

面向工程创新能力的专业竞赛教育体系探索

戴银所, 徐 迎, 孔新立, 周寅智, 杨 畅

陆军工程大学国防工程学院, 江苏 南京

收稿日期: 2022年2月17日; 录用日期: 2022年3月17日; 发布日期: 2022年3月25日

摘 要

为了进一步提升土木工程专业学员工程创新能力, 以力学、材料、结构以及工程信息技术等专业竞赛为抓手, 构建包含培养方案、师资团队、创新平台以及运行制度的专业竞赛教育体系, 建立一种适合于工程创新能力培养的专业竞赛教学模式, 促进“自主学习、小组协作、科技创新”能力培养, 推动工程创新能力的生成、提升与落实。

关键词

工程创新能力, 专业竞赛, 教育体系, 探索

Exploration of Professional Competition Education System for Engineering Innovation Ability

Yinsuo Dai, Ying Xu, Xinli Kong, Yinzhi Zhou, Chang Yang

National Defense Engineering College, Army Engineering University of PLA, Nanjing Jiangsu

Received: Feb. 17th, 2022; accepted: Mar. 17th, 2022; published: Mar. 25th, 2022

Abstract

In order to further enhance engineering innovation ability of students majoring in civil engineering, and communities in building professional competitions education system, including training scheme, teaching team, innovation platform and operation system of professional education system, based on mechanics, material, structure and engineering information technology, establish a suitable teaching mode for the engineering innovation ability training of the professional competition. Accelerate “independent learning, group collaboration, scientific and technological innovation” ability training, and promote the generation, promotion and implementation of engineering

innovation ability.

Keywords

Engineering Innovation Ability, Professional Competition, Education System, Exploration

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

陆军土木工程人才培养目标是培养具备宽厚的科学文化基础、过硬的军政素质，以及扎实的土木工程专业理论知识与技能，在国防工程与指挥领域，从事技术研发、工程设计、运行管理及指挥组训等方面工作的技指融合型未来军队领导者，不仅能够具备部队岗位任职能力，也有利于职业长远发展。

对于土木工程专业的本科学员来说，工程创新能力主要包括以下六种[1] [2] [3] [4]。

1) 学习能力。包括本专业先进技术的学习、相关专业基础知识的学习、自主学习的能力、小组合作学习的能力。

2) 信息检索能力。包括信息获取能力、信息分析能力、信息整合能力。

3) 工程设计能力。包括对工程项目需求的分析能力、对外部约束的分析能力、对专业基础知识的灵活运用能力、对设计方案进行评估筛选能力。

4) 团队协作能力。包括多学科融会贯通，制定协作流程，任务分解、制定标准，交流沟通的能力(书面表达和口头表达)。

5) 动手操作的实践能力。包括常规仪器设备操作能力，材料、结构加工制作能力，材料、结构基本物理力学性能测试等能力。

6) 系统思维和分析能力。包括系统思维，统筹分析，优化实施方案等能力。

2. 面向工程创新能力的专业竞赛教育体系及存在的问题

专业竞赛能够培养学生的学习兴趣和创造性思维，为学生在学科领域的主动探索提供时间和空间，极大地调动学生的主观能动性。专业竞赛能够巩固课程理论知识，对学生学习专业课程的积极性有促进作用，不仅是培养学员工程创新能力的一种重要手段，也是提升专业课程教学水平的重要手段。在这一过程中，理论教学是专业竞赛的基础，反过来成功的专业竞赛也会对专业课程的教学质量起到提升和促进作用。这种教学模式激发了学生自主学习的热情，提高了学生的实际操作能力、创新能力、综合素质。但在组织学员参加专业竞赛过程中存在以下问题[5] [6]：

1) 专业竞赛独立、分散、随机，难以对工程创新能力培养形成整体合力，缺乏科学系统的指导方法和指导体系。由于竞赛以获得优胜为导向，许多竞赛更加侧重于比赛结果，而忽视如何通过竞赛培养学生灵活运用知识的方法和创新能力；专业竞赛的科技活动不同于必修课程和选修课程，学生的参与是非常随意的。

2) 现有师资和教学模式难以适应专业竞赛的教学要求，不能有效激发和培养创新能力。专业竞赛要求与之相适应的师资队伍及教学模式，有效的专业竞赛教学模式，是创新能力培养的重要保障。另外，指导学员参加专业竞赛的教师大部分为年轻教员，他们通常毕业后直接到教学岗位，虽然学位高、学科

基础扎实、科研能力强,但缺乏工程背景与行业相关的工程实践经历,工程能力不强,从而影响学员的工科创新能力的培养质量。

3) 专业竞赛只涉及少数学员,难以对大多数学员的能力培养发挥作用。参与专业竞赛等创新活动的为少部分学员,需要探索如何将专业竞赛的创新能力的培养效应投射到大多数学员的培养过程中,形成一种面向工程创新能力的专业人才培养模式。

3. 面向工程创新能力专业竞赛教育体系及人才培养模式

工程创新发展能力目标定位为:充分挖掘各学科创新教育资源,通过毕业设计(论文)、综合实践等环节,以及课外科技创新、课题研究、学科竞赛、对外交流等活动,进一步强化培养学员的信息素养、工程素养、创新素养和批判性思维,提升学员学习能力和创造性解决实际问题能力。基本部分包括参加学术活动、毕业设计等内容;拓展部分包括参加创新俱乐部、校内外科技创新竞赛、发表学术论文、申请专利与软件著作权、学科技能特长、参加访学(交流)等内容。

3.1. 面向工程创新能力专业竞赛教育体系

以课程实验、课程设计、认识实习和毕业设计(论文)四大实践环节为基础,补充和加强专业竞赛,建立从基础能力训练、工程认知、综合能力应用到工程创新能力培养的五环节实践教学体系,突出创新竞赛对工程创新能力培养的作用[7]-[15]。基于专业竞赛的工程创新能力培养模式设计如图1所示。

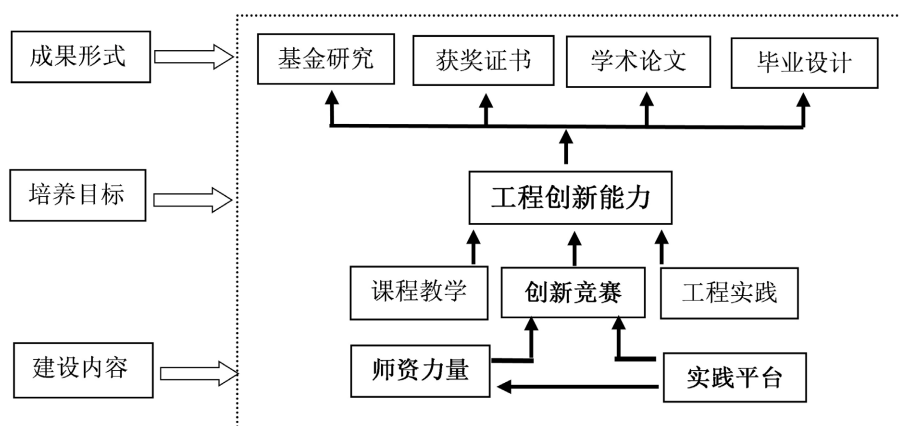


Figure 1. Design of engineering innovation ability education system based on professional competition

图 1. 基于专业竞赛的工程创新能力教育体系设计

着眼于工程创新与实践能力的培养,以结构、材料以及工程信息技术等专业竞赛为抓手,构建包含培养方案、师资队伍、创新平台以及运行制度的专业竞赛教育体系,全方位全过程保障工程创新能力的培养需求;建立一种适合于工程创新能力培养的专业竞赛教学模式,促进“自主学习、小组协作、科技创新”能力培养;形成“学、做、研”一体化的工程人才培养模式,实现工程创新能力的生成、提升与落实。

我校土木工程专业新修订人才培养方案中已经明确工程创新能力培养的重要性。学员参加创新俱乐部活动最高可以获得 5 个学分;学员参加各类学科竞赛,获得相应学科竞赛奖项则获得对应学分;学员参与学术科研活动,撰写学术论文,相关文章被发表则获得对应学分;学员参与各类发明创造活动,申请发明专利、国防专利、实用新型专利、软件著作权,取得授权后获得对应学分。俱乐部骨干岗位,使学员熟练掌握训练管理的基本方法,会组织开展各类活动,培养学员分队领导管理基本素质和一定的参

谋工作能力。任职一般为 1 学期，学期末撰写述职报告，在所属学员队(模拟机关、俱乐部)进行述职，由责任干部组织考评，评价结果为合格以上的获得学分，最高可获得 4 学分。

3.2. 专业竞赛运行模式

首先，做好技能竞赛的顶层设计。充分认识到技能竞赛对学生专业理论知识掌握的积极促进作用。结合专业特色，制定和完善各种专业竞赛组织和管理制度，明确在技能竞赛中风险管理的规章制度。

其次，加强两个“结合”。即将技能竞赛和专业理论课程教学相结合、将技能竞赛和实践教学训练相结合，以专业理论和实践教学要求指导技能竞赛，以专业竞赛引导和推动学校的专业课程教学质量提高，让学生融入社会、工程和部队中，接触并了解现实中的新问题，培养学生理论和实践专业知识的综合应用技能及风险管理能力。

竞赛课题的选择紧密结合教学大纲中的教学主题，以竞赛促进教学，而不是为了竞赛而竞赛。竞赛的组织由任课教师发布竞赛主题及参赛规则，学生自由组成参赛组，每个参赛组的成员数有限定。自由分组的好处是学生可以根据各自的特长寻找互补的合作伙伴，而志趣相投者的组合则可能碰撞出创作的火花。特别重视在培养过程中保护好学生的学习兴趣、好奇心和想象力，充分尊重个体差异，通过个性化培养方案，为学生提供自由宽松的学习空间。专业竞赛对工程创新能力培养的作用见图 2 所示。

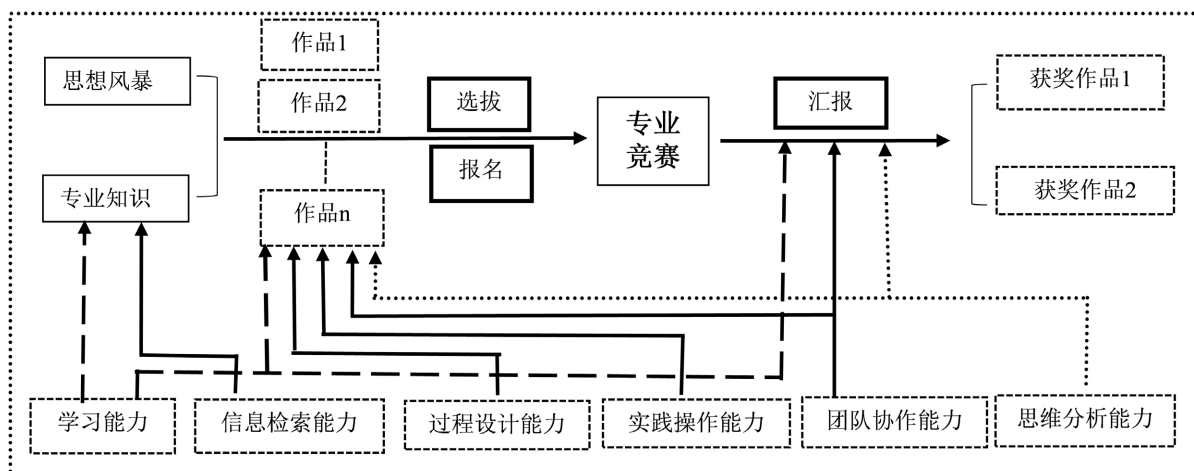


Figure 2. The effect of professional competition on the cultivation of engineering innovation ability

图 2. 专业竞赛对工程创新能力培养的作用

团队中主要成员是高年级的学生，团队内部以老带新，同时进行分组管理，培养学生团队意识。定期组织学生进行交流，高年级同学会分享一些经验，低年级的学生会汇报工作进度，遇到的问题和学习收获。指导教师团队会结合历年的学科竞赛进行讲评。

3.3. 指导教师团队建设

要培养具有创新精神的学科竞赛团队必须拥有具备创新意识的指导教师队伍。

完善青年教师知识体系和知识结构，提升组训能力以及工程科技及创新能力。指导教师需要不断学习充实自身，要与时俱进，勇于创新，为学生树立积极榜样，为学生营造的良好氛围，该过程也能够推动教师组织教学能力和创新能力的进一步提高。由于土木工程专业学科竞赛涉及材料、力学、结构以及建筑学等多方面的知识，各专业课程之间相互融会贯通，组建跨课程师资队伍，打破专业年级界限，实现学员全期培养，打造创新资源平台及运行保障制度，形成以工程结构、工程材料以及土木工程信息技

术为主要方向的竞赛指导教学团队。

3.4. 创新俱乐部建设

打造以实验室、俱乐部为主体的创新资源平台及运行保障制度。我校组建了 94 个俱乐部，其中重点建设 60 个(包括 17 个军事科技类，39 个军事竞技类和 4 军事理论类)，培育建设 34 个(包括 17 个军事科技类，9 军事理论类和 6 个军事理论类)。2021 年颁布了《陆军工程大学学员俱乐部制度》，将俱乐部活动固化成为一种教育制度和人才培养模式。该制度明确了学员俱乐部活动是大学人才培养体系不可或缺的重要组成，是培养锻造学员领导力、创新力和战斗力的重要途径，是学员实施自我教育、自我管理和自我发展的重要平台。学员参与俱乐部活动情况记入学籍档案，按相关规定记入学分，纳入综合素质考评与排序。各学院每学期应常态运行 10 个左右俱乐部，保证每名学员在校期间参加一个俱乐部组织，并参与一个学期的俱乐部活动。

以土木工程专业课程学习的内容为基础，鼓励学员根据课程内容和军事工程建设需求提出自主探索课题，依托俱乐部平台，进行系统的探索、研究，依托研究成果进行申报各类学员创新基金，撰写学术论文，参加各类竞赛等活动形式，也可以将研究项目作为本科生毕业设计的选题，从而形成“课程 - 课题 - 基金 - 论文 - 竞赛 - 毕业设计”一条完整的学术链。这种基于俱乐部的本科学员创新能力培养模式如图 3 所示。

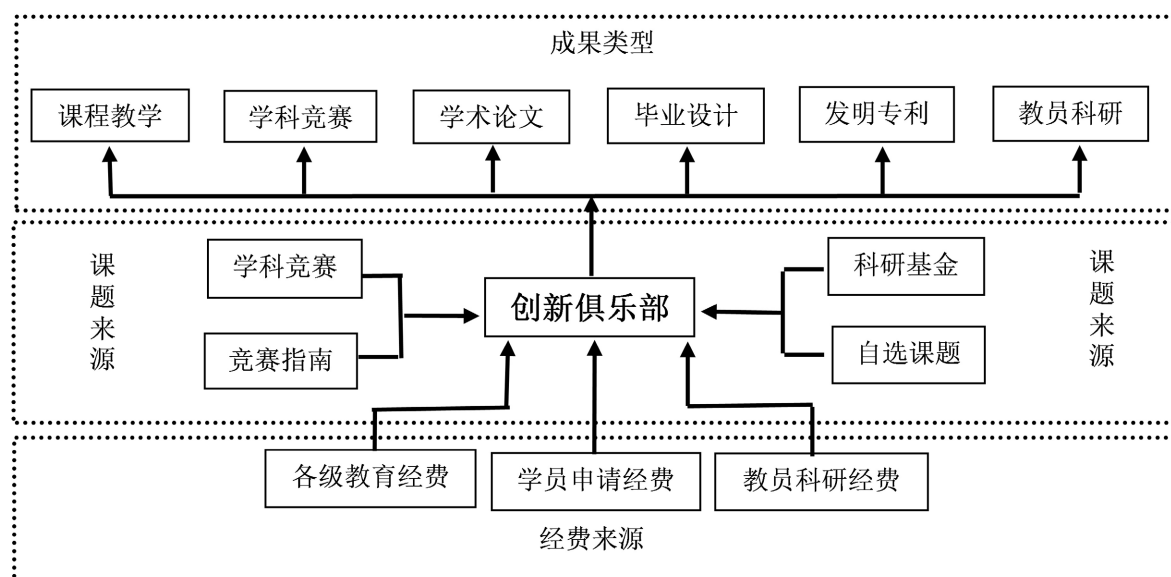


Figure 3. Training mode of undergraduate student innovation ability based on club

图 3. 基于俱乐部的本科学员创新能力培养模式

1) 课题研究：培养学员发现问题和找出解决问题思路的能力。

通过“任务/问题”教学模式，引发学员的学习兴趣和动机，促使学员进行“真实地”学习，培养学员的创新意识和创新能力。激发学生自主进行研究性学习的热情，把综合理论知识和技术融入到研究过程中，培养学生合作研究能力、技术创新能力。

来自课程的课题。教员要围绕各类“问题”激发学员思想火花，在鼓励学员进行开放探讨的过程中，强化学员对知识、技能的理解和应用，训练学员的创新思维能力。

来自学科竞赛的课题。针对校内外各类材料类竞赛内容设置问题，实现真题真做，而且做出的成果

可以直接组队参加相应的比赛。

学习和生活中产生的课题。通过学员在作业,实验等过程的反馈,还有在与学员平时的交流中发现的一些重要的问题,都可以设计成创新课题。另外,学员可以自由选题,通过和指导教员沟通后也可以纳入研究课题。

2) 基金项目:培养学员学术文本的撰写能力和系统开展科学研究的初步能力。

根据课题研究进展,将一部分具有良好研究前景的课题进行梳理,积极申请校内外各类大学生研究基金,如陆军工程大学学员科研基金、全国大学生环保基金等。

3) 学科竞赛:培养学员解决问题的能力 and 团队合作精神。

以发明材料、创造模型或学术论文等形式,参加校内外各类学科竞赛。如陆军工程大学“卓越杯”科技创新大赛,“全国大学生混凝土材料设计大赛”,“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”等。

4) 发表论文:培养学员数据分析和处理能力,以及学术论文撰写的能力。

根据基金项目研究的阶段成果,安排学员撰写学术论文,最后指导教员进行把关,指导投稿发表。

5) 毕业设计:为本科生毕业设计提供一种全新的运行模式。

将前期具有一定研究基础的课题,作为本科生毕业设计选题。

依托俱乐部开展的创新活动,申报多项大学学员科研基金,学员多人次获得大学、江苏省、全国多项专业学科竞赛奖励,发表学术论文多篇,多人次完成本科生毕业设计(论文);同时,俱乐部为我校土木工程、人防工程管理等专业建设部专业评估提供了重要支撑。

4. 结语

着眼于学员工程创新能力培养,以材料、力学、结构以及工程信息技术等专业竞赛为抓手,构建包含培养方案、师资团队、创新平台以及运行制度的专业竞赛教育体系,建立一种适合于工程创新能力培养的专业竞赛教学模式,推动工程创新能力的生成、提升与落实。

基金项目

2020 年陆军工程大学教学成果立项培育项目(202015)。

参考文献

- [1] 李红梅,江志斌,郑益慧. 强化工程能力培养的高校课程体系改革[J]. 高等工程教育研究, 2013(5): 140-144.
- [2] 云忠,汤晓燕. “知行合一、全程创新”的机械专业卓越人才创新培养模式研究[J]. 教育教学论坛, 2020(20): 235-238.
- [3] 赵晓霞,王卫东,蒋琦玮,李耀庄. 新工科视角下土木工程核心能力实践教育体系建设[J]. 高等工程教育研究, 2020(1): 31-36.
- [4] 周珂,赵志毅,李虹. “学科交叉、产教融合”工程能力培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 33-39.
- [5] 俞建光. 高校创新型工程技术人才培养新探[J]. 江苏高教, 2013(6): 88-89.
- [6] 徐大伟,史丽娟,王玮琪,赵剑. 新工科背景下的大学生实践创新培养模式研究[J]. 造纸装备及材料, 2021(2): 21-23.
- [7] 穆林. 新工科背景下能源与动力类本科实践教学改革的探索[J]. 高等工程教育研究, 2019(S1): 17-19.
- [8] 邓小朱. “理论+实践+技能”竞赛教学模式的质量评价——以华东交通大学经济管理学院金融专业教育教学改革为例[J]. 中国教育信息化, 2017(15): 31-34.
- [9] 李扬,叶梦琦,苏骏,胡军安. 基于 OBE 理念的学科竞赛创新培养模式研究[J]. 教育教学论坛, 2019(35): 105-106.
- [10] 谢光. 通过以赛促教推进“数据库原理与技术”课程实践教学改革的探究[J]. 科教导刊, 2019(20): 100-102.

-
- [11] 刘景矿, 庞永师, 王学通, 王东. 基于“三个面向”的工程管理专业人才培养模式研究[J]. 工程管理学报, 2016, 30(6): 144-148.
- [12] 杨健彬, 童兵, 郑愚, 邓拓, 孙璨. 以结构模型竞赛为例探讨土木工程专业学生创新能力的培养[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(1): 30-35.
- [13] 林美. 以赛促学, 以赛促教——高校计算机专业课程教学模式改革[J]. 广东职业技术教育与研究, 2018(2): 76-78.
- [14] 王宇凡. 基础学科创新人才培养的实践探索——以北京大学城市与环境学院本科生“拔尖计划”为例[J]. 高校辅导员学刊, 2016, 8(6): 18-21.
- [15] 彭瀚旻, 毛婷. 浅谈本科生教学中前沿科技与教学相融合的创新培养模式[J]. 教育教学论坛, 2018(16): 1-3.