



起步轻松学

PLC技术

蔡杏山 刘凌云 刘海峰 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学 PLC 技术

蔡杏山 刘凌云 刘海峰 编著

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

零起步轻松学PLC技术 / 蔡杏山, 刘凌云, 刘海峰编著.
北京: 人民邮电出版社, 2009.10
(零起步轻松学系列丛书)
ISBN 978-7-115-21300-6

I. 零… II. ①蔡…②刘…③刘… III. 可编程序控制器—
基本知识 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第146492号

内 容 提 要

本书是一本介绍 PLC 和触摸屏技术的图书, 主要内容有 PLC 的组成与工作原理, PLC 编程及应用系统开发过程, 基本指令及应用, 步进指令及应用实例, 功能指令的使用和触摸屏知识。

本书的写作目的是培养应用型人才, 因此编写时注重实用性。为了帮助读者掌握书中的重点知识, 书中对重点内容均用黑体字表示。

本书起点低, 通俗易懂, 内容结构安排符合学习认知规律, 适合作为学习 PLC 和触摸屏的自学教材, 也适合作为大中专院校相关专业的教材和教学参考用书。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学 PLC 技术

-
- ◆ 编 著 蔡杏山 刘凌云 刘海峰
责任编辑 申 苹
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
印张: 15.75
字数: 333 千字
印数: 1-4000 册
- 2009 年 10 月第 1 版
2009 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-21300-6

定价: 28.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

丛书前言

在现代社会中,随着科学技术的飞速发展,电子、电工技术已经渗透到社会的许多领域,社会需要大量掌握电子、电工技术的人才。电子、电工技术都属于电类技术,但两者侧重点不同:电子技术是处理低电压、小电流的弱电信号的技术;而电工技术则是处理高电压、大电流的强电信号的技术。电子技术和电工技术在早期划分还比较明显,但在现代社会,两种技术融合越来越紧密,社会对同时掌握电子、电工技术的复合型人才的需求非常迫切。

任何一门技术,既可以通过在学校系统学习,也可以通过自学来掌握。但不管哪种学习方式,都需要一套系统全面、通俗易懂的入门教材。好的入门教材可以让我们学习时少走弯路,轻松、快速地掌握技术。

一、丛书简介

《零起步轻松学系列丛书》是一套非常适合初学者使用的入门教材,它分两个系列:电子技术系列和电工技术系列。这套丛书涉及电子、电工技术基础知识体系中的方方面面,各分册既紧密相关,又独立成册,具体内容如下。

电子技术系列图书:

➤ **《零起步轻松学电子技术》**以很低的起点将读者引入电子技术领域,让读者初步全面了解电子技术,对其有一个整体的认识,并掌握一定的动手能力。内容涉及电子技术基础知识、电子元器件知识、电子测量仪器的使用、电子电路和电子设备的检修等。

➤ **《零起步轻松学电子电路》**用通俗易懂的语言介绍电子电路(低频、高频模拟电路),培养读者对模拟电路的识图能力。

➤ **《零起步轻松学数字电路》**从数字电路中最基本的门电路开始,介绍各种基础数字电路,培养读者对数字电路的识图能力。

➤ **《零起步轻松学电子测量仪器》**介绍各种电子测量仪器、仪表的使用方法,如万用表、信号发生器、示波器等,培养读者使用电子测量仪器及仪表检测电子元器件、电子电路和电子设备的能力。

➤ **《零起步轻松学 Protel 99 SE 电路设计》**介绍如何使用 Protel 99 SE 软件设计电路原理图和印制电路板,使有一定电子技术基础的读者学会利用计算机绘图软件进行电路设计。

➤ **《零起步轻松学单片机技术》** 以 MCS-51 单片机为例,介绍了单片机的基础知识和各种实用技术。

电工技术系列图书:

➤ **《零起步轻松学电工技术》** 主要介绍电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机和室内配电布线以及安全用电等内容。

➤ **《零起步轻松学电工常用电子电路》** 主要介绍电路基础知识、模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电路和一些实用的电工电子电路。

➤ **《零起步轻松学电动机及控制线路》** 主要介绍电气控制线路基础知识和直流电动机、三相异步电动机、单相异步电动机、各种特种电动机的工作原理及相关的控制线路。

➤ **《零起步轻松学变频技术》** 主要介绍变频常用电力电子器件、交-直-交变频技术、脉宽调制技术、交-交变频技术和变频技术的应用,另外还介绍变频器的安装、调试和维修。

➤ **《零起步轻松学 PLC 技术》** 主要介绍 PLC 基础知识、PLC 开发过程、PLC 编程和 PLC 应用系统开发实例等内容。

二、丛书的特点

➤ **结构安排符合人的认识规律。**在图书内容编排上,按照循序渐进、由浅入深的原则进行,读者只需从前往后阅读图书,便会水到渠成。

➤ **起点低,语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语,多用通俗易懂的语言,遇到较难理解的内容用比喻来说明,尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导,具有初中文化程度的读者即可阅读。

➤ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容,使阅读变得轻松。

➤ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点,书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点,指示学习重点。

➤ **网络辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题,可登录易天教学网:www.eTV100.com,向老师提问,在网络辅导下更快、更轻松地学习书中的知识。

三、丛书的读者对象

本套丛书起点低,只要具有初中文化程度且对电子、电工技术感兴趣的读者就可阅读,主要的读者对象有以下几类:

➤ **电子、电工技术爱好者。**对于这类读者来说,本丛书内容丰富、通俗易懂的特点可使读者尤其是初学者快速掌握电子、电工技术知识,轻松迈入电子、电工技术大门。

➤ **电子、电工技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子、电工技术相关领域工作的人员。对于这类读者来就，本丛书是一套完整的电子、电工技术入门自学教材，学习本丛书可为以后的实践工作打下坚实的基础。

➤ **职业院校相关专业的学生。**这包括以电子、电工技术为主专业的学生，也包括不以电子、电工技术为主专业，但需要学习电子、电工技术知识的学生。对于这类读者来说，本丛书是一套非常好的课外辅导书，能让读者更容易理解教材的内容。

编 者

前 言

本书主要介绍了 PLC 及触摸屏技术,通过本书的学习,读者不但可以开发出实用的 PLC 控制系统,还可以制作出操控和监测 PLC 的触摸屏画面。

一、本书章节内容

第 1 章 概述 本章主要介绍了 PLC 的定义、分类和特点,为了能让读者轻松地从继电器控制领域迈入 PLC 控制领域,还将两种控制方式进行了比较。

第 2 章 PLC 组成与原理 本章除了介绍 PLC 的组成结构、组成部分功能和 PLC 的工作原理外,还对三菱 FX 系列 PLC 的型号命名方法、性能指标等进行了说明。

第 3 章 PLC 编程及应用系统开发过程 本章主要介绍了 PLC 的编程语言、三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用、梯形图的编程规则与技巧以及三菱 FX2N 系列 PLC 的编程器件,还通过一个实例来说明 PLC 应用系统的开发过程。

第 4 章 基本指令及应用 基本指令是 PLC 最常用的指令,也是进行 PLC 编程时必须掌握的指令。本章主要介绍了各种基本指令的使用、PLC 基本控制线路与梯形图和基本指令的应用实例。

第 5 章 步进指令及应用实例 步进指令主要用于顺序控制编程。本章主要介绍了状态转移图、步进指令和步进指令应用实例。

第 6 章 功能指令的使用 功能指令使 PLC 具有很强大的数据运算和特殊处理功能。本章主要介绍了功能指令的格式、规则和各种功能指令的使用。

第 7 章 触摸屏 触摸屏是一种人机交互设备,利用它不但可以操控 PLC,还可以实时监测 PLC 的运行状态。本章主要介绍了 4 种触摸屏的工作原理、三菱 F900GOT 触摸屏的性能指标、三菱 GT Designer ver 5 触摸屏软件的使用方法和触摸屏与 PLC 通信画面的制作方法。

二、本书学习建议

在学习本书时,建议读者注意以下几点。

(1) 从前往后逐章节阅读本书,遇到难以理解的知识可稍微浏览后先跳过去,待学

习完后续内容理解能力提高了，再重新学习这些内容。

(2) 每次不要阅读太多的内容，对书中以黑体字显示的内容应重点理解和记忆。为了强化记忆，建议读者在每学完一章后，对本章的内容进行总结。

(3) PLC 技术和触摸屏技术是实践性很强的技术，学习时应尽量找到同型号的 PLC 和触摸屏并进行操作练习，以便能够理论联系实际。

(4) 如果遇到难以理解的内容，可以参考其他相关的图书，也可以登录**易天教学网** **www.eTV100.com**，通过在线提问和观看网站有关辅导材料的方式进行学习。

本书在编写过程中得到了易天工作室很多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、刘常名、邓艳姣和刘元能等参与了资料的收集和部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于我们水平有限，书中的错误和疏漏在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 PLC 简介	2
1.1.1 PLC 的定义	2
1.1.2 PLC 的分类	2
1.1.3 PLC 的特点	4
1.2 PLC 控制与继电器控制比较	4
1.2.1 继电器正转控制线路	4
1.2.2 PLC 正转控制线路	5
1.2.3 PLC 控制、继电器和单片机控制的比较	6
第 2 章 PLC 组成与原理	7
2.1 PLC 的基本组成	8
2.1.1 PLC 的组成方框图	8
2.1.2 PLC 各部分说明	8
2.2 PLC 的工作原理	12
2.2.1 PLC 的工作方式	12
2.2.2 PLC 用户程序的执行过程	13
2.3 三菱 FX 系列 PLC 介绍	14
2.3.1 FX 系列 PLC 型号的命名方法	14
2.3.2 FX 系列 PLC 的性能比较及有关技术指标	15
第 3 章 PLC 编程及应用系统开发过程	18
3.1 编程语言	19

3.1.1 梯形图语言	19
3.1.2 语句表语言	20
3.1.3 SFC 顺序功能图语言	20
3.2 三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用	20
3.2.1 软件的安装和启动	21
3.2.2 程序的编写	22
3.2.3 程序的转换与传送	25
3.3 梯形图的编程规则与技巧	27
3.3.1 梯形图编程规则	27
3.3.2 梯形图编程技巧	27
3.4 三菱 FX2N 系列 PLC 的编程器件	29
3.4.1 编程器件（软元件）介绍	29
3.4.2 三菱 FX 系列 PLC 编程器件的种类与编号	32
3.5 PLC 应用系统开发过程	33
3.5.1 PLC 应用系统开发流程	33
3.5.2 PLC 应用系统开发举例	34

第 4 章 基本指令及应用 38

4.1 基本指令说明	39
4.1.1 逻辑取及驱动指令（LD、LDI、OUT）	39
4.1.2 触点串联指令（AND、ANI）	40
4.1.3 触点并联指令（OR、ORI）	40
4.1.4 串联电路块并联指令（ORB）	41
4.1.5 并联电路块串联指令（ANB）	42
4.1.6 边沿检测指令（LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF）	43
4.1.7 多重输出指令（MPS、MRD、MPP）	44
4.1.8 主控和主控复位指令（MC、MCR）	47
4.1.9 取反指令（INV）	48
4.1.10 置位与复位指令（SET、RST）	49
4.1.11 脉冲微分输出指令（PLS、PLF）	50
4.1.12 空操作指令（NOP）	51
4.1.13 程序结束指令（END）	52

4.2 PLC 基本控制线路与梯形图	52
4.2.1 启动、自锁和停止控制线路与梯形图	52
4.2.2 正、反转连锁控制线路与梯形图	54
4.2.3 多地控制线路与梯形图	55
4.2.4 定时控制线路与梯形图	57
4.2.5 定时器与计数器组合延长定时控制线路与梯形图	60
4.2.6 多重输出控制线路与梯形图	61
4.2.7 过载报警控制线路与梯形图	62
4.2.8 闪烁控制线路与梯形图	64
4.3 基本指令应用实例	65
4.3.1 喷泉控制	65
4.3.2 交通信号灯控制	69
 第 5 章 步进指令及应用实例	73
5.1 状态转移图与步进指令	74
5.1.1 顺序控制与状态转移图	74
5.1.2 步进指令 (STL、RET)	75
5.1.3 状态转移图分支方式	76
5.2 步进指令应用实例	78
5.2.1 液体混合装置的 PLC 控制 (单分支方式)	78
5.2.2 简易机械手的 PLC 控制 (单分支方式)	83
5.2.3 大小铁球分捡机的 PLC 控制 (选择性分支方式)	88
5.2.4 交通信号灯的 PLC 控制 (并行分支方式)	93
 第 6 章 功能指令的使用	100
6.1 功能指令的格式与规则	101
6.1.1 功能指令的格式	101
6.1.2 功能指令的规则	102
6.2 功能指令使用说明	104
6.2.1 程序流向控制指令	104
6.2.2 数据传送与比较指令	110

6.2.3	四则运算与逻辑运算指令	117
6.2.4	循环与移位指令	123
6.2.5	数据处理指令	131
6.2.6	高速处理指令	137
6.2.7	方便指令	146
6.2.8	外部 I/O 设备指令	157
6.2.9	外部设备 (SER) 指令	169
6.2.10	浮点运算指令	182
6.2.11	高低位变换指令	183
6.2.12	时钟运算指令	184
6.2.13	格雷码变换指令	190
6.2.14	触点比较指令	192
 第 7 章 触摸屏		196
7.1	触摸屏技术简介	197
7.1.1	触摸屏的基本结构	197
7.1.2	触摸屏的种类及工作原理	197
7.1.3	各类触摸屏的性能比较	200
7.2	三菱 F900GOT 触摸屏	201
7.2.1	参数规格	202
7.2.2	型号含义	203
7.2.3	触摸屏与其他设备的连接	203
7.3	三菱 GT Designer ver 5 触摸屏软件的使用	204
7.3.1	软件的安装与启动	205
7.3.2	软件的使用	207
7.3.3	画面数据的下载与上载	211
7.4	触摸屏与 PLC 通信画面的制作	213
7.4.1	画面制作要求	213
7.4.2	画面制作过程	214
7.4.3	编写配合画面控制的 PLC 程序	223
7.4.4	硬件连接、数据传送与画面测试	223

附录	225
附录 A FX 系列 PLC 的特殊用途元件 (辅助继电器 M、数据寄存器 D)	225
附录 B FX 系列 PLC 指令系统	233

第 1 章 概述

PLC 是英文 Programmable Logic Controller 的缩写，意为可编程序逻辑控制器，是一种专为工业应用而设计的控制器。早期的 PLC 主要用来取代继电器来实现较简单的逻辑控制，现在的 PLC 功能已大大增强。

本章主要内容：

- PLC 简介
- PLC 控制与继电器控制比较



1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

世界上第 1 台 PLC 于 1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 研制成功。随着技术的发展, PLC 的功能大大增强, 不仅仅限于逻辑控制, 因此美国电气制造协会 NEMA 于 1980 年对它进行重命名, 称为可编程控制器 (Programmable Controller), 简称 PC, 但由于 PC 容易和个人计算机 PC (Personal Computer) 混淆, 故人们仍习惯将 PLC 当作可编程控制器的缩写。

由于 PLC 一直在发展中, 至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会 (IEC) 对 PLC 的最新定义为:

PLC 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。PLC 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。

1.1.2 PLC 的分类

PLC 的种类很多, 下面按结构形式、控制规模和功能对 PLC 进行分类。

1. 按结构形式分类

按硬件的结构形式不同, PLC 可分为整体式和组合式。

整体式 PLC 又称箱式 PLC。图 1-1 所示是一种常见的整体式 PLC, 其外形像一个长方形的箱体, 这种 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口 (输入/输出接口) 等都安装在一个箱体内。整体式 PLC 的结构简单, 体积小, 价格低。小型 PLC 一般采用整体式结构。

组合式 PLC 又称模块式 PLC, 其外形如图 1-2 所示。它有一个总线基板, 基板上有很多总线插槽, 其中由 CPU、存储器和电源构成的一个模块通常固定安装在某个插槽中, 其他功能模块可随意安装在其他不同的插槽内。组合式 PLC 配置灵活, 可通过增减模块而组成不同规模的系统, 安装维修方便, 但价格较贵。大、中型 PLC 一般采用组合式结构。

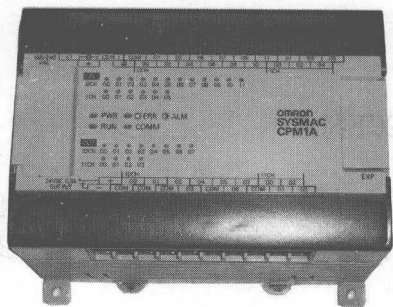


图 1-1 整体式 PLC

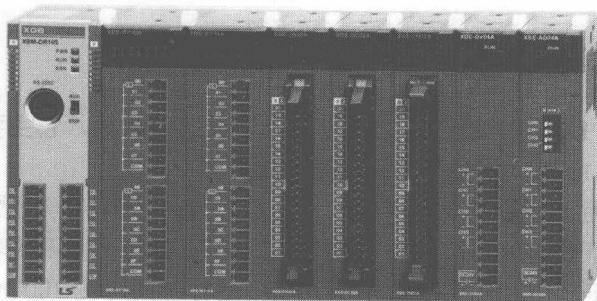


图 1-2 组合式 PLC

2. 按控制规模分类

I/O 点数（输入/输出点数）是衡量 PLC 控制规模的重要参数，根据 I/O 点数多少，可将 PLC 分为小型、中型和大型 3 类。

(1) 小型 PLC

其 I/O 点数小于 256，采用 8 位或 16 位单 CPU，用户存储器容量 4KB 以下。

(2) 中型 PLC

其 I/O 点数为 256~2 048，采用双 CPU，用户存储器容量 2~8KB。

(3) 大型 PLC

其 I/O 点数大于 2 048，采用 16 位、32 位多 CPU，用户存储器容量 8~16KB。

3. 按功能分类

根据 PLC 具有的功能不同，可将 PLC 分为低档、中档、高档 3 类。

(1) 低档 PLC

它具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能，有些还有少量模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2) 中档 PLC

它除具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量 I/O 输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能，有些还增设有中断控制、PID 控制等功能。中档 PLC 适用于比较复杂的控制系统。

(3) 高档 PLC

它除了具有中档机的功能外，还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有很强的通信联网功能，一般用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统，实现工厂控制自动化。



1.1.3 PLC 的特点

PLC 是一种专为工业应用而设计的控制器，它主要有以下特点。

(1) 可靠性高，抗干扰能力强

为了适应工业应用要求，PLC 从硬件和软件方面都采用了大量的技术措施，以便能在恶劣环境下长时间可靠运行。现在大多数 PLC 的平均无故障运行时间已达到几十万小时，如三菱公司的 F1、F2 系列 PLC 平均无故障运行时间可达 300 000h。

(2) 通用性强，控制程序可变，使用方便

PLC 可利用齐全的各种硬件装置来组成各种控制系统，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，无须大量改变 PLC 的硬件设备，只需更改程序就可以满足要求。

(3) 功能强，适用范围广

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 I/O、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。

(4) 编程简单，易用易学

目前，大多数 PLC 采用梯形图编程方式，梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近，这样使大多数工厂、企业电气技术人员非常容易接受和掌握。

(5) 系统设计、调试和维修方便

PLC 用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，使控制柜的设计、安装和接线工作量大为减少。另外，PLC 的用户程序可以通过计算机在实验室仿真调试，减少了现场的调试工作量。此外，由于 PLC 结构模块化及很强的自我诊断能力，维修也极为方便。

1.2 PLC 控制与继电器控制比较



PLC 控制是在继电器控制的基础上发展起来的，为了让读者能初步了解 PLC 控制方式，本节以电动机正转控制为例对两种控制系统进行比较。

1.2.1 继电器正转控制线路

图 1-3 所示是一种常见的继电器正转控制线路，可以对电动机进行正转和停转控制，图 1-3