



科技探索·奥秘生命

李华金◎编著

生命的延续

——生殖与遗传



中国出版集团
现代出版社



科技探索·奥秘生命

李华金 编著

生命的延续

——生殖与遗传



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生命的延续——生殖与遗传 / 李华金编著. — 北京: 现代出版社, 2012. 9

(科技探索·奥秘生命)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0700 - 9

I. ①生… II. ①李… III. ①繁殖 - 青年读物②繁殖 - 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 (2012) 第 170367 号

生命的延续——生殖与遗传

编 著	李华金
责任编辑	陈世忠
出版发行	现代出版社
地 址	北京市安定门外安华里 504 号
邮政编码	100011
电 话	010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真)
网 址	www.xdcbs.com
电子信箱	xiandai@cnpitc.com.cn
印 刷	北京嘉业印刷厂
开 本	710mm × 1000mm 1/16
印 张	14.5
版 次	2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5143 - 0700 - 9
定 价	28.80 元

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载

{ 前言 PREFACE }

生命的延续——生殖与遗传

生殖与遗传是一切生命活动的基本规律，是生物界存在的极其复杂的生命现象。遗传是生命有机体在生殖过程中所表现出来的亲代与子代间的相似现象，遗传使生物体的特征得以延续。遗传是高度稳定的，但这种稳定性又是相对的。生物有机体通过特定的方式产生子代，从而使生命得以延续并获得亲代的遗传特性的过程称为生殖。在人类，生殖是通过两性细胞的结合而实现的。随着生物医学科学的发展，尤其是人类基因组计划的完成和后基因组计划的实施，遗传与生殖科学这一新课程也应运而生了。

C CONTENTS

目录

生命的延续——生殖与遗传

SHENGLING DE YANXU SHENGZHI YU YICHUAN

认识生命

生命的起源 2

生命的进化 7

细 胞 11

染色体 33

DNA 37

基 因 45

生 殖

无性生殖 54

克 隆 69

有性生殖 73

人类的生殖 83

遗 传

遗传学的发展史 94

遗传的规律 101

伴性遗传 126

遗传与环境 133

性别与遗传	141
-------	-----

遗传与疾病	144
-------	-----

遗传工程	158
------	-----

克隆技术

什么是克隆技术	164
---------	-----

克隆技术的发展史	165
----------	-----

“多莉”的诞生历程	169
-----------	-----

克隆人：生命伦理禁区	173
------------	-----

克隆技术的应用	178
---------	-----

基因工程

什么是基因工程	200
---------	-----

基因工程的诞生	201
---------	-----

怎样进行基因工程	203
----------	-----

转基因技术	205
-------	-----

基因工程的前景	218
---------	-----

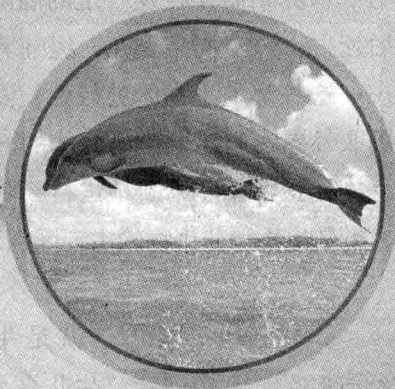
基因工程的弊端	222
---------	-----

生命的延续——生殖与遗传

认识生命

SHENQING DE YANXU
SHENGZHI YU YICHUAN

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？本章将从确立进化论的伟大历程开始，并透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

在我们这个星球，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。有的小到比芥豆还微，比尘埃还细。有的却身长百米，体重万斤。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”可以分为三类：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 150 多万种，植物有 30 多万种，微生物也有 20 多万种。但实际上生物的种类远不止这些，因为有很多种生物还未发现，科学家还在寻找之中。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，所以卓然自立、雄视万类，被誉为“万物之灵”，成为这个星球的主宰者。

生物有着各种各样的生命活动。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。

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作新陈代谢。

另外，还有一种生命活动，这就是生物的繁殖后代——“生儿育女”。繁殖亦称生殖，是生物体生长发育的必然结果。凡是生物基本都具有繁殖后代的本能。生物如不能繁殖，种族就会绝灭，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，从潮湿的土壤中长蛙等。直到 17 世纪初，范·赫耳蒙特还开出了制造老鼠的处方：把小麦和被汗水污湿的衬衣都放进容器进行发酵，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·雷迪首先用实验证明肉本身并不会生出蛆，只有当蝇卵落在肉上才会长出蛆来，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气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：液体的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



广角镜

巴斯德

路易斯·巴斯德（1822—1895 年），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。循此前进，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，巴斯德名列第十一位，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。



生命来。

那么，生命是从何而来的呢？

传说，在宇宙天地尚未形成之前，黑暗笼罩着无边无际的空虚混沌，上帝那孕育着生命的灵运行其中，投入其中，施造化之工，展成就之初，使世界确立，使万物齐备。

传说上帝用6天创造了天地万物。

第一日，上帝说：“要有光！”便有了光。上帝将光与暗分开，称光为昼，称暗为夜。于是有了早晨，有了晚上。

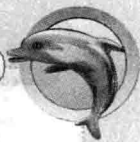
第二日，上帝说：“诸水之间要有空气隔开。”上帝便造了空气，称它为天。

第三日，上帝说：“普天之下的水要聚在一处，使旱地露出来。”于是，水和旱地便分开。上帝称旱地为大陆，称众水聚积之处为海洋。上帝又吩咐，地上要长出青草和各种各样的开花结籽的蔬菜及结果子的树，果子都包着核儿。世界便照上帝的话成就了。

第四日，上帝说：“天上要有光体，可以分管昼夜，做记号，定节令、日子、年岁，并要发光普照全地。”于是上帝造就了两个光体，给它们分工，让大的那个管理昼，小的那个管理夜。上帝又造就了无数的星斗，把它们嵌列在天幕之中。

第五日，上帝说：“水要多多滋生有生命之物，要有雀鸟在地面天空中飞翔。”上帝就造出大鱼和各种水中的生命，使它们各从其类；上帝又造出各样的飞鸟，使它们各从其类。上帝看到自己的造物，非常喜悦，就赐福这一切，使它们滋生繁衍，普及江海湖泊、平原空谷。

第六日，上帝说：“地要生出活物来；牲畜、昆虫、野兽各从其类。”于是，上帝造出了这些生灵，使它们各从其类。上帝看到万物并作，生灭有继，就说：“我要照着我的形象，按着我的样式造人，派他们管理海里的鱼、空中的鸟、地上的牲畜和地上爬行的一切昆虫。”上帝就照着自己的形象创造了人。上帝本意让人成为万物之灵，就赐福给他们，对他们说：“要生养众多，遍满地面，治理地上的一切，也要管理海里的鱼、空中的鸟和地上各样活



物。”按《圣经》的说法，人类是这个世界的管理者和支配者。

第七日，天地万物都造齐了，上帝完成了创世之功。在这一天里，他歇息了，并赐福给第六天，圣化这一天为特别的日子，因为他在这一天完成了创造，歇工休息。就这样星期日成为人类休息的日子。

“造化钟神秀，阴阳割昏晓。”上帝就是这样开辟鸿蒙，创造宇宙万物的。

天、地、万物乃至生命，真是由上帝在短短的6天里造就的吗？

天文学、化学、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，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，有少量的水蒸气分子被分解为氢和氧分子。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。

当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，冷却而成为雨水降落到地面上来，凝集在一些低凹的地方，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”并指出，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降到原始海洋后，原始海洋就成了生命化学演化的中心。

生命起源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四个主要阶段：

1. 由无机物生成有机小分子

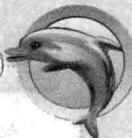
在原始地球的条件下，当时地球原始大气中的小分子无机物（如 NH_3 、

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。

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。



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功能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。

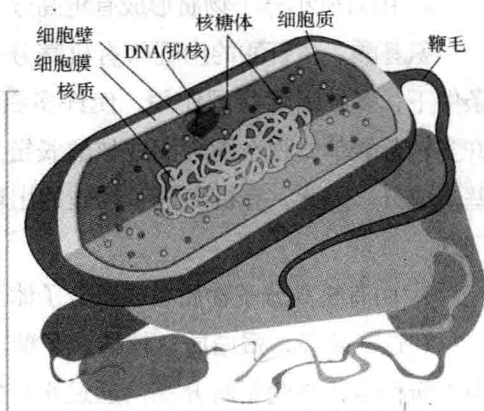
生命的进化

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、其他许多亚细胞结构和细胞器。除核糖体外的细胞不能获得自身需要的养料；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破坏食物分子以获得能量。由摄入养料而



原核生物

放能的过程叫呼吸；无氧的呼吸称为厌氧呼吸。最初的生命实际上是厌氧型的，由于大气中没有自由氧或单体氧。

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。难道远在最低级的软体虫爬行到陆地上之前，生命就因为饥饿而灭绝了吗？

要不是—种叫作叶绿素的奇妙分子，答案也许会肯定的。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过程聚集起来但不断减少的营养素。它们只需在太阳下就能获得养料。生命体从基本原材料中获得自身的养料叫自养。利用日光完成上述工作被称为光合作用。光合作用还向大气中释放自由氧。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的能量为没有氧气时的近 20 倍。养料持续时间延长，进化出较复杂的有机物。简单的原核细胞有机化，形成第一个有自己的膜包核子的真核细胞。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在大约 10 亿年前出现。现在，所有的动物和生物由真核细胞组成。

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，袭击地球，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，可能仅仅在水面下几英寸或一英尺，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，随着臭氧保护层的建立（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蛞蝓、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 多个卫星中，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



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，经过光反应和碳反应，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。



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。智能生命才能逐步形成，再去考虑自身的起源。

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。它涵盖了有益有害的众多种类，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建立了无可争议的完整体系，第一次科学系统地揭示了生物界发展的规律。到了 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。

查理·罗伯特·达尔文，1809 年 2 月生于英国希罗普郡。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 12 月，达尔文搭乘英国海军的海洋考察船“贝格尔号”环航世界，探索贸易路线，开始了改变他一生命运的事业之旅。达尔文在“贝格尔号”上生活了将近 15 年，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。

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：某个物种只要条件比其他物种优越，哪怕是略见优越，也会有很好的机会生存下来并且繁殖后代。这就是著名的自然选择理论，它是达尔文生物进化论的主

要组成部分之一，而适者生存正是自然选择理论的精髓。达尔文曾对马德拉岛的昆虫进行研究。马德拉岛位于大西洋，经常遭到风暴的猛烈侵袭。他发现在该岛居住的几百种甲虫中，有两百种甲虫的翅膀弱到了不能飞翔的程度。这是为什么呢？原来经过无数次的风暴洗礼，善飞的昆虫都被风暴吹到了海里，而翅膀发育很弱的昆虫类型得以存留。正是由于它们的存留，才产生了现在马德拉岛上的甲虫群。这是适者生存的一个经典案例。



甲 虫

后来，在举世闻名的《物种起源》中，达尔文提出了一个又一个令人震惊的论断：生命只有一个祖先，因为生命都起源于一个原始细胞的开端；生物是从简单到复杂、从低级到高级逐步发展而来的；生物在进化中不断地进行着生存斗争，进行着自然选择；人类的悠久家史并不比动物高贵多少，人类也起源于某些原始细胞，经过逐渐进化，变成了鱼、两栖动物、哺乳动物，再经过进化才变成了类人猿和今天的人类。达尔文的《物种起源》成了生物学史上的经典著作。如今，《物种起源》所提及的许多观点已成为人尽皆知的常识。

细 胞

我们知道，生命的基本单位是细胞。所有的生命形式，基本上都是以细胞为基础的。生命要延续，不管是有性生殖，还是无性生殖，归根结底，都是小小的细胞在不停地“吃喝拉撒”，在不停地复制自己。

一个小小的细胞，从出生、成长发育、繁殖、分裂，使得育种和杂交成为可能，成千上万个细胞构成的生物组织“军团”，使得栽培和嫁接成为可