

可编程控制器系列书

# 可编程控制器系统 应用与维护技术

伍锦荣 编著



华南理工大学出版社

可编程控制器系列书

# 可编程控制器 系统应用与维护技术

伍锦荣 编著

华南理工大学出版社  
· 广 州 ·

## 内 容 简 介

可编程控制器(PLC)已成为工业控制的重要自动化装置,是自动控制技术的三大支柱之一。本书深入浅出地介绍 PLC 的基本概念、工作原理,并在此基础上重点介绍罗克韦尔自动化公司 PLC 系列处理器的指令系统、典型应用和维护技术。

本书分基础篇、系统篇和应用篇三篇共 15 章。主要内容包括 PLC 的基础知识、工作原理、应用设计方法和系统安装、调试和维护技术。在介绍 PLC 系统概貌的基础上,着重介绍 PLC 的主导产品、PLC 处理器及其系统、处理器的内存组织和指令系统以及典型梯形图的编程、系统程序规划、相关软件和应用系统实例等。

本书可以作为高等院校工科自动化及相关专业的教学参考书、成人教育和专业技术培训班的教材或自学材料,也可供机电行业的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器系统应用与维护技术 / 锦荣编著. — 广州: 华南理工大学出版社, 2010.10

(可编程控制器系列书)

ISBN 978-7-5640-2510-0

I ①阿... II ②伍... III ③可编程程序控制器 IV ④TP273.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 204407 号

总发行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 561 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: (020) 87531111 (传真)

责任编辑: 詹志青

印刷者: 广东省阳江市教育印务公司

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 10.5 字数: 240千字

版次: 2010年10月第1版第1次印刷

印数: 1-5000册

定 价: 28.00元

版权所有 盗版必究

# 前 言

以计算机为核心,综合了自动控制技术、计算机技术和通信技术而迅速发展起来的可编程控制器(PLC),由于具有可靠性高、功能强大、使用方便、维护相对简单等显著特点,已广泛应用于工业控制的各个领域。普及和推广PLC应用维护技术对提高工业自动化水平、提高生产效率及技术改造等方面都具有十分重要的意义。

本书以目前在工业控制领域中使用较为普遍的美国罗克韦尔自动化艾伦·布拉特利(Allen-Bradley)公司的增强型PLC系列处理器为例,结合理论性和实用性,从普及、提高的角度出发,深入浅出地介绍PLC的基本原理、硬件软件结构、指令系统、系统设计、程序设计方法和应用维护技术等内容,并结合大量参考资料和在生产过程中积累的应用经验,以实例加以说明,力求使读者能够全面掌握PLC系列PLC的基本原理和应用维护技术,并能够触类旁通、举一反三,通过查阅相应的技术资料,较快地掌握其他品牌和型号的PLC的使用方法。

本书分为基础篇、系统篇和应用篇三篇,共10章。基础篇介绍PLC的基础知识、工作原理、应用设计方法和系统安装、调试和维护技术。系统篇介绍PLC系统概貌、PLC处理器及其系统、处理器的内存组织和指令系统。应用篇介绍PLC典型梯形图的编程、系统程序规划、相关软件和应用系统实例。

本书在编写过程中,广东工业大学自动化学院和罗克韦尔实验室、罗克韦尔自动化广州办事处、中国石化股份有限公司广州分公司、深圳达英和自动化工程有限公司等众多单位和个人给予大力支持、帮助和指导,并提供大量资料、数据;广东工业大学自动化学院章云院长、邓则名书记、沈起奋副教授、吴乃优研究员,中国石化股份有限公司广州分公司李德麟副总工程师、仪控中心霍财根厂长、王成林副厂长,罗克韦尔自动化公司严伟文先生、张德汉先生、彭俊华先生、赵飞先生、黄日华先生、黄松杰先生等给予指导、帮助和热情支持,在此谨对他们致以衷心的感谢。同时,对书中所引用文献的作者表示谢意。

特别感谢妻子杨志娟在生活上无微不至的关怀照顾,并做了大量的文字录入、编辑和校正工作。

笔者力求本书能完美地展现PLC的应用和维护技术,并对读者学习、开发应用和维护PLC控制系统有所帮助,但限于水平,加上PLC技术的高速发展,书中错漏或片面之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 著 者

2008年 1月于广州

# 目 录

## 基 础 篇

员	可编程控制器系统概述 .....	猿
员	可编程控制器的产生和定义 .....	猿
员	可编程控制器的产生背景 .....	源
员	可编程控制器的定义 .....	源
员	可编程控制器的发展历程和未来发展方向 .....	缘
员	可编程控制器的历程 .....	缘
员	可编程控制器的未来发展方向 .....	远
员	可编程控制器的基本特点 .....	苑
员	可编程控制器的分类 .....	愿
员	按 I/O 点数划分 .....	愿
员	按功能划分 .....	怨
员	按硬件结构划分 .....	园
员	可编程控制器系统在工业控制中的主要应用 .....	园
员	当前流行的可编程控制器系统 .....	员
圆	可编程控制器系统基础知识 .....	猿
圆	可编程控制器系统的基本组成 .....	猿
圆	可编程控制器的硬件结构 .....	猿
圆	可编程控制器的软件组成 .....	苑
圆	可编程控制器的工作原理 .....	愿
圆	编程状态 .....	愿
圆	运行状态 .....	愿
圆	可编程控制器的主要性能指标 .....	怨
圆	可编程控制器的网络系统 .....	员
圆	网络系统的定义和作用 .....	员
圆	网络系统的结构 .....	猿
圆	几种 PLC 系统的网络系统结构 .....	猿
圆	可编程控制器系统和其他控制系统的比较 .....	苑
圆	PLC 和 网络的比较 .....	苑
圆	PLC 和 网络的比较 .....	苑

猿	可编程控制器系统应用设计方法 .....	圆
猿	系统设计调研和分析 .....	圆
猿	系统设计方案考虑 .....	圆
猿	控制方式分类 .....	圆
猿	总体设计的主要内容 .....	猿
猿	几点应考虑的事项 .....	猿
猿	系统详细设计方法 .....	猿
猿	详细设计的依据 .....	猿
猿	详细设计的主要内容 .....	猿
猿	应用开发的基本步骤 .....	猿
猿	控制系统机型的选择原则 .....	猿
猿	控制器的选择 .....	猿
猿	的选择 .....	猿
猿	电源的选择 .....	猿
猿	控制系统的可靠性设计 .....	猿
猿	环境条件的考虑 .....	猿
猿	控制系统冗余设计 .....	猿
猿	控制系统抗干扰设计 .....	猿
猿	软件可靠性设计 .....	圆
源	可编程控制器控制系统的安装、调试及维护 .....	源
源	可编程控制器控制系统的安装 .....	源
源	系统安装准备 .....	源
源	系统安装 .....	源
源	可编程控制器控制系统的检查、调试和投用 .....	圆
源	系统调试条件 .....	圆
源	上电前的检查 .....	圆
源	上电后的检查 .....	圆
源	系统的调试和投用 .....	猿
源	可编程控制器控制系统的维护技术 .....	源
源	一般性维护措施 .....	源
源	系统故障的排查和处理 .....	源
源	思考和练习员 .....	源

## 系 统 篇

缘	可编程控制器系统 .....	源
缘	可编程系统概述 .....	源
缘	可编程系统的特点 .....	源



远源 系统选项 .....	远源
远源 通信模块 .....	远源
远源 通信模块的选择和放置 .....	远源
远源 通信模块的选择 .....	远源
远源 通信模块的放置 .....	远源
远源 现场总线系统通信 .....	远源
远源 处理器的扫描工作方式 .....	远源
远源 与处理器驻留通信 .....	远源
远源 与远程通信 .....	远源
远源 与现场总线适配器通信 .....	远源
远源 与扩展本地通信 .....	远源
远源 与局域网链路上的设备通信 .....	远源
远源 与串行链路上的设备通信 .....	远源
远源 安装系统硬件 .....	远源
远源 安装的一般要求 .....	远源
远源 系统安装开关设置 .....	远源
远源 部件安装 .....	远源
苑 处理器的内存组织和寻址方式 .....	苑
苑 内存组织 .....	苑
苑 程序文件 .....	苑
苑 数据文件 .....	苑
苑 输入输出寻址方式 .....	苑
苑 寻址的几个概念 .....	苑
苑 双槽寻址 .....	苑
苑 单槽寻址 .....	苑
苑 半槽寻址 .....	苑
苑 块传送模块寻址 .....	苑
苑 机架号的分配 .....	苑
苑 远程机架分配 .....	苑
苑 扩展本地机架分配 .....	苑
苑 数据文件寻址 .....	苑
苑 映像表文件 .....	苑
苑 状态文件 .....	苑
苑 位文件 .....	苑
苑 定时器文件 .....	苑
苑 计数器文件 .....	苑
苑 控制文件 .....	苑

苑颯颯	整数文件 .....	员颯
苑颯颯	浮点文件 .....	员颯
苑颯	间接寻址、变址寻址及符号寻址 .....	员颯
苑颯颯	间接寻址 .....	员颯
苑颯颯	变址寻址 .....	员颯
苑颯颯	符号寻址 .....	员颯
愿孕颯	缘处理器的指令系统 .....	员颯
愿颯	继电器型指令 .....	员颯
愿颯颯	检查通指令 郅颯 .....	员颯
愿颯颯	检查断指令 郅颯 .....	员颯
愿颯颯	输出激励指令 韵颯 .....	员颯
愿颯颯	输出锁存指令 韵颯 .....	员颯
愿颯颯	输出解锁指令 韵颯 .....	员颯
愿颯	定时器和计数器指令 .....	员颯
愿颯颯	延时通指令 藉颯 .....	员颯
愿颯颯	延时断指令 藉颯 .....	员颯
愿颯颯	保持定时器指令 砾颯 .....	员颯
愿颯颯	加计数指令 悒颯 .....	员颯
愿颯颯	减计数指令 悒颯 .....	员颯
愿颯颯	复位指令 砾颯 .....	员颯
愿颯	比较指令 .....	员颯
愿颯颯	比较指令 悒颯 .....	员颯
愿颯颯	等于指令 藉颯 .....	员颯
愿颯颯	限值测试指令 蕴颯 .....	员颯
愿颯颯	屏蔽相等比较指令 悒颯 .....	员颯
愿颯	计算指令 .....	员颯
愿颯颯	计算指令 悒颯 .....	员颯
愿颯颯	加法指令 粤颯 .....	员颯
愿颯颯	平方根指令 杂颯 .....	员颯
愿颯颯	平均值指令 粤颯 .....	员颯
愿颯颯	清零指令 悒颯和取反指令 晕颯 .....	员颯
愿颯	逻辑指令 .....	员颯
愿颯颯	与指令 粤颯 .....	员颯
愿颯颯	非指令 晕颯 .....	员颯
愿颯颯	或指令 韵颯 .....	员颯
愿颯颯	异或指令 藉颯 .....	员颯
愿颯	转换指令 .....	员颯

愿苑猿	整数转换成月码指令 藕园	愿源
愿苑园	月码转换成整数指令 云园	愿缘
愿苑猿	弧度转换成度指令 藕园	愿缘
愿苑源	度转换成弧度指令 藕园	愿远
愿苑	位修改和传送指令	愿苑
愿苑猿	位分配指令 月园	愿苑
愿苑园	传送指令 云园	愿愿
愿苑猿	屏蔽传送指令 云园	愿怨
愿愿	文件指令	愿园
愿苑猿	文件算术和逻辑指令 云园	愿园
愿苑园	文件搜索和比较指令 云园	愿远
愿苑猿	文件复制指令 云园和文件填充指令 云园	愿苑
愿愿	移位寄存器指令	愿愿
愿园	程序控制指令	愿园
愿园猿	主控复位指令 云园	愿园
愿园园	跳转指令 云园和标号指令 云园	愿员
愿园猿	循环指令 云园- 云园和中止指令 月园	愿圆
愿园源	跳转子程序指令 云园子程序指令 云园和返回指令 云园	愿猿
愿园缘	暂时结束指令 藕园	愿缘
愿园远	恒假指令 云园	愿缘
愿园苑	单脉冲指令 云园	愿远
愿园愿	单脉冲上升沿指令 云园和单脉冲下降沿指令 云园	愿远
愿园怨	顺序功能图复位指令 云园	愿苑
愿园园	转换结束指令 藕园	愿苑
愿园员	中断禁止指令 云园和中断允许指令 云园	愿苑
愿员	过程控制指令	愿愿
愿圆	块传送指令	愿员
愿圆猿	块传送读指令 月园	愿员
愿圆园	块传送写指令 月园	愿圆
愿猿	信息指令 云园	愿缘
愿源	小结	愿远
思考和练习 圆		愿远

## 应 用 篇

怨 典型应用的梯形图编程	愿员
怨猿 孕说程序的设计方法	愿员
怨猿 程序设计方法简述	愿员

怨源 正确写出梯形图 .....	怨源
怨源 典型程序的设计 .....	怨源
怨源 模拟量输入输出模块的编程 .....	怨源
怨源 模拟量输入模块( 怨源)及其编程 .....	怨源
怨源 模拟量输出模块( 怨源)及其编程 .....	怨源
怨源 冗余程序设计 .....	怨源
怨源 冗余系统概述 .....	怨源
怨源 冗余热备系统 .....	怨源
怨源 优化系统性能 .....	怨源
怨源 系统程序规划和应用设计 .....	怨源
怨源 编程考虑事项 .....	怨源
怨源 主控程序 .....	怨源
怨源 特殊编程子程序 .....	怨源
怨源 上电子程序 .....	怨源
怨源 故障子程序 .....	怨源
怨源 故障子程序的概念 .....	怨源
怨源 故障子程序的使用 .....	怨源
怨源 故障子程序的编写 .....	怨源
怨源 处理器输入中断子程序 .....	怨源
怨源 可选定时中断子程序 .....	怨源
怨源 控制系统相关软件 .....	怨源
怨源 罗克韦尔软件概述 .....	怨源
怨源 人机界面和可视化 .....	怨源
怨源 通信软件 .....	怨源
怨源 信息管理 .....	怨源
怨源 控制逻辑 .....	怨源
怨源 过程控制 .....	怨源
怨源 小结 .....	怨源
怨源 控制系统主要相关软件 .....	怨源
怨源 通信软件 .....	怨源
怨源 控制逻辑编程软件 .....	怨源
怨源 人机界面软件 .....	怨源
怨源 控制系统的应用 .....	怨源
怨源 控制系统的应用实例 .....	怨源
怨源 控制系统应用的其他考虑因素 .....	怨源
怨源 系统的供电 .....	怨源
怨源 防止信号线引入干扰的措施 .....	怨源

猿猿猿 安全考虑 .....	猿猿猿
猿猿猿 机柜的布局 and 安排 .....	猿猿猿
猿猿猿 基于 猿猿猿 处理器的解决方案 .....	猿猿猿
思考和练习 猿 .....	猿猿猿
附录 .....	猿猿猿
附录 粤 猿猿猿 缘处理器的主要技术参数 .....	猿猿猿
附录 月 猿猿猿 缘指令速查表 .....	猿猿猿
附录 悦 常用 猿猿猿 模块的技术参数和连接特性 .....	猿猿猿
附录 阅 处理器状态文件 .....	猿猿猿
附录 耘 故障速查 .....	猿猿猿
附录 云 故障代码表 .....	猿猿猿
附录 郧 本书缩略语表 .....	猿猿猿
参考文献 .....	猿猿猿

# 基 础 篇

本篇主要介绍可编程控制器系统的基础知识,包括可编程控制器的产生、定义、发展历程和未来发展方向,以及可编程控制器的基本结构和工作原理;同时,通过分析可编程控制器系统的特点、分类,说明可编程控制器系统在生产自动化过程中的应用和设计方法,并对可编程控制器系统的安装、调试和维护做了启发式的介绍。读者通过本篇的学习,可以建立对可编程控制器系统的初步认识,为进一步学习系统篇和应用篇打下良好的基础。

# 员 可编程控制器系统概述

可编程控制器是 20 世纪 50 年代末发展起来的一种自动控制系统,它最早用于替代传统继电器、定时器和接触器一类控制装置,功能上只有逻辑运算、定时、计数和顺序控制等,因此被称为可编程逻辑控制器(PLC)。随着控制技术、计算机技术、网络通信技术和现场总线技术的发展,当今的 PLC 吸取了这些技术的最新成果,功能已远超出了逻辑控制的范畴,而且从单机控制自动化到生产线控制自动化,再到全厂生产自动化解决方案,PLC 已成为工业自动化的核心控制设备之一。

PLC 实质上就是一种用于自动控制的专用计算机,是计算机家族中的一员。它以中央处理器(CPU)为核心,把逻辑运算、顺序控制、定时(计时)、计数、模拟量处理等功能以指令形式存储在存储器内,并根据由开关量、模拟量和特殊(智能)输入部件对生产过程参数进行采集,经内部处理后由输出部件实施对生产过程的控制。

PLC 从诞生到现在,虽然只有 40 多年的历史,但其发展却异常迅猛,可靠性不断提高,功能不断增强和完善。而由于其具有可靠性高、适应性强、体积小、结构紧凑、安装维护方便等显著特点,深受用户的欢迎,已广泛应用于石油、化工、冶金、动力、汽车制造、食品、轻工等各个行业。用 PLC 构成各种控制系统已成为当今自动控制系统的的首选之一。PLC 已成为当代工业自动化的主要支柱,并将与集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)、基于工业计算机(ICS)的系统等,成为 21 世纪工业控制的主流控制系统。

## 员 2 可编程控制器的产生和定义

PLC 是从顺序控制系统逐步发展起来的。

在 20 世纪 50 年代和 60 年代,以继电器、接触器等为主要元件的顺序控制系统,由于具有结构简单、价格便宜、容易掌握等特点,在工业生产过程的自动控制中得到了广泛的应用,如流水线生产作业、信号报警和联锁系统、批量控制等,极大地促进了生产的发展。但是,随着生产规模的扩大和控制复杂程度的增加,以继电器、接触器等为主的控制系统变得越来越庞大、复杂,电路接点多,连接极其繁琐,从而导致系统可靠性降低、故障多、寿命短、维护困难。而且,一旦生产过程的工艺条件需要改变和调整,原有的系统就要重新设计和修改连接,使得更改控制功能和维护都极其困难,缺乏灵活性。尽管后来出现了晶体管、可控硅、晶闸管等半导体元器件,实现了无触点控制,性能有所改善,也提高了可靠性和使用寿命,但还是采用功能块硬件结构,系统的功能更改和维护仍然十分困难。后来,人们亦曾经尝试采用小型计算机,但由于当时的小型计算机价格很高,而且输入输出电路匹配困难,编程复杂,因而没有得到较好的应用和推广。因此,人们迫切需要一种新的顺序控制装置来取代老式的继电器顺序控制系统,使控制系统工作更可靠、更容易维护并更能适应经常

变动的生产过程条件。

## 员毅毅 孕蘧说的产生背景

孕蘧说的设想最早是由美国通用汽车公司(员酝)在 圆世纪 远年代末提出来的。由于当时美国汽车制造业竞争激烈,各汽车制造厂为了能在竞争中处于优势,都不断推出新车型。员酝公司为了能够在每次汽车改型或改变工艺流程时不改动或少改动原有继电器控制系统的柜内接线,以降低生产成本、缩短新产品的开发周期,达到加强其汽车产品的竞争力、提高汽车市场占有率的目标,提出要设计新型的控制器系统,并要求生产线控制系统能够在最小变化的情况下,最大限度地满足生产要求。新型控制系统必须满足以下的基本指标:

- ①编程容易,现场可以修改程序;
- ②维护方便,采用模块化结构;
- ③可靠性要高于继电器控制装置,能工作在恶劣的工作环境中;
- ④体积小于继电器控制装置;
- ⑤具有数据通信功能,数据可以直接送入管理计算机;
- ⑥价格低,成本可以和继电器控制系统竞争;
- ⑦输入输出信号可以为市电(员缘灾孕蘧);
- ⑧输出电流达 圆粤以上,能直接驱动电磁阀、接触器等;
- ⑨易于扩展,扩展时系统只需很小的变更;
- ⑩用户存储器容量至少能扩展到 源云字以上。

这就是著名的“员酝十条”指标<sup>①</sup>。根据这些基本要求,美国数字设备公司(员兑)于 员怨年研制成第一台新型的控制器,型号为 孕孕-员源成功应用在 员酝公司的汽车生产线控制中,取得了令人满意的效果。其后,日本、德国等国家相继研发出自己的 孕蘧说,从此开创了 孕蘧说开发和应用的新纪元。

## 员毅毅 孕蘧说的定义

由于可编程控制器具有可靠性较高、操作方便、简单易懂和体积小等优点,很快在其他行业的自动控制领域中得到推广应用。为了规范 孕蘧说的生产和发展的标准化,国际电工委员会(员兑)在 员怨年给可编程控制器做了如下的定义<sup>②</sup>:“可编程控制器是一种数字运算的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可程序的存储器,用来在内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备都应按照易于和工业控制系统联成一个整体、易于扩充功能的原则设计。”

最初的可编程控制器叫做可编程逻辑控制器,即 孕蘧说,这主要是因为它是在继电器顺序逻辑控制的基础上发展而来的。然而,经过后来的不断发展和完善,孕蘧说已不仅是原来

① 这 员缘条指标不是从“员酝十条”直接翻译过来的,而是从众多相关资料中整理得来的。因此,可能与原文有不同的地方。但可以理解,这一点正是 孕蘧说所具有的重要特征。也正因为如此,孕蘧说可以被认为是 员酝公司发明的。

② 孕蘧说和许多发展较快的技术一样,其定义也是不断发展的。早在 员怨年 员兑就曾下过一个定义,随着 孕蘧说技术的发展,定义的内容作了补充,增加了新的含义和功能。这是一个比较完善的定义。现在,员兑已将内容作进一步的扩展,认为未来的 孕蘧说应为 孕孕说,即可编程自动化控制系统。



