



T H E G E N E

# 基因传

众生之源

AN INTIMATE HISTORY

[美] 悉达多·穆克吉 著

马向涛 译

T H E G E N E

# 基因传

众生之源

A N I N T I M A T E H I S T O R Y

[美]悉达多·穆克吉◇著

马向涛◇译

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

基因传 / (美) 悉达多·穆克吉著; 马向涛译. --  
北京: 中信出版社, 2018.1  
书名原文: The Gene: An Intimate History  
ISBN 978-7-5086-8242-6

I. ①基… II. ①悉… ②马… III. ①基因—普及读  
物 IV. ①Q343.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第248252号

The Gene: An Intimate History  
Copyright © 2016, Siddhartha Mukherjee  
Simplified Chinese translation copyright © 2017 by CITIC Press Corporation  
ALL RIGHTS RESERVED  
本书仅限中国大陆地区发行销售

## 基因传

著 者: [美] 悉达多·穆克吉

译 者: 马向涛

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: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 880mm×1230mm 1/16

印 张: 38.75 字 数: 540千字

版 次: 2018年1月第1版

印 次: 2018年1月第1次印刷

京权图字: 01-2017-6214

广告经营许可证: 京朝工商广字第8087号

书 号: ISBN 978-7-5086-8242-6

定 价: 88.00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

献给生活的勇者普里亚巴拉·穆克吉（1906—1985）

缅怀早年优生学的受害者卡丽·巴克（1906—1983）

遗传规律的精准不仅颠覆了我们的世界观，同时也成为人类征服自然界的强大武器，而这种超凡的预见力令其他任何学科均相形见绌。<sup>1</sup>

——威廉·贝特森（William Bateson）

究其根本，人类不过是携带基因的载体与表达功能的通路。基因是自然界万物生长的源泉，而我们就像是风驰电掣的赛马，在转瞬间前赴后继薪火相传。它们的组成与世间的善恶无关，同时也不会受到人情冷暖的影响。我们只是这些遗传物质最终的表现形式。因此如何提高遗传效率才是唯一需要考虑的问题。<sup>2</sup>

——村上春树，《1Q84》

序言

## 骨肉同胞

你的身体里流淌着祖先的血脉。<sup>1</sup>

——墨奈劳斯 (Menelaus), 《奥德赛》(The Odyssey)

你的生身父母，他们应负责任。

尽管并非有意，但是事与愿违。

他们把自身的缺憾全部赋予你。

而你不甘寂寞，平添不少毛病。<sup>2</sup>

——菲利普·拉金 (Philip Larkin),

《这就是诗》(This Be The Verse)

2012年冬季，我从德里起身前往加尔各答去探望堂兄莫尼 (Moni)。在这次旅途中，父亲既是向导也是旅伴，可是我看到他始终一副愁眉不展且郁郁寡欢的样子，仿佛内心被痛苦笼罩。父亲共有兄弟五人，他在家中排行老小，而莫尼是大哥的儿子，也是父亲的第一个侄子。2004年，当时40岁的莫尼被诊断为精神分裂症，从那以后他就没有离开过精神病医院（父亲将其称为疯人院）。莫尼长期服用各种抗精神病药与镇静剂，因此他每天都需要在护工的照料下洗澡和进食。

父亲始终不肯接受莫尼患有精神分裂症的诊断。在过去这些年里，他锲而不舍地与那些为莫尼诊治的精神科医生多次交锋，希望能够让他们相信这个诊断是个巨大的错误，或许他只是期待莫尼破碎的心灵可以神奇自愈。父亲曾经两次来到这家位于加尔各答的精神病院探视，其中有一次并未提前通知院方，他渴望看到一个脱胎换骨的莫尼正在铁栅栏门后平静地过着正常生活。

但是我与父亲都明白，他不远千里去探望莫尼不只是出于长辈的关爱。在父亲的家族里，莫尼并非唯一患有精神疾病的成员。父亲的四位兄长中有两位（不包含莫尼的父亲，而是莫尼的两位叔父）均存在不同类型的精神问题。由此看来，精神疾病已经在穆克吉家族中至少延续了两代，父亲之所以不愿接受莫尼患病的事实，至少有部分原因在于他已经意识到问题的严峻性，也许某些病灶就像有毒废物一样正潜伏在体内。

1946年，父亲的三哥拉杰什（Rajesh）在加尔各答英年早逝，年仅22岁。按照家人的描述，拉杰什冒着冬雨连续锻炼了两个晚上，后来被凶险的肺炎夺去了生命。其实肺炎只是他所患原发疾病的并发症。拉杰什曾经是五兄弟中的佼佼者，不仅天资聪慧而且仪表堂堂，深受父亲及其他家人的爱戴。

祖父去世的时间比拉杰什要早10年，他于1936年在一场涉及云母矿的争斗中死于非命，只留下祖母独自抚养五个年幼的儿子。虽然拉杰什并非家中长子，但是他义无反顾地担当起父亲的角色。当时他只是个12岁的男孩，可是表现得却像22岁的人一样成熟：艰苦的生活造就了坚强的意志，他已经摆脱了少不更事的彷徨，表现出成年人的成熟稳重。

根据父亲回忆，从1946年夏季开始，拉杰什的行为开始出现异常，仿佛他脑子里的某根电线发生了短路。拉杰什性格中最明显的变化是脾气秉性陷入反复无常：喜讯会使他欣喜若狂（只有通过剧烈的体育运动才能让情绪恢复平静状态），而噩耗会让他悲伤欲绝。尽管情绪在

一定范围内波动属于正常现象，但是极端的情绪波动就需要引起警惕了。到了那年冬季，拉杰什极端的情绪波动不仅在发作频率上与日俱增，而且严重程度也愈演愈烈。这种阵发性的冲动会转化为愤怒与狂妄，其症状会随着间歇期的缩短而日益严重，当情绪趋于平静后，又会陷入极度的悲伤。拉杰什加入了某个神秘组织，这些成员会在家里举行降神会仪式（一种和死者沟通的方式）并占卜吉凶，拉杰什也会在夜间与朋友们去火葬场打坐冥想。我不知道他是否吸食毒品，而在20世纪40年代，位于加尔各答的唐人街大烟馆里充斥着缅甸鸦片与阿富汗大麻，当时的年轻人认为吸毒可以舒缓紧张的神经。父亲记得三哥就像变了一个人：他时而惊恐万状，时而横冲直撞，其情绪变化犹如过山车般跌宕起伏，某天早上可能突然勃然大怒，但过后又可能表现为欣喜若狂（从字面上解释，欣喜若狂这个词反映了某种无邪的情感，是内心喜悦的自然流露。可是它也明确标明了界限，警示我们要理智把握分寸。欣喜若狂是正常情绪波动的上限，如果出现更加极端的情况，那么就只剩下疯癫与狂躁）。

就在被肺炎击倒的前一周，拉杰什获知自己的考试成绩在学院中名列前茅，于是兴高采烈地跑到外面住了两个晚上，据说是去某个摔跤训练营参加体能训练。然而当他回家后就开始发高烧并出现了幻觉。

几年以后当我在医学院学习时，突然意识到拉杰什很可能正饱受急性躁狂期的折磨。他几近崩溃的精神症状非常符合教科书中描写的躁郁症（双相障碍）。

※※※

1975年，父亲的四哥贾古（Jagu）来到德里与我们共同生活，那时候我正好年满5岁，当时他的精神也处于恍惚迷离的状态。四叔身材修长且瘦骨嶙峋，他蓬乱的头发已经久未修剪，冰冷的眼神多少有些令人生畏，看上去就像是西孟加拉邦版本的摇滚乐明星吉姆·莫里森



(Jim Morrison)。贾古从小就是个问题儿童，这与20多岁才发病的拉杰什不同。他拙于社交且性格孤僻，既不能正常工作也无法生活自理，唯一可以依赖的人就是我的祖母。到了1975年，他的认知障碍逐渐加重：开始出现幻视、幻觉与幻听（脑子里总有个声音在指点他该做哪些事）。贾古前后虚构了数十起针对他的阴谋，例如屋外售卖香蕉的小贩正在偷偷记录他的行踪。他常常自言自语，特别痴迷于背诵自编的列车时刻表（乘卡尔卡邮车由西姆拉到豪拉，再从豪拉转乘斯里·贾甘纳许快车到普里）。尽管贾古的精神状态上下波动剧烈，但是他还是会不经意间表现出温柔善良的一面。我曾经失手将家中珍藏的威尼斯花瓶打碎，而贾古连忙让我躲在他的被褥下面，然后才去告诉我的母亲他自己藏着“许多私房钱”，其金额足以赔偿“一千个”花瓶。其实贾古的表现是种病态的精神症状，这种慷慨仗义后面隐藏的是精神失常与虚构情节的事实。

贾古的情况与从未被正式确诊的拉杰什不同。20世纪70年代末期，贾古在德里被诊断为精神分裂症，但是接诊医生并未提出任何治疗方案。此后贾古就一直住在家里，他终日躲在祖母的房间里深居简出（像许多印度家庭一样，祖母会与我们共同生活）。祖母为了操持这个家已经是呕心沥血，可是她现在被迫要面对更为残酷的现实，在本该颐养天年的时候担当起照顾贾古的重任。差不多在10年之间，祖母与父亲彼此达成了某种默契，即由她来照料贾古的起居、饮食与衣着。当贾古在黑夜中被恐惧和幻想折磨得烦躁不安时，祖母会把他像孩子一样轻轻放倒在床上，并且用她那温暖的手掌抚摸贾古的额头。1985年，祖母溘然长逝，随后贾古突然不辞而别，无论谁去劝说也不肯回来。他在德里加入了某个宗教组织，避世绝俗直到1998年离世。

※※※

父亲与祖母均认为印巴分治是导致贾古和拉杰什精神异常的罪魁

祸首，原本国家间的政治悲剧最终演变为个体的精神创伤。他们明白印巴分治不仅是领土的分割，更是人们精神世界的瓦解；萨达特·哈桑·曼塔（Saadat Hasan Manto）是巴基斯坦著名剧作家，他的短篇小说《托巴特辛》（*Toba Tek Singh*）被公认是反映印巴分治的巅峰之作，书中的男主角是一位徘徊在印巴边境的精神病患者，他每天都在清醒与疯癫的牢笼中挣扎。尽管贾古与拉杰什的表现截然不同，但是祖母坚持认为，席卷东孟加拉到加尔各答的动荡与剧变严重损害了他们的心智。

当拉杰什于1946年抵达加尔各答时，这座城市正在迅速失去理智的控制，人们的精神状态异常躁动，曾经的亲情被抛在脑后，就连相互的包容也已荡然无存。来自东孟加拉的男女老幼源源不断涌入加尔各答，他们已经提前预感到可怕的政治风暴即将来临，逃难的人们挤满了锡尔达车站附近的低矮住宅和廉租公寓。祖母也是众多穷苦百姓中的一员，她在距离火车站不远处的哈亚特汗街租下了一套三居室。虽然每个月的房租只有55卢比，按照目前的汇率计算大约相当于1美元，可是依然让整个家庭背上了沉重的负担。屋子的外面正对着一个垃圾堆，而几间卧室相互重叠在一起就像是打闹中纠缠在一起的小孩儿。所谓的房间非常狭小，只有那些破旧的窗户与屋顶通向外界，这些男孩就是在这里见证了一个新的国家与城市的诞生。暴乱的阴影笼罩了大街小巷。1946年8月，印度教徒与穆斯林之间爆发了严重的流血冲突（史称“加尔各答大屠杀”），5000人惨死于骚乱，10万人流离失所。

拉杰什在那个夏季目睹了许多惨无人道的暴行。在拉尔巴扎，印度教徒把穆斯林从商店和办公室里拖出来，残忍地将他们当街开膛破肚，随后穆斯林也开始用同样的手段进行报复，他们在拉尔巴扎与哈里森路交界处的鱼市大开杀戒。暴乱平息之后，拉杰什的精神随即崩溃。尽管这座城市重新恢复了往日的喧嚣，但是却给拉杰什留下了永久的伤痕。大屠杀发生后，他就开始连续不断地出现幻觉和妄想。此后拉杰什的行为变得愈发诡异，晚上去体育馆的次数也明显增多。终

于有一天，拉杰什的疾病全面暴发，他出现了躁狂发作的症状，同时体温也变得忽高忽低。

祖母认为，如果拉杰什的躁狂发作与水土不服有关，那么贾古的精神失常就是源自背井离乡。他的前辈们世代生活在巴里萨尔附近的德尔哥蒂村，而贾古的内心世界多少会眷恋与亲朋好友其乐融融的日子。他本可以像其他正常的孩子一样无忧无虑地享受生活，时而飞奔在田间地头，时而跳进水坑嬉戏玩耍。可是在加尔各答，贾古就像是被连根拔起的植物，在失去自然环境的滋养后成了枯枝败叶。他从学校辍学后总是站在卧室的某扇窗前，眼神茫然地凝视着外面的世界。贾古的逻辑思维开始出现错乱，就连语言交流也变得十分困难。当拉杰什的精神状态已经处于风雨飘摇的边缘时，贾古却默不作声地蜷缩在卧室的角落。拉杰什经常会在夜间四处游荡，而贾古则终日把自己关在房间里。

※※※

假如根据上述经验就可以对精神疾病（拉杰什属于“城市型”，而贾古归于“乡村型”）进行分类，那么这种直观的方法倒是简单明了，但是当莫尼的精神状态也出现异常后，这种主观臆测就站不住脚了。很明显，莫尼不属于上述任何一种类型。他自幼就生活在加尔各答，一直过着衣食无忧的生活。然而令人不解的是，他精神失常的症状与贾古如出一辙。莫尼从青春期开始出现幻视与幻听。他喜欢一个人独处，也会夸大其词虚构事实，表现为定向障碍以及思维混乱，所有这些都让人不由自主地联想到叔父贾古。莫尼十几岁时曾来德里到我家串门。我们本来约好一起去看电影，可他却把自己锁在楼上的浴室里死活不肯出来，就这样僵持了快一个小时，直到奶奶出面他才同意开门。当她在浴室中找到莫尼时，他正蜷缩在角落努力把自己藏起来。

2004年，莫尼曾遭到一群流氓的殴打，据说起因是他在公园里随

地小便（他对我说大脑里有个声音命令他“在这里撒尿，就在这里撒尿”）。几周之后，莫尼又犯下了一起令人瞠目的“重罪”，他居然与伤害他的某个流氓的妹妹调情（他再次强调这是大脑里的声音在下命令），而这种行为也成为他失去理性的证据。莫尼的父亲曾经试图干预，但是没有起到任何效果，就在此时，莫尼再次遭受毒打，导致嘴唇开裂与前额受伤，被紧急送往医院接受治疗。

尽管这种攻击只是流氓恶棍的肆意发泄（根据警方的笔录，这些施暴者后来坚称，他们只是想把“莫尼体内的恶魔驱赶出来”），可是莫尼大脑中发出的病态指令却“络绎不绝”。那年冬季，幻觉与幻听再次导致莫尼的精神崩溃，从此他再也没有离开过精神病医院。

莫尼曾经对我说，住院治疗并非完全自愿，与其说在这里接受精神康复训练，还不如说是在寻求身体庇护。尽管他接受抗精神病药物联合治疗后症状逐渐好转，但是显然未达到出院的标准。就在莫尼住院几个月之后，他的父亲抱恨而去。莫尼的母亲已于多年前故去，而姐姐作为唯一的亲人又住得很远，他觉得出院后无依无靠，于是莫尼决定留在医院。精神病医院在历史上曾经被称为“精神病收容所”，虽然这种叫法并未得到精神科医生的认同，但是用于描述莫尼凄惨的境遇却是格外精准：他失去了基本的生活保障，而这里是唯一能够提供庇护与安全的地方。他就是一只自愿囚禁在笼内的小鸟。

2012年，父亲带我去医院探望分别将近20年的堂兄莫尼。即使如此，我内心依然期待着一眼就能认出他。我在会客室看到的这个人与记忆中的堂兄完全不同，要不是照顾他的护工确认了身份，我还以为眼前只是个陌生人。莫尼的相貌要比实际年龄成熟许多。他的实际年龄只有48岁，可是看上去似乎要苍老10岁。治疗精神分裂症的药物影响了平衡功能，他走起路来摇摆不稳，像个学步的儿童。莫尼以前说话的时候总是激情饱满且语速很快，而现在却是左顾右盼且时断时续：他在发音的时候需要用力蹦出每个单词，似乎要把塞到嘴里的食物吐出来。莫尼对父亲与我的记忆几近空白。当我提起妹妹的名字时，

他居然问我们两个是否结婚了。我们之间的谈话勉强维持着，好像我是一位突然到访的记者。

疾病带给莫尼最大的改变并不是精神的折磨，而是他那双空洞无神的眼睛。莫尼在孟加拉语里是“宝石”的意思，人们经常用这个词来形容事物超凡脱俗的美丽，也可以借此描绘双眸中闪烁的光芒。可是现在莫尼失去了最有价值的瑰宝。他的眼神变得黯淡无光，仿佛有人潜入他的眼睛，然后用画笔将它们涂成灰色。

### ※※※

我从小就明白家人始终牵挂着莫尼、贾古以及拉杰什的健康。我曾经受到青春期焦虑症的困扰，在那漫长的6个月里，我不与父母交流并且拒交作业，甚至还把旧书都当成垃圾扔掉。父亲对这种状况的担心溢于言表，他愁容满面地带我去找当初给贾古确诊的那位医生。难道自己的儿子也精神失常了？祖母80岁以后记忆力开始走下坡路，她开始喊错我的名字，管我叫拉杰什瓦尔，其实那是拉杰什名字的口误。起初，祖母会因此憋得满脸通红，然后主动纠正错误的叫法。但是随着祖母的健康状况每况愈下，她似乎开始心甘情愿地犯错，享受着幻想的妙不可言。当初次遇到现在的妻子萨拉时，我就把堂兄与两位叔父的病情和盘托出，并且反反复复对她讲了四五遍。为了彼此坦诚相待，我必须把相关风险向未来生命的伴侣如实相告。

在那个阶段，家里人谈论的主要话题就围绕遗传、疾病、正常、家庭以及个性展开。就像大多数孟加拉人一样，我的父母矢口否认家族成员罹患遗传病的可能，但是即便如此，他们依然无法回避这段特殊历史中存在的疑点。莫尼、拉杰什与贾古：他们三个人被不同类型的精神病彻底拖垮。这不得不令人怀疑家族成员体内是否隐藏着疾病的遗传组分。难道莫尼遗传了某个基因或是某组基因，而这些影响两位叔父健康的基因使他也具有易感性？家族中的其他成员是否会受到

精神病的影响？父亲也曾经历过至少两次心因性神游症，其诱因都与饮用大麻酸奶有关（大麻酸奶是一种用于宗教节日的饮品，先把大麻花苞捣碎，然后融化在精炼的奶油里搅拌至起泡）。那么心因性神游症是否与家族遗传病史有关呢？

※※※

2009年，瑞士研究人员发布了一项大型国际研究结果，研究对象包含数千个家庭与数万名男女。通过分析那些两代人均罹患精神病的家庭，他们发现了躁郁症与精神分裂症之间在遗传上存在紧密联系。研究中描述的部分家庭与我的家族遇到的情况相似，其家族成员都会受到精神病交叉遗传的危害，即如果某位家族成员患有精神分裂症，而另一位成员患有躁郁症，那么他们的侄子或者侄女也会患有精神分裂症。2012年，又有几项纵深研究印证了最初的发现，同时进一步阐明了不同类型精神病与家族史之间的关系，并且深化了病原学、流行病学、触发器与诱发因素等方面的相关探索。<sup>3</sup>

那是一个冬日的清晨，我在纽约地铁上读完了上述研究中的两篇报告，此时距我从加尔各答返回已经过去了好几个月。就在狭窄的车厢通道里，有一位戴着灰色裘皮帽子的父亲正在强迫儿子戴上同样的帽子。当我经过第59大街时，眼前走过一位推着婴儿车的母亲，车里的一对双胞胎正在咿呀学语，可是对于我来说只是吱哇乱叫。

该研究结果具有不可思议的心灵慰藉作用，它回答了某些困扰了父亲与祖母多年的疑问。但是这也激发了一连串的新问题：假如莫尼患有遗传病，那么为什么他的父亲和姐姐却得以幸免？什么是“触发”这种遗传倾向的诱因？贾古或莫尼的病症有多少由“先天”因素（例如基因造成的精神疾病遗传倾向）决定，又有多少受到“后天”因素（社会动荡、反目成仇以及心理创伤都是环境触发器）的影响呢？父亲是否也携带这种遗传易感性？我本人也是携带者吗？假如我了解这种

遗传缺陷的危害又该怎么面对呢？是要对自己进行检查还是动员我的两个女儿也参与呢？我是否应该告诉她们检查结果呢？假如她们两人之中有一位是携带者，那么我又应该如何面对呢？

※※※

家族精神病史在脑海中留下了烙印，我作为癌症生物学家所从事的工作也恰好聚焦在研究基因功能正常与否的领域。癌症发病机理也许是对传统遗传学理论的终极颠覆。某个基因组会疯狂地展开病理性自我复制，这种“热衷”于自我复制的基因组“机器”控制了细胞的生理机能，最终演变成为形态各异的顽疾。尽管我们在癌症研究上已经取得重大进展，可是人类至今尚无法有效治疗或者治愈这种疾病。

然而我在癌症研究过程中意识到，只有了解事物的正反两面才能深刻领悟其内在机制。那么在遗传物质被癌症破坏之前，正常基因编码是什么样子呢？正常基因组在此过程中又发挥了什么作用？它们是如何保持稳定，使我们具有可识别的相似性，又是怎样发生变异，使我们能够区分彼此呢？换句话说，稳定与变异、正常与异常是由什么来决定并被写入基因组的呢？

假如我们能够掌握定向改变人类基因编码的技术呢？如果这样的技术切实可行，那么谁有权力支配它们并且确保安全呢？谁将成为此类技术的主导者，而谁又会成为它的牺牲品？无论是谁获得与掌控了这种知识，我们的个人与公共生活都将不可避免地受到影响，谁又能保证我们对于社会、子女以及自身的想法不会发生改变呢？

※※※

“基因”既是遗传物质的基本单位，也是一切生物信息的基础。本书讲述了基因这个科学史上最具挑战与危险的概念的起源、发展与未来。

我使用“危险”这个形容词来表述并非危言耸听。在整个 20 世纪中，“原子”“字节”以及“基因”这三项极具颠覆性的科学概念得到迅猛发展，并且成功引领人类社会进入三个不同的历史阶段。<sup>4</sup> 尽管这些概念在 19 世纪时就为人们所预见，但是直到 20 世纪它们才发出耀眼的光芒。这些概念在问世之初只是为了解决某个具体问题，可是它们后来却渗透到生活的方方面面，最终对文化、社会、政治以及语言产生了巨大影响。截至目前，这三项概念在结构上竟有惊人的相似之处，其框架均由最基本的组织单元构成：例如原子是物质的最小单元，字节（或比特）是数字信息的最小单元，而基因则是遗传与生物信息的最小单元。<sup>[1]</sup>

为什么这些最小可分单元聚沙成塔的属性充满了独特的魅力？其实答案非常简单——由于物质、信息与生物均具有固定的内在结构，因此只要理解最小单元组成就可以把握整体情况。诗人华莱士·史蒂文斯（Wallace Stevens）曾经写道：“化零为整，化整为零。”<sup>5</sup> 他指的是语言表达中的整体与局部的关系：尽管句子本身的含义要比每个单词更为丰富多彩，但是你只有在理解每个单词的基础上才能读懂整句话的意思。而基因作为遗传物质的基本单元也会遵循这个道理。任何一个有机体的结构都要比组成它的基因复杂，但是你只有先了解这些基因才能领悟其玄妙之处。19 世纪 90 年代，当荷兰生物学家雨果·德·弗里斯（Hugo de Vries）偶然接触到基因概念时，他敏锐地意识到人们对于自然界的认知将发生翻天覆地的变化。“数量相对较少的某些因子经过不计其数的排列组合后形成了整个有机世界……就像研究物理与化学需要回归到分子与原子层面一样，我们需要通过生物科

[1] 这里提到的字节是一个比较复杂的概念，不仅是指人们熟悉的计算机存储容量单位，而且还具有更为普遍与神秘的意义，自然界中所有事物的信息都可以看作独立单元累加的结果，其基本状态也就包含了“开”和“关”两种模式。如果想要详细了解字节的概念以及它对自然科学与哲学的影响，那么请参考詹姆斯·格雷克（James Gleick）的作品《信息简史》（*Information: A History, a Theory, a Flood*）。该理论曾于 20 世纪 90 年代得到著名物理学家约翰·惠勒（John Wheeler）的力挺：“我们可以通过回答是或否这种二元选择来解释粒子、力场，甚至时空连续的功能、意义以及存在。总而言之，该理论认为所有的物质都起源于信息论。”字节与比特只是人们发明的符号，而在数字化信息理论的背后却是精妙的自然法则。——作者注（下文如无特别说明，均为作者注）



学手段来了解基因在大千世界中发挥的作用。”<sup>6</sup>

原子、字节以及基因概念问世后，人们对于它们各自相关的领域从科学性与技术性上都有了新的认识。如果不从原子层面探寻物质的类型，那么人们将无从解释物质的这些现象。例如为什么金子会发光？为什么氢气遇到氧气会燃烧？如果不了解数字信息的组成结构，那么人们亦无法理解计算机运算的复杂性。例如算法的本质是什么？数据保存与破坏的机理是什么？某位 19 世纪的科学家曾经这样写道：“直到人们发现物质构成的基本元素后，炼金术才能被称为化学。”<sup>7</sup> 基于同样的原因，我在本书中的观点也非常明确，人们只有在充分理解基因概念的基础上，才可能领悟有机体与细胞的生物学特性或演化规律，并且对人类病理、行为、性格、疾病、种族、身份或者命运做出判别。

但是新概念的应用也会带来潜在的风险。例如掌握原子科学是控制核反应的先决条件（人类却通过操控核反应制造出了原子弹）。随着我们对基因概念的了解不断加深，人类在尝试操纵有机体的技术和能力方面都有了长足进展。我们发现遗传密码的本来面貌竟然如此简单：人类的遗传信息仅通过一种分子并按照单一编码规律即可世代相传。著名遗传学家托马斯·摩尔根（Thomas Morgan）曾经这样写道：“遗传学的基本原理是如此简明扼要，我们相信可以实现改变自然的梦想。而人们以往对于遗传规律的神秘感不过是一种错觉罢了。”<sup>8</sup>

目前人们对于基因的理解已经日臻完善，并且由此摆脱了实验室阶段的束缚，我们开始有目的地在人类细胞中进行研究与干预工作。染色体是细胞中携带遗传物质的载体，其外形好似细长的纤维，上面携带成千上万个以链状结构相连的基因。<sup>[1]</sup> 人类共有 46 条染色体，其中 23 条来自父亲，另外 23 条来自母亲。基因组指的是某个有机体携带的全套遗传信息（可以把基因组当作一部收录所有基因的百科全书，其中涵盖了注释、说明与参考文献）。人类基因组大约包括 21 000 至

[1] 对于某些细菌体而言，其染色体呈环状结构。