



普通高等教育“十一五”  
国家级规划教材



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

► 供法医学类专业用

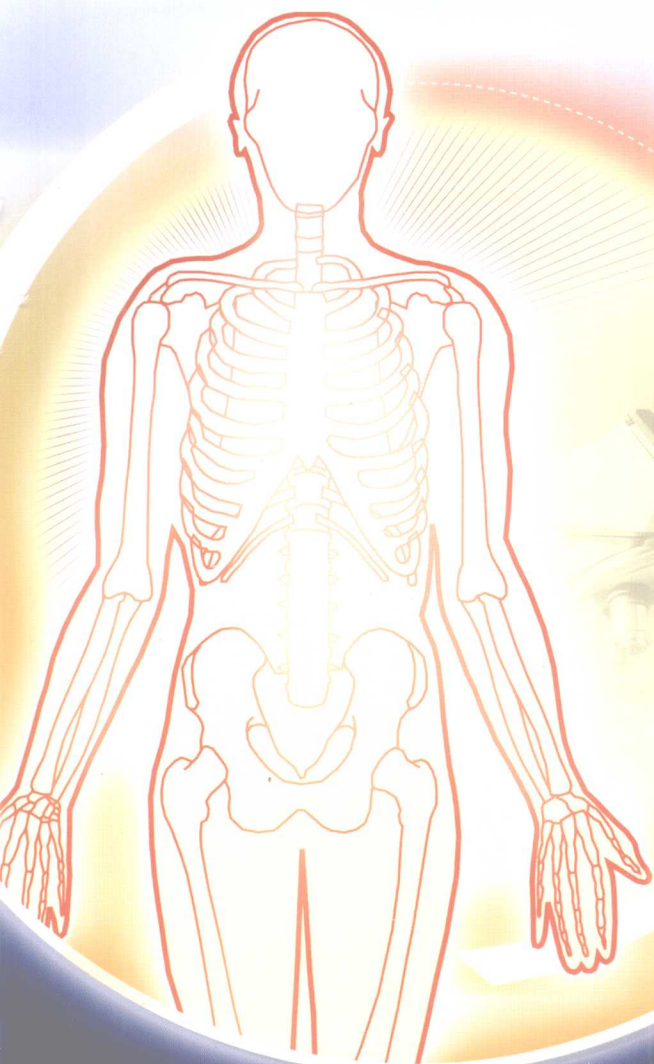
# 法医物证学

第③版

主 编 侯一平

副主编 王保捷

郭大玮



人民教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
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  
供法医学类专业用

# 法医物证学

第 3 版

主 编 侯一平

副主编 王保捷 郭大玮

编 者 (以姓氏笔画为序)

王保捷 (中国医科大学法医学院)

丛 斌 (河北医科大学)

孙宏钰 (中山大学中山医学院)

李生斌 (西安交通大学医学院)

李英碧 (四川大学华西基础医学与法医学院)

张 霁 (四川大学华西基础医学与法医学院)

周月琴 (复旦大学上海医学院)

庞 灏 (中国医科大学法医学院)

侯一平 (四川大学华西基础医学与法医学院)

郭大玮 (山西医科大学法医学院)

黄代新 (华中科技大学同济医学院)

景 强 (昆明医学院法医学院)

赖江华 (西安交通大学医学院)

人民卫生出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

法医学物证学/侯一平主编. —3版. —北京:人民卫生出版社,2009.7

ISBN 978-7-117-11939-9

I. 法… II. 侯… III. 物证-法医学鉴定-高等学校-教材 IV. D919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 082454 号

门户网: <a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a>	出版物查询、网上书店
卫人网: <a href="http://www.hrhexam.com">www.hrhexam.com</a>	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

## 法医学物证学 第 3 版

主 编: 侯一平

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

E - mail: [pmph@pmph.com](mailto:pmph@pmph.com)

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 三河市富华印刷包装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25

字 数: 543 千字

版 次: 1998 年 6 月第 1 版 2009 年 7 月第 3 版第 7 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-11939-9/R · 11940

定 价: 41.00 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)

# 全国高等医学院校法医学专业第四轮

## 教材修订说明

20世纪80年代,我国率先在医学院校中设置了法医学专业,并首次编写了成套的法医学教材,从而有力地推动了法医学的发展。进入21世纪,为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,经全国高等医药教材建设研究会、卫生部教材办公室、全国高等医学院校法医学专业教材编审委员会审议,教育部核准,决定从2007年5月开始进行五年制法医学专业规划教材第四轮的修订。修订工作以《中国医学教育改革和发展纲要》和《关于“十一五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》为指导,及时反映新世纪教学内容和课程改革的成果,在选择教材内容和编写体系时,遵循专业培养目标,注意素质教育和创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。第四轮的修订发扬了第三轮的编写优点,在坚持“三基”、“五性”、“三特定”的同时,提倡创新,使内容更为完善,适合于法医学教育的发展和人才培养,促进我国法医学教育水平的提高,使我国法医学鉴定更为科学、公正和公平,为以人为本的法制思想和建设服务。

全套教材共10种,本次修订10种,于2009年秋季全部出齐,为卫生部“十一五”规划教材,其中2种同时为教育部确定的普通高等教育“十一五”国家级规划教材(△)。

## 法医学教材目录

1. 法医学概论	第4版	主 编	丁 梅		
2. 法医病理学	第4版	主 编	赵子琴		
		副主编	王英元	官大威	廖志钢
△3. 法医物证学	第3版	主 编	侯一平		
		副主编	王保捷	郭大玮	
△4. 法医毒理学	第4版	主 编	刘 良		
		副主编	张国华		
5. 法医毒物分析	第4版	主 编	廖林川		
		副主编	王玉瑾		
6. 法医临床学	第4版	主 编	刘技辉		
		副主编	邓振华		
7. 法医精神病学	第3版	主 编	胡泽卿		
8. 法医人类学	第2版	主 编	张继宗		
9. 刑事科学技术	第3版	主 编	李生斌	万立华	
10. 法医法学	第2版	主 编	丛 斌	常 林	

# 全国高等医学院校法医学专业第四轮 教材编审委员会

主任委员 吴家驹

委 员 (以姓氏笔画为序)

王克峰	王保捷	王英元	石鹏建
刘 良	李生斌	陈玉川	侯一平
赵子琴	竞花兰	徐小虎	黄光照
景 强			

# 第 3 版前言

法医物证学是高等医学院校法医学专业课程之一,老一辈法医学教育工作者编撰了第 1 版《法医物证学》规划教材,为法医物证学课程建设做出了巨大贡献。进入 21 世纪,中青年学者编撰了第 2 版《法医物证学》规划教材,为在大学本科讲授法医物证学提供了新途径,其出发点是以 DNA 分型为核心。当前,我国高等法医学教育既面临发展机遇,又面临新的挑战。因此,全国法医学教材编审委员会决定修订《法医物证学》规划教材。

法医 DNA 分型技术的普及和发展,有力地证明了这种技术惊人的潜力,它不仅可以证实罪行、还无辜者清白,也极大地推动了法医物证学的发展。本书的主要目的是遵循专业培养目标,汲取前几版教材的经验,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件,帮助提高法医物证学专业人员的技能,希望本书的内容对法医学专业的师生有所帮助。

作为一本教科书,新旧知识恰到好处的衔接和系统化至关重要。本书第 2 版出版于 2004 年,其中的基础知识、基本理论、基本方法仍然适用。为了适应本学科的进展和新信息的大量涌现,第 3 版增加了 2 个全新的章节(STR 自动分型和线粒体 DNA 多态性),重新写了 6 个章节(DNA 长度多态性、DNA 序列多态性、亲子鉴定、混合斑检验、人体组织的检验及 DNA 数据库),修订了其余 12 个章节。

本书共分二十章,第一章~第十一章包括绪论、法医物证分析的遗传学基础、DNA 多态性的分子基础、DNA 长度多态性、STR 自动分型、DNA 序列多态性、线粒体 DNA 多态性、红细胞血型、白细胞血型、血清型、酶型;第十二章~第二十章则介绍亲子鉴定及法医物证检验,包括法医物证检材的提取、包装和送检,血痕检验,精液斑检验,唾液及唾液斑检验,混合斑检验,人体组织的检验,个人识别的证据意义评估,DNA 数据库等。

本书在编写过程中,得到了人民卫生出版社、四川大学华西基础医学与法医学院及参编院校的大力支持,谨此致以诚挚的谢意!

限于我们的知识水平和经验,本书难免有不足乃至错误之处,祈盼各院校师生在教与学的过程中不吝指出,以期再版时更正和提高。

侯一平

2009 年 2 月于成都





第一章 绪论 .....	1
第一节 物证与法医物证 .....	1
一、物证的概念及特点 .....	2
二、法医物证的概念、特点及意义 .....	2
第二节 法医物证学的基本任务、理论与技术 .....	4
一、基本任务 .....	4
二、基本理论 .....	4
三、基本技术 .....	6
第三节 法医物证的鉴定 .....	8
一、鉴定人 .....	8
二、法医物证鉴定书与鉴定结论 .....	8
第四节 法医物证学发展概况 .....	9
第二章 法医物证分析的遗传学基础 .....	11
第一节 遗传标记概述与分类 .....	11
一、概述 .....	12
二、遗传标记的分类 .....	13
第二节 遗传规律 .....	13
一、孟德尔分离律 .....	13
二、孟德尔自由组合律 .....	14
三、其他遗传规律 .....	14
第三节 群体遗传 .....	15
一、遗传多态性 .....	15
二、基因频率计算 .....	16
三、Hardy-Weinberg 平衡定律 .....	17

四、基因座独立性分析 .....	20
第四节 遗传标记的法医学应用参数 .....	21
一、杂合度 .....	21
二、个人识别概率 .....	22
三、非父排除概率 .....	23
<b>第三章 DNA 多态性的分子基础 .....</b>	<b>24</b>
第一节 DNA 分子结构与功能 .....	25
一、DNA 的分子结构 .....	25
二、DNA 的理化性质 .....	27
第二节 人类基因组 .....	29
一、基因与基因有关序列 .....	30
二、基因外 DNA 与重复序列 .....	31
三、假基因 .....	33
四、多基因家族 .....	33
五、转座子 .....	34
六、端粒 .....	34
七、DNA 的甲基化修饰 .....	35
第三节 基因突变 .....	36
一、编码区碱基突变 .....	36
二、非编码区突变 .....	36
第四节 DNA 多态性 .....	37
一、DNA 长度多态性 .....	37
二、DNA 序列多态性 .....	46
<b>第四章 DNA 长度多态性 .....</b>	<b>48</b>
第一节 限制性片段长度多态性分析 .....	48
一、基本技术 .....	50
二、DNA 纹印 .....	58
三、DNA 指纹 .....	65
第二节 扩增片段长度多态性 .....	73
一、概述 .....	74
二、聚合酶链反应 .....	74
三、VNTR 分型 .....	79
四、常染色体 STR 分型 .....	84
五、性染色体 STR 分型 .....	113
<b>第五章 STR 自动分型 .....</b>	<b>127</b>
第一节 荧光标记 STR 复合扩增 .....	128



第二节 扩增产物的毛细管电泳分离	129
第三节 等位基因确定	131
一、光谱分离	131
二、DNA 片段分子量计算	134
三、等位基因分型	135
第四节 图谱分析	136
一、分型标准品等位基因命名错误	136
二、内标识别错误	136
三、基线跳跃或摆动	137
四、stutter 峰	137
五、非模板依赖加 A	138
六、其他伪峰	139
七、性别识别图谱异常	139
八、峰的均衡性	139
九、杂合性丢失或 3 等位基因	139
十、off-ladder 峰	140
第五节 影响因素	142
<b>第六章 DNA 序列多态性</b>	144
第一节 DNA 序列测定及多态性分析	144
一、双脱氧核苷酸链终止法	145
二、PCR 循环测序	147
三、DNA 自动测序技术	148
四、法医学应用	149
第二节 等位基因特异性探针杂交技术	149
一、基本原理	150
二、基本技术	151
三、常用遗传标记	151
四、基本方法	154
五、法医学应用	155
六、ASO 杂交技术的局限性	155
第三节 扩增片段限制性长度多态性	156
一、基本原理	156
二、基本技术	156
三、常用遗传标记	156
四、基本方法	159
五、法医学应用	160
第四节 MVR-PCR 序列多态性	160
一、基本原理	160

二、基本技术 .....	163
三、常用遗传标记 .....	164
四、基本分型方法 .....	164
五、法医学应用 .....	166
第五节 序列多态性的其他分析技术 .....	167
一、DNA 芯片技术 .....	167
二、基质辅助激光解析电离/飞行时间质谱技术 .....	168
三、变性高效液相色谱法 .....	170
四、焦磷酸测序技术 .....	172
五、微测序技术 .....	173
六、实时荧光定量 PCR 技术 .....	175
<b>第七章 线粒体 DNA 多态性 .....</b>	<b>177</b>
第一节 概述 .....	177
一、mtDNA 的结构与功能 .....	177
二、线粒体基因组 .....	179
第二节 mtDNA 多态性 .....	180
一、mtDNA 单核苷酸多态性 .....	181
二、mtDNA 的串联重复序列多态性 .....	182
三、mtDNA 单倍群 .....	183
第三节 mtDNA 分型命名 .....	184
第四节 mtDNA 分析技术 .....	187
一、法医 mtDNA 分型 .....	187
二、人类线粒体全基因组 DNA 分析 .....	192
第五节 mtDNA 分型的特殊问题 .....	195
<b>第八章 红细胞血型 .....</b>	<b>198</b>
第一节 概论 .....	198
一、血型的命名 .....	198
二、红细胞血型抗原 .....	200
三、红细胞血型抗体 .....	201
四、红细胞血型检测 .....	201
第二节 ABO 血型 .....	203
一、ABO 抗原的结构 .....	203
二、等位基因结构与命名 .....	204
三、群体遗传学 .....	207
四、分型方法 .....	207
第三节 H 抗原与分泌型 .....	210
一、H 抗原与分泌型抗原的性质 .....	210

二、基因结构与命名 .....	211
三、群体遗传学 .....	213
四、分型方法 .....	213
第四节 Lewis 血型 .....	214
一、Lewis 抗原的结构 .....	215
二、等位基因结构与命名 .....	216
三、群体遗传学 .....	216
四、分型方法 .....	216
第五节 MNSs 血型 .....	216
一、MNSs 血型抗原的结构 .....	217
二、等位基因结构与命名 .....	217
三、群体遗传学 .....	218
四、分型方法 .....	219
第六节 Rh 血型 .....	219
一、Rh 抗原的结构 .....	219
二、等位基因结构与命名 .....	219
三、群体遗传学 .....	222
四、分型方法 .....	223
<b>第九章 白细胞血型 .....</b>	<b>224</b>
第一节 HLA 抗原 .....	224
一、HLA 研究简史 .....	225
二、HLA 抗原结构及其分布 .....	226
第二节 HLA 命名 .....	228
第三节 HLA 遗传 .....	234
一、HLA 基因结构 .....	234
二、HLA 遗传特征 .....	235
三、HLA 群体分布 .....	237
第四节 HLA 分型 .....	238
一、血清学分型 .....	238
二、细胞学分型 .....	241
三、DNA 分型 .....	242
四、血清学分型和 DNA 分型方法可靠性比较 .....	243
<b>第十章 血清型 .....</b>	<b>245</b>
第一节 概述 .....	245
一、血清型的分类与命名 .....	246
二、分型原理 .....	246
三、法医学意义 .....	247

第二节 结合珠蛋白型	247
一、Hp 的生化性质及生物学功能	247
二、等位基因结构与命名	248
三、群体遗传学调查结果	251
四、Hp 分型原理、方法及法医学应用评价	252
第三节 维生素 D 结合蛋白	253
一、Gc 的生化性质与生物学功能	253
二、遗传及等位基因命名	253
三、群体遗传学调查结果	255
四、Gc 分型原理、方法及法医学应用评价	256
第四节 免疫球蛋白同种异型	257
一、免疫球蛋白同种异型的分子免疫学性质	257
二、免疫球蛋白同种异型的命名与遗传	258
三、群体遗传学调查结果	260
四、Gm 及 Km 的测定及法医学应用评价	261
<b>第十一章 酶型</b>	263
第一节 概述	263
一、同工酶分类及命名	263
二、同工酶分型方法	266
第二节 磷酸葡萄糖变位酶	266
一、生物化学性质与生物学功能	266
二、等位基因结构与命名	267
三、群体遗传学	268
四、PGM <sub>1</sub> 蛋白多态分型方法	269
五、PGM <sub>1</sub> 的 DNA-RFLP 分型	270
第三节 酯酶 D	271
一、生物化学性质与生物学功能	271
二、等位基因结构与命名	272
三、群体遗传学	273
四、分型方法	273
第四节 红细胞酸性磷酸酶	274
一、生物化学性质与生物学功能	274
二、等位基因结构与命名	274
三、群体遗传学	276
四、分型方法	276
<b>第十二章 亲子鉴定</b>	278
第一节 亲子鉴定基本原理	279

第二节	否定父权	280
一、	排除亲子关系	280
二、	非父排除概率	281
三、	错误否定父权的风险	285
第三节	确信父权	291
一、	父权指数	291
二、	父权指数的统计学意义	294
三、	父权的相对机会	295
第四节	法医亲子鉴定标准	297
第五节	其他亲缘关系鉴定	298
<b>第十三章</b>	<b>法医物证检材的提取、包装和送检</b>	<b>299</b>
第一节	检材特点	299
第二节	检材发现和提取	300
一、	检材发现	300
二、	检材提取	301
第三节	检材包装、保存与送检	304
一、	检材包装和保存	304
二、	检材送检	304
三、	检验程序和要求	305
<b>第十四章</b>	<b>血痕检验</b>	<b>306</b>
第一节	概述	306
一、	血痕的特点	306
二、	血痕检验的目的及基本程序	307
第二节	肉眼检查	307
一、	血痕的部位	308
二、	血痕的颜色	308
三、	血痕的形状	308
四、	血痕的范围	308
第三节	血痕预试验	309
一、	联苯胺试验	309
二、	其他预试验	310
第四节	血痕确证试验	310
一、	血色原结晶试验	310
二、	氯化血红素结晶试验	311
三、	吸收光谱检查	311
第五节	种属鉴定	312
一、	沉淀反应	312

二、抗人血红蛋白胶体金试验 .....	313
三、间接酶联免疫吸附试验 .....	314
四、DNA 检验 .....	315
第六节 血痕的个人识别 .....	316
一、血痕的血型测定 .....	316
二、血痕的血清型测定 .....	319
三、血痕的红细胞酶型测定 .....	320
四、血痕的 DNA 分析 .....	320
五、血痕的性别鉴定 .....	321
六、血痕的其他检验 .....	322
<b>第十五章 精液斑检验 .....</b>	<b>324</b>
第一节 精液斑的特点和检验目的 .....	324
一、精液斑的特点 .....	324
二、检验目的与要求 .....	325
第二节 精液斑的肉眼检查 .....	326
第三节 精液斑的预试验 .....	326
一、酸性磷酸酶检验 .....	326
二、其他预试验 .....	327
第四节 精液斑的确证试验 .....	328
一、精子检出法 .....	328
二、免疫学试验 .....	330
第五节 精液斑的个人识别 .....	332
一、精液斑的 ABO 血型测定 .....	332
二、精液斑的 DNA 分析 .....	334
<b>第十六章 唾液及唾液斑检验 .....</b>	<b>336</b>
第一节 唾液及唾液斑的特点和检验目的 .....	336
一、唾液及唾液斑的特点 .....	336
二、检验目的与要求 .....	337
第二节 唾液斑的证明 .....	337
一、淀粉酶的检测 .....	337
二、口腔黏膜脱落上皮细胞的检查 .....	338
三、其他方法 .....	338
第三节 唾液斑的个人识别 .....	338
一、唾液斑的 ABO 血型测定 .....	338
二、唾液斑的 DNA 分析 .....	338

第十七章 混合斑检验 .....	340
第一节 混合斑的特点和检验目的 .....	340
第二节 精液与阴道液混合斑检验 .....	341
一、混合斑的确证 .....	341
二、混合斑中精液成分的个人识别 .....	341
三、混合斑中阴道液成分的个人识别 .....	345
四、轮奸案混合斑检验 .....	345
第三节 多个体血液混合斑检验 .....	346
一、混合斑的 ABO 血型测定 .....	346
二、混合斑的 DNA 分析 .....	346
第十八章 人体组织检验 .....	350
第一节 毛发检验 .....	351
一、毛发的特点 .....	351
二、毛发检验的目的和要求 .....	352
三、毛发与其他纤维的鉴别 .....	353
四、人毛与动物毛的鉴别 .....	353
五、人毛部位的确定 .....	353
六、毛发的脱落和损伤 .....	354
七、毛发的个人识别 .....	355
八、毛发中微量元素分析 .....	356
第二节 软组织检验 .....	356
一、软组织的特性 .....	356
二、软组织检验的目的与要求 .....	357
三、确定是否为组织及来自何种组织 .....	357
四、种属鉴定 .....	357
五、组织块的个人识别 .....	358
第三节 骨检验 .....	359
一、骨的特性 .....	359
二、骨的种属鉴定 .....	359
三、骨的个人识别 .....	360
第四节 牙齿的检验 .....	361
第五节 指甲与趾甲检验 .....	361
一、指甲与趾甲 ABH 血型的检测 .....	361
二、指甲与趾甲的 DNA 检测 .....	362
第十九章 个人识别的证据意义评估 .....	363
第一节 遗传标记个人识别的系统效能 .....	364



第二节 DNA 遗传标记对于具体个案的鉴定能力 .....	365
一、匹配概率 .....	365
二、似然率 .....	367
<b>第二十章 DNA 数据库 .....</b>	<b>369</b>
第一节 DNA 数据库的概况 .....	369
一、DNA 数据库的概念 .....	370
二、DNA 数据库的意义及理论依据 .....	370
三、DNA 数据库的国内外发展现状 .....	370
第二节 DNA 数据库的组成和功能 .....	371
一、DNA 数据库的组成 .....	371
二、DNA 数据库的功能 .....	372
三、我国法医 DNA 数据库的结构和职责 .....	373
第三节 DNA 数据库的质量控制 .....	374
一、法医 DNA 实验室的质量控制 .....	374
二、DNA 数据库的分型数据 .....	375
三、DNA 技术标准化 .....	375
<b>中英文名词对照 .....</b>	<b>376</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>383</b>

# 第一章

## 绪 论

法医物证学是以法医物证为研究对象,以提供科学证据为目的,研究应用生命科学技术解决案件中与人体有关的生物检材鉴定的一门学科。法医物证学是法医学的分支学科,其研究内容属法医学中的物证检验部分,是法医学研究的主要内容之一。法医物证学是因法律的需要和自然科学的发展而产生的一门交叉学科。随着本学科的不断发展与学科间的相互渗透,法医物证分析技术日臻完善,理论知识日趋丰富,解决检案问题的能力不断提高,已成为一门独立学科。

这门学科的命名目前国内外尚未完全统一。国外称为法医血清学( forensic serology),法医血型血清学( forensic blood group serology),法医血液遗传学( forensic hematogenetics),法医遗传学( forensic genetics)及法医学生物学( forensic biology)。我国法医学专业目录定名为法医物证学。

### 第一节 物证与法医物证

证据是指能证明案件真实情况的一切事实,这是立法上对诉讼证据所下的定义。诉讼证据有两个基本特征:①它是确实存在的事实。所有的痕迹、物品、文件等实物证据都是客观存在的事实。这个基本特征是证据的本质属性,一般称为证据的客观性。②它是同案件事实有着客观联系的事实。作为证据的事实与诉讼中