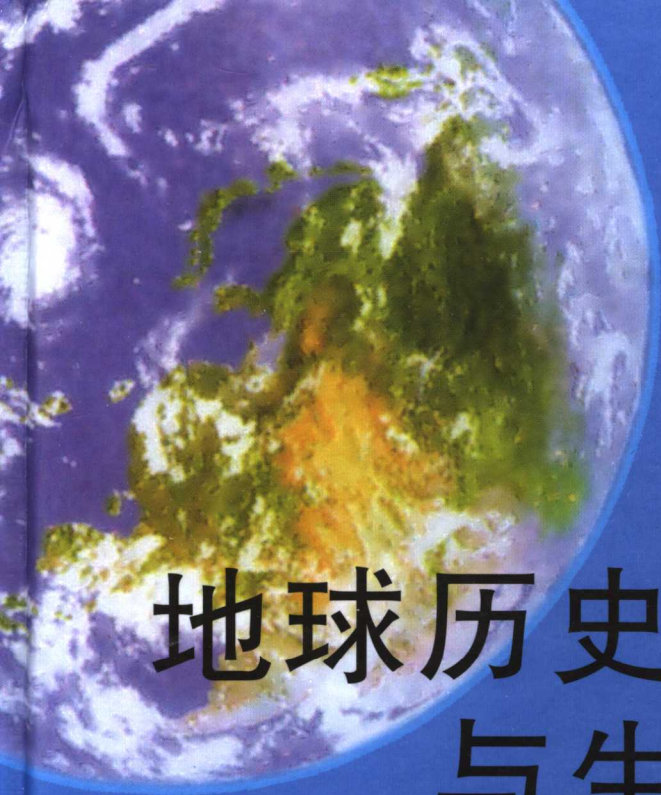




地球历史 与生命演化

广州博物馆 编



上海古籍出版社



地球历史 与生命演化

广州博物馆 编

上海古籍出版社

图书在版编目(CIP)数据

地球历史与生命演化 / 广州博物馆编; 刘金山, 刘千红撰. — 上海: 上海古籍出版社, 2006. 10
ISBN 7-5325-4445-1

I. 地... II. ①广...②刘...③刘... III. ①地球演化-普及读物②生物-进化-普及读物 IV. ①P311-49
②Q11-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第052433号

地球历史与生命演化

广州博物馆 编

上海世纪出版股份有限公司 出版发行
上海古籍出版社

(上海瑞金二路272号 邮政编码200020)

(1) 网址: www.guji.com.cn

(2) E-mail: guji1@guji.com.cn

(3) 易文网网址: www.ewew.cc

新华书店上海发行所发行经销 上海中华印刷有限公司印刷

开本 889 × 1194 1/16 印张 13.75 插页 4 字数 100,000

2006年10月第1版 2006年10月第1次印刷

印数: 1-2,500

ISBN 7-5325-4445-1

B·557 定价: 185.00元

如有质量问题, 请与承印公司联系

编辑委员会

主 任：陈玉环

副 主 任：闻 鹰 曾志光

编 委：（按姓氏笔画排列）

刘金山 李穗梅 张文良

黄光华 程存洁 谭庆芝

主 编：程存洁

作 者：刘金山 刘千红

摄 影：莫健超 刘丹青

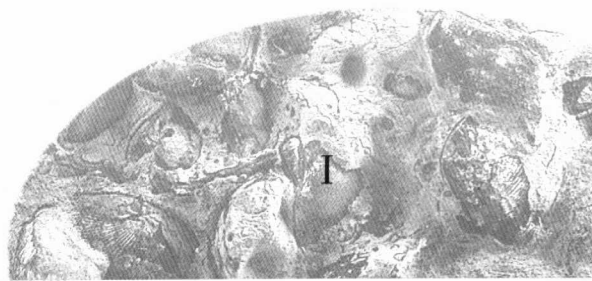
装帧设计：楚联 岑赵兰

责任编辑：张家珍

序

宇宙是怎样起源的？地球是如何形成的？这不仅是天文学家和地质学家为之着迷、不断探索的科学问题，也是哲学家在确立世界观、宇宙观时不能回避的最根本问题。生命是怎样起源的？人类是怎样起源的？这又是生物学家和古人类学家研究的重大课题。人类为了满足社会日益增长的物质需求，向地球不断地索取。可是我们如果过多地向地球索取，不了解这种掠夺对自然界的重大危害，不珍惜生命和物种的可贵，不了解地球整个系统，违反自然规律，违反生态平衡，那么我们人类就会成为破坏自然环境、消耗自然资源、毁灭自然物种的罪魁祸首，结果招致大自然的严厉惩罚！不是么？地球经过几十亿年形成的自然环境，不就是在工业革命以来的 200 年内遭受了损害吗？目前地球各处发生的地震、火山、海啸、红潮、泥石流、滑坡……不就是地球对人类的惩罚吗？因此，人与地球的和谐发展必须受到广泛的关注。

刘金山同志撰写的这本书就是对这些问题的研究和探讨。刘金山于 1975 年进中国地质大学学习，他学习勤奋，成绩优异，边学习边开始了地质标本的收藏。他于 1980 年开始发表论文，在地质研究和科学普及等方面有多种著述。他在整整三十年的古生物化石和矿物标本的收藏过程中，进行了大量的研究，积累了丰富的材料，发表过 100 多万字的著作。他既是一个收藏家，也是一个地质学家。这本书就是他几十年的标本收藏和地质古生物研究成果的总结。它的生动的文字和精美的图片，让我们共同目睹了宇宙起源、地球形成、生命诞生及演化



的壮观历史图景，共同体会物质世界的种种奥妙，并认真思考生命进化史上的三次大爆发和三次大绝灭的存在及其意义。

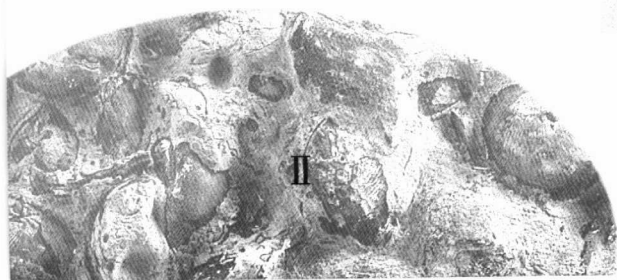
我衷心祝贺这本书的出版，希望它能够弘扬科学文化和普及地球科学做出应有的贡献，让人们认识自然、了解自然，从而更好地保护自然，为实现人类与自然的协调发展而尽力！

翟裕生
2005年6月

中国地质大学（北京）首任校长、中国科学院院士、国务院国家自然科学基金委员会委员、国际矿床成因协会矿田构造委员会主席、著名地质学家翟裕生先生为本书题词：

收藏更多的矿物化石珍品
进行更高水平的科学研究
开展生动活泼的地质普及
为祖国争光 为人民造福

翟裕生
2005年6月



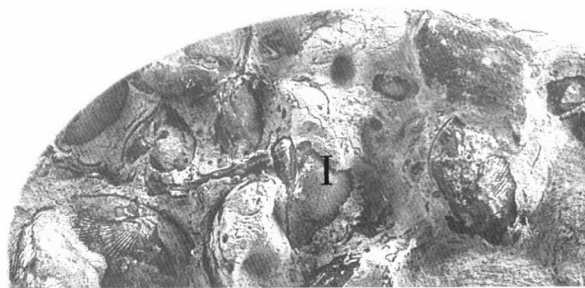
前言

人类要想知道自己未来的命运，就要首先了解自身的起源及演化经过，就要弄清楚人类祖先是谁。众所周知，人类是从古猿演变来的，那么古猿又是怎么演变来的？有资料表明是从 2.3 亿年前最原始的小型哺乳动物演变来的，那么这种小哺乳动物又是从哪里演变来的？是从泥盆纪的古鱼？还是从寒武纪的古虫？我们要想了解人类过去就必须走进地球历史。

人类社会要文明进步，要经济发展，要环境优美，就要首先了解人类现在赖以生存的脚下这块大地，脚下这个地球，这个已经被我们过多索取资源的地球还能够提供给我们人类多少资源，以供我们人类持续发展。比如固体矿产资源如何？能源如何？水资源如何？土地资源和生物资源如何？以及这个地球将来的命运如何？对我们人类未来发展有何影响？我们人类怎样才能与地球协调同步发展？要想知道这些问题的来龙去脉就必须走进地球历史。

本次展出和收藏的绝大部分是化石，其次是矿物和陨石。

化石是地球过去历史时期的生物死亡之后被迅速埋藏在泥沙中，再经过漫长的石化作用所保存在地层中的古生物遗体或遗迹。古生物化石的面貌最能反映地层系统的新老顺序。地质年代越新，地层层位越高，生物面貌越接近现代。人们就是依据生物前进性进化规律、生物演化阶段性以及地层层序律建立了相对地质年代表，表明元古代属于菌藻时代，早古生代属于无脊椎动物大发展时代，晚古生代属于鱼类和两栖类以及蕨类时代，中生代属于爬行动物恐龙时代及裸子植物时代，新生代属于哺乳动物时代及被子植物时代。还可以根据单个标准化石确定地质世纪，如把产莱得利基虫的地层确定为寒武纪早世，



产震旦角石的地层确定为奥陶纪中世，产胴甲鱼的地层确定为泥盆纪，产鳞木的地层确定为石炭纪，产鱼龙的地层确定为三叠纪，产鹦鹉嘴龙的地层确定为白垩纪，产铲齿象的地层确定为第三纪，产剑齿虎的地层确定为晚中新世，产猓猓、真马、披毛犀、巨颞虎的地层确定为早更新世，等等。我们有了各个地质时期的标准化石就可以谱写地球历史了。化石群落的出现被认为是生命的一次大爆发，但如果在以后的地质历史中再也没有出现了，我们就认为它们是在最近的一次生命事件中大灭绝了。大爆发或大绝灭的生命事件往往出现在大时代末期或大时代开端，因而具有划时代意义。化石对地球历史上海陆变迁的指示作用更是直观的，如珊瑚和菊石化石指示为古海洋，昆虫和银杏化石指示为古陆环境，舌形贝、有孔虫和介形虫指示为滨海近岸地带。化石还可以指示古气候。我国石炭纪的华夏植物群化石表明是亚热带气候，冈瓦纳大陆二叠纪的舌羊齿植物群代表寒冷气候。再如，我国中中新世砂砾层中产出的铲齿象动物群属热带气候，晚中新世红土层中产出的三趾马动物群属亚热带气候，早更新世黄土层中产出的真马动物群属寒带气候。要了解地球历史中的古地理、古气候、古环境状况都可以利用化石资料来查证，因此人们把化石比作是地球史书中的文字。

矿物生成于一定地质时期的地质作用中，矿物的生成往往可以揭示一个大的地质事件。如湘西产的石英脉金矿是在8~10亿年前的雪峰造山运动中形成的；湘黔一带出产的辰砂、方铅矿、闪锌矿、辉锑矿是在全球海西造陆运动中形成的；以粤、湘、赣即南岭一带为中心的华南地区出产的黑钨矿、毒砂、萤石、稀土矿是燕山造山运动形成的；如此等等。有些矿物还可以指示地球过去形成时期的古环境，如水云母和伊利石指示为古海洋环境形成的，高岭石和褐铁矿指示为陆



地氧化环境形成的，石榴石指示为高温区域变质作用下的地热异常环境下形成的，金刚石和蓝晶石指示为高温高压火山作用形成的，黑云母和黑钨矿是高温岩浆期后结晶形成的，等等。它们都深深地打上了地质事件的烙印，而地质事件就是人们了解过去地球历史变革的主要内容。人们还通过测取地层中锆石、方铅矿和黄铁矿等矿物的同位素直接了解地球历史的绝对年龄，得出太古代地球陆核形成于38~25亿年前，元古代古板块形成于25~8亿年前，三大古陆存在于8~4亿年前，联合古陆存在于4~2.05亿年前，联合古陆解体的起始时间是2.05~1.35亿年前。这样，矿物又成了地球历史的计时器和时间表。

陨石陨落代表了一次天文事件。地球是宇宙中的行星之一，它在自身历史的演变中也与太阳系一起从属于银河系的历史演变。有迹象表明，地球历史上几次大的陨击事件，如白垩纪末的小行星撞击事件，都与地球运行中穿越银河系银道面有关。因此，研究陨石不仅对地球结构的认识而且对地球履历及宇宙天体在更大时空上把握主体规律的认识都具有重要意义。有资料表明，地球历史中的生物演化阶段性（从大爆发到大绝灭）、岩浆侵入及火山喷发的脉动性、造山运动（板块运动）的旋回性、成矿作用的周期性，以及磁极倒转的周期性、全球大冰期的周期性、海底扩张的周期性，等等一切规律性（节律性）都与陨击事件的周期性是吻合的，也都与地球穿越银道面的周期性有关，即受控于银河系。因此，陨石又可能在更广阔的空间和更古远的时间上为人类提供无限的信息和创新的灵感。

以上是我们命题的目的及藏品与命题的关系。

本书在写作方法上，力求创新；在学术思想上，力求在已有研究成果上尽可能有新的认识和新的发现。我们以地球历史发展的时间为轴向，以化石标本、矿物标本和陨石标本为主体素材，以地质事件、



生物事件为主要内容，使地球科学（包括地层学、古生物学、矿物学、天文地质学、岩石学、矿床学、古地理古环境学，等等）与美学相结合，使科学与艺术相融合，做到感性思维与理性思维相结合，在揭示标本形体外在美、感性美、艺术美的同时，深入发掘其内在美、理性美和科学美。遇到疑难多问为什么，能解决便解决，不能解决便把问题提出来，而不是回避问题。在标本各论中做到：1、忠实于客观的细心观察与认真描述；2、点明特点和关键所在，传授化石和矿物的鉴定技巧；3、挖掘自然美和科学美，大胆地做美学评价；4、注重发现规律性和哲理性，给人以启迪；5、大胆地推理，大胆地科学幻想，引导读者心智延展；6、尽可能做到文学性与科学性兼容，逻辑性与科幻性兼容，资料性与趣味性兼容；7、全方位论述，具有风物志的特色。

此书的读者可以是大学生、中学生，也可以是需要科普的广大群众，更适合于收藏家及博物馆工作者之用。其中的新标本、新发现、新记述、新资料均为首次发表，还可供专家、学者参考。为了帮助读者阅读，我们还增加了名词解释部分。尽管我们在主观上已经尽心尽力，但由于我们学术水平有限，错误在所难免，敬请海内外同行、朋友和广大读者批评指正。

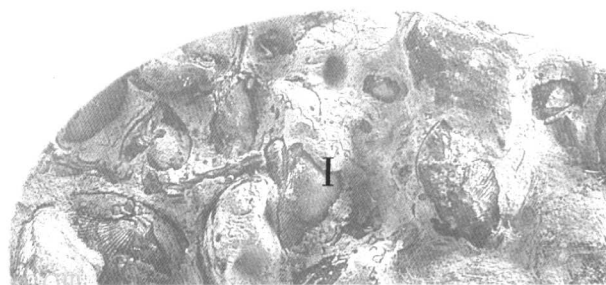
作者

2005年10月10日 于广州



目 录

序	I
前言	I
宇宙起源	1
陨石：来自宇宙的唯一样品	4
地球形成	7
矿物：组成地壳的最基本单元	10
生命起源	35
自然历史与生命演化	38
隐生宙：漫长的生命萌芽阶段	40
寒武纪：生命第一次大爆发	42
奥陶纪：无脊椎动物全盛时期	50
志留纪：脊椎动物大发展	54
泥盆纪：植物登陆、鱼类昌盛	56
石炭纪：壮观的蕨类森林	62
二叠纪：生命第一次大绝灭	66
三叠纪：生命第二次大爆发	70



侏罗纪：爬行动物的鼎盛时期	74
白垩纪：生命第二次大绝灭	78
第三纪：生命第三次大爆发	80
第四纪：生命第三次大绝灭	92
未来：人类正面临绝灭的危险	99
 标本各论	 101
陨石及岩石标本	101
矿物及宝石标本	105
古生物化石标本	134
 自然历史给人类的启迪	 193
 名词解释	 196
 参考文献	 205
 后记	 207



宇宙起源

宇宙是从哪里来的？宇宙空间究竟有多大？时间始于何时？这是哲学家确立宇宙观、世界观时不能回避的最根本的问题，也一直是人类为之着迷的最大的科学问题。

人类认识宇宙有一个十分曲折的过程。古代中国人有“盘古开天地”之神话，公元前3世纪有“天圆地方”（《吕氏春秋》）之说。公元前4世纪，古希腊的亚里士多德（Aristotle，前384～前322）提出地球中心说，认为地球不动，宇宙中的太阳、月球、水星、金星、火星、木星、土星分别在七个天层里围绕地球转动，第八天层是众多恒星，最外层即第九天层是所有星辰运动的原动力天层。四百多年后，古希腊天文学家托勒密（C.Ptolemy，90～168）继承亚里士多德的宇宙模式，并补充了行星在绕地球转动的同时，地球也在较小的圆形轨道上转动等内容，使亚里士多德的宇宙模式似乎更加合理。从此，亚里士多德-托勒密的地球中心说被人们奉为真理，长达十几个世纪。

到了哥白尼（N.Copernicus,1473～1543）的年代，天体运行的轨道已记录到70多个，按照托勒密的方法计算编制的历书，屡屡出现差错。1506年，波兰牧师哥白尼，实际上他是一位天文学家，他勇敢地提出了太阳中心说，在耗尽毕生精力完成的《天体运行论》中宣布：“太阳在万物的中心统驭着；在这座最美好的神庙里，另外还有什么更好的地点安置这个发光体，使它能一下子照亮这个宇宙呢？”这本具有划时代意义的《天体运行论》五卷本刚刚出版齐全，哥白尼便死了。真正宣传太阳中心说的是意大利人布鲁诺（G.Bruno，1548～1600），他在牛津大学宣讲，影响巨大。这不能被教廷所容忍，因为与神学相违背。1591年布鲁诺被意大利教廷抓住，九年后被绑在罗马的繁花广场火刑柱上活活烧死。尽管如此，太阳中心说在继续传播并为越来越多的人所相信。289年后布鲁诺的铜像被竖立在那个繁花广场。布鲁诺死后，伽利略（G.Galileo，1564～1642）继续宣传哥白尼的学说。伽利略用自己发明的原始望远镜观测天体，证明哥白尼的学说是正确的，但出版的书被教廷列为禁书，并把他关在一个黑暗的地窖里软禁起来，宗教法庭还判决他在三年内每星期背诵七篇规定的忏悔诗。四年后伽利略双目失明，九年后死去。科学是人类的先进文化，是任何宗教所阻止不了的。自从有了伽利略发明的望远镜之后，新的发现层出不穷。后来有荷兰的开普勒（J.Kepler，

1571~1630) 提出行星运动的三条定律; 英国的哈雷 (E.Halley, 1656~1742) 首次发现彗星的出没也有周期性; 牛顿 (S.I.Newton, 1642~1727) 提出万有引力定律, 并将地球上的力学推广应用到天体上, 使哥白尼的日心说在理论上得到了圆满的解释; 德国的提丢斯 (J.D.Titus, 1729~1769) 和波德 (J.Bode, 1747~1826) 发现各行星与太阳距离的规律定则; 英国的赫歇尔 (W.Herschel, 1783~1822) 发现了天王星, 把太阳系的直径延长了一倍; 德国的盖勒 (J.G.Galle, 1812~1910) 在法国的勒维耶 (U.J.L.Leverrier, 1811~1887) 计算的基础上发现了海王星; 1930 年美国的汤博 (C.Tombaugh, 1906~) 发现了冥王星。到 19 世纪末人类基本上对太阳系有了一个比较完整的认识, 并认为太阳系就是宇宙。

进入 20 世纪, 天文探测技术手段大大提高, 通过高倍望远镜能看到的距离越来越远, 接收天体发射的无线电波的射电天文望远镜也制造出来了, 对太阳系的真实图景也看得愈来愈清楚了, 于是惊奇地发现在太阳系以外, 世界还大得很啊! 宇宙不只是太阳系那么大! 于是人类把太阳系以外的天体称银河系。后来又惊奇地发现在银河系中像太阳这样的恒星多得不可胜数。太阳系在银河系中不过是微不足道的一小团, 它位于银河系的一侧, 距银河系中心尚有 2.7 ± 0.33 万光年之遥。银河系在太空中并不像一条河, 倒是像无边的黑夜中的一个发光的岛, 更像一个中心凸出并成旋涡状的圆饼。银河系的中心恒星密集, 无比灿烂; 周围恒星稀少, 星光暗淡。中心凸起直径约 1.63 万光年, 银河系的两端最大距离近 10 万光年! 认识了银河系, 人类似乎以为这回是把宇宙尽收眼底了!

科学技术的高速发展, 特别是空间探测技术和计算机技术的迅猛发展, 使人类认识宇宙的能力上升到一个新的高度。20 世纪以来, 人们又无比兴奋地发现在银河系之外, 还有像银河系一样的数以百亿计的星系存在! 天文学家把它们总称为河外星系。整个河外星系质量非常巨大, 占据了巨大的空间。在河外星系中的数以百亿计的恒星系统, 任一系统的规模都不亚于银河系, 离我们最近的相距也有 250 万光年, 远的超过 100 亿光年。到今天我们对外星系的认识只能说是开始, 新的星系还在不断被发现, 天外还有天啊!

1916 年爱因斯坦 (A.Einstien, 1879~1955) 提出广义相对论, 认为宇宙应该有它的开端, 并用数学演绎出宇宙正在膨胀, 提出宇宙膨胀理论。宇宙为什么会膨胀呢? 1927 年勒梅特 (G.E.Lemater, 1894~1966) 认为宇宙膨胀就是宇宙大爆炸。勒梅特设想组成宇宙的全部物质当初都集中在一个“原始原子”(或称宇宙蛋) 里, 异常紧密, 温度约为 10^{32}K (绝对温度 1 亿亿亿度)。显然这只能维持极其短

暂的平衡，一旦平衡打破，就发生大爆炸，原始原子迅速膨胀，逐渐扩展成为我们的宇宙。这种宇宙起源假说，可谓神奇，连勒梅特自己也不敢相信，不久就放弃了。20 世纪初，斯里弗尔（V.M.Sliger, 1875 ~ 1969）在观测银河系外的仙女座大星云时，取得了 15 个星系的光谱资料，经过研究，发现其中 13 个正以每秒数十千米的高速退行，即离开我们愈来愈远。1929 年，哈勃（E.P.Hubble, 1889 ~ 1953）观测发现一个星系退行的速度和它与我们（地球）的距离成正比，即离得愈远退行愈快，说明我们周围的星系正在四散逃离。斯里弗尔和哈勃的发现是对宇宙膨胀理论的验证。后来人们又有许多新的发现，证明宇宙在膨胀，还测到有的河外星系之间正以每小时 2500000 千米的速度在拉开距离。

宇宙膨胀理论在中国译为“宇宙大爆炸理论”，当代人们对该理论的认识为：在约 150 亿年以前，宇宙从一个极端高密度、高温、尺度几乎为零的原始原子中大爆炸而产生。在爆炸奇点处所有已知的科学定律都失效。大爆炸后 1 秒钟，温度降到 10^{10}K ，粒子间的强相互作用、弱相互作用、电磁力和引力开始分开。在高温下处于基本粒子状态的物质，随着温度的降低，聚合成各类原子。约在大爆炸后 50 万年 ~ 100 万年，首先由电子和质子合成氢原子，接着是氦原子也大量生成了，随后其他所有元素的原子从轻到重依次聚合而成；大爆炸后 100 万年到 20 亿年才逐步形成各类天体星系；太阳系的出现已是大爆炸发生约 100 亿年之后的事了。现在测得一些最老星系的年龄都只有 100 多亿年，符合这个理论的推断。

特别是盖莫夫（G.Gamow, 1904 ~ 1968）根据大爆炸理论预言：在大爆炸的特殊宇宙背景下产生出来的微波辐射，至今还存在于宇宙空间中，其温度应已降低到只有绝对温度几度。1964 年，威尔逊（R.W.Wilson, 1936 ~ ）和彭兹亚斯（A.A.Penzias, 1933 ~ ）用一台高灵敏度的射电天文望远镜果然在各个方向都测得一种 3K 的微波背景辐射。大爆炸理论得到了有力的支持。彭兹亚斯和威尔逊也因此获得了 1978 年的诺贝尔物理学奖。另外，多次天文观测记录到的超新星爆炸、黑洞撞击爆炸的信息，也都是宇宙大爆炸的佐证。

宇宙起源于大爆炸的场面是多么令人惊叹和着迷啊！这种假说已为越来越多的人所接受。当然这种假说还需要经过事实的反复检验，人类对宇宙的探测、认识，仍很有限，还有无数的知识空白。在认识宇宙的漫长的路上，还有许许多多奥秘等待着后来者去探索、去揭秘。

陨石

: 来自宇宙的唯一样品

陨石是研究宇宙天体物质的直接样品。

陨石的成因被认为是宇宙中的星体互相碰撞而爆炸，其爆炸之碎片在宇宙中像尘埃一样飞舞，当飞入地球轨道而被地球引力所吸引，便朝着地球飞来，当进入地球的大气层后，由于飞速快及大气层密度大所产生摩擦而燃烧，大多数碎片均燃烧殆尽，只见一道长长的光亮划过长空，被称为“流星”。只有很少数的行星碎片因体积大而燃烧未尽，落到地面上，被称为“陨石”（见图001~008）。

由于陨石成因特别，所以具有以下特征：一是表面有磨蚀和烧焦的迹象。常见形态呈圆球状、似圆球状、圆饼状、椭圆状、长圆柱状、水滴状、勺状、亚铃状等等奇形怪状。表面因燃烧而形成特有的空洞、凹坑、凹槽、划痕等等，均随处可见。二是内部成分与陨落当地的岩石成分有别。铁陨石主要由铁、镍组成，石陨石主要由硅、铝组成。含铁、镍成份高的被认为是星核碎块，否则被认为是星幔碎块。太阳系内各类星体是在相当接近的时间内相继从太阳星云中凝



001

(K289)

铁陨石 (11×7×8cm)

产地：广西南丹



002 玻璃陨石

① (K283)

11×3×2.5cm

② (K285)

13.5×4×3cm

③ (K300)

7×6.5×3cm

④ (K299)

5.5×5.5×4.5cm

产地：海南文昌



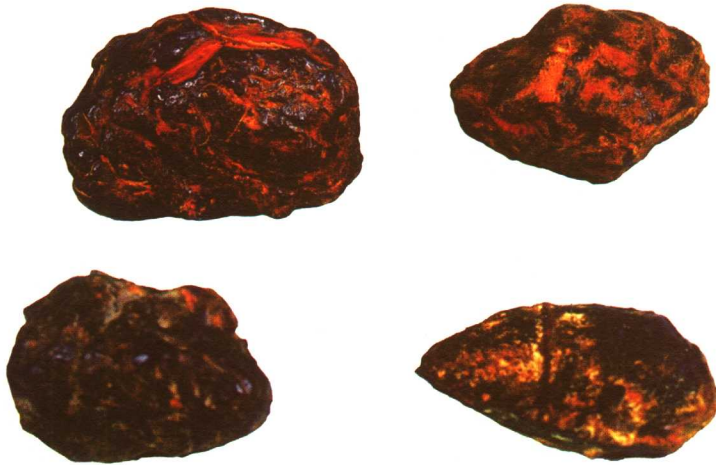
003

(K288)

铁陨石

17×12×8cm

产地：广西南丹



004
(K291~K294)
铁陨石
5×5×4.5cm
产地：湖南常德

聚而成的，目前已测得的大多数陨石年龄为45~46亿年，月球上最古老月岩和月壤的年龄也测得为44~46亿年。就是说陨石的年龄比地壳年龄要大，原始地壳年龄是42亿年，地球在经过几十亿年的改造之后，原始地壳已不复存在了，新的地壳年龄远远小于42亿年。比如在中国找到最老的地壳年龄只是28亿年，被认为全世界最古老的地壳年龄也只是38亿年。也有人报导说西澳大利亚伊尔冈地块的碎屑锆石年龄为40~43亿年。

陨石一般按成分分类为：铁陨石、铁石陨石、石陨石和玻璃陨石几类。

铁陨石中铁、镍含量达50~80%以上，其中镍含量20~30%以上。铁石陨石中铁、镍含量15~50%，其中镍含量10~20%。这两种陨石认为是星核或近星核物质。石陨石和玻璃陨石主要含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 、 MgO 、 K_2O 、 CaO 、 Na_2O 等等，被认为是星幔物质。如中国海南与雷州半岛的玻璃陨石（俗称雷公墨）比重2.44，非晶质，黑色，玻璃光泽，硬度5.5，折光率1.46~1.53，化学成分 SiO_2 74.85%、 Al_2O_3 11.59%、 FeO 4.12%、 MgO 2.06%、 K_2O 2.40%、 CaO 1.77%、 Na_2O 1.53%、 TiO_2 0.75%、 MnO 0.06%、 P_2O_5 0.05%、 Cr_2O_3 0.01%，总计99.75%。美国、利比亚、澳大利亚、前捷克斯洛伐克等地发现的玻璃陨石颜色呈绿色或淡橄榄色，还被用做宝石饰品。

根据不同陨石的成分研究，人们得到天体行星的星核成分主要是铁与镍，星幔成分主要是硅、铝、镁、铁等。依据类比法推断，我们的地球成分应与其他行星相似，地核应该主要是铁与镍。又根据地幔岩浆和深孔钻探研究，地幔主要是硅、镁、铁等，洋壳及陆壳下部主要由硅、镁组成，而陆壳上部主要由硅、铝组成。因为地球与其它行星都是在宇宙大爆炸的统一背景中形成的。这一推断被地震波传播速度的突然变化揭示出来的地球内部结构的不同所证实。因此，陨石的研究不仅对宇宙天体而且对地球内部



005
(K284、K286)
玻璃陨石
14×4×3cm
14×4.5×4cm
产地：海南文昌

