

显生宙5次生物大灭绝事件

生物的演化是地球历史中不可缺少的环节，最早的生命记录是发现于澳大利亚距今35亿年地层中的原核生物化石，自距今35亿年至5.4亿年漫长的地质时期生命形式比较简单。而从距今5.4亿年的寒武纪开始，多细胞的后生动物开始爆发式地发展，在很短的地质时期内，出现了地球上几乎所有现存生物门类的祖先类型。生物的演化不仅包括生物的爆发，还包括生物的灭绝。物种的灭绝在地球历史中是一件很稀疏平常的事，当平均灭绝率维持在较低的水平时，称为正常灭绝或背景灭绝。当某一地质时期，许多门类的生物突然大规模灭绝，则称为大灭绝或集群灭绝。大灭绝具有以下特征：（1）灭绝量值大，大量物种在大灭绝事件后彻底消失；（2）波及范围广，属于全球性的灾难；（3）时间间隔短暂，通常约数10万年至上百万年；（4）涉及门类广泛；（5）重创原有的群落结构；（6）改变生物地理格局。

在显生宙约5.4亿年的历史中，地球生物系统曾发生过多多次生物的灭绝事件，其中最显著的灭绝事件有五次。分别是：奥陶纪末期生物灭绝事件；晚泥盆世生物灭绝事件；二叠纪末期生物灭绝事件；三叠纪末期生物灭绝事件；白垩纪末期生物灭绝事件。

奥陶纪末生物灭绝事件

发生在距今4.43亿年，持续时间330万年-190万年。造成当时约三分之一的腕足动物和苔藓动物科灭绝，牙形石、三叶虫和笔石类等几乎所有门类都受到影响，生物多样性锐减，种一级的灭绝率达到82%。该次事件分为两幕，第一幕起始于凯迪期末期到赫南特期早期，气候

变凉,热带海水表层温度大幅下降,海平面大幅下降50-100米,陆表海大面积退缩,栖息地严重丧失;上升流活跃,充氧并携带有毒物质的较暖水上涌到大洋表层。使得多门类暖水生物遭受重创;第二幕发生于赫南特期晚期,起因于冰川消融,回暖快速,海平面大幅上升,洋流循环几乎停滞,浅水海底多严重缺氧,凉水腕足动物群整体消亡。在此过程中,火山活动也对其产生了一定的影响(如图1)。

晚泥盆世生物灭绝事件

发生在距今3.75亿年。与其他几次灭绝事件不同,它持续时间长,可达2000万年,分为多期,包括Givetian中部的Taghanic事件、Frasnian早期的Frasnes事件、Frasnian与Famennian之交的Kellwasser事件以及泥盆纪-石炭纪之交Hangenberg事件等。其中Kellwasser事件又称为F/F生物大灭绝事件,被列为显生宙五次生物大灭绝之一,造成约82%海洋动物物种灭绝。这次事件造成低纬度地区广泛发育的珊瑚-层孔虫礁以及与之共生的大量其他生物灭绝,同时,许多远洋生物也受到很大打击,泥盆纪早中期繁盛的无颌类(鱼类)在此次灭绝事件中基本消失。

本次灭绝事件的原因是所有五次生物大灭绝中最难解的一个问题,至今没有非常明确的结论,主流认为南方大陆的冰川发育,全球的温度降低,海平面下降。陆地植物的繁盛使得全球二氧化碳浓度持续降低,从而直接影响了物种的多样性。深水缺氧,洋流的增强使得缺氧水域扩散。火山活动带来的硫化物及缺氧事件造成营养限制,引起大气-水-生物圈重大变化和海洋生态崩溃。此外,还有些争议的外

天体撞击地球假说（如图1）。

二叠纪末期灭绝事件

发生在约2.51亿年前，该次生物大灭绝的持续时间越来越短，从大约1000万年、大约70万年、到约20万年，而最新的研究只有6.1万年左右。是地质历史中最大的一次生物灭绝事件。它使海洋里约90%和陆地上约75%的物种灭绝，古生代非常繁盛的动物群中许多主要门类灭绝或者大幅减少。蜓类、三叶虫、棘皮动物的海蕾类、四射珊瑚、横板珊瑚等均从此销声匿迹。古生代晚期腕足动物在大灭绝层位明显小型化，曾经最繁盛的长身贝目、扭月贝目、石燕目和直形贝目等均灭绝。双壳类中二叠纪的大部分分子灭绝，灭绝率高达90%以上。独特的植物群和成煤沼泽消亡，后生动物礁和层状硅质岩消失，旧的海陆生态系统几乎崩溃，全球生物组成和生态结构发生了永久性的变化。

本次灭绝事件为多因素触发，包括西伯利亚岩浆喷溢、火山活动、甲烷释放、CO₂浓度大增、全球温度飙升、臭氧层遭破坏、海洋缺氧、毒化或酸化、陆地干旱、土壤溃毁，森林野火频发等因素（如图1）。

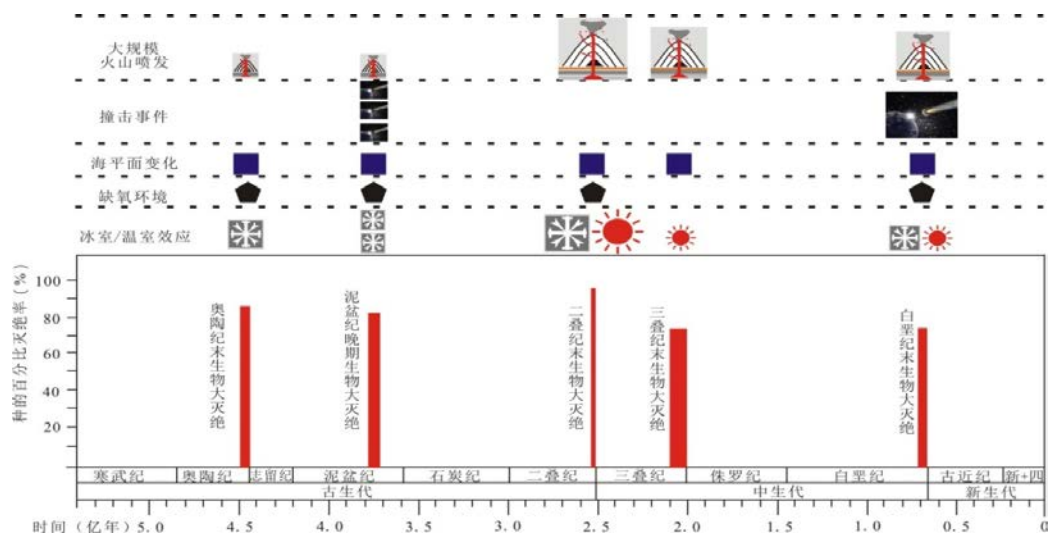


图1 显生宙5次生物大灭绝时间、灭绝率、触发因素图

三叠纪末期生物灭绝事件：

发生在约2亿年前，持续近830万年-60万年，导致海洋生态系统中约52%的属和76%的种灭绝。陆地生态系统由于四足动物，尤其是两栖类和部分爬行类，受到沉重打击而消亡。在海洋生态系统中，牙形类完全灭绝，以石珊瑚为主体格架的生物礁遭受重创，菊石类中齿菊石目完全灭绝。

造成此次灭绝事件的原因有以下观点：海平面大幅度下降，出现大范围的海退，但继而海平面迅速升高，造成海水缺氧；二氧化碳等温室气体浓度的升高，产生温室效应；联合大陆的裂解，引发强烈的火山活动，产生温室气体（如图1）。

白垩纪末期生物灭绝事件：

该次灭绝是五大生物灭绝事件中科和属一级的灭绝率最低的一次事件。约6500万年前，在250万年至不到一年的时间里16%的海洋动物科和47%的属灭绝。这次大灭绝事件导致了海洋中浮游有孔虫、菊石和箭石等生物灭绝，最引人注目的是统治地球长约1.5亿年的恐龙的霸主时代一去不复返。

主流认为，该次灭绝事件来源于地外空间和火山喷发事件。白垩纪末期发生的陨石雨造成了全球生态系统的崩溃，陨石撞击使大量的气体和尘埃进入大气层，以至于阳光不能穿过，全球温度急剧下降。黑暗环境使得植物不能进行光合作用，植被和海洋中的藻类死亡，初级生产者死亡导致食物链断裂，使得大部分消费者饿死。印度德干高原的大面积火山喷发，产生大量温室气体，导致全球变暖也被认为是

本次灭绝事件的诱导因素。此外，全球气候曾先冷后热，海平面大幅度升降等因素也很重要（如图1）。

大灭绝中的机遇与挑战

大灭绝重创了原有的全球生态系统，极大地弱化了旧有的生物屏障，给原先不占优势的物种的散布与发展创造了新机遇。灭绝为幸存者或新生者提供了广阔的新生态位，促进了新类群的孕育和发展。例如：奥陶纪末大灭绝事件中，占据优势物种的牙形石、三叶虫和笔石生物多样性锐减，随后腕足类正形贝族和扭月贝族占据优势；晚泥盆世大灭绝事件中泥盆纪早中期繁盛的无颌类(鱼类)在该次事件中基本消失，随后大量淡水鱼类开始出现并繁盛。部分海洋生物开始登陆，两栖类和原始爬行类逐渐占据统治地位；二叠纪末期大灭绝使得持续2亿多年的“古生代演化动物群”被“现代演化动物群”取代，传统的三叶虫、蜓类、四射珊瑚、横板珊瑚、棘皮类部分属种惨遭灭顶之灾，但为三叠纪菊石、迷齿两栖类和爬行类的繁盛提供了空间；三叠纪末大灭绝给恐龙提供了广阔的生存空间，使得恐龙成为侏罗纪的优势陆地动物。陆生脊椎动物的更替主要表现在三叠纪类哺乳类爬行类和喙口龙类被恐龙类所取代；白垩纪末大灭绝使得长达15000万年之久的恐龙时代在此结束，海洋中的菊石类也消亡，同时为哺乳动物以及人类的最后登场提供了契机（如图2）。

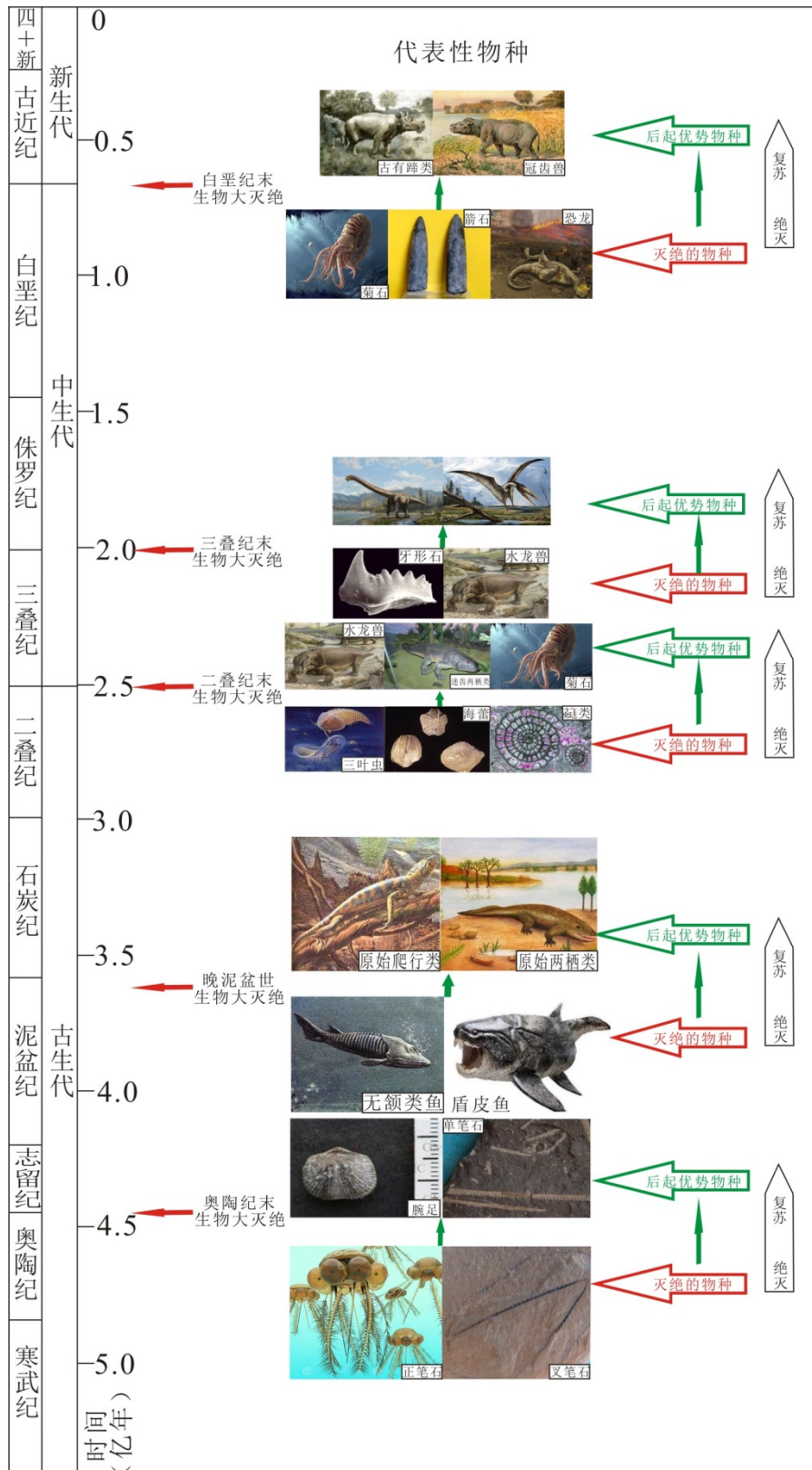


图2 显生宙5次生物大灭绝代表性物种更替

大灭绝对于生物圈是机遇也是挑战，它重创了原有的全球生态系

统，打破了生物与环境之间的相对平衡，使原有的优势类群衰落消亡和新的优势类群蓬勃发展。大大加快了固有的演化、古老的演化生物群消亡，给原先不占优势的物种的散布与发展创造了新机遇，使生命演化的过程和轨迹发生重大变更，演化趋势出现重大转向，对地球上的生命演化产生了深远的影响。

第六次大灭绝？

进入人类文明后，尤其是工业革命以后，人类工业活动加速了环境的恶化，近些年气候的变化、水源的缩减及污染、大气的污染、土壤的污染、资源的过度开发、物种的过度捕杀、海水的酸化、自然系统的人为分割等因素的叠加，可能会超出很多生态系统的适应弹性。据统计，由于人类活动的强烈干扰，现代物种平均每小时灭绝一个种，现代物种的丧失速度比背景灭绝率快100-1000倍，比新物种形成的时间快10万-100万倍。

通过五次大灭绝事件可以发现一个规律，这些灭绝的物种大多是当时的优势物种或霸主性动物。从物种方面看，目前人类处于食物链的顶端，现在能与人类抗衡的生物只有病毒和细菌，随着环境的恶化病毒和细菌的抗药性不断增强以及新变种、新物种不断出现，而人类免疫力的逐渐衰退，最终将危及人类生存。从环境方面看，虽然许多学者认为第六次生物大灭绝是杞人忧天，但是，由于人类的免疫系统脆弱、适应力低于大多野生动物。当环境恶化一旦超出一定的弹性范围，人类会首当其冲受到危害。