

# 产教融合、科教融汇的高层次 卓越工程人才培养模式研究

研究生院

面对世界百年未有之大变局,创新性推动高等工程教育变革与发展,培养造就一大批多样化、创新型卓越工程科技人才,支撑产业转型升级,是我国面临的重大现实问题。

我校深入贯彻落实党的二十大精神和习近平总书记关于教育、科技、人才工作的重要论述,牢记为党育人、为国育才使命,传承弘扬“听党指挥跟党走”的西迁精神,成立卓越工程师学院,推进“产教融合、协同育人”创新工程,实施“百千万卓越工程人才培养计划”,召开“卓越工程人才培养”高端论坛,深化卓越工程师教育培养改革,努力培养造就爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的卓越工程人才。

## 一、从高校人才培养看我国卓越工程师教育培养面临的形势和挑战

改革开放以来,我国的高等工程教育取得了巨大成就,培养了上千万的工程师人才,高等工程教育规模位居世界第一,形成了比较合理的高等工程教育结构和体系。但是,在规模快速发展的同时,卓越工程师培养也面临诸多问题。“产教脱节”是新时代卓越工程师培养面临的最具挑战性的问题<sup>①</sup>,由此导致了人才培养与国家战略不匹配的“宏观脱节”,以及教学内容和产业技术发展不融合的“微观脱节”,具体表现为“研究生教育与产业需求不相适应”“研究生导师的知识结构面临转型升级”“研究载体资源难以共享,成果产出缺乏实用性”“研究生全面成长成才缺乏有力保障”等问题<sup>②</sup>。

## 二、美德英法等发达国家开展工程教育的经验

### (一)主要特点

美国工程教育人才培养注重解决实际工程问题的能力;培养目标的更新和调整广泛征集用人单位需求;课程教学以学科交叉和融合为特征,强调模块化的课程和跨领域学习,重视本工程领域内的专业核心课程,强调研究方法类课程和通识类课程的学习;开设了大量与工业4.0相关的课程<sup>[3-6]</sup>。

德国高等工程教育的显著特点是研究型和应用型分离,呈现两条不同的发展路径:理论性质的综合性大学和实践导向的应用科技大学。推行“双元制”教育体制,企业与高校是合作办学主体的职业教育体系,其人才培养模式的特点可概括为五部分:培养目标明晰,重视职业能力;注重应用与实践、教学过程与生产的紧密结合;企业广泛参与作为教学主体的实践教学;采用培训与评估分离的评估方法,确保教育质量;通过立法保障职业教育的实施<sup>[7-8]</sup>。

英国高等工程教育体系的人才培养体现高度的实践导向与需求导向。课程体系设置突出的特点是“三明治”,低年级接受自然科学和专业基础课程的训练,中、高年级进入企业实习,最后回到学校完成专业课程和毕业设计,实现学习和工作相结合的人才培养模式;广泛而深度的校企合作是英国高等工程教育的重要特征;完备的工程教育专业认证制度,以及其与工程师职业资格的有效衔接是工程教育质量的保障<sup>[9-10]</sup>。

法国高等工程教育体系形成以“大学校”为代表的精英教育和以“大学”为代表的大众教育的双轨制高等教育体系。有四个方面的特点:层层选拔实行“严进”,末尾淘汰实行“严出”;“全过程”协同育人;“多学科”交叉融合;“跨国际”联合办学<sup>[11-12]</sup>。

### (二)关键要素

国家	人才培养关键要素
美国	学科交叉与融合、项目导向实践训练、企业深度参与人才培养
德国	“双元制”教育体制(双主体、双目标、双身份、双教师、双岗位、双证书)、职业教育立法保障
英国	“学徒制”、“三明治”课程体系、校企合作、专业认证制度
法国	双轨制高等教育体系(“大学校”为代表的精英教育和“大学”为代表的大众教育)、高标准、协同育人、学科交叉融合

### (三)典型做法和先进经验

麻省理工学院在修订卓越工程人才的培养目标时,调研对象包括工程学院教师、在校学生、以波音公司为代表的工业界代表和广泛的外部评议委员会等,比较全面地覆盖了与工程专业相关的利益群体,确保了课程设计的科学性。其人才培养模式实现了3种能力结构的有机结合:一是理论层面的知识体系,包括未来工程师个体必须掌握的基础科学、核心工程基础和高级工程基础等知识体系;二是实践层面的能力体系,包括未来工程师个体必须具备的工程推理与问题解决技能、实验与知识发现技能、能够系统思维能力等;三是人际交往技能体系,包括团队合作与沟通能力、外语交际能力以及在企业与社会环境中构思、设计、实施和运作工程产品/系统的能力<sup>[13]</sup>。

德国大部分大型企业都有自己的培训基地和培训教师,而无法按照培训规定提供全面、多样化职业培训的中小企业,也可

以通过跨企业培训、校厂补充培训等方式参与职业教育,政府对承担实践教学任务的企业给予税收或其他方面的优惠。职业教育立法的不断完善是德国高等职业教育蓬勃发展的保障,相关法律调动了企业、学校和学生三方进行和接受“双元制”教育模式的积极性,由第三方即相应的行业协会来制定和完成培养的质量标准与考核<sup>[14]</sup>。

英国校企合作人才培养上,产学研合作教育由全国性的教学公司进行组织,企业和高校共同提出项目申请,且项目必须贴近工程实际。教学公司在促进高校与产业合作教育中起了催化作用,其设置的项目兼顾产业界和高校的需求和利益。完备的工程教育专业认证制度,以及其与工程师职业资格的有效衔接是保障英国高等工程教育质量,促进工程人才成长发展的重要经验<sup>[15]</sup>。

法国实行“工程师大学”制度,层层选拔实行“严进”,末尾淘汰实行“严出”,第一学年结束会有15%~25%的学生被淘汰,第二学年淘汰率为10%左右,第三学年淘汰率在5%左右。学制一般为“2+3”,即2年的预科学习和3年的“工程师大学”学习,预科班期间主要以通识教育为主,强调数理等基础知识,在“工程师大学”学习阶段,学生可以选择一个专业方向进行强化训练,学习专业课程和实操技术。预科2年和工程师1年以后可获得学士学位,5年以后可获得工学硕士学位和工程师证书<sup>[16]</sup>。

### 三、我国卓越工程师教育培养的改革重点

**第一,完善高等工程教育人才培养标准,尤其是学位授予标准。**工学教育与工程教育的差异需要在学位授予标准这个重要导向旗帜鲜明,学位授予标准决定人才培养过程及其质量,工程学位论文的评价体系和论文形式需要从上而下改革。

**第二,重视教学理念设计和课程体系**

**改革。**在教学理念和实际做法上要有清晰的设计和具体制度安排。要以“解决复杂工程问题”为导向整合课程,淡化“学科中心”,打破学科界限,将相关学科知识进行系统性重组。完善实践教学质量评估、管理与激励机制,强调以工程专业实践和创新能力为导向,注重职业道德和职业伦理的培养。

**第三,深入开展教学方法革新。**克服理科化倾向,克服纯粹“知识课堂”,在干中学习知识、积累知识,提升能力。发动更多教师研究教学方法、掌握现代教学方法,利用先进技术推进教学方法的革新。

**第四,注重教师队伍建设。**我国大学教师鲜明的特点是“年轻”,工程经验积累不足。多数教师只是从书本到书本、从学校到学校,对培养高质量工程教育专业的学生来说是有难度的。要重视青年教师师德水平和执教能力的提高,把提高青年教师对实践经验、工程经验的积累看作培养青年教师的重要环节。

**第五,注重培养学生健全人格、工程伦理、职业素养和人文艺术修养。**始终坚持立德树人这一根本任务,积极探索通识教育和专业教育相结合的培养制度,培养全面发展的人、完整的人。加强卓越工程师的内涵建设,不但要培养学生的工程专业技能、工程思维能力,还要加强学生工程价值观和工程伦理教育,增强学生的人文素养和情怀<sup>[17]</sup>。

**第六,多主体协同构建长效培养机制,整合优质教育资源。**推进校企合作的政策体系建设,从要素流动、知识产权归属、利益分配、产业、促进技术转移、财政税收、信贷、奖惩办法等多个方面构建多元协同的校企合作政策体系,调动政府、学校、产业和企业的积极性,明确各职能部门和机构的责任。

**第七,构筑校企深度联动网络化、多元**

化合作体系。产学合作不能仅仅依赖学校和企业之间的相互合作,迫切需要构建以高校为主体,政府、中介组织、研究机构、产业团体等多主体共同参与的多元协同合作体系,发挥校内平台与校外平台的联合效用。有效的中介服务至关重要。

最后,卓越工程人才的培养需要得到全社会的认同和关注。各级政府要广泛宣传,加强社会各界对工匠精神的认同与尊重,让培育卓越工程人才成为全社会的共同责任;各类高校要科学规划,合理设置工科专业,加强人才培养的适配度;相关行业要改善和提高工程人才各类待遇,激发他们的积极性、主动性和创造性等,形成尊重科技和创造、尊重专业技术人员的浓厚氛围,不断提升工程人才的社会认同度和社会地位<sup>[18]</sup>。

#### 四、提升我国卓越工程师教育培养质量的具体路径和举措

第一,校企协同的组织管理机制是卓越工科人才培养的组织保障。建立科学完善的组织管理机制是实施卓越工科人才培养的组织保障。重视组织机构的建立,并能结合高校、企业和社会的共同力量,在资源优势互补的基础上,进行协同管理,从组织上保障了卓越工程师教育培养的顺利实施。

第二,校企共建的质量保障机制是卓越工科人才培养质量的根本保障。对培养方案、实习过程、实践基地、师资教学效果等建立质量监控制度,对实践实训、毕业设计、企业培养成效、学生工程实践能力、教师教学效果等探索考核评价改革。建立教学过程质量跟踪反馈体系和毕业生培养目标达成的跟踪反馈体系,持续对育人各环节形成指导促进的正反馈环路,从根本上保障卓越工程师的培养质量。

第三,校企共赢的政策激励机制是卓

越工科人才培养的持续动力保障。高校对卓越计划试点专业应加大经费投入、支持项目建设、倾斜资源分配、奖励授课教师、激励参与学生等,对工科教师在教学科研考核、职称评聘、入职资格审核等方面制定政策倾向,使其能安心投入到工程教育研究和卓越工程师的培养过程中。

第四,多元联动的校企合作机制是卓越工科人才培养的有效路径。卓越工程师教育培养计划旨在面向工业界、面向世界、面向未来培养造就一大批理论基础扎实、动手能力强、创新能力高,能快速适应经济社会发展需要的卓越工程师。要实现这一培养目标,学校与企业在校企共建平台、校企合作教学活动、校企合作教学研究和校企资源共享等模块的多元联动至关重要<sup>[19]</sup>。

第五,校企互助的师资建设机制是卓越工科人才培养的重要支撑。卓越工科人才培养需要有一支教学与学术水平高、工程实践能力和创新能力强的双师型教师队伍,更需要有良好的师资建设机制使这支特殊的教师队伍在人才培养中充分发挥作用。包含教师导学机制、师资遴选条件、师资培训提升、专兼职师资队伍建设等模块<sup>[20]</sup>。

第六,校企共谋的人才培养机制是卓越工科人才培养的实现途径。高等学校需要联合企业在人才培养方案制定、人才培养模式、教学方式方法、课程体系建设、课程资源建设、实践教学体系、实践教学活

#### 五、我校突破产教融合问题的若干举措

为进一步深化工程高层次人才培养改革,通过创办创新联合体、组建联合团队、融合双方优势、订单式培养人才、联合攻关建立产教融合、校企协同、科教一体、协同

育人的新型体制机制,培养爱党报国、敬业奉献、具有突出技术创新能力、善于解决复杂工程问题的创新型工程领军人才,西安交通大学于2022年启动了“百千万卓越工程人才培养”计划,联合“百家行业龙头企业和科研院所,聘请千名卓越工程师一起作为双导师,培养万名具有科学家素养的工程师。”

### (一)具体举措

1.以“四个面向”为指导,创办校企深度融合的创新联合体

以“四个面向”为指导,以国家重大战略、关键领域和社会重大需求为牵引,以校企联合攻克“卡脖子”技术难题为目标,由企业提需求、出题目,由学校相关学院与企业、科研院所共建“四主体一联合”平台(以企业为市场主体、需求主体、投资主体、管理主体和高校联合共建的新型研发平台)、研究院、研究中心、联合实验室等产教深度融合的创新联合体,以创新联合体为平台开展校企协同的卓越工程人才培养。

创新联合体作为校企协同攻关的基本单元,着力推进学校与企(事)业建立长期稳定的双赢合作,不仅协助企(事)业攻克“卡脖子”技术,同时学校在联合攻关中可培养创新人才,也为企(事)业源源不断输送工程卓越人才,实现学校与企(事)业的共商共建、齐力攻坚、协同育人。创新联合体应有明确的科研方向、持续的科研合作、常态化的校企交流和畅通的师生互动。创新联合体由相关学院联合企(事)业单位向科研院所提出申请,科研院所组织专家评审认定。

2.以“揭榜挂帅”为牵引,组建校企联合攻关团队

以创新联合体为依托,通过企(事)业定义攻关项目,面向全校公榜招聘科研团队,由相关学科教授(团队)挂帅,带领研究生揭榜,经创新联合体认定后,联合揭榜人

员和企(事)业的技术骨干人员组建校企联合攻关团队。校企联合攻关有利于加速理论与实践结合、需求和研发结合、新产品和新技术结合,从根本上解决“研而无用”“科技成果转化最后一公里”难题。创新联合体可聘企(事)业的技术骨干人员为兼职科研人员。校企联合攻关团队成员经创新联合体依托的学院报科研院所核定,科研院所核定后报人力资源部批准,批准后相关方签订合作协议,明确攻关任务,确立考核要求。

3.以创新联合体为平台,订单式培养工程卓越人才

创新联合体经相关学院同意后可向研究生院提出“百千万工程”立项申请。创新联合体应根据企(事)业单位对工程卓越人才的实际需求和学科人才培养的基本要求,制定订单式培养方案,其中工程硕士研究生均采取硕博贯通方式进行培养,按博士培养制定培养方案,通过资格考核后可进入工程博士阶段。创新联合体应按照“破四唯”思想,遵循“成果的可用性、目标的可达性”原则,制定毕业与学位授予标准。研究生学位论文成果实行双署名,学校为第一完成单位,研究生在学期间所取得的科研成果由双方协商约定。研究生院组织专家对创新联合体提出的人才培养方案、毕业与学位授予标准、人才培养资源投入和质量保障举措等情况进行论证,论证通过后予以立项,并给予专业学位研究生专项支持计划。研究生按创新联合体进行单独编班,在校企协同培养期间,由企(事)业协助学校和学院对其进行日常管理。

4.以“双导师”指导为抓手,融合校企双方的人才培养优势

获得“百千万工程”立项的创新联合体,在满足学校研究生导师基本条件下,可聘任联合攻关团队骨干成员为研究生导师,其中企(事)业人员须先聘为创新联合

体的兼职人员。创新联合体须为每位研究生须配置来自校企双方的“双导师”或导师组,其中企(事)业人员为企业导师,学校人员为学科导师。“双导师”一起招生、联合指导、共同负责并完成研究生的培养,双方均为主导师,均为立德树人的第一责任人。“双导师”不仅让研究生可以享受更多的导师资源,而且从机制上避免了家长式、垄断式、封闭式以及“剥削”“压榨”“放水”“放羊”等师生关系异化问题,为真正地提高研究生培养质量提供了机制上的保障。“双导师”均按学校和学院的导师制度管理。

企业导师侧重解决复杂工程技术问题能力和工程技术研究能力的培养,学科导师侧重知识体系构建和理论创新能力的培养,共同指导研究生撰写学位论文,并为学位论文质量负责。学科导师的招生名额限制学校予以适度放宽。企业导师的业务条件由创新联合体自行制定,经所在学院核定后报研究生院备案。

5.以攻克企业难题为纽带,在联合攻关中培养研究生的创新能力

创新联合体的企业导师须为研究生提供一个既满足本单位的科研攻关,又满足人才培养要求的课题,由研究生作为主力、团队合作完成。课题可以是企(事)业委托学校的联合攻关课题,也可以是企(事)业内部的重大核心技术攻关项目。

研究生在获得所在学院批准、在研究生备案后,可到企(事)业一线参与技术研发与科学研究。联合攻关不仅能让研究生在“能够听到枪炮声的战场上”进行实战化的锤炼,进一步了解工程技术前沿,促进知识水平提升,而且还可缩短理论创新到成果转化的周期,实现企业新产品研发和大学的人才培养的融合创新,实现资本和技术的融合增殖,解决大学经费不足的问题。博士研究生毕业后可加入学校博士后流动站,并进入对应企(事)业博士后工作

站继续从事相关科研工作,提升校企协同育人效果。

## (二)实施现状

学校在专业学位工程类人才培养实践基础上,主动对接龙头企(事)业单位,2022年启动“百千万工程”计划后,经严格筛选,共批准创新联合体35个,涉及龙头企业、科研院所等合作单位86家,遴选出184名企业导师(博士生导师120名、硕士生导师64名)。企业导师均为合作单位项目骨干或领军工程师,由学校聘为相关学院的兼职科研人员。学校与合作单位共同制定专项选拔方案,企业导师全程参与研究生招生选拔,与学校共同确定录取名单。首批试点招生共录取专业学位工程领域硕士研究生127名,工程博士研究生63名,分布在材料与化工、电子信息、机械、能源动力、生物与医药、土木水利、资源与环境等专业类别。

## 六、进一步提高我校卓越工程人才培养的建议

### (一)改革创新,完善工程人才选拔和考核机制

针对招生选拔机制与卓越工程人才培养目标不契合、专业学位与学术学位研究生考核体系存在趋同化,行业企业在招生过程中缺乏实质性参与等问题,需要创新人才选拔思路,改革工程专业人才招生选拔机制,健全工程硕博生源质量评价体系,探索建立一套符合工程硕博特点的招生模式和考核方法,解决好“怎样选拔,谁来选拔”的核心问题。

#### 1.构建工程专业学位计划分配体系

面向国家重大战略需求,构建四位一体的工程专业学位计划分配体系,支撑创新型卓越工程领军人才可持续培养。构建“以国家重大战略、关键领域和社会重大需求为牵引,以创新联合体项目为依托,以协

同育人培养条件为基础,以培养质量和成效为导向”的四位一体的招生计划分配体系。重点关注校企合作平台、企业整体资质及企业导师综合水平,强调产教融合、协同育人,指标体系突出工程人才培养特色和要点。形成招生计划与培养条件和质量衔接,招生规模和结构与学科发展匹配的计划管理体系,营造创新型工程领军人才可持续培养的优良生态。

#### 2. 改革创新卓越工程人才招生选拔机制

基于卓越工程人才培养目标,创新校企协同、交叉融合的工程专业学位招生选拔机制,打通卓越工程领军人才培养全路径,构建针对工程理论知识和工程实践能力的全方位考察体系。创新人才选拔机制,以工程应用项目技术问题为导向的拔尖人才选拔思路,聚焦国家产业及战略需求,集合校企人才优质资源,探索行业企业人才需求为标准的工程类人才选拔机制。校企共同组建联合招生工作组,“学科导师+企业导师”全程参与人才选拔,实现“项目问题驱动、校企联合选拔、学科跨界融合”的创新型考核模式。

#### 3. 健全卓越工程人才考核体系

改进结果评价,强化过程评价,通过笔试、面试、项目实践、实验操作等理论与实践相结合的考核形式实现对考生的全面考核。探索增值评价,健全综合评价,以项目需求为基点,打破专业学科界限,对工程硕博专业能力内涵进行定制化评价,以“工程基础厚实、专业交叉融合、工程思维导向、实践能力突出”为选拔要素,重点考察考生科研思维、创新意识、实践能力、工程素养,创建工程人才多维选拔新范式。

#### 4. 提升卓越工程人才生源质量

加强政策引导,深度发挥企业作用,采用多种方式开展招生宣传,提升优质生源比例。转变“学术精英”式的人才培养思

路,确立卓越工程人才培养理念,拓宽工程博士招生宣传渠道,解决专业学位工程领域生源匮乏问题,为提高卓越工程人才培养质量奠定基础。建立招生规模、生源质量、转博比例、就业质量等四个方面的招生工作量化考核体系。在科学评价基础上,建立招生工作的反馈及奖励机制,有效激发学科提高研究生源质量的动力。

#### (二) 推动共同培养,构建校企联合培养机制

结合国内外高校情况,和我校近年来关于卓越工程人才培养探索的“百千万卓越工程人才培养”计划等新机制政策、校企共建的创新联合体等新平台、构建的人才培养新模式,对以下方面提出改革建议:

##### 1. 校企协同,开展工程硕博定制化培养

采用校企协同、硕博贯通的培养模式,校企共同制定培养方案和个性化的培养计划,根据企业的科研项目共同确定学位论文选题,依托“四主体一联合”创新联合体,以“课程学习+专业实践+学位论文撰写”多阶段开展工程硕博士的定制化培养。

2. 重构工程课程体系,校企共同参与  
针对工程领域的特殊需求,重构数理基础、思维方法、实践能力、企业管理、运营策划等相结合的工程课程体系。吸纳校企双方的技术骨干组建跨学科、校企协同的课程教学团队,采用理论和实践结合、研讨式、翻转式、自主采集式等个性化教学方式,校企协同共建工程课程教材体系。

##### 3. 校企联合,深入共建工程师技术中心

围绕国家急需主攻方向,与央企、龙头企业联合共建工程师技术中心,采取“学科交叉、科教融汇、产教融合、共建共享”的思路,建立从课程设计到科研创新系统化、链条式、递进式研发平台。由合作企业、二级学院、联合国家实验室等高水平科研机构

统筹各方资源,整合延伸企业、科研机构、实验室的育人功能,升级学校原有科研育人平台,建设类企业级别的仿真环境及工程技术实践平台,使工程硕博士在真环境中研究真问题、开展真科研、产出真成果。

4.围绕校企共商选题实践,并实行贯标管理

学位论文选题由校企双方导师共同确定,紧扣企业核心技术升级或一线卡脖子难题。学生须到创新联合体、企业进行专业实践。专业实践应紧扣论文选题,并实行贯标管理。申请博士学位的研究生专业实践时间应不少于两年,申请硕士学位的研究生专业实践时间应不少于一年。

5.校企合作,鼓励工程硕博学生开展国际交流与合作

借助企业平台资源,校企联合逐步搭建海外实践平台,成建制选送工程硕博研究生前往国际组织或企业进行实习实践。邀请海外一流工程师全英文授课,培养具有扎实外语基础、通晓国际规则、具有世界眼光和国际视野的卓越工程师。与国外工程类优势大学交流合作,打造以国际工程项目为背景的科研环境,开展工程实践,激发探索精神和国际话语掌控力,提高研究生的实践操作能力,培养应用型、复合型高层次工程技术和工程管理人才。

### (三)制定完善的校企导师合作机制

#### 1.推进企业导师协同育人机制建构

企业导师来自社会一线,自身又承担着繁重的工作和社会任务,高校应根据其特点,制定完善的机制,包括企业导师的遴选、准入、评价机制,其具体工作任务和职责、高校相关工作者和企业导师的合作机制等,既要明确企业导师的工作职责和流程,也要激发其参与育人工作的积极性和主动性。同时,导师制本身具有较强的个性色彩,其在各个不同高校、不同学科专业的实施过程中存在较强的灵活性。高校应

根据自身的远景目标、发展定位和人才培养规划,遵循因材施教原则,适度地、合理地推进企业导师协同育人机制的建构与实施。

#### 2.遴选德才兼备导师,组织多形式交流互访活动

充分发挥各级、各类党组织的思想引领和监督指导作用,把好企业导师的入口关,避免以企业或企业家知名度为单一标准遴选导师的情况,遴选各行各业德才兼备的优秀人才加入协同育人的导师队伍。校企双方应组织工作小组,校内导师与企业导师持续推进合作,以定期会议、相互走访、专题研讨等形式及时发现和积极处理产教融合、科教融合、校企合作过程中出现的具体问题,逐步积累形成可复制、可推广的经验范式。充分考虑企业导师作为合作企业方人员的情况,以灵活的、柔性化的方式展开。例如,我校曾开展学生及校内导师座谈会,收获了来自双方的相关宝贵建议。以此为延伸,还可通过定期的问卷调查、企业导师沙龙、校友回访、校企合作主题活动等形式,让企业管理层掌握校企合作育人的具体推进情况,让企业导师充分了解其协同育人工作的实际效果和长期作用,认识到其工作的重要性和在育人中的成果与价值,从而使“企业导师”协同育人机制形成积极的、良性的循环。

### (四)推动制度创新,构建科学考核评价体系

#### 1.按工程类专业学位类别特点细化专业学位授予标准

针对工程博士研究适应其培养特点的学位论文评审机制和评审方式,建议突出工程应用评价标准。同时在校的学位论文抽检中重点关注学位论文与重大工程项目的关联性、工程应用价值、实践创新程度等因素,更好契合工程博士培养目标。此外,细化学位标准,保障学位授予质量笼统



的学位授予标准不仅实际执行难度较高,而且容易导致各高校之间的学位授予质量不一,甚至出现学位注水现象,不利于培养高质量人才。因此工程博士学位授予标准应注重按照工程博士各专业学位类别的特点和职业领域的要求进行分类细化。

### 2. 构建以工程实践为导向的学位授予标准

结合英美高校工程博士培养实践,我国应从资格考试、开题、论文成果等方面构建以工程实践为导向的学位授予标准,培养应用型高层次工程人才。首先,应增加资格考试的多样性。资格考试不应仅仅局限于书面考试,工程博士研究生还可以选择完成工程设计、科研项目或课题研究等,注重学生应用能力和独立思考能力。其次,工程博士学位论文选题应基于研究项目中的实际工程问题,由项目团队进行指导与把关,突出工程创新与实践能力的培养。最后,在成果形式方面,要以工程实践为导向,打破单一的论文形式,拓展多样化的成果形式,包括重大科技创新、专利发明等,并注重科研成果的可转化性。

### 3. 遵循共享原则,明确校企知识产权归属

在校企知识产权归属方面,遵循产权双方共享原则,当双方合作形式为技术转让,一方将技术专利转让给另一方使用,权利主体发生转移,产权归为受让方所有。当双方合作模式为委托开发,成果归企业所有,或遵循相关合同约定来明确产权归属:当主体合作方式为技术服务或咨询,受托方利用委托方提供的技术资料和工作条件完成的新技术成果的发明,其产权归属受托方,委托方利用受托方的工作成果产生新技术成果,属于委托方,若当事人另有约定的,则从其约定。

#### (五) 构建完整的校企联合管理体系

与传统的以学校为单一主体培养为主

不同,校企联合培养的工程硕博士,需建立基于多主体参与的联合培养平台,构建完整的联合培养管理体系,培养高层次工程领军人才。

### 1. 健全卓越工程人才培养项目进出、转导师等机制

首先,围绕项目研发要求和人才培养要求,签订培养协议,从项目立项、中期考核、结项全流程多方面进行规范管理,从学校学籍管理角度而言,需建立卓越工程人才项目退出和再进入机制,明确学生项目调整(换项目、导师)、退出、再进入的机制和流程,并将转导师制度与之联动。导师依据项目进展及学生个人情况进行审批,不因学生和项目之间的不匹配影响学生的培养和项目的顺利进展。对于确因个人原因(生育、疾病、创业)需要中断学业的项目内学生可以申请休学,休学申请需经校企双方共同审批。

### 2. 配套资金,并建立资金使用分配机制

其次,扩大项目经费的来源,保障基本投入,建立国家财政、地方政府财政、学校和企业多主体多渠道的资金投入机制,政府层面注重对项目的资金支持,企业层面强调校企联合培养,高校层面突出跨学科合作培养,发挥多元资助主体优势,提高资助水平。建立资金使用分配机制,通过协议约定学生不同阶段资助的基本保障标准,以助学金保基础,奖学金激励引导,强化在企业实践期间的绩效评价导向,多劳多得。

### 3. 探索创新,全方位为校企培养学生提供保障

在学生管理方面,以项目为载体,校企双方签定相关协议,对工程类学生在企期间的住宿、生活保障、人身保险等提供保障。校企双方联合打造“校企双主体”思政工作模式,通过理论联学、活动联办、问题

联解等渠道,构建学生思政工作新格局。探索完善以“项目制”为基本单位纵向设置的党团班一体化建设,研究制定跨区域科研学习流动党团员管理制度。进一步加强校企联系,建立定期会商、风险防控、应急处理等机制。完善研究生教育管理信息化建设,夯实企业、高校双方全过程、全链条管理职责。

注:本文为“西安交通大学党委政策研究课题”研究成果

#### 参考文献

- [1] 叶金鑫,韩钰,张江龙,刘科生.新时代卓越工程师教育培养的校企协同机制构建探究——以北京航空航天大学未来空天技术学院为例[J].中国高教研究,2022(06):50-56.D0I:10.16298/j.cnki.1004-3667.2022.06.08.
- [2] 王树国.深度推进产教融合 协同育人创新工程——西安交通大学“百千万卓越工程人才培养项目”的探索与实践[J].学位与研究生教育,2022(07):1-5.
- [3] 美国国家工程院.2020年工程人才报告暨2020年工程教育报告[M].北京:中国海洋大学出版社,2008.12.
- [4] 翁史烈,黄震,刘少雪.面向21世纪的工程教育[M].上海:上海交通大学出版社,2016.03.
- [5] 马爱民,汪志强.美英工程博士教育发展模式的比较与借鉴[J].学位与研究生教育,2020(08):22-28.
- [6] Hernandez- de- Menendez, M., et al. (2020). "Engineering education for smart 4.0 technology: a review."
- [7] 戴先中,2021. 工程师:工程教育专业认证标准中的“培养目标”[J]. 中国大学教学, (12): 28 - 34.
- [8] 朱秀民,2014. 德国综合性大学“双元制”模式与我国“卓越计划”模式实施机制的对比分析[J]. 现代教育管理, (11): 124 - 128. DOI:10.16697/j.cnki.xdjygl.2014.11.025.
- [9] 刘娟,张炼.英国三明治教育发展历程及其政策举措分析[J].现代教育科学,2012(01):35-39.
- [10] 齐书宇,陈童节,方瑶瑶.英澳高等工程职业教育认证的三维度比较及其启示[J].现代教育管理,2021(04):113-120.
- [11] 林健,胡德鑫.国际工程教育改革经验的比较与借鉴——基于美、英、德、法四国的范例[J].高等工程教育研究,2018(02):96-110.
- [12] Jean DOREY,刘敏.法国高等工程师教育解析[J].中国高教研究,2009(12):52-54.
- [13] 王硕旺,洪成文.CDIO:美国麻省理工学院工程教育的经典模式——基于对CDIO课程大纲的解读[J].理工高教研究,2009,28(04):116-119.
- [14] XU J, SHEN W, 2021. A model of engineering talent cultivation based on dual education system[C]//CIPAE 2021: 2021 2nd International Conference on Computers, Information Processing and Advanced Education. . DOI:10.1145/3456887.3456982.
- [15] 郑娟,王孙禹.英国硕士层次工程教育专业认证制度探讨[J].高等工程教育研究,2015(01):83-90.
- [16] 杨敏.“学以致用、产学结合”——法国工程师教育体系研究[J].当代教育实践与教学研究,2019(07):138-139.
- [17] 瞿振元,推动高等工程教育向更高水

平迈进,高等工程教育研究,2017(1);  
13-19.

[18]赵丁选,王敏,卢辉斌,多主体协同  
的工程专业学位研究生培养模式探索与  
实践,学位与研究生教育,2021(12):9-19.

[19]郑庆华,高等工程教育发展:守正与  
创新,高等工程教育研究,2021(5):44-49.

[20]何海清,周亚平,鲁铁定,陈婷,“卓越  
计划”支持下校企深度联合的测绘工程硕  
士培养模式探索,东华理工大学学报(社  
会科学版),2018(3).

[21]陆国栋,赵燕,赵春鱼.基于扎根理论的  
工科人才培养路径研究--40所高校的卓  
越工程师培养报告文本分析,高等工程教  
育研究,2018,(5):58-64.

#### 作者

龙建纲 西安交通大学研究生院副院长

罗婧 西安交通大学研究生院培养办主任

许超 西安交通大学研究生院培养办副主  
任

马钰焯 西安交通大学研究生院培养办职  
员

宓欣 西安交通大学研究生院招生办副主  
任

徐渭 西安交通大学研究生院学位办副主  
任

贾丽萍 西安交通大学研究生院学位办副  
主任

武欣 西安交通大学研工部副主任

高健雪 西安交通大学研究生院综合办副  
主任

王粤 西安交通大学研究生院招生办文员

吴琳 西安交通大学研工部文员

郝川 西安交通大学研究生院信息办文员

