

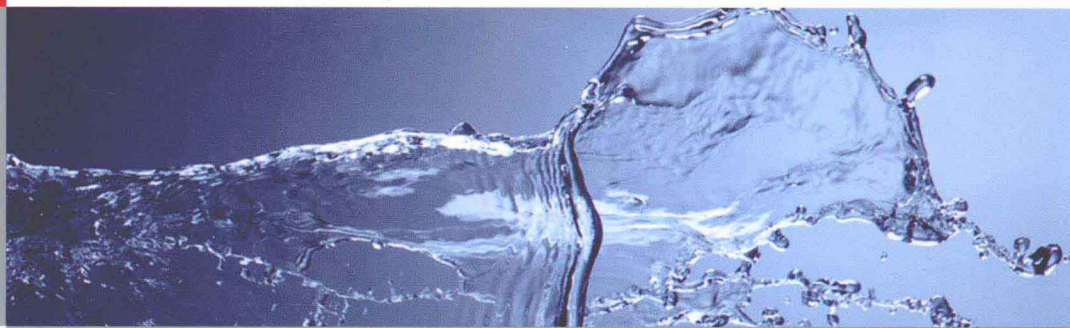
全国普通高校自动化专业规划教材



A

UTOMATION AND INSTRUMENTATION FOR  
PETROCHEMICAL PROCESS

# 石油化工自动化 及仪表



许秀◎主编

Xu Xiu

肖军 王莉◎副主编

Xiao Jun Wang Li

清华大学出版社



全国普通高校自动化专业规划教材



AUTOMATION AND INSTRUMENTATION FOR  
PETROCHEMICAL PROCESS

# 石油化工自动化 及仪表



许秀◎主编

Xu Xiu

肖军 王莉◎副主编

Xiao Jun Wang Li

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书系统地介绍了在石油化工领域应用的自动控制技术及仪表系统。

全书共分为4篇,计19章。第一篇共3章,主要介绍了自动控制的基本概念、性能指标和要求及对象的特性和数学模型。第二篇共7章,主要介绍了检测仪表的基础知识,石油化工生产过程中主要工艺参数(温度、压力、流量、物位及成分等)的常用检测仪表。第三篇共5章,主要介绍了控制仪表及装置,包括模拟控制器、数字控制器、集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统和执行器。第四篇共4章,主要介绍了过程控制技术,包括简单控制和复杂控制系统、新型控制系统和石油加工典型设备的自动控制。

本书侧重知识的覆盖广度,并吸收了当前应用于石油化工工业的最新自动化及仪表技术和成果。为便于教学,精心编写了教学课件(PPT)。

本书可作为高等学校石油化工类专业本科生及研究生教材,也可作为石油化工行业各类工程技术人员的参考用书。

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

石油化工自动化及仪表/许秀主编. —北京:清华大学出版社,2013.6

(全国普通高校自动化专业规划教材)

ISBN 978-7-302-32349-5

I. ①石… II. ①许… III. ①石油化工—化工生产—自动控制—高等学校—教材 ②石油化工—自动化仪表—高等学校—教材 IV. ①TE9

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第092452号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:梁毅

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24 字 数:599千字

版 次:2013年6月第1版 印 次:2013年6月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00元

自动控制技术已经广泛应用于国民经济的各个领域,尤其在工业生产过程中。在石油化工行业,随着生产过程的连续化、大型化、复杂化,生产工艺、设备、控制与管理已逐渐成为一个系统工程。一方面,从事石油化工过程控制的技术人员必须深入了解和熟悉生产工艺与设备;另一方面,工艺与设备人员必须具有相应的自动化及仪表方面的知识,这对于管理与开发现代化石油化工生产过程是非常重要的。本书正是为石油化工行业各类专业人员学习自动化及仪表的基础知识而编写。

为了适应当前我国高等教育跨越式发展的需要,依据“卓越工程师教育培养计划”关于培养创新能力强、适应经济社会发展需要的应用型复合人才的要求,本书在介绍传统的自动控制与仪表基础知识的同时,注重与实际工程应用相结合,同时对新系统、新装置和新方法进行了梳理与阐述。

全书共分为4篇计19章。第一篇共3章,主要介绍了自动控制的基本概念、性能指标和要求及对象的特性和数学模型。第二篇共7章,主要介绍了检测仪表的基础知识,石油化工生产过程中主要工艺参数(温度、压力、流量、物位及成分等)的常用检测仪表。第三篇共5章,主要介绍了控制仪表及装置,包括模拟控制器、数字控制器、集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统和执行器。第四篇共4章,主要介绍了过程控制技术、包括简单控制和复杂控制系统、新型控制系统和石油加工典型设备的自动控制。

本书由辽宁石油化工大学许秀、肖军、王莉、张新玉、黄越洋、翟春艳编写,许秀任主编,肖军、王莉任副主编。其中,许秀编写了第1、4、5、9、10、15章,肖军编写了第11~14章,王莉编写了第6~8章,张新玉编写了第17、18章,黄越洋编写了第16、19章,翟春艳编写了第2、3章。

由于时间及作者水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

作者联系方式: xuxiu\_2000@163.com

编辑联系方式: shengdl@tup.tsinghua.edu.cn

编 者

2013年5月

教学内容	学习要点及教学要求	课时安排	
		全部讲授	部分选讲
第一篇 自动控制基础知识	<p>(1) 了解化工自动化的主要内容；掌握自动控制系统的基本组成及简单控制系统方块图的绘制；掌握工艺管道及控制流程图中常用的图形符号，字母代号和仪表位号；理解自动控制系统的分类。</p> <p>(2) 掌握自动控制系统的基本要求；了解自动控制系统的过渡过程，掌握衡量控制系统的品质指标。</p> <p>(3) 了解石油加工对象的特点及其描述方法；了解对象数学模型的概念；理解一阶水槽数学模型的建立过程；掌握描述对象特性的参数——放大系数、时间常数、滞后时间的物理意义</p>	6~8	6
第二篇 参数检测及仪表	<p>(1) 了解测量过程与测量误差；掌握测量范围、上下限及量程、变差，灵敏度与灵敏限的概念；掌握仪表精度及精度等级的确定；了解零点迁移和量程迁移，分辨力，线性度，死区、滞环，反应时间，重复性和再现性，可靠性和稳定性等的概念。</p> <p>(2) 了解温度检测方法及温标；了解膨胀式温度计；掌握热电偶测温原理、热电偶温度计的构成、热电偶测温的重要结论；了解热电偶的结构，理解工业常用热电偶的型号和分度表，掌握热电偶的补偿导线及冷端温度补偿；掌握热电阻测温原理、工业常用热电阻，了解热电阻温度计的构成；理解热电阻输入电桥；了解电子电位差计工作原理；理解测温元件的安装；了解温度检测仪表的选用及安装。</p> <p>(3) 掌握压力的概念；了解压力检测方法；掌握大气压力、绝对压力、表压力、真空度和差压的基本概念及它们之间的关系；掌握常用弹性元件，理解弹簧管压力表、应变片式压力传感器、压阻式压力传感器及电容式压力传感器的工作原理和特点；了解液柱式压力计、活塞式压力计、力平衡式差压(压力)变送器；掌握测压仪表测量范围和精度的确定；了解压力检测系统。</p> <p>(4) 掌握流量的概念；了解流量检测方法及分类；掌握差压式流量计的组成、基本原理及特点，三阀组的应用，了解差压式流量计产生测量误差的原因，标准节流装置；掌握转子流量计的组成、基本原理及特点，理解转子流量计的指示值修正；理解椭圆齿轮流量计的基本原理及特点；了解涡街流量计、电磁流量计、间接式质量流量计，科里奥利质量流量计的基本原理及特点；了解流量标准装置。</p>	18~22	18

续表

教学内容	学习要点及教学要求	课时安排	
		全部讲授	部分选讲
第二篇 参数检测及仪表	<p>(5) 了解物位的概念和物位检测方法及分类; 掌握差压式液位变送器的工作原理及零点迁移问题; 理解电容式物位传感器的工作原理及应用, 核辐射物位计的工作原理及特点; 了解浮力式物位检测仪表, 称重式液罐计量仪的工作原理及特点, 影响物位测量的因素, 物位检测仪表的选型。</p> <p>(6) 了解成分分析方法及分析系统的构成; 了解热导式气体分析仪, 气象色谱仪、工业酸度计的基本结构、工作原理、特点和使用注意事项; 理解氧化锆氧分析器的基本结构和工作原理; 掌握氧化锆氧分析器的特点和使用注意事项; 了解湿度的检测方法, 干湿球湿度计、电解质系湿敏传感器、陶瓷湿敏传感器、高分子聚合物湿敏传感器的基本结构、工作原理和特点; 掌握湿度的概念及湿度的表示方法。</p> <p>(7) 了解现代传感器技术的发展, 软测量技术, 多传感器融合技术, 虚拟仪器</p>	18~22	18
第三篇 控制仪表及装置	<p>(1) 了解控制仪表及装置的发展概况; 了解控制仪表及装置的分类; 掌握气动、电动仪表的概念, 各种仪表的标准信号制及所使用的能源; 理解 DDZ-III 型仪表的概念、构成及特点。</p> <p>(2) 了解可编程调节器的特点、基本构成及基本算法; 了解可编程控制器的发展过程及趋势、特点及分类、基本组成、工作原理及编程语言。</p> <p>(3) 理解 DCS 控制系统的基本构成及特点; 了解 DCS 控制系统的发展过程, 了解其硬件和软件体系。</p> <p>(4) 了解现场总线控制系统的基本概念、组成、本质特征及发展过程和发展趋势; 了解其体系结构, 了解现场总线协议。</p> <p>(5) 掌握执行器的构成, 理解气动执行器的工作原理; 掌握执行器的作用方式; 理解调节阀的流量特性及流量系数; 了解调节阀的工作原理、结构、特点及可调比, 了解执行器的选择、计算、安装和维护以及阀门定位器</p>	6~12	6

续表

教学内容	学习要点及教学要求	课时安排	
		全部讲授	部分选讲
第四篇 过程控制系统	<p>(1) 掌握简单控制系统的组成; 掌握被控变量和操纵变量的概念, 理解被控变量和操纵变量的确定原则; 了解测量元件特性对控制过程的影响; 掌握基本控制规律及其对过渡过程的影响, 控制器正反作用的确定; 理解控制器参数的工程整定方法, 了解控制系统的准备和投运。</p> <p>(2) 掌握串级控制系统的概念, 主副控制器控制规律及正反作用的选择; 理解串级控制系统的工作过程, 串级控制系统的特点, 串级控制系统中副回路的确定, 串级控制系统的设计, 串级控制系统适用场合; 了解串级控制系统中控制器参数的整定及控制系统的投运; 掌握均匀控制的目的, 均匀控制系统与简单定值控制系统的区别; 理解常用均匀控制方案, 均匀控制系统的控制规律及参数整定; 掌握比值控制系统的概念; 理解常用比值控制方案; 理解前馈控制系统的概念, 掌握前馈控制系统的特点及主要形式(常用控制方案); 理解前馈控制系统的应用场合; 理解选择性控制系统的概念及主要类型, 选择性控制系统的工作过程; 了解积分饱和及其防止措施; 掌握分程控制系统的概念及分程方式; 理解常用分程控制方案及应用场合; 了解分程控制中常见的问题, 分程控制的实现方法。</p> <p>(3) 了解自适应控制系统、预测控制系统、智能控制系统与专家控制系统、模糊控制系统、神经网络控制、故障检测与故障诊断等新型控制系统。</p> <p>(4) 了解离心泵的流量特性, 掌握离心泵的流量控制方案; 了解往复泵的流量特性, 掌握往复泵的流量控制方案; 了解离心式压缩机的特性曲线和喘振现象, 理解防喘振控制方案; 理解换热器的常用控制方案; 掌握加热炉的基本控制方案和串级控制方案; 了解加热炉的安全保护系统; 了解锅炉设备的特性, 理解锅炉汽包水位的控制方案, 了解锅炉燃烧系统的控制方案; 了解精馏塔的工艺特点及精馏塔的基本控制方案; 了解化学反应器的工艺特点; 理解化学反应器的基本控制方案</p>	18~22	18
	教学总学时建议	48~64	48

说明:

(1) 本教材为石油化工类专业《化工自动化及仪表》课程教材, 理论授课学时数为 48~64 学时, 不同专业根据不同的教学要求和计划教学学时数可酌情对教材内容进行适当取舍。

(2) 本教材理论授课学时数中包含习题课、课堂讨论等必要的课内教学环节。

## 第一篇 自动控制基础知识

<b>第 1 章 绪论</b> .....	3
1.1 石油化工自动化的意义及主要内容 .....	3
1.1.1 石油化工自动化的意义.....	3
1.1.2 石油化工自动化的发展概况.....	3
1.1.3 非自动化专业人员学习自动化知识的意义.....	4
1.1.4 石油化工自动化的主要内容.....	5
1.2 自动控制系统的基本组成 .....	6
1.3 自动控制系统的图形表示 .....	8
1.3.1 自动控制系统方框图.....	8
1.3.2 工艺管道及仪表流程图.....	9
1.4 自动控制系统的分类.....	13
1.4.1 按信号的传递路径分类 .....	13
1.4.2 按给定值的性质分类 .....	14
1.4.3 按系统的数学模型分类 .....	14
1.4.4 按系统传输信号的性质分类 .....	15
1.4.5 其他分类方法 .....	15
思考题与习题 .....	15
<b>第 2 章 自动控制系统的基本要求及性能指标</b> .....	17
2.1 自动控制系统的基本要求.....	17
2.2 自动控制系统的静态与动态.....	18
2.3 自动控制系统的过渡过程.....	18
2.4 自动控制系统的性能指标.....	20
思考题与习题 .....	24
<b>第 3 章 被控对象特性与数学模型</b> .....	25
3.1 石油化工对象的特点及其描述方法.....	25
3.2 对象数学模型的建立.....	27
3.2.1 机理分析法建模 .....	27
3.2.2 实验法建模 .....	30
3.2.3 混合法建模 .....	32



3.3 描述对象特性的参数	32
3.3.1 放大系数 $K$	32
3.3.2 时间常数 $T$	33
3.3.3 滞后时间 $\tau$	34
思考题与习题	36

## 第二篇 参数检测及仪表

<b>第4章 检测仪表基础知识</b>	<b>39</b>
4.1 测量过程和测量误差	39
4.1.1 绝对误差	39
4.1.2 相对误差	39
4.1.3 基本误差与附加误差	40
4.2 检测仪表基本概念及性能指标	40
4.2.1 测量范围、上下限及量程	40
4.2.2 零点迁移和量程迁移	41
4.2.3 灵敏度、分辨率及分辨力	41
4.2.4 线性度	42
4.2.5 精度和精度等级	42
4.2.6 死区、滞环和回差	44
4.2.7 反应时间	45
4.2.8 重复性和再现性	46
4.2.9 可靠性	46
4.2.10 稳定性	47
思考题与习题	48
<b>第5章 温度检测及仪表</b>	<b>50</b>
5.1 温度检测方法及温标	50
5.1.1 温度及温度检测方法	50
5.1.2 温标	52
5.2 常用温度检测仪表	53
5.2.1 膨胀式温度计	53
5.2.2 热电偶温度计	55
5.2.3 热电阻温度计	69
5.3 温度检测仪表的选用及安装	76
5.3.1 温度检测仪表的选用	76

5.3.2 温度检测仪表的安装 .....	78
思考题与习题 .....	80
<b>第6章 压力检测及仪表 .....</b>	<b>81</b>
6.1 压力及压力检测方法 .....	81
6.1.1 压力的定义及单位 .....	81
6.1.2 压力的表示方法 .....	82
6.1.3 压力检测的主要方法及分类 .....	82
6.2 常用压力检测仪表 .....	83
6.2.1 液柱式压力计 .....	83
6.2.2 活塞式压力计 .....	85
6.2.3 弹性式压力计 .....	86
6.2.4 压力传感器 .....	90
6.2.5 力平衡式差压(压力)变送器 .....	95
6.3 压力检测仪器的选择及校验 .....	98
6.3.1 压力检测仪器的选择 .....	98
6.3.2 压力检测仪器的校验 .....	100
6.4 压力检测系统 .....	100
6.4.1 取压点位置和取压口形式 .....	101
6.4.2 引压管路的铺设 .....	102
6.4.3 压力检测仪器的安装 .....	103
思考题与习题 .....	103
<b>第7章 流量检测及仪表 .....</b>	<b>105</b>
7.1 流量的概念及单位 .....	105
7.2 流量检测方法及流量计分类 .....	106
7.3 体积流量检测方法 .....	106
7.3.1 容积式流量计 .....	106
7.3.2 差压式流量计 .....	109
7.3.3 速度式流量计 .....	121
7.4 质量流量检测方法 .....	127
7.4.1 间接式质量流量测量方法 .....	127
7.4.2 直接式质量流量计 .....	128
7.5 流量标准装置 .....	132
7.5.1 液体流量标准装置 .....	132
7.5.2 气体流量标准装置 .....	133
思考题与习题 .....	134

<b>第 8 章 物位检测及仪表</b> .....	135
8.1 物位的定义及物位检测仪表的分类 .....	135
8.1.1 物位的定义.....	135
8.1.2 物位检测仪表的分类.....	135
8.2 常用物位检测仪表 .....	136
8.2.1 静压式物位检测仪表.....	136
8.2.2 浮力式物位检测仪表.....	139
8.2.3 其他物位检测仪表.....	142
8.3 影响物位测量的因素 .....	147
8.3.1 液位测量的特点.....	148
8.3.2 料位测量的特点.....	148
8.3.3 界位测量的特点.....	148
8.4 物位检测仪表的选型 .....	148
思考题与习题.....	148
<b>第 9 章 成分分析仪表</b> .....	150
9.1 成分分析方法及分类 .....	150
9.1.1 成分分析方法.....	150
9.1.2 成分分析仪表分类.....	150
9.2 自动分析仪器的基本组成 .....	151
9.3 工业常用自动分析仪表 .....	151
9.3.1 热导式气体分析器.....	151
9.3.2 红外线气体分析器.....	153
9.3.3 氧化锆氧分析器.....	154
9.3.4 气相色谱分析仪.....	157
9.3.5 酸度的检测.....	159
9.3.6 湿度的检测.....	161
思考题与习题.....	165
<b>第 10 章 现代检测技术</b> .....	166
10.1 现代传感器技术的发展 .....	166
10.2 软测量技术 .....	168
10.2.1 软测量技术概念 .....	168
10.2.2 软测量技术分类 .....	168
10.2.3 软测量技术应用 .....	170
10.3 多传感器融合技术 .....	171

10.4 虚拟仪器 .....	172
思考题与习题 .....	173

### 第三篇 控制仪表及装置

<b>第 11 章 控制仪表及装置概述</b> .....	177
11.1 控制仪表及装置的发展概况 .....	177
11.2 控制仪表及装置的分类 .....	178
11.2.1 按能源形式分类 .....	179
11.2.2 按信号类型分类 .....	179
11.2.3 按结构形式分类 .....	179
11.3 控制仪表及装置的信号制 .....	180
11.3.1 信号标准 .....	180
11.3.2 电动仪表信号标准的使用 .....	181
11.4 DDZ-Ⅲ型控制器 .....	182
11.4.1 DDZ-Ⅲ型控制器的特点 .....	183
11.4.2 DDZ-Ⅲ型控制器的主要技术指标 .....	184
11.4.3 DDZ-Ⅲ型控制器的组成与操作 .....	184
思考题与习题 .....	186
<b>第 12 章 数字控制器</b> .....	187
12.1 可编程调节器 .....	187
12.1.1 可编程调节器的特点 .....	187
12.1.2 可编程调节器的基本构成 .....	188
12.1.3 可编程调节器的基本算法 .....	191
12.1.4 可编程调节器与 DDZ-Ⅲ型控制器性能比较 .....	194
12.2 可编程序控制器 .....	194
12.2.1 可编程控制器的发展过程及趋势 .....	194
12.2.2 可编程控制器的特点及分类 .....	195
12.2.3 可编程控制器的基本组成 .....	198
12.2.4 可编程控制器的工作原理 .....	199
12.2.5 可编程控制器的编程语言 .....	200
思考题与习题 .....	201
<b>第 13 章 集散控制系统</b> .....	202
13.1 DCS 的组成 .....	202

13.2	DCS 的特点 .....	204
13.3	DCS 的产生及发展历程 .....	205
13.4	DCS 的硬件体系 .....	207
13.4.1	DCS 的硬件体系结构 .....	207
13.4.2	DCS 的各级(层)功能 .....	208
13.4.3	DCS 的通信设备及功能 .....	210
13.5	DCS 的软件体系 .....	211
13.5.1	DCS 的软件体系构成 .....	211
13.5.2	DCS 的控制层软件 .....	212
13.5.3	DCS 的监控层软件 .....	213
13.5.4	DCS 的组态软件 .....	215
	思考题与习题 .....	218
<b>第 14 章</b>	<b>现场总线控制系统 .....</b>	<b>219</b>
14.1	现场总线控制系统概述 .....	219
14.1.1	现场总线控制系统的基本概念 .....	219
14.1.2	现场总线控制系统的本质特征 .....	220
14.1.3	现场总线控制系统的发展趋势 .....	221
14.2	现场总线控制系统的体系结构 .....	222
14.2.1	现场设备层 .....	222
14.2.2	中间监控层 .....	223
14.2.3	远程监控层 .....	223
14.3	现场总线协议 .....	223
14.4	现场总线控制系统的组成 .....	225
14.4.1	现场智能仪表 .....	226
14.4.2	监控计算机 .....	227
14.4.3	网络通信设备 .....	227
14.4.4	监控系统软件 .....	227
14.5	现场总线技术的应用 .....	228
14.5.1	几种有影响的现场总线 .....	228
14.5.2	ControlNet 现场总线应用 .....	229
	思考题与习题 .....	232
<b>第 15 章</b>	<b>执行器 .....</b>	<b>234</b>
15.1	概述 .....	234
15.1.1	执行器的构成及工作原理 .....	234
15.1.2	执行器分类及特点 .....	235

15.1.3 执行器的作用方式 .....	236
15.2 执行机构 .....	236
15.2.1 气动执行机构 .....	236
15.2.2 电动执行机构 .....	237
15.3 调节机构 .....	239
15.3.1 调节阀的工作原理 .....	239
15.3.2 调节阀的作用方式 .....	239
15.3.3 调节阀的结构及特点 .....	240
15.3.4 调节阀的流量系数 .....	243
15.3.5 调节阀的可调比 .....	243
15.3.6 调节阀的流量特性 .....	244
15.4 执行器的选择和计算 .....	245
15.4.1 执行器结构形式的选择 .....	246
15.4.2 调节阀流量特性的选择 .....	247
15.4.3 调节阀口径的选择 .....	248
15.5 气动执行器的安装和维护 .....	248
15.6 电气转换器及阀门定位器 .....	249
15.6.1 电气转换器 .....	249
15.6.2 阀门定位器 .....	250
15.7 数字调节阀与智能调节阀 .....	253
15.7.1 数字调节阀 .....	253
15.7.2 智能调节阀 .....	254
思考题与习题 .....	254

## 第四篇 过程控制系统

第 16 章 简单控制系统 .....	257
16.1 简单控制系统的构成 .....	257
16.2 简单控制系统的设计 .....	258
16.2.1 被控变量的选择 .....	258
16.2.2 操纵变量的选择 .....	260
16.2.3 测量元件特性的影响 .....	263
16.2.4 控制器控制规律的选择 .....	265
16.2.5 控制器正反作用的确定 .....	270
16.3 简单控制系统的投运 .....	271
16.4 控制器参数的工程整定 .....	272

思考题与习题 .....	275
<b>第 17 章 复杂控制系统 .....</b>	<b>277</b>
17.1 串级控制系统 .....	277
17.1.1 串级控制系统的基本概念 .....	277
17.1.2 串级控制系统的工作过程 .....	279
17.1.3 串级控制系统的特点 .....	281
17.1.4 串级控制系统的设计 .....	281
17.1.5 串级控制系统控制器参数的工程整定 .....	284
17.1.6 串级控制系统的适用场合 .....	285
17.2 均匀控制系统 .....	286
17.2.1 均匀控制系统的基本概念 .....	286
17.2.2 均匀控制方案 .....	287
17.3 比值控制系统 .....	288
17.3.1 比值控制的基本概念 .....	288
17.3.2 比值控制方案 .....	289
17.3.3 比值控制系统的设计 .....	291
17.4 前馈控制系统 .....	293
17.4.1 前馈控制系统的基本概念 .....	293
17.4.2 前馈控制系统的特点 .....	294
17.4.3 前馈控制系统的主要结构形式 .....	294
17.4.4 前馈控制系统的应用场合 .....	297
17.5 选择性控制系统 .....	297
17.5.1 选择性控制系统的基本概念 .....	297
17.5.2 选择性控制系统的类型 .....	297
17.5.3 积分饱和现象及其防止措施 .....	300
17.6 分程控制系统 .....	301
17.6.1 分程控制系统的基本概念 .....	301
17.6.2 分程控制方案 .....	301
17.6.3 分程控制系统的应用 .....	302
17.6.4 分程控制应用中的几个问题 .....	304
思考题与习题 .....	305
<b>第 18 章 新型控制系统 .....</b>	<b>308</b>
18.1 自适应控制系统 .....	308
18.1.1 变增益自适应控制系统 .....	308
18.1.2 模型参考自适应控制系统 .....	308

18.1.3	自校正控制系统 .....	309
18.2	预测控制系统 .....	309
18.2.1	预测控制系统的基本结构 .....	309
18.2.2	预测控制系统的特点及其应用 .....	310
18.3	智能控制系统与专家控制系统 .....	311
18.3.1	智能控制的基本概念 .....	311
18.3.2	智能控制的主要类型 .....	312
18.3.3	专家控制系统 .....	313
18.4	模糊控制系统 .....	314
18.4.1	模糊控制系统的基本结构 .....	314
18.4.2	模糊控制的方法 .....	315
18.4.3	模糊控制系统的设计 .....	315
18.5	神经网络控制 .....	315
18.5.1	人工神经元模型 .....	316
18.5.2	人工神经网络 .....	316
18.5.3	人工神经网络在控制中的主要作用 .....	317
18.5.4	神经网络控制的分类 .....	317
18.6	故障检测与故障诊断 .....	317
18.6.1	提高控制系统可靠性的主要方法 .....	317
18.6.2	控制系统的主要故障 .....	318
18.6.3	故障检测和诊断的含义 .....	318
18.6.4	故障检测和诊断的主要方法 .....	318
	思考题与习题 .....	319
<b>第 19 章</b>	<b>石油化工典型设备的自动控制 .....</b>	<b>321</b>
19.1	流体输送设备的控制 .....	321
19.1.1	离心泵的控制 .....	321
19.1.2	往复泵的控制 .....	323
19.1.3	离心式压缩机的防喘振控制 .....	324
19.2	传热设备的控制 .....	327
19.2.1	换热器的控制 .....	327
19.2.2	加热炉的控制 .....	330
19.2.3	锅炉设备的控制 .....	335
19.3	精馏塔的控制 .....	341
19.3.1	精馏塔的控制要求 .....	342
19.3.2	精馏塔的干扰因素分析 .....	343
19.3.3	精馏塔质量指标的选取 .....	344



19.3.4	精馏塔的基本控制方案 .....	345
19.4	化学反应器的控制 .....	349
19.4.1	化学反应器的控制要求 .....	349
19.4.2	釜式反应器的温度控制 .....	349
19.4.3	固定床反应器的控制 .....	350
19.4.4	流化床反应器的控制 .....	351
	思考题与习题 .....	352
<b>附录 A</b>	<b>镍铬-镍硅热电偶(K型)分度表 .....</b>	<b>354</b>
<b>附录 B</b>	<b>镍铬-铜镍热电偶(E型)分度表 .....</b>	<b>358</b>
<b>附录 C</b>	<b>工业用铂电阻温度计(Pt100)分度表 .....</b>	<b>361</b>
<b>附录 D</b>	<b>工业用铜电阻温度计(Cu100)分度表 .....</b>	<b>364</b>
	<b>参考文献 .....</b>	<b>365</b>