

# 中药提取分离技术 原理与应用

冯年平 摇郁威 摇主编

中国医药科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中草药提取分离技术原理与应用 马年平, 郁威主编 北京: 中国医药科技出版社, 2009.12

ISBN 7-5067-4000-0

I. ①中... Ⅱ. ①马... ②郁... Ⅲ. ①中... ②中... Ⅳ. ①R... ②R...

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 243000 号

美术编辑 陈君杞

责任校对 张学军

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 10 号

邮编 100082

电话 010-63969572

网址 <http://www.cnmp.com.cn>

规格 160mm×230mm 1/16 印

印张 4

字数 100 千字

印数 1-1000

版次 2009 年 12 月第 1 版

印次 2009 年 12 月第 1 次印刷

印刷 三河富华印刷包装有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 7-5067-4000-0

定价 16.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

## 内 容 提 要

本书根据中药制药工业的实际需要，重点介绍了中药提取分离新技术——中药提取的传质过程、超临界流体萃取技术、高速逆流色谱技术、高效液相制备色谱技术、过滤技术及部分辅助技术的基本原理、应用特点、应用实例、仪器设备及中药制药企业的环境保护等。全书具有较强的理论性、系统性、实用性，可供医药界科研人员、高等医药院校师生参阅。

主 审 范广平 (上海中医药大学)  
主 编 冯年平 (上海中医药大学)  
参 编 郁 威 (华东理工大学)  
副 编 刘陶世 (南京中医药大学)  
参 编 沈敬山 (中国科学院上海药物研究所)  
编 著 吕阳成 (清华大学)  
参 编 狄 斌 (中国药科大学)  
参 编 储茂泉 (上海交通大学)  
参 编 修彦凤 (上海中医药大学)  
参 编 范广平 (上海中医药大学)  
参 编 冯年平 (上海中医药大学)  
参 编 郁 威 (华东理工大学)  
参 编 刘陶世 (南京中医药大学)  
参 编 刘 本 (浙江大学宁波理工学院)  
参 编 金万勤 (南京工业大学)  
参 编 苏明武 (湖北中医学院)  
参 编 郑国华 (湖北中医学院)  
参 编 王桂红 (武汉铁路中心医院)  
参 编 葛文准 (上海市环境科学研究院)  
参 编 沈敬山 (中国科学院上海药物研究所)  
协 编 曾小凉 (上海中医药大学)  
参 编 姜水印 (上海中医药大学)

# 序

中医中药是一个伟大的宝库，是中华民族优秀文化灿烂的结晶，数千年来为中华民族的繁衍与昌盛做出了不可磨灭的贡献。随着科技的进步，在化学药品毒副作用被人们逐步认识，尤其是面对众多的疑难杂症而感到西药难以奏效的今天，人们越来越多地寄希望于天然药物。

中医中药经历了数千年的长期临床实践已逐步形成了一整套自成体系的独特理论。由于其理论的独特性，因而传统的中医药与相关的现代学科联系甚少。中药生产、中药制剂及中药的给药方式，基本上仍沿袭传统方法。它制约了中药资源的充分利用、中药药效的充分发挥，制约了中药参与医药市场的竞争，同时也制约了中药学科的进一步发展。因此，中药必须现代化。中药现代化的目的是为了更充分利用中药材资源，更好地发挥中药药效，更大限度提高中药的安全性，更方便于人们应用，为人们提供安全、有效、可控、量小的现代中药，增强中药在国内外医药市场的竞争能力，促进中药学学科的加速发展。

中药现代化没有一个固定的标准与模式，在不同的发展时期有着不同的要求与目标，是一个长期的渐进过程，同时也是一个系统工程。其涉及面广，包括种植的生态环境、田间管理、采集贮藏（即采收），包括加工炮制、提取、分离、制剂、包装（即配药），包括安全性评价与质量评价

(贮藏) 以及流通销售 (销售) 等全过程。而中药的提取分离又是中药研究、开发以及生产中极其关键的一个环节，也是中药现代化工程技术的主要部分。高质量的现代中药，必须要有现代化科学的提取分离技术的支撑。《中药提取分离技术原理与应用》一书针对中药制药过程，不仅阐述了中药提取分离新技术的原理，而且还结合实例，详细介绍了每种技术的应用。因此，不仅具有较好的理论性，而且具有较强的实用性，是一本不可多得的好书。

该书编者均为近年来活跃在中医药教学科研第一线的年轻学者，既具有传统医药学的基础理论，又掌握现代科学知识与技术，是我国实现中药现代化进程中一支生力军。《中药提取分离技术原理与应用》的出版是中医药界的一件喜事，该书无疑是中药教学、科研与生产的一本很有价值的参考书，同时也必将对我国中药现代化起十分积极的推动作用。

中国医药工业科研开发促进会副会长  
中国药学会药剂学专业委员会主任委员 郑梁元  
国家中药现代化工程技术研究中心主任

二〇〇〇年 元月

## 前摇摇头言

与化学药物制剂相比，中药制剂还十分落后。两者的制备过程最大的不同在于：中药制剂成型前必须经过对药材进行提取分离等前处理过程，这个过程不仅耗时长、复杂、影响因素多，而且决定着中药制剂的质量和临床疗效。因此，中药提取分离过程是中药制剂现代化的关键，也是整个中药现代化的关键问题之一。

与中药化学的提取分离不同，中药制剂中的提取分离不以得到单体化合物为主要目标，而且所用的工艺和技术必须要考虑是否适合工业化大生产或是否具有大生产的潜力，必须要考虑提取分离的经济成本、与现有其他制药设备的配套性、生产安全性和产品的安全有效性等，因而可供选择的提取分离方法有限。本书在选材上主要针对中药制剂过程的提取分离技术。

近年来，中药的提取分离技术有了非常大的进步，各种新的技术不断应用到这一领域，且有不少专项技术的著作出版。因此本书的编写以提取分离新技术为主，但以一定的篇幅介绍传统技术，力求结合工作实际，用尽可能短的篇幅将各种技术的基本原理、设备和应用情况介绍清楚，作到既简洁、实用，又有一定的创新。

理论与技术常相伴存在，理论的创新往往导致一系列新技术的产生；同样，在技术的不断创新和应用过程中，

也会产生新的理论，如中药物质基础多成分、药理作用机制多靶点理论对中药提取分离技术的选择影响很大；中药有效成分与有效部位理论同样影响着提取分离技术在中药行业的选择和应用。本书考虑到了对中药提取过程理论方面的新进展介绍。

本书主要介绍了絮凝澄清技术、大孔树脂吸附分离技术、膜分离技术、超临界流体萃取技术、高速逆流色谱技术、高效液相制备色谱技术、过滤技术、辅助提取技术等中药提取新技术的基本原理、应用特点、仪器设备和研究实例，对中药提取的传质过程和动力学过程亦有专章论述，最后，针对中药提取分离过程中的主要污染问题介绍了中药制药企业的环境保护。

写作的过程也是学习的过程，本书的作者大多为活跃在中药学和其他相关领域的大学教学科研一线的年轻学者，大家都倾注了热情。南京中医药大学天然药物与植物药深加工中心刘陶世博士为本书的写作付出了大量的努力，中国科学院上海药物所沈敬山博士提了很多中肯而有价值的建议，清华大学化学工程国家重点实验室吕阳成博士从自己所从事的传质过程的视角对中药提取进行了阐述，上海交通大学储茂泉博士在紧张的博士后研究中将自己在中药提取理论探索中的一些创新点整理出来，浙江大学宁波理工学院刘本教授曾两次赴英国从事超临界流体萃取方面的访问研究，在本书写作中仍然一丝不苟，金万勤博士在新加坡做博士后研究期间发来了稿件，作为洪堡学者在德国工作期间还一直关注着本书的进展，上海中医药

大学范广平教授对全书进行了认真审阅，宋纯清教授和华东理工大学刘国杰教授审阅了部分章节并提出了宝贵意见，中国医药科技出版社及宋红丽女士对本书的出版给予了支持，在此一并表示最诚挚的谢意！最后还要特别感谢国家中药现代化工程技术研究中心主任、中国医药工业科  
研开发促进会副会长、中国药学会药剂学专业委员会主任委员郑梁元教授为本书作序。

如果本书能为读者提供一些参考和借鉴，我们将感到十分欣慰。

由于编者水平所限，不足之处恳请批评指正！

编 者

二〇〇九年 元月

# 目摇摇录

第一章摇中药提取的传质过程 .....	( 员)
摇一、中药提取原理与溶剂选择 .....	( 圆)
摇二、溶剂提取过程的质量传递 .....	( 源)
摇摇(一) 溶剂对药材的浸润和溶胀 .....	( 源)
摇摇(二) 药材中溶质的溶解过程 .....	( 远)
摇摇(三) 药材内层溶质的扩散行为 .....	( 苑)
摇摇(四) 固体表层的溶质传递行为 .....	( 怨)
摇三、影响溶剂提取过程传质的因素 .....	( 员)
摇四、中药提取传质过程的强化 .....	( 圆)
第二章摇中药提取过程的动力学 .....	( 员)
摇一、中药提取过程的数学模型研究概况 .....	( 员)
摇二、动力学模型的建立 .....	( 苑)
摇摇(一) 以云 <del>云</del> 第二定律为基础的模型 .....	( 员)
摇摇(二) 以云 <del>云</del> 第一定律为基础的模型 .....	( 圆)
摇三、动力学方程的检验 .....	( 圆)
第三章摇水提醇沉法和醇提水沉法 .....	( 猿)
摇一、概述 .....	( 猿)
摇二、基本原理 .....	( 猿)
摇摇(一) 水提醇沉法 .....	( 猿)
摇摇(二) 醇提水沉法 .....	( 猿)
摇三、工艺要点 .....	( 猿)

摇摇 (一) 水提醇沉法工艺流程 .....	(猿)
摇摇 (二) 水提醇沉法工艺要点 .....	(漚)
摇摇四、生产设备 .....	(漚)
摇摇五、应用实例 .....	(漚)
第四章摇摇柱色谱技术 .....	(缘)
摇摇一、概述 .....	(缘)
摇摇二、吸附柱色谱法 .....	(缘)
摇摇 (一) 基本原理 .....	(缘)
摇摇 (二) 吸附等温线 .....	(缘)
摇摇 (三) 吸附剂 .....	(缘)
摇摇 (四) 流动相及其选择 .....	(缘)
摇摇 (五) 操作步骤 .....	(远)
摇摇 (六) 应用实例 .....	(远)
摇摇三、分配柱色谱法 .....	(远)
摇摇 (一) 基本原理 .....	(远)
摇摇 (二) 载体 (支持剂) .....	(远)
摇摇 (三) 溶剂系统的选择 .....	(远)
摇摇 (四) 操作注意事项 .....	(远)
摇摇 (五) 应用实例 .....	(远)
摇摇四、离子交换柱色谱法 .....	(远)
摇摇 (一) 离子交换树脂及其性能 .....	(远)
摇摇 (二) 基本原理 .....	(苑)
摇摇 (三) 影响离子交换色谱分离的因素 .....	(苑)
摇摇 (四) 操作步骤 .....	(苑)
摇摇 (五) 树脂的预处理与再生 .....	(苑)
摇摇 (六) 应用实例 .....	(苑)
摇摇五、凝胶渗透柱色谱法 .....	(苑)

摇摇 (一) 基本原理 .....	( 苑苑)
摇摇 (二) 凝胶类型 .....	( 愿园)
摇摇 (三) 操作步骤 .....	( 愿缘)
摇摇 (四) 应用 .....	( 愿苑)
第五章 摇摇超临界流体萃取技术 .....	( 怨园)
摇摇一、概述 .....	( 怨园)
摇摇二、 $\text{CO}_2$ 的相图和超临界流体的特性 .....	( 怨员)
摇摇三、基本原理 .....	( 怨远)
摇摇 (一) 热力学原理 .....	( 怨远)
摇摇 (二) 动力学 .....	( 怨愿)
摇摇四、设备及操作 .....	( 员园园)
摇摇 (一) 分析用 摇摇设备 .....	( 员园员)
摇摇 (二) 分析用操作方法 .....	( 员园圆)
摇摇 (三) 中、小提取规模设备 .....	( 员园圆)
摇摇五、影响因素 .....	( 员园猿)
摇摇六、应用实例 .....	( 员园缘)
第六章 摇摇大孔吸附树脂分离技术 .....	( 员园怨)
摇摇一、概述 .....	( 员园怨)
摇摇二、大孔吸附树脂的结构特点、分类和合成 .....	( 员园园)
摇摇 (一) 结构特点 .....	( 员园园)
摇摇 (二) 分类 .....	( 员园园)
摇摇 (三) 合成 .....	( 员园圆)
摇摇三、大孔吸附树脂的理化性能及其测定 .....	( 员园猿)
摇摇 (一) 外观、粒径和粒度分布 .....	( 员园猿)
摇摇 (二) 含水量 .....	( 员园源)
摇摇 (三) 表观密度和骨架密度、堆积密度和湿真密度 ...	( 员园缘)

#### 4 目摇摇录

摇摇 (四) 比表面积、孔度和孔容、孔径和孔径分布 .....	(摇摇)
摇摇 (五) 比吸附量 .....	(摇摇)
摇摇 (六) 溶胀 .....	(摇摇)
摇摇 (七) 机械强度 .....	(摇摇)
摇摇 (八) 毒性测定 .....	(摇摇)
摇摇 (九) 稳定性 .....	(摇摇)
摇摇四、大孔吸附树脂的吸附分离原理、吸附动力学和影响因素 .....	(摇摇)
摇摇 (一) 吸附概念和原理 .....	(摇摇)
摇摇 (二) 大孔吸附树脂吸附动力学 .....	(摇摇)
摇摇 (三) 影响吸附速度和选择性的因素 .....	(摇摇)
摇摇五、工艺流程和操作方法 .....	(摇摇)
摇摇 (一) 工艺流程 .....	(摇摇)
摇摇 (二) 操作方法 .....	(摇摇)
摇摇六、应用实例 .....	(摇摇)
摇摇 (一) 在中药有效成分和有效部位分离纯化中的应用 .....	(摇摇)
摇摇 (二) 在中药复方提取精制中的应用 .....	(摇摇)
摇摇 (三) 在中药成分分析中的应用 .....	(摇摇)
摇摇七、中药新药研究采用大孔吸附树脂分离技术的要求 ...	(摇摇)
摇摇 (一) 中药用大孔吸附树脂的技术要求 .....	(摇摇)
摇摇 (二) 大孔吸附树脂用于中药分离纯化工艺的技术要求 .....	(摇摇)
第七章 絮凝澄清技术 .....	(摇摇)
摇摇一、概述 .....	(摇摇)
摇摇 (一) 絮凝和凝聚的概念 .....	(摇摇)
摇摇 (二) 中药絮凝澄清技术的概念 .....	(摇摇)

摇二、絮凝澄清技术对中药水提液的澄清原理 .....	(员缘)
摇摇 (一) 中药水提液的理化性质和浑浊原因 .....	(员缘)
摇摇 (二) 絮凝技术澄清中药水提液的原理 .....	(员缘)
摇三、影响絮凝剂澄清中药水提液效果的因素 .....	(员缘)
摇摇 (一) 絮凝澄清剂的种类、组成和结构 .....	(员缘)
摇摇 (二) 絮凝剂的溶剂、溶解方法、浓度和用量 .....	(员缘)
摇摇 (三) 絮凝剂的添加方法和搅拌 .....	(员缘)
摇摇 (四) 中药水提液的浓度和责] .....	(员缘)
摇四、中药絮凝澄清技术的工艺流程和仪器设备 .....	(员缘)
摇摇 (一) 工艺流程 .....	(员缘)
摇摇 (二) 实验和生产用絮凝仪器和设备 .....	(员缘)
摇五、中药新药制备工艺采用絮凝澄清技术的注意事项 ...	(员缘)
摇摇 (一) 提供或制定中药制药用絮凝澄清剂的规格、质量标准与详细说明书 .....	(员缘)
摇摇 (二) 针对具体品种的中药水提液进行系统的絮凝澄清研究 .....	(员缘)
摇六、常用的中药絮凝澄清剂及其应用 .....	(员缘)
摇摇 (一) 甲壳质与壳聚糖 .....	(员缘)
摇摇 (二) 壳聚糖果胶澄清剂、磷酸酯淀粉及其他淀粉衍生物 .....	(员缘)
摇摇 (三) 明胶 原鞣质 .....	(员缘)
摇摇 (四) 在壳聚糖系列澄清剂 .....	(员缘)
第八章摇膜分离技术 .....	(员缘)
摇一、概述 .....	(员缘)
摇二、概念、原理和特点 .....	(员缘)
摇三、膜分离过程的分类、特点和应用领域 .....	(员缘)
摇四、分离膜的形态结构、性能、组成材料和制备 .....	(员缘)

## 6 目摇摇录

摇摇 (一) 分类 .....	( 页)
摇摇 (二) 形态结构 .....	( 页)
摇摇 (三) 性能要求 .....	( 页)
摇摇 (四) 组成材料 .....	( 页)
摇摇 (五) 制备 .....	( 页)
摇五、膜分离装置和膜分离组件 .....	( 页)
摇摇 (一) 膜分离装置 .....	( 页)
摇摇 (二) 膜分离组件 .....	( 页)
摇摇 (三) 泵的选择 .....	( 页)
摇六、中药膜分离工艺流程 .....	( 页)
摇摇 (一) 药液预处理工艺 .....	( 页)
摇摇 (二) 膜分离操作工艺 .....	( 页)
摇摇 (三) 后处理工艺 .....	( 页)
摇七、膜分离过程中的膜污染、膜劣化及其防治方法 .....	( 页)
摇摇 (一) 膜污染的机制及其影响因素 .....	( 页)
摇摇 (二) 膜劣化机制 .....	( 页)
摇摇 (三) 膜污染和膜劣化防治方法 .....	( 页)
摇八、中药领域常用的膜分离过程——微滤和超滤 .....	( 页)
摇摇 (一) 微滤 .....	( 页)
摇摇 (二) 超滤 .....	( 页)
摇九、膜分离技术在中药领域的应用 .....	( 页)
摇摇 (一) 用于中药液体制剂的澄清、除杂、除菌和除热原 .....	( 页)
摇摇 (二) 用于中药提取物的分离纯化 .....	( 页)
摇摇 (三) 在中药领域应用亟须解决的问题和展望 .....	( 页)
摇十、微滤和超滤在中药领域应用的常用术语 .....	( 页)
第九章摇高速逆流色谱技术 .....	( 页)

摇摇一、概述 .....	( 圆园园 )
摇摇二、逆流分溶 .....	( 圆园园 )
摇摇三、螺旋管逆流色谱技术原理 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (一) 流体静力平衡体系 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (二) 流体动力平衡体系 .....	( 圆园园 )
摇摇四、高速逆流色谱 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (一) 单向性流体动力平衡逆流色谱 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (二) 溶剂系统中两相在转动管柱里的流体动力学分布 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (三) 实验步骤 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (四) 仪器设备 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (五) 特点 .....	( 圆园园 )
摇摇五、应用实例 .....	( 圆园园 )
 第十章摇摇高效液相制备色谱技术 .....	 ( 圆园园 )
摇摇一、概述 .....	( 圆园园 )
摇摇二、高效液相制备色谱系统的建立 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (一) 一般步骤 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (二) 制备条件的选择 .....	( 圆园园 )
摇摇三、仪器设备 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (一) 泵系统 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (二) 检测器 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (三) 进样系统 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (四) 样品的收集 .....	( 圆园园 )
摇摇摇 (五) 循环系统 .....	( 圆园园 )
摇摇四、应用实例 .....	( 圆园园 )
 第十一章摇摇外场辅助提取技术 .....	 ( 猿园园 )

摇摇一、超声萃取 .....	(猿源)
摇摇(一) 基本原理 .....	(猿缘)
摇摇(二) 仪器设备 .....	(猿远)
摇摇(三) 应用实例 .....	(猿愿)
摇摇二、微波萃取 .....	(猿园)
摇摇(一) 微波的基本特性 .....	(猿园)
摇摇(二) 基本原理和特点 .....	(猿员)
摇摇(三) 微波设备 .....	(猿愿)
摇摇(四) 微波辐射的防护 .....	(猿园)
摇摇(五) 应用实例 .....	(猿员)
第十二章摇摇半仿生提取法 .....	(猿猿)
摇摇一、概述 .....	(猿猿)
摇摇二、基本特点 .....	(猿源)
摇摇(一) 强调中药多种成分的综合作用 .....	(猿源)
摇摇(二) 强调中医用药和中药口服吸收的特点 .....	(猿缘)
摇摇三、基本研究模式 .....	(猿远)
摇摇(一) 提取条件的优选 .....	(猿远)
摇摇(二) 提取药材组合方式的优选 .....	(猿远)
摇摇(三) 提取液醇沉浓度的优选 .....	(猿苑)
摇摇(四) 方药源种方法提取液的比较 .....	(猿苑)
摇摇(五) 综合评价并确定方剂药效物质提取时药材组合方式 与提取工艺 .....	(猿愿)
摇摇四、方剂药效物质用半仿生提取法研究的技术关键 .....	(猿愿)
摇摇(一) 提取条件的优选设计 .....	(猿愿)
摇摇(二) 提取效果的评价指标与方法 .....	(猿愿)
摇摇五、应用实例 .....	(猿怨)