

中等职业学校教学用书（机电技术专业）

可编程控制器使用教程 (松下系列)

(第2版)

王红 主编

姜志臻 副主编

王波 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书介绍了 PLC 的结构和工作原理,并以松下 FP1 为背景介绍了可编程控制器的应用和实例。全书共分为 8 章,主要包括绪论、可编程控制器的结构及工作原理、FP1 的指令系统、FP1 的高级指令及编程、FP1 的特设功能及功能模块、PLC 控制系统的设计及应用、FP1 系列 PLC 的安装与维护 and 实验。本书在编写中力求文字精练、深入浅出,着眼可编程控制器的工程应用、理论联系实际。每章均附有课外阅读、问题解答及小结和习题。

本书可作为中专、中职学校教材,也可作有关技术人员的参考书。

本书还配有电子教学参考资料包,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器使用教程:松下系列/王红主编. —2 版. 北京:电子工业出版社, 2007. 6
中等职业学校教学用书. 机电技术专业
ISBN 978-7-121-04324-6

I. 可... II. 王... III. 可编程序控制器-专业学校-教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 065066 号

策划编辑:白楠

责任编辑:宋兆武

印刷:北京天宇星印刷厂

装订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:352 千字

印次:2007 年 6 月第 1 次印刷

印数:4000 册 定价:19.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

主任委员：陈 伟 信息产业部信息化推进司司长

副主任委员：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

马 斌 江苏省教育厅职社处处长

黄才华 河南省职业技术教育教学研究室主任

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

委 员：（排名不分先后）

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王社光 陕西省教育科学研究所

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副 秘 书 长：柴 灿 电子工业出版社

前言



可编程控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是微电子技术与自动控制技术相结合而开发出的一种适用于工业环境的新型通用自动控制装置, 是作为传统继电器的替换产品而出现的。随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展, 可编程控制器更多地具有了计算机的功能, 不仅能实现逻辑控制, 还具有了数据处理、通信、网络等功能。由于它可通过软件来改变控制过程, 而且具有体积小、组装维护方便、编程简单、可靠性高、抗干扰能力强等特点, 已广泛应用于工业控制的各个领域, 是现代工业自动化三大支柱 (PLC、机器人、CAD/CAM) 之一, 大大推进了机电一体化进程。

本书自第 1 版出版以来, 有幸得到了广大读者的厚爱, 有许多读者来信或来电就 PLC 原理和应用方面的问题与编者进行探讨, 提出了许多宝贵意见, 编者在此表示衷心感谢。

近年来, 为了适应 PLC 日益广泛应用的形势, 许多大、中专学校开设了 PLC 这门课程, 各行业也都进行了有关技术培训。本书作为职业学校教材, 在总结近几年来教学实践经验与结合当前职业教育特点的基础上, 对第 1 版做了较大的修改和补充。本书保持了第 1 版通俗易懂的写作风格, 在以下几方面做了修订:

(1) 增加了基本指令的应用实例。在第 1 版短小、易读、有趣的实用小例子的基础上, 增加了部分工程应用实例, 以便读者逐步掌握可编程序控制器的编程和应用。

(2) 增加了实物图和 PLC 外部接线图。根据现行职业教育的要求, 为了增强学生的实践动手能力, 本书通过增加实物图和 PLC 外部接线图加强了直观易读性和可操作性。

(3) 在部分章节后增加了课外阅读和常见问题解答。此次修订在收集整理多年的教学过程中学生经常遇到的问题, 以及全国各地读者反馈的信息后, 增加了课外阅读和常见问题解答, 旨在扩大读者的知识面, 使读者更好地认识和掌握 PLC 控制系统。

全书共 8 章。第 1 章绪论介绍了 PLC 的产生、特点及发展状况; 第 2 章介绍了 PLC 的结构及其工作原理; 第 3 章和第 4 章以 FP1 为例介绍了 PLC 的指令系统及编程方法; 第 5 章介绍了 FP1 的特殊控制、通信功能及 A/D、D/A 模块; 第 6 章介绍了 PLC 控制系统的设计方法及应用系统实例; 第 7 章介绍了 FP1 系列 PLC 的安装与维护; 最后 1 章为实验。

本书由山东电子职业技术学院王红主编, 济南电子机械工程学院姜志臻, 曹兴军共同完成修订工作。济南电子机械工程学院王波老师仔细审阅了全书并提出许多宝贵意见, 在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和疏漏，恳请广大读者批评指正。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版），请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn）免费注册后再进行下载，在有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail: hxedu@phei.com.cn）。

编者

2007年3月



目 录



第1章 绪论	1
1.1 可编程控制器简介	1
1.1.1 可编程控制器 PLC (Programmable Logic Controller)	1
1.1.2 PLC 的产生和发展	1
1.1.3 PLC 的发展趋势	3
1.2 可编程控制器的特点及应用范围	4
1.2.1 PLC 的特点	4
1.2.2 PLC 的应用范围	5
1.3 电器知识	5
1.3.1 常用电器元件及符号	6
1.3.2 常用的典型控制电路	9
课外阅读	10
问题解答	12
小结	12
习题	12
第2章 可编程控制器的结构及工作原理	14
2.1 PLC 的一般结构	14
2.1.1 中央处理器 CPU (Central Processing Unit)	15
2.1.2 存储器 (Memory)	15
2.1.3 输入/输出接口电路	16
2.1.4 电源	17
2.1.5 编程器	17
2.2 PLC 的基本工作原理	17
2.2.1 PLC 的工作方式	17
2.2.2 扫描周期	19
2.3 PLC 的基本性能指标	19
2.4 可编程控制器的分类	20
2.5 松下电工 FP1 系列 PLC 介绍	21
2.5.1 FP1 系列 PLC 的硬件配置	22
2.5.2 FP1 系列 PLC 的类型及规格	26
2.5.3 FP1 系列 PLC 的技术性能	29
2.5.4 FP1 内部寄存器及 I/O 配置	31

课外阅读	35
问题解答	39
小结	40
习题	41
第3章 FP1 的指令系统	43
3.1 编程语言和指令分类	43
3.1.1 梯形图语言	43
3.1.2 指令表语言	44
3.1.3 指令分类	45
3.2 基本指令	45
3.2.1 基本顺序指令	45
3.2.2 基本功能指令	52
3.2.3 基本控制指令	60
3.2.4 比较指令	76
3.3 基本指令的编程	78
3.3.1 应用基本指令编程时应注意的问题	78
3.3.2 应用程序举例	80
课外阅读	89
问题解答	90
小结	91
习题	92
第4章 FP1 的高级指令及编程	95
4.1 高级指令	95
4.1.1 数据传输指令	96
4.1.2 算术运算指令	98
4.1.3 逻辑运算指令	101
4.1.4 数据比较指令	101
4.1.5 数据转换指令	104
4.1.6 数据移位指令	109
4.1.7 位操作指令	111
4.1.8 特殊指令	112
4.2 高级指令的编程	115
课外阅读	120
小结	121
习题	122
第5章 FP1 的特殊功能及功能模块	123
5.1 FP1 的控制功能	123
5.1.1 输入延时滤波	123
5.1.2 脉冲捕捉功能	124
5.1.3 高速计数器功能	125

5.2	A/D、D/A 模块	129
5.2.1	A/D 模块	129
5.2.2	D/A 模块	131
5.2.3	应用举例	133
5.3	FP1 的通信功能	134
5.3.1	通信的基本概念	134
5.3.2	FP1 的通信接口	135
5.3.3	专用通信协议 MEWTOCOL	136
5.3.4	FP1 的通信连接	139
5.3.5	C-NET 工业局域网的应用	140
	课外阅读	143
	小结	144
	习题	144
第 6 章	PLC 控制系统的设计与应用	146
6.1	PLC 控制系统设计的基本内容和步骤	146
6.1.1	控制任务分析	146
6.1.2	PLC 及其配置的选择	147
6.1.3	I/O 分配	147
6.1.4	外部电路设计	147
6.1.5	程序设计	148
6.1.6	模拟调试	150
6.1.7	现场调试	151
6.1.8	编制技术文件	151
6.2	机械手控制	151
6.3	恒、变压供水控制	154
	小结	156
	习题	157
第 7 章	FP1 系列 PLC 的安装与维护	159
7.1	FP1 系列 PLC 的安装和接线	159
7.1.1	PLC 系统的安装	159
7.1.2	PLC 系统的接线	160
7.2	FP1 系列 PLC 的自诊断功能及故障诊断	163
7.3	FP1 系列 PLC 的维护和检修	165
7.3.1	FP1 系列 PLC 的维护	165
7.3.2	备份电池的更换	165
7.3.3	I/O 端子板的拆卸	166
	问题解答	166
	小结	166
	习题	166
第 8 章	实验	167
8.1	实验预备知识	167

8.1.1	FP 编程器 II 简介	167
8.1.2	OP 功能	171
8.1.3	练习	174
	思考题	175
8.2	基本指令实验	176
	实验一 基本顺序指令练习	176
	实验二 定时指令和计数指令的应用	178
	实验三 子程序和中断控制程序的应用	179
8.3	高级指令实验	181
	实验四 几种数据移位指令的应用	181
	实验五 数据传输指令和算术运算指令的应用	183
	实验六 数据比较指令和数据转换指令的应用	185
8.4	特殊指令及功能实验	187
	实验七 A/D、D/A 的应用	187
	实验八 可调输入的应用	189
8.5	程序设计实验	191
	实验九 抢答器	191
	实验十 天塔之光	192
	实验十一 交通信号灯控制实验	193
	实验十二 自动售货机控制实验	195
	实验十三 电梯控制	197
	附录 A	199
	附录 A1 ASC II (美国标准信息交换码) 表	199
	附录 A2 系统寄存器表	200
	附录 A3 特殊内部继电器表	203
	附录 A4 特殊数据寄存器表	204
	附录 A5 OP 功能表	206
	附录 A6 非键盘指令表	207
	附录 A7 错误代码表	207
	参考文献	208

第1章 绪论

自20世纪60年代末期世界上第一台PLC问世以来,PLC发展迅猛。特别是近年来,随着微电子技术的不断发展,PLC在处理速度、控制功能、通信能力及控制领域等方面都有新的突破。它将传统的继电器控制技术和现代的计算机信息处理技术的优点有机结合起来,成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制设备之一,并已跃居现代工业生产自动化三大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)的首位。

1.1 可编程控制器简介

1.1.1 可编程控制器 PLC (Programmable Logic Controller)

PLC是可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)的缩写,近年来,随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,可编程逻辑控制器不仅能实现逻辑控制,还具有了数据处理及通信等功能,故被称为可编程控制器,简称PC(Programmable Controller)。但由于PC容易和个人计算机(Personal Computer)相混淆,故人们仍习惯地用PLC作为可编程控制器的缩写。它是在继电器控制技术和计算机控制技术的基础上开发出来,并逐步发展成为以微处理器为核心,集计算机技术、自动控制技术、通信技术于一体的一种新型的工业控制装置。国际电工委员会(IEC)在其颁布的可编程控制器标准草案中给PLC做了如下定义:“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境下的应用而设计。它采用可编程序的存储器,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命令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则设计。”由此可见,PLC是一种由用户自己编程的通用的控制装置。用户可根据不同的使用场合,不同的控制需要,对它编制不同的控制程序。使用一台PLC可以实现完全不同的控制功能。换句话说,就是使用一台PLC,只需改变软件,就可以等同于多种不同的控制线路,因而它具有高度灵活、通用的特性。

1.1.2 PLC的产生和发展

1. PLC的产生

自1836年发明电磁继电器以来,人们就开始用导线把各种继电器、定时器、计数器及



其接点连接起来，并按一定的逻辑关系来控制各种生产机械。这种以硬接线方式构成的继电器控制系统至今仍在使用。但是，对于复杂的控制系统，如果某一个继电器损坏，甚至一个继电器的某一个触点接触不良，都会影响整个系统的正常运行。查找和排除故障往往是很困难的，有时可能要花费很长的时间。如果生产工艺发生变化，控制系统的元件和接线也需要做相应的变动，这种改造工期长、费用高，以至于有的用户宁愿扔掉旧的设备，另外制作一台新的控制系统。现代市场经济要求生产厂家对市场的需求作出迅速的反应，小批量、多品种、多规格、低成本和高质量地生产产品。老式的继电器控制系统已无法满足这一要求，这就使得人们开始寻求一种新的控制装置来取代老式的继电器控制系统。20 世纪 60 年代初，由于小型计算机的出现和大规模生产及多机群控的发展，国外曾试图用小型计算机代替较复杂的继电器控制系统，但初期的计算机控制系统不仅成本高、抗干扰能力差，而且编程技术较复杂，不易掌握，因而没能得到推广和应用。现代工业需要一种能糅合传统继电器接触器控制系统和先进的计算机控制系统的各自优点、用于开关量控制的自控装置，由此，在半导体集成电路和计算机技术发展的基础上，可编程控制器应运而生了。

20 世纪 60 年代末期，美国的汽车制造业竞争异常激烈。为了适应生产工艺不断更新的需要，为了降低成本，缩短新产品的开发周期，美国通用汽车公司（GM 公司）在 1968 年提出了招标开发研制新型顺序逻辑控制装置的十条要求，它就是有名的十条招标指标。其主要内容如下：

- (1) 编程简单，可在现场修改和调试程序。
- (2) 维护方便，各部件最好是插件式的装置。
- (3) 可靠性要高于继电器控制柜。
- (4) 体积要小于继电器控制柜。
- (5) 可将数据直接送入管理计算机。
- (6) 在成本上可与继电器控制柜竞争。
- (7) 输入可以是交流 115V（美国电网电压为 110V）。
- (8) 输出为交流 115V、2A 以上，能直接驱动电磁阀。
- (9) 具有灵活的扩展能力，在扩展时原系统只需做很少的变更。
- (10) 用户程序存储容量至少能扩展到 4KB（这是根据当时的汽车装配过程的要求提出的）。

从这些指标看，GM 公司希望研制出一种控制装置，使汽车生产流水线在汽车型号不断翻新的同时，尽可能减少重新设计继电器控制系统和重新接线的工作；并设想把计算机的灵活、通用、功能完备等优点与继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，研制成一种通用的控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用面向问题的“自然语言”进行编程，使得不熟悉计算机的人也能很方便地使用。它也反映了自动化工业及其他各类制造工业用户的要求和愿望。

1969 年，美国数字设备公司（DEC 公司）根据十条招标指标的要求，研制出世界上第一台可编程控制器，型号为 PDP-14。用它代替传统的继电器控制系统，在美国通用汽车公司的自动装配线上试用，获得了成功。此后，这项新技术就迅速发展起来，日本和西欧国家通过引进技术也分别于 1971 年和 1973 年研制出自己的可编程控制器。从此以后 PLC 装置遍及世界各发达国家的工业现场。我国对此项技术的研究始于 1974 年，3 年后进入工业应用



阶段。

2. PLC 的发展史

可编程控制器的发展与计算机技术、微电子技术、自动控制技术、数字通信技术、网络技术息息相关,这些高新技术的发展推动了可编程控制器的发展,而可编程控制器的发展又对这些高新技术提出了更高更新的要求,促进了它们的发展。从控制功能来看,可编程控制器的发展经历了以下几个阶段。

第一阶段:1969—1972年。这一阶段的产品主要用于逻辑运算和计时、计数等,它的CPU由中小规模的数字集成电路组成。这一阶段的产品机型比较单一,并且没有形成系列。与继电器控制装置相比,可靠性有一定的提高。

第二阶段:1973—1975年。这一阶段的产品已开始使用微处理器做CPU,存储器采用半导体存储器EPROM。控制功能得到了较大的扩展,能够实现数据的传送、比较、运算和模拟量的运算等功能。这一阶段的产品初步形成系列,且具备了自诊断功能。

第三阶段:1976—1983年。这个时期的产品与计算机通信的发展联系紧密,可编程控制器在通信方面有了很大的发展,初步形成了分布式的通信网络体系。在该阶段,由于生产过程控制的需要,对可编程控制器的需求大大增加,产品的功能因此得到了发展:数学运算的功能得到了较大的扩充,产品的自诊断功能和容错技术发展迅速,可靠性得到了进一步提高。

第四阶段:1984—1990年。由于开放系统的提出,使可编程控制器得到了较大的发展,主要表现在通信系统的开放,通信协议的标准化。在这一阶段,产品的规模不断扩大,功能不断完善。

第五阶段:1991年至今。该时期实现了特殊算术运算的指令化,通信能力进一步加强。

3. 我国 PLC 的发展

我国于1974年开始研制可编程控制器,1977年研制出第一台具有使用价值的可编程控制器,并开始批量生产和应用于工业过程的控制。由于使用单片一位处理器,故其应用的规模较小,主要的控制方式是开关量控制。随着我国改革开放的逐步深入,先后有全国各地的许多仪表厂、无线电厂和研究所等单位与国外许多著名的可编程控制器的制造厂商进行了合资或引进技术、生产流水线等,使我国可编程控制器的应用有了较大的发展。一些大中型的工程项目采用可编程控制器以后,取得了明显的经济效益,也反过来促进了可编程控制器的发展。目前国内的PLC市场,中小型进口机主要有日本三菱、欧姆龙(OMRON)公司的产品,大中型机则以德国西门子(SIEMENS)、法国施耐德(SCHNEIDER)自动化公司、美国A-B(Allen & Bradley)公司的产品为主。日本松下公司的FP系列PLC进入国内市场相对较晚,但因其品种规格齐全、功能完善,且编程软件有汉化版本,因此具有较好的发展前景。

1.1.3 PLC 的发展趋势

PLC是一门综合技术,其发展与电子技术和计算机技术息息相关。随着可编程控制器应用领域的不断扩大,它本身也在不断发展。目前PLC技术总的发展趋势是系列化、通用化和高性能化。主要表现在以下几个方面。

(1) 在系统构成规模上向大、小两个完全不同的方向发展

为真正替代最小的继电器控制系统,小型化、专用化、模块化、低成本是小型PLC的



发展方向；为满足现代企业中那些大规模、复杂系统的自动化需要，大容量、高速度、多功能、高性价比是大型 PLC 的发展方向。

(2) 系统功能不断增强，各种应用模块不断推出

大力加强过程控制和数据处理功能，提高组网及通信能力，开发多种功能模块，以使各种规模的自动化系统功能更强、更可靠。组成和维护更加灵活方便，应用范围更加广泛是 PLC 的发展方向。

(3) 产品更加规范化、标准化

PLC 厂家在对硬件与编程工具不断升级的同时，日益向制造自动化协议（MAP）靠拢，并使 PLC 的基本部件，如输入/输出模块、接线端子、通信协议、编程语言和编程工具等方面的技术规格规范化、标准化，使不同产品间能相互兼容、易于组网，以真正方便用户利用 PLC 来实现工厂生产的自动化。国际电工委员会的 IEC61131-3《可编程序控制器的编程软件标准》为 PLC 编程的标准化铺平了道路。不少厂家正在开发以 PC 机为硬件平台、在 Windows 操作系统下、符合 IEC61131-3 国际标准的新一代 PLC。



1.2 可编程控制器的特点及应用范围

1.2.1 PLC 的特点

由 PLC 的产生和发展过程可知，PLC 的设计是站在用户立场，以用户需要为出发点，以直接应用于各种工业环境为目标，但又不断采用先进技术以求发展。可编程控制器经过近四十年的发展，已日臻完善。其主要特点为：

(1) 可靠性高、抗干扰能力强

由 PLC 组成的控制系统用软件代替了传统的继电器控制中复杂的硬件线路，故使用 PLC 的控制系统故障率明显低于不用 PLC 的控制系统。另一方面，PLC 本身采用了抗干扰能力强的微处理器做 CPU；电源采用多级滤波及集成稳压块稳压，以适应电网电压的波动；输入、输出采用光电隔离技术；工业应用的 PLC 还采用了较多的屏蔽措施。由于采取了以上措施，使得 PLC 有很强的抗干扰能力，从而提高了整个系统的可靠性。目前，PLC 的整机平均无故障工作时间一般可达 2~5 万小时，甚至更高。

(2) 编程简单易学

PLC 的最大特点之一，就是采用了易学易懂的梯形图语言。这种编程方式既继承了传统的继电器控制线路的清晰直观感，又考虑到了大多数技术人员的读图习惯，即使没有计算机基础的人也很容易学会，故很容易在厂矿企业中推广使用。

(3) 使用维护方便

① 硬件配置方便。PLC 的硬件都是由专门生产厂家按一定标准和规格生产的。硬件可按实际需要配置，在市场上可方便地买到。PLC 的硬件配置采用模块化组合结构，系统构成十分灵活，可根据需要任意组合。

② 安装方便。内部不需要接线和焊接，只要编程就可以使用。

③ 使用方便。触点的使用不受次数限制，内部器件的个数也不受限制，只需考虑输入、输出点数即可。



④ 维护方便。PLC 配有很多监控提示信号,能检查出系统自身的故障,并随时显示给操作人员;能动态地监视控制程序的执行情况,为现场的调试和维护提供了方便;接线少,维修时只需更换插入式模块,维护方便。

(4) 体积小、重量轻、功耗低

由于 PLC 是专门为工业控制而设计的,其结构紧凑、坚固,体积小,易于装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

(5) 设计施工周期短

使用 PLC 完成一项控制工程,在系统设计完成后,现场施工和 PLC 程序设计可同时进行,设计周期短,程序调试和修改方便。

正是由于有了上述优点,才使得 PLC 受到了广泛的欢迎。

1.2.2 PLC 的应用范围

PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、石化、电力、机械制造、汽车制造、环保及娱乐等各行各业。其应用大致可分为以下几种类型:

(1) 用于开关逻辑和顺序控制

这是 PLC 最基本的应用范围,它的主要功能是完成开关逻辑运算和进行顺序控制。可用 PLC 取代传统继电器控制,如机床电气、电机控制等;亦可取代顺序控制,如高炉上料、电梯控制等。总之,PLC 可用于单机、多机及生产线的自动化控制。

(2) 用于机械加工的数控控制

PLC 和计算机控制装置组合成一体,可实现数值控制,组成数控机床。有人曾预言:今后的计算机数控系统将变成以 PLC 为主体的控制和管理系统。

(3) 用于机器人或机械手控制

随着工业自动化的发展,机器人和机械手的使用将越来越普遍。可用一台 PLC 实现 3~6 轴的机器人控制。

(4) 用于模拟量的控制

PLC 具有 D/A、A/D 转换及算术运算功能,可实现模拟量控制。现在大型的 PLC 都配有 PID (比例、积分、微分) 子程序或 PID 模块,可实现单回路、多回路的调节控制。

(5) 用于组成多级控制系统,实现工厂自动化网络

高功能的 PLC 具有较强的通信联网功能,把 PLC 作为下位机,与上位机或同级的 PLC 进行通信,可以完成数据的处理和信息的交换,实现对整个生产过程的信息控制和管理。



1.3 电器知识

在工厂的电气设备中,某些控制元件如接触器、继电器、电阻器、熔断器等统称为电器。电器就是一种能控制电的工具,它可对电能的产生、分配起到控制保护作用。应用这些电器组成的自动控制系统,称为电器控制系统。由于 PLC 是从继电器控制逻辑发展而来的,因此 PLC 最基本的控制功能是开关逻辑和顺序控制,它能模拟继电器控制中的继电器、定时器、计数器等。为方便电气控制技术人员使用 PLC,PLC 中的许多术语、名称、编程方法等都沿用了继电器控制的概念,本节将对继电器相关知识作简单介绍。



1.3.1 常用电器元件及符号

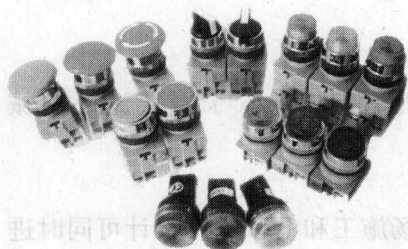
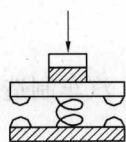


图 1.1 常见按钮实物图

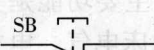
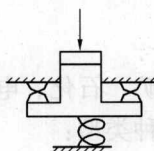
常用的电器元件有按钮、行程开关、熔断器、继电器、接触器等。

1. 按钮

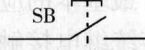
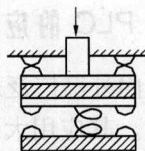
按钮（如图 1.1 所示）是手动开关，在自动控制系统中，它常用来作为开始启动或最后停止的命令。由于这种命令一般由操作人员发出，故做成手动开关。按钮一般分为常开按钮、常闭按钮及复合按钮等几种形式，其图形及文字符号如图 1.2 所示。



(a) 常开按钮



(b) 常闭按钮



(c) 复合按钮

图 1.2 按钮的图形及文字符号

常开按钮：平时触点是分开的，手动按下去后触点闭合，手离开后触点又恢复原状。

常闭按钮：平时触点是闭合的，手动按下去后触点分开，手离开后触点又恢复原状。

复合按钮：把常开常闭装在一起的按钮。

2. 行程开关

行程开关（如图 1.3 所示）是一种根据运动部件的行程位置而切换电路的电器。它的作用原理与按钮类似，当生产机械的运动部件碰撞行程开关的顶杆时，行程开关的触点动作，发出控制信号。行程开关和按钮的不同点在于行程开关是靠外加的机械力使触点动作，而按钮是靠人工手动而动作。行程开关的图形及文字符号如图 1.4 所示。现在常用光电耦合、电磁感应等原理做成无触点的行程开关。

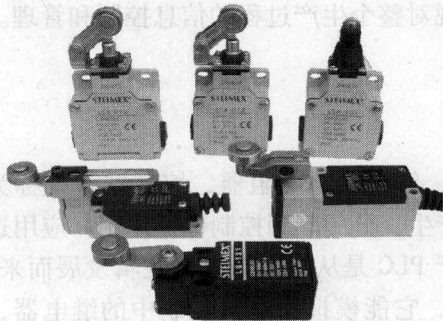
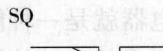


图 1.3 常见行程开关实物图



(a) 常开触点



(b) 常闭触点

图 1.4 行程开关的图形及文字符号



3. 熔断器

熔断器(如图1.5所示)又称为保险丝,是一种利用熔化作用切断电路的保护器。其工作原理是当通过的电流过大时,会产生足够大的热量使得熔片或熔丝熔化,从而使得电路断开,保护了电气设备的安全。其图形及文字符号如图1.6所示。

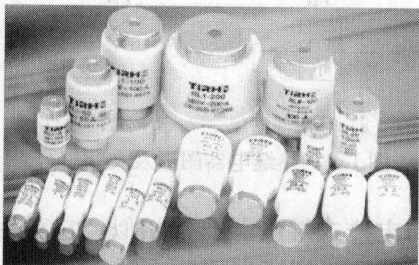


图1.5 常见熔断器实物图

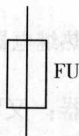


图1.6 熔断器的图形和文字符号

4. 继电器

继电器是一种当输入量满足某些规定条件时,能在一个或多个电器输出电路中产生预定跃变的器件。继电器的种类很多,有电磁继电器、热继电器和时间继电器等。

(1) 电磁继电器:由控制电流通过线圈时所产生的电磁吸力来驱动磁路中的可动部分,从而实现触点的开、闭或转换功能的继电器。这种继电器最常用,其结构如图1.7所示。

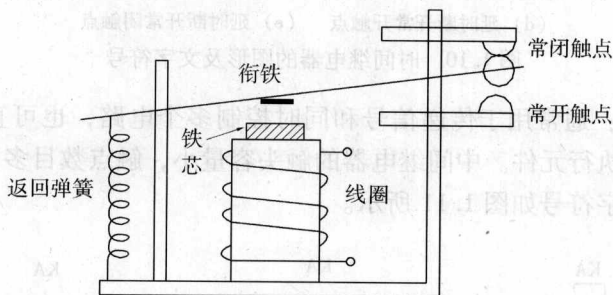


图1.7 电磁继电器结构图

电磁继电器主要由铁芯、线圈、衔铁、返回弹簧和动、静触点等组成。当线圈中加上规定的电压或电流后,衔铁就在电磁吸力的作用下克服返回弹簧的拉力,吸向铁芯,衔铁上的动触点与静触点闭合或断开;当线圈断电后,电磁吸力消失,衔铁在返回弹簧的作用下返回原位,使得常闭触点闭合,常开触点断开。电磁继电器是利用电磁原理设计的开关。

电磁继电器分为直流和交流继电器。直流继电器是指用直流电作为输入控制参量的继电器,交流继电器是指用交流电作为输入控制参量的继电器。

(2) 热继电器:全称为热过载继电器(如图1.8所示),是一种依靠电流通过热元件时所产生的热加热双金属片,使双金属片弯曲变形,推动脱扣器动作的电动机保护专用电器。热继电器是利用电流的热效应原理来工作的保护电器,其图形及文字符号如图1.9所示。

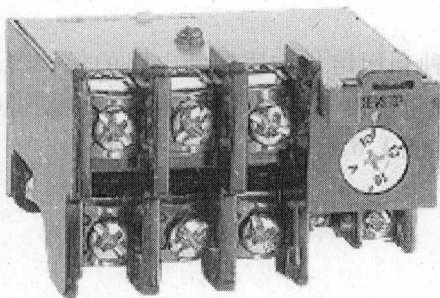


图 1.8 热继电器实物图

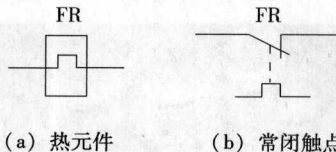
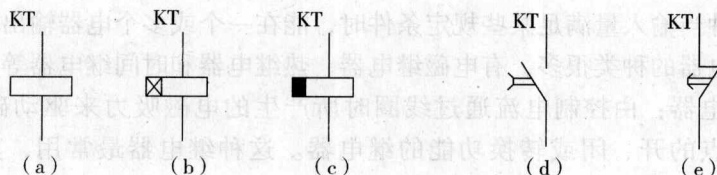


图 1.9 热继电器图形及文字符号

(3) 时间继电器：又称为延时继电器，其结构与电磁式继电器非常相似。它利用各种延时办法，使得线圈中的电流变化减慢，从而使得衔铁在线圈通电或断电瞬间不能立即吸合。时间继电器的图形及文字符号如图 1.10 所示。它在 PLC 中又称为定时器。当定时器的输入接通时，开始定时；定时时间到，则定时器接通，定时器相应的触点动作。

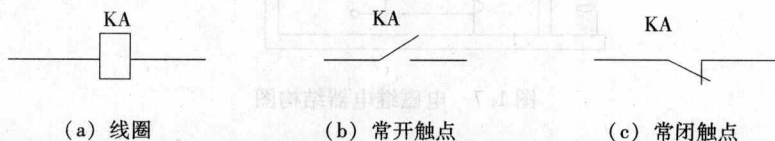


(a) 线圈一般符号 (b) 通电延时线圈 (c) 断电延时线圈

(d) 延时断开常开触点 (e) 延时断开常闭触点

图 1.10 时间继电器的图形及文字符号

(4) 中间继电器：通常用于传递信号和同时控制多个电路，也可直接用它来控制小容量电动机或其他电气执行元件。中间继电器的触头容量小，触点数目多，用于控制线路。中间继电器的图形及文字符号如图 1.11 所示。



(a) 线圈

(b) 常开触点

(c) 常闭触点

图 1.11 中间继电器图形及文字符号

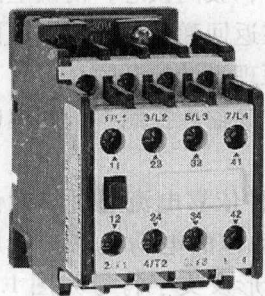


图 1.12 接触器实物图

5. 接触器

接触器（如图 1.12 所示）是一种适用于在低压配电系统中远距离控制，频繁操作交、直流主电路及大容量控制电路的自动控制开关电器。它主要应用于自动控制交、直流电动机，电热设备，电容器组等设备，应用十分广泛。接触器的图形及文字符号如图 1.13 所示。

接触器和继电器的结构、工作原理大致相同。主要区别在于：接触器的主触点可以通过大电流；继电器的体积和触点容量小，触点数目多，只能通过小电流。