

引用本文: 史杰, 赵艳梅, 吕琪, 郭小芹. 基于跨学科融合的《探秘仿生学》公共选修课教学模式探索与实践 [J]. 离子交换与吸附, 2025, 41(5): 450-454.

Citation: SHI Jie, ZHAO Yan-mei, LYU Qi, GUO Xiao-qin. Cross-Disciplinary Teaching Reform and Implementation of the Public Elective Course Exploring Bionics [J]. Ion Exchange and Adsorption, 2025, 41(5): 450-454.

· 教学 ·

文章编号: 1001-5493(2025)05-0450-05

DOI: 10.16026/j.cnki.ica.2025010035

## 基于跨学科融合的《探秘仿生学》公共选修课教学模式探索与实践\*

史杰\*\*, 赵艳梅, 吕琪, 郭小芹

(天津大学卫生应急学院, 天津 300072)

**摘要:** 仿生学是20世纪以来由生物学与技术科学快速发展形成的一门新兴交叉学科, 涵盖自然科学、技术科学、工程科学、人文社会科学等众多领域, 是解决人类面临的重大难题的有效途径之一。基于仿生学在各领域具有重要的理论价值与实践指导意义, 笔者于2022年秋季学期面向天津大学本科开设了全校公共选修课程《探秘仿生学》, 旨在培养学生的仿生思维, 帮助其拓宽学术视野, 激发创新意识, 并引导其将仿生思维应用于解决实际问题中。文章分析了开设《探秘仿生学》的必要性以及选修该课程学生的学科背景特征, 探讨了不同教学模式的应用与教学效果, 重点探索了公共选修课中项目式教学的实施路径, 以及如何在教学中有效融入课程思政, 以为同类跨学科融合型公共选修课程的建设提供参考。

**关键词:** 仿生学, 教学模式, 公共选修课, 项目式教学, 课程思政

**中图分类号:** G642.0 **文献标志码:** A

### 1 前言

人类自古以来便通过观察、辨别、分析并利用自然界的诸多策略, 以解决所面临的各种难题, 自然界因而成为多种技术思想和发明创造的重要源泉。1960年, 美国斯蒂尔博士在第一届仿生学学术会议上首次定义了“仿生学”(Bionics), 即仿生学是模仿生物原理以构建技术系统, 或使人造技术系统具备乃至近似生物特征的学科。此次会议的召开是仿生学正式诞生的标志。现代仿生学在广义上被定义为: 通过学习、模拟生物生活和生境, 研制包含自然或人造生命及其组件的人工制品。与传统定义相比, 现代仿生学不再局限于对生物的研究, 还注重对人类行为以及人类与生物所处的生存环境(生境)所发生的各类现象的深入探索。因此,

仿生学已成为解决人类在经济与社会发展过程中所面临的重大难题的有效途径之一。

仿生学是20世纪以来由生物学与技术科学快速发展而形成的一门新兴交叉学科。自诞生以来, 仿生学凭借其可持续的发展动力与强大的原始创新活力, 迅速拓展至自然科学、技术科学、工程科学等诸多领域, 并进一步延伸至人文社会科学领域, 产生广泛影响且获得重要应用。基于仿生学在各领域的重要价值与实践意义, 笔者于2022年秋季学期面向天津大学本科开设全校公共选修课程, 即《探秘仿生学》, 该课程属于新工科创新课, 旨在培养学生的仿生思维, 帮助其拓宽学术视野, 激发创新意识, 并引导其将仿生思维应用于解决实际问题中<sup>[3-6]</sup>。

\* 收稿日期: 2025-05-12

基金项目: 国家自然科学基金(项目号 82402489)。

作者简介: 史杰(1988—), 博士, 硕士生导师, 讲师。

\*\*通信作者: 史杰, E-mail: jie.shi@tju.edu.cn.

## 2 探秘仿生学课程介绍及教学模式分析

### 2.1 学生选课情况分析

笔者自2022年9月开设《探秘仿生学》课程以来,已连续开设3个学期。对选课学生所在学院和年级进行统计分析,结果显示:共120人选修了本课程,覆盖15个学院,其中以工科学院为主,自动化学院(28%)和精仪学院(25%)占比较高;也有少量人文社科类学院,如法学院(2%)和管理学部(7%)(图1)。从年级分布来看,选课学生中以大一和大二学生为主,占比分别为36%和48%。同时也有少数大三(12%)和大四学生(4%)选修本课程(图2)。

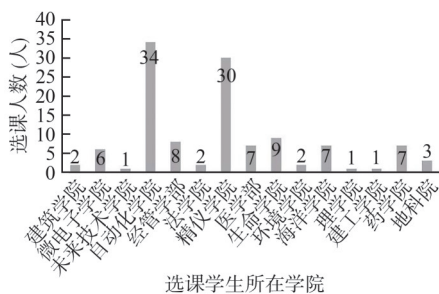


图1 选课学生所在学院统计分析.

Figure 1 Statistical analysis of colleges/departments for students taking courses.

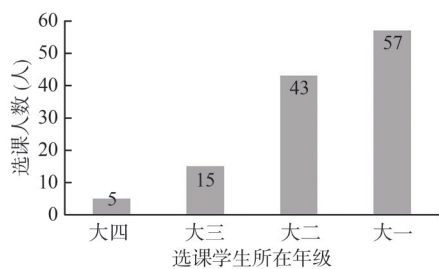


图2 选课学生所在年级统计分析.

Figure 2 Statistical analysis of grades for students taking courses.

### 2.2 教学模式分析

本课程教学共32学时,其中课堂讲授占26~28学时,课堂PPT展示占4~6学时。教学内容分为12章节,前3章重点介绍仿生学的基本概念、分类及要素;第4~7章主要讲解仿生学与生物感知、生物控制、生物反应及生活与生境的关系;第8章总结仿生学的主要方法与技术;第9~10章介绍微观世界及昆虫仿生;第11~12章探讨仿生学在生命健康等领域的应用。

学生成绩考核由3部分组成:平时成绩(30%),包括出勤率和课堂表现(如回答问题和参与讨论);小组PPT展示(30%),要求学生结合教学内容与仿生学最新研究成果,以3~6人小组的形式进行汇报,由教师和学生共同评分;仿生学相关报告成绩占40%。

在首次开课过程中,笔者采用大量图文、视频动画等多媒体素材进行教学,帮助学生理解仿生学的基础知识及其在医学、军事、材料、机械、文体、建筑等领域的应用。然而,传统讲授与多媒体相结合的教学模式仍以单向输出为主,缺乏师生之间的互动,学习效果一般。

为此,笔者针对每节课程内容设计了相关的讨论问题,并告知学生回答问题可额外加分,初步调动了学生的课堂积极性。同时,鼓励学生使用手机或电脑实时检索答案,这一方式进一步提升了学生的学习热情。尤其针对仿生模板,笔者引导学生主动搜索、学习仿生模板的特征并开展仿生设计联想。此外,还以实际问题为例,训练学生运用仿生学思维探索解决问题的方案。例如,日本新干线子弹头列车沿着日本各地的高速铁路行驶,速度为240~320 km/h,这一高速导致火车前面形成大气压力波,当其穿过隧道时,波浪会在出口处引起巨大的“隧道轰鸣”,打扰附近的居民,对此,引导学生利用仿生学的思维思考如何在火车不牺牲速度或消耗更多能源的情况下实现降噪。

在教学过程中,教师尝试通过“雨课堂”线上发送问题,由学生在线作答,或课堂直接提问。相比课堂直接提问,采用“雨课堂”线上发送问题的方式学生参与度更高,但回答问题的准确率普遍较低。因而笔者认为应根据问题类型采用不同的作答方式:常识性、简单类问题适合线上回答;难度较高的问题则更适合课堂直接回答,有助于教师和学生共同深入探讨。

### 2.3 教学效果评价分析

笔者于结课时通过匿名问卷开展了教学效果调查,内容涵盖课程难易程度、学习收获以及对教师和课程设计的建议。根据2023—2024年间2次课程教学效果评价问卷调查结果(图3),目前60%以上的学生认为课程难度适中;80%以上的学生认为课程“非常实用”或“比较实用”,且2024学年认为“非常实用”的学生较

2023 学年占比有所提高；在考核方式方面，90% 以上的学生认为当前考核方式“非常合适”

或“比较合适”。此外，关于课程推荐，94% 以上的学生表示愿意将该课程推荐给其他同学。

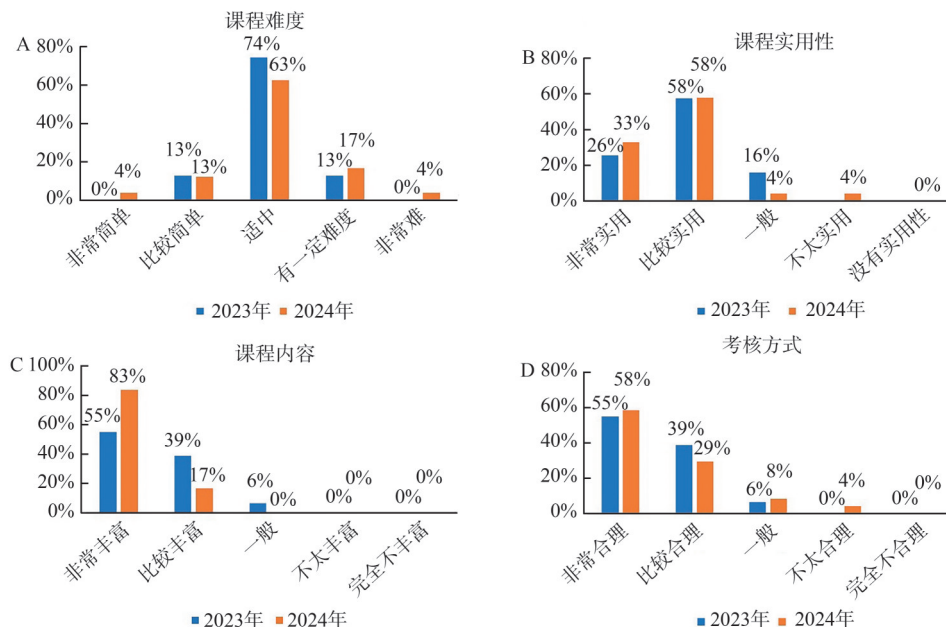


图3 2023年和2024年学生课程效果评价调查问卷统计图: (A) 课程难度; (B) 课程实用性; (C) 课程内容丰富度; (D) 课程考核方式的合理性。

Figure 3 Statistical chart of student course effect evaluation questionnaire in 2023 and 2024: (A) Course difficulty; (B) Course practicality; (C) Richness of course content; (D) Rationality of course assessment methods.

笔者在课程中设置了学生建议征集环节，并从中获得了许多宝贵意见。例如，有学生建议在授课过程中增加教具使用，以更生动形象地展示仿生模本。笔者积极采纳学生意见，并取得了不错的效果。例如，在讲解蛋壳结构在建筑仿生中的应用时，笔者将鸡蛋带入课堂，让学生尝试亲手捏碎鸡蛋。学生发现，即便使很大力气也无法将薄薄的鸡蛋壳捏碎，这让学生直观地认识到了蛋壳的稳定性，进而更好地理解薄壳结构在建筑仿生中的原理与应用。仿生模本的引入极大地提高了课堂的活跃度和学生参与度。笔者鼓励学生推荐仿生模本，并给予加分激励，学生积极推荐仿生模本，笔者结合教学内容对其进行展示，如猪笼草、捕蝇草、贝壳和蚕等实例，使学生更真切地感受到仿生学的魅力。

虽然以上方法逐步确立了学生在课堂中的主体地位，有效提升了学生的学习积极性和主动性，但笔者认为仿生学是一门高度交叉融合的学科，适用于当前广泛倡导的项目式教学模式，可进一步深化学习体验，提升学习成效。

### 3 项目式教学思考与设计

当今世界正处于百年未有之大变局，新一轮科技革命和产业变革加速推进，正处于实现重大突破的关键阶段。社会对高质量教育的迫切需求与日益增长的期待，对高等教育提出了新要求。项目式教学 (Project-Based Learning, PBL) 强调以学生为主体，有助于培养其自主学习能力与团队协作精神，对培养高素质、高层次、跨学科复合型工程人才具有重要意义<sup>[1]</sup>。

项目式教学以教学目标为导向、以教学内容为核心，通过设定项目主题，由教师提供或学生自主搜集资源，以小组团队合作的方式进行方案设计、问题解决、成果展示、交流与评价等。近年来，学校持续强化学科交叉融合，鼓励多学院协同构建跨学院、多学科、开放办学的新工科人才培养平台，推动工程教育组织模式创新，不断优化教育教学设计，并将项目式教学全面融入培养体系。

在此背景下，笔者尝试在《探秘仿生学》课程中引入项目式教学。调研发现，目前比较

成熟的项目式教学多面向同专业学生,而在全校公共选修课中开设项目式教学的相对较少。仿生学作为一门高度交叉融合的学科,非常适合多学科背景的学生共同探讨和解决问题。基于此,笔者围绕教学内容进行了项目式教学设计。例如,曾设置“仿生植物蒸腾作用创面修复材料研发”这一课题,组织学生组队开展项目实践,并带领学生参加科技创新比赛,如“挑战杯”“互联网+”等,取得了不错的效果。然而,由于公共选修课学生年级、专业差异较大,部分学生难以投入大量时间进行实践。针对这一问题,笔者鼓励学生以仿生理论设计与构思为主,通过撰写项目书和进行PPT汇报,展示如何利用仿生模本解决实际问题。例如,已有学生完成仿生搜救机器人的项目书撰写与汇报。笔者认为,在公共选修课中开展项目式教学,宜在常规教学的基础上增加项目学习环节,以项目书和PPT汇报作为成果呈现方式。该模式既能避免过多占用学生时间,又能考虑不同学科背景学生的时间灵活性,有利于项目顺利推进。

如何根据教学内容提炼项目课题对教学成效至关重要。选题应具备以下特点:首先,能激发学生兴趣,使其愿意投入时间与精力去完成;其次,契合课程教学目标,难度适中,学生通过努力能够完成。此外,笔者建议组建多学科背景的教师团队共同指导项目式教学,由不同专业教师协同设计课题并参与评价。基于此,我们组建了涵盖材料、医学、电子等领域的教师团队,共同负责项目式教学的设计与评估工作。

## 4 课程思政融入

仿生学的发展动力源于人类需求的驱动(如生存、健康、军事与发展等),同时也受到科学进步与军事任务的推动,非常适合开展课程思政教学。授课教师需深入挖掘课程中蕴含的思政元素,并以自然融入的方式开展思政教育,避免生硬地插入思政元素,影响学生的接受

效果<sup>[2,7]</sup>。在《探秘仿生学》教学过程中,笔者于多处融入了思政元素。例如,在讲解生境仿生案例时,以沙丘驻涡火焰稳定器的发明为切入点,引入相关思政元素。笔者向学生介绍,在我国航空发动机技术早期相对落后的阶段,战机长期依赖国外研发的V形火焰稳定器,存在最大推力不达标、高空熄火、燃油燃烧不充分,甚至震荡爆燃等问题。1981年,北京航空航天大学高歌教授受沙漠中形态稳定的新月形沙丘启发,提出了新的燃烧稳定理论,研制出沙丘驻涡火焰稳定器,显著提升了发动机燃烧效率与稳定性,降低了流体阻力与振荡损失,大幅提高了航空发动机合格率,避免给国家和军队造成重大损失。该发明被钱学森誉为“一项为中国人民争气的重大发明”,现已用于中国多种军用航空发动机。高歌教授的灵感来源于其在沙漠中的实践与思考。这一案例既增强了学生的爱国情怀,也启发他们善于从自然和生活环境中发现仿生模本,思考其与实际问题的关联,激发其创新灵感。另一案例涉及仿生子宫技术,在该部分教学中,笔者引导学生就仿生子宫可能涉及的伦理问题展开讨论。不同专业背景的学生从多个角度出发,积极发表观点,有效提升了其对医学伦理的认知与思辨能力。综上所述,笔者认为未来可在教学各环节系统设计和有效融入思政元素,进一步提升课程的思想性与育人功能。

## 5 结语

针对《探秘仿生学》教学中的课堂反馈与学生意见,笔者不断优化教学模式,致力于增强学生的课堂参与感,激发其成为学习的主体。仿生学作为一门高度交叉融合的学科,十分适合采用当前广泛倡导的项目式教学(PBL)模式,鼓励学生自主组队发现问题和解决问题。未来,在《探秘仿生学》的教学中,教师不仅要不断提高自身的专业素养,还应实现教学方法与手段的多样化,持续丰富和更新教学内容,并进一步完善考核机制,以全面保障教学质量和育人成效。

## 参考文献

- 1 张永梅,张卫纯,杨雁南.光学课程项目式教学探索与实践[J].物理与工程,2025,35(2):90-93.

- 2 王淑芳,丁丹,周卫红,等. 课程设计和教学活动中专创融合和课程思政的体现[J]. 离子交换与吸附, **2024**, 40(6): 516-519.
- 3 马愫倩. 仿生智能材料课程设计与实施策略研究[J]. 安阳工学院学报, **2024**, 23(6): 53-57.
- 4 姚响,邹盛之. 《仿生材料》前沿案例教学改革实践与探索[J]. 广东化工, **2024**, 51(1): 164-167.
- 5 杨玉婉,黄玉祥,付作立,等. “农业机械仿生技术”课程对本科生创新思维能力的培养[J]. 农业工程, **2022**, 12(12): 114-117.
- 6 王晶,张里荃,张岩,等. 公共选修课《仿生学与现代科技》的教学初探[J]. 出国与就业(就业版), **2011**(18): 173.
- 7 朱春风,宫晓群. 浅谈《遗传学实验》课程思政教育的设计与实践[J]. 高教学刊, **2020**(8): 102-104.

## Teaching

# Cross-Disciplinary Teaching Reform and Implementation of the Public Elective Course Exploring Bionics

SHI Jie\*, ZHAO Yan-mei, LYU Qi, GUO Xiao-qin

(School of Disaster and Emergency Medicine, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract** Biomimetics is a newly emerging interdisciplinary field that has developed rapidly since the 20th century, resulting from the rapid advancement of biology and technological sciences. It involves various fields of natural sciences, technological sciences, engineering sciences, and humanities, and provides an effective means to solve major challenges. Based on the significant guiding implications of biomimetics in various areas, I set the elective course titled “Exploring Bionics” for undergraduate students at Tianjin University since 2022 to activate students’ biomimetic thinking, broaden their perspectives, and stimulate their innovative consciousness, integrating biomimetic thinking into solving problems. Here, we analyzed the necessity of the course “Exploring Bionics” and characterized the backgrounds of the students who chose this course. At the same time, we discussed the application of different teaching models and their teaching effects, especially the exploration of how to conduct project-based teaching for public elective courses, and how to effectively incorporate ideological and political education into the curriculum, providing suggestions and inspiration for the establishment of relevant interdisciplinary public elective courses.

**Keywords** Biomimetics, Teaching models, Public elective courses, Project-based teaching, Ideological and political education

---

\* Corresponding author: SHI Jie, E-mail: jie.shi@tju.edu.cn.