

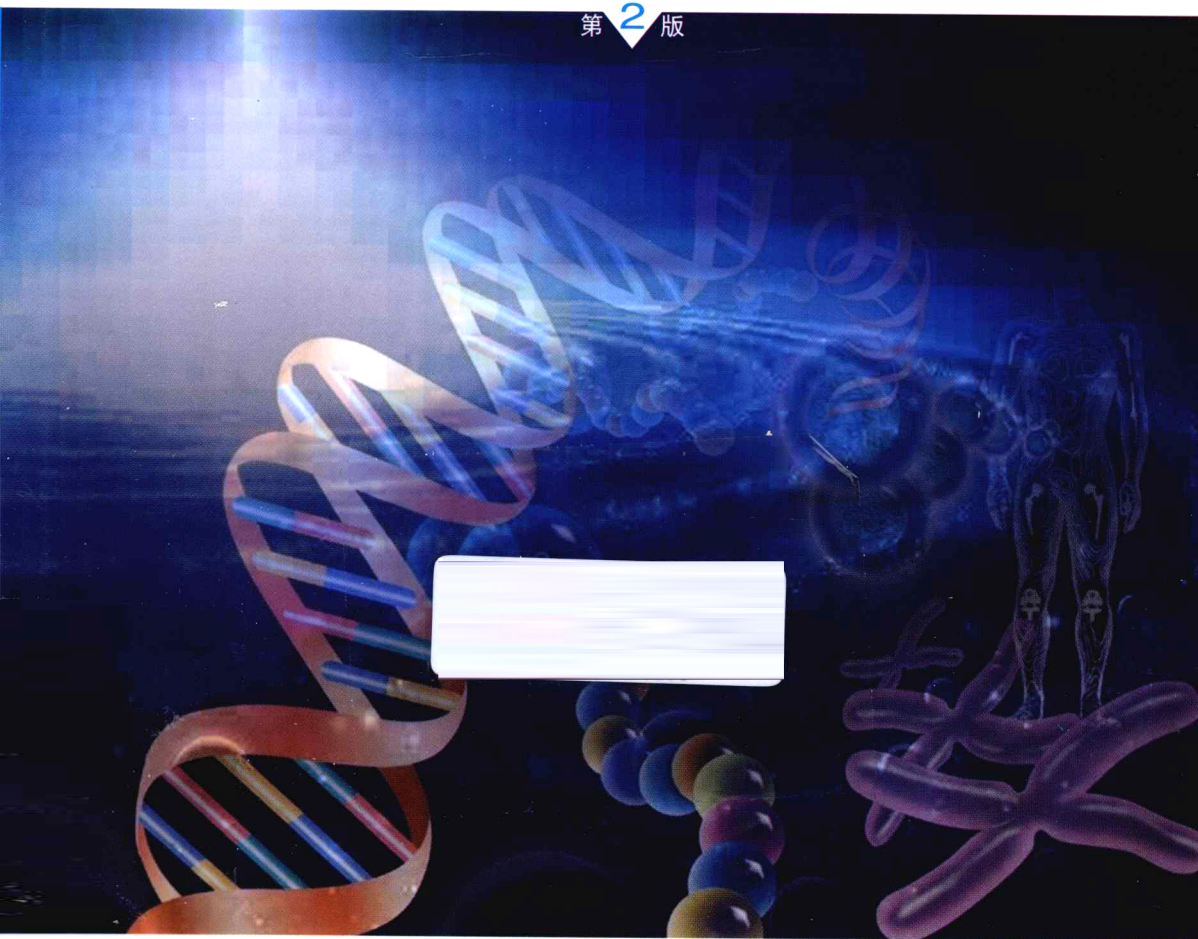
SCIENCE MASTERS


科学大师佳作系列

基因之河

[英] 理查德·道金斯 著
王直华 岳韧锋 译 钟香臣 校

第 2 版



 上海科学技术出版社

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



中国科学院遗传研究所 中国科学院基因组研究所

基因之河

THE RIVER OF GENES
FROM CHINA TO THE WORLD



中国科学院遗传研究所

中国科学院基因组研究所
GENOME RESEARCH CENTER

 科学大师佳作系列

基因之河

(第2版)

[英] 理查德·道金斯 著

王真 岳劭 译

钟睿臣 校

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

基因之河/(英)道金斯(Dawkins, R.)著;王直华,
岳韧锋译.—2版.—上海:上海科学技术出版社,2012.12
(科学大师佳作系列)

ISBN 978-7-5478-1600-4

I. ①基… II. ①道… ②王… ③岳… III. ①基因—普
及读物 IV. ①Q343.1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 300120 号

River Out of Eden

Copyright © 1995 by Richard Dawkins

Chinese (Simplified Characters) Trade Paperback Copyright © 2008

By Shanghai Scientific & Technical Publishers.

Published by arrangement with Brockman, Inc.

ALL RIGHTS RESERVED.

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销
苏州望电印刷有限公司印刷

开本 700×1000 1/16 印张 8.75

字数:175 千字

2012 年 12 月第 2 版 2012 年 12 月第 3 次印刷

ISBN 978-7-5478-1600-4/N·39

定价:16.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

谨以此书纪念亨利·道金斯（1921 ~
1992），牛津大学圣约翰学院教授，一位明断事
理的大师

前 言

大自然，
看上去
是个通俗的名字。
在它的名下，
数十亿
数十亿
数十亿粒子，
数百万
数百万
数百万次，
玩着
它们的
无尽的游戏。

皮特·海因(Piet Hein)

皮特·海因的这首短诗记述了传统的早期物理世界。但是当跳跃的原子小球偶然撞到一起时，组成了一种具有某种单纯特性的物体，重大的事件在宇宙中发生了。这种单纯的特性，是指这种物体的自我复制能力，即：这些物体能够利用周围的物质，把自己再一模一样地“拷贝”出来，在这个过程中偶尔也会出现有某些小

缺点的“复制品”。在这次发生于宇宙某处的独一无二的事件之后,随之而来的便是“达尔文的自然选择”,于是,在我们这个星球上出现了一幕奇特华丽的表演,我们把它称为“生命”。如此众多的事实,被如此少量的假设所解释,这种情形从未有过。达尔文学说不仅仅掌握了绰绰有余的解释能力。生命自我复制所遵循的法理简洁有力,具有诗一般的美感。这种美感甚至超越了最使人难以忘怀的关于世界起源的神话。我写这本书的目的之一,就是要对达尔文生命论的鼓舞力给予充分的承认。线粒体夏娃比神话传说中的夏娃更富有诗意。

生命的特征,用大卫·休谟(David Hume)的话来说,“最使曾经充满期望的人们着迷般地赞赏它”的是由一些元件组成的、能够完成某种明确意向的结构。达尔文称这种结构为“极端完善和复杂的器官”。地球生命的另一个特征,也给我们留下深刻的印象,那就是它们丰富的多样性。就估计的物种数量而言,创造生命的方式就有几千万种。我写此书的另一目的,就是让读者理解,所谓“创造生命的方式”这种说法,与“向后世传递 DNA 编码文本的方式”是同义语。我所说的“河”,是 DNA 之河,它流经地质时代并出现分流,那陡峭的河岸控制着每个物种的遗传游戏。“DNA 之河”的比喻是一种有效的解释问题的方法,它有令人惊异的说服力。

从某种意义上来说,我所写的书都致力于阐述和探索具有无限威力的达尔文进化论原理。只要有足够的时间,让原始的自我复制的结果呈现出来,达尔文主义的威力随时随地都会释放出来。《伊甸园之河》继续执行这一使命,并从宇宙的高度,讲述简单的原子撞击游戏中发生复制现象之后,接着发生的故事。

在本书的写作过程中,我有幸得到各方面人士的支持、鼓励和建议,以及建设性的批评,他们是:迈克尔·伯基特(Michael

Birkett)、约翰·布罗克曼(John Brockman)、史蒂夫·戴维斯(Steve Davies)、丹尼尔·丹尼特(Daniel Dennett)、约翰·克雷布斯(John Krebs)、萨拉·利平科特(Sara Lippincott)、杰里·莱昂斯(Jerry Lyons),特别是我的妻子拉拉·沃尔德(Lalla Ward)。本书中有一些段落曾在别处发表过,在这里引用时又做了加工。第一章中关于数字计算机和模拟计算机代码的那些叙述,摘自我发表于《观察家》(*The Spectator*, 1994年6月11日)的一篇文章。第三章中记述了丹·尼尔森(Dan Nilsson)和苏珊娜·佩尔格(Susanne Pelger)关于眼睛进化的研究,部分取材于我撰写的“新闻与展望”[《自然》杂志(*Nature*), 1994年4月21日]一文。我要感谢这两本刊物的编者允许我引用上述文章。

目 录

第一章	数字之河	1
第二章	非洲人和她的后代	25
第三章	暗中为善	47
第四章	上帝的实用功能	75
第五章	生命的复制大爆炸	107

第一章



数字之河

任何民族,都有关于他们部落列祖列宗的英雄传说。这些传说,往往形成他们的宗教崇拜。人们敬畏甚至崇拜自己的祖先,因为正是他们的祖先,而不是那些超自然的神灵,掌握着揭示生命奥秘的钥匙。生命诞生后,大多数在长成之前就死了;能达到成年并繁殖后代的只是少数;能够繁殖千代的,更是极少数。这少数中的极少数,是元祖中的精华,他们才是以后世世代代后人的真正祖先。祖先虽少,后代众多。

现今所有活着的生物体,包括每一种动物和植物,所有的细菌和真菌,各种爬行类动物,还有本书的读者,都能回顾自己的祖先并骄傲地宣称:在我们的祖先中,没有一个是幼年夭折的。他们都活到了成年,每位找到了至少一个异性伙伴并交配成功*。我们的祖先,没有一个在有了至少一个孩子之前就死于敌手,或死于病毒侵染,或死于失足坠崖。我们祖先成千上万的同龄人,有很多就是由于这些原因而不幸殒命。然而,我们的每个祖先都逃脱了这种厄运。上面的陈述是再明白不过的了,然而还远不止这些。还有很多事既难以理解又出人意料,或者既清楚明了又让人惊异。所有这些都是本书将要讨论的内容。

* 严格地讲,例外的情况是存在的。有些动物,比如蚜虫,是无性繁殖。现在,采用人工授精之类的技术,人类不经交媾就可以有孩子,甚至,鉴于体外繁殖的卵子可以从女性胎儿体内取得,人类不等发育成熟即可生育。但就论题而言,我的观点的说服力并未减弱——原注

所有生物体的基因,都是从它们祖先那里继承的,而不是从列祖列宗那些失败的同代人那里遗传的。因此,所有的生物都有一种倾向,那就是拥有成功的基因。它们具备能够使它们自己成为祖先的那些东西,即生存能力和繁殖能力。这就是为什么生物都自然地会继承这样的基因,这些基因倾向于建造一个设计良好的机器——一个积极工作的机体,仿佛是在努力使自己成为一个祖先。这也正是为什么鸟儿那么善于飞翔,鱼儿那么善于游水,猴子那么善于攀缘,而病毒又是那么善于传播。这也正是为什么我们热爱生命,热爱性事,热爱孩子。这是因为我们所有的人无一例外地从延绵不断的成功祖先们那里继承了我们全部的基因。这个世界到处都有生物,而这些生物都具有那些能够使它们成为祖宗的东西。一句话,这就是达尔文的进化论。当然,达尔文的进化论远不止这些;而且,现在我们能说的就更多,这也就是为什么我们读的这本书没有到此止笔的原因。

这里,很自然会出现对上面这段话的误解,这是极有害的。它会使人认为,由于祖先们做了成功的事情,便产生了一种结果:它们传给它们孩子的基因,比它们从上一代那里继承的基因有了提高。有关它们成功的某种东西留在了基因中,这正是它们的后代所以善飞翔、善游水和善于求爱的原因。错了,大错特错了!基因不会在使用过程中得到改善,除非出现非常罕见的偶然错误,它们只是被按原样传下去。并非成功产生了好的基因,是好的基因创造了成功。任何个体在它一生中所做的一切,都不会对基因产生任何影响。那些生下来就具有好基因的个体,最有可能成长为成功的祖先,因此,与不良基因相比,好的基因更有可能传至后世。每一代就是一个过滤器、一个筛网:好的基因能够穿过筛网到达下一世代;不良基因则由于个体幼年夭折,或者没有后代而终止。或

许,不良基因有幸与好的基因同在一个身体之内,它们也可能通过一两代的筛选。然而,要一个接着一个地通过1 000个筛网,就不仅要有运气了。通过1 000个世代的逐次筛选之后,那些让生物体能经受筛选的基因,很可能就是好基因了。

我曾说过,那些经历一个接一个世代存活下来的基因,应该是曾成功地产生了祖先的基因。这话不错,然而也有明显的例外,需要在这里加以说明,以免造成误解。有些个体从本能上就不会生育,但它们似乎生来就是为了帮助把它们的基因传给下一代。工蚁、工蜂、白蚁中的工白蚁和黄蜂中的工黄蜂,都是不能生育的。它们辛勤劳动不是为了成为祖先,而是为了使它们有繁殖能力的亲属(通常是它们的姐妹和兄弟)成为祖先。这里有两点需要弄明白。第一,在任何一种动物中,姐妹兄弟共有相同基因的概率是很高的;第二,是外部环境,而不是基因,决定了一只白蚁是变成能生殖的白蚁,还是变成不能生殖的工白蚁。所有的白蚁,都带有这样一些基因,它们在某些环境条件下能使白蚁成为不能生殖的工白蚁;而在另外一些条件下变为有生殖力的白蚁。能生殖的白蚁把一些基因一代代传下去,这些基因能使得工白蚁帮助它们繁殖后代。工白蚁在基因的作用下辛勤工作,而这些基因的副本则存在于会生殖的白蚁体内。工白蚁这些基因拷贝竭尽全力帮助有生殖力的拷贝通过世世代代的筛选。工白蚁既可能是雄性的,又可能是雌性的;但在蚂蚁、蜜蜂和黄蜂中,做工的都是雌性。除此之外,原理上都是相同的。从广义上说,这种情况也表现在若干种鸟类、哺乳动物和其他动物中,它们中的兄长或姐姐在一定程度上抚育弟弟或妹妹。总而言之,基因取得穿过筛网的通行证,不仅靠那些自身将要成为祖先的个体,而且也靠着那些有亲属将成为祖先的个体的助力。

本书标题所说的河,指的是一条 DNA 之河,它是在时间中流淌,而不是在空间流淌。它是一条信息之河,而不是骨肉之河。在这条河中流淌的,是用于建造躯体的抽象指令,而不是实在的躯体本身。这些信息通过一个个躯体,并对其施加影响;然而信息在通过这些躯体的过程中却不受躯体的影响。这条河流经一连串的躯体,不仅不会受这些躯体的经历与成就的影响,而且也不受一个潜在的、从表面上看,更具威力的“污染源”的影响,那就是:性。

在你的每一个细胞中,都有一半基因来自你母亲,另一半基因来自你父亲,这两部分基因肩并肩地相依相伴。来自你母亲的基因与来自你父亲的基因最紧密地结合在一起,创造了你——他们的基因的不可分割的精妙混合体。但是来自双亲的基因本身并不融合,仅仅是发挥它们各自的作用,基因本身都具有坚实的完整性。进入下一代的时刻到来了,一个基因或者进入这个孩子的体内,或者不参与这样的行动。父亲的基因不会与母亲的基因混合,它们独立地完成重组。你身体内的一个基因,或者来自你的母亲,或者来自你的父亲。这个基因来自你的 4 位祖辈之一,而且仅仅来自他们中的某一位;进一步推论,这个基因来自你的 8 位曾祖辈之一,而且仅仅来自他们之中的某一位。依此规律,可以追溯到更远的世代。

我们谈到了一条基因之河,但是,同样我们可以说它们是通过地质年代行进的一队好伙伴。从长远的观点来看,繁殖种群的所有基因互相都是伙伴。从短期来说,这些基因存在于个体之内,而且与同享一个躯体的其他基因成为“临时的”比较密切的伙伴。只有基因善于组建个体,而这些个体又能在该物种所选择的特定生活方式下,很好地生存和繁殖,这些基因才能代代相传。为了能很好地活下去,一个基因必须与同一物种(同一条河中)的其他基因

良好合作。为了能长久地生存下去,一个基因必须是一个好伙伴。这个基因作为同一河流中其他基因的伴侣,或者在其他基因的背景下,它必须做得很好。其他物种的基因是在另外的河流之中。不同物种的基因不会在同一个体中共存,因此,从某种意义上来说,它们不必相处得很好。

作为一个物种,其特征是:任何一个物种的所有成员流过的基因之河都是相同的,而同一物种的所有基因都必须做好准备,相互成为良好的伙伴。当一个现有物种一分为二的时候,一个新的物种就诞生了。基因之河总是适时分出支流。从基因的角度来说,物种形成(即新物种的起源)便是“永别”。经历一个短期的不完全的分离之后,这支流与主流不是永远分道扬镳,就是其中之一或双方都趋向干涸、消失。两条河在各自的河道之内是“安全”的,通过性的重组,河水互相混合、再混合。但是,一河之水永远不会漫过自己的河岸,去污染另一条河流。一个物种分裂为两个物种之后,两套基因就不再互为伙伴了。它们不会再在同一个躯体中相遇,因此也就无从要求它们和睦相处。它们之间不再有任何交往。这里所说“交往”的字义是指两套基因各自的暂时载体——个体之间的性交。

为什么会发生物种分裂?是什么因素导致两套基因的永别?又是什么原因使得一条河流分成两条支流,并且互相疏远以至永不汇合?尽管在细节上尚有争论,但没有人怀疑这一观点,即,最主要的原因是由于偶然发生的地理上的分离。虽然基因之河是在时间中流淌,然而基因的重新配对,却是发生在实在的个体之内,而这些个体都在空间中占有一定位置。如果北美灰松鼠与英国灰松鼠相遇,它们是有可能交配并繁殖的。但是,它们不大可能相遇。北美灰松鼠的基因之河与英国灰松鼠的基因之河实际上被

4 800 千米宽的海洋隔开了。尽管人们认为,一旦有机会,这两支基因队伍仍然能够成为好伙伴,但事实上它们已经不再互为伙伴了。它们已经互道珍重,当然这还不是一次不可逆转的永别。但是如果照这样再分离数千年,这两条河就会漂离得非常远,以至如果这两种灰松鼠相遇的话,它们将不能再交换基因了。这里的“漂离”两字,说的不是空间上的分离,而是指它们已不能相容。

类似这样的事情,肯定也发生在以前灰松鼠和红松鼠分离之后。这两种松鼠已经不能杂交了。虽然在欧洲的有些地区它们同时存在,而且经常相遇,还在一起争夺坚果,它们已不能再交配产生具有繁殖能力的后代了。这两种松鼠的基因之河流得相距太远了,以致它们的基因在同一躯体中已不再能够互相合作了。许许多多世代以前,灰松鼠的祖先与红松鼠的祖先原本是相同的个体。但是,后来它们在地理上被分隔开了——把它们分开的,或许是山,或许是水,而最终是大西洋。于是灰松鼠的一套基因与红松鼠的一套基因分道而行。地理上的隔离导致它们在生育上缺乏适应性。好伴侣变成了坏伴侣。或者,如果做一个让它们交配的试验,它们将表现出不是好伙伴。坏伙伴会越变越坏,直至现在,它们干脆就不再互为伴侣了。它们之间的分离是永别,两条基因之河分开了,而且注定越离越远。在很久很久以前,我们人类祖先和大象祖先之间也曾发生过同样的事情。或者,鸵鸟的祖先(它也是人类的祖先之一)和蝎子祖先之间,也发生过这种事情。

现在,DNA 之河或许已经有了近 3 000 万条支流。之所以这样说,是因为据估计现在地球上大约存在着这么多个物种。而且,还有一种估计,现存物种的总数,只不过是地球上曾经存在的物种总数的 1%。由此可以得出,地球上总共曾经存在过 30 亿条 DNA 河的支流。今日的 3 000 万条支流之间,已经发生了不可逆转的分

离。它们中的大多数将最终消失得无影无踪,因为大多数物种终将消亡。如果你沿着这3 000万条河流(为了简洁明了起见,我用“河流”这个词代替“河流的支流”)溯本求源,就会发现它们都曾一个接一个地与其他河流互相汇合。大约在700万年前,人类的基因之河与黑猩猩的基因之河是合在一起的,而几乎在同时,大猩猩的基因之河与黑猩猩基因之河也是合在一起的。再倒退数百万年,我们所加入的非洲古猿基因之河与猩猩基因之河合流。在比这更早的年代,我们祖先的基因之河是与长臂猿的基因之河同流的(而长臂猿的基因之河顺流向下,分离出几个不同种的长臂猿与合趾猿)。如果我们在时间坐标上再奋力回溯,曾与我们的基因之河合流的一些河流,在向前流淌的过程中又分出许多支流:欧洲猴、美洲猴,以及马达加斯加狐猴,等等。在更久远的过去,我们人类的基因之河曾经与另外一些基因之河合流,一些主要的哺乳动物种群,如啮齿动物、猫、蝙蝠、大象等,就是后来从那些基因之河分离出来的。再往前,我们又见到另外一些基因之河,各种爬行动物、鸟类、两栖动物、鱼类、无脊椎动物,分别是这些河流分离出来的。

在关于基因之河的比喻中,我们必须对一个重要方面加以注意。当我们想到所有哺乳动物的源头支流(而不是说细分至出现灰松鼠的小支流)时,头脑中便浮现出密西西比河和它的支流密苏里河这样宏伟的图像。归根结底,哺乳动物分支,是在不断地分支再分支,直至产生了所有的哺乳动物——从倭鼯鼠到大象,从掘穴而居的鼯鼠到高踞枝头的猴子,等等。人们会这样想:哺乳动物的源流必定是一条滚滚向前的巨大洪流,不然它怎能注满它的千万条重要支流呢?然而,这种联想却是大错特错了。所有现代哺乳动物的祖先从非哺乳动物分离出来,这与任何其他物种的形成相