



全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

供化学制药技术专业用

制药过程原理及设备

主编 印建和



人民卫生出版社



教育部推荐教材 全国高等医药院校药学专业教材 第三版

第三版 主编 王学军

制药过程原理及设备

王学军 主编

中国医药出版社

全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材
供化学制药技术专业用

制药过程原理及设备

主 编 印建和

副主编 宋连珍

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁春燕 (河北化工医药职业技术学院)

印建和 (江苏省扬州工业职业技术学院)

刘 兵 (江苏省徐州工业职业技术学院)

宋连珍 (沈阳药科大学高等职业技术学院)

邵晓曦 (广东食品药品职业学院)

罗 罹 (金华职业技术学院)

夏德洋 (江苏省扬州工业职业技术学院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

制药过程原理及设备 / 印建和主编. —北京: 人民卫生出版社, 2009. 1

ISBN 978-7-117-10735-8

I. 制… II. 印… III. ①制药工业—化工过程—高等学校: 技术学校—教材 ②制药工业—化工设备—高等学校: 技术学校—教材 IV. TQ460.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 161856 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

制药过程原理及设备

主 编: 印建和

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

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.75

字 数: 375 千字

版 次: 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-10735-8/R·10736

定 价: 29.00 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)

全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

出版说明

在国家大力发展职业教育和高等职业教育办学指导思想不断成熟、培养目标逐步明确的新形势下,为了进一步贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)精神,将教材建设工作,与强化学生职业技能培养,和以就业为导向的课程建设与改革的工作密切结合起来,使教材建设紧紧跟上课程建设与改革的步伐,适应当前高等职业教育教学改革与发展的需要。因此,在规划组织编写教材之前,在教育部和卫生部的领导下,在教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会专家的大力支持下,首先由卫生部教材办公室组织、全国高职高专药品类专业教材建设指导委员会指导、部分院校牵头、全国80余所高职高专院校和20余家医药企业的560余位教师及工程技术与管理人员共同参与,历时近2年对高职高专药品类的药品经营与管理、药物制剂技术、化学制药技术、生物制药技术、中药制药技术专业和药学专业的课程体系和课程标准展开了调查分析研究。深入分析研究各专业职业岗位(群)的任职要求和有关职业资格标准,明确各专业职业岗位的知识、技能及素质培养目标,初步构建符合我国职业教育实际、适合专业培养目标要求的课程体系;以适应当前高职高专教学改革实际、突出职业技能培养为核心,分析研究各门课程的课程标准。在此基础上先后起草编制了教学计划和教学大纲草稿。其间多次召开专门会议,就教学计划和教学大纲草稿反复讨论修改,并广泛听取有关学校的意见,几易其稿,使其不断完善。最后,卫生部教材办公室邀请教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会和全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会的部分专家及教学计划牵头起草负责人参加6个专业教学计划和教学大纲的统稿审定稿会议,对教学计划和教学大纲的内容进行了最后审定,对体例、风格等做了全面统一。

在上述扎实工作的基础上,卫生部教材办公室规划了高职高专教育药品类6个专业69种卫生部“十一五”规划教材,并在全国范围内进行了教材主编、编者的遴选,全国80余所高职高专院校(含中医药高职高专院校)和20余家医药企业的930余位教师及工程技术与管理人员积极申报了主编、副主编或编者,通过公开、公平、公证的遴选,近600名申报者被卫生部教材办公室聘任为主编、副主编或编者。然后依据教学计划和教学大纲组织编写了具有鲜明的高职高专教育特色的教材,并将由人民卫生出版社陆续出版发行,供以上6个专业教学使用。下面教材目录中除最后14种仅供中药制药技术专业教学使用的教材将于2009年6月出版外,其余55种教材均将于2008年12月底出版。

本套教材具有以下特点:

1. 科学、规范,具有鲜明的高职高专教育特色,体现课程建设与改革成果

由于本套教材的规划和编写,是建立在科学、深入研究上述6个专业的课程体系和

课程标准之后编制的教学计划和教学大纲基础上,因此编写教材内容科学、规范,而具有鲜明的高职高专教育特色。

2. 简化基础理论,侧重知识的应用,突出培养职业能力

教材基础理论知识坚持“实用为主,必需、够用为度”的原则,不追求学科自身内容的系统、完整,简化理论知识的阐释或推导,注重理论联系实际,充实应用实例的内容,“以例释理”,将基础理论融入大量的实例解析或案例分析中,以培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力。

3. 教材内容整体优化

专业基础课教材围绕后续课程教材设计编写内容;专业课教材突出实践性,根据岗位需要或工作过程设计内容,与生产实践、职业资格标准(技能鉴定)对接。听取“下家”(包括后续课程和职业岗位一线经验丰富的专家)对教材编写的意见。使教材的内容得到整体优化,围绕后续课程、职业资格标准和职业岗位的需要编写教材。

4. 教材编写形式模块化

(1)理论课程教材:除教材主体内容外,本套教材在各部分内容中设立了“学习目标”、“知识链接”、“课堂互动”、“实例解析(案例分析)”、“知识拓展”、“学习小结”、“目标检测”等模块。以提高学生学习的目的性和主动性,增强教材的知识性和趣味性,强化知识的应用和技能培养,提高分析问题、解决问题的能力。

“学习目标”主要让学生首先了解所要学习的知识、接受训练的技能,与本课程后续内容、与后续课程或职业岗位的联系,并了解在知识、能力方面的要求,增强学生学习的目的性和主动性。

“知识链接”主要是对教材内容的必要补充,介绍学生应当掌握的常识性知识或有利于帮助理解和掌握课堂内容的知识,以便于更好的学习理解、掌握教材内容,而不是随意扩充教材的内容。

“课堂互动”是针对课堂涉及的知识,联系生活实际、岗位实际和社会实际,以老师提问学生回答或学生间相互讨论等多种形式给出题目,在师生或学生之间进行互动,以提高学生理论联系实际和增强学生应用知识分析问题、解决问题的能力,同时激发学生的学习兴趣,提高学生学习的自觉性和目的性。

“实例解析(案例分析)”主要结合基本理论知识,列举实例或案例,既有利于培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力,又增强教材内容的可读性,收到以例释理的效果。

“知识拓展”适当增补有关进展类知识,让学生了解与职业有关的本学科理论、技术的发展前沿。

“学习小结”分“学习内容”、“学习方法体会”两部分。以图表形式简明归纳各章主要内容;以文字叙述形式简要介绍学习本章内容的方法体会,让学生应用比较恰当的方法学好有关知识、熟练掌握有关技能。

“目标检测”主要包括选择题、简答题、实例分析3种题型,其中适当增加了知识的应用和职业技能操作、训练方面测试的内容。让学生通过练习题形式对学习目标进行检测。

(2)实验实训课程教材:分实训目的、实训内容、实训步骤、实训提示、实训思考、实

训体会、实训报告、实训测试等模块编写。

5. 多媒体教材配套

部分教材因理论性或操作性强,在有条件情况下,组织编写了多媒体配套教材,以便于教学及学生学习掌握有关知识和相关技能。

本套教材的编写,教育部、卫生部有关领导以及教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会领导和专家给予了大力支持与指导,得到了全国数十所院校和部分企业领导、专家和教师的积极支持和参与。在此,对有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本套规划教材对高职高专药品类专业高素质技能型专门人才的培养和教育教学改革能够产生积极的推动作用,能够在各校的教学使用中以及在探索课程体系、课程标准和教材的建设与改革的进程中,获得宝贵的意见,以便不断修订完善,更好地满足教学的需要。

卫生部教材办公室
全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会
人民卫生出版社
2008年11月

附:全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材 教材目录

序号	教材名称	主 编	适用专业
1	医药数理统计	薛洲恩	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
2	基础化学*	陆家政 傅春华	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
3	无机化学 [☆]	牛秀明 吴 瑛	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
4	分析化学 ^{☆☆*}	谢庆娟 杨其锋	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
5	分析化学实践指导	谢庆娟 杨其锋	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术

序号	教材名称	主 编	适用专业
6	有机化学 [☆]	刘 斌 陈任宏	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
7	生物化学	王易振 李清秀	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
8	药事管理与法规 [☆]	杨世民 丁 勇	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
9	公共关系基础	秦东华	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
10	实用写作	刘 静	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
11	文献检索	胡家荣	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
12	人体解剖生理学	郭少三 武天安	药学、药品经营与管理
13	微生物学与免疫学	甘晓玲 黄建林	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
14	微生物学与免疫学实践指导	甘晓玲 黄建林	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
15	天然药物学 ^{***}	艾继周	药学
16	天然药物学实训	艾继周 沈 力	药学
17	药理学 [☆]	王迎新 弥 曼	药学、药品经营与管理
18	药剂学 [☆]	张琦岩 孙耀华	药学、药品经营与管理
19	药剂学实验实训	张琦岩 孙耀华	药学、药品经营与管理
20	药物分析	孙 莹 吕 洁	药学、药品经营与管理
21	药物分析实验实训	孙 莹 吕 洁	药学、药品经营与管理
22	药物化学 ^{***}	葛淑兰 张玉祥	药学、药品经营与管理

序号	教材名称	主 编	适用专业
23	天然药物化学 [☆]	吴剑峰 王 宁	药学、药物制剂技术
24	医院药学概要	张明淑	药学专业医院药学方向
25	中医药学概论	许兆亮	药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术专业及药学专业医院药学方向
26	药品营销心理学	丛 媛	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
27	会计学基础与财务管理	邱秀荣	药品经营与管理
28	临床医学概要	唐省三 郭 毅	药品经营与管理、药学专业
29	药品市场营销学	董国俊	药品经营与管理、药学、药物制剂技术、化学制药技术、生物制药技术、中药制药技术
30	临床药物治疗学	曹 红	药品经营与管理专业及药学专业医院药学方向
31	临床药物治疗学实训	曹 红	药品经营与管理专业及药学专业医院药学方向
32	药品经营企业管理学基础	王树春	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
33	药品经营质量管理	杨万波	药品经营与管理
34	药品储存与养护	徐世义	药品经营与管理、中药制药技术专业及药学专业药品经营与管理方向
35	药品经营管理法律教程	李朝霞	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
36	实用物理化学 ^{***}	沈雪松	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术
37	医学基础	邓步华	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
38	药品生产质量管理	罗文华	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
39	安全生产知识	张之东	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术专业及药学专业药物制剂方向

序号	教材名称	主 编		适用专业
40	实用药理学基础**	丁 丰		药物制剂技术、生物制药技术
41	药物制剂技术***	张健泓		药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术
42	药物检测技术	王金香		药物制剂技术、化学制药技术专业及药学专业药物检验方向
43	药物制剂设备	邓才彬	王 泽	药物制剂技术专业及药学专业药物制剂方向
44	药物制剂辅料与包装材料	王晓林		药物制剂技术、中药制药技术专业及药学专业药物制剂方向
45	化工制图	孙安荣	刘德玲	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
46	化工制图绘图与识图训练	孙安荣	刘德玲	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
47	药物合成技术***	唐跃平		化学制药技术
48	制药过程原理及设备	印建和		化学制药技术
49	药物分离与纯化技术	张雪荣		化学制药技术
50	生物制药工艺学	陈电容	朱照静	生物制药技术
51	生物制药工艺学实验实训	周双林		生物制药技术
52	生物药物检测技术	俞松林		生物制药技术
53	生物制药设备***	罗合春		生物制药技术
54	生物药品***	须 建		生物制药技术
55	生物工程概论	程 龙		生物制药技术
56	中医基本理论	唐永忠		中药制药技术
57	实用中药	严 振	谢光远	中药制药技术
58	方剂与中成药	吴俊荣		中药制药技术
59	中药鉴定技术	杨嘉玲	李炳生	中药制药技术
60	中药药理学	宋光熠		中药制药技术
61	中药化学实用技术	杨 红	冯维希	中药制药技术

序号	教材名称	主 编	适用专业
62	中药炮制技术	张中社	中药制药技术
63	中药制药设备	刘精婵	中药制药技术
64	中药制剂技术	汪小根 刘德军	中药制药技术
65	中药制剂检测技术	梁延寿	中药制药技术
66	中药鉴定技能训练	刘 颖	中药制药技术
67	中药前处理技能综合训练	庄义修	中药制药技术
68	中药制剂生产技能综合训练	李 洪 易生富	中药制药技术
69	中药制剂检测技能训练	张钦德	中药制药技术

共 57 门主干教材, 12 门实验实训教材。☆ 为普通高等教育“十一五”国家级规划教材; * 部分专业或院校将无机化学与分析化学两门课程整合而成基础化学, 因此上述《基础化学》、《无机化学》、《分析化学》三种教材可由学校决定使用《基础化学》, 或《无机化学》、《分析化学》; ** 《实用药物学基础》由药物化学、药理学、药物治疗学三门课程整合而成编写的教材; *** 本教材有配套光盘。

全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会

成 员 名 单

主任委员

严 振 广东食品药品职业学院

副主任委员

周晓明 山西生物应用职业技术学院

刘俊义 北京大学药学院

邬瑞斌 中国药科大学高等职业技术学院

委 员

李淑惠 长春医学高等专科学校

彭代银 安徽中医学院

弥 曼 西安医学院

王自勇 浙江医药高等专科学校

徐世义 沈阳药科大学高等职业技术学院

简 晖 江西中医学院

张俊松 深圳职业技术学院

姚 军 浙江省食品药品监督管理局

刘 斌 天津医学高等专科学校

艾继周 重庆医药高等专科学校

王 宁 山东医学高等专科学校

何国熙 广州医药集团有限公司

李春波 浙江医药股份有限公司

付源龙 太原晋阳制药厂

罗兴洪 先声药业集团

于文国 河北化工医药职业技术学院

毛云飞 扬州工业职业技术学院

延君丽 成都大学医护学院

前 言

本教材是在全国高等学校高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会的指导下,在卫生部教材办公室的组织下,根据卫生部“十一五”规划教材编写会议的要求,以高职高专化学制药技术专业学生的培养目标为依据,组织高职高专院校具有丰富教学和实践经验的教师编写,本书具有较强的实用性。

在教材编写中贯彻职业教育的理念,以理论知识“必需、够用、实用”为原则,淡化理论推导,简化理论知识的阐释,以例释理,加强理论联系实际,突出知识的应用,体现工学结合、产学结合的思想,培养技能型专门人才作为目标定位,以适应当前高职高专教育改革和发展要求、满足教学的需要。

本教材介绍化学制药中常用单元操作的基本原理、基本计算、典型设备的主要结构及基本操作方法。全书共七章,内容包括流体流动、流体输送设备、非均相物系的分离、传热、蒸发、蒸馏、吸收。教材内容叙述简明扼要、通俗易懂、图文并茂、安排合理,力求体现高职高专教育特点和培养目标,满足岗位需要、教学需要和社会需要。既考虑到学生的接受能力,把握好内容的深浅度,避免理论知识偏多、偏深、偏难;又处理好与相关课程教材内容的衔接,避免不必要的交叉重复。

本书由印建和主编,并编写绪论、第七章;第一章由刘兵编写;第二章、第三章由丁春燕编写;第四章由宋连珍编写;第五章由罗雁编写;第六章由夏德洋编写;附录由邵晓曦编写。全书由印建和统稿。本书在编写过程中得到各编者所在单位的大力支持,参阅了有关文献资料,在此对各编者所在单位的领导及有关文献的作者表示诚挚感谢。

在编写和修改过程中编者已作了很大努力,但由于水平和时间有限,错误及不妥之处在所难免,恳请广大读者提出批评指正。

印建和

2008年8月

目 录

绪论	1
一、本课程的性质、任务和学习方法	1
二、本课程的几个基本概念	1
第一章 流体流动	4
第一节 流体静力学	5
一、流体的密度	5
二、流体的压强	5
三、流体静力学基本方程式	6
四、流体静力学基本方程式的应用	6
第二节 流体动力学	9
一、流量与流速	9
二、稳定流动与不稳定流动	10
三、连续性方程	11
四、柏努利方程	12
五、柏努利方程的应用	15
第三节 流体在管内流动时的阻力	19
一、流体的黏度	19
二、流体的流动形态及雷诺准数	20
三、直管阻力	21
四、局部阻力	26
五、管路系统的总阻力	29
六、流体输送管路	30
第四节 流速和流量的测定	37
一、测速管	37
二、孔板流量计	37
三、文丘里流量计	39
四、转子流量计	39
第二章 流体输送设备	45
第一节 液体输送设备	45
一、离心泵	46

二、其他类型泵	59
第二节 气体输送设备	63
一、离心式通风机、鼓风机与压缩机	64
二、往复式压缩机与真空泵	65
第三章 非均相物系的分离	73
第一节 沉降	74
一、重力沉降	74
二、离心沉降	77
三、沉降设备	77
第二节 过滤	81
一、过滤基本概念	81
二、过滤设备	84
第三节 离心分离	88
一、离心分离的概念	88
二、离心机	89
第四章 传热	94
第一节 概述	94
一、工业生产中的换热方法	95
二、稳定传热和不稳定传热	96
第二节 传热的基本方式	96
一、热传导	96
二、对流传热	102
三、辐射传热	106
第三节 间壁两侧流体间的总传热过程	107
一、总传热方程式	107
二、总传热过程的分析	107
第四节 传热设备	120
一、间壁式换热器	120
二、其他类型的换热器	127
三、换热器的操作	131
第五章 蒸发	138
第一节 概述	138
一、蒸发的特点	139
二、蒸发的分类	139
第二节 蒸发过程	140
一、单效蒸发	140

二、多效蒸发	146
第三节 蒸发设备	149
一、蒸发器	149
二、蒸发器的操作	156
第六章 蒸馏	161
第一节 双组分溶液的气液相平衡	162
一、相组成的表示	162
二、双组分理想溶液的气液相平衡	163
三、双组分非理想溶液的气液相平衡	165
第二节 蒸馏方式	166
一、简单蒸馏	166
二、精馏	167
第三节 连续精馏塔的分析	169
一、精馏塔的物料衡算	169
二、进料热状况的分析	173
三、塔板数的确定	175
四、适宜回流比的确定	179
五、精馏塔的热量衡算	181
第四节 板式塔	183
一、板式塔的结构	183
二、板式塔的流体力学特性	185
三、板式精馏塔的操作	186
第七章 吸收	192
第一节 吸收的气液相平衡	193
一、气体在液体中的溶解度	193
二、相组成的表示	194
三、气液相平衡	195
第二节 传质机制与吸收速率	196
一、传质机制	196
二、吸收速率方程式	196
第三节 吸收塔的分析	198
一、吸收塔的物料衡算与操作线方程	198
二、吸收剂的用量及选择	200
三、塔径的确定	202
四、填料层高度的确定	202
第四节 填料塔	204
一、填料塔的结构	204

二、填料塔的流体力学特性	210
三、填料吸收塔的操作	211
附录	217
一、单位换算表	217
二、某些气体的重要物理性质	218
三、某些液体的重要物理性质	218
四、某些固体材料的重要物理性质	220
五、空气的重要物理性质	221
六、水的重要物理性质	222
七、饱和水蒸气表(以温度为准)	223
八、饱和水蒸气表(以 kPa 为单位的压强为准)	224
九、气体黏度共线图	226
十、液体黏度共线图	227
十一、气体比热容共线图	229
十二、液体比热容共线图	230
十三、液体气化潜热共线图	231
十四、某些气体和蒸气的导热系数	232
十五、某些液体的导热系数($\lambda/W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	233
十六、常见固体的导热系数	234
十七、101.33kPa 压强下溶液沸点升高与浓度关系图	234
十八、管子规格	235
十九、泵规格(摘录)	237
二十、管板式热交换器系列标准(摘录)	239
二十一、某些双组分混合物在 101.33kPa 压力下的气液平衡数据	240
二十二、几种常用填料的特性数据(摘录)	242
参考文献	243
目标检测参考答案	244
制药过程原理及设备教学大纲(供化学制药技术专业用)	248