

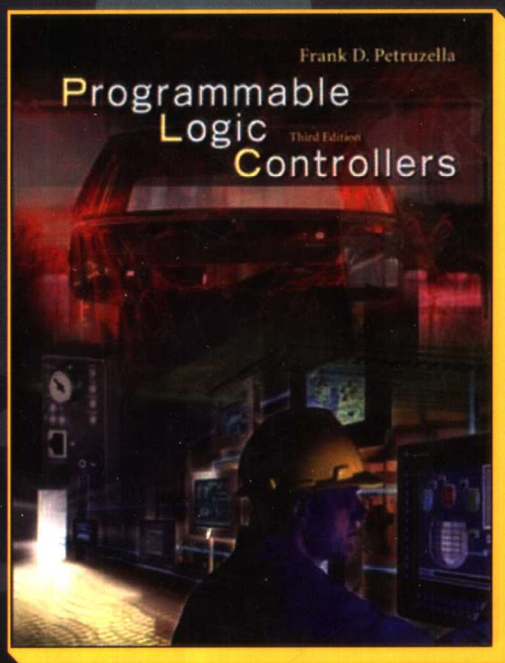
PLC 教程

(第3版)

Programmable
Logic Controllers

Third Edition

[美] Frank D. Petruzella 著
侯世英 等译



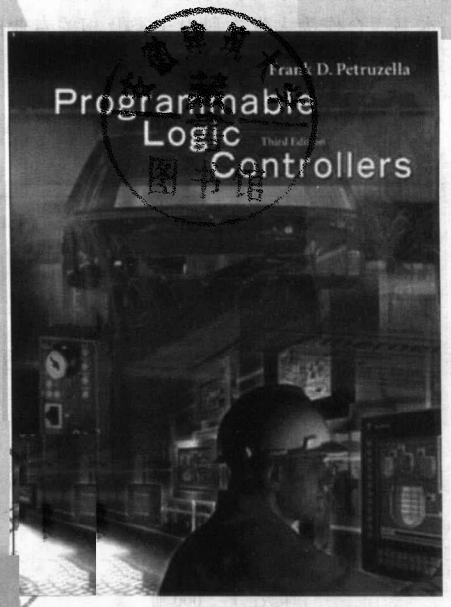
TURING

图灵电子与电气工程丛书

PLC教程

Programmable (第3版)
Logic Controllers
Third Edition

[美] Frank D. Petruzella 著
侯世英 等译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 教程 (第 3 版) / (美) 皮特鲁泽拉 (Petruzella, F. D.) 著; 侯世英等译.
—北京: 人民邮电出版社, 2007. 5
(图灵电子与电气工程丛书)

ISBN 978-7-115-15889-5

I. P... II. ①皮...②侯... III. 可编程序控制器 IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 025034 号

内 容 提 要

本书是一本在国外广受欢迎的 PLC 教材。本书从 PLC 的共性特征出发, 重点讲述 PLC 的基本工作原理, 并提供如何对 PLC 控制系统进行安装、设计和维护的实用信息。本书内容通俗易懂, 配有大量清晰的图表, 便于学生理解 PLC 系统的基本原理; 每一章后面都配有与该章学习目标紧密相关的思考题和习题, 便于学生巩固所学内容。

本书适合作为大学本科电子类及相关专业的 PLC 教材, 也适合从事 PLC 应用和开发的工程技术人员。

图灵电子与电气工程丛书

PLC 教程 (第 3 版)

-
- ◆ 著 [美] Frank D. Petruzella
 - 译 侯世英 等
 - 责任编辑 朱 巍
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 700 × 1000 1/16
印张: 20.25
字数: 540 千字 2007 年 5 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2007 年 5 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2006-3692 号

ISBN 978-7-115-15889-5/TN

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)88593802 印装质量热线: (010)67129223

前 言

可编程序控制器 (PLC) 广泛应用于工业领域的各个方面, 以扩大生产规模并提高产品质量。一个经过编程的 PLC, 可以替代一些旧自动控制系统中所需的成百上千个继电器。经过多年的发展, PLC 的功能已经超出了传统的继电控制, 它已经延伸到高精度运动控制系统、过程控制系统和分散控制系统, 并具备了复杂的通信联网功能。

在本书最新的第 3 版中, 我们介绍了 PLC 的全部性能, 包括其运行操作和在各方面的应用; 重点讲述了 PLC 的基本工作原理, 并提供了如何对 PLC 控制系统进行安装、设计和维护的实用信息。本书不需要读者先了解 PLC 和具备编程方面的知识。

对于实际的 PLC 机型, 主要的信息参考资料来源都是由供应商提供的用户手册。本书并不想取代用户使用手册, 而是要作为手册内容的补充、阐述和扩展。现今生产 PLC 的厂家很多, 因此在一本书中要涵盖 PLC 不同的制造商和机型的细节是不切实际的。基于这种思想, 本书把 PLC 作为一类, 仅讨论通用的情况。尽管书的内容适用于各种型号的 PLC, 在本书的编程实例中采用的是广受欢迎的 Allen-Bradley PLC-5、SLC-500 和 ControlLogix 控制器的指令系统。

本书通俗易懂, 书中有很多清晰的图表可以帮助学生理解 PLC 系统的基本原理。每一章前面都有一个学习目标和主要内容提要, 便于学习时参考。文中先解释了与继电器电路等效的程序指令, 然后再介绍与之对应的 PLC 指令。每一章的后面都有一组思考题和习题, 它们与该章前面的学习目标紧密相关, 能够帮助学生评价学习的情况、增进对本章内容的理解。

书中所有的主题都分成小的段落, 这样学生就可以在进入下一个主题学习之前, 牢固掌握概念和操作, 打下坚实的基础。书中有一整章介绍适用于 PLC 的逻辑电路。PLC 使用的安全规则和注意事项贯穿于全书。书中技术术语在第一次使用时, 将给出定义, 此外通过书后面提供的术语表也可以方便地查询与 PLC 有关的技术术语。本书还介绍了 PLC 系统故障诊断的一般步骤, 指导学生如何对 PLC 故障进行系统的分析。

本书在前一版基础上作了修订, 包含以下几个新的特征:

- 对基于 RSLogix 视窗的编程作了详述。
- 增加了 ControlLogix 的编程指令。
- 所有的章节都作了更新, 包含了最新发展状况。
- 更新了硬件设备表。
- 扩展了术语表。

致谢

我要对以下审稿人的意见和建议表示感谢! 他们是:

Lake Area 技术学院 (南达科他州沃特敦) 的 Christine L. Berger-Wilkey

国立技术学院 (加州长滩) 的 Thomas E. Clark

佛罗里达社区学院的 David C. Kier

东南社区学院（西伯灵顿）的 John Lenahan

Computer Electronics Technology 公司的 William Salice

约翰逊县社区学院的 David A. Setser

SCP Global Technologies 公司的 Dan Siddall

另外，我要感谢收到本书写作期间发出的调查函并回复的每一个人。最后我要感谢 McGraw-Hill 教育出版公司的 David Culverwell、Pat Forrest、Jane Mohr、Karen Dorman 和 David Tietz，感谢他们在本书的出版过程中给予的帮助。

目 录

第1章 PLC概述	1	第3章 数制与码制	35
1.1 PLC	1	3.1 十进制系统	35
1.2 PLC的组成部分	3	3.2 二进制系统	35
1.3 工作原理	6	3.3 负数	37
1.4 操作修改	8	3.4 八进制系统	38
1.5 PLC与计算机比较	8	3.5 十六进制系统	39
1.6 PLC的规模与应用	9	3.6 BCD系统	40
思考题	11	3.7 格雷码	42
习题	12	3.8 ASCII码	43
第2章 PLC的硬件组成	13	3.9 奇偶位	44
2.1 I/O部分	13	3.10 二进制算术	44
2.2 离散I/O模块	17	思考题	47
2.3 模拟量输入/输出(I/O) 模块	21	习题	47
2.4 特殊I/O模块	23	第4章 逻辑基础	49
2.5 I/O模块的技术指标	24	4.1 二进制的概念	49
2.6 CPU部分	25	4.2 与、或、非函数	49
2.7 存储器设计	27	4.2.1 与函数	50
2.8 存储器类型	28	4.2.2 或函数	50
2.8.1 只读存储器(ROM)	29	4.2.3 非函数	51
2.8.2 随机存取存储器 (RAM或R/W)	29	4.2.4 异或函数	52
2.8.3 可编程只读存储器 (PROM)	29	4.3 布尔代数	53
2.8.4 可擦除可编程只读存储器 (EPROM)	29	4.4 通过逻辑表达式设计电路	55
2.8.5 电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)	30	4.5 通过已知电路构造布尔方程式	55
2.9 编程设备	30	4.6 针对可编程序逻辑的硬接线 逻辑	56
2.10 数据存取	31	4.7 字级编程逻辑指令	59
2.11 PLC工作站	32	思考题	60
思考题	33	习题	61
习题	34	第5章 PLC编程基础	63
		5.1 处理器存储器结构	63
		5.1.1 程序文件	64
		5.1.2 数据文件	64
		5.2 程序扫描	70

5.3 PLC 编程语言	71	7.3 通延时定时器	127
5.4 继电器类型指令	75	7.4 断延时定时器指令	132
5.5 指令寻址	77	7.5 保持型定时器	135
5.6 分支指令	79	7.6 定时器的级联	138
5.7 内部继电器指令	82	思考题	142
5.8 检查是否闭合与检查是否断开 指令	83	习题	142
5.9 梯形图的输入	84	第 8 章 程序计数器	148
5.10 操作模式	87	8.1 计数器指令	148
思考题	87	8.2 加计数器	150
习题	88	8.3 减计数器	157
第 6 章 PLC 接线图与梯形图程序 ..	91	8.4 计数器级联	160
6.1 电磁控制继电器	91	8.5 增量式编码计数器的应用	163
6.2 接触器	92	8.6 计数器和定时器的组合	165
6.3 电动启动器	93	思考题	169
6.4 手动开关	94	习题	169
6.5 机械动作开关	96	第 9 章 程序控制指令	174
6.6 转换器和传感器	98	9.1 主控复位指令	174
6.6.1 接近传感器	99	9.2 跳转指令和子程序	177
6.6.2 磁开关	101	9.3 立即输入和立即输出指令	182
6.6.3 光敏传感器	102	9.4 强制外部 I/O 选址	184
6.6.4 超声波传感器	105	9.5 保安电路	186
6.6.5 应变/重量传感器	105	9.6 可选定时中断	187
6.6.6 温度传感器	106	9.7 故障程序	188
6.6.7 流量传感器	107	9.8 暂停指令	188
6.6.8 速度/转速传感器	107	思考题	189
6.7 输出控制装置	108	习题	190
6.8 自保持电路	110	第 10 章 数据处理指令	193
6.9 自锁继电器	111	10.1 数据处理	193
6.10 继电器原理图向 PLC 梯形图 程序的转换	113	10.2 数据传送操作	194
6.11 通过叙述式描述直接写梯形图 程序	116	10.3 数据比较指令	202
思考题	119	10.4 数据处理程序	206
习题	119	10.5 数字信号 I/O 接口	208
第 7 章 定时器编程	123	10.6 给定值控制	212
7.1 机械式时间继电器	123	思考题	214
7.2 定时器指令	125	习题	215

第 11 章 数学指令 218	13.8 预防性维护 264
11.1 数学指令 218	13.9 故障诊断 264
11.2 加法指令 219	13.9.1 处理器模块 265
11.3 减法指令 220	13.9.2 输入故障 265
11.4 乘法指令 221	13.9.3 输出故障 266
11.5 除法指令 222	13.9.4 梯形图程序 267
11.6 其他的字数学指令 224	13.10 PLC 与计算机的连接 271
11.7 文件算术运算 225	思考题 272
思考题 227	习题 273
习题 228	
第 12 章 顺序器指令和移位寄存器指令 231	第 14 章 过程控制和数据采集系统 275
12.1 机械顺序器 231	14.1 过程处理的类型 275
12.2 顺序器指令 233	14.2 控制系统结构 278
12.3 顺序器程序 236	14.3 控制器 281
12.4 移位寄存器 243	14.4 数据采集系统 287
12.5 字移位寄存器 249	思考题 292
思考题 252	习题 293
习题 253	
第 13 章 PLC 安装、程序编辑和故障诊断 256	第 15 章 计算机控制系统 294
13.1 PLC 的防护外罩 256	15.1 计算机的基本原理 294
13.2 电噪声 257	15.2 计算机集成制造 299
13.3 泄露输入和输出 258	15.3 数据通信 301
13.4 接地 259	15.4 计算机数字控制 307
13.5 电压变动和浪涌 260	15.5 机器人技术 310
13.6 程序编辑 261	思考题 313
13.7 编程和监控 262	习题 314

第 1 章 PLC 概述

学习目标:

- 定义 PLC 并且列出它与继电器系统相比的优越性。
- 描述组成 PLC 的各主要部分及功能。
- 描述 PLC 基本的工作过程。
- 确定 PLC 的基本分类。

本章讲述了 PLC 的产生及发展历史, 讨论了从继电器控制系统到 PLC 系统变化的原因。从构成 PLC 的基本部分入手, 介绍了 PLC 在过程控制系统中的应用, 然后简单介绍了各种不同类型的 PLC 的特点及应用情况, 最后介绍了一种可以简化 PLC 控制的编程语言——梯形图语言。

1
2

1.1 PLC

如图 1-1 所示, PLC 是一种用于控制生产机器和工作过程的特殊计算机。它使用可编程序的存储器存放指令, 并按照指令执行, 完成相应的开/关控制、定时、计数、顺序控制、算术运算和数据处理等功能。

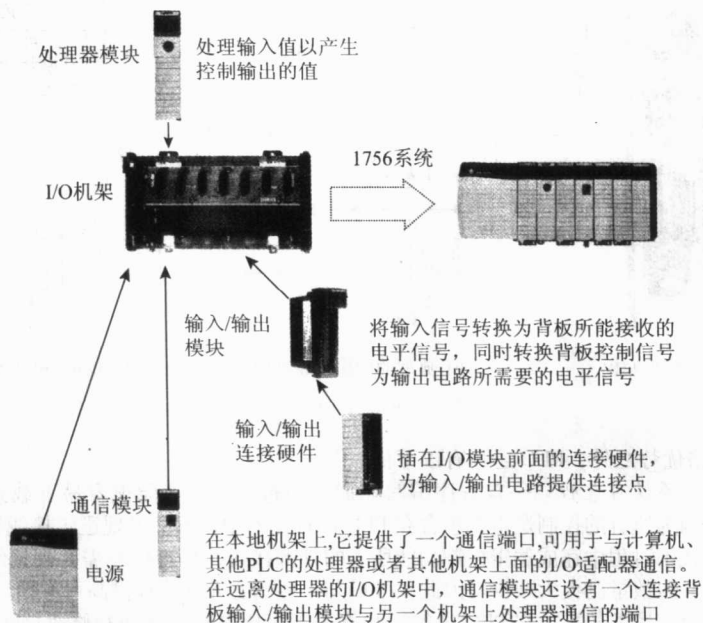


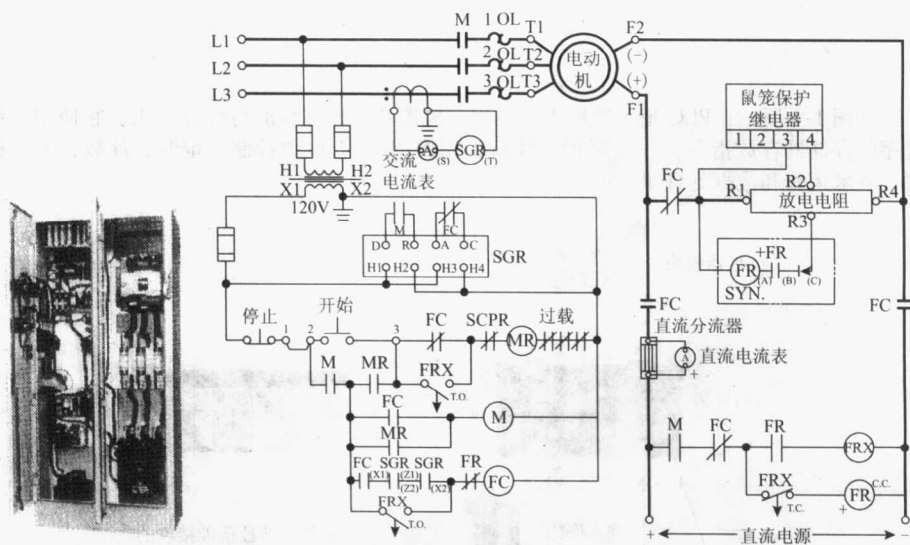
图 1-1 PLC (得到 Rockwell 公司许可)

通常, 大多数 PLC 的设计与计算机相似, 其内部为一系列固态的数字逻辑元件按照一定顺序排列, 来完成逻辑运算, 并提供输出结果, 从而完成控制生产设备和机械的任务。

因此, PLC 是一种专门用于机器控制的计算机, 与办公用计算机不同的是, 它采用特殊的输入/输出接口电路和逻辑控制语言, 以在工业环境中工作。工业界将这类设备简称为 PC (Programmable Controller), 但是这个简称容易与“个人计算机 (Personal Computer)”的缩写 PC 混淆, 所以, 部分生产商将其简称为 PLC, 它是 Programmable Logic Controller 的首字母缩写。

最初, PLC 只是用于取代继电器控制系统中的逻辑控制, 但是因为 PLC 的指令采用了与计算机算术指令相同的原理, 使其应用范围和复杂性不断增加, 使其不仅能够完成继电器的开关任务, 而且可以完成计数、运算、比较和模拟信号处理等任务。

PLC 与传统的继电器控制相比具有一系列优点。继电器控制系统必须有硬接线才能完成特定的功能, 如图 1-2 所示。当系统控制需求改变时, 继电器控制电路的接线也必须作相应的改变或者改进。在极端的情况下, 例如在汽车业中, 必须换掉整个控制板, 因为每次型号升级时都要改接线路, 这在经济是不可行的。PLC 避免了传统继电器电路大量的硬接线, 与基于继电器的过程控制系统相比, 它的体积更小, 价格也不贵。



(a) 典型的硬接线控制板

(b) 典型的硬接线原理图 (得到Allen-Bradley公司许可)

图 1-2¹

除了价格优势之外, PLC 还具有以下优点:

- ❑ 更高的系统可靠性。一旦程序编写完成并经过调试, 就能很容易下载到其他 PLC 上。因为所有的控制逻辑都包含在 PLC 的存储器中, 不会出现逻辑接线错误。用程序取代了过程中完成逻辑控制功能所需的外部接线, 尽管仍然需要硬接线连接现场设备, 但数量已大大减少。因此, PLC 与一些固态元件能提供高可靠性。
- ❑ 更好的系统灵活性。在 PLC 中编写和修改程序比电路的接线和修改接线容易得多。原始设备生产商只需要简单发布出新的程序, 就能实现对系统的升级。终端用户可

以在现场修改程序, 如果需要, 还可以提供例如硬件方面的键盘锁或者软件方面的密码等保护功能。

- ❑ 更低的系统成本。最初设计 PLC 是为了取代继电器控制逻辑, 其节省费用的效果已经非常明显, 除了还在电力系统应用以外, 继电器控制已经过时。通常, 如果一个控制系统中使用了 6 个以上的继电器, 用 PLC 代替则费用会更低。
- ❑ 通信能力。PLC 能够与其他的控制器或者计算机设备通信以完成监控、数据采集、监视设备和过程参数以及下载、上传程序等功能。
- ❑ 更快的系统响应时间。PLC 是为高速和实时应用而设计的。PLC 用于实时控制, 指的是现场发生的事件会引起某一操作或输出的执行。每秒处理数千条指令的机器以及识别在传感器前动作时间不足一秒的物体, 都需要 PLC 的快速响应能力。
- ❑ 更容易的故障诊断。PLC 固有的自诊断和超控功能, 使用户很容易地找出并改正软件和硬件的故障。为了查找和确定故障, 用户可以把控制程序显示在监视屏上, 并在它执行时进行实时观察。

3
4

1.2 PLC 的组成部分

一个典型的 PLC 可由图 1-3 所示的各部分组成。它们是中央控制单元 (CPU)、输入/输出 (I/O) 部分、电源和编程器。术语“体系结构”是指 PLC 的硬件, 或软件, 或者二者的结合。开放的体系结构, 是指系统使用现成的标准组件, 能方便与其他生产厂家的设备和程序兼容。封闭的体系结构则是指该系统为专用的并且与其他系统不兼容。目前, 大多数 PLC 系统从本质上讲都是封闭的系统, 所以, 使用时必须确定所选用的硬件和软件与所使用的 PLC 是兼容的。

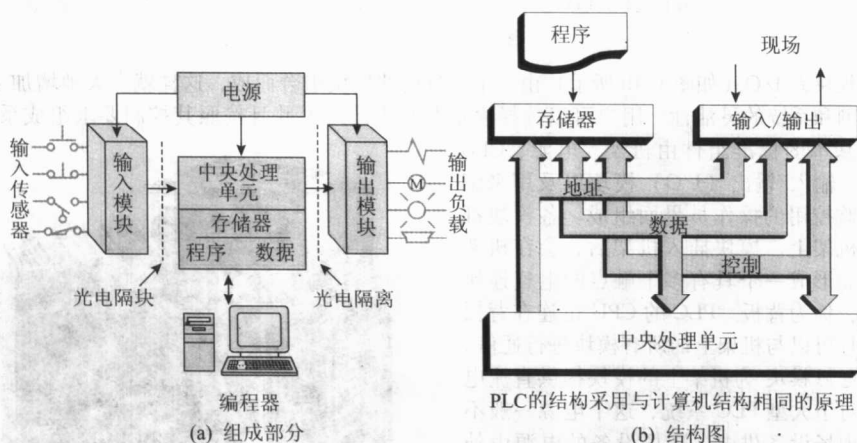
5
6

图 1-3 PLC 的组成部分和结构

在 PLC 内部有两种 I/O 连接方式: 组装式和模块式。组装式 I/O (如图 1-4a 所示) 是典型的小型 PLC, 其中没有任何分离的和可移动的部件。处理器和 I/O 被组装在一起, 并且 I/O 端子可以使用但不能改变。组装式 I/O 的主要优点是价格便宜。可使用的 I/O 点数是可变的, 通常可以通过购买组装式 I/O 单元实现扩展。组装式 I/O 的一个缺点就是灵活性差, 在使用时要受到组装的 I/O 所规定的数量和类型的限制。而且, 对于有些模块, I/O 单元中任何一个部分出现故障, 就只能换掉整个单元。

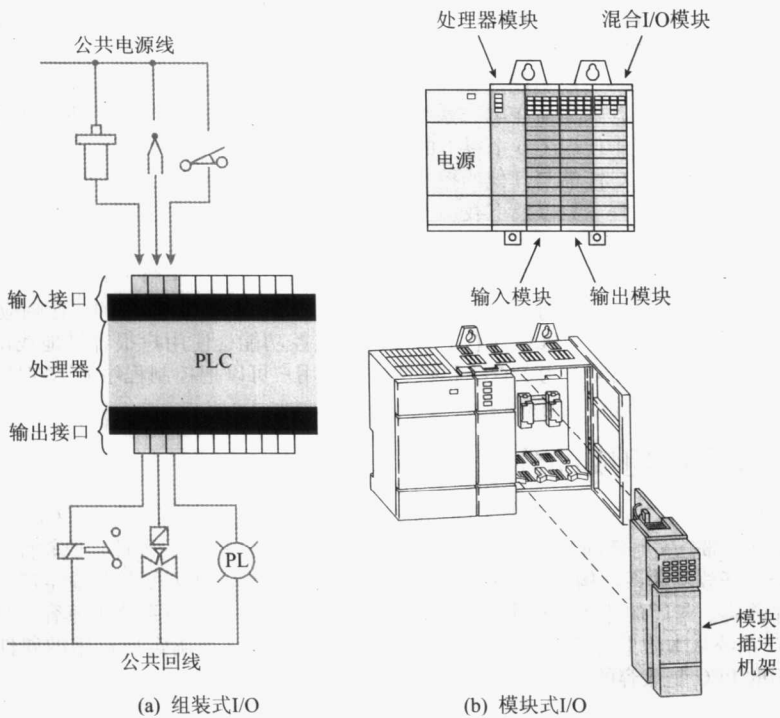


图 1-4 I/O 结构

模块式 I/O (如图 1-4b 所示) 由一个个分离的模块组合而成, 这样就大大地增加了选择范围和系统的灵活性。用户可以选择模块及其生产厂家并且按照其控制要求组成系统。

PLC 基本的标准组件由机架、电源、CPU 模块、输入/输出 (I/O) 模块以及用来编程和监控用的操作员界面组成。各模块都插在机架上。模块插入机架后, 会在机架的背面形成一个具有多个触点的电气连接端子, 称为背板。PLC 的 CPU 也连在背板上并且可以与机架上的所有模块进行通信。

电源模块 为机架上的模块提供直流电源。对于大型 PLC 系统, 这个电源一般不会向现场设备供电, 现场设备的电源由外部交流电 (ac) 或直流电源 (dc) 提供。对于小型或微型 PLC 系统, 这个电源也可以向现场设备供电。

处理器 (CPU) 是 PLC 的“大脑”。典型的处理器 (如图 1-5 所示) 通常由一个微处理器和一个存储器组成。微处理器实现逻辑处理和控制在各模块间通信的功能, 存储器用于存放由微处理器完成的逻辑操

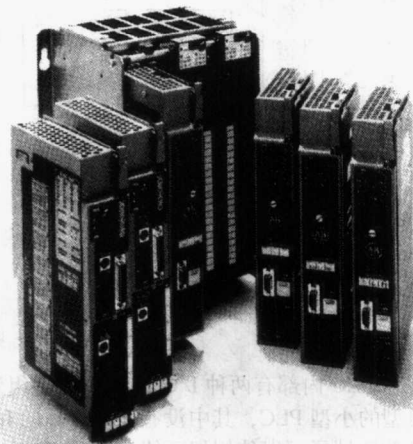


图 1-5 典型的处理器模块 (得到 Allen-Bradley 公司许可)

作的结果。存储器通常可采用 EPROM 或者 EEPROM 与 RAM 的组合。

PLC 具有 CPU, 因此用户就可以用继电器梯形逻辑形式输入期望的电路到 CPU 中。处理器从各种传感器接收 (读取) 输入数据, 执行存储在内存中的程序, 然后发出适当的命令控制外部装置。CPU 工作时需要一个直流电源, 提供处理器所需的低电平电压。根据生产厂家的不同, 这个电源可以被安装在 CPU 内部, 也可以是独立的电源模块。

I/O 部分由输入模块和输出模块组成 (如图 1-6 所示)。I/O 系统构成了现场设备与控制器连接的接口, 其作用就是使从现场接收到的信号或者送到现场的信号达到处理器的要求。输入设备包括与输入模块接线端连接的按钮、限位开关、传感器、选择开关和指轮开关等; 输出装置则是指与输出端连接的小型电机、电机起动器、电磁阀和指示灯等负载。内部元件与输入和输出的电气隔离采用光电隔离器, 利用光耦合将两个电路连接在一起。我们把这些器件也归类于“现场”的输入和输出。术语“现场”(field 或 real world) 用来区分那些实际的外部设备, 这些设备的确存在并且需要与 CPU 内部担当继电器、计时器和计数器功能的内部用户程序有物理接线。

8

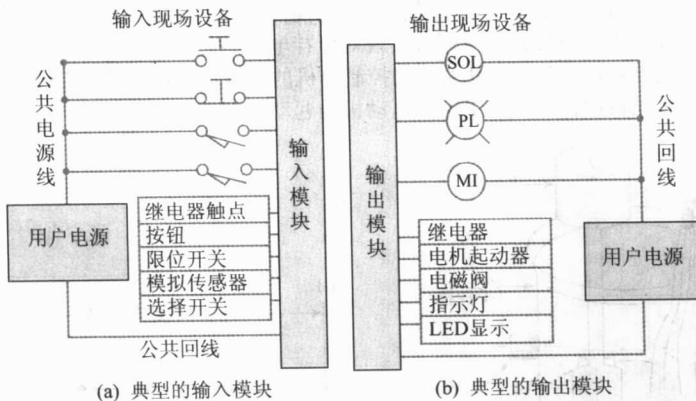
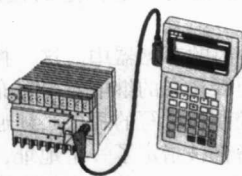
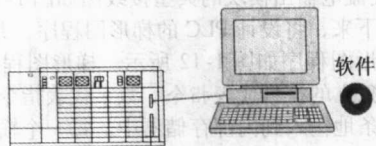


图 1-6

编程设备, 或称编程终端, 主要用于向存储器中输入用户程序。编写和输入用户程序所采用的梯形图程序语言是目前主要 PLC 生产厂家都采用的通用编程语言。梯形图程序语言采用图形符号, 而非文字进行编程得到想要的结果。对于熟悉继电器控制逻辑的人员, 采用梯形图语言编写 PLC 控制程序非常容易。手持编程器 (如图 1-7a 所示) 因为其价格便宜, 使用方便, 所以常用于小型 PLC 编程。当手持编程器与 PLC 相连的时候, 手持编程器就可以用于输入和监控程序。紧凑的手持编程器常用于工厂现场的设备检修、修改程序和传送程序到多个 PLC 中。在一些小型手持编程器中, 采用单独的布尔操作 (AND, OR 和 NOT 函数) 或组合形成逻辑语句的形式, 把程序输入到 PLC。



(a) 带发光二极管显示的手持编程器



(b) 安装相应编程软件的个人计算机

图 1-7 编程设备

9 个人计算机 (PC) 是最常用的编程设备 (如图 1-7b 所示)。所有主要品牌的 PLC 都有支持使用个人计算机作为编程设备的软件。用户使用这些软件可以编写、编辑、整理、存储和诊断梯形图程序并形成打印报告。计算机监控可以在屏幕上显示比手持编程器更多的指令, 所以可简化程序的编译。计算机与 PLC 通信采用串行或者并行的数据通信链路。如果不使用编程单元, 可以将编程器取下, 这不会影响用户程序的执行。

附加可选的 PLC 配件常常还有:

- ❑ 人机接口装置, 允许操作员输入数据或者监控数据。
- ❑ 远程 I/O 通信适配器, 用于中央控制器与远程传感器和执行器的连接。
- ❑ 网络接口, 使多个 PLC 互相连接或者与其他控制器构成分布式控制系统。

1.3 工作原理

我们以一个简单的过程控制问题为例来说明 PLC 的工作原理。图 1-8 所示为一液体搅拌系统, 当桶内液体的温度和压力达到规定值时, 混合电机开始自动搅拌液体, 同时, 还有一个独立的控制按钮用于电机的手动控制。当搅拌桶内的温度和压力达到设定值时, 通过压力传感器和温度传感器开关的闭合实现对搅拌电机的起停控制。

这个控制问题可以用如图 1-9 所示的控制电机的继电器电路实现, 当压力开关和温度开关接通或者手动控制按钮被按下时, 电动机的起停线圈就被接通。

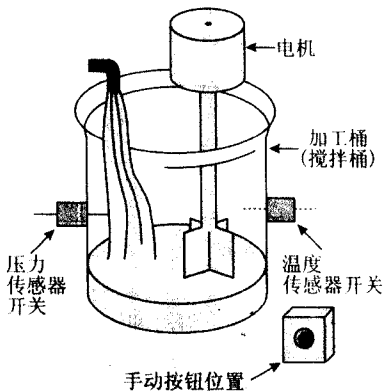


图 1-8 混合过程控制问题

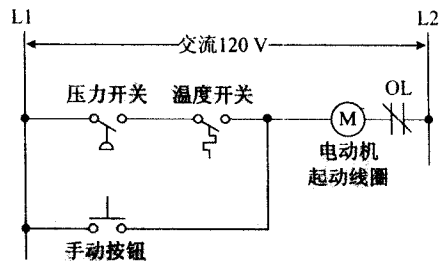


图 1-9 过程控制继电器梯形图

10 现在, 我们来看如何将 PLC 用于这样的系统中。首先, 我们仍然需要压力开关、温度开关和按钮作为现场设备, 直接与输入模块上标定的接线端相连。120V 交流电输入模块的典型接线图如图 1-10 所示。

现场输出设备 (电动机起停线圈) 也同样需要与输出模块上标定的接线端相连。120V 交流电输出模块的典型接线图如图 1-11 所示。

接下来, 将设计 PLC 的梯形图程序, 并输入到 CPU 内的存储器中。这一控制过程的典型梯形图程序如图 1-12 所示。梯形图程序采用了与硬件连线的继电器电路布局相似的格式。独立的符号代表指令, 数字代表指令的地址。给控制器编写的程序必须通过编程器一条一条地输入到内部存储器中。每一个输入和输出设备都被指定了一个地址, 这个地址让 PLC 可以区分它们的物理连接位置。但要注意不同的生产厂家 PLC 的 I/O 地址格式可能不相同。这些指令存放在存储器中的用户程序存储区。

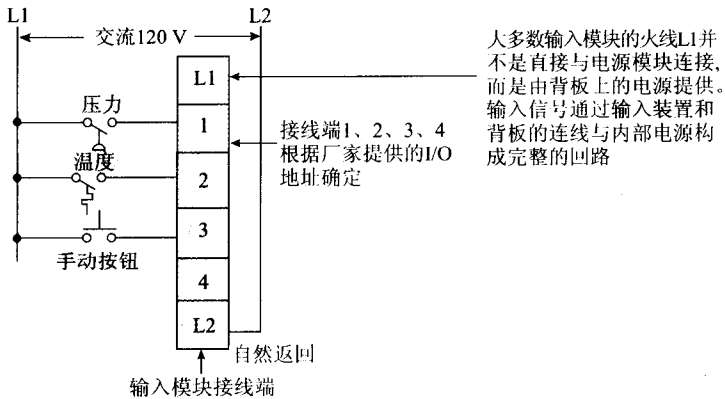


图 1-10 典型输入模块接线图

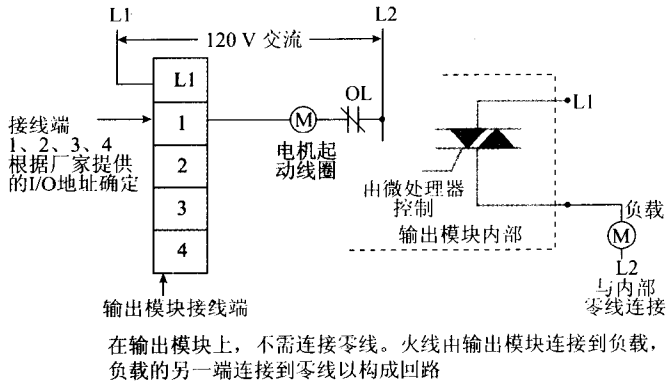


图 1-11 典型的输出模块接线

当 PLC 处于运行状态或工作周期时, 就执行程序。在每一个工作周期, PLC 都完成检测输入设备的状态、执行用户程序并据此改变输出。每一个 —| 代表一个常开触点, 符号 —|/ 则代表线圈。对应的触点闭合时, 将使线圈被激励。在图 1-12 所示的梯形图程序中, 线圈 O/1 在触点 I/1 和 I/2 闭合或者触点 I/3 闭合时被激励。这两个条件中的任何一个满足时, 就会提供一个从左到右包括线圈在内的环路。

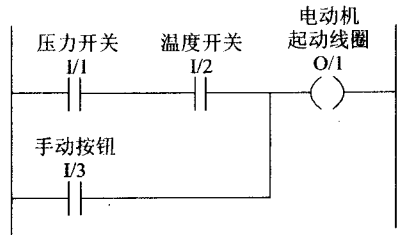


图 1-12 带地址的 PLC 过程控制梯形图

PLC 运行时的工作顺序可描述如下: 首先, 检测输入的状态并将其存储到控制器的内存中 (一个闭合的触点状态被存储为逻辑 1, 而断开的触点状态被存储为逻辑 0)。然后, 根据存储的状态, 执行梯形图程序, 使内部触点闭合或者断开。如果这些触点为梯形图中电流提供一个从左到右的通路, 则输出线圈的存储器位置将提供一个逻辑 1 的值, 同时输出模块的触点将闭合。如果图中没有电流的通路, 则输出线圈的存储器位置将提供一个逻辑 0 的值, 同时输出模块的触点将断开。PLC 完成以上动作的周期被称为扫描周期。扫描周期是完成一次循环所需要的时间, 它可

用于测量 PLC 的响应速度。一般来说,输出存储器的状态在扫描时不断更新,但是实际的输出更新则是在完成程序扫描之后的 I/O 扫描期间完成。

1.4 操作修改

正如前面所述,PLC 具有的重要特点之一就是修改程序方便。例如,如果液体混合操作的原始控制电路需要修改为如图 1-13 所示的继电器控制电路。即:当温度达到某个特定的设定值时,手动按钮在任何压力下都可以使起动线圈接通。

如果采用的是继电器控制系统,就需要按照图 1-13 重新接线,以完成其功能。然而如果使用 PLC 控制系统,就不需要重新接线。输入和输出仍然相同,需要改变的只是如图 1-14 所示的梯形图程序。

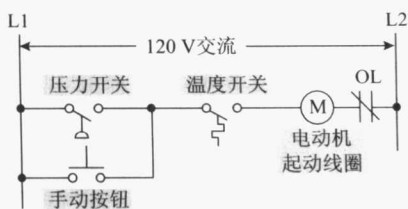


图 1-13 更改控制过程后的继电器电路

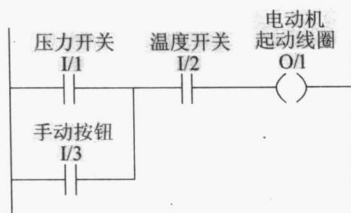


图 1-14 更改控制过程后的 PLC 梯形图程序

1.5 PLC 与计算机比较

PLC 的结构与一般的计算机大致相同。即使是个人计算机,如果提供适当的方法,使计算机能够接收例如按钮或者开关之类装置的输入信号,它也可以变成 PLC。计算机仍然需要程序来判断和处理输入信号的变化,然后决定是否驱动输出负载。

然而,PLC 与个人计算机之间还是有一些重要的区别。首先,和计算机不同的是,PLC 可工作在高温和潮湿的工业现场(如图 1-15 所示)。一个设计完善的 PLC 也不会受工业现场固有的电噪声干扰。

其次,PLC 的硬件和软件都便于在工业现场的工程技术人员使用。具体表现在 PLC 编程采用继电器梯形图逻辑或其他便于学习的编程语言,其编程语言被固化在 PLC 的永久存储器中。PLC 没有键盘、没有 CD 驱动器、没有监视器、也没有磁盘驱动器,但在 PLC 的内部有用于通信的端口和一组用于连接输入和输出装置的接线端。

计算机是复杂的计算机器,能够同时以不同的顺序执行几段程序或者任务;而大多数 PLC 都只能以一种顺序执行单一的程序,执行时从第一条指令开始依次连续执行到最后一条指令。

也许 PLC 与计算机最显著的区别在于,PLC 的设计使得工厂电气人员在安装和维护时不需要高深

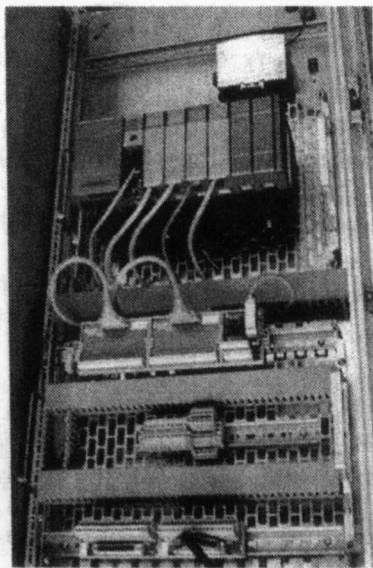


图 1-15 处于工业现场的 PLC (得到英国 Famic 公司许可)

12

13

的专业计算机技术。因为大多数 PLC 都设计有错误指示并将错误信息显示在屏幕上，这使得 PLC 的故障诊断简化。与现场设备相连的模块接口实际上也是 PLC 的一部分，它们的连接和更换都很方便。

就像个人计算机已经改变了其他领域的做事方式一样，PC 也已经渗透到 PLC 工业控制领域。在 PC 上编写和运行软件已经改变了人们使用 PLC 的传统方式。通常，运行于 PC 机上的 PLC 软件有以下两种类型。

- PLC 软件允许用户编写程序和文件，它提供给用户一个编写 PLC 程序（梯形图或其他编程语言）的工具，并且可以根据需要给程序增加详细的注释。
- PLC 软件允许用户监控和控制操作过程（也称为人一机接口）。它使用户在 CRT 显示器上看到整个控制过程（或者用图形表示的过程），从而决定系统的运行、参数变化趋势和接收报警条件。

工业控制技术经历了气体动力学、电子继电器，到今天的用梯形图逻辑编程语言的固态 PLC 的发展过程。基于个人计算机的控制是传统的 PLC 技术发展的最新成果。尽管基于 PC 的控制已经开始多年，但花费这么多年生产的工具和系统对用户而言必然是有足够吸引力的。为了达到与一个完整的 PLC 相同的控制功能，计算机需要配置一些连接装置，以接收来自传感器和变换器的信息，并且驱动诸如指示灯、线圈、继电器和电机等负载。目前一些生产商已经开发了让个人计算机可以完成 PLC 功能的软件和相应的接口卡。这种系统我们相应的称其为软逻辑控制器。综上所述，基于个人计算机的控制系统有如下优点：

- 初始成本低；
- 对专用硬件和软件的需要少；
- 与其他系统可直接进行数据交换；
- 快速信息处理；
- 易于定制。

1.6 PLC 的规模与应用

一般来说，PLC 分为 5 类：超小型、微型、小型、中型和大型。用于 PLC 分类的标准包括：功能、I/O 点数、费用和物理尺寸。在所有这些因素中，I/O 点数是最重要的。例如：一个入门级的超小型 PLC 可以小到能放进衬衣口袋管理 16 个 I/O 点。微型 PLC 则可以连接多至 32 个 I/O 点。它们都具有大型 PLC 指令系统的 90% 以上的功能，适用于既需要采用专业控制，又不需要大型 PLC 那么多 I/O 点数的用户使用。超小型 PLC 和微型 PLC 在电梯控制、汽车清洗和搅拌机系统中使用极为方便。

另一方面，例如 Allen-Bradley SLC-500 系列小型 PLC，在一个机架（主机）上就能处理多达 960 个 I/O 点。小型和中型 PLC 还提供特殊的 I/O 模块，以提高控制系统的性能。为了提供一个在模块和处理器之间使用方便、统一的接口，这些模块的功能从模拟量运动控制到通信连接。大型 PLC-5 系列是 Allen-Bradley 公司功能最强大的 PLC，它们能处理几千个 I/O 点。这类 PLC 的应用范围几乎没有限制，它不仅可以用于独立的生产过程控制，也可以用于整个工厂的控制。

选择 PLC 的关键因素是准确地判断其用途，选择比实际需要大得多的 PLC 系统是不明智的。然而，选择的时候还是要首先预留出将来可能的扩展余地，以确保系统不仅能满足现在的要求，而且能够满足将来可能需要的应用。

PLC 的应用主要分为三大类：单任务、多任务和集中管理。单任务控制的 PLC 的应用是指一个 PLC 控制一个生产过程，它是一个独立的单元，不能与其他的 PLC 或者计算机通信。很明显整个的控制过程的复杂度与系统的大小是选择 PLC 的重要因素。这种应