

人们对于恐龙脚印已经留下了深刻的印象，甘肃刘家峡遗留的长达1.5米的世界之恐龙足迹化石更是让人感受到了恐龙的伟岸与震撼。然而，足迹化石带来的震撼和让人充满想象的动力远不止这一点。

动物爬行从5.6亿年前开始

□ 冯伟民

今年，美国《科学》(Science)杂志子刊《科学进展》(Science Advances)在线报道了中科院南京地质古生物所和美国科学家一个惊人发现，轰动全球。他们在中国湖北省三峡地区埃迪卡拉纪距今5.6亿年前地层发现了具有附肢的两侧对称后生动物形成的足迹，这是地球上已知最古老的足迹化石。

这些足迹由两组足迹化石和三条潜穴化石组成，它们有过渡有穿插。其中，两条平行的足迹与潜穴相连，反映了造迹生物行为的复杂性，即造迹生物可能时而钻入藻席层下进行取食和获取氧气。(另有研究认为当时的海水可能是缺氧环境，而藻席的光合作用可以在局部产生氧气富集)，时而钻出藻席层在沉积物表面爬行。

这表明，这些足迹反映了造迹生物可以通过附肢支撑身体脱离沉积物表面，而以往发现的同时代动物遗迹化石都是动物贴伏在沉积物

表面蠕动的。因此，科学家判断这种远古动物很可能是一条身体两侧对称、具有附肢的节肢动物或环节动物祖先。

在中国澄江动物群曾发现最早的几乎趴在地面行走的叶足动物罗理山虫，它是一种最典型的爬地式行走者，被称之为开启步行时代的第一个动物。此次新发现无疑将动物界开始步行的时代前推到了前寒武纪末，并且还提供了具有附肢的两侧对称动物在晚前寒武纪末就已出现的又一证据。更有深刻含义的是，它也为寒武纪生命大爆发实际上在前寒武纪末就已开始的观点提供了又一佐证。

因为寒武纪生命大爆发是否开启于前寒武纪末，前寒武纪生物群与寒武纪生物群是否存在于逐渐过渡的演化关系，尚有争议。最近的研究报道来自一年前，由中国科学家带领的一个国际研究小组在著名杂志《地质学》上发表了寒武纪大爆发最新进展。他们依据在俄罗斯远

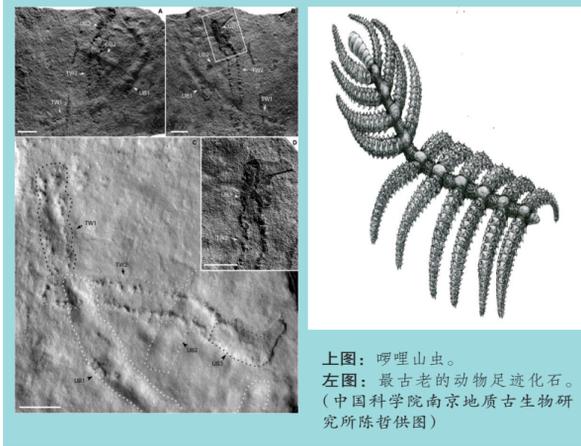
东西伯利亚地区获得的地层和古生物化石资料，证明寒武纪典型的动物骨骼化石在前寒武纪晚期就已经出现，并与前寒武纪晚期典型的弱矿化动物骨骼化石混生。例如，前寒武纪典型的弱矿化“克劳德管”化石与寒武纪典型的管状等骨骼化石共生，从而表明寒武纪生物群与前寒武纪晚期埃迪卡拉纪生物群之间具有逐渐过渡的演化关系。

由此看来，寒武纪生命大爆发并非一蹴而就，但由于全球各大陆前寒武纪与寒武纪的地层之间几乎都存在一个巨大的“不整合面”，也就说明前寒武纪与寒武纪之间的地质记录具有明显的缺失，因此造就了寒武纪生物群与前寒武纪生物群的巨大反差。而且，前寒武纪末期发生了一次全球性的生物大灭绝事件与全球海洋一次极为显著的碳同位素负异常事件(BACE事件)在时间上相当吻合，似乎加强了寒武纪生命大爆发的突发性。然而，前寒

武纪与寒武纪混生的化石群出现的时代早于寒武纪早期碳同位素负异常事件(BACE事件)。因此表明，此前所谓的前寒武纪末期生物大灭绝事件可能是由于地质记录不完整所造成的假象。

尽管这样，前寒武纪与寒武纪足迹化石的比较研究表明了一个非常重要的现象，那就是两个时代的生物面貌的差异确实非常惊人。因为前寒武纪生物界足迹化石非常罕见，已有被发现的足迹也非常简单，所呈现生物面貌是寂静、主要经营着底栖生活、彼此相安无事、被动营养取食等，而寒武纪足迹化石异常丰富和多样性，生物面貌显得极为复杂化，生物活动频率极大提升，活动范围也极为扩大，生活形式非常多样。由此反映出当时的海洋环境发生了重大而显著的变化。

(作者系中国科学院南京地质古生物研究所研究员，南京古生物博物馆馆长，中国科普作家协会副理事长)



上图：罗理山虫。
左图：最古老的动物足迹化石。(中国科学院南京地质古生物研究所陈哲供图)

此次新发现的足迹化石，无疑丰富了前寒武纪末足迹化石的信息，提供了非常罕见的重要证据，显示了重要的科学意义。前寒武纪到寒武纪的转折时期，足迹化石显得尤为重要。因为前寒武纪的生物缺乏真正的骨骼，保留下来的动物实体化石十分稀少，只有在非常特殊的条件下才能保存下来。当直接证据缺失的时候，学者们只能通过遗迹化石来推测当时的环境，反推是哪些生物留下的足迹、它们有没有复杂的动物行为等等。因此，那些比较可靠的遗迹化石，能给我们提供前所未有的信息。

显然，在中国三峡发现的足迹化石所提供的尽管是间接的证据，也无疑为认识古老动物的行为，乃至寒武纪生命大爆发起源与演化提供了一条重要线索。

在浩瀚的太空中，悬浮着一颗蓝色的星球，不远不近地围绕太阳周期性地旋转。由于这个星球处于独特的位置，使之成为太阳系中孕育生命的唯一星球，其表面有海洋、森林，呈现出勃勃生机的蓝绿色，远看是一个蓝色的球体，而在太阳系的边缘回望，则是一个黯淡的蓝点。这就是我们居住的地球。

这个星球夜以继日地接受太阳的能量，通过植物的光合作用，转化为人们日常消费的食物和能源。太阳是地球上所有生物的能量来源，在千百万乃至数亿年的进化中，有了自己的生物圈和生态系统。然而，自从有了人类以后，就不再满足于大自然的赐予，而是不断地有目的地提高人类需要的各种物质需要，人类也就成为食物链中的最大变量，成为主宰自然演化和生物进化的力量。

在人类成为主要生产力的历史时期，人类对自然的索取还是十分有限的，人类与其他生物处于自然的循环和相互依存中，其生态处于长周期的生态平衡中。自从近代科学技术产生以后，人类的生产力取得了突飞猛进的发展，尤其是机械革命和电气革命，直接导致了产业革命，从而使地球上的物质生产力得到极大提高，呈现出物质丰富，人口快速增长的态势。进入20世纪，社会经济发展进入知识社会，知识增长呈现加速势头，知识也就成为重要的生产资源，促使人类财富迅猛增长。

21世纪，随着信息技术进步，尤其是互联网的兴起，世界呈现出丰富多彩的发展态势，最为明显的是，知识、信息、财富、能量的流动加速，除了物质世界以外，又发展出来一个虚拟的世界，而且，虚拟世界由于其技术优势、交流便捷、具有隐蔽性，成为人们聚集的理想场所；此外，物质科学技术的发展向着分子水平、原子水平甚至是粒子水平迈进，核能、转基因、纳米等技术，既能服务人类、改造人类，也能毁灭人类。在这种情况下，如果没有正确的理念作为指导，没有人文作为约束，一旦技术被一些邪恶人士所掌握，给人类带来的影响将是灾难性的。所以，科学技术越发展，越需要正念思维，只有正念思维才能够产生正能量，才能够保障人们的命运，才能够具有责任和担当。

人类已经来到了新的十字路口，如果说20世纪，人类面临的主要是可能引发生态灾难，而需要人类做出选择，那么，21世纪人类面临的选择是：继续作为地球的主宰，还是由于自己制造出来的智能“生命”而失去主宰，最终毁灭自己。应该说，现在认识到这一点还不晚，如果我们一味地追求技术先进性，无限制地追求“创新”，尤其是对于一些敏感领域的创新，那么，就可能为自己制造了掘墓人，使人失去了自己生存的家园，使自己生活在荒诞和恐惧当中。正如史蒂芬·霍金所预言的：2032年，世界末日；2050年，人类移民火星；2100年，人类进入外太空；2215年，地球面临毁灭；2600年地球将变成火球。

这些预言都指向一个结局——世界末日。从技术的角度来说，这些预言并非天方夜谭，至少能够给我们以警醒。人类自己的行为将是导致预言结局的主要原因，树立正念思维，在实现发展的同时，好好爱护地球，将是一种正确的选择。

不可否认，我们目前面临的全球问题，大多是科技发展带来的。尽管科技界和哲学家非常乐观，认为科技发展带来的问题，会由科技发展自身来解决。但危机一旦出现，其破坏程度也许等不到研究出解决办法，就已经导致了人类自身的灭亡。虽然，我们现在面临的地球环境问题，比如全球变暖、生态破坏、人口增多、核威胁、太空竞争、生化危机等还在可以承受的范围内，但不知道哪一天，就会突破极限。尽管霍金的预言也可能在短时期内不会发生，但是，如果我们不能树立正确的思维、理念，如果我们不加限制地掠夺和破坏，那么，末日的到来也只是时间问题。

总之，要改变行为，首先要改变思维和理念。树立正念思维，是我们产生正确思维、形成正能量的基础。今天的改变，是为了我们的明天，是为了给我们的子孙留块良田，为我们的未来保留阳光。

(作者系中国科普研究所政策研究室主任，研究员，首都师范大学兼职教授)

正念思维

宫廷金鱼戏水中山公园



近日，由北京市水产技术推广站与中山公园联合举办的第十四届中山公园金鱼展吸引北京市民参观人数达到两万人次。本次展览在中山公园愉园和惠芳园举办，展示活动通过水族箱、陶瓷鱼缸、大海等养殖器具，展示精品金鱼10余个品种，共计约500尾。同时，在惠芳园内还增加了观赏鱼文化创意产品展示，在愉园内摆放金鱼科普展板18个，内容包括金鱼文化、金鱼历史、金鱼品种等方面，宣传普及金鱼文化，展示宫廷金鱼魅力。何川 汤理思 摄影报道

乾隆鹿角的故事

□ 靳旭

样不容易摸透啊！”于是乾隆帝挥笔写就了一篇《麋角解说》，命人刻在捡回的大角上，以记此事。

那么，乾隆皇帝的疑问解决了吗？他观察到“鹿与麋皆解角于夏，不于冬”又是怎么回事呢？原来，中国古代虽有丰富的博物记录，却缺乏严谨细致的博物学体系，许多动物，甚至包括一些大型动物的名称都被叫混、叫错。乾隆皇帝就误把“麋”的名号安在了其他夏天脱角的鹿上，却把原指鹿群中头领的“麇”当成了冬天脱角的麋鹿的名字，还感慨古人错把麋当作鹿。幸亏他还比较谦虚，同时承认自

己的错误更甚，竟然不知道“冬之有解角之兽”。

在那篇《麋角解说》的最后，乾隆皇帝命令按照他的最新考证结果修改清朝的天文历书，幸好同时指示《月令》的记载就不用改了(《月令》古书不必易)。虽然乾隆皇帝已经有了初步的实证观察的思想和实践，但由于缺乏系统严谨的规范指导，仍然不免摆弄了乌龙。皇帝的金口玉言早已远去，麋鹿还在遵循着自然的法则在冬天脱角，古老的麋角则静静地讲述着发人深远的故事。

(作者供职于北京麋鹿生态实验中心展览部)



冬季脱角的麋鹿。

鹿类动物的角会每年脱落重生，这使得鹿角的数量远多于其他的鹿类标本。北京南海子麋鹿苑博物馆有着丰富的鹿角馆藏，这其中最特别的一件原藏于清宫的麋鹿角，这支麋角不仅个体硕大，形态优美，其主干上还雕有精细的楷书镌刻着一篇由乾隆皇帝撰写的文章，给我们讲述了一段久远的故事。

那是乾隆三十二年(公元1767)冬至时节，乾隆帝端坐于紫禁城中，突然想起自己五年前写的一篇《鹿角记》中，曾考证过《礼记·月令》曾记载“仲冬之月……麋角解”(麋脱角)，可是他观察的结果却是“鹿与麋皆解角于夏，不于冬”，“岂古之麋非今之麋乎？”五年来这个疑问一直萦绕在其心头挥之不去。在这个隆冬之际，他突然想到南苑里的那种叫“麇”的动物会不会在冬天脱角呢？

乾隆皇帝立刻吩咐御前侍卫到前去察看。去的人很快就捡回



麋角解说



《麋角解说》局部



乾隆时期产自南海子的麋鹿角

矿渣还能派上啥用场

□ 程国明

矿产资源是大自然对人类的馈赠。人类在开采矿产资源的同时，也在排放着尾矿、煤矸石等废渣。目前，我国矿产废渣资源化和综合利用程度还较低，不仅导致大量的资源浪费，而且长期堆放还占用土地，污染和威胁着我们赖以生存的家園。

矿产资源开发过程会产生大量尾矿和煤矸石等“废渣”。截至2014年，我国矿山“废渣”累计存量约450亿吨，占全国工业固体废物总量的一半。

尾矿是指金属或非金属矿开采出的矿石，经选矿出有价值的精矿后排放的“废渣”。尾矿中含有暂时不能处理的有用或有害成分。随意排放，将会造成资源流失，大面积覆盖农田或淤塞河道，污染环境。

煤矸石是在煤的掘进、开采和洗选过程中排出的固体“废渣”。长期堆放地表不仅占用大片土地，污染农田和水体，还会自然发生火灾。

采选过程中产生的尾矿和煤矸石是一种潜在的二次资源，随着科技水平的提高和经济的发展，这些资源完全可以充分利用。在目前我国矿产资源约束趋紧条件下，一些企业树立了“废渣是放错位置的资源”理念，通过下游产业链建设，实现了尾矿和煤矸石等资源循环利用和环境保护。

陕西省商洛市是我国南水北调中线工程水源水质安全保障区，也是我国四大尾矿库聚集区之一，现已形成大小尾矿库116座。目前尾矿堆积量高达4300多万吨，近年来商洛市制定了大力扶持尾矿资源利用产业的优惠政策和保障措施，建立了商丹工业循环经济园区，把尾矿资源综合利用作为矿山采选项目核准的前置条件，通过回收尾矿中的有价组分铁、铅、硫等，变废渣为矿产资源，以尾矿为主要原料，微晶石英石、砖及水泥等，大大减少了尾矿堆积量，商洛市现已形成利用尾矿600多万吨，走出了一条以尾矿资源综合利用产业发展推动循环经济发展，又保护生态环境的可持续发展之路。为我国中小矿山企业开展尾矿综合利用提供了示范引领。

位于山西大同市以南30公里的七峰山，世界最大的单井口井工矿，同煤集团塔山煤矿就坐落于此。登高远望这座“世界第一煤矿”，却看不到煤及煤矿形影相随的矸石山。洁净的厂区、封闭的生产线，挑战着传统思维



煤矸石制砖车间

中的煤矿概念。塔山循环经济园区按照“减量化、再利用、资源化”的循环经济原则，园区所有工序中的“废弃物”均被消化在循环链条之内：原煤经洗选后精煤部分外运销售；洗出的中煤、末煤用于综合利用电厂、坑口电厂发电或生产甲醇，每年烟尘排放量分别减少4000吨和6940吨，电厂余热用于居民取暖；分选出来的煤矸石输送到煤矸石砖厂，利用矸石自身的热能进行煅烧，烧出的空心砖具有重量轻、隔热、保温、隔音等诸多优势，每年可消化煤矸石80万吨。

电厂产生的粉煤灰进入水泥厂制成水泥；开采中伴生的高岭岩经深加工后，化为比面粉还细几百倍的粉末，成为化妆品、陶瓷及造纸等的重要原料；塔山煤矿综合利用煤炭、煤矸石、高岭土、粉煤灰等，打造了“黑色煤炭、绿色开采、循环经济、吃干榨净”的经济发展模式。这一高效的资源利用模式，在2011年模式确立为国家首批“矿产资源综合利用示范基地和中国循环经济典型模式案例”。“挖了一山煤，脏了一河水，冒了一股烟，留下一堆灰”这是过去人们描述煤矿的一段顺口溜。而今，塔山循环经济园区的建设，使矿区再现蓝天碧水、成为花园式矿山。为矿区环境保护和可持续发展探索出一条成功之路。

近年来，随着我国矿产资源综合利用示范基地建设的引领、相关政策的出台及技术的不断提升，矿产资源综合利用效率逐年提高，资源环境效益也进一步得到显现。

(作者系中国地质环境监测院教授级高工)



远古植物「静子花」何以特异

□ 杨颜慈



静子花复原图

中国科学院南京地质古生物研究所研究人员领衔的团队，在距今9900万年前的缅甸琥珀中，最新发现一种全新的远古植物：静子花，为人们了解达尔文的“讨厌之谜”提供了一个新的见解。

在140多年前，达尔文对于被子植物在白垩纪中期(距今约1.1亿年)突然大量的出现百思不得其解。因为，按照他的理论，一切类群都应该有一个从少到多的发展过程。但是，被子植物的突然大量出现却并不符合“这一定律”。

因此，达尔文将这一“反常现象”称为“讨厌之谜”。多年来，“讨厌之谜”困扰着一代又一代的古生物学者。

本项研究领导者、南古所研究员王鑫称，经过了上百年的研究，科学界发现在达尔文所关注的时代之前的早白垩世甚至侏罗纪就有了被子植物，因此该植物的起源时间应当更早。

“如果被子植物起源不在那个时代，那么当年困扰达尔文的到底是什么现象？”王鑫解释道，从最新研究可以表明，这一“讨厌之谜”的“主角”或许是真双子叶植物，而非被子植物。

王鑫介绍，本次科研团队在白垩纪中期的缅甸琥珀中发现了静子花化石。该化石保存精美、完整，具有被子植物完全花的花萼、花瓣、雄蕊、雌蕊，是十分典型的核心真双子叶植物。

“这个化石连同时代相近的其他真双子叶植物花、果化石告诉人们：在大约1亿年前，真双子叶植物突然大量出现在地球上。而令达尔文‘烦恼’的被子植物起源实际上远早于这个时期。”王鑫说。

研究显示，虽然真双子叶植物的三沟型花粉早在1.25亿年前就有了，但是它们当时在植被中并没有形成气候。经过了大约2000万年的演化，真双子叶植物在大约1亿年前的早白垩世之交大量出现。当时对化石记录的错误理解才是达尔文被“困扰”的根源。