

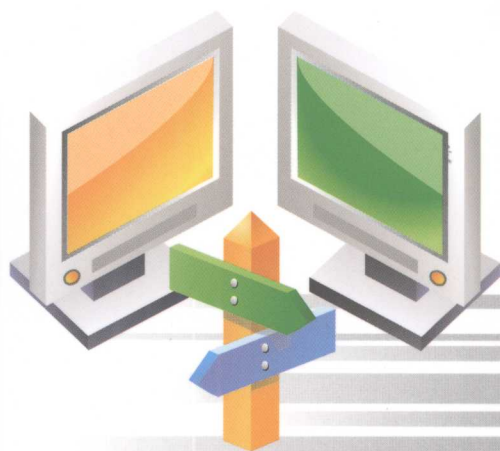


21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国高等院校

自动化系列 实用规划教材



计算机控制系统

主 编 徐文尚

副主编 武 超 亢 洁 蒋开明



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

清华大学出版社



计算机控制系统

主 编 张 勤
副 编 王 强 王 伟 王 伟

清华大学出版社
Tsinghua University Press

21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材

计算机控制系统

主 编 徐文尚

副主编 武 超 亢 洁 蒋开明

参 编 徐沪萍 郑 峰



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书阐述了计算机控制系统的基本概念,总结了计算机控制系统的分析方法和具有实用价值的设计方法,介绍了正在蓬勃发展的总线控制技术和网络技术系统,简要介绍了计算机控制系统的设计和实现,形成了一套较完整的、充实而又实用的计算机控制系统分析和设计的基本体系,力求层次分明、结构简练、主题突出、避免知识堆积。

本书既可以作为高等院校自动化专业的教材,又可以作为相关专业教材或教学参考用书,还可以作为科技工作者的知识更新与继续学习的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制系统/徐文尚主编. —北京:北京大学出版社, 2007.8

(21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-12327-0

I. 计… II. 徐… III. 计算机控制系统—高等学校—教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 080692 号

书 名: 计算机控制系统

著作责任者: 徐文尚 主编

策 划 编 辑: 李 虎

责 任 编 辑: 刘 丽

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-12327-0/TP · 0880

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京大学印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 414 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材》

专家编审委员会

主任委员 张德江

副主任委员 (按姓氏拼音顺序排名)

陈 静 丁坚勇 侯媛彬

纪志成 任庆昌 吴 斌

秘书长 于微波

委 员 (按姓氏拼音顺序排名)

陈志新 戴文进 段晨旭 樊立萍

范立南 公茂法 关根志 嵇启春

蒋 中 雷 霞 刘德辉 刘永信

刘 原 马永翔 孟祥萍 孟彦京

聂诗良 王忠庆 吴旭云 燕庆明

杨新华 尤 文 张桂青 张井岗

总 序

我们所处的时代被称为信息时代。信息科学与技术的迅速发展和广泛应用,深深地改变着人类生产、生活的各个方面。人类社会生产力发展和人们生活质量的提高越来越得益于和依赖于信息科学与技术的发展。自动化科学与技术涉及到信息的检测、分析、处理、控制和应用等各个方面,是信息科学与技术领域的重要组成部分。在我国经济建设的进程中,工业化是不可逾越的发展阶段。面对全面建设小康社会的发展目标,党和国家提出走新型工业化道路的战略决策,这是一条我国当代工业化进程的必由之路。实现新型工业化,就是要坚持走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的可持续发展的科学发展之路。在这个过程中,自动化科学与技术起着不可替代的重要作用,高等学校的自动化学科肩负着人才培养和科学研究的光荣的历史使命。

我国高等教育中工科在校大学生数占在校大学生总数的 35%~40%,其中自动化类的学生是工科各专业中学生人数最多的专业之一。在我国高等教育已走进大众化阶段的今天,人才培养模式多样化已成为必然的趋势,其中应用型人才是我国经济建设和社会发展需求最多的一大类人才。为了促进自动化领域应用型人才培养,发挥院校之间相互合作的优势,北京大学出版社组织了此套《21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材》。

参加这一系列教材编写的基本上都是来自地方工科院校自动化学科的专家学者,由此确定了教材的使用范围,也为“实用教材”的定位找到了落脚点。本系列教材具有如下特点:

(1) 注重实用性。地方工科院校的人才培养规格大多定位在高级应用型,对这一大类人才的培养要注重面向工程实践,培养学生理论联系实际、解决实际问题的能力。从这一教学原则出发,本系列教材注重实用性,注意引用工程中的实例,培养学生的工程意识和工程应用能力,因此将更适合地方工科院校的教学要求。

(2) 体现新颖性。更新教材内容,跟进时代,加入一些新的先进实用的知识,同时淘汰一些陈旧过时的内容。

(3) 院校间合作交流的成果。每一本教材都有几所院校的教师参加编写。北大出版社事先在西安市和长春市召开了编写计划会和审纲会,来自各院校的教师比较充分地交流了情况,在相互借鉴、取长补短的基础上,形成了编写大纲,确定了编写原则。因此,这一系列教材可以反映出各参编院校一些好的经验和做法。

(4) 这一系列教材几乎涵盖了自动化类专业从技术基础课到专业课的各门课程,到目前为止,列入计划的已有 30 多门,教材门数多,参与的院校多,参加编写人员多。

地方工科院校是我国高等院校中比例最大的一部分。本系列教材面向地方工科院校自动化类专业教学之用,将拥有众多的读者。教材专家编审委员会深感教材的编写质量对教学质量的重要性,在审纲会上强调了“质量第一,明确责任,统筹兼顾,严格把关”的原则,要求各位主编加强协调,认真负责,努力保证和提高教材质量。各位主编和编者也将尽职尽责,密切合作,努力使自己的作品受到读者的认可和欢迎。尽管如此,由于院校之间、编者之间的差异性,教材中还是难免会出现一些问题和不足,欢迎选用本系列教材的教师、学生提出批评和建议。

张德江

2006年1月

。《林德氏》的出版,是林德氏家族自1840年创立以来,首次出版的一部重要著作。它不仅是一部关于林德氏家族历史的著作,也是一部关于林德氏家族在工业、商业、政治、文化等方面所取得的成就的著作。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。

。《林德氏》的出版,是林德氏家族自1840年创立以来,首次出版的一部重要著作。它不仅是一部关于林德氏家族历史的著作,也是一部关于林德氏家族在工业、商业、政治、文化等方面所取得的成就的著作。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。

。《林德氏》的出版,是林德氏家族自1840年创立以来,首次出版的一部重要著作。它不仅是一部关于林德氏家族历史的著作,也是一部关于林德氏家族在工业、商业、政治、文化等方面所取得的成就的著作。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。

。《林德氏》的出版,是林德氏家族自1840年创立以来,首次出版的一部重要著作。它不仅是一部关于林德氏家族历史的著作,也是一部关于林德氏家族在工业、商业、政治、文化等方面所取得的成就的著作。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。

。《林德氏》的出版,是林德氏家族自1840年创立以来,首次出版的一部重要著作。它不仅是一部关于林德氏家族历史的著作,也是一部关于林德氏家族在工业、商业、政治、文化等方面所取得的成就的著作。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。这部著作的出版,对于林德氏家族来说,无疑是一个重要的里程碑。它不仅展示了林德氏家族的历史,也展示了林德氏家族在现代社会中的地位。

前言

在当前数字化和信息化的时代背景下,我国要完成工业化的任务还很重,国家提出走新型工业化的道路和“信息化带动工业化,工业化促进信息化”的科学发展观,这对自动化科学技术的发展是一个前所未有的战略机遇。

要发展自动化科学技术,人才是基础、是关键,高等学校又是人才培养的基地。从“信息化带动工业化,工业化促进信息化”的科学发展观来看,自动化专业技术人才培养占有举足轻重的地位。

影响人才培养的因素很多,涉及教学改革方方面面,但首要的是培养目标定位。有了明确的目标定位,才能制订培养计划,编制教学大纲,建设师资队伍,打造实践平台,并进行教材的编写。在目前的技术条件下,编写一本教材并不困难,但是,编写一本雅俗共赏,深入浅出,既体现出理论与实践并重又互不偏废,同时还及时反映科学技术发展的教材并不容易。

计算机在国民经济的各个领域获得了广泛的应用,采用计算机控制是现代化的重要标志。计算机控制系统涉及自动控制理论、计算机原理与接口技术以及电气信息类学科相关课程。

本书是依照“全国高等学校自动化专业系列教材编审委员会”审定的教材大纲编写的,兼顾了计算机控制基本原理和实现技术两大方面的教学要求。通过本书的学习,读者可在计算机控制基本原理和实现技术方面获得较全面的培养和锻炼。

本书的主编是山东科技大学的徐文尚教授,从1982年至今一直从事自动控制理论、自动化仪表及计算机控制的教学和科研工作。通过近30年的计算机控制与应用类课程的教学和实践,综合多年来教学和科研方面的经验,吸收国内外的先进理论、方法和技术,针对目前信息类和计算机应用及控制类本科生与研究生的知识结构特点,结合MATLAB软件,对计算机控制的基本理论与技术知识进行了筛选整理,反复修改、总结和编著。本书力求使那些已具有一定计算机应用和自动控制理论基础的读者,借助MATLAB软件,在理论上、技术上以及应用能力上有一个较大的提高。

按照课程学习的要求和教学特点,本书在编写过程中融入了作者多年的教学、科研实践经验及体会,力求做到:比较全面、系统地总结计算机控制系统的几种基本的分析方法和设计方法,在讲述典型知识的基础上侧重实际应用;尽量做到重点突出、层次分明、条理清晰,内容讲解深入浅出,突出重点知识的物理意义。

学习本书的前期预备知识是自动控制理论以及计算机原理和接口技术的基本知识。

本书阐述了计算机控制的基本概念,总结了计算机控制系统的分析方法和具有实用价值的设计方法,介绍了正在蓬勃发展的总线控制技术和网络技术系统,简要介绍了计算机控制系统的设计和实现,形成了一套较完整的、充实而又实用的计算机控制系统分析和设计的基本体系,层次分明、结构简练、主题突出,避免知识堆积。

全书除第1章外,其余各章可分为以下3部分。

(1) 计算机控制的过程通道和程序控制(第2~3章)。考虑到这部分内容较为成熟,在前

修课的基础上,简练、系统、深入地讲述一些基础性的内容。

(2) 计算机控制器设计(第4~5章)。遵循经典与现代设计方法并重的原则,重点讨论直接设计法、间接设计法和状态空间设计等相关内容,典型算法附有 MATLAB 仿真实例,本书没有介绍智能控制方面的内容,主要原因是授课学时有限,很难在有限的几个学时内将智能控制讲授清楚。

(3) 计算机控制系统工程实现技术(第6~9章)。由于计算机软/硬件技术发展日新月异,因此,在论述基本工程实现技术的基础上,重点介绍了现代先进计算机控制的实现技术。除第6章介绍一些基本的软件设计技术外,第7~8章分别讨论了嵌入式系统、集散式系统、现场总线和网络控制等先进控制技术。第9章介绍了计算机控制系统实例,以增强读者的感性认识,这也是本书的特色之一。鉴于自动化专业学生在微机原理及接口技术等相关课程中对计算机系统硬件已有较系统的学习,在论述计算机控制系统构建及实现技术时,只从应用的角度讨论了相关问题。

本书书末有6个附录,分别为常用滤波程序, PID 程序,拉普拉斯和 Z 变换表及其性质,最后是集成仿真环境 MATLAB/Simulink。

本书既可以作为自动化专业教材,又可以作为相关专业教材或教学参考用书,也可以作为科技工作者的知识更新与继续学习的参考书籍。

本书配有教学电子教案,采用 PowerPoint 制作,可以根据教学需求任意修改。

授课学时根据专业计划可以适当增减,建议授课学时为 48 学时,各章参考授课学时如下:第1章2学时,第2章8学时,第3章4学时,第4章12学时,第5章6学时,第6章6学时,第7章4学时,第8、9章共6学时。本课程可安排实验课程8学时,分别是 AD/DA 转换,采样与保持,常规 PID 控制技术与改进 PID,最少拍控制技术。

全书由徐文尚教授主编。徐沪萍编写第1章,蒋开明、郑峰合编第2章,亢洁编写第3章,徐文尚教授编写第4、5章,武超编写第6、7、9章,武超、郑峰合编第8章。在编写过程中得到学校、学院有关领导的关心和支持,在此,特向他们表示衷心的感谢!

本书知识的系统化方法及部分公式图表沿用了于海生编著的《微型计算机控制技术》的内容以及有关的网络文献,特此说明。希望原作者与我们联系并给予指导。在此,谨代表本书所有参编人员表示感谢!

在本书的编辑过程中,编者的研究生于庆明、盖文东、张婧、于振波、刘俊波付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢!

本书的出版,对更新自动化专业的知识体系、改善教学条件、创造个性化的教学环境,一定会起到积极的作用。由于计算机控制技术与理论在不断发展,加上编者水平有限,疏漏之处在所难免,希望广大师生和专家学者不吝批评指正,我们一定虚心接受,以期本教材不断完善。

本书是一本计算机控制理论与 MATLAB/Simulink 仿真软件相结合、有理论、有实践的教材。如果说通过学习,读者能在计算机控制的学习与应用中得到帮助和启发,本书在全国高等学校自动化专业人才培养中能发挥应有的作用,得到同行专家的认可,编者将十分欣慰。

徐文尚

山东科技大学

2007年3月

21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材(已出版)

书号	书名	作者	定价
7-301-10597-5	运筹学	徐裕生 张海英	20.00
7-5038-4402-7	传感器基础	赵玉刚 邱 东	23.00
7-5038-4407-8	传感器与检测技术	祝诗平	30.00
7-5038-4413-2	单片机原理及应用	刘 刚 秦永左	24.00
7-5038-4409-4	电机与拖动	杨天明 陈 杰	27.00
7-5038-4411-6	电力电子技术	樊立萍 王忠庆	25.00
7-5038-4399-3	电力市场原理与实践	邹 斌	24.00
7-5038-4405-1	电力系统继电保护	马永翔 王世荣	27.00
7-5038-4397-7	电力系统自动化	孟祥忠 王 博	25.00
7-5038-4404-3	电气控制技术	韩顺杰 吕树清	22.00
7-5038-4403-5	电器与 PLC 控制技术	陈志新 宗学军	38.00
7-5038-4400-0	工厂供配电	王玉华 赵志英	34.00
7-5038-4410-8	控制系统仿真	郑恩让 聂诗良	26.00
7-5038-4398-5	数字电子技术	李 元 张兴旺	27.00
7-5038-4412-4	现代控制理论	刘永信 陈志梅	22.00
7-5038-4401-9	自动化仪表	齐志才 刘红丽	27.00
7-5038-4408-6	自动化专业英语	李国厚 王春阳	32.00
7-5038-4396-9	自动控制原理	潘 丰 张开如	32.00
7-5038-4406-X	集散控制系统	刘翠玲 黄建兵	25.00
978-7-301-10512-2	现代控制理论基础(十一五规划教材)	侯媛彬	20.00
978-7-301-11151-2	电路基础学习指导与典型题解	公茂法 刘 宁	32.00
978-7-301-12326-3	过程控制与自动化仪表	张井岗	36.00
978-7-301-12327-0	计算机控制系统	徐文尚	28.00
978-7-5038-4414-0	微机原理及接口技术	赵志诚 段中兴	38.00

电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源下载地址: <http://www.pup6.com/ebook.htm>, 欢迎下载。

欢迎免费索取样书, 请填写并通过 E-mail 提交教师调查表, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/教师信息调查表 excel 版.xls>, 欢迎订购。

联系方式: 010-62750667, lihu80@163.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

举报电话: 010-62750667

电子邮箱: lin@pup.126.com

目 录

第 1 章 绪论..... 1

1.1 计算机控制系统的概述..... 1

1.1.1 计算机控制系统的基本概念..... 1

1.1.2 计算机控制系统的工作过程..... 2

1.1.3 计算机控制系统的术语..... 3

1.2 计算机控制系统的组成及特点..... 3

1.2.1 计算机控制系统的硬件组成..... 3

1.2.2 计算机控制系统的软件组成..... 5

1.2.3 计算机控制系统的特点..... 6

1.3 计算机控制系统的分类..... 7

1.3.1 操作指导控制系统..... 7

1.3.2 直接数字控制系统..... 8

1.3.3 计算机监督控制系统..... 8

1.3.4 分布式控制系统..... 9

1.3.5 现场总线控制系统..... 10

1.4 计算机控制系统的发展..... 11

1.4.1 计算机控制系统的发展概况... 11

1.4.2 计算机控制系统的发展趋势... 13

1.5 小结..... 15

1.6 习题..... 16

第 2 章 计算机控制系统过程通道设计方法..... 17

2.1 数字量过程通道的设计方法..... 17

2.1.1 数字量输入通道设计方法..... 17

2.1.2 数字量输出通道设计方法..... 20

2.2 模拟量输入通道设计方法..... 23

2.2.1 模拟量输入通道的组成..... 23

2.2.2 I/V 转换、多路开关、仪用

放大器及采样保持器..... 23

2.2.3 模拟量输入通道的设计..... 28

2.3 模拟量输出通道设计方法..... 34

2.3.1 模拟量输出通道的组成..... 34

2.3.2 模拟量输出通道的设计..... 35

录

2.4 小结..... 40

2.5 习题..... 40

第 3 章 数字程序控制系统..... 41

3.1 数字程序控制系统的概述..... 41

3.1.1 数字程序控制系统的基本

概念..... 41

3.1.2 数字程序控制系统的组成..... 43

3.2 逐点比较插补原理..... 44

3.2.1 逐点比较直线插补原理..... 44

3.2.2 逐点比较圆弧插补原理..... 48

3.3 步进电动机控制技术..... 55

3.3.1 步进电动机的工作原理..... 55

3.3.2 步进电动机的工作方式..... 56

3.3.3 步进电动机的控制系统..... 57

3.3.4 步进电动机的程序设计..... 58

3.4 小结..... 60

3.5 习题..... 60

第 4 章 计算机控制系统的控制算法..... 62

4.1 数字控制器的间接设计方法..... 62

4.1.1 采样周期与模拟化设计..... 62

4.1.2 模拟化设计步骤..... 63

4.2 数字 PID 控制算法..... 66

4.2.1 PID 控制规律及基本作用..... 66

4.2.2 基本数字 PID 控制算法..... 70

4.2.3 改进的数字 PID 控制算法..... 72

4.2.4 数字 PID 控制器参数的

整定方法..... 79

4.2.5 施密斯预估控制系统..... 84

4.3 数字控制器的直接设计方法..... 86

4.3.1 数字控制器的直接设计步骤... 87

4.3.2 最少拍有纹波控制器的设计... 92

4.3.3 最少拍无纹波控制器的设计... 95

4.3.4 达林算法	98	6.5 量程自动转换和标度变换	139
4.4 控制算法 MATLAB 仿真举例	102	6.5.1 量程自动转换	140
4.4.1 连续系统 PID 控制举例	102	6.5.2 线性参数标度变换	143
4.4.2 离散系统的数字 PID 控制仿真	105	6.6 报警程序设计	146
4.4.3 纯滞后的施密斯预估控制	107	6.6.1 简单报警程序设计	147
4.5 小结	109	6.6.2 越限报警程序设计	152
4.6 习题	110	6.7 DSP 在数据处理中的应用	154
第 5 章 现代控制技术	111	6.8 小结	157
5.1 采用状态空间的输出反馈设计法	111	6.9 习题	157
5.1.1 连续状态方程的离散化	112	第 7 章 计算机控制系统的抗干扰 技术	159
5.1.2 最少拍无纹波系统的跟踪 条件	112	7.1 工业现场的干扰及对系统的影响	159
5.1.3 输出反馈设计法的设计 步骤	113	7.1.1 干扰的来源	159
5.2 采用状态空间的极点配置设计法	116	7.1.2 干扰的作用途径	160
5.2.1 按极点配置设计控制规律	116	7.1.3 干扰的作用形式	160
5.2.2 按极点配置设计状态 观测器	119	7.2 硬件抗干扰技术	162
5.2.3 按极点配置设计控制器	122	7.2.1 串模干扰的抑制	162
5.3 小结	125	7.2.2 共模干扰的抑制	163
5.4 习题	125	7.2.3 长线传输干扰的抑制	165
第 6 章 应用程序设计与实现技术	126	7.2.4 阻抗匹配	167
6.1 概述	126	7.2.5 长线的电流传输	169
6.2 应用程序设计技术	126	7.3 软件抗干扰技术	169
6.2.1 应用程序设计的基本任务	127	7.3.1 软件出错对系统的危害	169
6.2.2 应用程序设计的基本步骤 与方法	127	7.3.2 数字滤波方法	170
6.2.3 工业控制组态软件	130	7.3.3 输入/输出软件抗干扰措施	172
6.2.4 软件工程方法概述	131	7.3.4 程序运行失常的软件抗 干扰	173
6.3 查表技术	132	7.4 接地技术	178
6.3.1 顺序查找法	132	7.4.1 计算机控制系统中的地线	178
6.3.2 计算查找法	133	7.4.2 常用的接地方法	178
6.3.3 对分查找法	134	7.5 电源系统的抗干扰技术	184
6.4 线性化处理技术	135	7.5.1 抗干扰稳压电源的设计	184
6.4.1 线性插值法	136	7.5.2 电源系统的异常保护	188
6.4.2 非线性插值法	138	7.5.3 计算机控制系统的断电 保护	189
		7.6 小结	192
		7.7 习题	192

第 8 章 总线技术与嵌入式系统193	
8.1 现场总线控制系统193	
8.1.1 现场总线的概述.....193	
8.1.2 现场总线控制系统的产生.....194	
8.1.3 现场总线控制系统的组成.....194	
8.1.4 现场总线控制系统的特点.....196	
8.2 嵌入式控制系统197	
8.2.1 嵌入式系统的概述.....197	
8.2.2 嵌入式控制系统的组成.....199	
8.2.3 嵌入式控制系统的应用.....206	
8.3 网络控制技术207	
8.3.1 网络控制系统组成/概述.....207	
8.3.2 网络控制系统的协议.....209	
8.4 典型现场总线简介213	
8.4.1 典型现场总线简介.....214	
8.4.2 总线标准的选择.....220	
8.5 小结221	
8.6 习题222	
第 9 章 计算机控制系统设计223	
9.1 计算机控制系统设计步骤.....224	
9.1.1 了解工艺要求,明确控制任务224	
9.1.2 确定系统的总体设计方案.....224	
9.1.3 建立数学模型,确定控制算法225	
9.1.4 系统硬件设计..... 226	
9.1.5 系统软件设计..... 228	
9.1.6 系统调试..... 232	
9.2 计算机控制系统设计举例 233	
9.2.1 过程控制系统举例——分布式控制系统..... 233	
9.2.2 传动控制系统举例(直流电动机控制系统的 PID 算法应用) 237	
9.2.3 随动控制系统举例(最少拍算法的应用) 243	
9.2.4 嵌入式系统在军用 PDA 中的设计简介 246	
9.2.5 水情远程测报系统 251	
附录 255	
附录 A 10 种软件滤波方法的示例程序 255	
附录 B PID 处理例程..... 257	
附录 C 拉普拉斯变换的基本定理 259	
附录 D Z 变换的基本定理..... 260	
附录 E 常用函数的拉普拉斯变换和 Z 变换表 261	
附录 F 集成仿真环境与 MATLAB/Simulink 262	
参考文献 275	

第1章 绪 论

教学提示：计算机控制系统是自动控制理论、自动化技术与计算机技术紧密结合的产物。有了自动控制理论不断发展，随着计算机技术、通信与网络技术、微电子技术的不断进步，计算机控制系统取得了迅速的发展。同时，计算机控制系统的应用更加广泛，其应用领域从工业逐渐扩大到农业、医学、军事等领域。可以说，现在的计算机控制系统已经成为人类社会不可缺少的重要组成部分。

教学要求：本章要求掌握计算机控制系统的基本组成、特点及分类，了解计算机控制系统的发展状况和趋势。

1.1 计算机控制系统的概述

微型计算机控制技术以计算机技术、自动控制技术以及检测与传感技术等为基础，可以完成常规控制技术无法完成的任务，目前在许多领域里得到了广泛的应用。

1.1.1 计算机控制系统的基本概念

计算机控制系统就是利用计算机(通常称为工业控制计算机，简称工业控制机 IPC)来实现生产过程自动控制的系统。

设由控制器或控制装置来调节或控制被控对象输出行为的模拟系统(就是自动控制原理中所讲的连续系统)，称为模拟控制系统。图 1.1 所示即为单回路模拟控制系统，该系统由两部分组成：被控对象和测控装置。其中被控对象可能是电动机、也可能是水箱或电热炉等，测控装置则主要由测量变送器、比较器、控制器以及执行机构等组成。图 1.1 所示系统的工作原理如下：当给定值或外界干扰变化时，系统将测量变送环节反馈回来的被控参数与给定值比较后出现偏差信号 $e(t)$ ，控制器便根据偏差信号的大小按照预先设定的控制规律进行运算，并将运算结果作为输出控制量 $u(t)$ 送到执行机构，自动调整系统的输出，使偏差信号趋向于 0。

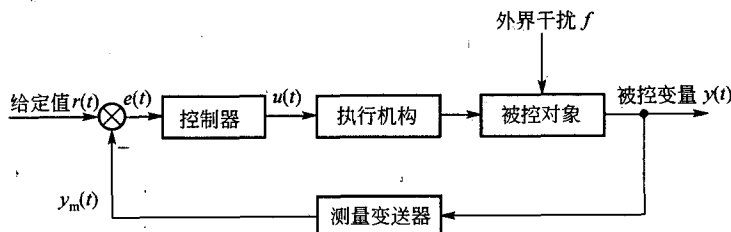


图 1.1 单回路模拟控制系统示意图

在常规的控制系统中，上述的控制器采用气动或电动的模拟调节器实现，随着计算机的普及特别是微处理器的性能价格比不断提高，工程技术人员用计算机来代替模拟调节器

实现系统的自调节, 逐渐形成计算机控制系统。在计算机控制系统中, 计算机输入/输出信号都是数字量, 被控对象的输入/输出信号往往是连续变化的模拟量, 要想实现计算机与具有模拟量输入/输出的被控对象信号的传递, 就必须有信号转换装置, 也就是翻译, 才能实现被控对象与计算机之间的语言沟通, 这个翻译也就是人们常说的 A/D 转换和 D/A 转换, 在执行器的输出端就用 D/A 转换器, 也就是数/模转换器, 在计算机的输入端用 A/D 转换器, 就是模/数转换器。用计算机原理教科书上的术语讲就是计算机接口。接口又分为数字量接口和模拟量接口, 一般说来接口有具体的电平要求, 为了保证计算机控制系统能适应不同的信号, 需要有信号调理电路、采样器和保持器等, 它们与 A/D 转换器、D/A 转换器一起构成了计算机与生产设备之间的接口, 是计算机控制系统中必不可少的组成部分, 且与计算机一起统称为计算机系统, 如图 1.2 中点画线框所示。

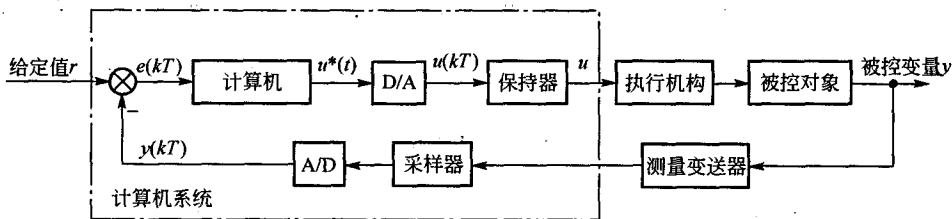


图 1.2 计算机控制系统原理图

在控制系统中引入计算机, 就可以充分利用计算机强大的计算、逻辑判断和记忆等信息处理能力, 运用微处理器或微控制器的丰富指令, 就能编写出满足某种控制规律的程序, 执行该程序, 就可以实现对被控参数的控制。计算机控制系统中的计算机是广义的, 可以是工业控制计算机、嵌入式计算机、可程序控制器(PLC, Programmable Logical Controller)、单片机系统、数字信号处理器(DSP, Digital Signal Processor)等。

1.1.2 计算机控制系统的工作过程

计算机控制就是对被控对象的有关参数(如温度、压力、流量、转速、转角、电压、电流、相位、功率、状态等)进行采样并转换成统一的标准信号, 通过输入通道把数字量和模拟量(转换成数字量)表示的各种参数信息传送给计算机, 计算机根据这些信息, 按照预先规定的控制规律进行运算和处理, 并通过输出通道把运算结果以数字量或模拟量的形式去控制被控对象, 使被控制的参数达到预期的目标。

从本质上看, 计算机控制系统的工作过程可以归纳为以下步骤。

- (1) 实时数据采集: 对被控参数在一定采样时间间隔进行测量, 并将采样结果输入计算机。
- (2) 实时控制决策: 对采集到的被控参数进行处理后, 按预先规定的控制规律决定将要采取的控制策略。
- (3) 实时控制输出: 根据控制决策, 实时地对执行机构发出控制信号, 完成控制任务。
- (4) 信息管理: 随着网络技术和控制策略的发展, 信息共享和管理也介入到控制系统之中。

上述测量、控制、运算、管理的过程不断重复, 使整个系统能按预定的方案工作, 并

且对被控参数或控制设备出现的异常状态及时进行监督，并迅速作出处理。

1.1.3 计算机控制系统的术语

1. 实时

实时性是指计算机能够在工艺要求允许的时间范围内及时对被控参数进行测量，计算和控制输出，超过控制时限就失去了控制的时机，控制也就失去了意义。

不同的控制过程，对实时性的要求是不同的，即使是同一种被控参数，在不同的系统中，对控制速度的要求也是不相同的。例如，电动机转速和移动部件位移的暂态过程很短，一般要求它的控制延迟时间就很短，这类控制称为快过程的实时控制；而热工、化工类的过程往往是一些慢变化过程，对它们的控制属于慢过程的实时控制，其控制的延迟时间允许稍长一些。

实时控制的性能通常受到仪器仪表的传输延迟、控制算法的复杂程度、微处理器或微控制器的运算速度和控制量输出的延迟等因素影响。

2. 在线

在计算机控制系统中，生产设备和计算机系统直接相连，并接受计算机直接控制的方式称为在线或联机方式。

3. 离线

若生产设备不和计算机系统相连，其工作不直接受到计算机控制，而是靠人工进行联系并作相应操作的方式称为离线或脱机方式。

1.2 计算机控制系统的组成及特点

计算机控制系统由于用途或目的的不同，它们的规模、结构、功能与完善程度等可以有很大的差别，但是它们都有共同的两个基本组成部分，即硬件和软件。硬件是计算机控制系统的基础，软件是计算机控制系统的灵魂。计算机控制系统本身通过各种接口与生产过程发生关系，并对生产过程进行数据处理及控制。

1.2.1 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统的硬件是指计算机本身及其外部设备(简称外设)，主要由主机、过程通道、外部设备(包括操作台)、通信接口、检测与执行机构等组成，如图 1.3 所示。

1. 主机(计算机)

主机是整个控制系统的核心，由中央处理器(CPU)和内存储器(ROM、RAM)组成。它主要是执行人们预先编写好并存放在存储器中的程序，收集从工业生产过程送来的过程参数，并进行处理、分析判断和运算，根据运算结果作出控制决策，以信息的形式通过输出通道，及时地向生产过程发出各种控制命令，同时对生产过程中各个参数进行巡回检测、数据处理以及控制计算、报警处理、逻辑判断等，使过程参数趋于预定数值。

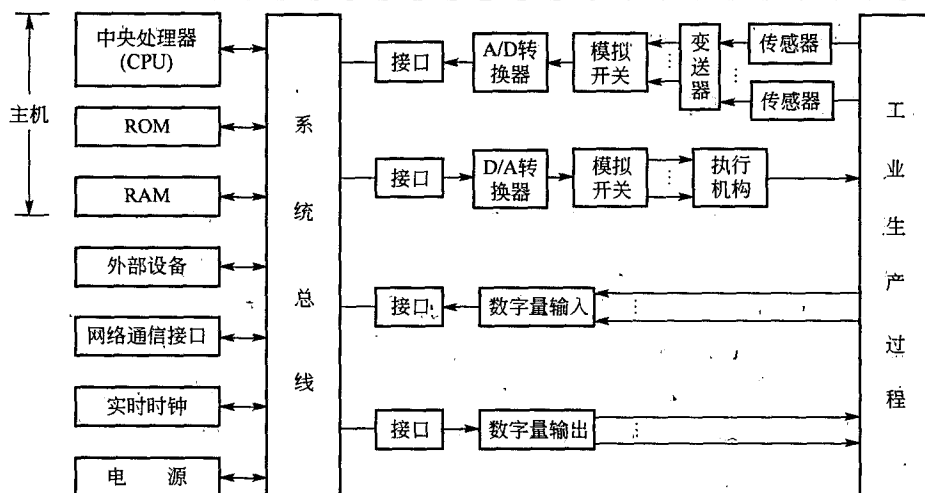


图 1.3 计算机控制系统硬件组成框图

在内存存储器中预先存入了实现信号输入、运算控制和命令输出的程序，这些程序反映了对生产过程控制的控制规律。系统被启动后，CPU 便从内存存储器中逐条取出指令并执行，于是便能对生产过程按一定的规律连续地进行控制。因此要求主机具有可靠性高，实时控制、环境适应性强的特点，并具有完善的过程通道设备和软件系统。

2. 系统总线

系统总线分为内部总线和外部总线两大类，其中内部总线的作用是在计算机各内部模块之间传送各种控制、地址与数据信号，并为各模块提供统一的电源；外部总线的作用是在计算机系统之间或计算机系统与外部设备之间提供数字通信。

3. 外部设备

外部设备的作用是实现计算机和外界的信息交换，它包括操作台、显示器、打印机、键盘以及外存储器等。其中操作台是计算机控制系统中重要的人机接口设备，在操作台上随时显示或记录系统当前的运行状态和被控对象的参数，当系统某个局部出现意外或故障时，也在操作台上产生报警信息。操作人员根据自己的权限在操作台上修改程序或某些参数，也可按需要改变系统的运行状态。

4. 过程通道

过程通道是主机与工业生产过程之间信号的传递和转换的连接通道。按照信号传送的方向可分为输入通道和输出通道。按照传送信号的形式可分为模拟量通道和数字量通道。

工业生产对象的过程参数一般是连续变化的非电量，在模拟量输入通道中必须通过传感器将过程参数转换为连续变化的模拟电信号，然后通过 A/D 转换器转换成微机可以接受的数字量。计算机输出的数字信号往往要通过 D/A 转换器转换为连续变化的模拟量，去控制可连续动作的执行机构。此外，还有数字信号，它可直接通过数字量输入和输出通道来传送。