

# 研究生课程《仿生学基础》教学案例库建设探讨

宋俊祎 胡碧茹 朱凌云 叶宗煌

(国防科技大学理学院, 湖南长沙 410073)

**摘要:** 仿生学诞生自 20 世纪, 是生物学与技术科学深度融合产生的新兴交叉学科, 内涵丰富、内容宽泛, 已对人类社会各个方面产生重大的影响。本文探讨了国防科技大学研究生选修课程《仿生学基础》教学案例库建设思路及其在建设过程中的体会, 将“生物学经典基础理论结合工程材料前沿研究进展”的交叉融合理念贯穿于课程教学过程中, 为研究生开展复合、交叉研究提供启发和思路, 以期研究生科研能力和创新精神的培育提供支撑。

**关键词:** 仿生学基础; 研究生课程; 案例库建设

习近平总书记在党的二十大报告中强调, 必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力, 深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略, 开辟发展新领域新赛道, 不断塑造发展新动能新优势。科研成果创造、创新人才培养、服务保障等方面, 肩负高新科技人才培养重任的研究生教育工作起到了重要的支撑作用。研究生教育与本科生教育的教学目标有着根本区别, 尤其强调学生具备创新思想和独立从事科学研究的能力, 不仅仅需要对知识体系进行简单的传授, 更需要着重培养科研能力和创新精神。

仿生学是一门涉及生物、材料、电子、信息等多各学科门类的综合交叉学科, 是高级创新人才的培养高地, 是教育创新、科研创新的重要突破口。为研究生提供学习和了解仿生学发展历史脉络和前沿动态, 有助于帮助其形成唯物主义史观的同时培养其科学素养与创新精神, 对培养学生学习自然、模仿自然, 运用仿生学思想解决工程实践中的实际问题的能力具有重要作用。

基于广阔的应用前景及鲜明的军事导向, 自 20 世纪 50 年代后期和 70 年代初期开始, 美国国防部启动了通过解析自然生物系统用以提升工程技术系统的相关研究工作, 持续支持仿生技术研究。美国国防部高级研究规划局对生命科学的军事应用进行了明确的表述: “国防科学办公室 (DSO) 致力于将生物科学与战术生物医学技术、生物激励平台等系统项目进行整合。这些重点领域来自一个前景光明的基础研究项目——生物学, 并以其为平台促进生物学领域最具创造力的思想家与物理学、数学和工程学等不同领域的领导者之间的互动”。由此可见, 仿生学天然的学科融合特色, 为研究生获取化学课知识、从事交叉科学研究奠定基础。

然而, 由于仿生学内涵丰富、内容宽泛, 不同专业领域对仿生学的认识不同, 且每个学生学习与接受的能力与适应度也不一致, 为该课程的组织建设带来了现实困难。为此, 本课题组通过模式多样的案例库的建设, 通过生物学经典基础理论相关案例帮助学生构建起知识体系大厦, 利用工程材料领域相关前沿研究进

展让学生对于理论与实践之间的联系有更深刻的了解, 同时激发学生的学习热情, 提高教学效率, 引导学生在学习中更加主动地思考、质疑、探索、实践, 着力增强学生的创新精神、探索精神以及解决问题的能力。

## 一、教学案例库的概述及类型

迄今为止, 仿生学还没有一个严格意义上的、统一而明晰的定义。不同领域专业人员对仿生学的认识也各有独到见解。仿生学的定义随着学科的发展不断地迭代深化, 而且不同学科的专业人员也会结合自身的教学科研实践对仿生学进行定义, 展现了仿生学蓬勃发展的现状。

仿生学创新潜力巨大, 发展势头迅猛, 产业前景广阔, 已成为极具活力、发展迅猛、应用广阔的交叉学科之一, 在人类改造世界的过程中发挥了举足轻重的作用。为此, 本团队重点对发表于 Nature、Science、PNAS 等重要学术期刊的仿生相关工作进行整理, 进行案例库的动态建设, 服务于教学实践, 力争“常用常新”。目前, 通过整合网络资源、经典教材与学术文献, 已完成 6 个章节供给 81 个案例的收集整理及实践运用。

## 二、教学案例库中的实际案例

### (一) 分子仿生方向

不同的生物系统具备特异性的生物功能, 而在生物系统与生物过程中, 各类生物分子从微观到宏观的多层次地自组装对应性地建立起了多级功能结构。分子仿生, 即是以天然生物分子及其组织模式为模拟对象, 以人工合成分子或生物基元制备和设计新的材料与系统, 进而在体外实现蛋白质结构与功能、细胞膜选择透过性、生物分子结合或检测等生物过程或功能的重现。在分子仿生的课程中, 引入 2018 年度《科学》评出的“十大突破”之一的生物大分子液液相分离机制, 带领同学们思考分子、生命的起源, 领略生命的奥秘, 赞叹生命的申请; 通过引入人造脂质体的例子, 体现仿生膜可以作为天然细胞膜的替代品用于更好地解释生物学问题和解决医学难题具有重要的意义; 以 DNA 分子的碱基互补

配对原则为基础,介绍DNA分子传感器及其在临床检测、环境监测、遗传分析、生物反恐乃至国家安全防御等领域的应用。

### (二) 细胞仿生方向

生命活动的基本单位是细胞。对于单细胞生物而言,必须要有细胞膜将其与非生物的环境隔离开,才能够发生一系列的生物化学反应;对于多细胞动物而言,其机体复杂的生物功能源自于多种类型细胞的有机协同以及空间整合;即使对于病毒这样的非细胞生命体来说,它的代谢过程以及繁殖,也依赖于宿主的细胞。在细胞仿生的章节中,介绍动植物细胞大规模培养、铁皮石斛的组织培养、动物细胞融合技术等案例,介绍细胞工程与医学、农业、食品行业等诸多领域的深度融合及其所带来的深刻变革;引用《自然》发表的多篇原始细胞设计合成的示例,向同学们展示人类在探索生命起源领域的最新研究成果和前沿技术进展。

### (三) 材料仿生方向

材料与人类的生产生活休戚相关,也是人类文明财富的物质体现,在不同的历史阶段更是直接地推动社会生产力的发展。作为人类社会文明和进步的重要里程碑,材料的发展及其应用为人类社会的进步和经济的繁荣。近年来,仿生材料获得快速发展,包括从分子到细胞到器官的多层次结构,包括有机、无机的复合体系,以及基于生物系统原理、结构或者概念而构筑的新材料和器件等。在仿生材料的章节中,通过蜘蛛丝集水效应、玫瑰花瓣黏附作用、水龟腿部超疏水和沙漠甲虫集水等同学们耳熟能详的例子及生动的动态化视频,介绍生物的梯度表面特性和功能及其在仿生材料设计方面的实际应用;通过系统讲授马氏珍珠贝壳的“砖-泥”复合结构,介绍“裂纹偏转”“纤维拔出”“有机质桥连”“矿物桥与纳米孔”等理论,解析该生物系统兼具硬度与柔性的生物学机制,提出“刚柔并济”的仿生理念,为材料、工程等相关专业学员提供灵感与启发。

### (四) 思政案例方向

总书记指出:教育是国之大计,党之大计。要坚持把立德树人作为中心环节,把思想政治工作贯穿教育教学全过程,实现全程育人、全方位育人,使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应。研究生教育中,同样要站在历史和时代的高度,深刻把握立德树人的内涵,将德育作为“第一要务”。在仿生学课程的案例库建设中,本课程团队注重思政元素的有机融入,使专业学习和思政教育相得益彰,提升学生的学习兴趣,有效地激发学生的科学精神、创新意识。例如,重点介绍俞书宏院士在仿珍珠贝壳层、人造木头等领域做出的卓越贡献,引导同学们树立“咬定青山不放松,立根原在破岩中”的科研精神;通过介绍介绍克隆牛、克隆猴等工作中中国科学家的卓越贡献及世界一流的科技

水平,提升学员的民族自尊心、国家自豪感及其矢志科研的精神追求;通过DNA传感技术的前沿进展讲解引入到病原体检测工作,深刻反映生物技术与国家战略安全之间的紧密联系,提升生物技术相关专业学生的使命感与责任感。

### 三、结语

仿生学具备天然的前沿领域深度融合、多学科深度交叉的特点,是创新型生物技术人才培养的重要平台。《仿生学基础》作为研究生课程,不仅应注重知识点的前沿性、系统性,还应当向学生传授认识、分析、解决问题的思维方式。课程建设过程中的案例库收集与设计不仅要围绕生物学核心知识体系框架进行,还应当充分考虑学科的发展性、前沿性和动态性,让学生充分感知到仿生学作为一门交叉学科的蓬勃朝气以及理论与实践之间的“知行合一”关系。上述工作的开展提升了学生的学习热情和教师的教学效率,令“教”与“学”相互促进、相得益彰。

### 参考文献:

- [1] 张艳岭,姜智,苏雄.科研导向型教学在高级生物化学中的应用[J].基础医学教育,2020,22(7):474-476.
- [2] 李龙娜,崔为体,沈文颺.高等农业院校本科生与研究生教育贯通培养的改革探索——以生物化学课程群的思政教育为例[J].生命的化学,2021,41(7):1362-1369.
- [3] 吴兴泉,陈士华,崔柳青.高级生物化学深度学习的教学模式研究[J].教育现代化,2019,19.
- [4] Al 罗许洪 E.生物化学与分子生物学“四融入四结合”课程思政教学体系的构建与应用[J].生命的化学,2021,41(10):2307-2314.
- [5] 衡利革,王璇,王祖彬.仿生材料化学教学改革与探索[J].大学化学,2018,33(4):31-35.
- [6] 李玲,陈树,彭昌.农业院校仿生智能材料课程的教学改革研究[J].化工时刊,2020,34(11):49-50.
- [7] 朱钰.通识课程的理论与实践研究——以“仿生学”课程资源库建设为例[D].上海师范大学,2018.
- [8] 谢兆辉,焦德杰,王丽燕, et al.生物化学课程思政融合点的发掘[J],2020,41(14):71-75.
- [9] 赵小平.生物化学实验教学模式的优化研究——评《生物化学实验教程》[J].化学教育,2019,40(16):97-97.

基金项目:国防科技大学研究生教育教学改革研究课题, YJSY2022001

作者简介:宋俊祎,1990年5月7日,男,汉族,浙江丽水,博士,讲师,仿生生物材料。