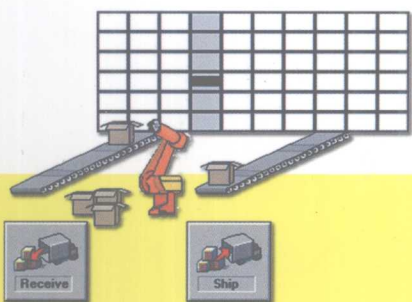


国外PLC精品教材

(原书第2版)

可编程序控制器 应用教程

(德) Matthias Seitz 著
ABB(中国)有限公司 译



国外 PLC 精品教材

可编程序控制器应用教程

(原书第 2 版)

(德) Matthias Seitz 著
ABB (中国) 有限公司 译



机械工业出版社

本书以 PLC 国际标准 IEC 61131 为基础,对通用 PLC 进行了全面完整地介绍。从 PLC 的内部结构到基本原理,从 PLC 标准通信方式到 IEC 61131 标准中的编程语言,从 PLC 的运动控制到 PLC 的安全等级以及 PLC 在工业自动化应用中的垂直整合都做了详细的讲解。本书大量使用工厂与过程自动化领域典型示例,介绍如何在编程软件 CoDeSys 下编程来实现自动化任务。这些 PLC 程序软件结构清晰、便于维护、灵活适用。本书还提供了相当丰富的例题、习题、复习题来帮助读者更好地理解书中所揭示的方法及工具。

本书可作为高等学校自动化、电气技术、机电一体化及其他相关专业的教材,也可作为从事工业自动化相关工作的技术人员的培训教材。

Copyright © 2008

Carl Hanser Verlag, Munich/FRG

All Rights reserved.

Authorized translation from the original German language edition published by Carl Hanser Verlag, Munich/FRG.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号:图字 01-2008-3280 号

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器应用教程:原书第 2 版/(德)塞兹 (Seitz, M.)
著:ABB (中国)有限公司译. —北京:机械工业出版社, 2009.5
国外 PLC 精品教材
ISBN 978-7-111-26071-4

I. 可... II. ①塞... ②A... III. 可编程序控制器
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 008214 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:牛新国 责任编辑:靳平 版式设计:霍永明
责任校对:李婷 封面设计:张静 责任印制:王书来
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2009 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
169mm × 239mm · 18 印张 · 349 千字
0001—5000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-26071-4
定价:48.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294
购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010)88379178
封面无防伪标均为盗版

序

PLC 是工业自动化领域使用非常广泛的控制设备之一。自 1969 年第一台 PLC 面市以来,其设计和应用得到广泛的发展。目前许多自动化公司都开发研制出自己成熟的产品。市场上也有很多关于 PLC 的教程和参考资料,但是这些资料多以各个公司自己的 PLC 产品为基础,很少有涉及 PLC 全面的基础知识。本书的原文版是德国曼海姆应用科技大学电子工程学院的 Seitz 教授基于国际标准 IEC 61131 为他的自动化教学课程所编写的一本全面介绍 PLC 基础知识的教材,通俗易懂,实用性强,是他多年从事工业自动化教学的经验总结和理论的升华。读完本书,读者不仅可以系统深入地学习所有符合 IEC 61131 标准的编程语言,还将了解当前 PLC 产品和技术的发展趋势。

本书中的所有示例和应用案例都可以在标准编程软件 CoDeSys 上运行,其理论适用于所有满足 IEC 61131 标准的 PLC 产品。由于 ABB 公司的 AC500 PLC 是完全基于 IEC 61131 国际标准研发的 PLC,其编程软件 PS501 也是基于 CoDeSys 编程平台,读者完全可以将该书中的所有原理和示例结合 ABB AC500 PLC 来运行和演示,并进行深入地理解和消化。希望这本 ABB 公司组织翻译的中文版 PLC 教程能够帮助中国读者对 IEC 61131 标准有进一步的了解。

由于原文版为德文,在原文和程序示例中有很多德语专业术语、变量名,译者对于不易翻译的词汇和变量名特别编制了一个德汉词汇对照表。读者可以参考这个对照表对本书进行准确的理解。

杨德强

2008 年 12 月于北京

中译本出版前言

有些人可能会觉得“可编程序控制器”是个复杂的、甚至过时的概念。其实它至今仍是现代化的自动化设备，并且在工业中得到广泛的应用。当今，控制技术的发展表现为多样化，但是同样也有一个趋势，那就是基于 IEC 61131 标准的统一的工业自动化系统编程。

在 IEC 61131 标准的框架下，原本在不同系统（如 CNC、PLC 或 SCADA）下分别编程与执行的传统自动化任务、数控与二进制的控制与调整，以及过程监控逐渐成为一体。在将来，那些对于安全性来说很关键的工业图像处理与运动控制也将被整合到一个统一的自动化系统——可编程自动控制器（Programmable Automation Controller, PAC）。

因此，本书的首要任务就是展示不同的系统结构，通过工厂与过程自动化领域典型的示例来讲解控制系统通用的编程基础。很少有专业人员把重点放在固定的控制系统或编程语法上，而是放到应用领域。本书重点介绍如何通过 PLC 程序软件来实现自动化技术任务。这些 PLC 程序软件应该具有结构清晰、便于维护、灵活适用的特性。本书的各主要部分为：

- 工业控制系统的组成结构；
- 基于 IEC 61131 标准的可编程序控制器编程；
- 逻辑控制；
- 程序控制；
- 运动控制；
- 控制的安全理念；
- 操作流程的垂直整合。

本书提供了相当丰富的例题、习题以及复习题来帮助读者更好地理解书中所揭示的方法及工具。特别是读者能在上下文中找到关于每道例题的详细解释。

本书中用  符号标识出的例题都有完整的程序及答案下载。下载的程序可以在 3S 公司 CoDeSys 编程系统中进行模拟。下载地址为 www.es.hs-mannheim.de/buch。

我非常高兴这本书能够由 ABB（中国）有限公司率先翻译成中文，并及时展现给我的中国学生和广大的中国读者。我衷心地感谢机械工业出版社和 ABB（中国）有限公司对本书中文版出版项目的整体协调所给予的大力支持。同时，我要特别感谢杨德强先生，没有他的辛勤劳动和帮助，本书中文版还不能面世给大家。

Matthias Seitz

2008 年 10 月于曼海姆

缩略语、符号与公式符



可从网络下载的可模拟运行的 CoDeSys 程序



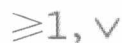
举例结束



“非”



“与”



“或”

a

加速度

A

人员在危险区域的停留时间

A

输出开关网络

AA

模拟输出

AB

设备区域

ABK

显示与操作组件

AC

交流电

A/D

模拟/数字

AE

模拟输入

AK

合格等级

AS

顺序功能流程图语言

ASI

执行器-传感器接口

AUT

自动运行方式

AWL

指令表语言

b

边缘条件向量

b_x, b_y

图像坐标 (单位: mm)

BA

二进制输出

BE

二进制输入

BDIS

运行参数信息系统

C

电容

c

比热容

CAN

控制器局域网

CFC

连续功能流程图

CPU

中央处理器

CNC

计算机数字控制

CSMA/ CD

带碰撞检测的/载波侦听多址访问

CTD

减计数器

CTU

加计数器

CTUD

可逆计数器

CV

计算值

d

直径

D

安全 PLC 中的诊断功能

D/A

数字/模拟

DB

数据库

DC

直流电

DDE

动态数据交换

DIN

德国标准协会

DNF

析取范式

DP

分布式 I/O 设备

DQ

设计规范

DTD

文本类型定义

e

偏差值

E

输入开关网络

E/A

输入/输出

EMV

电磁兼容性

EMSR

电子、测量、控制、调整技术

EPROM

可擦除可编程只读存储器

ERP

企业资源规划

ESF

单独控制功能

ETH

以太网

EU

驱动

EVA

读取、处理、输出

Ex

防爆

f

相机镜头的焦距

F	流量 (测量)	KNF	合取范式
FB	现场总线	KOP	梯形图语言
FB	功能块	KV	卡诺图
FC	功能码	Λ	电路的复杂度
FBS	功能块流程图语言	L	液位 (物位测量)
FF	现场总线基金会	L	边缘条件矩阵
FMS	现场总线报文规范	l	长度
FQ	功能鉴定	λ	系数 (单位: 像素/mm)
FTP	文件传输协议	LI	液位指示 (模拟物位测量)
FUP	功能计划	LDIS	实验室数据信息系统
G	精确测量 (二进制定位测量)	LVS	仓储管理系统
G	危险预防措施	LWL	光纤
GF	基本功能	m	用户数据字节数
GI	测量指示 (模拟位移测量)	m	质量
		M	输出端口数量
		M	电动机
GOP	基本运算	MAN	操作手册
GSD	设备出厂数据	MC	运动控制
h	高度	MES	制造执行系统
H	故障出现次数	MMI	人机界面
H	矩阵总线连接	n	总线上设备的数量
HMI	人机界面	N	输入端口的数量
HTML	超文本链接标记语言	N	Petri 网矩阵
HTTP	超文本传输协议	NAMUR	测控技术标准委员会
HW	硬件	OLE	对象链接与嵌入
I	电流	OOP	面向对象的编程
IDF	单独驱动功能	OPC	用于过程控制的 OLE
IEC	国际电工委员会	OQ	操作验证
I/O	输入/输出	P	压力
IP	网际协议	P	电功率
IQ	安装规格	P	位置向量
k	间隔时间点	PA	过程自动化
K_{∞}	过程增强 x/y	PAC	可编程自动控制器
K_p	P 调节器比例系数	PFD	期望故障概率
		PFH	每小时故障概率

PG	编程设备	SQL	结构化查询语言
PID	正比例积分微分网络	SSPS	安全 PLC
PLS	过程控制系统	SR	SR 触发器
POE	程序组织单元	SRIO	安全远程输入输出
PPI	点对点界面	SSL	安全套接层 (协议)
PPS	生产计划与控制	ST	结构化文本 (语言)
PQ	生产规范	SW	软件
PV	过程变量 (实测值)	t	时间
PROFIBUS	过程现场总线	T	传输
PS	电源	T	温度
PT	预设时间	TCP	传输控制协议
PV	预设值	TeKa	泡茶煮咖啡机
q	连杆坐标向量	TI	温度指示 (模拟量温度测量)
Q	热量	TIPP	顺序链操作方式
QMS	质量管理体系	T_0	扫描时间
R	欧姆电阻	T_D	微分时间
RC	机器人控制	T_g	调整时间
RIO	远程输入/输出	T_I	积分时间
RS	串行接口	T_N	积分响应时间
RS	RS 触发器	T_u	延迟时间
RS232	串行接口标准	T_v	预调时间
RS485	串行接口标准	TON	延时接通
RAM	随机存储器	TP	脉冲定时器
s	路径	TOF	延时断开
s	标注向量	TÜV	德国技术监督协会
S	开关过程	u	用像素表示的横向图像坐标
S	损伤程度	u	PLC 内部控制信号
SADT	结构分析与设计技术	URL	统一资源定位器
SCADA	数据采集与监视控制系统	USV	不间断电源
SEL	供选择的功能模块	UV	阀门标志
SEVA	快进, 慢出	v	速度
SFC	顺序功能图语言	v	用像素表示的纵向图像坐标
SIL	安全完整度等级		
SP	额定值		
SPS	可编程序控制器 (PLC)		

v	PLC 内部状态信号	W	故障发生概率
V	体积	x	实测值
VDE	德国电子工程师协会	x_e	PLC 测量信号
VESA	慢入, 快出	XML	扩展标记语言
VO	现场	y	调节值
VPN	虚拟专用网	y_a	PLC 输出的调节信号
VPS	硬接线程序控制器	y_w	输入/输出卡的输出
w	设定值	z	程序中 PLC 内部状态量

德汉词汇对照

Abbruch	中断	Rechts	右边
Ablassen	排放	Rechtslauf	顺时针旋转
Ampel Daten	交通灯数据	Reinigung	清洁
Analogdaten	模拟量数据	Rot	红色
Auf Band ablegen	放置到传送带上	Ruehren	搅拌
Aus	关	Schliessen	关闭
Befuellen	注水	Schnell	快
Bild	图片	Schraub ein fuegen	嵌入螺丝
Bildverarbeitung	图像处理	Schrauben holen	抓取螺丝
Dosieren	注入	Start	开始
Drehzahl	转数	Stop	停止
Durchfluss	流量	Takt	节拍
Ein	开	Taktzeit	节拍时间
Fertig	完成	Ventil	阀门
Gelb	黄色	Ventil Daten	阀门数据
Gruen	绿色	Vom Band ablegen	放置到传送带
Grundstellung	初始化	上	
Halt	暂停	Vorlegen	提交
Heizen	加热	Warmhalten	保温
Helligkeit	亮度	Warten	等待
Langsam	慢	Wasser Kochen	烧水
Links	左边	Weiter	继续
Merkmale	标记, 特征属性	Zielposition	目标位置
Motordaten	电机类型	Zu Foerderband fahren	向传送带行驶
Oeffnen	打开	Zugreifen	抓取
PH Wertregelung	PH 值调节		
Puls Pausen	脉冲中断		
Pumpe	泵		

目 录

序

中译本出版前言

缩略语、符号与公式符

德汉词汇对照

第 1 章 绪论	1
1.1 控制的定义	1
1.2 控制技术的任务范围	2
1.2.1 控制的应用领域	2
1.2.2 控制技术人员的工作领域	4
1.3 控制设备	5
1.3.1 控制技术的发展史	6
1.3.2 控制技术的现状	7
第 1 章习题	8
第 2 章 工业控制系统的组成与结构	10
2.1 PLC 的结构	10
2.2 PLC 的种类	12
2.3 PLC 中的信息处理	14
2.4 传统现场设备的连接	15
2.4.1 PLC 的二进制输入	15
2.4.2 PLC 的二进制输出	16
2.4.3 PLC 的模拟量输入	17
2.4.4 PLC 的模拟量输出	18
2.5 现场设备的总线连接	19
2.5.1 现场总线系统与结构	19
2.5.2 现场总线系统中的数据传输	22
2.6 操作与监测	23
2.6.1 过程可视化	24
2.6.2 可视化系统与 PLC 的连接	25

2.6.3 过程控制系统	27
第2章习题	28
第3章 ABB AC500 PLC 概述	32
3.1 ABB PLC 简介	32
3.2 AC500 PLC	32
3.2.1 AC500 PLC 系统结构	32
3.2.2 AC500 PLC 通信系统简介	38
3.2.3 控制系统软件简介	51
第3章习题	57
第4章 按 IEC 61131 标准的 PLC 编程	58
4.1 软件模型	59
4.1.1 控制系统的配置	59
4.1.2 任务	62
4.1.3 程序组织单元	64
4.1.4 变量	68
4.2 通信模型	70
4.2.1 程序内的数据交换	70
4.2.2 程序间的数据交换	71
4.3 程序模型	72
4.3.1 编程语言	72
4.3.2 用户数据类型	75
4.3.3 用户自定义功能块	77
4.4 如何进行软件开发	78
4.4.1 面向对象的软件结构化	78
4.4.2 结构化编程的步骤	79
4.4.3 结构化编程在特殊控制系统中的应用	86
第4章习题	86
第5章 组合逻辑控制	90
5.1 开关网络的设计	90
5.1.1 真值表	91
5.1.2 卡诺图	93
5.2 转换机构的设计	95
5.2.1 用触发器设计存储电路	95

5.2.2 用计数器设计计数电路	97
5.2.3 用定时器设计定时电路	100
5.2.4 自动设计	102
5.3 单独控制功能	111
5.3.1 电动机功能块	111
5.3.2 阀门功能块	113
5.3.3 保护措施	114
5.3.4 操作模式	117
5.4 模拟量处理	120
5.5 调节	123
5.5.1 开关调节器	124
5.5.2 调节器工作方式	126
5.5.3 连续调节器	127
第5章习题	133
第6章 顺序逻辑控制	141
6.1 顺序链的组成	141
6.1.1 动作和转换	142
6.1.2 顺序链的结构	144
6.2 顺序链的设计与分析	146
6.3 顺序逻辑控制与组合逻辑控制间的通信	147
6.4 保护功能与操作方式	152
6.4.1 顺序链中的暂停与取消	152
6.4.2 操作方式	154
6.5 并行过程控制链的设计	155
6.5.1 利用 Petri 网对并行过程控制链建模	157
6.5.2 利用数学建模对并行过程进行协调	158
6.5.3 源于 Petri 网的程序设计	160
第6章习题	162
第7章 运动控制	167
7.1 运动控制系统	167
7.1.1 运动控制系统的组成	168
7.1.2 运动控制系统中的标准功能块	170
7.2 单轴运动的控制	171
7.2.1 插补法	172

7.2.2 位置调节	175
7.3 机床的控制	177
7.3.1 通过 CNC 编程设计运动轨迹	177
7.3.2 通过凸轮设计运动轨迹	180
7.4 机器人控制	182
7.4.1 坐标变换	183
7.4.2 对运动过程进行编程	184
7.4.3 机器人控制中的图像处理	187
第 7 章习题	191
第 8 章 控制的安全理念	196
8.1 危险分析与措施	196
8.1.1 事件树分析法	197
8.1.2 故障树分析法	197
8.1.3 风险分析	198
8.1.4 措施	200
8.2 安全控制	200
8.2.1 冗余和多样性	201
8.2.2 安全 PLC 的结构	202
8.2.3 安全的现场总线系统	205
8.3 可靠性控制的设计	206
8.3.1 GAMP 标准	206
8.3.2 规划与设计	207
8.3.3 硬件和软件的实现	211
8.3.4 鉴定与运行调试	212
8.3.5 维护与保养	214
第 8 章习题	215
第 9 章 工作流程的垂直整合	217
9.1 在控制层面上的水平整合	218
9.1.1 通过现场总线连接多个 PLC	218
9.1.2 网络整合的工具	219
9.1.3 通过以太网连接多个 PLC	219
9.2 更高层面上的垂直整合	222
9.2.1 OPC 的连接	223
9.2.2 Internet 在自动化技术中的应用	226

9.3 提高软件灵活性的方案控制	230
9.3.1 方案控制的设计	231
9.3.2 过程分析	231
9.3.3 方案组合	236
9.3.4 控制方案的执行	238
9.4 一体化的生产管理	240
9.4.1 生产数据信息系统	241
9.4.2 生产计划与控制	245
9.4.3 仓储管理系统	248
9.4.4 供应链管理	248
第9章习题	250
第10章 结束语	254
10.1 对本书中概念的总结	254
10.2 对本书中概念的评价	256
10.3 前景	257
附录	259
附录A 传感器与执行器标识符号	259
附录B 重要的功能块与功能	260
附录C 中文/英文专业术语	263
网页指南	267
参考文献	268

第 1 章 绪 论

控制技术是一门基于计算机科学与电气工程学的跨学科科学。对控制算法进行编程涉及对传感器的分析与对执行器的控制。作为控制技术人员工作的核心内容，这些编程有助于对过程控制的理解。控制技术主要应用于制造技术领域（如汽车工业、机床制造、封装技术等）以及加工工艺技术领域（如化工与医药行业）。

1.1 控制的定义

根据 DIN 19226 标准，过程控制本身也是一个过程。在这个过程中，依据某种规则对过程的状态进行测量而产生影响过程的调节值（见图 1-1）。将这些规则以程序的形式描述出来，并在一台控制器上运行，这台计算机就是人们通常所说的 PLC。

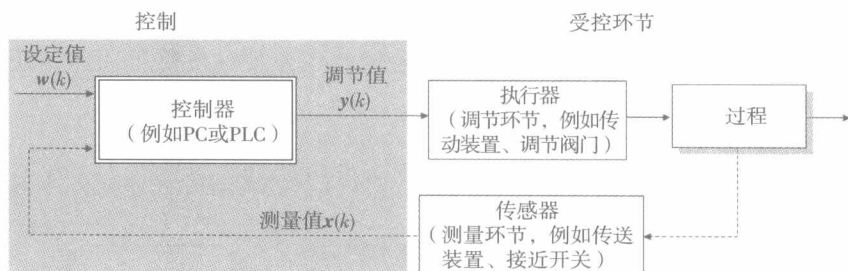


图 1-1 控制回路的一般组成

与调节不同的是，控制是一个不带图中虚线反馈部分的开放回路，或者是一个实际测量值不会连续对调节值产生影响的闭合回路。相应地，设定值、测量值和调节值都是在离散的采样时间点 k 上读取被赋值的离散信号。例如，图 1-2 中音叉液位传感器的信号对控制产生影响。然而它并不能持续地影响对进口阀门的控制，而是只有当容器盛满时，才对进口阀门进行控制并立刻关闭进口阀门。