附件目录

成果名称：交叉创新型人才“教学研”进阶式培养模式探索与实践

成果完成人：张年梅、潘君华

成果完成单位：中国科学院大学

一、 成果总结

二、 支撑材料目录

1、2017 年获中国科学院“朱李月华优秀教师”奖
2、2017 年获中国公路学会科学技术二等奖
3、2018 年获“中国科学院优秀导师奖”
4、2018 年《有限元方法》获中国科学院大学工程科学学院“优秀课程”奖
5、2018 年获北京市优秀毕业生
6、2018 年获中国科学院院长特别奖
7、2019 年获“中国科学院优秀导师奖”
8、2019 年获中国科学院优秀博士论文
9、2020 年获“中国力学学会优秀博士学位论文导师”称号
10、2020 年《有限元方法》获中国科学院大学校级“优秀课程”奖
11、2020 年获中国力学学会优秀博士论文
12、2020 年获中国核能行业协会科学技术一等奖
13、2021 年获李佩优秀教师奖
14、2022 年获“北京市优秀教师”称号
15、2022 年获中国专利银奖
16、2022 年获北京市优秀毕业生
17、2023 年获中国科学技术协会青年人才托工程
18、2023 年获深圳市大鹏新区“鹏程计划”科技人才

交叉创新型人才 “教学研” 进阶式培养模式探索与实践

成果总结报告

一、研究背景和意义

在教育强国与科技强国建设战略下，人才是核心驱动力。《教育强国建设规划纲要（2024-2035 年）》明确要求完善拔尖创新人才培养机制，打造高水平课程与师资团队。当前，科学技术进入智能化飞速迭代阶段，教育范式需从 “消除无知” 的传统模式，向 “应对新型挑战” 的创新模式转型。这些挑战呈现多学科交叉的复杂性特征，这要求研究生教育突破学科壁垒，构建 “多学科复合” 课程体系，以适配高层次人才培养需求。

然而，传统教学方式存在明显局限：灌输式教学模式难以激发学生的深度思考，理论与实践严重脱节，创新思维培养不足，这些问题直接影响了人才培养质量。特别是在中国科学院这样具有多学科交叉特点的研究生培养单位，传统教学方式已无法满足复合型创新人才的培养需求。

本研究以《有限元方法》为核心实践载体 ，研究构建 “自主探究 — 协作共创” 适配的教学体系，通过打破学科壁垒，创新教学模式，强化多学科交叉融合，旨在培养具备创新思维和实践能力的交叉创新型人才。

二、成果主要内容

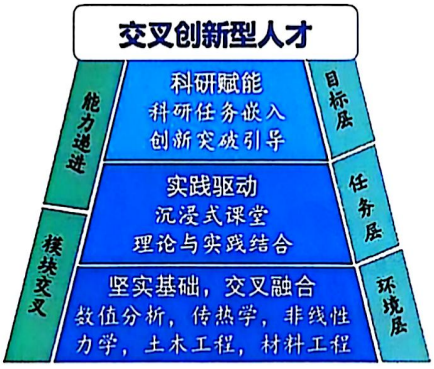

图 教学研进阶式培养体系

（一）"三维一体"教学新范式的系统构建

本研究以中国科学院交叉创新型人才培养为主线，遵循 “坚实基础、交叉融合、实践驱动、科研赋能” 育人理念，构建 “教学研三维一体” 教学新范式，通过三个维度的系统设计实现教学效果的全面提升。

环境层：充分利用智能技术建立超现实学习场景。通过开发可视化教学平台，将抽象的有限元理论转化为直观、可交互的教学情境，增强了学习的沉浸感和理解深度，有效解决了传统教学中"理论难感知"的痛点。

任务层：以真实的交叉科学问题为导向，设计阶梯式挑战任务体系。任务设计遵循从简单到复杂、从单一到综合的原则，既包括基础的理论应用任务，也包含面向实际工程问题的复杂挑战。这种设计不仅突破了单一学科的知识壁垒，更

培养了学生解决复杂问题的能力。

目标层：以知识创造为核心，构建"学习-应用-研究"的螺旋式增强回路。通过理论学习和实践应用的有机结合，形成良性循环的学习生态。学生在理论学习基础上开展实践应用，在应用过程中发现新问题并反馈到深入研究，研究成果又进一步深化理论认识。这种循环机制有效推动了学生从被动的"知识接收者"向主动的"创新输出者"转变。

（二）多学科融合的知识体系重构

针对中国科学院研究生学科背景多元化的特点，本研究对有限元方法的知识体系进行了系统性重构，建立了以科研问题为导向的新型知识框架。该体系充分融合了基础理论、软件应用和代码开发三个层面的内容，既保持理论深度，又强调实践应用。

在理论层面，不仅涵盖偏微分方程求解等核心数学理论，还结合各学科特点，引入领域特定的应用案例。在实践层面，将商业软件的使用和自主代码开发有机结合，使学生既掌握先进工具的使用，又理解其背后的原理。这种知识体系设计确保了学生在掌握基础理论的同时，能够根据自身科研需求灵活运用有限元理论。

（三）"双结合"教学模式的创新实践，破解理论与实践脱节难题

本研究开创性地提出了"双结合"教学模式，即教与学结合、理论与实践结合，通过双重结合实现教学效果的倍增。

教与学结合：教师从知识的传授者转变为学习的引导者，通过精心设计的问题链和讨论主题，激发学生的主动思考。课堂组织形式包括小组讨论、案例分享、专题研讨等，使学生在互动中深化理解。

理论与实践结合：采用"理论-软件"同步教学法。在讲解理论概念时，即时演示其在商业软件中的实现方式；在进行软件操作时，深入解析其理论基础。这种双向映射的教学方法，有效消除了理论与实践之间的鸿沟，确保每个学生都能建立理论到实践的完整认知链条。

（四）建立“学-研”融合的开放式教学体系，培育科研创新能力

研究生教育核心是培养独立科研能力，本研究将教学场景从 “课堂课本” 延伸至 “科研实践”，构建全方位开放教学体系，实现 “学习即科研、实践即创新”：

科研任务嵌入：引导学生将有限元方法应用于自己的研究课题，从问题建模、求解到结果分析，完整地体验科学研究全过程，系统培养其独立科研能力。

创新突破引导：通过设置"突破软件局限"的挑战性任务，鼓励学生基于基本原理，开发新的计算模型或算法。例如，有的学生针对多场耦合问题，提出了新的求解策略。这些实践极大地激发了学生的创新热情。

（五）实施模块化递进式教学，推动知识掌握螺旋式上升

为解决 “理论与应用脱节”，本研究将课程内容模块化为 “理论基础”“软件应用”“程序编写” 三大核心模块，采用 “交叉进行、层层递进” 教学节奏，确保学生 “学中做、做中学、做中研”：

1. 模块交叉：实现 “学一点、用一点、深一点”

三大模块深度融合、同步推进，通过 “理论 - 软件 - 编程” 交叉训练，避免 “学完就忘、学用脱节”。

2. 能力递进：设置梯度化目标，适配学生成长规律

针对学生基础差异与能力成长需求，每个模块设置梯度化目标，推动能力螺旋式上升，彻底解决 “理论与应用脱节” 的核心问题。阶梯式设计让不同基础学生找到适配学习路径，逐步提升能力，实现 “从知识掌握到创新应用” 跨越。

三、主要特色和创新点

（一）主要特色

1. 立足中科院科研特色，实现 “理论 - 科研” 精准对接

课程知识体系融入中科院科研案例，让学生感知理论前沿应用价值。研究深度贴合中科院科研育人场景，打破传统教学 “与科研脱节” 局限。

2. 能力递进性：“抱 - 推 - 促 - 飞” 进阶模式构建能力进阶闭环

针对创新型人才 “知识积累到创新输出” 成长规律，创新提出 “抱 - 推 - 促 - 飞” 四进阶教学模式，逐步增加学生主动学习比重，构建 “被动接收 — 实践应用 — 主动创造 — 自发创新” 能力闭环。

3. 体系开放性：打破 “课堂边界”，构建 “全链条” 科研育人环境

研究构建的教学体系具有高度开放性，将教学与科研全链条深度融合。课程内容随学科前沿与科研需求动态更新，鼓励学生将课程成果转化为科研成果，形成 “学习 - 科研 - 成果” 良性循环。

（二）创新点

1. 教学范式创新：从 “单向灌输” 到 “四阶跃迁”，重构能力培养逻辑

“抱 - 推 - 促 - 飞” 四进阶教学模式的核心创新，在于通过 “循序渐进、逐步放权” 的方式，持续激发主动学习与科研创新的内在动力，从根本上改变传统教学 “学生被动、创新不足” 的局面。

2. 认知革新：贯通理论与软件的关联逻辑

传统教学中，商业软件与有限元理论多为 “分离讲授”，导致学生对软件存在 “黑箱认知”。本研究创新将有限元基础理论与商业软件构成 “同步讲授、深度绑定”：在讲解理论公式时，同步拆解软件对应功能模块的实现逻辑；在演示软件操作时，反向追溯其背后的理论支撑。这种 “理论 - 工具” 双向解析模式，彻底打破学生对商业软件的神秘感，实现 “学以致用、以用促学”，为后续科研创新筑牢融合认知基础。

3. 实践模式创新：“手把手指导 + 理论关联”，实现学用深度融合

针对传统上机实践 “重操作、轻原理” 的弊端，研究创新采用 “手把手个性化指导 + 理论关联讲解” 的实践教学模式：指导学生操作商业软件时，逐步解析 “软件操作与有限元理论的对应关系”。这种模式既激发学生的实践兴趣，又帮助学生在操作中深化对理论的理解，真正实现 “学用融合”，解决 “理论

懂、不会用” 的核心痛点。

4. 能力培养创新：以编程实践为抓手，构建 “完整科研能力链”

本研究突破 “仅教会软件操作” 的传统目标，将能力培养延伸至 “代码自主开发” 层面：以有限元理论为核心指引，引导学生自主编写程序求解具体问题。这一过程不仅强化学生对理论的深度掌握，更培养其完整科研能力链，为后续开展原创性研究奠定 “编程实现” 基础，填补传统教学 “重理论、轻编程” 的能力空白。

5. 创新激发创新：突破工具局限，培育 “理论驱动” 原创思维

传统教学中，学生难以突破商业软件预设功能。本研究创新引导学生基于有限元理论，自主构建物理模型、开发新型计算单元、构建新颖数值格式，用自主设计的方案解决商业软件难以应对的复杂问题。这种教学设计直接激发学生的原创意识，培养其 “不依赖工具、基于理论创新” 的科研思维。

四、实施方法

为确保 “三维一体” 教学新范式落地与 “四进阶” 培养目标实现，项目采用层层递进的系统性实施方法，覆盖资源建设、教学组织、课堂模式、科研融合四大环节：

（一）构建交叉学科适配的模块化课程资源体系

针对中科院学生学科背景差异化特点，构建了适配多学科的“有限元方法”课程体系。结合中科院在各领域的研究特色，确定课程的核心内容。同时配备梯度化习题（基础理论题 + 科研应用题），帮助不同基础学生巩固理论；设计灵活调整的上机实践内容，基础薄弱学生侧重商业软件基础操作，能力较强学生可进阶练习复杂问题模拟，实现 “因材施教”。

（二）实行 “理论 - 软件 - 编程” 三模块交叉教学

为避免传统 “串行教学”“学用脱节”，研究将课程结构化分为 “课堂讲授”“软件应用”“编写代码” 三大模块，教学中深度融合、交叉进行，构建 “理论指导实践、实践深化理论、编程贯通内外” 螺旋式上升学习路径。

（三）推行 “四进阶” 引导的沉浸式课堂教学模式

课堂教学中，教师以 “抱 - 推 - 促 - 飞” 四进阶引导学生能力跃迁，打造沉浸式、互动式场景：

1. 互动式理论教学（“抱” 与 “推” 阶段）

摒弃 “满堂灌”，采用问题导向互动课堂，夯实理论基础、建立实践关联：

“抱” 阶段：教师以 “知识框架图” 讲授核心理论，夯实基础；

“推” 阶段：理论讲授后，布置小型上机任务，帮助掌握软件基础操作，建立 “理论 - 软件” 初步关联。

2. 阶梯式实践训练（“促” 与 “飞” 阶段）

根据学生掌握程度动态调整实践难度，推动 “会操作” 向 “能创新” 跨越：

“促” 阶段：实践任务难度提升，引入编程任务，驱动学生自主解决问题，提升独立实践能力；

“飞” 阶段：引入科研前沿案例与课题，鼓励突破软件局限，激发原始创新。

（四）创建以科研反哺教学的全链条创新培养路径

将前沿科研活动深度融入教学，实现 “教、学、研” 闭环反馈与相互促进，教学成为科研 “孵化器”、科研成为教学 “活教材”：引入科研前沿案例与真实课题，丰富教学内容，带领学生 “走出课本、走进课题”，体验科研过程；引导学生分析软件在 “极端条件模拟” 等方面不足，鼓励提出改进思路，将课程学习转化为科研创新起点，培养探索能力与创新自信。

五、成果应用成效

本项目通过系统性教学改革，验证了 “教学研” 进阶式培养模式的可行性与价值：

1. 学生综合能力与创新素养实现质效提升

依托 “教学研递进式” 模式，学生实现 “被动接收” 到 “主动创新” 转变：85% 以上学生能自主制定学习计划，主动参与科研讨论与编程实践，可整合多学科知识解决复杂问题，“多学科融合力”“科研实现力”“创新思维力” 显著提升。

2. 人才培养质量获权威验证

近年学生成果丰硕：以第一作者在国际 Top 期刊发表高水平论文，多篇学位论文获 “中科院优秀博士论文”，多名学生获 “北京市优秀毕业生”，彰显基础理论、前沿认知与实践能力的全面优势。

3. 就业竞争力与社会认可度攀升

毕业生以 “基础扎实、能力突出、素养全面” 的核心竞争力，广受用人单位青睐，广泛就职于比亚迪、国家电网、华为、中广核等领军企业，及中科院、清北等科研院所与高校；为国家关键行业输送高层次创新人才。

4. 人才培养覆盖广泛

项目推动《有限元方法》体系升级，形成 “优质课程 - 资源库 - 教材 - 实践活动” 一体化培育平台，课程质量与资源建设双丰收。目前累计培养学生 2 千余人，实现了对多学科创新层次人才的系统性培养，同时也极大促进了知识体系的发展和完善。

5. 锻造高水平教学团队，夯实改革基础

项目培育 “理论扎实、经验丰富、方法创新” 的高水平团队，教师教学能力与科研指导能力得到双重提升。完成人张年梅教授获 2022 年 “北京市优秀教师”、2019 和 2018 年 “中国科学院优秀导师”，2017 年 “中国科学院朱李月华优秀教师”奖；完成人潘君华副教授 2023 年获中国科学技术协会“青年人才托举”，《有限元方法》获得多项优秀课程奖。

支撑材料目录

1、2017 年获中国科学院“朱李月华优秀教师”奖 1
2、2017 年获中国公路学会科学技术二等奖 2
3、2018 年获“中国科学院优秀导师奖” 3
4、2018 年《有限元方法》获中国科学院大学工程科学学院“优秀课程”奖 3
5、2018 年获北京市优秀毕业生 4
6、2018 年获中国科学院院长特别奖 4
7、2019 年获“中国科学院优秀导师奖” 5
8、2019 年获中国科学院优秀博士论文 5
9、2020 年获“中国力学学会优秀博士学位论文导师”称号 6
10、2020 年《有限元方法》获中国科学院大学校级“优秀课程”奖 6
11、2020 年获中国力学学会优秀博士论文 7
12、2020 年获中国核能行业协会科学技术一等奖 7
13、2021 年获李佩优秀教师奖 8
14、2022 年获“北京市优秀教师”称号 9
15、2022 年获中国专利银奖 10
16、2022 年获北京市优秀毕业生 10
17、2023 年获中国科学技术协会青年人才托工程 11
18、2023 年获深圳市大鹏新区“鹏程计划”科技人才 11