

珊瑚礁是海底世界的一大奇观，以其美丽和多样性闻名于世。与陆地上热带雨林聚集着许多生物一样，它也会吸引大量海洋生物。据统计，虽然珊瑚礁仅占海洋面积的 0.25%，却有四分之一的海洋生物依赖其生存。近年来，中国加大了对海洋珊瑚礁的保护力度，一批批科学家潜入海底“植树造林”，在我国南海开展了大规模的珊瑚礁人工修复工作，截至目前已成功种植和修复珊瑚礁约 30 万平方米。

前不久印发的《自然资源部办公厅关于加强珊瑚礁保护修复的通知》，在建立健全调查评估和预警监测体系，加强珊瑚礁生态系统保护和管理，科学实施珊瑚礁生态系统保护修复，提升科技支撑能力等 5 方面提出了 10 条要求，进一步完善相关管理制度，推动提升珊瑚礁生态系统质量和稳定性。

那么，珊瑚礁对海洋生态系统有何重要意义？海底“植树造林”是怎么进行的？未来我国将如何保护珊瑚礁生态系统？

中国南海是珊瑚礁主要分布区

东汉文学家班固在《西都赋》中写道：“珊瑚碧树，周阿而生”，“珊瑚”一词便出自此。可以想象那样的场景：在神秘的海洋深处，小小的珊瑚虫成群聚集，经过一代代的繁衍，它们分泌出的石灰质成为保护自己的外壳，再历经千万年海水的洗礼，最终形成了五彩斑斓的岛礁。

珊瑚礁是由珊瑚虫、珊瑚藻、软体动物外壳及有孔虫等钙质生物的石灰质骨骼残体，经世代不断堆积形成的一种岩石体，以造礁珊瑚的碳酸钙骨骼为主体。其中，最主要的造礁珊瑚是造礁石珊瑚，它与虫黄藻共生，能分泌碳酸钙，具有强大的造礁功能。

科学家把以珊瑚礁岩体为依托发育而成的生物群落及其所处生态环境形成的统一整体，称为珊瑚礁生态系统。它作为热带亚热带最突出的代表性海洋生态系统，素有“海洋热带雨林”的美誉，且对维持海洋生态平衡、渔业资源再生、生态旅游观光、海洋药物开发及保护海岸线等至关重要，具有突出的生态学功能和社会经济价值。

虽然珊瑚礁生态系统占据的海洋面积很小，却孕育着四分之一的海洋生物，唯一的“缺点”就是对生长环境很“挑剔”。造礁石珊瑚的生长发育对环境要求极为严格，适合其生长的温度范围为 20℃~28℃，超过这个范围，与珊瑚共生的虫黄藻便可能因受到影响而逸出，从而表现为珊瑚白化。一般认为，年最低月平均水温 18℃为珊瑚礁分布的界限，低于此温度就无法形成。此外，造礁石珊瑚生长所需的盐度范围为 27‰~40‰，对光照强度的要求使其通常生长于水深小于 30 米，且底质稳固、具有清澈和低营养水体的海区。

全球珊瑚礁总面积现有 28 万~60 万平方千米，集中分布于印度—太平洋区系和大西洋—加勒比海区系两个海区。其中，前者是造礁石珊瑚种类多样性最高的区域，大约有 1200 种。

我国南海珊瑚礁正是印度—太平洋区系的重要组成部分，总面积约 38461 平方千米，主要分布在华南大陆沿岸、台湾岛和海南岛沿岸，以及南海的东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛、南沙群岛。目前，中国共记录造礁石珊瑚 445 种，其中西沙群岛分布的造礁石珊瑚种类占到总数的 50%以上，共有 251 种；而南沙群岛分布的造礁石珊瑚种类占到总数的 85%以上，共有 386 种。

环境与人为因素严重危及珊瑚

作为具有丰富生物多样性与高生产力的生态系统，珊瑚礁不仅能为人类提供大量的食物、原材料，还能通过削弱海浪能量的方式防止海岸受到侵蚀，同时也为人类



海南省海洋与渔业科学研究院的专家和分界洲岛旅游区工作人员在移植珊瑚。 张丽芸摄

“植树造林”海底进行时——守护“海洋中的热带雨林”

提供了宝贵的旅游资源。

从 20 世纪 80 年代开始，珊瑚礁的重要性及其面临的危机逐步引起了国际社会的广泛关注，1997 年至 1998 年海水温度异常升高引起的珊瑚礁大面积白化事件更是给全世界敲响了警钟。此后，许多国家加强了对珊瑚礁的保护，并在珊瑚礁保护修复方面进行了探索尝试，如立法保护、划建保护区、人工修复等。

随着全球气候变化与人类活动的影响，我国大陆海域造礁石珊瑚在过去的 30 年里经历了快速退化过程，将近 80% 的活珊瑚被破坏。据资料统计，海南岛近些年有 80%~95% 的珊瑚礁退化，其中，三亚鹿回头珊瑚资源覆盖率从 1990 年的 30%~40% 下降到 2002 年的 23% 左右，2002 年~2003 年该海域长棘海星的爆发又使珊瑚覆盖率急剧下降到 15%，因为长棘海星可以直接摄食造礁石珊瑚导致其退化。

虽然中国南海海域的珊瑚礁不在近岸，但受近些年破坏性渔业捕捞、海岸建设、珊瑚疾病暴发、长棘海星爆发等因素影响，该区域珊瑚礁也出现了严重退化现象。在过去 10 年~15 年，南海各岛礁的珊瑚平均覆盖率从超过 60% 下滑到 20% 左右，下滑速度甚至远大于近岸珊瑚礁的退化速度。其中，东沙群岛在 1994 年时北部造礁石珊瑚覆盖率为 80%~95%，南部覆盖率为 15%~20%，后因破坏性捕鱼行为导致造礁石珊瑚覆盖率在 1998 年时下降了 60%~99%，2008 年该区域潟湖内的造礁石珊瑚因白化事件大面积衰退，珊瑚覆盖率降至不足 10%。西沙群岛海域的珊瑚礁也因军事活动、珊瑚开采、破坏性捕鱼作业等的干

扰而出现退化。

科学家海底挽救珊瑚出奇招

经过 20 多年的野外实践和室内研究，中国科学院南海海洋研究所珊瑚生物学与珊瑚礁生态学学科团队在珊瑚礁生态修复方面积累了丰富的经验。团队通过人工育苗、珊瑚底播移植、珊瑚礁重建和生境恢复等方法，在广东和海南开展了系列受损珊瑚礁修复项目。其中，在海南修复海域包括南沙群岛、西沙群岛，以及三亚的亚龙湾、西岛、东罗岛、凤凰岛、小洲岛、鹿回头、蜈支洲岛，万宁的日月湾和大洲岛等，修复面积超过 30 万平方米。修复退化珊瑚礁面积超 30 万平方米。

基于我国目前取得的珊瑚礁修复研究结果，主流的有效修复技术包括 3 种：造礁石珊瑚的有性繁殖、断枝培育和底播移植。与陆地上的植树造林类似的是，都需要先培育“幼苗”；另一方面，不同海区受环境影响的因素、人为干扰程度以及现有生态系统健康程度不尽相同，这就需要科研团队在种珊瑚的时候具体问题具体分析，因地制宜设计方案。

例如，海南南海热带海洋研究所团队通过船舶“边走边种”的珊瑚苗种“飞播法”、将不锈钢珊瑚苗床运用在珊瑚苗的种植上等方式，提高了种植效率。海南大学团队将“海洋牧场”中的人工鱼礁设计与珊瑚礁修复结合起来，研发出珊瑚种植人工礁和黎族船型屋形珊瑚种植礁，开辟了国内在破碎化珊瑚礁修复技术上的新思路。一

系列新方法、新技术，推动我国海底“植树造林”不断取得新进展，也为世界海洋生态环境保护贡献了智慧和方案。

今年 6 月 8 日，自然资源部发布《2023 年中国海洋生态预警监测公报》。公报显示，我国珊瑚礁生态系统状况以优良为主。珊瑚礁广泛分布于福建东山以南海域，近岸海域以海南岛周边分布最广。造礁石珊瑚种类占世界已发现总数的 40%，珊瑚礁鱼类近 600 种。2023 年，各监测区域活珊瑚覆盖率较 2020 年有所增加，生物群落结构总体保持稳定。部分区域受海水升温影响，发生珊瑚白化现象。

人工修复归根结底只是辅助手段，减少人类活动干扰，才是“养”好海洋生态的关键。近年来，我国促进珊瑚礁自然恢复的力度不断加大。海洋环境保护法等法律法规都对珊瑚礁保护做出了规定。此外，我国还加入了《生物多样性公约》《濒危野生动植物种国际贸易公约》等国际公约，建划了涉及珊瑚礁保护的国家级、省级自然保护区 5 个，国家级特别保护区（海洋公园）1 个。如今，我国近 30% 的近岸海域和 37% 的大陆岸线纳入生态保护红线管控范围，美丽海洋正逐渐成为现实。

自然资源部国土空间生态修复司相关负责人表示，保护修复珊瑚礁仅靠政府部门、海洋科学家团队的力量还不够，需要全社会共同参与，鼓励社会资本和公益组织以多种模式投入珊瑚礁保护修复和管护。受访专家呼吁大家采取低碳绿色的生活方式，力所能及支持落实“双碳”行动。当到海边旅游或潜水时，不要破坏、采集珊瑚，更不要向海中倾倒垃圾等。

科学导报记者李旭阳 综合报道

什么是镉污染？

镉污染，镉是人体非必需元素，在自然界中常以化合物状态存在，一般含量很低，正常环境状态下，不会影响人体健康。镉和锌是同族元素，在自然界中镉常与锌、铅共生。当环境受到镉污染后，镉可在生物体内富集，通过食物链进入人体引起慢性中毒。

20 世纪初发现镉以来，镉的产量逐年增加。镉广泛应用于电镀工业、化工业、电子业和核工业等领域。镉是炼锌业的副产品，主要用在电池、染料或塑胶稳定剂，它比其他重金属更容易被农作物所吸附。相当数量的镉通过废气、废水、废渣排入环境，造成污染。污染源主要是铅锌矿，以及有色金属冶炼、电镀和用镉化合物作原料或触媒的工厂。

镉被人体吸收后，在体内形成镉硫蛋白，选择性地蓄积肝、肾中。其中，肾脏可吸收进入体内近 1/3 的镉，是镉中毒的“靶器官”。其他脏器如脾、胰、甲状腺和毛发等也有一定的蓄积。由于镉损伤肾小管，病者出现糖尿、蛋白尿和氨基酸尿。特别使骨骼的代谢受阻，造成骨质疏松、萎缩、变形等一系列症状。

什么是放射性污染？

放射性污染，是指由于人类活动造成物料、人体、场所、环境介质表面或者内部出现超过国家标准的放射性物质或者射线。

放射性对生物的危害是十分严重的。放射性损伤有急性损伤和慢性损伤。如果人在短时间内受到大剂量的 X 射线、γ 射线和中子的全身照射，就会产生急性损伤。轻者有脱毛、感染等症状。当剂量更大时，出现腹泻、呕吐等肠胃损伤。在极高的剂量照射下，发生中枢神经损伤直至死亡。

放射性元素的原子核在衰变过程放出 α、β、γ 射线的现象，俗称放射性。由放射性物质所造成的污染，叫放射性污染。放射性污染的来源有：原子能工业排放的放射性废物，核武器试验的沉降物以及医疗、科研排出的含有放射性物质的废水、废气、废渣等。

环境中的放射性物质可以由多种途径进入人体，他们发出的射线会破坏机体内的大分子结构，甚至直接破坏细胞和组织结构，给人体造成损伤。高强度辐射会灼伤皮肤，引发白血病和各种癌症，破坏人的生殖技能，严重的能在短期内致死。少量累积照射会引起慢性放射病，使造血器官、心血管系统、内分泌系统和神经系统等受到损害，发病过程往往延续几十年。

什么是铅污染？

铅，是一种重金属，有毒，在所有已知毒性物质中，书上记载最多的是铅。古书上就有记录认为用铅管输送饮用水有危险性。公众接触铅有许多途径。公众主要关心石油产品中含铅问题。颜料含铅，特别是一些老牌号的颜料含铅较高，已经造成许多死亡事件，因此有的国家特别制定了环境标准规定颜料中铅的含量应控制在 600ppm 之内。

如今已有很多人铅中毒，我们要注意远离重铅物品。有的国家还没有制定出标准，但是市场出售高铅含量颜料时贴出标签警示用户。食品中也发现铅的残留，或是空气中的铅降下污染食物，或是罐头皮的铅污染罐头食品。铅的另外一个重要来源是铅管。几十年以前建筑住宅时用铅管或铅衬里管道，夏天的天然冰箱也用铅衬里，这些年已经禁用，改用塑料或其他材料。铅可能导致胃疼，头痛，颤抖，神经性烦躁，在最严重的情况下，可能人事不省，直至死亡。在很低的浓度下，铅的慢性长期健康效应表现为：影响大脑和神经系统。

许多化学品在环境中滞留一段时间后可能降解为无害的最终化合物，但是铅无法再降解，一旦排入环境很长时间仍然保持其可用性。由于铅在环境中的长期持久性，又对许多生命组织有较强的潜在毒性，所以铅一直被列为强污染物质范围。

土壤中添加“佐料”可减少温室气体排放



近日，国际科技期刊《自然》发表了一篇关于全球农业一氧化二氮减排战略的论文。该研究发现，在土壤中添加压碎的玄武岩和特殊肥料，可以减少一氧化二氮的排放，而不会损害大气臭氧层。

一氧化二氮是一种温室气体，升温能力是二氧化碳的 270 倍，在过去 40 年里全球排放量增加了 40%。农业生产中使用氮肥以及牲畜数量增加，成为一氧化二氮排放量增加的主要原因。

土壤中的微生物将肥料和动物排泄物中的铵转化为硝酸盐，并在此过程中释放一氧化二氮。研究人员指出，可将阻碍这一过程的化合物硝化抑制剂添加到肥料中，以减少一氧化二氮排放，同时往土壤里撒入玄武岩粉尘，这样就可以将农业对地球变暖的气体排放减少 25%。这种技术被称为增强岩石风化，可以使土壤更具碱性以达到减排效果。

作为地球变暖的污染物，一氧化二氮排放也与臭氧层有着复杂的关系，在某些情况下有助于臭氧层恢复。因此，目前很难找到一种既减少一氧化二氮排放又不损害臭氧层的最佳方法。

为了更好地控制一氧化二氮排放问题，英国谢菲尔德大学生物科学研究人员玛丽亚·马丁和同事研究发现，硝化抑制剂可以将农业生产中的一氧化二氮总体排放量减少 5%。

根据科研人员创建的研究模型，要想实现一氧化二氮减排目标，6 亿公顷的农田每年将花费 170 多亿美元。 王雨珂



被捶打至厚度只有几百个原子的金箔，被称为“金叶”，可以像胶水一样附着在其他物体表面作为装饰。 资料图

金，元素周期表第 79 号元素。金，是一种广受欢迎的贵金属。早在史前时期，黄金就被人们用作装饰，埃及象形文字已经有对金的描述。我国在新石器时代识别了黄金，在商代中期掌握了制造金器的技能，出土的殷商文物中就有金

金：进军环保材料的催化剂

金在自然界中通常以单质的形式存在，偶尔会混有 8%~10% 的银或铂。天然金会以粒状、叶片或大型金块的形式存在。大型金块也就是我们所说的“狗头金”，它们从岩石中侵蚀出来，最后形成冲积矿床的沙砾，称为冲积金。金的密度相当高，一立方米金重量为 19.32 吨，因此用水淘洗即可将金与其他岩石分开。

金是延展性最高的金属，一克金可以打成一平方米薄片，有的金叶甚至可以被打薄至半透明状。1909 年，著名的卢瑟福 α 粒子散射实验中使用的就是厚度为几微米的金箔。卢瑟福认为如此薄的金箔，说明金原子呈单层排列，其实这只是金的延展性好而已。在中世纪，欧洲出现将金添加在食物或饮料中的现象，以显示贵族的富裕，食品的珍贵、健康。金的惰性，使它与人体内的其他物质都不会发生化学反应，但因其罕见、外观漂亮，使人们误以为它对人体健康有益，其实没有任何作用。直到近年来，出现了胶态金，即一种金纳米颗粒的液体。这种金颗粒带有抗体涂

层，进入人体后可以吸附蛋白质分子，从而侦查到细胞的表面抗原，但并没有其他医疗作用，只有金的同位素金-198，可以用作部分癌症及其他疾病的治疗。

金的导电系数非常高，常应用于计算机、通信和消费类电子产品的电路板。网上有视频介绍从废弃内存条上回收黄金的做法，但回收数量极其有限。金较高的电传导性，加上抗侵蚀的优点，被应用于曼哈顿计划中的原子实验，及某些电子测量仪器，如电脑、通讯设备、航天器等关键接触点，可避免氧化。

20 世纪 80 年代，两个重要的发现让人们金的卓越催化效果产生了浓厚的兴趣：一个是含金的氧化物可以在室温下将一氧化碳氧化成二氧化碳，以防止矿井下作业人员中毒；另一个是利用金的氯化物作为催化剂，使乙炔氢氯化，从而更方便生产出聚氯乙烯。两个发现都为金进军绿色可持续发展领域提供了新方向。如今，寻找合适的含金催化剂，已成为制造新型环保材料的关键环节。 宋丹