

三菱FX系列 PLC技术 一看就懂

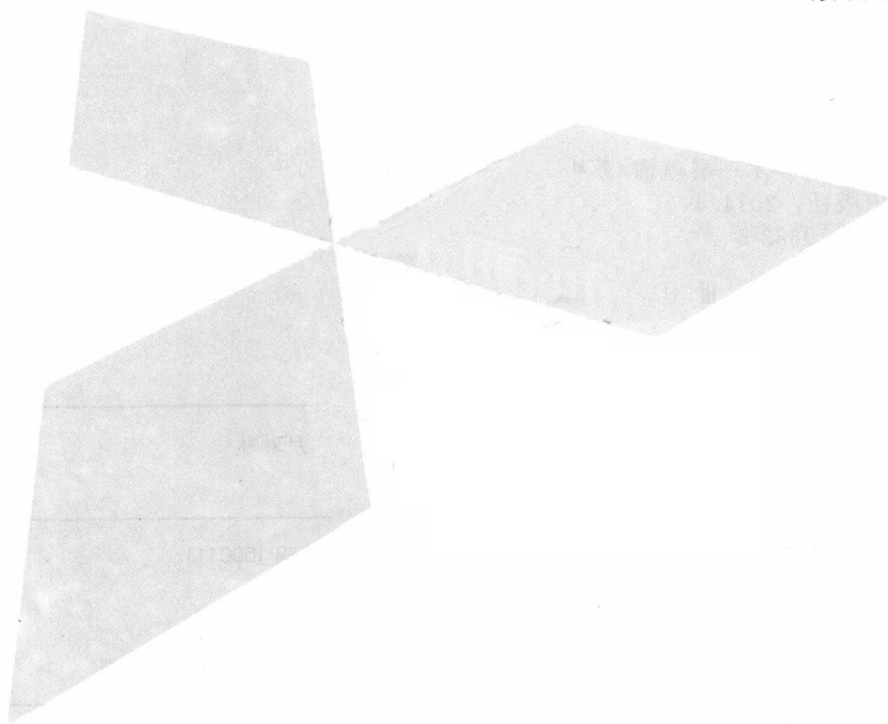
蔡杏山 主编



化学工业出版社

三菱FX系列 PLC 技术 一看就懂

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三菱 PLC 技术, 主要包括: PLC 技术概述、PLC 的组成与原理、三菱 FX 系列 PLC 的特点与硬件接线、三菱 GX Developer 编程软件的使用、三菱 GX Simulator 仿真软件的使用、三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用、基本指令与软元件的使用及实例、步进指令的使用及实例、应用指令使用详解、模拟量模块的使用和 PLC 通信等。本书基础起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂, 读者通过阅读本书能够轻松掌握三菱 FX 系列 PLC 技术。

本书适合 PLC 技术人员自学使用, 也适合作为职业院校相关专业的教材和参考书。



图书在版编目 (CIP) 数据

三菱 FX 系列 PLC 技术一看就懂 / 蔡永鑫编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 4

ISBN 978-7-122-19683-5

I. ①三… II. ①蔡… III. ①plc 技术 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 020280 号

责任编辑: 李军亮 耍利娜

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 顾淑云 程晓彤

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 16¼ 字数 413 千字 2014 年 5 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

三菱 FX 系列 PLC 是三菱公司推出的小型整体式 PLC，在我国拥有量非常大，它可分为 FX1S、FX1N、FX1NC、FX2N、FX2NC、FX3U、FX3UC、FX3G 等多个子系列，FX1S、FX1N、FX1NC 为一代机，FX2N、FX2NC 为二代机，FX3U、FX3UC、FX3G 为三代机。一代机已停产，一、二代机在社会上已有较广泛的使用，三代机在几年前推出，由于其具有比二代机更好的性能和更快的运行速度，而价格与二代机相差不大，故已慢慢被更多的用户接受。

在目前的三代机中，FX3U 系列 PLC（由 FX2N 系列升级而来）功能最为强大，FX3G 系列 PLC（由 FX1N 系列升级而来）为 FX 最新系列，但其功能不如 FX3U，而价格略低于 FX3U。三菱 FX 一代机、二代机和三代机大部分指令是相同的，高代机在低代机的基础上新增了一些指令，对于已掌握低代机指令的用户，只需再学习高代机新增的指令，就可以使用高代机新增的功能。

本书共分 8 章，各章内容简介如下。

第 1 章 PLC 技术概述。本章介绍 PLC 分类与特点、PLC 控制与继电器控制的异同、PLC 的基本组成、PLC 的工作原理和 PLC 控制系统开发举例。

第 2 章 三菱 FX 系列 PLC 介绍。本章主要介绍三菱 FX 系列 PLC 的特点和面板说明、三菱 FX 系列 PLC 的硬件接线和三菱 FX 系列 PLC 规格概要。

第 3 章 三菱编程与仿真软件的使用。本章主要介绍编程基础知识、三菱 GX Developer 编程软件的使用、三菱 GX Simulator 仿真软件的使用和三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用。

第 4 章 基本指令与软元件的使用及实例。本章主要介绍基本指令说明、PLC 基本控制线路与梯形图、喷泉的 PLC 控制系统开发实例、交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例和三菱 FX 系列 PLC 的软元件说明。

第 5 章 步进指令的使用及实例。本章主要介绍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、大小铁球分检机的 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。本章先介绍应用指令的格式与规则，然后对三菱 FX 系列 PLC 的大多数应用指令使用进行通俗易懂的详细说明。

第 7 章 模拟量模块的使用。本章主要介绍模拟量输入模块 FX2N-4AD、模拟量输出模块 FX2N-4DA 和温度模拟量输入模块 FX2N-4AD-PT 的使用。

第 8 章 PLC 通信。本章主要介绍通信基础知识、通信接口设备、PLC 与打印机通信、两台 PLC 通信、多台 PLC 通信。

PLC 技术是一门中、高级的电气控制技术，本书可让您从零开始学习 PLC 技术，轻松快速掌握 PLC 技术。为了让读者能逐渐成为电气控制领域的高手，可以继续学习我们后续推出的图书，有关新书信息可登录我们的学习辅导网站 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，在编写过程中还得到了很多老师的支持，其中蔡玉山、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、梁云和唐颖等参与了部分章节的编写工作。

由于编者水平有限，书中的不妥之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编者

目 录

CONTENTS

第 ① 章 PLC 技术概述	1
1.1 初识 PLC	1
1.1.1 什么是 PLC	1
1.1.2 PLC 控制与继电器控制比较	1
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	5
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 PLC 控制系统开发举例	10
1.5.1 PLC 控制系统开发的一般流程	10
1.5.2 PLC 控制电动机正反转系统的开发举例	10
第 ② 章 三菱 FX 系列 PLC 介绍	14
2.1 概述	14
2.1.1 三菱 FX 系列各类型 PLC 的特点	14
2.1.2 三菱 FX 系列 PLC 型号的命名方法	15
2.1.3 三菱 FX2N PLC 基本单元面板说明	16
2.2 三菱 FX PLC 的硬件接线	17
2.2.1 电源端子的接线	17
2.2.2 三菱 FX1S、FX1N、FX1NC、FX2N、FX2NC、FX3UC PLC 的输入端子接线	18
2.2.3 三菱 FX3U、FX3G PLC 的输入端子接线	20
2.2.4 无触点接近开关与 PLC 输入端子的接线	22
2.2.5 三菱 FX 系列 PLC 的输出端子接线	24
2.3 三菱 FX 系列 PLC 规格概要	26
2.3.1 三菱 FX1S、FX1N、FX1NC PLC 规格概要	26
2.3.2 三菱 FX2N、FX2NC PLC 规格概要	29
2.3.3 三菱 FX3U、FX3UC、FX3G PLC 规格概要	30
第 ③ 章 三菱编程与仿真软件的使用	34
3.1 编程基础	34
3.1.1 编程语言	34

3.1.2	梯形图的编程规则与技巧	35
3.2	三菱 GX Developer 编程软件的使用	36
3.2.1	软件的安装	37
3.2.2	软件的启动与窗口及工具说明	40
3.2.3	创建新工程	43
3.2.4	编写梯形图程序	44
3.2.5	梯形图的编辑	48
3.2.6	查找与替换功能的使用	51
3.2.7	注释、声明和注解的添加与显示	53
3.2.8	读取并转换 FXGP/WIN 格式文件	56
3.2.9	PLC 与计算机的连接及程序的写入与读出	57
3.2.10	在线监视 PLC 程序的运行	59
3.3	三菱 GX Simulator 仿真软件的使用	61
3.3.1	安装 GX Simulator 仿真软件	61
3.3.2	仿真操作	62
3.3.3	软元件监视	64
3.3.4	时序图监视	65
3.4	三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用	65
3.4.1	软件的安装和启动	65
3.4.2	程序的编写	66
3.4.3	程序的转换与写入 PLC	68

第 4 章 基本指令与软元件的使用及实例 70

4.1	基本指令说明	70
4.1.1	逻辑取及驱动指令	70
4.1.2	触点串联指令	70
4.1.3	触点并联指令	71
4.1.4	串联电路块的并联指令	72
4.1.5	并联电路块的串联指令	72
4.1.6	边沿检测指令	73
4.1.7	多重输出指令	74
4.1.8	主控和主控复位指令	76
4.1.9	取反指令	77
4.1.10	置位与复位指令	77
4.1.11	结果边沿检测指令	78
4.1.12	脉冲微分输出指令	79
4.1.13	空操作指令	79
4.1.14	程序结束指令	80
4.2	PLC 基本控制线路与梯形图	80
4.2.1	启动、自锁和停止控制的 PLC 线路与梯形图	80
4.2.2	正、反转联锁控制的 PLC 线路与梯形图	82

4.2.3	多地控制的 PLC 线路与梯形图	83
4.2.4	定时控制的 PLC 线路与梯形图	84
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	85
4.2.6	多重输出控制的 PLC 线路与梯形图	86
4.2.7	过载报警控制的 PLC 线路与梯形图	87
4.2.8	闪烁控制的 PLC 线路与梯形图	88
4.3	喷泉的 PLC 控制系统开发实例	88
4.3.1	明确系统控制要求	88
4.3.2	确定输入/输出设备, 并为其分配合适的 I/O 端子	89
4.3.3	绘制喷泉的 PLC 控制线路图	89
4.3.4	编写 PLC 控制程序	89
4.3.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	90
4.4	交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例	91
4.4.1	明确系统控制要求	91
4.4.2	确定输入/输出设备并为其分配合适的 PLC I/O 端子	91
4.4.3	绘制交通信号灯的 PLC 控制线路图	92
4.4.4	编写 PLC 控制程序	92
4.4.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	92
4.5	三菱 FX 系列 PLC 的软元件说明	94
4.5.1	输入继电器 (X) 和输出继电器 (Y)	94
4.5.2	辅助继电器 (M)	95
4.5.3	状态继电器 (S)	97
4.5.4	定时器 (T)	98
4.5.5	计数器 (C)	99
4.5.6	高速计数器	102
4.5.7	数据寄存器 (D)	104
4.5.8	变址寄存器 (V、Z)	105
4.5.9	常数 (K、H)	106
第 5 章	步进指令的使用及实例	107
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	110
5.2	液体混合装置的 PLC 控制系统开发实例	111
5.2.1	明确系统控制要求	111
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	112

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	115
5.3.1	明确系统控制要求	115
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	116
5.3.5	详解硬件线路和梯形图的工作原理	117
5.4	大小铁球分检机的 PLC 控制系统开发实例	118
5.4.1	明确系统控制要求	118
5.4.2	确定输入/输出设备并分配合适的 I/O 端子	119
5.4.3	绘制 PLC 控制线路图	120
5.4.4	编写 PLC 控制程序	120
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	125
第 6 章	应用指令使用详解	128
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	130
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	155
6.2.7	方便指令	161
6.2.8	外部 I/O 设备指令	170
6.2.9	外部设备 (SER) 指令	179
6.2.10	浮点运算	187
6.2.11	高低位变换指令	188
6.2.12	时钟运算指令	188
6.2.13	格雷码变换指令	193
6.2.14	触点比较指令	194
第 7 章	模拟量模块的使用	197

7.1 模拟量输入模块 FX2N-4AD	197
7.1.1 外形	197
7.1.2 接线	197
7.1.3 性能指标	198
7.1.4 输入输出曲线	199
7.1.5 增益和偏移说明	199
7.1.6 缓冲存储器 (BFM) 功能说明	200
7.1.7 实例程序	202
7.2 模拟量输出模块 FX2N-4DA	204
7.2.1 外形	204
7.2.2 接线	204
7.2.3 性能指标	205
7.2.4 输入输出曲线	205
7.2.5 增益和偏移说明	205
7.2.6 缓冲存储器 (BFM) 功能说明	206
7.2.7 实例程序	208
7.3 温度模拟量输入模块 FX2N-4AD-PT	210
7.3.1 外形	210
7.3.2 PT100 型温度传感器与模块的接线	210
7.3.3 性能指标	210
7.3.4 输入输出曲线	212
7.3.5 缓冲存储器 (BFM) 功能说明	212
7.3.6 实例程序	214
第 8 章 PLC 通信	215
8.1 通信基础知识	215
8.1.1 通信方式	215
8.1.2 通信传输介质	217
8.2 通信接口设备	218
8.2.1 FX2N-232-BD 通信板	218
8.2.2 FX2N-422-BD 通信板	221
8.2.3 FX2N-485-BD 通信板	222
8.3 PLC 通信实例	223
8.3.1 PLC 与打印机通信 (无协议通信)	223
8.3.2 两台 PLC 通信 (并联连接通信)	226
8.3.3 多台 PLC 通信 (N:N 网络通信)	229
附录	236
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)	236
附录 B 三菱 FX 系列 PLC 指令系统	242

PLC技术概述

1.1 初识 PLC

1.1.1 什么是 PLC

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。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。

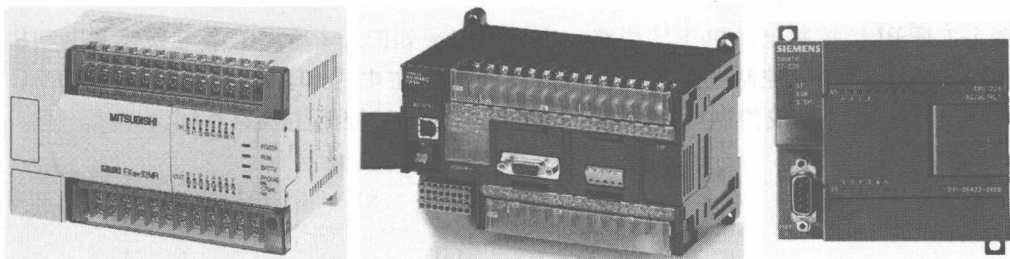


图 1-1 几种常见的 PLC

PLC 的定义

由于可编程序控制器一直在发展中,至今尚未对其下最后的定义。国际电工学会 (IEC) 对 PLC 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,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) 继电器控制电动机正转

图 1-2 是一种常见的继电器控制电动机正转线路，可以对电动机进行正转和停转控制，图 (a) 为主电路，图 (b) 为控制电路。

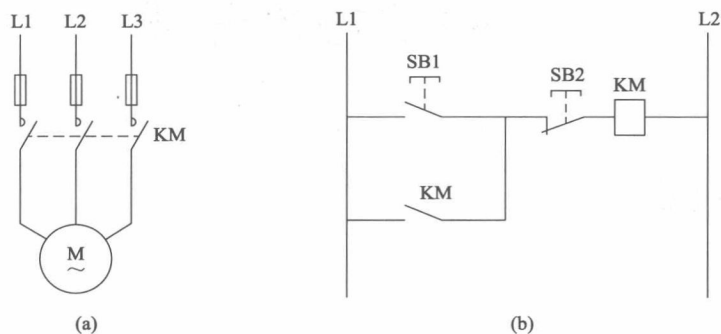


图 1-2 继电器控制电动机正转线路

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 线圈仍可得电）。

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 控制电动机正转

图 1-3 是 PLC 控制电动机正转线路，它可以实现如图 1-2 所示的继电器控制电动机正转线路相同的功能。PLC 控制电动机正转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。

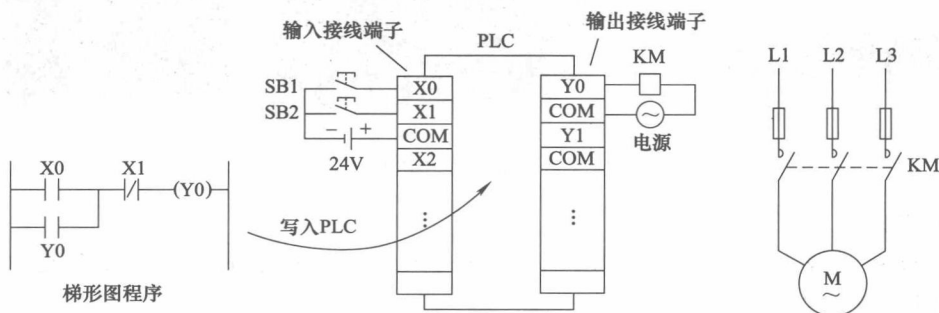


图 1-3 PLC 控制电动机正转线路

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 控制电动机正转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, 适用面广	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, 如图 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。

模块式 PLC 又称组合式 PLC, 图 1-4 列出了两种常见的模块式 PLC。模块式 PLC 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

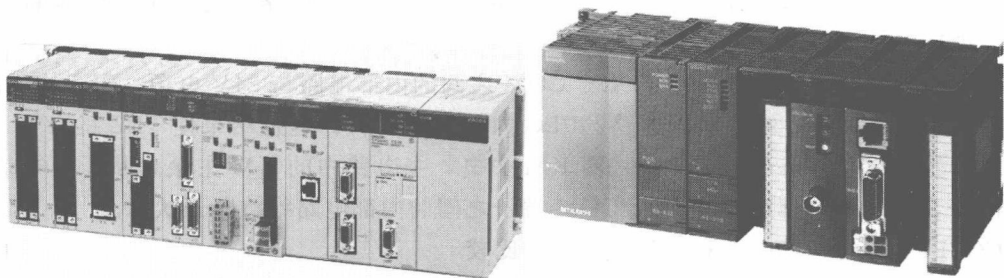


图 1-4 模块式 PLC

定安装在某个插槽中，其他功能模块可随意安装在其它不同的插槽内。模块式 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 一般采用模块式结构。

(2) 按控制规模分类

I/O 点数（输入/输出端子的个数）是衡量 PLC 控制规模重要参数，根据 I/O 点数多少，可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

- ① 小型 PLC。其 I/O 点数小于 256 点，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 点数在 256~2048 点，采用双 CPU，用户存储器容量 2~8KB。
- ③ 大型 PLC。其 I/O 点数大于 2048 点，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、高档三类。

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，还有些还有少量模拟量输入/输出、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。它具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量输入/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 机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。

1.2.2 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 30 万小时。

(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,无需大量改变 PLC 的硬件设备,只需更改程序就可以满足要求。

(3) 功能强,适应范围广

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输入输出、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接线工作量大为减少。另外,PLC 的用户程序可以通过电脑在实验室仿真调试,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。

1.3 PLC 的基本组成

1.3.1 PLC 的组成方框图

PLC 种类很多,但结构大同小异,典型的 PLC 控制系统组成方框图如图 1-5 所示。在组建 PLC 控制系统时,需要给 PLC 的输入端子接有关的输入设备(如按钮、触点和行程开关等),给输出端子接有关的输出设备(如指示灯、电磁线圈和电磁阀等),另外,还需要将编好的程序通过通信接口输入 PLC 内部存储器,如果希望增强 PLC 的功能,可以将扩展单元通过扩展接口与 PLC 连接。

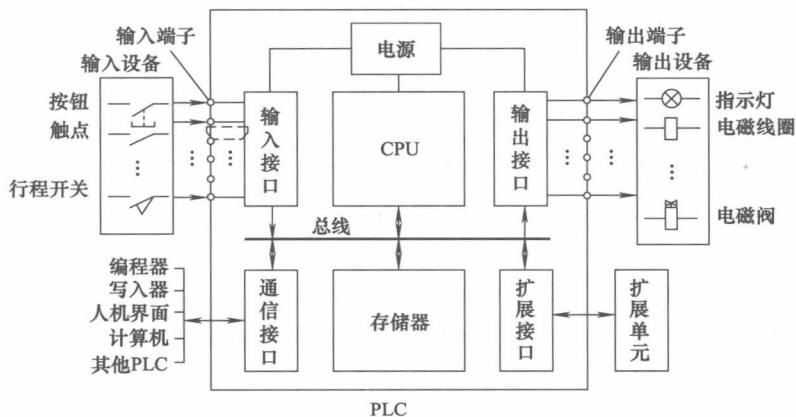


图 1-5 典型的 PLC 控制系统组成方框图

1.3.2 PLC 各部分说明

从图 1-5 可以看出,PLC 内部主要由 CPU、存储器、输入接口、输出接口、通信接口

和扩展接口等组成。

(1) CPU

CPU 又称中央处理器，它是 PLC 的控制中心，它通过总线（包括数据总线、地址总线和控制总线）与存储器和各种接口连接，以控制它们有条不紊地工作。CPU 的性能对 PLC 工作速度和效率有较大的影响，故大型 PLC 通常采用高性能的 CPU。

CPU 的主要功能有：

- ① 接收通信接口送来的程序和信息，并将它们存入存储器；
- ② 采用循环检测（即扫描检测）方式不断检测输入接口送来的状态信息，以判断输入设备的状态；
- ③ 逐条运行存储器中的程序，并进行各种运算，再将运算结果存储下来，然后经输出接口对输出设备进行有关控制；
- ④ 监测和诊断内部各电路的工作状态。

(2) 存储器

存储器的功能是存储程序和数据。PLC 通常配有 ROM（只读存储器）和 RAM（随机存储器）两种存储器，ROM 用来存储系统程序，RAM 用来存储用户程序和程序运行时产生的数据。

系统程序由厂家编写并固化在 ROM 存储器中，用户无法访问和修改系统程序。系统程序主要包括系统管理程序和指令解释程序。系统管理程序的功能是管理整个 PLC，让内部各个电路能有条不紊地工作。指令解释程序的功能是将用户编写的程序翻译成 CPU 可以识别和执行的程序。

用户程序是用户通过编程器输入存储器的程序，为了方便调试和修改，用户程序通常存放在 RAM 中，由于断电后 RAM 中的程序会丢失，所以 RAM 专门配有后备电池供电。有些 PLC 采用 EEPROM（电可擦写只读存储器）来存储用户程序，由于 EEPROM 存储器中的内部可用电信号进行擦写，并且掉电后内容不会丢失，因此采用这种存储器后可不要备用电池。

(3) 输入/输出接口

输入/输出接口又称 I/O 接口或 I/O 模块，是 PLC 与外围设备之间的连接部件。PLC 通过输入接口检测输入设备的状态，以此作为对输出设备控制的依据，同时 PLC 又通过输出接口对输出设备进行控制。

PLC 的 I/O 接口能接受的输入和输出信号个数称为 PLC 的 I/O 点数。I/O 点数是选择 PLC 的重要依据之一。

PLC 外围设备提供或需要的信号电平是多种多样的，而 PLC 内部 CPU 只能处理标准电平信号，所以 I/O 接口要能进行电平转换，另外，为了提高 PLC 的抗干扰能力，I/O 接口一般采用光电隔离和滤波功能，此外，为了便于了解 I/O 接口的工作状态，I/O 接口还带有状态指示灯。

① 输入接口。PLC 的输入接口分为开关量输入接口和模拟量输入接口，开关量输入接口用于接受开关通断信号，模拟量输入接口用于接受模拟量信号。模拟量输入接口通常采用 A/D 转换电路，将模拟量信号转换成数字信号。开关量输入接口采用的电路形式较多，根据使用电源不同，可分为内部直流输入接口、外部交流输入接口和外部交/直流输入接口。三种类型开关量输入接口如图 1-6 所示。

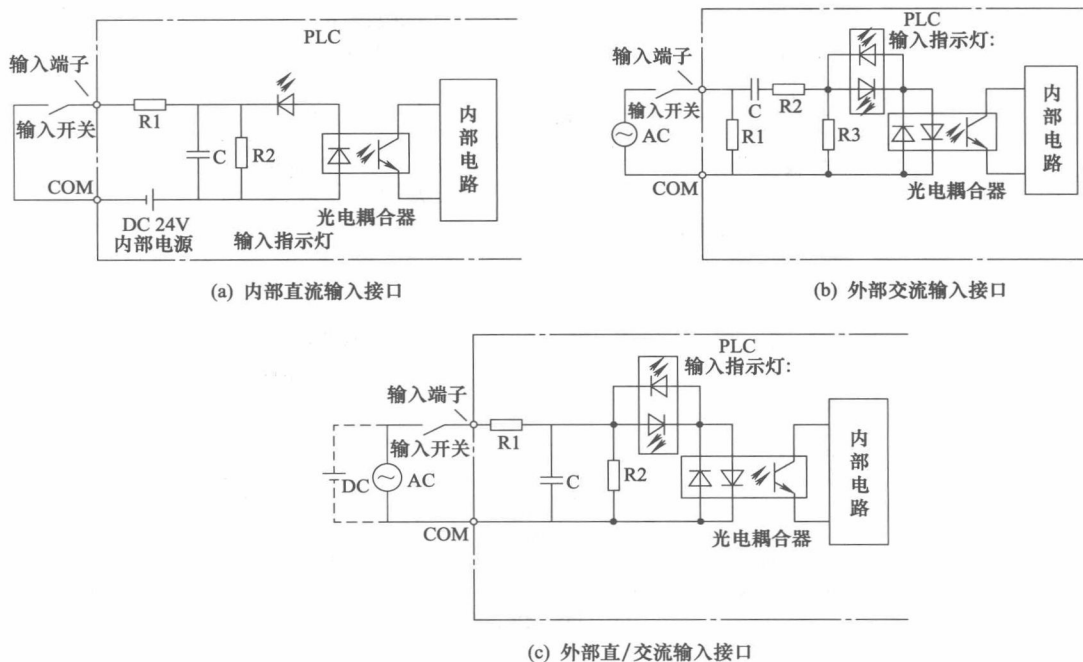


图 1-6 三种类型开关量输入接口

图 1-6 (a) 为内部直流输入接口，输入接口的电源由 PLC 内部直流电源提供。当闭合输入开关后，有电流流过光电耦合器和指示灯，光电耦合器导通，将输入开关状态送给内部电路，由于光电耦合器内部是通过光线传递，故可以将外部电路与内部电路有效隔离开来，输入指示灯点亮用于指示输入端子有输入。R2、C 为滤波电路，用于滤除输入端子窜入的干扰信号，R1 为限流电阻。

图 1-6 (b) 为外部交流输入接口，输入接口的电源由外部的交流电源提供。为了适应交流电源的正负变化，接口电路采用了发光管正负极并联的光电耦合器和指示灯。

图 1-6 (c) 为外部直/交流输入接口，输入接口的电源由外部的直流或交流电源提供。

② 输出接口。PLC 的输出接口也分为开关量输出接口和模拟量输出接口。模拟量输出接口通常采用 D/A 转换电路，将数字量信号转换成模拟量信号，开关量输出接口采用的电路形式较多，根据使用的输出开关器件不同可分为：继电器输出接口、晶体管输出接口和双向晶闸管输出接口。三种类型开关量输出接口如图 1-7 所示。

图 1-7 (a) 为继电器输出接口，当 PLC 内部电路产生电流流经继电器 KA 线圈时，继电器常开触点 KA 闭合，负载有电流通过。继电器输出接口可驱动交流或直流负载，但其响应时间长，动作频率低。

图 1-7 (b) 为晶体管输出接口，它采用光电耦合器与晶体管配合使用。晶体管输出接口反应速度快，动作频率高，但只能用于驱动直流负载。

图 1-7 (c) 为双向晶闸管输出接口，它采用双向晶闸管型光电耦合器，在受光照射时，光电耦合器内部的双向晶闸管可以双向导通。双向晶闸管输出接口的响应速度快，动作频率高，用于驱动交流负载。

(4) 通信接口

PLC 配有通信接口，PLC 可通过通信接口与监视器、打印机、其他 PLC、计算机等设