



2025年7月24日拍摄的北冰洋
(图片来源:新华网)

的极地海绵、管虫和完全独立于光合作用的化能合成等物种样本;(2) 北极底栖生物的密度、多样性与个体体型呈显著空间差异,且部分物种分布正以每年约12 km的速度向高纬迁移;(3) 在“冰边缘区”(海冰覆盖度15%~80%的水域)的次表层(通常几十米到上百米深度),发现了叶绿素浓度比表层、深层都高的“富集区域”,从而加深了对北极“海雪”形成机制的理解。

与国际同类行动对照看,本次任务侧重“同一航季的跨盆地快速穿越与多圈层同步采样”,与德国亥姆霍兹极地与海洋研究中心主导的MOSAiC(2019—2020年驻冰漂流、强调超长期连续观测)形成互补;与加拿大海洋地质调查局阿蒙森号、美国最大极低破冰船——海岸警卫队希利号多年持续的年度序列观测相比,中国此次在同一季节贯穿冰缘带、中央盆地和冰下生态过程,并叠加载人深潜能力,观测维度更完整、进入手段更丰富。同时,中国此次观测数据将共同缩小北冰洋的“观测空白”和“预报误差”,为全球变暖背景下的极地科学评估提供参考。

中国在地缘上是“近北极国家”,本次科考从战略价值与国际

影响看,对中国评估北极气候变化影响、未来北极航道利用潜力、维护参与北极国际治理相关权益具有长远意义。

(综合:中国极低研究中心官网,新华网,瑞士联邦森林、雪和景观研究所官网,美国国家海洋和大气管理局官网)

“穿针引线+控近扩远”破解中国页岩油开采难题

2025年9月25日,中国首个国家级陆相页岩油示范区——新疆吉木萨尔,页岩油累计产量近日突破500.3万,日产量首次迈过5000 t关口,显示中国在陆相页岩油勘探开发方面取得关键技术突破。这片埋藏在3800 m深处的油藏因储层致密,被业内称为“藏在石头缝里的石油”,其厚度仅1.5 m,渗透率不足常规油藏的万分之一。早期引进的美国海相页岩油开发技术曾因储层特征差异未能取得预期效果。

破解困境的关键在于钻井技术的精准突破。科研团队创新“黄金靶体”跟踪法,通过分析钻井过程中取出的岩屑成分,实时微调钻头方向,让直径数十厘米的钻具在地下精准穿行于1.5 m厚的优质储层“奶油层”中,将储层钻遇率从43%提升至87%。搭配可“自锐”的聚晶金刚石复合片钻头,首个国家级陆相页岩油示范区——中国石油新疆吉木萨尔页岩油田

升,近5年完井周期缩短64%,创下1天钻进1860 m的施工纪录。这种如同“穿针引线”的精准控制,解决了陆相页岩油“藏得深、找不准”的核心难题。

压裂技术的创新则显著改善了致密岩石的渗流能力。针对储层黏土含量高、易变形的“橡皮泥难题”和页理缝密集的“千层小薄饼”结构,工程师开发出“缝藏匹配+全域支撑”组合技术:先注入二氧化碳“打碎”储层,再用高黏度压裂液构筑裂缝“主干道”,随后切换低黏度液体催生“乡道”“村道”般的次生裂缝,形成立体油气通道网络。这种“控近扩远”的设计思路,使压裂效率较2023年提升9%,还能同步实现碳埋存,兼顾环保与效益。

与美国海相页岩油开发相比,中国技术走出了差异化路线。美国页岩油多埋藏在2000 m左右的简单地层,依赖智能压裂系统实现规模开发;而中国针对3000 m深的复杂陆相储层,形成“一井一策”的精细化方案,通过“以砂代陶”材料创新和变径套管技术,使单井投资下降40%,但整体成本仍高于美国(35美元/桶)。



首个国家级陆相页岩油示范区——中国石油新疆吉木萨尔页岩油田

(图片来源:央视新闻网)

目前示范区已建成国内首个无人采油管理区,通过数字化管控实现24 h智能运维,为全球陆相页岩油开发提供了中国方案。

(综合:央视网、《科普时报》、新华网)

超级捕光机器让海洋浮游植物适应深海蓝绿光

2025年9月11日,中国科学院植物研究所研究员王文达、田利金团队首次纯化并解析了来自赫氏艾米里颗石藻的光系统I-岩藻黄素叶绿素a/c结合蛋白(PSI-FCPI)超级复合物的三维结构,在原子层面揭示了颗石藻通过扩展和优化光系统结构来适应复杂海洋光环境的机制。相关研究成果以封面文章发表于《Science》。

颗石藻是海洋中重要的浮游植物类群,能够在不同水深、光照多变的环境中实现高效光合自养生长,对海洋初级生产力具有重要贡献。然而,其光系统复合物在微观层面如何实现高效捕获与利用光能,长期以来缺乏直接结构证据。

研究团队解析发现,颗石藻

PSI-FCPI超级复合物是迄今已知真核生物中规模最大的光合膜蛋白复合体,由51个蛋白亚基和819个色素分子组成,总分子量达1.66兆道尔顿(MDa),远超已报道的真核生物PSI捕光天线复合物(约600 kDa)。其捕光截面为陆地植物(豌豆)PSI超级复合物的4~5倍。飞秒瞬态吸收光谱结果表明,该复合物的光能捕获量子转化效率超过95%,与陆生植物PSI相当,显示出独特的蛋白组装与能量传递特性。

结构分析显示,颗石藻PSI核心外围环绕着38个FCPI捕光天线,这些天线以模块化方式排列成8条放射状条带,形成“旋涡式”围绕PSI核心的巨型捕光结构。通过大量新型FCPI的精密装配,该结构显著扩展了捕光面积,并为能量传递提供了高效的空间组织基础。

进一步的色素成分分析表明,颗石藻PSI-FCPI中富含叶绿素c和岩藻黄素类胡萝卜素,这些色素在460~540 nm波段(蓝绿光与绿光)具有强吸收能力,使颗石藻能够有效利用深水区特征光谱。

此外,叶绿素c与叶绿素a之间的紧密能量耦联构建了低能量陷阱、流畅高效的能量传递网络,被认为是其实现超量子转化效率的关键因素。

“颗石藻光系统复合物的结构解析和机理研究,为理解光合生物高效的能量转化机制提

供了新的结构模型。”王文达表示,未来将以此为基础设计新型光合作用蛋白,并进一步指导人工模拟和开发高碳汇生物资源。该研究在合成生物学和气候变化应对领域均具有巨大的应用潜力。

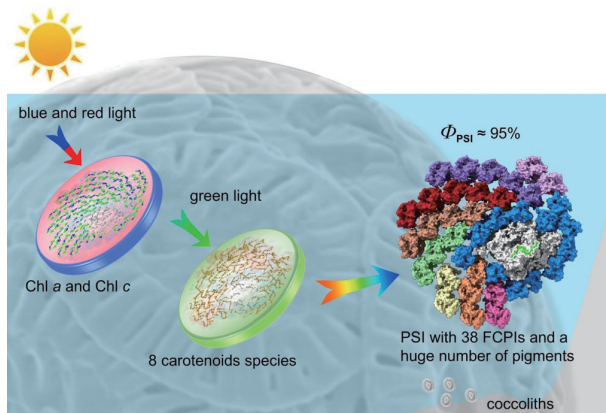
(综合:《Science》、中国科学院植物研究所官网、科学网)

共生微生物助白蚁构筑真菌园抗病屏障

白蚁与真菌的共生关系是生态学中一个复杂且重要的研究领域。以土白蚁属(*Odontotermes obesus*)为例,它们与共生真菌 *Termitomyces* 共同经营一座“真菌花园”,产出的真菌是整群白蚁的口粮。作为回报,白蚁会打理好花园来保护真菌。它们会通过喂养、习惯性种植、改造生长环境和收获等行为来提高“真菌花园”的产量。就像人类防治作物病虫害一样,这些“真菌农夫”也演化出了病害管理策略。

2025年9月26日,《Science》的观点文章梳理了印度科学教育与研究学院 Panchal 等的实验: *Odontotermes obesus* 如何利用释放的共生微生物来抑制致病真菌 *Pseudoxylaria* 的扩散。

当病原真菌 *Pseudoxylaria* 入侵时,白蚁会像园丁处理杂草一样,先把受污染的真菌巢梳“拔草”移除、刮净接触面,然后用一粒粒泥团把病灶“覆盖”。这些泥团不只是物理隔绝,其中含有能释放抑菌物质的微生物,同时还在局部造成缺氧环境,从两端夹击,抑制病原扩散。



颗石藻光系统I超大复合物结构及其能量转化效率

(图片来源:《Science》)