

附件目录

成果名称：《工科数学》课群“一核双驱，三融四化，多维协同”
的创新与实践

成果完成人：崔丽鸿、苏贵福、赵丽娜、王利、兰光强、
姜冬青、常延贞、郭威力、杜俊峰

成果完成单位：北京化工大学

一、成果总结

二、支撑材料目录

1. 教学平台与基地建设情况.....	2-3 页
2. 创新性课程建设及应用情况.....	4-9 页
3. 教育教学成果获奖情况（部分）.....	10-11 页
4. 创新教学成果及比赛获奖情况（部分）.....	12-15 页
5. 自主建设在线课程清单.....	16-21 页
6. 课程知识图谱建设及应用情况.....	22-24 页
7. AI 助力工科数学教学案例情况.....	25-30 页
8. 教材建设及推广应用情况.....	31-34 页
9. 代表性教育教学改革论文.....	35-36 页
10. 代表性教育教学改革项目.....	37-39 页
11. 课程思政和工程及专业结合融合创新案例.....	40-43 页
12. 学生创新学科竞赛代表性成果.....	43-47 页
13. 教育教学研讨会及学术报告.....	48-52 页
14. 其他教学相关奖项获批情况.....	53-53 页

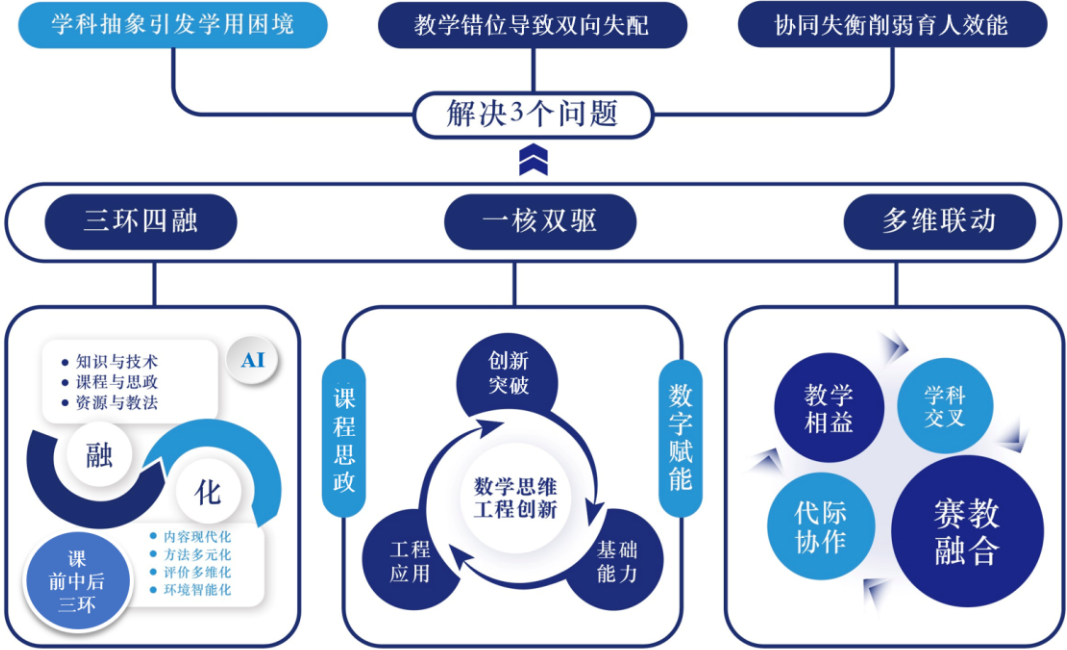
一、成果主要贡献

本成果针对《工科数学》教学核心痛点，以数智化转型为核心抓手，依托课程团队多项教改项目与自研在线课程，深度融合 OBE 理念与 AI 技术，贯穿教学全流程构建靶向解决方案，创新打造“一核双驱、三融四化、多维协同”教学体系，形成“梯度化资源供给→迭代化教学模式→协同化育人实践”的闭环体系。

（1）目标理念升级：聚焦“数学思维与工程创新能力”核心培养目标，基于 OBE 理念搭建“基础能力→综合应用→创新突破”三级梯度培养框架，以“课程思政铸魂+数字技术赋能”为双线驱动，推动教学理念与课程目标迭代升级，助力学生综合素养与创新能力双向提升。

（2）资源智慧融合：迭代优化 MOOC 课程资源，构建“知识传授—能力培养—素质提升”三维内容图谱，同步更新新形态教材、开发可视化教学工具与工程应用案例，强化学生学习兴趣与实践感知；借力 AI 技术推进智慧课程建设，精准匹配学生学习需求，提升教学针对性与有效性，适配数字化教学新场景。

（3）方法数字革新：以 AI 技术为关键纽带，通过“知识融技术、课程融思政、资源融教法”三融机制，贯通优化“问题驱动式课前准备→差异化课中教学→精准化课后反馈”混合式教学链，驱动实现教学内容现代化、教学方法多模态化、教学评价多维化、教学环境智能化的“四化”变革。

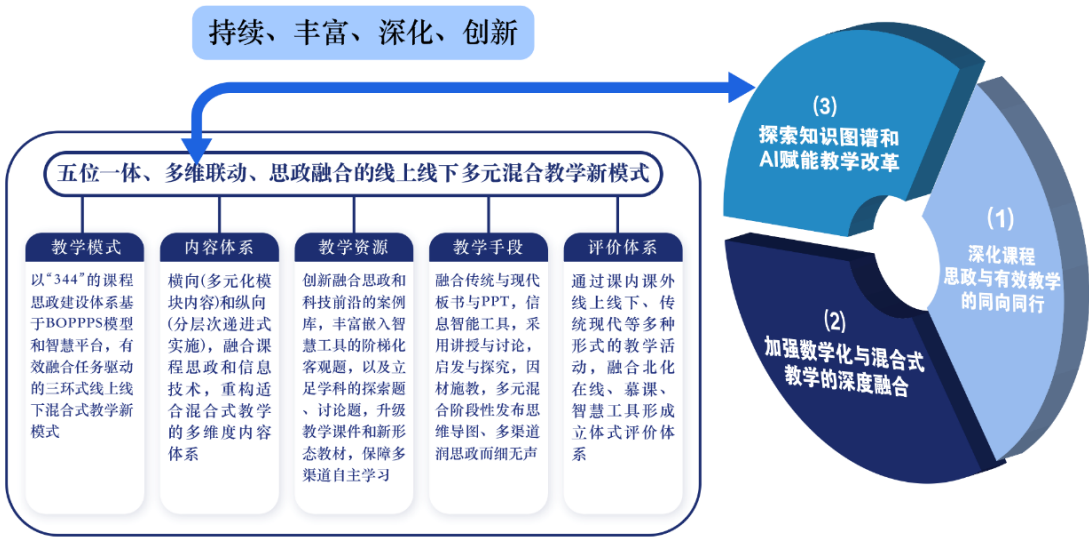


该成果不仅精准破解了工科数学教学“学用脱节、供需错配、育人协同失衡”三大核心症结，更通过可复制、可推广的实践路径，打造出具有行业引领价值的工科数学教学改革新范式，为同类课程改革提供了可借鉴的实践样本。

二、成果积淀

新时代环境下，人工智能（Artificial Intelligence，AI）正重构教育生态。课程建设作为教学核心，以《高等数学》、《线性代数》、《概率论与数理统计》这三门重要的公共数学基础课程为核心的《工科数学》作为工科学生必修的数学公共基础课程，覆盖面大，其课程建设和教学改革至关重要。近十年间，课程团队从“543”教学理念构建到“三环重构”线上线下方案，持续深化“344”课程思政与混合式教学融合，形成多维度的教学解决方案。面对教育数字化转型新要求，团队持续探索教学提质路径，实现课程教学改革迭代创新。

工科数学课群建设和教改举措



三、成果简介及主要解决的教学问题

本成果针对《工科数学》教学难题及新时代教育转型需求，依托多项省部级教改项目与自研在线课程，以数智贯穿“教→学→评→研”全链条，深入开展了以《高等数学》、《线性代数》、《概率论与数理统计》为核心的课群教学改革与实践，主要成果如下：

3.1 锚定“一核双驱”，形成资源体系梯度化

以数学思维与工程创新能力为核心，基于 OBE 理念设计基础能力→工程应用→创新突破三级培养框架，通过课程思政+数字赋能双线驱动，建成结构化分层资源体系。

(1) 以内容为王，建成 400+小时音视频、1000+练习题、300+工程与思政案例、60+专业衔接模块及 50+可视化案例的资源库，适配学生差异化成长路径。

(2) 以数智为擎，优化升级在线课程资源，构建《工科数学》系列课程的“知识→能力→问题”三维图谱的整体框架，形成分层知识体系，支撑教学资源精准调用。

(3) 以教材为基，出版教材教辅 6 部（含新形态教材 3 部），1 部申报国家级十四五规划教材，2 门获石化行业“十四五”规划教材立项。



3.2 践行“三融四化”，突破教学模式迭代化

以 AI 为纽带，通过“知识融技术→课程融思政→资源融教法”三融机制，贯通优化问题驱动式课前准备→差异化课中教学→精准化课后反馈全链，驱动教学内容现代化、教学方法模态化、教学评价多维化、教学环境智能化的四化变革。

(1) 入选国家级一流本科线上线下混合式课程 1 门，北京市优质本科课程/教案/教材课件及北京市课程思政示范课程等 7 项，入选北京市高等教育学会

2025 年教育教学改革示范案例。

(2) 获批省部级教改项目和发表教改论文 30 余项，应邀重要教育教学会议报告近 20 场，广受好评。

(3) 百人课堂学生活跃度、满意度及 AI 伴学工具（如 ChatGPT、文心一言和 DeepSeek）使用率显著提升，学习效率与批判性思维能力同步增长。

3.3 深化“多维协同”，促进师生互进共赢

《工科数学》课群团队依托北京市工科数学教学基地、北京交叉科学学会名师工作室、数学建模创新基地及国家级课程思政虚拟教研室，构建交叉融合→案例共享→课题联动→以研促改的育人机制，以“多维协同”打破学科壁垒，促进师生共进。

(1) 组建《工科数学》与化工、材料等交叉团队 6 支，年均举办交叉科学论坛 4 次，获批交叉课题 16 项，强化科研反哺教学。

(2) 创建三层次、四模块、四路径课程思政体系，深入实施“育人为先”，获评示范课程优秀案例全覆盖。

(3) 践行师生共研-科赛驱动机制，近三年指导学生获省部级以上竞赛奖项千余项，国家级获奖率提升 40%。

主要解决的教学问题：

1. **学用脱节问题：**解决数学学科抽象性与工科专业应用场景衔接不足的矛盾，打破“学”与“用”的壁垒。

2. **供需错配问题：**破解大班传统教学模式与数字化时代学生个性化学习需求不匹配的困境，提升教学适配度。

3. **育人协同失衡：**改善标准化评价与高阶思维培养失衡、跨学科融合及协同育人支撑不足的现状，强化综合育人效能。

四、成果解决教学问题的方法

针对《工科数学》教学痛点，围绕问题本质，构建靶向解决方法。

4.1 具象分层教学法破解认知差异

(1) **痛点分析：**抽象概念的复杂性往往让学生陷入“数学恐惧症”的困境，尤其是当大班教学中学生数学基础差异显著时，这种恐惧感会转化为学习焦虑，形成恶性循环，严重削弱学生的学习动力。

（2）解决办法：引入“具象化引导法”，通过开发生动直观的图形、模型和可视化演示，助力学生理解抽象概念；实施分层教学，针对不同基础的学生设计阶梯化的学习路径，减少学习焦虑，提升学习效果；借助同伴教学圈（跨层次学习共同体）重塑学生学习心理体验。

4.2 工程案例驱动法弥合学用鸿沟

（1）痛点分析：教材内容过分偏重于理论推导，忽视了应用层面的解释，致使教学内容与工程实践背景、后续专业课程以及人工智能等当今新兴工程领域需求相脱节，给学生的学习过程中带来困惑。

（2）解决办法：通过结合课堂内外教学以及线上线下混合式教学模式，基于 OBE 理念加强实施“工程案例驱动教学法”；持续积累和更新案例与内容，修订/出版适应新时代需求的数字化教材，实现教学内容适应新工科和数字时代教学改革等需求。

4.3 AI 赋能教学链实现精准干预

（1）痛点分析：线上线下教学简单叠加，课前课中课后缺乏连续性设计，数字化教学仍以单向知识传递为主（如录制微课+在线测试），缺乏基于 AI 的实时反馈与自适应学习路径设计；百人课堂教师难以兼顾周全，无法精准识别学生的认知断层，学生参与活跃度两极分化，导致“教”与“学”双向失配。

（2）解决办法：依托爱课程、超星泛雅、智慧树、北化在线等多平台，打造“智能导学-课堂浸润-能力孵化”三维体系：动态知识图谱支持预习，学情数据驱动课堂问题生成，AI 画像指导课后辅导，形成螺旋上升的“导学-浸润-孵化”教学模式，提供可复制的智能化转型范式。

4.4 AI 驱动多维评价破单一局限

（1）痛点分析：评价体系过度依赖在线测试系统评估学生的计算能力，忽视了数字化场景下的数学素养、工程问题抽象化思维以及课程思政效果的评价。

（2）解决办法：运用智慧工具构建可落地的多维度数字化评价体系，覆盖计算能力、数学素养、工程抽象思维及课程思政效果，通过项目作业、团队讨论等多元方式全面客观评估学习成果。

4.5 优化多元主体协同育人机制

（1）痛点分析：在《工科数学》教学中，校企资源未充分整合、跨学科融合不足、协同主体间孤立无援以及第二课堂缺乏等问题制约了育人效果的提升。

(2) 解决办法：依托北太天元产学研创新基地，强化多方联动，构建“师生→学科→课赛→代际”四维协同机制；组建跨学科团队开发融合案例，延续交叉融合与案例共享机制；深化课赛结合，创建学长资源库落实知识代际传承，既强化科研反哺教学，也通过实践驱动提升学生创新能力，助力师生互进共赢。



五、成果的创新点

本成果聚焦《工科数学》教学核心痛点，以数智化转型为抓手，在资源建设、模式迭代、协同育人三大维度实现突破，形成“梯度化资源支撑→迭代化模式驱动→机制化协同促进”三位一体创新改革体系，有效破解“学用脱节、供需错配、协同薄弱”难题。具体创新点如下：

5.1 资源体系梯度化：精准适配学生需求

突破传统资源零散堆砌的局限，以“数学思维+工程创新能力”为核心，结合 OBE 理念设计三级培养框架，通过课程思政与数字赋能双驱动，打造结构化分层资源体系。创新引入可视化与工程应用案例及软件实现模块，特别是化工材料专业衔接共享知识库模块，将抽象数学知识转化为具象化学习内容，同时依托三维知识图谱搭建分层知识框架，既适配不同基础学生的差异化成长需求，又解决大班教学中资源调用精准度不足的问题，实现从“统一供给”到“精准匹配”的转型。

5.2 教学模式迭代化：数智赋能教学转型

以 AI 技术为纽带，践行“知识融技术、课程融思政、资源融教法”三融机制，推动教学全链条迭代升级。在教学实施上，通过设计“问题引导→AI 解题→师生批判”教学流程，突破传统习题课模式。构建“智能导学→课堂浸润→能力孵化”三维体系，通过动态知识图谱支撑预习、学情数据驱动课堂问题、AI 画像指导课后辅导，形成螺旋上升闭环模式；在改革成效上，实现教学内容现代化、方法模态化、评价多维化、环境智能化“四化”变革，不仅孵化出国家级一流线上线下混合式课程、北京高教学会教育教学改革示范案例、北京市优质课程/教材课件/教案，更通过 AI 伴学工具提升学生活跃度与批判性思维，破解线上线下教学割裂、单向知识传递的传统困境，为数字化时代教学转型提供可复制范式。

5.3 协同育人机制化：多维共赢构建生态

以“多维协同”为突破口，构建跨学科、跨科赛、跨代际的育人生态。通过组建交叉学科团队、举办科学论坛、获批交叉课题，强化科研反哺教学；依托课程思政虚拟教研室，实现思政案例共享与育人为先；创建师生共研一科赛驱动机制，以竞赛为杠杆，撬动学生创新能力的提升。该机制打破学科壁垒，通过学长资源库、课题联动实现知识代际传承与资源持续优化，形成师生互进、协同共赢局面，有效解决协同育人支撑不足问题。



六、成果的推广应用效果

6.1 育人为本，师生共进显成效

(1) 学生受益显著：经过 10 年的教学实践积累，相关成果已使 33,000 余名本科生受益。智慧教学系统数据表明，学生课堂互动频率提高至原来的 2.3 倍，智能教学工具的使用率达到 95%。通过运用工科数学知识与方法，学生解决复杂工程问题的数学建模能力得到了显著提升。例如，数学建模竞赛的参与率连续 5 年呈增长态势，仅在近 3 年获得省部级及以上奖项 1000 余项。

(2) 教师发展突破：教师的信息技术教学能力呈逐年提升态势，团队于各类教学竞赛中多次斩获佳绩。例如，2 人获得北京市教学名师称号，10 余项教学成果在全国微课程大赛中获奖，2 支教学团队被评为北京市优秀育人团队等。

6.2 教研并行，成果丰硕影响广

(1) 教研并进获肯定：团队获批省部级教学改革项目 15 余项，并分别获得教育部大学数学教学研究与发展中心、高等教育出版有限公司、中国高等教育学会等机构的有力支持与高度认可。其中“MOOC 与智慧教学背景下大学数学课程教学模式、教学方法及学习过程评价法的研究与实践”项目达成优秀结题。

(2) 论文效应受关注：发表教育改革相关论文 20 余篇。其中，发表于《大学数学》的论文《线性代数中关于实对称矩阵正交对角化的证明注记》在 2024 年全文摘要点击量排行榜中位居前列；发表于《高等理科教育》的论文《人工智能背景下高等数学课程课堂创新实践探索》在 2024 年全年下载量位居第 6。

6.3 AI 赋能，教材资源持续深化

(1) 教材影响广泛：出版《线性代数》《高等数学学习辅导》《概率论与数理统计》等教材及教辅资料共计 6 部。其中，新形态教材《线性代数》在 9 年内修订 2 版，累计印刷达 13 次，使用范围覆盖全国多所高校。该教材配套的数字化资源使用率高，有效支撑了混合式教学。此外，2 项教材入选北京市优质教材/课件，且已进入国家级十四五规划教材评审阶段。

(2) 资源覆盖面广：包括国家级一流本科课程的 3 门 MOOC 资源选课人次累计超 4 万，覆盖全国 40 余所高校，推动了优质教育资源的有效传播与利用。

6.4 课程建设，成果价值获认可

（1）课程获得荣誉：1 门课程入选国家级线上线下混合式一流课程，2 门课程荣获北京市优质本科课程，2 门课程荣获北京市课程思政示范课程，4 门课程荣获教育部在线教育研究中心“拓金计划”示范课等。

（2）教学成果肯定：获北京市教学成果奖一等奖 1 项、二等奖 2 项；校级教学成果奖 8 项。

6.5 多元辐射，示范引领促变革

（1）举办教学论坛：举办 6 次面向全国“教学改革和学科交叉”论坛及教学研讨等活动，具有较强示范与推广效应。

（2）应邀重要报告：团队成员在各类重要教育教学会议上做邀请报告近 20 场。例如，负责人出席由北京市教委、教育部大学数学课程教学指导委员会主办的重要教育教学会议，并介绍教学改革成果案例，获得广泛好评。