



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材 • 供药学类专业用

# 制药工程原理与设备

主 编 王志祥  
副主编 杨 崧



人民卫生出版社  
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

卫生部“十一五”规划教材  
全国高等医药教材建设研究会规划教材  
全国高等学校教材  
供药学类专业用

# 制药工程原理与设备

主 编 王志祥

副主编 杨 崧

编 委 (以姓氏笔画为序)

王志祥 (中国药科大学)	张 英 (广州中医药大学)
叶代望 (湖北中医学院)	陈凌云 (云南中医学院)
冯美卿 (复旦大学药学院)	武法文 (中国药科大学)
吕惠卿 (浙江中医药大学)	徐 晶 (辽宁中医药大学)
杜 薇 (贵阳中医学院)	殷鹏辉 (河南中医学院)
李士雨 (天津大学化工学院)	姬胜利 (山东大学药学院)
杨 崧 (湖南中医药大学)	曾作祥 (华东理工大学化工学院)
杨绮云 (哈尔滨商业大学药学院)	

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

制药工程原理与设备 / 王志祥主编. —北京: 人民卫生出版社, 2007. 8  
ISBN 978-7-117-08992-0

I. 制… II. 王… III. ①制药工业-化工原理-高等学校-教材②制药工业-化工设备-高等学校-教材

IV. TQ460

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 106623 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

王志祥 主编

陈蔚 副主编

(孔次画学为技以)委 编

(学大药理中德气) 英 琳

(湖学理中南云) 云 奕 湖

(学大药理国中) 文 杰 友

(学大药理中宁江) 晶 蔚

(湖学理中南西) 鞠 鞠 娘

(湖学药学大京山) 陈 超 强

(湖学工药学大工要求半) 祥 升 曾

(学大药理国中) 王志祥

(湖学理中北麻) 壁 升 扣

(湖学药学大旦莫) 曈 美 冉

(学大药理中江浙) 曈 惠 吕

(湖学理中国贵) 薄 林

(湖学工药学大新天) 雨 士 李

(学大药理中南麻) 陈 蔚

(湖学药学大业商英本合) 云 微 蔚

制药工程原理与设备

主 编: 王志祥

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 尚艺印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29.5

字 数: 681 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08992-0/R·8993

定 价: 40.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

# 卫生部“十一五”规划教材

## 全国高等学校药学类专业第六轮规划教材

### 出版说明

全国高等学校药学类专业本科卫生部规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第一版,1987年、1993年、1998年、2003年进行了四次修订,并于2003年出版了第五轮规划教材。该套教材曾为全国高等学校药学类专业唯一一套统编教材,后更名为规划教材,其具有较高的权威性和一流的水平,为我国高等教育培养大批的药学专业人才发挥了重要作用。近年来我国药学教育事业快速发展,开办药学及相关专业的院校数量已由上世纪90年代的几十所发展到现在三百多所,办学规模和水平在不断提高;同时很多学校根据自身特点,尝试新的教学方法,药学教育逐渐向多元化发展。为适应新时期我国高等药学教育改革和发展,做好药学类专业本科教材的组织规划和质量把关工作,全国高等学校药学专业教材第三届评审委员会围绕药学专业第五轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学领域人才结构等多个主题,进行了广泛、深入地调研活动,并对调研结果进行了反复、细致的分析论证。根据药学专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、卫生部教材办公室决定组织全国专家于2006年夏季开始对第五轮教材进行修订。

药学类专业第六轮规划教材的编写修订,坚持紧扣药学类专业本科教育培养目标,以教育部新的药学教育纲要为基础,以国家食品药品监督管理局执业药师资格准入为指导,按卫生部等相关部委行业用人要求,强调培养目标与用人要求相结合,进一步提高教材水平和质量。同时,针对学生实验、自修、复习考试等需要,紧扣主干教材内容编写、修订了相应的学习指导与习题集、实验指导等配套教材25种。

全国高等学校药学类专业第六轮规划教材编写工作严格按照卫生部教材办公室“931”质量控制体系进行。经过全国各院校的推荐,全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会遴选,卫生部教材办公室最终确定了主干教材与配套教材主编、副主编和编者。在卫生部教材办公室的组织和严格管理,以及在全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会的指导下,各门教材主编、编者同心协力,积极参加主编人会议、编写会议和定稿会议,始终贯彻会议精神,克服各种困难,以对我国高等药学教育事业高度负责的态度认真编写教材,保证教材的质量和水平,并达到人民卫生出版社“齐、清、定”的交稿要求。经过1年多的努力,全国高等学校药学类专业第六轮规划教材即将出版,并向全国公开发行。

该套教材供全国高等学校药学及相关专业教学使用。全套教材中主干教材共29



种,其中修订25种,新组织编写4种;其中22种为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(用星号表示);配套教材25种,其中2种为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。2007年初,在卫生部的领导下,由卫生部教材办公室组织,全国高等医药教材建设研究会进行了卫生部“十一五”规划教材评审工作,本套教材及其配套教材全部入选卫生部“十一五”规划教材。

### 全套教材书目如下:

- |                     |     |                      |
|---------------------|-----|----------------------|
| ★1. 药理学(第2版)        | 毕开顺 | 沈阳药科大学               |
| 2. 高等数学(第4版)        | 顾作林 | 河北医科大学               |
| 高等数学学习指导与习题集        | 顾作林 | 河北医科大学               |
| 3. 医药数理统计方法(第4版)    | 高祖新 | 中国药科大学               |
| 医药数理统计方法学习指导与习题集    | 高祖新 | 中国药科大学               |
| ★4. 物理学(第5版)        | 王 铭 | 北京大学医学部              |
| 物理学学习指导与习题集         | 王 铭 | 北京大学医学部              |
| ★5. 物理化学(第6版)       | 侯新朴 | 北京大学药学院              |
| 物理化学学习指导与习题集(第2版)   | 李三鸣 | 沈阳药科大学               |
| 物理化学实验指导(双语)        | 崔黎丽 | 第二军医大学               |
| ★6. 无机化学(第5版)       | 张天蓝 | 北京大学药学院              |
| 无机化学学习指导与习题集(第2版)   | 姜凤超 | 华中科技大学同济药学院          |
| ★7. 分析化学(第6版)       | 李发美 | 沈阳药科大学               |
| ★ 分析化学学习指导与习题集(第2版) | 李发美 | 沈阳药科大学               |
| ★ 分析化学实验指导(第2版)     | 李发美 | 沈阳药科大学               |
| ★8. 有机化学(第6版)       | 倪沛洲 | 中国药科大学               |
| 有机化学学习指导与习题集(第2版)   | 陆 涛 | 中国药科大学               |
| 9. 人体解剖生理学(第5版)     | 岳利民 | 四川大学华西基础医学与法医学<br>学院 |
|                     | 崔慧先 | 河北医科大学               |
| ★10. 微生物学与免疫学(第6版)  | 沈关心 | 华中科技大学同济医学院          |
| 微生物学与免疫学习题集         | 谭 政 | 华中科技大学同济医学院          |
| ★11. 生物化学(第6版)      | 吴梧桐 | 中国药科大学               |
| 生物化学学习指导与习题集        | 欧 瑜 | 中国药科大学               |
| 生物化学实验指导            | 刘 煜 | 中国药科大学               |
| ★12. 药理学(第6版)       | 李 端 | 复旦大学药学院              |
| 药理学学习指导             | 程能能 | 复旦大学药学院              |
| 药理学实验指导             | 章蕴毅 | 复旦大学药学院              |

- |                       |      |                 |
|-----------------------|------|-----------------|
| ★13. 药物分析(第6版)        | 刘文英  | 中国药科大学          |
| ★14. 药用植物学(第5版)       | 郑汉臣  | 第二军医大学          |
| 药用植物学实验指导             | 潘胜利  | 复旦大学药学院         |
| ★15. 生药学(第5版)         | 蔡少青  | 北京大学药学院         |
| 生药学实验指导               | 刘塔斯  | 湖南中医药大学         |
| ★16. 药物毒理学(第2版)       | 楼宜嘉  | 浙江大学药学院         |
| ★17. 临床药物治疗学(第2版)     | 姜远英  | 第二军医大学          |
| ★18. 药物化学(第6版)        | 郑  虎 | 四川大学华西药学院       |
| 药物化学学习指导与习题集(第2版)     | 徐  正 | 四川大学华西药学院       |
| ★19. 药剂学(第6版)         | 崔福德  | 沈阳药科大学          |
| 药剂学学习指导与习题集           | 崔福德  | 沈阳药科大学          |
| 药剂学实验指导(第2版)          | 崔福德  | 沈阳药科大学          |
| ★20. 天然药物化学(第5版)      | 吴立军  | 沈阳药科大学          |
| 天然药物化学实验指导(第2版)       | 裴月湖  | 沈阳药科大学          |
| 天然药物化学习题集(第2版)        | 吴继洲  | 华中科技大学同济药<br>学院 |
| 21. 中医学概论(第6版)        | 王  建 | 成都中医药大学         |
| 中医学概论学习指导与习题集         | 王  建 | 成都中医药大学         |
| ★22. 药事管理学(第4版)       | 吴  蓬 | 四川大学华西药学院       |
| 药事管理学学习指导与习题集         | 杨世民  | 西安交通大学医学院       |
| ★23. 药学生物学(第3版)       | 杨世民  | 西安交通大学医学院       |
| ★24. 生物药剂学与药物动力学(第3版) | 史济平  | 复旦大学药学院         |
| 生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集   | 梁文权  | 浙江大学药学院         |
| ★25. 药学英语(上、下册)(第3版)  | 梁文权  | 浙江大学药学院         |
| 药学英语学习指导              | 胡廷熹  | 中国药科大学          |
| ★26. 药物设计学            | 胡廷熹  | 中国药科大学          |
| 27. 制药工程原理与设备         | 徐文方  | 山东大学药学院         |
| 28. 生物制药工艺学           | 王志祥  | 中国药科大学          |
| 29. 生物技术制药            | 何建勇  | 沈阳药科大学          |
|                       | 周  珮 | 复旦大学药学院         |

全国高等医药教材建设研究会

卫生部教材办公室

2007年6月1日

# 全国高等学校药学专业教材

## 第三届评审委员会名单

- |              |            |                                 |
|--------------|------------|---------------------------------|
| <b>主任委员</b>  | <b>郑 虎</b> | 四川大学华西药学院                       |
| <b>副主任委员</b> | <b>毕开顺</b> | 沈阳药科大学                          |
|              | <b>姚文兵</b> | 中国药科大学                          |
| <b>委 员</b>   | (以姓氏笔画为序)  |                                 |
|              | <b>刘俊义</b> | 北京大学药学院                         |
|              | <b>吴梧桐</b> | 中国药科大学                          |
|              | <b>吴继洲</b> | 华中科技大学同济药学院                     |
|              | <b>吴满平</b> | 复旦大学药学院                         |
|              | <b>张志荣</b> | 四川大学华西药学院                       |
|              | <b>张淑芳</b> | 中国执业药师协会, 国家食品药品监督管理局执业药师资格认证中心 |
|              | <b>杨世民</b> | 西安交通大学医学院                       |
|              | <b>姜远英</b> | 第二军医大学                          |
|              | <b>徐文方</b> | 山东大学药学院                         |
|              | <b>郭 姣</b> | 广东药学院                           |
|              | <b>曾 苏</b> | 浙江大学药学院                         |
|              | <b>潘卫三</b> | 沈阳药科大学                          |
| <b>秘 书</b>   | <b>徐 正</b> | 四川大学华西药学院                       |

全国高等学校药学专业教材评审委员会

主任委员 李 农

地址: 北京 100081

# 前 言

本教材为卫生部“十一五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会规划教材，主要供全国高等学校药学专业、制药工程专业、药物制剂专业及相关专业教学使用，也可作为制药行业从事研究、设计和生产的工程技术人员参考。

《制药工程原理与设备》是一门以药学、工程学和经济学及相关学科的理论和技术为基础来研究药品生产过程原理与设备的应用性工程学科。

制药单元操作的种类很多，每种单元操作均有丰富的内容。根据制药工业的特点和制药工程原理与设备的教学要求，作者精选了若干个典型单元操作进行介绍，力求能全面系统地阐明制药工程的基本原理和工程方法。全书分为十五章。第一章详细介绍了流体静力学基础知识、流体在管内的流动现象、流动阻力的计算以及流速与流量的测量；第二章分别介绍了液体、气体和固体的输送设备；第三章介绍了常见搅拌器及其选型、搅拌过程的强化以及搅拌功率的计算；第四章简要介绍了液液萃取的流程和设备，固液萃取和超临界流体萃取的基本原理和典型设备；第五章简要介绍了重力沉降和离心沉降的基本知识以及膜过滤和气体净化方法，着重介绍了过滤的基本原理、工艺计算和典型设备；第六章分别介绍了常用吸附剂、吸附原理、吸附过程和吸附剂的再生，以及常用离子交换剂、离子交换原理和典型设备；第七章详细介绍了热传导和对流传热的基本原理、传热过程的工艺计算以及典型传热设备的结构、特点及应用；第八章介绍了蒸发的基本原理、工艺流程、节能方法及典型设备；第九章简要介绍了结晶的基本原理、操作与控制、工艺计算及典型设备；第十章重点介绍了蒸馏的基本原理、工艺计算及典型设备，并简要介绍了间歇精馏以及恒沸精馏、萃取精馏、水蒸气蒸馏和分子蒸馏的基本原理；第十一章重点介绍了对流干燥的基本原理、干燥速率与干燥时间以及常用干燥器及其选用；第十二章介绍了药物粉体生产设备结构、特点及应用；第十三章分别介绍了丸剂、片剂、胶囊剂、注射剂和口服液剂等制剂的生产设备；第十四章分别介绍了丸剂、片剂、胶囊剂、注射剂、口服液剂、粉针剂、气雾剂和颗粒剂等典型制剂的生产工艺；第十五章简要介绍了制药工程设计的基本知识。书末附有 21 个本学科相关数据和资料。

在编写过程中，作者力求做到以下几点：第一，内容全面，层次清晰，深入浅出，便于教学和学生自学；第二，强调工程观点，突出工程方法；第三，注重理论知识在工程实践中的应用，并有较多的实例，实用性较强；第四，结合 GMP 要求，体现制药工业的特点，并反映制药工业的新技术和新设备。

本书由中国药科大学王志祥教授主编并统稿。参加本书编写工作的人员有：叶代望、



冯美卿、吕惠卿、杜薇、李士雨、杨崧、杨绮云、张英、陈凌云、武法文、徐晶、殷鹏辉、姬胜利、曾作祥。

虽然作者们在编写和修改过程中做了很大努力，但由于水平所限，错误和不当之处在所难免，恳请广大读者批评指正，以利于本书的进一步修改和完善。

王志祥

2007年6月于中国药科大学

# 目 录

绪论	1
一、制药工业与单元操作	1
二、课程性质和任务	1
三、单位换算	1
第一章 流体流动	4
第一节 流体静力学	4
一、流体的密度	4
二、流体的压强	6
三、流体静力学基本方程式	8
四、流体静力学基本方程式的应用	9
第二节 流体在管内的流动	13
一、流量与流速	14
二、稳态流动与非稳态流动	15
三、连续性方程式	16
四、柏努利方程式	17
第三节 流体在管内的流动现象	22
一、牛顿黏性定律与流体的黏度	22
二、流动类型与雷诺准数	23
三、流体在圆管内的速度分布	25
四、层流内层	26
第四节 流体在管内的流动阻力	26
一、直管阻力	27
二、局部阻力	31
三、管路系统的总能量损失	32
四、降低管路系统流动阻力的途径	34
第五节 流速与流量的测量	35
一、测速管	35
二、孔板流量计	36
三、文丘里流量计	37
四、转子流量计	37
第二章 输送设备	42

第一节 液体输送设备	42
一、离心泵	42
二、其他类型泵	56
第二节 气体输送设备	61
一、离心式通风机	61
二、鼓风机	63
三、压缩机	64
四、真空泵	65
第三节 固体输送设备	67
一、带式输送机	68
二、链式输送机	68
三、螺旋式输送机	70
四、气力输送装置	70
第三章 液体搅拌	74
第一节 概述	74
第二节 搅拌器及其选型	75
一、常见搅拌器	76
二、搅拌过程的强化	78
三、搅拌器选型	80
第三节 搅拌功率	82
一、均相液体的搅拌功率	83
二、非均相液体的搅拌功率	86
三、非牛顿液体的搅拌功率	88
第四章 萃取	91
第一节 液液萃取	91
一、分配系数	92
二、萃取剂的选择	92
三、液液萃取流程	93
四、液液萃取设备	95
第二节 固液萃取	98
一、中药材中的成分	98
二、中药提取的类型	99
三、药材有效成分的提取过程及机理	99
四、常用提取剂与提取辅助剂	100
五、提取方法	102
六、提取设备	105
第三节 超临界流体萃取	110

101	一、超临界流体	110
102	二、超临界流体萃取的基本原理	111
103	三、超临界萃取剂	111
104	四、超临界流体萃取药物成分的优点	112
105	五、超临界流体萃取的主要影响因素	113
106	六、超临界 CO <sub>2</sub> 流体萃取装置	114
107		
108	<b>第五章 沉降与过滤</b>	117
109	第一节 重力沉降	117
110	一、重力沉降速度	117
111	二、沉降槽	121
112	第二节 离心沉降	122
113	一、惯性离心力作用下的离心沉降	122
114	二、离心分离设备	123
115	第三节 过滤	128
116	一、基本概念	128
117	二、过滤基本方程式	130
118	三、恒压过滤	133
119	四、过滤设备	135
120	五、滤饼的洗涤	138
121	六、板框压滤机的生产能力	139
122	第四节 膜过滤	140
123	一、膜过滤原理与膜组件	140
124	二、微滤	142
125	三、超滤	143
126	四、纳滤	143
127	五、反渗透	143
128	六、电渗析	144
129	第五节 气体净化	145
130	一、机械除尘	145
131	二、洗涤除尘	146
132	三、过滤除尘	146
133	四、洁净空气净化流程及专用过滤器	147
134		
135	<b>第六章 吸附与离子交换</b>	152
136	第一节 吸附	152
137	一、基本原理	152
138	二、常用吸附剂	152
139	三、吸附平衡与吸附等温线	154



四、吸附传质机理与吸附速率	157
五、吸附过程	158
六、吸附剂的再生	160
第二节 离子交换	161
一、基本原理	161
二、离子交换树脂	162
三、离子交换设备	164
<b>第七章 传热</b>	167
第一节 概述	167
一、传热基本方式	167
二、传热过程	168
三、换热器的主要性能指标	170
四、稳态传热与非稳态传热	170
第二节 热传导	171
一、傅里叶定律	171
二、平壁的稳态热传导	173
三、圆筒壁的稳态热传导	176
第三节 对流传热	178
一、对流传热分析	178
二、对流传热速率方程	179
三、对流传热系数	180
第四节 传热计算	194
一、能量衡算	195
二、总传热速率方程	196
三、总传热系数	197
四、平均温度差	200
五、设备热损失的计算	204
第五节 换热器	205
一、间壁式换热器	205
二、传热过程的强化	212
<b>第八章 蒸发</b>	215
第一节 概述	215
一、蒸发过程及其特点	215
二、蒸发的分类	216
第二节 单效蒸发	216
一、单效蒸发流程	216
二、单效蒸发的计算	217

第三节 多效蒸发与蒸发节能	220
一、多效蒸发原理	220
二、多效蒸发流程	220
三、蒸发过程的节能措施	222
第四节 蒸发器的生产能力、生产强度及效数的限制	225
一、生产能力	225
二、生产强度	225
三、多效蒸发效数的限制	226
第五节 蒸发设备	227
一、蒸发设备的结构	227
二、蒸发器的选型	234
<b>第九章 结晶</b>	236
第一节 基本概念	236
一、溶解度	236
二、过饱和度	238
第二节 结晶动力学与结晶控制	239
一、结晶动力学	239
二、结晶操作的性能指标	241
三、结晶操作方式	241
四、结晶操作控制	242
第三节 结晶计算	243
一、物料衡算	243
二、热量衡算	245
第四节 结晶设备	246
一、冷却式结晶器	246
二、蒸发式结晶器	247
三、真空式结晶器	248
<b>第十章 蒸馏</b>	251
第一节 概述	251
一、蒸馏过程的分离机理	251
二、蒸馏过程的分类	251
第二节 双组分溶液的气液平衡	252
一、溶液的蒸气压及拉乌尔定律	252
二、温度组成图( $t$ - $y$ - $x$ 图)	253
三、挥发度及相对挥发度	254
四、气液平衡图( $y$ - $x$ 图)	255
五、双组分非理想溶液	255

第三节 蒸馏与精馏原理	258
一、平衡蒸馏与简单蒸馏	258
二、精馏原理	259
第四节 双组分连续精馏塔的计算	262
一、理论板及恒摩尔流动	262
二、全塔物料衡算	263
三、精馏段操作线方程	264
四、提馏段操作线方程	266
五、进料热状况与进料方程	266
六、理论塔板数的确定	270
七、回流比的影响与选择	272
第五节 间歇精馏	275
一、恒回流比的间歇精馏	275
二、恒馏出液组成的间歇精馏	276
第六节 精馏塔	277
一、板式塔	278
二、填料塔	279
第七节 特殊蒸馏	282
一、恒沸精馏	282
二、萃取精馏	283
三、水蒸气蒸馏	284
四、分子蒸馏	285
第十一章 干燥	291
第一节 概述	291
一、去湿方法	291
二、干燥的分类	292
三、对流干燥流程	293
四、对流干燥的基本原理	293
第二节 湿空气的性质和湿度图	294
一、湿空气的性质	294
二、湿空气的湿度图	298
三、湿度图的应用	300
第三节 湿物料的性质	303
一、物料含水量的表示方法	303
二、物料中水分的性质	304
第四节 干燥过程的计算	305
一、干燥过程的物料衡算	306
二、干燥过程的热量衡算	308

三、干燥系统的热效率·····	309
第五节 干燥速率·····	311
一、干燥速率·····	311
二、恒定干燥条件下的干燥曲线与干燥速率曲线·····	312
三、恒定干燥条件下的干燥时间·····	313
第六节 干燥设备·····	316
一、常用干燥器·····	316
二、干燥器的选型·····	330
第十二章 药物粉体生产设备·····	334
第一节 粉碎设备·····	334
一、粉碎方法与粉碎比·····	334
二、粉碎设备·····	336
第二节 筛分设备·····	343
一、药筛标准·····	343
二、粉末等级·····	344
三、筛分设备·····	344
第三节 混合设备·····	347
一、混合机理·····	347
二、混合设备的类型·····	347
三、混合设备·····	348
第十三章 典型剂型生产设备·····	352
第一节 丸剂生产设备·····	352
一、丸剂的塑制设备·····	352
二、丸剂的泛制设备·····	354
三、丸剂的滴制设备·····	355
第二节 片剂生产设备·····	356
一、造粒设备·····	356
二、压片设备·····	358
三、包衣设备·····	360
第三节 胶囊剂生产设备·····	363
一、软胶囊剂生产设备·····	363
二、硬胶囊剂生产设备·····	365
第四节 注射剂生产设备·····	372
一、注射用水生产设备·····	372
二、安瓿洗涤设备·····	375
三、安瓿灌封设备·····	378
四、安瓿灭菌设备·····	381



五、澄明度检查设备·····	383
六、包装设备·····	384
第五节 口服液剂生产设备·····	387
一、旋转式口服液瓶轧盖机·····	387
二、口服液联动线·····	388
第十四章 典型剂型的生产工艺·····	390
第一节 丸剂的生产工艺·····	390
一、蜜丸剂的生产工艺·····	390
二、水丸剂的生产工艺·····	391
三、滴丸剂的生产工艺·····	392
第二节 片剂的生产工艺·····	393
一、生产工艺流程及区域划分·····	393
二、主要生产工序·····	393
三、主要生产设备·····	395
第三节 胶囊剂的生产工艺·····	396
一、软胶囊剂的生产工艺·····	396
二、硬胶囊剂的生产工艺·····	397
第四节 注射剂的生产工艺·····	398
一、可灭菌小容量注射剂的生产工艺·····	398
二、可灭菌大容量注射剂的生产工艺·····	399
第五节 口服液剂的生产工艺·····	401
第六节 粉针剂的生产工艺·····	402
第七节 气雾剂的生产工艺·····	403
第八节 颗粒剂的生产工艺·····	404
第十五章 制药工程设计·····	406
第一节 制药工程设计程序·····	406
一、项目建议书·····	406
二、可行性研究·····	406
三、设计任务书·····	407
四、初步设计·····	407
五、施工图设计·····	407
六、施工、试车、验收和交付生产·····	408
第二节 厂址选择和总平面设计·····	408
一、厂址选择·····	408
二、总平面设计·····	409
第三节 制药车间设计·····	411
一、车间组成及布置形式·····	411