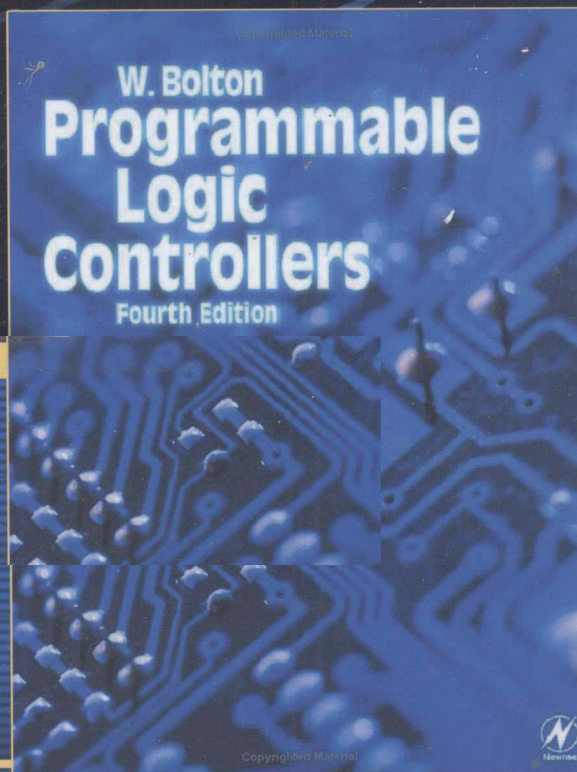


可编程控制器

(原书第4版)

**Programmable
Logic
Controllers**
(Fourth Edition)

(美) W. Bolton 著
周悦 等译

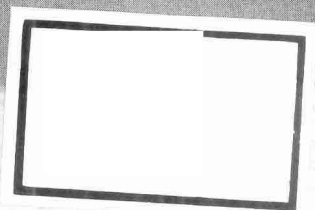


1.6



机械工业出版社
China Machine Press

电子与电气工程丛书



可编程控制器

(原书第4版)

Programmable Logic Controllers
(Fourth Edition)

(美) W. Bolton 著

田悦 等译



机械工业出版社
China Machine Press

本书从 PLC 的共性特征出发,讲述了 PLC 的基本工作原理、数据处理、编程方法、编程技术、系统和程序设计方法,并给出了大量的图表和设计实例。本书以实用为宗旨,系统性强、层次清楚,有较强的实用性和参考价值。适合作为大专院校工业自动化、电气技术专业及其他相关专业的 PLC 教材,也适合从事 PLC 应用和开发的工程技术人员。

W. Bolton: Programmable Logic Controllers, Fourth Edition (ISBN: 0-7506-8112-8)。

Copyright © 2006 by Elsevier Inc. All rights reserved.

Authorized Simplified Chinese translation edition published by the Proprietor.

ISBN: 978-981-272-032-0

Copyright © 2010 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd. All rights reserved.

Printed in China by China Machine Press under special arrangement with Elsevier (Singapore) Pte Ltd. This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书简体中文版由机械工业出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 在中国大陆境内合作出版。本版仅限在中国境内(不包括中国香港特别行政区及中国台湾地区)出版及标价销售。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。

封底无防伪标均为盗版

版权所有,侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号:图字:01-2009-1586

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器(原书第4版)/(美)博尔顿(Bolton, W.)著;周悦等译. —北京:机械工业出版社,2010.4

(电子与电气工程丛书)

书名原文:Programmable Logic Controllers, Fourth Edition

ISBN 978-7-111-30118-9

I. 可… II. ①博… ②周… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第044631号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:陈佳媛

北京瑞德印刷有限公司印刷

2010年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13.2印张

标准书号:ISBN 978-7-111-30118-9

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

客服热线:(010) 88378991; 88361066

购书热线:(010) 68326294; 88379649; 68995259

投稿热线:(010) 88379604

读者信箱:hzjsj@hzbook.com

译 者 序

可编程序控制器 PLC (Programmable Logic Controllers) 结合了传统的继电器控制技术、计算技术、自动控制技术和通信技术,成为工业上应用最广泛的自动控制装置之一。PLC 具有体积小、重量轻、功能强、可靠性高、通用灵活、编程简单、方便实用、抗干扰能力强等特点。学习和掌握 PLC 技术已经成为工业自动化工作者的一项必不可少的技术。

本书简明易懂,不需要读者先前了解 PLC 和具备编程方面的知识。本书注重实践,书中有大量的图表和实例,很多内容都基于实例进行讲解,使许多枯燥的原理及技术便于理解,而且读者也能够真正从实例中掌握 PLC 系统的工作原理、设计和编程技巧。每章后面都配有习题和参考答案,能够帮助读者增强对本章内容的理解。

本书介绍了 PLC 的全部性能,包括其运行操作和应用。讲述了 PLC 的基本工作原理、输入输出、程序存储和数据存储及指令应用等,并对 PLC 系统设计及编程调试中应该注意的事项进行阐述。

生产 PLC 的厂家很多,本书把 PLC 作为一类,仅讨论通用的情况。本书的编程实例采用的是广受欢迎的三菱、A-B、西门子、东芝等控制器的指令系统。

本书的翻译工作由周悦、张丽秀、张凤众翻译,参加翻译的还有单丹、李晓佳、孙丽梅、张凤、阚凤龙等。

由于时间有限,加之译者的精力和能力有限,尽管我们尽了最大努力,但书中仍会有不尽人意之处,敬请读者不吝指正!

很荣幸能把这本书的中文版带给大家,祝您学习愉快、工作顺利!

译 者

2010 年 6 月

前 言

近年来，科技的进步促进了可编程序控制器的发展，并引发了控制工程领域的一系列变革。本书介绍了可编程序控制器，便于第一次接触可编程序控制器的工程技术人员很快上手，也是国民和国民高等教育工程类学生学习和公司技术人员培训的一门基础课程，或作为本科工程类各专业低年级学生的入门课程。

本书提供了完整的课程提纲，覆盖了 BTEC 国民和国民高等教育工程类可编程序控制器和 Edexcel 可编程序逻辑控制器的课程学习要求。书中通过实例列举出不同的 PLC 制造商使用的不同术语及不同的编程形式。本书内容包括：

- PLC 的基本结构及其通用的输入输出特性。
- 数制系统的论述：十进制、二进制、八进制、十六进制和 BCD 码。
- 各种方法的详细介绍，包括各种制造商如何利用内部继电器、定时器、计数器、移位寄存器、时序器和数据处理设备编写 PLC 程序的图表。
- IEC1131-3 标准以及梯形图的编程方法、功能模块图、指令表、结构文本和顺序功能表等编程方法。
- 为了帮助读者掌握可编程序控制器的编程方法及必要的技巧，书中有大量的工程实例、多项选择题和问答题，在书后还附有相应的答案。

与第 3 版的区别

第 4 版在第 3 版的基础上作了大量的调整和改进，包括对 IEC1131 - 3 标准更详细的介绍，其中包含了所有标准的编程方法和安全性问题。这包括对紧急停止继电器和安全 PLC 的讨论。

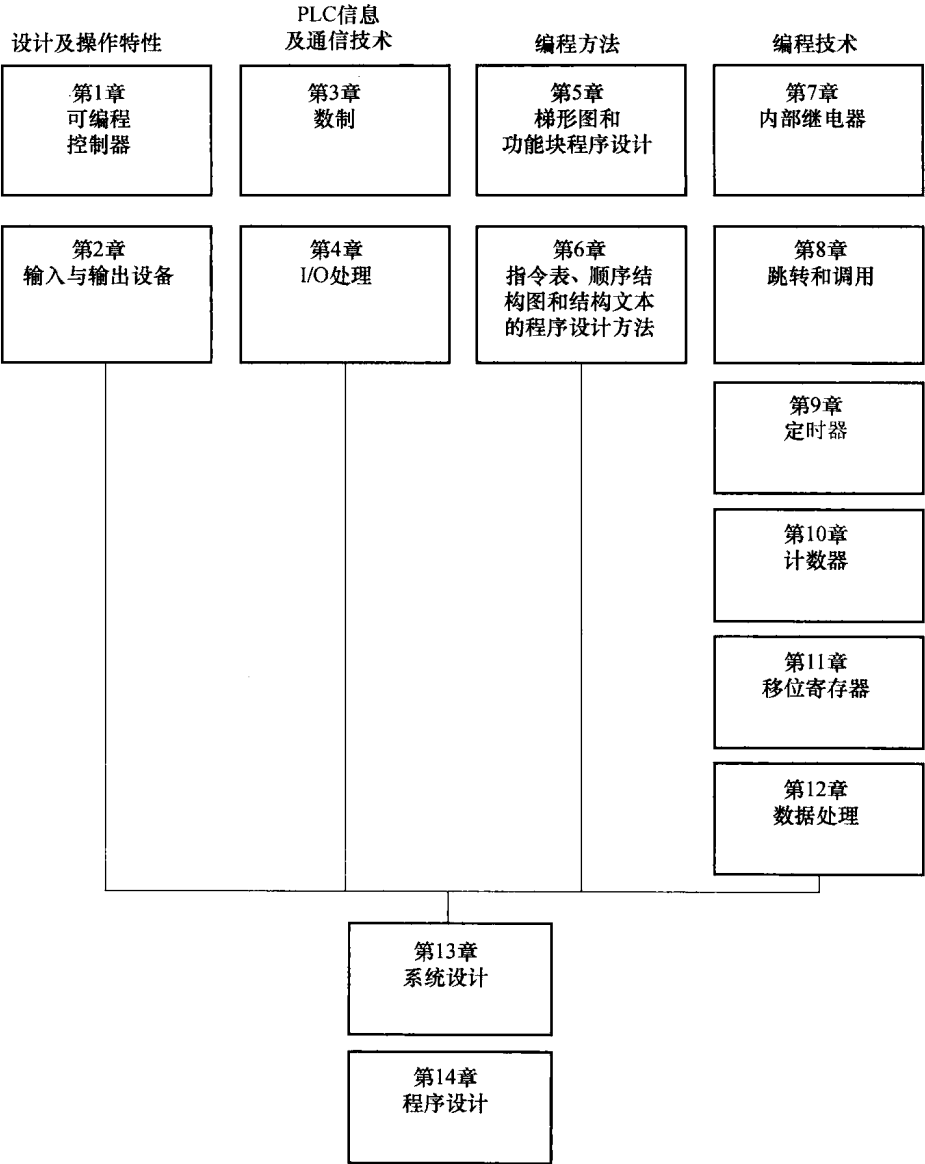
目标

本书目的在于使读者：

- 了解可编程序控制器的主要设计特性，内部结构和操作规则。
- 理解并掌握通用的输入输出设备的特性。
- 理解 PLC 的输入输出处理过程。
- 掌握与 PLC 系统的通信连接、协议和网络方法。
- 掌握 AND、OR、NOR、NAND、NOT、XOR 逻辑功能的梯形图程序开发。
- 掌握内部继电器、定时器、计数器、移位寄存器、时序器和数据处理的梯形图程序开发。
- 掌握功能块图表、指令表、结构文本和顺序功能表的程序开发。
- 了解 PLC 系统的安全性问题。
- 了解故障诊断、检测和调试的方法。

本书结构

下图是本书章节的结构图。



目 录

译者序

前言

第1章 可编程控制器..... 1

1.1 控制器 1

1.1.1 微处理器控制系统 1

1.1.2 可编程序控制器 2

1.2 硬件 2

1.3 内部结构 4

1.3.1 CPU 4

1.3.2 总线 4

1.3.3 存储器 5

1.3.4 输入输出单元 5

1.3.5 源型和漏型 6

1.4 PLC 系统 7

习题 10

第2章 输入与输出设备 11

2.1 输入设备 11

2.1.1 机械开关 12

2.1.2 接近开关 13

2.1.3 光电传感器和开关 13

2.1.4 编码器 14

2.1.5 温度传感器 15

2.1.6 位置/位移传感器 16

2.1.7 应变片 17

2.1.8 压力传感器 18

2.1.9 液位传感器 19

2.1.10 流量测量 19

2.1.11 智能传感器 19

2.2 输出设备 19

2.2.1 继电器 19

2.2.2 换向阀 20

2.2.3 电机 22

2.2.4 步进电机 22

2.3 应用实例 24

2.3.1 传送带 24

2.3.2 电梯 24

2.3.3 系统 24

2.3.4 液位监测 25

习题 25

第3章 数制 28

3.1 二进制 28

3.2 八进制和十六进制 29

3.2.1 八进制 29

3.2.2 十六进制 29

3.2.3 二进制、八进制、十六进制

和 BCD 相对应的数字 30

3.3 二进制运算 31

3.3.1 有符号数 31

3.3.2 1 的补码和 2 的补码 32

3.3.3 浮点数 33

3.4 PLC 数据 33

习题 34

第4章 I/O 处理 35

4.1 输入输出单元 35

4.1.1 输入单元 35

4.1.2 输出单元 37

4.2 信号处理 39

4.3 远程连接 41

4.3.1 串行通信和并行通信 41

4.3.2 串行标准 42

4.3.3 并行标准 43

4.3.4 协议 45

4.3.5 ASCII 码 46

4.4 网络	46	6.3.3 结构文本程序	81
4.4.1 分布式系统	47	习题	81
4.4.2 网络标准	47	第7章 内部继电器	87
4.4.3 商用系统实例	49	7.1 内部继电器	87
4.5 处理输入	50	7.2 梯形图程序	87
4.6 I/O 地址	51	7.2.1 多输入条件下的程序	87
习题	51	7.2.2 锁存程序	88
第5章 梯形图和功能块程序设计	53	7.3 备份电池继电器	89
5.1 梯形图	53	7.4 单步操作	90
5.2 逻辑功能	55	7.5 置位和复位	91
5.2.1 逻辑与	56	7.6 主控继电器	93
5.2.2 逻辑或	56	习题	97
5.2.3 逻辑非	57	第8章 跳转和调用	101
5.2.4 与非门	58	8.1 跳转	101
5.2.5 或非门	58	8.2 子程序	102
5.2.6 异或门	59	习题	103
5.3 锁存	59	第9章 定时器	105
5.4 多输出	60	9.1 定时器类型	105
5.5 入口程序	61	9.2 可编程定时器	106
5.6 功能块	62	9.2.1 时序	106
5.6.1 逻辑门	62	9.2.2 定时器的级联	107
5.6.2 布尔代数	64	9.2.3 开-关周期定时器	108
5.7 程序举例	66	9.3 关断延时定时器	108
习题	67	9.4 脉冲定时器	110
第6章 指令表、顺序结构图和结构		9.5 程序设计实例	111
文本的程序设计方法	71	习题	111
6.1 指令表	71	第10章 计数器	115
6.1.1 梯形图程序设计及指令表	72	10.1 计数器形式	115
6.1.2 分支代码	73	10.2 程序设计	115
6.1.3 多个梯级	75	10.3 加减计数	118
6.1.4 程序举例	75	10.4 带有计数器的定时器	120
6.2 顺序功能图	76	10.5 时序器	120
6.2.1 分支和汇聚	77	习题	121
6.2.2 动作	79	第11章 移位寄存器	126
6.3 结构文本	79	11.1 移位寄存器	126
6.3.1 条件语句	80	11.2 梯形图程序	127
6.3.2 迭代语句	80	11.2.1 序列应用	128

11.2.2 目标跟踪	129	13.3.2 软件测试	146
习题	130	13.3.3 仿真	146
第12章 数据处理	132	13.4 故障检测	147
12.1 寄存器和位	132	13.4.1 故障检测技术	147
12.2 数据处理	133	13.4.2 程序存储	150
12.2.1 数据传送指令	133	13.5 系统文本文件	150
12.2.2 数据比较指令	134	习题	171
12.3 算术功能	135	第14章 程序设计	172
12.4 闭环控制	136	14.1 温度控制	172
12.4.1 控制模式	136	14.2 阀顺序控制	175
12.4.2 PLC的PID控制	137	14.2.1 循环运动	176
习题	138	14.2.2 顺序	176
第13章 系统设计	140	14.2.3 基于功能图表的顺序控制	179
13.1 编程开发	140	14.2.4 停车栅栏阀控制	180
13.2 系统安全	143	14.3 传送带控制	183
13.2.1 PLC系统和安全性	143	14.4 过程控制	186
13.2.2 紧急停止继电器	144	习题	187
13.2.3 安全PLC	145	附录A 符号	191
13.3 调试	145	附录B 答案	195
13.3.1 测试输入与输出	145		

第 1 章 可编程控制器

1.1 控制器

本章对可编程控制器及其一般功能、硬件组成和内部结构进行简单介绍。在随后的章节中，将对其进行更详细的讨论。

一个控制系统有哪些控制任务呢？可能是控制一系列顺序事件或保持某些变量恒定或跟随某些变量变化。例如，如图 1.1a 所示的自动钻床控制系统的控制要求是当工件到达某指定位置时钻头开始向下移动，当钻头接触到工件时开始钻孔，当钻头到所需孔深时停止工作，钻头复位，切断开关，并等待下一个工件到达，重复该操作。如图 1.1b 所示的另一个控制系统是控制传送带上传输物品的数量并把它们直接送达到一个包装箱内。此控制系统的输入信号可以是开关的通断，例如工件的检测是通过其与开关的相对运动引起的开关闭合来判断，输入信号也可以是来自于温度传感器或流量传感器。控制器通过驱动电机将物品运送到某个位置，或控制阀、加热器等的通断。

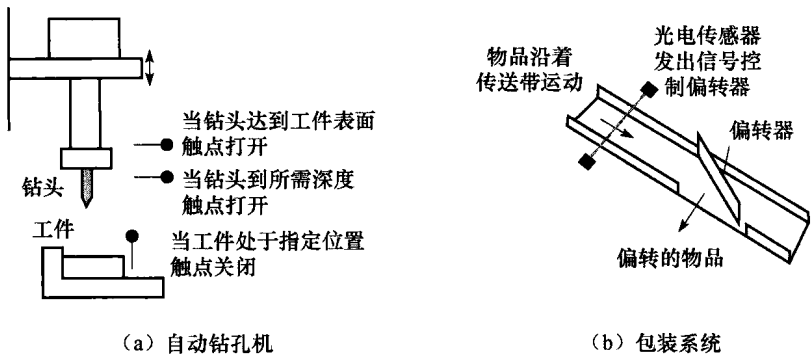


图 1.1 控制任务及输入传感器实例

控制器由哪些部分组成呢？对于自动钻床而言，我们需连接电子电路，其电路中开关的通断可以令电机启动或令电磁阀产生动作。因此，我们可以通过闭合开关来启动继电器使电流通过电机来驱动钻头旋转，如图 1.2 所示。另一个开关使继电器动作，给电磁阀通电或打开液压阀，产生的压力使活塞在油缸内运动，从而把工件推送到指定位置。这种电子电路可能是自动钻床专用的。对于控制包装箱内物品的数量，我们同样也可以连接包括传感器和电机的电子电路。然而，我们可以为这两种情况设计不同的控制器电路。在传统控制系统中，控制规则和控制行为均由电路决定。当控制行为的规则改变时，电路也将需要随之改变。

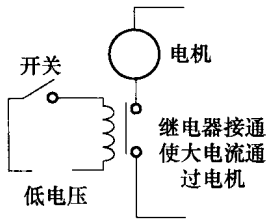


图 1.2 控制电路

1.1.1 微处理器控制系统

如果我们使用一个基于微处理器的系统，代替多变的电路，编写程序来指挥微处理器如

何对每个开关输入信号作出响应,并对驱动电机或阀提供所需的输出信号。这样,我们就可以在所有的情况中使用相同的基本系统,而无需对每种控制情况都分别设计一个控制电路。因此,我们需要可能包含如下内容的程序:

```
如果开关 A 闭合
输出信号送到电机电路
如果开关 B 闭合
输出信号送到电磁阀电路
.....
```

通过改变程序指令,可以使用同样的微处理器系统来控制各种各样的情况。

例如,现代家用洗衣机就使用一种微处理器系统。操作盘上的输入用来选择所需的洗涤周期,一个开关用来控制洗衣机门关闭,一个温度传感器用来测量水温,还有一个用来检测水位高度的开关。在这些输入的基础上,微处理器发出输出指令,启动洗衣机桶电机并控制其速度,开关冷热水阀,打开排水管,控制水温及机门锁好,以保证在洗涤周期结束前洗衣机门是不能被打开的。

1.1.2 可编程序控制器

可编程序控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是基于微处理器的一种特殊形式的控制器,它采用可编程存储器来存储指令并嵌入很多功能,如逻辑、顺序、定时、计数和计算等功能来控制机床和加工过程,如图 1.3 所示,并且使那些对计算机知识及计算机语言知之甚少的工程人员也可以进行操作。它们不仅是为计算机编程人员编写或修改程序而设计的,PLC 的设计人员通过预编程使其能使用简单直观的语言形式运行控制逻辑,详见第 4 章。使用“逻辑”这个术语是因为最初的编程与逻辑实现和开关操作有关。例如,如果 A 或 B 发生就连通 C,如果 A 和 B 同时发生就连通 D。输入装置,如类似于开关的传感器,输出装置如电机、电磁阀,均被连接到 PLC 上。操作人员向 PLC 的存储器输入一系列指令,如一个程序,控制器根据程序来检测输入和控制输出,并实现相应的控制规则。

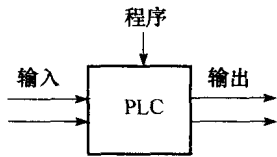


图 1.3 可编程控制器

PLC 最大的优势在于同样的基本控制器可以被广泛用于控制系统中。如果需要改变一个控制系统及控制规则,用户只要从键盘上输入新的指令即可,无需重新接线。因此,它具有灵活性、低成本,可用于控制性能及复杂程度广泛变化的系统。

PLC 与计算机类似,但是计算机的主要任务是用于计算和显示,而 PLC 主要是用于工业环境中任务控制。因此,PLC 具有如下特点:

1. 抗干扰、耐高温、耐潮湿及低噪音的设计与防护。
2. 控制器内部有输入输出接口。
3. 编程简单,编程语言简单易懂,主要用于逻辑和开关量的操作。

第一个 PLC 产生于 1969 年。目前,它们已经被广泛应用,并从仅供 20 个数字输入/输出使用的小型独立单元扩展到用于大量输入/输出、可处理数字量或模拟量的输入/输出,以及实现 PID 控制的模块化系统。

1.2 硬件

一个典型的 PLC 系统包括:微处理器单元、存储器、电源供给单元、输入/输出接口、

通信接口以及编程设备。其结构图如图 1.4 所示。

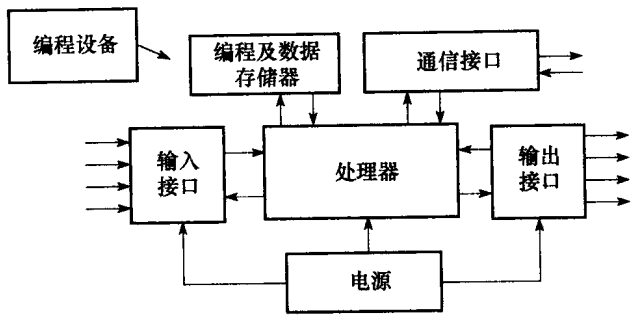


图 1.4 PLC 系统

- 1. 处理器单元或中央处理单元（CPU）是一个含有微处理器的单元，接收输入信号、运行存储器中的程序实现控制行为，并将程序运行结果作为控制信号送至输出单元。
- 2. 电源供给单元（power supply）是把电源交流电压转换成处理器及输入输出接口电路所需的 5V 直流电压。
- 3. 编程设备（programming device）用来把所需的程序输入到处理器的存储器中，即程序在编程设备中开发，然后传送到 PLC 存储器单元中。
- 4. 存储器单元（memory unit）用于存储由微处理器执行的程序及用于处理的输入数据和用于输出的输出数据。
- 5. 输入输出部分（input and output sections）是用于处理器接收外部设备的信息及将内部信息传送到外部设备。输入可能来自于开关，如图 1. 1a 所示的自动钻床，或者是其他的传感器，如光电电池，及图 1. 1b 所示计数装置中的温度传感器或流量传感器等。输出可能是电机启动线圈、电磁阀等。输入输出接口将在第 2 章讨论。输入输出装置可以根据其给定是离散、数字或模拟信号进行分类，如图 1. 5 所示。对于给定是离散或数字信号的装置，其信号为或开或关。因此，开关是一个输出离散信号的装置，电压或有或无。数字信号装置可以看成是离散信号装置，能产生一系列开/关信号。模拟信号装置产生的信号大小与被控变量的大小是成比例的，例如温度传感器的电压与温度就是成比例的。
- 6. 通信接口（communication interface）用来完成远程 PLC 间通信网络上数据的接收或传送，如图 1. 6 所示。它主要具有如下作用：设备认证、数据请求、用户应用与连接管理之间的同步等。

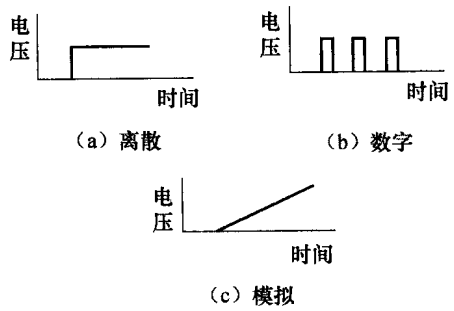


图 1.5 信号

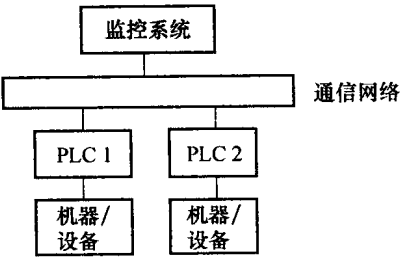


图 1.6 基本通信模型

1.3 内部结构

图 1.7 是 PLC 的基本内部结构。其所包括的中央处理单元（CPU）中含有系统微处理器、存储器、输入输出电路。CPU 控制和处理 PLC 内部所有的操作部分。它提供了一个频率在 1~8MHz 范围内的时钟，这个频率决定了 PLC 的操作速度并且为系统中的所有元件提供计时和同步功能。PLC 内部的通信通过数字信号来完成，数字信号经过的内部通路称为总线。从物理意义上来说，总线只是电信号能够从中通过的一些导线。它可以是印制电路板上的路径或是一捆电缆中的线缆。CPU 使用数据总线在组成元件之间传送数据，地址总线用来传送被存储数据存放位置的入口地址，控制总线用于传送与内部控制行为有关的信号，系统总线用于输入输出端口与输入输出单元之间的通信。

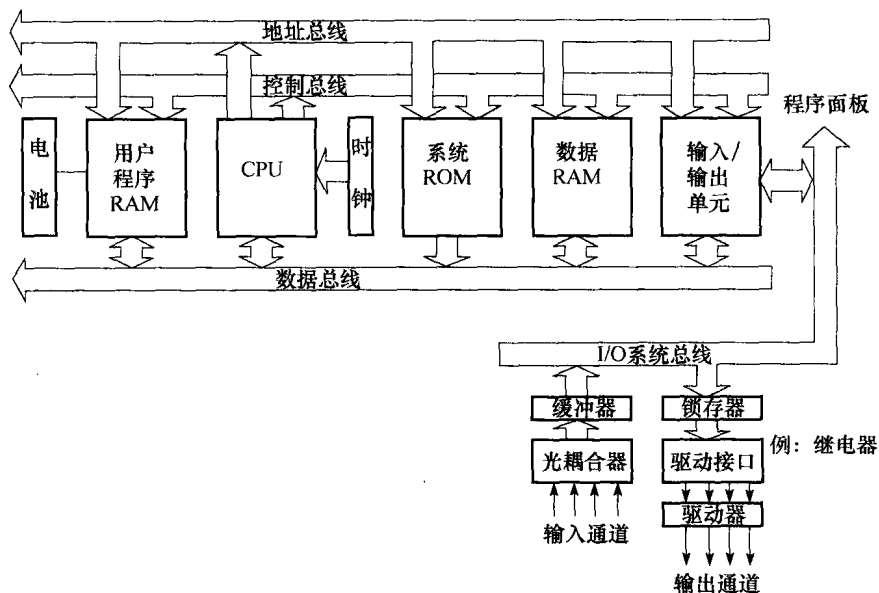


图 1.7 PLC 结构

1.3.1 CPU

CPU 的内部结构取决于相关的微处理器，一般包括：

1. 一个算术逻辑单元 ALU，它负责数据操作，实现加、减、与、或、非、异或等逻辑运算。
2. 存储器，又称“寄存器”，位于微处理器中，用来存储程序执行时的相关信息。
3. 控制单元用来控制操作时序。

1.3.2 总线

总线是 PLC 内部用来通信的通道。信息以二进制的形式传输，即在一组位中，位用二进制数 1 或 0 来表示开/关状态。术语“字”是指一组位组成的信息，因此一个 8 位的字可以用二进制数 00100110 表示，每一位都同时沿着其自身的并行线路进行通信。系统一共有四种总线：

1. 数据总线传送 CPU 处理过程中使用的数据，8 位的微处理器有可以处理 8 位数字的内部数据总线，可以在 8 位数字之间操作并将结果作为 8 位值传递。

2. 地址总线用来传送存储器位置的地址, 每个字都存放在存储器中, 每个存储器的位置都有一个唯一地址, 就像城镇里的房子, 每个房子都有明确的地址以便于定位。因此, 每个字的位置都被分配一个地址, 以便于 CPU 可以获得存储在某位置的数据、读取数据或者把数据写在某个地址中。地址总线传输的信息表明可以访问的地址。如果地址总线有 8 条, 8 位字的数, 总的地址数就是 $2^8 = 256$ 。如果地址总线有 16 条, 就可能有 65536 个地址。

3. 控制总线传送 CPU 控制所用的信号, 例如, 通知存储器是否需要从输入单元接收数据或输出数据到输出单元, 同时传送用于同步活动的时序信号。

4. 系统总线用来在输入输出端口与输入输出单元之间进行通信。

1.3.3 存储器

一个 PLC 系统中有多个存储器元件:

1. 系统的只读存储器 (ROM), 为操作控制系统提供永久存储以及为 CPU 所用的固定数据。

2. 在用户程序中使用的随机存储器 (RAM)。

3. 用于存储数据的随机存储器 (RAM), 如输入输出装置的状态、定时器和计数器以及其他内部装置所存储的值。数据 RAM 有时被当作数据表或者寄存器表。这个存储器的一部分 (一块地址) 被分出用于存放输入输出单元的地址及输入输出的状态, 一部分被用于存放设定值, 一部分用于存储计数器和定时器的当前值等。

4. 在可能的情况下, 将可擦除可编程只读存储器 (EPROM) 作为 ROM 的可插入附加模块, 使存储器实现可编程并能够永久保存程序。

RAM 中的程序和数据可以由用户更改, 所有的 PLC 都包含一些用来存储用户开发的程序及数据的 RAM。然而, 为了防止电源断电时造成程序丢失, PLC 也使用电池使程序在 RAM 内保存一段时间。当程序在 RAM 中被开发以后, 它会被下载到 EPROM 存储器芯片中, 通常是 PLC 的一个可插入模块, 这样就能够永久保存。此外, 也有为输入输出通道提供的暂存缓冲存储区。

存储器单元的存储容量由它能存储的进制字的数量来决定。如果一个存储器能容纳 256 个字, 当使用 8 位字时, 它能存储 $256 \times 8 = 2048$ 位; 当使用 16 位字时, 它能存储 $256 \times 16 = 4096$ 位。存储器大小通常可用存储位置的数量来确定, 通常用 1K 代表 2^{10} 即 1024。制造商提供的存储芯片的存储位置按组分 1 位、4 位或 8 位。一个 $4K \times 1$ 的存储器有 $4 \times 1 \times 1024$ 个位置, 一个 $4K \times 8$ 的存储器有 $4 \times 8 \times 1024$ 个位置。8 位为一个字节。这样, $4K \times 8$ 的存储器能存储 4096 个字节。如果有 16 位地址线, 就可以得到 2^{16} 个不同的地址。每个地址存储 8 位字, 就得到 $2^{16} \times 8$ 个存储位, 可以使用存储器大小为 $2^{16} \times 8 / 2^{10} = 64K \times 8$ 或用 4 个 16×8 位的存储器芯片。

1.3.4 输入输出单元

输入输出单元提供了系统与外界之间的接口, 通过输入输出通道建立输入设备 (如传感器) 与输出设备 (如电动机和电磁线圈) 之间的联系。同样, 程序也通过输入输出单元从程序控制面板中被输入。每一个输入输出点都有供 CPU 使用的唯一地址, 就像路边的一排房子, 10 号房子可能是来自某个传感器的输入, 而 45 号房子可能用于控制某个电机的输出。

输入输出通道具有光电隔离和信号调节功能, 使得传感器和执行机构无需其他电路

而直接与之相连。输入输出系统与外界的电隔离通常使用光电隔离器（通常称为光耦合器）。图 1.8 是光电隔离器的例子。当数字脉冲通过发光二极管产生红外放射脉冲，这个脉冲被光敏三极管检测到并在电路中产生一个电压。发光二极管与光敏三极管之间的间隔形成电隔离，但此装置仍可以使一个电路中的数字脉冲激起另一个电路产生数字脉冲。

数字信号通常与 PLC 内部微处理器的 5V 直流电压相匹配。由于输入通道的信号处理带有光电隔离，允许向它提供很大范围的输入信号，详见第 3 章。大型的 PLC 允许输入的范围是 5V、24V、110V 和 240V 的数字/离散的开关量信号，如图 1.9 所示；小型的 PLC 可能只有一种形式的输入，如 24V。

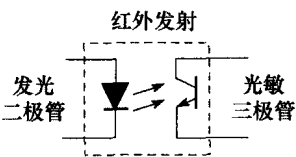


图 1.8 光电隔离器

输入/输出单元的输出可以是 5V 的数字量。然而，通过继电器、晶体管和晶闸管的信号调节后，从输出通道产生的输出电压可能是 24V、100mA 的开关信号，110V、1A 的直流电信号，或者是 240V、1A 的交流电信号或来自晶闸管输出通道的 240V、2A 的交流电信号，如图 1.10 所示。对于小型 PLC 而言，所有的输出可能是同一类型的，比如 240V、1A 的交流电信号。然而，对于模块式 PLC 而言，输出范围由所选用的模块提供。

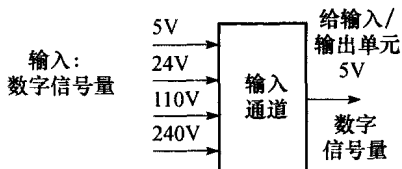


图 1.9 输入量



图 1.10 输出量

输出被分为继电器类型、晶体管类型和晶闸管类型，详见第 3 章：

1. 对于继电器类型输出，PLC 的输出信号用来控制一个继电器并能为外部电路提供几安培电流。继电器不仅可以使小电流控制大电流，而且使 PLC 与外部电路隔离。然而，继电器开关速度相对较慢，继电器输出对直流、交流的切换均可。它们能承受很高的瞬时冲击电流和电压。

2. 晶体管类型输出使用晶体管来控制外部电路电流，它的响应速度相对较快。然而，它只能用于直流电路导通，并且当出现过电流或者高反向电压时就会被破坏。因此使用熔丝或建立内部保护电路实现保护，光电隔离器用于提供装置的隔离。

3. 晶闸管输出使用光电隔离器进行隔离，它可以用于控制交流外部负载。对于交流操作要求严格，由于它很容易在过电流时被破坏，通常使用熔丝来保护这种输出。

1.3.5 源型和漏型

源型（拉出式）和漏型（贯入式）用来描述直流装置与 PLC 的连接方式。源型采用传统的电流流动方向，即从正极流向负极。输入装置接收输入模块的电流，即输入模块是电流源，如图 1.11a 所示。如果电流从输出模块流向输出负载，那么这个输出模块被称作是源端，如图 1.11b 所示。漏型是采用传统的电流流动方向即从正极流向负极，输入装置为输入模块提供电流，则输入模块就是电流的漏端，如图 1.12a 所示。如果电流从输出负载流向输出模块，则输出模块被看作是漏端，如图 1.12b 所示。

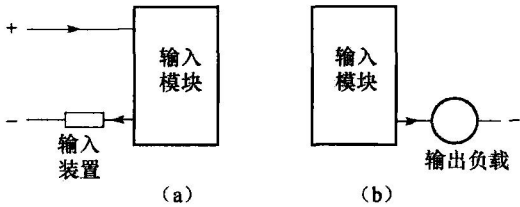


图 1.11 源型

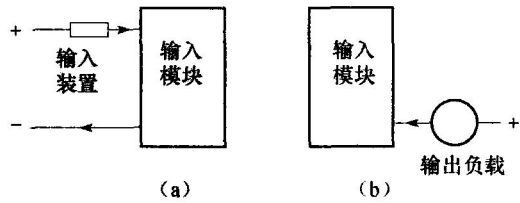


图 1.12 漏型

1.4 PLC 系统

PLC 系统有两种常用的结构形式：整体式和模块/支架式。整体式（有时称为方块式）常用于小型程序控制器中，它提供内部完整的封装，配有电源、处理器、存储器及输入/输出单元。这种典型的 PLC 可能有 6、8、12 或 24 个输入点和 4、8 或 16 个输出点和一个可以存储 300 ~ 1 000 条指令的存储器。三菱系列 MELSEC FX3U 整体式 PLC 如图 1.13 所示。表 1.1 给出了三菱系列 PLC 模块的详细资料。

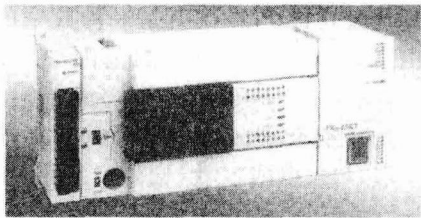


图 1.13 三菱系列整体式 PLC——MELSEC FX3U
(得到三菱公司授权)

表 1.1 三菱系列整体式 PLC——MELSEC FX3U 产品资料（得到三菱公司授权）

类型	FX3U-16MR	FX3U-32MR	FX3U-48MR	FX3U-64MR	FX3U-80MR
电源	100-240 V AC				
输入	8	16	24	32	40
输出	8	16	24	32	40
数字输入	继电器				
每个逻辑指令的程序循环周期	0.065μs				
用户存储器	64k 阶（标准），FLROM 盒（可选）				
尺寸/mm（宽×高×厚）	130×90×86	150×140×86	182×90×86	220×90×86	285×90×86

有些整体式系统能够通过连接输入/输出扩展模块来处理更多的输入输出，如图 1.14 所示的 OMRON CPM1A PLC，其主机的输入/输出模块有 10 点、20 点、30 点或 40 点输入/输出，10 点 I/O 主机有 6 个直流输入点，4 个输出点，20 点 I/O 主机有 12 个输出点，而 40 点 I/O 主机有 24 个直流输入点和 16 个输出点。而且，30 点和 40 点 I/O 可以通过连接扩展单元至主机而最大达到 100 个输入/输出点。例如，一个 20 点 I/O 的扩展单元，它有 12 点输入和 8 点输出，输出形式有继电器输出、PNP 晶体管输出，最多可以增加三个扩展模块，输出可以是继电器输出或晶体管输出。

输入输出数量较大的系统采用支架安装的模块式。模块式是由电源模块、处理器等独立模块构成的，它们通常被安装在一个金属柜内的卡轨上。此种可适用于各种型号的可编程控制器，并具有可插入支架上的由各种独立模块封装成的各种功能单元，是否增加具有特殊功能的混合模块由用户决定，将合适的模块插入支架发即可。因此，通过适当增加输入输出模块来扩展输入输出点或通过增加存储单元来扩展存储器容量均很方便。

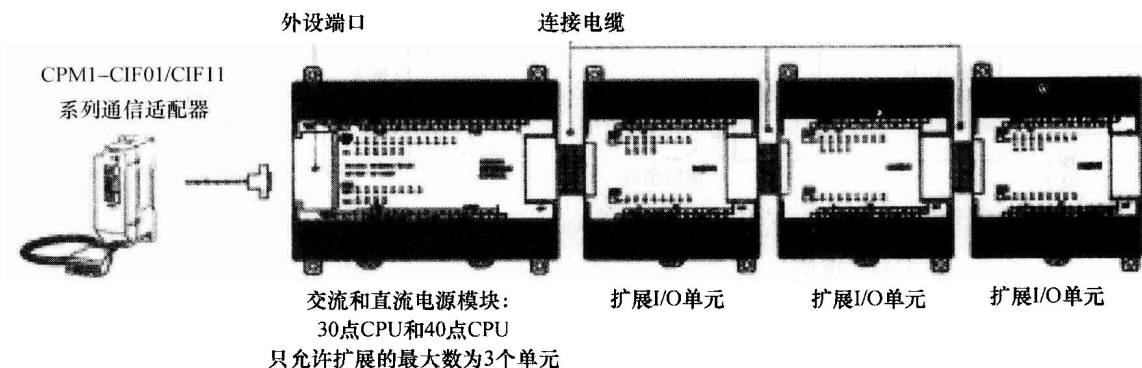


图 1.14 OMRON CPM1A PLC 的基本结构（得到 Omron 电子有限责任公司授权）

A-B 公司的 PLC-5 就是一种典型的模块式系统，如图 1.15 所示。PLC-5 处理器的输入输出点数和存储器容量的范围很广，它们可以用于各种通信网络。它们是单槽模块，且被放置在一个 1771 I/O 模块最左侧的槽中。一些 1771 I/O 模块的底架适于底板安装，一些适用于支架安装，型号可以是 4 点、8 点、12 点或 16 点 I/O 模块插槽。1771 I/O 模块有 8 点、16 点或 32 点型号。一个 PLC-5 处理器可以通过 Device Net[⊖]或通用远程 I/O 与 I/O 进行通信。

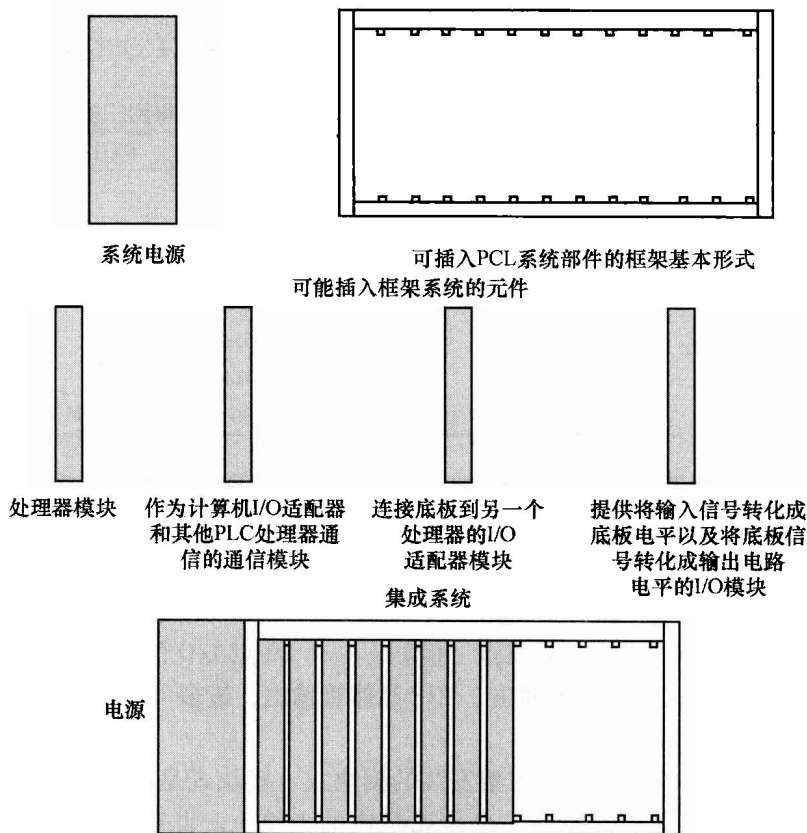


图 1.15 框架系统的排列方式，如罗克韦尔自动化，A-B 公司的 PLC-5

⊖ 罗克韦尔公司开发的一种基于 CAN 的开放的现场总线标准。——编辑注