



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

供制药工程、生物制药专业使用

# 制药设备与车间设计

第3版

主编 郭永学

书网融合教材



中国健康传媒集团  
中国医药科技出版社



# 全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

- |                  |                 |                        |
|------------------|-----------------|------------------------|
| 高等数学 (第4版)       | 药用拉丁语 (第3版)     | 药品经营质量管理—GSP实务 (第3版)   |
| 基础物理学 (第4版)      | 生药学 (第4版)       | 生物化学 (第4版)             |
| 大学计算机基础 (第4版)    | 天然药物化学 (第3版)    | 生物技术制药概论 (第4版)         |
| 计算机程序设计 (第4版)    | 有机化合物波谱解析 (第5版) | 发酵工艺学 (第4版)            |
| 无机化学 (第4版)       | 中医学基础 (第4版)     | 生物制药工艺学 (第5版)          |
| 有机化学 (第3版)       | 医药商品学 (第4版)     | 生物药物分析 (第3版)           |
| 物理化学 (第3版)       | 药物经济学 (第4版)     | 中医学概论 (第3版)            |
| 分析化学 (第4版)       | 药用高分子材料学 (第5版)  | 中药分析学 (第3版)            |
| 人体解剖生理学 (第3版)    | 化工原理 (第4版)      | 中药鉴定学 (第4版)            |
| 微生物学 (第4版)       | 药物化学 (第3版)      | 中药炮制学 (第3版)            |
| 药学细胞生物学 (第3版)    | 化学制药工艺学 (第5版)   | 药用植物学 (第4版)            |
| 医药伦理学 (第5版)      | 药剂学 (第4版)       | 临床医学概论 (第2版)           |
| 药学概论 (第5版)       | 工业药剂学 (第4版)     | 制药工程制图 (附习题集) (第2版)    |
| 药学信息检索与利用 (第4版)  | 生物药剂学 (第5版)     | 医院药学 (第2版)             |
| 药理学 (第5版)        | 药物分析 (第4版)      | 临床药学 (第2版)             |
| 药物毒理学 (第4版)      | 体内药物分析 (第4版)    | 药物合成反应 (第2版)           |
| 临床药物治疗学 (第3版)    | 医药市场营销学 (第4版)   | <b>制药设备与车间设计 (第3版)</b> |
| 药事管理学 (第6版)      | 医药电子商务 (第3版)    | 药数数理统计方法 (第2版)         |
| 中国药事法理论与实务 (第3版) | GMP教程 (第4版)     |                        |

## 获取图书免费增值服务的步骤说明:

1. 登陆医药大学堂网站 <<http://www.yiyaodxt.com>> 或下载医药大学堂APP。
2. 注册用户, 登录后输入激活码激活, 免费阅读数字教材、配套数字资源。
3. 使用微信或客户端“扫一扫”功能, 扫描书中二维码即可快速阅读数字资源。

激活码有效期为自激活之日起一年。



上架建议

本科药学教材

ISBN 978-7-5214-1510-0



9 787521 415100 >

责任编辑\白丽媛

封面设计\學雅閣書裝

“医药大学堂”公众号

定价: 89.00元



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

# 制药设备与车间设计

## 第3版

(供制药工程、生物制药专业使用)

主 编 郭永学

主 审 周丽莉

副主编 张 珩 王绍宇

编 者 (以姓氏笔画为序)

万永青 (内蒙古农业大学)

马立新 (核工业第四研究设计院)

王立红 (贵州中医药大学)

王绍宇 (核工业第四研究设计院)

礼 彤 (沈阳药科大学)

刘二虎 (石家庄沃广科技有限公司)

杨忠连 (安徽理工大学)

吴宏宇 (沈阳药科大学)

张 珩 (武汉大学)

张秀兰 (武汉工程大学)

郭永学 (沈阳药科大学)



中国健康传媒集团  
中国医药科技出版社

## 内 容 提 要

本教材为“全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材”之一，全书共分为两篇，制药设备和车间设计，内容主要包括反应器基本理论、制药反应设备、过滤与离心设备、制药工程项目设计简介、物料衡算等。本教材为书网融合教材，即纸质教材有机融合电子教材，教学配套资源（PPT、微课、视频、图片等）、数字化教学服务（在线教学、在线作业等）。

本教材主要供全国高等医药院校制药工程、生物制药专业师生使用，也可作为从事相关专业人员的学习参考资料。

### 图书在版编目（CIP）数据

制药设备与车间设计/郭永学主编. —3 版. —北京：中国医药科技出版社，2019. 12

全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材

ISBN 978 - 7 - 5214 - 1510 - 0

I. ①制… II. ①郭… III. ①化工制药机械 - 医学院校 - 教材 ②制药厂 - 车间 - 设计 - 医学院校 - 教材 IV. ①TQ460.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 294916 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 友全图文

出版 中国健康传媒集团 | 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行：010 - 62227427 邮购：010 - 62236938

网址 www.cmstp.com

规格 889 × 1194 mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>

印张 33<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

插页 8

字数 789 千字

初版 1994 年 1 月第 1 版

版次 2019 年 12 月第 3 版

印次 2019 年 12 月第 1 次印刷

印刷 三河市百盛印装有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5214 - 1510 - 0

定价 89.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话：010 - 62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

获取新书信息、投稿、  
为图书纠错，请扫码  
联系我们。



# 数字化教材编委会

主 编 郭永学

主 审 周丽莉

副主编 张 珩 王绍宇

编 者 (以姓氏笔画为序)

万永青 (内蒙古农业大学)

马立新 (核工业第四研究设计院)

王立红 (贵州中医药大学)

王绍宇 (核工业第四研究设计院)

礼 彤 (沈阳药科大学)

刘二虎 (石家庄沃广科技有限公司)

杨忠连 (安徽理工大学)

吴宏宇 (沈阳药科大学)

张 珩 (武汉工程大学)

张秀兰 (武汉工程大学)

郭永学 (沈阳药科大学)

## 常务编委会

- 名誉主任委员 邵明立 林蕙青
- 主任委员 吴晓明 (中国药科大学)
- 副主任委员 (以姓氏笔画为序)
- 叶敏 (北京大学药学院)
- 匡海学 (黑龙江中医药大学)
- 朱依淳 (复旦大学药学院)
- 吴春福 (沈阳药科大学)
- 宋少江 (沈阳药科大学)
- 张志荣 (四川大学华西药学院)
- 姚文兵 (中国药科大学)
- 官平 (沈阳药科大学)
- 郭姣 (广东药科大学)
- 彭成 (成都中医药大学)
- 委员 (以姓氏笔画为序)
- 田景振 (山东中医药大学)
- 朱卫丰 (江西中医药大学)
- 李高 (华中科技大学同济医学院药学院)
- 李元建 (中南大学药学院)
- 李青山 (山西医科大学药学院)
- 杨波 (浙江大学药学院)
- 杨世民 (西安交通大学药学院)
- 陈燕忠 (广东药科大学)
- 侯爱君 (复旦大学药学院)
- 祝晨陈 (广州中医药大学)
- 夏焕章 (沈阳药科大学)
- 柴逸峰 (第二军医大学药学院)
- 黄园 (四川大学华西药学院)
- 秘书 夏焕章 (沈阳药科大学)
- 唐伟方 (中国药科大学)
- 李晓菁 (广东药科大学)

# 出版说明

“全国高等医药院校药学类规划教材”，于20世纪90年代启动建设，是在教育部、国家药品监督管理局的领导和指导下，由中国医药科技出版社组织中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、复旦大学药学院、四川大学华西药学院、广东药科大学等20余所院校和医疗单位的领导和权威专家成立教材常务委员会共同规划而成。

本套教材坚持“紧密结合药学类专业培养目标以及行业对人才的需求，借鉴国内外药学教育、教学的经验和成果”的编写思路，近30年来历经四轮编写修订，逐渐完善，形成了一套行业特色鲜明、课程门类齐全、学科系统优化、内容衔接合理的高质量精品教材，深受广大师生的欢迎，其中多数教材入选普通高等教育“十一五”“十二五”国家级规划教材，为药学本科教育和药学人才培养做出了积极贡献。

为进一步提升教材质量，紧跟学科发展，建设符合教育部相关教学标准和要求，以及可更好地服务于院校教学的教材，我们在广泛调研和充分论证的基础上，于2019年5月对第三轮和第四轮规划教材的品种进行整合修订，启动“全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材”的编写工作，本套教材共56门，主要供全国高等院校药学类、中药学类专业教学使用。

全国高等医药院校药学类专业第五轮规划教材，是在深入贯彻落实教育部高等教育教学改革精神，依据高等药学教育培养目标及满足新时期医药行业高素质技术型、复合型、创新型人才需求，紧密结合《中国药典》《药品生产质量管理规范》(GMP)、《药品经营质量管理规范》(GSP)等新版国家药品标准、法律法规和《国家执业药师资格考试大纲》进行编写，体现医药行业最新要求，更好地服务于各院校药学教学与人才培养的需要。

本套教材定位清晰、特色鲜明，主要体现在以下方面。

**1. 契合人才需求，体现行业要求** 契合新时期药学人才需求的变化，以培养创新型、应用型人才并重为目标，适应医药行业要求，及时体现新版《中国药典》及新版GMP、新版GSP等国家标准、法规和规范以及新版《国家执业药师资格考试大纲》等行业最新要求。

**2. 充实完善内容，打造教材精品** 专家们在上一轮教材基础上进一步优化、精炼和充实内容，坚持“三基、五性、三特定”，注重整套教材的系统科学性、学科的衔接性，精炼教材内容，突出重点，强调理论与实际需求相结合，进一步提升教材质量。

**3. 创新编写形式，便于学生学习** 本轮教材设有“学习目标”“知识拓展”“重点小结”“复习题”等模块，以增强教材的可读性及学生学习的主动性，提升学习效率。

**4. 配套增值服务，丰富教学资源** 本套教材为书网融合教材，即纸质教材有机融合数字教材，配

套教学资源、题库系统、数字化教学服务,使教学资源更加多样化、立体化,满足信息化教学的需求。通过“一书一码”的强关联,为读者提供免费增值服务。按教材封底的提示激活教材后,读者可通过PC、手机阅读电子教材和配套课程资源(PPT、微课、视频、图片等),并可在线进行同步练习,实时反馈答案和解析。同时,读者也可以直接扫描书中二维码,阅读与教材内容关联的课程资源(“扫码学一学”,轻松学习PPT课件;“扫码看一看”,即可浏览微课、视频等教学资源;“扫码练一练”,随时做题检测学习效果),从而丰富学习体验,使学习更便捷。

编写出版本套高质量的全国本科药学类专业规划教材,得到了药学专家的精心指导,以及全国各有关院校领导和编者的大力支持,在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版,能受到广大师生的欢迎,为促进我国药学类专业教育教学改革和人才培养做出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材,并提出宝贵意见,以便修订完善,共同打造精品教材。

中国医药科技出版社

2019年9月

# 前言

《制药设备与车间设计》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材之一。本教材系根据教育部制药工程（本科）专业课程基本要求和工程教育认证通用标准对设计类课程内容的要求编写。

1994年，蒋作良教授主编的第一版《药厂反应设备及车间工艺设计》出版，取得良好的教学效果，受到使用院校的高度好评。为反映医药科技进步和制药装备水平的发展成果，2011年，周丽莉教授重新组织编写了本教材，并更名为《制药设备与车间设计》。2019年，在保持教材原貌、优化知识体系、增加行业新成果、发挥案例教学新举措的思想指导下，重新修订本教材。本次修订删除了有关精馏、萃取全部内容和干燥工艺计算内容，有需要者可参考化工原理教材；增加了生物制药发酵设备、制剂设备和制药粉体设备内容，增加了制剂车间设计案例和生物制药设计案例，以适应不同高校的药学工程类专业的教学需求。本教材为书网融合教材，即纸质教材有机融合电子教材、教学配套资源（PPT、微课、视频、图片等）、数字化教学服务（在线教学、在线作业等）。

本教材编者均为有一定工程实践经验的一线教师和多年从事医药设计的高级工程师。编写过程中参考了国内外的相关教材和专著，收集了典型的应用实例。本教材除了用于教学外，对从事制药工程设计的工程技术人员也有一定的参考价值。

本教材编写分工如下：第一、二、三、四、十二章由郭永学编写；第三章（部分内容）、第十四章由杨忠连编写；第五章由礼彤编写；第六章由王立红编写；第七章由刘二虎和吴宏宇编写；第八章由万永青编写；第九、十、十一、十三、十六章由张珩、张秀兰编写；第十五、十七章由王绍宇、马立新编写，张珩编写了部分内容。

本教材在编写过程中得到了各参编单位的大力支持，得到了原教材编写成员的大力协助，沈阳药科大学制药工程研究室研究生协助完成了数字化教材的整理工作，在此一并深表感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，诚盼读者批评指正，以利教材不断完善。

编者  
2019年9月

## 第一篇 制药设备

<b>第一章 制药设备概述</b> .....	2
一、制药设备在制药生产中的地位与作用 .....	2
二、制药设备研究的对象与内容 .....	2
三、反应设备在制药过程中的地位与特点 .....	2
<b>第二章 反应器基本理论</b> .....	4
<b>第一节 概述</b> .....	4
一、工业反应过程的特点 .....	4
二、反应器的放大方法 .....	5
三、反应器的分类 .....	6
<b>第二节 理想反应器</b> .....	7
一、基本的反应器型式 .....	7
二、连续操作反应器的流动特性——返混 .....	9
三、理想反应器 .....	10
<b>第三节 理想反应器的容积计算</b> .....	10
一、反应速度及其表达式 .....	10
二、间歇釜式反应器 .....	11
三、连续管式反应器 .....	14
四、连续釜式反应器 .....	16
五、多釜串联反应器 .....	18
<b>第四节 反应器型式与操作方式的选择</b> .....	20
一、简单反应 .....	20
二、复杂反应 .....	22
三、全混釜与管式反应器的配合使用 .....	25
<b>第五节 停留时间分布及其测定</b> .....	26
一、停留时间分布的数学描述 .....	26
二、停留时间分布的测定 .....	30
<b>第六节 流动模型与停留时间分布的应用</b> .....	34
一、理想流动模型的停留时间分布 .....	34
二、描述非理想流动模型 .....	36

三、停留时间分布的应用 .....	40
<b>第三章 制药反应设备</b> .....	<b>47</b>
<b>第一节 搅拌釜中的流动与混合</b> .....	<b>47</b>
一、混合效果的度量 .....	47
二、混合的机制 .....	48
三、提高混合效果的措施 .....	48
四、搅拌功率与混合效果 .....	50
五、混合时间 .....	51
<b>第二节 搅拌器的选型与放大</b> .....	<b>52</b>
一、搅拌器的型式 .....	52
二、搅拌器的选型 .....	54
三、搅拌器的放大 .....	56
<b>第三节 搅拌功率</b> .....	<b>57</b>
一、均相液体的搅拌功率 .....	57
二、非均相液体的搅拌功率 .....	61
三、非牛顿液体的搅拌功率 .....	63
<b>第四节 搅拌釜的传热与热稳定性</b> .....	<b>65</b>
一、温度对化学反应的影响 .....	65
二、搅拌釜的传热装置 .....	67
三、搅拌釜的传热计算 .....	68
四、连续反应釜的热稳定性 .....	73
五、半连续反应釜的热稳定性 .....	76
<b>第五节 间歇反应釜的工艺设计</b> .....	<b>79</b>
一、反应釜的物料衡算 .....	79
二、反应釜容积与个数的确定 .....	81
三、反应釜直径与高度的计算 .....	81
四、设备之间的平衡 .....	82
<b>第六节 发酵罐及其系统设计</b> .....	<b>83</b>
一、生化反应器的结构形式 .....	83
二、发酵罐配套系统 .....	87
三、发酵罐的工艺计算 .....	91
<b>第七节 管式反应器</b> .....	<b>94</b>
一、变容过程管式反应器的工艺设计 .....	94
二、新型微反应器原理与设备 .....	96
<b>第八节 其他反应器型式</b> .....	<b>102</b>
一、气液相反应器 .....	102
二、气液固催化反应器 .....	105
<b>第四章 过滤与离心设备</b> .....	<b>111</b>
<b>第一节 过滤分离设备</b> .....	<b>111</b>

一、过滤操作的基本概念 .....	111
二、过滤分离原理 .....	113
三、过滤机 .....	114
四、过滤机的选型 .....	117
第二节 微滤与超滤设备 .....	118
一、超滤与微滤膜的分类 .....	118
二、微滤与超滤的过程 .....	119
三、微滤与超滤设备 .....	121
四、膜组件的选用 .....	123
第三节 离心分离设备 .....	123
一、离心分离过程 .....	123
二、离心机的分类 .....	125
三、常用离心机 .....	125
四、离心机的选型 .....	130
<b>第五章 蒸发与结晶设备 .....</b>	<b>132</b>
第一节 蒸发过程与设备 .....	132
一、概述 .....	132
二、蒸发过程计算 .....	134
三、蒸发器 .....	135
四、蒸发器的选择原则 .....	141
第二节 结晶过程与设备 .....	143
一、概述 .....	143
二、结晶原理 .....	144
三、结晶的工业方法与设备 .....	146
<b>第六章 干燥设备 .....</b>	<b>151</b>
第一节 常见干燥设备 .....	151
一、厢式干燥器 .....	151
二、真空带式干燥器 .....	153
三、气流干燥器 .....	153
四、流化床干燥器 .....	155
五、喷雾干燥器 .....	157
六、闪蒸干燥器 .....	159
七、双锥回转真空干燥器 .....	160
八、冷冻干燥器 .....	160
九、红外线辐射干燥 .....	162
十、微波干燥 .....	163
十一、组合干燥 .....	164
第二节 干燥系统的工艺设计 .....	165
一、干燥装置的工艺流程 .....	165

二、干燥介质及热源的选择 .....	166
三、流动方式的选择 .....	166
四、干燥介质进口温度的选择 .....	167
五、干燥介质出口相对湿度和温度的选择 .....	167
六、物料出口温度的选择 .....	167
七、干燥器的选择 .....	168
八、药用干燥器的主要结构特征 .....	170
九、干燥介质输送设备的选择及配置 .....	171
十、细粉回收设备的选择 .....	171
十一、加料器及卸料器的选择 .....	171
第三节 干燥器设计举例 .....	172
一、干燥器的选型 .....	172
二、干燥器其他附属设备的选择 .....	173
三、干燥器工艺参数计算 .....	173
<b>第七章 粉筛、混合和制粒设备 .....</b>	<b>176</b>
第一节 粉碎和筛分工艺简介 .....	176
第二节 机械粉碎机应用及选型 .....	177
一、预破碎与整粒机 .....	177
二、粉碎机 .....	177
第三节 筛分 .....	179
一、旋振筛结构及应用 .....	179
二、离心筛结构及应用 .....	180
三、气流分级机结构及应用 .....	180
第四节 粉末颗粒特性评价 .....	180
一、药典对于不同颗粒要求的检测方法 .....	180
二、粉末特性表征 .....	181
第五节 混合设备 .....	181
一、容器回转型混合机 .....	181
二、三维运动型混合机 .....	182
三、固定型混合机 .....	183
第六节 制粒设备 .....	183
一、干法制粒设备 .....	184
二、湿法制粒设备 .....	184
<b>第八章 压片包衣与胶囊设备 .....</b>	<b>189</b>
第一节 压片设备 .....	189
一、压片机工作原理 .....	189
二、单冲压片机 .....	190
三、旋转式多冲压片机 .....	193
四、其他压片机 .....	198

第二节 包衣设备 .....	200
一、滚转包衣设备 .....	200
二、流化床包衣设备 .....	204
三、压制包衣设备 .....	206
第三节 胶囊剂生产设备 .....	207
一、硬胶囊剂生产设备 .....	208
二、软胶囊剂生产设备 .....	213
 <b>第二篇 车间设计</b>  	
第九章 车间设计概述 .....	222
一、制药工艺设计的重要性 .....	222
二、制药工艺设计的特点 .....	222
三、学习本课程的意义 .....	223
第十章 制药工程项目设计简介 .....	224
第一节 制药工艺设计的内容与分类 .....	224
一、制药工艺设计的内容 .....	224
二、制药工艺设计的分类 .....	224
第二节 设计前期工作阶段 .....	225
一、设计前期工作的目的与内容 .....	225
二、项目建议书 .....	225
三、可行性研究 .....	225
四、设计委托书 .....	226
五、厂址的选择 .....	226
六、总图布置 .....	227
第三节 设计中后期工作阶段 .....	228
一、初步设计阶段 .....	228
二、技术设计阶段 .....	232
三、施工图设计阶段 .....	232
第四节 设计后期工作阶段 .....	233
第十一章 工艺流程设计 .....	235
第一节 概述 .....	235
一、工艺流程设计的重要性 .....	235
二、工艺流程设计的任务与成果 .....	235
三、工艺流程设计的原则 .....	236
第二节 工艺流程设计的基本程序 .....	236
一、工程分析及处理 .....	236
二、工艺流程框图 .....	236

三、方案的比较与选择 .....	237
四、绘制设备工艺流程图 .....	237
五、绘制带控制点的工艺流程图 .....	238
第三节 物料流程图与带控制点的工艺流程图的绘制 .....	239
一、物料流程图的绘制 .....	239
二、带控制点的工艺流程图的绘制 .....	239
第四节 工艺流程设计的技术处理 .....	253
一、确定生产线数目 .....	253
二、确定操作方式 .....	253
三、提高设备利用率 .....	254
四、考虑全流程的弹性 .....	257
五、以化学反应为中心完善生产过程 .....	257
六、合理设计各个单元操作 .....	261
七、工艺流程的完善与简化 .....	262
八、特定过程与单元设备的特定管路系统的流程 .....	262
<b>第十二章 物料衡算 .....</b>	<b>265</b>
第一节 物料衡算的目的与意义 .....	265
第二节 物料衡算模型与物料衡算步骤 .....	265
第三节 物理过程的物料衡算 .....	266
一、物理过程的物料衡算数学模型 .....	266
二、自由度分析 .....	267
三、物理过程物料衡算举例 .....	269
第四节 化学反应过程的物料衡算 .....	278
一、发生一个化学反应系统的物料衡算数学模型 .....	278
二、同时发生多个化学反应系统的物料衡算数学模型 .....	279
三、化学反应过程的物料衡算举例 .....	280
<b>第十三章 能量衡算 .....</b>	<b>290</b>
第一节 概述 .....	290
一、能量衡算的目的与意义 .....	290
二、能量衡算的依据与必要条件 .....	290
三、能量守恒的基本方程 .....	290
四、热量衡算的分类 .....	291
第二节 热量衡算 .....	291
一、设备的热量平衡方程式 .....	291
二、单元设备热量衡算的步骤 .....	296
三、热量衡算需注意的问题 .....	296
四、有效平均温差 .....	297
第三节 常用热力学数据的计算 .....	298
一、热容 .....	298

二、气化热 .....	302
三、熔融热 .....	303
四、升华热 .....	303
五、溶解热 .....	304
六、燃烧热 .....	305
<b>第四节 加热剂、冷却剂及其他能量消耗的计算 .....</b>	<b>309</b>
一、常用加热剂和冷却剂 .....	309
二、电能的用量 .....	311
三、燃料的用量 .....	312
四、压缩空气消耗量的计算 .....	312
五、真空的消耗量 .....	313
<b>第十四章 工艺设备选型与设计 .....</b>	<b>318</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>318</b>
一、工艺设备设计的目的与意义 .....	318
二、工艺设备的分类与来源 .....	318
三、工艺设备设计与选型的任务 .....	318
四、设备设计与选型的原则 .....	319
五、工艺设备选型与设计阶段 .....	320
六、定型设备选择步骤 .....	320
七、非定型设备设计的内容 .....	321
八、GMP 对设备验证方面的要求 .....	321
<b>第二节 制药工程常用材料 .....</b>	<b>323</b>
一、黑色金属材料 .....	323
二、常用钢铁材料 .....	327
三、有色金属材料 .....	328
四、非金属材料 .....	329
<b>第三节 立式带夹套非标反应釜设计案例 .....</b>	<b>332</b>
一、工艺设计参数的确定 .....	332
二、机械设计 .....	333
三、辅助系统及自动控制方案 .....	341
<b>第十五章 车间与管路布置设计 .....</b>	<b>344</b>
<b>第一节 制药车间的分类与特点 .....</b>	<b>344</b>
一、制药车间的分类 .....	344
二、制药车间的特点 .....	344
<b>第二节 车间布置依据的设计规范及相关要求 .....</b>	<b>345</b>
一、设计规范 .....	345
二、防火、防爆设计要求 .....	346
三、GMP 要求及设计采取的措施 .....	351
<b>第三节 车间设计的图纸内容 .....</b>	<b>356</b>

一、文字说明部分	356
二、表格部分	357
三、图纸部分	361
<b>第四节 发酵车间的布置</b>	361
一、发酵生产工艺流程简介	361
二、发酵车间生产岗位组成及特点	361
三、发酵车间的布置	362
四、工程实例	363
<b>第五节 合成车间的布置</b>	363
一、合成车间生产工艺流程简介	363
二、合成车间生产岗位组成及特点	363
三、合成车间的布置	365
四、工程实例	368
<b>第六节 制剂车间的布置</b>	370
一、大输液车间的布置	370
二、小容量(西药)注射剂车间的布置	372
三、固体制剂车间的布置	374
<b>第七节 管道设计</b>	375
一、管道设计概述	375
二、管道、阀门和管件及其选择	375
三、管道设计的基本要求	390
四、管道布置图	395
<b>第八节 车间公用工程的计算</b>	411
一、连续操作的车间公用工程计算	411
二、间歇操作的车间公用工程计算	412
三、同时有间歇操作和连续操作的车间公用工程计算	413
<b>第十六章 非工艺设计项目</b>	414
<b>第一节 建筑设计概论</b>	414
一、工业厂房结构分类与基本组件	414
二、土建设计条件	422
<b>第二节 公用系统</b>	423
一、工艺用水及其制备	423
二、供水与排水	435
三、供电	437
四、冷冻	438
五、采暖通风	439
<b>第三节 劳动安全</b>	441
一、防火防爆的基本概念	441
二、洁净厂房的防火与安全	442