

构建生命科学实验教学体系与创新人才培养

孙智杰, 李勤^(✉), 邓玉林

北京理工大学生命学院, 北京, 100081

摘要: 实验教学体系建设对于创新人才培养具有重要作用, 针对生命科学类本科生的“多层次、贯通式”的实践教学培养体系的建设思路是一种新的尝试。本文介绍了北京理工大学生命学院在生命科学实验教学体系建设与创新人才培养中的做法, 围绕提高学生的创新实践能力, 加强知识的运用能力, 使学生能够在教学环节中主动学习, 并有效地掌握知识要点, 达到实验课程的教学目的。

关键词: 实验教学体系, 创新实践能力, 人才培养

Systematism of Experimental Teaching on Life Science and Training of Innovative Talent

SUN Zhi-jie, LI Qin^(✉), DENG Yu-lin

School of Life Science, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

当前, 加强大学生实践能力的培养已成为高等教育发展的一个大趋势^[1-6], 而构建科学的实验教学体系对于创新人才培养显得尤为重要。要培养符合社会需要的生命科学专业人才, 要求给学生一个科学的知识结构, 让毕业生都具有生物科学的综合实践能力, 实践教学改革就不能停留在单门实验课程的改革上, 而是要从一个专业、一个学科的角度, 研究培养学生的知识结构, 建立完善的、相对独立的实践课程体系^[7-11]。我们在借鉴国内其他高校实践课程体系成功经验的基础上, 按照由简单操作到综合训练、从加强专业理论的理解到综合运用专业理论的能力等实践教学特有的认知规律和功能, 构建了以生命科学实验课程群的知识体系为主线, 由基础型、综合型、研究型实验和工程研训为内涵的“多层次、贯通式”的实践教学培养体系。

1 多层次的实践课程体系

实践教学培养体系是体现培养目标和专业规格, 以学习实验技术理论和培养能力为主要功能的实践课程组合系统。构建实践教学体系时, 既要考虑到实践教学在理工类学科发展过程中的基础性地位和特殊作用, 形成理论教学与实践教学并重的基本框架, 还要考虑到学生学习能力及其自我发展定位的不同, 在实践课程体系的建立、教学内容的安排等方面体现出层次性, 以满足不同学生的发展需要。同时还要遵循学科知识体系和专业课程特点, 注重课程之间的内在联系, 组成生命科学实验课程群, 与理论课程群和其他实践环节相辅相成, 使实践课程体系自然地融合于整个教学计划中。

在“基础型、综合型、研究型实验和工程研训”的多层次的实践教学培养体系中, 第一层次是基础型实验, 包括演示性实验、验证性实验、基本操作技术训练等基础性实验。教学目标是培养学生规范的基本实验技能和科学的思维方式, 使学生初步掌握生

命科学的实验方法和实验设计思想，强化对理论课程内容的理解。第二层次是综合型、设计型实验。综合型实验涉及多门课程的专业理论，实验内容、实验方法比较复杂，融入了现代生命科学技术成果。设计型实验是学生自主选题，独立设计实验方案，为探究性自主实验。综合型设计型实验旨在培养学生综合运用知识的能力，培养学生自主学习的意识和能力以及初步的科学思维、科研能力和创新精神。第三层次是研究型实验，包括课程设计类实验、开放实验、大学生创新计划（SRIT）、科技夏令营、野外生态科考实习、毕业论文和工程实习等。研究型实验活动是学生针对研究任务，独立或在教师的指导下，设计实验方案，进行科学实验、理论研究等实践探索。研究型实验能使学生在较为复杂的实验过程中得到更大的锻炼，重在科研能力和创新意识的培养。

2 贯通式的培养模式

当今国际上，综合国力的竞争最终归结于人才的竞争。培养创新型人才是第一要务，也是本世纪国家赋予高等学校，尤其是研究型高等学校的一项战略任务。对于以实验为主的生命科学而言，实验教学是生命科学类专业人才实践和创新能力培养的最重要的基础性教学环节。实验不仅是学生认识生物世界的基础，也能培养学生掌握实验基本知识、基本技能以及运用理论知识和实验技能解决实际问题的能力；培养学生逐步形成科学的思维方式，逐步掌握科学的实验方法和实验设计思想，以及实事求是的科学作风和认真严谨的科学态度；促进学生知识、能力、素质及创新意识和创新精神的发展。贯通式培养的实践教学模式，旨在树立实验第一的思想，把创新人才的培养放在实践第一的基础上。贯通式培养的实践教学模式，即：时间贯通——实现实践教学从大学一年级到四年级的贯通；内容贯通——从基础性实验、综合设计性实验到个性化实验、科学实验的贯通；能力贯通——从基本能力、综合能力到科研和工作实践能力的贯通。我们的具体做法是：① 从一年级第二学期的基础生物学实验教学开始，使学生在四年的大学教育中，均能接受到不同层次的实验技能训练，使其实验技能逐步提高，分析问题和解决问题的能力、科研素质和创新精神不断增强。② 在各层次的实践课程教学中，通过对知识、实验内容、实验方法、实验手段的综

合，使整个实验内容由浅入深，实验技术由易到难，对学生所学知识、实验能力和实验素质形成综合训练与培养。③ 考虑到学生学习能力及其自我发展定位的不同，在学生完成不同层次的实践教学课程的同时，为实行因材施教、鼓励学生个性化发展，促进人才培养质量提高，我们利用创新实验室、教师科研室面向优秀学生和具有个人兴趣爱好的学生开展个性化创新实验项目、开放实验项目、工程研训等项目。这类实验内容是从教师们的科研课题中提出的，因而直指学科的前沿或工程技术的前沿。参与并完成这样的实验，使学生从文献查阅、科研选题、实验设计、实验操作、数据整理、结果分析、撰写论文、报告与答辩等各个环节得到较为全面的科学研究思想和方法的训练。多层次的能力培养有利于学生实践能力、创新意识的提高，实现了对学生贯通式的培养。

3 以实验课程群建设促进实践教学改革

实验课程的设置是实验课程体系及培养目标的具体体现。由于每门独立设置的实验课都在追求自身结构上的完整，内容上的全面，因而可能导致各门课程实验内容的重复交叉与脱节。这样不仅造成人财物的浪费，也使学生对整个实验教学的目标和任务缺乏全面的认识，影响实验教学水平的整体提高。进行实验课程内容的建设，需要把实验教学作为一个系统工程，按照由简单操作到综合训练的实践教学特有的认知规律对实验内容进行整体的优化和集成整合，使独立设置的实验课程内容更加有利于实现实践教学改革的整体目标。我们将各专业的实验课程按其内在联系组成生命科学基础实验和专业实验两个课程群，按以学生为主体，以培养学生的实际动手能力，开发并提高学生的独立思考与创新意识为宗旨安排教学实验的形式与内容。进而组织学院教学指导委员会和相关教师对基础实验课群中的基础生物学实验、生理解剖学实验、生物化学实验、微生物学实验、细胞生物学实验和分子生物学等实验课程内容逐门进行整合、修改，在保证一定比例的验证性实验基础上，增加系统性强、综合与设计性为主的实验，使学生对实验对象有一个较完整、系统的认识和研究，加强对生物的基本生理、生化过程以及细胞、遗传和变异的认识；培养学生观察、分析生命现象的综合能力。如整合后的生物化学实验包括（Ⅰ）、（Ⅱ）两部分。其中生化

实验（Ⅰ）的内容是以基础实验为主，而生化实验（Ⅱ）的内容则是综合设计性的大实验。微生物学实验则在学生掌握了微生物形态结构观察、染色、计数以及培养基制备和无菌操作等基本实验技术后，将微生物的分离纯化、生理生化鉴定、环境因素对微生物的影响、生长曲线测定、理化因子诱变、固定化发酵等内容作为一个大的综合实验完成。在实验教学过程中，针对每门实验成立由3~4名教师和实验技术人员组成教学实验课程小组，由教学经验丰富的教授、副教授任课程负责人，具体落实实验内容和教学实验的实施。另外，为提高学生的科学研究和创新能力，我们对专业实验课程群的实验教学模式进行了大胆的改革。具体做法是将集中在48学时完成的生物工程综合实验改为在一个学期内，以参与教师科研项目形式完成。教师首先公布自己的研究项目内容、特色和预期结果，学生可以凭自己的兴趣自由选择参与教师的科研实验，经过双向选择后，确定参与科研实验的题目。而实验过程由学生自己设计，自己动手操作，教师提供咨询和指导以及实验条件，最终学生以符合发表要求的论文形式提交实验报告。同时，也允许将某些好的课题延伸成为学生的毕业论文题目。此种改革，把原本只有48学时的实验时间延伸到整个一学期甚至一个学年，这为学生充分利用学院的科研资源进行科学研究和科技创新活动提供了坚实的物质基础和时间保证；同时，学生参与教师的科研课题研究，可随时得到教师的指导，有利于提高学生的科研能力和科学素养，这不仅锻炼了学生的实际工作能力，也为其今后从事科学研究工作奠定了基础。

不懈的实验教学改革，有效地激发了学生自主学习的积极性。目前在全院的本科生中，绝大多数学生都能在大学二年级就开始有计划、有目的地到学院的各教研室，参加开放实验或参与教师的课题研究。经过实验教学和科研训练，学生的实际动手能力、科学思维能力和创新能力都有较大程度提高。近两年有多名学生在“挑战杯”全国和首都大学生课外学术科技作品竞赛获奖，申请到大学生创新性实验计划项目国家级9项、北京市3项、校级14项。仅2011年就有以本科生为第一到第三作者发表的包括被EI检索的科研论文17篇，专利1项。

实践表明，生命科学类本科学生的“多层次、贯通式”的实践教学培养体系，可以使学生得到知识和能力的全面训练，使他们分析问题、解决问题的能力

有一个明显的提升，有利于培养勤于动脑、认真思考、追求创新的人才。

4 重视实验室建设，搭建生命专业人才培养平台

我国著名物理学家冯瑞院士曾经说过“实验室可以比拟为现代化大学的心脏”。实验室的重要性，再强调也不过分^[12]。作为研究型大学，先进的实验室建设模式应是分层次创建功能实验室，构建一个以人为本、和谐文明的实验教学环境。为此，我们在我校中关村和良乡新校区生物实验教学示范中心实验室建设规划中，根据生命科学各专业的特点和发展趋势，打破原有各课程教学实验室的界限，按照模块化和功能化设计思路，组建了基础生物学实验室、多媒体互动显微实验室、生物医学工程实验室、虚拟仿真生物学实验室、远程生物学实验室、学生创新实验室和工程研训等7个功能实验室。同时，根据学科发展趋势，重视数学以及信息科学在生命科学中的应用，重点建设虚拟仿真生物实验室、多媒体互动实验室；依托学院科研实验室，建立学生创新能力培养基地，形成与“多层次、贯通式”实验教学体系相适应的实验室结构体系。在管理上，由生物实验教学中心统一调配与实验教学相关的人力资源和物质资源，使实验室资源得到最大化利用，真正实现实验室设备资源和技术资源的共享，为实验教学和大学生创新实践活动提供良好的条件。

5 结束语

北京理工大学党委书记郭大成同志在教育部“文化素质教育”高层论坛上指出：“大学生综合素质教育目标，应是培养志向高远、学术精深、体魄强健、心境恬美，富有社会责任感、创新精神和实践能力的社会主义建设者和接班人，”将培养学生的创新精神和实践能力放在极其重要的位置。而培养学生的创新精神和实践能力，实验教学体系建设具有重要的作用和举足轻重的地位。对于生命科学类专业的学生，科学、完善的实验教学体系是其熟练运用知识、培养实验技能、锻炼创新意识、提高实践能力的基础和保障。因此，“多层次、贯通式”的实践教学培养体系既是教学改革的尝试，也是实验类课程的必然发展趋势。

参考文献

- [1] 黄族豪, 肖宜安, 胡文海. 生物学专业创新人才培养的探索与实践 [J]. 井冈山学院学报(自然科学), 2009(10): 131-133.
- [2] 谢旭辉, 胡忠. 21世纪生物技术创新人才培养模式的探讨 [J]. 高教论坛, 2006(1): 46-49.
- [3] 罗志勇, 张胜涛, 周晓梅, 邓银. 高校学生创新实践能力培养的探索与思考 [J]. 实验技术与管理, 2009(7): 28-30.
- [4] 王建华, 秦建, 王贵学. 工科生物专业研究型人才实验教学模式探索与实践 [J]. 科学咨询(决策管理), 2010(4): 109-111.
- [5] 蔺万煌, 苏益, 胡超, 张学文, 方俊. 健全开放式生物学实验教学的运行机制 [J]. 实验室研究与探索, 2010(3): 103-105.
- [6] 张军, 燕友果, 胡松青, 付殿岭, 韩治德. 培养创新人才的实验教学模式的探索与实践 [J]. 科技信息, 2010(7): 541-542.
- [7] 周燕, 王晓红. 论理工科实验教学中的创新体系 [J]. 实验室研究与探索, 2002(5): 14-16.
- [8] 张金红, 白艳玲, 尹春燕, 赵立青, 任安芝, 牛淑敏, 袁国骏, 刘方. 生命科学培养创新实践能力教学体系的思考 [J]. 实验室科学, 2006(3): 6-7.
- [9] 刘长宏, 戚向阳, 王刚, 张恒庆. 创新实验教学管理制度. 培养创新实践人才 [J]. 中国现代教育装备, 2009(17): 141-143.
- [10] 楼盛华, 戴文战, 叶秉良. 基于培养创新实践能力的高校实验教学体系改革探索 [J]. 高等理科教育, 2008(3): 109-113.
- [11] 刁稚芳. 实验教学在提高学生创新实践能力中的价值新探 [J]. 实验技术与管理, 2006(9): 93-96.
- [12] 冯端. 实验室是现代化大学的心脏 [J]. 实验室研究与探索, 2000(5): 1-4.

(责编 高新景)