

· 学位与研究生教育 ·

# 工程专业学位研究生综合能力的供需适配 结构及其高影响要素

鲍威<sup>1</sup>, 何元皓<sup>2a</sup>, 何峰<sup>2b</sup>, 孙晓哲<sup>1</sup>, 陈得春<sup>2b</sup>

(1.厦门大学 高等教育发展研究中心, 福建 厦门 361005;

2.北京大学 a.教育学院; b.研究生院, 北京 100871)

**摘要:** 与产业需求适配是我国工程专业学位研究生教育改革发展的关键议题。在构建本土化综合能力指标体系基础上,通过对用人单位和高校学位点负责人的调查访谈,系统考察工程专业学位研究生综合能力的供需适配结构及其高影响要素发现,研究生的综合能力无法满足未来产业发展的需求,而且存在严峻的结构性供需失配问题;课程体系建设、项目化范式转型、产业深度参与、双元教师协同机制、高质量专业实践是提升研究生综合能力的高影响要素。建构全程性、嵌入性、综合性的产教融合育人体系是培育卓越工程师的关键之举。

**关键词:** 工程专业学位研究生; 综合能力; 供需适配; 高影响要素

中图分类号: G643.2 文献标志码: A 文章编号: 1000-4203(2024)12-0040-14

## The Supply-Demand Structure and High-Impact Factors of Engineering Professional Degree Postgraduates' Comprehensive Competencies

BAO Wei<sup>1</sup>, HE Yuan-hao<sup>2a</sup>, HE Feng<sup>2b</sup>, SUN Xiao-zhe<sup>1</sup>, CHEN De-chun<sup>2b</sup>

(1.Center for Higher Education Development Research, Xiamen University, Xiamen 361005, China;

2a.Graduate School of Education; b.Graduate School, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** Drawing on a localized competency framework, it utilizes survey data from enterprises and directors of degree programs to systematically assess the extent of matching between the supply of engineering professional degree postgraduates and industry demand. There are structural mismatches between supply and demand. Five high-impact factors are identified: curriculum system reform, the transition to project-based learning, deep industry engagement, dual-supervisor collaboration, and high-quality professional practice.

**Key words:** engineering professional degree postgraduate; comprehensive competency; supply-demand matching; high-impact factors

收稿日期: 2024-11-07

基金项目: 教育部学位与研究生教育发展中心委托课题(TY23004)

作者简介: 鲍威(1970-),女,浙江杭州人,厦门大学高等教育发展研究中心主任,教授,日本东京大学(教育学)博士,从事高等教育管理、高校质量监测与师生发展研究;何元皓(1999-),男,四川阆中人,北京大学教育学院博士研究生,从事教育经济与管理研究;何峰(1980-),男,浙江杭州人,北京大学研究生院学位办公室主任,从事高等教育管理研究;孙晓哲(1997-),女,山西右玉人,厦门大学教育研究院科研助理,从事高等教育管理研究;陈得春(1996-),男,河南驻马店人,北京大学研究生院助理研究员,从事教育经济与管理研究。

· 40 ·

## 一、引言

伴随全球科技竞争加剧与新一轮产业革命兴起,高等教育发展面临全方位、多层次的挑战与机遇。高等教育的高质量发展,不仅需要推进区域布局、学科专业、层次类型等与国家重大战略及区域发展需求的耦合协同,更亟须强化高校人才培养与经济社会发展需求间的适配机制。充分关注行业产业的诉求,深入观察人才供需适配状况,分析强化供需适配的高影响要素,成为充分发挥人力资本赋能中国现代化建设的重要议题。<sup>[1-3]</sup>工程专业学位研究生教育旨在面向行业产业与区域发展需求,培养专业基础扎实、实践能力突出、职业素养优异的高层次应用型人才。全面提升工程专业学位研究生综合能力与产业需求的适配度,无疑是以卓越工程师培养为牵引,服务创新型国家建设的重要支撑点。<sup>[4-7]</sup>

聚焦工程人才的供需适配,国内外一系列经验观察与实证研究指出,高校供给侧与行业产业需求侧在人才综合能力素质的培养上存在严重失配现象,对产业升级转型与经济创新发展形成阻碍。<sup>[8-12]</sup>尽管工程人才能力的供需失配问题受到广泛关注,但其基本特征及成因尚未得到深入探究。此外,既有研究多聚焦学生、教师或用人单位某一特定群体的评价开展分析,并且对工程人才综合能力供需适配度影响因素的考察也存在单一化、片面化的倾向,尚未形成系统的理论阐释框架。

面对上述挑战,本研究在提炼工程专业学位研究生综合能力内涵、明晰产教融合育人机制的高影响要素并构建本土化阐释框架的基础上,利用“工程专业学位授权点负责人调查”(以下简称“学位点负责人调查”)与“工程企业和用人单位管理者调查”(以下简称“用人单位调查”)数据,综合供需双重视角系统分析我国工程专业学位研究生综合能力的适配状况,进而科学评估产教融合育人机制在形塑工程人才综合能力中的作用和成效。本研究可为深入理解工程人才供需适配并在实践层面完善产教融合育人机制,进而优化高层次、应用型、创新型工程人才培养质量提供有益参考。

## 二、工程人才综合能力供需适配状况的经验观察

工程人才综合能力的供需适配,是指工科学生

通过高等工程教育形成的知识技能、能力素养、性格品质等人力资本满足行业产业发展需求的状态。<sup>[13]</sup>一旦供需两端失配,不仅会加剧毕业生求职的难度,引发结构性失业风险,还将导致企业岗位空缺,阻碍经济发展甚至引发社会矛盾。<sup>[14-15]</sup>国内外研究表明,工程人才综合能力供需失配主要表现为专业素养不足、通用能力缺失和品质素质匮乏。

其一,工程人才专业素养无法满足行业需求。工程专业素养是指应用工程、科学和数学原理识别、分析并解决复杂工程问题的能力,是工程师职业发展的基石。参考美国工程与技术认证委员会(Accreditation Board for Engineering and Technology, ABET)的定义,工程人才专业素养通常包括工程专业知识、跨学科知识、运用工程技术解决实际问题的能力等。<sup>[16-17]</sup>研究表明,高校和产业界在毕业生专业素养培养层面存在突出的失配问题。<sup>[18]</sup>对英国、奥地利、斯洛文尼亚和罗马尼亚四国企业的调查显示,产业界雇主普遍质疑毕业生分析和解决问题的能力,跨学科知识等专业素养偏低使他们无法满足岗位要求。<sup>[19]</sup>新西兰的一项研究发现,约35%的企业雇主认为高校工科毕业生在工程实施与服务、项目开发、理论应用方面存在明显不足,产业界因而强调高校应在课程体系建设中突出工程知识的实践运用价值。<sup>[20]</sup>我国工科硕士的专业素养也难以满足行业产业发展的需求,特别在工程专业知识、技术应用能力、跨学科知识储备方面供需失配矛盾突出。<sup>[21]</sup>

其二,工程人才通用能力发展滞后于行业产业需求。进入21世纪以来,高校毕业生结构性失业问题日趋严峻,因而通用能力培养受到产业界和教育界的普遍重视。<sup>[22]</sup>通用能力是指个体适应、胜任不同职业情境的可迁移能力,它能有效促进毕业生的职业获得、职业维持、职业晋升和职业流动。<sup>[23]</sup>但遗憾的是,高校毕业生通用能力培养严重滞后于产业需求。世界大型企业联合会(The Conference Board)主导的全球大型企业雇主调查显示,50%以上的雇主认为高校毕业生的书面表达、人际交流、团队合作等通用能力难以满足招聘标准,更有约85%雇主认为毕业生的领导力和创新能力匮乏,直接限制其职业的可持续发展。<sup>[24]</sup>聚焦高等教育向劳动力市场的过渡,欧洲学者在综合雇主和入职毕业生调查的数据后发现,高校毕业生通用能力发展严重滞后于职场需求。<sup>[25]</sup>我国学者对已入职工科毕业生的调查发现,他们的创新创造、沟通表达、协调安排、组织管理、国际视野等通用能力薄弱,是供需失配的重要表征之一。<sup>[26-27]</sup>

其三,工程人才品质素质与行业产业的需求脱耦。美国学者库(G.Kuh)指出,为应对劳动力市场的复杂性与不确定性,高等教育不仅要形塑学生的专业知识、实践技能等“晶体智力”(crystallized intelligence),以自控力、责任心、毅力等个性气质为代表的“流体智力”(fluid intelligence)也应纳入人才培养目标范畴。<sup>[28]</sup>欧洲学者指出,尽管产业界用人招聘高度重视求职者胜任职场情境的品质素质<sup>[29]</sup>,但高校毕业生的职业伦理、敬业精神并未达到需求,高校的生涯教育也未实现使学生能清晰认知职场的功能<sup>[30]</sup>。针对工科毕业生的品质素质,美国学者通过跨年度比较发现,约四分之一的雇主认为工科毕业生的解决问题能力、工程项目组织情境认知能力、工程规范理解能力存在下滑趋势。<sup>[31]</sup>聚焦中国工程专业学位研究生教育,有研究发现工程人才培养存在“重知识、轻素质”的教育偏差。产业界高度重视的市场意识、艰苦奋斗精神、环境保护意识、学习主动性等品质素质未在学生能力素质培养中受到重视,工程硕士职业胜任力无法与企业需求有效匹配。<sup>[32]</sup>

### 三、产教融合育人机制高影响要素的提炼与成效评估

近年来,中央政府出台一系列政策文件强调,高校人才供给紧密对接行业需求、深化产教融合育人机制改革,是促进教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接,提升人力资本供给与产业需求适配度的核心路径。<sup>[33]</sup>在此背景下,明晰工程专业学位研究生产教融合育人机制高影响要素的内涵,成为亟须回应的现实议题。梳理国内外既有研究可发现,课程体系、教学范式、产业参与、双元教师协同、专业实践是产教融合育人机制的五大高影响要素。

其一,建构前沿性、实践性、交叉性课程体系,为全方位提升工程人才综合能力提供坚实保障。依据学科发展前沿和产业实践动态重构课程内容,构筑跨学科交叉性课程知识体系,对培养综合能力卓越的工程人才具有重要价值。

课程前沿性是指先进性、创新性学术研究和科技发展成果在课程内容中及时呈现。<sup>[34]</sup>研究表明,课程前沿性对工科学生专业素养发展影响显著,在课程中融入国内外产业技术和学术发展前沿动态,有利于学生自主构建工程学科知识体系。<sup>[35]</sup>课程实践性是指课程以专业实践为导向,在真实或仿真情

境中引导学生运用专业知识开展技能实践。<sup>[36]</sup>研究发现,课程实践性对工程人才专业素养、通用能力提升成效显著。充分吸纳产业界工程实践和工程文化教育资源,创建技能应用与知识转化的实践课程模块,是助推学生胜任工程职业岗位的关键举措。<sup>[37]</sup>课程交叉性是指课程内容以工程学科知识为基础,有机整合多元学科知识体系。课程交叉性不仅在培养工程人才通用能力方面成效显著,对其形成应对复杂工程项目和工作环境的品质素质也有重要价值。<sup>[38-39]</sup>

其二,项目化教学范式是引导学生发展工程通用能力、培养工程品质素质的重要教学策略。项目化教学(Project-based Learning, PjBL)范式依托真实的工程项目、产品设计制造、服务提供等任务,强调以项目为载体,促使学生在项目实施过程中建构综合性知识体系,提升实践能力和综合素质。<sup>[40-41]</sup>

相关研究发现,项目化教学通过师生互动、合作学习、自主探究三条路径提升工科学生的专业素养、通用能力和品质素质。以色列理工学院的案例研究发现,基于真实项目、职场情境的教学过程不仅可促进工科学生对学科知识的理解和转化,有效提升人际沟通、团队合作等通用能力,更能培养其工程思维、职业认知、持续学习等品质素质。<sup>[42]</sup>针对其作用机制,美国宾夕法尼亚州立大学的研究验证了积极的师生互动、朋辈合作学习在培养学生工程设计专业素养中的中介效应。<sup>[43]</sup>在此基础上,国内学者还发现自主探究是项目化教学提升学生工程设计与操作、人际沟通合作、项目管理、系统化思维等能力的第三条中介路径。<sup>[44]</sup>

其三,立足产学协同育人理念,推动产业界全周期、全方位深度参与人才培养,对工程人才综合能力发展具有关键影响。产业界深度参与人才培养方案设计、标准制定、课程教学、教材编撰、学位成果评价等育人环节,是保障产学协同育人机制长效化的重要前提。

相关调查研究表明,产业界深度参与招生、授课、实践指导、学位论文等育人环节不仅能有效提升全日制专业学位毕业生的综合能力素质,更能显著优化人才培养的行业需求耦合度和专业学位认可度。<sup>[45]</sup>产业界积极参与实践课程、实训项目两个核心育人环节,能强化专业学位研究生毕业成果的实践应用性与可转化性,也能大幅提升其高质量就业的概率。<sup>[46]</sup>

其四,强化校内学术导师与校外行业导师双元协同机制,是工程人才综合能力发展不可或缺的支

持举措。学术导师全面负责人才培养工作,承担学科理论知识传授、专业素养培育、学位论文指导等教学职责;行业导师制全过程参与育人环节,通过专业实践指导、职场经验传授以发挥导向、整合、保障与反馈的育人功能,两者协同推动学生能力素质的提升。<sup>[47]</sup>

国内外大量研究印证了校内外学术导师和行业导师在专业人才培养中的重要影响及其作用路径。就学术导师而言,其对行业发展的认知深度是专业学位研究生实践学习投入、实践能力发展的重要预测因素。<sup>[48]</sup>不仅如此,学术导师还帮助学生寻找与专业契合的实习岗位以提升其专业素质。<sup>[49]</sup>针对行业导师,加拿大的研究发现,他们对“教师”职能的认知存在显著差异。职能认知直接影响行业导师能否在工作情境中与学生积极交流,帮助他们设定学习目标并对其提供项目工作反馈。<sup>[50]</sup>国内学者研究发现,行业导师指导频次、提供参与实践课题机会、指导实践技能、分享行业知识等对专业学位研究生的专业实践、学术研究、合作胜任、职业规划等综合能力提升具有促进作用。<sup>[51]</sup>值得注意的是,行业导师与学术导师有效互补、合作指导能显著提升专业学位研究生的综合素养、实践能力达 33.9% 和 50.3%。<sup>[52]</sup>

聚焦工科专业,美国学者研究发现,产业一线从业人员的榜样示范及其给予的支持性交流能帮助学生建立职业信心,敢于在实践中运用所学技能。<sup>[53]</sup>针对美国 90 位工程学院院长与行业指导委员会成员的调查发现,行业专家在促进课程与产业需求的衔接,推动学院通过美国工程与技术委员会资格认证,完善专业课程、项目设计和学生指导方面发挥了积极作用。<sup>[54]</sup>

其五,基于行业真实情境开展工程专业实践,对全面提升工程人才综合能力具有积极影响。相较高校工科课程教学建构的仿真职业情境,工程领域真实职业情境更复杂也更具综合性甚至冲突性。新入职工程师需要嵌入组织结构,通过收集分析信息资料来解决问题,还要与团队中他者协作互动,掌握组织系统的整体图景与组织文化,强化专业经验并有效实现组织发展目标。<sup>[55]</sup>有鉴于此,专业实践不仅提升工程学生的技术实践能力,更有益于提升其社会互动和团队合作等综合能力。<sup>[56]</sup>

针对美国青年工程师在高校就读和毕业入职后两个阶段的跟踪访谈研究表明,工程实践项目的多变性、复杂性、社会性远高于高校场域中因课程建构的虚拟情境。工程实践不仅是理论的应用,更重要

的是在项目实施与管理中与团队成员、技术操作员、客户、供应商等重要他者积极合作,而这些综合能力的形塑并不能仅仅依赖高校内部专业知识的传授。<sup>[57]</sup>教师缺乏时间、资源、激励机制来为学生创造复杂的仿真体验,这是高校工程教育面临的系统性问题。因此,真实职业场景中的专业实践是有效提升学生人际交往能力和团队合作能力的重要教学载体。<sup>[58]</sup>美国学者针对工程专业实践的两个典型案例以及 40 位企业管理者的访谈研究发现,雇主在人员招聘中存在排斥行业从业经验缺乏应届毕业生的倾向,而专业实践在一定程度上能弥补学生从业经验的不足,促进其团队合作、终身学习、产品设计与开发等可迁移能力的发展。<sup>[59]</sup>

## 四、研究设计

既有研究为科学考察工程专业学位研究生综合能力供需适配,系统分析培养工程人才综合能力的高影响要素及其作用成效提供了重要启示。我国学界针对工程人才综合能力开展了系列研究,但多数研究仅基于对学生的调查进行分析,即基于学习者的自我评估把握综合能力供需适配状况。学习者视角固然重要,但如何剥离自我评估中的粉饰效应是此类研究面临的严峻挑战。部分研究也尝试对教师进行调查,从教学者视角回应上述议题,但教师多基于自身承担的特定课程或实践观察予以评价,缺乏对学位点人才培养质量的整体把握,无法精准洞察工程人才综合能力适配现状。此外,针对工程人才综合能力的有效培育机制,既有研究虽在思辨层面作了理论阐释,但在有机结合理论建构与实证观察以及理论生成与数据检验的科学性和精准性方面有待改进。

基于以上分析,本研究在建构工程人才综合能力产教融合高影响要素理论框架的基础上,综合利用供给侧“学位点负责人调查”与需求侧“用人单位调查”的数据,以期清晰把握我国工程专业学位研究生综合能力供需适配状况及其结构性特征,系统考察我国工程专业学位研究生教育中产教融合高影响要素的现状,科学评估产教融合高影响要素对工程人才综合能力养成的作用效应。

### 1. 工程人才综合能力指标体系建构及研究框架

工程人才综合能力是指面对复杂、多变且充满不确定性的工程实践,专业从业人员有效履行岗位职责、成功解决复杂问题并推进工程领域创新发展

所应具备的综合能力素养。其不仅包括知识、技能、才智,也包括态度、价值观和性格特质<sup>[60]</sup>,具体可分为专业素养、通用能力、品质素质三大能力向度。专业素养是指基于扎实的工程、科学、数学及交叉学科理论知识体系,综合运用现代工程技术工具识别、分析和解决现实工程问题的能力。<sup>[61]</sup>通用能力是指超越工程学科边界,但对工程专业实践至关重要的可迁移能力、社会沟通能力和处事方式。<sup>[62-63]</sup>品质素质是指在复杂工程情境中坚守职业操守、作出合伦理决策的职业态度和性格品质。<sup>[64-65]</sup>

为深入挖掘和建构我国本土工程人才综合能力指标体系,本研究首先参考美国工程与技术认证委员会的相关标准、我国《卓越工程师教育培养计划通用标准》<sup>[66]</sup>以及相关文献,形成工程人才综合能力具体观测指标。然后采用德尔菲专家咨询法对遵循主观抽样原则选取的12位工程企业主管人员、工程专业学位点负责人及工程专业一线资深教师进行调研,收集他们对观测指标科学性与完整性的意见。经过两轮咨询与修改反馈,最后形成涵盖专业素养、通用能力、品质素质三大能力向度,总计22个三级观测指标的工程人才综合能力指标体系。经检验,观测指标的克隆巴赫阿尔法系数在0.97—0.98之间,内部一致性良好。

综合分析既有文献,本研究提炼出涵盖课程体系建设、教学范式转型、产业深度参与、双元教师协同机制、高质量专业实践的工程人才综合能力高影响要素,构建如图1所示的理论框架,为进一步探讨工程人才综合能力的产教融合形成机制提供支撑。

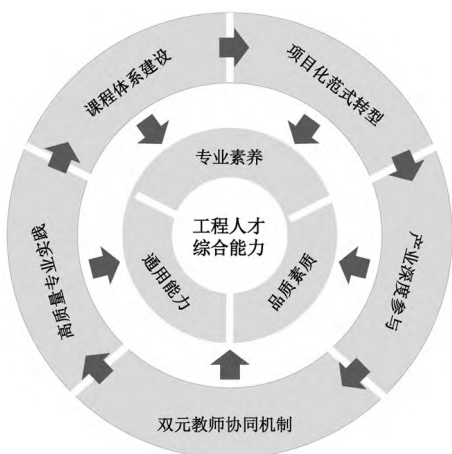


图1 工程人才综合能力的产教融合高影响要素理论框架

## 2. 调查实施与数据说明

围绕研究议题,2024年7—8月本研究团队分别针对工程专业学位研究生学位点负责人、用人单

位和毕业生进行了调查。本文的分析素材来自学位点负责人、用人单位的调查。此外,为使探讨更深入,本研究选取国内代表性工程专业学位点负责人与用人单位主管开展半结构式深度访谈,为定量分析结果提供深度阐释与佐证。“学位点负责人调查”聚焦高水平工程专业学位授权点,共回收有效问卷205份,其中“双一流”建设高校样本占比为91.71%,国家卓越工程师学院建设高校占比为47.32%,硕士、博士学位点占比分别为67.32%和32.68%。“用人单位调查”则聚焦与学位点存在合作关系的企业,共回收有效问卷893份,其中大型、中型以及小微企业的占比分别为36.06%、19.82%、44.12%。

## 3. 分析策略

首先,本研究基于学位点负责人、用人单位的调查数据,利用描述统计,清晰洞察我国工程专业学位研究生综合能力的适配现状及其结构性特征。其次,立足“学位点负责人调查”,全面考察我国工程专业学位研究生教育的产教融合育人机制运行概貌,厘清高影响要素的结构性特征。最后,构建如下多元线性回归模型,深入考察产教融合育人机制高影响要素对研究生综合能力的影响效应。

$$Competences_i = \alpha_0 + \alpha_1 Curriculum_i + \alpha_2 Pedagogy_i + \alpha_3 Cooperation_i + \alpha_4 Supervisor_i + \alpha_5 Practice_i + \alpha_6 Cov_i + \epsilon_i$$

其中, $Competences_i$ 为学位授权点*i*的工程专业学位研究生综合能力,包括专业素养、通用能力、品质素质三大维度; $Curriculum_i$ 、 $Pedagogy_i$ 、 $Cooperation_i$ 、 $Supervisor_i$ 和 $Practice_i$ 分别为课程体系建设、教学范式转型、产业深度参与、双元教师协同机制、高质量专业实践五大高影响要素, $\alpha_1$ 至 $\alpha_5$ 为本研究关注的估计系数; $\alpha_0$ 为截距项, $Cov_i$ 为系列控制变量, $\epsilon_i$ 为残差项。

## 4. 变量设定

立足以上理论框架,表1显示了核心变量的操作化定义。其中,因变量为工程人才综合能力,涵盖专业素养、通用能力、品质素质三个维度。专业素养的观测指标包括行业前沿追踪、基础理论知识、实践动手能力、实验分析能力、跨学科解决问题、AI技术运用、创新研究能力、专业外语能力、人文知识素养。通用能力的观测指标包括国际视野与全球意识、数字化素养、人际交流能力、文字表达能力、持续学习能力、创新系统思维、开放包容能力。品质素质的观测指标包括敬业奉献意识、社会责任意识、安全规范意识、节能环保意识、职场心理韧性、工程伦理思维。

表 1 变量及其操作化定义

类型	名称	观测指标	操作化定义	均值	标准差	
因变量	工程人才综合能力	专业素养	行业前沿追踪、基础理论知识、实践动手能力、实验分析能力、跨学科解决问题、AI 技术运用、创新研究能力、专业外语能力、人文知识素养;1=薄弱、6=充足,取均值;Cronbach's $\alpha=0.97$	4.82	0.84	
		通用能力	国际视野与全球意识、数字化素养、人际交流能力、文字表达能力、持续学习能力、创新系统思维、开放包容能力;1=薄弱、6=充足,取均值;Cronbach's $\alpha=0.97$	4.82	0.85	
		品质素质	敬业奉献意识、社会责任意识、安全规范意识、节能环保意识、职场心理韧性、工程伦理思维;1=薄弱、6=充足,取均值;Cronbach's $\alpha=0.98$	4.96	0.89	
自变量	产教融合育人高影响要素	课程体系建设	前沿性	课程内容反映国际工程技术前沿,课程内容反映行业前沿趋势与实践创新;1=极不认同、6=极其认同,取均值	5.01	0.84
			实践性	课程与工程职业资格考核结合,基础课程与行业实践课程有机结合,课程内容注重职业实践性;1=极不认同、6=极其认同,取均值	4.05	0.78
			交叉性	重视课程体系的学科交叉性与综合化建设;1=极不认同、6=极其认同	5.09	0.94
		教学范式转型	项目化教学	开设基于培养项目的订单式课程和教学模块;1=极不认同、6=极其认同	4.61	1.18
		产业深度参与	产业参与度	合作企业参与培养方案制定、课程教材编撰,独立开设课程;4=深度参与、3=中度参与、2=轻度参与、1=未参与	2.82	0.97
		行业导师占比	行业导师占比	校外行业导师占校内、校外全体导师的比例	0.42	0.17
		双元教师协同机制	行业导师参与度	行业专家参与招生考核,定期参与教育教学,积极参与学生指导,参与学位论文评审;使用因子得分	0.00	1.00
		高质量专业实践	学术导师实践认知	校内学术导师的行业实践认知清晰精准;1=极不认同、6=极其认同	2.91	1.34
			高水平场域实践	学生进入行业龙头企业开展高质量实践实训;1=极不认同、6=极其认同	4.79	1.04
			专业实践成果转化	实践成果服务于实训单位的工程设计与技术改造;1=极不认同、6=极其认同	4.75	0.99
控制变量	院校组织禀赋	院校类型	第一批国家卓越工程师学院=4、第二批国家卓越工程师学院=3、第三批国家卓越工程师学院=2、非国家卓越工程师学院=1	2.07	1.23	
		学历层次	博士=1、硕士=0	0.32	0.47	

注:由于行业导师参与度相关三个观测题项的赋分方式存在差异,本研究使用因子得分计算合成变量,因子得分均值分布为 0,标准差分布为 1。

本研究自变量为产教融合育人机制的高影响因素,涵盖课程体系建设、教学范式转型、产业深度参与、双元教师协同机制、高质量专业实践五大要素。其中,课程体系建设含括课程前沿性、实践性、交叉性三大观测指标;教学范式转型采用项目化教学的使用频度作为观测指标;产业深度参与以合作企业参与招生考核、课程教学、学术指导、学位论文评审等育人环节的程度作为观测指标;双元教师协同机制的观测指标包括行业导师占比、行业导师参与度、学术导师实践认知;高质量专业实践的观测指标为进入行业龙头企业开展高质量实践、实践成果服务于企业工程设计与技术改造。

此外,为避免院校与学位点层面特征对估计结果的干扰,本研究将院校类型、学历层次纳入控制变量。其一,考虑到我国自 2022 年启动卓越工程师学

院建设计划以赋能工程专业硕士、博士产教融合培养体系改革,本研究将调查院校入选国家卓越工程师学院建设计划的批次纳入控制变量,即前后三批以及非卓越工程师学院共计 4 个取值,从而消除不同学校学科建设基础、教学资源投入等未观测因素可能造成的估计偏误。其二,鉴于工程专业学位硕士、博士研究生在人才培养目标、能力素质、毕业论文要求等层面存在差异,本研究将学历层次也纳入控制变量,以获得更为精确的估计系数。

## 五、实证分析

1. 工程人才综合能力的供需适配现状及其结构特征

图 2-4 显示了我国工程专业学位研究生的综

合能力供需适配现状,从中可以看出,尽管本研究聚焦高水平院校工程专业学位授权点的人才培养质量,但总体而言,无论是人才培养供给侧还是人才需求侧,均一致认为研究生综合能力水平尚有明显不足(最高评分值为6);更值得高度关注的是,用人单位对研究生综合能力的评价均低于学位点负责人的评价,反映人才培养质量明显滞后于行业发展需求,存在严重的供需失配矛盾。

首先,就工程专业学位研究生的专业素养而言,人才培养供给侧的总体评分为4.81,人才需求侧的总体评分为4.14,供需双方差值达0.67,是供需失配矛盾最为突出的。至于具体的二级观测指标,用人单位(3.99)和学位点负责人(4.48)均认为研究生的AI技术运用能力最薄弱。紧随其后,用人单位认为研究生相对薄弱的专业素养还包括专业外语能力(4.03)、人文知识素养(4.10)、创新研发能力(4.12)、行业前沿跟踪能力(4.13);与用人单位有所不同,学位点负责人对研究生专业素养不足的评价集中于人文知识素养(4.67)、实践动手能力(4.78)和创新研发能力(4.84);供需双方评价差距最大的能力素质为专业外语能力和实验分析能力,评分差值分别达0.88和0.76。

其次,就工程专业学位研究生的通用能力而言,人才培养供给方的总体评分为4.82,行业需求侧总体评分为4.23,通用能力供需失配问题不容小觑,差值达0.59。在二级观测指标层面,供需双方均认为国际视角与全球意识为最薄弱能力项,评分分别为4.60和4.00。此外,用人单位评价较低的通用能力项次为数字化素养(4.18)、创新系统思维(4.24)、文字表达(4.26)和人际交流能力(4.28);相较而言,学位点负责人评价较低的通用能力依次为开放包容能力(4.80)、创新系统思维(4.84)、文字表达能力(4.85)和持续学习能力(4.87);通用能力各指标的供需失配程度(差值)均大于0.60。

最后,就工程专业学位研究生的品质素质而言,供需双方的评价为三个能力维度中最高的,人才供给侧的总体评分为4.96,需求侧总体评分为4.39,供需双方评分的差值为0.57。在具体观测指标层面,供需双方均认为研究生的节能环保意识明显匮乏,评分分别为4.91和4.34。此外,用人单位认为其他比较欠缺的品质素质依次为社会责任意识(4.36)、敬业奉献意识(4.37)、工程伦理思维(4.41)和职场心理韧性(4.41);相较而言,学位点负责人认为比较缺乏的品质素质依次为敬业奉献意识(4.93)、职场心理韧性(4.94)、社会责任意识(4.96)和工程伦理

思维(5.00);品质素质各指标的供需失配程度均在0.50个单位以上。

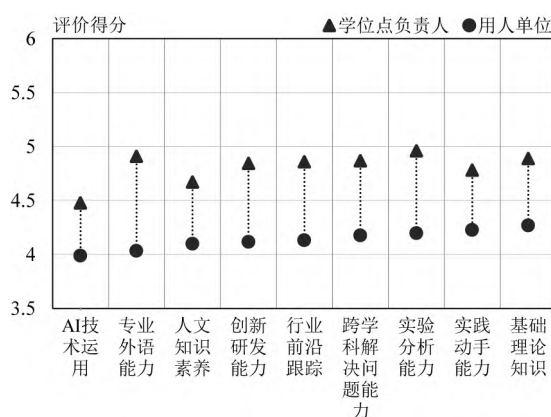


图2 工程人才专业素养的供需适配状况

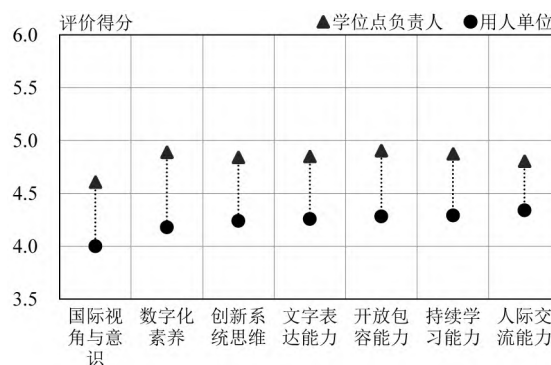


图3 工程人才通用能力的供需适配状况

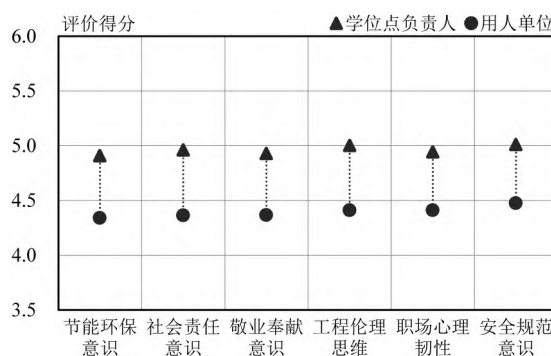


图4 工程人才品质素质的供需适配状况

## 2.产教融合育人机制高影响要素的运行现状

本研究利用学位点负责人的调查数据,考察分析了工程专业产教融合育人机制中高影响要素的运行情况。

其一,课程体系的学科交叉性、前沿先进性建设成效显著。当下工程专业学位研究生教育课程内容能较好覆盖工程理论与产业技术发展前沿(5.01)、推进工科知识与其他学科知识的有机融合,拓宽跨学科知识谱系(5.09)。相较而言,课程实践层面依

然薄弱(4.05)。

其二,项目化教学范式转型存在滞后。项目化教学在我国工程专业学位研究生教育中并未充分普及,21.46%的学位点偶尔采用项目化教学,甚至约五分之一(19.02%)的学位点尚未引入项目化教学。

其三,产业深度参与相对薄弱。数据表明,产业部门在工程专业学位研究生教育培养方案制定、课程教学、教材编撰等育人环节中的整体参与水平偏低(2.82)。产业深度参与育人环节的学位点占比仅为29.95%,中度参与、轻度参与的占比分别为31.98%和28.43%。此外,仍有9.64%的学位点校企协同匮乏,产业部门未参与其任何育人环节。

其四,双元教师协同机制建设仍有较大优化空间。数据显示,在工程专业学位研究生教育中,整体导师队伍中行业导师的占比已达41.67%,行业导师

队伍建设成效突出。然而在招生考核、教育教学、学位论文指导等育人环节,行业导师的参与程度相对较低。不仅如此,校内学术导师对行业实践与产业发展的认知极其薄弱,其均值仅为2.91。

其五,高质量专业实践实施状况良好。调查显示,87.32%的工程专业学位研究生能进入龙头企业开展高质量实践实训。不仅如此,工程专业实践成效显著,88.28%的专业实践成果能在不同程度服务于实训单位的工程设计与技术改造,两项观测指标的均值达4.79和4.75。

### 3.产教融合育人机制高影响要素对研究生综合能力的影响效应

本研究结合理论框架,分析探究了五大高影响要素对工程专业学位研究生综合能力的影响效应,回归结果如表2所示。

表2 产教融合育人机制高影响力要素对工程专业学位研究生综合能力的影响效应估计

变量	工程专业学位研究生综合能力				
	专业素养	通用能力	品质素质		
高影响要素	课程体系建设	前沿性	0.389*** (0.099)	0.455*** (0.109)	0.491*** (0.122)
		实践性	0.118** (0.055)	0.005 (0.070)	0.192** (0.082)
		交叉性	0.047 (0.089)	0.039 (0.097)	0.190** (0.086)
	教学范式转型	项目化教学	-0.039 (0.041)	0.014 (0.047)	-0.099** (0.048)
	产业深度参与	企业参与度	0.038 (0.038)	0.036 (0.038)	0.061 (0.050)
	双元教师协同机制	行业导师占比	0.176 (0.168)	0.216 (0.232)	0.199 (0.203)
		行业导师参与度	0.163*** (0.043)	0.097* (0.052)	0.075 (0.049)
		学术导师实践认知	0.055* (0.029)	0.054 (0.035)	0.025 (0.028)
	高质量专业实践	高水平场域实践	0.121* (0.068)	0.105 (0.073)	0.004 (0.088)
		专业实践成果转化	0.112*** (0.040)	0.129** (0.059)	0.029 (0.081)
控制变量	院校组织禀赋	院校类型	0.046 (0.028)	0.033 (0.029)	-0.013 (0.035)
		学历层次	-0.058 (0.060)	0.052 (0.065)	0.046 (0.0773)
N		197	197	197	
Adjusted R <sup>2</sup>		0.668	0.612	0.590	

注:1.括号内为学位点所属院校层面的聚类稳健标准误;2.\*表示  $p < 0.1$ , \*\*表示  $p < 0.05$ , \*\*\*表示  $p < 0.01$ ;3.本研究基于对所有变量均无缺失值的样本进行分析。

其一,课程体系建设对研究生专业素养、通用能力、品质素质的发展均存在显著的积极作用。课程前沿性增长 1 个单位,能显著提升研究生专业素养、通用能力、品质素质约 0.39、0.46 和 0.49 个单位;不仅如此,课程实践性对研究生专业素养、品质素质的形成也有约 0.12 和 0.19 个单位的显著促进效应,课程交叉性对研究生优良品质素质的养成也具有正向促进作用。

其二,项目化教学范式对研究生综合能力提升并未发挥预期成效。数据显示,项目化教学的范式转型对研究生通用能力具有微弱积极影响,但并未通过显著性检验。值得关注的是,项目化教学范式的引入对研究生专业素养的提升并无显著影响,对其良好品质素质的养成甚至存在显著抑制作用。

其三,产业深度参与产教融合育人机制对研究生的综合能力发展并未产生预期的积极成效。产业部门在培养方案制定、课程教学、教材编撰等育人环节中的参与程度对研究生专业素养、通用能力和品质素质的发展分别具有 0.04、0.04 和 0.06 个单位的积极影响,但未通过显著性检验。

其四,双元教师协同机制的质量提升能有效促进研究生专业素养、通用能力发展。行业导师占比是从数量层面衡量双师型队伍规模建设的重要指标,但分析表明行业导师规模递增并未对研究生综合能力提升产生促进作用。与之不同,行业导师在产教融合育人环节中的深度参与能带来研究生专业素养和通用能力约 0.17 和 0.10 个单位的显著提升。不仅如此,校内学术导师对产业发展的实践认知也能有效促进研究生专业素养显著提升。

其五,高质量专业实践显著提升研究生专业素养与通用能力。结果表明,进入行业龙头企业开展高质量实践实训,能显著提高研究生专业素养约 0.12 个单位。此外,深度参与专业实践的影响成效尤为突出,实践成果服务于实训单位的工程设计或技术改造能推动研究生专业素养与通用能力约 0.11 和 0.13 个单位的显著提升。

## 六、结论与讨论

本研究利用高校工程专业学位点负责人、用人单位调查数据,系统考察工程人才综合能力供需适配现状及其结构性特征,科学评估产教融合育人机制的五大高影响要素对提升工程专业学位研究生综合能力的作用成效,主要研究结论如下。

### 1. 工程专业学位研究生综合能力面临严峻的结

构性供需失配矛盾

基于供需双方评价,我国工程专业学位研究生的综合能力无法充分满足未来行业发展的需求,而且在专业素养、通用能力、品质素质三大能力维度上均面临严峻的结构性供需失配矛盾。基于产业界用人单位的评价,高校工程专业学位研究生教育所培养人才的专业素养中最薄弱的分别为工程领域 AI 技术运用能力、专业外语能力、人文知识素养;在可迁移性通用能力方面,国际化视角与意识、数字化素养、创新系统思维等严重滞后于产业发展需求;至于品质素质方面,尽管学位点负责人和用人单位的评价均相对最高,但节能环保意识、社会责任意识、敬业奉献意识仍明显匮乏,无法满足行业发展需求。

高等院校工程人才培养严重滞后于行业发展需求的根源,可以从高校组织惰性、校企信息不对称两大理论视角进行深入探讨。首先,作为组织理论研究的重要议题,组织惰性是影响组织变革与可持续发展的重要因素。由于我国高水平院校长期拥有稳定的财政保障和生源,组织资源依赖路径和科层制结构惯性的存在导致院校学科育人机制倾向于维系既有组织形态、既有惯性和既有行为模式,无法对外部环境变革及时作出调适和制度创新。其次,我国高校与产业界长期缺乏交流或信息互通,合作机制尚不完善。供需双方的沟通壁垒导致高校无法及时把握产业界对人才知识、技能和素质具体需求的变化,更未能及时跟踪产业界最新动态和应用前沿,导致高校工程人才培养目标和培养机制严重滞后产业发展需求。<sup>[67-68]</sup>

### 2. 产教融合育人机制高影响要素的实施成效与存在的问题

其一,课程体系建设的前沿性、实践性、交叉性取向是奠定工程人才综合能力发展的基石。首先,课程前沿性对专业素养、通用能力、品质素质发展具有突出的积极影响。这与既有研究呼应,印证了课程内容及时反映工程技术、产业创新前沿对培养研究生综合能力的重要意义。<sup>[69]</sup>其次,课程实践性对专业素养、品质素质存在显著的促进作用。实践导向的课程不仅为深化专业理论知识认知、强化工程实践和创新研发能力提供了仿真场景,也对形塑工程人才的职场安全规范、工程伦理、敬业奉献等品质素质提供有力保障。最后,重视课程的学科交叉性和综合化建设也能显著促进工程人才品质素质的发展。

其二,项目化教学范式转型尚处于起步阶段,对工程人才综合能力发展未发挥预期成效。目前约有

五分之二的学位点对项目化教学的应用十分有限,一些学位点甚至尚未引入项目化教学,这在很大程度上阻碍了其预期成效的实现。

在现实中,制约项目化教学推广的因素极为复杂。首先,学位点管理层与一线教师的认知存在一定冲突,导致项目化教学无法在实践层面得以贯彻和推广。本研究在访谈中发现,尽管学位点负责人对紧密结合行业需求以积极推动项目化教学转型高度重视,但囿于科研发表为导向的人事评价考核制度,学术导师对专业学位研究生培养与学术学位研究生的培养陷入同质化困境,他们更缺乏在课程实践中引入项目化教学的积极性。其次,教师对行业实践认知不足,直接抑制了其开展基于真实工程情境的项目化教学。最后,项目化教学需充分鼓励研究生开展团队合作、自主探究,而评价体系中相关要素的缺位抑制了他们参与项目的积极性,这也是项目化教学范式未能有效提升综合能力的原因之一。

其三,产业深度参与不足导致工程人才综合能力未能有效增值。合作企业在产教融合育人机制中的积极参与,虽对研究生专业素养、通用能力、品质素质培育具有正向作用,但并未通过显著性检验。这主要是由于产业深度参与不足,未能发挥预期的育人成效。

产业深度参与不足背后存在结构性因素,其一是校企在组织目标、组织行为层面存在多重冲突。企业的市场逻辑与高校的公益逻辑、企业利润最大化和高校成本最大化取向的差异,抑制两者间合作关系建构。其二是企业参与育人的激励机制严重缺位。调查发现,四分之三的学位点负责人认为企业参与育人的激励机制有待优化。税收减免等经济激励缺位、校企共同研发成果知识产权归属不清、协同育人项目管理权限让渡不足,均在不同程度上导致校企双方无法在育人上深度交融。

其四,双元教师协同机制在推进工程人才综合能力良性发展中发挥了关键支撑作用。对工程人才综合能力发展形成显著影响的并非行业导师的规模,而是双元教师协同机制的质量。具体而言,行业导师在招生考核、教育教学、研究生指导、学位论文评审等育人环节的全程深度参与,学术导师对于行业实践发展的深入认知,都是推动研究生综合能力发展的关键所在。

调查显示,70.24%的学位点负责人认为专业教师存在行业实践发展认知薄弱的问题。该问题反映

高校在教师人事考核制度方面存在不足,其当下的教师绩效考核指标强调科研产出,并未对教师在人才培养、社会产业服务领域贡献予以充分的关注<sup>[70]</sup>,导致教师缺乏紧跟行业产业实践发展前沿动态的意识,更缺乏深入产业研发情境、推动学术成果转化的积极意愿。

其五,高质量专业实践是工程人才综合能力发展的关键环节。研究生在行业龙头企业开展专业实践,对其专业素养提升存在明显促进作用。不仅如此,专业实践成果服务于实践单位的工程设计与技术改造,更是能直接引致其专业素养、通用能力的显著提升。该结论与既有研究发现一致<sup>[71-72]</sup>,印证了高质量专业实践对工程人才综合能力发展的重要影响。进入高水平企业开展专业实践,不仅能有效促进理论知识的深化和专业技能的提升,在专业实践过程中参与企业的核心研发工作,更能增强研究生开展创造性研究、系统解决工程实践中复杂问题的能力。

## 七、政策启示:综合性工程人才产教融合培育体系的建构

如图5所示,本研究的理论探讨与实证分析为充分把握工程领域的高层次应用型人才培养需求,强化学科专业与产业发展的供需有效适配,深化五大高影响要素的育人效用,建构全程性、嵌入性、综合性的工程人才产教融合培育体系提供了重要的政策参考。

### 1. 建设模块综合交叉、内容复合融通的课程体系

其一,内容动态调整、知识体系完备的前沿性课程模块设计。工程专业学位研究生教育应探索建立课程内容动态调整机制,及时动态强化学科理论前沿、产业实践前沿、工程研发前沿知识的比重,逐步删减偏离科研创新与产业发展需求的课程模块。

其二,技能应用导向、工学情境交替的实践性课程模块设计。工程学科应明确实践性课程的核心地位,构建与前沿理论、专业课程相对应的实践课程模块。一是要增加实践课程的课时数,确保实践课程的学分比例充足;二是要以设计性、研发性实验作为实践课程核心内容,采用源于产业工程实践中的问题、案例、项目推进技能应用型学习。

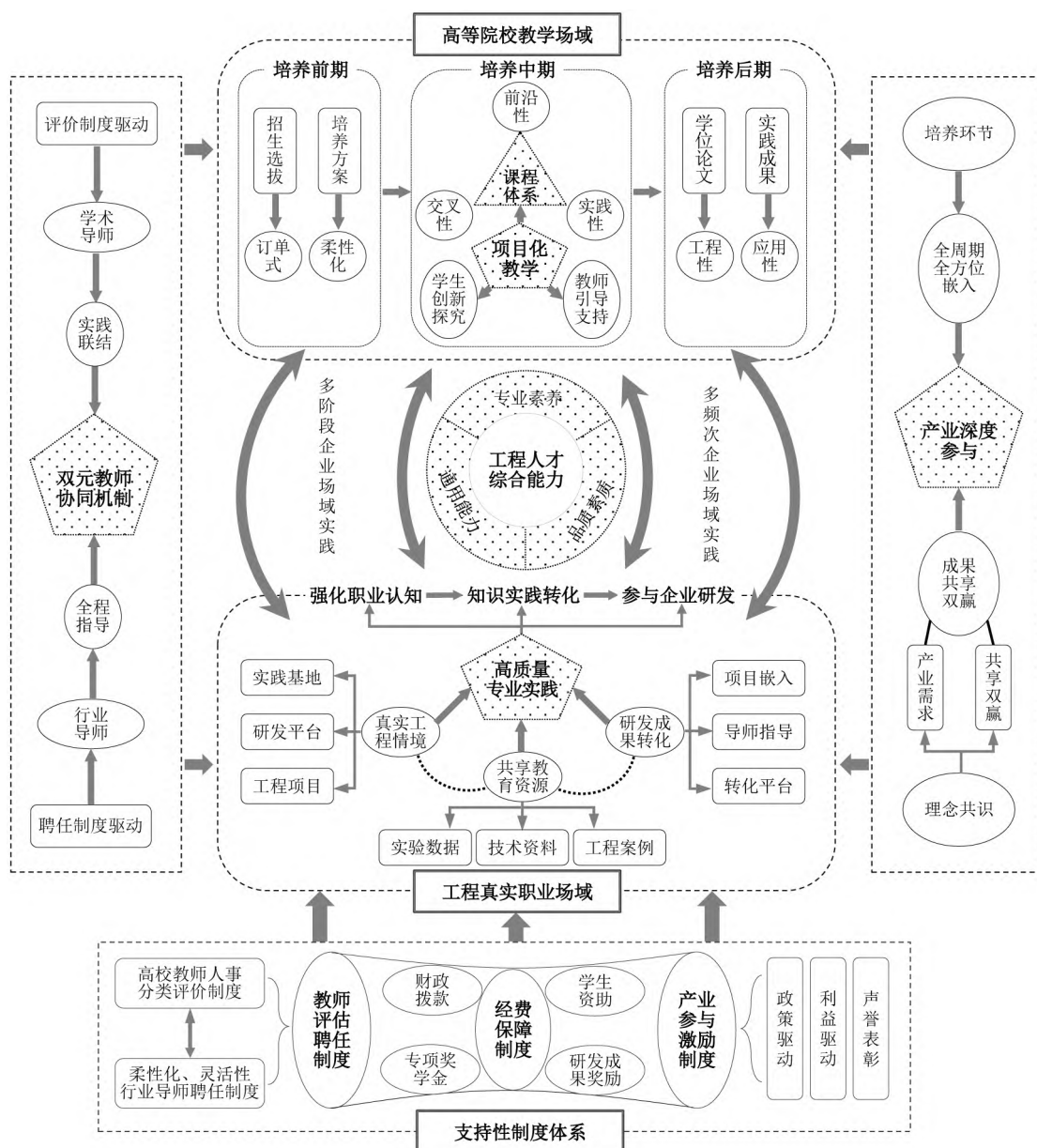


图5 综合性工程人才产教融合培育体系

其三，学科知识体系复合融通的交叉性课程模块设计。工程学科需突破传统工学边界，有机整合数理、经管、人文学科知识，设计覆盖面广、跨学科的通识教育课程，促进多元学科知识体系建构，助力复合型工程人才培养。

### 2. 推进充分体现学生创新探究、教师引导支持的项目化教学范式转型

其一，凸显学生创新探究者、教师引导支持者的角色定位，引领项目化教学范式转型。积极推进各工程专业学科点的项目化教学，转变教师单向知识传递灌输者的角色，充分发挥学生在知识习得、知识运用过程中自主创新、朋辈合作的能动性。

其二，建立多元考核、多方评价体系，保障项目

化教学有序推进。形成多维考核体系，对学生在项目教学中的自主探究、团队合作、成果转化等开展综合评估；建立学术导师、行业专家、朋辈学生共同参与的多元主体评价，引导学生深度参与项目化教学，促进其综合能力的全方位提升。

### 3. 打造需求导向、全周期、全方位嵌入的产业深度参与框架

其一，以产业需求为驱动的人才培养方案制定。在招生选拔和培养方案制定环节，产教双方需紧密协作，形成统一的目标共识。深入调研产业发展前沿，从源头确保人才培养目标与产业需求高度契合。制定柔性化培养方案，根据产业发展前沿调整培养目标、培养环节、评价标准等，保障人才培养与产业

需求的适切性。

其二,多元情境、多维资源支撑的产业教学参与机制建构。在人才培养环节,产教双方需结合产业真实情境,开发反映实践前沿特征的课程体系或教学项目。产业界应为研究生提供高质量实践基地、研发平台等多种资源,配备行业导师指导,鼓励其深度参与实际工程研发与生产管理,精准培育能力素质与产业需求高度耦合的高层次工程人才。

其三,建设与产业创新研发相结合的学位论文指导评审机制。在学位论文与毕业设计环节,应构建以产业研发需求为导向的论文选题、指导、评审机制,鼓励研究生聚焦产业发展中的技术难题、国家急需领域进行选题。此外,产教双方应共建成果转化平台、明确成果双赢机制,推动学位论文成果为解决产业实践问题与技术创新提供支持。

#### 4. 构筑全周期、多阶段、多频次的循环嵌入式高质量专业实践育人环节

其一,初期以工程实践情境驱动职业认知发展。在培养初期,配备行业导师,带领研究生接触真实工程项目,了解实际工作流程与规范,增强工程意识、职业素养和职业认知。

其二,中期以产业资源支撑高质量工程专业实践。在培养中期,产教联合设立实践项目,以产业实验数据、技术资料、研发案例等资源为重要支撑,提高研究生运用专业知识解决工程实践问题的能力,培养创新思维和团队协作精神。

其三,后期以学位论文研究参与企业研发创新。在培养后期,推动研究生学位论文与专业实践高度结合,鼓励研究生在产业实际工程攻关研发项目中、在学术导师与行业导师的双重指导下完成学位论文,并促进学位成果更好服务于产业工程设计与技术革新。

#### 5. 强化全周期协同、全方位联结的双元教师协同机制

其一,构建行业导师全周期育人参与机制。招生标准制定、录取考核环节精准对接产业需求,赋予行业专家充分的参与权与决策权。要明确并深化行业导师参与指导课程教学与专业实践的责任,强化行业导师在学位论文指导中引领研究实践导向、提供真实数据支持等作用,推动学位成果服务产业工程技术创新。

其二,全方位拓展学术导师的行业实践认知。高校应鼓励学术导师参与企业横向研究,强化学术导师对产业实践需求、产业前沿的精准把握;要建立学术导师与行业导师的常态化交流机制,确保教学

科研与产业需求精准对接;要引入交叉聘任制度,破除产教壁垒,鼓励学术导师与行业导师的跨界聘用。

#### 6. 工程人才产教融合培育体系的制度支撑

最后需要指出的是,包含五大高影响要素的综合性工程人才产教融合培育体系的有效运行需要从经费保障、人事管理、企业参与激励三个层面形成坚实的制度保障。

其一,构建政府、高校、企业及社会等多方主体协同合作的充足经费保障体系。政府应以高层次应用型工程人才培养为重点支持领域,加大财政投入,设立与物价指数和教育成本相联动的动态财政投入增长机制,确保经费增长跟上教育发展需求。高校应合理设置学费标准,通过产学研合作拓展多渠道经费筹措机制。企业或行业协会可通过设立专项奖学金、产学研合作项目、学位论文成果转化奖励,鼓励师生投入工程领域的研究与实践。

其二,健全工程专业学位研究生教师队伍的人事管理制度。基于工程专业学位研究生教育的目标定位,引入学术学位、专业学位研究生教师的分类评价机制,将行业实践资历、科研成果转化作为重点纳入后者的评价指标体系中。建立柔性行业导师聘任机制,摒弃传统兼职导师聘任中的学历门槛等刻板要求,为行业资深专家全过程参与育人提供可行性。通过社会荣誉激励和适度经济报酬,提升行业导师参与育人的积极性。

其三,建立政策驱动、利益驱动、声誉表彰的产业参与激励机制。政府应出台税收优惠、财政补贴、项目支持、知识产权保障等政策,降低企业参与产教融合的成本。高校需通过人才供给保障、技术创新合作等途径,满足企业用人需求,提升企业核心竞争力。政府与行业协会需对产教融合育人表现突出的企业给予表彰奖励,提升企业社会声誉与行业影响力,吸引更多企业深度参与产教融合育人。

#### 参考文献:

- [1] 习近平:在全国科技大会、国家科学技术奖励大会、两院院士大会上的讲话[EB/OL]. [https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202406/content\\_6959120.htm](https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202406/content_6959120.htm).
- [2] 教育强国建设要正确处理几个重大关系——三论学习贯彻习近平总书记在全国教育大会上的重要讲话精神[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/s5148/202409/t20240914\\_1150960.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5148/202409/t20240914_1150960.html).
- [3] 国新办举行“推动高质量发展”系列主题新闻发布会,教育部专场解读全面推进教育强国建设[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/s5147/202409/t20240927\\_1153405.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202409/t20240927_1153405.html).

- [4] 中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定[EB/OL]. [http://www.qstheory.cn/yaowen/2024-07/21/c\\_1130182461.htm](http://www.qstheory.cn/yaowen/2024-07/21/c_1130182461.htm).
- [5] 关于深入推进学术学位与专业学位研究生教育分类发展的意见[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_826/202312/t20231218\\_1095043.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202312/t20231218_1095043.html).
- [6] 关于印发《专业学位研究生教育发展方案(2020—2025)》的通知[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_826/202009/t20200930\\_492590.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202009/t20200930_492590.html).
- [7] 关于印发《研究生教育学科专业目录(2022年)》《研究生教育学科专业目录管理办法》的通知[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_833/202209/t20220914\\_660828.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_833/202209/t20220914_660828.html).
- [8][20] CALLANAN J, MCCARTHY I. Property Education in New Zealand: Industry Requirements and Student Perceptions[J]. *Journal of Real Estate Practice and Education*, 2003, 6(1): 23-32.
- [9][31] LATTUCA L R, TERENZINI P T, VOLKWEIN J F, et al. The Changing Face of Engineering Education[J]. *The Bridge*, 2006, 36(2): 5-13.
- [10][13][26] 余天佐, 顾希焱. 工科毕业生通用能力失配的现状与影响因素[J]. *高等工程教育研究*, 2022, (5): 43-49.
- [11][21][27][32] 李娟, 范家元. 全日制工程硕士职业胜任力与企业需求匹配度研究[J]. *现代教育管理*, 2017, (4): 113-117.
- [12] 林健, 孔令昭. 供给与需求: 高校工程人才培养结构分析[J]. *清华大学教育研究*, 2013, 34(1): 118-124.
- [14][30] MOURSHED M, PATEL J, SUDER K. Education to Employment: Getting Europe's Youth into Work[J]. *McKinsey & Company*, 2014: 1-8.
- [15] O'HIGGINS N. Youth Unemployment and Employment Policy: A Global Perspective[M]. Geneva: International Labour Office, 2001: 11.
- [16] ABET. Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2023-2024[EB/OL]. <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2023-2024/>.
- [17][61] SHUMAN L J, BESTERFIELD-SACRE M, MCGOURTY J. The ABET "Professional Skills"—Can They be Taught? Can They be Assessed? [J]. *Journal of engineering education*, 2005, 94(1): 41-55.
- [18] JACKSON D. An International Profile of Industry-relevant Competencies and Skill Gaps in Modern Graduates[J]. *The International Journal of Management Education*, 2010, 8(3): 29-58.
- [19][25] ANDREWS J, HIGSON H. Graduate Employability, 'Soft Skills' Versus 'Hard' Business Knowledge: A European Study[J]. *Higher Education in Europe*, 2008, 33(4): 411-422.
- [22] 鲍威, 刘薇. 高校毕业生可就业能力形成机制的实证研究[J]. *教育发展研究*, 2016, 36(1): 48-55.
- [23] HARVEY L, LOCKE W, MOREY A. Enhancing Employability, Recognising Diversity: Making Links between Higher Education and the World of Work: Main Report[R]. London: Universities UK and Higher Education Careers Services Unit, 2002: 1-54.
- [24] CASNER-LOTTO J, BARRINGTON L. Are They Really Ready to Work? Employers' Perspectives on the Basic Knowledge and Applied Skills of New Entrants to the 21st Century US Workforce[R/OL]. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519465.pdf>.
- [28] 乔治·库. 非认知能力: 培养面向 21 世纪的核心胜任力[J]. 金红昊, 译. *北京大学教育评论*, 2019, 17(3): 2-12, 187.
- [29] Hart Research Associates. Recent Trends in General Education Design, Learning Outcomes, and Teaching Approaches: Key Findings from a Survey among Administrators at AAC&U Member Institutions[R/OL]. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED582012.pdf>.
- [33] 关于深化产教融合的若干意见[EB/OL]. [https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-12/19/content\\_5248564.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-12/19/content_5248564.htm).
- [34] 周文辉, 陆晓雨. 专业学位硕士研究生课程教学现状及改革建议——基于研究生教育满意度调查的分析[J]. *研究生教育研究*, 2014, (6): 60-64.
- [35][69] 梁显平, 徐铁英, 韩蔚, 等. 工程教育学习成果及高影响力教育实践的类型——基于毕业生、高校和产业的实证研究[J]. *高等工程教育研究*, 2024, (1): 124-129.
- [36] 费利克斯·劳耐尔. 职业能力与职业能力测评: KOMET 理论基础与方案[M]. 赵志群, 译. 北京: 清华大学出版社, 2010: 5-6.
- [37] 林健. 新工科专业课程体系改革和课程建设[J]. *高等工程教育研究*, 2020, (1): 1-13, 24.
- [38] 章云, 李丽娟, 杨文斌, 等. 新工科多专业融合培养模式的构建与实践[J]. *高等工程教育研究*, 2019, (2): 50-56.
- [39] 林健. 多学科交叉融合的新生工科专业建设[J]. *高等工程教育研究*, 2018, (1): 32-45.
- [40] HEYWOOD J. Engineering Education: Research and Development in Curriculum and Instruction[M]. Piscataway, NJ: Wiley-IEEE Press, 2005: 353-390.
- [41] 李正, 梁思燕, 焦磊. 国外工程教育项目式课程体系的形成机理研究[J]. *高等工程教育研究*, 2024, (6): 161-169, 186.
- [42] FRANK M, LAVY I, ELATA D. Implementing the

- Project-based Learning Approach in an Academic Engineering Course[J]. International Journal of Technology and Design Education, 2003, 13: 273-288.
- [43] BJORKLUND S A, PARENTE J M, SATHIA-NATHAN D. Effects of Faculty Interaction and Feedback on Gains in Student Skills[J]. Journal of Engineering Education, 2004, 93(2): 153-160.
- [44] 韩婷, 郭卉, 尹仕, 等. 基于项目的学习对大学生工程实践能力发展的影响研究[J]. 高等工程教育研究, 2019, (6): 65-72.
- [45] 马永红, 张乐, 李开宇. 校外人员参与促进培养目标达成路径研究[J]. 研究生教育研究, 2018, (1): 76-82.
- [46] 于苗苗, 马永红, 张乐. 行业企业参与专业学位研究生教育改革十年变迁[J]. 中国高教研究, 2021, (4): 69-74.
- [47] 刘丽艳, 秦春生. 协同与融合: 全日制教育硕士研究生培养中的双导师制研究[J]. 学位与研究生教育, 2016, (12): 54-58.
- [48] 刘润泽, 马万里, 樊文强. 产教融合对专业学位研究生实践能力影响的路径分析[J]. 中国高教研究, 2021, (3): 89-94.
- [49][53] PARSONS C K, CAYLOR E, SIMMONS H S. Cooperative Education Work Assignments: The Role of Organizational and Individual Factors in Enhancing ABET Competencies and Co-op Workplace Well-being[J]. Journal of Engineering Education, 2005, 94(3): 309-318.
- [50] KING B. The Co-op Supervisor's Role as Teacher in the Workplace[J]. Journal of Cooperative Education, 2001, 36: 7-16.
- [51] 祝军, 朱昱治, 吴雪姣, 等. 实践导师如何赋能专业硕士研究生能力发展?——基于“中国研究生培养质量调查项目”调查数据的分析[J]. 中国人民大学教育学报, 2024, (4): 86-101.
- [52] 石卫林, 惠文婕. 校企双导师制更有助提高全日制专硕生职业能力吗?[J]. 中国高教研究, 2018, (10): 68-74.
- [54] GENHEIMER S R, SHEHAB R L. A Survey of Industry Advisory Board Operation and Effectiveness in Engineering Education[J]. Journal of Engineering Education, 2009, 98(2): 169-180.
- [55] KORTE R, SHEPPARD S, JORDAN W. A Qualitative Study of the Early Work Experiences of Recent Graduates in Engineering[C]. Pittsburgh: 2008 Annual Conference & Exposition Proceedings, 2008: 13. 94. 1-13. 94. 18.
- [56][57][71] BRUNHAVER S R, KORTE R F, BARLEY S R, et al. Bridging the Gaps between Engineering Education and Practice[M]// FREEMAN R B, SALZMAN H. US Engineering in a Global Economy. Chicago: University of Chicago Press, 2017: 129-163.
- [58] 赵燕, 陆国栋, 张光新, 等. 我国高校工科专业实习状况与影响因素分析及其对策[J]. 高等工程教育研究, 2020, (3): 98-103, 108.
- [59] HAAG S, GUILBEAU E, GOBLE W. Assessing Engineering Internship Efficacy: Industry's Perception of Student Performance[J]. International Journal of Engineering Education, 2006, 22(2): 257-263.
- [60] PASSOW H J. Which Abet Competencies Do Engineering Graduates Find Most Important in Their Work? [J]. Journal of Engineering Education, 2012, 101(1): 95-118.
- [62] MALE S A. Generic Engineering Competencies: A Review and Modelling Approach [J]. Education Research and Perspectives, 2010, 37(1): 25-51.
- [63] PACHER C, WOSCHANK M, ZUNK B M, et al. Engineering Education 5.0: A Systematic Literature Review on Competence-based Education in the Industrial Engineering and Management Discipline [J]. Production & Manufacturing Research, 2024, 12(1): 2337224.
- [64] HILLMER G, GÄBELEIN H, LEITNER Y. Key Skills Development in Industrial Engineering Education [R]. Enschede: Proceedings of the 48th Annual Conference, 2020: 1314-1318.
- [65] HECKLAU F, GALEITZKE M, FLACHS S, et al. Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0[J]. Procedia Cirp, 2016, 54: 1-6.
- [66] 卓越工程师教育培养计划通用标准[EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe\\_742/s3860/201312/t20131205\\_160923.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/moe_742/s3860/201312/t20131205_160923.html).
- [67] 袁雯, 毛丹, 张继龙, 等. 基于劳动力市场适配性的高等教育人才供需机制研究[J]. 教育发展研究, 2024, 44(17): 1-9.
- [68] Xi Y, SHEN H, CHEN X. Bridging the Gap between University Engineering Education and Enterprise Requirements [J]. Mobile Networks and Applications, 2022, 27(3): 1209-1217.
- [70] 鲍威, 戴长亮, 金红昊, 等. 我国高校教师人事制度改革: 现状、问题与挑战[J]. 中国高教研究, 2020, (12): 21-27.
- [72] 何静, 秦安安, 王磊, 等. 卓越工程师培养要素再造的实施路径探索[J]. 学位与研究生教育, 2024, (10): 61-68.

(本文责任编辑 李晓宇)