

国外电子与通信教材系列

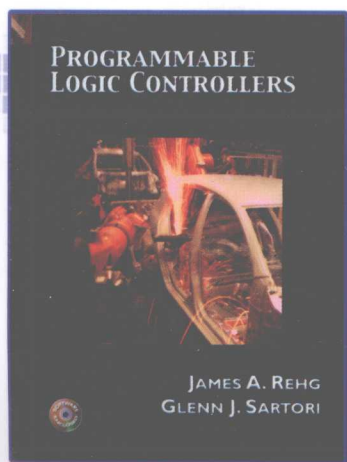
**RockWell
Automation**



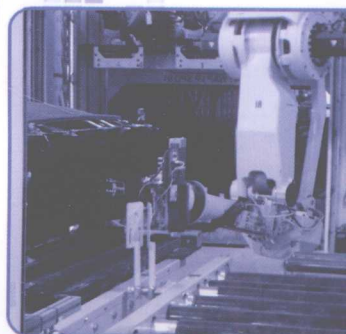
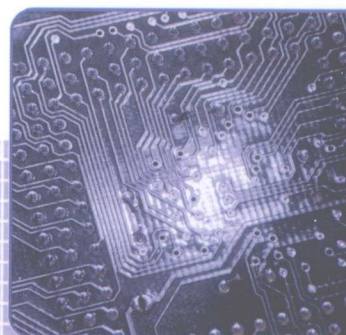
罗克韦尔自动化技术丛书

可编程逻辑控制器

Programmable Logic Controllers



[美] James A. Rehg 著
Glenn J. Sartori
薛文轩 李 磊 译



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



国外电子与通信教材系列

可编程逻辑控制器

Programmable Logic Controllers

[美] James A. Rehg Glenn J. Sartori 著

薛文轩 李磊 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书针对 PLC 这一广泛应用于工业领域的控制器,介绍了自动化系统和控制中 PLC 的应用、操作、编程和故障诊断等内容。本书分为两部分,第一部分(第 1 章到第 9 章)介绍了 PLC 的基础概念以及 PLC 应用中常用的大部分指令和操作;第二部分(第 10 章到第 17 章)通过讲解 IEC 61131 国际标准中涵盖的 4 种编程语言(梯形图、功能块图、顺序功能图和结构化文本)介绍了一些高级指令,并阐述了实用工业网络和分布式控制的实现。

本书的内容全面覆盖了工业领域 PLC 的各项应用,对指令以及常用的编程语言介绍详细全面,配备了大量工业应用实例,对于相关专业的学生和技术人员具有较好的参考价值,也可以作为高等学校学生相关课程的教材。

Simplified Chinese edition Copyright © 2008 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

Programmable Logic Controllers, ISBN: 0-13-432881-7 by James A. Rehg, Glenn J. Sartori. Copyright © 2007. All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall. This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体翻译版由 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司授予电子工业出版社出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education 培生教育出版集团激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2007-4095

图书在版编目(CIP)数据

可编程逻辑控制器 / (美)里格(Rehg, J. A.), (美)萨托瑞(Sartori, G. J.) 著; 薛文轩, 李磊译.

北京: 电子工业出版社, 2008.8

(国外电子与通信教材系列)

书名原文: Programmable Logic Controllers

ISBN 978-7-121-07164-5

I. 可… II. ①里… ②萨… ③薛… ④李 III. 可编程序控制器—教材 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 112654 号

策划编辑: 马 岚

责任编辑: 谭海平 史平 特约编辑: 王崧

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

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: 34.75 字数: 890 千字

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 59.00 元(含光盘 1 张)

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。

读者调查表

感谢对我们的支持！非常欢迎留下您的宝贵意见，帮助我们改进出版和服务工作。我们将从信息意见完备的读者中抽取一部分赠阅一本我们的样书（赠书定价限 50 以内，品种我们会与获赠读者沟通）。

姓名：_____ 单位：_____ 职务 / 职称：_____

邮寄地址：_____ 邮编：_____

电话：_____ 手机：_____ E-mail：_____ 专业方向：_____

您购买的出版物名称					
先进性和实用性	☐ 很好	☐ 好	☐ 一般	☐ 不太好	☐ 差
图书文字可读性	☐ 很好	☐ 好	☐ 一般	☐ 不太好	☐ 差
（光盘使用方便性）	☐ 很好	☐ 好	☐ 一般	☐ 不太好	☐ 差
图书篇幅适宜度	☐ 很合适	☐ 合适	☐ 一般	☐ 不合适	☐ 差
出版物中差错	☐ 极少	☐ 较少	☐ 一般	☐ 较多	☐ 太多
封面（盘面及包装）设计水平	☐ 很好	☐ 好	☐ 一般	☐ 不太好	☐ 差
图书（包括光盘）印装质量	☐ 很好	☐ 好	☐ 一般	☐ 不太好	☐ 差
纸张质量（光盘材质）	☐ 很好	☐ 好	☐ 一般	☐ 不太好	☐ 差
定价	☐ 很便宜	☐ 便宜	☐ 合理	☐ 贵	☐ 太贵
您从何处获取出版物信息	☐ 书目 ☐ 电子社宣传材料 ☐ 书店 ☐ 他人转告 ☐ 网站 ☐ 报刊				
您的具体意见或建议					

您或周围人士有何著述计划 _____

您希望我处增添何种类型的图书 _____

电子工业出版社高等教育分社

联系人：冯小贝 E-mail: fengxiaobei@phei.com.cn, te_service@phei.com.cn

地址：北京市万寿路 173 信箱 1102 室 邮编：100036 电话：010-88254555

传真：010-88254560

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail : dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

译者序

PLC (可编程控制器) 自从 20 世纪 60 年代末期间问世以来, 以其可靠性高、抗干扰能力强、易学易用、方便修改和维护等特点而被称之为工业界的个人计算机。随着工业网络和通信技术的发展和应用, PLC 数量和规模在 20 世纪 90 年代迅猛发展。目前, 世界上有 200 多个厂家生产 300 多品种 PLC 产品, 主要应用在汽车 (23%)、粮食加工 (16.4%)、化学/制药 (14.6%)、金属/矿山 (11.5%)、纸浆/造纸 (11.3%) 等行业, 其应用还涉及电力输送、安全设施、深海勘测、交通道路管理、水处理系统、石油化工、机械制造等诸多领域。我国从改革开放起开始引入和使用 PLC 设备, 目前其在工业自动化的各个领域已得到了普遍应用。

随着工业以太网技术的推广应用, PLC 的概念也逐渐从单纯的逻辑运算和顺序控制演变为以控制器为主体, 集运算处理、智能控制、数据通信、实时监控、故障诊断等功能为一体的网络化控制系统。由于各个厂商产品的独立性, 给用户的使用造成了不便。为了用户的利益, IEC (国际电工委员会) 对工业控制器进行了标准化, 即 IEC 61131。目前, 大型和中小型的 PLC、DCS、HMI 以及现场总线等制造商均提供基于国际标准 IEC 61131 的编程体系。

本书系统地讲述了 PLC 及其系统。第一部分 (第 1 章到第 9 章) 详细讲述了 PLC 的原理, 图文并茂地列举了很多应用实例以及工业上的常见案例, 同时还有问题的讨论。这些案例和问题都是基于 Rockwell (罗克韦尔) 公司的系列产品而进行的。第二部分 (第 10 章到第 17 章) 详尽介绍了 IEC 61131 标准中的几种编程语言, 并以此为依据探讨了一些高级控制指令的应用以及工业控制网络和分布式控制等内容, 较好地 IEC 61131 标准的要求和实际产品的应用结合到了一起。本书涵盖了当前 PLC 应用中的主要内容, 对以控制器为核心的 PLC 系统做了深入浅出的讨论, 并且列举了很多应用实例, 讨论了许多工业应用中的实际问题。

作为本书实例的贯穿产品厂商, 罗克韦尔公司在国际工控行业享有很高的知名度, 其产品在美洲的市场份额独占鳌头, 在中国的市场也在不断增长。其系列产品从 PLC 5、SLC 到 ControlLogix 在中国都拥有大量的用户。本书可作为这些产品的使用者的参考资料。

本书作者之一 James A. Rehg 是美国宾夕法尼亚州立大学阿尔纳分校工程系的副教授, 讲授电子机械工程技术专业的自动化控制课程。他因为在教学领域里的杰出成绩而多次获得嘉奖, 并被社区大学评论员协会评为美国全国优秀导师。

本书的译者为清华大学的薛文轩和罗克韦尔自动化公司的李磊, 均长期从事 PLC 及相关技术的研究工作。由于时间和水平的关系, 本书难免存在各种问题, 希望广大读者批评指正。

译者

2008 年 7 月于北京

前言

简介

20 世纪 70 年代, 诞生了两种改变整个世界及商业管理模式的计算机。产生于 1976 年的苹果 II 型, 是世界上最早得到广泛使用的微型计算机。当今价值数十亿美元的个人计算机产业就是从这个当初由两名年轻人在车库里成立的小公司衍生而来的。

另外一类计算机, 是由 Richard Morley 在 1972 年发明的, 如今称之为可编程逻辑控制器 (PLC)。它最初并没有像个人计算机那样得到名称上的广泛认同, 但是却给制造业带来了同样意义重大的冲击。PLC 通常被称为工厂级别的个人计算机。

PLC 是全球范围内所有工业中用来控制自动化系统的实际标准。它的控制应用范围包括从单一设备直至带有模拟量控制要求和离散量控制要求的整体工艺流程。本书讲述了用于自动化和控制领域中的各种 PLC 的应用、操作、编程和故障检测。

主要特色

本书具有以下显著的特色:

- 本书分为两大部分。第一部分从第 1 章到第 9 章, 为读者介绍 PLC 的基本概念和基础操作, 以及大多数 PLC 应用软件中广泛使用的指令的编程格式。学习第一部分的指令后, 读者将能够进行自动化编程, 并且能够理解其中用到的 90% 的梯形图。第二部分从第 10 章到第 17 章, 介绍一些高级指令, 囊括了 IEC 61131 PLC 标准中包含的 4 种语言 (梯形图、功能块图、顺序功能图和结构化文本), 并且为工业化网络提供实际操作指令。在每章的开篇处给出了学习目的和目标。
- 介绍形式包括对程序的描述和对 3 种 Allen-Bradley 品牌的 PLC, 即 PLC5, SLC 500 和 ControlLogix 的指令介绍, 在例题中用得最多的是 SLC 500 系统。
- 在第 4 章到第 11 章以及第 13 章、第 15 章和第 16 章中, 为介绍 PLC 指令设计了标准的梯形图逻辑构建块。其中首先描述自动化控制要求, 然后给出解决方案中所需的梯形图梯级。举例说明了这些标准梯级是如何根据整体自动化解决方案进行分类的。
- 讨论了两代 PLC 软件的操作和编程问题——基于背板/槽的寻址方式和基于变量或标签的寻址方式。
- 本书内容的安排顺序适用于教学实验。
- 在 Prentice Hall 的网站 www.prenhall.com 上提供了实验练习。如果需要在线获取附加资料, 你需要申请一个教师访问代码。在 www.prenhall.com 网站中点击 Instructor Resource Center 链接, 然后点击 Register Today 可获取教师访问代码。在注册后的 48 小时内, 你会接收到一封确认电子邮件, 其中包含教师访问代码。接收到访问代码后, 就可以登录到网站并按照详细的操作向导来获取所需要的资料。

- 每一章中都包含了故障检测及排除。
- 在所提的编程例子中使用了现实世界的控制问题。
- 在第 3 章、第 4 章、第 7 章、第 11 章、第 13 章、第 15 章及第 16 章中使用气动材料处理机器人和中间存储槽控制问题来阐明时序机和过程系统的 PLC 控制。每个问题的控制方案都会随着章节中新引入的 PLC 指令而变化。
- 包含了大量不同难度等级的例题，并包含了大量的描述图形。
- 在每一章的最后提供了文字问题、网络研究问题和编程习题。每个章节之中或末尾的问题和习题都是从多种不同难度级别的工业应用中提炼出来的。
- 每章最后的编程习题分为普通习题、PLC 5, SLC 500, ControlLogix 以及挑战习题。
- 随书附带有一张光盘，提供来自 Allen-Bradley 的参考资料。
- 本书的内容和组织结构允许教师根据自己的教学大纲来调整章节顺序。
- 附录中给出了术语表。
- 给出了 IEC 61131 中 5 种编程语言的描述，并详细讲述了 Allen-Bradley 的 PLC 所支持的其中 4 种。

写给学生

由于生产系统正在变得越来越复杂和高度自动化，而越来越多的工程技术专业的毕业生在制造自动化领域工作。这样学生就需要理解用于生产系统控制中的 PLC 的原理和操作。本书的主要目的就是要给学生提供一本清晰并易于理解的教科书，以便学习可编程逻辑控制器。本书尽力将相关内容按照逻辑顺序呈献，以一种 PLC 初学者也能够理解的方式来阐述概念，并在每一部分的文字叙述中将学生的需要放在首位。有些课本经常在描述从未定义的或学生不熟悉的新概念时使用到技术术语，而本书着力在叙述时不使用之前未介绍或定义过的任何术语。

另外，本书除了作为学习工具外，还可以作为将来的参考资料。如果你在自动化领域工作，则一定会使用到 PLC 或类似 PLC 的控制器。本书中提供的信息为学生详尽地描述了 PLC，其广泛的主题范围即使在学生毕业后工作于工业控制领域时也是一个理想的参考资源。

本书附带的学生用光盘

本书附带了一张学生用光盘，它含有大量有价值的有关可编程逻辑控制器的操作和编程的资料。光盘中还包含了来自 Allen-Bradley 公司的参考资料。这些资料可以使读者快速找到关于 Allen-Bradley PLC 的技术数据。各个章节中的问题和习题也使用到了光盘中提供的 PLC 资料。

等级、读者和使用

本书最主要的读者是两年制以及四年制技术课程的学生，以及学习 PLC 的工科学生。本书的第一部分只需要读者充分了解直流和交流电路并对数字电路有一定了解；因此，本书可用于第三学期或学季的 PLC 介绍课程。本书的第二部分介绍了过程控制，给出了控制算法的微分方程，但是 PLC 的执行简化为代数公式表达形式。另外，在第 15 章中讲解了基于文本的编程语言——结构化文本，它使用的是常用的结构化编程语言。对于之前没有学习过编程课程或没有经验的学生，可能需要花较多的时间来学习编程结构及其操作。

PLC 在学期制和学季制的课程中可以分为一个、两个和三个教程。虽然现在大多数情况下只有一个教程的 PLC 课程,但将其增加为两个教程的情况在不断增多。由于每种情况下的课程会略有不同,因此本书采用了灵活的形式,可以根据不同情况的教学大纲进行调整。下表列出了在学期制和学季制的情况下讲授本教材章节的建议。建议内容适用于每周 2 学时授课和 2 学时实验的 3 学分课程。如果采用其他的教学时间,可以对内容进行相应的调整。

单一教程——学期制	第 1 章到第 9 章(第一部分)加上移位寄存器的介绍(第 10 章),以及序列发生器(第 11 章)和 PLC 网络(第 17 章)。重点是 SLC 500,如果时间允许可以加入 PLC 5 和 ControlLogix 的内容。第 3 章覆盖内容十分全面,介绍了所有 3 种 PLC 系统的寻址模式
单一教程——学季制	第 1 章到第 9 章(第一部分),重点是 SLC 500。第 3 章覆盖内容十分全面,介绍了所有 3 种 PLC 系统的寻址模式
第一教程——学期制	第 1 章到第 9 章(第一部分),重点是 SLC 500 或 PLC 5 加上 ControlLogix 指令格式。第 3 章覆盖内容十分全面,介绍了所有 3 种 PLC 系统的寻址模式 第 1 章到第 12 章的重点是 SLC 500 和 PLC 5
第二教程——学期制	复习第 3 章中的 ControlLogix 系统的寻址方式,然后讲解第 10 章和第 11 章,重点是 SLC 500 或 PLC 5 及 ControlLogix 指令格式。最后是第 12 章到第 17 章 第 3 章到第 11 章和第 13 章到第 17 章,重点是 ControlLogix
第一教程——学季制	第 1 章到第 9 章(第一部分),重点是 SLC 500
第二教程——学季制	第 3 章有关 ControlLogix 的内容和第 10 章到第 17 章中所有 PLC 系统的内容

本书中 Allen-Bradley 所有的 3 种 PLC 处理器(PLC 5, SLC 500 和 ControlLogix)贯穿了全书。但是当 3 种处理器的指令操作相同时大多使用 SLC 500 来讲解例题。当 3 种处理器的操作不同时,或者存在不同的指令时,会通过个别的章节来具体讲解每种处理器。许多情况下 PLC 5 和 SLC 500 的操作相似,因而这两种处理器经常在同一章节中进行讲解。不管怎样,如果课程只需要一种类型的 PLC 内容,本书的章节结构允许教师将 SLC 500 和 PLC 5 处理器与 ControlLogix 区分开。

本书分为两大部分。如上表所示,第一部分介绍各种 PLC,并涵盖工业生产中大量使用的 PLC 程序的具体编程指令。第二部分可用于额外的介绍性课程、PLC 的第二教程或者高级 PLC 介绍。

生产商资源还是 PLC 教科书

通过回顾各种 PLC 书籍可以发现,其中有大量新增信息都是从设备制造商处直接在线获得的。当 PLC 应用工程师和技术人员需要一些设备的具体信息时,可以从生产商的参考资料和资源中获取有益的帮助。本书通过提供一些生产商处未涉及的概念和内容对生产商资源进行补充。例如,有 13 个章节给出了指令的标准应用解决方案,同时讨论了如何最有效地使用这些指令。另外,还包含了一些生产商未提供的故障检测及编程方面的信息。

本书的编写风格也不同于专业资料。专业资料是为专业人员而编写的,假设读者在此课题方面有基本的经验和知识。与此不同的是,本书所描述的技术使那些在 PLC 或者离散及模拟系统控制方面没有经验的学生也能够学习 PLC。本书还充分利用了生产商资源,使得学生能够学习如何使用这些材料,这会他们将来获取 PLC 信息的来源。

各章内容

第一部分包含 9 章, 可作为可编程逻辑控制器的第一教程。

第 1 章和所有的以后各章以该章的学习目的和目标为开篇。另外, 本章定义了 PLC, 并且说明了 PLC 的发展简史, 系统和组件的描述, 商业化系统的简介, PLC 类型的描述, 输入、输出模块类型的描述, 继电器梯形图和 PLC 梯形图的比较。每一章以本章的常见问题、网页和数据表问题为结束, 习题分为常见, PLC 5, SLC 500, ControlLogix 以及挑战习题。

第 2 章是离散输入设备和输出执行器以及自动化控制系统中广泛使用的输入设备和输出执行器操作的描述。设备部分包含手动和机器操作开关, 变频器和接近传感器、光电传感器, 接口开关和传感器, 输入线路, 现场设备源电流和吸收电流概念, 电磁输出和电磁控制装置, 控制继电器, 电流接触器, 电机启动器, 指示灯, 报警器, 接口输出设备, 以及输出线路。

第 3 章包含了 PLC 编程内容的介绍, 主题如下: 十进制、八进制和二进制, 梯形图基础, 处理机架/槽及基于标签的系统, 检查是否封闭以及检查是否开放输入数据的选择及应用, 硬磁性线圈输出以及非硬磁性线圈输出, 虚拟或内部继电器, 扫描时间, 多输入, 标准输入逻辑, 密封接触, 多输出, 锁存输出, 以及内部存储器的使用。另外, 随着编程设备和软件的介绍提出了一些实例程序设计。其中也包括了 PLC 控制系统和程序设计的故障检测及排除技术。

第 4 章包括编程定时器和用做定时器的标准梯形图。主题包括机械和电子定时继电器, 以及 PLC 定时器指令, 如接通延时定时器、关断延时定时器、硬磁性定时器与复位指令。此外, 提出了级联定时器, 定时器梯形图的经验设计, 定时器梯形图的故障检测及排除, 以及输入/输出模块。同时, 描述了气动机器人控制中定时器的使用。

第 5 章描述了 PLC 中的计数器功能和用于计数器的标准梯形图。内容包括: 计数器指令, 例如加法计数器、减法计数器、加/减法计数器和级联计数器; 使用计数器输出比特; 计数器编程指令; 以及计数器应用。另外, 在编程和应用问题中涵盖了复位指令及单步函数。

第 6 章的重点是 PLC 指令集中现有的算数指令和移位指令, 以及用于这些指令的标准梯形图。内容包括加法、减法、乘法、除法、平方根及移位指令及其格式, 如何使用这些指令进行编程, 以及算术和移位指令的应用。

第 7 章描述二-十进制 (BCD 码) 和十六进制数字系统, 并包含进制之间的转换和比较指令。另外, 给出了这些指令的标准梯形图, 以及从 BCD 码转换和转换到 BCD 码的指令。涵盖的比较指令包含等于、不等于、小于、大于、小于等于以及大于等于。同时, 还提到了比较指令的编程和应用。

第 8 章的重点是用于改变程序执行流的指令并涵盖了一些用于特殊目的的指令。另外, 给出了这些指令的标准梯形图。所讲述的程序流指令包含主控和区域控制指令、跳转指令、子程序, 以及即时输入和输出指令。此外, 在编程和应用问题中还介绍了清除指令。

第 9 章是本书第一部分的一章。其中讨论的寻址模式包括直接寻址、间接寻址、变址寻址和变址间接寻址, 并给出每种寻址模式的典型应用来说明每种模式是如何使用的。

本书的第二部分包括第 10 章到第 17 章。第二部分的内容可选择性地用来扩展 PLC 的第一教程, 或者用于第二教程, 以提供更多的高级 PLC 知识。

第 10 章包含数据处理和移位寄存器应用的相关指令。另外,给出了用于这些指令的标准梯形图。内容包括复制和填写指令, FIFO, LIFO 以及 FAL 函数, 寄存器中的比特模式, 改变寄存器中的比特状态, 移位寄存器函数, FIFO, LIFO 以及移位寄存器的编程指令。

第 11 章讲述 PLC 序列发生器的编程和操作, 以及用于序列发生器的标准梯形图。内容包括电机序列发生器、基本 PLC 序列发生器函数、定时 PLC 序列发生器、级联序列发生器以及序列发生器函数的编程应用。

第 12 章介绍了模拟 PLC 的应用, 所涉及的概念包括模拟传感器和执行器、各种 PLC 模拟单元和系统、PLC 模拟输入和输出数据、模拟程序指令和模拟应用。

第 13 章介绍第一种新的 IEC 61131 程序语言, 即功能块图 (FBD)。在讲解中使用的是 Allen-Bradley FBD 指令格式, 并给出了编程实例和应用信息。另外, 还包括用于这些指令中的梯形图。

第 14 章描述如何将第 12 章中的模拟原理以及第 13 章中的 FBD 指令应用于开关和连续处理的控制。内容包含开-关控制、双位控制、浮点控制、PID 原理、模糊逻辑以及 PID 函数编程。

第 15 章介绍第二种新的 IEC 61131 程序语言, 即结构化文本 (ST)。在讲解中使用的是 Allen-Bradley ST 指令格式, 并给出了编程实例和应用信息。另外, 还包括用于这些指令的梯形图。

第 16 章介绍第三种新的 IEC 61131 程序语言, 即序列函数表 (SFC)。在讲解中使用了 Allen-Bradley SFC 指令格式, 并给出了编程实例和应用信息。另外, 还包括用于这些指令的梯形图。

第 17 章描述工业网络和分布式控制。网络方面的内容包括 PLC 网络架构、Ethernet/IP、设备网、控制网、远程 I/O、高速数据公路、DH 485、Modbus 和 Profibus。另外, 还包括无线网络和人机接口 (HMI)。

致谢

作者在此向为此书得以出版提供过帮助的很多人表示感谢。首先感谢以下工业人士, 他们提供了很多有价值的内容勘误和应用信息: Don Cox 和 Dave Mayewski。

还要感谢 Allen-Bradley 在软件和系统方面的支持。特别感谢 John Sjolander, 他所给予的帮助远超出他的职责范围。

我们还要感谢 Kate Linsner, Lara Dimmick, Rex Davidson, Jean Findley。感谢 Marci Rehg 的编辑工作。特别感谢以下参与评审的人员:

Tom Cunningham, 奥沃索贝克学院

Daniel Green, 辛克莱社会学院

Sam Guccione, 东伊利诺伊大学

Gregory Harstine, 斯塔克州立技术学院

Jude Pearse, 缅因州大学

Eduard Plett, 堪萨斯州立大学

Dave Setser, 约翰森市立社会学院

Cree Stout, 约克技术学院

Ken Swayne, 派利斯佩州立技术社会学院

Marc Timmerman, 俄勒冈技术学院

Edward Troyan, 里海卡本社会学院

另外,我们还要感谢 Penn State Altoona 的教师、员工和学生,他们帮助我们更好地理解如何教授和学习 PLC。

最后,要感谢读者选择这本书。欢迎读者给我们发送电子邮件提供意见和建议。

James A. Rehg (james@rehg.org)

Glenn J. Sartori (rg492@sbcglobal.net)

目 录

第一部分 可编程逻辑控制器基本概念

第 1 章 可编程逻辑控制器简介	(3)
1.1 目的及目标	(3)
1.2 当今的 PLC 行业	(3)
1.2.1 PLC 定义	(3)
1.2.2 PC 与 PLC	(4)
1.3 继电器梯形图	(5)
1.3.1 电磁继电器	(5)
1.3.2 继电器控制系统	(7)
1.4 PLC 系统和组件	(10)
1.4.1 背板	(11)
1.4.2 处理器和电源	(11)
1.4.3 编程设备	(12)
1.4.4 输入及输出接口	(12)
1.4.5 特殊通信模块及网络连接	(17)
1.4.6 PLC 专用模块	(18)
1.5 PLC 类型	(19)
1.5.1 基于机架或者编址	(19)
1.5.2 基于标签的 PLC	(20)
1.5.3 软 PLC 或者基于 PC 的控制	(20)
1.6 PLC 梯形逻辑图编程	(20)
1.6.1 PLC 解决方案	(21)
1.6.2 梯形逻辑图操作	(23)
1.6.3 备选解决方案	(24)
1.6.4 PLC 的优势	(24)
1.7 电气和 PLC 安全性	(27)
1.7.1 电击——身体如何反应	(27)
1.7.2 电击的特征	(28)
1.7.3 安全电气实践	(30)
1.7.4 电击受害者的反应	(31)
1.8 PLC 制造商的网站	(31)
问题	(31)
网页和数据表问题	(32)
习题	(33)

第2章 输入设备及输出执行器	(35)
2.1 目的及目标	(35)
2.2 手动操作的工业开关	(35)
2.2.1 拨动开关	(36)
2.2.2 按钮开关	(37)
2.2.3 选择开关	(38)
2.3 机械操作的工业开关	(39)
2.3.1 微动开关	(39)
2.3.2 流量开关	(40)
2.3.3 液位开关	(40)
2.3.4 压力开关	(41)
2.3.5 温度开关	(42)
2.3.6 控制图	(43)
2.4 工业传感器	(45)
2.4.1 接近传感器	(45)
2.4.2 光电传感器	(49)
2.5 连接输入现场设备	(55)
2.5.1 输入现场设备的供电	(55)
2.5.2 输入配线	(56)
2.5.3 电流吸收和电流源设备	(57)
2.6 电磁输出执行器	(58)
2.6.1 线圈控制设备	(58)
2.6.2 控制继电器	(60)
2.6.3 闭锁继电器	(63)
2.6.4 接触器	(63)
2.6.5 电机启动器	(64)
2.7 视频及音频输出设备	(65)
2.7.1 指示灯	(66)
2.7.2 喇叭和报警器	(66)
2.8 连接输出现场设备	(67)
2.8.1 为输出现场设备供电	(67)
2.8.2 输出配线	(67)
2.8.3 电流吸收和电流源设备	(68)
2.9 输入及输出设备的故障处理	(69)
2.9.1 开关的故障排除	(69)
2.9.2 继电器的故障排除	(70)
2.9.3 接近式传感器的故障排除	(70)
2.9.4 光电传感器的故障排除	(71)
问题	(71)

网页和数据表问题	(72)
习题	(73)
第3章 PLC 编程简介	(74)
3.1 目的和目标	(74)
3.2 计数系统	(74)
3.2.1 计数系统的基数	(74)
3.2.2 二进制系统	(75)
3.2.3 八进制计数系统	(77)
3.3 位、字节、字和存储器	(78)
3.4 PLC 存储器和寄存器结构	(79)
3.4.1 Allen-Bradley 存储器组织	(79)
3.4.2 Allen-Bradley 的 PLC 5 存储器组织	(81)
3.4.3 Allen-Bradley 的 SLC 500 存储器组织	(81)
3.4.4 Allen-Bradley 的 Logix 系统存储器组织	(83)
3.5 输入与输出地址	(86)
3.5.1 基于 PLC 5 的机架/组寻址	(86)
3.5.2 SLC 500 基于机架/槽的寻址	(89)
3.5.3 其他经销商的基于机架/槽的 PLC 寻址方式	(93)
3.5.4 基于标签的寻址	(93)
3.6 内部控制继电器位寻址	(97)
3.6.1 PLC 5 和 SLC 500 二进制位寻址	(97)
3.6.2 ControlLogix 二进制位寻址	(100)
3.6.3 保持和非保持存储器	(101)
3.7 状态数据寻址	(101)
3.7.1 PLC 5 和 SLC 500 状态数据寻址	(101)
3.7.2 Logix 系统状态	(102)
3.8 Allen-Bradley 输入指令及输出线圈	(102)
3.8.1 检查是否闭合及检查是否打开指令	(103)
3.8.2 输出能量、输出密封和输出非密封指令	(106)
3.9 输入、输出和扫描时间	(108)
3.9.1 扫描时间	(108)
3.9.2 链接输入和输出	(109)
3.9.3 处理蓄液罐应用	(110)
3.10 PLC 程序设计和继电器梯形逻辑转换	(112)
3.10.1 检查是否闭合及检查是否打开选项	(113)
3.10.2 多输入	(115)
3.10.3 多输出	(118)
3.10.4 经验程序设计	(118)
3.10.5 将继电器逻辑转换到 PLC 解决方案	(122)

3.11 梯形逻辑控制系统的故障排除	(125)
3.11.1 系统故障排除工具	(125)
3.11.2 故障排除顺序	(129)
3.11.3 输入和输出模块的故障排除	(129)
问题	(131)
网页和数据表问题	(132)
常见习题	(133)
PLC 5 习题	(133)
SLC 500 习题	(134)
ControlLogix 习题	(134)
挑战习题	(134)
第 4 章 程序定时器	(136)
4.1 目的和目标	(136)
4.2 机械定时继电器	(136)
4.2.1 定时触点	(137)
4.2.2 瞬间触点	(138)
4.2.3 定时继电器操作	(139)
4.2.4 选择定时继电器	(140)
4.3 电子定时继电器	(140)
4.4 PLC 定时器指令	(140)
4.5 Allen-Bradley 定时器指令	(140)
4.5.1 Allen-Bradley 定时器符号及参数	(141)
4.5.2 Allen-Bradley 定时器位	(143)
4.5.3 Allen-Bradley 的 TON, TOF 和 RTO 指令	(143)
4.6 Allen-Bradley 定时器参数和位地址	(146)
4.6.1 PLC 5 和 SLC 500 定时器内存映射	(146)
4.6.2 ControlLogix 定时器编址	(147)
4.6.3 定时器触点和 PLC 指令	(148)
4.7 Allen-Bradley 的 TON 和 TOF 定时器梯形逻辑的编程	(148)
4.7.1 Allen-Bradley 的 TON 定时器的标准梯形逻辑	(148)
4.7.2 Allen-Bradley 的 TOF 定时器的标准梯形逻辑	(151)
4.7.3 Allen-Bradley 的 TON 和 TOF 定时器应用	(151)
4.8 Allen-Bradley 保持定时器	(156)
4.8.1 RTO 定时器的复位指令和其他 Allen-Bradley 指令	(157)
4.9 级联定时器	(159)
4.10 使用 PLC 定时器的经验设计过程	(160)
4.10.1 在处理过程中加入定时器	(161)
4.11 继电器逻辑定时器梯形图到 PLC 逻辑图的转换	(166)
4.12 带定时器的梯形梯级的故障排除	(167)

4.12.1 定时器梯形逻辑的故障排除	(168)
4.12.2 暂时结束指令	(168)
4.13 指令的位置	(169)
问题	(169)
网页和数据表问题	(170)
常见习题	(170)
PLC 5 习题	(170)
SLC 500 习题	(171)
ControlLogix 习题	(171)
挑战习题	(172)
第 5 章 程序计数器	(173)
5.1 目的与目标	(173)
5.2 机械与电子计数器	(173)
5.3 Allen-Bradley 公司计数器介绍	(174)
5.3.1 计数器输出位	(175)
5.4 Allen-Bradley 计数器及其复位指令	(176)
5.4.1 PLC 5 和 SLC 500 计数器与复位编址	(176)
5.4.2 Logix 计数器指令	(179)
5.4.3 计数器的标准梯形逻辑	(180)
5.4.4 Allen-Bradley 加法计数器	(183)
5.4.5 Allen-Bradley 减法计数器	(188)
5.4.6 Allen-Bradley 加/减计数器	(189)
5.4.7 Allen-Bradley 单步指令	(190)
5.5 级联计数器	(193)
5.6 PLC 计数器的经验设计过程	(193)
5.6.1 将计数器加入处理过程	(194)
5.7 继电器逻辑计数梯形图到 PLC 逻辑图的转换	(197)
5.8 计数器梯形逻辑的故障排除	(198)
5.8.1 挂起指令	(198)
5.8.2 处理速度和扫描时间	(199)
5.9 指令的位置	(200)
问题	(200)
网页和数据表问题	(201)
常见习题	(201)
PLC 5 习题	(202)
SLC 500 习题	(203)
ControlLogix 习题	(203)
挑战习题	(203)