

# 多模态大模型赋能的机械类专业研究生教育 教学改革实践探索

蔡金虎\*, 黄龙, 易继军, 陈耿彪

长沙理工大学机械与运载工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2025年10月6日; 录用日期: 2025年11月7日; 发布日期: 2025年11月14日

## 摘要

研究生教育承担着培养高层次创新人才、推动科技自立自强的关键任务。然而, 当前机械类专业研究生教育存在理论与实践脱节、创新能力培养不足、产教融合不深及教学评价模式滞后等突出问题。本文构建适配机械工程领域特点的多模态大模型教育应用体系, 实现复杂工程知识的动态可视化表征与沉浸式实践场景生成; 探索多模态大模型赋能创新能力培养的教学模式, 搭建虚拟仿真实践平台、开发科研辅助工具、创新“智能助教 + 师生协同”互动模式; 建立多维度评价与产教融合机制, 整合多源数据评估创新能力, 转化企业真实问题为教学任务。本文的研究成果可提升机械类研究生的工程认知、实践能力与科研创新能力, 提供可复制的改革经验, 具有重要的现实意义和推广价值。

## 关键词

大模型, 机械专业, 研究生教育, 教学改革

# Exploration of Teaching Reform Practice in Mechanical Engineering Graduate Education Empowered by Multimodal Large Models

Jinhu Cai\*, Long Huang, Jijun Yi, Gengbiao Chen

College of Mechanical and Vehicle Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan

Received: October 6, 2025; accepted: November 7, 2025; published: November 14, 2025

## Abstract

Graduate education bears the key task of cultivating high-level innovative talents and promoting

\*通讯作者。

文章引用: 蔡金虎, 黄龙, 易继军, 陈耿彪. 多模态大模型赋能的机械类专业研究生教育教学改革实践探索[J]. 教育进展, 2025, 15(11): 948-955. DOI: 10.12677/ae.2025.15112121

technological self-reliance and self-improvement. However, there are prominent problems in the current graduate education of mechanical engineering majors, such as the disconnect between theory and practice, insufficient cultivation of innovation ability, shallow integration of industry and education, and lagging teaching evaluation models. This article constructs a multimodal large model education application system that adapts to the characteristics of the mechanical engineering field, achieving dynamic visualization representation of complex engineering knowledge and immersive practical scene generation; Explore the teaching mode of empowering innovation ability with multimodal large models, build a virtual simulation practice platform, develop research assistance tools, and innovate the “intelligent teaching assistant + teacher-student collaboration” interactive mode; Establish a multi-dimensional evaluation and industry education integration mechanism, integrate multi-source data to evaluate innovation capabilities, and transform real enterprise problems into teaching tasks. The research results of this article can enhance the engineering cognition, practical ability, and scientific research innovation ability of mechanical graduate students, provide replicable reform experience, and have important practical significance and promotion value.

## Keywords

Large Model, Mechanical Engineering, Graduate Education, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

机械工程是国民经济的支柱产业，其人才培养质量直接关系到国家制造业的核心竞争力与“新质生产力”的发展。人工智能技术与机械工程的结合，极大促进了工程装备向高端化、智能化方向发展，人工智能在诸多工程设备上应用广泛[1]。新技术、新方法正对传统的机械工程领域带来革命性变化，然而，当前的机械类研究生培养方法仍然沿用之前的老模式，这存在理论与实践脱节、创新能力培养不足、产教融合不深等诸多问题。这些未解之题制约了机械类研究生培养质量，也从根本上限制了高效服务地方经济的能力和我国机械工程领域的高质量发展[2]。此外，陈旧的实验设备无法支撑新技术、新工艺的实践教学需求，而购买物理设备又受限于经济压力，这也导致无法开展探索性、设计性的创新实践。再者，传统的“教师讲 - 学生听”的单向知识传递模式难以调动研究生的学习主动性和激发其批判性思维，考核方式也多依赖于“平时作业 + 期末考试”的传统模式，难以有效衡量和激励学生的协作创新能力与综合应用能力[3]。这些问题的存在，使得机械类研究生教育在适应智能时代发展需求方面显得力不从心。

多模态大模型凭借其强大的跨模态理解与生成能力，可为机械工程专业研究生教育提供强有力的技术支撑。多模态大模型能够整合音/视频、图像、文本等多类型数据进行联合深度学习，可实现对复杂工程问题的深层次沟通与交互式学习。将多模态大模型应用于机械工程专业研究生教学，采用虚拟仿真、数字孪生等技术，可以有效弥补理论与实践之间的鸿沟，提升学生的学习热情和实践能力[4]。多模态大模型能够基于自然语言指令，实时生成复杂机械装备的三维视图、剖面图、爆炸图，并支持动态模拟其装配与运行过程，从而将抽象的二维图纸转化为可交互、可探索的三维模型，显著减轻学生的认知负担，有效增强空间想象能力。此外，对于价格昂贵、存在安全隐患或难以获取的大型工业设备，多模态大模型还能构建“数字孪生”式的虚拟实验室，学生可以在虚拟环境中，通过融合视觉、听觉、触觉和数据的多模态信息，进行设备故障诊断的模拟训练。这种沉浸式、高保真的虚拟实践环境，不仅缓解了实体

设备资源不足的问题，还提供了比传统实验更丰富、更深入的学习体验，有助于提升学生的工程实践能力。

多模态大模型在研究生科研过程中具有重要应用价值。它能够协助研究生检索、整理和分析文献资料，处理复杂实验数据，并根据具体需求提供初步的结构设计与仿真优化方案。这种技术的应用有助于减轻科研人员在重复性事务上的负担，使其能够更专注于具有创新性的研究问题，从而系统性地提升其科研能力与创新能力[5]。此外，多模态大模型还可作为“智能助教”，通过自然语言交互方式理解学生提出的问题，并生成图文并茂、深入浅出的解答，推动学生从被动接受知识向主动探索、与 AI 对话、协同解决问题的新模式转变，从而激发其学习内驱力和创新思维。

针对机械类专业研究生教育中存在的实际问题，充分运用大模型技术，探索多模态大模型在课程设计、教学实施及评价反馈等关键环节的应用路径，不仅有助于提升研究生的综合素养与实践能力，也为全国高校提供了可复制、可推广的改革经验。

2. 多模态大模型赋能的研究生教育改革实践方案

针对机械类专业研究生教育的现实需求，聚焦多模态大模型的技术优势与教育应用潜力，构建“多模态大模型赋能机械类研究生教育”的系统性解决方案，主要实现以下目标：(1) 构建适配机械工程领域特点的多模态大模型教育应用体系，实现复杂工程知识的动态可视化表征与沉浸式实践场景生成，破解传统教学中理论与实践脱节、复杂知识传递效率低下的难题，提升机械类研究生的工程认知与实践能力；(2) 建立基于多模态大模型的机械类研究生培养质量提升机制，打通校企协同通道，构建涵盖创新能力、实践能力的多维度评价体系，解决创新能力培养不足、产教融合不深及教学评价模式滞后的问题。本文拟采用的改革方案如图 1 所示。

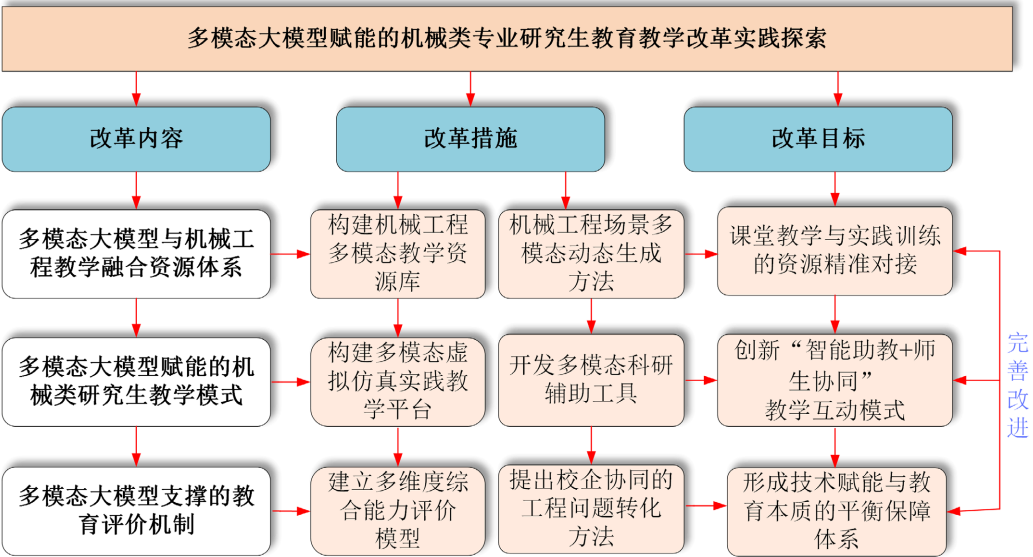


Figure 1. Practice plan for graduate education and teaching reform  
图 1. 研究生教育教学改革实践方案

2.1. 探索多模态大模型与机械工程教学深度融合的资源体系

构建机械工程领域多模态知识图谱。知识图谱的架构设计采用本体驱动的分层建模方法。在概念层构建中，领域本体被抽象为多级树状拓扑，其根节点表征工艺知识体系的元概念，通过自顶向下的粒度

分解策略，实现子概念与父节点的语义隶属关系精确划分。这种本体到图结构的系统性转换，确保了概念层级体系在知识图谱中的完备性映射，形成具有严格继承关系的语义网络。

首先，界定机械工程核心知识域，涵盖机械设计、制造工艺、装备运维、实验技术等 6 大模块，梳理各模块下的基础概念、公式定理、规范标准等核心要素。其次，采集多源异构数据：文本层面收录《机械设计手册》《智能制造导论》等教材文献、行业标准；图像层面收集典型零件图纸、三维模型截图、实验装置照片等；视频层面录制机械装备装配过程、故障模拟实验、生产线运行等影像；数据层面整合设备传感器数据、实验数据。然后，采用深度双向语言模型处理文本数据，提取关键词和语义关系；对图像进行目标检测，识别图纸中的零件类型、尺寸标注等；解析视频数据，提取动作序列和设备状态变化；采用时序卷积网络处理传感器数据，实现动态参数的特征提取。最后，通过跨模态注意力机制建立知识关联，例如将“齿轮失效”文本描述与失效图纸、故障视频、振动数据关联，形成具备层级结构的多模态知识图谱，为后续场景生成提供基础。

机械工程场景多模态动态生成。基于“刺激 - 有机体 - 反应”理论，结合语音、文本、视频、图像生成等技术，构建包含需求分析、智能生成、质量管控等模块的人工智能多模态生成框架，如图 2 所示。基于领域知识图谱，设计“需求解析 - 参数约束 - 场景生成 - 校验优化”四步生成流程。第一，解析教学需求，明确知识点类型和呈现要求；第二，构建参数约束库，涵盖几何约束、物理约束、工艺约束，确保生成内容的专业性；第三，采用扩散模型生成基础场景，针对三维建模场景，结合 CAD 软件接口开发插件，将大模型输出的参数转化为可编辑的 SolidWorks 模型；针对动态场景，通过物理引擎实现运动学仿真，同步生成声音和数据曲线；第四，引入双重校验机制，一方面通过领域专家评审确保场景准确性，另一方面采集研究生使用过程中的反馈数据，通过强化学习优化生成算法，迭代提升场景保真度。

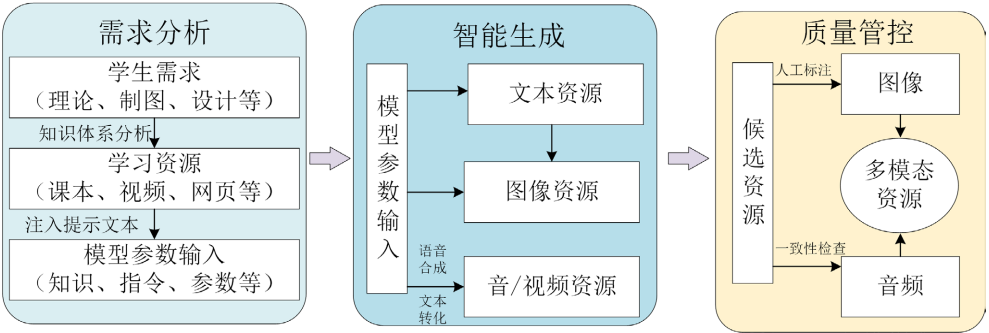


Figure 2. Artificial intelligence multimodal generation framework  
图 2. 人工智能多模态生成框架

建立多模态教学资源与课程智能匹配体系。多模态大模型在多模态内容生成、理解、人机交互等方面具有显著优势，可以助力教学中的多模态学习分析、智适应学习等，其逻辑框架如图 3 所示。以机械类核心课程为试点，首先拆解课程大纲，将教学目标转化为可量化的知识标签。其次，对多模态资源进行标准化标注，包括知识类型、难度等级、适配场景等元数据。然后，设计混合推荐算法：基于内容的推荐模块通过计算知识标签与资源元数据的相似度，初步匹配资源；协同过滤模块分析同类院校的资源使用记录，优化推荐结果；最后，构建动态调整机制，通过跟踪研究生的学习轨迹，实时修正匹配权重，例如为空间想象能力薄弱的学生增加三维模型的推送频率，实现“千人千面”的教学资源供给。

2.2. 探索多模态大模型赋能机械类研究生创新能力培养的教学模式

构建多模态虚拟仿真实实践教学体系。聚焦机械工程核心实践能力，分三步构建体系。第一，设计“基

“基础-综合-创新”三级虚拟实验场景：基础层涵盖典型零件设计、基本实验操作；综合层模拟复杂系统，创新层设置开放性任务。第二，开发多模态交互接口，支持语音指令、手势操作、文本输入等交互方式，同步记录操作轨迹、决策路径、错误类型等数据。第三，引入“问题驱动”训练模式，例如在故障诊断场景中，大模型先呈现设备异常现象，研究生通过调用多模态资源定位原因，系统实时反馈诊断逻辑的合理性，引导其从“验证性操作”转向“探索性实践”，提升解决复杂工程问题的能力。教学注重研讨式、案例式教学，构建线上-线下混合教学模式，阶梯式培养学生的工程思维素养，如图4所示。

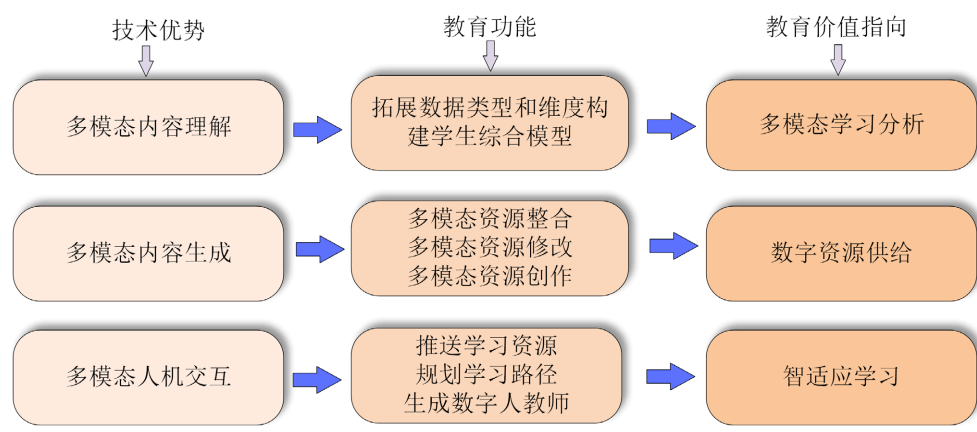


Figure 3. The logical framework of empowering education with multimodal large models  
图3. 多模态大模型赋能教育的逻辑框架

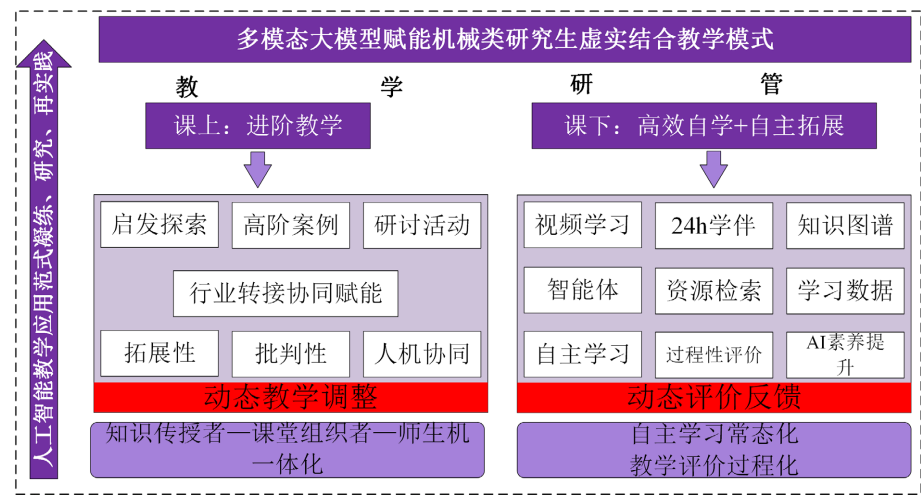


Figure 4. Case based teaching integrated with virtual and real teaching system  
图4. 案例教学虚实融合教学体系

针对研究生科研全流程，开发模块化辅助工具。基于 DeepSeek 模型，构建面向机械工程专业的智能系统，实现个性化推荐体系、学术支持、学术能力培养功能。在文献阶段，构建多模态文献分析系统，输入研究主题后，大模型自动检索中英文文献，生成多模态综述：文本层面提炼研究热点和空白；图像层面汇总关键技术路线图；表格层面对比不同方案的性能参数。在实验阶段，设计数据处理模块，支持将传感器采集的原始数据转化为频谱图、趋势曲线等多模态可视化成果，辅助发现数据规律。在方案设计阶段，提出“多模态头脑风暴”方法，研究生输入初步构想后，大模型生成备选方案、关联案例、可行性分析，但保留方案最终决策权，避免技术依赖。同时，设置“原创性校验”环节，通过比对多模态知

识库，识别方案中与既有成果的重复部分，提示研究生聚焦创新性突破点。

构建“智能助教 + 师生互动”协同教学模式。首先，开发多模态智能助教系统，实现“提问 - 解析 - 解答”全流程服务：接收研究生的多模态提问，通过光学字符识别技术、视频帧分析等技术解析问题核心，再基于知识图谱生成多模态解答。其次，设计“双循环”互动机制：内循环为“研究生 - 智能助教”，解决基础知识查询、常规问题解答等；外循环为“研究生 - 教师”，针对复杂问题，由大模型整理讨论轨迹和初步成果，辅助教师快速把握难点，开展深度指导。最后，建立学习行为分析模型，通过监测研究生与大模型的交互数据，识别过度依赖倾向，自动触发干预机制，并向教师推送预警，保障“人机协同”中研究生独立思考能力的培养。

2.3. 建立多模态大模型支撑的机械类研究生教育评价与产教融合机制

建立多维度综合能力评价模型。基于三元空间理论，结合社会空间、物理空间和信息空间评价元素，构建多场景、多主体、多维度的评价体系，如图 5 所示。确立“知识掌握 - 实践能力 - 创新素养 - 职业适配”四大评价维度，每维度下设可量化指标。数据采集方面，通过虚拟实验室接口获取操作日志；通过科研管理系统收集多模态成果，通过企业端获取项目参与数据。采用层次分析法确定各指标权重，结合深度学习模型处理多模态数据：用卷积神经网络提取图像/视频特征，用长短期记忆网络分析时序操作数据，最后通过注意力机制融合多维度结果，生成综合能力画像。同时，设计“雷达图 + 改进建议”的反馈形式，例如针对“故障诊断思路单一”的问题，推荐相关案例和训练任务，实现评价与培养的闭环。

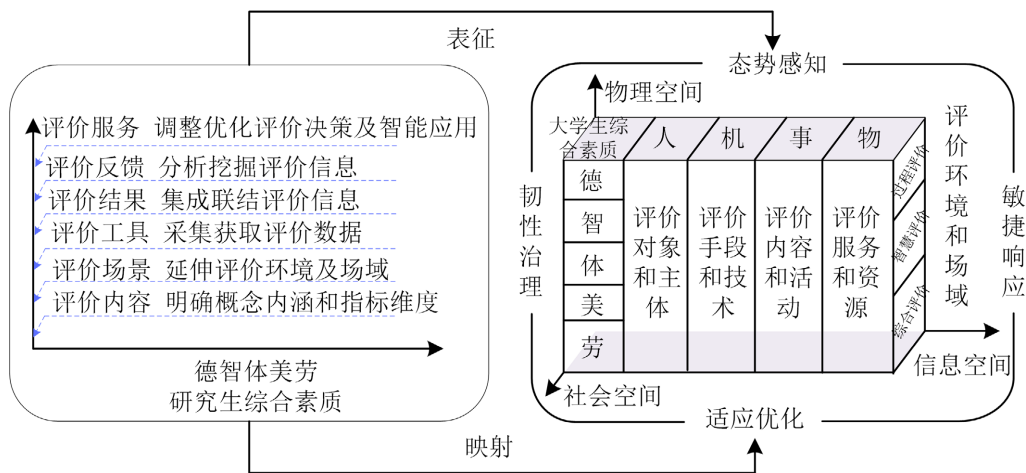


Figure 5. Graduate comprehensive evaluation model

图 5. 研究生综合评价模型

校企协同的多模态教学资源转化。构建机械工程行业龙头企业全程参与的教学改革模式，完善与行业内机械领域企业的交流合作机制，如图 6 所示。联合行业内工程机械龙头企业建立“工程问题 - 教学资源”转化通道。第一步，构建企业工程问题多模态数据库，收录生产中的典型故障、研发需求、技术升级任务，并标注问题类型、难度、涉及知识点等元数据。第二步，设计三级转化机制：基础层将设备参数、故障数据转化为教学案例；进阶层通过数字孪生技术将工程场景转化为虚拟项目；创新层将企业研发需求转化为研究生课题。第三步，建立动态更新机制，由企业技术人员和高校教师组成评审组，每季度更新问题库和转化成果，确保教学内容与行业前沿的同步性，实现产教融合从“资源共享”到“协同育人”的深化。

构建技术赋能与教育本质平衡的保障体系。从三个层面实现平衡。在资源层面，设置人工审核关卡，

多模态教学场景、评价标准等核心内容需经学科专家和企业工程师双重审定，避免技术生成内容偏离教育目标。在教学层面，设计“半辅助”任务模式，例如大模型仅提供基础设计参数，由研究生自主完成方案优化；或在故障诊断训练中，先要求独立分析，再由大模型展示参考思路。在管理层面，建立技术应用红线制度，明确禁止大模型直接生成课程论文、替代实验操作等行为，将技术定位为“效率工具”而非“成果替代者”。同时，定期开展问卷调查和小组访谈，收集研究生对技术依赖度的反馈，结合学习成绩、创新成果等数据，评估技术应用的合理性，动态调整赋能范围和程度，确保教育本质的实现。

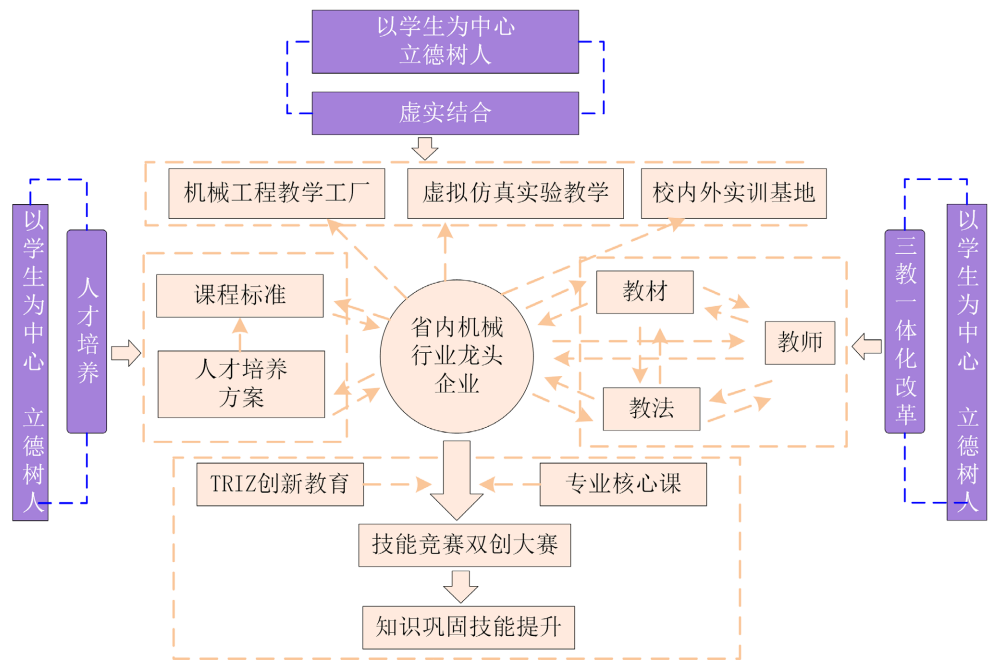


Figure 6. Teaching reform mode involving enterprises in the field of mechanical engineering  
图 6. 机械工程领域企业参与的教学改革模式

### 3. 结论

本文针对机械类专业研究生教育存在的理论与实践脱节、创新能力培养不足、产教融合不深及教学评价模式滞后等突出问题，基于多模态大模型，构建了机械工程教学资源体系，实现从课程设计到实践训练的全流程赋能；发展了机械类研究生创新能力培养教学模式，构建了机械类研究生教育与产教融合机制，通过多维度数据评估研究生的综合能力，从而提升人才培养质量，增强高校服务地方经济发展的能力。考虑到大模型、知识图谱、机器学习等内容对学生和教师的计算机技术水平有一定要求，因此关于多模态大模型在教育教学改革中的高效实现方式，仍然存在诸多课题值得深入研究。

### 基金项目

长沙理工大学教学改革研究项目“人工智能赋能的任务驱动型混合教学模式研究——以机械制造技术基础课程为例”，长沙理工大学研究生精品示范课程项目“现代设计理论研究生精品示范课程”。

### 参考文献

[1] 黄志南, 李根, 郑娅峰. 多模态大模型赋能科学教育高质量发展: 潜能、挑战与应用探索[J]. 中国电化教育,

---

2025(6): 60-69.

- [2] 张久厅. 人工智能算法驱动下的机械创新设计策略探讨[J]. 网印工业, 2025(6): 38-40.
- [3] 梁正, 何嘉钰. 人工智能赋能教育: 应用现状与未来展望[J]. 人民教育, 2023(9): 21-26.
- [4] 白瑞峰, 房朝晖, 靳荔成, 于赫洋, 张拓迷. 融合机器视觉的工业机器人虚拟平台构建[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(5): 246-249.
- [5] 衣明东, 许崇海, 杜劲. 机械类专业产教融合研究综述[J]. 现代制造技术与装备, 2025, 61(6): 214-218.