

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中小學生課堂故事博覽

生物化石自然成

—化石的故事



化石珍闻散记

杭州是一个著名的旅游胜地，西湖更是杭州一大象征。去杭州必游西湖。游览西湖的人们，都要去拜谒岳王庙。许多游人停步在“精忠柏亭”前留连忘返。它仿佛把人们带到800年前，沉思在风雪之夜的风波亭惨景之中。据说，这里陈列的“精忠柏”，就是当年岳飞父子被捆绑在柏树下，为秦桧杀害时忠气薰染而化成的树木。这几块“精忠柏”茎段，坚如磐石，千年不腐，象征着岳飞尽忠报国的气概。整个岳王庙的殿堂、廊榭、墓穴，800年来几经修缮，早非原物。唯独“精忠柏”毫无改变，仍是当年“原物”，自然引起游人的兴趣。久看而不愿离开，仰慕岳武穆的英灵。

“精忠柏”果真是南宋时期的遗物吗？事实并非如此，虽然它确实是化成石的树木，但并非岳飞的忠气薰染而成，而是大自然的杰作。它属于化石，古生物学上称之为“硅化木”。如果说它的年龄，比南宋至今的800多年还遥远得多，至少有一亿多年了。

硅化木的前身，原是生长在旷野间的林木。当地壳运动发生的时候（就我国东南地区来说，主要是晚侏罗纪—白垩纪早期的“燕山运动”），处于大面积火山爆发，山摇地动，熔岩四溢，森林随之坍塌，并迅速被泥砂、碎石掩埋。继而在沉重的堆积物的压力和地下的热力交互影响下，树木开始进行物理和化学性质的变化，特别是含有浓度较大的二氧化硅溶液的地下水不断地流过树木身上，树木内原有的含碳物质与二氧化硅发生置换作用，由于这种变化极为细致，所以树木的纤维结构和年轮花纹都能清晰地保存下来，宛如现生的树干。后来，当地又经过多次地壳运动，这些经过充分“石化作用”的硅化木，就随着地下岩层翻越到地面上而暴露出来。

在宋代，人们对这些形象维妙维肖的硅化木无法解释其来历时，加上人们对岳飞的崇敬，从山上采来，置于岳庙中，好事者又编出一套引人入胜的故事，颂扬英雄的忠贞美德，是完全可以理解的。

特别在浙江境内，这类硅化木颇为常见，最多的，都埋藏于晚侏罗纪至早白垩纪的火山岩系地层之中。而且，这里的硅化木化石早在一千多年前就被人们认识，因此世界上最先认识硅化木化石的，就是我们中国人。

譬如唐代的诗人，就已将硅化木作为吟咏的题材。陆龟蒙（公元？~881年），在其《二遗诗序》中提到：“东阳多名山，金华为最大。其间绕松石，往往化为石。”这里清楚地告诉我们：浙江金华地区有许多大山，生长着古老的松林，其中有一部分已变成石头一样。可见陆龟蒙当时已见到过像松树一样的硅化木了。而且他将硅化木跟松树做过比较研究，这岂不是世界上第一个研究硅化木的人吗？

像陆龟蒙在诗中描述的硅化木情景，如今在北京市延庆县千家店乡下德龙湾村北山上也能见到。这里有一个硅化木群，在几平方公里的范围有几十株耸立着，其中最大者，横截面直径达2.5米，小的仅几十厘米；木化石的高矮不一，高者残茎2米有余，矮的刚露出地面。这些木化石的颜色也不一，白色者较多，亦有灰色、褐色、及黑色的。经古植物学家研究，应分属于松、柏、银杏类，时代则是侏罗纪中期，迄今已有一亿六千万年的历史了。

前些年，在四川自贡市山上也发现一处仅一平方公里之内生有十几根的硅化木林，但基本上倒伏在地层内，其中最长者可达19米，其粗端的直径1.2米。

1984年10月，在湖北新洲阳逻，多处发现硅化木，属第三纪橄榄科植物，其中最大的一根长2.53米，直径0.4~0.53米，树型精美，保存完好，为世界罕见。

1986年，于新疆准噶尔盆地奇台县城之北150公里处的戈壁滩上，发现1000多株大小不等的硅化木，堪称为森林化石。其中最高者达30米，直径近2米。年轮清晰可辨，树皮完整无损，根系仍深扎于岩层之中，骤然视之，虽死犹生，成为戈壁一大奇观，亦举世所罕见也。经专家研究，这群硅化木，为侏罗纪之遗物。由于当地大陆性气候，炎热干燥，严寒冰冻相交替，再有洪水冲刷，狂风吹蚀，剥蚀掉周围的岩石和砂土，耸立于原野上的森林化石，得以重见天日。

我国古代学者中，注意硅化木的还有，如与陆龟蒙几乎同时代的杜光庭（公元850~933年），在其《录异记》也提到：“婺州（金华）永康山亭中有枯松树，因断之，误坠水中化为石。取未化者试于水，随亦化焉。其所化者，枝干及皮与松无异，但坚硬。有化者数断相兼，留之以放异物焉。”他不仅描述了硅化木的外貌特征，还探讨了硅化木的成因，认为与水有关。

到了宋代，杜绾在其《云林石谱》中也提到金华的硅化木。

明代末期，著名的旅行家徐霞客（公元1586~1641年）在其《徐霞客游记》中，记叙了云南永昌府水帘洞的另一种木化石：“崖间有悬于虬枝，为水所淋漓者，其外皆结肤为石，盖石膏日久，凝胎而成。即片叶丝柯，皆随形逐影，如雪之凝，如冰之裹；大小形象，中边不欹，此又凝雪裹冰，不能若是之匀且肖者。余于左腋洞外得一垂柯，其大拱把，其长丈余，其中树干已腐，而石肤之结于外者，厚可五分，中空如巨竹之筒而无节，击之声甚清越。”徐霞客在这里所说的是另一种“木化石”，其成分是碳酸钙，而非二氧化硅，就“化石”的保存方式而言，属于“印模化石”，而非变化硬体（或称为硅化硬体）。可贵的是，徐霞客对此种“化石”的成因作了比较合乎科学道理的观察和记述。高浓度的碳酸钙溶液逐年包裹树枝，树皮上的花纹印刻在沉淀在那里的（方解石）碳酸钙上，当枝干枯朽以后，一段颇长的“巨竹化石”就形成了。但因为按化石的本来定义，应埋藏在地层中形成，而水帘洞所见的树枝化石是在地面条件下形成的，应属于正在形成时的化石了。

直到清代，还有人注意硅化木化石，如徐崑在《遯斋偶笔》（乾隆十八年，即1753年刻本）中有云：“拔野古传载，康于河断松投之，三年化为石，未可信也。余守金华，见金华出此石，皮藓酷似枯松，几不能辨。举之不能动，方讶为石。然莫知其所由成也。大者及丈，小者数尺。置园中极可玩，土人亦贵重之。”现在中南海瀛台内就有一段高两米有余的硅化木，如石柱挺立，显得很威风，绍兴越王台内放置一块高约一米余，而直径至少有80厘米的硅化木，端庄肃穆，令人联想到勾践的可歌可泣的兴亡史，为人们增添游兴。

清代另一个叫施鸿保的，在他的《闽杂记》中提到福建莆田出产柏树形成的硅化木：“莆田壶公山有柏一珠，长只五六尺，下半已化为石，人名柏化石，以石栏覆之。则不必松可化，柏亦可化，且不必断于坠水也。”

综上所述，我国对树木化石的观察与研究，不但时间早，而且纪录的材料也很丰富，只是在长期的封建社会里，不重视科学，没能闪耀出它应有的光芒。

用现代地质学的知识考察我国的树木化石，除古生代大量埋藏于煤系地

层中外，就硅化木来说，陕甘宁、四川诸西部盆地内及东部沿海一带中生代地层中都比较丰富，且有广泛分布。

石燕，非燕之谜

作为中药用的化石中，除龙骨外，石燕恐怕也是最普通的了。据李时珍《本草纲目》记载，石燕的疗效起到清凉解毒、镇静安神的作用。但从其化学成分来说，基本上是碳酸钙，只是埋藏在地层内的时间很久，一般都有几亿年的历史，与普通碳酸钙有所不同，是否就因为这原因才能作医药之用？这是中医药专家研究的问题。

那么，石燕就是飞燕变成石头？或者说是飞燕的化石？

古生物学的研究早已揭谜，石燕不是飞燕的化石，它不会飞，它是一种古代海洋中营固着生活的腕足动物的壳体化石，所以说石燕非燕。

那为什么会把它当作飞燕的化石呢？说来话长，早在晋代时，著名画家顾恺之（约公元345~406年）在其《启蒙记》中曾提到：“零陵郡有石燕，得风雨则飞如真燕。”可算是有关石燕化石的最早记录。但从此以后，就认为石燕是飞燕的化石，遇风雨，还能“起死回生”，“鼓翅飞翔”呢！这位大画家的一句话，竟谬种流传，贻误非浅。

此后，北魏时代的著名地理学家、文学家郦道元（公元466~527年）在其名著《水经注》中就有类似的沿用记述：“石燕山（在今湖南祁阳）有石蚶而状燕，因以名山。其石或大或小，若母子焉。及雷雨相薄，则石燕群飞，颀颀如真燕矣！”这段文字，颇有绘声绘色之妙。说的是祁阳石燕山，出产变成石头的蚶子，形态像燕，有大有小，若母子之分。每当雷雨之际，石燕会像燕子似的飞翔起来。据目前掌握的地质资料核查，祁阳广布晚泥盆世的海相地层，特别在石灰质岩层内，盛产石燕化石，但由于《水经注》是一部地理学的古典名著，石燕会飞的论述令人相信，以致广为流传了。

郦道元是一位严谨的学者，在写《水经注》时，订正了前人许多讹传错误之处，即使遇到尚未能作出合理解释的问题，也在书中指明，存疑以待来者。但遗憾的是，在这则记载中，虽对石燕的形态、产地都写得正确，并且能把石燕与蚶子联系起来，从古生物学角度去理解，还是十分难得的，至少与海生的贝类联想在一起，基本上是对的。而为什么把不会飞的化石说成“石燕群飞，颀颀如真燕矣！”却令人费解。不过，考查一下郦道元一生的游踪，他从未到过华南各地，在写《水经注》时，有关北方的地理资料，差不多都亲自走到过，写南方的部分，都是引用前人的资料，再则，他是否真观察过石燕化石本身？恐怕没有，以致出现差错。

到了唐代，开始注意到石燕有治病的功能，于是入药。同时，也对传说中的石燕是否会飞的问题给予明确的回答。如李勣（公元584~669年）主持编纂的《新修本草》中提到“永州祁阳西北一百十五里土冈上，掘深丈余取之，形如蚶而小，坚如重石也。俗云，因雷雨则自石穴中出，随雨飞坠，妄也。”这段见解独到的文字，指出石燕的形态与蚶子相似，又坚如石，沉重。但不会飞，将其视作飞燕，是风马牛不相关的。

到宋代，苏颂（公元1020~1101年）在其《本草图经》上记载：“祁阳江畔沙滩上有之，或云生洞中，凝僵似石者佳。”他知道石燕化石，产于江畔沙滩上，可能是这一带含石燕的岩石经过风化侵蚀以后，被水流冲来的。

在唐、宋时代，可能对含石燕地层未作开发，石燕的产量自然有限，当时当作名贵的药材，甚至列为进宫的贡品。

从晋代到宋代这段时间里，人们对石燕的认识逐渐符合客观事实，但所传的石燕是否会飞的真相尚未揭示。直到 11 世纪，在张师正的《倦游杂录》中找到答案：“零陵出石燕，旧传雨过则飞。尝见谢郎中鸣云：自在乡中山寺为学，高崖岩石上有如燕状者，圈以笔识之，石为烈日所暴，忽有骤雨过，所识者往往坠地。盖寒热相激而进，非能飞也。”张师正在这里介绍了一位从来不出名的乡村医生谢鸣，在寺庙里读书研究学问时，看到崖壁岩石上生有石燕，就用笔圈划出来，经常去察看它是否真会飞？后来，他发现圈划的地方，由于日晒、风吹、雨打、水冲等风化作用，特别是暴雨刚过，热胀冷缩，使岩石崩裂破碎，石燕终于坠地，于是得出了“非能飞也”的正确结论，从而揭示了石燕遇风雨而“飞翔”的秘密。由此可见，实践对于科学研究极为重要，多少年来，多少学者，都是曾以讹传讹，记载了许多石燕能飞的故事。唯独这位不出名的乡村医生却认真地通过亲身的实践和观察，解决了这个悬案。此后，关于石燕化石的记载都类似谢鸣的判断。

至于明代李时珍在其《本草纲目》中所谈到的“石燕有二，一种在此（按：指药用石燕化石），乃石类也，状类燕而有文（纹），元（圆）大者为雄，长小者为雌。”指出了性别的差异，从生物学角度看是可能的，但化石的性别差异，很难确定，他的见解，迄今尚未证实。

自《本草纲目》问世以后，许多地方志上都陆续记录了石燕的产地。其时代分布，以泥盆纪最多，次为志留纪，再次为石灰一二叠纪。就地理分布看，以湖南、广西最多，次为湖北、云南、广东、江西、浙江、江苏、山西。但从中药店所收购的石燕看，产于浙江、江苏、山西各石炭一二叠纪地层中的石燕化石极少，基本上是湘、桂、黔一带泥盆纪地层中所产。

如果翻阅国外古生物文献，有关腕足类化石（石燕仅为其中之一）的记载要到中世纪，才初次描述始于葛斯那，他在 1565 年绘记了德国佛登堡的小咀贝类腕足类化石。

从以上所述我国古代学者有关记载、观察、研究石燕的一些片断中，我们看到了我国有关化石的科学史料是多么光辉灿烂！

蝙蝠石非蝙蝠成石

早在 1400 多年以前，晋代的郭璞在注释《尔雅》时曾经提到蝙蝠又名蠹，还谈到齐人（山东人）曾以“蝙蝠石”制砚，称为蠹砚。因此，蝙蝠石之名由此传开了。从字义看，蝙蝠石大概是蝙蝠变成的化石吧，其实，它不是蝙蝠变成的。

清代著名诗人王士禛（公元 1634 ~ 1711 年）在他的《池北偶谈》中有这样一段记载。说的是明崇祯 28 年（公元 1637 年）春天，张华东到泰山去游览，住在山下的大汶口镇，沿着河边散步，看到水中发出闪烁的光芒，引起惊异。停住脚步，蹲下身来仔细观察，原来是一块块约一尺左右大小的小石板，其上有一个个小蝙蝠。或者蚕腹部模样的痕迹，随手捡起一块，抚摸一会，不觉暗自惊叹，于是他就再翻动几块，几乎有近百个蝙蝠，有的作飞翔的样子，有的作伏卧的姿态，有的暴露得比较清楚，而大部分只有半身可见，隐藏在岩层之内，好像受惊以后不敢露面似的。张华东反复细看，有几个简

直还能清楚地见到肌肉和翅膀呢！那些如蚕伏卧的，还能见到体躯分节，似乎在蠕动。在好奇之余，他就当场选了一块中央有些低凹，周围带有“蝙蝠飞舞”的岩石带回去。后来，请人加工，把低凹的窟窿雕成“水池”，飞舞的“蝙蝠”使之更清楚突出，其余地方则使之平坦光滑，如此一番刻琢，竟成一块既实用又美观的石砚，他高兴极了，并在砚石的背面再刻上几句祝福幸运的铭辞，称为“多蝠砚铭”。

这个故事，正好把晋代以来的所谓“蝙蝠石”的真相搞清楚了一半，它的产地就在泰山底下，但蝙蝠真能化成石吗？据生物学与地质学的知识考察，蝙蝠属于哺乳动物的翼手目，到新生代后期才出现。就目前所能见到的蝙蝠化石而言，都是它的骨骼部分，从未见到“皮膜”化石，因为这些柔软的成分早已腐烂，不大可能保存下来。而蝙蝠石的形象，偏偏就是蝙蝠的外貌。

直到 1914 年，我国地质学界老前辈章鸿钊先生率领当时北京地质研究所的学生到泰山查勘地质，经过大汶口，看到当地许多老乡在开采被他们称之为“蝙蝠石”的石料，他就带回十几块标本。次年，章先生又嘱咐学生到大汶口采获若干标本带回北京一起研究，才揭开了“多蝠砚”之谜。所谓“蝙蝠石”，原来是属于节肢动物的三叶虫化石。这个三叶虫的具体名字，按古生物学的正规命名应该叫“潘氏镰尾虫”，它是五亿多年前寒武纪晚期的“标准化石”。为了纪念山东一带我国古代劳动人民对这个化石的最早认识，我们仍叫它蝙蝠石或蝙蝠虫，而不叫镰尾虫，外国人所以叫镰尾虫，也因为尾巴的大刺像镰刀的缘故。国外学者认识三叶虫直到 1698 年，是鲁德最先记述，我国比他们早多了。

三叶虫是古代海洋中爬游的节肢动物，体披甲壳，有利于保存化石。它在生长过程中，与现代的虾、螃蟹一样，须经过几次脱壳，所以当时的海底上就留下无数的甲壳，无怪张华东见到的那块不很大的石头上，竟有百个之多。

至于张华东还提到“蚕”，果真是蚕的化石吗？不是的，蚕没有骨骼或甲壳之类的硬体，极难形成化石。实际上，这些所谓“蚕”化石，就是三叶虫身体中间（轴部）的甲壳部分，由于它是分节的，所以颇如蚕形。

外貌美丽的三叶虫化石，多保存在石灰岩的层面上，而且不易破碎，经过加工雕琢以后，制成大批珍贵的“多蝠砚”，供应市场，日本与东南亚用毛笔写字的人特别欢喜，因而成为出口产品。目前山东泰安地区、湖南西部的永顺一带每年都有成批的生产。

“猿”“人”之争

1935 年，荷兰古生物学家孔尼华在香港的中药店里企图从“龙骨”堆中搜寻珍贵的化石材料，事情果然如愿，意外地得到一枚奇异的牙齿，这颗臼齿，表面粗粗一看，很像古人类的，但它的体积特别大，起码比当时已知的古人类臼齿化石大几倍。和已知的猿类臼齿比较，也太大了，仔细看看臼齿咀嚼面上的曲褶花纹，似乎更像猿的，于是他就暂时定名为“巨猿”的牙齿，并发表了一篇论文。稍后，他又获得第二枚，更坚定了他的信心。

1945 年，美国古人类学家魏敦瑞，也研究了同样的三颗臼齿，宣称这不是猿类的牙齿，而是人类的牙齿。他根据牙齿的体积，推测此化石古人的身

材十分高大，可达 2.74 米，体重也相应增大，约 270 公斤以上，应定名为“巨人”。不仅如此，他还异想天开地认为这个“巨人”还是“北京中国猿人”和“爪哇猿人”的直接祖先；由此又进一步提出人类的演化规律是由“巨人”逐渐缩小而成的。因为魏敦瑞是举世闻名的古人类学家，权威的见解，往往奉为金科玉律，当时，“巨人”化石的发现竟成为轰动全球的奇闻。

但是，孔尼华相信自己的研究是正确的，并没有被魏敦瑞的“权威发言”吓倒。相反，他继续搜集材料。他先从香港中药铺打听这些巨牙的来路，但谁也说不清具体的地点，估计产于华南一带。这太渺茫的地域，如何能寻找到新的巨牙化石？孔尼华只好放弃到中国实地寻找的希望，仍旧在香港、南洋各地中药店的“龙骨与龙齿”堆中去仔细挑捡。果然，不负有心人，终于获得了共 20 枚牙齿。他凭这批不算少的牙齿化石，精心继续研究，结论仍然是“巨猿”。

于是，巨猿？还是巨人？争得不可开交，谁也说服不了谁，成为科学史上的悬案。

随着岁月的流逝，到 1956 年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所认为这两位学者争论的问题，只有我们中国人来解决才有希望，决定派出一个小分队前往广西一带去勘察。事前，他们分析了地质情况，广西是石灰岩溶洞比较发育的地区，洞穴堆积中经常被当地老乡发掘出不少哺乳动物的牙齿和骨骼化石。

出师报捷，先在大新县牛睡山黑洞里发现了三颗巨大的臼齿化石，当场就认定这就是孔尼华的巨猿，这样，给野外工作树立了信心，提高了寻找化石的士气。

小分队在调查中，根据柳城社冲村一个农民提供的线索，在距离社冲村约半公里外的楞寨山上，有一个离地面 90 米高的山洞，当地农民经常到洞里挖“岩泥”（因为溶洞堆积物中含有大量哺乳动物骨骼化石，这些岩泥中就含有丰富的磷质，是肥田的难得原料）作肥料，这个农民曾在这里挖到一个带有几乎完整牙齿的下颚骨，这是一条十分重要的信息。

于是，小分队就利用 1956 年冬到 1957 年春天这段农村比较闲暇的时间，组织劳力在楞寨山上的溶洞中继续挖掘，终于找到两个巨猿的下颚骨和近千枚牙齿。从此，这个山洞也出名了，后来就命名为“巨猿洞”。更重要的，为解决争论 20 年的问题可作出科学的肯定。小分队高兴地将采获的“龙牙与龙骨”带回北京研究所，仔细研究。

当时，由著名的古哺乳动物与古人类学家裴文中教授领导专题小组进行研究。由于下颚骨相当完整，成排的牙齿也基本上没有脱落，这几具标本就有条件与猿或人的相应标本作形态学和测量学方面的比较了。专家们认为：这个下颚骨特别粗壮，其高度与厚度都极大。整个下颚的齿弓（U 字弯曲）像猿类（其后端两侧向内紧靠），而不像人类（其后端两侧略向外扩展），再加臼齿咀嚼面上的弯曲花纹也与猿类的更为接近。因此，专家们一致意见，认为属猿类，而非人类，这桩争论也就告一段落。由于孔尼华最先已定为“巨猿”之名，也就肯定沿用了。

此后，在广西的其他地方以及湖北的若干洞穴内也都发现巨猿化石，并与大量的哺乳动物化石共埋在一起，由此得出结论，它是在距今一、二百万年至几十万年前，普遍生活于当时华南的森林里的动物，是热带环境。

从大量材料的研究中表明，它并不是猿人的祖先，而是“从猿到人”演

化过程中出现的一个旁支，不久就绝灭了，也没有留下它们的后代。

小姑娘解决鱼龙悬案

西欧的历史进入 18 世纪中期，由于瓦特发明了蒸气机，带动产业革命，于是修筑道路、开挖运河、开发矿山……成为当时资本家向地球索取财富的目标。

在这些工程进行中，经常会挖掘到一些化石，这些埋藏于地层深处的古代生物的遗骸，自然会引起人们的兴趣，特别是一些骨骼化石，形态奇异，费人猜想，在鉴别种类问题上常常各执己见，争论不休。

有一次，在瑞士苏黎世发现两枚黑色的、像算盘珠子模样的骨头化石。有的科学家说：“这是远古时期人类的化石，恐怕是脊椎骨的一部分。”但反对的人说：“不像，人的脊椎骨没有那般扁平，凹凸的形态也不同，而且太大了，不可能。”

在争执不下时，请生物学家来研究，他们首先认定这两枚化石属于脊椎动物的两个脊椎骨；运用比较解剖学的方法，进一步从脊椎的形态观察，前后两端都是向内凹的，即所谓“双凹型”的脊椎，于是确认这是远古时代的鱼类化石的部分遗骨。

当时，神学的思想在科学界尚未铲除干净，有些神职人员故意说这是人的遗骸，胡说他在生时作恶多端受上帝惩罚的应得结果，居然也有些人主张是人。

是鱼？还是人？就成为一桩悬案。将近百年过去了，谁也没有提出更好的证据来作出决断。

到 19 世纪的一十年代，这件悬案竟然被一位住在英国南部威尔土地方的小姑娘、名叫玛丽·安宁的解决了。证明它既不是鱼的化石，更不是人的化石，而是生活在海洋里的一种爬行动物，它的名字叫鱼龙。

玛丽·安宁当年只有 12 岁，家境贫困，父母亲没有能力负担她上学的费用，失学在家。但是，小玛丽很懂事，每天总想着如何为家庭分忧。由于她经常跟父亲一起到海滨拾贝壳，捡彩石，然后卖给城里有钱人家赏玩，已经有些经验。

一天，父亲忙于别的事，母亲在家里劳动，她就一个人向海滨走去，希望能找到一些“宝贝”好换钱，资助家用。

她沿海浪拍打的边岸走去，两眼盯着被海水送来的彩贝，有美丽的便随手捡起。走了一段路程，感到有些累了，便找到一处悬崖底下的岩石上休息，欣赏那海浪中击岩石溅起的水花，看那远处飞来的海鸥，不时发出阵阵清脆的鸣声，在这个幽静中寓动的环境里，她几乎陶醉了。随后，她又把目光投到周围的岩石上，在离她不远的一块灰黑色的薄板状的岩石上仿佛有一样花纹的东西，吸引着她走了过去，俯身细看，是一块不寻常的岩石，好像一条大鱼的骨骼清楚的印在上面，有嘴，有头，有半个躯体，但后半身还埋在岩层内，她估计了一下，足有她整个身子那么高，凭她的力气和空空的双手是无法取出来的，即使取出来，也背不回去，她凭几年来跟随父亲“寻宝”的经验判断，这肯定是件“宝贝”！这里的石头，刚刚被海浪掏空崖壁坍下来的，今天总算碰上好运气，她暗自高兴，好象两脚特别轻松，飞也似的跑回家去。请来了他的父亲。

父女俩同心协力，很快将这块鱼形的宝贝取下了。但有3米长，两人也抬不走，又请人帮忙，终于抬到了家。消息很快传开，大英博物馆的科学家听到后，前来观看，认为这是十分重要的化石，于是博物馆收购走了。

经专家们反复研究，终于确定，这是生活于距今一亿七千万年前侏罗纪海洋里的鱼龙化石。然后，回过头来，又将瑞士苏黎世的两枚化石作了对比，证明原是鱼龙化石的脊椎骨，真相大白，科学家们无不对玛丽·安宁表示敬佩之情。

又过了几年，玛丽·安宁跟她的姊姊一起还发现了一条蛇颈龙化石。由此，古生物学史上留下了这位女孩——玛丽·安宁的名字！

“曙人”的骗局

1953年11月24日英国《工人日报》曾刊登了一条引人注目的新闻报道，开头是这样写的：“谁假造了‘曙人’的下颚骨和牙齿？——这件事欺骗了科学界达四十一年之久！”

事情的来历是这样，自从1891年10月荷兰军医杜布亚在印度尼西亚爪哇岛垂尼尔地方发现直立猿人化石以来，引起全世界学术界的广泛注意，激起了古生物学家和古人类学家搜寻古人类化石的极大兴趣。1911年在英国萨塞斯克郡的辟尔当地方，采石场工人在开山炸山时发现了几块人类头骨的碎片，被当地一位名叫道生的自称对古人类化石具有浓厚兴趣的地主兼律师取走了。随后，他自己又“找到了”一块下颚骨“化石”。于是，道生就把这几块化石材料送请大英博物馆自然部主任伍德华德和解剖学家纪斯研究。两位专家面对这些七零八落的骨头，如获至宝，翻来复去，看了又看，终于拼来凑去组合成一个人头的模样，居然研究出一个结论——属于古人类的头骨化石，并取名叫“道生曙人”。前两个字表示“对古人化石”发现者的敬意，后两个字表示这个“古人类化石”的原始性，具有从猿到人的最初特征，仿佛一天开始时的曙光之意。他们唯恐化石失真，于是又从采石场找来几块天然破碎的火石（燧石），当作“石器”，并取名为“曙石器”。还找来几块被啮齿类动物啃咬过的象骨化石当作“骨器”，经过这一番精心的布置以后，认为一切都安排定当了，于是选在伦敦地质学会开会的时候，撰写出研究论文，宣称发现了“原始人”化石，轰动了当时的学术界，道生也从此出了名。人们为了纪念这具“人类化石”的发现地，也称为“辟尔当人”。

正当伍德华德的研究公布不久，有一位青年医生叫华脱斯顿的。观看了标本以后，提出大胆的质问：“凭我个人对人体解剖的经验，这具头骨和下颚骨并不是属于同一种人的，因为头骨的颞颥关节窝并不是适用于下颚，后者是一个猿类动物的下颚，决不是人类的下颚。”动物学家米勒，也对下颚骨进行了仔细的观察，进一步指出：“严格的说，下颚是属于黑猩猩的。”他们的见解和提出的论据，立刻得到一些学者的支持。于是要求道生澄清事实——头骨和下颚是否都从相同的地层中挖出来？道生不敢正面回答问题，搞得十分狼狈。而伍德华德为了保持自己的“权威声望”和维护道生的“荣誉”，顽固地坚持自己的意见，竭力为自己的鉴定辩护。当时，某些人也确实被“权威”所迷惑，相信“权威”和律师的“高贵品德”，终于承诺了道生的“发现”和伍德华德的“鉴定”，“道生曙人”就这样流传开来，许多有关书刊甚至也都引用这个“原始人化石”的材料。

但是，尊重事实的科学家毕竟对这个“曙人”仍持怀疑态度，他们在继续探求真理。例如 1936~1937 年时，地质学家欧克莱和金对挖出“曙人”的地层时代表示疑问，应该属于更新世，而不是上新世。1949 年欧克莱又同其他两位科学家对“道生曙人”材料重新进行研究，取下头骨及下颞骨的少许骨粉，用氟定量方法进行分析（时代愈早，骨头化石中的含氟量愈高；反之，愈低），结果表明，这具头骨化石距今数十万年，相当于欧洲当时已有大量发现的尼安德特人化石，属于猿人之后的古人阶段，并非是原始人类型。而下颞骨则是一个现生的年龄约 10 岁的黑猩猩的颞骨。到 1953 年，他们的研究完成，就在这一年的 11 月 22 日趁伦敦地质学会开会之际，这三位科学家——欧克莱、维纳、克拉克联名公布了他们的研究报告，并进一步指出，这块黑猩猩的下颞骨是有意加工过的——弄掉几颗牙齿，将留下的几颗牙齿也用锉刀磨去一些外层，使其形态接近于人牙，然后浸泡在重铬酸钾溶液中进行染色，再用泥土涂抹，骤然一看，很像“化石”，就用这种恶劣的冒充手段欺骗世人。由于这几位科学家的努力，隐瞒了 41 年之久的一桩科学骗局，终于被揭穿了。过 2 天，《工人日报》就报道了这个骗局真相。

寻找“始祖”鸟

1855 年，在德国阿尔卑斯山北麓巴伐利亚州的里登伯采石场属于晚侏罗世地层的一小块石板上，发现了一块具有正负两面的不完整的脊椎骨及一些前后肢残段化石，并带有模糊的羽毛痕迹。到 1857 年，这些残段化石由冯迈耶研究。因为当时尚未发现鸟类化石，而且羽毛模糊；骨骼的基本构造与爬行类极似，所以定名为翼龙类的一个新种——粗肢翼龙。直到 1970 年，重新研究这块化石标本，改定为始祖鸟。

而历史记载第一块始祖鸟化石是 1861 年发现于巴伐利亚州的索伦霍芬附近石印石采石坑距地表 20 米深处的标本，时代与前者相同。化石除头部略有破损外，其余各部均相当完美。这块标本很快被英国自然历史博物馆购去，并由梅以尔研究，他于同年 9 月 30 日在与同行通信时宣布：发现了最早的鸟类化石，定名为印板石始祖鸟。不久，这封信在德国的矿物、地质、古生物新年鉴上发表，始祖鸟之名公诸于世，但注意的人不多。过后不久，欧文再度研究这块标本，定名为尾始祖鸟，于 1863 年著文发表于伦敦皇家哲学汇刊上，影响扩大。

到 1877 年，离索伦霍芬采石坑约 10 公里的埃赤斯塔特采石坑里又发现了一块始祖鸟化石，这块标本比前一块完整些，特别是头部保存完整，由柏林博物馆收购去，1884 年，达姆斯仔细研究了这块标本，并测量骨骼的各部尺寸，认为它比伦敦的标本小 1/10，仍是同属同种。体形稍小可能是年龄或性别异所致。到 1897 年，他又认为两块标本的肠骨有差别，于是将柏林的那块定名为西门子始祖鸟。

到 1921~1925 年间，皮特洛尼威克花了五年时间对伦敦与柏林两块标本作了反复比较，提出 15 点差异，认为两块标本分属于不同的科（亦不同属）——柏林的称西门子原鸟，伦敦的保留原名，但到 1927 年，他又改变了主意，认为同科不同属。

1954 年，贝尔又重新研究这两块标本，修改了皮特洛尼威克的意见，两者同属同种，只称印板石始祖鸟。

1956年，在离第一块化石点250米深处又发现了第3块始祖鸟，这是无头仅存躯体骨骼与羽毛的化石。经赫勒尔研究，亦名印板石始祖鸟。

1970年，奥斯特罗姆重新研究1860年3月荷兰哈勒姆的泰勒博物馆馆长凡布莱达从冯迈耶手中收购的那块标本（即本文开头所述的），根据7个特点与翼龙不同，更名为始祖，即第四块标本。

到1973年，在原地又找到第5块标本，却被前索伦霍芬市长收藏，到1988年才得到鉴定，这是一块比伦敦标本大1/10，几乎是其他标本的2倍，名称亦是印板石始祖鸟。

但是这些标本是否是鸟类化石，却引起一番争论。早在1861年发现第一块标本时，当年11月，瓦格纳却把它当作长尾的翼龙，否定了始祖鸟的存在。又比如第四块标本，长期以来也作翼龙看待。这是因为生物学家在研究化石时，着重于头部特征，始祖鸟与翼龙极为相似。况且在发现第一块始祖鸟时，在同地点、同地层中找到一种大小如鸡的细颈龙，与鸟类极相似，所以怀疑始祖鸟是爬行类不是没有道理的。

于是，关于羽毛问题又引起争论，鸟类有羽毛，爬行类无羽毛，这是常识。1985年前后，天文学家弗雷德·霍伊尔和查拉德·威卡马辛霍等人对始祖鸟羽毛的真实性问题首先发难，他们以荷兰博物馆的标本为依据。在英国一本摄影杂志上发表文章及照片，认为“化石表面的羽毛痕迹出现在一块质地比下层岩石结构细得多的物质之上，这些物质有的有些部分就像一块弄平了的口香糖。”说明羽毛痕迹是后来粘上去的。

一石激起千层浪。伦敦的英国自然历史博物馆馆长、古两栖爬行类专家阿伦·查里德马上召集一些专家讨论对策，决定采取两项措施：一是将标本的边缘弄下一小块进行沉积学研究，看看上下两层有无不同的物质？有无界面存在？二是对标本电子扫描和X光谱分析，特别是运用“剥离技术”将翼骨之下的羽毛进行观察，实验表明始祖鸟的羽毛和骨骼是同时掩埋的，属同一标本，无粘胶痕迹。怀疑始祖鸟的羽毛是毫无根据的。

另外，1988年在西班牙发现早白垩世的鸟类化石，与始祖鸟比较以后，也认为始祖鸟化石是真的，两者之间的比较解剖学关系，符合鸟类进化的规律。

至此，似乎始祖鸟的真实性问题已经解决，可是“始祖”问题却提出异议。例如研究1973年第五块标本时就有人指出：“尽管始祖鸟作为爬行类到鸟类的一种中间过渡类型，但就其全部特征而言，它们仍然不是鸟类的最早祖先。”

生物学家又提出：始祖鸟的羽毛结构属于较高级的二次复羽，不像鸟类的祖先。如果是始祖，其羽毛结构只能是低级的一次羽，不可能再分叉成二次复羽。谁是“始祖鸟”？又提出来了。

自从洋底扩张—大陆漂移—板块构造理论风靡全球以后，许多与地质有关的问题也重新探讨，有关始祖鸟是否是鸟类的始祖问题也提出来了。1977年叶祥奎与刘时藩从现生的海洋鸕（一种候鸟）的遥远而曲折的迁移路线着眼，提出始祖鸟并非鸟类祖先的设想。其立论的大致内容是这样：海洋鸕冬天栖居在南极洲，当春天来临时，便成群结队地往北飞，先经过南美洲的东海岸阿根廷、乌拉圭一带，然后转向大西洋的对岸，即非洲的西海岸安哥拉、刚果一带，然后又横渡大西洋到达巴西的东北部，然后又横渡大西洋到非洲的毛里塔尼亚一带，然后又横渡大西洋，到欧洲的大西洋岸，再北飞，直到

四月份，到达终点斯匹茨卑尔根，总共行程三万余里，到秋天，又按原路南飞。人们不禁要问：它们为什么不走大西洋岸的直线路程？为什么要多次飞渡大西洋走曲折的路？如果用魏格纳大陆漂移说去考查，这条海洋鸕的路线就明白了。原来在三叠纪时，现在的大西洋尚未形成，两岸的非洲与南美洲、欧洲与北美洲是拼合在一起的，只要把海洋鸕飞行的路线放到当时的古地理图上，不难发现，这是一条直线捷径，不是曲线。于是迫使人们想到，海洋鸕的祖先可能三叠纪时即已出世，它们一代一代地冬去春来来往于南极洲至斯匹茨卑尔根之间，每天着陆栖息时总会认定某个目标，从晚三叠纪开始，大西洋出现分裂，两岸大陆漂移，海洋鸕认定的若干目标亦随着移到两岸，它们的后代遵循祖辈的路线飞行，在认定的目标导航下就慢慢地变成曲折的路线了。当然从大陆漂移观点去寻找三叠纪的鸟类化石，还只能是一个设想，即使在欧洲第三纪地层内发现过海洋鸕化石，而更早的化石却尚未找到。

各国古生物学家都希望能找到一块比晚侏罗世的始祖鸟更老的化石鸟类标本。1977年秋天，詹森在美国科罗拉多州东部地区一个采石场内找到一件可能属于早侏罗世的鸟类化石，但研究者（如卡特）认为，仅根据一段股骨和一些残破的前肢鉴定，证据不算充分，希望终于落空。到1979年4月，印度新德里发出一条惊人的消息，印度南部地质调查所所长斯沃密特宣称在安德拉邦阿迪拉巴德的早侏罗纪科塔层内发现一件最古老的鸟类化石，而且比始祖鸟提早四千万年。各国古生物学家对此发生极大兴趣，世界各主要通讯社，包括新华社都转发了相应的报道。从此，古生物学家们耐心地等待印度同行们的详细描述并公布其照片，可是时间一天天地过去，杳无音讯。我国古生物学家也到处打听研究的结果，仍无所得。当澳大利亚古鸟专家奥斯特罗姆访华时，问及此事，他说，标本保存不佳，新闻宣布者是地质学家，而不是古生物学家。由此推想，可能把标本鉴定错了，以致酿成有头无尾的轰动效应。

到哪里找更原始的鸟类？1979年美国耶鲁大学古鸟学者奥斯特隆说：“很显然，我们必须在比始祖鸟还早得多的时代里去找。”同年，卡特也指出：“始祖鸟很可能不是现代鸟的直接祖先，而是鸟类进化过程中的一个侧枝。如要找寻比始祖鸟更早的鸟类化石，应该在比始祖鸟早几百万年，甚至几千万年的地层中去寻求。”

事情果然不出他俩所料，1986年夏天，以美国德克萨斯大学古生物学家桑戈·查特杰为首的一个野外队在该州西部波斯特城附近的三叠纪地层内（距今2.25亿年）找到两只比始祖鸟提早7500万年的更古老的鸟类化石标本。其中一个属成年鸟，一个属雏鸟。大小如乌鸦，颌上长牙齿，身体后部拖一条骨质长尾，翅膀前有残留爪。虽然这些外部特征与始祖鸟无大差异，但当注意体内骨骼特征时，尚有叉骨、空心骨和一个似龙骨脊的胸骨以及似鸟的头骨。

叉骨在始祖鸟身上也有，可以说明具有飞行能力，但始祖鸟缺少空心骨和似龙骨脊的骨。前一骨可以减轻体重，后一骨两侧附着两组强大的飞行肌肉，说明新化石鸟也能飞行，即使未见羽毛痕迹，亦无妨。

新化石鸟的后肢相当粗壮，说明进化到鸟类以前向飞行发展的快跑有关。许多古生物学家早已注意到快跑的小型恐龙可能会进化为鸟类的祖先，这块标本，竟能解答恐龙与鸟类的亲缘关系，实在难得。

但这只新化石鸟的牙齿仅生在颌的前部，后部缺失。这一点，似乎比始

祖鸟进步（始祖鸟前、后颌均生齿），但也由此证明奥斯特隆与卡特的论断，始祖鸟是鸟类进化过程中的侧枝，它保留了一些接近恐龙的特点。这也说明，鸟类的早期就已经分化了。

这只鸟飞行能力尚差，与始祖鸟一样，只能滑翔。它的生活环境，根据保存化石的岩层特点推测。属于热带森林里的河湖，由于洪水暴发，迅速掩埋所致。有幸的是，它竟成为举世罕见的珍宝。

这只鸟化石命名为 protoavis，意为原始鸟。

化石公园之谜

化石公园位于美国加利福尼亚州洛杉矶附近的兰乔来布拉，称为汉柯克化石公园，属洛杉矶市博物馆管理。

为什么会称为化石公园？

先让我们来想象一下 1500 年前的某一个拂晓。雾气朦胧，云烟缭绕，在晨风吹拂中，像轻纱似的漫飘舒卷。四周的山峦隐现于淡云薄雾之间。山下是一片葱绿的草地，露珠在草叶上滚动，虽是晨光熹微，却也晶莹耀眼，仿佛夜来的仙女把无数珍珠洒落在翡翠之上。山麓的疏林之内，不时传来清脆悦耳的山雀鸣声，它首先向这块无人的原野报告黎明。随后，成群的野兽、飞鸟被唤醒，于是，它们开始一天的活动了。

草地上，过来几只骆驼和野牛，或在悠闲地漫步，或在津津有味地吃草。野马不时穿过它们的身旁，东奔西跑。恐狼睁开狰狞的眼睛，从林间钻出，贪婪地东张西望，正在寻找“早餐”食品。树丛间，猛犸象慢吞吞地举步前行，用它特有的鼻探测开路，左右挥动，向草地走去，不时地还抽动自己的厚皮长毛，抖落背上的树叶和腹部的泥块。剑齿虎、棕熊、山狗正在觅食，这是群凶残成性的暴徒、树獭和松鼠慌忙爬上树枝逃命。

天空中，隼、鹰、鹫、兀鹰、秃鹰等猛禽盘旋飞翔，以它们锐利的双眼一遍又一遍地对地面侦察搜索，也企图捕获猎物充饥。偶而，不幸的小松鼠、小野兔、小鸟被它们发觉抓住，从此丧生。

在绿草如茵的盆地中央，闪耀着一面明镜似的沥青湖。乌黑的表面在初升的旭日光芒下，反射出缕缕银光。特别是阵雨初过，湖山如洗，这里显得更加生气蓬勃，飞禽走兽往往不约而同来到湖滨聚会喧闹。

沥青湖不同于一般积水的湖泊沼泽，在湖底，由于岩层发生断裂，而正巧这里又有含石油、沥青这类的液态有机物质的地层，沥青受到地下岩层压力而沿着裂隙上升，于是在地表的洼凹上汇集起来，遇上低温，就凝固成熔胶状，形成粘性很大的沥青湖。

盈盈的积水吸引着它们，笨重的猛犸象伸过脖子去汲水解渴，第一口清凉的饮料流进肚底，顿时感到神清气朗。它仰天长啸一声以后，往前跨越一步，企图到湖中间再痛饮一顿，没想到前脚陷下去了。凭着它在陆地上的经验，借后脚用力一蹬，想纵身跃起，不料反而更糟，四脚全都跌进粘稠的沥青湖内。虽几经奋力挣扎，咆哮助威，都无济于事，甚至比原先陷得更深。精疲力竭之余，只得垂头丧气，等待着死亡的降临。可怜的骆驼和野牛，也都遭样同样的命运。

谁也没有料到，更残酷的悲剧紧接着开幕了。翱翔于天空的鹰鹫凭它那敏锐的目光首先发现了愁困在湖中的猎物。它一声鸣叫，划破长空，拍动双

翅，斜冲而下，落脚在垂死的猛犸象、骆驼或野牛的背上，立刻伸出尖锐的喙啄食遇难者的颈背上的皮肉。在一顿饱餐之后，猛禽得意地展开双翅，飞扑着准备起飞，不断翅膀沾到了沥青，再使劲鼓翅，企图抖落，谁料沥青愈粘愈多，最后，成了猎物的陪葬。

恐狼、剑齿虎、棕熊和山狗，闻声而至，眼看湖内有那么一大批丰盛的美餐，垂涎欲滴。它们张开血盆大口，纵身一跃，敏捷地用匕首一样的特有犬齿直刺猎物，鲜血涌流而出，成块的肌肉被扒了下来。为了争食，各不相让。结果有的四脚一滑，也跌进沥青湖中，再用劲上爬，无非是徒费力气，求生的希望终于破灭，半身陷进“泥潭”。

这许多性情暴戾的禽兽，曾是陆上飞扬跋扈的霸主，此时到了穷途末路，与它们的猎物同归于尽。

飞禽走兽，虫豸蛇蜥，所有落到沥青湖上的动物，都难逃灭顶之灾。这个不过 0.14 平方公里（不及北京北海公园的三分之一）的魔湖，竟成了可怕的自然陷阱。

随着岁月的流逝，接踵而来的无知动物，一年复一年地在此沥青湖内遇难并掩埋下去。它们的皮毛肌肉，虽已腐烂消失，而它们的骨骼、牙齿、蹄爪、坚角却成为无数珍贵的化石，纪录了过去自然界的惨迹。其中有一处不到 20 平方米、深约 3 米的岩层中就采获到 6000 件以上比较完整的标本。古生物学家到这里，面对着成堆白骨，暗地里幸灾乐祸，拍手叫好：“这是多么稀罕的天然化石仓库，这是多么有趣的化石世界！”

然而，任何价值连城的宝库，尚未开发以前，总是默默无闻的。

1875 年，一批欧洲殖民者根据前人的记载到这里来找寻石油，意外地获得了第一块化石标本，顿时兴上心头，无比欢欣。于是，结合沥青矿的开采，有计划地进行发掘。一百多年来，在这个小小的古代陷阱中陆续发掘出数量颇为惊人，种类繁多的化石，经过清理以后，统计出化石清单如下：

恐狼 1646 条	剑齿虎 2100 头
山狗 239 条	野牛 159 头
西方马 130 匹	地獭 76 只
骆驼 36 匹	猛犸象 20 余头

其它还有棕熊、獾、鼬、狐狸、鹿类、松鼠及其他小型哺乳动物和 133 种鸟类、爬行类、蟾蜍和旧石器时代晚期有人工划痕迹的骨器等等。

科学家把这许多动物的类别加以百分统计，结果十分有趣。以第 3 坑掘出的 1040 件比较完整的大型哺乳动物化石为例，仅恐狼和剑齿虎等食肉类猛兽就有 815 件，占总数的 80% 左右，鹰、鸮等猛禽计 54 种，共 562 只，占鸟类总数 80%；如仅以剑齿虎化石统计其年龄，幼体占 16.6%，青壮年占 82.2%，其余占 1.2%。由此表明，本文开始时描述的那一幅悲惨的画面，是当时历史真实的写照。

大约在五十年前，这里正值挖“龙骨”高潮，约有 96 个坑洞。后来，这里的土地领主阿伦·汉格克就将这块魔湖的遗址捐献出来，辟为化石公园。现在，已由洛杉矶博物馆将所获的化石整理陈列，或加以复原，供游人参观和科学家研究之用。

猛犸象之谜

五十多年前国际地质学大会在苏联莫斯科召开时，主人曾以猛犸象作招待。

此后，猛犸象就从古生物界破门而出，成为经常出现在报刊上的新闻题材！

那么，猛犸象到底是一种什么样的动物？

据地质学家、古生物学家的共同考证，大约在距今 20 万年前，最早的猛犸象就随着地质历史上最后一次大冰期的到来而出现，它的足迹曾遍及欧、亚、北美各大洲的北部。直到距今一萬年前，才又随着冰川的消退而绝灭。人们发现在严寒的西伯利亚地区它的化石遗骸埋藏最为丰富，据估计约有 25000 余具，其中皮肉尚未腐烂，甚至看得出形态面貌的，达 25 具之多。根据这些难得的材料，我们可以大致知道，它的身长超过 6 米，体高超过 4 米，嘴巴上的大象牙长度超过 1.5 米，估计它在活着的时候的全身重量超过 5 吨。少数巨大者，可能还不止此数。因为曾发现过长达 4.5~5 米、单只重量达 400 公斤的大象牙。在尚未溃烂的遗体上，人们还可以见到它全身披盖着浓密的棕褐细绒毛（约 2.5 厘米长）和较长的粗毛（约 9 厘米长）。在其皮肤底下，还储存着厚厚一层脂肪。由此可见，猛犸象是生存繁衍于天寒地冻环境里的喜寒动物。

为什么猛犸象的遗体能保存如此完好（皮肉尚未腐烂）？地质学家与古生物学家曾提出过种种解释。

最普通的说法是，它们生长在冰川边缘的冻土苔原地带，当夏季时节，有时走到冰川上，不慎失足掉进表面被薄冰封冻的冰裂隙中，于是就像放在一只巨大的冰库内，与世隔绝。直到当到气候转暖，冰川融化，才被发现，所以皮毛犹存，肌肉可食。

但是，这种说法，经不起仔细推敲。

首先，如果猛犸象是掉进冰裂隙内由于缺食而饿死，那么，肯定是慢慢地被冰冻而死。然而，冰冻实验表明，肌肉慢冻时，细胞里的水分就会结成大型晶体，细胞被胀裂，肌肉也逐渐腐败，这样，就不可能被食用。

其次，如果猛犸象是掉进冰裂隙的，则埋葬它的地层及其岩石应该是冰川堆积物——石块与泥砂非常混杂的堆积。但如今发现埋葬猛犸象的地层却是淤泥层，更确切的说，是一种含有有机质较高的腐泥质土壤。

还有，根据西伯利亚几十万年来的地质与地貌特点考察，可以证实，以猛犸象生存时代，该平原地区并无冰川发育，只在高山区有山谷冰川出现，而猛犸象化石却正是埋藏在平原地区。更矛盾的是，1976 年在西伯利亚还发现过一头猛犸象幼体与野马、巨虎在一起；在阿拉斯加的相当地层中，也掘出大野牛、狼、美洲狮等化石，然而它们都并非是典型的喜寒动物，也就是说，它们的生活环境与冰川无多大关系。

于是，有人怀疑猛犸象不一定生活在冻土苔原上，而可能生活在更往南一些的寒带草原上。是死亡掩埋以后，顺着流向北冰洋的河流冲到下游而被人们发现的。可是，许多猛犸象的骨架相当完整，没有被流水冲散的迹象，还有的尸体是站立着的（例如 1900 年发现于西伯利亚别烈索夫卡河的那头，现陈列在圣彼得堡动物博物馆），也不像被水流冲击过。另外大批猛犸象化石的发现地点并不在河边，而是在两河之间的“河间地区”。所以，“冲积埋藏”的说法也难以令人接受。

这样一来，猛犸象的死因就成了一个疑团，于是人们又作了两个设想：

是地极迁移之故？——意思是猛犸象原先生活的地方并不是十分寒冷，而发现猛犸象化石的地点多靠近极圈内外，这是由于地极发生位移即地轴变动的结果。可是古地磁资料无法证明地轴在猛犸象生存的前后直到今天有过突变。天文学家与地球物理学家还认为，假定地轴转动发生突然变位，其力量极大，所加的压力足以扯破地壳。

是大陆漂移吗？——猛犸象并非生活在冰天雪地，而是活跃在比现在的北极圈更南的地方。只是由于大陆漂移将它的埋葬地（即当年的生活地）漂移到极圈附近了。可是，近代海洋地质学的研究告诉我们，目前海底扩张和大陆漂移的速度每年约为 5 厘米，由于种种原因，有的将更为缓慢，能否在几万年之内移动那么长的距离，值得怀疑。

在这许多矛盾交错的疑团面前，古生物学家是怎样思考问题的呢？他们从猛犸象本身特点，诸如浓密的绒毛和粗毛、厚实的皮下脂肪组织、以及从许多尚未腐烂的猛犸象尸体的口腔、牙缝和胃囊中取出的食物残渣分析，坚持认为它们是在冻土苔原上生长，并就地埋葬的。特别是 1972 年发现于西伯利亚雅库次克东北方向的山德林河中游右岸的猛犸象，从冻结内脏的解剖得知，它们的主要食物（90%以上）是草本植物——禾本科和香蒲的叶、茎、赤杨、柳和可能是白桦的嫩叶；以及草莓的叶子和青苔等。特别引人注意的还有金凤花，这种草本植物目前尚生长在苔原带上，每当夏季（约在 5 以上）来临之际，水分和阳光都比较充足时，鲜花盛开。从对食物残渣的分析，未曾发现这种植物的成熟种子（或孢子），说明这头猛犸象的遇难夭亡的日期正值盛夏季节。

于是，新的问题又提出来了，盛夏季节，无论气温和食物都对猛犸象的生存有利，为什么偏在这个时候它们却都死了？同时，现代冷冰实验证明，只有在速冻条件下，冷藏的肉类才可食用，由引推想，猛犸象必然是速冻致死，否则就不会有“万年冻肉”。那么，速冻之谜又如何解释？

近几年来，在北极地区旅行的探险家曾经看到过这般意外的情景：在夏季行将结束，冬季行将来临之际，冻土苔原上草本植物正处于茂盛时期，金凤花生机勃勃地生长着。突然从地平线上升起一片乌黑的积云，气温急剧下降，刺骨的寒流横扫而过。几小时之内，使平静多姿的原野变成狂飚卷地，奇冷可怕的世界——气温从 5 以上骤然下降到 0 以下几十度，甚至近百度。

由此得到启发，料想猛犸象生存时期偶而也会出现类似的速冻景象，如果正巧遇上它陷于沉陷的冰冻溶洞或泥潭之时，这场灾祸就可使它在转瞬之间丧生。首先是肺部受寒，继而血液凝固，也许在几小时之内把一头“束手待毙”的猛犸象冻成坚硬的塑像。于是这头巨象就置身于巨大的天然冻箱之内了。

同时，在北极冻土地区的石油钻探中，还发现地面以下深达 1000 米处仍有低温冷藏效力。而且深埋冻土层的融化速度极慢，比如在夏威夷一处火山口内还发现一小块上次冰期时残留的永久冻土。在北极地区，解冻的速度自然更缓慢了。这个发现，为解释“万年冻肉”的猛犸象肌肉为何可食提供了地质证据。

最后还留下一个问题；造成速冻的寒流从何而来？目前只能作点猜测：可能由于地壳上的两大板块发生猛烈冲撞，导致火山突然爆发，一股高温热气直冲大气圈上层，这时，立刻转成难以置信的低温，然后在激变中向地球

两极盘旋而下，终于降落到较温暖的一层空气上，当它穿过暖层的时候，就转为极度猛烈的狂风，向地面高速刮来。狂风到处，奇寒袭来，极度的低温，完全可使猛犸象速冻致死。

国外有些地质学家根据气候周期性变化的特点，甚至预言，未来的几千年以内，也会有小冰期来临，到那时，目前的伦敦、柏林、纽约也将进入冰原世界，谁知道还有哪些动物会碰上猛犸象那样的厄运！

恐龙灭绝之谜探解

恐龙，从生物分类的规律来看，它们是中生代爬行动物中的两个目：蜥臀目与鸟臀目。目的命名是根据它们腰带（骨盆）骨骼的结构表现为“三射”和“四射”的特点而来的。所谓“三射”，是指由肠骨、坐骨、耻骨构成的骨盆一个着生大腿骨的髌臼为中心，此三根骨骼好象向三个方向放射；但某些动物的耻骨有些特殊，既向前延伸，以向后延伸，看上去象朝四个方向放射状生长，即为四射了。三射型的骨盆构造是一般爬行动物的特点，故称蜥臀；而四射型的骨盆构造，则是鸟类所特有，故称为鸟臀。不管蜥臀目或是鸟臀目，绝大多数成员形体都很大，所以合称为恐龙。例如发现于我国的最大恐龙——埋藏于四川侏罗纪地层内的马门溪龙，龙全身约 22 米，体高约 3.5 米，其头部仰望时，嘴巴可以碰到三层楼的窗口，在生时的体重估计达 40~50 吨。还有一个世界上最长的恐龙——美国的梁龙。长有 26 米，体高也有 3 米左右，可是体重仅 10 吨左右，因为它是属于瘦体型恐龙。世界上最小的恐龙，恐怕要算出现于中三叠世时的原始恐龙——虚骨龙类，只有鸡那么大。我国发现的最小恐龙是在云南禄丰中三叠统地层中找到的芦沟龙。高 1.5 米，与一只驼鸟的大小相似。

恐龙生活于中生代，自中三叠纪开始至白垩纪末期，历时约一亿七千万年。当时遍布陆上的每个角落，特别集中在湖泊沼泽地带，所以成为动物界的霸主。况且它们的远近亲族们，还横行于天空和海洋，以致人们称中生代为爬行动物时代或恐龙时代。

奇怪的是，恐龙和它们的亲族，一个也没有活到新生代，都是白垩纪末期结束了生命的谱系。于是人们对这种不可一世的动物群为何突然绝灭，提出了种种猜想性的解释，通过这些问题的研究，试图了解距今 6500 万年前地球上到底发生了什么灾害？

生物绝灭的五大特点

其实，像恐龙那样的生物大绝灭，在地质历史时期并非罕见，而且每次大绝灭，都有如下的五大特点出现：

一、表现为周期性，也就是大规模的生物绝灭曾多次重复出现，每次的间隔时间也大致相等。就显生宙来说，有奥陶纪晚期、泥盆纪晚期、二叠纪末期、白垩纪末期等。

二、大量物种的绝灭时间，都发生在极为短暂的（比较漫长的地质历史而言）过程，通常只几百万年。

三、每次绝灭都涉及到高级分类单位，比如二叠纪末期的生物大绝灭有三叶虫纲、蜓目、四射珊瑚目以及科一级的菊石、腕足类等；恐龙的绝灭也包括了蜥臀目鸟臀目。

四、生物绝灭事件具有极大的广泛性，并非区域性，而是全球性的，海洋或陆地上的生物概莫能外。

五、每次生物大规模绝灭以后，紧接着新的生物勃然兴起，而且作适应辐射分布。例如继恐龙绝灭以后而出现的新生代哺乳动物，就大类来说，竟达 24 类，广布于陆上、水域与天空。

生物绝灭的两大因素

从这些规律中考虑绝灭的原因，也就不可能是局部的小因素，而应该是大因素，已为科学家所共识。但具体的绝灭因素，各家众说纷坛，归纳这些假说，大致为两大类：

属于生物本身的因素，从地球环境的变化找原因，生物难以适应，以致绝灭。

物种间的竞争和种内选择说。这是达尔文发现的，也就是“物竞天择，适者生存”的道理。

大地构造控制说。重大的、大规模的地壳运动，改变了地球海陆配置的格局，影响到生物的生存。

海平面变化说。在地质历史时期，海平面的重大升降变化，改变了海陆环境，原先的生物难以适应新的环境，导致绝灭。

海水盐度变化说。绝大部分海洋生物都是在固定的盐度范围内得以生存，假如一旦海水盐度发生变化，势必导致众多的生物死亡。

有害金属元素说。我们在人类生存与地球化学的关系方面曾经详细地论述过元素与人体健康的关系，生物的生存也是同样的道理，如遇有害金属（元素）超量存在，造成环境污染，生物当然难以存活了。

食物营养说。地球上的各类生物，主要是依赖于“食物链”的存在而生存的，一旦某类生物死亡，食物链中断，生物的营养无法摄取，导致众多门类的生物也难以生存。

气候变化说。各类生物都习惯于固定的气候环境里生存，温度、湿度的关系尤为重要。一旦气候中的某一因素发生改变，都有可能导致生物的绝灭。

浮游生物兴衰说。大量的高等水生生物都以浮游生物为食料，如果由于某种因素影响浮游生物的兴衰，那么这些水生生物的食料将受到严重影响，于是生存就成问题了。

病理说。生物界难免会出现瘟疫，造成大量死亡。

以上所举的几种生物绝灭的因素，并不都直接影响到恐龙的绝灭，但间接影响（比如食物链中断）也是极大的。

地球外部因素导致生物绝灭，也就是从天文方面寻找生物（或恐龙）的绝灭原因。有小行星撞击说、彗星撞击说、太阳耀斑爆发说、太阳光线增强说、太阳射线增强说、太阳射线变化说超新星爆炸说。

对于上述这许多探讨恐龙绝灭的假说，这里仅选择国际学术界比较流行的几种作简要的介绍。

恐龙绝灭假说种种

关于地壳运动引起恐龙绝灭问题。有这样一个实例：位于加拿大阿尔伯特省南部德拉希勒附近的雷梯尔河畔有一个举世闻名的“恐龙公墓”，据埋藏的化石推算，每平方公里至少有 100 条以上的恐龙遗骸。其中包括甲龙、角龙、鸭嘴龙、霸王龙等。古生物学家认为，这是世界上最后一批恐龙。加拿大政府于 1980 年在此辟为公园，作为世界性的科学遗址。地质学家们研究了 this 公园以后认为，这里当年是近海沼泽地区，气候温湿，各种蕨类植物生长特别繁盛，为恐龙的生长提供了无比优越的条件。可是，到了距今 6500

万年前，这里的地壳运动频繁发生，海陆屡有变迁，最后，随着北美大陆的大幅度抬升，海滨沼泽消失了。生长在其中的恐龙也就埋藏在地层中而成为化石了。

基于上述观点，有人从大地构造方面解释说，中生代是地壳板块活动时期，南北两半球的大陆（即劳亚大陆与贡瓦纳大陆）处于解体之际，板块的漂移使海陆配置发生巨大的变化，气候环境也极为复杂，从而促使恐龙及其他生物大规模绝灭。

地质学家又提出，当白垩纪晚期，地壳处于强烈运动之时，地震与火山大规模爆发，大量的灰尘与支雾及一氧化碳等有毒气体的释放，可以遮蔽阳光，地面出现低温、酸雨等效应，恐龙在此极端恶劣的环境里，活不下去了。

但是，另一些地质学家提出反对的意见，他们认为地壳运动的发生是很缓慢的，地震与火山的爆发是局部的，况且白垩纪末期的大规模火山活动并无多不确凿的证据；相反，晚侏罗世至早白垩世这段时间里倒是火山活动相当频繁，可是当时正值恐龙大量繁盛时期。他们还认为，火山喷发纯属区域性特点，并非全球一致现象，至于火山喷发出来的毒物，有些生物敏感，有些生物则无所谓。可见以地壳运动、火山、地震的发生来解释恐龙的绝灭，还不足以令人信服。

于是，地球化学家又提出恐龙绝灭的原因是由于地球化学异常之故的看法。如俄罗斯西伯利亚科学院地球化学研究室的专家根据蒙古人民共和国的戈壁沙漠地带的晚白垩世的5个恐龙埋藏地的化石研究表明，化石成分中有含碳酸盐的磷酸盐物质，其中含有氟、硫、钡、铅和不少稀土金属钍之类。钍的含量高达0.37%，比地壳正常平均含量高出80倍。他们推测这些大量的钍是火山喷发的结果，污染环境，导致恐龙的死亡。

又有些地质学家提出与地壳运动有关的古气候变化导致恐龙的绝灭假说。他们认为中生代的“造山运动”，使许多地方出现高山、高原地势，气候变得寒冷，而恐龙身上仅有光秃秃的皮肤，没有羽毛之类可以御寒防冷。况且当严寒袭来之时，树木容易枯萎，树叶容易凋落，食草类的恐龙由于缺乏“粮食”而饿死，食肉类的恐龙也受到间接的缺“粮”而死亡。

这种饥寒交迫假说，另一些地质学家表示无法赞同，他们认为不符合地质历史事实，因为强烈的“造山运动”不在白垩纪末期，而是在此以前的晚侏罗世至早白垩世时期，而且强烈的造山运动发生在局部地区，许多地区并未发生。退一步说，某地气候改变，食物稀少，恐龙应该有徒步迁移的能力寻找新的生存环境，不会“束手待毙”的。

又有些学者提出海水淡化的假说。他们提出距今7000~8000万年前，北冰洋的咸水因多种原因变淡，北冰洋“堤岸”出现缺口，使冷而轻的北冰洋水流入其他大洋，形成一层冷流，海洋水温可以骤然下降20℃，大陆也相继出现骤寒天气，水蒸气突然减少，陆地上出现干旱，于是恐龙无法适应这种恶劣环境而导致绝灭。

植物学家提出恐龙时代的地面植物性质的变化导致它们的绝灭。如英国皇家植物园的一位植物学家托尼·斯韦因认为，有花植物（被子植物）的出现，改变了以植物为食料的恐龙的食物结构，无法适应，终至死亡。他说，在恐龙生存的中生代时期，植物界以蕨类、裸子植物的苏铁、银叶、松、柏、杉之类为主，这些植物体中，含有许多单宁酸，对恐龙的生命没有威胁。可是到了距今一亿两千万年前的早白垩世时期，被子植物开始兴起，蕨类植物

和裸子植物随之衰退，给恐龙带来意想不到的灾难。因为有花植物的组织内，常常含有生物碱，它对恐龙的生理会造成不利的影晌，尤其如马钱子碱、泻花碱等还有很大毒性。据此，托尼·斯韦因还煞有介事地指出，欧洲发现的身体纤细、脖子较长的虚骨龙（恐龙的一类），死亡以后的身躯是扭曲的（根据化石埋藏情况观察），这是生物碱中毒的象征，它临死前，感到难受，躺在地上打滚，致使身体扭曲而死亡。

托尼·斯韦因的假说，听起来似乎十分动人，但细细追究，仍难自圆其说。因为化石的历史可以证明，白垩纪时期的被子植物已相当茂盛，种类与数量都比较丰富，生物碱中毒事件应同时发生，而白垩纪的恐龙还十分兴盛，未见中毒现象发生。而恐龙的绝灭出现在白垩纪之末，这个时间差问题难以解释。

研究地磁与生物关系的学者，提出恐龙的绝灭可能与古地磁南北极的转换有关。从现生生物与磁场的关系来看，是相当密切的。例如将生活于海滩上的泥蜗牛有意将它们拿离海滩以后，它就会根据太阳与月球相对于地表的位置来调整爬行的方向。如果在蜗牛的底下放一块磁铁，它的爬行方向又重新进行调整。生物学家曾经拿麻雀做实验，放置在 0.6 至 1.7 奥斯特的磁场中（磁场在地球表面的正常强度约为 0.5 奥斯特），经过 2~9 小时以后，其活动性能增加 2~4 倍。又如把小白鼠置于强磁场内，会停止生长。把小白鼠放置在弱磁场内饲养一年以后，其寿命可缩短 6 个月，而且会丧失生殖能力。再如眼虫藻、绿藻、纤毛虫等在极弱的磁场中，其生长与繁殖加快，置于强磁场中，情况则相反。

磁场的变化，对人体亦有明显的影响。如对德国一城市 5 年中发病率、死亡率及神经错乱症的调查研究表明，与 67 次的强磁暴有关。又如在中美洲波多黎各岛上，对 43 名志愿人员进行研究，发现他们的血压和红血球含量与该地区的磁场变化起伏的时间有关。

由此可见，地质历史上出现的磁暴、强磁干扰、磁极漂移、磁场极性反转（南北磁极易位）都对生物的生存、繁殖有严重的影响。

古地磁学家于是提出磁场的反转可以导致恐龙的绝灭。这是因为地磁场对于太阳辐射和宇宙线有屏蔽作用。而地磁场极性转换（正 负或负 正）期通常需数年至数十年。在此期间内，磁场的屏蔽作用消失或大大减弱，太阳辐射和宇宙线辐射可直接射到地球表面。同时辐射又是导致基因突变的重要诱变因素，可以加速生物的绝灭和新生。在这段时间里，如果因为宇宙因素产生大的辐射冲击，更有可能发生大规模的生物绝灭事件。另外，在极性转换期间的低磁场本身可直接给生物带来致命的危险。还有人提出极性由正向转变为逆向时，还可使气候变得寒冷，也会使生物难以生存。

于是古地磁学家在地质学家的配合下，采取 6500 万年前的古地磁样品实验表明，当时正好处于极性转换时期，与恐龙绝灭的时间吻合，所以认为恐龙的绝灭与古地磁转换有关。

但另一些研究者也提出相反的意见，他们说，中生代的其他时期也出现过地磁转向，为何恐龙生活得好好的？还有些科学家通过计算后提出，由于磁屏蔽减弱而导致的宇宙线增强率是很小的，不足以造成全球性恐龙的大规模绝灭。

动物学家也注意到恐龙绝灭问题，他们又有自己的看法。例如法国著名的动物学家克·皮奥博士提出性别比例失调致使恐龙绝灭的假说，他认为恐

龙是一种与龟类相似的爬行动物，它们的繁殖机制与龟类相同。他通过长期的实验后发现，欧洲淡水龟和摩尔龟的繁殖与外界温度有密切关系，如淡水龟孵化时性别的区分临界温度是 28.5℃，如超过此温度，孵出的龟主要是雌性的；低于此温度，孵化出的龟主要的雄性的。于是皮奥尔博士推测说，当地面温度发生巨大变化时，致使恐龙不能按正常的性别比例关系孵化，结果很容易造成全部恐龙是同一性别，所以无法繁殖后代了。

但有些科学家向恐龙化石的研究者提出，怎样能证明白垩纪晚期的恐龙是属于单一性别的？古生物学家无法回答这个问题。他们还质问，龟的孵化实验是在孵化箱内进行的，而自然界的环境又如何能与孵化箱的环境进行比较呢？性别单一的解释，也不能令人满意。

又有人认为，恐龙是一种“特化”动物，比如它的体躯特别庞大，一旦自然环境有所改变时，就不容易调节、适应，以致死亡。但这种解释也难以令人满意，因为“特化”的动物，可以迁徙到适应生存的地方去，不至于很短的时间内全部灭绝。

于是，研究者又注意到哺乳动物的兴起与恐龙绝灭的关系。他们认为哺乳动物是新生代初期勃然兴起的（虽然白垩纪时期已有一定数量，但比起新生代却少得多），它们对环境的适应能力、繁殖后代的方式（胎生比卵生更安全）等都优越得多，存活率也大。恐龙与之相比之下，就很容易被哺乳动物取代了。但是，反对者却认为，哺乳动物的兴起是事实，取代恐龙也是事实，可是生物界的取代现象是逐渐演进的，不可能突然迅速取代。

德国的科学家研究了恐龙的兴起与绝灭都与恐龙蛋密切相关。

爬行动物是终生在陆地环境里生活和繁殖后代的，这正是比其前身两栖动物的高明之处。从受精卵到小生命出世，必须有一个不受外界天气变化的湿润环境，对于“脱水而出”的爬行动物，必须在卵的结构上进行改革，创造一个理想的、永远不干涸的、使胚胎顺利发育的“水房”。在生物演化的过程中，爬行动物首先解决了这一难题——羊膜卵的诞生。所谓羊膜卵，核心部分是胚胎浸泡在用羊膜裹起来的羊水中，胚胎的腹部有两根管子，一根接连卵黄，吸收营养；另一根连接尿囊，收拾胎儿发育过程中的排泄物。所有这些构造再由卵膜包裹，外加蛋壳。这样，防止蒸发和破碎的“设备”都齐全了，于是爬行动物，包括恐龙就能在陆上环境里繁殖后代了。

一切事物都具有两重性，恐龙的兴起归功于蛋结构的形成，而恐龙的绝灭则归咎于蛋结构的变异。前几年，几位德国古生物学家研究恐龙临近绝灭前（白垩纪晚期）的所产的恐龙蛋化石，发现绝大部分的蛋壳出现异样结构，把壳体切成薄片放在电子显微镜观察时，一种蛋壳过厚，而另一种蛋壳则过薄。

过厚的蛋壳表现为正常壳体的外面又加厚一层甚至几层新的壳体，于是将原来壳体上的小气孔都给堵塞了；胚胎发育时，得不到氧的供应，自然窒息致死了。

至于薄壳蛋，比正常发育的壳要薄，表示该蛋尚未完全成熟就提前产下了，属于早产者。壳太薄，稍有碰撞就破碎，胎儿也就夭亡了。

那么，厚壳蛋和薄壳蛋是怎样产生的？他们观察并研究了现生禽类的异样蛋以后，得到了启示。有些家禽，当它要排卵到体外时，偶然遇到一些外来的刺激，诸如气温突变、惊恐惶惑之类，性激素也会发生变化，于是蛋又缩回，停留在输卵管内，然后继续发育，一层新的蛋壳就在原来的蛋壳之外

增厚了。另一种情况，受到外界某种刺激时，性激素失调，使蛋提前排出体外，即是蛋壳变薄的早产蛋。

于是，问题又回到了距今 6500 万年前的白垩纪末期，地球上到底发生了什么事情？以致外界环境出现异常，导致恐龙蛋有厚壳的和薄壳的两种为数众多的异样蛋产生？这就成为地质学家研究的新课题。

地质古生物学家们注意到白垩纪末期除恐龙绝灭外，其他动物也出现大规模绝灭。就以爬行动物为例，白垩纪晚期，分属于 10 个目的各类爬行动物占据着大陆上的各处空间及海洋、天空。到新生代，只有龟鳖目、鳄目、喙头目和有鳞目 4 个目残存下来，其中的喙头目仅见于新西兰岛上，而且这残存的 4 个目爬行类都是居住在洞穴或具有隐蔽能力的。

如果再扩大一些，从白垩纪到第三纪，淡水中生活的鱼类、两栖类及爬行类，几乎有 97% 绝灭，陆上高等植物有 90% 绝灭，陆上软体动物有 50% 绝灭，海洋浮游的微生物有 58% 绝灭，海洋里穴居或底栖的生物有 51% 绝灭，海洋中游泳的生物有 52% 绝灭，其中在中生代时十分繁荣的菊石，全部绝灭，箭石也全部绝灭，鹦鹉螺 30% 绝灭，鱼类三分之二绝灭，爬行类绝灭达 90% 以上。

由此可见，从白垩纪到第三纪的生物绝灭事件是普遍性的，不限于恐龙，因此，探索绝灭事件的原因只能从生物本身以外的，甚至地球本身以外的客观方面去寻找了。

白垩纪末期事件及其质疑

地质学家们首先在白垩纪末期至第三纪初期这段交界层段上极薄的粘土层（一般只有几厘米厚，或甚至不足一厘米厚）中获得某些元素异常的材料。例如在加勒比海地区的深海钻孔中发现铀含量超常，并与该地区的含微玻璃陨石的层位大致相当。在意大利比奥地区几个白垩纪至第三纪的剖面上也发现铀含量异常，一般高出普通地层中铀含量的 30 倍。在丹麦，同样的剖面上，粘土层中的铀含量高达 80ppb 以上，即高出其他地层背景值约几千倍。法国巴黎盆地的白垩纪与第三纪接界面地层中的铀含量也很高。我国西藏的白垩纪与第三系剖面上交界处的铀含量为 12ppb，亦高出正常含量。目前全世界已查明的白垩系与第三系交界处地层中铀含量异常的竟达 40 多处。

正常沉积岩层中的铀含量是很低的，只有 0.02ppb。如此高含量的铀又从哪里来的？科学家们从陨石身上找到了答案。他们对 7 种球粒陨石、共 64 块标本进行分析以后显示，铀含量在 330 ~ 730ppb 范围之间。可见球粒陨石的铀含量要高出沉积岩背景值 3 ~ 4 个数量级，也就是说，地球上某些特殊层位（例如白垩系与第三系的接界面）的高含量的铀只能来自地球以外的天体，俗称天外来客。

除铀以外，其他铂族元素在地层中的含量也随铀的增高而变高，它们比其上覆或下伏地层中相应的背景值亦高出 1 ~ 3 个数量级。有资料表明，白垩系与第三系交界处的铀含量，高达 16 ~ 50ppb、铂为 17 ~ 24ppb、金为 8.8 ~ 12.3ppb、铼为 35 ~ 39ppb，它们也只有在陨石中含量颇高，可见与天体有关。

另外，美籍华裔地质学家许靖华通过深海钻孔 524 号的岩心研究表明，从白垩系到第三系边界处的岩层中的碳、氧同位素的变化说明其中有机物的总量明显减少，这是生物大量绝灭的后果。仅过了几万年至几十万年以后，

进入早第三纪初期，有机物的含量又恢复到正常的水平，说明海洋中的生物又重新繁殖起来。

而且许靖华还发现白垩系与第三系界线上的古海洋的酸度在增加，当时的海水温度下降了 8~10℃，其后，突然升温。这种情况，在其他的深海钻孔中亦有发现，许靖华把这种现象称之为“灾变异常性”。大幅度的气温突然升降，使散热能力较弱的恐龙一时很难适应，造成内分泌系统紊乱，特别是雄性生殖系统遭到严重破坏，以致断子绝孙了。

灾变异常性为什么会发生，只能是天外来客的戏谑了。

地质学家史密特在研究西班牙一处白垩系与第三系界线剖面时还发现含有一种微球粒（一般直径为 0.2~0.5 毫米，最大者为 1.3 毫米），成分属钾长石。他认为这是天体撞击事件发生后，高温可使物质熔化，然后在冷却中形成掉落物。另一种微球粒是磁铁矿成分，其中含铀量也特高。这种微球粒，除在西班牙发现外，后来在世界其他白垩系与第三系界线剖面上亦均有发现，可见这是普遍现象。

既然已经明确全世界白垩系与第三系界线上的地球化学现象出现异常，而且它们的成因与地球以外的天体有关，那么，这些天体是什么样的？又怎样影响地球？

一是临近地球的超新星爆炸。人们从四千年来的文明历史记录中发现，不论白天或黑夜，一种突然显耀光辉的星体旋即殒灭的现象就是超新星爆炸，迄今只少有 7 次发生过。例如发生于 1006 年的一次，在氏宿之南的骑官星附近爆炸一颗超新星。1054 年，在天关星附近也爆炸过一颗超新星，而且认为蟹状星云就是这颗超新星爆炸后的遗迹。

天文学家认为超新星爆炸时产生的能量极大，相当于 10 个太阳集中在一起爆炸时那样的威力，或相当于 10 万个 1000 万吨级的氢弹爆炸时产生的能量。

当其爆炸时，发出大量的可见光、X 射线、γ 射线等，猛烈地投向地球。其中 X 射线可把一部分地球上的大气吹散到宇宙空间去，同时它所产生的能量可使地球表面以上 20~80 公里的上部大气层加温，地表刮起强烈的风暴。然后又从暴风卷起地表的高温空气在高空形成冰云，屏蔽阳光的辐射热，从而使全球气温下降。由于突然的降温，导致地球上习惯于温暖环境里生活的生物，包括恐龙的迅速死亡。当然，超新星爆炸时所产生的其他射线降临到地面以后，也会导致大量生命的绝灭。也有人认为，超新星爆炸时可以破坏臭氧层，严重影响生物网之间的关系等等。

二是“复仇女神假说”。1979 年美国加利福尼亚大学物理学家查德·米勒和他的同事们提出：一颗“死星”围绕太阳运转，以明显的、有规律的时间间隔发射物质，从而引起地球上生物绝灭的假说。他们的理论很简单，太阳有一颗伴星（比如“死星”），围绕它旋转，每隔 2600 万年至 3000 万年，伴星就相对地接近某些巨大的彗星储藏所。那些彗星受到这颗伴星（“死星”）引力的干扰，可能产生数以万亿计的风暴侵袭到太阳系内，其中必然有些袭击到地球上，于是导致生物的绝灭。这就是“复仇女神说”的基本内容。他们甚至预言，再过 1300 万年，将再出现一次地球生物的大绝灭。

三是彗星撞击假说，天空中的彗星富含氰化钾之类的毒性物质，一旦降落到地面，恐龙及其他生物可能毒害致死。或者，最先毒死那些浮游生物，它们是食物链的始端，必然导致恐龙缺乏食料而死亡。

或者，如美国麻省理工学院的两位生物学家认为，彗星撞击地球时可以普降酸雨，致使恐龙及其他生物死亡。甚至在 80 年代中期，美国科学家提出例证，在北纬 70° 的阿拉斯加一条河流里发现一条食草恐龙化石，其致死原因就是酸雨所致。他们设想，有一块彗星，其质量重 12 万亿吨，由冰块组成，撞击到地球，引起地球大气层的放电现象，造成大量氮的氧化物，形成酸雨倾泻地面，毒性物质致使生物绝灭。

天文学家还认为，太阳系经过银河系平面时，宇宙尘就会扰动彗星云，引起彗星雨轰击地球。每隔 3300 万年轰击一次，每次轰击的时间可持续几万至几十万年。所以认为彗星撞击地球的机会要比小行星撞地球的机会多得多。

四是小行星撞击地球假说。从前面提到的白垩系与第三系交界处富含铱的分析中，科学家们找到了小行星即含丰富的铱这件事中受到启发，于是提出，6500 万年前，有一颗直径约为 7~10 公里的小行星驶近了地球轨道，在地心引力作用下，冲向地球，以极快的速度进入大气层，与地球发生猛烈的撞击，爆炸的声波和引发的地震横扫了地面的一切，大批生物当场死亡。爆炸所产生的粉尘，直冲云霄，形成了遮天蔽日的云雾。这些尘雾，能在平流层停留长达 3~5 年之久，致使地面接受不到阳光而骤然变冷，植物不能进行正常的光合作用而枯萎，地球生态系统遭到严重的破坏，恐龙及其他生物或因病而死亡，或在饥寒交迫中绝灭。

五是巨陨石撞击说，巨陨石中的铱含量也很高，于是有此假说。美国加利福尼亚大学的艾伦斯和奥基弗等人认为，一颗巨大的陨石（直径约 11 公里）在 6500 万年前，以每秒 40 公里的速度向地球袭来，冲入深达 6400 米的海底，使海底撞击出一个直径达 40 公里的大坑，坑深可达 30 公里。于是大量的海水迅速变成高温蒸气，直冲 40 公里高空，这个高温蒸气柱的直径达 48 公里。同时，海洋中还卷起 5 公里高的大浪，在 27 小时之内席卷全球。陨石在降落过程中，一部分也气化了，形成微尘，漂散全球，地面昏暗，气温骤降，生态破坏，恐龙及其他生物当然也绝灭了。但这一假说还缺乏进一步的证据。

六是火灾假说。美国芝加哥大学安德斯研究了白垩纪地层中所含有物质，发现其中的含碳量比其上覆地层或下伏地层中的都高，甚至相差 10000 倍。他认为，这是巨大的陨石下降时散发出的高温引起地面森林大火所致，恐龙食料中断而死亡。他并进一步论证了界于亚美两大洲之间的白令海峡就是巨陨石（相当于 10 亿百万吨级）的撞击坑，当时这个大火球的温度可高达 3000 °F。

七是银河系旋臂运动假说。这是我国天文学家喻京川提出的。他研究了地质历史上五个地质时代——震旦纪末期、奥陶纪末期、泥盆纪末期、二叠纪末期、白垩纪末期是生物的大绝灭时期，而这 5 个时期的时间间隔约在 1.26 ± 0.1 亿年，正好与太阳系围绕银河系旋转的半周期比较接近。

这是因为围绕银河中心的两条银河旋臂正好处在太阳公转轨道直径的两个端点上，太阳系公转一周要穿过这两条旋臂，每半个周期就会与其中的一条旋臂相交。于是太阳系从一个旋臂到另一个旋臂的运行时间即公转半周期和地球上生物大绝灭的周期可以进行吻合推算：

根据天文数据：太阳系处在银河系旋转周期为 220×10^6 年，即 2.2 亿年。而太阳系的旋转周期为 2~2.5 亿年之间，所以太阳系公转半周期为 1.2 ± 0.2

亿年。

由此得出 5 个地质时代的平均时间间隔为 1.2575 ± 0.1 亿年。如果用 ± 0.2 亿年的误差对推算值进行校正的话，所得的数值正好与绝对年龄值相当。

由此得出结论，地球上平均每隔 1.26 ± 0.1 亿年出现一次大规模的生物绝灭事件与太阳系平均每隔 1.2 ± 0.2 亿年和银河旋臂相交的时间是一致的。

银河系两条旋臂存在密度波，密度波通过星系盘会引起物质暂时堆积现象，所以旋臂是由密度波运动产生的。当密度波扫过银盘上星际介质时，其中的冲击波会把气体和尘埃突然地收缩，这种收缩会触发恒星的形成。在旋臂里，密度波还会使恒星及星际物质高度集中并产生强大引力。这样，干扰恒星的运动和轨道是必然的了。

地质年代 (纪)	绝对年龄 (亿年)	推算值 (亿年)	校正值 (亿年)
震旦纪末	5.7 ± 0.5	5.7 ± 0.2	5.7
奥陶纪末	4.4 ± 0.1	4.5 ± 0.2	4.4
泥盆纪末	3.5 ± 0.1	3.3 ± 0.2	3.5
二叠纪末	2.3 ± 0.1	2.1 ± 0.2	2.3
白垩纪末	0.67 ± 0.03	0.9 ± 0.2	0.7

喻京川认为，地球上生物大绝灭应与旋臂运动有关。因为旋臂是恒星密集区，引力强度大，而且太阳系在这里与其他恒星的距离有所缩短，这对太阳系中的质量较小的彗星和小行星运动轨道能产生较大影响。同时，太阳和地球等在冲击波的作用下会出现收缩现象。这样，地球上的生物就易受到太阳辐射变化和受小行星、彗星等的撞击，地球本身的地壳运动也会加剧，从而又引起气候的变化。

尽管有关恐龙绝灭之谜的探讨罗列了如此众多的假说，听起来也颇感在理，似乎令人信服，但研究者仍然认为这许多假说并非天衣无缝，十全十美的。在没有得到进一步论证之前，还不能过早定论。有关恐龙灭绝的原因，尚待科学界深入的研究。相信终有一天，人类会揭开恐龙灭绝这一千古之谜的。

我国古代学者对化石的研究

沈括鉴定“竹笋”化石

沈括（公元 1031 ~ 1095 年）是北宋时代著名的政治家，又是一位卓越的自然科学家。他对自然科学、人文科学、医药卫生、工程技术各方面都进行过考察和研究；在天文、数学、地理、地质、气象、测绘等方面都有独到的见解和突出的成就。特别是他记载过许多劳动人民的创造发明，为研究我国古代科技成就提供了极为宝贵的资料。

宋神宗元丰年间（公元 1080 年前后），沈括担任陕西鄜（州）延（州）经略安抚使，带兵抗击西夏，驻扎在延州（今延川县）永宁关。

一个意外的机会，他在黄河岸边发现了一些石“竹笋”。意外的发现，引起了沈括的沉思：关于化石，我过去在浙江婺州金华山也见过，那里有松石、核桃、芦根、鱼、蟹之类，但它们都是浙江江中部一带的本地产品，倒是没有什么值得奇怪的；而今天，我在延州碰到“竹笋”，不得不奇怪了。因为竹子是生长在南方气候温和、雨量充沛的地方。而现在的延州，地处干燥的黄土高原上，不可能生长竹子。据我的经验，秦岭—淮河以北，已经见不到竹林了。值得思索的是，为什么在地下深处的岩层里会留下如此多的竹丛？这些“竹笋”化石，无疑是更古老年代里生长在山野之间的。照这样看来，延州这个地方古代与现在不一样，或许曾经像南方地带那样，也是温暖湿润的气候环境！

根据现代地质古生物学的知识，沈括所说的“竹笋”化石，实际上是中生代时期的一种芦木植物，称为“新芦木”（是现代生长在温暖气候区水塘边的木贼草的祖先）。但是，在古生物鉴定属种具体名称问题上的差错并不损害沈括由此推断古地理、古气候方面的创见。仍然反映了富有实践经验的沈括在古地理学方面所发挥的卓越智慧与才能。首先，他认识了数百棵已经石化了的“竹笋”的客观事实，进而分析到“延郡素无竹”的情况得出结论：“无乃旷古以前，地卑气湿，而宜竹耶？”（引文见《梦溪笔谈》第 373 条）。沈括的推论，完全合乎科学的道理，直到今天，我们在研究地质历史时期的古地理特点，恢复当时的自然面貌也正是运用如沈括所阐明的“将今论古”的原则。

沈括的古生物学和古地理学的正确思想比西方的达·芬奇的类似观点早 400 多年。而达·芬奇在欧洲地质学界被誉为古生物学和古地理学具有科学见解的第一人。

黄庭坚也找到“竹笋”化石

黄庭坚（公元 1045 ~ 1105 年），北宋时代著名的诗人、书法家，与沈括几乎是同时代的人，他对“竹笋”化石也很感兴趣。

“文革”期间，破“四旧”的红卫兵在江西武宁旧县城的石家祠堂里，发现了一块长 19 厘米，宽 11.4 厘米，厚 2.5 厘米的方正石块，它表面十分光亮，正面有一支“竹笋”化石。侧面刻着黄庭坚的诗。

南崖新妇石，霹雳压笋出。

勺水润其根，成竹知何日？

这块难得的“竹笋”化石标本辗转到了县文化馆，又请来几位文人研究，最后确定这块不寻常的标本已经在民间流传 900 多年了。题字者就是北宋的黄庭坚。

诗中所说的南崖，位于修水城南的修水河畔，一座不高的小山，悬崖峭壁下是碧波照人的河弯转角处的水潭；崖上古树苍郁，建有几座楼阁亭台，廊榭里竖立着几十块由黄庭坚亲笔书写的诗碑。因为黄庭坚是本县人，当时曾在南崖讲学，如今南崖变成一处古迹名胜，外地来修水的人，都要到这里游览一番。想象中，黄庭坚对南崖是有一股感情的，因此他把含有“竹笋”的石块说成南崖的特产，可以理解。

但南崖所在地的地层属于寒武纪的，不产这类“竹笋”化石。那么，这“竹笋”化石到底是什么？好在黄庭坚所得标本保存得十分完整，切面也合乎科学的剖视，只要初学过古生物学知识的人都能看出，这是生活于距今 4 亿 5 千万年前奥陶纪时期海洋中，属于软体动物门的头足类壳体化石。这类动物的后裔，如今还游弋于热带海域里，即鹦鹉螺。不过现在看到的鹦鹉螺壳体是旋卷起来像蜗牛的壳体一般，而那时的头足类壳体绝大多数都是直的，如角，故称为角石。无论鹦鹉螺，或者角石壳体的内部构造基本上都是相同的，分隔成一个一个连接的小室，其中充气，便于动物在海水里浮动游泳。当它们形成化石以后，分隔成一节一节如笋节般的特点也就清晰可见，再加上壳体的头部较大，往后，徐徐变小，到尾部就收缩得更为尖细，所以外貌也就像竹笋，无怪乎黄庭坚见到这件罕物，当作“竹笋”来吟咏了。

如果再查看一下附近的地质图，与修水相邻的武宁县境内就有奥陶纪地层，其中产有丰富的角石。经古生物学家鉴定，黄庭坚获得的角石，可以正确地定出它的属种名称，叫中华震旦角石。

中华震旦角石或近似的化石，在我国长江流域几乎很多地方都有出产，由于它的造型奇特，色泽美丽，过去很多有钱人家者把它当作古董收藏，经过巧妙的加工以后，用红木框架镶嵌起来，置于客厅案头，显示其名贵高雅。不过，他们不把它作为“竹笋”看待，而另起吉祥的名字，称为“宝塔石”。例如《湖北通志》物产下卷 22 中提到：“宝塔石，一名太极石。《荆门州志》云：产远安荷花店山中，形如笋，一笋者居多，或有三笋连生者。有纵横生者，锯为屏风，直如塔，横者如太极图，亦奇产也。案此石，东湖、长阳、兴山皆有之，见三县志。”这段文字中，不仅对角石外形的描述相当详细而切题，而且还讲述了化石埋葬的情况，也算是难得的古生物学中的古代文献呢！

韦应物研究琥珀

韦应物（公元 737 ~ 790 年？），唐代的著名诗人，评论家认为他的山水田园诗写得很出色，抒情细腻，状物工致。确实，他对物体的观察，很有独到入微的特点。今摘录其《咏琥珀》一诗，可见一斑：

曾为老茯神，本是寒松液。

蚊蚋落其中，千年犹可覿。

在这首仅 20 个字的绝句中，不仅描述了昆虫化石的保存特点，而且说明了化石及琥珀的形成过程，还涉及到古昆虫的生态特点，堪称为古代科学诗的杰作。

他的第一、二句诗，说明琥珀的来历是由于松柏类的树脂深埋于地下历时千年以后而形成的，用现代矿物学与古生物学的研究来衡量，韦应物的观察基本上是正确的，许多树木外表皮受伤以后，特别是裸子植物（松柏类就是其中之一）和某些被子植物（如桃树），很容易从伤口分泌出树脂，这就是所谓“寒松液”，一旦树脂与森林一起由于某些自然因素（比如地震，山洪暴发）而倒坍，并被砂土迅速掩埋于地下深处，受到强力的压力和地壳的热力的影响，树脂石化为琥珀，树木则变成煤碳。所以，琥珀往往就与煤系地层共生一起了。

当然，这种由树脂变成琥珀，由树木变在煤碳的时间并不是千年所能完成，据目前出产琥珀的地层年代看，至少也得两三千万年以上！就这一点来说，韦应物似乎不够准确。

诗的第三、四句，是说明昆虫化石的形成过程与保存特点，完全合理。当我们观察流出的树脂时，散发出一股清香，招引飞虫扑来，没有料到，当它们的肢翅接触到树脂时，被粘住了。几番动弹，几番挣扎，粘得更紧，最后就无法逃脱。此时，树皮外伤的伤口尚未结疤，树脂继续外溢下流，慢慢地，将昆虫全身覆盖包裹起来。昆虫与外界空气、雨水、风吹、日晒隔绝，好像置于密封器皿中，既不会腐烂变质，也不受风化侵蚀等生物化学作用的影响。随着在地下深处的煤炭和琥珀的形成，但这些昆虫不受影响，终于形成化石。有些完整的，简直像一个用有机玻璃制作的工艺美术品，十分逗人喜欢。由此可见，韦应物对昆虫化石的观察，真有古生态学的特点呢！

我国著名的琥珀产地在辽宁抚顺，生在距今四千多万年前始新世含煤地层中。除作药用外，大量的作为工艺品和装饰品。

从韩愈谏迎佛骨说起

韩愈（公元768~824年）是唐代著名的文学家，在提倡文风方面，立下不可磨灭的功劳。影响我国文坛很大，后人对他颇为崇拜，称他为“文起八代之衰”的先驱。

同时，在他的世界观方面，也竭力反对迷信、崇拜偶像，提倡尊重实际，崇尚科学。于是，在他的政治生命中引发出一种冤曲的故事。

当时，唐朝的皇帝宪宗，到了晚年，迷信起佛法来。他得知凤翔法门寺里有一座远近闻名的护国真身塔，塔里供奉着一根小骨头，据说是释迦牟尼佛死后留下来的指骨。当时僧人们流传着这样一种说法，每30年开放一次，让大家看一下“佛骨”，那年肯定是风调雨顺，国泰民安。

唐宪宗被好事者说得动起心来，于是下令，特派30人的仪仗队前往凤翔法门寺，把“佛骨”接到长安来，先在皇宫里供奉几天，然后送到寺里，供大家瞻仰。

虽然这个过程很简单，但皇帝下令的迎送，非比寻常，仪式要特别隆重，排场要特别阔气，耗费的人力、物力、财力可想而知了。

当时，韩愈在宰相裴度手下做行军司马，他不信佛法，心情耿直，是敢言直谏的大臣。

韩愈对铺张浪费来迎“佛骨”，很不满意，就给宪宗皇帝上了一道奏章，劝谏宪宗不要干这种迷信的事。

他说，佛法的事，中国古代是没有的，只有在汉明帝以来，才从西域传

进来。历史上，凡是信佛的王朝，寿命都不长，可见佛是不可信的。

当奏章送到宪宗手上，龙颜大怒，虽免于死，但还是被降职发配到广东潮州任刺史。

那么，法门寺的“佛骨”真是释迦牟尼的指骨吗？

直到抗日战争时期，我国著名的古脊椎动物学家杨钟健教授来到四川峨眉山游览，见到寺庙里的和尚供奉着“佛骨”，兴趣所致，靠近细看，才恍然大悟，原来是一种几十万年前广布于华南各地的重要哺乳动物化石——剑齿象。

到50年代，杨老出版《脊椎动物的演化》时，把这件事写在书上，并指出：“韩愈阻止的佛骨也无疑是象一类的化石”。

所谓“象一类的化石”，就是中药店里的“龙骨与龙齿”，现在一些中药店的橱窗里还将上述的剑齿象的臼齿标明“青龙齿”之名。“龙骨”也好，“龙齿”也好，如果用古脊椎动物的常识加以注释，乃是上新世到更新世中期这段距今1000万年前后形成的古哺乳动物的骨骼或牙齿化石。如果说凤翔法门寺供奉的“指骨”是属于“佛骨”的话，那么小型哺乳动物的肢骨化石完全可以乱真，因为一般僧人和信徒是不会去追究其真假的。

佛骨—龙骨—哺乳动物化石三者的关系现在已基本搞清楚，同属于一样东西。

中医为什么将这些化石入药？我们尚未见到科学性较强的研究报告，不过，有人曾对其进行定性分析，其中含有钙、钾、铝、铁等多种化学元素，多呈碳酸根、磷酸根，由此估计，可能与补就人体所需的某些元素增进健康有关。从化学角度看，据说牡蛎的成分与“龙骨”相同，是否可以通用？因为牡蛎的价格便宜得多。

据中药学的要求，以“五花龙齿”最佳，这些化石，基本上是上新世或更新世早期的哺乳动物的牙齿化石，其中以象类、犀类、马类最为常见。

由于“龙骨”当作药用，买卖“龙骨”的生意也随之兴隆，例如在宋朝黄复休的《茅亭客话》中这样记载的：“蜀有蚕市，每年正月至三月，州城及属县循环一十五处……有鬻龙骨叟与孙儿辈将龙骨、齿、角、头脊之类，凡数担，至暮货之亦尽。因问所得之处，云某住灵池县分栋山，山去府城七十余里，北连秦陇，南接资泸，山阜岗岫之间，礞硎土穴之内，有能兴云雨之处，即有年深朽腐者，大十数丈，小三五丈，掘而得之甚多。”这里记载四川买卖“龙骨”的热闹场面以及产地位置。

每年正月至三月，农闲季节，村民就去挖“龙骨”，每天可售出几担，三个月内售数百担，可见其开采量相当大。如果从今天研究化石的角度看极为心痛，说不定有许多珍贵的化石都被捣碎作药了。

就目前已知的四川地质情况看，距今数十万年前至百万年前，当地的哺乳动物群成为化石者，分布相当广泛，特别是洞穴堆积中更为丰富。

到了清代乾隆年间，约1792年前后，“龙骨”除了继续药用以外，还作工艺品的。

据天汉浮渣散人所撰的《秋坪新语》卷五载：“太州深山中，农人往往得龙角，长丈余，圆四围，一歧而中空，重于石。工人截之，择坚整者作朝珠并小器物。其色不一，有白如象牙，红如紫，褐青如沉香木，其纹理皆如鱼鳞，宝光陆离可爱，士人重之。”

这里所说的“龙角”，按今日的古脊椎动物学的知识判断，可能是大象

牙，即发现于新第三纪至第四纪的许多乳齿象或真象类的獠牙。其他哺乳动物的角不可能如文中所说的“长丈余，圆四围，一歧而中空，重于石。”这些化石象牙，不大坚硬，容易雕琢，所以成为工艺品的原料了。

地层古生物学家的贡献

达·芬奇向上帝挑战

在中世纪(指公元5世纪欧洲奴隶社会解体以后,直到15世纪后半期文艺复兴时代以前)的欧洲,教会拥有无限的权力。

当时,西欧的三分之一的耕地掌握在教会的手里。教会又是文化的垄断者,哲学被用来为宗教服务,自然科学也不例外。说什么上帝按照自己的形象创造出来的人处在宇宙中间不动的地球上,自然界一切都从好的方面或坏的方面来适应人,地震和破坏性的风暴是上帝派来惩罚和警告人们的犯罪行为的,如此等等。如果有谁敢于提出异议,例如说地球是动的,地震是自然现象,就会遭到教会的迫害,以致烧死。所以,在这段约有1000年的时间里,自然科学毫无进展,处于“黑暗时代”。

在这个黑暗的年代里,哲学家与科学家对地球科学的某些问题本身也不敢正视,例如地层里的化石是怎么来的?只出种种符合教会(或教义)的主观臆说,诸如以往某些唯心主义哲学家散布的“化石是在星际空间作用影响下形成”等谬论那时仍在流行。虽然有时也承认化石是古代生物的遗体,但也脱离不了教义,说什么这是世界大洪水泛滥的产物,并且广为流传。

直到15~16世纪欧洲“文艺复兴”时期,也正是封建社会走向资本主义社会的过渡时期,生产力有了新的发展,自然科学也跟着相应地发展起来,科学家越来越注意航海技术、水利工程、天文学、力学、数学、地学方面的问题。

特别是为了发展农业和交通,兴修水利,开挖运河成为重要的工程建设,这必然接触到地理与地质科学。当人们挖掘到盛产海贝的地层时,发现许多化石,不约而同地就会对它们议论开来,甚至对其来历发生热烈的争论。

正当处于青年时代的著名画家、科学家达·芬奇(公元1452~1519年),在意大利北部平原上主持设计运河的挖掘工作,他多次在岩层里发现了贝壳化石,经过反复观察并联系当时各方的见解,也提出自己的看法。他认为:当这些贝壳还在海岸附近的海底上生活的时候,河里冲下来的泥砂将它们掩埋了,并且掺入它们的内部。久而久之,海岸抬升,泥沙固结,干燥石化以后,终成化石。

他甚至敢于冒犯圣经的教义,率直地说:“我也不明白,如果说以前海水曾淹没过整个大地和山岭,那么现在这些海洋又躲藏到哪里去了?贝壳化石绝不是这个臆想中的大洪水的产物,而是现在还生活在海洋中的那些生物的祖先。”于是,他得出结论:古往今来,山和海的位置并不是固定不变的,也很难想象,山岳会骤然升出海面,大陆会突然变成汪洋。实际上,海洋和陆地的轮廓是在慢慢地改变,就像眼前我们所能见到的一样,想来,古代也是如此。

年轻而勇敢的达·芬奇大胆地否定了教义,提出有关贝壳化石形成过程的科学解释,并进而批判了流行几百年的所谓星际影响下形成化石的谬说,据理质问那种为顽固的教会势力效劳的奇谈怪论,为欧洲的文艺复兴时代的科学中兴打开了通向真理的缺口。因此,欧洲地学界习惯于把达·芬奇推崇为对化石具有科学见解的第一人。

达·芬奇的思想影响是很大的,例如1517年,修建意大利的米兰城时,

发现了无数稀罕的化石，科学家们对此很感兴趣，进行了研究。其中最有名的是弗拉卡斯多罗，他接受了达·芬奇的主张说：“这些化石，多数是现生的贝类，现时找到它们脱壳的地方，就是它们以往生活的地方。怎么可能由石头自身塑造出来的呢？”他也对摩西洪水造成化石的谬论给予有力的驳斥：“泛滥的时间很短，而且主要是河流的作用，即使洪水把贝壳搬运得很远的话，那么一定只散布在地面上，而不可能把化石藏进高山的深部。如果人们不是诡辩的话，这样简单明白的解释，应当无需争论了。即使暂时还不理解，今后发现更多的化石资料，也肯定会迅速消除你们的疑团。”

今天看来，弗拉卡斯多罗的见解，似乎不足为奇，但在当时教会势力仍很坚固的情况下，敢于站出来捍卫真理的科学家，必须有极大的勇气和自我牺牲的精神。

居维叶绝技解谜团

居维叶在巴黎的法国国立自然博物馆从事脊椎动物解剖研究工作几年以后，他感到所有动物的器官都有相互牵连的关系，比如肉食类动物的犬齿特别发达，臼齿也利于咀嚼时的切割作用，那么它的足尖肯定长有锋利的爪；如果是食草类的动物，犬齿不会发达，臼齿也变得平整而不是呈弯曲的脊状，四肢的前端则长着蹄同样是食草类，善跑的腿必然细长，不大会跑的腿则变得粗短，如此等等。各类动物的器官特点必然相互关联，而且与它们的生活习性，特别是采获食物的方式有着极为密切的关系。这种规律，居维叶总结为“器官相关定律”。当研究地层中出产的脊椎动物的骨骼、牙齿、角化石时最为有用，奠定了研究脊椎动物化石的基础。但是，在19世纪初期，能够相信他的“器官相关定律”的人很少很少，甚至有人讥讽他是吹牛大王。

居维叶为了宣传他的研究成果，有一次，当众作了“器官相关定律”的精彩表演。

他收集到一块尚由岩石包裹起来，仅露出少量骨骼的脊椎动物化石，对观众说：“这块化石来自巴黎郊区新生代的地层里，从已暴露的骨骼判断，无疑是属于哺乳动物。”话音刚落，有几个围观的走近细看，点头赞同。居维叶接着又问：“谁能说出这块化石到底是哺乳动物的哪一类？”听众们面面相觑，感到化石的暴露部分实在太少，无法判别。稍停了一会，居维叶看看在场的观众们面有难色，于是他举起手中的标本，慢慢地说：“你们看，这块标本只见到几颗牙齿和少数骨骼，但根据器官相关定义可以判断它是有袋类的负鼠化石。”说罢，他用剔针轻轻地去掉周围的松动岩石，果然袋骨暴露出来了。在场的人们，包括一些科学家都惊呆了，不得不佩服赞叹。这具标本，就命名为“居维叶负鼠”，以志纪念。至今，这块不寻常的标本还保存在巴黎自然博物馆。

通过这次表演，居维叶总结说：“每个有机体都是一个完整而严密的体系，它的各部分都是相互适应的。任何一部分的改变都要引起另一部分的改变，因此获得一部分就可以判明其他的部分。”

“只要骨头的一端保存良好，就可以巧妙地运用类比和精确的比较，像拥有一个完整体那样准确地决定它的纲、目、科、属、种。”

“如果一个动物的肠子是消化生肉的，那末这个动物的颌骨构造一定适应于嚼食猎物，爪子能抓住并撕裂它，牙齿能咬碎它，四肢能追赶它，感觉

器官能在远处发现它……。

“如果一个人看到了偶蹄类的痕迹，那么他就可以断定遗留这个痕迹动物是反刍动物……只要一个痕迹，就可以使观察者发现前代动物所遗留的牙齿形状、颞骨形状、脊椎形状以及腿、肩和骨盘的全部骨骼的形状等。”

早在 1801 年，他的“器官相关定律”尚未公诸于世的时候，居维叶曾收到一个博物馆馆长柯林伊的素描图，据称，这是一个奇异的海生动物化石，但不知叫什么名字，要求鉴定，居维叶就运用正在研究的“器官相关定律”，分析了它的前肢和头部特点，大胆地断言：“这是一个飞龙化石。”当时曾引起热烈的争论，有人说是会游泳的鸟类；有人说这是介于鸟类和蝙蝠之间的过渡型动物。直到后来采获到更多的化石，证明居维叶的论断与鉴定是正确的。

更有趣的，据说有一个“调皮”学生听了居维叶的“器官相关定律”课程以后，想试试老师。一天夜里，他把自己化装成一个奇怪的“哺乳动物”，悄悄地溜进居维叶的卧室，发出嘶叫和鼻息的声音，并装出要吃掉居维叶的姿态。一阵突如其来的怪声惊醒了居维叶，在微弱的光线下，他睁大眼睛看一看，镇静地说：“！没有什么了不起，你有蹄又有角，根据器官相关定律推测，你只是一只吃草的哺乳动物，不会吃人，何必惧怕呢！”说完，居维叶翻了一个身，依旧睡他的觉了。

他运用这一定律，一生中记述过现存的和化石的哺乳动物达 150 种之多。

史密斯发现化石层序律

18 世纪末期的一天，年青的矿山测量员威廉·史密斯和他的几位朋友在英格兰南部威尔士的一间咖啡店里聚会闲聊，无意中谈起如何划分地层的问题。对当时来说，化石是埋藏在地层里的古代生物的遗骸经过石化作用以后留存下来的无机物已经为人们所共识，不再像以往那样争论化石是大洪水灾变后的产物。但从地层里挖掘出来的化石，到底有什么用处？还很不清楚，最多只认为能指示沧海桑田的变迁。但是，史密斯长期在矿山工作中，在开挖运河的测量工作中，经常发现化石，他还见到不同地层层位里的化石是不同的；同一地层里的化石是相同的，就凭着这个直觉的发现，他利用化石的特点进行地层的划分，所以当朋友们提到地层问题时，他就能侃侃而谈，如数家珍。

正在这个时候，被邻座的一位牧师听见了，牧师凑近史密斯，对他说：你刚才谈论的问题，十分重要。现在，很多矿山在开矿（比如说开采煤层）过程中，突然发现矿层中断，不知道到哪里找？所以，科学家们正在研究，如何能把地层进行有次序的划分，再能标志出各地层的特征，找寻矿层中断问题不就有办法了。”

史密斯思考了一会说：“我在威尔士煤矿上工作时，经常跟采煤的矿工们交谈，他们也觉得挖煤带有很大的盲目性，有煤时，挖得挺欢，挖不到时，垂头丧气，我也为他们着急。于是，我在工作之余，也跟着下井，观察地层，细看煤层分布的规律，捉摸煤层埋藏的标志，通过不断的实地调查和研究，终于找到那里的煤层的分布规律，矿工们按照我的方案去挖，基本上没有落空的，“煤层往往和植物化石在一起，所以众多的植物化石就成为寻找煤层

的标志。而这些含煤的地层深埋在地下，它的上面，是一层红土，不含化石，在红土之上，则是沙土，这里含有丰富的贝壳类化石，属于最新的地层。”

“后来，我转到开挖运河的工地上，当起测量员，在那里，需要正确的计算运河的长度与宽度，需要预测开挖的土石方量，而且运河是通过坚硬的地层区，因此，很需要寻找这些地层的标志物，于是我运用起找煤层的经验，发现这些地层里含有丰富的菊石化石，我就仔细观察了这些菊石的外表特征，终于发现先后层序中所含的菊石类型或种类是不同的，借此，不仅划分出地层的新老关系，还能对比同样层位而相距较远的地层呢！经过这一番考虑，开挖运河的工作就比较顺利地进行了。”

史密斯的这一理论的发现，地质学上称之为：“化石层序律”，直到今天，野外地层工作者，基本上还是按照史密斯的发现进行工作的。

没有想到，在这次偶然的的机会里，给这位牧师捞到了学术资本，他就以自己的名义，将史密斯的发现写成论文，并向英国地质界公布出去，并赢得了一片赞扬声。因此，当时英国的地质界只知道牧师约瑟夫·泰乌谢德在地层和化石的研究方面做出了卓越的贡献，而不知道他的见解竟完全是从史密斯那里打听来的。后来，在1807年创建的“英国地质学会”的“名誉会员”就给约瑟夫·泰乌谢德窃取了。史密斯仍默默无闻。又过了几年以后，真相终于大白，史密斯在英国地质学界才获得了应有的地位。

为什么历史学家在提到史密斯发现“化石层序律”之时要尊史密斯为英国地质学之父？请看他的贡献：

1777年，30岁时，运用“化石层序律”原理制作了一张“英国沉积地层表”，这也是世界上第一张最有系统的地层表。后来，这张手写的表格吸引了当时欧洲地质界的广泛注意。大约过了20年，这张具有科学意义的地层表才得以正式出版。

到1813~1815年，史密斯根据自己多年实地调查中累积起来的地质资料，完成了英格兰、威尔士和一部分苏格兰的地质图，这是世界上第一幅地质图。

1816年，他撰写了《根据有机物化石所鉴定的地层》，这本书实际上是他发现的“化石层序律”的总结。他在这本书的序言上写道：“有机体化石及其产地，可以被所有人，甚至不识字的人所认识，而这些化石则为认识土壤和土壤以下的岩层从各方面提供很好的线索。”这几句简单的话，说明了一个真理，科学并不神秘。任何客观事物都可以认识，而且任何人都有条件去认识它。在这本书里，他还写道：“一切地层都是在海底沉积的，每一层都含有它形成期间的海生动物遗体。因此，每一地层都含有它特有的化石，大多数情况下，根据这些化石就能确定不同地点的地层是在同时形成的问题。”这段简明扼要的阐述，也就成为他的“化石层序律”的基本概念，也是生物地层学的基本原则。

史密斯在研究地层问题时，经济条件极为困难，曾徒步走过遍及英格兰的山山水水，但终于获得新成果，1819年，他又公布了6张长距离的地质剖面图，在图上，划分出不同时代的地层，表示上各自的岩石特征，反映出区域地质构造面貌。这些工作，前人从未做过，都是他的创造，直至今日，我们还是沿用他的工作原理与方法。

古生物钟的奥秘

生物钟现象

公鸡定时啼鸣；候鸟适时搬巢，并作长途飞行；植物的开花、结果也都严格地遵循季节时令而出现；某些海鱼或海龟也选择每年固定的时刻回游到河流、三角洲或海滨陆上产卵；甚至包括人类也过着定时睡眠、定时醒来的习惯，所有这些日常可见的现象，都无不与时间节奏紧密地联系在一起，就好像钟表指示时间的周期一样，但这些自然现象都是生物体本能的反应，科学家称之为生物定时，通俗地说，就是生物钟。

如果有机会到海边去进一步观察某些生物的活动规律，它们表现出来的生物钟现象更奇妙呢！比如生活于低潮线以下的招潮蟹，其体色在 24 小时之内会随着昼夜的交替作定时的变化——白天，光线充足时，颜色变深，呈深黑色；到夜晚，黑暗时，体色变浅，呈青灰色的了。

生活于低潮线以下的贻贝，每当潮水上涨时，双壳张开，伸出特有的两根肉管（即排水管和吸水管），不停地抽水和排水，借此不停地循环作用，吸取海水中带来的微生物以作食料，排出提取过食料的“废水”。而这种抽水与排水的速度会随着潮水的涨落变化而变化，即高潮时，速度快，低潮时较慢。而且由于潮水涨落的时间每天要推迟 50 分钟，它们的张壳时间，或者说觅食的时间也会作相应的调整，同步进行呢！

现代生物学已经证明，从低等的单细胞藻类到高等的动、植物，包括人类在内，生物的周期现象存在于生命系统的各个层次中。而且进一步研究还表明，从细胞内原生质的生命活动，包括 DNA 的合成到生物个体的发育成长，乃至生态系统的潜替，都毫不例外地以各自特定的形式作周期运动，其周期从毫秒到若干年不等。

据研究，这种生物节律与自然节律的一致性，即周期性的表现，大致有以下四种类型：

一是日节律，或称昼夜节律，其周期为地球绕太阳自转一周，大约为 24 小时。这种节律是生物界最基本的节律，几乎所有地球上的生物都具备这种节律。

二是年节律，周期为一年，即地球围绕太阳公转一周所需的时间。现代生物的年节律约为 365 天。生物的年节律变化与地球上的季节关系极为密切。

三是潮汐节律，或称太阳日节律，主要在海洋生物中表现出来，其节律运动与海水的潮汐一致。由于潮汐运动是受到月球对地球的吸引所致，所以其周期称为太阳日。

四是月节律，又称朔望月节律，或太阴节律，称太阴月，周期为一朔望月，严格的时间应为 29 日 12 时 44 分 2.976 秒，通常认为 30 天。月节律对动物的生长繁殖颇有关系，如珊瑚的生殖节律、人类女性的行经节律。

总之，生物节律的日、月、年的变化往往能在生物成长过程中留下痕迹。这样，对我们研究以往年代的自然现象及其规律就有启发意义了。现在选择人们比较熟悉的树木年轮问题说起。

树木车轮带来的信息

年轮的出现，是由于生长在温带或高纬度地区的树木受气候因素的控制而形成的。每当夏季之时，树木正处于生长期，雨量充沛，气候暖热，树木生长迅速，木质便出现疏松，颜色比较浅淡；到了秋季，气温下降，雨量也随之减少，生长就比较缓慢，木质细胞壁增厚，颜色也加深，木质就变得紧密了。到冬季，由于植物体本身的保护性本能特点，木质部分的生长极慢，甚至几乎停止生长了。所以一年之中，树木的木质生长经历了一个由疏松到紧密，浅色到深色的变化。一年中，木质是渐变的，看不到明显的界线。但两年之间的木质的颜色、紧密的程度等都有明显的区别。这样，当我们在观察了年轮的变化，就可以了解树木生长时期的气候变化，特别是持续的高温或低温、大雨或大旱、以及空气的清洁度等都可使年轮增多或减少。

所以，从树木年轮带给我们的古气候信息是相当多的。有许多实例可以说明。

兰州大学卓正大与胡双熙对生长在祁连山上海拔 3670 米处的一棵有 917 年树龄的古柏年轮进行研究以后得出如下的结论：一千多年以来，当地的气候出现过冷、暖交替期达 4~5 次之多，暖年期平均持续 68 年，冷年期平均持续 180 年，冷期占总年数的 70% 以上，可见这一千多年来的气候是以冷为主。特别是 17 世纪 20 年代到 19 世纪 70 年代的冷期，共持续 250 年之久，是近千年来最冷的一次冷期。在这次冷期中，又可分为三次相对的冷期和两次相对的暖期。三次相对的冷期分别是 1620~1670 年（最冷年出现在 17 世纪中叶的几年间）；1700~1745 年（最冷年出现在 18 世纪的 10 年间）；1830~1870 年。平均冷期历时达 50 年。这个结论与竺可桢撰写的《中国五千年的气候变迁》一文的论断是一致的。

又如美国科学家对科罗拉多州南部残存的古树年轮进行研究以后，所得的结论与历史考古学家的推论一致。大约在 2000 年前，当地山崖间的洞穴中居住着相当多的印第安人，当时，这里草木茂盛，雨量充沛，胜过现今。他们在山野间开荒种地，栽培玉米，饲养山羊与火鸡。到公元 1276 年，遭到严重干旱，作物无收，树木枯死，流水竭尽，并持续达 24 年之久。印第安人不得不离乡背井，远走他乡。

大家知道各地的气象纪录和水文纪录一般只有几百年的历史，而对几千年来气候变迁情况是无法了解的。现以根据树木年轮研究的资料正好能弥补这个空缺，为研究古气候提供佐证。

这里也许有人疑问，研究古树的年轮，是否要砍倒这棵古树？不必，现在可用“生长锥”。从树皮直钻到树心，便记下全部年轮资料。所以，古树的科学价值自然也就提高了。我们必须好好地保护古树的道理也就在于此。现已列入国家重点保护的古树有以下各处：

陕西黄陵县黄帝陵内两棵古柏，相传是黄帝时所植，至今已有 4000 年以上，树高 19.3 米，树围 10.3 米，至今仍郁郁葱葱，枝繁叶茂。

山东曹县浮来山定树寺有一棵古银杏，相传是商代所植，至今已有 3000 多年，树高 24.7 米，树围 12.7 米覆盖面积达一亩地，至今亦枝叶繁茂。

四川泸定县冷碛乡古银杏，相传为诸葛亮南征时所植，迄今有 1700 余年，树高 30 米，树围 3.98 米，覆盖面积达 800 平方米，故当地老乡称之为“风水树”。

河南嵩山嵩阳书院内的“将军柏”，相传为汉武帝驻骅嵩山时所植。山

东泰山岱庙的“汉柏”，相传亦为汉武帝时所植，被乾隆皇帝封为“帝王树”，这些柏树迄今也有 2000 年以上的历史了。

其它尚有西藏林芝的千年古柏、台湾阿里山的千年红桧、陕西勉县定军山诸葛亮墓地的桂花树（1700 年树龄），福州西禅寺唐代的古荔枝树等都是极珍贵的。

从古树的年轮中传递给我们许多古代时间的讯息、气候的讯息、空气清洁度的讯息等，毕竟也只限于几千年，如果想再往前推移，能知道更古老的某种讯息，从现生树木的年轮上已找不到其他办法。古生物学家却解决了这个问题，他们是从现代的生物钟、介于古代与现代之间的树木年轮的研究中获得启发，在某些化石身上找到了答案——这就是古生物钟。

揭开古生物钟的奥秘

古生物钟或称化石钟，也就是古代生物化石身上所保留的生物生长的节律。最先注意到这个问题的学者是原台湾大学地质系教授马廷英，他在 30 年代初期，在日本东北帝国大学受业于著名古生物学家矢部长克教授从事博士学位研究工作时，发现了古代生物的节律，并发表了一系列有关论文。提到古生代早期的四射珊瑚化石上有反映气候季节性变化的生长线，就如树木的年轮一样，纪录了冬季生长缓慢，生长纹密集；暖季生长迅速，生长纹稀疏的事实。他还发现珊瑚体化石外形的膨大与缩小，并交替向上，这是季节性或年生长的节律现象。他还提到造礁珊瑚和珊瑚礁生长速度是有规律变化的。1935 年，他在研究了东沙群岛的造礁珊瑚以后认为：无论古代的四射珊瑚化石或是现代的造礁四射珊瑚，其组织内部和外部都有日生长现象和季候生长现象。随后发表的专著中还提出：海水温度愈高的区域，古今珊瑚的年生长值愈大；而且古今珊瑚的年生长值相近，则海水的温度也接近。他又提出：化石（古生物）钟与地理位置亦有关系，一般而论，古今珊瑚的年生长值，离赤道愈近则愈大，离赤道愈远则愈小；相反；古今珊瑚的季候生长现象，离赤道愈近则愈模糊（因为地处热带，无四季变化之故），离赤道愈远的海域则愈清楚。进而他运用古生物钟的资料探讨了古气候、大陆漂移等理论问题。

在马廷英的研究工作以后约 30 年，美国古生物学 J·W·威尔斯运用古生物钟的资料，解决了地球物理学家、天文学家长期以来未能解决（或验证）的古天文、古时间等问题，引起国际学术界的轰动。

威尔斯在他的著名论文《珊瑚生长和地质年代测定》中指出：“生长在海洋里的珊瑚，由于白天阳光充足，取食容易，珊瑚虫生长得快；到夜晚，情况相反，生长得慢。所以在珊瑚体的外壁上呈现出有规律的周期性变化，每隔一天便在钙质的外壁上出现一圈环纹，这就是生长线，这些环纹极为微细，其厚度一般小于 50 μ 。同一年的环纹，前后排列颇为紧密，集合为稍宽的生长带。根据现代的珊瑚生长情况的观察，其外壁的每一条生长带包含有 360~365 条环纹（生长线），也就是与一年的大数大体吻合。只要计算一下生长带，任何化石或活标本的年龄也就清楚了。”

于是，J·W·威尔斯寻找来不同地质年代的珊瑚，从其外壁的环纹上获悉中、晚石炭世的珊瑚外壁上有 385、390 圈，中泥盆世的有 400 圈，表明当时的每年天数为 385、390、400 天。

到 1970 年，威尔斯又补充了若干新的数据，如晚奥陶世为 412 圈、中志留世为 400 圈，中泥盆世平均为 398 圈，早石炭世为 398 圈，中、晚石炭世分别为 380 和 390 圈，此后，许多古生物学家搜集到各地质年代的珊瑚化石，外壁环纹中找到各地质年代的每年天数。

根据珊瑚化石的生长环纹还可以推算出该珊瑚生存时期每天应包含的小时数，其计算公式如下：

$$\text{现代每年的天数} \times \text{每天时数} = \text{珊瑚化石生长环的圈数} \times X。$$

X 代表当时每天的时数。

威尔斯的研究，首先引起天文学家的兴趣，他们根据几个世纪以来所获得的天文纪录研究后认为，地球绕太阳公转的周期在整个地质历史时期内变化甚微，是可忽略不计，但由于地球与月球之间发生潮汐摩擦的影响，使地球的自转速度受到影响，即地球自转周期大体上每十万年减慢两秒钟，由此推算出各地质时代的每年的天数及每天的小时数。

综合现有的天文学与古生物学的资料，可知地质时期各年代的时间情况大致如下表所示。

地质时期各年代时间表

地质时代	天文学推算的成果		古生物学方面研究的成果			
	天数 / 年	小时数 / 天	天数 / 年	月数 / 年	天数 / 月	小时数 / 天
第四纪	365	24.00			29.13-29.17	24.00
始新世		23.70			29.92 ± 0.10	23.70
白垩纪		23.50			29.96 ± 0.17	23.50
侏罗纪			377			
三迭纪		22.70	381		29.28	22.70
二迭纪			385			
石炭纪	390-393	21.80	390		30.20	21.80
泥盆纪	399	21.60	399	13	30.60	21.60
志留纪	402		402-412		32.30	
奥陶纪	400-402		402-412			
寒武纪		20.80	412-424		31.56	20.80
地球形成初期		推测为 4.00				

从上表得知，天文学家提出的数据与古生物学家提出的数据可谓不谋而合。由此可以进一步看出，整个地质历史时期，每年或朔望月的天数，总的看来有逐渐减少的趋势，时代愈早，每年的天数愈多；每月的天数出同样，时代愈早，天数愈多；但每天的小时数却相反，时代愈早，每天的小时数愈少，时代愈晚，每天的小时数愈多。由这些分析可知，远古时代地球自转的速度要比现在快得多，昼夜的时间要比现在短得多。

以往，天文学家和地球物理学家只能从理论上做出上述的推算，建立起上述的概念。而现在，古生物学家为他们的推算提供了实物佐证，自然引起他们的极度兴奋，有些学者甚至惊呼：古生物钟的发现，拯救了天文学家和

地球物理学家！

像珊瑚那样在自然界担负着时间的纪录员工作的并非绝无仅有，生物学家们发现双壳类（如河蚌、蚶蛤之类）、腹足类（如蜗牛、海螺之类）、腕足类（如海豆芽之类）以及头足类（如鹦鹉螺之类）都具有纪录时间的功能，在它们的壳体上留下环纹（生长线）的痕迹。

古生物学家卡恩与庞比亚于 1978 年前后注意到现代鹦鹉螺的两片隔膜之间的生长线的数目似乎是恒定的。即每段隔断的螺腔平均有 30 条生长线，这个数目，正好与太阴月（节律）的时间长短（29.53 日）相吻合，于是他俩提出：该动物外壳上的可见生长线条可能是按每天一条的速度生长的，而隔膜则是每一太阴月形成一块。他俩据此进一步提出：古太阴月的时间长短也可根据化石鹦鹉螺的外壳读出来。然后，他俩搜集了全世界奥陶纪以来的鹦鹉螺化石外壳进行研究，发现在特定的地质时期，虽然生长在各不同地区的不同属种的鹦鹉螺，但它们的生长线条数目都是相同的。他们还发现，随着时代的推进，每段螺腔的线条数目呈不稳定地递减，即每月的天数在减少，而这项发现和月球较邻近因而公转较快的情况相一致。

古生物钟除了研究地质历史时期的时间问题以外，也用于研究古气候和大陆漂移。这方面的贡献，不得不再提及马廷英教授，他花了三十年的精力，统计出珊瑚化石的上千个数据，详细地标出各地质历史时期的赤道位置（珊瑚总是生长在赤道两侧的海洋中）及两极的位置。他发现：各地质历史时期的赤道位置与两极位置大不相同，都曾经发生过位移，因而他提出大陆曾发生过漂移的设想。当时，正值本世纪的四、五十年代，地质界正兴起地槽——地槽学说，解释地球的构造问题，大力贬低魏格纳的大陆漂移说，而马廷英却在这个时候，力排众议，独树一帜，坚持用古生物钟原理说明大陆确实曾发生过漂移，而且提出漂移还遵循一定程序。他的学术思想，很具有说服力，岂不令人肃然起敬！

研究古生物钟的另一重要意义，还可以证实月球与地球的距离随着时间的推进也在有规律地发生变化。例如天文学家认为：由于潮汐的摩擦作用，地球对月球的牵引力也逐渐减少，基于这种原因，目前月球正在按每年 5.8 厘米的速度悄悄地远离地球而去，也就是说，过去的月球逃离地球的速度更快，例如白垩纪时，可能每年的速度为 94.5 厘米。这种推想，也被古生物钟所证实。

古生物钟的奥秘正在被揭开，由古生物钟带来的信息也日趋增多。相信，通过古生物学家、地理学家、天文学家的通力合作，更多的宇宙之谜、地球之谜将被逐步揭开！

地球生物进化

现今地球生物圈中，有 100 多万种动物和 30 多万种植物，微生物有十几万种，从岩层中发掘出来的生物化石也有 20 多万种，还有许多未被发现的生物。在这五光十色的生命世界中，除了人类这种有高度智慧和创造力的生物外，其它如海洋生物，不论在数量、种类，以及它的怪诞和美丽各方面，都演化和进展得难以想象。海里的生物，从聚集的蓝绿表层水里数以亿万计的微小生物，到重达 150 吨的南鲸（现代最大的动物是鲸，最小的动物是一种寄生的单细胞动物，二者在体长上相差约 1000 万倍），可说是种类繁多、分布广泛。其中有许多是美丽无比的生物，诸如银白匀称的鱼类、在海底生根长得娇艳如花的动物、绚丽夺目的珊瑚和那些可以按照它们的情绪和环境而转换八种颜色与花样的鱼类。有许多生物往往具有特殊本领。例如，撒哈拉沙漠的沙蚤，它能够跳过它的高度 100 倍。非洲和南美洲的热带森林，有一种吃叶甲虫，能够举起 500 倍于它自己的重量的东西，阿拉斯加的金鸽，这种雀鸟每年秋季飞到夏威夷岛，而于春季飞返阿拉斯加，它能在海洋上空不停的飞行，它们几乎一直在飞行时不吃东西，而它们却只有储藏很少的脂肪。蝎和蜘蛛出生最初几个星期可以不吃东西而能生存。蜘蛛身体长大，但不是体重增加，却没有吃东西。地球上还有一种高寿生物，叫做热放细菌，它们既可以生活在热水里，也能在缺氧的沼泽深处生息繁殖，适应环境的本领甚高，一旦遇到非常恶劣的外界环境，它们还能以孢子的形式保持生命和睡上 1800 年才醒过来！在大自然，不但有异草奇花，苍茫林海，还有许多有营养的食物。在安第斯山脉的湖泊中就新近发现一种含蛋白质百分之 40 的藻类，这个百分比在天然食物中属最高的指数之一，这种水藻在秘鲁和河流中几乎比比皆是，并且估计在整个安第斯地区到处都有。在秘鲁老百姓中，这种丰富的水藻名称多到 23 种，其中最普遍的名称叫库苏鲁，其营养价值超过肉类和牛奶，这种水藻有可能成为人们最大的食品来源之一。

上述这些奇异无比的生命，它们的种类和结构的复杂性，是地球生物进化的结果。地球生物进化，是一个从简单到复杂，从低级到高级不断发展的漫长过程，在这个历程中充满生物界内部及生物与其外界环境之间的矛盾冲突、新种与旧种的兴衰更叠和不停顿的推陈出新。

地球生命起源

生命，是物质运动的最高形式。生命在地球和在人类知识范围内是最富于魅力的现象。

地球物质通过什么途径转变为具有生命特性的成分呢？对于这个生命从何而来的问题，存在不同观点。

自生论

这种理论在 2300 多年前最早由亚里斯多德提出。直到 17 世纪初期，人们仍根据简单的表面现象观察，认为地球上的生物（包括高等生物），是从无生命物质中一下子直接自然发生的。如认为“白石化羊”、“沙漠的岩石产生狮子”、“腐草化萤”、“腐肉生蛆”、“潮湿的土壤产生青蛙”、“人

体的汗水产生虱子”……，把生命说得似乎可以随时随地自发产生。1860年，法国微生物学家 L. 巴斯德（1822~1895）在巧妙设计的容器中经过加热灭菌的肉肠内，发现不几天后大量细菌和微生物的增殖是由于从空气中落进了微生物（或一种孢子）的缘故。巴斯德不但证实了细菌或酵母菌等微生物不能自然发生，而且表明了空气中也存在数量因而异的细菌和其它微生物的孢子。换句话说，有生命的东西只能从另外一些先前已存在的和同种的有生命的东西产生出来，而不能从无生命的东西产生出来，这就是所谓的“生生说”。就这样，巴斯德的实验打破了微生物自然发生的论点。这种“生生说”虽然否定了粗糙的“自然发生论”，但它只说明了在地球目前的条件下，生命不能自然发生，这并不等于说，在任何条件下生命不能由非生命的物质逐渐发展而来。

泛胚种论

这种理论认为，在地球上虽然不发生生命，但在宇宙某处具备了产生生命的条件，从那里飞来了生命的胚种。

1908年，瑞典 S. A. 阿累尼乌斯认为，地球上的生命起源于来自另一星球的孢子，这些孢子（生命种子）是由于光压而从另外一个太阳系已经有了生命的星球上被偶然带到地球上来的。

1971年末，英国 F. H. 克里克和 L. E. 奥格尔提出“定向胚种论”。认为银河系的年龄约为130亿年，而从地球上出现生命发展到当代水平，大约只经过40亿年左右，因此，看来在地球上出现第一个生命火花之前，存在着形成和发展出一种高级球外文明的机会。主张这种观点的科学家提出，地球上的生物，是乘宇宙飞船飞来的。他们认为，我们这个地球，在过去曾经是一艘带着一种适应力和生命力都很强的、能够生长和进化，从而能产生更为复杂的生命形态的细菌孢子（生命种子）的宇宙飞船飞抵的目标。根据他们的说法，我们这个地球上的第一个生命很可能就是宇宙间某一个星球上有智慧的“人”（或生物）经过细致研究之后送来的。英国斯尼司曾计算过微生物在宇宙飞船条件下的存活时间，他说：“如果有适当的保护，温度保持在绝对零度左右，生命大概可以维持100万年以上”。定向胚种论者指出，是否有任何证据足以证明我们就是远古星际来客的后裔呢？有两个生物学的反常现象可以引以为证，第一是与遗传密码有关的。许多分子生物学家颇为惊奇地发现所有的生命形式只有一种适用的密码，能不能说遗传密码的共通性就是几十亿年前送到地球上的“种子”发展出来的结果呢？促使人们认真考虑定向胚种论的第二个生物学的反常现象是，金属钼对生物系统所起的独特的、重要的作用。许多酶系统需要这种金属作为协同因子，其他过渡金属往往不能取代它。如果地球上的钼是比较富裕的话，那么这种情况就不会显得这么不平常了，因为事实并非如此，地球上的钼的数量只占0.02%。我们知道，一个行星的化学组成会反映在它的居民的生物组成成分上。因此，如果能表明地球上的生命中的元素同某一级别的恒星中的那些元素数量（例如钼恒星）是有关的，那末我们将会更同情地看待这种“传染”理论了。

化学进化论

俄国生物化学家奥巴林和英国 J. B. S. 霍尔登曾不谋而合地提出这个理论，所以它又叫奥巴林-霍尔登阶段发生论。他们认为，有生命的东西是由于地球初期的大气和海洋中的化学物自然相互作用与演化而逐渐发展成的。自然环境中的各种能量，如闪电、阳光和火山活动等，给化学物的相互作用和组成为更复杂的分子提供了驱动力，使无机小分子物质生成有机小分子，这些有机小分子又进一步发生相互作用组成更加复杂的生物大分子（包括核酸和蛋白质），以后，生物大分子进一步演化组成多分子体系，再由多分子体系演化成原始生命。

第二次世界大战以后，随着世界上生物化学的发展，奥巴林-霍尔登的学说受到重视，并作为基本观点广泛为学术界承认。

生命，并不像物质、能量和时间那样是宇宙的基本范畴，而是某些分子组合的一种表现。这些组合体不可能曾经永久存在，因为即使是组成它们的元素，也不是永远存在的。我们应当把生命起源看作是行星进化中一种历史事件。生命到底是什么？可以认为，生命本质可以被最恰当地定义为活细胞中相互依存的两种分子——核酸和蛋白质——之间的相互作用。其中，作为遗传信息载体的核酸、包括脱氧核糖核酸（DNA）和核糖核酸（RNA）；蛋白质，则是一种很大的多肽——由称为氨基酸的基体组成的长链。在蛋白质内，氨基酸彼此缩合起来，头尾相接，形成肽链。每种蛋白质都有自己特殊的氨基酸顺序，蛋白质特异的化学和生物学性能来源于它们特异的氨基酸排列顺序。在活细胞中，核酸和蛋白质的相互作用对于生长和繁殖是十分重要的。

由于地球所有生物物种的核酸和蛋白质均由相同原料构成，因而导致这样的结论：所有已知有机体基本上是相同的，虽然外形各有不同，但地球上只有一种形式的生命，因此，地球生命仅需起源一次。

生命起源的第一次飞跃

原始地球大气中，含有甲烷、氨、氢、氰化氢、水蒸汽、一氧化碳、二氧化碳、氮、硫化氢、氯化氢等气体，但没有氧气，因而是还原大气。这就为地球原始生命的化学进化准备了物质条件，当时大气的雷电在原始地球的大地和上空闪动，同时，因为地球没有臭氧层，日光中强烈的短波紫外线、电离辐射以及宇宙射线可以直接射到地球表面，原始地壳放射性元素衰变的自然辐射亦较丰富，还有火山热熔岩喷发和热泉水的源源涌出。这些巨大能量为原始生命的化学进化提供了丰富能源，这些能量重新排列了当时大气层中的一些原子和分子，形成原始海洋这个生命摇篮中。

随着时间推移，原始海洋和大气中的简单化合物，在没有生命干预的情况下，越来越多地形成较为复杂的氨基酸……嘌呤和单糖……等基本的生命化学组分。而地球早期大气存在有长达十多亿年的还原状态这种条件，为原始生命化学进化的物质积累和相互作用提供了充裕时间。对于地球史开头十几亿年这段时间中究竟发生了些什么情况，虽然在某种程度上仍然有很多揣测，但是，可以进行一些实

验来推断生命各种重要分子系统是如何从各种简单分子（ CH_4 ， CO ， H_2 ， NH_3 ， H_2O ， N_2 ）、各种不同形式的能（放电、宇宙射线、紫外光……）和催化表面经化学演化而形成的。

对此，不少学者在实验室内曾作过许多出色研究。

1953年，美国芝加哥大学S.L.米勒根据奥巴林生命起源学说，试图证明在原始地球条件下能生成氨基酸。他在一次经典性实验中，模拟原始地球的条件，把氨、甲烷、氢和水汽混合成一种成分和原始大气基本一致的气体，放入真空的玻璃仪器中，模拟原始地球的雷电条件，通过一个星期的连续电弧火花放电，然后把生成物用滤纸色层分离进行分析，结果合成和产生了几种对构成生物来说是十分重要的氨基酸。从而指出了氨基酸可以由简单的有机物和氨来产生，说明在原始地球的大气中，当发生放电现象（如雷电）时，必然会产生能构成生物体的氨基酸等物质。以后的几个实验也表明，在同样的混合气体中，给以紫外线、热、电子射线、放射线等能源作用的结果，也产生了各种氨基酸、核酸、盐基等。1959年，德国W.格罗特和H.V.维森霍夫设计了一种用紫外线照射代替电弧火花放电的实验，结果也得到了氨基酸，到目前为止，科学家已经用各种能源来驱动的模式实验中，用种种不同的无氧混合气体，先后合成了各种对地球生命关系巨大的氨基酸（天然蛋白质中所含的20种氨基酸，几乎全都可以合成）。此外，人们在模拟的生物诞生前的条件下合成了核酸的基砖-核糖和脱氧核糖等糖类以及腺嘌呤、胞嘧啶、鸟嘌呤和尿嘧啶等一类有机碱基。

从大量实验结果来看，向生命起源之路迈出的第一步并不是十分困难的，也不是十分偶然的。在宇宙间很多天体，事实上都已发现有形成生命所需的复杂的有机分子。

生命起源的第二次飞跃

即使构成生物体的物质已经齐备了，生命或生物又是怎样发生的呢？这是在研究生命发生的道路上最捉摸不定的阶段。

现在的生物是由蛋白质、核酸、糖类、脂肪、无机物等生成的。把蛋白质从生物体中提取出来，还表现出自身的酶作用等生物活性。与此相对应的核酸则与遗传作用有关，在细胞的增殖中被再生产出来的在维持其构造的同时，还由它给出决定生物合成的蛋白质构造的信息，通过一定蛋白质的合成再现生物体的一定功能，从而再生产出特定的生物。生命的发生就被看作是这种核酸和蛋白质的生物合成机制的成立。

关于原始蛋白质和原始核酸的起源，从本质上讲，也就是模拟原始地球条件如何使小分子单体多聚的问题，是目前生物化学进化研究的一个关键性问题，但对此项问题的突破实在是太难了。至今仍然使科学家感到困惑的是，这些简单的生命“基砖”（小分子单体）是怎样能够在生物诞生前的海洋和湖沼中彼此结合在一起而形成命体的长链分子呢？在这样的过程，不仅需要能量来驱动这样的反应，而且每发生一次这样的结合，都必须把一个水分子驱逐出去。例如，当氨基酸彼此结合起来而形成一个多肽时，就会形成一个水分子。同样，当一个脱氧核糖或核糖和一个有机碱基相结合时，也会形成一个分子的水。而且当由此而形成的化合物和一个磷酸盐分子相结合而形成一个核苷酸（核酸的基本单位）时，又会再形成一个分子的水。上述这类反应叫做“脱水反应”。可是，正如将一个苹果或雪梨放在一桶水中很难变干一样，在一个生物尚未出现之前的海洋是很难自然发生这类脱水反应的。当大量的生命基砖（小分子单体）一旦开始在当时的海洋和湖泊中彼此结合在一起时，水分子就会和这条短链发生反应并把它们彼此分离开来。由此可

见，水在生命起源过程中既是一个有利因素，又是一个不利的因素。一方面，对于使那些生命基砖（小分子单体）能够彼此混合在一起这一点来说，水曾起过重要作用，但在另一方面，对于使这些基砖能够彼此结合起来以形成生命体的更复杂分子这一点来说，“水”则成了一个难以逾越的巨大障碍。这样，这个“水”的问题便成为进行这次生命起源探讨工作的化学家们的一个困惑难解的阻碍。

为了突破“水”这个巨大障碍，科学家提出了这样或那样的假说，基本上有下列几种：

独特环境说 认为在生物尚未出现之前，地球上曾经出现过有利于脱水反应的独特环境。

特殊化学反就说 认为可能存在过一些我们现在还不知道的化学作用，而蛋白南和核酸很可能就是通过这些特殊化学作用而在不发生脱水反应的情况下在水中形成的。

干热聚合说 佛罗达州迈阿密大学 S·W·福克斯认为把一种干氨基酸混合物放在 170 的温度下加热，也许可以解决这个脱水反应问题。这样的条件在火山熔岩流附近是可能出现的。在这样的地区，很高的温度会把当时水池里的全部积水蒸发掉，从而迫使氨基酸合成为多肽。

干—湿循环说 奥格尔和他的同事们认为一种干—湿循环的方式可能曾经在形成一些类似于蛋白质和类似于核酸的简单化合物方面起了重要作用。他们把一些他们认为在生物未出现前的海洋和湖泊中可能含有的化学物溶解在水中，然后把溶液里的水蒸发掉，最后把蒸发后剩下的固体在约 65 的温度徐徐加温。结果，他们用这种方法制出了多肽，也制出了腺苷酸链。而形成蛋白质和核酸所需要的这种干、热条件和冷、湿条件的周期交替情况在早期的地球很可能是广泛存在的。

氰化氢、水、阳光直接反应说 在模拟出现生命以前的地球大气的气体混合物中进行电火花放电，能够产生蛋白质的化学基本结构单元（氨基酸），然而，将氨基酸连接成蛋白质键需要大量的能量。生物学家感到很难想象在原始海洋中游离的氨基酸是以何种方式形成蛋白质的，这个问题随着马修斯的发现而得以解释。他指出蛋白质链很容易由地球出现生命前的大气中可能存在的氰化氢和水所组成。他们提出化学途径只需比较小的能量。这一过程共分五步，第三步生成聚氨基丙二晴（所有蛋白质的真正“祖先”），在最后一步生成杂环多肽。所有这一切反应只需要氰化氢、水和阳光。

粘土催化说 1978 年，美国航宇局艾姆斯研究中心实验指出，生命的最基本构造成分-氨基酸和核苷酸，可能在原始海滨由天然催化剂即含金属的粘土聚集和组成。他们指出，含金属的粘土在生命产生过程可能起关键作用，它提供了一种有利于生命的最基本的构造成分氨基酸和核苷酸集中的环境，含金属的粘土可能起了催化剂的作用，帮助把这些构造成分加到复杂的化学结构中去，而这些复杂的化学结构使生命有可能产生。美国航宇局艾姆斯研究中心化学家劳利斯博士说，生命可能开始于地球早期的潮汐池或其他浅海中，大约在 40 亿年前的世纪里，这些海水逐渐成为一种最简单的生命化学组分赋存的汤液，在退潮和阳光作用下，这种原始汤液中的简单组分可在干燥的沉积粘土上结合起来，并组成复杂的形式，初级的生物体大概就是来自这些复杂的基团。他认为，金属在生物学中的重要意义，表现于它们在形成生命过程中原始时期的重要作用。建立上述理论的实验依据有以下几点：

(1) 氨基酸和核苷酸是所有生物的主要化学物质，他们发现，当含微量镍或锌等金属的粘土在反复经化学物质溶液浸泡然后又干燥的时候，氨基酸链和核苷酸链才开始形成。

(2) 他们发现，所有金属粘土都可将氨基酸从溶液中吸出来，有微量铜的粘土是最有效的氨基酸集聚剂。而一种带微量镍的粘土能选择性地集聚约 20 种在生物体中发现的氨基酸。在劳利斯实验中，只要 6 个氨基酸就能成键，蛋白体是生命的主要物质，它就是由这 20 种的几十万个氨基酸组成的。

(3) 对含有金属的各种粘土的试验表明，只有含锌的粘土标本才有助于核苷酸的结合。这一点是非常重要的。因为把一小块一小块遗传物质联结在生命物质中的脱氧核糖核酸酶，也含有微量锌。

“团聚体”和“微球体”说 蛋白质和核酸究竟是怎样逐渐演化为原始生命的呢？这些分子最初是怎样组织起来而成为既能繁殖又能把一种新的特性传给后代这样一种细胞状生物的呢？有关这个问题，曾有福克斯在氨基酸热聚合基础上提出的微球体学说的奥巴林的团聚体学说。福克斯认为，在简单的地质学上许可的条件下，只要有氨基酸存在，就可形成氨基酸聚合物（类蛋白质）。在实验室内，S.W. 福克斯通过加热迫使氨基酸合成了多种多肽。S.W. 福克斯把这种多肽称为类蛋白质，这些类蛋白质在化学性质上，和现在的生物蛋白质很相似。福克斯等人（1959 年）将这种酸性类蛋白质放到稀薄的盐酸溶液中加热溶解，冷却以后，出现白浊，用显微镜观察时，发现它们形成了无数和细胞相似的球形结构或滴粒 S.W. 福克斯等称这种球状液滴为类蛋白微球体。这种微球体是一种直径差不多相等的小球，看起来很像简单的细菌，而且具有许多似乎和细胞相似的特点。例如，从它们的显微照片可以看出，它们具有一个双层的外壳（膜），而且似乎还可以表现出生长、分裂和出芽、催化活性、渗透现象、无规则运动及信息。近来，S.W. 福克斯又把这种微球体的概念推进一步，称之为原始细胞或最小细胞，甚至断言细胞由它进化而来。

A.I. 奥巴林采用天然高分子（天然蛋白质和核酸）作原料，亦获得类似微球体的东西，奥巴林称之为团聚体。奥巴林认为，蛋白质、核酸、多糖体等复杂的有机物经过长期积累、相互结合、形成了由多分子构成的新的更高级的分子群或团聚体（这种液态的胶体或叫原始活质），这种多分子体系，是进一步进化到生物的基点，它可能象一种胶质小球漂浮在原始水域中，它不仅在自身内部有了与外界不同的更为复杂的物理化学变化，并且可与外界环境发生相互作用，以后经过一系列长期内、外矛盾交错斗争反应和自然选择过程，终于引起质的飞跃，形成蛋白体，并进而出现单细胞菌类。

从上面阐述的情况来看，可以认为，生命是地球演化过程的自然产物。当地球发展到一定阶段，化学进化到一定水平，生命就随着产生，而生命的产生，就使地球历史从化学进化阶段推进到生物进化阶段。以后，在漫长的生物进化过程中，再逐渐分化出细胞膜、细胞核等结构，产生了细胞形态，然后，这种原始单细胞生物再向不同的方向发展，产生了动物和植物的分化。

古生物的踪迹

什么是古生物

今天的地球是瑰丽多彩的生物世界。现在已经知道的，就有一百多万种动物，三十多万种植物和十几万种微生物。从空中到海洋，从高山到平原，到处都有生命的踪迹。

地球形成至今已有四十多亿年以上的历史了，在它的初期并没有生命，只是在它形成的十多亿年以后才开始出现最古老的生命。从三十多亿年前至今这样漫长的历史中，生物界经历了从低级到高级的演变。能征服和改造自然的生物——人类的出现只有三百万年左右的历史。在人类出现以前，曾经有许多生物在地球上生活过，它们有的继续发展到今天，但大多数种类绝灭了，因此，对我们来说它们都是很陌生的，许多古代的生物和现代差别很大，但大量事实说明现代生物是古代生物演化发展的继续，因此，古代生物与现代生物有不可分割的亲缘关系。

所谓古生物就是古代的生物，但这个古代，不是哪个朝代，哪个世纪，而是指地球的历史时期，即从地球上最早出现生命开始到人类有文字记载的数千年历史时期以前生存过的生物都叫古生物。

一种特殊记载古代生物 历史的“文字”——化石

生物遗体及遗迹经石化作用形成化石古生物起码都是几千年以前的生物，大多数连种类已经绝灭了，那么我们如何去研究了解它们呢？原来这些曾经在地球上生活过的生物死后，它们的骨骼、甲壳等硬体部分以及它们生活的遗迹常被泥、砂、矿物质等覆盖保存下来，就像现在的海滩、海底、湖底、河漫滩也有许多贝壳和动植物遗骸被埋在泥砂里一样。在这些泥砂逐渐形成岩石的过程中，地下水中的矿物质就会充填在被埋藏动物骨骼的孔隙里（即充填作用）；有的还可似把原来生物的硬体溶解带走，而由一些矿物质充填代替（即交替作用）；也有的生物遗体中容易挥发的成分消失了，仅留下一些炭质残渣，因而只保存了一种炭质薄膜化石（即炭化作用）。生物遗体通过这些物理和化学作用，也就失去了原来生物物质成分的特点，而变成了相应的岩石成分如泥质、砂质、钙质或其它矿物质……。生物有机体这种变成矿物质成分的过程即所谓石化作用。因此，化石绝大部分都是指经石化作用的古代生物的遗体和遗迹，实际上保存的多数都只是古代生物的硬体形态和构造。如陈列在北京地质博物馆内的一种硅化木，可见植物树干的各种微细构造（如年轮等），但完全都是硅质的成分了。

化石真的完全石化了吗 很多年以前，人们在磨象牙化石时，发现每当加水少或干磨时就有类似毛、角、爪烧着的气味，因此，人们开始怀疑化石未必真的完全石化，有的或多或少还保存着生命的有机体残余。

本世纪 50 年代末，古生物学家开始用电子显微镜来观察化石，他们看到了某些骨骼和牙齿化石中有保存完好的有机物——胶原纤维，并可看到胶原纤维特有的横纹。有时在海生动物和昆虫类可以看到细胞结构，某些侏罗纪

鱼化石还保存着肌肉纤维结构。

用现代的分析技术，对一系列化石进行研究，发现在化石中存在有组成生命的基本物质蛋白质的残余，以及游离的氨基酸和多肽、脂肪酸、多糖类等。

这一切使人认识到至少有些化石不能看作是简单的石头，它应当看作真正的生物遗体来研究，从而为古生物研究开辟了一个的领域——古生物化学。

几千万年以前的生物也可以保存得栩栩如生 在一些特殊的情况下，生物体不经石化也可全部被保存下来。

例如在辽宁抚顺的第三纪煤层中有许多琥珀（一种很珍贵的装饰品）。在琥珀中常可以见到一些昆虫如蚊虫、蚂蚁等，它们都是四千万年以前的生物，但它们仍然翘脚俱全、栩栩如生。为什么这些昆虫能保存得这样好呢？这是因为一些树种（如红杉、松树、杨梅等）常分泌一种透明的粘度很大的树胶，当昆虫被树胶粘住，树胶就逐渐把整个虫体包成球状的团块，而虫体受到树胶保护，能防止细菌的分解，不致腐烂，经过漫长的岁月，历经复杂的变化，树木变成了煤炭，含有昆虫的树胶团块就变成了透明的琥珀。

另外一个奇异的实例就是在西伯利亚北极圈冻土层中，曾经找到过几十支完整的披毛象（猛犸象）这种身上披着长毛，性情凶猛的古象披毛挺立，骨肉相连；肉还保持新鲜，连嘴里衔着的没有下咽的青草，胃中没有消化的食料也保存下来了。这些猛犸象是十多万年前生物，当时它们成群结队地生活在欧、亚、北美寒冷的冰冻世界，现在已经绝灭。这种猛犸象化石在我国北方如黑龙江一带也有大量发现。

形形色色的化石

我国是盛产化石的国家，远在唐、宋时代即曾有人从岩石中发现的古生物遗迹论及该岩石形成时的古地理、古气候变迁，“沧海桑田”早已是通用的成语了。北宋科学家沈括在《梦溪笔谈》中写道：“近岁延州永宁关大河崩，入地数十尺，土下得竹笋一林，凡数百基，根干相连，悉化为石”正确地提出了化石的概念，对当时发现的各种动植物化石作了比较符合客观实际的科学结论，比欧洲文艺复兴时代意大利学者达·芬奇（1452~1519）认识到化石是生物遗迹，而非“上帝的创造”，也不是什么“大自然的游戏”要早400多年。

解放以来，我国古生物工作得到了很大发展，从世界屋脊的珠穆朗玛峰到东北的松辽大平原；从西北的大戈壁到东海之滨，到处都有大量化石的发现。

在一些地质队，科学考察队里以及各地的博物馆中，你都会见到形形色色的动植物化石，这些化石是我们认识自然和改造自然的宝贵科学资料。

大小悬殊的实体化石 化石的保存类型很多，它们有的是生物遗体本身被保存下来叫实体化石。如周口店北京猿人博物馆中陈列的一种恐龙叫合川马门溪龙，就是我国发现的一种最大的动物实体化石，高有三米半，长二十二米，这种动物很奇特，脑子很小，脖子特别长，它若是后脚着地，前脚翘起来，比四、五层楼还要高呢！有人推算，它活着的时候连骨带肉至少也有三四十吨重，这种化石因最初在四川宜宾县马门溪地方发现，就叫合川马

门溪龙，实体化石也有很小的，例如古代植物的繁殖器官孢子和花粉，最小的只有一粒芝麻的几分之一（几个微米），大的也只有二百多微米。

印痕、印模及遗迹化石 有一些化石是生物遗体在岩石中留下的印痕和印模。印痕化石是生物遗体已遭破坏而在岩石中留下的印迹。如植物的叶子以及低等动物的附肢等，常只留下印痕被保存下来，另外，贝壳动物像瓣鳃类等被泥砂掩埋后，其两壳瓣间原来软体占据的空腔充满了细砂，如两壳瓣被地上水溶解带走，就会在原来壳瓣位置的内、外两面泥砂上留下壳子的印模，在壳瓣外面的泥砂表面上留下的壳子外面的印模叫外模，在两壳瓣的充填物（内核）的表面上留下的壳子内面的印迹即内模。

还有一些化石是在岩层中保留下来的生物生活活动的痕迹叫遗迹化石，它说明过去生物的存在和活动情况。如动物移动时留下的爬迹；虫孔；卵生动物（如爬行类——恐龙）的蛋化石及原始人类使用过的各种石器等等。

学习和研究化石的意义

化石对论证生物的进化有很大贡献 大家知道，达尔文的生物进化论和其它两项十九世纪的伟大科学发现（细胞学说和能量守恒定律）一起，成为马克思、恩格斯深刻阐明的辩证唯物主义哲学的重要自然的科学基础。而化石的发现和研究的对达尔文生物进化观点的形成，起了非常重要的作用，当达尔文乘贝格尔军舰作环球旅行时，就发现了许多动物化石，在研究这些化石时，达尔文为所见到的事实而惊异，因为发掘出来的动物和现代动物有很类似的地方，但同时又有显著的差别，达尔文说：“这些事实使人们自然而然地联想到进化的情形”。

我们都知道：“人是由猿进化而来的”这个科学结论，主要就是根据各个历史时期人类化石的发现使我们掌握了从猿到人的发展过程；我们说两栖动物是由鱼类演化而来的，鸟类是由爬行类演化而来的，这都是因为在地层中发现了一些中间类型动物化石，标志着它们之间演化发展的过渡，例如行爬类—鸟类的过渡性质动物始祖鸟的发现，鱼类—两栖类过渡性质的动物总鳍鱼的发现。都是与阐明生物进化有关的重要实例。

为辩证唯物主义提供依据，打破“上帝创造万物”的唯心主义观点，是化石研究的一大贡献。通过化石的研究能使读者了解地球史、生物史、人类史的知识，这是学习辩证唯物主义的生动教材。我们了解了自然界的进化过程和自然辩证法的规律，就能不断清除唯心主义，树立辩证唯物主义观点，使我们认识自然，了解自然从而“克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”

用化石来划分和对比地层是地质学研究的基础 在一些山崖和河流的陡壁上常常可以看到岩石一层层的重叠着，这些成层的岩石一般称为地层。

一般情况下，下面的成层岩石比上面覆盖的成层岩石形成时间早，也就是说下面地层时代比上面的地层时代要老一些。古生物化石就保存在这种沉积形成的成层岩石中，如果把沉积地层比作一页一页的地球史册，古生物化石就好象书中的一种文字，它记载着地球生物界发生、发展进化的历史。

生物的演化是整个地球演化的一个方面，地球在发展演化，生物从它的发生时代起，也一直在发展演化。生物的演化有着明显的由低级到高级，由简单到复杂的过程，因此，不同时代的地层就保存着这一时代所特有的化石，

而相同时代的地层就会有相同的化石，这是地层学中的一条重要原理。根据这一原理利用化石就可以确定地层的进代和先后顺序，把地层划分开来，还可以把相同年代的地层从空间上加以联系比较从而综合分析该时代地壳发展的一些客观规律。

地层的划分和对比是地质学最重要的基本研究内容之一。到一个地区作地质工作首先就要认识岩石和地层，确定这些岩石和地层形成的时代和顺序。由于地层大多都经历了地壳运动而形成各种构造形态显得复杂混乱，但就像一本书，虽然搞乱了，我们只要掌握了每一页内容，还是可以将它们的页数和顺序搞清楚，再整理出来。这种整理工作对探讨地质学中的各种问题，是极其重要的。

化石是沧海桑田的“见证人”，能帮助我们恢复远古时代的自然地理环境。为什么说喜马拉雅山曾经是古地中海的一部分而现在还在不断强烈上升？为什么说台湾岛在几万年前与大陆相连，是大陆不可分割的一个组成部分？为什么说北方很寒冷的一些陆地几亿年前曾经是温带的海洋？为什么说北方数十万年间寒冷和炎热气候多次交替？……要回答这些古地理和古气候问题，化石给我们提供了重要依据。

1960年5月，我国登山队登上了八千米以上的希夏邦马峰，随同登山的科学考察队在海拔4800米处发现了一种鱼龙化石，它体长十多米，是一种凶猛善游的巨大海洋动物，其存在的地层年代距今已有一亿六千多万年了。这说明今日的世界屋脊——喜马拉雅山，当时曾经是一片苍茫辽阔的大海。另外登山队还在近六千米高处发现了高山栎植物化石，而现代的栎树为海拔二千米的高度生长，这说明希峰是在不断强烈的上升之中。

根据台湾省发现的一些陆生动物化石如四不像、犀牛、大角鹿等大陆运动群，以及在台湾海峡底部发现陆生大象化石，再加上台湾发现的人类头骨化石与二、三万年前山顶洞人、河套人年代相似的情况，就可以推测当时台湾和大陆是连成一片的，中间并无台湾海峡。许多科学工作者还认为非洲大陆和南极大陆曾经是一块整体的大陆，以后才分裂开来，其证据之一就是在南极洲两亿多年前的地层中找到了庞大的陆生动物群，这些动物群和非洲南部的一个动物群完全一样，陆生动物群不可能飘荡过海，只能用两个大陆曾经联结在一起来解释。

另外如造礁珊瑚一般生活在海水温暖、清澈、亮度适宜、咸度正常的浅海中，我国南海及赤道附近的温暖海洋都形成大量珊瑚礁。在我国寒冷的北方（如东北、内蒙）几亿年前的地域也有这种造礁珊瑚化石的发现，说明当时古地理和古气候和现在有很大差别。甚至根据珊瑚等化石的综合分析还可以推断当时古赤道的位置。

猛犸象，是已经绝灭了象类，它身上披有长毛，是一种典型寒带动物，在我国华北及东北距今一万多年前普遍有这种化石发现，说明当时是寒带气候；而另外一种鸵鸟，是热带沙漠中的动物，在华北、东北数十万年前的黄土中就发现过鸵鸟和鸵鸟蛋化石，说明当时气候炎热而干燥。

为什么古生物能帮助我们判断古地理和古气候呢？这是因为生物不能脱离具体环境而生活，一定的生物适应于一定的生活环境，无论是海洋生物或陆地生物，海洋生物中无论是浮游生物、自游生物或底栖生物；生活在滨海区、浅海区、半深海区或深海区及大陆湖泊或沼泽地区的生物都必须有适应于这些不同环境的生理结构。反过来我们就可以根据生物体的不同结构推断

它生存地的古地理、古气候条件。当环境急剧变化时，影响到生物体内部也要发生变化，逐渐调整生理结构，以适就变化了的环境而生存下去。如不能迅速适应，就会被自然淘汰。这种生物与环境的互相依存、互相半争、对立统一的关系，对研究古生物学兴衰演化，绝灭更替以及地质环境的变迁均有一定意义。

化石可以指导找矿 沉积矿产的形成与一定时间(地层的年代)和一定的空间(地层形成时的自然地理环境)条件是紧密联系的，而化石能帮助我们确定地层年代和追溯地层形成阶段的自然地理环境，就直接可以帮助我们找寻沉积矿产。生物化石在找矿中的作用就在于根据化石与矿产之间这种互相联系的规律，通过对地层的划分和对比与沉积时自然地理环境的分析而达到找矿的目的。某些与岩浆侵入有关的内生矿床也有时代条件，也要根据它们与沉积地层之间形成的顺序和相互关系来判断，因此也可间接依靠古生物化石资料。

大家知道我国南方盛产磷矿，而这种磷矿很多就产在寒武纪初期的浅海沉积地层中，我国北方震旦纪地层中还有浅海沉积的锰矿及铁矿。我国著名的大庆油田产在白垩纪的内陆湖泊沉积地层中，世界上一些大煤矿都常产在白垩纪的内陆湖泊沉积地层中，世界上一些大煤矿都常产在石炭纪、二叠纪、三叠纪或侏罗纪沉积地层中。那么，怎么知道它们的时代呢？就是根据地层中的化石资料来判断。例如江苏省一个煤矿，过去曾经认为已经开采到了含煤层的底部，储藏量不大，但后来由于找到了一块叫**笔石**的化石，从化石知道这个煤层不是那个时代地层的底部而是顶部。在这一化石的启示下，经过勘探又找到了极丰富的煤层。世界各地的经验证明礁灰岩可以储存丰富的石油，因此，对化石礁瓣研究成为找油的重要手段；有人还利用化学化石(如烃类的研究)画出石油晕圈的分布来学试寻找石油等等。

化石可以直接形成矿产为人们开发利用 化石和人类的关系极为密切，许多有用矿产的形成就与化石紧切相关，一些沉积矿产本身即由化石堆积而成。如煤就是古代茂密森林，经长期地质作用形成的。在煤层中我们还可以找到残存的完整植物遗体，有的连树枝、树干、树根、树叶都看得很清楚。

石油也是由古代的生物形成，生物死亡后被沉积物埋葬，几经沧桑之变，其遗体在一定温度、压力条件下，在天然催化和放射性元素等等的共同作用下逐渐转化为有机物质，它们在缺氧环境中进行菌解逐渐完成“去氧加氢”的过程，最后形成复杂的碳氢化合物-石油和天然气。例如是四川某地井深二千米含油地层的岩心切片(放大60倍)，切片中可见许多生物碎屑化石(有孔虫和藻类)，化石中含沥青质(黑点)小斑点，沿生物体结构规则排列。

有名的山东省临朐县盛产一种化工原料——**硅藻土**，也是一种化石矿产。这就是在二千多万年前碧波荡漾的内陆湖泊中，大量的硅藻死后沉积于湖底形成的。

化石在天文学上也能发挥作用 众所周知，每当我们伐下一颗树木的时候，只要数一下年轮的圈数，就可以知道这颗树的年龄，这是因为一年一度，冬去春来，树木总要在自己躯干上增添一圈新的年轮，我们称为年增长物，和树木年轮相似。在古代和现代海洋中有一种珊瑚虫，这种珊瑚虫分泌的珊瑚骨骼表壁上的横纹。按其粗细，依次称之为生长环、生长带和生长纹。古生物工作者通过对现代珊瑚的实验和研究，证明这些珊瑚表壁上的生长

环、生长带、生长纹分别代表了珊瑚生长过程中每年、每月和每日的增生物。例如现代珊瑚体表壁上一年生长期有 360 圈生长细纹，而泥盆纪的珊瑚标本上，一年生长期约为 400 圈生长细纹。在石炭纪标本上为 385 ~ 390 圈，这些圈数和用天文学方法求得的各地质时代中每年的天数大致相等。根据每个生长带上的细纹数可以推断每个月有多少天数。除珊瑚外，科学工作者对其它古生物如瓣鳃类及藻类也作了同样的研究。根据这些研究资料可以看出一个大致的规律；即从寒武纪以来每年和每个月的天数都是在逐渐减少的，这和天文资料大体上是一致的。

