

桥梁风工程研究生创新能力培养的探索与实践路径

王文熙, 华旭刚, 陈政清

(湖南大学 土木工程学院 风工程与桥梁工程湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410082)

摘要:桥梁风工程是一门实践性与专业性很强的学科。在“双一流”“新工科”建设背景下,国家和社会对该学科研究生的实践能力、创新能力以及国际竞争力提出了更高要求。为培养服务国家创新发展、高质量发展的高水平人才,湖南大学桥梁风工程团队经过长期探索与实践,形成了严格考核、教学改革、科研创新的研究生培养模式,并取得了良好的效果。

关键词:桥梁风工程;研究生教育;人才培养;创新能力

[中图分类号]G643 [文献标识码]A [文章编号]1672-934X(2022)03-0131-06

DOI:10.16573/j.cnki.1672-934x.2022.03.016

Exploration and Practice Paths to Cultivate the Innovative Ability of Postgraduates in Bridge Wind Engineering

Wang Wenxi, Hua Xugang, Chen Zhengqing

(Key Laboratory for Wind and Bridge Engineering of Hunan Province, School of Civil Engineering, Hunan University, Changsha, Hunan 410082, China)

Abstract: Bridge wind engineering is a discipline with strong practicality and professionalism. Based on the background of "double first-class" and "new engineering", the state and society have put forward higher requirements for the practical ability, innovation ability and international competitiveness of postgraduates in this discipline. Therefore, for the purpose of cultivating high-level talents for national innovation development and high-quality development, Bridge Wind Engineering Team of Hunan University has formed a postgraduate education mode of strict assessment, reformed teaching and innovative research after long-term exploration and practice, which has achieved favorable results.

Key words: bridge wind engineering; postgraduate education; talent cultivation; innovation ability

一、引言

因为就业压力和疫情影响,近年来我国研究生报考人数逐年飙升。据 2021 年 12 月 23 日文汇报报道,2020 年和 2021 年分别达到 341 万人和 377 万人,2022 年再创历史新高,达到

457 万人。2021 年我国研究生招生规模达 117.7 万人。目前中国仅次于美国已成为世界排名第二的研究生教育大国。研究生求学期间正是人生中精力最充沛、思维最活跃、创新能力培养最佳时期,毕业后大多成为我国实现产业转型、科技强国的中坚力量,培养好未来需要人才,是

收稿日期:2022-01-21

基金项目:湖南省学位与研究生教学改革研究项目(2021JGYB042)

作者简介:王文熙(1988—),男,助理教授,博士,主要从事大跨度桥梁抗风与减振研究;

华旭刚(1978—),男,教授,博士生导师,主要从事大跨度桥梁抗风与减振、海上风电新结构等研究;

陈政清(1947—),男,教授,博士生导师,院士,主要从事大跨度桥梁抗风与减振、结构稳定与动力学等研究。

高校研究生教育的神圣责任与使命。

2021 年 5 月 28 日,习近平总书记在两院院士大会和中国科协第十次全国代表大会上发表重要讲话指出,培养创新型人才是国家和民族长远发展之大计。研究生教育作为高层次的教育,是培养创新型人才的主要途径。随着我国创新驱动发展战略、“一带一路”倡议的全面实施,在“双一流”“新工科”建设背景下,国家和社会对高校研究生教育提出了更高的要求,其核心要提高其实践能力、创新能力和国际竞争力^[1]。因此,研究生教育要按照学术学位侧重知识理论创新能力及专业学位侧重实践应用创新能力的整体目标,加强研究生创新意识、创新精神与创新能力的培养^[2]。

为了加强研究生创新能力的培养,许多专家展开了相关研究,并提出了相应的策略。李方元等对研究生培养模式和能力现状进行了调查分析^[3];王平等对研究生导师的指导模式和指导方法研究现状进行了分析^[4];和天旭对研究生培养质量的影响因素进行分析并提出相应对策^[5];付建伟对研究生创新能力培养现状进行了分析,并提出了改善策略^[6];魏淑艳等探究了我国研究生培养政策的范式变迁与演变逻辑^[7];姚芳等对研究生培养质量现状进行了分析,并提出“指导有方、教研相长、追求创新、制度健全”的培养模式^[8];邵永健等提出了基于科研项目、工程项目、创新项目和学科竞赛的“四元驱动”土木工程专业研究生实践能力和创新能力培养模式^[9];赵丁选等提出了以提高研究生实践创新能力为目标的高校、企业和政府多主体协同的培养模式^[10]。本文在分析研究生创新能力培养影响因素基础上,重点从过程管理和课题研究两方面探索加强桥梁风工程方向研究生创新能力培养的实践路径。

二、影响研究生创新能力培养的因素分析

一是研究生创新动力不足。近年来,我国研究生报考人数屡创新高,主要原因之一是就

业压力太大。社会普遍认为,取得研究生学位后将有更多的就业选择、更好的工资待遇和工作条件,这致使部分研究生学习动机出现偏差,学术探究与创新知识的动力不足,只把获得硕士研究生文凭作为终极目标。另外,部分研究生在科研过程中过分依赖导师,出现典型的高分低能现象,这都不利于创新能力的培养。同时,现有研究生选拔过分强调“第一学历”,导致部分具有创新潜力但本科学历达不到要求的学生被排除在外。除此之外,部分研究生选择导师时过分看重导师的学术威望和名气,忽略自身对学术研究的兴趣所在,这在一定程度上也制约了研究生创新能力的发展。

二是教学方法单一及课程内容陈旧。现在的研究生课堂教学教师大多采用讲授法,因而教学过程中缺乏互动和研讨,学生参与度低,不利于对研究生解决复杂问题的综合能力以及创新意识与创新能力的培养。教学内容的前沿性和时代性不足,对学科前沿研究及发展趋势介绍不充分,研究生课后缺乏自主学习和深入探究,难以开阔其学术视野和培养发散性思维。研究生理论课程学习阶段很少出现不及格现象,这在一定程度上也反映出研究生对理论课程学习还算重视,但教师对考核要求还需更加严格,以促进研究生对基础理论的掌握和自身科研创新能力的提高。

三是过程管理与考核不到位。虽然研究生培养方案对培养过程的关键节点都作出明确要求,但实际操作中往往出现诸多问题。例如,导师与研究生交流较少,过于放手让博士研究生指导硕士研究生,忽视研究生过程管理的制度化、规范化,对时间节点控制也不严,造成开题等环节总是延期,缩短了课题研究时间,致使课题研究不够深入,难以具有创新性。同时,过程考核流于形式,对文献查阅、学术交流等环节缺乏有效监管和健全的考核机制,难以实现培养方案中提高研究生创新能力的目标。另外,对实践环节没有明确、具体的要求,且缺乏有效监

管和评价,不利于研究生实践能力与创新能力的培养。

三、桥梁风工程创新人才培养的探索与实践路径

改革开放以来,我国在基础设施建设方面取得了举世瞩目的伟大成就,获得了“基建狂魔”称号。桥梁工程在设计理论、结构形式、工程材料、施工装备、制造工艺等方面不断研究与创新,一大批具有国际水平的桥梁相继建成,我国也成为名副其实的桥梁大国,并向桥梁强国迈进。桥梁工程作为一门实践性很强的学科,随着桥梁跨度越来越大,桥梁建设的环境和结构体系更加复杂,以及高强、轻质、多功能建筑材料的研发与应用,信息技术、美学与工程技术的融合发展及在桥梁工程的应用,都对桥梁设计理论、建造技术及管理维护提出了新的课题,桥梁风工程专业的研究生作为未来桥梁工程领域的高级专门人才,除了掌握本专业的理论知识外,还必须具备自主学习能力、研发创新能力和实践创新能力。

湖南大学土木工程学院迄今已经走过了110多年的光辉历程,被誉为“千年学府,百年土木”,为国家和社会培养了30 000多名土木工程专业的人才,拥有从本科、硕士到博士完整的高层次人才培养体系。土木工程一级学科跻身国家重点学科,在国内外具有较高的知名度和影响力。桥梁风工程则是在21世纪初才建立的研究方向,经过多年的发展,已经形成了拥有院士、“国家杰青”的优秀科研团队,研究生规模不断扩大。为了培养服务国家创新发展、高质量发展的高水平人才,桥梁风工程团队以过程管理和课题研究为抓手,在研究生创新能力培养方面进行了有益探索。

(一)以过程管理为抓手,聚焦研究生基础理论和学术视野

一是严格掌控培养过程关键节点。研究生培养过程包括理论教学、论文选题、课题研究、

中期考核、论文答辩、教学实践、学术交流等主要环节,在关键环节做好考核评价工作,对于激发研究生的学习主动性、达成培养目标非常重要。在实际培养过程中,常常存在选题不及时、开题走过场和考核延迟等现象,对后续的培养工作造成不良影响,最终导致研究生培养质量参差不齐。为此,桥梁风工程团队导师组严格按照人才培养方案的时间节点开展各项考核评价工作,及早发现问题并解决问题。特别是在论文选题和开题环节,要做到早规划、早启动,将论文选题聚焦于“真问题”,要求学生广泛梳理相关文献,全面了解课题的研究现状,深刻理解所研究课题的内涵、突破关键科学技术及明确研究技术路线等。在开题过程中,导师组对研究生论文选题的意义、难度、研究内容、研究思路等进行全面考察,并进行集中开题答辩,然后评定开题是否通过。因为研究生论文选题很大一部分来自导师的科研项目,并且一个科研项目可能分解为多个研究生的论文选题,所以,研究生在开始课题研究之前,需要在导师指导下对项目的国内外研究现状及整体目标有清晰了解,这样才能充分借鉴已有的研究成果和研究方法,不至于在研究过程中迷失方向,以避免低水平重复研究。研究生中期考核也是其培养过程的关键节点,主要考核研究生课程成绩、实践能力、研究进展等,以往中期考核常常流于形式,学生提交研究生中期考核表就算完成,没有达到理想效果。我院将中期考核改为导师组集中考核方式,由研究生汇报理论学习成效、教学与科研实践及其效果、课题研究进展等,然后对研究生基础理论水平、实践能力和科研能力进行综合评定。

二是创新理论教学方法并及时更新课程内容。高校理论教学环节是培养研究生扎实基础理论的根本保障,因此,在教学过程中要不断提升教学的高阶性、创新性和挑战度。研究生的理论课程学习基本在第一学年完成,而数学和结构动力学是桥梁风工程专业两门重要的基础

理论课程,其中,数学主要采用理论讲授和课后练习相结合的教学方法,传授各类典型物理方程求解和数值分析方法;结构动力学是结构动力分析的基础。桥梁风工程是研究风对桥梁的作用,既要考虑风的静力作用,也要考虑风的动力作用,尤其要考虑风与结构的气弹效应,问题十分复杂,研究方法包括风洞试验、计算流体动力学、现场实测等。针对不同的风工程研究课题对动力学的要求,我们在结构动力学的课程教学中对教学内容进行了改进,将原来主要讲授时程分析方法改为时程分析与谱分析方法并重,以面向风工程学科中抖振问题的求解;同时,考虑桥梁结构的复杂性和自由度的特点,为了培养研究生对复杂系统动力分析的能力,引入 MATLAB 等工具软件,要求学生掌握编程技术和常用的多自由度系统分析方法。桥梁风工程方向的专业课程主要包括桥梁风工程、结构振动控制、人行桥振动理论与动力设计等。其中,桥梁风工程主要内容包括风环境、静风荷载及风致振动理论,结构振动控制则是学习桥梁振动控制的原理、方法。人行桥振动理论与动力设计是基于目前大跨人行桥兴建引发的振动问题而增设的一门专业课。对专业课的教学方法进行系列改革:(1)采用研讨式教学方法,专业课教学按专题进行,由教师讲解基本理论,然后布置研究生查找和阅读相关文献,并制作 PPT 课件在课堂上进行专题研讨。(2)改革考核方法,将专业课考核改为读书报告和专题文献综述形式,并要求严格按照科技论文格式撰写,为研究生论文选题和论文写作提供支撑,提升研究生的论文写作能力。(3)加强理论学习与工程实践的联系,将工程实际问题引入课堂,并阐明桥梁风工程理论、减振技术在解决工程问题过程中不断发展的历程。(4)引入教师科研和学科方向最新研究成果,更新教学内容,使学生了解研究现状和发展趋势,扩大研究生学术视野。

三是严格考核学术交流成效。培养方案对研究生在读期间参加学术活动有明确要求,但

考核往往流于形式,对学生填写的学术活动记录通常没有进行严格审核,难以达到学术交流目的。学术交流包括听取学术报告、参加学术会议等,对于研究生获取最新研究成果、把握研究动态、开阔学术视野、提升创新能力具有重要意义,这是研究生培养的重要环节,必须落到实处,提高成效。土木工程学院和桥梁风工程中心每年都会邀请众多国内外学者来校进行学术交流,为研究生参与学术交流活动创造了良好条件。在参加学术活动时,要求研究生自备学术活动记录本,记录学术报告内容及交流感悟。参加国内外大型学术会议后,要求研究生对所听学术报告进行整理,并在学术团队内部定期进行研讨交流。另外,桥梁风工程中心每次项目评审会和研究生论文答辩会,也要求相关研究生全程参与,便于从专家意见中增长知识。实践证明,加强学术交流管理,能够激发研究生学术交流的积极性,也能提高研究生学术交流考核客观性。

(二)以课题研究为核心,提升研究生实践能力与创新能力

一是选题内容围绕工程需求。桥梁风工程是一门与工程紧密联系的学科。随着我国交通建设的蓬勃发展,桥梁风工程出现了许多值得研究的新课题,为研究生科研选题创造了条件。近十多年来,桥梁风工程方向研究生以实际工程问题为导向,开展深入研究,解决了许多重大工程问题。斜拉桥是现代桥梁中广泛应用的桥型,斜拉桥拉索在实际工程中容易出现振动问题,例如,湖南岳阳洞庭湖大桥建成后拉索在风雨共同作用下就发生了大幅振动;苏通大桥拉索发生了高阶风致振动。我院研究生以拉索振动机理及其控制技术为论文选题,建立了风、雨、拉索振动观测系统,总结了拉索振动的规律和特征,并提出了拉索振动控制方法,成功解决了拉索大幅振动问题。悬索桥和拱桥吊杆风致振动在实际工程中也常有发生,如我国最长悬索桥西堠门大桥吊杆风致振动、佛山平胜大桥

H型刚性吊杆强风下发生的扭转振动等,通过现场观测和模型风洞试验,揭示了其振动机理,并设计了相应的振动控制措施,取得了良好效果。随着城市美化建设和旅游产业的兴起,许多大跨人行桥相继建设,人致振动及其控制已成为该类桥梁亟待解决的关键问题,也为研究生论文选题提供了新的方向。桥梁主梁的抗风性能是风工程研究的重要方向,但近年来多座在役桥梁发生了明显的涡激振动,如虎门大桥、鹦鹉洲大桥等。主梁涡激振动是否与运营状态相关?这些又为研究生提出了新的研究课题。研究生论文选题以解决实际工程中的问题为导向,通过探索问题发生的机理,发展新的科学理论,解决工程中的关键问题,形成了从实践到理论再到实践的良性循环发展,在培养了研究生解决实际工程问题的能力与创新能力的同时,也产生了巨大的社会经济效益。

二是研究过程重在培养科研能力。研究生的论文研究从选题到答辩基本历经了一个课题研究的全过程,通过这个过程训练,研究生初步具备独立从事科学研究的能力,这是研究生培养的一个重要目标,也是研究生教育与本科生教育的最大区别,充分发挥研究生学术探究中的主动性是提高其科研能力的关键。研究生论文选题大部分来自导师的科研课题或由导师指定,导师会将论文主要研究内容与研究生交流,有些研究生接到任务后就开始着手研究,研究过程中碰到问题却过度依赖导师帮助解决,这样不利于其研究能力的培养。桥梁风工程导师团队在抓好研究生论文的开题、中期检查、答辩等环节的考核时,特别重视研究生研究能力的培养。在开题阶段,要求研究生开展广泛调研和文献收集工作,了解与研究方向相关的国内外动态以及掌握开展研究采取的方法和技术路线,并提交详细的研究方案,使研究生对论文的研究内容、研究重点、研究难点和创新性与特色有深刻理解,对研究方法及其需要解决的关键技术做到心中有数,明了各部分研究内容之

间的逻辑关系。在理论研究阶段,需要将复杂工程结构进行简化,建立研究对象的力学模型并开展仿真分析,着重培养研究生解决实际工程问题的能力。在试验研究阶段,需要开展模型设计、模型委托加工、风洞试验、数据采集与分析等工作,培养研究生协调交流能力、仪器设备操作能力和数据分析能力。在论文写作和成果总结阶段,研究生需要掌握科技论文的写作技巧,并总结分析试验数据的科学规律。研究生的第一篇论文往往存在多方面的问题,只有不断修改、雕琢,才能提升其科研水平和论文写作能力。严格监控研究生课题研究与论文写作过程,可以使研究生全心投入研究,从而全面提高其独立从事科学研究的能力。

三是课题研究专注科技创新。创新是科研工作的核心和灵魂,研究生是未来行业技术创新的主力军,因此,研究生必须具备强烈的创新意识,以面对未来职业生涯中的各种挑战。总的来说,科技创新主要涵盖自然科学知识新发现和技术工艺创新两个方面,桥梁风工程基本理论体系早已形成,但经典理论均根据薄平板模型而建立,实际工程中桥梁断面形式多样,桥上附属设施也各不相同,桥梁造型和结构体系也在不断变化,这些都为桥梁风工程方向研究生开展研究提供了广阔的舞台。研究生论文创新主要体现在特殊桥梁断面的抗风性能、计算流体动力学新方法、桥梁构件风振机理、风振控制理论与新装置研发等方面,要求研究生在课题研究与论文撰写过程中始终瞄准课题的关键科学问题,致力于课题的创新性与特色开展研究。在导师团队的大力推动下,学院桥梁风工程方向研究生科技创新意识得到增强,并取得了丰硕科研成果。张家界大峡谷玻璃桥是一座大跨人行悬索桥,由于桥梁刚度小,其固有频率正好在人致振动敏感区,需要进行减振优化设计,为了提高研究生创新能力,桥梁风工程中心向全体研究生发起了减振方案征集有奖竞赛活动,许多研究生提交了减振设计方案和理论计

算书,获得了良好的效果。电涡流是一种 19 世纪就发现的电学现象,桥梁风工程中心导师敏锐意识到电涡流原理可以应用于阻尼器开发,于是带领研究生开始了电涡流阻尼器的研发,解决电涡流效率低及阻尼器发热等难题,最终研发了多款电涡流阻尼器并应用于实际工程,同时大大提高了研究生的创新能力。

四、结语

为了培养服务国家创新发展、高质量发展的高水平人才,湖南大学桥梁风工程团队经过长期探索与实践,形成了严格考核、改革教学、创新科研的研究生培养模式,大大提高了研究生的综合素质和创新能力,使其走向社会成为科研队伍中的重要力量,学院科研成果丰硕,如陈政清院士领衔的“风工程与桥梁工程研究团队”被认定为第二批“全国黄大年式教学团队”;以电涡流阻尼技术为核心的研究成果获得“第五届中国‘互联网+’大学生创新创业大赛主赛道全国总决赛金奖”等。不仅为社会输送出大批具有创新能力与实践能力的高水平专业人才,同时还取得了良好的社会效益与经济效益。

(上接第 121 页)

有关意元以及知识叠加原理和基于意元网络实现物理符号系统活动,实现各种智力活动或意识活动等的原理,统称为意元学说。意元是关于智能和意识的新的科学理论和科学方法的原点。意元学说为实现物理符号系统和人工神经网络系统等传统人工智能的内在统一而在方法上和理论上奠定了基础。意元应该就是陈霖所说的认知的基本单元。

关于意元网络的本质和结构与算法,关于系统如何基于意元网络以图灵机方式或物理符号系统活动方式或实现形式化活动方式进行活动,如何产生意识,等等,将另文讨论。

[参考文献]

[1] 陈霖.新一代人工智能的核心基础科学问题:认知和计

[参考文献]

- [1] 李占华,朱艳,姚霞,等.“双一流”建设背景下交叉学科研究生培养的探索与启示[J].学位与研究生教育,2020(4):17-23.
- [2] 洪大用.研究生教育的新时代、新主题、新担当[J].学位与研究生教育,2021(9):1-9.
- [3] 李方元,吴培峰.土木工程研究生培养模式与能力现状调查[J].中国研究生,2017(1):51-54.
- [4] 王平,王瑞芳,周莹,等.研究生导师指导模式和指导方法研究现状分析[J].高教学刊,2021(28):94-97.
- [5] 和天旭.研究生培养质量影响因素分析与对策[J].教育教学论坛,2021(33):177-180.
- [6] 付建伟.学术型研究生创新能力培养现状及改善策略[J].教育教学论坛,2019(4):132-133.
- [7] 魏淑艳,张博文,武育芝.我国研究生培养政策范式变迁与思考——基于 1949—2020 年政策文本的分析[J].现代教育管理,2021(11):79-88.
- [8] 姚芳,袁晓玲.学术型研究生培养质量现状与提升对策研究[J].教育教学论坛,2019(18):237-239.
- [9] 邵永健,毛小勇,赵宝成,等.提升土木工程专业研究生实践能力和创新能力的研究[J].工业和信息化教育,2020(3):89-94.
- [10] 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[J].学位与研究生教育,2021(12):9-19.
- 算的关系[J].中国科学院院刊,2018(10):1104-1106.
- [2] 谈加林.“整体优先”等说明了什么——论意识的基本单位:意元[J].现代教育研究(现名湖南师范大学教育科学学报),1995(4):80-86.
- [3] 谈加林.意原学说[J].现代教育研究(现名湖南师范大学教育科学学报),1996(1):60-65.
- [4] Shannon C E. A Mathematical Theory of Communication Part 2[J].The System Technical Journal,1948,27(03):623-656.
- [5] Shannon C E. A Mathematical Theory of Communication Part 1[J].The Bell System Technical Journal,1948,27(04):379-423.
- [6] Hornik K,Stinchcombe M,White H. Multilayer Feedforward Networks Are Universal Approximators[J].Neural Networks,1989,2(05):359-366.
- [7] Cybenko G. Approximation by Superpositions of a Sigmoidal Function[J].Mathematics of Control, Signals and Systems,1989,2(04):303-314.