

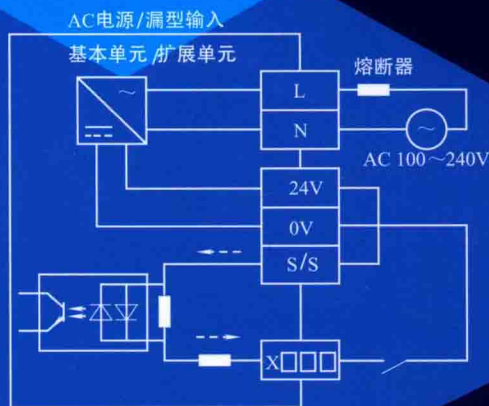
# 图解

TUJIE PLC BIANPINQI  
YU CHUMOPING JISHU  
WANQUAN ZIXUE SHOUCHE

# PLC、变频器 与触摸屏技术

## 完全自学手册

蔡杏山 主编



化学工业出版社

图解

TUJIE PLC BIANPINQI  
YU CHUMOPING JISHU  
WANQUAN ZIXUE SHOUCHE

# PLC、变频器 与触摸屏技术

## 完全自学手册

蔡杏山 主编



化学工业出版社

·北京·

本书以图文并茂的形式介绍了 PLC 技术、变频器技术、触摸屏技术快速入门知识与综合应用,内容包括 PLC 快速入门、三菱 FX 系列 PLC 介绍、三菱编程与仿真软件的使用、基本指令的使用及实例、步进指令的使用及实例、应用指令使用详解、模拟量模块的使用、PLC 通信、变频器的调速原理与基本组成、变频器的使用、变频器的典型控制功能及应用电路、变频器的选用、安装与维护、触摸屏与 PLC 的综合应用、PLC 与变频器的综合应用。

本书基础起点低,内容由浅入深,非常适合作为 PLC、变频器和触摸屏技术的自学用书,也适合用作大中专院校电气类专业的相关教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

图解 PLC、变频器与触摸屏技术完全自学手册/蔡杏山主编. —北京:化学工业出版社,2015.4  
ISBN 978-7-122-22863-5

I. ①图… II. ①蔡… III. ①PLC 技术-图解②变频器-图解③触摸屏-图解 IV. ①TM571.6-64②TN773-64③TP334.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 016408 号

责任编辑:李军亮  
责任校对:吴静

文字编辑:吴开亮  
装帧设计:史利平

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:北京永鑫印刷有限公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张24¼ 字数595千字 2015年8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: 88.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

FOREWORD

PLC 是一种具有输入、输出端子的控制器，其输出除了与输入有关外，还与内部控制程序有关，PLC 的内部程序可用专门的编程软件编写，学习 PLC 最关键的内容就是编写符合控制要求的程序。程序是由一个个指令组成的，就像文章是由一个个词语组成一样，要编写出符合要求的程序，必须要了解有关指令的功能与用法。

变频器是一种三相异步电动机调速及驱动设备，它利用三相异步电动机转速与电源频率成正比的原理，将 50Hz 交流电转换成频率可变的三相交流电提供给电动机作为电源，只要改变电源频率就可以对电动机进行调速。学习变频器的关键内容是输入输出端子与外部电路的连接和设置变频器内部的运行参数。

触摸屏是一种操作与监视设备，当它与 PLC 连接后，通过操作触摸屏画面上的按键或输入数据，可以给 PLC 发送指令或改变 PLC 中软元件的数据，另外，在触摸屏画面上也可以查看 PLC 的运行情况。学习触摸屏的关键内容是用专门的画面设计软件绘制触摸屏画面，并将画面中的触摸元件与 PLC 中的软元件对应起来。

本书共分 14 章，各章内容简介如下。

**第 1 章 PLC 快速入门** 本章首先介绍了 PLC 定义、分类、特点、组成结构、工作原理和一款小型 PLC 编程软件的使用，再以一个实例来说明 PLC 控制系统的开发方法与开发流程。

**第 2 章 三菱 FX 系列 PLC 介绍** 本章先介绍了三菱 FX 系列 PLC 的特点、型号命名方法和面板组成部分，然后对三菱 FX 系列 PLC 的硬件接线、软元件和技术规格进行了说明。

**第 3 章 三菱编程与仿真软件的使用** 本章主要介绍了编程基础知识、三菱 GX Developer 编程软件的使用和三菱 GX Simulator 仿真软件的使用。

**第 4 章 基本指令的使用及实例** 本章主要介绍了三菱 FX PLC 基本指令说明、PLC 基本控制线路与梯形图、喷泉的 PLC 控制系统开发实例和交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例。

**第 5 章 步进指令的使用及实例** 本章主要介绍了状态转移图与步进指令、液体混合装置的 PLC 控制系统开发实例、简易机械手的 PLC 控制系统开发实例、大小铁球分拣机的 PLC 控制系统开发实例和交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例。

**第 6 章 应用指令使用详解** 本章先介绍了 PLC 应用指令的格式与规则，然后对应用指令的使用进行详细的说明。

**第 7 章 模拟量模块的使用** 本章介绍了三菱 FX PLC 的一些常用功能模块，具体有模拟量输入模块 FX<sub>2N</sub>-4AD、模拟量输出模块 FX<sub>2N</sub>-4DA 和温度模拟量输入模块 FX<sub>2N</sub>-4AD-PT。

**第 8 章 PLC 通信** 本章先介绍了通信基础知识，再以实例方式对 PLC 三种通信方式（无协议通信、并联连接通信和 N：N 网络通信）进行了详细说明。

**第 9 章 变频器的调速原理与基本组成** 本章主要介绍了三相异步电动机的两种调速方式和交-直-交型变频器及交-交型变频器的基本结构与原理。

第 10 章 变频器的使用 本章主要介绍了三菱 FR-500 变频器的外形与结构、端子功能与接线、操作面板的使用、三种操作运行方式、常用控制功能与参数设置，并对三菱 FR-700 系列变频器特点和与 FR-500 系列变频器的异同进行了说明。

第 11 章 变频器的典型控制功能及应用电路 本章主要介绍了电动机正转控制功能及电路、电动机正反转控制功能及电路、工频与变频切换功能及电路、多挡速控制功能及电路、程序控制功能及应用和 PID 控制功能及应用。

第 12 章 变频器的选用、安装与维护 本章主要介绍了变频器的种类、变频器的选用与容量计算、变频器外围设备的选用、变频器的安装调试与维护。

第 13 章 触摸屏与 PLC 的综合应用 本章主要介绍了触摸屏结构与类型、三菱触摸屏型号参数及硬件连接、三菱 GT Designer 触摸屏软件的使用、用触摸屏操作 PLC 实现电动机正反转控制的开发实例。

第 14 章 PLC 与变频器的综合应用 本章主要介绍了 PLC 以开关量方式控制变频器的硬件连接与实例、PLC 以模拟量方式控制变频器的硬件连接与实例、PLC 以 RS-485 通信方式控制变频器的硬件连接与实例。

PLC、变频器和触摸屏技术是中、高级电气控制技术，本书可让读者轻松快速掌握 PLC、变频器和触摸屏技术。为了让读者能逐渐成为电气控制领域的高手，可以继续学习后续推出的图书，有关新书信息可登录学习辅导网站 [www.eTV100.com](http://www.eTV100.com) 了解，读者也可在该网站下载与书有关的技术资源。

本书由蔡杏山主编，蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、朱球辉、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、邵永亮、刘元能、何彬、刘海峰、蔡理峰、李清荣、万四香、蔡任英、邵永明、蔡理刚、何丽、梁云、唐颖、蔡华山、王娟和戴艳花等参与了部分章节的编写工作。

由于笔者水平有限，书中的不足之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

# 目录

CONTENTS

## 第 1 章 PLC 快速入门

1

1.1 认识 PLC .....	1
1.1.1 什么是 PLC .....	1
1.1.2 PLC 控制与继电器控制比较 .....	2
1.2 PLC 分类与特点 .....	3
1.2.1 PLC 的分类 .....	3
1.2.2 PLC 的特点 .....	4
1.3 PLC 的基本组成 .....	5
1.3.1 PLC 的组成方框图 .....	5
1.3.2 PLC 各部分说明 .....	6
1.4 PLC 的工作原理 .....	9
1.4.1 PLC 的工作方式 .....	9
1.4.2 PLC 用户程序的执行过程 .....	9
1.5 三菱 FXGPWIN-C 编程软件的使用 .....	10
1.5.1 软件的安装和启动 .....	10
1.5.2 程序的编写 .....	11
1.5.3 程序的转换与传送 .....	13
1.6 PLC 控制系统开发举例 .....	15
1.6.1 PLC 控制系统开发的一般流程 .....	15
1.6.2 电动机正反转的 PLC 应用系统开发举例 .....	15

## 第 2 章 三菱 FX 系列 PLC 介绍

18

2.1 概述 .....	18
2.1.1 三菱 FX 系列各类型 PLC 的特点 .....	18
2.1.2 三菱 FX 系列 PLC 型号的命名方法 .....	19
2.1.3 三菱 FX <sub>2N</sub> PLC 基本单元面板说明 .....	20
2.2 三菱 FX PLC 的硬件接线 .....	22
2.2.1 电源端子的接线 .....	22
2.2.2 三菱 FX <sub>1S</sub> 、FX <sub>1N</sub> 、FX <sub>1NC</sub> 、FX <sub>2N</sub> 、FX <sub>2NC</sub> 、FX <sub>3UC</sub> PLC 的输入端子接线 .....	22

2.2.3	三菱 FX <sub>3U</sub> 、FX <sub>3G</sub> PLC 的输入端子接线	25
2.2.4	无触点接近开关与 PLC 输入端子的接线	26
2.2.5	三菱 FX 系列 PLC 的输出端子接线	28
2.3	三菱 FX 系列 PLC 的软件元件说明	30
2.3.1	输入继电器 (X) 和输出继电器 (Y)	30
2.3.2	辅助继电器 (M)	31
2.3.3	状态继电器 (S)	34
2.3.4	定时器 (T)	35
2.3.5	计数器 (C)	36
2.3.6	高速计数器	38
2.3.7	数据寄存器 (D)	41
2.3.8	变址寄存器 (V、Z)	42
2.3.9	常数 (K、H)	42
2.4	三菱 FX 系列 PLC 规格概要	42
2.4.1	三菱 FX <sub>1S</sub> 、FX <sub>1N</sub> 、FX <sub>1NC</sub> PLC 规格概要	43
2.4.2	三菱 FX <sub>2N</sub> 、FX <sub>2NC</sub> PLC 规格概要	45
2.4.3	三菱 FX <sub>3U</sub> 、FX <sub>3UC</sub> 、FX <sub>3G</sub> PLC 规格概要	46

## 第 3 章 三菱编程与仿真软件的使用

49

3.1	编程基础	49
3.1.1	编程语言	49
3.1.2	梯形图的编程规则与技巧	50
3.2	三菱 GX Developer 编程软件的使用	51
3.2.1	软件的安装	52
3.2.2	软件的启动与窗口及工具说明	55
3.2.3	创建新工程	58
3.2.4	编写梯形图程序	59
3.2.5	梯形图的编辑	63
3.2.6	查找与替换功能的使用	66
3.2.7	注释、声明和注解的添加与显示	68
3.2.8	读取并转换 FXGPWIN 格式文件	71
3.2.9	PLC 与计算机的连接及程序的写入与读出	72
3.2.10	在线监视 PLC 程序的运行	75
3.3	三菱 GX Simulator 仿真软件的使用	76
3.3.1	安装 GX Simulator 仿真软件	77
3.3.2	仿真操作	78
3.3.3	软元件监视	80
3.3.4	时序图监视	80

4.1 基本指令说明 .....	82
4.1.1 逻辑取及驱动指令 .....	82
4.1.2 触点串联指令 .....	83
4.1.3 触点并联指令 .....	83
4.1.4 串联电路块的并联指令 .....	83
4.1.5 并联电路块的串联指令 .....	84
4.1.6 边沿检测指令 .....	85
4.1.7 多重输出指令 .....	86
4.1.8 主控和主控复位指令 .....	88
4.1.9 取反指令 .....	89
4.1.10 置位与复位指令 .....	89
4.1.11 结果边沿检测指令 .....	90
4.1.12 脉冲微分输出指令 .....	91
4.1.13 空操作指令 .....	91
4.1.14 程序结束指令 .....	92
4.2 PLC 基本控制线路与梯形图 .....	92
4.2.1 启动、自锁和停止控制的 PLC 线路与梯形图 .....	92
4.2.2 正、反转联锁控制的 PLC 线路与梯形图 .....	94
4.2.3 多地控制的 PLC 线路与梯形图 .....	94
4.2.4 定时控制的 PLC 线路与梯形图 .....	96
4.2.5 定时器与计数器组合延长定时控制的 PLC 线路与梯形图 .....	97
4.2.6 多重输出控制的 PLC 线路与梯形图 .....	98
4.2.7 过载报警控制的 PLC 线路与梯形图 .....	99
4.2.8 闪烁控制的 PLC 线路与梯形图 .....	100
4.3 喷泉的 PLC 控制系统开发实例 .....	100
4.3.1 明确系统控制要求 .....	100
4.3.2 确定输入/输出设备, 并为其分配合适的 I/O 端子 .....	101
4.3.3 绘制喷泉的 PLC 控制线路图 .....	101
4.3.4 编写 PLC 控制程序 .....	101
4.3.5 详解硬件线路和梯形图的工作原理 .....	101
4.4 交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例 .....	103
4.4.1 明确系统控制要求 .....	103
4.4.2 确定输入/输出设备并为其分配合适的 PLC I/O 端子 .....	103
4.4.3 绘制交通信号灯的 PLC 控制线路图 .....	104
4.4.4 编写 PLC 控制程序 .....	104
4.4.5 详解硬件线路和梯形图的工作原理 .....	104



5.1	状态转移图与步进指令	107
5.1.1	顺序控制与状态转移图	107
5.1.2	步进指令说明	108
5.1.3	步进指令在两种编程软件中的编写形式	109
5.1.4	状态转移图分支方式	109
5.1.5	用步进指令编程注意事项	111
5.2	液体混合装置的 PLC 控制系统开发实例	112
5.2.1	明确系统控制要求	112
5.2.2	确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	112
5.2.3	绘制 PLC 控制线路图	112
5.2.4	编写 PLC 控制程序	113
5.2.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	113
5.3	简易机械手的 PLC 控制系统开发实例	116
5.3.1	明确系统控制要求	116
5.3.2	确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	116
5.3.3	绘制 PLC 控制线路图	116
5.3.4	编写 PLC 控制程序	117
5.3.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	117
5.4	大小铁球分拣机的 PLC 控制系统开发实例	119
5.4.1	明确系统控制要求	119
5.4.2	确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	120
5.4.3	绘制 PLC 控制线路图	120
5.4.4	编写 PLC 控制程序	121
5.4.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	121
5.5	交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例	123
5.5.1	明确系统控制要求	123
5.5.2	确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	123
5.5.3	绘制 PLC 控制线路图	124
5.5.4	编写 PLC 控制程序	124
5.5.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	124

6.1	应用指令的格式与规则	128
6.1.1	应用指令的格式	128
6.1.2	应用指令的规则	129
6.2	应用指令使用详解	130

6.2.1	程序流程控制指令 .....	131
6.2.2	传送与比较指令 .....	135
6.2.3	四则运算与逻辑运算指令 .....	140
6.2.4	循环与移位指令 .....	144
6.2.5	数据处理指令 .....	150
6.2.6	高速处理指令 .....	154
6.2.7	方便指令 .....	161
6.2.8	外部 I/O 设备指令 .....	169
6.2.9	外部设备 (SER) 指令 .....	178
6.2.10	浮点运算 .....	186
6.2.11	高低位变换指令 .....	187
6.2.12	时钟运算指令 .....	187
6.2.13	格雷码变换指令 .....	192
6.2.14	触点比较指令 .....	193

## 第 7 章 模拟量模块的使用

195

7.1	模拟量输入模块 FX <sub>2N</sub> -4AD .....	195
7.1.1	外形 .....	195
7.1.2	接线 .....	196
7.1.3	性能指标 .....	196
7.1.4	输入输出曲线 .....	197
7.1.5	增益和偏移说明 .....	197
7.1.6	缓冲存储器 (BFM) 功能说明 .....	198
7.1.7	实例程序 .....	200
7.2	模拟量输出模块 FX <sub>2N</sub> -4DA .....	202
7.2.1	外形 .....	202
7.2.2	接线 .....	202
7.2.3	性能指标 .....	203
7.2.4	输入输出曲线 .....	203
7.2.5	增益和偏移说明 .....	203
7.2.6	缓冲存储器 (BFM) 功能说明 .....	204
7.2.7	实例程序 .....	206
7.3	温度模拟量输入模块 FX <sub>2N</sub> -4AD-PT .....	208
7.3.1	外形 .....	208
7.3.2	PT100 型温度传感器与模块的接线 .....	208
7.3.3	性能指标 .....	209
7.3.4	输入输出曲线 .....	210
7.3.5	缓冲存储器 (BFM) 功能说明 .....	210
7.3.6	实例程序 .....	212

## 第8章 通信

213

8.1 通信基础知识 .....	213
8.1.1 通信方式 .....	213
8.1.2 通信传输介质 .....	215
8.2 通信接口设备 .....	216
8.2.1 FX <sub>2N</sub> -232-BD 通信板 .....	216
8.2.2 FX <sub>2N</sub> -422-BD 通信板 .....	218
8.2.3 FX <sub>2N</sub> -485-BD 通信板 .....	219
8.3 PLC 通信 .....	221
8.3.1 PLC 与打印机通信 (无协议通信) .....	221
8.3.2 两台 PLC 通信 (并联连接通信) .....	223
8.3.3 多台 PLC 通信 (N : N 网络通信) .....	227

## 第9章 变频器的调速原理与基本组成

234

9.1 异步电动机的两种调速方式 .....	234
9.2 变频器的基本结构及原理 .....	235
9.2.1 交-直-交型变频器的结构与原理 .....	235
9.2.2 交-交型变频器的结构与原理 .....	236

## 第10章 变频器的使用

237

10.1 外形与结构 .....	237
10.1.1 外形与型号含义 .....	237
10.1.2 结构 .....	237
10.1.3 面板的拆卸 .....	238
10.2 端子功能与接线 .....	239
10.2.1 总接线图及端子功能说明 .....	239
10.2.2 主回路接线 .....	241
10.2.3 控制回路接线 .....	244
10.2.4 PU 接口的连接 .....	246
10.3 操作面板的使用 .....	248
10.3.1 操作面板介绍 .....	248
10.3.2 操作面板的使用 .....	249
10.4 操作运行 .....	252
10.4.1 外部操作运行 .....	252
10.4.2 PU 操作运行 .....	254

10.4.3	组合操作运行 .....	255
10.5	常用控制功能与参数设置 .....	256
10.5.1	操作模式选择功能与参数 .....	256
10.5.2	频率相关功能与参数 .....	256
10.5.3	启动、加减速控制功能与参数 .....	258
10.5.4	点动控制功能与参数 .....	259
10.5.5	转矩提升功能与参数 .....	260
10.5.6	制动控制功能与参数 .....	260
10.5.7	瞬时停电再启动功能与参数 .....	261
10.5.8	控制方式功能与参数 .....	262
10.5.9	电子过流保护功能与参数 (Pr. 9) .....	262
10.5.10	负载类型选择功能与参数 .....	262
10.5.11	MRS 端子输入选择功能与参数 .....	263
10.5.12	禁止写入和逆转防止功能与参数 .....	264
10.6	三菱 FR-700 系列变频器介绍 .....	264
10.6.1	三菱 FR-700 系列变频器的特点说明 .....	264
10.6.2	三菱 FR-A700、FR-F700、FR-E700 和 FR-D700 系列变频器比较 .....	265
10.6.3	三菱 FR-A700 系列变频器的接线图及端子功能说明 .....	267
10.6.4	三菱 FR-500 与 FR-700 系列变频器的比较 .....	269

## 第 11 章 变频器的典型控制功能及应用电路

272

11.1	电动机正转控制功能及电路 .....	272
11.1.1	开关控制式正转控制电路 .....	272
11.1.2	继电器控制式正转控制电路 .....	273
11.2	电动机正反转控制功能及电路 .....	274
11.2.1	开关控制式正、反转控制电路 .....	274
11.2.2	继电器控制式正、反转控制电路 .....	275
11.3	工频与变频切换功能及电路 .....	276
11.3.1	变频器跳闸保护电路 .....	276
11.3.2	工频与变频的切换电路 .....	277
11.4	多挡速控制功能及电路 .....	278
11.4.1	多挡转速控制端子 .....	278
11.4.2	多挡控制参数的设置 .....	279
11.4.3	多挡转速控制电路 .....	280
11.5	程序控制功能及应用 .....	281
11.5.1	程序控制参数设置 .....	281
11.5.2	程序运行控制端子 .....	282
11.5.3	程序控制应用举例 .....	282
11.6	PID 控制功能及应用 .....	283

11.6.1	PID 控制原理 .....	283
11.6.2	PID 控制参数设置 .....	284
11.6.3	PID 控制应用举例 .....	285

## 第 12 章 变频器的选用、安装与维护

287

12.1	变频器的种类 .....	287
12.2	变频器的选用与容量计算 .....	288
12.2.1	额定值 .....	288
12.2.2	选用 .....	288
12.2.3	容量计算 .....	289
12.3	变频器外围设备的选用 .....	292
12.3.1	主电路外围设备的接线 .....	292
12.3.2	熔断器的选用 .....	292
12.3.3	断路器的选用 .....	292
12.3.4	交流接触器的选用 .....	292
12.3.5	交流电抗器的选用 .....	293
12.3.6	直流电抗器的选用 .....	294
12.3.7	制动电阻 .....	294
12.3.8	热继电器的选用 .....	295
12.3.9	噪声滤波器 .....	296
12.4	变频器的安装、调试与维护 .....	296
12.4.1	安装与接线 .....	296
12.4.2	调试 .....	298
12.4.3	维护 .....	300
12.4.4	常见故障及原因 .....	300

## 第 13 章 触摸屏与 PLC 的综合应用

302

13.1	触摸屏结构与类型 .....	302
13.1.1	基本组成 .....	302
13.1.2	种类与工作原理 .....	302
13.1.3	常用类型触摸屏的性能比较 .....	305
13.2	三菱触摸屏型号参数及硬件连接 .....	306
13.2.1	参数规格 .....	306
13.2.2	型号含义 .....	306
13.2.3	触摸屏与 PLC、变频器等硬件设备的连接 .....	307
13.3	三菱 GT Designer 触摸屏软件的使用 .....	308
13.3.1	软件的安装与窗口介绍 .....	308
13.3.2	软件的使用 .....	312

13.3.3	画面数据的上传与下载	314
13.4	用触摸屏操作 PLC 实现电动机正反转控制的开发实例	318
13.4.1	根据控制要求确定需要为触摸屏制作的画面	318
13.4.2	用 GT Designer 软件制作各个画面并设置画面切换方式	318
13.4.3	连接计算机与触摸屏并下载画面数据	327
13.4.4	用 PLC 编程软件编写电动机正反转控制程序	327
13.4.5	触摸屏、PLC 和电动机控制线路的硬件连接和触摸操作测试	327

## 第 14 章 PLC 与变频器的综合应用

329

14.1	PLC 以开关量方式控制变频器的硬件连接与实例	329
14.1.1	PLC 以开关量方式控制变频器的硬件连接	329
14.1.2	PLC 以开关量方式控制变频器实例一——电动机正反转控制	330
14.1.3	PLC 以开关量方式控制变频器实例二——电动机多挡转速控制	331
14.2	PLC 以模拟量方式控制变频器的硬件连接与实例	336
14.2.1	PLC 以模拟量方式控制变频器的硬件连接	336
14.2.2	PLC 以模拟量方式控制变频器的实例——中央空调冷却水流量控制	337
14.3	PLC 以 RS-485 通信方式控制变频器的硬件连接与实例	343
14.3.1	变频器和 PLC 的 RS-485 通信口	343
14.3.2	变频器与 PLC 的 RS-485 通信连接	344
14.3.3	RS-485 通信电缆的制作	346
14.3.4	PLC (计算机) 与变频器的 RS-485 通信基础知识	346
14.3.5	PLC 以 RS-485 通信方式控制变频器正转、反转、加速、减速和停止的实例	352
附录 A	三菱 FX 系列 PLC 的特殊软元件 (辅助继电器 M、数据寄存器 D)	357
附录 B	三菱 FX 系列 PLC 指令系统	362
附录 C	三菱 FR-500 系列变频器参数表	367

## 1.1 认识 PLC

### 1.1.1 什么是 PLC

PLC是英文 Programmable Logic Controller 的缩写,意为可编程逻辑控制器,是一种专为工业应用而设计的控制器。世界上第一台 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 的功能越来越强大,不仅限于逻辑控制,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。

图 1-1 列出了几种常见的 PLC。

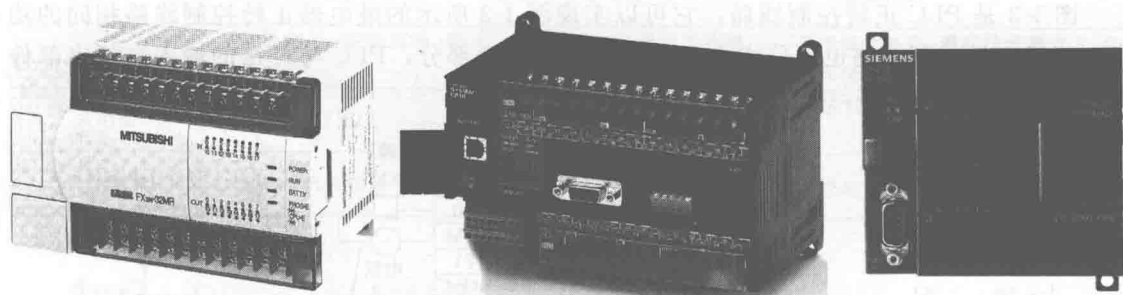


图 1-1 几种常见的 PLC

由于可编程控制器一直在发展中,因此至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会 (IEC) 对 PLC 最新定义为:

可编程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。

## 1.1.2 PLC 控制与继电器控制比较

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

### (1) 继电器正转控制

图 1-2 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，右图为主电路，左图为控制电路。

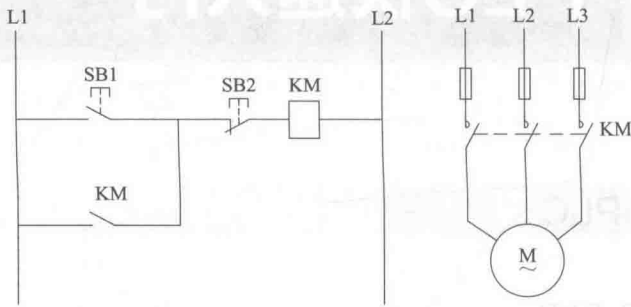


图 1-2 继电器正转控制线路

电路工作原理说明如下。

按下启动按钮 SB1，接触器 KM 线圈得电，主电路中的 KM 主触点闭合，电动机得电运转，与此同时，控制电路中的 KM 常开自锁触点也闭合，锁定 KM 线圈得电（即 SB1 断开后 KM 线圈仍可通电）。

按下停止按钮 SB2，接触器 KM 线圈失电，KM 主触点断开，电动机失电停转，同时 KM 常开自锁触点也断开，解除自锁（即 SB2 闭合后 KM 线圈无法得电）。

### (2) PLC 正转控制

图 1-3 是 PLC 正转控制线路，它可以实现图 1-2 所示的继电器正转控制线路相同的功能。PLC 正转控制线路也可分作主电路和控制电路两部分，PLC 与外接的输入、输出部件构成控制电路，主电路与继电器正转控制主线路相同。

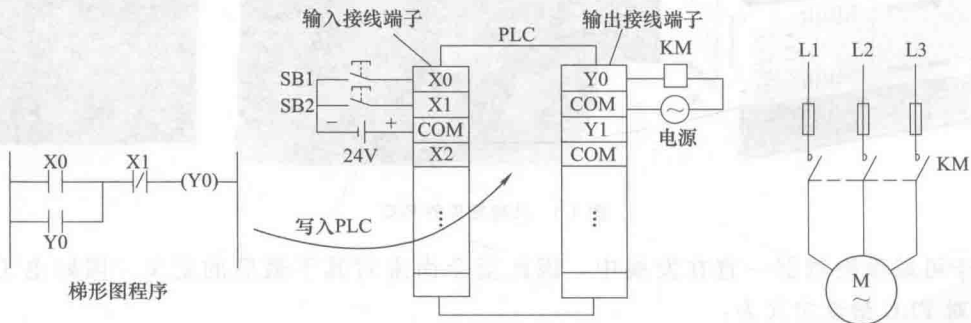


图 1-3 PLC 正转控制线路

在组建 PLC 控制系统时，先要进行硬件连接，再编写控制程序。PLC 正转控制线路的硬件接线如图 1-3 所示，PLC 输入端子连接 SB1（启动）、SB2（停止）和电源，输出端子连接接触器线圈 KM 和电源。PLC 硬件连接完成后，再在电脑中使用专门的 PLC 编程软件编写图示的梯形图程序，然后通过电脑与 PLC 之间的连接电缆将程序写入 PLC。



PLC 软、硬件准备好后就可以操作运行。操作运行过程说明如下。

按下启动按钮 SB1, PLC 端子 X0、COM 之间的内部电路与 24V 电源、SB1 构成回路, 有电流流过 X0、COM 端子间的电路, PLC 内部程序运行, 运行结果使 PLC 的 Y0、COM 端子之间的内部电路导通, 接触器线圈 KM 得电, 主电路中的 KM 主触点闭合, 电动机运转, 松开 SB1 后, 内部程序维持 Y0、COM 端子之间的内部电路导通, 让 KM 线圈继续得电 (自锁)。

按下停止按钮 SB2, PLC 端子 X1、COM 之间的内部电路与 24V 电源、SB2 构成回路, 有电流流过 X1、COM 端子间的电路, PLC 内部程序运行, 运行结果使 PLC 的 Y0、COM 端子之间的内部电路断开, 接触器线圈 KM 失电, 主电路中的 KM 主触点断开, 电动机停转, 松开 SB2 后, 内部程序让 Y0、COM 端子之间的内部电路维持断开状态。

### (3) PLC 控制、继电器和单片机控制的比较

PLC 控制与继电器控制相比, 具有改变程序就能变换控制功能的优点, 但在简单控制时成本较高, 另外, 利用单片机也可以实现控制。PLC、继电器和单片机控制系统比较见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器和单片机控制系统的比较

比较内容	PLC 控制系统	继电器控制系统	单片机控制系统
功能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器布线逻辑实现循序控制	用程序实现各种复杂控制, 功能最强
改变控制内容	修改程序较简单容易	改变硬件接线、工作量大	修改程序, 技术难度大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理, 响应最快
接口	直接与生产设备相连	直接与生产设备相连	要设计专门的接口
环境适应性	可适应一般工业生产现场环境	环境差, 会降低可靠性和寿命	要求有较好的环境, 如机房、实验室、办公室
抗干扰	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施; 否则易受干扰影响
维护	现场检查, 维修方便	定期更换继电器, 维修费时	技术难度较高
系统开发	设计容易、安装简单、调试周期短	图样多, 安装接线工作量大, 调试周期长	系统设计复杂, 调试技术难度大, 需要有系统的计算机知识
通用性	较好, 适应面广	一般是专用	要进行软、硬件技术改造才能作其他用
硬件成本	比单片机控制系统高	少于 30 个继电器时成本较低	一般比 PLC 低

## 1.2 PLC 分类与特点

### 1.2.1 PLC 的分类

PLC 的种类很多, 下面按结构形式、控制规模和实现功能对 PLC 进行分类。

#### (1) 按结构形式分类

按硬件的结构形式不同, PLC 可分为整体式和模块式。

整体式 PLC 又称箱式 PLC, 图 1-1 所示的 3 个 PLC 均为整体式 PLC, 其外形像一个方形的箱体, 这种 PLC 的 CPU、存储器、I/O 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。