

学科竞赛驱动下土木类专业基础力学课程教学方法探讨

俞海

北方民族大学土木工程学院, 宁夏银川, 750021;

摘要: 在新工科与工程教育认证背景下, 土木类专业对学生创新与实践能力的要求日益提高。基础力学课程作为土木类专业核心基础, 其传统教学模式存在理论与实践脱节、学生兴趣不足与创新能力培养薄弱等问题。学科竞赛(如结构设计、力学竞赛)以其综合性与挑战性, 为教学改革提供了强大驱动力。本文据此探讨了以竞赛为驱动的“三维一体”教学改革模式, 从“教学内容重构、教学方法创新、评价体系改革”三个维度进行系统化设计, 旨在将竞赛元素有机融入教学全过程, 最终实现“以赛促学、以赛促教、以赛促创”的育人目标。

关键词: 学科竞赛; 基础力学; 教学改革

DOI: 10.64216/3104-9702.25.08.003

引言

土木工程是关乎国计民生的支柱性产业, 其发展离不开高素质创新型工程技术人才的支撑。基础力学课程群(理论力学、材料力学、结构力学)构成了土木类专业知识体系的“骨架”, 是学生理解结构工作原理、掌握工程设计方法、形成科学思维能力的基石。然而, 长期以来, 该课程群的教学面临着严峻挑战。一方面, 课程本身理论性强、概念抽象、公式繁多, 容易使学生产生畏难和枯燥情绪; 另一方面, 传统的“教师讲、学生听”的灌输式教学模式, 过于注重理论推导和解题技巧, 忽视了知识在工程实际中的应用场景, 导致学生“知其然不知其所以然”, 难以将抽象的力学原理与鲜活的工程实践相联系, 创新思维和解决复杂工程问题的能力得不到有效锻炼。

与此同时, 各类高水平学科竞赛, 如全国大学生结构设计竞赛、周培源大学生力学竞赛等, 在高校中蓬勃开展。这些竞赛通常以一个接近实际的工程问题为背景, 要求参赛者在限定条件下, 综合运用多门力学知识, 完成从理论分析、方案构思、模型制作到加载测试的全过程。竞赛过程不仅是对学生理论知识掌握程度的检验, 更是对其动手能力、团队协作精神、创新意识和心理素质的全面锤炼。这种“在做中学”的主动探究模式, 与工程教育认证所倡导的“产出导向(Outcome-Based Education, OBE)”理念高度契合。

因此, 如何将学科竞赛的“活水”引入基础力学课程的“池塘”, 以学科竞赛为驱动, 反向设计、改革和优化教学过程, 打破理论与实践的壁垒, 激发学生的学

习内驱力, 已成为当前土木类专业基础课程教学改革的一个重要方向和迫切任务。

1 当前基础力学课程教学存在的主要问题

要有效实施改革, 必须首先精准诊断现有教学模式的症结所在。当前基础力学课程教学主要存在以下问题:

1. 教学内容与工程实践脱节。教材和课堂讲授多以理想化模型和经典理论为主, 例题和习题也多为高度简化的“真空”问题。学生虽然能够熟练求解悬臂梁的挠度或简支梁的弯矩, 但对于这些计算结果在真实结构设计(如在建筑、桥梁)中意味着什么, 如何指导构件尺寸选择、材料选用等, 缺乏直观感受和深入理解, 知识被割裂成孤立的知识点, 未能形成服务于工程设计的知识网络。

2. 教学方法单一, 学生参与度低。“满堂灌”和“PPT+板书”仍是主流教学形式。这种单向的知识传递模式, 将学生置于被动接受的地位, 难以激发其主动思考和探究的兴趣。课堂互动性差, 学生的主体作用被忽视, 批判性思维和提出问题能力的培养更是无从谈起。

3. 能力培养维度狭窄, 创新精神不足。传统教学评价的核心是期末闭卷考试, 其考查重点在于学生对公式的记忆、推导和计算能力。这导致教学导向偏向“解题”而非“解决问题”。学生忙于刷题和应付考试, 而作为工程师核心能力的创新构思、方案优化、模型实现、实验验证等综合素养, 在常规教学中很难得到系统和有效的训练。

4. 知识整合与迁移能力薄弱。理论力学、材料力学、结构力学三门课程之间存在紧密的逻辑递进关系, 但在

实际教学中,往往由不同教师分别授课,内容衔接不够顺畅。学生难以自觉地将静力学分析、应力应变概念与超静定结构内力计算融会贯通。学科竞赛恰恰需要综合运用这三大力学知识,暴露了学生知识整合与跨课程迁移能力的短板。

2 学科竞赛对基础力学课程教学的驱动作用

学科竞赛作为一种高层次的实践活动,对基础力学课程教学改革具有多重积极的驱动作用,主要体现在以下四个方面:

目标驱动:强化学习动机与内在兴趣。竞赛以其挑战性和荣誉感,为学生提供了一个清晰、具体且富有吸引力的学习目标。当学生意识到所学的力学知识是制作一个“又轻又强”的结构模型、在竞赛中取得佳绩的关键时,他们的学习状态会从“要我学”转变为“我要学”。为了优化模型,他们会主动钻研挠度控制、稳定性理论、强度准则等知识点,学习变成了一个充满探索乐趣和成就感的过程。

问题驱动:深化理论理解与知识整合。竞赛题目本身就是一个复杂的、开放的工程问题。例如,结构设计竞赛要求模型在承受多种荷载工况下保持稳定。这迫使学生在书本理论之外,思考诸如“如何提高抗侧刚度?”“节点构造为何至关重要?”“不同材料的力学性能如何影响模型选型?”等深层次问题。在寻求答案的过程中,学生必须将分散在三大力学课程中的知识(如力的平衡、应力集中、压杆稳定、弯矩图与变形关系等)串联起来,形成一个整体的、有机的知识体系,从而实现知识的深度理解和跨课程整合。

能力驱动:培养创新思维与实践能力。竞赛没有标准答案,鼓励多样化解决方案。从概念设计到细节处理,每一个环节都为学生留下了广阔的创新空间。学生需要经历“头脑风暴-方案比选-模型试制-加载测试-失败分析-方案迭代”的完整创新流程。这一过程极大地锻炼了学生的空间想象力、逻辑思维、动手制作能力和运用现代设计分析软件(如ANSYS, Midas)的能力。特别是面对模型加载失败的情况,引导学生进行“力学归因”,分析破坏形态背后的力学机理,是培养其严谨科学态度和解决问题能力的绝佳契机。

评价驱动:提供多元化的考核与反馈。竞赛成果(结构模型及其性能)是对学生综合能力最直观、最全面的检验。它将评价从单一的试卷分数,扩展到了方案创新

性、理论计算准确性、模型制作精细度、团队协作有效性以及现场答辩表现等多个维度。这种过程性、形成性的评价方式,更能真实地反映学生的综合素质,也为教师改进教学提供了宝贵的反馈信息。

3 学科竞赛驱动下的“三维一体”教学改革模式构建

基于以上分析,我们构建以学科竞赛为驱动,以提升学生综合能力为核心的“三维一体”教学改革模式。该模式从教学内容、教学方法、评价体系三个维度进行系统性重构,最终统一于学生工程实践与创新能力的培养目标。

第一维度:教学内容的重构与融合——构建“理论-竞赛-工程”三位一体的知识体系

引入竞赛案例,活化理论知识。在课堂教学中,适时引入往届经典竞赛题目或正在进行的竞赛题目作为“活案例”。例如,在讲解“压杆稳定”时,不再仅仅推导欧拉公式,而是展示竞赛中因杆件失稳而导致整体结构失效的实物照片或视频,引导学生分析失稳临界荷载,并讨论通过增设支撑、改变截面形状等提高稳定性的措施。这使得抽象的理论瞬间变得具体而深刻。开设专题模块,打通课程壁垒。在三大力学课程中,设置与竞赛紧密相关的“专题研讨模块”。例如,在材料力学后期,开设“结构优化设计专题”,综合运用强度、刚度、稳定性知识,探讨如何在满足性能要求下实现材料最省(轻量化);在结构力学中,开设“结构体系与受力性能专题”,对比分析不同结构形式(如桁架、刚架、组合结构)在荷载下的力学响应。这些专题模块作为“黏合剂”,有效打通课程间的界限。同时,融入前沿技术与工程背景,结合竞赛趋势,将新材料(如碳纤维、竹皮)、新工艺(如3D打印节点)以及大型工程(如鸟巢、港珠澳大桥)中的力学原理引入教学,拓宽学生视野,使其了解力学知识的现代应用场景和发展前沿。

第二维度:教学方法的创新与实践——推行“线上线下混合、课内课外联动”的多元化教学模式

基于项目的学习(PBL)贯穿始终。以竞赛项目或模拟项目为载体,组织学生成立项目小组。将一个重大项目分解为“方案设计报告”、“计算书撰写”、“模型制作与测试”、“总结答辩”等若干子任务,贯穿于整个学期或学年的教学中。教师角色从知识传授者转变为

项目指导者和促进者。翻转课堂与同伴教学（Peer Instruction）。将部分基础理论知识制作成微课视频，要求学生课前自主学习。课堂时间则主要用于重点难点研讨、项目小组讨论、方案评审和问题解答。鼓励学生之间进行“同伴教学”，让在某一知识点上理解深入的学生向同伴讲解，既能巩固自身知识，又能营造互助学习的良好氛围。搭建“第二课堂”实践平台。充分利用实验室等资源，开放模型制作室和加载测试设备。鼓励学生利用课余时间进行模型试制和实践探索。成立“力学与结构设计协会”等学生社团，由经验丰富的高年级学生或竞赛获奖者担任骨干，组织开展校内选拔赛、经验分享会、技术培训等活动，形成“传、帮、带”的良性循环。同时深度融入现代信息技术。利用有限元分析软件（如 ANSYS、ABAQUS）和结构设计软件，让学生对自己的竞赛方案进行数字化仿真分析，预测其受力和薄弱环节，实现“虚拟实验”与“实体实验”的互补验证。这不仅能提高设计效率，更是培养学生现代工程设计能力的必要环节。

第三维度：评价体系的改革与优化——建立“过程性与终结性相结合、知识与能力并重”的多元评价机制

改变“一考定乾坤”的局面，建立覆盖教学全过程、考核多维度的新型评价体系，降低期末考试成绩权重。将期末闭卷考试的权重从传统 70%降低至 50%，引导师生将注意力从应试转移到能力培养上来。强化过程性考核。项目作业：对 PBL 项目各阶段的成果进行考核，包括方案创新性、理论计算的正确性、计算书的规范性、团队贡献度等。实验与实践操作：考核学生在模型制作、仪器操作、实验数据分析等方面的动手能力。课堂表现与线上学习：包括课堂提问、讨论参与度、在线测试完成情况等。引入竞赛成果增值评价。对于参加各级别学科竞赛并获奖的学生，给予其在对应力学课程总评成绩中的额外加分。这既是对学生额外付出的认可，也是一种强有力的激励手段。

4 结论与展望

学科竞赛与基础力学课程教学的深度融合，是顺应新工科发展要求、培养卓越土木工程人才的重要途径。本文探讨了“三维一体”教学改革模式，通过将竞赛目标、竞赛问题和竞赛过程有机嵌入到教学的内容、方法与评价体系中，有效激发学生的学习动力，促进其对力

学理论的深度理解与综合应用，系统培养其创新实践能力和团队协作精神。未来，我们将进一步探索将更多类型的学科竞赛（如 BIM 竞赛）与课程群进行系统化、模块化对接。以学科竞赛为驱动的教学改革，必将为土木工程专业基础力学课程注入持续活力，为培养能够应对未来挑战的创新型工程人才奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 贾杰. “周培源大学生力学竞赛”对力学教学的创新[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(11): 209-212.
- [2] 张富宾, 刘琼, 卢杨. 基于大学生结构设计竞赛的土木工程专业本科教学改革探索与创新[J]. 教育现代化, 2018, 5(39): 59-61.
- [3] 孙洪军, 贾艳东, 赵丽红. 基于结构设计大赛平台下的土木工程专业实践教学改革创新[C]//《智能城市》杂志社, 美中期刊学术交流协会. 2016 智能城市与信息化建设国际学术交流研讨会论文集 II. 辽宁工业大学土木建筑工程学院; , 2016: 222.
- [4] 姜爱峰, 陈余, 马文赛. 以大学生力学竞赛为驱动的实践教学体系改革与实践[C]//北京力学学会, 天津市力学学会, 山东省力学学会, 河南省力学学会, 山西省力学学会. 第二十届北方七省市力学学会学术会议论文集. 内蒙古工业大学理学院; , 2025: 170-173.
- [5] 董升, 张振亚, 杜运潮. 学科竞赛驱动的土木工程专业人才培养与实践[J]. 教育教学论坛, 2023, (31): 161-164.
- [6] 彭楚才, 王光辉, 童小龙, 等. 面向现代化的土木工程大学生力学类课程教学模式研究[J]. 科教导刊(上旬刊), 2020, (19): 113-114.
- [7] 阳艳, 唐纯翼. 基于学科竞赛的土木工程实验室开放模式的研究与实践[J]. 考试周刊, 2015, (77): 153-154.
- [8] 孔海陵, 王路珍. 浅谈“以赛促学”型力学教学改革[J]. 科技信息, 2011, (33): 17.

作者简介：俞海，男，1986，汉，甘肃，博士研究生，副教授，水泥基复合材料，北方民族大学，750021。本文由北方民族大学教研教改项目一般项目《基于学科竞赛驱动的土木类专业基础力学课程教学体系完善与实践》（项目编号：2023JY040）资助完成。