

形成今日世界上大洲和大洋的分布格局的板块构造运动，始于约32亿年前的太古宙中期，地球表面正是在那时发生了破裂，为生物多样性演化提供了丰富多样的环境。

“化学指纹”揭开地球板块构造运动之谜

□ 冯伟民

进化杂谈

一百多年前，德国科学家阿尔弗雷德·魏格纳以穿越历史的睿智眼光，大胆提出了大陆漂移学说。魏格纳认为，全世界的大陆在中生代之前曾是一个统一的整体，叫盘古大陆，在它的周围是辽阔的海洋。这块原始大陆在天体引潮力和地球自转所产生的离心力作用下，破裂成若干块，逐渐形成了今日世界上大洲和大洋的分布格局。

大陆漂移学说一经推出，震惊了学术界。人类第一次以疑惑的目光投向了脚下那一片坚硬的岩石。

如此刚硬无比的大陆真能移动吗？板块是地球形成中与生俱来的，还是在地球演化到某个阶段孕育而生的？

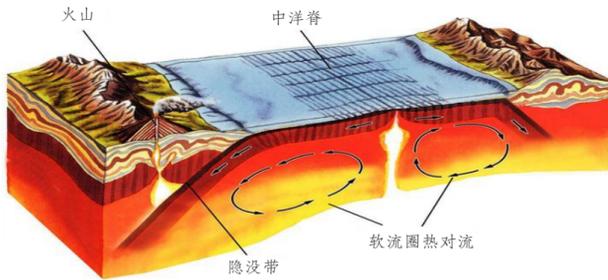
随着古气候、古生物、古矿物和其他地质学证据的不断积累，特别是海底扩张理论的提出和全球板块构造的建立，一场地质学的革命，真正打开了人类对于地球的认识。

长期以来，深受科学家关注和探究的这一直相，正在逐渐披露出来。

地壳最初并不刚硬

地球表层坚硬的岩石圈并非整体一块，而是由紧密连接的板块拼合而成。整个岩石圈由太平洋板块、欧亚板块、印度洋(或印度澳大利亚)板块、非洲板块、美洲板块和南极洲板块六大板块组成，大板块又由一系列中小板块组成。

作为板块诞生之地，大洋中脊喷涌而出的岩浆冷却后，形成的板块向两侧离散开来，随着上地幔软流层流动而移动，并在大陆边缘的“俯冲带”处下沉，隐没于地幔



板块运动 (图片由作者提供)

中。这在太阳系的行星中是独一无二的。

地球最初的地壳并不刚硬，只有地核冷却至一定的温度，才使地壳硬化成板块，然后开始移动、分裂、碰撞和俯冲。那么，这一关键性的转变何时发生的呢，势必将影响我们对地球如何演变成当今模样的理解。

科学家力图找到表明这种转变的证据。有关地球化学示踪研究显示，氧气、二氧化碳和水在板块出现之后开始在大气和地幔之间交换，稳定的大陆地壳的体积也在大幅增加。

有关研究发现，板块产生后钻石才含有榴辉岩杂质，这是一种从地球表面矿物侵入地壳深部或地幔而形成的岩石。另一方面，一种被称为科马提岩的超镁铁质熔岩开始从岩石记录中消失，这种在澳大利亚皮尔布拉发现的科马提岩，其年代为距今32.7亿年前。

钨同位素锁定板块起源时间

科马提岩是古老岩石，被认为是地幔温度显著升高的证据。这种喷出岩在喷发时非

常灼热，岩石中细长的晶体就是在超热岩浆喷发并迅速冷却时形成的。它的消失进一步表明地幔物质已经开始循环移动了。

2020年，有科研团队研究表明，板块构造运动始于约32亿年前。也就是说这种演变的一个重要转折点发生在约32亿年前的太古宙中期。地球表面正是在那时发生了破裂。为了佐证这个结论，科学家研究了被称之为“化学指纹”的钨同位素。

钨-182同位素在地球早期的岩石中是相对丰富的。然而，一旦板块构造运动开始，地幔的对流搅动就会使钨-182与其他4种钨同位素混合，使岩石中的钨-182含量均匀降低。

德国科学家图什和蒙克开发了一种有效的新方法，可以从古代岩石中提取微量的钨。经过近两年的分析，他们发现，所研究的同位素比率出现了令人惊喜的变化。钨-182的浓度开始时较高，表明地幔还没有混合。然后，在2亿多年的时间里，钨-182数值逐渐下降，直到31亿年前达到今天的水平。这种下降反映了古老的钨-182信号出现了稀释，因为皮尔布拉下

面的地幔物质成分开始混合。这种混合表明板块构造已经开始。

板块运动让地球充满生机

板块构造使地球以其独特的方式运转，傲立于太阳系群星之中。板块的扩张、碰撞和俯冲，不仅塑造了地球的地理地貌特征，形成了许多大陆和岛屿，以及连绵不断的山脉和各种各样的地表生态系统，为生物多样性演化提供了丰富多样的环境。

同时，板块运动还深刻影响了地球的大气层、磁场和气候等，使地球在数十亿年里保持适宜居住的气候，尽管太阳在这段时间里在逐渐变亮。地球的适宜气候主要是由空气中的二氧化碳与硅酸盐矿物之间的化学反应造就的，后者通过将二氧化碳埋在沉积物中，缓慢地降低了大气中温室气体的水平。大部分的硅酸盐与二氧化碳的反应发生在板块碰撞所形成的山脉上。

在板块运动过程中，地幔、地壳、海洋和大气之间的物质循环，确保了对生命必需元素的持续供应，为生态系统注入了重要的营养物质。此外，大陆本身也为新物种提供了充满阳光的环境。

板块运动不仅是地幔对流的结果，而且还促使了地幔对流中将源自地核的热量逸出，有利于地核磁场的产生。而地球磁场的范围可延伸至太空深处，保护大气层不受太阳风暴的侵蚀。

总之，板块诞生揭开了地球历史重要一页，板块运动赋予了地球特有的活力。地球的物质循环、海陆变迁、碳埋藏、氧气增多，以及生物朝着多样性和复杂生命体方向发展的过程，无不留下了板块运动牵一发而动全身的深刻烙印。

(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)



月桂的花 (图片来源: 中国植物图像数据库)

在植物界中，有很多以月亮命名的物种。今天，就让我们一起聊聊，这些与月有关的植物。

桂花：天香桂子“九里香”

桂花又叫木犀，人们习惯根据花朵的不同颜色，将它们分为金桂(黄色)、银桂(白色)和丹桂(橙红色)，或以叶子形状划分，则有柳叶桂、金扇桂、滴水黄、葵花叶、柴柄黄等，若以花期划分，有四季桂、八月桂、月月桂之分。

不管是哪种桂花，其花瓣很小簇生状，但素有“九里香”的美誉。有学者曾从桂花样品中分离出包括烯萜、酮、醇等在内的十几种香气成分，因桂花通过新陈代谢不断分泌芳香油，这些芳香油随着空气中的水分一同散发，在很远的地方也能闻到桂花浓郁的香味。

自古以来，桂花就受人喜爱。许多诗词和神话中都把桂花与月亮联系起来。如杨万里的“不是人间种，移从月中来。广寒香一点，吹得满山开。”还有白居易的“遥想吾师行道处，天香桂子落纷纷”，都把桂花香誉为从月亮上飘落人间的香。在“嫦娥奔月”“吴刚伐桂”等神话传说中，桂花是生长在月亮上的神树，人们将桂花视为与天上月亮共生共存、彼此呼应的美好事物。天上月圆，人间花好，成就“花好月圆”之境。

月桂：调味料中占一席之地

虽然与桂花仅一字之差，月桂实际上与“土生土长”的桂花没有半点关系，它们来自遥远的地中海区域，是樟科常绿乔木。

为了适应干燥的地中海气候，减少水分挥发，月桂的叶子呈革质，表面附有厚厚的蜡质层，即使脱水也不会迅速萎蔫。因此在古希腊，人们常以月桂树叶编成冠冕，奉献给英雄或诗人表示崇敬。

月桂也有香味，源自它的叶。月桂叶中含有芳樟醇和丁香油酚，这些芳香的化学成分，让月桂在香料大家庭中获得了一席之地，轻轻一揉叶子，香气就弥漫开来。此外，它也是欧洲人常用的调味料和餐点装饰，广泛用于酱汁、汤、炖煮食物等。

昙花：月下现只为生存

昙花又名琼花、韦陀花，隶属于仙人掌科，原产于中南美洲的热带地区。那里气候干热，但在晚上则凉爽许多，昙花只能在晚上开放才能避免强烈阳光的灼烤。而且昙花是通过昆虫授粉的，热带地区晚上正是昆虫活动频繁的时候，所以晚上开花有利于昙花授粉。昙花为了生存，缩短开花时间，这样不仅能够避开强烈的阳光暴晒，又可以减少水分损失和能量消耗。

昙花开放时，先是花筒慢慢翘起，再把紫色“外衣”打开，最后是20多片花瓣组成、洁白如雪的大花朵绚烂绽放。开放时花瓣和花蕊都在颤动，艳丽动人。可是三四个小时后，花冠闭合，花朵凋谢，这就是大家所说的珍贵的“昙花一现”。

月见草：油料药用植物资源

作为柳叶菜科月见草属植物的通称，月见草在我国通常包括10种植物，常见的有月见草、美丽月见草、海滨月见草、粉花月见草等。月见草属的植物，大多夜晚开放，白天闭合，有见月方放之意，故而得名月见草。

月见草原产于美洲。得益于它们娇艳的外表，许多地方都引种栽培。其美丽的花朵会吸引很多昆虫，飞蛾是它们最常见的顾客，有可能是因为帮助传粉的昆虫常常在夜间活动，所以，月见草在夜间开花。此外，月见草香气宜人，轻盈娇艳，适于点缀夜景，提取芳香化合物-芳樟醇，是香料、化妆品、肥皂、日用品的良好植物，种子也可以榨油食用，是亟待开发的重要花卉、油料、药用植物资源。

月光花：形似满月，大而美丽

月光花又名嫦娥奔月，原产于美洲热带地区，在我国多为栽培。月光花的白色花朵形似满月，大而美丽，且在夜间开放，故得名。

20世纪70年代，厦门大学王再生教授从月光花的茎叶中提取到一种天然植物生长调节物质——月光花素，在促进作物生产方面有良好的应用前景。

除上述植物之外，可爱的多肉植物中也有不少与月有关，如菊科的新月、上弦月、银月及蓝月亮，景天科的胧月、铭月、月影，龙舌兰科的月下童子等，都是具有上乘观赏价值的多肉品种。

(来源: 中科院之声; 作者单位: 中国科学院武汉植物园)

那些与月有关的植物

□ 江珊

生态城市中的“绚丽色彩”

□ 文/图 陈晓东



前不久，在北京的新城滨河森林公园内，中白鹭和池鹭一起出现在一个画面中。

中白鹭是一种中型涉禽，大型鹭类，个体大小介于大白鹭和白鹭之间，略较白鹭为大。全身白色，嘴黄色，嘴尖黑色，脚和趾黑色。栖息和活动于河流、湖泊、沼泽、河口、海边和水塘岸边浅水处及河滩上，也常在沼泽和水稻田中活动。以水种生物为食，主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蟋蟀等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫，以及其他小型无脊椎动物或小蛇、蜥蜴等为食。

离开池塘时，编成人字形的鸕鹚从空中掠过，形成了空中、地面、水上的美好画面。以前没有拍摄过的小田鸡，此次也成了镜头中的一景，只见它安心地在草丛中和莲叶上觅食，并不

理会距离自己不足10米的拍摄者，这也给观鸟和拍鸟的人们提供了良好机会。

随着人们生态文明意识的提高，生态环境也不断改观，才让更多的野生动物，为打造美丽生态城市增添绚丽色彩。

图1为中白鹭和池鹭同池塘边

图2为可爱的小田鸡

图3为飞行中的苍鹭

城市符号

曹娥江大闸：一座水闸带来的海晏河清

“钱塘雪浪与天平，小人曹娥亦有声。”作为钱塘江最大的支流，曹娥江的惊涛骇浪、波澜壮阔之景自古引得许多诗人在此留有痕痕墨韵。而就在这海洋与陆地相交之处，被誉为“中国第一河口大闸”的浙江曹娥江大闸枢纽工程，宛如一条凌空巨龙，横卧在江口，记录着千百年的奔流不息，描绘着“上善若水”的水利盛世。

整治水患

一条曹娥江，流淌着绍兴几千年的历史。据文献记载，曹娥江上游源短流急，下游受钱塘江潮汐顶托，形成“南洪北潮”格局。

每年夏秋，频繁台风带来强风雨，曹娥江上游滚滚洪水急速向下肆虐，河口的钱塘江潮水则逆势涌入曹娥江，上下两种势力激烈交锋，让沿江人民饱受灾难。而遇到大旱年份，曹娥江水源枯竭，境外来水无处蓄积，水乡绍兴和浙东其他地区蝉鸣雷干，赤地千里。新中国成立后，党和政府高度重视对曹娥江水患的治理，防洪、排涝、筑堤、建闸等一环紧扣一环。为彻底解决水患，2005年12月30日，时任浙江省委书记的习近平宣布“浙东引水曹娥江大闸枢纽工程开工”并启动开工按钮；2008年12月18日，曹娥江大闸28扇闸门落下蓄水，由

此大闸功能性建筑全部完工，并进入试运行阶段。也就从这一天起，曹娥江河口告别万古的潮涌历史，开启崭新的河湖兴利时代。

巧夺天工

“海神来过恶风回，浪打天门石壁开。”由于地理位置特殊，曹娥江大闸的建设面临强涌潮冲击、闸下泥沙淤积、近代沉积层厚软基沉降、海水侵蚀等一系列问题。针对多种技术难题，水利建设者先后开展了软土地基基础处理、水工高性能混凝土及温控防腐、金属结构防腐、双拱空间网架平面钢闸门、水利枢纽布置等30多项专题试验研究，取得了多项研究成果，在确保大闸如期顺利建成的同时，大闸的技术与工艺达到了国际和国内的领先水平。值得一提的是，为了保护咸淡水交替水域的生物多样性，曹娥江大闸两侧还各设计并建造有一条鱼道，让鲈鱼、鳊鱼等30多种洄游性鱼类顺利返回淡水产卵，并洄游大海。此外，大闸还把文化元素融入工程规划建设之中，以传承当地特色水文化为主线，将绍兴先贤的治水精神、古代水利工程建筑风格、治水典故传说与现代水利工程建设有机结合起来，除了实用功能的设施设备之外，还建有浓郁地方文化特色的碑亭、壁画、石雕、数百块水文化石刻，形象展示了浙东水文化特色和水文化风格，是一个兼具现代水利科技和文化、

艺术品位的水工建筑精品。

安澜镇流

2011年5月27日，曹娥江大闸枢纽工程通过浙江省发改委组织的竣工验收，先后荣获中国建设工程鲁班奖、中国水利工程优质(大禹)奖、中国土木工程詹天佑奖、大禹水利科学技术奖特等奖，还被授予国家水土保持生态文明工程、国家水利风景区和全国建设项目档案管理示范工程等荣誉称号。大闸建成后，曹娥江河口段由外江变成内河，原来危害严重的钱塘江风暴潮被挡在曹娥江大闸以外，两岸堤防的防洪标准可提高到百年一遇以上；萧绍平原的排涝标准由10年一遇提高到20年一遇。大闸上游可形成库容为1.46亿立方米、长度为90千米的河道型水库，平均每年可增加利用水量6.9亿立方米，萧绍平原和姚江平原连成一体，将使浙东地区的水资源得到更优的配置，缺水形势缓解的宁波、舟山地区将更具经济发展潜力。防洪标准提高和水环境的改善也将带来两岸土地开发价值的提高，为绍兴城市北进，建设杭州湾工业新城创造有利条件。

(浙江省绍兴市曹娥江大闸运行管理中心供稿)

走进重大水利工程

