



科学文化工程
公民科学素养系列

纪念中国古生物学会成立90周年

我看见 沧海桑田

Stories of
Fossils And
Strata

陈并回 著



科学出版社



我看见
沧海
桑田

Stories of
Fossils And
Strata

徐洪河 著

科学出版社
北京

内 容 简 介

在漫长的地质历史时期中，多姿多彩的生命形式起源、繁盛与灭绝，见证了无数次海陆变迁，这些都记录在了我们脚下的岩石地层与化石之中。本书通过讲述地球科学研究中的科学发现与故事，管窥地质历史中稍纵即逝的若干瞬间，并以此展示地球曾经历的，最为波澜壮阔、超越时空、超越一切眼界的沧海桑田。

图书在版编目 (CIP) 数据

我看见沧海桑田 / 徐洪河著. — 北京: 科学出版社, 2019.6

ISBN 978-7-03-061636-4

I. ①我… II. ①徐… III. ①古生物学—文集 IV. ①Q91-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 115090 号

责任编辑: 张 婷 / 责任校对: 杨 然
责任印制: 师艳茹 / 封面设计: 武 帅

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019 年 7 月第 一 版 开本: 890 × 1240 1/32

2019 年 7 月第一次印刷 印张: 6

字数: 120 000

定价: 39.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

献给我的妻子王莉

她爱我
无以复加

| 序 |

和地质学家一起出游的经历是令人难忘的。自然界的山水景观在地质学家眼中，似乎山并不是山，水也不是水。

面对大自然的鬼斧神工，地质学家看到了地貌的演化、风化剥蚀和沉积的过程；当你看到成层的岩石，地质学家看到了沉积岩的层理与韵律；身处瑰丽新奇的桂林山水之中，地质学家看到了棋盘状分布的泥盆纪（距今约 4.2 亿 ~3.5 亿年）灰岩；透过九寨沟五光十色、绚丽缤纷的水景，地质学家看到了碳酸钙胶结的钙华；在天蓝、海碧、滩白的天涯海角，地质学家看到了分选良好的石英颗粒和珊瑚礁；在香火缭绕、梵音回响的山西五台山上，地质学家看到了五台群绿泥变质岩；在雄险奇峻的张家界石柱峰林中，地质学家看到了低角度倾斜的泥盆纪石英砂岩的纵向节理；在民风朴实、土楼林

立的湘西小镇，地质学家看到了台阶和路边的各种角石；在山水秀美、壮观的长江三峡，地质学家看到了河流阶地与侵蚀作用；在大西北广袤的戈壁和黄土高原，地质学家看到了风蚀地貌和陆相沉积；在兰州的黄河边，地质学家看到了花岗岩变质作用；在南京，从五颜六色的雨花石中，地质学家看到了滚滚长江曾经流过，沿途卸下长距离携带的多样砾石；在华南的群山之中，面对古代中国画中描绘过的灰白色山崖，地质学家看到了二叠纪（距今约3亿~2.5亿年）灰岩假整合接触在志留纪（距今约4.4亿~4.2亿年）或泥盆纪的泥岩、页岩之上；从含有大量贝壳与珊瑚化石的灰岩中，地质学家看到了曾经温暖的一片海；在大规模的成层倾斜堆积的砂岩和砾岩里，地质学家看到了远古时期的河道；游走于富含化石的山川之间，地质学家像是漫步在远古的浅海之中。别人眼中的化石与地层，在地质学家眼中却是地球壮阔生命诗篇凝聚的精华……

地质学是研究地球的学科，各种各样的岩石是地质学家的研究材料。各种各样的石头对人类的生活影响巨大。

古以色列的君王大卫把上帝比喻为“我的磐石”，古巴比伦人在石柱上刻下人类的第一部法典，古埃及人用石头雕刻偶像、建造金字塔。

在远古时期的英国，人们在一马平川的牧场上用砂岩搭建巨石阵；中国古代的帝王与诸侯用石制的印章彰显权力。中国人自古以来对石头更是喜爱有加，称“石之美好者”为“玉”，对玉的喜爱

程度千百年来从未减弱。

石代表了坚固，代表了力量，更代表了永恒。各种各样的石头被人类赋予了神性、超然、权力、平安、价值，以及各种美善，而地质学家的工作就是解读岩石。石连接着我们，地质学家爱石，收藏家和文人雅士也爱石。石凝结了灵气，汇聚了精神。各个地质历史时期的各种生命形式在石头上留下了印记，它们也化成了石。

我们已经习惯了今天的地理格局，中国的地势西高东低，秦岭—淮河从地理上划分出了华南与华北，扬子江流域（又称长江下游平原）物产丰富。长江自中国地势最高一级的青藏高原流出，跨越横断山脉和云贵高原，绵延 6300 多千米。可是，曾几何时，中国的地理格局一直是东高西低，滚滚长江东逝水的格局在地质历史上也才形成不久，华南的大部分地区曾经是一片荒漠。在更久远的过去，海水自西朝东北方向侵蚀着华南古陆……

地质学让我们以更宏大的视角审视脚下的大地。中国位于最大的大陆块体——欧亚大陆上，东部紧邻着最大的海洋——太平洋。中国的西部有世界屋脊青藏高原，有海拔最高的喜马拉雅山脉；东部靠近世界上最深的马里亚纳海沟。在东西跨度超过 4000 千米的水平距离上，垂直落差近 2 万米（最高峰珠穆朗玛峰海拔为 8844.43 米，马里亚纳海沟的最深处约为 1.1 万米）。从西到东，世界上最强劲的沉积物搬运，以及沉积作用就发生在这里；从东到西，太平洋板块亿万年以来一直朝欧亚板块俯冲，最终逐渐湮灭在欧亚板块底部深

深的地幔里。

在地质演变的历史中，全球各大陆块聚散离合，多次拼合成超大陆，但中国从来都不在世界大陆的中央，而总是居于超大陆与超级大洋的边缘。大陆拼合的过程今天仍在继续，欧亚陆块正在和美洲陆块彼此靠近，可能会在 2.5 亿年以后形成全新的超大陆。

地球的历史大约有 46 亿年，地球上生命的历史至少有 35 亿年。地质学家在提及时间时，使用的单位是“百万年”，跨度仅数米厚的地层，地质学家看到的是“一眼万年”的沉积作用。地质学家可谓拥有最宽广的眼界，在他们眼中海可枯、石会烂，没有什么天长地久，也没有什么可以永恒！从微小的、肉眼不可见的细菌，到身形高大的巨兽，再到绚丽多彩、缤纷多样的生物群；从几何规则、美轮美奂的晶体，到规模宏大、延伸数千千米的矿脉，一切尽收眼底。

亿万年以来，地壳各个板块碰撞、俯冲、增生与消减，全球性冰盖扩散又消退，超级火山释放出漫布全球的有毒气体，火流星像雨点一样落下，海洋里和陆地上的生物遭到集群灭绝……生命历史中发生的一切，都是我们这个星球上最宏大且最壮阔的改变。

在生命历史的长河中，人类只是刚刚登场的一个物种。即使从能人算起，人类也不过只有 250 万年左右的生命历程。恐龙在 6600 万年前就已经灭绝了，尽管令我们唏嘘感慨，但它们的生命历程却超过了 1 亿年。继续查看化石记录，我们会发现这样的例子实在太多。自 18 世纪起，就有人开始研究三叶虫。三叶虫几乎成了化石与

古生物的代名词，虽然它是已经灭绝的生物，但三叶虫的形态学、分类学及生活史都被科学家格外关注，甚至耳熟能详。至今，已经有 20000 多种三叶虫被描述、记录、研究和报道。三叶虫在距今约 2.5 亿年的二叠纪末全部灭绝，从起源到灭绝，庞大的三叶虫家族的生命历程持续了 3 亿多年。

地球历史所发生的一切，我们无法经历，只能透过地质现象了解到。幸运的是，地质学家可以穿越时空，透过层层叠叠的地层及地层中保存的各种化石，回到远古时代，看到曾经的沧海桑田与波澜壮阔的海陆变迁，看到超级火山的肆虐喷发及火流星的迅猛撞击，看到远古生命的死死生生及轰轰烈烈的创世纪。不仅如此，地质学家还可以窥见未来：10 亿年之后地球的海陆如何分布，下一个超大陆又在哪里？

纵观生命历史的气势恢宏与波澜壮阔，我满怀敬畏，我也深感自己的无知与渺小。寥寥数万字的内容转眼阅毕，不敢奢求能够展示生命历史的全部画卷，只是出于内心深处由衷的、期盼分享的一种渴望。地层与化石定格了地质历史中巨大变化的精彩瞬间，希望你也能看到。

衷心感谢国家自然科学基金项目（41772012）和中国科学院科学传播局科普项目为本书提供了出版资助。

注：本书中多次出现板块（plate）与陆块（landmass）这两个词。两者相似，但是区别也很明显。地壳由各大板块或块体（block）构成，板块之间的界线就是板块的拼合地带，它们往往是地质作用相对活跃的俯冲带或破裂带，大多位于海洋深处，人类无法直接观察到。陆块是指板块上陆地生物生活的区域，大致相当于板块中高于海平面的部分。板块之间其实并没有明显的移动空间，但是各大板块受到地球内部各种应力作用，彼此之间会发生挤压和拉伸，造成的结果就是板块在边缘发生破碎、湮灭或增生。这些地质作用自地球形成以来就一直发生着，但是对于较高位置的陆地影响并不大，在相对短暂的地质历史时期内只是改变了各大陆块之间的相对距离，仿佛是大陆在漂移一样。

目录 | Contents

解读地球史卷



磁性	38
超级火山	45
超大陆	51
大陆漂移与煤	59

逝去的生命



序

i

生命的躯壳	2
为什么研究化石	8
大辐射与大灭绝	12
层层叠叠	21
颜色	27
张家界的地质奥秘	32
桂林山水的地质奥秘	35

曾经沧海



地中海捞针	64
那片浅绿色的海	72
窃蛋传奇	78
预适应	86
成王败寇	93

小精灵
大世界

四

飞行	100
时空飞梭	107
采花“小盗贼”	112
十恶不赦的“小恶魔”	114
娇花有毒	116
恐龙、雏鸟和蛇	119

最早的陆生植物把地球变成了“大冰箱”	124
一亿年的跨越：从孢子到种子	129
森林	134
荒漠、季风与华夏文明	144
通灵宝玉	151
人之所以为人	158
人类会经历大灭绝吗	163

瞬息万变

五

后记之一：做大自然的观察者	169
后记之二：做科学精神的传播者	173

| 第一章 |

解读地球史卷

地质学是研究地球演变的科学，地质学家研究的对象就是我们脚下的岩石。层层叠叠、色彩缤纷的岩石就是记录地球历史的“卷轴”，“卷轴”上的“密语”书写着地球曾经的模样。岩石既可以构成令人流连忘返的山川美景，也可以成为科学家的研究材料，从而进入实验室、博物馆、课堂里，成为讲述地球故事的科研标本。

生命的躯壳



关于“化石”一词最早的记载，出现在我国北宋时期沈括的著作中。沈括一生注重科学与观察，他做了很多自然科学方面的工作。沈括在他的著作《梦溪笔谈》中，曾记载了延州（今陕西延川县）的“竹笋”化石：

“近岁延州永宁关大河岸崩，入地数十尺，土下得竹笋一林，凡数百茎，根干相连，悉化为石。”（《梦溪笔谈》第21卷）

我国古生物学家曾经专门赴陕西延川县进行野外考察，发现这一地区广泛出露的是三叠纪（距今约2.5亿~2亿年）延长群的灰绿色粉砂岩，这些粉砂岩中伴有常见的芦木类化石。芦木类在生物分类上属于楔叶纲（Sphenopsida）植物，其茎干表面可见有规则的分节，看起来像竹笋一样。学者推断，当年沈括可能因此认为这些植物化石是竹笋变化形成的。而且，芦木类的化石在三叠纪的地层中非常多见，这也解释了为什么沈括在描述中说它们“竹笋一林，凡数百茎……”

沈括对植物变成化石的记载是在元丰三年（1080年），而欧洲

直到文艺复兴时期，意大利的达·芬奇（1452~1519年）才认识到化石是生物的遗迹。沈括的认识比西方学者早了400多年。然而，古代中国对自然科学不够重视，沈括的发现大部分都被忽略了。在重人文轻科学的宋朝（其实也包括古代中国的其他时期），一直没有萌生出现代科学。

沈括虽然最早使用了类似“化石”的词语，但是他用的是动宾式的短语，其含义和今天语境中的“化石”并不相同。19世纪末20世纪初，中国大规模引进西方科学，严复在《天演论》中曾将“fossil”译为“僵石”，而我们现代语境中的“化石”一词，其实是来自于日文，一些受到日本影响的学者对这些术语的翻译做出了一定的贡献。中国地质学的很多术语都来自日语，如化石、志留纪、泥盆纪和石炭纪（距今约3.6亿~3亿年）等。鲁迅在从事文学和医学之前，学的就是地质学。1903年，他曾经在《浙江潮》上发表了名为《中国地质略论》的文章，这是中国学者用中文撰写的第一篇地质论文，是中国地质学发展史上的一件大事。鲁迅在论文中指出，根据气候和“僵石”可以划分地质年代。而后，他在《中国矿产志》和《人之历史》中多次提及各种化石（如三叶虫等无脊椎动物化石），还对化石做出了科学的定义：

“盖化石者，太古生物之遗体，留迹石中，历无数劫（世代）以至今，其形了然可识，于以知（得以知道）前世界动、植之状态，于以知古今生物之不同，实造化之历史，自沁（勒）其业（记载了它们

的生活)于人间者也。”

化石的英文“fossil”，其词根来自于拉丁文“*fossilis*”，意思是“挖掘出来的”。这个词根基本上概括了人类对化石的认识，也说明了化石与生物的掩埋之间的潜在关系。今天无论是在教科书中，还是在科普讲解中，对于化石，我们经常会听到关于它的基本定义，即“化石是地质历史时期生物的遗体或遗迹”。

在自然类博物馆里，我们可以看到化石；在一些影视作品中，我们甚至还可以看到远古生物复活的样子，如三叶虫和恐龙。电影中的科学家将它们从化石中复活，因而成了大众熟知的化石生物明星。透过化石，我们看到了远古的生命，也看到了漫长地质历史时期的变化。每个化石都有不同的故事。

| 化石的保存潜力 |

化石对应的生命往往都有数百万年，甚至数亿年的历史，我们在博物馆能看到类型多样的化石。我们听到的解释往往是：化石代表了曾经生活在地球上的各种生物，它们大多数都灭绝了。但是，化石能代表过去的全部生物吗？答案显然是否定的。

化石是生物死亡之后被掩埋，再经历沉积作用之后，逐渐石化而形成的。从生物到化石，这个过程很漫长，也并不容易发生。据估计，地质历史时期中 99% 以上的生物无法保存成为化石，真正成为化石的生物可谓凤毛麟角。生物死亡的遗体绝大多数都会腐烂，能够在

一段时间内抵御降解和氧化的生物组织，往往更容易保存成为化石。这种组织最常见的莫过于有些生物具有的坚硬外壳，如常见的化石生物三叶虫，它就具有披在体外的壳。三叶虫在一生之中要经历多次蜕壳，我们看到的大量三叶虫化石，其实只是它们蜕下来的坚硬外壳，是早已没有生命的躯壳。近年来，有古生物学家发现了特殊埋藏的三叶虫化石，腿和外壳都保存了下来，它可能是因为活体被迅速埋藏而保存下来的。

具有软躯体的动物，如头足动物、腕足动物或腹足动物，身体的外表也有坚硬的外壳保护着。它们大多并不蜕壳，坚硬的外壳就是跟随它们一辈子的家，而且外壳往往会随着身体的成长而逐渐变大，如菊石、鹦鹉螺等。这些头足类动物在身体长大的过程中，定期给自己“建筑”新的气室，以扩大家园。这类生物死亡之后，它们的软体部分很快就会腐烂，但是外壳却能够长时间的保持完整。被砂石和土质掩埋后，可以相对容易地保存成为化石。

陆地上生活的各种植物也常常被保存成化石，这主要是因为陆生植物表面有一层角质细胞，植物体内部还具有可以疏导水分的维管组织，维管组织具有较坚固的木质素，这些都增加了植物体抗氧化、抗降解的属性。另外，从微观的角度来看，植物体散发的繁殖器官，即孢子与花粉（统称为“孢粉”），是最具抗氧化、抗降解属性的植物器官。尽管我们肉眼看不到花粉，但是在植物的繁殖季节，花粉几乎无处不在，甚至会导致很多人过敏。孢粉的外壁细胞有一层