DOI:10. 19834/j. cnki. yjsjy2011. 2026. 03. 14　　CSTR:32289. 14. yjsjy2011. 2026. 03. 14

校企联合培养对工科博士生创新能力的影响

——基于“全国博士毕业生调查”数据的分析

魏丽娜[1],陈洪捷[2]

(1. 杭州师范大学 中国创新创业教育研究院,杭州 311121;2. 宁波大学 教师教育学院,浙江 宁波 315211)

摘　要: 对 2023 年度“全国博士毕业生调查项目”的 7093 份工科博士生样本数据进行分析,系统探讨校企联合培养对工科博士生创新能力的影响。研究发现:第一,校企联合培养能够显著增强工科博士生的创新意识与创新成果产出;第二,专业认同在其中发挥显著的中介作用,即校企联合培养通过强化工科博士生的专业认同,进而增强其创新意识与创新成果产出;第三,有行业经历以及与行业联系紧密的导师,对工科博士生校企联合培养成效具有显著促进作用。基于此,研究建议进一步完善校企联合培养制度,提升工科博士生的专业认同;重视导师行业经历及其与行业的联系,建立行业专家与导师之间的“旋转门”制度;优化工科博士生的科研评价考核,重视工科博士生的实践创新成果。

关键词: 校企联合培养;工科博士生;创新意识;创新成果;影响机制

中图分类号: G643　　**文献标识码:** A　　**文章编号:** 2095-1663(2026)03-0108-10

一、问题提出

卓越工程师是助力国家攀登科技创新高峰、实现高水平科技自立自强、迈步世界科技强国第一方阵的关键驱动力。如何深刻把握和回应党和国家对卓越工程人才的新需求、新期望,扎实推进工程教育高质量发展,是当前研究与实践中的一个重要议题。2018 年 9 月,教育部、工业和信息化部、中国工程院发布《关于加快建设发展新工科 实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》,提出持续提升卓越工程师培养质量的要求,强调将企业需求和标准融入人才培养环节,确保高校人才培养与企业人才需求高度匹配。在 2021 年 9 月召开的中央人才工作会议上,习近平总书记将“培养大批卓越工程师”作为“加快建设国家战略人才力量”的重要任务进行部署。2022 年 3 月,教育部正式启动卓越工程师产教联合培养行动,怀进鹏强调“加快探索卓越工程师培养模式变革,增强关键实践能力”。同年 7 月,教育部办公厅、国务院国资委办公厅联合印发《关于支持部分高校和中央企业试点共建国家卓越工程师学院的通知》,明确提出企业导师是卓越工程师学院师资队伍的重要组成部分。2024 年 10 月,《教育部办公厅关于加强市域产教联合体建设的通知》提出,要充分发挥企业重要办学主体作用,多主体、多形式开展合作办学,创新工作机制。校企建设产业学院,共建产教融合实训基地,探索集体会商、工作项目、桥接平台、市场运作等运行方式,明确各自责任、权利和义务。可见,校企联合培养关系工程技术人才培养质量,也是影响卓越工程师培养工作能否取得圆满成功的关键因素。

作为一种人才培养模式,校企联合培养在我国工科研究生教育中逐渐取得显著成效。校企联合培养不仅可以提升学生的专业技能,还能促进学术研

收稿日期: 2025-11-21

作者简介: 魏丽娜(1996—),女,云南昭通人,杭州师范大学中国创新创业教育研究院/经亨颐教育学院副教授,硕士生导师。
陈洪捷(1959—),男,陕西西安人,宁波大学教师教育学院教授,北京大学中国博士教育研究中心主任。

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(72304020)

究与实际生产的紧密结合，全面提升学生综合素质。然而，现有研究多集中于宏观层面的探讨，对于校企联合培养如何具体提升工科博士生的创新能力，尤其是如何在这一过程中发挥专业认同等因素的作用，仍缺乏深入的实证分析。本研究基于全国博士毕业生调查数据，通过实证分析，系统探讨校企联合培养对工科博士生创新能力的影响。本研究聚焦创新意识和创新成果两个核心维度，分析校企联合培养如何通过专业认同等因素影响工科博士生的创新能力，进而提出促进工科博士生创新能力的政策建议。

二、文献综述与研究假设

（一）校企联合培养与工科博士生创新能力

校企联合培养可追溯到美国的合作教育（Cooperative Education），最早由辛辛那提大学施奈德教授于1906年提出并实施，强调把课堂教学和工作经验结合起来[1-2]。1948年，麻省理工学院（MIT）推出了“产业联结计划”（Industrial Liaison Program，ILP），标志着全球首个真正意义上的校企联合培养博士生项目的诞生。已有研究对校企联合培养进行了大量探讨，目前学界对该培养模式的内涵已形成基本共识[3-9]，即校企联合培养是相对于单一高校主导办学模式而言的一种新型培养模式，校企双方通过整合教育环境和产业资源，采用理论与实践有机结合的教育教学方式，共同培养满足社会需求的高素质人才。已有研究表明，校企联合培养可通过共建工程中心[10]、联合实验室[11]，以及合作开展科研项目[12]、课程与讲座[13]、技术培训[14]等方式，有效增强工科学生的职业胜任力[5,15-17]。

美国工程与技术鉴定委员会对工程专业毕业生提出的11条能力要求在世界范围内具有广泛影响，主要包括：制订实验方案、进行实验以及分析和解释实验数据的能力；对工程问题进行识别、建立方程以及求解的能力；在工程实践中运用各种技术、技能和现代工程工具的能力等[18]。此外，部分研究在参考国外相关成果的基础上，结合中国实际，编制了工程实践能力测量表，并从问题分析、设计/开发解决方案、工程实践等多个维度开发了工科学生创新能力的测量量表[19]。综合国际上有关工程师胜任力和创新能力的标准，本研究将工科博士生的创新能力定义为：在研究过程中产生创新构想或问题解决方案，并努力付诸实践的能力[20]。

本研究聚焦校企联合培养对工科博士生创新能力的影响，首先将工科博士生创新能力分为创新意识和创新成果两个维度，“创新意识”指对工程问题或现象进行深入的理论分析和论证的能力[21-23]；而“创新成果”强调具体产出专利、论文等成果的综合能力[24-25]。其次，本文以是否参与校企联合培养作为自变量，关注该变量对工科博士生创新能力的影响。由此提出研究假设H1，具体如下：

H1a：参与校企联合培养能够显著增强工科博士生创新意识；

H1b：参与校企联合培养能够显著提升工科博士生的创新成果产出能力。

（二）专业认同的中介作用

专业认同（Professional Identity，PI）是指个体对特定职业所持有的认知、情感和价值观，它影响个体在该职业中的行为选择、满意度以及持续发展的意愿[26-27]。专业认同的形成是一个动态过程，涉及个体与职业环境的互动和社会化过程，最终塑造个体对自身职业角色和责任的理解与承诺[28]。作为一个多维度概念，专业认同不仅包括对职业知识和技能的掌握，还涵盖对职业道德、价值观以及职业责任的认同[29]。在学术环境中，个体的认同感不仅影响其学习与研究行为，还在很大程度上影响其学术表现、职业发展和创新能力。在工科博士生的培养过程中，社会认同理论能够更好解释在校企联合培养模式下，博士生如何通过增强对学术和企业的双重认同，促进自身创新能力的提升。

具体而言，工科博士生在参与校企联合培养项目的过程中，跨界的群体认同促使他们在科研和实践中更加积极主动，为博士生专业身份的建立提供了制度空间，激发工科博士生参与实践活动，从而对专业认知进行深刻反思，不断增强自身职业认知和角色认同[13-14]。在专业认同对创新能力的影响方面，已有学者发现工程专业认同会显著影响工科生的学习动机、专业能力、创新能力以及就业选择，是长期非认知性学习结果的集中表现[30-33]；职业目标明确的工程硕士会采取更多的自我管理行为，进而增强自身就业能力[34]。结合已有研究，提出如下研究假设：

H2：专业认同在“校企联合培养-工科博士生创新能力”中存在中介效应。

（三）导师行业经历对校企联合培养效果的异质性影响

近年来，随着产业界与学术界的合作日趋紧密，工科教师的行业经历在研究生培养过程中的作用得到重视。相关研究表明，导师的行业经历可以被视

为一种特殊的学术资本与实践资本[35-38],其可帮助工科博士生识别并解决行业中的实际问题,并为他们提供宝贵的实习与就业机会。目前,学界对导师行业经历的关注主要聚焦导师自身是否有行业经历,以及导师与行业联系的紧密度两个方面[39-40]。对于校企联合培养这一模式而言,导师是否有行业经验直接关系到工科博士生能否获得校企资源,进而影响其创新意识和创新成果,因此有必要对其进行异质性分析。由此提出如下研究假设:

H3:校企联合培养背景下,导师是否有行业经历对工科博士生创新能力存在异质性影响。有行业经历的导师相较于没有行业经历的导师,对工科博士生校企联合培养质量(创新能力)有着更加显著的正向影响。

本文研究模型如图 1 所示。

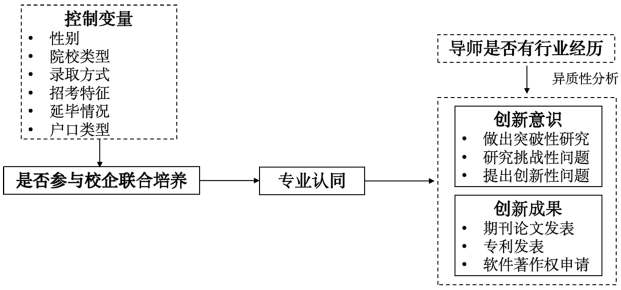

图 1 研究模型

三、研究设计

(一)数据来源与样本描述

本研究数据来源于 2023 年度“全国博士毕业生离校反馈调查”项目。该调查由北京大学中国博士教育研究中心于 2023 年 5 月至 8 月组织实施,面向全国博士研究生培养单位中即将毕业的博士生开展问卷调查,覆盖范围广、样本规模大。问卷采取普查式发放,共回收问卷 19374 份。经筛除无效与逻辑不一致样本后,最终获得 19114 份有效问卷,有效回收率达 98.7%。我国博士教育体系中学术型博士生仍为主体,其培养目标更侧重创新意识与基础研究素养,故本研究选取学术型博士毕业生数据进行分析。其中工科博士生样本共有 7093 份,其基本特征如表 1 所示。数据经信度与效度检验,结果显示量表结构合理,信效度指标均达到统计标准。

表 1 样本特征(N=7093)

分类		样本数	占比/%	分类		样本数	占比/%
性别	男	4817	67.9	是否参与校企联合培养项目	是	937	13.2
	女	2276	32.1		否	6156	86.8
录取方式	本科直博	606	8.5	是否延毕	是	3054	43.1
	硕博连读	2521	35.5		否	4039	56.9
	普通招考	3966	55.9	院校类型	一流大学建设高校	2456	34.6
是否为“申请-考核”制	是	4235	59.7		一流学科建设高校	2548	35.9
	否	2858	40.3		普通高校	1703	24.1
户口类型	农业户口	3582	50.5		科研院所/国科大和社科大	386	5.4
	非农业户口	3511	49.5				

(二)变量选取及描述性统计

因变量为工科博士生创新能力,包括创新意识和创新成果。创新意识是指工科博士生在学术研究中展现出的创新思维和解决问题的能力,通过自评式问卷进行调查。包括“希望能做出突破性的研究”“希望研究挑战性的问题,愿意承担失败风险”“提出有新意的研究问题”三个题项,受访者根据自身感知,在 1 到 5 分的范围内为每个题项评分。创新成果是指工科博士生在解决实际问题、跨学科应用和实践操作中展现出的创新能力,根据客观指标进行测量。包括“发表期刊论文”“获得专利”“申请软件著作权”数量三个题项。解释变量为是否参与校企联合培养,该变量属于定类变量,表示工科博士生是否参与该项目(其值为 1 表示参与,0 表示未参与)。专业认同为中介变量。专业认同以“读博期间,您在专业认同感方面的变化情况如何”进行测量,该题目采用从“减弱很多”到“增强很多”的 5 级计分方式。

控制变量包括性别、录取方式、招考方式、院校类型等因素。性别(男性设置为 1,女性为 0),用于

分析性别差异对创新能力的影响;录取方式(将普通招考设置为参照组,本科直博和硕博连读设置为对照组),用于控制不同录取途径的影响;招考方式(将“申请—考核”制设置为1,非“申请—考核”制设置为0),用来排除招生制度差异的影响;院校类型(将普通高校设置为参照组,一流大学建设高校、一流学科建设高校、科研院所/国科大和社科大设置为对照组),用于控制院校层级对创新能力的影响。此外,是否延毕(将延毕设置为1,未延毕设置为0)和户口类型(将农业户口设置为1,其余设置为0)也作为控制变量,帮助分析延毕和户口类型对创新能力的潜在影响。与此同时,分析“导师是否有行业经历”“导师与行业联系紧密程度”对校企联合培养效果的异质性影响(详见表2)。

表2 变量的测量和描述性统计分析($N=7093$)

变量	变量类型	测量内容
创新意识	定类	以“我非常希望能够做出突破性的研究”“我希望研究有挑战性的问题、愿意承担失败风险”“我能够独立自主地提出有新意的研究问题”三道题项测量,采用5级计分方式。均值=4.043,标准差=0.704
创新成果	定类	由客观指标“在读博期间以第一作者身份发表(含录用)国内期刊论文”“获得专利”“申请软件著作权”数量进行测量。均值=2.590,标准差=7.656
校企联合培养	定类	根据题项“您是否有参与校企合作/联合培养的实习实践项目”进行测量,将“是”设置为1,“否”设置为0,参与比例13.21%
联合培养时长	定序	根据题项“您参与校企合作/联合培养项目的时长为?”进行测量,0=未参与,1=0～11个月,2=12～23个月,3=24个月及以上;未参与占比5.3%,0～11个月占比52.2%,12～23个月占比20.5%,3=24个月及以上占比22.0%
专业认同	定序	以“读博期间,您在专业认同感方面的变化情况如何”进行测量,该题目采用从“减弱很多”到“增强很多”的5级计分方式。均值=4.08,标准差=0.82
企业性质	定类	根据题项“您所参与的校企合作/联合培养项目中的企业性质”进行测量,将“研发型”设置为1,“非研发型”设置为0。均值=0.852,标准差=0.355
博士论文选题	定类	根据题项“您的博士论文选题是否来自企业”进行测量,将“是”设置为1,“否”设置为0。均值=0.139,标准差=0.346
性别	定类	男性为1,女性为0。男性占比67.9%,女性占比32.1%
录取方式	定类	录取方式分为本科直博、硕博连读、普通招考,将普通招考作为参照组。本科直博占比8.5%,硕博连读占比35.5%,普通招考占比55.9%
招考方式	定类	将“申请—考核”制设置为1,非“申请—考核”制设置为0
院校类型	定类	将院校类型划分为一流大学建设高校、一流学科建设高校、普通高校、科研院所/国科大和社科大四类,其中普通高校为参照组。一流大学建设高校占比34.6%,一流学科建设高校占比35.96%,普通高校占比24.0%,科研院所/国科大和社科大占比5.4%
导师是否有行业经历	定类	根据题项“您的导师是否有行业或企业工作/实践经历”进行测量,将“是”设置为1,“否”设置为0。有行业经历占比59.9%,没有行业经历占比40.1%
导师与行业联系紧密程度	定类	导师与相关行业或企业的联系紧密程度,将1～3设置为0(不紧密),4～5设置为1(紧密)。联系紧密占比74.93%,联系不紧密占比25.07%
是否延毕	定类	将延毕设置为1,未延毕设置为0,其中,延毕占比43%,未延毕占比57%
户口类型	定类	将农业户口设置为1,其余设置为0,其中,农业户口占比49%,非农业户口占比51%

(三)分析方法

本文首先通过描述性统计方法刻画了我国工科博士生校企联合培养现状,进而采用多元线性回归分析校企联合培养对工科博士生创新意识和创新成果的影响。本研究把“创新意识”“创新成果”处理成连续变量,根据变量特征采用OLS回归进行分析。此外,本研究还采用Bootstrap法检验专业认同的中介效应。

四、研究结果

(一)工科博士生校企联合培养现状及差异

1.工科博士生校企联合培养参与现状及差异

从总样本来看(图 2),工科博士生参与校企联合培养项目的占比为 13.21%。分学科看,不同学科之间的工科博士生参与校企联合培养项目的占比存在显著差异($\chi^2=186.914$,$p<0.001$)。其中,矿业工程、冶金工程、安全科学与工程、机械工程等传统工科的博士生参与校企联合培养项目的比例较高,均超过 20%。信息与通信工程、环境科学与工程、生物工程、力学、软件工程、生物医学工程、电子科学与技术等工科的博士生参与校企联合培养项目的比例较低,均不足 10%。

2.工科博士生创新意识现状及差异

从是否参与校企联合培养项目来看,参与联合培养的工科博士生在创新意识方面表现更好(图 3)。具体而言,参与该项目的工科博士生在做出突破性研究方面的平均值为 4.38,显著高于未参与者的 4.20($F=38.619$,$p<0.001$);在提出有新意的研究问题方面,参与者的平均值为 4.31,显著高于未参与者的 4.10($F=64.721$,$p<0.001$);在研究有挑战性的问题、愿意承担失败风险方面,参与者的平均值为 4.13,显著高于未参与者的 3.93($F=42.358$,$p<0.001$)。

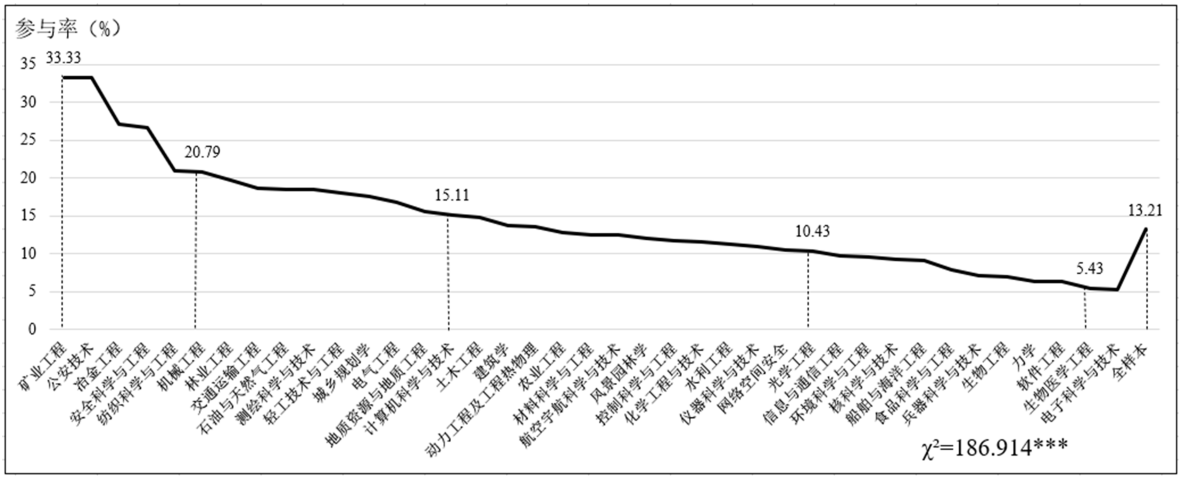

图 2 工科博士生校企联合培养参与情况($N=7093$)

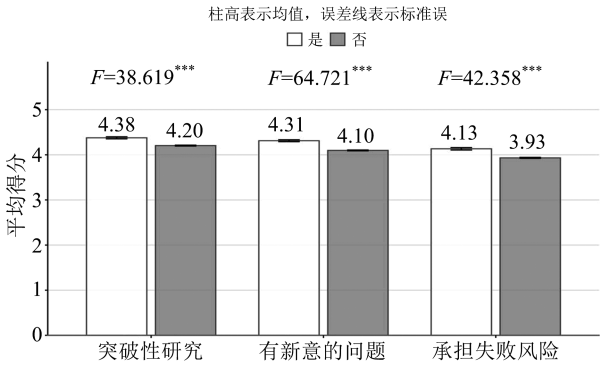

图 3 工科博士生创新意识现状及差异($N=7093$)

3.工科博士生创新成果现状及差异

从是否参与校企联合培养项目来看,参与联合培养的工科博士生在创新成果产出方面表现更好(图 4)。参与校企联合培养项目的工科博士生在读博期间以第一作者身份发表(含录用)国内期刊论文的平均值为 1.81 项,显著高于未参与校企联合培养项目工科博士生的 1.37 项($F=39.574$,$p<0.001$);在获得专利方面,参与者的平均值为 1.00 项,显著高于未参与者的 0.58 项($F=24.595$,$p<0.001$);在申请软件著作权方面,参与者的平均值为 0.25 项,显著高于未参与者的 0.12 项($F=6.090$,$p<0.05$)。

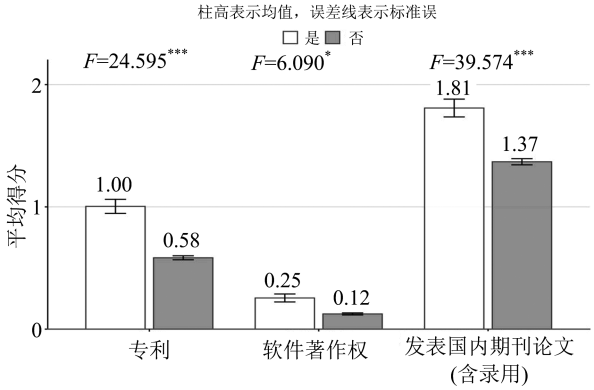

图 4 工科博士生创新成果现状及差异($N=7093$)

（二）校企联合培养对工科博士生创新能力的影响分析

总体来看，工科博士生的校企联合培养对其创新意识（$\beta=0.172$，$p<0.001$）和创新成果（$\beta=0.625$，$p<0.001$）均具有显著的促进作用。在控制了工科博士生的性别、录取方式、招考方式、院校类型等个体背景特征以及户口类型等家庭背景变量后，本研究着重考察是否参与校企联合培养对其创新能力的影响，数据分析结果如表3所示。从控制变量来看，相对女性工科博士毕业生而言，男性工科博士毕业生有更高的创新能力（创新意识和创新成果）；相对普通招考的工科博士毕业生而言，本科直博生在创新意识方面有显著的劣势，硕博连读生在创新成果方面有显著的优势；相对延毕的工科博士毕业生而言，未延毕的工科博士有更好的创新能力。

表3 工科博士生创新能力影响因素分析（$N=7093$）

变量			创新意识		创新成果	
			β	标准差	β	标准差
	是否参与校企培养（参照组：未参加）		0.172***	0.025	0.625***	0.125
个体背景特征	性别（参照组：女）		0.140***	0.018	0.230*	0.092
	录取方式（参照组：普通招考）	本科直博	−0.179***	0.033	0.203	0.165
		硕博连读	−0.033	0.018	0.181*	0.092
	招考方式（参照组：非“申请—考核”制）		0.003	0.018	0.133	0.09
	科研经费博士（参照组：非科研经费博士）		−0.011	0.008	−0.052	0.038
	院校类型（参照组：普通高校）	一流大学建设高校	−0.041	0.024	−0.177	0.12
		一流学科建设高校	−0.042	0.023	−0.009	0.113
		科研院所	0.108	0.061	0.654*	0.307
		国科大与社科大	−0.006	0.05	−0.242	0.252
	是否延毕（参照组：未延毕）		−0.111***	0.017	−0.185*	0.087
家庭背景	户口类型（参照组：非农业户口）		0.006	0.013	−0.075	0.066
模型参数	（常量）		4.095***	0.026	0.305	0.131
	调整后的 R^2		0.027		0.006	

注：*** 代表 $p<0.001$，** 代表 $p<0.01$，* 代表 $p<0.05$。

表4展示了参与校企联合培养的工科博士生创新意识及其三个评估指标（突破性研究、有新意的问题、承担失败风险）的回归分析结果。整体来看，模型的拟合度良好（$F=4.818$，$p<0.001$），说明模型具有统计意义。在个体特征上，性别对创新意识三个维度及综合指数均呈显著正向影响（$\beta=0.092$，$p<0.01$；$\beta=0.128$，$p<0.001$；$\beta=0.103$，$p<0.001$），说明男性博士生在突破性研究、提出新问题与承担失败风险方面整体更强。录取方式方面，与普通招考相比，本科直博生在三个维度与综合指数上均显著为负，而硕博连读生与普通招考生差异不显著。院校类型的三组对照与普通高校相比均不显著，表明院校层级对创新意识影响有限。是否延毕和户口类型的影响较小，且在大多数维度上不显著。整体来看，性别和录取方式对创新意识有较为显著的影响，而其他变量的影响较弱。

表5展示了参与校企联合培养的工科博士生创新成果及其三个评估指标（专利、软件著作权、发表国内期刊论文）的回归分析结果。整体来看，模型具有统计意义（$F=3.245$，$p<0.001$），能在一定程度上解释创新成果的变化。在个体特征上，性别在“发表国内期刊论文”（$\beta=0.073$，$p<0.05$）上呈显著正向影响，表明男性博士生在论文发表方面表现更优。本科直博生在创新成果总得分上显著低于普通招考生；延毕的博士生在创新成果上表现较弱。招考方式的回归分析结果显示，非“申请—考核”制的博士生在发表期刊论文（$\beta=-0.095$，$p<0.01$）和创新成果总得分（$\beta=-0.072$，$p<0.05$）方面显著低于“申请—考核”制的博士生。其他变量如院校类型和户口类型未显示出显著影响。

表 4 工科博士生创新意识的回归分析结果(N=937)

变量		工程博士生创新意识			
		突破性研究	有新意的问题	承担失败风险	创新意识(总)
性别(参照组:女)		0.092**	0.128***	0.103***	0.093**
录取方式(参照组:普通招考)	本科直博	−0.85*	−0.126***	−0.110***	−0.124***
	硕博连读	0.015	−0.009	−0.043	−0.032
院校类型(参照组:普通高校)	一流大学建设高校	−0.013	0.014	−0.006	−0.042
	一流学科建设高校	−0.059	−0.029	−0.040	−0.015
	科研院所/国科大和社科大	0.039	0.033	0.013	0.064
招考方式(参照组:非“申请—考核”制)		−0.021	−0.023	−0.059	−0.053
是否延毕(参照组:未延毕)		−0.029	−0.028	−0.011	−0.082
户口类型(参照组:非农业户口)		0.017	0.004	0.024	0.007
N		937	937	937	937
调整后的 R^2		0.014	0.026	0.020	0.035
F		2.516**	3.823***	3.215***	4.818***

注:*** 代表 $p<0.001$,** 代表 $p<0.01$,* 代表 $p<0.05$。

表 5 工科博士生创新成果的回归分析结果(N=937)

变量		工科博士生创新成果			
		专利	软件著作权	发表国内期刊论文(含录用)	创新成果(总)
性别(参照组:女)		0.041	0.014	0.073*	0.043
录取方式(参照组:普通招考)	本科直博	−0.007	0.011	−0.054	−0.109***
	硕博连读	0.005	0.041	−0.059	0.011
院校类型(参照组:普通高校)	一流大学建设高校	−0.053	−0.012	−0.080	−0.024
	一流学科建设高校	−0.014	0.031	−0.031	−0.029
	科研院所/国科大和社科大	0.024	−0.004	0.017	0.047
招考方式(参照组:非“申请—考核”制)		0.059	−0.024	−0.095**	−0.072*
是否延毕(参照组:未延毕)		0.009	−0.037	−0.033	−0.070*
户口类型(参照组:非农业户口)		0.016	−0.049	0.071	0.014
N		937	937	937	937
调整后的 R^2		−0.002	−0.001	0.028	0.021
F		0.789	0.857	4.101***	3.245***

注:*** 代表 $p<0.001$,** 代表 $p<0.01$,* 代表 $p<0.05$。

(三)专业认同的中介作用

进一步检验专业认同的中介效应,从具体的作用路径来看,校企联合培养通过影响工科博士生的专业认同,对其创新能力产生影响。专业认同的中介效应分析结果如表 6、图 5 所示。具体来看,校企联合培养对工科博士生的专业认同具有显著的正向作用。在模型 2、模型 3 加入专业认同之后,原系数发生明显变化,说明存在中介效应。

表 6 专业认同的中介效应分析(N=937)

	模型 1:OLS 专业认同	模型 2:OLS 创新意识	模型 3:OLS 创新成果
校企联合培养	0.197***(0.031)	0.081***(0.021)	0.606***(0.125)
专业认同	/	0.460***(0.008)	0.100*(0.048)
(常量)	4.238***(0.032)	2.148***(0.040)	−0.117(0.244)
控制变量	是	是	是
调整后 R^2	0.025	0.320	0.007

注:括号内为标准误差,*** 代表 $p<0.001$,** 代表 $p<0.01$,* 代表 $p<0.05$。

就专业认同而言,当因变量为创新意识时,专业认同对其有显著正向作用,同时校企联合培养系数 β 从 0.172 变成 0.081,但显著性未发生明显改变,说明专业认同在校企联合培养影响创新意识中发挥着部分中介作用;当因变量为创新成果时,专业认同对其有显著正向作用,同时校企联合培养系数 β

从0.625变成0.606，且显著性未发生明显改变，说明专业认同在其中同样发挥着部分中介效应。

（四）导师行业经历对校企联合培养效果的异质性分析

进一步分析导师行业经历对工科博士生创新能力的影响（表7）。在控制性别、招考方式、录取方式、院校类型及导师个体特征等因素后，拥有行业经历或与行业联系紧密的导师，其指导的工科博士生创新意识和创新成果的表现均显著更好。以上结果表明，拥有行业经历或与行业联系紧密的导师所指导的工科博士生创新能力整体上显著好于无行业经历或与行业联系不紧密的导师指导的工科博士生。

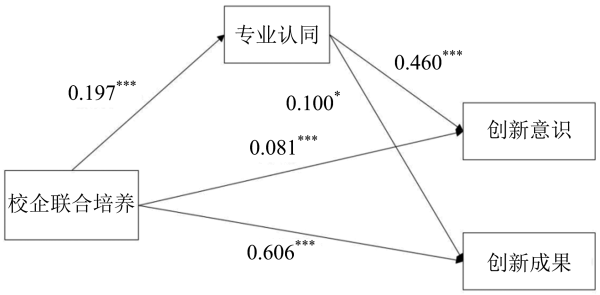

图5 专业认同的中介效应分析

表7 导师行业经历对工科博士生创新能力影响的异质性分析（N=937）

变量		创新意识	创新成果
有行业经历（参照组：无行业经历）		0.037**（2.937）	0.050***（3.996）
与行业联系紧密（参照组：与行业联系不紧密）		0.145***（11.537）	0.150***（11.959）
性别（参照组：女）		0.070***（5.902）	0.051***（4.311）
录取方式（参照组：普通招考）	本科直博	−0.043**（−3.438）	−0.001（−0.078）
	硕博连读	−0.017（−1.443）	0.018（1.508）
招考方式（参照组：非“申请—考核”制）		−0.004（−0.363）	−0.016（−1.357）
院校类型（参照组：普通高校）	一流大学建设高校	−0.052**（−3.296）	−0.043**（−2.714）
	一流学科建设高校	−0.031*（−2.076）	−0.019（−1.285）
	科研院所/国科大与社科大	0.001（0.066）	0.025*（2.008）
控制变量		是	是
调整后的R^2		0.038	0.039
F		24.142***	24.907***

注：表中展示的值为标准化系数，括号内为t值，根据个体聚类的稳健标准误计算。* 表示$p<0.05$；** 表示$p<0.01$；*** 表示$p<0.001$。

五、研究结论与讨论

本研究深入探讨了校企联合培养对工科博士生创新能力的影响机制，基于实证分析与理论推导，可得出以下关键结论：（1）参与联合培养的博士生在创新意识和创新成果方面整体表现优于未参与者，表明真实工程项目的介入能够激发创新动机、提升方法论水平，进而推动创新成果的产出。（2）专业认同在校企联合培养与工科博士生创新能力之间发挥中介作用。参与联合培养或产学研合作的工科博士生能够深化对自身专业的价值认同，从而表现出更强的创新能力。（3）导师是否有行业经历以及与行业的联系程度对工科博士生创新意识和创新成果的影响存在明显差异。由此可见，导师自身的行业经历对工科博士生的理论研究和实际问题解决能力均具有双重促进作用。以上结论为进一步推动校企联合培养实践、构建“双师型”导师队伍、优化工科博士生科研评价体系提供了理论依据，也为卓越工程师培养提供了新的理论视角和实践指导。

第一，保障落实校企联合培养工程师制度，提升工科博士生的工程师身份认同感。研究表明，校企联合培养能够显著提升工科博士生在创新意识、创新成果等方面的表现。基于该研究结果，一是建议政府加大资助力度，建设一批工科博士生联合培养基地，保障博士生在企业中开展课题研究。二是建议政府和教育主管部门出台相关政策，鼓励高校与企业建立深度且长期稳定的协同育人合作关系。设立校企联合培养工科博士生的专项扶持基金，对积极参与博士生培养的企业给予税收减免、项目补贴等优惠政策。三是建议推动建立校企联合培养制度，明确校企双方导师在博士生培养过程中的职责与权益，规范联合培养流程。同时，搭建校企信息共享平台，促进科研供需精准对接，为博士生提供更多嵌入式工程实践的机会，充分发挥导师行业经历在助推博士生产出创新成果方面的积极作用。

第二，重视导师行业经历及其与行业的联系，建立行业专家与导师之间的“旋转门”制度。本研究在一定程度上表明，有行业经历以及与行业联系紧密的导师，能够把学术前沿以及工程实践急需解决的问题传递给博士生，提升工科博士生的创新能力。基于此，一是建议政府加快工程领域的“双师型”导

师队伍建设，出台《工程领域“双师型”导师队伍建设指导意见》，明确企业导师的资质认定标准，推动高校设立“产业教授”岗位，鼓励行业专家开设专业核心课程，指导学生选择研究问题、毕业设计、工程实践和企业实习，保证工科人才培养的时效和实效。二是建议地方政府和高校结合自身学科专业优势及资源条件，广泛建立与企业机构或产业机构的合作关系，拓宽高校和企业合作广度与深度，为导师加强与企业合作提供必要条件。三是建议高校在考评和续聘工科博士生导师时，将行业经历作为考核指标，分阶段提升工科教师实践教学能力。同时，高校需要处理好导师行业实践与教学科研的时间安排、学校行政职务与挂职职务的关系，解决好博士生导师“愿意去”“去了有用”“回校畅通”等系列问题。

第三，优化工科博士生的科研评价考核体系，重视工科博士生的实践成果。本研究表明，工科博士生产出创新成果离不开真实的工程实践环境。与行业合作开展校企联合培养项目，能够通过理论与实践相结合的方式提升博士生创新成果质量。基于该研究结果，一是建议优化工科博士生的科研评价考核体系，逐步改变过去注重学术专著、论文发表的学术惯性，适度引入实践能力和职业素养的评价指标，如实习经历、行业报告、技术转化项目等。逐步把实践创新能力、企业影响力、社会影响力作为考核指标，提高企业参与、实践创新成果等指标的权重。二是鼓励工科博士生参与完成行业重大科研任务、突破产业重大技术难题、服务行业重大需求，在解决复杂工程问题中实现从理论到成果的有效转化。立足不同学科特点，着力培养工科博士生解决复杂工程问题的独立思考能力与创新实践能力，提升其在实际应用场景中将理论转化为成果的能力，为推动产业技术进步和经济社会发展作出贡献。

参考文献：

[1] 秦旭，陈士俊. 美英产学研合作教育的经验及其启示[J]. 科学管理研究，2001(3)：78-82.

[2] 徐平. 美国合作教育的基本模式[J]. 外国教育研究，2003(8)：1-4.

[3] 王正青. 欧盟国家校企联合培养博士的策略与经验[J]. 学位与研究生教育，2011(12)：58-62.

[4] Thune T. Doctoral Students on the University-industry Interface: A Review of the Literature[J]. Higher Education，2009，58(5)：637-651.

[5] 马永霞，张雪，曹宇驰. 校企合作培养如何影响工科研究生胜任力？——基于情境学习理论的分析[J]. 学位与研究生教育，2021(1)：61-67.

[6] Patricio M T，Santos P. Collaborative Research Projects in Doctoral Programs: A Case Study in Portugal [J]. Studies in Higher Education，2020，45(11)：2311-2323.

[7] 杨文斌. 校企联合构建应用型人才培养教学体系[J]. 中国高校科技，2013(4)：40-41.

[8] Santos P，Thune T M. Social Capital and University-business Collaboration in Doctoral Education[J]. Industry and Higher Education，2022，36(5)：512-524.

[9] 董馨，吴薇，王奕衡. 基于协同创新理念的校企合作模式研究[J]. 国家教育行政学院学报，2014(7)：59-63.

[10] Liu X，Zou Y，Ma Y，et al. What Affects PhD Student Creativity in China? A Case Study from the Joint Training Pilot Project[J]. Higher Education，2020，80(1)：37-56.

[11] Leonchuk O，Gray D O. Scientific and Technological (Human) Social Capital Formation and Industry-University Cooperative Research Centers: A Quasi-experimental Evaluation of Graduate Student Outcomes[J]. The Journal of Technology Transfer，2019，44(5)：1638-1664.

[12] 罗英姿，陈尔东. 欧洲博士培养新动向及启示：基于 ESF 实证研究的思考[J]. 中国高教研究，2019(10)：83-90.

[13] Kitagawa F. Collaborative Doctoral Programmes: Employer Engagement，Knowledge Mediation and Skills for Innovation[J]. Higher Education Quarterly，2014，68(3)：328-347.

[14] Siller T J，Durkin J. University-industry Partnership to Develop Engineering Students' Professional Skills [J]. International Journal of Engineering Education，2013，29(5)：1166-1171.

[15] Borrell-Damian L，Brown T，Dearing A，et al. Collaborative Doctoral Education: University-industry Partnerships for Enhancing Knowledge Exchange[J]. Higher Education Policy，2010，23(4)：493-514.

[16] 周珂，赵志毅，李虹. “学科交叉、产教融合”工程能力培养模式探索[J]. 高等工程教育研究，2019(3)：33-39.

[17] 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发展十年变迁[J]. 中国高教研究，2021(4)：69-74.

[18] ABET Engineering Accreditation Commission. Criteria for Accrediting Engineering Programs: Effective for Reviews during the 2014－2015 Accreditation Cycle [R]. Baltimore: ABET，2013.

[19] 余晓. 面向产业需求的工程实践能力开发研究[D]. 杭州：浙江大学，2012.

[20] 刘贤伟，马永红. 社会资本对校所联培博士生创新能力的影响研究：基于心理资本的中介作用[J]. 高等工程教育研究，2017(5)：175-180.

[21] Cropley D H. Creativity and Discovery in Engineering [M]//The Routledge Handbook of the Philosophy of Engineering. Routledge，2020：138-148.

[22] Cropley D H. Creativity in Engineering[M]//Multidisciplinary Contributions to the Science of Creative Thinking.

Singapore: Springer Singapore,2015:155-173.
[23] 杨晓明,冯茜.研究生创新能力影响因素实证分析[J].研究生教育研究,2014(6):38-41,46.
[24] 吕红艳.博士研究生创新能力的影响因素研究[M].北京:气象出版社,2018.
[25] 王传毅,乔伟峰,程哲.工程硕士教育认证:通用标准与测量方法[J].学位与研究生教育,2022(5):16-23.
[26] Daly M, Kettle M. Making Professional Identity: Narrative Work and Fateful Moments[M]//Professional Identity and Social Work. Routledge,2017:211-225.
[27] Trede F, Macklin R, Bridges D. Professional Identity Development: A Review of the Higher Education Literature[J]. Studies in Higher Education,2012,37(3):365-384.
[28] Schubert S, Buus N, Monrouxe L V, et al. The Development of Professional Identity in Clinical Psychologists: A Scoping Review[J]. Medical Education,2023,57(7):612-626.
[29] Reissner S, Armitage-Chan E. Manifestations of Professional Identity Work: An Integrative Review of Research in Professional Identity Formation[J]. Studies in Higher Education,2024,49(12):2707-2722.
[30] Jackson D. Re-conceptualising Graduate Employability: The Importance of Pre-professional Identity[J]. Higher Education Research & Development,2016,35(5):925-939.
[31] Godwin A. The Development of a Measure of Engineering Identity[C]//ASEE Annual Conference & Exposition. 2016.
[32] Morelock J R. A Systematic Literature Review of Engineering Identity: Definitions, Factors, and Interventions Affecting Development, and Means of Measurement[J]. European Journal of Engineering Education,2017,42(6):1240-1262.
[33] Lindsay E D, Morgan J R. The CSU Engineering Model: Educating Student Engineers through PBL, WPL and an Online, on Demand Curriculum[J]. European Journal of Engineering Education,2021,46(5):637-661.
[34] 古继宝,蔺玉,张淑林.顶尖博士生科研绩效的影响因素研究[J].科学学研究,2009,27(11):1692-1699.
[35] 李祖超,张丽.科研实践培养理工科研究生创新能力的路径探索:基于结构方程模型的分析[J].高等教育研究,2014,35(11):60-67.
[36] Amabile T M, Conti R, Coon H, et al. Assessing the Work Environment for Creativity[J]. Academy of Management Journal,1996,39(5):1154-1184.
[37] AlShebli B, Makovi K, Rahwan T. The Impact of Informal Mentorship in Academic Collaborations[J]. arXiv preprint arXiv:1908.03813,2019.
[38] Perkmann M, Tartari V, McKelvey M, et al. Academic Engagement and Commercialisation: A Review of the Literature on University-industry Relations[J]. Research Policy,2013,42(2):423-442.
[39] Lester S, Costley C. Work-based Learning at Higher Education Level: Value, Practice and Critique[J]. Studies in Higher Education,2010,35(5):561-575.
[40] Ranga M, Etzkowitz H. Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society[J]. Industry and Higher Education,2013,27(4):237-262.

The Impact of University-Enterprise Collaborative Training on the Innovation Capability of Engineering Doctoral Students: Analysis based on the Data from the National Survey of Doctoral Graduates

WEI Lina[1], CHEN Hongjie[2]

(1. *Institute of China Innovation and Entrepreneurship Education, Hangzhou Normal University, Hangzhou* 311121, *China*;
2. *College of Teacher Education, Ningbo University, Ningbo* 315211, *Zhejiang, China*)

Abstract: By analyzing data from 7,093 engineering doctoral student participants in the 2023 National Doctoral Graduate Survey, this paper systematically examines the relationship between university-industry collaborative training and their innovative capacity. The findings reveal: first, collaborative training significantly enhances engineering doctoral student' innovation mindset and innovation outcomes; second, professional identity plays a significant mediating role in the relationship, i.e., the cooperative cultivation enhances students' professional identity, which in turn, boosts their innovative creativity and outcomes; third, supervisors with industrial working experience and close industry connections can positively enhance the effectiveness of the cooperative cultivation for engineering doctoral students. Based on the findings, this study recommends: further ensuring the implementation of the university-enterprise cooperative cultivation system to strengthen professional identity among engineering doctoral students; prioritizing supervisors' industry experience and connections by establishing a two-way "revolving door" system between industry experts and PhD supervisors; and optimizing research evaluation metrics for engineering doctoral students to emphasize tangible innovation outcomes.

Keywords: university-enterprise cooperative talent cultivation; engineering doctoral students; innovation mindset; innovation outcomes; impact mechanisms