

图 解



超值双色印刷

- 全程再现程序中器件的工作状态
- 赠送Flash课件和源程序
- 全面剖析PLC程序的工作流程

PLC控制系统 梯形图及指令表

(第二版)

陆运华 主 编

敖华勤 国志宏 副主编

全程图解

手把手教你学会PLC编程

边学边练

通过实践快速掌握知识

实例精讲

侧重工程项目实际应用



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

013038126

TP332.3

152-2

图解PLC控制系统 梯形图及指令表

(第二版)

主 编 陆运华

副主编 敖华勤 国志宏

林干祥 (长沙市电子工业学校)

参 编 杨本道 (海南省洋浦技工学校)

尹 飞 (佛山市顺德区北滘职业技术学校)



北航

C1643958



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TP332.3
152-2

P

331880810

内 容 提 要

本书共分8章,内容包括PLC的构成及工作原理、PLC硬件系统、PLC指令系统、PLC编程要领及小型实用程序设计、PLC控制系统的硬件设计、PLC在继电器—接触器控制系统改造中的应用,以及综合工程实例程序分析等。

本书采用双色图解的形式来再现电路及程序中器件的不同工作状态,图文并茂,以图其解、其义自见,从而有效地化解了电路及程序分析的抽象性。认知门槛低。覆盖面宽,内容翔实。内容强调实用性。本书对一些程序的运行过程配有动态的Flash课件,以帮助读者更好地分析理解程序。

本书可作为大中专院校工业自动化、电气工程、机电一体化等专业的教材,也可供从事PLC程序设计、测试和维护的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

图解PLC控制系统梯形图及指令表/陆运华主编. —2版.
北京:中国电力出版社,2012.10

ISBN 978-7-5123-3628-5

I. ①图… II. ①陆… III. ①plc技术—控制系统—图解
IV. ①TM571.6-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第245344号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007年6月第一版

2013年5月第二版 2013年5月北京第五次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 19印张 437千字

印数12001—15000册 定价39.80元(含1CD)

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

PLC 是以微型计算机技术为核心的通用工业控制装置。它将继电器-接触器控制技术与计算机程序控制技术、通信技术等有机地结合为一体,具有功能强大,能适应各种恶劣工业环境,编程语言形象直观、容易上手,与现场控制系统兼容性强等诸多优点。因此,自其诞生以来就在工业自动化控制、机电一体化,以及继电器-接触器控制系统改造升级方面得到应用。因此,学习、掌握和应用 PLC 技术成为广大工程技术人员和工控爱好者从业的必备技能之一。

再版说明

本书第一版多次重印,受到了全国各地师生和读者的广泛赞誉。为了满足读者不同层次的需求,针对第一版中存在的问题进行了更正和修改,结合当前应用较多的工控领域出现的新技术、新知识,对部分内容的设置进行了修改,保持了原有图书的体系结构,更换了大量的工程实例。

本书特点

1. 认知门槛低

本书采用双色图解的形式来再现电路及程序中器件的不同工作状态,图文并茂,以图其解、其义自见,从而有效地化解了电路及程序分析的抽象性。使读者犹如学习动态视频教学一般学习静态纸质内容,非常适合职高、技校学员及初学者学习。

2. 覆盖面宽,内容翔实

本书既详细介绍了 PLC 的硬件结构与指令系统,又花大篇幅介绍了工程实际应用案例的软硬件系统设计(包括继电器-接触器控制系统的改造升级和其他各类综合性工程案例),同时附录中还收录了常用电气设备图形符号及文字符号、CPM2A/CPM2C 存储区功能、CPM1/CPM1A/CPM2A PCs 的 I/O 配置、CPU 单元分配、CPM2A/CPM2C 运行码、Omron PLC 助记符字母表等技术资料。因此,本书也是广大工程技术人员必备的一本参考书。

3. 内容强调实用性

本书中各项目的设计均较好地反映了工业自动化生产中的实际需要,使读者真正能够做到学以致用。

4. 多种媒体相互结合

多种媒体互为补充,以破解纸质媒体再现知识环节的难度。本书对一些程序的运行过

程配有动态的 Flash 课件，以帮助读者更好地分析程序与了解程序的工作流程。

本书内容

本书共分 8 章，内容涉及 PLC 的构成及工作原理、PLC 硬件系统、PLC 指令系统、PLC 编程要领及小型实用程序分析、PLC 控制系统的硬件设计、PLC 在继电器 - 接触器控制系统改造中的应用、综合工程实例程序分析。

编写人员

本书由陆运华担任主编，敖华勤、国志宏副主编，巫劭平、李翠英、曹帅、易闯、胡翠华、黄儒托、李松柏、刘峻宇、张玉荣、林干祥、杨本道、尹飞等同志共同编著。

致谢

在本书编写过程中，欧姆龙（中国）有限公司校企合作部崔玉兰经理、周岩先生给予了大力帮助，并为我们提供了大量的技术资料，在此对他们的帮助表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，我们参考了大量的资料，并引用了其中的一些数据，在此向这些资料的作者表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中不免存在一些错误和不妥之处，敬请读者朋友批评指正，请发邮件到 liuchi1030@163.com 与本书编辑联系。

光盘说明

本书配套的光盘附赠本书所有程序源代码和 Flash 动画演示课件，其中编程软件的操作使用视频教程可登录以下链接自行下载或在线学习：http://www.fa.omron.com.cn/training/online_courses_detail.jsp?id=30，http://www.fa.omron.com.cn/training/online_courses_detail.jsp?id=34。

编 者

目 录

前言

第 1 章 PLC的构成及工作原理 1

1.1 PLC概述	1
1.1.1 PLC的发展概况	1
1.1.2 PLC的流派	2
1.1.3 PLC的发展趋势	4
1.1.4 PLC的主要优点	5
1.1.5 PLC的特点	6
1.1.6 PLC的应用	7
1.2 PLC的基本构成及工作原理	8
1.2.1 PLC的基本构成	8
1.2.2 PLC控制的等效电路	9
1.2.3 PLC的工作原理	10
1.3 PLC的技术规格与分类	15
1.3.1 PLC的一般技术规格	15
1.3.2 PLC的基本技术性能	16
1.3.3 PLC的分类	16

第 2 章 PLC硬件系统 19

2.1 系统的硬件配置	19
2.1.1 基本单元	19
2.1.2 扩展设备	22
2.1.3 编程器	23
2.1.4 其他外围设备	24
2.2 基本I/O单元	25
2.2.1 开关量输入单元	25
2.2.2 开关量输出单元	28
2.3 CPM系列PLC简介	30
2.3.1 外形图	30
2.3.2 CPM2A的基本构成	30
2.3.3 CPM2AH型PLC功能简介	31
2.3.4 I/O扩展单元	33

2.3.5 编程工具.....	34
2.3.6 型号及其种类.....	35
2.3.7 产品规格.....	36

第3章 PLC指令系统 40

3.1 编程基础.....	40
3.1.1 编程基础知识.....	40
3.1.2 软元件通道号及地址号分配规律.....	43
3.2 基本指令系统.....	51
3.2.1 取指令LD (Load)、取反指令LDNOT (Load Not) 和输出指令 OUT (Output)、反相输出指令OUTNOT (Output Not)	51
3.2.2 与指令AND (And)、与非指令ANDNOT (And Not) 和或指令 OR (Or)、或非指令ORNOT (Or Not)	52
3.2.3 块与ANDLD (And Load) 和块或指令ORLD (Or Load)	54
3.2.4 空操作NOP (00) [No Operation]和程序结束END (01) [End]指令.....	56
3.2.5 上升沿微分指令DIFU(13)[Differentiate Up]和下降沿微分指令 DIFD (14) [Differentiate Down].....	57
3.2.6 置位指令SET (Set)、复位指令RSET (Reset) 和保持指令 KEEP (11) [Keep].....	58
3.2.7 定时器指令TIM (Timer) 和计数器指令CNT (Counter)	60
3.2.8 互锁指令IL (02) [Inter Lock]和解除互锁指令ILC (03) [Inter Lock Clear].....	63
3.2.9 跳转JMP (04) 和跳转结束指令JME (05)	66
3.3 应用指令系统.....	69
3.3.1 数据比较指令.....	69
3.3.2 数据传送指令.....	70
3.3.3 数据移位指令.....	72
3.3.4 BCD递增递减指令.....	74
3.3.5 进位标志指令.....	75
3.3.6 四则运算指令.....	76
3.3.7 逻辑运算指令.....	78
3.3.8 步进指令.....	80
3.3.9 子程序控制指令.....	82

第4章 PLC编程要领及小型实用程序分析 87

4.1 PLC编程要领.....	87
4.1.1 PLC编程的基本原则.....	87
4.1.2 PLC编程的技巧.....	89
4.2 常用小型实用程序.....	92
4.2.1 电动机的起动、保持、停止程序 (也称启动、复位程序)	93

4.2.2	单稳态程序.....	98
4.2.3	双稳态程序.....	98
4.2.4	多谐振荡器程序.....	99
4.2.5	脉冲序列发生器程序.....	100
4.2.6	顺序脉冲发生程序.....	101
4.2.7	占空比可调的脉冲程序.....	102
4.2.8	长定时程序.....	103
4.2.9	两地控制和多地控制程序.....	104
4.2.10	指示程序.....	106
4.2.11	二分频程序.....	107
4.2.12	断电延时程序.....	107

第5章 PLC控制系统的硬件设计 109

5.1	控制系统的设计步骤和PLC选型.....	109
5.1.1	控制系统的设计步骤.....	109
5.1.2	可编程控制器的选择.....	111
5.2	系统硬件设计方案.....	113
5.2.1	系统硬件设计总体方案.....	114
5.2.2	系统硬件设计依据.....	116
5.2.3	系统硬件设计文件.....	117
5.3	PLC输入/输出电路设计.....	119
5.3.1	PLC输入电路的设计.....	119
5.3.2	PLC输出电路的设计.....	124
5.4	PLC的系统供电及接地设计.....	127
5.4.1	系统供电设计.....	127
5.4.2	接地设计.....	128

第6章 PLC在继电器—接触器控制系统改造中的应用 131

6.1	三相异步电动机正转控制系统的改造.....	131
6.1.1	点动正转控制线路.....	131
6.1.2	具有过载保护的接触器自锁正转控制线路.....	134
6.1.3	连续与点动混合正转控制线路.....	138
6.2	三相异步电动机正反转控制系统的改造.....	143
6.2.1	接触器联锁的正反转控制线路.....	143
6.2.2	按钮联锁的正反转控制线路.....	148
6.2.3	按钮、接触器双重联锁正反转控制线路.....	151
6.3	三相异步电动机位置控制和自动循环控制系统的改造.....	155
6.3.1	位置控制线路.....	155
6.3.2	自动往返控制线路.....	160
6.4	三相异步电动机顺序控制和多地控制系统的改造.....	165

6.4.1 顺序控制线路.....	165
6.4.2 多地控制线路.....	171
6.5 三相异步电动机降压起动控制系统的改造.....	174
6.5.1 定子绕组串电阻降压起动控制线路.....	174
6.5.2 断电延时型Y- Δ 降压起动控制线路.....	177
6.6 多速三相异步电动机的控制系统改造.....	182
6.7 三相异步电动机制动系统的改造.....	188

第7章 综合工程实例程序分析..... 195

7.1 PLC在四路抢答器控制系统中的应用.....	195
7.1.1 控制要求.....	195
7.1.2 I/O地址分配.....	195
7.1.3 绘制接线图.....	197
7.1.4 编制梯形图程序及指令表.....	197
7.2 PLC在交通信号灯控制系统中的应用.....	205
7.2.1 控制要求.....	205
7.2.2 I/O地址分配.....	205
7.2.3 绘制接线图.....	206
7.2.4 编制梯形图程序及指令表.....	206
7.3 工业多种液体混合装置PLC控制系统的设计.....	209
7.3.1 控制要求.....	210
7.3.2 系统I/O地址分配.....	211
7.3.3 硬件接线图.....	211
7.3.4 编制梯形图程序及指令表.....	212
7.4 天塔之光PLC控制系统的设计.....	215
7.4.1 控制要求.....	215
7.4.2 PLC的I/O分配.....	215
7.4.3 绘制PLC硬件接线图.....	216
7.4.4 编制梯形图及指令表程序.....	216
7.5 基于PLC的CA6140车床控制线路改造升级.....	219
7.5.1 CA6140车床电气原理图解读.....	220
7.5.2 CA6140型车床的PLC控制方案.....	221
7.6 三层电梯的PLC控制程序.....	223
7.6.1 控制要求.....	223
7.6.2 I/O分配表.....	224
7.6.3 绘制PLC硬件接线图与编制控制程序.....	224
7.7 生产车间台车呼车控制系统.....	226
7.7.1 工艺要求与控制过程.....	226
7.7.2 解决方案.....	226
7.8 运料小车控制程序.....	232

7.8.1 任务分析	232
7.8.2 配置I/O地址	233
7.8.3 绘制系统接线图	233
7.8.4 编制控制程序	234
7.9 工厂传送带自动顺序起动逆序停止控制程序	234
7.9.1 任务分析	235
7.9.2 I/O配置	235
7.9.3 绘制系统接线图	235
7.9.4 编制控制程序	236

第8章 CX-Programmer编程软件使用指南 237

8.1 CX-Programmer编程软件的安装和起动	237
8.1.1 CX-Programmer的安装步骤	237
8.1.2 CX-Programmer的启动	240
8.1.3 打开新工程和设置设备型号	240
8.1.4 软件主窗口	241
8.1.5 创建程序	246
8.2 CX-Programmer软件的在线与调试功能	264

附录A 常用电气设备图形符号及文字符号	283
附录B CPM2A/CPM2C存储区功能	284
附录C CPM1/CPM1A/CPM2A PCs的I/O配置	285
附录D CPU单元分配	286
附录E CPM2A/CPM2C运行码	288
附录F Omron PLC助记符字母表	289

参考文献	293
------------	-----

PLC 的构成及工作原理

可编程控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是一种新型的控制器件。它集微电子、通信技术、计算机技术和控制技术等于一体, 在取代继电器控制系统, 实现多种设备的自动控制中, 有其不可取代的优越性, 因而受到广大用户的欢迎和重视。

本章在介绍 PLC 的发展、流派、特点、基本构成等概况的同时, 着重介绍 PLC 的等效电路、工作原理以及技术规格与类别。

1.1 PLC 概述

1.1.1 PLC 的发展概况

PLC 的产生源于美国汽车制造业飞速发展的需要。20 世纪 60 年代后期, 汽车型号更新速度加快。原先的汽车制造生产线上使用的继电器接触器控制系统, 尽管具有原理简单、使用方便、部件动作直观、价格便宜等诸多优点, 但由于其控制逻辑由元器件的固有布线方式来决定, 因此缺乏变更控制过程的灵活性, 不能满足用户快速改变控制方式的要求, 无法适应汽车换代周期迅速缩短的需要。

20 世纪 40 年代产生的电子计算机, 在 60 年代已得到迅猛发展, 虽然小型计算机已开始应用于工业生产的自动控制过程中, 但因为原理复杂, 又需专业的程序设计语言, 致使一般电气工作人员难以掌握和使用。

1968 年, 美国通用汽车公司设想将两者的长处结合起来, 提出了新型电气控制装置的十点招标要求, 其中有:

继电器控制系统设计周期短, 更改容易, 接线简单, 成本低; 能把计算机的功能和继电器控制系统结合起来, 但编程又比计算机简单易学、操作方便; 系统通用性强等。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 结合计算机和继电器接触器控制系统二者的优点, 按招标要求完成了其研制工作, 并在美国通用汽车公司的自动生产线上试用成功, 从而诞生了世界上第一台可编程控制器。

从第一台 PLC 诞生至今, PLC 大致分为四代产品。

第一代 PLC, 多数用一位机开发, 采用磁芯存储器存储, 仅具有单一的逻辑控制功能。

第二代 PLC, 使用了 8 位微处理器以及半导体存储器, 其产品也逐步系列化。

第三代 PLC, 采用了高性能微处理器及位片式 CPU, 工作速度大幅度提高, 因而促使其向多功能和联网通信方向发展。

第四代 PLC, 不仅全面使用 16 位、32 位微处理器、位片式微处理器、精简指令系统微处理器(RISC)等高性能、高速度的 CPU, 而且在一台 PLC 中同时配置多个微处理器, 极大地提高了 PLC 的工作性能、速度和可靠性; 同时由于大量含有微处理器的智能模块的出现, 致使这一代 PLC 具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理、联网通信等诸多功能, 真正成为名符其实的多功能控制器。在这一时期, PLC 构成的 PLC 网络也得到飞速发展, PLC 及其网络日益成为首选的工业控制装置, 并将 PLC 视作现代工业自动化的三大支柱之一(CAM、机器人及 PLC)。

显然, 可编程控制器发展至今, 早已不是当初仅具有“逻辑控制功能”的概念了, “PLC”也很难全面概括其多功能的特性。为此, 1980 年美国电气制造商协会(NEMA)给了它一个新名字: “Programmable Controller”, 简称 PC。国际电工委员会(IEC)分别于 1982 年 11 月和 1985 年 1 月颁发了可编程控制器标准草案第一、二稿, 作了如下定义: 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, 采用可编程序的存储器, 存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各类机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备, 应按易于和工业控制系统联成一个整体, 并易于扩充功能的原则设计。

鉴于缩写“PC”在国内已成为个人计算机(Personal Computer)的英文缩写, 为避免二者之间的混淆, 因此在国内仍沿用 PLC 来表示可编程控制器。

我国对可编程控制器的研究和应用始于 20 世纪 70 年代中期。1974 年开始研制 PLC, 但由于生产水平和器件的原因, 未能推广应用。1977 年研制成功了以一位微处理器 MC14500 为核心的可编程控制器, 并开始应用于工业生产控制。20 世纪 70 年代末 80 年代初, 由于进口国外的成套专用设备, 我国也引进了不少国外的 PLC 产品, 且在此后的传统设备改造和新设备的设计中, 逐年增多 PLC 的应用, 取得了良好的效果。不少科研单位和高新企业, 在积极引进国外 PLC 生产线的同时, 消化吸收并继承发展、二次开发国外 PLC 产品, 竞相研制、开发、生产了一些我国自己的 PLC 产品。如北京凯迪恩自动化技术有限公司自主开发设计的 K3 系列 PLC, 无锡信捷科技电子有限公司设计生产的 XC 系列 PLC 等。

1.1.2 PLC 的流派

由于 PLC 的显著优点, 因此它一诞生立即受到美国国内其他公司和世界上各工业发达国家的高度关注。从 20 世纪 70 年代初开始, 在三十余年的时间里, PLC 的生产已发展成一个巨大的产业。据不完全统计, 现在世界上有 PLC 及其网络的生产厂商 200 余家, 所生产的 PLC 产品的品种达 400 多种。PLC 产品的产量和销量在工业控制装置中都一直高居首位, 迄今为止, 世界市场对其的需求仍在稳步上升。以 20 世纪 90 年代以来的市场情况为例, 全世界的 PLC 销售额就已达百亿美元, 而且一直保持 15% 的年增长率。

PLC 厂家众多, 尤其是 PLC 品种的繁多且指令系统互不兼容, 给广大的 PLC 用户在学习、选择、使用、开发 PLC 等诸方面都带来了不少困扰。为了给广大用户寻求克服这些困难的途径, 不妨将 PLC 产品按地域分为三个流派。由于同一地域的 PLC 产品, 相互借鉴比

较多, 之间影响比较大, 技术渗透比较深, 面临的主要市场相同, 用户要求接近, 因此同一流派的 PLC 产品呈现出较多的相似性, 而不同流派的 PLC 产品则差异明显。

(1) 美系 PLC。

第一个流派是美国的 PLC 产品。目前美国已注册的 PLC 生产厂家超过 100 家, PLC 产品的品种约 200 种。其中美国 A-B 公司早在 1988 年就立足厦门, 在中国建立了合资公司, 又于 1994 年转合资为独资公司。美国 A-B 公司的 PLC-5 系列可编程控制器 (见图 1-1) 只使用梯形图, 所有程序都要依靠梯形图编制, 而不采用其他流派所用的语句表, 同时, 其梯形图在形式、含义、功能及用法上也与其他流派相距甚远。

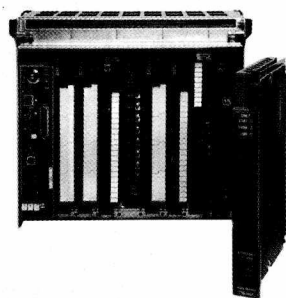
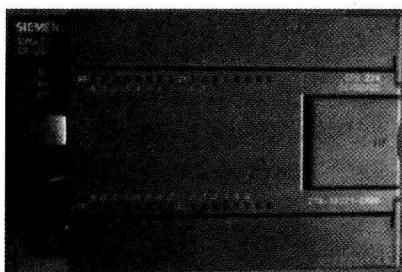


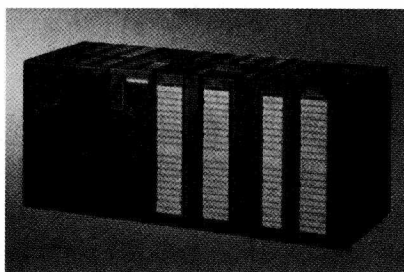
图 1-1 PLC-5 系列 PLC

(2) 德系 PLC。

第二个流派是欧洲的 PLC 产品。欧洲有数十家已注册的 PLC 生产厂家, 生产几十个品种的 PLC 产品。欧洲 PLC 技术是在几乎与美国 PLC 技术相互隔离的情况下, 独立研究开发而形成的, 因此, 欧洲的 PLC 产品和美国的 PLC 产品存在着明显的差异, 在欧洲的 PLC 产品尤其以德国的产品在国内应用较多, 其中德国西门子公司的 PLC 生产技术, 早在 20 世纪 90 年代初就被我国辽宁无线电二厂引进, 且生产出 S1-101U, S5-115U 系列 PLC。西门子的 S5 系列 PLC 采用结构化编程的方法。尽管也有梯形图、逻辑图等多种编程语言, 但对于稍微复杂一点的问题, 就必须采用语句表, 通过 STEP5 语言, 调用各种功能块来实现。西门子现在主流的产品是 S7 系列 PLC, 如图 1-2 所示。



(a)



(b)

图 1-2 西门子 S7 系列 PLC

(a) S7-200PLC; (b) S7-300PLC

(3) 日系 PLC。

第三个流派是日本的 PLC 产品。日本有六七十家 PLC 厂商, 生产多达 200 余种 PLC 产品。日本的 PLC 技术是从美国引进的, 但日本将自己的 PLC 主推产品定位在小型机上并在对美国的 PLC 技术继承的同时, 更多的是发展。目前, 在全世界的小型 PLC 市场上, 日本的产品已占有 70% 的份额。日本的微型、小型 PLC 产品相当有特色, 采用梯形图、语句表并重的编程手段, 而且配置了包括功能指令在内的功能很强的指令系统。用户经常会发现, 选用日本的 PLC 产品, 只需小型机就能解决的一个应用问题, 而选用美国、欧洲的 PLC 产品, 则常需中型乃至大型机, 其根本原因在于: 美国、欧洲的小型 PLC 产品指令系

统太弱。日本欧姆龙公司的 PLC 产品是对我国颇具影响力的 PLC 产品, 尤其在我国南方占有的市场份额较大, 20 世纪 90 年代后期, OMRON 公司也已正式在上海浦东金桥开发区设厂。此外还有三菱公司的 PLC 产品, 也在我国具有一定的影响力。OMRON 公司和三菱公司的 PLC (代表机型如图 1-3 所示) 均属日本流派, 因此两者在硬、软件的很多方面, 有不少相似之处。

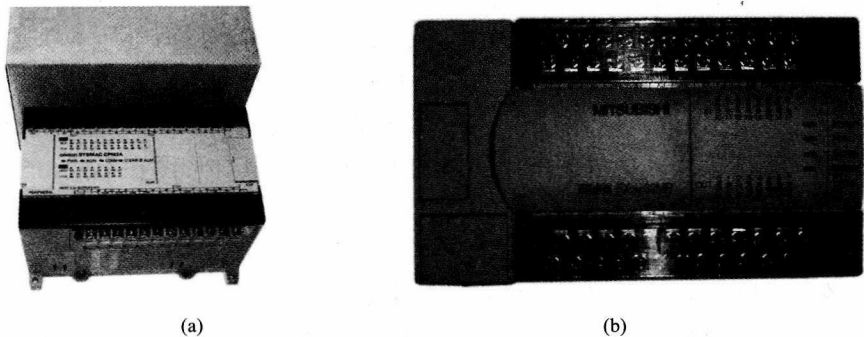


图 1-3 日本 OMRON 和三菱系列 PLC
(a) OMRON CPM2A 系列 PLC; (b) 三菱 FX2N 系列 PLC

按地域划分 PLC 产品, 并不十分科学。但广大用户可从“同一流派的 PLC 产品呈现出较多的相似性, 而不同流派的 PLC 产品则差异明显”的特征, 得出其中的实用价值。也可以在每一类中, 从我国最具影响力、最具代表性的 PLC 产品入手, 相对比较容易地对该流派中的 PLC 产品举一反三、触类旁通。本书以 OMRON 公司的 CPM2AH 为例, 介绍 PLC 的原理及应用, 读者可以此为入门引导, 在实践中不断深化学习。

1.1.3 PLC的发展趋势

随着可编程控制器的推广、应用, 在现代工业中的地位已十分重要。为了占领市场, 赢得尽可能大的市场份额, 各大公司都在原有 PLC 产品的基础上, 努力开发新产品。这些发展主要侧重于两个方面: 一方面是向着网络化、大型化、高可靠性、多功能方向发展; 另一方面则是向着小型化、低成本、简单易用方向发展。

(1) 网络化。主要是向分布式控制系统 (DCS) 方面发展, 使系统具有 DCS 方面的功能。网络化和强化通信功能是 PLC 近年来发展的一个重要方向, 向下可与多个 PLC 控制站、多个 I/O 框架相联; 向上可与工业计算机、以太网、MAP 网等相联, 构成整个工厂的自动化控制系统。

(2) 高可靠性。由于控制系统的可靠性日益成为工程技术领域受关注的焦点, PLC 已将自诊断技术、冗余技术、容错技术广泛地应用于现有产品中, 许多公司已推出了高可靠性的冗余系统。

(3) 多功能。为了适应各种特殊功能的需要, 在原有智能模块的基础上, 各公司陆续推出了新的功能模块。如许多公司正陆续推出的各种特殊功能模块。

(4) 小型化、低成本、简单易用。随着市场的扩大和用户投资规模的不同需求, 许多公司也开始重视小型化、低成本、简单易用的系统。原来不少只生产中、大型 PLC 产品的

厂家,正在逐步推出这方面的产品。

(5) 控制与管理功能一体化。为了满足现代化大生产的控制与管理的需要,PLC 将广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术,使 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体。

(6) 编程语言向高层次发展。PLC 的编程语言在原有的梯形图语言、顺序功能图语言和指令语言的基础上,不断丰富,并向高层次发展。目前,在世界上生产 PLC 的各大知名厂家大力支持下,将共同开发与遵守 PLC 的标准语言,这种共同语言,希望把程序编制规范到某种标准语言的形式上来,有利于 PLC 硬件和软件的进一步开发利用,希望在不久的将来,广大工程技术人员能够用到指令系统统一的各种品牌的 PLC 产品,从而大大提高工作效率。

1.1.4 PLC的主要优点

PLC 有如下一些主要优点:

(1) 编程简单。PLC 用于编程的梯形图与传统的继电接触器控制线路图有许多相似之处,对于具有一定电工知识的人员,都可以在较短的时间内学会编制程序的步骤和方法,二者之间的比较如图 1-4 所示。

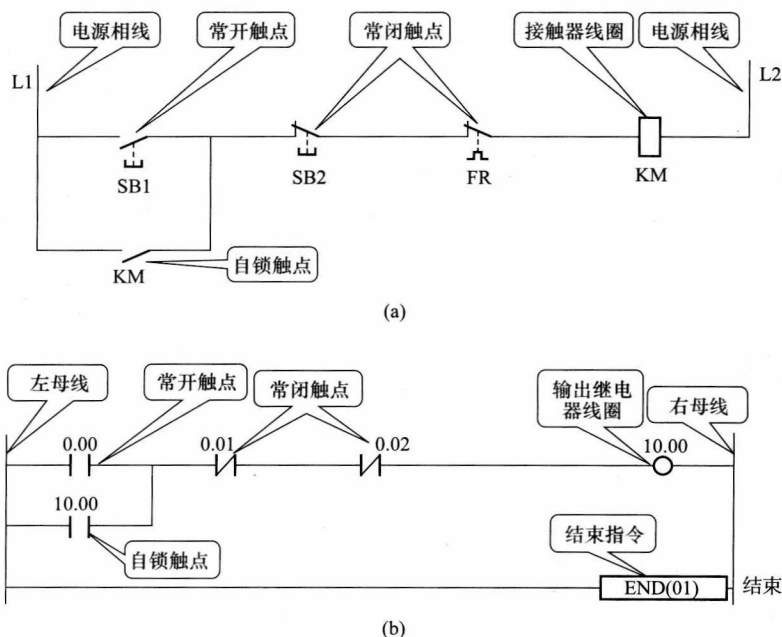


图 1-4 继电接触器控制线路图与 PLC 梯形图程序对照

(a) 继电接触器控制线路图; (b) OMRON 系列 PLC 梯形图程序

从图 1-4 不难看出,二者之间不仅连接形式相似,而且器件的图形符号的风格也极为相似,采用图形化的编程能照顾到现场电气操作人员的习惯,容易上手。

(2) 可靠性高。PLC 是专门为工业控制而设计,在设计与制造过程中均采用了诸如屏蔽、滤波、隔离、无机械触点、精选元器件等多层次有效的抗干扰措施,因此可靠性很高,

其平均故障时间间隔为 2 万小时以上。此外, PLC 还具有很强的自诊断功能, 可以迅速方便地检查并判断出故障, 协助工程技术人员缩短检修时间。

(3) 通用性好。PLC 品种多, 档次也多, 可由各种组件灵活组合成不同的控制系统, 以满足不同的控制要求。同一台 PLC 只要改变软件即可实现控制不同的对象或不同的控制要求。在构成不同的 PLC 的控制系统时, 只需在 PLC 的输入、输出端子上, 接上各种与之相应的输入信号及输出设备, PLC 就能接收输入信号和输出符合要求的控制信号。

(4) 功能强。PLC 能进行逻辑、定时、计数和步进等控制, 能完成 A/D (模/数) 与 D/A (数/模) 转换、数据处理和通信联网等任务, 具有很强的功能。随着 PLC 技术的迅猛发展, 各种新的功能模块不断得到开发, 使 PLC 的功能日益强大, 应用领域也得以进一步拓展。

(5) 体积小、重量轻、易于实现机电一体化。由于 PLC 采用半导体集成电路, 因此具有体积小、重量轻、功耗低的特点。

(6) 设计、施工和调试周期短。PLC 以软件编程来取代硬件接线, 从而使其构成的控制系统结构简单, 安装使用方便。而且商品化的 PLC 模块功能齐全, 程序的编制、调试和修改也很方便。因此可大大缩短 PLC 控制系统的设计、施工和投产周期。

1.1.5 PLC 的特点

可编程控制器既然能替代继电器控制, 那么两者相比到底有何不同之处呢? 图 1-5 为起保停控制电路的两种不同控制方式, 其中图 1-5 (a) 为继电器控制电路, 图 1-5 (b) 为 PLC 梯形图。

从图中可以看出, PLC 梯形图程序控制和继电器电路控制的符号基本形似, 连接方式 (指的是触点的串并联连接方式) 也完全类同, 所反映的输入、输出逻辑关系也基本一致。但应指出的是, 两者也存在以下几点不同:

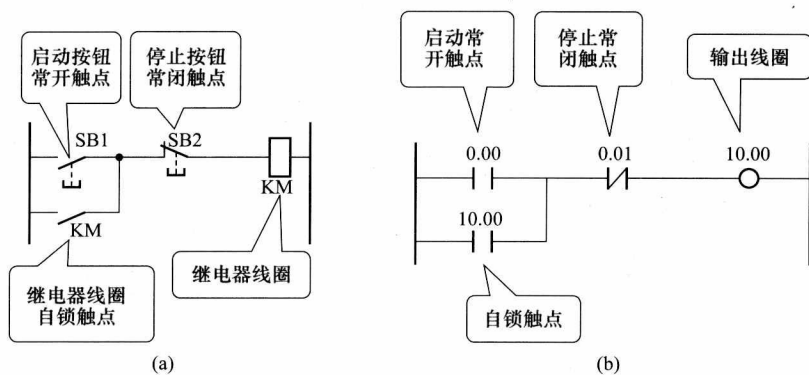


图 1-5 继电器控制与 PLC 控制比较

(a) 继电器控制电路; (b) PLC 梯形图

(1) 组成器件不同。继电器接触式控制电路中的接触器是由实际物理器件构成的。而 PLC 中的继电器, 则是由虚拟的逻辑器件构成的, 每个继电器实质上是 PLC 内部存储单元中的一个位寄存器, 故有时也称为“软继电器”。

(2) 触点情况不同。继电器控制电路中的常开、常闭触点由具体实物的结构决定(具有具体的形状、尺寸),而 PLC 中常开、常闭触点对应的是内部位存储器的状态,即由存储器中相应位的状态“1”(可理解成“ON”或闭合)或“0”(可理解成“OFF”或断开)来决定的。因而继电接触式控制电路中每个接触器的触点数量是有限的,而 PLC 中每个软继电器的触点数量则是无限的;继电器控制电路中的触点寿命是有限的,而 PLC 中各软继电器的触点寿命则是无限的。

(3) 工作电流不同。继电接触式控制线路中有实际物理电流存在,是可以用电流表直接测量出来的;而 PLC 梯形图中的工作电流是一种逻辑信号流,其实质是程序的逻辑运算过程,可称之为“软电流”,或称“能流”。

(4) 接线方式不同。继电接触式控制电路图的所有接线都必须逐根连接,缺一不可,而 PLC 中的接线,除输入、输出端需实际物理接线外,内部的所有(软接线)都是通过程序的编制来完成的。由于接线方式的不同,在改变控制程序时,继电器控制线路必须改变其实际的物理接线,而 PLC 则仅需修改程序,通过软件加以修改,其改变的灵活性及其速度,是继电器控制线路无法比拟的。

(5) 工作方式不同。继电器控制线路中,采用并行工作方式,当电源接通时,各继电器都处于受约状态,该吸合的都吸合,不该吸合的因受某种条件限制而不吸合,PLC 则采用循环扫描执行方式,即从第一阶梯形图开始,依次执行至最后一阶梯形图,再从第一阶梯形图开始继续往下执行,周而复始。因此从激励到响应有一个时间的滞后。

通过比较可以看出,PLC 的最大特点是用软件提供了一个能随要求迅速改变的“接线程序”,使整个控制过程能根据需要灵活地改变,从而省去了传统继电器控制系统中拆线、接线的大量繁琐费时的 work。

1.1.6 PLC 的应用

PLC 已广泛应用于冶金、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车装卸、造纸、环保及娱乐等行业,其应用类型大致可分为如下几种控制领域。

(1) 逻辑控制。这是 PLC 的最基本应用,主要利用 PLC 的逻辑运算、定时、计数等基本功能实现,可取代传统的继电控制,用于单机、多机群、自动生产线等的控制。例如:机床、注塑机、印刷机、装配生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。

(2) 位置控制。用于该类控制的 PLC,具有拖动步进电动机的单轴或多轴位置控制模块。PLC 将描述目标位置和运动参数的数据传送给位置控制模块,然后由位置控制模块以适当的速度和加速度,确保单轴或数轴的平滑运行,移动到目标位置。

(3) 过程控制。用于该类控制的 PLC,具有多路模拟量输入、输出模块,有的还具有 PID 模块,因此 PLC 可通过对模拟量的控制实现过程控制,具有 PID 模块的 PLC 还可构成闭环控制系统,从而实现单回路、多回路的调节控制。

(4) 监控系统。PLC 有较强的监控功能,能记忆某些异常情况,或在发生异常情况时自动停止运行。因此,可用 PLC 组成监控系统,进行数据采集和处理,监控生产过程。操作人员在监控系统中,可通过监控命令,监控有关设备的运行状态,根据需要及时调整计