

面向卓越工程师培养的桥梁施工课程教学改革与实践

朱劲松

(天津大学 建筑工程学院,天津 300072)

摘要:为了探索并实践“卓越工程师教育培养计划”(以下简称“卓越计划”)的人才培养新模式,以“宽口径”土木工程专业(桥梁工程方向)桥梁施工课程的教学改革为平台,提出了以培养和提高学生实践能力和创新能力为主要目标的教学新模式。从桥梁施工课程的教学现状和“卓越计划”基本要求的分析入手,提出了桥梁施工课程教学目标和要求、教学内容调整、教学环节设计及考核环节设计等改革措施。

关键词:卓越工程师培养;桥梁施工;教学改革

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2012)03-0071-05

2010年6月教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”(以下简称“卓越计划”)^[1],这是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010-2020年)》的重大改革项目,也是促进中国由工程教育大国迈向工程教育强国的重大举措。“卓越计划”具有三个特点^[2-4]:一是企业深度参与培养过程,二是学校按通用标准和行业标准培养工程人才,三是强化培养学生的工程能力和创新能力。2011年11月天津大学联合北京理工大学、大连理工大学等9所高校在卓越人才培养方面全方位合作并签署了《卓越人才培养合作框架协议》。为适应人才培养从传统的教育模式向“卓越计划”培养模式的转变,天津大学土木工程专业中实践性较强的课程均在积极探索全新的教育改革模式。

桥梁施工作为“强基础、宽口径、高能力”的大土木教学模式指导下土木工程专业(桥梁工程方向)的核心课程,主要讲述铁路、公路桥梁各种桥跨结构、墩台及各种形式基础的施工方法。其目的是使学生通过学习了解桥梁施工的基本方法和关键技术,初步具有制定桥梁施工方案的能力,掌握施工技术、施工组织计划的基本知识,为毕业后从事桥梁工程科研、设计、施工与管理等工作奠定基础。该课程也是桥梁工程方向理论与实践结合的关键课程,是培养学生工程实践能力和综合能力并实践“卓越计划”的最佳平台。

文章以天津大学土木工程专业桥梁施工课程为例,进行了适应“卓越计划”人才培养的新教学模式探讨。首先分析了传统教学模式(包含其他各高校的

收稿日期:2011-11-06

基金项目:天津大学本科教学改革项目

作者简介:朱劲松(1975-),男,天津大学建筑工程学院土木工程系桥梁工程教研室副教授,博士,主要从事桥梁工程研究,(E-mail) jszhu@tju.edu.cn。

教学改革模式)的弊端,及其与“卓越计划”要求之间的差距。然后设计一套新的教学方法与教学模式,对关键教学环节给出了教学示例,并对综合考核方式进行了设计和分析。在2010年和2011年天津大学土木工程专业高年级本科生的桥梁施工课程教学过程中进行了改革,取得了良好效果。

一、桥梁施工教学模式现状及问题

桥梁施工课程是土木工程专业桥梁工程方向必修课程。传统的课堂教学模式与多个高校目前实施的教学改革尝试主要包括多媒体教学、工程现场教学、换位教学法、以施工图为中心的教学法及情境教学法等^[5-9]。但是这些教学改革措施主要被应用于普通本科及高职院校的桥梁施工课程教学,不同类型高校工程人才培养目标定位的差异性和多样化并没有体现出来。天津大学作为一所“985”和“211”研究型大学,其人才培养目标定位于培养工程研究型、工程创新型的高端人才,以培养学术研究型的工程科学家、研发人员和设计工程师为主^[2]。因此,在实践课程教育改革方面应具有符合自身人才培养目标的全新模式。

传统的教育理念是以教师为主体,强调教材作用,采用满堂灌、注入式的教学方法和多媒体配合板书的教學手段。多媒体运用一般采用播放桥梁施工动画、视频与现场录像或现场参观等手段,加深学生对施工技术的感性认识,并激发学生的创造欲和兴趣。但是由于学时的限制,课堂教学过程中根本无法系统地采用多元化手段教学。比如,在课堂上播放施工视频,会占用大量的课时,而每次视频播放完之后,如果不进行有针对性的讲解,则取得的教学效果也不尽如人意。总之,上述传统教学模式和理念,存在课程内容陈旧、实践环节教学不足、考核形式单一等问题,对桥梁施工这门实践性、综合性较强的课程而言,不能满足其教学目标和要求。

(一) 课程内容更新不及时,未能体现桥梁施工技术的发展

现行的课程教学内容和所使用的教材,虽然积累了前期课程改革成果,但在很大程度上仍保留传统的课程内容体系。现有课程内容体系建立在知识的系统性和完整性之上,对知识点的选择和安排没有脱离传统的教学理念,新材料、新技术、新工艺等方面知识点增加缓慢。目前正式出版的桥梁施工方面教材的知识内容体系创新性不够,没有体现“卓越

计划”中所要求的“能力”主线,与现阶段生产实际要求的课程内容或知识点存在一定的差距。

随着近年来中国桥梁建设技术突飞猛进的发展,很多新型施工装备、创造性的工法与技术被应用到实际工程中,如预应力灌浆的真空压浆、新型预应力锚具与锚固体系、新型复合基础施工、外海桥梁施工、桥梁的施工控制关键技术等。这些内容需要在课程教学中有所涉及,才能培养综合实践能力强的创新型人才。另外,大量的旧桥维护施工逐渐在各地展开,桥梁的加固、改建与拆除施工关键技术也成为广大毕业生走上工作岗位后面临的新挑战。

(二) 重课堂教学轻工程实践

现行教学计划中桥梁施工课时仅为32学时,而教学内容较多,很难将实践教学内容贯穿于桥梁施工的课堂教学中。一方面许多施工单位鉴于安全和工期方面的压力,不愿接收大量学生到工程现场参观学习;另一方面在制定专业课程教学大纲时也只安排课堂教学,已有课程教学中的实践环节主要靠任课教师根据所承担的工程科技服务项目,在课堂教学之外安排一次或有限的几次施工现场观摩学习。因此,受时间和空间上的限制,学生看到的只是某一阶段的施工状态,很难看到施工全过程,导致课堂理论教学和工程实践之间严重脱节,学生工程实践能力无法得到充分锻炼。

(三) 重理论灌输轻创新思维培养

由于本科教学体系设计的问题,虽然桥梁施工课程教学内容广泛,但其课时却被大量压缩。为完成现行教学大纲规定的教学任务,教师不得不采取满堂灌的教学方式,无法留出时间引导学生独立思考,培养其发现问题并解决问题的能力,课堂教学灵活性不足,缺少学生自主的研究性学习内容和训练环节。目前这种教学方式对培养学生的创新思维和创新能力不利,不符合“卓越计划”人才培养的要求。

(四) 考核方式单一

作为最终的教学检验,科学、合理的考核形式对学生具有极为重要的意义,在某种程度上指导着他们的学习方式。多年来,学校桥梁施工课程的考核方式主要采取笔试形式,兼顾学生平时成绩。课程成绩 = 平时成绩 × 30% + 期末考试卷面成绩 × 70%。其中,平时成绩主要依据出勤情况、课堂表现和作业情况综合打分。试卷题目类型主要包括填空题、名词解释题、判断题、选择题、简答题与综合分析

题。学生主要还是根据考试范围死记硬背,印象不深刻,考试后就会很快忘记。这种课程考核方式体现出的仍旧是应试教育,埋没了学生的个性和兴趣,对于桥梁施工这种实践性很强的课程而言,无法考核学生的实践能力、创新能力和解决实际问题的综合能力。

(五)与“卓越计划”要求之间的差距

已有的教学模式仍然强调学生对基础知识的理解与掌握,对实践能力的培养尚有欠缺,对创新能力、团队协作能力与综合解决问题能力的培养基本为零。

二、桥梁施工课程教学模式改革措施

(一)教学改革目标与要求

为满足“卓越计划”的要求,在桥梁施工课程教学过程中应更加侧重工程实践能力、创新能力的培养。通过调整教学内容、创新教学方法与教学手段、完善考核评价体系积极探索桥梁施工课程教学模式的改革措施,通过课程重心前移、强化综合训练将诚信意识、节能节材意识、安全意识、美学意识和科学伦理的培养“嵌入”到课程之中。引进以问题为导向、以项目讨论为主的先进教学方法,开展研究式、讨论式、团组式教学,强化以工程实例为载体的案例教学。实施复合式考核方法,考核从注重“学习成绩”向注重“学习成效”转变,引导学生从注重“考试结果”向注重“学习过程”转变,增强学生的学习主动性,提高学生的研究能力和工程实践能力。

(二)教学内容调整

现行教学大纲规定的桥梁施工讲授内容为:常备式结构和常用机具设备、桥梁基础施工、桥梁墩台施工、混凝土简支梁的制造与架设、混凝土连续梁的施工、混凝土拱桥和石拱桥的施工、斜拉桥和悬索桥的施工、钢梁制造及架设、施工组织设计。已有的课程大纲设计,根据桥梁上下部结构、上部结构的不同构造形式将施工计划分别讲授,并没有安排讲授一座桥梁从下部到上部完整施工过程的课程。随着世界范围内(尤其是中国)桥梁施工技术日新月异的发展,对施工装备更加依赖,专业性更强,因此,教学课程中应区分土木工程施工与桥梁施工的不同,并强调在桥梁工程课程中涉及到的桥梁施工技术的深度与广度不同,强调桥梁施工与桥梁设计之间的关系,尤其要注重大跨度桥梁施工过程中结构体系、荷载与边界变化导致的力学行为转变。

根据“卓越计划”的目标与要求,结合“卓越计划”的三层次培养标准^[1-2],对现行的桥梁施工课程教学内容进行调整及优化。

调整教学重点。重点讲解桥梁施工中的常备式结构和机具设备,不同型式桥梁深基础施工的技术流程和特点,墩台施工中不同的高墩施工工艺及其特点,简支梁的预制架设方法,预应力连续桥梁不同施工方法的流程、特点和体系转换,拱桥施工中的转体法,斜拉桥挂索施工及前支点牵索挂篮施工工艺,悬索桥主缆的不同施工方法等。

精简课堂讲授内容。桥梁施工课程安排在大学四年级上学期,前期讲授的相关课程为土木工程施工、基础工程、桥梁工程、钢结构设计原理等。这些课程中会涉及到基础施工、混凝土工程、钢筋工程、模板工程、大体积混凝土施工、钢结构基本加工、各种桥梁上部结构的施工工艺简介等,在桥梁施工课堂教学中对此可进行精简。

增加桥梁施工监测与控制、桥梁施工总体技术方案制定等方面的训练。结合教师承担的各种桥型桥梁的施工监控项目,引导学生了解各种分段施工的桥梁,使学生理解采用不同施工方法时的力学行为和施工图设计的特点、重点和难点;以实际工程为背景,引导学生参与模拟的桥梁施工方案竞标活动,不但培养了学生工程实践能力、创新能力,还培养了学生的宏观组织能力。

(三)教学环节设计

此次教学改革以“卓越计划”要求的各种“能力”培养为主线,完善各种教学环节的学时分配和课程比重,综合运用基于问题的探究式教学、基于案例的讨论式教学和基于项目的参与式教学三种研究性教学模式,进行具体的教学内容设计:(1)以培养学生自主学习和研究性学习为目标,基于问题的探究式教学课程讲义编制与多媒体课件设计,除强调大纲要求的基本知识点教学外,设计有关问题(表1)。(2)以培养学生综合分析能力与实践能力为目标的基于案例讨论式教学设计——设计桥梁施工教学案例(表2)。(3)以培养学生创新能力与团队协作能力为目标的项目参与式教学——设计虚拟施工情境。将学生分成若干小组,引入施工单位施工竞标的操作模式,训练学生的团队协作能力与创新能力。

以上教学内容,需通过四个环节在课程教学中具体实施。

其一,课前预习环节。通过学校内部公文网开辟“桥梁施工”的“课程讨论区”,每次课堂主题授课之前,将相关的课程讲义、课件分发给每位学生,并将课堂教学主题与任务提前布置给学生,以便学生课前预习,以提高课堂教学效率和互动讨论的效果。课前分发的资料包括文字讲义、施工技术演示视频、关键施工过程现场图片与录像、工程试验与检测图片和录像、施工投标书文件、施工图设计资料等。

其二,课堂教学环节。主要采取基于问题的教学与基于案例的教学相配合、多媒体视频教学与课堂讲解及互动讨论相配合的模式。

其三,课后巩固环节。课后布置相关问题让学生通过查阅资料、复习回忆等手段,独立完成相关问题的解答和解决方案,遇到疑难问题,仍然通过“课程讨论区”与教师或其他学生交流。

其四,工程现场教学环节。通过结合教师承担的在建桥梁工程的设计咨询及施工监控项目,在施工总承包单位的配合与协助下,安排学生在关键的施工阶段进入施工现场观摩学习,请施工单位的总工程师等一线技术人员现场讲解,增强学生对课堂教学的理解。

表1 基于问题的探究式教学内容设计

序号	问题设计	教学方式
1	桥梁钻孔灌注桩施工过程中的缺陷与防范	课堂讨论
2	某沉井基础施工方案设计	课后作业
3	挂篮悬臂施工的预应力钢筋混凝土连续梁桥施工过程关键力学问题	课堂讨论
4	某公路桁架拱桥的转体施工方案设计	课堂作业
5	大跨度斜拉桥体系转换关键问题	课堂讨论
6	预应力钢筋混凝土连续梁桥不同施工方法的综合对比	课后作业
7	斜拉桥换索施工需要考虑的关键问题	考核

表2 基于案例的讨论式教学内容设计

序号	案例设计	教学方式
1	背景工程:杭州湾跨海大桥。提出不同标段适宜的上下部结构施工方案,分析讨论跨海桥梁施工需要考虑的关键问题	课堂讨论
2	背景工程:苏通长江公路大桥。提出深水基础、裸塔施工及减振、斜拉索挂索张拉及主梁施工的方案	课堂讨论
3	背景工程:天津海河富民桥(自锚式悬索桥)。分析索承桥梁体系转换施工中的关键理论问题	现场教学
4	背景工程:天津海河国泰桥(钢桁架组合拱桥)。学习钢桥安装、吊杆张拉、钢桥面铺装等施工关键环节	现场教学
5	某山区高速公路大跨度连续刚构桥施工方案中存在的问题及其解决方案	考核

(四)完善考核环节设计与实践

要培养学生的创新能力,提高学生的综合素质,必须改革传统的考核与评价方式。考核的侧重点要从学生对书本知识的掌握转变为分析和解决实际问题的能力。从考试方法、命题形式和内容、阅卷标准等方面进行系统改革,使考试真正成为培养和检验学生掌握所学课程的基本理论、基本知识、基本技能,运用所学知识独立分析和解决实际问题的手段^[5]。考核评价是引导师生的指挥棒,大多数学生和教师总是在现行的评价体系引导下寻求“佳绩”。要培养出未来的卓越工程师,必须超越目前以掌握“知识点”为本的评价体系,形成以素质提升为本的、

适应新时期社会需求的评价体系并使之渗入整个培养过程。改革后的考核方式需要更有针对性地对学生各项能力进行考核。

桥梁施工课程中采取的复合式考核环节主要包括三方面内容。

第一,基础理论掌握情况的考核。保留对知识点掌握情况考核的传统方式,通过闭卷考试形式进行考核。考试题型侧重于填空题、判断题及多项选择题,这些题型无需死记硬背,考核的是学生对基本理论的理解和掌握程度,引导学生更加重视平时的积累,参与到课堂教学中的问题讨论与案例分析之中,真正达到综合分析能力和实践技能的锻炼与提

高。这部分在期末考试中进行考核,占卷面分数的50%左右。

第二,综合分析能力及创新能力考核。设计具有实际背景的桥梁工程施工案例,模拟可能出现的各种背景、环境和要求,鼓励学生充分发挥个人优势和能力,提出具有创新性的解决方案,考核评分时鼓励对创新施工技术的尝试。这部分在期末考试中进行考核,占卷面分数的50%左右。

第三,团队协作能力与综合实践能力考核。将班级分成若干小组,每组4~5人,模拟不同的施工企业对实际桥梁施工进行投标,分组进行标书制作、竞标。通过对技术标和商务标的综合评分,对各小组的成绩进行排名,以此代替传统的平时成绩,占期末总评成绩的30%。

三、结语

在2010和2011连续两年的土木工程专业(桥梁工程方向)本科桥梁施工课程教学中,实践了文章探讨的教育改革模式,学生的学习兴趣有很大提高,教学效果反映良好。

面向卓越工程师教育培养计划的桥梁施工课程教学模式改革,打破了以课堂教学为主,围绕陈旧的教学大纲内容进行“灌输式”教学的传统模式。总之,只有根据“卓越计划”的目标与要求,结合“卓越计划”的三层次培养标准对桥梁施工课程教学内容进行调整,采用以培养学生自主研究性学习能力、综合分析能力、实践能力、创新能力与团队协作能力为目标的教学方法和复合式考核方法,并在教学过程

中强化学生工程能力的培养和综合素质的养成,才能培养出复合型、高素质、满足未来需要的优秀工程型人才。

参考文献:

- [1] 林健.“卓越工程师教育培养计划”通用标准研制[J]. 高等工程教育研究,2010(4):21-29.
- [2] 林健.“卓越工程师教育培养计划”专业培养计划研究[J]. 清华大学教育研究,2011,32(2):47-55.
- [3] 林健. 创新工程人才培养模式注重卓越工程教育本质[J]. 中国高等教育,2011(6):19-21.
- [4] 曹卫锋,宋寅卯,郑安平. 本科阶段卓越工程师教育培养计划的研究与探索[J]. 中国现代教育装备,2011,125(13):167-128.
- [5] 李淑庆,任其亮. 对交通运输类专业实施卓越工程师教育培养计划的思考[J]. 重庆交通大学学报:社会科学版,2011,11(2):108-110.
- [6] 吴金荣. 桥梁施工课程教学改革研究[J]. 高等建筑教育,2008,17(2):80-82.
- [7] 倪国栋. 土木工程施工课程教学改革探讨[J]. 高等建筑教育,2010,19(1):58-61.
- [8] 吴鸣,熊光晶. 基于工程能力培养的桥梁工程教学改革探索与实践[J]. 长沙铁道学院学报:社会科学版,2010,11(1):109-113.
- [9] 张力,王平,陈子静,等. 实践导向型土木工程教育教学改革研究[J]. 高等建筑教育,2011,20(1):19-21.

Discussion and practice on teaching reform of bridge construction course of a plan for educating and training outstanding engineers

ZHU Jinsong

(School of Civil Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China)

Abstract: For developing a novel talent cultivation mode under the framework of a plan for educating and training outstanding engineers (PETOE), the teaching reform on bridge construction course was carried out. The bridge construction course in the major of civil engineering was selected as a platform of the teaching reform and a novel teaching mode was proposed which mainly aimed at training students' practice ability and innovation ability. The situation and problems of the conventional teaching mode were discussed. Objective and requirement of the teaching process, teaching contents, teaching process, and assessment methods of bridge construction course were also studied.

Keywords: a plan for educating and training outstanding engineers; bridge construction; teaching reform