# 中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9124 期　2026 年 11 月 25 日　星期三　今日 4 版

中国科学院主管　中国科学报社出版

国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　　科学网 www.sciencenet.cn


## 中国工程院举办“学习院士好榜样”活动

**本报讯（记者赵宇彤）**11 月 24 日，中国工程院举办“学习院士好榜样”活动，中国工程院院士贲德作题为《我的雷达人生》专题报告。中国工程院党组书记、院长张玉卓主持报告会，党组成员、副院长陈杰出席。在京部分院士、院机关及战略咨询中心全体党员干部约 150 人现场参会，京外院士线上同步收看。

报告中，贲德结合六十余年扎根国防雷达领域、为国铸盾的科研经历和党员坚守，围绕维护院士称号的学术性、荣誉性、纯洁性展开分享。他回顾投身雷达事业的奋斗历程，阐释严谨治学筑牢学术之本、以身许国践行担当之责、淡泊初心守护立身之魂的深刻内涵，生动解读科学家精神与“两弹一星”精神的时代要义。他勉励广大院士要牢记为国担当的初心使命，自觉把个人理想追求深度融入国家和民族事业。

整场报告是一堂生动鲜活的科学家精神主题党课，彰显老一辈科技工作者许党报国、潜心笃行的精神风范。活动号召全院院士和党员干部以榜样为镜、向榜样看齐，立足岗位砥砺作风、担当实干，切实把学习感悟转化为创新攻坚的实际行动，为推进高水平科技自立自强、建设科技强国作出新的更大贡献。

# 破浪“双碳”蓝海：30 万吨巨轮上的“中国涂层”

■本报记者 张楠

一艘 30 万吨级超大型油轮（VLCC），螺旋桨有 3 层楼高。当它在中国沿海与中东港口之间航行时，螺旋桨表面那层厚度仅 0.1 至 0.2 毫米的“海豚仿生蒙皮”，正悄然改变着这头“海上巨兽”的能耗曲线。

经中国船级社（CCS）评估，这层薄薄的材料在保持完好的情况下，可使单船年均节油 2.6%。在 30 万吨巨轮的体量下，这意味着一年节省超 100 万元的燃油成本，减少近千吨碳排放。

这背后是中国科学院宁波材料技术与工程研究所（以下简称宁波材料所）与中远海运能源运输股份有限公司（以下简称中远海能）历时数年、跨越“实验室—中试—实船”的协同攻关。

这不仅是“企业出题—科研解题—产业阅卷”的一次生动实践，更是中国科学院与国务院国有资产监督管理委员会（以下简称国务院国资委）联合实施推动中央企业和科研机构深化协同创新行动方案、深化科技创新与产业创新深度融合的标杆缩影。

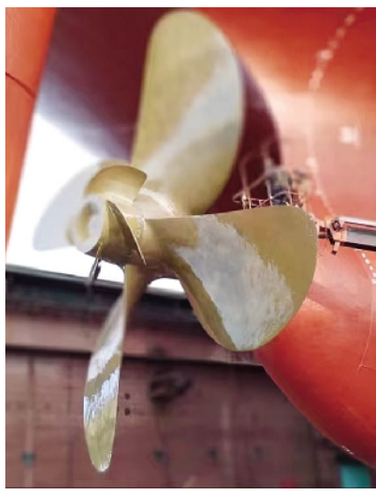
### 锚定真问题

航运业承载着全球约 90%的贸易量，也是碳排放的重要来源。船舶航行中，螺旋桨的推进效率通常只有 60%至 70%，其余基本都消耗于剪切水做功和反推力对水做功。

在国际海事组织的碳排放约束日益收紧、国家“双碳”目标加速推进的背景下，如何从螺旋桨这一关键环节“抠”出节能空间，成为一道必答题。

以往，螺旋桨基本是在“裸泳”。船体涂层是船舶涂装的主角，螺旋桨并不覆以涂层，或者最多在涂船身时由涂料厂商免费涂一下。船身涂层追求的是防污、防腐和减阻，但螺旋桨是在高速剪切水流下工作，边缘线速度极高，同时还要面对空化效应以及泥沙的剧烈冲蚀。因此传统船体涂层对螺旋桨来说并不适配。

“那时，关注涂层与螺旋桨水动力性能相关性的研究寥寥无几。”宁波材料所海洋关键材料全国重点实验室团队负责人曾志翔告诉《中国科学报》，早在 10 年前，在中国工程院院士、宁波材料所战略咨询委主任薛群基的布局下，团队就开始在表界面仿生滑移材料与海洋航体减阻方向上深耕。



仿生蒙皮螺旋桨。　宁波材料所供图

这种敢于在“冷门”领域“十年磨一剑”的定力，正是中国科学院强化高质量科技供给、鼓励科研人员面向产业链“卡点”前瞻布局的体现。

在研究过程中，海豚给了团队灵感。海豚游动阻力极低，靠的是三重机制：分泌黏液降低剪切，柔软皮肤缓冲水流，皮肤在形变时发生应变硬化而不易撕裂。团队决定将这三重特性“翻译”成材料语言。

团队在固体有机物分子内部接枝高度柔性分子刷，使其既保持固体强度，又具备液体般的滑移特性，并能通过自主装置和静电吸附等方式，将特殊分子一层层聚集起来形成纤维状材料。曾志翔解释：“没有力或力很微小时，这些分子就团在一起，一旦在水流剪切力作用下达到一定形变，它们则呈现纤维状，也就是发生了应变硬化。”

由此形成的仿生蒙皮，由“类液态”动态界面材料与微结构柔性材料耦合而成，厚度仅 0.1~0.2 毫米，既保持了固体的强度，又展现出液体的滑移特性与柔性缓冲作用。

“然而，实验室数据和实际使用数据有一定误差，怎么确保数据准确，是当时面临的一个很大挑战。”曾志翔说。

### 当“3 分材料”遇上“7 分施工”

2022 年起，宁波材料所与中远海能联合推动新技术从验证加速走向成果转化，使这一合作成为能源运输领域技术升级的关键转折点。

中远海能立足能源运输企业的实际需求，积极探索船舶节能新技术，而与宁波材料所的合作正是其践行“双碳”目标的重要举措。中远海能不仅敢于开放重大应用场景，将巨轮作为新技术的“超级试验田”，还深度参与了需求提出、场景验证和应用迭代。

中远海能的主要船型是 30 万吨 VLCC，其配套的螺旋桨有多大呢？直径 10 米。“光螺旋桨就有 3 层楼那么高，还要增加一些涂层施工高度。”曾志翔和团队成员第一次站在岸边仰望时觉得自己十分渺小。这样一个螺旋桨的涂层需要十几个工人协同施工才能完成。

真正的考验从材料走出实验室那一刻就开始了。比如，实验室的涂刷法到了现场变成了喷涂法，因此涂层材料的黏度、配方都要调整，以适配现场工具。在实验室中，涂层要晾晒 24 小时后喷第二轮，再晾晒 24 小时才可以下水，但在现场，每艘油轮的坞期都有定数，因此要求 8 小时涂第二层、12 小时下水。团队只能从材料上想办法，同时与船方沟通，在整船回坞的早期就开始施工，尽最大可能固化涂层。

施工环境的严酷更是实验室难以比拟的。如果油轮回靠广州的港口，容易遇到台风，需要围着整个螺旋桨搭出一个“房间”，保证施工环境稳定；而在大连，冬天温度较低，同样要搭“房间”，并且持续送暖风保持 5℃以上才能施工。

最让团队印象深刻的一次“事故”，出在不起眼的料筒上。

涂层与螺旋桨的结合力是核心指标。在实验室，结合力可达到 9 兆帕的指标要求，但实船测试时结合力却始终不达标。测分子结构、测性能、测温度湿度、交叉验证……团队花了一两个月仍找不到原因。最后发现，施工现场有一个料筒没盖严实，每次使用后也没清理干净，结果产生了交叉污染，导致涂层材料特别是其梯度连接层发生了变化。

团队立即与施工方重新制定了严格的施工规范。“坞期不可能为了施工改期，所以涂装要适应各种天气和其他影响因素。”曾志翔说，“一般是 3 分材料、7 分施工。”

“现场出题—实验室解题”的循环，在项目中并非个例。从配方优化到固化时间调整，从施工工具到环境适应，几乎每一个环节都经历过工程现场的“倒逼”和实验室的响应。

项目期间，双方团队除了建立定期沟通机制外，中远海能作为央企“链长”，提供了无可替代的真实远洋场景与强大的工程动员能力，高效统筹多方资源；宁波材料所则展现出机制灵活的优势，面对工程现场的严苛“倒逼”，这支 30 余人的团队能打破常规，敏捷响应，在极短时间内完成上百次交叉试验，将实验室的“科研产出”迅速转化为解决工程痛点的“现实生产力”。

### 从一艘船到一个船队

2023 年 11 月，国际首艘涂装仿生蒙皮螺旋桨的 30 万吨级 VLCC 下水。截至 2026 年 4 月，它完成了 12 个航次、800 天航时、逾 13 万海里航程的长航时、多海域远洋航行实验。

趁着短暂的坞期，双方项目成员再次爬上螺旋桨，观察涂层完整性，发现涂层保存率达 60%~70%。“原先的预期是，一个坞期下来，涂层保存率达 50%就算比较好了，而实际保存率和节能效果都超出了预期，因为涂层受损部分主要在螺旋桨的叶梢和桨毂，这些部位对水动力影响并没那么大。”曾志翔介绍。

CCS 评估结果表明，该技术使单船年均节油率达 2.6%，折合节油约 300 吨、节省燃油费用超百万元、减少碳排放 900 吨，而 1 艘船仿生蒙皮涂料的成本只需要 16 万元左右。

1 艘船直接经济效益高达 100 万元以上，那 100 艘船呢？（下转第 2 版）




## 神舟二十四号任务计划开展 90 项科学实验和技术试验

**据新华社电** 记者从 11 月 24 日举办的神舟二十四号载人飞行任务新闻发布会上了解到，神舟二十四号飞行任务期间计划开展 90 项科学实验和技术试验，涵盖空间生命科学、空间材料科学、微重力流体物理与燃烧科学、基础物理、航天医学、航天新技术等领域。

据中国载人航天工程新闻发言人张静波介绍，空间生命科学领域方面通过构建血管芯片和多类型器官芯片，探索空间环境对血管衰老等重要生理事件的影响；空间材料科学领域方面重点开展超高温铌硅金属间化合物、钙硅系多组元生物玻璃的空间制备与性能调控，以及单晶硅、钙钛矿等材料研究；微重力流体物理与燃烧科学领域方面围绕高效换热和火灾防控，重点开展电场耦合微纳结构强化沸腾传热、洁净气体灭火剂与扩散火焰作用规律等研究；基础物理领域方面重点开展光晶格量子模拟、基于空间冷原子干涉仪的惯性量测量；航天医学领域方面继续开展多组学数据交互挖掘、探索绘制太空人体多组学图谱；航天技术领域方面重点开展基于新型离子液体推进剂的化电混合推进系统关键技术试验。

发布会还回应了长期空间实验的价值。我国科学家历时 15 年攻关，在空间站超冷原子物理实验机柜中利用全光阱冷却技术，将铷原子云等效温度降至 9.7 皮开尔文，并可持续观测 7 秒，为基础物理研究打开新空间。

“神舟二十三号航天员乘组自 5 月 25 日进驻空间站以来，在地面团队支持下，默契高效地开展了一系列空间科学实验和技术试验。”张静波介绍，通过多组学研究发现，空间飞行会使人诱导原始生殖细胞分化效率降低约 50%；科研人员首次在空间站获得毫米级深紫外非线性晶体－氟硼铍酸钾；国内首次搭建新型储能电池在轨验证平台，完成首批半固态电池在轨试验，为空间站和能源探测系统迭代升级积累了技术基础。

据了解，巴基斯坦航天员随神舟二十四号任务进驻中国空间站后，任务期间将开展面向生物技术和材料领域的 4 个中巴合作科学项目，巴方航天员将在轨实施光合微生物蓝藻实验。

张静波表示：“我们将持续发挥好中国空间站国家太空实验室的优势，稳步推动空间科学、空间应用、空间技术全面发展，更好服务于人类科技和经济社会的进步。”

（刘一诺 孙丰晓）



11 月 24 日，神舟二十四号航天员汤洪波（中）、武毅（右）、穆罕默德·齐尚·阿里在酒泉卫星发射中心问天阁与媒体记者集体见面。　图片来源：视觉中国

## 纪念李政道诞辰百年系列活动举办



观众参观李政道纪念展览。　高雅丽 / 摄

**本报讯（记者高雅丽）**11 月 24 日，在李政道诞辰 100 周年之际，“承道启新——纪念李政道先生诞辰百年系列活动”在中国科学家博物馆举行。活动由中国科学家博物馆与上海交通大学李政道图书馆联合举办。

当天，“问道宇宙心系中华——李政道诞辰 100 周年纪念展”正式启幕，展期近 6 个月。展览以李政道求索治学、科教报国的一生为主线，展出 225 件手稿、证书、书信与实物，包括 1957 年诺贝尔物理学奖奖章与证书、毛泽东主席赠予李政道的《科学大纲》原件等，并复原多处历史场景。展览还以李政道手绘随笔画为原型，设置“李政道育人人才树”可视化展项，直观呈现 CUSPEA、科艺基金等项目在青年科研人才培养方面的成果。

《全景李政道》于活动现场正式发布。该书由中国科学院院士、上海交通大学李政道研究所所长张杰牵头组织编纂，依托李政道图书馆海量馆藏档案、珍贵书信手稿与口述史料，系统梳理了李政道的求学轨迹、科研历程、报国实践与科艺探索。

# 他们在困难立地这块“硬骨头”上种满绿色

■本报记者 孙丹宁

科尔沁沙地腹地位于我国内蒙古自治区翁牛特旗，年降水量约 330 毫米。流动沙丘、半固定沙丘、固定沙丘、丘间地和草甸在这里交错分布，构成北方半干旱沙区困难立地的典型景观。中国科学院沈阳应用生态研究所（以下简称沈阳生态所）副所长、研究员孙涛带领团队，在这片沙地上建起了 2000 多亩的困难立地综合示范区。

“我国适宜造林的土地已基本用完，剩下的大多是困难立地。”孙涛说。所谓困难立地，是受水分、土壤质地与养分、盐碱等因素限制，植被难以正常定植和持续生长的土地。据团队测算，我国现有约 7000 万公顷困难立地，全国 72%的困难立地分布在北方干旱半干旱地区。这里既是新时代开展大规模绿化的主战场、森林资源提质增效的关键区，也是打赢“三北”工程攻坚战、筑牢北方生态安全屏障必须啃下的一块“硬骨头”。

2021 年，中国科学院与财政部联合启动“稳定支持基础研究领域青年团队计划”（以下简称“青年团队计划”）。2024 年，由孙涛主持的“困难立地植被构建的生物地理机制与关键技术”项目获批。该项目获得 5 年周期、每年不超过 500 万元的稳定经费支持，促成了一项“稳定支持”制度与一群青年科学家“长期主义”科研方向选择的深度耦合。

如今，示范区内“焕然一新”，乔、灌、草按沙丘坡位分异、科学配置，无人机搭载激光雷达和多光谱传感器定期监测，自动气象站、风蚀仪、集沙仪与多深度土壤水分探头昼夜记录。“我们的目标，就是在困难立地这块‘硬骨头’上种满绿色。”孙涛说。

### 一颗“定心丸”

困难立地研究绕不开一个“慢”字。

对此，孙涛和项目团队的体会尤为深刻。他们想要弄清楚为什么有些植物在这里活不下来？什么样的植物、土壤和微生物组合，才能让植被真正站住脚？当他们把研究阵地扎在困难立地，走进这片沙地才发现，几乎没有哪个关键问题能够在短期内找到答案，都得靠多年不间断的观测和研究来回答。

而“慢”，恰恰是许多科研人员难以接受的现状。项目周期短、考核频次密集，团队不得不追着项目时间节点跑，那些真正需要很多年才能看清的过程只能先搁在一边。

“青年团队计划”就在这时进入了团队的视野。它用长期稳定的支持缓解“短期交账”的考核压力，为“长期作答”留出空间。团队不必再为频繁的考核更换方向，敢于布局那些周期长、出成果慢的研究。正是这一点，让孙涛动了申请“青年团队计划”的念头。

申报时，团队没有按学科把课题切成几块，而是先把问题摆上桌面。困难立地到底在哪儿？困难立地的植物为什么难以存活？成活后的植物为什么又难以长期维持？团队成员把各自能做什么、必须一起做什么一条条列出来，申报书前后改了十几稿，才把一张“问题清单”变成一份可以共同执行的方案书。

经过两轮答辩，项目成功获批，给这个年轻的团队吃了一颗“定心丸”。

困难立地研究不是只做基础研究或者应用示范，而是需要基础研究与工程实践紧密配合。基础研究为工程示范提供参数，示范区冒出的新问题又反过来修正科学假设。

“稳定支持的意义在于它允许这几个环节同时启动、持续磨合，而不是等基础研究全部做完再回头考虑应用。”沈阳生态所森林生态与林业生态工程中心主任、研究员郝广友说。

更大的收获是团队终于可以“按照科学问题组队”。“困难立地研究与治理是一个交叉学科问题。要回答‘困难立地在哪里’的问题，离不开遥感和地理信息；要弄清植物为什么死亡，需要分子生物学和植物生理学知识；要解决植被长期生长问题，得有土壤学和微生物学支撑；最终落到野外，又离不开林学和治沙工程。单靠任何一个学科，都拼不出完整答案。”孙涛告诉《中国科学报》。

沈阳生态所和中国科学院南京土壤研究所、分子植物科学卓越创新中心等单位不同学科背景的科研骨干被组织到一起，围绕同一个问题展开长期合作。“青年团队计划”项目使跨单位、跨学科的体系化建制化研究成为可能。

有了这颗“定心丸”，科研人员开始思考把问题放进更宏大的生态系统和生态工程应用场景里。“我们的心态也放松下来，不再急着在短期内证明什么，而是敢把一个问题做深、做透。这或许是稳定支持最重要的部分——它改变的不只是项目怎么执行，还有我们做研究的目标与节奏。”孙涛说。

### 3 个“追问”

“青年团队计划”项目获批后，研究有了“慢”下来的底气。团队把困难立地研究难题拆成了 3 个“问题”：在哪儿造？造什么？怎么造？在孙涛看来，他们要做的不是简单地“把树种下去”，而是让植被在困难立地上“种得活、长得好、稳得住”。

其中，第一个问题最难。因为过去识别困难立地，更多依赖经验判断，缺少定量依据。

为了让识别更简单，团队利用“空—天—塔—地”一体化观测体系，牵头构建了困难立地等级国家标准，完成了全国 1 公里尺度高置信度困难宜造林空间分布图，这相当于先给每块地做了一次“体检”。

确定示范区后，团队把目光从“地上”转向“地下”。“地上植被的衰退和死亡更多是‘症状’，很多真正决定植物能否定植、长期生存的过程发生在地下。”孙涛说。

北方困难立地最突出的限制往往是水。树木成活很大程度上取决于根系能否在贫瘠、板结的土壤中伸展，吸收的水分能否高效运输给地上部分。

团队从根系如何调节水分运输等地下过程切入，发现根尖并不是被动在土壤中生长，而是能够感知水分变化、机械压力和氧气条件，通过水分运输等一系列机制主动调整生长策略。

（下转第 2 版）

