

创新创业教育

生物工程创客体系构建和创新人才培养探索^{*}

——以华东理工大学“生物创客”为例

王启要¹, 庄英萍¹, 白云鹏¹, 高淑红¹, 张晓彦¹, 范建华¹, 李友元¹, 夏建业¹, 吴 辉¹,
李书慧², 杨群华², 杨 志²

(1. 华东理工大学 生物工程学院, 上海 200237; 2. 广州汇标检测技术中心, 广东 广州 510130)

[摘要] 生物工程创客体系致力于培养生物工程领域具有“酷爱科技、知行合一、追求卓越”的创客精神的人才。为了培养智能生物制造新工科人才而构建的生物工程创客体系旨在培养大学生的创客精神和创新能力。文章探索了生物工程相关学科理工结合培养交叉创新人才的思路和做法, 可为新工科专业人才队伍建设和学生创新能力培养提供参考。

[关键词] 生物创客; 生物工程; 创新人才培养; 新工科

Construction of Biomaker System and Creative Talent Training ——Taking the Biomaker of East China University of Science and Technology as an Example

Wang Qiyao¹, Zhuang Yingping¹, Bai Yunpeng¹, Gao Shuhong¹, Zhang Xiaoyan¹,
Fan Jianhua¹, Li Youyuan¹, Xia Jianye¹, Wu Hui¹, Li Shuhui², Yang Qunhua², Yang Zhi²

(1. School of Biotechnology, East China University of Science and Technology,

Shanghai 200237; 2. Guangzhou Huibiao Testing Technology Center,

Guangzhou, Guangdong 510130)

Abstract: The construction of biomaker system provides opportunities for cultivating innovative talents with maker spirits; "love of science and technology, unity of knowledge and practice, pursuit of outstanding and excellence" in the field of bioengineering. In order to cultivate emerging engineering talents of intelligent biological manufacturing, a platform for innovation and entrepreneurship of biomaker was built to cultivate college students with maker spirit and innovation ability. In this paper, the practice of cultivation and construction of interdisciplinary and innovative talents in bioengineering related fields was presented, which provide a reference for the reform of innovative personnel training mode of emerging

[作者简介] 王启要(1978-), 男, 教授, 博士。

[通信作者] 庄英萍, E-mail: ypzhuang@ecust.edu.cn。

^{*} 基金项目: 教育部产学研协同育人项目“华东理工大学-广州汇标智能生物制造新工科专业建设”(编号: 201901102003)。

engineering education.

Key words: Biomaker; Bioengineering; Creative talent training; Emerging engineering

“创客”一词来源于英文单词“maker”，是指努力把各种创意转变为现实的人。自2015年6月国务院印发《关于大力推进大众创业万众创新若干政策的意见》以来，国内高校加大力度推进创新创业教育，积极支持学生创新创业。“大众创业、万众创新”已成为经济增长的新动力，为我国加快建设创新型国家、推进经济转型升级、抢占国际竞争战略制高点提供了新的思路，也为实现《中国教育现代化2035》的总体目标和全面迈入教育强国行列打下了良好的基础^[1-2]。另外，创新创业教育也是高等学校的重要任务，是建设一流大学、一流学科的重要组成部分。如何结合目前的高等教育体系，大量培养具有“酷爱科技、知行合一、追求卓越”的创客精神的各类创新创业人才，已成为新形势下教学改革的重要命题^[3]。

华东理工大学生物工程学院自从60多年前设立抗生素工程专业伊始，始终围绕国家产业需求和专业特色进行创新人才的培养，形成了坚持生物学与工程学相结合的办学理念，不断强化教学与科研、产业互动，累计为国家培养出9 000多名具有扎实工程学基础和生物学基础、注重实践和创新的高素质优秀人才，其中包括杨胜利院士、李永舫院士、刘昌胜院士等。学院拥有生物工程、发酵工程、生物科学和生物技术及食品科学等理科和工科专业，在长期的教学实践中形成了学科类目完善、以勤奋务实的精神和解决复杂工程问题能力培养为导向的人才培养体系。

在此基础上，生物工程专业2010年获批教育部“卓越工程师教育培养计划”首批试点专业，2012年获批教育部校企联合国家级工程实践教育中心，2016年作为首批专业通过国家工程教育专业认证，2017年获批教育部“智能生物制造”新工科教改项目。该专业1995—1996年建成生物反应器工程国家重点实验室和国家生化工程技术研究中心，2015年获批国内首个生物工程博士学位点，2019年成为国内首批生物工程博士后流动

站点之一。生物工程专业的人才培养具有自身的特点和规律：人才培养过程中需要学生具有长期的兴趣爱好、扎实的基础知识和专业知识，同时需要为学生提供大量的实践机会，使其能够利用所学知识，在相互沟通、团队协作的基础上解决复杂的工程问题、进行生物技术产品的创造或相关技术的创新，同时具备高度的社会责任感，了解各项产业政策等^[4]。

合成生物学及智能生物制造等新兴交叉学科的飞速发展颠覆了人类认知和改造生物系统的方式，带动人类沿着“格物致知—建物致知—建物致用”的轨道认知和改造生物系统，推动着生物工程专业快速进入智能生物制造的新时代。为了培养智能生物制造人才，学院近年来通过搭建生物创客(biomaker)创新创业平台，构建了生物工程相关学科交叉结合培养创新人才的新体系，以期培养具有创客精神和创新能力的人才。

一、人才培养体系的建设

生物工程相关专业的教学对实践的要求极高，对仪器设备的要求也很高。但是，当前这类专业的实践教学仍然主要依赖通识性实验课，只有部分有条件的学校可以依托国家级科研项目和科研基地开展实践教学。在实践过程中，学生普遍存在学习兴趣不高、知识运用能力不强、工程认识不足、专注力和耐力不够等问题，因此学习效果较差^[5-6]。另外，学生之间缺少交流，特别是与其他专业学生之间的协作交流不够。这些都不切合本科生知识体系构建和综合能力培养的要求。可以说，传统的教学体系已经无法满足新形势下生物工程相关专业的人才培养要求。

为了建设具有创客精神的生物工程创新型人才培养体系和培养机制，学院将具有创客精神的创新人才培养理念贯穿在培养目标和培养方案制定、课程体系建设、科创训练、教师梯队建设、教学管理、持续改进等教学和管理环节，搭建了生物工程专业人才创新创业综合平台——生物创客俱乐

部,并建立了一支主要由具有专业研究背景的中青年创新创业教育专职教师和校外“双创”导师共同组成的师资队伍,创设了“爱教乐学”的教学氛围,深入推进国家一流本科专业建设,持续培养服务、引领生物技术产业的创新型人才。人才培养体系如图 1 所示。

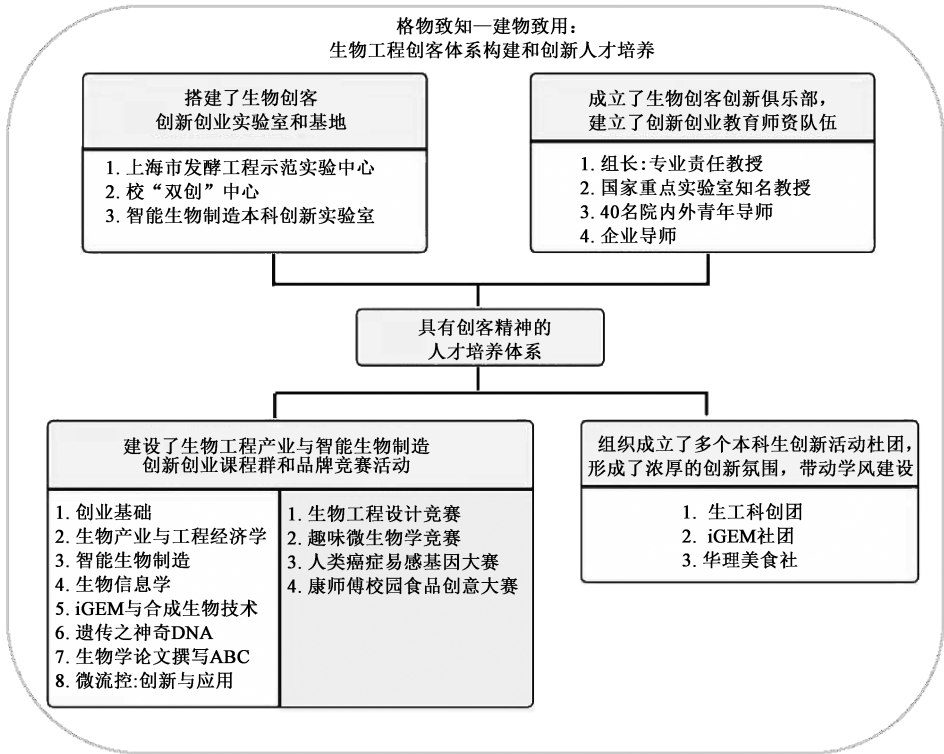


图 1 生物工程专业人才培养体系

(一)建立具有生物创客精神的本科人才培养体系

学院深入考察了国内外著名高校(MIT、斯坦福大学、剑桥大学、东京大学和清华大学)的生物工程创客教育,借鉴其成功经验制定了具有生物创客精神的本科人才培养体系,重构了培养目标、培养方案、课程体系,以及科创训练、教师梯队建设、教学管理、持续改进等方面的制度,使生物创客的培养理念贯穿整个人才培养过程。

(二)搭建生物工程专业人才创新创业综合平台

学院充分挖掘校内和企业的“双创”导师资源,建立了导师数据库;整合学校生物工程“卓越工程师教育培养计划”、USRP、大学生创新训练计划项目及各类竞赛资源,根据国家和国际需求、社区需求、学校需求,常态化设置了不同水平的创新创业系列课题和项目,建立了生物工程“双创”项目数据库;建立了本科生“双创”导师制和相关

课程体系;提高了生物工程本科教学实验中心承载实验教学和“双创”活动的能力,通过调整课程表和优化实验课安排,扩大学生“双创”活动可利用的实验资源和实验空间;对本科实验教学内容进行重新设计和创新整合,推进实验教学中创新活动和创新教育的全覆盖。

(三)强化“双创”教师队伍,改革课程和实验教学

学院重视“双创”师资队伍的建设,组建了教学团队,专门对青年教师进行培训,有效实现了教学梯队的传、帮、带,建设了一支以中青年教师为骨干、由具有专业研究背景的创新创业教育专职教师和校外导师共同组成的“双创”教师队伍。在专业课程教学过程中,教师对教学内容、授课模式、考核方式等进行了改革,以加强学生的兴趣培养,激发学生的学习动力。学院不断强化实验教学,要求实验教学覆盖全部学生,并对实验教学内容进行了创新。此外,学院还组织开设了专门的

“双创”教育教程。

二、实践教学改革举措

(一)搭建实践平台

学院投入资金,开辟专门场地,根据智能生物制造创新实验的要求,在奉贤校区建立了生物创客本科创新实验室。实验室具有 5M 实验模块,即基因挖掘(Mine)、分子模拟(Model)、基因电路(Manipulate)、生产制造(Manufacture)和过程监测(Measure)等智能生物制造模块;具有 LCS(Lab+Club+Shop)功能,包括实验室、俱乐部、创新成果展示等功能区域;开发了预约与仪器智能管理系统,从水、电、气等源头控制对实验室进行安全管理,同时为本科生自由探索、通过 DIY 实现创新想法提供了充分的空间。

学院成立了生物创客创新俱乐部,组建了由专业责任教授和知名教授组成的本科创新咨询顾问委员会,建立了创新活动组织机制;还专门聘任 40 名院内外教师及企业导师,组成大学生创新创业指导小组,为 iGEM 和“挑战杯”等创新活动提供支持,促进科教融合和产教融合。

另外,学院还建设了由 11 门智能生物制造“双创”课程组成的课程群,包括生物产业与工程经济学、智能生物制造、生物信息学专业核心课和 iGEM 与合成生物技术、遗传之神奇 DNA、微流控:创新与应用、生物学论文撰写 ABC 等公共选修课;形成了专业特色品牌竞赛活动(如趣味微生物学竞赛和人类癌症易感基因大赛等),有力地推动了各级大学生创新训练项目的成功立项。

(二)营造创新氛围

学院依托“雏鹰计划”,成立了本科学创部,负责统筹规划生工科创团和 iGEM 俱乐部的社团活动,并组织学生参加系列国内外学科竞赛;通过举办生命文化艺术节等展示创新创业成果,营造创新氛围,培养学生的创新能力。

学院依托生物反应器工程国家重点实验室和国家生化工程技术研究中心等基地,持续组织通海讲堂、俞俊棠论坛及生工讲坛系列讲座等,营造良好的研究和创新氛围,让学生了解学院的历史和文化,激励学生不断传承和发扬学院的创新文

化,培育学生的创新精神。

此外,学院还将生物创客的教育理念贯穿整个培养体系,构建了生物工程类学生“双创”教育生态系统,为学生提供更多参与创新活动和学科竞赛的机会,激发学生的学习动力,开阔学生的国际视野,提高学生的交流能力和实践能力;同时为教师提供更多指导学生创新创业活动的平台,营造“爱教乐学”的氛围,不断推进学院创新型人才的培养。

三、改革成效

学院以生物创客俱乐部为主要载体,搭建了生物创客创新创业平台,促进大学生工程能力和创新能力的培养。针对学院各学科的特点和新时期生物工程人才的需求特点,学院注重在学生的创新实践教育方面下功夫,帮助学生在创新实践中成长和成才,取得了良好的成效。

(一)生物创客 LCS 创新体系支持本科生开展系列创新活动

在 LCS 创新平台的支持下,学院开展了系列大学生创新创业活动,包括人类癌症易感基因大赛、趣味微生物竞赛、iGEM 等。学生通过全程参与竞赛的选题、实施、结果讨论、成果发布等环节,提升了工程能力和创新能力。针对社会、产业等方面的课题,导师组指导学生学习经济核算、成本分析、环境污染等方面的知识和技能,培养了学生的社会责任感和环境保护意识等非专业素养。

另外,学院搭建了跨学科的交流与合作平台,使学生有机会以创新项目的实施为契机,与艺术学院、商学院、机械学院、材料学院相关专业的学生相互探讨,进行跨学科合作,从而培养交叉创新的能力。学生在 iGEM 竞赛、大学生生命联赛、“挑战杯”等竞赛中获奖的项目都属于理工结合、交叉创新的项目。

(二)学生在竞赛中表现优异,人才培养质量显著提升

从 2017 年开始组队参加 iGEM,学院的“Light Harvester(光捕获者)”“Iron Guardian(铁卫士)”“Paper Transformer(纸变形金刚)”项目连续三年蝉联金奖,并在 2019 年获得生物制造组

单项奖。本院学生参加大学生“互联网+”竞赛获得国家级铜奖,参加“挑战杯”上海市大学生课外学术科技作品大赛获得一等奖,在大学生生命联赛上海赛区的比赛中获得二等奖1项、三等奖3项。近三年来,学院支持学生参加各级各类竞赛2 000人次,获奖37项,获奖144人次,发表SCI论文22篇,申请专利6项。学生通过参加创新创业活动,提高了对专业的兴趣,读研深造率达到46%(本校读研率50%以上)。总之,学院通过开展诸多品牌创新实践活动和建立创新教育平台,使几乎所有本科生都有机会参加各类实践和创新活动。我院毕业生具有良好的创新能力和创新意识,广受用人单位好评。

四、经验总结

(一)生物创客创新实践体系凸显理工结合和交叉创新特色

学院在传承生物学与工程学相结合的办学传统的基础上,构建了分层次、有特色的创新创业课程体系。生物创客创新实践平台对全校所有专业的学生开放,吸引了生物工程、生物技术、生物科学、食品科学与工程、食品质量与安全、化学、药学、材料学、机械工程、计算机科学、艺术设计、商学等不同专业的学生。学生在课题实施过程中,进行了不同学科间的交叉碰撞,培养了跨学科能力。

(二)“产业链—学科链—创新链”融合的创新型人才培养体系

“格物致知—建物致知—建物致用”既是生物工程学科发展的规律,也是生物工程类学生对生物系统的认知规律:从观察生物系统开始,改造并对其进行进一步认知,最终创造新的有用的系统。依托国家重点实验室等各级科研基地,生物创客实验室找准学科和创新的发展脉搏,紧跟产业发展需要,紧扣生物工程创新人才成长规律,建设了具有较强内在驱动力和自主适应性的创新型人才培

养体系。

(三)多层次、一站式的人才培养

生物创客实验室的活动按照设计、构建、验证、实施、推广等步骤来安排,涵盖分子生物学、细胞学、发酵工程、生物分离提取、检测分析、工程设备搭建等内容。学生从大一入学开始参加科创实验,到大三完成项目并带着作品参赛,均在生物创客实验室完成。人才培养方案、课程教学、实验教学及各种创新实践活动均体现出人才培养的多层次、一站式特点,为分门别类地培养具有创客精神和创新能力的人才提供了支撑。

五、结语

学院将具有创客精神的创新人才培养理念贯穿于教学和管理的各个环节,搭建了生物工程专业人才创新创业综合平台——生物创客俱乐部,建立了具有专业研究背景的“双创”导师队伍,形成了“爱教乐学”的教学氛围,为生物工程领域培养具有创客精神的人才提供了可借鉴的思路和方案。

(文字编辑:李丽妍)

参考文献:

- [1] 傅建中,周继烈,徐志农,等.创客教育理念驱动下的工程训练课程改革与探索[J].创新教育研究,2019,7(4):509-514.
- [2] 王岳龙,王旭.促进“创客、创新、创业和创投”联动发展[J].中国财政,2019(16):66-68.
- [3] 吴焕庆,武传震.创客式教育:创客教育从边缘走向融合之路[J].现代教育技术,2020,30(1):121-126.
- [4] 秦炜炜,王穗东.新工科教育的融合创新与路径突破[J].高等教育研究,2018,39(2):79-84.
- [5] 张凤宝.新工科建设的路径与方法刍论[J].中国大学教学,2017(7):8-12.
- [6] 李咏梅,周虹,章盛祺.北京大学工学院新工科个性化人才培养模式探析[J].高等工程教育研究,2019(6):24-29.