

科普故事赋能《生物力学基础》课程教学创新实践研究

张艳萍, 乔爱科

北京工业大学化学与生命科学学院, 北京

收稿日期: 2025年7月20日; 录用日期: 2025年8月18日; 发布日期: 2025年8月27日

摘要

在“新工科/新医科”教育改革大背景下, 培养“新医工融合”的创新型人才是生物医学工程专业的重要目标。《生物力学基础》是生物医学工程等交叉学科专业的重要基础课程, 但传统教学方式以理论讲授和公式推导为主, 存在学生学习兴趣不高、理解困难等问题。本文以“科普故事”为切入点, 探索其在《生物力学基础》课程教学中的应用路径, 构建“以趣激学、以情育人”的教学新模式。基于建构主义学习理论和情境认知理论, 设计了以科普故事为载体的多元教学策略, 包括建设故事资源库、设计故事化教学案例、开展探究性实验、组织课堂互动讨论及融入课程思政元素等, 提出了可推广的教学改革范式, 亦为医学与工程交叉类课程提供了创新教学的实践范例。

关键词

生物医学工程专业, 生物力学基础, 科普故事, 教学改革, 课程思政

Innovative Teaching Practice of “Fundamentals of Biomechanics” Empowered by Science Popularization Stories

Yanping Zhang, Aike Qiao

School of Chemistry and Life Science, Beijing University of Technology, Beijing

Received: Jul. 20th, 2025; accepted: Aug. 18th, 2025; published: Aug. 27th, 2025

Abstract

Under the educational reform background of “New Engineering and New Medicine”, cultivating

innovative college students with “convergence of medicine and engineering” is a crucial goal for biomedical engineering major. “Fundamentals of Biomechanics” is a foundational course for interdisciplinary majors such as biomedical engineering. However, traditional teaching methods, which primarily focus on theoretical lectures and formula derivations, often lead to low student engagement and difficulties in comprehension. This study explores the application of “science popularization stories” in “Fundamentals of Biomechanics” teaching, aiming to establish a new teaching model that “stimulates learning through interest and nurtures values through emotion”. Grounded in constructivist learning theory and situated cognition theory, a series of diversified teaching strategies are designed. These include the development of a science story resource library, the design of story-based teaching cases, implementation of inquiry-based experiments, facilitation of interactive classroom discussions, and integration of ideological and political education elements. The proposed reform framework offers a replicable teaching model and serves as a practical example of innovative pedagogy for medicine-engineering interdisciplinary courses.

Keywords

Biomedical Engineering Major, Fundamentals of Biomechanics, Science Popularization Stories, Teaching Reform, Ideological and Political Education in Curriculum

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国推进“新工科”“新医科”教育改革的不断深入,跨学科融合与创新能力的培养已成为高等教育发展的核心方向[1]。生物医学工程作为典型的交叉学科,融合了工程技术、生命科学与临床医学等多个领域,在健康中国战略和医疗科技创新中扮演着至关重要的角色[2][3]。《生物力学基础》作为生物医学工程专业的核心课程,以力学原理解析人体系统的结构与功能关系,具有高度的交叉性与理论性,涵盖力学、生物学与医学等多学科内容,是联系工程与医学的关键桥梁。然而,该课程内容广泛、理论抽象、公式复杂,学生在学习过程中普遍存在畏难情绪,学习兴趣和课堂参与度不高;另外,传统教学模式多以“教师讲授-学生被动接受”为主,缺乏与现实临床应用场景的有效关联,难以激发学生的学习主动性与工程应用意识,严重影响了教学效果以及跨学科思维与创新意识的培养。

面对“以学生为中心、以能力为导向”的教学改革要求,如何在保持课程科学性与系统性的基础上,增强其实际应用关联性和教学吸引力,成为当前生物力学课程建设的核心议题[4]-[6]。同时,教育部大力推动课程内容的数字化转型与信息化融合,并强调课程内容、教学方法与思政教育的有机融合。在此背景下,传统以知识传授为主的教学方式亟需转型,探索更具互动性、启发性和融合性的教学模式成为当务之急。科普故事将科学知识 with 历史背景、人物精神、实际工程和临床医学应用等元素融为一体,是一种兼具科学性、趣味性与启发性的教学资源,对于促进学生深度理解复杂知识、建立跨学科联系、激发创新意识具有显著优势。通过选取生动、真实、具有工程与医学背景的科普案例,构建“故事引入-理论解析-工程应用”的教学逻辑链,有望能增强学生对抽象概念的感性认知,在潜移默化中激发学生的探究兴趣和科学素养,助力“新医工融合”人才的系统培养。此外,借助数字化多媒体资源与微课、动画等多模态载体,科普故事可以更便捷地融入课堂教学中,提升教学的可视化、交互性和趣味性,从而有效弥合专业知识与学生认知之间的鸿沟。

本文结合建构主义学习理论与情境认知理论基础,探索将“科普故事”作为教学工具,融入《生物

力学基础》课程教学的有效路径,旨在提高学生的学习兴趣、知识理解能力、专业认同感以及跨学科综合能力,构建“以趣激学、以情育人”的多元互动式教学体系,为该类理论性强、交叉性高课程的教学改革提供一种具有推广价值的教学创新路径。

2. 当前《生物力学基础》课程教学中存在的问题

第一是学生学习兴趣不足。传统教学模式以理论讲解和公式推导为主,缺乏生动案例和生活情境的结合,导致课堂氛围单调、缺乏吸引力,学生学习热情不高。许多学生在学习过程中难以建立知识与现实生活的联系,进而对课程产生距离感。其次,学生对于专业知识理解难度大。课程内容包含大量抽象概念与复杂的数学模型,如力的分布、应力应变关系、流体力学等。对于非力学背景的学生,难以在没有直观认识的情况下理解这些概念,导致知识掌握碎片化,学习成效不理想。第三是学生专业认同感不强。由于课程内容与实际应用之间的联系未被充分挖掘,学生对生物力学的职业前景与社会价值缺乏清晰认知,进而影响其专业归属感与发展动力。

3. 科普故事赋能教学的理论依据

科普故事作为知识传播的重要载体,符合建构主义学习理论和情境认知理论的教学理念[7][8]。建构主义学习理论的核心理念包括主动学习、意义构建、社会互动以及情境关联。该理论强调学习者知识的主动建构者,而非被动接收者,学习应建立在学生已有经验的基础上,通过与环境、教师及同伴的交互主动探究。而且,知识的获得应建立在学生对信息的“理解”和“意义再造”之上,而不仅是机械记忆,同伴间的合作讨论与教师的引导均是促进建构的关键。通过引入“科普故事”作为真实、情境化的教学素材,学生在故事中代入人物、问题与背景,在探索与讨论中逐步建构对生物力学原理的理解,并将知识内化为自身认知结构的一部分,这正是符合建构主义理念的教学策略。另外,故事化教学将抽象知识嵌入真实的医学工程情境,如骨折修复、运动/康复装备设计、仿生结构优化等,激发学生在具体语境中探究生物力学问题。学生不再是“听课者”,而是“问题解决者”,学习活动由理论讲授转向真实任务的参与,通过解决与现实世界相关的复杂问题,促进学生理解和应用所学知识,这也正是情境认知理论所强调的核心理念。建构主义学习理论和情境认知理论共同强调学习的主动性、知识的情境性以及教学的社会互动性,为本研究中“科普故事赋能教学创新实践”提供了坚实的理论支撑。

4. 科普故事在教学实践中的应用路径

4.1. 精选科普故事,激发学习兴趣

首先,围绕课程知识体系,系统遴选与生物力学相关的科普故事,构建结构化的科普故事资源库。故事类型包括科学家的探索历程(如冯元桢、雷奈克、哈维等),展示科学发现背后的思维与精神;关键技术的发展脉络(如人工关节、康复机器人、仿生材料等);日常生活中的生物力学现象(如跌倒机制、运动损伤、跑鞋设计);前沿交叉科技动态(如生物可穿戴设备、太空医学力学等)。资源库按照课程章节(如组织力学、流体力学、运动力学等)进行模块化分类,方便教师选用与学生自学。同时,依托微信公众号“医用生物力学”定期推送原创故事文章,鼓励学生参与内容创作与点评,实现科普资源的师生共建与持续更新,打造开放共享的知识平台。

其次,将故事与专业知识深度融合,构建典型的故事驱动教学案例。结合教学内容,设计系列故事化教学案例,比如:通过雷奈克与听诊器的故事,引入声学波动理论,讨论人体传音路径与听诊设备设计;通过登山经历,分析关节力学、肌肉收缩机制与运动装备设计等;通过仿生外骨骼机器人设计,结合人体运动力学,理解刚体分析与康复工程;通过哈维发现循环系统的故事,引导学生理解流体力学

原理及其医学应用, 并培养科学探究精神。在每个案例中, 学生通过“故事导入 - 原理分析 - 工程建模 - 解决方案”的教学链条, 主动参与知识建构与工程思维训练。

另外, 采用多媒体与新媒体手段拓展故事的表现形式与传播路径, 提升课堂的沉浸式体验。具体形式包括: 动画演绎, 将抽象概念如应力、血流、骨折等转化为生动可视场景; 虚拟仿真与交互模拟, 利用仿真平台演示如人工关节运动轨迹、血液循环路径等; 线上微课与跨平台推送, 借助视频平台、小程序或微信公众号延伸课外学习时空, 实现“线上 + 线下”融合式教学。

4.2. 构建互动课堂, 促进知识理解

基于故事情境设计具有争议性和多角度的讨论主题, 引发学生深入思考与跨学科整合。例如, 为何看似省力的“下山”反而风险更高? 仿生外骨骼是否可用于竞技体育? 课堂组织形式可包括辩论赛、情景剧表演、专题演讲等, 提升学生批判性思维、表达能力与合作意识。另外, 围绕科普故事中蕴含的问题, 设计对应的工程实践项目或实验任务, 增强学生“做中学”的体验。比如, 仿生机器人设计实验, 模拟生物体游动、飞行动作, 分析流体阻力与推进效率; 人工关节优化设计项目, 利用有限元分析工具, 模拟关节应力分布, 探讨材料力学性能与结构优化。项目可分组合作开展, 鼓励学生自主查阅文献、数据分析与建模验证, 提升其实践能力与科研素养。同时, 依托信息化手段, 开发或整合一体化教学支持平台, 构建“课内外联动、线上线下融合”的学习生态系统。比如, 资源共享模块, 集中呈现科普故事、教学视频、仿真实验等; 案例互动模块, 支持师生对特定案例进行深入讨论与答疑; 跨专业交流区, 鼓励不同背景学生就共同话题展开跨学科探讨; 学习成长记录, 记录学生在每个模块中的学习轨迹与成长过程, 为过程性评价提供依据。

4.3. 融入思政元素, 培育专业情怀

通过讲述冯元桢、钱学森、鲁迅、哈维等中外科学家的科研历程, 展现其在时代背景下对社会、科学与国家的贡献。以“小故事讲大道理”的方式, 引导学生在共鸣中理解科学精神、家国情怀与责任担当。比如, 在讲述鲁迅弃医从文的故事时, 引导学生反思科学与人文、技术与社会的关系, 拓展其思维广度与社会责任感。通过讲解生物力学在医疗健康、体育竞技、航空航天等领域的典型应用案例, 使学生认识到专业知识在服务国家战略、改善民生中的现实价值。比如, 运动装备优化, 体现人体力学在运动表现与损伤预防中的作用; 航天服力学设计, 展示工程技术在极端环境中的挑战与创新。结合这些案例, 提升学生的专业归属感与职业自豪感。另外, 组织学生前往科研院所、医院康复中心、运动科学实验室及医疗器械企业参观, 深化对行业应用场景的理解。同时邀请企业工程师、临床专家或科研人员开设专题讲座, 介绍科研一线动态与职业发展路径, 激发学生科研兴趣与职业规划意识, 推动“知行合一”。

5. 科普故事赋能教学的具体案例设计

5.1. 教学单元设计案例——“上山容易下山难”：揭示人体运动中的生物力学奥秘

5.1.1. 故事引入

同学们, 你们有过登山的经历吗? 是不是上山气喘吁吁、下山却腿软发抖? 许多初学者直观地认为“上山累、下山轻松”, 但其实下山过程中, 膝关节负荷更大、离心收缩频繁、姿态控制困难, 是造成运动损伤的“隐形杀手”。本教学单元以“上山容易下山难”这一俗语为切入点, 通过故事化叙述引发学生兴趣, 并逐步引导其深入剖析肌肉的工作方式, 计算膝关节的受力, 探讨上下山的不同运动机制。

5.1.2. 知识讲解思路

(1) 从经验到科学思考: 以学生自身登山体验为出发点, 鼓励学生分享“上山累”或“下山怕”的经

历, 进而引出: 为何看似省力的“下山”反而风险更高? 这一设问构建认知冲突, 激发学习动机。

(2) 运动负荷分析: 运用图示对比分析上下山时膝关节的受力分布, 并解释下坡过程中冲击力放大的原理。

(3) 肌肉收缩机制解析: 引入“向心收缩、离心收缩、等长收缩”三种肌肉动作模式, 重点讲解股四头肌在下坡过程中承担的离心控制任务, 并联系运动医学知识说明为何离心收缩更易引起肌肉疲劳和肌肉细胞损伤。

(4) 姿态与冲击力的作用: 分析身体前倾、步长变化等因素如何影响膝关节力矩及稳定性, 讨论下山快走为何易致滑倒或损伤。

(5) 情境延展与知识迁移: 探讨为何有些登山者“能上不能下”, 引导学生将知识应用于个体差异分析、康复训练设计、运动辅助装备设计等实际问题中, 实现从理解到应用的跃迁。

5.1.3. 探究与互动活动设计

(1) 小组讨论任务

情境问题: 如果你是一位登山教练, 如何为登山初学者提供科学的上下山建议, 以避免运动损伤?

任务要求: 围绕膝关节受力、肌肉控制、步幅调整、辅助装备(登山杖)使用等方面提出详细建议, 并说明其生物力学依据。各组完成汇报, 全班共同评议最具科学性和实用性的方案。

(2) 仿真实验任务

实验主题: 不同坡度行走对膝关节负载的影响

实验方式: 学生利用可穿戴式运动监测装置(如膝部压力垫、运动手环)模拟不同坡度行走(上坡、平地、下坡), 记录关节压力与步频数据, 分析不同坡度下的关节受力差异, 并结合肌肉收缩方式给出解释下山为何风险更高。

5.1.4. 教学评价方式

本教学单元采用“知识-能力-素养”三维度融合的综合评价体系:

(1) 知识掌握程度: 通过课堂随堂小测检测学生对核心概念(如“离心收缩”“膝关节受力分析”)的理解与应用能力。

(2) 探究与分析能力: 根据小组讨论和仿真实验展示情况, 评价学生是否能将理论知识与实际情境相结合, 提出逻辑清晰、论据充分的解释。

(3) 协作与表达能力: 观察学生在小组任务中的参与度、思维贡献与团队协作能力, 并结合小组互评得出综合评价结果。

(4) 迁移与创新能力: 引导学生围绕不同群体(如老人、青少年、康复者)设计定制化登山健康建议, 评价其将课堂知识迁移到现实生活的能力与社会责任感。

5.2. 案例分析——“情境-协商-建构”式学习的教学理念融合

5.2.1. 建构主义理论的体现: 学生是知识的主动建构者

建构主义学习理论强调: 知识并非由教师灌输, 而是由学生在已有经验基础上, 通过思考与协作主动建构。该教学案例的设计紧扣以下三个关键环节:

(1) 认知冲突激活学习动机

“上山容易下山难”这一看似矛盾的说法, 构建了直觉判断与科学认知之间的冲突。学生在面对“上山累还是下山伤”这一争议话题时, 感受到认知不平衡, 进而产生主动探究的需求。

(2) 围绕真实问题组织知识体系

教学不是围绕抽象知识点展开, 而是将力学原理、肌肉生理、姿态控制等多元知识嵌入真实生活情境中, 促使学生在对“为何下山更伤膝”问题的探究中构建完整的知识网络。

(3) 问题驱动下的跨学科建构

在探讨“如何科学下山”过程中, 学生需要调动并整合来自运动生理学、材料学(如登山杖设计)、康复医学等多领域知识, 这种“以用促学”的模式推动了知识的深层次建构。

5.2.2. 情境认知理论的体现: 知识源于社会文化活动

情境认知理论指出: 学习应置于真实的社会文化语境中, 知识的获取依赖于实际问题解决与社会交互。该教学设计在三个层面体现了该理论精髓:

(1) 真实生活情境嵌入

通过学生熟悉的登山体验作为导入, 教学从“故事”切入, 引发情感共鸣与问题意识。学生并非在抽象中学习知识, 而是在对现实经验的回溯与解释中主动投入学习过程。

(2) 社会协商与多元视角整合

小组讨论任务为学生提供了协作与思辨的平台, 鼓励他们从不同视角出发整合信息、表达观点。教师则扮演“引导者”角色, 适时提供理论支架与关键概念, 助力学生达成共识并深化理解。

(3) “做中学”与“用中悟”相结合

通过仿真实验和运动装备设计等实践任务, 学生不仅在“做”中理解复杂机制, 也在“用”中实现知识的迁移与应用, 促进了高阶认知能力的发展。

本教学案例通过引入“上山容易下山难”这一生活化科普故事, 打破传统生物力学教学中理论性强、抽象难懂的瓶颈, 充分融合了建构主义与情境认知的教学理念, 构建出“情境-协商-建构”的教学闭环, 不仅激发了学生的学习兴趣与思辨热情, 更有效促进了跨学科知识的整合与迁移应用。

6. 科普故事赋能教学的成效与推广价值

本研究构建的“科普故事赋能教学”模式, 围绕“激发兴趣-深化理解-增强认同”的三重教学目标, 融合了情境引导、故事驱动、实践探索与线上资源等多元教学路径, 取得了显著的教学成效。学生学习兴趣显著提升, 借助引人入胜的科普故事导入教学内容, 显著提高了学生的课堂参与度与投入感, 课程出勤率和互动频次大幅上升, 学生满意度与课程评价明显优于以往传统教学模式。理论与实践结合更加紧密, 通过项目式学习与探究性实验, 引导学生将课堂所学知识应用于仿生设计、康复装置开发等实践任务, 学生动手能力与工程创新意识明显增强, 课程期末项目展示精彩纷呈。专业认同感与发展意愿增强, 多位学生在课程学习后主动选择参与生物力学相关科研项目, 部分学生明确表示将该方向作为未来深造或职业发展的重要选择, 专业归属感和学术志趣显著增强。课程影响力与资源共享程度提升, 基于课程内容建设的微信公众号“医用生物力学”已吸引超千名粉丝, 所发布的科普文章多次被转发至专业社交媒体与高校平台, 形成良好的师生共建传播效应。

此外, 该教学模式具备良好的可推广性与适应性。其设计理念与方法可广泛应用于其他医学工程类课程(如《组织工程》《生物材料学》《康复工程》《医学影像原理》等), 可通过跨课程共建资源库、共用案例素材、共创教学平台等方式, 构建“内容互通、方法共享、成效协同”的课程群教学体系, 推动医学与工程教育深度融合, 为“新医工”背景下课程集群化改革提供实践参考。

7. 结论与展望

本文聚焦《生物力学基础》课程教学中的核心困境, 提出并实践了“科普故事”赋能的教学改革模式, 推动课堂从“被动听讲”向“主动参与”转型。实践研究表明, 科普故事作为教学内容与教学策略的

双重工具, 不仅能以生动、富有情感的情境吸引学生注意力, 激发其求知欲和探索欲, 还能将抽象的生物力学原理融入具象的生活场景、工程案例与技术演进中, 促进学生对复杂知识的理解、记忆与迁移。同时, 通过故事中体现的科学精神与人物力量, 引导学生深化对专业价值的认同与对社会责任的感知, 达到“以故事润理、以情育人”的育人目标。

展望未来, 科普故事教学的进一步深化可从以下几个方面着力推进。第一, 开发系统化、结构化的科普故事资源库, 构建覆盖全课程知识点的故事体系, 形成与教学大纲、课程章节、能力目标紧密对应的素材集, 提升教师教学效率与资源复用率。第二, 打造一体化线上传播与互动平台, 集成内容展示、在线互动、案例讨论与科研动态推送功能, 打造“第二课堂”育人空间。第三, 融合多样化教学方法, 将故事化教学与混合式教学、游戏化学习、项目导向学习等教学范式结合, 提升学生的沉浸感、参与感与挑战感。第四, 加强产学研融合与场景延展, 探索将故事化教学延伸至实习实训、企业实践与科研项目, 增强课程的职业导向性与真实关联度。第五, 构建跨学科共建机制, 联合医学、工程、传媒等多学科团队共同开发教学内容, 提升故事的科学性、教育性与传播力, 实现从“课程改革”走向“教育创新”。通过持续深化和优化“科普故事赋能教学”的策略与实践, 既可显著提升《生物力学基础》课程的教学质量和育人实效, 也为更大范围内的医学与工程类交叉课程提供可借鉴的改革范式, 助力我国高等教育教学内容、方法与体系的高质量发展。

基金项目

北京工业大学一流本科课程建设——生物力学基础(课程思政教学示范类)基金项目。

参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 张冰玉, 秦对, 钟先华, 等. 新工科背景下以需求为导向的多学科交叉融合生物医学工程人才培养模式探索[J]. 创新创业理论研究与实践, 2024, 7(11): 125-128.
- [3] 莫光权, 阳范文. “新医科”背景下生物医学工程非电子方向的化学课程体系构建研究[J]. 科技风, 2023(35): 35-37.
- [4] 宋红芳, 闫松华, 钱秀清, 等. 医学院校中生物力学课程的教学改革与实践[J]. 医学信息, 2014, 27(4): 4-5.
- [5] 丁皓, 杨戈尔, 吕杰, 等. 生物力学课程教学问题及教学方法改革[J]. 教育教学论坛, 2020(16): 212-213.
- [6] 冯原, 秦方雨, 张瑞, 等. 结合生活实例的生物力学课程思政建设探索与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(9): 171-175.
- [7] 黄金, 毛凌波. 基于构建主义学习理论的研究生课程教学新模式——《动力工程现代测试技术》课程教学改革初探[J]. 中国外资, 2012(10): 267-269.
- [8] 周锦荣. 基于情境认知理论的工程实践教学研究[J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(2): 132-135.