

深海之下，一片黑暗，然而，一具坠入深渊的鲸尸，却能撑起一片生机勃勃的海底绿洲——这就是“一鲸落，万物生”。鲸落是鲸类死亡后沉落海底所形成的独特生态景观，也是人类探索深海生命的重要窗口。国际顶级学术期刊《自然》近日发表了我国“全球深渊探索计划”的最新成果：中国科学院深海科学与工程研究所借助全海深载人潜水器奋斗者号，发现了迄今已知最深、规模最大的鲸落生态系统与鲸类化石群，堆积历史可追溯到530万年前。

6789米！中国揭秘迄今最深鲸落

创下鲸落“最深最大最久”纪录

2023年初，中国科学院深海科学与工程研究所的科学家与合作团队借助探索一号科考船及国产全海深载人潜水器奋斗者号，在迪亚曼蒂纳带（位于东南印度洋的一处巨型海底断裂带，绵延约1200公里）开展作业。

科考团队在迪亚曼蒂纳带中段进行第三次深潜作业时，在7002米深处发现了鲸类化石，它们半埋在海底的软沉积物中，表面覆盖着黑色铁锰氧化物。继此次发现后，他们开展了32次下潜，首先集中在最初发现地附近海域探索，而后移到迪亚曼蒂纳带最西端，从那里开始一路探到该带的最东端，从海面到海底累计往返255公里。在绵延1200公里的海底，科考团队记录、采集了5处处于化能自养阶段（即前文提到的“细菌工厂”阶段）的活跃鲸落和476处鲸类化石堆积。

在所有发现中，深度最深的一处鲸落位于多德雷赫特深渊的6789米处，仅保留一头鲸的3节椎骨，表面还有腹足类动物活动。在此发现之前，全球鲸落观测的深度纪录只有4204米。而规模最大的一具鲸落长约5米，位于5610米深处，其表面覆盖着浓密的白色菌席与食骨蠕虫，表明它已在海底停留了较长时间。通过听骨形态和线粒体基因组判定，它来自一头南极小须鲸。

在物种方面，团队鉴别出35种体长超过0.5毫米的大型底栖生物，以环节类、甲壳类、软体类为主，还包括刺胞类和线虫。在体长数厘米以上的巨型底栖生物中，食骨蠕虫、腹足类、囊螺蛤以及海蛇尾占优势，最密处可达每平方米2840只。从鲸骨上采集到的3种海蛇尾高度特化，与周围沉积物中的完全不同，可能仅栖息在富含有机质的鲸骨基质上。在5634米水深处观测到的水栖海星“海菊花”，不仅创下该科已知的最深栖息纪录，也是首次出现在鲸落环境中。

通过对43件化石进行古生物分析，研究团队鉴别出5种鲸类和1种须鲸，还发现了2个已经灭绝的鲸类，并从中分辨出翼鲸属的1个新种，命名为迪亚曼蒂纳翼鲸。

经研究团队统计，迪亚曼蒂纳带的鲸类遗骸密度每平方米约760具，推算总量可能超1000万具。对33件鲸骨进行锶同位素测年的结果显示，化石形成最早可追溯到530万年前的上新世早期。这道横亘1200公里的深渊在至少530万年持续扮演着鲸类“大墓地”的角色，是迄今已知最深、规模最大、持续时间最长的天然鲸落与鲸类化石群。

什么是“一鲸落，万物生”

什么是鲸落？从字面上看，它指的是鲸类动物死亡后沉落海底的过程，而这个词更广泛的应用，是鲸尸在海底形成的海洋生物群落。在幽深的海底，由于阳光不能透入，水生植物无法生长，动物的种类和数量也因之急剧减少。而鲸尸主要由蛋白质和脂类组成，能为荒芜的海底带来大量营养物质，激发无限生机。长眠在海底的巨鲸所形成的鲸落生态系统，与热液、冷泉并称深海生命的“三大绿洲”。

在巨鲸不断沉落的过程中，随着各种海洋食腐生物前来觅食，鲸落生态系统已经开始搭建。而等它最终静静地躺在海床之上，就吹响了“海底总动员”的哨声。鲸落生态系统会经历4个演化阶段，每个阶段迎来不同的“顾客”，有来吃的，有来住的。

1. **移动“清道夫”阶段** 鲸尸刚刚沉入海底，还有不少肌肉和脂肪，会吸引许多游动能力强的食腐动物聚集，包括盲鳗、睡鲨、鼠尾鱼、海石蟹以及端足目动物。视鲸尸的大小不同，这个阶段一般会持续几个月到几年，其间，鲸尸的绝大部分软组织将被消耗殆尽。

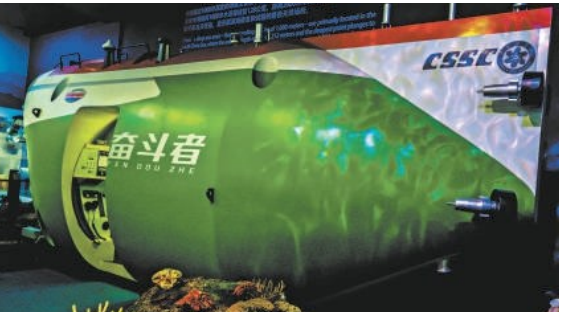
2. **无脊椎动物“捡漏”阶段** 在食腐动物大快朵颐的同时，鲸尸的大量碎屑散落四周，这就给了一些移动能力不那么强的无脊椎动物“捡漏”的机会。这些动物包括腹足类（如深水螺）、双壳类（如鲸骨贻贝）、多毛类（如食骨蠕虫）、甲壳类（如钩虾），还有一些异养细菌，它们擅长见缝插针，以残余鲸尸作为栖息环境。这个阶段会持续2年至4年。

3. **“细菌工厂”阶段** 鲸尸变为不用太阳，靠化学能吃饭的“细菌工厂”。软组织被啃光的鲸尸依然是一道盛宴，在它的骨骼里还有丰富的脂类。厌氧菌进入鲸骨和其他残余组织分解脂类，在此过程中会产生硫化氢，经某些细菌转化，又能给贻贝、蠕虫、海蛞蝓等生物提供营养。这一阶段也被称为化能自养阶段，可长达上百年。

4. **礁岩阶段** 有机物质完全耗尽后，鲸骨遗骸便与礁岩无异，成为生物的聚居地，生物或附着其上，或潜居其中。它从此庇护着这些海底生灵一代代生活下去。

因此，有个文艺的说法：“一鲸落，万物生”。鲸落场面宏大壮观，是把海洋表层营养输送到深海最引人注目的渠道。但是平心而论，它并非海洋碳循环和营养循环的“主干道”，比起遍布大洋、终年无休的海雪（主要由浮游生物残骸、代谢物、细菌及无机颗粒组成的絮状沉降体），鲸落的输送量连零头都算不上。那么，研究鲸落的意义何在呢？

鲸落个体十分庞大，能够一次性召集许多生物，建造醒目且多样性很高的局部生态。鲸尸越大，吸引的生物越多，生态链条越完整，科研价值也就越高。鲸落能集中、全面地展现海底生态的多样性，是人类探索海洋生命的重要窗口。研究发现，有些生物只在鲸落中生存，或者把鲸落当作补给站，从一处栖息地向另一处栖息地转移，所以，鲸落是当之无愧的“海底绿洲”。此外，鲸骨体积庞大，难以破坏，有较大机会成为化石，帮助科学家研究古代海洋生态和地质变迁。



全海深载人潜水器奋斗者号模型。

鲸落“大墓地”是如何形成的

海洋无边无际，巨鲸自在遨游，为何有这么多的鲸类遗骸聚集在迪亚曼蒂纳带呢？鲸落“大墓地”是如何形成的？实际上，海水并非乱流，动物也不乱游。地球自转、海陆轮廓、信风季风、密度差异等诸多因素驱动着规律性的洋流系统，而海洋生物的觅食、繁殖与迁徙都与洋流密切相关，因此它们遗骸的堆积位置也有迹可循。

此次科考发现的最大鲸落源自一头南极小须鲸。这种鲸绕极地迁徙，向北游到澳大利亚南部海域，主要以浅层水域的磷虾为食。研究还发现了塞鲸的化石，它们同样会季节性洄游到这片水域。这两种鲸的遗骸出现在迪亚曼蒂纳带深渊，是因为深渊上方是它们常来的活动水域。

但有些鲸的死亡与深渊本身密切相关。此次发现的绝大多数遗骸来自2种擅长深潜的中须鲸，也是印度洋东南部的常驻物种。鲸以深海鱿鱼、鱼类为食，常在大陆坡、海底峡谷、深海平原与海沟周边觅食。迪亚曼蒂纳带的海底地形复杂，是鲸理想的觅食场。鲸是潜水的高手，常常下潜超过1000米，闭



一头鲸鱼摆动尾鳍，潜入海中。

气可超过1小时，最大理论下潜深度突破3000米。但“善游者溺，善骑者堕”，自然死亡加上深潜带来的额外风险，可能是鲸落遗骸密集堆积的原因。

团队估算，该区域鲸落遗骸储存的碳总量约670万吨。这意味着，鲸落聚集区不仅是生物奇观，还是一个巨大的“碳仓库”——这些碳原本会释放到海水中，如今却被封存海底。这种规模巨大、长期存在的碳储存方式，可能在区域尺度上重塑海底营养结构，并长期影响深海底栖生产力与生物多样性。

中国深潜“三级跳”可入任意深渊

目前，人类对深海鲸落的认识主要依赖于零星的观测，并且绝大多数发现小于4000米水深。科考团队在迪亚曼蒂纳带的发现，将发现鲸落的水深纪录拓展了2500米。此壮举背后的支撑力量，是我国在海洋高技术领域综合实力的不断进步。

2002年，我国启动蛟龙号载人深潜器的设计集成研制工作，这是中国载人深潜从无到有的起点。蛟龙号于2009年开始海试工作，到2012年时，已接连在1000米级、3000米级、5000米级和7000米级海试中取得成功，拥有了探索全球99.8%海域的能力。

中国载人深潜的第二站是深海勇士号，2017年完成海试，下潜深度可达4500米。4500米的下潜深度看似比较“退步”了，但其实深海勇士号的研制目标并非冲击深度纪录，而是“实现国产化，降低运维成本，提高可靠性和可维护性”。深海勇士号的钛合金载人舱、浮力材料等关键部件均由我国自主研制，国产化率达到95%。

2020年，中国载人深潜来到第三站。当年11月10日，全海深载人潜水器奋斗者号顺利到达全球最深处，在太平洋马里亚纳海沟成功坐底，深度10909米，创造了中国载人深潜的新纪录。奋斗者号是全球首款三人同潜万米的深潜器，核心部件国产化率超

96.5%。潜入深海，最严峻的挑战就是巨大的水压。下潜万米时，载人舱承受的水压相当于2000头非洲象踩到人身上。如果没有高强度材料保护，那么潜水器就会被海水轻松“捏扁”。但强度和韧性是一对矛盾体，坚硬的材料往往比较脆。研发在高压力下保持高韧性的材料，是深海探测必须突破的关键技术。研发团队通过材料配比优化与工艺创新，开发出同时提高强度和韧性的新型钛合金Ti62Al，并使用复合片层组织大大加强了舱体的抗疲劳能力。奋斗者号拥有2套机械手，具有7个关节，可实现6个自由度的运动控制，持重能力超过60公斤，能够完成岩石、生物抓取和沉积物取样等精准任务，是海底科考不可或缺的利器。

从蛟龙号的“自主集成”、深海勇士号的“95%国产化”到奋斗者号的“全深深到”，有一条清晰的技术进化链：先解决有无，再解决自主，最后解决极致。这条技术进化链让中国拥有了持续走向全球任意深渊科考的能力。此次，在迪亚曼蒂纳带深渊的鲸落发现，就是这套技术体系交出的满分答卷。6789米之下，奋斗者号的灯光照亮了巨兽的落幕和无数生命的萌发，而中国深潜人正带着自主锻造的“深海之眼”，一步步看清深海世界。（据《北京日报》）

宁夏水科院无人机航测融合数字技术 赋能水土保持监测精准提效

本报讯（记者 单瑞）6月23日，记者获悉，针对水利工程水土保持传统人工踏勘精度不高、作业效率偏低、方案优化难度大等问题，宁夏水利科学研究所近期积极推进无人机航测与数字化技术融合应用，在重点水利工程水保精准监测方面取得技术新突破。

宁夏水科院相关负责人介绍，相较于传统人工野外测量耗时久、成本高、数据精度有限的不足，该院项目组创新引入千寻翼X1无人机航测系统，通过高精度传感器采集工程弃土场高清影像数据，依托Pix4Dmapper、Global Mapper等专业软件，完成数据解析、高程提取、精准重采样及边界裁剪等工作，成功生成厘米级精度库容曲线、数字正射影像、点云数据等数字化成果，为工程堆渣方案优化提供了科学精准的数据支撑。自主开发Python自动化脚本，实现水保图件批量处理、自动出图，有效提升监测工作标准化与高效化水平。

目前，该技术已成功应用于沙坡头灌区现代化改造工程，通过数字化精准优化，工程弃土场占地面积从134.47公顷缩减至62.63公顷，降幅达53.4%，8处弃土场全部优化为5级标准，有效节约土地资源、降低工程投资，从源头减少人为水土流失风险，实现了生态效益与经济效益双赢，水土保持监测数字化水平更进一步。

此次技术应用有效弥补了传统水保监测工作短板，为重点水利工程高质量建设提供了可靠的数据与技术支撑。宁夏水科院将持续深耕数字水利创新应用，不断深化无人机、大数据等技术与水土保持监测工作融合，持续提升监测工作精细化、智能化水平，服务全区水利事业高质量发展。

红寺堡扬水“自动轮换”辅助设备 筑牢运行安全底线

本报讯（记者 单瑞）6月23日，记者获悉，自治区红寺堡扬水管理处近日聚焦设备运行实际，在双泵控制柜加装高精度时间继电器，成功实现两台油泵定时自动切换。此次改造切口小、见效快，既提升了设备管理智能化水平，也将“六项机制”隐患排查治理要求落到实处，为扬水工程安全运行增添了实实在在的保障。

自治区红寺堡扬水管理处相关负责人介绍，过去，两台油泵长期依赖人工交替启停，运行中暴露出人为疏忽易导致单台泵长时间运转，加速磨损甚至烧毁；设备负荷难以做到均衡分配，影响整体寿命；频繁的操作占用人力，运维成本高等短板。针对这些问题，泵站技术骨干与职工经过现场勘察与论证，在保留原有手动功能的基础上，加装时间继电器，通过预设参数实现两台油泵自动轮换，让设备从“人盯人”转向“自动管”。改造后，两台油泵运行时长基本持平，单台电机过热、轴承磨损和绕组老化问题得到有效缓解；轮换过程平稳衔接，杜绝供油中断风险，润滑系统可靠性增强；设备可保持在合理工况区间，避免了无效运行耗电；同时，职工无需再频繁到现场操作，降低了高温、噪声等环境下的作业风险，真正做到了“机器多出力，人员少跑腿”。

这项改造不仅是硬件的简单增加，更是“持续创新、精益管理”理念的具体实践，也是管理处落实“安全生产月”活动要求的切实行动。泵站技术骨干立足岗位实际，以“五小”创新为切入点，用低成本的自动化元件破解了长期依赖人工切换的老大难问题，真正做到了花小钱办大事、以小改促安全。下一步，管理处坚持以“六项机制”建设为抓手，用更多的“五小”创新，持续补齐运行短板，让每一处“小切口”都成为保障安全、提升效率的“支点”，为扬水事业高质量发展贡献力量。

我国科研团队成功破解作物“午休”奥秘

午间的强光，是农作物生长的“双刃剑”，看似充沛的光照能滋养作物，却会引发“光合午休”现象，造成产量大幅损耗。作物“午休”的机制是什么？如何克服“午休”及由此带来的产量损失？一直是困扰科学界的难题。

日前，中国科学院遗传与发育生物学研究所、崖州湾国家实验室李家洋院士团队联合国内外多家单位，在国际学术期刊《细胞》在线发表研究成果，首次发现植物可通过蛋白凝聚体为叶绿体搭建动态“天然防晒屏障”，解锁了全新主动光保护机制。研究由国家生成种重大专项及国家重点研发计划支持完成，是我国在作物高光效基础研究领域取得的一项原创性重大成果。

扎根田间地头，与普通农民看上去别无二致，把论文写在祖国大地。科研团队在海南、北京和黑龙江等地连续进行了四年大田试验，充分验证了这一机制的应用价值。团队以主栽优质稻品种为试验材料，发现上调MBS1蛋白表达后，水稻抵御田间强光逆境的能力显著增强，在不影响植株正常生长发育的前提下，实现了稳产增产。

光照是植物光合作用的能量源泉，却也是潜在的“伤害源”。大田环境中，强光往往与高温、干旱叠加形成复合逆境，过量光能会导致作物正午光合效率下滑。这一瓶颈制约着农作物产能提升。

传统观点认为，强光诱发叶绿体内产生的单线态氧，造成光系统II及叶绿体结构损伤并触发防御反应，即先受损再启动保护，是典型的事后补救，反应慢、耗能大。

此次研究成功解锁了植物的“智能防晒密码”。科研团队依托核磁共振结构解析、超分辨显微观测、光学模拟等前沿技术，锁定了核心调控蛋白MBS1。研究证实，当遭遇强光胁迫时，MBS1蛋白可精准捕捉单线态氧信号，在叶绿体外膜动态组装形成特殊蛋白凝聚体。

与传统“受损后修复”的生化防护模式不同，这些蛋白凝聚体如同一层自适应、可开合的“智能防晒膜”，紧密包裹在叶绿体表面，通过光学散射、遮蔽作用弱化强光透射，从源头减少单线态氧的过量生成，避免光合系统损伤。

专家认为，在全球气候变化、极端天气频发的当下，这项成果为高光效、抗逆高产作物育种开辟了全新赛道，提供了精准可靠的分子靶点与育种思路，对提升农作物气候适应能力、稳定粮食产能、筑牢国家粮食安全防线，具有十分重要的科学价值与现实意义。

从精准设计“一粒种子”，到为庄稼装上“抗冷保险”，再到如今成功破解作物“午休”奥秘，我国科研人员勇攀高峰，为保障国家粮食安全不断作出科技新贡献。

“在精准设计育种领域，我们取得了覆盖理论、技术、产品的全链条体系化突破。”中国科学院院士李家洋介绍，“十五五”期间，我们将进一步聚焦高产、优质的重大品种创制研究，包括基础理论前沿、关键核心技术的突破，使中国跻身国际引领地位。（据新华社）

《流浪地球》里的“人造太阳”造得咋样了？

前不久，我国自主研发的全球首台全高温超导托卡马克装置“洪荒70”，成功让“人造太阳”持续燃烧了1337秒。这是“下一代技术路线”，即全高温超导托卡马克——一条全新、装置更紧凑、成本更低、商业化潜力巨大的技术路径。

所谓“人造太阳”，是人类根据太阳发光发热原理制造的可控核聚变装置。其主要燃料之一氘(dào)可从海水中提取，资源丰富；运行时不排放二氧化碳，也不会产生危险的核废料。这一技术有望为人类提供持续稳定的清洁能源。

科幻小说中的“人造太阳”

科幻小说早就在作品里描绘过“人造太阳”。在中国科幻作家刘慈欣的《三体》中，人类为了抵御外星文明，研发了可控核聚变引擎，驱动庞大的星际战舰。那些战舰尾部喷出幽蓝色的等离子火焰，就是“人造太阳”在怒吼。“核聚变能源支撑起庞大的太空舰队，每一艘恒星级战舰的能源，都来自舰上的微型人造太阳。”

早在20世纪60年代，英国科幻作家阿瑟·克拉克的科幻宇宙里，核聚变是成熟的可靠技术，被广泛用于

驱动飞船和提供能源。

小说中这样描述：“发现二号依靠萨哈罗夫脉冲核聚变引擎推进。每次点火，一小团氘气(chuān)等离子体被压缩引爆，释放的聚变能量化作高速喷流，推动飞船穿越木星引力场。”

科幻电影中的“人造太阳”

科幻电影中，“人造太阳”也屡见不鲜。《钢铁侠》中，托尼·斯塔克胸口那个亮晶晶的小装置，就是一颗微型“人造太阳”。它只有拳头大小，但每秒可输出能量30亿焦耳，既能驱动战甲飞行，又能发射掌心炮。

在《流浪地球》里，为了推动地球去流浪，人类给地球安装上万台行星发动机，每台发动机的“心脏”，就是一颗小型“人造太阳”。它喷出的等离子体火焰能冲出几百公里高，推动地球慢慢飞向太空。

现实中，“人造太阳”进展如何

人类要想在地球上复制太阳能量释放过程，难度极大：需要把燃料加热到上亿摄氏度，让物质变成一种由大量带电粒子组成的特殊状态，叫作“等离子体”。

但是任何固体材料都无法直接接触，并长期承受这种高温。科学家想了各种方法，一种常见思路是让这团“火球”悬浮在空中，不碰壁、不熄灭。

几十年来，主流的方法是用强大的磁场把等离子体“托”起来，像一个无形的笼子把它稳稳包住。这种聚变方式被称为磁约束聚变，其中典型的装置叫“托卡马克”。这一技术路线，核聚变发电的前提是，反应能够在高参数下持续稳定地进行。

目前，正在法国建造的国际热核聚变实验堆从1988年开始设计，是全世界规模最大、最具代表性的“人造太阳”项目，汇集了中等七方30多个国家的力量。

近年来，各国也建成了自己的实验装置，例如，日本与欧盟合建的JT-60SA装置，我国的“东方超环”(EAST)与“环流三号”(HL-3)等，取得了一系列突破。

在中国，核聚变能被写入国家“十五五”规划纲要，并被列入未来产业重点方向。中国还制定了清晰的时间表：2035年左右，建成中国首个工程实验堆。2045年左右，预计建成中国首个商用示范堆。

“人造太阳”的技术可行性正在被一步步证实，相信在不久的将来，会走进千家万户。（据蝌蚪五线谱）