



引 子

“多利”冲击波 (2)

克隆：生命的全息复制 (4)

第一篇 生命的河流

克隆冲击波 (8)

何为克隆技术 (8)

“多利”是如何被克隆出来的 (13)

向上帝挑战的人 (17)

世界各国克隆热 (20)

克隆人不是技术问题 (22)

世界反对克隆人 (26)

生命的前奏：生命的起源与进化 (32)

生命起源的神秘传说 (32)

生命起源的哲学猜想 (33)

生命起源的试验证据 (41)

达尔文以前的进化论	(43)
达尔文的进化论	(47)
达尔文以后的进化论	(48)
从猿到人,从人到 X	(54)

生命的繁殖: 栽培、育种、嫁接与杂交

史前时期: 祖先们的尝试	(58)
古典时期: 哲学家的猜想	(62)
中世纪时期: 神学家的争论	(64)
近代时期: 科学家的苏醒	(72)

生命的单元: 细胞的剖析

生命的放大: 显微镜与细胞	(76)
“细胞来自于细胞”	(79)
让我们走入细胞	(83)
细胞中的化学成分	(92)
细胞能活多长时间	(100)

生命的遗传载体: 染色体

搜寻染色体	(102)
细胞核里的奥秘	(104)
是男的还是女的	(109)
染色体的结构突变	(113)
染色体的数目突变	(117)

生命的遗传密码: DNA

搜寻: 漫长的 70 年	(122)
证明: 用 DNA 证明生命	(124)
DNA 的结构与组成	(131)

生命复制法则:种瓜得瓜,种豆得豆..... (139)

- 种瓜得瓜,种豆得豆吗..... (140)
- 遗传学第一定律:分离定律..... (141)
- 遗传学第二定律:自由组合定律..... (154)
- 遗传学第三定律:连锁和互换定律..... (162)
- 男女不一样:伴性遗传..... (175)

生命复制单位:基因..... (177)

- 基因:遗传的基本单位..... (177)
- 基因在哪儿..... (182)
- 基因怎样控制遗传..... (186)
- 推动进化的错误:基因突变..... (190)

生命复制过程:DNA的复制、转录与翻译..... (197)

- 一个假说:DNA的复制..... (197)
- 一个过程:DNA的转录..... (201)
- 一个程序:DNA的翻译..... (205)
- 造化之道:遗传信息流的中心法则..... (209)

生命复制密码:遗传密码..... (211)

- “三字经”还是“四字文”..... (212)
- 智力游戏:破译遗传密码..... (215)
- 如果遗传密码发生错误..... (220)

生命的孕育过程:胚胎..... (222)

- 和合之道:受精与授精..... (223)
- 跨入生命之门:受精卵的成长..... (226)
- 面目初具:胚胎与器官形成..... (228)

生命的工程技术:生物工程 (231)

上帝之手:设计生命的生物工程 (231)

基因工程与遗传工程 (235)

酶工程与蛋白质工程 (247)

微生物工程 (252)

细胞工程 (257)

第二篇 克隆的奥秘

生命的全息复制(一):细胞克隆技术 (268)

微生物细胞的培养 (269)

植物细胞的培养 (274)

动物细胞的培养 (277)

生命的全息复制(二):植物克隆技术 (283)

无心插柳柳成荫:传统的植物无性繁殖 (283)

植物原生质体培养 (284)

“春华秋实”:花粉和花药培养 (288)

没有土地的生长:试管育苗 (291)

生命的全息复制(三):动物克隆技术 (294)

生命繁殖的加速:胚胎分割 (295)

借腹生子:人工授精与胚胎移植 (296)

鹊巢鸠占:动物细胞核移植 (299)

只需要妈妈:雌核生殖 (305)

生命的全息复制(四):中国克隆技术 (308)

克隆技术在中国 (308)

中国科学家的困境 (313)

中国禁止克隆人	(315)
中国生物工程技术任重道远	(317)
生命的全息复制(五):克隆福音	(323)
生物导弹:单克隆抗体技术	(323)
克隆技术与遗传育种	(330)
克隆技术与濒危生物保护	(332)
克隆技术与医学	(333)
生命的伦理:克隆与人类	(335)
生命是什么	(335)
优生学:说不尽的曲折	(339)
试管婴儿是是非非	(346)
克隆人:生命伦理禁区	(349)
约束自我,尊重人类	(355)
附录 克隆历程	(358)



引子



“多利”冲击波

1997年2月24日，英国《泰晤士报》披露了一条惊世骇俗的消息：世界上第一只通过无性繁殖的“克隆羊”已在7个月前，在英国爱丁堡罗斯林研究所降世。消息不胫而走，全世界轰动了。

在即将跨入21世纪的前夕，一只看上去毫不起眼普普通通的名叫“多利”的羊震撼了全世界，它给全世界带来争论、惊恐和愤怒，它使科学家、政治家、学者、法律学家乃至每一个普通人，都想说几句话，都想表达一下自己的意见。人们甚至认为世界的末日快来临了。

到底发生了什么？人们为何如此惊慌？当然，克隆羊小“多利”本身并不知道这些，它悠然地吃着草，用它善良的眼光看着人们。

实际上，克隆技术早已经来到了人们的身边，只是这一次是采用体细胞核移植技术，是利用哺乳动物绵羊，是第一次实现了从成年哺乳动物到成年哺乳动物的复制，第一次实现了哺乳动物生命的全息复制，这一技术如此接近

克隆人，自然令人震惊。

克隆，无性繁殖，生命的全息复制，本来只是在神话中才存在的事，而今随“多利”的降世，正在“咚咚”敲响人间的大门。

多利冲击波





克隆：生命的全息复制

本书开篇，读者不外是急切希望得到有关克隆的、让他们感到迷惑不解的许许多多问题的答案。例如：什么是克隆？怎样克隆？能不能克隆人？

但我们不得不遗憾地告诉读者，对这些问题，本书不可能给读者一个简洁而明确的答案。因为克隆问题太复杂了，它既是一个生物学问题，又是一个社会学问题。即使单纯从生物学这一纯自然科学角度出发，克隆也大量涉及到生物遗传学和生物遗传工程学的问题，涉及到细胞生物学、生物化学、生物物理学、微生物学、分子生物学等等方面的问题，还涉及到进化论、生命伦理学等方面的问题。

请读者不要着急，本书将像剥竹笋外皮一样，一点一点地将克隆所涉及到的方方面面介绍给读者；或者像撩面纱一样，一点一点地撩开，读者首先看到克隆的“头发”，然后是克隆的“额眉”，再后是克隆的“眼睛”、克隆的“鼻子”，最后读者会看到克隆的真“面目”。

从本质上说，克隆就是人工复制生命。它实际上是非自然界制造生命的一种人工方式。克隆羊“多利”的克隆成功，实际上也就是人工复制可爱的小羊这个生命形式的一种成功尝试。人们对克隆技术最恐惧的，就是克隆人。从本质上说，就是担心克隆技术打乱了生物进化的进程，制造出超越人、比人更高级的生命形式。

关于克隆的争论还在继续，但克隆技术是如何实现生命的全息复制呢？为了解答这一问题，就必须先了解：生命原来是怎样复制的？按照什么自然法则复制？复制的过程是怎样的？生命原来是如何从一个细胞变成一个完整的哺乳动物的？然后我们才能清楚：克隆又是如何使得一个肉眼看不见的细胞变成一个完整的哺乳动物？不仅如此，我们甚至还要知道：生命是从哪里来的？又要到哪里去？我们试图在这本书中介绍清楚，使读者对于克隆这个生命的全息复制技术有一个全面认识。





第一篇

生命的河流



何为克隆技术

克隆这个词在生物学界可以说尽人皆知，但对非生物学界的人来说可能相对陌生，许多读者可能还不知道“克隆”为何物。所以，我们先得解释一下什么是克隆技术。

“克隆”一词是英语词 clone 或 cloning 的音译。我国以前曾将其译为“无性生殖”或“无性繁殖”。什么意思呢？“无性”，当然就是没有阴阳合过程，而是由同一个“祖先细胞”通过分裂方式繁殖而形成的纯细胞系，也就是一“群”“孙子”细胞。这个细胞系中每个细胞的基因（遗传信息）彼此是相同的，从而决定了每个细胞由基因所控制的性状（例如细胞的个头性状）是彼此相同的。由于上一代和下一代的遗传信息是一致的，所以可以简单地说，克隆是生命的全息复制。

因此，克隆技术在现代生物学中被称为“生物放大

技术”。

所谓“克隆羊”，就是无性繁殖的羊，它没有父母双亲，而是某一只羊的“翻版”后代。形象地说，就像孙悟空拔下一根汗毛再吹口气，便又生出一个甚至成千上万个一模一样的小孙悟空。

克隆可以分为四个层次：微生物或细胞、植物、动物和人，以及在自然界发生的克隆和只有人工条件下发生的克隆。

在自然界中怎么可能发生克隆？读者也许不信。实际在你的身边就有许许多多自然界的克隆存在。“无性繁殖”并不是什么新东西。它在植物界和低等动物中是大量存在的。比如，植株扦插，从一个柳树枝上剪下几根小条，插进土里，以后它就长成相似的柳树；再比如，把土豆切成许多小块埋在土里，再长出的新土豆便是原先土豆的复制和“无性繁殖”。这种“无性繁殖”，也就叫“克隆”。在自然条件下，由于许多植物本身就适宜进行无性繁殖，所以，它们很容易形成克隆。在动物界，这种繁殖方式多见于无脊椎动物，如原生动物的分裂生殖、尾索类动物的出芽生殖等。当然，在高等动物中是有性繁殖，克隆基本上是不存在的。

无性繁殖本来是一种低级的生殖方式。生物进化的层次越低，越有可能采取这种生殖方式；进化层次越高，则越不可能采取这种生殖方式。由于低级生物如微生物，采取自行分裂的方法繁殖，分裂后子代与亲代的遗传物质完全同一，因此在这个意义上，微生物的生殖完全就是“克隆”。也就是说，微生物是“长生不老”的。虽然在严格的意义上，微生物的亲代与子代会有若干差异，因为它们的外界营养环境仍然会有差异。现在生物医学研究中用克

隆技术在体外培养的正常细胞或癌细胞，也称为“永生细胞株”，意思是说这些细胞是“不死”的。

每一个植物和动物个体，从一株小草到一棵大树，从一只蚂蚁到一头大象，都是由一个细胞经无数次分裂后形成的无数个细胞组成的。每次细胞分裂时，细胞核中的遗传信息都要精确地“拷贝”并平均分配到两个分开的新细胞中，其结果是，尽管叶子和根的细胞不同，肌肉和血液中的细胞不同，但同一个植物和动物个体身上的每个细胞的细胞核中携带的遗传信息是完全相同的。从理论上讲，从动物和植物上取下任何一个细胞，在合适的条件下都能发育成一个新的个体。因为新个体携带的遗传信息和原来个体所携带的遗传信息完全相同，所以也都能克隆。新的个体应是原来个体的“复制品”，这种现象叫做“细胞的全能性”，只有具有全能性的细胞能够克隆，失去全能性的细胞就不能了。现在的科学技术水平已能够在许多植物上实现这种细胞的全能性，即从植物上取下一个细胞，可以培育成一株新的植株，也就是说植物细胞容易克隆。但迄今为止，我们一直无法在高等动物上实现这种细胞的全能性。为什么呢？因为高等动物的体细胞已经失去了全能性。

当然，高等动物的受精卵还暂时具有全能性。包括人类在内的高等动物，严格按照有性繁殖的方式繁衍后代，即分别来源于雌雄个体的卵细胞和精子细胞融合，形成受精卵，受精卵经过不断分裂最后孕育成一个新的个体。这就说明，在高等动物体内，只有受精卵能够实现细胞的全能性。这种有性生殖的后代分别继承了父母各一半的遗传信息。所以，要使受精卵进行无性繁殖，科学家必须经过一系列复杂的操作程序。首先要用外科手术除去受精卵的

细胞核，或用辐射等手段使受精卵内的细胞核失去活性，然后再用注射器将另一个个体的细胞核转换到已去除细胞核的受精卵中。20世纪50年代，科学家用上述方法已经成功地无性繁殖出一种两栖动物。

当受精卵发育成胚胎细胞时，部分动物的胚胎细胞还具有全能性，也还能利用它进行克隆。这种研究是从胚胎分割研究入手的，当牛的受精卵细胞经数次分裂后形成一个小细胞团——胚胎时，科学家将胚胎分成两半，并分别移植到两只母牛的子宫中，最后生出了两只“双胞胎牛”。随后，科学家们又开始进行胚胎细胞的核移植研究。当一个受精卵经过分裂形成数个或十几个细胞后，将这些细胞分开，再将这些细胞的细胞核取出，分别移植到别的已去掉细胞核的受精卵或细胞中，再分别移植到雌性动物的子宫中孕育成熟。这样，一个受精卵就产生了大量“多胞胎”。核移植后的细胞，分裂后获得的第二代细胞还可以再进行核移植，还有第三代、第四代……这样一个受精卵就会产生无限多的“多胞胎”，这种核移植的技术也是克隆技术中的一种。

在动物上一一直采用卵细胞、受精卵细胞以及胚胎细胞来进行克隆，直到这一次维尔穆特博士采用羊的体细胞克隆成功。英国科学家培育成功的绵羊“多利”，因其细胞核来自一头成年绵羊身上的乳腺细胞，这比胚胎细胞克隆更进了一大步。因为乳腺细胞作为一种体细胞已失去全能性，克隆羊“多利”的科学意义正在于此。

我国于10年前即开展了动物胚胎分割和核移植技术方面的研究，而且已取得了多项成果，整体研究水平处于世界领先地位。1990年，西北农业大学诞生了世界上首批细胞核移植山羊；1991年，中国科学院发育所、江苏



农科院、中国农科院畜牧所先后取得家兔胚胎核移植成功，1994年，中国科学院发育所继代连续胚胎细胞核移植山羊成功；1995年，广西农大、华南师大联合攻关取得牛胚胎核移植成功；1996年，西北农大获得猪胚胎核移植成功。但是，这些研究中获得的后代都不是严格意义上的“克隆动物”。近年来，我国科技工作者也开展了成年动物细胞核移植研究，即真正的“克隆动物”研究。

克隆技术的应用十分广泛。首先，它是种植业和畜牧业中选育遗传性质稳定的优质品种的理想手段。

其次，克隆技术在医学领域的应用具有十分诱人的前景。目前，美国、瑞士等国已经能够利用克隆技术培植的人体皮肤进行植皮手术。不久前，有一位美国妇女在一次煤气炉意外爆炸中受伤，75%的身体被严重烧伤。医生从她的身上取下一小块未损坏的皮肤，送到一家生化科技公司。一个月后，该公司利用先进的克隆技术培植出了一大块健康的皮肤，使患者迅速地痊愈了。这一新成就避免了异体植皮可能出现的排异反应，给病人带来了福音。科学家预言，在不久的将来，他们还将借助克隆技术“制造”出人的乳房、耳朵、软骨、肝脏，甚至心脏、动脉等组织和器官，供应医院临床使用。

再次，克隆技术还可用来大量繁殖许多有价值的基因。例如，在基因工程操作中，科学家们为了让细菌等微生物“生产”出名贵的药品（如治疗糖尿病的胰岛素、有希望使侏儒症患者重新长高的生长激素和能抗多种病毒感染的干扰素等），分别将一些相应的人体基因转移到不同的微生物细胞中，再设法使这些微生物细胞大量繁殖。与此同时，人体基因数目也随着微生物的繁殖而增加。在人体基因被大量“克隆”时，微生物大量地“生产”出人们