

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.03.021

欢迎按以下格式引用:黄振宇,吴瀛,隋莉莉,等.组合结构课程教学改革与思辨能力培养的行动研究[J].高等建筑教育,2023,32(3):171-181.

组合结构课程教学改革与 思辨能力培养的 行动研究

黄振宇¹,吴瀛²,隋莉莉¹,熊琛¹

(1. 深圳大学 土木与交通工程学院,广东 深圳 518060;2. 新加坡南洋理工大学 国立教育学院,新加坡 639798)

摘要:思辨能力是工程类新型人才培养方案中的重要组成部分。以知识传递为中心的传统组合结构课程教学模式容易使学生局限于“生搬硬套”“死记硬背”式的被动学习,这一教学现状与土木工程专业本科工程教育认证的培养理念背道而驰。以组合结构课程的实际教学内容为依托,对土木工程专业本科学生思辨能力的提升机制从教学设计、教学法和学习绩效评价作行动研究。教学内容选自组合结构教学课程中遇到的实际问题。教学过程中以学习共同体的方式,对遇到的工程问题进行分析、推理、判断、评价和反思。课堂教学中从模拟实际工程应用角度分析学习绩效评价,使用对比教学法引导学生综合识别、分析、判断、评价工程问题,以作为提升土木工程专业本科学生综合素质的有效途径。

关键词:组合结构;思辨能力;行动研究;工程认证;新工科

中图分类号:G642.4;TU398.9-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2023)03-0171-11

随着中国现代化基础设施建设进程的进一步深化,特别是“一带一路”倡议的提出,中国企业承揽的海外土木建筑工程项目与日俱增,项目类型涉及土木工程各个领域。2015年,我国企业共对“一带一路”相关近50个国家进行直接投资,国家服务外包合同的执行金额逾100亿元人民币^[1]。同时,在当前国内建筑行业趋向饱和、企业竞争激烈且利润微薄的环境下,深入贯彻“走出去”的大海外战略是土木工程企业长久发展的必然趋势。但由于国内外的建设环境、经济文化、设计市场等存在较大差异,在这些差异中,传统土木工程课堂教学忽视对学生解决工程问题能力的培养。在解决问题能力培养中,学生能够分析、推理、判断、评价和应用现有工程规范,同时有“由此及彼”及善

修回日期:2021-07-19

基金项目:深圳大学青年教师教学改革研究项目“基于工程教育认证的组合结构课堂教学模式创新研究与实践”(JG2018094)

作者简介:黄振宇(1984—),男,深圳大学土木与交通工程学院副教授,博士,主要从事新材料组合结构研究,(E-mail) huangzhenyu@szu.edu.cn;(通信作者)吴瀛(1988—),女,新加坡南洋理工大学国立教育学院博士研究生,主要从事教育语言学研究,(E-mail) nie162478@e.ntu.edu.sg。

于创新的思辨能力。这对土木工程专业学生打开思维、走出国门、衔接海外、提升国际化能力有重要意义,从而实现培养新时代卓越工程师的目标。

一、土木工程专业培养思辨能力的必要性

(一) 新工科教学和跨国工程需求

美国麻省理工学院针对工程类教育进行了基准研究。研究报告中,Graham^[2]基于对50名工程领域的国际专家意见调查,探讨未来国际化工程教育的发展方向:(1)把校内资源丰富的自主学习经验和量身定做的线上学习相结合;(2)提高学生工程学习的选择性、灵活性和多样性;(3)涵盖跨学科学习、以人为本的工程和国际经验的课程。Galloway^[3]更是认为,21世纪的工程教育应当在继续培养学生数学、科学知识的基础上,进一步强调工程师要形成道德判断和洞察能力。这种选择性、灵活性、多样性的工程学习过程,实际上要求学生具备较高的思辨能力,才能在学习过程中作出选择,并且面对灵活、多样的工程问题能够自我适应和应对,充分发挥自主能动性。而洞察能力,实际为思辨能力的更高体现。学生首先具备思辨能力,能对事物进行有目的和理据的判断,才能利用洞察能力。从国外的工程设计环境和工程师的主要职能来看,国外工程设计人员并不单一依赖计算假定和参考设计标准,在实现业主目标的同时,更加注重“服务”业主,在满足设计标准原则下节省成本或发挥更多的设计效能,实现了处理工程问题选择性、灵活性、创造性和多样性的特点,工程师敢想敢干、敢于创新。实现这种能力需要工程师具备较高思辨能力。

结合中国教育政策和土木工程教育改革要求,我国和国际工程教育理念不谋而合。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》^[4](简称《教改纲要》),第十一章第三十二条“注重学思结合;倡导启发式、探究式、讨论式、参与式教学,帮助学生学会学习;激发学生的好奇心,营造独立思考、自由探索的良好环境”。《高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲》^[5]规定了主要教学内容:培养方案中,建议专业基础课程构成土木工程专业共同的专业平台,其教学内容是土木工程专业本科生应当具备的知识基础。专业指导委员会特别强调课程设置规定性和灵活性的结合,方案中提出的课程设置,重点在于课程内容。专业指导委员会还指出在宽口径土木工程专业建设方面,各院校能够积极探索,为全国土木工程专业提供新经验。由此可见,土木工程专业的教学改革重视课程内容,强调“灵活性”“创新性”。然而,结合自身教学活动实践和同行交流,发现传统工程设计类课程教学存在的问题:(1)学生课前预习效果差,主观上不重视概念和原理,过于重视设计的技能;(2)学生在设计中缺乏自主性、探索性和创造性,“模仿”“照葫芦画瓢”式设计作业情况多;(3)教师只重视设计步骤指导过程,缺乏与学生的互动和引导,缺乏对教学过程的反思。

2017年土木工程专业评估(认证)首次采用全国工程教育认证新体系。吴琛和邓毓旺^[6]分析了评估(认证)新体系中以学生为中心、成果为导向、持续改进的核心理念;以土木工程专业评估(认证)对学生发展、专业发展、国家发展的意义,提出了新一轮土木工程专业评估(认证)需学习新理念、认识新标准、采用新方法、实施新体系的4个实施核心。其研究认为最新的工程教育认证要求和“教改纲要”不谋而合,都旨在培养学生解决复杂工程问题的能力、职业发展潜力和思辨能力。

同时,为了适应教育部新工科教育改革,土木工程专业的教育者和研究者进行了教学尝试。黄湘湘^[7]以结构分析的能力建设为目标,从丰富课程资源、教学计划调整、设置小班讨论课、进行阶段

测验和布置课程设计等方面进行结构力学的教学改革,以提高学生分析、解决问题的能力 and 提高综合素质为目标,“以学生为中心”的启发式教学,不再以单向地灌输知识为主,而是以学生掌握思路、学到方法和提高能力为主,以课内带动课外、课外补充课内的方式,增强师生交流,充分调动学生的学习积极性,将教学内容与工程实际相结合。通过解决工程问题拓宽学生的知识面,增强他们对力学概念和原理的理解、应用,提高分析、解决问题的能力 and 综合素质。陆仁强和汤汨^[8]针对土木工程概论课程涵盖内容多、知识更新快等特点,基于团队化教学模式的教研成果,利用研讨式教学模式,进行研讨式课堂教学的创新模式改革。该教学模式克服了传统教学方法存在的问题和不足,顺应新时期“卓越工程师计划”对土木工程概论课程教学改革提出的新要求。邵晓蓉^[9]提出了以学生为中心、教师为辅助的教学理念,建立课程团队学习模式,采用多元化教学,实行全方位过程化考核(实验前加强预习,实验中采用“学生陈述法”,进行质量监控)。研讨式课堂教学改革成果可明显提高学生的学习主动性及兴趣,教学效果显著,具有一定的示范作用。

(二) 教学设计

和国外强调的新工程教育理念相比,国内土木工程专业教学改革的相关研究也逐渐关注教学法相关改革,寻求工程教育理念的创新研究。但根据工程实践和经验,我国工程教育理念培养出来的工程师存在思维单一、创新能力不足等情况。例如,国内设计工程氛围强调规范条文,限制了工程师的创新能力,整个产业链设计水平参差不齐。以规范为最低要求,造成部分产业链的工程师规避责任,或极力避免承担责任的现状。敢于创新便意味着要承担更大的风险,久而久之工程师便不愿意创新。同时,国内工程教学实践依旧使用传统讲授法,存在“教师在台上讲,学生台下听”这种单一、缺乏交流和深度思维训练的教学现状。而课堂交流、深度思维训练是洞察力、思辨力、创造力和全面能力的综合培养,这显然不符合现代大学教育的培养目标。

土木工程专业涉及多学科交叉,涉及数学、物理、化学等基础自然学科,同时也和历史、艺术、美学等人文社科类学科有千丝万缕的关系。从教学设计角度上看,土木工程专业教育涵盖的问题既要解决良构问题^[10],如公式推导、工程计算复核等;也要解决劣构问题,如尚未界定明确、需提供多种解决方法和途径的工程问题。针对教学设计,在教育框架下的学习是一个生产而非积累过程,目的是要让学生通过已获知识来解决新问题,并根据需要不断获取新知识。教学设计应当以让学生获得以不确定方式使用无限资源的能力,才是教育而非人员培训的结果。土木工程的教学宗旨应上升到工程教育的新高度。

土木工程专业大多数课程,越来越倾向职业技能培训,而非注重基本素质培养的教育范畴。以组合结构课程为例,课程设置的目的是教学生解决工程问题,运用组合结构理论来解决工程问题,但是教育是通过运用原则和特殊情况检测原则,旨在培养依照问题包括任何不测之事来寻找解决方法的能力^[11]。在教学设计中,土木工程专业中常规工程问题和依照计算公式设计方案的是公式化教学,而教育中分析问题、解决问题的方法体现了慎思明辨的思辨能力,解决不测之事应当符合土木工程教育拟解决的劣构问题。因此,在教学设计中应当加强对思辨能力的引导和培养。

(三) 土木教学中的思辨能力培养

在现有国内土木工程专业教学改革类文献中,探讨微观层面的教学大多数研究者倾向先回顾教学过程然后提出相应的教学建议。杨述明等^[12]提出了基于 MOOC 平台和及时教学理念的混合教学模式,主要包括课前自主性学习、课堂针对性讲解、课后综合性评估 3 个阶段。教学模式利用

了MOOC平台的网络资源优势 and 及时教学的角色转换新思维,为解决课程体系不足、思维模式定式、互动实践薄弱、学习被动化、积极性差、参与性弱、实践能力不足的问题提供了思路。白云和寇磊^[13]分析了国内外土木工程全球化程度和教学效果,提出了教学方法上采用案例教学法及团队完成课程报告方法,将理论与实践更好地融合,并综合学生的学习态度、思辨能力和团队精神提出多尺度的考核方式。帅英等^[14]探讨了“CDIO”工程教育模式在土木工程材料课程教学改革中的应用,CDIO包括Conceive(构思)、Design(设计)、Implement(实施)和Operate(运行),核心理念是利用大学学科齐全、资源丰富等优势,结合工程实际,使学生的基础知识、个人素养、团队精神和工程意识4个方面的能力得到训练和提升,用于激发学生的主动性和创造性,提升教学质量。经过梳理发现,土木工程专业的教改方向愈发强调对教学过程的审视,并更加重视主动性、思辨性的提升,以此改进教学质量。但同时,现有的相关研究尚未梳理课后反馈的实证微观层面,通常停留在“以小见大”的宏观层面的教育讨论,缺少微观的且关注培养学生思辨能力的研究聚焦。

思辨能力主要在我国外语课堂中被广泛讨论。文秋芳^[15]将思辨能力定义为“依据标准,对事物或看法做出有目的、有理据的判断的能力”,是学习者自身的、微观的能力。在思辨理论层次模型中,将思辨能力细化为第一层次元思辨能力和第二层次思辨能力。前者是指对思辨计划、检查、调整与评估的技能,后者包括分析、推理、评价等与认知相关的技能和标准,以及开放、自信、坚毅等与思辨品质相关的人格特质。并且第二层次受第一层次的管理与监控。思辨能力的培养一直是西方高校,尤其是研究型大学课程设计的核心。思辨能力不应该局限于个别专业或课堂,应当是新世纪国际型人才应当具备的基本能力。然而国内土木工程专业教育尚无专门文献探讨思辨能力的重要性,思辨能力在土木工程专业教学中被长期忽视。

思辨能力在工程应用中的作用,可以从工程应用中体现。工程应用是自然科学的一部分,是基于数理性方法对遇到的工程问题进行推理、分析并提出工程设计方案。在跨国、境外外包工程中,还涉及跨文化的复杂认知活动,需要运用思辨能力对工程方案作出判断。结合具体工程问题来说明:在组合结构设计中,如何发挥不同材料各自的优点,保证不同材料共同工作达到“取长补短”的效果是组合结构的关键科学问题。由于组合结构有节约钢材、提高材料利用率、降低造价、抗震性能好和施工方便等优点,在工程建设中得到迅速发展。工程设计外部条件千变万化,组合结构设计知识与能力的掌握对实际工程问题和就业有重要影响。而伴随工程项目国际化加深的趋势,国内建筑企业迫切希望高校培养具有全球化视野和可持续发展理念的卓越工程师,思辨能力不仅是处理跨国工程或者(跨文化)沟通交流的基础,也是考虑实际工程问题获得最大的社会效益和经济效益,同时是在国际土木工程市场竞争中保持优势的重要支撑。

因此,思辨能力作为学生微观的学习行为的重要组成部分,是工程应用相关教学鲜有触及的能力。组合结构课程是土木工程重要的专业课程,也是学生走向工程设计岗位获得技能的重要课程,也是目前科研及工程应用的热门方向。如何满足现代土木工程行业对高等教育的要求,提高学生的思辨能力是土木工程高等教育亟待深入研究的一个重要课题。

二、依托“学习共同体”的组合结构课程改革的思辨能力提升机制

为了培养学生的思辨能力,没有遵从传统工程教学法来构建组合结构课堂,而是引入“学习共同体”的概念,并结合线上微信群、QQ群等通讯平台发布、记录、监督和反馈教学活动,强调支撑以意义

协商为内涵的(在线)学习平台,强调学习过程沟通,在学习中发挥群体动力作用的办法。由于文章研究者同时也是课程教学实际工作者,结合实际教学工作中的问题,对教学过程中发生的教学活动进行研究,最终目的是推动研究成果能够为教育工作者理解、掌握和应用,解决实际教学问题。因此,研究被定义为土木工程专业教育的行动研究。在实际教学中,通过参考之前研究的教育设计,回顾第一作者的土木工程专业课的教学法、教学设计、学习绩效评估和学生对相关课程的课后反馈,帮助厘清微观教育过程中和思辨能力相关的具体教学实践、存在问题和教学建议。

(一) 教学法的选择

对学生思辨能力的培养,在教学法上采用讲授法、讨论法、直观演示法、练习法及学习共同体中的自主学习法。讲授法通过叙述、描绘、解释、推论来传递信息、传授知识、阐明概念、论证定律和公式,引导学生分析和认识问题。这种教学方法使用的依据是为了培养思辨能力的第一层次。但大量依靠这种学习方法,不易调动学生学习的主动性、积极性,目前,大多土木工程专业课采用了这种方法,教学效果不佳。讨论法是学习共同体最重要的知识交流、传递方式,共同体成员都参加活动,可以培养合作精神,激发学习兴趣,提高学习的独立性。同时,讨论法不仅局限于学生之间的交流,由于学习共同体模糊了教师和学生之间的界限,因此,教师和单个学生,或教师和多个学生之间的交流,依旧也是讨论法使用的范畴。演示法是教师在课堂上进行示范性实验,播放工程视频,让学生通过观察获得感性认识。练习法主要用于教师布置设计作业,并且作为绩效评价的依据。同时也用于给学生留思考题,对遇到生产问题,让学生利用网络资源自主学习的方式寻找答案,提出解决问题的措施,然后提出讨论评价。自主学习法应用于课程拓展内容教学,组织学生自主学习。依托土木工程专业课程组合结构,根据具体知识内容的特点,据学生实际特点和教学环境,采用上述多种教学法的组合进行组合结构教学。表1总结了节选的教学内容及对应的教学方法。经过对教学内容和相应教学方法的梳理,认为理论深度较高的内容,例如组合结构的基本概念和基础分析理论,依旧不能脱离教师的讲演,可以作为学生基础知识点,是第一层次思辨能力的培养依据。与实际工程问题结合较密切的课程内容,例如“钢与混凝土组合梁、钢管混凝土构件设计、试验测试方法”,学生发挥思辨能力的空间较大,可采用讨论法和练习法。而“组合结构前沿”这种灵活性、多样性较多的课程内容,主要由教师引导入门,然后依靠学生的学习能动性,通过自主学习完成。学生动用第二层次的思辨能力完成与实际工程问题结合密切的课程,在整个课程设计的最后阶段,学习共同体成员不仅要乐于、勇于探究组合结构问题,更要善于结合前沿研究去反思、改进现有的工程方法。

表1 不同教学内容的教学方法

主要内容	教学方法
组合结构绪论	直观演示法、讲授法
钢与混凝土组合梁	练习法、讨论法
钢管混凝土构件设计	练习法、讨论法
试验测试方法	直观演示法、讨论法
组合结构前沿	自主学习法

(二) 教学设计

1. 课前

以课程微信群、QQ群形式召集学生上线,教师首先抛出一个即将要讲授的与重要概念或理论

相关的工程问题。同时指出哪方面是非常重要的工程问题(如圆形和方形钢管混凝土截面承载力),布置最基本的问题(钢-混凝土组合作用、钢管约束作用),引出话题,引导学生进行文献调研。通过数据库、文章和报告,引导学生对某个工程科学问题有感性了解,这个阶段旨在培养学习共同体内部的好奇心。学生对实际工程能力的好奇心会转变成他们对工程理论的探索。为了解决工程问题,学生必须发挥思辨能力和自主能力,结合曾经解决过的工程问题,并比较现有的工程问题,做出判断。在这个阶段,学生在线上(QQ群)进行个人观点陈述,不同学生之间进行头脑风暴(brainstorming),带动学习共同体成员集思广益。学生也通过这一能力对工程存在问题和解决方案产生了初步判断。

2. 课堂

课堂阶段先通过复习课前布置好的作业,针对概念讲授教学,强化关键工程问题相关知识点(组合效应: $1+1>2$)。通过回顾此前在微信群、QQ群中讨论的主要问题(例如:设计一个组合柱截面,分别采用传统钢筋混凝土截面、圆形和方形钢管混凝土截面,评估哪种截面最经济),引出埋藏在学生心里的疑问并互动。由于此前在微信群和QQ群的互动中共同体内部成员已经达成心理共识,对出现的工程问题形成了初步认识,此时通过共同体内部成员的交流、展示学生提出的解决方案,能培养学习共同体的思辨能力。图1为组合结构课程中学习共同体针对组合柱截面的设计作业,从组合结构概念的学习、组合截面的选型、计算理论到计算结果合理评估及优化,都发挥了学习共同体自主学习能力和思辨能力。在第一步中形成组合结构共同工作的概念,培养思辨能力的第一层次,然后根据教学内容(以约束效应为例),给学生空间,鼓励学生在承载力计算假定、截面设计结果中自主询问、自行解决问题;在得到计算结果后,进一步要求学习共同体成员对计算结果评估、优化,发挥思辨能力的第二层次,对问题和答案进行合理评辨、思辨,最终实现课堂教学目标。另外,在组合结构课程中,结合相关工程问题,引导学生通过阅读国内外最新文献、做规范调研,再次创造学习共同体提升思辨能力的空间,强化思辨能力的第二层次。

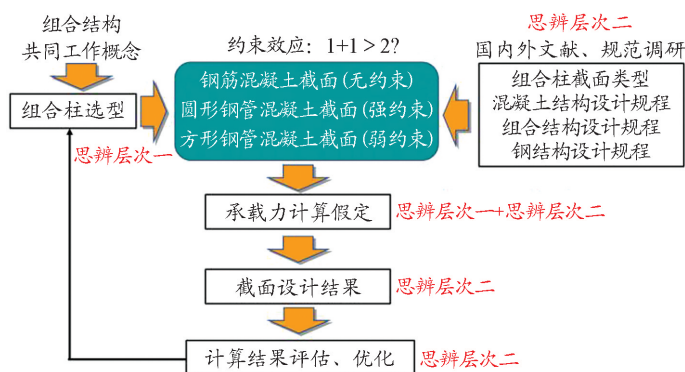


图1 组合柱截面设计的思辨过程

3. 课后

结合探讨的内容,课后布置相关的设计案例课题,列举相关解决设计案例的计算工具和方法,同时也将前沿的、尚未推广的处于研究阶段的工程技术和方法推荐给学生,让学习共同体和共同体的个体成员对问题进行全方位的思考,通过深度思辨、分析,形成一个完善的组合结构设计方案。并要求学生完成组合结构设计后能够表述解决工程问题的过程和主要依据。表2是课程工程案例设计涉及到的计算方法、计算工具及前沿技术拓展。

表2 工程案例设计所用计算工具及方法

国内外文献、论文调研	组合结构设计标准参考	荷载传递计算	新兴前沿组合截面
国内:CNKI、维普 国际:Elsevier、Springer	中国规范:(GB50936-2014)《钢管混凝土结构技术规范》、(JGJ 138-2016)《组合结构设计规范》、(GB 50017-2017)《钢结构设计标准》 欧洲与美国:Eurocode 4、AISC 360	国内:PKPM 国际:SAP 2000	FRP-混凝土组合截面 钢-混凝土-钢三明治组合截面
自主学习数据库检索	对比不同计算方法	对比不同计算程序	前沿技术拓展

学生在工程案例设计中通过查找国内外文献,提高了搜集信息、鉴别信息和应用信息的能力,为后续完成设计内容打下了较好的基础,这对锻炼学生思辨能力的第二层次具有重要作用。同时,可以加深他们对原来所学概念的认识。

(三) 学习绩效评价

1. 考核标准

为了培养学生足够的思辨能力,取消传统较为单一的“平时成绩+期末考试”的课程考核方式,采用多样化、过程式课程评价方式。组合结构课程过程式考核环节包括以下几个方面。

- (1) 课前线上问题回答、互动,评价学生课前参与度。
- (2) 组合结构文献、资料收集及问题回答,评价学生信息收集能力、辨别能力和应用能力。
- (3) 组合结构案例设计,如新型组合梁、剪力连接件、组合柱等,评价学生应用知识能力。
- (4) 组合结构案例设计作业汇报,着重评价学生的表达、辩论及综合思辨能力。

过程式考核方式设计3次课程设计案例由学习共同体成员自发组成小组,分工来完成,首先,介绍案例背景、解决问题的工具及方法,接着引导学生自主计算自主解决工程设计问题,包括自学设计软件。设计两次以PPT汇报形式的综合考评,考评的指标包括表述能力、专业能力、创新性、个人贡献、团队协作能力、思辨能力等,评分表见表3。

表3 课程考核标准及各组得分

分组	设计新颖性及完整性 20% ^①	设计、计算及施工图 50% ^②	团队与协作 15% ^③	汇报表达 15% ^④	总分
1	18	40	13	14	85
2	15	42	14	10	81
3	17	44	12	11	84

2. 课后反馈

课程教学课堂完成后,向参与课程的33名学生发放课堂教学效果测评问卷。由于问卷是在线填写的,学生必须填写完所有问卷中的问题才能够成功提交,因此研究方法不存在问卷回收率的问题。问卷中涵盖10项问题,表4总结了问卷前8项的调查结果。其中,第2、4、5、6、7题反映思辨能力相关的态度和教学效果;第1、3、8反映课程评估要求和测评教学效果的其他方面。结果发现,学

①工程知识、创造性及综合能力。

②问题识别—理解—分析及应用能力。

③个人与学习共同体的协同、团队管理能力。

④语言表达、图表设计、思维逻辑连贯能力。

表5 开放性问卷调查结果

开放性问题	积极	中立	消极
在本课程的学习过程中,授课教师对您学习过程中的哪些方面帮助最大、还有哪些方面本课程授课教师需要改进和加强	授课形式创新,拓展学生思维视野;提高了自主思考和合作能力、演讲能力;学习软件能力;PPT制作,设计思维方面获益较多;思维引导做得好;丰富了组合结构知识	实操性强,能够得到更多锻炼,以及软件的运用;应增加学分量,最好放在大三;与之前所学基础课程衔接;把任务分成若干部分,方便小组完成与汇报;对不同程度的学生情况可以采取不同的方式	具体设计方法讲授偏少
您认为课程的教学条件如何、存在哪些问题	教学条件良好,提供许多规范、软件推荐,给了很多帮助,思考空间大;提供前沿的组合结构知识;教学氛围很好,开放,每个人都能得到展示,课件准备很充分,点评很周到	考核环节多,可考虑取消考试;大部分同学基础没有这么扎实,适当地引导,大家整理一些规范,课上现场对比分析;希望组织学生参观现场建造过程,或增加视频展示;对设计遇到的问题提前总结;可加强不同小组间沟通交流,不同小组能力、基础不同,可通过交流相互促进	课程任务较重;视频偏少;知识太多,消化有困难;对规范中公式讲解偏少,来源不清楚;缺少软件指导,希望增加软件操作学习;完成过程难度大,挫伤积极性。建议每节课布置小例题,循序渐进学习

(四) 建议和意见

通过梳理问卷调查的结果发现,总体上,学生对以培养思辨能力为目标、以学习共同体为教学方式的的教学安排较满意。但同时也有消极的反馈能够成为持续改进课堂教学的依据。为此,回顾组合结构课程整个教学设计、课前、课堂和课后、学习绩效评价等全过程,提出了针对土木专业设计类课程中思辨能力的教学和研究建议。

(1) 夯实基础,利用课前准备:学生对于课堂纪律、教学内容的复杂性和课业繁重的消极反馈,反映出要达成思辨能力的第二层次,对思辨能力的第一层次进行培养。由于课堂内教学时间有限,教师对课前准备做系统性设计,将知识性的、概念性的构架尽早传授给学生;课前,教师要整理学生对于形成知识概念中遇到的难点,在课堂上针对经常出现的难点做重点讲解,帮助学生形成思辨能力的第一层次。

(2) 善用讨论,探索新方法:学生的积极反馈,肯定了学习共同体的教学方式。学生没有对传统的土木工程教学法完全表示否定的态度,因此,根据思辨能力层次推进的进度,仍需要将传统教学法纳入教学体系中。在思辨能力的第一层次设置讲授法、练习法,逐渐过渡到更高层次的讨论法、自主学习法相结合的教学模式。同时,过程性考核的方式,尽管有些学生尚需要时间适应,但长期来看对培养学生自学能力、团队协作、演讲汇报能力等可能起到积极的作用。新的学习方法要求学习共同体成员互相讨论,但是现有的、图书馆式的安静空间不足以支撑需要互动、讨论型的课程的教学过程。所以,建议学校加强搭建适合讨论的学习空间。

(3) 抓大不放小,“整体”和“局部”相协调。开放性问卷调查结果显示,一些学生认为课程任务偏重,对使用规范标准的公式来源在讲授中没有交代清楚,缺少软操作学习,部分设计案例难度较大,挫伤学习的积极性等。这表明,思辨能力的培养需要照顾学生的学习情绪。布置的任务超过学生的思辨能力的第一层次,学生会产生畏难情绪,失去信心,停止对新知识的探索。所以今后在组合结构课程讲授中采取“整体”和“局部”方式讲清组合结构基本概念和各国规范公式的来源,编写难度适中的让学生易上手的工程设计案例,让不同层次的学生能够迅速进入“设计角色”。同时,这也需要加强与其他课程的紧密衔接,建议教师可定期组织专业课群组进行交流,整合和衔接与组合

结构紧密关联的专业课如结构力学、钢筋混凝土结构、材料力学等,建议形成课程群教师集中讨论教学模式,凝练对提升组合结构教学涉及的力学概念、概念设计思想、重要专业知识集锦。在使用设计软件和工具环节,建议学校给予设计室机房资源支持,并搭建好针对组合结构类专业课的线上培训教程,以方便学生课后进行自主学习。组织教师或助教不定期进行问题解答,才能和教师合作构建学习共同体促进教学活动,进一步培养学生的思辨能力。

(4)“思维提升”和“创新同步”:学生对于和思辨能力相关的“思想”“思维提升”的积极反馈,是适应国家“大海外”战略和新工科培养方案大环境的结果,也是适应大环境后发挥能动性的体现。当前土木工程行业面临着前所未有的巨大行业变革,建筑信息化技术、预制装配化技术、智能建造、5G技术、人工智能和机器人等等技术已逐步融入土木工程领域,给土木工程专业人才的培养带来了巨大的冲击。“绿色施工”“节能环保”“碳达峰、碳中和”使土木行业向更精细化方向发展。因此,未来可充分利用领军企业和行业龙头工程资源,结合实际工程项目,在组合结构未来的课程教学中,引入产教融合协同育人的理念,结合面向国家重大工程需求、面向人民生活健康、面向国家经济主战场,衔接和引入建筑工业化和“碳达峰、碳中和”的国家战略理念,完善现有的案例教学和充实教学内容。

(5)“多课程”和“多科研”支持教学改进:组合结构类的专业课程是一门综合性很强的课程,需要多门课程作为基础支撑,对学生的思辨能力要求较高。同时,为了顺应行业的快速发展,需要实时补充前沿知识并与之衔接。教师既作为教学者又作为研究者,要结合相应的最新行业研究成果作为教学素材,这样可以开拓学生的视野,进一步提升学生的思辨能力,也为学生学习兴趣、创新思维的培养打开一扇门,为学生继续深造衔接也有巨大帮助;同时,由于工科类教师教研停留在本学科内部的知识结构的研究,少有人将工科的教育研究和其他学科的概念相结合,或将工科的教育研究放在行动研究的框架下,需要进一步吸取教学法、教育学的研究理论,实现教研相长。

三、结语

结合国家“大海外”战略,教育部提倡发展“新工科”内涵,从思辨能力的角度依托组合结构课程教学,对土木工程本科生培养给出了行动建议。基于研究者自身的教学过程和教学经验,回顾了教学过程中的微观活动,对土木工程专业本科生思辨能力的提升机制从教学设计、教学法和学习绩效评价做行动研究。教学过程以学习共同体的方式,对遇到的工程问题进行分析、推理、判断、评价和反思,得到教学改革的建议可为同类课程、同行及研究者提供参考。今后还需要建立长期的反馈体系,持续完善改进机制,并优化各个教学环节。另外,引入基于学习共同体的学习过程及讨论法和自主学习法对学生的自律性、兴趣和习惯息息相关。学习共同体是学习共同体内部成员达成意识形态上的高度统一、为了共同的学习(兴趣)目标,自发形成的学习模式。这种自发学习的模式中,学生有大量自主性,会使用更多“课余时间”参与学习。由于研究方法中没有对学生的学习过程从“他者”的角度进行观察,研究者对学生利用“课余时间”的学习过程暂无法深入探讨,暂不能厘清学习共同体中由于学生发挥自主性的“学习时间分配”和“学习效果”之间的关系,这也是未来开展线上、线下混合教学法研究的重要方向。

参考文献:

- [1] 鲁正,黄政,张强.“一带一路”背景下高校土木工程专业英语课程研究[J]. 教育教学论坛,2017(44):77-78.
- [2] Craham R. The Global State-of-art in Engineering Education: Outcomes of Phase 1 Benchmarking Study. March 20182[EB/OL]. [2021-03-08]. <https://jwel.mit.edu/assets/document/global-state-art-engineering-education>.
- [3] Galloway P. The 21st-century engineer: a proposal for engineering education reform [J]. The 21st-Century Engineer: A Proposal for Engineering Education Reform, 2015, 77(11):46-51.
- [4] 国家中长期教育改革和发展规划纲要工作小组办公室. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年). 2010.
- [5] 高等学校土木工程专业指导委员会编制. 高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [6] 吴琛,邓毓旺. 从评估到认证——土木工程专业发展的必由之路[J]. 高等理科教育,2017(3):72-77.
- [7] 黄湘湘.“以学生为中心”的启发式教学法在结构力学教学中的应用[J]. 教育教学论坛,2017(33):149-150.
- [8] 陆仁强,汤汨.《土木工程概论》研讨式课堂教学改革模式探讨[J]. 当代教育实践与教学研究,2017(10):146,142.
- [9] 邵晓蓉. 基于“四位一体”的土木工程实验教学改革与实践[J]. 大学教育,2016,5(7):152-154.
- [10] David H. 钟志贤,谢榕琴. 基于良构和劣构问题求解的教学设计模式(上)[J]. 电化教育研究,2003,24(10):33-39.
- [11] Widdowson H. G. Explorations in Applied Linguistics 2 [C]. Oxford: Oxford University Press,1984.
- [12] 杨述明,梁兵,王长华. 基于混合教学理念的土木工程制图教学改革研究[J]. 高等教育研究学报,2017,40(1):94-97.
- [13] 白云,寇磊. 国际土木工程管理课程教学探讨[J]. 高等建筑教育,2013,22(2):69-71.
- [14] 帅英,翟红侠,刘瑾. 基于“CDIO”工程教育模式的土木工程材料课程教学改革探索[J]. 高等建筑教育,2015,24(6):90-92.
- [15] 文秋芳. 中国外语类大学生思辨能力现状研究[M]. 北京:外语教学与研究出版社,2012.

Action research on teaching reform of composite structures course and cultivation of critical thinking ability

HUANG Zhenyu¹, WU Ying², SUI Lili¹, XIONG Chen¹

(1. College of Civil and Transportation Engineering, Shenzhen University, Shenzhen 518060, P. R. China;
2. National Institute of Education (NIE), Nanyang Technological University, Singapore 639798)

Abstract: Critical thinking ability is an important part of the training program of new engineering talents. Traditional teaching mode of the course of composite structures focuses on knowledge transfer and this mode limits students to passive learning—“blind acceptance and imitation” and “cramming”. This is contrary to the educational ideology of civil engineering education certification at undergraduate level. Based on the teaching content of composite structures, this paper conducts an action research on the mechanism of improving the critical thinking ability of undergraduate students majoring in civil engineering from the aspects of teaching design, teaching method and learning performance evaluation. The teaching contents are selected from the practical problems encountered in the course of composite structures. We analyze, evaluate and reflect upon the teaching and learning process in the form of learning community. From the perspective of simulating practical engineering application, to analyze learning performance evaluation, comparative teaching method is used in classroom teaching to guide and train students to identify, analyze, evaluate and predict engineering problems holistically, which is an effective way to improve the comprehensive quality of undergraduate students in civil engineering.

Key words: composite structures; critical thinking ability; action research; engineering certification; new engineering

(责任编辑 邓云)