

生物技术特色专业复合型创新人才培养体系的改革与实践

余龙江^(✉), 杨英, 鲁明波, 吴元喜, 刘曼西, 李为, 刘幸福, 杨广笑

华中科技大学生命科学与技术学院生物技术系, 资源生物学与生物技术研究所, 武汉, 430074

摘要: 生物技术专业人才是新兴生物产业发展急需的高科技人才。针对教育部新增的生物技术专业如何培养适应生物产业需求的创新人才这一突出问题, 深入分析生物产业优先发展领域及其对人才素质要求, 确定围绕生物制药为主的工业生物技术领域培养研发能力强的复合型创新人才; 通过与业界产学研合作, 发展相应的特色学科方向、高水平双师型队伍及校外实践基地; 经过十多年的“以提高学生创新能力为核心”的教学改革实践, 成效较为显著, 创建了特色鲜明的理工医交叉、学研产结合、实践教学开放运行的“厚基础、强实践、重交叉”的“3+1”模式的复合型生物技术创新人才培养体系和实践教学体系, 以及多模式结合的研究型开放性实践教学方法, 显著提高了人才培养质量, 深受用人单位欢迎。通过多渠道推广, 教学改革成果对我国生物技术专业建设具有推广示范作用。

关键词: 生物技术特色专业, 复合型创新人才, 研究型实践教学

Reform and Practice of the Innovative Training System of Biotechnology Professional

YU Long-jiang^(✉), YANG Ying, LU Ming-bo, WU Yuan-xi, LIU Man-xi, LI Wei, LIU Xing-fu, Yang Guang-xiao

Institute of Resource Biology and Biotechnology, Department of Biotechnology, College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

1998年, 教育部增设了生物技术本科专业, 华中科技大学首批设置了该专业。我校早在1987年就于生物医学工程专业设置生物技术方向, 开始了生物技术专业人才培养的实践。本文分析了我国设置生物技术本科专业的重要性, 在研究国内外新兴生物技术专业建设现状基础上, 提出存在的主要问题及解决思路, 并结合系列教学改革项目进行了较为系统的专业建设探索与实践。

1 我国生物技术专业建设现状分析

1.1 我国设置生物技术本科专业的重要性

20世纪后期, 国外生物产业发展迅速, 国内则刚刚起步, 满足生物产业急需的研发类应用人才极为缺乏。通过深入调研, 提出生物技术专业应该成为生物科学(理科)与生物工程(工科)专业的桥梁, 形成科学-技术-工程的无缝连接, 即生物技术专业应具有理工交叉特征, 培养研发能力强的人才, 能将生物科学基础研究成果形成具有应用价值的技术和产品, 为下游生物工程应用提供源源不断的技术成果。可见, 原有的生物科学或生物工程专业人才培养目标及课程体系都不能适应生物产业的人才需求。要实现我国生

物产业跨越式发展，就迫切需要为其培养所需的具有理工结合的复合型生物技术创新人才。因此，我国设置生物技术本科专业十分重要。

1.2 新兴生物技术专业建设存在的主要问题

1998年，教育部增设了生物技术本科专业，华中科技大学首批设置了该专业。由于我校早在1987年就于生物医学工程专业设置生物技术方向，开始了生物技术专业人才培养的探索实践。与兄弟学校相比，我校较早面临生物技术专业建设问题，较早开展了生物技术专业人才培养体系的探索与实践。

生物技术专业作为新增专业，在建设初期无现成的经验可取，专业建设及人才培养体系很不完善，不能培养适应生物产业发展对生物技术研发人才的需求。存在的主要问题如下：

(1) 人才培养目标及体系与生物科学专业普遍存在趋同性。

(2) 如何发展支撑人才培养目标的特色学科方向和双师型队伍。

(3) 如何优化课程体系，解决有限学时内学好多学科理论、技术及工程技能。

(4) 如何改革实践环节，通过与业界开展产学研合作，共建实践基地，完善实践教学体系。

(5) 如何通过教学方式方法改革全面提高学生研发创新能力等。

1.3 总体思路及承担的教学研究项目

(1) 总体思路：与业界共同分析生物技术研发类人才的素质要求，全面比较生物技术与生物科学专业的人才培养目标差异，确定生物技术专业特色、目标定位及相适应的人才培养体系；通过深入分析生物产业优先发展方向，确立重点建设的学科特色方向；通过引进和培养一批能与业界开展产学研合作的双师型教师；建设相适应的课程体系及实践教学体系；围绕提高学生创新能力不断创新教学方法，最终建成生物技术特色专业复合型创新人才培养体系，培养生物产业所需的复合型生物技术研发类人才。

(2) 承担的教学研究项目：华中科技大学于1987年开始生物技术专业建设，尤其是1999年实施教育振兴计划以来，系统开展了生物技术特色专业复合型创新人才培养体系的改革与实践，先后承担了从“生物技术专业人才培养模式及课程体系建设”到“强化产

业需求的生物技术专业实践教学改革研究”等一系列教学改革项目，以及国家精品课程、特色专业和教学团队建设任务，重点解决我国新兴生物技术专业建设及创新人才培养过程中存在的突出问题。

2 华中科技大学生物技术特色专业复合型创新人才培养体系的改革与实践的研究方法

2.1 如何确定生物技术专业人才培养目标、体系及其特色

采取与业界共同调研生物技术人才素质要求，全面比较其与生物科学专业的培养目标差异，确定生物技术专业培养特色、目标定位及相适应的人才培养体系。

2.2 如何建成支撑人才培养目标所需的特色学科方向和双师型队伍

充分调研分析国内外生物产业优先发展方向，确立重点建设的特色学科方向；通过引进、培养并通过与业界产学研合作，共建高水平双师型队伍。

2.3 如何优化课程体系，解决有限学时内学好多学科交叉理论、技术及工程技能

与业界共同调研所要重点建设的特色学科方向的产业发展对生物技术人才的素质要求，确定人才培养体系应有理工医交叉及学研产结合的复合型特征；据此优化知识体系和技能训练内容，确定学科基础、专业基础及专业课程体系，合理分配学时，体现“厚基础、强实践、重交叉”的课程体系特征，实现在有限学时内培养研发能力强的复合型创新人才。

2.4 如何与业界开展产学研合作，共建实践基地并完善实践教学体系

围绕重点建设的学科方向，与业界开展高水平产学研合作，互派技术骨干共建实践基地，促进校企深度融合，培养一批高水平双师型教师，完善实践教学体系。

2.5 如何通过教学方法改革，提高学生研发创新能力

通过构建开放运行的实践教学环境，实践“小老师”制、学业导师制与本-硕博互动等多模式研究型开放性实践教学方法，全面提高学生研发创新能力。

3 华中科技大学生物技术特色专业复合型创新人才培养体系的改革与实践的主要内容

3.1 解决了生物技术专业培养目标定位，确定了具有鲜明特色的专业人才培养目标及复合型创新人才培养体系

与业界专家共同分析生物产业发展对人才的需求，提出生物技术专业人才应具有理工结合特点，同时基础深厚和实践能力强。因此，确定以生物制药为主的工业生物技术方向作为专业的学科支撑和就业方向，确定生物技术专业人才培养目标定位：培养“厚基础、强实践、重交叉”，能适应生物制药等工业生物技术产业所需的理工医交叉、研发能力强的复合型创新人才。

进一步与业界共同确定人才培养体系。调查发现，缺乏面向应用的理工结合的上中下游一体化的知识体系，是许多生物类毕业生从事技术研发的短板。弄清此关键问题后，经过系统改革实践，构建了特色鲜明的人才培养体系：“厚基础、强实践、重交叉”的“3+1”（在前期科研训练和课程设计训练基础上，毕业设计实践环节持续1年时间）的人才培养体系，即宽厚的数理化和生物科学基础，强化实践能力培养的学研产结合的实践基地支撑的实践教学体系，突出创新能力培养的理工医交叉的课程体系。

我校确定的生物技术专业特色及目标，具有理工医交叉的鲜明特色，明显区别于生物科学专业培养目标。不仅解决了目前生物制药等快速发展的工业生物技术领域研发人员不足的问题，而且解决了目前各高校生物技术专业普遍存在与生物科学专业雷同，导致学生专业认同度低、就业差异化低等问题。

3.2 建成了支撑生物技术专业人才培养目标的特色学科方向和学研产合作的高水平双师型教学团队，全面提高了人才培养质量

生物技术专业办学特色需相应的特色学科方向和高水平师资作为支撑。通过深入调研，确立以生物制药为主的工业生物技术特色方向作为学科支撑方向，建成了从疾病基因克隆、药物靶点发现、新药筛选与发现、生物技术制药到药物新剂型研发的生物制药基础研究到应用开发的较为完善的研发平台，并通过引进和培养，拥有一批生物制药方向的教学科研团队，团队不仅承担了大量国家科技项目，同时与很多大型

医药企业开展了学研产深度合作，培养了一批“双师型”教师，开设生物技术药物、纳米诊断与检测技术、生物制药工厂工艺设计等业界课程，拥有国家纳米药物工程技术中心、分子生物物理教育部重点实验室、武汉国家生物产业基地生物医药科技服务平台和国家科技部基因工程国际合作基地等校内实践平台作为支撑。同时，鼓励教师到生物制药企业交流并承担科技项目。结合人事和分配制度改革，选择学术造诣高、教学经验丰富的学科带头人建立教学团队，目前已建成了由教学名师牵头的具有先进教学理念、深厚学术造诣、师德高尚的生物技术特色专业国家级教学团队，拥有一批以国家精品课程和教材为代表、具有大量优质教学资源的高水平专业课程群，全面提高了人才培养质量。

3.3 通过优化课程体系，解决了有限学时内学好多学科理论、技术及工程技能等问题

在教育部专业建设指导意见基础上，按知识模块化凝练专业基础和特色方向课程，节约学时，突出生物技术特色方向的理论与实践教学，尤其加强基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程、生物化工原理及设备等平台课程，让学生有更多时间进行实践训练，培养动手能力。筛选生物学基础课程内容，侧重讲授现代生物科学技术理论与方法，强调生化、细胞、遗传及分子生物学等课程的学习和技能训练。结合野外实习，选择性讲授动植物学课程内容，让学生掌握核心知识和技能。通过优化课程体系，可在有限学时内学好多学科理论、技术及工程技能。

3.4 构建了培养研发能力强的复合型创新人才的实践教学体系和基地，显著增强了学生的创新意识和能力

（1）建立了实践教学基地和科研训练平台，营造了创新人才培养环境。依托我院国家重点学科建设的科研平台、“国家生命科学与技术人才培养基地”、“生物科学国家理科基础科学研究及教学人才培养基地”、“湖北省生物学实验教学示范中心”及“国家纳米药物工程技术研究中心”等科研平台，围绕生物制药等工业生物技术特色方向为学生建成具有我校特色的“从疾病基因克隆、药物靶点发现、新药筛选与发现、生物技术制药到药物新剂型上中下游一体化”的专业科研训练平台。同时，与大型

企业如广济药业、武汉健民、江苏恩华药业股份有限公司、华大基因研究院等开展学研产合作，共建特色鲜明的企业实践基地及实践训练内容。通过营造“以提高学生创新能力为核心”的人才培养环境，实现学研产结合多途径强化学生实践能力，显著增强了学生的创新意识和能力。

(2) 构建了“宽口径、厚基础、模块化”的实验教学体系，通过基础实验技术模块化、综合设计研究化、实践教学开放化，以及多模式结合的研究型开放性实践教学方法改革，解决了培养具有知识与能力融合、实践创新能力强与学时不足的矛盾，显著提高了学生创新能力。为了解决培养具有知识与能力融合、实践创新能力强与学时不足的矛盾，构建了“宽口径、厚基础、模块化”的实验教学体系，通过把生化技术、显微技术等系列基础实验按照技术进行模块化归类以压缩学时，以增加综合设计性创新实验学时；并开展了以综合设计性为主的生物技术大实验和药理学大实验、以课题研究为主的课程设计及科研训练等研究性实践教学，实现综合设计性实验研究化。同时，通过完善实验教学信息管理系统，建立实验教学中心开放运行环境及机制，实现实践教学完全开放化，使每位学生都能得到较充分扎实的训练，显著提高了学生创新实践能力。

(3) 通过生产实习的改革与实践，提高了学生的实践能力，增强了学生未来适应性。通过改革实习环节，建立了集中与分散实习相结合的新模式，并依托已建立的校企合作实践基地，开展探究式集中与分散实习同科研训练、课程设计及毕业设计相结合的实践教学改革，显著提高学生的实践能力。同时，围绕生物制药等专业特色方向创设了工程类、科研类和野外实践类三种命题探究式生产实习新体系以及自主选题探究的实践教学改革新方法，全面提高了学生实践能力和综合素质。

3.5 通过探索“小老师”制、学业导师制和本—硕博互动的多模式结合的研究型开放性实践教学方法改革，显著提高了学生主动实践和自主探索的创新能力

(1) 实验教学“小老师”制：在基础实验中广泛实行“小老师”模式，即每个实验都让部分同学提前自主完成实验，发现预实验中存在的问题，总结心得并讲解。“小老师”制旨在引导学生培养自主学习、

主动实践和自主探索能力，为开展创新能力培养奠定了基础，绝大多数同学都有担任“小老师”机会。“小老师”制实践十多年来，得到历届同学一致好评。留学耶鲁大学的陈梦洁说“小老师模式挽回了我对实验的兴趣”；到大型企业就业的周志德说“在学校担任“小老师”的经历，为我在后来工作中的动手能力、思维习惯、综合素质打下了坚实基础”。

(2) 学业导师制与本—硕博互动的本科生科研实践模式相结合：学业导师指一批科研一线的老师参与学生实践创新能力培养，实施“优秀本科生的教授辅导计划”。学生在各个方面都得到导师细心指导，学生早进课题和科研团队，并与研究生共同参与本科生综合设计性创新实验，实现本—硕博互动，提高本科生学习兴趣和技能，激发了创造力。目前，每年约有60%学生通过综合设计性大实验进入教授研究团队，并获大学生创新项目，如：特发性脑基底神经节钙化(IBGC)候选基因突变分析、紫杉醇生物合成候选基因CYP725A亚家族的克隆及功能鉴定等项目，部分创新项目获得了省级大学生优秀科研成果特等和一等奖，切实提高了学生实践创新能力。

4 华中科技大学生物技术特色专业复合型创新人才培养体系的改革与实践成效

本成果较为系统地解决了教育部新增的培养新兴生物产业发展急需的生物技术专业创新人才存在的突出问题，促进了名教材、名课程、名教师、名基地、名团队和名专业的逐步形成。近五年发表教改论文30余篇；出版国家级规划教材3部；建设国家级精品课程2门；建成了国家生命科学与技术人才培养基地及人才模式创新实验区；建成生物技术国家特色专业及国家级教学团队。2008年受邀在苏州大学承办的教育部生物类专业教育会议上，作为生物技术专业唯一代表，介绍了我校生物技术特色专业建设经验。同时，成果包含的国家精品课程网站及教材等影响也较大，推广应用效果显著，带动了学校相关专业人才培养质量同步提高，获大学生科技创新项目多，学生参与度高达60%，且近50%学生拥有参赛经历。近年来，共获省部级以上科研创新及学科竞赛奖项近80项，其中包括国际奖和国家奖；有150余名优秀生赴哈佛、耶鲁等国外知名高校深造，同时在全国的影响日趋增强，有大量学生免试去了清华、北大、复旦等著名高校，以及中

科院生物物理所、遗传所、上海生命科学院和北京生命科学研究所等科研院所。以2011年为例，按照1:1.5确定具有保研资格的生物技术专业学生全部被免试录取，其中大部分被清华、北大以及中科院录取，且清华大学自带指标招收了10名推免生。同时，学生培养质量得到中国留学基金委—耶鲁大学生物医学世界学者奖学金项目的认可（该计划仅限于国内5所985高校）。本专业学生无论是实习还是就业，都深受所在单位好评。毕业生分配到广济药业、华大基因、宝洁集团、扬子江药业集团、上海药明康德、深圳迈瑞等大型医药企业，得到用人单位充分肯定。

5 特色与创新

首先，确定了生物技术专业培养生物制药等工业生物技术特色方向研发能力强的复合型创新人才的目标定位，突出“厚基础、强实践、重交叉”的人才培养体系特色，即宽厚的数理化和生物科学与技术基础、强化实践能力培养的学研产结合的实践基地支撑的实践教学体系和“3+1”人才培养模式，以及突出创新能力培养的理工医交叉的课程体系。

其次，构建了培养研发能力强的复合型创新人才

的实践教学新体系，通过基础实验技术模块化、开放性研究型实践教学以及校企学研产合作等教学模式的实践，显著增强了学生主动实践和探索的创新意识和能力。

最后，创建了“以提高学生创新能力为核心”的教学方式与方法，通过“小老师”制、学业导师制与本—硕博互动等多模式结合的开放性研究型实践教学改革，显著提高了人才培养质量。近五年，学生获省部级以上学科竞赛奖项累计70余项；有150余名学生先后进入国内外著名大学、科研院所深造；培养的学生深受企业用人单位欢迎。

参考文献

- [1] 余龙江, 吴鸿修, 李为, 吴元喜. 生物技术专业人才培养的教学改革与实践, 面向21世纪生物学教学改革研究 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1999, 217-223.
- [2] 余龙江, 鲁明波, 李为. 理工医结合, 培养复合型、高素质生物技术人才 [J]. 高教论坛, 2010, 9: 12-14.
- [3] 余龙江, 李为, 鲁明波. 新形势下本科生生产实习模式的改革探索 [J]. 高教论坛, 2008, 5: 21-24.
- [4] 吴元喜, 余龙江, 张晓昱. 本硕互动实验教学模式研究 [J]. 实验技术与管理, 2009, 26(8): 126-128.

(责编 高新景)