

生命密码²

人人都关心的
基因科普

尹烨 著

基因即因·未来已来

病毒为何能轻易击败人类？

如何让“肿瘤君”滚蛋？

基因编辑真能创造“新人类”吗？

有趣·有料·有用·长知识

华大基因CEO尹烨

带你领略不一样的生命科学世界

杨焕明、周忠和、吴军 / 作序

冯唐、李治中（菠萝） / 倾情推荐

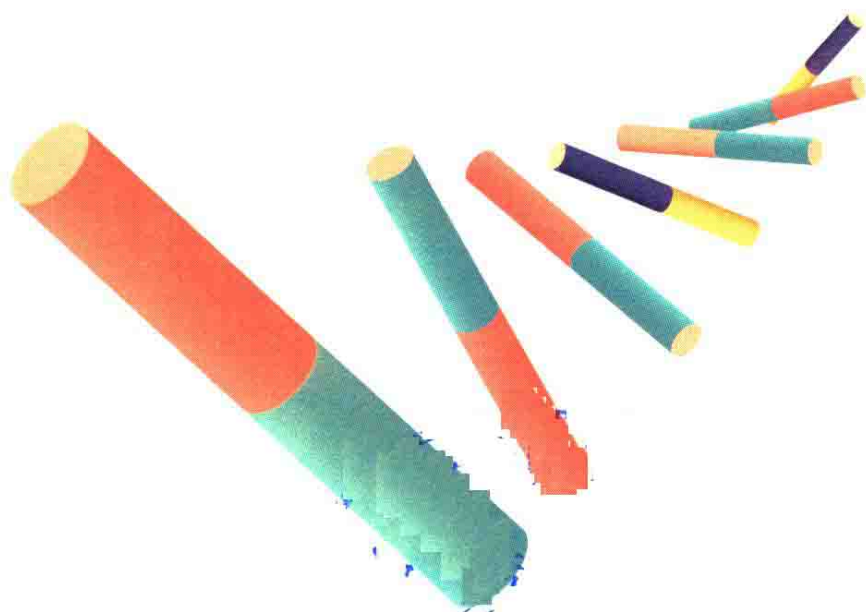
亿万点击量音频节目

《天方烨谈》精华总结

中信出版集团

生命密码²

人人都关心的
基因科普



尹烨
著

中信出版集团 | 北京

图书在版编目(CIP)数据

生命密码. 2, 人人都关心的基因科普 / 尹烨著. --
北京: 中信出版社, 2020.5 (2020.6 重印)
ISBN 978-7-5217-1654-2

I. ①生… II. ①尹… III. ①基因—普及读物 IV.
①Q343.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第036654号

生命密码2——人人都关心的基因科普

著 者: 尹烨

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲4号富盛大厦2座 邮编 100029)

承印者: 北京盛通印刷股份有限公司

开 本: 880mm×1230mm 1/32 印 张: 12.5 字 数: 300千字

版 次: 2020年5月第1版 印 次: 2020年6月第2次印刷

广告经营许可证: 京朝工商广字第8087号

书 号: ISBN 978-7-5217-1654-2

定 价: 68.00元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

推荐序一 让大众爱上科学

杨焕明

华大基因理事长，中国科学院院士

也许可以这样说，科学好比种子，人就是土地。而让科学入土生根，走进千家万户，就是科普的使命。

从某种意义上讲，科普在不同程度上影响着各个科学领域及其科研成果的命运。也就是说，如果人们无法做到对科学心领神会，即便最好的科研成果也难以生根发芽，更不用说开花结果了。因此，科学不该是“养在深闺人未识”，而应在科普的推动下“飞入寻常百姓家”。如此，科学才能真正地推动社会的发展和人类的进步。

科普绝不是一件轻而易举的事情。科普是借助一种特殊的科学语言，帮助人们听懂最新颖、最深奥的科学道理。更重要的是，无论是专业的科普工作者，还是业余的科普工作者，理应深谙“要给人一杯水，就要有一桶水的储备”这一基本道理。

人类基因组计划，也许是一个成功的范例。人类基因组计划之所以能跟阿波罗登月计划、曼哈顿原子弹计划并称为自然科学史上的“三大计划”，是因为科学家们把提出、讨论和执行人类基因组计划的全过程，打造成了一个在生命科学领域的史上规模最大、影响也最大

的“基因科普运动”。当时，人类基因组计划协作组主要由全球 16 个中心构成。今天回头看，那些头头脑脑，无一不是能说会道的业余科普专家，尽管他们的科普水平也是被逼出来的。

在中国，《天方烨谈》这个科普节目可谓别出心裁。它不仅得到了广大听众的交口称赞，收获了超乎预料的传播效果，还得到了多个领域大咖的一致好评，被认为是专业研究人员从事科普工作的成功尝试。

“功夫在诗外”，尹烨在科普这件事儿上下足了功夫。自 2006 年以来，华大基因每年都会主办国际基因组学大会（ICG），而“科学嘉年华”正是大会的永恒主题之一。在 2019 年的第十四届国际基因组学大会上，尹烨及其团队精心策划了这一届的“科学嘉年华”活动，场面特别火爆：

来自全国各地的 13 名生命科学领域顶尖学者及 4 组学生代表以主题演讲、圆桌讨论的方式畅谈生命的多彩，探索宇宙的神秘。作为嘉宾之一，我跟孩子们谈到了生命的本质和意义，聊到了他们的爱好和梦想，还跟孩子们说：科学是甜蜜蜜的，科学是美丽的，科学是可以享受的。那是一场两代人的对话，也是今天和明天的对话。

如今，在尹烨的不懈努力下，将《天方烨谈》音频节目里的精华内容整理成书献给大家，此乃幸事。

给这本书取名《生命密码》，别开生面。书里讲述了许多与我们的生活息息相关的生命科学知识，话题非常有趣，有不少生动活泼的案例，再辅以风格独特的文字和准确精美的插图，非常适合展现遗传学、分子生物学、基因组学、合成生物学等多个生命科学领域的原理和知识。此外，书中也不乏对行业最新动向的科学解读，让读者更加

全面地认识生命科学。

当然，围绕有些话题，讨论和争议依旧在继续，但科学家探索的步伐从未停止。而尹烨也一直在身体力行，切切实实地向前迈进，做着既有利于科学研究，又有益于传递科学知识和传播科学文化的好事情。

希望你们、他们、我们，都能共同参与，共襄盛世。

此为序，期共勉！

推荐序二

说你听得懂的科学

周忠和

中国科学院院士，中国科普作家协会理事长

长期以来，科学与大众之间好似有一堵厚厚的墙，令两者隔离开来：科学没有很好的大众基础，无法渗透进大众心里；而大众一旦涉及科学内容，就觉得深奥无比，难以接受。彼此无法沟通，相互不能理解，话语体系不同，逻辑思维方式有异，这无疑是当今社会存在的大问题。如何在两者之间架起一座桥梁，如何破除两者之间的鸿沟，让天堑变坦途，不得不说，是摆在大家面前亟待解决的一大难题。

科普事业的发展壮大需要全社会的广泛支持。但说起科普，人们或许首先想到的还是科技人员，想到的还是科技工作者在科普当中起到的作用，认为他们应该发挥带头作用，应该走到前台为大家答疑解惑。的确，科学家是最了解最新的知识、最前沿的科学进展的一个群体，而且他们最有资格告诉公众，科学是不断发展的过程，至今仍有很多公众最关心的是当今科学所没能解决的。科学家有义务利用所掌握的知识主动发声，解答老百姓最关心的热点科学或相关社会问题，也有理由直面挑战，毫不留情地揭露伪科学；他们不仅要具备对科学的执着，还要富有人文精神。

这本书的出版令人欣喜。作者尹烨博士从“一碗饭”讲起，将与普通人生活息息相关的衣（丝绸）、食（水稻、水果、肉类等）、疾病（癌症的发生、心血管疾病、免疫疗法）等话题，结合考古与历史研究，做了简要的回顾，并对与其相关的国内外基因研究进展进行了梳理。

书中章节的标题活泼有趣，内容图文并茂，作者有时将大众喜爱的电影作为引子，具有不同基因的夏尔巴人、巴瑶人、马赛人成了《X战警》中的形象；有时又将文学诗词信手拈来，给人留下深刻的印象。同时，书中的每一篇都是独立的故事，读者朋友们可以根据阅读兴趣信手翻阅，在满足好奇心的同时，也会积累丰富的知识。

此外，令人欣喜的是，在这本书中甚至还能看到近些年来作者所在的研究机构——华大基因研究院与国内外多家高校、研究机构的基因组测序合作成果，内容涉及生物的演化速率以及分子机制、基因的扩增与功能分化、动植物驯化等多个领域；国际上许多热点研究课题，比如水稻基因组框架图的绘制、兰花全基因组测序、“世界三级”动物基因组研究项目等，华大基因研究院也主导或者直接参与了其中的工作。相信这样的工作也能让读者感到更加亲切，从而增加对科学的兴趣。

推荐序三

生命中的因和果

吴 军

硅谷投资人，丰元资本创始合伙人，计算机科学家

我非常高兴再次为尹烨先生的新作《生命密码 2》撰写序言。尹烨先生的几本书，是我读到的最通俗，同时也是最精辟的基因组学和遗传学的科普读物。这个系列丛书的第一部回答了人类长期以来一直关心的一些本原性问题，比如，我们从哪里来、我们是谁，并且准确地科普了当下很多热门话题，比如基因检测、干细胞和克隆等。第二部详述了动植物的演化、人类对疾病的认识，以及基因技术对人类世界的影响等。对于大众来讲，这是一套“雪中送炭”的好书，即便对于那些非常了解基因组学和遗传学的读者，这套书也能引发他们的深入思考。

人类其实一直非常想知道我们从哪里来。从哲学层面来讲，是超自然的力量创造了生命，还是大自然孕育了生命并且帮助生命进行演化？对于这个问题，人类一直很困惑。从生物层面来讲，虽然我们的祖先早就知道“龙生龙，凤生凤”“种瓜得瓜，种豆得豆”这种后代和祖辈的相似性，但并不知道其中的原因。也正因如此，“我们从哪里来”才成了人类的一个终极问题。

当然，从 19 世纪中后期到 20 世纪初，随着演化论和遗传学的诞生（达尔文《物种起源》于 1859 年出版；孟德尔遗传定律于 1865 年提出，在 1900 年被重新发现），人们似乎找到了答案。但那些答案见仁见智，依然无法解释很多生物学现象。比如，为什么原本食肉的熊猫变成了素食者，而且只吃那些连草食动物都不吃的、难以消化的竹子？为什么我们和牙齿上的细菌都喜欢糖？为什么同样是牛奶，对一些人来讲是营养品，对另一些人来讲则会产生很大的危害？在人类了解遗传的密码——基因后，这些问题便能得到很好的解释。因此，《生命密码》的看点之一，就是通过基因的演变历史，了解我们及地球上各种生物是从哪里来的，为什么会有今天各种各样的习性。

每个人都需要了解的第二个本原性问题是：我们是谁？当然很多人会说，从个体上讲，我是我父母的孩子，是我孩子的爸爸或者妈妈。而从整体上讲，人类是万物之灵，是自诩地球之主的存在。前一种说法没有错，但是一只猴子甚至一只青蛙也可以说这样的话，因此这种说法不具有特殊性；后一种说法其实是人类几千年来处于食物链顶端所产生的一种不自量力的傲慢。在人类了解基因之前，人们确实觉得自己比其他物种更高等、更复杂、更先进，甚至认为不同的人种之间也有高等、低等之分。

但今天，基因组学和遗传学告诉我们，这种傲慢是没有根据的，甚至在一定程度上是错误的。人类染色体的数量并不比马或者驴子更多，人类基因中碱基对的数量甚至要比一些植物（如小麦）少得多。人类在没有工具的情况下对环境的适应能力，要远远低于很多其他物种。人类不过是自然界各种生物中的一种而已，人类和黑猩猩具有相似性，而人类和香蕉、果蝇在基因上的相似性甚至大于

60%。因此，在宏观层面上，人类要做的，更多的是和自然界和平相处，而不是统治世界。在个体层面上，我们身体的共生细菌数量比人体自身的细胞数量还要多，细菌和我们一同构成了我们的生命。一旦破坏了这个平衡，我们就可能生病。因此，我们要做的，不是像过去那样试图杀死所有的细菌，而是跟细菌和平相处。

《生命密码》这套书，不仅告诉我们关于基因的这些知识，更重要的是让我们懂得生命中的因和果。这让我想起了黑格尔的那句名言：“凡是现实的都是合理的。”在所有的现实背后，都有过去的合理性因素。理解了这一点，了解了基因对我们生命的作用，我们就能坦然地接受很多结果，更积极、更健康地生活。

2018年7月20日，在尤瓦尔的新书《今日简史》的全球首发仪式上，我和尹烨先生同台交流。当时我讲，未来，连接比拥有重要，合作比颠覆重要。尹烨先生也深有同感，还提到了对《数学之美》《浪潮之巅》等几本书的喜爱。作为世界知名的基因科技公司——华大基因的首席执行官，尹烨先生不仅是基因组学和遗传学领域的专家，还是一个知识丰富、文笔极佳的专栏作家，非常擅长深入浅出地介绍尖端科技。阅读他的作品是一种享受，不但能够让我收获很多最新、最准确的生命科学领域的知识和信息，而且能够激发我进一步思考，让我对他讲述的道理反复回味。

开卷有益，希望广大读者能够像我一样，喜欢这套优秀的作品。

前言

用生命科学思维理解世界

时光飞逝，生命密码系列的第二本书要和大家见面了。

生命密码系列书籍脱胎于我的一档日更电台节目《天方烨谈》，相较于几分钟的节目，分门别类、精心整理的文章信息量更大，也方便大家随时阅读。

我写这本书的初衷是希望和大家分享一些通俗易懂的生命科学知识，为对这一领域感兴趣的人提供靠谱的科普内容，如果能让公众理解科学、热爱科学，那就更好了。

生命密码系列的第一本书出版后，我陆续参加了一些科普活动，收到了不少有价值的反馈，部分读者还提出了对第二本书的期待，这让我在欣喜之余，也平添了几分压力，以及做出更优质内容的动力。

在与读者朋友们的交流中，我发现大家对生命健康问题很感兴趣，但很多人对决定生老病死的主要因素——基因，却陌生得很。我们为什么会生病？人类可能永生吗？如何生育一个健康的孩子？如何让“肿瘤君”滚蛋……其实，这些问题的答案便在遗传与环境之中。与其他前沿学科不同，生命科学的研究与每个人息息相关，自然吸引了

不少人的关注。

但这种“关注”也带来不少乱象，从各种赶时髦的基因科技流言中，便可窥一斑。作为一门前沿科学，从分子层面理解生命，存在一定的认知门槛，这也让生命科学成为谣言重灾区。对基因武器的恐慌自不必提，与致癌有关的谣言也层出不穷。

人天生会对未知的事物恐惧。对于新事物，大部分人会在不了解时便下意识否定，虽然质疑是科学精神之一，但思辨是更重要的科学精神。要清除蒙昧与谬误，就得消除科学家与公众间的知识鸿沟，保证大家是在同一平台，用同一种语言对话。所以，在生命这个话题上，我们要有统一的认识和理解。

哲学三问，生物思维

生命是什么？在 20 世纪前半叶，最热衷于解答这个问题的是物理学家，“养猫大神”薛定谔就是个中翘楚，他写了一本《生命是什么》，尝试从物理角度解答这个问题。这本书出版至今流行了 70 多年，堪称经典。虽然书中种种只是薛定谔的大胆猜想，却也因此启发了不少杰出的物理学家因为寻找“生命力学”而最终投入遗传学研究。生命科学研究在分子层面开始突破，相当程度得益于此书。

作为一名投身生命科学领域 20 多年的理科生，我对这个问题的理解是——生命的本质是化学，化学的本质是物理，物理的本质用数学来描述。化学统一在元素上，经典物理统一在原子上，量子物理统一在量子上，而生命统一在 DNA（脱氧核糖核酸）上。在我看来，生命正是由一群元素按照经典物理和量子物理的方式组合起来的一个

巨大且复杂的系统。

英国科学作家保罗·戴维斯在《生命与新物理学》一书中，把生命和量子物理的结合提升到新的水平，隐隐揭开了分子生命（DNA 以上水平，原子基础）+ 量子物理（脑科学，量子基础）+ 信息论 [生命以信息为通用货币，以 bit（字节）为基础] 融合的序幕。从麦克斯韦妖^①到薛定谔的猫，从哥德尔不完备定理到香农定理……生命的起源与本质、自由意识是否存在的答案似乎呼之欲出。

地球存在了 46 亿年，已知生命的历史已有 34 亿年，我们是谁，因何诞生，去往何处，学界有着不同的认识。

自诩处于食物链顶端的人类，放在地球亿万年尺度的背景来看，也只存在了短短的一瞬。莎士比亚的“人啊，你是宇宙的精华，万物的灵长”这句话在文学作品中无可厚非，但在生物圈中实在是自大之言，如果曾经的地球霸主们有灵性，听到了免不了对人类一顿鄙视加暴揍。即使是现在，人类在称王的道路上依然走得艰难。在我看来，地球之王是微生物，多细胞生物之王是昆虫，论生存实力，人类从来都是被碾压的一方。

达尔文显然更客观，他说“人类的特征是两足直立行走、大的脑容量和高的智力”，侥幸站上食物链顶端，也只是演化的偶然。在今天看来，这个定义并不完善，我们或许应该说，人是具有 23 对染色体，基因组为 30 亿对碱基，基因总量约为 22 000 个，以及携带了 10 倍于人体细胞数量的微生物的有机体。

① 是物理学中假想的妖，能探测并控制单个分子的运动，于 1871 年由英国物理学家詹姆斯·麦克斯韦为说明违反热力学第二定律的可能性而设想的。——编者注

虽然相较于过去，我们对“我”的理解，已经有了长足的进步，可这依然不一定是生命的真相。演化还在继续，“造物主”也可能随时喊停，而探索未知，正是科学的意义，也是人的独特性所在。

让电动车普及，火箭回收，并意欲移民火星的商业奇才马斯克，曾将自己独特的思维方式归结为第一性原理。这个概念最初源自哲学，就是透过表象看本质的思维方式。每个学科都有第一性原理，演化的思想，即遗传与变异是生命的本能，也是生命的第一性原理，是生命科学为我们提供的一种新的思维方式。

当你苦恼在人生选择方面，隔代如隔山的交流鸿沟时，演化历程会告诉你，这正是地球生命前进的动力——与祖先做出不一样选择的狼变成了忠诚的狗，两栖动物的出现也是因为有鱼选择离开水域，人之所以能够制造并使用工具，或是因为某些特立独行的祖先，选择了从树上下下来解放了双手（前爪）……

当你自视甚高忘乎所以时，自然历史会告诉你，人虽然自诩万物之灵，也只是被无序的演化之手推上王座的生物之一，并不代表我们有权利凌驾于万物之上，或是对自然索取无度。用客人而非主人的心态看待自己与外界的关系，就能在生活中保持谦卑。

当你陷入生老病死的恐慌时，翻翻地球生命历史，正视生命的衰亡与正视生命的诞生一样，是再自然不过的事情。人类在疾病方面虽然存在认知局限，但在对抗疾病方面一直有突破与创新。比如现在我们知道，癌症是一种基因病，开始探索用免疫系统对抗肿瘤，从分子层面对肿瘤进行预防、早筛、诊断、治疗、预后监测，终有将癌症变为慢性病的一天。

自十几年前，人类基因组被破译以来，我们从分子层面了解了生

命的组成，科技的发展又让个人基因组测序的时间和成本从 13 年、38 亿美元到如今的 2 天、3 800 元人民币，我们甚至能用 2019 年的智能手机在不到一天的时间里分析 15G 的个人基因组序列，“人人基因组时代”日趋接近。这是人类攻克疾病战役中的集结号，也是科技引领下值得期待的未来。

求学工作，结缘生科

我生于 20 世纪 70 年代的尾巴，学生时代是在书海中度过的。《山海经》《西游记》《昆虫记》《本草纲目》《大医精诚》等是我常翻的书籍。我养过许多宠物，拍过许多花草，常常沉浸在光怪陆离的生物世界里，思绪被浩瀚的历史拉得很长，着迷于生物的多姿多彩。

生命崇尚自由。1998 年，我选择被保送到大连理工大学就读本科，原因之一就是大连理工允许学生自选专业。而在可选的 60 多个专业中，我毫不犹豫地选择了生物工程。这固然有我自幼的兴趣，但确实也受了那个时代最流行的一句话的影响：“21 世纪是生命科学的世纪。”

临近毕业的时候，看着同学们一个个找对口工作极其困难，作为毕业生工作组组长的我怀揣诸多不解，于是问就业办主任：“不是说这个世纪是生命科学的世纪吗？为啥连个对口工作都找不到？”后来，主任一句话就把我给噎住了：“21 世纪有多少年？今年才 2002 年？你有本事就让这一刻在这一世纪早点到来。”

从大学保送生到就业困难户，从月薪 1 266 元到上市公司 CEO，这 20 多年来，我幸运地参与了中国生命科学，特别是基因组学大发

展的黄金 20 年，见证了中国生物科技和产业从追赶到同步甚至在某些方面有超越之势的历程，也有幸在推动生命科学时代提前到来的过程中，贡献着自己的绵薄之力。

稳中求进，敬畏未知

如果说人与其他生命有什么本质的不同？那就是人类很善于发现和利用身边事物。人类历史时代被分为石器时代、红铜时代、青铜时代、铁器时代、蒸汽时代、电气时代、原子时代、信息时代……对应的是人类研究和创造新事物的不同阶段。人们不断掌握新技术，并凭借它来改变生活的世界。

作为 21 世纪三大科学计划之一的人类基因组计划，开启了生命时代的序幕，人们凭借前所未有的新工具，从微观角度探索自身，也为人类健康带来了新希望。

遗憾的是，信息世界里精华与糟粕齐飞的现状，为容易受信息影响的公众带来困扰。近到致癌食物，远到基因编辑，大多数人都一知半解，在信息的海洋里焦虑犹疑，对科技进步带来的新变化颇为抵触，但除了“不好”，也说不出什么道道来。可为了反对而反对，轻易将并不了解的事物拒之门外，既于己无益，又造成社会恐慌，实在是耽误科技发展。

事实上，技术本身的属性是中性的，一味为了避免负面效应就堵上所有进步的可能，是极不明智的。科技不断往前推进这一点并不以人的意志为转移，而科技究竟是天使还是恶魔，在于我们如何使用它。

我对科技的未来持乐观态度，因为我相信人性中自有善良天使。