

- [5] 习近平对研究生教育工作作出重要指示[EB/OL]. (2020-07-29). http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s6052/moe_838/202007/t20200729_475754.html.
- [6] 浙江大学“十三五”发展规划[EB/OL]. (2016-11-21). <https://www.zju.edu.cn/xxgk/2020/0507/c17948a2093096/page.htm>.
- [7] 双勇强, 刘贤伟. 新知识生产模式下校所联合培养博士生的问题及对策[J]. 学位与研究生教育, 2017(6): 19-23.
- [8] 李钰. 大学与科研院所联合培养研究生的机制研究[D]. 南宁: 广西大学, 2015.
- [9] 马永红, 田华, 任秀华, 等. 高校与科研院所联合培养研究生典型案例汇编(2012)[M]. 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [10] JARILLO J C. On strategic networks[J]. Strategic management journal, 1988, 9(1): 31-41.
- [11] 姜滨滨, 匡海波. 联盟企业专利策略选择及其产出效应研究——技术获取的视角[J]. 科研管理, 2016, 37(8): 67-75.
- [12] DAS T K, TENG B S. A resource-based theory of strategic alliances[J]. Journal of management, 2000, 26(1).
- [13] GOMES E, BARNES BR, MAHMOOD T. A 22 year review of strategic alliance research in the leading management journals[J]. International business review, 2016, 25(1).
- [14] GULATI R. Alliances and networks[J]. Strategic management journal, 1998, 19(4): 293-317.
- [15] 刘贤伟, 马永红. 高校与科研院所联合培养研究生的合作方式研究——基于战略联盟的视角[J]. 研究生教育研究, 2015(2): 10-15.
- [16] ALBERS S, WOHLGEZOGEN F, ZAJAC E J. Strategic alliance structures[J]. Journal of management, 2016, 42(3).
- [17] POWELL W W. Neither market nor hierarchy: network forms of organization[J]. Research in organizational behavior, 1990(12): 295-336.
- [18] 吴言波, 邵云飞, 殷俊杰. 战略联盟知识异质性对焦点企业突破性创新的影响研究[J]. 管理学报, 2019, 16(4): 541-549.
- [19] 奉小斌, 李华华, 马晓书. 知识聚合调节作用下二元联盟对企业能力重构的影响研究[J]. 管理学报, 2021, 18(1): 99-109.
- [20] 丁绒. 自组织演化视角下的战略联盟企业间合作机制研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [21] 韩雪飞. 基于多 Agent 系统的科技企业孵化战略联盟主体间合作机制研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.
- [22] 袁超. “双一流”建设视角下大学国际联盟的特征、困境与创新[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2020, 46(6): 107-113.
- [23] 李红惠. 组织学视域下高校教师教学发展联盟长效运行的策略[J]. 现代教育管理, 2018(11): 86-92.
- [24] 朱以财, 刘志民. “一带一路”高校战略联盟建设的现状、困境与路径[J]. 比较教育研究, 2019, 41(9): 3-10.

(责任编辑 周玉清)

DOI: 10.16750/j.adge.2021.12.002

多主体协同的工程专业学位研究生培养模式探索与实践

赵丁选 王敏 卢辉斌

摘要: 分析了工程专业学位研究生教育存在的问题, 认为多主体协同是打通高校、企业和政府之间合作壁垒, 实现工程教育理论与实践深度融合的必由之路。构建并实施了“一个目标、三位一体、三层融合、五个共同”的工程专业学位研究生“1335”培养模式, 介绍了该模式在完善实践基地建设、提高研究生实践创新力、服务产业战略需求和区域经济发展等方面取得的成效。

关键词: 多主体协同; 工程教育; 专业学位研究生; 研究生教育

作者简介: 赵丁选, 燕山大学校长, 教授, 秦皇岛 066004; 王敏

(通讯作者), 燕山大学研究生院专业学位研究生培养办公室副研究员, 秦皇岛 066004; 卢辉斌, 燕山大学研究生院院长, 教授, 秦皇岛 066004。

工程专业学位研究生教育是我国高层次应用型人才培养的主渠道, 着重培养符合社会需要、具有较强专业能力和职业素养、能够创造性地从事实际工作的高层次工程技术人才, 为他们走上职业化道路奠定坚实的基础^[1]。我国工程专业学位研究生教育始于 20 世纪 90 年代^[2], 2010 年起扩大全日制工程硕士招生规模, 2011 年设置工程博士专业学位,

基金项目: 2018 年教育部人文社会科学研究一般项目(工程科技人才培养研究专项)“行业特色高校产学研协同培养研究生层次工程科技人才机制研究”(编号: 18JJDGC031)

培养工程技术领军人才。经过近 30 年的努力,工程专业学位研究生教育实现了跨越式发展,类别不断丰富,培养规模不断扩大。专业学位研究生教育已经成为我国研究生教育的重要组成部分^[2],为促进科学技术与市场经济融合、推动经济社会发展做出了积极贡献。然而,与规模快速发展相比,专业学位研究生仍存在实践能力较弱^[3]、创新精神不足、职业意识淡薄等问题,专业学位研究生教育的市场认知度和认同度明显不足^[4],根源在于高校、企业和政府等培养主体各自为政^[2],缺乏协同培养的长效机制,培养过程中各主体职责不明晰,政府宏观调控引导作用缺失,企业参与积极性不高、参与不够深入,高校人才培养和企业有效需求在供需层面相互脱节^[2],无法达到工程技术应用型人才的培养目标,因此,探索多主体协同培养模式和长效机制已迫在眉睫。

中国特色社会主义建设进入新时代,新技术、新经济和新产业迅猛发展,我国正处于制造业转型升级、实现跨越式发展的战略机遇期,对高素质工程技术人才的渴求比任何时候都更加强烈。工程专业学位研究生教育在适应产业结构调整 and 新兴产业发展对人才需求多样化方面具有独特优势,要高度重视工程专业学位研究生教育。这就要求我们不仅要加快工程专业学位研究生培养,广育祖国和人民需要的高素质工程技术人才^[5],为实现我国由制造大国向制造强国转变提供智力保证和技术支撑^[1];更要创新培养模式、促进产教融合,从一方主导向多方协同转变,开启工程专业学位研究生教育内涵式发展新阶段,全面贯彻落实习近平同志在全国研究生教育会议上的重要指示,实现工程专业学位研究生教育高质量发展,支撑和引领经济社会发展,服务社会主义现代化强国建设。

本文探讨建立多主体协同的工程专业学位研究生培养模式,以国家重大战略和区域经济社会发展需求为导向,高校与企业、政府部门充分协调配合共育高层次工程人才,全面提升研究生实践创新能力,提高工程教育的市场认同度,推动工程教育可持续发展。

一、多主体协同培养的内涵和必要性

1. 多主体协同培养的内涵

协同理论是系统科学的重要分支,认为与外界有物质或能量交换的复杂开放系统,能够通过子系统间的协同作用,自发地从不稳定的无序状态转变为稳定的有序状态^[6]。若子系统之间围绕共同目标相互协调配合,就能产生协同倍增效应;反之,若子系统之间冲突、摩擦或离散,则整个系统陷入内耗和无序状态,各子系统也不能发挥应有的功能。协同理论包含多个子系统、共同目标和子系统间关系状态三要素。

工程专业学位研究生教育要求研究生熟悉工程领域行业要求和职业标准,能够解决实际工程问题,强调专业能力、职业素养和实践创新能力的培养,是学术性与职业性高度统一的复杂开放系统。职业性特征决定其培养过程必须有大量的实践过程,必须依赖社会资源和政策支持,才能更具活力、更加高效。理论学习与专业实践相融合是提升研究生实践创新能力的最佳途径。因而,工程专业学位研究生教育是由高校、企业、政府等多个主体围绕共同目标实施的,各主体的活动可视为子系统,主体间关系状态将直接决定培养质量,与协同理论是高度契合的,必须以系统视角探究各主体的特点及优势,明确其功能定位和权责范围,形成协调配合的主体关系,才能产生协同倍增效应,实现高校人才培养目标与行业企业需求、经济社会发展的高度契合。

多主体协同培养模式通过特定机制将产学研用各主体整合到培养体系中形成利益共同体^[7]。工程专业学位研究生多主体协同培养模式是高校、企业、政府共同作为联合培养主体,为工程专业学位研究生构建的工程知识学习与应用、能力素质培养与提升的实现方式,具体包括四层含义:①培养目标协同,既适应经济社会发展的需要,又兼顾研究生未来的发展,提升研究生的知识更新能力、实践创新能力和职业升迁能力,满足行业企业对高端工程技术人才的需求。②培养过程协同,掌握先进理论的高校与提供高端实践的企业,在政府政策工具的协调引导下,以所学的专业理论为起点,以企业的实践探究为桥梁,以工程

知识的产生、传授、应用和演进为依托,以新产品、新技术、新方案研发为路径,共同提供培养所需条件和资源,共同加强培养过程管理,实现高层次工程技术人才培养目标。③培养环境协同,高校、企业、政府通过共建校内实践模块和校外实践基地,整合优质教育资源和政策支持,共同调整资源配置、课程体系、师资队伍、教学方法等培养要素,形成优势互补、深度融合的长效协同机制,为工程专业学位研究生培养创设适宜的环境。④质量保障协同,采取多元化、多维度的质量评价手段,使评价结果能够反映工程专业学位研究生的实践创新能力。

2. 多主体协同培养的必要性

(1)多主体协同是构建长效培养机制的必然要求。目前高校与企业在工程专业学位研究生培养方面的合作仍然比较松散:高校迫切希望企业更加具有主动性和积极性,双方能够建立长期深入的合作关系;而企业出于生产任务安排和核心技术保密等方面考虑,对全程参与培养过程和大规模接收研究生专业实践积极性不高。只有充分发挥政府宏观政策调控监督作用,明确各培养主体的责权利关系,为企业提供必要的经费支持和优惠条件,才能有效调动企业参与研究生培养的积极性和主动性,形成多主体协同培养长效机制。

(2)多主体协同是整合优质教育资源的有效途径。多主体协同培养模式下,政府以经济社会发展为导向,通过完善政策法规、加大经费投入等政策支持,积极引导协调高校与技术水平高、实力雄厚的高新技术企业共建工程人才联合培养基地,整合高校、企业的优质教育资源,为健全多主体协同培养长效机制提供平台支撑,这是提高研究生实践创新能力的重要保障,也是适应新形势下我国人才培养战略的必由之路。

二、多主体协同的“1335”培养模式的探索与实践

燕山大学的工程专业学位研究生教育始于1998年,2018年获批工程博士专业学位授权,现有1个专业博士学位类别和17个专业硕士学位类别,已培养专业学位研究生1.2万多人。作为重型机械特色

鲜明的地方性重点高校,燕山大学凭借深厚的行业背景、工科传统和工程特色,主动对接制造强国建设战略和京津冀一体化战略需求,为机械制造业和区域经济发展输送了大批高级领军人才和应用型专门人才。

针对工程专业学位研究生培养面临的问题与挑战,燕山大学以经济社会发展和企业需求为导向,创新性地构建了多主体协同的工程专业学位研究生“1335”培养模式,即高校、企业、政府围绕提高研究生实践创新能力这一核心目标,构建“三位一体”培养共同体,采用“三层递进”式融合培养方式,以“五个共同”为重要举措,相互协调配合、共育高层次工程人才,最终实现教育链、人才链和产业链、创新链的双链衔接,相互协调配合、共育高层次工程人才。该模式有利于调动多主体参与人才培养全过程的积极性,有效提高高端工程人才的培养质量,培养效果得到产业界和社会的广泛认同,并为其其他行业背景专业学位研究生培养提供借鉴和参考。

(一) 1个核心目标

提升研究生实践创新能力,不仅能提高高校人才培养质量和企业技术创新能力,还能满足政府推动经济社会发展的诉求,契合各培养主体的共同利益,是促使多主体协同合作的核心目标。高校、企业、政府可通过联合论证培养方案和课程设置、灵活运用教学方式、联合开展专业实践等路径,共同提升研究生实践创新能力。

1. 联合论证培养方案

实行培养方案多主体联合论证制度。以区域经济发展、企业发展需求和工程人才质量标准为导向,参照各级工程教指委关于培养方案的指导性意见,聘请教指委委员、企业专家、京津高校专家和校内专家进行联合论证,共同确定培养目标、课程体系、教学方式,建立基础理论与企业实践深度融合的工程专业学位研究生特色培养方案。采用课程学习、专业实践和学位论文相结合的培养方式,实现企业最新实践成果与专业理论教学的充分融合,既要突出工程或实践基本素质的培养,加强工程知识、实践知识、工程伦理与敬业精神等基础教育,又要突出工程技术研发与创新素质的培养,加强探究精神

培养,鼓励研究生积极参与企业来源于工程实践项目的研究,切实提升研究生实践创新能力。采用演进模型适时修订培养方案(三年一次大修订、每年微调),优化课程体系,适应新时代高端应用型人才的需求。

2.联合论证课程设置

实行课程设置多主体联合论证制度。来自高校、企业和政府部门的专家按照培养目标对于工程专业学位研究生的能力素质要求,按照“思想政治正确、社会责任合格、理论方法扎实、技术应用过硬”的原则共同研究课程体系,从目标定位、适用对象、课程内容、师资力量、教学设计、考核方式、预期效果等方面论证课程设置的必要性,保证开设课程质量。注重课程设置的专题化和体系化,提升研究生的职业素养和基本技能;根据经济发展和产业升级对工程知识的需求变化,定期调整课程体系和教学方式,保障课程的前沿性和实践性,实现工程知识学习、专业技能培养和实践经验积累的最优化,提高研究生实践创新能力。

3.灵活运用教学方式

以培养研究生实践创新能力为目标,以夯实工程基础、提高专业技能和综合素养为核心,探索符合工程人才特点的教学方式和方法。倡导基于问题的教学,引入案例式、互动式、启发式等教学方法,使理论与实践、知识与技能相融合,使研究生工程实践与社会需求相契合。开设实践应用课程,聘请企业专家、校外导师通过案例教学、项目教学、现场教学或模拟训练等方式,加强综合训练、仿真训练和创新训练,注重培养研究生应用设计能力和创新实验能力。鼓励研究生参加电子设计竞赛、数学建模竞赛和石油工程设计大赛等研究生创新实践系列大赛,以学科竞赛进行专业研究,达到以赛促学的目的。

4.联合开展专业实践

将专业实践作为必修环节,通过校内与校外相结合、集中与分段相结合两种方式开展专业实践。来自企业的校外导师是专业实践环节的主要负责人,为所指导的研究生创造条件进行与学位论文相关的实践活动,注重在实践中培养研究生解决实际

问题的意识和能力。吸纳和利用社会资源,构建校内模块实训、校外专业实践相结合的实践教学体系,提供和保障开展实践训练的条件。紧密结合京津冀区域经济发展需求,以工程项目、管理案例为载体,构建以行业企业来源项目为导向的校内实践模块;与大中型国企、民营企业、政府部门等开展广泛而深入的合作,协同建设省—校—院三级校外实践基地;以科研项目为导向,与清华大学、北京科技大学等京津名校进行校际实验室合作,联合培养工程专业学位研究生。

(二)3个培养主体

工程专业学位研究生培养是系统且复杂的科学体系,燕山大学主动对接经济社会发展和企业职业需求,按照“优势互补、资源共享、人才共育”的原则,与企业 and 政府部门协调配合,厘清培养主体间的关系,建立健全组织和制度保障,构建以政府为引导、以高校为核心、以企业为支撑的“三位一体”培养共同体,保障多主体协同培养落到实处。

1.厘清主体关系

(1)发挥政府的引导协调作用。政府是工程专业学位研究生教育的引导者、协调者和保障者。充分发挥教育行政部门的宏观引导、协调监督职能,加强顶层设计,出台专业学位研究生教育相关政策法规文件,加大经费投入,支持专业学位研究生教育改革相关项目立项,为校企联合培养提供较为完备的制度保障和经费支持,引导高校和企业积极参与专业学位研究生教育,完善协调监督机制,促进校企有效沟通与深度合作,推进多主体间协调配合机制,提升研究生实践创新能力,保障研究生培养质量。充分发挥地方政府的协调监督作用,以区域经济发展需求为导向,由地方政府牵头,吸引校企共建联合培养基地,政府部门负责提供食宿、项目发布等基础管理职能,修补弥合校企之间因过分强调竞争关系而造成的分歧,使校企专注于以项目合作为特征的应用型研究,提高人才培养质量和技术创新能力,为区域经济发展提供人力支撑和智力保障。

(2)发挥高校的核心主体作用。高校是工程专业学位研究生培养的核心主体,也是教育教学改革

的实施者。在各级政府部门教育政策的宏观引导和协调监督下,燕山大学与河北港口集团股份有限公司等行业龙头企业、河北省教育厅等政府部门强强联合,通过建立校内外实践基地和承办创新创业系列竞赛,将企业实际问题融入课程学习、专业实践、课题研究等培养环节,吸引企业全方位参与人才培养。学校承办了一至三届河北省研究生数学建模竞赛,吸引省内外众多高校积极参与,通过冠名企业命题、参赛队伍解题、命题专家点评等环节,锻炼了研究生解决实际问题的能力,提升了企业技术水平和育人积极性,加强了高校间的交流协作,实现了“以竞赛促学习、以竞赛促生产、以竞赛促培养”的多方共赢局面。作为河北省教育厅下属的工学研究生教指委的秘书单位,定期召集校企专家委员共同研讨案例库建设标准、学位论文形式与标准等工程专业学位研究生培养的重大问题,评审省级示范性课程和案例库建设项目、省级实践基地、省级优秀专业硕士学位论文,加强与省教育厅、龙头企业、兄弟高校的沟通协作,提高工程专业学位研究生培养质量。

(3)发挥企业的支撑主体作用。企业是工程专业学位研究生培养的支撑主体,要转变观念,通过提供技术、资金和管理资源主动参与人才培养全过程,与高校协同建立校外实践基地,通过解决实际问题提高人才质量,推动技术创新和产业升级,促进高校人才培养与产业有效需求间的充分融合。积极鼓励技术骨干担任企业校外导师,将急需解决的生产技术难题转化为研究项目,与高校导师开展长期项目研发合作,加强双师型导师队伍建设。以项目为依托设立实践岗位,双导师协同培养研究生,共同制定培养计划、共同指导专业实践和课题研究,共同评价实践效果和培养质量,不仅提高了研究生的实践创新能力,而且解决了企业的生产难题,提升了企业的技术创新水平和参与人才培养的内驱动力,解决了企业技术创新与高校人才培养的“最后一公里”问题。

2.组织保障

(1)政府。教育行政部门,包括中央教育行政部门(教育部)和地方教育行政部门

(如省教育厅),负责指导与管理工程专业学位研究生培养工作,出台相关政策法规文件,规范和引导工程专业学位研究生教育发展,促进校企合作、产教融合。国家、省级工程专业学位研究生教育指导委员会,是各级教育行政部门领导下的专家指导和咨询组织,其主要职责是:指导、协调工程专业学位研究生教育活动,监督工程专业学位研究生教育质量,推动高校工程专业学位研究生教育管理者与企业工程技术和工程管理人员的联系与协作,促进工程专业学位研究生教育的不断完善和发展。

(2)高校。按照专业学位类别或领域设立校级教育指导委员会,聘请企业专家、政府决策人士和资深校内导师担任委员,负责课程学习、校内实训、校外实践、课题研究等环节的制度设计和过程管理,把案例教学、案例库建设、专业实践效果等实践性指标纳入质量评价体系,切实提高研究生综合应用能力和实践创新能力。研究生院成立专业的专业学位研究生培养办公室,负责协调来自高校、企业和政府部门的专家委员,完成工程专业学位研究生培养的日常工作。

(3)实践基地。校企双方共同组建实践指导委员会,由校企双方主管领导担任负责人,负责基地建设方案论证和评估、基地重大决策、实践规划与实施方案制定、科学评价指标体系制定等。委员会下设综合办公室、培训中心和导师中心,综合办公室负责日常事务管理、教学组织、仪器设备维护与管理、后勤保障等工作,以确保实践基地的正常运转和实践任务的顺利完成;培训中心负责对企业导师和实习教师、实习研究生的培训工作,保证实践的目的性和连续性;导师中心由企业资深工程师组成,根据研究生的课题方向制定专业实践计划并指导其完成。

3.制度保障

(1)政府部门相关法律政策。中央和地方教育行政部门出台的工程专业学位研究生教育相关政策文件,如《关于加快新时代研究生教育发展的意见》《专业学位研究生教育发展方案(2020—2025)》《北京市高等学校市级校外人才基地管理办法》《天津市教委关于加强专业学位研究生

实践基地建设的实施意见》《河北省省级专业学位研究生培养实践基地建设及经费管理办法》等，协调高校与企业间的密切配合，形成工程专业学位研究生多主体协同培养的政治、经济、文化与社会意识环境，推动工程专业学位研究生教育可持续发展。

(2) 高校相关管理文件。学校出台了《燕山大学全日制硕士专业学位研究生实践基地管理办法》《燕山大学全日制硕士专业学位研究生专业实践管理规定》《燕山大学硕士研究生指导教师遴选及考核指导性意见》等专业实践管理系列文件，明确专业实践保障、实践时间、实践内容、实践方式及考核办法等具体要求，加强多主体对专业学位研究生实践教学的全过程监控，保障实践教学有计划、有轨迹、有监督。

(3) 实践基地相关规章制度。由企业和高校共同制定各项规章制度，主要包括实践教学计划及教学大纲、课程安排、教师选派、实践教学质量评价等教学文件，知识产权与技术保密相关制度，实践过程中的安全防护与劳动保护制度，联合培养协议，教师培训制度，后勤保障制度等，确保实践基地工作平稳顺利进行。

(三) 3层融合培养

传统培养模式一般是研究生先在校内进行课程学习，之后到校外参加专业实践，理论学习和专业实践简单叠加、相互脱节，不利于研究生实践能力培养。燕山大学采用“三层递进”的融合培养方式，分校内课程学习、校外专业实践和学位论文撰写三个阶段，采用“解决问题-获取知识-解决问题”的演进模型，实现理论与实践的递进式融合，以实践内容丰富理论学习、以理论学习指导专业实践、以实践经验提升理论水平，促进工程知识的螺旋递进型演进，夯实研究生的工程知识基础，提升研究生的实践创新能力。

1. 第一阶段：校内课程学习阶段

以企业需求为导向设置课程内容和教学方式，增设工程实践课，开展案例教学，邀请企业技术骨干承担教学任务，融入企业新技术、新工艺和新方法，增强专业理论的实践性和先进性。整合校内实验平台资源，以企业来源项目构建校内实践模块，校内课程学

习与校内模块实践同步进行，安排有丰富工程背景的校内导师指导研究生校内实践，丰富研究生的工程体验。用专业理论指导校内实践，在实践体验中验证专业理论，实现理论与实践的第一层融合。

2. 第二阶段：校外专业实践阶段

研究生可以继续校内实践项目研究，也可以深入企业实际研发项目，避免了参观式、观摩式等走过场形式。研究生在参与企业项目研发过程中遇到技术瓶颈，可根据需求选修校内相关专业理论课程，或者向校内导师寻求专业理论指导。部分具有较强工程背景的实践课程和团队课程可在基地现场教学，由双师型任课教师团队讲授，激发研究生学习兴趣、提高研究生动手能力。以先进理论指导工程实践，实现理论与实践的第二层融合。

3. 第三阶段：学位论文撰写阶段

研究生通过个人归纳总结、课题组研讨等方式，研究、总结、升华校内实训模块和校外专业实践中遇到的工程问题；在导师组的指导下，将升华后的工程问题的解决原理、方法和技术作为学位论文的主要内容，完成学位论文撰写和答辩。导师组总结整理学位论文中的新技术、新方法，以案例方式融入专业理论教学，改善课程教学效果、提高研究生学习兴趣。以实践经验提升理论水平，实现理论与实践的第三层融合。

(四) 5个共同举措

以“五个共同”——共同设定培养目标、共同建设课程体系、共建双师导师团队、共建专业实践平台、共建质量保障体系为多主体协同培养的重要举措，高校、企业和政府共育高素质工程技术人才。

1. 共同设定培养目标

高校、企业和政府以提升研究生的实践创新能力为核心，共同设定工程专业学位研究生培养目标，包括基本目标和毕业目标，将培养目标转化为可行的专业培养标准，培养适应新时代经济社会发展和企业职业要求的工程领域应用型人才和高技术人才。

(1) 基本目标。即培养的工程专业学位研究生在知识、能力和素质上必须达到的最低要求，着重培养研究生熟练运用理论知识和专业技能解决实际工程问题的能力，使研究生的专业素质结构与企业

要求相匹配,以满足企业的基本需要。

(2) 毕业目标。即每一个合格的工程专业学位研究生应达到的毕业要求,要能够及时反映经济社会发展及产业对高端工程人才的需求变化,体现学校优势和专业特点,提升研究生的职业胜任能力,增强高校对区域经济社会发展的适应能力和服务能力。

2. 共同建设课程体系

课程学习是多主体间实现工程知识联结、兼容和演进的纽带,也是研究生顺利从事工程知识应用和技术创新升级的基础条件。来自高校、企业和政府部门的专家委员,将专业标准细化为课程模块和教学目标,按照区域经济、企业发展需求和高校自身特色确定培养方向,按照不同培养方向、培养目标对于工程专业学位研究生的能力素质要求,共同设置包括专业理论课程、实践应用课程、案例课程、研究方法课程和学科交叉课程的模块化课程体系,明确理论学习或实践环节与能力素质培养的内在联系,强化基础理论,拓展实践教学,将工程理论知识传授与实践创新能力提升有机地融合到一起。引导和鼓励校外导师、科研院所团队与高校导师进课堂、带学生的教学模式,实现课程设置与课题研究、培养目标、知识应用间的同步。

(1) 专业理论课程建设。高水平的专业理论课程是研究生开展应用性研究、提升实践创新能力的基础。建立教学内容动态调整机制,通过课程改革立项、特色实验平台建设等举措,及时将高校科学研究的新知识和企业生产实践的新技术、新工艺融入专业理论课程教学,加快教学内容的完善与更新,将前沿技术传授给学生,解决课程系统和教学内容相对陈旧的问题,更好地适应工程教育的发展变化。例如,机械工程专业学位硕士研究生的专业理论课程模块包括机械振动、应用弹性力学、应用弹塑性力学(全英语)、先进制造技术、控制工程理论及技术、机构学基础、机械动力学、现代设计技术等,体现了机械工程领域企业对研究生专业理论基础的要求。

(2) 实践应用课程建设。邀请工程技术方面的企业专家或者具有工程实践背景的校内教师,开设专业实验课、工程应用课等实践应用课程,加强案例教学、现场研究和模拟训练等教学方法的运用,

实现理论教学与实践教学紧密结合,保障教学内容的工程性和实践性,注重培养研究生应用设计能力、创新实验能力。近年来,累计开设“机械系统测试技术应用”“CAD/CAE 综合应用”等实践应用课程 100 余门次,其中校企联合授课 30 多门次,拓展了研究生的专业理论知识。

(3) 案例课程建设。将工程领域真实案例纳入研究生课程,实现理论与实践相融合,增强课程内容的实践性。鼓励任课教师申报省级、校级专业学位案例库建设项目,以点带面,积极推进专业学位研究生课程案例库建设。近年来,获批省级专业学位研究生案例库建设项目 100 余项,获得经费支持 200 多万元;校级研究生案例库建设立项项目 16 项,资助金额 22 万元,项目成果广泛应用于研究生教学,提升了职业素养、强化了实践能力。

(4) 研究方法课程建设。根据企业研发课题、科研院所研项目、京津冀区域政策等方面的特殊需求,邀请国内外工程技术专家到校开设“TRIZ 技术创新方法”“发明问题的解决理论”等研究方法课程 160 多门次,通过课堂教学、专业讲座、学术论坛等方式开展教学活动,开拓了研究生的工程视野,引导研究生在工程研发实践中吸收、借鉴和应用先进的工程研究方法。

(5) 学科交叉课程建设。注重基础学科与应用学科、传统学科与新兴学科的知识交叉,以课堂讲授、专家论坛、专题研讨、网络教学等多样化方式,推进“工程伦理”“社会与法”“设计创新与思维”等学科交叉课程建设,培养研究生正确的科学观和价值观,增强研究生的社会责任感和职业道德;开设了“人工智能与机器学习”“机器学习(英语)”和“数据库与大数据新技术”等新工科交叉学科课程,培养具有较强实践能力和创新精神的工程人才,服务于经济发展和产业转型升级。

3. 共建双师型导师团队

高水平导师团队是工程教育健康发展的实施主体,是工程专业学位研究生培养质量的重要保障。采用“请进来、走出去”策略,多渠道建设双师型导师队伍。积极引进理论水平和实践能力双优的校内导师,聘任实践经验丰富的企业专家担任校外导

师,建立以校内导师为主、校外导师为辅的导师团队。重视校内导师岗前集中培训,定期选派校内导师到对口企业挂职锻炼,为其提供良好的工程实训条件,提升校内导师的工程实践能力;邀请新聘任的校外导师入校参加岗位业务培训,通过专题报告、研讨会、培训会等形式,帮助校外导师明确导师职责,了解工程教育规律和现状,熟悉工程教育流程,提高校外导师的理论水平和指导水平;培养过程中依托良好的合作基础、深入的情感沟通、完善的制度设计,实现双导师优势互补、协同育人。

(1)良好的合作基础是打造双师型优质导师队伍的前提。鼓励校内导师与校外导师协同完成工程实践与项目研究,在合作中加强技术研发与工程应用实践,实现校内理论课程与企业研发项目有效对接,重视校外导师意见和建议的反馈,加强双导师的融合。

(2)深入的情感沟通是打造双师型优质导师队伍的途径。采用微信、QQ、云会议、电话、邮件等信息沟通手段,消除因地域因素造成的双导师沟通障碍,进而推动个人情感的升温。构建包括信息实时交互、在线实时指导、远程问题处理、培养进度即时展示、培养质量双向反馈等功能的管理平台,保障双导师沟通的深入性和有效性,提高知识传递效率和人才培养成效。

(3)完善的制度建设是打造双师型优质导师队伍的保障。制定工程专业学位研究生导师遴选办法,将实践教学能力作为重要的遴选标准,规范双导师在工程人才培养进程中的责权利,强化导师立德树人职责。通过导师培训、导师教学论坛等活动,提升双方导师的责任意识和质量意识。加强双方导师合作激励机制,使双方导师能够从联合培养工作中汲取合作动力。完善对双方导师的质量监督与评价机制,依据评估结果动态调整双方导师协同育人资质,提高双方导师协同育人意识。

4. 共建专业实践平台

专业实践平台是提升工程专业学位研究生专业素质的重要保障。以培养实践创新能力为核心目标,政府搭台、企业支持、高校参与,协同共建校内实训模块与校外实践基地相结合的专业实践平台,实

现实践基地建设规范化、制度化、多样化和差异化,以具体企业来源项目研发的方式培养具有行业背景的高层次应用型人才。

(1)共建校内实训模块。以企业来源项目为导向构建校内实训模块。为实现工程人才培养目标,校内实践模块应满足两个要求:第一,选题要密切结合工程领域的生产实际,重在解决行业企业面临的生产、技术、研发等方面的实际问题;第二,重在提高研究生综合运用所学理论、方法和技术手段解决实际工程问题的能力,强化研究生的工程意识、职业素养、沟通能力和团队精神。自2014年起,燕山大学投入经费2400多万元,构建以行业企业来源项目为导向的校内实训模块96个,有效整合大型仪器、先进设备及软件等校内优质资源,解决实验平台资源分散、利用效率低、指导教师不足等问题,为协同开展校内实践提供有效支撑。①采用“统分结合”的管理机制。实行“学校统筹、学院分管、专家决策”的管理模式,校企专家组以项目需求为导向,规划设计校内实训模块,决定仪器设备购置、整合使用等重大事项。②构建“开放共享”的运行机制。全面开放大型仪器、先进设备及软件等优质资源,最大限度提高仪器设备利用率,设置研究生校内实训模块专项实验经费,保障仪器设备的日常运行及维护,满足研究生校内实训需求。③构建专业化实验技术人才队伍。通过定期培训提升实验人员技术水平,打造专业化实验指导教师队伍,对实验人员的职称和业绩进行单独考核,保障他们得到专业化发展,从而为研究生提供高效的专业化服务。

(2)共建校外实践基地。通过高校-政府协同、高校-企业协同、高校校际协同和高校校内协同等模式,多主体协同共建省-校-院三级校外实践基地,为研究生专业实践提供科研场地、实验设备、实验设施以及经费支持。①扩大院级基地覆盖面。学校与河北港口集团股份有限公司、康泰医学系统(秦皇岛)股份有限公司、齐齐哈尔市政府、秦皇岛市人民检察院等知名大中型国企、政府部门开展广泛而深入的校企、校政合作,共建院级校外实践基地,以科研合作为基础,丰富导师队伍构成模式,协同培养工程专业学位研究生。②提高校级基地质量。

一方面,探索完善校地合作共建校级基地新模式,地方政府充当媒介,提供政策支持和资金支持,深化校企产教融合。例如,燕山大学齐齐哈尔研究生实训基地,由齐齐哈尔市政府牵头,吸引了中国第一重型机械股份有限公司、建龙北满特殊钢有限责任公司、富拉尔基区政府等企业和政府部门,积极参与研究生校企政合作培养,提升了研究生实践能力,为老工业区经济二次腾飞提供技术和人力支撑。另一方面,遴选具有特色性、代表性、示范性的校级基地,按照省级基地标准进行重点培育。例如,与中铁山桥集团有限公司共建的院级基地,紧抓国家铁路、公路、桥梁等重大战略需求,利用高锰钢辙叉制造工艺、铸造缺陷改进等重大工程项目,培养具有扎实理论基础和丰富工程实践经验的研究生,已获批第二批省级校外实践基地。③凸显省级基地特色。依托省学位办专项经费支持,建设各具特色的省级校外实践基地,解决企业技术难题,增强研究生职业胜任能力。例如,与康泰医学(秦皇岛)有限公司、河北港口集团有限公司合作建立的省级校外实践基地,通过指导研究生参与医疗器件加工测试和信号采集、港口物流运输、转运站溜槽优化改造等企业项目研究,帮助研究生了解专业领域迫切的技术和产品需求,利用物联网、数据挖掘等先进技术解决企业实际问题,已于2019年、2020年获批省级示范性实践基地。④加强高校校际协同。作为北京高科大学联盟成员,密切与清华大学、北京科技大学、北京联合大学等京津知名高校的交流合作,推进研究生、教师与教学管理人员的互派互访,发挥强势特色高校的引领作用,推动校际实验室协同,共享优质教学资源,联合培养工程专业学位研究生。

5. 共建质量保障体系

构建科学合理、系统有效的质量保障体系是提高研究生培养质量的重要举措。工程专业学位研究生教育的主体多元性,决定了高校、企业和政府等利益相关者必须更新管理理念、革新管理要素、明晰权责范围、突出重点环节,协同共建全方位、全流程的质量保障体系,对工程专业学位研究生培养过程进行有效管理和监督,保障培养质量持续稳定提升。

(1) 更新管理理念。以“协商、协调、协同”

为基本理念,通过完善的沟通协调机制,促使多主体深入参与工程专业学位研究生教育质量管理,以协议契约的形式明确各自的管理责任,以协同培养高素质工程人才为共同目标,采取民主化、人性化和服务化管理手段,共同保障工程专业学位研究生培养质量。

(2) 革新管理方式。从政府法律法规和多主体订立的协议入手,构建完善的质量保障管理制度,建立健全教学管理及课程考核机制、校外实践基地准入机制、实践教学质量监督制度、完善校外导师评聘管理及培训制度,推进质量管理的科学化进程;以提高培养质量为目标,构建基于“质量控制-过程监督-效果反馈”的质量保障信息管理平台,涵盖学籍管理、培养管理、导师管理、专业实践管理、学位论文监控、学位论文网上评阅等环节,多主体实时监控联合培养研究生的学习情况、实践进展和发展动态,及时解决培养过程中出现的问题,使研究生培养质量与产业需求全面接轨。

(3) 明晰权责范围。明晰多主体质量管理的权责范围,既协调一致又各有侧重。①凸显政府部门的宏观管理和职能,出台法律法规完善质量保障机制,强调实践性与应用性目标导向,引导校企专家根据行业用人标准制定质量评估标准,将专著专利、学术论文、学位论文、社会推广等纳入质量评价指标体系,突出应用型评价;明确高校与企业在质量管理过程中的地位和作用,课程教学、学位论文阶段以高校为主、企业为辅,专业实践环节以企业为主、高校为辅。②充分发挥高校内部质量保障主体作用,根据市场需求和自身特色制定内部质量评价标准,对课程教学、专业实践、学位论文等环节进行全过程质量监控;通过教学检查、网上评教、教改立项等方式,对课程教学进行质量监控;通过网上提交实践计划、实践总结、实践考核答辩等手段,对专业实践进行质量监控;通过开题报告、中期考核、论文盲审等举措,对学位论文质量进行监控,论文选题应源自工程实际或具有工程应用价值,论文形式包括产品研发、工程规划设计、工程项目管理、调研报告等,论文评审和答辩必须有相关企业专家参加,着重评价其实用性、先进性和创

新性。③充分发挥企业、第三方机构外部质量保障的促进作用,保证内部质量保障的正常运行,通过提供同一高校不同专业学位类别的横向质量比较、不同高校同一专业学位类别的纵向比较,增强高校质量意识和责任意识,以评促教努力加强自身建设,不断提升工程专业学位研究生培养质量。

(4)突出重点环节。重视专业实践环节的质量管理,实现计划保障、安全保障、经费保障、过程保障和考核保障“五位一体”。双导师共同指导研究生制定专业实践计划、开展专业实践。校企联合建立专门管理机构,选派工程经验丰富、业务水平较强、政治素质过硬的人员负责实践基地日常管理工作,为研究生提供必要的住宿、交通和医疗保障,通过生活关照、业务指导及思想管理多措并举,保障研究生在专业实践过程中精力投入与成果产出的持续化。高校开展专业实践安全教育,将“实验室安全知识”课程纳入必修环节,为外出实践的研究生购买意外保险,要求研究生签订安全须知;出台专业实践管理办法,明确经费保障,实践时间、内容、方式及考核办法等具体要求,保障专业实践有计划、有轨迹、有监督。

三、多主体协同的“1335”培养模式的实施效果

自开展工程专业学位研究生教育以来,燕山大学在企业和政府的全程参与及支持下,以实践基地建设为依托,探索实践了“一个目标、三位一体、三层融合、五个共同”的工程专业学位研究生“1335”培养模式,取得了良好成效。

1.实践基地建设日臻完善

依托大型企业集团、高新企业、京津名校、科研院所和政府部门,协同构建了“内外结合、层级丰富、特色引领”的实践基地平台。以企业来源项目为导向,依托96个校内实训模块,建成校内实践基地22个,与清华大学、北京科技大学、北京联合大学共建校际协同实验室,为开展校内实践与校际协同培养提供了有效支撑。与行业企业协同建设省—校—院三级校外实践基地188家,其中省级实践基地7家,校级实践基地15家,涵盖机械、材料与化工、电子信息、资源与环境、能源动力、土木水

利等17个专业学位类别,为产教融合和校外实践奠定了坚实基础。在河北省教育厅的政策和经费支持下,与河北港口集团有限公司、康泰医学(秦皇岛)有限公司等龙头企业强强联合,依托机械、电子信息、能源动力、工程管理等多个专业类别,建立省级示范性专业学位研究生培养实践基地2家,指导研究生依托企业实际项目开展课题研究,锻炼了研究生的实践能力并帮助企业解决技术难题,对于实践基地高质量发展和研究生跨领域培养具有示范引领作用。

2.实践创新能力显著提升

近五年,越来越多的研究生进入校外实践基地参与企业技术改造和服务项目,在校内导师和企业导师的共同指导下,完成专业实践和学位论文撰写,提升了研究生的实践创新能力。研究生积极参加教育部学位与研究生教育发展中心主办的全国研究生创新实践系列活动和河北省教育厅举办的各类竞赛和项目,荣获研究生电子设计竞赛、研究生数学建模竞赛、石油工程设计大赛、研究生石油装备创新设计大赛、数据可视分析挑战赛、共融机器人大赛、研究生机器人创新设计大赛、中国大学生智能设计大赛等国家级竞赛一、二、三等奖180项;荣获京津冀高校研究生网络与信息安全技术大赛、河北省研究生数学建模竞赛等省级竞赛一、二、三等奖183项。2017年至今,学校共获批河北省研究生创新资助项目200余项,研究生创新研究助手项目70项;获评河北省优秀专业硕士学位论文74篇;累计发表论文16500余篇,其中三大检索系统收入论文9338篇、ESI高被引论文1658篇次,充分展示了学校专业学位研究生教育的质量和水平。

3.毕业生质量显著提高

工程专业学位毕业研究生大部分在制造业、建筑业、信息传输、软件和信息技术服务业等行业工作,用人单位对毕业生满意度较高。实习实践经历增强了毕业生的市场竞争力,在被录用的影响因素中占比68.73%,在起薪的影响因素中占比53.32%,因实践考核优秀而留在实践单位工作的研究生占比为64.12%。在全国工程专业学位研究生教育指导委员会组织的历届工程硕士评优活动中,学校共有7名毕业生被评为“工程硕士实习实践优秀成果获得者”,3名毕业生被

评为“做出突出贡献的工程硕士学位获得者”。

4. 服务社会发展成果丰硕

多个科研团队参与“天眼”工程、大型客机 C919、港珠澳大桥、北斗导航卫星、神舟飞船等国家系列重大工程项目核心部件的研发工作,与合作单位联合开展技术攻关,依托工程项目指导研究生开展专业实践,服务国家重大需求与经济社会发展,实现了“志在为国铸重器”的办学初心和使命。帮助实践基地合作单位解决实际问题和技术难题,累计签订横向科研合同 1696 项,其中专利实施许可、转让合同 312 项,申请专利 4779 项,授权专利 3093 项,登记软件著作权 520 项,提高了行业企业的市场竞争力。2020 年 9 月至今,先后派遣两批、213 名研究生赴燕山大学齐齐哈尔研究生实训基地,深入到中国第一重型机械股份有限公司、建龙北满特殊钢有限责任公司、富拉尔基区信访局、区司法局等企业和政府部门进行为期三个月的生产实训,把课堂学习与生产实践有机结合,为东北老工业基地全面振兴贡献青春力量。

5. 社会认同度明显提升

多主体协同的工程专业学位研究生“1335”培养模式的实践效果得到上级主管部门和同行的充分肯定。2011 年学校被确定为全国工程硕士研究生教育创新院校。2012 年,学校公共管理硕士(MPA)专业学位授权点和机械工程工程硕士授权领域,获批开展首批省级专业学位研究生教育综合改革试点工作。2014 年,控制工程工程硕士授权领域获批开展第二批省级专业学位研究生教育综合改革试点工

作。2017 年 5 月,自选课题“京津冀协同背景下专业学位研究生校企联合培养基地建设模式研究”,通过全国工程硕士教指委结题验收,成果优秀。2018 年 1 月,中国学位与研究生教育信息网报道了燕山大学专业学位研究生实践教学模式改革经验。2020 年“京津冀一体化背景下多主体协同的专业学位研究生实践教学模式改革”获得河北省教学成果一等奖,改革经验被河北省工学研究生教育指导委员会宣讲和推广,在河北工业大学、石家庄铁道大学、华北理工大学、河北工程大学等兄弟院校的实践教学实施和借鉴使用。

参考文献

- [1] 申利民,王敏,王红毅,等. 基于强内核、柔外壳的工程教育柔性模式研究——以燕山大学为例[J]. 教学研究, 2018(5): 94-101.
- [2] 姚志友,董维春. 我国专业学位研究生教育改革路径探索——一个整体性教育的视角[J]. 学位与研究生教育, 2019(11): 7-13.
- [3] 刘延东. 刘延东副总理在国务院学位委员会第三十二次会议上的讲话[J]. 学位与研究生教育, 2016(3): 1-6.
- [4] 魏红梅. “新常态”下我国专业学位研究生教育改革的创新探索[J]. 学位与研究生教育, 2016(3): 15-20.
- [5] 黄宝印. 探索构建研究生教育质量指数 创新研究生教育质量检测与评价方法[J]. 学位与研究生教育, 2019(7): 1-4.
- [6] 刘冰,闫智勇,潘海生. 基于协同治理的专业学位研究生教育质量治理体系构建[J]. 学位与研究生教育, 2019(1): 56-63.
- [7] 刘亚敏,姜秀勤. 专业学位研究生培养模式的系统分析[J]. 学位与研究生教育, 2016(6): 80-85.

(责任编辑 周玉清)

《学位与研究生教育》2022 年征订启事

《学位与研究生教育》由国务院学位委员会主办、中国学位与研究生教育学会协办,是集工作指导、理论研究、经验交流和信息传递于一身,国内外公开发行的 CSSCI 来源期刊、全国中文核心期刊和中国人文社会科学 A 刊核心期刊,主要面向从事学位工作与研究生教育工作的各级管理干部、研究生导师、高教研究人员和研究生,不少研究生培养单位的导师人手一册。清华大学、北京大学、中山大学、天津大学、北京航空航天大学、陕西师范大学、同济大学、电子科技大学、中南大学、浙江大学、重庆大学等高校 2021 年每期订数都在 400 份以上。欢迎各研究生培养单位及广大读者踊跃订阅,具体订阅事项可参看本刊网站(<http://www.adge.cn>; <http://www.adge.edu.cn>)“订阅本刊”栏目,或与本刊发行部联系(电话:010-68912291,邮箱:fxbadge@bit.edu.cn)。