



新工科教育 OBE 理念从“221 课程体系” 走向“333 课堂教学”的探索及制度建设^{*}

英晓光,李 晓,张卫英

(福州大学 石油化工学院,福建 福州 350108)

[摘要]新工科人才培养模式大讨论赋予了工程教育专业认证新的内涵。根据成果导向教育理念,高校课堂教学活动从“221 课程体系”模式走向“333 课堂教学”模式是推进高等教育改革、提高教学质量的必由之路。本文针对专业课堂教学体系中存在的问题,阐述了笔者在专业建设过程中的措施及体会,以及教学质量及教学环节监控体系的建立与制度化在专业建设和人才培养方面的重要作用。

[关键词]专业认证;成果导向教育;监控;制度化

An Exploration and Institutionalization on the OBE Idea of Emerging Engineering Education Developing from 221 Curricular System Mode to 333 Course Tuition Mode

Ying Xiaoguang, Li Xiao, Zhang Weiying

Abstract: A nationwide discussion on personnel training mold under Emerging Engineering Education construction has given new connotations to Engineering Education Accreditation. Based on Outcome Based Education, it is considered as the only way leading to reform of higher education and improvement in teaching quality that the classroom activities in college develop from 221-curricular system mode to 333-course tuition mode. In this paper solutions and experiences are interpreted aiming at problems in professional classroom teaching systems. The importance of construction and institutionalization of supervisory control on teaching quality and link is showed in discipline construction and talents cultivation.

Key words: Engineering education accreditation; Outcome based education; Supervisory; Institutionalization

工程教育专业认证是指专业认证机构针对高 校工程类专业教育实施的专门性认证,由专门的

[作者简介] 英晓光(1982-),男,副教授,硕导,博士,院长助理。

^{*} 基金项目:2018 年福建省本科高校教育教学改革研究项目(“十三五”教育科学规划本科高校教改专项:FBJG20180080);2016 年福州大学高等教育教学改革工程项目(第十批)。

职业或行业协会/联合会、专业学会与该领域的教育专家和企业专家共同施行,旨在为工程技术人才从业提供预备教育质量保证。它是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育和工程师资格国际互认的重要基础。

一、“新工科教育”背景下的专业认证制度

成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)是由 William Spady 于 1981 年率先提出并发展形成的完整理论体系^[1]。2015 版《工程教育认证标准》的出台标志着我国专业认证思路开始由课程导向向成果导向转变。近年来, OBE 教育理念深入人心,教育工作者也探索出了成功的实践模式。随着“十三五规划”进入全面实施阶段,工程建设人才需求空前高涨,教育工作者必须重新思考如何使 OBE 理念深入高等教育改革及如何完善人才培养系统等问题。OBE 理念在课程及其评价体系中的存在形式有“221”和“333”两种(见表 1)。长久以来,工科专业的培养目标、毕业要求及能力分解指标都未能做到逻辑清晰、条理分明,课堂教学仍停留在“221”模式,其不足主要表现在缺乏课程教学产出相关评价机制与方案、缺乏学生学习产出与课程目标的有效对应关系及评价途径、持续改进机制分解模糊等^[2]。

表 1 OBE 理念在两种高等教育模式中的具体体现形式

“221”OBE 进课程体系		“333”OBE 进课堂教学	
2 个产出	专业教育产出	3 个产出	专业教育产出
	学生学习产出		学生学习产出 课程教学产出
2 种关系	PO 与 SO 关系	3 种关系	PO 与 SO 关系
	SO 与 CU 关系		SO 与 CU 关系 SO 与 CO 关系
1 个机制	持续改进机制	3 个机制	PO 评改机制 SO 评改机制 CO 评改机制

注:PO——培养目标(Program Object);SO——学生学习产出/毕业要求(Student Outcome);CU——课程教学评价改进(修正更新)(Course Update);CO——课程目标(Course Object)。

从“221”模式走向“333”模式是高等教育改革

的必由之路。高校应从 PO、CU、CO 三者的关系入手,凝练培养目标在服务领域、职业特征、人才定位、职业能力等方面的内涵与表述;明确毕业要求,定义核心能力的标准并评估检测是否达到;定期评价毕业要求、课程体系、课程质量及教学效果。制度应能保障直接评价和间接评价的有效性(关联性、精确性、实用性等)。

培养目标是指专业学生毕业 5 年左右所能达到的成就。毕业要求即核心能力,指学生在毕业时所应具备的明确、特定的知识、技术及态度。专业需要确定“专业教育产出”“学生学习产出”“课程教学产出”等三种产出标准及量化方法;明确 PO 与 SO 关系、SO 与 CU 关系、SO 与 CO 关系的表达形式及呈现规范;建立完善的 PO 评改、SO 评改、CO 评改等三种持续改进机制。

二、建设内容及主要举措

(一)凝练培养目标,突出专业内涵(PO 与 SO 的关系)

福州大学化学工程与工艺专业的培养目标为:为适应我国经济社会发展及海峡西岸经济区化工行业建设的需要,培养具有人文社会科学素养和创新创业精神,系统掌握化工基础理论知识和工程基本技能,具有投身化工及相关行业建设的热情与责任意识,具备从事化工、能源、环境等领域的生产、设计、开发及管理工作所需能力的化工类高素质工程技术人才。

培养目标从素质、知识和能力等方面概括了毕业生就业的专业领域、职业特征、职业能力等关键要素。该目标符合我国化工产业持续高速增长和福建化工产业快速发展的社会需求,与福州大学“以工为主”“走区域特色创业型强校之路”的办学特色相一致,与所在“双一流”学科“创建具有若干世界一流学科、创业型特色鲜明的国际高水平大学”的定位相吻合。

石化工业是福建省三大战略性支柱产业和增长极之一。泉港作为福建最早集中开发的石化产业区域和国家循环经济示范试点园区,处于全省石化行业龙头地位。福建省的石化管理和生产技术人员体系建设尚处于起步阶段,石化专业人才

旺盛的需求与人才短缺的矛盾突出,制约着石化产业的发展。2016 年石油化工学院泉港校区的建设满足了泉港经济社会发展和石化产业迅速崛起的需要,符合福建及海西地区新型工业化、城镇化、农业现代化快速发展的形势要求。

(二)明确毕业要求,检评核心能力(SO 与 CU 的关系)

毕业要求与课程教学评价改进在持续改进闭环中承上启下^[3]。我们首先根据“培养目标-毕业要求对应矩阵”分解培养目标(见表 2),以明确核心能力达成指标(Performance Criteria)与毕业要求的对应关系^[4];其次形成“毕业要求(指标点分解)-课程目标”对应表,将其作为设置课程目标并支撑毕业要求的依据;最终制定出“毕业要求-课程教学评价改进”方案,并将评价方式写入教学大纲。以“化工热力学”课程为例,授课教师在开课须制定并提交课程目标对毕业要求指标点支撑方式的方案(见表 3),说明课程目标所支撑的相应指标点及其对应的教学内容;同时在该课程考核结束后,提交课程评价方案(见表 4),

并随考核资料一同归档。新的评价方案中须将试题或作业内容与教学标准准确对应,且要重点突出、有据可查。

表 2 本专业毕业要求对培养目标的支撑关系

本专业毕业要求	本专业培养目标				
	总体要求		期望		
	综合素质	专业工作能力	素质要求	知识要求	能力要求
工程知识		○	○		
问题分析		○	○		
设计/开发解决方案		○	○		
研究		○		○	
使用现代工具		○			○
工程与社会	○	○		○	
环境和可持续发展	○	○		○	
职业规范		○			○
个人和团队	○		○		
沟通	○	○			○
项目管理	○			○	
终身学习	○				○

表 3 课程目标对毕业要求指标点的支撑方式

课程名称:化工热力学;教师:XX;授课学期:2017 学年第 1 学期;学生专业:化学工程与工艺;2015 级

课程目标	毕业要求	指标点		教学环节	对应内容
		简称	详述		
1.应用热力学原理及研究方法,结合实际分离过程及反应器设计所需要的平衡数据进行热力学分析	1. 工程知识	1-2 建模求解	能针对一个系统或过程建立合适的数学模型,并利用恰当的边界条件求解	讲授/案例	第二章“纯气体容积性质计算”等;第三章“流体容积性质”等;第五章“低压气液平衡计算”等
2.识别、判断化工过程实际问题,结合热力学原理和研究方法做深入研究	2. 问题分析	2-1 问题提炼	具备对复杂化工相关工程问题进行识别、判断并结合专业知识进行有效分解的能力	讲授/案例	第六章“有效能”“热力循环的 T-S 图分析”等;第七章“基团贡献法”
3.熟悉化工过程中涉及的热力学物性参数的计算;深入理解热力学研究方法,拓展思路,提高思维严密性	4. 研究	4-2 方案实施	能够基于化工专业理论,根据对象特征,选择研究路线并设计可行的实验方案	讲授/案例	第一章“状态函数”等;第四章“逸度系数的计算”等;第八章“反应体系计量系数、反应进度”等;第九章“环境热力学基本理论”等

注:教学环节的形式有讲授、专题研讨、案例、实验、实地调研、课内设计/成果展示、企业工程师讲座等;对应内容指课程自然章节内容、实验项目或实习日程安排。

专业负责人签字:_____

日期:_____

教师要结合国家社会需求、学生知识结构及发展需要,分析课程的教学主旨、内容特点、适用方法等。我们在 12 条毕业要求的框架下,对课程

支撑的项目、支撑强度进行了设定。一系列新举措的实施很好地贯彻了工程教育 OBE 理念,使得教师和学生真正从专业认证活动中获得了成长

表 4 课程考核环节设置与达成目标评价

课程名称:化工热力学;教师:XX;授课学期:2017 学年第 1 学期;学生专业:化学工程与工艺;2015 级

课程目标	指标点	支撑环节 期末考试 A 作业或平时成绩 B	考核周期	题型	代表试题或 作业内容	目标 满分值	学生 统计得分	课程目标 达成度 C	
1	1-2 建模 求解	A ₁₀	学期			A ₁₀	A ₁	(A ₁ + B ₁) / (A ₁₀ + B ₁₀) = C ₁	
		B ₁₀				B ₁₀	B ₁		
2	2-1 问题 提炼	A ₂₀				A ₂₀	A ₂	(A ₂ + B ₂) / (A ₂₀ + B ₂₀) = C ₂	
		B ₂₀				B ₂₀	B ₂		
3	4-2 方案 实施	A ₃₀				A ₃₀	A ₃	(A ₃ + B ₃) / (A ₃₀ + B ₃₀) = C ₃	
		B ₃₀				B ₃₀	B ₃		
						课程目标总达成度 C = min [C _i]			
试卷满分 ΣA _{i 0}		A ₁₀ + A ₂₀ + A ₃₀	试卷得分 ΣA _i		A ₁ + A ₂ + A ₃	平时满分 ΣB _{i 0}	B ₁₀ + B ₂₀ + B ₃₀	平时得分 ΣB _i	B ₁ + B ₂ + B ₃

注:该门课程统计成绩 Ave(SCORE) = $100 \times (\Sigma A_i + \Sigma B_i) / (\Sigma A_{i0} + \Sigma B_{i0})$; Ave(SCORE) ≥ C。A₁₀ + A₂₀ + A₃₀ = 卷面满分(100 分), B₁₀ + B₂₀ + B₃₀ = 作业或平时成绩满分。A₁ + A₂ + A₃ = 卷面统计得分; B₁ + B₂ + B₃ = 作业或平时成绩统计得分。题型包括选择、填空、判断、简答、计算、论述等。

专业负责人签字:_____

日期:_____

和提高,教学活动评价改进的运行与管理实现了常态化。自课程考核环节与课程目标达成评价关联以来,试卷成绩不再是评价学生学习效果的唯一方式,平均成绩及统计分布也不再是反映教学效果的唯一有用信息。教师可以将试卷(或其他形式作业)中各部分内容与课程目标、相应毕业要求指标点对应起来,使量化的课程达成评价直接指向抽象的毕业要求。学生在哪些方面表现突出、在哪些方面存在不足一目了然。这非常有利于教学方法、评价方式的持续改进,便于教师根据国家、社会对人才培养的需求及时调整课程目标,从而真正落实以学生为主体的人才培养理念。

(三) 丰富评价方法,产出促进评改(SO 与 CO 关系)

毕业要求和课程目标均为质性的非量化的表述,而可检测、可考核、可评价的教学效果是联系二者的纽带。专业在以评促改的创新性尝试中,应总结以往教改经验,采用直接评价与间接评价相结合的方式,正视“分数决定一切”导致“高分低能”等社会反馈的事实;建立完善的教学质量监控机制^[6],落实毕业生及校友回访/访谈、企业用人单位的定期调研制度,使评价数

据来源准确可靠,从而提高各届毕业生成长趋势及培养措施分析、持续改进建议的理论价值。

直接评价的数据来自 SO 与 CU 的关系;间接评价数据则通过问卷调查获得。以本专业 2012 级应届毕业生的评价结果为例(见图 1),间接评价过程发放问卷 45 份,回收 43 份,回收率为 95.6%。学生对每个指标点达成标准的描述进行反思,自我评价为优、良等级分别判定为 A 和 B,未达成分别是 C、D 和 F。每项毕业要求中 A、B 选项所占百分比即为达成评价价值。

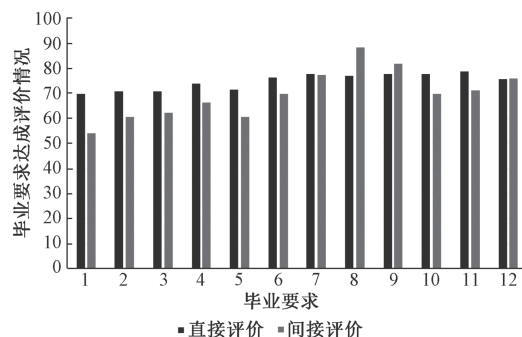


图 1 2012 级本科生毕业要求达成直接评价和间接评价情况比较

1. 总体趋势

两种评价趋势一致,短板均出现在工程知识

(毕业要求 1)、问题分析(毕业要求 2)、使用工具(毕业要求 5)等方面,达成情况较好(直接与间接评价均在 77%以上)的毕业要求集中出现在环境发展(毕业要求 7)、职业规范(毕业要求 8)、个人团队(毕业要求 9)等方面。这说明问卷调查结论符合客观实际,调研过程中主观因素干扰较少,调研资料基本上准确、客观、全面地反映了学生学业能力的相关信息,可信度较高。

2. 纵向比较

调查问卷生成的间接评价结论具有放大效应,即学生不仅对自身短板的评价显著低于直接评价(如毕业要求 1: $54.1\% < 69.8\%$),还对自身长处的认知显著高于直接评价(如毕业要求 8: $88.4\% > 77.1\%$,毕业要求 9: $82.0\% > 77.8\%$ 等)。这种现象源自学生在面对挫折时急于改变现状的迫切感,源自学生在主观努力相对容易得到回报时对获得外界肯定、接纳的渴望,源自学生实现自我价值的需求。放大效应有助于教师明确学生的专业认知水平,有针对性地制定教学计划、调整课程目标。

除此之外,间接评价平均值低于直接评价,这说明学生对自身知识水平、能力素质的估量具有一定的保守倾向。因此,专业教师在教学过程中应注重树立学生的自信心,使其学会客观、真实地看待自身优点和不足。

3. 横向比较

直接评价和间接评价结论都表明,学生在工程知识、问题分析、使用工具等能力方面存在短板。专业的非技术指标(毕业要求 9—12)达成度

明显高于技术指标。在技术指标中,学生工程知识方面的水平尤其低;而在非技术指标中,沟通能力(毕业要求 10)相对较弱。

三、结语

专业认证过程中获取的数据和积累的经验是学院教学改革规划和工作重点项目的重要成果。相关教师凭借丰富的教学与实践经验,深入理解现代工程教育理念,并且学校也逐步与地方高校专业特色进行融合创新,显示了本专业锐意改革、寻求突破的坚定决心。我们时刻关注国家高等教育改革最新动向,研究自评材料及附录等具有突出价值的文献材料,这对于探索高等教育改革途径、提高教学效果、建设新工科具有一定的贡献,对于专业认证制度化体系的建立具有建设性作用。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 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(1):9-12.
- [2] 胡兵,徐保明,范明霞,等. 省属高校化学工程与工艺专业培养目标定位与课程体系构建[J]. 化工高等教育,2012(5):22-24.
- [3] 牛连强,冯海文. 关于高校课程教学开展形成性评价的思考——基于工程教育专业认证背景[J]. 大学教育,2017(9):192-195.
- [4] 王静静,夏德宏. 专业认证背景下的机械工程及自动化专业课程地图建设[J]. 中国冶金教育,2016(2):52-55.
- [5] 梁爽,朱望东,张永泽. 临床医学专业认证背景下完善教学质量监控体系的认识与思考[J]. 河北工程大学学报(社会科学版),2017(4):24-26.