实现与PLC、单片机、打印机及上位计算机进行信息互换的通信功能。

随着PLC用量的增加，其价格大幅度降低，但其功能却在不断增强。现在用PLC实现运动控制比其他方法更有优越性：价格更低、速度更快、体积更小、操作更方便。

三、怎样获得更多的资料和相关软件

随着读者对PLC的不断深入了解和实际操作的需要，需用的PLC编程软件与相关资料

第二章 PLC 编程软件的安装与使用

第一节 三菱 PLC 编程软件的安装

一、三菱 PLC 编程软件简介

日本三菱公司 FX 系列 PLC 的编程输入主要依靠手持编程器和计算机编程软件。手持编程器体积小，携带方便，样子像一只小型手持计算器，其实物照片如图 1-4 所示，更详细的说明如图 2-1 所示，它常用于现场编程和程序调试，其缺点是编程时只能以指令的形式输入，所以在进行程序输入或对程序的分析理解时不太方便。目前比较常用的方式是采用计算机编程软件。

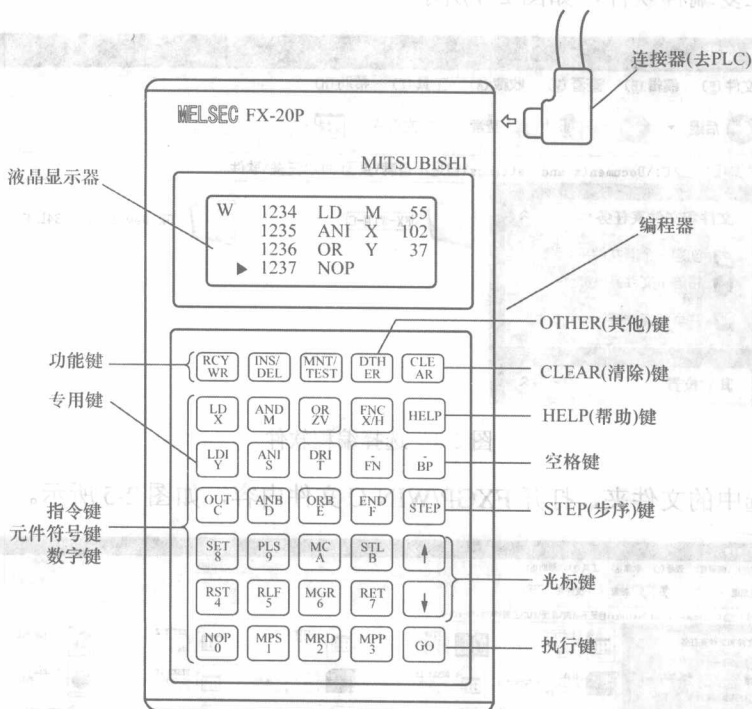


图 2-1 手持编程器面板功能示意图

常用的三菱 PLC 编程软件主要有两种，一种是 GX Developer；另一种是 FXGP/WIN-C，其界面和帮助文件均已汉化。它们占用的存储空间少，但功能较强、使用方便。通信电缆的价格比手持式编程器要低得多，所以在进行 PLC 编程时，建议优先选用编程软件。

二、三菱 PLC 编程软件的安装

1. FXGP/WIN-C 编程软件的安装步骤

(1) 启动电脑进入 Windows 系统，如图 2-2 所示。

(2) 把存放三菱 PLC 编程软件的文件夹打开，如果是通过存有三菱 PLC 软件的光盘来获取软件，就先把光盘放入光驱，点出“我的电脑”，如图 2-3 所示，双击光驱打开光盘。

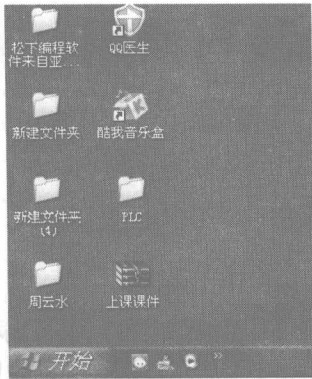


图 2-2 Windows 界面

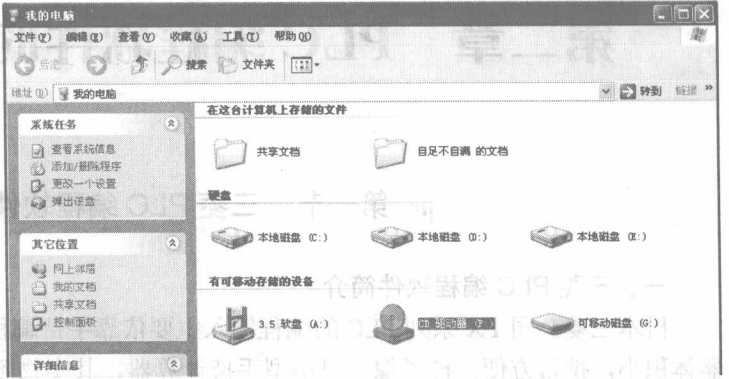


图 2-3 打开光盘

(3) 选中三菱编程软件，如图 2-4 所示。

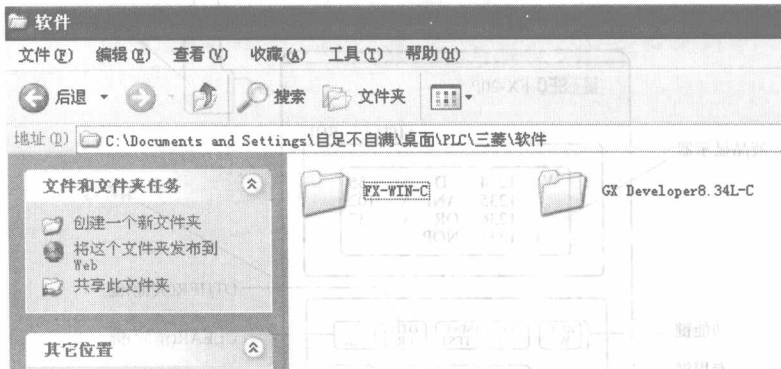


图 2-4 选择编程软件

(4) 双击选中的文件夹，打开 FXGP/WIN-C 文件内容，如图 2-5 所示。

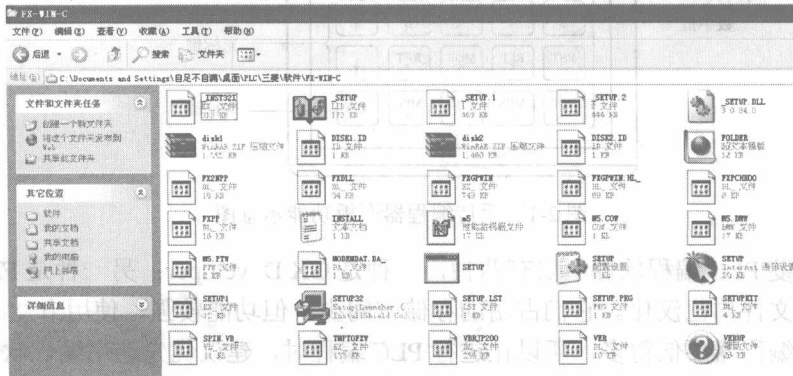


图 2-5 打开 FXGP/WIN-C 文件

(5) 选中“SETUP32”，双击选中的图标，如图 2-6 所示。



图 2-6 选中安装图标

(6) 双击后，开始安装，出现如图 2-7 所示的进度条。



图 2-7 开始安装

(7) 出现欢迎画面，点击“下一个”按钮，如图 2-8 所示。

(8) 点击“下一个”按钮后，出现如图 2-9 所示的对话框。写上公司名称和使用者的名称，然后再点击“下一个”按钮。顺便说一句，对话框中的括号内容，如“下一个(N)”中的“N”，英文字母加下划线，这是快捷键的提示，意思是只要按 Ctrl+该英文字母，即可达到该功能要求。以下雷同。

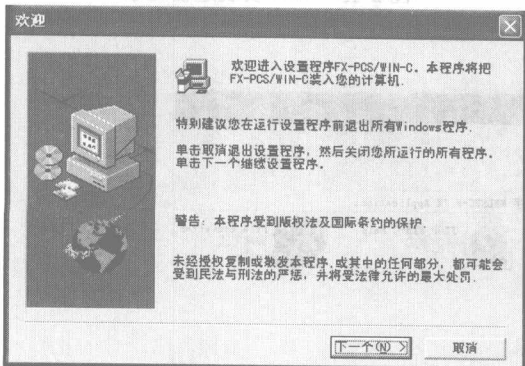


图 2-8 点击“下一个”

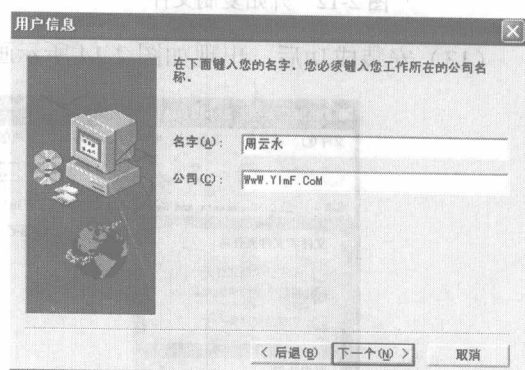


图 2-9 写上公司名称和使用者的名称

(9) 点击“浏览(R)”按钮，选择安装路径，或者选择默认的安装路径，然后点击“下一个”按钮，如图 2-10 所示。

(10) 利用默认的文件夹或自设一个文件夹来存放安装后的软件，然后点击“下一个”按钮，如图 2-11 所示。

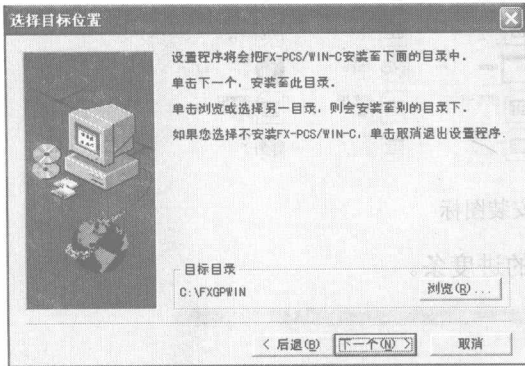


图 2-10 选择安装路径



图 2-11 指定一个文件夹

(11) 确认没有问题后，再点击“下一个”。如果发现错了，就点击“后退”按钮返回，如图 2-12 所示。

(12) 点击“下一个”后，软件开始安装，如图 2-13 所示。

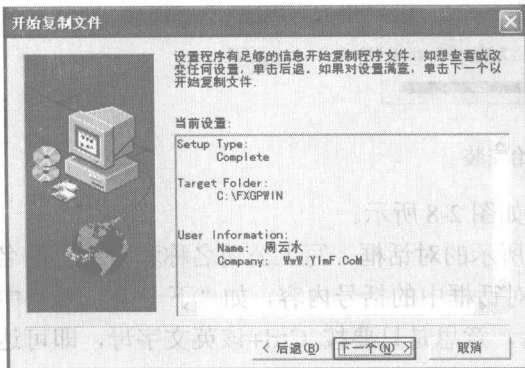


图 2-12 开始复制文件

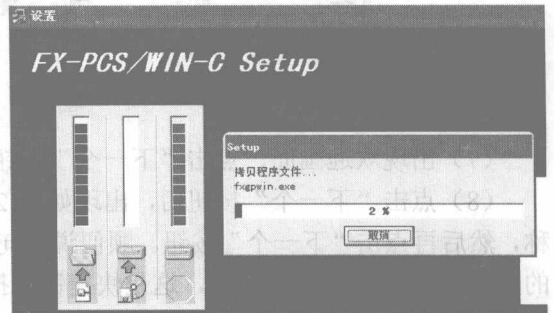


图 2-13 软件安装过程显示

(13) 安装成功后，出现如图 2-14 所示画面。

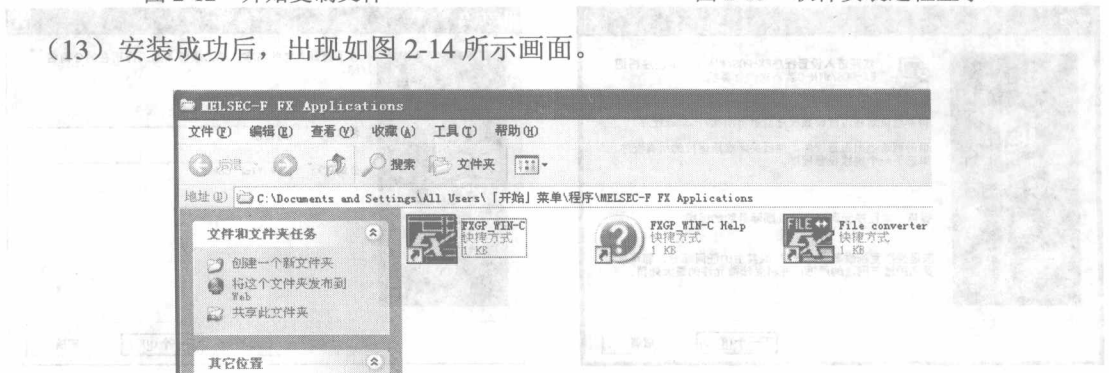


图 2-14 安装成功的结果显示

(14) 在图 2-15 中,选中“FXGP_WIN-C”图标,然后单击鼠标右键,点击下拉菜单中的“发送到(N)”。

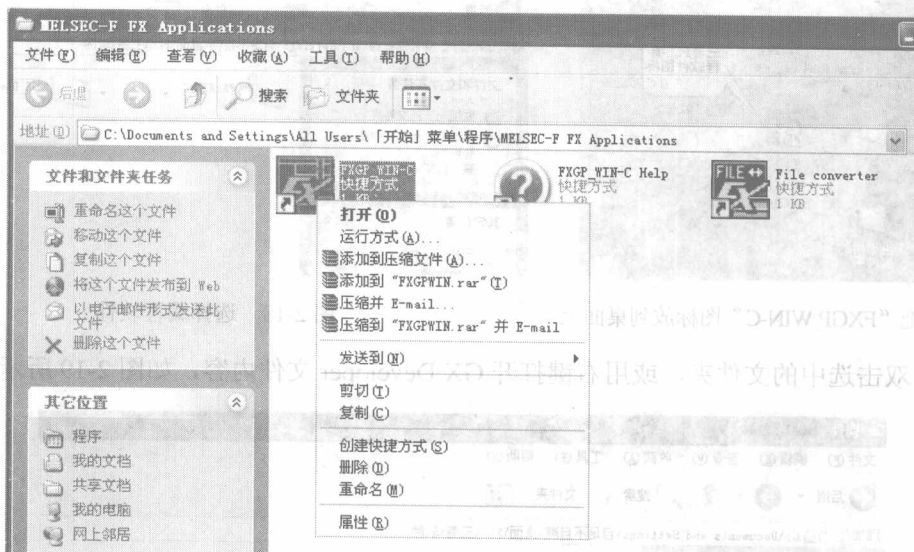


图 2-15 选中“FXGP_WIN-C”图标

(15) 发送到“桌面快捷方式”,以便每次开机后能从桌面上快速找到该软件,进行编程。如图 2-16 所示。

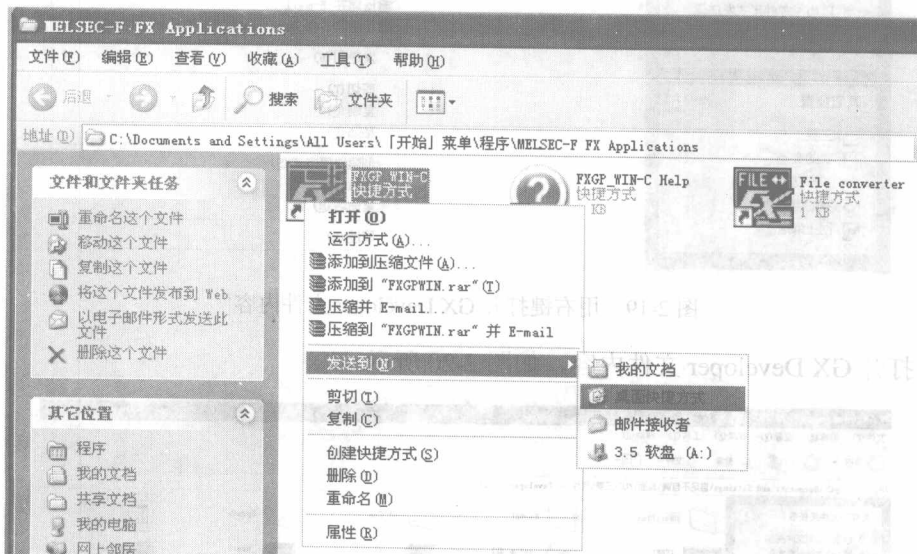


图 2-16 发送到“桌面快捷方式”

(16) 在桌面上设立一个“FXGP_WIN-C”图标,如图 2-17 所示。至此,安装软件的工作完成。

2. GX Developer 编程软件的安装步骤

(1) 选中你想安装的三菱编程软件,如图 2-18 所示。