

生物医学工程专业“高等数学”课程教学改革模式研究

史彩云, 王倩, 李曙, 鲁娜
广州医科大学, 广东广州

摘要: 针对生物医学工程专业高等数学教学与专业需求脱节的问题, 本文从教学现状切入, 剖析课程内容、方法及师资层面的核心矛盾。提出融合专业场景重构课程内容、创新多元化教学方法、打造双师型教学团队的改革路径, 配套资源、机制保障及多元评价体系。改革将数学理论与医学成像、药物动力学等场景结合, 旨在提升学生数学应用能力, 为专业人才培养提供支撑, 为同类课程改革提供参考。

关键词: 生物医学工程; 高等数学; 教学改革

Research on Teaching Reform Model of “Advanced Mathematics” in the Biomedical Engineering Major

Caiyun Shi, Qian Wang, Shu Li, Na Lu

Guangzhou Medical University, Guangzhou, Guangdong

Abstract: Addressing the disconnect between advanced mathematics teaching and professional requirements in biomedical engineering, this paper begins with an analysis of the current teaching landscape, dissecting core contradictions in curriculum content, teaching methods, and faculty expertise. It proposes reform pathways that integrate professional scenarios to reconstruct course content, innovate diversified teaching methods, and establish a dual-qualified teaching team, supported by resources, institutional safeguards, and a multi-dimensional evaluation system. The reforms combine mathematical theories with scenarios such as medical imaging and pharmacokinetics, aiming to enhance students' mathematical application skills, support specialized talent cultivation, and provide a reference for similar course reforms.

Keywords: Biomedical Engineering; Advanced Mathematics; Teaching Reform

* 作者简介: 史彩云, 广州医科大学, 研究方向为生物医学工程、医学影像及数学建模; 王倩, 广州医科大学, 研究方向为生物医学信号处理及医学人工智能; 李曙, 广州医科大学, 研究方向为生物医学信号与图像处理; 鲁娜, 广州医科大学, 研究方向为医学数据处理及数学分析建模。

1 引言

生物医学工程作为交叉学科，其人工器官设计、医学信号处理等核心领域均依赖高等数学工具。但当前该专业高数教学中，纯理论讲授为主，傅里叶变换与心电信号分析等专业关联内容缺失，导致学生应用能力薄弱。随着医疗技术发展，行业对数学建模能力的需求愈发迫切。因此，立足专业特色探索高数教学改革模式，打破理论与实践壁垒，成为提升人才培养质量的关键课题，具有重要的现实意义。

2 教学现状审视与改革动因剖析

生物医学工程专业高等数学教学的供需错位问题尤为突出，直接导致专业人才培养目标缺乏有力支撑。教材仍以纯理论推导为核心，微分方程讲解聚焦公式证明，药物动力学中描述药物浓度变化的常微分方程模型鲜少涉及；偏微分方程教学则避开医学成像重建依赖的扩散方程应用，学生数学知识与专业核心领域渐行渐远[1]。应用案例多停留在表层，傅里叶变换被提及，却未触及心电图信号去噪中的实际操作，数学工具价值无从体现。多数课堂保持注入式讲授模式，教师多出身数学专业，生物医学知识储备不足。小波变换在脑电信号分析中的时频局部化优势难以解析，细胞增殖建模等问题更无法借高数思维引导学生解决。学生学习主动性随之降低，多数将高数视为考核任务，人工器官设计、基因调控网络分析中的核心作用被忽视，课堂参与度低迷，应用能力薄弱。生物医学工程对数学建模能力需求迫切，现状与之形成尖锐矛盾，教学改革成为提升专业人才培养质量的必由之路。

3 基于专业特色的教学改革核心路径

3.1 融合专业场景重构课程内容

专业场景融合下的课程内容重构，需锚定生物医学工程核心领域需求，打破数学知识与专业应用的壁垒，让抽象理论转化为解决实际问题的实用工具[2]。微积分模块可贴合生物力学方向，导数应用章节引入人工关节设计的应力应变分析。股骨假体

植入后的受力模型摆在面前，学生用导数计算不同载荷下假体表面的应力变化率，极值原理优化假体几何结构的作用随之明晰。定积分讲解对接组织工程，细胞增殖与迁移的动态过程为载体，借助积分算出特定时间内细胞群落的面积增长，生物量估算中的应用就此掌握。微分方程是重构重点，可深度衔接药物动力学与医学成像。一阶线性微分方程教学引入单室模型药物浓度动力学方程，学生求解后算出半衰期、达峰时间等关键参数，结合临床给药方案设计案例，方程解的实际意义愈发具体。二阶微分方程章节融入心电图信号分析，解析心肌细胞动作电位传导方程，厘清方程解与心电图波形特征的关联，学生便能运用微分方程解释心律失常的信号表现。

线性代数模块需强化生物医学数据处理的融合，矩阵运算教学融入基因表达矩阵的构建与分析。学生可借矩阵乘法完成基因芯片数据降维，求解特征值与特征向量，识别肿瘤相关关键基因模块。向量空间章节关联医学影像重建技术，阐释CT成像中投影数据的向量形式，线性变换如何实现图像逆投影重建也应涵盖，助力学生领会线性代数在医学影像中的底层逻辑。概率论与数理统计部分聚焦生物医学实验设计及数据解读，概率分布教学结合临床检验数据。正态分布可分析血液生化指标参考范围，泊松分布则用于探究放射性药物体内衰变规律。假设检验章节纳入医学实验数据处理案例，对比两种支架材料的细胞黏附率差异，引导学生运用t检验、卡方检验等方法统计分析，掌握从数据收集到结论推导的完整流程。

内容重构的系统性需以生物医学工程专业人才培养目标为核心[3]。建立“数学理论-专业问题-解决方案”三维内容体系，编制可视化课程内容图谱是关键。图谱需锚定各数学知识点的专业价值，微积分关联生物力学，线性代数对接基因数据处理，每个知识点对应的核心应用场景、典型案例及能力目标都应明确，“知识-应用-能力”的链路由此清晰。专业特色补充教材同步编写，人工器官设计的假体应力计算、医学信号处理的心电信号降噪、基因数据分析的肿瘤标志物筛选等领域案例是收

录重点。每个案例包含临床问题描述、数学模型构建、软件求解步骤及结果专业解读, 学生可直观掌握数学工具的应用逻辑。结合医学影像工程、康复工程、生物信息学等专业方向差异, 设计模块化选修内容。影像方向强化傅里叶变换与图像重建的结合, 康复方向侧重运动生物力学中的微积分应用, 生物信息学方向补充基因序列分析的统计模型, 精准匹配学生发展需求, 课程内容的针对性与实用性随之提升。

3.2 创新多元化教学方法与手段

创新多元教学方法是提升效果的关键, 打破传统课堂边界, 构建“理论讲授-案例分析-实践操作-项目创新”四位一体模式。理论讲授采用问题导向, 以专业实际问题引出数学知识。讲解多元函数偏导数时, 以医学影像CT值三维重建为导入, 抛出“如何通过不同层面投影数据计算组织体素密度值”的核心问题。引导学生思考偏导数在空间坐标变换中的作用, 抽象数学概念就此与具体专业问题相连, 有效激发学习兴趣。案例分析推行案例驱动, 选取代表性专业案例深度剖析, 每个案例都遵循“提出问题-构建模型-数学求解-结果应用”流程。医学信号处理中的心电图纸降噪便是典型, 先展示含噪声的信号, 明确降噪需求, 再引导构建基于傅里叶变换的滤波模型。通过数学计算分离噪声后, 对比降噪前后效果, 学生能直观体会数学方法的应用价值。

实践操作是理论与应用间的关键桥梁, 多层次实践平台的搭建至关重要。依托实验室建设, 可推行“虚拟仿真+实体实验”的实践教学模式。虚拟仿真软件为医学成像的数学运算提供模拟环境, MATLAB实现磁共振图像的傅里叶变换重建便是典型, 学生能在此反复操作, 逐步熟悉数学模型的应用步骤。实体实验与之互补, 通过生物信号采集系统获取心电信号后, 运用所学数学方法完成信号特征提取与分析, 理论知识就此落地为实际应用。“项目式学习”模式同步引入, 学生以小组为单位聚焦专业实际项目开展研究。“基于微分方程的药物剂量优化设计”“利用统计方法分析临床数

据的相关性”等课题, 促使学生在项目推进中自主调用数学知识解决问题, 团队协作能力与创新思维也随之培养。

教学手段上, 充分运用信息技术打造智能化教学环境。可依托雨课堂、慕课等在线平台可搭建“线上+线下”混合场景, 课程视频按知识点碎片化拆分, 同步上传生物医学案例与分层习题。傅里叶变换知识便配套心电图信号处理实操习题, 方便学生课余自主研习。平台设专属讨论区, 按“微积分应用”“统计建模”等模块分类, 人工器官应力计算这类难点问题, 学生可发帖交流。教师实时答疑并梳理共性问题, 作为课堂重点内容, 有效拓展教学的时间与空间。大数据分析技术能构建学生学习画像, 追踪答题正确率、视频观看进度及暂停节点、讨论区发言频率等数据, 精准定位微分方程建模等模块的薄弱环节。共性问题增补专题微课, 个性化需求则推送定制化习题, 实现“千人千策”的教学调整。翻转课堂模式深度融入, 课前平台发布基础知识任务单与预习测验, 课堂聚焦专业案例研讨、MATLAB实操与问题攻坚。组织学生分组探讨药物动力学方程在给药方案设计中的应用, 充分调动主动性, 显著提升课堂效率。

3.3 打造双师型教学团队

“双师型”教学团队是教学改革顺利推进的核心支撑, 成员需兼具扎实数学理论功底与深厚生物医学工程专业素养, 实现数学知识与专业应用的无缝衔接。团队构建需从师资引进、培养培训、团队协作三维发力, 形成完整建设体系。师资引进环节应搭建多元化机制, 高校招聘侧重数学专业背景且有生物医学工程相关研究经历的博士毕业生。这类人才需掌握COMSOL Multiphysics、SPSS等至少一种专业数学建模软件, 能将数学理论融入专业研究。同时积极吸纳生物医学工程领域行业专家, 医院影像科资深医师、医疗设备企业研发工程师均可纳入。他们实践经验丰富, 能为教学提供鲜活案例与实用技术指导, 填补校内教师实践短板。

师资培养培训是提升团队“双师”素养的关键环节, 需制定系统性的培养计划。对于数学专业

背景的教师,实施“专业浸润式”培养,安排其到生物医学工程实验室参与科研项目,如人工器官的力学性能分析、医学信号处理算法的研发等,通过亲身参与科研实践,熟悉专业领域的核心问题与技术需求;同时,组织其参加生物医学工程相关的学术会议、短期培训课程,如医学影像技术研讨会、生物信息学数据分析培训等,系统学习专业基础知识,提升专业素养。对于生物医学工程专业背景或行业引进的教师,开展“数学强化式”培训,开设高等数学进阶课程、数学建模专题培训等,重点提升其数学理论水平与数学建模能力,使其能够准确把握数学知识与专业应用的结合点,更好地引导学生运用数学方法解决专业问题[4]。

高效团队协作机制是“双师型”团队发挥优势的保障。推行“双师搭档”授课,数学专业教师与生物医学工程专业教师共同承担教学任务。前者负责核心理论讲解,后者引入专业案例、指导实践操作,形成优势互补。讲解微分方程应用时,数学教师推导方程求解过程,专业教师则结合药物动力学案例,阐释方程在药物剂量设计中的实际用途,助力学生同步掌握理论与实践技能。团队需建立定期教研制度,每周一次集体备课,围绕教学内容重构、案例选取、方法创新等问题深入交流,凝聚集体智慧。每月组织教学观摩,成员轮流授课,其他人参与评课议课并提出改进建议,推动教学水平共同提升。团队成员应联合开展教学改革研究,可申报“生物医学工程专业高等数学教学模式创新研究”等课题,以科研带动教学,提升整体教学科研能力。

4 教学改革实施保障与成效评价

教学改革的有序推进需坚实保障支撑,首要强化资源保障,联合高校图书馆与生物医学工程实验室,打造专属高数教学资源库,收录医学影像重建算法手册、生物力学数学模型案例集等特色资料,同步引入MATLAB医学信号处理插件、COMSOL生物传热仿真模块,为实践教学提供工具支持。建立校院企协同保障机制,与本地三甲医院影像科、医疗设备企业共建实践基地,明确双方在学生实习

指导、案例供给等方面的职责,定期召开协调会解决改革中出现的设备更新、师资调配问题。完善制度保障,将高数教学改革成果纳入教师绩效考核,设立专项经费用于教材编写、师资培训和学生创新项目资助,激发师生参与积极性。成效评价需突破单一考试局限,构建“过程+结果+应用”的多元体系。过程性评价占比40%,涵盖课堂案例分析报告如药物动力学方程求解、实践操作成绩如心电信号滤波处理,以及小组项目阶段性成果;终结性评价以综合能力测试为主,试题融入人工器官应力计算、基因数据统计分析等专业场景,考查知识应用能力。同时引入第三方评价,邀请企业研发人员、医院工程师评估学生解决实际问题的能力,结合学生评教反馈调整教学策略,形成“保障-实施-评价-优化”的闭环机制,确保改革成效切实服务于专业人才培养[5]。

5 结语

生物医学工程专业高数教学改革是适配专业发展的必然举措。本文提出的课程内容重构、教学方法创新及双师团队建设路径,紧扣专业场景与实践需求,配套的保障与评价体系为改革落地提供支撑。此举不仅能提升学生数学应用能力,更能强化高数与专业领域的衔接。未来需持续优化改革细节,结合技术发展更新教学内容,为培养高素质生物医学工程人才筑牢数学基础,也为同类交叉学科课程改革提供借鉴。

致谢

广州市科技计划项目:基于非增强磁共振成像和深度学习理论的门静脉栓塞精准检查方法研究(项目编号:2025A04J4360),广州医科大学科研提升项目:基于非增强磁共振成像的门静脉栓塞精准检查方法研究(项目编号:02-410-2405125)。

参考文献

- [1]林正海.高等数学在工程应用中的教学改革与实践探索[J].中文科技期刊数据库(引文版)教育科学,2025(1):164-167.
- [2]赵增逊,孙文青,李兵方,李运通.工科类院校高等数学教学

- 改革探索——基于工程案例与数学文化视角[J].镇江高专学报, 2024,37(1):112-114124.
- [3]朱亚红.高等数学在化工教育教学改革中的融合策略与实践[J].塑料工业, 2025,53(5):198-198.
- [4]王国强, 李倩, 吴中成.产教融合视域下地方工科高校高等数学课程教学改革的探索与实践[J].创新教育研究, 2024,12(6):462-471.
- [5]王珺, 李宝萍, 戴泽俭.以学生为中心的理念下高等数学“三位一体”教学改革的探讨[J].巢湖学院学报, 2024,26(3):108-115.

