

“新工科”背景下校企协同专业学位研究生 IIDPU培养机制设计

高丽君

曲阜师范大学工学院，山东 日照

收稿日期：2024年10月8日；录用日期：2024年11月6日；发布日期：2024年11月14日

摘 要

“新工科”建设是为了应对新一轮科技革命和产业变革的挑战，由教育提出的服务国家创新驱动发展和“中国制造2025”等重大战略实施方案。我们面向“新工科”建设，针对工科专业硕士研究生培养现状的一些短板，提出IIDPU (Innovation, Interdiscipline, Diversification, Practice, Union)培养机制，以期强化基础知识、拓宽学生思维、培养研究能力、提升实践技能，培养出面向世界，面向未来的创新型工科研究生。

关键词

新工科，专业学位，IIDPU培养机制

Design of the IIDPU Training Mechanism for Professional Degree Graduate Students in the Context of School Enterprise Collaboration under the Background of “New Engineering”

Lijun Gao

School of Engineering, Qufu Normal University, Rizhao Shandong

Received: Oct. 8th, 2024; accepted: Nov. 6th, 2024; published: Nov. 14th, 2024

Abstract

The construction of the “New Engineering” is aimed at responding to the challenges of the new

round of technological revolution and industrial transformation, and is proposed by education to serve the country's innovation driven development and the implementation of major strategies such as "Made in China 2025". We propose the IIDPU (Innovation, Interdiscipline, Diversification, Practice, Union) training mechanism to address some of the shortcomings in the current state of training master's students in engineering majors. The aim is to strengthen basic knowledge, broaden students' thinking, cultivate research abilities, enhance practical skills, and cultivate innovative engineering graduate students who face the world and the future.

Keywords

New Engineering, Professional Degree, IIDPU Cultivation Mechanism

Copyright © 2024 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. 工科专业学位研究生教育研究意义及国内外研究现状

1.1. 研究意义

专业学位研究生教育是培养高层次应用型专门人才的主渠道,是为满足各行各业对职业型人才的需求而设立的学位。自 1991 年开始实行专业学位教育制度以来,我国逐步构建了具有中国特色的高层次应用型专门人才培养体系,为经济社会发展做出重要贡献[1]。专业学位研究生教育培养目的是培养具有基础理论知识,能适应行业或职业实际工作需要的应用型高层次专门人才;培养过程重视理论和实践相结合,重视理论知识对实践的指导作用。相较学术学位而言,专业学位在专业水平、创新能力以及应用能力上的要求更高。国务院学位委员会、教育部关于印发《专业学位研究生教育发展方案(2020~2025)》的通知中指出,优化研究生培养结构,发展专业学位教育是“十四五”研究生教育的导向。

新工科建设以多学科、跨学科的交叉、交流、交融为基础来构建学术共同体,反映了当前人才培养的新趋势。2017 年 2 月 20 日,教育部发布《关于开展新工科研究与实践的通知》[2]。2019 年 4 月 29 日,“六卓越一拔尖”计划 2.0 在天津启动,新工科建设引起了人们的广泛关注[3]。新工科建设一方面针对新兴产业创建新专业,另一方面也包括对传统工科专业的升级改造。新工科建设旨在培养造就一批具有创新创业能力、跨界整合能力、高素质的各类交叉复合型卓越工程科技人才,要求坚持问题导向,加强学生工程实践能力和创新能力的培养。新工科是在“复旦共识”“天大行动”“北京指南”等多个高等教育工程研讨会中孕育而生的,面对国家创新驱动、“互联网+”、“中国制造 2025”等重大发展战略的实施,面对新时代、新经济、新产业、新技术的日新月异,旧的人才培养模式已经不能满足这些需求,建立新的人才培养模式已成为迫切需求[4]。

研究生是同龄人中知识层次最高、思想最活跃、最具发展潜力的一个群体。对这样一个群体,更要有适合他们特点和规律的培养模式。工科研究生是未来信息化竞争的中坚力量,尤其专业学位工科研究生,研究方向综合性高、实践性强,对其相关问题开展研究,不但需要广博和精深的基础知识作为支持,还需要具备解决复杂和综合的实际工程问题的能力,更需要具备对未来科技发展的敏锐力和热点问题的洞察力。因此,对专业学位工科研究生的培养必然从单一的专业化教育走向综合的科学研究领域。面对新一代信息技术人才培养的新理念、新知识、新机会、新特征、新模式与新人才特点,需要探索改造新工科方向人才培养模式,以培养具有职业能力的高素质应用型工程人才。

1.2. 国内外研究现状

“双一流”和“新工科”建设是我国在新形势下实施的一项复杂的系统工程。这一教育方针的推进,对我国研究生教育的改革与发展提出了更高的要求[5]。当今社会,国内外高校和研究院、所都在积极探索拔尖创新型工科研究生的培养模式,其中最重要的是人才培养课程体系的优化与创新。课堂教学是研究生培养的基础环节,客观上来看,我们的研究生课堂教学很多情况下只是本科课堂的简单延伸,并没有发挥出培养学生创造力、动手能力,和激发学生科研潜能的作用[6]。任何学科都很难独自集聚培养高水平人才、产出高水平成果的所有资源与平台。当前跨学科理念已经受到越来越多的关注,国内各高校也相继将跨学科教育纳入本校的发展规划和学科建设中,如北京大学专门设置了“跨学科类”的教学单位,下辖前沿交叉学科研究院等九大跨学科研究机构,以促进跨学科学术交流、开展跨学科科学研究及培养跨学科人才[7]。校企协同培养研究生的实践最早起源于美国。斯坦福大学副校长特曼认为大学不应该是“象牙之塔”,主张工程学教授与工业相结合。James Trevelyan 确定了工程师创造价值的 14 种方式,并提出了工程教育工作者可以采取的措施,以便提高工程毕业生对工程价值创造的理解[8]。我国学者何菊莲等认为影响校企合作育人质量的因素主要有合作目标、运行机制、合作能力。从合作目标、合作主体、运行机制、效果保障的角度构建优质合作育人模式[9]。朱晓敏等人在合作培养流程、导师组建模式、日常管理手段、考核评价方式等方面进行了有益尝试,并取得了阶段性成果[10]。桂淑华等从工程硕士的评估体系和培养质量两个方面介绍工程硕士培养质量评价时应考虑的各项评价指标,其中包含生源质量、学位论文等,就如何提升工程硕士培养质量的课题提出实质性建议[11]。蒋祖华等分析了企业们对工程技术和工程管理人才的需求情况,以及近 20 年来工程硕士对这些公司发展的作用。调研了国内著名高校和一些行业特点明显的高校,分析他们在工程硕士培养中的经验,及对我国工程硕士专业结构设置的建议[12]。陈寅提出了校企合作培养工程应用型人才的培养方式[13]。张书毕等人探讨了如何构建满足企业需求的测绘工程专业学位研究生培养模式,并认为加强校企合作是最佳路径[14]。耿相魁分析了双导师制在提升专业学位硕士培养质量中的重要作用,并提出了校外合作导师管理的实施方案[15]。孙国华以物流工程专业为例,重点分析了偏向实践的课程体系建设对专业学位硕士创新能力培养的基础性作用[16]。谢志伟等人以航天宏图为例,提出了校企协作背景下遥感专业学生实践创新能力的培养模式[17]。

以上研究对推动校企协同培养研究生活动以及提高校企协同培养研究生的综合素养发挥了重要作用,值得我们吸收和借鉴,也为本研究提供了理论支撑。

2. 工科专业学位研究生教育存在的问题

目前,地方高校对于工科专业硕士研究生的培养,特别是教学过程中仍然普遍存在几个问题。

2.1. 教学模式主要采用传统的课堂授课方式,学生的创新意识不强

传统的教学只是根据教材内容讲授基础知识,没有明确的科研导向,教师成为课堂的主体,忽略了学生的自主学习创新意识。

2.2. 不同学科之间缺乏交叉和融合,学生的创新能力受限

由于科学研究中要求研究者要具备较多不同方面的相关能力,而硕士研究生在科研训练的过程中,受到不均衡训练或者自身侧重的程度不相同,导致其各个能力要素的发展进度不一致,故此学生在培养的科研能力也就展现出差异来。

2.3. “导师组”制中导师的指导作用发挥不充分

导师组为组内的所有研究生制定统一的培养方案,并没有明确每位导师的职责和培养成效,特别是

没有根据每位导师的特点进行职责分配,限制导师指导能力的发挥,也限制了研究生多元化创新能力的培养。

2.4. 在教学中片面化处理工程问题

以往的工科研究生教学过程中,也在某些环节引入相关工程问题,但一般各个环节都比较独立片面,无法让学生从整体上对实际工程有一个把握。

2.5. 校企联合培养的产、学、研互动方式尚未较好实行

目前硕士研究生毕业后,存在不能较好适应生产单位或企业工作要求的问题,他们在研究生阶段所学习的内容和生产单位或企业的工作实践内容,不能较好地接轨。相关的学分和成绩认定依然没有落实到由实践的企业或生产单位来评定。

“新工科”建设,要培养研究生的科学研究能力和工程实践能力。综合的科学研究能力包括独立获取知识的能力、提出问题的能力、分析问题的能力和深度挖掘知识的能力,而工程实践能力是指运用上述能力解决实际问题的能力,这很大程度上依赖于工程创新能力的培养。单纯的技术型人才已经落伍,而具有高科技理论指导下工程创新能力的高级人才才能真正符合现代社会的需要。

3. 工科专业学位研究生教育的改革方案

我们以高水平科研水平引导培养职业能力为导向,遵循研究生培养规律,针对研究生培养在课程体系、培养环节和资源配置等方面存在的问题,制定出一套符合“新工科”建设方向,既有研究生培养规律的共性又能有工学学科特点的研究生培养机制,简称 IIDPU 培养机制。

3.1. INNOVATION 采用一种新的教学模式,即以科研问题为导向的自主创新教学模式

以学生自主学习创新为主,教师引导为辅。教师在课堂上列出目前研究热点和前沿领域一些关键的科学问题,由学生自发组建团队和自由选择相应的科研问题开展研究。引导学生通过查阅文献,研究和建立相应的方法、模型,辅助学生自主学习相关软件工具,从而解决科研问题。当学生较好地解决科研问题后,鼓励学生更深入地挖掘他们研究存在的不足和改进的方法,以及进一步深入开展研究的设想和展望。通过这种新的教学模式,让学生成为教学真正的主体,使学生对科研的过程,包括查阅文献、发现科研问题、建立问题求解的思路和方法、采用软硬件工具解决问题、结果的改进、获得科学上的新认识或新发现等整个过程均有系统深入的认识,有望切实加强和提升学生的科研能力和创新意识。

3.2. INTERDISCIPLINE 进行学科交叉与跨学科教育,培养和强化研究生的学科交叉观念与跨学科研究的意识

通过课程设置的改革和院际之间学分互认实现研究生的宽口径培养。在课程学习方面,允许研究生根据的知识结构和课题研究需要选修全校或其他学校各学科的课程。在学分制度方面实行弹性学习年限,使得研究生有充足的时间开展高水平的科学研究并能顺利完成学业。在导师方面,加强各专业、学科导师间的沟通,通过多个学科教师之间的合作,进一步加强对各学科教材内容的共同分析研究,有机整合其它学科中的相关知识,利用、借鉴其他学科相关知识和教学方法,实现教学和科研的内容有机整合,教育观念、教育方法进行融合贯通,促进学生创新能力和与创新相关的素质有所提高。

3.3. DIVERSIFICATION 建立知识互补、科研能力互补、资源共享的“导师组”制,培养研究生创新实践能力的多元化意识

采用“导师组”制,导师组的综合知识结构、学术实力和科研资源相较单一导师都具有明显的提升

和扩展,这样硕士研究生的知识结构、科研能力和创新能力有望得到扩展和多元化培养;在科学研究和学位论文涉及到的各专业领域均有相关学科背景的导师指导,专业水平能够得到更好的提升,并且可以从导师组获得更多的互补资源,有助于今后的就业或读博等发展。

3.4. PRACTICE 教学内容中注重渗透研究生科研过程中需要的工程设计及实践方法

以《智能控制》课程为例,其教学内容设计把完整具体的案例融入教学的全过程,组织具有丰富工程实践案例的教学内容,确保研究生在拥有扎实专业基础理论的同时,拥有较强的解决工程实际问题的能力。此外,构建项目牵引的实践教学模式,面向企业需求,让学生参与到企业的项目运行过程中,引导学生在实践过程中提升自我认知能力、应用知识和理论研究实际问题的能力、沟通协调能力、业务建模能力,真正实现面向能力培养的目的。除了导师的指导,在案例教学和实习阶段引进业务素质高、项目经验丰富的企业高级技术人员,指导学生在实习实践中提出问题、建立模型、解决问题的能力。

3.5. UNION 针对专业型硕士研究生的培养,切实推行产、学、研协同互动机制

探索校企合作实践教学基地建设、校企协同参与制定研究生培养方案、以及以高科技水平为导向的研究生职业能力培养。高校具有知识和人才优势,可以提供和补充人才,可以源源不断地提供高新技术,促进企业的技术进步;企业具有实践和资金方面的优势,可以为高校人才培养和成果转化提供服务。吸引高新技术企业方参与专业建设,构建优势互补、项目共建、成果共享、利益共赢的人才培养共同体,合作共建实践教学基地。这种模式培养出的研究生直接与企业和社会接轨,既容易发掘具有现实应用价值的课题,又可以利用科研机构和企业优势资源,对应用创新型研究生的培养有极大的促进作用。为适应知识经济对人才的要求,研究生培养课程体系的设置应体现先进性、模块化、复合型、工程和创新性,满足社会多元化需求和学生个性化培养的要求,所以需要企业参与制定研究生培养方案。为达到工科能源动力专业学位所具备的知识结构、能力和综合素养的要求,减少理论课的学时和学分,增加专业实践学分。这样既减轻研究生的课程负担,又使学生有更多的时间和精力用在实践创新中、用在学术的沟通和交流中。不仅能够增强实践动手能力,而且有利于形成良好的学术氛围、增进知识的传播。研究生们也普遍反映,这种课程及实践环节的设定对于提高其学术水平和综合素质均起到了促进作用。

我们以高水平科研水平引导下职业能力为导向的能源动力专业类别研究生创新教育理念,强调科研训练和企业学习的重要作用。以能源动力的专业学位研究生培养为例,采用“1+1+1”培养模式,即1年学校院系学习,1年学校科研所训练,1年企业学习。这种培养模式对研究生的科研水平、职业能力、实践能力和研发能力进行系统训练,探索出一套符合专业类别研究生的“新工科”创新型培养模式。

4. 工科专业学位研究生教育的实施路线图及措施

4.1. 工科专业学位研究生教育的实施路线图

以尖端科研、前沿动态、优化创新为导向的高层次人才需求,以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济的发展需求,对高校人才培养提出了新目标和新要求,产学研合作能够促进新工科研究生人才培养的创新。作为教育的利益共同体,校企双方在现有校企合作成果基础上,共同推进现有能源动力专业类别研究生培养升级改革,校企协同育人以培养适应新经济条件下“云物移大智”新领域的应用型、创新型人才。面向新工科校企协同育人改革方案见图1。

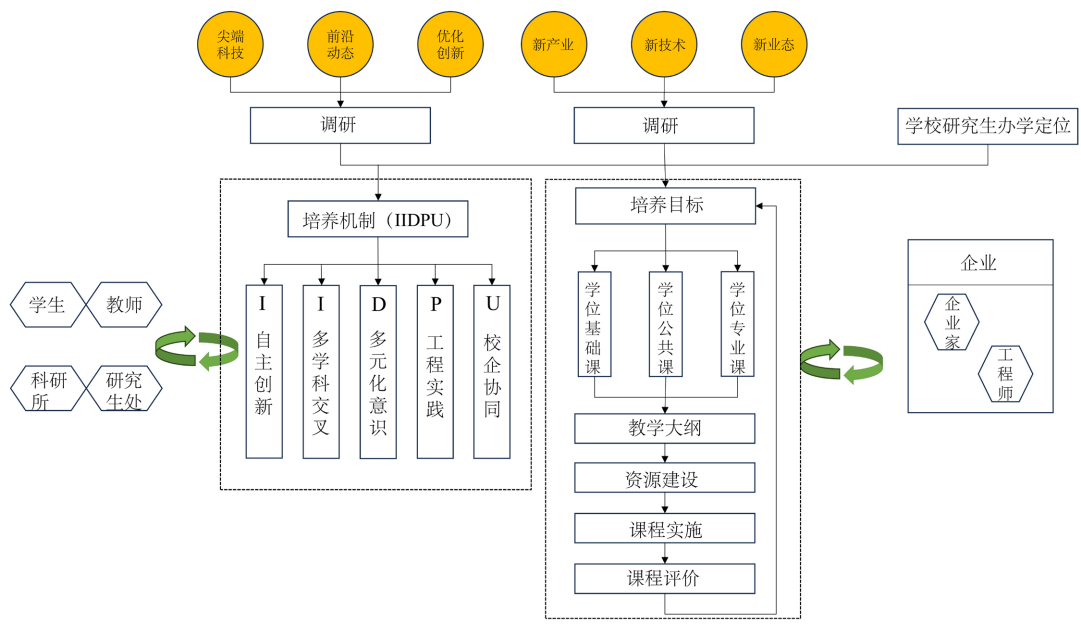


Figure 1. Reform plan for collaborative education between schools and enterprises for new engineering projects
图 1. 面向新工科校企协同育人改革方案

4.2. 工科专业学位研究生教育的实施措施

- 1) 学校牵头国内外学术团队加强沟通交流，组织学生进行实践和参加专业比赛，提高学生创新能力，优化师资队伍结构，招揽复合型人才。
- 2) 夯实全面合作力度，打破交叉学科界线，开展系统性的科研训练课程。
- 3) 结合区域经济发展趋势和新兴产业与引领性行业需求，调研行业企业对能源动力专业研究生人才的新要求、新方向。
- 4) 面对企业行业发展的新特点及提供的新机会，校企合作共同确定计算机技术研究生专业培养人才的方向。
- 5) 企业从培养目标的制订、课程设置、课程大纲制订、教学实施及课程评价等全程参与，校企协作逐步形成计算机技术新的课程体系，形成高水平科研水平引导职业能力为导向的校企协同人才培养 IIDPU 新模式。

5. 工科专业学位研究生教育的改革效果

工学院始终把提高人才培养质量作为专业建设的核心，以培养出能力强、素质高、具有创新精神和实践能力的新工科创新应用型人才为目的。学院以专业认证为抓手，大力推进能源动力教育实践与改革，并将 OBE (产出成果导向) 理念应用于人才培养模式的改革与实践。多年来进行了一系列的改革与建设，取得了一定的成绩。2020 年，曲阜师范大学工学院自动化专业被评为国家级一流本科专业。

目前，工学院在曲阜、济宁、日照、青岛、潍坊等有一大批固定的校企共建研究生培养基地，比如歌尔股份有限公司、南网融科技有限公司，青岛誉金，济南智博、日照市海洋研究所、联合日照鲁圣集团成立的日照电气自动化技术中心、日照金马化工集团公司、山东旭日清洁器械有限公司、兖州矿务集团、山东圣阳电源股份有限公司、济宁菱花集团、高唐金兴集团公司、日照七星汽车配件有限公司等，这些实习基地的生产自动化程度和产品的科技研发能力都很强。在这些研究生培养基地，长期有我们的研究生直接参与产品科技开发。经过多年的沉淀，在校企共建科研机构、校企共建实践基地、校企项目合作

等方面已积累许多协同育人成果,软件工程专业获得山东省高等学校省级卓越工程师教育培养计划试点专业。

6. 工科专业学位研究生教育 IIDPU 培养机制的实践效果

IIDPU 的校企协同合作模式使导师、企业和高校三方分别在科学研究、技术创新、团队合作与沟通以及自我提升与发展方面开拓了视野。2021 年至今,本专业累计有 15 位专业研究生进入企业一起参与探讨企业重大项目,同时进行研究生学位论文课题研究,企业提供住宿与实践指导。他们的经历为研究生教育协同模式积累了丰富的经验并取得良好的效果。多名表现优异的学生毕业后留在企业工作,部分学生被其他知名企业录取,总体情况发展良好。得益于 IIDPU 培养机制,研究生既具有扎实的理论基础,也具备一定的实践创新能力,积极参加各项比赛,获得了“睿抗机器人开发者大赛”全国总决赛一等奖、蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛全国总决赛一等奖多项。此外,各位导师围绕企业重大问题的项目体系、案例体系的教学成果正在逐渐形成,具有了较高的工程专业技术水平、有了一定的工程实践经历。导师们充分利用自己的科研成果与企业联合攻关,“基于云端控制的多终端大场景消毒机器人的应用开发”课题获批国家重点研发计划项目,“脑控智能护理轮椅机器人的研究与开发”课题获批山东省重点研发计划项目,另外还获得多项省部级的科技奖励和荣誉。

基金项目

由山东省研究生教改项目(项目编号:SDYJG21031)资助。

参考文献

- [1] 卢叶. 专业学位研究生培养机制改革研究[J]. 科教导刊, 2024(10): 1-4.
- [2] 康翌婷, 马飞, 赵鑫鑫, 杨珏. 新工科背景下的车辆工程专业实践教学体系改革与探索——以北京科技大学车辆工程专业为例[J]. 时代汽车, 2024(19): 31-33.
- [3] 第二十一次全国国民阅读调查成果发布[EB/OL]. http://www.Nationalreading.gov.cn/wzzt/2024qmyddh/cgfb/desycqggmyddccg/202404/t20240423_844549.html, 2024-04-24.
- [4] 黄国辉, 梁艳华. 新工科研究生创新能力培养模式摸索——基于“五位一体”的人才培养模式[J]. 研工沙龙, 2019(5): 75-79.
- [5] 付鸿飞. 以“双一流”建设为契机助推研究生教育改革与发展——2016 年中国研究生教育高端论坛综述[J]. 学位与研究生教育, 2016(5): 59-62.
- [6] 张思乾, 赵凌君, 熊博莅, 唐涛. 翻转式在线教学模式下研究生创新能力培养探析[J]. 教育教学论坛, 2024(10): 173-176.
- [7] 张建功, 杨怡斐, 黄丽娟. 我国高校工科硕士研究生跨学科培养模式调查研究[J]. 高等工程教育研究, 2016(4): 195-200.
- [8] Trevelyan, J. and Williams, B. (2018) Value Creation in the Engineering Enterprise: An Educational Perspective. *European Journal of Engineering Education*, 44, 461-483. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1421905>
- [9] 何菊莲, 杨拔翠, 曾婷婷, 叶诚捷. 校企合作育人质量测评及优质合作育人模式构建——基于 1538 份校企合作人员调查的实证分析[J]. 高等工程教育研究, 2019(4): 101-106.
- [10] 朱晓敏, 包卫东, 周云, 杜振国, 张亮. 军民融合背景下军队院校研究生校企合作培养探索与思考[J]. 高等教育研究学报, 2019, 42(2): 30-34.
- [11] 桂淑华, 陈琳. 工程硕士培养质量评价指标研究[J]. 当代教育实践与教学研究, 2019(10): 105-106.
- [12] 蒋祖华, 林忠钦, 王海丽, 夏天娟, 郑虹, 裴海燕. 我国工程硕士培养和专业发展的调查分析[J]. 高教学刊, 2019(5): 154-156.
- [13] 陈寅. 新工科背景下高校校企合作的应用型人才培养模式研究[J]. 现代职业教育, 2024(6): 69-72.

- [14] 张书毕, 高井祥, 张文渊. 面向企业需求的测绘工程专业学位研究生培养模式探究[J]. 教育教学论坛, 2018(43): 26-27.
- [15] 耿相魁, 王慧. 双导师制是专业硕士研究生质量的可靠保障[J]. 决策咨询, 2015(1): 88-92.
- [16] 孙国华. 一流学科背景下物流工程专业硕士创新能力提升研究[J]. 物流工程与管理, 2020, 42(6): 169-170.
- [17] 谢志伟, 刘东升, 孙立双, 王高磊, 李硕. 校企协作背景下遥感专业学生实践创新能力培养模式——以航天宏图为例[J]. 科学咨询, 2024(19): 44-47.