

点石成土，为煤渣废石寻找新出路

■本报记者 甘晓

最近，中国科学院过程工程研究所（以下简称过程工程所）研究员马淑花迎来职业生涯的一个里程碑。她带领团队开发的“煤矸石分质全量化利用新技术”在陕西榆林建成5万吨/年煤矸石分质全量化利用技术中试生产线，并实现全线贯通投产。

该装置经过一系列低成本工艺，每年可“吃进”5万吨煤矸石，“吐出来”3.5万吨生态功能土、1万多吨建筑骨料和少量低热值的煤粉。其中，由煤矸石转化的生态功能土可以用于土壤修复，可谓“点石成土”。

据了解，该项目已与榆林附近煤炭主产区的多家单位达成合作意向，落地后预计每年可消纳煤基固废煤矸石及粉煤灰达3000万吨，大大缓解当地固废的处置压力。

马淑花在铝资源高效利用领域深耕20年，先后在低品位铝土矿、粉煤灰和煤矸石方面实现了多项科研成果的落地应用。

接受《中国科学报》采访时，马淑花分享了她的秘籍：“看似不同的应用，实则核心都是铝与硅的分离与转化，关键在于对科学问题的深刻理解与独到洞察。”

从接洽到投产，仅用1年多

煤矸石是在煤炭开采及洗选过程中产生的固体废弃物，主要由无机矿物和少量残余煤炭组成，还含有黄铁矿等易氧化放热的成分，极易自燃并引发火灾，其中的重金属和多环芳烃等物质也对环境及人类健康构成威胁。

面对全国范围内堆存的煤矸石已高达70亿吨的严峻形势，行业内对煤矸石进行绿色处理的需求萌生。

马淑花记得，前些年时不时有企业向她咨询，能不能做煤矸石。鉴于产业需求，她开始以矿物学和土壤学为视角布局科学研究，为未来应用落地的征程储备充足“粮草”。她计划遵循“道法自然”的思路，让煤矸石变成土壤回归土地。

机会总是垂青有准备的人。2023年10月，经一位同事推荐，陕西省榆林市一家企业的负责人找到了马淑花。作为煤炭主产区，榆林市大规模“石头山”处理问题亟待解决。

很快，企业方相关负责人登门拜访，合作水到渠成。“他们认真听我讲



马淑花（右）与韩凤兰在已完改的盐碱地作物旁合影。受访者供图

解，查看实验数据，观察团队状态，哪怕实验室堆满了样品、略显杂乱，他们也不在意，反而因此更相信我们是一个长期深耕、踏实做事的团队。”马淑花表示，“第一次见面，我们互相感受到了诚意，彼此建立了信任，我就知道合作的可能性很大。”

大约3个月，2024年1月，双方签订合同。技术研发过程中，最大的挑战在于煤矸石的“低价值属性”，因此整个处理工艺必须建立在极低成本的基础上。

经过多次试验，他们突破传统湿法浮选，率先在国内采用干法分选技术。同时，针对残留煤炭中的重金属和多环芳烃，引入矿相机械解离和微生物降解，避免高成本“大化工”模式。

从初次接洽到完成全线投产，短短1年多时间，马淑花的想法就变成了现实。车间里轰鸣的机器声中，煤矸石经过破碎、分选、生化降解等多道工序，源源不断地产出绿色生态功能土，铺平了煤矸石安全回归自然和改良土壤的道路。

而这项技术的另一大特色是“全量化应用”。除生态功能土，煤矸石还转化为建筑骨料和少量低热值的煤粉，没有再生垃圾，做到了物尽其用。

如今，她的新梦想是持续为煤矸石

“增值”。科研人员与企业代表都期待，这些具有优良理化性质的生态功能土能够尽快融入地方生态修复创新链中，真正实现退化土壤的改良，提升土地质量，为改善生态环境、提升农作物品质作出贡献。

一场报告促成两地合作

马淑花介绍，煤矸石是她多年来在煤基固废领域的第二个重要研究目标。在此之前，她成功攻克了粉煤灰的资源化利用问题。

和煤矸石不同，粉煤灰是煤炭在高温燃烧过程中形成的细微颗粒物，主要随烟气排出，经除尘设备收集得到。2009年开始，马淑花投身于粉煤灰资源化利用的研究中，目标是从富含氧化铝的“高铝粉煤灰”中提取铝。

2012至2014年，在当时的国家科技支撑计划（现为国家重点研发计划）的支持下，她主导完成了高铝粉煤灰资源化利用的技术攻关，并建成了国内首个万吨级中试生产线，实现了从实验室到产业化的关键跨越。随着高铝粉煤灰技术的成熟，她进一步将目光转向更广泛的普通粉煤灰。

转机发生在2018年。马淑花赴宁夏银川参加一场学术会议，作了题为《粉煤灰基土壤调理剂的开发与示范应用》的报告，系统介绍了将粉煤灰转化为功能型土壤材料的技术思路。这项技术的核心是将粉煤灰经改性处理，转化为具有土壤调理功能的新型材料，用于退化耕地治理，实现从“废灰”到“沃土”的转变。

意想不到的，这个报告引起了北方民族大学材料科学与工程学院教授韩凤兰的强烈共鸣。“会后，韩教授主动联系我，说非常希望和我们合作。”马淑花回忆，“她认为这项技术在宁夏很有应用前景，当地盐碱地广泛分布，土地改良需求迫切。”

就这样，2019年，一场两地联动的合作正式开启。

在韩凤兰的协调落实下，研究团队找到了两块典型重度盐碱地开展试验。第一年、第二年连续试验结果显示，土壤结构明显改善，pH值和含盐量显著下降，作物出苗率和长势大幅提升。

截至目前，粉煤灰基土壤调理剂推广使用面积达到近2万亩，粉煤灰的高值

化利用技术逐步成熟。2024年年底，相关技术实现技术许可，他们授权给一家企业进行市场化运作。在企业的大力支持下，仅用半年时间，一条标准化的10万吨/年粉煤灰基土壤调理剂生产线即建成投产，为更大规模的推广应用提供了保障。

马淑花感到欣慰：“很幸运，这一合作能把各方的长处都叠加在一起，整合在一条链上。”

科学原理是核心力量

这些年，因为粉煤灰项目，马淑花三天两头就住位于宁夏的农田里跑，每年超过一半的时间都在出差，有时还当天往返北京。她自嘲道：“虽然我出生在农村，但我从来没有种过地，没想到如今这个年纪对种地感兴趣了！”

前不久，她在田里暴晒一天不幸中暑，上吐下泻，痊愈后瘦了5斤。不过，奔忙中，她也获得一个好消息：今年到明年内，粉煤灰基土壤调理剂将在宁夏新增的约1万亩土地上开展盐碱地改良工程。“虽然技术已经转让，我们科研团队还将持续提供支持，推动技术落地。”她表示。

在马淑花看来，技术可以迁移，领域可以拓展，对科学原理的深刻理解是推动技术进步并在不同场景得到应用的核心力量。

2004年，马淑花来到过程工程所师从中国工程院院士张懿攻读博士学位。在参与张懿院士团队工作时，她深入掌握并发展了用亚熔盐法处理低品位铝土矿的反应机理与工程化路径。

亚熔盐是张懿原创的科学概念，指的是一种非常规、临界状态的化学反应介质。采用亚熔盐这种介质，能够更加高效、清洁地从矿石中提取人们所需要的产物。“在攻克高铝粉煤灰的项目时，我发现其矿物组成与低品位铝土矿非常相似，这让我立刻意识到，完全可以将亚熔盐技术迁移过来，用于高铝粉煤灰中铝的提取与资源化。”马淑花回忆。

“目前我聚焦的三个研究对象——低品位铝土矿、粉煤灰和煤矸石，看似属于不同资源类型，但本质上都是围绕铝和硅的分离与转化展开。”她告诉《中国科学报》，“多年来，我深入研究了铝和硅在不同矿物体系中的赋存状态、反应行为与转化机理，逐步摸清了其核心规律。”

资讯

无锡资助新办科技企业最高达千万元

本报讯（记者赵广立）近日，无锡市印发《无锡市促进全链条科技成果转化若干措施》（以下简称《若干措施》），围绕科技成果转化全链条的关键环节制定了12项举措，努力破解“转什么、怎么转、谁来转”等问题。

针对“转什么”的问题，《若干措施》提出组建无锡技术转移高校院所联盟，建立“驻校技术经理人”机制，主动“捕捉”高校院所的科技成果。同时，探索实施“项目经理人”科技创新管理范式，并鼓励科研单位与企业通过“订单式”研发和人才联合培养等方式，建立紧密的产学研合作关系。

针对“谁来转”的问题，《若干措施》提出高校院所人才团队带科技成果转化、领办科技企业，经评审择优可给予最高1000万元资助。在人才评价层面，《若

干措施》还提出将优化科研人员职称评价机制，将科技成果转化创造的经济效益和社会效益等作为科研人员晋升级别、岗位聘任、绩效评价的重要依据并加大权重。

《若干措施》还提出重点科研平台向企业转移转化创新成果，按技术合同实际成交额的10%可获最高500万元支持；高新园区企业承接高能级创新平台成果并落地转化，每项成果最高奖励50万元，单个企业最高可给予500万元。《若干措施》还明确对符合条件的概念验证中心、中试服务平台分别给予最高200万元、500万元建设经费资助，并且每年根据绩效评价给予奖励。此外，新建智能化科技企业，经评审择优可给予最高500万元资助。

中山医院开启建设国家人工智能应用中试基地

本报讯（见习记者江庆龄）近日，在国家发改委、国家卫健委的联合指导下，复旦大学附属中山医院（以下简称中山医院）开启建设“国家人工智能应用中试基地（医疗领域临床医学科研方向）”。该基地以“聚焦临床科研，破解行业痛点、构建生态标杆”为核心定位，致力于打造覆盖“研发—测试—验证—应用”全链条的创新支撑平台。

记者从中山医院获悉，基地建设将重点围绕五大核心能力展开。一是打造算力支撑平台，通过构建符合卫生健康行业安全要求的微调、推理算力集群，严格保障隐私数据“不出域”，为安全高效的数据处理与模型训练提供坚实基础。二是打造全链条模型服务体系，以国产自主可控的基础大模型和人工智能（AI）框架为底座，构

建涵盖模型工程、智能体工程、AI资产管理的全流程服务能力。三是构建可信数据空间，依托上海市卫生健康数据大平台，整合医疗、医保、医药及专病数据资源，提供贯穿数据全生命周期的治理与管理服务。四是开发标准化开放工具链，打造模块化应用开发组件，提升医疗多智能体系统构建效率，并向行业生态开放共享。五是建立立体化安全体系，形成覆盖数据安全、模型安全、应用安全、网络安全的综合运维保障机制，确保各项创新技术在真实场景中合规落地、安全可靠。

在具体应用层面，基地将面向医学科研和智能诊疗能力提升、智能医疗器械开发、智能应用机器人研发等方向，落地一批特色应用场景，并形成一套标准规范。

湖北实验室发布亮点科技成果

本报讯（记者李思辉 通讯员付宸旭）8月7日，由湖北省科技厅主办、湖北省高新技术发展促进中心和湖北技术交易所承办的湖北实验室亮点科技成果发布暨转化路演活动在武汉成功举办。

此次活动旨在总结发布湖北实验室亮点科技成果，加快推进湖北实验室重大科技成果落地转化，服务湖北省各地特色优势产业创新发展，为支点建设提供有力支撑。

此次活动集中在总结发布湖北实验室亮点科技成果，加快推进湖北实验室重大科技成果落地转化，服务湖北省各地特色优势产业创新发展，为支点建设提供有力支撑。活动集中发布巨量信息低成本超长寿命玻璃多维存储技术、“东方慧眼”天地一体化智能遥感卫星系统、治疗A型血友病的双特异性抗体新药、秸秆基生物降解地膜等30项亮点科技成果。协同技术攻关、科技成果转化、服务地方创新发展、与金融机构合作等多类项目现场签约。

“青岛好成果”路演暨合成生物技术成果发布活动举办

本报讯（记者廖洋 通讯员李慧）近日，“青岛好成果”月度路演暨合成生物技术领域成果专场发布活动在青岛举办。该活动由青岛市科技局指导，中国科学院青岛生物能源与过程研究所、山东能源研究院、青岛新能源山东省实验室、青岛工业技术研究院、青岛市合成生物技术创新战略联盟等联合主办。

在高端论坛环节，南京工业大学教授姜岷、中国科学院大连化学物理研究所研究员周雍进现场分享了“非粮碳资源生物降解转化与利用”“合成生物学驱动绿色生物制造”两个主旨报告。随后，青创投、华理青岛研究院、海洋科技大市场分别推介了创投基金、概念验证平台、成果转化生态体系建设。

据介绍，青岛市合成生物

此次活动还开展了湖北实验室科技成果项目路演。洪山实验室的秸秆基金生物降解地膜、东湖实验室的新能源船舶综合电力系统、隆中实验室的芯片刻蚀用高性能长寿命碳化硼陶瓷聚焦环技术等3个项目进行了推介，长江创投、武汉基金、武汉高科、工商银行、长江天使汇、天使联合汇等实验室科技成果投资转化联盟成员单位相关负责人与实验室成果团队进行了现场对接。

湖北省科技厅厅长冯艳飞表示，湖北省科技厅将持续支持湖北实验室围绕全省和产业发展需求，“以需定研”布局科研任务，力争尽快在优势领域取得更多突破性成果，持续组织开展宣传推介和对接活动，促进更多实验室成果落地转化，为区域经济高质量发展提供持续科技支撑。

技术创新战略联盟（以下简称联盟）是《青岛市合成生物创新发展行动方案（2025—2027年）》中提出重点打造的平台，在2024年底正式成立。此次专场活动是为了落实青岛市委、市政府的相关要求，充分发挥好联盟作用，依托“青岛好成果”品牌服务搭建资源互通桥梁，链接政府、科研院所、大企业、服务机构等创新主体，通过举办论坛、路演活动等方式，不断增强联盟的活跃度和影响力，进一步加速合成生物领域优质成果落地转化。

下一步，联盟将聚焦合成生物领域细分赛道，充分发挥平台作用，加快集聚技术项目、资本、产业等要素资源，助力青岛市打造合成生物创新策源高地和高端产业集群。

中国科学院院士、中国科学院杭州医学研究所所长谭蔚泓：应构建开放技术的良性循环机制

■本报记者 孟凌霄

当前，中国在科技成果转化、专利制度与“开放科学”实践等方面仍面临多重挑战。面对“专利多、转化难”的现实难题，亟须在制度层面打通从实验室走向产业的“最后一公里”，在保障国家安全的同时，推动更加包容、协同的科研环境建设，让专利成果更好、更快、更容易地服务人类社会。

日前，中国科学院院士、中国科学院杭州医学研究所所长谭蔚泓就“开放科学”与创新生态及专利转化等话题接受了《中国科学报》专访。

他建议，针对专利转化率不高的现状，国家可探索建立专门的专利转化基金，并与最初产生该专利的科研经费“挂钩”，形成前后衔接、相互联动的机制。这将成为推动“开放科学”和“开放技术”深入发展的关键一环。

《中国科学报》：近年来，开放科学运动已成为全球共识。你如何理解开放科学和开放技术的核心理念？

谭蔚泓： “开放科学（Open Science）”和“开放技术（Open Technology）”是两个不同层面的概念。前者强调科学知识的全球共享，建立在人类共同认知基础上；后者则涉及国家安全、区域利益、个人成就以及产业战略，问题更加复杂和现实。

我们倡导“开放科学”是着眼于人类整体的福祉。公共科研成果应服务于全人类，如果对未知世界的探索、对新技术的开发，不能实现全球范围的共享，实际上是资源的浪费。

我认为，我们应当形成这样一个共识：各国在面对重大的人类健康问题或技术难题时，应以开放姿态开展科技通力合作。这不仅是一种理念，更是一种文化力量 and 影响力。

《中国科学报》：在你看来，当下推动开放科学面临哪些现实挑战？

谭蔚泓：最突出的问题之一是专利和数据的开放使用。

科学家和工程师们耗费大量时间与

精力开发出的技术或获取的数据，一旦申请了专利，就受到法律保护，其他人未经授权便无法使用。这种保护机制本身没有问题，但若专利许可费用过高，导致其他科研团队无法复制或进一步开发相关成果，实质上是一种资源浪费。

如果能够在国家层面，尤其是发达国家，将专利的起始使用费用降到很低，让更多专利有机会进入再开发环节，将真正提升专利的转化效率。

尤其是那些由国家财政支持产生的专利，应该探索更有效的推广机制。国家可设立专项基金，一方面保护发明者的合法权益与收益，另一方面通过国家补贴机制推动这些专利以低成本，甚至免费的方式开放，让更多科研人员和企业有机会去验证、使用和迭代这些技术。大多数专利只有在二次开发、三次开发中才能真正转化为生产力。

相对而言，推动“开放科学”容易，而“开放技术”则更为复杂，更需要国家层面的顶层设计和各级政府制定具体政策。比如，相关部门在支持科研项目时，或可同步设立“专利转化基金”，专门用于推动由此产生的科研成果的开放应用和广泛试验，在保护研究者的利益和创新成果的同时，真正实现知识的共享与落地。

《中国科学报》：从科研人员角度来看，专利本身也是一种具有经济价值的激励机制。你怎么看待专利共享与科研人员经济利益之间的矛盾？

谭蔚泓：这确实是现实中的一个矛盾点。我认为，相关部门应当设立专门的转化激励基金。举个例子，如果有人想购买你的专利，政府可以补贴发明人一部分收益，从而降低专利使用门槛、加快技术的进一步开发和产业落地。很多专利技术非常好，但其价值和影响力只有在进一步开放后才有可能彰显，进而真正发挥其潜力。

对于企业而言，可以根据不同的经济条件灵活定价：经济实力较强的企业按正常价格支付，条件一般的企业可以通过未

来收益或股权回报的方式来回馈。这种机制既有利于技术推广，也能保障发明人的合理收益。

现实问题是，我们国家的专利数量非常多，但真正实现开发并投入实际应用的比例却很低，原因是多方面的。降低专利使用的初始成本，可以作为推动转化的第一步。这也是推动“开放科学”，实现“开放技术”的重要一步。

《中国科学报》：导致专利转化效率低的主要原因是什么？

谭蔚泓：造成专利转化效率低的原因很多，主要有两个方面。

第一，是评价体系的问题。过去几十年里，国家大力倡导“科技强国”“科技大国”，但具体落实中专利和论文往往被当作科研人员评职称、涨工资的重要指标。很多专利是“为了申报而申报”，缺乏实际应用价值。这种“无效专利”比例直接拉低了整个专利体系的质量和转化效率。

当然，近年来国家逐步调整政策，比如提出“破五唯”，这有助于提升科研成果的质量和实用性，使我国的专利转化越来越好。

第二，是专利转化过程中缺乏足够的资金支持。一旦专利转化缺乏启动资金，开发过程就难以推进。因此，我建议国家应设立专门用于专利转化的基金，最好与最初产生专利的科研经费“挂钩”，形成联动机制。

比如，一个专利市场估价是100万元，国家可以预先投入20万元作为启动资金，直接交由发明人。这样一来，发明人在与企业谈判时就有了谈判的“底气”，更愿意将专利用于实际转化，从而更容易达成合作。这一机制既能保障创新者的合法权益，使其劳动成果得到尊重与合理回报，激励持续创新；同时也能大幅降低转化的门槛，推动更多专利技术的开发和利用。

总的来说，要推动专利高效转化，政府和企业应共同参与，形成协同机制。这正是“开放技术”的核心所在。不仅科研人