



了不起的基因

尹焯 著



了不起的基因

尹焯 著

 | 广东经济出版社
南方传媒

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

了不起的基因 / 尹烨著. — 广州 : 广东经济出版社, 2023.1

ISBN 978-7-5454-8410-6

I. ①了… 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 (2022) 第228713号

策 划: 李 鹏

责任编辑: 刘健华 吴泽莹 许 璐

责任技编: 白咏明

封面设计: 吴偲靓

了不起的基因

LIAOBUQI DE JIYIN

出版人	李 鹏
出版 发 行 经 销	广东经济出版社 (广州市环市东路水荫路11号11~12楼) 全国新华书店
印 刷	北京世纪恒宇印刷有限公司 (北京大兴亦庄经济开发区科创三街经海三路15号)
开 本	880毫米 × 1230毫米 1/32
印 张	7.25
字 数	133千字
版 次	2023年1月第1版
印 次	2023年1月第1次
书 号	ISBN 978-7-5454-8410-6
定 价	68.00元

图书营销中心地址: 广州市环市东路水荫路 11 号 11 楼

电话: (020) 87393830 邮政编码: 510075

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与本社联系

广东经济出版社常年法律顾问: 胡志海律师

· 版权所有 翻印必究 ·

尹烨

华大集团CEO，哥本哈根大学生物工程博士，基因组学研究员，科普作家。

曾主持、参与近百个国际基因组合作项目，长期致力于科普事业。

已出版《生命密码》系列和《趣解生命密码系列》作品。



扫码关注
更多图书资讯

核酸检测运用了基因技术吗？

为什么有人千杯不醉，有人一杯就倒？

不爱吃香菜是因为挑食吗？

癌症到底会不会遗传？

转基因食品是否真的安全？

这些问题的答案也许都藏在基因里！

关于基因的17个主题，讲述不可思议却实用有趣的基因常识，探寻人类繁衍、疾病、命运背后的奥秘。

**基因既决定着我们是谁，
也影响着我们的未来！**

责任编辑_刘健华 吴泽莹 许璐

产品经理_王宇晴

封面设计_吴偲靓

自序

作为一个研究了二十多年基因的人，不得不说：基因真的很了不起。

虽然问起我关于基因的知识，无论在哪个层面上我都能说出一二，但如果让我用一个整体观描述研究基因之后的感受，经过深思熟虑，就五个字：

我一无所知。

这不是谦虚，而是惶恐。

在这么多年的科普过程中，第一个被问到的问题，大概率就是：“什么是基因？”我一般会用中学生物的范畴告知“一段有功能的DNA序列”。但倘若追问一句，什么叫作“有功能”，我可能就会被问得汗毛竖起、一身冷汗。且不说有功能的或可能是RNA而非DNA序列，也暂不论绝大多数工作都不是由一段而是多段序列共同配合完成的……单说什么叫“有功能”，就足以让我脑袋炸裂：编码算功能，非编码就不算功能？名词动词算功能，助词叹词就不算功能？在越想越复杂之后，

大抵我只能用先贤形而上的名言来掩盖自己的无知——

佛陀言：“起功用”；老子说：“非常道”。

其形而上的内涵，大抵相当于在生命科学领域说基因“有功能”，而这个功能是很了不起的。

所谓的“了不起”，首先表现在它的名称上。1909年，“基因（gene）”由丹麦遗传学家约翰逊提出，其印欧语（PIE）词根“*gene”本意即为“产生、出生”的意思，传入希腊语和拉丁语中，“gen-”这一词根及其变种则有了“出身、天性、血统、种族、种类”的意思，故对生命来讲，生而具之的即是“基因”。

接下来的“了不起”，当然就是它的中文翻译。基因基因，生命“基本的因素”，这恐怕是“西学东渐”翻译中最符合信、达、雅的一个词。值得一提的是，我们经过大量的史料考证，gene一词作为遗传学词语引入中文，应是在1923年。彼时，冯肇传将之译为“因子”，陈桢将之译为“因基”。到了1930年，潘光旦首次将其翻译成“基因”，并经过谈家桢、卢惠霖等一众大咖的推广，终将其固定为“基因”——同“音”共“意”，可谓妙哉。

再接下来的“了不起”，表现在它的神秘感上。1859年，达尔文已经知道了物竞天择，但还远远不知道其物质上的实证；1865年，孟德尔已经发现了遗传变异，但还远远不知道其还原论的演绎；1871年，米歇尔已经提纯出核酸，但还远

远不知道这就是遗传物质的本体；1911年，摩尔根已经提出了染色体遗传理论，但此时还不知道遗传物质究竟是核酸还是蛋白质；直到1944年，艾弗里通过肺炎双球菌实验一锤定音，终于确证了遗传物质是DNA，而基因则藏于其内。

再再接下来的“了不起”，表现在它的物理结构上。1944年，薛定谔已开始从物理的角度思考“生命是什么”，尝试从核酸中找到“第五种力”，并大胆推测其应该是一种“非周期晶体”；1952年，鲍林已经抢先提出了DNA“三螺旋结构”，然而发表后旋即被证明是错误的；直到1953年4月25日，当沃森和克里克发表了题为《核酸的分子结构：脱氧核糖核酸之构造》这篇伟大而精悍的论文后，这个复杂生命设计中最精妙的呈现才得以通晓于世。

再再再接下来的“了不起”，表现在它对科技产业的推动上。双螺旋结构的发现，使得人类对生命密码的了解成为可能。1958年，克里克提出了中心法则，理顺了从DNA到RNA再到蛋白质的关系；1970年，吴瑞发明了引物延伸并将其应用于DNA测序，启发了桑格后续的测序技术；1975年，桑格发明了第一个被广泛应用的DNA测序方法——双脱氧终止法，人类基因组解密在技术上有了坚实的依托；1990年，人类基因组计划（HGP）启动，在之后的十几年中，华大代表中国完成其中1%；2022年，“时空组学技术”首次通过测序实现了细胞内的基因表达定位，中国测序技术实现领先世界。

再再再再接下来的“了不起”，表现在它的普适性上。通过大量生命密码的解密，我们知道万物互联的根本。正如诺贝尔奖获得者、法国科学家雅克·莫诺所说，“大肠杆菌如此，大象也是如此，人类本身更加如此”。人类和果蝇共享了39%的基因，和小鼠共享了80%的基因，和猩猩的基因相似度甚至超过了98%，人类所携带的微生物总数量超过人类细胞的3~10倍，即使是最简单的病毒也依然可以无碍穿梭在生物圈……正如我们熟悉的乐高积木，无论成品多复杂，其基本组件并无二致。

再再再再接下来的“了不起”，表现在它的信息密度上。思考一下，仅仅6个皮克（1皮克= 1×10^{-12} 克）的遗传信息就足以让一个受精卵发育成一个人或者一只蓝鲸，其细胞量扩张了百万亿甚至千万亿倍；而1克DNA所携带的信息量可高达EB级，相比于今天的硬盘存储高了10亿倍，仅需十数公斤DNA即可存储人类有史以来的全部数据，这是赤裸裸的有机碳对无机硅的碾压，也是自然造物神奇的核心体现。

而其中最了不起的，则表现在其涌现能力上。基因一路走来，从无细胞到有细胞，从单细胞到多细胞，从简单到复杂，从低等到高等，从无性到有性，从水生到陆生，从无意识到有神经，一直到诞生出具备“算计”的高级智能……其中最了不起之处表现在，其本私的物性上竟然诞生了无私的人性，为“万物的灵长”找回了些许面子。

基因的了不起，我说不完，这并非篇幅问题，即使篇幅无限，我依然说不完。正所谓“已知圈越大，未知圈更大”。

生命科学中唯一不例外的就是例外，生命在任何情境中都能找到看似不可能的出口，所以虽然我对人类的自大向来嗤之以鼻，但又对人类穿越星际充满信心……而让这一切看似矛盾却又有奇迹发生的底层本质，就是这两个字的力量：

基因。

目录

Chapter 1

- 1 基因，这么讲我就懂了

Chapter 2

- 13 演化，历程都在序列里

Chapter 3

- 23 繁衍，种群延续靠基因

Chapter 4

- 29 大脑，真有自由意识吗

Chapter 5

- 41 性别，原来是一种博弈

Chapter 6

- 47 搞笑，神奇基因段子多

Chapter 7

- 63 突变，遗传疾病何时了

Chapter 8

- 77 癌症，众病之王已不久

Chapter 9

- 85 死亡，其实就是个程序

Chapter 10

- 95 称王，地球老大微生物

Chapter 11

105 菌群，谢谢你们真给力

Chapter 12

125 攻防，你高一尺我一丈

Chapter 13

143 测序，生命天书终破译

Chapter 14

157 伦理，基因操控面面观

Chapter 15

181 升维，生物开启新计量

Chapter 16

191 探索，未来生命畅想曲

Chapter 17

211 未来，基因即因一起来

Chapter 1

基因， 这么讲我就懂了

整体来讲，基因即“基本的因素”，构成了我们生命活动最基本的语言，代表了我们的生命密码的物质基础，携带着我们生命世代得以保留的信息。

提到基因，我们自然会想到核酸、DNA等概念，其实这三者的物质基础十分相近，就像水、水蒸气和冰的关系，它们本质上都是由同样的要素构成，只是在不同学科或领域的叫法不同。

什么是基因？

DNA属于核酸的一种，核酸可以分为脱氧核糖核酸和核糖核酸。DNA是脱氧核糖核酸（Deoxyribonucleic Acid）的英文缩写，携带着遗传信息。而RNA是核糖核酸（Ribonucleic Acid）的英文缩写，在体内主要引导蛋白质的合成。A、T、C、G四种碱基构成DNA螺旋结构，符合右手螺旋法则。这种螺旋结构在我们生活中也十分常见，比如旋转楼梯。这样的结构保证了能量最低、长久且持续的稳定性。而RNA则是单链结构，缺乏稳定性，例如RNA病毒，相对更容易发生变异。

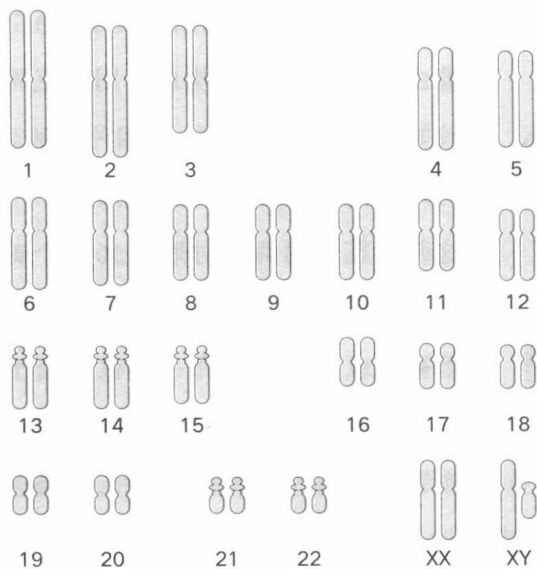


RNA单链结构

我们每个人的基因组大小约3Gb，即意味着由30亿个碱基对构成，用扑克牌来比喻比较好理解。A、T、C、G四种碱基对应扑克牌的四种花色，且A只能匹配T，C只能匹配G，这四种花色两两配对形成30亿个碱基对，这30亿对碱基在我们的生殖细胞（精子或卵子）里被分成了23摞，每一摞就相当于一条染色体，这些染色体就是遗传信息的载体。正常人体细胞的染色体共有23对，46条，一半来自父亲，一半来自母亲；其中有22对常染色体，1对性染色体，性染色体是XY即为男性，XX即为女性。

人类染色体核型分析

人类的遗传物质从染色体层面上讲，可以叫作染色体组，“组”的意思就是所有染色体在一起。但如今的研究能力使得科学家们更多地从基因层面上进行分析，称其为“基因组”，即把所有的基因一起研究，因而这个研究的分辨率和精细度就大大提升了。这些染色体、基因都是由DNA构成的，基因就代表其中一段有意义的序列，此外还有一些调控序列，调控序列是控制基因表达的DNA片段。



人类染色体核型分析

结构决定功能。碱基配对、DNA双螺旋结构这些精妙的结构都来自亿万年的生命演化。而碱基在关键位置细微的不同就会出现基因突变，进而导致表现出的性状发生变化。每个人在出生时，就好比是抓了一手扑克牌，但请注意我们要按照生命的规则出牌，并不是随便怎么出都是有意义的，比如“10、J、Q、K、A”这是一连串的顺子，都出完就打赢了。但是如果发生了基因突变，手里的牌变成了“9、10、Q、K、A”，这就不是顺子了，很可能就会造成出生缺陷、恶性肿瘤，或者罹患各种传染疾病、感染疾病。

因此，整体来讲，基因即“基本的因素”，构成了我们生