

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.06.011

欢迎按以下格式引用:唐浩俊,李永乐,向活跃,等.面向重大复杂工程需求的研究生动态培养模式——以桥梁工程学科为例[J].高等建筑教育,2022,31(6):88-94.

面向重大复杂工程需求的 研究生动态培养模式 ——以桥梁工程学科为例

唐浩俊,李永乐,向活跃,张明金,汪斌,陈微

(西南交通大学桥梁工程系,四川成都 610031)

摘要:党的十九大以来,国家对交通强国战略重视程度持续加深,创新发展步伐不断加快。随着我国交通运输的快速发展,从港珠澳大桥的建成到川藏铁路的全线开工,桥梁工程建设正面对各种前所未有的挑战;从主跨1700 m 杨泗港长江大桥的建成到主跨2300 m 张靖皋长江大桥的开工,大跨度桥梁规模正不断刷新纪录。为培养具有面向重大复杂工程能力需求的研究生,提高研究生创新和实践能力、分析和解决问题能力、质量和效率并重能力等,建立了以学生为中心的复合指导模式。由团队负责人对研究生培养的核心环节进行把关,青年教师对具体科研工作进行指导,以充分发挥导师团队的指导作用。在此基础上,建立以研究方法指导、综合能力培养、应用创新突破为主的“面—线—点”培养模式,逐步细化和动态调整培养方案。实践结果表明,以研究生为中心的复合指导增强了研究生的参与感和获得感,结合“面—线—点”动态培养模式为研究生“量身定制”的培养方案,可更好地激发学生的主观能动性,提高科研成果质量和数量。研究生从任务式地完成科研工作到自主探索式地完成学位论文,个人综合能力得到有效提升,可更好适应重大复杂工程对创新能力的要求。

关键词:研究生教育;复合指导;动态培养;团队建设;重大复杂工程

中图分类号:G643

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2022)06-0088-07

当前,我国硕士研究生招生规模逐渐扩大,保证高水平研究生教育质量成为学科发展的重要工作。建设世界一流大学和一流学科,是党中央、国务院在新历史时期,为提升我国教育发展水平、增强国家核心竞争力、奠定长远发展基础做出的重大战略决策。其中,高水平研究生教育是“双一流”建设的关键内容。

修回日期:2021-10-13

基金项目:2020年度西南交通大学研究生“研究类”教育改革项目(YJG4-2020-Y002)

作者简介:唐浩俊(1988—),男,西南交通大学土木工程学院副教授,硕士生导师,博士,主要从事桥梁结构风工程等方面研究,(E-mail) thj@swjtu.edu.cn。

随着我国交通运输的迅猛发展,桥梁跨度和规模不断突破纪录。在桥梁跨度方面,我国大跨度桥梁在世界排名中的位置越来越显著,如主跨 1 650m 的西堠门大桥、主跨 1 700m 的杨泗港长江大桥和正处于施工阶段的张靖皋长江大桥,其主跨更是达到了 2 300m。在桥梁规模方面,2018 年开通运营的港珠澳大桥,桥隧全长 55km,以超大工程规模、空前建设难度而闻名世界。此外,跨海通道还有平潭海峡公铁两用大桥、东海大桥、金塘大桥、青岛海湾大桥、杭州湾跨海大桥、舟山大陆连岛工程、福建厦漳跨海大桥等重大工程。

西部大开发战略作为党中央、国务院总揽全局、面向新世纪作出的重大决策,发展西部交通工程建设是加快推动我国西部大开发的先决条件。合理利用地形、缩短路线长度、减小地质灾害是西部交通工程建设需遵循的科学合理准则。面对地形条件复杂、交通运输环境不便的川藏铁路和川藏公路等建设需跨越横断山脉,对于坡壁险峻的深大峡谷则需采用高线位大跨度桥梁。因此,随着重大复杂桥梁工程的建设发展,桥梁设计、施工及运营维护等都对从业人员提出了更高要求,迫切需要具有更高创新能力和应用能力的研究型人才。如何在“双一流”建设背景下培养出高水平的桥梁工程专业研究生,以适应重大复杂工程建设需求,是相关高校专业研究生培养教学的重要命题。

一、工科研究生培养改革及难点

(一) 工科研究生培养改革研究现状

如何增强研究生的科研创新能力及社会实践能力一直是研究生培养改革工作的重点问题。要培养具有创新能力和实践能力的优秀研究生,自然离不开完善的培养机制,中国许多学者针对这一问题开展了一系列深入系统的研究:孔建益等^[1]为突出对研究生的创新能力和工程实践能力培养,充分利用校内外两种教育资源,通过联盟合作构建了科学研究、成果转化、合作教育三结合平台;王秀芳^[2]等结合新工科发展要求,探究了“1+2+3”创新性研究生人才培养模式;齐福刚等^[3]认为创新能力是研究生培养的核心,社会实践能力是工科研究生培养的重要环节,提出了基于建设开放实验室、开设培训课程、筹措创新基金及建设创新实践基地等融合培养模式。除此之外,蒋雅君^[4]、丁选明^[5]等学者,结合所在地区、学校、学院专业发展的情况,也提出了针对性的人才培养模式。

研究生导师作为研究生培养的第一责任人,肩负着为国家培养高层次创新人才的直接责任。研究生培养改革对研究生导师能力、导师团队建设提出了更高要求。康庄等^[6]以铁道工程专业为例,对工科研究生培养模式进行了探讨,提出建立学科方向齐全、专业特点突出、学科人员稳定、教师团队配置合理的管理模式,并依托专业知识体系及项目制的工程-学术一体化团队,完成师生多对多培养;贾艳敏等^[7]以桥梁工程专业研究生为例,探讨了应用型学科研究生实践能力培养模式,并对导师教学指导提出要求;刘坤等^[8]提出通过导师团队联合培养研究生模式,充分利用和发挥不同学科、科研课题资源,营造了交叉学科复合研究氛围,提高了研究生科学研究能力、创新能力和实践动手能力;张寿庭等^[9]指出应充分发挥导师在研究生培养全过程的积极作用,加强学生精神激励、完善全程激励机制和建立以创新为导向的资源配置激励机制;吴志玮等^[10]提出建立课题小组和导师制并行的研究生培养模式,以课题为载体,将导师指导与课题实践小组成员讨论和学习相结合;王明旭^[11]探索了以专业导师为主,以兴趣导师和社会导师为辅的研究生“三师制”培养教学模式,不仅弥补了单一专业导师培养存在不足,还挖掘了学校和社会资源潜力;付兴虎^[12]等通过师生

联合党支部丰富科研团队内涵、通过多维空间联络平台提升科研研究效率、通过融入中国传统文化加强科研团队建设、通过“走出去”与“请进来”方式促进科研团队国际化,建立了基于“四位一体”理念的多面型研究生导师团队指导模式;马洪芳^[13]等提出在科教融合研究生导师团队建设基础上,搭建“学校/学院-研究所-孵化基地”人才培养模式,构建了具有科学性和先进性的研究生培养质量保证及评价体系。

(二) 面向重大复杂工程研究生培养改革难点

现有许多高校、专业团队进行了工程研究生培养模式改革,也通过实践证明了改革方向的有效性,但面向重大复杂工程,如何让研究生在毕业工作后能够更快适应工作要求、更好发挥个人实践创新能力,在研究生培养阶段还存在难点。

1. 如何最大化激发工程实践和创新的能力

如前文所述,创新能力及实践能力是研究生培养的重点工作。然而,由于硕士研究生培养时间有限,通常只有3年,包括课程学习、单位实习等内容。因此,如何在有限时间内和提高研究生的创新能力成为了一道“难题”。与此同时,随着桥梁跨度和规模的增大,在面对最前沿的科学问题和世界级的挑战时,缺乏经验可循,则对从业人员的创新能力和实践能力提出了更高要求。

工程实践能力作为土木工程专业领域必不可少的一项能力,技术创新离不开对工程实际应用能力的掌握。只停留在理论研究、不具有可实施性的技术创新,则缺乏工程实践意义。因此,在有限时间内提升研究生的创新能力和实践能力,是面向重大复杂工程研究生培养改革的重大难点之一。

2. 如何提升自主分析和解决问题的能力

相比本科阶段,为能适应毕业后工作要求,研究生学习方式发生了很大转变。本科阶段,教师在课堂讲授相关知识,学生被动接受,并运用课堂上知识去解答课后作业和完成期末考试;研究生阶段,由于课堂教学比重减小,导师则需着重培养研究生的自主分析和解决问题的能力,通过确定相关研究目标,借助相关软件和学科试验设备,要求学生有针对性地主动学习,强化学科基础知识和专业知识。对于常规问题,导师通过规划研究路线、预判研究结果,学生较容易实现研究目标;对于重大复杂问题,存在指导过细不利于提升研究生自主分析和解决问题的能力,指导过泛又容易导致研究生很难完成复杂问题。因此,导师往往需要在研究过程中率先掌握问题解决的核心,以便学生较好地达成研究目标。

3. 如何兼顾高质量和高效率处理问题的能力

科学问题研究应强调“慢工出细活”,但“慢”不代表效率低,而应表现在分析问题和解决问题时做到精益求精、细心谨慎,实现高质量提高。另外,对于工程项目或研究项目,通常有时间限制,需在有限时间内通过合理组织技术路线来提高效率;对于重大复杂工程,高质量和高效率处理问题的能力更需要同时兼顾,由于项目问题的未知性,要求完成时间更具紧迫性。因此,如何调动学生学习积极性和培养工程责任感,提高其科研质量和效率,也是在研究生培养过程中的一个难点。

二、以研究生为中心的复合指导模式

导师是研究生培养的第一责任人,要培养优秀研究生,离不开对研究生导师团队的建设。随着教学团队发展和青年教师的加入,指导学生数量呈增长趋势。目前,以笔者所在桥梁工程学科的研

学团队为例,共有教师8人,各级博士、硕士研究生人数超过50人。加强研究生导师团队管理建设,既是研究生培养质量提高的需要,也是推动学科师资队伍发展的需要。团队管理体系改革前,主要采用“团队负责人→青年教师→研究生”的单线指导模式。随着团队发展和项目难度的增大,传统指导模式由于团队负责人缺少对研究生直接指导,加上青年教师的指导能力、视野范围有限,对学生的约束力不足,易导致研究生培养效果减弱。

结合面向重大复杂工程需求的研究生培养难点,根据团队发展现状及未来建设趋势,对现有团队管理体系进行了改革,建立以研究生为中心的复合指导模式,以便能够充分发挥团队负责人和青年教师的责任,提高团队对研究生工程能力的培养效果。

(一) 以研究生为中心的复合指导

为避免使研究生为科研项目而工作,建立了以研究生为中心的指导模式,实现以项目工作对研究生进行培养。在该模式下,导师团队需对科研项目进行细致规划,根据每位研究生所处年级及其个人情况安排合适教学内容,并在进行项目工作过程中由团队负责人和青年教师给予相应指导和督促。

(二) 依托团队负责人的核心指导

团队负责人主要在重要节点和核心问题上对研究生进行指导。重要节点涵盖了整个研究生阶段:初期,统一为新生介绍团队发展基本情况,增强研究生的团队归属感,使研究生对阶段学习有总体认识;中期,组织多次团队研讨会,通过研究生汇报个人近期科研工作,结合团队当前发展方向和学生个人研究兴趣,逐步确定学位论文方向;后期,针对研究生学位论文完成情况、创新性等方面进行把关,并及时提出修改意见。核心问题主要是指科研项目或学位论文中的关键性技术问题,在青年教师无法较好把握时,则由团队负责人、青年教师和学生共同探讨,以便更好解决问题。

(三) 依托青年教师的细节指导

青年教师主要在具体科研项目和学位论文等方面对研究生进行指导和把关,并赋予青年教师相应指导权限。每位青年教师研究内容都有所侧重,但相互之间也存在交集。以笔者所在桥梁工程学科团队研究方向为例,主要集中在桥址区风环境、桥梁风致振动、铁路风车桥耦合振动、公路风车桥耦合振动、大风预警技术、风浪耦合作用等方向分析研究,研究生在参与某个方向项目,或基于某个方向撰写学位论文时,一般会安排该方向青年教师进行指导。每周青年教师会组织所指导的研究生开展研学讨论会,关注研究生科研项目或学位论文进展情况,及时解决研究生遇到的问题。相关完成情况也将在每周通过在线共享笔记等形式向团队负责人进行汇报,并及时调整研究生培养方案具体内容。

三、基于“面—线—点”的研究生动态培养体系

在以研究生为中心的复合指导模式下,进一步构建了基于“面—线—点”的动态培养体系。整个培养过程由面到线,再细化到点,分别侧重于研究方法指导、综合能力培养、应用创新突破,通过逐层深入以更好适应重大复杂工程需求来培养研究生。同时,各阶段将根据研究生的实际情况动态调整培养方案,以为每位研究生制订合适的培养路线。

(一) 以研究方法为主的“面”层次指导

从被动学习课本知识到主动解决工程问题,是本科生到研究生阶段学习目的重要改变。研究

生入学后,面对科研工作常常会有不知所措的慌乱感,会因理论知识如何应用、专业软件如何上手、任务目标如何达成等问题而感到急躁。虽然研究生一年级阶段的主要任务是课程学习,但为保障研究生能够更快更好地适应后续项目工作,在课堂教学之外,团队进行了以研究方法为主的“面”层次指导。“面”主要是指涉及团队主要研究方向的内容指导,如技能培训和项目锻炼等,其目的是通过让学生动态参与不同科研项目,培养基本科研能力和激发学生研究兴趣。

技能培训通常安排在研究生入学阶段,由青年教师统一组织。培训内容一般包括演示和练习两部分,使研究生能够在科研工作中了解常用软件的使用功能和掌握其基本技能,为后续的科研工作奠定基础。以团队研究方向为例,主要涉及 ANSYS、FLUENT、MATLAB 三项软件,对应结构动力特性分析、钝体绕流特性分析、数据处理方法等内容学习。在掌握基本技能后,研究生还可以进一步参加团队项目锻炼。考虑到研究生一年级课余时间有限,因此项目锻炼主要以动态参与为主。在此期间,研究生不固定由某位导师进行指导,而是根据项目需求进行动态安排,或参加风洞试验,或进行数值分析工作,使研究生既能参与到不同项目当中,得到不同青年教师的指导,又能接触不同研究方向,更好发掘自身科研兴趣。

研究生一年级结束时,学科团队通过组织研讨会,由研究生自主介绍所学课程情况、科研工作收获、日常生活感受等,进而对团队组织管理和培养模式提出建议。其中,科研工作是讨论的重点方面,学生围绕所参与的项目工作及遇到的困难进行交流讨论;导师团队则就汇报情况进行点评,并据此调整后续培养计划。

(二) 以综合能力为主的“线”层次培养

研究生二年级是课程学习最为关键的一年,也是团队进行研究生培养工作的重点阶段。一方面,研究生已学习了专业课程内容、掌握了科研项目基本方法;另一方面,有更多、更完整时间能够投入到科研工作中。为此,团队建立了以综合能力为主的“线”层次培养。“线”是指对应一项或多项具体的科研项目,要求由学生主导来参与项目工作,根据技术路线完成研究任务,达到提升学生自主分析和解决问题能力的培养目标。此外,各项科研项目会设置完成时间,以锻炼学生提升质量和效率并重的意识,同时充分考虑学生的延期完成情况。

在为研究生安排科研项目时,采用“导师安排-学生选择”的双向模式,需要导师根据项目内容、难易程度等方面进行合理规划,避免内容过多、过难等现象,导致学生无法完成。同时也需要考虑研究生的科研兴趣和态度,避免学生产生抵触情绪,影响项目进度。在项目执行过程中,以研究生为主导,参与和负责具体项目内容计算分析或试验测试。为保证项目研究质量和研究进度,每周青年教师会组织所指导的研究生小组开展研学讨论会,及时把握项目研究进展并集中解决研究过程中的问题。对于重难点问题,将由团队负责人、青年教师和学生共同探讨。在此过程中,若某研究生就某个方面取得了突破,团队会鼓励该研究生将成果整理书写成论文,或参加学术会议进行投稿交流。

(三) 以应用创新为主的“点”层次突破

在研究生二年级后半学期,学科团队会再次组织研讨会,确定每位研究生的学位论文方向。学位论文是研究生科研工作和成果的结晶,其质量的高低不仅是对研究生学习阶段的综合评价,也关系到研究生未来的发展。一个好的论文方向、一篇高质量的学位论文,对培养研究生的创新能力和适应工作能力具有重要作用,故研究方向选择非常重要。为使研究生能够更好地开展学位论文工

作,研究方向选择通常会基于其主导参与的科研项目,从已经完成或正在进行的项目工作中提炼出具有应用创新潜力的“点”进行突破。具体而言,根据每位学生的科研能力、兴趣、态度等方面综合考虑。对有意向深入科研工作的学生,推荐其进行硕博连读;若无意硕博连读,也可选择基于重大复杂工程问题的解决为学位论文研究方向;对于科研能力欠缺或态度消极的学生,则选择偏向常规的研究方向。

研究生三年级是阶段成果升华和创新突破的一年,其目标是高质量、高效率地完成学位论文。考虑到时间有限,一般不再安排项目工作,未能完成的项目工作也逐步转交给低年级的学生。在研究生进行学位论文过程中,由侧重于研究方向的青年教师进行指导。学位论文指导形式跟科研项目类似,每周青年教师会组织所指导的研究生开展研学讨论会,及时把握论文进展情况并解决过程中的问题,必要时由学科团队负责人、青年教师和学生共同探讨。

四、实践情况及效果分析

自2018年以来,团队逐步开始执行面向重大复杂工程需求的研究生动态培养模式,并已取得了一定的成效,如表1给出了2018—2020年团队硕士研究生在毕业时完成学术论文情况。由实践情况和成果统计结果来看,执行面向重大复杂工程需求的研究生动态培养模式后,研究生的创新实践能力确实得到了提升,发表论文数量和质量也有明显提高,且能更适应解决重大复杂工程问题的需求。

表1 研学团队2018—2020年毕业硕士研究生成果情况

毕业年份 /年	毕业人数 /人	SCI 论文 数量/篇	EI 论文 数量/篇	核心期刊 数量/篇	一般期刊 数量/篇	会议论文 数量/篇
2020	7	5	4	2	2	7
2019	3	1	0	1	2	2
2018	6	1	2	5	1	1

五、结语

为使学生更好地适应解决重大复杂工程问题需求,团队建立了以研究生为中心的复合指导模式,通过依托团队负责人进行对研究生的核心指导,依托青年教师进行对研究生的细节指导,充分发挥了导师团队在项目实践中指导作用,实现了以项目工作对研究生进行培养;通过设置基于“面—线—点”的动态培养方案,使研究生接触的科研内容由面到点、由广到窄、由粗到细,逐步深入、逐层突破,更好地适应并完成了复杂工程科研工作。实践表明,面向重大复杂工程需求的研究生动态培养模式,更容易激发研究生的创新能力和实践能力,提升研究生的自主分析和解决问题的能力,以及锻炼研究生高质量和高效率处理复杂工程需求问题的能力。

参考文献:

- [1]孔建益,陈奎生. 创新产学合作机制 提升学生实践能力[J]. 中国高等教育,2009(S1):45-46.
- [2]王秀芳,高丙坤,姜春雷,等. 新工科背景下提高研究生创新能力的培养模式研究[J]. 中国现代教育装备,2020(3):38-39,42.
- [3]齐福刚,彭娟. 工科硕士研究生培养模式的创新与实践研究[J]. 高教学刊,2018(3):31-33.

- [4] 蒋雅君,富海鹰,赵菊梅,等.全日制专业学位研究生多层次实践能力培养模式探讨——以建筑与土木工程领域为例[J].高等建筑教育,2020,29(2):64-71.
- [5] 丁选明,陈志雄,仇文岗,等.产学研一体化土木工程创新人才培养研究[J].高等建筑教育,2021,30(3):30-36.
- [6] 康庄,周顺华.工科研究生团队化培养模式探讨——以同济大学铁道工程专业为例[J].学位与研究生教育,2013(1):19-22.
- [7] 贾艳敏,王丕祥,张宏祥,等.桥梁工程专业研究生实践能力培养模式探索[J].山西建筑,2014,40(23):269-270.
- [8] 刘坤,任红革,孙义权.导师团队联合培养研究生模式的探索[J].教育教学论坛,2016(11):155-156.
- [9] 张寿庭,刘韩星,张礼卿,等.研究生培养机制改革与创新研究[J].国家教育行政学院学报,2010(6):53-57.
- [10] 吴志玮,毛景焕.导师制与课题小组并行的研究生培养制度的探讨[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2007(10):17-18.
- [11] 王明旭.“三师制”模式在高校研究生培养教育中的应用——以武汉科技大学为例[J].湖北经济学院学报(人文社会科学版),2016,13(1):158-160.
- [12] 付兴虎,付广伟,张燕君,等.基于“四位一体”理念的多面型研究生导师团队指导模式的研究[J].科教导刊(中旬刊),2020(2):60-61.
- [13] 马洪芳,王文语,鲁南,等.基于科教融合的研究生培养质量保证体系构建[J].教育现代化,2020,7(55):8-11,21.

Dynamic postgraduate training mode for the requirement of important engineering: Taking bridge engineering as an example

TANG Haojun, LI Yongle, XIANG Huoyue, ZHANG Mingjin, WANG Bin, CHEN Wei

(Department of Bridge Engineering and Architecture, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China)

Abstract: Since the 19th National Congress of the Communist Party of China, our country pays more and more attention to the strategy of building a strong traffic country, and the pace of innovation and development has accelerated. From the completion of Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge to the commencement of the whole line of Sichuan-Tibet Railway, the construction of bridges in China is facing various and unprecedented great challenges. From the completion of Yangsigang Yangtze River Bridge with a main span of 1 700 m to the commencement of Zhangjinggao Yangtze River Bridge with a main span of 2 300 m, the scale of long-span bridges in China is constantly breaking new records. In order to suit the requirement of important engineering, a composite training mode based on postgraduates is established to improve their abilities of the innovation and practical application, analyzing and solving problems, enhancing the quality and the efficiency simultaneously. Important parts are determined by the team leader, and specific research work is guided by the young teachers, fulfilling the directive role of the tutor team. Furthermore, the training mode based on “surface to line to point” focusing on the research method, comprehensive ability, and application innovation, is established, and the training program is specified gradually and adjusted dynamically. The practice shows that the composite training mode based on postgraduates improve their senses of participation and gain. Combined with the dynamic training mode based on “surface to line to point”, it is favorable to formulate research programs for different postgraduates, which can better inspire their subjective initiative and increase the achievements with higher quality. The postgraduate should first complete the task-type scientific research work, and then complete the dissertation autonomously. With the process, the personal comprehensive ability can be effectively improved, which is more suitable for the requirement of innovation in important engineering.

Key words: postgraduate education; composite guidance; dynamic training; team building; important and complex engineering

(责任编辑 崔守奎)