



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”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④版

主 编 侯一平

副主编 丛 斌 王保捷 郭大玮



人民卫生出版社



网络
增值服务
ONLINE SERVICES



国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十三五”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4版

主 编 侯一平

副主编 丛 斌 王保捷 郭大玮

编 者 (以姓氏笔画为序)

王保捷 (中国医科大学)	张更谦 (山西医科大学)
丛 斌 (河北医科大学)	庞 灏 (中国医科大学)
包其郁 (温州医科大学)	侯一平 (四川大学)
许冰莹 (昆明医科大学)	高玉振 (苏州大学)
孙宏钰 (中山大学)	郭大玮 (山西医科大学)
杜 冰 (川北医学院)	黄代新 (华中科技大学)
李生斌 (西安交通大学)	谢建辉 (复旦大学)
李英碧 (四川大学)	赖江华 (西安交通大学)
李淑瑾 (河北医科大学)	翟仙敦 (河南科技大学)
张 霁 (四川大学)	

秘 书 张 霁 (四川大学)

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

法医物证学 / 侯一平主编. —4 版. —北京: 人民卫生出版社, 2016

ISBN 978-7-117-22236-5

I. ①法… II. ①侯… III. ①物证—法医学鉴定—高等学校—教材 IV. ①D919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 046547 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!

法医物证学

第 4 版

主 编: 侯一平

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: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 18 插页: 2

字 数: 533 千字

版 次: 1998 年 6 月第 1 版 2016 年 3 月第 4 版

2016 年 3 月第 4 版第 1 次印刷(总第 13 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-22236-5/R·22237

定 价: 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)

全国高等医学院校法医学专业第五轮 规划教材修订说明

20世纪80年代,我国在医学院校中设置了法医学专业,并于1988年首次编写了成套的法医学专业卫生部规划教材,从而有力地推动了法医学教育的发展。2009年五年制法医学专业规划教材第四轮出版发行。为促进本科法医学专业教学,教育部法医学专业教学指导委员会在2014年开始制定审议国家法医学本科专业教育质量标准并拟报教育部审批。根据质量标准要求及法医学相关领域学科进展,2014年经全国高等医药教材建设研究会和全国高等医学院校法医学专业教材编审委员会审议,启动第五轮教材修订工作。

本轮修订仍然坚持“三基”“五性”,并努力使学生通过学习达到培养具有坚实基础理论知识和专业知识、熟悉司法鉴定程序和法医鉴定技能、掌握法学、医学及相关学科知识,具有良好的思维判断能力以及分析问题能力的法医学高级复合型人才培养目标。新教材体现了法医学领域的新进展和我国的新法规、新政策与新要求;考虑了学生的就业,具有较强的实用性,使学生在毕业后的实际工作中能够应用所学知识。本轮教材在编写中强调了可读性、注重了形式的活泼性,并全部配备了网络增值服务。

全套教材16种,其中主教材11种,配套教材5种,于2016年全部出版。所有教材均为国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材。

第5轮法医学专业教材目录

- | | | | | | | | | | |
|----------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 1. 法医学概论 | 第5版 | 主编 | 丁梅 | | | | | | |
| 2. 法医病理学 | 第5版 | 主编 | 丛斌 | 副主编 | 官大威 | 王振原 | 高彩荣 | 刘敏 | |
| 3. 法医物证学 | 第4版 | 主编 | 侯一平 | 副主编 | 丛斌 | 王保捷 | 郭大玮 | | |
| 4. 法医毒理学 | 第5版 | 主编 | 刘良 | 副主编 | 张国华 | 李利华 | 贡克明 | | |
| 5. 法医毒物分析 | 第5版 | 主编 | 廖林川 | 副主编 | 王玉瑾 | 刘俊亭 | | | |
| 6. 法医临床学 | 第5版 | 主编 | 刘技辉 | 副主编 | 邓振华 | 邓世雄 | 陈腾 | 沈忆文 | |
| 7. 法医精神病学 | 第4版 | 主编 | 胡泽卿 | 副主编 | 赵虎 | 谢斌 | | | |
| 8. 法医人类学 | 第3版 | 主编 | 张继宗 | 副主编 | 蔡继峰 | 赖江华 | | | |
| 9. 刑事科学技术 | 第4版 | 主编 | 李生斌 | 副主编 | 张幼芳 | 李剑波 | | | |
| 10. 法医法学 | 第3版 | 主编 | 常林 | 副主编 | 邓虹 | 马春玲 | | | |
| 11. 法医现场学 | | 主编 | 万立华 | 副主编 | 阎春霞 | 陈新山 | | | |
| 12. 法医病理学实验指导 | 第2版 | 主编 | 成建定 | 副主编 | 周韧 | 王慧君 | 周亦武 | 莫耀南 | |
| 13. 法医物证学实验指导 | 第2版 | 主编 | 张林 | 副主编 | 黄代新 | 庞灏 | 孙宏钰 | | |
| 14. 法医毒理学实验指导 | | 主编 | 朱少华 | 副主编 | 黄飞骏 | 李凡 | 喻林升 | | |
| 15. 法医毒物分析实验指导 | 第2版 | 主编 | 沈敏 | 副主编 | 金鸣 | 周海梅 | | | |
| 16. 法医临床学实验指导 | 第2版 | 主编 | 刘兴本 | 副主编 | 顾珊智 | 樊爱英 | | | |

全国高等学校法医学专业第五轮 规划教材编审委员会

顾 问

石鹏建 陈贤义

主任委员

侯一平

副主任委员

丛 斌 王保捷 李生斌 周 韧 杜 贤

委 员

张 林 杜 冰 喻林升 赵子琴 王英元
樊爱英 陈 晓 陶陆阳 赵 虎 莫耀南
李利华 刘 良 邓世雄 杨 晋

秘 书

廖林川 潘 丽



主编简介

侯一平，教授，博士研究生导师。教育部国家级教学名师，首批国家“万人计划”教学名师。四川大学华西基础医学与法医学院院长。四川大学法医学国家重点学科学术带头人，四川大学教育部法医学特色专业学术带头人，国务院特殊津贴获得者。国际法医遗传学会华语区 (Chinese Speaking Working Group of International Society for Forensic Genetics) 主席，教育部高等学校法医学专业教学指导委员会主任委员，中国法医学会法医学教育委员会主任委员，全国高等医学教育学会法医学研究会主任委员，全国高等医学院校法医学专业教材编审委员会主任委员。

作为德国洪堡基金会研究奖学金获得者，先后在德国科隆大学和不来梅大学从事科学研究。近5年获国家“十二五”科技支撑计划2项，国家自然科学基金重点项目1项、面上项目3项，国家授权发明专利7项，教育部技术发明奖1项。通过遗传标记分析解决个人识别和亲权鉴定等法医物证学核心问题。在Y染色体，MicroRNA和混合斑分析等研究领域形成了标志性成果；通过发展新的检测技术，在分析降解、微量、疑难检材等前沿领域取得了重要突破。研究论文发表在 *Nature Medicine*, *Genome Research*, *Forensic Sci Int Genet* 等学术期刊上。主编了普通高等教育“十一五”国家级规划教材《法医学》，普通高等教育“十五”“十一五”“十二五”国家级规划教材《法医物证学》。

副主编简介



丛斌，中国工程院院士，博士，教授，主任法医师，博士研究生导师。全国人大常委、法律委员会副主任委员，九三学社中央副主席，河北医科大学副校长、法医学系主任，中国法医学会副会长，中国法医学教育研究会副理事长，教育部法医学教学指导委员会副主任委员，《中国法医学杂志》编委会副主任、副主编。

从事法医学教学、科研、检案工作 32 年。在腐败检材降解 DNA 分型技术，多位点复合扩增体系构建，混合斑检验，广泛软组织损伤，应激性损伤，毒品依赖的信号转导机制，天然药物毒性化合物分离、纯化及其毒性机制，缩胆囊素细胞调节，自身免疫性疾病发病机制等方面的研究取得重要成果。获国家科技进步一等奖 1 项、二等奖 2 项，省部级一等奖三项。主编专著 8 部，发表论文 350 余篇，单篇最高影响因子 40.2。培养博士、博士后 56 名、硕士 93 名。



王保捷，教授，博士研究生导师。教育部法医学专业教育指导委员会副主任委员，中国法医学会理事，《中国法医学杂志》与《法医学杂志》编委。省级名师，国务院特殊津贴获得者。作为客座教授 5 次赴日本久留米大学访问讲学。

从事法医学教学、科研、研究生培养、法医学鉴定、学院行政管理等工作。科研方向为：DNA 遗传标记的法医学意义研究。主持科研项目 12 项，国家级规划教材《法医学》(第 3、4、5、6 版)主编，国家级规划教材《法医物证学》(第 2、3 版)副主编。发表论文 80 余篇。



郭大玮，教授，博士研究生导师，山西医科大学法医学院法医物证学教研室主任。中国法医学会物证专业委员会委员。留学美国、荷兰。从事教学工作 30 余年，曾参加国家规划教材《法医物证学》(第 2 版)、《现代法医学》(第 2 版)和《刑事科学技术大全法医学分册》等编写，“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《法医物证学》(第 3 版)副主编。研究领域涉及遗传标记及表观遗传标记的法医学应用和真核基因表达调控机制。曾主持国家自然科学基金重大研究计划，山西省自然科学基金及山西省青年自然科学基金等项目。

前 言

法医物证学是高等医学院校法医学专业课程之一,《法医物证学》规划教材的前三版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,可以还无辜者清白,同时还极大地推动了法医物证学科的发展。本书主要目的是遵循专业培养目标,发扬前三版教材取得的成果,为学生知识、能力、素质的协调发展创造条件,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。

为了适应本学科新进展、新信息的大量涌现,本版编写了 6 个全新的章(法医 DNA 分析技术基础、STR 长度多态性、性染色体 STR 分型、法医 DNA 测序、二等位基因 DNA 遗传标记和表达产物水平遗传标记)。其中,法医 DNA 测序既包含了经典技术,也介绍了新一代测序在法医物证学的应用前景。STR 长度多态性和性染色体 STR 分型是在上版《DNA 长度多态性》一章的基础上扩展而成,而表达产物水平遗传标记是上版红细胞血型、HLA、血清型、酶型共 4 章的有机整合,着重体现新旧知识恰到好处的衔接和系统化。本版还修订了其余 14 章。所有各章均增添了知识拓展和知识链接。

本书共分 20 章,第 1~11 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、法医 DNA 分析技术基础、STR 长度多态性、STR 自动分型、性染色体 STR 分型、法医 DNA 测序、线粒体 DNA 多态性、二等位基因 DNA 遗传标记、表达产物水平遗传标记;第 12~20 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,人体组织检验,个人识别的证据意义评估, DNA 数据库等。

在本书的编写过程中,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

2015 年 7 月于成都

目 录

第一章 绪论	1
第一节 法医物证的概念	1
一、法医物证的特点	2
二、法医物证的意义	2
第二节 法医物证学的基本任务、理论与技术	3
一、基本任务	3
二、基本理论	3
三、基本技术	5
第三节 法医物证的鉴定	6
一、鉴定人	6
二、法医物证鉴定书与鉴定意见	6
第四节 法医物证学发展概况	7
第二章 法医物证分析的遗传学基础	9
第一节 遗传标记概述与分类	9
一、概述	9
二、遗传标记的分类	10
第二节 遗传规律	10
一、孟德尔分离律	10
二、孟德尔自由组合律	11
三、其他遗传规律	12
第三节 群体遗传	12
一、遗传多态性	12
二、基因频率计算	13
三、Hardy-Weinberg 平衡定律	14
四、基因座独立性分析	16
第四节 遗传标记的法医学应用参数	18
一、杂合度	18
二、个人识别概率	18
三、非父排除概率	19

第三章 DNA 多态性的分子基础	21
第一节 DNA 分子结构与功能	21
一、DNA 的分子结构	21
二、DNA 的理化性质	24
第二节 人类基因组	25
一、基因与基因有关序列	26
二、基因外 DNA 与重复序列	27
三、DNA 的甲基化修饰	28
第三节 基因突变	29
一、编码区突变	29
二、非编码区突变	30
第四节 DNA 多态性	30
一、DNA 长度多态性	31
二、DNA 序列多态性	34
三、其他类型多态性	35
第四章 法医 DNA 分析技术基础	37
第一节 DNA 提取	37
一、DNA 提取原则	37
二、DNA 提取方法	37
第二节 DNA 定量	38
一、法医 DNA 定量的特点	39
二、法医 DNA 定量方法	39
第三节 聚合酶链式反应	41
一、PCR 的基本原理	41
二、PCR 的反应体系	42
三、PCR 反应的基本步骤	43
四、PCR 反应产物的积累规律	44
五、PCR 反应的影响因素	44
六、法医学应用 PCR 技术特点	45
第四节 DNA 电泳	45
一、电泳的基本概念和原理	46
二、电泳技术的种类	46
三、DNA 电泳技术	46
四、电泳的影响因素	48
第五章 STR 长度多态性	50
第一节 概述	50
一、STR 序列结构类型	51
二、筛选 STR 基因座的条件	53
三、STR 分型的法医学特点	53

第二节 STR 命名	54
一、基因座命名	54
二、等位基因命名	54
三、链的选择及核心重复单位的确定	55
第三节 常染色体 STR 分型	55
一、基本分型技术	56
二、多基因座复合扩增	57
三、常用常染色体 STR 基因座	61
四、miniSTR 分型	67
第六章 STR 自动分型	71
第一节 荧光标记 STR 复合扩增	71
第二节 扩增产物的毛细管电泳分离	72
第三节 等位基因确定	74
一、光谱分离	74
二、DNA 片段分子量计算	76
三、等位基因分型	76
第四节 图谱分析	79
一、分型标准品等位基因命名错误	79
二、内标识别错误	79
三、基线跳跃或摆动	80
四、stutter 峰	80
五、非模板依赖加 A	80
六、其他伪峰	81
七、性别识别图谱异常	81
八、峰的均衡性	81
九、杂合性丢失或 3 等位基因	81
十、off-ladder 峰	82
第五节 影响因素	83
第七章 性染色体 STR 分型	85
第一节 Y 染色体 STR	85
一、Y-STR 概述	85
二、Y-STR 单倍型	89
三、Y-STR 分型的法医学意义	92
四、Y-STR 法医学应用参数	92
第二节 X 染色体 STR	95
一、X-STR 概述	95
二、X-STR 分型	96
三、X-STR 分型的法医学意义	98
四、X-STR 法医学应用参数	99

第八章 法医 DNA 测序	102
第一节 第一代 DNA 测序技术	102
一、双脱氧核苷酸链终止法	102
二、循环测序	104
三、DNA 自动测序技术	105
第二节 新一代 DNA 测序技术	106
一、Illumina 测序技术	106
二、Ion Torrent 测序技术	107
三、新一代测序技术优势	108
四、新一代测序技术的不足之处	108
第三节 测序技术在法医学中的应用	108
一、第一代测序技术在法医学中的应用	109
二、新一代测序技术在法医学中的应用前景	109
第九章 线粒体 DNA 多态性	114
第一节 概述	114
一、mtDNA 的结构与功能	114
二、线粒体基因组	115
第二节 mtDNA 多态性	117
一、mtDNA 单核苷酸多态性	117
二、mtDNA 串联重复序列多态性	118
三、mtDNA 单倍型与单倍群	119
第三节 mtDNA 分型命名	120
第四节 mtDNA 分析技术	122
一、法医 mtDNA 分型	122
二、人类线粒体控制区及全基因组 DNA 分析	126
第五节 mtDNA 分型的特殊问题	127
第十章 二等位基因 DNA 遗传标记	129
第一节 单核苷酸多态性	129
一、SNP 的分子遗传学基础	129
二、SNP 与 STR 的比较	130
三、SNP 的法医学应用	131
第二节 插入/缺失多态性	133
一、InDel 的分子遗传学基础	133
二、InDel 的法医学应用	134
第三节 分析技术	135
一、DNA 芯片技术	135
二、基质辅助激光解吸电离/飞行时间质谱技术	136
三、焦磷酸测序技术	138
四、微测序技术	140
五、TaqMan 技术	141

第十一章 表达产物水平遗传标记	144
第一节 红细胞血型.....	144
一、概述	144
二、ABO 血型	147
三、H 抗原与分泌型	151
四、MNSs 血型	153
五、Rh 血型	154
第二节 白细胞型.....	157
一、HLA 抗原	157
二、HLA 命名	158
三、HLA 遗传	159
四、HLA 分型	161
第三节 血清型.....	161
一、概述	162
二、结合珠蛋白型	162
三、维生素 D 结合蛋白	165
第四节 酶型.....	167
一、概述	167
二、磷酸葡萄糖变位酶	169
三、酯酶 D	172
第十二章 亲子鉴定	175
第一节 亲子鉴定基本原理.....	175
第二节 否定父权.....	177
一、排除亲子关系	177
二、非父排除概率	177
三、错误否定父权的风险	180
第三节 确信父权.....	184
一、父权指数	184
二、父权指数的统计学意义	188
三、父权的相对机会	189
第四节 法医亲子鉴定标准.....	190
第五节 其他亲缘关系鉴定.....	191
第十三章 法医物证检材的提取、包装和送检	192
第一节 检材特点.....	192
第二节 检材发现和提取.....	192
一、检材发现	192
二、检材提取	193
第三节 检材包装、保存与送检	196
一、检材包装和保存	196

二、检材送检	197
三、检验程序和要求	197
第十四章 血痕检验	199
第一节 概述	199
一、血痕的特点	199
二、血痕检验的目的及基本程序	199
第二节 肉眼检查	200
一、血痕的部位	200
二、血痕的颜色	201
三、血痕的形状	201
四、血痕的范围	201
第三节 血痕预试验	202
一、联苯胺试验	202
二、其他预试验	203
第四节 血痕确证试验	203
一、血色原结晶试验	203
二、氯化血红素结晶试验	204
三、吸收光谱检查	204
第五节 种属鉴定	204
一、沉淀反应	205
二、抗人血红蛋白胶体金试验	206
三、DNA 检验	207
第六节 血痕的个人识别	208
一、血痕的血型测定	208
二、血痕的 DNA 分析	210
三、血痕的性别鉴定	211
四、血痕的其他检验	211
第十五章 精液斑检验	215
第一节 精液斑的特点和检验目的	215
一、精液斑的特点	215
二、检验的目的与要求	216
第二节 精液斑的肉眼检查	216
第三节 精液斑的预试验	216
一、酸性磷酸酶检验	217
二、其他预试验	218
第四节 精液斑的确证试验	218
一、精子检出法	218
二、免疫学试验	220
第五节 精液斑的个人识别	221

一、精液斑的 ABO 血型测定	221
二、精液斑的 DNA 分析	222
第十六章 唾液及唾液斑检验	224
第一节 唾液及唾液斑的特点和检验目的	224
一、唾液及唾液斑的特点	224
二、检验目的与要求	224
第二节 唾液斑的证明	225
一、淀粉酶的检测	225
二、口腔黏膜脱落上皮细胞的检查	225
三、其他方法	225
第三节 唾液斑的个人识别	226
一、唾液斑的 ABO 血型测定	226
二、唾液斑的 DNA 分析	226
第十七章 混合斑检验	228
第一节 混合斑的特点和检验目的	228
第二节 精液阴道液混合斑检验	228
一、混合斑的确证	229
二、混合斑中精液成分的个人识别	229
三、混合斑中阴道液成分的个人识别	232
四、轮奸案混合斑检验	233
第三节 多人血混合斑检验	233
第四节 混合 STR 分型图谱解释	233
一、定性评价	233
二、计算匹配概率	233
三、计算排除概率	234
四、计算似然率	234
第十八章 人体组织检验	238
第一节 概述	238
第二节 毛发检验	239
一、毛发的特点	239
二、毛发检验的目的和要求	240
三、毛发与其他纤维的鉴别	240
四、人毛与动物毛的鉴别	241
五、人体各部位毛发的鉴别	241
六、脱落毛发和损伤毛发的鉴别	241
七、毛发的个人识别	242
八、毛发中微量元素分析	243
第三节 软组织检验	243
一、软组织的特性	243

二、软组织检验的目的与要求	243
三、确定是否为组织及组织来源	244
四、种属鉴定	244
五、组织块的个人识别	244
六、性别鉴定	245
七、脱落细胞的检验	245
第四节 骨检验	246
一、骨的特性	246
二、骨的种属鉴定	246
三、骨的个人识别	246
第五节 牙齿的检验	248
第六节 指甲与趾甲检验	248
一、指甲与趾甲 ABO 血型的检测	248
二、指甲与趾甲的 DNA 检测	249
第十九章 个人识别的证据意义评估	251
第一节 遗传标记个人识别的系统效能	251
第二节 DNA 遗传标记对于具体个案的鉴定能力	252
一、匹配概率	253
二、似然率	254
第二十章 DNA 数据库	257
第一节 DNA 数据库概述	257
一、DNA 数据库的概念	257
二、DNA 数据库的意义及理论依据	258
三、DNA 数据库的国内外发展现状	259
第二节 DNA 数据库的组成和功能	259
一、DNA 数据库的组成	260
二、DNA 数据库的功能	261
三、我国法医 DNA 数据库的结构和职责	262
第三节 DNA 数据库的质量控制	263
一、法医 DNA 实验室的质量控制	263
二、DNA 数据库的分型数据	263
三、DNA 技术标准化	263
主要参考文献	265
中英文名词对照索引	266