

董仁威 编著



生命三部曲

SHENGMING
SANBUQU

人工进化

RENGONG JINHUA

时代出版传媒股份有限公司
安徽教育出版社



董仁威 编 著

生命三部曲

人工进化



时代出版传媒股份有限公司
安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命三部曲. 人工进化 / 董仁威编著. —合肥:
安徽教育出版社, 2016

ISBN 978-7-5336-8416-7

I. ①生… II. ①董… III. ①生物—进化—普及读物
IV. ①Q11-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 226622 号

生命三部曲. 人工进化

SHENGMING SANBUQU. RENGONG JINHUA

出 版 人: 郑 可

质量总监: 张丹飞

策划编辑: 杨多文 张长举

责任编辑: 李桂荣

装帧设计: 袁 泉

责任印制: 王 琳

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司 安徽教育出版社

地 址: 合肥市经开区繁华大道西路 398 号 邮编: 230601

网 址: <http://www.ahep.com.cn>

营销电话: (0551) 63683011, 63683013

排 版: 安徽创艺彩色制版有限责任公司

印 刷: 合肥华星印务有限责任公司

开 本: 650×960 1/16

印 张: 13

字 数: 190 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版 2016 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

(如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与本社营销部联系调换)

笔者从 1979 年开始从事生命科学和现代生物技术的普及工作，并于当年完成第一部科普图书——《遗传工程趣谈》，由四川人民出版社出版发行。

1978 年全国科学大会召开以后，我国迎来了一个科学的春天。在那气候宜人的春天里，大江南北、长城内外蓬勃兴起了一股普及前沿科学和高新技术的热潮。在这段时间里，我国出版了许多深受读者欢迎的科普图书。毕业于四川大学生物系细胞学专业的笔者，自觉地把普及前沿科学——生命科学和高新技术之一——现代生物技术的社会责任担在身上，先后写作出版了《遗传工程趣谈》、《物种起源之谜》（再版时更名为《达尔文》，被纳入《中外著名科学家的故事》丛书，并获第十届中国图书奖）、《奇异的“魔法”》、《生物工程趣谈》（获第四届全国优秀科普作品奖）、《破译生命密码》、《生命“天书”》（2004 年中宣部及新闻出版总署向全国青少年推荐的优秀图书）、《万物之灵》等科普读物。

弹指一挥间，30 多年过去了，笔者已出版了 82 部科普图书。

不知从什么时候开始，科普图书已不如 20 世纪 80 年代那么受欢迎了。有些科普作家，包括笔者自己，爱怨天尤人，认为人们爱物质胜过爱科学，追求知识的热情消失了。

笔者静下心来，翻阅自己 30 多年间出版的科普读物，猛然醒悟：这不怪读者，要怪，只能怪我们作者自己啊！

20 世纪 80 年代，中国的大门刚刚打开，外部世界全新的知识涌进国门，引起了国人极大的兴趣与关注，介绍这些国人见所未见、闻所未闻的知识的科普读物，自然受到热烈的欢迎。可是，在这以后的 30 多年间，在新知识哺育下的年青一代成长为社会的主力，年纪大

一些的人也在各类科普活动中增长了见识,当初那些使人吃惊的科学进展,如今已成常识。比如,当年很少有人知道的基因、DNA等,如今几乎成了家喻户晓的词汇。

如果我们继续拿20世纪80年代那些“陈谷子烂芝麻”说事,自然成了“祥林嫂”,没有人爱听了。

然而,是不是就不需要科普了呢?当然不是。通过一场场在全球范围内发生的转基因大战,我们就知道科普的重要性了。

近几年,在中国,关于转基因技术和转基因食品的争论牵动了中国人民的心,甚至引发了“拥转”人士与“反转”人士的对骂。对骂双方都已失去理性,扣帽子、打棍子、人身攻击,无所不用其极,超出了科学争辩的范畴。

一批反转基因作品随之风靡中国。《崔永元转基因纪录片》、美国人史密斯的反转基因著作《转基因的赌局》、柴卫东著的《转基因战争》和顾秀林著的《生化超限战》,受到众多人吹捧,成为“反转派”的有力武器,对中国出现的“反转”浪潮起到了推波助澜的作用。

深究一下“拥转派”与“反转派”的论点和著作,我们可以发现,两派人士都在以21世纪生命科学与现代生物技术的新进展说事。由于对这些新事物不甚了解,读不懂两派专家的理论,公众也就无法辨明是非。

笔者梳理了一下生命科学与现代生物技术的进展,发现30余年间生命科学这门前沿科学在理论上有许多创新,在这些创新成果上发展起来的现代生物技术也有了很大发展,而中国公众对这些创新和发展知之甚少,甚至一无所知。

在生命科学理论上的创新,莫过于表观遗传学的建立和拉马克

获得性遗传理论的复活。

拉马克主义和达尔文主义都主张生物进化论,反对神创论,但在进化的机制上有分歧。拉马克主张“用进废退和获得性遗传”,强调环境变化在生物变异方面所起的“诱导”作用,但他主张变异是以一种趋于完善的需求的生物本性为主因的。虽然达尔文也认为生物本性比环境更重要,但他认为变异和环境是相互独立的,在环境发生作用前变异就已经产生了,环境只是对变异起选择作用,生物以物种为单位通过生存斗争,适应环境的性状得以保留,不适应环境的性状被淘汰,即适者生存。

拉马克,这位进化论的先驱,由于其学说缺乏遗传学基础,在相当长的时间内,被世界遗忘了。但由于分子生物学取得的成就,遗传第二密码体系的发现,表观遗传现象的确认,拉马克的“用进废退和获得性遗传”理论重新得到关注。

随着人类基因组计划和许多动植物基因组计划的完成,人们对基因有了许多新的认识。比如,根据过去的理论,一段 DNA 序列编码一个基因,遇到终止密码,再编码下一个基因。现在,科学家发现, DNA 结构并不像过去人们认为的那样简单、一目了然,实际情况要复杂得多。一个基因的编码,不一定是一段连续的 DNA 序列。换句话说,一个基因的编码被分割成几段,可能一段编码蛋白质的前三分之一,后面的一大段与编码蛋白质无关,接下来的一段编码后面的三分之一,再一段编码剩下的三分之一,基因被分割成独立的编码区域。内含子和外显子的交替排列构成了断裂基因。

由于断裂基因、修饰基因、跳跃基因、调控基因等多种基因及其功能的发现,表观遗传学得以建立,人们开始掌握基因调控生命的复

杂机制。

同时,在生命科学前沿基础理论发展的基础上,细胞工程、基因工程等现代生物技术有了长足的进步,从生物的自然进化迈入人工进化的步伐加快了。人工进化由初级阶段的人工选择、杂交和诱变育种发展到中级阶段——细胞工程,在克隆生物、干细胞移植等现代生物技术的应用中取得了突出的成就,进而迈入高级阶段——基因工程。基因工程从转基因技术的初级阶段发展到蛋白质工程的中级阶段,再进入分子进化工程的高级阶段。21 世纪初,人工进化与基因工程进入一个超级阶段——合成生物阶段。

这些生命科学与现代生物技术的新进展,公众,包括一些非专业的科学工作者很少知道,这导致许多人,包括“社会精英”产生了困惑。因此,重新普及当代生命科学和现代生物技术知识的使命摆到了科普作家的面前。笔者遂将毕生追逐生命科学与现代生物技术足迹的资料做一整理,编写了这套《生命三部曲》,包括《自然进化》、《人工进化》和《合成生物》,奉献给读者。这不是一套学术专著,也不是实用技术普及读物,而是一套用“科普”的写法编著的关于生命科学与现代生物技术的科普读物。这也不是一套教科书,不求读者能从中学到多少科学知识,只求读者诸君能从这套浅显但并不浅薄的科普书中获得阅读的快乐,并有所感悟。如此而已。

有人主张人类不应干预自然。他们对人类掌控生命,使生命从自然进化迈入人工进化持有异议,希望人类退回茹毛饮血的狩猎时代。特别是如今,人类更是跨了一大步,在生物的基因上“动手动脚”,大搞“转基因”和“合成生物”,引起了他们的愤怒,掀起了“反转基因”的热潮。

然而,人类本身就是大自然的一部分,人类对自然的干预也是一种自然力。如果人类亦如其他生物一样听任大自然的摆布,可能早已灭绝。问题是,目前人类对自然的干预有些过度,使人类和地球面临被毁灭的危险。人类必须学会控制自己,适可而止!

我们应该清醒地认识到,当我们还在转基因的是非问题上争论不休时,生命科学与现代生物技术的迅猛发展已把转基因技术甩在了后面。21世纪初,在分子进化工程基础上发展起来的合成生物技术,比转基因技术更加先进,将使人类步入自由掌控生命的超级阶段。

笔者希望,“拥转派”与“反转派”尽快终止对骂,国家相关部门腾出宝贵的时间、精力、人力、物力和财力,整合我国并不落后的分子生物学、基因工程、信息科学、计算机科学和工程技术力量,全力以赴进行合成生物学及其技术体系的研究和创建。

须知,落后就要挨打!

董仁威

2016年5月22日

目录

▶ 第一章 从自然进化到人工进化

- 2 “造物主”的故事
- 10 “造物主”在知识大爆炸中
- 13 人工栽培水稻
- 20 人工选育家畜
- 22 人工选育家禽
- 24 杂交育种与超级杂交水稻
- 32 李登海与超级杂交玉米
- 39 诱变育种
- 43 太空育种

▶ 第二章 现代生物技术

- 46 生物工程
- 49 发酵工程
- 51 酶工程
- 53 生物反应器工程
- 55 数量遗传工程
- 56 环境生物技术
- 60 海洋生物技术
- 62 绿色冶金

▶ 第三章 揭开细胞王国的秘密

- 66 细胞发现简史
- 68 安德烈·维萨里揭开人体器官的秘密
- 71 马尔比基和比夏发现组织
- 76 奇妙的细胞
- 79 胡克发现死细胞
- 82 列文虎克发现活细胞和微生物
- 87 施莱登和施旺创立细胞学说
- 94 魏尔肖发现细胞来自细胞
- 97 经典细胞学说
- 100 勒柏辛斯卡娅的“新细胞学说”
- 102 贝时璋的细胞重建论



第四章 细胞社会

- 108 弗朗兹·鲍尔发现细胞核
- 111 阿尔伯特·克劳德发现线粒体和内质网的亚显微结构
- 116 克雷布斯发现三羧酸循环
- 119 帕拉德发现核糖体
- 124 席姆佩尔发现叶绿体
- 127 形形色色的细胞器
- 132 莫诺与雅各布发现细胞分化基因调控的操纵子
- 136 爱德华·B·刘易斯等三位科学家发现细胞分化时控制基因表达的关键机制
- 139 美国科学家安德鲁·法尔和克雷格·梅洛发现 RNA 干扰可令有害基因沉默
- 142 中国科学家解开染色体二级结构之谜

第五章 细胞工程

- 151 细胞工程的内容
- 152 克隆动物
- 158 克隆植物
- 160 小黑麦正传

第六章 干细胞工程

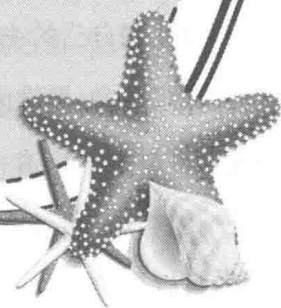
- 163 干细胞
- 166 干细胞研究者的足迹
- 168 诱导多功能干细胞技术
- 171 干细胞疗法
- 178 原位再生复原技术
- 181 细胞组织工程——器官银行

第七章 生殖工程

- 187 试管婴儿
- 190 女儿国
- 192 死牛传种
- 195 人工繁殖大熊猫

第一章 从自然进化 到人工进化

人类在上万年的文明史中,开始了主动干预生物进化过程,用人工选择、杂交育种、诱变育种等传统的生物技术,创造动植物新品种和新类型,从而使生命从自然进化阶段进入人工进化阶段。人类也迈出了作为“造物主”的第一步。





“造物主”的故事

► 导言

在生命系统中,唯有人类有创造新生物类型的能力,唯有人类才能充当“造物主”的角色,这是人与动物的本质区别之一。“造物主”不满足于等待大自然的恩赐,主动干预物种进化过程,用人工选择的方法创造大自然中本不存在的动植物新品种,获得了人工培养的农作物、家畜、家禽等,使人类不但在地球上生存下来,而且发展成主宰万物生死的“上帝”。

人是一种智慧生物。何谓智慧?人的智慧分为两种。一种是人的认识力,即认识自己的主观世界和客观世界的能力,包括注意力、观察力、学习能力、想象力、思维力等,其中的核心是思维力,特别是创造性思维力,即发散性思维力。这一类智力可以用智商(英文简称 IQ)来测定。另一种是情绪智力,即对情绪的知觉力、评估力、表达力、分析力、转换力、调节力等,可以用情感智商(英文简称 EQ)来测定。应该说,人的智慧便是人与禽兽的本质区别,否则,为什么我们将外星人称为智慧生物呢?

人类的智慧从哪里来? 大脑。人类的脑容量特别大,大脑中储藏的遗传信息量达到 200 亿比特(一种度量信息量的单位),相当于 4000 册 500 页标准书所含信息,为其他动物所不及。更为重要的是,人通过后天学习获得的储藏在大脑中的非遗传信息量可以达到 10 万亿~100 万亿



比特,相当于200万~2000万册500页标准书所含的信息量。人类借助庞大的非遗传信息建立的知识库,创造了科学和文明,发明了“体外知识”——文字、书库、信息库,使人类可能获取的信息量越来越大,这是其他任何动物望尘莫及的。

人因为有了智慧,便有了与动物的显著区别——创造力。作为万物之灵的人类,创造力是其最重要的特征。人类的这种智慧,创造了人类的物质文明和精神文明。

在人类文明史上,因为人类拥有创造力,曾经发生过几次知识爆炸。两三百万年前,人类学会了制造石器。虽然人类最初制造的石器很粗糙,只是一些用砾石制造的砍砸器,不过将砾石略加敲打使其锋利一些而已,却实现了一个历史性的跨越。在此之前,被称为前人的人科动物也会使用石器狩猎,却是捡着什么用什么,不加任何打磨的。制造石器是人类发挥主观能动性,不等待大自然的恩赐,主动向大自然索取,发挥创造力迈出的关键性一步。“动脑子”思维创造新的生存方式,使人成为智慧生物。同时,人类学会了用火,开始摆脱“吃兽生番”的动物进食方式。这是人类积累知识的开始,文明的开始,是一次开天辟地的知识爆炸。

这一次知识爆炸的证据,是法国考古学家罗切和新西兰学者海利斯于1976年至1977年在非洲埃塞俄比亚的哈达尔地区发现的。他们发现了古人类经过加工的一些粗糙的砍砸用石器。这类石器在非洲的肯尼亚、埃塞俄比亚、南非和坦桑尼亚都有发现,是那次知识爆炸的旁证。

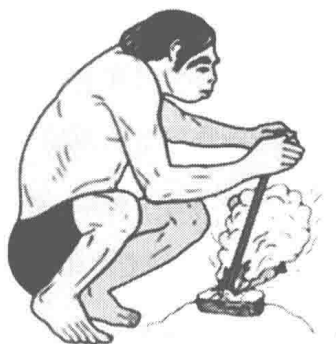
可是,不知道为什么,这次知识爆炸后,人类的知识积累速度很慢,在漫长的200多万年中,只是对石器加工的精度进行不断改进而已。直至5万多年以前,现代人类的祖先,脑容量达到创纪录的1400毫升以上的智人,发明了燧石取火、钻木取火等制造火种的技术,才使人类科学地使



用火成为可能。

石器和制造火种,是古人类在 200 多万年原始文明中两项最伟大的发明。

在公元前 1.2 万年左右,生活在尼罗河地区的古埃及人率先学会了农耕,中国的长江流域和黄河流域亦在不久后进入农耕文明时期。



钻木取火

约 7000 年前,在中国南部的浙江河姆渡地区,人们已大量种植水稻。在六七千年前的中国黄河流域陕西半坡村地区,人们除种植水稻外,还种植粟、白菜、芥菜,并且饲养猪、狗等。两河流域的古巴比伦人则能够根据谱系来选育马的良种,这是为考古学家发掘出的一块古巴比伦时代的石头所证明了的。这块石头的历史已有 7000 余年,从上到下刻着一个马的谱系。

除此之外,人类在这一时期还发明了陶器,拥有了建筑技术。中国是最早发明陶器的地区。20 世纪 80 年代,我国考古学家在河北徐水南庄头发现了燧人氏晚期遗址,遗址中发掘出两种陶片:一种为夹沙深灰陶,一种为夹沙红褐陶。经科学考证,其生产时间为 1.2 万年前。

南庄头遗址向世人公布:早在 1.2 万年前,我们的祖先就已经能生产制作陶器,这是中华人种从原始时代向文明时代过渡的重要物证。

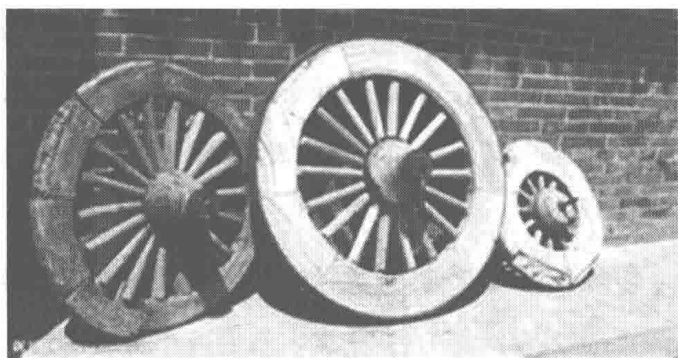
农业、畜牧业、陶器、建筑业是这一次知识爆炸时期的四大发明。在这一次知识爆炸的影响下,人类文明有了长足的进步。在西南亚地区,人们开始种植小麦和大麦;在中美洲和秘鲁地区,人们开始种植玉米、马铃薯和倭瓜。驯养家畜也从狗、猪、马扩大到绵羊、山羊、牛,人类在这一时期完成了从主食到副食的食品结构框架,并沿袭至今,五六千年来没有多



大改变。这一次知识爆炸，走在世界前列的是埃及。中国也不落后，甚至有很多资料证明，中国在这一时期已处于世界前列，陶器制作、水稻和粟的人工栽培、家猪的驯养、历法和乐器的发明，至少可以与埃及、印度、古巴比伦比肩。

在 6000 年前至 4000 年前，人类社会又经历了一次知识爆炸。这一次知识爆炸的特点是青铜器的发明、文字的创造和阶级社会的建立。人类的知识积累从单纯的自然科学知识积累转向自然科学知识与社会科学知识并重的阶段。这一次知识爆炸主要是在埃及、巴比伦、中国、印度等地区发生的。这一次知识爆炸，走在世界前列的仍然是埃及。埃及在 6000 多年前发明了制作亚麻布的技术和太阳历，在 5500 年前发明了帆船，在 5200 年前发明了玻璃，在 4900 年前建造了高 146 米的金字塔，在 4000 年前发明了十进制计数法。巴比伦紧随其后，在 5300 年前发明了楔形文字和泥版文书；5000 年前发明了最早的工具——中实木轮和辘轳；5000 多年前形成了城市；4000 年前以巴比伦城为首都建立了古巴比伦王国，制定了全国统一的法典——《汉谟拉比法典》。中国也不甘落后，在 6000 多年前开始使用铜器，5000 年前发明了蚕丝纺织，4000 年前发明了铸铜技术。印度紧追上来，在 5000 年前开始种植棉花。

在公元前的第二个千年中，人类的知识积累有了进一步发展，铁器和拼音文字是这个时代知识爆炸的产物。首先使用铁器的是小亚细亚的赫梯人，这是发生在公元前 1600 年左右的事。居住在地中海东岸的腓尼基人则在公元前 1300 年左右发明了用 22 个字母组成的拼音文字。中国则在这个千年中，为人类文明贡献了瓷器。公元前 11 世纪，中国用高岭土制造出原始瓷器。



车轮——人类的伟大发明之一

在公元前的第一个千年中,形成了一次规模较大的知识爆炸。这次知识爆炸的特点是哲学和自然科学体系的建立和主要宗教的创建。哲学和自然科学体系的建立,使人类的思维规范化,让无序的科学发现和创造发明走向有序,从而使人类开始有计划、有目的地探索大自然的奥秘,并让大自然更好地服务于人类。这是导致人类文明加速发展,直至 20 世纪出现知识大爆炸的划时代事件。走在这次知识爆炸前列的是古希腊人,领头人是四大智者:德谟克利特、亚里士多德、欧几里得和阿基米德。公元前 450 年,德谟克利特提出万物均由原子组成的理论。公元前 350 年,亚里士多德提出形式逻辑三段论,并在此前后著书 170 种(传世至今 70 余种),提出涉及哲学、逻辑学、物理学、地理学、生物学、天文学、生理学的诸多正确与错误并存的理论,对科学进行分类,促使其逐步演化为许多独立的学科,可称之为“科学的鼻祖”。欧几里得在公元前 300 年左右发表《几何原本》13 卷,可以说是“数学的鼻祖”。公元前 250 年左右,阿基米德发表《论浮体》,提出著名的阿基米德定律,还阐释了杠杆、滑轮、斜面的工作原理,应称之为“物理学的鼻祖”。

在这一次知识爆炸中,中国也不落后。公元前 760 年左右,中国发明了纺织机;公元前 550 年左右,中国划分二十四节气以指导农耕;公元前



380年,墨子学派发现杠杆平衡原理,比阿基米德早100多年,还发现了平面镜、凹凸镜成像规律;公元前256年,李冰主持修建了当时世界最先进的都江堰水利工程;公元前213年,秦始皇始建万里长城。此外,在这次知识爆炸中,小亚细亚的赫梯人在公元前650年左右开始使用货币。发明货币也是人类文明史上的大事之一。

以希腊科学家和中国科学家为代表的这一次知识更新,使人类积累的知识开始以几何级数增长。

公元的第一个千年,知识更新的速度显著加快,知识爆炸主要出现在中国,还有古罗马和希腊。在这个千年里,中国为人类文明贡献了三大发明:105年,蔡伦发明“蔡侯纸”;235年,马钧制造出指南车;969年,冯继升、岳义方发明用黑色火药推进的火箭。在这个千年里,中国还为人类文明贡献了许多重要发明:132年,张衡发明地动仪,并于138年成功地记录了在甘肃发生的地震;185年,华佗发明麻沸散,开创了麻醉手术的先河;500年,酈道元的《水经注》发表,这是世界上第一部综合性地理著作;534年,贾思勰的《齐民要术》发表,开创总结农业生产技术的先河。

在这一个千年里,古罗马科学家老普林尼于77年著《自然史》,集当时天文、地理、气象、采矿、冶金、农业知识大全于一书,为人类保存了重要的古人知识遗产;150年,古罗马科学家盖伦首创活体解剖,开创了解剖学、生理学研究。

公元的第二个千年,科学技术的发展更加迅速。中国在这个千年的前600多年,一直走在世界科技发展的前列,是世界科技发展的领头羊。1041年至1048年,中国向世界贡献了第四大发明——活字印刷术。同时,上一个千年中国为世界贡献的三大发明也逐渐走向世界,对世界文明的发展起到了极大的推动作用。751年,中国的造纸技术开始西传。之