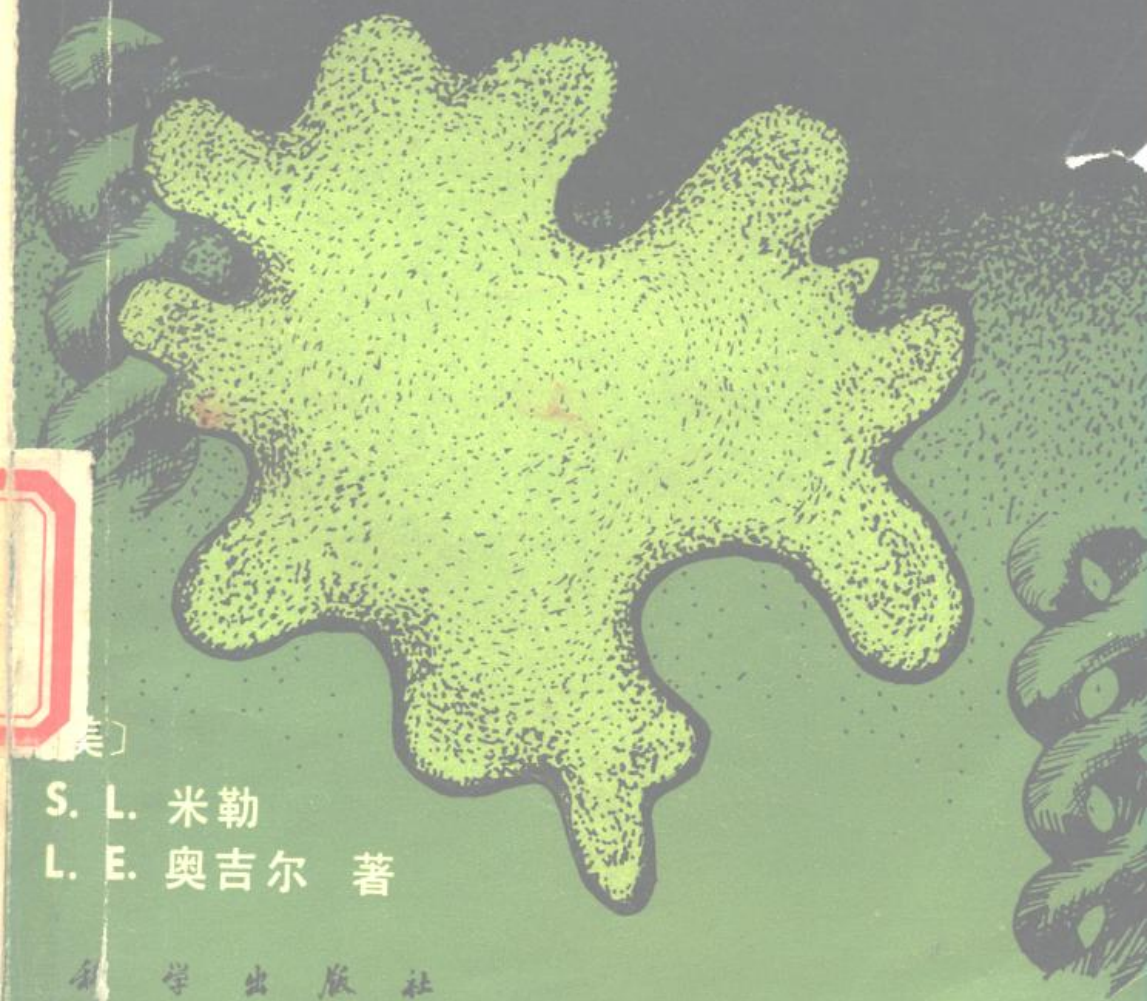


科学丛书

地球上 生命的起源



美]
S. L. 米勒
L. E. 奥吉尔 著

科学出版社

地球上生命的起源

〔美〕S. L. 米勒 L. E. 奥吉尔 著

彭奕欣 译

科 学 出 版 社

1 9 8 1

内 容 简 介

本书从天文学、地质学、物理化学、有机化学、生物化学等方面综述了生命起源的基本知识，加以分析讨论，并提出作者自己的看法，最后对生命起源问题进行了概括的总结，阐述了尚未解决的问题，以便读者进一步研究和探索。可供高中、大学文化程度的学生、教师及有关科技人员阅读参考。

S. L. Miller L. E. Orgel
The Origins of Life on the Earth
Prentice-Hall, Inc.
Englewood Cliffs, New Jersey
1974

地球上生命的起源

〔美〕S. L. 米勒 L. E. 奥吉尔 著

彭奕欣 译

责任编辑 高 庄

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

•

1981年10月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1981年10月第一次印刷 印张：9

印数：0001—8,000 字数：173,000

统一书号：13031 1630

本社书号：2231·13—6

价定：1.15元

译 者 的 话

生命起源问题是个极其复杂的问题，千百年来围绕着这个问题不断地进行着激烈的争论。过去由于缺乏正确的指导思想和受科学水平的限制，虽然提出过种种假说，但都未能正确地回答这个问题。后来在达尔文的进化论，特别是在恩格斯的关于“生命的起源必然是通过化学的途径实现的”辩证唯物论思想的启示下，生命起源问题的研究工作，才进入了正确的轨道。近几十年来，随着自然科学的进步，生命起源的研究也有了重大的进展。

研究生命起源有种种方法，其中根据现代科学成就、模拟原始地球条件、探讨生命在地球上起源的自然历程的研究工作，发展较快，取得的成果也较多，而这种方法基本上是从本书作者之一的S.L.米勒1953年的实验（见第七章）开始的。加上地球化学、古生物学、分子生物学以及有机合成和宇宙考察等方面研究工作的进展，生命起源的化学演化过程已越来越清楚地展示在我们面前。本书从天文学、地质学、物理化学、有机化学、生物化学等方面综述了有关生命起源的基本知识，加以分析讨论，并提出了作者自己的看法，内容比较全面，叙述比较简明。虽然是一本篇幅不大的中级读物，但在学术界有一定影响，对我们了解和研究生命起源问

题，有一定参考价值。

建议先读第一和第十六两章，有了总的概念，再依次读全书，效果可能较好。书中物理化学和有机合成的内容较多，对个别细节的理解如有困难，可先略过去，待掌握基本内容后，回头再读，就可能理解。

本书译稿蒙北京师范大学冯克嘉(第二章)、聂剑初(第六章)及董愚得(第一、三、四、五、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五章)诸位先生仔细校阅，并帮助解答有关疑难问题，谨表示衷心的感谢。

本书第七章的大部分由毛盛贤同志翻译，其余部分由彭奕欣翻译。由于牵涉内容很广，加之我们水平不高，缺点和错误一定不少，敬希读者批评指正。

译者

一九七九年七月

序

生命起源问题确实是一个多学科性的问题，因为要充分讨论这个问题，就必须提出通常在生物学、化学、地质学和天文学建立起来的材料。我们编写本书的目的，就是以大多数初中和高中水平的学生，以及某些大学一、二年级水平的学生所易于接受的方式，尽可能多地提出这种材料。

没有学过有机化学的读者，对理解第七、八、十一、十三各章的某些部分必定有困难。我们看到无法绕过这个问题，因为研究生命起源，根本上就是研究有机合成。只有一般性的书能够回避有机化学。缺少有机化学基础的读者，通过阅读上述这几章(不讨论有机化学细节的那些节段)，仍然能够学习这个领域的内容。

第四章和其他几章的某几节，包含有相当多的物理化学和基本热力学的知识。学过现代大学一年级化学课程的读者，这些材料应该是能理解的。如果有些读者对这些章节感到困难，也可以迅速略过它们。

讨论分子生物学的第六章和第十二章不得不大加压缩。学过生物学的学生，对这些材料大概是熟悉的；我们编写这部分内容，是对化学和地质学方面的学生作一简要的介绍，

同时想给学过生物的学生作一复习。（下略）

S. L. 米勒

L. E. 奥吉尔

目 录

译者的话

序

第一章 导言	(1)
有关生命起源问题的基本文献	(4)
第二章 太阳系的形成	(9)
地球大气的起源	(16)
第三章 地质学上的证据	(23)
地质时间表	(23)
地球的年龄	(29)
月球的年龄	(30)
地质年代	(31)
第四章 原始大气的成分	(44)
引言	(44)
现今的氧化的大气	(45)
在无海洋情况下的还原大气	(48)
氢从大气中逃逸	(49)
原始大气与海洋及其相互作用	(53)
大气的进化	(56)
一氧化碳	(61)
原始大气中的氮	(62)

大气中的氧	(65)
第五章 能量的来源	(71)
第六章 生物学的性质	(80)
引言	(80)
酶和其他蛋白质	(80)
核酸	(88)
蛋白质合成	(95)
代谢	(101)
膜	(104)
突变和自然选择	(105)
第七章 氨基酸、尿素、脂肪酸、卟啉和维生素的	
前生物合成	(107)
氨基酸的合成	(107)
斯特雷克 (Strecker) 合成	(113)
从氰化氢合成	(119)
其他氨基酸的合成	(121)
脲	(124)
在矿物表面上的合成	(125)
费-托 (Fischer-Tropsch) 法合成	(126)
脂肪酸	(127)
卟啉	(128)
烟酰胺及其衍生物	(129)
第八章 嘌呤、嘧啶和核苷的前生物合成	(131)
引言	(131)
嘌呤的合成	(131)
嘧啶的合成	(138)

糖类	(140)
核苷的合成	(144)
第九章 有机化合物的稳定性与原始海洋的温度	(148)
氨基酸	(149)
脂肪酸	(153)
糖类	(154)
嘌呤、嘧啶和核苷	(155)
多肽和多核苷酸的水解	(156)
原始海洋的温度	(159)
第十章 浓缩机理	(161)
第十一章 脱水反应与聚合作用	(169)
化学的缩合	(170)
热合成	(177)
多肽的热合成	(180)
其他的缩合机理	(184)
氨酰基磷酸在粘土上的反应	(186)
第十二章 由随机的聚合物到最原始的生物	(188)
引言	(188)
只建立在蛋白质基础上的生命	(189)
建立在核酸基础上但没有蛋白质密码的生命	(194)
模板合成	(195)
建立在核酸和蛋白质基础上的生命	(202)
遗传密码的演化细节	(204)
第十三章 光学活性	(207)
第十四章 生化的演化	(218)
引言	(218)

原始生物与原始的生物化学	(219)
一个生化演化的模型	(223)
中间代谢的演化	(232)
第十五章 陨石、彗星、星际分子和其他行星上的	
生命	(237)
陨石	(237)
彗星	(244)
月球	(246)
星际空间的分子	(247)
我们太阳系的生命	(250)
火星上的生命	(252)
太阳系以外的生命	(259)
第十六章 总结及尚未解决的问题	(271)

第一章 导 言

从一开始就必须承认，我们现在还不知道生命是怎样开始的。一般认为，在原始地球上，有种种过程导致形成简单的有机化合物。这些化合物结合在一起就产生出越来越复杂的结构，直到形成能称为生物的东西。

这样笼统的解释谁也不会满意。我们需要一个细致的理论，它能具体地指明在原始地球上导致合成有机化合物的那些过程的性质、由这些过程所形成的化合物的性质以及由无生源方式所能积累的有机化合物的数量。然后，我们需要知道，在什么样的条件下最简单的有机化合物结合在一起会产生出象氨基酸和核苷酸这样的单体，以及这些单体又怎样缩合成象蛋白质和核酸那样的聚合物。目前这些方面所能得到的详细知识还很少。

有一种议论认为，导致出现第一个生物事件的过程，根本是不可知的；因为这些事件没有地质记录保存下来。我们不接受这种意见，因为即使我们承认没有任何地质记录，我们还有类似的实验证据。我们能清楚地确定，生命是在地球上发生的，所有生物都具有共同的基本成分和性质，都有共同的生物合成的途径，这些我们都已了解得相当深入。不过当我们还不能肯定这些化合物和这些机理对于最原始的生物

是不是重要的时候,最简单的办法是假定它们大都是如此的。所以,有关在原始地球环境下重要生化物质(无论是单体或聚合物)合成的知识,都可能有助于说明生化的演化。

必须了解,我们所研究的问题不同于大多数科学工作所面临的问题,我们是试图重建一个历史过程。不可能在实验室内很快地通过整个过程来检验有关生命起源的假说。因此,我们必须用不同的标准去评价一个学说。我们要问,一个生命起源学说所假定的各个过程是不是同全部可接受的地质学和天文学的材料相一致,这些过程的每一步在细节上是否可信以及在实验室内能否实现。当有一步不能在实验室内直接研究时(比如说由于这种过程太慢),那末有关的系统就应当用外推法(extrapolation)推测原始地球的条件这样一种方法来研究。这种计划费时长而困难多,必须积累许多反应的数量平衡和动力学方面的数据,并密切注意地质上的证据,以确定合理的原始地球的环境条件。当知道了同一种化合物的几个前生物合成的过程时,那就需要估计这些不同的过程中哪一个比较重要。

在这种重建历史的过程中,某些阶段可能发生的问题是,要断定两个同样有理、但本质上不同或完全不同的生命起源理论究竟哪一个正确。在这种情况下怎样作出决定呢?处理这种问题我们只能说,迄今还没有一个合理、详细而完全的假说;在有两种假说出现之前,我们还不需要讨论这种问题。

有时人们主张地球上的生命是由其他行星送来的。按照胚种论(Panspermia)的看法,地球外生物的孢子由于辐射

压而从另一个太阳系送到地球上来。最近的计算表明，没有活的生物能在这个旅程中存活。也有人主张，活的生物不能在陨星中从太阳系外到达地球。我们不认为这些反对胚种论的议论是完全可信的，因为我们不能确切地估计，固态物体从一个典型的太阳系逃出有多大的机率。因此，我们不应完全固执己见，即认为地球上的生命是在地球上由无生命物质进化而来的，虽然所有反对这种看法的意见都很少是合理的。

如果生命不起源于地球，那末生命就可能在某些十分类似于原始地球环境条件的其他行星上发生。果然如此，问题还是一样。从另一方面来说，二者的环境条件可能十分不同。这不会解决生命起源的问题，但会改变问题的性质——如果我们把注意力局限于原始地球的环境条件，我们就会忽视了一些最重要的前生物反应。虽然有这些议论，但我们还是相信，地球上的生命起源于地球外部的机会是如此之小，以致我们可以忽略它。因此，在讨论生命起源时，我们将仅考虑那些可能在原始地球上发生的反应。

我们必须提到这种观点即空间计划对于研究生命起源是适当的。如果火星上有一种独立的 生命形式，那末，把火星的生物化学同地球的生物化学相比较，将会对任何一种关于生命起源的学说提出严格的检验。如果在我们的太阳系找不到别 的生命形式（情况很可能就是这样），那末我们从研究火星和其他行星的化学当中，还是会得到有关非生物有机合成的有价值的知识的。

本书第一部分，我们将依据有关的天文、地质材料来考

察关于地球和太阳系形成的现代概念。然后，我们将讨论原始的大气层和海洋以及简单有机物和聚合物在原始地球上的合成。接着是对最初的生物的性质和他们怎样生存下来作推测性的讨论。最后，我们将探讨生命存在于宇宙其他地方的可能性。

在这些讨论当中，我们将试图指出，我们是否相信这些材料或学说已坚实地建立起来。我们将提出我们自己的关于生命起源的看法。由于有很多人持有不同的观点，所以我们不能详细地讨论所有他们的观点。我们将扼要地指出一些可供选择的学说，但在简短的讨论中，我们不能全部地谈到它们。

有关生命起源问题的基本文献

A. I. 奥巴林 (Oparin) 出版了许多论述生命起源的书。早在1924年就出版了第一本 (*Proischogdenie Zhizni*, Moscow Robotchii, Moscow), 但在西方没有广泛流传。这本小册子的译本名 *The Origin of Life* (生命起源), 由 J. D. 贝尔纳 (Bernal) 翻译 (Weidenfeld and Nicolson, London, World Publishing Co., New York, 1967)。奥巴林最重要的著作是另一本《生命的起源》(Macmillan, New York, 1938)。这本书1953年由Dover书局重印, 称为第二版。奥巴林在该书中, 从讨论原始的还原大气开始, 考察生命的起源。然后, 他讨论简单有机物的合成、聚合物的形成和最初生物的团聚体假

说 (coacervate hypothesis)。这是对当时流行看法的一种大胆的背离, 因为少数研究这个问题的人大都认为, 原始生物是自养的, 即能由 CO_2 和 H_2O 合成它的全部细胞物质。奥巴林分别在1957、1962、1964和1968出版了该书的各版和修订版。以后各版的篇幅较大, 但内容都没有超过 Macmillan 版和 Dover 版。

J. B. S. 霍尔登 (Haldane) 独立地发表过和奥巴林相似的观点, 但没有奥巴林那样详细或有说服力 (见《理性论者年报》*Rationalist Annual* 148, 3 (1929))；后来又重印在《科学与人类生活》(*Science and Human Life*) (Harper Bros., New York and London, 1933) 第149页上。

在奥巴林著作英文第一版问世的同一年, R. 比尤特尔 (Beutner) 出版了《地球上生命的开始》(*Life's Beginning on The Earth*) 一书 (Williams & Wilkins, Baltimore, 1938), 表示了同样的观点。但该书不象奥巴林的著作那样广泛流传。

对奥巴林提出的生命的异养起源予以重要讨论的, 是 N. W. 霍罗威茨 (Horowitz) 所著《论生化合成的演化》(“On the evolution of biochemical synthesis”) 一文 (*Proc. Nat. Acad. Sci. U. S.* 31, 153 (1954))。

对奥巴林的议论作了重要而有影响的扩充的, 是 H. C. 尤里 (Urey) 《地球的早期化学史与生命起源》一文 (“The early chemical history of the earth and the origin of life”) (*Proc. Nat. Acad. Sci.* 38, 351 (1952)) (亦载于 H. C. 尤里所著《行星》(*The Planets*) 一书 (Yale University Press,

New Haven, 1952)第149—157页)和J. D. 贝尔纳 (见《生命的物理基础》(*The Physical Basis of Life*) (Routledge and Kegan Paul, London, 1951)。

一部广泛被阅读、着重讨论生命的热力学方面的著作是H. F. 布卢姆(Blum)所著的《时间的飞逝和演化》(*Time's Arrow and Evolution*)一书(Princeton University Press, Princeton, 1951, 第二版, 1955; 第三版, 1968)。也很流行、常被引用的是G. 沃尔德(Wald)的《生命起源》(“The Origin of Life”)一文 (*Scientific American* 191 44—53, August, 1954)。分别由J. 霍尔登、J. D. 贝尔纳、N. W. 皮里(Pirie)和J. 普林格尔(Pringle)所写的四篇重要文章, 已被收入到《新生物学》(*New Biology*)杂志中(16, 12—67, 1954)。

关于生命起源的国际座谈会, 曾先后在莫斯科(1957)、纽约(1957)、佛罗里达的Walkulla Springs(1963)和法国的Pont-à-Mousson(1970)举行过。在这些座谈会上宣读的论文, 已分别收入下列著作中出版: A. I. 奥巴林等主编的《地球上的生命起源》(*The Origin of Life on The Earth*) (Pergamon Press, New York, 1959); 《自然发生的现代概念》(*Modern Ideas of Spontaneous Generation*) (*Ann. New York Acad. Sci.* 69, 225—376, 1957); S. W. 福克斯(Fox)主编的《前生物系统的起源》(*The Origin of Prebiological Systems*) (Academic Press, New York, 1965); R. 巴威特(Buvet)和C. 庞南佩鲁马(Ponnamperuma)合编的《化学进化与生命起源》(*Chemical Evolution and the Origin of Life*)