

新工科背景下工科优势高校交叉学科研究生培养研究

袁倩¹, 杨腊², 秦艳艳³

- 华东理工大学高等教育研究所, 上海, 200237;
- 华东理工大学化工学院, 上海, 200237;
- 陕西师范大学教育实验经济研究所, 陕西西安, 710119)

[摘要] 新工科建设是高等工程教育为应对新一轮科技革命和产业变革的挑战而采取的积极行动, 要求高校推动学科交叉融合, 大力培养交叉学科人才。为全面了解交叉学科研究生培养的实践特征, 选取6所优势工科高校作为研究对象, 分析新工科背景下交叉学科研究生培养在推动工程学科发展、助力产业升级与丰富新工科内涵方面的价值与作用。研究发现, 工科优势高校在交叉学科研究生培养方面体现出共同特征, 即构建多元化的交叉学科研究生培养组织平台, 支撑国家重大战略研究; 明确卓越创新型工程科技人才的培养目标, 实行多学科背景的联合培养; 聚焦复杂工程问题, 注重项目式教学; 推动校企合作, 回归真实工程。文章提出工科优势高校要采取积极的改进策略, 包括优化学科布局、改革评价方式、加强校企合作等, 以期培养大批具有大工程观、实践创新能力的交叉学科人才。

[关键词] 交叉学科; 研究生培养; 实践特征; 实践创新能力

[中图分类号] G640 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2024)06-0046-07

当前, 新一轮科技革命和产业变革深入发展, 科学研究范式也正在发生深刻变革, 解决复杂的工程技术难题需要多学科交叉融合, 而培养交叉学科人才是推动科技创新与产业发展的关键。2017年, 教育部在复旦大学召开的高等工程教育发展研讨会上提出, 工科优势高校要加快建设和发展新工科, 促进现有工科的交叉复合、工科与其他学科的交叉融合, 深化工程人才改革, 大力培养工程科技人才和产业创新人才^[1]。自此, 高校掀起了新工科建设的浪潮, 工科优势高校不断创新人才培养模式, 大力推进交叉学科研究生培养方式的改革。在此背景下, 探究工科优势高校交叉学科研究生培养的实践特征成为值得研究的重要议题。本研究选取我国6所工科优势高校作为研究对象, 在探讨交叉学科研究生培养的价值意蕴的基础上, 剖析了各高校在交叉学科研究生培养举措中所体现出的共通的实践特征, 以期为我国卓越工程科技人才培养提供参考。

一、新工科背景下交叉学科研究生培养的价值意蕴

(一) 交叉学科人才推动工程技术学科向前发展

工程主要是以人类某种设想的目标为依据, 应用相关科学知识和技术手段将现有实体(自然的或人造的)转化为具有预期使用价值的人造产品的过程。一方面, 工程本身就具有交叉学科的特征, 因为一个具体的工程对象涉及众多领域, 不同学科领域的科学规律共同作用到同一个工程对象上^[2]。比如, 汽油发动机的制造涉及物理、化工、机械、材料、控制等多门学科, 这些不同学科的知识相互作用并共同落实到发动机本身。另一方面, 工程技术学科必须朝着交叉化方向发展。以信息化、智能化、绿色化为创新驱动的交叉学科融合趋势将极大地丰富学科内涵, 从而使工程类学科能够适应社会经济

[收稿日期] 2024-07-03; **[修回日期]** 2024-11-29

[基金项目] 2023年华东理工大学研究生教育教学改革项目“新工科背景下交叉学科研究生培养的路径研究”

[作者简介] 袁倩, 女, 陕西榆林人, 华东理工大学高等教育研究所助理研究员, 主要研究方向: 教育评价、高等工程教育, 联系邮箱: yuanqian08@ecust.edu.cn; 杨腊, 女, 陕西西安人, 华东理工大学化工学院讲师, 主要研究方向: 高等教育管理; 秦艳艳, 女, 陕西榆林人, 陕西师范大学教育实验经济研究所科研助理, 主要研究方向: 教育人力资本

发展需求。

在目前工程技术的复杂性、集成性、精细化特征越来越明显的情况下,面向未来的工程师必须是在精通本学科知识的同时能够在实践中运用相近学科或其他学科知识的人才。中国工程院院士李培根认为,未来的优秀工程师应该具有大工程观^[3],而具有大工程观的人才是将科学、技术、非技术、工程实践融为一体的,能够将多学科知识交叉融合的人才^[4]。由此,对工科类研究生进行交叉学科培养既是卓越工程科技人才成长的要求,也是推动工程技术学科向前发展的要求。

(二) 大力培养交叉学科研究生将支撑社会产业转型升级

目前,虽然我国在融入世界制造业产业链的过程中发展成为“制造大国”,但是受限于发达国家对我国高精尖技术的制裁,仍面临着高端芯片、精密仪器、量子信息等领域的“卡脖子”难题。要想攻克这些技术难题并推动产业升级,就需要培养大量的具有多学科背景的工科类人才。一方面,交叉学科人才是产业转型升级的重要支撑。目前我国涌现出了“互联网+”“设计+”等新业态,“软产业”与“硬产业”互动融合,不断向产业链和价值链高端环节延伸,而具有以某一学科为主、兼具其他学科知识的研究生将有力地推动科学技术的原始创新,有望解决复杂且关键的技术问题,最终助力我国产业技术的改造升级。另一方面,大力培养交叉学科研究生也是抢占新一轮全球科技和产业竞争制高点的关键。事实上,发达国家率先推动高校培养交叉学科人才来支撑产业的创新发展,如美国为了培养高精尖科学技术人才,早在1997年就启动了资助交叉学科领域的“研究生教育与科研训练一体化项目”^[5],并于2010年发布了《消除学科边界:培养科学、技术、工程与数学领域的交叉学科劳动力》。这一系列举措推动了美国具有系统知识、战略思维科学家的涌现,进而支撑美国科学技术的持续发展。可见,交叉学科研究生的培养是国家推动高端科技产业发展的重要一环。

(三) 培养交叉学科研究生是新工科建设的应有之义

新工科是基于国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求而提出的我国工程教育改革方向^[6]。新工科建设从根本上来说是培养未来多元化、创新型卓越工程人才,而推动学科交叉与融合是培养新工科人才的主要途径。从新工科建设的目标来看,新工科要培养交叉复合型人才,要求工程技术人才具有多学科的知识、理论和专业基础,具备解决交叉复合问题的专业能力和综合素质^[7]。从教育行政机构的引导来看,交叉学科研究生培养是教育行政部门引导高校创新人才培养模式改变的着力点。2017年,教育部办公厅发布的关于新工科研究与实践项目指南将“多学科交叉复合的新型工科专业建设”等作为新工科建设的重要方向;2018年,教育部、工业和信息化部、中国工程院联合出台了《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》,明确提出推动学科交叉融合,促进理工结合、工工交叉、工文渗透,孕育产生交叉专业,推进跨院系、跨学科、跨专业培养工程人才的工作。由此可以看出,培养交叉学科的高层次工程技术人才是新工科建设的应有之义。

二、工科优势高校推动交叉学科研究生培养的实践特征

为了探究交叉学科工科类研究生培养的通用举措和共同特征,本研究选取国内6所工科优势高校(T大学、S大学、Z大学、J大学、B大学、H大学),这6所高校高度重视新工科建设且工科基础扎实,具有交叉学科的学科群基础,在关键工程领域的技术创新与产业协同创新中发挥着重要作用。本研究从组织平台、培养目标、关键举措、涉及主要学科等方面分析了各高校在新工科背景下培养交叉学科研究生方面所采取的举措(见表1),从而尝试总结出交叉学科工科类研究生的培养规律。

从上述6所高校交叉学科研究生培养的举措可以看出,每所高校因受学科布局、现实资源等因素的影响而采取了不同的措施,但也体现了一些共同的实践特征,具体体现在构建人才培养组织平台、明确培养面向未来的创新型人才的培养目标、实行多学科交叉培养、注重项目式教学以及校企合作等方面。

(一) 构建多元化的交叉学科研究生培养组织平台,支撑国家重大战略研究

交叉学科组织平台是研究生培养的基本载体,也为研究生培养目标的实现提供了合法性基础。对6所工科优势高校建设的交叉学科组织平台进行分析后发现,近年的新工科建设浪潮加快了工科优势

表1 新工科背景下工科优势高校交叉学科研究生培养的探索举措

学校	组织平台	培养目标	关键举措	涉及主要学科
T 大学	未来实验室 (2017年)	深入开展跨学科交叉研究与学术交流,以“计算、传播、媒体、艺术汇聚合一”为愿景,开展“原创性、交叉性、颠覆性”的无疆界技术创新	(1)面向未来科技,人机物融合、未来材料设计等; (2)研究组群培养,博士生依托研究组群项目,在多学科背景下开展研究; (3)工作坊,开设多主题的工作坊	美术、建筑、机械、材料、计算机等
	国家卓越工程师学院 (2023年)	培养具有坚实宽广的基础理论知识、系统深入的专门知识,具备解决复杂工程技术问题、进行工程技术创新以及规划和组织实施工程技术研究开发工作的能力,能够在所在工程类别中做出创新性成果的工程类创新领军人才	(1)项目式培养方式,包括创新领军工程博士项目、工硕博士培养改革项目、碳中和能力提升项目等; (2)联合培养,由学校与企业共同承担培养工作,校企导师组指导; (3)工学交替模式,注重专业实践,选择创新型企业和领军型企业为调研实践对象,采用课程学习、专业实践、学位论文相结合的培养方式	电子信息、机械、材料与化工、能源动力、生物与医药
S 大学	智慧能源创新学院 (2020年)	建设成为高水平科技创新领军人才的集聚地、复合型创新型卓越人才的培养地、前沿能源技术的策源地、先进科技成果转化成果的孵化地,为国家的“碳达峰”“碳中和”提供有力的科技和人才支撑	与国家电力投资集团有限公司强强联合,共商共建的产教融合平台和办学特区。(1)实行双导师制,联合培养,学生按照要求完成理论课程学习后,在学校导师与企业导师的联合指导下开展应用技术攻关研究; (2)产教融合,学生的毕业设计研究题目全部来自企业“真问题”,校企共同设立“未来能源基金”用于人才培养和科研合作; (3)交叉学科,培养方案设计和课程设置上,以“能源类”和“信息类”课程为主线,注重能源技术与信息化技术、材料科学、化学化工的交叉融合	机械与动力工程、电子信息与电气工程、能源动力
	溥渊未来技术学院 (2021年)	建设若干国际化、大跨度、前沿交叉的教学和科研平台,培养面向下一个百年奋斗目标所需的,具有国际视野、家国情怀、创新精神的复合型领军人才	(1)瞄准未来能源方向,同宁德时代公司开展联合培养,学生在联合培养基地进行1年半的创新实践; (2)探讨未来人才画像,对未来人才知识结构进行剖析和整合,课程分为基础科学、人文素养、专业交叉学科、实践创新4个知识板块	机械、电子信息
Z 大学	多学科交叉人才培养卓越中心 (2016年)	凝练交叉学科人才培养方向,搭建多学科交叉人才培养平台,探索多学科交叉人才协同培养机制	(1)跨学科门类或多个学科导师组共同指导;试点实施研究生“主辅修制”; (2)以问题为导向、项目为支撑、中心为载体、多学科交叉为特征、导师团队合作指导的交叉学科培养模式,开展轮训培养、出国交流、交叉学科学术研讨; (3)设置交叉培养荣誉证书	所有工科均可申请
J 大学	交叉学科中心 (2022年)	着力打造紧扣国家急需的示范平台,加快形成拔尖复合型人才的培育高地、学科交叉融合的创新高地	(1)设置交叉学科、跨学科导师团(额外配置招生计划); (2)高水平跨学科课程,学科交叉平台跨学院、多学科、开放办学; (3)跨学院合作,共同承接项目、共建实验平台、联合培养博士(面向人工智能、储能技术、医工结合)	化工、材料、经济管理
B 大学	前沿交叉科学研究院 (2015年)	培育优秀学科方向、孵化优秀人才;围绕物质科学、信息科学、生命科学领域,以热点前沿科学等问题和重大战略技术问题为牵引,以交叉学科为特征,开展前瞻性、引领性、颠覆性研究	(1)下设研究团队,实施PI负责制,单列引进人才专项研究生招生计划; (2)采取有序设置和自由组团相结合的方式,按团队汇聚人才,凝练学科方向,论证研究项目,构建人才培养/科学研究平台,建设成熟的研究中心,整建制独立运行或转入专业学院; (3)前沿交叉特色课程实行课程负责人制度; (4)设立“恩三前沿创新基金”	信息与通信、控制科学、材料、电子、集成电路、计算机等18个一级学科
H 大学	集成电路学院 (2023年)	按照“国际视野、拔尖示范、协同育人、自主创新、服务地方”的思路,充分发挥产教融合创新优势,实施“一生一芯”计划,着力培养会动手的战略科学家和会动脑的卓越工程师	(1)依托强势学科培养人才; (2)项目式引领,实施科学研究与工程实践相结合的项目式学习; (3)校企协同育人,与企业共建联合实验室; (4)国际交流,同国外知名大学建立合作,开展项目交流	集成电路科学与工、电子科学与技术、软件工程

高校的组织调整、组织创新的步伐,而这些组织平台着重冲破传统学科的知识领地,培养新经济发展和产业变革所需的具有跨界整合能力的人才,从而支撑我国新能源、电子信息、人工智能、生命科学、集成电路等具有前瞻性、战略性的国家重大战略。

其一,从工科优势高校交叉学科组织平台的服务领域来看,S大学智能能源创新学院支撑国家现代能源战略发展,H大学瞄准集成芯片的先进存储器、智能传感器、集成射频前端、下一代微波材料与器件等方向攻关我国芯片领域的“卡脖子”技术,B大学前沿交叉科学研究院则围绕物质科学、信息科学、生命科学等前沿热点来培育新兴学科方向,T大学国家卓越工程师学院与Z大学多学科交叉人才培养卓越中心则培养具有工程技术创新能力及大工程观的人才,支撑国家重大战略的研究。

其二,从工科优势高校交叉学科组织平台的支撑学科来看,大部分组织平台属于相近学科的“工工交叉”,国家卓越工程师学院(T大学)、智慧能源创新学院(S大学)和溥渊未来技术学院(S大学)等基本涉及机械、电子、能源动力等工程学科之间的交叉;也有一些学校注重“理工融合”,如H大学的集成电路学院是由原来的微电子学院发展而来的,而物理学是引领集成电路技术发展的基础,因此该学院尤其注重物理、数学及电子相关学科的交叉融合;值得一提的是,T大学未来实验室是以“计算、传播、媒体、艺术汇合一”为愿景,支持美术、建筑、机械、计算机等跨度较大学科的交叉。可见,交叉学科组织平台的支撑学科以“工工交叉”为主,而“理工融合”和大跨度交叉学科融合也是组织平台发展的趋势。

若以交叉学科研究生培养组织平台的教师按照是否占用高校人员编制等条件为标准,可以将交叉学科研究生培养组织平台分为实体组织平台和虚体组织平台。实体组织平台具有资源集中、人员稳定、组织较完善的优势,而虚体组织平台具有机构开放、体制灵活、人员流动的优势,二者可以互为补充。据此,这6所工科优势高校的交叉学科人才培养组织平台呈现出“实体居多,也有虚体”的特点。在实体组织平台建设上,T大学、S大学是在国家自上而下的推动下分别成立了国家卓越工程师学院、未来技术学院,这将为组织平台的师资吸引、科研探索、人才培养以及合作交流等提供了“丰沃的土壤”。这类组织也细分为3种:一种是新成立的研究组织(未来实验室等);一种是在原来的基础上改革的组织平台(如集成电路学院);还有一种是在学校其他学院进行整合构建的管理实体组织。这些实体组织在催生交叉学科方向、打破学科界限以及培养交叉学科人才方面具有优势。在虚体组织平台建设上,像Z大学的多学科交叉人才培养卓越中心,是为各学科的交流互动提供平台,并灵活配套相关资源来培育交叉学科方向、协同培养卓越工程类研究生,该形式具有方式灵活、目标明确的优势。

(二) 明确交叉学科研究生是面向未来的创新型人才,实行多学科背景的联合培养

未来的工程技术将朝着系统化发展,大工程、大尺度工程、微尺度工程的系统集成是其重要的特征之一,且工程与企业的创业、科技的创新、经济的发展密不可分^[8]。这就要求未来的卓越工程人才不仅要具有融合多学科知识和解决复杂工程问题的能力,而且要具备良好的沟通能力与合作能力。未来工程活动的趋势要求工科优势高校应实施学校科学家与企业工程师的“科学家+工程师”的培养模式。

在培养目标上,这些工科优势高校的交叉学科组织平台聚焦国家重大战略需求,瞄准未来前沿性、革命性、颠覆性技术的发展方向,培育引领未来工程技术发展的创新型人才。一方面,培养目标更加强调“领军”,要求研究生站在社会发展前沿,高瞻远瞩地驾驭大型工程系统的规划、设计和建设,在未来能够为国家工程创新战略的制定和实施发挥重要的咨询作用并扮演领导者角色。例如T大学国家卓越工程师学院就定位于培养能够做出创新性成果的创新领军人才、S大学智慧能源创新学院及溥渊未来技术学院等明确提出培养领军人才。另一方面,培养目标更加强调创新,交叉学科人才是创新的基础,各高校都强调研究生要有创新精神和创新能力,几乎所有的交叉学科组织都把培养学生的创新精神放在核心位置。因此,各高校为交叉学科研究生的培养开辟出一片人才培养特区,选拔了一批理论基础扎实、创新实践能力突出的学生,并给他们提供了优质资源来培育能够引领未来学科技术发展的高素质人才。

在研究生培养方式上,注重实施多学科背景的联合培养。突破传统单一学科人才培养模式,培养具有多学科思维的系统工程师,必定是要围绕真实的复杂工程问题来开展联合培养。联合培养的方式不拘泥于不同学院之间的导师团队,也可以是“科学家+工程师”的联合培养。举例来说,J大学于2020年依托国家创新群体和科研创新团队组建了交叉学科导师团,并实行首席导师负责制,强调以跨学科专项研究任务为牵引对研究生开展学术训练和实训实践^[9];S大学智慧能源创新学院为每位学生配备一名学院导师、一名国家电力投资集团有限公司(简称“国家电投”)企业导师,学生完成理论课程学习后就到国家电投企业实习实训,其学位论文选题、课题研究要围绕实习单位的理论和工程实际难题。无独有偶,T大学国家卓越工程师学院也实行校企联合培养、学生工学交替的培养模式,硕士研究生要在企业科研实践累计不少于2年,博士研究生累计不少于3年。正如西安交通大学未来技术学院执行院长王小华所言:“要在‘枪炮声’中研究真问题,开展真研究,产出真成果,通过有组织科研,用‘科学家+工程师’联合模式在科技创新实践中培养创新人才。”^[10]

(三) 聚焦复杂工程问题解决,注重项目式教学

社会的发展对尖端科学技术的需求越来越旺盛,而科学技术难题的突破发生在不同交叉学科点上,交叉学科是手段而非目的,学科之间的交叉融合是基于社会、经济、产业和技术发展的当前和未来需要^[11]。各高校在培养交叉学科人才时也明确了各培养组织平台要具有明确的交叉学科培养方向。例如Z大学“多学科交叉人才培养卓越中心”专项计划要求博士生培养方向必须是不同学科交叉融合产生的,要基于交叉学科的科研项目努力培育出创新科研成果或新的学科前沿方向。同时,在微观的教学过程中,多所高校提倡项目式教学,在这种教学方式下,学生组建项目小组在教师的指导下解决跨学科问题,通过收集和分析信息构建知识体系,自主选择解决问题的策略并开展活动,之后进行交流评价,从而展现解决问题的成果^[9]。此外,项目式教学辅以工作坊、模块化课程等,是培养交叉学科研究生的适合的教学方式。

(四) 推动校企合作,回归真实工程

世界各国高校在工程人才培养上无不采取与企业合作的方式,以弥补本校在实践教育和职业训练方面的不足^[12]。近年我国高校也重点推进校企合作,以培养具有交叉学科素养的创新型人才。S大学与国家电投共建智慧能源创新学院的初衷在于,发挥校企优势并成建制地为国家电投输送适应未来能源行业发展的复合型、实践型人才,更有针对性地开展关键技术攻关与前瞻性基础研究。同样地,T大学国家卓越工程师学院与中核集团、航天科工集团、中国大唐集团等33家理事单位共同致力于工程类创新领军人才的培养。具体来说,即校企导师组联合指导学生的科研实践,并联合开发校企课程,学生以工学交替的方式开展科学研究。H大学则与企业共建联合实验室,实验室以解决企业研发难题为目标,让学生深度参与导师负责的企业实践项目,从而提升实践能力、沟通合作能力以及创新能力等。校企合作协同育人是工程人才培养的基本方法,只有让研究生深入真实的工程问题,才能真正实现创新型科技人才的培养目标。

三、交叉学科研究生培养的改进策略

研究生教育本质上是培养知识生产者的活动。1994年,迈克尔·吉本斯提出了知识生产模式I和模式II,知识生产模式I是以学科和大学为中心的,以同质性为特征,而知识生产模式II是跨学科的,基于问题导向、应用导向的,以异质性为特征,后者是现代知识生产的必然趋势^[13]。在知识生产模式I向知识生产模式II的发展过程中,我国工科优势高校在培养交叉学科人才的过程中,要打破学科界限,注重培养学生解决应用情境中的问题的能力,不断加强校企合作,积极吸引企业等主体参与人才培养过程。基于知识生产模式理论,本研究提出高校应在优化整体学科布局、改革评价方式、推动开放合作等方面不断改进。

(一) 优化整体学科布局,选择合适的组织形式

人才的培养依赖学科发展,交叉学科研究生的培养是以各大学的学科组织为载体。大学学科组织

的发展变革不可避免地受到知识生产模式的影响。目前, 大学各学院主要采用以单一学科为主的知识生产模式 I, 并逐渐生成了交叉学科中心等组织, 这些组织体现出知识生产模式 II 主张的“边界消融”“应用性”等特征。知识生产模式的转型发展推动着工科高校根据自身已有的学科分布来渐进式地调整学科布局, 即工科高校在现有学科组织形式的基础上尝试生长出具有“流动型”“复合型”“虚拟型”“开放性”“灵活性”等特征的交叉学科组织。像 T 大学、S 大学等学科门类较多的综合性研究型大学在培养交叉学科工科类研究生时, 因其具备齐全的学科门类以及坚实的研究基础, 更容易形成像未来实验室、未来技术学院等形式的复合型、开放型的组织, 从而实现学科之间的强强联合、工工交叉以及工文渗透。如果大学学科门类不够齐全或只有某几个学科特色突出, 那么在优势学院可尝试采用交叉学科研究机构或在全校范围内设置交叉学科项目等灵活、虚拟的组织形式, 这是创新研究生培养模式的可行之举。

(二) 变革评价方式, 回归工程属性

知识生产模式 II 突出知识的应用性, 这要求学术质量评价并不完全以知识创新或理论贡献为标准, 政策价值、实践意义等也越来越成为成果评价的重要维度^[14]。在工程教育领域, 实践是工程的本质特征, 工科类研究生的评价方式应不囿于传统的学术论文, 还应将涉及工程研发与设计、工程项目的论证与设计等解决企业实际重大问题的技术学位论文、专利、软件等多元化的成果纳入评价体系, 让工程教育回归工程属性。对于交叉学科人才来说, 学术成果不仅要体现工程应用价值, 而且要体现对现有及未来工程技术的创新, 以及在研究中所体现的领导思维和领导能力。在“破五唯”的背景下, 高校可以尝试将专利、软件、技术等纳入评价体系。这种更加注重研究质量、创新和实际贡献的评价方法, 将会扭转长期以来工科领域单纯追求论文发表数量和“SCI 至上”的不良倾向, 从而引导研究生在科学研究中久久为功。此外, 各高校可以学习 Z 大学的方式, 为参与交叉学科培养项目的学生颁发“交叉培养荣誉证书”, 这也是提升学生荣誉感与价值感的有效方式。

(三) 推动开放合作, 完善联合培养机制

知识生产模式 II 要求大学逐步从学科规范和过程控制下的封闭系统向与社会环境良性互动的开放系统转变, 工科优势高校要努力吸引具有影响力的行业企业参与培养知识生产者的过程。在新工科背景下, 交叉学科的动力来自现实社会科技的高速发展对能够解决复杂问题的人才需求, 企业参与工科类研究生的培养有利于学生在真实情境下运用多学科知识解决问题的能力。目前, 高校和企业的浅层合作逐渐走向共建合作。工科研究生多学科交叉能力是在解决真实问题的过程中获得的, 高校同行业头部企业的合作将更加深入, 因此, 要不断完善校企联合培养学生的机制。一是校企要合作开发基于研究项目的课程群, 完善学生多学科的知识结构, 让企业参与人才培养的微观层面; 二是要让学生真正参与解决企业的真实工程前沿问题, 高校可以同企业协商确定合作的科研项目, 将人才培养与科研合作“捆绑”^[15]; 三是事先明确校内导师和企业导师在合作中的职责, 确保学生获得理论指导与实践指导, 全程保障学生的培养质量; 四是推动建立校企合作基金, 学习 B 大学前沿交叉科学研究院、S 大学智慧能源创新学院设立用于人才培养以及校企科研合作相关专项基金的经验, 从而为校企双方协同育人提供经费保障。

参考文献:

- [1] “新工科”建设复旦共识[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 10-11.
- [2] 殷瑞钰, 汪应洛, 李伯聪, 等. 工程哲学[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2018: 5.
- [3] 李培根. 工程教育需要大工程观[J]. 高等工程教育研究, 2011(3): 1-3.
- [4] 谢笑珍. “大工程观”的涵义、本质特征探析[J]. 高等工程教育研究, 2008(3): 35-38.
- [5] 高磊, 赵文华. 美国学科交叉研究生培养的现状与启示: 以美国研究生教育与科研训练一体化项目为例[J]. 学位与研究生教育, 2014(8): 54-60.

- [6] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [7] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [8] 熊怡. 培养符合新时期战略需求的工程人才: 专访清华大学原副校长余寿文教授[J]. 中国电力教育, 2013(27): 18-21.
- [9] 陈天凯, 李媛, 刘晓, 等. 学科交叉人才培养的实践探索与改革路径: 以天津大学为例[J]. 学位与研究生教育, 2023(4): 27-33.
- [10] 中国青年报. 智能制造时代, 怎么培养未来工程师[EB/OL]. (2023-05-23) [2024-05-15]. <http://eee.tju.edu.cn/info/1052/1861.htm>.
- [11] 吴婧姗, 王雨洁, 朱凌. 学科交叉: 未来工程师培养的必由之路: 以机器人工程专业为例[J]. 高等工程教育研究, 2020(2): 68-75.
- [12] 林健. 校企全程合作培养卓越工程师[J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 7-23.
- [13] 李志峰, 高慧, 张忠家. 知识生产模式的现代转型与大学科学研究的模式创新[J]. 教育研究, 2014, 35(3): 55-63.
- [14] 文东茅, 沈文钦. 知识生产的模式II与教育研究: 北京大学教育学院的案例分析[J]. 北京大学教育评论, 2010, 8(4): 65-74.
- [15] 丁楠, 杨院. 工程博士生培养中的问题表征、原因探析及改进建议: 基于部分试点院校调研数据的实证分析[J]. 学位与研究生教育, 2021(7): 19-23.

Graduate student cultivation of universities with advantage in engineering education under the background of new engineering

YUAN Qian¹, YANG La², QIN Yanyan³

(1. Institute of higher education, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China;
2. School of Chemical Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China;
3. Center of Experimental Economics in Education, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract: The construction of new engineering education is an active response of higher engineering education to the challenges posed by the new round of scientific and technological revolution and industrial transformation, which requires universities to promote interdisciplinary integration and cultivate cross subject talents. In order to fully understand the practical characteristics and improvement strategies of interdisciplinary graduate education, this paper analyzed the value of promoting engineering disciplines, supporting industrial upgrading and enriching the connotation of new engineering education in the context of new engineering education, and selected six universities with advantages in engineering education as cases. The study finds out that universities with advantages in engineering education have common features in interdisciplinary graduate education, namely, building a diversified cross subject graduate education organizational platform to support national strategic research, clearly defining multidisciplinary graduate students as outstanding innovative engineering and technology talents and implementing joint training from multidisciplinary backgrounds, focusing on complex engineering problems and emphasizing project-based teaching, promoting cooperation with enterprises to return to real engineering. Finally, this paper proposes that universities with advantage in engineering education should take active improvement strategies, which include optimizing the disciplinary layout, reforming evaluation methods, and strengthening cooperation with enterprises so as to promote the cultivation of cross subject talents with a broad engineering view and practical innovative ability.

Key words: cross subject; graduate student cultivation; practical characteristics; practical innovation ability

[编辑: 胡兴华]