

陨石 地球 太阳系

〔法〕 C. J. 阿莱格尔



地质出版社

P181
ALGE

陨石 地球 太阳系

[法] C.J.阿莱格尔

鲍道崇 译

芮仲清 唐健宾 宋宝畅 校

地质出版社

内 容 简 介

本书在回顾有关宇宙起源各派学说的基础上,采用地质学、地球化学和天文学的多学科综合研究手段,通过从微观上的元素和原子、中观上的陨石和矿物到宏观上的地球和天体的对比研究,阐述了地球各圈层——地核、地幔、地壳、水圈、大气圈的形成与演化,探索了地球、太阳系的起源以及有关生命的出现和进化等重大问题。

本书是一部集科学论著与科普读物两大特色于一体的著作,内容丰富,语言通俗,可供从事地质学、地球化学和天文学研究工作的人员参考,也适于高等院校有关专业的师生以及一切对地学和天文学感兴趣的读者阅读。

De la Pierre à l'Etoile

Claude-Jean Allègre

Librairie Arthème Fayard, 1985

陨石地球太阳系

〔法〕C. J. 阿莱格尔

鲍道崇 译

芮仲清 唐健宾 宋宝畅 校

责任编辑:王章俊

地质出版社出版发行

(北京和平里)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: 850×1168¹/₃₂ 印张: 7.875 字数: 202 000

1989年7月北京第一版·1989年7月北京第一次印刷

印数: 1—1680册 国内定价: 3.00元

ISBN 7-116-00438-6/P·366

当天离地而去的时候

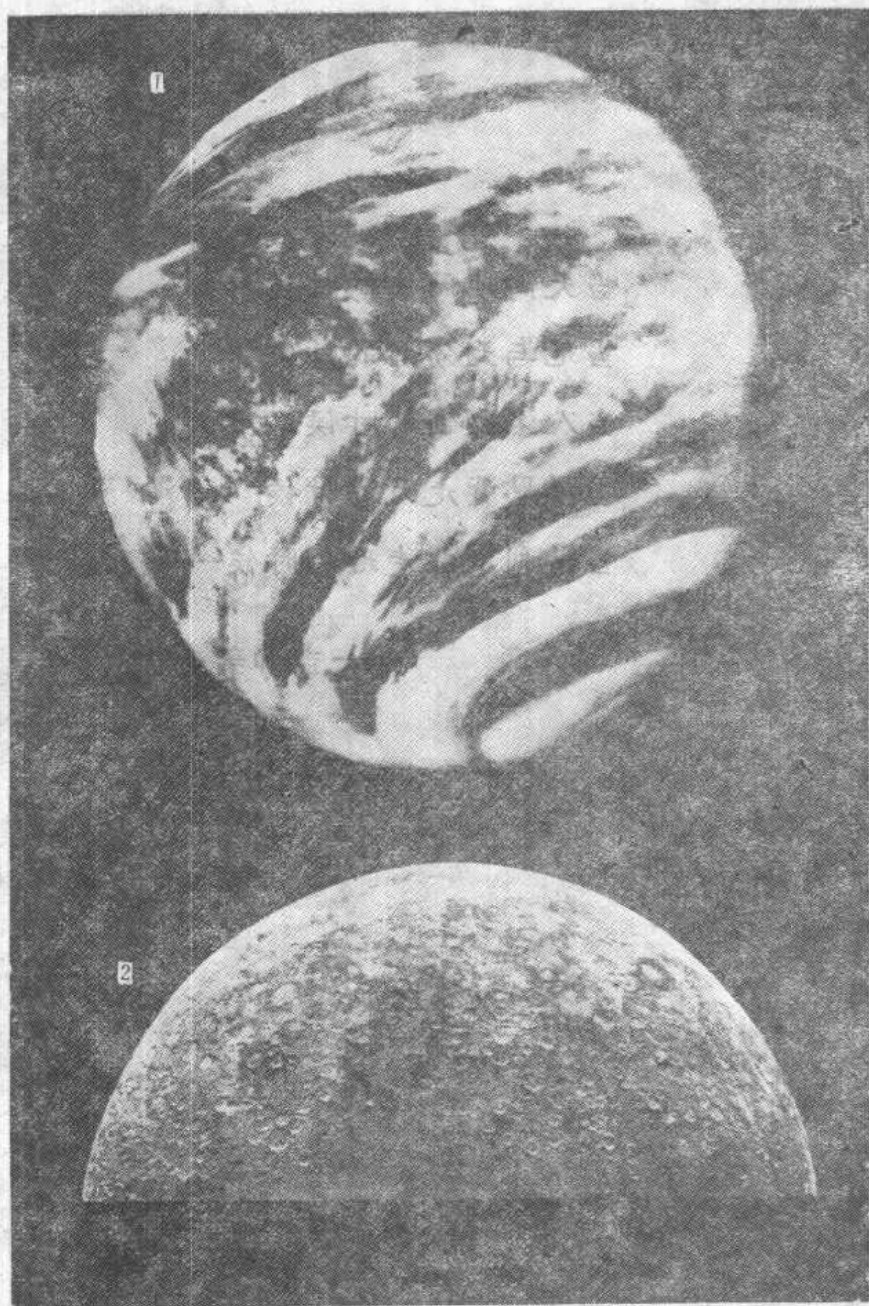
当地与天分开的时候

当人名初创的时候

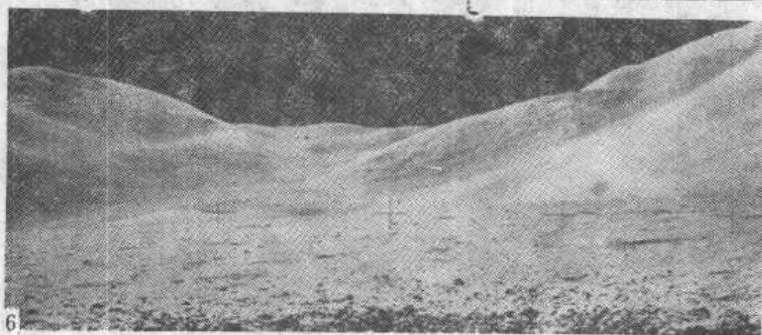
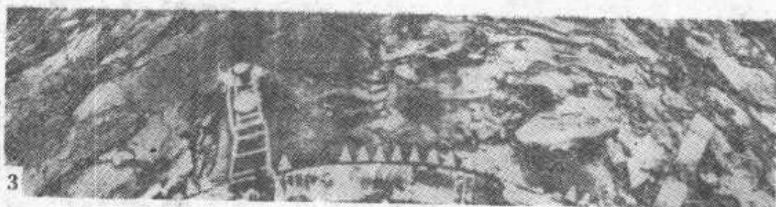
当安恩背走天的时候

当恩利尔背走地的时候……

——吉加美士史诗



1. “水手-10号”行星际探测器拍摄的金星全貌。金星表面的景象因被浓厚的大气所遮盖而无法见到。
2. 水星的北半球图象。



3. 苏联“金星”号行星际探测器拍摄的金星表面景象。应当高度评价技术上获得的这一成就，因为金星表面温度 480°C ，压力为100个大气压（Surkov, 1977）。
4. “海盗”号行星际探测器拍摄的火星表面景象，一片荒漠景观给人以深刻的印象。
5. 地球南极的干河谷。
6. “阿波罗-16号”宇宙飞船拍摄的月球上月山的景象。

译者的话

地质学和天文学都是探索性很强的学科，也都是进展飞速的学科。但长期以来它们却互相独立、联系很少。地质学家只研究地球，天文学家只研究宇宙天体，几乎是老死不相往来。

本书作者C. J. 阿莱格尔与一些有远见的科学家一起，大胆地打破了传统思想的禁锢，在地质学和天文学之间架起了一座桥梁。他把地球放在整个宇宙的背景中进行研究，更多地从宇宙天体对地球的作用和影响出发，来认识地球的起源和演化。作者将地球科学和有关天体演化学科的丰富资料融汇贯通，以生动的语言和形象的比喻，深入浅出地将地学和天文学两大学科深奥的道理介绍给我们，使人们大大地开阔了研究一系列重大问题的视野，这应该说是本书的一大特色和成功之处。

C. J. 阿莱格尔是国际知名的地球化学家，他身兼法国巴黎第七大学和美国马萨诸塞理工学院教授、巴黎地球物理研究所所长。他除了长期从事地球化学的研究外，对大地构造学也有独到的创见，例如针对美国P. 赫尔利和C. 帕特逊的对大陆增生问题的不同看法，他提出的“壳幔混合”模式就在本书再次有所叙述，以后发展起来的铀同位素地球化学表明，这一模式是正确的，目前，这一模式已得到普遍的承认。前几年，在中法喜马拉雅地质合作项目期间，他曾多次来华进行科学考察和讲学，译者有幸与他接触，深为他的广博学识和严谨的治学态度所感动，激励我下决心把他的这部新作介绍给我国读者，愿它能给我国从事“天地生”科学研究的专家们以启迪，推动地学和天文学两学界的朋友们携手并进，共同发展。

本书原名《从岩石到星体》，现据全书内容译为《陨石 地球 太阳系》。考虑到篇幅，译本中删去了与正文关系不大的附录部

分,并选用几幅有代表性的照片,其余则均按原书译出。

最后应当提到的是,承蒙熟识 C. J. 阿莱格尔并与他有过多年学术交往的肖序常教授为本书作序,实使本书增色不少。此外,本书在翻译过程中,也得到地质矿产部有关单位许多同志的支持和帮助,译者在此一并向他们致以谢意。

译者

1987. 12

中译本序

近代科学发展的趋势，一方面朝着学科分枝愈来愈细的纵向深入；另一方面，从研究方法、途径及解决问题角度，要求学科间互相渗透，发展学科间的横向联系。过去年代里，地学领域内各种理论、学说及观点都把地球当作一个“封闭系统”进行研究，然而这个已有40多亿年悠久历史的星体，它的发生、演化绝不是孤立的，特别是当前地学研究朝着全球性范围和地球深部发展的时期，必然要更多考虑宇宙天体对地球的作用和影响。不能否认，长期以来地学家们用一定的方法、实验和测试技术研究地球，积累了大量可贵的资料，它们对解决具体的生产实践和理论方面的地质问题，有着重要作用。但近十几年来，随着科学技术的迅速发展，特别是宇航科学的进展，标志着人类已开始向宇宙空间进行探索，使得地球上的人们，尤其是地学家们视野豁然开朗，从广阔天地来思索、认识地球上存在的一些基础理论和生产实践中的疑难问题。

近年，我国地质学界已开展了天文地质（天地生）方面学术讨论会，酝酿成立有关天文地质、星际地质方面专业学术会，出版了相应的论著。《陨石 地球 太阳系》一书的译出，将进一步有助于我国地球学科和其它学科的相互渗透；推动有关边缘学科的发展。谨在此向我国地学界和有关科学家们推荐这一内容丰富、饶有趣味的新译著。

《陨石 地球 太阳系》虽不是单一专业性强的著述，但作者把地球科学和有关天体演化学科的资料紧密地融汇在一起，深入浅出，以通俗易懂的语言和比喻对宇宙、星体的演化，进行了生动的描述。作者目的之一是通过此书，促使地学家和天文学家携手并进，去探索星体、宇宙的发生、演化。本书特点是尽量运用当

代科学家们对宇宙探测、研究成果和各种高分辨力的测试、实验所取得的数据，这与过去建立在推断、泛论、缺乏数据的有关地球-天体演化论述，有着较大区别。本书另一特点是把微观世界与宇宙宏观联系起来，从地球、其它星球的岩石、元素、原子、原子核和同位素的对比研究，进而探讨它们的年龄、成因和演化。最后又回到地球，集中讨论各圈层——大气圈、水圈、岩石圈以及地幔、地核的演化特点以及有关生命的出现和生物进化等重大问题。

作者C. J. 阿莱格尔，不但在地球化学上有着理论和实践方面的高深造诣，而且对同位素年代学、大地构造学等学科，也具较渊博的专业知识，由于这些，他曾于1986年获得国际地学界最高荣誉——科拉夫德奖（这是诺贝尔奖学科以外，增设的其它学科奖）。他的其它著作如《地球化学导论》、《活动的大陆》（《地球的泡沫》）等已有中译本；他曾多次来华参加地学考察和学术活动，已为中国地学界所熟知。

最后要说的是，《陨石 地球 太阳系》一书，充分表达了作者的研究成果和学术思想，惟希它的译出，能对我国的地学研究带来启示和帮助。

肖序常

1988年夏于北京

原 序

地质学家研究地球的历史，天文学家研究的则是宇宙的历史。前者工作时使用的是地质锤和罗盘，后者工作时使用的却是天文望远镜。前者的目光注视着地下，后者的目光则注视着天空。

长期以来，自然科学的这两个分支互不往来，它们的信息也互不沟通。因此，有关地球历史的研究资料比较零散。

但不久以前，这种老死不相往来的现象已开始改观。

通过对地球上和地球外岩石的原子和原子核的研究，为我们揭示了这些岩石的年龄、成因、演变和它们的历史，甚至包括这些原子在星体上诞生的古老历史。

因此，对岩石物质的内部进行探索，冲破了传统地质学的研究范围：一是空间范围，即它不再只是研究地壳，而是研究整个地球，并将地球置于与所有的星体进行对比的地位；二是时间范围，即它远远超出含有化石的地质时代，可研究45亿年的地球历史，甚至45亿年以前的历史。

地球的历史是连续的，它从宇宙大爆炸开始，一直延续到人类的出现。

目 录

译者的话

中译本序

原序

第一章	被禁锢的宇宙起源说.....	1
第二章	到地心旅行.....	16
第三章	地质年代表的诞生.....	42
第四章	陨石的奥秘.....	61
第五章	到行星去探险.....	82
第六章	太阳系的起源	106
第七章	宇宙化学的演变史	137
第八章	原子的“家族”	163
第九章	地球，独特的行星	183
第十章	水的“王国”	208
跋		238

第一章 被禁锢的宇宙起源说

地球，它的起源和形成方式，它在宇宙天体中的地位以及它先后为生物和人类的生存所提供的条件等等，都是整个人类过去和现在经常提出的问题。虽然人类接触这些问题和将它作为学识之一并加以信奉，以及人们带着好奇和不安之心对它所作的一系列介绍，会因社会的变化而不尽相同，但这一切构成了每一个文明时期的文化、哲学和玄学观念的基础之一。地球的起源问题，当然是一门科学，但它又远远地超出了这一点，至少在其反映的广度和深度上是如此。

地质学是一门以地球为其研究对象的科学，它研究地球的结构、历史及其演化。但是，近150年以来，这门科学却拒不研究地球的诞生及其古老的历史。地质学教材对此也缄口不谈。大大小小的各类地质会议也对这些问题不予理会。更有甚者，在最近一个时期，只要在地质界稍稍提起这些问题，就会被认为是不合时宜，并力图抵销提出者的影响。

为什么人们对本应作为地质学科中心的课题如此长期保持沉默和加以排斥呢？本书的目的就是要用地质学的手段，通过解译岩石中记录的信息，深入到不让地质人员涉足的这块“禁区”中去。但在冲破这一近150年间已限定的地质研究方法的禁锢之前，自然要对这一禁锢的性质和起因作些追溯。

正是出于这一兴趣，促使我们在下面首先去回顾地质学本身的发展历史。

水成论和火成论

这里并不否认 N. 斯泰农 (Nicolas Stenon)、L. 达·芬奇

(Léonard de Vinci)、J. E. 盖塔耳(Jean-Etienne Guettard)、G. L. 布丰(Georges Louis Buffon)、帕拉斯(Pallas)、戴索绪尔(de Saussure)等许多先驱学者的研究成果,但就我们所知,确切而言,地质学是诞生在18世纪末的英国。

当时,地质学家们主要关心的是查明组成地壳的岩石和矿物的成因,并解释这些物质堆积成厚岩层(一般呈层状)的方式。不同的岩石,其岩性、颜色和成分各不相同,所含的矿物也各有差异。沉积地层有的呈水平,有的已经褶皱,有的已遭断层切割。这些不同的现象究竟是怎样产生的呢?曾经使知识界发生过意见分歧——伏尔泰(Voltaire, 1694—1778)曾试图找到那些到过圣雅克·德孔波斯特勒(Saint-Jacques-de-Compostelle)的朝圣者所丢弃的牡蛎贝壳——的化石成因问题,现在已不再有什么争论了。大家一致同意,在未查明化石的层序之前,去寻找那些已经灭绝的动物的残骸。很久以来,人们就已经注意到在陆地上存在着古老的海相沉积物。有人还认为,在这些沉积物中含有《圣经》中记载的挪亚时代洪水的遗迹。这些想用地质学来佐证《圣经》记载的想法,也就是“水成论”最初的观点。

尽管B. D. 马耶(Bertrand de Mallet)约在50年前曾以类似的形式提出过这一观点^①,但是人们还是认为这个学说的创始人应该是德国弗赖堡(Freiberg)的矿物学教授A. G. 维尔纳(Abraham Gottlob Werner)。维尔纳属于苏格拉底地质学派,但世人始终没有发现他发表的有关他的理论的任何出版物。他的学说主要是靠他的弟子们进行传播的,这些弟子到萨克斯(Saxe)听课时被他的学说所征服。在这些传播者当中,最为卖力的无疑是R. 贾米森(Robert Jamieson),他是爱丁堡大学——当时大不列颠知识分子云集的大型中心之一——的自然历史学教授(Jamieson, 1808)。

① 见Bertrand de Mallet的《一位印度哲学家与法国传教士有关海洋缩小、地球形成和人类起源等的谈话录》,阿姆斯特丹,1748。

维尔纳公开提出，矿物和岩石都是水的产物。他认为，地球表面在一定时期里曾被海洋所覆盖，而物质则形成在海洋之中。但这些物质并不是在同一个时间里和一次性形成的。它们是在地史的发展过程中逐渐沉积的。沉积时老的物质在下面，新的物质在上面。维尔纳根据形成物质的特征，即通过沉积的这些物质所保留下来的痕迹、标志，把沉积历史划分为以下五个阶段：

第一阶段，在热海水中沉积花岗岩、片麻岩和斑岩；

第二阶段，沉积过渡性的岩石，如页岩、硬砂岩等，它们覆盖在花岗岩和原生片麻岩之上。此时海水开始变冷，水中生活着鱼类，可在页岩中见到鱼类的化石。

第三阶段，海水开始从陆地退出。这个阶段沉积灰岩、砂岩、白垩和玄武岩（我们要指出，玄武岩在当时被视为一种沉积岩）。此时地球上开始出现哺乳类动物。

第四阶段，其特征是开始出现规模有限的陆地，陆地上已经出现河流和风等可剥蚀和搬运物质的地质营力，将剥蚀的产物，如粘土、砂子和砾石搬运进海洋并沉积下来；

第五阶段，海水从陆地完全退出，出现强烈的火山活动。认为火山的热源来自埋藏在深部的煤层的燃烧^①。

维尔纳及其弟子们认为，这五个阶段非常短暂，至多也不过几万年，大致相当于《圣经》上记载的时代。

J. 赫顿（James Hutton）是“火成论”的创始人。他与维尔纳正好相反，从未在大学里获得过正式的职位。绅士的富裕物质生活，使他有条件致力于对大自然的研究。通过在野外进行的地质探索，他逐步创立了一种地质理论。他相继在多部著作中对这一理论的各个方面作了论述，但其中论述最完整的要算他在1795年发表的题为《地球的理论》一书（J. Hutton, 1795）。

赫顿认为，构成地壳的物质分为两类，一类是“次生岩石”，另一类是“原生岩石”。一些岩石，例如灰岩、页岩或砂岩，是

① 维尔纳认为火山活动与玄武岩没有联系。

在海底沉积而成的，但它们是“次生的”。它们来自许多更主要的岩石——“原生岩石”——经剥蚀，其后又经搬运和沉积而成的。典型的“原生岩石”是花岗岩和玄武岩，赫顿认为它们是由来自地球内部的“热岩浆”经过冷却后形成的，因而这些岩石不是沉积的岩石，不是水的产物，而是“火”的产物。赫顿又将这些岩石叫做“火成岩”。

与维尔纳相同的一个观点是，赫顿也认为岩石是在地史的发展过程中形成的。但他反对把地史的发展看成是单一的过程。赫顿认为，地质历史是由许多彼此类似和前后衔接的“旋回”组成的。每个旋回都由一次“火”的活动开始。那些炽热的岩浆从地球深部向浅部上升，在四周地层内形成花岗岩和玄武岩，在地表引起火山喷发。岩浆所携带的热量使地层发生褶皱而形成山脉，这种现象犹如将面包放进烤炉时面包受热而发生鼓胀一样。紧接这一热的阶段之后就是一个冷的阶段，此时水便成了这一阶段的主宰。水不断地剥蚀着隆起的地形，制造砂子、砾石、粘土这样一些次生物质并将它们搬进海洋和湖泊，最后形成沉积岩。在地球内部“火”的作用下，不断隆起新的山脉，将水驱向永久性的海洋。水退出后即露出了原先的沉积物，经脱水后便变成岩石。接着，又开始了下一个旋回。各种各样的岩石就是在这样一个旋回接着一个旋回中形成的。

按赫顿的观点，地球内部之“火”是造物主，是它造就了原生物质和隆起的地形；水，则是破坏者，是它起着剥蚀、夷平和均衡的作用，它只能形成次生岩石。地质旋回就在这两个基本的和相对立的营力作用下周而复始地进行着。赫顿认为，这种地质旋回发生在蒙昧时代。地质旋回无穷地重复发生，并聚积着效应，随着时间的推移，小效应演变为大效应。

赫顿认为，地史的演变过程是均一的、旋回的或持久的，很难确切地区分其始末。他用这种观点取代维尔纳认为地史的进程是按既定顺序演变的、每一阶段都形成其特有岩石的观点。赫顿把整个观点概括为一句话：地质证据是“来无影，去无踪”的。

他用“旋回时间”的概念反对维尔纳的“矢量时间”的概念。

维尔纳是将他的观点建立在地层的全球总体分布理论之上的。他认为大陆的中央——例如德国的哈尔茨地块 (Massif du Harz)、捷克斯洛伐克的波希米亚 (Bohême) 地块和法国的中央地块 (Massif central) 等, 是由花岗岩和片麻岩组成的。在这些花岗岩和片麻岩层的边缘, 覆盖着含有鱼类化石的页岩, 它们共同组成了古老的地块。这些古老地块之上覆盖的是诸如巴黎盆地或阿基坦盆地那样的第三纪沉积盆地的层状地层, 地层由灰岩和粘土所组成。近地表处覆盖有砾石和细砂, 这是年轻河流的地质作用的结果。因此, 维尔纳的描述就象是欧洲地质的忠实写照一样。

相反地, 赫顿则借助于他在不同的范围内进行细致和精确的野外观察来表明他的观点。他在苏格兰地区见到呈水平的沉积地层遭受一花岗岩脉拦腰切割的现象。为了证实这一观察结果, 不久他揭示了厚层花岗岩体与其上覆岩层的接触关系 (图1)。通过观察一系列花岗岩细脉侵入在沉积地层中的现象, 使这个接触关系看得更为明显。赫顿由此得出结论, 花岗岩脉是呈熔融状态形成

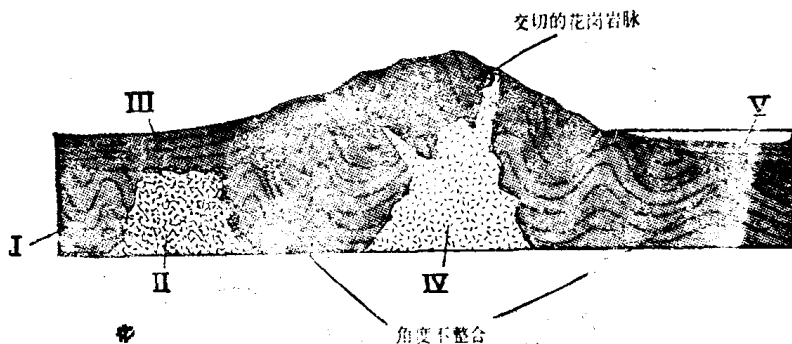


图1 赫顿的地质观察结果示意图

据多特和巴登 (1981) 著作中的图修改。图中示出了两个主要的接触关系: 角度不整合和花岗岩体的侵入。如将观察结果结合地层的叠加原理进行分析, 可重建以下一系列地质事件的层序: (1) 岩系 I 在海洋中沉积; (2) 岩系 I 发生褶皱; (3) 花岗岩 II 侵入; (4) 沉积岩系 III 形成; (5) 沉积岩系 III 发生褶皱; (6) 花岗岩 IV 侵入; (7) 岩系 V 沉积。