

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.05.022

欢迎按以下格式引用:杜文学,高健,孙平平,等.土木工程专业实践能力靶向培养体系构建——以浙江水利水电学院为例[J].高等建筑教育,2021,30(5):163-169.

# 土木工程专业实践 能力靶向培养体系构建 ——以浙江水利水电学院为例

杜文学,高健,孙平平,陈敏志,李海涛

(浙江水利水电学院 建筑工程学院,浙江 杭州 310018)

**摘要:**“新工科”背景下,土木工程专业建设需结合专业人才培养特色,构建应用型人才培养实践体系。根据土木工程专业本科生能力培养与职业发展需要,结合专业实践教学环节的项目制一体化设计及课下科技创新活动的针对性开展,形成明确的靶向“创新+”专业实践能力培养体系,实现培养综合实践能力的专业人才目标。近三年浙江水利水电学院实践表明,土木专业学生通过创新能力培养平台及专业实践教学环节训练,达到了专业毕业要求及人才培养目标,提高了就业竞争能力及社会服务能力。

**关键词:**项目制;“创新+”;实践教学;就业质量

**中图分类号:**G642.0;TU

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2021)05-0163-07

“新工科”包含两个层面建设:一是对接新兴产业。以互联网和工业智能为核心,设置和发展一批新兴工科专业<sup>[1-3]</sup>,如智能制造<sup>[4]</sup>、智能科学与技术等;二是现有工科专业的改革创新。研究与谋划在“新理念”下设计“新体系”,形成“新模式”,构建“新结构”,完善“新质量”,落实“三全育人”长效人才培养机制并获得良好效果。高等院校在落实人才培养专业体系建设过程中,需系统、完整的体现新工科“五新”要求,土木工程传统工科专业建设也需适应时代的进步与发展需求。

## 一、土木工程专业人才培养需求

土木工程专业作为传统工科专业,在人类不同历史发展阶段具有不可替代地位,为人类的生产生活提供了基本和必要的保障。在当今大众创业、万众创新的时代,传统本科教育如何发展才可更好履行高等教育赋予的职能,以适应当今产业发展需求,服务经济和社会发展。土木工程专业“五新”结构发展迫切需要传统工科院校重点考虑人才培养目标、课程体系构建、课程内容设置及毕业

修回日期:2021-02-24

作者简介:杜文学(1977—),男,浙江水利水电学院建筑工程学院副教授,博士,主要从事建筑结构抗震及城市防灾减灾研究,(E-mail)

duwx@zjweu.edu.cn。

要求达成等。正视新一轮科技革命和支撑创新驱动发展服务及中国制造 2025 年国家战略发展需求,本着对学生负责、对家长负责、对学校负责、对社会负责的宗旨,立足区域经济与社会发展需要,建出特色、亮明态度、展现效果<sup>[5-8]</sup>。在土木工程专业学生培养过程中,注重发现问题、分析及解决问题的能力至关重要。作为传统工科专业,其理论分析及实操精度的要求相比航空航天等高精密专业要粗糙得多,而来源于实际工程现场经验就显得尤为重要,这一点恰恰是在校学生或刚走向岗位的人员所欠缺的。

大学生作为思想最为活跃的一代,以学科竞赛为载体的“领进门”,以学生发展为中心的教育理念,从问题入手找对路径,构建“创新+”专业实践教学体系,以达到可量化、可描述的培养高素质应用型人才目标。本文以地方应用型高校浙江省优势专业——浙江水利水电学院土木工程专业为例,通过构建“创新+”专业实践教学体系,以实现人才培养质量及效果的改革尝试。

## 二、土木工程“创新+”靶向教育体系构建

不管是古代的“掘土为穴,筑木为巢”,还是当今的高楼林立,土木工程专业从来不缺乏朝气。军事工程、工业建筑、民用建筑、水利设施、交通枢纽及地下工程等无一不体现与时俱进。建筑是城市的音符、固化的音乐,在满足基本功能的同时也在彰显时代发展的特色与烙印。土木工程的发展依赖于土木工程材料的进步、建筑结构体系的发展、分析设计方法的精确及施工工艺技术的保障四个方面。从早期就地取材所用的土、石材、木到中期的砖、砌块,再到水泥、混凝土、钢材的大范围使用,不同历史时期新建筑材料的不断出现与使用,极大促进了土木工程行业的发展。单层、多层及高层建筑的出现,是对土地的利用率及区域经济发展的需要。新建筑结构体系的创新,需具备相配备的建筑材料,而新材料、新体系则需要新的分析理论来支撑。计算分析方法的不断更新及优化,为工程建设提供了重要依据。在建筑工程发展历程中,无论从材料运用、结构构件类型、设计分析方法、施工技术等都体现着创新意识,展现了人类的智慧对土木工程专业的改革创新发展的的重要性。

人才培养作为高等院校的重要使命,具有两方面特征:一是时效性要求高;二是保持长久效果及影响。因此,土木工程专业人才的培养,需要切实把握“怎样培养人”的问题,考虑如何适应社会经济发展,确保培养的人才具有良好的社会需求及竞争能力。同时,人才培养应保证符合社会进步、具有终身学习能力及事业长远发展态势。对于回答“培养什么人”的问题,土木工程专业恰恰具备了这种特质。

### (一) 构建实践教学体系

构建土木工程“创新+”靶向实践教学体系,需打破传统教学实践模式,整合课程教学资源,以工程项目为载体,通过团队协作完成专业知识实践能力培养;发挥学生主体地位,分工协作完成各个单体实践学习任务。根据专业教学团队多轮研讨,教学项目的选择是保证学生执行效果及实践能力培养质量的先决因素,其目的是能够肩负专业(含专业基础课程)课程实践教学责任,满足相关课程教学环节对实践能力的需求。

浙江水利水电学院作为省属应用型本科院校,在建设高水平应用型大学过程中始终坚持服务经济社会发展的特色育人之路,较早的提出符合学校人才培养的教育教学模式(SWH-CDIO-E)。土木工程专业作为试点专业,近年来不断尝试及探索如何培养符合社会发展需要的人才,基于学科逻辑和传授知识目的,在实践教学体系搭建过程中,改变传统以教师为中心,向以学生发展为中心

的培养观念转变。在落实高等院校国家级专业认证(三级)的过程中,土木工程专业针对性的修订了人才培养方案,把重点工作集中在课程重置及内容整合上。

在大类招生方面,实施分方向培养。在充分研究《普通高等学校本科专业类教学质量国家标准》及《高等学校土木工程本科指导性专业规范》文件的基础上,教学团队对专业教学体系进行了大胆尝试与改革,有计划的全面推进“项目制”课程建设,打通理论课与实践环节,设计实践教学任务,引入教学实践项目,对标课程内容,以教学环节完成质量情况来评价人才培养效果和衡量培养目标的达成度。

具体可以总结为:在人才培养过程中以专业导论为号角,以学科竞赛为抓手(入学即建立创新驱动),工程项目为载体,以解决实际工程问题为目标,整合实践环节,对接理论课程(专业素质针对性夯实),展开创新型实践能力的靶向培养,如图1所示。



图1 人才靶向培养体系构建

对土木工程专业而言,学生毕业后应能够胜任工程结构的设计与分析、施工管理、房产开发、工程预决算等工作,具备掌握工程结构全过程、全生命周期工程行为,提升创新能力及专业实践能力。自2017年起,土木工程专业修订了人才培养方案,对课程体系进行了梳理与整合,启动学生专业综合实践针对性能力培养,在学时、学分分配及课程设置上,完成了与工程教育专业认证的初步对接,主要内容集中在土木工程专业实践教育教学环节重构设计上。具体落实是以任务量适中、“五脏俱全”的工程项目为载体,如公共建筑综合体,通过专业导论课程改革<sup>[9-10]</sup>(以讲座及科技活动形式开展),引入专业能力培养知识模块并贯穿于专业实践教学环节中。根据工程结构项目的可行性,从建筑设计、外观构思、结构设计及骨架建构,到工程施工和外观的骨架形成,调研论证、规划设计、施工使用及维护全过程,为学生能力提供全方位培养。期间辅以各类学生素质能力拓展的学科竞赛活动,培养学生的创新意识能力及工程实践能力,使学生成为从专业“小白”到富有创造力、创新意识的高素质应用型人才。

该项目的难点在于土木工程实践教育体系多年来自成一脉,实习、课程设计、实验、毕业设计等关联性不大,短时间内学生难以整体认识。加上学科竞赛等创新思维训练在本科一、二年级未得以有效落实,与后继开展的专业实践能力培养很难有效融合,直接影响人才培养质量与效果。因此,在项目开展过程中,实践教学环节的打通及整合会存在较大阻力,需要教学团队集体研讨,明确改革方向并严格落实执行。

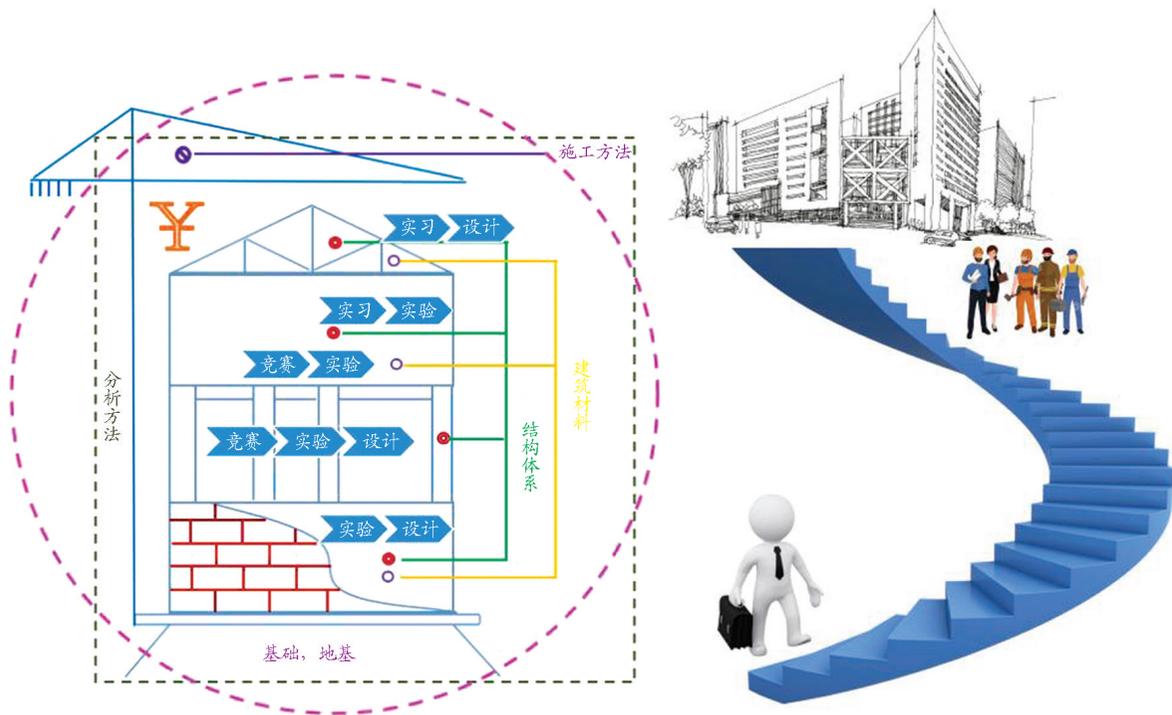


图2 项目制实践教学环节体系整体化构建

## (二) 构建路径

全过程培养以学生综合实践能力提高为中心展开,如图2所示。毕业设计以若干课程设计为支撑,课程设计以各门专业课程知识点掌握与有效运用为依据,各类实习及竞赛等创新实践环节能够加强学生对所学内容的深入理解,进而形成反向设计、正向施工完成人才培养的全过程,具体梯度化构建路径如下。

(1)“领进门”。材性实验、力学实验是学生开展学科竞赛作品的创新源泉,是后继专业课程开展必备的专业基础。基础类实验能力的培养对学生顺利介入创新活动意义重大,可帮助学生发现问题、分析和解决问题,并有效进入创新活动的开展过程中。我校鲁班创新实践班、力学与结构创新协会等学生科技创新平台的建立,强化了第一课堂和第二课堂间的联动效应,鼓励学生开展研究性学习、创新性实验、创业计划(模拟)及参加社会实践、科技节等创新创业实践活动,激发学生创新创业潜能。特别是鲁班创新实践班已建立导师制度,有相应的班规、班纪及针对性的培养目标及实施方案。

“新方法”即通过对一年级创新力学竞赛和结构设计竞赛案件教学,学生在此阶段不受任何思维制约,可天马行空的想象与设计;二年级开展的各类校赛,为学生们提供在一定理论与实践的基础上“牛刀小试”;三年级省赛可提供实现与全省高校同台竞技的机会,全面激发学生创新意识,并贯彻于项目的规划、设计、施工、使用等生命周期运行的全过程,完成土木工程专业实践教育综合能力的锻炼及培养,使学生入学即知晓要学什么、怎么学、学到哪个程度,学后能做什么,有的放矢。

三年来,以学生为主要完成人申请的各类授权专利16项,发表论文10余篇,利用创新平台举办不同层次校赛20余场,参加省力学竞赛,结构设计大赛等多项(如表1所示)。

表 1 近三年大学生科技创新能力平台学生参与信息

年度	竞赛层次	参加学生人次	所占比例	专业在线学生总数
2017	省级	18	5.5%	56+68+ 131+71=326
	行业	81	24.8%	
	校级	176	54.0%	
2018	省级	22	7.1%	57+56+68+ 131=312
	行业	83	26.6%	
	校级	168	53.8%	
2019	省级	30	11.9%	71+57+ 56+68=252
	行业	72	28.6%	
	校级	263	104.4%	

(2)“找对路径”。结构构件实验、结构体系实验及专业实习均是为了帮助学生掌握解决实际工程问题的方法,涉及到杆件的受力特殊、配筋的型式及意义,节点连接及结构体系的构成、承载能力等教学内容。从大一阶段天马行空的创新培育,大二阶段能在一定理论分析的基础上完成设计创作,再到大三阶段完成有质量、有竞争力的作品,这个培养过程是学生开展力学竞赛、结构设计竞赛的教学基础。



创新班研讨



力学竞赛



结构创新竞赛

图 3 创新实践活动

(3)“大步向前”。专业课程设计是学生专业实践能力培养的着重点。如果说“领进门里”是发现问题,“找对路径”是分析问题,那么专业课程设计环节则是培养学生“解决问题”的能力。积累的创新意识及创造能力在专业实践能力培养环节能够完成有效渗透并且相互融合,对学生全面的“创新+”专业能力的培养有较大帮助。从基础设计、工程做法、荷载计算、内力分析、构成截面设计到工程语言和施工图绘制、工程经济指标分析、施工管理及加固维护的工程活动全过程,是学生需要逐一击破的“分项工程”。“分项工程”是以具体工程项目为载体逐一完成的,对培养学生掌握本专业基础内容具有较好效果。

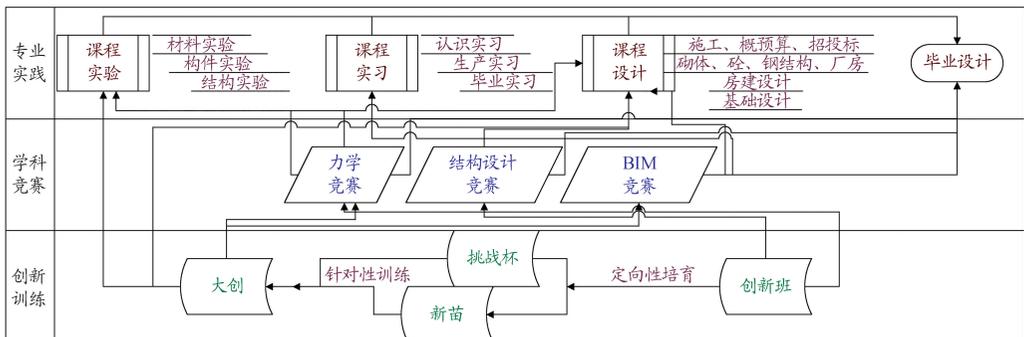


图 4 土木工程专业实践能力靶向培养体系流程设计

### 三、“创新+”靶向教育体系实施效果

#### (一) 培养目标明确

对标学生综合能力培养,提出“学科竞赛+”专业能力培养实践教学体系,以项目带任务,按任务研修课程,以课程定内容,以内容夯基础。在实际项目的落实中发现问题,分析问题的过程中明确内容,解决问题执行中对标知识点,实现业务素质可描述、能力培养可衡量,培养由工程“小白”到综合实践能力突出的高素质创新实践型人才目标。

#### (二) 受益面广

项目实施过程中,重视学生个体能力的培养及团队协作能力的锻炼,从学科竞赛到专业实践能力方面均注意学生参与性及受益面问题。土木工程专业每年招生人数近60人,大一时均参与此项活动,在没有专业背景的情况下,根据个人创造力及对团队理解的完成模型设计及制作,目的是促使学生掌握大学期间专业研究内容。鲁班创新班(不局限于土木工程专业学生)两届已有近百余人,近80%的学员参加各类创新及学科竞赛。目前,结构设计竞赛我院已连续组织近16届,参与人数达千余人,其中不乏有其他相近专业的学生参加。近一届结构设计竞赛共吸引全校近100组,共300余名学生参加。

#### (三) 实践能力强

经过近三年的“创新+”实践能力培养,学生在毕业设计(论文)阶段的任务确定及内容完成上,具备了相应的知识储备和实践经验,并有近30%的学生积极参加了学科竞赛项目,选择就专业领域的新问题展开研究。特别指出的是,校企合作单位宏润建设集团有限责任公司冠名我校学科竞赛及鲁班创新班给予了持续支持,在学生的实习实践环节与土木工程专业建立良好的合作机制,每年均有多名毕业生选择在相关紧密实践基地直接就业。

### 四、结语

通过整合传统土木工程专业实践教学环节,辅以各阶段创新机制与学生能力的培养,形成符合行业对毕业生能力需求的“创新+”土木工程专业实践能力靶向式培养体系,并探索性应用于浙江水利水电学院土木工程专业,以适合专业的新时代发展与需求,学生培养效果明显。主要结论如下:

- (1) 梯度化搭建适合不同年级、不同能力培养要求的创新平台,为学生的个性化发展提供空间;
- (2) 科学化整合贯穿专业能力培养的实践教学环节,针对性的完成学生专业实践能力锻炼;
- (3) 一体化融合创新能力培养与专业实践能力培养,实现高素质应用型人才培养目标。

#### 参考文献:

- [1]李海滨,赵桂娟,邹晓龙.新工科本科生课程优化新探索.科技创新导报,2020(7):220-222.
- [2]吴巧云,肖如峰.“新工科”时代背景下德才兼备型土木工程人才培养改革与实践.高等建筑教育,2020,29(2):8-15.
- [3]张文刚.“五有”理念及专业认证下课程体系设置研究.大学教育,2020(2):70-73.
- [4]张卫华,李照广,隋智力,等.新工科背景下智能建筑专业集群建设探析.高教学刊,2020(21):96-98.
- [5]高中松,唐纯翼.西部地区高校土木工程专业课程体系改革.高等教育,2019(8):168-169.
- [6]杨勇,史庆轩,师琳,等.土木工程专业课程体系改革与优化实践探索.高等建筑教育,2020,29(1):31-37.
- [7]戴国平,史庆轩,师琳,等.土木工程专业课程体系改革与优化实践探索.高等建筑教育,2020,29(1):31-37.

- [8] 杨忠平,夏洪流,王志军,等. “大土木”背景下重庆大学土木工程专业课程体系构建. 科教文汇, 2019(3):64-67.
- [9] 孙威,闫佩璇,李兵. 高校《土木工程概论》在教学中存在的问题与对策. 教育教学论坛, 2019,10(41):223-224.
- [10] 王晓慧,宋海清,黎明镜,等. 土木工程概论课程教与学的研究. 教育教学论坛, 2019,7(31):139-140.

## **Training system of professional practical ability for civil engineering: illustrated by the example of Zhejiang University of Water Resources and Electric Power**

DU Wenxue, GAO Jian, SUN Pingping, CHEN Minzhi, LI Haitao

*(College of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Water Resources and Electric Power, Hangzhou 310018, P. R. China)*

**Abstract:** Under the background of emerging engineering education, the construction of civil engineering specialty needs to combine the characteristics of professional talent training and build an application-oriented talent training practice system. According to the needs of ability training and career development of civil engineering undergraduates, combined with the project system integrated design of practical teaching links at the professional level in class and the targeted development of scientific and technological innovation activities off class, a definite directive training system of “creativity & innovation +” professional practical ability is formed to achieve the goal of cultivating professional talents with comprehensive practical ability. The recent three years practice results show that, through the training of innovative ability training platform and professional practice teaching links, undergraduates of civil engineering have achieved the graduation requirements and talent training objectives and have stronger employment competitiveness and social service ability.

**Key words:** project mode; creativity & innovation +; practical teaching; employment quality

(责任编辑 崔守奎)