

面向化学拔尖创新人才培养的地方高校

实验教学模式探索与实践

教学成果总结报告

本教学成果聚焦化学拔尖创新人才培养需求，自 2016 年开始探索，开展了针对化学实验课程适配方式、资源更新机制、效果评价体系的系统创新。历经 10 年研究和实践，成果渐趋成熟和丰富，形成了“个性培养、创学融通、评导协同”的特色化学实验教学模式，获得河南省教学成果特等奖 3 项，一等奖 1 项。

一、成果背景及主要解决的教学问题

习近平总书记在党的二十大报告中指出，“着力造就拔尖创新人才，聚天下英才而用之”。当前，在全国 1412 所本科高校中，地方高校占比超过 90%，提升地方高校拔尖创新人才培养能力，对于拓宽拔尖人才成长通道具有重要意义，有利于增强我国拔尖创新人才培养的整体效果、优化国家战略科技力量布局。

化学作为一门以实验为基础的科学，其实验教学不仅是传授知识、验证理论的手段，更是塑造科学思维、磨砺创新意识、提升探究能力的关键载体。如何以实验教学为抓手，将学生培养成能满足国家战略与学科发展需求的拔尖创新人才，成为当今化学实验教学改革的核心命题。然而，地方高校面临学生初始学情差异大、个性

化成长需求多元等现实挑战，传统“按部就班、同质单一”的实验教学模式，难以支撑拔尖创新人才科研能力快速成长的需求，构建一套精准适配的实验教学模式成为当务之急。

为此，郑州大学自2016年起，主动破局，先行先试。依托12项国家级和省部级教育教学改革项目，精准锚定化学拔尖创新人才培养的时代需求，以实验能力培养为主线，以创新思维塑造为突破口，深入开展了针对课程重构、资源更新、效果评价的系统性创新。历经多年探索与实践，成功构建并有效实施了“个性培养、创学融通、评导协同”的特色化学实验教学模式，为地方高校化学拔尖创新人才培养提供了可复制、可推广的特色方案。

按照“科研需求牵引实验学习”的理念，创新动态课程适配方式，满足学生个性化培养需要。打破固定课程时序，以科研需求反向调配教学资源，破解同质化课程与学生差异化科研成长路径的结构性矛盾。

以创新能力培养为主线，以学生为主体开展实验教学创新。将科创成果整合形成教学实验项目群，构建“创学融通”的常态化资源更新机制。实现先进成果和前沿技术向实验教学资源的快速转化与持续优化，推动教学项目“从科研中来，到实践中去”。

搭建“评导协同”的全周期实验教学评价体系，强化过程评价与多主体评价。突出导师和专家组在拔尖学生能力特点和创新潜质识别中的作用，利用阶段评价结果指导后续课程规划，形成评价过

程与培养过程的衔接闭环。

本成果有效促进了郑州大学化学拔尖创新人才培养质量跃升，受益学生在学科竞赛、论文发表等方面增值显著，在“中国国际大学生创新大赛（2025）”中获金奖2项，参与发表高水平论文400余篇。在成果支持下，化学学院新增教育部拔尖计划2.0基地（**2026年教育部质量监测评价中获评 A 级，3/30**），并牵头河南省化学“101计划”建设工作。化学国家级实验教学示范中心影响力大幅提升，在**2023年教育部国家级实验教学示范中心评估中获评典型案例**。

本成果主要解决的教学问题：

（1）化学实验课程的同质化编排与学生个性化科研成长路径之间存在结构性错位，难以支撑拔尖创新人才在兴趣导向下的科研能力发展；

（2）化学学科发展迅速，实验教学内容缺乏长效更新机制，导致前沿引领性不足，难以支撑拔尖创新人才培养的认知深度与视野广度；

（3）化学实验教学考核难度大、区分度低且评价方式单一，难以甄别学生拔尖潜质与创新能力的多维表现。

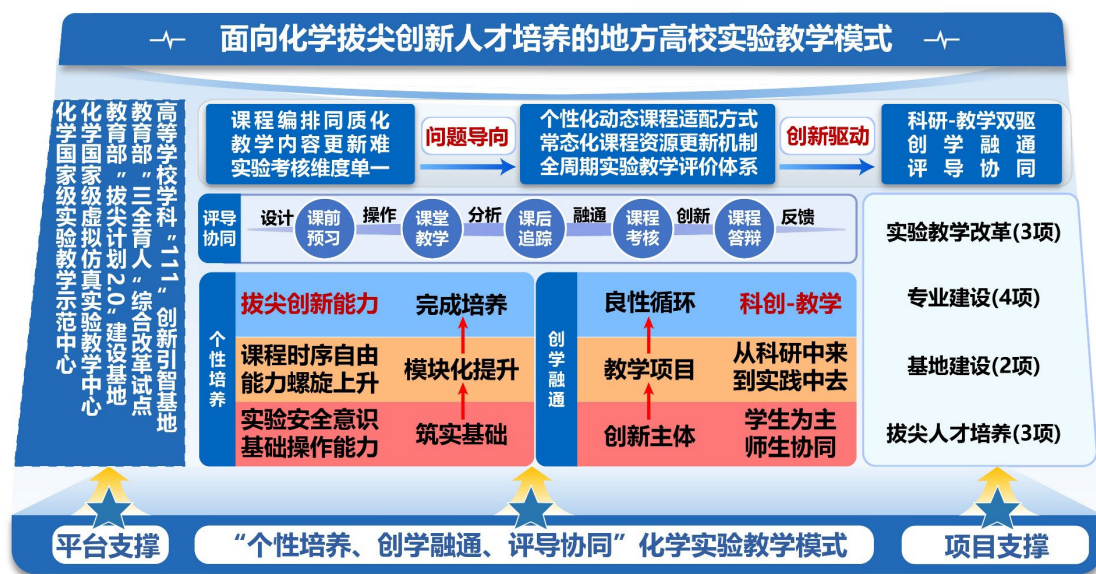


图1 面向化学拔尖创新人才培养的地方高校实验教学模式

二、成果解决教学问题的方法

（一）创新“科研-教学双驱”的个性化动态课程适配方式

1. 设置贯通式《科研实训》课程，重构课程时序逻辑

对标拔尖创新人才“早进课题、早进实验室、早进团队”的培养要求，设置覆盖大一至大四的贯通式《科研实训》课程。打破传统按学期固定的课程时序安排，以学生科研兴趣与研究进展为导向动态配置实验教学供给，构建“科研-教学双驱”个性化课程适配方式，实现课程学习与科研训练全过程贯通融合。

2. 实施分阶段递进式课程教学，实现个性化培养

将实验课程体系划分为“筑实基础”与“模块化提升”两个阶段。在“筑实基础”阶段，面向地方高校学生实验基础相对薄弱的实际情况，系统开展实验安全规范、基础化学实验操作技能及基本实验方法训练。强化通用实验能力培养，为后续高阶实验与科研训

练夯实基础，实现课程学习与科研实践的有效衔接。在“模块化提升”阶段，围绕无机及分析化学、有机及高分子化学、物理及结构化学三个研究方向，构建包含实验操作技能、大型仪器使用与综合实验能力三层次的模块化课程体系。学生依据科研进展在导师指导下自主选择课程模块，实现个性化与阶梯式培养协同推进。

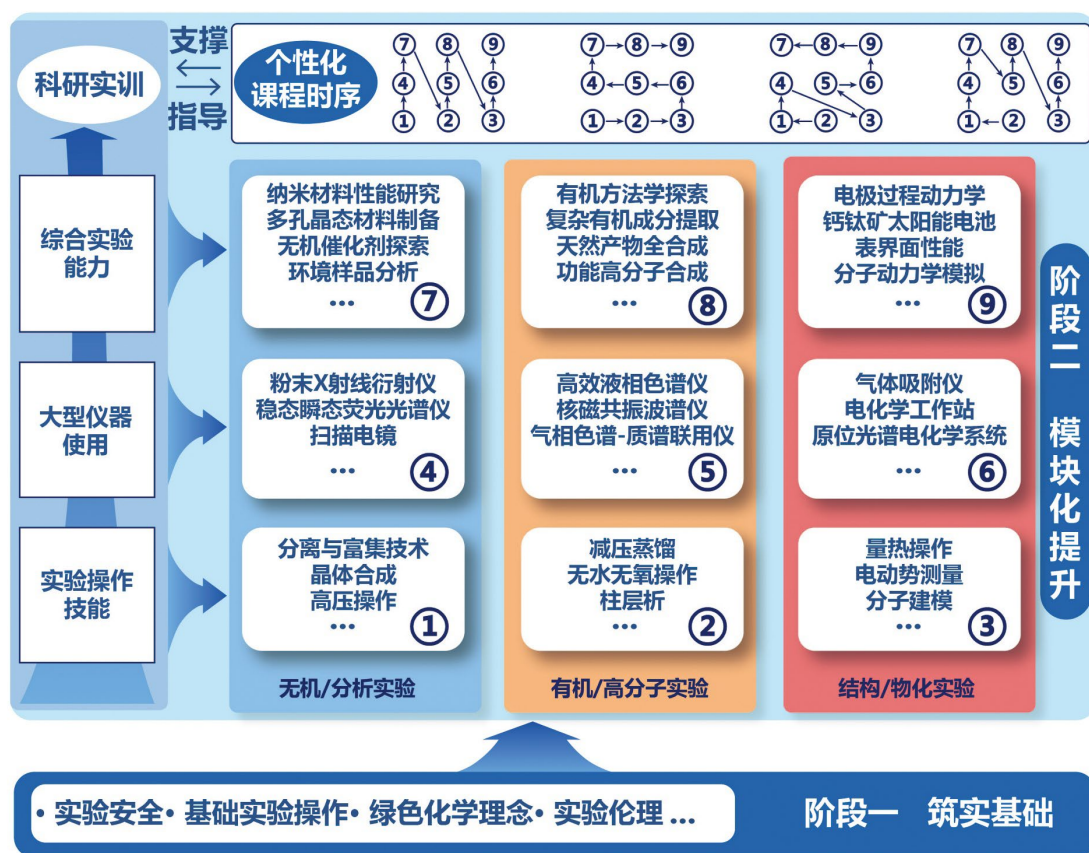


图2 “科研-教学双驱”的个性化动态课程适配方式

（二）构建“创学融通”的常态化资源更新机制

1. 构建以学生为主体、师生协同的育人模式

推动实验教学创新由教师主导向学生主导、师生协同转变，教师引导学生对接学科前沿进展、凝练科学问题，强化思政引领。学

生在攻关前沿课题的过程中，锤炼方案设计、科研实操、数据分析、科学写作等科研能力。

2. 强化学生创新实践驱动，推进科创成果教学化

以科研实训与学科竞赛为主要载体，学生自主开发开源程序、教学软件与实验教具，促进科创成果向教学资源转化。构建融合聚集诱导发光、分子机器、金属团簇等前沿方向与视觉识别、智能合成及生成式 AI 等数智技术的创新实验项目群，并分级嵌入无机化学实验、有机化学实验、物理化学实验、仪器分析实验、综合化学实验、AI 化学实验等课程体系。综合施策，打通科研成果向教学内容转化渠道，构建稳定可持续的实验内容源头供给。

3. 推动课程资源迭代，形成“创学融通”更新机制

依托教学过程反馈、科研实训和竞赛实践，对实验教学内容进行循环打磨与动态优化。将经课程检验和师生评价完善的新方案、新数据、新工具持续纳入实验项目体系，推动实验内容持续迭代升级，形成“科创-教学”良性循环，实现创新成果反哺教学和实验资源的常态化更新。



图3 创新教学实验项目群

(三) 搭建“评导协同”的全周期实验教学评价体系

1. 搭建“五位一体”实验教学评价体系，实施多维教学评价

依托一体化智慧教学实验室，全程采集过程数据，生成涵盖基础知识、规范操作、数据处理、证据推理、创新设计、科研表达六

大维度的学生能力发展画像，为后续精准指导和个性化培养提供数据支撑。课前依托虚拟仿真平台完成线上预习，课中在线下智慧实验室开展实操并留存实时实验数据，课后以实验报告完成学习追踪，通过实验课期末考试实施理论与技能考核，组织拔尖学生开展现场课程答辩，综合评定实验能力，形成“五位一体”实验教学评价体系，将实验教学评价由单一结果考核转向全过程、多维度综合评价。

2. 建立多主体评价模式，形成“评导协同”的全周期闭环评价

建立任课教师、拔尖导师和专家组三方协同参与的多主体评价模式，强化不同评价主体在学生能力识别和培养指导中的互补作用。任课教师评价学生课程表现和实验能力，拔尖导师判断其研究兴趣和特点，由专家组综合评定其创新潜质。依据评价结果，拔尖导师和学生共同制定后续实验课程和科研实践方案，形成“评导协同”的全周期闭环评价方式。



图4 “评导协同”的全周期实验教学评价体系

三、成果的创新点

（一）重构科教时序逻辑，首创个性化动态课程适配方式

成果打破传统固定课程时序，创新提出“科研需求反向调配教学资源”的动态课程适配方式，有效解决同质化实验课程编排与拔尖创新人才早期科研、技能前置储备的适配矛盾。通过建立分层弹性模块化实验课程体系，赋予学生高度自主选择权，其可在导师指导下，根据课题进度跨年级、跨模块灵活选修。这种“菜单式”与“订单式”相结合的适配机制，实现了课程内容供给与科研志趣的精准对接，彻底消除同质化课程与差异化科研路径的矛盾，全面激发学生科研内生动力。

（二）深挖学生自主创新潜能，建立“创学融通”的实验教学资源更新机制

本成果将创新能力的培养作为贯穿教学始终的主线，确立了学生在实验教学创新中的主体地位，极大丰富了实验教学改革中内容创新的源头供给。将学科竞赛、创新创业赛事作为实验教学的重要延伸与创新实践载体，促进科研落地，构建了学科前沿成果与数智技术深度交叉融合的创新实验项目群。在“科创-教学”的良性循环中，实现创新实践成果持续反哺课堂教学，有效推动实验教学资源的动态迭代和常态化更新。

（三）强化评价的发展诊断功能，实现“评导协同”的实验教学评价体系创新

搭建了具有实时数据采集、行为判断、结果分析功能的智慧教学实验室，利用数智化手段捕获过程数据，形成学习者画像，联合任课教师、拔尖导师与专家组，将单一终结性评价重塑为多维度、全周期的立体考核。评价重心由结果判定转向潜质识别与培养调控，精准指导学生后续实验课程时序选择与科研实践方案设计，构建“评价反馈-导师指导-路径优化”闭环，打造拔尖人才成长的“导航仪”。

四、成果的推广应用及成效

（一）成果推广应用效果显著

1. 拔尖人才培养成效显著，竞赛科研双丰收

本成果有效促进了郑州大学化学创新人才培养质量的全面跃升，培养出一大批课业和科研双肩挑的优秀学生。受益学生在“中国国际大学生创新大赛（互联网+）”、“挑战杯”等顶尖综合赛事中累计获得金奖2项、其他级别奖励9项；在重要学科竞赛中也表现突出，尤其是在“第十三届全国大学生化学实验竞赛”中获得双一等奖，成为在该赛事中唯一达成此成就的地方高校。

本成果促进了本科生科研成果快速增长，参与发表SCI一区论文从2017年的9篇增长至2025年的26篇，质量逐年提升。团队指导本科生以第一作者身份在《美国化学会志（JACS）》、《国家科学

评论 (NSR)》等顶级期刊发表的论文是其中的典型代表。受益学生表现出对学科的强烈热爱和浓厚学习兴趣,超 95%的拔尖班学生选择的专业领域深造学习。



图 5 受益学生在学科竞赛和论文发表方面增值显著

2. 强力支撑“双一流”建设, 育人平台质量显著提升

在成果团队的带领和全院师生的共同努力下, 郑州大学化学拔尖学生培养基地在 2021 年入选教育部拔尖学生培养计划 2.0 基地, 成为河南省全部学科唯一入选的基地, 并在 2026 年教育部拔尖计划 2.0 基地质量监测评价中获评 A 级 (3/30); 化学学院在 2021 年通过教育部首批“三全育人”综合改革试点单位验收; “功能分子绿色构

建与应用学科创新引智基地”入选教育部“111计划”；2024年学院获评“全国教育系统先进集体”。

成果促进了师资队伍建设，团队成员常俊标教授当选中国科学院院士，臧双全教授获得国家自然科学基金杰出青年基金资助，团队中先后有11人次获评“宝钢优秀教师”、“河南省优秀教师”等教学荣誉称号。

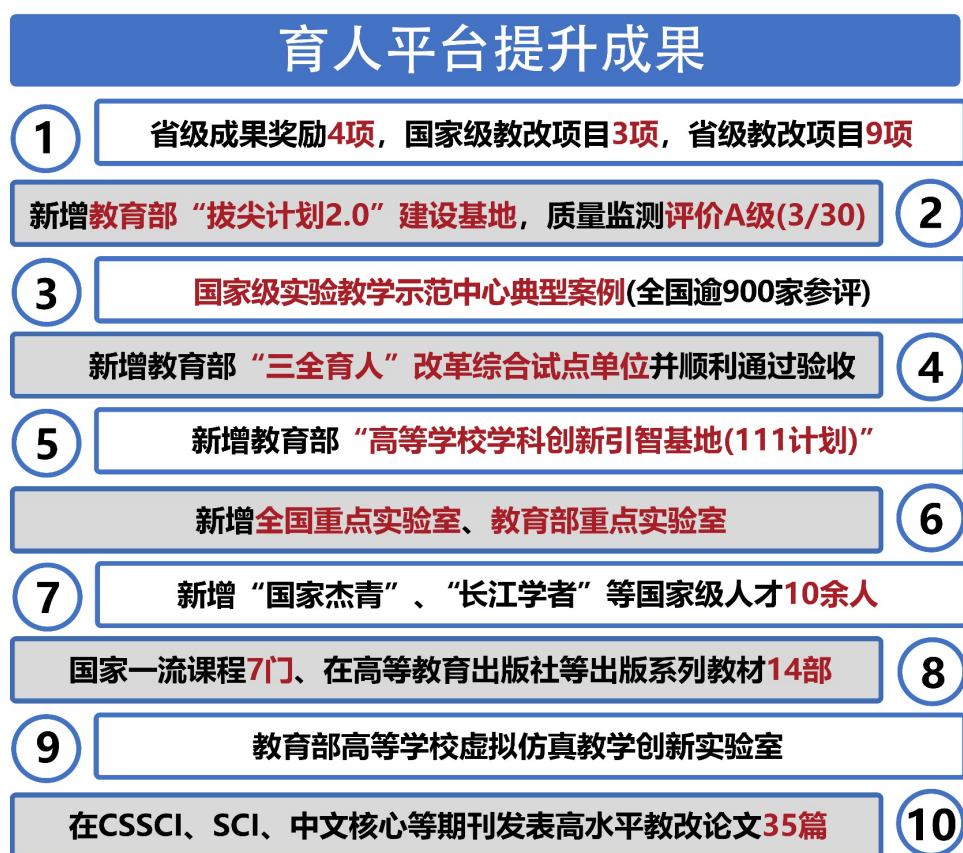


图6 育人平台提升成果

(二) 教学成果广泛辐射推广，示范引领作用凸显

1. 示范引领高校化学实验教学改革，形成广泛教育影响

本成果坚持开放共享理念，积极推动优质实验教学资源向其他高校辐射推广。所开发的实验教学案例被化学“101计划”教材收录，

部分案例在厦门大学、华南理工大学、西北大学、江南大学、陕西师范大学、深圳大学、山西大学、河南大学等高校落地应用，为相关高校化学实验课程改革和拔尖创新人才培养提供了重要参考。

郑州大学化学学院建设完成了一体化智慧教学实验室，并开发了基于视觉识别技术的系列实验教学项目，相关成果被美国化学会《化学教育》期刊连续报道，为高校实验教学改革提供了重要参考。同时，建设了包含7大类、逾200个实验项目的完善虚拟仿真实验课程体系，被华侨大学、青海大学、河南工业大学等高校采用，有效助力相关高校实验教学资源升级，获得广泛好评。

成果团队积极发挥示范引领作用，多次受邀在国家级实验教学示范中心主任联席会、教育部化学“101计划”骨干教师培训及教学交流会、“基础学科拔尖学生培养计划”化学研讨会、全国大学化学教学研讨会等重要全国性教学会议作专题报告和经验分享，推动了化学实验教学改革经验的交流与传播。

2. 成果获得广泛社会认可，示范引领作用持续增强

成果在推动高校实验教学改革的同时，也产生了显著的社会影响和示范效应。本成果团队研制开发的“硫磺制酸虚拟仿真实训系统”获批国家虚拟仿真实验教学项目，并入选国家一流课程。由于育人成效突出，郑州大学化学实验教学中心在国家级实验教学示范中心评估中获评全国典型案例，充分体现了成果的示范引领价值。



图7 成果影响

多项实验教学案例先后入选教育部《高校虚拟仿真实验教学案例》、《全国产教融合与科教融汇典型案例汇编》等重要案例库和成果集，进一步提升了成果的社会影响力和推广价值。此外，相关成

果被《学习强国》、《人民网》等主流媒体专题报道，进一步扩大了成果的社会知晓度与影响力，为高等教育教学改革与创新提供了正面宣传范例。

本成果围绕化学拔尖创新人才培养核心目标，构建的特色实验教学模式在实践中成效显著，实现了从校内实践到区域辐射、再到全国示范的持续拓展。相关经验和做法为破解地方高校改革难题、提升拔尖创新人才培养质量提供了可借鉴、可推广的改革范式。