

基于自主式微小实验平台建设的 工科大学生实践能力培养

张成平, 蒋 龙, 张鸿儒

(北京交通大学 土木建筑工程学院, 北京 100044)

摘要:针对当前中国高校工科大学生实践能力培养环节中所面临的困境和难题,以学生专业兴趣为导向,对现阶段大学生实践能力培养模式进行了探索与实践,构建了基于自主式微小实验平台建设的工科大学生实践能力培养新模式。该模式以大学生创新训练计划项目和本科生毕业设计为依托,通过学生自行研发微小实验装置、自主开展实验研究,突出学生在实践教学中的自主性,着力培养工科大学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。实践表明:基于自主式微小实验平台的大学生实践能力培养新模式,能切实以培养大学生创新精神和实践能力为核心,展现工科专业人才培养的特色,提升工科专业毕业生的企业满意度。

关键词:大学生;自主式;微小实验平台;实践能力培养

中图分类号: **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2015)06-0128-05

2006年,胡锦涛总书记提出了用15年时间将中国建设成为创新型国家的宏伟目标。创新型人才培养是建设创新型国家的前提^[1],因此,加强创新型人才培养是国家战略发展的必然要求。土木工程是推动国家基础设施建设不断向前发展的关键学科,培养一批极具创新能力的土木工程专业人才不仅直接推动现代化建设,而且对提升整个国家创新能力具有重要作用。实践性强是土木工程学科的突出特点,不仅要求学生具备扎实的基础理论和宽广的专业知识,更要具有解决实际工程问题的能力^[2]。实践教学环节在培养学生创新能力和解决工程问题能力方面具有课堂教学所不可替代的作用。依托实验平台开展实践教学,是为增强学生感性认识、巩固和拓展知识与技能、提高分析和解决问题能力、强化专业训练和锻炼学生实践能力而设置的教学环节,对于培养学生创新精神、实践能力和综合素质具有重要作用。通过实践,使得学生能够很快适应工作岗位,具备较强的适应性与创新精神^[3]。

虽然实践教育对于提高土木工程专业人才的培养质量非常重要,但由于各种原因,作为实践教育重要载体的实验平台建设和运行现状难以满足高校人才培养要求,尤其是在自主式的微小实验平台的研发与应用方面。究其原因,主要是由于高校扩招后,实验平台相对缺乏,既有的试验设备操作复杂,且完成实验需要投入大量的人力、财力和物力。久而久之,基于实验的日常实践教学环节被逐步淡化,常常被指导教师的演示实验所代之,实践教学质量也大大降低。

收稿日期:2015-05-16

作者简介:张成平(1975-),男,北京交通大学土木建筑工程学院教授、博士生导师,博士,主要从事隧道及地下工程研究,(E-mail)chpzhang@bjtu.edu.cn。

此外,现阶段高校实验教学紧扣课本内容,内容及形式非常固定且多年未变,学生照章进行实验,缺乏吸引力,无法满足学生的学习兴趣。

正是由于上述弊端的存在,现阶段中国高校土木工程专业实验教学效果不甚理想,与以兴趣为导向、全员参与的培养目标相差甚远,更谈不上对学生创新能力的培养。微小实验平台由学生搭建而成,主要为解决学生自身在专业学习过程中所遇到的问题,其操作相对简便,实验周期较短,能有效激发学生参与热情。实验过程由学生全程深入参与,可培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,进而提升学生实践能力和创新能力。

一、平台建设

(一) 平台建设思路

鉴于上述中国现阶段土木工程专业实验教学中存在的种种弊端及原因,探索一种学生乐于参与、自主性强、一次性投入较少、操作简单的实验教学模式是解决当前实验教学问题的有效途径。基于自主式微小实验平台研制与应用的土木工程专业大学生实践能力培养模式,以充分调研学生专业兴趣需求、最大限度提高学生自主性为特点,不仅在一定程度上

能有效缓解当前高校实验平台资源缺乏的问题,而且能充分发挥学生自主性,提高实践教学的深度和广度。通过这种实验教学模式,既丰富了高校实验教学的形式和内容,又提升了实验教学活力,扩大了实践教学覆盖面,达到了切实培养学生实践能力的目的。

(二) 平台构成与特点

调查发现,多数刚步入工作岗位的土木工程专业毕业生在专业知识积累以及工程实践能力方面较为欠缺,很难满足企业需要的“来之能战”的要求。导致这一现象的原因归根结底在于学生在校期间实践锻炼不够。为解决上述问题,以学生为本,为充分发挥学生的自主性,以解决学生专业实践训练不足为突破口,打破以往以教师为主导的实验教学模式,探究基于自主式微小实验平台建设的土木工程专业大学生实践能力培养模式,从根本上调动学生参与实验教学的积极性,着力培养实践动手能力强、赋有创新能力的土木工程专业人才。基于自主式微小实验平台建设的工科大学生实践能力培养模式如图1所示。

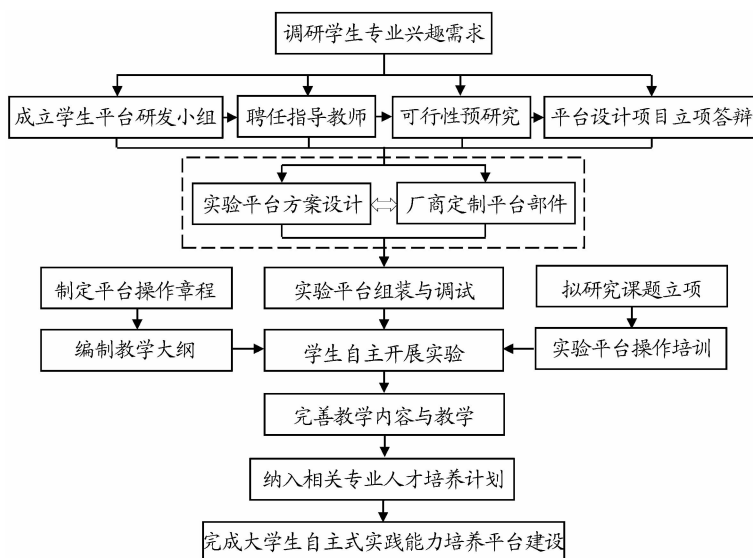


图1 基于自主式微小实验平台建设的工科大学生实践能力培养模式

该培养模式由学生自主研制的实验平台和与之配套的教学大纲两大部分组成,其主要特点如下。

一是,最大限度发挥了学生的自主性。根据学生专业兴趣,从实验平台设计、加工到组装,以及后续教学大纲的编写与完善都以学生为主要力量来完成,坚持学生为主、指导教师为辅的教学理念,实现实验全程学生自主化。建立相应激励制度,对参与

实验项目并取得优异成绩的学生,在免试推荐攻读研究生时给予政策倾斜,以此激发学生参与的主动性。

二是,实现实验教学科研化。以往届学生已经制作完成的实验平台或自行设计实验平台为载体,依托国家大学生创新训练计划项目、本科生毕业设计等实验项目立项,再以课题研究形式完成实验教

学内容,以实现教研结合,提高实验教学质量。

三是,提升实验教学规范化水平。成立学生自主式创新与实践能力的培养实验室,对学生研制的优秀实验平台进行统一命名,制定配套教学大纲,编制实验操作规范,并纳入学校相关专业拓展实验教学计划,丰富实验教学内容,提高实验教学系统化、规范化水平。

自2012年以来,学校加强对实验教学改革力度,通过近3年的积累,每年通过大学生创新训练计划项目等形式参与实验教学的学生已突破200人次,并形成了土木工程与环境工程相组合的跨专业、跨学科学生实验团队,既拓展了实验教学的深度和广度,又让学院的实验教学氛围空前浓厚,在很大程度上,切实提高了土木工程专业学生实验教学质量,使学生具备了较强的实践能力,解决了学生入职上手不快、适应性不强等问题,企业满意度显著增强。

二、平台应用及效果分析

(一) 实例背景

北京交通大学土木工程学科是北京市重点学科,师资力量雄厚,承担了大量国家级和省部级项目,取得了丰硕的研究成果,该学科还配有多个实验室,其中包括1个国家级试验中心和3个省部级科研平台等,但随着招生规模不断扩大,实验室资源变得十分紧张。2007年,教育部启动“国家大学生创新训练计划项目”,为学校实验教学带来了新的发展契机。学校特别重视大学生创新训练项目的开展工作,仅2014年共立项643项,其中土木工程专业立项共54项,参与人数达162人^[4]。因此,大学生创新训练计划项目已成为学校学生实践教学的重要组成部分,将基于自主式微小实验平台建设的大学生创新能力培养模式与大学生创新训练计划项目相结合,可以增加实验研究的深度与广度,对于提高实验教学质量有着显著的积极意义。

北京是典型的砂卵石地层地区,国内外在这类地层中采用泥水盾构施工的案例非常少,工程中常面临突如其来的技术难题,因此,案例选取以学生自主设计并完成的题为“砂卵石地层泥水盾构开挖面孔隙水压力变化规律试验研究”的实验为研究对象,对基于自主式微小实验平台建设的工科大学生实践能力培养模式进行了实例分析。

(二) 平台应用过程

基于自主式微小实验平台的大学生实践能力培

养理念,学生结合自身对拟研究问题的认识,依托学校土木工程学科的师资力量等资源实施项目。

1. 实验项目立项

每年春季伊始,以大学生创新训练计划项目实施为契机,学校教学管理部门发布实验教学相关通知,学生根据实习、实践经验,结合专业知识储备和兴趣爱好组成实验小组,3~5人一组,自行联系并确定指导教师,就感兴趣的专业问题进行立项,并填写项目申报书。其中,项目申报书包括完整的预研究报告和较为成熟的实验方案,要详细对拟研究问题的认识及已开展的研究情况进行阐述。立项实验项目可自行研制实验装置,也可利用既有的微小实验平台开展研究,立项过程遵循“横向拓宽、纵向贯通”的原则^[5],鼓励组建跨年级、跨专业、跨学科的学生实验团队。最后,学院举办立项答辩会,对申报项目的创新性、可行性等进行评定,明确试验项目预期成果内容与形式,选出不超过总申报项目数60%的项目进行立项。严格的准入条件为提升研究成果质量打下了坚实基础。

砂卵石地层泥水盾构开挖面孔隙水压力变化规律试验研究实验项目来源于学生专业实习过程中遇到的工程难题,因此,学生对问题的预研究充分,计划通过自行设计并制作模拟实验装置对泥水盾构开挖面上孔隙水压力的变化规律进行研究,以提高泥水盾构掘进过程开挖面的稳定性。

2. 实验平台研制与项目实施

案例实验项目采用自制试验平台开展。根据泥水盾构稳定开挖面的原理,在教师的指导下,实验小组成员完成实验所用装置的设计工作,并联系厂家进行装置的制作与组装,如图2所示。在此过程中,充分锻炼学生的动手能力。



图2 泥浆渗透时土层中孔隙水压力监测试验装置

创新能力的养成并非一蹴而就,而是需要在过程中逐步培养学生发现问题、分析问题以及解决问题的能力^[6],因此,创新意识的过程培养是创新能力培养的最重要环节。在实验教学过程中,指导教师仅做辅助性指导,尽力解除学生的各种束缚,让学生自我挖掘创新潜力,实现自己的想法。综上所述可以看出,与普通实验教学不同之处在于,该模式下的实验教学以最终成果为导向,学生可以通过不同形式展现自己,最终完成实验各项任务。此外,在此过程中,还要严格制定导师指导手册与学生工作日志,从制度上提高实验教学规范化水平。

该实验项目研制了一套能模拟泥水盾构开挖面泥浆渗透的实验装置,且能同步监测模拟开挖面上孔隙水压力的变化情况,此环节占整个实验周期的1/3。随后,进入实验研究阶段,根据预先设计的实验方案,完成实验任务,实时撰写实验工作日志,通过小组会的形式向指导教师汇报项目研究进展,最终完成20组实验数据采集工作,本阶段占整个实验周期的1/3。最后是实验成果总结提炼阶段,按照实验项目立项时的研究目标,实验小组在指导教师的协助下,认真总结实验成果,撰写学术论文和研究报告,完成实验装置的改进与实验操作规范编制,为实验项目结题做好准备。

3. 实验项目结题与成果展示

为突出学生在项目实施过程中的主体地位,该模式下实验项目深入贯彻以学生为主、教师为辅的教学理念,严格执行“严进、严出”的教学标准。“严进”,即提高实验项目立项准入条件,重视拟开展项目预研究,确保所立项的项目具有创新性、可行性。“严出”,即实验过程学生完全自主,严把项目结题成果质量关。对于不满足结题要求的项目,给予延期处理,并取消评优资格。延期结束仍无法满足结题要求的,将取消项目立项,追回资助金额,并暂停指导教师参与指导实验教学资格2年。对于按期结题的项目,学校组织专家评审会,评选优秀项目成果,通过举办“五四”青年学生科技创新主题展等形式,广泛宣传实验成果,以期在相互学习借鉴中不断完善实验项目各环节,进一步提高实验项目(包含实验装置、实验操作规范、教学大纲、实验研究报告范例等)的科学性,以供后续实验教学所采用。

该案例实验项目研究成果由1份研究报告、1篇EI检索学术论文、1套带操作指南的实验装置组成,

结题答辩成绩为优秀,最终结题等级为国家级。项目研制的微小实验装置将成为相关专业实验平台的组成部分,为后续实验教学服务。

4. 优秀成果激励措施

以学年度为时间周期,依据项目结题答辩成绩为评判标准,将所有项目按照国家级、市级、校级三个等级进行划分,对不同等级的项目给予不同力度的资金支持。同时,对指导创新性实验的青年教师在职称评定、职务晋升方面给予一定的政策倾斜。针对参加实验项目的学生,根据结题成绩,对取得优秀成果的学生颁发创新能力认证证书,在保送攻读研究生学位时,给予相应政策倾斜,如在同等条件下,优先获得免试资格等,以此增强实验项目的吸引力。

(三) 平台应用效果分析

依托创新训练计划项目开展土木工程专业大学生实验教学,在一定程度上能进一步形成育人的合力,是实现高校创新型人才培养体系化、科学化的具体体现。

1. 以学生为本,实现人才培养模式多样化

在此模式中,学生既是教学内容的设计者,又是接受者,突破了“一教一学”传统教学模式对人才培养的束缚,充分发挥了学生自我教育、自我培养的功能,拓展了高校人才培养模式,让学生的实践能力培养更为科学、形式更加多样。

2. 深度参与,培养学生独立的创新能力

传统的实验教学是学生按照统一的实验方案依样画瓢地进行实验,有的实验因器材匮乏、操作难度大等原因,学生只能看演示,对实验目的、试验原理等不能深入认识,更谈不上培养学生的创新能力。基于自主式微小实验平台开展实验,学生需要从实验装置设计、制作入手,在深入了解实验设备工作原理的基础上,独立进行实验方案设计与完善,并亲自开展实验。学生以主人翁身份全程深度参与,并独立完成各项研究工作,从而有效培养了学生发现问题、分析问题和解决问题的能力,进而培养学生的创新能力。

3. 以提升专业技能为中心,全面提升学生的综合素质

从该培养模式应用过程可以看出,学生实验教学全过程均以团队的形式合作完成,极大地提升了学生的团队合作能力。在实验阶段,需要定期整理

研究成果,并作汇报。在此阶段学生撰写研究报告的能力和文字表达能力得到了综合锻炼和提高,较好地实现了“一专多能”的人才培养需求。

三、结语

培养专业素质过硬,具有较强创新能力的“一专多能”人才,是中国建设创新型国家的必然要求。文章以解决当前高校土木工程专业实验教学中存在的突出问题为切入点,研究了基于学生自主式微小实验平台建设的大学生实践能力培养模式,一改传统实验教学方法,将“教师搭台,学生唱戏”的传统教学方式改为“学生搭台、学生唱戏”的全新模式,突出学生的主体地位,在充分发挥学生自主性的同时,该模式有效地解决了高校实验平台资源不足、操作复杂、一次性投入过高、实验周期长等方面的问题。通过认真执行以学生兴趣为导向、教学内容学生自定、覆盖全体学生等基本教学要求,改变了高校实验教学多停留在观摩层面,培养学生动手能力不足的尴尬局面。文章最后以北京交通大学土木工程专业依托国家大学生创新训练计划项目开展的实验教学为例,分析了基于自主式微小实验平台建设的大学生

实践能力培养模式的实际运行情况及效果。由实例分析可见,通过构建基于自主式微小实验平台建设的工科大学生实践能力培养模式,对整合高校实验平台资源,提高工科大学生实践能力,进一步激发工科大学生的创新原动力,提升高校创新型人才培养水平具有重要意义。

参考文献:

- [1]胡锦涛.走中国特色自主创新道路 为建设创新型国家而奋斗——在全国科学技术大会上的讲话[EB/OL]. [http://theory. people. com. cn/GB/49169/49171/4012810.html](http://theory.people.com.cn/GB/49169/49171/4012810.html).
- [2]李功梅.浅谈实践教学对大学生创新能力培养的作用[J].教育教学论坛,2013(52):61-62.
- [3]张成平,等.校企协同创新模式下以解决技术难题为导向的实习基地建设[J].教育教学论坛,2014(24):27-29.
- [4]北京交通大学本科教学文件汇编[Z].2014.
- [5]宁滨.全面推进协同创新提高人才培养质量[J].北京教育:高教,2012(01):5-7.
- [6]蒋龙,等.土木工程专业大学生创新训练计划项目的实施办法及效果[J].科技创新导报,2015(01):219-221.

Practical ability training of engineering students based on the construction of autonomous micro experimental platform

ZHANG Chengping, JIANG Long, ZHANG Hongru

(School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, P. R. China)

Abstract: According to difficulties and problems of practical ability training of engineering students in colleges and universities in China, we carried out the exploration and practice on the college students' practice ability training model based on students' professional interest. The new model of students' practical ability training was based on college students' innovative training program and undergraduate graduation design. Students' autonomy in the practical teaching was prominent by independent research of small experimental platform, which can cultivate engineering students' abilities of proposing, analyzing and solving problems. The practice indicates that the new model can effectively cultivate college students' innovative spirit and practice ability, which shows engineering talent training features and promotes the satisfaction of enterprise about the engineering graduates.

Keywords: college students; autonomy; small experimental platform; practical ability training

(编辑 梁远华)