

TURING

图灵新知

你不可不知的

50个地球知识

Earth: 50 Ideas You Really Need to Know

[英] Martin Redfern 著 金琦 译



人民邮电出版社

POSTS & TELECOM PRESS

TURING 图灵新知

P183-49
11

你不可不知的 50个地球知识

Earth: 50 Ideas You Really Need to Know

[英] Martin Redfern 著 金琦 译



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

你不可不知的50个地球知识 / (英) 雷德芬
(Redfern, M.) 著 ; 金琦译. — 北京 : 人民邮电出版社,
2013.7

(图灵新知)

书名原文: Earth:50 ideas you really need to
know

ISBN 978-7-115-32087-2

I. ①你… II. ①雷… ②金… III. ①地球—普及读
物 IV. ①P183-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第115304号

内 容 提 要

本书用独特的视角带领读者一览地球这个全宇宙已知唯一有生命的星球的全貌,揭示地球的自然进程:气候、洋流、气流、元素、板块构造、地质、生命的演变、火山、海平线以及地球的终极命运。通过50篇短小精干的短文,介绍了关于地球的一些鲜为人知或极少被人注意的、十分有趣的知识 and 现象。

本书适合对地球知识以及科普知识感兴趣的各类读者阅读。

◆ 著 [英] Martin Redfern
译 金 琦
责任编辑 李 瑛
执行编辑 岳新欣
责任印制 焦志伟

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/24

印张: 9.25

字数: 249千字

印数: 1—5 000册

2013年7月第1版

2013年7月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-6188号

定价: 32.00元

读者服务热线: (010)51095186转604 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

站在巨人的肩上
Standing on Shoulders of Giants



www.ituring.com.cn

版 权 声 明

Original English edition, entitled *Earth: 50 Ideas You Really Need to Know* by Martin Redfern, published by Quercus, 21 Bloomsbury Square, London, WC1A 2NS, England, UK. Copyright © Martin Redfern 2012. This edition arranged with Quercus through Big Apple Agency Inc., Labuan, Malaysia.

Simplified Chinese-language edition copyright © 2013 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由 Quercus 授权人民邮电出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

致 谢

本书得以问世，要感谢很多朋友的耐心帮助。感谢各位地质学家多年来无私地奉献了宝贵的时间，告诉了我大量的地质学知识。感谢 Bridget Walton 和 Kirsten Dwight 能够听懂我说的话，尽管我常常词不达意。感谢 Ted Nield 纠正了我的一些地质学错误。最后还要感谢 Quercus 出版社的 Slav Todorov 和 Amy Visram，他们创造性地做了版式设计，还对内容进行了细致的编辑加工。书中遗留的任何错误都由作者自己承担责任。但是请不必过分担心书中所述的事实和数据不实。本书介绍的是有关地球的知识，这些知识会让你大开眼界。

Martin Redfern

2012 年 1 月

引言

我们居住在一个奇妙的星球上。如果留心发现并惊异于它的美丽、敬畏它的威严并感激它赐予的礼物，我们会感到自己是幸运的。但是我们大多因行色匆匆、忙碌于地表之上而忘记了“深度”和“时间”这两个重要的维度。希望借由此书帮助大家记起那些被遗忘的维度。

细想一下你的脚下有什么。不要只想到你所熟悉的土壤和表层的岩石，而要想想地层深处。自地表向下几千米，是一个人类足迹尚未企及的地方，那里的高温高压环境是我们简直无法想象的。再往下七八千米，就来到了一个炽热的熔岩世界。地球并不是一块任由我们行走其上的静止的混凝土，而是一个有生命的、运动着的星球。坚硬的岩石会随着板块的漂移而运动，火山会喷发，广阔的深部地幔在缓缓地翻腾。地表下的岩石也不免受地表上的活动的影响。水、空气以及生命体都在不断地与地质相互作用着。没有海洋就没有陆地，没有生命体就没有我们赖以生存的大气或气候。地球的自然循环已经支持生命几十亿年之久，我们却不顾后果地干扰了它。

通过理解地球当前的各种地质运动，我们开启了对另一维度“时间”的认识。“时间”在这里指的不是午餐时间，也不是一生，而是深时。当时间以十亿年为单位来计量时，我们需要彻底转变思维才能理解它，要想了解自己的家园就更需要转变思维了。一旦转变了思维，你就会开始明白，深时中每天的地质运动能够塑造和摧毁山脉、扩张海洋以及分离陆地。深时能够创造出新的物种，也能让它们消亡。相对于深时之钟，人类存在的时间几乎不到一秒，但我们却已经把地球搞得面目全非了。如果我们能更好地理解自己的家园，或许会更加友善地对待它。

欢迎加入

图灵社区 ituring.com.cn

——最前沿的IT类电子书发售平台

电子出版的时代已经来临。在许多出版界同行还在犹豫彷徨的时候，图灵社区已经采取实际行动拥抱这个出版业巨变。作为国内第一家发售电子图书的IT类出版商，图灵社区目前为读者提供两种DRM-free的阅读体验：在线阅读和PDF。

相比纸质书，电子书具有许多明显的优势。它不仅发布快，更新容易，而且尽可能采用了彩色图片（即使有的书纸质版是黑白印刷的）。读者还可以方便地进行搜索、剪贴、复制和打印。

图灵社区进一步把传统出版流程与电子书出版业务紧密结合，目前已实现作译者网上交稿、编辑网上审稿、按章发布的电子出版模式。这种新的出版模式，我们称之为“敏捷出版”，它可以让读者以较快的速度了解到国外最新技术图书的内容，弥补以往翻译版技术书“出版即过时”的缺憾。同时，敏捷出版使得作、译、编、读的交流更为方便，可以提前消灭书稿中的错误，最大程度地保证图书出版的质量。

优惠提示：现在购买电子书，读者将获赠书款20%的社区银子，可用于兑换纸质样书。

——最方便的开放出版平台

图灵社区向读者开放在线写作功能，协助你实现自出版和开源出版的梦想。利用“合集”功能，你就能联合二三好友共同创作一部技术参考书，以免费或收费的形式提供给读者。（收费形式须经过图灵社区立项评审。）这极大地降低了出版的门槛。只要你有写作的意愿，图灵社区就能帮助你实现这个梦想。成熟的书稿，有机会入选出版计划，同时出版纸质书。

图灵社区引进出版的外文图书，都将在立项后马上在社区公布。如果你有意翻译哪本图书，欢迎你来社区申请。只要你通过试译的考验，即可签约成为图灵的译者。当然，要想成功地完成一本书的翻译工作，是需要有坚强的毅力的。

——最直接的读者交流平台

在图灵社区，你可以十分方便地写作文章、提交勘误、发表评论，以各种方式与作译者、编辑人员和其他读者进行交流互动。提交勘误还能够获赠社区银子。

你可以积极参与社区经常开展的访谈、乐译、评选等多种活动，赢取积分和银子，积累个人声望。

目 录

第一部分 起源1	27 海洋循环.....110
01 地球的起源.....2	28 大气循环.....114
02 地球的同伴——月球.....6	29 水循环.....118
03 地球炼狱.....10	30 碳循环.....122
04 年代测定之争.....14	31 气候变迁.....126
05 三颗行星的故事.....18	32 冰河时期.....130
06 生机勃勃的星球.....22	33 冰盖.....134
第二部分 地球内部27	34 冰雪地球.....138
07 地心游记.....28	第四部分 生机勃勃的星球143
08 从内部看地球.....32	35 深时.....144
09 磁核.....36	36 地层学.....148
10 流动的地幔.....40	37 生命的起源.....152
11 超级地幔柱.....44	38 进化.....156
12 地壳和陆地.....48	39 埃迪卡拉的花园.....160
13 板块构造理论.....52	40 多样性.....164
14 海底扩张.....56	41 恐龙.....168
15 俯冲.....60	42 灭绝.....172
16 火山.....64	43 适应.....176
17 地震.....68	44 化石分子.....180
18 造山运动.....72	45 人类世.....184
19 变质.....76	第五部分 地球未来189
20 黑色金子.....80	46 未来资源.....190
21 地层深处的财富.....84	47 未来气候.....194
22 地层中钻石的秘密.....88	48 未来进化.....198
第三部分 地表系统93	49 未来板块.....202
23 岩石循环.....94	50 地球的尽头.....206
24 雕刻地貌.....98	术语表210
25 渐变论和灾变论.....102	
26 沉积作用.....106	

第一部分

起源

- | | |
|--------------|------------|
| 01 地球的起源 | 04 年代测定之争 |
| 02 地球的同伴——月球 | 05 三颗行星的故事 |
| 03 地球炼狱 | 06 生机勃勃的星球 |

01 地球的起源

我们是由星尘组成的。137亿年前的宇宙大爆炸产生了原始的氢和氦，它们经过无数代恒星的核反应生成了构成我们身体的碳、氧和氮元素，还有硅、铝、镁、铁等构成地球的元素。

星尘的记忆 恒星通过外层释放能量，直至走向生命的尽头。大质量恒星因无法承受自身的重量而坍缩，从而引发超新星爆炸，它们的灰烬散落成由尘埃和分子构成的云团。我们的太阳系就诞生于这样的云团。你身体中的每个分子都包含了恒星反应生成的元素，而你手上所戴金戒指中的每个原子也都产生于超新星爆炸。

短寿命放射性同位素的衰变产物出现在古老的陨石中，这表明它们是在太阳系形成不久之前诞生于附近的超新星爆炸，可能正是这样的一场爆炸引发了太阳星云的首次坍缩。

吸积 当气体和尘埃被吸引到最终会形成太阳的中心天体处时，星云匀速旋转的角动量会使被吸积的物质形成盘状。这一观点在很长一段时期内只停留在理论层面，但在高倍望远镜出现后，我们目睹了这一现象发生在其他恒星诞生区。例如，有着明显的尘埃和岩粒吸积盘的绘架座β星现在就能够成为行星。在其他成百上千颗恒星外探测到的所谓“太阳系外行星”表明，恒星的诞生常常伴有行星的形成。

大事年表

46 亿年前

可能发生超新星爆炸，太阳星云开始形成

45.67 亿年前

太阳系中最早的固体物质——陨石中陨石球粒产生

45.4 亿年前

原始地球的体积增至一定程度，开始熔融并分离出内核

45.27 亿年前

月球形成

抓一颗流星

太阳星云中最早形成的坚硬岩粒是陨石球粒。它们多为粒状体硅酸盐岩石，直径在零点几毫米到1厘米之间不等。当硅酸盐尘粒因为靠近新生的太阳或被辐射，温度达到1500℃时，就会形成熔滴状的陨石球粒。今天地球上80%的陨石中都有陨石球粒，而且它们生成的时间可以精确地推算出来。有着45.67亿岁高龄（误差为50万年）的陨石球粒是太阳系中最古老的物质。

人们普遍认为太阳系中的行星是细小岩粒在吸积过程中相互撞击、聚集而成。这一过程的开始阶段最难理解，因为此时几乎没有凝聚岩粒团的引力，而且冲撞还会将它们再次打散。也许，岩粒的汇集就好比运动中的液体，它们凝聚在一起并且只能偶尔获得充足的能量“飞离”星团。倘若岩粒的相对速度足够缓慢，它们就又能重新粘着在一起。当它们的直径达到好几米时，引力就会俘获越来越多的物质。

分离 重力位能、放射性衰变的热能以及碰撞所释放的能量会导致星团熔化，让铁、镍等最重的元素沉淀，形成一个直径约为几十或几百千米的球状天体的内核。这个天体还会继续吸引尘埃和较大的碎片，使之形成一定数量的体积较小的原行星。原行星之间碰撞的频率会降低，但是冲量会变大。

太阳风 太阳的形成可能仅用了1万年的时间，它俘获了足够多的星际物质，达到了核聚变发生以及太阳发光所需的温度。因此年轻的太阳吹出一股强劲的粒子流，形成了太阳风。此后，太阳夺走地球早期大

44.2 亿年前

产生“阿波罗号”带回的月岩样本中最早的矿物颗粒

44.04 亿年前

地球上产生最早的矿物颗粒，水可能出现

42.8 亿年前

地球上出现现存最早的岩石，可能诞生于加拿大哈德逊湾的深海热液喷口

38.5 亿年前

出现格陵兰岛现存最早的沉积岩

恒星的炼金术

恒星都是核熔炉。它们就像氢弹一样，将宇宙中最多的元素（氢和氦）转变成重元素，并在此过程中释放出使其发光的能量。普通恒星会产生碳、氮和氧等生命元素，以及其他构成地球的成分，如钠、钾、钙、铝和硅。恒星在逐渐消亡的过程中会向太空中释放这些元素。有些恒星释放出太多碳元素以致自己被烟灰云笼罩，最终形成铁元素。产生重元素所需要的能量比恒星释放的能量多得多。因此，当一颗大质量恒星的中心变成铁核时，核聚变就会停止。这时的恒星已经无法承受自身巨大的质量而发生坍缩，引发惊人的爆炸，使得恒星向四周喷散，产生丰富的重元素。铀元素的产生正是源于此。

气层中的氢和氦，只留下比较“顽固”的岩石，而它继续吸积到的大量气体形成了木星和土星这两个巨大的气体行星。挥发性物质，如甲烷和水，则进一步凝结成外太阳系的冰态天体：冥王星之类的矮行星、覆冰卫星、柯伊伯带天体以及彗星。

一颗新的行星 年轻的地球继续生长。至此其内部也许已经基本熔化，呈原始硅酸盐地幔包围铁核的状态。当它的质量增长到今天的40%后，在引力的作用下大气层得以存在，而地核所产生的磁场能够保护大气层免受太阳粒子的破坏。最初的大气可能主要是由氮、二氧化碳和水汽组成。

在稍后的篇章中我们将会了解到，吸积的过程将继续，最终在形成月球的大撞击下终止。随着地球慢慢冷却，液态水能够留存于地球表面。一些水汽可能是由地球本身的火山气体产生，但绝大多数可能是来自掉落于地球上的冰冷的彗星以及流星与小行星中的岩石物质。这种小规模吸积过程直到今天仍在进行。如果你在晴朗的夜晚仰望星空，会看见流星划过天际。这些流星是坚硬的物质经过大气层燃烧最终抵达地球的微小颗粒。每一颗流星大不过沙粒，最大的也不过如米粒一般，但

是每一年它们累积起来的重量达4万~7万吨。流星持续撞击地球的过程正是当初地球诞生的过程。

凝聚思想
吸积产生行星

02 地球的小伙伴——月球

地球进化接近2000万年的时候经历了有史以来最严重的一次灾变。一颗和火星体积相当的行星以5万千米的时速冲向地球！这次冲击虽然熔化了地球，却也为我们带来了月球这个同伴，它使地球上的四季得以稳定，为生命的出现开辟了前路。

关于月球的起源多年来一直有多种猜测。在板块漂移理论被人们接受之前，有人猜测月球是从今天太平洋所在位置的一处凸起处被甩出去的，还有些人认为月球是和地球一起因吸积而产生的，或是在别处形成，经过时被地球引力捕获的。但是这些理论都与我们所知的月球轨道不符。

地球的翻版 直到“阿波罗号”的宇航员登上月球并带回那里的岩石样本后，真相才逐渐浮出水面。月球岩石与地球上火山喷发的玄武岩以及地幔岩石的成分非常相似。地球和月球是由相同的物质组成的。

如今，在计算机仿真技术的帮助下，科学家已经非常肯定当时发生了什么。在地球前方或后方一个叫做拉格朗日点的位置形成了另一颗原行星，它到地球和太阳的距离相等。它是由太阳星云中的一系列相同物质构成的，这就能解释为什么它和地球有着相同的组成成分。在进化的过程中，这颗行星的轨道变得不稳定，并最终和地球相撞。这个天体被叫做“忒伊亚”（Theia），是以古希腊神话中的一个提坦族人，即月亮

大事年表

45.27 亿年前

可能发生大撞击，从而形成月球

44.2 亿年前

出现迄今所知月球上最早的矿物颗粒

43.6 亿年前

出现迄今所知最早的月球岩石

女神塞勒涅（Seline）的母亲的名字命名的。

宇宙大撞击 忒伊亚以每秒 16 千米的速度运行，它的身影在地球初生的天空中连续多日隐约可见，而且越来越近。最终，这场撞击在瞬间爆发。短短几秒钟内，超音速风吹走地球的大气层，忒伊亚的地幔以及地球的部分地幔瞬间蒸发，被抛入太空。忒伊亚的大部分高密铁核环绕在地球周围，再次和地球相撞并熔入地球内核，其余的铁核拖着炽热的熔岩逃逸到太空中去。所有这一切都发生在一天之内。设想一下，我们如果在安全距离之外进行观看的话，一定会惊异于眼前的壮丽景观。

渐渐地，大多数物质落回地球，但仍有相当数量的物质残留在地球赤道附近的一个炽热环的轨道上。在冷却的过程中，它们凝结成粒子，经过数十年时间最终聚成月球。“阿波罗号”带回了月球的岩石样本，如果这些岩石是硅酸盐气体在真空环境下凝结的产物，就能解释其成分为什么令人惊讶了。

尤金·休梅克

尤金·休梅克（Eugene Shoemaker, 1928—1997）是月球地质学的先驱。他对美国亚利桑那州的陨石坑进行了研究，并借此说明月球上的大多数陨石坑并非火山爆发的产物，而是由撞击产生的。尤金·休梅克原本希望成为一名宇航员，但由于身体原因夙愿未了，然而他却在“阿波罗号”登月的选址和宇航员的培训中发挥了重要作用。1997 年他丧身于车祸，他的部分骨灰于 1999 年由“月球勘探者号”搬到了月球上。

41~39 亿年前

与行星发生剧烈碰撞，
月球上出现盆地

36 亿年前

月核凝结，月球磁场消失

31 亿年前

月球上的盆地发生最近一次的
玄武岩大喷发

第二个月球 有可能所有喷发物聚集成不只一个月球。相关研究表明，同时期还在大约 1000 千米之外形成了另一个月球，绕地球运行几百万年之后，它才在一次相对温和的撞击中最终熔入我们今天的月球。如果这场撞击发生在今天的月球的背面，就能解释为什么该处的地壳比正面的厚了 50 千米，以及为什么月球正反两面的组成成分会有差异。

随着月球地壳慢慢凝固，一些元素随着熔岩物质留于地壳和地幔之间，其中包括了大量的钾、稀土元素和磷，也就是有名的富克里普矿物岩浆。我们的月球在将另一个小月球吸引到其背面时，可能将其自身的熔岩层挤向了正面，使得月球正面的克里普矿物元素特别丰富。

“我突然大吃一惊，这个美丽的蔚蓝色小球竟是地球。我举起拇指，闭上一只眼睛，拇指刚好遮住了地球。我并没有感觉自己是个巨人，相反，却感到自己非常非常渺小。”

——尼尔·阿姆斯特朗

白昼短暂，夜晚壮观 忒伊亚急速与地球擦肩而过时会加速地球自转。在二者发生撞击之后，地球白昼的时间只有大约 5 个小时，并且自此以后稳步延长。新生的月亮与地球的距离太近了，从地球的角度看，其大小是现在的 15 倍——如果能站在地球炽热的火山地表上，你将会看到这一奇观。月球的潮汐效应也比今天强很多，尽管当时的地球上还没有可以感受它的海洋，但是地表之下蔓延着巨大的熔岩之海。也许每当月球经过地球上空时，火山活动就会加剧。

从那时起，随着潮汐耗费其轨道能量，月球逐渐远离地球。

经过几百万年的时间，潮汐力抓住月球，使得它的一面一直朝向地球。借助“阿波罗号”宇航员留在月球上的反射器进行的激光测量表明，如今月球正在以每年 3.8 厘米的速度远离地球。

破坏者兼守护者 在经历这场灾难性撞击之前，地球上可能已经出现了原始生命。果真如此的话，这些生命也在撞击中灰飞烟灭了，而且经过了相当长的一段时间之后，火山爆发和彗星冲击才重新塑造地球