

地质学、古生物学和宇宙学的历史发展

地质学研究的基本特征，即野外工作、标本收集和理论构建，直到 16 至 18 世纪才发展起来。

约翰·伍德沃德（1665 - 1722）

地质学研究的基本特征，即野外考察、化石采集和理论构建，直到 16 至 18 世纪才发展起来。在此之前，早在古希腊时期，许多学者就认为化石是曾经生物的遗骸，许多基督徒（包括特土良、克里索斯托和奥古斯丁）甚至将其归因于诺亚洪水。但其他学者则否定了这些观点，认为化石要么是大自然的玩笑，要么是某种意义上被赋予生命的岩石产物，要么是上帝的创造之作，甚至可能是撒旦的诡计。16 至 17 世纪，博物学家之间的争论愈演愈烈。马丁·李斯特（1638-1712）是化石有机起源论的著名反对者之一。约翰·雷（1627-1705）虽然尊重李斯特的反对意见，但他支持化石的有机起源论。然而，罗伯特·胡克（1635-1703）通过对化石木材的显微分析证实，化石曾经是生物的遗骸。然而，他并不认为它们是诺亚洪水造成的。

在 1750 年之前，最重要的思想家之一是尼尔斯·斯滕森（Niels Steensen, 1638-1686），又名斯滕诺（Steno），这位丹麦解剖学家和地质学家确立了地层叠置原理：沉积岩层以连续的、基本水平的方式沉积，因此下层比上层更古老。在他的著作《先驱者》（Forerunner, 1669）中，他表达了对地球年龄为 6000 年的观点，并

认为有机化石和岩层是由大洪水形成的。¹ 斯滕森之后不久，神学家托马斯·伯内特（Thomas Burnet, 1635-1715）发表了他影响深远的著作《地球神圣理论》（Sacred Theory of the Earth, 1681）。在书中，他从圣经而非地质学的角度论证了全球性大洪水的存在。他没有提及化石，虽然他相信地球年轻，但他认为创世记 1 创世记 1 创世记 1 中的每一天都相当于一年或更长时间。继他之后，医生兼地质学家约翰·伍德沃德（1665-1722）在其著作《地球自然史导论》（1695）中援引洪水来解释地层和化石的形成。威廉·惠斯顿（1667-1752）是牛顿在剑桥大学的数学继任者，他在《地球新理论》（1696）中也表达了类似的观点。但他对洪水的机制提出了彗星式的解释，并认为《创世记》“日龄论”的人所引用。地质学家亚历山大·卡特科特（1725-1779）在其著作《论洪水》（1768）中运用地质学论证来捍卫《创世记》中关于近期创造和全球洪水形成地质记录的记载。另一方面，另一位地质学家约翰·怀特赫斯特（John Whitehurst, 1713 - 1788）在其著作《地球的原始状态和形成研究》（1778）中提出，地球的年龄远大于人类，尽管诺亚洪水是一场全球性灾难，但它并非地质记录的主要成因。在欧洲大陆，约翰·莱曼（Johann Lehmann, 卒于 1767 年）研究了德国的山地地层，他认为原始的、不含化石的岩石形成于创世之初，而次

生的含化石岩石则归因于洪水。其他地质学家，如让·埃利安·盖塔尔（Jean Elieue Guettard, 1715 - 1786）、尼古拉斯·德马雷斯特（Nicholas Desmarest, 1735 - 1815）和乔瓦尼·阿杜伊诺（Giovanne Arduino, 1714 - 1795）则否认洪水，并主张地球的年龄要古老得多。

在法国，三位杰出的作家发展出与地球历史相关的哲学自然主义解释（即，用现有的自然法则来解释万物的起源）。布丰伯爵（1708-1788）在其著作《自然纪元》（1778）中阐述了地球起源于彗星与太阳碰撞的理论。他通过对各种高温物质进行冷却实验，推断地球在大约 78000 年的时间里经历了七个纪元才达到现在的状态。他相信自然发生论而非进化论来解释物种的起源。为了避免宗教界的反对，他将创世记 1 章中的“日”解释为漫长的时代，这一观点在 19 世纪的一些英国基督徒中广为流传。天文学家皮埃尔·拉普拉斯（1749-1827）则深受无神论的影响，力图在科学研究中消除设计或目的的概念。作为现代宇宙演化的先驱，他提出了星云假说来解释行星为何围绕太阳朝同一方向、大致在同一平面上运行。根据这一发表于其著作《宇宙体系阐述》（1796）中的理论，在宇宙形成目前状态之前，太阳大气层通过纯粹自然的渐进式凝聚作用产生了类似土星环的星环，这些星环最终凝聚成行星。这一理论使得宇宙的起源年龄甚至比布丰所提出

的还要久远。让·拉马克（1744-1829）是一位博物学家，专门研究化石和现存贝壳。他游走于自然神论和无神论之间，强烈反对任何关于全球灾难的说法。在《动物哲学》（1809）中，他试图用四个渐进式进化定律来解释现存生物和化石生物之间的异同，这些定律通常被概括为获得性遗传。他相信自然发生论，否定物种灭绝的观点，并成为灾变论者乔治·居维叶的激烈反对者。³

因此，到了18世纪后期，诸多因素为即将到来的地质革命奠定了基础。尽管大多数基督徒相信创世和洪水故事的字面解读，但有些人认为地球的年龄远比乌舍尔计算的要大得多。此外，自然神论者和无神论者也提出了与《创世记》不同的宇宙论。最初一个功能完备的创造（与今天的宇宙类似）的观念开始被另一种观念所取代：创造物或非创造物，最初只是简单的物质，在漫长的岁月中，通过自然法则的作用，逐渐演变成如今宇宙的状态。一场涉及上帝存在与本质、上帝与受造物的关系以及科学与圣经诠释关系的重大世界观转变正在进行中。

海王星论者与火神论者的辩论

1790年至1820年被称为地质学的“英雄时代”。在此期间，地质学真正确立了其作为一门独立科学研究领域的地位。地质观测工作更加广泛，岩层系统分类的新方法得以发展，伦敦地质学会——第一个完全致力

于地质学的学会——也应运而生。然而，也正是在这一时期，地质学卷入了所谓的“海神论-火神论”之争。海神论以罗马海神命名，认为水是地质变化的最重要因素。火神论则以罗马火神命名，认为地球内部的热力才是主导因素。这两种观点的创始人分别是德国的亚伯拉罕·维尔纳（1749-1817）和苏格兰的詹姆斯·赫顿（1726-1797）。

尽管维尔纳的理论很快就被否定了，但他仍然是当时最具影响力的地质学家之一。⁵ 由于他对家乡萨克森地区地层的层序进行了深入研究，发现这些地层明显是由水沉积形成的，他由此提出了地球地壳大部分是由缓慢退缩的原始全球海洋通过化学或机械作用沉淀形成的理论。然后，他根据矿物含量对这些地层进行了排序。维尔纳承认火山活动的存在，但他将其视为原始海洋退缩到目前水平之后的最后阶段。

他的理论很快就遭到了许多反对，但它却是一个极具吸引力的简洁体系。此外，作为一名杰出的矿物学家，维尔纳在弗莱贝格大学任教四十年，是一位极具启发性的老师，赢得了众多学生的忠诚，其中许多学生来自国外。他著作不多，但近期对他的私人信件和讲义的研究表明，他相信地球历史至少持续了一百万年，并且也这样教导他的学生。他认为，地壳提供的历史信息比任何书面文献都更可靠。作为一名自然神论者，他也认为没有必要让自己的理论与《圣经》相协调。

然而，一些作家，例如理查德·柯万和安德烈·德吕克，却引用维尔纳的理论来支持《创世记》中的洪水传说。

赫顿在其著作《地球理论》（1795年）中阐述的地质观点与维尔纳的观点截然不同。他的大部分地质研究工作都在爱丁堡及其周边地区进行，而爱丁堡本身就坐落在火山岩之上。他认为主要的地质作用力是火，而非水。岩石有两种成因：火成岩和水成岩。后者是碎屑物质缓慢沉积在海底，并逐渐被地球内部的热量转化成岩石的结果。

岩石记录中的一切都必须而且能够用当今的侵蚀、沉积、火山和地震过程来解释。

赫顿观点的另一个特点是均变论：岩石记录中的一切都必须也能够用当今的侵蚀、沉积、火山和地震等过程来解释。地球历史是一个循环往复的过程——大陆板块被侵蚀入海，海底（由于地球内部的热量）逐渐抬升形成新的大陆，而这些新大陆反过来又会被侵蚀入海，之后再次抬升。这一理论至少部分源于他的自然神论：上帝对岩石循环的智慧管理是为了造福所有生物。显然，这几乎无限地扩展了地球的年龄。事实上，赫顿否认地质学应该关注起源。他断言，在地质记录中“看不到任何开始或结束的迹象”。他的观点明确否认了任何全球性灾难，例如诺亚洪水，在他看来，诺亚洪水在地质学上根本算不上什么事件。

赫顿受到了两位著名博物学家的严厉批评。理查德·柯万是一位爱尔兰矿物学家和化学家，他认为赫顿的观点是无神论的。在《地质学论文集》（1799年）中，他反驳说赫顿的理论基于错误的证据，并且与《创世记》的字面解释相悖。安德烈·德吕克是一位地质学家，出生于法国，居住在英国，他对赫顿的批评较为温和，但仍然带有负面色彩。他对《创世记》的理解相当字面化，但他却因为认为创世记1章中的“日”是“时间段”，并且认为普世洪水过后，一些山顶毫发无损，成为动植物的避难所而受到柯万的严厉批评。在《赫顿地球理论图解》（1802年）一书中，数学家兼苏格兰牧师约翰·普莱费尔（1748-1819）以更易于理解且不那么明显的自然神论风格重新发表了赫顿的思想。他反驳了柯万对赫顿无神论的指责，认为赫顿只是在观察地球系统中的优美设计，从而遵循了自然神学的道路：赫顿所描述的地质过程的永不停息的循环，就像牛顿的行星规律运动定律一样。尽管普莱费尔没有试图调和赫顿的理论与《圣经》，但他确实捍卫了赫顿关于地球古老历史的观点，指出《圣经》只涉及人类历史的时间尺度，而赫顿并不否认人类历史相对较短，正如《圣经》的字面解释所表明的那样。与赫顿一样，普莱费尔也认为洪水是平静的，而非一场剧烈的灾难。

威廉·史密斯（1769 - 1839）

海王星论者和火山论者都不太关注化石。与此相反，排水工程师兼测量员威廉·史密斯（1769-1839）曾参与英国各地煤炭运输运河的建设。多年来，他研究了地层（在他参与设计的运河和道路开挖中显露出来）以及其中的化石，并于 1815 年至 1817 年间出版了三部著作，其中包括英格兰和威尔士的第一幅地质图，并解释了地层结构的顺序和相对年代，这些顺序和年代是根据某些特征化石而非岩石的矿物学特征来确定的。他被誉为“英国地层学之父”，因为他为地质学引入了描述性的方法论，这对于建立古老地球理论至关重要。尽管史密斯认为全球性洪水是造成地球表面散布的砾石沉积物的原因，但他从未明确地将此与诺亚洪水联系起来，而是认为所有沉积层都是在诺亚洪水之前漫长的岁月中，由一系列超自然引发的灾难性洪水和新生命形式的重塑而形成的。¹⁰

当时英国的另一项重要发展是 1807 年伦敦地质学会的成立。13 位创始成员都是富有且有教养的绅士，他们地质知识匮乏，但却以学习的热情弥补了这一不足。他们每月在共济会酒馆聚会（直到学会规模扩大，酒馆不再适合聚会），享用一顿丰盛的晚餐后，他们会讨论地质学的最新进展。由于会员费高昂，且最初只允许伦敦居民加入，因此大多数从事采矿、道路和运河建设的实用地质学家，例如威廉·史密斯、约翰·法

雷和罗伯特·贝克韦尔，都没有成为会员。¹¹ 该学会的宗旨是收集和传播地质信息，帮助规范地质术语，并促进地质合作研究。然而，事实上，面对英国当时可能出现的或已经发生的类似法国式的社会动荡，该学会也试图发挥稳定和振兴社会经济的作用，但收效甚微。¹² 从其创立之初，它就被持有古老地球论的人所主导（在其公开交流中从未讨论过《创世记》与地质学的关系），尽管它既没有公开支持均变论，也没有公开支持灾变论，因为其第一任主席兼有影响力的成员乔治·格里诺夫根据培根的原则认为，在 19 世纪 10 年代和 20 年代，数据收集过程还处于早期阶段，无法形成地球理论。

到 19 世纪 20 年代末，地质记录的主要划分已相当明确。如下表 1 所示，原生岩层位于最底层，据推测是最古老的，主要由火成岩或变质岩组成，不含化石。次生岩层紧随其后，主要由富含化石的沉积岩组成。第三纪地层位于其上，也含有大量化石，但这些化石与现存物种的相似度更高。最底层是最近的冲积层，由砾石、沙子和巨石组成，其上覆盖着土壤。

19 世纪初，法国著名比较解剖学家和脊椎动物古生物学家乔治·居维叶（1768-1832）发展了他的灾变论，并在其著作《地球论》（1813 年）中阐述了这一理论。在接下来的 20 年里，该书多次以英文出版，并附有苏格兰著名地质学家罗伯特·詹姆逊撰写的附录（在

后续的版本中均有修订)。居维叶的父亲是一位路德教士兵，他试图证明科学与宗教之间存在普遍的一致性。在他的《地球论》中，他似乎相当字面地理解了洪水后的圣经历史，但完全没有参考圣经中关于创世和洪水的记载。他强烈反对拉马克关于获得性遗传的进化论及其对物种灭绝的否定。居维叶通过研究巴黎盆地地层中发现的大型四足动物化石，得出结论：物种灭绝的确发生过多次数，但并非同时发生。他推测，过去曾发生过多次数灾难性洪水。与威廉·史密斯一样，他认为每个地层都拥有完全独特的动物群。这些动物群出现一段时间后，便遭到灾难性破坏，新的生命形式随之出现。居维叶反对拉马克进化论，他可能认为这些新物种是神圣创造的独立事件，但他并未对此做出明确解释。他认为地球历史远比传统的 6000 年要长得多，但最后一次洪水发生在约 5000 年前。这显然与诺亚洪水的时间相吻合，但居维叶从未明确地将他所认为的最后一次洪水与诺亚洪水等同起来。¹⁵这些剧烈的灾难是海水对陆地的巨大淹没。但这些灾难并非必然是全球性的，因此并非所有物种都会在这些灾难中灭绝。根据居维叶的说法，人类最早出现的时间大约在最近两次灾难之间。

表 1. 图表展示了 1840 年左右的地质年代划分及其对应的现代地质年代。文中提及的一些典型地层列于左

侧一栏。第二栏列出了 1790 年左右公认的主要地质年代划分；但需要注意的是：(a) 当时已对特定区域应用了更为细致的划分，尽管这些划分之间的关联性尚不明确；(b) “过渡”和“原生”这两个类别在后来的划分方案中没有完全对应的概念，因为它们包含了不同年代的轻度或高度变质岩（尽管主要为图中所示的年代）。¹⁶

威廉·巴克兰（1784-1856）是 19 世纪 20 年代英国首屈一指的地质学家，他继居维叶之后，将灾变论推广开来。与当时许多科学家一样，他也是一位英国圣公会牧师。他先后在牛津大学获得矿物学（1813 年）和地质学（1818 年）的教职，是一位非常受欢迎的讲师。他的两位学生查尔斯·莱尔和罗德里克·默奇森后来在 19 世纪 30 年代和 40 年代成为极具影响力的地质学家。为了将科学，特别是地质学，纳入大学教育（当时的大学教育旨在培养牧师），巴克兰出版了《地质学辩护》（1820 年）。在书中，他论证了地质学与《创世记》相符，通过提供创造和上帝持续眷顾的证据来证实自然宗教，并几乎无可辩驳地证明了诺亚洪水这一全球性灾难性事件的存在。然而，在巴克兰看来，洪水的地质证据仅存在于大陆的上层地层和地表特征中；次生沉积岩的形成时间比洪水早数千年甚至更久。为了使他的理论与《创世记》相符，他考虑过“日龄论”，但更倾向于“间隙论”。与居维叶一样，他坚持认为存

在多次超自然灾害和创造，并且人类和洪水出现的时间都比较近。

由于进一步的实地考察，尤其是在约克郡柯克代尔洞穴的考察，他于 1823 年出版了广为流传的《洪水遗迹》(Reliquiae Diluvianae)，进一步捍卫了洪水论。然而，约翰·弗莱明和查尔斯·莱尔的均变论批评最终导致巴克兰放弃了对地质证据的这种解释。他在 1836 年出版的著名的两卷本地质学著作《布里奇沃特地质学专著》(Bridgewater Treatise) 中公开了这一观点的转变，仅用两句简短的评论就将洪水描述为平静的，在地质学上微不足道。¹⁷巴克兰在 19 世纪 20 年代的私人信件中表明，对他而言，地质证据在重建地球历史方面比文字证据（例如《圣经》）具有更高的质量和可靠性。¹⁸他认为，这是因为文字记录容易受到欺骗或错误的影响，而岩石是真实的，并且无法被人为改变。

亚当·塞奇威克 (1785 - 1873) 是巴克兰在剑桥的同行，于 1818 年获得地质学教席。在塞奇威克、巴克兰以及其他学者（例如乔治·格里诺、威廉·康尼比尔、罗德里克·默奇森和亨利·德拉贝什）的影响下，古地球灾变论（或洪水论）地质学在 19 世纪 20 年代被大多数地质学家和神学家广泛接受。当时大多数地质学家出于多种原因认为地球的年龄远大于 6000 年，诺亚纪洪水并非次生和第三纪地层的成因。首先，人们

认为原始岩石被平均至少两英里厚的次生和第三纪地层覆盖，这些地层中可以看到在平静期和灾难期交替出现的缓慢沉积的证据。其次，一些地层显然是由较老地层的剧烈破坏形成的。第三，不同的地层含有不同的化石；尤其值得注意的是，含有陆生和淡水贝壳的地层与含有海洋贝壳的地层交替出现，而且最靠近地表的土层中陆生动物与海洋生物混杂在一起。第四，总的来说，地层越深，化石物种和现存物种之间的差异就越大，这对于相信地球年龄古老的地质学家来说，意味着漫长地质时期中一系列地质变迁导致了大量的物种灭绝。第五，断层和错位发生在许多地层沉积和固结之后，这表明不同地层的形成之间存在时间间隔。最后，人类化石似乎只在最新的地层中被发现。基于这些证据，人们认为地球的年龄至少有数万年，甚至数百万年，而相对较近的诺亚纪洪水被认为仅仅是造成固结土层中形成的圆形山谷和丘陵，以及散落在世界各地土层表面的松散砾石和巨石的原因。20

1830 年至 1833 年间，灾变论遭受重创。查尔斯·莱尔（1797-1875）是一位受过法律训练的学者，也是巴克兰的学生。他出版了其三卷本的巨著《地质学原理》。莱尔的著作复兴了赫顿的思想，并受到苏格兰牧师兼动物学家约翰·弗莱明和国会议员兼火山专家乔治·斯科罗普的著作启发。《地质学原理》阐述了他认为地质学研究应如何进行。他的理论是一种激进的均变论，

他坚持认为，只有当今的地质过程，以及当今的强度和规模，才能用来解释过去地质活动的岩石记录。速率的均一性是对赫顿理论的补充，也是莱尔观点的核心特征。

尽管灾变论大大降低了诺亚洪水的地质意义，并将地球历史扩展到远超传统圣经观点的范围，但莱伊尔的著作才是对洪水信仰的“致命一击”²¹，因为它用缓慢渐进的过程（包括像火山和地震这样在世界各地以目前频率发生的局部灾难）解释了整个岩层记录，从而将洪水贬低为一场地质事件。他的理论甚至比居维叶或巴克兰的理论更进一步地扩展了地球历史的时间跨度。莱伊尔自诩为“地质学的精神救星，将这门科学从摩西时代的旧秩序中解放出来。”²²

灾变论并没有立即消失，尽管到 19 世纪 30 年代末，英国、美国或欧洲很少有相信诺亚纪大洪水具有地质意义的古老地球灾变论者。

莱伊尔的均变论不仅适用于地质学，也适用于生物学。起初，他坚持认为化石记录具有方向性，但在 1827 年阅读了拉马克的著作后，他选择了稳态理论，认为物种的出现和消失是逐步发生的（尽管他没有解释其中的机制）。莱伊尔认为，拉马克关于人类只不过是一只经过改良的猩猩的观点是对人类尊严的侮辱。他坚持认为只有人类是近代才出现的，即使在最终接受了达

尔文主义之后，他仍然认为人类的心智不可能是自然选择的结果。

自 19 世纪 20 年代中期以来，地质学作为一门科学迅速发展成熟。史密斯的地层学方法（利用化石来对比地层）被越来越多的地质学家广泛应用，从而能够绘制出更详细的地质记录描述和地图。当时，关于花岗岩的性质和成因仍存在争议，尽管居维叶对巴黎盆地的解释被广泛接受，但也受到了挑战。到 19 世纪 30 年代初，地层地质学的所有主要要素都已确立，随着地质学从业余爱好向专业领域转变，地图和期刊文章也变得更加专业化。19 世纪 30 年代和 40 年代，关于最底层含化石地层（寒武纪至泥盆纪）的分类引发了激烈的争论，冰川理论开始出现，以解释早期灾变论者归因于大洪水的现象。到 19 世纪 50 年代中期，所有主要地层都已被识别，命名法也已标准化。然而，这些进展并没有为相信地球非常古老提供任何根本性的新理由。因此，无论圣经地质学家是在莱伊尔的《地质学原理》之前还是之后反驳地球古老理论，他们所面对的基本论点都与世纪之交以来占据主导地位的论点相同。

因此，在 19 世纪初，关于地球历史存在三种相互竞争的观点。

面对这些不同的地球年龄论，基督徒们面临着如何将这些理论与《创世记》相协调的各种选择。许多地球

年龄论的支持者相信《创世记》是受神启示的、绝对无误的，并且具有历史准确性。但他们与圣经地质学家在对圣经文本的正确解释上存在分歧，在某些情况下，甚至在对圣经文本的字面解释上也存在分歧。