

大家

钻下“中国孔”：向海图强！

——记湖南科技大学海洋实验室主任万步炎

□吴晶 袁汝婷 谢樱

站在数米高的“海牛Ⅱ号”面前，这个身量精瘦、满头白发的“小老头”有点不起眼。带着“海牛家族”，他用了30多年时间，实现了我国海底钻机装备与配套地质钻探技术的突破、从跟跑到并跑到领跑的跨越。

他就是湖南科技大学海洋实验室主任万步炎。30余年来，他带领科研团队刻苦攻关、不懈钻研，解决了一些关键核心技术“卡脖子”难题，将海底钻机装备制造与应用技术牢牢掌握在中国人自己手里，不断推动我国深海资源与地质勘探技术实现高水平自立自强。



万步炎在湖南科技大学海洋实验室工作。

▶向海图强：
大洋深处钻下“中国孔”

2021年4月7日，“海牛家族”又一次沸腾了。

中国首台“海牛Ⅱ号”海底大孔深保压取芯钻机系统在海底成功下钻231米，刷新世界纪录。

关键技术自主研发、150余项国家专利、16项国际发明专利，“海牛Ⅱ号”的成功意味着，我国海底矿产资源探采装备技术已基本满足了海洋资源的勘探需求。

科考船拉着一个由钢结构框和铁链组成的拖网，跑出去几十公里，能不能捞出一些表层矿石，全凭运气，也无法判定该矿石在海底的精确位置，这就是当初中国的深海勘探。

后来，一些发达国家的海底钻机开始使用通讯电缆，而我国租用的海底钻机只能用拖网吊着深潜入海，海底信息无法上传。

中国大洋矿产资源研究开发协会（下称“中国大洋协会”）决定面向全国招标，自主研发海底钻机。因为过去的研究经历“沾点边”，万步炎团队中标了！

唯一的“资料”是租来的，钻机只有参数和基本原理，所有关键技术都要从零开始。

缺乏基础。万步炎开始自学海洋地质与环境、机械设计、通讯、供电、自动控制……

没有图纸。万步炎自己画图、试验，画了几千张，试了无数次……

为了攻破数千米水下供电难题，他和团队商定，用体积小、储能高的锂电池替代笨重的蓄电池。然而，陆地上用的锂电池怎么放入强压、强腐蚀的深海？

“锂电池遇水极易短路爆炸，当时就像抱着炸药包做研究。”一位团队成员回忆，实验室里数次发

生水下爆炸损毁设备的险情。

无数次试验后，万步炎探索出将锂电池包裹起来的合理方式，并采用独特技术方案实现锂电池筒的快速散热与降温。

万步炎的妻子刘淑英记得，在研发第一台海底钻机的日子里，至少有两到三个月时间，丈夫每天都在实验室工作到凌晨两三点……

“国家都把任务交给我们了，总不能再拿着拖网去拖吧？”问题不解决，万步炎就不回家。

一夜一夜，一点一点，啃下“硬骨头”。2001年，中国人终于研发出自己的海底钻机！

可是，难题又来了——从国外买来的科考船，号称能承受5吨，其实只能承重2.5吨。4.5吨重的样机装上去，船不行了。

钻机减重近50%，谈何容易？这是一次最痛苦的“减肥”，在长达两年的时间里，万步炎带领团队耐着性子，“一斤一斤往下减”直至达标。

2003年夏天，中国首台深海浅地层岩芯取芯钻机海试成功，在海底下钻0.7米，并取回矿石样本。

那一天，属于中国的海底钻机在海底钻到第一个孔！那一天，从不喝酒的万步炎醉得“扬眉吐气”。

0.7米、2米、5米、20米、60米……“海牛家族”没有停下深海开垦的脚步。

一点点向前掘进！一个个关口攻破！海底下钻越来越深！

▶以身许国：
洞庭少年怀揣海洋梦

万步炎这一辈子，和海洋有着不解之缘。

1964年生于湖南岳阳的他，在烟波浩渺的洞庭湖畔长大。他的外祖父早年参加红军，为革命壮烈

牺牲。

在物质匮乏的年代，政府每年下发600斤稻谷作为烈属抚恤金，乡邻口碑相传外祖父的传奇，这些都让年幼的万步炎常常思考何为“以身许国”。

1978年，14岁的万步炎因为才学出众提前参加高考，填报的志愿全是航空航天和天文学。然而，他被调剂到中南矿冶学院地质系探矿工程专业，7年后服从分配到长沙矿山研究院工作。

从仰望星空到眺望大海，万步炎找到了人生全新的航向。

为了追赶发达国家，长沙矿山研究院组建海洋采矿研究室。

“深海勘探技术有多强，我们的国家就能走多远。”领导一句动员话，成为万步炎毕生的动力。

1990年，中国大洋协会成立。万步炎所在的团队，开始正式接触海洋采矿系统研究任务。

1992年，万步炎远赴日本，从事海洋采矿“物矿”技术研究。骨子里有着一股湘人“蛮劲”的万步炎

不服气，夜以继日地研究学习。最累的日子里、特别难的时候，家门口那块“光荣烈属”的门牌，总在他脑海中浮现。

一年后，他婉拒高薪工作，毅然回国。

然而，现实给了他迎头一棒——第一次登上远洋科考船，万步炎发现，船上几乎所有钻探装备，小到样品管，大到取样器、绞车，全是“洋品牌”。

“外国人能搞的，中国人一定能搞出来！”万步炎的“蛮劲”又上来了：“国家落后于人的地方，就是我努力的方向！”

▶勇攀高峰：
最不怕的就是困难

59岁的万步炎一头白发，他笑

言“这是大海的馈赠”。

他难忘第一次登船出海，出港后整整一个星期，他都因为晕船而几乎动弹不得，连黄胆汁都吐了出来。

“要干活，不能一直躺着！”万步炎勉力支撑自己爬起来，站一会儿、再坐一会儿，在甲板上摇摇晃晃、缓缓踱步，逼自己吃下东西，一会儿又吐出来……终于他不再晕船。

海上的工作环境极其特殊，几乎“与世隔绝”，一些在陆地上轻而易举的事，都会成为出海期间的严峻考验。

“卡住了，钻机上不来了！”2021年，“海牛Ⅱ号”的一次深海试验卡壳了。

机构不可能，必须打造临时的液压系统代替损坏部件。万步炎迅速画出设计图，缺零件就从现有系统上拆……40多个小时后，一套临时系统完成了。

“动了动了！有反应了！”在台风吹来前的两小时，钻机完好无损地回收了，成为业界“不可思议的奇迹”。

“每次出海，头发都要再白5%。”万步炎的一句轻描淡写，浓缩了所有的惊心动魄。

一年，团队有三分之二的海上度过。累了，他们就在甲板上枕着矿泉水瓶打盹。

需要避风的日子，船会停泊在靠近港口的锚地，擅长拉小提琴的万步炎搞来一块小黑板，

在小食堂里教大家识谱唱歌、学习天文。

歌声动人、乒乓球打得好、还会观星……在大家眼里，这位“小老头”，“吃得苦、耐得烦、霸得蛮”，还有孩子般的真性情。

“别人能做到的，我们一定能做到，别人还没有做到的，我们中国人也有可能先他们一步做出来！”2023年全国两会“代表通道”上，全国人大代表万步炎自信宣告。

一次次穿越海上风浪，一次次跨越科研鸿沟。深海梦，被自主创新技术刻在海底；中国心，在科学家的胸中澎湃不息。

“我们的目标是星辰大海。”万步炎说，未来还要到更深更广阔的海域去打一钻！

（据《新华每日电讯》）



万步炎(右三)在科考船上为“海牛Ⅱ号”团队讲解钻机设计原理。

重被「压身」睡得香

□顾静怡

许多人睡觉时喜欢盖质地轻盈、没什么重量的被子，尤其是羽绒被，感觉自己的身体就像被一团“巨大的云朵包裹着，好舒服”。然而，科学家却一本正经地敲着黑板：被子轻，容易失眠；被子重，有助于对抗失眠、缓解焦虑，使人的睡眠更加香甜。被子的轻与重真的对人的睡眠有影响吗？

为了用科学来说服大家，瑞典卡罗林斯卡医学院曾经招募了120名失眠超过2个月的患者，专门研究失眠。这些参与者被随机分成2组，分别被配8公斤、6公斤或1.5公斤左右的被毯，持续4周盖这些被毯入睡。结果发现，经过4周时间后，使用重毛毯的参与者失眠改善有效率为59.4%（失眠严重指数下降50%以上），使用轻毛毯的参与者失眠改善有效率为5.4%。

那么，为什么重被子对睡眠会有这么好的效果呢？

研究人员认为：重被子“压身”的力量，刺激了深触觉和肌肉、关节感觉，起到了类似按摩的效果。深层压力刺激能够唤起自主神经系统副交感神经兴奋，抑制交感兴奋，从而产生抗焦虑和镇静的效果。重被子的压力通过人的皮肤感觉神经传入大脑，刺激松果体释放了更多的褪黑素。从神经学角度来说，压力刺激能降低人的皮质醇水平，提升大脑血清素和褪黑素水平，同时降低心律和血压——高皮质醇水平同失眠、焦虑和抑郁相关，而血清素是调控身体睡眠循环的神经递质，褪黑素是使人入睡、熟睡的重要激素。具体来说盖重被子的人，睡前1小时褪黑素的分泌提升了约32%，盖轻被子的人只提升了约25%。褪黑素的分泌让睡眠变得更加容易，而重被子如茧般的“包裹感”也让人容易入睡和熟睡。

看来重被“压身”缓解失眠、焦虑已经是一个不争的事实。当然，尽管盖厚被子有助缓解失眠、焦虑，但也不是越重越好。一年四季，被子各有“最佳重量”。被子太重，会压迫胸部，让肺活量减少，还容易使被窝温度过高，导致人体新陈代谢过旺，能量消耗大，汗液增多，易受凉，并且醒后可能有疲劳感；被子过轻，保暖隔热效果差。体表经受寒冷刺激，大脑皮质兴奋，难以入眠，或睡眠浅。一般来说，冬天棉被建议挑选3公斤左右的，春秋棉被挑选1—1.5公斤的就好，羽绒被的重量为棉被的一半左右合适。美国睡眠医学学会有一项研究也显示：只要天天盖6到8千克的厚重被子入睡，一个月就能显著改善睡眠质量，同时还能减轻抑郁和焦虑的症状。

知道了重被“包裹”能缓解失眠、缓解焦虑，那么，请晚上翻来覆去在床上“烙”饼的朋友们尝试一下厚被的“包裹”感，相信在如茧般的“包裹”下，你一定会找到心灵的港湾，一定会睡得特别香。

解锁“纳米王子”新功能

□符晓波

富勒烯，一种拥有完美对称结构的分子，因其在纳米尺度范围内具有特殊稳定性，被誉为“纳米王子”。今年3月，一项名为“温和压力条件下实现乙二酳合成”的成果，入选2022年度中国科学十大进展。业界认为，该成果可望促进煤化工更加绿色，降低我国乙二酳产业对进口石油的依赖。

这项重大成果的诞生，关键在于解锁“纳米王子”新功能。

一场“偶遇”带来科学惊喜

8年前，厦门大学化学化工学院博士生郑建伟在导师袁友珠的指导下，首次利用富勒烯开展煤制乙二酳实验，就获得完美数据。

乙二酳是我国需求量非常大的一种化工原料，塑料瓶、纺织品、防冻液……这些随处可见的生活用品都离不开它。

“传统乙二酳主要从石油经环氧乙烷线路合成得到，但我国石油高度依赖进口。开发利用我国相对丰富的煤炭资源，代替石油生产乙二酳，意义重大。”如今已是厦大化学化工学院教授的郑建伟介绍说，读博期间，他跟随导师围绕煤制乙二酳开展研究，直至后来赴英

留学也从未中断。

煤制乙二酳，催化是关键一环。一直以来，找到高效稳定且安全的催化剂是一个世界难题。早在2009年，厦门大学化学化工学院教授袁友珠就开始与这个问题“死磕”。

“催化剂被誉为现代化工的‘芯片’，理想的催化剂能减少化学反应过程中产生的副产物，帮助直接生产出我们需要的产品。”袁友珠介绍，已有的煤制乙二酳合成方法中，催化剂稳定性差，需要高压氢气，不仅存在安全隐患，产品纯度也不高。

有没有更理想的催化合成方法？

“为什么不试试富勒烯与铜催化剂相结合？”2015年1月，厦大化学化工学院课题组年度交流会上，该院教授谢素原看到两者的相似之处，提出这一设想。

谢素原是富勒烯领域的研究专家，他提出过使数以万计的新型富勒烯得以稳定的“张力释放”和“局域芳香性”基本原理，发明的多段燃烧合成法实现了多种富勒烯及其衍生物的大规模制备。

袁友珠回忆，第二天，谢素原就送来了5克富勒烯，让他交给

学生去做实验。意外且惊喜的是，“实验居然一次就成功了！”

历时7年验证一个结果

“相较于其他催化剂，富勒烯作为电子缓冲剂，空速增强至7倍。这好比人是一口一口吃馒头，它是一碗一碗地吃。”郑建伟回忆，当年接过富勒烯，他很快便得到实验结果：在常压环境下成功制备出乙二酳！

面对完美的实验结果，研发团队表现出一致的冷静和谨慎——一切成果都必须经得起可重复的考验。

大家抓紧重复实验。然而，在此后多年的无数次实验中，却无人能复现最初的结果。

到底是哪里出错了？

大家让后来去了英国留学的郑建伟一遍遍回忆实验细节。谢素原建议：先制作电化学图谱，摸清机理。

根据提示，硕士生崔存浩表征了富勒烯与铜的电子相互作用现象；随后，研究人员对实验样品开展球差电镜分析，进一步探究富勒烯与铜催化剂相互作用的规律。

完美实验结果背后的谜团一层层被揭开。

团队发现，催化剂铜的价态

保持稳定是保证催化效果的关键，在激烈的催化反应中，铜表面的电子出现转移，就需要一个与之匹配的物质接收电子以达到稳定状态。

掌握了铜与富勒烯之间的可逆电子转移规律，2020年，博士生黄乐乐终于完美复刻了当年郑建伟的实验。

此后两年，研究团队先后在中科院福建物质结构研究所完成放大实验、在实验室利用该催化剂进行常压加氢反应，成功制备出乙二酳产品。使用该

方法后，煤制乙二酳产品中可直接探测的杂质，从20多种减少到两种。

2022年4月，这一成果登上《科学》杂志。此时，距第一次完美实验已过去7年。

7年中，这项研究先后历经3届研究生，得益于6个研究团队的精诚合作。

产研学融合加快技术落地

“经反复实验，我们论证了富勒烯就是催化剂铜极为理想的伙伴。”已于2021年当选中国科学院院士的谢素原介绍，富勒烯被用作催化剂已有先例，但将其作为“电子缓冲剂”与过渡金属催化剂结合，尚属首次。

（据《科技日报》，有删节）

飞越喜马拉雅的斑头雁

□赵雪冰

在喜马拉雅山峰顶，低温、缺氧，人类呼吸都困难。可为了迁徙，斑头雁却能成功飞越喜马拉雅山。斑头雁平均体重2.5公斤，是世界公认的其他鸟类中，可以飞得那么高。

喜马拉雅山脉自然环境恶劣，低温、缺氧，对任何动物来说都是严峻挑战。斑头雁之所以能每年两次飞越喜马拉雅山，与其对氧气“吸得多、送得快、用得对”有直接关系。研究发现，与重量相似的其他鸟类相比，斑头雁的肺更大、更扁平，这样的肺部结构让斑头雁得以尽可能多地吸入氧气；与

此同时，斑头雁心脏与身体质量的比值更大，约为其他鸟类的1.5倍，强大的心脏可以将肺部吸收的氧气更快地输送到身体各处。不仅如此，成年斑头雁在高空飞行过程中，新陈代谢和心率都会减慢，从而减少不必要的能量损耗，尽可能将能量用于飞行。种种因素叠加，使斑头雁与重量相似的其他鸟类相比，储氧、用氧能力均更胜一筹。

除此之外，为了飞得更高、更远，斑头雁在迁徙过程中还会集群飞行，一路飞飞停停，不断补充能量。特别是在飞越喜马拉雅山脉之前，鸟群会格外

谨慎。囤积脂肪、观测天气、研究线路，做足准备后，便会结成齐整优美的“人”字形，飞越喜马拉雅山。

飞越喜马拉雅山，虽然理论上需要飞到近9000米的高空，但卫星追踪数据显示，大部分斑头雁平常的飞行高度往往在5000米到7000米之间。这是因为，为了尽可能降低飞行难度，斑头雁迁徙过程中会优先选择海拔较低的山谷、垭口等区域。

依靠物种独特的生理条件，斑头雁成为少数可以飞越喜马拉雅山脉的候鸟之一，但很多小型候鸟并不具备这样的条件。比如与斑头雁差不多同一

时间段迁徙的赤麻鸭，选择的迁徙策略便是绕开喜马拉雅山脉，从青藏高原一路南下到川西和云贵高原越冬。选择哪条线路、飞行多长时间，又越过多少障碍，不同候鸟有不同的进化答案。唯一不变的是，在一次次南来北往中，候鸟克服高山路远、如约出发、按期抵达。

观察发现，除了鸟类自身基因，生存环境也会影响候鸟个体是否迁徙。统计显示，纬度越高的地区，候鸟所占比例越高。因为越是高纬度地区，冬季越长，温度也更低，这也直接导致鸟类的食物数量相应减少。候鸟为了更好地生存，只能

迁徙。而如果食物充足，加上人工诱导，有些鸟类个体也可能从候鸟变留鸟，但多数候鸟依然会遵循本能，继续踏上充满未知的迁徙之路。

尽管我们很早就发现了候鸟迁徙，但关于候鸟迁徙，依然存在大量未解之谜。有些候鸟会独自迁徙，毫无经验为什么也能识别线路？相应的导航机制是如何形成的？要解答这些问题依然需要研究者持续收集候鸟迁徙数据。从环志到如今的卫星定位，对候鸟迁徙过程数据的收集更加精准，也让我们得以更全面地掌握候鸟迁徙规律，进而更有效地保护候鸟。