

Mc  
Graw  
Hill  
Education

美国高中主流理科教材

科学发现者

# 地球科学

[美] 弗朗西斯科·博雷罗 等著 段玉山 等 译

## 地质学、环境与宇宙

第二版



*Earth Science*

*Geology, the Environment and the Universe*

下册

 浙江教育出版社  
ZHEJIANG EDUCATION PUBLISHING HOUSE

美国高中主流理科教材

科学发现者

# 地球科学

## 地质学、环境与宇宙

### 第二版



[美] 弗朗西斯科·博雷罗 等著

段玉山 张佳琦 缪鑫 陈敏 侯璐 任苏蕊 朱琳 译

班武奇 郭剑峰 审校

*Earth Science*

*Geology, the Environment and the Universe*

下册

浙江教育出版社·杭州

图书在版编目(CIP)数据

科学发现者. 地球科学: 第二版: 全3册 / (美) 弗朗西斯科·博雷罗等著; 段玉山等译. — 杭州: 浙江教育出版社, 2018. 10

ISBN 978-7-5536-7473-5

I. ①科… II. ①弗… ②段… III. ①地球科学—高中—教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第229175号

科学发现者

地球科学 地质学、环境与宇宙 (第二版)

KEXUE FAXIAN ZHE DIQIU KEXUE DIZHI XUE HUANJING YU YUZHOU(DI ER BAN)

出版发行 浙江教育出版社(杭州市天目山路40号 邮编 310013)

原著名 Earth Science Geology, the Environment and the Universe

原出版 McGraw-Hill Education

翻译 段玉山 张佳琦 缪鑫 陈敏 侯璐

任苏蕊 朱琳

审校 班武奇 郭剑峰

责任编辑 杨艳

封面设计 曾国兴

责任校对 余晓克

责任印务 沈久凌

印刷 杭州富春印务有限公司

开本 787 mm × 1092 mm 1/16

印张 60

字数 1 610 000

版次 2018年10月第1版

印次 2018年10月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5536-7473-5

审图号 GS(2018)4537号

定价 180.00元(上、中、下册)

联系电话: 0571-85170300-80928

网址: www.zjeph.com

本书封底贴有麦格劳-希尔公司激光防伪标签,无标签者不得销售。

## 第6单元

### 地质年代

<b>第21章 化石和岩石记录</b> .....	<b>588</b>
<b>起步实验</b> 化石如何形成? .....	588
<b>第1节 岩石记录</b> .....	590
<b>第2节 岩石的相对年龄测定</b> .....	595
<b>迷你实验</b> 确定相对年龄 .....	597
<b>技能实验</b> 图表解读 .....	599
<b>第3节 岩石的绝对年龄测定</b> .....	601
<b>第4节 化石遗迹</b> .....	606
<b>地球科学与技术</b> 钻探过去 .....	610
<b>地学实验</b> 解读塑造地球历史的事件 .....	611

<b>第22章 前寒武纪的地球</b> .....	<b>618</b>
<b>起步实验</b> 如何利用不同密度的液体模拟早期的地球? ..	618
<b>第1节 早期的地球</b> .....	620
<b>第2节 地壳和陆地的形成</b> .....	623
<b>第3节 大气和海洋的形成</b> .....	628
<b>技能实验</b> 计算收益 .....	630
<b>迷你实验</b> 模拟红层的形成 .....	631
<b>第4节 地球上的早期生命</b> .....	633
<b>地球科学与技术</b> 火星微环境 .....	638
<b>地学实验</b> 绘制陆地的增长 .....	639

<b>第23章 古生代、中生代和新生代</b> .....	<b>646</b>
<b>起步实验</b> 石油是怎样储藏在岩石中的? .....	646
<b>第1节 古生代</b> .....	648
<b>数据分析实验</b> 解释图表 .....	652
<b>迷你实验</b> 模拟大陆架地区 .....	653
<b>第2节 中生代</b> .....	655
<b>第3节 新生代</b> .....	660
<b>探险现场</b> 挖掘恐龙 .....	666
<b>地学实验</b> 解答恐龙化石之谜 .....	667

## 第7单元 资源与环境

### 第24章 地球资源 ..... 676

起步实验 在教室里,你使用了哪些自然资源? .....	676
第1节 自然资源 .....	678
第2节 地壳中的资源 .....	682
第3节 大气资源 .....	687
数据分析实验 解读图表 .....	688
第4节 水资源 .....	693
迷你实验 确定水的硬度 .....	695
<b>地球科学与社会</b> 水的价值 .....	698
地学实验 监控日常用水 .....	699

### 第25章 能源 ..... 706

起步实验 你能确定能量的来源吗? .....	706
第1节 传统能源 .....	708
迷你实验 模拟石油的流动 .....	712
第2节 新能源 .....	714
第3节 能源的保护 .....	720
数据分析实验 制作和使用图表 .....	722
<b>地球科学与环境</b> 细菌的力量 .....	724
地学实验 设计一个能量高效利用的建筑 .....	725

### 第26章 人类对地球资源的影响 ..... 732

起步实验 教室里的物品都用到了哪些资源? .....	732
第1节 生物种群及其对自然资源的利用 .....	734
第2节 人类对土地资源的影响 .....	737
迷你实验 模拟养分流失 .....	740
第3节 人类对大气资源的影响 .....	743
数据分析实验 数据解读 .....	746
第4节 人类对水资源的影响 .....	748
<b>地球科学与技术</b> 测量和模拟气候变化 .....	751
地学实验 查明污染物的来源 .....	752

## 第8单元

# 地球之外

## 第27章 太阳—地球—月球系统 ..... 762

- 起步实验 如何建立日—地—月系统的模型? ..... 762
- 第1节 天文学的工具 ..... 764
- 第2节 月球 ..... 770
- 第3节 日—地—月系统 ..... 775
  - 迷你实验 预测夏至日时太阳的位置 ..... 776
  - 技能实验 解读科学图像 ..... 782
- 探险现场 生活在太空 ..... 785
- 地学实验 鉴定月貌的相对年龄 ..... 786

## 第28章 太阳系 ..... 794

- 起步实验 从太空探索中我们能学到什么? ..... 794
- 第1节 太阳系的形成 ..... 796
  - 迷你实验 探究离心率 ..... 801
- 第2节 内行星 ..... 804
  - 技能实验 开普勒第三定律的应用 ..... 807
- 第3节 外行星 ..... 811
- 第4节 太阳系中的其他天体 ..... 816
- 地球科学与技术 太阳系中的水 ..... 820
- 地学实验 模拟太阳系 ..... 821

## 第29章 恒星 ..... 828

起步实验 如何观测太阳黑子? .....	828
第1节 太阳 .....	830
数据分析实验 数据解读 .....	835
第2节 观测恒星 .....	837
迷你实验 模拟视差 .....	843
第3节 恒星的演化 .....	847
地球科学与技术 空间气象和地球 .....	852
地学实验 鉴别恒星的光谱线 .....	853

## 第30章 星系与宇宙 ..... 860

起步实验 银河系有多大? .....	860
第1节 银河系 .....	862
第2节 河外星系 .....	869
迷你实验 模拟宇宙膨胀 .....	873
技能实验 绘制并使用图表 .....	874
第3节 宇宙学 .....	878
地球科学与技术 黑洞是“绿色”的? .....	882
地学实验 星系的分类 .....	883



<b>技能手册</b> .....	<b>891</b>
解决问题的技能 .....	891
比较 .....	891
分析信息 .....	892
综合信息 .....	893
记笔记和列提纲 .....	894
理解因果关系 .....	895
阅读时间轴 .....	896
分析媒体来源 .....	897
图像化处理 .....	898
掌握辩论技巧 .....	899
数学技能 .....	900
采用国际单位制(SI)测量 .....	900
温度的转换 .....	900
表格的绘制与使用 .....	901
图象的绘制与使用 .....	901
<b>参考手册</b> .....	<b>904</b>
实验室安全守则 .....	904
世界地形图 .....	906
地形图图标 .....	908
气象云图图标 .....	909
元素周期表 .....	910
相对湿度 .....	911
矿物 .....	912
常见的岩石 .....	914
太阳系数据表 .....	915

# 地质年代

## 单元内容

- 21 化石和岩石记录
- 22 前寒武纪的地球
- 23 古生代、中生代和新生代



## 地球科学 相关职业

### 古生物学家

这位古生物学家正在挖掘 23 000 年前死亡的猛犸象的残骸。古生物学家在野外花费了大量时间，他们利用化石来还原地球的历史。

## 化石和岩石记录

**本章大意** 科学家们运用不同的方法来了解地球漫长的历史。

### 内容提要

- 1 岩石记录
- 2 岩石的相对年龄测定
- 3 岩石的绝对年龄测定
- 4 化石遗迹

### 起步实验

科学实验室

#### 化石如何形成？

你在博物馆参观时是否曾看到一个巨大的霸王龙骨骼化石？骨骼或身体其他坚硬的部分被泥、沙或其他沉积物迅速掩埋后，它们从沉积物中吸收矿物，经过很长时间的石化作用，最后变成化石。化石为恐龙及其他远古生物的存在提供了证据。在本实验中，你将模拟化石的形成过程。

#### 实验步骤

1. 阅读并遵守实验室安全守则。
2. 剪掉塑料牛奶瓶的顶部，倒入 500 mL 沙子。
3. 在沙子中间埋一块海绵。
4. 在一个 500 mL 的烧杯中倒入 250 mL 热水。
5. 量取 100 mL 食盐，将食盐倒入装有热水的烧杯，并用搅拌棒搅拌均匀。
6. 将盐水倒入装有沙子的牛奶瓶，把牛奶瓶放在阳光下晒 5~7 天，保证它不受其他因素干扰。
7. 挖出你的海绵化石。

#### 实验分析

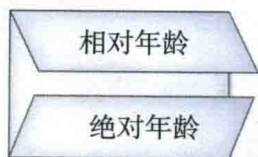
1. **描述** 在你的科学笔记中，描述海绵发生了什么情况。
2. **解释** 这个活动是如何模拟化石形成的？

### 折叠式

#### 学习卡

#### 相对年龄与绝对年龄

根据下图所示，制作一张两格折纸，并用它来整理你学习相对年龄和绝对年龄过程中的笔记。





脊椎动物化石

这块位于南达科他州荒地国家公园的土地曾被广阔的森林、沼泽和草地所覆盖。两千万年前,短吻鳄、骆驼和犀牛的祖先就在这里生活、繁衍。



古生物学挖掘化石



## 本节主旨

科学家通过梳理地质时间来讨论地球的历史。

## 核心问题

- 为什么科学家需要地质年代表?
- 如何划分宙、代、纪、世?
- 在地球历史上,不同代占据优势的植物或动物群落各是什么?

## 关键术语

地质年代表

宙

前寒武纪

代

纪

世

物种灭绝

## 地球科学

在你身边

想象一下,如果没有将时间划分成月、周、天、时和分,和朋友约见面时间将是一件多么困难的事情。通过把地质时间编制成不同的时间单元,地质学家们就可以更方便地讨论地球历史上发生的事件。

## 时间整理

沿着科罗拉多大峡谷拾级而上,你会发现峡谷的谷壁是由彩色的岩层组成的,如图21-1所示。岩层,也称地层。有些岩层中包含化石,即古生物的残骸、遗迹。通过研究岩层的特征和它们所包含的化石,地质学家就可以追溯地球的历史,解释古环境。

为了方便分析地球上的岩石,地质学根据岩石中所含的化石将地球的历史划分为不同的时间单元。这些时间单元组成了**地质年代表 (geologic time scale)**,它是地球从46亿年前形成之初到现在的历史记录。从1795年第一个地质年代——侏罗纪被命名开始,对地质年代的补充和完善工作一直在进行。几个世纪以来,有一些时间单元始终保持不变,另外一些则随着科学家们认识的加深而得以修正。地质年代表如图21-2所示。

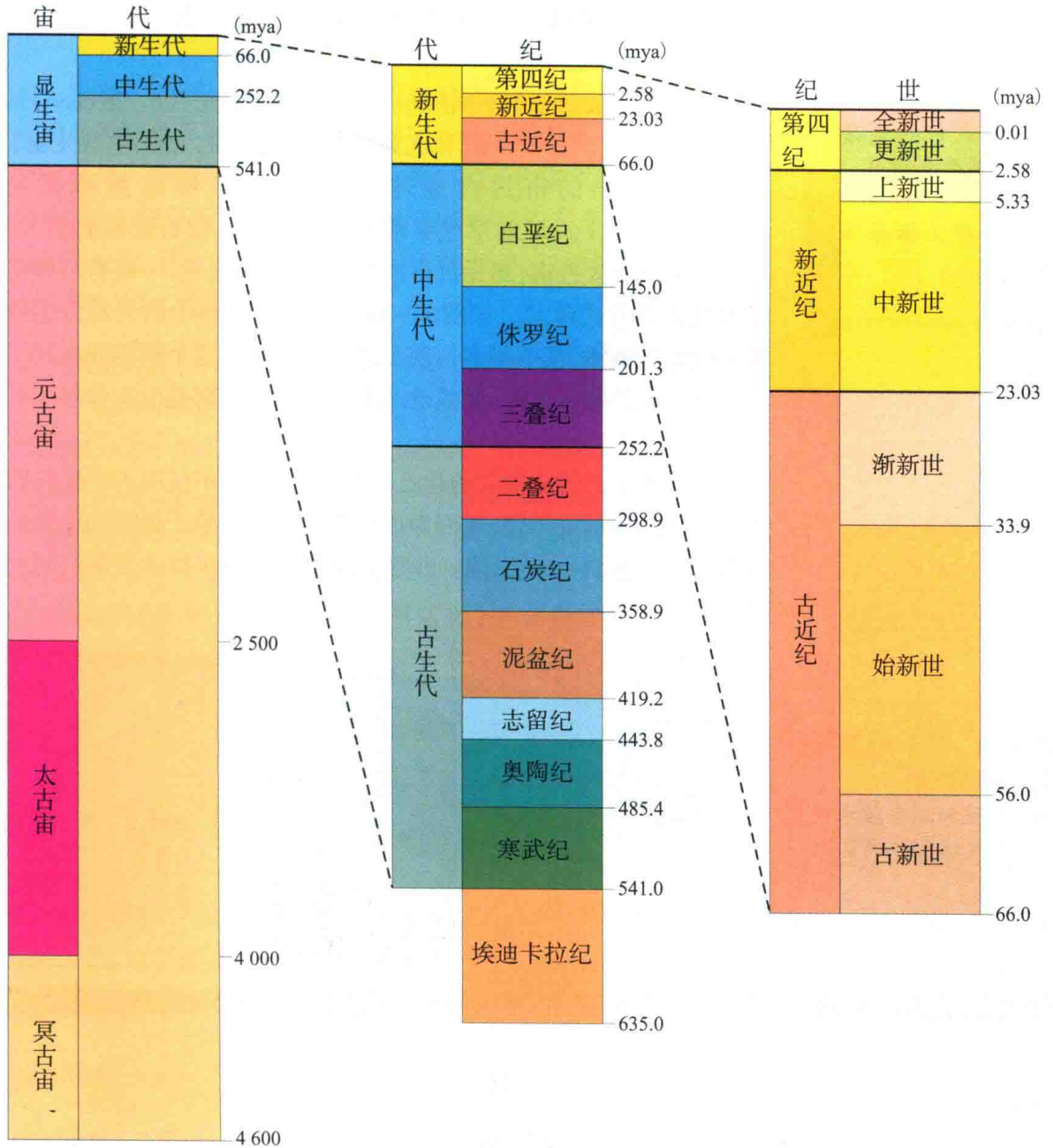


■ 图21-1 科罗拉多大峡谷的岩层表明,它经历的地质时间跨度为20亿年左右。地质学家通过研究每一层的岩石及其包含的化石来了解不同地质时期的地球历史。

# 图解地质年代表

图 21-2 地质年代表开始于 46 亿年前地球形成的时候。地质学家用宙、代、纪、世来编制地质时间。在地质时间尺度上,每个宙包括若干个代,每个代可以分为若干个纪,每个纪又包括几个世。最近的世是全新世。

**指出** 最近的纪、代、宙分别是什么?



资料来源:国际地层委员会 2018 年公布的地质年代表。



■ **图 21-3** 这是一个保存完好的前寒武纪时期沉积岩中的化石。在该时期，地球上最初的复杂生命形式开始进化。

**推断** 这种生物能否移动。

## 地质年代表

地质年代表能使世界各地的科学家将保留在各地岩石记录中的地质事件、环境变化和生物演变相互联系起来。如图 21-2 所示，在地质年代表的最底部是最古老的年代单元，随着地质年代表逐阶向上移动，每一个年代单元都比它下面的更年轻。正如岩层一样，从岩层的底层往上看，岩层的年代越来越新。

☑ **读后自查 说明** 科学家为什么需要地质年代表？

**宙** 地质年代被划分为不同的年代单位：宙、代、纪、世。**宙(eon)**是最长的年代单位。从老到新依次为冥古宙、太古宙、元古宙、显生宙。

三个较早的宙约占地球历史的 90%，俗称**前寒武纪 (Precambrian)**。地球形成于前寒武纪时期。化石证据表明，简单生物出现于太古宙，到元古宙末期，生命开始进化，一些有机体可以用复杂的方式移动。如图 21-3 所示，这些化石中的大部分生物都是软体有机体，其中很多与现在的动物相像。这个时期还出现了地球上最早的硬体生物，此前地球上所有的生物都是没有骨骼或贝壳的软体动物。

发掘于最近的显生宙的化石保存得最好，这不仅因为它比前寒武纪的其他化石更年轻，还因为该时期的生物有易于保存的坚硬的身体结构。图 21-4 是发现一些重要的化石和测年技术发展的时间进度表。

## ■ 图 21-4 化石的发现和测年技术的发展

化石的发现和测年技术改变了我们对地球生命的认识。



**代** 所有的宙都由代组成,代是仅次于宙的年代单位。**代(era)**通常以1亿到10亿年来计。与其他时间单元一样,代是以岩石中发现的不同生物来划分的,代的名称就是根据这些生物的相对年龄来定义的。例如,在希腊语中,paleo意思是“古老的”,meso意思是“中间的”,ceno意思是“近代的”,zoic表示“生命的”,因此Paleozoic意思就是“古生代”,Mesozoic意思就是“中生代”,Cenozoic意思就是“新生代”。

**纪** 所有的代都被划分为纪,**纪(period)**通常以几千万到几亿年来计,还有一些前寒武纪中的纪持续时间更长。有些纪是根据最早被发现、研究和描述的成于那个时期的岩石或化石的地理区域来命名的,例如在元古宙末期的埃迪卡拉纪,就是因为澳大利亚的埃迪卡拉山而得名,如图21-5所示。该纪的典型化石在这里被发现。2004年,埃迪卡拉纪加入地质年代表。

**世** 世是比纪更小的地质年代单位。尽管图21-2只显示了新生代各个纪中世的划分情况,但地质时间上所有的纪都被划分为不同的世。**世(epoch)**通常以几百万到几千万年来计。新生代由于年代较近,这一部分的地球历史记录还没有经历长时间的风化和侵蚀,所以其岩石和沉积物保留得相对比较完整。新生代的各个世持续的时间相对较短,例如当前阶段的全新世,大约是从12 000年前开始的。



■ **图 21-5** 澳大利亚的埃迪卡拉山里首次发现了埃迪卡拉纪的典型化石,于是后来在世界各地发现的那个时期的化石都称为埃迪卡拉纪化石。

**1946年** 芝加哥大学的科学家表示,最近的有机物和手工艺品可以利用放射性碳来测定年龄。

**1974年** 在埃塞俄比亚北部发现了最完整的成年雌性非洲南方古猿,科学家将它取名为露西。

**1993年** 在西澳大利亚发现的化石证明,在35亿年前地球上就存在细菌。

**2006年** 中国研究者发掘的1.64亿年前的海狸化石表明,水栖哺乳动物可能与恐龙生活在同一时期。

1940

1970

2000



**1987年** 詹妮·克拉克带领一支远征队去格陵兰岛,在那里发现了3.6亿年前的动物化石,并从该化石中发现动物是先进化了腿,然后再到陆地上生活的。

**2010年** 科学家发现了已知的最古老的化石,一种生活在南澳大利亚的距今6.5亿年前的海绵状生物化石。



■ **图 21-6** 全世界范围内发现的三叶虫都是古生代的节肢动物化石。在那个时期末,约95%的海洋生物在大灭绝事件中灭亡。

## 生物的演化

显生宙时期,多细胞生物开始出现。显生宙的化石很多,然而前寒武纪的化石相对来说就很少。显生宙(phanerozoic)在希腊语中的意思为“可见的生命”。在显生宙的第一个代——古生代,海洋中开始出现各种各样的生物。如图21-6所示,有一种小的节肢动物叫作三叶虫,它是地球历史上最早出现的硬壳动物。在古生代早期,三叶虫在海洋中占优势,然后陆生植物和陆生动物相继出现。沼泽为后来石炭纪的煤炭沉积提供了植物原料。古生代的结束以地球上最大的物种灭绝事件为标志。在**物种灭绝(mass extinction)**事件中,许多有机体在岩层记录中也同时消失。在古生代末期,约95%的海洋生物灭绝。

**恐龙时代** 古生代之后是以恐龙的出现著称的中生代,这个时期也出现了许多其他生物。大型食肉类爬行动物统治了海洋,与现代珊瑚密切相关的古珊瑚塑造了大型的珊瑚礁系统,两栖动物开始了在水中和陆地上的两栖生活,有一些大型的昆虫兴盛起来,哺乳动物进化并且开始出现多样性,开花植物和树木开始发展、进化。中生代的结束也是以大灭绝事件为标志,包括非鸟类恐龙和大型海洋生物在内的很多生物在这次事件中灭绝。

**哺乳动物出现** 中生代之后是新生代。在这一时期,哺乳动物在数量和种类上激增,人类的祖先——第一个灵长类动物出现在新生代的古新世,现代人类则出现在更新世。

## 第1节 本节回顾

### 要点梳理

- 科学家将地质时间划分为宙、代、纪、世。
- 科学家主要根据动植物化石来划分时间单元。
- 前寒武纪时期占据了近90%的地质时间。
- 地质年代表随着科学家对地球认识的逐渐加深而不断修正。

### 要点理解

1. **本节主旨** 解释地质年代表的用途。
2. **辨别** 利用具体的例子区分宙、代、纪、世。
3. **描述** 物种灭绝事件对于地质学家的的重要性。
4. **解释** 为什么科学家对新生代的了解比其他代更多?

### 批判性思维

5. **讨论** 为什么科学家对于前寒武纪的了解甚少?

### 地学计算

6. 制作一个柱状图,比较显生宙各个代跨越时间的相对百分比。若需更多帮助,请参考技能手册。