

4 自然 NATURE

打开标本馆
主笔 张心静

笔石:在岩石中书写生命故事

在四五亿年前的寒武纪,地球海洋中出现了一群笔石动物。它们的软体部分个头不大,却长出了长长的骨骼,形成了一根根笔石枝。笔石动物中有一部分固着于浅海海底,更多的则漂浮于海面上,过着自由而漂泊的生活。

到了两三亿年前的石炭纪,笔石动物绝灭了,今天的人们无法再见到它们鲜活的身影,但它的化石却在穿越几亿年后成为了人类的好帮手。笔石被作为判定地层年代的黄金卡尺,更在我国能源资源勘探中起着独特而重要的作用。

“笔在岩石中书写的痕迹”

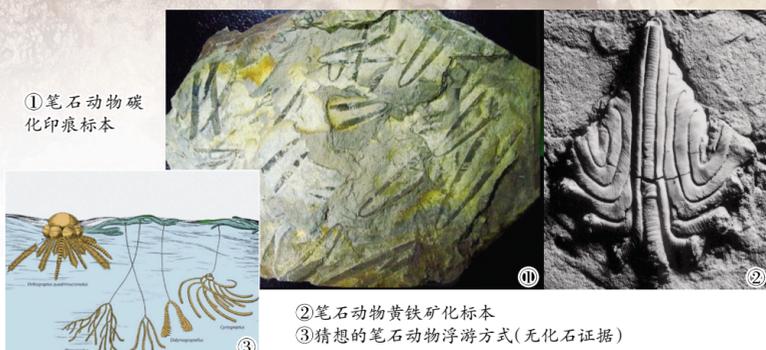
看到笔石这个名字,也许有人会想,它们与笔有什么关系呢?实际上,笔石的命名确实与笔有关。

笔石是笔石动物的化石。笔石最早是由分类学家林奈于1735年创立的类化石属“Graptolithus”演变而来,意为“笔在岩石中书写的痕迹”。这样命名是因为最早发现的笔石化石都是平面的,如岩画一般,很像在石头上留下的笔迹。起初,由于古生物学家对笔石的结构认识不足,还常常误认为它们是植物化石、痕迹化石、头盘虫、珊瑚、水螅或者苔藓虫等。

“其实笔石动物本身是立体的,它们有着有机质的软体和硬体。由于笔石动物早已灭绝,其软体部分又已经在漫长的地质历史中分解殆尽,所以它的软体的具体成分我们现在不太清楚,硬体部分我们发现是胶原蛋白质的。笔石动物死亡以后,就埋藏在沉积物里,后来就被压扁了,压扁后留下了痕迹。因为它是有机的,无非就是碳、氢、氧、氮这些元素,所以有些部分就碳化了,结构分解了,有时候还会剩下一点碳留在上面,有时候连碳也被地下水或者渗透的水冲刷了,结果最后只能剩下一点点痕迹,我们把这个叫作印痕。”中科院南京地质古生物研究所研究员张元动告诉《中国科学报》记者。

后来随着笔石发现数量的增加和研究的深入,古生物学家渐渐发现,其实除了碳质薄膜压扁保存,笔石还有其他两种常见的保存方式——黄铁矿化半立体保存和三维立体孤立保存。这两种保存方式能够将笔石的结构更为完整地保留下来,让古生物学家对笔石动物进行更准确的研究。

当前发现的笔石化石一般大小为几厘米,已知报道的最大笔石体长达1.45米。这些笔石



通常保存于黑色页岩中,在砂岩、灰岩中偶有保存。人们对笔石的研究历史也很悠久,已逾300年,让笔石从最初的一科几属发展至现今的600余属。

在我国广泛分布

在我国,笔石动物群分布很广。“这是因为笔石动物从寒武纪就出现了,然后经历了奥陶纪、志留纪、泥盆纪,一直到石炭纪灭绝,在这个过程中每一个时代都会有很多笔石动物群的记录。特别是奥陶纪和志留纪,数量尤为壮观,在我国华南地区至少有十几个笔石动物群。”张元动介绍说。

这些笔石动物群中的大部分,张元动都走过。上世纪80年代,张元动还在大学的地质矿产调查专业学习时,就在古生物学基础课上接触过笔石动物。从1987年读硕士研究生开始,他更是与笔石结下了不解之缘,毕业论文的主攻方向便是笔石研究,这个缘分一直持续到现在。如今他在奥陶纪和志留纪的笔石动物群方面有着深入研究。谈起自己曾走过的笔石动物群,张元动如数家珍。

“比如在陕甘宁边区,我们叫鄂尔多斯西南缘,这个地方在奥陶纪时是一个台地边缘,水比较深,所以保存了很多笔石化石。对这里的笔石动物群,我们作了很多研究,发表了一些成果。”张元动说,“还有贵州的中奥陶纪湄潭笔石动物群,属种特别多,而且很有特点,我们也作了相关的研究。”

另一处让张元动印象深刻的笔石动物群

是在浙江。“浙江在奥陶纪时,海水比较深,海底都是缺氧的,所以大量的碳被保存下来,因此我们在当地看到的岩石都是黑色的,包括黑色页岩和一些硅质岩。这里就保存有非常多的笔石化石,我们称为宁国组笔石动物群。而且,这里的笔石很多是立体保存的,它们的成分以黄铁矿为主。这样一个拥有大量黄铁矿化的、保存了精美结构的笔石动物群,在世界上都是非常罕见的。”

在云南,张元动等人也作了很多研究。“云南在奥陶纪时,是不属于华南板块的,而是与东南亚部分地区一起构成了滇缅马板块。在这个板块上,我们也发现了笔石动物群,称作施甸组笔石动物群。这样的笔石动物群,在我国只有这个地方能找到,你要想找其他类似的动物群,就要去缅甸、马来西亚了。所以这个笔石动物群也是非常珍贵的。”张元动说道。

判断地层年代的黄金卡尺

在古生物学家对笔石动物的研究中,一个很重要的研究方向就是笔石的演化过程。

从进化的观点来看,每一个类群都会随着时间发展而产生新的物种,在每一个时间段中,也都会拥有独特的物种类型和组合。“所以我们要了解笔石动物的特征和物种组合方式,不同时期的笔石动物,类型是不一样的,结构也不一样。”张元动说。

经过研究,古生物学家发现,笔石动物的演化速度非常快。“这是非常罕见的。”张元动说,“我们现在看到的有些细菌,几亿年来都没

有什么变化,但笔石正相反,它演化速度特别快。尤其是在奥陶纪和志留纪,每隔几十万就会产生一大批新种。”

也正因此,笔石可以被当作判断地层年代的黄金卡尺。“用笔石来判定地层年代,尤其是在奥陶纪和志留纪,是非常精确的,其精确度远远高于同位素定年。”张元动介绍说,“如今同位素定年能够精确到20万~30万年,就算非常好了,但笔石的精确度更高。目前国际上奥陶纪和志留纪的地层划分,主要就是靠笔石。”

利用笔石,还可以判断当时的地质环境。“笔石动物有两种生活方式,一种是固着在海底的,也就是底栖。这种类型的笔石动物一般会生活在浅水环境里,因为它多少还是需要一些氧气的,水太深就无法生存。”张元动说,“第二种是在海水中漂浮生活的,这部分笔石动物就可以生活在更加开阔的海水里面,也可以在深水环境中生存。”

借助笔石动物的这种生存特性,古生物学家就可以判断当地的古环境。“比如,在一个地方发现的笔石都是浮游的,没有底栖的,那么就可以推断它的古环境是深水的。”张元动说,如今,这种鉴定可以做到非常精细,依据笔石动物的类型可以划分出从海水表层到几百米深处,划分出五六个深度带,每个深度带中都有笔石动物的特定组合。

笔石能在精确判断地层年代中发挥重要作用,而且方便快捷。在野外工作中,笔石工作者仅需要通过一个10倍的放大镜,就可以进行现场鉴定,准确判断地层年代,框定地层框架。所以它在能源资源勘探上也可以一展身手。

在我国的页岩气勘探中,笔石就发挥了重要的作用。过去几年中,我国页岩气勘探与开发获得了一系列重要突破。开采页岩气,不但需要高端的钻井技术,更需要精准黑色页岩地层位层位标定,其中生物地层标定是钻井现场最快速和精准的方法,可以直接指导打钻至精准的页岩气层位。

“我国最主要的页岩气资源正好处在含笔石的地质层中。”张元动说,“这是我国页岩气资源非常有特色的地方,像美国很多页岩气资源更多的是在泥盆纪、石炭纪地层中,这些就不是笔石化石较多的地层了。在我们的涪陵页岩气示范区,页岩气所在的层位就是奥陶纪晚期到志留纪早期,这一时期的黑色页岩里含有大量的笔石。”

就这样,笔石研究这一看似非常基础的古生物门类研究,在国家能源资源勘探中大显身手。

郭刚制图

自然有道

黔之驴是不幸的,还没来得及适应,就进入老虎腹中。相比之下,美国虹鳟就幸运多了,仅仅用了百余年就完成了生活史的转变,这是典型的快速进化。

黔驴技穷与快速进化

赵序萍

柳宗元在《三戒·黔之驴》一文中写道:贵州本无驴,一好事者将一头驴带入贵州。在野外,驴遇到本地物种老虎。起先老虎不知驴之底细,看似庞然大物,不敢贸然动手,试探几次后,终于将其吃掉。在现代科学看来,柳宗元讲的其实是外来物种引入适应进化的问题。贵州本无驴,好事者引入,属于引入外来物种。这个外来物种能否适应新的环境,就看它的造化了。何为造化?那就是进化!造化好的话可迅速适应当地环境,比如红火蚁。无法适应的话,那就就地淘汰,如这黔之驴。

提到进化,一般人都会以为是漫长的过程。天地玄黄,宇宙洪荒,自从地球上有了第一个生命开始,进化的齿轮就开始运转,永不停歇。历经35亿年,进化的力量造就了地球上丰富的物种多样性。其实不然,进化的速度和物种的寿命相关,有快有慢。一般而言,越是高级的、寿命长的动物,进化的周期越长,比如人类。反过来,越是寿命短的、等级低的动物进化越快,像细菌,几个小时,甚至几分钟就可以完成一次进化。

当然,进化和周围环境变化、物种竞争等相关,比如适应性进化和协同进化。外来引入的物种通常它们所面临的生态环境条件与其在本土范围差别很大。因此,研究外来引入物种可以更好地探讨适应性进化过程。

黔之驴是不幸的,还没来得及适应,就进入老虎腹中。相比之下,美国虹鳟就幸运多了。在19世纪90年代,来自加利福尼亚州的虹鳟(Oncorhynchus mykiss),被“好吃者”引入密歇根湖(淡水湖),在那里生存繁衍下来。原本虹鳟在河流中孵化,卵成年后回到海洋中生活。而这些生活在密歇根湖的虹鳟虽然会继续到上河流产卵,不过成年后不再返回海洋,而是回到密歇根湖。

为了研究它们如何适应从海水(半生海水半生淡水)到淡水的环境,科学家们对264条虹鳟进行了基因组测序。这264条虹鳟中,一部分来自密歇根湖的虹鳟,剩下的来自原产地。经过对比,科学家确定为引入导致密歇根湖的虹鳟所有29条染色体的遗传多样性一致降低。尽管遗传多样性降低,密歇根湖的虹鳟三个染色体区域发生了改变,这些改变与适应新环境相关。第一个区域包含神经酰胺酶(ceramide kinase)的功能发生变化,这可能会改变密歇根湖虹鳟的代谢和伤口愈合率,可以修复寄生虫带来的伤害。很多淡水鱼类具有这样的特征。第二个和第三个区域编码碳酸酐酶和溶质载体蛋白发生改变,二者都对渗透调节至关重要,可以令密歇根湖虹鳟在生理上适应淡水。

这项研究表明,尽管全基因组遗传多样性减少,物种可以迅速适应新的环境,不可思议的是密歇根湖虹鳟仅仅用了百余年就完成了生活史的转变,这是典型的快速进化。

时光不可逆转,进化上却可溯本求源。由于人为的引入,密歇根湖的虹鳟经历的环境发生了变化,这些鱼体内的基因开始发生变化。基因的突变是无序、偶然的一部分个体不经意间发生有利的突变。于是它和它的后代存活下来,慢慢繁衍。而那些发生不利突变的个体就被无情淘汰。百余年后,这些适应新环境的个体完全适应了淡水的生活,进化完成!

治世求稳,乱世则变。相比于黔之驴,美国虹鳟在密歇根湖的生存、繁衍全赖快速进化之福。



虹鳟

奇趣天下

动物也有高智商

在动物王国里,能考代数满分或者写出优秀论文的动物当然是不存在的,但这并不意味着动物的智商就低,有些动物有着非常聪明的大脑和优秀的认知能力。最近,Popular Science网站就盘点了几种最聪明的动物。

黑猩猩 黑猩猩是与人类亲缘关系最近的动物。2007年,科学家开展了一项研究,对成年黑猩猩、未成年黑猩猩和人类大学生进行了相同的认知能力测试,让实验对象在不到一秒的时间内记住显示屏上1~9数字的位置,然后回忆并指出数字的位置。结果显示,成年黑猩猩和人类大学生成绩差不多,未成年黑猩猩则展现了令人惊讶的高准确率。研究人员认为,这些未成年黑猩猩使用了图形记忆的方法,只看一眼图形就能较为准确地回忆起来。

大象 研究表明,大象可以分辨出人类语言的不同,并分辨出说话者是男人、女人还是孩子。在非洲,某些部落会猎杀大象。研究人员给大象播放了一组猎杀大象部落的语言和一组非猎杀大象部落的语言录音。当大象听到前者的录音后,会十分恐惧并远离声音播放器;当它们听到后者的录音时,就不会逃走。接着,研究人员又播放了会让大象恐惧的语言,但这次说话的人包括了男人、女人和孩子。大象听到男人的声音才开始表现出恐惧,因为只有男人会捕猎大象。

海豚 镜像自我认知测试是被用来测试智商的方法之一,这个测试的目的是看动物是否能认出镜中的自己。科学家一般在动物身上作个标记,然后带到镜子前。通常,如果动物认出了镜中的自己就会想弄掉标记,如果没认出就会逃走、威胁或打。当研究人员在对海豚进行这项测试时,这些海洋精灵竟然很容易地认出了自己。

乌鸦 在一项研究中,研究人员给了乌鸦组和人类小孩组相同的题目。他们在一个装着水的高玻璃瓶里放一个漂浮的小玩具,瓶口很窄,乌鸦的嘴无法伸进去,人类小孩也无法把手伸进去。实验中8岁以下的人类孩子完全束手无策,但乌鸦却能用小卵石叼进玻璃瓶,使瓶内水面提高,从而叼出玩具。

蜜蜂 研究人员首先教会蜜蜂分辨两条水平线中哪一条更高。当蜜蜂选对了,就会得到一份糖浆。结果,蜜蜂只学了分辨水平线,当研究人员让它们分辨垂直线的时候,它们却不理不睬。因为它们知道,只有分辨水平线才有糖吃。

(艾林整理)

物语百科

蚕吃桑叶我吃甚

付雷

5月中旬,我在新疆出差。宾馆所在的院子里有一株高大的桑树,缀满了白嫩“小毛毛虫”,原来这就是白色的桑蚕呀!

桑甚(桑果)是桑树的果实。桑树属于双子叶植物中的荨麻目桑科,既有灌木,也有高达十余米的乔木。叶子很大,长卵形,是蚕的食物。桑树是雌雄异株的,也就是有的桑树只开雄花,有的桑树只开雌花,桑树的花属于柔荑花序,是由一串单性花形成的麦穗一样的花序。这花并不起眼,果实却很有名,也是可以吃的桑甚。

桑甚,又写作桑椹,是雌株的桑树上结的果实,有的地方叫它桑果或桑枣。在北方,大概5月份开始成熟,南方成熟时间稍早。桑甚是聚花果,密密麻麻地挤在一起,虽然看上去像一只只毛毛虫,却水分充足、酸甜可口,非常讨人喜欢。尚未成熟的桑甚是淡绿色的,成熟以后的桑甚颜色不一样,常见的有紫红色的,也有白色

的。“不必说碧绿的菜畦,光滑的石井栏,高大的皂荚树,紫红的桑甚;也不必说鸣蝉在树叶里长吟,肥胖的黄蜂伏在菜花上,轻捷的叫天子忽然从草间直窜向云霄里去了……”鲁迅先生记忆中的百草园充满了生机,料想他一定吃过不少可口的桑甚吧!

中国是种桑养蚕的发源地,丝绸技艺是中国古代劳动人民智慧的创造,是献给世界的礼物。元代有一部农学著作叫《农桑辑要》,其中记载了大量种桑养蚕的生产技术。书中提到:“桑种甚多,不可遍举,世所名者,荆与鲁也。荆桑多椹,鲁桑少椹。”山东地区的桑树桑甚较少,但是桑叶质量高,是养蚕的好品种。该书与其他农书也都记载了加工桑甚种植桑树的技术。

关于桑甚可食,古人很早即已知晓,且不乏记载。如北魏时期贾思勰在《齐民要术》中就说桑甚在饥年“可以当食”。明代的《救荒本草》不



▲白色桑甚
▶紫红色桑甚

但说了桑甚食用的方法,还提到了拿桑甚泡酒的技术。

那些在科学课上学习养蚕的小学生们,在采集桑叶之余,别忘了品尝一下桑甚的美味哟!

视觉瞬间



大美祁连

图/文 芦军

在浩瀚无限的大自然,我们一定是目不暇接的。本片摄于青海的祁连山。也许你会诧异,果真有这般的绚丽与壮美?我想告诉你,身临其境,一定会感受到美美的存在!