



全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材



钟汉如 等 编著
Zhong Hanru

现代机械装备控制工程

Modern Control Engineering
of Machinery and Equipment

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

清华大学出版社

ISBN 978-7-302-20034-5



9 787302 200345 >

定价：44.00元

内 容 简 介

本书阐述了自动控制理论的基本内容,涵盖了经典控制理论与现代控制理论的基础部分。全书分8章,主要内容包括:自动控制系统绪论;经典控制理论;电机原理及控制;可控性、可观测性与极点配置设计;最优控制;自适应控制的概念与基本方法;应用举例——反辐射导弹导引头随动系统设计;应用举例——电动注射机锁模伺服电机控制。本书理论结合实际,把机械装备与控制系统相结合,体现了控制理论与机械装备结合的特色。本书还专为读者提供了习题和答案,供读者学习时使用。

本书可作为工程硕士研究生教材,也可作为机械类,电气工程类学科本科生、硕士生的教科书,亦可供从事控制工程研究的科技人员及科研工作者参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代机械装备控制工程/钟汉如等编著. —北京:清华大学出版社,2009.7

(全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-20034-5

I. 现… II. 钟… III. 机械设备—自动控制工程学—研究生—教材 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第064231号

责任编辑:庄红权

责任校对:赵丽敏

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230

印 张:23.75

字 数:517千字

版 次:2009年7月第1版

印 次:2009年7月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:44.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:020485-01

目 录

第 1 章 自动控制系统绪论 /1

1.1	自动控制系统的发展历史	1
1.2	自动控制系统概述	7
1.2.1	名词术语	7
1.2.2	自动控制系统简介	9
1.2.3	控制系统的结构和设计原则	12
1.3	自动控制系统举例	18
1.3.1	电热箱温度控制系统	18
1.3.2	角位移闭环随动控制系统	20
1.3.3	蒸汽机涡轮原动机——发电机组的液压式调速系统	21
	习题	28

第 2 章 经典控制理论 /30

2.1	自动控制系统的数学模型	30
2.1.1	物理系统的微分方程	30
2.1.2	传递函数的定义和性质	34
2.1.3	线性系统的传递函数	35
2.1.4	传递函数的零点和极点	36
2.1.5	典型环节的传递函数	37
2.1.6	方框图模型	38
2.1.7	绘制方框图的步骤及特点	39
2.1.8	方框图的简化	40
2.1.9	线性微分方程的解	45
2.2	控制系统的时域分析	47

2.2.1	典型输入信号和时域性能指标	47
2.2.2	控制系统的稳定特性分析	51
2.2.3	稳态误差的确定	52
2.2.4	一阶系统的瞬态响应	56
2.2.5	二阶系统的瞬态响应	59
2.2.6	时域分析性能指标	65
2.3	控制系统根轨迹方法	70
2.3.1	根轨迹的基本概念	70
2.3.2	绘制根轨迹的规则	71
2.3.3	应用根轨迹法进行控制系统设计	77
2.4	控制系统的频率响应	82
2.4.1	频率响应法的基本概念	82
2.4.2	对数坐标图	87
2.4.3	极坐标图	95
2.4.4	由频率特性曲线求系统传递函数	98
2.4.5	奈奎斯特稳定性判据	101
2.4.6	系统的相对稳定性	108
2.5	利用 MATLAB 绘制时域图、频率特性图、根轨迹图	109
2.5.1	运用 CSCAD 进行时域分析	110
2.5.2	运用 CSCAD 软件绘制根轨迹图	110
2.5.3	运用 CSCAD 软件绘制系统的频率特性图	114
	习题	117

第 3 章 电机原理及控制 /122

3.1	三相异步电动机变频控制技术	122
3.1.1	三相异步电动机原理	122
3.1.2	三相异步电动机变频控制器结构	125
3.1.3	异步电动机变频器原理基础	129
3.1.4	正弦波 SPWM 电路	135
3.1.5	异步电动机矢量变换控制算法	140
3.2	无刷直流电动机	152
3.2.1	无刷直流电动机的结构和原理	152
3.2.2	三相无刷直流电动机星形连接全桥驱动原理	158
3.2.3	三相无刷直流电动机的 DSP 控制	161

3.2.4	无刷直流电动机的控制方法	162
3.2.5	多相电动机控制举例	168
3.3	交流伺服电动机结构、原理及控制算法	172
3.3.1	三相永磁同步伺服电动机结构及原理	172
3.3.2	交流永磁同步电动机数学模型的建立	176
3.3.3	空间矢量脉宽调制	181
3.3.4	空间矢量 PWM 波的生成	184
3.3.5	VSR 空间矢量 PWM 的合成	187
3.4	开关磁阻电动机的结构与原理	190
3.4.1	开关磁阻电动机的结构与特点	190
3.4.2	开关磁阻电动机的功率驱动电路	193
3.4.3	开关磁阻电动机的线性模式分析	195
3.4.4	开关磁阻电动机的应用	203
	习题	206

第 4 章 可控性、可观测性与极点配置设计

/207

4.1	状态空间模型	207
4.2	状态空间表达式	210
4.2.1	状态方程的解	211
4.2.2	状态转移矩阵的性质	212
4.2.3	$\Phi(t)$ 或 e^{At} 的计算	213
4.2.4	线性定常系统非齐次方程的解	214
4.3	系统的可控性和可观测性	216
4.3.1	线性时变系统的可控性	216
4.3.2	线性定常系统的可控性	219
4.3.3	线性时变系统的可观测性	224
4.3.4	线性定常系统的可观测性	226
4.3.5	可控性和可观测性的对偶关系	228
4.4	可控标准型和可观测标准型	229
4.4.1	系统的可控标准型	229
4.4.2	系统的可观测标准型	232
4.5	线性系统的结构分解	234
4.5.1	按可控性的系统结构分解	234

4.5.2	按可观测性的系统结构分解	235
4.5.3	按可控性和可观测性的系统结构的标准分解	237
4.6	观测器设计	238
4.6.1	全维观测器	238
4.6.2	降维观测器	240
	习题	242
第5章	最优控制	/245
5.1	最优控制问题	245
5.2	变分求解最优控制问题	247
5.2.1	变分法求最优问题	247
5.2.2	变分法求最优控制	251
5.3	极小值原理及最小时间控制	258
5.3.1	连续系统的极小值原理	258
5.3.2	离散系统的极小值原理	260
5.3.3	线性定常系统时间最优控制	262
5.4	二次型性能指标的最优控制问题	264
5.4.1	状态调节器	265
5.4.2	输出调节器	268
5.5	多台电机协调运转的最优控制	270
5.5.1	误差变量法的基本原理	270
5.5.2	系统的数学模型及闭环系统结构图	271
5.5.3	系统的仿真实验及结果分析	276
	习题	279
第6章	自适应控制的概念与基本方法	/282
6.1	自适应控制概述	282
6.1.1	自适应控制问题的提出	282
6.1.2	自适应控制的定义	284
6.1.3	自适应控制的基本形式	286
6.2	模型匹配自适应控制	288
6.2.1	参数最优化设计法	288
6.2.2	李亚普诺夫函数法	290

6.3	最小方差调节和预测	292
6.3.1	最小方差调节律	292
6.3.2	最优预测	293
6.3.3	闭环特性	294
6.4	自适应控制过程	295
6.5	最小方差自校正调节	298
6.5.1	广义最小方差控制	299
6.5.2	最小方差自校正控制算法	302
6.6	造纸机的自适应控制系统	303
6.6.1	生产过程	303
6.6.2	自调准调节器	304
6.6.3	算法程序	305
	习题	306

第7章 应用举例——反辐射导弹导引头随动系统设计 /308

7.1	绪论	308
7.1.1	反辐射导弹导引头随动系统工作原理	308
7.1.2	性能指标	310
7.2	方案论证	310
7.2.1	液压伺服随动系统	311
7.2.2	电动平台随动系统	313
7.3	控制系统及元件的设计	317
7.3.1	对随动系统角速度及角加速度的要求	318
7.3.2	负载力矩	319
7.3.3	伺服电机选择	320
7.3.4	陀螺仪的选择	324
7.4	控制系统设计及仿真	325
7.4.1	系统参数设计	325
7.4.2	仿真	330

第8章 应用举例——电动注射机锁模伺服电机控制 /336

8.1	电动注射机	336
8.1.1	电动注射机的机械结构	336

8.1.2	电动注射机的控制系统	340
8.2	全电动注射机开合模控制	341
8.2.1	电动注射机合模装置	341
8.2.2	伺服电动机控制器设计	348
附录 A	控制系统 MATLAB 计算机辅助设计 (CSCAD) Ver 3.0 和辅助教学课件 (CAICS) Ver 2.0 使用说明 /355	
A.1	CSCAD Ver 3.0 简介	356
A.2	CAICS Ver 2.0 简介	357
	习题参考答案 /359	
	参考文献 /368	