



史前地球

THE PREHISTORIC EARTH

# 早期生命

寒武纪

## EARLY LIFE

[美] 托姆·霍姆斯 著 霍跃红 宋文娟 译



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

史前地球

# 早期生命

寒武纪

EARLY LIFE

[美] 托姆·霍姆斯 著 霍跃红 宋文娟 译



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 ( CIP ) 数据

早期生命 / (美) 托姆·霍姆斯著; 霍跃红, 宋文娟译. —上海:  
上海科学技术文献出版社, 2017

(史前地球丛书)

书名原文: Early life

ISBN 978-7-5439-7403-6

I. ① 早… II. ①托…②霍…③宋… III. ①古动物学—  
普及读物 IV. ① Q915-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 114179 号

---

Early Life

Copyright © 2012 by Infobase Publishing

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©  
2017 Shanghai Scientific & Technological Literature Press

All Rights Reserved

版权所有·翻印必究

图字: 09-2015-635

责任编辑: 张 树 杨凯茹

封面设计: 许 菲

---

丛书名: 史前地球

书 名: 早期生命

[美]托姆·霍姆斯 著 霍跃红 宋文娟 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 720×1000 1/16

印 张: 12.25

插 页: 4

字 数: 151 000

版 次: 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-7403-6

定 价: 30.00 元

<http://www.sstlp.com>

# 前言

想知道未来，就必须知道过去。

5300年前，居住于今天伊朗南部地区的苏美尔人，创造了人类第一种书面语言。从此，人类就一直用文字记录着自己所处的世界。文字令人们得以保存他们看到的正在发生的事件。文字赋予了生活一种新的永恒。语言，尤其是文字，让历史成为可能。

历史是人类神奇的创造。那么，人们是如何知道文字发明之前的事情？又是如何知道人类存在之前的事情？发生于有人类记录前的事件叫作“史前历史”。从定义上讲，史前生命就是存在于人类之前的任何生命；人类为了后代，尽力记录史前生命以及它们的周边正在发生的事件。

史前历史与历史一样，很大程度上是人类心智的产物。古生物学家是专门研究史前生命的科学家。他们研究人类史之前的生命，通常，这些生命存在于过去的几十万年、几百万年，甚至几十亿万年之前。他们研究的主要资源是动植物和其他有机物的化石，以及有关地表形貌和气候的地质证据。通过对化石进行技术分析和科学推理，古生物学家能够重构古代生命的外貌、习性、环境和亲缘关系。古生物学家不只精通史前生命的研究，为了复原精确的史前画卷，他们的研究还涉及许多其他学科——生物学、动物学、地质学、化学、气象学，甚至天体物理学等领域的资讯，都在研究中发挥了作用。借助这些现代知识体系的视角，

古生物学家得以对过去进行全面探索。

如果一个作者打算写一部体育运动史，那么仅仅描述桌球就够了吗？当然不够！然而，在书店和图书馆的书架上，我们恰巧就发现了这样的一边倒地关注恐龙的倾向。恐龙抓取了我们的想象力，而代价是，我们忽略了许多其他的同样精彩而神奇、非凡又杰出的生命。在史前世界的万神殿里，恐龙不是唯一，但是很难找到一本书，同时也能关注到恐龙之前或恐龙之后的许多其他生命类型。

《史前地球》是一套系列丛书，阐述了生命进化过程，时间跨度为从出现最早生命的 35 亿年前到出现现代人类的 30 万年前。其中三册讲述了恐龙的故事。其他七册则侧重恐龙时代同期、之前及之后的各种动物的进化。整个系列内容涵盖了：生命在海洋里的早期探索；第一批陆生动物对陆地的入侵；鱼类、两栖动物、爬虫动物、哺乳动物和鸟类的起源；现代人类的出现。

《史前地球》系列是为在校的初中生和高中生而写。它以古生物学领域的最新科学发现为基础，是针对这个年龄层最全面最紧跟时代的系列丛书。

本系列的第一册《早期生命》，介绍了相关的地质时间、地球科学、化石、生物分类和进化等基础概念。远在 5 亿年前，在前寒武纪和寒武纪，爆发了不可思议的生命形态。针对这些化石生命，本书也进行了时间上的梳理和探索。

本系列的其余九册按时间排序。每一册都覆盖了一个特殊的地质时期，描述了这个时间段里主要生命类型。本系列也追踪了长久以来地质作用力和气候变化对生命进化的影响。《史前地球》的读者会看到由史前生命构成的整幅画卷，将了解影响地球生命的力量，了解生命有时候可能发生的进化方向上的改变，了解所有生命形式在环境中相互依赖的

方式。读完全书，读者也将认识许多对史前地球研究作出过杰出贡献的科学家。

整个系列使用科学术语，每一册都有详尽的定义解析，附有扩展的专业词汇表。在涉及相关地质、进化和早期动物生命等重要概念时，书中都会有逻辑性的渐次呈现。书中的示意图、照片、表格和地图等，增进并加强了史前生命故事的展现力。

尽管我只是在讲述史前生命的故事，但是我更希望本系列丛书能够真正激发读者的兴趣，继而开展独立研究。为此，本系列的每一册书，特别是书中附设的小栏目“想一想”，为渴望深入某些专题研究的读者提供了更多的视角和有趣的练习。

史前动物的所有物种中，仅有千分之一是从化石中甄别出来的。古生物学还有许多领域有待探索。我真诚地热切地期待，有朝一日，古生物学的某些空白将由受到本系列丛书激励的读者来完成！

——托姆·霍姆斯

于新泽西州泽西市

# 序

地球上的生命历史是数十亿年进化的辉煌成果。古生物学家的工作就是搜集证据并运用科学知识来重塑过去、连接现在。古生物学让人兴奋的原因在于我们会弄明白我们是怎样获得知识的，为什么还有很多要去学习。古生物学是一门相对年轻的科学，很显然，它还处于一个从不同的地质年代和各种生物不断取得新发现的过程中。

这本《早期生命》是“史前地球”系列丛书之一。“史前地球”系列是对当前古生物学诸多方面的全新回顾。如果你像大多数人一样，已经熟知一两种史前动物，这套书会给你提供对史前生命夯实知识基础、纵观全局的机会。对于恐龙、冰河季的哺乳动物或人类进化这样经常遇到的知识，登高望远便能更好地了解。

古生物学与动植物化石息息相关。要真正了解古生物学，则要掌握那些能帮助你更深入解读化石信息的基本原则和过程。在《早期生命》一书中，托姆·霍姆斯对古生物学一些基本知识进行了阐述。读完前三个部分——重塑地球过去、史前生命探秘、生命的发展及其分类，你会遇到一些基本概念和原则，这些基本概念和原则随着你继续往下读整套书，会牢牢地掌握住。前三部分将介绍决定地球生命变化条件的物理过程及本质。是这些物理过程决定人们对保存在沉积岩中的化石的解读。作者还解释了关于化石的其他重要知识，包括如何根据化石和岩石来测量时间、灭绝和进化的过程，划分史前生命的方式等等。

在《早期生命》的第四部分，托姆·霍姆斯对生命的起源和其朴素的开端进行了最新评定。由于最早的生命极端脆弱和地球最初几十亿年岩石记录的历史模糊，留下的关于前寒武纪时期体型较小、生命形式简单的动植物化石记录非常有限。尽管对地球前40亿年的历史我们还有许多不了解的东西，但作者描绘了能引发寒武纪时期划时代的生物大爆发的环境。波基斯页岩和其他寒武纪化石揭示出的生物多样性，为研究今天我们所知的许多动物群落的起源创造了条件。当对波基斯页岩中各种各样奇异动物的探索说明出现新信息时，科学论述能改进我们的观点。

现在是令人振奋的探索古生物学的时期，来自地质年代的新发现、对之前化石的新解读、从化石中获得更多信息的新技术等都推动古生物学的发展。进化生物学的研究成果让我们更好地了解进化机制，地质研究的成果在改善着我们理解生命历史的物理、生态和时间维度。

享受阅读《早期生命》的乐趣，让它的伟大思想伴随你继续探索古生物学吧。

——特德·德斯科勒博士

美国，费城，费城自然科学院



# 简介

本书介绍了地球上最早出现的生命形式。早在 45 亿年前地球便存在了，而地球上的生命并不是与之同时产生的，直到地球出现 5 亿年后，才形成了适宜生命存活的环境。就是那个时候，从第一种单细胞生物（可能先是细菌，然后是藻类）出现、演化开始，生命大军就浩浩荡荡地登上了地球舞台。作为“史前地球”系列丛书之一，本书介绍了化石里记录的第一次生命大爆发，从前寒武纪时期第一次生命迹象出现开始，到大约四亿八千八百万年前寒武纪末期为止。

本书的目的有两个。一是介绍古生物学和化石知识的背景。书中前三部分介绍了几个重要的概念，帮助读者更好地理解塑造地球的地质营力、地质年代、进化的概念以及科学家划分生物的方法；二是在第四部分详细介绍地球上最早的生命形式。

## 古生物学：研究过去生命的科学

古生物学是一门通过研究化石来探索史前生命的科学。当我们阅读关于恐龙、猛犸象、三叶虫、穴居人和其他已经灭绝生物的知识时，我们其实是在分享古生物学家的劳动成果。

虽然古生物学的研究对象都是地球上最初期的且现在已经灭绝了的生物，但与数学、物理学和天文学相比，古生物学还是一门比较新的科学。直到 19 世纪中叶世界各地发现的化石引起人们进行认真的科学研究

究，古生物学才开始兴起。

倘若没有 19 世纪的几项重大科学突破，古生物学就不会有今天的成就。首先必须得对地球的使用寿命和发生地质变化需要的时间达成一致意见。数十亿年来改变地球的力量和英国博物学者查尔斯·莱尔爵士首次提出的地质时间这个开创性概念是本书前两章的内容。这些地质概念帮助我们了解化石到底是什么以及化石的性质，这是第三章的内容。

19 世纪另一个对刚刚起步的古生物学至关重要的概念就是灭绝，也就是一些生物系随着时间的推移最终全部死亡的现象。如果科学家没有接受灭绝的概念，就很难对已经成为化石的动物做出正确的生物学解释。地球上有生命存在的 35 亿年间，即使是适应性最强的多细胞生物在漫长的地质年代中也只不过是沧海一粟。恐龙存活的时间只是地球年龄的 4%，同样，三叶虫只占了 7%，鸟类（恐龙的后代）只有 6%。比较而言，人类才是真正的后来者。即便将人类的祖先类人猿计算在内，人类存在的时间也仅仅是地球年龄的 0.05%。灭绝是人类不可避免的命运，而在这之前我们还能存活多久？那天到来时我们能知道吗？本书第四章的内容就是关于灭绝及其影响。

指导古生物学家研究的另一个核心概念便是进化。达尔文（1809—1882）提出的“物竞天择”理论非常有用，直至今日仍然决定着我们对生命和生命随时间而变化的理解。自达尔文以来，DNA 的发现和计算机的运用为我们分析生物之间的进化关系提供了渴望已久的证据。这些证据不仅可以证明生物体一直处于进化之中，还可以证明影响生物进化的关键因素有哪些。了解进化是理解史前生命的关键，因为进化不仅告诉我们物种间的联系与环境的变化如何影响物种的生命进程，也为我们提供了划分所有生命形式的科学体系。第五章和第六章的内容便是进化和分类。

## 探索早期生命

了解早期生命及其进化历程一直是古生物学界最有意思的课题之一。尽管已有最早单细胞生物的化石证据，然而这些生物的进化仍然是生物化学家和进行原始地球模型试验的科学家所面临的问题。其他需要解决的问题还包括早期地球大气环境、影响海洋化学的因素，以及产生最早生物体的各要素平衡状态。第七章讲述了生命的开始：从早期藻类到第一种确定的多细胞海洋生物文德生物群的出现。

《早期生命》这本书的结尾是地球生命演化过程中最辉煌的一个时期——寒武纪时期，一个“生物大爆发”时期。寒武纪时间相对较短，但在此期间今天仍然存在的所有动物的基本种类都在远古深海化石中保存了下来。这时期的海洋生物千奇百怪，更像是来自另一个星球的异形生物。寒武纪时期出现了最早的捕食者和生物“军事竞赛”——精妙的防御对抗卓有成效的进攻。这一时期出现了第一批脊索动物，这是生物学上一个重要的里程碑，因为是脊索动物直接引发了脊椎动物的出现。所有陆生动物都起源于寒武纪。

本书中收录的许多发现哪怕是五年前都无法得到解释。寒武纪生命的秘密是现今古生物学研究的重要内容。关于这个在生命进化史上至关重要的时期，人们正在加拿大西部、中国、格陵兰岛等地的化石遗址进行着挖掘研究。《早期生命》吸收最新的研究成果为您生动讲述了早期生命的故事，您将明白早期生命对后续物种的进化过程起到了哪些至关重要的作用。

## 致 谢

我要感谢在切尔西出版社默默奉献和勤奋工作的人们，其中有一些人我认识，但是更多的人做的是幕后工作。特别要感谢我的编辑们——弗兰克·达姆施塔特、布莱恩·贝尔瓦尔、贾斯汀·乔瓦科、丽莎·兰德和雪莉·怀特，感谢他们对《史前地球》构想的支持和指导，感谢他们令它变成现实。弗兰克和布莱恩接受了我为在校学生创作一个综合性参考书目的宏大计划，并为突出本系列丛书的特点做了恰当的调整。布莱恩在出版过程中发挥了极大的作用。雪莉对书籍隐含的科学问题的精彩拷问，增加了此书的易读性。玛丽·艾伦·凯丽的审稿不仅细心周到，而且对最后的定稿起到了至关重要的作用。我感谢玛丽·艾伦·凯丽的耐心和她有见地的评论及建议，这些都促成了本书的成功。

在写作这个系列丛书时，我有幸与古生物学界最聪明的人一起工作。在巴黎的国家自然历史博物馆工作的格里高尔·麦特斯，审查了样稿《哺乳动物的时代》，提出了许多重要建议，对我完成写作起到了积极的影响。格里高尔还为《哺乳动物的时代》等写了序。

令史前生物起死回生也是自然历史艺术家的工作，他们中的许多人都为此系列提供了稿件。我特别要感谢约翰·锡比克，他是《史前地球》插图的主要作者。约翰的作品在古生物学家中很有声望，他经常与许多古生物学家并肩工作。

写作这样一套丛书，在许多方面，都需要准备好多年。其中一些准

备工作是学识的储备，为此我特别感谢宾夕法尼亚大学的彼特·多德森博士，感谢他多年来对我慷慨的指导和鼓励。我还要感谢新泽西州博物馆的威廉·B. 盖拉格博士，感谢他在课堂上和在新泽西州的历史化石层给予我的讲授。另一个层面的准备是要求具有采集化石的经验，为此我要感谢我的朋友和同事菲尔·柯里、马修·拉玛纳、约翰·史密斯和鲁本·马丁内斯，谢谢他们给了我这样的机会，把我带到野外和他们一起工作。

最终的工作是需要把想法落实到纸上。写作一本书所花费的时间总是比我计划的要长。我要感谢安妮，感谢她包容我这种忙忙碌碌的状态以及我讲的那些没有下巴的鱼和企鹅笔记等笑话，总是提醒我生活中一些重要的事情。你是我的力量之源。我还要感谢我的女儿，谢娜，我家的天才，另一个不断给我鼓励的人。对于沉迷于写作史前生命的父亲，甚至在我开始成为写作的一部分的时候，她都始终给予支持和迁就。

# 目 录

前言	001
序	001
简介	001
致谢	001
<b>第一部 重塑地球过去</b>	
第一章 变化中的地球	003
第二章 地质年代	024
<b>第二部 如何揭示史前生命</b>	
第三章 化石：探索过去生命的线索	037
第四章 灭绝	056
<b>第三部 生命的发展及其分类</b>	
第五章 生命和进化	075
第六章 生命的分类	109
<b>第四部 早期生命</b>	
第七章 生命之初	121
第八章 生命大爆发	134

结语	167
附录一：地质年代表	170
附录二：解剖方位术语	171
专业词汇表	172



# 第一部

## 重塑地球过去



