



青少年科学教育丛书·教育部重点项目

生命科学系列·陈章良 主编

申云平 董一字

克隆的世界

KELONG DE SHIJIE

北京大学出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

克隆的世界/申云平编. —北京:北京大学出版社, 2000. 7

(青少年科学教育丛书·生命科学系列/陈章良主编)

ISBN 7-301-04409-7

I. 克… II. ①申… ②董… III. 无性系—遗传工程—普及读物
IV. Q785-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 63806 号

书 名: 克隆的世界

著作责任者: 申云平 董一字

责任编辑: 瞿 定

标准书号: ISBN 7-301-04409-7/C·186

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn/cbs.htm>

电 话: 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752038

电 子 信 箱: zpup@pup.pku.edu.cn

排 印 者: 北京大学印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

850mm×1168mm 32 开本 5.375 印张 100 千字

2000 年 7 月第 1 版 2000 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 10.00 元



彩图1 可爱的多莉



彩图2 水稻愈伤组织再生出小苗



彩图3 陈章良教授与多莉在一起



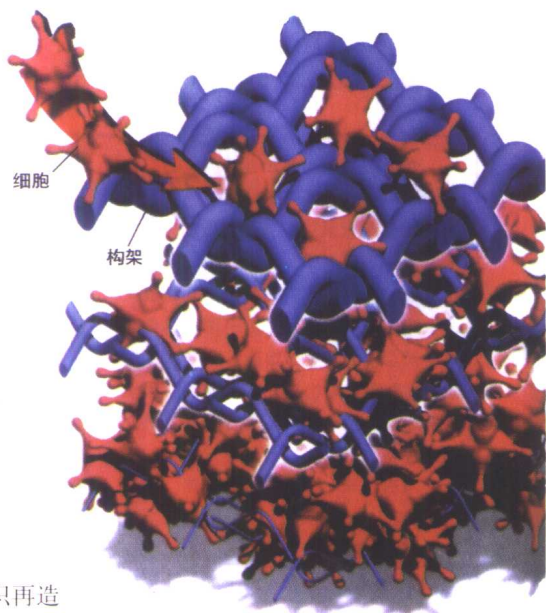
彩图5 转基因羊



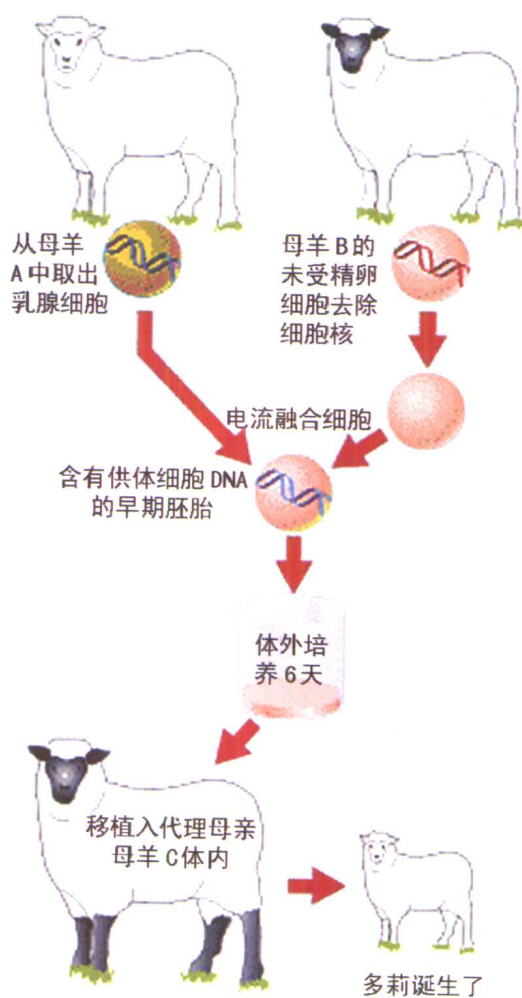
彩图4 克隆牛犊



彩图 6 幼猛犸“蒂玛”



彩图 7 人体组织再造



彩图8 多莉的诞生

青少年科学教育丛书编辑指导委员会名单

主 任：陈佳洱

副 主 任：翁史烈 王大中

委 员：张恭庆 徐如人 陈章良 李衍达 董 奇
范守善 刘昌明 韩启德 金国藩 石元春
冯士笱 左铁镛 余振苏 倪维斗 王义道
张尧学 朱慕菊 王晓茏 陈冬生 马新国
周月梅 郭永福 蔡鸿程

序

历史的脚步已经迈进了新的千年。人类在过去的几千年创造了灿烂的文明，这些人类文明的成果深刻地影响了历史发展进程，使我们今天能够生活在物质较为充裕、精神生活丰富多彩的环境里。知识的传承是人类文明历经几千年虽遭到种种破坏仍能不断发扬光大的根本原因。生活在新千年开端的青少年，肩负着探索更多的未知领域，开创人类文明新纪元的伟大使命，所以更加需要认真地学习和继承前人积累的知识，包括自然科学、社会科学和人文科学的知识。

自然科学是人类在改造自然、使之更加符合人类生存和发展需要的过程中形成的知识的体系化，它的起源和人类文明的起源一样久远。当然，自然科学获得飞速发展，并形成众多的学科和分支只是近两个世纪的事情。自然科学的发展带来了人类生产和生活方式的极大变化，也使更多未知的领域展现在人们的面前，宏观世界、微观世界、生命现象等都有很多的秘密等待着人类去探索，人类自身发展的危机，人与自然的紧张关系，也都需要科学的进一步发展来解决。可以预言，自然科学的发展将翻开人类历史上一页又一页的新篇章。

对于一个生活在现代社会的人来讲，自然科学知识的学习不仅是为了改造自然的需要，同时也是主动地适应生活环境变化的需要。我们生活在科学技术飞速发展的时代，在十几年前、甚至几年前还是最新的科技成果，今天已是日常生活中必不可少的东西了。对于这一点，年龄大一点的人都有很深的体会，我想，青少年朋友也能感受到。在新

的世纪,知识和技术更新的速度将大大加快,新技术的应用,会使我们的生活方式和生活环境发生更深刻的变化,一个人如果不能自觉地学习一些自然科学知识,在日常生活中也会感到无所适从。

自然科学知识的学习,对青少年而言,我觉得还有非常重要的一点是能够培养他们的科学精神。所谓科学精神,主要是指从实际出发,实事求是,不断追求真理的精神。同时,科学精神还要求我们根据实践,不断改正错误。科学精神,对于一个人的成长,对于一个民族的进步具有重要的意义。目前,我国的改革开放事业处于关键时期,尤其需要提倡这种精神。另外,自然科学知识的学习,也是培养一个人理性思维能力的有效方法。自然科学是人类理性的结晶,自然科学的任何一项成果,都建立在严格的概念、判断、推理的基础上。青少年一般都长于感性思维,把握抽象的事物相对困难,通过一些具体的科学知识的学习,能够使他们的理性思维能力得到锻炼和提高。较高的理性思维能力,是从事创造性劳动必不可少的素质。

我国适合青少年学习的特点,知识性和趣味性兼备的自然科学读物还不是很多,北京大学、清华大学和北京师范大学等高校的出版社组织著名科学家主持编写这套《青少年科学教育丛书》,是值得称赞的。相信这套丛书的出版发行,对我国青少年科学文化素质的提高将发挥积极的作用。

全国人大常委会副委员长



2000年1月5日

主 编 的 话

每次给中学生或在其他领域工作的朋友们作有关生命科学的报告，或者让我写一点关于生命科学科普方面的文章，如何用浅显易懂的语言把这一学科近年来迅速发展起来的技术和取得的惊人成就介绍清楚，对我而言是一种挑战。

这次教育部要我主编这套《青少年科学教育丛书·生命科学系列》，意义重大。由于时间紧，任务重，我立刻召集实验室近几年来聚集的一批从国外归来的年轻博士，大家在一起集思广益，对立题、提纲、内容等进行了多次讨论，充分发挥了集体的智慧和协同作战的精神。根据现代生命科学的学科划分和研究进展，我们选择了九个侧面对生命科学的几个热点领域有重点地予以展开介绍。本丛书是由二十多位年轻老师和研究生分别执笔编写而成的。

这九个侧面包括生命的起源（《生存的历程》）、生物的多样性（《美丽的大自然》、《小生命的世界》和《疯狂的小精灵——病毒》）、细胞的结构与功能（《生命的乐章》）、基因的克隆（《基因的故事》）以及生物技术的

研究和产业化(《克隆的世界》、《重组生命》和《生命的童话》)的发展等方面的内容。

这九本书虽然风格迥异,但每一本都凝聚着大家辛勤的汗水和努力,瞿礼嘉博士和我一起负责了人员的组织、编写及全套丛书的审阅工作,顾红雅教授审阅了《美丽的大自然》、《生存的历程》;李毅教授审阅了《疯狂的小精灵——病毒》;安成才博士审阅了《生命的乐章》。

生命科学是下个世纪的重要科学,在农、林、医药卫生和环境保护等领域都有重要的应用前景。希望我们这套生命科学丛书能够为普及生命科学知识、吸引更多的年轻人从事生命科学研究并最终推动我国生命科学事业的发展出一份力。由于时间紧,虽然我们全力以赴,丛书中仍然可能出现这样或那样的错误,敬请读者朋友谅解。



陈章良 教授

北京大学 副校长

北京大学蛋白质工程及植物基因工程

国家重点实验室 主任

1999年12月

引 言

1997年2月27日，英国《自然》杂志刊登了一个惊世骇俗的消息：英国罗斯林研究所的科学家们首次用体细胞克隆出一头绵羊“多莉”，见彩图一。一石激起千层浪，“克隆”立刻成为全世界瞩目的焦点。一时间，不论科学家，政治家，还是平民百姓，都把目光投向了这只尚在“妈妈”身边吃奶的小羊。“克隆”和“多莉”成了出现频率最高的字眼儿，人们在街头巷尾，茶余饭后谈论着关于“多莉”的是是非非，“克隆”这个过去只属于生物学家的词汇如今摇身一变，甚至会从幼稚园的小朋友嘴里冒出来。最激动的莫过于各大媒体，他们蜂涌而至，争相报道，与此同时各种传言不胫而走，各种不同的声音也随之起伏，有的为之欢欣鼓舞，称之为划时代的突破；有的为之忧心忡忡，称之为毁灭人类的武器。不少国家的议会及政府首脑以前所未有的速度通过法案，限制或禁止对人类进行克隆，而少数科学家却扬言要在若干年之内让克隆人梦想得以实现。

之后，世界上其他研究室也宣布……

此时，人们不禁要问：到底发生了什么？一只小羊为何能掀起如此大的风波？克隆人离我们有多远？人们的未来会不会因此而改变……

亲爱的读者，现在你的思绪是否被一个个“为什么”所困扰？那么就请你和我们一同步入这神奇而多彩的克隆世界，在那里你也许会找到问题的答案！

目 录

引言

小荷才露尖尖角——克隆初探/1

神秘的克隆/1

植物克隆小品/7

万紫千红总是春/21

重复夏娃的故事/28

细胞分身术/28

$1 + 1 = 1?$ /33

昨日重现/38

世纪末的奇迹/52

“多莉”的诞生/52

“多莉之父”威尔穆特/57

克隆也疯狂/60

大观园/65

替换零件/85

众说纷纭克隆人/96

沸腾的声音/96

克隆人离你有多远?/105

伦理论坛之优生学与基因歧视/115

器官移植是非谈/130

克隆涉及的其他伦理问题/141

科技与人:讨论刚刚展开/160

这是关于我们自身的故事，
这是人类对于生命的探索，
在这个孕育着奥秘和未知的世界里，
我们惊叹自然造化的神奇，
我们将创造科学永无止境的奇迹！



小荷才露尖尖角——克隆初探

神秘的克隆

“克隆”究竟是什么？其实这一概念是生物学中早已存在的，只是一直未被大多数人所接受，只有当克隆羊“多莉”诞生之后，它才犹如蕴于石中的“和氏璧”，一经雕琢，顿时光芒万丈！追古溯今，克隆的思想在古代就可窥见一斑。我国四大名著之一的《西游记》中，唐僧师徒历尽坎坷，往西天求取真经，途经女儿国，八戒一时莽撞，误喝了子母河之水，结果饱受怀胎之苦。大家一定认为女儿国的奇遇不可思议，因为对于人类来说是不可能进行孤雌生殖的。的确神话传说并不是真的，现实中是不可能出现的，但仔细分析这其中却蕴含了隐约的“克隆”思想！

克隆是英文“clone”的音译，源于希腊文“klon”，原意是指植物幼苗或嫩枝以“无性繁殖”或“营养繁殖”的方式培育，也就是指用除种子之外的植物体的任何一部分进行无性繁殖（如传统的插枝就在此范畴之内）。



现在它的范围扩大了,凡是没有精卵结合过程,而由同一个祖先细胞获得的两个以上的细胞、细胞群或生物体,或由同一个亲本遗传密码产生的子代遗传密码,诸如此类得到的后代就是克隆,其分化发育得到的生物体与母体的基因是完全相同的。用科学化的表述:克隆是指生物体通过体细胞进行的“无性繁殖”,以及由“无性繁殖”形成的基因型完全相同的后代个体组成的种群。用现在较常见的卵细胞核移植技术、雌核生殖技术等方法“制造”出的后代个体都可以算作克隆。

通俗地讲,通过这种方式得到的生物体与它们的“母体”在生物学上是同等的,它们没有父亲与母亲,只是母体的“翻版”后代,就相当于计算机中的文件拷贝一样,所有拷贝中的信息应该完全相同。理论上讲,克隆后代的大部分表型特征、生理特点、生长发育过程,以及一些由基因决定的行为特征也都应与基因母体一模一样。但克隆毕竟是一个比拷贝文件复杂得多的生命过程,在实际操作中,克隆难免会受到外部环境及内部条件的影响,并不容易做到完全相同,在动物克隆实验中尤其如此。

克隆在植物界和低等生物中一点也不稀罕,这种技术早已得到应用。比如,从一棵柳树上剪下枝条,通过扦插就长成许多遗传物质完全相同的植株。而微生物的分裂生殖,出芽生殖更是“克隆”。在低等动物中,也有这种能力,如蚯蚓、涡虫被切成两段后,每段都能再生为完整的个体——克隆后代。但大部分动物一般只能做到断肢、器官等的再生,例如:壁虎断了尾巴后

会长出新的；螃蟹如果打架时掉了钳子，会再长出新蟹钳，只不过会比原来的小一些；章鱼的腕足被割掉后能再长……这些都是大家耳熟能详的再生例子，但这些都还不能算是完全的“克隆”，倘是壁虎的尾巴长出只小壁虎，或是蟹钳子再生出几只小螃蟹，那才可以纳入“克隆”的范畴。

而高等动物，一般都是通过有性生殖的方式繁衍后代的。高等动物进行“无性繁殖”曾一度被生物学家认为是是不可能的，连再生都很少见。“多莉”的震撼力也正源于此，它打破了科学家们的传统观念，使人们多少年来的梦想得以实现，而开创了一个新的时代！

当然，另有一些人则认为，直接从一个体细胞再生出新个体才叫做克隆。但在目前的技术水平下，所有的高等动物细胞都不可能不借助卵细胞的某些特殊物质就生长、分化、发育出新的正常的个体。如果按照这种理解，那么所谓的“克隆”动物其实都不是真正意义上的克隆动物。现在一般人都愿意接受前一种比较宽松的克隆的定义。相信也许在不久的将来，生命科学能够做到随心所欲地把一个个细胞或 DNA 克隆成人类所需的生物个体或器官，制造出“真正”的克隆动物。

为了让大家对克隆有个更清晰的概念，我们就先在这里简单介绍一些比较基础的相关常识吧。

一、构成生命的基本要素

除了比较低等的原核生物，如大家熟悉的细菌之外，较进化的真核生物的细胞都有一个共同的基本特



征——具有细胞核。位于细胞核中的染色体 DNA 携带了几乎全部的遗传信息（细胞质中的线粒体和叶绿体中也含有少量 DNA）。而真核细胞的染色体又是由一对同源染色体组成，也就是通常所说的双倍体，它们在形成卵子或精子时分离，经减数分裂分别分配到卵母细胞或精母细胞中，进而形成成熟的卵子或精子。所以卵子、精子中 DNA 含量只有一般体细胞的一半，当精卵结合时，精子所携带的遗传物质进入卵子的细胞核中并与卵子中的 DNA 结合后，受精卵才会重新成为双倍体，进而发育成胚胎。

DNA 是通过脱氧核糖核酸序列来编码遗传信息的。高等动物体内的脱氧核糖核酸一般有 A,T,G,C 四种。这些脱氧核苷酸每三个为一组，称为一个密码子，负责编码一个氨基酸（蛋白质的基本单位，蛋白质就是由氨基酸链构成的），一个基因片段（一串密码子）负责编码一个蛋白质，而几乎所有的生命活动都离不开蛋白质。整个 DNA 双链就好像一封由四个数字组成的密码信一样，记录着生命亿万年以来所有的秘密，等待着有人来破解它。

蛋白质是由基因编码的，而基因在表达蛋白质时是先由 DNA 转录为 mRNA，即模板 RNA（RNA 为核糖核酸链，其编码原理类似于 DNA），mRNA 再穿过核膜，在核外翻译成蛋白质的。这看起来好像有点儿麻烦，但实际上是一个效率极高的过程。DNA 就像一张设计图纸，根据它编码的 mRNA 就好比一条生产线，可以流水作业“生产”蛋白质，再运到需要它们的地方去。“设计

