



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理学类第四轮规划教材

供药物化学、制药工程专业用

化学制药工艺学

(第4版)

□ 主编 赵临襄



网络增值服务
textbook.cmsip.com

中国医药科技出版社



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理学类第四轮规划教材

化学制药工艺学

(供药物化学、制药工程专业用)

第 4 版

主 编 赵临襄

副主编 王志祥

编 者 (以姓氏笔画为序)

马玉卓 (广东药学院)

王 凯 (武汉工程大学化工与制药学院)

王志祥 (中国药科大学)

方 浩 (山东大学药学院)

任其龙 (浙江大学化学工程与生物工程学院)

刘 丹 (沈阳药科大学)

张为革 (沈阳药科大学)

赵建宏 (华东理工大学药学院)

赵临襄 (沈阳药科大学)

冀亚飞 (华东理工大学药学院)

中国医药科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

化学制药工艺学 / 赵临襄主编. —4 版. —北京: 中国医药科技出版社, 2015. 8
全国高等医药院校药学类第四轮规划教材
ISBN 978-7-5067-7423-9

I. ①化… II. ①赵… III. ①药物-生产工艺-医学院校-教材 IV. ①TQ460.6
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 170798 号

中国医药科技出版社官网 www.cmstp.com	医药类专业图书、考试用书及 健康类图书查询、在线购买
网络增值服务官网 textbook.cmstp.com	医药类教材数据资源服务

美术编辑 陈君杞
版式设计 郭小平

出版 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 787×1092mm $\frac{1}{16}$
印张 29 $\frac{1}{4}$
字数 602 千字
初版 2003 年 2 月第 1 版
版次 2015 年 8 月第 4 版
印次 2015 年 8 月第 1 次印刷
印刷 北京市密东印刷有限公司
经销 全国各地新华书店
书号 ISBN 978-7-5067-7423-9
定价 69.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

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)
匡海学 (黑龙江中医药大学)
朱依諄 (复旦大学药学院)
刘俊义 (北京大学药学院)
毕开顺 (沈阳药科大学)
吴少祯 (中国医药科技出版社)
吴春福 (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)
郭 姣 (广东药学院)
彭 成 (成都中医药大学)
委 员 (以姓氏笔画为序)
王应泉 (中国医药科技出版社)
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 (西安交通大学医学部)
陈思东 (广东药学院)
侯爱君 (复旦大学药学院)
宫 平 (沈阳药科大学)
祝晨蓀 (广州中医药大学)
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)
徐晓媛 (中国药科大学)
黄泽波 (广东药学院)
浩云涛 (中国医药科技出版社)
赵燕宜 (中国医药科技出版社)

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、国家食品药品监督管理总局的领导和指导下，由中国医药科技出版社牵头中国药科大学、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、广东药学院、华东科技大学同济药学院、山西医科大学、浙江大学药学院、复旦大学药学院、北京中医药大学等 20 余所院校和医疗单位的领导和专家成立教材常务委员会共同组织规划，在广泛调研和充分论证基础上，于 2014 年 5 月组织全国 50 余所本科院校 400 余名教学经验丰富的专家教师历时一年余不辞辛劳、精心编撰而成。供全国药学类、中药学专业教学使用的本科规划教材。

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 and 成果”的编写思路，20 余年来历经三轮编写修订，逐渐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。

第四轮规划教材，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）、《药品非临床研究质量管理规范》（GLP）、《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 2015 年版《国家执业药师资格考试大纲》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。

本轮教材的特色：

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 2015 年版《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。进一步精简教材字数，突出重点，强调理论与实际需求相结合，进一步提高教材质量。

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，以增强学生学习的目的性和主动性及教材的可读性。

4. 丰富教学资源，配套增值服务 在编写纸质教材的同时，注重建设与其相配套的网络教学资源，以满足立体化教学要求。

第四轮规划教材共涉及核心课程教材 53 门，供全国医药院校药学类、中药学专业教学使用。本轮规划教材更名两种，即《药学文献检索与利用》更名为《药学信息检索与利用》，《药品经营管理 GSP》更名为《药品经营管理——GSP 实务》。

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，能受到全国本科药学专业广大师生的欢迎，对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。

全国高等医药院校药学类规划教材编写委员会

中国医药科技出版社

2015 年 7 月

全国高等医药院校药学类第四轮规划教材书目

教材名称	主 编	教材名称	主 编
公共基础课			
1. 高等数学 (第3版)	刘艳杰	26. 医药商品学 (第3版)	刘 勇
2. 基础物理学 (第3版)*	黄榕波	27. 药物经济学 (第3版)	孙利华
3. 大学计算机基础 (第3版)	李 辛	28. 药用高分子材料学 (第4版)	方 亮
4. 计算机程序设计 (第3版)	于 静	29. 化工原理 (第3版)*	何志成
5. 无机化学 (第3版)*	于 静	30. 药物化学 (第3版)	尤启冬
6. 有机化学 (第2版)	王国清	31. 化学制药工艺学 (第4版)*	赵临襄
7. 物理化学 (第3版)	胡 春	32. 药剂学 (第3版)	方 亮
8. 生物化学 (药学类专业通用) (第2版)*	徐开俊	33. 工业药剂学 (第3版)*	潘卫三
9. 分析化学 (第3版)*	余 蓉	34. 生物药剂学 (第4版)	程 刚
	郭兴杰	35. 药物分析 (第3版)	于治国
专业基础课和专业课		36. 体内药物分析 (第3版)	于治国
10. 人体解剖生理学 (第2版)	郭青龙	37. 医药市场营销学 (第3版)	冯国忠
11. 微生物学 (第3版)	李卫东	38. 医药电子商务 (第2版)	陈玉文
12. 药学细胞生物学 (第2版)	周长林	39. 国际医药贸易理论与实务 (第2版)	马爱霞
13. 医药伦理学 (第4版)	徐 威	40. GMP 教程 (第3版)*	梁 毅
14. 药学概论 (第4版)	赵迎欢	41. 药品经营质量管理——GSP 实务 (第2版)*	梁 毅
15. 药学信息检索与利用 (第3版)	吴春福	42. 生物化学 (供生物制药、生物技术、 生物工程和海洋药学专业使用) (第3版)	陈玉文
16. 药理学 (第4版)	毕玉侠	43. 生物技术制药概论 (第3版)	吴梧桐
17. 药物毒理学 (第3版)	钱之玉	44. 生物工程 (第3版)	姚文兵
	向 明	45. 发酵工艺学 (第3版)	王 旻
	季 晖	46. 生物制药工艺学 (第4版)*	夏焕章
18. 临床药物治疗学 (第2版)	李明亚	47. 生物药物分析 (第2版)	吴梧桐
19. 药事管理学 (第5版)*	杨世民	48. 中医药学概论 (第2版)	张怡轩
20. 中国药事法理论与实务 (第2版)	邵 蓉	49. 中药分析学 (第2版)*	郭 姣
21. 药用拉丁语 (第2版)	孙启时	50. 中药鉴定学 (第3版)	刘丽芳
22. 生药学 (第3版)	李 萍	51. 中药炮制学 (第2版)	李 峰
23. 天然药物化学 (第2版)*	孔令义	52. 药用植物学 (第3版)	张春风
24. 有机化合物波谱解析 (第4版)*	裴月湖	53. 中药生物技术 (第2版)	路金才
25. 中医药学基础 (第3版)	李 梅		刘吉华

“*” 示该教材有与其配套的网络增值服务。

前言

为适应全国高等医药院校制药工程专业、药物化学专业的教学需求，更好地满足医药工业对高质量人才的需求，中国医药科技出版社组织编写了本教材。

本教材是在第三版（2003年）教材内容的基础上，结合“十二五”期间教学改革和教学研究经验进行再版修订。其融汇了全国药学教育工作者的智慧，增加了化学制药工艺学领域的新理论、新发展、新实例。作者努力使本教材体现中国和世界化学制药工业的发展现状和发展趋势。

本教材内容共有十五章，前六章分别为绪论、药物合成工艺路线的设计和选择、化学合成药物的工艺研究、手性药物的制备技术、中试放大与工艺规程和化学制药与环境保护，突出新技术和新范例，注重实用性，深入浅出地阐述化学制药工艺的特点和基本规律；其余九章内容的编写以重要性、代表性和新颖性为原则，分别对塞来西布、 R,R,R - α -生育酚、氯霉素、埃索美拉唑、地塞米松、盐酸地尔硫草、左氧氟沙星、多西他赛和甲氧苄啶等9个典型药物的生产工艺原理加以剖析，各有侧重并各具特色。理论知识结合生产实践，深入探讨药物合成工艺，注重突出知识产权保护、清洁生产和手性技术等内容。

本教材编写人员由7所院校的10名在教学一线讲授化学制药工艺学课程的教师组成。本书第一章、第三章和第四章由沈阳药科大学赵临襄编写，第二章和第九章由沈阳药科大学张为革编写，第五章和第十四章由山东大学方浩编写，第六章由中国药科大学王志祥编写，第七章和第十三章由华东理工大学赵建宏编写，第八章由浙江大学任其龙编写，第十章由沈阳药科大学刘丹编写，第十一章由广东药学院马玉卓编写，第十二章由武汉工程大学王凯编写，第十五章由华东理工大学冀亚飞编写。

本教材有助于推动专业课程建设，建立和提升与市场经济接轨的人才培养体制，培养应用型、创新型和复合型专门人才。可供从事化学制药工艺、药物化学、制药工程及其相关学科领域的科研人员、大专院校教学人员、研究生以及高年级本科生阅读。

由于编者学识有限，资料选材上有一定的局限性，教材内容与工业生产也有一定的差距，恳请各校同仁使用时提出意见和建议，以备进一步完善。

编者

2015年4月

目 录

第一章 绪 论 / 1

第一节 概述	1
一、化学制药工艺学及其研究内容	1
二、学习本课程的要求和方法	2
第二节 世界制药工业的发展现状	3
一、世界制药工业的现状和特点	3
二、化学制药工业的发展趋势	7
第三节 我国医药工业的现状和发展前景	10
一、我国医药工业现状	10
二、我国医药工业的发展前景	14
第四节 药品注册管理和生产管理法律法规	14
一、药品注册管理法律法规	15
二、药品生产管理法律法规	15
三、药品标准与质量控制	16

第二章 药物合成工艺路线的设计和选择 / 18

第一节 概述	18
第二节 工艺路线的设计	20
一、逆合成分析法	20
二、模拟类推法	42
第三节 工艺路线的评价与选择	51
一、工艺路线的评价标准	52
二、工艺路线的选择	58

第三章 化学合成药物的工艺研究 / 65

第一节 概述	65
一、影响化学反应的因素	65
二、工艺研究的基本思路和方法	66
第二节 反应物料的选择	67
一、反应试剂的选择	67
二、催化剂的选择	72
三、反应溶剂的选择	79
第三节 反应条件的优化	83
一、配料比与反应浓度	83
二、加料顺序与投料方法	84
三、反应温度	87
四、反应压力	88
五、搅拌与搅拌方式	88
六、反应时间	89
七、优化催化反应	90
第四节 后处理与纯化方法	92
一、反应后处理方法	93
二、产物纯化与精制方法	98
三、重结晶技术	102
第五节 工艺过程控制与实验设计	106
一、工艺过程控制的研究内容和方法	106
二、利用实验设计优化工艺	110

第四章 手性药物的制备技术 / 113

第一节 概述	113
一、手性药物与生物活性	113
二、手性药物的制备技术	119
三、影响手性药物生产成本的主要因素	120
第二节 外消旋体拆分	122
一、结晶法拆分外消旋混合物	123
二、结晶法拆分非对映异构体	126

三、对映异构体的动力学拆分	132
第三节 利用手性源制备手性药物	135
一、手性合成子与手性辅剂	135
二、手性源的组成和应用	137
第四节 利用前手性原料制备手性药物	141
一、不对称合成的定义和发展	141
二、不对称合成反应类型	146
三、手性药物合成实例	154

第五章 中试放大与工艺规程 / 158

第一节 中试研究	158
一、中试放大的研究方法	158
二、中试放大的研究内容	161
第二节 物料衡算	167
一、物料衡算的理论基础	167
二、确定物料衡算的计算基准及每年设备操作时间	167
三、收集有关计算数据和物料衡算步骤	168
四、物料衡算的计算步骤	170
第三节 试生产与工艺规程	171
一、工艺规程的主要作用	172
二、制订工艺规程的原始资料和基本内容	173
三、工艺规程的制定和修订	177

第六章 化学制药与环境保护 / 180

第一节 概述	180
一、环境保护的重要性	180
二、我国防治污染的方针政策	181
三、化学制药厂污染的特点和现状	181
第二节 防治污染的主要措施	182
一、采用绿色生产工艺	183

二、循环套用	185
三、综合利用	186
四、改进生产设备, 加强设备管理	187
第三节 废水的处理	188
一、废水的污染控制指标	188
二、废水处理的基本方法	192
三、废水的生物处理法	193
四、各类制药废水的处理	204
第四节 废气的处理	206
一、含尘废气的处理	206
二、含无机物废气的处理	208
三、含有机物废气的处理	210
第五节 废渣的处理	213
一、回收和综合利用	214
二、废渣的处理	214

第七章 塞来昔布的生产工艺原理 / 217

第一节 概述	217
第二节 合成路线及其选择	219
一、1-(4-甲基苯基)-4,4,4-三氟丁烷-1,3-二酮的合成路线	220
二、塞来昔布的合成路线	220
第三节 生产工艺原理及其过程	223
一、1-(4-甲基苯基)-4,4,4-三氟丁烷-1,3-二酮的制备	223
二、塞来昔布的制备	223
三、“一步法”工艺制备塞来昔布	225
第四节 原辅材料的制备、综合利用与“三废”处理	230
一、对甲基苯乙酮的制备	230
二、三氟乙酸乙酯的制备	232
三、综合利用	232
四、“三废”治理	232

第八章 R,R,R - α -生育酚的生产工艺原理 / 234

第一节 概述	234
第二节 混合生育酚的提取工艺	237
一、提取工艺的设计与选择	237
二、混合生育酚提取方法的评价	239
三、混合生育酚提取的工艺原理和过程	239
第三节 非 α -生育酚的转型反应工艺原理及其过程	242
一、转型方法及其选择	243
二、工艺过程	247
第四节 精制工艺	249
一、液固制备色谱体系的理论基础	249
二、固定相和流动相的选择	251
三、生育酚中多环芳烃的脱除工艺原理	252
四、生育酚精制工艺过程	252
第五节 副产物的综合利用与溶剂的回收	254

第九章 氯霉素的生产工艺原理 / 256

第一节 概述	256
第二节 合成路线及其选择	257
一、氯霉素的逆合成分析	257
二、苏型外消旋体拆分法工艺路线	258
三、不对称合成法路线简介	262
第三节 对硝基苯乙酮的生产工艺原理及其过程	267
一、对硝基乙苯的制备	267
二、对硝基苯乙酮的制备	269
第四节 对硝基- α -乙酰氨基- β -羟基苯丙酮的生产工艺原理及其过程	271
一、对硝基- α -溴代苯乙酮的制备	271
二、对硝基- α -氨基苯乙酮盐酸盐的制备	273
三、对硝基- α -乙酰胺基苯乙酮的制备	274
四、对硝基- α -乙酰氨基- β -羟基苯丙酮的制备	276

第五节 氯霉素的生产工艺原理及其过程	277
一、DL-苏型-1-对硝基苯基-2-氨基-1,3-丙二醇的制备	277
二、DL-苏型-1-对硝基苯基-2-氨基-1,3-丙二醇的拆分	279
三、氯霉素的制备	281
第六节 综合利用与“三废”处理	282
一、邻硝基乙苯的利用	282
二、L-(+)-对硝基苯基-2-氨基-1,3-丙二醇的利用	283
三、氯霉素生产废水的处理和氯苯的回收	283

第十章 埃索美拉唑的生产工艺原理 / 285

第一节 概述	285
第二节 合成路线及其选择	287
一、埃索美拉唑的合成	288
二、5-甲氧基-2-[(3,5-二甲基-4-甲氧基-2-吡啶基)甲硫基]-1H-苯并咪唑的合成	289
第三节 5-甲氧基-1H-苯并咪唑-2-硫醇的生产工艺原理及其过程	293
一、4-甲氧基-2-硝基苯胺的制备	294
二、5-甲氧基-1H-苯并咪唑-2-硫醇的制备	295
第四节 2-氯甲基-3,5-二甲基-4-甲氧基吡啶盐酸盐的生产工艺原理及其过程	297
一、4-甲氧基-2,3,5-三甲基吡啶-N-氧化物的制备	297
二、2-氯甲基-3,5-二甲基-4-甲氧基吡啶盐酸盐的制备	300
第五节 埃索美拉唑的生产工艺原理及其过程	301
一、5-甲氧基-2-[(3,5-二甲基-4-甲氧基-2-吡啶基)甲硫基]-1H-苯并咪唑的制备	302
二、埃索美拉唑的制备	302
第六节 原辅材料的制备和污染治理	305
一、2,3,5-三甲基吡啶的制备方法	305
二、溶剂的回收和套用	306

第十一章 地塞米松的生产工艺原理 / 308

第一节 概述	308
第二节 合成路线及其选择	309
一、以薯蓣皂苷元为原料的合成路线	312
二、以番麻皂苷元为原料的合成路线	316
三、以剑麻皂苷元为原料的合成路线	318
第三节 生产工艺原理及其过程	322
一、 11β -羟基- $16\alpha,17\alpha$ -环氧-孕甾-4-烯-3,20-二酮的制备	322
二、 11β -羟基- $16\alpha,17\alpha$ -环氧-孕甾-1,4-二烯-3,20-二酮的制备	324
三、 $16\alpha,17\alpha$ -环氧-孕甾-1,4,9(11)-三烯-3,20-二酮的制备	325
四、孕甾-1,4,9(11),16-四烯-3,20-二酮的制备	327
五、 17α -羟基- 16α -甲基孕甾-1,4,9(11)-三烯-3,20-二酮的制备	328
六、 $9\beta,11\beta$ -环氧- 17α -羟基- 16α -甲基孕甾-1,4-二烯-3,20-二酮的制备	330
七、 9α -氟- $11\beta,17\alpha$ -二羟基- 16α -甲基孕甾-1,4-二烯-3,20-二酮的制备	332
八、 9α -氟- $11\beta,17\alpha$ -二羟基- 16α -甲基孕甾-1,4-二烯-3,20-二酮-21-醋酸酯的制备	332
九、 9α -氟- $11\beta,17\alpha$ -二羟基- 16α -甲基孕甾-1,4-二烯-3,20-二酮的制备	334
第四节 原辅材料的制备和污染治理	335
一、原辅材料的制备	335
二、污染物治理	337

第十二章 盐酸地尔硫革的生产工艺原理 / 339

第一节 概述	339
一、简介	339
二、质量标准	340
三、临床药理	341
第二节 合成路线及其选择	341
一、不对称合成法	341
二、拆分法	344
第三节 盐酸地尔硫革生产工艺原理及其过程	350
一、 <i>DL-trans</i> -3-(4-甲氧基苯基)-2,3-环氧丙酸甲酯的制备	351
二、 <i>DL-cis</i> -3-(4-甲氧基苯基)-3-(2-氨基苯硫基)-2-羟基丙酸甲酯的制备	353

三、 <i>D-cis</i> -3-(4-甲氧基苯基)-3-(2-氨基苯硫基)-2-羟基丙酸 甲酯(12-8)的制备	355
四、 <i>D-cis</i> -2-(4-甲氧基苯基)-3-羟基-2,3-二氢-1,5- 苯并硫氮杂萘-4(5 <i>H</i>)-酮的制备	357
五、盐酸地尔硫萘的制备	359
第四节 盐酸地尔硫萘副产物回收工艺原理及其过程	361
一、回收路线分析	361
二、回收路线选择	363
三、盐酸地尔硫萘副产物回收工艺原理及其过程	364
第五节 综合利用与“三废”治理	367
一、公用系统的综合利用	367
二、反应过程的综合利用	367
三、“三废”治理	368

第十三章 左氧氟沙星的生产工艺原理 / 370

第一节 概述	370
第二节 合成路线及其选择	374
一、外消旋氧氟沙星或其前体酯拆分法	374
二、经环合酯途径合成左氧氟沙星	374
第三节 生产工艺原理及其过程	382
第四节 原辅材料的制备、绿色改进和“三废”治理	389
一、原辅材料的制备	389
二、绿色改进	391
三、“三废”治理	392

第十四章 多西他赛的生产工艺原理 / 394

第一节 概述	394
第二节 合成路线及其选择	395
一、多西他赛半合成方法的基本设计思路	396
二、文献报道的合成路线简介	396

第三节 多西他赛的生产工艺	399
一、7,10-二(2,2,2-三氯乙氧羰基)-10-去乙酰基巴卡亭Ⅲ的制备	400
二、2-(三乙基硅基)-7,10-二(2,2,2-三氯乙氧羰基)多西他赛的制备	401
三、多西他赛无水化合物的制备	402
第四节 多西他赛三水化合物的制备	403
一、合成工艺原理	403
二、工艺过程	404
三、结晶条件及影响因素	404

第十五章 甲氧苄啶的生产工艺原理 / 407

第一节 概述	407
第二节 合成路线及其选择	410
一、3,4,5-三甲氧基苄氯为原料的合成路线	411
二、3,4,5-三甲氧基苯甲醛的合成路线	413
三、甲氧苄啶的合成路线	420
第三节 3,4,5-三甲氧基苯甲醛的生产工艺原理及其过程	425
一、二溴醛的制备	425
二、丁香醛酚钠盐的制备	427
三、3,4,5-三甲氧基苯甲醛的制备	430
第四节 甲氧苄啶的生产工艺原理及其过程	432
一、3-二甲胺基丙腈的制备	432
二、丙烯腈苯胺缩合物的制备	434
三、甲氧苄啶的制备	436
第五节 辅料、乳酸甲氧苄啶的制备与清洁生产	438
一、对甲酚的制备方法	438
二、硝酸胍的制备方法	438
三、乳酸甲氧苄啶的制备方法	439
四、溶剂与苯胺的回收	439
五、溴化氢的回收利用	440
六、溴化钠的回收	440

中文名词索引 / 442

参考文献 / 447