

# “智能+”背景下研究生教学改革探索

孙崇玲, 陈雪娇, 王艳艳\*

天津大学精密仪器与光电子工程学院, 天津

收稿日期: 2026年4月15日; 录用日期: 2026年5月13日; 发布日期: 2026年5月21日

## 摘要

随着人工智能技术与各学科领域的深度融合, 研究生教育正迎来教学模式与人才培养目标的深刻变革。“智能+课程”教学已成为交叉创新型人才培养的关键抓手, 日益受到高校与科研机构的重视。本文聚焦基于人工智能的研究生交叉创新能力培养, 以智能生物微机电系统(Intelligent biomedical microelectromechanical system, AI-BioMEMS)这一典型交叉课程为例, 探索了人工智能与生物微机电系统研究生教学的深度融合路径, 分别从课程体系重构、教学内容革新、教学方法创新和师资队伍建设和考核评价机制优化等方面开展了教学改革实践, 为同类交叉学科研究生教学提供借鉴, 助力适配行业智能化发展的交叉创新型人才培养。

## 关键词

人工智能, 生物微机电系统, 研究生教学, 创新型人才培养, 教学改革

# Reform Exploration of Graduate Education under the Context of “Intelligence+”

Chongling Sun, Xuejiao Chen, Yanyan Wang\*

School of Precision Instrument and Opto-Electronics Engineering, Tianjin University, Tianjin

Received: April 15, 2026; accepted: May 13, 2026; published: May 21, 2026

## Abstract

With the deep integration of artificial intelligence with various academic fields, graduate education is undergoing a profound transformation in terms of teaching methods and the goals of talent cultivation. The “intelligent + course” teaching method for graduate students has become a key approach for cultivating interdisciplinary innovative talents, and it is increasingly receiving attention from universities and research institutions. This article focuses on the cultivation of

\*通讯作者。

**interdisciplinary innovation capabilities among graduate students. Taking “intelligent biomedical microelectromechanical system course” as an example, it explores the integrated path of deepening the teaching of artificial intelligence and biomedical microelectromechanical system (BioMEMS) for graduate students. The teaching reform practice is carried out from aspects such as curriculum system reconfiguration, teaching method innovation, practice platform establishment, teaching faculty team construction, and assessment and evaluation mechanism optimization, aiming to provide reference for the teaching reform of similar interdisciplinary graduate students, and contribute to the cultivation of high-level interdisciplinary talents suitable for the development of intelligent industries.**

## Keywords

**Artificial Intelligence, Biological Micro-Electro-Mechanical Systems, Postgraduate Teaching, Cultivating Innovative Talents, Educational Reform**

Copyright © 2026 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

研究生教育作为高层次人才培养的核心载体，承担着为国家输送交叉创新型人才、推动前沿技术突破的重要使命，其课程教育需要与时俱进，紧跟科技发展步伐。随着新工科建设的深入推进与“智能+”战略的全面实施，多学科交叉及人工智能融合已成为高等教育创新型人才培养的趋势，也是推动科技创新与产业升级的重要支撑[1] [2]。

生物微机电系统(Biomedical Microelectromechanical system, BioMEMS)作为融合生物、化学、医学、计量、微电子、机械、物理、材料和信息等交叉学科的新型应用研究领域，其集成微传感器、微驱动器、微流体、微执行器及微光、电系统等器件，实现了系统的微型化和自动化[3] [4]，广泛服务于即时检测、药物递送和可穿戴设备等领域[5] [6]。BioMEMS 兼具前沿基础研究和显著产业化应用特色，是精准医疗、智能装备等产业发展的重要技术支撑，其专业化人才培养需兼顾多学科知识融合与创新实践能力提升。尤为重要的是，当前 BioMEMS 领域的技术发展已进入“智能化”新阶段，人工智能技术的融入，不仅推动了 BioMEMS 器件的性能优化、信号处理效率提升与智能化升级，也对该领域研究生的知识结构与能力素养提出了更高要求——既需掌握 BioMEMS 的核心理论与制造技术，又需具备人工智能算法设计、数据处理与系统集成的综合能力[7] [8]。

作者承担高校生物微机电系统和微系统技术研究生课程的教学任务，在教学过程中发现现有课程体系与当今创新型人才培养目标相比，仍存在诸多亟待解决问题：一是人工智能与专业课程呈现“学科割裂”态势，两者缺乏有机融合，且师资队伍存在“单一学科背景”局限，跨学科教学能力不足，难以满足交叉人才培养需求；二是教学方法较为传统，以理论讲授为主，缺乏对研究生创新思维与实践能力的系统性培养，课程内容与前沿技术发展脱节。近年来，人工智能在 BioMEMS 领域取得多项突破性进展，涵盖智能器件设计、数据处理和系统智能化等方面[7] [9]。这为生物微机电系统教学改革提供了新契机——开设“智能 + BioMEMS”课程，将人工智能贯穿于生物微机电系统教学全过程，突破传统教学的局限，助力学生在有限课时内获得更深的工程认知和前沿技能，从而有效落实创新型人才培养的目标。

本文以“智能 + BioMEMS”交叉融合为切入点，立足新工科建设背景和研究生交叉创新型人才培养目标，系统探索教学改革的思路与路径，通过课程重构、方法创新、师资强化等方式，构建“理论融

合 - 实践创新 - 科研赋能”的一体化教学体系,推动人工智能与研究生专业课程的深度融合,助力培养兼具跨学科素养与创新能力的研究生人才,同时为同类交叉学科研究生教学改革提供借鉴。

## 2. “智能 + 课程”教学的现状与问题分析

“智能 + 课程”是新工科背景下交叉创新型人才培养的主要路径,其核心是实现人工智能技术与专业课程的深度融合,打破学科壁垒,提升学生的跨学科应用能力与创新能力[10]。我国诸多高校已陆续开设了“智能+”专业课程,有效推动了创新型人才培养体系建设。但当前“智能+”交叉课程的教学现状,仍存在诸多局限,具体可归纳为以下几个方面。

### 2.1. 人工智能与专业课程的融合深度不足

人工智能与专业课程的融合深度不足是“智能 + 课程”最核心的局限,具体表现为人工智能内容与专业课程缺乏有机融合,呈现“专业讲专业、智能讲智能”的分离态势。一方面,高校多单独开设不同专业课程,未将人工智能算法、工具与专业课的核心知识点深度结合,导致人工智能技术沦为“点缀”,无法体现“智能 + 课程”的核心逻辑;另一方面,人工智能课程仅讲解人工智能基础理论,未结合实际应用场景展开,使得研究生难以理解人工智能技术在专业领域的应用价值,无法形成跨学科的知识关联与应用思维,难以实现“人工智能技术服务于专业实践”的授课目标。

### 2.2. 教学内容适配性与前沿性不足

“智能 + 课程”的授课内容难以跟上人工智能技术与专业领域的融合发展速度,存在明显的滞后性与适配性短板。一是多数专业课程仍以传统专业知识为主,未纳入人工智能与专业融合的前沿内容、技术成果与应用案例,导致授课内容与行业实际、科研前沿脱节;二是人工智能内容的选取缺乏针对性,多选用通用型人工智能教材,未结合各专业课程特点筛选适配的算法、工具与案例,导致授课内容与研究生的专业研究方向适配度不高;三是内容深度难以把握,要么过于侧重人工智能理论讲解,忽视专业应用,要么过于简化人工智能技术,无法满足研究生开展跨学科科研、解决实际问题的能力需求。

### 2.3. 教学方法传统,创新实践能力培养乏力

研究生课堂仍多以“教师讲授”为核心,缺乏项目式、探究式教学,研究生多处于被动接受知识的状态,对各实践环节的认知停留在抽象描述层面,自主学习与创新思维难以被激发。课堂未引导研究生运用人工智能工具解决专业领域的实际问题,导致“理论与实践脱节”,研究生的跨学科实践能力无法得到有效提升。

### 2.4. 师资不足以支撑跨学科授课

高校专业课授课教师通常都具备很强的专业学科背景,但在人工智能技术的系统掌握方面稍显欠缺,难以熟练讲解人工智能算法、工具的应用;而具备人工智能背景的教师,对专业学科知识了解不深入,无法精准结合专业需求设计授课内容、案例与实践项目,导致授课内容缺乏专业性与针对性。

因此,面对“智能 + 课程”在融合教学中的多重困境,亟需系统性地探索并实施多元化的教学改革举措,推动研究生教学从形式叠加走向人工智能深度融合。

## 3. “智能 + 课程”教学改革的具体路径

综合上述现阶段“智能 + 课程”体系的不足,授课团队围绕创新型人才培养全流程,从教学体系构建和课程内容更新、前沿知识融入、多元教学方法和跨界师资培养等方面进行了相应改革,有效推进了

人工智能与工科专业的深度融合。具体改革措施总结如下。

### 3.1. 重构课程体系和教学内容，推动跨学科知识和技术融合

基于上述“智能 + 课程”教学的现状，本论文提出构建“核心课程 + 模块课程 + 实践课程”的三位一体课程体系，实现人工智能与 BioMEMS 专业知识的深度融合，形成多层次、模块化的课程布局。

#### 3.1.1. 优化核心课程，强化交叉融合

将课程与人工智能内容深度融合，设置“智能传感器设计、分子敏感元件的智能化设计、智能体外即时诊断与病理分析、智能化微型医疗设备、神经电极与脑机接口、感控一体化智能器官芯片设计”等章节，使课程既体现交叉特色，又与人工智能深度融合。例如，在智能传感器设计章节中，融入机器学习算法在器件材料筛选、结构优化、生物信号识别、检测精度中的应用；在分子敏感元件的智能化设计章节中，引入基于人工智能在分子敏感元件结构预测、动态设计和实验验证的全链条闭环内容。

#### 3.1.2. 强化实践课程，提升应用能力

增设“智能 + BioMEMS”实践，设计综合性、创新性实践项目，如“基于深度学习的细胞图像分析系统开发”、“基于微流控芯片的智能肿瘤早期诊断”等，融合智能建模、微流控芯片、生物检测等多模块体系，引导学生独立开展全流程的方案设计和实践研究，实现理论知识内化、算法应用落地与工程问题解决能力的综合提升。

#### 3.1.3. 追踪技术动态，拓展思维视野

课程每章节均设置前沿模块，介绍人工智能与 BioMEMS 不同领域融合的最新研究成果、产业发展趋势与前沿应用案例，推动多学科知识的系统融合，激发其创新思维。同时，课程讲授过程中还开设了“智能 + BioMEMS”交叉课程群，推送领域前沿文献，拓宽研究生的学术视野。此外，还鼓励研究生参与学术会议、产业论坛，促进学术交流与思想碰撞，培养研究生的国际视野与行业洞察力。

### 3.2. 革新教学方法和实验师资平台，强化创新能力和实践能力提升

突破传统教学模式的局限，采用“项目式、探究式”教学方法，推动教学重心从“知识传授”向“能力培养”转变，提升研究生的创新思维与实践能力。

#### 3.2.1. 项目式教学，驱动能力提升

以实际科研项目、产业需求为导向，将课程教学与科研项目相结合，推行“项目驱动式”教学。例如，结合应用需求中的一个真实痛点：1 型糖尿病患者睡眠中会发生“无症状低血糖”，血糖已降至危险值，但却无法预警。连续血糖监测(Continuous Glucose Monitoring, CGM)是有效解决该问题的方式之一[11]，但部分患者抵触植入式针头，且有成本门槛。由此引出“智能 CGM 检测”课程项目，设计一种无痛、低成本、可实时预警和治疗的智能设备。引导研究生运用人工智能算法优化器件结构和检测性能，解决实际血糖检测中的信号处理与校准、血糖预测与预警、以及胰岛素给药闭环系统问题，实现教学与应用需求的精准对接。

#### 3.2.2. 探究式教学，激发创新思维

在课堂教学中，采用“问题导向”的探究式教学，提出交叉学科相关的前沿问题，引导学生主动思考。例如脑机接口领域：传统的刚性阵列或密歇根探针能记录清晰的神经信号(尖峰信号)，但大脑会在探头周围形成胶质瘢痕，逐渐包裹电极，导致信号衰减直至失效。反之，超柔性电极虽不伤脑，但植入困难，且记录的信号质量差、信噪比低[12]。由此引出：能否设计一种智能神经电极，它既能在植入时

保持足够刚度，植入后变柔顺应组织，又能在本地实时处理海量神经信号，避免损伤组织？引导研究生拆解需求，自主查阅文献、分析问题、提出解决方案，通过小组讨论等形式，激发其自主学习与创新思维。同时，鼓励研究生互评，大胆提出疑问与创新想法，培养其批判性思维与科研创新能力。

### 3.2.3. 校内平台搭建

整合校内实验室资源，建设“智能 + BioMEMS”综合性实践平台，提供微纳加工设备、传感检测仪器、仿真软件等，可开展智能传感器制备、生物信号处理、数据挖掘与分析等综合性实验。同时，建立平台开放机制，鼓励研究生利用平台开展科研项目与创新实践，有效提升了其实践操作能力与科研创新水平。此外，课程还邀请仪器、生物、机械、光学等不同学科背景的优秀教师和工程师加入，充实师资队伍，优化师资结构，为跨学科教学与科研指导提供了丰富的交叉学科师资支撑。

### 3.2.4. 优化考核评价

打破单一考核评价模式，突出对研究生跨学科思维、实践创新能力与科研能力的考核，实现考核评价与培养目标的精准对接。采用课程实践综合性评价方式，替代传统的单一理论考试。要求研究生结合交叉领域前沿问题开展研究，分组讨论，并汇报自己的实践结果，提升其学术表达能力与科研素养。课程中，学生们结合自身不同学科研究背景，分别开展了 AI 辅助 SERS 光谱数据分析、纳米器件设计、上位机设计与开发、智能人工神经元构建、智能电路设计、微流控芯片结构及声场阵列设计等多项创新性实践工作，有效提升了运用不同智能工具解决复杂科研问题的能力。

经过课程团队的一轮“智能 + BioMEMS”课程授课，学生整体满意度高。多数学生认为学习目标明确、收获显著，对科研训练有较好帮助，教学模式与资源供给获得广泛好评。同时，课程授课过程中习得的技能可迁移应用于文献检索、算法设计、电路优化、器件仿真、数据解析等不同科研阶段，使研究生具备终身学习与自主创新的能力，更好应对当前科研领域的快速迭代挑战，提升解决复杂科学问题的能力。

## 4. 结语

人工智能与不同学科的交叉融合是行业发展的必然趋势，也是新工科背景下交叉创新型人才培养的核心需求。尽管本次教学改革取得了一定成效，但仍存在一些不足：一是人工智能与 BioMEMS 课程的融合深度仍需加强，部分课程的交叉内容仍较为表面，缺乏系统性与深度；二是实践平台仍滞后于前沿技术发展，部分设备和软件配备不足；三是产学研融合深度不够，企业参与教学仍需加强。针对上述不足，未来将持续从以下方面进行改进：一是进一步深化课程融合，修订课程大纲，增加交叉内容的深度与系统性，编写“智能 + BioMEMS”特色教案和教材，及时跟进当前领域前沿技术与研究成果；二是加大实践平台投入，加强虚拟仿真平台建设，提升平台的综合性和智能化水平；三是深化产学研融合，建立校企协同育人机制，深化校企师资合作，提升人才培养的针对性与实用性，实现“教学 - 科研 - 产业”的协同发展。

## 基金项目

天津大学研究生创新人才培养项目(YCX2025079)。

## 参考文献

- [1] 王莉静, 徐莹莹, 于欣志. 数字经济背景下我国高校学科交叉融合发展路径研究[J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2026, 45(1): 57-61.
- [2] 袁玉雯, 张晴. 交叉学科视角下的新工科复合型人才培养探究[J]. 知识窗(教师版), 2026(2): 24-26.

- 
- [3] 张传禹, 蔡新霞, 常凌乾, 等. 中国生物微机电系统技术发展现状与展望[J]. 前瞻科技, 2024, 3(3): 19-31.
- [4] Pandey, Y. and Singh, S.P. (2023) Recent Advances in Bio-Mems and Future Possibilities: An Overview. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series B*, **104**, 1377-1388. <https://doi.org/10.1007/s40031-023-00924-w>
- [5] Chircov, C. and Grumezescu, A.M. (2022) Microelectromechanical Systems (MEMS) for Biomedical Applications. *Micromachines*, **13**, Article 164. <https://doi.org/10.3390/mi13020164>
- [6] Sarhan, O.M., Gebril, M.I., Yahia, E.E.H., Ali, S.M., Abo-Ghazala, T.A.A., Ahmed, M.M., *et al.* (2025) BioMEMS for Therapeutics and Sensing: Advances in Drug Delivery, Diagnostics, and Microfluidics. *Molecular Pharmaceutics*, **22**, 6456-6471. <https://doi.org/10.1021/acs.molpharmaceut.5c00724>
- [7] Cai, M., Sun, H., Yang, T., Hu, H., Li, X. and Jia, Y. (2025) Continuous Monitoring with AI-Enhanced BioMEMS Sensors: A Focus on Sustainable Energy Harvesting and Predictive Analytics. *Micromachines*, **16**, Article 902. <https://doi.org/10.3390/mi16080902>
- [8] Abhinav, V., Basu, P., Verma, S.S., Verma, J., Das, A., Kumari, S., *et al.* (2025) Advancements in Wearable and Implantable BioMEMS Devices: Transforming Healthcare through Technology. *Micromachines*, **16**, Article 522. <https://doi.org/10.3390/mi16050522>
- [9] Priya, S., Mohan, S., Kuppusamy, R., Suyambulingam, I., Baby, B., Ramesh, R., *et al.* (2025) Advances in Bio-Microelectromechanical System-Based Sensors for Next-Generation Healthcare Applications. *ACS Omega*, **10**, 34088-34105. <https://doi.org/10.1021/acsomega.5c03258>
- [10] 马莹莹. 人工智能助力新工科人才培养变革[J]. 陕西教育(高教), 2026(3): 1.
- [11] Jin, X., Cai, A., Xu, T. and Zhang, X. (2023) Artificial Intelligence Biosensors for Continuous Glucose Monitoring. *Interdisciplinary Materials*, **2**, 290-307. <https://doi.org/10.1002/idm2.12069>
- [12] Yang, D., Tian, G., Chen, J., Liu, Y., Fatima, E., Qiu, J., *et al.* (2025) Neural Electrodes for Brain-Computer Interface System: From Rigid to Soft. *BMEMat*, **3**, e12130. <https://doi.org/10.1002/bmm2.12130>