

酷科学 KU KEXUE JIEDU SHENGMING MIMA
解读生命密码

生命的繁衍 生殖与遗传

SHENGMING DE FANYAN
SHENGZHI YU YICHUAN

王建◎主编



时代出版传媒股份有限公司

上海世纪出版集团

上海世纪出版股份有限公司

上海世纪出版股份有限公司



酷科学 KU KEXUE HEDU SHENGMING MIMA 解读生命密码

生命的繁衍 ——生殖与遗传

王 建◎主编

时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

生命的繁衍——生殖与遗传/王建主编. —合肥: 安徽美术出版社, 2013. 3

(酷科学·解读生命密码)

ISBN 978-7-5398-3548-8

I. ①生… II. ①王… III. ①生殖-青年读物②生殖-少年读物③遗传学-青年读物④遗传学-少年读物
IV. ①Q418-49②Q3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 044139 号

酷科学·解读生命密码
生命的繁衍——生殖与遗传
王建 主编

出版人: 武忠平

选题策划: 王晓光

责任编辑: 史春霖 张婷婷

特约编辑: 廉吉超

封面设计: 三棵树设计工作组

版式设计: 李 超

责任印制: 徐海燕

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司

安徽美术出版社 (<http://www.ahmscbs.com>)

地 址: 合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场 14 层

邮 编: 230071

销售热线: 0551-63533604 0551-63533690

印 制: 河北省三河市人民印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印 张: 14

版 次: 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5398-3548-8

定 价: 27.80 元

如发现印装质量问题, 请与销售热线联系调换。

版权所有 侵权必究

本社法律顾问: 安徽承义律师事务所 孙卫东律师

前言 PREFACE

生命的繁衍——生殖与遗传

大自然为我们创造了一个丰富多彩的生物世界。当我们仰视参天的树木，俯视微小的蝼蚁，当我们聆听着鸟语，陶醉于花香之中时，我们不禁为造物主的神奇而深深折服。世上的生物之所以如此多姿多彩，离不开奇妙的生命活动——生殖与遗传。

自古以来，人类一直在探索自身的奥秘，人的生、老、病、死，意识和行为等都是人们希望明白的奥秘。20 世纪 50 年代以来，分子生物学及生物技术的飞速发展，特别是随着人类基因组研究计划的顺利完成以及后基因组计划的开始，人类自身的奥秘不断被揭示出来，人们对优生的认识达到空前的高度，从而也引起了更多的对生殖与遗传的关注和兴趣。

生殖是指生物产生后代和繁衍种族的过程，是生物界普遍存在的一种生命现象。生物如果不能生殖，种族就会灭绝，生物界也就不会继续存在。即人们常说的“种瓜得瓜，种豆得豆”。遗传是生物亲代与子代之间、子代个体之间相似的现象。但在遗传学上，指遗传物质从上代传给后代的现象。遗传反映生物进化中的继承性和连续性，即其相对静止、相对稳定的方面。遗传学是研究生物遗传变异

规律的科学，它是人们认识生物、改造生物的有力武器，是生物科学的主要基础理论之一，也是一切生物科学的共同语言和不可缺少的基本知识，对农业、工业、医疗卫生和国防事业的发展均有重要作用。

科学技术的日新月异，创造了无数生命史上的奇迹。克隆技术、基因工程的产生和发展，打破了生殖与遗传的自然规律。克隆技术、基因工程在医疗、工农业等方面的应用，减轻了疾病给人类带来的痛苦，使我们的生活更加绚丽多彩。

本书介绍了生命的物质基础、生物的生殖方式（重点介绍了人类的生殖）、生物的遗传规律，以及生殖与遗传学的发展和应用，特别是克隆技术和基因工程，同时介绍了人类基因组及基因组计划。

科学知识是动态的，任何看起来很成熟的知识，都不是终极的知识，它的进一步完善和发展都是永无止境的。希望本书能帮助广大青少年了解更多的生殖与遗传知识，培养对科学的严谨态度，激发对科学探索的兴趣。

C CONTENTS

目录

生命的繁衍——生殖与遗传

认识生命

生命的起源	2
生命的进化	7
细 胞	12
染色体	34
DNA	37
基 因	47

生 殖

无性生殖	60
有性生殖	75
人类的生殖	91

遗 传

遗传学的发展史	102
认识遗传	109
遗传学的分科	122
遗传的规律	130
伴性遗传	143
遗传与环境	146
遗传与变异	149

性别与遗传	152
遗传与疾病	154
血型与遗传	157
智力与遗传	159

克隆技术

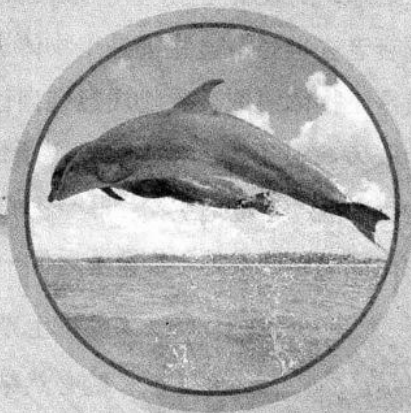
什么是克隆技术	162
克 隆	163
克隆技术的发展	165
“多莉”的诞生历程	169
克隆技术的应用	171
克隆技术在中国	180
克隆技术的利与弊	182

基因工程

什么是基因工程	186
基因工程的诞生与发展	193
怎样进行基因工程	199
转基因技术	200
基因工程的应用与前景	212
基因工程的弊端	216

认识生命

地球上的生命究竟是如何诞生的？这至今依然是一个悬而未决的问题。根据科学家们的推测，在35亿年之前地球上就已经出现了生命，但生命的源头在哪里？人类的祖先又是谁？本章将通过基因专家对人类基因的长期追踪，为您逐步揭开生命起源的奥秘。





生命的起源

在地球上，居住着无数的“居民”。有的翱翔于云端之上，有的扎根于土壤之间，有的寄身于洞穴之内，有的潜游于湖海之中。有的朝生暮死，有的长寿千年。尽管它们千差万别、多种多样，但都有一个共同的特征，即有生命。这些“居民”大致可以分为3类：动物、植物、微生物。它们共同组成生物界。根据科学记载，动物有100多万种，植物有30多万种，微生物也有好几万种。但实际上生物的种类远不止这些，因为有很多种生物还未被发现，科学家们还在寻找之中。人类本身也是生物界中的一类，只因为人会劳动、会思想，与众不同，所以被誉为“万物之灵”。

生物有着各种各样的生命活动。最常见的是任何生物都有生、有长、有老、有死。一粒种子在有空气、水分、营养物质存在及一定的温度条件下，从发芽、生长、开花、结果，到最后死亡；一个初生婴儿，经哺乳期、幼年、少年、青年、壮年直到衰老去世……这些都是生物体进行生长发育的生命现象。所谓生长发育，就是生物体摄取外界物质建造自己身体的一系列量变和质变的复杂过程。在生长发育过程中，生物体要不断地进行新陈代谢。新陈代谢是生物体最基本的生命活动，也是生物和非生物的主要区别。

另外，还有一种生命活动，这就是生物繁殖后代——“生儿育女”。繁殖

基本
小知识



新陈代谢

生物体与外界环境之间的物质和能量交换以及生物体内物质和能量的转变过程叫新陈代谢。

亦称生殖，是生物体生长发育的必然结果。凡是生物都具有繁殖后代的本能。生物如不能繁殖，种族就会灭绝，生物界也就不会继续存在。

环顾广阔的自然界，我们

到处都可以发现生命的踪迹，察觉到生命的活动。具有生命的有机体尽管多种多样，千差万别，但它们都有生、有死，都能在成熟之后，采取一定的方式繁殖后代。地球上的各种生物都是“远亲近戚”，都是从一些最简单、最原始的生命类型逐渐演变而来的。那么，地球上最初的生命又是怎样诞生的呢？

对于生命起源的问题，从古代到 17 世纪一直盛行着“自然发生”的观点。这一观点根据简单的观察，认为生命是从非生命物质中快速而直接地产生出来的，如从汗水中产生虱子，从腐肉中生出蛆，从潮湿的土壤中长出蛙等。直到 17 世纪初，范·赫尔蒙特还开出了制造老鼠的处方：把小麦苗和被汗水浸湿的衬衣都放进容器里进行“发酵”，经过 21 天就会长出活的老鼠。到了 17 世纪中叶，人们开始用实验的方法探讨生命起源的问题。1669 年，意大利医生弗朗西斯科·雷第首先用实验证明腐肉本身并不会生出蛆，只有当蝇卵落在腐肉上才会长出蛆来否定了“腐肉生蛆”的观点。

19 世纪，巴斯德做了一个经典的实验：将肉汤煮沸后不封闭管口，使空气通过一段由水蒸汽凝结成水液的曲颈而进入烧瓶，空气中的微生物则不能进入烧瓶，这种烧瓶中的肉汤过了几个月仍然很新鲜，而在没有曲颈的烧瓶内，肉汤在几小时内就腐败了。实验表明：液体腐败是由于微生物的活动而引起的，如果有机浸液未被环境中的微生物所污染，就不会生出任何生命来。



广角镜

巴斯德

巴斯德 (1822—1895)，法国微生物学家、化学家。他研究了微生物的类型、习性、营养、繁殖、作用等，奠定了工业微生物学和医学微生物学的基础，并开创了微生物生理学。他也在战胜狂犬病、鸡霍乱、炭疽病、蚕病等方面都取得了成果。英国医生李斯特并据此解决了创口感染问题。从此，整个医学迈进了细菌学时代，得到了空前的发展。美国学者麦克·哈特所著的《影响人类历史进程的 100 名人排行榜》中，巴斯德名列第 11 位，可见其在人类历史上巨大的影响力。其发明的巴氏消毒法直至现在仍被应用。



那么，生命是从何而来的呢？

特创论认为生命是由超物质力量，或者是一种超越物质的先验所决定的。这是在人类认识自然能力很低的情况下产生的观念，后来又被社会化了了的意识形态有意或无意地利用，致使崇尚精神绝对至上的人坚信特创论。

无生源论认为上古时期人们对自然的认识能力较低，但已能进行抽象的思维活动。根据现象做出了生命是自然而然地发生的结论，代表思想有中国古代的“肉腐生蛆，鱼枯生蠹”和亚里士多德的“有些鱼由淤泥和砂砾发育而成”等。

生源论。随着认识的不断深入，人们认识到蛆是由苍蝇产卵而来，巴斯德之后，人们认为生命由亲代和孢子产生，即生命不可能自然而然地产生，但是生源论没有回答最初的生命是怎样形成的。

宇宙胚种论。随着天文学的大发展，人们提出地球生命来源于别的星球或宇宙的胚种，这种认识风行于 19 世纪，现在仍有极少数人坚持这种观点。根据是地球上所有生物有统一的遗传密码和稀有元素钼在酶系中有特殊的重要作用等事实。

化学进化论主张从物质的运动变化规律来研究生命的起源，认为在原始地球的条件下，无机物可以转变为有机物，有机物可以发展为生物大分子和多分子体系，直到最后出现原始的生命体。1924 年，前苏联学者奥帕林首先提出了这种看法；1929 年，前英国学者霍尔丹也发表过类似的观点。他们都认为地球上的生命是由非生命物质经过长期演化而来的，这一过程被称为化学进化，以别于生物体出现以后的生物进化。1936 年出版的奥帕林的《地球上生命的起源》一书，是世界上第一部全面论述生命起源问题的专著。他认为原始地球上无游离氧的还原性大气在短波紫外线等能源作用下能生成简单有机物（生物小分子），简单有机物可生成复杂有机物（生物大分子）并在原始海洋中形成多分子体系的团聚体，后者经过长期的演变和自然选择，终于出现了原始生命，即原生体。化学进化论的实验证据越来越多地被绝大多

数科学家所接受。

天文学、地球化学、地球物理学、地质学、宇宙考察等方面的资料告诉我们：我们现在的太阳系——太阳、地球以及太阳系的其他行星都是由同一个宇宙尘埃云和同样一些物质形成的。地球诞生的年代大约是距今 46 亿年前。当时，固体尘埃聚集结合成为地球的内核，外面围绕着大量的气体，绝大部分是氢和氦。此后，由于物质集合收缩及内部放射性物质产生的大量热能，使地球的温度不断升高，大气中气体分子运动速度增大，一些分子量较小的气体终于摆脱地球的引力，不断地逸到宇宙中去。同时，强烈的太阳风也把地球外围的气体分子（如氢、氦）吹开而消失到宇宙深处。因此，在地球的历史上，虽然最初有很多的大气，但此后有一段时期，其大气层几乎完全消失了。直到地球表面温度逐渐下降以后，才重新产生大气层。

知识小链接

内 核

内核是生物遗体中空部分的充填物。如双壳类和腕足类常形成内核化石，其表面即外壳的内模。

地球内部的高温使物质分解产生大量的气体，冲破地表释放出来。据推测，其中有二氧化碳、甲烷、水蒸气、硫化氢、氨、氰化氢等。这些新产生的气体离开地表以后，很快冷却，保留在地球的外围逐渐形成一个新的大气层。这是地球第二次形成的大气层，是还原性的。另外，在强烈的紫外线作用下，有少量水蒸气分子被分解为氢分子和氧分子。氢分子因质量小而浮到大气层最高处，大部分逐渐消失到宇宙空间；氧分子则跟地面一些岩石结合为氧化物。因此，当时的大气层中不存在游离的氧，这跟以后地球上产生生命有很大的关系。

在地球表面温度下降的同时，由于内部温度仍然很高，所以，火山活动



仍然很频繁，火山爆发喷出大量的气体（包括水蒸气）。另一方面，由于地壳不断发生变动，有些地方隆起成高原或山峰；有些地方收缩下降而成低地和山谷。大气层中的水蒸气很快达到饱和，冷却成为雨水降落到地面上来，聚集在一些低洼的地方，逐渐积累形成湖泊、河流，最后汇集在地面上最低的区域，形成最初的海洋——原始海洋。

没有游离氧存在的、具有还原性的原始大气和原始海洋为原始生命的形成和发展提供了条件。1876年，恩格斯提出了“化学起源说”，指出：生命的起源必然是通过化学的途径实现的。实际上，当雨水把大气中的一些生成物带到原始海洋后，原始海洋就成了生命化学演化的中心。

生命的化学进化过程经历了十几亿年的时间，直到约32亿年前才出现了最古老的微生物。这一进化过程经历了如下4个主要阶段：

（1）由无机物生成有机小分子。

趣味点击

地球引力

引力是质量的固有本质之一。每一个物体必然与另一个物体互相吸引。尽管引力的本质还有待于确定，但人们早已觉察到了它的存在和作用。接近地球的物体，无一例外地被吸引朝向地球质量的中心。因为在地球表面上的任何物体，与地球本身的质量相比，实在是微不足道的。

在原始地球的条件下，当时地球原始大气中的小分子无机物（如 NH_3 、 H_2O 、 H_2S 、 H_2 等）由于地球引力而逐渐增加密度，在自然界中的宇宙射线、紫外线、闪电等的作用下，就可能自然合成出氨基酸、核苷酸、单糖等一系列比较简单的有机小分子物质，完成了化学进化的第一阶段。这些有机小分子通过雨水的作用，

流经湖泊和河流，最终汇集到原始海洋中。

（2）由有机小分子物质形成有机高分子物质。

氨基酸、核苷酸的出现为有机高分子物质的产生奠定了基础。在当时的

条件下,多种因素共同作用,使许多氨基酸单体脱水缩合而成蛋白质长链,许多核苷酸单体脱水缩合而成核酸长链。蛋白质、核酸是生命体不可缺少的基本成分。因此,有机高分子物质的出现标志着化学进化过程中的一次重大飞跃。

(3) 由有机高分子物质组成多分子体系。

在这一阶段,蛋白质、核酸、多糖、类脂等有机高分子物质在原始海洋中不断积累,浓度不断升高。通过水分的蒸发,黏土的吸附作用等过程,这些有机高分子物质逐渐浓缩而分离出来,它们相互作用,凝聚成小滴。这些小滴漂浮在原始海洋中,外面包有原始的界膜,与周围的原始海洋环境分隔开,构成一个独立的体系——多分子体系。这种体系能够与外界环境进行原始的物质交换,显示出某些生命现象。因此,多分子体系是原始生命的萌芽。

(4) 由多分子体系发展为原始生命。

从多分子体系演变为原始生命,这是生命起源过程中最复杂、最有决定意义的阶段。有些多分子体系经过长期的演变,特别是由于蛋白质和核酸这两大类物质的相互作用,终于形成具有原始新陈代谢作用和能够进行繁殖的原始生命。

最初的原始生命是在极其漫长的时间内,由非生命物质经过极其复杂的化学过程,逐步演变而成的。原始生命形成以后,就进入了生物进化阶段。应该强调的是:蛋白质和核酸是生命体内最基本、最重要的物质。没有蛋白质和核酸,就没有生命。



生命的进化

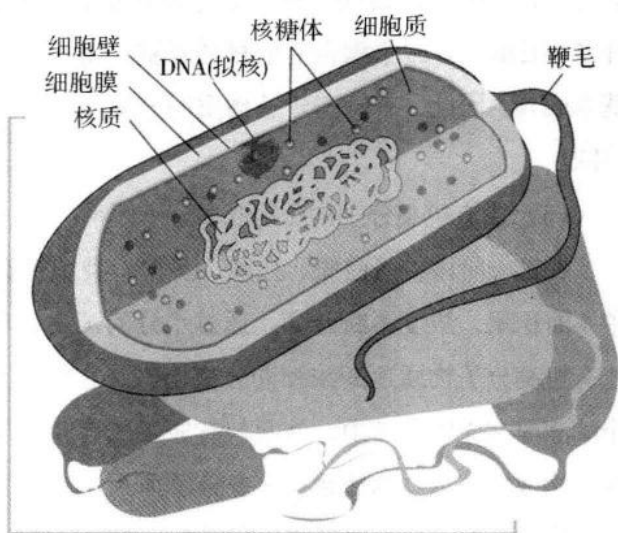
从最古老的单细胞到有着复杂生命结构与思维的人类,在漫长的生命行进征程中,形形色色的生物从出生到灭亡,从低等到高等,究竟是何种神奇



的力量推动着生物的进化发展呢?

最初的原始细胞,叫原核生物,至今仍以细菌的方式存在。它们都没有一些较高级细胞那样的细胞核、亚细胞结构和细胞器。这些细胞不能获得自身的养料,而将排出的有机物分子溶解在自己生活的海洋中。这种营养方式(摄入现成的养料)被称为

异养型。细胞也不能利用氧气以获得能量。最初的生命实际上是厌氧型的,因为大气中没有自由氧或单体氧。



原核生物

厌氧呼吸的效率极为低下,它需要很多养料来产生很少的能量。但是,

在充满大量有机物的海洋中,海洋所含养料不能持续很长时间。生命体消耗养料的速度比通过化学过程补充养料的速度快得多。没有养料,生命不可能生存。



你知道吗

光合作用

光合作用即光能合成作用,是植物、藻类和某些细菌,在可见光的照射下,经过光反应和暗反应,利用光合色素,将二氧化碳(或硫化氢)和水转化为有机物,并释放出氧气(或氢气)的生化过程。光合作用是一系列复杂的代谢反应的总和,是生物界赖以生存的基础,也是地球碳、氧循环的重要媒介。

25亿~30亿年前,经演变生成的叶绿素大大改变了进化的过程。它提供了一种从阳光中获得能量,并转变成可存储的化学能量或养料的方法。因此,生命体不再依赖通过厌氧呼吸过程聚集

起来但不断减少的营养素。对岩石的化学分析表明我们的大气层在 20 亿年前就有氧气存在。

自由氧出现后不久就逐渐形成有氧生命。细胞利用氧气从营养素中获得能量为没有氧气时的近 20 倍。简单的原核细胞有机化，形成第一个真核细胞。这种变化大约在 14 亿年前出现。不久，真核细胞开始聚集成多细胞有机物。最古老的多细胞动物化石大约在 10 亿年前出现。

在氧气进入大气层之后，生命开始进入陆地。如果没有自由氧，实际上不可能演变出陆地上的生命。原因在于：生命在海洋中通过化学合成进化，这是一个艰难的过程。刚刚形成的有机物分子结构复杂且脆弱。强烈的太阳光，特别是紫外线，照射地球，有机物分子刚形成时很容易被毁掉。在这种条件下即使最简单的细胞都没有机会进化。但是，如果这些分子形成后沉入水中，基本上也能躲避射线，化学合成可以进行得很顺利。然而，陆地上的生命不断受到紫外线的伤害。

我们来看看氧气。紫外线和闪电放电将上层大气层中的氧气转变成臭氧。

臭氧的独特能力是吸收紫外线。因此，随着建立臭氧保护层（现在仍然存在，但环境学家认为它正在逐步消失），生命有可能迁移到陆地上（事实上已迁移到陆地上），经过数十亿年的进化而成为臭虫、青蛙、蛇、鸟、蕨类、花、黄瓜和人类。没有臭氧保护层，绝对不可能有这些进化。

就目前我们所知，在太阳系的其他地方不存在生命。对火星和月球泥土所做的直接检验表明那儿没有生命存在。金星上的温度过高。水星上的温度要么过高，要么过低，辐射也太多。在木星、土星、天王星和海王星等大行星中没有合适的物质，表面温度也太低。冥王星是一片冰冻的荒地。在 60 多颗卫星中，也许只有几颗卫星上存在一些简单的微生物，但这一点尚无法确定。生命的进化需要合适的物质、能量和温度，这是让人极为珍惜的条件。生命日益复杂和多样化，要求客观条件在关键方面发生改变，从而异养型生物才能变成自养型生物，厌氧微生物才能进化成需氧微生物，水生动物才能



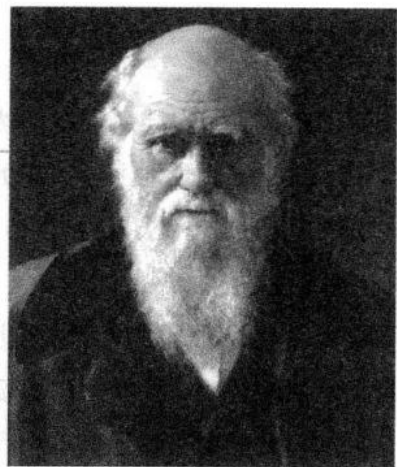
离开海洋走上陆地。

知识小链接

微生物

微生物是包括细菌、病毒、真菌以及一些小型的原生动物、显微藻类等在内的一大类生物群体，它个体微小，却与人类生活关系密切。涵盖了众多种类，广泛涉及健康、食品、医药、工农业、环保等诸多领域。

19 世纪英国伟大的博物学家达尔文第一次科学系统地揭示了生物界发展的规律。1859 年，达尔文的《物种起源》出版后，生物普遍进化的思想以及物竞天择、适者生存的进化机制已成为学术界、思想界的公论。由此，达尔文的生物进化论被称为 19 世纪自然科学的三大发现之一。



达尔文

许多珍贵的笔记。1836 年回到英国后，他已成为一个经验和知识都很丰富的博物学家。

达尔文，1809 年 2 月生于英国。幼年时代，他并没有表现出什么特别的天赋。只是到了青年时代，迷恋大自然的天性才给他带来了创造奇迹的机遇。1831 年，达尔文搭乘英国的海洋考察船“贝格尔”号环球航行，开始了改变他一生命运的事业之旅。达尔文实地考察了南美洲与太平洋群岛的海洋和岛屿。每航行到一个地方，他都广泛收集地质学、动物学、地理学、胚胎学等各方面的证据，并坚持采集各种岩石、植物和动物的标本，同时还记下了

在这次环球考察后，达尔文经过深入思考得出了一个重要的结论：某个