

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2023.01.012

基于 OBE 理念的生物医学工程专业本科 人才培养体系建设与探索

秦方雨¹, 邱意弘², 白景峰¹, 童善保¹

(1. 上海交通大学生物医学工程学院, 上海 200030;

2. 上海交通大学教学发展中心, 上海 200030)

【摘要】 一流本科教育是一流大学的底色, 围绕本科教育的人才培养体系则是提升本科教育质量的关键点。上海交通大学生物医学工程专业基于成果导向教育理念, 以学生为中心, 构建了面向社会发展需求的高质量人才培养体系。该文从教学管理体制、人才培养顶层设计、课程体系、学生支持体系及持续改进机制建设等方面, 详细介绍了上海交通大学生物医学工程专业基于成果导向的本科教育改革经验。这将对其他院校生物医学工程专业或类似工科专业实施工程教育认证起到借鉴作用, 为促进高等教育面向社会需求、培养高质量工程人才提供有益的参考。

【关键词】 成果导向教育; 本科人才培养; 生物医学工程; 课程体系; 教育改革

【中图分类号】 R318, G521

【文献标志码】 A

文章编号: 1674-1242(2023)01-0103-06

The Outcome-based Education for Biomedical Engineering Program: The Case Analysis of Shanghai Jiao Tong University

Qin Fangyu¹, Qiu Yihong², Bai Jingfeng¹, Tong Shanbao¹

(1. School of Biomedical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China;

2. Center for Teaching and Learning Development, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

【Abstract】 First class undergraduate education is the substrate for the first-class university, while the talent cultivation system is the key to improving the quality of undergraduate education. As the first ABET-accredited program in mainland China, Shanghai Jiao Tong University's biomedical engineering substantially redesigned its curriculum and education system based on student outcomes. This article outlines the substantial changes in administration, curriculum, and the student support system of the school of biomedical engineering of Shanghai Jiao Tong University in the aspect of outcome-based education (OBE). In addition, we aim to share our practice and experiences on how to build an OBE-oriented undergraduate engineering program.

【Key words】 Outcome-based Education(OBE); Undergraduate Education; Biomedical Engineering; Curriculum System; Education-reform

收稿日期: 2023-02-24

基金项目: 上海交通大学 2022 年度本科教学管理研究项目(基于 OBE 理念的本科人才培养体系建设管理实践探索, 编号 JXGL22006)。

作者简介: 秦方雨(1994—), 女, 硕士研究生, 上海交通大学生物医学工程学院本科教务员。

通讯作者: 童善保, 男, 教授, 上海交通大学生物医学工程学院教学与人才委员会主任, E-mail: stong@sjtu.edu.cn。

0 引言

成果导向教育 (Outcome-based Education, OBE), 也称能力导向教育或目标导向教育, 强调教学设计和教学实施的目标是学生通过教育过程最终所获得的学习成果, 现已被各国广泛接纳^[1-2]。当前, 我国正在实行专业认证以推动专业的质量建设, 进而要求高校的专业建设在一定标准下“保合格、上水平、追卓越”。无论是我国的工程教育认证标准还是美国的工程教育专业认证 (简称 ABET 认证) 标准, 所秉持的基本教育理念都是 OBE 理念^[3]。

工程教育认证强调 3 个核心理念: 成果导向、以学生为中心、持续改进。这些理念代表了教育改革的方向^[4]。因此, 用 OBE 理念引导工程教育改革具有重要的现实意义。OBE 遵循反向设计原则, 其中“反向”是相对于传统教育的“正向”而言的, 即人才培养体系是从需求开始构建的, 根据需求确定人才培养目标, 再通过人才培养目标来确定毕业要求, 最后根据毕业要求来设计课程体系^[5]。

近年来, 国内学者积极开展对成果导向教育的研究, 其成果主要体现在基于 OBE 理念的专业建设上^[6-7]。上海交通大学生物医学工程专业自 2015 年起, 以 ABET 认证标准为参照, 基于 OBE 理念进行了全方位的本科人才培养体系改革, 并于 2019 年以“零瑕疵”顺利通过 ABET 认证, 同时还于 2019 年成功入选国家首批一流本科专业建设点。本文从 OBE 视角对上海交通大学生物医学工程专业的人才培养体系进行分析, 希望能对其他院校生物医学工程专业或类似工科专业实施工程教育认证起到借鉴作用。

1 上海交通大学生物医学工程专业基于 OBE 理念的本科人才培养体系建设

1.1 教学管理体制建设

上海交通大学生物医学工程专业自 2015 年启动 ABET 认证, 当时学院的本科教学委员会负责对认证相关工作进行论证和审批。每年通过开展课程回顾、毕业生调查及校友座谈会等形式进行教学目标、毕业要求和培养目标的反馈、评估及改进。

为了突出人才培养的整体性, 2019 年该学院将本科教学委员会和研究生教学委员会合并为教学与人才培养委员会, 由学院党政领导、学科领域教学负责人、教务办公室主任、公共平台及实验室办公室主任、优

秀教师代表组成。教学与人才培养委员会是负责全院本科和研究生教学工作的领导机构, 对学院教学改革、教学建设及教学管理中的重要问题负有规划、咨询、审议和监督的责任。同年 10 月, 为促进学院教育教学工作的科学化、规范化, 推动教学建设、教学改革和教学管理, 提高教学管理水平、教学和人才培养质量, 学院制定了《生物医学工程学院教学与人才培养委员会章程》。完善的管理体制为学院人才培养体系建设提供了制度保障, 也充分发挥了对教育教学研究和人才培养的指导作用。

1.2 人才培养顶层设计

基于 OBE 理念, 上海交通大学生物医学工程专业对人才培养体系进行了优化改革和顶层设计, 包括以下内容。

(1) 专业教育与行业需求紧密结合: 通过充分调研用人单位、行业或企业专家对当前人才培养的要求, 制定合理的培养目标和毕业要求。

(2) 教学活动充分围绕培养目标、毕业要求开展: 将毕业要求进行具体分解, 重构课程知识体系和学习目标, 以支撑生物医学工程专业学生毕业要求。

(3) 构建定期反馈和持续改进机制, 重视对培养目标的合理性评价。

秉承上海交通大学“价值引领、知识探究、能力建设、人格养成”四位一体的育人理念, 在对用人单位、行业企业专家、校友等多方面的调研结果进行分析总结和评估后, 上海交通大学生物医学工程专业制定了如下培养目标。

面向中国和全球医疗健康需求, 要求学生能够利用或研发工程技术方法, 发现、分析和解决生物医学领域的问题, 以推动生物医学的发现及医疗健康进步; 培养在生物医学工程及相关领域的科研、教育、技术研发、管理等方面的领军人才, 使其具有社会责任感 and 人文关怀精神, 具有深厚的科学基础理论, 扎实的专门知识和实践能力, 较强的沟通能力、合作能力、创新能力、终身学习能力和宽广的国际视野。毕业生将:

(1) 具备从事生物医学工程设计和研究的职业道德与规范;

(2) 进入研究生阶段学习并发挥学术引领作用, 或者在生物医学工程及相关领域就业并具有职业竞争力;

(3) 能应用专业知识发现、研究和解决复杂生物医学工程问题;

(4) 胜任团队中的组织管理工作, 能有效地合作、交流;

(5) 能不断学习知识和提升能力, 适应社会发展需求。

1.3 课程体系建设

课程是人才培养的核心要素, 课程质量直接决定了人才培养质量。然而, 对标 OBE 理念, 上海交通大学生物医学工程专业原有的课程体系并不完全符合 ABET 认证标准。因此, 学院经过充分研讨和自上而下及自下而上的交互, 面向健康中国国家战略和上海建设全球科技创新中心的发展定位需求, 构建了既彰显生物医学工程专业特色, 又符合 OBE 理念的课程体系, 打造核心课程群, 提高课程学习目标对毕业要求的支撑度。下面以 3 门课程为例分享生物医学工程专业基于 OBE 理念的工程建设过程。

案例 1: “生物医学工程研究的伦理及学术道德” 工程建设

虽然学生在通识教育课程中会接受一些伦理教育, 但对标上述人才培养目标“面向中国和全球医疗健康需求……培养在生物医学工程及相关领域的科研、教育、技术研发、管理等方面的领军人才, 使其具有社会责任感和人文关怀精神……”及“职业规范: 具有人文社会科学素养、社会责任感, 能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范, 履行责任”的工程教育毕业要求, 原培养体系中缺少明确对应这一人才培养目标和工程教育毕业要求的课程及学习效果的评价。

为了弥补课程体系在生物医学工程教育中的伦理及规范教育方面支撑较弱的缺陷, 专业特增设“生物医学工程研究的伦理及学术道德”课程, 并将其作为专业必修课, 以完善生物医学工程专业的工程伦理教育。希望学生通过本课程的学习, 遵循生物医学工程研究的基本职业规范和伦理, 包括数据分析的规范、动物和涉人实验的伦理、学术交流和学术论文写作的基本伦理与规范。上海交通大学生物医学工程专业因此成为国内最早在生物医学工程本科专业中开设工程伦理和学术道德教育的专业。这一课程的开设也响应了 2020 年教育部印发的《高等学校课程思政建设指导

纲要》的明确要求: “工学类专业课程, 要注重强化学生工程伦理教育, 培养学生精益求精的大国工匠精神, 激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。”

案例 2: “科技创新与实习” 工程建设

“科技创新与实习”是生物医学工程专业的一门实践必修课程, 最初的形式是简单要求学生进入各实验室参观实习, 对学院的研究方向有直观认识, 并完成实习记录。由于没有专门的课程负责教师, 只能由教学管理人员根据学生有没有实习给予“通过/不通过”成绩。对标 OBE 理念, 其存在课程要求不明确、学生实习质量参差不齐且不够深入、评价材料单一的缺点, 同时由于缺乏负责教师, 也无法有效评价实习的质量。

因此, 学院根据 OBE 理念, 对上述问题进行了改革。首先, 确定了课程负责教师, 负责对上下游课程和学生学习目标进行梳理, 以及组织和监督课程过程。其次, 为了满足“个人和团队: 能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色”的工程教育专业毕业要求, 将该课程的课题设置为多学科交叉的课题。课题既可以由学生自己组队立项, 也可由专业教师立项, 学生自由报名。一般 5~6 人一组, 其中至少包含 1 名非生物医学工程专业的学生(本科生或研究生), 吸引鼓励医学、计算机、人文、金融管理等专业的学生共同参与, 小组内需明确每个成员的贡献及在团队中的角色。最后, 课程考核环节紧紧围绕课程学习目标来设计, 考核材料包括小组书面报告和口头报告(占总成绩的 70%)及个人实习记录(占总成绩的 30%)。小组书面报告和口头报告由 2~3 名专业教师打分, 个人实习记录由课程负责教师打分。考核时, 分别对各个学习目标的达成情况进行考察。经过不断的工程建设, 该课程的学习目标达成度较高(设定为 B+以上 80%)。

案例 3: “生物医学工程课程设计” 工程建设

该课程是生物医学工程专业的实践类必修课, 注重理论联系实际, 属于项目式教学。其作为专业核心课, 必须支撑毕业要求。然而, 原课程系列包含“医学仪器课程设计”“生物医学信号处理综合实验”“医学图像信息课程设计”“生物材料综合实验”4 门课程, 学生被要求选择这 4 门课程中的一门作为课程设计, 但这 4 门课程的学习目标不一致, 因此难以支撑相同的毕业要求。为了统一规范及要求, 且满足学生

个性化发展,学院将这4门课程合并为1门课程——“生物医学工程课程设计”,并重新梳理了课程教学大纲,形成了统一的课程目标,分成4个方向开设。

该课程结合了上述4门课程设计,学生被要求从4个方向中选择一个,并在每个方向的指导教师的指导下完成若干个设计项目。该课程不仅培养了学生在团队合作中将理论知识综合应用于解决生物医学工程相关问题的能力和创新能力,还锻炼了学生以专业方式交流思路与结果的沟通能力,帮助学生树立正确的劳动观念,为之后做毕业设计打好了基础。

本专业的课程体系除了必修课建设,还为学生提供了丰富多彩的专业选修课,每门选修课的学习目标都需要对标毕业要求。以2022级培养计划为例,其中专业选修课多达56学分,要求学生从中至少选修20学分。

此外,不少课程在教学活动上也进行了改革。例如,“专业实习”和“生物医学图像处理”两门课程,由原来的学生被动接受知识,改变为以临床任务驱动的主动式学习,大大提高了学生的学习兴趣与参与度,也增强了学生主动思考的能力,使学习效果大大提升。

下一步,学院将继续增加课程中实践性教学环节的比重,大力改善实践教学环境。学院计划在未来两年内新增3~6门特色实验实践课程,在实验教学中充分激发学生的创新精神,培养学生的实践能力。

1.4 学生支持体系建设

为了更好地实现上述提及的培养目标及支撑毕业要求,上海交通大学生物医学工程学院为学生配备了完善的支持体系,具体如下。

1.4.1 高配本科生班主任

学院坚持聘请专业教师担任本科生班主任,目前已有多名杰青、青千、长聘教轨教师及学院领导担任过本科生班主任,他们在班风建设、价值引领、学业指导及学生生涯导航等方面发挥了重要的作用。《生物医学工程学院本科生班主任工作规范》明确了班主任的工作职责、工作要求及考核办法。学院每年都会对班主任的工作进行考核,表彰优秀班主任。

1.4.2 100%本科生导师制

为充分发挥专业教师的作用,加强对学生的远大志向和学术志趣的培养,促进学生知识、能力、素质协调发展,学院在全体本科生中施行导师制。根据《生

物医学工程学院本科生导师工作规范》,要求每位教师均担任本科生导师,并通过导师制建立更加密切的师生关系。经过师生互选环节,每4~5名学生配备1名专业教师作为导师。学院定期组织导师—学生互动活动,如团队破冰、午餐会、实验室参访等,鼓励导师和学生“坐下来、聊起来”。学院每学期都会对导师工作进行考核,表彰优秀导师。

1.4.3 高投入打造学生科创工作室

为了加深本科生在专业领域的科技创新实践教学,将学院的科研优势更有效地转化为人才培养优势,帮助学生深入了解本专业的社会价值,学院于2018—2019年投入210万元建设了17个大学生科创工作室。工作室由学院教师单独负责或由学院教师和附属医院医生联合建设,要求工作室学生科创研究团队成员在10人以上,需包括博士生、研究生和本科生,其中本科生不少于6人。工作室必须有明确的研究领域和研究内容,为学生研究活动提供必要的软硬件支撑,同时鼓励工作室团队参加各类大学生科技创新竞赛,以赛促学。工作室自成立以来,受到了学院师生的积极响应和参与,甚至还吸引了校内致远学院、化工学院、电子信息工程学院等多个学院的学生加入。现已形成了课堂教学、课外实践相互配合支撑的教育特色,学生先后斩获国内外顶级学科竞赛荣誉20余项,更是夺得第十六届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛特等奖。

1.5 持续改进机制建设

上海交通大学生物医学工程专业始终将“以学生为中心”作为基本原则,并将此贯穿于本科教学的各项工作,强调“持续改进”长效机制。学院经过多轮次的专题座谈、听课和讨论,特制定《生物医学工程学院提高本科课堂教学质量措施》,构建教师任课资格动态机制,如图1所示。重点提出对新教师和课堂评教反馈欠佳的教师进行系统的指导和培训,持续提高课堂教学质量。

同时,依托教师自评、教学督导、师生交流座谈会和学生评课等形式,建立了“发现问题—反馈问题—持续改进”的多维闭环教学质量控制机制,并贯穿整个学期,如图2所示。学期初,开展学习效果反馈主题班会,邀请上学期的任课教师与学生共同参与,就“教”与“学”、“得”与“失”进行面对面的沟通。

此外,学院还召集上学期所有任课教师开展课程回顾会议,分别针对课程目标、课程内容、学习目标达成度、课程改进意见与总结等几个方面,基于翔实的数据分析进行课程回顾与自我反思,并总结现有不足与下一阶段的改进方向。学期中,召开师生交流座谈会

和教学情况问卷调查,全面听取学生的反馈意见,结合督导听课建议,帮助任课教师及时调整和优化教学内容或教学形式。学期末,以学生为主体开展课程评教。教师可以根据学生对自己教学的评价,找出自己在教学过程中存在哪些不足,以促进自身成长。

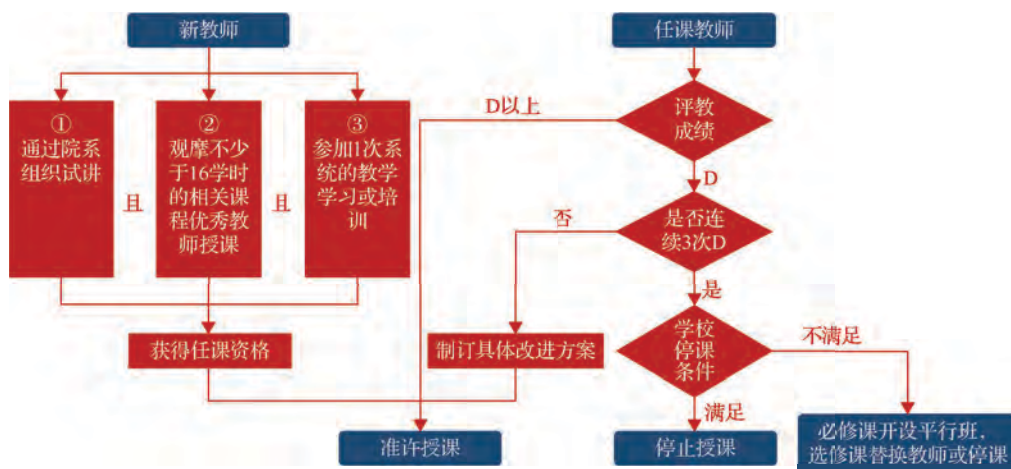


图1 教师任课资格动态机制

Fig.1 Dynamic mechanism of teacher qualification



图2 多维闭环教学质量控制机制

Fig.2 Multi-dimensional closed loop teaching quality control mechanism

2 基于 OBE 理念的人才培养体系建设成效

本专业每年都会在本科毕业生离校前,对其进行问卷调查。该调查要求学生参照每个毕业要求,对自己所达到的能力、素质水平进行评分(使用5分李克特量表,1—非常满意,2—满意,3—一般,4—不满意,5—非常不满意)。评价“非常满意”或“满意”的学生比例可用来评估毕业要求达成情况。最近一次的毕业生问卷调查结果表明:80%以上学生认为经过4年的学习,自己在利用实验、数学方法及计算工具来解决问题,建立团队目标并与团队成员合作,履行自己

在团队中的责任,理解并遵守生物医学工程实践中的伦理规范等方面的能力尤其突出。80%以上学生对自己的在校学习经历非常满意或满意。

经过大量的基于 OBE 理念的教学改革创新探索与实践,上海交通大学生物医学工程学院始终为学生提供优质的生物医学工程教育,注重培养学生多方面的能力。学生奋发努力,捷报频传,学院也成为全校首个包揽“创青春”“互联网+”“挑战杯”三大赛事最高奖项的学院。此外,学院通过校企合作、国际交流等项目,为学生提供充足的学习交流平台,并对标工程教育认证

标准,持续提高培养质量。每年都有超过 65%的毕业生到国内外一流大学继续深造,包括哈佛大学、约翰斯·霍普金斯大学、清华大学、上海交通大学、上海交通大学医学院(攻读四年制医学博士)等;就业领域主要集中在医疗器械、医院、互联网、投行等行业,就业率接近 100%。

3 总结

本科教育是大学人才培养的根本。传统人才培养模式只关注教学的输出,容易造成学生对知识的浅层记忆和理解。而基于 OBE 理念的人才培养体系则是为大局服务,目标在于对学生能力的培养。如今,在人工智能时代背景下,物联网、大数据、云计算和人工智能技术正推动各种产业持续转型升级,而产业转型升级也对人才培养提出了更多更高的要求。

上海交大学生物医学工程专业基于 OBE 理念,围绕立德树人的核心任务,深入进行了本科人才培养体系改革,在教学管理体制、人才培养顶层设计、课程体系、学生支持体系、持续改进体系等几个方面开展了卓有成效的探索与实践。本文总结的成功经验将为更好地践行以学生为中心、成果导向的教育理念,促进高等教育面向社会需求,培养高质量工程人才提供有益的参考。

参考文献

- [1] 李志义. 适应认证要求推进工程教育教学改革[J]. 中国大学教学, 2014, 286(6): 9-16.
- LI Zhiyi. Adapt to the requirements of certification and promote the reform of engineering education and teaching[J]. **China University Teaching**, 2014, 286(6): 9-16.
- [2] 李志义, 朱泓, 刘志军, 等. 用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2014, 145(2): 29-34+70.
- LI Zhiyi, ZHU Hong, LIU Zhijun, *et al.* Guiding the reform of higher engineering education with result oriented educational ideas[J]. **Research in Higher Education of Engineering**, 2014, 145(2): 29-34+70.
- [3] 张男星. 以 OBE 理念推进高校专业教育提升[J]. 大学教育科学, 2019, 174(2): 11-13+122.
- ZHANG Nanxing. Promote the quality of professional education in colleges and universities with OBE concept[J]. **University Education Science**, 2019, 174(2): 11-13+122.
- [4] 施晓秋. 遵循专业认证 OBE 理念的课程教学设计与实施[J]. 高等工程教育研究, 2018(5): 154-60.
- SHI Xiaoqiu. Design and implementation of course teaching based on the concept of outcome-based education[J]. **Research in Higher Education of Engineering**, 2018(5): 154-60.
- [5] 李红平, 潘曦, 李梨, 等. OBE 理念下基于人才培养的本科课程体系优化[J]. 西部素质教育, 2021, 7(5): 150-2, 6.
- LI Hongping, PAN Xi, LI Li, *et al.* Optimization of undergraduate curriculum system based on talents cultivation under OBE concept[J]. **Western China Quality Education**, 2021, 7(5): 150-2, 6.
- [6] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- GU Peihua, HU Wenlong, LIN Peng, *et al.* OBE engineering education model in Shantou University[J]. **Research in Higher Education of Engineering**, 2014(1): 27-37.
- [7] 常建华, 张秀再. 基于 OBE 理念的实践教学体系构建与实践——以电子信息工程专业为例[J]. 中国大学教学, 2021(Z1): 87-92+111.
- CHANG Jianhua, ZHANG Xiuzai. Construction and practice of practical teaching system based on obe concept - taking electronic information engineering as an example[J]. **China University Teaching**, 2021(Z1): 87-92+111.