

寒武纪海洋生物巨无霸——奇虾

□ 冯伟民

进化杂谈

寒武纪是一个神奇的时代，海洋生物一改三十多亿年来的寂静面貌，变得喧嚣起来。现代海洋生物门类祖先纷纷涌现出来，来了个集体大亮相。它们占领海洋各个生态空间，展现出固着、爬行、钻埋、底游、游泳和漂浮等生活方式，生物间已然形成了生命史上第一个金字塔式食物链。站在食物链顶端的就是大名鼎鼎的奇虾。

海中之王，体型巨大造型奇特

奇虾（Anomalocaris）出现在5.18亿年前，是一类体型巨大、身体造型奇特的节肢动物。其身体由非骨骼化的软躯体构成，具有大而精细的复眼、特化的捕食前附肢、口锥和游泳桨状肢。虽然不善于行走，但能快速游泳，表现出对捕食行为的高度适应。体长最大可达2米，而当时其他动物大多只有几毫米到几厘米，加上拥有坚硬的外壳，这些“巨无霸”动物就是海中之王，不仅是显生宙海洋生态系统中最早的顶级捕食者，也是“寒武纪大爆

发”最具代表性的明星动物之一。因口锥呈放射状，奇虾又被称为射口类（Radiodonta）。

奇虾头小，眼睛却很大，有一对带柄的巨眼。眼睛为复眼，如同现代节肢动物苍蝇、螃蟹等常见的眼睛结构。在澳大利亚袋鼠岛（Kangaroo Island）发现的保存精美的奇虾眼睛化石，是迄今为止最大的复眼，其直径可达3厘米，包含16000个单眼。正是这么多单眼的存在，使其在捕食的过程中能够清晰地看清周围环境，锁住捕猎的对象。现生生物中仅有少数蜻蜓能达到这一分辨率。这块眼睛化石除了证明奇虾与节肢动物的亲缘关系外，还表明节肢动物在拥有诸如外骨骼、运动附肢等特征之前就进化出了极强的视力。

同时，奇虾有一张大口，也很奇特，圆盘形或方形，中间几片骨板围合，非常锋利，可以像齿轮一样分布着锋利牙齿，咬碎三叶虫坚硬的壳。奇虾是以肉食和腐食为生，在奇虾的“便便”里发现了三叶虫坚硬无比的碎壳，有的排泄物竟有鸽子蛋那么大，可见其胃口之好。

此外，奇虾还有一对多分节的用于快速捕捉猎物的巨型前肢、美丽的大尾扇和一对长长的尾叉。奇

虾的爪子长有很长的刺，形成网状，显示奇虾既可以用巨型前肢捕食，也可利用附肢上的这些刺，网住从奇虾身边经过的动物，来个瓮中捉鳖。

与现代虾类并无亲缘关系

奇虾并非都是巨型大个，我国山东发现的纹心虾是一种相对“迷你型”的奇虾。它体长约30厘米，身体前部被一个巨大的心形头壳覆盖，头壳长度几乎占身长的一半。

奇虾和现代虾类并无亲缘关系。最新的研究表明，它们是一大类已经灭绝的原始节肢动物，在亲缘关系上处于真节肢动物的根部。研究人员发现，在刺钳里拉虫的前脑之前存在一对巨大的神经节，是用来控制奇虾特有的大爪肢。这种脑部神经系统结构特征与生有爪类天鹅绒虫相似。在昆虫、虾、蟹等真节肢动物中，头部第一对附肢的神经节都源于中脑。

中科院南京地质古生物研究所科学家重建的演化模型研究表明，奇虾的大爪肢与有爪动物的触角是同源的。根据奇虾的脑神经结构和真节肢动物胚胎发育特性推断，奇虾的大爪肢与真节肢动物的上唇同源。该发现支持真节肢动物起源于

叶足动物的假说，终结了科学界关于奇虾大爪肢同源性的争论，否定了奇虾是螯肢动物祖先类群的假说。

奇虾早在100多年前的加拿大寒武纪中期的布尔吉斯页岩生物群就已发现，但这块化石保存很不完整，形态十分古怪，它形似虾，但没有头，腹部有刺。1892年，加拿大古生物学家惠特魏将这长相奇怪的远古动物描述为一个没有脑袋、形似虾的节肢动物躯体，其腹部的刺被认为是“虾”的附肢。因为看似一只“奇怪的虾”，所以这个动物被称为奇虾。

尽管后来陆续又发现了一些保存不完整的奇虾化石，但直到上世纪九十年代，中科院南京地质古生物研究所科学家在我国澄江生物群中发现了完整的奇虾化石，才真正揭示了奇虾真面目。这只40多厘米长的奇虾，有着一对威风凛凛的巨大前肢、一对长长的尾叉和美丽的大尾扇，两眼、牙齿和前肢上的刺，所有特征都清晰可见。它至今仍然是世界上最完整的奇虾化石。

金字塔型食物链的顶级捕食者

1995年，中科院南京地质古生物研究所陈均远等人将对这块奇虾化石的相关研究成果发表在《科



左图为奇虾化石，右图为奇虾复原图

学》杂志上。后来，国内外古生物学家在中国、美国、加拿大、波兰、澳大利亚等国家先后报道的奇虾类化石有13属21种之多。它们产生于全球寒武纪早期至早泥盆世大约1.2亿年间的25个软躯体特异埋藏化石库。奇虾在我国多个地点有发现，包括澄江生物群、牛蹄塘生物群、关山生物群、马龙山生物群和凯里生物群等，近年在河北地区寒武系馒头组也发现了奇虾化石。

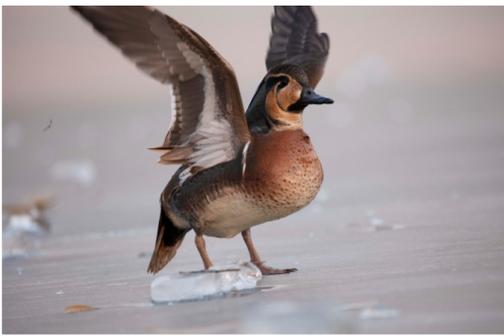
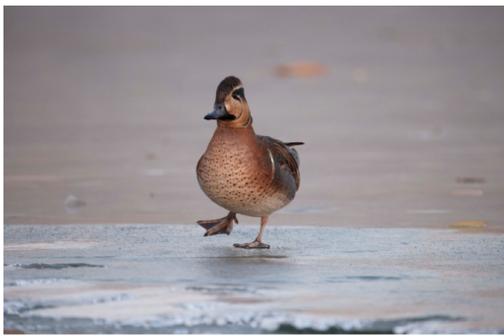
澄江生物群奇虾是地质时代的最早记录，而摩洛哥早奥陶世

4.4亿多年前发现的奇虾化石则代表了这类动物的最晚化石记录。奇虾是地球生态系统第一个金字塔型食物链的顶级捕食者，标志着寒武纪生态系统已经形成了强大的生存竞争，这对促进动物防御方式的多元化和寒武纪生物多样性的大发展具有重要意义。从此，生物演化进入了一个既合作又激烈竞争的时代。

（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）

花脸鸭的冰上舞步

□ 文/图 陈晓东



最近，在北京玉渊潭公园内发现了一只落单的花脸鸭，它在冰面、水中千姿百态，看上去颇为悠闲自在。

与其他野鸭区别最大的是，花脸鸭长了一张惹人喜爱的花脸，吸引不少游客驻足观赏。

城市符号

野生动物趣味避寒潮

青海省西宁野生动物园长馆内，饲养员邵峻辉像往常一样，端着准备好的食物，推门走进环尾狐猴“宿舍”。

这些天寒潮来袭，气温骤降。室外寒风刺骨，室内却温暖如春。几只环尾狐猴惬意地依偎在暖气片旁，时而亲昵，时而相互打闹，18摄氏度的室温或许让它们没有意识到寒潮过境。嗅到食物气息，环尾狐猴依然围过来。邵峻辉将餐盘放在地上，并没有转身离开。他从盘子里拿出一些苹果片、红枣、橘子，挂在一旁的小树干上。

一只身手矫捷的环尾狐猴径直绕过餐盘，跃上树干，直奔美食，犹如在林中觅食，左右腾挪间，树干上的食物被消灭殆尽。

“把食物挂在树枝上是为这些小家伙伙吃的食物丰富之一。悬挂取食等方式可以模拟野生动物的觅食情境，增加它们的饮食乐趣。”邵峻辉说。此外，调整饮食结构也是一种食物丰富。加入热量比较高的坚果和鸡蛋，可以帮助环尾狐猴、松鼠猴等小体型动物更好御寒。

“丰富是为了改善圈养野生动物生活环境，提高动物福利。”园内工作人员赵凯明介绍。一成不变的食物、环境和娱乐设施，会让动物丧失自然行为与天性。除食物丰富外，西宁野生动物园还在环境丰富上大做文章。

入冬以来，许多动物在室内活动。由于室内空间有限，相对而言娱乐也较少。因此，园内特意添置了轮胎、小树、铁链、玩偶等设施，增加休息、跳跃和玩耍的平台，通过环境丰富创造舒适环境。

“除增加动物的生活趣味性外，环境丰富也可防止动物出现刻板行为。”鸚鵡馆饲养员李浩说道。

李浩坦言，鸚鵡这种动物很容易出现刻板行为。由于同伴较少，馆内有只灰鸚鵡经常沿着墙角走来走去。动物园就势将砍掉的枯树变废为宝，做成枝干和巢穴，增加鸟类的环境认同感和安全感。目前，馆内鸚鵡的刻板行为明显减少。

“动物园开展科普教育，让人类了解和认识动物，从而去关爱动物。”赵凯明说。

(新华社)

“一枝寒梅”踏雪来

□ 付秀宏

梅花，是我国文人的心灵写照，色泽艳丽而不妖，香气清幽而淡雅，姿态苍古而清秀。无论梅花绽放与否，总是那么有姿态，你挨着我，我挨着你，晶莹剔透，发出淡淡的清香，像一张张笑脸——躲在幽香的巷陌里轻吟、浅唱。不要说那些凄风苦雨，星光点点的梅苞，时时眼望月亮的清辉，路途艰难，挨过冷风，尝遍低温，可她心甘情愿；不怨不悔叫她“一枝寒梅”，更不配在乍暖还寒时候挑出一帘旖旎。

梅是大自然的精灵，更是文人冬日的浪漫。踏雪寻梅，犹如未近其树，不见其花，只为了嗅一嗅行程中那浮动的暗香。相传唐代诗人孟浩然情怀旷达，常冒雪骑驴寻梅，曰：“吾诗思在灞桥风雪、驴背上。”郑玄是唐昭宗时的宰相，他比孟浩然晚生100多年，也曾引用此语。五代时孙光宪《北梦琐言》载，有人问郑玄：“相国近有新诗否？”郑玄笑答：“诗思在灞桥风雪、驴子上，此处何以得之？”

在冰封雪飘时节，移步至万籁俱寂的自然中，去寻觅梅花，感悟梅花仙子隐匿在雪中的冰清玉洁，喟叹上苍的造物之美，这是多么风雅的事情啊。访梅，是要不断到现场去的，不断去寻觅，才可能遇到。这与诗歌创作一样，要屡屡入境，才会有好诗。看啊，天稍暖后，忽降瑞雪，那小小梅花上似乎用力地向上，顶着比它体积还大的雪丝、雪块。雪丝、雪块黏接不动，牢牢扣在那鼓胀的花苞上。那花苞却似乎安心守命，与雪丝、雪块抱合在一起……

梅，那鲜活的绰约风姿，印在多少寻梅者的心底，即便携樽苦追，也从不言悔。岁月相寻岂有穷，早梅唤醒醉眼翁。在万籁寂无声，人鸟声俱绝的冰天雪地里，天空停风，白云苍狗，正是寒梅隔岸开。我念梅花念我，起看清冰满玉瓶。在雪花飘飘

的日子，梅花依旧，似乎将压抑心底的情思自由绽放着，那是对生命激情的歌唱。“归来笑拈梅花嗅”，乃是寻梅花开的欣喜，恰若“有女郎携婢，捻梅花一枝，荣华绝代，笑容可掬”。

《红楼梦》中林黛玉教人怜爱，正因“两弯似蹙非蹙眉烟，一双似喜非喜含情目……偷来梨蕊三分白，借得梅花一缕魂。”有人说妙玉是黛玉的影子，此言不诬。譬如，妙玉泡茶用的水，是她采集梅花蕊上的梅花雪，且是五年前埋在地下澄清的。曹公用此情节，可以说把雅兴写到了极致，带给人丰富想象，再无人能胜。梅，那种剪雪裁冰、清韵高洁、暗香浮动的清辉，跃然于纸上。

记得那年，我与朋友在丛林深处，绵延的峡谷皱褶里，去寻访河谷两岸天然生长着的白梅。寒冬时节，长在岩壁下面的白梅开了，幽幽梅香浸淫整条峡谷清澈的河流。梅花树上爆出来粒粒的花苞，能嗅出一阵幽幽的梅香。零星开花的白梅——卧在树茎上，展露出凌霜傲雪的气质。它有粉红色的花蕊，散发出沉郁的异香，仿佛来自某个遥远的记忆，又好似从早已浸透的

灵魂深处盈盈溢出。

山路幽静，游人稀少，丝丝缕缕的梅花芳香远远飘来，感觉真好。“梅须逊雪三分白，雪却输梅一段香。”在梅花树下，我举头数着梅花，一朵、两朵、三朵……我发现，身旁朋友那一双望梅的眼睛湿润了。微寒的风，吹拂着她的脸，使她的脸颊颊落满烟霞，与梅的皎洁相映成辉。是啊，朋友把自己的情感完全融入到了寻梅的意境之中。此时此刻，她的心属于梅花的！

凭窗思访戴，雪霁好寻梅。倘是雪后寻梅，最喜看老树着花了。梅树、梅花，从没有奢望让风把自己送回春天的故乡。在冬天的深处，无论老梅已经生长多少年了，她总是会踏雪而来。朴实而苍老的树干，却捧出装着难于阻隔的情感。迷恋在漫天梅香之中，十里梅树全都开了，雪一样丰盈的花瓣，云一般浮动的暗香，在纷纷扬扬的梅花中行走，寻梅者竟忘了归路……

(作者系河北省作家协会会员)

花苑世界



植物

数学家



花草祁谈

以花入画 以字描枝

□ 文图 祁云枝

人类很早就从植物中看到了数学特征：花瓣对称排列在花托边缘，整个花朵几乎完美地呈现出辐射对称形状，叶子沿着植物茎秆相互叠起，有些植物的种子是圆的，有些是刺状，有些则是轻巧的伞状……

所有这一切，向我们展示了许多美丽的数学模式。

著名数学家笛卡尔，根据他所研究的一簇花瓣和叶形曲线特征，列出了 $x^2+y^2-3axy=0$ 的方程式，这就是现代数学中有名的“笛卡尔叶线”（或者叫“叶形线”），数学家还为其取了一个诗意的名字——茉莉花瓣曲线。

后来，科学家又发现，植物的花瓣、萼片、果实的数目以及其他方面的特征，都非常吻合于一个奇特的数列——著名的斐波那契数列：1、2、3、5、8、13、21、34、55、89……

向日葵种子的排列方式，就是一种典型的数学模式。

仔细观察向日葵花盘，你会发现两组螺旋线，一组顺时针方向盘绕，另一组则逆时针方向盘绕，并且彼此镶嵌。虽然不同的向日葵品种中，种子顺、逆时针方向和螺旋线的数量有所不同，但往往不会超出34和55、55和89或者89和144这三组数字，这就是斐波那契数列中相邻的两个数。前一个数字是顺时针盘绕的线数，后一个数字是逆时针盘绕的线数。

雏菊的花盘也有类似的数学模式，只不过数字略小一些；菠萝果实上的菱形鳞片，一行行排列起来，8行向左倾斜，13行向右倾斜；挪威云杉的球果在一个方向上有3行鳞片，在另一个方向上有5行鳞片；常见的落叶松是一种针叶树，其松果上的鳞片在两个方向上各排成5行和8行，美国松的松果鳞片则在两个方向上各排成3行和5行……

如果是遗传决定了花朵的花瓣数和松果的鳞片数，那么为什么会与斐波那契数列如此的巧合？

这也是植物在大自然中长期适应和进化的结果。因为植物所显示的数学特征是植物生长在动态过程中必然产生的结果，它受到数学规律的严格约束，换句话说，植物离不开斐波那契数列，就像盐的晶体必然具有立方体的形状一样。

由于该数列中的数值越靠后越大，因此两个相邻的数字之商将越来越接近0.618034这个值，例如 $34/55=0.6182$ ，已经与之接近，这个比值的准确极限是“黄金数”。

数学中，还有一个称为黄金角的数值是 137.5° ，这是圆的黄金分割的张角，更精确的值应该是 137.50776° ，与黄金数一样，黄金角同样受到植物的青睐。

车前草是西安地区常见的一种小草，它那轮生的叶片间的夹角正好是 137.5° ，按照这一角度排列的叶片，能很好地镶嵌而又互不重叠，这是植物采光面积最大的排列方式，每片叶子都可以最大限度地获得阳光，从而有效地提高植物光合作用的效率。

建筑师们参照车前草叶片排列的数学模型，设计出了新颖的螺旋式高楼，最佳的采光效果使得高楼的每个房间都很明亮。

1979年，英国科学家沃格用大小相同的许多圆点代表向日葵花盘中的种子，根据斐波那契数列的规则，尽可能紧密地将这些圆点挤压在一起，他用计算机模拟向日葵的结果显示：若发散角小于 137.5° ，那么花盘上就会出现间隙，且只能看到一组螺旋线；若发散角大于 137.5° ，花盘上也会出现间隙，而此时又会看到另一组螺旋线。只有当发散角等于黄金角时，花盘上才呈现彼此紧密镶嵌的两组螺旋线。

所以，向日葵植物在生长过程中，只有选择这种数学模式，花盘上种子的分布才最为有效，花盘也变得最坚固结实，产生后代的几率也最高。