

克里斯蒂安·德迪夫 著
王玉山 等译

当代科普名著系列

生机勃勃的 尘埃

——地球生命的
起源和进化

哲人石
丛书

上海科技教育出版社

Vital Dust:
The Origin and Evolution of life on Earth

by

Christian de Duve

Copyright © 1995 by Christian de Duve

Chinese (Simplified Characters) Trade Paperback copyright © 1999 by
Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

Published by arrangement with Basic Books, a Division of Perseus LLC
through Arts & Licensing International, Inc., USA

ALL RIGHTS RESERVED

上海科技教育出版社经 Arts & Licensing International, Inc.

协助取得本书中文简体字版版权

责任编辑 潘涛 王世平 装帧设计 汤世梁

哲人石丛书

生机勃勃的尘埃

——地球生命的起源和进化

克里斯蒂安·德迪夫 著

王玉山 等译

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200233)

各地新华书店经销 常熟印刷二厂印刷

ISBN 7 - 5428 - 2139 - 3/N·318

图字 09 - 1999 - 015 号

开本 850 × 1168 1/32 印张 14.375 插页 2 字数 335 000

1999 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月第 1 次印刷

印数 1 - 5 000 定价: 29.00 元

对本书的评价

一幅令人叹为观止的地球生命全景画。

——《出版商周刊》

《生机勃勃的尘埃》挑战了当代许多疑难问题，以丰富的内在驱动力去解释地球生命的错综复杂，在这一过程中显示出该书的独特重要性，并带给读者无穷的精神享受。任何对生物学进行过深思熟虑的人最终都会殊途同归。德迪夫提供给我们的这卷精美的入门手册，是一笔宝贵的财富。

——诺尔(Andrew H. Knoll)，
哈佛大学生物学教授

《生机勃勃的尘埃》和它的标题一样迷人。它令读者在40亿年造就生命的时光隧道中穿梭，进行一次令人愉快又颇有价值的快速旅行。这是一本关于生命的诱人读物。

——波拉尼(John Polanyi)，
1986年诺贝尔化学奖得主

本书是对众多科学奇葩的一次美丽展示，使读者能对传奇中的传奇——生命起源——有一个概略了解。权威人士和当代最伟大的科学家将在书中侃侃而谈，启迪智慧。它是德迪夫教授创造的奇迹之

一,综合了化学和生物学中的多个深层次论点,令专家和门外汉都觉得趣味盎然。

——勒纳(Richard A. Lerner),
斯克里普斯研究所所长

内 容 提 要

地球生命的起源是一次偶然事件的产物或者一系列幸运事件的综合结果,还是编织宇宙织物的生物化学推动力的结局?假如是后者,这些推动力是什么?它们怎样不仅对生命起源负责,也对朝着复杂性不断提高方向前进的进化过程负责?本书试图对以上问题做出解答,并极大地激发你的想象力。《生机勃勃的尘埃》记述了地球生命的奠基性历史,是一部只有具备诺贝尔奖得主克里斯蒂安·德迪夫教授那样的权威地位和渊博学识的人才能写出的生命传记。

作者简介

克里斯蒂安·德迪夫,比利时细胞学家,以电子显微镜探究细胞的内部构造,发现了溶酶体。由于其在结构性和功能性细胞组织方面的杰出工作,德迪夫获得1974年诺贝尔生理学 and 医学奖。他是比利时卢万大学荣誉教授,比利时细胞和分子病理学国际研究所的奠基人,曾任该所所长,并为纽约洛克菲勒大学安德鲁·W·梅隆荣誉教授,著有《漫游活细胞》和《细胞蓝图》。

献给生命

序

我自己只求满足于生命永恒的奥秘，满足于觉察现存世界的神奇的结构，窥见它的一鳞半爪，并且以诚挚的努力去领悟在自然界中显示出来的那个理性的一部分，即使只是其极小的一部分，我也就心满意足了。*

——爱因斯坦(Albert Einstein)

已有大量书籍在讨论生命起源、基因、细胞、进化、生物多样性、人类的出现、脑、意识、社会、环境、生命的未来、生命的意义及缺无，但至今还无人敢鲁莽地同时讨论这些主题，一个简单的原因就是没有一个人能精通其中之一二，更不要说全部了。尽管无超出这一限制的例外，我还是自不量力地冒险做一尝试，因为我感到，如果我们想要认识宇宙和我们在宇宙中的位置，这种努力就必不可少。生命是我们所知最为复杂的现象，而我们又是生命产生以来最为复杂的事物。

本书代表了我一览这种“大图景”的努力。这可追溯至60年前的一个青春梦想，那时，我还是比利时卢万天主教大学一名年轻的医学院学生，刚刚踏

* 引自许良英等编译《爱因斯坦文集》(第三卷)第46页，商务印书馆1979年第1版。——译者注

入科学的殿堂。吸引我进入实验室的,除了解决疑难问题所获得的乐趣,还有强烈的求知欲。似乎对我来说,以合理性和客观性为支柱的科学,是接近真理的最好方式。对生命的研究显得特别大有可为,它将是到达真理的途径:通过活体接近真理(*per vivum an verum*)。

这个梦想很快就被淡忘了,首先是迫于学业和专业训练的强制性要求——先是医学,然后是化学,最后是生物化学。尔后,通过努力在战后的比利时建立一个研究小组并做出一些发现的兴奋念头,促使我加入一个以现代手段研究活细胞的小团体。1962年我获得在比利时母校和纽约洛克菲勒研究所(现为洛克菲勒大学)同时工作的殊荣。对学术生活的责任和义务,在布鲁塞尔建立生物医学研究所的额外工作,以及1974年对斯德哥尔摩的一次破坏性旅行,所有这些都令我每天穷于应付,几乎没有给广泛性思考留下任何时间余地。科学的活跃性使人的思维变得狭窄而不是更加拓展,原因在于不断增加的事实、概念和技术的专业性。我们挖掘得越深,眼界就越窄。

在1976年洛克菲勒大学作阿尔弗雷德·E·米尔斯基圣诞讲演的邀请,开始将我解救出来。这次讲演面向大约550名从纽约各地区挑选出来的高中生。我将年轻的听众们“缩小”100万倍,令他们充当合适的“细胞操作员”,带领他们参观一下细胞中已发现的主要位点。通过对内容的修正和补充,4小时的远足扩展为4年心血的结晶,最终化为1984年出版的《漫游活细胞》。为了撰写和阐释这

本书,我自己首先必须变成细胞操作员,跳出自己熟悉的研究范围,考察以往我仅仅略有了解的细胞组成部分。这是一次令人愉快的经历,是发现之旅的第一步,它令我在接下来的10年中忙碌不已。

当我开始沉思我曾涉猎过的细胞起源问题时,第二步接踵而来。首先,细胞形成源于原始细菌,关于这个主题的一系列启发性线索还未被揭示,这要回溯至最初细菌的起源。第二个问题,像大多数生物学家一样,我总是不加批判地接受前生命化学物质自我装配成细胞的原始汤的标准观点。我开始更加深入地审视自己,很快便发现自己陷入这一主题。它成为我新的研究兴趣,导致了《细胞蓝图》的产生,该书出版于1991年,以一种全新的眼光看待生命起源。这本书以一个肯定式陈述结尾——生命是物质的组合特性的强制性表现;也提出了一些问题:生命进化的前景如何?我们自身的进化前景又如何?

这些问题构成了我剩余的旅程。这一富有成果旅程,比我所想的更加忙碌和不完备,但时间变得更加不够用。这一旅程代表了圆我青春梦想的最接近方式。我自己可以原谅这种方式的缺点,明白它的不充分,但仍希望它能激发其他人进一步思考。即使证明我以往的结论有误,也不无裨益。

请注意:在这本书中,我尝试建立一种通用规则,能将生命视为一个自然过程,其起源、进化和表现,甚至包括人类,都能与非生命过程一样被同种规律所支配。我排除三“论”,生机论,将活体视为一些有生命的精神的产物;目的论,将生物学过程视为一个目的性活动;特创论,求助于《圣经》所描绘的文学

景象。我的方法提出的要求是：地球上生命起源和发育的每一步，都能依据其祖先和快速物理化学原因做出解释；这些解释不是依据今天我们所知的结果，而是依据事件发生时隐藏在其背后的未来。

在这一背景下，《生机勃勃的尘埃》致力于追溯地球生命 40 亿年的历史，从最初的生物分子，到人的心智及超越心智的部分。它带领读者穿越 7 个相继的“时代”，这 7 个时代对应于 7 个层次的复杂性：化学时代，信息时代，原细胞时代，单细胞时代，多细胞生物时代，心智时代，以及向我们的远见提出挑战的未知时代，包括未来和永恒。

化学时代直接带我们步入生命的本质，这是它的普遍特质方面。生命作为一个化学过程，可从化学角度加以认识。它一开始经历了广泛分布于宇宙中的有机小分子的自发形成和相互作用。在前生命时期地球给定的物理化学条件下，这些分子会聚于复杂性不断上升的反应螺旋中，最终产生了主宰如今生命的核酸(RNA 和 DNA)、蛋白质和其他复杂分子。这一大约 40 亿年前形成的化学反应网络，持续提供了今天生命表现的基础。

尽管本书中化学无处不在，读者却找不到比 H_2O 或 CO_2 更复杂的分子式。我主要侧重于地球生命形式的共同原则。这种考察得出的一个重要结论是，原始代谢与现今代谢之间必然是调和的。原始代谢是首次将生命纳入正轨的一系列化学反应，现今代谢是今天支撑生命的一系列化学反应。于是，我们对现今代谢的认识产生了对生命初始期的洞见。

关于化学时代的另一个教益是，生命是决定性力量的产物。生命在给定的条件下注定会产生，只要具备相同的条件，无论何时无论何处都会如此。这几乎未给“幸运事件”在这一渐进的多步的生命起源过程留下任何余地。这个结论是将生命的发展视为一个化学过程而得出的必然结论。

信息时代引入了分子互补性——锁钥关系——作为生物识别的通用机制，制约着多种多样的现象，如酶的专一性、自装配、细胞通信、免疫、激素效应、药物活动和其他许多生物学事件。其中最基本的现象是碱基配对，碱基两个两个地掺入到核酸的主要结构中，沃森(Watson)和克里克(Crick)首先揭示了DNA双螺旋结构的关键机制。现在，已知这种机制支配着各种形式遗传信息的传递。

在回顾生命发展的这一关键阶段时，我着重强调了内禀机制。碱基配对源于与信息传递无关的化学事件。分子复制，这一碱基配对的衍生物，是前生命化学的附加利益。但是，一旦复制发生，它就为遗传的连续性敞开了大门。这种连续性以遗传信息的精确“拷贝”为基础，并通过信息的突变和自然选择的筛选而进化。但为了这一目标的实现，必须以一种适于自然选择作用的方式汇集出一种体系，便于信息表达，组建这一体系的每一步都是决定性化学过程的产物，由选择进行调控。

与信息时代一同出现的关键因子是偶然性。突变是偶然事件，这一事实经常被人宣称为由机遇所支配的一种进化观。不可否认偶然性在进化过程中的重要作用。我认为，机遇在限制性条件的范围内

发生作用——物理的、化学的、生物学的、环境的限制性条件,这些条件制约了机遇的自由发挥。这一受限偶然性观点作为主旋律贯穿于我对地球生命历史的重建过程。

原细胞时代是一个较长的时期,在这一时期,细胞组织的主要贡献是连续的装配过程。其结果是今天所有地球生命形式共同祖先的出现。所有活的生物体皆由一个共同祖先进化而来的论点,以广泛的事实为依据。生命出现于大约 38 亿 ~ 37 亿年以前。

单细胞时代主要由两大事件操纵。一是细菌或原核生物的进化和分化,它们如今占据着我们这个地球上几乎每一个可利用的生态位。这一进化的决定性后果是,能够利用太阳能由水中分离出氢并释放分子氧的生物出现了。氢为生物自建所必需。这一事件导致了 20 亿 ~ 15 亿年前大气中氧的上升。这对那时统治地球的厌氧生命形式是一个极大的威胁,它们被暴露于含量不断增加的有毒的(对它们而言)氧分子中。生物必须适应,否则就会消亡。许多细菌物种在这场“氧大屠杀”中灭亡了,而通过革新存活下来的物种在日后的进化中扮演了关键性角色。

单细胞时代第二个关键事件,是原核生物-真核生物转化。通过这一转化过程,祖先细菌细胞成为更大、更复杂的细胞,它们组成藻类、变形虫、酵母菌和其他许多单细胞生物,以及植物、真菌和动物,包括人。这一划时代的转变,可能历时 10 亿年,导致了原始吞噬细胞的发育,这是一种大的高度组化的

细胞,可吞噬和消化细菌及其他庞大的物体。这一类型的细胞,通常与被吞噬的细菌建立互利的伙伴关系,后者作为永久性的客人(或内共生体)居留下来,进化成细胞的功能性部分,包括线粒体和叶绿体。对氧的适应性需求,参与了这一进化。

随着多细胞生物时代的到来,生命进入我们最为熟悉的阶段。地球在对看不见的微生物进行了30亿年的养育之后,进一步被复杂性全面提高的植物和动物所占据,首先是水域,接下来是陆地。这一进化以适应于变化环境的生殖策略的相继改善为标志。其中一个重大步骤是有性生殖的产生。在植物界,这一发展过程包括从孢子到种子到花和果实。在动物界,偶然的水中受精方式给交配提供了途径,受精卵首先被置于水中,并被允许在水中发育,然后才在陆地以羊膜卵的形式被保护起来,最后被置于子宫内。在有袋目动物中这一发育阶段较短,在后来的胎盘动物中这一阶段较长。

这一进化过程似乎被生物多样性、物种的丰富和特定条件下恰具有优势的偶然突变的产物所支配。然而,在这一多变性条件下,仍有一个朝向复杂化的总趋势。有两种特征解释“生命之树”的结构。第一种,有一主干,被一系列“分叉生物”所遮盖,每一种生物皆受一种突变的影响,这种突变显著改变了在更大复杂性方向上的物种的体构。第二种,有一个分叉不断增加的系统,表示不断增加的已确立体构的细小改变,这是每一主要类群中多样性的主要源泉。这一区别将关于生命的两种观点调和起来,这两种观点在过去常常是对立的。它将偶然性

和必然性置于正确的视角。生命之树的发展中,同样重要的一件事,是活的生物体之间及生物体与生态系统复杂性不断增加的环境之间相互关联的网络的延展。

与动物进化相伴随的是脑的发育。神经元出现得较早,一旦神经元出现,它们就形成复杂性不断增加的网络,每一步都由进化优势所驱动。脑的出现为意识的产生提供了条件,以一种理解力所难及的方式触发了心智时代的到来。这一进化的最近一个阶段令人震惊地迅速,仅在数百万年中就令猿转变为人。

这一事件极为重要地修正了地球生命的历史,以人为主导的快速的文化进化过程取代了由自然选择支配的缓慢的达尔文进化过程。艺术、科学、哲学、伦理学、宗教,皆是这一新时代的产物。医学和技术也是如此,改变了几个世纪以来地球的面貌,也产生了大量严重挑战人类才能和智慧的问题。在不远的将来,如果我们不圆满解决这些问题,尤其是人口爆炸这一其他问题的根源,自然选择将会报复我们,其后果对人类和生物界来说都将是悲剧性的,这就是我们运用对生命历史的认识展望未知时代所得到的启示。

不论发生什么,生命都会再生,就像过去历次大灾变后所发生的那样。可能的是,它将向更高复杂性的方向进化下去。我们没有理由将自己视为仍有50亿年历史待续的生命历程的终极点。下一步将会采取何种形式,将在何处发生,怎样发生,甚至现存的哪些物种将参与,都是未知的。今天仅位于生

命之树末端小枝的物种,将成为明天的分叉生物。

在最后一章,我努力将这些问题合为一体。从决定论和受限偶然性(我将其贯穿于重建的生命历史过程)的角度而言,生命和心智的出现不是怪异事件的结果,而是写入宇宙构造的物质的自然现象。我没有将这个宇宙视为“宇宙玩笑”,而是视为一个有意义的实体——正是以此种方式产生了生命和心智,并一定会产生能够明辨真理,欣赏美,感受爱,向往善,贬斥恶,体验神秘的会思想的活体。我并非暗示上帝的存在,因为上帝这个术语与一系列教义的复杂阐释联系在一起。作为一名科学家,我已选择提供一种对可信证据的总结,并与人分享我个人对这些证据的阐释,并将思考的空间留给读者去得出自己的结论。为了避免我被误解,让我再次强调我的关键词是化学,不是关于事物应该如何的预先构思出的观点。

本书面向何人?面向每一个人。本书的主题,包括我们的自然界、起源、历史和宇宙中的位置,会令我们每个人都觉得有趣。面对一系列影响地球生命未来甚至可能是人类生存的热点问题,在整个自然界背景下考虑这些问题也是十分迫切的。我们必须学会“生物学式思索”,并依此调整自己的行为。

像大多数历史书籍一样,《生机勃勃的尘埃》包含了一部分可能尤其吸引一些特殊读者的章节。尽管一条连续的线索贯穿于全部的七篇,每一篇还是以适于单独阅览的方式撰写的。

本书是一种个人阅读和思考的产物。我非常感谢那些在其专业领域内以富有创见的、大量文献佐证的、启蒙式的阐述帮助过我的人。我已在本书末尾的注释和参考文献中尽我所能地给了他们应有的赞誉。

我从与许多同事和朋友的交流和讨论中获益匪浅。以致谢的方式提及他们的名字还不能显示他们为我提供的科学事实，更不必说他们对我阐释方法的支持及对我主张的赞同。我不能忘记我长久的合作伙伴、朋友和现在的“老板”缪勒(Miklós Müller)，他曾以微生物学方面的渊博知识给我以巨大的帮助；我在生命起源领域结识的新朋友，包括阿列纽斯(Gustaf Arrhenius)、艾根(Manfred Eigen)、埃申莫泽(Albert Eschenmoser)、米勒(Stanley Miller)、奥格尔(Leslie Orgel)、舍普夫(William Schopf)、韦伯(Arthur Weber)和其他许多人；考夫曼(Stuart Kauffman)曾带我领略“人工生命”的精密与复杂；克里克(Francis Crick)和埃德尔曼(Gerald Edelman)曾尽其所能——我很抱歉，基本上徒劳无功——帮助我转而正确思考脑的功能。我的儿子蒂埃里(Thierry)帮助我了解了康德(Kant)哲学的错综复杂，在此向他表示感谢。

最诚挚地感谢我的前出版商和编辑，我忠实的朋友N·帕特森(Neil Patterson)，他牺牲了大量宝贵的时间使得这本书成形。他不仅删去了堆砌的词藻，冗赘的插入语，不相关的说明，庞杂的结构和其他不当之处，使我注意到一系列错误和模棱两可之处，并修饰了一些过于冗长或轻率的陈述。我还要感谢I·帕特森(Ippy Patterson)绘制了精美的生命之