

基于EIP-CDIO模式的实践教学改革与实践 ——以道路桥梁与渡河工程为例

张友恒, 付旭, 周慧文, 王大光

北华航天工业学院建筑工程学院道桥工程系, 河北 廊坊

收稿日期: 2021年12月7日; 录用日期: 2022年1月5日; 发布日期: 2022年1月12日

摘要

针对我国工科生在工程实践素养、动手能力以及对社会和环境的认知与责任方面还相对薄弱的现状, 在道路桥梁与渡河工程专业的实践教学中引入“EIP-CDIO”培养模式。将原先分散的毕业设计、课程设计、三大实习及独立小实验等实践性课程的内容和教学方法进行重新梳理与整合, 并通过开设执业素养方面的新课程和专家讲座的方式将EIP要素渗透到实践教学的全过程中, 构建了一套完整的“EIP-CDIO”实践教学体系。通过近几年的教学实践表明, 该体系增强了学生的专业兴趣, 改变了学习和生活态度, 工程实践能力有了较大的提升。

关键词

EIP-CDIO, 实践教学, 教学改革

Practice Teaching Reevaluation and Practice Based on EIP-CDIO Mode

—Taking Road, Bridge and River-Crossing Engineering as an Example

Youheng Zhang, Xu Fu, Huiweng Zhou, Daguang Wang

Department of Road and Bridge Engineering, Architectural Engineering Institute, North China Institute of Aerospace Engineering, Langfang Hebei

Received: Dec. 7th, 2021; accepted: Jan. 5th, 2022; published: Jan. 12th, 2022

Abstract

In view of the current situation that engineering students in China are relatively weak in engineering practice literacy, practical ability, and cognition and responsibility of society and envi-

ronment, the cultivation mode of "EIP-CDIO" is introduced into the practical teaching of Road, Bridge and River-crossing Engineering. The contents and teaching methods of the previously scattered practical courses such as graduation project, curriculum design, three internships and independent small experiments are reorganized and integrated. EIP elements are infiltrated into the whole process of practice teaching by opening new courses and expert lectures on practicing literacy. Finally, a complete set of "EIP-CDIO" practice teaching system was constructed. The teaching practice in recent years shows that the system enhances students' professional interest, changes their study and life attitude, and improves their engineering practice ability greatly.

Keywords

EIP-CDIO, Practical Teaching, Teaching Revaluation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

21 世纪以来,中国经济发展进入快车道,2020 年,中国 GDP 达 14.73 万亿美元,达到美国 GDP (美国为 20.5 万亿)的 70% [1],在我国近年的经济发展中,高等工程教育为国家的经济发展培养了大量人才。我国的工程教育从知识传授到能力培养,再到利用课程思政进行价值塑造,取得了较大的成绩,但与国际先进的过程教育还有很大差距。据麦肯锡咨询公司(McKinsey Global Institute)的研究报告统计,我国的工科毕业生达到跨国公司招聘标准的只有不到 10% [2],特别是在工程实践素养、动手能力以及对社会和环境的认知与责任方面。随着社会经济的发展,社会中职业道德缺失、个人利益至上、团队意识匮乏现象严重,故我国的工程教育还需特别加强职业道德以及社会责任方面的培养,凡此种种,都对工科人才培养提出了更高的要求[3]。

2. EIP-CDIO 实践教学体系构建的价值和意义

自汕头大学将 CDIO 引入工程教育以来,在土木、计算机、机械、化工等工程教育领域都得到了极大的发展。在土木工程领域,CDIO 可理解为土木工程的可行性研究、设计、施工、运营与维护及其拆除的全寿命周期。后来,又加入了 EIP 要素,即职业道德(Ethics)、诚信(Integrity)和职业素质(Professionalism) [3]。开展 EIP-CDIO 模式的土木工程实践主要是在包涵理论课中的实验等实践环节、实习、课程设计、毕业设计等实践教学环节,以及通过开展专题讲座、沙龙等活动中融入 CDIO 理念并加强有关工程师职业道德和操守方面的教育,改变传统教学观念,将 EIP 要素渗透到工程教育实践中,不仅强调知识传授和能力培养,还需强调道德、诚信、职业素质等素质的培养。EIP-CDIO 土木工程实践教育以实践训练项目以及实践课程为手段,以 CDIO 系统思想为指导,课程规划上对所有的实践课程及训练项目都有 EIP 的具体要求,培养学生的工程实践能力、团队合作意识,以土木工程师的职业标准及行为准则要求学生,培养诚实、正直、能承担社会责任的合格土木工程师。

3. EIP-CDIO 实践教学体系的构建与实施

笔者在道路桥梁与渡河工程专业的 EIP-CDIO 实践教学体系的构建中,重新梳理、整合了实践课程体系,将契合 CDIO 流程的多个分散的课程设计整合成公路工程实践项目、桥梁工程实践项目;在开设

专业前沿体验课的同时增开土木工程导论课程，改革课程实验为设计性、综合性实验项目；将所有实践项目按规模大小分为三级：一级项目包括毕业设计、土木工程导论，二级项目为公路工程项目和桥梁工程项目，各课程中的综合性、设计项目为三级项目。最后，开设从业资格与专题报告课程，在大学期间每年开展一次专家讲座，系统开展 EIP 以及学生的职业发展方面的教育。

3.1. 毕业设计

毕业设计题目分为施工组织设计、道路设计和新概念桥梁设计三类。施工组织设计采用大中型桥梁或高等级公路真实案例；道路设计和新概念桥梁设计采用真实背景，题目要求涵盖大部分的专业课程，要求利用到除制图、文本编辑等办公软件外的至少两款工程设计软件，其设计作品尽可能的参加行业或协会的专业竞赛[4]。在设计中，除工作动员与题目形成阶段与开题阶段外，实施阶段实行“双导师”制度[5]。

3.2. 开设二级项目

在公路工程部分，传统上，道路桥梁与渡河工程专业包含道路勘测设计、路基路面工程课程及其对应的课程设计。桥梁课程设计到课程主要有钢筋混凝土工程、基础与墩台工程、桥梁工程课程。每门课有对应的课程设计，课程相互之间有交叉。按照模块划分，对教学内容进行整合，道路工程对应的课程设计整合为二级项目——公路工程实践项目，项目系统的集成了公路的路线、路基、路面工程的课程设计。将桥梁课程相关的三个课程设计整合成二级项目——桥梁课程实践项目，系统集成桥梁的概念设计、钢筋混凝土梁、基础及墩台的设计工作。项目通过方案设计后，组织学生进行 PPT 汇报，完成了 CDIO 的 C 阶段。并参照工程单位工位模式，设计 CDIO 工作坊，固定位置，设置学生名单标示牌、工作进度标示牌，学生都能准时出勤，严格要求自己，特别是对一些平时比较懒散的学生效果更加显著。在汇报与答辩中，每位同学至少需进行两次讲解，在整个二级项目实施中，学生的学习能力、口头和书面表达能力、团队合作意识、工程思维得到了极大的训练。

3.3. 构建以 CDIO 为主线的专业实习

考虑到土木工程的体量大、造价高、不可逆性，目前还未见国内其他高校在土木工程专业传统的专业实习上做出重大改变。为此，结合 CDIO 进行优化，在认识实习阶段安排学生参观高等级公路、隧道、地铁、地质博物馆等，再辅之以在参观前后安排学生查阅背景材料等工作，让学生在感性认识的同时，通过实践并加上自己的理性思考，逐步深入到专业理论中。在生产实习阶段，重点强调学生学习土木工程的构建实施过程，学生以技术员等角色参与工程实践。在毕业实习阶段，强调以项目经理助手的身份参与，藉此培养学生的全局意识、大工程观。

3.4. 开设土木工程导论课程

开设工程导论课程是 CDIO 的十二条标准之一，为此，在保留专业前沿体验课的基础上开设土木工程导论课程。前者让学生对专业有初步的了解，为扩大学生的视野，后者从起始阶段就将工程实践引入，了解土木工程的 CDIO 全寿命周期，并利用开设的项目让学生了解工程实践中的社会因素的作用。通过该课程的教学来向学生阐明专业的教学内容、体系，激发学生对专业的探索欲望，了解工程与社会的关系，培养学生所应具有的工程师的责任和担当。课程利用三分之一到二分之一的课时让学生了解土木工程的 CDIO 过程，利用二分之一到三分之二的时间内让学生完成项目及项目研讨、课程评价与考核。项目设计重点集中在 C (概念、构思)环节，完成对学校天桥的概念设计或学校的路网设计。在项目的过程安排上，学生分组进行，小组进行概念构思的同时自学工程概念设计软件 Sketch UP、3Dmax、Revit

等。然后，在课堂进行 PPT 方案汇报，由其他学生质询，然后各小组修改后再次汇报，其他学生质询。最后，将各小组方案集中展示，由全体学生评选，完成互评环节，由学生根据评分标准自评分，教师审核汇总成绩。

3.5. 开设三级项目

改革工程测量、公路工程检测技术、钢筋混凝土结构等课程实验，将课程中分散的局部性实验项目按照工程实践模式开设设计性、综合性实验项目。

在传统的测量实践环节中，均存在小组人数过多、实践效果较差，不利于学生建构完整的知识框架、学生毕业后仍需要很长时间才能独立开展系统性的测量工作等缺陷；相反，学生在未来的土木工程项目中的每一个环节都离不开测量工作，测量实践又非常重要；为此，在传统授课方式的基础上，缩短单个独立实验的时长，先开设单个小型实验，然后再逐步深入，按照工程实践中实际工作模式开设设计性、综合性实验。首先，选择一条高等级公路项目中的某段，给定工程参数，由学生编制 Excel 程序进行点位设计，将设计计算的点位全球坐标与工程图纸对比，评价设计的正确性与计算精度，再将正确计算的点位输入到全站仪中，然后在现场测设出计算的点位。在分组中，减少人数，采用小班授课；通过教学改革，学生基本理解了在工程实践中测量工作与工程建设 CDIO 各环节的配合关系，基本了解了实际工作中如何开展测量工作。

将公路工程检测技术课程实验综合成路面面层质量检测综合实验和无机结合料击实设计性实验。在设计阶段，学生依据路面设计要求、自然条件资料、实验室具备的仪器、设备、材料等条件等选定设计实验内容、制定实验方案，完成设计报告(方案)。在钢筋混凝土课程实验中，学生按照适筋梁、超筋梁、少筋梁的模式，设计构件，然后进行钢筋骨架制作、支模板、浇筑混凝土、贴应变片，最后模拟结构受力试压，以此对比梁的破坏形态。

各项工作由学生利用业余时间完成，教师参与指导，并对学生的设计报告(方案)进行指导，并提出修改意见。然后由实验室统一安排时间或者学生利用业余时间完成实验。最后，撰写实验报告，并制作 PPT，汇报整个实验各个阶段的过程及成果展示，并回答相关问题进行答辩[6]。

3.6. 开设土木工程创新与实践教育课程

课程以培养学生综合能力、创新能力为主，是一门对前面所学课程的高度总结和自主创新，课程要求学生参加国家、省级、校级以及各行业协会的创新创业大赛，发表论文、申请专利、参与教师课题研究、企事业单位创新创业实践等，或者分组手工制作一个建筑物、建筑节点或者表达某一工程原理，如水下混凝土的浇筑、转体施工等核心施工环节，取得了较好的效果[7]。

3.7. 开设从业资格与专题报告课程

课程主要讲述土木工程领域中的结构工程师、岩土工程师、造价工程师、建造师等从业资格的获取条件及方式，在课内系统讲述职业道德(Ethics)、诚信(Integrity)和职业素质(Professionalism)方面的内容以及学生的职业发展。并聘请校外专家开展《在路上——做自己的人生导演》《高速公路的发展与现状、工程师的定位与发展》等讲座，举办优秀校友与在校学生座谈会等形式让学生尽早给自己工程师的定位。

4. EIP-CDIO 实践教学体系实施成效

通过梳理整合专业课程体系结构，更新教学内容，增加一、二、三级实践项目，在课程中加大了学生自学、研讨的比重。通过 CDIO 工作坊的形式，提高了学生的学习能力。通过研讨、PPT 汇报与答辩等形式，大多数同学都开始使用现代文本、图形工具来表达、交流，自学了 Sketch UP、3Dmax、Revit、

AutoCAD、office 等办公软件,初步了解了文本编辑规范。由于课程考核成绩强调过程,并有自评、互评环节。各小组都能积极向前推进,小组内部做到分工合作,特别是在项目构思阶段,大多数小组都经历了方案舍弃、相互妥协的过程。学生提高了自己的专业兴趣,并逐步掌握必要的工作技能,提高了团队合作意识,口头、书面表达能力及工程素养,改变了学习和生活态度,学生的工程实践能力有了较大的提升。

5. 结语

虽然中国各大学处于社会变革的浪潮中,各学校为自己的发展前景大力发展科研,各学校在制定政策及分配资源时均向科研倾斜,而 CDIO 工程教育模式需要教师的大力付出,专业教师均处于如何分配教学和科研工作时间、精力的焦虑中。另外,工程建设无一例外都遵循 CDIO 的流程,但相对于机械、电子、计算机等工科专业,土木工程存在工程体量大、造价高、不可逆等特性,导致在教学中实施困难,只能以模型替代,这也是目前国内在土木工程专业领域 CDIO 实施困难的原因。

当今中国正处于民族伟大复兴的历史洪流中,基础设施建设为经济发展发挥了巨大的作用,甚至带动了基建机械、物流等行业的发展,利用基础设施建设拉动经济增长的举措也获得了世界货币基金组织等国际主流机构的认可,诺贝尔经济学奖得主斯蒂格利茨(J. Stiglitz)认为中国以大规模投资基础建设,已改变经济形态,为未来的活动成长奠定基础并呼吁美国学习中国的做法。加之中国在“一带一路”伟大战略实施中开展项目的高成功率,籍此可认为土木工程领域,特别是道桥领域仍将有较大的发展,对土木工程行业的大量人才需求仍将持续很长时间。对土木类专业工程教育改革仍在路上。

基金项目

本文系河北省高等教育教学改革研究项目“土木工程专业 CDIO 模式实践教学体系研究”(项目编号:103039)、北华航天工业学院教学改革研究与实践项目“道路桥梁与渡河工程专业开展课程思政的研究”(项目编号:SZ-2020-002)的研究成果。

参考文献

- [1] 顾佩华. 新工科建设发展与深化的思考[J]. 中国大学教学, 2019(9): 10-14.
- [2] 孟韬. 创新创业背景下基于 CDIO 模式的工程管理专业实习模式改革探索[C]//智能信息技术应用学会. 2017 年第五届 SSR 国际文化研究、教育研究和社会科学会议论文集. 新加坡: 新加坡管理及体育科学学院; 中国香港: 香港教育学会, 2017: 281-286.
- [3] 顾佩华, 沈民奋, 李升平, 等. 从 CDIO 到 EIP-CDIO——汕头大学工程教育与人才培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2008(1): 12-20.
- [4] 封焱杰, 付旭, 刘晓立, 张友恒, 白俊峰, 卢嘉轩, 于金贝, 游业刚, 刘思尧. 基于结构设计竞赛的应用型本科院校土木类专业力学课程体系的 CDIO 教学改革实践[J]. 教育现代化, 2019, 6(A4): 62-65.
- [5] 张友恒, 付旭, 王玉洁, 司文静, 周慧文. 基于 BIM 与 CDIO 的道桥毕业设计的教学改革与实践[J]. 中国住宅设施, 2021(2): 79-80.
- [6] 刘益良, 王江, 李宗杰, 等. 应用型本科院校混凝土结构综合性实验项目的设计和实施[J]. 北华航天工业学院学报, 2020, 30(4): 42-44.
- [7] 王庆勇, 林秋菊, 李茜, 付旭, 游业刚. 基于“EIP-CDIO”模式的应用型本科院校创新创业教育研究[J]. 教育教学论坛, 2018(50): 162-163.