



卫生部“十二五”规划教材 全国高等中医药院校教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

供中药学专业用

仪器分析

主编 尹 华 王新宏



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

卫生部“十二五”规划教材 全国高等中医药院校教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

供中药学专业用

仪器分析

主 编 尹 华 王新宏

副主编 苏明武 张振秋 王淑美

编 委 (以姓氏笔画为序)

王淑美 (广东药学院)	许佳明 (长春中医药大学)
王新宏 (上海中医药大学)	苏明武 (湖北中医药大学)
韦国兵 (江西中医学院)	吴 萍 (湖南中医药大学)
尹 华 (浙江中医药大学)	邹 莉 (浙江中医药大学)
冯 旭 (广西中医药大学)	张 祎 (天津中医药大学)
冯素香 (河南中医学院)	张振秋 (辽宁中医药大学)
朱培芳 (云南中医学院)	彭金咏 (大连医科大学)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

仪器分析/尹华,王新宏主编.—北京:人民卫生出版社,2012.6

ISBN 978-7-117-15770-4

I. ①仪… II. ①尹… ②王… III. ①仪器分析—高等学校—教材 IV. ①0657

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第073564号

门户网: www.pmph.com 出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com 护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有,侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

仪 器 分 析

主 编: 尹 华 王新宏

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 尚艺印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24

字 数: 562千字

版 次: 2012年6月第1版 2012年6月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15770-4/R·15771

定 价: 35.00元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

出版说明

在国家大力推进医药卫生体制改革,发展中医药事业和高等中医药教育教学改革的新形势下,为了更好地贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《医药卫生中长期人才发展规划(2011—2020年)》,培养传承中医药文明、创新中医药事业的复合型、创新型高等中医药专业人才,根据《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社在教育部、卫生部、国家中医药管理局的领导下,全面组织和规划了全国高等中医药院校卫生部“十二五”规划教材的编写和修订工作。

为做好本轮教材的出版工作,在教育部高等学校中医学教学指导委员会和原全国高等中医药教材建设顾问委员会的大力支持下,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社成立了第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会和各专业教材评审委员会,以指导和组织教材的编写和评审工作,确保教材编写质量;在充分调研的基础上,先后召开数十次会议对目前我国高等中医药教育专业设置、课程设置、教材建设等进行了全方位的研讨和论证,并广泛听取了一线教师对教材的使用及编写意见,汲取以往教材建设的成功经验,分析历版教材存在的问题,并引以为鉴,力求在新版教材中有所创新,有所突破,藉以促进中医药教育教学发展。

根据高等中医药教育教学改革和高等中医药人才培养目标,在上述工作的基础上,全国高等医药教材建设研究会和人民卫生出版社规划、确定了全国高等中医药院校中医学(含骨伤方向)、中药学、针灸推拿学、中西医临床医学、护理学、康复治疗学7个专业(方向)133种卫生部“十二五”规划教材。教材主编、副主编和编者的遴选按照公开、公平、公正的原则,在全国74所高等院校2600余位专家和学者申报的基础上,近2000位申报者经全国高等中医药教育教材建设指导委员会、各专业教材评审委员会审定和全国高等医药教材建设研究会批准,被聘任为主审、主编、副主编、编委。

全国高等中医药院校卫生部“十二五”规划教材旨在构建具有中国特色的教材建设模式、运行机制,打造具有中国特色的中医药高等教育人才培养体系和质量保障体系;传承、创新、弘扬中医药特色优势,推进中医药事业发展;汲取中医药教育发展成果,体现中医药新进展、新方法、新趋势,适应新时期中医药教育的需要;立足于成为我国高等中医药教育的“核心教材、骨干教材、本底教材”和具有国际影响力的中医药学教材。

全套教材具有以下特色:

1. 坚持中医药教育发展方向,体现中医药教育教学基本规律

注重教学研究和课程体系研究,以适应我国高等中医药学教育的快速发展,满足21世纪对高素质中医药专业人才的基本要求作为教材建设的指导思想;顶层设计和具体方案的实施严格遵循我国国情和高等教育的教学规律、人才成长规律和中医药知识的传承规律,突出中医药特色,正确处理好中西医之间的关系。

2. 强化精品意识,体现中医药学学科发展与教改成果

全程全员坚持质量控制体系,把打造精品教材作为崇高的历史使命和历史责任,以科学严谨的治学精神,严把各个环节质量关,力保教材的精品属性;对课程体系进行科学设计,整体优化,基础学科与专业学科紧密衔接,主干学科与其他学科合理配置,应用研究与开发研究相互渗透,体现新时期中医药教育改革成果,满足 21 世纪复合型人才培养的需要。

3. 坚持“三基五性三特定”的原则,使知识点、创新点、执业点有机结合

将复合型、创新型高等中医药人才必需的基本知识、基本理论、基本技能作为教材建设的主体框架,将体现高等中医药教育教学所需的思想性、科学性、先进性、启发性、适用性作为教材建设的灵魂,将满足实现人才培养的特定学制、特定专业方向、特定对象作为教材建设的根本出发点和归宿,使“三基五性三特定”有机融合,相互渗透,贯穿教材编写始终。以基本知识点作为主体内容,适度增加新进展、新技术、新方法,并与卫生部门和劳动部门的资格认证或职业技能鉴定标准紧密衔接,避免理论与实践脱节、教学与临床脱节。

4. 突出实用性,注重实践技能的培养

增设实训内容及相关栏目,注重基本技能和临床实践能力的培养,适当增加实践教学学时数,并编写配套的实践技能(实训)教材,增强学生综合运用所学知识的能力和动手能力,体现医学生早临床、多临床、反复临床的特点。

5. 创新教材编写形式和出版形式

(1) 为了解决调研过程中教材编写形式存在的问题,除保障教材主体内容外,本套教材另设有“学习目的”和“学习要点”、“知识链接”、“知识拓展”、“病案分析(案例分析)”、“学习小结”、“复习思考题(计算题)”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,强化知识的应用和实践技能的培养,提高学生分析问题、解决问题的能力。

(2) 本套教材注重数字多媒体技术,相关教材增加配套的课件光盘、病案(案例)讲授录像、手法演示等;陆续开放相关课程的网络资源等,以最为直观、形象的教学手段体现教材主体内容,提高学生学习效果。

本套教材的编写,教育部、卫生部、国家中医药管理局有关领导和教育部高等学校中医学教学指导委员会、中药学教学指导委员会相关专家给予了大力支持和指导,得到了全国近百所院校和部分医院、科研机构领导、专家和教师的积极支持和参与,谨此,向有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本套教材能够对全国高等中医药人才的培养和教育教学改革产生积极的推动作用,同时希望各高等院校在教学使用中以及在探索课程体系、课程标准和教材建设与改革的进程中,及时提出宝贵意见或建议,以便不断修订和完善,更好地满足中医药事业发展和中医药教育的需要。

全国高等医药教材建设研究会
第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会
人民卫生出版社

2012年5月

第二届全国高等中医药教育教材建设指导委员会名单

顾 问 王永炎 陈可冀 程莘农 石学敏 沈自尹 陈凯先
石鹏建 王启明 何 维 金生国 李大宁 洪 净
周 杰 邓铁涛 朱良春 陆广莘 张 琪 张灿理
张学文 周仲瑛 路志正 颜德馨 颜正华 严世芸
李今庸 李任先 施 杞 晁恩祥 张炳厚 栗德林
高学敏 鲁兆麟 王 琦 孙树椿 王和鸣 韩丽沙

主任委员 张伯礼

副主任委员 高思华 吴勉华 谢建群 徐志伟 范昕建 匡海学
欧阳兵

常务委员 (以姓氏笔画为序)

王 华 王 键 王之虹 孙秋华 李玛琳 李金田
杨关林 陈立典 范永昇 周 然 周永学 周桂桐
郑玉玲 唐 农 梁光义 傅克刚 廖端芳 翟双庆

委 员 (以姓氏笔画为序)

王彦晖 车念聪 牛 阳 文绍敦 孔令义 田宜春
吕志平 杜惠兰 李永民 杨世忠 杨光华 杨思进
吴范武 陈利国 陈锦秀 赵 越 赵清树 耿 直
徐桂华 殷 军 黄桂成 曹文富 董尚朴

秘 书 长 周桂桐(兼) 翟双庆(兼)

秘 书 刘跃光 胡鸿毅 梁沛华 刘旭光 谢 宁 滕佳林

全国高等中医药院校中药学专业教材评审委员会名单

顾 问 陈凯先 朱良春 颜正华 高学敏

主任委员 匡海学

副主任委员 廖端芳 周 然 彭 成 段金廛

委 员 (以姓氏笔画为序)

孔令义 石任兵 刘红宁 李玛琳 吴 皓 张荣华

张艳军 赵 越 殷 军 陶建生 康廷国 梁光义

赖小平 滕佳林

秘 书 谢 宁

前 言

《仪器分析》是卫生部“十二五”规划教材、全国高等医药教材建设研究会规划教材之一,主要供高等中医药院校中药学专业用。本教材的编写突出专业特点,内容更切合专业及教学大纲的要求,编写简明扼要,对基本知识、基本理论进行了提炼,对各章内容进行了必要的取舍,对教材编写体系和内容进行了科学整合,各章均新增了分析方法或分析条件的选择,注重使学生掌握分析方法并能实际运用。这是本版教材的创新点也是亮点之一,体现了中药学应用学科的特色,并将中国药典及中药新药质量标准研究对分析方法的要求充实到教材的相应章节,提升了教材的实用性、适用性和参考价值。各章均按原理、仪器、分析方法、应用或谱图解析阐述,规范了教材结构体系,编写中尽可能将仪器分析与分析化学、中药分析学等相关课程教材较好地衔接,并注意引进学科的前沿知识,体现教材的先进性,实际教学中各校可根据学时、专业等情况选择课堂讲授或学生自学。教材中专业术语、计量单位表述更为规范。

为了便于教学和学生自学,本版教材在编写体例上做了较大的创新,增加了学习目的、学习要点、知识链接、知识拓展、学习小结(含学习内容、学习方法)等相对统一的模块,利用图表解析编写内容,增加了教材的可读性和生动性。与本教材配套的系列教材有《仪器分析学习指导与习题集》、《仪器分析实验》,供广大学生选用。

本教材共十五章,以光学分析法、色谱分析法和联用技术为主,限于篇幅,其他仪器分析方法只在绪论中做适当介绍。本教材除了供中药学专业使用外,还可供药学、药物制剂、制药工程、食品科学、生物科学、生物技术等其他相关专业使用,此外,也可用作药学类专业的自学考试用书和研究生入学考试参考书。

本教材由十多所高校的教师合作编写,参编教师均具有丰富的仪器分析教学实践经验和科研成果。参加教材编写的有尹华(第一、十章)、王新宏(第一、十二章)、苏明武(第八、九章)、张振秋(第十三章)、王淑美(第三章)、吴萍(第十四章)、彭金咏(第十五章)、张祎(第七章)、许佳明(第十一章)、韦国兵(第五章)、邹莉(第二、十三章)、冯旭(第四章)、冯素香(第六章)、朱培芳(第十二章),由邹莉担任本版教材的编写秘书。

本教材及配套教材的编写得到了各编委所在院校的大力支持,本书得以顺利出版,人民卫生出版社和编辑倾注了大量的心血,在此一并致谢。

限于编者的水平,教材编写中可能存在某些不足之处,恳请广大师生提出宝贵意见,以便不断修订完善。

编 者
2012年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 仪器分析的任务、特点和作用	1
一、仪器分析的任务	1
二、仪器分析的特点	1
三、仪器分析的作用	2
第二节 仪器分析方法的分类	3
一、光学分析法	4
二、色谱分析法	4
三、电化学分析法	4
四、质谱分析法	4
五、热分析法	5
六、放射化学分析法	5
第三节 仪器分析的发展	5
一、仪器分析的产生和发展	5
二、仪器分析的发展趋势	7
第二章 光谱分析法概论	9
第一节 电磁辐射及其与物质的相互作用	9
一、电磁辐射的波动性和微粒性	9
二、电磁波谱	10
三、电磁辐射与物质的相互作用	10
第二节 光学分析法的分类	11
一、光谱法与非光谱法	11
二、原子光谱法与分子光谱法	12
三、吸收光谱法与发射光谱法	13

第三节 光谱分析仪器	14
一、辐射源	15
二、分光系统	15
三、样品容器	15
四、辐射的检测	15
五、数据记录及处理系统	15
第四节 光谱分析法的发展概况	16
第三章 紫外-可见分光光度法	18
第一节 紫外-可见分光光度法的基本原理	18
一、紫外-可见吸收光谱	18
二、朗伯-比尔定律	24
第二节 紫外-可见分光光度计	28
一、主要部件	28
二、分光光度计的类型	31
三、光学性能与仪器校正	33
第三节 紫外-可见分光光度法分析条件的选择	34
一、检测波长的选择	34
二、溶剂的选择	34
三、参比溶液的选择	35
四、溶液吸光度的范围与测定	35
五、显色反应及显色条件的选择	35
第四节 紫外-可见分光光度法的应用	36
一、定性分析	36
二、纯度检查	37
三、定量分析	38
四、结构分析	39
五、应用与示例	40

第四章 荧光分析法	43
第一节 荧光分析法的基本原理	43
一、分子荧光的产生	43
二、激发光谱与荧光光谱	45
三、荧光与分子结构的关系	46
四、影响荧光强度的外部因素	47
第二节 荧光分光光度计	49
一、荧光分光光度计	49
二、荧光分析新技术简介	50
第三节 荧光分析法分析条件的选择	51
一、激发波长与荧光波长的选择	51
二、空白溶液的选择	51
三、荧光强度与浓度的关系	51
四、定量分析方法的选择	52
五、荧光衍生法	53
第四节 荧光分析法的应用	53
一、定性分析	54
二、定量分析	54
三、应用与示例	54
第五章 红外分光光度法	58
第一节 红外分光光度法的基本原理	58
一、振动能级	59
二、振动形式	61
三、振动自由度	62
四、红外吸收光谱的产生条件	62
五、吸收峰的强度	63
六、吸收峰的分类	63

七、吸收峰的峰位及影响因素	65
第二节 红外光谱仪	67
一、傅里叶变换红外光谱仪的主要部件	67
二、傅里叶变换红外光谱仪的工作原理	69
三、傅里叶变换红外光谱仪的特点与性能	70
四、试样的制备	70
第三节 有机化合物的典型红外光谱	71
一、脂肪烃类化合物	71
二、芳香烃类化合物	72
三、醇和酚类化合物	73
四、醚类化合物	74
五、羰基类化合物	74
六、羧酸类化合物	75
七、酯类化合物	76
八、酸酐类化合物	76
九、含氮化合物	77
第四节 红外分光光度法的应用	78
一、定性分析	79
二、结构分析	79
第六章 原子吸收分光光度法	85
第一节 原子吸收分光光度法的基本原理	85
一、共振吸收线	85
二、Boltzmann分布定律	86
三、原子吸收谱线的轮廓	86
四、原子吸收值与原子浓度的关系	88
第二节 原子吸收分光光度计	89
一、仪器的主要部件与工作原理	90
二、原子吸收分光光度计的类型	93

第三节 原子吸收分光光度法分析条件的选择	94
一、测定条件的选择	94
二、干扰及其消除方法	95
第四节 原子吸收分光光度法的应用	96
一、定量分析方法	97
二、应用与示例	98
第七章 核磁共振波谱法	101
第一节 核磁共振波谱法的基本原理	101
一、原子核的自旋与磁矩	101
二、核磁矩的空间量子化与原子核的自旋能级裂分	103
三、原子核的共振吸收	104
四、原子核的自旋弛豫	105
第二节 化学位移	105
一、化学位移的产生	105
二、化学位移的表示方法	106
三、化学位移的影响因素	107
四、不同类别质子的化学位移	110
第三节 自旋偶合与自旋系统	110
一、自旋偶合与自旋裂分	110
二、偶合常数及其影响因素	112
三、核的等价性质	114
四、自旋系统分类	114
五、核磁共振氢谱的类型	115
第四节 核磁共振波谱仪	116
一、核磁共振波谱仪	116
二、样品的制备	117
三、核磁共振谱图的简化方法	118
第五节 核磁共振氢谱的解析	121

一、 $^1\text{H-NMR}$ 谱图提供的主要信息	121
二、核磁共振氢谱解析的一般程序	121
三、解析示例	121
第六节 核磁共振碳谱	123
一、碳谱的特点	123
二、碳谱的化学位移及影响因素	124
三、碳谱中的偶合	125
四、碳谱的类型	125
五、碳谱的解析	126
第七节 二维核磁共振谱简介	128
一、二维核磁共振谱的表现形式	128
二、二维核磁共振谱的分类	129
第八章 质谱法	135
第一节 质谱仪及其工作原理	135
一、质谱仪及其工作原理	135
二、质谱仪的主要性能指标	144
三、质谱的表示方法	144
第二节 质谱中的主要离子类型	145
一、分子离子	145
二、碎片离子	146
三、同位素离子	146
四、亚稳离子	147
五、多电荷离子	148
第三节 分子的裂解	148
一、共价键的开裂方式	149
二、分子的裂解类型	149
三、各类有机化合物的裂解方式与规律	153
第四节 质谱解析	165

一、确定相对分子质量	165
二、确定分子式	166
三、结构解析	168
第九章 波谱综合解析	174
第一节 波谱综合解析程序	174
一、解析方法	174
二、解析程序	177
第二节 波谱综合解析示例	178
第十章 色谱分析法基本理论	190
第一节 色谱分析法概述	191
一、色谱法的分类	191
二、色谱法的发展	192
第二节 色谱流出曲线及有关概念	194
一、色谱过程	194
二、色谱流出曲线	195
三、色谱峰区域宽度	196
四、定性参数——保留值	197
五、定量参数	198
六、相平衡参数	199
七、分离参数	200
八、等温线与色谱峰形的关系	200
第三节 色谱法基本理论	201
一、塔板理论	201
二、速率理论	203
三、色谱分离方程式	210
四、色谱方法的选择及系统适应性试验	212

第四节 色谱定性、定量分析方法	213
一、定性分析	213
二、定量分析	214
第十一章 经典液相色谱法	223
第一节 基本原理	223
一、吸附色谱法	223
二、分配色谱法	226
三、离子交换色谱法	228
四、分子排阻色谱法	230
第二节 柱色谱法	231
一、色谱类型及条件的选择	232
二、操作方法	234
三、应用示例	235
第三节 平面色谱法	236
一、平面色谱技术参数	236
二、薄层色谱法	237
三、纸色谱法	243
第十二章 气相色谱法	248
第一节 气相色谱法的分类和特点	248
一、气相色谱法的分类	248
二、气相色谱法的特点	249
第二节 气相色谱仪	249
一、气路系统	249
二、进样系统	250
三、色谱柱及温控系统	252
四、检测系统	252

五、数据记录及处理系统	257
第三节 气相色谱柱技术	257
一、填充柱气相色谱	257
二、毛细管柱气相色谱	261
第四节 气相色谱分析条件的选择	262
一、色谱柱的选择	262
二、柱温的选择	263
三、载气及流速的选择	264
四、其他条件的选择	264
五、样品预处理的选择	265
第五节 气相色谱法应用与示例	265
一、在中药分析中的应用	265
二、在化学药分析中的应用	266
第十三章 高效液相色谱法	269
第一节 概述	269
一、高效液相色谱法与其他色谱法的比较	269
二、高效液相色谱法的特点	270
三、高效液相色谱法的发展	270
第二节 高效液相色谱仪	270
一、高效液相色谱仪一般流程	270
二、高效液相色谱仪的基本组件	271
第三节 高效液相色谱法的固定相和流动相	277
一、固定相	277
二、流动相	279
第四节 高效液相色谱法的主要类型	284
一、化学键合相色谱法	284
二、吸附色谱法	287
三、其他色谱法简介	288