



深化“两弹一星”精神内核 擘画过程工程创新蓝图

■杨超



中国科学院冶金研究所实验高炉，即石钢 018 车间。过程工程所供图

上世纪 60 年代，发生在东方的一大科技壮举震撼了世界，为中华民族从“站起来”迈向“强起来”奠定了至关重要的战略基石，也点燃了民族复兴的火炬。踏入中国科学院与“两弹一星”纪念馆这座精神殿堂，我深感责任重大。传承“两弹一星”精神，不仅是对历史的致敬，更是我们这代人必须扛起的时代使命。“热爱祖国、无私奉献，自力更生、艰苦奋斗，大力协同、勇于登攀”的“两弹一星”精神，是我国科技事业从筚路蓝缕到星辰大海征程中的精神灯塔。短短 24 个字，勾勒出中国科研工作者的群像，也是中国科学院过程工程研究所（以下简称过程工程所）人攻坚克难、勇攀高峰的永恒底色。

回望那段波澜壮阔的岁月，过程工程所前身——中国科学院冶金研究所（以下简称冶金所）的老一辈科学家，怀揣对祖国的无限热爱和对科学的执着追求，毅然放弃海外优越待遇，投身这项伟大事业。我的老师——中国科学院院士陈家镛先生是国内首位用湿法冶金提取钨的科学家。作为湿法提钨的领路人，他带领杨守志、张懿、罗世民等科研人员，经过几个月夜以继日的奋战，采用湿法冶金提钨工艺在实验室里成功提炼出二氧化钨粉末，为后续研究提供了合格的核燃料原料。

与此同时，中国科学院院士、冶金所首任所长叶渚沛带领团队自主研发了氧气顶吹转炉炼钢技术，并与当时的石景山钢铁公司合作，成功建立了新中国第一座连续生产的工业化转炉炼钢厂，使炼钢效率提高 20 余倍。这项技术可为导弹壳体、卫星结构件等所需钢材提供稳定的生产能力。中国科学院院士郭慕孙带领团队开创了我国流态化学科先河，针对攀枝花钒钛磁铁矿的开发与利用，做了大量系统性工作，积累了宝贵的知识财富，并一直致力于将流态化技术应用于我国不同矿产资源的综合利用，为国防及过程工业发展作出了卓越贡献。面对没有先进设备和充足物资的情况，冶金所科研人员突破了钨、钼、钽、铌、钽、钨等元素分离提取难题，提出“中国方法”，为我国钢铁和有色金属工业发展添砖加瓦。

“国家需要什么，我们就研究什么。”这种不计个人得失、誓为国家荣誉的信念和担当，早已深深镌刻在过程工程所人的基因中，薪火相传。站在新一轮科技革命浪潮的潮头，过程工程所肩负着推动过程工业绿色化、低碳化、智能化、高端化的战略使命，传承和发扬“两弹一星”精神，坚定爱国信念，勇于创新突破，加

强协同合作，继续用行动诠释着“把个人理想融入国家命运”的爱国精神。

过程工程所围绕国家“双碳”战略目标，以科学为核心，在低碳能源、战略资源、绿色化工、高端材料、生物医药领域，着力开展前瞻性、先导性、前瞻性技术攻关及共性基础研究。近年来，研究所牵头承担战略性先导科技专项（A 类）“化工冶金低碳变革技术及示范”，战略性先导科技专项（C 类）“特色锂矿石资源化利用技术”“药物递送载体关键技术研发”等多项重大任务，着力攻关关键核心技术；建设介科学与过程全国重点实验室、生物药制备与递送全国重点实验室、战略金属资源绿色循环利用国家工程研究中心等国家级科技创新平台，形成“原始创新—中试示范—产业化”科技创新新模式；深化体制机制改革，入选全国首批科技人才评价改革试点单位，组建紧密协同、使命驱动的建制化团队……在这一系列发展中，我深刻感受到“两弹一星”精神的传承与延续，见证了过程工程所人攻坚克难时的执着、向科技高峰攀登的不竭动力，以及求真务实的科研行动。

面对前所未有的挑战和机遇，过程工程所将继续深化“两弹一星”精神内核，握好手中的创新之笔，以更坚定的信念、更顽强的毅力、更扎实的作风，一笔一画勾勒出过程工程创新蓝图，为建设科技强国交出无愧于时代的答卷。

（作者系中国科学院过程工程研究所所长）



海洋元素比例新认知：“黄金标准”并非“恒定不变”

■本报见习记者 李媛

在海洋科学领域，有一个被称为“海洋元素密码”的经典理论——雷德菲尔比。这个由美国海洋学家阿尔弗雷德·雷德菲尔于 1934 年提出的理论，揭示了海洋浮游植物的碳（C）、氮（N）、磷（P）的典型摩尔比为 106:16:1。该比例长期以来被视为全球海洋生态系统营养结构的“黄金标准”。

然而，由中国科学院地球环境研究所联合国内外科研机构，通过对全球海洋 50 年数据的系统分析，首次证实这个被视为“海洋恒等式”的元素比例正在发生显著偏移。相关成果近日发表于《自然—地球科学》。

“我们发现，海洋营养元素的比例在过去几十年中并非恒定，而是在不同区域和时段呈现出结构性变化。”论文第一作者、中国科学院地球环境研究所副研究员刘济告诉《中国科学报》，“这项发现挑战了海洋系统被视为‘化学恒温器’的传统观念。”

建立全球最大海洋元素比例数据库

这项研究的起点源于刘济在读博期间的学术思考。尽管当时他的研究聚焦于陆地生态系统，但海洋生态系统作为生态化学计量学的起源，其复杂性和稳定性始终吸引着他。2023 年赴德国做洪堡学者期间，得益于当地发达的水质监测系统和开放的数据资源，刘济的研究构想得以快速落地。

“碳、氮、磷这 3 种关键营养元素，是连接海洋生物地球化学过程、物理海洋和气候系统的核心纽带。”刘济解释说，这些元素的比例变化对全球碳汇能力、海洋生态结构，甚至气候反馈机制都具有深远影响。

在系统分析数据时，一系列关键科学问题逐渐浮现：陆地与海洋生态系统的元素比率差异是固有特征还是演变结果？德国水域观测数据与雷德菲尔比的偏离是区域性特例还是全球性趋势？这些差异究竟源于自然变异还是人类活动影响？这些相互关联的科学疑问最终促使刘济建立了明确的研究方向。

但要真正搞清楚这些问题，需要庞大的数据库支撑。为了填补长期系统观测的空白，团队整合了全球 1971 年至 2020 年间全球范围内的 5.6 万多个浮游生物样本和近 39 万个海水样本

数据，覆盖全球主要海洋区域，垂直范围从海面延伸到 1000 米水深。

“为确保结果的准确性，我们构建了迄今全球最大规模的海洋元素比例数据库。这是前所未有的数据整合工作，历时 1 年才完成。”刘济介绍说。

团队还采用空间加权平均的方法，覆盖 11 个全球海区，包括北太平洋、南太平洋、印度洋、南大西洋、北大西洋等，确保数据具备代表性。据刘济回忆，整个科研过程最难的环节就是数据的整合和标准化，尤其是如何统一不同年代、不同设备、不同实验室的观测数据。“我们团队花费大量精力进行数据清洗与校准，还设计了多重敏感性测试来验证数据稳健性。”

“误差”还是“新突破”？

在分析 2007 年前后数据时，团队最初观察到海洋浮游生物中的 C:P 比与 N:P 比呈下降趋势，曾一度怀疑是测量误差。但进一步构建的模型表明，这一趋势与全球范围内陆源磷输入增加高度相关，提示海洋系统中的磷限制正在缓解。

经过分析对比，过去 50 年中，浮游生物的 C:P 和 N:P 显著上升，并在 2007 年前后达到峰值，随后又出现下降。这一趋势在太平洋和大西洋尤为显著，表明这些变化具有明显的区域性。相比之下，浮游生物的 C:N 较为稳定，而海水中的 C:P 和 N:P 不仅整体高于雷德菲尔比，而且随水深递减。这些结果共同揭示了全球海洋营养元素比在时空尺度上均具有显著动态特征。

“传统的雷德菲尔比具有局限性，该比例忽略了全球海洋在空间和时间尺度上的巨大变异性。尤其是在近年来气候变化和人类活动的干扰下，我们发现这一经典比例无法全面描述真实海洋系统中碳、氮、磷元素的动态变化，存在明显的区域偏差和时间漂移。”刘济告诉《中国科学报》。

这项研究还揭示了一个关键发现——海洋固碳能力可能被长期低估。

“如果忽略了元素配比变化，可能会高估海洋的碳汇功能，并错误判断浮游植物的营养限制类型。”刘济补充说，“我们的数据提示，提升海洋初级生产力、增强碳汇潜力可能需要更合理地补充氮、磷等关键营养盐。这一发现对解决海洋初级生产力养限制问题、优化气候治理

策略具有重要指导意义。”

改变 90 年来的认知范式

这项研究成果直接挑战了雷德菲尔比“恒定不变”的假设。团队指出，若继续使用传统模型，将高估海洋对碳的储存能力，误判浮游植物的营养限制状况，从而影响碳汇评估和全球气候预测模型的精度。

“我们发现海洋生态系统的调节机制可能并没有我们想象的那么稳定，尤其是在强烈的人为干扰下，生态系统的营养结构正在发生显著改变。”刘济介绍，长期依赖固定元素比例的模型可能低估了未来海洋系统的不确定性。

尽管这项研究具有突破性意义，但团队在提交论文时仍然有些忐忑。“雷德菲尔比的影响根深蒂固，要改变学界持续 90 年的认知范式并非易事。”刘济说。但审稿人评价明确指出：“从全球尺度的时空角度挑战开创性的雷德菲尔比，早该成为一项迫切的研究课题。”海洋生物地球化学模型需要摒弃固定的雷德菲尔比，以更好地理解复杂的反馈机制，从而提升对未来海洋生态系统变化的预测能力。

论文的顺利发表令团队成员王海倍感振奋。他表示：“这项成果不仅为当前从事海洋与陆地生态元素研究的学者提供了重要参考，更重要的是提出了一个关键的研究视角——在引用元素比值时，不能简单、粗暴地采用单一标准，必须将其置于全球生态环境的动态关系中进行综合考量。”

“我们开展这项研究的初衷不仅是对现有理论的补充，还展示了人类活动对海洋生态计量不可忽略的作用，表明生物在长时间尺度上一直适应和改造着环境。”王海介绍说，这是对阿尔弗雷德·雷德菲尔比“生物—环境化学计量平衡”理念的继承与发展。

未来，研究团队计划进一步探索海洋中铁、锌等微量元素的作用机制，以及它们是否可能在某些极端条件下主导局部和全球海洋生态功能。同时，他们还将探讨了碳、氮、磷外的微量元素对海洋初级生产力及生态功能的作用机制和影响程度。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01735-y>

全球首家具身智能机器人 4S 店即将亮相

8 月 4 日，在北京亦庄的全球首家具身智能机器人 4S 店 Robot Mall，参观者与机械手互动。据了解，该机器人 4S 店提供机器人展示、体验、销售、售后等服务，进一步完善机器人产业链发展。在即将举行的 2025 世界机器人大会期间，该 4S 店将作为重要的产业服务创新成果亮相。

中新社记者张祥毅 / 摄
图片来源：视觉中国



撤稿越多，扣分越多！印度将论文撤稿纳入排名体系



一些研究人员赞成印度政府的这一决定，称这是承认并试图解决该问题的第一步。但另一些人则警告，撤稿是科学共同体自我修正的一种方式，高校等研究机构不应因此受到惩罚。

“我希望惩罚力度足以起到威慑作用，而不是流于形式。”Agrawal 说。印度科学研究所的 Moumita Koley 对该政策也表示认可，“印度科学界需要进行一些整顿”。

不过，Koley 担心情况不会因此好转。她认为，调整排名并不能消除研究人员和机构以牺牲质量为代价追求论文数量的动机，例如晋升、对高发表量的奖励等。

NIRF 每年都会对研究机构进行评估，评价因素包括教学、参与度、发表量和引用量等研究影响力指标。该排名在印度颇具权威性，高校和研究院所等必须参与排名，才有资格获得国家经费资助。高排名还会带来一些优势，包括自主设计课程的权限。

负责开展全国排名的印度国家认证委员会主席 Anil Sahasrabudhe 表示，印度乃至全球范围内撤稿数量的增长已引起广泛关注。《自然》今年发布的一项分析发现，过去 5 年，有几家印度研究机构被列入全球撤稿论文数量最多的机构。

Sahasrabudhe 表示，该委员会决定通过扣分“点名批评”这些单位，并传递出“不道德研究行为不可接受”的信号。由于今年是首次纳入撤稿指标，目前的惩罚力度较轻，更多是象征性的。

NIRF 将统计过去 3 年中每家机构在 Scopus 和 Web of Science 数据库中被撤回的论文数量。少量撤稿是可以接受的，但一般来说，“撤稿次数越多，处罚就越大”。Sahasrabudhe 说，持续出现多次撤稿的机构可能会受到更大惩罚，甚至列入黑名单。

研究人员表示，排名系统应惩罚那些因剽窃、欺诈或其他研究诚信问题造成的撤稿，并关注不良行为的模式，而非偶发事件。NIRF 仅对印度机构进行排名。到目前为止，尚无其他全球研究机构排名系统对撤稿行为实施惩罚。

（王方）

研究揭示五重孪晶融合生长机制

李俊杰举例称，晶体融合就像在微观世界内建筑施工，化学势是建筑工人，化学键可视作具有自适应特性的“水泥”。传统方式是将常规的长方体纳米晶体进行规整堆砌，该研究则尝试通过动态调整“水泥”的用量和分布，即进行原子与化学键的重新排列，将非规则多面体产丝缝合地融合成完美晶体。

原子尺度的动力学研究表明，不同于以往单晶的整体融合机制，当一个五重孪晶与更小的纳米晶体相遇，或两个五重孪晶以面对面的方式接触时，会通过接触孪晶单元快速融合及重排形成一个新的五重孪晶；而当以顶角接触的方式相遇，其融合动力学过程则明显滞后且缓慢，不利于五重孪晶的形成。此外，此次研究还揭示了由于缺陷的存在，原子柱逐个迁移导致的弯曲晶界形成机制。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1021/jacs.5c06375>

科学家首次观测到理论预言的“三级能隙”

为突破这一限制，研究团队开发了创新的金刚石对顶砧超高压量子输运测量技术，实现在 9 吉帕的极端压力下对莫尔器件的高精度测量。该工作以精准角对齐的石墨烯/六方氮化硼莫尔超晶格为平台，验证了通过压力可大幅增强莫尔势，首次观测到理论预言的“三级能隙”。

这一成果为利用压力调控莫尔电子能带、探索新奇关联物态开辟了全新的研究范式。日前，相关成果在线发表于《物理评论快报》。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/xx5j-hp3p>