



DNA

袁丽 著

The Study of Forensic DNA Evidence

法医DNA 证据研究



法律出版社
LAW PRESS · CHINA



法大鉴定

袁丽 著

The Study of Forensic DNA Evidence

法医DNA 证据研究



法律出版社
LAW PRESS·CHINA

图书在版编目(CIP)数据

法医 DNA 证据研究 / 袁丽著. —北京: 法律出版社,
2017. 4

ISBN 978 - 7 - 5118 - 7266 - 1

I. ①法… II. ①袁… III. ①脱氧核糖核酸—法医学
鉴定—研究 IV. ①D919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 095151 号

法医 DNA 证据研究
FAYI DNA ZHENGJU YANJIU

袁 丽 著

策划编辑 陈 睿
责任编辑 陈 睿
装帧设计 汪奇峰

出版 法律出版社
总发行 中国法律图书有限公司
经销 新华书店
印刷 北京金康利印刷有限公司
责任校对 王沁陶
责任印制 沙 磊

编辑统筹 法律考试·职业教育出版分社
开本 720 毫米×960 毫米 1/16
印张 22
字数 338 千
版本 2017 年 6 月第 1 版
印次 2017 年 6 月第 1 次印刷

法律出版社/北京市丰台区莲花池西里 7 号(100073)

网址/www.lawpress.com.cn

投稿邮箱/info@lawpress.com.cn

举报维权邮箱/jbwq@lawpress.com.cn

销售热线/010-63939792

咨询电话/010-63939796

中国法律图书有限公司/北京市丰台区莲花池西里 7 号(100073)

全国各地中法图分、子公司销售电话:

统一销售客服/400-660-6393

第一法律书店/010-63939781/9782

西安分公司/029-85330678

重庆分公司/023-67453036

上海分公司/021-62071639/1636

深圳分公司/0755-83072995

书号:ISBN 978-7-5118-7266-1

定价:66.00 元

(如有缺页或倒装,中国法律图书有限公司负责退换)

本书获得

2011司法文明协同创新中心

教育部人文社会科学研究青年基金项目“DNA证据相关问题研究”（11YJC820158）

中国政法大学校级人文社会科学研究项目“DNA证据应用研究”

中国政法大学研究生教学改革项目“新诉讼法背景下的法医DNA实务培养模式研究”的资助

特此感谢！

目 录

引 言	001
第一章 DNA 鉴定基础	003
第一节 DNA 鉴定的科学基础	003
一、什么是 DNA	003
二、DNA 遗传学基础	006
三、DNA 分析技术中的基本概念	010
四、遗传连锁与交换重组	011
五、DNA 遗传规律	012
六、DNA 分析的群体遗传学	013
七、遗传基因突变	013
八、DNA 损伤	014
第二节 法医 DNA 鉴定	016
一、个人识别	016
二、亲权关系鉴定	023
三、种属鉴定	025
第三节 法医 DNA 鉴定的特点	026
一、刑事案件 DNA 鉴定是法律的要求	026
二、DNA 鉴定识别能力强	026
三、DNA 鉴定依赖基础学科的发展	027
四、DNA 鉴定成功与否关键在于法医物证的质和量	028
五、DNA 鉴定的局限性	028
第四节 DNA 司法鉴定程序	029
一、DNA 鉴定行政许可	029

二、DNA 鉴定程序要求	030
三、DNA 司法鉴定意见书的出具	033
第二章 DNA 遗传标记	034
第一节 遗传标记的概念及分类	034
一、遗传标记的概念	034
二、遗传标记的分类	035
第二节 DNA 遗传标记	038
一、限制性片段长度多态性	038
二、常染色体短串联重复序列	041
三、Y 染色体 STR 基因座	046
四、X 染色体上的基因座	047
五、线粒体 DNA	050
六、单核苷酸多态性	054
七、插入/缺失	056
第三节 STR 遗传标记的检测	057
一、聚合酶链式反应	057
二、影响 STR 分型的因素	061
三、下一代测序技术	069
第四节 DNA 遗传标记分析对证明力的影响	072
一、不同遗传标记证明力差异性	072
二、检测体系对 DNA 证据的影响	074
三、遗传标记突变对亲子关系判定的影响	076
四、遗传标记分析在特殊亲缘关系鉴定中的证明力限制	077
五、检验能力的提高对结果的影响	080
第三章 法医物证检验	083
第一节 法医物证	083
一、法医物证的概念	083
二、法医物证检验的作用	085
三、法医物证的特点	086

第二节 生物检材的提取	087
一、生物检材提取的一般性要求	087
二、现场检材提取方法	088
三、检材的包装	091
四、检材的保存	091
五、检材的送检	091
第三节 法医物证 DNA 提取纯化	091
一、DNA 提取	091
二、DNA 的浓缩及纯化	096
三、DNA 的定量	097
第四节 法医物证的检验	099
一、血液(痕)的检验	099
二、精液(斑)的检验	103
三、唾液斑的检验	108
四、毛发的检验	108
五、软组织检验	109
六、骨骼的检验	109
七、接触性脱落细胞	109
八、低拷贝模板的检验	110
九、混合斑	110
第四章 DNA 检验记录及结果分析	112
第一节 DNA 检验记录	112
一、检验记录的一般要求	112
二、DNA 鉴定的基本记录表格	114
第二节 DNA 结果分析	139
一、个人识别	139
二、亲权鉴定	143
第五章 DNA 鉴定的标准化	151
第一节 DNA 鉴定标准化的必要性	151

一、标准化是有序开展 DNA 鉴定的基本条件	151
二、标准化是行业自身发展的要求	152
三、司法鉴定标准化是我国法律的要求	153
四、标准是推广新科研成果的桥梁	154
第二节 相关的法律法规及标准化文件	154
一、相关的法律及行政规范	155
二、实验室认证认可要求	157
三、法医物证鉴定相关标准化文件	158
第三节 现行标准化工作存在的问题	160
一、制定机构不同带来的问题	160
二、标准化文件制定中存在的问题	164
三、标准化文件执行中存在的问题	171
第四节 鉴定标准化工作存在问题的解决对策与建议	172
一、加强标准化文件研制和审查工作	173
二、加大对新标准化文件的培训	174
三、标准化文件的制定、修改及提升	174
四、引导使用推荐性标准	175
五、客观认识标准化体系的局限	176
第六章 DNA 实验室认证认可及质量要求	178
第一节 实验室认证认可	178
一、资质认定	179
二、实验室认可	184
三、我国法医物证实验室认证认可现状	194
四、法医物证鉴定机构认证认可工作的对策及建议	196
第二节 能力验证	199
一、国家认监委监管的能力验证	199
二、CNAS 组织或承认的能力验证	200
三、法医物证 DNA 实验室参加能力验证计划项目的基本流程	202
四、法医物证学实验室参加能力验证情况分析	203
第三节 法医物证 DNA 实验室的要求	213

一、通用要求	213
二、管理要求	213
三、技术要求	214
第七章 DNA 鉴定意见的质证	219
第一节 对 DNA 证据质证的必要性	219
一、质证的概念	219
二、对 DNA 证据质证的必要性	220
第二节 DNA 鉴定人出庭作证	226
一、DNA 鉴定人出庭作证必要性	226
二、DNA 鉴定人出庭作证现状及原因分析	228
三、DNA 鉴定人出庭作证程序的完善	232
第三节 质证专家辅助人制度	238
一、专家辅助人制度的意义	239
二、专家辅助人的诉讼地位	240
三、专家辅助人制度遭遇的现实问题	244
第四节 庭前证据开示探讨	246
一、民事案件中的证据交换	246
二、刑事案件中证据开示的诉讼价值	248
三、证据告知情形下的 DNA 证据开示	250
四、以辩护人阅卷权为依托的 DNA 证据开示	252
五、庭前会议中的证据开示制度构建	254
第五节 DNA 证据质证其他影响因素	256
一、鉴定管理实质不统一	256
二、DNA 专门性法律缺位	257
三、DNA 实验室的认证或认可	258
四、标准与技术规范的使用	259
五、庭审因素	260
第八章 DNA 证据的审查与认定	263
第一节 DNA 证据审查与认定概述	263

法医 DNA 证据研究

一、DNA 证据审查与认定的界定	263
二、DNA 证据审查与认定研究现状	265
第二节 不同诉讼阶段 DNA 证据的审查与认定	267
一、侦查阶段 DNA 证据的审查与认定	267
二、审查起诉阶段 DNA 证据的审查与认定	270
三、审判阶段 DNA 证据的审查与认定	273
第三节 DNA 审查与认定辅助措施	276
一、有 DNA 专门知识的人审查与认定	276
二、有专门知识的人审查与认定的启动	277
三、有 DNA 专门知识的人审查与认定的法定情形与内容	279
四、询问 DNA 鉴定人	281
第四节 DNA 补充鉴定和重新鉴定	284
一、DNA 补充鉴定	284
二、DNA 重新鉴定	287
附 1: 部分公共安全行业标准	293
法医生物检材的提取、保存、送检规范	293
法庭科学 DNA 实验室检验规范	298
法庭科学 DNA 亲子鉴定规范	315
法庭科学 DNA 检验鉴定文书内容及格式	323
人类 DNA 荧光标记 STR 分型结果的分析及应用	333
附 2: 相关司法鉴定技术规范列表	341

引 言

1985年,英国遗传学家 Alec Jeffreys 首次应用 DNA 指纹图谱技术,成功地解决了一起涉及移民的亲子鉴定案件,1986年,DNA 技术又被成功应用于破获两起强奸杀人案,这使法医物证鉴定从以往只能检测基因编码的酶或蛋白质水平飞跃到直接检查基因的分子水平,法医亲子鉴定及个人识别从只能排除到可以认定,是法医物证检验史上的一场重大的革新。三十年来,科学家发现了越来越多具有良好法医学应用价值的 DNA 遗传标记,有的适合于现场疑难生物检材的 DNA 分析,有的在复杂亲缘关系鉴定中具有独特鉴别价值。此外,对 DNA 遗传标记的分析方法越来越灵敏、快速、简便、经济和精确,为打击犯罪、法庭诉讼、公共安全事故处置提供了重要科技支撑。据统计,截至 2016 年 5 月,我国公安机关 DNA 实验室有 583 家、DNA 测序仪 963 台,全国公安机关 DNA 数据库总量达到 4400 万条,2015 年利用 DNA 检测技术破获各类案件 17 万余起。除此之外,至 2015 年 11 月底,在司法行政机关登记的社会法医物证鉴定机构有 332 家,2015 年法医物证鉴定业务量为 20 万余件。法医物证 DNA 专业技术已经成为打击刑事犯罪、维护社会稳定、解决民事纠纷的一项非常重要的常规技术手段。

在我国,DNA 证据已被司法人员、诉讼参与人员普遍认可和接受,甚至在大众的眼里,DNA 证据是不可动摇的“铁证”。DNA 证据通常是可靠的,但是,DNA 证据不能独立于人的活动,它并非无懈可击。随着鉴定机构和新增从业人员的数量迅猛增长、涉及 DNA 鉴定案件业务量大幅度增加、鉴定范围逐步扩大,实践中不时出现个别 DNA 检验出错以及 DNA 证据应用不当的问题,诉讼案件法庭必须对 DNA 证据进行审查,尤其是随着我国 2013 年修改的《刑事诉讼法》的施行,审判案件将严格按照证据裁判的原则,法官作为司法公平正义最后一道防线的守门人,对定罪量刑证据的采信将更加

严格,我国刑事案件正在从既往的以侦查为中心向以审判为中心转移。在庭审过程中,如果公诉人、当事人或者辩护人、诉讼代理人对 DNA 证据有异议,而人民法院认为鉴定人有必要出庭的,DNA 鉴定人应当出庭作证。DNA 鉴定人出庭作证将是今后日常工作之一,通过质证,排除非法证据,准确阐释 DNA 证据的证明力,是实现诉讼案件审理的实体公正和程序公正的重要途径。

无论是刑事案件还是民事案件,在庭审质证环节,鉴定人出庭作证无疑有积极作用,但是,应看到,现阶段我国的司法案件参与人员对法医 DNA 技术了解不够,发现问题能力不够,再加上质证规则尚不完善,现行的司法鉴定管理体制并未实现真正统一,专门 DNA 证据法律欠缺,鉴定标准不完善,社会诚信体制尚未建立,且受人文社会环境因素的影响,难免存在一定的质证程序混乱、内容偏离、过程拖沓、效率低下的现象。此外,近两年我国新出台或修改了一些重要的文件和要求,如《DNA 实验室认证认可文件》《DNA 检验方法和判定标准》《司法鉴定程序通则》等,这些对 DNA 证据的审查、质证和认证均带来很大影响。本书基于新的背景,对 DNA 检验和 DNA 证据的法庭应用进行了新的阐述和剖析,试图从 DNA 遗传标记的作用和限制、DNA 鉴定档案记录、生物检材的证据链、结果解释与分析、DNA 实验室标准化的要求、DNA 实验室认证认可、DNA 证据的质证、审查和认证等技术和司法的全景视角,审视 DNA 证据形成的客观科学性,梳理 DNA 科学证据制度发展的脉络,归纳 DNA 证据科学研究的成果,总结审查 DNA 证据的理论成果和司法的实践经验;同时,也为我国 DNA 检验和法律实务界进一步开展证据科学研究、创新我国证据制度,做一些基础性、资料性和评价性的工作。

本书系教育部人文社会科学研究青年基金项目“DNA 证据相关问题研究”(批准号:11YJC820158)和中国政法大学校级人文社会科学研究项目“DNA 证据应用研究”的最终成果,同时系中国政法大学 2016 年研究生教学改革项目“新诉讼法背景下的法医 DNA 实务培养模式研究”的阶段性成果,为培养复合型法律人才提供参考用书。

第一章 DNA 鉴定基础

作为 20 世纪自然科学领域的重大技术发明之一,DNA 分析技术的发展不但为人类揭示生命的奥秘打开方便之门,而且给法医界解决司法过程中所遇到的问题带来革命性的转变。利用 DNA 科学分析技术对生物物证进行检验,挖掘其内部遗传信息,获得基因分型结果,与其他生物物证进行比对,判断是否来自同一个体或者是否存在某种亲缘关系,形成 DNA 鉴定意见,为诉讼案件审判服务。根据我国三大诉讼法,鉴定意见是一种法定的证据形式,可以依法用于证明案件事实。DNA 证据在刑事案件、民事案件的事实真相查明方面发挥着前所未有的作用,能锁定犯罪嫌疑人、提供侦查线索、明确亲缘关系,是判案和解决纠纷的重要依据;同时也能纠正冤假错案,为无辜获罪者洗冤,DNA 证据被公众美誉为“证据之王”。为正确理解 DNA 证据科学意义以及准确把握 DNA 证据在实践中的应用,我们需要先了解 DNA 鉴定的基本原理及 DNA 证据在诉讼案件中的作用。

第一节 DNA 鉴定的科学基础

一、什么是 DNA

“种瓜得瓜,种豆得豆”,自古人类就明白生物界存在遗传现象。那么什么是遗传物质呢?1928 年,英国科学家弗雷德里克·格里菲斯在做细菌转化实验时提出设想,细菌中有一种“转化因子”促成了细菌的转化。在此基础上,奥斯瓦尔德·埃弗里证实 DNA(deoxyribonucleic acid,脱氧核糖核酸)是遗传物质,它存在于细胞中,在繁殖过程中,亲代把它们自己 DNA 的一部分复制传递到子代中,从而完成性状的传递。

揭开 DNA 的神秘面纱,它实质上是一种大分子聚合体,由 4 种脱氧核

糖核苷酸以 3',5' - 磷酸二酯键相连而形成链。它的基本单位是脱氧核糖核苷酸,由三个部分组成:脱氧核糖(deoxyribose)、磷酸(phosphate)和含氮碱基。每个脱氧核糖核苷酸中脱氧核糖和磷酸的组成都是相同的,不同的是含氮碱基,人类 DNA 有 4 种含氮碱基,分别为:鸟嘌呤(G)、胸腺嘧啶(T)、腺嘌呤(A)、胞嘧啶(C)。在 DNA 大分子中,我们一般用碱基顺序代表不同的 DNA 分子的核苷酸顺序,DNA 分子两头的数字表示核酸序列方向,一般按照 5'→3' 方向书写,如 5' - GTGTTGCTCAAGGGTCAACT - 3'。此外,用碱基数表示 DNA 分子的大小,以“bp”值表示,例如,100bp 表示该 DNA 分子由 100 个脱氧核苷酸组成。

在生物体内,大多数情况下 DNA 是以双螺旋形式存在,由两条反向平行的单链组成。脱氧核糖与磷酸分子经酯键相连,组成长链骨架,排列在外侧,四种碱基排列在内侧。两条单链依靠碱基间的互补规律配对,A 和 T 配对有 2 个氢键,G 和 C 配对有 3 个氢键,互补链一般是以右手螺旋方式盘旋,就像拧成“麻花”一样,DNA 的双螺旋结构被称为 DNA 的二级结构。当一条核苷酸链上的碱基顺序固定下来时,按照碱基互补原则即可决定另一条链上的碱基排列顺序。根据人类基因组计划,人类基因组 DNA 分子中,共含有约 30 亿个 DNA 碱基对。

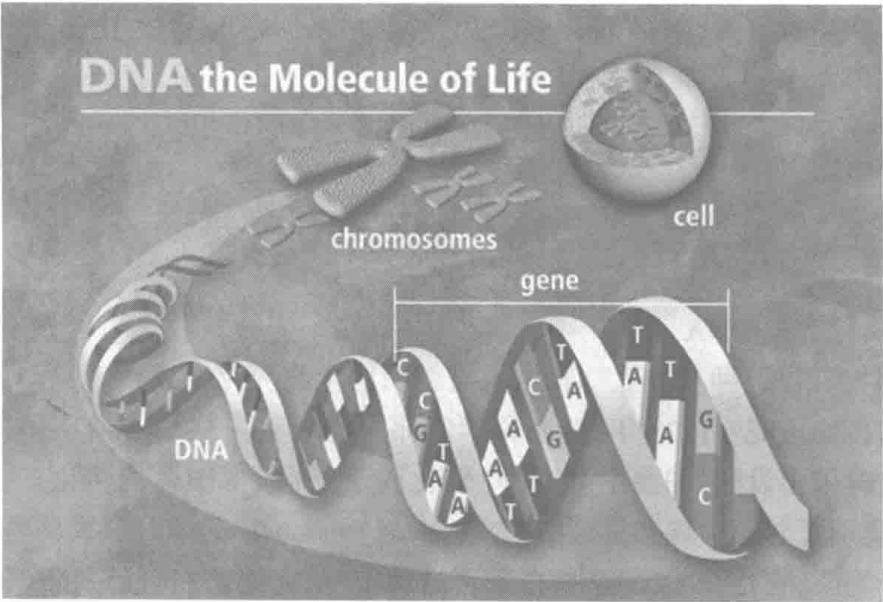


图 1 - 1 DNA 分子及染色体

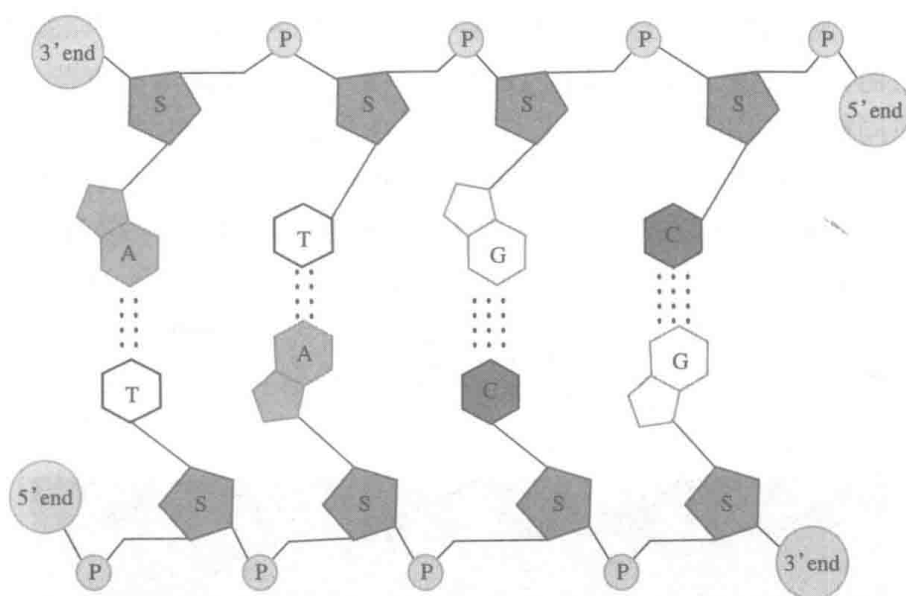


图 1-2 DNA 分子一级结构

DNA 分子双链之间的连接并非牢不可破,在人体内,DNA 复制过程需要将双链打开。在解旋酶、解链酶作用下,双链 DNA 分子变成单链 DNA 分子,每条单链 DNA 作为合成新链的模板,按照碱基互补的原则分别指导游离的核苷酸形成新的互补链,结果产生二个与原来相同的 DNA 分子,传递给子代。子代 DNA 碱基序列与亲代相同,并且双链中有一条链是来源于亲代,遗传信息得以精准地传递,这样的复制称为半保留复制。在体外,高温、极端的酸、碱以及某些变性剂如尿素、甲酰胺都可以破坏 DNA 双链配对碱基间的氢键,氢键断裂,就可以使 DNA 双链分开,形成 DNA 单链,此过程称为变性。如果因高温导致 DNA 双链分开的变性,当温度降低后,两条互补的单链又可以结合起来形成双链结构,此 DNA 复性过程称为退火 (annealing)。1985 年,凯利·穆利斯充分利用了温度可以导致 DNA 变性—退火的特征,模拟体内 DNA 复制,发明聚合酶链反应,为现代 DNA 检验奠定了基础。

DNA 分子可以通过电泳被分离检测。当溶液的 pH 值高于 4 时,DNA 分子组成中的磷酸基团多呈阴离子状态,DNA 多数带负电荷。因此,当 DNA 分子被放置在电场中时,它们就会向正电极的方向迁移。电场中电泳的迁移率或迁移速度与电场的强度以及电泳分子本身所携带的净电荷数成正比,即电场强度越大、电泳分子所携带的净电荷数量越多,其迁移的速度

也就越快;反之则较慢。对于 DNA 分子来说,由于其脱氧核糖—磷酸骨架结构上的重复性质,相同大小的 DNA 分子几乎具有等量的净电荷,因而它们能以同样的速度向正电极方向迁移。在电场强度恒定的情况下,DNA 分子电泳迁移率取决于核酸分子本身的大小和构型,分子量较小的 DNA 分子比分子量较大的 DNA 分子迁移得要快些。通过此原理,可以应用凝胶电泳技术分离 DNA 片段,完成目的 DNA 片段的检测。如图 1-3 所示,小片段 DNA 分子迁移速度快,相同时间迁移距离远,而大片段 DNA 分子迁移速度慢,迁移距离短,从而区别不同片段大小的 DNA 分子。

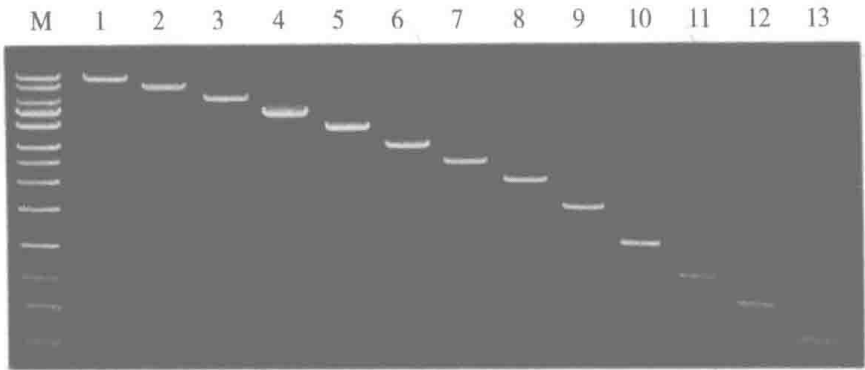


图 1-3 琼脂糖凝胶电泳分离 DNA 分子(M 为分子量标准,从上到下分子量分别为 10000、8000、6000、5000、4000、3000、2500、2000、1500、1000、700、500、300bp)

二、DNA 遗传学基础

细胞是人体结构和功能的基本单位,一般包括细胞膜、细胞质和细胞核。除成熟的红细胞外,所有细胞都有细胞核。绝大多数遗传物质 DNA 存在于细胞核中,但是人细胞质中含有一种称为线粒体的细胞器,也拥有自己的基因组,称为线粒体 DNA(mitochondrial DNA, mtDNA)。mtDNA 是细胞核外唯一的 DNA,携带有编码蛋白质和 RNA 的基因,是人类基因组的一部分,共有 16569 个碱基对。

细胞核中人体遗传物质 DNA 分子的载体是染色体,每一条染色体是一个线性的、完整的、双螺旋的 DNA 分子,加上围绕其中的组蛋白和非组蛋白组成。染色质和染色体是分别处于不同功能阶段的同一物质,染色体是间期染色质结构紧密盘绕折叠的结果。人染色体根据大小进行编号,1 号染色体最大,22 号染色体最小,1~22 号是常染色体,男女都一样。第 23 号染色

体是性别染色体。男性性别染色体由 X 染色体和 Y 染色体组成, Y 染色体比 X 染色体小;女性性别染色体是由两个形态、大小、着丝粒位置均相同的 X 染色体组成。人体细胞是二倍体,配对的染色体称为同源染色体。同源染色体形状和大小相同,性质相似,在减数分裂形成精子或卵子时相互分离。每个个体的同源染色体一个来自母亲,另一个来自父亲。

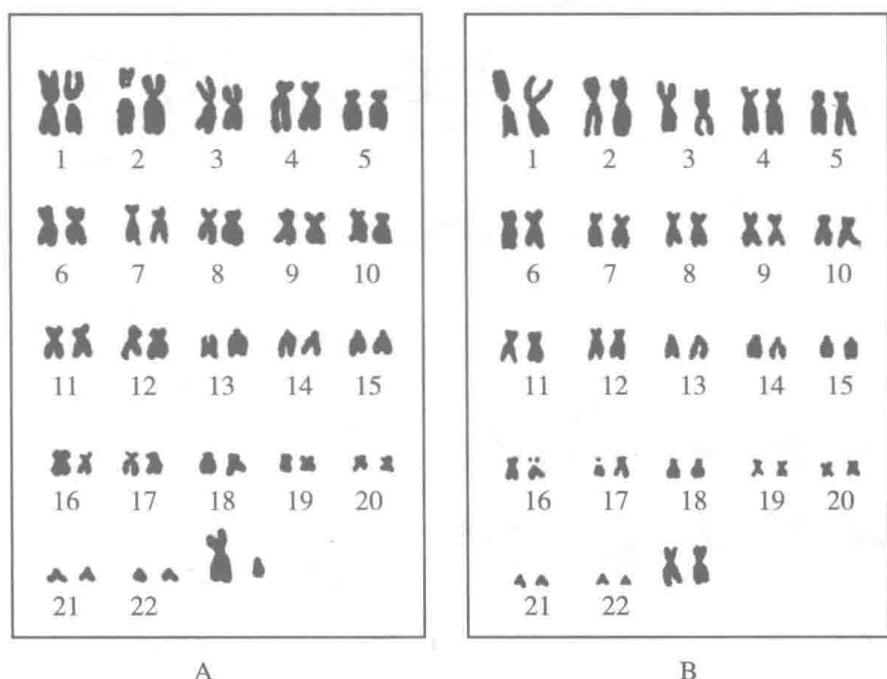


图 1-4 人 23 对染色体(A 为男性,B 为女性)

人类生殖细胞有精子和卵子,其形成过程要经过减数分裂,即染色质复制只有 1 次,但有 2 次核分裂,结果子细胞所含有的染色体数目是亲代细胞的一半,为单倍体。男性睾丸含有初级精原细胞,通过有丝分裂和减数分裂,产生 4 个单倍体精细胞,经过进一步分化成成熟的雄性配子,即精子。女性的卵巢中有初级卵原细胞,通过有丝分裂和转化生成初级卵母细胞,后者通过第一次减数分裂和不均等的胞质分裂,形成大小不等的两个细胞——次级卵母细胞和第一极体。经过第二次减数分裂,次级卵母细胞产生两个单倍体细胞,一个是很小的细胞,称为第二极体;另一个是较大的细胞,最终发育成为成熟的卵细胞。女性每次只能产生一个成熟的单倍体卵子。通过性细胞的减数分裂,男性产生 4 个单倍体精子,女性产生 1 个单倍体卵子和 3 个无功能的极体。