

OBE 理念下学科竞赛驱动化工类专业工程实践能力培养的探索

李立军 李 安 刘 坤*

湖南理工大学化学化工学院 湖南 岳阳 414000

【摘 要】：针对化工类人才培养中工程实践能力不足，与产业需求脱节的问题，本文基于成果导向教育（OBE）理念，探索以学科竞赛为驱动的工程实践能力培养新模式。分析在工程实践能力培养方面存在的主要问题，提出以“全国大学生化工设计竞赛”等高水平竞赛为驱动力，反向设计教学。核心改革内容包括：重构以“设计思维”为主线的课程体系，创设“理论+实践+竞赛”三位一体教学模式，实施“班级引导-团队指导-个体辅导-过程督导”的实践教学组织方式，建立多元化形成性评价体系。通过“以赛促学、以赛促教、以赛促改”，激发学生内生动力，系统性培养学生的工程设计、创新思维、团队协作和解决复杂工程问题的综合能力，为新工科人才培养提供有益借鉴。

【关键词】：OBE 理念；学科竞赛；化工类专业；工程实践能力；教学改革

DOI:10.12417/2705-1358.26.12.030

随着化工产业向绿色化、智能化转型，国家对化工人才的工程实践和创新能力提出更高要求。然而，传统的教育模式存在“重理论、轻实践”、“重知识传授、轻能力培养”的倾向，导致毕业生能力与行业企业需求差距巨大^[1]。

成果导向教育（Outcome-Based Education, OBE）^[2]强调以学生最终取得的学习成果（产出）为导向，反向设计教学体系，确保学生毕业时具备行业所需的核心能力。这为工程教育改革提供了明确的方向和清晰的路径。学科竞赛作为实践教学的重要环节，以其综合性、挑战性、竞争性和协作性，成为激发学生兴趣、锤炼实践能力、培养创新精神的绝佳平台^[3,4]。特别是“全国大学生化工设计竞赛”和“中国大学生 Chem-E-Car 竞赛”等高水平赛事，其赛题内容高度模拟真实工业场景，全面涵盖化工过程设计、经济分析、安全环保、团队协作与现场表达等环节，是对学生综合工程实践能力的一次“大考”。

将 OBE 理念与学科竞赛深度融合，以竞赛目标为产出导向，以竞赛项目为核心载体重构教学体系，是破解化工类专业学生工程实践能力培养困境的有效策略。

1 当前化工类专业工程实践能力培养的主要问题

尽管各高校均在积极推进工程教育改革，但化工类专业在工程实践能力培养方面仍存在一些普遍性、深层次的问题，制约着人才培养质量的提升。

1.1 课程体系离散，知识整合能力欠缺

传统课程按照学科逻辑设置，各门课程相对独立，缺乏贯通融合^[5]。例如，《化工原理》、《化工热力学》、《反应工程》、《化工设计》、《化工经济》等核心课程分属不同学期，由不同教师授课，缺乏有效的贯通与融合。学生虽掌握了碎片化的知识点，却难以将这些知识有机整合，应用于解决完整工程问题。这种“只见树木，不见森林”的培养模式，导致学生无法建立“大工程观”和“系统思维”，面对真实的、多约束条件的化工项目时，往往无从下手。

1.2 实践教学薄弱，与工程实际脱节

实践教学是培养工程能力的关键，但目前许多高校的实践环节存在“虚化”和“形式化”现象。认识实习、生产实习往往流于“走马观花”，学生难以深入理解工艺流程和设备内涵；课程设计、毕业设计多为简化或虚拟课题，缺乏真实约束条件（成本、安全、环保等），设计过程停留在理想化的计算和图纸绘制，未能经历严格的、迭代的工程优化过程^[6]，无法有效培养学生解决复杂工程问题的能力。

1.3 学生内生动力不足，创新与协作能力待提高

传统的“教师讲、学生听”的被动教学模式，难以激发学生的主动探索。学生对知识的理解停留在应试层面，缺乏将知识转化为能力的内部驱动力^[7]。同时，个人作业和考试为主的评价方式，弱化了团队协作能力的培养。

项目基金:2025 年第三批国家级一流课程“线上线下混合课程-物理化学”(2025xsxx1520);2025 年湖南省普通本科高校教学改革研究项目"OBE 视域下 12322"化工类卓越人才培养模式改革和实践”(202502001069);2021 年湖南省课程与教材建设类项目"线上线下混合课程-物理化学”(2021xsxx673)。

作者信息:李立军,男(1982.11-),汉族,可北唐山人,博士,讲师,研究方向:高分子合成及水系锌离子二次电池研究;李安,男((1987.03-),汉族,湖南汨罗人,博士,副教授,研究方向:催化剂设计与调控、精细化学品绿色催化、化工新材料开发;刘坤(通讯作者),男(1986.09-),汉族,湖南益阳人,博士,副教授,研究方向:高分子合成方法学和改性应用研究,裂解乙烯资源综合利用及石化碳五新材料产业化攻关的研究。

而现代大型工程项目无一不需要跨学科、跨专业的团队紧密合作,协作、沟通、项目管理能力的缺失,难以适应未来职业需求。

1.4 评价机制单一,难以有效衡量工程能力

现行的考核评价多以期末笔试为主,偏重于对理论知识和单一技能的评价,无法全面评价学生的工程实践能力、创新思维和职业素养。一个精美的设计作品、一个巧妙的解决方案、一次成功的团队协作,很难在一张试卷上得到体现。这种“重结果、轻过程”、“重知识、轻能力”的评价机制,无法对学生的过程进行有效反馈和引导,背离了工程能力培养的初衷^[8]。上述问题根源在于未真正以“学生能力产出”为中心。引入 OBE 理念,以竞赛为突破口,驱动教学体系的全方位改革,显得尤为迫切。

2 OBE 理念下学科竞赛驱动的工程实践能力培养模式探索

基于 OBE 理念,我们以“培养学生解决复杂化工工程问题的综合实践能力”为最终学习成果,反向设计培养方案。选择高水平竞赛为核心驱动载体,围绕竞赛所需知识、能力和素养,系统性重构课程体系、教学模式、实践环节和评价机制。

2.1 重构化工设计课程体系,创设“理论教学+设计实践+学科竞赛”一体化模式

打破课程壁垒,以“化工过程设计”工作流程为主线,整合《化工设计》、《化工过程分析与合成》、《化工技术经济》、《化工安全与环保》、《化工设备机械基础》、《计算机在化工中的应用》以及《工程制图》等课程,形成贯穿多学期的《化工过程设计与实践》核心课程群。具体环节:

发现问题(需求挖掘):以社会或产业真实需求(如碳中和、绿色工艺等)引入项目,培养学生洞察力和工程社会观。融入思政元素,强调工程师的社会责任。

产品开发(工艺升级改造)生产方法选择:引导学生进行文献调研和技术可行性分析,提出创新性的解决方案。

化工模拟与优化:利用 Aspen Plus 等软件建模、仿真与优化,将《化工热力学》、《反应工程》等理论知识应用于实际系统分析。

多目标设计与决策:深度融合《化工技术经济》进行经济评价,结合《化工安全与环保》进行 HAZOP 分析、环境评估,运用《化工设备机械基础》进行设备设计与选型。

作品汇报与评价:最终产出完整的工艺包(PFD、PID、设备图、厂区布置图、可行性研究报告等)并答辩。作品直接作为参加“全国大学生化工设计竞赛”的基础。

通过这一主线,将原本分散的知识点串联成一个有机整体,使学生清晰理解每一步设计任务所需的理论工具及其重要性,从而实现知识整合与能力拓展的闭环。

2.2 实施“四导”教学模式,强化过程管理与个性化指导

在实践教学组织上,我们采用“班级引导-团队指导-个体辅导-过程督导”的“四导”模式,确保项目顺利推进并关注每个学生的成长。

班级引导(Guidance):面向全体学生,讲授设计通用规范、软件基础、竞赛规则等共性知识,奠定基础。

团队指导(Instruction):教师根据专业方向组成指导组,每个团队配备一名导师,定期召开组会,针对项目进展中的技术难题进行深入指导和讨论。

个体辅导(Tutoring):关注团队成员个体差异,根据每位学生的兴趣和特长分配任务(如模拟计算、图纸绘制、经济分析、文档撰写、演讲答辩),并进行针对性的一对一辅导,确保人人参与、人人贡献。

过程督导(Supervision):建立周报、中期检查、模拟答辩等节点式考核机制,对项目进度和质量进行全程监控和督促,及时发现问题并纠偏,培养学生的时间管理和项目管理能力。

2.3 构建竞赛驱动的多元化考核评价体系

改革单一期末考试的考核方式,建立以“形成性评价”为主、终结性评价为辅的多元化考核体系。

形成性考核(占总成绩 60-70%):贯穿项目全过程,包括:平时表现(出勤、周报、团队讨论贡献度);节点成果(可行性研究报告、流程模拟报告、设备设计书、安全评价报告、最终设计文档等多项子成果的质量);同行评价(团队内部成员间的相互评价,反映协作与贡献)。

终结性考核(占总成绩 30-40%):以“期末项目答辩会”的形式进行,模拟竞赛答辩场景。邀请企业专家、专业教师组成评审团,对设计作品的创新性、完整性、经济性、安全性和团队答辩表现进行综合评价。

竞赛奖励:对在省级、国家级竞赛中获奖的团队和个人,给予学分认定、奖学金评定等激励,并将竞赛成绩作为评价教学成果的重要指标。

这种考核方式不仅评价知识,更评价能力、素质和态度,实现了评价过程与学习过程、评价目标与培养目标的一致性。

2.4 成效与反思

通过两轮的教学实践,该模式取得了显著成效:

学生能力全面提升：学生参与学科竞赛的积极性空前高涨，作品质量和竞赛成绩显著提升。更重要的是，学生的工程设计能力、软件应用能力、文献调研能力、团队协作与沟通表达能力得到了实实在在的锤炼。

教师教学水平提高：倒逼教师接触工程实际，更新知识结构，从“知识传授者”转变为“项目引导者”和“学习教练”，教学相长。

促进产教融合：邀请企业专家参与答辩评审，将工程实际中的真实问题和标准引入校园，促进了人才培养与产业需求的对接。

同时，我们也认识到一些挑战：如对教师工程背景要求高、

师生投入时间巨大、教学管理协调难度增加等。未来需进一步优化课程衔接、加强“双师型”教师队伍建设，并探索建立更加稳定的校企协同育人机制，以持续完善这一培养模式。

3 结论

基于 OBE 理念，以学科竞赛为驱动重构化工类专业人才培养体系，是强化工程实践能力的有效途径。通过竞赛项目融入课程，以“设计思维”为主线整合教学内容，采用“理论-实践-竞赛”一体化和“四导”教学模式，配套多元化过程性评价，能够有效激发学生主动性，打破课程壁垒，实现知识、能力、素质融合培养。该显著提升了学生解决复杂工程问题的综合能力，为新工科背景下化工类专业的教学改革提供了可借鉴的实践案例。

参考文献：

- [1] 吴义平,邓崇海,秦广超,等课程思政视域下学生创新能力与教学相长探究--以学科竞赛驱动为实践[J]合肥大学学报,2024,41(05):128-132.
- [2] Spady W G Outcome-based Instructional Management:A Sociological.Perspective[J].Australian Journal of Education,1982,26(2):123-143.
- [3] 高洁,赵满坤,徐天一,等“以赛促学,以赛促创”背景下基于 OBE 理念的计算机人才培养模式[J]软件导刊,2024,23(08):56-61.
- [4] 王振铎,边倩,田新志,等.OBE 理念下学科竞赛驱动计算机类专业应用创新能力的探索与实践[J].创新创业理论研究与实践,2023,6(14):144-146.
- [5] 夏淑倩,王曼玲,程金萍,等.践行 OBE 理念,开展化工类专业新工科建设[J]化工高等教育,2018,35(1):9-12,61.
- [6] 刘欣梅,杨朝合,李军,等.以工程能力达成为导向构建化工专业优质教学平台[J].中国大学教学,2017(07):49-533.
- [7] 黄朋勉,周智慧,黄子杰,等.基于 OBE 理念培养创新性化工专业人才[J].化工高等教育,2018,35(2):25-27.
- [8] 李艳,解瑞俊,陈天嘉,等.基于工程实践能力培养的《化学工艺学》课程教学改革探索[J].当代化工研究,2024(18):144-146.