

# 复旦大学赵东元、李伟团队创制有序介孔高分子和碳材料 微观世界“造孔”源自异想天开

## 国家自然科学奖一等奖

国家科学技术奖今天公布。中科院院士、复旦大学化学系教授赵东元、教授李伟等完成的《有序介孔高分子和碳材料的创制和应用》项目，原创性提出有机-有机自组装思想，创制了有序功能介孔高分子和碳材料，揭示介孔独特的物质输运和界面反应规律，获自然科学一等奖。这是新材料基础研究的突破，也是 18 年来上海再获国家自然科学奖一等奖。

### 为“异想”苦战5年

这是一项微观世界的研究。“介孔材料是一种多孔材料，孔径在 2-50 纳米。而功能化介孔材料，是将介孔材料改性而使其具有不同的功能”，赵东元介绍，介孔材料是 20 世纪发展起来的崭新材料体系，具有规则排列、大小可调的孔道结构及高的比表面积和大的吸附容量，在大分子催化、吸附与分离、纳米组装及生物化学等众多领域具有广泛应用前景。

2002 年前后，整个介孔材料都局限于无机材料。赵东元突发奇想：做了这么多无机介孔材料，能不能创造一种有机的高分子材料，



■ 赵东元(右)在做实验

又软又轻又好用，还能在国民经济中创造出非常高的价值？为了攻克这个难题，赵东元组建科研团队，苦战 5 年。回顾整个过程，赵东元感慨，实验之所以做成，一是因为“异想天开”，二是足够幸运。“整个合成过程非常复杂，就像是在一个黑箱子里乱撞。”

如今，在赵东元办公室隔壁的陈列室，留存着当年课题组成员积累的一本本实验笔记和博士论文。成员孟岩的博士论文《有序的有机高分子介孔材料的合成与结构》记录着：起

初，实验怎么也做不出介孔，做出的全都是抱团的纳米粒子……转机来自一位复旦转专业本科生。2002 年，复旦大学在全国率先施行本科生转专业制度。酷爱化学的历史系学生顾栋，申请转系，后选择赵东元作为本科生导师工作。时隔十几年，如今已是武汉大学教授的顾栋，忆起 2003 年 10 月 7 日深夜，依然难掩激动。当天他用一种反常规方法测试得到一组非常漂亮的数据。“顾栋非常聪明，他提出把高分子先聚再合成的做法，一下子把步骤从 5 个简化成 2 个。”赵东元在学生的启发下打开了思路。接下来两个月，大家紧锣密鼓、调节参数、测试分析，年底就基本得到了所有数据。2005 年，赵东元在《德国应用化学》上发表文章，在有机-无机自组装的基础上首次提出有机-有机自组装的新方法，并将实验方法公之于众。至今已吸引 60 多个国家和地区 1500 余家科研机构跟踪研究，利用相似方法研究介孔高分子、碳材料等，发表论文 4 万多篇。国际学术界评价这项研究的贡献为“先驱”“里程碑”“突破”“重要进展”等。

### “天生我材必有用”

介孔原是一项基础性研究，如今，赵东元

要把它应用起来。“化学是离工业最近的一门基础学科，很多研究成果都能实现转化。”赵东元相信“天生我材必有用”，既然能创造出这个结构的材料，那么肯定能找到它的用途，哪怕目前来看还太昂贵。

经不断压缩成本，赵东元团队将科研成果投入到工业化生产，开展大规模制备。比如：将介孔材料作为催化剂使用，大大提高重油转化效率，全国推广后每年可为中石化增产约 150 万吨的高质量油品。在民用方面，目前尚未实现，赵东元也早有一番畅想：介孔材料在工业上已经作为绝缘隔热材料使用了，是不是将来也可能应用到衣物上呢？比如用纳米孔制作衣服，既轻薄，保暖性又强。他们现在正在做一种利用有机高分子介孔材料做成的液体，“将来抹在身上，薄薄一层，就能完全隔热，你根本都看不出来，零下三十摄氏度都不怕。”

赵东元自称“造孔之人”，“相当于拿个凿子，在你们看不到的微观世界里造孔”。研究多孔材料多年，他养成了一种职业病——平时但凡看到什么材料，他都想把它打成孔。各种“异想天开”，也成为他科研工作的动力和源泉。 本报记者 张炯强 马亚宁

## 国家科学技术进步奖一等奖

## 水稻遗传



■ 罗利军

民以食为天，我国到底有多少水稻种植资源呢？荣获 2020 年度国家科学技术进步奖一等奖的“水稻遗传资源的创制保护和利用”，首次给出了一个完整准确的答案。

水稻是我国最重要的粮食作物之一，优良品种是实现水稻高产稳产基础。上世

## 摸清水稻家底 培育优质大米

纪 50 年代矮秆水稻和 70 年代杂交水稻品种的选育与推广，使我国水稻产量实现二次重大的突破。至上世纪中后期，水稻育种一直没大进展，主要囿于种质资源利用效率低，品种遗传基础狭窄；品种存在高产与优质、高产与抗病、高产优质与抗逆性等优良性状难以兼顾的矛盾等。对此，项目组织成立中国栽培稻分子育种协作组，在国家“863”“948”等重大、重点项目资助下，历时 20 余年，系统进行水稻遗传资源的收集保存、研究评价和创新利用，在种质资源保护和利用平台的构建、重要种质的创制与共享利用、重要性状的基因发掘与遗传剖析以及适应不同生态条件的水稻新品种的培育上取得重要进展。

“我们首先构建水稻种质资源保护与利用平台，实现种质资源从收集鉴定、种子处理、入库贮存、安全监测到分发利用的高效管理和安全保存。共收集水稻遗传资源

20 余万份，使我国水稻遗传资源保存量增加 130% 以上。”项目第一完成人，上海市农业生物基因中心首席科学家罗利军告诉记者，这解决了我国水稻育种和基础理论研究中遗传资源缺乏问题。

在此基础上，来自全国各地的育种科学家们共同建立了基于扩大遗传基础的种质创新和品种选育技术，解决了水稻育种中优质与高产、高产优质与节水抗旱等优良性状难以兼顾的难题。截至目前，项目在全国范围内分发利用优异资源，育成的新品种在国内累计推广达 11.9 亿亩，获经济效益 1680.6 亿元。显著丰富了我国水稻遗传资源，使我国稻种资源的保有量居世界首位。

据介绍，本项目是由上海市农业生物基因中心主持，联合中国水稻研究所，中国农业科学院作物科学研究所等多家单位共同完成。 本报记者 马亚宁



■ 周俭(中)在做手术

由于发病隐匿，70% - 80% 肝癌确诊时已为中晚期，大多人失去手术机会；即便手术，术后 5 年转移复发率仍很高。复旦大学附属中山医院教授周俭带领团队，在樊嘉院士指导下，历经近 10 年研究完成项目“基于液体活检和组学平台的肝癌诊断新技术和个体化治疗新策略”，获国家科学技术进步奖二等奖。项目覆盖肝癌诊治三大临床痛点：早期诊断、术后转移复发，以及个性化精准治疗，显著提高了肝癌病人的总体生存率。

团队成果之一是建立循环微小核糖核酸（miRNA）肝癌早期诊断新技术。长久以来，甲胎蛋白（AFP）在临床上主要作为原发性肝癌的血清标志物，用于原发性肝癌诊断和疗效监测。但团队在多年临床应用中发现其存在不足，樊嘉、周俭找到分子标记物——微小核糖核酸 miRNA，其诊断率超 80%。如今成果已转化研制出国际首个肝癌 miRNA 检测试剂盒，在全国 200 多家医院临床应用。miRNA 和 AFP 合在一起检测，大大提高了早期肝癌诊断准确度。团队研发循环肿瘤细胞（CTC）预警肝癌转移复发新方案，证实外周血 EpCAM+CTC 是肝癌转移复发的“种子”，可作为肝癌切除术后转移复发的独立预测指标，比影像学提前 4.8 月、比 AFP 提前 8.5 个月预警肝癌转移复发。该研究正式转化成国际首台全自动 CTC 分选检测系统，实现同类进口设备的替代升级，成为中山医院常规检测，价格降了，病人负担减轻了。

实际上这不是中山医院肝癌研究所首次拿国家科学技术奖。周俭说：“上有汤钊猷、樊嘉院士打下的基础，下有不断补充进来的年轻力量，一边还有科研合作伙伴，我们的目标就是要提高病人的生存率。” 首席记者 左妍

## 医疗影像



■ 全部核心部件自主研制的 3T 磁共振系统

心脑血管神经和肿瘤等多种重大疾病影像诊断的金标准，来自以磁共振为代表的大型尖端医学影像设备。不过，一般患者不病到膏肓舍不得做。因为国外垄断高端医疗影像核心技术，我国百万人口磁共振拥有量不足美、日等国十分之一，而进口设备价格昂贵。直到今天荣获 2020 年度国家科学进步奖一等奖的一项上海成果，自十年前开始萌芽，大病“难看”的尴尬局面逐步破冰。

## 缓解大病“难看” 攻坚最难技术

这就是上海联影医疗科技股份有限公司牵头，携手中科院深圳先进技术研究院以及中国人民解放军总医院、复旦大学附属中山医院联合完成的“高场磁共振医学影像设备自主研制与产业化”。以磁共振为代表的大型尖端医学影像设备是临床医学诊断的必备工具。但是，由于超导磁体研发难度大，成像电子学门槛高，涉及学科门类繁多，技术体系精密复杂，加之成像速度慢这一行业一直难以逾越的瓶颈，研发难度极大。

2007 年，项目首席科学家、中国科学院深圳先进技术研究院郑海荣研究员，回国并建设保罗·C·劳特伯生物医学成像研究中心，部署研究磁共振成像等前沿技术。2011 年，中心和联影启动了高场磁共振系统研发项目，用前沿科学技术引领工程创新，在高端医学影像领域开展创新探索，迄今双方已成为了紧密联合体。“我们朝着共同的目标前进，将产学研医深度融入到每一环节。研究院和企业有机地结合在一起，有效地降低了科技成果转化的风险，形成了一种有效的创新生态。”郑海荣说。

“我们选择了最难、也是可以自主可控的路，在短短几年联合攻关突破了谱仪、射频功放、梯度功放、梯度线圈、射频发射线圈、超导磁体等一系列关键技术，实现了 3T 磁共振系统全部核心部件的自主研制。”联影医疗董事长张强表示。

据介绍，项目通过快速成像理论与方法等自主创新，另辟蹊径、突出重围，在成像电子学部件、快速成像方法和高端临床应用等方面获发明专利 124 项、授权美国专利 11 项，建立了包括理论方法创新与专利群布局在内的攻防兼备的知识产权体系，有力保障了本项目产品全面进入国际市场竞争。

“现在不光是医生，青年一线操作技师都喜欢联影产品。”复旦大学附属中山医院放射科主任曾蒙苏表示，“21 世纪科研不再是‘单打独斗’，必须依靠团队合作的力量。同时，需要多学科创新联动，医疗器械更是多学科交叉的领域，离不开产学研医的深度融合。期待未来高端医学影像设备成为继高铁后的第二张‘中国名片’！”

本报记者 马亚宁