

总第 8938 期
2026 年 2 月 13 日
星期五 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

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>



科学网 www.scienconet.cn

守好粮袋子,点亮绿动能: 他们另辟蹊径酿出“清洁燃料”

■本报记者 孙丹宁

2025 年 2 月,在山东一家企业厂区
内,随着最后一道阀门的精准调节,无
水乙醇从管道终端源源流出——年产
50 万吨钢厂煤气制乙醇项目正式投产。
它“吞下”的是钢厂排放的废气,“吐出”
的却是被誉为“清洁燃料”的无水乙醇,
为国内减碳、煤气化和甲醇的产业升级
注入了新动力。

这一切的背后,源于中国科学院大
连化学物理研究所(以下简称大连化物
所)研究员朱文良与中国工程院院士刘
中民带领的团队,历时十余年攻克的二
甲醚经乙酸甲酯制乙醇技术。近期,该
技术荣获 2025 年中国科学院技术发明
类杰出科技成就奖。而其意义远超获奖
本身,是一条关乎国家粮食安全、能源
自主与产业低碳转型的创新之路。

“我们开辟了煤炭、钢厂尾气清洁
高效利用新路线,还推动了乙醇新兴战
略产业的快速形成,为煤化工产业高端
化、多元化、低碳化发展打造了一条全
新技术路线。”朱文良说。

一条“绕开”粮食的新路径

乙醇俗称酒精,既是重要的基础化
学品,也是公认的清洁汽油添加剂,广泛
存在于人们的生活中。然而在中国,乙醇
汽油的推广却面临着一个窘境。

“关键在于需求大,产量根本不
够。”刘中民一语道破症结。长久以来,全
球乙醇生产严重依赖“粮食路线”,即通
过玉米、蔗糖等发酵制备。对于人多地少
的中国来说,这条路径容易引发“与人争
粮、与粮争地”的矛盾,直接关系国家粮食安
全。因此,发展非粮乙醇技术,成为学术界
与工业界共同追求的目标。

在此背景下,刘中民团队立足我国
化石能源富煤、贫油、少气的特征,旨在
开发出具有自主知识产权的煤基乙醇
成套技术。

煤制乙醇在国际上有两条主流技
术路径,却各有瓶颈:煤经合成气直接制乙
醇,不仅需要用到贵金属催化剂铑,还会
造成设备腐蚀,从而导致生产成本较高;
煤经乙酸制乙醇在乙酸产能过剩时才
有可能实现,同时因反应体系腐蚀性强,必
须用高价特种材料,装置投资巨大。

基于上述限制,团队最终确定以煤
基合成气为原料,先制取甲醇和二甲
醚,再让二甲醚通过羰基化反应生成乙
酸甲酯,最后加氢得到纯净乙醇。随后,
他们成功开发出具有高活性、高稳定性
的分子筛羰基化催化剂,在二甲醚羰基
化研究中取得重大突破,并联合陕西延
长石油集团展开工业示范。



榆神 50 万吨 / 年煤基乙醇装置。
大连化物所供图

2017 年 1 月 11 日,全球首套 10 万
吨 / 年煤基乙醇工业示范项目一次开
车成功,顺利产出优质无水乙醇,实现
了全球首次工业示范。

从“一棵树”到“一片森林”

首套示范装置的成功并非终点,而
是新起点。刘中民团队深知,技术的生
命力在于大规模工业应用和不断优化升级。
随即,团队着手二甲醚经乙酸甲酯制乙醇
技术“从 1 到 100”的推广应用。

全球首套 50 万吨 / 年煤制乙醇项
目,是团队锁定的下一个目标。而从 10
万吨 / 年的规模直接跨越到 50 万吨 / 年,
所面临的挑战不仅是工艺与反应器
规模的简单放大,更是对催化剂性能提
出了更高要求。而团队面临的首要课
题,是如何在借鉴第一代催化剂成功经
验的同时,开发出活性更高、稳定性更
强的新一代工业催化剂。

“我们选择从基础科学问题出发,
比如分子筛铝精准合成、反应选择性的
调控机理等,并结合工业示范中观察到的
全新现象,持续开展新一代核心催化剂研
制。”大连化物所研究员刘红超介绍。

经过无数轮“合成—验证—再合
成—再验证”的循环,历时 4 年,团队终
于成功开发出新一代二甲醚羰基化催
化剂。其活性提升至原来的 1.7 倍,使使
用寿命也从 6400 小时大幅延长至 16400
小时。2022 年 8 月,该催化剂首次应
用于 10 万吨 / 年工业示范装置,性能得
到充分验证,为后续项目的成功投产奠
定了基础。

2022 年 10 月 20 日,50 万吨 / 年煤
制乙醇项目一次投产成功,充分验证了
该技术的先进性和可靠性。

按照 3 吨粮食生产 1 吨乙醇测算,
项目建成投产后,每年可节约生物乙醇
原料粮约 150 万吨。在缓解我国乙醇对
粮食依赖的同时,项目每年还可转化低
阶煤约 160 万吨,为煤炭的清洁高效利
用提供了强有力的技术支撑。

“这标志着乙醇技术正式进入大规
模工业化生产时代。”朱文良介绍。

与此同时,团队也在不断拓展技术
原料来源,让技术适配更多场景。“我国
是世界上最大的钢铁生产国,每年副产
的焦炉气、高炉气和转炉气中富含大量
一氧化碳、氢气和甲烷。当前大部分钢厂
煤气仅用于燃烧发电等,经济性不高,不
仅浪费了宝贵的碳、氢资源,还产生了大
量二氧化碳。”刘红超介绍。

团队将目光继续瞄准核心催化剂,
并优化反应工艺,进一步提高了技术指
标,为大规模工业化奠定了坚实基础。

2023 年底,安徽淮北全球最大 60
万吨 / 年乙醇装置试产成功,2024 年 2
月 28 日一次性开车成功产出合格乙
醇,实现了 20 个月建成项目、两个月全
流程开车。该装置采用焦炉煤气制取乙
醇,为二甲醚经乙酸甲酯制乙醇技术打
开了更广阔的应用天地。

该项目对煤炭进行深度加工,并且
最大限度回收利用焦炉煤气,实现了煤炭
与工业废气的协同利用。”安徽碳鑫科技
有限公司党委书记、董事长张平说。

“如果大量钢厂尾气利用该技术生
成乙醇,将会促进清洁燃料乙醇大规模
生产,满足社会对乙醇的需求,带动一个
新产业。”刘中民描绘了一幅绿色循
环的蓝图:钢铁厂的碳排放废料,变成
了能源化工的宝贵原料,直接推动了钢

铁、能源、环境等多个高碳行业的低碳
化融合发展。

中国技术走出国门

“二甲醚经乙酸甲酯制乙醇技术”
的成功开发与推广应用,不仅为相关产
业注入了新的发展动能,也为国家清洁能
源发展提供了坚实的技术支撑。2024 年,
其价值获得行业认可,荣膺中国石油和化
学工业联合会技术发明奖特等奖。

如今,二甲醚经乙酸甲酯制乙醇技术
的影响力已走出了国门。

团队构建了严密的全球知识产权
网络,在欧洲、伊朗、沙特等 20 多个国
家和地区获得专利授权。截至目前,该
项技术已签订 15 项技术实施许可合
同,产能达 515 万吨 / 年;已投产 7 项,
产能达 265 万吨 / 年,拉动直接投资超
300 亿元。其中,两套装置技术已经许可
给“一带一路”国家,实现了中国原创化
工成套技术的输出。2024 年,该技术获
评共建“一带一路”绿色专利技术,并于
2025 年入选中国在共建“一带一路”国
家和地区发明专利十大优秀案例。

从保障粮食安全,到优化能源结
构,再到助力“双碳”目标,这项技术为
我国粮食安全、能源安全与化工产业链
稳定提供了坚实支撑,也为能源产业结
构低碳转型注入了强劲动力。

与此同时,人工智能的快速发展给
传统研究领域带来了新的机遇与挑战。
刘中民团队积极推动相关研究,通过构
建突破逐级放大的化学工程新方法体
系,打造“实验室小试—虚拟工厂—实
际工厂”的化工新技术研发范式,创新性
提出“1+1+N”人工智能石化化工新
范式,以全链条大数据中心为基础、行
业大模型为桥梁,智能体为应用载体,
构建新的“人工智能 + 化工”生态。

回望来时路,从实验室克级催化剂
的反复试错,到控制屏幕上数十万吨级
装置的数据奔流;从“与人争粮”的困
局,到“点化废气为清洁能源”的畅想成
真,这条中国“醇”新之路,每一步都刻
印着自主创新的执着与智慧。

“未来,我们将聚焦煤化工、石油
化工等融合发展方向,为推动清洁能源
可持续化发展带来更多可能。”刘中
民表示。



深山敲响“金钉子”

■本报记者 张楠

2 月 4 日,立春,爆竹声起。在贵州
省南部的黔南布依族苗族自治州罗甸
县罗苏乡,几乎每个村都有人家在这一
天办喜事。他们要备上 3 天的流水席,
招待全村以及从天南海北赶回来
贺喜的亲朋好友。挂了“囍”花的各地
牌照车辆,在山坡道路两侧顺延排开,
不见头尾。

和着半山腰下远远传来的鞭炮声,
更高处的道路旁,几个年轻的身影一下
下挥动着地质锤,在山体的岩石剖面上
敲击着。而在距离他们一两百米的地方,
一处“不起眼”的剖面,可能很快就会
成为中国的第 12 颗“金钉子”。

山顶的锤声

中国科学院南京地质古生物研究

休刊启事

根据出版计划,本报 2 月
16 日、17 日、18 日、19 日、20
日、23 日休刊。敬请留意。祝各
位读者春节快乐!

祁玉平
(前)、陈吉
涛(中)、要
乐在纳庆剖
面考察。
张楠 / 摄



刷洗一新,以便观测并留存一些影音资
料。她外套里的两层衣服已经湿透,临时
找到的钢刷也已经刷短了半截。

张璐璐刚离开的坡道沟下,南京古
生物所研究员祁玉平、陈吉涛和要乐,
仍在一边比划、记录,一边低声讨论。

这里正是前不久,他们联合国内外
学者向国际地层委员会(ICS)提案的石
炭系格舍尔阶“金钉子”所在地。如果提
案通过投票,罗甸县纳庆剖面将成为中
国第 12 颗“金钉子”。

“其实自己敲样品非常有成就感。”
硕士研究生张璐璐说到开心处,笑得眉
眼弯弯。因为喜爱大自然,她从本科起
就在地质学专业。现在因为经常到野外
采样,张璐璐专门规划了在课余时间健
身以提升体质,尤其注意臂力的强化。
“正反馈相当不错。”她又笑了起来。
张璐璐刚刚把百余米外的一处剖面

不过,“咱们未来的‘金钉子’在哪
儿呢?”《中国科学报》记者在现场没
能识别出具体点位,除了刚被张璐璐刷洗
过的一大块剖面看起来更干净清新,眼
前的山岩似乎没其他不同。

“看到我们标记的‘220’了吗?就是
这儿。”几位科研人员几乎瞬间就指到了
另一个地方。他们对这里太熟悉了,
甚至可能有人敲了一点儿岩石下来,都
一眼可辨。
(下转第 4 版)

40 余年山径寻踪

“金钉子”是全球界层型剖面和
点位(GSSP)的俗称,不仅是全球年代地
层界线的“时间坐标”,更是研究生物大灭
绝、气候变迁等重大科学问题的基石。



习近平对国家自然科学基金委员会
工作作出重要指示强调

强化基础研究战略性前瞻性体系化布
局
支持广大科研人员勇攀科学高峰
产出更多原创性成果

新华社北京 2 月 12 日电 中共
中央总书记、国家主席、中央军委主
席习近平近日对国家自然科学基金
委员会工作作出重要指示指出,国家
自然科学基金委员会成立 40 年来,
在推动基础研究、培养创新人才等方
面发挥了积极作用。

习近平强调,新征程上,希望
你们深入学习贯彻习近平新时代中国
特色社会主义思想,抓住新一轮科技
革命和产业变革历史机遇,坚持
“四个面向”的战略导向,强化基础

研究战略性、前瞻性、体系化布局,
深化科学基金改革,进一步完善资助
体系、提升资助效能,推动营造良
好科研生态,拓展国际合作空间,
支持广大科研人员勇攀科学高峰
高水品科技自立自强、建设科技强
国作出更大贡献。

国家自然科学基金委员会成立
于 1986 年 2 月,经过 40 年发展,
已成为国家资助广大科研人员开展基
础研究的重要渠道。

中国科学院党组召开 2025 年度民主生活会

本报讯 2 月 11 日,中共中国科
学院党组召开 2025 年度民主生活会。
中央第 27 督导组全体同志、中央纪委
国家监委第二监督检查室三处范书之
同志到会指导。中国科学院党组书记
侯建国主持会议,党组副书记吴朝晖,
党组成员孙也刚、周琪、汪克强、丁赤
飚、何宏平、孙晓明参加会议。

中国科学院党组高度重视开好此
次民主生活会。会前,按照中央有关要
求,院党组认真做好各项准备工作。

院党组认真做好各项准备工作,
研究制定会议方案,采取集中学习研讨
和个人自学相结合的方式深入开展理
论学习,广泛征求院属单位和一线干
部职工意见建议,深入查摆突出问题,
认真开展反面典型案例剖析,深入开
展谈心谈话。侯建国主持起草了院党
组对照检查材料,围绕民主生活会主
题,紧扣“五个带头”要求系统梳理和
查摆突出问题,分析问题产生原因,提
出整改措施。党组成员撰写了个人发言提
纲,侯建国逐一审核把关。

会议通报了中国科学院党组深
入贯彻中央八项规定精神学习教育
整改整治情况、2024 年度民主生活会
整改落实情况以及本次民主生活会
征求意见情况。侯建国代表党组对党
政治责任,把全面从严治党要求贯穿
到科技创新各方面全过程,大力弘
扬科学家精神,营造风清气正的创新
生态。

会议通报了中国科学院党组深
入贯彻中央八项规定精神学习教育
整改整治情况、2024 年度民主生活会
整改落实情况以及本次民主生活会
征求意见情况。侯建国代表党组对党
政治责任,把全面从严治党要求贯穿
到科技创新各方面全过程,大力弘
扬科学家精神,营造风清气正的创新
生态。

科学家和成果表示祝贺。他指出,陈
嘉庚科学奖设立 20 多年来,始终坚
守“嘉奖原创引领、赓续科学精神”的
初心,致力于奖励在中国做出的重大
原创性科学和技术成果和优秀青年科
技人才。面向未来,陈嘉庚科学奖将
进一步发挥作为科技创新“驱动器”
“加速器”和“风向标”的作用,面向国
家重大需求和世界科学前沿,遴选与
表彰更多重大原创性科技成果,提升
国际影响力与引领力,倡导弘扬科学
精神,推动营造良好的创新生态和
科研环境,助力科技强国建设。

陈嘉庚科学奖以我国近现代爱国
国华侨领袖陈嘉庚先生的名字命名,
其前身是 1988 年设立的陈嘉庚奖。

2003 年,经国务院批准,中国科学院

和中国银行共同出资成立陈嘉庚科
学奖基金会,并于 2010 年增设陈嘉
庚青年科学奖。

汪克强代表主办方致辞,向获奖



2 月 10 日,“奇骏奔腾——马年科技文化特展”在上海科技馆
正式启幕。特展由上海科技馆与故宫博物院联合主办,通过历史文
物与当代科技的融合,在展览的同一叙事空间中,贯通马科动物
5600 万年的演化史与中华文明 6000 年的进取史。

图为观众在与展品互动。

本报见习记者江庆龄报道 上海科技馆供图