

“五维一体”教学模式下研究生工程能力培养路径探索与实践

赵晓坤, 王伟男*, 韦 坚

东北林业大学计算机与控制工程学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年12月16日; 录用日期: 2026年1月14日; 发布日期: 2026年1月23日

摘要

在新工科背景下, 研究生教育正经历由以学术研究为主导向突出工程能力与实践创新培养的深刻转型。针对当前研究生培养中工程实践弱化、能力培养不足等问题, 本文以研究生工程能力提升为目标, 构建以“思政引领 - 理论夯实 - 实践驱动 - 赛教互促 - 工程导向”为核心的“五维一体”教学模式。在此基础上, 系统设计研究生工程能力培养路径, 并在工程类研究生培养过程中开展实践探索。实践结果表明, 该模式有助于增强研究生对复杂工程问题的系统认知, 提升其工程实践与综合应用能力, 推动工程能力培养由分散走向系统, 为工程类研究生培养模式改革提供可借鉴的路径。

关键词

研究生培养, 工程能力, 五维一体, 教学模式, 教学改革

Exploration and Practice of Postgraduate Engineering Capability Cultivation Path under the “Five-Dimensional Integrated” Teaching Model

Xiaokun Zhao, Weinan Wang*, Jian Wei

College of Computer and Control Engineering, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

Received: December 16, 2025; accepted: January 14, 2026; published: January 23, 2026

Abstract

Under the background of new engineering disciplines, graduate education is undergoing a profound

*通讯作者。

文章引用: 赵晓坤, 王伟男, 韦坚. “五维一体”教学模式下研究生工程能力培养路径探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1655-1663. DOI: 10.12677/ae.2026.161225

transformation, shifting from being primarily research-oriented to emphasizing the cultivation of engineering capabilities and practical innovation. In response to existing problems such as the weakening of engineering practice and the fragmentation of capability development in current postgraduate training, this study aims at the holistic improvement of postgraduate engineering competence and constructs a “five-dimensional integrated” teaching model characterized by ideological-political guidance, solid theoretical foundations, practice-driven learning, competition-teaching integration, and engineering orientation. On this basis, a systematic pathway for cultivating postgraduate engineering capability is designed and implemented in the training process of engineering postgraduates. Practical results demonstrate that the proposed model helps enhance postgraduates’ systematic understanding of complex engineering problems, improve their engineering practice and comprehensive application abilities, and promote the transformation of engineering capability cultivation from a fragmented approach to a systematic one, thereby providing a referable pathway for the reform of engineering postgraduate education.

Keywords

Postgraduate Education, Engineering Capability, Five-Dimensional Integration, Teaching Model, 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

随着新一轮科技革命和产业升级的深入推进，新工科建设对工程技术人才的培养目标和能力结构提出了新的要求[1]-[3]。工程问题日益呈现出系统复杂性增强、跨学科特征显著以及工程应用场景快速迭代等特点[4]，高层次工程技术人才不仅需要具备扎实的理论基础和科研能力，还应能够在复杂工程约束条件下开展系统分析、工程设计与综合决策[5]。研究生作为工程技术创新与工程应用的重要后备力量，其工程能力培养质量直接关系到工程技术发展水平和行业支撑能力。在此背景下，推动研究生教育由以学术研究为主导的培养模式，向以工程能力培养为导向的模式转型，已成为新工科背景下研究生教育改革的重要方向。

近年来，国内外学者围绕工程教育范式转型与高层次工程人才培养进行了广泛探索，研究热点主要集中在能力模型构建、产教融合机制及多元化评价体系三个方面。在工程教育模式与能力模型方面，国际工程教育改革逐渐从单纯的技术导向向“社会-技术”系统导向演进。王奉敏等指出，现代工程教育必须超越传统的技术技能训练，通过跨学科项目着重培养学生的系统思维与伦理决策能力[6]。国内学者刘施峰等进一步深化了新工科建设的内涵，提出面向未来的卓越工程师应具备解决复杂工程问题的综合素质，并强调了OBE(成果导向教育)理念在研究生课程体系重构中的核心地位[7]。在产教融合与实践育人机制方面，现有研究普遍认为“真实工程情境”是能力生成的关键。针对传统校内实践与产业需求脱节的问题，多位学者提出了“双导师制”、“校企联合实验室”等协同育人模式[8][9]。同时，依托高水平学科竞赛(如“互联网+”、研究生电子设计大赛)驱动教学改革也成为研究热点，被视为连接理论与实践的有效“转换器”[10][11]。在工程能力评价方面，研究焦点正从单一的结果评价转向过程性与增值性评价。部分学者构建了基于CIPP(背景-输入-过程-成果)模型的工程教育评价体系，强调对学生在项目执行过程中的创新思维、团队协作及工程伦理表现进行多维画像，以解决传统评价中“重知识记忆、轻工程素养”的弊端[12]-[14]。

然而，尽管现有研究在单一环节的改革上取得了显著进展，但在研究生培养的系统性重构方面仍存在不足：一是现有的经典工程教育模式多应用于本科阶段，针对研究生“科研－实践－创新”复合特征的系统化模式设计尚显匮乏；二是思政教育与专业教育往往处于“物理拼接”状态，缺乏将工程伦理、家国情怀有机融入工程实践的深层机制；三是课程、竞赛、项目与评价环节之间存在壁垒，尚未形成一个闭环流动的育人生态。

基于此，本文立足新工科建设与工程教育专业认证要求，围绕研究生工程能力整体提升这一核心目标，提出一种以“思政引领－理论夯实－实践驱动－赛教互促－工程导向”为核心要素的“五维一体”教学模式。该模式以工程问题为主线，将工程能力培养贯穿于课堂教学、科研训练和实践环节之中，强调不同培养维度之间的协同联动与持续改进，力求在现有研究生培养体系条件下，构建工程能力培养的系统化路径。在此基础上，本文构建研究生工程能力培养框架，对“五维一体”教学模式下的培养路径进行系统设计，并结合具体培养实践，对教学模式的实施过程与效果进行分析与总结。

本文的结构安排如下：第一部分阐述新工科背景下研究生工程能力培养的研究背景与现实问题；第二部分构建研究生工程能力培养目标与“五维一体”能力框架；第三部分重点介绍“五维一体”教学模式的内涵及工程能力培养路径设计；第四部分结合教学实践，对教学模式的实施效果进行分析；最后给出研究结论与进一步研究展望。

2. 研究生工程能力培养目标与“五维一体”能力框架构建

2.1. 新工科背景下研究生工程能力的内涵界定

在新工科建设持续推进的背景下，工程问题的复杂性、系统性和综合性显著增强，工程技术创新活动呈现出多学科交叉融合、工程场景快速演化以及技术应用场景高度不确定的特征。这一变化对工程技术人才的能力结构提出了更高要求，尤其是对研究生这一高层次人才群体而言，其培养目标不仅应满足理论掌握和科研能力要求，更需要具备复杂工程问题分析、系统建模与优化、跨学科综合设计以及工程创新与决策能力。与本科阶段以工程基础能力训练为主、强调知识掌握和基本技能训练不同，研究生阶段的工程能力培养更强调高阶思维能力的形成，以及理论知识与实际工程应用之间的有效转换。因此，有必要在新工科语境下对研究生工程能力的内涵进行系统界定，以为培养目标明确化和教学模式设计提供理论支撑。

结合工程教育专业认证理念、新工科人才培养要求以及现代工程实践需求，研究生工程能力应被视为一种多维度融合的综合能力体系，其内涵涵盖三个核心方面。第一，知识基础能力，要求研究生不仅掌握系统的专业理论和工程分析方法，还能够理解知识体系之间的逻辑关系，形成支持工程问题分析与设计的理论框架。第二，实践应用能力，强调研究生能够在复杂工程约束条件下开展问题分析、方案设计、实验验证和技术优化，并能根据工程项目需求进行动态调整，体现理论与实践的深度融合。第三，综合素养与价值引领能力，包括工程伦理意识、社会责任感、创新意识、团队协作与沟通能力，以及对工程规范、经济效益和社会影响的敏感性。这些素养是支撑研究生在工程实践中做出科学决策、创新性解决问题的核心条件。

2.2. 研究生工程能力培养目标定位

在明确研究生工程能力内涵的基础上，有必要对工程能力培养目标进行系统定位，以指导课程设计、实践安排和评价体系构建。结合新工科建设背景和工程教育专业认证“以学习产出为导向”的理念，研究生工程能力培养应实现从单一知识掌握向能力与素养协同提升的转变，形成覆盖理论基础、实践应用和综合素养的多层次目标体系。

首先，在工程理论与方法层面，培养目标强调研究生不仅掌握系统的工程理论、专业基础知识和分析方法，还能够理解知识体系之间的逻辑关联，并能够将跨学科知识综合运用于复杂工程问题的分析和解决中。这一层面要求研究生具备高阶思维能力，能够在多约束、多目标工程问题中进行科学建模、参数分析和方法选择，为工程决策提供可靠的理论支撑。

其次，在工程实践与创新层面，培养目标注重将理论知识应用于工程实际，提升研究生解决复杂工程问题的能力。在实践中，研究生应能够独立或协作完成方案设计、实验验证、技术优化与工程实施，并具备在不确定性条件下灵活调整策略的能力。同时，培养目标强调创新能力的形成，即在现有工程问题的基础上，提出具有新颖性、可行性和优化价值的工程方案。这一层面体现了理论与实践的深度融合，是研究生高阶工程能力形成的核心支撑。

2.3. “五维一体”工程能力培养框架构建

与传统以单一课程或实践环节为核心的研究生培养模式相比，“五维一体”工程能力培养框架在整体性、协同性和工程导向性方面表现出明显优势，如图1所示。首先，从整体性角度看，该框架强调工程能力培养的系统设计与全过程贯通，避免了课程、科研、实践和竞赛等培养环节之间的孤立与碎片化。通过将工程能力培养融入研究生培养全过程，可以实现知识学习、能力训练与素养提升的有机整合，为研究生形成高阶工程能力提供制度化保障。

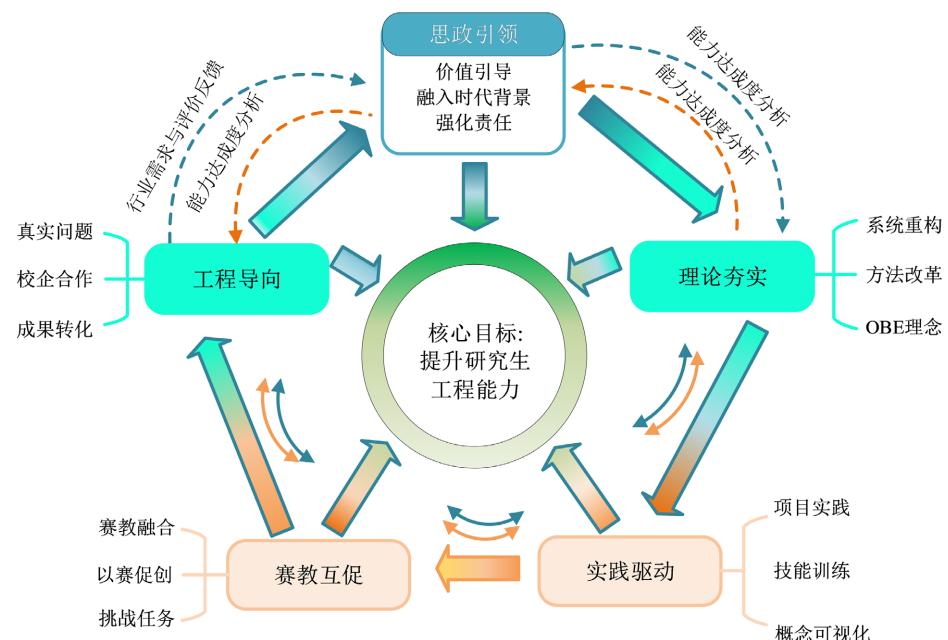


Figure 1. Key research content of the five-dimensional integrated teaching model
图 1. 五维度复合教学模式主要研究内容

其次，从协同性角度来看，“五维一体”框架强调各维度之间的相互支撑与动态联动。思政引领提供价值方向和伦理底线，理论夯实为能力形成提供知识基础，实践驱动和赛教互促则共同促进能力的应用与深化，而工程导向确保能力能够落地为工程成果。各维度在框架中形成闭环关系，相互强化，共同作用于研究生工程能力的形成与提升。这种多维协同模式不仅有助于打破传统培养模式中“重知识、轻能力”“重单点培养、轻系统联动”的局限，同时能够更有效地支撑研究生在复杂工程问题中的综合分析和创新能力。

在整体实施逻辑上，该框架以工程问题为主线，以课程教学为基础载体，依托实践训练和竞赛活动作为能力强化的抓手，通过多维度协同推进，形成“理论学习-实践应用-创新设计-成果反馈”的循环培养机制。具体而言，研究生首先通过理论课程夯实基础知识和方法体系，在导师指导下开展实践训练，进一步参与工程创新项目或竞赛，将理论知识应用于复杂工程问题解决。在实践过程中，思政引领维度持续强化价值观和责任意识，工程导向维度不断引导研究生关注工程可实现性与规范要求。最终，通过系统化反馈与评估，形成多维度、动态优化的能力提升机制，实现工程能力的持续发展与可迁移应用。

2.4. “五维一体”工程能力培养框架构建

当前，国际工程教育领域广泛采用 CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate) 工程教育模式和 PBL (Project-Based Learning) 项目式学习模式。CDIO 模式强调产品研发全生命周期的工程基础训练，侧重于工程逻辑的完整性与系统性；PBL 模式则聚焦于以问题为导向的自主学习，侧重于解决问题的方法论构建。然而，在新工科背景下，针对我国研究生这一高层次人才群体，单纯沿用上述西方经典模式存在一定的局限性。

一方面，传统 CDIO 模式多应用于本科工程教育，侧重于基础工程技能的标准化训练，对研究生阶段所需的“高阶科研思维”与“工程伦理价值”的深度融合关注不足；另一方面，PBL (Project-Based Learning) 模式在实际执行中往往局限于课堂内的模拟项目，缺乏高水平学科竞赛的牵引和深度的产教融合机制，导致工程实践与产业前沿存在脱节。

基于此，本文提出的“五维一体”教学模式是在吸纳 CDIO 与 PBL 核心理念基础上的本土化重构与适应性创新，其比较优势与创新性主要体现在以下三个维度：

第一，价值维度的重构：从“技术理性”向“价值塑造”的文化适应。西方工程教育模型(如 CDIO) 主要遵循技术理性逻辑，强调功能的实现与效率的提升。而“五维一体”模式立足于中国工程教育“立德树人”的根本任务，将“思政引领”置于首位。该模式不仅关注工程技术的“术”，更强调工程伦理、家国情怀与社会责任的“道”。通过将思政元素隐性植入工程实践全过程，有效解决了传统模式中技术教育与价值教育“两张皮”的问题，提升了模式在特定文化与教育背景下的适应性。

第二，驱动机制的复合：从“单一驱动”向“双引擎驱动”的模式创新。不同于 PBL 模式单纯依赖项目驱动，“五维一体”模式创新性地构建了“赛教互促”与“工程导向”的双引擎机制。该模式突破了课堂教学的物理边界，通过引入高水平学科竞赛(如“互联网+”、研究生电子设计大赛)和企业真实工程课题，构建了比传统 PBL 更具挑战度、竞争性和实战性的外部驱动环境。这种“课程-项目-竞赛-工程”的链式闭环，使得能力培养不再是静态的知识累积，而是动态的实战迭代。

第三，能力层级的进阶：从“工程技能”向“研创融合”的深度跃升。针对研究生培养特点，该模式在 CDIO “做中学”的基础上，特别强化了“理论夯实”与“科研反哺”环节。与本科教育不同，研究生工程能力的培养不能脱离深厚的理论基础。“五维一体”模式强调在解决复杂工程问题时，必须具备将工程现象抽象为科学问题的能力(理论夯实)，以及将科研成果转化成工程应用的能力(实践驱动)。这种设计体现了新工科背景下“工程科学家”与“卓越工程师”双重培养目标的有机统一，弥补了经典模式在理论深度挖掘上的不足。

为了更直观地展示本模式的创新点，表 1 对三种模式进行了对比分析。

3. “五维一体”教学模式内涵与实施路径设计

3.1. 教学模式内涵

在新工科背景下，研究生工程能力培养不仅需要明确目标和能力框架，还需要建立系统化、可操作

的教学模式来落实培养理念。基于第 2 节提出的“五维一体”工程能力框架，以“思政引领 - 理论夯实 - 实践驱动 - 赛教互促 - 工程导向”为核心要素，强调多维协同、全程贯通和工程问题导向，实现研究生知识、能力与素养的系统化提升。

Table 1. Comparative analysis of the “five-dimensional integrated” model and classic engineering education models
表 1. “五维一体”模式与经典工程教育模式的对比分析

比较维度	CDIO 模式	PBL 模式	“五维一体”模式
核心理念	产品全生命周期(构思 - 设计 - 实现 - 运行)	问题导向学习(Problem-based)	价值引领下的系统化工程能力构建
适用侧重	侧重本科基础工程训练	侧重方法论与自主学习	侧重研究生研创能力与复杂工程解决
价值维度	职业道德与团队协作	关注较少，侧重解决问题	思政引领，强调工程伦理与家国情怀
驱动机制	课程项目驱动	问题驱动	“赛教互促 + 工程导向”双引擎驱动
理论深度	强调基础知识应用	强调知识获取能力	强调“理论夯实”与科研反哺，注重理论深度

立足研究生课程的育人功能定位，系统设计思政元素与专业知识的协同嵌入机制，优化课程思政目标体系与教学内容融合路径，构建“价值引导 - 知识传授 - 能力培养”三位一体的课程思政框架。通过深入挖掘各类研究内容中的科学精神、工程伦理、社会责任等思想育人资源，结合技术演化的时代背景与典型工程实践，引导学生理解技术发展的社会价值与使命担当。

将研究生阶段的专业理论课程进行系统性重构，优化知识点的组织逻辑，突出内容的递进性与内在关联性，强化课程之间的纵向衔接与横向整合。通过建立“基础 - 进阶 - 应用”三层次的教学结构，实现从原理认知到工程方法的自然过渡。

依托现有实验平台、虚拟仿真工具及自建案例资源，构建“概念可视化 - 技能训练 - 项目实践”三位一体的实践教学体系。实践任务由基础知识训练逐步拓展至面向实际问题的复杂建模与系统实现，涵盖方案设计、性能分析、调试验证与优化迭代等关键环节。改革注重全过程工程能力的培养，倡导“以做促学、学用结合”的教学理念，使学生在动手实践中巩固专业知识、提升综合解决问题的能力，全面强化其实践素养与应用能力。

面向工程实际与产业需求，本项目将引入真实工程问题、行业标准及典型应用场景，推动课程内容与工程任务深度融合。课程任务围绕“问题定义 - 技术实现 - 系统部署 - 优化迭代”全过程展开，引导学生理解技术方案与工程系统的联动逻辑。

3.2. 实施路径设计

为了实现教学模式的理论目标与能力提升的有机结合，本文从课程设计、科研训练、工程实践及评价机制四个方面构建了系统化的实施路径，并通过函数化表示将各环节的能力贡献量化，从而确保“五维一体”模式能够在研究生培养中有效落地。研究生综合工程能力 C 表示为各环节贡献的函数：

$$C = f(T_c, R, P, F) \quad (1)$$

其中， T_c 表示课程设计与理论支撑对能力形成的贡献， R 表示科研训练与实践应用对能力的提升作用， P

表示工程实践与创新项目的作用, F 表示评价与反馈机制对能力动态优化的效果。

在课程设计方面, 教学以能力目标为导向, 在保证理论体系完整性的基础上, 引入工程案例和跨学科问题分析, 其对能力形成的贡献可表示为:

$$T_c = h(K, M) \quad (2)$$

其中 K 表示课程知识覆盖度, M 表示教学方法的有效性(如项目驱动、问题导向式讨论等)。通过分层次教学和实践案例, 研究生在掌握核心理论的同时, 形成对工程问题的系统理解, 为后续实践与创新活动提供理论支撑。

科研训练贯穿研究生培养全过程, 包括实验室科研项目与产学研联合项目, 其能力贡献可表示为:

$$R = r(E, F_s, D) \quad (3)$$

其中 E 表示科研任务复杂度, F_s 表示学生参与度, D 表示导师指导和反馈力度。通过“任务驱动 - 过程反馈 - 结果评估”的闭环, 科研训练实现对研究生系统分析能力、方案设计能力和技术优化能力的动态提升。

工程实践与创新项目作为能力培养的重要载体, 其贡献可表示为:

$$P = p(C_m, L, S) \quad (4)$$

其中, C_m 表示工程案例或创新项目的复杂度与挑战性, L 表示学习与实践成果的反馈作用, S 表示团队协作与沟通素养的融入。通过真实或准真实工程环境的实践, 研究生能够在多约束、多目标工程问题中同步提升理论应用能力、创新能力及综合素养。

评价与反馈机制在整个培养过程中发挥闭环管理作用, 其作用可表示为:

$$F = q(A_c, P_r, O) \quad (5)$$

其中, A_c 表示课程作业与理论测评的评价结果, P_r 表示实践成果与科研项目的评价结果, O 表示创新竞赛与工程成果的外部评价。多维度评价体系不仅用于学生能力诊断, 也为课程优化、教学方法改进及实践环节调整提供数据支持, 实现能力培养的持续改进和动态优化。

综合上述四个环节, 研究生综合工程能力 C 可进一步表达为加权叠加形式:

$$C = aT_c + bR + cP + dF + eg(T_c, R, P, F) \quad (6)$$

其中 a, b, c, d 表示各环节的权重系数, e 表示各环节之间的协同效应强度, $g(T_c, R, P, F)$ 表示各环节的协同耦合函数。该模型量化了教学模式各环节的贡献, 为能力提升提供可评估的数学基础, 并为后续教学优化和动态调整提供理论依据。

综上所述, “五维一体”教学模式的实施路径通过课程设计、科研训练、工程实践和评价反馈的有机结合, 并通过函数化量化模型进行能力分析, 实现了以工程问题为主线、知识 - 能力 - 素养相互支撑、理论与实践贯通的系统化培养机制, 为研究生工程能力的全面提升提供了可操作、可评估且可优化的路径和方法。

4. “五维一体”教学模式的实践应用与效果分析

为验证“五维一体”教学模式在研究生工程能力培养中的可行性与有效性, 本文以农林高院相关工程类研究生课程与培养环节为实践载体, 对教学模式进行了连续多轮的探索性实施, 并从实施过程、效果表现及问题反思等方面进行系统分析。

4.1. “五维一体”教学模式实施方案

在具体实施过程中，“五维一体”教学模式以研究生核心专业课程和科研训练为依托，将工程能力培养目标嵌入课程教学、科研训练和工程实践全过程。在课程层面，围绕控制系统、智能信息处理等工程方向，对原有课程内容进行重构，引入具有明确工程背景的综合案例与项目任务，将理论知识讲授与工程问题分析同步推进；在教学方式上，采用项目驱动、问题导向和分组研讨相结合的方式，引导研究生在复杂工程情境中开展系统分析和方案设计。

在科研训练层面，依托导师科研项目和产学研合作课题，将研究生科研任务与工程应用需求相结合，引导学生从工程问题出发进行技术路线选择、模型构建与实验验证。通过“任务分解－过程指导－阶段汇报－结果反馈”的方式，强化研究生对工程约束条件和工程目标的理解，提升其科研成果向工程应用转化的能力。

在工程实践与赛教互促层面，将工程创新项目和学科竞赛有机融入课程与科研训练中。一方面，通过课程实践环节对竞赛任务进行拆解，使竞赛内容成为课程能力训练的重要载体；另一方面，将竞赛过程中暴露的问题与不足反馈至课程教学与科研指导下，反向优化教学内容和实践设计，形成赛教互促、以赛促学的良性循环。

在评价与反馈方面，构建了涵盖课程学习、科研训练、工程实践和创新成果的多维度评价体系，通过过程性评价与结果性评价相结合，对研究生工程能力发展状况进行动态诊断，并据此调整教学内容和培养方案，实现持续改进。

4.2. 实施效果与能力提升分析

从实践效果来看，“五维一体”教学模式在多个维度上对研究生工程能力提升产生了积极影响。首先，在工程问题认知层面，研究生对工程问题的理解由单一技术视角转向系统性、多约束视角，能够在分析问题时综合考虑技术可行性、工程规范和应用场景，对工程问题形成较为完整的认知框架。

其次，在工程实践与应用能力方面，研究生在课程项目、科研任务和工程实践中的自主性和参与度显著提升。多数学生能够独立或协作完成较为复杂的工程方案设计与实验验证，并在实践过程中对方案进行迭代优化，体现出较强的理论应用能力和工程实现能力。

再次，在创新能力与综合素养方面，通过竞赛训练和工程项目实践，研究生在跨学科协作、技术创新和工程表达等方面得到明显锻炼。部分研究生在工程竞赛和创新项目中取得了阶段性成果，其科研成果和工程设计方案在创新性和工程可行性方面均有明显提升。同时，思政引领贯穿教学与实践全过程，有助于强化研究生的工程伦理意识和社会责任感，使其在工程决策过程中更加注重规范性和社会影响。

从整体效果看，“五维一体”教学模式促进了研究生工程能力由零散培养向系统培养转变，实现了理论学习、实践训练和创新能力发展的协同推进，初步形成了工程能力持续提升的培养闭环。

5. 结论

本文围绕新工科背景下工程类研究生工程能力系统培养的现实需求，构建并实践了一种以“思政引领－理论夯实－实践驱动－赛教互促－工程导向”为核心的“五维一体”教学模式。该模式以工程问题为主线，将工程能力培养贯穿于课程教学、科研训练与工程实践全过程，强调多维培养要素之间的协同联动与持续改进，力求实现研究生工程能力由分散培养向系统培养的转变。

从实施效果来看，“五维一体”教学模式有助于引导研究生在掌握专业理论知识的基础上，强化工程背景认知和工程约束意识，提升其对复杂工程问题的系统分析能力、方案设计能力和综合应用能力。通过实践驱动和赛教互促机制，研究生在真实或准真实工程情境中不断检验和深化理论认知，工程能力

的应用性和可迁移性得到有效增强。同时，思政引领与工程导向的融合，有助于研究生在工程实践中形成正确的价值取向和责任意识，促进工程能力培养与工程伦理、社会责任的有机统一。

需要指出的是，“五维一体”教学模式在具体实施过程中仍需充分考虑不同工程学科方向、培养资源和学生基础等差异因素，相关培养路径和实施重点应根据实际条件进行动态调整。未来研究可在更广泛的工程类研究生培养场景中开展持续实践，进一步完善多维协同机制和工程能力评价体系，以不断提升“五维一体”教学模式在研究生工程能力培养中的适用性和推广价值。

基金项目

本文得到东北林业大学研究生教育教学研究项目(面向工程能力培养的研究生“五维一体”教学模式探索，DGYYJ2025-26)资助。

参考文献

- [1] 周开发, 曾玉珍. 新工科的核心能力与教学模式探索[J]. 重庆高教研究, 2017, 5(3): 22-35.
- [2] 顾佩华. 新工科与新范式: 实践探索和思考[J]. 高等工程教育研究, 2020, 68(4): 1-19.
- [3] 张炜. 新工科教育的创新内涵与美国工科教育的观念演变[J]. 中国高教研究, 2022(1): 1-7.
- [4] 赵继, 谢寅波. 新工科建设与工程教育创新[J]. 高等工程教育研究, 2017(5): 13-17.
- [5] 覃业梅, 谭平, 周开军, 等. 新工科背景下电子信息专业硕士工程实践能力培养路径探索[J]. 创新教育研究, 2024, 12(4): 290-296. <https://doi.org/10.12677/ces.2024.124213>
- [6] 王奉敏, 韩艳红. 新工科背景下基于工程教育认证理念的大学物理教学模式研究[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 276-285. <https://doi.org/10.12677/ae.2025.155754>
- [7] 刘施峰, 袁晓丽, 邓超, 等. 基于 OBE 理念的《材料现代分析方法》课程教学改革研究与实践[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 2070-2075. <https://doi.org/10.12677/ve.2024.136319>
- [8] 薛晨晖. 产教融合促进工程硕士培养质量提升的困境分析与路径探索[J]. 教育进展, 2023, 13(11): 8330-8335. <https://doi.org/10.12677/AE.2023.13111288>
- [9] Tanverdi, B. (2024) Accumulating Architectural Knowledge through Practice-Based Engagement: Experiential Learning Modules. Middle East Technical University (Türkiye).
- [10] 唐琳, 雷霖, 赵永鑫, 等. 竞赛项目驱动的电子类课程教学改革——以电子设计竞赛题目“无线运动传感器节点设计”为例[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(3): 226-229.
- [11] 孟博, 秦向伟, 李可欣, 等. 课程思政与科创竞赛融入双创课程的育人模式构建[J]. 创新教育研究, 2025, 13(8): 293-301. <https://doi.org/10.12677/ces.2025.138598>
- [12] 蔡瑞宝, 林宏牛. 基于 CIPP 模式社会体育指导与管理专业实践教学质量评价体系研究——以池州学院社会体育指导与管理专业为例[J]. 体育科学进展, 2023, 11(3): 660-667. <https://doi.org/10.12677/APS.2023.113096>
- [13] 于然. 基于 CIPP 的综合实践活动课程评价指标体系构建[J]. 教育进展, 2025, 15(3): 1046-1054. <https://doi.org/10.12677/AE.2025.153505>
- [14] Chen, X. and Zhu, J. (2024) Quality Evaluation of Innovation and Entrepreneurship Education in Colleges and Universities Based on CIPP Model and AHP. In: Hu, Z.B., et al., Eds., *Artificial Intelligence, Medical Engineering and Education*, IOS Press, 768-778. <https://doi.org/10.3233/atde231391>