

KEXUE SHIJIE
ZHISHI CONGSHU

科学世界知识丛书 | 主编：王志物

基因工程

Jinyin Gongcheng



内蒙古人民出版社

科学世界知识丛书

基因工程

科学出版社 北京

ᠰᠢ ᠶᠢᠨᠠᠨᠠᠭ ᠤᠨᠠᠨᠠᠭ ᠤᠨᠠᠨᠠᠭ

主编：王志艳

内蒙古人民出版社



科学世界

知 识 丛 书

KEXUE SHIJIE
ZHISHI CONGSHU

科学技术正以一种使我们几乎无法感知的速度熏陶着我们的生活；
激光影碟、多媒体将最新的信息大规模地传递给各种人群；
计算机“重现”了泰坦尼克号的“沉没”；
数字化技术将清晰的语音与图像在瞬间传递到大洋彼岸；
克隆技术的最新研究打破了阴阳和合的生命繁衍的规律；
生物工程的进步又使改造生命和攻克癌症成为可能；
而尖端武器的发展也使得人类更加意识到和平的极端重要

.....



图书在版编目 (CIP) 数据

基因工程/王志艳编. —呼和浩特: 内蒙古人民出版社,
2007

(科学世界知识丛书)

ISBN 978-7-204-09244-4

I. 基... II. 王... III. 基因—遗传工程—普及读物
IV. Q78-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 147661 号

科学世界知识丛书

主 编: 王志艳

出 版: 内蒙古人民出版社出版

地 址: 内蒙古呼和浩特市新城区东风路祥泰商厦

印 刷: 北京一鑫印务有限责任公司

发 行: 内蒙古人民出版社

开 本: 850×1168 1/32

印 张: 145

字 数: 2200 千字

版 次: 2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN978-7-204-09244-4/Z·511

印 数: 1—3000

定 价: 715.20 元 (全 24 册)

【版权所有 侵权必究】

主 编: 王志艳

副主编: 杨晓泓

编 委: 杨 键 宋 风 陈志宏 宋小清

李力雨 王驰疆 杜 月 张 立

王怀中 占天玉 江洪波 刘玉龙



汇通書苑

前 言

宇宙茫茫，星空浩瀚。多年来，世界每天都在人类面前展示着它的神奇与伟大，灿烂与深邃。

自古以来，求知欲和好奇心一直是人类前进和发展的动力。“是谁创造了如此绚丽的自然？”“是谁赐予人类最宝贵的生命？”“那些辉煌的史前文明究竟是谁的杰作？”这些问题就是千百年来科学发展和进步的原动力。正是因为人类永无止境的探索，才使得人类文明和科学达到了现在这样的高度水平。正如法国著名文学家巴尔扎克所说的那样：“打开一切科学的钥匙都毫无异议的是问号；我们大部分的伟大发现都应归功于问号，而生活的智慧大概应于逢事都问个为什么！”

尽管今天的科学技术高度发达，我们甚至可以上天揽月，下海探谜，但我们仍有许多的疑问和谜团；我们可以分裂原子，改变基因，克隆生命，再造物种，但我们仍有太多的梦想和许多的期待。于是，这些梦想和期待便成了我们探索科学世界的动力和勇气。人类的历史，也正是因为不断的探索和破解未知世界的过程中，才能不断地向前迈进。

目前，科学技术正以一种我们几乎无法感知的速度熏陶着我们的生活。激光影碟、多媒体将最新的信息大规模

地传递给各种人群；计算机“重现”了泰坦尼克号的“沉没”；数字化技术将清晰的语音与图像在瞬间传递到大洋彼岸；克隆技术的最新研究打破了阴阳和合的生命繁衍的规律；生物工程的进步又使改造生命和攻克癌症成为可能；而尖端武器的发展也使得人类更加意识到和平和发展的极端重要……一旦把视线投向这个领域，我们就会恍然大悟，科学技术的发展早已改变了我们的生活……

为了让您能更多地了解科学世界的知识，我们特编写了这套《科学世界知识丛书》。本套丛书共24卷，融合了科学发展过程中各个领域的研究成果，以人文情怀关注科学的探索，进而使科学的本质附着人性的光辉，集科学性、知识性、趣味性于一体；同时以亲切流畅的文字，引导您揭开大千世界光怪陆离的表象背后的科学与奥秘。

目 录

基因的根源及有关概念	(1)
追溯基因的源泉	(1)
基因检测	(6)
多基因	(9)
基因移植	(10)
揭开基因与遗传的奥秘	(11)
认识基因	(11)
基因对人类的影响	(30)
人类基因组计划	(30)
中国与人类基因组计划	(40)
未来的基因抢夺	(47)
基因技术给我们带来的变化	(52)
基因技术的利弊	(52)
人类对基因工程的管理与控制	(66)
基因工程	(79)
基因工程的发展	(80)
基因工程的运用	(82)
基因工程的技术过程	(92)

基因工程

基因工程在农业上的应用	(99)
基因工程在动物界的应用	(111)
基因与生命复制	(122)
“多莉”的诞生	(122)
人是否可以复制	(135)
克隆的原理与技术发展	(139)
克隆的原理	(140)
克隆技术	(143)

基因的根源及有关概念

追溯基因的源泉

生命现象多姿多彩，历来是人类探究的焦点之一。在人类的发展长河中，一批批生物学家为之奋斗，甚至以献出生命为代价，用他们卓越的贡献推动了生命科学的发展。19世纪的孟德尔发现了遗传规律，首次提出了“遗传因子”（即现在所说的基因）的概念；50年前J·沃森、F·克里克两位伟大的科学家提出了DNA双螺旋结构，分子生物学的大门又为我们打开了。改造自我，设计生命，人类几千年来梦想在今天将最终实现。

现代遗传学之父，奥地利生物学家格雷戈尔·孟德尔（1822~1884）通过繁育豌豆，画出其结果图，总结出遗传因子的概念以及在生殖细胞成熟中同对因子分离、异对因子自由组合两条著名的遗传规律，也就是人们称为的孟德尔因子和孟德尔定律。即在预先可测知规律下控制的组合，父母可将其独特的特性传给子女。他当时并没有描述过基因，也没有观测到基因以及使用这个词汇，只是把这个称为“遗传因子”。他的发现为遗传学提供了数学基础，从而创立了孟德尔学派。孟德尔的发现具有划时代意义，但遗憾的是他的论文没有引起科学界的注意。孟德尔的论文在此后30余年中未被科学界所知。

1909年，丹麦生物学家约翰逊（1857~1927）根据希腊文“给予生命”之义，创造了基因（gene）一词，并用这个术语代替孟德尔的“遗传因子”。从此，基因便被看作是生物性状的决定者，生物遗传变异的结构和功能的基本单位。

1915年至1928年，美国遗传学家摩尔根（1866~1945）和他的助手以果蝇作为实验材料进一步证实了孟德尔遗传因子的存在，并且第一次将代表某一特定性状的基因，同某一特定的染色体联系了起来，创立了遗传的染色体理论。随后遗传学家又应用当时发展的基因作图技术，构筑了基因的连锁图，进一步揭示了在染色体载体上基因是按线性顺序排列的。

首先用实验证明基因的化学本质就是DNA分子的是加拿大生物化学家艾弗里（1877~1955）。1945年，他和他的合作者在纽约针对肺炎链球菌转化的研究，结论是，使细菌性状发生转化的因子是DNA（即脱氧核糖核酸），而不是蛋白质或RNA（即核糖核酸）。当时许多研究者都认为，只有蛋白质才能决定细胞的特征和遗传。而艾弗里等人的工作打破了这种观念，在遗传学理论上确立了全新的观点，即DNA分子是遗传信息的载体。

1952年，美国微生物学家赫尔希（1908~1997）和他的学生进一步证实了艾弗里的结论即DNA是遗传物质。他们的实验材料是T2噬菌体。实验得出的结果是，进入细菌细胞的噬菌体是核酸；进而说明，携带遗传信息的是核酸，而不是蛋白质。噬菌体的DNA不但包括噬菌体自我复制的信息，而且包括合成噬菌体蛋白质所需要的全部信息。此后，再也无人怀疑DNA是遗传物质了。

1953年，最伟大的模型——DNA双螺旋结构模型被提出来了，两位创立者是美国生物化学家沃森（1928～）和英国生物物理学家克里克（1916～）。

1946年学物理出身的克里克读了薛定谔的名著《生命是什么》一书后，受到鼓舞，舍弃物理学而转向生命科学领域。并把基因的分子结构作为自己的研究方向。而沃森在芝加哥读书的时候就产生了一种想法，想了解基因是什么，1951年，听了威尔金斯（1916～）和弗兰克林（1920～1958）关于用X射线晶体衍射技术研究DNA纤维的学术报告后，对DNA结构研究产生了兴趣。1952年博士毕业后沃森进入了剑桥大学卡文迪什实验室医学研究组，与克里克合作，决定攻克DNA的分子结构的难题。

他们认为：应该利用物理学和化学的规律，进行DNA的模型研究。根据威尔金森和富兰克林等人做的DNA纤维的X射线衍射图像和分析数据，推断DNA应该具有螺旋形状。

但是，DNA具体是一个什么样的螺旋结构，是双链、三链还是四链的，沃森和克里克心中并没有谱。

起初，沃森与克里克认为DNA的螺旋结构应该是三螺旋，并从生物化学家鲍林那里获得启示开始了“搭积木”式的研究。因为鲍林发现血红蛋白的 α 螺旋链就是靠“搭积木”摆弄出来的。许多化学分子的结构模型都是这样被人们认识的。

沃森和克里克的三螺旋DNA结构设想被威尔金斯和弗兰克林否定。在1953年2月14日的讨论中，威尔金斯出示了一幅弗兰克林获得的非常清晰的DNA晶体衍射照片。这张照片突然激发了沃森头脑中的思维，DNA链只能是双链

的才会显示出这样漂亮而清晰的图。1953年2月28日沃森和克里克重新摆弄出了正确的DNA双螺旋结构。1953年4月25日《自然》杂志发表了沃森与克里克的DNA双螺旋结构假说的不到1000字短文《核酸的分子结构——脱氧核糖核酸的一个结构模型》，并配有威尔金斯和弗兰克林的两篇文章，以支持沃森和克里克的假说。

一个月后，沃森与克里克在《自然》杂志上又发表发表了DNA半保留复制的复制机理，这一建立在碱基互补基础上的机制为转录、修复、重组、分子杂交等奠定了基础。按照沃森·克里克提出的复制机理，DNA两条链分开后各自都能作为复制新链的模板，而复制时，两条模板按照碱基互补配对原则（A—T，C—G）吸引带有互补碱基的核苷酸，并形成两条新的互补链，结果原来的一个DNA分子就形成两个与亲代完全相同的子代DNA分子。这样，复制出来的每一个DNA分子都包含一条原有分子中的“老”链和一条“新”链。因为原来DNA分子中的一半在复制DNA分子中被保留下来了，所以称这种复制为半保留复制。

1958年，美国的M·Meselson和F·W·Stahl先把亲代与子代的双链DNA用不同分子量的同位素标记起来，然后采用CsCl密度梯度超速离心技术把它们分离出来，测定不同链的含量。实验结果同沃森—克里克的半保留复制机制所预料的结果完全一致，从而证明DNA复制的确是半保留性的。进而成功地从分子水平揭示了“种瓜得瓜，种豆得豆”的遗传机理。而DNA自我半保留复制又是支持DNA双螺旋结构模型的有说服力的证据。

DNA双螺旋结构的发现震惊了世界也标志着分子生物学从此诞生。它不仅说明了DNA为什么是遗传信息的携带

者，而且说明了基因的复制和突变等机理。鲍林写道：“我相信 DNA 双螺旋的这个发现以及这个发现将要取得的进展，必将成为近一百年来生命科学以及所有我们对生命认识的最大进步。”

随着研究的深入，人们已经了解到生物界并非所有的基因都是由 DNA 构成的。某些病毒和噬菌体，它们遗传体系的基础是 RNA，而不是 DNA。1956 年，德国科学家吉尔和施拉姆在研究烟草花叶病毒时，首先发现了 RNA 分子也能够传递遗传信息，同时他们还发现烟草花叶病毒的 RNA 成分在感染的植株叶片中能够诱导合成新的病毒颗粒。

英国化学家桑格（1918~）由于最早准确地测定了胰岛素 51 个氨基酸的序列而首次获得 1958 年的诺贝尔化学奖。22 年后，名声显赫的他又因测定了一种噬菌体的 DNA 一级结构而获 1980 年的诺贝尔化学奖。在 DNA 测序 F 方法研究上，吉尔伯特也由于突破性的研究工作同时获得 80 年的诺贝尔化学奖，美国生物化学家伯格（1926~），通过把两个不同来源的 DNA 连接在一起并发挥其应有的生物学功能，证明了完全可以在体外对基因进行操作。他作为“重组 DNA 技术之父”，于 1980 年与桑格、吉尔伯特共获诺贝尔化学奖。他们共同为推进生命科学的进步做出了贡献，从而开创了遗传工程的新纪元。

100 年来，生命科学和生物技术迅速发展，人类基因组图谱和水稻基因组图谱先后绘制成功，2003 年 4 月 14 日，在由弗朗西斯·柯林斯博士宣布的人类基因组序列图绘制成功发布会上，DNA 双螺旋结构发现者之一詹姆斯·沃森回顾了基因研究的历史，并指出基因隐私和基因歧视是当前基因研究和应用领域面临的两个严重问题。

◎

ke xue shi jie zhi shi cang shu

◇

基因工程

自1996年克隆羊多利问世以来，各种克隆动物纷纷诞生，而一些转基因动植物也已经走进寻常百姓家，转基因大豆已经成为食用油的普遍原料。这些重大的科学进步标志着生命科学又向纵深迈进一步，它将推动基因组测序工作、功能基因的研究和基因技术的应用，从而推动整个生物技术的发展，也将对科技发展、经济发展以及整个社会产生深远影响推动了整个生物技术的发展，不仅给生物和自然科学带来了重大影响，同时由于在克隆人，转基因食物方面有关哲学，道德方面影响的各种研究，吸引了社会大众的关注，同时也推动了社会科学的不断进步。生命科学通过对包括人在内的生物体自身的不断研究，给人类生活描绘了美好的前景，同时也带来了一些争论，如何更好的利用生命科学造福人类，造福自然，已经成为最重要的课题之一。

基因检测

近些年来，人们常常听到“DNA”和“基因”这两个词，例如通过DNA进行亲子鉴定、破案等等。那么，DNA是什么呢？DNA是脱氧核糖核酸的简称，它遍布于人体每一个细胞内，是人类遗传信息的载体。而基因就是DNA分子上具有遗传效应的特定核苷酸序列，它指导着人体内重要物质的合成，维持着人体的正常生理功能。

如果一个人基因不正常，就会导致发育异常、生病，甚至死亡。它可通过复制把遗传信息传递给下一代，从而使后代表现出与亲代相似的性状。

人类的基因决定了人类生老病死这一基本特性。人类

大约有 2~2.5 万个基因，目前已有 1000 多个基因可以用于医学检测。

现代医学研究证明，除外伤外，几乎所有的疾病都和基因有关系。像血液分不同血型一样，人体中正常基因也分为不同的基因型，即基因多态型。不同的基因型对环境因素的敏感性不同，敏感基因型在环境因素的作用下可引起疾病。另外，异常基因可以直接引起疾病，这种情况下发生的疾病为遗传病。

可以说，引发疾病的根本原因有三种：

- (1) 基因的后天突变；
- (2) 正常基因与环境之间的相互作用；
- (3) 遗传的基因缺陷。

绝大部分疾病，都可以在基因中发现病因。

基因通过其对蛋白质合成的指导，决定我们吸收食物，从身体中排除毒物和应对感染的效率。

第一类与遗传有关的疾病有四千多种，通过基因由父亲或母亲遗传获得。

第二类疾病是常见病，例如心脏病、糖尿病、多种癌症等，是多种基因和多种环境因素相互作用的结果。

基因是人类遗传信息的化学载体，决定我们与前辈的相似和不相似之处。在基因“工作”正常的时候，我们的身体能够发育正常，功能正常。如果一个基因不正常，甚至基因中一个非常小的片断不正常，则可以引起发育异常、疾病，甚至死亡。

健康的身体依赖身体不断的更新，保证蛋白质数量和质量正常，这些蛋白质互相配合保证身体各种功能的正常执行。每一种蛋白质都是一种相应的基因的产物。

基因可以发生变化，有些变化不引起蛋白质数量或质量的改变，有些则引起。基因的这种改变叫做基因突变。蛋白质在数量或质量上发生变化，会引起身体功能的不正常以致造成疾病。

基因检测是通过血液、其它体液、或细胞对 DNA 进行检测的技术。

基因检测可以诊断疾病，也可以用于疾病风险的预测。疾病诊断是用基因检测技术检测引起遗传性疾病的突变基因。目前应用最广泛的基因检测是新生儿遗传性疾病的检测、遗传疾病的诊断和某些常见病的辅助诊断。目前有 1000 多种遗传性疾病可以通过基因检测技术做出诊断。

近年来令人非常兴奋的是预测性基因检测的开展。利用基因检测技术在疾病发生前就发现疾病发生的风险，提早预防、或采取有效的干预措施。目前已经有 20 多种疾病可以用基因检测的方法进行预测。

检测的时候，先把受检者的基因从血液或其它细胞中提取出来。然后用可以识别可能存在突变的基因的引物和 PCR 技术将这部分基因复制很多倍，用有特殊标记物的突变基因探针方法、酶切方法、基因序列检测方法等判断这部分基因是否存在突变或存在敏感基因型。

我们通常的医疗检测手段是针对疾病的具体症状或已有病变进行检测。现代科学的发展促进了医疗检验手段的不断发展，可以深入细微之处对疾病进行纵向或横向的剖析。

大家都知道，人体的基本组成部分是细胞，如果可以对细胞展开一种实质的剖析，就可以找到疾病产生的根源。如癌症是人体细胞发生突变并大量复制的结果。一般医疗