



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材 ★ 供医学检验专业用

临床检验仪器



主 编 / 曾照芳 洪秀华



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

全国高等学校教材
供医学检验专业用

临床检验仪器

主 编 曾照芳 洪秀华

编 者 (以姓氏笔画为序)

仝连信 (牡丹江医学院)	易 斌 (中南大学湘雅医学院)
向 华 (重庆医科大学)	孟庆勇 (广东医学院)
江新泉 (泰山医学院)	洪秀华 (上海交通大学医学院)
李 莉 (上海交通大学医学院)	贺志安 (新乡医学院)
李 霞 (武汉大学医学院)	徐德选 (江苏大学化工学院)
张 超 (广州医学院)	鲁卫平 (第三军医大学)
张学宁 (昆明医学院)	曾照芳 (重庆医科大学)
张明亮 (山西医科大学汾阳学院)	楼永良 (温州医学院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

临床检验仪器/曾照芳等主编. —北京:人民卫生出版社, 2007. 7

ISBN 978-7-117-08799-5

I. 临… II. 曾… III. 医用分析仪器-医学院校-教材
IV. TH776

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 084807 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

临床检验仪器

主 编: 曾照芳 洪秀华

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: 23.25

字 数: 536 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08799-5/R · 8800

定价(含光盘): 38.00 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)

全国高等学校医学检验专业 教材修订说明

由卫生部教材办公室、全国高等医药教材建设研究会规划的上一版医学检验专业本科教材在高等学校使用已4年余,为全国医学检验专业的教学工作起到了重要作用。由于学科进展以及我国检验专业教育改革的需要,决定对本套教材进行第四轮修订,同时修订实验指导,本轮教材根据教学的需要,新增加相配套的教学光盘和习题集。修订中强调在编写内容上一定要符合培养目标的需要,对本轮教材的字数进行了调整和精简;编写形式上有所创新,为便于教学,部分教材尝试了以问题为中心的编写方式。第四轮检验专业本科教材新增《临床检验仪器》和《临床输血与检验实验指导》。

本轮修订的教材共10种

《临床检验基础》第4版	主编	熊立凡	刘成玉
《临床生物化学与检验》第4版	主编	周新	府伟灵
《临床微生物学与检验》第4版	主编	倪语星	尚红
《临床免疫学与检验》第4版	主编	王兰兰	吴健民
《临床血液学与检验》第4版	主编	许文荣	王建中
《临床寄生虫学与检验》第3版	主编	沈继龙	
《分子生物学检验技术》第2版	主编	樊绮诗	吕建新
《临床输血与检验》第2版	主编	高峰	
《临床实验室管理学》第2版	主编	申子瑜	李萍
《临床检验仪器》	主编	曾照芳	洪秀华

与本套教材配套的实验指导共8种

《临床检验基础实验指导》第3版	主编	吴晓蔓
《临床生物化学与检验实验指导》第3版	主编	钱士匀
《临床微生物学与检验实验指导》第3版	主编	吴爱武
《临床免疫学与检验实验指导》第3版	主编	刘辉
《临床血液学与检验实验指导》第3版	主编	管洪在
《临床寄生虫学与检验实验指导和习题集》第3版	主编	汪学龙
《分子生物学检验技术实验指导》第2版	主编	徐克前
《临床输血与检验实验指导》	主编	胡丽华

与本套教材配套的习题集共 8 种

《临床检验基础习题集》

《临床生物化学与检验习题集》

《临床微生物学与检验习题集》

《临床免疫学与检验习题集》

《临床血液学与检验习题集》

《分子生物学检验技术习题集》

《临床输血与检验习题集》

《临床检验仪器习题集》

主编 熊立凡 刘成玉

主编 周 新 府伟灵

主编 邵世和

主编 王兰兰 吴健民

主编 夏 薇

主编 樊绮诗 吕建新

主编 高 峰

主编 曾照芳 洪秀华

前言

近年来,由于临床医学的飞速发展,诊断、治疗、监测、预后和医学研究对检验的需求迅速增多,医学检验方法亦随之迅速增多,医学检验的各种检测结果对疾病的诊断、治疗、预后判断和健康评价正起着越来越重要的作用。随着新型电子、计算机、生物信息、激光、精密仪器制造等先进技术的迅猛发展和应用,临床检验仪器的更新换代也日新月异。因此,从事临床医学检验专业的人员,了解现代临床检验仪器的原理、使用和维修,越发显得重要。

为适应我国检验专业教育快速发展和培养现代临床医学检验专业人才的需求,经全国高等医药院校医学检验专业教材评审委员会研究决定,高等医药院校医学检验专业本科第四轮规划教材中增加《临床检验仪器》课程教材。本教材是以2001年3月由人民卫生出版社出版第1版和2006年3月由人民卫生出版社出版第2版的《临床检验仪器学》为基础重新组织编写的。教材注重突出医学检验专业的特点,融检验技术和仪器为一体。除继续坚持基本理论、基本知识、基本技能、思想性、科学性、先进性、启发性、实用性外,内容上也根据学科发展和目前临床检验的实际应用需求进行了必要的增、删调整。特别注重反映本学科的发展和前沿成果以及应用于临床的各种自动化仪器、核心技术、配套试剂的理论知识和应用实践,以及相关质量的控制和保证,使之在临床检验和诊断中发挥最大的效能和作用。

为应用现代化教学手段,充分调动学生主动学习的积极性,培育学生的创新思维 and 实践能力、应用所学知识解决问题的能力,本教材充分体现教学改革所形成的新教学模式,坚持教材的立体化建设,除编写了文字教材外,还制作了包括教学指导、知识扩充、多媒体教案、各章中的动画图形视频、习题及参考答案在内的图文并茂、形象生动的教学光盘,同时还单独编写了《临床检验仪器习题集》,既有利于教师组织教学,又可为学生主动学习、进一步拓展提供帮助,使教材成为教学全过程的资源库,真正形成合乎标准的立体化教材。教材采用以问题为中心的编写方式,每章前以学生应该掌握的问题概括该章的知识要点,介绍本章主要的学习内容,正文中突出显示重点内容,章末又进行了本章小结,既有利于学生自主学习,培养其创新能力,又使教材层次清晰。

本教材主要供高等医学院校医学检验专业本科学生、研究生教学使用,兼顾成人和高职教育专科、本科学生教学使用,也可供从事以上各专业临床工作的技术人员继续教育学习使用。

本教材在卫生部教材办公室的领导和14所参编院校的大力支持下,由16位编者

辛勤劳动编写而成。在编写的过程中，得到了《临床检验仪器学》（第1、2版）全体编者、上海交通大学医学院瑞金医院的陆怡德老师、新乡医学院的王亚荣老师的大力相助，上海交通大学医学院的倪语星教授花费了大量的时间和精力，对此教材进行了全面的审定。在此，对以上同志的辛勤工作一并表示衷心感谢。

由于各学科的飞速发展和检验仪器的不断更新，在全体编者尽力开拓创新以求教材质量尽量完美的同时，仍然会有不少的遗漏甚至缺点和错误。殷切希望各位教学第一线的教师、各位专家、读者给予批评指正，我们将不断地改进和完善，以使本教材能与时俱进，进一步完善。

曾照芳 洪秀华

2007年2月

目 录

第一章 概论	1
第一节 学习临床检验仪器课程的目的	1
第二节 临床检验仪器的特点、分类和常用性能指标	2
一、临床检验仪器的特点	2
二、临床检验仪器的分类	3
三、临床检验仪器常用的性能指标	4
第三节 临床检验仪器的主要部件、维护和选用标准	7
一、临床检验仪器的主要部件	7
二、临床检验仪器的维护	10
三、临床检验仪器的选用标准	11
第四节 临床检验仪器的进展和发展趋势	11
一、临床检验仪器的进展	11
二、临床检验仪器的发展趋势	13
本章小结	15
第二章 显微镜技术和显微镜	16
第一节 光学显微镜的工作原理、基本结构和性能参数	17
一、光学显微镜的工作原理	17
二、透镜的像差和色差	17
三、光学显微镜的基本结构	18
四、光学显微镜的性能参数	22
第二节 光学显微镜的分类及其应用	23
一、双目生物显微镜	24
二、荧光显微镜	24
三、相衬显微镜	25
四、倒置显微镜	25
五、暗视野显微镜	25
六、紫外光显微镜	26
七、偏光显微镜	26
八、激光扫描共聚焦显微镜	26

九、干涉相衬显微镜	27
十、近场扫描光学显微镜	27
第三节 电子显微镜	28
一、电子显微镜的基本结构	28
二、电子显微镜的分类及其应用	30
第四节 显微镜的维护、常见故障及排除	35
一、显微镜的使用	35
二、显微镜的维护	35
三、显微镜的常见故障及排除	36
四、显微镜拆装的注意事项	39
五、电子显微镜的维护	39
第五节 显微摄影术	39
一、成像原理与常用的装置	39
二、感光材料及其暗室加工	40
三、曝光时间的确定	41
四、滤色镜的使用	41
五、数码显微摄影技术	42
本章小结	42
第三章 离心技术与离心机	44
第一节 离心技术的基础理论	45
一、离心机的工作原理	45
二、离心力与相对离心力	45
三、液体中的微粒在重力场中的分离	46
四、液体中的微粒在离心力场中的沉降	46
第二节 常用的离心方法	47
一、差速离心法	47
二、密度梯度离心法	48
三、分析性超速离心法	50
第三节 离心机的分类与结构	51
一、离心机的分类	51
二、离心机的结构	53
三、离心机转头的分类、应用及功能	54
四、离心机的主要技术参数及性能指标	55
第四节 离心机的应用和维护	56
一、离心方法的选择	56
二、离心机的转速、离心时间以及温度和 PH 值的确定	56
三、离心机的使用和维护	56
四、离心机常见故障及排除方法	57

五、离心技术的应用实例	58
第五节 离心方法和离心机的进展	59
本章小结	60
第四章 光谱分析技术及相关仪器	61
第一节 光谱分析技术的基础理论与光谱技术的分类	62
一、光谱分析技术的基础理论	62
二、光谱技术的分类	64
第二节 紫外-可见分光光度计	65
一、紫外-可见分光光度计的基本结构和工作原理	65
二、影响分光光度法准确性的因素	68
三、紫外-可见分光光度计的类型	69
四、紫外-可见分光光度计的性能指标及评价	72
五、紫外-可见分光光度计的常见故障及排除方法	73
第三节 荧光光谱仪	74
一、荧光分析的基本原理	75
二、荧光光谱仪	75
三、荧光光谱仪的应用	78
第四节 原子光谱分析仪	80
一、原子吸收法和原子吸收光谱仪	80
二、原子发射光谱仪	85
三、原子荧光光谱仪	87
四、原子光谱分析仪的进展及其在临床检验中的应用	88
本章小结	90
第五章 色谱分析技术和色谱分析仪器	92
第一节 色谱法概述	93
一、色谱法的研究进展	93
二、色谱法的基本原理	94
三、色谱仪的分类及特点	95
四、色谱仪的输出信息	95
五、色谱技术在临床检验中的应用	96
第二节 气相色谱仪	97
一、气相色谱仪的主要构成	97
二、程序升温气相色谱法	101
三、气相色谱仪常用检测器	103
四、气相色谱仪的操作	105
第三节 高效液相色谱仪	106
一、高效液相色谱仪的基本结构	107

二、高效液相色谱仪常用检测器	110
三、操作条件的选择	113
第四节 色谱仪的数据处理系统	113
一、数据处理装置	113
二、计算机技术在色谱仪中的应用	114
本章小结	114
第六章 电泳技术和常用电泳仪	116
第一节 电泳原理	117
一、电泳的基本原理	117
二、影响电泳的外界因素	117
第二节 常用电泳技术和电泳方法	119
一、电泳技术的分类	119
二、电泳方法简介	120
第三节 常用电泳设备的基本结构及技术指标	124
一、常用电泳设备的基本结构	124
二、电泳仪的主要技术指标	126
第四节 毛细管电泳的基本结构和分离模式	126
一、毛细管电泳的基本概念	127
二、毛细管电泳的基本工作原理	127
三、毛细管电泳的特点	127
四、毛细管电泳的分离模式	128
五、毛细管电泳仪的基本结构	129
六、常用电泳仪简介	133
第五节 电泳仪的临床应用	135
一、血清蛋白电泳	135
二、尿蛋白电泳	135
三、血红蛋白及糖化血红蛋白电泳	135
四、免疫固定电泳	136
五、同工酶电泳	136
六、脂蛋白电泳	136
第六节 电泳技术的质量控制	136
一、电泳分析前的质量控制	137
二、电泳分析中的质量控制	138
三、电泳分析后的质量控制	138
本章小结	139
第七章 电化学分析技术和临床相关仪器	141
第一节 电化学分析原理	142

一、pH 测定原理	142
二、离子选择性电极工作原理	142
三、氧分压 (PO_2) 电极的工作原理	143
四、二氧化碳分压 (PCO_2) 电极的工作原理	143
第二节 电解质分析仪	143
一、电解质分析仪的分类	144
二、电解质分析仪的结构	144
三、电解质分析仪的维护保养与故障排除	147
第三节 血气分析仪	149
一、工作原理	150
二、仪器结构	151
三、血气分析仪的维护、保养与故障排除	156
本章小结	158
第八章 微生物检测技术和相关仪器	159
第一节 自动血培养仪	160
一、自动血培养仪的工作原理	160
二、自动血培养仪的基本结构与功能	164
三、自动血培养仪的性能特点	166
四、自动血培养仪的常见故障及维护	166
五、血培养仪的进展	167
第二节 微生物自动鉴定及药敏分析系统	168
一、微生物自动鉴定及药敏分析系统的工作原理	168
二、微生物自动鉴定及药敏分析系统基本结构与功能	169
三、微生物自动鉴定及药敏分析系统的性能	170
四、微生物自动鉴定及药敏分析系统的维护	171
五、常见的自动微生物鉴定和药敏分析系统	171
六、微生物自动鉴定及药敏分析系统的进展	172
本章小结	173
第九章 生物安全柜	175
第一节 生物安全柜的工作原理和分类	176
一、生物安全柜的基本工作原理	176
二、生物安全柜的分类	177
第二节 生物安全柜的结构与功能	180
一、生物安全柜的结构	180
二、生物安全柜主要结构的功能	181
第三节 生物安全柜的应用	182
一、生物安全柜的安装	182

二、生物安全柜内实验操作注意事项·····	182
三、生物安全柜的维护与保养·····	183
本章小结·····	184
第十章 细胞培养技术和培养箱·····	185
第一节 细胞培养技术·····	186
一、概述·····	186
二、细胞培养技术·····	186
三、细胞培养技术的应用·····	187
第二节 培养箱的分类、结构和使用·····	188
一、电热恒温培养箱·····	188
二、二氧化碳培养箱·····	189
三、厌氧培养箱——厌氧培养系统·····	192
四、其他类型培养箱·····	193
本章小结·····	194
第十一章 流式细胞技术与流式细胞仪·····	195
第一节 流式细胞仪的基本原理·····	196
一、流式细胞仪的分析原理·····	196
二、流式细胞仪的分选原理·····	197
第二节 流式细胞仪的分类和基本结构·····	197
一、流式细胞仪的分类·····	197
二、流式细胞仪的基本结构·····	197
第三节 流式细胞仪的主要性能指标·····	203
一、流式细胞仪的荧光测量灵敏度·····	203
二、流式细胞仪的分辨率·····	203
三、前向角散射光检测灵敏度·····	203
四、流式细胞仪的分析速度·····	203
五、流式细胞仪的分选指标·····	203
第四节 流式细胞仪应用的技术要求·····	204
一、流式细胞仪的检测样品制备的重要性·····	204
二、流式细胞仪的免疫分析中常用的荧光染料与标记染色·····	204
三、流式细胞仪的操作技术的质量控制·····	204
第五节 流式细胞仪的维护及常见故障的排除·····	205
一、流式细胞仪的维护·····	205
二、流式细胞仪的常见故障及排除·····	205
第六节 流式细胞仪的临床应用·····	206
一、流式细胞仪在免疫学中的应用·····	206
二、流式细胞仪在血液学中的应用·····	206

三、流式细胞仪在细胞生物学中的应用	207
四、流式细胞仪在肿瘤学中的应用	207
五、流式细胞仪在艾滋病检测中的应用	207
六、流式细胞仪在自身免疫性疾病检测中的应用	208
七、流式细胞仪在药理学方面的应用	208
本章小结	208
第十二章 血液分析技术与相关仪器	210
第一节 血细胞分析仪	211
一、血细胞分析仪的分型、检测原理与基本结构	211
二、血细胞分析仪的性能指标、评价与校准	217
三、血细胞分析仪器的维护与常见故障的排除	219
四、血细胞分析仪的进展与应用展望	220
第二节 血液凝固分析仪	222
一、血凝仪的分型、检测原理和基本结构	222
二、血凝仪的评价	224
三、血凝仪的维护	225
四、血凝仪的临床应用	225
五、血凝仪的展望	226
第三节 血液流变学分析仪器	226
一、血液黏度计	226
二、红细胞变形测定仪	229
三、血液流变学分析仪器的临床应用展望	231
本章小结	231
第十三章 尿液分析技术和相关仪器	233
第一节 尿液分析仪	234
一、尿液分析仪的分类	234
二、尿液分析仪的工作原理	234
三、尿液分析仪的结构与功能	237
四、尿液分析仪的安装、调校	237
五、尿液分析仪的使用注意事项及维护与保养	238
第二节 尿沉渣分析仪	241
一、流式细胞术尿沉渣分析仪	242
二、影像式尿沉渣分析仪	247
三、尿沉渣分析工作站	249
第三节 尿液分析仪的质量控制	250
一、质量控制的一般情况	250
二、质控物的选择与使用	250

三、质控步骤	250
本章小结	251
第十四章 自动血沉分析仪	252
第一节 自动血沉分析仪的工作原理和方法	253
一、自动血沉分析仪的工作原理	253
二、自动血沉分析仪的读数原理	254
第二节 自动血沉分析仪的结构、性能指标及维护	255
一、自动血沉分析仪的基本结构	255
二、自动血沉分析仪的性能指标	255
三、自动血沉分析仪的软件设计	255
四、自动血沉分析仪的使用和维护	255
第三节 自动血沉分析仪的临床应用	257
第四节 自动血沉分析仪的质量控制	258
一、标本的采集与抗凝	259
二、质控物的选择	259
本章小结	259
第十五章 自动生化分析技术和相关仪器	261
第一节 自动生化分析仪的分类与功能	262
一、连续流动式自动生化分析仪	262
二、离心式自动生化分析仪	263
三、分立式自动生化分析仪	264
四、干化学式自动生化分析仪	264
第二节 自动生化分析仪的基本结构和工作原理	265
一、自动生化分析仪的基本结构	265
二、自动生化分析仪的工作原理	265
第三节 自动生化分析仪的性能和评价	268
一、自动生化分析仪的性能	268
二、自动生化分析仪的评价指标	270
第四节 自动生化分析仪的参数设置、操作和维护保养	270
一、自动生化分析仪的参数设置	270
二、自动生化分析仪的操作	273
三、自动生化分析仪的维护保养	274
本章小结	275
第十六章 免疫分析技术和相关仪器	277
第一节 酶免疫分析仪	278
一、酶免疫分析	278

二、酶免疫分析仪的工作原理及主要结构	278
三、酶标仪的性能评价和维护	280
四、酶免疫分析仪的临床应用	281
第二节 发光免疫分析仪	281
一、发光免疫分析法的工作原理	281
二、发光免疫分析仪的基本结构	281
三、发光免疫分析仪的特点和临床应用	284
第三节 放射免疫分析仪	284
一、放射免疫分析与放射性检测	284
二、液体闪烁计数器	286
三、晶体闪烁计数器	287
四、放射免疫分析仪的临床应用	288
第四节 免疫浊度分析仪	289
一、免疫浊度分析法概述	289
二、免疫浊度分析仪的种类和检测原理	289
三、免疫浊度分析仪的临床应用	290
第五节 时间分辨荧光免疫分析仪	290
一、时间分辨荧光免疫检测原理	291
二、时间分辨荧光免疫检测仪的基本结构	291
三、时间分辨荧光免疫分析的特点	292
四、时间分辨荧光免疫分析的临床应用	292
本章小结	293
第十七章 PCR 基因扩增仪	295
第一节 PCR 基因扩增仪的工作原理	296
一、PCR 技术的原理及发展	296
二、PCR 基因扩增仪的工作原理	297
第二节 PCR 基因扩增仪的分类与结构	297
一、普通 PCR 扩增仪	297
二、实时荧光定量 PCR 扩增仪	298
第三节 PCR 扩增仪的性能指标、操作规程及常见故障的排除	300
一、PCR 扩增仪的性能指标	300
二、PCR 扩增仪的操作规程	301
三、PCR 扩增仪常见故障的排除	302
第四节 PCR 扩增仪的临床应用	302
一、感染性疾病的分子诊断和研究	302
二、遗传性疾病的分子诊断和研究	303
三、恶性肿瘤的分子诊断和研究	303
四、PCR 扩增仪在移植配型中的应用	303

五、PCR 扩增仪在法医学中的应用	303
六、PCR 扩增仪在分子生物学其他领域的应用	303
本章小结	303
第十八章 全自动 DNA 测序仪和蛋白质自动测序仪	305
第一节 全自动 DNA 测序仪	306
一、全自动 DNA 测序仪的工作原理	306
二、全自动 DNA 测序仪的结构与功能	309
三、全自动 DNA 测序仪的常见故障及维护	310
四、全自动 DNA 测序仪的进展	311
五、全自动 DNA 测序仪的主要应用	312
第二节 蛋白质自动测序仪	312
一、蛋白质自动测序仪的工作原理	313
二、蛋白质自动测序仪的结构及各部件的功能	313
三、蛋白质自动测序仪的主要应用	313
本章小结	314
第十九章 即时检测技术和相关仪器	315
第一节 概述	316
一、即时检测 (POCT) 的概念	316
二、POCT 的特点	316
三、POCT 的基本原理及主要技术	317
四、POCT 仪器的分类	318
五、POCT 的临床应用	318
六、POCT 存在的问题与发展前景	319
第二节 POCT 常用技术及相关仪器	321
一、多层涂膜技术相关的 POCT 仪器	321
二、免疫金标记技术相关的 POCT 仪器	324
三、免疫荧光测定技术相关的 POCT 仪器	326
四、生物传感器技术相关的 POCT 仪器	328
五、生物芯片技术相关的 POCT 仪器	332
六、红外和远红外分光光度技术相关的 POCT 仪器	332
七、其他技术相关的 POCT 仪器	332
本章小结	333
.....	
第二十章 实验室自动化系统	335
第一节 临床实验室自动化系统的发展概况	336
第二节 实验室自动化系统的基本概念与分类	336
一、实验室自动化系统的基本概念	336