



PLC应用 及实例解析 (原书第5版)

Programmable Logic Controllers Fifth Edition

[美] 弗兰克·D. 佩特鲁泽拉 (Frank D. Petruzella) 著
朱永强 贾利虎 等译



机械工业出版社
China Machine Press

工业控制
与智能制造
丛书



PLC应用 及实例解析 (原书第5版)

Programmable Logic Controllers Fifth Edition

[美] 弗兰克·D. 佩特鲁泽拉 (Frank D. Petruzella) 著
朱永强 贾利虎 等译



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用及实例解析 (原书第 5 版) / (美) 弗兰克·D. 佩特鲁泽拉 (Frank D. Petruzella) 著; 朱永强等译. —北京: 机械工业出版社, 2019.3

(工业控制与智能制造丛书)

书名原文: Programmable Logic Controllers, Fifth Edition

ISBN 978-7-111-61957-4

I. P… II. ① 弗… ② 朱… III. PLC 技术 IV. TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 024420 号

本书版权登记号: 图字 01-2017-0905

Frank D. Petruzella: Programmable Logic Controllers, Fifth Edition (ISBN: 978-0-07-337384-3)

Copyright © 2017 by McGraw-Hill Education.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2019 by McGraw-Hill Education and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可, 对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播, 包括但不限于复印、录制、录音, 或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区)销售。

版权 © 2019 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与机械工业出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

PLC 应用及实例解析 (原书第 5 版)

出版发行: 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: 冯秀泳

责任校对: 李秋荣

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2019 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 186mm×240mm 1/16

印 张: 25.75

书 号: ISBN 978-7-111-61957-4

定 价: 99.00 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) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

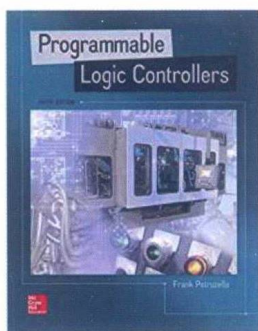
本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

作者简介

弗兰克·D. 佩特鲁泽拉

(Frank D. Petruzella)

在电气控制领域拥有丰富的实践经验，多年来一直从事实践教学工作，编写了多部畅销技术书籍。他获得尼亚加拉大学的理学硕士和纽约州立大学布法罗分校的理学学士。



原书封面

第5版的特色如下:

- 首次出现的关键概念和术语用粗体字标出

- 根据读者需求为每章增加了 The Translator's Words | 译者 序

- 为新主题增加了复习题

- 包含 SLC-500 和 ControlLogix 程序仿真实例

可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 是以计算机技术、自动控制技术和网络通信技术为基础逐步发展起来的一种专门用于工业控制的自动化装置。随着工业自动化技术的快速发展, 可编程逻辑控制器在控制规模、控制能力等方面不断发展和提高。

Allen-Bradley (艾伦-布拉德利, 简称 A-B) 公司的 PLC-5、Micro Logix1000 以及 SLC500 系列, 已成为应用广泛的可编程逻辑控制器。在北美, 其市场占有率达 67%; 在中国, 其产品广泛应用于工业控制中。SLC500 型 PLC 可根据需要从 5 种处理器、7 种电源及 50 余种 I/O 模块中选择不同的组合, 其应用灵活、功能强大。作为 A-B 公司控制系统下一代产品的 ControlLogix 系列 PLC, 以其技术先进、结构简单、可靠性强和强大的浮点运算功能, 广泛应用于国内冶金、化工企业的自动化控制系统中。

全书共分 15 章, 系统地介绍了 PLC 基本原理和概念, 并利用 SLC500 和 ControlLogix 平台来对其进行补充说明。每章基本以一个简短的章节内容介绍和学习目标开始, 以本章复习题和思考题结束。每章复习题一般和学习目标有关, 由简到难, 通过本章复习题和思考题带领读者回忆章节内容, 使读者能更好地掌握可编程逻辑控制器的知识。

本书主要由华北电力大学电气与电子工程学院的朱永强老师和国网天津市电力公司经济技术研究院的贾利虎翻译。参与翻译工作的还有国网能源研究院有限公司的王晓晨、广东电网有限责任公司电力调度控制中心的谢文超、国网山东省电力公司检修公司的蔡冰倩, 以及在校研究生赵娜、李翔宇、王福源、张少谦、刘康、张泉、田源、张璐等。

由于译者水平有限, 加之时间仓促, 译文的不足和错漏之处在所难免, 希望读者予以批评指正。

译者

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用及实例解析 (第5版) / (美) 弗兰克·D. 佩特鲁泽拉 (Frank D. Petruzzella)

著; 朱永强等译. —北京: 机械工业出版社, 2019.3

前言 Preface

ISBN 978-7-111-61957-4

I. P... II. ①弗... ②朱... III. PLC 技术 IV. TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 024420 号

本书版权登记号: 图字 01-2017-0906

由于新技术的增加, 可编程逻辑控制器 (PLC) 持续发展。随着 PLC 技术的进步, 编程语言和通信能力也大大增强。目前, PLC 可以提供更快的扫描速度、空间高效的高密度输入/输出系统以及能够使新型装置直接连接到 PLC 的特殊接口。

在第 5 版中, 完全基于讲师的审核意见对部分内容进行了修订, 这些意见具体包括:

- 应从各章中添加和删除的材料
- 需要更深入讨论的主题
- 增加了 ControlLogix 控制器平台
- 根据目前课程的需求对章节修改

对于一个具体的 PLC 来说, 其原始信息总是来自制造商提供的用户手册。本书不是为了取代供应商的参考资料, 而是为了补充、澄清、拓展它的内容。本文包含 PLC 的基本知识, 并利用 SLC-500 和 ControlLogix 平台来对 PLC 进行补充说明。本文中涉及的 PLC 基本原理和概念适用于大部分制造商生产的产品。通过由不同供应商提供的在职培训和项目可使知识获取最大化。

本书易于阅读, 适合 PLC 零基础的读者。例如, 需要执行程序操作时, 用一个项目列表来总结它的执行过程。项目列表代替了冗长的段落, 对于说明程序执行涉及的不同步骤很有用。

每章开头有一段简要介绍, 指出本章的涵盖范围和学习目标。根据需要, 有的章会先说明虚拟编程指令的继电器等效, 接着再介绍适当的 PLC 指令。各章结尾会对本章涉及的问题进行回顾: 复习题一般和本章目标有关, 需要学生自己回忆并灵活运用每章知识; 思考题由简到难。因此, 可以从多个方面检验读者的学习水平。

第5版的特色如下^①：

- 首次出现的关键概念和术语用粗体字标出
- 根据读者需求为每章增加了新的主题
- 为新主题增加了复习题
- 包含 SLC-500 和 ControlLogix 程序仿真实例

译者序

前言

致谢

第1章 可编程逻辑控制器概述

1.1 可编程逻辑控制器

1.2 PLC的组成

1.3 运行原理

1.4 运行修正

1.5 PLC与个人计算机的对比

1.6 PLC的尺寸和应用

复习题

思考题

第2章 PLC的硬件组成

2.1 I/O接口部分

2.2 离散式I/O模块

2.3 模拟式I/O模块

2.4 特殊I/O模块

2.5 中央处理单元

① 关于本书教辅资源，只有使用本书作为教材的教师才可以申请，需要的教师可向麦格劳·希尔教育出版公司北京代表处申请，电话 010-57997618/7600，传真 010-59575582，电子邮件 instructorchina@mheducation.com。——编辑注

致谢 Acknowledgements

衷心感谢以下评论者的意见和建议：

Noureddine Bekhouche 杰克逊维尔州立大学

Mark Bohnet 西北艾奥瓦社区学院

Michale Buck 达科他县技术学院

Wayne Buroker 沃基肖县技术学院

Jerry Clark 西北密西西比社区学院

Chris Haley 北佐治亚技术学院

Garrett Hunter 西伊利诺伊大学

Wael Ibrahim ECPI 大学

Ahmed Kamal 田纳西理工大学

Gholam H. Massiha 路易斯安那大学拉斐特分校

Randy Owens 亨德森社区学院

James Schabowaski 沃基肖县技术学院

Jenifer Shannon 宾夕法尼亚州立大学伯克斯校区

Accounties Lashan Smith 三县技术学院

Kenneth E. Swayne 佩里西皮州社区学院

John Veitch 纽约州立大学阿迪朗达克

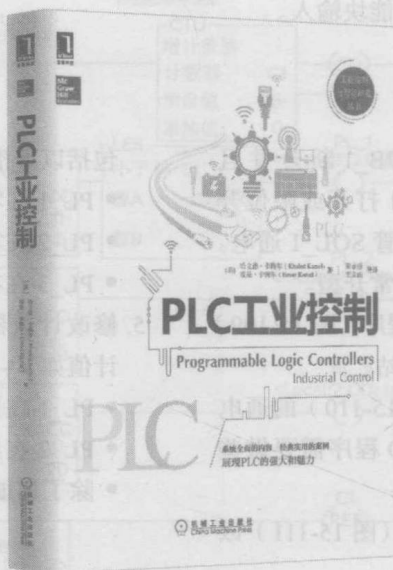
William Walker 特拉基梅多斯社区学院

Robert Permenter 奥尔巴尼技术学院

特别感谢纳什维尔州社区学院的 Don Pelster，感谢他在本书文本编辑方面所做的杰出工作，感谢他为本书提供的详细的反馈、建议和意见。

Frank D. Petruzella

推荐阅读



PLC工业控制

作者：(美) 哈立德·卡梅尔 (Khaled Kamel) 等 译者：朱永强 王文山 等
ISBN: 978-7-111-50785-7 定价：69.00元

本书是介绍PLC编程的书，其关注点集中于实际的工业过程自动控制。全书以Siemens S7-1200 PLC的硬件配置和整体自动化集成 (Totally Integrated Automation) 界面为基础进行介绍讲解。其内容包括：自动化及过程控制基本概念、继电器逻辑基础及PLC结构和原理、PLC计数器和定时器的应用编程、模拟模块、梯形图逻辑和HMI、模块化程序设计、开环和闭环过程控制、综合性设计项目实例等。

本书特色：

内容丰富、体系完备，涉及工业自动化及过程控制的基本概念、继电器逻辑程序设计的基本知识、定时器和计数器编程、算术逻辑等常用控制指令、梯形图编程、通用设计和故障诊断技术、数字化的开环闭环过程控制等内容。

结构合理、讲解细致，由浅入深，对重点、难点进行了细致的讲解和举例分析，有利于读者自学，容易入门。

实践性强、案例经典，作者拥有丰富的过程控制经验，对文中的案例和章后习题都进行了精心的挑选和设计，涉及不同工业应用场合，实践性很强。

课后习题丰富，每章末尾有练习题、实验设计题、编程题、调试题或者项目程序改错题，可帮助读者查漏补缺巩固所学知识。

译者简介

朱永强

博士，副教授，硕士生导师。1994年保送入清华大学电机系，先后获得清华大学电气工程学科的工学学士、硕士和博士学位。自2005年7月任职于华北电力大学电气与电子工程学院。研究方向包括电力电子技术应用、新能源与分布式发电、智能控制等。已出版大学教材、编著十余部，其中一部入选北京高等教育精品教材，两部列入“十二五”国家重点图书出版规划项目。主要译著包括《太阳能利用技术及工程应用》《智能电网的控制和优化方法》《PLC工业控制》等。

贾利虎

博士、工程师。2017年6月毕业于华北电力大学，获工学博士学位，同年7月就职于国网天津市电力公司经济技术研究院，荣获2018年度天津市工程咨询成果三等奖。研究领域包括电力系统规划与设计、新能源接入系统设计、微电网运行与控制技术等。

Contents | 目 录

译者序
前言
致谢

第 1 章 可编程逻辑控制器概述 1

1.1 可编程逻辑控制器	1
1.2 PLC 的组成	3
1.3 运行原理	7
1.4 运行修正	10
1.5 PLC 与个人计算机的对比	11
1.6 PLC 的尺寸和应用	12
复习题	14
思考题	14

第 2 章 PLC 的硬件组成 16

2.1 I/O 接口部分	16
2.2 离散式 I/O 模块	21
2.3 模拟式 I/O 模块	25
2.4 特殊 I/O 模块	30
2.5 I/O 详述	32
2.6 中央处理单元	34
2.7 存储器设计	36
2.8 存储类型	37

2.9 编程终端设备	38
2.10 记录和检索数据	39
2.11 人机界面	39
复习题	42
思考题	44

第 3 章 数制和码制 45

3.1 十进位计数制	45
3.2 二进位计数制	46
3.3 负数	48
3.4 八进位计数制	49
3.5 十六进位计数制	50
3.6 BCD 码	50
3.7 格雷码	52
3.8 ASCII 码	53
3.9 奇偶校验位	54
3.10 二进制算术运算	55
3.11 浮点数算术运算	58
复习题	59
思考题	60

第 4 章 逻辑基础知识 61

4.1 二进制概念	61
-----------------	----

4.2 AND、OR 和 NOT 函数	62	6.5 机械操作开关	103
4.3 布尔代数	65	6.6 传感器	104
4.4 根据布尔表达式建立逻辑门 电路	66	6.7 输出控制装置	112
4.5 根据已知的逻辑门电路列出 布尔等式	66	6.8 锁存电路	114
4.6 硬接线逻辑与编程逻辑	67	6.9 电气互锁电路	115
4.7 编程字级逻辑指令	70	6.10 锁存继电器	117
复习题	71	6.11 将继电器原理图转换为 PLC 梯形图逻辑程序	121
思考题	72	6.12 从过程机理直接书写梯形图 逻辑程序	124
第 5 章 PLC 编程基础知识	74	6.13 仪表	127
5.1 处理器内存组织	74	复习题	128
5.2 程序扫描	79	思考题	129
5.3 PLC 编程语言	81	第 7 章 可编程定时器	132
5.4 位逻辑指令	84	7.1 机械型时间继电器	132
5.5 指令寻址	86	7.2 定时器指令	134
5.6 分支指令	87	7.3 延时导通定时器指令	136
5.7 内部继电器指令	89	7.4 延时关断定时器指令	142
5.8 检查是否闭合和是否断开 指令编程	90	7.5 保持型定时器	146
5.9 输入梯形图	91	7.6 定时器级联	149
5.10 操作方式	94	复习题	154
5.11 与模拟设备连接	95	思考题	154
复习题	96	第 8 章 可编程计数器	159
思考题	97	8.1 计数器指令	159
第 6 章 PLC 基本接线图与梯形图 逻辑程序	99	8.2 加计数器	161
6.1 电磁控制继电器	99	8.3 减计数器	170
6.2 接触器	101	8.4 级联计数器	174
6.3 电动机起动器	101	8.5 增量编码计数器的应用	176
6.4 手动操作开关	103	8.6 结合计数器和定时器功能	179
		8.7 高速计数器	182
		复习题	183

思考题	183	11.6 其他字级数学指令	247
第 9 章 程序控制指令	187	11.7 文件算术运算	250
9.1 程序控制	187	复习题	252
9.2 主控复位指令	188	思考题	253
9.3 跳转指令	191	第 12 章 定序器和移位寄存器指令	258
9.4 子程序	194	12.1 机械式定序器	258
9.5 即时 I/O 指令	197	12.2 定序器指令	260
9.6 外部强制 I/O 地址	198	12.3 定序器程序	267
9.7 安全电路	201	12.4 移位寄存器	273
9.8 可选定时中断	204	12.5 字元移位操作	281
9.9 故障子程序	205	复习题	286
9.10 临时结束指令	205	思考题	286
9.11 挂起指令	205	第 13 章 PLC 安装实践、编辑及故障排除	290
复习题	206	13.1 PLC 外壳	290
思考题	206	13.2 电气噪声	291
第 10 章 数据处理指令	210	13.3 泄漏输入和输出	294
10.1 数据处理	210	13.4 接地	294
10.2 数据传输操作	211	13.5 电压变化和浪涌	295
10.3 数据比较指令	220	13.6 程序编辑和调试	297
10.4 数据操作程序	225	13.7 编程和监控	298
10.5 数字数据 I/O 接口	228	13.8 预防性维护	300
10.6 闭环控制	231	13.9 故障排除	301
复习题	233	13.10 PLC 编程软件	309
思考题	234	复习题	311
第 11 章 数学指令	237	思考题	312
11.1 数学指令简介	237	第 14 章 过程控制、网络系统和 SCADA	314
11.2 加法指令	239	14.1 过程控制的分类	314
11.3 减法指令	241		
11.4 乘法指令	242		
11.5 除法指令	244		

14.2 控制系统结构 317

14.3 开 / 关控制 319

14.4 PID 控制 320

14.5 运动控制 324

14.6 数据通信 326

14.7 监控和数据采集 339

复习题 340

思考题 341

第 5 章 PLC 编程基础 342

5.1 处理器的内部组织 342

5.2 程序扫描 349

5.3 PLC 编程语言 351

5.4 逻辑指令 351

5.5 分支指令 357

5.6 内部线圈驱动指令 359

5.7 线圈驱动指令 359

5.8 线圈驱动指令 359

5.9 线圈驱动指令 359

5.10 线圈驱动指令 359

5.11 线圈驱动指令 359

第 6 章 PLC 基本指令与梯形图 359

6.1 逻辑指令 359

6.2 线圈驱动指令 359

6.3 线圈驱动指令 359

6.4 线圈驱动指令 359

第 15 章 ControlLogix 控制器 342

15.1 内存与项目组织 342

15.2 位级编程 353

15.3 程序定时器 365

15.4 可编程计数器 376

15.5 数学、比较以及移动指令 382

15.6 功能块编程 391

第 16 章 可编程定时器 392

16.1 定时器指令 392

16.2 定时器指令 392

16.3 定时器指令 392

16.4 定时器指令 392

16.5 定时器指令 392

16.6 定时器指令 392

16.7 定时器指令 392

16.8 定时器指令 392

16.9 定时器指令 392

16.10 定时器指令 392

16.11 定时器指令 392

16.12 定时器指令 392

第 17 章 可编程计数器 393

17.1 计数器指令 393

17.2 计数器指令 393

17.3 计数器指令 393

17.4 计数器指令 393

17.5 计数器指令 393

17.6 计数器指令 393

17.7 计数器指令 393

17.8 计数器指令 393

17.9 计数器指令 393

17.10 计数器指令 393

17.11 计数器指令 393

17.12 计数器指令 393

可编程逻辑控制器概述

本章简要介绍了 PLC 的发展历史，讨论了从继电器系统到 PLC 系统的转变。你将学习 PLC 的基本组成部分、PLC 是怎样用于过程控制的以及不同种类 PLC 的应用。最后介绍了一种可以简化 PLC 编程的语言——阶梯逻辑语言。

本章目标

在完成本章学习之后，你将能够：

- 定义可编程逻辑控制器 (PLC) 并列写了与继电器系统相比 PLC 所具有的优势
- 介绍 PLC 的主要组成部分并描述它们的功能
- 描述 PLC 的基本工作流程
- 确定 PLC 的基本分类

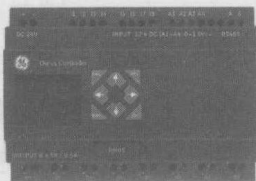
1.1 可编程逻辑控制器

图 1-1 所示的 PLC 是目前使用最广泛的工业过程控制技术。PLC 也是一种通过编程实现控制功能的工业计算机。PLC 的出现淘汰了许多由传统继电器组成的控制电路，PLC 的优点主要包括：快速响应、容易编程和安装、控制速度快、网络兼容、检修和试验方便、高可靠性。

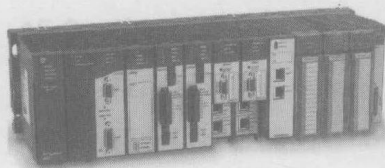
PLC 用于多输入输出、扩展温度变化、屏蔽电干扰、以及抗震动和抗冲击。过程制造装备和机器的控制运行程序存储在具有蓄电池后备电源的或非易失的存储器中。PLC 控制的系统输出取决于输入值，因此一个 PLC 就是一个实时系统。

PLC 实质上是一台专门用于机器控制的数字计算机，不同于个人计算机，PLC 为工业运行环境而设计，具有特殊的输入/输出接口以及控制程序语言。一开始工业上对可编程控

制器常用的缩写为“PC”，而由于 PC 也是“个人计算机”的缩写，这样会产生混淆。因此，大多数制造商将可编程控制器称为 PLC，用来代表“可编程逻辑控制器”。



(a)



(b)

图 1-1 可编程逻辑控制器

来源：(a) 与 (b) 均来自 GE 智能平台。

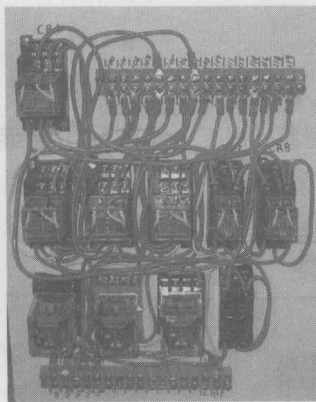
刚开始的时候 PLC 是用来取代继电器逻辑，但随着其功能范围的不断扩大，它被应用在许多更复杂的应用程序中。由于 PLC 与计算机是基于相同的架构原则，因此它不仅具有继电器开关功能，同时还能够计时、计数、计算、比较以及对模拟信号进行处理。

相比于传统继电器控制，可编程控制器具有一些优势。继电器需要进行布线连接来实现特殊的功能，当系统的需求改变时，继电器的接线需要相应改变或修正。极端情况下，例如在汽车工业中，已经制作好的控制面板需要进行更换，而对旧控制面板中的每个需要改变的模块进行重新布线是很不经济的。可编程控制器减少了传统继电器控制电路间的接线，如图 1-2 所示，与基于继电器的过程控制系统相比，它更加小巧经济。现代控制系统仍然会使用继电器，但是却很少用于逻辑控制。

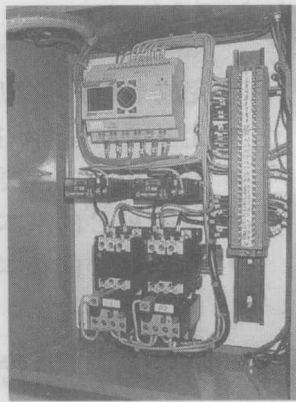
PLC 的优势包括：

1) **可靠性强**。一旦程序编写并测试完成后，它可以非常容易地载入其他的 PLC 中。因为所有逻辑都包含在 PLC 的存储器中，所以不会出现逻辑接线错误，如图 1-3 所示。程序取代了许多用于实现过程控制的外部接线。硬接线仍然需要用于连接现场设备，但是已经没有那么密集了。

2) **更加灵活**。在 PLC 中编写或更改程序比在电路中进行反复接线要容易。在 PLC 中，输入和输出的关系取决于用户的程序，而不是内部的接线方式，如图 1-4 所示。设备制造商通过发送新的程序来进



(a) 基于继电器的控制面板



(b) 基于 PLC 的控制面板

图 1-2 基于继电器和基于 PLC 的控制面板

来源：(a) 经 Mid-Illini 技术公司许可；(b) 经 Ramco 电气公司许可。

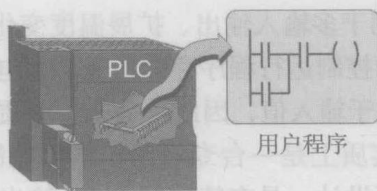


图 1-3 所有逻辑都包含在 PLC 存储器中

行系统更新，终端用户在现场或根据需要修改程序，安全性可由硬件特性的密钥或者软件密码提供保障。

3) 低成本。PLC 原本设计用于替代继电器，目前除了在电力方面的应用，由继电器组成的控制系统已经开始面临淘汰，因此使用 PLC 对降低成本具有重要意义。一般来说，如果一个系统需要使用超过 6 个控制继电器，那么安装 PLC 会更为经济。

4) 通信功能。PLC 可以与其他控制器或者计算机进行通信，实现管理控制、数据汇总、监控设备和工艺参数、下载更新程序，如图 1-5 所示。

5) 更快的响应速度。如图 1-6 所示，PLC 是为高速、实时应用而设计。可编程控制器实时运行，意味着现场发生的事件将导致信号输出或者执行相应的操作。有些机器每秒需要完成上千条指令，有些要随着传感器做出极快的反应，这些都需要 PLC 的快速响应能力。

6) 易于排除故障。PLC 具有自我诊断与修复功能，可以使用户很容易地查找和修正软件和硬件问题。为了发现和解决问题，用户可以将控制程序显示在监视器上，在运行时进行实时观察，如图 1-7 所示。

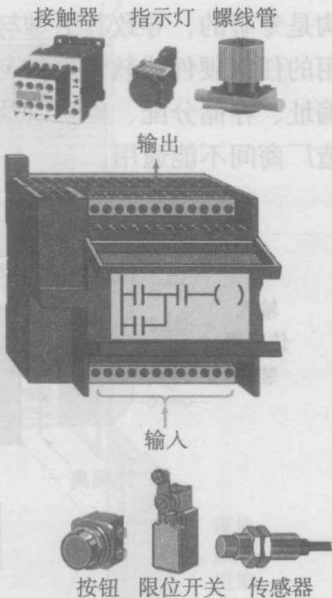


图 1-4 输入与输出之间的关系取决于用户程序

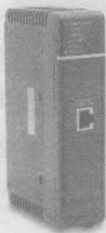


图 1-5 PLC 通信模块

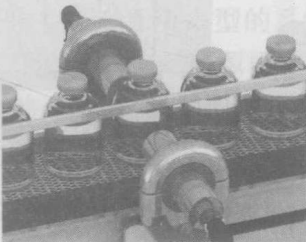


图 1-6 高速计数

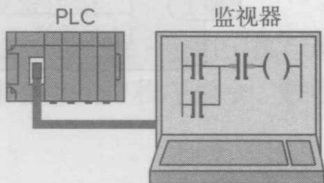


图 1-7 控制程序可以在监控设备上实时显示

来源：经 Automation Direct 许可，来源：经 Banner Engineering 公司许可。
www.automationdirect.com。

7) 易于调试现场设备。一个 PLC 控制面板可以在一个公共节点检查多个现场设备。例如，由数百个输入和输出现场设备组成的控制系统可能被包含在非常大的制造区域内。因此，需要花费很多时间去检查每一个位置的设备。若将每个设备连接至 PLC 模块的公共节点，则每个设备的运行检查可以相对快些。

1.2 PLC 的组成

如图 1-8 所示，PLC 由中央处理器（CPU）、输入输出（I/O）部分、电源和编程设备等组