

面向医学院校生物医学工程专业的“金课”教学模式探究^{*}

刘冬冬 武博 王宇 张楠

(首都医科大学生物医学工程学院 北京 100069)

〔摘要〕 目的/意义 针对医学院校生物医学工程专业,探索一流课程建设有效路径,培养创新型生物医学工程人才,提高学生解决问题的能力。方法/过程 以 MATLAB 程序设计与应用课程为例,以“两性一度”为标准,优化教学内容,更新教学模式,立足学科优势推行教材建设及考核评价改革,并实践应用。结果/结论 改革有效提高了学生自主学习能力和学习效果,促进了教师教学水平提升,为医学院校同类课程建设提供有益参考。

〔关键词〕 生物医学工程;教学改革;“金课”;挑战性学习;BOPPPS 理论

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.07.017

Exploration of the “Golden Course” Teaching Mode for Biomedical Engineering Majors in Medical Colleges

LIU Dongdong, WU Bo, WANG Yu, ZHANG Nan

School of Biomedical Engineering, Capital Medical University, Beijing 100069, China

〔Abstract〕 **Purpose/Significance** Aiming at biomedical engineering majors in medical colleges, the paper explores the effective path of first-class curriculum construction, cultivates innovative biomedical engineering talents, and improves students' problem-solving ability. **Method/Process** Taking MATLAB program design and application course as an example, the study adopts the “high-level, innovative and challenging” standards to optimize the curriculum content, expand teaching methodologies, and update instructional models. Based on the advantages of the subject, the reform and application of teaching material construction and evaluation are carried out. **Result/Conclusion** The implemented reforms significantly enhance the students' autonomous learning capabilities and learning effects, promote teachers' teaching level, and provide useful references for the construction of similar courses in medical colleges.

〔Keywords〕 biomedical engineering; teaching reform; “golden course”; challenge based learning (CBL); BOPPPS theory

〔修回日期〕 2024-05-16

〔作者简介〕 刘冬冬,博士,副教授,发表论文 20 余篇;张楠,教授,博士生导师。

〔基金项目〕 北京市自然科学基金面上项目(项目编号:4232002)。

1 引言

生物医学工程专业是理学、工学、医学深度融合的交叉学科,致力于将工程原理和技术应用于医学和生物学领域,以促进医疗技术的创新和发展。

随着科技发展及健康问题受关注程度提升,创新型生物医学工程人才需求呈显著增长趋势^[1]。MATLAB 程序设计与应用作为生物医学工程专业的核心专业基础课程,以高等数学、线性代数等课程为前导,后续有医学图像处理、数字信号处理、医学模糊决策等专业课程,在整个课程体系占据重要位置。该课程的教学目的是为学生的学习及科研工作培养编程和计算思维能力。近年来,教育部推出国家级一流本科课程——“金课”建设计划,同时提出“两性一度”的课程建设标准,包括课程的高阶性、创新性和挑战度 3 个关键要素^[2]。当前,“金课”建设成为高等教育教学改革中的热点问题,本教学组立足“两性一度”标准,围绕 MATLAB 程序设计与应用课程积极探索“金课”建设的有效路径,结合所在学校专业实际情况进行课程改革和实践。

2 MATLAB 程序设计与应用课程在教学中面临的问题

2.1 有限学时内课程设计缺乏高阶性

MATLAB 功能强大,具有较强的通用性和专业性,可讲授内容及知识点丰富。然而,目前高校开设的 MATLAB 课程大多先介绍一系列命令和函数,再通过相关例子讲解其用法,缺乏高阶性教学内容设计^[3]。高校普遍存在学分压缩情况,通常程序语言类课程在有限的学时内只关注课程教学内容的基础性和经典性,例如讲授程序设计的基本语法、数据结构类型、程序流程控制、模块化设计、文件存储、经典算法与调试技能等基础知识。考虑到社会对生物医学工程专业人才培养的实际需求,特别是对理论与实践相结合的重视, MATLAB 课程教学内容的高阶性设计应着重于培养学生解决复杂问题的计算思维能力,实现知识、能力与素质的有机融合,结合基础应用与高级科学技术应用,强化课程的综合性与高阶性,这是基于“两性一度”理念进行课程内容设计时亟须解决的关键问题。

2.2 教学形式缺乏创新性

传统教学模式通常以教师和课堂为中心,以“灌输”的方式试图使学生系统、完整地掌握理论知识^[4]。而实践部分,学生往往会模仿教师演示或参照实验教材来获取预期实验结果。这种单向教学模式结合 MATLAB 课程繁重的内容,很难激发学生学习兴趣,易导致为了应对考试而被动地接受知识,难以独立利用 MATLAB 来解决实际问题,不利于培养学生的主动学习兴趣和创新能力。新的教学范式应该以学生学习和发展为中心^[5]。融入现代技术手段,调动学生学习兴趣,使学习成果不仅限于知识的吸收,还包括运用所学知识进行深思和一定层次的探索性实践,这是基于“两性一度”理念进行教学设计时需要考虑的重要因素。

2.3 课程教学缺乏挑战度

MATLAB 作为程序设计课程,由学校计算机教研室承担教学,信息类专业出身的师资能够很好地保障授课内容的系统性、完整性,但尚不能较好地将生物医学工程学科的背景、知识、经验融入教学内容。另一方面,本课程属于专业基础课,教学要求相对简单。在目前的教育评估体系中,以笔试作为主要评估手段,更侧重于评价学生对语言结构和基础语法规则的掌握程度,考试题目往往集中考查学生的记忆、理解和简单应用方面,而在评估学生的综合实际应用能力方面则显得不足。导致课程结束后,尽管学生能够配置开发环境、理解和修改简单代码,但自行编写代码的能力仍然薄弱。探索如何通过提高挑战度增加教师与学生对课程的投入,是基于“两性一度”理念进行教学模式调整时面对的重点问题。

3 融合“两性一度”理念的课程教学改革实践

3.1 项目驱动的教学内容

课程的高阶性主要是促进学生进行高阶学习,涉及知识、能力、素质的有机融合。对应美国布鲁

姆教学目标分类中的 6 个层级：记忆、理解、应用、分析、评价和创造，通常课程中注重讲解语法知识的理解、记忆和应用，实际上属于低阶性教学模式^[6]。为了引导学生进行分析、评价和创造，通过探讨实际工程问题实现知识传授、消化、迁移与创新的递进^[7]，见图 1。在理论课部分首先以故事形式描述简单、生活化的实际问题，引起学生兴趣。进一步将问题拆分为 3 部分：题目描述、输入输出要求和输入输出示例。课程遵循输入 - 处理 - 输出（input - process - output, IPO）程序设计模式，以解决问题为理论学习过程的主线，使学生始终带着需求主动从课堂中获取知识，培养学生运用理论知识解决实际问题的素养。实验课部分，从学科竞赛和优秀教学资源中发掘与专业相关的应用案例，学生根据个人兴趣选择并完成自主分析问题、评价掌握的不同方法并找出给定问题的最有效解决途径、制定并执行解题计划。通过此种课堂学习方式，学生不仅可以逐步建立解决复杂问题的综合能力，还能有效促进其分析、评价和创造等高阶思维技能的发展。

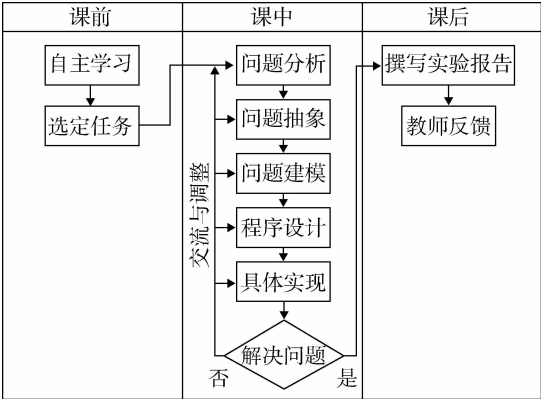


图 1 高阶性理念下的问题解决流程

3.2 多样化的教学方法

教学方式创新离不开现代信息技术的应用。团队自 2019 年开始探索基于 BOPPPS 理论的线上线下混合式教学方法^[8]。经过 5 年的教学实践总结出一套以学生为中心的多元化教学方法，见图 2。首先，通过 Blackboard（BB）网络教学平台发布教学任务单并导入问题，引导学生利用网络多

媒体课程资源进行碎片化预习，明确学习目标。然后在大班课上，通过交流互动了解学生的在线学习效果，并由教师讲解重点难点。通过有效地利用翻转课堂，将大班划分为小组，完成随堂练习。教师随机对小组提问，学生阐述答案及缘由，其他小组学生点评结果是否存在问题，并分析出错原因，从而有效促进学生主动学习、团队协作。课后，在 BB 网络教学平台设置章节测试和讨论区，同时通过 VMware Horizon HTML Access 构建 24 小时全天候在线编程练习平台，为学生提供课下消化吸收和交流、认知的机会。最终，教师对课程内容和学生在线学习行为进行评价与总结，评价时注重学生的个性化发展，允许差异性存在，以激发学生独特潜能的发展。

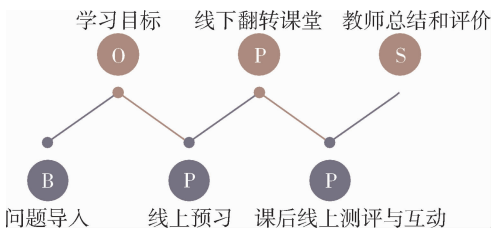


图 2 多元化教学方法实施流程

3.3 挑战性教学模式

清华大学提出“挑战性学习”（challenge based learning, CBL）课堂教学模式，希望通过有趣且有价值的挑战性问题的激发学生的兴趣和创造力，进而培养学生的沟通、协作和创新技能^[9]。结合“两性一度”理念，在课程中增加“跳一跳才能够得着”的期末课程设计任务。任务具有一定挑战度和工作量，学生不能仅凭简单套用课堂所授的基础编程知识、算法或示例代码完成，而需要综合所学知识不断实践、试错、分析、调整和迭代，并有效利用各种资源和资料，最终解决特定问题。同时，开设第二课堂，促进师生更加深入地讨论和交流，训练解决复杂问题的综合科研能力，培养发现问题、团队合作、求解问题、成果展示的能力。整个教学过程要求教师付出更多的精力备课和讲课、必须在科研前沿工作，才能真正实现科教融合，将科研经验带入教学。

3.4 实用性教材建设

教材建设是高水平人才培养体系的核心组成部分，也是传承新教学理念、教学方法、教学模式的重要手段^[10]。MATLAB 在实验数据处理、医学影像分析和生物过程仿真等方面应用广泛，成为科研人员和学生必备的科研工具和平台。然而，现有教材往往过于理论化或缺乏针对性，无法直接满足生物医学工程专业的具体学习和研究需求。经过多轮教学实践，根据学生实际需求和专业特色，强调以学生为本的理念，规划并组织出版本课程的实用性教材，以满足课程教学改革需求。教材内容从初学者角度循序渐进地讲述 MATLAB 基础知识和应用，覆盖常用知识点，例如数值计算、符号计算、可视化和图形用户界面设计、程序设计、Simulink 仿真等基础知识。同时提供丰富的临床应用实例，特别强调 MATLAB 在生物信号处理、医学影像分析以及临床数据处理等领域的应用，使学生能够将所学知识直接应用于专业学习和未来职业实践。教材符合课程教学目标，适合教师教学和学生使用。

3.5 优化考核办法

课程考核是评估课程是否达到“两性一度”标准的有效方法。新的教学模式融合传统课堂教学与线上学习的优势，重塑教与学的互动模式，注重培养学生创新性解决问题的能力。课程考核包括 3 个阶段：第 1 阶段是基于在线自主学习行为的个性化学习成绩，注重考察学生的学习态度。第 2 阶段是课堂实践能力考核，是本次教学改革的重点，体现

课程教学对学生综合能力的提升。第 3 阶段是课外理论知识考核，要求适当增加考核题目难度，不只是对知识记忆的简单考核，还需要学生经过深入思考后才能准确、完整地解答，见表 1。

表 1 课程考核

考核阶段	考核内容	育人目标
阶段一：	线上预习	自主思考
线上自主学习	线上章节测试	自主思考、知识应用
	线上讨论	自主思考、知识应用、解决问题
阶段二：	案例学习	自主思考、知识应用、解决问题
课上实践能力	项目分析与求解	自主思考、知识应用、解决问题
	项目展示	自主思考、知识应用、解决问题
阶段三：	线下作业	自主思考、知识应用
课下理论知识	期末笔试	自主思考

4 改革效果评价分析

2020 年首次采用新模式进行试点授课，2018—2022 年（以 2 年为间隔）的学生考核成绩，见表 2。随着教学改革的多轮实践和完善，学生的总体成绩逐渐升高，而标准差呈下降趋势，表明学生成绩变得更加稳定，两极分化趋势有所减缓。尤其是在实践能力方面，改革后的教学使所有学生都积极参与课程，自主交流与讨论的次数增加，思维活跃度显著提升。通过双样本 *t* 检验分析发现，2022 年学生实践能力评分显著高于以往（ $P<0.05$ ），表明教学改革在培养学生实践能力方面取得一定效果，符合生物医学工程专业人才培养的目标。

表 2 课程成绩统计对比

年份	自主学习评分（均值 ± 标准差）	实践能力评分（均值 ± 标准差）	理论知识评分（均值 ± 标准差）	总成绩（均值 ± 标准差）
2018 年	—	24.63 ± 4.75	66.66 ± 15.57	73.62 ± 13.19
2020 年	9.13 ± 0.83	25.88 ± 4.41	69.17 ± 10.08	76.50 ± 9.40
2022 年	9.00 ± 0.92	28.50 ± 2.45 *	66.00 ± 10.67	77.10 ± 7.26

注：“—”表示无数据，“*”表示双样本 *t* 检验 $P<0.05$ 。

5 结语

MATLAB 程序设计与应用是生物医学工程专业的重难点课程之一，在国家大力推进一流本科课程建设背景下，本文围绕“两性一度”标准开展教学探索与实施，从教学内容、教学方法、教学模式、教材建设、考核评价 5 个方面探究课程改革，逐步落实“以学生为中心”的教育理念。基于学科优势，推进科教融合，培养学生分析问题和解决问题的能力，提升学生实践能力和创新能力，为后续专业教学和实践奠定坚实基础，为相关学科的“金课”建设提供实践经验和参考。

作者贡献：刘冬冬负责论文构思与撰写；张楠负责论文审核；武博、王宇协助课程案例设计。
利益声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

1 薄雪峰, 任朝晖, 王燕, 等. 生物医学工程专业电子类课程教学模式改革探索 [J]. 北京生物医学工程, 2019, 38 (2): 201 - 205.

(上接第 67 页)

8 高慧颖, 公孟秋, 刘嘉唯. 基于特征加权词向量的在线医疗评论情感分析 [J]. 北京理工大学学报, 2021, 41 (9): 999 - 1005.

9 殷国鹏. 消费者认为怎样的在线评论更有帮助? ——社会性因素的影响效应 [J]. 管理世界, 2012 (12): 115 - 124.

10 GAO G, GREENWOOD B N, AGARWAL R, et al. Vocal minority and silent majority: how do online ratings reflect population perceptions of quality [J]. MIS quarterly, 2015, 39 (3): 565 - 590.

11 孙士伟, 王川, 贾琳. 基于多维度文本特征的电商平台评论有用性研究 [J]. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2023, 25 (2): 176 - 188.

12 FAN L, ZHANG Y, DANG Y, et al. Analyzing sentiments in Web 2.0 social media data in Chinese: experiments on business and marketing related Chinese web forums [J]. Information technology and management, 2013, 14 (3): 231 - 242.

13 高慧颖, 刘嘉唯, 杨淑昕. 基于改进 LDA 的在线医疗评论主题挖掘 [J]. 北京理工大学学报, 2019, 39 (4): 427 - 434.

2 吴玉, 田怀军, 谢佳新, 等. 军医大学高原军队卫生学课程“金课”建设探索与实践 [J]. 中华医学教育探索杂志, 2023, 22 (11): 1657 - 1660.

3 王皖君, 陈薇. Matlab 及其应用课程教学研究与探索 [J]. 教育教学论坛, 2015 (20): 152 - 153.

4 夏金存. 基于计算思维的地方医学院校计算机基础课程改革 [J]. 医学信息学杂志, 2020, 41 (6): 90 - 93.

5 张守科, 张心齐, 苏秀, 等. 以学生为中心的微生物学线上线下混合式教学创新与实践 [J]. 微生物学通报, 2023, 50 (3): 1354 - 1364.

6 宋专茂, 刘荣华. 课程教学“两性一度”的操作性分析 [J]. 教育理论与实践, 2021, 41 (12): 48 - 51.

7 刘冬冬, 景斌, 翁大伟, 等. 医学专业留学生的计算思维能力培养 [J]. 北京生物医学工程, 2022, 41 (5): 535 - 537.

8 徐琦, 邢丹. 基于问题学习和 BOPPPS 模式下医学院校计算机网络课程实验教学探索 [J]. 医学信息学杂志, 2022, 43 (6): 91 - 96.

9 孙宏斌, 冯婉玲, 马璟. 挑战性学习课程的提出与实践 [J]. 中国大学教学, 2016 (7): 26 - 31.

10 方昕. 基于“两性一度”的高校数据库课程的“金课”建设探究 [J]. 微型电脑应用, 2019, 35 (12): 70 - 72.

14 蔡柳萍, 解辉, 张福泉, 等. 基于稀疏表示和特征加权的大数据挖掘方法的研究 [J]. 计算机科学, 2018, 45 (11): 256 - 260.

15 ZHAO J, HA S, WIDDOWS R J C, et al. Building trusting relationships in online [J]. Health communities, 2013, 16 (9): 650 - 657.

16 柯洁, 杨婉, 黄桂玲, 等. 移动医疗 App 在线评论维度挖掘与情感分析 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2022, 31 (6): 20 - 29.

17 GAO G G, MCCULLOUGH J S, AGARWAL R, et al. A changing landscape of physician quality reporting: analysis of patients' online ratings of their physicians over a 5 - year period [J]. Journal of medical internet research, 2012, 14 (1): e38.

18 CHEN Q, YAN X, ZHANG T. Converting visitors of physicians' personal websites to customers in online health communities: longitudinal study [J]. Journal of medical internet research, 2020, 22 (8): e206223.

19 魏洁, 杨正玲. 患者、医生和系统产生内容对患者择医行为的影响 [J]. 管理科学, 2022, 35 (4): 44 - 56.