

# 基于 OBE 理念的《数学物理方法》教学改革探索

鲍伶波, 杨慧, 付佳琦

内蒙古师范大学人工智能学院、物理与电子信息学院, 内蒙古 呼和浩特 010022

DOI: 10.61369/VDE.2025280032

**摘 要 :** 《数学物理方法》作为物理学专业核心课程, 在传统教学模式下, 长期存在知识迁移受阻、实践能力培养薄弱、创新思维激发不足等问题。基于成果导向 (OBE) 教育理念, 以学生能力产出为目标, 借助视教融合手段促进知识内化; 以大作业为载体构建系统实践环节; 通过学科竞赛激发学生自主学习动力; 融入科研项目反哺教学, 提升学生科研创新能力。构建“知识具象化——实践系统化——竞赛驱动化——科研赋能化”的“四化”创新教学模式, 实现教学革新。改革实施后, 学生在知识掌握、实践创新、科研能力等方面成效显著, 实现从知识传授到能力培养的跨越, 为理工类基础课程教学体系重构与创新人才培养提供了可复制的有效路径。

**关键词 :** 数理方法; OBE; 教学改革

## Exploration of Teaching Reform in "Methods of Mathematical Physics" Based on the Outcome-Based Education

Bao Lingbo, Yang Hui, Fu Jiaqi

School of Artificial Intelligence, School of Physics and Electronic Information, Inner Mongolia Normal University, Hohhot, Inner Mongolia 010022

**Abstract :** As a core course for physics majors, Methods of Mathematical Physics has long been plagued by such problems in the traditional teaching mode as impeded knowledge transfer, inadequate cultivation of practical abilities, and insufficient stimulation of innovative thinking. Based on the Outcome-Based Education (OBE) concept and targeting the cultivation of students' competency outputs, this study promotes the internalization of knowledge by integrating visual and instructional approaches, constructs a systematic practical link with comprehensive assignments as the carrier, stimulates students' motivation for autonomous learning through disciplinary competitions, and integrates scientific research projects to feed back into teaching, thereby enhancing students' scientific research and innovation capabilities. We have established an innovative "Four-Oriented" teaching model featuring knowledge visualization, practice systematization, competition-driven learning, and research-empowered education, thus achieving a teaching innovation. After the implementation of the reform, students have made remarkable progress in knowledge acquisition, practical innovation and scientific research capabilities, realizing a leap from knowledge transmission to competency cultivation. This research provides a replicable and effective path for the restructure of the teaching system of basic science and engineering courses and the cultivation of innovative talents.

**Keywords :** methods of mathematical physics; OBE; teaching reform

### 一、课程基本情况与教学真实问题

新工科背景下, 要求高等教育深化科教融汇、产教融合, 加强战略紧缺和新兴交叉领域拔尖创新人才培养。党的二十大报告将“实现高水平科技自立自强, 进入创新型国家前列, 建成科技强国”纳入 2035 年我国发展的总体目标, 强调教育、科技、人才的统筹部署与协同配合。内蒙古地区高校积极响应号召, 各学科课程组针对提高课程教学中人才培养目标达成情况, 开展了一系列系统性改革研究并取得显著成效。

《数学物理方法》课程是遵循物理学专业人才培养方案开设在第四个学期的专业必修课, 共 72 学时, 4 学分。课程以数学理论与物理实践的融合为核心定位, 旨在运用数学方法解决物理问

题, 是学习后续“四大力学”等核心专业课程的基础。

通过对学生学习效果、知识迁移、实践创新、学科认同等数据的持续关注, 课程教学过程中暴露出“两难”“两弱”的显著问题:

1. 知识建构难。学生不能将数学与物理的知识进行建构、关联和整合, 导致知识体系呈现碎片化状态, 数学与物理“各自为政”, 难以形成跨学科的系统性认知<sup>[1]</sup>。
2. 自驱能力弱。学生更依赖教师的单向知识传授, 主动探索与深度思考的意识淡薄, 不能彻底掌握物理学研究方法, 制约了其自主学习效能。
3. 实践创新难。学生在学习中往往形成“只会推导公式, 无法理解理论知识在实际问题中的应用价值, 难以用计算结果解释

物理规律”的窘困局面。严重制约了学生实践能力与创新思维的协同发展。

4. 学科情怀弱。物理学是一门探索宇宙本质、揭示自然规律的前沿学科。学习过程中，更多学生只追求短期内的课业完成与考试通过，不关注学科前沿发展，对物理学科的热爱与认同感不深厚<sup>[2]</sup>。

## 二、教学创新与实践

### （一）教学理念和目标

为有效摆脱上述教学困境，我们构建多维互动、知识探究、实践协同、科研融合的教学环境，通过数学工具与物理问题的深度耦合，全面提升学生运用数理方法解决复杂物理问题的核心素养。

1. 知识目标：系统掌握复变函数、数学物理方程等核心理论，实现数学与物理知识的跨学科整合，构建完整的数理知识体系，夯实专业理论基础<sup>[3]</sup>。

2. 能力目标：强化数学工具在物理问题中的应用能力，通过实践项目与科研训练，提升问题分析、模型构建、实验设计及成果转化的实践创新能力，培养独立解决复杂物理问题的专业技能。培育逻辑推理、抽象思维能力，引导学生从数学视角深入理解物理规律，形成跨学科的系统性思维模式，提升知识拓展与创新思维水平。

3. 情感目标：激发对物理学前沿领域的探索热情，增强学科认同感与使命感，培养严谨求实的科学态度和勇于突破的创新精神，塑造追求真理的科研情怀。

### （二）教学模式创新思路与举措

课程教学团队遵循 OBE 的教育理念，锚定学生创新能力培养的核心目标，深度融合各环节优势，提出“基础夯实—能力拓展—竞赛创新—科研渗透”的教学思路。历经五年持续探索与实践，成功构建出“知识具象化—实践系统化—竞赛驱动化—科研赋能化”的递进式“四化”育人模式，实现多元评价育人，产出导向育人，创新领航育人的“三维”育人体系，为课程教学创新人才培养开辟了全新路径

#### 1. “知识具象化”创新教学方法

(1) 通过选取涵盖“四大力学”核心范畴的典型生活案例，或设计 3D 动画、亦或运用可视化现代教育技术，构建沉浸式教学场景<sup>[4]</sup>。将具体的物理问题生动地展示出来，清楚罗列数学物理内涵，让学生认识到这门课程不仅仅是理论推导，更是对客观现象的抽象描述，从更高、更全面的视角来审视这门课程。例如，讲解 5.1 傅里叶级数时，引入一场震撼的交响乐，解读音乐带给同学们不同的艺术体验与情感共鸣，再提出问题——“如何在众多的管弦乐器中剥离出大提琴、小提琴的伴奏？”引发学生思考。

(2) 在教学过程中，采用项目式学习 (PBL) 与小组协作探究模式，引导学生对物理现象进行解构与建模分析。通过这种模式，学生不仅巩固了物理知识，还提升了问题解决、团队协作、沟通表达等综合能力，真正实现从知识学习到实践应用的跨越。

(3) 在物理教学实践中，深度挖掘学科知识中的思政内涵，以润物细无声的方式融入教学全过程，系统实现“知识建构、能力培养与价值塑造”三位一体的教学目标。

#### 2. “实践系统化”拓展教学内容

重要章节设计课程大作业，内容紧密围绕理论知识，既包含定理的推导验证，也鼓励学生运用软件工具开展数值模拟。通过赋予大作业高度的灵活性与创新性，突破课堂学习的局限，让学生在自主探索中深化知识理解、提升综合应用能力，实现从理论到实践的能力进阶<sup>[5]</sup>。

#### 3. “竞赛驱动化”优化教学实践

将学科竞赛作为实践育人的重要载体，构建“以赛促学、以赛促创”的培养机制。教学团队针对竞赛中涉及的复杂物理模型开展分层指导。让学生在备赛过程中不仅巩固专业知识，更能培养创新思维与团队协作能力，真正实现知识的转化，达成学以致用、学有所获的育人目标。

#### 4. “科研赋能化”提升教学效果

在高阶能力培养层面，针对学习能力突出的学生，依托课题组前沿研究项目，提供参与复杂物理问题建模、理论验证等科研实践机会，如引导学生运用数学物理方法开展量子多体系统的数值模拟、参与凝聚态物理中的拓扑相变理论研究。通过双轨并行的实践路径，学生得以接触学科前沿领域，在解决真实科研问题中锻炼自主创新能力。

以上四个维度协同发力，打破传统教学的单向知识传授模式，通过“视启融理”夯实基础、大作业拓展知识应用、学科竞赛强化实践能力、科研项目激发创新潜能，系统性推进课程教学模式与内容改革。构建起以学生创新能力培养为核心的闭环生态，达成教育目标。

### （三）多元评价方式

在课程建设中，教学团队始终致力于构建一套合理且行之有效的教学评价体系。秉持着以促进学生发展为核心的评价观，在成绩评定方面进行了细致且科学地划分，将其分为过程评价与结果评价两个关键部分。讨论了大作业、平时作业、课堂表现（出勤、课堂练习、小组讨论等）、期中考试、期末考试等各项指标的合理权重，推行师生互评与生生互评相结合的模式。这种多元化的评价方式，实现对学生学习情况的有效“量化”，精准地反映学生的知识获得情况，有效衡量学生在能力方面的提升，为教学改进和学生的成长提供有力依据。

## 三、教学创新成果

近五年来，课程组以学生创新能力培养为核心目标，针对知识建构、自主学习、实践创新及高阶思维等问题，系统性推进寓理于形、大作业拓展、学科竞赛及科研深入的综合改革，实施多元评价体系对学生的学习情况进行有效量化，获得相应成效。

### （一）学生课程成绩显著提升。

近年，学生成绩呈现出向好趋势，平均分提高，高分段人数占比增加，低分段人数占比减少，反映出教学效果得到了改善，

教学方法的创新起到了积极作用<sup>[6]</sup>。

### (二) 产出高质量学术成果

基于大作业实践，学生具备理论知识迁移能力，通过独立思考与探索，将抽象的物理定律、数学模型等理论，灵活应用于实际问题情境。团队成员不断挖掘竞赛选题，既紧扣课程教学大纲，又紧密对接学术热点，助力学生在竞赛中深化专业认知，提升创新实践能力。近五年，团队指导学生在大学生物理实验竞赛、大学生物理学术竞赛等多项赛事中均取得了较为突出的成绩，包括物理实验竞赛一等奖、物理学术竞赛一等奖等19项奖项<sup>[7]</sup>，共指导本科学子发表数理方法相关学术论文7篇，展现了学生将数理方法知识转化为科研成果的能力。

### (三) 教师教学、科研水平明显提高

教学方面，在指导学生参与科研项目、学科竞赛过程中，教师对知识的理解与运用更为深刻，反哺教学使课堂更具深度与实用性，多批多项教学项目。

科研层面，与学生共同探索数理方法在实际问题中的应用，

亦拓宽了教师的科研视野，激发创新思维<sup>[8]</sup>。教师在科研实践中积累的经验，通过学术交流、成果分享等形式传播，促进了教师群体的共同成长。

## 四、分析和总结

在前期教学改革实践中，虽取得一定成果，但仍存在知识衔接碎片化、跨课程应用场景不足等问题。未来将以深化与四大力学（理论力学、电动力学、热力学与统计物理、量子力学）的融合为核心方向，构建系统性的教学体系<sup>[9]</sup>。

在教学模式革新上，以明确的学习成果为导向，将复杂的数理理论与工程实践、科研创新深度融合，为其他理工科课程提供可复制的教学转型路径；在人才培养层面，培养学生解决物理问题、理论实践转化等核心能力，为高校人才培养方案的优化提供科学路径与实践参照；教学资源建设方面，改革过程中开发的大作业案例库<sup>[10]</sup>、实践教学平台等资源，能为同行提供共享素材。

## 参考文献

- [1] 胡赵胜, 林珍华, 常晶晶. "以学生为中心"的数学物理方程课程教学方法探索 [J]. 物理通报. 2024(4):13-16.
- [2] 鲍文娣, 郭会, 乔田田. 基于 BOPPPS 教学方法的 "数学物理方程" 课程建设与实践 [J]. 科教导刊. 2024, 17, (6): 90-92.
- [3] 于杰. 基于雨课堂的 "数学物理方法" 课程混合式教学研究 [J]. 西部素质教育. 2025, 11 (09): 124-127.
- [4] 李永社, 韩愈, 万佳等. 面向时代的新型数学物理方法教学模式探讨 [J]. 中国多媒体与网络教学学报 (上旬刊). 2024 (09) :221-224.
- [5] 闫林丽, 赵瑾瑜, 刘袁. 数学物理方法课程思政教学实践与体会 [J]. 科学咨询. 2024 (12):179-182.
- [6] 程扬扬, 王丽, 程响. 中国式现代化融入研究生专业课教学设计的探索与实践 —— 以数学物理方法课程为例 [J]. 成才. 2024 (S1):126-128.
- [7] 刘文军, 于维天, 孙运周. 基于 Mathematica 的数学物理方法课程教学改革的探索与实践 [J]. 湖北师范大学学报 (自然科学版). 2024, 44 (04):88-93.
- [8] 刘文军. 新工科形势下数学物理方法课程教学方式改革 [J]. 北京联合大学学报. 2024, 38 (06):49-54.
- [9] 孙咏萍 杨慧 李喜彬. 数学物理方法课程建设的探索与反思 [J]. 物理通报. 2024 (02):6-9.
- [10] 杜俊杰, 赵玉杰, 陈俞钱, 等. 专业基础课程 "MOSET" 五位一体教学模式构建与实践 —— 以数学物理方法为例 [J]. 教师, 2021, 000(027):126-128