

科学●人文 丛书

前沿科技

之谜



The mysteries of

Top Science and Technology

◆ 杨金山 编著

中国 社会 出版社



科学●人文 丛书



前沿科技之迷

杨金山 编著

● 中国社会出版社

图书在版编目(CIP)数据

前沿科技之谜/王小朴等编著.—北京:中国社会科学出版社,2004.1

(科学·人文丛书)

ISBN 7-80146-967-4

I.前... II.王... III.科技成果-简介-世界
IV.N11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 116527 号

科学·人文丛书——前沿科技之谜

丛书主编 王小朴

丛书策划 王小朴 杨金山 黄薇

本书著者 杨金山

内文绘画 张金弦 唐玉婷 艾波

版式设计 孟谦

责任编辑 向飞 王洵 侯继刚

特约编辑 杨金山 黄薇

出版发行 中国社会科学出版社

社址 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

邮政编码 100032

电话 (010)66020531(策划部)

(010)66051698(发行部)

传真 (010)66051713 66026806

印刷 北京印刷一厂

经销 新华书店

开本 1/32 880×1230

字数 200 千字

印张 7.5

版次 2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

书号 ISBN 7-80146-967-4/N·5

定价 16.80 元

未经出版者许可不得摘编、转载本书

中国社会版图书,版权所有,侵权必究。

中国社会版图书,印装错误可随时调换。

序诗：宇宙之心

银河系的孤岛上
曾几何时响起了
生命的喧声
音乐绽放，在
双螺旋的谱线上
打破亿万年的沉寂
精灵驾着电火
穿越时空的隙缝
无暇顾及
湍流回旋，混沌横行
无意间
孕生庄严的秩序
迷离了
简单和复杂的界线
无尽的微尘
倾全宇宙之力
聚变一瞬
于是，故事丛生



机器的灵魂,拆穿了
司芬克斯的把戏
可那永垂不朽的谜
连谜面也还没有形成

1

P001 第二次创世

对于基因工程，我们已经从报纸电视上了解不少了，但任何关心人类命运的人，都应该更深入一些。因为，上帝第一次创世的时候没有考虑人类的感受，我们第二次创世时不能再这么鲁莽了。

2

P022 极度改造

我们都有过看科幻片的经历，异形带给我们的恶心和恐惧当然是真切的，不过一会就淡忘了。但是，当你看到长着人耳朵的老鼠时，那种触目惊心的感受恐怕永远也忘不了——那是细胞工程的产物……

3

P042 认识你自己

“我”是谁？“我”是我的身体吗？
“我”是我的大脑吗？或者“我”是我的精神？人类为此思索了几千年，现在可以用科学的方式来探究这个问题了。脑科学是人类最后一个堡垒。

4

P063 心灵实现

一般人把手机通信、网上冲浪之类使用资讯的方式理解为“信息”的全部内容，但还在计算机发明之前，有远见的科学家就在考虑机器、人与信息的关系了。人工智能赋予信息更深的内涵：信息是人的本质、意识的本质！如果真是这样，人工智能将为人类创造出别样的存在方式。

P087 第三次革命

借助于模型化的、决定论的思维方式之拐杖，人类步入了科学的殿堂。但 20 世纪 60 年代，却在天气里、在云彩里、在湍流里发现了混沌，科学不再能精确地预言了。被弃置不顾的复杂性重新进入科学家的视野，于是许多观念不得不刷新。

6

P110 美丽小世界——纳米科技

要是人类能够一个原子一个原子地制造产品，将会出现什么奇迹呢？纳米科技这一章，讲述了一个天才的创意导致一个全新产业的动人故事……

P133 梦想的距离

我是一个电子，在平常温度下，我活蹦乱跳。但在极低温度下，我只得找个电子作伴，以便保持最佳状态。我们电子家族的集体行动导致了特殊的效果，人类把这叫做“超导现象”。我挺喜欢这个名字的，不知道的还以为我是超级导演呢。

P157 寻找新世纪的爱因斯坦

8

驾着宇宙飞船,使用某种特殊的技术,像青蛙一样从一个星球跳到另一个星球——这就是科幻小说家的美妙胡说。超光速研究的进展使这一胡说成了假说,谁都无法担保不会出现新的爱因斯坦,把这一假说变成现实。

P180 直面幽灵

9

隔着整个宇宙,对一个粒子的测量也会影响到另一个粒子,只要它们是相互关联的。是有什么宇宙精灵在它们之间互通款曲、脉脉传情么?这还难以回答,但量子信息技术的应用却指日可待:量子隐形传态、量子通信、量子密码术、量子计算机……

P204 把太阳装进口袋

10

人无远虑必有近忧,况且对于人类来说,200年的时间并不算长——我说是人类的能源状况:200年后人类就无煤可挖无油可烧了!把原子弹丢进炉堂,把氢弹丢进油箱,这样的说法未免夸张,但后者所代表的热核聚变技术却寄托着人类解决能源危机的希望。

第二次创世

总有一天，人们会问，上帝的基因是什么？

——题记

1976年，中国一位科学家声称：“分子遗传学，所谓基因工程，都是资本家的御用学者们为了抬捧其主子所设立的，是为其愚民政策服务的。其实，这样的遗传学永远不会，也不能与生产实践产生任何联系。”在今天，我们读到这段话时除了痛感悲哀还能再说什么！在20世纪后半期，分子生物学取得了革命性的进展，它已经颠覆了人类思想深处的某些基本观念（比如关于生命、物种的概念），而且正在渗透进每个人的生活。也许在不久的将来，我们中华民族的传统神兽——如龙、凤、麒麟（龙头、鹿角、狮眼、虎背、熊腰、蛇鳞、马蹄、猪尾）——会走出传说，成为真实。永远也不可能想像科学将会创造出什么样的奇迹，这些奇迹使有的人认为揭开生命之谜指日可待，而分子生物学时代也被形象地称为“创世纪第八天”。

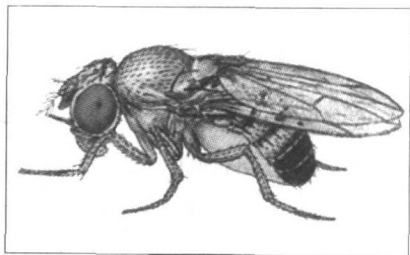
基因工程（gene engineering），亦称重组DNA技术（recombinant DNA technology）、分子克隆（molecular cloning），

是当代生物技术的核心。其内容包括 DNA 的分离、鉴定、扩增等技术及应用，而最惊人的是，它可以把不同物种的遗传物质进行重组、克隆，从而创造出新的物种。这种对上帝工作的僭越引起了一些人的不安。

一切都得从基因开始说起。

基因 (gene) 一词是丹麦生物学家约翰森 (W.L.Johannsen) 于 1909 年提出来的，那几年正在对 1900 年被重新发现的孟德尔 (J.G.Mendel) 遗传学说进行重新诠释。基因被用来表述孟德尔的“遗传因子”，它在形式上更简洁，但也只是“一种计算或统计单位”，约翰逊反对“基因是物质的、具有形态特征的结构”的说法。

是美国遗传学家摩尔根 (T.H.Morgan) 及其学派对果蝇的开创性研究说服人们相信，基因就在染色体上。最初的果蝇是被香蕉引来的，用牛奶瓶养在著名的“蝇室”里。



果蝇

1910 年 5 月的某一天，红眼果蝇突变出一只白眼果蝇，从而开启了细胞遗传学时代。1920 年，温克勒 (Winkler) 将基因和染色体 (chromosome) 两词缩合成一个新词 genome，意指染色体上的全部基因，中译为“基因组”。

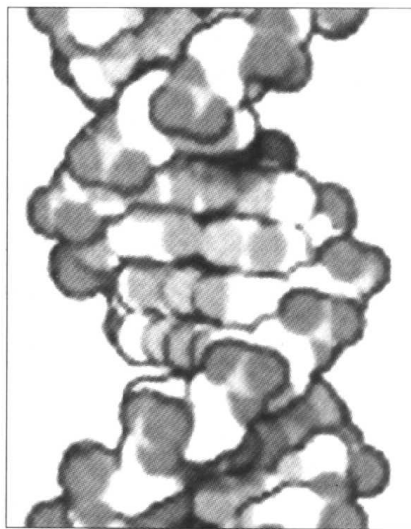
但是在 1953 年以前，人们并不清楚基因究竟是什么？它与

生物性状之间的关系？基因变异的机制如何？一些技术上的局限和错误的观念让人们走了一段弯路。遗传学家们普遍认为蛋白质的多样性足以承载纷繁的遗传信息，而核酸“也许是在功能上最不重要的细胞组分”。

第一个证明 DNA (deoxyribonucleic acid) 就是遗传物质的肺炎链球菌实验由美国细菌学家艾弗里 (O.T.Avery) 在 1944 年完成，但混入 DNA 的少许蛋白质让人们有了争辩的理由。有趣的是，8 年后另一个由美国噬菌体小组完成的赫尔希-蔡斯实验（用噬菌体感染大肠杆菌）得出同样的结论时，虽然 DNA 中含有更多的蛋白质，人们却接受了。

与此同时，年轻气盛、桀骜不驯的沃森 (J.Watson) 和克里克 (F.Crick) 相信“伟大的事情就在角落里”，综合结构、生化、信息三个学派之所长进行探索，最终于 1953 年 4 月在《自然》上发表了 DNA 双螺旋结构模型。正是这个完美的“非存在不可”的模型开创了分子生物学的新时代，把遗传学深入到了分子水平。

接下来的 10 年几乎是“爆发式”地解决了以前梗塞在遗传学家们心头的难题。



DNA 的双螺旋结构

20 世纪 60 年代初已经能够这样描述从 DNA 到蛋白质的表达机制：DNA 双螺旋解开，其中一条链在 RNA (ribonucleic acid) 聚合酶的作用下，根据碱基互补配对原则转录成信使 RNA (mRNA)，以此为模板，转移 RNA (tRNA) 把细胞质中游离的氨基酸送到核糖体 (rRNA 和蛋白质组成)，形成的多肽链叠合成三维结构，蛋白质就被“翻译”出来了。这个过程由克里克总结成“中心法则”：DNA→RNA→蛋白质。其核心就是遗传信息不可能从蛋白质转移出来，用进化论的语言来说，就是获得性遗传是不可能的（实验表明，培养基能改变微生物内蛋白质的合成，如果蛋白质能传出遗传信息，那么环境就可以影响 DNA 了）。克里克的“法则”多少有些不幸；1970 年发现了逆转录现象修正了中心法则；近年发现的一些其他现象表明中心法则并非绝对真理。

1966 年，遗传密码的完全破译为经典分子生物学时期画了个完美的句号。双螺旋结构出来后，碱基顺序与氨基酸的对应关系成了关注的焦点，又是克里克提出并证实了“三联体假说”：3 个碱基“字母”决定一个氨基酸“单词”，再组成一个蛋白质“句子”。实验表明，遗传密码除了线粒体和叶绿体等个别特例外，在所有的生物中都适用，所以有句话说：“在细菌中适用的在大象体内也适用。”

这个时期，人们心目中的基因就是 DNA 片段，是相当完美的，没有重复，没有缺漏，但后来发现的事实表明大自然和

人类的完美观念可能有些不同。正如原子还有内部结构一样，基因也有个丰富多彩的世界。有的基因可以移动甚至在不同的染色体之间跃迁，有的像结疤一样重复，有些“垃圾基因”在转录成 mRNA 时被剪辑掉了，有的基因互相重叠，有的似是而非、看起来像正常基因但没有活性。除了结构基因外，还有调节基因和操纵基因，控制着蛋白质的合成过程。人类基因组计划完工后，还发现基因只有 3.2 万个左右，大大低于 10 万的估计，而蛋白质不知道有多少（至少在 10 万种以上），所以“一个基因一个蛋白质”的经典说法又被推翻了。基因远比原先想像的要复杂，况且还可能有人会挑战似地问：我脾气大，请问管脾气的基因是什么？！

遗传机制得到阐述，并且遗传密码被破译之后，分子生物学就进入了科学哲学家库恩（T.Kuhn）所说的“常规科学”时期。常规技术的发展也许与基础理论的建构所需的思维方式不太一样，但其创造性并非就少了。相反，正是 20 世纪 60 年代到 80 年代所发展的生物技术把分子生物学带入了大众的视野，这里不再有科学理论与日常生活以及一般人与科学家的分野，大家都回归到人的本位，都必须对新技术带来的突兀的生命、伦理和社会问题进行重新审视。

基因工程，简单地讲就是指在体外将遗传物质（DNA 分子或片段）插入病毒、质粒或其他载体分子，从而构成遗传物质的新组合，并将之导入寄主细胞进行繁殖的技术。工具酶的发

现和 DNA 的分离、鉴定、重组、克隆、测序等技术的发明是基因工程的支撑骨架。

20 世纪 50 年代初，科学家们在对噬菌体的研究中发现了一种所谓“寄主控制修饰”现象，就是说，一种大肠杆菌的噬菌体只对同种大肠杆菌情有独钟而不能感染另一种大肠杆菌。瑞士微生物学家阿尔伯（W.Arber）研究此一现象之后提出“限制-修饰酶”假说，认为寄主细胞内存在两种酶——限制性内切酶和甲基化酶，前者能识别和降解入侵的噬菌体 DNA 的某些专一切点，后者正好相反，识别出这些切点就把它修饰一番，使之逃过限制性内切酶的攻击。1968 年，限制性内切酶被分离出来。

限制性内切酶的特点是能够识别 DNA 分子的特定位点，并将 DNA 分子的双链交错地切断。这种酶被喻为“分子剪刀”。它对分子生物学的意义不久就由美国微生物学家内森斯（D.Nathans）阐明。

内森斯说，“1969 年春，我接到史密斯教授的来信，告诉我他刚发现的 Hind II 具有内切酶的性质，这立即引起我的兴趣并推动我去钻研有关文献。我想到如果一个肿瘤病毒的 DNA 能够被这样的酶所切割，如果每一个切下来的片段能分离，那么就有可能来研究每个片段的生物功能。”他是第一个用内切酶来研究基因的结构和调控的人。

到目前为止，已经发现了 500 多种限制性内切酶。1967

年，几个实验室几乎同时发现了DNA连接酶，能够把DNA链的切口重新拼接起来。内切酶和连接酶，一个剪刀，一瓶糨糊，它们的发现可说是奏响了基因工程的序曲。

另一个突破来自于载体的研究。人工剪切、拼接的DNA片段不具备自我自制能力，一个绝妙的想法就是把它弄进寄主细胞进行繁殖，这就需要某种具有自我自制能力的DNA分子来挟带目的基因（外源DNA片段），这种负担特殊使命的DNA分子叫“基因克隆载体”。最初荣获“基因搬运工”称号的是质粒，发现于1965年，它是细菌中染色体以外的一种DNA环形小分子，能够自由进出细菌细胞。为了科学研究，质粒需要一点牺牲精神，因为要接受改造，使它易于导入、标记、提取、纯化。后来发现噬菌体也可做载体，而大肠杆菌是殷勤好客的寄主。

在20世纪60、70年代还发展了一些重要技术，使基因的分离和鉴定变得容易了。最引人注目的是电泳和分子杂交技术。

从20世纪20年代开始，离心分离技术得到应用，原理很简单，就是利用各种大分子在快速离心过程中不同的沉降速度来分离样品和计算分子质量。1961年的体外蛋白质合成就用到了这项技术。受离心速度的限制，它对更小的分子（片段）就有点力不从心。电泳被发展来取代离心技术。

利用电场分离不同带电物质并不是一个新想法，19世纪初电泳技术就被用来分离离子：带正电的游向负极，带负电的游

向正极，不同运动员（离子）的泳动速度不同，这就是它们的身份标记。直到 1937 年，瑞典的蒂萨留斯（A.Tiselius）用电泳技术分离了血清中的几个蛋白质成分，人们才如梦初醒：原来电泳技术也可以这么用呀！蒂萨留斯获得了 1948 年诺贝尔化学奖这个事实说明了电泳技术在分子生物学研究中的重要性，但直到 20 世纪 50 年代初放射性元素（ ^{14}C ）示踪技术的引入才使电泳的使用“平民化”了。



电泳仪的一种

适用于不同的样品，电泳有很多花样，概括地说，电泳就是在均一的缓冲液中以孔径大小不同的琼脂糖或聚丙烯酰胺凝胶等作为支持物，使不同样品（蛋白质、氨基酸、核酸等）分离成独立的区带，然后用染色法或显色法使其现身。或检测已知成分的存在与否，或鉴定新分子的基本特性，或分离不同的分子，凝胶电泳在分子生物学研究中无处不在。

更有意思的利用分子杂交来捕捉 DNA 分子片段的想法，这项技术于 1975 年成就在索仁（Southern）手中，这就是后来

以他的名字命名的 DNA 分子印迹技术 (Southern blot)。如果你能理解：假如有一对夫妇非常恩爱、形影不离，当你找到妻子时也就找到了丈夫；那么你就不难理解分子杂交。在大量分子中鉴别目标分子，利用的是生物分子之间的一种互补性，最典型的是 DNA 双链之间的碱基配对 (A-T, G-C)，或者抗体和抗原之间，如果你种了天花疫苗，它肯定对付不了肝炎。基于这个原理，索仁提出了分子印迹技术，主要包括 DNA 的提取、酶切、电泳分离、转移 (印迹)、杂交和显影等过程。

对这些看似分离的技术将要产生的生物学上的意义，早在 1958 年塔特姆 (E.L.Tatum) 就说过：“伴随着对发育和分化过程中基因的功能与活性的调控更加全面的理解，这些过程能被更有效地控制和调节，不仅是去除发育过程中生物体结构或代谢上的错误，还可能产生性状更为优良的物种……这可能会是一步步地进行：从体外生物合成更好更有效的酶开始到相应的核酸分子的生物合成，进而将这些分子引入到生物的基因组中 (通过注射、通过使用病毒、或通过一个类似转化的过程引入到生殖细胞中)。”到现在，基因工程也还没有走出这段话的范围，而它的开创则是以 1972 年美国分子生物学家博格 (P.Berg) 的 DNA 杂合分子实验为标志的。

严格说来，博格的 DNA 重组实验所用到的技术没有一项是新的，但他进行了创造性的综合。他本意是想把猿猴病毒 SV₄₀ 将外源基因载入哺乳类动物细胞，因为 SV₄₀ 能把自己的