

起源·证据·目的

进化与智慧设计

Evolution and Intelligent Design in a Nutshell



普世佳音◎出版

罗应金

钱 锟

Eric Anderson

Robert Alston

Robert Waltzer 著

起源 · 证据 · 目的

——进化与智慧设计

Evolution and Intelligent Design in a Nutshell

罗应金

钱 锺

Eric Anderson

Robert Alston

Robert Waltzer 著



 普世佳音 © 出版

起源 · 证据 · 目的

——进化与智慧设计

作者：罗应金 钱 锟

艾瑞克·安德森 罗伯特·敖世彤 罗伯特·华尔泽

翻译：熊汉生 解世煌 徐志信 潘柏滔 唐理明 钱 锟

策划：安 平 罗应金

编辑：吴俊德 慕 溪

设计：春花灿烂

游子新歌丛书之 8

普世佳音新媒体传播机构 2021 年 8 月第 1 次印刷

本著作归作者所有，供大众教育之用，非卖品。

© 2021 by the authors. All rights reserved.

For educational purposes only. Not for sale.

Originally published in the U.S.A.

Evolution and Intelligent Design in a Nutshell

by Thomas Lo, Paul Chien, Eric Anderson, Robert Alston, Robert Waltzer

Published by Discovery Institute (May 20, 2020)

Chinese edition:

Translator: Hansen Hsiung, James Chieh, Zhi-Xin Xu, Pattle Pun,

Liming Tang, Paul Chien

Planner: Jerry An, Thomas Lo

Editor: Chun Te Wu, Luke Liu

Cover: Chunhua Liu

Administration: Heather Haveman, Jackson Tong

First published August 2021

Published by ReFrame Ministries

1700 28th Street SE, Grand Rapids, MI, 49508 USA

G. P. O. Box 12058, Hong Kong

E-mail: chinese@reframeminisries.org

ISBN: 978-1-956268-02-7

Printed in the United States of America

简介

生命和宇宙真的只是一个意外？难道那些奇妙的自然规律都是盲目出现的，而且没有意义？

为什么中国澄江的“寒武纪宝库”会加深达尔文的“谜中之谜”，使进化论更加难以解释物种的产生？

为什么制造一台自我复制功能的 3D 打印机的过程，可以启发我们认识并了解生命的起源？

从最微小的细胞，到最遥远的星球，再到时空和能量绽放的“宇宙大爆炸”，本书根据天文学、宇宙学、化学、生物学和古生物学的最新发现，为您展示科学证据如何表明一个关于“起源”的不同的故事。

推荐语

数据详实，论证有力，而且通俗易懂。作者以深厚的生物学和工程学背景，撰写了这本“智慧设计”入门。若你想要帮助那些拒绝相信上帝存在的人，这本书是个优秀的资源，它在概念和证据上都很有说服力。

——J. Warner Wallace

基督教世界观科尔森中心高级研究员

Forensic Faith 作者

这本书为“智慧设计”辩论提供了准确而有趣的介绍，特别是从其宗教含义之外来理解“智慧设计”。我强烈推荐本书给那些注重客观数据的读者。

——潘柏滔博士

芝加哥惠顿学院生物学荣休教授

目录



前言 / 1

致谢 / 12

第一章 / 15

大爆炸和精调的宇宙

第二章 / 37

信息和生命起源

第三章 / 71

一个能自我建造工厂的工厂的工厂……

第四章 / 99

不可简化的复杂性与进化

第五章 / 141

生命的爆发：寒武纪大爆炸

尾注 / 170

图片来源 / 187

进一步的参考资料 / 189

作者简介 / 190

出版后记 / 191

前言

罗应金 (Thomas Y. Lo)

我们从哪里来？生命如何产生？宇宙有个开始吗？它又是如何演变成现在的模样的？长期以来我一直纠结这些问题。虽然我爱上了科学，却不知道近代的科学发现早已对这些古老的谜团有了新的启示。

我出生于中国南京，四个兄弟姊妹中排行老三。两岁时，我们全家搬到台湾，在台北度过了我的童年和青少年。我的母亲是家庭主妇，后来学了会计，在一所私立女子中学工作贴补家用。我父亲是位严厉的军官，他把军队里的规矩和标准带回家里。家庭生活因此充满了战兢和压力，没人敢违逆父亲或让他失望。当我 10 岁时，父母接受了基督教，父亲的态度从此软化了许多，家里的气氛也完全改观，这是我们全家最融洽的时光。

12 岁那年，我参加了教会为期一周的退修会。当时有一百多人参加，年龄从 11 岁到 82 岁不等，包括大学生、

年轻的专业人士和退休人员。最后一天晚上，全体会众经历了一次难忘的属灵体验，因此我最终决定受洗。然而，尽管我觉得我在生命中经历了一次真正的属灵体验，甚至可说是一个神迹，但我仍然对《圣经》中记载的神迹奇事持怀疑态度。它们似乎太神奇、太伟大，与我的生活经历太不一样。它们是真的吗？如果《旧约》和《新约》中的事件不是基于客观的科学证据，它们怎可信呢？

当我进入青少年期以后，我的怀疑与日俱增。学校同学取笑我的信仰，老师也对基督教表达不屑的批评，让我感到不安。

上大学后，这种持续不断的内心压力使我离开了信仰，外表上我还是个基督徒，但心里却没有坚定的信念。当时我住在家里，还得与家人去教会，在学校也参加基督徒团契。但内心的挣扎使我生命中没有喜乐。

与此同时，我被一些大问题所困扰：人生的意义何在？我为什么存在？我人生该做什么？我沉浸在存在主义和佛教的文学作品中。在找不到满意的答案下，我有时会陷入沮丧和忧郁。我对意义和目的的追寻并没有停止，但我开始在精神和宗教领域之外去寻找答案。没过多久，我就找到了。

或者说，我以为我找到了。

当我在大学三年级学习现代物理时，教授描述了原子中的电子、质子和中子是如何运作的，我立刻被吸引住。



他所描述的极小基本粒子在原子中的运转，与浩瀚宇宙中无数银河系的运转相似，¹更使我着迷。

在找到了对科学和工程的热爱后，我就把那些大问题放在一边。但近几年来，当我开始学习天文、地质、遗传学和科学历史时，我又重新回到了大问题上。

的确，是科学使我回到了大问题上，这次心中却十分踏实。在我上大学现代物理课的三十五年前，爱因斯坦正在努力坚持他对静态和永恒宇宙（一个不是“被创造”而是一直存在的宇宙）的信念。但在了解一些新的证据，包括埃德温·哈勃（Edwin Hubble）和其他天文学家所发现的遥远星系的“多普勒似红移”（Doppler-like redshift）现象后，他感到需要调整自己的观点。

1931年1月，哈勃邀请爱因斯坦到加州威尔逊山的天文台，观看红移现象。这次活动最著名的照片，是爱因斯坦通过当时世界上最大的100吋胡克望远镜（Hooker Telescope）观察红移。²在这张著名的照片中，爱因斯坦凝视着遥远的天空，而哈勃就站在他身后，一脸严肃的表情，手里拿着烟斗。与其说这是一次实际的科学观测，不如说是一次媒体的拍照机会。但这张照片既代表了宇宙膨胀的现实，也代表了爱因斯坦愿意接受证据，并追随证据的指引，即使证据挑战了他过去的观点。

飞离我们越来越远的星系造成的红移现象，意味着宇宙有一个开始的时刻——就是现在众所周知的“大爆炸”。

它似乎在告诉我们一个戏剧性的创世事件，为什么当时我的大学课本，没有强调这一重大的发现和其意义？特别是它颠覆了传统科学界对永恒宇宙的认知！这些在课堂上都没提到过。我不禁自问，如果我早知道这个从无到有（*ex nihilo*）的宇宙学证据，我过去对人生大问题的挣扎，是否就不会那么痛苦？

在发现宇宙确实有一个开端之后，接着一系列物理学、化学和天文学的发现，又证实了物理学和化学的定律和常数是极其精准——如此宇宙中的生命才有可能存在，其精确的程度似乎在告诉我们生命的发生是有目的的。

诺贝尔奖得主天文学家，阿诺·彭齐亚斯（Arno Penzias）这样说：“天文学将我们引向一个独特的事件，就是宇宙从无到有的创造，并具有非常微妙的平衡，提供了让生命存在的确切条件。”³

虽然今天这些发现比三、四十年前更广为人知，但许多人仍然不知道其中的细节或其潜在的意义。即使教科书提到了大爆炸或宇宙的精调，也往往是以一种粗略而片面的叙述，淡化了其重要性。似乎教科书的作者并不希望为读者打开知识之门，并让人登堂入室。这很不幸，因为屋内有非凡的证据，充满了关于我们起源的暗示，以及关于在生命起源之前、宇宙时空之外，可能存在的“东西”。在下一章，我们将进入屋内，一睹为快。



信息和生命起源

在 20 世纪，当物理学家和宇宙学家揭开一些宇宙的奥秘时，其他领域的科学家也在忙于弄清“信息”之谜，及其对生物起源的含义。这是一个横跨生物化学和计算机科学的故事。

1948 年，在第一台真空管计算机诞生的五年后，约翰·巴丁（John Bardeen）、威廉·肖克利（William Shockley）和沃尔特·布拉坦（Walter Brattain）三位物理学家共同发明了晶体管（transistor）。同年，克劳德·申农（Claude Shannon）发表了“通讯数学理论”⁴，成为后来信息论（Information Theory）的理论基础。申农还引入了“比特”（bit）一词，作为计算和通讯的信息基本单位。这两项成就促进了电子工业进入数位时代。然而这些科学家并没想到他们导入的数位时代，有一天会帮助我们了解生物系统，并为我在大学时就想知道的一个关键问题：生命的起源，提供宝贵的见解。

1952 年，伦敦皇家学院的罗莎琳德·富兰克林（Rosalind Franklin）用 X 光结晶绕射技术对脱氧核糖核酸（DNA）的结构，进行了突破性的研究。根据她的成果，詹姆斯·沃森（James Watson）和弗朗西斯·克里克（Francis Crick）进一步发现 DNA 的形状像一个扭曲的梯子，即著名的双螺旋结构。

除了螺旋结构外，沃森和克里克还提出四种核苷酸分子——简写为 A、T、C、G——其中 A-T 和 C-G 成对地存在于 DNA 分子中。沃森和克里克认为这种优雅的化学结构是 DNA 的“可能复制机制”，⁵冗长的 DNA 分子中含有无数可能的 A-T 和 C-G 序列，可以携带遗传信息。事实证明，沃森和克里克的这两点推测都是正确的，他们的发现成为我们对每一种生物体认知的转折点。

进一步的研究证实，细胞中的 DNA 和其他分子相互的反应，不是随机的，而是有目的的，就好像微电脑执行机器指令。细胞甚至有修复被外力破坏的 DNA，类似于软件程序中的“纠错算法”（error correction algorithm）。

DNA 结构与细胞信息处理和修复系统的发现，完全改变了我们对生命起源的理解。随着宇宙大爆炸，质量和能量出现了。然而，在没有遗传信息或数位代码的情况下，生命是如何被构建出来的？这问题从此困扰着生命起源的研究。本书第二和第三章将探讨这题目，并对不同的解释做出比较。

进化和不可简化的复杂性

接着是有关生物起源的问题。就是当第一个生命体（活有机体）形成后，我们周遭其他生命形态又是如何出现的呢？



我所学到的标准答案是，这一切都是盲目进化的，历经数十亿年，由无数次微小的偶然变异产生的。查尔斯·达尔文（Charles Darwin）和阿尔弗雷德·罗素·华莱士（Alfred Russel Wallace），在大约 160 年前提出自然选择的进化理论，并在下一个世纪被纳入了现代遗传学后持续发展。

这个理论的含义对我来说很明显。人类不是精心计划的终极产品。我们的存在不是为了任何目的。宇宙好像打了个嗝儿就产生了我们。生命若有任何意义，必须由我们自己去制造。

那时我不知道有很多关于进化论的知识是不正确的，许多重要的信息在课堂上也被忽略。举例来说，没有人提及华莱士（和达尔文共同提出随机变异和自然选择进化论的学者）。他坚持认为物种产生也必须透过“某些创造的智能”。对华莱士来说，随机变异和自然选择的盲目过程，不足以将类人猿进化成拥有独特的语言、理性和艺术才能的人类。⁶ 华莱士不是基督徒或相信圣经的人，所以很显然，他没有试图把科学塞进《创世记》去解读。⁷ 事实上，他是纯粹出于检视科学的证据而得出这个结论的。

另一件课本上没有提到的事，是 19 世纪德国动物学家恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel）的经典胚胎图的真相。海克尔的胚胎图长期以来是高中生物和大学课本的主流信息，意在证明人类是从类似鱼的生物进化而来。这样的说法被使用了近 150 年。但事实证明，他的胚胎图是不准确

的，⁸ 甚至是造假的！⁹ 这在我上高中和大学时，科学家们就已经知道了，但这事实却被忽略。现在终于有一些学术界的研讨来纠正这事，¹⁰ 但教科书还要多久才能完全反映真相，尚待观察。

面对错误如此明显的案例，为什么科学教育的改革却是如此困难？现代版本的达尔文进化论，成了解释生命史上所有物种如何出现的主流范式，任何似乎挑战这一范式的研究都会面临阻力。不过，好消息是知名的生物学家们，现在愿意讨论，并对进化论作必要的修订。例如，维也纳大学理论生物学系主任歌德·慕勒（Gerd Müller）博士最近指出，各科学领域的新发现促使对进化论作必要的大幅修正。¹¹

另有一些科学家甚至更进一步地挑战进化论。二十多年前，我碰巧在美国公共电视台（PBS）看到了一场科学辩论。当我听到有资历的科学家挑战传统的进化论时，我非常惊讶，他们不是根据《圣经》或宗教论点，而是根据科学证据。其中一位特别引用了分子生物学的证据来挑战进化论，他提出“有目的的智慧设计”支持物种起源。后来我学习到细菌鞭毛，是一个长鞭状的纳米马达，供许多种类的细菌在水环境中活动。生物界中有这样奇妙的机械微型技术，又有许多相互联系和相互依存的部件，¹² 令人叹为观止。

突变 / 选择机制或任何纯盲目、无意识的过程，可以构造出如此工程上的奇观？第四章会讨论这一点，同时也



探讨现代进化论面临的一个更基本的挑战：如何解释物种变异的来源？

生物大爆炸

关于生命的起源，除了研究 DNA 和分子机器（如细菌鞭毛）之外，化石的记录（包括最让人惊讶的寒武纪化石层）也在研究范围内。这个古老的地层见证了“生物大爆炸”，即主要的动物群体相对突然地出现。最引人注目的，是这些动物群体彼此都是非常独特的。在化石记录中，除了—些极为远古的海绵之类的动物，它们之间没有相关的祖先。好像这些奇异的海洋动物群，突然凭空冒了出来。

查尔斯·达尔文本人在 160 年前就承认“寒武纪大爆炸”是他的理论无法解释的一个谜，而这谜至今仍无解答。生物教科书上是怎么说的呢？对这挑战，不是一笔带过，就是完全不提。有的科学家推测是寒武纪那段时间海水突然变暖，加快了变异速度和进化过程。有人说，是岩浆通过海洋裂缝爆发，带来了大量的营养物质，导致新物种的产生。也有人说大气中氧气的增加起了重要的作用。也有人坚持认为，新动物形态的大爆发是化石记录不完整的表象。然而，这些观点都没有提供充分的解释，科学家之间也没有达成共识。

大约三十年前在一个大学里，我有机会学习到更多“寒武纪大爆炸”的知识。我印象最深的，是那位教授在讲座

中讨论了在中国云南发现的寒武纪化石，这一非凡的化石发现更凸显了“寒武纪大爆炸”的神秘。

我很幸运，最近我联系上三十年前那位海洋生物学家，他就是钱锺博士。在第五章中，他分享了他本人考察寒武纪两个主要化石遗址的经历，并说明了为什么他认为寒武纪大爆炸的最好解释，不是盲目的进化，而是有目的的设计。

初学者指南

本书主要是针对宇宙和生命起源的问题，提供给读者一个简短而实用的介绍。然而这个问题也一直是学术界热门的辩论题目之一。因此，每位作者都提供了尾注（endnotes）和参考文献，其中不仅有学术的研究，也有YouTube 视频和其他资源，希望对初学者继续探讨有所帮助。部分资料也列在书后的〈进一步的参考资料〉项目中。

有三个名词在起源辩论中特别容易引起困扰，让我在这里简单解释一下。

唯物主义：在起源科学的背景下，唯物主义的观点是一切存在的东西，都是物质和能量。在科学和哲学的领域中，唯物主义者不是喜爱豪宅或跑车的人。唯物主义者是指，那些认为万物都是由能量和物质粒子的纯物质性作用产生的，并且可以完全这样解释的人。唯物主义者当中也



存在着差异，但目前我们只需要了解唯物主义的世界观是基于纯物质和能量的运作，没有任何计划、指导或智能干预，就足够解释宇宙，以及第一个生命和所有生物体的出现。本书的目的是在探讨，最新的科学研究是否支持这种世界观？

创造论：在一般文化中，包括新闻媒体在内，创造论通常指的是对《圣经》第一卷《创世记》中描述的创世过程的辩护。创造论通常也根据《创世记》中的大洪水，来解释地质学和化石记录。创造论捍卫了《圣经》的权威性，并依照《圣经》的描述来理解科学数据和发现。本书不是支持或反驳创造论，也不是为任何宗教经典背书，而是阐述目前已知的科学事实。虽然我们讨论创造论，但对读者来说，了解这个术语的含义，以及它与唯物主义和智慧设计的不同之处，是很重要的。

智慧设计：智慧设计理论认为，宇宙和生物的某些特征最好由一个智能的原因来解释，而不是由纯粹无导向的自然过程来解释。广义的说，智慧设计是一门检测设计特性的科学，专注于识别由智能者为某一目的而安排的结构。设计检测的方法经常应用在考古学、法医学、欺诈检测和物理学等不同的领域。

智慧设计可能与一种或多种宗教观点兼容，但它本身并不是一种宗教论点。智慧设计仅依据科学证据，如DNA中的信息内容，生物体中功能整合的分子机器，或精调的物理和化学定律及常数等科学发现做阐述。

致谢

在2017年7月的一次科学研讨会上，我提议编写一本易于大众阅读的书，包含有关宇宙生命起源的科普知识，探索一些令人振奋的最新发现，希望可以启发有关起源问题的对话，也可以补足一般教科书的欠缺。结果很快得到了三位与会者和另一位朋友的支持。他们是电气工程师罗伯特·敖世彤（Robert Alston），软件工程专业主管和设计理论家艾瑞克·安德森（Eric Anderson），生物学教授罗伯特·华尔泽（Robert Waltzer）和海洋生物学教授钱锟（Paul K. Chien）。在书中他们分别深入浅出地阐明了起源科学领域中不同的议题，我甚为钦佩，也非常感激。

我也特别感谢共同编辑兼特约作者艾瑞克·安德森和共同编辑乔纳森·魏特（Jonathan Witt），他们的经验和持续的努力使本书英文版得以顺利通过美国华盛顿州的发现学会（Discovery Institute）出版，并很快被亚马逊（Amazon）选为宇宙学和生物学类的畅销书。（英文版



的说明可咨询以下网站：<http://www.evolutionandid.com>)

不久后，我开始着手中文翻译的计划，得到了熊汉生博士、解世煌博士、徐志信医师、潘柏滔教授、唐理明医师和钱锟教授（也是特约作者之一）的大力帮助。他们分别翻译了从前言到第五章的内容。他们本身是生物学、医学、化学和工程学方面的专家、学者和教授，并且在翻译、写作和出版上有丰富的经验。

同时还要感谢吴俊德先生协助编校、安德森先生提供英文原稿。没有他们的专业和热心的帮助，这计划绝对无法如愿达成；当然还有春花姐妹活泼而有创意的设计，以及普世佳音众同工的欣赏与鼓励，专业与高效。任何一本书都需要花费无数的时间和多次草稿的修订。感谢许多不愿留名默默付出的同事以及审阅内容、排版和校对的志工。若有任何错误完全由我个人负责。

最后，我要感谢我的家人在这项工作中对我的支持；还有您，亲爱的读者，愿意与我们一起踏上这趟信仰与科学的探索之旅。



第一章

大爆炸和精调的宇宙

罗伯特·敖世彤 (Robert Alston)

你是否曾经想知道，物理学家如何解释宇宙起源？长期以来的回答是：“宇宙没有起源，因为它向来是存在的。”但后来发生了一件有趣的事，让近代科学家发现我们的宇宙并不是一直存在的，它是在 138 亿年前出现的。¹让我慢慢告诉你，我们是怎么知道这件事的。

自从望远镜发明以来，人类就一直窥视着夜空深处，看到了以前我们不知晓的宇宙奇观。望远镜越先进，我们看得就越远，看到的也越多。我们越看越远，所看到的就越像：不是星星就是气体云。似乎永远也看不完。这再次证实了许多科学家的观点，即宇宙是无限大、无限古老的。在 19 世纪与 20 世纪之交，这是天文学的传统智慧。²

然而在 1915 年，德国物理学家阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein），用他的广义相对论改变了这一切。在得到他的计算结果后（我得补充一下，他是用铅笔和纸做计算），他注意到一些奇怪的事情。计算结果表明，宇宙要么膨胀，要么收缩；³爱因斯坦认为这一定是个错误。爱因斯坦和当时的同事一样，确信宇宙是静态且永恒的。但是，如果宇宙是膨胀的，它就不会是静态的，并且他很难理解一个膨胀的宇宙怎么会永远膨胀？所以，他做



了一个任何优秀的物理学家都会做的事。他修改了他的方程式！爱因斯坦在方程式中加了一个数字——一个“常数”，如此就可以解决他的问题：拯救静态、永恒的宇宙模式。

看来问题似乎解决了，但爱因斯坦后来承认这个修改是他一生中的“最大错误”。

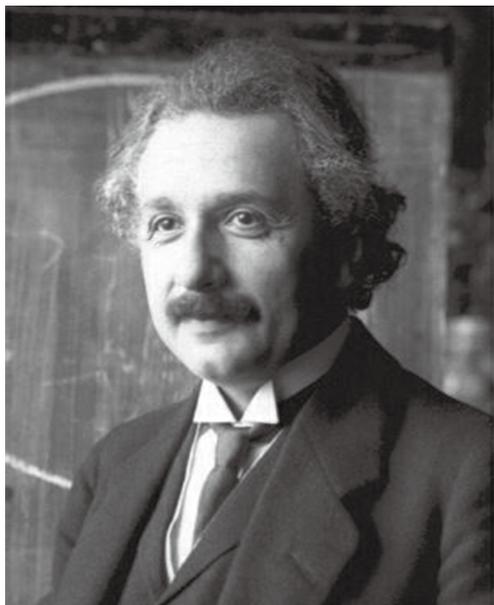


图 1.1. 阿尔伯特·爱因斯坦

麻烦的哈勃

1923年，在加利福尼亚州的威尔逊山天文台，埃德温·哈勃（Edwin Hubble）正在用当时世界上最大的望远镜观测星云，这是一项平凡的例行工作。通过望远镜观察

那些看起来浩瀚而模糊的天体，他发现了其中一些天体实际上是星系。同时，这一发现也表明了我们的银河系也是一个星系——我们不是整个可观测的宇宙，只是宇宙众多星系中的一个而已。

如果这还不够神奇的话，几年后，他注意到这些星系发出的光有一个更为奇特的现象。一个离我们越远的星系，它的光就越偏向红色。这告诉他，这些星系正在远离我们，而且它们离我们越远，移动的速度就越快。他发现宇宙似乎在膨胀，事实上也的确是如此。

当爱因斯坦得知这一消息后，他前往加州亲眼目睹了这个现象。他所看到的一切迫使他抹去方程式中所加的常数，承认事实上宇宙正在膨胀。

但对他的思维来说，这发现不仅仅是奇怪而已。因为宇宙膨胀的想法有其深远的含意。想象一下，我们在电视上看宇宙，像看 DVD 一样，可以快进快退。如果我们一直高速倒带，会是什么样呢？如果宇宙是随着时间的推移而膨胀，正如哈勃所意识到的那样，那么当我们把宇宙的电影倒带回去，就会看到宇宙和其中所有的物质和能量开始收缩。直到最后宇宙会收缩到一个无限小的点，小到我们无法看到它。超过这个点，我们所知道的时间就不存在——物理学家称之为“奇点”。

再想象一下，让我们停止倒带，再按下播放键。起初我们在屏幕上什么也看不到，只是一片漆黑。突然间，从那个无穷小的点上，我们看到了一个灿烂的闪光！物质和



能量倾泻而出，不断膨胀，直到形成我们今天所认识的宇宙。在宇宙诞生时所发出的这个灿烂的闪光、火花，这个物质和能量所开的花，被称之为“大爆炸”。

比利时罗马天主教神父和物理学家，乔治·勒梅特尔（Georges Lemaître），是第一个提出这理论的人，他的理论类似于今天的大爆炸模型：⁴这个模型指出宇宙有一个明确的开始。勒梅特尔写了下面一段话：“世界的演化可以比作刚刚结束的烟花表演：一些红色残渣、灰烬和烟雾。站在冷却的灰烬上，我们看到许多的恒星慢慢褪色，让我们可以想象到世界起源时的辉煌。”⁵

但是当时很多人都不认同宇宙有起源的观念，有些人甚至感到厌恶。英国著名的天文学和物理学家阿瑟·艾丁顿（Arthur Eddington）说：“从哲学上讲，自然界目前的秩序有一个开端的概念，是令人反感的。”⁶请注意，艾丁顿并没有说科学不好，也没有说这些新的科学发现令人厌恶。他只是被这些发现的哲学含义所困扰。

事实上，正是该理论的反对者，弗雷德·霍伊尔爵士（Sir Fred Hoyle）为勒梅特尔的理论取了名字，他在一次电台广播中嘲讽地称其为“这个大爆炸的想法”。⁷多年来，为了摆脱这个宇宙的“明确开端”，人们提出了许多理论，并展开了一场论战。直到 20 世纪 60 年代，一个戏剧性的发现停止了论战，只留下一个胜利者。

宇宙静态噪音

光子是一束电磁能量。当你打开电灯开关时，灯泡就会向外发射一束光子。灯泡发射的光子，其频率范围大部分是人类用眼睛可以感知的，使你可以看到房间里的一切。其他光子则存在于人眼看不到的频率范围内，但看不到的东西并不意味着它们不存在。

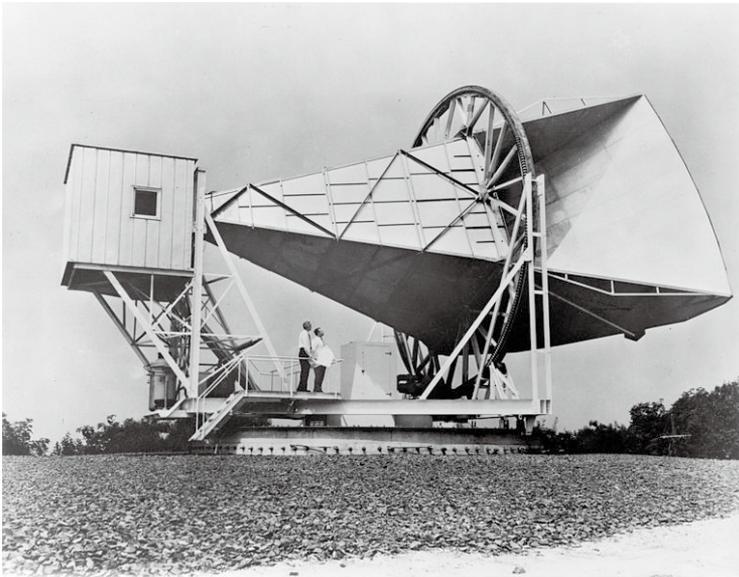


图 1.2. 贝尔实验室的 15 米霍姆德尔“角形状”天线，无线电天文学家罗伯特·威尔逊和奥尔诺·彭齐亚斯用这个天线发现了宇宙微波背景辐射。

1964 年 5 月 20 日，在新泽西州霍姆德尔的贝尔实验室，罗伯特·威尔逊（Robert Wilson）和奥尔诺·彭齐亚斯（Arno Penzias）探测到来自宇宙的信息。它以静态噪音的形式出现，而且来自四面八方。他们尽了一切努力消



除所有可能的噪声源,包括清除无线电天线中的鸽子粪便。但噪音仍然存在。

彭齐亚斯后来说:“直到我们穷尽了所有对噪音起源可能的解释,才意识到我们碰上了一件大事”。⁸

他们发现的是弥漫在整个宇宙中的光子,光子只有一个可能的起源,即大爆炸。这些光子被称为宇宙微波背景辐射。

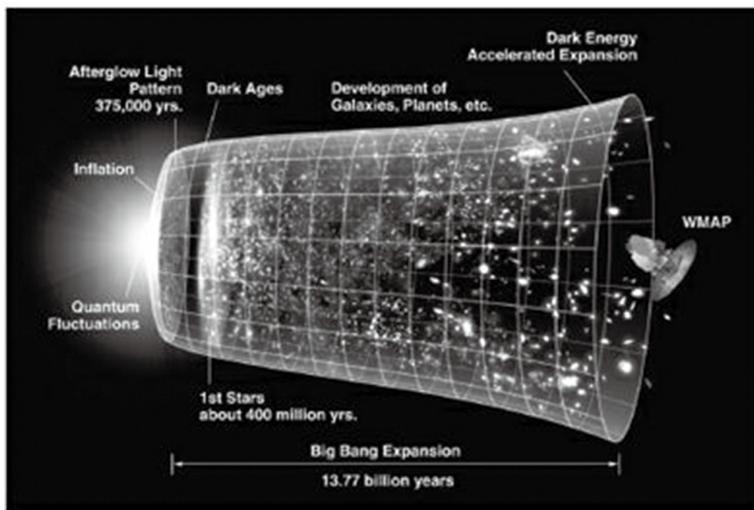


图 1.3. 宇宙在其数十亿年历史中发展和膨胀的图示。请注意图中最左边的宇宙微波背景辐射图像 (Afterglow Light Pattern), 发生于宇宙开始后不久。

有人可能记得你们的祖父母有一台老式电视机,当没有正确的调整到某个频道时,屏幕上会显示像雪花一般的画面,那就是静态噪音。约有多达 1% 的噪音是大爆炸的光子造成的。⁹ 在每立方厘米的空间中至少有 300 个这样的光子通过。¹⁰

威尔逊和彭齐亚斯的发现证实了大爆炸理论，并赢得了诺贝尔物理学奖。他们发现的背景辐射，被认为正是大爆炸后不久所出现的光子。¹¹ 在宇宙的早期阶段，宇宙的大小只有现在的一亿分之一，而且温度极高，接近3亿度。因电子和质子高速碰撞而迅速分裂，所以无法形成氢原子。因此，行进中的光子会像光在雾中散射一样，被电子散射开，而不会行进得更远。宇宙大爆炸后38万年才冷却到足以形成氢原子，从而释放了光子得以直线传播。

宇宙微波背景辐射是当时光子密度的写照，是电子与质子结合形成氢气后，光子在宇宙中的分布图。¹² 有时它被称为宇宙罗塞塔石（Cosmic Rosetta Stone），* 它的特征提供了我们许多关于宇宙起源最早阶段的线索。¹³ 在此之前宇宙体积较小，密度较大，因而温度较高，这时光子只能以均匀分布状态存在。¹⁴

大爆炸理论赢得了科学上的论战，并很快成为家喻户晓的术语。但随着望远镜的不断进步，我们得到更多的科学发现，支持大爆炸理论的证据也越来越多。

回顾过去的录像

你知道你能够回顾过去吗？我不是说在记忆中回想你的过去，或者看你过去的照片。我是说，你实际上有能力

* 罗塞塔石是指1799年发现的一些黑色玄武岩石块，上面刻有文字，提供了解读埃及象形文字的线索。——译注



观看过去正在发生的事情，而不是现在的。

看看窗外。如果你看到太阳（请不要直视它，会伤害你的视力），你看到的不是现在的太阳，而是大约 8 分钟前的太阳。如果看到的是月亮，你看到的也不是现在的月亮，而是 1.3 秒前的它。

或者在下个天气晴朗的夜晚，你可以试试寻找从地球上能看到的，最亮的恒星：天狼星（Sirius）。如果你能看到天狼星，请记得它不是现在的天狼星，而是 8.6 年以前的天狼星。

这是真的，虽然光传播得非常快，但它不是无限快。它以每秒 186,000 英里的速度在真空的空间中移动。这意味着光子从我们的主恒星——太阳——开始起跑，需要超过 8 分钟才能到达地球。天狼星则远得多，它与地球的距离，大约是太阳与地球距离的 50 万倍！这样一来，虽然光速极快，仍需要整整 8.6 年的时间才能到达地球。

一光年是指光在一年内能走过的距离。这就意味着，如果一颗在 1000 光年之外的恒星恰好在 1000 年前的下周爆炸了（通俗的天文成语是“变成了超新星”），那我们将在下周的夜空中首次目睹这一壮观的天体事件。

在一年中合适的时间，又是在乡郊野外的晴朗夜晚，你可以用肉眼看到仙女座星系（Andromeda Galaxy）。这个看起来像是一颗朦胧的恒星，其实是整个星系的中心凸起部分，距离地球大约 250 万光年。所以当你看到它的

时候，你看到的是那个星系 250 万年前的视频信号。

有了现在的大型望远镜，我们可以看向更远的宇宙，比仙女座星系还要远，仙女座只是离我们最近的一个大型螺旋星系。我们甚至可以看到数十亿光年外的天体。我们越深入太空，就越往后看到过去。最终看到部分早期的宇宙，例如正在演化中的“婴儿”星系。这些观测结果也符合以大爆炸理论的解释。

所有这些发现，给任何想排除宇宙有“创造者”的人带来了麻烦。被称为卡拉姆（Kalam）宇宙论的论证，对此提供了部分理由。

卡拉姆宇宙论证

由哲学家威廉·莱恩·克雷格（William Lane Craig）推广的卡拉姆宇宙论，¹⁵有两个前提和一个结论：

凡是开始存在的东西都有起因。

宇宙曾开始存在。

因此，宇宙是有起因的。

第一个前提是真的吗？“凡是开始存在的东西都有起因”？扪心自问，你见过任何东西无中生有吗？没有。在这个问题上，科学和常识早已达成一致的结论——凡是开始存在的东西，必然有一个起因。



第二个前提呢？“宇宙曾开始存在”。

我们在以上论述中看到，科学发现是如何打消了宇宙是无限古老的想法。有了爱因斯坦的广义相对论，有了勒梅特尔和哈勃提供的见解和观测，有了宇宙微波背景辐射的发现，再加上其他证据，我们可以合理地得出宇宙曾开始存在的结论。正如著名宇宙学家亚历山大·维伦金（Alexander Vilenkin）所言：“现在有了证据，宇宙学家再也不能躲在过去永恒宇宙的说法后面。逃无可逃：他们必须面对宇宙有开始的问题。”¹⁶而值得注意的是，维伦金并不信奉宗教，他一直在寻找方法避免宇宙大爆炸的神学意义。值得称赞的是，他拒绝否认宇宙起源确切的证据。

既然卡拉姆宇宙论证的两个前提是正确的，我们就可以放心地结论：“因此，宇宙是有起因的。”

那么，我们如何能推断出它的起因，又是什么使宇宙产生的呢？请记住，当宇宙开始时，宇宙的空间和时间也应运而生。因为这些也是我们宇宙结构的一部分，正如爱因斯坦的广义相对论所证明的那样。所以，无论是什么导致宇宙的开始，都必须超越我们的宇宙，存在于宇宙的时间、物质和空间的极限之外。当然，它的力量也必须足够强大，才能引起整个浩瀚宇宙的开始。

除了上述之外，宇宙的开始似乎还需要另一种重要的能力：精调的能力。

愿原力与你同在*

你曾经在森林里漫步过吗？如果有，你会发现自己被一种只有树木才能带来的宁静所包围。鸟儿可能在唱歌，松鼠可能在乱窜。在森林中可以感觉如此宁静，似乎大自然很轻松地让这一切发生。但是你周围浩瀚的生命正由物理法则支撑着，这些法则又是经过极其精确地调整。物理法则的精确程度到了一个地步，若有些微的变化，哪怕是一点点变化，你和你周围的生命都不可能存在。

大约 138 亿年前，随着宇宙的诞生，不仅有了物质和能量，还有了一套非凡的定律，支配着万物的运行。这些定律、常数和初始条件是如此微妙地平衡，以至于极小的变化都会给生命带来灾难性的后果。也就是说，它们似乎被精准地调整到，正好允许生命的存在。这一认识重塑了科学家对宇宙的看法。¹⁷

宇宙由四种基本力支配：引力、电磁力、强核力和弱核力。¹⁸从极大的到极小的尺度，这些力量互相支配着物体的动向，而每一种力量的强度似乎都经过精细的校准，使宇宙中可以有生命存在。

例如，如果万有引力的基本力量稍强一些，恒星就会燃烧得更热，发射出更多的杀伤性 X 射线和伽马射线光子，使像地球这样的行星表面无法居住。恒星也会燃烧得更快。

* 星际大战影集中的祝福语。——译注



宇宙学家杰兰特·刘易斯（Geraint Lewis）和卢克·巴恩斯（Luke Barnes）解释说：“典型的恒星会在几年内燃烧殆尽，而不是几百亿年”，这意味着我们的太阳会过快地燃烧，远远在生命出现并在地球上实现多样化之前，就已经燃烧殆尽。¹⁹

如果引力稍弱一点呢？刘易斯和巴恩斯指出，恒星可能根本不会变成超新星，即使有一颗恒星变成了超新星，并“将物质扩散到星际空间，它主要能产生的是硅和铁等重元素，而不是支持生命的氧气和碳。”²⁰ 没有碳和氧气，就没有生命。

电磁力也是经过精调的。刘易斯和巴恩斯描述了弗雷德·亚当斯（Fred Adams）的一个复杂计算，综合考虑了重力和电磁力的设定值。当计算结果绘制在双轴图上时，显示只有极小的一个三角形区域可以有稳定的恒星存在，犹如浩瀚海洋中的一条小舟。“在这个恒星分析图中”《幸运宇宙》（*A Fortunate Universe*）一书的作者解释道：“稳定恒星存在的区域只占整个图形面积中的 10^{35} 分之一。”²¹ 换句话说，稳定恒星的存在只有万亿倍的万亿倍的千亿倍分之一的机会。我们确实很幸运。

或者考虑强核力，刘易斯和巴恩斯又指出：“如果我们将强核力的强度向上增加 0.4%，恒星会产生丰富的碳，但无法产生氧。”如果我们朝另一个方向走呢？“将强核力的强度降低 0.4%，就会产生相反的效果：所有的碳都会迅速转化为氧，为宇宙提供充足的水，但却缺乏碳。”²²

以上对碳的关注不是武断的，也不是因为不愿意去想象其他生命形态的可能性。在所有生命所必需的信息处理过程中，似乎没有其他元素能够取代碳，作为核心元素。由于电磁力和强核力的配合，使精确的能级*（energy levels）存在，以致氦原子能够融合在一起，形成同位素“铍-8”，然后形成碳。如果这些能级不一致，粒子在形成碳原子之前就会飞散。

弗雷德·霍伊尔（Fred Hoyle）预测了这种碳共振的精调，在他的预测被证明是正确之后，他说，“从常识来看，这事实表明了一个超级智者在物理学、化学和生物学上做了手脚，而且在自然界中没有值得一提的盲目力量可以解释。对我而言，根据事实计算出的数据使这结论几乎不容置疑。”²³ 霍伊尔并不相信宗教，也长期抵制宇宙有开始的证据。那么很明显的，是科学证据导致他发表了上述言论，而不是基于宗教信仰。

以上只是对自然界的几种基本力量如何经过精调使宇宙中的生命得以存在的简单说明。

高尔夫球宇宙是宜居的宇宙

另外还有一些因素也必须经过精调才能让生命存在：宇宙大爆炸时的质地或纹理（texture）。这听来很诡异但

* 每种元素的原子结构都有不同的能级，代表其中电子的能量。——译注



却事实如此。

想象你正拿着一个乒乓球。你要仔细注意球的光滑度。再想象你拿着一个表面凹凸不平的高尔夫球。最后再想象你拿的是一块表面粗糙，形状不均的石头。宇宙在诞生之初，它的质地类似于高尔夫球，而不是乒乓球或锯齿状的石头。也就是说，它不像乒乓球那样极其光滑，也不像锯齿状的石头那样不均匀。而是比较一致，但又有一定的变化，类似于凹凸不平的高尔夫球表面。

这是一件好事。我们的高尔夫球宇宙就像那位金发姑娘喝的小熊的粥——恰到好处。^{*}如果早期宇宙质地的凹陷深度，超过某个狭窄的界限，就会出现许多巨大的引力区。使星系汇聚到一起，导致致命的碰撞和爆炸，生命无法存在。或者，如果宇宙的质地像乒乓球一样光滑，那么引力就会太小，无法及时形成星系和行星，因此也就没有生命。容许生命存在的误差幅度非常窄。宇宙中要想有生命，其均匀程度不能太大，也不能太小，必须精调于非常狭窄的范围内。²⁴

宇宙中最好的饮料

让我们谈谈比较切身的精调的例子：水。你身体的大部分都是水。地球表面的大部分都被水覆盖。水对你来说

^{*}英国 19 世纪童话，三只熊和一个金发姑娘（Goldilocks）的故事。金发姑娘喝了熊妈为熊宝煮的粥，温度恰恰好，喝完就去睡了。——译注

可能很普通，但它实际上是宇宙中最不寻常的化合物之一。水的许多不寻常的特性对生命至关重要，所以它是一个非凡的生命精调的故事。著名作家和生物化学家迈克尔·丹顿（Michael Denton）对于水在许多方面独特的适合于生命，作了以下的总结：

这神奇的流体以绝对惊人的各种方式配合地球上的生命。它配合起初原行星盘*（protoplanetary discs）的形成，也配合行星的形成、海洋的形成，并随后存留在地球上。

水对于水文循环、地壳循环和人体的温度调节，有着独特的功能。水的特性在大洋流的形成中也起着关键作用，同时将海洋中重要的营养物质环流到各处。这些洋流的循环更关键性的调节全球温度，及控制大气中二氧化碳的浓度。

水能够特别有效地溶解岩石中的矿物质，它强大的溶解能力可将养分透过血液和海洋循环输送。它在冻结时的扩张和其他特殊的热力性质，使高纬度地区得以保存大量的水。

水也能提供质子流（proton flow），在细胞能量（cellular energy）的产生和转换上扮演独特和关键的角色。水对光若不透明，光合作用就不可能。²⁵

*原行星盘乃年轻的恒星在周围的行星尚未成型之前，由浓密的气体和星尘（star dust）高速环绕，如一光盘。其外环含有水蒸气。——译注



有人可能会说，这些都能理解，但水是不可避免、必会出现的，不是吗？宇宙大爆炸之后，不同的基本粒子以众多不同的方式结合，即使物理化学的定律和常数稍有不同，不是一定会有像水这样的化合物产生吗？不，其实不是的。再考虑一下自然界的基本力量，如果对其中的某些力量做哪怕是一点点的调整，你就得不到氧气。甚至在恒星之外也得不到比氢和氦更重的元素，除非这些基本力量被精调。而且从氢和氦这样简单的元素中，你也无法得到任何类似水的东西，除非这些基本力量被精调。

即使一个基本力强度稍有不同的宇宙，可以产生一个版本的 H_2O ，比如把强核力、弱核力或电磁力稍做改变，会发生怎样关键的变化呢？水的一种或多种独特的、对生命至关重要的特性，很可能就会被改变，破坏了生命的组成。

精调 +

我们很容易找到许多例证来写一整本书，证明这个宇宙是经过精密的调整，使生命可以存在。有许多书正是为这目的写的。²⁶ 以上的内容只是最简短的例证。但是，即使简短易明也让人忍不住要问：是什么导致宇宙如此巧妙地被精调？

如果你是一名太空探险家，在登陆火星后，发现了一条隧道通往地下室的气候控制系统，有几十个滑动控制把

手，每个把手都设置在正确的位置上，让你在房间内一次可以生活几天——正确的温度、合适的空气成分、正确的气压等——你必会合理地做出结论：这些控制把手是为你这样的生物而特意精调的。宇宙的定律和常数被精调到远比这更准确的程度，才能容许生命的存在。

当然，精调本身并不足以使生命成为可能，就像火星上假想的地下室本身不够一样。除了宇宙的许多精调参数外，生命还需要一系列其他的精调参数，这些参数都存在于宇宙的一个特殊地点上，就是我们的地球。这种多层次的精调表明了生命的起源是有规划和目的的。正如已故著名的普林斯顿理论物理学家弗里曼·戴森（Freeman Dyson）说的：“我越是考察宇宙，研究它的架构和细节，就发现越多的证据显示，这宇宙必定已经知道我们将要出现。”²⁷

多重宇宙的混淆

还有许多其他公认的精调例子，²⁸也同样被广泛接受，连反对智慧设计的学者也接受这些例子。从我们在本章中所讨论的内容，包括在剃刀边缘上平衡的引力、电磁力和强核力之间的微妙关系，宇宙大爆炸时的质地，以及水的各种惊人的特性，我们可以了解到宇宙中生命存在所必须的精密参数，绝不可能是碰巧出现的。然而，尽管有许多规划和目的的证据，有些人仍然认为我们出现在这里全是



偶然，就甬谈机率是多少了。

如果遇到成功的概率对你不利的情况，你会怎么做才能保证成功？你会如何提高对你有利的可能性？面对宇宙参数精调的现实，再加上一个非凡的、适合生命生存的地球，一些科学家试图修改这个等式，证明我们的宇宙和适合生存的环境基本上是不可避免的。他们的做法是主张多个宇宙的存在，或是通常所说的“多重宇宙”。

多重宇宙的假说是，在我们的宇宙之外还有许多宇宙，每个宇宙的精调方式不同。因此，例如在某个宇宙中的引力强度可能比我们的大十倍；在另一个宇宙的引力可能弱很多，还有其他各种参数也是如此。如果这些宇宙的数量是天文数字般的多，甚至是无限多，那么至少有一个可能拥有所有正确的生命参数，而我们只是碰巧特别幸运地身处其中。²⁹事实上，我们应该期待自己正在这样的宇宙中，否则就不会知道自己这么好运了。不知何故，这一群科学家成功地将低概率、精调的宇宙翻转为高度可能的宇宙。他们真的做到了吗？

首先要注意的是，没有任何可检验的、经验性的证据，表明多重宇宙真的存在。即使这些宇宙确实存在，我们又怎能知道呢？没有已知的方法可以确定这些宇宙是否存在，因为我们仅能观察到已知宇宙中的事物。因此，多重宇宙只是一个假设性的想法。一位有影响力的理论物理学家，把多重宇宙这种概念比作童话中的小妖精和独角兽。³⁰

此外，我们必须考虑是什么在创造这大量的宇宙；一定会有某种产生宇宙的机制。多重宇宙最常见的概念被称为“景观多重宇宙”（Landscape Multiverse），是弦理论（String Theory）与永恒膨胀的结合。³¹景观多重宇宙认为，由某种宇宙生成景观或机制产生了无限多的岛宇宙（island universe），其中每个宇宙岛都包含了不同更高层次的物理定律和常数。³²唯一的问题是，这个“宇宙生成景观”（universe-generating landscape）本身同样需要精调。³³他们只是把精调这个问题从我们可观测的宇宙转移到一个无法观测和假想的多重宇宙上。

在《多重宇宙简史》中，物理学家保罗·戴维斯（Paul Davies）就多重宇宙假说发表了如下看法：

我们怎么能认真对待这种，以多重宇宙的想法来解释大自然对生命友善的本质？我认为不太可能。首先，如何测试其他宇宙的存在？可以肯定的是，所有的宇宙学家都承认，宇宙中的某些区域是我们望远镜无法触及的。但是无限多宇宙的想法在无法观测的情况下，其可信度就更为有限了。当一个人陷入多重宇宙的思考时，他的想法就越来越需要用信心接受，越来越少能被科学验证。

因此，这种极端的多重宇宙解释让人联想到神学的讨论。事实上，援引无限多、看不见的宇宙，来解释我们确实看得到的宇宙中不寻常的特征，



与援引一个看不见的造物主来解释一样，是随意性的。多重宇宙理论可以用科学的语言来装扮，但本质上，它同样需要信心的跳跃（leap of faith）。³⁴

我认为戴维斯的观点部分正确，部分错误。多重宇宙的假说的确是随意性的，是一种缺乏观察证据的信心跳跃。但另一种假设呢？一位物质、能量、空间、时间和宇宙精调定律的设计和制造者？为什么这位制造者可以这样做？经验告诉我们只有一种原因，它有能力和有目的的以一种复杂的方式，定制和安排各部件，那就是“智能”。你我也是一直在这样做：生产软件代码和汽车、飞机、无人机和卫星、咖啡器和计算机，等等，还可以继续举例。而我们从来没有发现除了智能之外，还有任何其他的原因可以做到这些。宇宙大爆炸时的精调就是这样一个例子，这是为了实现某个目的而量身定制和安排各部件。那么，推断宇宙的精调是出于一个创造性的智能，就不是随意性的了。它是依据最佳解释作的推断，是历史科学中一种以检验和证实的推理模式。

轮到你了

1. 为什么爱因斯坦改变了他的方程式？
2. 为什么他最终称这是他一生中最大的错误？
3. 谁是爱德文·哈勃？他在美国加州的威尔逊山天

文台发现了什么？

4. 如果引力比我们现在的强一点，宇宙会发生什么？
如果弱一点又会怎样？
5. 为什么科学家认为宇宙是经过精调以支持生命的存在？
6. 我们精调的宇宙之空间、时间、物质和能量都是有开始的。某种东西促使了宇宙的出现。关于这个宇宙创造事件的起因，我们可以推论出哪些特性？
7. 多重宇宙的概念如何解释精调的现象？多重宇宙的解释又有什么问题？



第二章

信息和生命起源

艾瑞克·安德森 (Eric Anderson)

在上一章中，我们看到了 20 世纪一系列科学的发现，如何与永恒宇宙的思维强烈地冲突。我们的宇宙有个开始，在某个时间点，地球上的生命也有个开始。这是怎么发生的？是否有任何理由认为它是有计划和目的的？还是纯粹的巧合——某个宇宙彩票的幸运结果？

在《星际迷航：下一代》电影的最后一集中，那位几乎无所不能的 Q 神为船长皮卡德（Captain Picard）提供了见证地球生命起源的独特机会。皮卡德船长突然发现自己站在一片混乱的景观中，到处都是熔岩流和火山。地球是黑暗而不祥的，完全没有生命。当皮卡德从骤然的时空飞跃中振作起来观察周围的环境时，Q 神兴奋地指着火山口附近的一滩油腻的化学物质。¹

“来这里。”Q 神说。“让我带你看一些东西。看到这个了吗？这就是你。”

皮卡德船长对 Q 神表示怀疑。

“我是说真的！就在这里。”Q 神坚决地说，并凝视着那滩化学污泥：“生命将首次在这个星球上形成。一组氨基酸将结合成第一个蛋白质，就是你们所谓生命的构成基础（building block of life）。”



然后，Q神对人类不屑地嘲笑说：“奇怪，不是吗？你们所了解的一切，你们的整个文明，都起始于这个黏糊糊的小池塘。”

《星际迷航》中的Q神和宇宙飞船企业号船长皮卡德之间，这种令人难忘的对话当然是虚构的。但是它或多或少准确地反映了当前大学教科书和科学论文中的一个想法：如果条件恰到好处，那么非生命分子将成为生命的基础，最终会成为生命本身。在地球早期的某个时刻，情况恰到好处。瞧！它就发生了。然后，从最初简单生命形态，演变为我们现在地球上能找到的所有生命，包括我们。我们就是那古老的化学汤中第一个卑微生物的后代。

但是这个说法是否经得起仔细审查？对这种“从黏性物到人”的方案，最新的科学提供了什么证据？

在这里，我们专注于该故事的第一部分。也就是说目前的主张是，生命最初是通过纯自然的过程出现的，没有任何智能的指导、干预或创造性行为。也就是说，非生命分子本身，通过物理和化学定律，及分子的随机分布和化学反应，共同构成了生命的基础构件，并最终形成生命本身。这就是所谓的生命自生论（abiogenesis）。

这是一项科学主张，我们可以对它进行仔细的审查、测试和分析。当然，我们不能像Q神和皮卡德船长那样，穿越时空去目睹地球生命的起源。因此，我们永远无法通过直接观察来证实这种说法：通过纯天然过程，非生命化

学物质变成了有机化学物质，并最终变成了早期地球上的生物体。

请注意，无论是生命起源研究、古生物学、考古学还是法医学，我们调查任何有关远古历史事件的具体能力都是有限的。但是，我们可以根据现在拥有的知识和经验来审查，并依据当前的线索推断过去事件发生的起因。对于生命起源，研究学者可以尝试在实验室中模拟早期的地球环境。可以用不同的化学成分尝试多种可能产生有机物质的情况。也可以利用我们的化学和物理知识来确定，实际上需要什么样的反应才能产生像 Q 神所说的“第一个蛋白质”。我们可以观察当今存在的、最简单的“自我繁殖有机体”的最低要求，并就是否可能产生更简单的生命形态进行具体的评估。我们可以分析纯自然的生命起源所面临的许多挑战，并就其可能性得出合理的结论。

注意假设

在研究生命自生论之前，我们需要注意一件事。除了生命自生论的科学观点以及支持该观点的任何证据外，还有一种观念或假设隐藏在生命自生论背后。简而言之，这假设就是：即使我们目前对生命起源的理解是不准确和不完整，但必须有某种纯粹的自然过程产生第一个生命。即使在我们查看证据之前，这也必须是真的。唯一需要探讨的只是那个自然过程到底是什么。



最重要的是，必须意识到这背后假设的存在，而且根据其本质来识别它，发现它无处不在。如果我们想理解生命在没有智能的指导下如何盲目地出现，如果我们想看看实体证据可能告诉我们什么，那么我们就应该抛弃以上的假设。若坚持这一假设的同时，还希望调查生命是否首先通过“纯自然无指导”的过程出现。这就好比试图调查一场火灾是否是纵火事件，但又拒绝考虑是纵火的可能性。



图 2.1. 艺术家想象下的原始地球经陨石碰击的景观，
图像前沿是无生命迹象的化学浓汤。

这个观点似乎很明显，几乎没有必要提出，但是许多生命起源科学家确实坚持只考虑，第一生命的起源是出于非指导性自然的原因，并且在受到相反证据的挑战时，坚持不考虑其他不是纯自然的原因：因为他们认为那不是科学。尽管他们坚持认为自己只是在遵循证据，没有任何保留，但实际上，他们在考虑证据之前就拒绝了其它可能的

解释。

我们最好是先问自己，这些证据表明了什么？不是用选择性的事实来支持一个哲学立场。我们应该尽力用全面、广泛的证据，根据该主题现有的最新、最好的科学，来认真客观地分析。这样分析的结果，对于生命的起源又是怎样解释的呢？

生命自发？

从巴比伦帝国到宏伟的中国和印度文明，再到古希腊文化，不分地域、文明的哲学家和自然观察者，都在探讨生物的起源。怎么蛆看来似乎是自发出现在尸体中，蠕虫自发出现于河滩淤泥，甚至老鼠好像也是自发出现在小麦桶中？由于缺乏高放大倍数的显微镜和其他先进的检测设备，而且也缺乏我们今天已认为是理所当然，又有悠久传统以实验为基础的科学方法，早期的观察者只能猜测：某些生物似乎是自发出现的。

这并不完全是疯狂的看法。一些简单的观察甚至似乎支持这种想法：只要有合适的条件（例如尸体、泥土或谷物），加上合适的天气和温度，再随着时间的推移，你迟早会观察到蛆、蠕虫和老鼠。从这样的观察，导致生物在适当的条件下会自发产生的结论，是很容易理解的。因此，几个世纪以来，这种生物自然产生的想法被接受为多种生物起源的答案。



即使在发明了显微镜之后，这个想法仍然存在，但是它的时代已经接近尾声了。

尽管不是唯一的批评家，大家一致认为法国著名的微生物学家刘易斯·巴斯德（Louis Pasteur，1822–1895年）通过他谨慎的实验方法，为生物自发的观念带来致命的一击。当许多科学家仍然接受生物自发的想法时，巴斯德用无菌的容器和液体进行了几次实验，证明在谨慎仔细的实验过程下，没有出现活生物体。后来巴斯德引用这些实验的结论说：“生物自发理论永远不会从这个简单实验的致命打击中恢复。如果没有与子代相似的父代，没有任何情况可以证实微生物会自然地进入世界。”²

马克西姆·施瓦兹（Maxime Schwartz）在《应用微生物学杂志》上对巴斯德的实验提出了以下的反思：

通过极其仔细的实验方法，他证明了预先灭菌的培养基中微生物的出现，总是可以用外界进入的细菌来解释。因此，他成功地否定了生物自发理论的任何实验基础。

从哲学的角度来看，其影响是巨大的。生命的开始显然不是可预测的现象，可以在任何可发酵的培养基中随时发生的。从此确立了生命起源问题的前提，直到如今。³

换句话说，如果像巴斯德所表明的那样，生物体通常仅来自于其他生物体，那么第一个生物体又从何而来？

实质比名义重要

回顾过去，我们可能会认为自己的前辈们愚昧无知。他们怎么会相信生物自发论这么多个世纪？毕竟，今天的每个小孩都知道，老鼠不是来自小麦，蠕虫不是来自泥土，蛆也不是来自腐烂的肉。相反的，这些生物来自像他们一样的母体。我们为已经成就的巨大科学进步感到自豪，特别是在过去的几百年中，但是我们很难明白，怎么会有人不理解，这些现在认为是理所当然的事情。

但是，如果我们不提蛆、蠕虫和老鼠等具体例子，而是更广泛地研究生物自发产生的基本原理，那么我们就不得不承认，应该谦虚一些。就像我们的前辈在生物自发的议题上犯了错误一样，今天关于生命自生论的主张是否也需要仔细的审视？

当然，今天的生命自生支持者不相信生物自发的产生，就像我们很早以前了解的那样。尽管巴斯德和其他研究人员已经彻底否认，我们今天在周围观察到的活生物体，是由非生物体而来的概念。但是生命本身又是如何开始的呢？第一个生物体又是如何产生的？即使生命不能轻易且经常自发地出现，在非常特殊的条件下，或许它可能会发生？或许至少一次？现代生命自生的故事，将生命的形成从非生命而来的说法，推向遥远的过去，在非常幸运的一次事件中发生。但这故事的核心原则仍然未变：如果条件恰当，非生命物质便可以变成活生命体。



进入达尔文的温暖小池塘

1859年，就是刘易斯·巴斯德（Louis Pasteur）在一次科学会议上推翻了生物自发论这一想法的前五年。另一个欧洲人查尔斯·达尔文（Charles Darwin）发表了他的艰巨著作，成为生物学上的一个里程碑，即《物种起源》。

达尔文的书并未试图论及生命的起源，他只是假设一个或多个原始的自我繁殖生物，并从那里建立了进化论。在以后的版本中，他确实提到“创造者”是最早的一种或多种生物的可能来源，但他显然对最初的生物的起源抱有纯自然主义的希望。即使巴斯德证明不是生命自发产生了我们周围的一切，达尔文私下却仍提供了一个不涉及创造的生命起源的解释。

“到底该如何解释巴斯德的实验中，为何没有生物体产生？”达尔文在1871年的一封信中问他的朋友约瑟夫·胡克（Joseph Hooker）。达尔文继续推测说：“一般人认为，所有可能产生第一个生物体的条件，现今都已经存在了。但假若我们想象在一个充满各种氨和磷酸盐的温暖小池塘中，加上光、热、电等，蛋白质化合物即开始形成，可以进行更复杂的变化……”*

但达尔文也立即承认，在当前的自然环境中，这种“蛋白质化合物”将“立即被吞噬或吸收”。但是也许并不总

* 因为目前在所有适合生命的条件都具备的情况下，仍然观察不到生命自发的现象，所以达尔文才有以上的推测。——译注

是这样吧？他想，也许在早期地球环境中，生物还没有出现之前，某种蛋白质化合物就可以生存并继续进化。正如达尔文所建议的那样，“继续更加复杂的变化”。⁴

请注意，达尔文并没有提议生命可以轻易地由非生命物质引起，或者这个过程经常发生。相反地他在问，如果在适当的条件下，是否非生命化学物质会导致早期“生命前身”的出现？如果是这样，那该“生命前身”最终会不会导致一个活有机体（living organism）的产生？

达尔文并不是独自在思考，化学物质会以无序的形式混合在一起，而形成活有机体的可能性。在随后的几十年中，学术界花费了大量的精力试图将这一理念具体化，并提供实验的支持。

有人知道化学汤是什么吗？

1920年代初，著名的俄罗斯生物化学家亚历山大·奥帕林（Alexander Oparin）提出：“生命是通过一系列生物化学步骤，在地球上起源的。”奥帕林认为，简单的有机分子可以在早期地球包含甲烷、氨、氢和水蒸气的大气层中形成。与我们现在的大气层不同，其中的氧气不存在或分量极少，因此环境中的化学物质不容易被氧化破坏（这种缺氧的气层被称为还原气层）。奥帕林推测，当这些简单的有机分子在这样的环境下形成后，它们偶尔会进一步形成更复杂的分子，发展出新的特性，最终变成活有



机体。⁵

此后不久，英国遗传学家霍尔丹（J. B. S. Haldane）提出：“地球早期的原始海洋就像‘热稀汤’（hot dilute soup），在其中可以形成简单的有机化合物。”⁶像欧帕林和达尔文以前一样，霍尔丹认为简单的化合物会与其他化合物发生反应，形成更复杂的化合物，然后进一步形成活细胞的成分，最终形成活有机体。

尽管他们的想法最初被许多科学家否定了，但欧帕林和霍尔丹的建议，通过一种“化学进化”在地球上开始生命，这样的说法逐渐被重视。有些科学家仍然持怀疑态度，但对许多人来说，这种看法迟早会成为主流，只是时间问题。毕竟，如果达尔文已经表明，我们地球上所有奇妙、复杂和多样的生命形态，都可以从第一个简单的生物进化而来。而且仅需要通过随机变化和自然选择的过程，无需任何指导智能。那么也许第一个活有机体，也可以解释为纯天然过程的结果。也许大自然本身就是创造者——以最简单的化学元素作生命的基础，最终形成生命本身。

这种可能性继续诱导当今的生物化学家。尽管理论听起来不错，但仍需要有力的实验证据。让我们来看斯坦利·米勒（Stanley Miller）和哈罗德·尤里（Harold Urey）怎么说。

个人旅程

当我第一次了解芝加哥大学的斯坦利·米勒和哈罗德·尤里进行的著名实验时，⁷令我印象深刻。因为我听到由简单的化合物加上少许电力就可形成氨基酸。现代生命自生论（abiogenesis）的支持者也告诉我们，这些氨基酸可以聚在一起形成简单的蛋白质，再进一步形成较复杂的有机分子，最终形成生命。正如 Q 神告诉皮卡德船长的那样，也正如达尔文所推测的那样。

这是真的吗？与其随意接受被告知的结果，我决定自己去寻找答案。当我更多地了解生命的起源，以及关于无引导的化学反应能产生原始活有机体的可能性的激烈辩论时。我不明白，既然米勒（Miller）和尤里（Urey）已经表明了生命，或者至少是生命的基础，可以从纯自然过程中产生，为什么仍然有如此多的争论？

毕竟，杰出的科学家乔治·盖洛德·辛普森（George Gaylord Simpson）整整六十年前曾指出：“在最近一次芝加哥举行的会议上，咨询了一个国际知名的专家小组。所有的人都认为用实验手段来产生生命的日子即在眉睫。”⁸因此，如果将近 70 年前，米勒和尤里已取得如此重大的突破，又如果在下一个十年之交，即 1960 年，专家们再次充满信心肯定地说，对生命纯自然起源的确认指日可待。那在几十年后的今天还有什么要争论的呢？

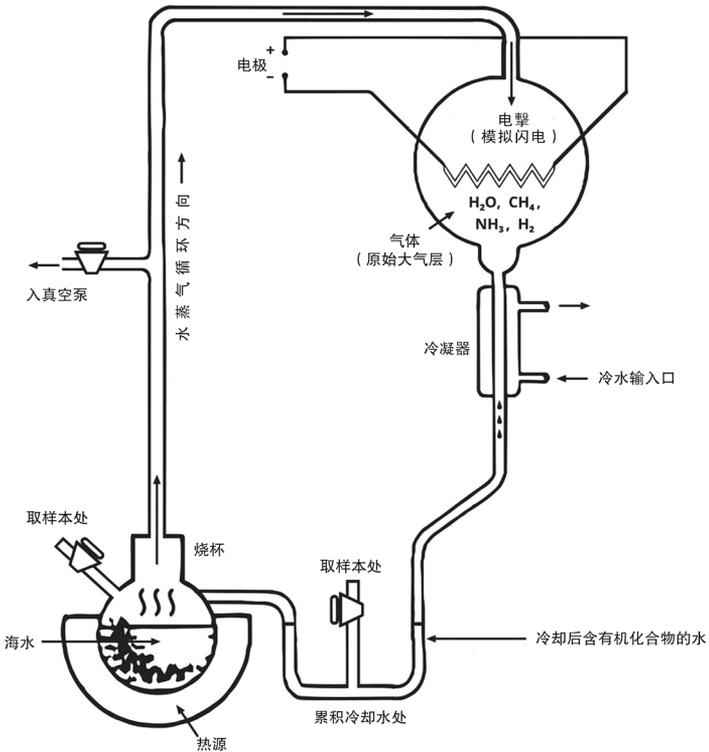


图 2.2. 著名的米勒 - 尤里实验的设备示意图

我不知道是否这样持续的辩论，是因为某些人认为自然主义起源的故事，与他们对“有目的的创造”这种个人宗教或哲学观点相抵触而引起的。也许研究学者已经在数十年前达成协议，而宗教人士只是不愿意面对科学事实。然而，当我研究该主题时，我发现许多科学家和批评米勒 - 尤里实验的作者提出的问题，不是基于任何宗教观点，而

是基于科学。正如其中一位叫丁肯扬（Dean Kenyon）的学者（他曾是生命自然起源的主要支持者），他与其它作者共同撰写了一部重要的生命起源教科书《生物化学预定论》（*Biochemical Predestination*）。⁹

我本人对生命自生（abiogenesis）的说法并没有任何哲学或宗教上的立场，但我觉得这个说法很有些可疑。而且我越研究它，就越觉得可疑。

可以肯定的是，米勒（Miller）和尤里（Urey）在1950年代初期，他们处于研究的最前沿，依据最新的科学，设计了一个非常巧妙的实验。通过他们的辛勤工作和不懈的努力，使我们了解到有关非生命化学物质的运作，以及某些有机化合物如何形成的重要知识。但是，当我进一步考察时，发现的是：具有标志性的米勒-尤里（Miller-Urey）实验被坚定地认为是“解释纯自然生命起源”的里程碑，这种想法主要是由其他人推动的，而非米勒和尤里本人。而且这想法是错误的。

此后的几十年中，米勒-尤里实验几乎在所有方面都受到了挑战。它教了我们一些有趣的东西，但是它远远没有复制一个随机的化学进化过程，或是地球早期可能有利生命的环境。从实验中使用的还原性气体，¹⁰到恰好适度的能量，¹¹再到将过程中的化学物质仔细的与不利的化学干扰隔开，¹²最后到过程中必需的保护性环境。凡细心的观察者都会质疑米勒-尤里的结果，对早期地球生命起源的了解有无实际的价值。¹³然而，在许多高中和大学教科



书中仍在吹捧米勒 - 尤里实验，认为证明地球早期生命所必需的化学物质的形成，不再是个严重问题，而且已经大部分得到解决。¹⁴ 没有比这离事实更远。

这甚至不是生命自生论问题的一半。

化学烧瓶中的一闪

即使我们接受对米勒 - 尤里实验结果的错误解读为正确，我们也不能结论说它是自然生命起源的可行途径。这是因为在经过精心控制、设计和智能指导的实验下，距离产生一个简单的活有机体的目标仍然是遥不可及。

整个生命自生的故事还有很多其他问题，千头万绪。但研究学者至少已经确定了，与生命自生论有关的十几个严重问题。其中大多数（也可以是任何一个），都可推翻生命自生的想法。若放在一起，它们就构成了自然主义生命起源故事的毁灭性批判。1982年，有机化学家和分子生物学家凯恩斯·史密施（A. G. Cairns-Smith）对典型的“生命起源”模拟实验，提出了一些反对意见。¹⁵ 此后不久，化学家查尔斯·萨克斯顿（Charles Thaxton），地球化学家罗杰·奥尔森（Roger Olsen）和材料科学家沃尔特·布拉德雷（Walter Bradley）对许多生命起源的建议和推测提出了严格的批评。他们提到“化学起源论的危机”，并观察到“目前通过原始大气层和海洋的无方向的能量流，完全无法充分解释一个有难以置信复杂性的‘简

单生命系统’，是如何产生的，并且这些解释可能是错的。”他们继续结论说：“到底原始地球上的简单化学物质，是否会自然而然地进化（或组织起来）成为第一个生命？这是值得怀疑的。”¹⁶

自那时以来，情况没有改善。并且恰恰相反。从不同途径研究的结果，对生命自生的想法产生了更多的问题和挑战。研究生命自生论的一些说法，经常遭到其他生命起源研究学者的否定，然而这些学者提出的其它建议，却也是同样的不充分。

2019年发表的一篇论文，对多个可能的生命起源地点做了研究。包括达尔文的“温暖小池塘”（即温泉）、外层空间以及（时下流行的建议）深海热液喷口（hydrothermal vents）。研究学者得出的结论是，这些地点均不能满足生命自生的要求，因此提出了“由天然核反应驱动”的间歇泉（geyser）系统。¹⁷在最近有关生命起源研究的评论文章中，天体生物学和理论物理学家莎拉·沃克（Sara Walker）赞扬了迄今为止在生命起源研究方面的成就，但她承认“我们还无法回答生命如何首次出现的问题。”

沃克坚信地球上的第一生命是自然发生的，但在研究了许多解决生命起源问题的尝试之后，她得出的结论是：“可能需要……创新的方法”。并希望有一个“新物理理论”，可以帮助缩小差距。沃克（Walker）评论说，了解生命是如何由纯自然原因产生的任务，可能与“统一广义相对论和量子理论”一样困难，她并认为解决起源之谜的



时刻，可能发生在“当我们偶然很幸运地发现了生命新的基本认识”时的那一时刻。¹⁸

因此，当发人深省的现实被理解后，对米勒 - 尤里实验的兴奋也就不再。在本章的其余部分和下一章中，我们将评论现代生命自生故事中的两个关键问题：对生物信息的需求和自我复制的挑战。

请提供更多信息

1980年代初是电脑世界令人激动的时期。就在几年前，史蒂夫·乔布斯（Steve Jobs），史蒂夫·沃兹尼亚克（Steve Wozniak）和罗纳德·韦恩（Ronald Wayne）成立了苹果电脑公司，掀起了价格适中的个人电脑的革命。这种革命开始进入业余爱好者、电脑俱乐部和一些家庭中。随着1977年Apple II的推出，Apple的知名度激增。其他几家制造商也开始直接向消费者开发和销售电脑，这些公司的名字包括Altair、Texas Instruments、TRS-80、Sinclair、Atari、Commodore等。

我父亲是工程师出身，并且对个人电脑这新领域兴趣浓厚。在家庭预算允许的情况下，他在一个星期六的清晨将我和我的三个兄弟装上了车，开了八个小时去参加一个电脑博览会。在那里我们仔细研究了这新领域中，许多令人大开眼界的产品。无视一天的疲惫，在整个回程中我们兴奋不停地谈论所看到的一切新技术。

尽管我父亲是一个节俭的人，但他事先做了研究，并决心将来之不易的资金用于一台可以使用数年的高质量机器上。于是他仔细分析了各种系统的优缺点以及成本和收益（这样的细节，只有工程师才能体会），他选择了当时可以找到比较好与 Apple II 兼容的系统之一。在我母亲最终同意把它当作那年圣诞节所有人的礼物后，他拿出皮夹，预付了金额不小的订单。

回顾过去，我必须对这第一台电脑感到好笑，该电脑的价格要比当今许多高端电玩系统都贵很多。当我们在几周后的圣诞节前夕终于收到新电脑时，几乎等不及到圣诞节早晨才打开来安装。它具备所有各式各样的功能！高达 64K 的 RAM（不是当时大多数 Apple II 随附的 48K）、5.25 英寸的软盘驱动器、五个视频游戏、十个空白软盘、一个简单的操纵杆，以及所有当中最好的，一个大的 CRT 彩色显示器！（我们绝不会接受一个单色的绿色显示器！）

在几个月内，我们增购了一个点矩阵打印机和第二个驱动器。现在我们有二个——再数一下，两个！——5.25 英寸软盘驱动器，这使电脑可以操作更高级的文字处理软件，还可以更轻松地复制磁盘。

尽管我们一家人甚至没有电视，但我们很快成为朋友和熟人羡慕的对象。在附近的邻舍中我们是第一家拥有个人电脑的。突然，我们的车库（以前被当作家庭娱乐区），成了无数周末和深夜的社区电玩游乐场，因为我们一家四兄弟和我们的朋友都挤在那台低分辨率彩色显示器周围，



不停玩着令人着迷的早期 8 位电脑游戏。令我父母感到不安的是，我的睡眠习惯变得越来越糟，伴着这个电脑从下午到晚上，然后是深夜，甚至到清晨。

但这不是仅仅游戏而已。父亲的工程背景培养了我们一种向往，即不单要使用这项技术，还要了解其运作方式。

我购买了有关 Apple 操作系统的手册，并细读了数小时其中的资讯。我学习到如何“骇入”电脑游戏并更改某些游戏参数和屏幕显示。这本身并不是一件特别有价值的事情，但是在此过程中，我学到了有关文件系统、磁盘扇区、资料存储程序和电脑其他内部运作的宝贵知识。

我还教自己用 BASIC（Apple II 使用的简单整数语言）编程，并开始编写自己的程序，最后还做了一些早期数据库的工作。不久，我开始深入学习 COBOL 和 Fortran 语言，甚至花了几个夏天的时间在一台旧的 Burroughs 电脑上进行编程，用的是十六进位数位指令——那可是一件冗长乏味的工作！最终，我开始构建自己的电脑。

回顾这段成长时期，无论是在电脑行业还是在我自己的生活中，我都非常感激我能有机会，以微不足道的方式在自己一个小角落里，亲眼看见和亲身接触到，电脑和信息技术即将对世界产生的巨大变革。这经历最大的收获也许就是认识到信息才是关键。不是金属、塑料、电线或磁盘。不错，这些都很重要，但重点是信息。它为达成特定的目的确定了实体部件的安排，又以代码和程序使精心布

置的部件运作栩栩如生。每个电玩游戏，每个数据库，每个软盘扇区，每个功能的核心始终都是同一件事：信息。

在复杂功能系统的世界中，信息为王。这与生命的起源有什么关系呢？事实证明，有一种重要的数位信息形态，远早于电脑就已经出现了。信息是它的核心，它就是生命。

一串脱氧核糖核酸走进酒吧……

这个故事在科学界是众所周知的，几乎是个传奇。1953年2月的一个星期六，英国科学家弗朗西斯·克里克（Francis Crick）和他的美国研究伙伴詹姆斯·沃森（James Watson）走进英格兰剑桥的The Eagle酒吧，宣布他们“发现了生命的秘密”！¹⁹

沃森和克里克的夸张可以谅解。毕竟，他们在罗莎琳德·富兰克林（Rosalind Franklin）和莫里斯·威尔金斯（Maurice Wilkins）的重要协助下，发现了有机大分子脱氧核糖核酸（DNA）的结构，它正是生命的核心。

确定这个重要分子的三维螺旋结构已经是很大的成就了，但沃森和克里克同时发现，DNA扭曲阶梯上的核苷酸配对也提示了“遗传物质的一种可能的复制机制”。²⁰也就是说，DNA的结构可能有助于一代又一代地复制遗传信息。结果证明他们的推测完全正确。

1953年3月19日，克里克（Crick）给他12岁的



儿子迈克尔（Michael）写了一封手信，保存了历史深刻的一瞥。²¹ 虽然他的儿子还不算是青少年，克里克却将DNA的结构说得很仔细：

我亲爱的迈克尔，

吉姆·沃森（Jim Watson）和我或许完成了一个最重要的发现。我们为脱氧核糖核酸的结构建立了一个模型（请仔细阅读），简称为D.N.A.……

现在就我们所知，在一个链上，一个碱基可以以任何顺序排列，但是如果它们的顺序固定了，那么另一条链上的顺序也就固定了。例如，假设第一条链为A-T-C-A-G-T-T，那么第二条链必须为T-A-G-T-C-A-A。

克里克继续指出，两条DNA链的这种互补配对不仅阐明了DNA具有承载信息的特性，而且也包含后来被称为“遗传密码”信息，而且还暗示了潜在的复制机制：

它就像一个代码。如果给你一组字母，你可以写下其他字母。

现在我们相信D.N.A.是一个代码。也就是说，碱基的顺序（字母）使一个基因与另一个基因不同（就像一页文字的印刷内容与另一页不同）……

换句话说，我们认为已经找到了生命来自生命的

基本复制机制……你可以理解我们非常兴奋。我们必须在一天左右的时间致信《自然》期刊 (*Nature*)。请仔细阅读和了解这封信。当你回家时，我会展示 DNA 模型给你看。

当我仔细思考克里克的这封信，并想象克里克和沃森发现 DNA 结构时可能的景况，他们对这发现所蕴含的意义有深入的见解令我印象深刻。因为他们不仅认识到 DNA 的结构，而且认识到代码的存在。克里克向儿子解释了信息的关键作用，以及“生命源自生命”的方式。

仅仅几年后的 1957 年，克里克做了一次演讲，概述了他所谓的“序列假说”。²² 次年，他发表了一篇题为《蛋白质合成》的论文。²³ 除了其他细节外，他提出 DNA 片段的“特异性”（本质上是指该 DNA 片段中包含的信息），是由碱基分子或碱基的序列或顺序决定的。换句话说，存储信息的不仅是 DNA 碱基的物理结构或化学组成，而是这些碱基的排列。

就像您在本书中阅读的中文字一样，传达信息的是字的顺序，而不是墨水的颜色或所用纸张的类型。

至少在这方面，克里克的序列假设是完全正确的。沃森和克里克的研究成果是科学史上一项非凡的成就。科学哲学家史蒂芬·迈尔 (Stephen Meyer) 指出：“沃森和克里克的发现将永远改变我们对生命本质的理解……在 19 世纪末，大多数生物学家认为生命完全是由物质和能



量组成。但是在沃森和克里克之后，生物学家开始认识到第三种基本素质在生物中的重要性：信息。”²⁴

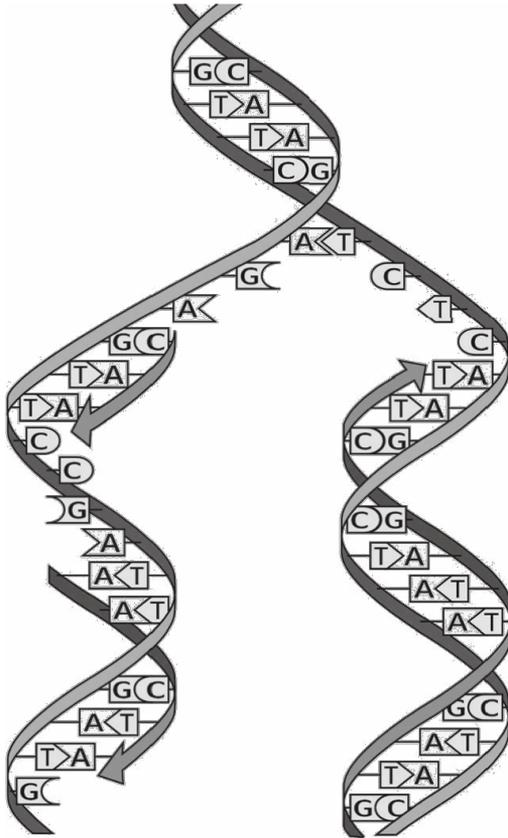


图 2.3. 脱氧核糖核酸（DNA）结构
显示核苷酸的碱基配对 A/T（adenine and thymine）及 C/G（cytosine and guanine），以及双链螺旋结构分离复制的过程。

生命的语言

自从 1953 年那个决定性的日子以来，解释生命起源

的问题已越来越多地被视为是解释生物信息起源的问题。生命中的信息从何而来？六十多年后，即使科学家们试图更多地从分子基础来理解生命，他们仍然在问这个问题。

现在很清楚，有机生命和纳米技术、分子机器、信息处理系统，当然，也与 DNA 息息相关。随着越来越复杂的显微镜，我们可以越来越清楚地看到一个精心策划的过程，包括 4 位数位代码、存储、检索和翻译机制、演算协议（computation protocol）以及一个高性能、信息密集系统拥有的各种特色。

这样的系统最初是如何产生的？正如我们在本章开始时所说，我们并没有看到第一个活有机体出现在地球早期，并且没有《星际迷航》影集中的 Q 神，可以奢侈地把我们送到地球早期去见证它。但是，是否有线索可以帮助我们确定这些生命系统的起源呢？

关于功能整合、信息丰富的系统（如我们在整个生物界中所发现的），我们至少知道两件事。这两件事可以帮助我们对此类系统的起源，做出合理的结论。

首先，从自然主义的角度没有任何证据可以证明，大量新颖的信息会自然产生。科学家从来没有观察到这样的情况，一次都没有。而且没有一项理论成功且详细地说明，信息如何可能发生。此外，并不是科学家们已经提出一些极具可能性（但尚未证实），或已经有一些不错的自然主义的解释，只不过需要继续的调整或更多的研究或更多的



资金即可。尽管可以使用自然过程来解释许多观察的结果，但是当我们面对功能整合、信息丰富的系统时，情况就完全不同了。我们并不是好像最近才开始寻找解释，或我们已经很接近了，只需要稍加努力或再多一点时间即可。数以千计的研究学者已经透过数十万小时的努力，花了数十亿美元的经费，进行了数代科学家的广泛搜索，都没有成功。从未发现任何可靠的自然过程，可以产生信息丰富的系统。

著名的合成有机化学家詹姆士·图尔（James Tour），分析了他认为最近最有前途的生命起源研究（OOL）工作。作为一名经验丰富的研究学者，他发表了 700 多篇研究论文和 130 多项专利，他善于看穿乐观的炒作，特别针对在现实世界中组装功能分子系统异常困难的这一点。在 2019 年的一篇重要文章中，图尔对许多生命起源论文中缺乏对该领域状况的坦诚表示失望，他问道：“为什么不承认我们还不能解释的事情：例如将原材料转移到生命所需的分子中；生命密码的起源；任何生命系统中存在的组合复杂性；以及细胞组件精确且非一般常规的组装？”这是一厢情愿，或是天真，或者可能两者都是！“我已经与 OOL 研究学者讨论了这些问题，”他又说：“令我惊讶的是，他们没有意识到构建分子困难之严重性。”²⁵

其实，情况比这更让人绝望。

越来越明显的是，类似随机和自然律的过程不仅不能建立信息丰富的系统，而实际上会破坏信息。从总体上讲，

这些自然过程随着时间过去，必然会导致信息的损失。这是一个广为人知，经反复实地观察建立的原则。从数学分析和信息理论的原则上也可以明白。这同时也经过实验的证明。

从这些不同的观察中得出的结论很清楚：类似自然律驱动的过程或无序偶发的过程，根本没有办法产生崭新的信息丰富的系统，如我们在生物界所看到的一切。根据目前的理解，我们有充分的理由认为，永远不会找到对这类系统的纯自然解释。

事实上，具有讽刺意味的是，有机体已经拥有不少复杂的系统，包括校对和纠错机制，专门用来对抗具有破坏信息趋势的自然律和随机性。这些复杂的校对和纠错系统的起源，也需要解释说明。若倒过来说是由自然法则和随机变异，先产生了这些信息丰富的系统，那是完全颠倒事实的。

其次，第二件我们知道的是：只有一种原因有能力可以产生这种功能整合、信息丰富的系统。那就是智能（intelligence）。

例子比比皆是。在我们周围有桌形电脑、智能手机、云端服务器、智能电视、网络应用程序、链接设备等。所有这些功能整合的系统（全球数十亿个），以及其中包含的信息是通过“目标导向”的过程完成的：准备、计划、收集需求、选择材料、创建原型、制定互连协议，等等。



换句话说，它们是透过有目的的设计过程，通过思维来实现的。没有一件是由纯自然的原因造成的。

甚至更简单的信息丰富的例子，如一本书或一个 Instagram 帖子，所有这些都追溯到智能的来源。

正如迈尔（Meyer）指出的那样：“我们一致的经验证实，无论是刻出来的象形文字，写在书上的文字，以无线电信号编码的信息，还是在模拟实验中产生的特定信息，总是来源于智能和思想，而不是纯物质性的。的确，每次我们找到特定的信息，并且了解该信息应该是如何的产生时，我们总会发现它是源自智能。”²⁶

而且要注意，这个结论并非基于无知、凭空猜测或缺乏知识，而是基于我们在分子生物学和其他领域学到和观察到的结果，是我们清楚理解的。这个结论是根据我们定期、反复和一致的经验与观察得出来的。

是谁干的？

在地球上首次形成生命时，没有科学家在旁边。没有博客、记者、摄像机或视频博客来记录这事件，或向我们报道有关生命如何开始的“及时新闻”。来自《星际迷航》的 Q 神也不能带我们回到主赛事的前排座位。生命的起源是一个历史事件，发生在久远以前，超出了我们目睹的可能。因此，与所有历史科学一样，唯一的方案是收集线索，

考虑相互对立的各種解釋，並仔細確定哪個解釋最能充分的滿足所有的線索。

举个例子。假设你最近从外州搬到华盛顿州东部，在后院种花时，发现在土表面以下一点的地方有一层白色粉末物质。稍后又发现整个区域都可以找到同样一层的粉末。你很快想到一些可能的原因。一次洪水？一家镇上很久以前关闭的工厂，曾灾难性地、大量流出污染物？一座火山？这些原因中的每一个都会影响广大的地区，且会影响该区域的地质状况。但是，你很快就会意识到，只有一种解释可以说明这现象是如何产生的。一场大洪水可能会在广阔的区域上沉积一层淤泥，但不会是灰烬。工业灾难也无法造成如此大量的粉状物质。另外，工业灾难不会产生火山灰，请了化学家的朋友进行一些测试后，就确定了它真的是火山灰。因此，你可以从证据中得出合理的推论：白色粉末状的灰烬是由火山爆发产生的。²⁷

请注意，即使你从未听说或目睹在 1980 年春天——那个命中注定的星期日早晨——圣海伦斯火山（Mount St. Helens）爆发的一刻。但经过仔细的推理和分析，便可以从实物证据中得出合理的推断并得到正确的结论。的确当时火山喷发出巨量的灰尘，最终扩散到加拿大境内。

当我们考虑生命起源时，我们就像是一位科学家，在没有亲自看到火山爆发的情况下，检查灰烬的沉积物。由于我们没能观察到生命起源的一刻，我们无法回放该事件的视频说：“有，就是这样发生的。”但这并不意味着我



们只能凭空猜测，或者是举双手表示放弃。相反的，我们可以查看线索和证据，并根据自己的经验得出合理的结论——科学哲学家称此为最佳解释的推断。

就生命的起源而言，需要解释的不是火山灰，而是第一个活细胞中存在的信息。其实原因很清楚，只要我们愿意考虑接受。多年来提出的所有自然主义的解释，都无法说明在最简单的单细胞生物中看到的信息丰富的系统。事实上，自然的过程会随着时间的推移而降低信息的质量，而不是创造新的信息。因此，我们可以合理地得出结论，这些解释都不能被科学哲学家称为是“真正的原因”，因为它们都没有能力产生我们在分子生物学中观察到的信息量。但是，我们确实知道一个原因，它能经常产生大量信息，并反复产生复杂、功能整合、信息丰富的系统，像我们在活细胞中发现的那样；这原因就是智能。与自然主义的解释不同，创意智能可以是真正的、充分的原因，因为它能够产生这种密集信息的效果。

因此，即使是最简单的生物，我们也可以从生命起源和信息丰富的系统两方面，得出明确合理的结论（即最佳解释的推断）：它们是在智能主导下产生的。

逐渐褪色的剧本

自然主义生命自生论的一些支持者，试图通过解释DNA中的信息来反驳以上的论点。本质上，他们采用了

两种策略试图抹杀信息。

首先，有些人试图解释 DNA 中实际上不存在信息，用来淡化 DNA 中信息丰富的事实。他们认为，我们或许以为 DNA 中存在信息，但实际上并不存在。我们只是对 DNA 施加自己的偏见和期望，而实际上它与其他分子没两样。我们所谓的“信息”，只是我们用来了解 DNA 分子的组成和它运作的方式而已。

如果你觉得这个论点奇怪，你并不孤单。当沃森和克里克发现 DNA 的结构，并认识到互补碱基配对和复制机制时，他们并没有对分子结构施加自己的期望和偏见。他们是在发现现实世界中实际存在的东西，这些东西早在他们出生之前，早在他们将注意力转向细胞世界之前，就已存在。他们当然没有宗教偏见趋使他们看到细胞中的信息，因为两个人都不是虔诚的教徒。他们都希望有一天能找到一种纯唯物主义生命起源的解释，而且克里克甚至认为地球上的第一个生命是从外层空间传播来的，起源于某个遥远的星球。这个想法只是将问题推到另一个星球上，而且它还增加了额外的困难。即在有害的宇宙射线侵袭下，让微生命体安全地通过亿万英里的寒冷空间。但是克里克宁可提出这样的解释，这就表明他不是急于承认地球上生命的起源是出于有目的的设计。但不论如何，他和沃森都承认细胞里有极丰富的信息和多种信息处理系统。

随后许多的发现更证实，并且加深了这种理解。因此，几十年来人们已经知道 DNA 中存在信息——是真实



的、可观察的、编码的、功能性的信息。已有许多开创成功的公司专门来检索、研究和分析 DNA 中的信息。大学生物学系和某些计算机学系都开设了课程，向下一代的科学家传授有关 DNA 信息知识。近年来，出现了称为“生物信息学”的研究领域，致力于研究生物系统，尤其是 DNA 系统中的信息。

其他反对生物系统中的信息是出于设计的人，则采取了恰恰相反的策略，认为万物皆有信息。该论点背后的假设是，宇宙中所有的物质，不管是岩石、粒子、恒星和星系，都包含信息。他们认为，DNA 当然包含信息，但是其他所有的也是如此，所以 DNA 没什么独特之处。就是如此，没可讨论的，你们走吧。

比如，曾和我辩论过的一个人认为，DNA 只是一个分子，就像其他任何一个分子一样。DNA 没有比一杯盐水更有趣，因为如他所说，DNA 和盐水两者都拥有信息。

这也是无稽之谈。即使是一个孩子也能很容易理解。我们在 DNA 中发现的东西，和一杯盐水或漂浮在宇宙中无生命的物质粒子，有天壤之别！²⁸ 这就像一本书中的字母是有意义的排列着，但若是一页又一页的随机字符（好像粒子无规则地漂浮在宇宙中）或（像盐水）一页又一页相对简单重复的字母如 aabbccdd, aabbccdd, aabbccdd, 这之间的区别是很明显的。

与这些非生物的实例相反，在 DNA 中发现的既不

是简单的重复模式，也不是核苷酸的随机组合。反而是 DNA 包含高度设定的功能信息，直接以数位形式储存，并通过遗传密码表达。

在细胞中发现的信息起初是如何产生的呢？这问题始终存在。但任何忽略、掩饰、否认或淡化生物信息存在的尝试，都是空洞反智的，只表明了或许是一些欠客观的科学讨论影响了他们的看法。

回到原点

如今，随着过去几十年来对 DNA 和遗传密码理解的大幅进展，以及在细胞中发现了各种巧妙的分子机器，我们比以往任何时候都更有能力回答本章开头的问题：生命是如何开始的？我们今天积累的证据表明：一个有计划、有目的、精心设计的生命起源是最佳的解释。

有许多生命起源研究学者拒绝这个结论，但他们主要是教条式地坚持认为，科学家必须只能接受用纯自然主义、无意识的过程来解释生命的起源。他们说生命是通过一系列漫长无指导的化学相互作用，在早期地球上产生的，这说法没有比我们过去的前辈，对生物自发产生的那种猜测更准确。实际上，这是更不确实的，因为现代唯物主义者不再有无知的借口。人们曾以为生命经常会从非生命物质中出现，现在我们知道不是那样。而且不比达尔文的时代，当时科学家们认为微观生命是相当简单的。现在我们的



解，即使是最简单的细胞，也是个信息处理和工程复杂性的奇迹。

尽管达尔文对第一个细胞有创意性的猜想，尽管有欧帕林和霍尔丹的理论，也有米勒和尤里的精心实验，尽管随后几十年的发现——很大程度上正是由于那些发现——现在比以往任何时候都更加清楚，要产生第一个活细胞，必须具有时间和盲目的物质变化过程以外的因素，才有可能。

当我们摆脱过去模糊的想法和推测，并查验什么才是组装一个活有机体——一个复杂的，功能性的，信息丰富的有机体——的条件，答案很明确。最初的生命不是个化学巧合或宇宙彩票的幸运抽奖。相反，生命的发生是有目的、有计划，是精心安排的。

它是设计的。

轮到你了

1. 科学家如何调查和推测，那些他们永远无法直接观察到的历史事件，例如地球上第一个生命的起源？
2. 为什么认为生命一定是在“没有任何智能指导或干预”的情况下，由纯自然过程开始的这种假设，是一种哲学假设而不是科学假设？

3. 与其假设生命一定是由纯自然过程产生的，我们可以考虑哪些证据来确定这一点是否属实？或生命是否需要一种创造性的智能？
4. 米勒-尤里实验是否表明生命可以通过自然原因，出现在早期地球上？它到底表明了什么？
5. DNA 包含哪些成分，使其与非生命物质如此不同？
6. 即使最简单的细胞也充满了信息，是哪种原因有能力产生新信息？



第三章

一个能自我建造工厂的 工厂的工厂.....

艾瑞克·安德森 (Eric Anderson)

诺贝尔奖得主，哈佛大学生命起源研究者杰克·索斯塔克（Jack Szostak）曾说：“在实验室里，我们对于研究如何经化学作用产生早期地球上的早期生物很感兴趣……需要找到一种可以自我增长和分裂的东西，最重要的是它能显示达尔文的进化机制。”¹

另一位著名的生命起源研究者，杰拉尔德·乔伊斯（Gerald F. Joyce），也说了同样的话。被问到有关化学物质在早期地球上，有可能凝聚形成“可以自我复制”的东西这样的构想时，乔伊斯回答说：“这就是我们和其他人感兴趣的地方，因为你知道，这是生命起源的临界点：化学在此之前，生物学在此之后。”²

因此，自我复制不仅是生命起源需要解决的众多问题之一。对许多主要的生命起源研究学者来说，弄清楚产生自我复制体的途径其实是最主要的挑战，如同圣杯（the Holy Grail）。* 他们认为只要明白纯自然的自我复制过程，其他就都没问题了。

尽管有些人夸张了对自我复制机制研究的结果，但这圣杯仍是研究界不能逃避的挑战。

* 圣杯在这里代表一个极有价值，却非常困难达成的目标。——译注



道金斯的奇迹分子

(Miracle Molecule)

几年前，我碰巧在车上打开了收音机，听到就快结束的一个公共广播讲座。受访者是担任牛津大学普及科学教授十多年、著名的无神论进化生物学家理查德·道金斯（Richard Dawkins）。主持人向他提出的一个问题令我迅速伸手调整音量钮，调高收音机的音量。

“我们离了解生命的起源还有多远？”主持人问道。

我天真地以为道金斯会承认生命自生论（abiogenesis）的许多困难，承认这是一个广泛的开放性问题，并承认没有任何可行的生命自然发生的方案，我以为他也会和许多支持进化论者的声明一样，认为生命的起源是一个独立于生物进化的问题。也就是说，我以为他会承认，生命的起源仍然面临许多公认的困难，但会强调至少在第一个生命产生后，生物进化论仍旧足够解释一切演化的现象，这样可以减少对唯物主义观点的负面影响。

令我惊讶的是，道金斯相当轻描淡写地回答说，我们对生命是如何开始的已有很好的了解。他承认的确有些挑战，但是目前已知道大致是如何发生的，他暗示，我们基本上是在填补细节。

我曾经仔细地研读了有关生命起源的研究，并了解生命自生论的许多尖锐困难的问题。令我震惊的是，一个顶

着“普及科学教授”头衔的学者，竟不负责任地在公共场合向成千上万的听众宣称：我们对生命的开始已有了很好的了解。

道金斯为什么要发表这样的声明？是他故意的误导听众关于科学的目前状况？还是他不知道生命自生论的许多问题？他真的相信他所说的吗？

在接下来的几天里进一步分析这问题时，我意识到道金斯的想法可能源于这样的观念：生命的起源——至少在最初的开始——是个相对简单的事件。请注意，不一定是个常见的事件或容易重复的事件，但是个相对简单的事件。

在他的《自私基因》一书中，道金斯描绘了一幅画面。十分类似于达尔文在1871年给约瑟夫·胡克（Joseph Hooker）信中的声明（引用在上一章中）。“我们现在知道大型有机分子会因持续的时间不足而不能凝聚：它们会很快地被细菌或其他生物吸收和破坏，”道金斯写道：“但细菌和其他的生物，包括我们都是很晚出现的，在最初的时候（早期地球上），大型有机分子可能在浓汤中不会被破坏。”^{3,4}

在这假设的早期地球环境下，道金斯继续提出生命起源关键的第一步：“一个非常特殊的分子，在某个情况下偶然形成：我们称它为复制器。它不一定是最大或最复杂的分子，但它具有非凡的特性能复制自己。”⁵

这种假想的自我复制分子对唯物主义的“创造故事”，



是至关重要的。此故事有两方面，首先如众所周知，一个完整的有机体靠机率偶然产生是不可能，也永远不会发生的。所以，比较简单或单纯的自我复制分子，经过机缘巧合地产生会有较大的可能性。第二，一旦自我复制分子出现后，达尔文式的进化可以发挥作用，借由非凡的随机突变力量，经过物竞天择的机制，最终使简单的自我复制分子转变成一个实际的有机体。

至少故事是这样说的。

道金斯认为，这种“特别出色的分子”是很容易想象得到的。他对这非凡分子其余的描述，基本上是一个在头脑里想象的简单实验。比如这分子是如何运作、复制，如何在水中与其他分子“竞争”等。这些想法从化学的角度来看是不切实际的。

但一般生命起源研究学者并不满意仅凭想象而已。他们在过去几十年中付出了很多值得称赞的努力，试图在实验室中创造自我复制分子，又将学习到的应用于生命起源问题上。他们已经完成一些出色的研究工作，偶尔发表一些有趣的科研成果，但是没有人能造出一个这样自我复制的分子。

可以肯定的是，已经有数篇论文发表和新闻报道，宣称研究学者已经创造了这样或那样的自我复制分子。但这些都是误导，且不确实的消息。如果真的有人发现或创造了一个自我复制分子，他们必定是保密得很好。

请记住，尽管经过数十年的研究和大量的财务支出，仍不能产生这种自我复制分子。失败的原因并不是因为缺乏时间、精力和资金。原因是在更根本的问题上。

一团半流质的秘密

在上一章中曾提到，达尔文时代有一种想法，认为微生物很简单，每种微生物都是一小团“半流质的原生质”。⁶ 达尔文将有机体（organism）视为一个，由这些简单的细胞组成的柔性集合体。由于当时的普遍科学理论尚未成熟，他和那时代的人对遗传学也一无所知，达尔文不晓得遗传信息的处理、传递和反馈，细胞运作的机制，生物新陈代谢的整合系统，分子各部分之间复杂的协调程序，和维系最简单的细胞需要的许多其它条件。

达尔文在《物种起源》中将有机体描述为“塑料”。⁷ 他指的不是今天用来制造儿童玩具的材料，他认为有机体具有柔性，并且可以很容易被自然选择和淘汰过程塑造成任何形态。从这个角度看，下一个结论即是：要增加更多的细胞单元，或继续改变有机体的形态，也应该是相对简单的过程。

然而，随着 1800 年代后期对细胞结构累积的知识，对细胞系统、蛋白质和新陈代谢过程的发现，1950 年代对 DNA 结构的解密，以及一直到现在陆续不断地对生物复杂性更深入的认识，使我们越来越清楚细胞一点也不简



单。连最单纯的有机体，都复杂得超过以前我们对有机体的一切想象。不只是复杂，乃是复杂且有序的通过四位数数码来协调信息的存储，检索和转换的机制、错误纠正的算法（error-correction algorithm）、功能整合系统（functionally integrated systems）和分子机器（molecular machines）。这些媲美纳米技术的奇迹，使人类尚待努力创新的一切都显得微不足道！

由于这些发现，越来越明显的结论是：任何有机体，甚至是相对简单的单细胞生物，都不可能因为一时的巧合出现在早期地球上。

但是，如果生命不可能一次偶然地出现，那么经过一系列的步骤或许就有可能。若生命来源的问题可以分解成许多更简单的步骤，不就有可能了吗？

基于这种根深蒂固的思想，生命自生论的支持者忙不迭地提出了一个又一个的假说，试图说明生命来源的过程。从较简单的一系列步骤开始，或许能带来期望的下一步。换言之，许多生命起源研究学者不是试图解释“第一个简单的单细胞生物”如何偶然地产生，而是专注于确认最早阶段的生命，它起初的功能或特征是什么。如上一章所述，信息存储和处理似乎是所有有机体的核心。所以也许生命是从 DNA 开始。其他研究学者则指出，生命的开始需要一种方法获得能量来使细胞运作，所以也许新陈代谢的原始形式是生命起源的关键。还有其他研究学者认为有机体需要一种方法来保护自己，免受周围环境的破坏，并保护

起初的化学反应不受干扰。所以也许最早的有机体必须具有保护功能的壳或气泡，即某种早期的细胞膜。

然而最有希望的一种想法是，发现了一些 RNA 分子可以充当酶，帮助催化细胞中的化学反应。由于 RNA 类似 DNA，也可以存储信息。因此 RNA 在生命起源的故事中似乎非常适合扮演不止一个角色，而是同时两个角色：存储信息和催化细胞中的化学反应。因此，有人建议，生命起源可以从 RNA 分子开始。

这些构想和其他的观点继续在发展，并定期在热门新闻网站和著名的科学期刊上以新闻稿或论文形式发表。任何特定的研究途径都有其重要性，不过我们可以肯定地说在生命起源研究学者中，当今最显著的观点，基本上是道金斯在《自私基因》中的概述：生命从一个能自我复制的分子开始。

达尔文进化论一路到底

与达尔文时代的科学比较下，尽管目前对生命进化的观点更注重有机体的复杂性和信息丰富的特性，但是仍然非常依赖于达尔文很久以前就提出的两个假设：“首先，如果我们从一个简单的个体开始，最终将经历质量和数量的变化，使它变成另外一种有机体；肯定最终也会转变成为我们今天在生物界中所看到的一切。第二，有机体的形态很有弹性，可以随着时间的推移经历无数的变化，



也能够凝聚这些无数且必需的变化，而不中断或遗漏任何步骤。”

基于这两个基本假设，生命起源研究学者认为，如果在地球早期能够找到自我复制的分子，然后由达尔文的突变和自然选择接管，最终产生第一个活有机体。那么第一个活有机体当然会继续产生我们在自然界中所看到的一切……

不要误解，一个自我复制分子按照进化机制，能否转变成为一个活有机体，并产生我们所看到的各种生物系统，这本身就有严重的疑问（在本章的后面以及本书的后续篇章中我们会继续探讨）。但是这种拥有近乎神秘创造力量的“自然选择”，已经是许多研究学者对进化机制根深蒂固的想法，他们似乎相信，在自然选择的魔杖之下“一切皆有可能”。换句话说，并不是实际上有充分的证据表明，自我复制分子可以转变成复杂的生命。而是只要加入自然选择的概念，这种想法对许多人来说就比较可信。

因此，今天许多杰出的生命起源研究学者认为，生命的起源本质上只是获得一个自我复制分子的问题。一旦一个自我复制分子在朦胧的地球早期场景中出现，达尔文进化的力量就可以接管，然后……一切都有可能。

大卫·霍宁（David Horning）和杰拉德·乔伊斯（Gerald Joyce），在讨论生命起源研究的一篇论文中也是如此说：“第一个生命比任何现有生命都简单得多，这

是生命起源研究认为理所当然的……在某个时刻，一个在原始地球上出现的分子，透过化学物质获得了自我复制的能力。这事一旦发生，达尔文式的进化机制就可以接管。”⁸

有了这个既定的假设，自我复制分子在生命的戏剧性历史中，就扮演了核心角色：自我复制成为整个生命自生故事的关键。

多年来，大多数对生命自生论的批评，都集中在地球初期的原始浓汤中产生生命的困难度：如具有还原性的大气层、能源的需求、形成生命所必需的聚合物（polymers）、核苷酸或氨基酸必须在正确的时间和地点存在、具有编码和大量信息的分子的出现、分子能随机以正确的顺序连接的可能性近乎零，等等。

但是，在自我复制本身的问题上，生命起源研究花的时间少得多。而且大多数对生命自生论的批评者也基本上忽略了这个问题，或似乎不加思索地接受了“自我复制就是迈向第一个生命过程中的第一步”这种想法。

进化论支持者，数十年来对生命自生论面临的挑战不知如何面对。的确，许多人拒绝参与辩论，认为生命的起源是与进化完全不同的课题，不必由进化论支持者解决。因为进化是在有了第一个生命以后才开始的。但是生命自生论面临的巨大挑战，迫使其支持者回到他们认为是最强大的创造力上：达尔文进化式的自然选择，作用于自我复制体的变异而形成第一个细胞。并透过达尔文进化可以解



决如何产生最初的活有机体（living organism）的难题，其中包括如何产生新陈代谢、细胞系统以及异常复杂的精确编码、高功能的数位信息等等的挑战。

因此，达尔文进化论不但不是和生命起源的故事无关，反而被视为生命起源的核心——这正是最后的努力，为要防止生命自生论旗帜下的许多理论迅速被瓦解。这标志着唯物主义者的起源故事，在基础上发生了重大转变。

确实，早期的研究学者，如奥勃宁（Oparin），哈丹（Haldane）和其他生命自生论的支持者，有时描述生命起源的过程为某种化学“进化”。化学进化过程和达尔文进化论两者之间的任何关联，一直被认为充其量是微不足道的。而且多年来许多科学家和理论家明确地拒绝将达尔文进化论，应用于第一个活有机体存在之前，划清生命起源与生命进化问题之间的界线。⁹

如今已不再是这样。在当前的思想模式下，生命自生从无导向的化学反应开始，偶然地导致一个简单的自我复制子（self-replicator），例如某种自我复制分子（self-replicating molecule）的产生。生命自生论支持者认为自然选择机制会介入，帮助这初生的分子获得更多特征，最终导致第一个活有机体。然后从这个活有机体开始，演化成我们今天看到的所有多样和复杂的生物。

因此，与其先拥有一个活有机体，然后赋予它额外的自我复制能力，唯物的生命自生论决定把自我复制作为第

一个能力。自我复制因此成为始祖生物最初形成的特征，也是产生所有其他后续特征和功能的源头。

三样不可少的……实际上，四样

地球早期的化学单元要达到什么程度，才可能有自我复制的能力？这是个不小的挑战。有些人指出晶体、自我催化反应，甚至 RNA 连接酶分子都是一些代表。¹⁰但是，尽管它们具有有趣的化学和结构特质，实际上这些都不能自我复制。

许多研究学者经考虑认为，真正自我复制的化学实体（甚至是最简单的），可能需要有这三个核心要求：（1）它必须能够在自然条件下形成，无需实验室技术人员的帮助。（2）它必须能够从环境中获得特定的原子或小分子，通过定位和排序来自身复制。而不是透过事先精心设计的某部分，与先前准备好自我的另一部分之间，以催化的反应促成的：好像近年来在许多实验室中进行的实验一样。（3）它必须很稳定，不会很快被分解破坏，也不会因干扰的化学交叉反应而陷入困境。这样才能在早期地球的现实世界——“原始汤”——中生存。

此外，如果分子要启动一个达尔文式的突变和自然选择，它必须首先具备突变的能力。同时在突变过程中，它也要能保留可以忠实复制变异后自我的能力。



根据许多生命起源研究学者，在过去几十年中进行的广泛研究，我们有充分的理由如此结论：单靠一个自我复制分子无法达到上述的要求。¹¹ 以上只是几个条件的摘要清单，一份涵盖所有条件的清单将填满许多页面。¹²

生命起源研究面临的挑战，是自我复制一个自我复制器，依次继续可以自我复制另一个自我复制器。以此类推，相当于一台可以自我复制的电脑，复制的副本可以不断自我复制。实际上不仅仅是个静态的电脑，更是一个功能齐全的机器人。

有些人可能认为电脑病毒或其他电脑软件，可以自我复制，但此类程序无法在任何实质意义上自我复制。软件程序仅可在经过精心设计且功能强大的电脑硬件上存在和运作，电脑本身当然不会在此过程中被复制。此外，电脑都需要有一个操作系统（Operating System），以及数个层次的其他软件，如驱动程序、编译器、接口程序、中间件（middleware）等才可以工作。对于所谓的“自我复制”电脑程序，最多只能说：“一个经过精心设计，功能整合的软硬件系统，可以在机器上复制一部分软件的副本。”没错，听来很有趣，但基本上与当前的问题无关。

真正的自我复制是一项更加艰巨的任务。一旦我们考虑到要在实体三维空间的现实世界，建构一个可以自我复制的机器，我们所要面对的挑战就很明显了。

可以打印 3D 打印机的 3D 打印机？

为了帮助我们了解自我复制的含义，我们暂且不谈细胞中令人眼花缭乱的复杂性。我们只先考虑用现有的技术建造一个最简单的自我复制器，看看会涉及到些什么。

在科幻故事和电影中，从大型强力“终结者”式机器人到小型致命的纳米机器人，设计自我复制器的能力一直是个热门的话题。虽然是科幻小说，但它会一直如此吗？

现在已经有些 3D 打印机，可以在三维空间中制造某些本身用的零件。这是人类历史上第一次能够开始具体地梦想，如何在漫长而艰难的挑战中踏出第一步，来创造一台能自我复制的机器。这样的壮举有可能吗？听起来很棒，甚至很疯狂，然而这奇幻的想法正在推动着一些引人入胜的研究。我们在这想法所学到的，将直接帮助我们了解，在生命的历史过程中产生第一个自我复制体的最低要求。

首先，为新入行的朋友介绍一下 3D 打印的背景。

几年前，我开始对 3D 打印感兴趣，并密切关注该行业的发展。近来该技术的价格，已经便宜到足以让 3D 打印机进入业余和技术爱好者的领域。一般消费型层次中受欢迎的打印机包括 MakerBot、FlashForge、Creality3D 和其它，等等。

在撰写本文时，3D 打印机的范围从几百美元的个人打印机，仅能以单一材料制作简单的 3D 印刷品，到价



值数千美元，具 50 微米以下的分辨率，且可用多种材料打印的高端专业打印机。另外也有几种不同的 3D 打印技术包括：材料挤压成型（material extrusion）[最常用和常见的技术在消费型和专业型打印机上]、粉末床熔融（powder bed fusion）、紫外线合成（photopolymerization）、超声波融合（ultrasound additive）、打印材料射出（material jetting）、电子束热熔（electron beam melting）等。

几年前，我们当地的图书馆获得了一笔拨款，允许市民预约 3D 打印机使用时间来学习打印技术，我趁此机会设计和打印了一个 5x5x5 立方体（是个超大型魔方 Rubik's cube）的简单支架。

这是一项令人兴奋的爆炸性技术，有望改变设计和原型制作技术的格局，甚至改变制造生产的过程。许多有前瞻远见的工程师和专业行家参与开发，其中最抢眼的莫过于 RepRap 计划，这是一个开放资源（open source）项目，让参与者共同创建一个“可以自我复制的 3D 打印机”。¹³ 许多人参与了该项目，推动了大量的开发工作，并取得了重大进展。RepRap 打印机可以打印出许多自身使用的零件，且在合理的公差范围内，使业余爱好者可以使用这些零件组装新的打印机。

然而，正如任何的开创性新技术一样，过分期望未来潜在的突破，往往导致对现实状况错误的评估。例如，RepRap 网站吹捧这台机器是“人类第一台通用自我复制的机器”。基于进化论的思维，且忽略了制造 RepRap 所

投入的大量工程设计，早期的一台 RepRap 打印机甚至被命名为“达尔文”。

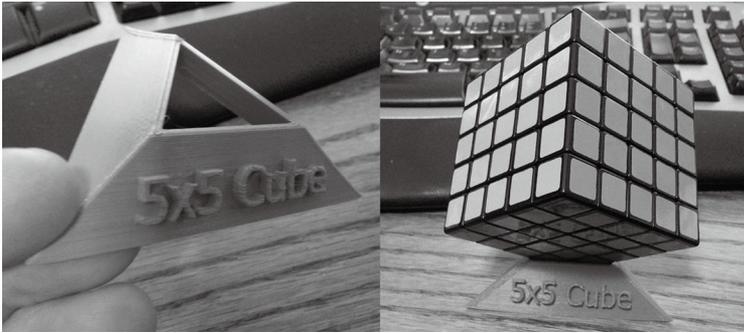


图 3.1. 作者在早期材料挤压成型打印机上设计的，3D 立体打印支架。

另一款有趣的打印机，是由 Kickstarter 支持的 BI V2.0。¹⁴它在 2013 年底受到了极大的关注，不胜枚举的头条新闻都宣传它为“世界上第一台自我复制的 3D 打印机”！这不仅仅是令人兴奋的马路消息，连官网也吹捧 BI V2.0 为“具有自我复制能力的高精度 3D 打印机”。¹⁵

对倾向凡说必信的人，看到像 RepRap 或 BI V2.0 这样的项目就会想：“哇！我们有会自我复制的机器了！”但是仔细观察后，我们会发现其实 RepRap 或 BI V2.0 都不能自我复制。

理论上不能，实际上也不能。

差远了。

连“差不多”都谈不上。

别误会我的意思。我非常喜欢这项技术。我一直紧密



关注 RepRap 的发展，并认为这是一个绝妙的构想，也是一个出色的开放资源项目。我甚至考虑在 BI V2.0 Kickstarter 项目刚开始时，捐款支持它。但尽管已付出巨大的努力，要开发一个真正能自我复制的机器仍遥遥无期。

寻找近似的方案

许多用户在网上分享了 RepRap 打印机零件的照片，这些零件的确可以用 ABS 等硬塑胶材料打印出来。¹⁶但是只要对打印过程作粗略的分析，就能明白打印机本身实际上是不能自行复制这些零件的。

首先，必须为打印机设置正确的参数和编程，并输入挤压成型材料。零件打印后，又必须小心翼翼地打印床上卸下，作质量检验，在许多情况下还需要清洗或打磨才能使用。所以即使它可以打印许多数量的零件，也不是整个故事。

重点是，无论有或没有人参与，许多其他部件是无法用打印机印出来的。例如结构支持杆、螺钉、铜线、橡胶传动带、精密不锈钢挤压成型喷嘴、打印床、加热组件、夹具和扎带以及打印材料输入器（filament feeder）。*

* 一般打印机用的塑料是事先挤压成型为 1 厘米直径的塑胶线 (filament)，塑胶线经过打印机的加热元件融熔后，从不锈钢挤压成型喷嘴送入打印床。然后经由事先设计的软件程序打印出成品，如图 3.1 中 3D 魔方的支架。但上文所提之零件皆非塑胶材料。——译注

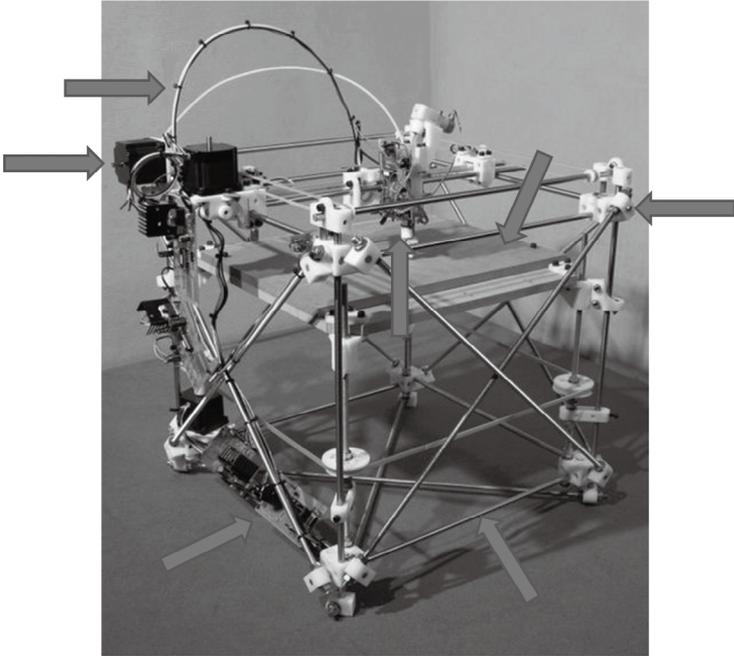


图 3.2. RepRap 打印机

箭头仅指向无法在打印机上复制的，许多零件中的一部分。

更困难的是，打印机的运作需要电路板、SD 卡阅读器、电缆、控制开关和电动马达，等等。

打印机根本无法生产上述这些部件。

而且情况比所有这些问题还要更糟。

譬如说，电动马达本身就是一种精密机械，需要许多组件，按照严格的公差制造。并且马达要正确组装后，才可以发挥功能。即使是简单的电动马达也要包括外壳、轴支架、转子、定子、端子、磁铁、铜绕组、一些润滑剂或轴承还有电线接头。



更令人咋舌的是，印刷电路板是现代工程的一个奇迹，需要热固性树脂层压材料（thermoset resin laminate materials）、电池、电阻器、晶体管、电容器、电感器、二极管、开关等所有的组件——这些都是按照极精确的公差制造的。

最后，打印机要真正实现自我复制，就必须能够使用多种材料。用塑料配上合适的喷嘴和加热组件来打印是一回事，要用多种材料来打印完全是另一回事。若一个打印机真正能自我复制，必需除了塑料外也可以使用其它多种材料，如铝、不锈钢、铜、橡胶、银、金、锡和玻璃纤维来打印。它还需要具备安全处理氯化锌、盐酸、树脂层压板和蚀刻化学品（etching chemicals）的能力。

这只是一部分自我复制打印机缺少的要素。

当然，精明的工程师和设计师总是可以找到方法替代不同的材料，以减少部件和材料的总数。为此，一些有创意的工程师设计了新型的 RepRap，可以使用塑料代替钢支架和橡胶带。这是聪明的设计，但请记住，这类变通办法的应用是有限的。以上只是一个非常局部的描述，进一步的分析将发现，一个真正的自我复制打印机需要具备更多的部件和材料。

这里的重点不是要挑剔 RepRap。我曾说过，我是 RepRap 粉丝。我的目的是要让读者了解，建造自我复制机器所面临的挑战和问题的规模。不论我们分析哪一型的

打印机，或哪一份的部件清单。我们都会发现，即使是建构一台相对较小的机器，能够生产所有自己的部件，也是一项工程上令人震撼的挑战。这个挑战远远超出了我们最聪明的头脑和最优秀的工程师，所能克服的范围。

全部组装起来

如果希望制造出一台真正的自我复制机，那么除了复制部件之外还必须能掌握另一个过程。即使我们的打印机能出色地以“亚微米”的精度打印多种材料，并打印结构中的每个部件（目前这仍是一个遥远的梦想），它仍然无法自行组装。要真正做到自我复制，还需要能将这些部件组装成一个 3D 实体机器。

为此，这打印机必须具备精密控制的自动组装系统。例如，它需要一个装配臂（assembly arm）来拾取打印件，分析其完整性和质量，将它旋转到恰当的角度，然后放到正确的位置。实际上，这需要许多个装配臂和机制。

而且，一旦我们加入了新的装配臂及许多附属的部件，这一整套新的部件就必须纳入打印机的设计，打印和组装。它还需要额外的电脑软件，而这些软件及数位信息绝不是非常简单的。实际上，为了考虑这些额外的部件和机制，整个打印机需要大幅的重新设计。

更麻烦的是，每当加入一个新的部件或一个额外的



机制，以协助自我复制的过程，这个新的部件或机制也必须被复制。因此我们需要额外的指令集（instruction sets），重新考虑机器的结构布局，以及新部件或机制相关的额外信息：如何制造？如何组装？如何运作？

每次我们增加一个重要的新部件，或者用唯物主义进化论的白话来说，每当新生的有机体进化出新的功能时。新的功能不仅需要小心翼翼地融入整体中，而且需要新的指令集来实现和复制该新功能所需的部件。

此外，若不做重大的重新设计，如何能使一个打印机完成自我组装？请记住，打印机占用一个三维空间。最好的办法就是在它旁边 12 至 24 英寸左右组合一个打印机副本。因此，任何组装机制都必须能够伸到框架之外——在机身外面运作——才能复制本身。这又引出了另一个挑战。

内部作业

3D 打印机在一个干净的工作桌面上，没有其他干扰时，可能可以在自身外面组装一个副本。但不幸的是，这种方法在流体和含水的生物环境中是完全行不通的。因此，细胞使用了一种巧妙的方法。它在自身内部建构一个副本，利用自己的细胞膜保护内部复制的环境。然后通过原本和副本之间的细胞膜向内伸展，最终结合密封并将原本和副本分开。

这种在细胞膜内运作的方式，让细胞可靠地自我复制，同时防避在环境中与其他化学物和分子，产生破坏性干扰的反应。它还可以防止细胞的成分在水环境中漂失。

例如，一个细菌的母细胞会膨胀，并且忠实地复制其内部组件（包括脱氧核糖核酸 DNA）。当细胞的成分被等量地分开到细胞两边末端之后，细胞的中央就被一个新的细胞壁隔开并封闭——由新产生的细胞膜材料和隔膜将两半分割。细胞壁完全密封后，原本和副本便分开成两个子细胞。

将这细胞的复制过程，和假设的自我复制 3D 打印机来比较。基本上打印机是一个立方体的结构，需要先扩展自己的框架到包含两个打印机大小的空间，在其受保护的空間中建构和组装新的部件。然后在两个相同的打印机之间重建两堵墙，以便将完成的打印机副本移放到环境中。这项目若能实现的话确实是个了不起的工程壮举！

最后，一个真正能自主的自我复制器，还必须能够搜寻和获取新的材料，用来打造新的部件，并利用环境中可用的材料产生自己的动力。它不能依靠外来的电源，也不能借外力输入打印材料。而且若要长期超过数代成功地复制，还需拥有众多反馈和质量控制机制，以及校正错误的功能，等等。

对建造一个真正的自我复制机器来说，以上只是非常局部的叙述。当我们仔细思考这些细节时——不幸的是，



生命自生论热衷者经常忽略这些思考——我们就明白这问题的严重性。当我们希望知道这样的工程壮举是否可能时，我们就不该忽略必须面对的重大事实：建构一台能自我复制的 3D 打印机，打印并组装所有的部件成为另一台自我复制的 3D 打印机，并成功地完成无数代的复制副本，将是一个令人赞叹的创新设计。而这是每一个最简单的自我复制细胞，都能做到的。

通缉：紫色独角兽分子^{*}

虽然宏观世界的 3D 打印机，和微观世界的细胞之间存在重要的差异。但从上述对在宏观世界中创建一个自我复制机器的简单介绍，可以让我们了解一个自我复制分子要存活，必须具备的种种能力。例如，分子需要能正确地识别、定位和定向各部位的基础模块（building blocks），然后将它们链接在一起。在液体环境中，如果不能获取能量资源，就无法组装模块。分子还需要拥有其他多种能力，其中之一是要能侦测在复制中的分子有否出错，以防止重要的信息不会在陆续的复制中流失。¹⁷

透过以上的思考，不免令人怀疑一个单独的分子（无论它多大和复杂），是否能完成自我复制的任务？首先，它缺少一个保护自己免受周围环境化学物质冲击，和不可

^{*}“紫色独角兽”代表极少有，又具备非常特殊技巧和经验的人物，几乎是梦幻故事中才会出现的。“紫色独角兽分子”即代表本章前述的“奇迹分子”。——译注

避免的干扰交叉反应的细胞壁。如果这分子真能拥有自我复制机制所有必要的功能，它必须具备比现有任何有机分子“几何级数倍”的复杂程度。而且提出“紫色独角兽分子”的目的，是给盲目的自然力量提供一个潜在合理的途径，来起动生命。那么眼前的问题就不是一个智能者（intelligent agent）能否组装出如此非凡的假想分子，而是无意识的自然力量能否在达尔文的随机变化和自然选择过程之前，以某种方式先产生了这奇迹分子。因为请记住，达尔文的物竞天择机制只有在能自我复制的生物实体出现后，才能开始。

到底需要什么样的超级分子？即不是 DNA 也不是 RNA，毕竟它们本身都没有自我复制的全套功能。若要能复制，它们都需要彼此，而且都需要和其它蛋白质分子同时存在于细胞之内。

细胞是什么？它是一个纳米技术的杰作，远超过人类曾经制造过的任何东西。遗传学家迈克尔·丹顿（Michael Denton）将其描述为：“一个具有无与伦比的复杂性和适应性的物体。”丹顿建议我们想象一下，将细胞不断地放大来看其中所有组件之间的协调运作：

我们将目睹的是一个巨大的自动化工厂，比一个现代化的城市还大，能执行几乎与地球上人类所有的制造活动一样多的特殊功能。但是，这一家工厂有一样技能是人类最先进的机器都无法比拟



的，它能够在短短的几个小时内复制它的整个结构。能见证这样的一幕……将是个令人敬畏和激动的场面。¹⁸

若明白真正能自我复制的 3D 打印机必须具备的技术条件，以上所述就不致令人感到惊讶了。当观察细胞的自我复制时，我们可以开始问：“这需要什么样的技术？什么样的功能才可能达成自我复制的任务？”答案将会冗长到令人咋舌。细胞复杂的程度非凡，令人惊叹。

研究学者试图通过有条不紊地去除蛋白质，观察细胞是否继续运作，来确定一个活细胞的最低要求。以一个相对简单的寄生虫为例，其生存完全倚靠宿主。研究学者确定了 300 多种必需的蛋白质。¹⁹ 另一个团队研究最小和最简单的一种独立生存的细菌，估计所需的蛋白质数量是这两倍。²⁰ 即使我们采用较小的估算，一个简单的自我复制细胞也需要至少 300 多种不同的分子，更不用提 DNA 分子和它包含的遗传指令了。所以单一的分子要能执行如此复杂的自我复制任务，是不可思议的。²¹

那些痴迷于自我复制分子有可能是自然产生的人，必然忽略了上述所有的仔细分析。他们必然忽略了现实，即自我复制分子不是漫长的进化之路开始时的简单的启动点，而是一个极其精密、复杂和特定的工程程序的终点。而且他们也不得不忽略另一个事实，即是在每次自我复制的过程中，若是获得了新的生物特征，或添加了某些物质来辅助自我复制，自我复制过程的本身就必须重新设计来

配合这些添加物。同时也包括添加的新组件和自我复制新组件，所需要的软件指令和数位信息。²²这个事实在进化论文献中很少被讨论或认知，不仅令人对物质主义的生命起源说产生怀疑，也显示出随后生物进化过程基本概念上的问题。

自我复制是生命起源的起点，这个观点不仅值得怀疑，也不仅是无数生命自生（abiogenesis）故事中的另一个问题。它不仅使生命起源的机率更为不可能，它还完全与物理、化学和工程的现实截然相反。

那么，为什么许多生命起源研究学者仍然认定，像自我复制分子这样的紫色独角兽是生命的起源？遗憾的是，生命自生论的驱动是基于理论，而不是基于证据。这就是为什么理查德·道金斯可以自信地在他的书《自私基因》中说：“复制自己的分子在想象中乍看并不难，只需发生一次。”²³不错，想象一下。该理论只需要一些想象力和很大的运气就行。

这就是为什么今天的生命起源研究，将大量精力集中在寻找这种不可捉摸的自我复制分子上。对唯物主义生命起源的坚持，加上对自然选择具无限力量的信念，导致唯物主义者得出的结论不仅没有证据支持，而且与我们在周围环境中观察到的物理、化学和工程现实完全相反。也就是说，从工程的角度，和通过对最简单的自我复制细菌的观察，我们发现每个细菌都具备奇迹似的工程复杂性，和唯物主义生命起源的故事背道而驰。



与唯物主义生命自生论相反的是，自我复制不是生命开始的特征，也不是一个单分子具备的基本特性。相反地，它是一个无可比拟的特征，是生物世界中最耀眼的高科技结晶。所有累积的证据强有力的证明：自我复制是一个经过高度复杂、多维整合、深思熟虑的计划，和精心控制的工程程序的结果。

最后，生命自生的故事不仅不完整，尚待填补许多细节。而且把自我复制作为生命自生的第一步，基本是错误的观念。这观念既与证据相反，又与我们在现实世界中的经验相背，需要被抛弃。

轮到你了

1. 什么是生命自生？
2. 达尔文式的进化认为，生命从一个简单的自我复制分子开始，而不是从一个活有机体。这说法的吸引力是什么？
3. 根据生命自生研究学者的说法，达尔文进化论与生命起源有关吗？有何关联？
4. 我们距离创建一个有真正自主性的自我复制机器有多远？还有哪些余下的挑战？
5. 自然界随机产生相对简单且能自我复制的分子，这想法有什么问题？



第四章

不可简化的复杂性与进化

罗伯特·华尔泽 (Robert Waltzer)

您可能已经听说过，进化是个事实。对这种说法最合理的回应不是“是”或“不是”，而是应该问，“进化是什么意思？”那是因为进化一词可以有很多不同的含义。它可以指地球上曾经存在过的植物和动物，随着时间推移而产生的变化。它也可以指物种内比较小的变化。它甚至可以说是早期形态的物种，发展成为完全不同的新物种的变化。它也可以指所有在地球上的生物，都有个共同祖先。

更具体地说，它可以指一种“理论”，即经过自然选择与数百万代随机的微小变异，可以解释所有生命的多样性和它们的起源。这一理论最初是由查尔斯·达尔文（Charles Darwin）和阿尔弗雷德·罗素·华莱士（Alfred Russel Wallace）在19世纪提出的，并进一步在随后的160年中继续发展和修正。¹最后，这个词还可能指的是这一理论的延伸版本，其中涉及到自然选择/变异机制，还有其他的自然机制。

因此，“进化”这一词可以有許多不同的意义。意识到这点可以帮助我们在讨论进化论时，避免一些在对话时经常产生的困惑，并装备我们可以更有效地评估进化论正反两方的主张。为此，让我们先简单介绍一些最常见的术



语的含义：随时间变化、共同祖先、自然选择、微进化和广进化。

随时间变化

不同的地质历史时期，存在着不同形态的动植物，这说法毋庸置疑。譬如，我们看一下猫科（Felidae），有些猫科物种灭绝了，不存在于现今，例如 Smilodon（俗称“剑齿虎”）。其它有一些物种则是后来出现的，不存在于过去。所以在整个地质历史中，猫科的成员并不总是一样的。这种随着时间的变化，通常是用“进化”一词来描述。请注意，这些随着时间的变化，本身并没有说明是“什么”推动了这种变化。也没有说其生命史上某些生命形态（或所有不同的生命形态），都有共同的祖先。地球上的生命形态随着时间的推移而变化，是很合理的主张，很少有人会质疑这点。

共同祖先

一般普遍认为猫类——包括狮子、黑豹、家猫以及其间的的所有猫科动物——都有一个共同的祖先。然而，大多数达尔文的追随者将这种联系扩展到所有物种，他们认为地球上所有的生物都源于一个共同祖先；²这个观念被称为“生物普遍共同祖先”。这并不是达尔文的新主意，但

是在达尔文和华莱士提出他们的进化论之后，这想法就变得更有分量了。³ 所以有时有人提到“进化”一词时，他/她们的意思是所有生命都源于一个共同的祖先。（但是，请注意，人们可以肯定共同祖先，但无须赞同共同祖先是通过“哪样特殊的机制”进化，而产生各类不同的物种。例如，有人可能认为该过程是有智能引导的。）

自然选择

在自然界，物种之间经常会竞争有限的资源。一个物种的某些成员在竞争过程中若产生一些有利的变异，就能使它们更善于获取资源，以致更利于生存和繁殖。因此，具备有益变化者较有可能，将其有益的变化传递给后代。因此，有益的变化就被存留下来，并过滤掉有害的变化；这就是“自然选择”的概念。

正如达尔文所指出的，当变异帮助一种生物生存和繁殖时，这种变异（称为选择性优势）就较有可能传给后代，并最终在种群中成为常态。

假想当气候变化，导致树皮中可吃的昆虫数量增加时，某鸟种中凡是鸟喙比较长的，就比其它的同类更容易啄出这些虫子。同时该气候变化也使种子数量减少，而啄开坚果食用种子需要有较短、较结实的喙。因此该鸟类种群的鸟喙，在自然气候条件下会起变化。那些鸟喙长的鸟，适合从树皮中获取生物，因此在新的气候条件下更有可能生



存和繁殖。这样，平均来说，下一代的鸟喙可能会比上一代更长一些。如果气候状况持续下去，该过程将重复进行，从而导致这种鸟类的喙平均更加长一些。

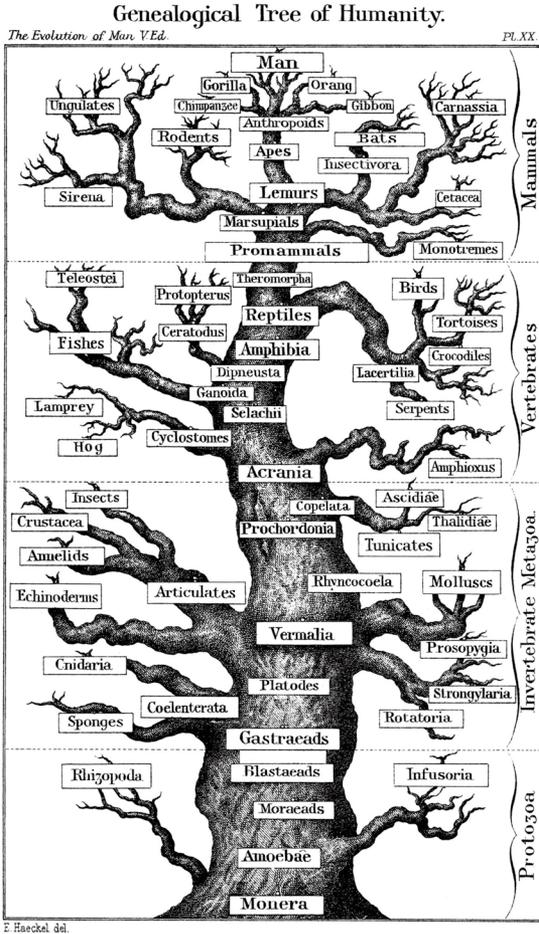


图 4.1. 19 世纪德国自然学家恩斯特·海克尔 (Ernst Haeckel) 制作的“生命树”图案，说明所有的物种和族群都从一个共同祖先产生。但一直以来这类图案的制作多少都含有猜测的成分，而且在进化理论学家中，更是对何物种该放在生命树的何位置上，有众多不同的意见。

反之，干旱环境中的种子特别坚硬，鸟类生活在其中最适合有短而粗壮的喙。若气候长期干旱，则对鸟喙短的鸟有利。这是生物学教科书中最经常提到的，自然选择和随机变异互相作用的例子之一。它很圆满地说明了自然选择导致进化的基本理念。

但是请注意，这种变化是轻微的，并且喙的大小倾向于在固定范围内起伏。因此，尽管该例子是最常用于说明自然选择的范例之一，但很难以这个说法证明随机变异和自然选择，可以使较早的动物形态，进化为另一种全新的动物形态。⁴

微进化和广进化

微进化是指相对轻微的变化，就像上面提到的，地雀鸟喙大小的变化方式。或者在风大的岛上又没有掠食者的威胁下，某些鸟类因而失去飞行能力；这些都是微进化。至于广进化，就意味着由进化导致的变化，可以从根本上产生全新的生物结构和生命形态。例如在生命历史上动物原本没有翅膀，然后在某个时刻通过进化，翅膀出现了！如果进化过程产生了鸟的翅膀，那就是广进化。

据说昆虫学家尤里·菲利普申科（Yuri Philiptschenko），在1927年的一份德文著作中，构想了德语的“微进化”和“广进化”两个术语。⁵ 颇具影响力的俄裔美籍进化生物学家西奥多西斯·杜布赞斯基（Theodosius Dobzhan-



sky)，在其 1937 年的著作《遗传学与物种起源》中，将此二术语引入了英语世界。他在那里评论说：“我们不得不在目前的知识水平上，勉强地在广进化和微进化的机制之间，放上一个等号。”⁶

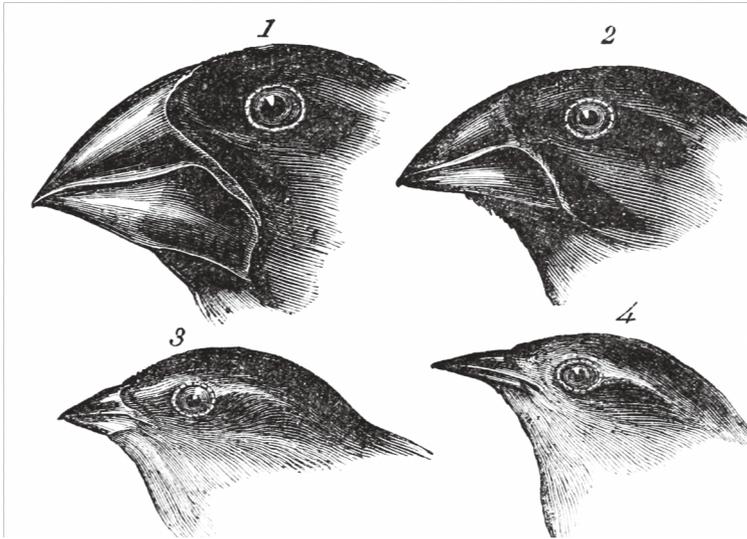


图 4.2. 图示南美洲加拉帕格斯 (Galápagos) 地雀
短而粗硕的鸟喙易食硬壳种子，
长鸟喙易深入树皮觅食昆虫和其它微小的有机体。

为什么勉强？因为正如杜布赞斯基承认的那样，尽管我们可以直接观察和构建产生微进化的实验，但我们却无法观察到（或以实验产生）广进化。即使在杜布赞斯基写下这话八十多年后的今天，对广进化的所有观察与实验，仍然很快碰壁。即使是繁殖迅速且数量众多的微生物，可以经过数千万代产生数百万个突变，但我们仍然只能在它们身上观察到微进化。

那么，什么“迫使”杜布赞斯基把微进化和广进化画

上等号？似乎这是他对广进化概念的承诺，同时又坦承广进化缺乏直接观察的证据。也就是说，他想证明生命的整体多样性的产生，不需要比微进化更高的任何机制。这是因为他无法观察或以实验产生广进化，因此决定退而求其次，先示范微进化，然后将其等同广进化。

当然，杜布赞斯基和其他进化理论家可以自由地将两者等同起来，但是我们其余的人也可以自由地指出其关键的区别——杜布赞斯基本人也指出这二者不相同。确实，理性促使我们承认这最重要的区别，即二者不是一回事，这是明确思考此问题的关键。

难道纯机率、不受指引的微进化，累积之后会导致显著的广进化吗？例如，它们会导致第一批海洋动物、第一批恐龙或第一批哺乳类动物的崛起吗？他们会在蝙蝠中产生声纳吗？若不先承认微进化与广进化之间的明显区别，我们甚至无法理性地面对这个问题。

模糊概念（一词多义）的警告

模糊概念或偷换概念，是在辩论中途更改单词含义的逻辑谬误。例如以下的辩论：“每当阳光明媚时（sunny），街道就会干燥。哈丽雅特（Harriet）性格开朗（sunny）。因此，每当哈丽雅特这条狗外出时，街道都是干燥的。”前一句的“sunny”一词意味着阳光明媚；后一句的“sunny”意味着乐观开朗。



捍卫进化论的论点，常诉诸于模棱两可的模糊概念，因为进化论一词可以指多个不同的意义。例如，有人说进化是事实，他的意思是，偶然的遗传突变经过自然选择已经产生了广进化——即生命历史中产生新结构和新形态的进化。假设他后来又引用育种员如何培育不同种类的狗（通过人工选择所进行的微进化），来证明他所说的进化。那么，他首先说进化是通过自然选择进行广进化，但随后用的进化则是通过人工选择所进行的微进化。进化论者以两种不同的方式在他们的论点中使用同一个术语，让它看起来好像含义没有改变，或者至少没有显著改变。这就是模糊概念谬误的例子。

但我们还必须理解，那些模糊“进化”一词的人可能并不是出于有意；他们可能没有意识到自己在模糊议题。但这并不意味着我们必须跟着他们走。相反地，下次再有人坚持有关“进化”的说法时，请按“暂停”键，并询问他所说的确切含义。并且，如果他指出了进化的证据，就问自己，这证据是在证明哪种进化（如果有的话）？它是否充分确认了一个完整的、未经指导的，从微生物到人类这样的进化？它是否对该论点有帮助但不确定？还是他提供的证据完全不对题？如果是这样，还需要什么（如果有的话）才能确实证明一个完整的进化论？

一个对立的解释

在评估现代进化论的主张时，一个合理的目标是尽可能理性地进行研究，并应该追随证据不论它引向何方。模糊“进化”一词不能帮助我们实现这目标。它只会使思考迷茫和混乱，而我们要的是清晰的洞察力。那么，我们如何才能以证据为导向，合理地探讨真相呢？生物起源科学是一门历史性科学，而历史性科学已经发展出一种公认的法则，正是以证据为引导来理性地思考和研究。

历史性科学的研究，是以目前客观所具备的线索，来解开关于过去难解的奥秘。在历史性科学中，研究学者针对过去的某一事件或一组线索，比较对它们各种不同的解释。有时有两个或多个解释似乎都足以说明所讨论的事件。假如可以找到一个决定性打破僵局（tie-breaking）的线索，那么某一种解释就可以取代其他解释。如果不是这样，却贸然宣称某一种解释为“真理”而排斥其他解释，那就不对了。

以法医学（Forensics）为例，法医学是用于研究犯罪现场。例如一名男子被发现死在家中，法医到现场，要求调查并确定死亡原因。他死于某种自然疾病？被谋杀？自杀？或意外？该男子被发现死在他家的浴缸中，并有重击头后部的证据。其中一名调查员得出结论，该男子滑倒，其头部撞向了浴缸的侧面。该调查员理论道，一个人不太用力地击打自己的后脑勺自杀。所以他宣布，这显然不是自杀，而是意外死亡。



但是另一位调查员指出，这名男子可能被其他人打击了后脑勺；也许这不是意外。第一位调查员再指出头部后侧的打击，并表示该打击与他的意外跌倒理论完全一致。他说，可以结案了。但当第二位调查员皱起眉头表示不同的想法时，第一位调查员指责他那是为了耸人听闻，以戏剧性的谋杀为其解释。第一调查员进一步指出，没有证据表明有人强行进入屋内。如果每起卫生间意外事故都归因于一个神秘的凶手，那么阴谋论将没完没了。不，他将坚持写报告指明这是一个简单的意外。房主滑倒、撞到头、死了。故事结束。

法医专家可以这样做吗？当然不能。他还没有给谋杀假说足够的考虑。相反，他应该承认此外还有另一种解释，并且这不是一个一目了然的案例。我们需要进一步的证据，以确定谁最接近真相。

第一位调查员提到没有强行闯入的迹象，那很好，但那远不是决定性的观察。这个死者有可能被朋友或家人谋杀，也可能他前门忘了上锁。第一位调查员不应急于做出判断，而应更加仔细地搜索现场，以获取更多可能打破僵局的线索，来得到真正决定性的证据。如果他这样做，他可能在走廊间找到一个锡合金书挡（pewter bookend），* 上面有最近用漂白剂清洗过的痕迹，而另一个书挡则没有。书挡的形状也与死者头后部的伤口相吻合。如果第一个调查员坚持他的结论的话，这重要的线索就会被完全忽略了。

* 这是用金属铸造，特殊设计，左右两具，有相当重量的书挡。——译注

起源生物学中也有一种情形与上述虚构的情况相同。各种物种在遗传学上，都能观察到他们之间的相似性。例如，有一组基因在身体发育时参与安排身体的结构；这些称之为 Hox 基因。我们可以看到物种中的 Hox 基因在绝然不同的生物，如果蝇、章鱼和人类中，都可以找到其相似性。进化理论学家就依此断言，共同祖先就是这些遗传相似性的解释。也就是说，相似的基因可以说是从共同祖先传给了这些后代，不同形式的物种都拥有这些共同基因。好吧，那是遗传相似性可能的一种解释，但这并不是唯一的解释。

就好像软件设计师在设计新软件时，在不同的场合重复使用某些程序码一样。或像汽车设计师设计新车，重复使用四轮两轴的原理。生物的设计师也可能在不同物种之间，重复使用某些遗传密码；这也是一个可能的解释。

计算机科学家温斯顿·埃韦特 (Winston Ewert) 认为，论到各种基因组的相似性和差异性的模式，与我们在软件设计师的工作中所见到软件模块的相似性和差异性雷同。即使他们在构建软件程序时加入新元素，或将现有模块重新安排，也会在不同的情况下重复使用一些软件模块。埃韦特 (Ewert) 认为，像这种相似性和差异性的模式更符合有目的性的设计原则，也正是透过遗传程序 (genetic program) 的编码使生物界中的生物形态多样化。⁷

不幸的是，一些进化理论家就像上面的第一位调查员一样，认为另一个说法是为了哗众取宠，而将谋杀假说排



除在外。然后他简单地重申，意外跌倒死亡的解释，与受害者头部后侧的打击相吻合。同样，这些进化理论学家坚持认为，有目的性设计的推测“不是科学”，且认为经由无指导的进化推论出：“共同祖先是遗传相似性的唯一解释”这个结果，根本不必再多讨论。

废品 DNA 或废品辩论？

幸运的是，其他一些进化理论学家的论点比这要稍好一些。他们认为达尔文主义所说，有机体通过不断反复且盲目的进化过程，将会产生大量的遗传废品，而我们的基因组中充斥着废品 DNA。他们说，这正是进化论所预期的，要是生命是智能的产物，就不应是这样。

弗朗西斯·柯林斯（Francis Collins）和卡尔·吉伯森（Karl Giberson）提供了一个有关合成维生素 C 的基因的例子。他们写道：“灵长类（包括人类）的饮食中都需要维生素 C，否则他们将患上一种称为坏血病的疾病。”又说：“怎么回事？人类基因组只有可以合成维生素 C 该酶基因的退化拷贝，这个‘破裂的’基因丢失了一半以上的编码序列。要宣称人类基因组是上帝独立创造的，而不是由一个共同祖先后代遗传的，意味着上帝将一条破碎的 DNA 插入了我们的基因组中。这是非常不合理的。”⁸ 这样一个断裂的基因称之为“假基因”（pseudogene）。

但是，对此说法是有解释的。遗传错误很容易产生于

长期的退化。“无误的原始设计”可能在传代的过程，承担了突变的错误。尽管复制过程非常精确，甚至包含一个极其复杂的错误校正系统，但它并非完全没有错误，因此错误可能会在基因组的某些部分中积累。

而且，由于黑猩猩和人类在结构和功能上都相似（毕竟它们都是灵长类动物），因此它们在相似位置具有相似的遗传序列也就不足为奇。该基因在人类世系中不再起作用的事实，并不能成为人类与黑猩猩有共同祖先的证据，也不能成为不是基于共同设计的证据。

此外，所谓的假基因对维生素 C 的生产不起作用的事实，并不意味着它不具有任何功能。它可能仍具有一些，尚未发现的功能。而达尔文主义的范式并不鼓励进一步探求此基因，和许多其他尚未确定的基因之功能。

还有一个问题：“为什么其余未突变的部分还是完整的？”如果该基因完全无用，为什么其余的部分没有进一步突变，或从基因组中被淘汰呢？我猜想它不发生突变或消失，是因为可能对个体有害，从而降低了个体的生存机会；因为该基因可能具有功能。因此，保留了未突变的部分，起到了一些尚不确定但必需的功能。

最后，如果柯林斯，吉伯森和其他人讲的进化论述是真实的话。那么我们应该期望从“缺乏合成维生素 C 能力”的各类动物之间，更广泛的系统发育（phylogenetic）关系模式来证实。但情况恰恰相反。正如塞巴斯蒂安·帕



迪亚蒂 (Sebastian J. Padayatty) 和马克·莱文 (Mark Levine) 在《口腔疾病》杂志上所写的那样, 许多“缺乏维生素 C 合成能力的动物”彼此之间, 没有任何系统发育的亲缘关系。这意味着许多独立、非遗传的突变可以导致相同的表型 (phenotype), 而且没有显而易见共同环境的影响。迄今为止, 对于维生素 C 合成能力的明显随机丧失, 从进化论的角度尚无令人满意的解释。⁹

至于基因组中的极大部分, 被进化理论学家认为是进化过程留下的“废品 DNA”, 但有些研究的成果却似乎支持设计论的假设, 多过于盲目进化的假设。设计理论家们数年前就曾预测, 许多进化论支持者所认定为“废品”的 DNA, 将会被发现它们具有重要的功能,¹⁰ 而且这预测已被证明是正确的。不但如此, 每年科学家们都发现更多证据, 证明这种所谓的废品具有前所未有的功能。

安·高格 (Ann Gauger), 奥拉·霍斯耶 (Ola Hössjer) 和科林·里维斯 (Colin Reeves) 表示: “假基因在科学文献中并未受到太多关注, 因为它们被认为是‘废品’。”但他们说, 这种情况正在改变。他们写道: “在对假基因进行了仔细研究之后, 常常发现它们是有功能的, 并且以某些非标准的方式……部分的原因是假基因可能仅在特定的发育阶段, 才在特定组织中有活性, 因而使其功能难以鉴定。尽管如此, 该领域的研究学者相信继续进行的研究将会发现更多功能性的证据。”¹¹

达尔文的证伪测验

除了遗传相似性和差异性问题的外，还有其他打破僵局的潜在线索也值得考虑。这些证据可能指向创造性智能的工作，而不指向盲目进化。接下来，让我们看看其中证据之一，达尔文主义者是如何回应的，我们对他们的看法又以为如何。

达尔文在《物种起源》中提供了一种方法，可以检验甚至证伪（falsify）他的进化论。他写道：“如果能够证明存在着的任何复杂的器官，而这些器官不能通过大量的、连续的、微小的修正而逐渐形成的话，那么我的理论就彻底崩溃。”^{12*} 随着高功率显微镜和崭新观察技术的发展，我们现在知道许多生物结构的分子层面，有可能作为证伪达尔文理论的证据。在过去的几十年中，已经发现了许多微小复杂的生物结构，通常称之为分子机器。里海大学（Lehigh University）生物化学教授迈克尔·贝希（Michael Behe）辩称，其中至少有一部分不可能像达尔文所设想的那样，是通过进化产生，因此就可以证伪达尔文主义。他建议对分子机器的起源更好的解释，是有目的的设计；设计智能造成了它们。

贝希理论的核心是“不可简化的复杂性”。他将不可简化的复杂性定义为“由数件相互匹配且相互作用的部分，

* 眼睛内部有多种完全不同的细胞组织，必须同时到场，同时进化完成才能有功能，这是极不可能的。因此，达尔文认为眼睛最初是不存在的。但这又与化石证据不符。见第五章寒武纪海洋动物化石中的眼睛。——译注



组成的单个系统。如去除其中任何一个部分，都会导致该系统完全停止运作。”¹³ 如果此类分子机器存在，他们如何能从“一次只迈出一微小步”的进化中产生？因为在所有重要部分都到位之前，它是无法工作和存在。分子生物学已经发现了几种不可简化的复杂性分子机器，这些纳米技术的奇迹是不可能像达尔文及其继承者所设想的，以无计划、杂乱随机地的渐进方式发展出来。

不可简化的复杂性

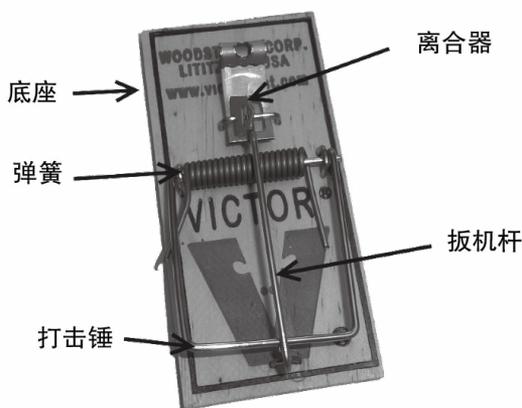


图 4.3. 用捕鼠器作不可简化的复杂性的范例

为了掌握“不可简化的复杂性”，我们可以设想一台熟悉的机器，即普通的老鼠夹。就机器而言，它是相对简单，但正如贝希所指出的，它仍然需要“几个匹配得很好相互作用的部件”，¹⁴ 才能正常工作。如果拆除“打击锤”，则老鼠不会被夹住。如果没有“扳机杆”来扳住打击锤，则老鼠夹将一直处于关闭状态，不会捕获任何东西。只要

删除这些关键部分其中一个，就不再是个有功能的老鼠夹。
这就是贝希不可简化的复杂性的含义。

能干的小引擎

现在让我们从相对简单的捕鼠器转移目光，看看生物学的例子。贝希在他的《达尔文的黑匣子》一书中列举了几个例子，¹⁵其中包括人类凝血系统和眼睛的感光机制。但是，让我们专注看他那最著名的例子：一个微型马达，它在某些方面甚至比“Formula 1”^{*}大赛中获胜的跑车引擎更耀眼。

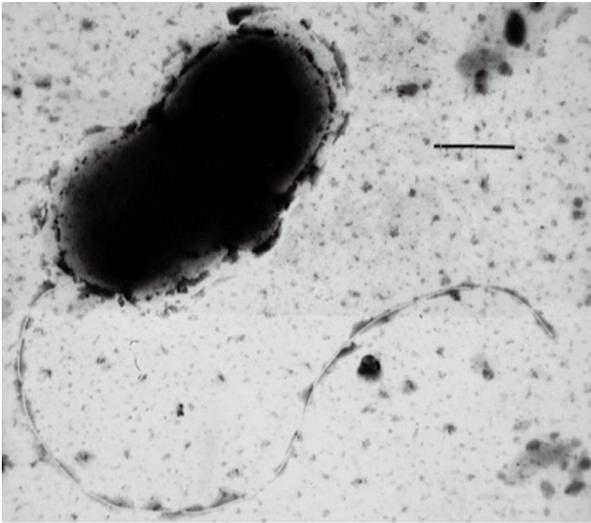


图 4.4. 电子显微镜下的细菌。
椭圆形结构是细菌母体，细长的尾状体即为鞭毛。

^{*}Formula 1 是国际跑车大赛之一。——译注



在电子显微镜下，细菌鞭毛是一条长鞭状的尾巴，从豆形细菌母体中伸出（图 4.4）。但不仅仅如此而已，现在我们知道，这种鞭毛起着马达的作用。它每分钟旋转数千次，好像一个推进器在水中推动船只那样使细菌活动。

类似于人造机器，鞭毛马达的部件具有连接到转子的驱动轴，该转子在定子内旋转并由轴套锚固。但是与船用马达不同，它是以氢离子而不是汽油为燃料。

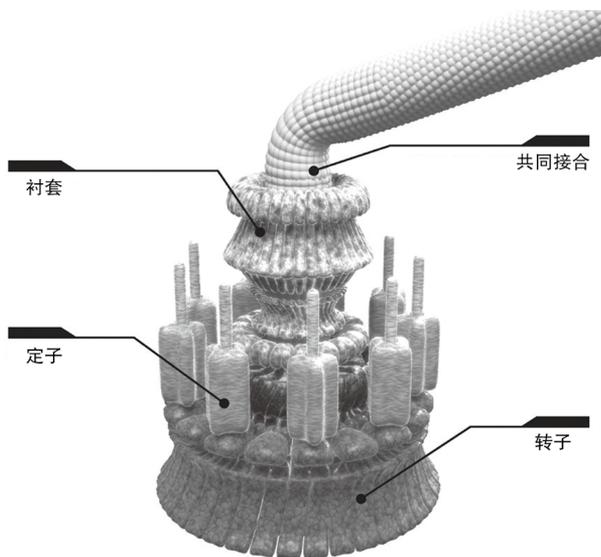


图 4.5. 图示细菌鞭毛马达的主要部件

生物学家应用先进的电子显微镜，不仅能够看到鞭毛，而且能够了解这种非凡的纳米机器的微小部件。我们可以在下面的示意图中看到其中的一些（图 4.5）。请记住，实际鞭毛比这个简化图纸所展示的要精密得多！

那么细菌鞭毛与进化理论有什么关系？如果现代达尔

文主义是真的话，那么按照达尔文的理论，这种非凡的纳米机器必须经过“无数次、连续、微小的修改”进化出来。并且进化过程不涉及任何智能，只能由一系列微小的随机突变，经过数千或数百万代自然选择的筛选，逐渐发展而来。

过程中每个突变步骤都必须很小，因为产生一次巨大改进性的突变之机率太微小了。（这是新达尔文主义者的标准观点。*）我们永远都不可能将一盒 Scrabble 拼字游戏的字母随意扔到玩板上，并期望它们整齐地，拼出完整、互锁的英文单词。因此我们也不能指望随机遗传突变，会使 DNA 突然一次排列出细菌鞭毛的正确编码。不，要想有可能，就必须以极微小的变化，步步为营。

此外，进化路径上的每个微小的步骤都必须具有功能，藉以提供选择性优势才能传递给下一代。一个突变后来被证明为有用，这本身是没有意义的，因为进化不会预先知道将来；进化是盲目的。因此，进化论家理查德·道金斯称之为“盲人钟表制造师”，并以之为他的书名。这个过程本身并不会看向未来，而自言自语道：“我想，细菌有一条可以推动它的尾巴不是很方便吗？我认为，经过多代的努力，我将找到并组装几十种不同的，非常专业的部件，促成一个时髦的马达。”不，进化不会看向未来，也不会思想。

* 依达尔文的理论，不能有飞跃的突变，即所谓的 Saltation。但是有学者提议第一只鸟是从恐龙卵中突变孵化出来的，这是一种飞跃的突变。——译注



DNA 中有时会有一个小小的随机突变，这突变要么对该有机体有所帮助，要么无济于事。它要么传给下一代，要么不传给下一代。是否某一天某一个突变与各种其他可能的突变组合在一起，成为一个有用的组件，这都与进化过程无关。进化过程不在乎未来，唯一重要的是，新突变是否产生了有利于个体在“当时”存活和繁殖的功能。除此以外，进化过程对其他事物都是盲目的。

因此，从简单的祖先到装备齐全的鞭毛马达，进化需要一系列微小且具有功能的步骤，才能建造细菌鞭毛。但我们找不到这样的途径，反而有证据表明，整个结构以及所有的部件都必须同时在场和到位，才能推动细菌母体。就好比老鼠夹的例子，如果只有某些个基本部分，则不能作为鞭毛用。假如其中一个部件(或多个部件)无效或遗失，整个鞭毛就会停止运转。又如果所有部件都存在且都状态良好，但却安装不正确，那么鞭毛也无法工作，它只会消耗细菌母体中宝贵的资源，从而降低它存活的可能性。

当然，细菌鞭毛确实在起着作用。但这种技术奇迹是如何产生的？现代进化论的支持者试图提供一个故事，讲述如何经过一系列幸运的巧合演变出这样的系统。有一种他们提出的想法是所谓的“共择”（co-option）。也就是说，自然界在创造细菌鞭毛的过程中，“共择”了较简单的分子机器。认真地说，这确是一个创意，然而即使从原理上来讲，它也面临着严重的缺陷。较简单的机器上的部件，仍旧必须进行重新加工，才能在细菌鞭毛中发挥到新

作用，并且必须以某种方式全部安装到位。正如一位机械巧匠必须重新加工，并仔细组装从旧割草机拆下的部件，才能制造出一辆卡丁车（go-kart，小电动车）一样。

进化论者提出了一种可能，他们认为某一种分子机器（一种称为 III 型（type III）分泌系统（TTSS）的针状复合物*），是细菌鞭毛的前身。TTSS 是否有助于铺平通往细菌鞭毛的进化途径？这个说法有几个问题，正如斯科特·明尼希（Scott Minnich）和史蒂芬·迈尔（Stephen Meyer）所解释的那样：

根据本文提出的一些发现，这种论点似乎只有表面粗浅的合理性。首先，若以 TTSS 来做解释，它只会产生更多复杂的问题。如本文所示，拥有多个 TTSS 时它们会互相干扰。二者如果不隔离，则会失去一个或两个系统都失去。此外，鞭毛马达中的其他三十种蛋白质（不存在 TTSS 中）是该马达所独有的，而且在任何其他生物系统中均未发现过。那么，这三十种蛋白质从何“共择”而来？退一万步来说，即使所有用于制造鞭毛马达的蛋白质部件，在生物的进化过程中都能以某种方式在场，这些部件仍需要按照“正确的时间和次序”出现，以进行组装，类似于汽车在工厂中的组装方式。然而，为了编排鞭毛马达各部分的装配次序，该细菌尚需要一个复杂的遗传指令

* 指鼠疫杆菌中向人体注射毒剂的纳米针头。——译注



系统，及许多其他蛋白质机器在准确的时间执行这些装配的指令。可以说，这个系统本身也是不可简化且复杂的。不论如何，“共择”这论点其实是默认了，以试图要解释的机制已存在为其前提——就是功能上相互依赖的蛋白质系统。最后一点，从基因序列的系统进化分析来看，鞭毛运动蛋白是首先出现的，而泵蛋白*出现在其后。换句话说，如果有那么一回事的话，那泵应该是从马达演变而来的，而非泵在马达之先。¹⁶

回到细菌鞭毛的起源问题，到目前为止，还没有人能针对这上述的观察提出合理的一步一步的进化过程，连一个也没有。因此，正如贝希所指出的，达尔文的理论通不过达尔文自己提出的证伪检验。

细菌鞭毛并不是唯一的例子，还有许多复杂的系统，没有人曾解释它们是如何通过一系列细微的、连续的改良，进化而来。即使是大略近似的说明都没有。确实如此，没有任何一个进化论学者能为任何不可简化的复杂生物系统，提供详细、可执行的进化途径。

假设性的故事，又缺乏证据和细节是不够的。现代进化论无法解释我们在生物学中非常重要的观察，在没有合理解释此类系统如何通过纯自然机制逐步进化的情况下，进化论实际上不能通过达尔文所提出，最基本的证伪测试。

* 泵蛋白是指上述的毒针。——译注

我们身体中不可简化的复杂系统

让我们从微小的生物机器，转移到人体中大型不可简化的复杂系统，其中之一是将血液和氧气输送到身体组织的系统。此类工作需要协调多个“有非常精细规格的结构”和子系统，才能顺利运作。我们需要心脏和一系列的血管，构成心血管系统。我们还需要呼吸系统，包括肺、气管和肌肉，将空气引入人体。心血管系统的许多基本部件必须安置于正确的部位，以使该系统正常工作。并且为了使氧气吸收到组织中，它也必须与呼吸系统进行精确的配合。就如舞者间美妙又复杂的舞步，而这呼吸系统的各基本部件也需要安装到位。

实际上，还有许多其他子系统必须与之配合使用，但是在这里，我们仅将重点关注以下两个系统。它们至关重要，因为身体中的细胞需要氧气以保持存活和运作。¹⁷

呼吸系统包含肺和气管以及重要的肌肉，包括横膈膜。当横膈膜收缩时，空气通过气管被吸入肺部。肺、气管和肌肉都必须协同工作，以使呼吸系统正常运转。然而，仅仅空气进入肺部，但氧气无法进入血液，那也是无效的。因此，在呼吸系统和心血管系统之间需要一个精密建构的界面，以连接此二互相依赖的系统。

肺中接收空气的葡萄状微小囊，称为肺泡或肺泡囊。这些囊周围的微血管称为肺毛细血管。当血液抵达进入肺



部时，其氧气含量低且颜色呈紫红色。吸收氧气后，血液变成鲜红色。

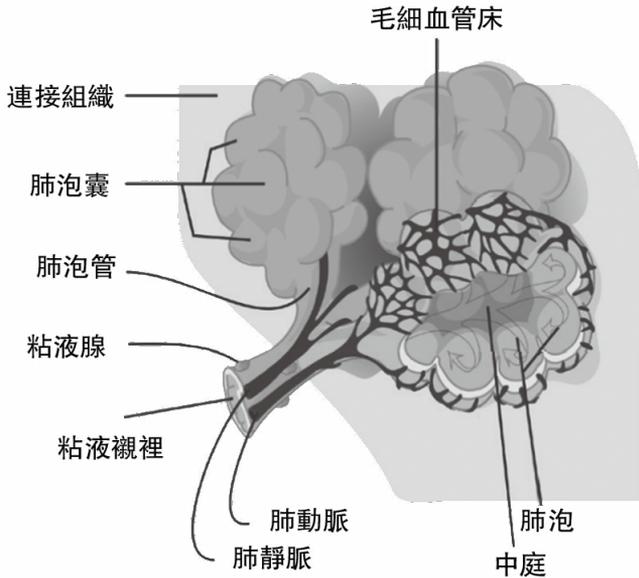


图 4.6. 肺泡囊和肺毛细血管的示意图

肺泡囊和毛细血管共同形成的界面，使氧气从呼吸道进入血液。肺泡壁和毛细血管壁必须彼此靠近，并且泡壁和管壁都必须异常的薄，才能使氧气有效地渗透过去。而且必须有足够数量的肺泡和毛细血管以供足够量的氧气透过。所有这些都必须非常精确地被建构，才能起到作用。

负担氧气输送的猛兽

然而，即使拥有完整的心血管系统、完整的呼吸系统以及它们之间的完整界面，仍然不会有足够的氧气输送到组织中。为什么不能呢？这是因为氧气在血液（无红血球的血浆）中的溶解度非常低，因此血浆无法吸收和运输足够的氧气来维持生命。为了向细胞输送足够的氧气，我们需要将近 50 倍的溶解度。

这是一个具有挑战性的生物工程问题。解决此问题有哪些选择？一种选择是扩大每个系统以吸收和携带更多的氧气。不幸的是，这将产生一个新的问题，因为每个部分都必须增大很多倍。心脏会比胸部大。肺会更大。那么所有的血管和气道将置于何处？人体没有足够的空间来容纳它。因此，系统扩大不是选项。需要有一种方法使血液中的氧气溶解量增加五十倍，而又不会显著增大心脏、肺和血管的体积。最聪明的化学家也会被这个问题难倒。

那么如何解决这问题？答案在一个叫做血红蛋白的分子！

血红蛋白是一种蛋白质，与所有蛋白质一样，它同样是用二十个氨基酸字母编码出来的。用语言来类比会更有启发性，但也必须先说明一下。氨基酸无法像人类语言那样通过象征的方式来表达，但它非常类似一个复杂机器中具精确规格的部件。它们形同一个软件或一篇文章，其中“字母”的选择和顺序是至关重要的。



就像本段的文字是经过精确选择排列的，用来介绍有关血红蛋白的种种，同样血红蛋白的四个链中也是一样，精确地排列了各种氨基酸（四条链中包含 574 个氨基酸），以使血红蛋白分子具有恰切的形状和功能。^{*} 血红蛋白与其他千百种蛋白质类似，有一个极其复杂且惊人的构造，经过精调以执行关键功能。一个血红蛋白分子可以结合四个氧分子，并在机体组织需要的位置和时间释放它们。一个红细胞（红血球）中可有多达 2.8 亿个血红蛋白分子。¹⁸ 每公升血液中有 5 万亿个红血球，而成年人体内平均约有 5 公升血液。通过将四个氧分子与每个血红蛋白分子结合，红血球中又具有如此多的血红蛋白分子，血液中又具有如此之多的红血球，才能够为人体组织提供足够的氧气以维持生命。¹⁹

至于蛋白质，请记住，它对氨基酸序列错误的容忍度通常是非常有限的，随机突变通常会导致功能降低或丧失。确实，越来越多的实验室证据表明，高度复杂的氨基酸序列的折叠编码（以成为具功能的形状）只能忍受极些微的改变，再多，该蛋白质就丧失功能。例如，《分子生物学杂志》上的一项研究提出了这样的例子：若要随机产生一个长度仅为 153 个氨基酸的蛋白质，且具有恰好正确的序列并折叠执行特定的功能，其机率约为 10 的 77 次方分之一，²⁰ 写成分数的话，分子是 1，分母是 1 跟着 77 个零。（以下还有更多例子。）

^{*} 译注：蛋白质的功能取决于其条链折叠后的形状，而其折叠的方式和最后的形状取决于氨基酸的排列。

以上的总结

心血管系统好像一个出色的管弦乐团，各乐器间有完美奇妙的协调，但不同之处是，乐团若缺少一种乐器，演奏效果只会减色而已。但若心血管系统少了一个子系统，它就会完全停止工作。我们需要所有的子系统都在场，都在工作，而且全部都经过精心协调，才能使人体的各部位都能获取足够的氧气。

从来没有人能够详细说明，心血管系统是如何通过盲目的自然力量，逐渐进化产生。即使一个功能齐全的心血管系统，能够以某种方式进化产生，* 这仍然是不够的。请记住达尔文提出的挑战：“如果能够证明任何复杂的器官，无法通过无数次、连续、轻微的修改而形成，那么我的理论将彻底崩溃。”这挑战不但适用于单个器官，也同样适用于相互依赖的器官系统，这类系统若没有各部器官相互的配合就无法生存和发挥作用。就如向我们体内的细胞提供氧气的系统，必须包括心血管子系统及其所有重要的组成部分、呼吸子系统及其所有重要的组成部分，还有它们之间精确构造的界面，以及具有特殊粘接特性的血红蛋白分子，才能携带足够数量的氧分子。

这些系统和子系统没有一个是可有可无的。如果不同时具备所有这些系统部件，我们就无法存活。因此，自然

* 如进化论者声称“这是进化的事实”。——译注



界不能一次只进化出少数几个部件或子系统，然后等无数代，等到其他部件和子系统不断演化来配合成一完整的系统。大自然甚至等不及仅一代的时间。生死存亡在此一举。在这种情况下，进化的步骤必须是巨大创造性的飞跃，而不是微小的步伐。就好比将拼字游戏字母扔到桌上，可以奇迹般地拼出一系列互锁的英语单词，进而这些单词组合后，可以得到一出包含多幕剧的精美剧本。*

当然，生物界内的心血管 / 呼吸系统，不像人体的那样复杂，但是它们仍具有自己的内部结构，并且依然没有人能够从这些相对简单的系统（以人类工程标准看仍旧是不可想象的复杂），提供详细的功能性进化途径，以一步一步地产生心血管 / 呼吸系统。

中性进化

面对不可简化的复杂性的挑战，进化论者提出了其他方案（除了上面讨论的“共择”方案之外），来解释这种复杂系统如何以无指导的偶然过程产生。例如，有人认为“中性进化”可能有助于解释新的生物功能的起源。简而言之，中性进化是基于以下观察结果：DNA 中的某些突变既无害又无益，那是中性的，这些突变似乎对生物没有重大影响。结果，自然选择既不会淘汰也不会选择这些中

* 达尔文进化论无法解释“不可简化的复杂性”，除非在进化过程中有大幅度、奇迹式的变化，和该理论相悖。——译注

性突变。支持者声称，这些突变可能会继续累增，直到后来某个时候它们碰巧幸运地结合在一起，从而对有机体产生积极的帮助。

最受欢迎的建议之一是，也许某个基因经过复制后，其中一个拷贝通过随机中性突变来做“实验”，而另一个拷贝则保持了原来有机体生存所需的功能。假设做“实验”的副本最终取得了较复杂的功能，那么另一个拷贝就可以被淘汰了。²¹这当然是一个有趣的想法，但是已经发现了如下的一些问题：

1. 任何循序渐进的方案都是完全假想的，缺乏支持逐步进化出新系统的证据。
2. 中性进化避免了给定 DNA 序列，必须在每个变异步骤中都要有作用的困难。^{*}但它要付出昂贵的代价，因为此过程必须在“没有自然选择以保留有益变异”的情况下建立。在中性进化中，没有任何机制可以锁定某些突变，使它们完成构建相关系统或子系统所需的基因序列。请记住，据本理论假设，在大多数情况下中性进化都不会考虑是否适应的因素，尤其是对可能有用的突变。因此，中性的进化放弃了自然选择，而听任于随机取舍，即靠运气。然而，要构建整个生物学中发现的各种不可简化的复杂系统，运气是一个最差的选项。随着序列中所需单元数的增加，偶然发生的可能

^{*} 意即在此情况下，不需要有选择优势。——译注



性就相对几何级数的减少。要等该序列增长到可以进行编码产生一个功能系统，这是绝无可能的。因此，尽管中性突变随着时间的推移可能积累在有机体中的 DNA 内，但这些中性突变仍旧无法解释，新的和复杂精密的有机体特性是如何产生的。

3. 有机体要尝试一些不能立即产生效益的突变，要付出很高的能源成本的。有证据显示，某些有机体会使那些没有适应性 / 选择性优势的基因迅速失活。²²

像一个鼯鼠

进化论的支持者可能会退一步认为，进化论对此或彼不同场景的解释虽然可能有个别的缺点。但他们至少知道 DNA 中随机单点突变，可以在基因和蛋白质的层面，做出令人讶异的事情。如果真是这样，那么进化肯定可以逐渐积累新的功能遗传密码，进而产生新功能、新特征、新器官、新物种，甚至是整个新的个体构造。现在就让我们考虑一下这说法的前半部分，如果现代进化论可以在任何地方都起作用，那么它就应该在基因和个别的蛋白质最基础的层面上起作用。

在分子生物学的领域内，有许多不同种类的基因和许多不同种类的蛋白质。简而言之，暂时不考虑 RNA，让我们假设一个基因是一段 DNA，可以编码一种给定的蛋

白质。²³ DNA 中的信息含量基于 DNA 中四个字母（碱基）的排列，这些字母被其他分子固定在适当的位置上，并组织成称为双螺旋的特殊螺旋中。DNA 中碱基的排列方式，相当于本书的句子和段落中字母的排列方式。所不同的是，在英语中是二十六个字母，而在 DNA 中则是四个字母，通常缩写为 A、T、G 和 C。在这两种情况下，正是这些字母的特定顺序给予了含义或功能。仅将所有的 DNA 字母堆砌在一起是不足够的，必须使它们按照特定的功能序列排列，就好像句子的字母必须具有某种特定的顺序才能产生意义一样。

DNA 中至关重要的信息是什么？它确定了蛋白质中氨基酸序列的安排，这在前面已经稍稍讨论过。再说，蛋白质合成中使用了二十种不同的氨基酸。又如前述蛋白质与 DNA 的关系是：DNA 中四个字母不同的排列，决定了二十种氨基酸字母的编码。例如，上述具有 574 个氨基酸的血红蛋白分子，必须有正确的氨基酸字母并以正确的顺序排列，才能正确折叠并正常运作。正确的氨基酸被安置于正确序列中取决于基因中的信息，而基因中的信息基于四个 DNA 字母（A、T、G 和 C）的正确排列顺序。

科学家们在 20 世纪破译了遗传密码，使我们知道细胞如何获取 DNA 中的信息（碱基序列），并将其转换为蛋白质中的氨基酸序列。这个过程相当的复杂。²⁴ 但就我们的目的而言，主要需知道的是这过程非常地精确。如果在 DNA 中插入了错误的碱基，则该突变错误会以错误的



氨基酸形式传递给蛋白质。就像一个单词的拼写错误一样，基因突变会使蛋白质改变。蛋白质中错误的氨基酸可能会导致蛋白质折叠错误，无法正常工作或根本不工作。

让我们思考一个人类语言的例子。用莎士比亚戏剧《哈姆雷特》中的简单句子做例子：“Methinks it is like a weasel。”（我想它像一只鼬鼠）。如果我们把最后一个单字错写成：“Methinks it is like a weakel。”这该怎么办？Weakel 不是英语单字，这个句子不再具有意义，这就是失去了功能。同样，我们知道突变通常会给生物带来严重的问题。例如，研究者已经确定了与果蝇繁殖有关的蛋白质突变，这种突变会导致正常功能的丧失，最终导致在蛹或幼虫期就过早死亡。其中一些致命的结果就是由单点突变（DNA 序列中单个核苷酸“字母”的变化），所引起的。²⁵

这样看来，错误似乎很明显是不好的，对吧？奇怪的是，进化论的支持者认为，同样这类的错误却是进化过程中的原始材料。在最基本的层面上，他们认为这些错误可以导致蛋白质的改善。

现在，根据我们的日常经验，我们可以得出结论，要建立像我们的氧气传输那样的系统，需要大量的创造力和前瞻远见。然而，根据进化论的说法，这可都是由于在我们的 DNA 中发生了一系列“有用的突变事故”的结果。

这是一项非同寻常的宣称。与其嗤之以鼻，我们要看

看是否有任何决定性的证据有利于这说法。但事实证明，尽管数十年来全球众多科学家获得极其丰厚的研究经费，并付出孜孜不倦的努力，仍然找不到证据。到目前为止尚无详细的路线图来说明，基因突变如何能导致重大的改进和创新。也没有循序渐进以致机体改进的报告。²⁶在没有此类证据的情况下，提出质疑是非常合理的。

现代进化论的支持者提出了一些蛋白质的例子，当它被破坏时，在独特条件下会具有优势。但是，已经发现的少数此类例子往往是双刃剑。例如，蛋白质突变的错误可能会使有机体抵抗某些特定疾病，但也会使该蛋白质无法发挥它全部正常的功能。²⁷

一位在英格兰剑桥实验室工作的研究者道格拉斯·阿克思（Douglas Axe）计算出，偶然产生 153 个氨基酸的某特定蛋白质的机率是 10^{77} 分之一（即 10 之后 77 个零分之一）。要获得如该长度的其他任何一种蛋白质功能序列，机率也不会太高，大约是 10^{74} 分之 1。对于那样长度的每一种功能序列，都会伴随着大量无意义的编排序列，²⁸ 好比在无数的随机编序的茫茫大海中泳游，希望能恰巧碰上一个“极其稀有且具功能”的蛋白质折叠编排序列。

由于随机编序可能的数目是如此巨大，我们需要用一个比喻来帮助思考。我们的银河系中大约有 1000 亿颗恒星，等于约 10^{67} 个原子。那么，从银河系所有原子中随机盲目地选出某一个给定原子，其概率要比随机碰上一个新的、有功能折叠的蛋白质还要高。²⁹



此外，为了产生显著的生物变化，进化必须偶然地发现许多的功能蛋白序列。而且，在极多数情况下，还需要多种相互配合的蛋白质，才能产生某种对自然选择有利的生物功能。例如所有生物学中发现的许多蛋白质复合物和分子机器。因此，即使阿克根据实验室的估计值高估了许多数量级，但对达尔文进化论本质的挑战仍然存在：在茫茫大海中无数不具功能的蛋白质，反复遇见上了具有功能和新结构的蛋白质，这机率是微乎其微的。

惯性思维

既然有如此确实的证据反对现代进化论，为什么它的支持者仍然要坚持呢？当然，回答这个问题在很大程度上是猜测性的，即便任何两位科学家，他们的想法也不大可能完全相同，更不用说所有进化论支持者的想法。但是广泛地讲，科学在本质上是一项地道的人类企业，人类的弱点也混杂在其中。历史学家和科学哲学家已彻底证明，即使面对越来越多的相反证据，尽管是非常成功的科学家，也倾向于坚持他们长期以来所偏爱的理论。就像谚语说的那样，科学往往是随着每一次葬礼而一点点改变的。^{30*} 在起源科学中尤其如此，我们经常需要推论一些无法在实验室中复制观察的历史事件。尤有甚者，当某些支持进化论者以他们个人的世界观（也就是没有创造者，而且最终的

* 意思是新科学被接受需要很长的时间。——译注

现实无非就是物质和能量而已)为前提时,他们更是不容易接受上段所提的证据。

那么面对如此众多相反的证据,进化论学者如何合理化他们对该理论的支持?他们之中承认上述问题的人表示,他们还需要更多时间,但同时仍应该接受进化论,让科学来寻找缺失的证据,不然的话,就是“放弃科学”。

他们会有这种想法是可以理解的,但是没有人要求他们放弃科学。他们应当摒弃的是现代达尔文主义,或者更确切地说,就是依据纯粹盲目的进化机制,可以产生所有多姿多彩不同物种的想法。应当拒绝让错误的范式(paradigm)来取代证据。起源生物学应该尽其所能,继续进行有前途的研究,包括进化机制可能和不可能完成的任务等。没有理由去坚持一个已经被推论证明,完全不足以解释生物新形态和新信息起源的达尔文理论。

非共同祖先

回想一下,现代进化论认为生命始于一个单细胞生物,而单细胞又进化为其他新形态。依此类推,一直到我们周围所有多样化的生物形态出现为止。这个想法是透过一个逐步分支的生命树(进化树)来说明,但是哪些生命形态起源于哪些祖先?猫从何演化而来?熊和猫有近亲关系吗?还是远亲关系?乌龟从何而来?鲸呢?即使假定所有生物都有共同的祖先,关于特定物种在进化树上的位置,



仍然有成千上万的问题。为了填补这些细节，科学家采用了活体和化石当佐证，并且在跨物种间寻找相似的特征。用来比较的特征可以是基因、生化或形态学上的。

他们还作了一个假设，即相似性通常都显示出进化的血缘关系。然而我们可以对两种独立的生命体之间的相似性，是基于共同设计的可能性持开放态度。例如，在许多不同类型的车辆上都有车轮，这并不是因为从某一类型车会自然演变成另一类型车，而是因为车轮的设计在许多不同的景况下都是很有用的。但是现代达尔文主义者将设计的可能性排除在外，并坚持认为不同生命体之间的相似性，不能以共同设计作为可能的解释之一。

需要澄清的是，进化论者并不假设物种之间的每个相似之处，都归因于拥有该特征的某个共同祖先。进化论者将一些例外的情况称之为收敛进化（convergent evolution）。他们认为在某些情况下，进化过程在生命历史中可以“多次发明相似的共同特征”；例如，据他们认为鱼和海豚类似的身体形态，是分别进化而来的。^{*}

但是一般来说，相似性被认为是共享了拥有该特征的祖先造成的。粗略地说，两个物种越相似，它们与共同祖先的年代就越接近。例如，山猫和非洲狮子的共同祖先，要比狮子和熊的共同祖先离我们更近。

但是用于构建进化树的数据在本质上是不完整的，且

^{*} 因为一个是鱼类，一个是哺乳类。——译注

随解释而不同。这本身并不是“无指导进化论共同祖先命题”的致命弱点。然而，有一点可能是致命的：使用不同的数据，可以构成完全不同且相互矛盾的进化树。

当进化论者基于形式（形态学上的）对植物，动物和微生物构建进化树时，结果与他们根据 DNA 序列的比较，所构建出的进化树完全不同。即使是基于 DNA 序列所得到的各种进化树，也经常相互冲突。由于我们的基因组极其庞大而复杂，为了容易处理，进化生物学家将注意力集中在基因组某一个特定区域，并在不同物种之间比较这部分。因此，遗传进化树 A 是基于基因组的某一部分。进化树 B 基于另一部分。进化树 C 又基于另一部分等。每一段基因区域推导出不同的进化树，并且这些树往往彼此矛盾，严重分歧。

尽管许多进化论拥护者仍然希望找到一棵互相一致的进化树，但现在看来是不太可能的了。这些进化树不断地增生，而不是开始汇聚到一棵真正的生命树上。³¹ 仅以一个戏剧性的例子来说明这个问题，正如生物工程师玛蒂·莱索拉（Matti Leisola）和约拿单·维托（Jonathan Witt）在书中所指出，有一篇 2013 年发表在著名《自然》期刊的论文中，突出显示了问题的严重性。该论文作者比较了 20 种不同酵母中的 1,070 个基因，却得到 1,070 种不同的进化树。³²

我们该如何理解不断增加又互相冲突的进化树？如果所有生命确实拥有一个共同的祖先，那么就应该只有一棵



真正的进化树。在科学家试图以更准确的手段，发现实际的进化分支历史时，遇到某些冲突也是不足为奇的。但是如果进化论是正确的，我们就不该看到一个不断扩大、互相冲突的进化树林。如果那么多不同形式的生物实际上与共同祖先无关，而是与共同的设计有关，那么这种趋势就更为合理。它们可以共享一些设计特征，因为这对设计制造者的意图来说是合理的。就像汽车、飞机和自行车等，它们共享许多共同特征的设计，而不是盲目的演化出来。

顺便提一下，请注意，我们不必采取极端唯我独尊的立场。智慧设计可以解释我们在不同物种的生物体中发现的，许多重复出现的设计构想和题材，而共同祖先则可以解释紧密相关物种（例如猫科）之间的共通性。也就是说，也许我们在地球上所发现的不同猫变种，实际上都来自单个猫的祖先。然而，要说所有生物都从一个共同的祖先，经过盲目的自然过程进化的？根据以上的数据比较，不得不令人怀疑。³³

最后的思考

当我们思考生物体中所有的复杂结构时，不禁让人觉得难以想象。其中不少结构都具有许多必不可少的部件，所有这些部件还必须同时存在并且各就各位，才能使系统正常运行。这就是所谓的不可简化的复杂性。不仅如此，许多这样的系统必须与其他不可简化的复杂性系统协同工

作，以使生物得以生存。那就是由多个不可简化的复杂性系统组成的，一个不可简化的复杂性系统。这些协调的系统不仅表明具备智能，而且其令人难以置信的复杂也显示出其高度的设计天赋，远远超出现今最杰出的人类工程师团队的水平。由这些明显的证据可以得出结论：要以达尔文进化论所说的毫无指导的机制，产生以上某一个系统中的一小部分，都是不可能的；更不用说让这些系统以完整且协调的形式运作！

有些人试图提出假想的过程，如“共择”或“中性进化”，或指出生物系统之间的某些相似性，反驳不可简化的复杂性。但是这些说法，都没能确定一个足以产生全新的生物体和信息的原因。

其他的人则有意无意地忽略了以上这些问题。他们或说有某些其他的进化证据，或说进化论者最终是会解决问题的。当然，科学有时会发展缓慢，在它庄严的进程中是需要有耐心的。但是科学通常的进步是通过针对主流理论积累相反证据，直到寻找到更符合证据的替代解释或理论。这是科学唯一合理的策略。

新达尔文主义（达尔文进化论的现代版本）支持者认为，自然选择作用于偶然的基因突变，可以产生创造性的奇迹。但是，随机突变总体上是中性的（没有明显的影响），或具有破坏性的。唯一的例外是，某些破坏性突变确实会创造一些特别的优势。听来令人兴奋，但这并不是盲目进化建立新颖生物形态和信息的证据。这进一步的表明了，



在最佳状态下，突变 / 选择机制仅能产生轻微且退化性的变化，好比拆了轿车的顶部来当敞篷车用。

那些已经认识到突变 / 选择机制局限性的进化论者，可能还是会坚持进化，这是因为他们认为自己看到了共同祖先的证据。但是，共同祖先作为进化论的证据，远比许多人想象的还要弱。除非从一开始就排除共同设计的可能，否则在迥然不同的物种中的共同特征，就不能只作为共同祖先的证据。可是达尔文提出的进化树至今仍然令人难以捉摸、没有定论，各种进化树还在互相“争夺王位”，许多都是相互矛盾的。

有人说主流科学家绝大多数都接受现代进化论。但是科学理论的真实与否不是由多数票来决定的。确实，科学史上散落着一地被现代科学家抛弃的理论，这些理论曾经一度被该领域的绝大多数科学家所接受。当时不赞成那些理论的科学家也不在少数，其中一些人也在备受推崇甚至享有盛誉的科学机构中工作或曾经工作过，他们自己在科学成就方面也有傲人的记录。³⁴

鉴于现代进化理论正受到日益严峻的挑战，也许这是时候将智慧设计放回到台面上，并遵循以证据为追踪导向的原则，研讨“不可简化的复杂性”以及“共同祖先”各种可能的解释。这样的策略可以提供更有效的途径，帮助我们理解非凡的生物系统中，关于生命问题的中心。

轮到你了

1. “进化”这个词有多少不同的含义？
2. 达尔文承认哪些证据（如果属实）会严重损坏他的理论？
3. 什么是不可简化的复杂性？非生物界的例子是什么？生物 / 有机体有哪些可能的例子？
4. 即使我们拥有完整的心血管系统、完整的呼吸系统以及两者之间的交接面，还需要采取什么措施来确保给人体提供足够的氧气？
5. 现代达尔文主义的支持者，如何应对基于证据对该理论的批评？
6. 有哪些明显的证据挑战共同祖先的理论？



第五章

生命的爆发：寒武纪大爆炸

钱锺 (Paul K. Chien)

很多人都听过“动物大爆发”或“寒武纪大爆炸”。
很 这些词是指，大多数的动物门类在寒武纪初期（约 5.3 亿年前），突然几乎同时出现。很多读者都是从《时代》杂志 1995 年十二月份的封面首次接触这种新概念。该封面的大字标题为“进化的大爆发”，副题说“新发现显示，我们所认知的生物世界起源于一次生命疯狂惊人的爆发，几乎在一夜之间改变了整个地球。”

根据主流的理论，进化的过程应该是由缓慢逐渐的步骤，需要累积数百万次的随机突变，经过无数世代的中间环节才能完成。这种单调乏味的过程怎么可以用“大爆发”“大爆炸”和“生命疯狂惊人的爆发”来形容？对很多外行人和进化论科学家来说，这些术语显然与预期有很大的矛盾。

我读了《时代》杂志的报道之后不久，有一位朋友介绍我看《人民日报》海外版的两篇文章。其中一篇的题为“向进化论挑战的澄江化石”，报道了在中国云南省澄江县发现了大量震撼人心的寒武纪化石，其中使用了“寒武纪生命大爆发”的描述。文章所指都是海洋动物的化石，保存精美的程度惊人，联合国教科文组织（UNESCO）¹ 将首次发现的地点定为世界遗产之一。另一篇文章的结论



认为，对这些海洋瑰宝深入的研究，可能会震惊传统的进化论。

我个人来自中国，所以对此我有双重兴趣。还有，我研究和教授海洋生物学多年，而这些寒武纪的化石都是海洋动物。所以不难想象我对这些化石多么向往，若果有一天我能亲自研究这些化石该有多好！

体型蓝图的宝藏

寒武纪大爆发显示的一个特殊现象，特别是澄江的化石，包含了非凡的动物多样性。为了清楚解释这个现象，我要从体型蓝图（Body Plan）的概念说起。

我在旧金山大学教授海洋生物学四十多年，现已荣休。我的学生最喜欢的野外实习，是到太平洋石岸的潮间带观察和采样。当大退潮的时候，很多潮间带的动物都暴露出来，学生可以亲自观察这些动物生活的地点，并观察它们吃什么？它们如何适应环境？如何繁殖？它们在那特殊的生态社区扮演着什么角色，等等。不过，在学习这些资料之前，学生必需先认辨这些动物和它们的科学命名：就是属和种的双名字。例如，加州最常见的寄生蟹的科学名为 *Pagurus samuelis*。对一些学生来说，辨认这些动物和记住它的拉丁名有一定的难度。很多相似的动物很难分辨，特别是在野外，不能用显微镜或作解剖，也不方便使用检索和参考书。但是大多数的学生一眼就可以认定这动物是

属于哪一个大类型，即使是第一次见到它。

为什么？因为每一个大类型的动物都有它特殊的体型结构，而这些体型结构都明显不同。即使学生从来没见过某种动物，他们都可以认出该动物是属于哪个门类。

用科学的说法，这些动物各有它特殊的体型蓝图，在分类学上属于不同的动物“门”。门与门之间有很大的分别，只有极少的中间型，甚至没有。例如，蛤蚌和贻贝都属于软体动物门；蟹和虾都纳入节肢动物门；而我和学生看到的多数虫类，都是环节动物门的成员。门是一个广泛而基本的组别。再举个例，所有的哺乳动物都属于脊索动物门，同时鱼类、两栖动物、爬行动物、鸟类、海鞘和文昌“鱼”也属脊索动物门。它们彼此之间虽然有很多变异，但它们体型的结构都具有脊索或脊椎，所以与其他门的动物相距很远。

动物界共有几十个门，根据正统的进化理论，这些明显不同的体型蓝图是透过一系列的渐变，经过无数世代累积而来。最初只有独一的祖先物种属于唯一的门，然后长期逐渐分化成两个和更多的门。这个过程被理解为逐渐的、缓慢的，经过一个一个小的突变而成。

传统的进化论宣称，如今整个生物界所有的成员在开始的时候都是从单一的、一个假想的普遍共同祖先（universal common ancestor）而来。这共同祖先进化成两个不同的物种，然后在时间的长河里进化出更多新的生物种，



有如一棵分叉的树。

这类树的模式在许多课本和博物馆中屡见不鲜。树的模式属于所谓由下而上的思维：从一个物种进化出两个种……然后才出现一个新的属的生物。然后累积了很多不同的特征成了一个新的科，最后由于不同的特征增多了，就可以成立为一个全新的门。从下而上就是物种之间先有了小的差异，然后较大的差异，最后差异之大，足以形成完全不同的体型蓝图。

然而，《时代杂志》、《人民日报》和其他的报刊所报道的化石记录显示的模式，却跟逐渐分枝树的模式完全不同。根据目前的估计，现存的 33 个后生动物门之中有 20 个门，包括 27 个左右对称的动物门中的 17 个门，都是在寒武纪的时代，在世界上很多地方突然出现的。因此，这现象被称为“寒武纪大爆炸”或“动物大爆发”。

《人民日报》所描述的那盛产化石的澄江县，在中国西南昆明市附近，交通很方便。我即时在想，如果有一天我能亲自到化石现场，探究这个神秘的事件该有多好。若果真能如愿，我必定要将真相告诉我的学生和朋友。

那可以说只是渺茫的一厢情愿。我不认为中国政府会让一个陌生美籍的外人，进入世界最珍贵的化石宝藏作研究。因此，我完全没想到这个梦会实现，而且非常快实现。

赶到现场

还不到一个月的时间内，突然来了一个惊喜，我有幸被邀请组织一个国际学者团队，到化石现场与研究这伟大发现的古生物学家团队交流。原来这些专家都是属于华东地区中国科学院南京古生物研究所的，与化石发现处有跨越全国从东到西的距离。虽然当时我已经在多所地院校教授暑期课程好几年，但让我组织一个复杂的团队去中国东部的南京，然后再到西部的澄江，会见一些从未谋面的科学家。这仍是很艰巨的任务。幸好有很多人慷慨的协助，并且得到中国学者和政府全面的支持和合作。我们联系好有关方面（大部分联系还是靠航空邮件），解决了所有财政的问题，取得各种必需的许可，办好所有的手续。五个月内，我们就出发了。

我们的团队成员包括加州大学柏克利分校的詹姆士·瓦伦丁（James Valentine）老教授，和香港中文大学传播系主任梁伟贤教授。梁教授还说服了香港一位电影界名导演，和他的一个精练的摄影队随同录影；我们是第一个到澄江现场录影的境外电视摄影队。携带专业摄影器材到国内拍片需要特殊许可，回想当年的经历简直就是一个神迹，我真不知道一扇一扇的门怎么会这样顺利且及时为我们打开。

我们的第一站先到南京中国科学院，受到古生所的所长热烈地欢迎，并且拜访了多位相关领域的科学家。我们



又参观了两位领先研究工作者的实验室，在那里我们首次看到了最古老，而且是保存非常精美的海洋动物的化石，其中有很多动物门的代表。它们多数呈现了左右对称的特征，已有分化的肢体和消化道，还有复杂的脑部，包括发达的眼睛。瓦伦丁教授曾评论说，这些门和纲的动物的特征，在寒武纪初次出现时都已发育成熟了。



图 5.1. 作者钱锺在澄江县帽天山前留影

这次访问期间，中科院还安排了一整天的讨论会。早晨，有主客专家的演讲，包括互动讨论的时间。下午，我们有很充裕的时间交换信息和讨论大爆炸的问题。我最感兴趣的题目是：“什么起因使这么多不同体型结构的动物几乎同时出现？”在场的专家似乎一致同意，如此大量的动物门没有可寻的祖先，却以爆发的姿态出现。这一现象

与 19 世纪达尔文所提出正统的模式冲突，也与 20 世纪以来经过遗传学和分子生物学更新的“新达尔文主义”冲突。

关于寒武纪大爆炸历时有多长的意见似乎有分歧。一般文献中引用的时段在两到三千万年，但有些中国学者认为大爆炸主要的历程只有一到三百万年而已（包括鱼在内，在中国包涵了大多数动物门化石的黄色页岩，并不是很厚）。也有其他人想用爆炸似乎并不太突然来解围。无论如何，即使假设爆炸的时段长一点，从我们常人的角度看可能似乎是很长的时间，但在地质学来说，要产生那么多新的动物门，肯定是个突发的现象。传统的达尔文主义的故事显然与化石的记录相悖，急需新的思维和解释。

一位上午作了报告的中国学者提出了一个常见的并仍在争论中的想法，他认为当时海洋水中氧气突然增多而引起动物的爆发。另外有人猜想，当时或稍前的时候，海洋累积了较多的养分，促使细菌和藻类的大量繁殖，为动物提供了食物而引起动物的发展。这类的解释虽然有趣，但都聚焦于必要的条件（如氧和食物来源），并没有提供突然爆发这么多动物体型蓝图充分的起因。就像说因为鸟类在空气中飞行，所以地球的大气造成鸟类的出现。这类解释在逻辑上和事实上都不合理。

一位来访的学者建议另一类的解释：我们可以比较不同动物组别的 Hox 基因。由于不同物种中发现了很相似的 Hox 基因，而这些基因是调控胚胎发育的。所以他提议，Hox 基因若有微小的变异，就可能使动物很快发展出不同



的体型蓝图了。对当时的古生物学家来说，这是很新颖的思维而且很有吸引力。但是首先，这些 Hox 基因究竟又从何来？稍后我们才知道 Hox 基因主要功能，是调控其它编码蛋白质基因的“开”或“关”，或决定生物体结构生长的位置。它们并不传递体型蓝图所必需的遗传信息。

有一位学者提议，进化可能是“机遇”与“必然”性合作的结果。一旦某个体型的蓝图偶然形成之后，它遇到不同的环境，就必然会在同一个蓝图之内扩展，产生很多不同的体形。例如，当节肢动物在寒武纪初次出现时，很多稍有差异的节肢物种马上跟着出现了。可惜，节肢动物是唯一的例子；其他各门动物都没有服从这个规律。而且，这一理论最多只能解释门之内可能快速发展出多样性，而非这么多个门的动物原先是怎么来的。

由古尔德（Stephen J. Gould）和艾左基（Niles Eldredge）所倡导的点断平衡（Punctuated equilibrium）模式也被重提。这一模式认为，一般物种在化石记录中都长期保持稳定不变，或呈现极小的变异。但即使稀有，仍可能有较大的变化在某些地点突然发生，在化石记录中也没有留下变化过程的痕迹。点断平衡的理论是基于观察化石记录，发现物种是突然出现的，却不能解释如此多的体型蓝图，怎么会在寒武纪极短的时间里爆发出来。

因此，肖恩·卡罗尔（Sean B. Carroll），一位主流的、完全投入现代进化论的进化发生生物学家（evolutionary developmental biologist），曾充满信心地说：“寒武纪

时代动物多样性的爆发，是生命历史中一个最重要和最引人注目瞩目的奥秘。”他这句话是当他推荐一本较新的、关于寒武纪爆炸的书时说的。该书被广泛认为是这一领域的基准，其中也强调由前寒武纪的海绵进入寒武纪世界戏剧性动物体型蓝图的爆发，是始终不解之谜。

在《寒武纪爆炸》一书中，作者道格拉斯·欧文（Douglas Erwin）和詹姆士·瓦伦丁（James Valentine）仍然致力于寻找对寒武纪大爆炸的纯粹唯物的进化理论。但他们也坚持认为，生命史上的这独一无二事件仍然带有多项重要的“未解决的问题”。并且他们称，从海绵到寒武纪众多生物的转变，是“后生动物在所有进化转变中最神秘的一环”。²

这一观点非常重要，克里斯托弗·罗伊（Christopher J. Lowe）在《科学》杂志上发表对该书的书评中也强调说：“寒武纪大爆炸的大谜题，必定是进化生物学中最重要的未解之谜之一。”³

大家在座谈会中提出了很多猜想，但并没有真正的答案。中心的问题是：“什么原因在很短的时间里，引发了这么多新的体型蓝图？”似乎没有人有好的答案，使人感到没有什么进展。但我并没因此失望，因为在这纯粹的学术气氛中，寒武纪的事件被公开的定性为独一的“爆炸”，并且是对现代达尔文理论严峻的挑战，这也是学术自由探讨向前走的一大步。此外，我也深知澄江的研究才刚开始；还有很多要学的，还需要收集更多的数据。



澄江精美的寒武纪化石

南京会议的讨论发人深省，对我来说那只是一个开场，我最期待的是亲自到澄江的化石现场参观，那里可以说是全世界最佳的寒武纪化石产地。我并没有失望。

南京会议结束，我们向澄江出发，由中国古生物学家陈均远教授和他的同事陪同，其中有一位周女士，她是南京古生所受人尊敬的古生物学者之一。有一块化石 *Misszhouia*，就是以她命名的。我们先乘飞机横跨了南中国，来到西南部的昆明市。下了飞机我们团队和行李挤进了一辆面包车，经过了一些村庄，翻过了一个大山，大约两小时后，我们来到坐落在烟草田中间，澄江县城的一个简朴酒店。在城里转了一圈之后，我发现该酒店是附近最豪华的一家。

第二天清早，我们坐车翻越了一连串红色的丘陵。颠簸的土路带我们经过一座冒着烟的磷矿加工厂，在一个堆满黄色石头、平平无奇的小山坡前停下来，此地与附近很多的山坡没有什么分别。没想到这就是动物化石伟大发现的现场，这是全世界多少古生物学家都想来朝看的地方！

我们鱼贯从汽车里爬出来，蹒跚地跨越一小段碎石堆，到了这不起眼的化石场。周小姐对这地方了如指掌，她熟练地挥动着地质锤，几下就敲开了一块平平无奇黄色的石头。突然一只保存精美的、像虾一样的动物化石出现在我

们眼前！虽然这化石已经有五亿多年的历史，但我们可以清楚看到它的眼睛、触角、甚至腿上的毛。难怪古生物学家侯先光教授曾经描述一块澄江动物化石说：“像是在润湿的泥岩表面活着的一样。”⁴我兴奋地学周小姐的手法，在一小时内也找到了六块化石。这地方似乎到处都是化石，只要你去找，一定可以找到同样精美的古化石。

我想跟你分享一些精美化石的照片，除了第一次到澄江拍的之外，也有我和同事历年来所拍的。

有一条特殊的化石鱼，*Myllokunmingia fengjiaoa*，是舒德干教授等发现的，并刊登在《自然》期刊上。⁵我有幸访问舒教授的实验室时，很高兴看到他从保险箱中拿出这块化石，让我亲自在光学显微镜下仔细检视。

澄江遗址不是唯一见证寒武纪大爆炸的地方。例如，加拿大的伯吉斯页岩（Burgess Shale，以下我还要再提有关那惊人的化石产地），也显示了寒武纪突然出现大量新的动物门。在加拿大发现最出色的化石之一，是五亿年前（中下寒武纪）的一条化石鱼 *Metaspriggina*。它已具备了一双发育成熟的眼。毫无疑问，无脊椎动物的复眼和脊椎动物的照相机眼，在寒武纪早期就已经以完整的姿态出现了。⁶

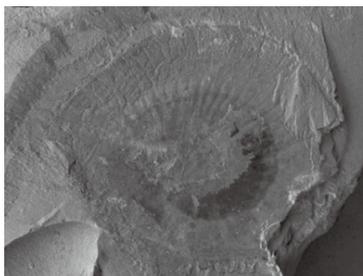


图 5.2. *Stellostomites* 是一盘状软体的动物，具有 U 字形的肠道（图中间灰黑色的结构）。现代水母完全没有肠道，属于不同的动物门。

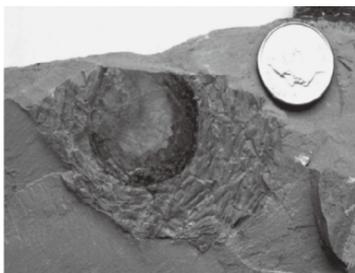


图 5.3. 围绕着 *Stellostomites* 有众多的三角形的动物是 *Hyoliths* 留下的外壳。近年研究显示这两物种都是滤食性的动物，与 *Phoronida* and *Brachiopoda* 等门成员较接近，而非水母和软体动物。



图 5.4. 海虫 *Maotianshania cylindrica*。环节动物门。



图 5.5. 节肢门的 *Leanchoilia* 在澄江和伯基思页岩中都可以找到。



图 5.6. 帽天山页岩中一只保存完好的三页虫。

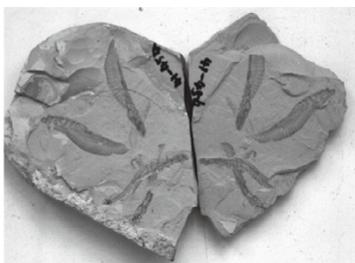


图 5.7. 1999 年在澄江附近找到了几百条脊索门的 *Haikouella*。

由上而下 vs. 由下而上

第一次去中国考察化石之后几年，我带了一个香港的电视制作团队，去访问了西安市西北大学舒德干教授*和他的实验室。他送给我们一幅他绘制的示意图，比较了动物门类发展的传统观念，和他自己研究证实的结论。传统的模式认为门类的数量应该与时递增（图 5.8. 左），从一个或少数门开始。但是，他的研究将这图形颠倒过来了，他的研究显示在寒武纪开始的时段，大量的动物门突然出现了，而且寒武纪动物门的数量随着时间的推移，由于灭绝而减少（图右）。这寒武纪化石所显示的模式，对达尔文理论的冲击不下于门类的突然出现。

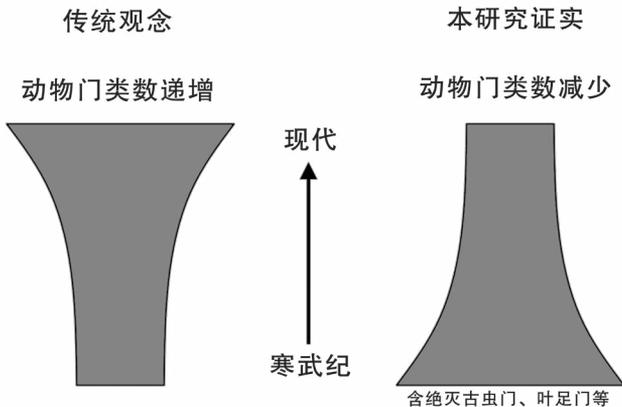


图 5.8. 根据舒教授给我的图片重画的示意图。比较传统进化论（左），与实在数据所显示动物门随时间推移增减的模式。其实自寒武纪动物门大量出现后，至今只有减少没有增加（右）。

* 后来被评为中科院院士。——译注



逃避硬邦邦的事实

1990年代，澄江化石和寒武纪大爆炸的数据还没有受广泛注意之前，旧金山的金门公园内有一个博物馆，展示了一个“硬邦邦的证据墙”。原来在墙上挂了很多含化石的石块，并且排列成一棵分枝的树的形状。也就是说，硬邦邦的化石证据支持达尔文所预言的，生命发展历史像一棵分叉的进化树。

可惜有一个大问题，那不是真的。

有一位受正式训练的地质学家，约翰·魏斯特（John Wiester），起了疑心；他是美洲科学家联盟附属的科学教育诚信委员会的成员。他检验了墙上所挂每块化石的年龄，发现有很多化石不是按着年龄排列在适当的地质层中。有些更古老的化石被放在年轻化石的层面中，而另一些年轻的化石却被排在年老的地层中。整个化石的历史，只有在扭曲事实的情况下，才能硬塞进这达尔文树的模式里。

在震惊之余魏斯特写了一篇文章，名为“加州的骗局”。他说，如果那些化石按照实际年龄排列的话，它们会形成平行由下往上的直线模式。每一条线代表一个动物门，而且每条直线不相交，底部都接近5.5亿年之前。⁷以日常用语来说，应该是一个“草坪”的模式，而非树的模式。

魏斯特对化石分析的结论，得到古生物学家在澄江所发现的证据确凿的支持。自从1995年开始，广传的中国

化石数据证实了草坪模式而非树模式。那些化石动物门都在同一地质层中突然出现，而且彼此之间并没有进化联系。

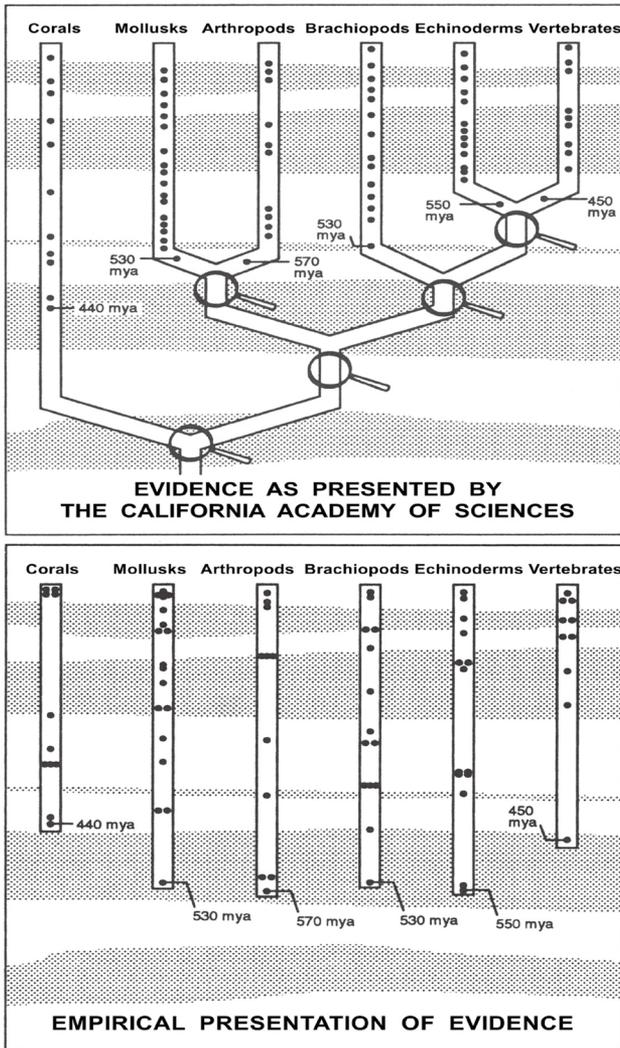


图 5.9. 硬邦邦证据墙的示意图。
上方代表三藩市科学博物馆墙上所展示的，
下方为根据化石真正的数据排列的。
请注意下方图中显示各门都是突然出现，完全不像一分叉的树。



当我知道这硬邦邦的证据墙毛病后，我在想，为什么博物馆的管理人要设计一个与真实数据相悖的展览？我们或许可以原谅博物馆的负责人当时还不知道，中国寒武纪化石的大发现正开始震动了整个古生物学的世界。⁸但我又想，为什么该展览故意要歪曲那些化石的年龄，使它们看来好像达尔文分叉树的思维是正确的呢？

在原本的证据墙上还有一系列有趣的展出，就是有多个放大镜恰好放在那进化树的每一个分叉的地方。但讽刺地，如果参观者仔细去看一下，每个放大镜下都是空无一物，无一例外。就是说，根据达尔文的理论，在每一个门和另一门分叉的地方应该有一个共同祖先，但是博物馆没有，也不能展出两门类中间任何的共同祖先。理由很简单，从来没有人发现过任何共同祖先。

如果参观者没有仔细观察，这硬邦邦的证据墙看来很像有力的化石证据，支持达尔文的猜想。但从一双有经验的眼睛来看，这证据墙恰好无意中显示了化石记录与达尔文理论冲突。

有幸，当该博物馆经过大幅度的翻新和改建后，这化石墙消失了。不过，在另一面新墙上却出现了称为“生命在地球上的时间线”的展览，它标示了从46亿年前地球的形成、生命的出现，直到近代生命界所经过的主要事件。

重建开放后，我一连去了两次，主要想看新博物馆怎样介绍寒武纪大爆炸，因为当时科学文献中已有大量的报

道。不幸，他们对这件 20 世纪古生物学上最重大的发现只字不提。博物馆墙上描述的主要事件从 6.5 亿年前，一跳就到了 4.5 亿年前，完全跳过了 5.3 亿年前的寒武纪大爆炸！我又在想，为什么博物馆要略过这项向达尔文主义挑战的重要证据？我仍在怀疑，将来是否有一天这些证据会公开展示出来。

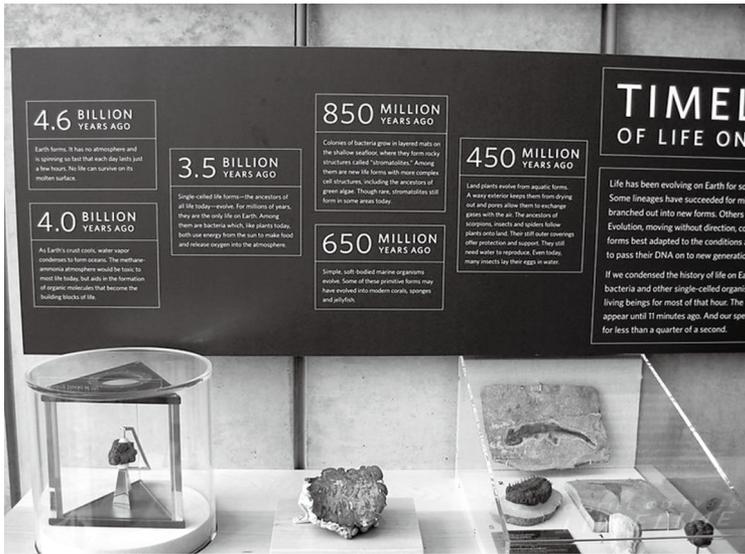


图 5.10. 加州科学院博物馆展示“生命在地球的时间线”，但略过了 20 世纪生物学上最重要的发现：大约 5.3 亿年前的寒武纪大爆炸。

北京国家自然历史博物馆

在地球的另一端的北京，我经历了较积极的体验。那是首次访问澄江之后几年，我参观了北京的国家自然博物馆。令我惊喜的是，我发现了一个很大的展厅，里面展出



的是“寒武纪生命大爆发”。可以看到一系列非常精美的澄江化石。在综合信息的图表中博物馆展示了一个草坪的模式，说明动物门自寒武纪早期的发展历史，并非课本中标准的达尔文树的模式。北京展出的图更准确地代表了化石真正的记录。

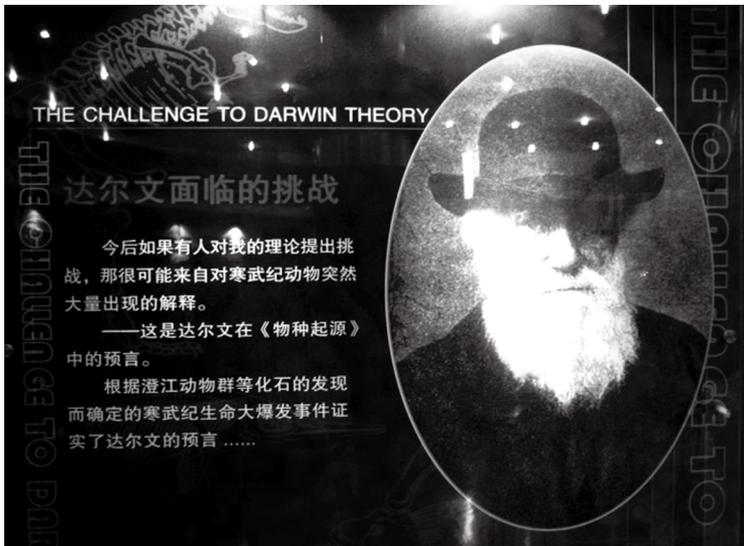


图 5.11. 北京国家自然博物馆化石展厅中的一个面板，引用达尔文自己说的，寒武纪化石向他理论的挑战。

在北京展出的图中，多条垂直平行的黄线代表各动物门的发展史。这些门大部分的确是在寒武纪初期出现的，而这些黄线彼此平行不相交接，显示它们从开始就没有进化的关系。有两条黄色的直线代表海绵和软体动物，稍为向下延伸到前寒武时代的晚期（说明海绵和软体动物化石比其他门稍早出现）。而其他的门只有虚线穿越到前寒武，它们是否有更早的祖先是一个疑问。令人欣悦的是，北京

展览比旧金山的博物馆所展示的准确得多。北京展示的是真实的数据，而非在面对相反证据的情况下仍然试图坚持达尔文主义树的模式。

北京展览最引人注目的可能是结论的面板，其中引用了达尔文自己在《物种起源》一书中提出的关注。他认为寒武纪动物突然大量出现，可能是对他理论的挑战。澄江动物群等化石的发现确定了寒武纪大爆炸的事实，也证实了达尔文自己的预言。

我很感谢多年前有难得的机会访问澄江，得以亲自在现场看到挑战达尔文理论的化石。北京展览给了我希望，或许有更多的人会开始学到化石记录的真相。

反思这两个不同博物馆的体验，我回想中国古生物学家陈均远教授在美国一次演讲后回答问题时，幽默地表达了在无神论主导的中国可以批判达尔文，但美国学界在众多寒武纪海洋动物化石的证据下，却仍然不能直面达尔文进化论的严重缺陷。⁹

铁证如山

又过了几年，是2000年初叶，我有幸参加了另一次讨论寒武纪大爆炸的起因的会议。这次是在加拿大西南部的一个大山顶。

有几位加拿大的地质学家和发现学会科学和文化组的



研究工作者，共同邀请我一起去参加由专业导游带领的爬山项目。目的地是加拿大 Yoho 国家公园的 Wapta 山，参观伯吉斯页岩（Burgess Shale），那是西半球最著名的寒武纪化石产地。此地是美国史密森学会（Smithsonian Institute）秘书长，查尔斯·沃尔克特（Charles Walcott），于 1909 年发现的，是我认识所有的中国古生物学家都向往的化石圣地。对我来说，这邀请是一生难得的机会，我毫不犹豫马上答应了。

在七月份一个大晴天，我们众人在那大山腰的一个小停车场集合，共花了四个多小时才爬到目的地。沿途我们需要常常休息，特别是最后的一段。有时小径好像似笔直向上的（实际上不是，但是感觉就像这样！），而且空气稀薄。

终于，我爬到了伯吉斯页岩发现处，站在化石场中间，我环顾四周冰雪覆盖的山顶和对面山谷的冰川，我试想沃尔克特一个世纪以前和其他人在此工作的情景。

如今，来访者是不允许采集任何化石的，甚至岩石的标本都不行，但我们可以地上掀开过去研究人员留下散布的碎石。我到处都可以找到，含有各种破碎的海洋无脊椎动物的石块。其中有保存良好的节肢动物、虫类、水母类和腕足动物等门类。大部分跟我在中国见到的相似，但也有少数特殊我未见过的物种。无论如何，两地的动物化石都属于相同的那些体型蓝图。

我们的专业导游不是泛泛之辈，他拥有两个相关领域的博士学位，他对沃尔克特以来的发现和研究历史作了出色的介绍。最后，他打开了存放在现场的一个加了锁的大钢箱，拿出了里面珍藏的许多门类的化石代表，并一一作有趣的讲解。他的总结，赞扬亿万年来进化的过程产生了如此丰富的宝藏，并说若无进化今天不会有我们人类。

在我们小组中最年轻的一位，是个十来岁的孩子，他问了一个很简单的问题：“这么多新的 DNA 是从哪里来的？”意思是说，在这大爆发性的过程中，产生了这么多的体型蓝图和各种动物，必须有相对多新的 DNA 指令。这么多套的新 DNA 是怎么爆出来的？

我们的导游似乎从来没有想过这问题，他犹豫了几秒钟，最后承认：“这是一个非常好的问题。”我想，可能他早就认定进化必然会产生这些新的 DNA，所以根本没有去考虑它是怎么来的。希望这好问的青年诚实的问题，可以让我们的导游在往后的几天中好好想想。

寒武纪的泥沼

回想自从 20 多年前，我首次参观了澄江化石遗址以来，我亲自参与多次讨论寒武纪大爆炸的始因，再加上科学文献中读到的一些讨论。我深感在传统的框架中的思维，并没有多少新的进展。大多数人仍然陷于达尔文主义的泥沼中，虽然化石记录显示不同的机制。



有人尝试跳出传统的框架。2016年11月，许多杰出的生物学家和其他领域的科学家，出席了伦敦皇家学会主办的会议。伦敦皇家学会是世界上最杰出的科学组织之一。讨论的一个关键领域是，人们对新达尔文主义对生物如何产生新物种的机制之解释，日益感到不满。

两年之后，在奥地利萨尔茨堡（Salzburg）举行的一次会议的通告中，更直接的批判新达尔文主义：“半个多世纪以来，人们认为新的遗传信息主要是由随机产生的错误（突变）事件而来……如今认识到，错误并不能解释遗传上的新颖性和复杂性。”¹⁰

进化论者对寒武纪大爆炸的解释，除了现代纯粹唯物论的达尔文主义以外，还有什么进展？情况有点绝望。近来有几位不同领域的科学家联手提议，寒武纪的动物和最初地球上第一个生命是从外层空间来的。¹¹ 这外星理论缺乏证据。我看，这类的建议骨子里已承认了，现有的进化论不能解释寒武纪的大爆炸。

与这些试图为寒武纪大爆炸，提供纯粹唯物主义解释的建议相反，科学哲学家斯蒂芬·迈耶（Stephen Meyer）等人提出了智慧设计作为最佳解释（the best explanation）。这个想法当然比传统的进化模型更符合化石数据。¹²

前寒武的海绵胚胎

最后，我想跟你分享我研究地球早期一些特殊生命体的经过，和它对动物起源的启示。

1960年代当我还是个研究生时，我学会使用电子显微镜的技术来研究活的动物组织结构。掌握了这些技术后，对应用在微小的化石标本上非常有利。

多年后，我跟中国不同地区的学者合作，发现在贵州省5.7亿年前含磷的矿石中，有很多圆形的小球体化石，年代比寒武纪稍早一些。将石块的标本锯成半吋大小的薄片之后，粘在显微镜观察用的玻璃片上，再小心将石片打磨到透明，我们就可以在光学显微镜下观察矿石中的化石。

在这些薄石片中，我们找到很多小型化石。其中有些球状体是藻类的细胞。它们很容易识别，因为有较厚的细胞壁，并和分裂后子细胞的细胞壁仍然附着在一起。但有许多其它球状体像是海绵细胞和胚胎，有些还含海绵特有的针状结构（没有其他动物含海绵针）。海绵的卵和早期胚胎的直径大概在0.6到0.7毫米之间。1999年，我们在昆明的一个学术会议上发表了我们的发现，这会议是由早期生命研究中心和中国科学院召开的。¹³

我掌握的扫描电子显微镜技术，在接着的研究中发挥了作用。我以更高的分辨率拍摄了这些海绵卵和早期胚胎的照片，小心翼翼地敲开这些细胞之后，我用扫描电镜观



察到细胞里面的结构，如细胞核、卵黄颗粒等，是光学显微镜看不到的。2001年我和同事在加州大学伯克莱分校的一次会议，宣读了另一篇用扫描电子显微照片展示的论文，详细介绍了我们的发现。¹⁴

当年我们工作的发现给我们带来很多的惊喜，但多年之后回顾这一切，我发现更惊讶的是我们当时没有观察到的。我和同事当时搜遍了上千张光学显微镜的玻璃片，又用扫描电镜拍了上千的前寒武纪化石标本，我们发现的只有海绵和藻类，没有任何接近左右对称的动物。卑微的海绵已经算是当时最高等的动物了。甚至近来陡山沱 / 瓮安化石中是否有海绵胚胎都仍有争议。¹⁵

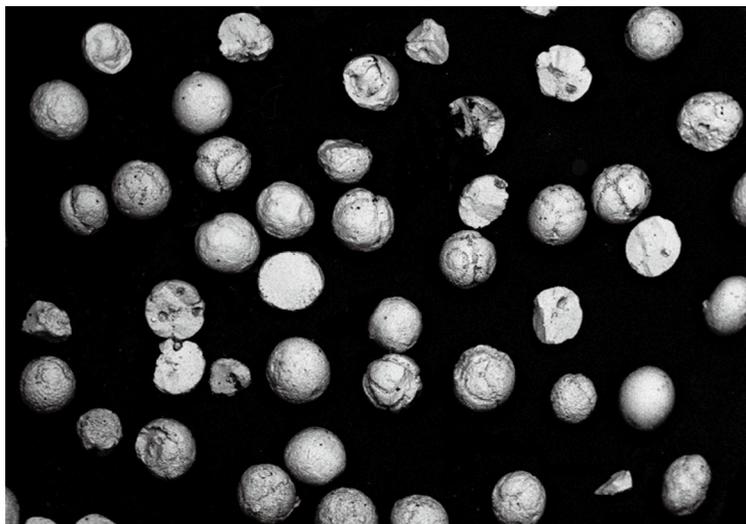


图 5.12. 扫描电子显微镜下，5.7 亿年前小球状的海绵和藻类的化石。

照我所知，中国有几个实验室的科学家和他们的学生也曾研究过前寒武纪的岩石，并赞同我们发现的是海绵卵

和胚胎。也有人报告发现海绵成体的化石。有进化论者希望在其中发现更多的动物遗体，让他们可宣称为寒武动物的先驱。至今，化石拒绝提供这些研究学者希望得到的证据。更糟糕的是，进化理论需要有无数的中间环节，将海绵（或一些更早期的简单生命形态）与寒武纪动物门连接起来。该理论需要有无数的过渡化石，可惜即使极少数几个也没有。

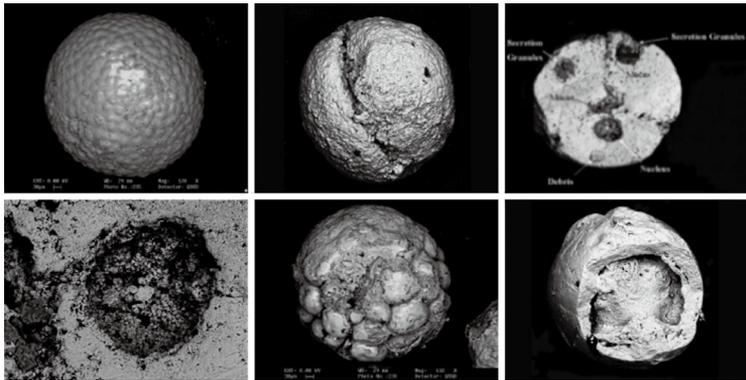


图 5.13. 左上：保存精美的海绵卵，外面包着完整的卵膜。
上中：两个细胞的海绵胚胎，外膜除去。
右上：敲开的海绵胚胎，可见三个细胞的内涵。
下左：同上的胚胎放大并旋转后，显示其中一个细胞核的三维结构。
下中：胚胎中已有 30 多个细胞。
下右：发育较后的海绵胚胎化石。

有人希望挽救进化论，声称在寒武纪之前或许曾有很多的动物祖先，只是前寒武时代的条件不利于保存那些化石而已，因此化石记录中看不到那些先驱。可是，若当时的条件恶劣，为什么又能保存柔软娇嫩的海绵卵和早期胚胎，而且还保存得极其良好，包括卵和胚胎中的细胞核呢？既然事实如此，为什么至今还找不到寒武纪动物的祖先呢？



就算如几位前寒武纪化石专家所建议的，陡山沱 / 瓮安化石中没有海绵胚胎。那么人们可能会再次试图说，寒武纪爆炸只是化石记录不完整的后果。但是，无论有没有前寒武纪海绵胚胎，任何试图将寒武纪爆炸视为幻想的尝试，都面临越来越多相反的证据。

正如德国古生物学家龚特·白克理（Günter Bechly）所指出的，¹⁶ 最近在外蒙古和中国发现了大量埃迪卡拉时代（Ediacaran）的化石。¹⁷ 那里并没有任何左右对称的动物，只有藻类。那些石层可以保存软体如海藻化石的事实，是很重要的信息。因为那些地方的条件与布吉斯页岩相同，是可以保存小型软体有机体的，与寒武纪动物可能的祖先之特性相似。所以，若有这样类似动物的话也应该可以保存下来。事实上，这些岩石并没有保存任何像似动物祖先的生物，这表示当时没有这样的动物。近来 PNAS 刊登了一篇论文，虽然它想淡化寒武纪大爆炸，但也承认了这些新出土的化石显示，埃迪卡拉时代没有动物，并不是因为它们不能保存，而是因为当时肯定还没有动物。¹⁸

对于有些人将一些痕迹化石（trace fossils）解释为前寒武可能有某些动物的存在，从而尝试淡化寒武纪涌现大量惊人的新体型蓝图的想法，又当如何回应呢？迈尔说，“埃迪卡拉化石记录远远不能作为解释达尔文式生命历史观所必需有，大量不同的过渡中间体。寒武纪大爆炸证实，首次出现的动物代表了至少 20 个门和更多的亚门与纲，各组别都显现了不同的体型蓝图。埃迪卡拉的体型，包括

已知的痕迹化石，最多只能代表寒武纪中四个不同的体型蓝图。余下绝大多数的寒武纪门类在前寒武的石层中都没有明显的祖先。”¹⁹ 还有，那些所谓的埃迪卡拉动物痕迹化石，最近被一项实验否定了。原来所有这些痕迹都可以用搅动细菌垫（bacterial mats）复制出来。²⁰

本章开始提到了迈尔和其他设计论者的看法。其实，寒武纪大爆炸这项历史的事实，已经是研究寒武纪的古生物学家的共识。正如欧文（Erwin）和瓦伦丁（Valentine）强调的：“有几方面的证据是与寒武纪大爆炸的事实吻合的。”²¹ 或如马丁·谢弗（Marten Scheffer，荷兰生态学家，斯宾诺莎奖得主，美国国家科学院院士）所说：“或许早期的岩石不适合保存化石。”但现在我们知道。“早期就有保存良好的化石，而且如今人们都接受寒武纪大爆炸是真实的。”²²

聆听远古的耳语

达尔文知道化石记录会是他理论面临的严重难题。他希望将来的发现会反转这情况，并佐证他预期的缓慢、逐渐、一步步的进化过程，并且将有完整的化石记录，展示看来如分枝的树，可惜，达尔文之后发现的化石记录顽强地否定了他的预测。当我们知道的越多——包括中国和加拿大精彩的化石，见证了寒武纪大爆炸包涵了惊人的多样性和突发性——达尔文理论就越来越站不住脚。



我们该如何面对这些发现呢？不应假装达尔文的树仍然健康，不应隐藏数据或只介绍片面的信息给博物馆的访客，我们需要有勇气接受化石记录的真相，包括寒武纪时代爆发性呈现的大量动物门。然后，我们要顺着证据，坚持追寻最佳的解释。我建议你考虑最佳的解释，就是可证实能快速地产生新生命形态和信息唯一的始因。这始因是用从上而下的创造方式，正如我们在化石记录中所看见的。那始因就是智能。

轮到你了

1. 本章作者去了哪里考察寒武纪化石？
2. 为什么科学家使用“寒武纪大爆炸”这样的辞藻？
动物在地球上要以什么形态出现，才配得上称为“爆炸”或“爆发”？
3. 寒武纪大爆炸有什么特征，使它挑战达尔文的进化论？
4. 你认为旧金山的博物馆为什么要将部分化石放置在错误的时间点上，使它们看来像一棵树的模式？
5. 北京博物馆的展出和旧金山博物馆的展出有什么分别？
6. 比寒武纪大爆炸稍微早一点的岩石中，保存了大量柔软、脆弱的藻类、海绵和海绵胚胎的化石，这些事实有什么重要性？

尾注

前言

1. The picture of electrons orbiting around the nucleus of the atom in the way planets orbit around a host star is best viewed as a useful stepping stone—both in the history of chemistry and for beginning chemistry students—rather than as a rigorous way of understanding the atom. Physicists and chemists now think of electrons as existing in a sort of “cloud” around the atom, where their location and motion are described by probabilistic considerations, quite different from Newtonian planetary mechanics.
2. Photograph, Einstein with Edwin Hubble and Walter Adams at Mt. Wilson Observatory, January 1931, California Institute of Technology Archives, (<http://archives-dc.library.caltech.edu/islandora/object/ct1%3A8407>).
3. Arno Penzias, “Creation Is Supported by All the Data So Far,” in *Cosmos, Bios, Theos*, eds. Henry Margenau and Roy Abraham Varghese (La Salle, IL: Open Court Press, 1992), 83.
4. Claude Shannon, “A Mathematical Theory of Communication,” *Bell System Technical Journal* 27 (1948): 379–423, 623–56. In the following year, this article was published in book form as Claude Shannon and Warren Weaver, *The Mathematical Theory of Communication* (Urbana: University of Illinois Press, 1949).
5. J. D. Watson and F. H. Crick, “Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid,” *Nature* 171 (1953): 737–8.
6. See Michael A. Flannery, *Nature’s Prophet: Alfred Russel Wallace and His Evolution from Natural Selection to Natural Theology* (Tuscaloosa, AL: University of Alabama Press, 2018), chap. 1 and 3.
7. Flannery, *Nature’s Prophet*, 113–19.
8. Stephen Jay Gould, “Abscheulich! (Atrocious!): Haeckel’s Distortions Did Not Help Darwin,” *Natural History* 109, no. 2 (March 2000): 42–9.



9. Elizabeth Pennisi, “Haeckel’s Embryos: Fraud Rediscovered,” *Science* 277, no. 5331 (September 5, 1997): 1435.
10. See Karen L. Wellner, “Lessons from Embryos: Haeckel’s Embryo Drawings, Evolution, and Secondary Biology Textbooks” (PhD diss., Arizona State University, 2014), https://repository.asu.edu/attachments/134940/content/Wellner_asu_0010E_13836.pdf. For a more in-depth exploration of the issue, see Jonathan Wells, *Icons of Evolution: Science or Myth? Why Much of What We Teach About Evolution Is Wrong* (Washington, DC: Regnery, 2000) and *Zombie Science: More Icons of Evolution* (Seattle: Discovery Institute Press, 2017). Wells’s website, <https://iconsofevolution.com>, also has short videos highlighting the persistent textbook problems.
11. Gerd B. Müller, “Why an Extended Evolutionary Synthesis is Necessary,” *Interface Focus* (August 18, 2017), (<https://doi.org/10.1098/rsfs.2017.0015>). It should be noted that Müller, while open to expanding modern evolutionary theory’s explanatory toolkit, hews to the dictates of methodological materialism.
12. See artist’s rendition of the bacterial flagellum and an electron micrograph of the flagellar motor at <https://classconnection.s3.amazonaws.com/114/flashcards/717114/jpg/flagella1318232583699.jpg>.

第一章 大爆炸和精调的宇宙

1. Cosmologists continue to refine their understanding of the age of the universe, and some recent findings suggest that the current estimate of 13.8 billion years may need to be revised. However, whether or not new studies and measurements end up changing our best estimate of the exact age of the universe, the key point, as discussed later in this chapter, is the fact that the universe is finite in age, and thus had a beginning.
2. Guillermo Gonzalez and Jay W. Richards, *The Privileged Planet: How Our Place in the Cosmos is Designed for Discovery* (Washington, DC: Regnery Publishing, 2004), 171.
3. Luke Mastin, “The Expanding Universe and Hubble’s Law,” *The Physics of the Universe*, accessed November 1, 2019, (https://www.physicsoftheuniverse.com/topics_bigbang_expanding.html). Recent research has revived the cosmological constant, but its precise value does not make for a static universe, as Einstein had hoped. Evidence for an expanding universe is stronger than ever. Indeed, the expansion

rate of the universe appears even to be accelerating. In any event, the key takeaway from Einstein's experience is that his preconceptions and commitments led him to explain away, rather than follow, the evidence.

4. Luke Mastin, "Georges Lemaître (1894–1966)," *The Physics of the Universe*, accessed November 1, 2019, (https://www.physicsoftheuniverse.com/scientists_lemaitre.html).
5. Georges Lemaître, quoted in George Gamow, *The Creation of the Universe* [1952] (New York: Dover, 2004), 51.
6. Arthur S. Eddington, "The End of the World: From the Standpoint of Mathematical Physics," *Nature* 127 (March 21, 1931): 447–53, (<https://doi.org/10.1038/127447a0>).
7. Helge Kragh, "Big Bang: The Etymology of a Name," *Astronomy & Geophysics* 54, no. 2 (April 1, 2013): 2.28–2.30, (<https://doi.org/10.1093/astrogeo/att035>).
8. Alaina G. Levine, "The Large Horn Antenna and the Discovery of Cosmic Microwave Background Radiation," American Physical Society, 2009, (<https://www.aps.org/programs/outreach/history/historicsites/penziaswilson.cfm>).
9. "Cosmic Background Radiation," *The Physics of the Universe*, (https://www.physicsoftheuniverse.com/topics_bigbang_background.html).
10. "Cosmic Background Radiation," *The Physics of the Universe*, (https://www.physicsoftheuniverse.com/topics_bigbang_background.html).
11. *A Short History of the Universe*, episode 3, "The Photon Epoch," Highbrow Learning Inc., accessed November 1, 2019, (<https://gohighbrow.com/the-photon-epoch/>).
12. See a brief video about the Cosmic Microwave Background Radiation at Piled Higher and Deeper, "Cosmic Inflation Explained," YouTube, video, 3:42, July 22, 2014, (https://www.youtube.com/watch?v=_lIA2q1rlSg).
13. Martin White, "The Cosmic Rosetta Stone," *Martin White* (personal web page), University of California Berkeley, Department of Astronomy, November 1997, accessed November 1, 2019, (<http://w.astro.berkeley.edu/~mwhite/rosetta/>).
14. Karl Tate, "Cosmic Microwave Background: Big Bang Relic Explained (Infographic)," *Space.com*, April 3, 2013, (<https://www.space.com/20330-cosmic-microwave-background-explained-infographic.html>).
15. William Lane Craig, "The *Kalam* Cosmological Argument,"



- Reasonable Faith, 2015, (<https://www.reasonablefaith.org/writings/popular-writings/existence-nature-of-god/the-kalam-cosmological-argument/>).
16. Alexander Vilenkin, *Many Worlds in One: The Search for Other Universes* (New York: Hill and Wang, 2006), 176. His analysis rules out various attempts to postulate a beginningless universe, including the idea that the universe has expanded and contracted eternally, in an endless series of Big Bangs and Big Crunches. As he and co-author Audrey Mithani concluded in a 2012 paper, “All the evidence we have says that the universe had a beginning.” Audrey Mithani and Alexander Vilenkin, “Did the Universe Have a Beginning?” arXiv.org, April 20, 2012, (<https://arxiv.org/pdf/1204.4658.pdf>). See also a *New Scientist* article about his conclusions by Lisa Grossman, “Why Physicists Can’t Avoid a Creation Event,” *New Scientist*, January 11, 2012, (<https://www.newscientist.com/article/mg21328474-400-why-physicists-cant-avoid-a-creation-event/>).
 17. Anil Ananthaswamy, “Is the Universe Fine-Tuned for Life?,” *NOVA*, PBS Online, March 7, 2012, (<http://www.pbs.org/wgbh/nova/blogs/physics/2012/03/is-the-universe-fine-tuned-for-life/>).
 18. Carl R. Nave, “Fundamental Forces,” HyperPhysics, accessed November 1, 2019, (<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Forces/funfor.html>).
 19. Geraint F. Lewis and Luke A. Barnes, *A Fortunate Universe: Life in a Finely Tuned Cosmos* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2016), 108. As they further explain, “If gravity were 1035 instead of 1040 times weaker than the strong force, then the window would close completely. Stable stars would not be possible at all” (109).
 20. Lewis and Barnes, *A Fortunate Universe*, 108.
 21. Lewis and Barnes, *A Fortunate Universe*, 109–10.
 22. Lewis and Barnes, *A Fortunate Universe*, 118. They add a caveat in the next paragraph. Due to some complicating factors in calculating these hypothetical changes, “it may take a slightly higher percentage to totally eradicate carbon or oxygen from the universe.” The operative word here, though, is “slightly higher.” Even if this turns out to be the case, the degree of strong-force fine tuning for life will remain striking.
 23. Fred Hoyle, “The Universe: Past and Present Reflections,” *Annual Review of Astronomy and Astrophysics* (1982): 16.
 24. Martin Rees, *Just Six Numbers* (New York: Basic Books, 2000), 127.
 25. Discovery Science, “Water, Ultimate Giver of Life, Points to Intelligent

- Design,” YouTube, video, 8:05, October 17, 2017, (<https://www.youtube.com/watch?v=e2i0g1sL-X4>). For a deeper look, see Michael Denton, *The Wonder of Water: Water’s Profound Fitness for Life on Earth and Mankind* (Seattle, WA: Discovery Institute Press, 2017).
26. For books on the fine-tuning of the universe, see Rees, *Just Six Numbers* and Lewis and Barnes, *A Fortunate Universe*.
 27. Freeman Dyson, *Disturbing the Universe* (New York: Basic Books, 1981), 250.
 28. See Lewis and Barnes, *A Fortunate Universe*. For a short online overview, see Jay W. Richards, “List of Fine-Tuning Parameters,” Discovery Institute Center for Science and Culture, January 14, 2015, (<https://www.discovery.org/m/securepdfs/2018/12/List-of-Fine-Tuning-Parameters-Jay-Richards.pdf>).
 29. Simon Friederich, “A New Fine-Tuning Argument for the Multiverse,” *Foundations of Physics* 49 (2019): 1012, (<https://doi.org/10.1007/s10701-019-00246-2>).
 30. See, for example, physicist Frank Tipler’s discussion in the online video segment, *Science Uprising: Fine Tuning*, 6:27, (<https://scienceuprising.com/fine-tuning/>).
 31. Friederich, “A New Fine-Tuning Argument for the Multiverse,” 1012.
 32. Friederich, “Fine-Tuning,” Stanford Encyclopedia of Philosophy, (<https://plato.stanford.edu/entries/fine-tuning/>).
 33. Robin Collins, “The Teleological Argument: An Exploration of the Fine-Tuning of the Universe,” *The Blackwell Companion to Natural Theology* [2009] (Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2012), 264.
 34. Paul Davies, “A Brief History of the Multiverse,” *The New York Times*, April 12, 2003, (<https://www.nytimes.com/2003/04/12/opinion/a-brief-history-of-the-multiverse.html>).

第二章 信息和生命起源

1. *Star Trek: The Next Generation*, season 7, episode 26, “All Good Things,” aired May 23, 1994. Excerpt at YouTube, video, 0:46, (<https://www.youtube.com/watch?v=YLyqTrhUJE>).
2. B. Lee Ligon, “Biography: Louis Pasteur: A Controversial Figure in a Debate on Scientific Ethics,” *Seminars in Pediatric Infectious Diseases* 13, no. 2 (April 2002): 134–41, (<https://doi.org/10.1053/spid.2002.125138>).



3. Maxime Schwartz, “The Life and Works of Louis Pasteur,” *Journal of Applied Microbiology* 91 (October 2001): 598, (<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2672.2001.01495.x>).
4. Darwin to J.D. Hooker, February 1, 1871, DCP LETT 7471, Darwin Correspondence Project, University of Cambridge, (<https://www.darwinproject.ac.uk/letter/DCP-LETT-7471.xml>). The historical context, as well as additional references in Darwin’s letter to Hooker, underscore that speculation about life arising from non-life was not just an isolated musing or offhand remark by Darwin, but was something being actively discussed in the larger scientific community at the time.
5. See for example, “Aleksandr Oparin,” *Encyclopedia Britannica*, April 17, 2019, accessed February 10, 2020, (<https://www.britannica.com/biography/Aleksandr-Oparin>).
6. J. B. S. Haldane, “The Origin of Life,” *The Rationalist Annual* 148 (1929): 3–10; reprinted in J. B. S. Haldane, *Science and Life: Essays of a Rationalist* (London: Pemberton, 1968).
7. Stanley L. Miller, “A Production of Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions,” *Science* 117 (May 1953): 528–9.
8. George Gaylord Simpson, “The World into Which Darwin Led Us,” *Science* 131 (1960): 966–74.
9. Dean H. Kenyon and Gary Steinman, *Biochemical Predestination* (New York: McGraw-Hill, 1969).
10. See, for example, Sidney W. Fox and Klaus Dose, *Molecular Evolution and the Origin of Life*, rev. ed. (1972; repr., New York: Marcel Dekker, 1977), 43; Freeman Dyson, *Origins of Life*, 2nd ed. (Cambridge: Cambridge University Press, 1999), 33–34; and David C. Catling, “Comment on ‘A Hydrogen-Rich Early Earth Atmosphere,’” *Science* 311 (2006), author reply 38, (<https://doi.org/10.1126/science.1117827>).
11. See J. P. Ferris and D. E. Nicodem, “Ammonia: Did It Have a Role in Chemical Evolution?” in *The Origin of Life and Evolutionary Biochemistry*, eds. K. Dose, S. W. Fox, G. A. Deborin, and T. E. Pavlovskaya (New York: Plenum Press, 1974), 107; see also a discussion of energy factors impacting the hydrothermal vent hypothesis in J. Baz Jackson, “The ‘Origin-of-Life Reactor’ and Reduction of CO₂ by H₂ in Inorganic Precipitates,” *Journal of Molecular Evolution* 85, no. 1–2 (2017): 1–7, (<https://doi.org/10.1007/s00239-017-9805-9>).
12. Robert Shapiro, “Prebiotic Cytosine Synthesis: A Critical Analysis and Implications for the Origin of Life,” *PNAS* 96, no. 8 (April 1999): 4397–98.

13. See Fox and Dose, *Molecular Evolution and the Origin of Life*, 74–76; and Robert Shapiro, *Origins: A Skeptic's Guide to the Creation of Life on Earth* (New York: Summit Books, 1986), 112.
14. In his book *Icons of Evolution: Science or Myth?* (Washington, DC: Regnery Publishing, 2000), biologist Jonathan Wells reviews in detail the persistence of textbooks overselling the significance of the Miller-Urey experiments. For an updated discussion, see Charles B. Thaxton et al., *The Mystery of Life's Origin: The Continuing Controversy* (Seattle: Discovery Institute Press, 2020), chap. 16.
15. A. G. Cairns-Smith, *Genetic Takeover and the Mineral Origins of Life* (New York: Cambridge University Press, 1982).
16. Charles B. Thaxton, Walter L. Bradley, and Roger L. Olsen, *The Mystery of Life's Origin* (New York: Philosophical Library, 1984).
17. Shigenori Maruyama et al., “Nine Requirements for the Origin of Earth's Life: Not at the Hydrothermal Vent, but in a Nuclear Geyser System,” *Geoscience Frontiers* 10, no. 4 (2019): 1337–57, (<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2018.09.011>).
18. Sara Imari Walker, “Origins of Life: A Problem for Physics, a Key Issues Review,” *Report on Progress in Physics* 80, no. 9 (August 2017), (<https://doi.org/10.1088/1361-6633/aa7804>).
19. Recounted by James D. Watson in *The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* (New York: Touchstone, 2001). See also Bill Mesler and H. James Cleaves II, *A Brief History of Creation: Science and the Search for the Origin of Life* (New York: W. W. Norton, 2016), 199–200.
20. James D. Watson and Francis H. C. Crick, “A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid,” *Nature* 171 (April 1953): 737–38.
21. Jane J. Lee, “Read Francis Crick's \$6 Million Letter to Son Describing DNA,” *National Geographic Society Newsroom*, National Geographic Society, April 11, 2013, (<https://blog.nationalgeographic.org/2013/04/11/read-francis-cricks-6-million-letter-to-son-describing-dna/>).
22. For a discussion of Crick's remarkable 1957 lecture delivered at a symposium of the Society for Experimental Biology, at University College London, see Matthew Cobb, “60 Years Ago, Francis Crick Changed the Logic of Biology,” *PLOS Biology* 15, no. 9 (September 18, 2017): e2003243, (<https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.2003243>).
23. Francis H. Crick, “On Protein Synthesis,” *Symposia of the Society for*



- Experimental Biology* 12 (1958): 138–63.
24. Stephen C. Meyer, *Signature in the Cell: DNA and the Evidence for Intelligent Design* (New York: HarperOne, 2009), 84.
 25. James Tour, “Time Out,” *Inference: International Review of Science* 4, no. 4 (July 2019), (<https://inference-review.com/article/time-out>).
 26. Meyer, *Signature in the Cell*, 347.
 27. Example drawn from Meyer, *Signature in the Cell*, 342. See also “In a Three-Way Radio Debate, Stephen Meyer Takes on a Chemist and a Biologist,” March 16, 2016, in *ID the Future*, podcast, MP3 audio, 27:55 (starting at 6:34), (www.discovery.org/multimedia/audio/2016/03/in-a-three-way-radio-debate-stephen-meyer-takes-on-a-chemist-and-a-biologist/).
 28. For an in-depth analysis of several incorrect arguments often put forward by opponents of intelligent design regarding information in biology, see my series of interviews at *ID the Future*, podcast, MP3 audio, (www.discovery.org/multimedia/?s=eric+anderson).

第三章 一个能自我建造工厂的工厂的工厂……

1. Jack Szostak, “From Telomeres to the Origins of Life,” interview by Claudia Dreifus, *A Conversation With*, *New York Times*, October 17, 2011, (<https://www.nytimes.com/2011/10/18/science/18conversation.html>).
2. Gerald F. Joyce, “In Lab, Clues to How Life Began,” interview by Nell Greenfieldboyce, *All Things Considered* (transcript), NPR, January 8, 2009, (<https://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=99132608>).
3. Despite Dawkins’s optimistic suggestion that organic molecules would drift “unmolested” through the primordial soup, origin-of-life researchers now recognize that the twin problems of chemical breakdown and interfering cross-reactions pose massive difficulties for any abiogenesis scenario. Indeed, one of the key challenges for modern origin-of-life researchers is to find a way to isolate and protect the tender early molecules from the devastating effects of breakdown and interfering cross-reactions long enough for anything else interesting to happen on the road to life.
4. Richard Dawkins, *The Selfish Gene*, 30th anniversary ed. (New York: Oxford University Press, 2006), 15.
5. Dawkins, *The Selfish Gene*, 15.

6. In 1861, Max Schultze, a German microscopic anatomist, described the cell as “a blob of protoplasm, at the heart of which lies a nucleus...” Félix Dujardin, a French biologist and early pioneer in Protozoa research, referred to a “ubiquitous gelatinous substance” as a key cellular substance in common between animal and plant life. Both quoted in Mario A. Di Gregorio, *From Here to Eternity: Ernst Haeckel and Scientific Faith* (Göttingen, Germany: Vandenhoeck & Ruprecht, 2005), 67–68.
7. Charles Darwin, *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* [1872], 6th ed. (New York: Mentor, 1958). Darwin makes over a half-dozen references to this “plastic” property of organisms in the *Origin*. His glossary defines “plastic” as “readily capable of change.”
8. Bradley J. Fikes, “Lab-Evolved Life Gets Closer in Scripps Research Study,” *The San Diego Union-Tribune*, August 15, 2016, (<https://www.sandiegouniontribune.com/business/biotech/sdut-rna-world-origin-life-2016aug15-story.html>). The article discusses a science paper by David P. Horning and Gerald F. Joyce, “Amplification of RNA by an RNA polymerase ribozyme,” *PNAS* 113, no. 35 (August 2016), (<https://doi.org/10.1073/pnas.1610103113>).
9. See, e.g., Theodosius Dobzhansky’s discussion of Gerhard Schramm’s “Synthesis of Nucleosides and Polynucleotides with Metaphosphate Esters” in S. W. Fox, ed., *The Origins of Prebiological Systems and of Their Molecular Matrices*, Proceedings of a Conference Conducted at Wakulla Springs, Florida on October 27–30, 1963 (New York: Academic Press, 1965), 309–10.
10. See, for example, Natasha Paul and Gerald F. Joyce, “A Self-Replicating Ligase Ribozyme,” *PNAS* 99, no. 20 (October 2002), (<https://doi.org/10.1073/pnas.202471099>).
11. Rice University synthetic organic chemist James Tour recently reviewed some of the challenges of building organic molecules and assembling a self-replicating molecular system, in “Time Out,” *Inference: International Review of Science* 4, no. 4 (July 2019), (<https://inference-review.com/article/time-out>). See also Tour’s lecture at the 2019 Dallas Science and Faith Conference, at Discovery Science, “James Tour: The Mystery of the Origin of Life,” YouTube, video, 58:01, March 18, 2019, (<https://www.youtube.com/watch?v=zU7Lww-sBPg&t=1644s>).
12. To further explore the minimal requirements of a self-replicating entity, see Arminius Mignea, “The Engineering of Life,” in *Engineering and the Ultimate: An Interdisciplinary Investigation of Order and Design in*



- Nature and Craft*, eds. Jonathan Bartlett, Dominic Halsmer, and Mark R. Hall (Broken Arrow, OK: Blyth Institute Press, 2014), Part IV.
13. See “RepRap,” RepRap, September 22, 2019, accessed November 2, 2019, (<http://reprap.org/wiki/RepRap>). See also “RepRap Project,” Wikimedia Foundation, last modified January 5, 2020, 11:07, accessed February 18, 2020, (https://en.wikipedia.org/wiki/RepRap_project).
 14. Jean Le Bouthillier, “BI V2.0—A Self-Replicating, High Precision 3D Printer,” *Kickstarter*, Kickstarter, PBC, September 22, 2014, accessed November 2, 2019, (<https://www.kickstarter.com/projects/1784037324/bi-v20-a-self-replicating-high-precision-3d-printe>).
 15. Several other 3D printing projects have also touted their “self-replicating” capabilities, including Dollo and Snappy.
 16. A search for “reprap parts” in Google Images brings up many such examples.
 17. Manfred Eigen, “Self-organization of Matter and the Evolution of Biological Macromolecules,” *Die Naturwissenschaften* 58, no. 10 (1971): 465–523, (<https://doi.org/10.1007/BF00623322>).
 18. Michael J. Denton, *Evolution: A Theory in Crisis* (Chevy Chase, MD: Adler & Adler, 1986), 328–29.
 19. John I. Glass et al., “Essential Genes of a Minimal Bacterium,” *PNAS* 103, no. 2 (2006): 425–30, (<https://doi.org/10.1073/pnas.0510013103>).
 20. Stephen J. Giovannoni et al., “Genome Streamlining in a Cosmopolitan Oceanic Bacterium,” *Science* 309, no. 5738 (2005): 1242–45, (<https://doi.org/10.1126/science.1114057>). See also a discussion of efforts to build a minimal genome by the J. Craig Venter Institute at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4879981/>.
 21. Consider a minimal cell model discussed by In Vivo Veritas at http://invoveritasest.blogspot.com/2013/07/a-minimum-cell-model-and-origin-of-life_4.html.
 22. This need not be an infinite regress. Based on what we see in biology, the self-replication process apparently can be engineered and the challenge can be overcome. But we do start to sense the scale of the problem.
 23. Dawkins, *The Selfish Gene*, 15.

第四章 不可简化的复杂性与进化

1. For Charles Darwin, there was no goal or purpose in this process; all

variations were accidental. Wallace in the end differed in asserting a measure of purposiveness in evolution, as did Asa Gray and others since, but most evolutionary thought has followed Darwin.

2. Darwin himself was unsure whether there was just one original form of life, or a small number of forms (e.g., one ancestor for all plants, one for all animals, one for all fungi), but (at least until very recently) the common view among evolutionary theorists was that there was just one original form.
3. Darwin did not at first call the process of divergence from a common ancestor “evolution” but “descent with modification.”
4. For a discussion of some of the difficulties with traditional examples of natural selection, including the peppered moths and Darwin’s finches, see Jonathan Wells, *Icons of Evolution: Science or Myth?* (Washington, DC: Regnery Publishing, 2000). See also the companion website at <https://iconsofevolution.com/icons-of-evolution/>.
5. Yuri Philipstchenko, *Variabilität und Variation* (Berlin: Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, 1927).
6. Theodosius Dobzhansky, *Genetics and the Origin of Species* [1937] (New York: Columbia University Press, 1982), 12.
7. Winston Ewert, “The Dependency Graph of Life,” *BIO-Complexity* 2018, no. 3 (July 17, 2018): 1–27, (<https://bio-complexity.org/ojs/index.php/main/article/viewFile/BIO-C.2018.3/BIO-C.2018.3>).
8. Karl W. Giberson and Francis S. Collins, *The Language of Science and Faith: Straight Answers to Genuine Questions* (Downers Grove, IL: InterVarsity Press, 2011), 43.
9. S. J. Padayatty and M. Levine, “Vitamin C: The Known and the Unknown and Goldilocks,” *Oral Diseases* 22, no. 6 (September 2016): 483, (<https://doi.org/10.1111/odi.12446>).
10. See, for example, William A. Dembski, *The Design Revolution: Answering the Toughest Questions about Intelligent Design* (Downers Grove, IL: InterVarsity Press, 2004), 317; see also Jonathan Wells, *The Myth of Junk DNA* (Seattle: Discovery Institute, 2011).
11. Ann K. Gauger, Ola Hössjer, and Colin R. Reeves, “Evidence for Human Uniqueness,” in *Theistic Evolution: A Scientific, Philosophical, and Theological Critique*, eds. J.P. Moreland et al. (Wheaton, IL: Crossway, 2017), 497. [An internal citation was removed from the quotation.]
12. Charles Darwin, *The Origin of Species*, 6th ed. (London: John Murray, 1872), chap. 6, (<http://darwin-online.org.uk/content/>



- frameset?itemID=F391&viewtype=image&pageseq=1).
13. Michael Behe, *Darwin's Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution*, 10th anniversary ed. (New York: Free Press, 2006), 39.
 14. Behe, *Darwin's Black Box*, 39 (for the quoted phrase), 42–45 (for the discussion of the mousetrap's parts and their interactions).
 15. Behe, *Darwin's Black Box*, 51–139.
 16. Scott A. Minnich and Stephen C. Meyer, "Genetic Analysis of Coordinate Flagellar and Type III Regulatory Circuits in Pathogenic Bacteria," *Design and Nature II*, eds. M. W. Collins and C. A. Brebbia (Southampton, UK: WIT Press, 2004), 302. See also the short online video, "Type Three Secretory System," (<https://revolutionarybehe.com/category/bacterial-flagellum/>).
 17. Some of these ideas are taken from the excellent interview with Dr. Howard Glicksman, "A Doctor Examines How the Body Meets Its Need for Oxygen," September 27, 2017, in *ID the Future*, podcast, MP3 audio, 17:19, (<https://www.discovery.org/multimedia/audio/2017/09/a-doctor-examines-how-the-body-meets-its-need-for-oxygen/>).
 18. Stuart Fox, *Human Physiology*, 15th ed. (New York: McGraw-Hill Education, 2018), 408.
 19. According to one analysis, the size of each hemoglobin molecule is approximately 5 nm in diameter. See Harold P. Erickson, "Size and Shape of Protein Molecules at the Nanometer Level Determined by Sedimentation, Gel Filtration, and Electron Microscopy," *Biological Procedures Online* 11, no. 1, art. 32 (May 15, 2009): 35, (<https://biologicalproceduresonline.biomedcentral.com/track/pdf/10.1007/s12575-009-9008-x>).
 20. Douglas Axe, "Estimating the Prevalence of Protein Sequences Adopting Functional Enzyme Folds," *Journal of Molecular Biology* 341 (2004): 1295–1315.
 21. Bruce Alberts et al., *Molecular Biology of the Cell*, 6th ed. (New York: Garland Science, 2015), 16.
 22. For more information on this evolutionary constraint, see Ann K. Gauger, Stephanie Ebnet, Pamela F. Fahey, and Ralph Seelke, "Reductive Evolution Can Prevent Populations from Taking Simple Adaptive Paths to High Fitness," *BIO-Complexity* 2010, no. 2 (January 2010): 1–9, (<http://dx.doi.org/10.5048/BIO-C.2010.2>).
 23. To understand the reason behind the guarded language here, see Mark Gerstein et al., "What Is a Gene, Post-ENCODE?" *Genome*

- Research* 17 (2007): 669–681, (<https://genome.cshlp.org/content/genome/17/6/669.full.html>), as well as Jonathan Wells, *Zombie Science: More Icons of Evolution* (Seattle: Discovery Institute Press, 2017), chap. 4.
24. For a simple explanation and an early animation of protein synthesis, watch *Unlocking the Mystery of Life*, directed by Lad Allen (La Mirada, CA: Illustra Media, 2003), DVD, chapter 10. This portion of the documentary is also available for viewing: Illustra Media, “Unlocking the Mystery of Life (Chapter 10 of 12),” YouTube, video, 4:27, December 9, 2008, (<https://www.youtube.com/watch?v=gdBJt6sdDfI>).
 25. For a detailed discussion of several mutations in the flapwing protein (flw) and the impact on fruit fly reproduction, see Shinya Yamamoto et al., “Protein Phosphatase 1 β Limits Ring Canal Constriction during *Drosophila* Germline Cyst Formation,” *PLOS ONE* 8, no. 7 (July 25, 2013): e70502, (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070502>).
 26. Michael Behe’s follow-up to the bestselling *Darwin’s Black Box* examined the experimental evidence and field observations to determine what Darwin’s mutation-plus-selection mechanism could actually accomplish. He looked at microbes, since they have huge populations and rapid generational turnover, allowing evolutionary processes to try many millions of mutations over just a few years. From the results he extrapolated mathematically to even longer waiting times and still larger populations. From this work he showed that there are severe limits to the ability of the Darwinian mechanism to effect biological change. It can tinker but not innovate. It can break but not build anything fundamentally new. See Michael J. Behe, *The Edge of Evolution: The Search for the Limits of Darwinism* (New York: Free Press, 2007).
 27. Behe has shown that the Darwinian mechanism is most effective as a destructive force, rather than as a creative one. Behe set forth a principle he calls “the first rule of adaptive evolution,” which, in essence, states that mutations that yield a net fitness gain are much more likely to be mutations that break or blunt a pre-existing function than ones that produce a new function. See Michael J. Behe, “Experimental Evolution, Loss-of-function Mutations, and ‘The First Rule of Adaptive Evolution,’” *The Quarterly Review of Biology* 85, no. 4 (December 2010): 419–45, (https://www.lehigh.edu/~inbios/Faculty/Behe/PDF/QRB_paper.pdf). See also his recent book: Michael J. Behe, *Darwin Devolves: The New Science about DNA that Challenges Evolution* (New York: HarperCollins, 2019).
 28. Douglas Axe, “Estimating the Prevalence of Protein Sequences Adopting Functional Enzyme Folds.” See also Douglas D. Axe,



Undeniable: How Biology Confirms Our Intuition That Life Is Designed (New York: HarperOne, 2016), 57.

29. Some researchers think the unlikelihood of accidentally forming a protein is even higher than Axe’s calculations focused on amino acid sequences. Other factors also required for functional proteins include the free energy states of the amino acid combinations and the stability of the folded protein chain. Recent research hints at additional improbabilities similar to those calculated by Axe. See Brian Miller, “Thermodynamic Challenges to the Origin of Life,” in Charles B. Thaxton et al., *The Mystery of Life’s Origin: The Continuing Controversy* (Seattle: Discovery Institute Press, 2020), 359–74.
30. The original statement was: “A new scientific truth does not triumph by convincing its opponents and making them see the light, but rather because its opponents eventually die and a new generation grows up that is familiar with it.” From Max Planck, *Scientific Autobiography and Other Papers*, trans. Frank Gaynor (London: Williams & Norgate, 1950), 33–34. Others have taken Planck’s statement and modified it for brevity, as seen in Pierre Azoulay, Christian Fons-Rosen, and Joshua S. Graff Zivin, “Does Science Advance One Funeral at a Time?” *American Economic Review* 109, no. 8 (2019): 2889–2920. Similar ideas are presented in Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, 4th ed. (Chicago: University of Chicago Press, 2012).
31. See Stephen C. Meyer, *Darwin’s Doubt: The Explosive Origin of Animal Life and the Case for Intelligent Design* (New York: HarperOne, 2013), chap. 6.
32. Matti Leisola and Jonathan Witt, *Heretic: One Scientist’s Journey from Darwin to Design* (Seattle: Discovery Institute Press, 2018), 84. The paper referred to is Leonidas Salichos and Antonis Rokas, “Inferring Ancient Divergences Requires Genes with Strong Phylogenetic Signals,” *Nature* 497 (May 16, 2013): 327–31, (<https://doi.org/10.1038/nature12130>).
33. See Günter Bechly and Stephen C. Meyer, “The Fossil Record and Universal Common Ancestry,” in *Theistic Evolution: A Scientific, Philosophical, and Theological Critique*, eds. J. P. Moreland et al. (Wheaton, IL: Crossway, 2017), 331–362.
34. “Listen: Dissent from Darwin List Tops 1,000—Now the Scientists Weigh In,” *Evolution News*, February 14, 2019, (<https://evolutionnews.org/2019/02/listen-dissent-from-darwin-list-tops-1000-scientists-weigh-in/>).

第五章 生命的爆发：寒武纪大爆炸

1. See “Chengjiang Fossil Site,” *World Heritage List*, UNESCO, accessed February 13, 2020, (<https://whc.unesco.org/en/list/1388/>).
2. See Douglas H. Erwin and James W. Valentine, *The Cambrian Explosion: The Construction of Animal Biodiversity* (Greenwood Village, CO: Roberts and Company, 2013), 330, 324.
3. Christopher J. Lowe, “What Led to Metazoa’s Big Bang?” *Science* 340, no. 6137 (2013): 1170–71, (<https://doi.org/10.1126/science.1237431>).
4. Xian-guang Hou et al., *The Cambrian Fossils of Chengjiang, China: The Flowering of Early Animal Life*, (Oxford: Blackwell, 2004), 13.
5. D. G. Shu et al., “Lower Cambrian Vertebrates from South China,” *Nature*, 402 (November 4, 1999): 42–46, (<https://doi.org/10.1038/46965>).
6. Simon Conway Morris and Jean-Bernard Caron, “A Primitive Fish from the Cambrian of North America,” *Nature* 512 (June 11, 2014): 419–22, (<https://doi.org/10.1038/nature13414>).
7. John L. Wiester, “Shell Games in California,” *Origins Research* 14, no. 2 (1992): 11.
8. Even before Chengjiang, other Cambrian fossil sites around the world, the Burgess Shale especially, already suggested the lawn model of an abrupt appearance of multiple phyla close together in time. But the Chengjiang fossil discoveries made that pattern all the plainer, and the fossils were so well preserved that they created an international sensation, causing the news about the Cambrian explosion to leap well beyond the specialized world of paleontology and evolutionary biology.
9. J. Y. Chen, quoted by Stephen C. Meyer in *Darwin’s Doubt: The Explosive Origin of Animal Life and the Case for Intelligent Design* (New York: HarperOne, 2013), 52.
10. See the announcement for the conference on *Evolution: Genetic Novelty/Genomic Variations by RNA Networks and Viruses*, Salzburg, Austria, July 4–8, 2018, (<http://www.rna-networks.at/about/>).
11. Edward J. Steele et al., “Cause of Cambrian Explosion—Terrestrial or Cosmic?” *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 136 (August 2018): 3–23, (<https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2018.03.004>). Consider also an interview critique with biologist Ann Gauger, “Octopuses from the Sky: Scientists Propose ‘Aliens Seeded Life on Earth,’” July 9, 2018, in *ID the Future*, podcast, MP3 audio, (<https://>



www.discovery.org/multimedia/?s=outer+space).

12. For Stephen Meyer's extended case on the matter, see *Darwin's Doubt: The Explosive Origin of Animal Life and the Case for Intelligent Design* (New York: HarperOne, 2013) and *Debating Darwin's Doubt: A Scientific Controversy That Can No Longer Be Denied*, ed. David Klinghoffer (Seattle: Discovery Institute Press, 2015). Other key intelligent design scholars and theorists include Douglas Axe, Michael Behe, William Dembski, Guillermo Gonzalez, Phillip Johnson, Paul Nelson, Jay Richards, and Jonathan Wells. See, for example, a partial list of prominent intelligent design scholars at "Fellows," Discovery Institute Center for Science and Culture, (www.discovery.org/id/about/fellows).
13. J. Y. Chen, C. W. Li, Paul Chien, G. Q. Zhou, and Feng Gao, "Weng'an Biota: Casting Light on the Precambrian World" (paper presentation, The Origin of Animal Body Plans and Their Fossil Records, Kunming, China, June 20–26, 1999).
14. Paul Chien, J. Y. Chen, C. W. Li, and Frederick Leung, "SEM Observation of Precambrian Sponge Embryos from Southern China, Revealing Ultrastructures Including Yolk Granules, Secretion Granules, Cytoskeleton, and Nuclei," (paper presented at the North American Paleontological Convention), University of California, Berkeley, June 26–July 1, 2001.
15. John A. Cunningham et al., "The Weng'an Biota (Doushantuo Formation): An Ediacaran Window on Soft-bodied and Multicellular Microorganisms," *Journal of the Geological Society* 174, no. 5 (2017): 793–802, (<https://doi.org/10.1144/jgs2016-142>); David J. Bottjer et al., "Comparative Taphonomy and Phylogenetic Signal of Phosphatized Weng'an and Kuanchuanpu Biotas," *Precambrian Research*, (August 8, 2019), (<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2019.105408>); Jonathan B. Antcliffe et al., "Giving the Early Fossil Record of Sponges a Squeeze," *Biological Reviews* 89, no. 4 (April 29, 2014), (<https://doi.org/10.1111/brv.12090>).
16. Günter Bechly, "Alleged Refutation of the Cambrian Explosion Confirms Abruptness, Vindicates Meyer," *Evolution News and Science Today*, Discovery Institute, May 29, 2018, (<https://evolutionnews.org/2018/05/alleged-refutation-of-the-cambrian-explosion-confirms-abruptness-vindicates-meyer/>).
17. Stephen Q. Dornbos et al., "A New Burgess Shale-Type Deposit from the Ediacaran of Western Mongolia," *Scientific Reports* 6 (2016): 23438; Xunlai Yuan et al., "An Early Ediacaran Assemblage of Macroscopic and Morphologically Differentiated Eukaryotes," *Nature*

470 (2011): 390–3.

18. Allison C. Daley et al., “Early Fossil Record of Euarthropoda and the Cambrian Explosion,” *PNAS* 115, no. 21 (2018): 5323–31.
19. Meyer, *Darwin’s Doubt*, 85–6.
20. Giulio Mariotti et al., “Microbial Origin of Early Animal Trace Fossils,” *Journal of Sedimentary Research*, 86 (2016): 287–93.
21. Erwin and Valentine, *The Cambrian Explosion*, 6.
22. Marten Scheffer, *Critical Transitions in Nature and Society* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009), 169–70.



图片来源

大爆炸和精调的宇宙

Figure 1.1. Albert Einstein. Photograph by Ferdinand Shmutzer, 1921. Modified by Quibik, 2012, Wikimedia Commons. Public domain.

Figure 1.2. Holmdel horn antenna at Bell Labs. Photograph by NASA, 1962. Public domain.

Figure 1.3. Big Bang Expansion. “Timeline of the Universe.” Image by NASA/WMAP Science Team. Public domain.

信息和生命起源

Figure 2.1. Primordial landscape. “Chemical Soups around Cool Stars.” Illustration by NASA/JPL-Caltech. Public domain.

Figure 2.2. Rendering of the setup used in the Miller-Urey experiment. Adapted by Brian Gage from various images, including image by Yassine Mrabet, 2008, Wikimedia Commons. CC BY-SA license.

Figure 2.3. DNA structure. “DNA Replication Split.” Image by Madeleine Price Ball (Madprime), 2013, Wikimedia Commons. CCO 1.0 license.

一个能自我建造工厂的工厂的工厂……

Figure 3.1. 3D printed cube stand. Photographs by Eric H. Anderson.

Figure 3.2. RepRap printer. Image by RepRap Project, 2007, Wikimedia Commons. CC BY-SA 3.0 license. Descriptive arrows added.

不可简化的复杂性与进化

Figure 4.1. Tree of Life. “Genealogical Tree of Humanity.” Illustration by Ernst Haeckel, ca. 1877. Modified by Fuelbottle, 2007, Wikimedia Commons. Public domain.

Figure 4.2. Galapagos finches. Illustration by John Gould in Charles Darwin, *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited during the Voyage of H. M. S. Beagle round the World* (London: John Murray, 1845), 379. Modified by Shyamal, Wikimedia Commons. Public domain.

Figure 4.3. Common mousetrap. Image by Eric H. Anderson.

Figure 4.4. Electron micrograph of a bacterium. Transmission electron micrograph by Graham Bradley, 2005, Wikimedia Commons. Public domain.

Figure 4.5. Bacterial flagellum. Illustration by Joseph Condeelis/Light Productions. Adapted by Brian Gage.

Figure 4.6. Alveolar sacs and pulmonary capillaries. Image by LadyofHats and Salman666, 2007, Wikimedia Commons. Public domain.

生命的爆发：寒武纪大爆炸

Figure 5.1. Paul K. Chien in front of Maotian Shan. Photograph by Illustra Media. Used with permission.

Figures 5.2–5.3. *Stellostomites* and Hyoliths. Photographs by Paul K. Chien.

Figure 5.4. *Maotianshania cylindrica*. Photograph by Illustra Media. Used with permission.

Figures 5.5–5.6. *Leancoilia* and trilobite. Photographs by Illustra Media. Used with permission.

Figure 5.7. *Haikouella*. Photograph by Paul K. Chien.

Figure 5.8. Phyla graphic. Recreation by Eric H. Anderson, based on information provided by D. G. Shu to the author.

Figure 5.9. Graphical representation of the “Hard Facts Wall” and actual data. Image by Access Research Network. Used with permission.

Figure 5.10. California Academy of Sciences museum display of the “Timeline of Life on Earth.” Photograph by Paul K. Chien.

Figure 5.11. Panel from exhibit at the Beijing National Museum of Natural History. Photograph by Paul K. Chien.

Figure 5.12. Small round fossils. Photograph by Paul K. Chien.

Figure 5.13. Sponge egg images. Photographs by Paul K. Chien.

进一步的参考资料

1. *The Privileged Planet* by Guillermo Gonzalez and Jay Richards
2. *The Privileged Planet* film by Illustra Media
3. *A Fortunate Universe: Life in a Finely Tuned Cosmos* by Geraint Lewis and Luke Barnes
4. *Signature in the Cell* by Stephen Meyer
5. *The Mystery of Life's Origin: The Continuing Controversy* by Charles Thaxton et al.
6. Dallas Science and Faith Conference, “James Tour: The Mystery of the Origin of Life” at the Discovery Science YouTube channel
7. *Darwin's Black Box*, revised edition, by Michael Behe
8. “Secrets of the Cell” at michaelbehe.com
9. “Revolutionary,” “The Information Enigma,” and other origins videos at the Discovery Science YouTube channel
10. *Icons of Evolution* by Jonathan Wells
11. *Zombie Science* by Jonathan Wells, and iconsofevolution.com
12. *Darwin Devolves* by Michael Behe
13. *Darwin's Doubt* by Stephen Meyer
14. *Debating Darwin's Doubt*, ed. David Klinghoffer
15. *Darwin's Dilemma* by Illustra Media, a film exploring the Cambrian explosion as evidence for intelligent design. (A Chinese version was recently made available at the Illustra Media YouTube channel.)



罗应金博士 (Thomas Y. Lo)，一位专注于医疗和健身可穿戴技术研发的工程师和企业家。他是 Logos Care, Inc. 的总裁兼首席技术官，在伊利诺伊大学获得电气工程博士学位。



钱锬博士 (Paul K. Chien)，旧金山大学的荣休教授，曾任该校生物系主任。他还曾在香港中文大学任教，为加州理工学院 Kerckhoff 海洋实验室提供咨询，并曾在加州圣克拉拉大学生物系担任扫描电子显微镜分析师。钱先生曾与中国多个机构的同事，一起发表过论文。他在加州大学欧文分校获得生物学博士学位。



艾瑞克·安德森 (Eric Anderson)，J. Reuben Clark 法学院法学博士。他是企业家、软件工程主管、设计理论家，也是“非共同祖先”进化论和智慧设计的特约作者。



罗伯特·敖世彤博士 (Robert Alston)，Picatinny Arsenal 公司的电气工程师，曾任美国宇航局特别项目工程师。他在北卡罗来纳州农业和技术大学获得电气工程博士学位。



罗伯特·华尔泽博士 (Robert Waltzer)，密西西比州杰克逊市 Belhaven 大学生物系教授和系主任。他曾担任密西西比科学院科学史和科学哲学组的联合主席，并在俄亥俄州立大学获得解剖学博士学位，主要研究神经解剖学。

出版后记

生命是如何开始的？宇宙是盲目产生的吗？万物都是自发进行的吗？这些都是萦绕在很多人心间的终极之问。关于宇宙和生命的起源问题，科学常常凌驾于宗教，以科学主义的姿态做出了肯定的、不容辩驳的回答。这种倾向不仅发轫于抬高理性和科学的启蒙运动，在 21 世纪的今天更是愈演愈烈。

很多人甚至断言，大爆炸和进化论对此问题给出了科学的、官方的、一锤定音的解答：宇宙诞生于大约 137 亿年前的一次大爆炸，一切都是自发产生于物质和能量，生命最初是由无机物变成有机物，然后从有机物自发形成最简单的生命体，最后生命体由于突变和自然选择经历漫长的进化产生这样一个纷繁复杂的生物圈……一切都是自发、随机、无目的的。

真的如此吗？这真的是大爆炸和现代进化论所回答的吗？现代科学和证据真的完全支持这种信念吗？这本《起源·证据·目的》并不盲信，它决定按着苏格拉底的“跟随证据的指向，去往它所引领的地方”的原则，不涉及宗教，单以纯科学的视角来重新审视很多新近的证据，来小心地得出这样一个结论：一个有计划、有目的、精心设计的生命起源是最佳的解释。最初的生命不是个化学巧合或宇宙彩票的幸运抽奖。相反，生命的发生是有目的、有计划和精心安排的。

从天体物理学到海洋生物学，从大爆炸到微进化，从寒武纪生命大爆发到不可简化的复杂性，这批科学家顺着证据，坚持追寻最佳的解释，为“智慧设计论”添上了浓墨重彩的一笔。

正是出于这种科学与信仰对话的精神，我们特意在《起源》之后推出此书，希望能进一步启发读者在忠于自身信仰的同时，认真考察科学中的普遍启示，加深对神的敬畏和信心。《起源》澄清了存在已久的对科学本身、对进化内涵片面的认识和迷思，在圣经的启示和大自然的启示相容的原则下，开启了科学与信仰的动态对话，指引读者去以科学的眼光看宗教，以宗教的眼光看科学。

《起源·证据·目的》则致力于完全以客观的证据作对话的基础，而不涉及任何宗教经典或信仰。在起源和演化的问题上，它归纳列举一系列最新的科学证据，确认生命和宇宙的起源和演化，不是自发，也非随机，而是有前瞻、有计划、有目的和精心设计的，这一切背后存在着极大的智慧。而这智慧的来源则属于哲学和神学的范畴。

这两本书在生物演化的议题上有非常不同的认知，但它们都秉承开放的态度，来促使读者直面证据，不轻信武断，也不盲目跟从，依照常识和天赋的理性来对这些复杂的问题做出进一步思考。而这种对待信仰和科学的开放而严谨的视角，正是我们作为出版者希望在华人群体中努力培养，共同成长的。

普世佳音

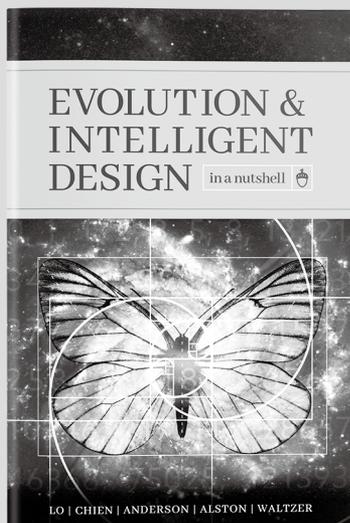
2021年7月

EVOLUTION & INTELLIGENT DESIGN

in a nutshell



英文版于2020年5月出版
成为Amazon相关类别畅销书之一
适合青年学生阅读
特别是华裔第二代和他们的朋友



WWW.EVOLUTIONANDID.COM

网站提供更多有关智慧设计的资料
供读者做进一步的学习

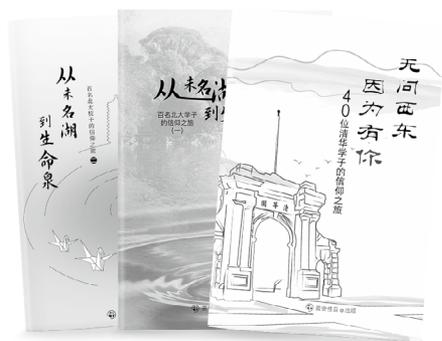
一代人 一代歌



针对新一代青年知识分子接受基督教的主要障碍和对基督教认识上的一些误解，我们策划编辑出版《游子新歌》系列丛书，来帮助读者认识基督教真理，归向真神。该丛书希望以客观的事实、严谨的态度和轻松的表达方式，阐述基督教与科学、与其他宗教、与中国文化和西方文明的关系，还原基督教入华的历史并宣教士对中国现代文明的贡献。



获奖征文系列



高校学子系列

订购网址：<http://chinese-goodnews.org/youzixing>



普世佳音 新媒体传播机构

今日佳音 新媒体事工：

原创、精选优质内容，为当代基督徒提供生活、工作等各方面的属灵帮助，促进世界观和生活方式的更新。目前主要透过“佳音乐道”微信公号等各类社交媒体平台每天发布。

因信说话 影音事工

近年代表作品有纪念宗教改革 500 周年、和合本圣经 100 周年的动画短片，美国当代基督教名家访谈《我在故我思》（2018）、大型书信朗读节目《因信说话》（2020）等。

游子新歌 出版事工：

针对新一代青年知识分子接受基督教的主要障碍和误解，本丛书以客观的事实、严谨的态度和轻松的表达方式，详细阐述基督教与自然科学、社会科学、其他宗教、中西方文化的关系。陆续出版中。

每日箴言 灵修事工：

由资深牧师及圣经学者撰写，翻译为多种文字，在全世界广播和出版发行。中文版已有 30 年出版历史，现以文字、音频和视频等多种形式呈现，深受信徒喜爱。

话语论坛 研讨事工：

为推动新媒体事工的发展和联合，促进主内媒体机构间的合作，我们在中国、台湾、北美和其他华人聚居地区定期举办专业论坛和研讨会，并将研讨成果与众机构和教会分享。

网络宣教 培育事工：

透过比赛、奖学金、训练营、合作等各种形式来发现、激励、培育新媒体宣教士。并编写录制相关培训课程，供神学院和教会主日学使用。

