

中国科学院院士焦念志： 解决重大科学问题离不开学科交叉

院士访谈

◎本报记者 符晓波

前不久，十余名院士专家共同见证了我国首个海洋领域国家基础科学中心——“海洋碳汇与生物地球化学过程基础科学中心”（以下简称“中心”）的成立。

该中心以“应对气候变化、支撑碳中和需求”为宗旨，通过多学科交叉方式开启全链条海洋研究。中心的领衔科学家是厦门大学海洋与地球学院院长、中国科学院院士焦念志，他长期致力于海洋生态与环境领域的研究，提

出的创新性理论对于实现海洋碳汇排放具有重要价值。

2020年，我国明确提出，力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和目标。

如何才能实现这一目标？近日科技日报记者就此采访了焦念志院士。他将答案指向海洋，并强调了学科交叉对于实现“双碳”目标的重要意义。

结合多年实践，焦念志表示：“学科交叉往往有利于综合性地解决人类面临的重大问题。我国正处于基础科学和技术快速发展的关键时期，更要大力提倡学科交叉，注重交叉科学的发展。”



焦念志 厦门大学供图

实现碳中和目标需要依靠科技创新

记者：在助力实现碳中和目标方面，海洋有哪些潜力？

焦念志：我国已在国际上宣布了“双碳”目标，而作为全球最大的发展中国家，发展仍是我们解决问题的主要手段，实现碳中和必须同时采取减排和增汇（增加碳汇）措施，多路径协同发展。

如果说减排是我国在能源结构调整方面立下的“军令状”，那么增汇则是为国民经济发展开出的“保险单”。海洋占地球表面积的71%，其总储碳量是大气圈的近50倍，陆地碳库的近20倍，是地球表面最大的活跃碳库，助力碳汇排放的潜力巨大，在缓冲气候变化中起到了不可忽视的作用。

记者：基于您提出的海洋微型生物碳泵理论，您一直在积极推动海洋碳汇事业的发展，目前已经取得了哪些进展？

焦念志：我在海洋科研一线已经工作了四十余年，一直在和海洋微型生物打交道。我们发现，海洋中有无数体积微小、但数量极大的微型生物，它们能够把活性有机碳转化为惰性有机碳，从而将碳长期地保存在海洋里。这一理论，为解开海洋碳库之谜提

供了“钥匙”，成为国际海洋碳汇研究的新热点。

目前，我们正在推进的海洋碳汇排放国际大科学计划，以碳中和全球共识为牵引，以海洋碳汇排放科学问题为抓手，已经汇聚了来自33个国家的78家科研院所的科学家。大家通过学科交叉，协同攻关海洋碳汇这一跨学科的国际性难题，目标是打造一个以我国为核心的海洋碳汇排放科研示范基地，建立海洋碳汇排放技术规范和国际标准，为全球海洋碳汇排放提供智慧方案。

记者：打造科研示范基地，建立国际标准，这些工作已不局限于理论研究，更多的是在推动研究成果落地。作为科研工作者，您做这些工作的初衷是什么？

焦念志：科学发展促进社会进步，科学家不应该是待在实验室里“两耳不闻窗外事”的局外人。现实社会要求科学家在公共领域中，不仅要探寻科学真理，还要参与政府决策、传播科学知识，并通过一系列的行动让科研成果惠及社会。例如，全球各国争相提出的碳中和战略目标，就需要依靠科学技术创新才能够实现。



视觉中国供图

文小山：打磨制造业“皇冠上的明珠”

匠心追梦人

◎罗洪焱 陈科

重型燃气轮机是能源领域的战略性装备，被誉为制造业“皇冠上的明珠”。数十年来，重型燃气轮机高温部件的设计制造技术在我国属于空白状态，这极大地阻碍了我国自主重型燃气轮机产业体系的建立与发展。

而文小山就是打磨“皇冠上明珠”的人。作为东方电气集团东方汽轮机有限公司数控车

工、高级技师，他带领团队成员承担了国内首台F级50兆瓦重型燃气轮机燃烧器的加工任务。今年他被授予2022年全国五一劳动奖章。

十年磨一剑，铸就大国重器

重型燃气轮机被称为“世界上最难制造的机械设备”之一。其高温部件——燃烧器等长期运行在金属熔点以上，同时承受着极强的应力，设计制造难度极大。经过长期不懈努力，我国重型燃气轮机零件的国产化率已接近80%，但高温部件依旧依赖进口。



文小山在检查零件 受访者供图

在我眼中没有什么工种划分，所有人在工作中的核心目标都是追求更高的制造效率、更好的加工质量和更低的制造成本。

文小山

东方电气集团东方汽轮机有限公司数控车工、高级技师

基础研究取得不可能一蹴而就

记者：今年，中心的成立为海洋领域基础科学研究打开了新局面。不过，我国基础研究水平与发达国家仍存在差距，而基础研究是科技创新的总开关，未来我们要如何做才能缩小与发达国家在这方面的差距？

焦念志：我国基础研究水平与发达国家有一定差距，这个问题是体现在多方面的，比如对基础研究投入有待提升、全社会支持基础研究的环境需要进一步优化等。但是也要看到，目前我国已经非常重视基础研究，国务院印发的《关于全面加强基础科学研究的若干意见》，就对全面加强基础研究作出了部署。

基础研究是科技创新的基石，但基础研究取得不可能一蹴而就，需要科学家的长

期坚持和付出。这是一个漫长的过程，不能急功近利、急于求成。

广大的科技工作者是推动基础研究实现重大突破的核心力量。做好基础研究工作，一方面要进一步优化科技工作者的考核评价体系，让他们能够在基础科学领域潜心研究；同时，也要加强对基础科研人才的补贴和投入，重视基础科研平台和实验室的搭建，为基础研究及其参与的科学家提供坚实的后盾和优越的实验平台。

除此之外，传承是促进基础研究发展的重要因素。如前所述，要注重对基础研究领域人才的培养，培育更多具有科研精神、视野广阔的创新人才。

传道授业，悉心培育后备力量

1988年出生的文小山，看上去略显单薄，更不善言谈。评价起他来，团队成员言必称“大师”，都说他是“人狠话不多”。

早在19岁时，文小山就已经是高级技师。但他并不满足，身为数控车工，却对制造技术极有兴趣。高速五轴数控机床、车铣复合加工中心、自动化编程、加工过程虚拟仿真……这一切都让他着迷。

“在我眼中没有什么工种划分，所有人在工作中的核心目标都是追求更高的制造效率、更好的加工质量和更低的制造成本。”谈及对工作岗位的认识，文小山如是说道。

为了将自己的生产经验传授给更多人，2021年文小山利用业余时间编写了28万字的《金属切削技术手册》，将自己对切削技术的理解以及现场问题处理的心得整理成册，并且在公司的每个车间进行专题讲座。仅2021年，他就开展了30多场技术讲座，培训人数超700人。

在他的影响下，文小山团队人才辈出，其中3人获得四川省五一劳动奖章，团队整体共申请专利五十余项、论文发表三十余篇。2018年，由文小山领衔的“文小山技能工作室”被评为全国技术大师工作室，他自己也被评为“全国技术能手”。

面对接踵而来的荣誉，文小山淡然一笑，他说：“我和所有在一线技术岗位工作的人一样，只是在一个平凡的岗位上做了一份平凡的工作而已。”

奋斗者正青春

◎本报记者 何亮

前不久，神舟十四号航天员陈冬、刘洋、蔡旭哲密切协同，先后完成了舱外助力手柄安装、载荷回路扩展泵组安装、舱外救援验证等二次出舱活动期间全部既定任务，出舱活动取得圆满成功。

数月后，搭载神舟十四号载人飞船的运载火箭，在酒泉卫星发射中心点火发射，直冲云霄。彼时，作为神舟飞船的设计者之一，黄震看着手机直播画面，气定神闲。

在这位中国航天科技集团有限公司第五研究院总体设计部型号副总设计师的记忆中，神舟八号发射时，他紧张到手心冒汗、睡不着觉。后来每次神舟飞船发射，他多少都有些紧张。但是，到神舟十四号发射的时候，他已变得从容淡定。究其原因，黄震说：“底气来自神舟飞船制造技术越来越成熟，如今它已越飞越稳健”。

在太空完成“穿针引线”

黄震的航天梦源于2003年。那一年，他在北京大学物理专业读大三。我国第一艘载人飞船神舟五号成功发射，当时他暗下决心，要做一名航天人。

7年后，黄震博士毕业，正式入职中国航天科技集团有限公司第五研究院。刚参加工作，他就参与了神舟八号任务，这也是我国载人航天任务中第一次进行交会对接的型号。

那时，包括黄震在内的很多人对将上演的“太空之吻”充满想象。在飞控环节，他担任的是“长城岗”。从火箭点火发射的那一刻起，黄震便紧紧盯着屏幕，一刻都不敢松懈。“长城报告，跟踪正常，遥测信号正常……”北京飞控中心传来黄震的报告声。

神舟八号与天宫一号的飞行速度达到7.8公里/秒，让两个高速运动的飞行器交会对接于一点，相当于在太空中完成“穿针引线”。

“想顺利完成对接，就需要对飞行器实现精确控制，特别是当神舟八号一步步逼近天宫一号时，需要追一步、看一看。”黄震告诉科技日报记者，在外人看来，神舟八号的飞行轨迹走走停停，其实是神舟飞船在严格按照飞控人员的控制指令“赶路”。

“两个飞行器每通过一个环节，我就撕掉用不着的预案，真的非常开心。”黄震告诉科技日报记者，在交会对接成功的一刹那，几百项预案被他全部撕完。

从解“填空题”到答“论述题”

2013年前后，美国的龙飞船已经实现了近地货物运输，用于载人登月的美国猎户座飞船、俄罗斯雄鹰号飞船也已开展研制，如果不抓紧论证我国的新一代载人飞船，中国的载人航天将被国外远远地抛在后面。

就在这时，黄震被幸运地选中，担任总体技术负责人，开始了我国新一代载人飞船和载人登月的论证工作。

“经过这次任务，我完成了一次蜕变。”回想那段攻关历程，黄震向科技日报记者打了一个比方，“如果说在神舟八号任务中我是在完成一道‘填空题’，那么成为新一代载人飞船任务的总体技术负责人，考题就由‘填空题’变成了‘论述题’”。

没有标准答案，有的只是明确的任务：用3年时间，验证我国新一代载人飞船的外形设计以及这个外形能否支撑未来中国几十年的返回再入技术。

黄震带领平均年龄只有30岁的年轻团队迎难而上，从查阅参考资料开始破题，在学习各种空气动力学、流体力学等知识中，一点点寻找解决问题的答案。

那段时间，黄震经常晚上12点多才下班，回到家后还要打一会儿游戏或者看看电视再睡。不然的话，他根本没有办法睡觉，那些盘旋在大脑里的问题会一波又一波地袭来。

直到2016年，黄震借助长征七号首飞的机会，将多用途飞船缩比返回舱送入太空，在绕地球一天后再返回。为了获取完美的气动数据，返回舱一改神舟飞船精确落地控制方式，而采用“无控飞行”方式返回地面。

用7年实现由跟跑到并跑的飞跃

多用途飞船缩比返回舱再入返回的那一天，尽管已经做了充分的准备，但黄震依然惴惴不安。

当飞船与组合体分离的瞬间，黄震屏住呼吸、紧握双拳，当看到飞船自动旋起，他激动地从椅子上蹦了起来。黄震知道，“最关键的一关闯过了”。

最终，功夫不负有心人，多用途飞船缩比返回舱成功返回，完美获取了4%的高精度气动数据，为新一代载人飞船研制奠定了坚实基础。

2020年5月，新一代载人飞船试验船从高度8000公里以上的轨道直接成功返回，落点精度达到10.8环，黄震及其团队成员用7年时间实现了我国新一代载人飞船技术由跟跑到并跑的飞跃。

随着空间站成功建造，新一代载人飞船技术实现突破，我国已具备了开展载人登月的条件，黄震又开启了研制月面着陆器的新征程。漫漫航天路，黄震和团队成员一起锚定载人登月目标，要将航天员送到月球上去，在地外天体上留下中国人自己的足迹。

“未来，我特别希望能在地球和月球之间，建立一个可以自由往返的通道，像我们平时坐飞机一样，可以出差去月球。更远的将来，我希望可以走出地月系，飞向火星。”黄震说。



黄震与新一代载人飞船试验船返回舱合影 中国航天科技集团有限公司第五研究院供图

逐梦星河，他助「神舟」奔向月球