



基因

重组未来

经济

THE GENE

REFORMS
FUTURE ECONOMY

主编 钟万君

经济管理出版社
ECONOMIC MANAGEMENT
PUBLISHING HOUSE

基因重组未来经济

主 编 钟万君
副主编 孔 伟
撰 稿 董节勤 常 涛 孔 伟
刘 悦 陈 毓

经济 管 理 出 版 社

责任编辑 培 华 洪 林
版式设计 陈 力
责任校对 张晓艳

图书在版编目 (CIP) 数据

基因重组未来经济/钟万君主编. 北京: 经济管理出版社,
2000.10

ISBN 7-80162-054-2

I. 基... II. 钟... III. ①基因-概论②基因-影响-
经济-研究 IV. Q78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 50701 号

基因重组未来经济

主编 钟万君

出版: 经济管理出版社

(北京市新街口六条红园胡同 8 号 邮编: 100035)

发行: 经济管理出版社总发行 全国各地新华书店经销

印刷: 北京银祥印刷厂

850×1168 毫米 1/32 8.375 印张 201 千字
2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月北京第 1 次印刷
印数: 1—6000 册

ISBN 7-80162-054-2/F·51

定价: 15.00 元

·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社发行部负责调换。

通讯地址: 北京阜外月坛北小街 2 号 邮编: 100836

联系电话: (010) 68022974

序 言

由美、英、日、德、法、中等6国科学家参与的人类基因组工作草图的测定工作已经完成，这是人类破解生命奥秘的一个新的里程碑。人类基因组计划是人类科学史上的伟大科学工程，它对于人类认识自身，推动生命科学、医学以及制药产业等的发展，具有极其重大的意义。人类基因组草图的完成将使人类能够阅读我们自己身体的指令书。我们正在学习上帝创造生命的语言……这是人类所曾绘制的最神奇的图谱。

自从达尔文提出进化论以来，自然科学家从来没有像现在这样引起人们对于“人是什么”这个基本问题进行如此广泛的重新思考。遗传学家第一次揭示完整的人类基因密码排序，这项科学突破最终将会像达尔文提出的那个引起轰动的理论一样，可能对人类以及人类在宇宙中的地位等固有的社会观念发起挑战。从一个非常现实的意义上讲，在基因组时代，在人类掌握了能够对自身进行重新设计的基因组草图以后，人类也就走到了自身命运的底线。新兴的生物学带来了不容忽视的伦理问题。

基因组图谱引起了全世界的广泛关注，一些敏感行业如股票业、科技界、教育界、企业界、医疗卫生界、风险投资业、保险业等更是反应强烈。为什么人类基因组全序列测定工作会如此牵动社会各界呢？

如果说即将告别的20世纪是以网络为基础的信息经济的世纪，那么，就要迎我们而来的21世纪将是以基因为基础的生物

经济的时代。基因经济就是以基因研究和基因产品开发为基础的经济。正如网络对 20 世纪世界经济的影响一样，基因对经济的影响也将无所不在。让我们一起为基因经济时代的到来鼓与呼吧！

我们这本书的读者对象是具有中学及以上文化程度并对基因和基因经济感兴趣的同志们。着重向读者介绍的是基因基础知识、基因研究的历程和前景、基因对各种传统产业的影响、基因工程企业和基因产品的情况。在书的最后我们还向读者介绍了基因研究的代表人物。我们有足够的自信，相信这个小册子能够受到读者的欢迎。

是为序。

目 录

第一章 重要的里程碑：基因组研究获得突破	(1)
一、人类基因组图谱绘就	(1)
二、巨人纵论基因组	(6)
三、人类基因组是咋回事	(10)
四、破解生命奥秘的里程碑	(16)
五、一把双刃剑	(23)
第二章 艰难的探索：基因组研究历程	(33)
一、弥足珍贵的 1%	(33)
二、孜孜不倦的追求	(39)
三、私营公司不是瞎捣和	(43)
四、国际合作的典范	(48)
五、并非遥远的梦想	(54)
第三章 生命的奥秘：基因工程与生命	(59)
一、生命的单元：细胞	(60)
二、繁衍的载体：染色体	(65)
三、遗传的基础：DNA	(72)
四、复制的法则：种瓜得瓜	(77)
五、生命的核心：基因	(81)
六、生命的密码：A、T、C、G	(90)
第四章 田野上的奇迹：基因工程与农业	(101)
一、抗病虫害的农作物	(102)
二、与杂草“不共戴天”的农作物	(107)
三、生性泼辣的农作物	(109)

四、比甘蔗还甜的莴笋	(112)
五、含有疫苗的香蕉	(114)
六、“光彩奕奕”的植物	(116)
七、聪明伶俐的花卉	(117)
第五章 转基因动物：基因工程与畜牧业	(121)
一、基因育种：高产优质	(121)
二、转基因动物：身手不凡	(125)
三、基因工程疫苗：仙丹妙药	(131)
四、人心猪肺：妙手造物	(133)
五、餐桌上的美味：三倍体鱼	(135)
第六章 人类的福音：基因工程与医疗	(139)
一、基因时代：告别疾病	(139)
二、基因诊断：火眼金睛	(144)
三、基因治疗：妙手回春	(148)
四、基因制药：前途无量	(152)
五、人造血液：救死扶伤	(155)
六、现代医学福音：人类基因组计划	(158)
附录：基因工程药物研究现状与前景	(161)
第七章 生命的尊严：基因工程与伦理	(171)
一、基因武器：天使与魔鬼的较量	(171)
二、基因大盗：良知与金钱的尺度	(173)
三、基因歧视：种族歧视的翻版	(176)
四、转基因动物的安全性	(177)
五、我们有权造人吗	(179)
六、基因伦理：福祸相依	(180)
七、尊重人类，约束自我	(182)
第八章 新经济的支点：基因经济学	(185)
一、基因经济蓄势待发	(185)

二、基因研究的私商大腕	(193)
三、走向未来：基因工程支撑经济	(195)
第九章 生物学世纪：基因研究前景展望	(201)
一、三年能够出齐图谱吗	(201)
二、基因保卫战：谁是最后的赢家	(205)
三、福祸两相依	(212)
第十章 执着的追求：基因研究的拓荒者	(221)
一、孟德尔：遗传学的先驱	(221)
二、摩尔根：染色体遗传学说的创立者	(227)
三、沃森和克里克：共建 DNA 双螺旋结构	(232)
四、文特：基因天才	(239)
五、袁隆平：中国杂交水稻之父	(244)
六、杨焕明：执中国基因研究之牛耳	(249)
后记	(259)

第一章 重要的里程碑： 基因组研究 获得突破

由美、英、日、德、法、中等6国科学家参与的人类基因组工作草图的测定工作已经完成，这是人类破解生命奥秘的一个新的里程碑。这一消息引起了全世界的广泛关注，一些敏感行业如股票业、科技界、教育界、企业界、医疗卫生界、风险投资业、保险业等更是反应强烈。为什么人类基因组全序列测定工作会如此牵动社会各界呢？这是因为基因组图谱是继进化论、相对论、登月飞行之后，人类在科学史上建立的又一个伟大的里程碑。

一、人类基因组图谱绘就

这并不是一本真实的书，但是如果把被誉为“生命之书”的人类基因组草图中包含的数据打印出来，所需纸张将堆积如160米高的华盛顿纪念碑。

2000年6月26日，这本关于生命奥秘的“巨书”在华盛顿国会希尔顿饭店会议厅内举行“首发式”。“发行人”是一度被视为竞争对手的“人类基因组计划”首席科学家、美国国会人类基因组研究所所长柯林斯和私营塞莱拉基因公司董事长兼首席科学官文特。柯林斯和文特站在一起，握手庆贺这一生命“登月计划”中的里程碑。

工程浩大无比

目前完成人类基因组工作草图的有两队人马。一是由美、英、法、德、日、中等 6 国科学家组成的人类基因组计划。该计划最早由美国科学家 1985 年提出，1990 年启动，预计耗资 30 亿美元；二是来自美国马里兰州的私营企业塞莱拉基因公司，该公司成立两年，全面开动基因工程也只有 9 个月，但研究速度惊人，大有后来居上之势。

人类基因组计划中，美国国家健康研究所承担研究任务的 50%，英国威尔柯姆托拉斯和美国能源部牵头的研究小组承担 30%，剩下部分由其他国家分担。美国国家人类基因研究所所长柯林斯宣布，六国联队完成的工作草图破译了人体基因中 97% 的遗传密码，对其中 85% 的碱基对完成了精确测序，到 2003 年将完成全部基因图，准确率达到 99.99%。

而塞莱拉基因公司也一点不弱，尽管没有公布较为详细的资料，但声称已经破译了 99% 的基因密码，在多项研究指标方面超过了人类基因组计划，完成基因密码全图的时间表也在 2003 年之前。

人类基因组是人类遗传物质 DNA 的总和。美国科学家估计，人体细胞核 23 对染色体中约有 4 万至 10 万个基因。这些基因由约 30 亿个碱基对组成。碱基对又是由 A、T、C、G 四类核苷酸组成。上述两队人马的目标就是测算出碱基对在染色体中的精确位置，从而解读“只有上帝知晓的人体天书”。柯林斯感慨地说，如果将数以十亿计的“化学字符”全部打印出来，所用的公文纸叠起来与美国首都的华盛顿纪念碑高度不相上下。

破译密码只是第一步

随着医学的发展，科学家们日益认识到，人类基因组实际上

是一本“生物指南”，指导着人体形成与发展的每一环节。人类的绝大部分疾病是由这本指南中的错误造成的。基因对人的生老病死、七情六欲都有巨大的影响。因而破译基因密码，了解基因功能对人类征服诸如癌症、糖尿病、心脏病以及其他无数疑难病症具有突破性意义。

美国各家媒体对人类基因组工作草图的完成大加赞扬，称这是生物学上的发现万有引力定律、阿波罗登月计划等等。但是，许多科学家发表观点时则比较谨慎。塞莱拉基因公司的董事长兼首席科学家文特就说：“获得遗传密码实际上并不十分重要，只不过是我們所做业务的一个开始。”

的确，人类基因组研究是一项耗时、耗力、耗钱的巨大工程。即使人类基因组测序图全部完成，真正运用于医疗实践也许还需要十几年或数十年。

在人类基因组中只有3%到4%的基因含有遗传性的“生物信息”，科学家们先得从数以百万计的“垃圾DNA”密码中整理出真正的遗传信息基因，然后还得分析基因对人体健康和疾病起了什么作用，各个基因之间有何关连，基因的活动模式怎样形成，如何制造出药物或其他方法修正某些基因缺陷或阻止有病基因的发展，诸如此类，无一不需要科学家们付出大量的汗水和心血。

1953年首次发现DNA结构的合作者之一、著名科学家沃特森指出，“这就像发明了印刷机一样，发明很伟大，但现在我们该印书了。只有等到能够挽救生命时，我们才会欢呼。”

中国基因技术进入世界前六名

中国人为什么会和“老外”长得不同？中国人最易得什么病？这些难题将被中国科学家逐一解开。

国家1%人类基因组测序项目负责人杨焕明在接受记者采访

时介绍说，生物资源已成为一个国家持续发展的战略资源。争夺这一资源的“世界大战”已打响。90年代中期，一些外国科研机构就盯上了中国丰富的基因资源。1996年，哈佛大学“群体遗传学计划”宣称要在中国研究包括糖尿病、高血压、肥胖症等在内的几乎所有“文明病”，将采用2000万中国人的血样及DNA样本。2000年1月，一个企图垄断基因组信息的外国公司宣布将在中国台湾和上海同时登陆，并公开声称：得到中国富甲天下的动物、植物与人类基因资源，是扩大国际商务与基因组信息的基础。同时，一家日本私人公司“龙基因组”也来到中国，公然声称要把整个DNA模板制备自动线设在大连，争夺中国基因资源。

杨教授认为，国外基因组织纷纷抢滩中国，一是被中国丰富的基因资源吸引，二是他们认为中国不具备先进的基因技术。1999年年初，由于中国基因组测序技术尚不成熟，中国不得不花重金请国外研究机构帮助我们解决对虾病毒基因问题。然而仅一年半时间，中国就成功完成了人类基因组1%测序任务，成为此次参与基因组测序研究的6个国家中惟一的发展中国家，这标志着中国基因技术已进入国际前六名。

北京的记者招待会

人类基因组图谱是医学上一场革命的开始，但这场革命的成功将需要更长的时间。中国科学家承担了这个工程1%的工作量。

人类的基因决定了人的生老病死，它存在于人体每一个细胞内的脱氧核糖核酸分子即DNA分子。DNA分子在细胞核内的染色体上，由两条相互盘绕的链组成，每一条链都是由单一成分首尾相接纵向排列而成，这种单一成分被称为碱基。碱基有4种，分别简写为A、T、C、G。它们排列组合构成了基因。

人类基因组计划的目的首先是把人类 23 对染色体上的碱基排列顺序一一测试出来，以供科学家进一步研究。所谓基因组图谱就是 31 亿个“字母”——A、T、C、G 的排列组合。

美国普林斯顿大学教授钱卓说，基因组图谱的完成就好像编写了一本大字典，以供科学家研究基因时参考，但这本大字典要想读懂将需要科学家们更长时间的研究。所谓读懂，一是哪一段 A、T、C、G 的排列组合表示一个基因，二是这个基因决定了人类的什么行为。

如果确定了这些，人类将可能通过药物改变自身的基因来治疗各种与遗传相关的疾病。钱卓教授通过改变老鼠体内一个基因的含里，1999 年成功地使一群老鼠的学习能力明显高于同类。但钱卓估计，要达到这一步，仅仅一个基因就要花至少 10 年的时间，而人类的基因有数十万之多。

北京华大基因研究中心的张猛博士说，虽然在 5 月初我国科学家就宣布完成了 1% 的基因组草图任务，但这一段时间他们仍在不停地测试，以进一步提高精确度。测出的序列通过电脑在 24 小时之内就到达了国际人类基因组计划的公共数据库里。

我国科学家参与的是由美国国家卫生研究所的一个机构 10 年前发起的国际公共计划，这一计划最终由美国、英国、日本、德国、法国和中国的科学家参与完成。而美国一家名为塞莱拉的私营公司从 1998 年开始开展了同样的研究，并与公共计划展开了竞争。

华盛顿的记者招待会

2000 年 6 月 26 日，这本关于生命奥秘的“巨书”在华盛顿国会希尔顿饭店会议厅内举行“首发式”。柯林斯和文特站在一起，握手庆贺这一生命“登月计划”中的里程碑。

文特说，塞莱拉科学家已率先将人类 23 对染色体中的 30 多

亿对碱基按照自然顺序排列出来。他说：“今天我们宣布人类有史以来第一次读出了自身遗传密码中的每个化学字母。”柯林斯则宣布，多国科学家合作的“人类基因组计划”测定了人类遗传物质 DNA 中 90% 以上的碱基序列。

柯林斯说，许多人认为人类基因组计划与塞莱拉之间存在一场破译生命代码的比赛，但他们之间更多的是合作。他指出，人类的基因信息是人类共同的财富。他说，“人类基因组计划”的数据在网上都可免费查到。文特说，科学的美丽在于所有重大的发现和发明都是在前人的基础上做出的，塞莱拉的成就离不开“人类基因组计划”科学家 10 年来作出的贡献，公司也正计划无偿提供基因信息。

大家最关心的问题是避免基因歧视：由于人的基因信息中包含着可能患某种疾病的信息，而这些信息如果被保险公司获取或雇人单位获得后，基因主人有可能被拒绝保险或遭受歧视。柯林斯说，科学家将敦促立法者制定反基因歧视法，防止基因信息被不正当地利用。

一位新泽西的女记者提了个特别的问题：“生命之书的一个字母是什么？”这个问题居然难倒了台上 10 多名科学家。生命之书的第一页到底从何处算起？这似乎没有定论。但科学家说，首字母肯定是 A、T、C、G 之一。

二、巨人纵论基因组

美国总统克林顿于当地时间 2000 年 6 月 26 日上午 10 时在白宫举行的记者招待会上郑重宣布，由一批国际科学家组成的人类基因组研究计划已经完成人类基因组草图。英国首相布莱尔以卫星电视的形式参与了这个发布会。中国国家主席江泽民就人类基因组研究取得突破性进展发表谈话。

期待作出更大的贡献

国家主席江泽民就人类基因组研究取得突破性进展发表谈话。他说：人类基因组计划是人类科学史上的伟大科学工程，它对于人类认识自身，推动生命科学、医学以及制药产业等的发展，具有极其重大的意义。经过全球科学界的共同努力，人类基因组序列的“工作框架图”已经绘就，这是该计划实施进程中的一个重要里程碑。人类基因组序列是全人类的共同财富，应该用来为全人类造福。在美国、英国、日本、德国、法国和中国政府共同支持的国际公共领域人类基因组测序工作中，中国承担了该计划的一些工作。我向我国参与这一工作并作出杰出贡献的科学家和技术人员表示衷心的感谢，向国际上参与这一研究的科学家和技术人员表示热烈的祝贺。希望我国科学家再接再厉，为人类基因组最终序列图的完成，为我国在功能基因组学中的创新研究，作出更大的贡献。

克林顿宣布人类基因组草图完成

克林顿在评价这一历经 10 年时间完成的科学成果的深远意义时说，“人们将世代记住这一天”。他感谢美国、英国、德国、日本、中国和法国的上千名科学家为取得这一将开辟新纪元的成果所作出的贡献。这项人类基因组草图破解了人体 97% 基因的遗传密码，并精确测定了其中 85% 基因的碱基对排序。草图的完成将对认识、治疗和预防各种疾病产生划时代的影响。人类大大延长寿命也将成为可能。但克林顿在讲话中也提醒人们，人类基因组草图不应被用来造成人们之间的分裂、歧视或对隐私的侵犯。

美国国立卫生研究院人类基因组计划负责人柯林斯说：人类

基因组草图的完成“将使人类能够阅读我们身体的指令书”。美国塞莱拉基因公司的文特博士也在记者招待会上讲了话。他强调在基础科学研究中，来自私人的投入和政府的投入一样重要，没有这两方面的投入，基础科研的进展会缓慢得多。文特说，塞莱拉基因公司已为这个项目筹措了 10 亿美元的经费。国际人类基因组计划和塞莱拉基因公司在这次记者招待会之前经过艰苦谈判达成了共同宣布这一成果的协议，从而缓和了谁先完成这一草图的争论。在白宫记者招待会之前几个小时，国际人类基因组计划的科学家也在伦敦宣布了他们已经完成对 31 亿个 DNA “化学字符”的解析。

智者的声音

美国总统克林顿：我们正在学习上帝创造生命的语言……这是人类所曾绘制的最神奇的图谱。

美国马萨诸塞州惠顿学院生物学教授贝齐·戴尔：想象一下，在你面前摆放着莎士比亚的全部作品，字与字之间没有空格，没有语法，而且你又不懂英语。绘制完整的基因组图谱就像这种情形。

美国塞莱拉基因公司董事长文特博士：从一个非常现实的意义上讲，在基因组时代，在人类掌握了能够对自身进行重新设计的基因组草图以后，人类也就走到了自身命运的最后边界。人类的特点是什么？当科学对一个经历数千年发展而成的基因组横加干扰，并试图将其改变时，文化与自然的界限在哪里？如果有，那么什么样的基因干扰是不受限制的？这些都是新兴生物学摆在我们面前的不容忽视的伦理问题。

美国《基督教科学箴言报》：自从达尔文提出进化论以来，自然科学家从来没有像现在这样引起人们对于“人是什么”这个基本问题进行如此广泛的重新思考。遗传学家第一次揭示完整的

人类基因密码排序，这项科学突破最终将会像达尔文提出的那个引起轰动的理论一样，可能对人类以及人类在宇宙中的地位等固有的社会和神学观念发起挑战。

令人头痛的伦理学问题——例如对未出生的胎儿进行改良、为要求购买健康保险的人提供基因档案——仅仅是开始。在绘制人体基因组图谱的过程中，研究人员为一个争论了很久的问题提出了新内容：人性究竟是人类自由意志的产物还是预先注定的？假如掌握了一个人遗传密码的医生确诊说现在这个 20 多岁的人 50 多岁时将患一种致命的疾病，谁应该知道这个消息呢？他本人？他的亲属？还是他的老板或是他的保险公司？

美国伍斯特工艺研究所宗教和社会伦理学教授汤姆·香农：绘制基因图谱将帮助我们对所有的问题——比如隐私权、保密权和人对自己身体各部分的所有权等等重新加以考虑。对那些诊断出若干年以后将患致命疾病的人来说，你怎样度过余下的日子呢？如果某个孩子注定要死，是否意味着这个孩子将像一种遗传性麻风病一样遭到拒绝？这是一个从完全不同的角度提出关于人类死亡的整个问题。

美国宾夕法尼亚大学生物中心主任阿瑟·凯普兰：我同意绘制基因图谱，越快越好。但还没有人能够为那些想要进行基因测验的人保证提供保险；还没有人能够保证人们负担得起这种基因测验；还没有人能够保证未经包括儿童和胎儿在内的人们允许不得进行基因测验；没有人阻止对死者的测验；没有人保护已经储存起来的基因信息不被第三方窥探。医学院和护士学校的人们还没有接受过法律和道德方面的训练，告诉他们在要求解释基因信息时应该怎样做。