

奥陶纪末生物大灭绝是显生宙第一次生物灾变事件，也是古生代演化动物群经长期大辐射而颇具规模后所遭受的第一次重创，灭绝量值居于“五大灭绝事件”中的第二位。究竟是什么因素推动了大灭绝的发生？

大冰期导致奥陶纪末生物大灭绝

□ 冯伟民

进化杂谈

作为生物演化史上的重大事件，生物大灭绝是生物演化的一种特殊动力。自上世纪八十年代以来，国内外学者研究显生宙五次生物大灭绝成果丰硕，在社会上产生了一定影响。

尽管如此，近年来，有关奥陶纪末生物大灭绝研究仍热点频出。比如，哪个生物组合代表了大灭绝的肇端标志？大灭绝是二幕式还是一幕式？究竟是什么因素推动了大灭绝的发生？

奥陶纪末生物大灭绝是显生宙第一次生物灾变事件，也是古生代演化动物群经长期大辐射而颇具规模后所遭受的第一次重创。它造成了海洋生物约50%属和80%种消亡，灭绝量值居于“五大灭绝事件”中的第二位。

而可以代表华南奥陶纪末生物大灭绝肇端标志的又是哪个生物组合？中国科学院院士戎嘉余研究发现，上扬子区发育大灭绝第一幕的观音桥层（介壳相）与灭绝前的五峰组（笔石页岩相）之间、下扬子区新开岭层中有

一段“混合相地层”，代表了奥陶纪最晚期沉积—生物—环境发生重大变化的过渡阶段。它记录了南方大陆冰盖的形成对华南各地产生不同影响的开始。

研究人员根据半个多世纪所积累的材料，系统记述了“混合相地层”的优势化石腕足类稀少贝(Mamosia)，并确立了它的分类地位。新的研究表明，稀少贝腕足动物组合的空分分布有一个“先浅水、后深水”的穿时过程。在上扬子区浅水海域，这个组合仅限于凯迪期末，但几乎同时迁移到较深水域，并演化延续到了赫南特期之初。至赫南特期早期，该组合侵入到扬子深水海域，并在中期灭绝了。因此，华南奥陶纪末大灭绝的肇端，并非始于原来以为的赫南特期初，而是凯迪期末。其标志也不是赫南特贝动物群本身，而是稀少贝组合的出现。

奥陶纪末大灭绝为二幕式还是一幕式？长期以来，该灭绝事件被描述由两幕组成：第一幕起因于凯迪期与赫南特期之交冈瓦纳冰盖的形成，造成新的凉水海洋生物全球广布；第二幕则由于赫南特期晚期冰川消融，导致早前的凉水动物的整体消亡。二幕式灭绝模式曾被广泛认可。

然而近来，中科院南京地质古生物研究所科学家进一步研究却发现，这一经典模式所基于的区域对比实际上多限于地层单位阶一级的精度，对于碳酸盐沉积及底栖动物而言尤其如此。

该研究团队通过系统总结奥陶纪—志留纪之交全球各板块底栖动物群（以珊瑚和腕足为代表的宏演化序列）发现，它们自下而上有三套“迥异”的底栖动物群。在高精度综合地层框架和新的对比精度下，经过对华南底栖动物群数据的精细统计与分析，提出了奥陶纪末生物大灭绝仅有一幕的新模式。

研究团队认为，大灭绝发生在凯迪期与赫南特期之交，与南极冈瓦纳冰盖的大规模形成时间相吻合。随着赫南特期早期冰期的持续，以赫南特贝为代表的凉水动物群，迅速扩张并占领全球，后生动物礁完全消失。而且，在赫南特期中晚期，冰期虽已结束，但气候波动依旧存在，造成了海洋动物群的更替，但整体上并没有大灭绝的发生，相反，有些类群（如珊瑚、海绵）的多样性，甚至还明显增加。

奥陶纪早期曾发生史上最大的生

物辐射事件，奠定了整个古生代生物演化的格局。但地球环境的巨变，触发了显生宙第一次生物大灭绝，由此以奥陶纪先后上演全球性大辐射和大灭绝而载入地球史册，成为科学家研究热点、成果辈出的动因。

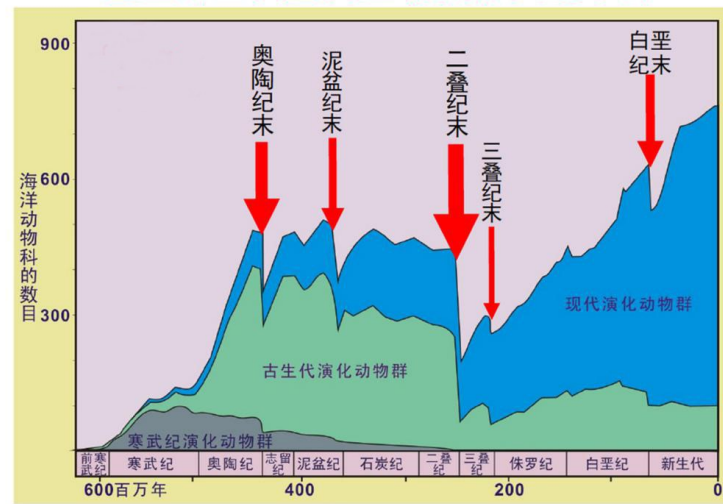
（作者系中国科学院南京地质古生物研究所研究员、南京古生物博物馆名誉馆长）

大灭绝假说又添两种新模式

关于奥陶纪末大灭绝的起因，新出现了多种假说。经典的假说认为，奥陶纪末生物大灭绝是显生宙唯一一次与大规模的冰川活动、全球气候强烈变冷和变暖、世界范围的海平面大幅下降和上升有密切关联的特大灾变事件。但近来有学者认为，奥陶纪末的两幕式生物灭绝与冰川的形成和消融在时间上并不完全一致。

对此，中国科学技术大学科学家提出了“平流层火山喷发”灭绝新模式。他们对华南奥陶纪末生物灭绝地层中的黄铁矿，进行了高精度同位素分析发现，在大灭绝过程中，火山喷发将大量二氧化硫、硫化氢和其他火山物质输送至平流层，形成了以硫酸盐为主的气溶胶层，导致地球表面温度下降（即加热自己，冷却地球）。在平流层的臭氧层附近，火山喷发的二氧

显生宙五次重大生物集群灭绝事件



化硫等含硫气体，经光化学反应产生硫同位素的非质量分馏，并形成硫酸盐等沉降至地表和海洋。同时，火山喷发释放的大量温室气体，使地表温度迅速升高并形成酸雨，导致陆地和海洋酸化以及海洋缺氧，并引发了奥陶纪末生物大灭绝。

哈佛大学地球与行星科学系科学家则提出了另一种新模式。他们认为，在奥陶纪末期，由于陆地大量维管植物首次出现与扩张，增强了大陆风化作用，导致海洋中生物可利用的营养元素十分充裕。这为加速浮游植物的生长和繁殖提供了有利的条件。真核藻类因此迅速扩张，提高了海洋生物泵效率，而大量有机碳被埋藏在海洋中。随着大规模的海侵，大气中二氧化碳浓度短时间内急剧下降，诱发了赫南特冰期，成为驱动生物大灭绝事件的重要因素。

国家重点保护野生动物新增517种（类）



图1为豺。图2为缟灵猫。图3为白冠长尾雉。

2月5日，国家林业和草原局称，经国务院批准，调整后的《国家重点保护野生动物名录》（以下简称《名录》）正式对外公布。新《名录》共列入野生动物980种和8类，其中国家一级保护野生动物234种和1类、国家二级保护野生动物746种和7类。上述物种中，686种为陆生野生动物，294种和8类为水生野生动物。

与原《名录》相比，新《名录》主要有两点变化：一是在原《名录》所有物种均予以保留的基础上，将豺、长江江豚等65种由国家二级保护野生动物升为国家一级；熊猴、北山羊、蟒蛇3种野生动物因种群稳定、分布较广，由国家一级保护野生动物调整为国家二级。二是新增517种（类）野生动物。其中，大斑灵猫等43种列为国家一级保护野生动物，狼等474种（类）列为国家二级保护野生动物。

我国野生动物种类十分丰富，仅脊椎动物就达7300种，其中大熊猫、华南虎、金丝猴、长江江豚、朱鹮、大鲵等许多珍贵、濒危野生动物为我国所特有。

为加强珍贵、濒危野生动物拯救保护，我国于1989年1

月首次发布了《国家重点保护野生动物名录》，明确了国家重点保护的野生动物范围，对强化物种拯救保护、打击乱捕滥猎及非法贸易、提高公众保护意识发挥了积极作用。但《名录》发布至今32年，除2003年和2020年分别将麝类、穿山甲所有种调升为国家一级保护野生动物外，没有进行系统更新。在此期间，我国野生动物保护形势发生了很大变化，因此对《名录》进行科学调整不仅十分必要，且极为迫切。

2017年1月1日新修订的《野生动物保护法》正式实施后，国家林草局和农业农村部就启动了《名录》调整工作，通过广泛收集资源数据，对重点物种开展资源调查，多次组织专家学者进行科学评估、研讨、论证，并向各有关部门和社会各界公开征求意见和建议后，形成最终《名录》调整方案报审稿，并获国务院批准。

下一步，我国相关部门将做好《名录》调整的过渡衔接工作，依法规范猎捕、人工繁育、出售、购买、利用等活动。广泛开展宣传教育，提高公众对国家重点保护野生动物的科学认知。（国家林业和草原局供图）



『愁肠百结』话结香

□ 文图 祁云枝

不知从什么时候开始，情人节这天，有一种叫“结香”的植物，注定要有不平凡的经历——被众多情侣环绕，将它那柔嫩的枝条打成同心结以祈祷白头偕老。而这一切，源于它那柔嫩的枝条和一个不怎么靠谱的传说。

被誉为“中国爱情树”的结香，枝条纤维组织发达柔软，花朵香气扑鼻，个头和人差不多。传说秦始皇时，宫内有一对相爱的男女。女的出身显贵，而男的家贫如洗，门不当户不对是不能结婚的。万般无奈这对男女选择了分手，分手前在结香树上打了一个结，寓意彼此分手了结。不曾想打结枝条上当年开的花，不仅比别的枝条多，而且香味特别浓郁。此事传开后，秦始皇迷信地以为神在保佑他们，就破例上他们结了婚。

从此，民间渐渐形成了在结香树上打结许愿的风俗。据说，这个传说和西方的情人节是没有任何关系的，但是被媒体炒作后，结香的中国元素和传说所赋予的光环，让广大情侣们如获至宝，在情人节这天被单独拎出来，被迫接受无数情侣的愿望，以中国式爱情的名义。

如果，一两对情侣用活体结香的枝条，将自己的“爱情”打结许愿，我想结香是愿意成全这美丽的愿望的。但当无数对情侣在一天内几乎将所有的枝条都打上结，结香还顾得过来吗？

寒风中，站在满身是结、挂满许愿卡的结香前，我的脑海里突然冒出一个词：打劫。

是的，眼前的结香，的确是受到了一场浩劫——打满结的枝条纠缠着，枝条顶端灰白色的球形花苞被人地扭在一起，像是在抱头痛哭。一些枝条在打结时被生拉硬拽到枝条断裂，露出绿白色的断茬，这该是结香的滴滴眼泪吧？

在这株“愁肠百结”的树上，那些强加于她的爱情愿望，能实现吗？

好在，植物园里还有一株结香，没有被“打劫”。打结枝条上开的花，真的比别的枝条多，香味也要浓郁吧？我没有发现，每每到打满结的结香前，我的脚步是匆匆的，因为它总让我想起龚自珍《病梅馆记》中的病梅，我不想听到结香的叹息。

打过结的枝条，营养和水分的传递肯定受阻，怎么可能那么多花呢？传说又怎么可以当真？一些人总喜欢将自己的意愿强加给植物，并且还要附加上为自己开脱的理由。有谁会真正顾及植物的立场和感受呢？如果非要说出情人节为结香带来了什么好处，我想恐怕只剩下知名度了，因为在几年前，西安没几个人或者说很少有人知道结香这种植物，更别提它是什么“中国的爱情树”了。

“人怕出名猪怕壮”，对一种植物，也同样合适。爱情，是人间最美好的情感；植物，是世间最美丽的生灵，每一种植物都有一个温暖人心的绝唱故事。“蒹葭苍苍，白露为霜。所谓伊人，在水一方。”“参差荇菜，左右流之。窈窕淑女，寤寐求之。”“有女同车，颜如舜华。”这些最先从《诗经》里探头的芦苇、荇菜和木槿，似乎都可以叫爱情植物，因为它们为《诗经》的爱情故事中摇曳生辉，让我们跨越千年，重温那古朴年代的美妙爱情。

如果以爱情之名而伤害一种植物的话，爱，还能心安理得吗？

面对植物，我们可以去赞叹，去欣赏，去寄托美好，但不可以站在人的立场上实施强迫。实在不行，就让它任性自然生长好了，没有人欣赏，植物是无所谓的。

“润户寂无人，纷纷开且落”，不也挺好？不信？听听植物怎么说：你爱，或者不爱我，爱就在那里，不增不减；你爱，或者不爱我，我就在这里，不悲不喜……

秦岭的水

□ 文图 秦延安

一场雨，让巍峨耸立的秦岭蒙上了神秘的面纱。

水润山川，大地开河。那烟雾缭绕水汽氤氲之下的淅淅沥沥，用自己的琼浆玉液喂养着大山。吞噬不下的雨水便像慌乱的兔子，满山乱窜。它们沿着山脊，顺着山谷，最终汇成洪流。

南来北去，北来南去。在亿万年的冲刷行进中，秦岭两边顺势而下的河水，便走出了自己不同的道路。虽然它们同源秦岭，终向大海，但南北地界的差异，气候的不同，却让它们产生了不同的性格，于是便有了汉江、渭河，还有长江、黄河。

雨养育了秦岭万物，秦岭也滋生了万千河流。暴雨离去，水也乖巧起来，秦岭就把它当作女儿似地宠起来。不甘于大山寂寞的涓涓溪流，便喷涌而出，“泉眼无声惜细流，树阴照水爱晴柔”。流在山

涧，养在深潭，均是一汪一汪的，俊俏妩媚仿若大家闺秀，即使偶尔会有嘻嘻哈哈，那也是玲珑剔透地清爽，叮叮当当地作响。

水到山外，便如脱笼的鸟儿，随着“眼界”的开阔，性子也野了起来。没有草木的羁绊，少了山石的阻隔，水面愈加宽泛，水流更为顺畅。当然，初出山口这水流也不会过于张扬，毕竟是秦岭孕育出来的，自不能失了大家风范。水顺着河，一湾一湾，绕着村一圈一圈，犹如模特走步，一扭一扭，婀娜多姿。河草扒着河岸，树木驻足河畔，它们都想以河作镜梳洗装扮。没那么多讲究的鱼、虾蟹，干脆以河当家，在水里自由穿梭。河两岸是肥沃的农田，长满了各种庄稼。水流的丰富，让秦岭每一个峪口都有一片稻田。“稻花香里说丰年”，那是多少农人的梦。

天一晴朗，河水清澈地能数见鱼游的个数。村里的女人们，便提篮端盆相约去河里洗衣服。找一块河石，脱了鞋袜，女人们一边洗衣服，一边谈论家常里短。“流水不腐，户枢不蠹”。所有的污垢都被流水带走，所有的事都被河水珍藏。夏日太阳高照，河道里天然形成的水潭，便成为小孩子的乐园，他们扒着河岸，寻找螃蟹的藏身之处。大家以毛巾为鱼网，围追堵截游鱼。鱼儿没抓到，却把河水弄成一团乱。困了累了，便躺在河床上，任由河水洗涤。那种清凉惬意，比吃了冰棒还舒暢。

我一直认为，河流下面还是河流。虽然，河床之下的世界自己根本看不到，但却坚信，那下面的水一直在流动，因为我从自家水井里品尝到了秦岭大山的滋味，那种甘甜、清冽，深入人心。这些奔涌在

地下的河流，由高往低，顺势流淌，丰富着秦岭脚下无数村庄的烟火日常。

秦岭的水，不仅流在我童年的记忆中，也流在历史的长河里。八水绕长安，不仅成就了秦皇汉武大唐盛世，也奠定了十三朝古都的厚重。当秦岭的水流湍弱时，当渭河再也载不动舟船时，那随水而去的岂止是一个国都的辉煌？人类择水而居，不仅因为河流能生养五谷，更因为人类永远离不开水。

当水成为现代社会发展瓶颈时，当中国多个城市发生水危机时，更多的目光都投向了秦岭。无论是国家的南水北调中线，还是陕西的引汉济渭、引红济石、引乾济石、引渭济黑，秦岭优质的水都成为了首选。

据统计，秦岭水资源储量220多亿立方米，约占黄河水量的三分之一、陕西水资源总量的一半，是陕西省最重要的水源涵养区。

那一年，我曾顺着西安的水路，从西一直走到了东。在宝鸡、咸阳、西安、汉中、安康、商洛等大小城市中，我都看到秦岭的水，将一座座城市装扮得格外美丽。在秦岭七十二峪，在嘉陵江、汉江、丹江的源头区，我都邂逅了那一条条清流。它们洁白无暇，清澈见底，用自己的欢唱去滋养更多的生灵。而这些水分子，都离不开秦岭的哺育。

城因水而兴盛，山因水而灵秀，水与人的关系就像鱼与水的关系一样紧密。秦岭不仅是一座父亲山，更是中国的“中央水塔”，那些蜿蜒在秦岭里的水，就如流淌在我们躯体里的血液，激荡着生命的高歌。

（作者系中国散文学会会员，中国水利作家协会会员，陕西作协会员）

秦风物语

