

### 一线调研 加强基础研究

加强基础研究,是实现高水平科技自立自强的迫切要求,是建设世界科技强国的必由之路。近年来,我国坚持目标导向和自由探索并举布局基础研究,取得了一批重大原创成果。

当前,不论是攻克“卡脖子”难题,还是开辟发展新领域新赛道、不断塑造发展新动能新优势,都更加需要将目标导向和应用牵引摆在更重要的位置,从经济社会发展和国家安全面临的实际问题中凝练科学问题。

目标导向如何牵引基础研究,与产业应用有什么关系,如何让目标导向基础研究越做越好?记者走进北京、大连、合肥等地的科研团队,在创新故事中探寻答案。

实现煤炭清洁高效转化,大连化学物理研究所包信和院士团队——

#### 明确攻关方向 另辟应用赛道

在陕西榆林,一套低碳烯烃工业试验装置备受产业界关注。“从合成气一步生产烯烃,这是全球首套。”潘秀莲有些自豪。

潘秀莲是中科院大连化学物理研究所研究员、包信和院士团队成员。她曾在大连实验室和榆林之间频繁奔波,对这套装置分外有感情:“这是在理论上结出的果实,团队为此努力了20多年。”

烯烃是重要的基础化学品,主要从石油中提炼。我国贫油、少气,煤相对丰富,以煤为原料直接制备烯烃,有助于减轻对进口石油的依赖。

过去近百年,煤制烯烃普遍采用费托合成技术。然而,受限于作用原理,费托路线制低烯烃的选择性理论极限只有58%,且生产过程耗水、耗能高,还释放大量二氧化碳,无法做到煤炭清洁利用。

有没有方法突破选择性极限,实现一步高效制取低烯烃?“实现煤炭清洁高效转化很重要,科技要为国家重大需求提供支撑。”中科院院士包信和立志攻关。找准科学问题,明确攻关方向,他带领团队,通过表面结构调控的方法催化机理,提出了“纳米限域催化”新概念。经验证,该理论具有较强解释力,催化反应的神秘面纱逐渐被揭开。

由此出发,他们创制了一种新型催化剂体系,从原理上摒弃传统费托合成路线,实现了高选择性一步制取低烯烃。

探索历程并不平坦。很长一段时间内,反应机理与催化过程的验证实验总得不到理想的结果。问题出在材料、方法还是操作?许多琐碎但关键的问题困扰他们。

用新路线制备烯烃,还得过“经济关”,企业才有积极性,这对催化效率提出了更高要求。包信和团队成员、大连化物所研究员傅强花费了大量时间,钻研、阐释催化机制。为更好观察催化现象,他设计了一些新仪器并发展了系列新方法,带领团队做进一步研究。

“从0到1”的大突破,往往来自许多“从0到1”的小积累。回顾20多年科研历程,包信和表示,“煤制烯烃新路径目标,驱动着团队解决一个个困难。”

“基础研究有的放矢,成果推向应用就会有扎实的成效。”包信和说。确信新技术路线可行后,包信和团队与大连化物所刘中民院士团队以及陕西延长石油(集团)有限责任公司合作,建成了世界首套千吨级规模的煤经合成气直接制低烯烃工业试验装置。

业界专家评价,该技术迈向产业化,将为我国进一步摆脱对原油进口的依赖,实现煤炭清洁利用提供一条新路线。“这个点子上为什么我们没先想到?”了解包信和团队思路后,德国某著名跨国化学公司的资深专家感慨。

2019年,该装置完成单反应器试车,低烯烃选择性优于75%;2020年成功完成工业全流程试验,正加速工程化转化和工业示范……从实验室到工厂,“纳米限域催化”研究实现了从基础研究到应用工程的跨越。

“在实验室,催化剂可能只需1克,在工厂工业试验,催化剂则要1吨。任何一个环节微小的差异,都可能给示范项目造成很大损失。”潘秀莲说,工业试验项目进展顺利,得益于不同团队的协同攻关,也源于扎实的基础研究,“对催化机理了解得清楚,做工程应用自然就更有信心。”

开发新型材料,北京理工大学王博团队——

#### 瞄准产业痛点 推进基础研究

去年10月,国际期刊《科学》刊发报道:北京理工大学王博教授团队开发的一种新型功能多孔材料,能够大幅提高燃料电池功率密度,有望破解氢能规模利用的关键难题。

# 目标导向,牵引基础研究

本报记者 喻思南



图①:包信和院士在调试气氛扫描隧道显微镜。  
谢震霖摄



图②:江俊(右)和团队在调试机器化学家的操作精度。  
张大岗摄



图③:王博在观察多孔材料晶体。  
北京理工大学供图

版式设计:蔡华伟

了重大需求,大家组织在一起就是‘尖刀连’,战略上方向统一,战术上各展所长,形成一个‘形散神不散’的突击队。”王博解释。

团队中,王璐专注于电催化研究,她既是该方向的“特种兵”,又是氢燃料电池科学攻关“尖刀连”的一员。如今,她正着力钻研催化剂如何高效促进氧气变成水——这是氢燃料电池规模应用中另一个关键科学问题。

服务国家重大需求和经济社会发展,基础研究需要“从0到1”的工作,也需要聚焦“四个面向”战略要求。王博认为,两者并不矛盾。今天,面对重大科学问题,多学科交叉融合攻关是大势所趋。王博团队正与北京大学、清华大学、中科大等合作,协同在一些关键问题上攻关,为产业发展筑牢基础。

探索智能化学,中国科学技术大学江俊团队——

#### 人工智能助力 前沿探索加速

走进中国科学技术大学机器化学家实验室,一种化学研究新模式让人眼前一亮:这里没有忙前忙后的科研人员,多数工作由一台机器人完成。它穿梭于操作台间,伸出机械手臂,灵活配制试剂,不仅能根据指令操作实验,还会自主思考实验步骤和方案。

“我们的‘小化学家’拥有‘超强化学大脑’。”实验室负责人、中科大化学物理系江俊教授一脸自豪,“从数百万材料的可能组合中找到最优解,科学家一生都做不完,有了机器‘化学家’,找到备选结果,可能只需要一两周。”

传统化学研究靠“穷举”“试错”等手段,效率不高,而且随着研究对象日益复杂,科研人员越来越难找到合适的材料组合,成为现代化学工业发展的瓶颈。

科学家畅想,借助人工智能开发新工具。但一来缺少高质量训练数据,二来懂计算机的不精通化学,学化学的又多数对计算机陌生。

瞄准这一前沿课题,2014年起,江俊带领一支涵盖化学、计算机、数学的跨学科团队,采用信息学工具大规模采集数据,搭建模型,打磨出我国第一代材料科学知识图谱。

模型有没有用,要在实验中进行进一步验证,这意味着更大的投入。正当江俊犯愁时,中国科学院发布的揭榜挂帅项目帮了大忙。

2021年初,中科院对外发布了当年基础前沿和关键核心技术中的重大科学问题清单。“数据驱动的化学、材料和生物科学的机器科学家”便是46个项目之一。

江俊鼓起勇气申请揭榜,没想到申请时只需写清楚研究的价值、方法等要点。“只写了两页纸,是我写过最简单的项目申请。”江俊说。

经过评审,江俊团队获得专家认可。从2021年到2025年,连续5年共稳定支持2000万元,其间无需考核。经费使用也比较自由,完全根据科研实际需求,自行制定年度预算。

“探索化学和人工智能结合”,是2020年度国家自然科学基金项目指南的一个方向。看中江俊团队的研究前景,基金委先后给予了“杰出青年基金项目”和“重点项目”支持。按以往统计,同一年内,从未有过科研人员同时获得这两项支持,为了加速推动研究,基金委以大魄力开了“先例”。

中科大的人才支持政策帮助也很大。“学校没有科研考核、漫长的评审和论资排辈,只要研究有‘品位’,就有施展才华的舞台。”江俊说,“团队持续专注这一前沿课题,得益于鼓励原创的举措。”

从科研“揭榜挂帅”到建立稳定支持机制,从破除“四唯”到为青年人才减负……近年来,科研体制改革不断深入,为创新团队勇闯无人区提供了支撑。

去年,江俊团队迎来成果收获期:开发了全球首个集阅读文献、自主设计实验、覆盖材料开发全流程的机器化学家平台“小来”。刊发该成果论文的期刊《国家科学评论》评价,研究“将对化学科学产生巨大影响”。

拥有“超强化学大脑”的“小来”正在展现它的价值。中科大教授邹纲专注于光学薄膜材料研究,想找到对比度G因子更高的材料组合,依赖人工一一验证需要几十年。借助“小来”,科研人员仅用10多天时间,就从上千万种的配比选择中找出了20多种材料组合。

同时,西安国际港务区将加快康佳二期、汇芯、国网、西部超导等重点产业项目建设,新引进20家制造企业,打造千亿级临港产业集群;再引进100家以上国际物流、跨境电商、直播企业,打造“总部+产业+电商”中心;引进总部企业10家以上,加快渭南岸部工业区聚集区建设;积极举办国内外大型体育赛事和文艺演出,推动“一带一路”文化交流中心建成投用。

“此次活动将为‘一带一路’沿线妇女儿童交流思想、融通感情、强化合作提供崭新平台,携手开创妇女儿童更加美好的未来。”西安市妇联党组书记、主席陈莉莉表示。

过去一年,西安国际港务区以“建设世界一流内陆港,打造‘双循环’重要枢纽”为目标,全力加快中欧班列(西安)集结中心建设。据了解,截至3月21日,今年中欧班列长安号开行已突破1000列(达到1006列),开行量、货运量、重箱率等指标稳居全国前列。接下来,西安国际港务区将持续推动中欧班列(西安)集结中心建设提质“双提升”,推进中欧班列出口集结中心和西安港智慧通关系统投入使用,开通宝鸡、商洛等“+西欧”集结线路,加大境内外全程时刻表中欧班列开行频次,全力构筑效率高、成本低、服务优的国际现代化物流体系。

### 新语

祝融号巡视雷达揭秘火星乌托邦平原浅表分层结构,全新原理实现海水直接电解制氢……日前,科技部发布的2022年度中国科学十大进展中,很大一部分是基础研究的成果,这从侧面说明,近年来我国基础研究整体实力显著提升。

习近平总书记深刻指出:“基础研究处于从研究到应用、再到生产的科研链条起始端,地基打得牢,科技事业大厦才能建得高。”基础研究之所以重要,是因为它是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。从发挥的作用来看,有的基础研究主要是拓展人类认识自然的边界,开辟新的认知疆域,在这方面,科学家的自由探索比较关键;有的基础研究是要开辟新领域新赛道,面向国家重大战略需求,这类工作通常需要体系化系统性布局,更加突出有组织创新;有的基础研究侧重在市场导向和应用牵引下,突破产业瓶颈和技术难题,解决经济社会发展面临的实际难题,这类工作通常有较强的目标导向。面对科技发展趋势和国家现实需求,在聚焦未知领域开展前沿科学探索的同时,更要坚持有所为、有所不为,将目标导向和应用牵引摆在更重要的位置。

从科技发展趋势看,当前,新一轮科技革命和产业变革加速演进,一个表现是基础研究转化周期大幅缩短,科技创新与生产生活的联系日益紧密。在基础研究上先行一步,就可能抓住技术革新的红利,开辟发展新领域新赛道。从国家现实需求看,我国正在加快构建新发展格局,着力推动高质量发展,解决种子、关键元器件、高端医疗设备等领域的“卡脖子”问题,需要我们从根子上搞清楚基础理论,这是提升我国发展独立性、自主性、安全性的必经之路。

近年来,我国不断强化基础研究顶层设计和系统布局,发布了《关于全面加强基础科学研究的若干意见》和基础研究十年规划等政策文件,科技部牵头或联合其他部门出台了一系列配套支撑措施。如今,基础研究经费投入持续加大,从2012年的499亿元增长到2022年的1951亿元,占全社会研发投入比重连续4年超过6%;科技部针对性更强,围绕量子信息、脑科学、干细胞、催化科学等战略性前瞻性领域,生物育种、人工智能、高端芯片、基础原材料等重大领域,部署了一批重点重大项目,从科学源头和技术根部支撑关键核心技术攻关;科技评价更加合理,破“四唯”和立新标并举,一些稳定的支持机制也让科学家得以坐住坐稳“冷板凳”。

还应看到,我国基础研究无论硬条件还是软环境,与世界科技强国相比都还有一定差距。我们必须以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引,全面深入学习贯彻习近平总书记关于基础研究的重要论述。一方面,要深化体制机制改革,进一步强化战略导向的体系化基础研究、前沿探索的探索性基础研究、市场导向的应用性基础研究,完善基础研究组织体系,加大多元化投入,改进科技评价制度,构建与高质量发展相适应的制度和科研生态,构建符合基础研究规律和人才成长规律的评价体系;另一方面,要建设基础研究高水平支撑平台,打好科技仪器设备、操作系统和基础软件国产化攻坚战,鼓励科研机构、高校同企业开展联合攻关,提升国产化替代水平和应用规模,争取早日实现我国自主的研究平台、仪器设备来解决重大基础科学问题。

(作者为科技部基础研究司副司长,本报记者喻思南采访整理)

### 非遗作品促进文化交流

## 中欧班列长安号文化班列首发

本报西安4月9日电 (记者原轲雄)汽笛长鸣,中欧班列长安号文化班列(西安—哈萨克斯坦北哈州)近日从陕西省西安国际港站首发,满载手绘丝巾、皮影、手工剪纸、麦秆画等非遗作品,跨越3000多公里,将中国的传统文化作品送到哈萨克斯坦北哈州妇女儿童的手中。

此次文化班列携带着西安市少年儿童创作的“我的家乡——西安”手绘画和友好往来书信,以及西安市妇联精心准备的非遗作品。这些作品将通过文化班列运输至北哈州,并经西安爱菊粮油工业集团转交给当地。

在“传播丝路文明 共享多元文化”文化班列首发仪式上,哈萨克斯坦留学生们目睹了非遗项目唐油彩的精彩展示。手艺人将盘中滴入特制颜料,用针尖细的“笔”在水上作画,再轻轻地将盘子放入水中,接着“呼啦”一声,猛地将盘子捞出,原本素白的盘子“印”上了精美的“水中画”。此外,还有刺绣、盘扣、脸谱、麦秆画、泥塑、皮影、剪纸、香包等非遗作品化身“文化大使”,让留学生们近距离感受非遗文化魅力。

“中欧班列续写了源远流长的‘中国奇迹’,中国非遗文化传递了‘中国温度’。作为一名来自哈萨克斯坦的留学生,中国的美好让我留恋,中国的文化让我向往。”西安石油大学石油工程专业专业的留学生小云表示,西安就是她的第二故乡。

“此次活动将为‘一带一路’沿线妇女儿童交流思想、融通感情、强化合作提供崭新平台,携手开创妇女儿童更加美好的未来。”西安市妇联党组书记、主席陈莉莉表示。

过去一年,西安国际港务区以“建设世界一流内陆港,打造‘双循环’重要枢纽”为目标,全力加快中欧班列(西安)集结中心建设。据了解,截至3月21日,今年中欧班列长安号开行已突破1000列(达到1006列),开行量、货运量、重箱率等指标稳居全国前列。

接下来,西安国际港务区将持续推动中欧班列(西安)集结中心建设提质“双提升”,推进中欧班列出口集结中心和西安港智慧通关系统投入使用,开通宝鸡、商洛等“+西欧”集结线路,加大境内外全程时刻表中欧班列开行频次,全力构筑效率高、成本低、服务优的国际现代化物流体系。

同时,西安国际港务区将加快康佳二期、汇芯、国网、西部超导等重点产业项目建设,新引进20家制造企业,打造千亿级临港产业集群;再引进100家以上国际物流、跨境电商、直播企业,打造“总部+产业+电商”中心;引进总部企业10家以上,加快渭南岸部工业区聚集区建设;积极举办国内外大型体育赛事和文艺演出,推动“一带一路”文化交流中心建成投用。