

北京市绿色印刷工程——优秀青少年读物绿色印刷示范项目

探索世界从读懂人类自身开始



小学生百科全书

人类进化



中国工信出版集团



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

[英] 爱丽丝·罗伯茨 / 等著 魏偏偏 方园 / 译



小学生百科全书

人类进化

[英] 爱丽丝·罗伯茨 等著

魏偏偏 方园 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



A Dorling Kindersley Book
www.dk.com

Original Title: Evolution The Human Story

Copyright © 2011 Dorling Kindersley Limited, London

The Publisher shall check the above copyright details against the title page of the UK edition of the Work and make any amendments that may be required in order to ensure that these details match those contained in the UK edition.

本书中文简体版专有出版权由 Dorling Kindersley Limited 授予电子工业出版社。未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字：01-2013-0457

图书在版编目（CIP）数据

人类进化 / (英) 罗伯茨 (Roberts, A.) 等著; 魏偏偏, 方园译.

北京: 电子工业出版社, 2016.7

书名原文: Evolution the human story

ISBN 978-7-121-28615-5

I. 1 人… II. 1 罗… 2 魏… 3 方… III. 1 人类进化—少儿读物

IV. 1 Q981.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第081326号

策划统筹: 张 戈 王树伟

策划编辑: 赵 静 苏 琪

责任编辑: 徐艳丽 苏 琪

封面设计: 孙 莹

版式设计: 许建华

印 刷: 鸿博昊天科技有限公司

装 订: 鸿博昊天科技有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开本: 889×1194 1/12 印张: 21.5 字数: 774千字

版 次: 2016年7月第1版

印 次: 2017年3月第2次印刷

定 价: 158.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,

请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系,

联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn,

盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

目录

09 了解我们的过去

- 10 回到过去
- 14 地质记录
- 16 什么是化石
- 22 寻找我们的祖先
- 24 科技考古学
- 26 拼接
- 28 骨架复活
- 30 重建
- 32 行为解释

35 灵长类动物

- 36 进化
- 38 分类学
- 40 最早的灵长类
- 44 新大陆猴
- 46 早期猿类和旧大陆猴
- 50 现代猿
- 54 猿类和人类

57 人科

- 58 人类进化
- 60 系谱图
- 62 撒海尔人乍得种
- 68 原初人图根种
地猿
- 70 地猿始祖种
- 74 南方古猿湖畔种
- 75 南方古猿羚羊河种
肯尼亚扁脸人
- 76 南方古猿阿尔法种
- 86 南方古猿非洲种
- 92 南方古猿惊奇种
傍人埃塞俄比亚种
- 93 傍人粗壮种
南方古猿源泉种



A Dorling Kindersley Book
www.dk.com

Original Title: Evolution The Human Story

Copyright © 2011 Dorling Kindersley Limited, London

The Publisher shall check the above copyright details against the title page of the UK edition of the Work and make any amendments that may be required in order to ensure that these details match those contained in the UK edition.

本书中文简体版专有出版权由 Dorling Kindersley Limited 授予电子工业出版社。未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字：01-2013-0457

图书在版编目 (CIP) 数据

人类进化 / (英) 罗伯茨 (Roberts, A.) 等著; 魏偏偏, 方园译.

北京: 电子工业出版社, 2016.7

书名原文: Evolution the human story

ISBN 978-7-121-28615-5

I. 1 人… II. 1 罗… 2 魏… 3 方… III. 1 人类进化-少儿读物

IV. 1 Q981.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第081326号

策划统筹: 张戈 王树伟

策划编辑: 赵静 苏琪

责任编辑: 徐艳丽 苏琪

封面设计: 孙莹

版式设计: 许建华

印刷: 鸿博昊天科技有限公司

装订: 鸿博昊天科技有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开本: 889×1194 1/12 印张: 21.5 字数: 774千字

版次: 2016年7月第1版

印次: 2017年3月第2次印刷

定价: 158.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,

请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系,

联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn,

盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

目录

09 了解我们的过去

- 10 回到过去
- 14 地质记录
- 16 什么是化石
- 22 寻找我们的祖先
- 24 科技考古学
- 26 拼接
- 28 骨架复活
- 30 重建
- 32 行为解释

35 灵长类动物

- 36 进化
- 38 分类学
- 40 最早的灵长类
- 44 新大陆猴
- 46 早期猿类和旧大陆猴
- 50 现代猿
- 54 猿类和人类

57 人科

- 58 人类进化
- 60 系谱图
- 62 撒海尔人乍得种
- 68 原初人图根种
地猿
- 70 地猿始祖种
- 74 南方古猿湖畔种
- 75 南方古猿羚羊河种
肯尼亚扁脸人
- 76 南方古猿阿尔法种
- 86 南方古猿非洲种
- 92 南方古猿惊奇种
傍人埃塞俄比亚种
- 93 傍人粗壮种
南方古猿源泉种

94 傍人鲍氏种

98 能人

108 格鲁吉亚人

114 匠人

122 直立人

128 先驱种

134 海德堡人

142 弗洛勒斯人

150 尼安德特人

160 智人

172 头部的对比

175 走出非洲

176 人类的迁徙

178 人类迁徙的遗传学证据

180 早期人科的迁徙

182 最后的古老型人类

184 新物种的出现

187 沿海岸线向东

189 占领欧洲

190 欧洲的尼安德特人和现代人

192 北亚和东亚

194 新大陆

196 大洋洲

199 从狩猎者到农耕者

201 冰期之后

202 狩猎—采集者

204 岩石艺术

206 从寻觅到生产

208 亚洲西部和南部的农耕者

210 哥贝克力山丘

212 非洲的农耕者

214 亚洲东部的农耕者

216 欧洲的农耕者

218 美洲的农耕者

220 向动物索取更多

222 手工艺的发展

225 金属加工术

226 贸易

228 宗教信仰

230 纽格莱奇墓

232 第一个国家

234 美索不达米亚和印度河流域

236 乌尔基座

238 古埃及

240 中国的商朝

242 美洲文明

244 术语表

248 致谢

作者和顾问

了解我们的过去

作者：迈克尔·本顿，英国布里斯托大学脊椎动物学教授

顾问：菲奥娜·科沃德（见人科）；保罗·奥希金斯，英国赫尔约克医学院解剖学教授

灵长类动物

作者：科林·格鲁夫，澳大利亚国立大学考古与人类学系教授

顾问：埃里克·萨吉斯，耶鲁大学人类学教授、美国皮博迪自然历史博物馆古脊椎动物馆馆长

人科

作者：凯特·罗伯森-布朗，英国布里斯托大学考古与人类系生物人类学高级讲师；菲奥娜·科沃德，英国伦敦皇家霍洛威大学地质系研究员、伦敦大学考古研究所访问学者

顾问：卡特琳娜·哈尔瓦蒂，德国埃伯哈德卡尔图宾根大学人类演化和古生态森根堡中心以及早期史前史和中世纪考古学研究所古人类系主任

走出非洲

作者：爱丽丝·罗伯茨，英国全民医疗服务外科学院塞文河校区解剖系主任、赫尔约克医学院研究员、布里斯托大学考古与人类系荣誉成员

顾问：史蒂芬·奥本海默，任职于英国牛津大学人类学系

从狩猎者到农耕者

作者：简·麦肯托斯，英国剑桥大学亚洲和中东地区研究中心高级副研究员

顾问：彼得·博古茨基，美国普林斯顿大学工程和应用科学院本科事务管理副院长

译者简介

魏偏偏：中科院古脊椎动物与古人类研究所博士，主要研究领域为古人类学

方园：中科院古脊椎动物与古人类研究所博士，主要研究领域为古人类学

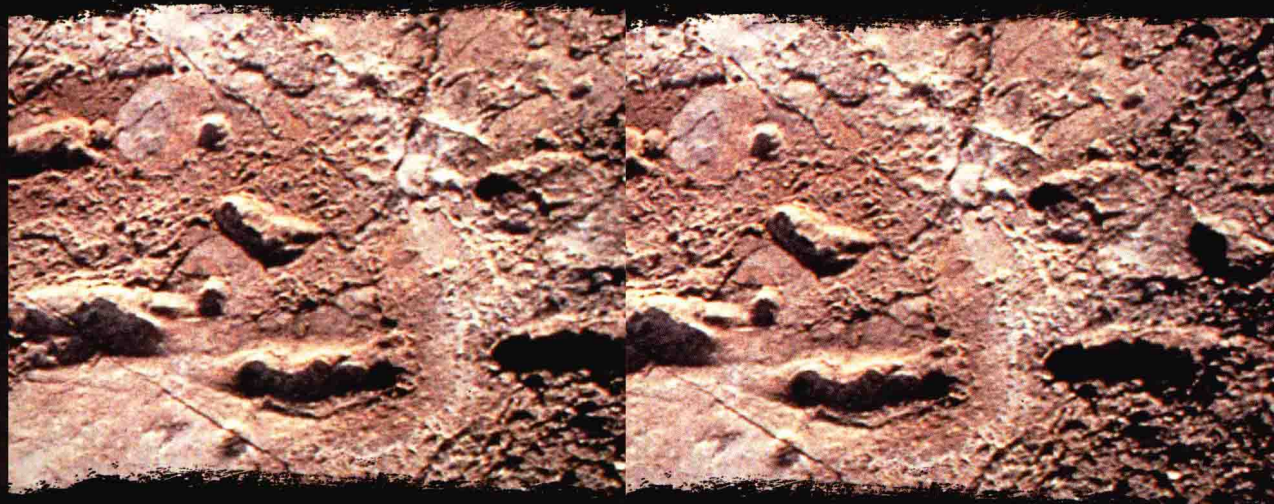
特别鸣谢

吴秀杰：中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员，中科院古脊椎所博士，美国辛辛那提大学、美国佛罗里达州立大学、美国哥伦比亚大学和美国自然历史博物馆访问学者，主要从事古人类学研究，主持国家自然科学基金“中国古人类脑的演化特点及其与认知能力关系的探讨”等项目，曾获中国科学院院长优秀奖、中国科学院王宽诚教育基金会优秀女科学家专项奖等。



小学生百科全书

人类进化







小学生百科全书

人类进化

[英] 爱丽丝·罗伯茨 等著

魏偏偏 方园 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



Penguin
Random
House

A Dorling Kindersley Book
www.dk.com

Original Title: Evolution The Human Story

Copyright © 2011 Dorling Kindersley Limited, London

The Publisher shall check the above copyright details against the title page of the UK edition of the Work and make any amendments that may be required in order to ensure that these details match those contained in the UK edition.

本书中文简体版专有出版权由 Dorling Kindersley Limited 授予电子工业出版社。未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字：01-2013-0457

图书在版编目 (CIP) 数据

人类进化 / (英) 罗伯茨 (Roberts, A.) 等著; 魏偏偏, 方园译.

北京: 电子工业出版社, 2016.7

书名原文: Evolution the human story

ISBN 978-7-121-28615-5

I. 1 人… II. 1 罗… 2 魏… 3 方… III. 1 人类进化 - 少儿读物

IV. 1 Q981.1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第081326号

策划统筹: 张 戈 王树伟

策划编辑: 赵 静 苏 琪

责任编辑: 徐艳丽 苏 琪

封面设计: 孙 莹

版式设计: 许建华

印 刷: 鸿博昊天科技有限公司

装 订: 鸿博昊天科技有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

开本: 889×1194 1/12 印张: 21.5 字数: 774千字

版 次: 2016年7月第1版

印 次: 2017年3月第2次印刷

定 价: 158.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,
请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系,

联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn,

盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

目录

09 了解我们的过去

- 10 回到过去
- 14 地质记录
- 16 什么是化石
- 22 寻找我们的祖先
- 24 科技考古学
- 26 拼接
- 28 骨架复活
- 30 重建
- 32 行为解释

35 灵长类动物

- 36 进化
- 38 分类学
- 40 最早的灵长类
- 44 新大陆猴
- 46 早期猿类和旧大陆猴
- 50 现代猿
- 54 猿类和人类

57 人科

- 58 人类进化
- 60 系谱图
- 62 撒海尔人乍得种
- 68 原初人图根种
地猿
- 70 地猿始祖种
- 74 南方古猿湖畔种
- 75 南方古猿羚羊河种
肯尼亚扁脸人
- 76 南方古猿阿尔法种
- 86 南方古猿非洲种
- 92 南方古猿惊奇种
傍人埃塞俄比亚种
- 93 傍人粗壮种
南方古猿源泉种

94	傍人鲍氏种
98	能人
108	格鲁吉亚人
114	匠人
122	直立人
128	先驱种
134	海德堡人
142	弗洛勒斯人
150	尼安德特人
160	智人
172	头部的对比

175 走出非洲

176	人类的迁徙
178	人类迁徙的遗传学证据
180	早期人科的迁徙
182	最后的古老型人类
184	新物种的出现
187	沿海岸线向东
189	占领欧洲
190	欧洲的尼安德特人和现代人
192	北亚和东亚
194	新大陆
196	大洋洲

199 从狩猎者到农耕者

201	冰期之后
202	狩猎—采集者
204	岩石艺术
206	从寻觅到生产
208	亚洲西部和南部的农耕者
210	哥贝克力山丘
212	非洲的农耕者
214	亚洲东部的农耕者

216	欧洲的农耕者
218	美洲的农耕者
220	向动物索取更多
222	手工艺的发展
225	金属加工术
226	贸易
228	宗教信仰
230	纽格莱奇墓
232	第一个国家
234	美索不达米亚和印度河流域
236	乌尔基座
238	古埃及
240	中国的商朝
242	美洲文明
244	术语表
248	致谢

作者和顾问

了解我们的过去

作者：**迈克尔·本顿**，英国布里斯托大学脊椎动物学教授

顾问：**菲奥娜·科沃德**（见人科）；**保罗·奥希金斯**，英国赫尔约克医学院解剖学教授

灵长类动物

作者：**科林·格鲁夫**，澳大利亚国立大学考古与人类学系教授

顾问：**埃里克·萨吉斯**，耶鲁大学人类系教授、美国皮博迪自然历史博物馆古脊椎动物馆馆长

人科

作者：**凯特·罗伯森-布朗**，英国布里斯托大学考古与人类系生物人类学高级讲师；**菲奥娜·科沃德**，英国伦敦皇家霍洛威大学地质系研究员、伦敦大学考古研究所访问学者

顾问：**卡特琳娜·哈尔瓦蒂**，德国埃伯哈德卡尔斯图宾根大学人类演化和古生态森根堡中心以及早期史前史和中世纪考古学研究所古人类系主任

走出非洲

作者：**爱丽丝·罗伯茨**，英国全民医疗服务外科学院赛文河校区解剖系主任、赫尔约克医学院研究员、布里斯托大学考古与人类系荣誉成员

顾问：**史蒂芬·奥本海默**，任职于英国牛津大学人类学系

从狩猎者到农耕者

作者：**简·麦肯托斯**，英国剑桥大学亚洲和中东地区研究中心高级副研究员

顾问：**彼得·博古茨基**，美国普林斯顿大学工程和应用科学院本科事务管理副院长

译者简介

魏偏偏：中科院古脊椎动物与古人类研究所博士，主要研究领域为古人类学

方园：中科院古脊椎动物与古人类研究所博士，主要研究领域为古人类学

特别鸣谢

吴秀杰：中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员，中科院古脊椎所博士，美国辛辛那提大学、美国佛罗里达州立大学、美国哥伦比亚大学和美国自然历史博物馆访问学者，主要从事古人类学研究，主持国家自然科学基金“中国古人类脑的演化特点及其与认知能力关系的探讨”等项目，曾获中国科学院院长优秀奖、中国科学院王宽诚教育基金会优秀女科学家专项奖等





前言

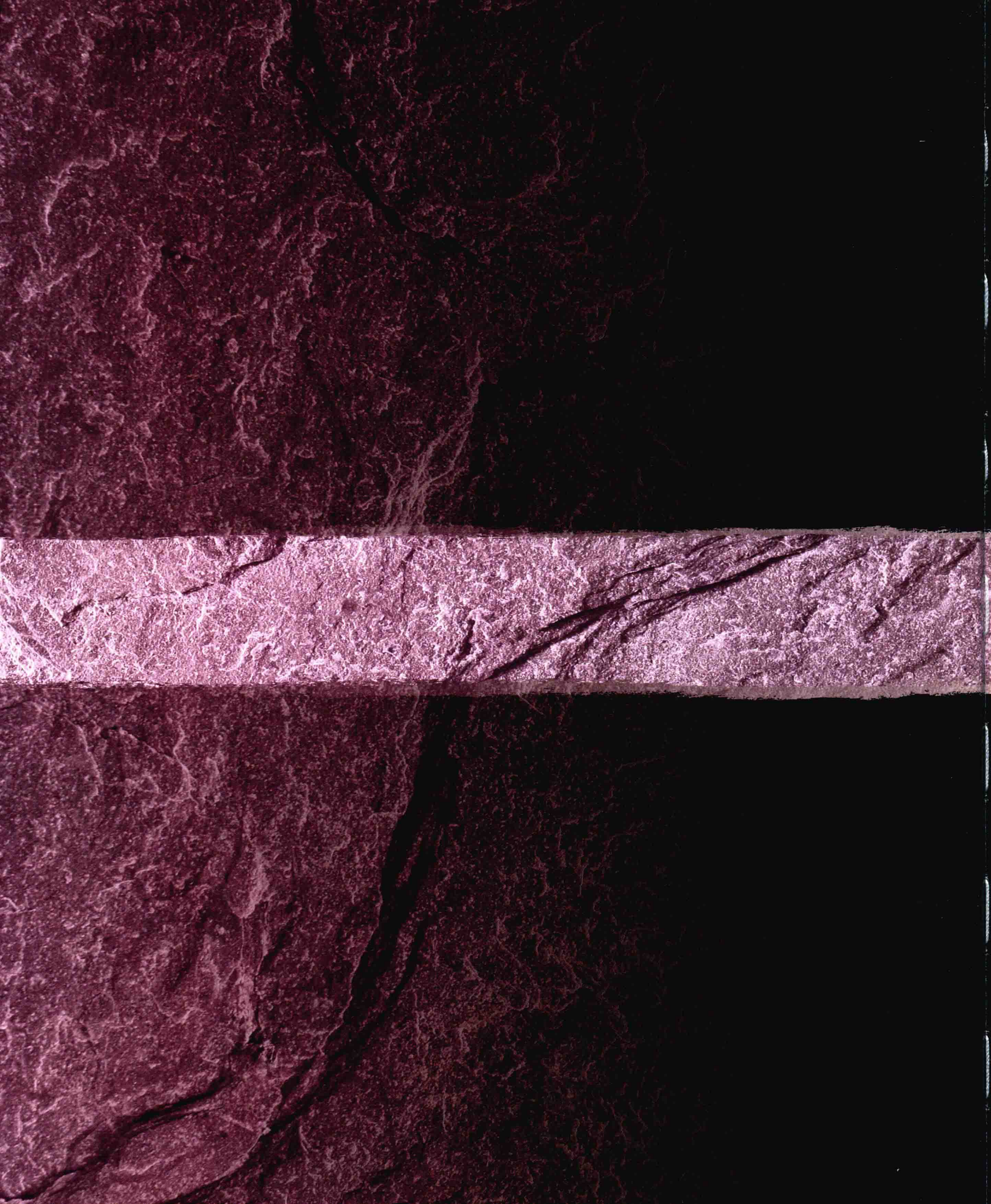
人类可以意识到自我，我们都有强烈的来源于人类特有的自我意识，这使得我们不禁自问：我们是谁？来自何方？不像其他动物，人类似乎有着非常迫切的愿望想去了解我们自身。

几千年来，人类一直在试图回答关于自身起源、人类在自然界中的位置，以及人与其他生物之间的联系等一系列问题。宗教和哲学可能会提供一些探索此类问题的方法，但是科学则促使我们在自身周围以及我们所存在的世界中去找寻证据和答案。对于这些古老问题，实验的方法已经揭露了很多过去的秘密，它带我们回到遥远的古代，探究人类的系谱图，邂逅早已逝去的祖先。进化的观点让我们对自身有了更加深刻的了解，将我们作为一个物种放置在生物及生态的大背景之下。

人类是灵长类动物，本书将由介绍人类的近亲开始。接下来的一个章节我们就将去往人类进化树的根部，在那儿我们会“见到”人类的祖先——肯尼斯兄弟（我一直很钦佩他们巧妙的重建）制作了许多非凡的、栩栩如生的关于人类祖先的三维肖像。随后，我们会回顾一下人类走出非洲之后的扩张情况，进一步探讨人类生活方式的变化以及冰期来临之际人类的生存状况。最后，我们将一起追溯全球古老文明的出现。

这不是一个人类从自然界脱颖而出、统治全球，直至主宰自然界的历程，也不是一个从树栖生活到伟大文明出现的必然的线性进程。随着时间的推移，自然选择尽管会使生物的多样性不断增加，但这一变化并不是一个完全进步的过程。进化以一种不可预测且令人惊讶的方式，揭示出人类在地球上的出现并非必然。这一既令人感到谦卑又奇妙的意外收获，奠定了人类文明最伟大的成就的基石。

爱丽丝·罗伯茨



了解我们的过去

现代人的源头可以追溯至几百万年前。最初的证据来自化石——骨架、头骨和一些骨骼片断。通常认为，化石可以为我们提供的线索很少，很多关于人类进化的说法都是臆测。然而，科学家们却用很多方法从古老的骨骼及其所处的环境中提取到了微小的信息。目前，这一领域的法医学及实验工作，已经能够就我们的祖先如何生存提供比较深入的见解。

回到过去

从地球形成的久远年代直至几百万年前，地质学家们研究的对象主要是地质残留和地球本身。现在，他们对于地球表面几百万年来的变化已经了解了很多，并且可以更加准确地对地表的岩石进行测年。

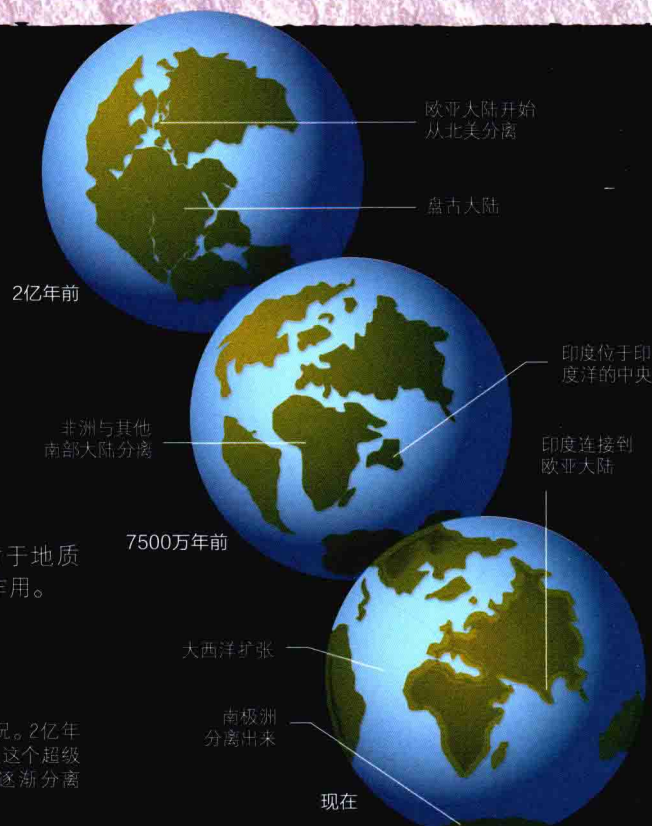
地质年代

地球诞生于大约45亿年前，由宇宙中的冷凝物质形成。起初，整个星球是液态的，并没有固态地壳、水以及空气。5亿年前以来，地球表面逐渐冷却形成岩石，之后随着地表的进一步冷却，海洋汇聚形成。最早的简单的微生物出现在36亿年前。在其后的3亿多年间，生命仍然保持着相对简单的构造，并从微观逐渐进化到了可见形态——这整个时期被地质学家们称为前寒武纪。由于随后5.44亿年间的化石遗存非常丰富，因此人们对于地质时期余下这段部分了解得也更为详尽。化石不但帮助我

们了解各时期的生命动态，而且对于地质年代表的制定也发挥着必不可少的作用。

形状的变化

右图显示了大陆板块随时间变化的漂移情况。2亿年前，所有的大陆都连在一起，非洲和印度也是这个超级大陆的组成部分。后来，不同的大陆板块逐渐分离开来。



前寒武纪



地质年代的划分

地质年代分为期和纪，这些期和纪大部分是在18世纪三四十年代被命名的。这一划分标准目前仍在不断的完善和变化中。

古生代

寒武纪

5.35亿年前 鱼出现

奥陶纪

4.85亿年前 脊椎动物出现

4.5亿年前 陆生节肢动物出现

志留纪

4.25亿年前 陆生植物出现

3.75亿年前 两栖动物、空棘鱼出现

泥盆纪

3.8亿年前 蜘蛛出现

5.44亿年前

4.883亿年前

4.437亿年前

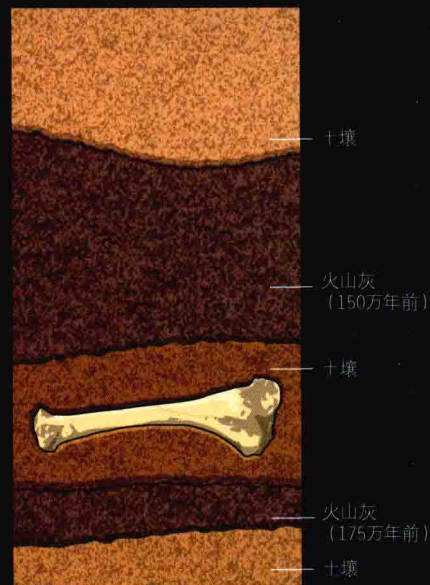
4.16亿年前

确定年代表

标准的地质年代表是依据地质学与化石研究间的关系以及地区的绝对测年表来制定的。区域地质研究开始于200年前，当时英国、法国和德国的考古学家注意到岩石层是以可预测的顺序出现，而这些顺序通常可以通过其所包含的特殊化石来鉴别（见第15页）：相同的化石，其岩石年代相同。这样，来自不同地方的无数化石之间的相关性就构成了一个详尽的几百万年的地质年代表。

绝对测年

准确的地质年代测量源自特定岩石中的放射性矿物，特别是沉积物中的火山灰。当熔化的火山灰沉积时，新形成的矿物自身结构发生固结，其后经过数百万年的时间，铀（左图）或钾等放射性物质以可预测的速度发生着衰变。在根据已知的衰变速率进行校准后，通过将最初的矿物（母）与衰变后的产物（子）进行比照，我们就可以获得该岩石的年龄了。碳-14测年是另一种基于衰变原理而探索出的放射性测年方法，但是它仅适用于测量5万年之内的有机物质。



化石定年

化石定年是通过放射性同位素的方法来确定与化石年代最为接近的火成岩的年代，例如作为地层一部分的熔岩和火山灰。通过对化石上部与下部的火成岩年代的测定，为我们提供了一个关于化石年龄的可能区间（最大和最小年龄）。



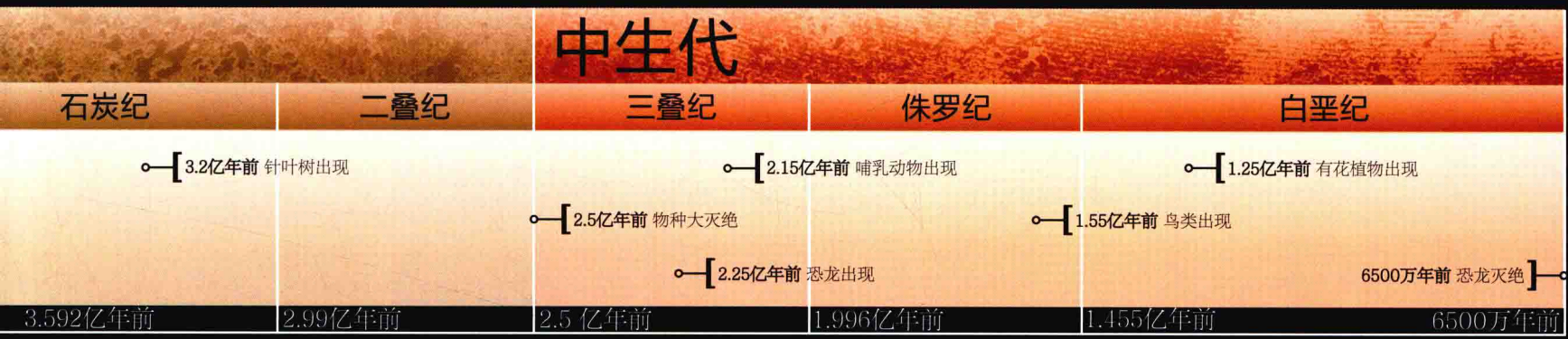
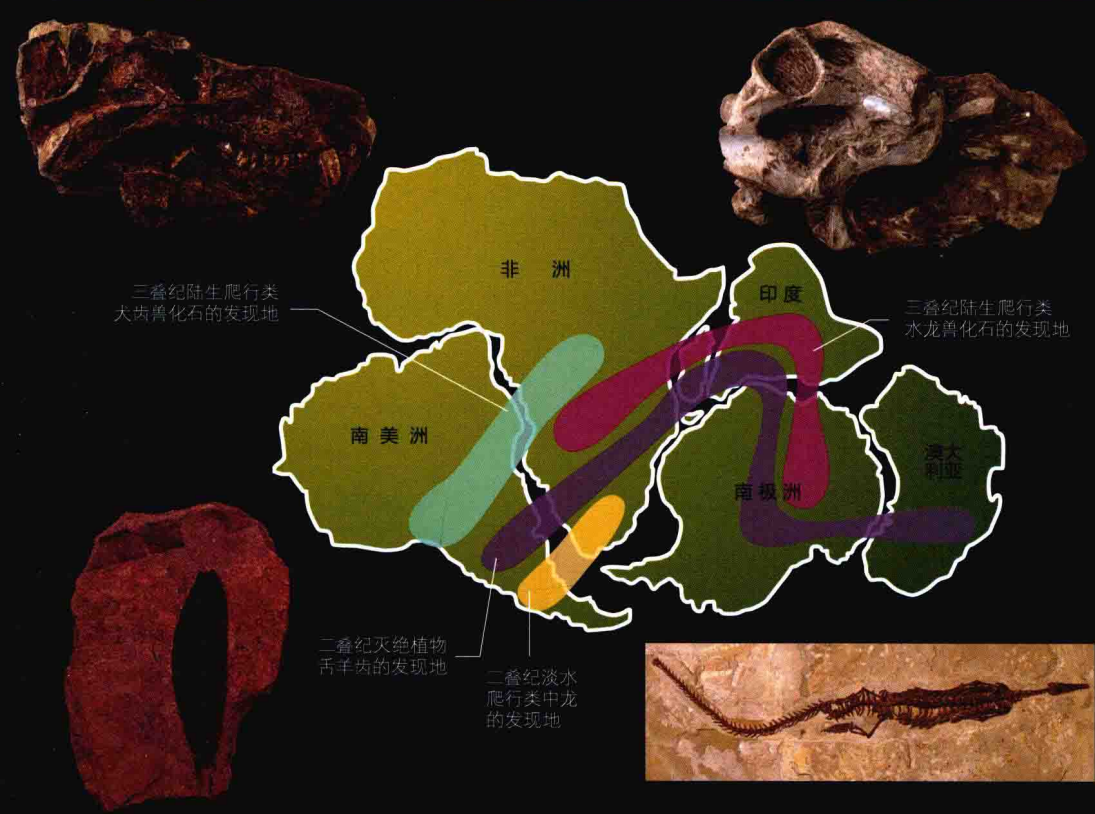
构造地质学和生命

大陆漂移假说是由德国气象学家阿尔弗雷德·魏格纳（1880—1930）于1912年根据两方面证据所提出来的。首先，他注意到大西洋两侧海岸线的高度匹配性，比如南美洲东海岸为何会与非洲西海岸相吻合。对此，他假设大西洋起初并不存在，所有的大陆连在一起形成了一个超级大陆，即盘古大陆（在古希腊语中意为“全世界”）。这一假设经由他所观察到的可追溯至大约2.5亿年前二叠纪与三叠纪时期的横贯南部大陆的相同岩石和化石得以证实。

起初，地质学家们反对大陆漂移观点，因为似乎没有任何证据可以表明大陆板块能够移动。但是，19世纪五六十年代的证据显示了地壳之下缓慢移动的熔融状态的岩浆是如何驱动这一过程的。

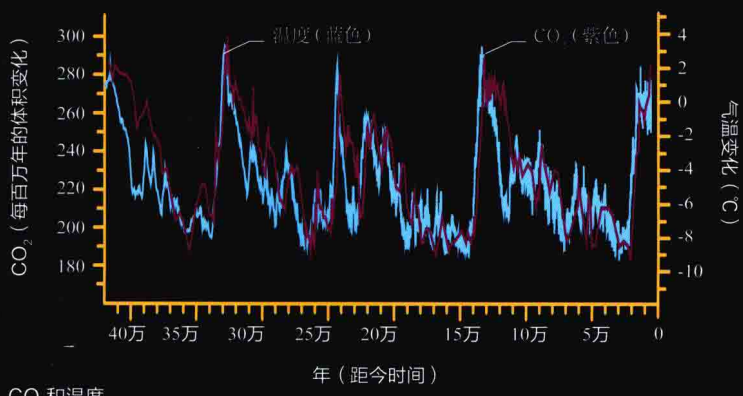
漂移大陆上的生物

同一物种的化石被发现于不同的大陆上，这表明这些区域曾经是相连的。比如，爬行动物中龙被发现于非洲以及南美洲，而这两个大洲刚好可以拼合起来。



变化的气候

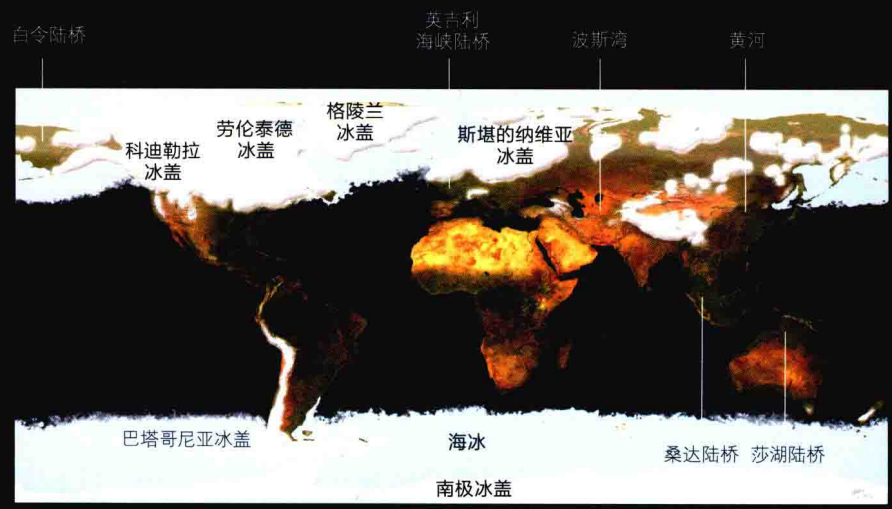
人们习惯于记录使农作物生长受扰乱的极端气候，而这些历史记录显示了数千年乃至数万年间气温的重大变化。通过对钻取于冰原和冰川的冰芯的化学成分进行研究，我们不妨回顾一下40万年或者更久时间段内详尽的气温波动。这些记录显示了伴随北极冰盖的扩张和收缩，冰期和间冰期的循环情况。另外，地质学家们也可以通过研究湖泊和洋底沉积物、珊瑚化石和树木化石的年轮来了解几百万年来气候的变化。

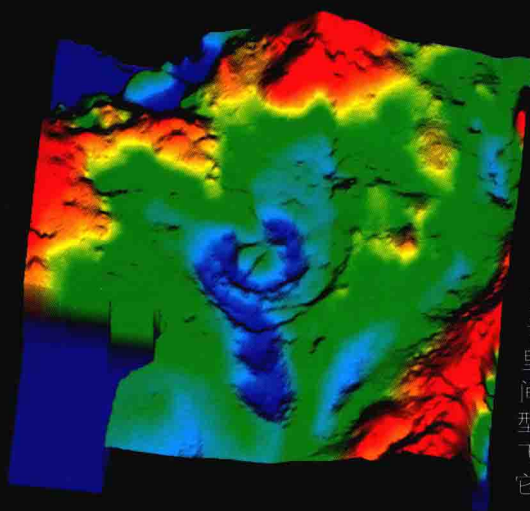


CO₂和温度
CO₂曲线（上图，来自南极冰芯文件）显示了在过去40万年间四个主要的气候循环、与温度峰值相关的波峰（间冰期）及标志着冰期的波谷的情况。末次冰期结束于1.2万年前。

末次冰期

气候变化的极端实例出现于第四纪冰期。末次冰期以西伯利亚、欧洲、加拿大极地冰盖的扩张为标志，当时较小的冰盖从落基山、阿尔卑斯山和喜马拉雅山向外进行着扩张。





希克苏鲁伯陨石坑

上图是埋藏陨石坑的三维地球物理复原图。该陨石坑位于墨西哥的南部，一部分暴露于陆地上，一部分处在海中。陨石坑直径超过150千米，并且据显示，它是由一个直径约为10千米的小行星撞击而成的。

生命之旅

新生代以恐龙的灾难性大灭绝（白垩纪-第三纪灭绝）开始，这一灭绝可能是由大陨石撞击现今墨西哥南部引发的。与此同时，这一时期也以海洋和陆地上许多动植物的大范围灭绝及大量减少为主要特征。新生代在几近荒芜的世界中起始。恐龙的灭绝留下生态位的空缺，这对于动植物的进化来说充满了机遇。而在新生代最初的2000万年里，哺乳动物不一定是主要的受益者。在此期间，在世界上不同地方，高等食肉动物被大型鸟类及鳄鱼所取代。在欧洲和北美，不会飞的大型鸟类以马的祖先为食；在南美，它们则以其他大小类似犬的哺乳动物为

红杉

新生代时期，欧美红杉遍布美洲中西部，那时候的天气温暖湿润。而现代的干旱气候导致了这一物种的灭绝。

在基部两侧对称排列的叶片



草原的扩张

在恐龙生活的时期，气候非常温暖。大约1亿年前，地球上的气温开始持续走低，此后的新生代则是一段由寒冷所主导的时期。当极地气候变冷，大陆的中心地带则变得更为干燥了。某些情况下，这导致了沙漠的形成；而在另外一些情况下，也会导致草原的扩张。随着2500万~2000万年前全球草原面积的增长，草开始像今天一样变得弥足重要。随后，在大约1500万年前，极地冰盖出现。冰盖一旦形成便会自行增长：起初，冬季少量的冰积物到了夏季就会融化，但是当冰的覆盖面变得足够大，它们就会反射阳光，以此来保持自身的温度低于当地气温（这被称为反射效应），从而阻止冰的融化。

代
时
期

气
候

生
命

地
质
事
件

新生代

老第三纪 6550万~2303万年前

