

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.05.008

欢迎按以下格式引用:郭增伟,周建庭,梁波.土木工程专业研究生创新思维和科研自信的培养方法[J].高等建筑教育,2020,29(5):55-60.

# 土木工程专业研究生创新思维和科研自信的培养方法

郭增伟,周建庭,梁波

(重庆交通大学 土木工程学院,重庆 400074)

**摘要:**“新时代”国家战略、“新工科”教育改革行动和“工程教育的国际认证”为传统工科的研究生培养提出了新的要求、新的标准。研究生招生规模的不断扩大和新工科培养目标的提升已成为我国研究生培养的主要矛盾,亟需教育工作者思考如何培养“适应未来的工程师”。分析目前土木工程专业研究生培养存在的主要问题,从培养理念、教学方法、导师指导模式、学术例会组织模式等方面,探讨新工科理念土木工程专业研究生培养的具体方法。

**关键词:**新工科;土木工程;研究生教育;创新思维;科研自信

**中图分类号:**G643;TU **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)05-0055-06

2015年,联合国教科文组织在研究报告中指出:世界高等教育正在发生革命性变化,并呈现出“大众化、多样化、国际化、终身化、信息化”的趋势<sup>[1]</sup>。2016年6月2日,中国正式加入《华盛顿协议》,中国工程教育的国际实质等效认证正式启动<sup>[2]</sup>。社会主义新时代背景下,国家正在实施“中国制造2025”“互联网+”“网络强国”“一带一路”等计划,习近平总书记指出,“我们对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切,对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈”<sup>[3]</sup>。新科技革命、新产业革命、新时代社会主义建设都迫切要求推进适应未来的工程教育改革。

2017年,教育部启动了“新工科”建设研讨工作,先后形成了“复旦共识”“天大行动”“北京指南”,为我国工程教育改革指明了方向、明确了思路并给出了指南<sup>[4-5]</sup>。“新工科”建设作为一种高等教育改革行动,具有新理念、新特征、新知识、新模式、新机会、新人才的特点<sup>[6]</sup>。“新工科”建设的目标是不仅要建设新型的工科,还要求使用“新工科”教育范式的框架改造传统工科,培养能够应对未来变化的工程师。

“新时代”国家战略、“新工科”教育改革行动和“工程教育的国际认证”为传统工科的研究生培养提出了新的要求、新的标准,亟需教育工作者思考如何培养“适应未来的工程师”。与此同时,

修回日期:2019-12-12

基金项目:重庆市研究生教育教学改革研究项目(yjg193070)

作者简介:郭增伟(1985—),重庆交通大学土木工程学院教授,博士,博士生导师,主要从事桥梁工程方面的教学和研究,(E-mail) zengweiguo@cqjtu.edu.cn。

2019年,全国硕士研究生报名人数达290万,较上年激增52万人,同比增长21.8%,创下改革开放40年以来报考人数的最高纪录。硕士研究生招生人数也超过80万人,增幅为近十年之最<sup>[7]</sup>。研究生招生规模的不断扩大使导师招生数量逐年递增,一个导师指导十多个甚至几十个学生的现象已屡见不鲜。由于精力有限,在推进科研项目时,导师常常把学生当作一般劳动力使用,缺少对学生基本能力的了解,仅关心研究进展和成果,在研究过程中提供的指导和帮助也非常有限,这样势必会对专业基础差的学生带来双重影响:一方面很难完成科研任务;另一方面学生的科研自信和兴趣逐渐丧失。

研究生招生规模的不断扩大、生源质量的下降等,均为“新工科”理念下研究生的培养带来新的挑战,如何使研究生教育在快速成长中适应新的形势发展已成为社会各界关注和亟待解决的热点问题。

## 一、目前土木工程专业研究生培养中存在的主要问题

土木工程是建造各类土建工程设施的科学技术的统称,用以形成人类生产或生活所需要的、功能良好且舒适美观的空间和通道。从1747年法国波旁王朝在巴黎创办的“路桥学校”算起,土木工程高等教育距今已经有近300年的历史<sup>[8]</sup>。但在以信息化、智能化为核心的第四次科技革命的时代背景下土木工程学科发生了重大变革,且随着我国综合实力、国际竞争力的提升和“一带一路”国家计划的深入实施,中国土木工程呈现国际化、信息化、装配化、智能化的时代特征<sup>[9]</sup>。这些时代特征赋予了土木工程学科更为丰富的内涵,也要求未来的土木工程师具有更为宽广的知识面和专业技能。然而目前土木工程专业研究生教育还不能很好地契合“新工科”理念下未来土木工程师的培养目标,存在如下一些主要问题。

### (一) 培养理念滞后:重视“工程技术本身”的传承教育,忽视创新思维和科研思维的引导

土木工程专业是一个典型的工科专业,现有的工程技术和力学原理是人类从几百年的工程实践中不断总结经验、吸取教训而形成的,土木工程发展史也是人类不断挑战极限并付出惨痛教训的血泪史。在课堂教学和科研工作中回顾和思考土木工程先贤们如何发现、描述、思考、解决当时时代背景下的技术问题,展示工程技术创新的历史价值,引导学生思考工程技术进步的外在需求、内驱动力和技术创新的源头,是引发学生创新意识的重要土壤,也是培养学生创新思维的主要路径。

然而,目前研究生教学中还是侧重技术原理的推导、分析和解释,忽略其发现背景和发展历程的介绍和讲解,学生不能直观了解技术、原理的核心理念和优势,创新思维和能力得不到训练,学习欲望和兴趣也难以被激发。

另外,研究生教育与本科教育的区别并不仅仅体现在知识体系的扩充和学习内容的深化方面,更重要的是培养和锻炼学生“解决陌生问题”的能力和思维,使学生在毕业之后能够轻松应对或者创造性地解决工作和生活中遇到的“难事”,因此,“教会学生一套新技术”的使用方法不如传授“一种破解某个老大难问题的方法”,学生用这种方法在职业生涯的任何困难和问题面前都能得心应手。

### (二) 培养理念滞后:忽视工程伦理教育,不重视工程思维、工程范式等“大工程观”的培养

土木工程体量庞大,业务主体和建设流程繁杂,些许马虎大意都可能产生工程事故。由于缺少对工程现场、工程整体性的直观认识和了解,学生很难认识到自己所做工作的价值和意义,也很难对职业产生“敬畏感”。因为,工程质量的保障不仅需要从业人员具有扎实的专业技能,更要有执着的敬业精神、强烈的社会责任感和正确的价值观。

当前土木工程专业教育依然深受科学范式与技术范式的影响,土木工程专业教学与课程结构过于“科学化”和“逻辑化”,学科壁垒窄化了工程人才的知识体系,这虽然符合人的认知理念,但却硬生生地割裂了工程的系统性和整体性,限制了工程人才的大工程观,弱化了工程人才的社会责任感和工程价值观。

国务院学位办发布《关于转发〈关于制订工程类硕士专业学位研究生培养方案的指导意见〉及说明的通知》(学位办[2018]14号),正式将“工程伦理”纳入工程硕士专业学位研究生的公共必修课。如何优化工程伦理教学方法,强化工程伦理课程建设,全面推动高校工程伦理教育教学工作值得认真思考和探究。

### (三) 培养对象素质下降:本科专业教育质量下滑与研究生学习方式转变的矛盾突出

调查显示,考研学生大部分来自所谓“双非”院校,就业竞争力不如名校毕业生,大多学生希望通过考研这一途径改变自己的学校背景,提升自己未来的职场竞争力<sup>[10]</sup>。同时,学校也需要就业率来提升“业绩”,应届生考研无疑有助于解决毕业生的就业问题,因此,学校大都支持鼓励学生考研。在这种背景下,很多“双非”院校本科教学中将研究生升学考试作为鼓励学生学习的重要手段和措施,甚至出现“一切以研究生升学考试为目的”的教学设置和教学安排。大学三年级本该是专业课程学习的关键时期,然而很多学生从大三上学期即开始全心准备研究生升学考试,专业课程的学习则成为“副业”。由于一门心思考研,学习精力投入严重不足,学生在专业素养和技能方面并没有得到很好的训练和提升,甚至一些最基本的专业知识也掌握得不够好,难以满足未来专业工作的要求。也正是这个原因助推了社会企业的“用工荒”和大学生“就业难”并存的尖锐矛盾,也为研究生培养质量埋下了隐患。

研究生教育和本科阶段及其之前的教育有很大的不同,本科、高中和义务教育均有明确的知识学习目标,即要求学生在获得和掌握知识的同时培养其综合能力。而研究生阶段的教育则是通过科研活动的参与培养学生发现并解决问题的能力,其实质在于培养学生的独立思考和解决问题的能力,要求学生利用自身知识储备挖掘相关信息的内在联系,最终找到解决问题的新思路和新办法,专业知识的学习不再是终极目的。这种学习任务和目标的变化使得很多学生在研究生学习期间非常困惑迷茫,甚至直到研究生毕业都还不能完全适应这种学习模式的改变。

### (四) 科研方法论教育缺失:学生缺少最基本的科研素养和科研自信

科学研究是一项以突破人类认知极限、澄清认知误区为目标的工作,工作过程中势必会出现多次试验、计算失败,而且这些失败无法直接从其他人或书本上找出原因和改进建议,需要研究人员自己去分析、总结个中原因,这就要求学生有一定的科研自信,坚信能通过百折不挠的努力找到问题的答案并完美解决问题。然而,由于研究生之前的教育环节很少有类似的训练,很多研究生一遇到问题便一蹶不振,“畏难”情绪高涨,难以积极面对困难,有的甚至通过“游网络游戏”转移这种不自信的负面情绪。对于抗压能力差、心理素质低的学生,这种学业上的挫败可能会进一步打击其原本就脆弱的自信心,使其很容易自暴自弃,走向极端。

## 二、新工科理念下研究生教学理念的革新及其实现路径

### (一) 面向未来,以史为镜,以土木工程技术创新和工程事故为抓手引导和训练创新思维

新工科教育目标是培养能够应对未来变化的工程师,而当前仅注重“知识和技术”本身传承的人才培养模式难以完成这一目标,“应对未来变化”的人才培养目标要求学生在未来职场中能快速获取、掌握和挖掘不断“变化”的信息,并利用职前教育中获得的学习方法和经验寻找破解和应对

“变化”的方法,甚至能提出“创造性”的应对方案,因此从“授人以鱼”向“授人以渔”培养理念的转变是实现新工科教育目标的唯一选择。

土木工程专业是一门典型的理论来源于实践并以指导工程为目标的工科专业,基础理论相对成熟、实践性强、对工程经验有一定要求是土木工程专业区别于其他工科专业的主要特征。因此在课堂教学中应该注重土木工程“创新”案例的回顾、思考和分析,引导学生学习“创新”的思维方式,探寻“创新”的技术路径,思考工程经验的“守成”和技术“创新”的辩证关系,为日后工作埋下创新的种子。工程项目科研活动中应灌输并实践“工程伦理”和“大工程观”等工程理念,在了解工程问题“前世今生”的基础上,思考并发现阻碍技术进步的关键路障,鼓励学生在老一辈土木人经验的基础上勇于破解行业难题,在中国土木工程强国的建设征途上贡献自己的力量。

## (二) 重视研究生“科研启蒙教育”,引导学生掌握“站在巨人肩膀上”的科研基本方法

作为科研工作的新人,研究生并不了解科研的工作流程和工作方法,如果在培养过程中不从方法论的角度善加引导,在学生以后的研究工作中势必会事倍功半。研究工作的重中之重是前期的文献调研和阅读,寻找研究对象的“技术瓶颈”,并针对“技术瓶颈”提出自己的解决方案,甚至创造性地解决问题。然而,大多数导师在指导学生时往往忽略科研背景和目标的介绍,忽视文献调研工作,将学生作为导师科研思想的执行者,在源头上即扼杀了学生思维创新的萌芽,同时也可能导致后期学生做大量的无用功,甚至研究方向出现严重偏差,从而影响学位论文工作的顺利推进。

土木工程学科的科学研究的偏重于应用基础研究和应用研究,应用基础研究工作的基本流程是:从一线工作中寻找共性问题 and 科研需求→查阅文献→分析研究现状→思考阻碍技术进步的技术瓶颈→提出解决方案并尝试证明其有效性→总结解决方案的特色和技术优势。由于研究生专业视野的局限和工程经验的不足,上述流程中前4项工作一般由导师完成,而研究生日常的科研工作仅涉及最后两项流程。由于不了解整个流程和科研目的,研究生便成了导师科研思路具体的执行者,“科研执行者”角色极大地限制了学生自身主观能动性和创造性的激发,也使学生在遇到问题后茫然失措和畏难逃避,科研自信备受打击。因此,入学初期应有针对性地开展科研流程、科研思维和科研方法等科研启蒙教育,并在后期研究工作中引导学生不断实践,鼓励学生通过自身努力逐步揭示事物本质特征,澄清并突破认识误区,学生的科研自信和行为自信才能得到提升。

对于研究生在课题研究期间遇到的各种科研难题,导师不应直接给出解决问题的具体方法,而应采取引导式、探讨式的方式,与学生共同讨论,通过引导学生的思路来解决问题;或给出解决问题的几个中间环节,由学生自己查找资料解决问题,以训练学生自主解决问题的创新能力。此外,鼓励学生加强其他领域知识的学习,达到“他山之石可以攻玉”的效果,鼓励学生大胆提出设想,培养其创新意识和开拓精神,最大限度地挖掘学生的科研潜力。

## (三) 改变传统指导模式:尝试导师负责和集体培养相结合的团队式培养模式

随着研究生招生规模的不断扩大,导师招生数量逐年递增,一个导师指导十多个甚至几十个学生的现象屡见不鲜,由于个人精力有限,导师的指导难以做到周全。此外,研究生导师的研究方向各有侧重,专业特长各有偏倚,当研究生遇到导师不太擅长或熟悉的问题时,单个导师难以给学生最直接有效的指导和建议。青年教师在读书期间可能受过较好的科研训练,但是较少接触工程实践,缺少工程经验,也无法为研究生提供更多的工程实践机会。针对上述种种问题,应尝试导师负责和集体培养相结合的团队式培养模式。

(1) 通过深入调研国家、行业、地域和工程需求,寻找科研共识,凝练特色研究方向,构建稳定的团队合作模式。

(2) 严格管理、规范研究生的学位论文选题、开题答辩等工作,确保研究生学位论文课题均直接来源于实际工程或者自然科学基金项目。研究生学位论文题目由指导教师根据团队项目需求确定,研究内容、研究方案由导师团队集体商定,并协作指导研究生的学位论文工作。

(3) 研究生开展学位论文研究工作的经费均由团队协调承担,对于技术难度大、时间周期紧张的科研项目,充分发挥教学团队中每位教师的特长和集体智慧,共同完成项目攻关,解决实际问题,产出重大成果。

(4) 定期开展“学术例会”,团队教师必须参加例会讨论,以实现研究生之间、研究生与导师之间以及导师之间交流的最大化,为新观点、新思维的产生提供机会。

(5) 工程经验丰富、社会服务项目多的老教授负责为青年教师提供更多的工程实践机会,以提升青年教师自身的工程素养;青年教师则发挥论文写作方面的能力,深挖团队成果,发表高水平论文,扩大团队的影响力。

#### (四) 改变传统工作例会模式:建立团队“学术例会”的常态化、自由讨论机制

虽然目前高等院校已形成了以课题组为代表的科研团队,学术例会制度也应用广泛,但是很多团队的“学术例会”变成了科研项目的“工作例会”。例会上主要是学生向导师汇报科研项目的进展情况,导师布置和安排下一阶段的工作,没有形成真正的自由讨论气氛,学生在汇报科研工作时未能得到及时的反馈指导。因此,需要改变现有工作例会模式,将“学术例会”变成真正的科研思路、研究方法和研究结果分析的学术讨论会。

建立团队“学术例会”自由讨论机制,可尝试以下方法:

(1) 建立“科研小组制度”,由一到两名博士和多名有相关科研方向的硕士生组成科研小组,由一名高年级的博士负责,定期开展不同主题的学术讨论。同时整个小组也是科研项目的执行团队,可围绕一个科研课题进行研究和研讨。

(2) 在每周的团队学术例会上,由各科研小组轮流制作 PPT,交流各小团队的工作、问题和收获,锻炼学生表达自己内心想法和表述所遇到具体问题的能力。其他小组成员对此发表自己的观点,并给出自己的解决方案,锻炼学生倾听和理解对方意图的能力。

(3) 针对研究工作中出现的问题,导师与学生深入交流问题出现的可能原因,并鼓励学生提出自己的见解,给出详细建议,让学生在导师指导下通过一次次尝试来解决科研难题,增强学生探索未知的兴趣和信心。同时引导学生思考在遇到问题时,老师是怎样分析、判断并最终解决问题的。

#### (五) 改变传统学术会议参会模式:建立“明确目的、鼓励交流、介绍会况、总结体会”的参会制度

虽然目前国内学术会议种类繁多,但有些学术会议规模太大、会议主题太广,而研究生专业知识面较为狭窄,如果不加选择地去参加这类学术会议,研究生可能会发现别人的研究自己很陌生,而自己的研究成果也得不到别人的关注和认可,自己好不容易获得的那点“科研自信”可能在参加几次会议后丧失殆尽,因此规模大、主题宽泛的学术会议并不适合研究生参加。鉴于此,导师应该选择适合研究生参加的学术会议,并鼓励学生参会作主题报告。会后在课题组学术例会上向其他同学介绍会议概况并交流参会体会,在训练学生表达能力的同时,逐步提高学生的交流自信和科研自信。具体方法有:

(1) 导师多方搜集和研究生学位论文选题方向相关的适合研究生参加的学术会议,鼓励学生投稿交流自己近期的研究成果。

(2) 参会前督促学生试讲,在严格把控试讲时间的同时,着重引导学生把握制作演讲 PPT 的思路和演讲重点,避免学生因时间控制不好而被强制中断报告由此带来的不良参会体验。

(3) 参会时督促学生选择参加自己感兴趣的报告会,并提前做足功课,最好能提前准备几个问题,以备会场交流使用。

(4) 参会后督促学生总结参会心得,并在学术例会上向其他未参会同学介绍会议概况和自己的心得。

### 三、结语

综上所述,为实践新工科的人才培养理念,培养合格的未来工程师,在研究生招生规模日益扩大的背景下,土木工程专业研究生教育应该以工程思维培养和知识本质把握为日常训练重点,以“授人以渔”的教学理念组织和开展科研活动,锻炼学生独立从事科研活动的能力,重点培养研究生的创新思维和大工程观,以及获取知识的能力和独立学习的能力。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 赵建国, 韩学山. 对工程教育专业认证有关问题的认识[J]. 电气电子教学学报, 2008(S1): 70-72.
- [3] 田利辉. 我国高等教育全球化发展的几个重要方面[J]. 中国高等教育, 2018(8): 33-34.
- [4] 叶氏, 孔寒冰, 张炜. 新工科:从理念到行动[J]. 高等工程教育研究, 2018(1): 24-31.
- [5] 陆国栋, 李拓宇. 新工科建设与发展的路径思考[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 20-26.
- [6] 顾佩华. 新工科与新范式:概念、框架和实施路径[J]. 高等工程教育研究, 2017(6): 1-13.
- [7] 中华人民共和国教育部. 2019年考研人数达290万比去年增加52万人[EB/OL]. <https://yz.chsi.com.cn/kyzx/kydt/201811/20181124/1742939864.html>
- [8] 邱秧琼. 基于知识体的资历框架研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2012.
- [9] 郭增伟, 周建庭, 何小兵. 通识教育与土木工程专业教育结合方式的思考与探索[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(4): 21-27.
- [10] 王小栋, 王战军, 蔺跟荣. 中国研究生教育70年发展历程、路径与成效[J]. 中国高教研究, 2019(10): 33-40.

## Training methods for innovation ability and research confidence of postgraduates in civil engineering

GUO Zengwei, ZHOU Jianting, LIANG Bo

(School of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, P. R. China)

**Abstract:** The New Era national strategies, the Emerging Engineering Education reform of China's higher education, and the international certification of engineering education raise new requirements for postgraduate cultivation in traditional engineering. The conflict between expansion of graduate recruitments and promotion of engineering training objective becomes the current main contradiction in postgraduate education. It becomes urgent to consider how to cultivate qualified future engineers. The paper analyzes the critical problems in postgraduate education of civil engineering. The approaches to emerging engineering education are also discussed in terms of training concept, teaching method, mentoring mode, and seminar organization pattern.

**Key words:** emerging engineering education; civil engineering; graduate education; innovation consciousness; confidence in research

(责任编辑 王 宣)