



新工科背景下推进生物工程专业实践教学

沈 玲, 曹卓松, 孙先锋, 孙飞龙, 薛 涛

(西安工程大学 环境与化学工程学院, 西安 710048)

摘要: “新工科”是以智能制造、云计算、人工智能等新兴技术用于传统工科专业的升级改造。该文以生物工程专业为例,探索了实践教学改革的几条可行途径:引入新思路——由学生自主选择实验内容,增加主体参与感;学生进入企业、研究所实习或增设综合性实验课,提高综合能力;安排教师进行教学法研修,提高实验课程的教学质量;增加网络自主学习课程环节,做好线上与线下交流;建设校内外实践基地,改善软硬件设施的不足。

关键词: 新工科;教育改革;生物工程;实践教学

中图分类号: G65-38.8

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20180367

Practical Bioengineering Teaching in the Context of Emerging Engineering Education Reform

SHEN Ling, CAO Zhuosong, SUN Xianfeng, SUN Feilong, XUE Tao

(School of Environmental and Chemical Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Abstract: “Emerging Engineering” is the upgrading of traditional engineering disciplines by means of emerging technologies such as intelligent manufacturing, cloud computing and artificial intelligence. Taking bioengineering major as an example, this article explores a few feasible and innovative ways of practical teaching: allowing students to choose voluntarily, which fosters a stronger sense of participation; introducing students to businesses or research institutes for internship or adding comprehensive practical courses to enhance their all-round capability; providing teachers with teaching method training to improve the teaching quality; adding online self-learning courses and ensuring online and offline communication; building education base on and off campus to address the shortage of hardware and software solutions.

Key words: emerging engineering; education reform; bioengineering; practical teaching

习近平总书记在全国高校思想政治工作会议中指出:“对高等教育的需要比以往任何时候都更加迫切,对科学知识和卓越人才的渴求比以往任何时候都更加强烈”。这充分说明高等教育的发展水平是一个国家发展水平与潜力的重要标志。“复旦共识”以及“天大行动”和“北京指南”,都进一步证实了当代经济发展和产业更新需要具备高级知识技能与多领域专业背景的“多能型人才”,而非过去传统专业所培养的“专一型人才”,尤其需要与高科技产业(物联网、信息安全、大数据等)接轨的“新型人才”。

当前,国家推动创新驱动发展,实施“一带

一路”“人工智能 2.0”“互联网+”等重大战略,以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展,对工程科技人才提出了更高要求。这提醒我们,传统高等教育中的某些专业已经跟不上时代发展的步伐,迫切需要加快工程教育改革创新,将传统专业与新兴科技结合起来,改变多年来一成不变的专业培养模式,从自身改造逐步过渡成为“新工科”专业。要做到这一点,除了专业课程设置上增加与新科技相关的课程之外,更重要的是加强工程教育中的“实践教学”,真正做到把理论知识转化成实践,改变工科学生“高分低能”的书呆子特征。这对于

收稿日期: 2018-08-02; 修回日期: 2018-12-02

基金项目: 西安工程大学生物工程专业工程教育认证项目(2017JG17); 西安工程大学本科教学改革研究项目(2016JG29)。

作者简介: 沈玲(1980-),女,博士,讲师,主要从事环境生物学方面的研究。

新经济的蓬勃发展具有十分重要的战略意义。因此,本文研究了“新工科”教育改革对工科专业的发展要求,结合生物工程专业实践教学总结出一些对“新工科”教育改革的实践经验。

1 传统工科专业的发展现状与趋势

“新工科”要求传统专业与新一代信息技术、科学研究成果相结合,转变教育形态。但是,传统工科专业部分教育理念在部分地方院校已固化成定式,但是从长远来看,高校培养复合技能型人才,就必须查找传统专业教育的深层次问题,发掘有用资源,培养学生的创新意识。

1.1 发展现状

传统工科专业的更新速度一直相对缓慢。首先表现在于地方院校对国家设定的“卓越工程师培养计划”实施力度不够,对实践教学的重视不够,教学内容较为陈旧,课时偏少,学生被动接受实践演示。其次,专业实践教师队伍相对缺乏或水平偏低,直接导致实践教育水平不足,人才培养质量下降,严重影响教学质量。此外,地方院校与企业、其他院校合作力度较低,缺乏相应的实践资源,限制了实践过程中学生的自主创新能力。部分院校缺乏与理论教学配套的实践教材与教学内容,导致实践教学仍沿用传统教学理念,缺乏创新性^[1]。如在宁波市 2015、2016 年人才紧缺指数分布的数据中,对电子信息类企业及毕业生进行了问卷调查,从反馈的信息可以看到“创业教育即培养自主创业者”“兴趣和自主性调动不足”“实习实践环节不够”等问题突出^[2]。

1.2 发展瓶颈

目前,传统工科专业中存在着较多突出的问题,首先表现在知识体系不够完善,学科壁垒窄化了工程人才的知识体系,学科知识体系过分、过早专门化,通用基础教育不足,限制了工程类人才的培养。其次,专业隔阂限制工程人才的大工程观,我国专业划分较细,转专业难度巨大,交叉专业程度少,学生知识面狭窄,与人才需求不匹配。此外,本硕士研究断层也降低了人才培养的效率,本科生与研究生大多就读于不同高校,在培养过程中势必出现断层。在实践教学方面,校企间隔阻碍了工程人才的市场匹配,许多高校与企业未真正实现产学合作,企业新技术、新工艺并没有出现在教学内容中,使得毕业生不

能适合当下发展形势。由于高校大量扩招,教学资源紧张,部分学校师生比例失调,师生之间的沟通交流也比较少^[3]。这些问题严重阻碍了专业自身的发展,也越来越与社会需求相脱节,需要进行大的调整。

1.3 发展途径

“新工科”强调:新兴信息技术应该尽快在传统专业中引用。范围涵盖机器人、航空航天、节能与新能源汽车新材料、生物医药、高性能医疗、农业机械等十大领域进行突破式结合^[4]。例如,在服装设计领域创造出智能化的虚拟试衣^[5];将传统医学领域创造出人体器官 3D 打印技术;生物识别与计算机视觉技术相结合的人脸识别系统;将生物学与数学、计算机科学与数据库结合产生了生物信息学,成为现代生物技术领域解决重大科学问题(基因治疗、基因药物、疫苗、计算医学、复杂疾病)的重要工具^[6]。这些传统学科专业与新兴科技的有机融合,已经引起了较大的改变,尤其是长期以来内容陈旧、技术落后、与社会需求脱节的面貌。

“新工科”改革的重心,在于传统工科专业的发展。必须突破四大瓶颈,即打破学科壁垒、越过专业藩篱、消除校企隔阂、唤醒师生淡漠。这其中的“校企隔阂”侧面反映了我国高等教育目前面临的学生综合素质低下的问题,即专业课程分数高,实践动手能力差,理论知识与实际应用脱节,也就是所谓的“高分低能”。创立新专业、引进新科技知识的方法固然能带动科技成果的转化,然而直接摒弃已有专业重新设置新专业并不是一朝一夕就可以实现的,面临着高校专业结构调整、人才队伍调整、硬件设施调整等诸多问题。而从传统专业改造入手,从理论与实践相结合的角度入手,先将科学的最新理论与先进技术添加到理论课堂上,再通过实践课程加以牢固,能更加稳打稳扎的推进“新工科”的教育改革,逐步将科技的最新研究成果引入到高校学生的专业知识体系中去,达到科技研究与实践相结合的目的。

如在传统纺织科学教学中,传统手绘设计服装不能直观展示其真实效果,而瑞士 MIRALab 实验室开发的 MIRACloth 和国内的杭州森动数码科技发布的“3D 互动虚拟试衣间”^[7],成功地运用计算机图形学原理为顾客构建三维人体模型,并

把顾客选择的服装“穿”到顾客自己的人体模型上,显示出顾客三维人体模型的着装立体效果图。这些技术已经作为部分高校纺织科学专业中CAD系统课程的实践部分,但现阶段技术还不成熟,虚拟人体和服装的仿真性远远不够。这充分说明,高校理论的拓展和实践必须依靠新兴技术的引入,这也为生物类学科课程改革的发展引入了一个切入点。

2 “生物工程专业”实践课程改革

“新工科”建设的基本路径是5个“两”,即必须关注教师和学生两个主体、着力培养工程创新和适应变化两个能力、做好专业认证与认定两个保证、融通线上和线下两个空间、协调校内和校外两个平台^[8]。本文根据“新工科”主导思想和工程教育认证的具体要求,从生物工程专业的实践教学方面做出了直接性、针对性的改革,取得了良好的效果,总结了一套切实可行的实施方法。

2.1 在实践课堂上更加“关注两个主体”

工程教育改革要以学生为中心,教学内容由“学什么”决定,教学方法由“怎么学”决定,教学评价由“学得怎样”决定,要实现以教师为中心的教学向以学生为中心的教学改变,也就是关注“新工科”要求的“两个主体”。例如,可以在实验课程的内容设置上,开设学生自主选择做的实验内容,学生作为主体完成实验过程,由教师提供理论指导并给予相应的考核成绩。其次,教师可以增设选择性实验项目,根据实验室提供的软硬件支持程度,提出相应主题的不同研究方法或材料,从传统方法过渡到新技术层面,由学生选择其中的一种技术完成实验,比较新老技术的优缺点,从真正意义上实现对两个主体的双关注,并推进新科技入课堂的改革^[9]。

本专业针对食品营养学实验原材料的可选择性,在酱油中总酸的测定和食用植物油理化性质检验实验课上加以创新,首先由教师提供不同品牌、种类的酱油和食用油脂,同时给予学生自主选择的机会,允许学生从餐厅、饭店、早餐店、家庭等不同渠道收集酱油和已经使用过的剩余油脂、地沟油等作为自选样品进行测定,比较品牌食品和散装食品的不同点,了解回收油和地沟油的低劣程度。从实践效果上来看,学生主动参与实验课的兴趣极大增加,教学活动的中心确实转

向了学生主体角色,学生对实验原理和操作步骤的理解和运用更加深刻,实践动手能力提高了一个层次,并有学生反映在考研笔试和复试方面都因此而受益。

此外,在新开设的食品分析实验中,把新设备、新技术的使用列入教学内容中,增加了马弗炉、农药残留速测仪、粗纤维测定仪、粗脂肪测定仪、水分活度仪等新仪器的使用方法,研究的食品种类从过去的3种增加到面粉、食用油、调味品、果蔬、酱类、谷物6个种类,全部依照学生感兴趣的方面提供,使得实验课堂变得生动有趣,同时与就业行情结合得更加紧密。可见,“关注两个主体”是实践化教学建设的首要步骤。

2.2 在实践课堂上重点“培养两个能力”

高校对人才的培养包括锻炼学生的创新能力、适应能力和变通能力,拥有这些能力的人才才能适应社会发展形势,更好地服务国家,因此实践课堂要求提高学生综合能力。但目前大学生普遍创新能力不足,原因主要来源于应试教育的惯性思维、学校及社会文化氛围、学校不够重视等。针对这种现状,从高校专业的实践课堂着手,鼓励走出校园开课,加强与当地相关企业的合作与交流,利用企业的优良环境与科技平台让在校学生加以实践,锻炼自身的工程创新和适应变化两个能力,在企业里学会吃苦、学会适应、学会创造。吉林大学国家级生物实验教学示范中心自2001年开始为学生开设设计创新实验,逐步形成了四年贯通、课内外结合、递进式的创新创业实践教育体系^[10]。

本专业在学生能力的培养上也下足了功夫,与本市的多家食品企业、微生物研究所、饮料企业、白酒制造企业开展了合作,对本科生开设了毕业实践、生产实践、认识实践三大实践环节,将学生送入企业或研究所进行实习环节的开设,达到了培养学生两个能力的效果。

此外,本专业对过去的生物工程专业实验进行了改造升级,从教学内容上进行了创新,独立小实验改变成综合性大实验,增加了微生物发酵生产工艺的内容,与后续的活性物质分离相互衔接,接近于研究型、创新型实验内容;从教学方式上也与以往不同,改变过去一周一次的独立小实验的传统习惯,此次的综合性实验课程设定在

相对连续和集中的日期和时间段,并要求学生在连续的实验周期内不间断地进行,课程内容设置如表 1 所示;对实验课程的考核体系也进行了调

整,不再以单纯的实验报告作为衡量,把学习态度要求与实验操作技能作为平时成绩参与考核,具体由任课教师在课堂上加以评定,如表 2 所示。

表 1 生物工程专业综合实验课程内容设置

课程内容	进度安排	课时	教学日志达成
实验室安全培训与仪器准备	仪器、耗材准备工作	1	1-仪器操作
	发酵培养基制备、菌种活化	1	
生物发酵生产工艺	原材料准备	1	2-实验技能 3-数据分析
	微生物发酵	2	
	微生物生长曲线测定	1	
植物活性物质分离	原料准备(番茄、香菇)	1	2-实验技能 3-数据分析
	活性物质提取	1	
	物质分离	2	

表 2 生物工程专业综合实验课程考核评价体系

成绩组成	考核环节	分值	考核细则	教学目标达成
平时成绩	学习态度与规范要求	20	学习态度是否认真,是否遵守纪律,实验报告是否符合规范化要求	1、2、3
	实验操作技能	30	基础知识掌握程度及实验操作是否规范,是否能够独立完成实验	1、2、3
实验报告成绩	实验报告的完整性	30	实验报告中的各环节是否完整与正确	1、2、3
	实验报告中的结果	20	实验报告中的数据及结果结论是否正确,注意事项是否正确	1、2、3

注:教学目标1为掌握实验课程安全操作常识和相关仪器的使用;教学目标2为正确、独立地完成本课程实验内容的基本操作步骤;教学目标3为对研究结果进行科学的分析,完整地撰写实验报告。

在培养学生的适应能力和变通能力方面,本专业从实验课程的报告入手。首先要求学生将实验结果拍照上传至微信群,再使用测得的真实数据加以计算,最后附上结果分析和误差分析。对于失败的实验结果要特别予以讨论,条件许可的情况下补做实验。发现问题灵活应对,及时修改方案,是实践课堂教学中一直遵循的守则。

从这三个方面的改革效果来看,学生的主体责任感、学习积极性、主观能动性都得到了提高,各方面能力得到了锻炼,研究思路得到了拓宽。通过建设科学的创新实践教学体系,学生实践能力明显提高。

2.3 做好教师自身的建设

教师自身的建设也与教学质量息息相关。做好新工科专业的实践性教学,需要具备较高的理论和实践能力,能够很好地组织学生完成课改过程。这就要求教师首先要提高学术水平,将实践课程与传统理论课程的教学思路加以区别,其次注意收集学生的反馈信息,根据教学中的指导情况、批改实验报告和课后讨论等方式收集学生对

课程和知识的理解程度,经过分析研究,吸收其合理因素,借以调整、改进综合性实验教学。在此方面,湖南工业大学建筑环境与能源应用工程专业^[11]和南通大学护理学院都进行了教师专业素质的专门研修^[12]。

本教研室在引进人才方面做了大力工作,本年度引进高水平博士 3 名,同时选派教师参加校内工程教育专业认证讲座和“第四十五届全国工程教育专业认证与新工科建设系统研修”“高校工程教育专业认证与新工科建设专题研修班”等校外学习班,提高了教师队伍的教育思想水平和理念,在实际教学中也把工程教育的具体要求加入到教学考核中,修订的新版“课程成绩分析报告”中把教学环节对教学目标的覆盖率作为教学目标达成度的评价指标。教学过程中有督导专家随时抽查和听课,从教师的教学责任意识角度保证了实验课程教学的质量。

2.4 做好线上与线下两个空间的融合

“新工科”实践教学的改革要求,应根据学生兴趣调整教育方式,通过线上线下相结合推进

信息与教学深度融合,增强学生学习动力,提高人才培养质量。线上线下两个空间相融合即传统面授课堂与录像直播等方式相结合的教学方式,提高学生兴趣。构建以学生为中心的工程教育体系需要推进高校进行教学改革,使学生掌握课程主动权,自主选择学习时间地点、内容进程等,在解放教师的同时又满足学生个性化学习的需要,将被动填鸭式转化为主动求学式,从而真正实现向以学习为中心的转变。

本专业在分子生物学实验教学中,增添了课前网络自主学习环节,给学生提供了核酸凝胶电泳技术、细菌转化技术、聚合酶链式反应技术、实时定量 PCR 技术等讲解小视频,以及酵母双杂交技术、免疫共沉淀技术、噬菌体展示技术等 Flash 小动画,便于学生利用零星时间预先学习。教师通过线上 QQ 群等渠道与学生进行线上互动、答疑等,提升学生学习兴趣,在线下制定课堂教学决策、巩固基础知识等,提高学生学习效率。该项教学改革的实施使得学生的实践操作能力得到一定提升,经过一个学期线上线下混合式教学的实践,学生的学习兴趣也有所提升。“融通两个空间”的形式也验证了实践教学的重要性和地位。另外,将与网络生物信息数据库应用有所涉及的生物信息学部分内容增加到分子生物学的课堂教学内容,新兴技术融于理论课堂。

2.5 建设校内外实践基地

针对生物工程专业的特点,一方面在校内与环境科学专业协同培养平台,实验室资源共享,提高硬件设备的利用率。另一方面,由于生物专业是一门交叉学科,涉及行业较广,为此拓宽了与校外企业联合实践平台,增加实习基地数量,与微生物研究所、煤研所、多地企业联系,输送三年级本科生入厂实践锻炼。根据两年的实践经验和企事业单位反馈的信息,学生的动手能力、吃苦能力、创造能力都得到了较大的提升,为此还增加了本专业的就业率和考研率。

3 结束语

“新工科”建设是一个复杂、长期而艰巨的

任务,教育改革所涉及的不同专业、不同领域、不同层次、不同方式都是值得高等院校深刻思考和深化的,但却不是一朝一夕便可以实现的。本校生物学专业,首先从自身传统的课程设置加以修订,把教学效果的评价和学生的主体地位放在首要位置,把学生的操作能力和实践学习效果放在考核体系中,把新技术与生物信息学的引入放到拓展层次,背靠“新工科”的大环境,通过实践教学的改革逐步引入到专业建设中去,得到了很好的效果。为培养出符合当今社会需要的应用型、创新型人才做出积极的探索。

参考文献

- [1] 周静,刘全菊,张青.新工科背景下实践教学模式的改革与构建[J].实验技术与管理,2018(3):165-176.
- [2] 陆国栋.我国高等教育的特点分析与发展路径探索[J].中国高教研究,2015(12):14-17.
- [3] 戴亚虹,李宏,邬杨波,等.新工科背景下“学践研创”四位一体实践教学体系改革[J].实验技术与管理,2017(12):189-225.
- [4] 陆国栋,李拓宇.新工科建设与发展的路径思考[J].高等工程教育研究,2017(3):20-26.
- [5] 李红勤,王建萍.虚拟试衣系统原理与相关技术的探析[J].服装服饰,2012(1):93-96.
- [6] 赵屹,谷瑞升,杜生明.生物信息学研究现状及发展趋势[J].医学信息学志,2012,33(5):2-6.
- [7] CORDIER F, SEO H, M-THALMANN N. Made-to-measure technologies for an online clothing store[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2003, 23(1): 38-48.
- [8] 陆国栋.“新工科”建设的五个突破与初步探索[J].中国大学教学,2017(5):38-41.
- [9] 徐明,李斌,朱俊武.以学生为主体的研究性教学新探索[J].中国教育学刊,2015(1):29-30.
- [10] 刘艳,孟威,孟令军,等.大学生创新实践教育模式的探索与实践[J].实验室研究与探索,2016(1):166-168.
- [11] 王志勇,刘畅容,寇广孝.基于工程教育专业认证的建环专业实践教学体系改革[J].高等建筑教育,2015(6):44-47.
- [12] 张凤,史亚素,郭瑜洁,等.以专业认证为契机加强护理实践教学改革[J].中华护理教育,2016(7):500-503.

编辑 钟晓