



史前地球

THE PREHISTORIC EARTH

第一代脊椎动物

古生代的海洋世界

THE FIRST VERTEBRATES

[美] 托姆·霍姆斯 著 丁欣如 译



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

史前地球

第一代脊椎动物

古生代的海洋世界

THE FIRST VERTEBRATES

[美] 托姆·霍姆斯 著 丁欣如 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

第一代脊椎动物 / (美) 托姆·霍姆斯著; 丁欣如译. —上海:
上海科学技术文献出版社, 2017

(史前地球丛书)

书名原文: The first vertebrates

ISBN 978-7-5439-7404-3

I. ①第… II. ①托…②丁… III. ①脊椎动物门—普及
读物 IV. ①Q959.3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 113816 号

The First Vertebrates

Copyright © 2008 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: 第一代脊椎动物

[美]托姆·霍姆斯 著 丁欣如 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: 10.25

插 页: 4

字 数: 127 000

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

书 号: ISBN 978-7-5439-7404-3

定 价: 26.00 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

古生代时期，地球上的生命经历了剧烈而深远的变革。约在 5 亿年前，即古生代即将开启之时，脊椎动物只不过是一堆堆软趴趴的蠕动着肌肉，生活在浅海海洋生态系统的小沙洲上。而在 2.5 亿年之后，即古生代末期，脊椎动物已是种类繁多、形态各异的生物了，在地球的生物圈里占有了一席之地。新生的脊椎动物中包括身体结构各异的有机物，其中一些历经时间的考验，生存了下来，而另一些则从地球上消失了，没有繁衍出后代，只给现代社会留下了化石。

古生物物种不胜枚举，也充满了神秘感，不少人对此颇有兴趣。本卷作为托姆·霍姆斯的《史前地球》系列丛书之一，展现了早期脊椎动物群，详述了脊椎动物神奇的起源和鱼类的崛起。《第一代脊椎动物》全面审视了针对脊椎动物身体结构的早期实验结果，是真正了解生命进化过程的重要环节。以现在的眼光，古生代的海洋生命或许有些奇特，但生活在海洋中的第一代脊椎动物及它们后代繁系所具有的生理特征则是生命进化史中不可或缺的一部分。古生代脊椎动物的特征决定了脊椎动物群在生命进化的漫长过程中一些代代相传的基本特征。

在本书中，托姆·霍姆斯回顾了古生代这一关键时期中地球环境的变迁，描绘了古生代脊椎动物生命大爆发的背景环境。大陆漂移与气候变化都对早期脊椎动物所生存的生态环境产生了深远影响。如果生态环境稳定，则有利于生命的繁衍与多样化发展；反之，当地球经历了不同

时期的剧变，许多物种在大灭绝中永远消失了。本卷中所提到的几项新发现能极大地丰富我们对脊椎动物起源初期的认识。书中所提到的牙形刺的发现和它的详细的解剖结构就是古生物学中尤为有趣的一则侦探故事。

托姆·霍姆斯对无颌鱼类所做的调查，为我们提供了宝贵的机会，探寻海洋脊椎动物的早期进化实验。在其他科普读物中，你很难了解到无颌鱼类的属性与多样性，因为它们历来不受重视；但是在本书中，你可以学习到五花八门的原始脊椎动物。诸如甲胄鱼、异甲鱼和缺甲鱼这样的生物并不受好莱坞电影的青睐，可它们在脊椎动物生命史的地位足以让霍姆斯如此潜心地研究。

在晚奥陶纪之前，第一代有颌脊椎动物出现了，新一阶段的进化实验也随之拉开了序幕。无论是捕食者抑或它们的猎物都不断地进化出新特征，为鱼类创造了大量全新的生态机遇。棘鱼与盾皮鱼是两群非常有意思的有颌脊椎动物，曾一度繁衍出众多种类，尤其是在泥盆纪，只可惜它们的进化历程终结于古生代。而与它们生活在同期的是早期软骨鱼类与硬骨鱼类，这两类动物历经岁月敲打，演化繁衍出我们今日所熟知的各种鱼类和足肢脊椎动物。

本书还探讨了一些古生代鲨鱼的惊人特征：如旋齿鲨颌部突出的尖牙和胸脊鲨如刷子一般的背鳍。很显然，托姆·霍姆斯十分喜爱这些生物，也非常乐意与读者们分享这份喜悦。

硬骨鱼分为辐鳍鱼类与肉鳍鱼类，它们是《第一代脊椎动物》一书的主角。所以，作者托姆·霍姆斯也一如往常地在本书中编入了与这一重要生物相关的最新研究与发现。

脊椎动物的进化改变总是受到其身体基本构造的限制，而它们的特征中有不少在古生代鱼类身上已经出现。现今大量的鱼类、两栖类、爬

行类、鸟类、哺乳类动物都起源于古生代鱼类。本书可以帮助我们加深对它们的了解。毫不夸张地说，我们人类身体的一些基本特征也可以追溯到生活在古生代海洋里的那些生物身上。

——泰德·达斯科勒
于费城自然科学研究院

简介

寒武纪——古生代第一个纪——是令人瞩目的时期，多细胞有机物在这一时期迅速繁衍，并进化出壳、**外骨骼**等坚硬部分。同时，在这一时期，**食肉动物**与猎物之间的冲突对抗也不断升级。寒武纪时期生命形式的骤然多样化到今天地球上所有的主要动物门奠定了基础。尽管如此，这一纪的生命仅代表着一场生物生命大戏的开始，而这场大戏在古生代还将继续上演 2.37 亿年。

本书开启了人类最熟悉的动物之一——**脊椎动物**的故事。人类只是现存的 45 000 种脊椎动物之一。史前时期，地球上生活着成百上千种脊椎动物（如今都已灭绝）——人类目前只能通过化石记录了解冰山一角。各种各样的脊椎动物——始于鱼类，进化发展出两栖类、爬行类、恐龙类、鸟类和哺乳类——几乎在其生存的每个时间段里都在地球生态圈中举足轻重。

古生代海洋中的居民们是本书的主角。在海洋与陆地脊椎动物**进化**的这场大戏中，它们率先登台。而海洋脊椎动物更是占据了《史前地球》传说的舞台。

本书概览

第一代脊椎动物的出现意味着古生代时期的开启，而这一时期则代表着地球生态日益复杂多样。本卷开篇，即在第一部分中一窥古生代所

经历的促成脊椎动物进化的地质和气候条件巨变。在第一部分中，第一章描述了大规模的海洋与陆地环境变化，包括推进物种多样化的几次全球气候变化。第二章具体解释了古生代发生的一系列灾难性的物种大灭绝是如何一再地改变生物进化的方向，导致许多物种的死亡和其他物种的出现。

在世界各地的自然历史博物馆里，脊椎动物一直是座上宾。虽然脊椎动物在所有已知动物种类中所占的比率不足 5%，但博物馆却显然更倾向于陈列大型的脊椎动物骨架，而不选择其他非脊椎动物的残骸。这背后的一大原因是人类可以通过沉积了几百万年而保存完好的化石去探索脊椎动物漫长的进化史。本书第二部分将重点剖析脊椎动物的起源和五花八门的分类。

第二部分的主角是第一代脊椎动物。第三章将根据共同的解剖特征来定义脊椎动物——这些解剖特征就是古生物学家辨别古生代脊椎动物的依据。第四章中包含了一些脊椎动物的早期化石记录，详述了有关最古老的已知脊椎动物的最新发现，这些脊椎动物的存在可追溯到 5.25 亿年前寒武纪生命大爆发时期。

古生代鱼类是第一批成功进化的脊椎动物群。本书第三部分四个章节都围绕这一点展开。自奥陶纪至二叠纪末，鱼类的进化长达 2.37 亿年，历经几个重要阶段。第五章重点介绍无颌鱼类，它们最显著的特点是拥有硬骨外骨骼。第六章重点探讨脊椎动物进化过程中重要的解剖结构变化，如颌部、硬骨骼和偶鳍的出现。第七章介绍了软骨鲨鱼和辐鳍类。第八章，也是本书的最后一章，探索了进化得最成功的脊椎动物——硬骨鱼类。

本书中的每一章节都充分利用各类图表、地图、数字和照片，全面描绘古生代有机物的生活、栖息地，以及它们千变万化的进化版图。不

少章节中还附有“阅读思考”一栏，讲述与古生命有关的轶事、人物和发现。

《第一代脊椎动物》一书遵循地质学、化石研究与生命研究的根本原则。当读者在阅读此书时，最需牢记的原则莫过于统治着生物进化的基本原则：生物进化的方向首先是由个体物种的遗传特征决定的，其次由两方面因素决定——个体与其栖息地的互相作用和使个体变得独一无二的不规律的基因突变。随着这些变化的代代叠加，地球上的物种开始适应周边世界的变化。正如查尔斯·达尔文（1809—1882）所说：“同一物种不同种类之间的细小差异往往会逐步增加，当差异累积到一定程度，便形成了新的物种甚至是构成新的属。”这些自然法则正是驱动古生代生命进化的马达，催生了地球上各种各样不息的生命繁衍至今。

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
第一部 古生代世界	001
第一章 古生代时期的大陆与气候	003
第二章 古生代物种大灭绝	018
第二部 第一代脊椎动物	035
第三章 脊椎动物的特点	037
第四章 脊椎动物的起源	049
第三部 鱼类的崛起	061
第五章 无颌鱼类	063
第六章 脊椎动物的进化转变	081
第七章 软骨鱼类：鲨鱼和鳐鱼	096
第八章 硬骨鱼类	115

结语	135
附录一：地质年代表	136
附录二：方位术语	137
专业词汇表	138



第一部 古生代世界