

文章编号: 2095-1663(2019)02-0091-07

三螺旋视角下英国学术型博士培养改革探析

——以科学与工程合作博士计划为中心

王轶玮

(清华大学 教育研究院, 北京 100084)

摘要: 90年代以来英国博士教育开展了面向市场、产业与雇主需求的新型培养模式改革,英国研究理事会设立的科学与工程合作博士计划,目前已成为英国学术型博士改革的代表性举措。本文拟从反映高等教育与产业、政府协同创新的三螺旋理论视角出发,以科学与工程合作博士计划为例,透视英国学术型博士培养改革的特征与趋势,以期对我国博士教育及产学研协同人才培养提供借鉴与参考。

关键词: 博士培养;合作;企业;三螺旋

中图分类号: G643

文献标识码: A

博士教育是创新人才培养的重要来源,领先的博士教育是当今世界各国保持国际竞争优势的基础。英国高等教育惯以固守精英传统而著称,然而上世纪中后期以来,全球化浪潮日益加深,知识经济不断发展,面对外部环境的变化,博士教育面临一系列问题与挑战,象牙塔式的培养模式难以应对知识经济时代的需求。我国对于英国博士教育改革的文献长期以来集中于专业博士层面的探讨,认为90年代初设立的专业博士是英国博士教育最具特色和代表性的改革举措,殊不知传统的学术型博士领域与此同时也在发生着急剧变革。英国如何打破学术型博士培养的瓶颈,建立面向市场、产业与雇主需求的改革取向,在提高博士生学术研究和现实问题解决能力之中,增强其参与知识经济的能力,最终推动社会经济的创新发展,同样值得我们关注。本研究从反映高等教育与产业、政府协同创新的三螺旋理论视角出发,以英国研究理事会1994年设立的“科学与工程合作博士计划”(Collaborative Awards in Science and Engineering, CASE,以下简称“合作博士”)为例透视英国学术型博士培养改革的趋势与特征,以期能为我国博士人才培养提供借鉴与参考。

一、“三螺旋”理论及其适用性

20世纪中后期,知识经济逐渐在世界范围内扩展,知识不仅成为推动经济发展的先导力量和决定性因素,其生产方式也发生了巨大转变。吉本斯提出区别于传统知识生产模式的知识生产“模式2”理论,认为知识在更广阔、复杂的社会和经济背景中产生,并进入生产过程,知识生产的场所和从业者呈现出“社会弥散”和“异质性”的特征,从大学逐渐扩散到广阔的社会领域。模式转型下的创新活动越来越呈现出协同性与开放性的特点,其关键是形成以大学、企业、政府为核心的协同创新系统,在此背景下埃兹科维茨等人提出了反映高等教育领域知识生产转型以及与社会机构协同创新的三螺旋理论。

90年代中后期美国学者亨利·埃兹科维茨(Henry Etzkowitz)引入生物学中三螺旋的概念,在深入研究“斯坦福大学—硅谷科技园”“麻省理工学院—波士顿128号公路高技术园区”等创新奇迹的基础上提出三螺旋理论,并以此模型分析知识经济时代大学、政府和企业互动作用^[1],后荷兰学者勒特

收稿日期:2018-11-08

作者简介:王轶玮(1991—),女,辽宁抚顺人,清华大学教育研究院博士研究生。

• 雷德斯道夫(Loet Leydesdorff)对此概念进行了发展。三螺旋理论指出,大学、政府与企业是知识经济社会创新活动关键参与者,三大主体共同形成力量交叉影响、抱团上升的“三螺旋”;在创新机制中,每个机构的作用与功能相互重叠渗透。在三者的交互作用中,各主体的界限逐渐被打破,最终形成一种相互支持的协同创新结构,产生了持续的创新的力量,进一步推动整个区域创新流的增强,改善了区域经济绩效^[2]。博士生的培养过程与创新活动紧密相连,博士教育培养未来的研究者,他们将成为高等教育中参与知识创新活动的重要力量。三螺旋理论对传统的产学研合现象提出了全新的理论视角和研究范式,使用该理论能够更好地诠释英国博士教育改革中大学、政府与产业界知识创新的模式架构,展示三者的有机联合与协同创新行动,对创新系统的机制与规律进行深入阐述,并可对各创新主体的功能和角色定位进行新的解读。

二、英国学术型博士培养改革的背景与发展

二战以来,科学技术成为推动社会发展的主要力量,英国的大学也逐步承担起促进社会经济发展的职能。60年代发布的《罗宾斯报告》对于英国高等教育的理念与制度是一次深刻的变革,报告阐述了高等教育目标与原则,认为大学应该向人们提供在社会生活竞争中所需要的技术和服务,是高等教育实用目的的一次伸张。当时的科学技术人力资源委员会已经意识到,博士教育应尽力适应产业界的需求,企业应大力招聘合格的科学、工程和技术人才^[3]。尽管对于产业界需求已有所意识,但当时的博士培养依然居于象牙塔之内,被视为“家庭作坊”式的产业。相比于本科教育,英国研究生教育是边缘化的,被认为是“一个学士学位加一些科研时间”,仅仅是高等教育体系的附属,长期以来受到政策的忽视,甚至“缺少全面系统的组织和目标”。^[4-5]

进入20世纪90年代,科学技术的快速发展对高技能人才的需求更加强烈,大学成为知识创新和经济发展的重要推动者,博士人才培养的创新性、竞争力以及满足产业需求情况也成为了公共政策的焦点。1992年英国科学与工程理事会发表了有关工科研究生教育的《帕纳比报告》,批评当时英国的工科博士培养过于狭窄,认为应设立更加宽广的博士培养计划。1993年贸易与工业部《实现我们的潜能》白皮书再次强调,传统的博士培养已经不能适应

学术界以外的产业需求。作为对产业需求增长及白皮书的回应,英国逐步开始提升研究生的可转移技能水平并确保大学和产业环境之间顺利过渡。为了增加研究生在学习期间获得相关产业经验的机会,三明治学位课程、实习、基于工作的课程以及专业博士计划都在这一时期得到发展。在学术型博士层次的改革上,最具代表性的举措是英国研究理事会1994年设立的科学与工程合作博士计划。21世纪以来,高新技术进一步加快发展,培养高层次研究型人才的教育将在知识经济时代发挥更加重要的作用。同时,知识生产的情景化、跨学科等特征以及社会问题的日益复杂化,对于博士生的培养模式提出了更大的挑战。2002年,英国政府委托加雷斯·罗伯茨爵士开展STEM教育情况调查,并发布了《走向成功:STEM技能人才的供应》报告(又称《罗伯茨报告》)。该报告的发布对于英国高等教育产生了深刻的影响,报告中明确指出博士培养应适应产业发展更加宽泛的技能要求,而目前毕业生的技能与雇主需求并不匹配。2006年英国研究理事会发布了《增加研究的经济影响》(又称《沃里报告》),其就如何提高科研投入的经济影响提供了宝贵意见,其中也强调了需要关注高等教育与产业之间的知识转移,并提出所有博士生都应接受企业培训的鲜明观点。2014年英国高等教育白皮书再次重申,大学应着重关注与产业界合作进行研究活动,促进更好的教学、创新和创业。综上,二战以来英国的研究生培养历经了政府放任、与产业界脱离到知识经济时代三重螺旋紧密结合的历程,哲学博士走出“象牙塔”,与经济、企业和社会的密切合作已成为英国博士教育改革不可逆转的趋势。

三、科学与工程合作博士计划概要

(一)设立与宗旨

科学与工程合作博士计划是英国研究理事会设立的奖励学术机构与企业联合培养博士生的奖学金项目,获得该奖学金的博士生由学术机构与企业导师联合指导,并在联合培养企业进行为期3个月以上的合作研究,不同学科的培养项目由各个专门研究理事会负责协调与管理。参与该计划的学生将获得4年全额资助,其中合作机构提供三分之一的经费及额外的补贴、差旅费和生活费,其余由研究理事会承担。作为跨机构协同培养的形式,英国合作博士计划设立的宗旨是融合与产业相关的培养内容,

在学术与产业机构之间开展合作研究的背景下,为博士生提供一流的培养经验,使学生有机会发展广泛的知识和技能,显著提高其未来的就业能力,并成为未来研究的领导者。^[6]合作博士计划对于合作机构具有严格的要求,其必须是在英国注册成立的公司或公共部门;所有合作机构必须证明其能够为学生提供与产业相关的研究环境,并且能够与学术研究机构进行合作科研。此外,合作博士计划尤其注重对知识产权的保护,在奖学金开始前合作各方应就知识产权问题、收入分配问题达成协议,且协议不应以任何方式阻碍学生完成博士学位,学生知识产权的所有权最初应归属学生。

发源于科学与工程学科的 CASE 计划最早设立于 1994 年,1997 年拓展到社会科学,2004 年又将艺术和人文学科也囊括进来,但是随着项目的发展依然沿用了最初名称。21 世纪初,《罗伯茨报告》的发布加快了英国研究生教育改革的步伐,CASE 日益受到政府举措的激励,大学与企业也逐渐认识到协同人才培养在促进博士生综合技能的提高以及推进高水平科学研究的重要作用,合作博士计划进一步扩大培养范围、增加培养名额,提供更加具有深度的合作培养过程,尤其扩大了与中小企业的合作力度,力求提供卓越的校企合作人才培养。CASE

帮助博士生们探索与产业和市场需求相结合的研究项目,采用公共资助的形式鼓励大学和产业之间的知识转移,提升博士生适应雇主、产业的需求能力以及可转移技能水平^[7],其本质上是一种校企协同博士培养模式。

(二)培养机制

获得科学与工程合作博士计划奖学金的博士生将在大学与企业合作研究环境之下进行学术训练,且在企业环境中的研究活动不低于三个月。该部分以伦敦大学学院生命与医学科学学院(University College London, UCL)儿童健康研究所和英国全球生物制药企业阿里斯康公司(AstraZeneca, AZ)的一项合作博士项目为例,解析其培养机制的过程与特征。该合作博士培养的研究方向为细胞毒性损伤后造血动力学推断并用以个性化儿科药物开发,是将数学与统计模型应用于临床数据的跨学科博士学位。在此培养项目中,博士生第一年将进行课程学习,并可获得来自大学与临床的广泛数据;在非论文撰写学年,学生可获得每年 3 个月与企业合作研究的机会,学生将在大学中完成理论知识学习,后到企业与临床数据对接并实现临床模型的转换,大学和企业不断轮转进行学术训练,理论学习与企业培养交替循环开展(表 1)。

表 1 合作博士培养计划——以伦敦大学学院生命与医学科学学院与阿里斯康公司合作博士项目为例

学习进度	内容安排
第 1—6 个月:	在 UCL 学习非线性混合效应模型,熟悉并清理数据,对嗜中性粒细胞、血小板和淋巴细胞的单个模型进行拟合。
第 7—9 个月:	第一次 AZ 合作培养,对 AZ 安全登录数据分析平台的访问,熟悉前临床和临床数据。在 Addenbrookes 医院进行为期两周的培训,在 AZ 合作者的指导下继续建模。
第 9—18 个月:	完成 GOSH 数据模型,将其应用于 Addenbrookes 数据,撰写报告。
第 19—21 个月:	第二次 AZ 合作研究,开始前临床到临床模型的转换。
第 22—24 个月:	在 UCL 指导下继续进行前临床到临床的模型转换。
第 25—27 个月:	第三次 AZ 合作研究,完成前临床到临床的模型转换。
第 28—36 个月:	使用开发的模型探索:药物代谢、淋巴细胞亚群分析、优化粒细胞集刺激下的剂量和时间等。
第 36—48 个月:	完成博士论文写作。

从以上合作博士项目的培养目标与培养过程来看,其人才培养机制具有合作性、高质量与复合性的特点。(1)合作性:在合作博士培养计划中,企业不仅仅是技术转移的对象,更是参与合作研究的重要参与者。学术界与产业界的合作为博士生的科研训练提供了结构化的培养框架,学生获得大学与企业导师的联合指导,学生的产业实践有机地融入到教育过程中,确保大学到产业环境的顺利过渡。(2)高

质量:在合作研究的独特环境下,促进与激发了具有挑战性的研究项目,高质量的研究促进高质量的学生经验,形成良性的循环效应。合作博士计划超越了传统的人才培养模式,重组学科知识,适应了当前知识生产对于高质量人才的培养要求。(3)复合性:丰富的跨学科与综合性的学习经验使学生获得多样的技能与知识,学生可以广泛地了解应用研究及发展,并可增强未来的职业前景,合作博士不仅仅培养

学术型的科研人才,更具有复合性的特征。

四、三螺旋视角下科学与工程合作博士计划的分析

(一)政府作为推动者

英国政府部门近十年来加强科研公共系统的改革促进了英国大学与产业界的合作,三螺旋模型中,政府是“大学—产业”关系的基础,其合作研究过程往往受到政府的刺激。英国博士教育的改革也受到政府的强力推动,博士教育作为知识产生的重要环节被视为重要的战略资源,成为国家层面政策关注的对象。在宏观层面上,英国政府是博士合作计划的发起者和规则制定者。21世纪以来英国政府不断进行科技管理体制变革,目前形成了以商业、能源和工业战略部(BEIS)为主导,通过研究理事会等具体执行机构落实的大学与产业界合作的政府推进体系。BEIS承担着推动学术与产业合作,创造更加高效的经济系统,进而推动社会发展的责任,在经济社会的宏观规划与战略咨询中发挥主导作用。BEIS 2014年发布的战略性文件——《我们的增长计划:科学与创新》提出将打破学科界限促进企业、公共部门和社会之间建立合作伙伴关系;2017年的产业战略白皮书再次强调促进机构合作,在政府和产业之间建立伙伴关系,以提高部门生产效率。

在执行层面上,准政府部门——英国研究理事会是CASE计划的管理者。英国研究理事会的起源可以追溯到1918年政府主持的大学研究资助理事会。医学研究理事会最早于1920年成立,随着战后大学的扩张,英国又相继成立了多个学科的研究理事会。1994年,为了促进科研管理效率与部门协调,英国成立了研究理事会(RCUK)对其进行整合。研究理事会在性质上是独立于政府的非政府组织,作为公共部门它独立于政府,却在某种程度上行使一定的公共权力,通常被视为准政府组织。RCUK受英国商业、创新和技能部(现改组为BEIS)的支持与资助,将自己定位为“有助于实现政府目标”,促进英国科学研究与创新的机构。研究理事会在英国公共科研系统中发挥着重要作用,保障了合作博士及其他产学研合作项目的流畅运行,从项目的资格审核、过程管理到质量评价的各个环节提供支持与服务。近年来,英国研究理事会开始从“响应”政府的资助者转变为“积极”塑造大学科研和博士培养政策的促进者,这种从“出资者”到“伙伴”的关系反映了其对

行政支持的重新思考。^[8]目前英国研究理事会已成为社会创新系统中重要的政策参与者。

(二)大学作为培养者

大学是博士生培养的最主要场所,也是知识的来源与动力因素。埃茨科威兹认为大学“拥有学生资源,这是新思想和创新活动的不竭来源,学生保障新思想的输入和输出,大学是创新的原始场所”^[9]。将知识从大学转移到产业界中,合作研究是重要机制之一。在开展合作研究的背景之下,大学履行其人才培养的职能,依据学科以及产业的需求,明确博士生在知识、能力等方面的要求,并体现在培养的各环节之中。此外,作为三螺旋中的创新驱动器,大学同时在创新战略制定,优化组织结构,营造创新文化,调整学科设置上激活学术心脏,激发创业型大学建设,适应三螺旋创新机制的发展。例如,将“具有产业相关性的学术卓越作为战略核心”^[10]的华威大学在创业型大学的建设中,主动适应区域经济发展,与产业需求相结合进行人才培养,在短短几十年之间跻身于英国领先研究型大学之列。美国学者斯托克斯提出了应用引起的基础研究现象,即“巴斯德象限”研究,认为基础研究与应用研究的关系并不是线性发展模式,而是可以与解决实际问题的应用研究有效结合。英国政府在1993年的科技政策白皮书中就指出:“政府认为,单纯地相信基础研究的应用结果会自行出现,然后再为工业所用的观点是不够好的。”英国大学的创业活动即是对巴斯德研究的回应,英国大多数的大学都有显著的文化变迁迹象,经济环境迫使大学寻找新的现金和设备来源,重新强调商业伙伴关系^[11]。可见通过学术创业活动,大学与产业界的分工与功能进一步模糊,基础研究和应用研究之间出现了融合与交叉,距离与线程不断缩短。随着高校在科学研究上的持续投入,人才培养—科研—产业之间发生深度融合,博士生培养置于其中,成为知识驱动型经济的重要环节。创业型大学的创建内部着力点在于创造性人才培养,外部着力点在于实现学术成果转化^[12],博士生人才培养正是两者契合的中心,以人才培养为核心促进校企合作,合作博士计划应运而生。该计划促进了大学更加广泛地参与到知识经济之中,在博士培养中加速学术创业,进一步推动了大学促进区域经济发展并提高国家创新竞争力。

(三)企业作为参与者

在科学与工程合作博士计划中,企业提供真实的产业环境、研究项目,遴选优秀的产业导师联合指

导博士生,投入经费、津贴、人员、设备和场地等物质资源,并且参与到课程开发、培养方案制定中,与大学共同形成博士生培养的协作平台。对于企业来说,吸纳新知识新技术、培养优秀人才成为企业提升创新能力和竞争力的战略选择。从资源依赖理论来看,企业并不是独立自主的单位,需要依赖其周围环境获取必要的生存和发展资源,与其他组织的合作是提升生产效率的策略。有研究表明,参与到学术合作研究中将为企业带来更大的收益,附加值收益可以增加一倍^[13]。在2013年BBSRC(生物技术与生物科学研究理事会)对于合作博士计划的评估报告显示,有73%的参与企业认为,博士生在产业内部进行合作研究给企业带来了广泛的收益,公司能够开发新产品和技术,也为企业人员提供学习的机会,并有益于招聘新员工,同时合作博士计划也有助于加强与学术界的合作,使该公司能够与学术专家保持密切联系^[14]。英国制药业巨头葛兰素史克公司(Glaxo Smith Kline, GSK)共计为250多名博士生提供了支持,该公司认为“支持CASE的价值显而易见,我们招募到了新的人才,与学术科研领导者建立了联系并促进与GSK相关的研究。”^[15]

科学与工程合作博士培养的一个独特特点是产业专家正式或非正式地参加导师委员会。企业参与到人才培养中的重要形式是提供企业导师与学术导师共同指导学生,参与合作博士计划的学生发现企业导师的指导获益颇多,增加了其学术支持,获得互补的专业知识,丰富了研究视野,同时也有助于就业咨询和就业资源的获得。一项反馈调查中,57%的学生与他们的企业导师至少每两到三个月会面一次;在参与企业研究期间,70%的学生与他们的企业导师至少每周一次会面^[14]。

(四)博士生作为知识生产者

在科学与工程合作博士培养中,学生是参与知识创新的重要主体,其研究过程是大学与企业知识生产的桥梁与纽带。有研究者将通过学术界和产业界合作生产知识的研究者喻为“桥梁科学家”,其工作角色和职业跨越了大学和公司的范围,合作博士计划旨在培养这种“桥梁科学家”^[16]。

作为未来知识生产者,博士生在合作培养过程中提升个人研究能力,同时还获得了更广泛的技能,合作博士计划通过协同培养打通了学术型和应用型的培养模式,将精深的专业训练建立在扎实的基础知识学习上,二者相互贯通^[17]。GSK公司表示博士生的研究支持了大部分药物发现过程;合作博士

培养计划是学术界与产业界的双赢,学生将成为未来的研究领导者^[18]。BBSRC的调查表明,与其他博士培养项目相比,合作博士计划的博士生在获得可转移技能方面的评价更高(表2)^[14]。

表2 CASE计划学生对个人技能获得的评价

个人技能	CASE 计划	其他博士培养
技术或实操技能	89%	90%
学术写作	76%	80%
教学与展示	74%	55%
数学、计算机与信息处理	67%	60%
伦理意识与社会意识	66%	38%
商业意识	57%	30%
公共参与	62%	50%
沟通	86%	84%
时间管理	77%	71%
项目管理	80%	76%

从知识生产模式转型来看,培养未来的知识生产者,需要关注知识生产模式的变革,博士生在合作环境中获得培养,参与到三螺旋的知识生产结构中将有有助于其自身的专业社会化。此外,随着知识生产场所的扩散,博士生就业去向也不再局限于学术界,即将参与到更广泛的社会机构研发活动中,因此提升可转移技能,满足产业界雇主要求,增强博士生个人的就业竞争力也是合作博士计划的目标之一。ESRC(经济与社会研究理事会)认为,合作博士计划中将学术和非学术合作伙伴联系起来,对培养未来的社会科学家具备非学术工作技能至关重要;同样,EPSRC(工程与物理科学研究理事会)也发现合作博士计划的成功,部分原因在于其增加了博士生“立即从事产业界相关工作”的能力。^[7]

综上,在科学与工程合作博士计划中大学、政府与企业以人才培养为共同的利益目标联结起来,由政府及其中介组织构成的行政链,大学构成的知识链,企业构成的生产链形成三种力量交叉的三螺旋关系(见图1)。其中大学是知识生产的主要来源,企业则集中于技术应用与转化,政府是提供契约的稳固基础,创新要素在大学、企业、政府之间循环,三个创新主体的结合愈加紧密,既各自独立、又相互渗透。在此产官学循环机制中,知识生产、教学、科研、知识转化等各环节有机地联系起来,人才培养则是其中的联结点,通过培养机制发生知识转移的过程。为了共同的价值目标,三方不断扩大彼此交互结合,通过加强知识、资源与信息沟通,提高人才培养效率,促进整体协同创新,共同完成创新活动。

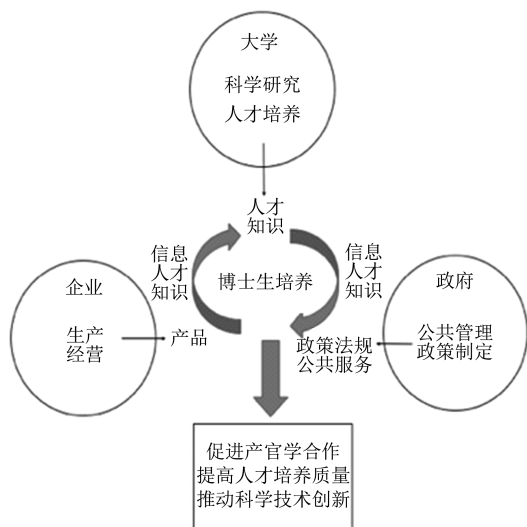


图1 基于三螺旋模型的科学与工程合作博士培养

五、英国科学与工程合作博士培养 对中国博士教育改革启示

以知识创新驱动经济发展是知识经济社会的重要特征,本世纪以来英国科学与工程合作博士教育计划在促进大学与产业结合、建立更具活力的研究环境方面做出了重要贡献。借鉴英国的发展经验,本文认为我国博士教育改革还应在树立合作培养理念,发挥政府引导作用以及大学、企业协同育人机制方面进一步深化改革。

(一)树立协同培养理念,转变博士培养模式

本世纪以来知识生产的转变对博士教育提出了更多挑战。有学者指出,知识生产模式的转型将导致博士生培养模式的变化,博士教育在世界范围内的改革在某种意义上是回应知识生产模式的转型,协同培养是应对知识生产模式转型的有效方式^[19],博士生的培养环境应与科学知识生产模式的演化相应而生。建立新型博士生培养模式,培养广泛的研究技能,在新知识生产情境下构建多方参与、深度合作的培养模式,已经成为近年来博士教育改革的重要趋势。虽然大学与企业的目标与使命不尽相同,但以协同培养博士项目为着力点,通过合作知识生产促进研究资源的整合,提高创新竞争力,同时推动高层次研究型人才培养模式的改革可成为二者的利益联结点以及合作的基础。因此,树立协同培养的教育理念,转变培养模式,积极鼓励行业、企业及社会力量参与博士人才培养,完善博士生多元化的知识结构和协同创新能力,是应对知识生产变革的必

由进路。

(二)充分发挥政府的引领与协调作用

博士教育日益成为一种国家战略资源受到公共政策的积极关注,英国、欧盟以及日本等发达国家近年来实施了诸多的计划与举措引导大学与企业协同培养研究生。有研究指出,随着知识资本成为社会生产的主要资源,培养知识资本的能力和已经上升为政府支持的行为,政府有责任和义务通过实施创新政策来创造稳定和良好预期市场环境^[20]。因此,建立多方合作的人才培养模式,政府应充分发挥引领与协调作用,作为理念引领者、政策规定者和合作引导者,积极鼓励并强力支持多方参与人才培养,统筹各方合作者,促进校企合作的有效运行,提供制度与经费的保障。首先,建立制度支持,推出协同培养博士的政策,规定产官学三方的职能与责任,建立组织协调机构,整合资源与信息,建构协同育人的组织架构。其次是在激励机制方面的建设,保证各方参与人才培养的积极性,建立相应的资助体系,为校企合作提供经费的支持。

(三)建构大学与企业联动的协同育人机制

协同培养能够结合大学、企业各自的利益需求,形成合作人才培养的动力和纽带。大学与企业为实现共同目标而开展聚合研究会更容易吸收商业行为并将科学发现带入市场^[21],能够有效推动人才培养的社会化和成果转化,深化校企双方的知识合作和商业化能力^[22]。然而目前我国博士校企培养合作规模较小、合作水平较低,还需建立深层次、全方位的长效合作模式。这就需要建立大学与企业联动的协同育人机制,本着利益共享、优势互补、共同发展的原则,在招生、培养计划、课程开发、质量评价、实训基地与学位授予等过程密切合作,构建相互支撑人才培养机制,将两者资源进行有机整合,在知识、人才、技术、设备与文化等方面良性互动与渗透。同时我们也应认识到,三螺旋关系中的各主体,尤其是大学与企业有其各自的使命、特征与组织管理体系,两个独立的知识生产系统存在一定的鸿沟,其合作必定经历从冲突到整合的过程。为了减少冲突,增加合作,需要对企业与大学之间的教育思想进行深入的对话^[23],保持沟通交流,增进各方对合作前景的共识,建立利益共享的信任机制。唯如此,校企双方充分释放彼此的资本、信息、人才等创新要素,从而实现深度合作,提高博士人才培养效率。

参考文献:

- [1] Etzkowitz H, Leydesdorff L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations[J]. *Research Policy*, 2000, 29(2):109-123.
- [2] 张秀萍, 黄晓颖. 三螺旋理论:传统“产学研”理论的创新范式[J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2013, 34(4):1-6.
- [3] Nerad, M., Heggelund, M. Toward a global PhD?: Forces and forms in doctoral education worldwide[M]. Seattle: Center for Innovation and Research in Graduate Education, University of Washington.37.
- [4] Doctoral Education in the UK [EB/OL]. <http://studylib.net/doc/7268235/doctoral-education-in-the-uk>, 2018-10-10.
- [5] 伯顿·克拉克. 研究生教育的科学研究基础[M]. 王承绪, 译. 杭州:浙江教育出版社, 2001:93.
- [6] Introduction to industrial CASE [EB/OL]. <https://epsrc.ukri.org/skills/students/coll/icase/intro/>, 2018-10-12.
- [7] Demeritt D, Lees L. Research Relevance, ‘Knowledge Transfer’ and the Geographies of CASE Studentship Collaboration[J]. *Area*, 2005, 37(2):127-137.
- [8] Mills D. Lively bureaucracy? The ESRC’s Doctoral TrainingCentres and UK universities [J]. *Oxford Review of Education*, 2014, 40(2):151-169.
- [9] 亨利·埃茨科威兹. 国家创新模式[M]. 周春彦, 译. 北京:东方出版社, 2014:30.
- [10] Shaping the future[EB/OL]. (2018-10-05). [2018-10-21]. <https://warwick.ac.uk/fac/sci/wmg/>.
- [11] Lambert R. Review of business-university collaboration [R]. 2003.
- [12] 付八军. 创业型大学的外部着力点在于实现成果转化[N]. *中国教育报*, 2012-04-30(6).
- [13] Dowling D. The Dowling Review of Business-University Research Collaborations[R]. 2015.
- [14] Biotechnology and Biological Sciences Research Council. Evaluation of BBSRC’s Industrial Case Scheme [R]. 2012.
- [15] Industrial PhDs: Exploring the dark side[EB/OL]. (2012-02-15)[2018-07-21]. <https://www.newscientist.com/article/mg21328522-700-industrial-phds-exploring-the-dark-side/>.
- [16] Lynne G. Zucker, Michael R. Darby, Torero M. Labor Mobility from Academe to Commerce[J]. *Journal of Labor Economics*, 2002, 20(3):629-660.
- [17] 黄瑶, 王铭, 马永红. 以跨学科路径协同培养博士研究生[J]. *学位与研究生教育*, 2017(6):29-34.
- [18] Clark announces £17million for industry PhD collaborations[EB/OL]. (2014-11-05) [2018-09-11]. <https://www.epsrc.ac.uk/newsevents/news/industryphdcollaborations/>.
- [19] 蒋林浩, 何峰, 郑娟. 高校与工程院所联合培养博士生模式研究[J]. *大学(研究版)*, 2017(z1):54-62+18.
- [20] 李明珍, 张洁音. 我国三螺旋创新理论研究进展综述——基于 CSSCI 的分析[J]. *科技和产业*, 2015(9):93-100.
- [21] Ramosviola I, Fernándezesquinas M, Espinosadelos-monteros E. Measuring university-industry collaboration in a regional innovation system[J]. *Scientometrics*, 2010, 84(3):649-667.
- [22] 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.
- [23] Slotte V, Tynjälä P. Industry-University Collaboration for Continuing Professional Development [J]. *Journal of Education & Work*, 2003, 16(4):445-464.

Analysis of Reform on Academic Doctoral Training in UK from Perspective of Triple Helix: Centering on PhD programs featuring integration of science and engineering

WANG Yiwei

(Institute of Education, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract: The United Kingdom launched a market-, industry- and employer-oriented doctoral education mode reform in the 1990s. The doctoral program in both science and engineering established by the UK Research Councils (RCUK) is a typical reform measure for the academic doctoral education in the United Kingdom. Based on the case study of the doctoral education program in the United Kingdom, this article intends to look into the characteristics and trend of the academic doctoral education reform from the perspective of the Triple Helix Theory that reflects the collaborative innovation among higher-learning institutions, enterprises, and governments. With this paper, the author hopes to provide some reference to the development of the doctoral education in China and its collaborative personnel training among enterprises, universities and research institutes.

Keywords: Doctoral training; collaboration; enterprise; Triple Helix