

# 工程博士专业学位研究生培养方案的 创新探索与实践

赵美蓉 潘峰 武悦 沈妍

(天津大学研究生院,天津 300072)

**摘要:** 2013年11月,教育部、中国工程院发布了《卓越工程师教育培养计划通用标准》,其中关于工程博士人才的培养标准,为参与卓越计划的试点高校优化工程博士专业学位研究生培养方案提出了更为标准化的要求。对工程博士专业学位研究生培养方案进行创新已成为各试点培养工作的重点。文章以工程博士专业学位研究生培养方案为研究对象,以工程教育的发展和背景为视角,从如何准确定位工程博士培养目标、优化课程体系以及培养方式、保障学位论文质量等方面入手,结合天津大学的工作实践,对创新培养方案提出相关思考与建议。

**关键词:** 工程博士; 培养方案; 培养目标; 课程体系

**中图分类号:** G643    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1008-4339(2015)01-081-05

随着世界经济的发展,科学技术作为第一生产力,在推动国家经济社会发展、提升国际竞争力的过程中发挥重要作用。为了进一步提升科技创新能力,世界主要发达国家已将培养高层次工程人才作为一项重要发展战略,各自形成了适应国家发展需要、相对成熟的工程博士培养体系。工程博士培养在我国正处于起步阶段,其培养目标定位不同于工程硕士和工学博士,因此需要对工程博士培养方案进行创新。天津大学作为首批工程博士培养试点单位,一直重视和关注工程博士专业学位的发展。本文从工程博士教育的发展和背景出发,就如何准确定位工程博士培养目标、优化课程体系以及培养方式、保障学位论文质量等环节,对创新工程博士培养方案进行梳理和探讨,为工程博士培养方案的进一步改进与完善提供参考和建议。

## 一、工程博士专业学位研究生教育的发展背景

博士专业学位起源于20世纪初期的哈佛大学,定位面向实际工作岗位的高级专门人才。1965年,全美工程检查员协会(NCEE)通过决议,敦促各高校发展工程博士教育计划,培养博士水平的专业工程师。

1967年,美国底特律大学率先设置工程博士专业学位项目。随后德州农工大学、哥伦比亚大学、加州大学伯克利分校等纷纷开设工程博士项目<sup>[1]</sup>。20世纪中期,德、法、英等国也相继实行了工程博士培养计划。在近半个世纪的发展中,世界工程博士专业学位教育从培养目标到培养各环节形成一定鲜明特征。

从培养目标看,工程博士与传统工学博士存在本质上的不同,各国工程博士项目旨在培养在应用、设计和工程实践等方面能力,是以工业需求为引领,以职业发展为导向的博士专业学位。其培养目标是工业界输送具有领导能力和实践创新能力的高级工程人才,而不再是高等学校或科研机构的研究人员。在英国,工程博士教育是以培养工业界领导型工程师为目标。美国的工程博士培养以工程实践为导向,旨在满足工业界的需要和在工业界职业发展的实际应用需求,而其工学博士研究生教育偏重学术性,重视学术理论的研究和论文的发表。

同时,与培养目标相一致,世界主要发达国家的工程博士人才培养标准具有以下共同特点:具有相关领域的工程与科学方面的专业知识;了解产品研发、市场开发、工业生产等产业化流程;掌握团队工作、项目管理、财务规划等技能;具备对复杂问题寻求解决方案的

收稿日期: 2013-12-26.

基金项目: 教育部人文社会科学研究基金资助项目(12JJDGC017).

作者简介: 赵美蓉(1967—),女,教授.

通讯作者: 潘峰, panfeng@tju.edu.cn.

领导能力。

我国的工程博士专业学位起步较晚。随着我国经济社会和高层次人才多样化需求的发展,为建设创新型国家提供高层次应用型人才支撑,完善工程人才培养体系,2011年2月,国务院学位委员会第28次会议通过了工程博士专业学位设置方案。2012年3月,正式批准设立工程博士专业学位。2012年9月,我国首批25个工程博士专业学位授予试点单位先后启动了工程博士研究生招生、培养工作。2013年11月,教育部、中国工程院发布了《卓越工程师教育培养计划通用标准》,制定的关于工程博士人才培养标准,给参与卓越计划的高校优化工程博士专业学位研究生培养方案提出更为标准化的要求。以工程博士研究生自身的特质和其承担的重大专项需求为出发点,创新工程博士专业学位培养方案,已成为各试点高校面对的新挑战。科学创新工程博士培养方案对准确定位工程博士培养模式、完善高端工程技术人才培养体系、保障工程博士研究生教育质量都具有重要意义。

## 二、培养目标的设定

培养目标是培养方案要达到的总体目标。培养目标通过与之相应的培养方案,具体体现对工程博士人才在知识、能力、综合素质等方面的要求,指引课堂教学、实践训练、学位授予等具体教育环节。因此,创新工程博士专业学位培养方案的第一步是对工程博士培养目标进行探索。

### 1. 工程博士与工学博士培养目标设定的区别

工程博士作为我国设置的第五种博士学位,是我国建设创新型国家的需要和对高层次工程人才迫切需求的反映。《工程博士专业学位设置方案》明确提出了对工程博士专业学位获得者的培养要求,包括“具有相关工程技术领域坚实宽广的理论基础和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;在推动产业发展和工程技术方面做出创造性成果”<sup>[2]</sup>。由此可见,从知识、能力和成果等方面看,工程博士与传统的工学博士培养目标侧重有所不同,工程博士侧重培养具有实践创新能力和组织管理能力的高层次应用型人才;工学博士侧重培养具有科学研究和知识创新能力的学者。从培养类型角度看,工程博士教育属于应用型学位,突出专业实践的重要性,强调实践能力的培养,旨在为企业培养高层次应用型的专门人才;工学博士属于研究型学位,突出学术研究的重要性,强调对知识的探索与创新,旨在为高等院

校和研究机构培养教学科研人员。

### 2. 工程博士教育应坚持精英教育培养目标

工程博士教育是精英教育,是满足企业技术进步的人才质量需求,而不是规模需求<sup>[3]</sup>。国务院学位委员会在《关于下达工程博士专业学位授予单位名单的通知》中号召各试点高校“探索中国特色工程博士教育之路,造就未来工程技术领域的领军人才”<sup>[4]</sup>,指出工程博士的招生和培养要结合国家重大专项,并服务国家重大需求,通过实质性地参与国家重大科技专项的研究,逐步具备成为工程技术领军人才所需的知识、能力和素质。工程博士专业学位培养目标简单说就是造就工程领域内工程技术创新的引领者和组织者,而这种领军人才应该是既精通技术又懂管理的高层次复合型人才。工程博士是工程领域专业学位研究生教育的最高层次,它要求毕业生不仅要有较强的应用实践能力和综合协调能力,还要能够创造性地解决工程领域中的重大关键问题。因此,培养方案的制定必须体现高水平的实践创新能力。

### 3. 工程博士培养要强调职业发展能力

为了培养工程领域的领军人才,工程博士学位要注重培养博士生的职业发展能力,全面提升学生的综合素质和组织领导才能,通过拓宽学生工程管理视野,领导未来企业发展。英国曼彻斯特大学工程博士的培养目标是通过专业训练,培养产业界的高级管理者和领导者,即具备较强的专业实践能力与领导、沟通、项目管理等职业发展能力的应用型、复合型高层次人才<sup>[5]</sup>。这就要求各试点院校在培养工程博士生专业技能的同时,加强对管理认知能力、管理沟通能力、团队合作能力的培养,充分体现学生主体发展的最终价值。

### 4. 工程博士培养要以工程实践为导向

传统的工学博士学位以“学术性”作为基本价值取向,注重培养“专业研究人员”,以高校和科研机构教学科研人员为主。而工程博士专业学位以“实践性”作为重要价值取向,强调对知识的应用,其设置是为了弥补工学博士立足于研究性学习的知识结构与知识经济时代企业所需技能之间的鸿沟<sup>[6]</sup>。工程博士培养应通过博士阶段的专业训练,使已取得较丰富实践经验和一定成就的工程技术人员掌握相应的专业理论知识,深化对重大科技专项特性的理解,并具备一定的创新实践能力和工程领导能力,能解决重大工程实际问题<sup>[7]</sup>。因此,不仅要培养工程博士掌握科学理论知识,还要使学生毕业后能在应用开发研究和工程实践方面做出贡献,从而真正实现从科学知识到技术成果的转化。

### 5. 工程博士教育要注重“前沿性”

工程博士专业学位培养要以满足重大科技专项需要为导向,瞄准工程领域发展动态的前沿。随着现代工程技术的迅猛发展,信息资源不断丰富,科技知识不断创新,学科知识的内涵、功能和获取方式都在发生变化。这要求工程博士专业学位培养必须密切关注社会发展中具有重大或深远意义的科学、技术以及经济等问题,准确把握相关领域发展的前沿和趋势,工程博士课程中必须及时更新本领域最新的科学知识和技术创新成果。

## 三、创新培养方式

要实现造就高层次技术与和管理复合型领军人才的工程博士培养目标,高校必须在工程人才培养方式上有所创新,改变传统学术型研究生的授课方式,针对行业特点和重大科技专项需求,优化创新课程设置。工程博士专业学位研究生培养应体现“精确制造”的思想,实现“高端订单培养”<sup>[6]</sup>。理想的工程博士培养方案要根据科技重大专项和职业能力发展,构建跨学科、跨专业、模块化的课程体系,落实工程实践,并完善校企合作机制。在工程博士教育过程中实现校企共同招生、共同制定培养计划、共同指导论文、共同实施教学管理<sup>[8]</sup>。

### 1. 创新课程体系结构

传统的工学博士教育以培养本学科专门教学科研人员为目的,多采用层次化课程体系,以专业知识为导向,遵循学科发展和认知规律。但工程实际问题越来越复杂,仅某一学科的知识往往解决不了复杂的工程问题,工程博士知识结构应该是超越一级学科甚至超越学科门类的范畴。因此,各试点高校应对工程博士课程体系进行创新,紧扣国家重大科技专项,突出体现综合性、实践性、前沿性和交叉性,结合本学科领域核心课程,由相关学院和企业共同商定跨学科领域的宽口径“菜单”式的课程计划。在选修体系中考虑到专业界限淡化趋势,不设专门方向选修课<sup>[9]</sup>。这种创新的跨学科、跨专业的课程体系能使学生掌握专业相关领域知识,培养其在知识迁移、技术转化方面的能力,有利于促进知识的融会贯通。

构建工程与其他相关学科融合的模块化课程体系,将全面职业能力的培养贯穿到工程教育过程中,是创新培养方案中课程设置要突破的重要内容。模块化课程体系能突破学科专业领域的界限,通过课程模块的组合,构建具有多重价值取向的工程博士创新课程体系,以满足国家重大科技专项的要求和博士生职业

能力发展的需要。目前25个试点单位中的90%设置了公共课程模块,62%开设了管理类课程模块,所有试点单位均设有专业课程模块<sup>[10]</sup>。工程博士培养单位应对培养人才有清晰的训练计划,进一步科学规划工程技术类、工程管理类和公共基础类等课程体系结构。工程技术模块以工程领域专业课、工程领域前沿研究主题和重大问题讨论课为核心,培养博士生在工程知识与技术方面的基本素质,让其认识领域发展,适应高层次人才“高、精、深”的培养要求;工程管理模块通过经济学、人力资源管理、项目管理学、工程管理学、法学等方向课程,培养组织管理、领导能力与职业发展能力;公共基础模块侧重人文、社会、外国语言文学等方面知识的培养,有助于提高综合素质、职业道德和国际交流能力。由工程技术、工程管理、公共基础等模块构成的课程体系在系统思考、跨学科知识、经营管理、协调沟通、全球视野、社会责任等方面全方位培养创新工程实践能力,使学生懂得如何扮演团队领导者、项目负责人、企业家、创新者等角色。

### 2. 创新项目导向的教学方式

英国的工程博士培养以研究项目作为培养方案的核心内容,并规定在工程博士生的学习年限中,不少于75%时间从事工业项目研究,体现了英国工程博士的职业导向性。试点单位也应积极探索并创新项目导向的工程博士教学方式,确定课程学习和从事工业项目研究的时间比例;训练内容应聚焦具体工程问题、实际案例和工程项目,让工程博士生自主发现问题、讨论分析案例、提供方案、并在规定的时间内提交团队成果,形成学生主动参与课程全过程实施的机制。项目导向的教学方式不仅能促进多元化知识结构的整合,还能加强项目参与者之间的互动沟通,从而有效地培养和提高博士生获取知识信息的能力、分析和解决实际问题的能力、创新实践能力、团队合作能力。

### 3. 加强实践课程与实践环节

实践教学与实践环节是工程博士教育的重要组成部分,有助于巩固所学的理论知识,培养创新能力、分析和解决现实工程领域重大问题的能力,锻炼交流合作能力,全面提升综合素质。目前,25个工程博士试点单位中的80%在培养过程中设有实践训练环节,但多以企业参观、研讨会、专题讲座等形式开设<sup>[10]</sup>,限制了工程博士培养质量的提高。基于这样的现状,各试点单位不仅要工程实践纳入培养方案,还应严格落实实践课程与实践环节,依托国家重大科技专项,拟定具体可行的校企合作方案,真正形成贯穿于工程技术人才培养全过程的工程实践体系。我校工程博士专业学位研究生教育在实践教学课题和实践方案中强调

“来源于工程实践、创新于工程实践,应用于工程实践”的培养理念,并本着“重大科技专项与学位论文相结合”的原则,对工程博士的实践应用能力和工程创新能力进行全方位的培养。

试点单位应和重大科技专项承担企业共同制定培养方案,特别是工程实践教学体系,综合利用高校的学术资源和企业的工程实践经验和实际需求,共建培养平台,构建优势互补的培养方式。通过与合作企业,工程博士生不仅能获得实践训练所需的真实工程实践环境,设计、开发、生产条件,及先进的设备仪器,还能与工程实践经验丰富的企业工程师和高级管理人员一起交流探讨企业实际的课题与工程问题,从而帮助解决我国工程教育与就业能力相脱节的问题。为充分调动企业参与的积极性,推动高校和企业的合作交流,试点单位可以借鉴国外校企联合培养方式,高校和企业共同参与重大科技专项的研发,成果由高校和企业共享,实现校企互利共赢。

#### 四、论文质量与学位评价体系

针对工程博士培养层次特点,各试点单位应建立科学的学位评价标准,严把“出口”质量。工程博士生应按照培养方案要求,完成课程学习、实践环节和学位论文工作后可被授予工程博士学位。其中,学位论文作为培养方案的重要内容,是综合考量工程博士专业学位研究生科学研究水平和专业技术能力的基本标准,也是评价工程博士专业学位研究生培养质量的重要指标。工程博士培养试点单位应高度重视工程博士专业学位研究生学位论文工作。工程博士学位论文在内容上应做到结合实际,并能充分反映学生在工程实践项目中的实际贡献和取得的创造性成果。工程博士培养侧重实践性,因此不同于工学博士在学位论文上对知识创新的要求,工程博士学位论文标准制定应以国家重大科技专项为出发点,其成果评定应注重考察博士生在解决重大工程科技问题、推动企业进步和产业升级方面的贡献<sup>[2]</sup>。论文选题应密切结合工程博士专业学位研究生的本职工作和已有研究工作基础,来源于以工程技术为主、工程管理为辅、具有重要现实意义和实际应用价值的关键问题。

为了保障工程博士学位质量,天津大学对工程博士培养方案进行了有益的探索与实践,制定了《天津大学工程博士专业学位培养方案总体要求》(草案)和《工程博士专业学位评价体系和论文标准》(草案),对工程博士培养的重要环节提出了具体要求,并采取不同于工学博士的多元化工程博士评价体系(见表1)。

在课程学习方面,强调工程博士培养要体现综合性、实践性、前沿性、交叉性,由授课教师或导师团队根据其知识获取及应用能力做出评价;实践教学方面,要求工程博士生参与项目实施、产品开发、综合管理等活动1年以上,并由企业出具实践考核报告,由导师团队对其科技开发、研究创新与管理能力做出评价;在学位论文方面,学生须提交论文、技术报告、工程设计方案、论证方案及其组合等,由海内外工程专家进行通讯评审;现场答辩注重工程博士技术创新和实施能力的考核。

天津大学的学位论文评阅实行导师团队审阅,聘请3位具有教授或相当职称的领域专家对论文进行评阅,其中一位来自企业或工程部门,论文答辩委员会由导师团队以外具有教授或相当职称的领域专家5~7名组成,其中至少1/3专家来自企业或工程实践部门,除了传统的会议答辩形式外,还可采用现场答辩、工程项目验收等多样化的答辩形式。

表1 天津大学工程博士专业学位评价体系

培养环节	培养要求	评价体系
课程学习	体现综合性、实践性、前沿性、交叉性	授课教师或导师团队根据其知识获取及应用能力做出评价
实践教学	参与项目实施、产品开发、综合管理等活动1年以上	企业出具实践考核报告,导师团队对其科技开发、研究创新与管理能力做出评价
水平要求	在重要攻关课题、重大科技专项、重大工程专项、政府科技奖励、发明专利、高水平学术论文、工程工艺改进、技术和产品创新等方面取得标志性成果	导师团队根据其取得的成果及其实际应用情况做出评价
学位论文	论文、技术报告、工程设计方案、论证方案及其组合等	海内外工程专家进行通讯评审;现场答辩,注重工程博士技术创新和实施能力的考核

注:资料来源《天津大学工程博士专业学位培养方案总体要求》(草案)、《工程博士专业学位评价体系和论文标准》(草案)。

#### 五、结 语

博士专业学位研究生教育有利于培养高层次应用型人才。工程博士专业学位的设置不仅进一步丰富了学位类型,创新了人才培养体系和培养模式,更重要的是推动并促进了高等教育改革。为了培养适应当前经

济、社会发展需求的高等工程人才,提高工程教育质量,各工程博士试点单位应对工程博士培养方案进行科学探索与创新。

各试点单位在制定工程博士培养方案时,应坚持精英教育的原则,根据科技重大专项和职业能力发展,构建跨学科、跨专业、模块化的课程体系,创新项目导向的教学方式,落实工程实践环节,完善校企合作机制。工程博士的培养不同于工学博士,应有相对独立且具特色的训练模式和成果,同时还要保障其学术质量标准,建立严格的论文标准和学位评价体系。

#### 参考文献:

- [1] 邓光平. 国外专业博士学位的历史发展及启示[J]. 比较教育研究, 2004(10): 15-18.
- [2] 教育部. 关于印发《工程博士学位设置方案》的通知[EB/OL]. [http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe\\_823/201104/117376.html](http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/moe_823/201104/117376.html), 2013-12-16.
- [3] 张振刚. 开展工程博士学位教育的对策研究[J]. 中国高等育, 2007(18): 41-43.
- [4] 国务院学位委员会. 《关于下达工程博士学位授予单位名单的通知》[EB/OL]. [http://gra.csu.edu.cn/yjsy/pygl/wjtzxq22093\\_0\\_5.html](http://gra.csu.edu.cn/yjsy/pygl/wjtzxq22093_0_5.html), 2013-12-10.
- [5] 狄晶晶, 耿有权. 英国曼彻斯特大学工程博士的培养特色及其启示[J]. 教育探索, 2013(10): 151-154.
- [6] Boud D, Tennant M. Putting doctoral education to work: Challenges to academic practices [J]. *Higher Education Research and Development*, 2006, 3(25): 293-306.
- [7] 何振雄, 朱莎. 论工程博士学位研究生培养方案与质量评估[EB/OL]. [http://d.wanfangdata.com.cn/Conference\\_7734399.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Conference_7734399.aspx), 2013-03-15.
- [8] 胡小唐, 钟登华, 李云章, 等. 校企合作培养工程硕士的创新与实践[J]. 学位与研究生教育, 2010(9): 15-18.
- [9] 余国琼, 李士雨, 张凤宝, 等. “化学工程与工艺”专业创新人才培养方案的制定与实践[J]. 天津大学学报: 社会科学版, 2004, 6(1): 1-5.
- [10] 钟尚科. 完善我国工程博士学位教育制度与措施之探讨[J]. 高等工程教育研究, 2013(4): 160-165.

## Exploration and Practice of Innovative Doctor-of-Engineering Training Programs

Zhao Meirong, Pan Feng, Wu Yue, Shen Yan  
(Graduate School of Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** The Ministry of Education (MOE) and Chinese Academy of Engineering (CAE) released the “General Standards for Educating and Training Outstanding Engineers Plan” (GSETOEP) in November, 2013, which provided pilot college a much more specific standard for optimizing Doctor-of-Engineering training programs. This innovative training programs has been made a top priority by pilot units. The paper focuses on the Doctor-of-Engineering training programs through the prism of its international progress, and discusses how to set forth training objectives, by optimizing curriculum system and training methods in order to guarantee dissertation quality. Some thoughts and suggestions are provided based on practices of Tianjin University.

**Keywords:** doctor-of-engineering; training programs; cultivation objective; curriculum system