



全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

控制系统分析与设计

—— 运动控制系统

Control System Analysis and Design
—— Motion Control Systems

廖晓钟 刘向东 编著

Liao Xiaozhong Liu Xiangdong



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

清华大学出版社

全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

ISBN 978-7-302-20537-1



9 787302 205371 >

定价：35.00元

内 容 简 介

本书结合电气运动控制系统的工程实例,全面系统地介绍了控制系统的构成,分析和设计方法。内容主要包括控制系统组成及性能指标、伺服系统的工程实现、控制系统的综合与校正、伺服系统的非线性控制、典型控制系统实例分析和设计等。

本书强调理论联系实际,在介绍理论方法时,列举了较多的应用例子,便于读者理解和应用。本书介绍了多个控制系统实例的分析和设计,特别是数字控制系统的设计和实现,例如校正环节的数字实现、数字定标和定点运算、标幺化系统及控制器设计等。本书还介绍了伺服控制系统的干摩擦及其改善措施、传动间隙对伺服系统的影响及其补偿、机械谐振对伺服系统的影响及其补偿等实际控制系统的典型问题及解决方法。此外,本书在系统介绍经典方法的同时,还介绍了控制系统的非线性补偿、重复控制、滑模变结构控制、自抗扰控制和它们在运动控制系统中的应用。

本书可作为控制工程领域工程硕士专业学位硕士研究生和控制科学与工程专业研究生选修课教材,也可作为自动化专业、电气工程及自动化专业、机电一体化专业的高年级本科生专业选修课教材,还可作为相关专业本科生和研究生的参考书。教师可以根据不同专业需求选择本书中的相应内容采用讲授与自学相结合的方式组织教学。本书也可以作为从事设计、分析、调试控制系统的科学研究与工程设计的人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

控制系统分析与设计——运动控制系统/廖晓钟,刘向东编著. —北京:清华大学出版社,2010.8
(全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-20537-1

I. ①控… II. ①廖… ②刘… III. ①控制系统—系统分析 ②控制系统—系统设计
IV. ①TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 059531 号

责任编辑:王一玲

责任校对:白 蕾

责任印制:孟凡玉

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 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:19.5 字 数:424 千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版 印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00 元

产品编号:027975-01

目 录

第 1 章 控制系统组成及性能指标	/1
1.1 引言	1
1.2 自动控制系统组成	2
1.3 控制系统的性能指标	5
1.3.1 控制系统的稳态性能和系统的型别	5
1.3.2 控制系统的时域性能指标	9
1.3.3 控制系统的闭环频域指标	14
1.3.4 控制系统的开环频域指标	20
1.4 控制系统分析与设计步骤	31
第 2 章 伺服系统的工程实现	/33
2.1 伺服电机	34
2.2 伺服系统检测与信号转换	38
2.2.1 伺服系统的位移检测	39
2.2.2 伺服系统的信号转换电路	54
2.2.3 自整角机/旋转变压器-数字转换器(SDC-RDC)	57
2.2.4 数字-自整角机/旋转变压器转换器(DSC/DRC)	61
2.3 伺服系统的稳态设计	64
2.3.1 负载分析计算	64
2.3.2 执行电机选择	71
2.3.3 检测装置、信号转换线路、放大装置及电源设计与选择	79
2.4 伺服系统的电磁兼容性设计	85
2.4.1 电磁干扰模型分析	85
2.4.2 抑制电磁干扰的方法	88
2.4.3 伺服系统电磁兼容设计	96

2.5	伺服系统的可靠性	98
2.5.1	可靠性特征量	98
2.5.2	伺服系统的可靠性设计	107
第2章习题		112
第3章 控制系统的综合与校正 /114		
3.1	控制系统的数学模型	114
3.1.1	伺服控制系统的机理建模方法	114
3.1.2	时域建模的飞升曲线法	119
3.2	串联校正	124
3.2.1	串联超前校正	124
3.2.2	串联滞后校正	132
3.2.3	串联滞后-超前校正	137
3.3	期望频率特性法	144
3.3.1	期望频率特性设计	146
3.3.2	常用期望频率特性	152
3.3.3	期望频率特性设计举例	154
3.4	反馈校正	159
3.5	复合校正	165
3.6	综合校正环节的实现	177
3.6.1	综合校正环节的模拟实现方式	177
3.6.2	综合校正环节的数字实现方式	179
第3章习题		186
第4章 伺服系统的非线性控制 /189		
4.1	伺服系统的干摩擦及其改善	189
4.1.1	低速不平稳性	190
4.1.2	减小低速跳动的措施	192
4.2	传动间隙对伺服系统的影响及其补偿	195
4.2.1	传动间隙对伺服系统性能的影响	196
4.2.2	消除间隙影响的措施	197
4.3	机械谐振对系统的影响及其补偿	201
4.3.1	传动轴变形造成的机械谐振	201
4.3.2	消除机械谐振的补偿措施	204

4.4	伺服系统的非线性补偿	207
4.4.1	非线性速度阻尼	207
4.4.2	非线性积分器和非线性 PI 调节器	209
4.4.3	自抗扰控制	210
4.4.4	多模控制技术	213
4.5	伺服系统的重复控制	215
4.5.1	重复控制原理	215
4.5.2	重复控制系统的稳定性	218
4.5.3	重复控制器设计	219
4.6	伺服系统的滑模变结构控制	220
4.6.1	滑模变结构控制原理	221
4.6.2	二阶系统开关控制	223
4.6.3	滑动模态	225
	第 4 章习题	227

第 5 章 控制系统设计举例

/229

5.1	永磁同步电机调速系统	229
5.1.1	永磁同步电机的数学模型	229
5.1.2	永磁同步电机矢量控制策略	232
5.1.3	永磁同步电机调速系统设计	233
5.2	异步电机调速系统	236
5.2.1	异步电机的数学模型	236
5.2.2	异步电机的矢量控制策略	239
5.2.3	异步电机调速系统自抗扰控制器设计	241
5.3	空间机械臂一体化关节伺服控制系统	244
5.3.1	空间机械臂一体化关节伺服控制系统静态设计	245
5.3.2	数字控制系统软件设计	250
5.3.3	数字定标与定点运算	252
5.3.4	标幺化系统及控制器设计	260
5.3.5	空间机械臂一体化关节伺服控制系统软件设计	264
5.4	星载天线伺服控制系统	269
5.4.1	星载天线负载特性分析与伺服电机选择	270
5.4.2	星载天线伺服系统结构设计	272
5.4.3	星载天线伺服系统控制器设计	274
5.4.4	星载天线伺服系统滑模变结构控制	277

5.5	火炮伺服系统	282
5.5.1	火炮伺服系统的基本组成	282
5.5.2	火炮伺服系统动态设计	285
5.6	飞行仿真头位跟踪视景伺服系统	290
5.6.1	飞行仿真头位跟踪视景系统原理	290
5.6.2	飞行仿真头位跟踪伺服系统硬件实现	291
5.6.3	飞行仿真头位跟踪伺服系统动态设计	298
5.6.4	飞行仿真头位跟踪伺服系统软件设计	300

参考文献

/302