



国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校医药学成人学历教育（专科起点升本科）规划教材

供医学检验专业用

检验仪器分析

主 编 贺志安

副主编 潘洪志 李雪志



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

- ▶ 国家卫生和计划生育委员会“十二五”规划教材
- ▶ 全国高等医药教材建设研究会规划教材
- ▶ 全国高等学校医药学成人学历教育（专科起点升本科）规划教材
- ▶ 供医学检验专业用

检验仪器分析

主 编 贺志安

副 主 编 潘洪志 李雪志

编 者（以姓氏笔画为序）

马晓露（大连医科大学第一临床学院）

李平法（新乡医学院）

李光迪（兰州大学第二临床医学院）

李雪志（南方医科大学珠江医院）

肖 竦（贵阳医学院）

张学宁（昆明医科大学第二临床学院）

易 斌（中南大学湘雅医院）

侯毅鞠（吉林医药学院）

贺志安（新乡医学院）

秦 雪（广西医科大学第一临床学院）

潘洪志（哈尔滨医科大学公共卫生学院）

秘 书 李平法

图书在版编目 (CIP) 数据

检验仪器分析 / 贺志安主编. —北京: 人民卫生出版社,
2013

ISBN 978-7-117-18294-2

I. ①检… II. ①贺… III. ①医用分析仪器-仪器分析-
成人高等教育-教材 IV. ①TH776 ②0657

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 256683 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数 据库服务, 医学教育资 源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

检验仪器分析

主 编: 贺志安

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: 010-59787592 010-59787584 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: 23 插页: 4

字 数: 574 千字

版 次: 2013 年 12 月第 1 版 2013 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-18294-2/R · 18295

定价 (含光盘): 48.00 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市场营销中心联系退换)

全国高等学校医药学成人学历教育规划教材第三轮

修订说明

随着我国医疗卫生体制改革和医学教育改革的深入推进,我国高等学校医药学成人学历教育迎来了前所未有的发展和机遇,为了顺应新形势、应对新挑战和满足人才培养新要求,医药学成人学历教育的教学管理、教学内容、教学方法和考核方式等方面都展开了全方位的改革,形成了具有中国特色的教学模式。为了适应高等学校医药学成人学历教育的发展,推进高等学校医药学成人学历教育的专业课程体系及教材体系的改革和创新,探索医药学成人学历教育教材建设新模式,全国高等医药教材建设研究会、人民卫生出版社决定启动全国高等学校医药学成人学历教育规划教材第三轮的修订工作,在长达2年多的全国调研、全面总结前两轮教材建设的经验和不足的基础上,于2012年5月25~26日在北京召开了全国高等学校医药学成人学历教育教学研讨会暨第三届全国高等学校医药学成人学历教育规划教材评审委员会成立大会,就我国医药学成人学历教育的现状、特点、发展趋势以及教材修订的原则要求等重要问题进行了探讨并达成共识。2012年8月22~23日全国高等医药教材建设研究会在北京召开了第三轮全国高等学校医药学成人学历教育规划教材主编人会议,正式启动教材的修订工作。

本次修订和编写的特点如下:

1. 坚持国家级规划教材顶层设计、全程规划、全程质控和“三基、五性、三特定”的编写原则。

2. 教材体现了成人学历教育的专业培养目标和专业特点。坚持了医药学成人学历教育的非零起点性、学历需求性、职业需求性、模式多样性的特点,教材的编写贴近了成人学历教育的教学实际,适应了成人学历教育的社会需要,满足了成人学历教育的岗位胜任力需求,达到了教师好教、学生好学、实践好用的“三好”教材目标。

3. 本轮教材的修订从内容和形式上创新了教材的编写,加入“学习目标”、“学习小结”、“复习题”三个模块,提倡各教材根据其内容特点加入“问题与思考”、“理论与实践”、“相关链接”三类文本框,精心编排,突出基础知识、新知识、实用性知识的有效组合,加入案例突出临床技能的培养等。

本次修订医药学成人学历教育规划教材医学检验专业专科起点升本科教材6种,将于2013年9月陆续出版。

全国高等学校医药学成人学历教育规划教材医学检验专业
..... (专科起点升本科) 教材目录

教材名称	主编	教材名称	主编
1. 临床检验基础	杨红英 郑文芝	4. 病原生物学检验	崔 昱
2. 免疫学检验	刘 辉	5. 血液学检验	岳保红
3. 生物化学检验	钱士匀 李 艳	6. 检验仪器分析	贺志安

第三届全国高等学校医药学成人学历教育规划教材

评审委员会名单

- 顾问 何 维 陈贤义 石鹏建 金生国
- 主任委员 唐建武 闻德亮 胡 炜
- 副主任委员兼秘书长 宫福清 杜 贤
- 副秘书长 赵永昌
- 副主任委员 (按姓氏笔画排序)
- 史文海 申玉杰 龙大宏 朱海兵 毕晓明 佟 赤
汪全海 黄建强
- 委员 (按姓氏笔画排序)
- 孔祥梅 尹检龙 田晓峰 刘成玉 许礼发 何 冰
张 妍 张雨生 李 宁 李 刚 李小寒 杜友爱
杨克虎 肖 荣 陈 廷 周 敏 姜小鹰 胡日进
赵才福 赵怀清 钱士匀 曹德英 矫东风 黄 艳
谢培豪 韩学田 漆洪波 管茶香
- 秘 书 白 桦

前 言

21 世纪以来, 临床检验诊断学迅猛发展, 日新月异, 医学检验已步入自动化、标准化、信息化的新阶段, 成为临床医学疾病诊断、病情监测和预后判定的必要手段。现代化的医学检验离不开各种检验分析仪器。检验分析仪器的广泛使用, 不仅提高了工作效率, 提升了检验水平, 保证了检验质量, 也推动了医学检验的进步, 促进了医学检验教育事业的发展。因此, 通晓检验技术、熟知操作仪器, 既是现代医学检验的需求, 也是医学实验室工作人员必备的基本技能。这就要求高等医学院校医学检验专业教育必须适应社会的发展, 满足社会需求。经全国高等医药教材建设研究会研究决定, 在本轮成人学历教育规划教材修订中增加了《检验仪器分析》教材。

本教材的编写紧紧围绕“一个目标”, 即学生能力培养和素质提高; 力求做到“两个体现”, 一是体现现代教育理念, 适应现代医学发展, 满足检验医学人才培养需求, 二是体现专业特点, 强化能力培养, 重视个性发展; 使课程教学达到“三个适应”, 即适应现代检验医学的发展, 适应医学实验室的实际应用, 适应该层次学生的技能培养和专业素质提高。

《检验仪器分析》以近年来医学实验室常用的基本检验仪器和先进的专业检验仪器为主线, 重点介绍了仪器的分类、工作原理、基本结构、性能指标与评价、使用与校准、仪器维护与常见故障处理等内容, 重视仪器的质量控制和管理, 反映了快速发展的医学实验室检验仪器的现状, 对学生的上岗能力、临床应用能力和专业拓展能力的培养有重要作用。

全书共 13 章, 包括绪论、显微镜、离心机、光谱分析相关仪器、色谱与质谱分析相关仪器、生化分析相关仪器、免疫分析相关仪器、血液分析相关仪器、尿液检验相关仪器、微生物检验相关仪器、细胞分子生物学检验相关仪器、即时检验相关仪器以及实验室自动化系统与实验室信息系统等。内容新颖、务实、针对性强, 在仪器的工作原理和基本结构等描述上, 大量使用简图、线图、实物图; 在不同分型仪器的表述上强调使用图表进行比较; 章前有学习目标, 章后有学习小结和复习题, 并配有“教学光盘”, 使学生好学、教师好教、临床好用。本教材供高等医药院校成人学历教育专升本医学检验专业学生使用, 也可作为从事各专业检验工作技术人员的参考用书。

本教材得到了十余所参编院校的大力支持, 由十一位长期从事医学检验专业教学和临

■▶ 前 言

床工作的一线教师组成的“双师型”团队辛勤编写而成；教学光盘得到了新乡医学院临床检验仪器学教研室和新乡医学院三全学院现代教育技术中心张昊老师的鼎力相助。在此，一并致谢！

由于检验医学发展迅速，检验仪器日新月异，加之编者的水平有限，不妥与不足之处在所难免，恳请同行专家、广大师生和读者朋友批评指正，使教材持续改进和不断完善。在此诚表谢意！

贺志安

2013年5月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 医学实验室与检验仪器	1
一、检验仪器在检验医学发展中的作用	1
二、检验人员学习检验仪器分析的必要性	3
第二节 常用医学检验仪器的基本特征与性能	4
一、检验仪器的分类	4
二、检验仪器的基本特点	5
三、检验仪器的基本结构	6
四、检验仪器的性能指标	8
第三节 医学实验室检验仪器的管理	12
一、医学实验室检验仪器的选购	13
二、医学实验室检验仪器的验收与培训	15
三、医学实验室检验仪器的保管与使用	16
四、医学实验室检验仪器的维护与维修	17
五、医学实验室检验仪器的报废	22
第二章 显微镜	24
第一节 光学显微镜成像原理	24
一、显微镜的分类	24
二、光学显微镜成像原理	25
第二节 光学显微镜的基本结构	25
一、光学系统	26
二、机械系统	31
第三节 光学显微镜的基本参数	32
一、显微镜的性能参数	32
二、显微镜透镜的像差	34
第四节 常用的光学显微镜	35
一、普通生物显微镜	35
二、暗视野显微镜	36
三、倒置显微镜	37

四、荧光显微镜	38
五、相衬显微镜	39
六、偏光显微镜	39
第五节 显微镜的维护与常见故障处理	40
一、显微镜的维护	40
二、显微镜常见故障及排除	41
第六节 光学显微镜相关检验仪器	42
一、数码生物显微镜	42
二、粪便分析工作站	44
三、计算机辅助精子分析仪	47
第七节 显微镜的应用进展	50
一、激光扫描共聚焦显微镜	50
二、电子显微镜	51
第三章 离心机	54
第一节 离心机概述	54
一、离心技术原理	54
二、影响离心沉降速度的因素	55
三、反映离心效果的指标	56
四、离心方法	57
第二节 离心机的基本结构与性能参数	59
一、离心机的基本结构	59
二、离心机与离心转头的主要技术参数	62
第三节 常用离心机的临床应用	63
一、离心机的分类	63
二、低速离心机的临床应用	63
三、高速离心机的临床应用	64
四、超速离心机的临床应用	64
五、专用离心机的临床应用	65
第四节 离心机的使用与维护及常见故障	65
一、离心机的使用	65
二、离心机的维护	66
三、离心机常见故障及排除	67
第四章 光谱分析相关仪器	69
第一节 概述	69
一、光谱分析技术基本原理	69
二、光谱分析技术的分类	74
第二节 紫外-可见分光光度计	75

一、紫外-可见分光光度计的基本结构与功能	75
二、紫外-可见分光光度计性能指标与评价	78
三、紫外-可见分光光度计使用与维护	80
四、紫外-可见分光光度计常见故障及排除方法	81
第三节 分子荧光光谱仪	82
一、荧光产生的基本原理	82
二、荧光光谱仪的基本结构与功能	84
三、荧光分光光度计性能指标与评价	86
四、荧光光谱仪的使用维护及影响因素	86
五、荧光光谱仪的临床应用	88
第四节 原子吸收光谱仪	88
一、原子吸收光谱仪的工作原理	88
二、原子吸收光谱仪的基本结构与功能	89
三、原子吸收光谱仪的性能指标	93
四、原子吸收光谱仪的使用与维护	94
五、原子吸收光谱仪的临床应用	97
第五章 色谱与质谱分析相关仪器	99
第一节 气相色谱仪	99
一、气相色谱仪的工作原理	100
二、气相色谱仪的基本结构与功能	100
三、气相色谱仪的性能指标	105
四、气相色谱仪的使用与维护	105
五、气相色谱仪的常见故障与处理	107
六、气相色谱仪的应用	108
第二节 高效液相色谱仪	108
一、高效液相色谱仪的工作原理	109
二、高效液相色谱仪的基本结构与功能	109
三、高效液相色谱仪的性能指标	113
四、高效液相色谱仪的使用与维护	113
五、高效液相色谱仪的常见故障及排除	114
六、高效液相色谱仪的应用	115
第三节 质谱分析仪	115
一、质谱分析仪的工作原理	116
二、质谱分析仪的基本结构与功能	116
三、质谱分析仪的性能指标	117
四、质谱分析仪的使用与维护	118
五、质谱分析仪的应用	119

第六章 生化分析相关仪器	122
第一节 自动生化分析仪	122
一、自动生化分析仪概述.....	122
二、自动生化分析仪的工作原理.....	125
三、分立式生化分析仪的结构与功能.....	125
四、自动生化分析仪的性能指标与评价.....	135
五、自动生化分析仪常用分析方法.....	139
六、自动生化分析仪试验参数设置.....	142
七、自动生化分析仪的使用.....	148
八、自动生化分析仪的维护保养.....	152
第二节 电解质分析仪	154
一、电化学分析仪概述.....	154
二、离子选择电极测量原理.....	156
三、电解质分析仪的结构与功能.....	156
四、电解质分析仪的使用.....	157
五、电解质分析仪的维护保养.....	158
第三节 血气分析仪	158
一、血气分析仪的工作原理.....	159
二、血气分析仪的结构与功能.....	160
三、血气分析仪的使用.....	163
四、血气分析仪的维护保养.....	165
第四节 电泳仪	166
一、电泳的基本原理.....	166
二、电泳技术方法的分类.....	168
三、电泳系统的基本组成.....	170
四、电泳系统的主要技术指标.....	170
五、电泳系统的使用.....	171
六、电泳系统的维护保养.....	171
第七章 免疫分析相关仪器	176
第一节 酶免疫分析仪	176
一、酶免疫分析仪的工作原理.....	177
二、酶免疫分析仪的基本结构与功能.....	178
三、酶免疫分析仪的性能评价.....	179
四、酶免疫分析仪的使用与维护.....	180
五、酶免疫分析仪的临床应用.....	181
第二节 自动洗板机	182
一、自动洗板机的工作原理.....	182
二、自动洗板机的基本结构与功能.....	182

三、自动洗板机的性能指标与评价·····	183
四、自动洗板机的使用与维护·····	183
五、自动洗板机的常见故障及排除·····	185
第三节 发光免疫分析仪·····	185
一、发光免疫分析概述·····	185
二、发光免疫分析仪的工作原理与基本结构·····	186
三、化学发光免疫分析仪的性能指标·····	190
四、发光免疫分析仪的临床应用·····	191
第四节 放射免疫分析仪·····	192
一、放射免疫技术概述·····	192
二、液体闪烁计数器基本原理·····	193
三、液体闪烁计数器的基本结构·····	193
四、液体闪烁计数器的使用·····	194
五、放射免疫分析仪的应用·····	194
第五节 免疫比浊分析仪·····	194
一、免疫比浊技术概述·····	195
二、免疫比浊分析仪的工作原理与基本结构·····	197
三、免疫比浊分析仪的保养·····	199
四、免疫比浊分析的临床应用·····	200
第六节 时间分辨荧光免疫分析仪·····	200
一、时间分辨荧光免疫分析工作原理·····	201
二、时间分辨荧光免疫分析仪基本结构·····	201
三、时间分辨分析仪的性能评价·····	201
四、时间分辨荧光免疫分析仪的使用与维护·····	203
五、时间分辨荧光免疫分析的临床应用·····	204
第八章 血液分析相关仪器·····	207
第一节 血细胞分析仪·····	208
一、血细胞分析仪的工作原理·····	208
二、血细胞分析仪的基本结构·····	214
三、血细胞分析仪的性能指标与评价·····	216
四、血细胞分析仪使用与维护·····	219
五、血细胞分析仪的常见故障及处理·····	220
第二节 血液凝固分析仪·····	222
一、血液凝固分析仪的工作原理·····	222
二、血液凝固分析仪的基本结构·····	225
三、血液凝固分析仪的性能指标与评价·····	226
四、血液凝固分析仪使用与维护·····	230
五、血液凝固分析仪常见故障及处理·····	230

第三节 全自动血型分析仪	232
一、全自动血型分析仪的工作原理	232
二、全自动血型分析仪的基本结构	233
三、全自动血型分析仪的性能指标	233
四、全自动血型分析仪的使用与维护	235
五、全自动血型分析仪常见故障及处理	236
第四节 血液黏度计	237
一、血液黏度计的概述	237
二、血液黏度计的工作原理与基本结构	237
三、血液黏度计的主要技术指标与性能评价	239
四、血液黏度计的使用与维护	240
第五节 自动血沉分析仪	242
一、自动血沉分析仪的工作原理	242
二、自动血沉分析仪的基本结构	242
三、自动血沉分析仪的性能	243
四、自动血沉分析仪的使用与维护及常见故障处理	244
第九章 尿液检验相关仪器	247
第一节 尿液干化学分析仪	247
一、尿液干化学分析仪的工作原理	248
二、尿液干化学分析仪的基本结构与功能	249
三、尿液干化学分析仪的使用与维护	250
四、尿液干化学分析仪的常见故障与处理	253
第二节 尿液有形成分分析仪	254
一、流式细胞术尿液有形成分分析仪	254
二、影像型尿液有形成分分析仪	260
三、尿液有形成分分析工作站	261
四、尿液有形成分分析仪的应用	262
第十章 微生物检验相关仪器	264
第一节 生物安全柜	264
一、生物安全柜的工作原理	265
二、生物安全柜的结构与功能	266
三、生物安全柜的性能评价	267
四、生物安全柜的使用与维护	267
第二节 培养箱	269
一、电热恒温培养箱	269
二、二氧化碳培养箱	271
三、厌氧培养箱	273

第三节 高压消毒锅	275
一、高压消毒锅的工作原理与基本结构	275
二、高压消毒锅的性能指标	276
三、高压消毒锅的使用	276
四、高压消毒锅的维护与常见故障处理	277
第四节 自动血培养仪	278
一、自动血培养仪的工作原理	278
二、自动血培养仪的基本结构	279
三、自动血培养仪的性能特点	279
四、自动血培养仪的使用与维护	280
五、自动血培养仪的常见故障处理	280
第五节 微生物鉴定和药敏分析	281
一、微生物鉴定和药敏分析仪系统的工作原理	281
二、微生物鉴定和药敏分析系统的基本结构与功能	282
三、微生物鉴定和药敏分析系统的性能评价	283
四、微生物鉴定和药敏分析系统的使用与维护	283
第六节 微生物检验仪器进展	284
一、革兰自动染片机	284
二、细菌 DNA 指纹图谱分析仪	286
三、微生物自动分析流水线	288
第十一章 细胞分子生物学检验相关仪器	291
第一节 流式细胞仪	291
一、流式细胞仪的分析原理	292
二、流式细胞仪的基本结构	292
三、流式细胞仪的主要性能指标	297
四、流式细胞仪的使用与维护	298
五、流式细胞仪的应用	300
第二节 PCR 核酸扩增仪	302
一、PCR 核酸扩增仪的工作原理	302
二、PCR 核酸扩增仪的结构	303
三、PCR 核酸扩增仪的性能指标	305
四、PCR 扩增仪的使用及常见故障	307
五、PCR 核酸扩增仪的临床应用	307
第三节 生物芯片分析仪	308
一、生物芯片分析仪的工作原理与基本结构	309
二、生物芯片分析仪的临床应用	310

第十二章 即时检验相关仪器	313
第一节 即时检验概述	313
一、即时检验的概念.....	313
二、即时检验技术的原理.....	313
三、即时检验的主要技术及特点.....	314
四、即时检验技术的分类.....	315
第二节 即时检验技术的常用仪器	319
一、常用即时检验仪器的基本特征.....	319
二、即时检验的不足及对策.....	320
第三节 即时检验仪器的临床应用及实例	321
一、即时检验仪器的临床应用.....	322
二、即时检验仪器应用实例.....	323
第十三章 实验室自动化系统与实验室信息系统	328
第一节 实验室自动化系统	328
一、实验室自动化系统概述.....	328
二、实验室自动化系统的基本组成与功能.....	330
三、实验室自动检验流水线的性能.....	332
四、实验室自动检验流水线的使用与维护.....	333
第二节 实验室信息系统	334
一、实验室信息系统概述.....	334
二、条形码技术在实验室信息系统中的应用.....	335
三、实验室信息系统的规划和流程设计.....	338
四、实验室信息系统的功能和应用.....	339
附录 临床检验分析仪器分类目录（6840-2013）	343
参考文献	344
中英文名词对照索引	345

第一章

绪论

学习目标

1. 掌握 检验仪器的基本结构；检验仪器的常用性能指标。
2. 熟悉 检验仪器的分类；检验仪器的特点。
3. 了解 学习检验仪器分析的必要性；检验仪器的选购和验收；检验仪器的保管和使用；检验仪器的维护和维修。

第一节 医学实验室与检验仪器

医学实验室是随着医学及相关学科的发展而建立起来的一类专业实验室，从它诞生的那一天起就与各类仪器密不可分。医学实验室的工作人员每天都要与各种检验仪器打交道。没有相关的检验分析仪器，医学实验室就无法开展工作，临床医学的实验诊断就没有可能完成；离开了医学实验室，检验仪器也失去了很好的发展平台。

一、检验仪器在检验医学发展中的作用

早期的临床实验室只有一些简单的仪器，如离心机、恒温箱、目测比色计、显微镜等，开展的项目也比较简单。近二十年来，随着计算机技术、生物传感技术、信息技术等现代科技不断发展，很多新型检验仪器已广泛应用于医学检验。因此，医学实验室的发展史就是一部检验仪器的发展史。检验仪器的发展提高了检验效率，保证了检验的质量，也推动着检验的快速发展。

（一）提高了检验效率

随着计算机的应用，生物物理技术、光电信号转化技术的发展，特别是，大量新型检验仪器进入临床实验室，逐步实现了检测分析的自动化、微量化、人性化，改变了工作模式，大大缩短了检验时间，提高了工作效率。

现代化的检验仪器有如下优点：①自动化程度高。大多数检验仪器都有自动化装置，降低了检验人员的劳动强度。②检测过程迅速。检测标本所需时间短，较手工法工作效率提高