

基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式

——汕头大学的实践与探索

顾佩华 胡文龙 林 鹏 包能胜 陆小华 熊光晶 陈 严

【摘 要】 受高等教育质量问责运动以及工程人才国际流动性增强等影响,欧美发达国家高等工程教育改革呈现出围绕“预期学习产出”(Intended Learning Outcomes)来组织开展教育教学的趋向。本文系统地阐述了 OBE 教育模式的概念、理论基础以及特点,介绍了汕头大学近年来 OBE 工程教育模式的实践与探索,就汕头大学在 OBE 工程教育模式的实践架构、实施特点、实施重点、实施特色以及遇到的困难进行了详细阐述,以期为建设有弹性、高水平 and 可持续的 OBE 工程教育模式提供借鉴。

【关 键 词】 OBE 工程教育模式 “预期学习产出” CDIO

【收稿日期】 2013 年 11 月

【作者简介】 顾佩华,汕头大学执行校长、教授;胡文龙,汕头大学高教所讲师;林鹏,汕头大学工学院土木工程系系主任、副教授;包能胜,汕头大学工学院副院长、教授;陆小华,汕头大学教务处处长、教授;熊光晶,汕头大学工学院副院长、教授;陈严,汕头大学工学院院长、教授。

一、OBE 概述

1. 概念。

基于学习产出的教育模式(Outcomes-Based Education,缩写为 OBE)最早出现于美国和澳大利亚的基础教育改革。从上世纪 80 年代到 90 年代早期,OBE 在美国教育界是一个十分流行的术语。^[1]美国学者斯派帝(Spady W. D.)撰写的《基于产出的教育模式:争议与答案》一书中对此模式进行了深入研究。^[2]该书把 OBE 定义为“清晰地聚焦和组织教育系统,使之围绕确保学生获得在未来生活中获得实质性成功的经验。”^[3]他认为 OBE 实现了教育范式的转换。因为,在 OBE 教育模式中,学生学到了什么和是否成功远比怎样学习和什么时候学习重要。西澳大利亚教育部门把 OBE 定义为:“基于实现学生特定学习产出的教育过程。教育结构和课程被视为手段而非目的。如果它们无法为培养学生特定能力作出贡献,它们就要被重建。学生产出驱动教育系统运行。”^[4]特克(Tucker S. E.)认为:Outcomes-Based Education 与 Outcomes Focused Education (OFE)是同义词。无论是 OBE 还是 OFE,都是一个学习产出驱动整个课程活动和学生学习产出

评价的结构与系统。^[5]

虽然定义繁多,但其共性较为明显。在 OBE 教育系统中,教育者必须对学生毕业时应达到的能力及其水平有清楚的构想,然后寻求设计适宜的教育结构来保证学生达到这些预期目标。学生产出而非教科书或教师经验成为驱动教育系统运作的动力,这显然同传统上内容驱动和重视投入的教育形成了鲜明对比。从这个意义上说,OBE 教育模式可被认为是一种教育范式的革新。^[6]

2. 框架。

OBE 是以预期学习产出为中心来组织、实施和评价教育的结构模式。阿查亚(Chandrama Acharya)指出实施 OBE 教育模式主要有四个步骤:定义学习产出(Defining)、实现学习产出(Realizing)、评估学习产出(Assessing)和使用学习产出(Using)。^[7]这涵盖了戴明环(计划、实施、检查、行动)各要素。

定义毕业生预期学习产出是首要的关键环节。学习产出定义要可操作化和具体化。参照欧美经验,布鲁姆的教育目标分类框架是被广泛使用的指南,它提供了描述学生知识、情感和技能掌握程度水平的词汇。为了实现预期学习产出,所

此项目受教育部人文社科工程科技人才培养专项课题“工程科学教育中基于学习科学的探究式教育研究”(10JDGC005)资助。

有的教学计划和课程内容都是遵循“回溯式设计”原则,实现完整的匹配矩阵。CDIO 工程教育改革主要成果之一——《CDIO 能力大纲》就提供了关于工科毕业生学习产出的四层次分解方案,不同工科院校可根据办学定位和专业方向从中选择不同的组合与掌握程度。

评估学习产出是 OBE 教育模式中十分重要的环节,而这恰恰是国内高校做的较为薄弱的一环。按照美国高校学生学习评估实践的理论和经验,预期学习产出评估划分可从以下几个方面进行。按层次分,学习产出评估可以分为课堂层面、专业层面和学校层面;按评估内容,可以分为直接评估和间接评估;按主体,可以分为教师、学生、校友、用人单位、管理者等。美国高校学生结果评估开展由来已久,已形成了较完善的体系。这一方面表现为开发了很多学校层面的、用于评估学生学习产出的工具,例如全国大学生学习投入调查(NSSE)和大学学习评价(CLA);另一方面是形成了各高校积极参与、评估中心定期进行学生评估的体系。最终结果是形成了全国性的学情数据库系统,这为动态地跟踪高等教育质量以及“学生学习增值”提供了有效证据和有力的信息反馈来源。相对而言,国内此领域的研究和实践十分薄弱。

3. 理论基础。

OBE 模式的产生和发展是基于一些教育理论或教育思想的。马伦(B. Malan)系统地总结了与 OBE 起源紧密相关的教育运动和教育思想。^[8]一是泰勒运动。著名的泰勒原理(确定教育目标——选择教育经验——组织教育经验——评价教育经验)就是围绕“教育目标”这个核心展开课程设计的。二是布鲁姆的掌握学习理论。该理论认为:若能提供充裕的学习时间,绝大多数学习者都能达成学习目标。实际上,这构成了 OBE 教育模式得以成立的支撑假设之一。OBE 在很多方面吸纳了掌握学习理论的特征:弹性的时间框架去实现教学目标;使用不同的资源去创设丰富的教育环境;使用形成性教学评价来反馈学习产出以改善教与学等。三是能力本位的职业教育(Competency Based Education,简称 CBE)。它产生于二战以后,以美国、加拿大为代表,主要应用于职业教育和技能培训中。其要旨是通过学校聘请行业中一批专家组成专业委员会,按照岗位群的需要,层层分解以确定从事行业所应具备的

能力。然后,再由学校组织相关教学人员,以这些能力为目标,设置课程、组织教学内容,最后考核是否达到这些能力要求。四是标准参照学习。标准参照测验并非为了选拔人才,而是通过测验来了解学生掌握知识和能力的水平,查漏补缺,让每个学生都能获得学业成就感。该理念受到了 OBE 教育模式的青睐。

二、OBE 工程教育模式

1. 产生背景。

自美国工程认证委员会(ABET)颁布和实施重视学生产出的 EC2000 认证标准后,从上世纪末开始,欧美各国工程教育认证组织都先后改革认证标准,视学习产出为一项重要的质量准则,并由此延伸开来,在国家学位标准、高校教育目标、专业培养计划中都以学习产出为重要质量准则。

《华盛顿协议》各成员国(或地区)大多数采取“成果导向”之认证标准,即将学生表现作为教学成果的评量依据,并以促进专业持续改进作为认证的最终目标。各会员国认证规范追求其实质相当的(Substantially equivalent)内涵。例如,加拿大工程认证委员会(The Canadian Engineering Accreditation Board,CEAB)认证哲学在传统上是基于输入的,集中于课程内容、班级规模、资源投入等内容。近来,其将建立基于学生产出的认证标准,规定参加认证的高校专业到 2014 年必须展示毕业生的 12 条能力。^[9]日本于 2005 年成为《华盛顿协议》正式成员。日本工程教育认证专业机构(Japan Accreditation Board for Engineering Education,JABEE)于 2012 年实施新的认证标准。新的认证标准是基于学生产出的,主要包括以下几个方面,即 Plan(清晰地描述学生产出,8 点能力)、Do(实现学生能力)、Check(持续地评估学生学习产出)和 Act(改善教学)。^[10]台湾高等教育则建立了基于学生学习产出的认证模式(Student Learning Outcomes-Based Accreditation Model)。台湾高等教育评鉴中心(Higher Education Evaluation & Accreditation Council of Taiwan,HEEACT)将于 2012~2016 年的认证周期中实施这个标准,它也是基于 PDCA 循环的。2004 年 9 月启动的欧洲认证工程师计划(European Accredited Engineering Project,以下简称 EUR-ACE)的认证标准也属于此类型。

认证标准范式的变迁很快导入到工程教育实践。例如:马来西亚工程认证委员会(Engineer-

ing Accreditation Council, EAC)鲜明地指出,工程教育改革与发展应体现 OBE 趋势^[11]。南非工程教育领域已于 1998 年开始推行 OBE 模式。^[12]我国香港和台湾地区高校也早已将 OBE 付诸于工程教育实践。

有专家指出:世界各国的工程教育都在积极地采用“基于产出模式”(Outcomes—Based Education Approaches),这并不足为怪。因为,工程活动本身就指向于建造有形的结果,例如产品、系统或者基础建设。^[13]

2. 特点。

(1) 重视定义工科毕业生品质(Graduate Attributes)。

在过去 20 年里,许多国家的职业工程师协会都建立了工程专业认证系统,并清晰地制定出工科毕业生的知识、能力和职业素养等。“毕业生品质”由一系列可以评定的学习产出组成,每项结果均表明毕业生可在相应水平上实践的潜在能力。例如:《华盛顿协议》、《悉尼协议》和《都柏林协议》分别对应规定了工程师(Engineer)、技术工程师(Technologist)和工程技术人员(Engineering technician)的 12 个品质。类似地,美国工程教育认证委员 ABET 定义了毕业生的 11 条能力;加拿大工程认证委员会(CEAB)规定了 12 条能力;欧洲认证工程师计划(EUR—ACE)规定了 12 条能力。

(2) 围绕预期学习产出(Intended Learning Outcomes, ILOs)开展教学活动。

这一方面表现在课程计划的“反向设计”,即将规定的毕业生能力有机地导入到课程计划之中,明确各门课程、每节课对于实现 ILOs 的贡献,最终形成无缝的匹配矩阵。例如,表 1 显示了美国一所高校工学院课程与 ABET 对工科毕业生 11 条能力要求的匹配情况,类似的课程计划思路在其它国家工程教育领域也较为普遍。

(3) 十分重视学生学习产出评估工作。

学习产出评估工作是 OBE 教育模式必不可少的环节,也是牵扯教师精力最多、最复杂的环节。美国成立了“全国学习产出评估机构”(National Institute For Learning Outcomes Assessment),提供了交流各高校在学生评估方面的经验和进展的平台,并介绍了一些工科院校在评估学生学习产出方面的典型经验。从本质上讲,OBE 教育模式就是围绕“定义预期学习产出——

实现预期学习产出——评估学习产出”这条主线而展开,学生产出评估构成了教育质量持续改进的闭环。图 1 是美国学者里查德(Richard M. Felder)所提出的基于 OBE 模式的课程设计模型。从中可以看出,学生结果评估工作是该模型三大要素之一。

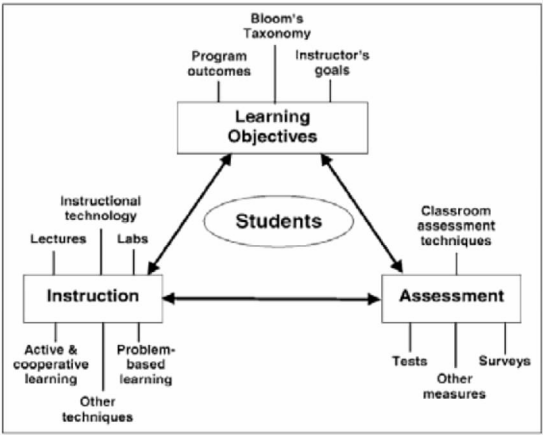


图 1 基于 OBE 模式的教学设计^[15]

表 1 美国某高校工程课程与 ABET EC2000 的匹配矩阵^[14]

Course	ABET EC-2000 Learning Outcomes										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Computers In Engineering Problem Solving			x		x						
Engineering Instrumentation	x			x	x	x	x			x	x
Electric Circuit Analysis I			x		x						x
Electric Circuit Analysis II			x		x						x
Digital Design			x	x	x		x			x	x
Microprocessor Architecture and Programming			x	x	x		x	x		x	x
Engineering Economy				x	x	x	x	x	x	x	x
Linear Control Systems			x		x	x	x	x		x	x
Electronics I			x		x						x
Electronics II			x		x						x
System Signals and Noise			x		x					x	x
Junior Laboratory I	x	x					x	x			x
Electromagnetic Field Theory	x	x	x				x	x		x	
Electrical and Computer Engineering Project	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

3. 优点。

(1) 实现教育范式由“内容为本”向“学生为本”的根本转变。

在传统教学中,教学内容先于教学目标而存在并占据核心位置;而在 OBE 教育模式中,教学

表 2 基于内容的 VS 基于产出的学习系统特征比较

学习系统特征	基于内容的	基于产出的
框架	预设课程评估和认证程序;结构是目的,不定义学习者产出	开放的课程,教学策略、评估和行为标准;教学结构支持目标实现,它是手段而非目的
时间	刚性的限制;教学日程表控制着学习和成功	使用可改变的资源——根据教育者和学习者的需求
绩效标准	比较与竞争的方法;预先设置好的正态分布曲线	学习者达到标准即可获得学分;没有通过比例或标准等的限制
学习评估	持续的测验和分数错误被永久记录;慢的学习者无法赶上学习节奏;永远没有提到学习者到底如何能成功	宏观的视野来看待学习成就,错误是发展能力过程中不可少的;明确最终的成就是能做什么

表 3 基于内容的 VS 基于产出的学习学生经验比较

学习经验	基于内容的学习系统	基于学生产出的学习系统
学生角色	被动的 重点放在教师希望学生掌握的知识	主动的 重点在学习产出上——学习者理解的和成为的
学习评价	间歇的总结性评价	持续的形成性评价
学习方式	死记硬背的	批判性思考、推理和反思
学习计划	分解为单元的学科知识 学习内容放置于严格的时间框架内,教学大纲具有刚性和不可协商性	与实际情景相联系的整合知识 灵活的时间框架——学习者根据自己的节奏学习,学习计划被视为引导教师创新的指南
学习动力	教师负责学习——激励源于教师的人格力量	学生负责自己的学习,动力来自于不断地反馈和积极的自我价值感
学习空间	停留于单一的机构直到完成学业 先前的知识和经验被忽略——每次都参加整个课程	学习者可以在不同机构获得学分,直到达到规定的能力 先前的学习被承认。在预试之后,学习者学习产出被认证,可以省去重复环节

目标(学生预期学习产出)先于教学内容而存在,课程资源开发、学生管理和辅导等活动都要围绕预期目标而展开。因此,在 OBE 教育模式中,学生真正成为教学活动的中心。维基百科对 OBE 有一段精彩的描述:这是一个循环的教育改革模式。它基于学生为中心的哲学理念,这种理念聚焦于学生表现即产出(Outcomes)的经验测评。相对于关注教学资源等产出的传统教学模式,OBE 没有提出对特定教学方式的要求,它只对学生最后学习产出提出要求。^[16]在表 2 和表 3 中^[17],详细对比了基于内容和基于产出的学习系统和学生经验特征,描述了学生在 OBE 教育模式中的主动与中心地位,生动地体现了别敦荣教授提出的现代大学教学改革正在发生由“表演式哲学”到“实践哲学”转向的内涵。^[18]

(2) 有利于建立开放、透明、富有弹性和互认的教育结构。

学生。在 OBE 模式中,学生可以清晰地感受到来自教师的期望,通过持续的形成评价获得成就体验。同时,只要能够实现预期学习产出,学生可以在不同教育机构中获得学习经验,可以参与不同类型的教育活动。而且,OBE 也可以提高学生的可雇佣性,因为该模式下培养的毕业生可以

向雇主自信地表述获得的能力。

教师。OBE 不限定教师采取什么样的教育方法和教育内容,只通过指定阶段性的学习期望来为教师指明方向。所以,OBE 教育模式为教师充分地展现教育艺术来实现既定目标提供了广阔空间,这会成为学校办学特色和个性的重要来源。

管理者。在 OBE 中,通过开展学习产出评估,管理者可以及时了解学生是否达到了阶段性教学目标,根据结果及时调整资源配置、师资培训和学生辅导等工作。同时,通过向家长、教育行政部门和社会公众等利益相关者展示学生发展情况,提供努力改善教学质量的证据,可以增进高等教育质量“透明性”,有利于实现高等教育问责。

高校。学生学习过程、学习产出或毕业生能力是比较容易交流的教育术语, Learning Outcomes 是一张有效的“通行证”。因此,确立 OBE 教育模式,有利于不同类型高校之间、高校与工业界之间、甚至不同国家和地区的高校之间展开有效沟通和交流,使得高校办学活动更加开放和包容。

高等教育国际化。学习产出是国际间高等教育互认、学分转换的基础,是高等教育国际化和人才流动的基石。例如:学习产出对促进博洛尼亚

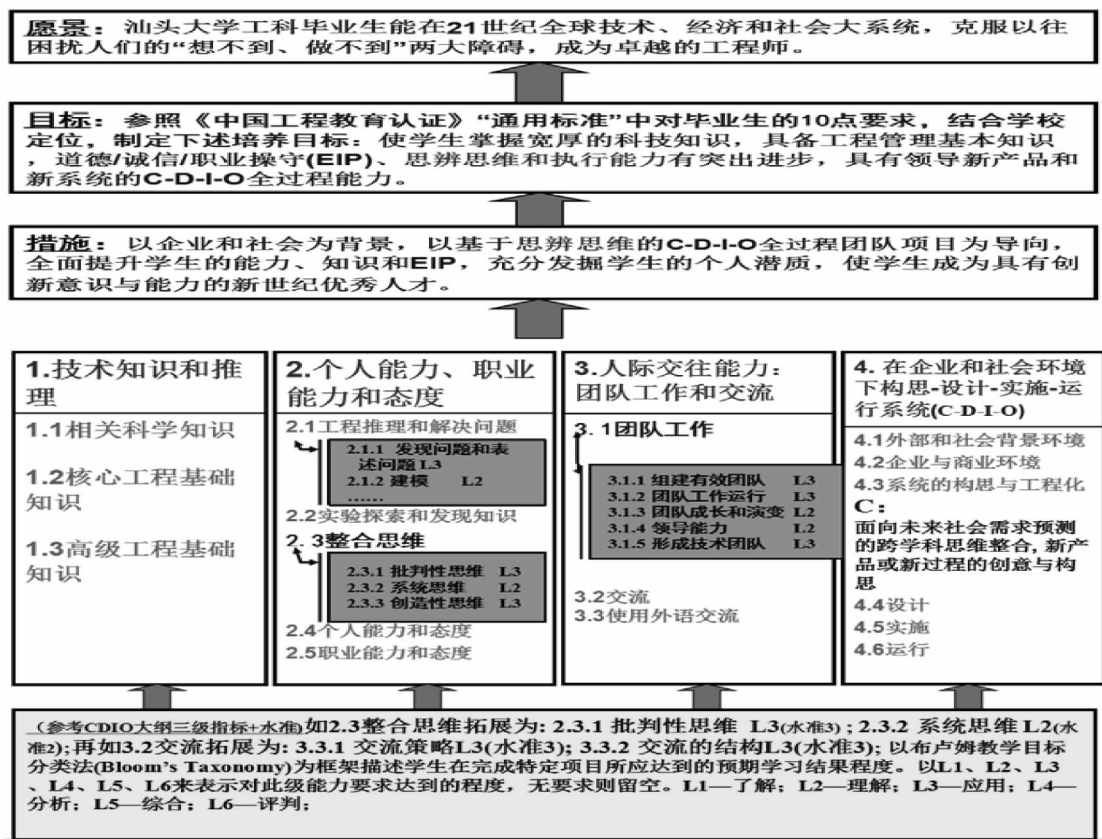


图 2 汕头大学工学院某专业的预期“学习产出”

进程(Bologna Process)起到了独特的促进作用。学习产出是“欧洲高等教育区”(EHEA)设想的核心,构成了“欧洲学分转换系统”(ECTS)的基础。^[19]

三、汕头大学 OBE 工程教育模式的实践与探索

汕头大学基于“学习产出”的工程教育模式,以 CDIO 工程教育改革实践为基础,深度借鉴、挖掘和利用 CDIO 工程教育所蕴含的思路与主旨,结合国际工程教育改革及工程教育认证发展趋势,进行了探索与再创新。

汕头大学 OBE 工程教育改革主要包括以下环节:① 制定专业层面的预期“学习产出”;② 通过一体化课程设计,建立课程与培养标准的匹配矩阵;③ 确定课程层面的预期“学习产出”,并设计相适应的教学策略;④ 做好专业层面与课程层面的实际“学习产出”评估。

1. 制定专业层面的预期“学习产出”。

基于对教师、学生、校友、用人单位等利益相关者调查,结合本专业国内外发展趋势以及学校

定位,来论证本专业的使命、愿景、目标以及实施这些目标所需要的知识、能力和素质。在借鉴《CDIO 能力大纲》制定过程基本思路的基础上,确定专业层面的细化的可测评的预期“学习产出”,即《EIP-CDIO 能力大纲》(如图 2 所示)。

2. 设计与专业培养标准相匹配的“一体化”



图 3 汕头大学专业层面“三位一体”的实际“学习产出”评估系统

表 4 “工程热力学”课程预期“学习产出”及教学策略(局部)

知 识 点				掌握程度	教学策略
一级	二级	三级			
工程热力学	热力系数	热力学状态参数、理想气体及状态方程式,理想气体比热容、理想气混合物		2	讲授
		热力系统的储存能、热力学第一定律的实质、闭口系统的热力学第一定律表达式		3	讲授
		热力学第二定律		3	讲授
		水蒸气的产生过程,水蒸气的状态参数,湿空气的性质、湿空气的基本热力过程		3	讲授
.....
能 力 点				掌握程度	教学策略
一级	二级	三级	四级		
个人职业技能	工程推理和解决问题能力	发现问题和表述问题 (提出问题)	评估水力火箭发射数据和问题表象	2	探究式项目
			分析假设和偏差源	3	探究式项目
			制定解决方案	2	探究式项目
		估计与定性分析	估计量级、范围、趋势	2	探究式项目
			应用实验验证一致性和调整	3	探究式项目
.....

能力 课程名称	学分	课程性质	1.技术知识和推理				2.个人与职业能力					3.团队工作和交流能力				4.在企业和社会环境下构思-设计-实施-运行						
			1.1 数学、物理、生物等基础科学知识	1.2 力学、电学等核心工程基础科学知识	1.3 机械原理、计划与造专工基础知识	• • •	2.1 机电产品研发工程	2.2 机电系统运行实验和发现知识	2.3 机电产品系统的整合	2.4 系统工作中的个人能力和态度	2.5 系统工作中的职业能力和态度	• • •	3.1 机电产品研发中的有效团队合作	3.2 机电产品研发中的有效交流	3.3 团队中用过的交流	3.4 在不同文化环境中有效工作和探索	3.5 跨越人文、工程、经济和社会的综合视野	4.1 大系统和社会背景环境	4.2 复杂企业环境	4.3 机电产品或系统的构思	4.4 机电或系统的设计	4.5 机电产品的有效实施
第一学年																						
秋季学期																						
MAT1110高等数学 I	6	必修	3						2	2						2	2					
ENC9105工程设计导论	2	必修	2	2	1		3	3	2	1	2		3	3	3		1	2	2	2	1	1
CST9910C语言程序设计	2	必修	3	4													1	1				
ENC9110化学导论	1	必修	2				2	3									1	1				
ENC9120生物学导论	1	必修	1				1				1		2	2	2	2	2					
COM1011计算机应用技能	2	必修	4							2	2		2	2	1	2						
毛邓三	6	必修					2		2	3	3											
英语	4	必修	4						2				2	2	4							
体育	1	必修							2	3	3		2	2								
本学期必修学分小计	25																					
春季学期																						
MAT1210高等数学 II	6	必修	4						2	2						2	2					
MAT1130线性代数	2	必修	3						2	2						2	2					
PHY1030普通物理学	4	必修	3	2			1	3	2													
PHY1000普通物理实验	2	必修	3	2			1	2	2													
MEC9500机械制图与计算机辅助制图	4	必修		4	3		3	3	2	2	3		3	3	3		2	2	3	3	2	2
英语	4	必修	4						2				2	2	4							
体育	1	必修							2	3	3		2	2								
形式与政策	2	必修					2		2	3	3											
公共课或者通识课自选		必修																				
本学期必修学分小计	22																					

图 4 汕头大学机械设计制造及自动化专业课程与预期“学习产出”匹配矩阵(局部)

课程体系。

围绕专业预期“学习产出”,逆向设计各门课程,明确各门课程对于实现预期“学习产出”的贡献及程度,实现一体化培养。图 3 为机械设计制造专业课程与预期“学习产出”(仅细化到二级)的

匹配图,方格中阿拉伯数字为根据布卢姆教学目标分类法确定的“掌握程度”。

3. 确定课程层面的预期“学习产出”及实现策略。

专业层面的预期学习产出最终要落实到课

表 5 “工程热力学”课程实际“学习产出”的评测(局部)

预期学习产出					实验学习产出			
预期学习产出				教学策略	学习产出的形成性评估		学习产出的总结性评估	
一级	二级	三级	水准		水准	征招	水准	征招
个人职业技能	工程推理和解决问题能力	发现问题和表述问题(提出问题)	3	要求发现水力火箭飞行的不稳定性问题和水力火箭发射高度不同等问题	2	项目讨论的过程中提出了相关问题	3	在项目报告中提出水力火箭发射不稳定,以及气动阻尼的未知性等问题
		估计与定性分析	3	要求对影响水力火箭的发生稳定的因子进行定性分析	3	在项目讨论过程和实验设计方案中进行了相关分析	4	在项目报告中分析了水力火箭尾翼、瓶身形状等对发射稳定性的影响
	实验发现知识	解决方法和建设(结论与表达)	3	要求能够设计出一些测量飞行高度和改变水力火箭外形的方法	3	项目讨论过程中和实验设计过程中提出设计方案	3	设计了利用恒速行驶的汽车测量弹簧拉力和通过理论与实验相结合等方法测量气动阻尼
.....

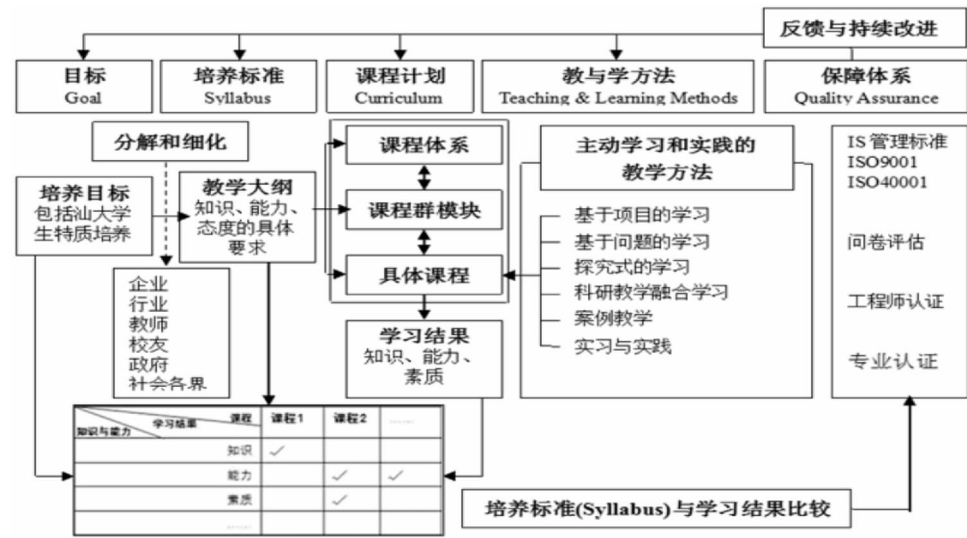


图 5 汕头大学 CDIO 工程教育改革的总体思路

程。确定课程层面的“学习产出”,特别是实现策略是核心环节。教师要根据“学习产出”类型,使用多样化的教学方法,基于学习科学理论创设丰富的教育环境,调动学生积极地参与到教学过程,有效而非表面上实现预期学习产出见表 4。

在课程层面,任课教师采用测验、问卷、项目、作业、报告等多样化评价方法,对学生实际“学习产出”进行形成性评估与总结性评估参见图 4。表 5 展示的是“工程热力学”课程评测的局部。在该门课中,任课教师为评测学生在“水力火箭项目”中的实际“学习产出”,自编“水力火箭项目设计评分问卷”、“水力火箭项目实验评分问卷”、“水力火箭项目团队评分问卷”、“水力火箭项目职业素养评分问卷”等,多侧面、多角度地考察学生是

否达到了教学目标。

上述环节构成了汕头大学 OBE 工程教育改革的整体图景。作为改革成果的物化,汕头大学在改革过程中形成了从宏观到微观、分层次的“教学文档”。在专业层面,有《专业培养标准》和《课程匹配矩阵》;在课程层面,有《课程大纲》、《学生评测方案》等;在项目层次,有《项目指导书》和《实验指导书》;在课堂层面,有详尽的教案。它们凝结着教师致力于教育改革的决心,成为汕头大学工程教育改革的扎实见证。

四、汕头大学 OBE 工程教育改革的主要特征

1. 实施框架:工程教育与工程教育认证双重变革。

(1) 从汕头大学工程教育结构来看,它是以预期毕业生能力(表现为《EIP—CDIO 能力大纲》)驱动整个教育系统(课程计划、师资、教学方法、教学评价)的 OBE 模式。

图 5 是汕头大学 CDIO 工程教育改革的总体思路。整个教育架构由培养什么样的人——怎么培养人——培养人效果评价三部分组成,形成了环环相扣、以学习产出为导向的闭环系统。具体地讲:汕头大学在实施 OBE 过程中,首先,根据自身办学定位,在参考《CDIO 能力大纲》的基础上,将相关利益群体对于现代工程师所必备的知识、能力和素质等进行了系统分解,构成了毕业生可操作、可观察和可评测的预期学生结果(Intended Learning Outcomes, ILOs),并依照著名教育学家布鲁姆教育目标分类法来确定毕业生在各细化条目上的掌握水平。其次,紧密围绕预期教育目标,优化工程教育办学文化与环境、构建与预期培养目标相匹配的课程体系、实施主动性教学方法等“一体化”教育措施;最后,采取多样化教育评价手段评测学生学习效果,建立内部教学质量保障机制。

(2) 从汕头大学内部工程教育质量认证看,它是围绕预期学习产出寻找证据的过程。“学习产出”是内部教育质量认证的中心,“学习投入”和“学习过程”是作为实现预期“学习产出”的手段或证据加以使用。这就形成了 OBE 工程教育认证模式。

汕头大学按照 CDIO 内在要求,在参考 CDIO 12 条标准基础上,构建出工程教育内部质量保障机制。CDIO 的 12 条标准,全面地说明了满足 CDIO 要求的专业办学特点,可以作为教学改革和评估、实施 CDIO 基准和目标并制定持续提高的框架。这 12 条认证标准与欧美各国工程教育认证标准具有较好的匹配性,显示出 CDIO 工程教育模式较强的国际通用性。实际上,一些国家如芬兰和著名高校如悉尼理工大学就是以 CDIO 12 条认证标准来作为本国或本校工程教育质量认证的标准。

图 6 是汕头大学工程教育内部认证标准的基本逻辑。标准 II 学习效果构成了认证环节的核心,涉及课程建设的标准 III 和 IV,涉及教与学的标准 V、VII 和 VIII,以及涉及教师发展的标准 IX 和 X,涉及到工程教育环境标准 I 和 VI 构成了实现预期学习目标的保障因素,而标准 XI 则是学习效果评

价。这些标准形成了“预期学习产出——教育投入与教育过程——评估学习产出”闭环,呈现出典型的 OBE 风格。

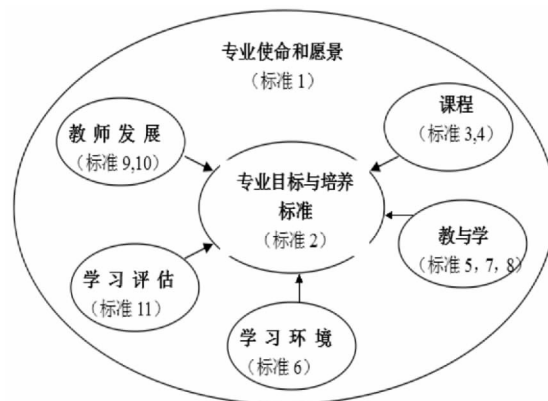


图 6 汕头大学 CDIO 工程教育认证标准的基本逻辑

2. 实施特点:实现工程教育系统的三个根本转变。

一是教育目标由知识客体转向学生主体。传统的工科专业课程设置模式是基于学科体系的,一般采用“三段式”固定顺序:公共基础课、专业基础课和专业课,把系统理论知识作为工程教学主要内容。汕头大学在 OBE 工程教育实践中,以培养学生 C—I—O 能力为出发点,运用“一体化”原则设置课程,打破原有学科、课程之间的界限,平行设置专业课与基础课,交叉推进理论课与实践课,按照模块化工程设计项目驱动教学,实现教育目标由指向知识传授向能力培养的转变。

二是教育导向由“教育专家导向”转向“相关利益者代表导向”。汕头大学在 OBE 工程教育实践中,建立了由产业界、校友、用人单位等相关利益者权威代表参与教育管理的机制与平台,参与到专业培养计划、培养目标、课程以及毕业生能力评估等决策与管理活动中。当然,教育专家也是这些教育管理活动的主动参与者,以统筹协调各方要求,保持工程教育活动与产业发展的紧密结合。

三是教育程式由传统的“教程”逐步向“学程”转化。汕头大学在 OBE 工程教育实践中,要求教师转变教育理念,成为学生达成预期学习产出的帮助者、促进者和组织者;建立弹性的教学管理系统,允许学生个性化的课程选修组合以及进度安排;在提高第一课堂教学质量的同时,努力丰富第二课堂和第三课堂,打造多样化的素质拓展平台,积累工程实践经验,锤炼多方面的能力。

3. 实施特色:将 OBE 理念融入于探究式教学改革。

OBE 教育模式的核心精神是培养学生能力,实现教育活动由“教师中心”向“学生中心”的转移。汕头大学工学院在 OBE 工程教育改革过程中,积极探索符合其要求的主动性教学方法。汕头大学于 2010 年申报教育部人文社科重点项目“工程科学教育中基于学习科学的探究式教育研究”。自立项以来,学校和学院领导高度重视,组建了包括教学副院长、各系主任、高教专家和一线教师在内的涵盖 13 门试点课程的 39 人研究团队,在工学院 5 个专业全面铺开试点,并以此作为深化工程教育改革、推进教学方式转变的抓手。

结合工程设计项目,汕头大学形成基于项目的探究式教学模式。该模式是以工程科学概念和原理为基础,以面向实际工程技术问题或难题为驱动点,通过建立假说——实验设计——数据分析——验证结论等系列探究步骤来完成从项目构思、项目设计、项目制造到项目完成,即 C—D—I—O 代表的工业产品周期。按照由浅到深、由具体到抽象、由简单到复杂的原则,安排设计项目和课程之间的关系,形成多层次、渐进式的探究式教学模式。

在实施架构上,融入了 OBE 的基本环节,形成了如表 6 的实施框架。首先,也是探究式教改最核心工作:精心设计能够贯穿本门课程主要核心知识点的探究项目。其次,预设探究式教学所要实现的预期学习产出。在此过程中借鉴《CDIO 大纲》所提供的细化学习产出集,建立探究式教学模式各环节、各要素与《CDIO 大纲》之间的匹配映射关系;其次,明确探究式教学各步骤的实施策略。《CDIO 大纲》完整地涵盖了探究式教学模式的实施步骤,且《CDIO 大纲》把识别问题、分析问题、实验假设、查询资料、得出结论等能力进行了细化。这就为教师设计实施策略提供了可资借鉴的参考资源。再次,充分利用《CDIO 大纲》所提供详尽的、可观测的目标体系作为评估探究式教学实施效果的依据,使用多元化评价手段来考察

表 6 融入 OBE 理念后的探究式教学改革框架

基于** 项目的探究式教学	预期学习产出			实际学习产出	
	学习产出	水准	教学策略	水准	证据
	ILO1	……	指导建模	……	交流能力
	ILO2	……	自主查阅资料	……	演示材料
	ILO3	……	分组讨论	……	设计作业
	ILOn	……	……	……	……

学生知识掌握、能力培养以及态度养成的情况。最后,根据评估结果进一步完善教学。由此可见,在实现教育闭环的过程中也符合了 OBE 教育模式的基本流程。

五、推进 OBE 工程教育模式的思考

1. 有弹性的 OBE。

OBE 模式虽然有许多优点,但如果操作不当,很可能演变为行为主义操控下的刻板进程,使教育丧失基本的人文关怀。学者对于该模式的批判集中于以下几点:

OBE 模式是基于行为主义心理学原理,强调学生对同一刺激作出同一反应,追求的是学生反应的同一性而不是多样性;以预先设置好的教学目标规定和影响教学过程,教学实际上成为按预定模式、预定路线和预定轨道对学生进行铸造的过程,这种标准化、程式化的教育,实质上是反创造性、反智慧的机械流程;可观测、可操作、外显化的行为目标是对教育肤浅的认识。即使学生在一定教学情境达到相同的行为目标,其内心世界也是参差不齐的。任何教育都不能用一种规格来限制活生生的人;简单地把教育中“质”的问题进行“量”化处理,是反人性的。

汕头大学在实施 OBE 模式过程中,汲取一些学者对于该模式的批评以及建议,作了以下努力:将学生“预期学习产出”设为教学的最低标准,对学生发展程度不作上限规定,为师生发挥创造性预留弹性空间;在重视精确化“行为目标”同时,还重视模糊的“表现性目标”,对学生的情意发展、审美意象以及高层次的能力不作生硬的分解、量化和评价;将“学习产出”理解为阶段性的、周期性的,不为某节课、某单元设立细化的目标。使知识成为激发各种类型和不同水平理解的中介,而不是作为固定信息或标准答案让学生接受。力求平衡教育的预设性与生成性,达到“预设而不死板,生成而不游离”的境界。

2. 高水平的 OBE。

实施高水平和高质量的 OBE 工程教育模式,对教师教育理论素养提出了很高要求。一是要求教师确立好预期学习产出,并将其分解为可以操作的细化目标。二是要求教师要善于利用各类教育资源、灵活选择各种教育策略来实现预期教育目标。三是要求教师掌握多样化的教学评价方法,动态地把握学生知识、能力和态度的发展水平。四是要求教师能够因材施教,为每一位学生

设置个性化的发展方案。

为了构建与 OBE 教育模式相适应的高水平教师队伍,汕头大学作了以下努力:一是扎实做好工科教师专业发展与教学发展工作,成立“教师发展与评估中心”,服务于教师教学能力提高与发展;二是在工学院成立“CDIO 工程教育研究中心”,聘请高教所教师负责中心工作,全面介入、指导和帮助工学院教师从事教改工作。三是构建工学院教师学习共同体,经常性地开展教学改革研讨会,营造“研究学生,钻研教学”的文化氛围,并经常性地邀请国内外专家到校交流和指导。

3. 可持续的 OBE。

OBE 教育模式对教师的教学投入提出很高要求。例如:教师需要投入较多的精力和心血研究繁琐的教学目标分解、一体化课程设计和教学方法选择,动态地评估学生发展水平,并根据学习产出评估反馈信息及时开展个性化学生辅导,等等。如果无法变更高校中普遍的“重科研,轻教学”的现状,无法调动教师参与教学改革的积极性,OBE 注定无法持续开展。

为了持续、深入推动 OBE 工程教育模式,调动教师参与教学改革的热情,汕头大学进行了以下努力:在文化上,实施“先进本科教育”的发展战略,营造重视教学的组织文化。在制度上,以“教学学术”理念为指导,变革教师业绩评价制度,改变教师评价与聘任中“重科研,轻教学”的现象;三是实施“年薪制”,消除“算工分”式分配制度对于教师教学改革积极性的负面影响。通过实施综合改革,调动各方面教育改革的积极性与创造性,从而保障了教学改革的持续性。

六、结语

我国已成为《华盛顿协议》第 21 个预备成员国,《华盛顿协议》各签约国都实施了基于产出的工程教育模式。建立 OBE 工程教育模式,对于提高我国高等工程教育的质量、加强工程教育与工业界的联系、建立与《华盛顿协议》规定具有“等质实效性”的工程教育体系具有重要推动意义。因为,工程教育国际化,核心是按国际标准培养工程科技人才。^[20]

汕头大学的 OBE 工程教育模式实践,是一项时间跨度长、牵涉面广、改革纵深大的综合教育改革。它不是对原有教学薄弱环节的缝缝补补,也不是在教学、课程或产学研教育中移入 OBE 的某个要素。在实施之初,汕头大学就以 OBE 蕴含的

理念为指导,在充分借鉴、整合 CDIO 改革经验的基础上,对培养目标、课程内容、教学方法和教学评价进行变革。但是,随着改革不断深入,涌现出一系列制约教改推进的瓶颈。随后,汕头大学对制约教改开展的战略、文化、教师评聘、学生管理、科研管理等因素进行了全方位配套改革,初步构建起与 OBE 教改相适应的文化氛围与组织管理体制。

汕头大学的 OBE 工程教育改革实践表明,高校教学改革是组织持续创新的过程。教学改革必须与高校的战略、文化、组织和制度改革有机配合,通过复杂的非线性作用产生单独要素无法实现的整体协同效应,最终形成教学改革为战略、文化和制度等改革提出问题、提供思路 and 方向,战略、文化和制度改革围绕教学改革进行并为教学改革提供保障的良性互动格局。

在高校普遍存在着“重科研,轻教学”的语境中,实施 OBE 并非易事。但我们相信:只要认清国际工程教育改革与发展的趋势,坚持本科教学工作的中心地位,就一定能锐意进取、全面深化改革,形成科研与教学良性互动、教师发展与学生成长相得益彰的格局。

七、致谢

汕头大学基于学习产出的工程教育改革、CDIO 工程教育改革等受到各级教育行政部门、许多兄弟院校和知名学者的支持和鼓励。教育部高教司领导和理工处领导长期关注汕头大学工程教育改革实施和推广,广东省教育厅分管高等教育的领导同志对汕头大学的工程教育改革也是一如既往地关心。《高等工程教育研究》常务副主编姜嘉乐先生亦多次到汕头大学考察和指导。他们的肯定与认可为汕头大学教育改革注入了不竭动力,成为汕头大学攻坚克难、深化教育改革的力量源泉。

汕头大学的工程教育改革,离不开李嘉诚基金会给予的强有力支持与帮助。离不开一线教师默默无闻地无私奉献。广大教师将大量精力与时间用于学生个性化辅导、教学文档撰写、构想预期学习产出、设计教学策略及评估等 OBE 改革之中,承担着繁重的教改任务。没有他们对教育事业的崇高追求,没有他们对学生发展的高度责任心,OBE 教改就无法开展。笔者撰写的此文,仅是对他们一部分工作的简要整理。

谨向关心、支持和从事汕头大学工程教育改

革的领导、专家和教师致于崇高敬意和衷心感谢！

参 考 文 献

- [1] Outcome-based education[OB/EL]. http://en.wikipedia.org/wiki/Outcome-based_education#United_States
- [2] Spady, W. D. Outcome-Based Education: Critical Issues And Answers. Arlington, VA: American Association of school Administrators. 1994: 1~10.
- [3] Spady, W. D. Outcome-Based Education: Critical Issues And Answers. Arlington, VA: American Association of school Administrators. 1994: 1~10. [4] Willis S, Kissane B. Outcome-Based Education: A Review of the Literature. Prepared for the Education Department of Western Australia. 1995.
- [5] Tucker S. E. Literature Review: Outcomes-focused Education in Universities[OB/EL]. Learning Support Network, Curtin University of Technology. <http://lsn.curtin.edu.au/outcomes/docs/LitReview.pdf>.
- [6] Dejager, Nieuwenhuis. Linkages Between Total Quality Management And the Outcomes-based Approach in an Education Environment. Quality in Higher Education, 2005, Vol. 11, No. 3.
- [7] Chandrama Acharya. Outcome-based Education(OBE): A New Paradigm for Learning. CDTLink. 2003, Vol. 7, No. 3.
- [8] Malan, B. The New Paradigm of Outcomes-based Education in Perspective. Journal of Family Ecology and Consumer Sciences, 2000, (28): 22~28.
- [9] <http://ctlit.ubc.ca/files/2012/01/engplga.pdf>.
- [10] <http://www.jabee.org/english/>
- [11] A. A. Aziz, M. J. Megat Mohd Noor, et. al. A Malaysian Outcome-based Engineering Education Model[OB/EL]. <http://www.ijet.feic.org/journals/J-2005-V1003.pdf>. 2012-12-24.
- [12] Martin Combrinck. An International Comparative Perspective on Outcomes-based Assessment: Implications For South Africa. Perspectives in Education: Assessment of Change in Education. 2003, Special Issue 1: 51~66.
- [13] Robin W King. Designing Outcomes-based Curricula for Effective Engineering Education: an Australian Perspective [OB/EL]. <http://www.google.com.hk/search?q=Designing%20Outcomes%2Dbased%20Curricula%20for%20Effective%20Engineering%20Education%3A%20an%20Australian%20perspective&ie=utf-8>. 2012-12-26.
- [14] John Ventura. Accreditation Criteria for Engineering Programs-Implementing EC-2000 Criteria[OB/EL] <http://search.asee.org/search/fetch;jsessionid=mcjbnbgbms3r?url=file%3A%2F%2Flocalhost%2FE%3A%2Fsearch%2Fconference%2F27%2FAC%25202003Paper1168.pdf&index=conference-papers&space=129746797203605791716676178&type=application%2Fpdf&charset=.> 2013-11-16.
- [15] Richard M. Felder, Rebecca Brent. Designing and Teaching Courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria. Journal of Engineering Education, 2003, 92(1): 7~25.
- [16] http://en.wikipedia.org/wiki/Outcome-based_education. 2012-12-20.
- [17] Spady, W. D. Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. Arlington, VA: American Association of school Administrators.
- [18] 《别敦荣教授在“汕头大学教师发展与评价”学术研讨会上的讲话》, <http://news.stu.edu.cn/itemDetail.aspx?id=3123>. 2012-12-18.
- [19] Stephen Adam. Company Connection Bologna Seminar[OB/EL]. http://www.tpf.hu/document.php?doc_name=/Bologna/vallalatikapcs/Learning-Outcomes.pps. 2012-12-21.
- [20] 查建中:《论工程教育国际化》,《高等工程教育研究》2008年第5期。

OBE Engineering Education Model in Shantou University

Gu Peihua, Hu Wenlong, Lin Peng, Bao Nengsheng, Lu Xiaohua, Xiong Guangjing, Chen Yan

In recent years, developed countries in Europe and America tend to shift their focus of higher education reform to a new model called Outcome-based Education (OBE Model), due to the establishment of higher education accountability system and the enhancement of international liquidity of engineering talents. This paper is aimed at providing a reference for the construction of a flexible, sustainable and high-quality OBE Engineering Education Model. The first part formulates the conceptual framework, theoretical basis and distinguishing features of OBE Model. The second part presents the research of Shantou University in exploring and practicing OBE Model, by analyzing specific frameworks, distinguishing features, major concerns and difficulties encountered during the process.