

电工成才步步高

学PLC技术

步步高

XUE PLC JISHU BUBUGAO

蔡杏山◎主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



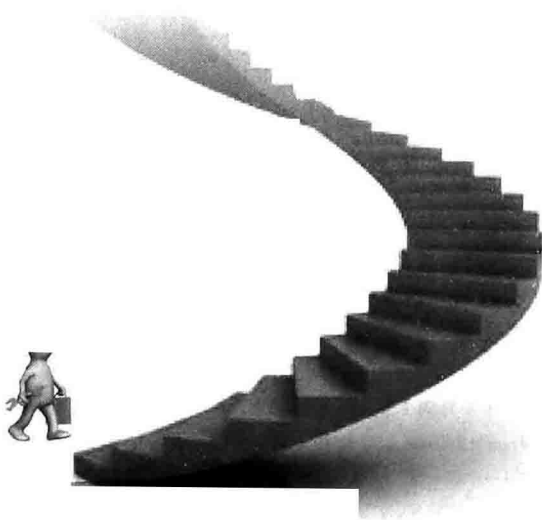


电工成才步步高

学PLC技术

步步高

蔡杏山 主编



机械工业出版社

本书是一本关于 PLC 技术入门与提高的图书,主要内容有快速了解 PLC,三菱 FX 系列 PLC 硬件接线、软元件说明与规格概要,三菱 PLC 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,应用指令的使用,模拟量模块的使用,PLC 通信,PLC 与变频器的综合应用。

本书基础起点低、内容由浅入深、语言通俗易懂,读者只要具有初中文化程度,就能通过阅读本书快速掌握 PLC 技术。本书适合作为电工人员学习 PLC 技术的自学图书,也适合作为培训机构和职业院校的 PLC 技术教材。

图书在版编目(CIP)数据

学 PLC 技术步步高/蔡杏山主编. —北京:机械工业出版社,2015.4
(电工成才步步高)
ISBN 978-7-111-49298-6

I. ①学… II. ①蔡… III. ①plc 技术 IV. ①TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 025126 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐明煜 责任编辑:徐明煜 阎洪庆

责任校对:黄兴伟 封面设计:马精明

责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20 印张·485 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-49298-6

定价:49.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前言

“家有万贯，不如一技在身”，技术会伴随一生，源源不断创造财富。很多人已认识到技术的重要性，也非常想学好一门技术，但苦于重返学校或培训机构学习的成本太高。

电工、电子技术在现代社会中应用极为广泛，小到家庭的照明，大到神舟飞船的控制及通信系统，只要涉及用电的地方，就有电工、电子技术存在。电工技术属于强电技术，电子技术属于弱电技术，以前电工技术与电子技术的应用区分比较明显，而今越来越多的领域将电工与电子技术融合在一起，实现弱电对强电的控制，正因为如此，社会上对同时掌握电工与电子技术的复合型人才需求越来越多。

为了让读者能轻松、快速和掌握较全面的电工、电子技术，我们推出了这套“电工成才步步高”丛书。本丛书主要有以下特点：

◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本丛书。

◆ **语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，遇到较难理解的内容用形象比喻说明，尽量避免复杂的理论分析和繁琐的公式推导，图书阅读起来感觉会十分顺畅。

◆ **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，使阅读变得非常轻松，不易产生阅读疲劳。

◆ **内容安排符合人的认识规律。**在图书内容顺序安排上，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。

◆ **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，书中用文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

◆ **网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录易天电学网(www.eTV100.com)，观看有关辅导材料或向老师提问进行学习，读者也可以在该网站了解本丛书的新书信息。

本书由蔡杏山担任主编。在编写过程中得到了许多教师的支持，其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、蔡理峰、朱光辉、王娟、何丽、梁云、唐颖、蔡理刚、何彬、蔡任英和邵永明等参与了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

前言	
第1章 快速了解 PLC	1
1.1 认识 PLC	1
1.1.1 什么是 PLC	1
1.1.2 PLC 控制与继电器控制的比较	2
1.2 PLC 的分类与特点	4
1.2.1 PLC 的分类	4
1.2.2 PLC 的特点	5
1.3 PLC 的基本组成	5
1.3.1 PLC 的组成框图	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	10
1.5 PLC 控制系统开发举例	11
1.5.1 PLC 控制系统开发的一般流程	11
1.5.2 PLC 控制电动机正反转系统的开发举例	11
第2章 三菱 FX 系列 PLC 硬件接线、软元件说明与规格概要	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 系列 PLC 基本单元面板说明	16
2.2 三菱 FX 系列 PLC 的硬件接线	18
2.2.1 电源端子的接线	18
2.2.2 三菱 FX1S/FX1N/FX1NC/FX2N/FX2NC/FX3UC 系列 PLC 的输入端子接线	20
2.2.3 三菱 FX3U/FX3G 系列 PLC 的输入端子接线	22
2.2.4 无触点接近开关与 PLC 输入端子的接线	23
2.2.5 三菱 FX 系列 PLC 的输出端子接线	25
2.3 三菱 FX 系列 PLC 的软元件说明	27
2.3.1 输入继电器 (X) 和输出继电器 (Y)	28
2.3.2 辅助继电器 (M)	28
2.3.3 状态继电器 (S)	31
2.3.4 定时器 (T)	32
2.3.5 计数器 (C)	33
2.3.6 高速计数器	36
2.3.7 数据寄存器 (D)	38
2.3.8 变址寄存器 (V、Z)	40
2.3.9 常数 (K、H)	40
2.4 三菱 FX 系列 PLC 规格概要	40
2.4.1 三菱 FX1S/FX1N/FX1NC 系列 PLC 规格概要	40
2.4.2 三菱 FX2N/2NC 系列 PLC 规格概要	43



2.4.3 三菱 FX3U/3UC/3G 系列 PLC 规格概要	45
第3章 三菱 PLC 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	52
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	56
3.2.3 创建新工程	59
3.2.4 编写梯形图程序	61
3.2.5 梯形图的编辑	65
3.2.6 查找与替换功能的使用	68
3.2.7 注释、声明和注解的添加 与显示	71
3.2.8 读取并转换 FXGP/WIN 格式文件	74
3.2.9 PLC 与计算机的连接及 程序的写入与读出	75
3.2.10 在线监视 PLC 程序的 运行	78
3.3 三菱 GX Simulator 仿真软件 的使用	80
3.3.1 安装 GX Simulator 仿真 软件	81
3.3.2 仿真操作	83
3.3.3 软元件监视	85
3.3.4 时序图监视	85
3.4 三菱 FXGP/WIN-C 编程软件 的使用	86
3.4.1 软件的安装和启动	86
3.4.2 程序的编写	86
3.4.3 程序的转换与写入 PLC ...	90
第4章 基本指令的使用及 实例	92
4.1 基本指令说明	92
4.1.1 逻辑取及驱动指令	92
4.1.2 触点串联指令	93
4.1.3 触点并联指令	93
4.1.4 串联电路块的并联指令	94
4.1.5 并联电路块的串联指令	95
4.1.6 边沿检测指令	95
4.1.7 多重输出指令	97
4.1.8 主控和主控复位指令	99
4.1.9 取反指令	100
4.1.10 置位与复位指令	100
4.1.11 结果边沿检测指令	101
4.1.12 脉冲微分输出指令	102
4.1.13 空操作指令	103
4.1.14 程序结束指令	104
4.2 PLC 基本控制电路与梯形图 ...	104
4.2.1 起动、自锁和停止控制 的 PLC 电路与梯形图	104
4.2.2 正、反转联锁控制的 PLC 电路与梯形图	106
4.2.3 多地控制的 PLC 电路与 梯形图	107
4.2.4 定时控制的 PLC 电路与 梯形图	108
4.2.5 定时器与计数器组合延 长定时控制的 PLC 电路与梯形图	110
4.2.6 多重输出控制的 PLC 电路与梯形图	112
4.2.7 过载报警控制的 PLC 电路 与梯形图	113
4.2.8 闪烁控制的 PLC 电路与 梯形图	114
4.3 喷泉的 PLC 控制系统开发 实例	115
4.3.1 明确系统控制要求	115



4.3.2	确定输入/输出设备, 并为其分配合适的 I/O 端子	116	5.3.1	明确系统控制要求	133
4.3.3	绘制喷泉的 PLC 控制电路图	116	5.3.2	确定输入/输出设备并为其分配合适的 I/O 端子	133
4.3.4	编写 PLC 控制程序	117	5.3.3	绘制 PLC 控制电路图	133
4.3.5	详解硬件电路和梯形图的工作原理	117	5.3.4	编写 PLC 控制程序	134
4.4	交通信号灯的 PLC 控制系统开发实例	119	5.3.5	详解硬件电路和梯形图的工作原理	135
4.4.1	明确系统控制要求	119	5.4	大小铁球分拣机的 PLC 控制系统开发实例	137
4.4.2	确定输入/输出设备并为其分配合适的 I/O 端子	119	5.4.1	明确系统控制要求	137
4.4.3	绘制交通信号灯的 PLC 控制电路图	120	5.4.2	确定输入/输出设备并为其分配合适的 I/O 端子	137
4.4.4	编写 PLC 控制程序	120	5.4.3	绘制 PLC 控制电路图	138
4.4.5	详解硬件电路和梯形图的工作原理	121	5.4.4	编写 PLC 控制程序	138
5.4.5	详解硬件电路和梯形图的工作原理	139			
第5章	步进指令的使用及实例	123	第6章	应用指令的使用	142
5.1	状态转移图与步进指令	123	6.1	应用指令的格式与规则	142
5.1.1	顺序控制与状态转移图	123	6.1.1	应用指令的格式	142
5.1.2	步进指令说明	124	6.1.2	应用指令的规则	143
5.1.3	步进指令在两种编程软件中的编写形式	125	6.2	应用指令使用详解	145
5.1.4	状态转移图分支方式	125	6.2.1	程序流程控制指令	145
5.1.5	用步进指令编程的注意事项	127	6.2.2	传送与比较指令	151
5.2	液体混合装置的 PLC 控制系统开发实例	128	6.2.3	四则运算与逻辑运算指令	157
5.2.1	明确系统控制要求	128	6.2.4	循环与移位指令	163
5.2.2	确定输入/输出设备并为其分配合适的 I/O 端子	128	6.2.5	数据处理指令	170
5.2.3	绘制 PLC 控制电路图	128	6.2.6	高速处理指令	176
5.2.4	编写 PLC 控制程序	129	6.2.7	方便指令	183
5.2.5	详解硬件电路和梯形图的工作原理	130	6.2.8	外部 I/O 设备指令	193
5.3	简易机械手的 PLC 控制系统开发实例	133	6.2.9	外部设备 (SER) 指令	204
			6.2.10	浮点运算指令	213
			6.2.11	高低位变换指令	214
			6.2.12	时钟运算指令	215
			6.2.13	格雷码变换指令	220
			6.2.14	触点比较指令	221
			第7章	模拟量模块的使用	224
			7.1	模拟量输入模块	



FX2N-4AD	224	8.3.1 PLC 与打印机通信（无协 议通信）	254
7.1.1 外形	225	8.3.2 两台 PLC 通信（并联连接 通信）	256
7.1.2 接线	225	8.3.3 多台 PLC 通信（N:N 网络 通信）	260
7.1.3 性能指标	226		
7.1.4 输入输出曲线	226	第9章 PLC 与变频器的综合 应用	267
7.1.5 增益和偏移说明	227	9.1 PLC 以开关量方式控制变频器 的硬件连接与实例	267
7.1.6 缓冲存储器（BFM）功能 说明	228	9.1.1 PLC 以开关量方式控制 变频器的硬件连接	267
7.1.7 实例程序	230	9.1.2 PLC 以开关量方式控制变频 器实例一——电动机 正反转控制	268
7.2 模拟量输出模块 FX2N-4DA	232	9.1.3 PLC 以开关量方式控制变频 器实例二——电动机多档 转速控制	270
7.2.1 外形	232	9.2 PLC 以模拟量方式控制变频器 的硬件连接与实例	275
7.2.2 接线	232	9.2.1 PLC 以模拟量方式控制 变频器的硬件 连接	275
7.2.3 性能指标	233	9.2.2 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	275
7.2.4 输入输出曲线	233	9.3 PLC 以 RS-485 通信方式控制 变频器的硬件连接 与实例	282
7.2.5 增益和偏移说明	234	9.3.1 变频器和 PLC 的 RS-485 通信口	283
7.2.6 缓冲存储器（BFM）功能 说明	235	9.3.2 变频器与 PLC 的 RS-485 通信连接	283
7.2.7 实例程序	237	9.3.3 RS-485 通信电缆 的制作	285
7.3 温度模拟量输入模块 FX2N- 4AD-PT	239	9.3.4 PLC（计算机）与变频器 的 RS-485 通信基础 知识	287
7.3.1 外形	239		
7.3.2 PT100 型温度传感器与 模块的接线	239		
7.3.3 性能指标	240		
7.3.4 输入输出曲线	241		
7.3.5 缓冲存储器（BFM）功能 说明	241		
7.3.6 实例程序	243		
第8章 PLC 通信	244		
8.1 通信基础知识	244		
8.1.1 通信方式	244		
8.1.2 通信传输介质	247		
8.2 通信接口设备	248		
8.2.1 FX2N-232-BD 通信板	248		
8.2.2 FX2N-422-BD 通信板	250		
8.2.3 FX2N-485-BD 通信板	252		
8.3 PLC 通信实例	254		



9.3.5 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	293	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）	299
附录	299	附录 B 三菱 FX 系列 PLC 指令 系统	305

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，称为可编程序控制器 (Programmable Controller)，简称 PC，但由于 PC 容易与个人计算机 (Personal Computer, PC) 混淆，故人们仍习惯将 PLC 当作可编程序控制器的缩写。

由于 PLC 一直在发展中，至今尚未对其下最后的定义。国际电工委员会 (IEC) 对 PLC 最新定义如下：

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。

图 1-1 所示为几种常见的 PLC。

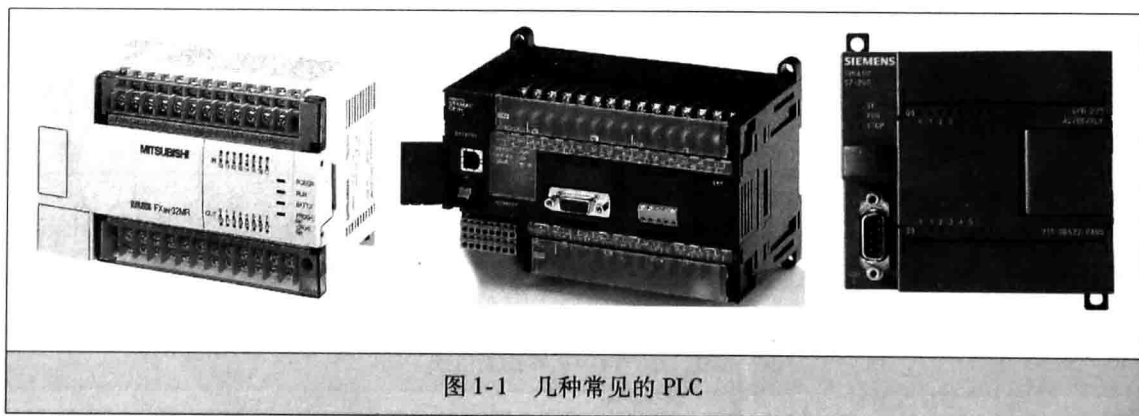


图 1-1 几种常见的 PLC



1.1.2 PLC 控制与继电器控制的比较

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电路, 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。

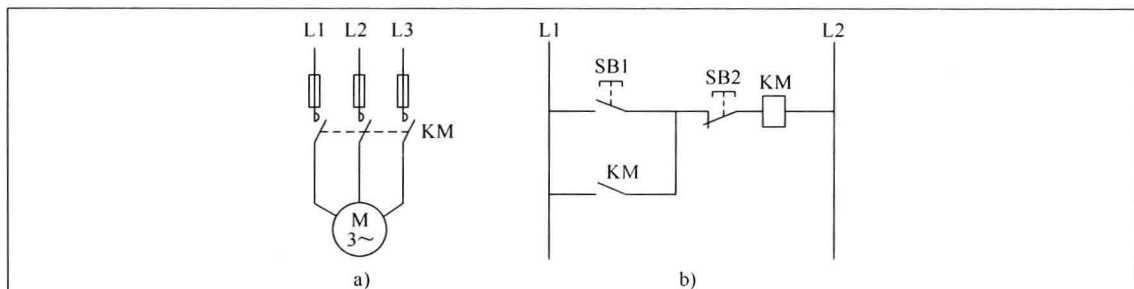


图 1-2 继电器正转控制电路

电路工作原理说明如下:

按下起动按钮 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 正转控制

图 1-3 是 PLC 正转控制电路, 它可以实现与图 1-2 所示的继电器正转控制电路相同的功能。PLC 正转控制电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电路相同。

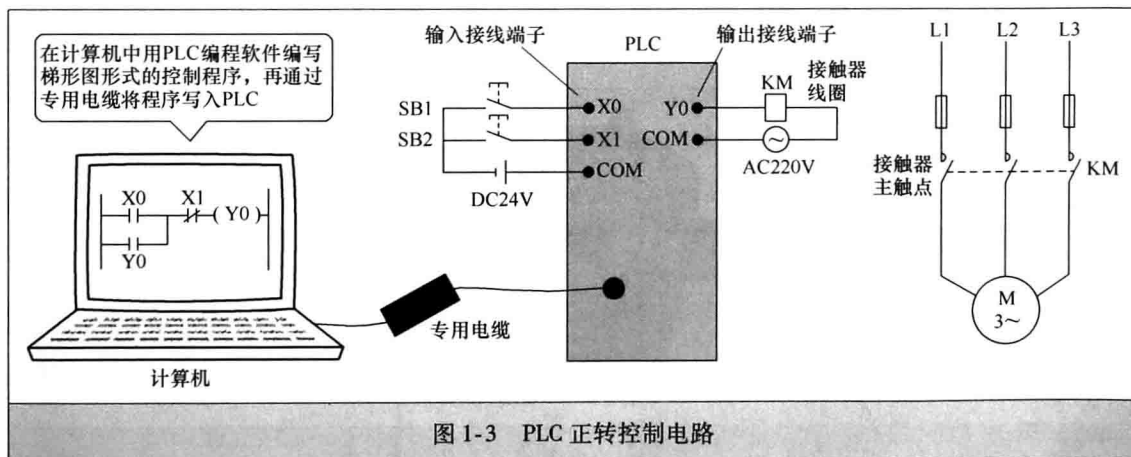


图 1-3 PLC 正转控制电路

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 正转控制电路的



硬件接线如图 1-3 所示, PLC 输入端子连接 SB1 (起动)、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, 再在计算机中使用专门的 PLC 编程软件编写图示的梯形图程序, 然后通过计算机与 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:

按下起动按钮 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、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的比较见表 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 的分类与特点

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。

模块式 PLC 又称组合式 PLC,图 1-4 所示为两种常见的模块式 PLC。模块式 PLC 有一个总线基板,基板上有许多总线插槽,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。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。

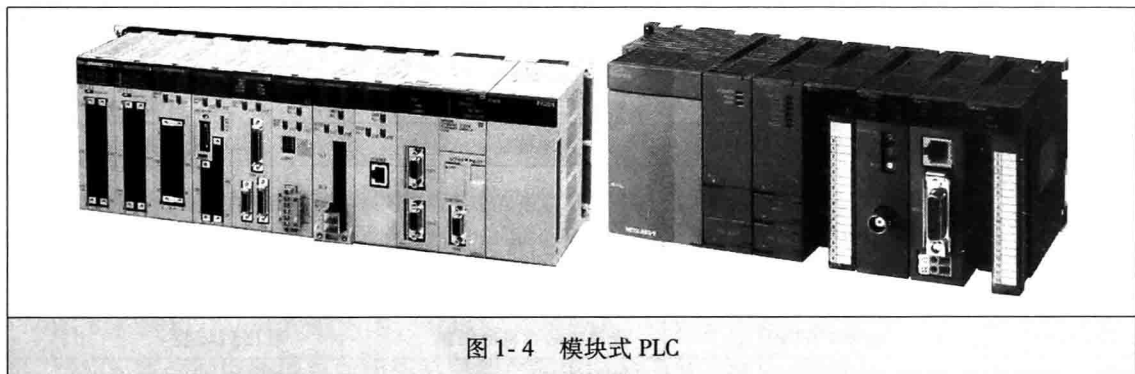


图 1-4 模块式 PLC

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,用户存储器容量在 4KB 以下。

2) 中型 PLC。其 I/O 点数在 256 ~ 2048 点之间,采用双 CPU,用户存储器容量为 2 ~ 8KB。

3) 大型 PLC。其 I/O 点数大于 2048 点,采用 16 位、32 位多 CPU,用户存储器容量为 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。它除了具有低档 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 (比例-积分-微分) 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 PLC 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。

1.2.2 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, 还具有数字量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。

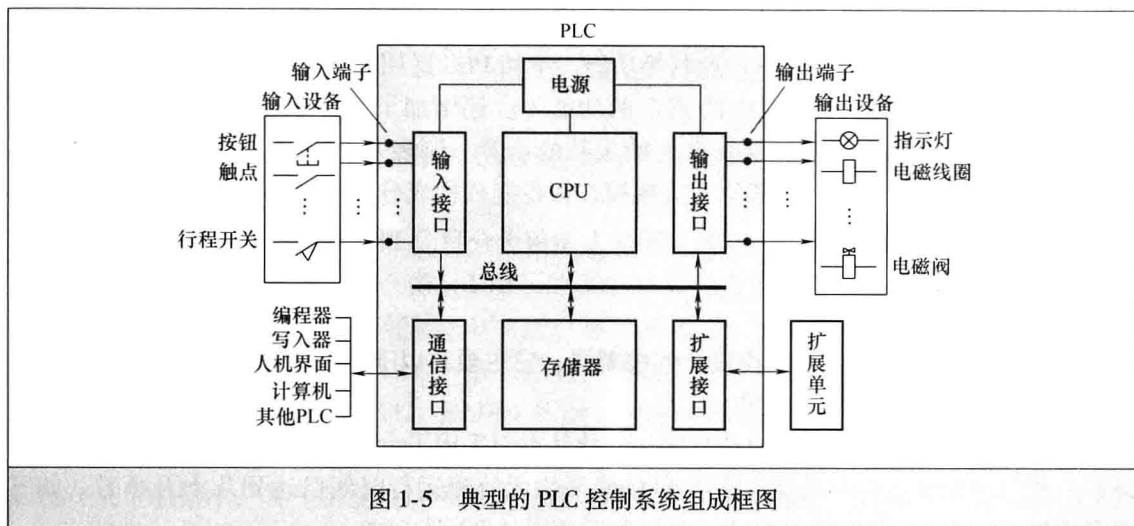
1.3 PLC 的基本组成

1.3.1 PLC 的组成框图

PLC 种类很多, 但结构大同小异, 典型的 PLC 控制系统组成框图如图 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。



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 的主要功能如下：

- 1) 接收通信接口送来的程序和消息，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 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 中的内容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 接口能接收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收开关通断信号，模拟量输入接口用于接收模拟量信号。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直/交流输入接口。三种类型开关量输入接口如图 1-6 所示。

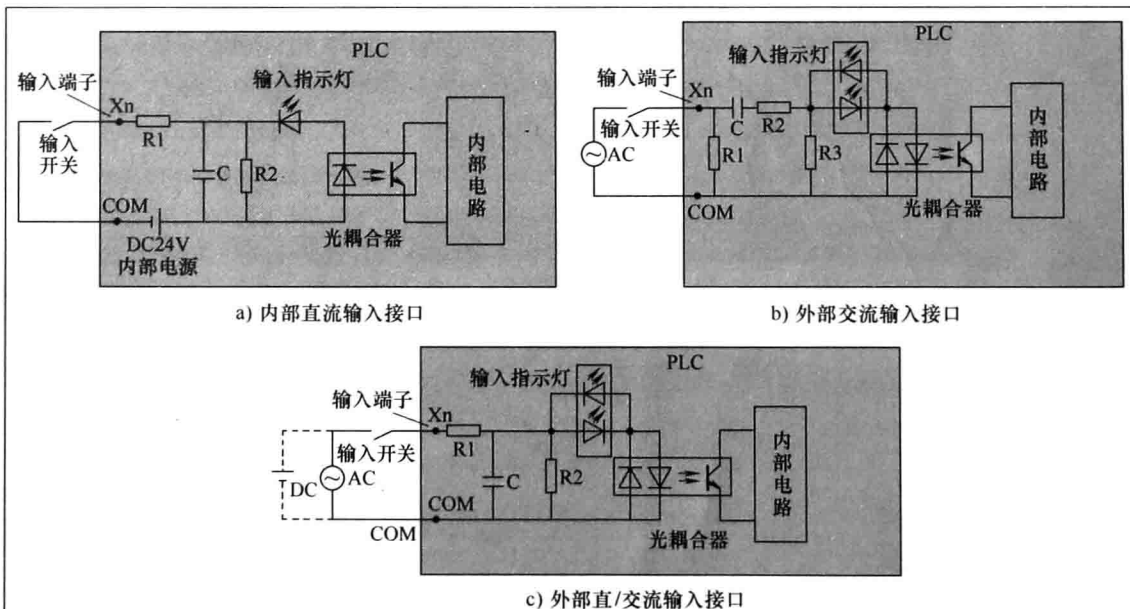


图 1-6 三种类型开关量输入接口

图 1-6a 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，有电流流过光耦合器和指示灯，光耦合器导通，将输入开关状态送给内部电路，由



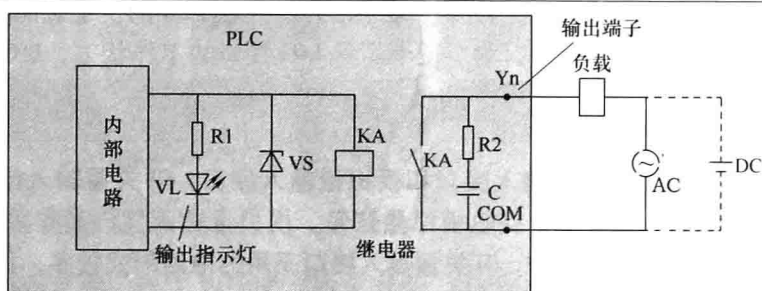
于光耦合器内部是通过光线传递,故可以将外部电路与内部电路有效隔离开来,输入指示灯点亮用于指示输入端子有输入。R2、C 为滤波电路,用于滤除输入端子窜入的干扰信号,R1 为限流电阻。

图 1-6b 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二极管正负极并联的光耦合器和指示灯。

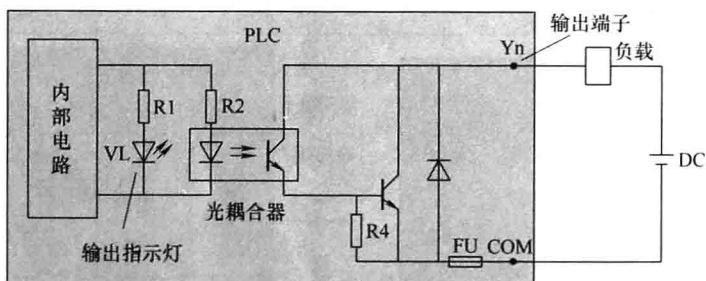
图 1-6c 为外部直/交流输入接口,输入接口的电源由外部的直流或交流电源提供。

(2) 输出接口

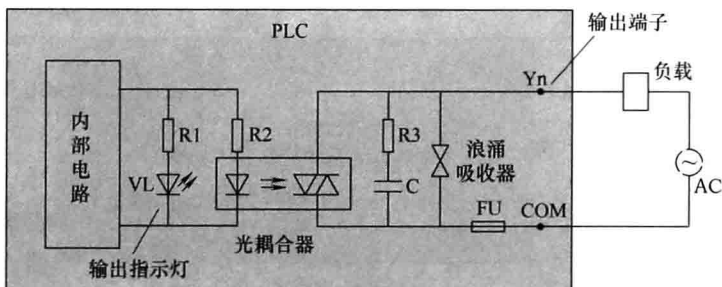
PLC 的输出接口也分为开关量输出接口和模拟量输出接口。模拟量输出接口通常采用 D-A 转换电路,将数字量信号转换成模拟量信号,开关量输出接口采用的电路形式较多,根据使用的输出开关器件不同可分为继电器输出接口、晶体管输出接口和双向晶闸管输出接口。三种类型开关量输出接口如图 1-7 所示。



a) 继电器输出接口



b) 晶体管输出接口



c) 双向晶闸管输出接口

图 1-7 三种类型开关量输出接口

图 1-7a 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