

“科技大包干”激发创新动力

▶安徽实施“科技大包干”改革3年来，共在1421个科研项目开展了试点，省财政共支持经费19798万元，改革措施平均节约科研人员15%到30%的时间

▶针对科研成果纳入国资“定价难”、走向市场“转化慢”，2020年，中国科大率先开展“成果赋权”改革试点，创新提出“赋权+转让+约定收益”的新模式



中国科学技术大学博士研究生在实验室调试“机器化学家”（张端/摄）

科研人员“负担重”、科技管理“审批多”、国有资产价格“界定难”、科创成果“转化慢”……瞄准这些束缚科技创新活力的现实难题，近3年来，安徽探索实施“科技大包干”改革，加快激发创新动力。

“科技大包干”改革分为两个部分，前端是试点改革科研经费管理方式，以经费使用权下放等方式，最大限度压缩不必要的经费审批，让科学家主导科研、有更多精力关注科研本身、按实际情况合理利用科研经费，提升资金使用效益。同时放管并重，制定经费使用负面清单，守牢科研经费使用监管红线，避免科研浪费。

改革后端是通过职务科技成果赋权试点改革，调整科研成果转化主体和程序，由科研团队直接在市场进行科技成果转化，简化审批流程，提高科技成果转化时效。

通过这项改革，安徽打通科研从实验室到市场的多重“梗阻”。据统计，2023年安徽省高新技术企业数增长28%，总量居全国第8位。

科技型中小企业数增长54%，总量居全国第7位。新增国家级专精特新“小巨人”企业129户，总量居全国第8位。安徽省科技厅相关负责人说：“‘科技大包干’改革以信任为前提、以诚信为底线、以激励为导向，使科研人员能够心无旁骛专注创新，以小切口实现大突破。”

科研减负：预算表从17页缩减到1页

今年初，中国科学技术大学（下称中国科大）杜江峰院士团队传来好消息，他们在量子精密测量领域取得重要进展，定位精度最高达到1.7纳米，有望为10纳米以下芯片的

缺陷检测提供一种有力的技术手段。

“85后”教授石发展是实现这项成果的科研人员之一，谈及团队和自己近期在量子信息研究方面的多次重要突破，他说这不仅得益于科研业务上的“增量”，也得益于管理事务上的“减量”。

近年来，安徽省积极探索开展“科技大包干”改革，改革分为两部分，第一部分为科研项目经费使用“包干制”改革试点，核心是“最大限度压缩不必要的经费审批”。

“做课题组长，先要做财务专家！”安徽省科技厅相关负责人告诉记者，这是流行于国内科研一线的“段子”。改革前，科研项目经费预算表里要列出未来几年的研究经费细化清单，包括材料费、运输费、装卸费、测试化验加工费、会议费、差旅费等，各项经费都要预先安排明白。“有时候一份科研项目申请书里，财务预算表比科研方案还长。”石发展说。

为改变这种情况，2020年，安徽首先在中国科大试水并逐步推开项目经费使用“包干制”改革试点，可做可不做的经费审批一律不做，可有可无的环节一律取消。

中国科大将经费审批权下放，取消预算收支计划等预算编制，科研项目负责人可以根据项目运行情况，在规定的范围内自主决定经费使用方式和支出项目，做到谁负责科研项目谁管理经费，把钱花在刀刃上。截至目前，学校依托改革试点，累计包干项目600多个、涉及经费超过8亿元。

放权的同时，“科技大包干”注重放与管有机结合，信任而不放任。实行诚信承诺，建立科研项目经费使用普遍性禁止、具体性禁止两个负面清单，与科研团队签订诚信承诺书，项目负责人对经费使用的合规性、合理性、真实性负责，对违规使用科研资金的及时给予处罚。

石发展向记者对比展示了“科技大包干”改革前后的两份科研项目申请书，经费额度同为450万元左右，改革前的财务预算表长达17页，改革后减少到1页。科研减负让科研人员有更多时间和精力专注于科研业务，经费使用也更灵活方便，激励更多高质量成果涌现。

“三大包干”：尊重科研规律 释放科研生产力

安徽科研项目经费使用“包干制”改革试点具体包括“三大包干”：

——项目经费包干。取消预算编制，项目负责人在科研方向、路线不变的情况下，根据实际情况自主决定经费支出方式，事后备案即可。

——科研组织包干。允许在经费总额范围内根据需求调整科研方向、路线。“打酱油的钱也可以买醋”，赋予项目负责人设备购买自主权和人员使用自主权，最大限度让科学家主导科研。

——科研绩效包干。加大科研绩效奖

励，允许项目负责人根据团队成员实际贡献发放奖励。

在采访中，科研人员对改革最多的评价是“符合科研规律”。

“科学有未知性，很难在科研项目书里把今后5年的需求都想清楚。”中国科大化学与材料科学学院教授江俊近年来带队研发的“机器化学家”项目前不久干成了一件大事，成果蜚声海内外。

人类梦想到火星上栖居，首先要解决缺氧问题，利用火星陨石研制制氧催化剂是可行的技术方案之一。根据陨石的多种化学成分，有376万多种可能的组合配方，靠科研团队按传统方法测算需要两千多年。

而“机器化学家”很快就学习了5万多篇相关的化学论文，用“智能大脑”思考并设计出一个基础配方，然后做实验并根据结果不断调整配比，前后仅用6周时间就找到最佳配方，研制出一种新型制氧催化剂。

江俊说，项目实施时，会发现有些稀缺型的高端科研设备，意向厂商突然不卖了，别的厂商借机涨价。按以前的管理方法，变更设备采购要经过多道审批，费时费力，改革后，按照科研组织包干的相关规定，科研人员有了设备购买自主权，可以灵活调整为“买替代性设备”或自主研发。“在该项目中，我们购买了一套数字机械臂，但厂商只卖硬件，不告诉我们软件接口。”江俊表示，按科研绩效包干规定，我们提高劳务费，激励项目组成员得以自己动手测试上千次，逆向开发出一系列创新功能。

“机器化学家”展现出的惊人科研生产力，是安徽“科技大包干”改革的具体成果之一。改革使科研过程更符合科学研究的不确定性、不可预测性、创造性，科研团队无需详细规划，能够迅速集合起算法软件、机器人、化学各领域专家，共同设计软件架构、编写程序、进行电化学测试等，最终实现人工智能驱动机器人做实验，改变了以“试错”为传统方法的化学研究范式。未来，以“科技大包干”改革驱动的人工智能，可以助力半导体器件与芯片、高分子材料等多种领域的精准创制，推动颠覆性科技创新成果竞相涌现。

据统计，安徽实施“科技大包干”改革3年来，共在1421个科研项目开展了试点，省财政共支持经费19798万元。从目前了解情况看，改革措施平均节约科研人员15%到30%的时间，提高了科研经费使用效率，激发了科研人员积极性。

成果赋权：激励创新加快形成新质生产力

近日，中国海洋石油集团有限公司发布消息称，“海洋石油720”深水物探船搭载我国自研的海洋拖曳地震勘探采集装备“海经”系统，首次完成超深水海域地震勘探作业，并发布了我国首张超深水三维地质勘探图，使我国成为全球第三个拥有全套海洋地震勘探拖缆采集装备的国家。

这个成果背后离不开一家成立刚满两年的初创公司——合肥中科采象科技有限公司，他们为“海经”系统提供了技术支持。而中科采象，正是安徽科技体制改革催生的

产业化成果之一。

之前的科技成果转化多采用“先转化、再奖励”模式，即先将科技成果市场转化，再以股权、现金等形式给予科研人员奖励，这种模式主要有两方面问题：

——审批流程较长。成果转化要经过多级审批，流程长、要求高，仅作价入股流程就需经过可行论证、单位决策、评估备案、产权备案等10个环节。“往往容易错过市场时机。”一位曾创业的知名学者说。

——国资流失风险不确定。科技成果转化天然高风险，据美国咨询机构德拉加娜·孟德尔统计，硅谷75%的创业公司在5年内倒闭。按“先转化、再奖励”模式，科技成果需要先确定价格并列入国有资产，如日后效益不佳，单位乃至科研人员就要承担国资流失风险。

针对科研成果纳入国资“定价难”、走向市场“转化慢”，2020年，中国科大率先开展“成果赋权”改革试点，属于“科技大包干”改革的第二个部分，创新提出“赋权+转让+约定收益”的新模式，可概括为“先转让，后分成”，先将科技成果所有权通过赋权的方式转让给项目完成团队，学校不再享有成果所有权，再通过协议约定，经市场定价后，学校享有科技成果转化的部分收益。

中国科大相关负责人说，这样既可以让科研团队减少科技成果转化的审批流程，便捷地融资、转化，也保障了国有资产的应有收益。

2023年，安徽省在总结中国科大赋权改革的基础上，按照“应试尽试”原则，遴选出106家单位参与“成果赋权”改革试点。截至2023年底，中国科大通过改革试点方式转化成立33家公司，知识产权评估金额约2亿元；赋权企业经过融资后，知识产权估值约18亿元，公司市值累计约74亿元。

“改革前的2015年到2019年，学校5年转化出9家企业。这次改革试点3年多时间，学校就新转化出38家企业，老师们的创业热情明显被激活了！”中国科大成果转化部门相关负责人介绍，下一步他们将探索建立运用“赋权+转让+约定收益”职务科技成果转化模式的国有利益保障机制，完善转化企业的服务体系、相关风险防控和尽职免责机制。希望在保障国有利益前提下，遵循市场和企业发展规律，通过多层次的尽职免责机制，减少科研人员顾虑，鼓励科研人员积极开展科技成果转化。

“新模式简化流程、规避风险、方便融资，让我们可以去做以前不敢做的事。”中科采象创始人、中国科大副教授曹平说，改革后高校教师可以直接拿着赋权后的成果、专利去找投资机构，投资机构也很认可这种新模式。

“成果赋权解放了科技生产力。”中国科大校长包信和院士如此评价。

量子计算、深海探测、抗癌药物、电源芯片……安徽通过“成果赋权”改革激发科研人员创新创业热情，积极培育未来产业，加快形成新质生产力，增强发展新动能。

（原载于《瞭望》2024年第13期，记者徐海涛、周畅、水金辰，本文有删减）

智能机器化学家“小来”，来了！

日前，中国科学技术大学的科学家们利用火星陨石成功创制出实用的产氧电催化剂。这个成果最特殊的地方在于，所有实验都是由机器来执行的——科学家们建立了庞大的数据库，开发自主知识产权机器指令集源代码，打造出世界上最先进的智能机器化学家，通过人工智能驱动机器人实验，解决了复杂优化难题，在两个月内就取得了实验成功，获得了预期效果——

1.建立化学研究智能新范式

数千年来，人类在化学领域不断解锁物质世界的奥秘。从对微观世界原子和分子的深入研究，再到对电子和原子核的探索，我们制造出许多令人惊叹的物品和材料。这些不懈努力使人类拥有了药物、塑料、电池、化肥等各类化学品。

化学学科发展经历漫长历程，古代从实践中获得基础知识，炼金术时代追求黄金合成，17—18世纪化学革命催生氧气、元素概念，19世纪有机化学崛起，休克尔提出结构理论，20世纪涌现量子化学、生物化学。当代，化学涉足纳米、环境、材料等多个领域，成为解决全球性问题的关键科学。

但化学又是一个需要一点运气的学科——能产生反应的物质有很多，不同的量会带来不同的结果，更关键的是，反应釜完全是个“黑箱”，里面会发生什么，过程如何，在很多情况下是无法计算和计量的。因此，化学领域总有很多“无心插柳”的成果，也有很多“白发叹息”的无奈，要想得到想要的结果，可能需要很长时间。

21世纪飞速发展的人工智能和大数据技术，有望为化学这一古老学科赋予更多的可能性，为化学研究领域带来前所未有的革新与挑战。

我们团队历时9年，利用人类几千年积累的化学经验和知识，建立了庞大的数据库，自主开发了高效科研机器人指令集，打造出世界上最先进的智能机器化学家。通过人工智能驱动机器人实验，以智能新范式在两个月内破解了人类实验需要两千年的复杂优化难题——利用火星陨石成功创制出实用的产氧电催化剂，这一成果发表在国际学术期刊《自然-合成》上。自然新闻（Nature News）专门采访美国航空航天局的火星资源利用计划并照各自优势，认为我们为火星探测和地外文明探索提供了新的技术手段。

团队把这个智能机器化学家命名为“小来”，标志着未来物质科学探索的新纪元。它与人类智慧的结合将开启物质科学全新的可能性，引领人类在星辰大海中不断追寻知识的边界。

2. “小来”的诞生

“小来”的诞生凝结了研究团队老中青三代研究者的智慧。

中国科学技术大学教授、中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心主任罗毅，在谱学方面见解独到。他带领团队对重要元素与化合物进行深入的谱学研究，用智能化的现代科学技术手段，建立起一套相对精细完整的谱学智能模型，使得“小来”具备了精准的谱学探测与解析功能，拥有了

犀利的“感官”，得以在未知场景下探寻深层物质结构。

谱学让物质感知成为可能，而如何真正实现对物质的深层次理解则成为新的挑战。笔者带领团队建立起包含各种物质和材料的科学大数据库，结合现代日新月异的科技手段，把过去、现在和未来的知识串联起来。历时9年，我们搭建了中国人自己的材料大数据库，发展谱学智能模型算法，深度探索物质世界的“谱-构-效”关系。

尽管团队汇集了一批物质科学领域最优秀的科学家和研究生，这条路也并非一帆风顺。为了培育“小来”的“化学大脑”，使其实现对物质的真正理解，首先要让“小来”能够自主阅读人类文献资料获取知识，这需要对海量文本数据做人工标注。“小来”拥有的千万条有效标注的数据，是全校上百名同学接力完成的。这些最优秀学子默默承担起枯燥烦琐的重复劳动，才最终使得

“小来”能够快速阅读并分析文献资料，从前人宝贵的知识中汲取充足的养分，不断进化“化学大脑”，产生化学智能并理解物质的真正含义。

拥有了犀利的“感官”和“化学大脑”，如何驱动“小来”实现更快速、准确的实验设计和操作分析，协助人类科学家更高效地解锁物质世界的奥秘呢？

团队里的年轻人挑起大梁。他们夜以继日，机械设计、程序编写、材料选配、设备定制、工艺整合、软硬件系统集成等，花费大量时间摸索并寻求解决方案。拥有“化学大脑”的“小来”要想进一步升级迭代和完

成各种实验操作，需要和所有其他最先进的化学实验设备兼容适配。移动机器人和智能化学工作站的联动需要全方位整合设计工艺流程，极其复杂烦琐。最开始调试整合时，仪器设备不配合响应，同学们连续3个星期在实验室里，不断重复发送信号，等待反馈、记录响应的动作。3000多次的重复，一点点地逆向试出了底层控制逻辑。他们编写的驱动程序成功对多类科学仪器实现了远程控制，后来知名设备厂商主动联系团队希望购买该类程序。

在无数次通宵达旦的工作后，融合化学“大脑”，集成2台移动机器人、19个智能化学工作站和高通量计算系统，覆盖科学方法论全流程的机器化学家平台诞生，“小来”终成完全体。

3.化学家的好“助手”

机器化学家并非可完全取代人类科学家，而是与我们协同工作的重要伙伴。

团队的实验科学家朱青首先感受到“小来”的强大之处，在“小来”的协助下，短短5周内就开发出原本通过实验试错需要1400年才能成功的高熵催化剂。他说：“以前做实验要没日没夜在实验室盯着反应，反复尝试，而现在只需要坐在电脑屏幕前，输入研究目标参数，‘小来’便可自主阅读文献并提出实验方案，自动执行计算-合成-表征-测试的全流程，总结规律并给出精准预测，最终解决问题。这已经改变了实验科学的传统试错研究范式！”

在火星陨石的实验中，“小来”利用火星陨石创制产氧催化剂的成功也让深空探测