

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.01.025

欢迎按以下格式引用:刘超,孙子洲,阮欣.以学生发展为中心的桥梁工程多元产出实践教学模式探索[J].高等建筑教育,2023,32(1):204-211.

以学生发展为中心的桥梁工程多元 产出实践教学模式探索

刘超,孙子洲,阮欣

(同济大学 土木工程学院,上海 200092)

摘要:新一轮科技革命和产业变革对土木工程行业形态、分工及组织形式产生了巨大影响,传统的实践教学模式已经不能满足新时代产业发展的人才培养需求。同时,教育部积极推动新工科建设,“双一流”高校专业人才培养模式改革迫在眉睫。在新工科建设背景下,提升学生的实践能力与创新能力对于复合型人才的培养至关重要。为适应新工科教育改革背景下对高等工程教育提出的新要求,生产实习作为培养学生工程实践能力的重要课程,需要与时俱进。同济大学土木工程学院近年来结合桥梁智能建造的发展趋势,紧扣桥梁工程建造领域最新发展和热点问题,针对传统实践模式存在实习主题落伍、管理考评模式片面、教学手段单一、成果产出老套的弊端,对生产实习模式进行了大胆改革。依托国内在建的紧贴工程实践前沿的重大桥梁工程实习基地,运用虚实结合的数字化教学手段,通过2017—2021年的实践教学探索,逐步形成了实习主题前沿化、管理程序精细化、教学手段多样化、成果产出高效化的教学新模式。新模式以学生发展为中心、成果多元产出为导向,探索精细化全程管控和考评方式,保障实习质量,促进学生收获多方面成果。自应用以来,受到了学生和实习单位的广泛好评,可为“双一流”高校基于新工科理念的创新型人才培养建设提供参考。

关键词:桥梁工程;生产实习;学生发展;多元产出

中图分类号:G642.44;TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2023)01-0204-08

2018年10月,《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》(教高〔2018〕2号)中要求本科教育应突出“以学生为中心、产出导向、持续改进”的教学特征,这使得“以学生发展为中心”这一教学理念成为本科教育的一种新范式。

实践教学在工科类本科人才培养体系中发挥着重要作用,是连接理论课堂与工程实践的一种重要教学手段。然而,工科实践教学模式存在效率低、效果差、学生易“走马观花”等问题,难以达到预期效果,更无法充分体现“以学生发展为中心”的教学理念。谢建军等^[1]认为需要学校、企业、教师、学生多方面共同努力,才能通过工程合作、生产实习等实践教学活动,培养学生的创新精神和集

修回日期:2022-09-29

基金项目:2021年上海高校市级重点课程项目(沪教委高〔2021〕34号-91)

作者简介:刘超(1977—),男,同济大学土木工程学院副教授,博士生导师,博士,主要从事桥梁结构设计理论研究,(E-mail)letj@tongji.edu.cn。

体协作精神,提高整体教育教学水平;苏源等^[2]认为生产实习基本上安排在第6学期的暑假进行,持续时间一般仅有4周,在此期间,部分学生会因为考研、保研或者出国留学等原因,采取各种手段避免进入工地实习;廖玉凤^[3]认为驻地实习是工科学生强化工程能力训练的有效手段,能提高学生的学习积极性,锻炼学生交流沟通的能力和提高学生就业竞争力。此外,学生能够在实习过程中锻炼解决实际问题的能力,并接触一些前沿技术,为进一步学习或者工作打好基础。张继华等^[4]提出基于网络平台实时分享生产实习过程的教学管理模式和方法;付庄等^[5]认为随着“互联网+5G”技术的发展和推广应用,“互联网+”在线教育手段已经成为未来教育发展的必然趋势之一。综上所述,针对传统的工科实践模式,众学者的研究方向主要集中在调动学生积极性、锻炼学生能力、在实习过程中融入前沿技术以丰富实践教学等内容上,在实习选题、管理方式、成果产出、教学手段等方面的研究与实践较少。

同济大学土木工程学院桥梁工程课群组结合“新工科”背景下本科人才培养新要求与“新基建”背景下桥梁建造发展新趋势,对生产实习模式进行了大胆改革,将以学生发展为中心的办学理念融入本科生实践教学体系。经多年实践,桥梁工程课群组已逐步建立具有“实习主题前沿化、管理程序精细化、教学手段多样化、成果产出高效化”特点的生产实习教学新模式。

一、传统生产实习模式存在的问题

(一)“走马观花”,形式老套,效果不佳

传统实践教学课程中,学生按照教学大纲要求提交实习日记、实习报告等实习成果,实践教学环节形式老套、成果固定,这使得学生往往处于被动接受状态。课程中单纯依赖实习日记和总结报告对学生进行考评,在学生撰写过程中也缺乏有效指导,在实践过程中存在目标不清、内容滞后、方式单一等问题,缺乏真正的问题意识。另外,生产实习难以摆脱学生“去现场搬砖”的传统印象,很难调动学生学习的积极性和激发学生生产的创造力,无法在实习过程中完成发现问题、思考问题、解决问题的教学目标。

(二)缺少精细合理的管理和评价体系

传统生产实习教学中,学生在教师统一领导下集体行动完成学习或者生产任务,学校、实习单位难以有效、精准管理所有学生的实习过程。同时,教师一般较为重视课题前期设计及成果最终评价,而忽视了过程性管理和评价,造成学生参与实践活动的主动性不强,生产实习积极性难以被调动起来,无法充分锻炼学生批判性思考和培养学生自主创新能力。

(三)处于边缘地位,深度广度不够,难以串联所学

生产实习作为工科专业学以致用用的关键环节,却往往处于边缘地位。实习设备、经费、基地及安全四个问题制约了学生生产实习活动的有效开展,教材、师资短缺的传统实践教学课程层次较低,教师不积极,学生不重视。另外,学校、企业和学生之间互动交流匮乏,使传统生产实习模式很难起到一个“穿针引线”的作用,不能做到与其他课程“连点成线、连线成面”,无法系统性、有深度地培养学生的思考能力与创新能力,学生很难实现融会贯通、举一反三的学习效果。

二、实践教学新模式构建及其内容

(一)实践教学新模式基本构成

同济大学土木工程学院紧紧围绕“新工科”背景下人才培养新要求和桥梁工程“新基建”建设新

趋势,探索桥梁工程生产实习新模式。新模式从实习主题、管理程序、教学手段、成果产出四个方面入手,以学生发展为中心,历经五年教学实践形成了层次分明、条理清晰的基本架构。

如图1所示,新的实践教学模式依托数字化教学手段,背靠“全覆盖式”基地,形成了选题紧跟前沿、考评全面多样、教学虚实结合、产出丰富多元的新模式。实践教学阶段的各项教学内容均围绕教学目标及桥梁建设新导向,以“精选实习主题、强化成果产出、精细管理方法、‘数字化’教学手段”为举措,形成了较为完善的人才培养链条。

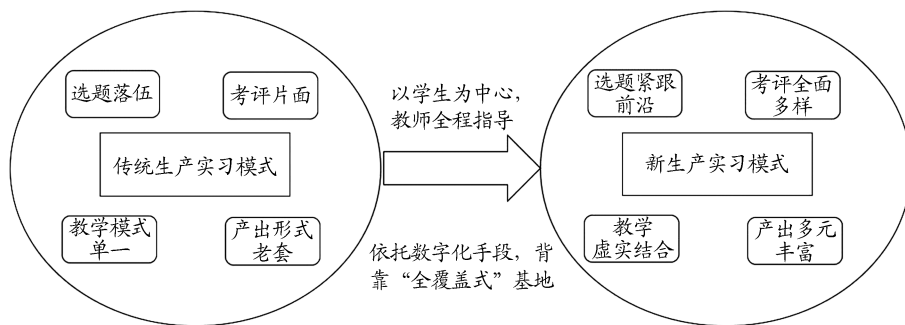


图1 新、旧生产实习模式对比

(二) 精选实习主题,助力实践教学深度广度开拓

以学生发展为中心,就要在实践教学过程中依托高质量实习基地,在主题选择上紧扣行业脉搏,从而开阔学生视野,锻炼学生能力,激发学生热情,使学生对未来职业规划更加明确,对未来行业发展方向更加明晰。

为保证生产实习基地的质量,课群组在实习基地的选择上创新性地采用“双覆盖”招募制战略,即面向桥梁系所有教师招募在研合作基地与面向社会和重点桥梁工程招募实习基地。实习基地涵盖桥梁建设现场、预制加工厂、管养部门等,实现了对桥梁产业链的“全覆盖”,促进了实践教学在广度上的拓展。

在主题选择上,新模式紧紧围绕我国发展新方向,以“新基建”与创新驱动战略等政策为背景,以培养出时代所需要的全方位复合型人才为目标。5年来,生产实习多围绕“工业化建造”“复杂桥梁智能制造”“桥梁智造3.0——畅想未来的桥梁建造技术”“桥梁智造4.0——基于人工智能的桥梁建造技术畅想”“固本强基筑堡垒”等主题,内容持续迭代。学生在实习过程中,以往局限于书本和试验的知识变得栩栩如生,辅之以实际情况,更好地做到理论结合实践。以理论指导实践,以事实反证理论,培养了学生新的思维方式,也可激发学生自主思考,以实践引思考,以思考助实践,思行结合。另外,教师在此过程中也可不断提高实践教学能力,企业则可获得更多解决施工难题和提高施工效率的人才技术储备。新教学模式加强了学生、教师、实习单位三方的联系与交流,实现三方共赢,形成学生实习充实、教师积极教导、实习单位踊跃参与的新局面,从而开拓了实践教学的深度和广度。

(三) 教学手段数字化,以数字智能技术助力实践教学

传统实习由于受时空条件限制,学生每次实习所获知识易受参与工程限制。以学生发展为中心,就要做到打破时空条件限制,通过智能数字技术助力实践教学,使学生通过一次实习就可以体验多个工程的施工工艺,进一步拓宽视野,发挥生产实习“穿针引线”作用,做到“连点成线、连线成面”,从而有系统、有深度地培养学生的思考能力与创新能力,使学生可以对理论和实践做到融会贯通。

生产实习教师团队围绕本科实践教学需求,利用现代数字智能技术建立了虚拟仿真实实践教学系统。虚拟仿真实实践教学系统由“桥梁智能建造虚拟仿真教学实验平台”和“‘土木工程+’微学习平台”组成,通过虚拟仿真实实践教学系统以三维动画形式和人机交互功能为学生提供了多桥型、多工法的实践教学资源,方便学生在系统内根据实践教学任务及自身学习需求有针对性地学习。

根据教学安排,虚拟仿真实实践教学系统贯穿于实践教学全过程。通过该系统,学生赴现场前可充分体验多个实际工程的建造过程,在驻场实习过程中,可随时巩固平台和拓展现场学习的知识,并通过该平台自动随机生成的试题进行考核,测试学习效果。虚拟教学平台丰富了教学理论与实践内容,通过智能化学习方式,深入推进实践与理论相结合,提高了学生土木工程信息化的认知能力和实操水平。

(四) 精细管理方法,以合理评价机制调动学生积极性

以学生发展为中心,就要通过精细化、多元化的管理考评手段,对学生做出更加客观合理、公平公正的评价,有效调动学生积极性。

新实践教学在实习过程中采用“小班”模式,配置有学校导师和企业导师。学校导师主要负责完善学生实习任务,负责对学生专业学习、完成创新成果等做技术指导;企业导师主要负责学生的日常实习安排,教导工程具体工序内容,管理学生认真完成实习任务。此外,随着“互联网+教育”的推进,将新媒体应用到生产实习中。结合新媒体对学生实习全过程管控,增加工地导师考核环节,形成了精细化考核评价机制,在丰富实习成果内容的同时,也保证了学生成果质量。在考核评价方面,不再单纯依赖实习报告和日记。学生可自主选择,根据实习中遇到的技术问题提出创新、完成专利。在实习过程中组织学生进行过程讨论,完成计算、实习推文、实习展览等,最后答辩汇报。这使得成绩更加公正,以激励学生认真对待实习的每一个阶段。

(五) 强化成果产出,以成果正向反馈作用提升实践热情

以学生发展为中心,就要改变学生在成果产出中所扮演的稳定制造者身份,使学生成为成果产出的发现者、发起者和创造者。学生在生产实习过程中,可进行微信推文写作,记录自己的所感、所想、所做。在捕捉到奇思妙想后,可进行专利申请材料的撰写,更可以进行微知识点编撰,丰富虚拟仿真实实践教学系统题库,实现知识传承。

当然,学生在新模式下的综合能力提升面临着更大的考验,如果没有科学的引导和指导,实习成果产出质量将难以保障。为了帮助学生高质量完成任务,教学团队在教学环节上精心设计、环环相扣。比如,为了提高学生的创新思维,在赴现场实习前的暑期实践系列讲堂中邀请校外专业人员进行专利写作培训,带队教师在实践过程中对学生的创新性思路进行指导,在实习结束后再由专业人员对创新性成果进行评价。该培养方案充分调动了指导教师和学生的积极性,教师可从自身专业角度引导学生利用创新方法解决工程中遇到的实际问题,从而产出高质量实践成果。另外,该培养方案的反馈效果也激发了教师与学生的积极性,解决工程实际问题的创新性思路也受到实习单位的广泛好评。

三、实践教学新模式的应用效果

(一) 实习主题前沿化:高质量实习基地与良好校企合作效果

近五年来,“双覆盖”招募制战略为实践教学提供了67个紧贴工程前沿的实践基地,其中“一带

一路”国家倡议重点工程约占总实践基地的66%。学生实习将工程实践与理论创新相结合,针对工程中的重难点问题提出解决思路,受到了企业欢迎,并与学校达成了长期合作意向,打造了校企合作新模式。

如表1所示,实习基地涵盖了当下行业的全部桥型,使学生可以充分认识不同结构形式桥梁的施工工艺,开阔学生视野。

表1 桥梁工程课群组2017-2021年生产实习信息统计表(单位:座)

实习类型	主梁形式			
	钢梁	混凝土梁	混合梁	组合梁
梁桥	7	13	2	1
拱桥	2	5	0	0
斜拉桥	2	2	3	7
悬索桥	9	0	0	0
预制构件加工厂	0	14	0	0
总计	20	34	5	8

(二) 教学手段数字化:双平台助力“虚实结合”,实现场景串联

近五年来,同济大学桥梁工程课群组依托“全覆盖”式实习基地和开发的“土木工程+”微学习平台、桥梁智能建造虚拟仿真教学实验平台,在课程设计上做到“现场+虚拟仿真平台+全流程智慧化管理”,有机串联起学校课堂、工地现场、在线虚拟仿真教学平台等多个学习场景。如图2—图3所示,学生在生产实习过程中既要亲身参与生产一线,也要参与相应的线上学习等教学活动,进而实现现场分散学习的统一智能管理、教学远程互动支持、理论与实践深度融合拓展,优化实践教学体系。



图2 学生亲身参与生产一线



图3 学生在现场项目部学习虚仿平台教学内容

桥梁智能建造虚拟仿真教学平台使学生能够充分体验桥梁施工现场,丰富理论与实践内容、整

合实践与理论应用。“土木工程+”微学习平台致力于现场管理和持续学习,学生可通过该平台巩固并拓展生产实习现场学习到的知识,并由学生自己逐年补充各种典型桥梁施工、设备、材料等方面相关知识点。平台可自动随机生成试题对学生进行考核,形成学习报告,测试理论与实践学习效果。虚仿教学平台与“土木工程+”微学习平台已经连续使用3年,并提供给部分高校学生和工程技术人员使用,取得了良好效果。

(三) 评价模式精细化:新旧结合,公开透明,激动力,提质量,保公平

新实践教学模式更加注重评价模式的精细化,致力于培养学生的书面表达能力、言语表达能力、团队协作能力等。学生从实践中来,到实践中去,将理论与实际相结合,在实习过程中,针对工程实践中遇到的问题,积极探索、思考解决方法。如图4所示,精细化评价模式采用新旧结合、公开透明的方式,明确各部分占比,保留传统管理和评价模式内容,并依靠新媒体手段对其评价标准进行优化。同时,在评价模式中增加创新性、过程性评价内容,如社会实践报告、微信群讨论、公众号推文、创新工法和专利、汇报答辩等,以此激发学生学习动力,提高教学质量,保障考核的公平性。

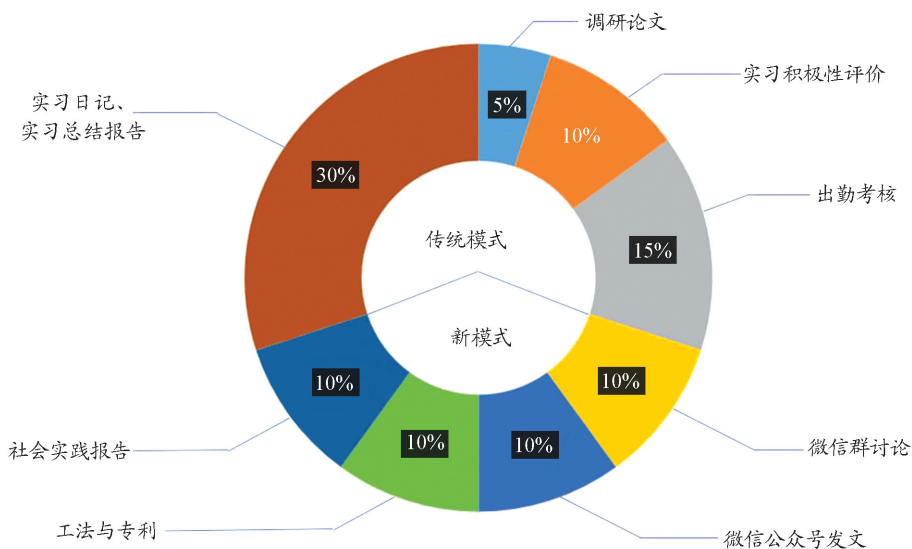


图4 精细化评价模式各部分比重

(四) 成果产出多元化:以改革激发活力,以活力引成果

在以学生为中心的生产实习模式中,学生在生产实习过程中接触的桥型更丰富、投入时间更充足,可通过运用各种计算工具分析和解决生产过程中遇到的问题。同时,构建了“虚实结合”教学新模式,实现了精细化考评新探索,保证了教学实习质量。2017—2021年,67组学生完成实践报告67篇,申请发明专利58项,已授权15项。在“同济桥梁”公众号发布微信推文67篇,形成实习海报67张,实习成果展览5次、成果汇报5场。其中,实习成果展板作为同济大学土木工程学院“双一流”建设的代表性成果长期展出。

根据每年生产实习课程满意度调研结果显示:学生、校外人员对教学改革后的生产实习模式非常认可;对小组实际成果与预期相比完成度较满意;所有实习单位都愿意继续提供合适的实习工地,愿意与学生、学校建立进一步的联系。

经过多年教学实践和课程创新驱动,以学生成果多元产出为导向的新实践教学模式受到了学习强国、解放日报、上海教育电视等多家媒体的关注和报道,以《同济“实践大课”把论文写在骄阳

下》等为题详细报道本课程教改成效。

经过师生的共同努力,在实习单位的大力支持下,生产实习模式发生了彻底变化,形成了学生实习充实、教师积极引导、实习单位认真负责的新局面;建立了以学生发展为中心、以产出为导向、理论与实践工作结合、虚拟教学与工地体验融合、线上线下精细互动考评、学校企业联动的新模式。生产实习正成为卓越工程师培养的重要环节、产学研融通一体的窗口、多方合力育人的共享平台。

四、结语

因传统生产实习模式在效率低、产出少、教学模式单一、选题片面老套等缺点,学生在教学过程中往往处于被动地位,作为沟通教学与实践的生产实习则难以发挥其功效。本文以实现生产实习的“四化”,即实习主题前沿化、管理程序精细化、教学手段多样化、成果产出高效化为目标,详细介绍了以学生发展为中心的桥梁工程多元产出实践教学模式,梳理了新模式下生产实习从组织安排到具体实践,再到成果产出的过程。

针对传统模式的缺点,以同济大学土木工程学院桥梁工程课群组近5年教学实践为例,构建了以学生发展为中心、多元产出为导向的教学体系。新模式对症下药,以“广撒网、精选位”式实习基地建设,使实习主题选择拓宽加深;以虚实结合的手段改变以往教学的枯燥乏味,以数字化手段将线上线下教学融为一体,增强教学过程的参与性、趣味性、传承性;以精细化管理考核手段,使学生在生产实习过程中有所反馈,从而激发学生的主动性,使理论学习得以巩固、拓展和提升,并提高实践创新创造能力。

参考文献:

- [1] 谢建军,李梦,黄志刚,等.浅谈土木工程专业生产实习教学改革[J].当代教育实践与教学研究(电子刊),2018(9):792-793.
- [2] 苏原,郑俊杰.土木工程专业工程实践模式的探索与实践[J].高等工程教育研究,2019(4):107-112.
- [3] 廖玉凤.道路与桥梁工程专业生产实习教学实践与改革探索[J].高等建筑教育,2013,22(4):110-113.
- [4] 张继华,蒋洋,王成武,等.土木工程专业生产实习教学管理模式改革与应用[J].科教文汇(上旬刊),2018(3):62-64.
- [5] 付庄,贡亮,金惠良.“多元融合”教学法的线上控制理论课程教学实践[J].高等工程教育研究,2021(S1):99-101.

Exploration of the multi-output practical teaching mode of bridge engineering centered on student development

LIU Chao, SUN Zizhou, RUAN Xin

(College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

Abstract: The new round of scientific and technological revolution and industrial changes has had a huge impact on the shape, division of labor and organization of the civil engineering industry, and the traditional practical teaching models can no longer meet the needs of talent training in the development of the new era. At the same time, the Ministry of Education is actively promoting the construction of emerging engineering, the reform of professional talent training mode of “double first-class” universities is imminent. Under the background of emerging engineering education, improving students’ practical ability and innovation ability are essential for the cultivation of composite talents. In order to adapt to the new requirements for higher

engineering education under the background of emerging engineering education reform, production practice, as an important course for cultivating students' engineering practical ability, needs to keep pace with the times. In recent years, the College of Civil Engineering of Tongji University has taken into account the development trend of intelligent bridge construction, followed the latest development and hot issues in the field of bridge engineering construction, and carried out a bold reform of the production practice mode in response to the disadvantages of the traditional practice mode, such as "outdated practice theme, one-sided management and assessment mode, single teaching method and old-fashioned output". Relying on the major bridge engineering internship base under construction in China which is close to the frontier of engineering practice, and using the digital teaching method of "combining virtuality with reality", the college has gradually formed a frontier internship theme, refined management procedure, diversified teaching methods and efficient results teaching model through five years of practical teaching exploration from 2017 to 2021. The new model is centered on student development, oriented to diversified output, and explores refined control and evaluation methods to guarantee the quality of producing practice and promote students to harvest multifaceted results. Since its application, the teaching model has been widely praised by students and internship units, and provides reference for the construction of innovative talents training based on the concept of emerging engineering in double first-class universities.

Key words: bridge engineering; production practice; student development; multiple outputs

(责任编辑 崔守奎)