

人类未来的希望

RENLEI WEILAI DE XIWANG

蓝色基因

LANSE JIYIN

◎ 叶向东 徐御寿 / 编著 ◎



中国经济出版社

CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

人类未来的希望——蓝色基因

丛书主编 叶向东

本书主编 徐御寿

编著者 叶向东 徐御寿

中国经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人类未来的希望. 蓝色基因/叶向东, 徐御寿编著. —北京: 中国经济出版社, 2005. 8

ISBN 7-5017-6910-9

I. 人... II. ①叶... ②徐... III. ①科学知识-普及读物
②基因-普及读物 IV. Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 016462 号

出版发行: 中国经济出版社 (100037 · 北京市西城区百万庄北街 3 号)

网 址: [www. economyph. com](http://www.economyph.com)

责任编辑: 路巍 鲁文霞 (E-mail: [luweihi@yahoo. com. cn](mailto:luweihi@yahoo.com.cn))

责任印制: 石星岳

封面设计: 白长江

经 销: 各地新华书店

承 印: 三河市华润印刷有限公司

开 本: 880mm × 1230mm 1/32 印 张: 4.625 字 数: 114 千字

版 次: 2005 年 8 月第 1 版 印 次: 2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5017-6910-9/F · 5533 定 价: 13.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话: 68359418 68319282

服务热线: 68344225 68369586 68346406 68309176

编委会

(以姓氏笔画为序)

顾问：张蔚萍 唐京伟 谢联辉

主任：蔡德奇

副主任：叶恩发 李烈坤 郭 专

丛书主编：叶向东

丛书策划：叶向东

编委会委员：

叶恩发	叶向东	叶小英	李烈坤	李劲青	刘燕芬
张蔚萍	张志强	卓士辉	陈茂榕	陈英禄	周 青
吴章霖	林友华	林 莹	郭 专	郭正光	唐京伟
徐御寿	谢联辉	龚高健	黄晨曦	蔡德奇	

内 容 简 介

《蓝色基因》着重介绍以蓝色理念为基础的一套基因研究、宣传、经济协调发展观、全书共五章。全面概述了基因与基因学说、蓝色基因工程的诞生和发展、基因工程的技术原理、发展趋势、生命密码的破译及其社会影响，介绍基因经济、基因引发的问题、基因与社会生活、自然与文明的界限，以及克隆技术的应用等，既反映了基因工程给人类带来的前所未有的福音，又提出了人类所面临的闻所未闻的问题。

当今世界，现代基因工程技术的发展，将会引起一场比“绿色革命”意义更为深远的“基因革命”。中国作为最大的发展中国家和世界基因资源大国，如何加快生物基因资源的保护、开发和利用，迎接世界“基因经济”时代的挑战，是每一个科技工作者和全中国公民都必须认真思索的问题。因此，《蓝色基因》的撰写，目的是希望能够成为人们研究基因工程的一颗铺路石，希望有更多的学者为基因工程的发展做出贡献。本书对基因及基因工程的论述深入浅出，不仅可作为生命科学的参考教材，对于广大科技教育工作者、科普爱好者和青少年也是一本很好的参考读物。

序

现代科学技术正在加速向前发展。每一个领域里的惊人进步，都在人们面前展现出越来越广阔的未知世界。传统观念和理论受到有力的冲击和挑战，层出不穷的新课题激励着我们去探索。现代技术的突破性进展，使新技术革命的浪潮席卷全球，正在引起生产组织、产业结构和社会生活的重大变革。在这种形势下，积极推动科学理论的研究和科学事业的发展，特别上推动那些具有科学价值和未来意义的开发性探索，更是具有特殊意义。

展望未来，信息科学技术、生物科学技术、纳米科学技术将成为发展迅速，带动科技经济社会进步的前沿学科。环境、能源、材料、航天、海洋等科学技术将继续发展，解决人类所面临的持续发展的问题。同时，社会进步和经济发展对科技的需求，又不断为人类今后如何驾驭科学技术这一骏骑，如何继续攀登科技高峰提出了新的课题。

一个国家的科学技术不仅体现在少数科学家的科技成就中，更要体现在广大群众对科学技术的理解、掌握和应用之中。“科技先行，以人为本”有赖于公众科技文化素质整体水平的提高。党的十五大报告明确提出，要把加速科技进步放在经济和社会发展的关键地位，使经济建设真正转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。因此，弘扬科学精神、传播科学知识和科学方法，任务重大，意义深远。《人

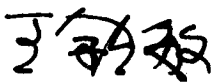
类未来的希望丛书》是一套带有学术性、探索性、哲理性和趣味性的科技读物。该丛书分十册出版，即：《人类未来的希望——蓝色星空》、《人类未来的希望——蓝色经济》、《人类未来的希望——蓝色文明》、《人类未来的希望——蓝色科技》、《人类未来的希望——蓝色教育》、《人类未来的希望——蓝色纳米》、《人类未来的希望——蓝色基因》、《人类未来的希望——蓝色生态》、《人类未来的希望——蓝色军事》、《人类未来的希望——太空旅游》。

全套丛书介绍了多个不同学科的起源、发展历程、重大科技成就，以及未来学科发展的态势，为广大读者特别是高中以上文化程度的各阶层读者提供了一套科学性、知识性、前瞻性、趣味性和可读性相统一的科技读物。相信通过阅读这套丛书，不仅能够帮助读者拓宽知识领域，而且对于他们选择未来发展方向起到引导和参考作用。《人类未来的希望丛书》定会受到广大读者的欢迎。

福建省政协副主席

科技厅厅长

2005年6月



引言

改变基因可以变聪明吗？“多情郎”可以改成“专一郎”？！同性恋也是遗传基因所致？玛丽莲梦露是阴阳人？所有这些绝不是痴人说梦！随着现代分子生物学和基因学科的高速发展，这些与生命相关的奇想正在被一一验证，并且将逐渐变为现实。

“多利”羊的成功出世可以说“石破天惊”，转基因猴、转基因猪甚至转基因蚊子等的出世也令世人瞠目结舌，还有更多的试管婴儿正嗷嗷待哺，您可否意识到，身边的世界早已悄悄地变了模样！对于这样的变化，您是否准备好了呢？毫不夸张的说，几十年后，您身边的某个朋友可能就是神奇而完美的转基因人！

基因是一个玄妙的学科，基因更是一个蕴藏无限宝藏的金库，具有深远眼光的战略家们早已经瞄准了这个潜在的巨大的投资市场，一场对基因专利等的争夺战正在不知不觉中进行着；基因也是一个争议四起的话题，道德、伦理都与之紧紧相联，哪里有基因，哪里就有搏斗和纷争……好一个基因世界，好一个生命天堂！

基因，让我们这个美丽的世界变小；基因，最终又让我们的世界无限！

还在等什么，快来揭开生命遗传的奥秘吧！

不要迟疑，快快走进蓝色基因世界！

目 录

第一章 蓝色基因——生命的钥匙	1
第一节 生命的基本单元——细胞	1
第二节 生命的复制载体——染色体	4
第三节 生命的复制	8
第四节 生命的复制单位——基因	17
第二章 蓝色基因工程的诞生和发展	24
第一节 基因工程的诞生	25
第二节 基因工程的操作步骤	29
第三节 窥探生命的玄机——基因芯片技术	31
第四节 基因工程的应用和发展前景	32
第五节 蓝色海洋生物基因工程	40
第六节 基因工程伦理学的现状及伦理难题	41
第七节 世界基因工程药物产业概况	47
第八节 基因工程技术	48
第九节 基因工程抗体技术	51
第三章 生命密码的破译及其社会影响	54
第一节 人类基因引发的社会问题	54
第二节 转基因技术及其潜在的社会问题	59
第三节 基因的专利法律问题	72
第四节 基因殖民主义	81
第五节 基因伦理学	83

第六节 基因特异性的社会冲突	86
第七节 基因法律规制	88
第八节 基因武器	113
第四章 蓝色基因经济	117
第一节 未来基因经济发展前景展望	117
第二节 基因经济警惕泡沫泛起	121
第三节 基因经济与生物医药	123
第五章 克隆	126
第一节 克隆及克隆技术	126
第二节 克隆：改造落后产业的新途径	127
第三节 克隆技术与基因武器	128
主要参考文献	133
后 记	137

第一章 蓝色基因——生命的钥匙

人类从古到今都想揭开生命的奥秘，都想了解人体自身，探究人的生、老、病、死、思维、记忆到底是怎么一回事。要想了解生命的奥秘，还得了解生命的密码，即生命的基本结构单元——细胞开始。

第一节 生命的基本单元——细胞

亲代通过繁殖产生下一代，无论是简单或复杂的生物有机体，都要经过细胞的分裂，如植物扦插、细菌分裂、酵母出芽生殖。细胞是生物体结构和生命活动的基本单位。

动物细胞由细胞膜（cell membrane）、细胞质（cytoplasm）和细胞核（nucleus）三部分组成。植物细胞除有以上三部分外，还含有细胞壁。

一、细胞壁

细胞壁是植物细胞特有结构，它是植物细胞最外面一层纤维素和果胶质等构成的“坚硬”结构，对植物细胞和植物体起着保护和支架的作用。细胞壁上有一些微孔通道使相邻细胞相通，这些通道称为胞间连丝。

二、细胞膜

细胞膜也称质膜（plasma membrane 或 plasma-lemma）。细胞膜是一切细胞不可缺少的表面结构，是包被着细胞内原生质（proto-

plasm) 的一层薄膜, 它使细胞成为具有一定形态结构的单位, 借以调节和维持细胞内微小环境的相对稳定性。质膜对物质运输、信息传递、能量转换、代谢调控、细胞识别和癌变等方面, 都具有重要的作用。

质膜厚度约 70nm ~ 100nm, 在光镜下无法分辨, 只有在电镜下才能分辨出来。质膜是活细胞不可缺少的结构, 主要控制通过质膜的物质运输。原生质为细胞所含有的全部生活物质, 包括细胞质和细胞核。

植物细胞在质膜外还有一层由纤维素和果胶质等构成的细胞壁, 对细胞起着保护和支撑的作用。在细胞与细胞之间, 有许多胞间连丝相连, 有利于细胞间物质的交换。

三、细胞质

细胞质是指质膜以内细胞核以外的胶体物质, 内含许多蛋白质、脂肪等物质, 以及各种细胞器。细胞器是指细胞质内除了核以外的具有一定形态、结构和功能的物体。但每一细胞的结构与其功能密切相关, 故不同的细胞中细胞器类型不同, 有些是某些生物所特有的。细胞内主要的细胞器包括: 线粒体(mitochondria)、质体(plastid)、内质网(endoplasmic reticulum)、高尔基体(Golgi body)、核糖体(ribosome)、中心体(central body)、溶酶体(lysosome)和液泡(vacuole)。

1. 内质网

内质网是动、植物细胞中普遍存在的单层的膜相结构, 使细胞质的表面积大大增加。内质网是细胞内合成蛋白质的主要场所, 它的数量与细胞的合成活性直接相关。内质网在细胞中呈现多种形态, 如管状、囊状、小泡状等。根据是否附有核糖体, 又分为粗糙型内质网和平滑型内质网。粗糙型内质网外面附有核糖体; 平滑型内质网外无核糖体附着。

2. 线粒体

线粒体普遍存在于动、植物细胞中, 是有内外两层膜组成的椭圆形或棒状的小体。一般直径为 0.5 μ m~1.0 μ m, 长 1 μ m~3 μ m。它含

有多种氧化酶，是产生和储存能量的场所。故生命活动旺盛时数量较多；衰老时数量减少。线粒体含有 DNA、RNA、核糖体等，具有自我复制能力。但线粒体的 DNA 与核内的 DNA 不同，为单链环状结构。

3. 质体

质体又分为叶绿体、有色体、白色体三种。其中最主要的是叶绿体，它是绿色植物所特有的一种细胞器。叶绿体形状有盘状、球状、棒状等，大小在 5mm~10mm，比线粒体稍大。其主要功能是进行光合作用，合成碳水化合物。叶绿体也含有 DNA、RNA 及核糖体等物质，具有自我复制能力。

4. 核糖体

核糖体是细胞内呈小颗粒状的微小细胞器，数量极多。约有 40% 蛋白质和 60% RNA 组成，其中 RNA 主要为核糖体核糖核酸 (rRNA)。核糖体是合成蛋白质的主要场所。

四、细胞核

所有生物（除病毒和噬菌体外）都具有一定的细胞结构。根据细胞结构的复杂程度，细胞可以分为两类：原核细胞和真核细胞。原核细胞仅具有核物质，没有核膜，如细菌、蓝藻等；真核细胞具有完整的核结构，包括核膜、核质、核仁和染色质等。

1. 核膜

为一双层膜，膜上有核孔，是核质之间物质交流的通道。在细胞分裂过程中，核膜发生解体 and 重建。

2. 核液

为分布于核内的低电子密度的细小颗粒和微细纤维。

3. 核仁

每一个细胞内一般有一个或几个折光率很强的核仁，主要由 RNA 和蛋白质组成，与核糖体的合成有关。

4. 染色质和染色体

染色体是同一物质在细胞分裂过程中所表现的不同形态。染色质为细胞尚未分裂的核中易于被碱性染料染色的纤细的网状物质。

而当细胞分裂时，染色质便逐渐螺旋化而卷缩成一定形态的染色体。

由上可见，根据膜的有无，细胞的结构可分为两大类别：

1. 膜相结构 (membranous structure)

包括细胞膜、线粒体、质体、内质网、高尔基体、液泡和核膜等。

2. 非膜相结构(non-membranous structure)

包括细胞壁、核糖体、中心体、染色质和核仁等。

第二节 生命的复制载体——染色体

染色体 (Chromosome) 是遗传物质或基因载体的总称，包括原核生物及细胞器的遗传物质在内。但一般是指真核生物体细胞分裂中期具有一定形态的染色质。因这一时期染色体收缩到最短，形态上较为典型。

一、染色体的形态特征

1. 大小

不同物种染色体大小差异较大。一般染色体数目少的则体积较大。一般情况下，植物大于动物，单子叶植物大于双子叶植物。如鱼类染色体数量多而体积小，小麦染色体大于水稻染色体。同一物种不同组织的细胞染色体可能有很大的差异。

不同处理方式影响染色体的大小。染色体只有通过制片，借助显微镜才能观察到，故制备方法影响很大。如秋水仙素缩短染色体，高温下染色体缩短。

2. 染色体形态结构

典型的染色体通常由长臂和短臂、着丝点和着丝粒、次缢痕和随体、端粒等几部分组成。

(1) 着丝点 (centromere) 和着丝粒(kinetochore)

着丝点即初级缢痕或主缢痕。中期时，着丝点不发生收缩，呈现出透明的缢缩状结构，是纺锤丝 (Spindle) 附着的部位。着丝点是

染色体不可缺少的重要结构。一个染色体可以在丢失一个臂或两个臂的大部分也能复制，但若无着丝点，便无法复制而自然丢失。

以前，人们常常将着丝点和着丝粒作为同义词，指主缢痕，中文译做“着丝点”。随着电镜的应用，在着丝点区发现一个在光镜下不能分辨而在电镜下则清晰可见的纺锤体附着的特殊结构。因此，国外学者指出：

着丝点：指两个染色单体保持连接在一起的初缢痕区。

着丝粒：只限于染色体上纺锤体微管附着的精细结构。

所以，着丝点泛指初缢痕区，不含明显的超微结构，光镜下可见，适于光镜下描述染色体使用。着丝粒仅指纺锤体微管附着于染色体的特殊结构，仅在电镜下适于描述染色体的超微结构时使用。由于我们平时所讲的遗传学上染色体多是在光镜下的结构，所以常用着丝点一词。

通常着丝点在每条染色体上只有一个，且位置恒定，常用做描述染色体的一个标记。根据着丝点的位置，可以将染色体划分为不同的类型。

有关着丝点的命名除人类染色体之外国际上并无共同约定的标准，因此在使用时应加以说明采用的标准。

(2) 次缢痕 (Secondary Constriction)、核仁组织区 (Nucleolar organizing region, NOR) 和随体 (Satellite)

在一些植物中 (尤其是大染色体的植物)，在一个细胞的染色体中，至少有一对染色体除有着丝点外还有一个不发生卷曲的、染色很淡的区域，这个区域称做次缢痕。主要位于染色体短臂上。

核仁组成区顾名思义负责组织核仁的区域，含有 rDNA 基因，能合成 RNA。次缢痕与核仁组织区几乎可做同义词，只是在使用上有差别。通常在对染色体一般形态描述时用次缢痕 (指有这样一种结构)，而在讨论其功能时常用核仁组织区，表示次缢痕具有组成核仁的特殊功能。

一个真核生物细胞中至少有一对染色体具有核仁组织区，没有核仁组织区的细胞不能成活。一些资料报道的某些物种中没有随体，这

可能与制片技术有关。因核仁组织区功能是组织核仁，一个核仁组织区可以组织一个核仁，但核仁数目常少于核仁组织区数，因核仁极易发生融合。

随体是指次缢痕区至染色体末端的部分，有如染色体的小卫星。随体主要由异染色质组成，是高度重复的 DNA 序列。对这三个概念的区分应与功能联系起来。

3. 端粒(Telomere)

端粒指染色体的自然末端。不一定有明确的形态特征，只是对染色体起封口作用，使 DNA 序列终止。

端粒是染色体不可缺少的组成部分。保持了染色体的遗传上的独立性，无端粒的染色体就与其他无端粒染色体连接起来，造成后期染色体的缺失或重复。

根据染色体的形态特征。可以对物种进行核型分析。所谓核型是指一个个体或物种的染色体的构成，包括染色体的大小、形态、数目。即指体细胞染色体在光学显微镜下所有可测定的表型特征的总称。对一组染色体的形态特点进行细胞学研究（进行定性和定量的描述）称为核型分析。大多以有丝分裂中期染色体为标准，也有采用粗线期染色体。核型分析对于研究种内或种间的核型变化，染色体的数量或结构的变异，生物的起源和进化，以及鉴定染色体疾病等具有重要的作用。

二、染色体的数目

1. 染色体的数目特征

恒定性。同一种生物染色体数目是恒定的。

染色体在体细胞中是成对的，在性细胞中总是成单的。通常用 $2n$ 和 n 表示，如水稻 $2n=24$ ， $n=12$ ；普通小麦 $2n=42$ ， $n=21$ 。

不同物种染色体数目差异很大。

动物中最少的只有 1 对染色体 ($n=1$)（即线虫类的一种马蛔虫变种）；而另有一种蝴蝶 (*Lysandra*) 可达 190 对染色体 ($n=190$) 植物中，菊科植物 *Haplopappus graxillis* 只有 2 对，隐花植物中瓶尔小

草属 (*Ophioglossum*) 的一些物种含有 400~600 对以上的染色体。但染色体数目多少与生物物种的进化无关。

2. A 染色体和 B 染色体

有些生物的细胞中除具有正常恒定数目的染色体以外, 还常出现额外的染色体。通常把正常的染色体称为 A 染色体; 把这种额外染色体统称为 B 染色体, 也称为超数染色体 (supernumerary chromosome) 或副染色体 (accessory chromosome)。

640 多种植物和 170 多种动物中发现 B 染色体, 最常见的有玉米、黑麦、山羊草等。

B 染色体较 A 小, 多由异染色质组成, 不载有基因, 但自我复制并传给后代。

B 染色体一般对细胞和个体生存没有影响, 但当数量增加一定数量时就有一定的影响。玉米超过 5 个即不利于生存。

3. 细菌染色体 (原核生物)

原核生物同样具有染色体, 但是裸露的 DNA 分子 (细菌等) 或 RNA 分子 (病毒等), DNA 呈线状, 或环状。细菌只有一个染色体。

大肠杆菌的染色体呈环状, 核苷酸对为 3×10^6 , 长度为 1.1mm。

染色质是细胞核内能被碱性染料染色的物质。根据染色反应的不同, 可分为常染色质和异染色质。常染色质在间期呈高度分散状态 (正在进行复制转录等), 染色较浅, 光镜下难以分辨。中期时发生螺旋化收缩变短。是产生 Mendel 比率和各类遗传现象的主要物质基础。异染色质在间期呈螺旋状态, 染色较深。染色质上缺乏 Mendel 基因, 但并非对遗传没有任何影响。又分为结构异染色质或组成型异染色质。

染色体是 DNA 和蛋白质组成的复合物。其中 DNA 占 27%, 组蛋白质占 66%, RNA 占 6%。过去认为一条染色体可能有若干段 DNA 结构, 其中间隔的是蛋白质。但是随着 DNA 提取技术的改进, 现已确定一个染色体中的 DNA 只是一个 DNA 分子。DNA 与蛋白质是如何组成这种复合体, 这是染色体超微结构的一个核心问题。