

国家重点图书

程书钧 潘 锋 徐宁志 编著

话说基因



清华大学出版社
暨南大学出版社

内 容 简 介

本书谨以《话说基因》为题对百年来有关基因研究的一系列重要事件和重大进展,特别是近年来我国科学家所取得的高水平的研究成果作了通俗的介绍,展示了生命科学的奇妙,普及了生命科学的知识。该书可供一般公众阅读。

版权所有,翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

话说基因 / 程书钧,潘锋,徐宁志编著. —北京:清华大学出版社;广州:暨南大学出版社,2005.4

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-302-10731-9

I. 话… II. ①程… ②潘… ③徐… III. 基因—普及读物

IV. Q343.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 026043 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 宋成斌

印 刷 者: 北京四季青印刷厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 140×203 印张: 12.875 插页: 1 字数: 255 千字

版 次: 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10731-9/Q·46

印 数: 1~3000

定 价: 22.00 元



程书钧 1939年12月2日出生于江西省玉山县，
1999年当选为中国工程院院士。现任国家“973”项目首席科学家。

《院士科普书系》编委会(第三届)

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥 徐匡迪

编委会委员 (两院各学部主任、副主任)

贺贤土	张恭庆	白以龙	艾国祥	甘子钊	白春礼
朱道本	张礼和	佟振合	周其凤	陈宜瑜	许智宏
朱作言	强伯勤	唐守正	孙 枢	吴国雄	张弥曼
苏纪兰	陈 颢	周炳琨	王阳元	戴汝为	刘永坦
徐建中	朱 静	张 泽	杨叔子	周锡元	程耿东
张彦仲	顾国彪	王兴治	杜善义	李国杰	毛二可
陈良惠	李德毅	周 廉	千 勇	汪燮卿	薛群基
陈毓川	何多慧	何继善	杨奇逊	陈肇元	宁津生
傅熹年	韩其为	石玉林	周国泰	魏复盛	戴景瑞
赵 铠	桑国卫	顾玉东	高润霖	殷瑞钰	郭重庆
王礼恒					

编委会执行委员 郭传杰 沈保根 白玉良 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 陈 丹(中国科学院院士工作局)

刘峰松(中国科学院院士工作局)

高中琪(中国工程院学部工作局)

李仁涵(中国工程院学部工作局)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有六千余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

十五世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达十四个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了八十多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了五十年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在中国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用五十年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

A handwritten signature in black ink, reading '江泽民' (Jiang Zemin), the former President of the People's Republic of China. The signature is written in a cursive, calligraphic style.

一九九九年十二月二十三日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题,普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物,于科技知识中融入人文教育,不是一件容易的事。不少院士反映:写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中,科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题,科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言,指出科普是科教兴国的基础工程,勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识”,充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视,对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程,成熟一批出版一批;另一方面随着科学技术的进步和创新,不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此,《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

前 言

一百多年前没有人知道什么是基因、什么是碱基、什么是染色体。但是，自古流传至今的“种瓜得瓜，种豆得豆”，“龙生龙，凤生凤”等民间谚语，足以说明我国古代劳动人民对生命遗传现象早已有了一些朦胧的认识。在西方，古希腊希波克拉底(Hippocrates)时代之前，人们就已经察觉到了某些疾病在家族中代代相传的现象。如在公元 1500 年以前，犹太教人在一种“割礼”中，发现某些教徒有家族性“出血不止”的现象，随后就在犹太教的《法典》中删除了“割礼”条例。总体而言，人类对于生命现象本质的认识在很长的一段时期内还是相当肤浅的，没有人知道精子和卵子在受精过程中的确切作用，但人类探索生命奥秘的脚步从来没有停止过。

1859 年出版的达尔文的《物种的起源》一书，彻底地否定了长期统治生物学领域的“神创论”，《物种的起源》以唯物的观点解释自然界发生的“物竞天择，适者生存”的现象，论述了生物界普遍存在着“变异”现象，认为变异的基本原因是生存条件的变化。生物不仅有变异性，而且有遗传性。1856 年，经典遗传学鼻祖、奥地利科学家孟德尔开始进行豌豆杂交实验，并发现和总结出了两大遗传规律，即著名的分离定律和自由组合定律，并在 1900 年被重新发现和确立。1902 年，萨通(Sutton)和博维里(Boveri)等正式提出了染色体理论，认为“遗传因子”就位于染色体上。1909 年，约翰森

(Johannsen)将遗传因子定义为“基因”(gene)。1910年,美国科学家摩尔根和他的助手在果蝇试验中,发现了连锁定律和交换定律,这两大定律弥补了孟德尔分离定律和自由组合定律所不能解释的遗传性状,孟德尔和摩尔根所发现和创立的三大遗传定律成为人类生命科学研究的基石。

人们有时往往喜欢用“往事不堪回首”来谈论过去,但是回首过去的一百年,生命科学可谓灿烂辉煌,英雄辈出。穆勒的辐射遗传学研究、麦克林托克的基因“跳动”研究等,极大地推动了人类生命科学研究的发展,丰富了人类对生命现象本质的认识。1953年,沃森和克里克两位年轻的科学家成功地发现了DNA双螺旋分子模型结构,从而第一次将DNA的真实面目展现在世人的眼前。这项里程碑式的发现使DNA一举取代蛋白质而成为“统治”生命的物质基础,而这种化学物质至少在35亿年前就已经存在了。1957年,克里克又提出了后来被称为“中心法则”的遗传信息传递路线,即DNA→RNA→蛋白质,再整合到亚细胞、合成细胞、合成有机体。生命现象的本质就这样被越来越多地揭示了出来。在DNA双螺旋分子模型结构发现后的50多年时间里,除了沃森、克里克和威尔金斯共同获得了1962年的诺贝尔生理学 and 医学奖外,以DNA分子双螺旋结构模型为“基石”的有关基因研究,还诞生出了一大批具有世界影响和划时代意义的科学成果,同时造就了一大批享誉世界的科学家。

以往我们对许多疾病的认识大多停留在表面现象上,正是由于认识了基因,人类才开始越来越多地发现和认识到,包括肿瘤在内的绝大多数疾病都可能是一种基因水平上的疾病。生殖细胞或受精卵中的基因一旦发生突变就会产生

各种可以一代一代往下传递的遗传病,如我们现在已知的6000多种单基因病、多基因病、染色体病、线粒体病和体细胞遗传病,等等。20世纪70年代以后,分子医学几乎渗透到了生命科学研究的每一个“角落”,从疾病的诊断,到疾病的治疗和预防,特别是于1990年启动的、全球科学家首次大规模合作完成的人类基因组计划,让我们进一步更加清晰地认识了自己。现在我们不仅知道了人类只有3万个左右的基因,而且还“解密”了许多条染色体;同时发现了包括诸如癌症和糖尿病等复杂疾病的相关基因,基因诊断、基因治疗技术也呈现出了前所未有的发展前景。

20世纪的最后十年,生命科学和生物技术研究浪潮迭起,充满生机,新学说、新发现、新技术异彩纷呈,不断有新的科学发现令人激动和感叹。进入21世纪,人类基因组计划的完成以及后续功能基因组、结构基因组和蛋白质组计划的实施,必将更加深刻地影响和改变我们未来的生活,如通过揭示蛋白质结构及其功能,将有望成为人类有效控制癌症、艾滋病、帕金森氏病、老年痴呆症、糖尿病等各种疑难病的“利剑”。

令人感到欣慰的是,基因组学、生物信息学、分子生物学与生物化学、细胞和发育生物学、神经生物学、动植物区系的系统演化与协同进化,以及重大疾病相关基因的识别等已经成为我国生命科学基础研究的优先发展领域。20世纪90年代以来,中国的生命科学研究得到了长足的发展,研究水平在整体上有了明显的提高,建立起了从基础生物学研究领域到应用研究领域的完整体系。特别是近五年来,在“973”计划、“863”计划、国家自然科学基金以及国家知识创新工程等

的强力持续支持下,中国科学家近年来相继取得了一批高水平的、令世界瞩目的研究成果。

自孟德尔发现并提出两大遗传规律后的一百多年时间里,基因和以基因为载体的研究始终是生命科学研究与技术发展的核心与前沿,世界各国的科学家们一直在努力寻找基因、定位基因、分离基因、认识基因、操作基因、开发基因与利用基因,并因此而形成了一系列新的学科与技术产业。在基因组学研究这一前沿领域,除参与完成了人类基因组计划的1%测序任务外,我国科学家还向国际公共数据库贡献了近千条人类新基因的全长 cDNA,为基因识别做出了贡献。水稻基因组的结构和功能解析是我国基因组研究的一个里程碑式的工作,而钩端螺旋体等多种微生物的全基因组测序等工作,也使我国科技人员的研究工作跻身于国际先进水平。近年来,在与医学相关的功能基因组和蛋白质组研究方面,我国科学家充分发挥我国独有的人类遗传资源优势,在多个重要疾病致病基因的定位和克隆方面取得了一系列突破性进展。人类生命科学的发现之旅也同样留下了中国科学家的足迹。

本书谨以《话说基因》为题对百年来有关基因研究的一系列重要事件和重大进展,特别是近年来我国科学家所取得的高水平的研究成果作了通俗的介绍,但因受时间和条件等方面的限制,难以面面俱到,如有遗漏或不当之处敬请读者予以谅解。书中所引用的数据和资料都来自公开出版物,受篇幅所限未一一列出,在此谨向原作者表示感谢。中国科学院《科学时报》社主任记者潘锋在本书的编撰过程中做了大量的工作,并根据本书的编写要求,在写作上努力使文字和

语言更加通俗易懂；同时将国内外的最新研究成果及时收录在了书中。中国医学科学院肿瘤研究所细胞生物与分子生物学研究室徐宁志研究员在本书的编撰过程中，承担了大量的审定工作，确保了此书的科学性。

以《院士科普书系》的形式系统地向人们，特别是向青少年朋友普及介绍生命科学知识是一件很有意义的工作。想一想，一百年前，基因还只不过是一个用英文字母所代表的遗传性状的符号；而仅时隔 50 年，沃森和克里克就描述出了 DNA 的双螺旋分子结构模型，揭示了 DNA 分子就是基因的物质基础。生命是美好的，生命的美源于 DNA 的美。在 DNA 双螺旋分子模型结构发现后的 50 年，最令人激动的一件事就是全世界科学家精诚合作，完成了人类全基因组的测序。又有谁能预料，在未来的 50 年里还将会出现哪些奇迹呢？生命世界充满着神奇和奥秘，等待着我们去认知、去探索。希望在于探索，尤其在于年轻人的投入和发现。

中国工程院院士
程书钧

2005 年 3 月 1 日

目 录

1 基因“圣人”	1
1.1 种豌豆的孟德尔	2
1.2 果蝇成就摩尔根	10
1.3 生命的罗塞达石碑	24
1.4 英雄辈出的时代	43
2 基因是什么	59
2.1 基因与 DNA	59
2.2 细“看”基因	64
2.3 基因的复制与表达	68
2.4 基因突变	70
2.5 基因兴奋剂	74
2.6 基因研究的“淘金”乐园	78
3 人类染色体	85
3.1 父母各给了我们 23 条染色体	86
3.2 染色体畸变	90
3.3 “解密”染色体大步向前	98
4 生命科学登月计划	123
4.1 杜伯克的建议	123