

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2019.01.021

欢迎按以下格式引用:门进杰,史庆轩,杨勇,等.土木工程专业工程实训平台建设思路探讨[J].高等建筑教育,2019,28(1):127-132.

土木工程专业工程实训 平台建设思路探讨

门进杰,史庆轩,杨勇,钟炜辉,白国良

(西安建筑科技大学 土木工程学院,陕西 西安 710055)

摘要:工程教育质量和工程人才培养已成为高等教育急需解决的重要课题。分析了土木工程专业在实验教学、设计计算、实践实习、学科竞赛和创新创业活动等方面存在的问题,提出了打造土木工程专业工程实训平台的建设理念。从土木工程专业实验教学平台、“科研反哺教学”的实践教学平台、土木工程专业工程计算教学平台、新型“校企协作”实践教学平台和土木工程专业创新创业平台等方面,阐述了五个子平台的建设思路和建设方案。研究成果对西安建筑科技大学土木工程专业建设水平和人才培养质量提升起到了重要的作用。

关键词:工程教育;土木工程;工程实训平台;实践教学;创新创业教育

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2019)01-0127-06

进入21世纪以来,经济全球化、产业转型升级大大推动了我国工程教育的改革和发展,工程教育质量和工程人才培养已成为急需解决的重要课题^[1]。长期以来,之所以难以培养出适应经济发展、社会进步、产业转型、工程建设和科技创新的高素质人才,就在于人才的培养模式只有通识教育和专业教育两大环节,而缺乏适应社会需求的综合工程教育环节,以及符合科技领导型人才培养需求的创新创业教育环节,人才培养环节与社会需求存在严重的脱节^[2-3]。因此,只有构筑基于通识基础教育、专业工程素质教育、专业实践能力培养和工程创新意识教育四位一体的工程教育人才培养模式,才能真正实现高素质、强能力、创新型工程科技人才培养的根本目标。

土木工程专业是一个实践性很强的工科专业,具有明确的工程教育目标。培养具有强工程实践能力、高工程素质和强工程创新意识的专业人是土木工程专业工程教育的主要内容和不可推卸的任务^[4]。工程实践能力、工程素质和工程创新意识主要包括工程设计、施工组织、工程研究(创新)、工程管理等方面的专业认知、经验和解决专业实际问题的能力^[5]。随着市场经济的发展,社会对土木工程专业毕业生要求愈加严格。一方面,要求毕业生一参加工作即能开展工作,或在较短时间内适应并独立开展工作;另一方面,土木工程专业毕业生在工作伊始往往面临所学知识与实际工作之间的差距,常会因为实

修回日期:2017-11-16

基金项目:西安建筑科技大学教育教学改革重点项目(JG011503);陕西省研究生课程建设试点项目

作者简介:门进杰(1979—),男,西安建筑科技大学教授,工学博士,主要从事土木工程专业教学和科研,(E-mail)jjmen@xauat.edu.cn。

实践经验不足而导致实际工作无从入手。因此,为培养合格的应用型人才,改革土木工程专业实践教学体系及教学模式,提高学生的实践能力、工程素养和创新意识尤为重要。

针对土木工程专业实践教学存在的问题,梳理并整合西安建筑科技大学土木工程专业相关学科实验室资源配置,充分利用学校(院)现有的计算、网络教学资源,与企业展开全方位、深度合作,通过工程实训平台的建设与实施,加强学生在动手操作能力、工程设计能力、创新创业能力等方面的训练,强化学生运用所学基础理论和专业知识独立分析和解决土木工程技术问题的实践能力和创新意识。

一、土木工程专业工程实践问题分析

土木工程专业具有很强的实践性、社会性和综合性。实践教学的改革往往既是整个教学改革的重点,又是难点。攻克这个难点,将可有效回归工程教育的本质,切实提高学生的工程素质和实践能力,提高本科教学质量。虽然在土木工程专业教学计划中,均安排有40周左右的实践环节,但效果不甚理想。以学校土木工程专业为例,在工程实践方面主要存在以下四点问题。

(1)注重实验教学,除设有物理、化学等基础课实验室外,还设有力学实验室、测量实验室、建筑材料实验室、水力学实验室、结构工程与抗震实验室、岩土工程实验室、道路与交通工程实验室等。实验室的数量不可谓不多,各实验室可提供的实验项目也不少,但在实验教学方面,仍然存在不少问题。例如:实验教学项目与相关课程的衔接问题;部分实验设备陈旧、不够注重实验设备和装置的研制与开发;实验项目过于传统,未能结合行业领域的发展开发新的实验项目;学生主动参与实验的意识淡薄、能力不强。

(2)在设计、计算和网络教学资源方面,土木工程专业学生可利用学校计算中心和信息网络中心资源完成计算机辅助设计、工程结构设计计算等相关工作。此外,学院还与北京金土木软件技术有限公司、杭州飞时达软件有限公司合作,在学院机房安装了各种工程制图和设计计算软件。虽然供学生设计计算的软件不少,但仍然存在学生主动参与少、设备软件利用率低等问题。

(3)校外实践基地对专业实践的投入和积极性不高。目前,与学校正式签署共建实践基地合作协议的企业有几十家,包括大型综合国企,私营企业,涵盖了勘察、设计、施工、监理和检测等各个方向。企业为土木工程专业学生实习提供了场所并具体参与实践教学。然而,企业面临的生存压力较大,国家没有明确规定企业有培养人才的义务和责任,加之该领域施工行业面临生产安全的问题也较为突出。因此,很多企业虽然与学校签署了合作协议,但往往以生产忙和安全问题为由,不愿意接收学生到企业开展专业实践,即使接受了,也仅仅是凭借与教师的私人关系,且基本不参与对学生的专业实践指导。

(4)学生参加各类学科竞赛、创新创业活动的积极性高,但缺乏系统、专业的组织和指导。各类学科竞赛、创新创业活动是培养学生实践能力、创新意识的重要途径。近年来,学生参加上述竞赛和创新活动的积极性非常高,以第十一届大学生结构设计竞赛(专业组)为例,参赛队伍达120多组,约460人。从学生完成的作品来看,作品制作不够精良、结构体系不合理。学生迈出了创新创业的第一步,有参与活动的动力和积极性,但还缺少能力和意识上的升华,未能有效地将所学基础理论和专业知识用于分析和解决实际问题。分析原因,主要是缺乏系统的组织和专业的指导,缺少专业的创新创业平台支持。

二、土木工程专业工程实训平台建设思路

基于土木工程专业的上述背景和现状,针对土木工程专业实践教学在实验、设计计算、实习和创新竞赛等方面的问题,提出土木工程专业工程实训平台的建设思路,拟通过工程实训平台建设,强化学生在动手操作能力、工程设计能力、施工监理能力等方面的训练,培养学生运用所学基础理论和专业知识独立分析和解决工程技术问题的能力和创新意识。

(一) 梳理并整合各学科实验室资源配置, 搭建土木工程专业实验教学平台

结合国家级实验教学示范中心建设, 全面规划整合资源, 实现资源的高效合理利用, 进而完善各实训环节、教学大纲、实训项目和指导书等相关内容, 创建具有递进特质的、系统的土木工程专业实验教学平台。该实验教学平台由三个递进层次的子系统构成。第一子系统包括结构体系与概念实验教学平台、测量学实验教学平台, 主要任务是使学生了解、认识和描述土木工程产品的功能要求和内部结构, 时间安排在第一、二学年。第二子系统包括土木工程材料实验教学平台、工程地质实验教学平台、土力学实验教学平台等, 主要任务是使学生掌握土木工程材料的基本性能, 时间安排在第二、三学年。第三子系统包括混凝土结构实验教学平台、钢结构实验教学平台、土木工程施工实验教学平台、工程抗震实验教学平台、结构试验(建筑、桥梁、岩土等)教学平台等, 使学生掌握结构建模及分析设计方法等, 时间安排在第三、四学年。

以工程结构体系为例, 递进式实验教学平台的建设思路: 首先通过结构体系与概念实验教学, 使学生对工程结构体系的组成和构造建立初步了解和认识, 这属于第一子系统的内容。其次完成第二子系统关于土木工程材料基本性能的教学实验。然后进入第三子系统关于结构体系的综合实验教学。通过混凝土结构教学实验, 让学生接触最常见的工程结构实验, 该实验以演示性实验教学为主; 然后进行钢结构教学实验, 在已修混凝土结构教学实验的基础上向设计性、综合性实验过渡; 最后进行各种结构体系的实验教学, 包括一般建筑结构、空间结构和结构抗震性能的实验教学等, 该阶段实验与工程实践紧密结合, 并逐步从教学实验向科研实验过渡, 在实验手段上可采用实验室实验、仿真分析或虚实结合的方式。

该实验教学平台包含的实验项目与专业核心课程紧密相关, 实验手段多样化是其另一大特点。以建筑结构受力性能试验为例, 在实验项目、对应的课程、实验方式和实验层次等方面的内容如表 1 所示。

表 1 建筑结构受力性能实验项目

序号	项目名称	课程名称	实验方式	实验层次
1	结构组成规则	结构力学	仿真分析	专业基础
2	移动荷载和动力荷载作用下的结构响应	结构力学	仿真分析	综合技能
3	钢筋混凝土框架结构受力分析及设计	混凝土结构设计 高层建筑结构设计	仿真分析	综合技能
4	钢框架结构受力分析及设计	钢结构设计 高层建筑结构设计	仿真分析	综合技能
5	空间钢网架结构受力分析及设计	大跨空间结构 钢结构设计	虚实结合	综合技能
6	结构动力特性虚拟仿真	结构动力学	虚实结合	综合技能
7	结构连续倒塌性能分析	工程结构抗震	仿真分析	研究创新
8	西安钟楼结构振动特性	结构实验与检测加固	虚实结合	研究创新
9	西安小雁塔抗震性能	工程结构抗震	虚实结合	研究创新
10	村镇房屋抗震性能	结构实验与检测加固	虚实结合	研究创新

建筑结构受力性能是土木工程专业的重要专业知识点, 涵盖了结构力学、混凝土结构设计、钢结构设计、高层建筑结构设计、大跨空间结构、工程结构抗震等多门专业核心课程, 是提高学生专业技能和创新能力的重要途径, 也是进行更高层次学习的基础。

(二) 探索科研设施为本科教学服务的思路, 搭建科研反哺教学的实践教学平台

学校土木工程专业科研实力雄厚, 拥有振动台实验系统、大型反力墙加载系统、MTS 拟动力伺服加载

系统等,可以开展各种结构构件、高层结构、复杂结构等大型试验。拟利用现有科研设施优势为本科实践教学服务,搭建科研反哺教学的实践教学平台,主要包括以下三个方面。

(1)结合科研试验开展本科实验课程教学。将部分工程背景强、理论背景比较典型的科研试验转化为本科教学实验或结合虚拟仿真中心建设,转化为本科教学演示实验。例如:结构连续倒塌虚拟仿真实验、西安钟楼振动虚拟仿真实验、西安小雁塔抗震性能虚拟仿真实验、村镇房屋抗震性能虚拟仿真实验等。

(2)科研试验项目向本科生开放。充分利用大学本科生科研训练(SSRT)计划项目,尽可能多吸收本科生参与,提高本科生对科研试验、科学研究的兴趣,培养其创新意识,提升工程素养。近两年土木工程专业向本科生开放科研试验项目共计20项,参与学生100余人。

(3)废旧科研仪器改造后用于教学实验,有效节约资金。将相对陈旧、不能满足科研要求的科研仪器和设备直接或改造后用于教学实验。同时,将一些科研试验后损坏不严重、没有安全隐患的实验模型,用于本科教学实验或本科教学演示实验。例如:将结构实验室的小型振动台用于本科生结构动力特性实验。

(三)充分利用学校(院)现有教学资源,搭建土木工程专业工程计算教学平台

熟练运用各种设计、计算和分析手段开展专业实践,是土木工程专业学生的培养目标之一。拟充分利用学校现有教学资源,必要时购置部分教学设备,建立土木工程专业工程计算实训平台。通过该实训平台实现对建筑结构、桥梁结构、地下结构设计和计算的全过程实训,提高学生的计算、设计和分析能力。工程计算教学平台建设主要包括三个方面。

(1)工程计算教学要求。以掌握初步设计能力为基本要求;教学课时一般为1个月,必要时可以延长至2个月,要求学生了解结构设计的基本环节,能熟练地掌握至少一种结构专业设计计算程序或软件;初步具备结构设计方案制定、结构布置和结构分析的能力。

(2)工程计算教学平台工作环境。目前,学校已有计算中心和信息网络中心(计算机1500余台)、“金土木软件教学培训基地、飞时达软件教学培训基地等教学资源,拥有SAP2000、ETABS、SAFES、CETION BUILDER等工程设计软件,以及土方计算绘图软件TFT、RVCAD等。借助国家级虚拟仿真实验教学中心建设的东风,充分利用学校(院)现有网络、设计计算方面的教学资源,安排专门的教学场所和教室,配置了相关设计计算设备。工程计算教学场所仿照一般设计院进行布置,室内除讲课的电子设施外,还配有参考图纸、标准图、设计规范和必要的参考书。

(3)工程计算教学内容。根据专业方向的不同,土木工程专业工程计算教学内容可分为五个子平台,即结构构件受力性能计算教学平台、建筑结构受力性能计算教学平台、道路结构受力性能计算教学平台、桥梁结构动态力学效应计算教学平台、地下结构受力性能计算教学平台。相关的教学内容可分为看图与设计计算、有关规范和专业程序学习、设计实例三大模块。

对于看图与设计计算模块,按如下顺序进行教学安排。选取有代表性的3套建筑结构施工图,要求学生每次独立阅读一份施工图纸,然后参观,反复进行,直到学生彻底明白。再邀请原设计人员作专题讲座,撰写学习心得报告。如学生没有学过平面整体表示法制图规则,会出现看不懂结构图等问题。因此,平法制图规则由教师组织看图、参观、学习和辅导答疑。指导教师可以是专任教师,也可以是设计院的技术人员。要求学生通过这一阶段的练习,对建筑结构设计留下深刻印象,在头脑中形成一个清晰的建筑结构参考样板。

对于规范和专业程序模块,在开展相关教学内容安排时应遵循以下三项基本要求。学习规范时,以高层建筑结构设计为主,并结合设计计算程序的运用进行讲解。规范和程序讲解穿插进行,使学生对规

范在程序中的实现模式有更深刻的理解。设计计算程序的讲解要理论联系实际,以典型实例配合。讲解时,选用专用程序,典型算例可选用学生比较熟悉的实际工程,例如,学校的工科大楼、逸夫楼和家属楼等多高层建筑。对于建筑结构,学生应从结构布置、模型建立、计算分析、结果正确性、合理性的校核等方面全面掌握。

在设计实例教学模块中,设计实例应是综合性设计,包括结构方案、结构布置、结构分析和绘置施工图等。但结构方案不宜过于复杂,可来自于任课教师的自编方案,也可利用实际工程的结构方案。每个方案都要提出设计任务书。在教学时,可由设计院的技术人员承担部分工程的指导工作。

(4)转变实践教学运作模式,搭建新型“校企合作”实践教学平台

企业以生产忙和安全问题等为理由,不愿意接收实习学生到其企业开展专业实践。这其中国家政策层面的原因,而更主要的还是目前的校企联合实践教学运作模式不够畅通。校企合作深度不够,缺乏交流和沟通等是大多数实践教学基地空有其名的根本原因。

拟结合国家级工程实践教育中心和其他实践教学基地建设,与企业深度合作、广泛交流、用心沟通,搭建新型“校企合作”实践教学平台,主要包括以下内容。

搭建新型“校企合作”实践教学工作小组。由院长、主管教学副院长、专业负责人等组成工作小组,负责“校企合作”实践教学平台的运作。

加强并落实“校企合作”深度,实现企业参与学校实践教学与学校优先推荐企业所需的优秀毕业生挂钩,与学校优先安排宣讲活动挂钩等。继续推进与大型综合企业的全方位合作,包括“订单式”人才培养模式、“3+1”实习(实训)模式、产学研合作模式、创业(就业)实训基地、校企合作基金等。

充分利用科研实力、科研设施优势,与企业加强协作,利用“产研”协作优势带动“产学研”协作的深度。在与企业开展“产研”合作的同时,充分利用高校作为科学研究和人才培养的重要知识场所,以高素质的专业人才来完成企业在不同市场需求下的人才储备。

广泛交流、用心沟通,吸引企业参与学校的其他教学活动。例如:各种创新竞赛的冠名宣传,教学研讨会、学术研讨会的协作与宣传等。

结合新型“校企合作”实践教学平台,实现从“以企业为中心”“以教师为中心”向“以学生为中心”转变。将以“教”和“讲”为中心的实践教学理论体系,转变为基于学生的“学”和“问”为导向的新型实践教学模式,全面提升学生的实践创新能力。

(5)秉承优良传统,优化师资力量,搭建土木工程专业创新创业平台

学校土木工程专业长期以来一直重视各类创新创业实践活动。例如:连续10届参加全国大学生结构设计竞赛,连续举办12届校级大学生结构设计竞赛(专业组、趣味组),以及国家大学生创新性实验计划、本科生科研训练(SSRT)计划等,也取得了不俗的成绩。但从过程和结果来看,均与学校土木工程学科地位不符,分析原因,主要还是缺乏系统的组织和专业的指导。

拟优化师资力量,搭建土木工程专业创新创业平台,主要包括:(1)组织成立土木工程专业创新创业平台工作小组。由院长、主管学生工作的副院长、专业负责人、学工办辅导员、教学管理人员等组成工作小组,负责创新创业平台的运作。(2)组织成立土木工程专业创新创业平台指导教师专家库。聘请中青年骨干教师作为创新创业竞赛活动的指导教师。各指导教师有责任对学生的创新创业活动进行指导。实施“启程计划系列活动”,邀请校友、学院教师、学院领导围绕“科技创新与土木工程未来发展”“如何更好地开展学风建设和创新创业工作”等主题作专题报告、座谈等。(3)提供专门的办公室,作为各类创新创业活动训练、讨论和活动的场所,并划拨专项经费给予支持。持续开展“春暖花开、职为你来”“模拟简历面试”“无领导小组讨论”等就业创业指导系列活动。

需要说明的是,本科培养是一个系统工程,学生的工程素质、实践能力培养必须寓于教育教学全过程;因此,在建设工程实训平台的同时,还需要在土木工程专业学生的培养过程中不断总结并完善。

三、结语

从实践教学项目、实验设备和装置的研制与开发、企业参与实践的积极性、学生主动参与实践的积极性、创新创业活动的组织和专业指导等方面,详细分析了土木工程专业在实践教学过程中存在的问题。基于提出的土木工程专业工程实训平台的建设理念,从五个方面阐述了实训平台的建设方案。根据土木工程专业教学内容的层次关系,构建了递进式实验教学平台。从科研项目、科研仪器等方面,充分利用科研优势,搭建了“科研反哺教学”的实践教学平台;充分利用学校(院)现有的虚拟网络和设计计算方面的教学资源,搭建了土木工程专业工程计算教学平台;从管理运行机制、互惠互利合作方式等方面,与企业深度合作,搭建新型“校企合作”实践教学平台;加强组织、优化师资力量,搭建了土木工程专业创新创业平台。研究成果可大大提高学校土木专业办学质量和水平,也为国内同类院校提供了借鉴。

参考文献:

- [1]教育部,中宣部等.关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见(思政[2012]1号)[EB/OL].<http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s6870/201209/142870.html>. 2012-01-10.
- [2]鲍文博,陆海燕,黄志强.基于应用型人才培养的土木工程教育探索与实践[J].高等建筑教育,2016,25(4):5-9.
- [3]杨毅刚,王伟楠,孟斌.以提升解决“复杂工程问题”能力为目标的工程教育培养模式改进研究[J].高等工程教育研究,2017(4):63-67.
- [4]李颂华,高龙飞.建筑产业化背景下创新应用人才培养实践教学模式探索——以沈阳建筑大学工程训练中心为例[J].沈阳建筑大学学报:社会科学版,2017,19(3):310-314.
- [5]杨佳.如何有效构建土木工程专业实践教学评价体系[J].当代教育实践与教学研究:电子刊,2017(7):178.

Discussion on the construction of practical training platform for civil engineering

MEN Jinjie, SHI Qingxuan, YANG Yong, ZHONG Weihui, BAI Guoliang

(School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, P. R. China)

Abstract: Engineering education quality and engineering talent training have become an important problem that higher education needs to solve. In this paper, the problems of civil engineering experimental teaching, design and calculation, practice teaching, discipline competition, and innovation and entrepreneurship activities were analyzed. A new construction idea of civil engineering practical training platform was put forward. The platform construction ideas and construction plan were explained from five aspects, that is experimental teaching platform, “scientific research back feeding teaching” practice teaching platform, engineering computing teaching platform, new “school-enterprise cooperation” practice teaching platform, and innovation and entrepreneurship education platform. The research results will play a vital role in improving the specialty construction level and the quality of personnel training for civil engineering.

Key words: engineering education; civil engineering; engineering training platform; practice teaching; innovation and entrepreneurship education

(责任编辑 梁远华)