

# 基于STEM的运动生物力学课程实践： 教学模式构建与仿真模拟分析

郝莹<sup>1</sup>, 陈卓<sup>1</sup>, 陈兴娟<sup>2</sup>

(1.西北师范大学体育学院,甘肃兰州 730070;

2.西北工业大学医学研究院,陕西西安 710072)

**[摘要]** 研究旨在探索基于STEM教育理念的 $\text{STEM}$ 运动生物力学课程的新型教学模式,评估其对学生学习效果提升的独特优势与内在机制。文章在分析课程特征的基础上,构建关键学习节点进阶式的 $\text{STEM}$ 运动生物力学课程教学模式,并通过系统动力学仿真分析,探索影响学习效果的关键因素。研究发现,该教学模式能够提升学生课程学习的关键能力,有效促进学生对课程知识内容的系统掌握。个体情绪状态、课程学习成绩、个体学习能力、课程满意程度共同构成了学习效果提升的系统过程,呈现出稳步上升—停滞不前—显著提升的演进特征。建议教师应深刻理解有效性学习发生的关键节点,有针对性地设计课程教学活动,避免学生出现课程知识学习的疲惫期。同时,注重新旧知识的有机融合与合理衔接,促进课堂知识的有效迁移,以提升教学效果。

**[关键词]** 运动生物力学课程;  $\text{STEM}$  教育理念; 进阶式; 教学模式; 仿真模拟

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 郝莹(1984—),女,河南巩义人。教授,博士,主要从事运动生物力学、体育教育教学研究。E-mail: haoying@nwnu.edu.cn。

## 一、引言

课程是人才培养的核心要素,新时代高等教育高质量发展要求全面提升课程建设质量<sup>[1]</sup>。深化高校体育教育专业课程改革,加强课程体系整体设计,是实现高等教育提质创新,培养复合型体育教育人才的重要措施<sup>[2]</sup>。“运动生物力学”作为一门集体育学、生物学、物理学于一体的交叉学科课程<sup>[3]</sup>,其特点与 $\text{STEM}$ 教育“跨学科、实证性、技术增强性”的核心理念高度吻合<sup>[4]</sup>。应用 $\text{STEM}$ 教育理念进行运动生物力学课程实践,有助于促进教学目标的达成<sup>[5]</sup>。课程教学目标达成的关键点在于学生学习效果提升。如何有效提升学习效果,这一动态性过程的机制规律是什么,尚需进一步探索。而系统动力学作为描述动态性系统结构的有力工具<sup>[6]</sup>,可通过模型构建与仿真模拟来系统挖掘不同要素变化的因果性关系<sup>[7]</sup>,为探讨学生学习效果提升的过程提供关键方法<sup>[8]</sup>。

基于此,本研究通过构建基于 $\text{STEM}$ 的运动生物力学课程教学模式并建立系统动力学模型,观察分析学生学习效果提升的因素架构与影响机制,从而为体育学科体系其他课程教学模式的优化与提升提供重要的理论参考。

## 二、基于STEM的运动生物力学课程教学模式

为构建一个以异质学生为主要参与群体、以跨学科课程内容为教学核心、侧重不同学科的知识整合应用与教育资源开发、通过创新性组合达成群体性应用效果的 $\text{STEM}$ 运动生物力学课程教学模式,本研究依据课程教学模式构建的基本思想、相关原理与具体要素进行教学模式构建。

### (一)教学模式的构建依据

基于 $\text{STEM}$ 的运动生物力学课程教学模式的构建主要由 $\text{STEM}$ 教育理念和运动生物力学的课程特点两个方面相互融合而成。一方面, $\text{STEM}$ 教育理念强

调科学、技术、工程和数学的交互与融合,注重学科知识交叉和整体应用<sup>[9]</sup>。基于这一教育理念,将学生教育教学与课程实践融为一体,提高学生综合素质和科学技术的应用能力,在客观事实中深化学生的科学思维。另一方面,运动生物力学课程所具有的独有特性,将体育学和生物学相关知识体系有机结合于一体<sup>[10]</sup>。因此,在构建基于STEM的运动生物力学课程教学模式的过程中,需要注意课程内容的科学性、技术性、工程性和数学性,强调多学科交叉融合与实践应用。

### (二)教学模式的构建过程

在基于STEM的运动生物力学课程教学中,教学模式的构建需要以学生为中心,在课程设计、教学管理、教学方式、教学资源 and 评价反馈等方面进行整体布局和落实。结合STEM倡导的教育理念和运动生物力学的课程特点,本研究遵循“模式整体布局→要素局部架构”的基本思路与策略,通过“要素模型确定→进阶维度抽取→成就水平划分→学业表现期望→评估策略支持”等程序步骤构建基于STEM的运动生物力学课程教学模式<sup>[11]</sup>。

#### 1. STEM 要素模型确定

确定STEM的要素模型需要遵循两个原则,一方面,需要明确STEM教育的核心理念和涉及的理论基础;另一方面,需要归纳并梳理STEM教学模式的构成要素,并将构成要素有效布局至构建课程教学模式的全过程。由于学生的能力水平不同,本研究参照以往相关研究提出:基于STEM的运动生物力学课程教

学模式主要包括学习的进阶起点、进阶维度、学业表现、成就水平、评价策略、进阶终点六个要素<sup>[12]</sup>。

#### 2. STEM 进阶维度抽取

课堂问题分析与解决能力的培养是有效提升学生认知结构和高阶思维的主要手段。处于不同学习水平的学生,对于课堂问题的分析深度与解决方式具有差异。根据课堂问题分析与解决能力的要素构成,结合学生的具体惯习,本研究提出问题解决这一关键能力的表现态度、处理运动生物力学课程教学问题的分析过程、解决运动生物力学课程教学问题的呈现结果。

#### 3. STEM 成就水平划分

学生STEM的成就水平划分包括课堂表现关键节点确定和水平预先设置两个部分。其中,关键节点确定首先要保证节点能够代表学生的水平层级;其次是节点的界定要保证具体性和科学性;最后是节点能够描述学生的能力形成过程。基于此,本研究参照SOLO分类理论,将前、单点、多点、关联和抽象扩展结构确立为学生运动生物力学课堂问题解决能力的具体进阶节点,以此来划分学生的成就水平(如图1所示)。

#### 4. STEM 学业表现期望

学业期望表现主要用于有效区分学生学习能力的层级水平。本研究采取整体+局部(整体评估学生课堂学习表现+反思学生问题解决能力表现)的设计思路,将学业期望表现全面布局至SOLO分类理论所

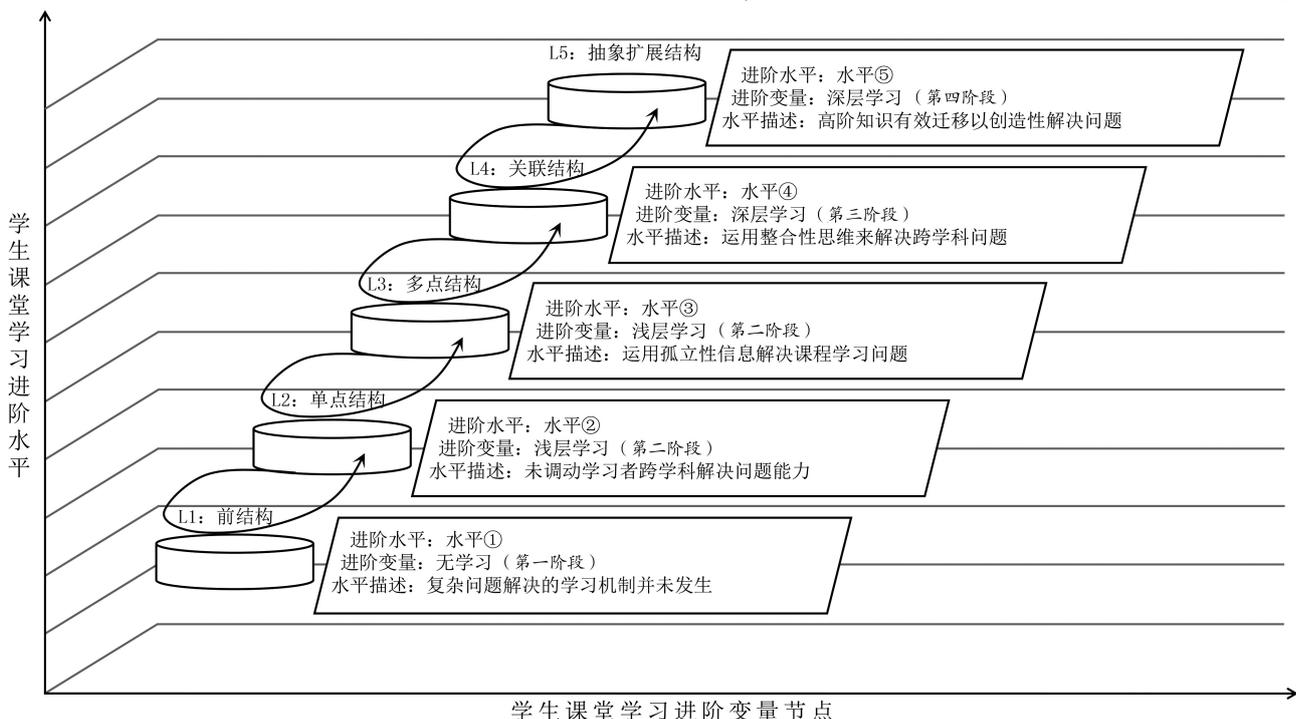


图1 学生STEM成就水平划分模型

包含的五个学习进阶水平中,以此表征学生在运动生物力学课程学习过程中处于不同进阶水平时的课堂表现。

### 5. STEM 评估策略支持

精准评估学生的进阶水平以及确定有效的支持策略是构建运动生物力学课程教学模式的技术难点,包括评估进阶水平和进阶策略支持两个方面。其中,评估进阶水平方面,教学模式构建要精确追踪学生思维轨迹和认知发展随教学时间变化的整体情况;进阶策略支持方面,明确不同进阶变量节点所对应的成就水平特征,找寻各个成就水平的外显特征,依据有意义学习和最近发展区两大理论,确定不同水平进阶工具与策略。

基于 STEM 的运动生物力学课程教学模式(如图 2 所示)是以精准识别学生关键能力学习节点为导向的进阶式课程教学模式,具有跨学科理论知识整合与复杂高阶认知能力培养的特征,着重从学生进行运动生物力学课程学习的三个进阶维度出发,全面支持学生学习能力发展。教学模式围绕各成就水平的规律与特征,助力多维教学目标的达成。通过学业期望所形成的表现框架识别学生外显行为,确定进阶起点,并采用科学合理的支持工具和策略,刺激学生学习能力的有效提升。评价结果直接指向进阶目标,依据同化、顺应、平衡的原则,采用课程教学活动干预方案,实现关键能力培养。

## 三、运动生物力学课程实践效果提升的系统动力学模型构建

在进行基于 STEM 的运动生物力学课程教学实施和评价过程中,通过系统动力学仿真模拟明确影响教学效果的关键因素,识别在现有教学模式下被忽略或重视不足的方面,如教学内容与学生现有知识基础不匹配、理论知识与运动实践之间的脱节等。通过及时调整教学内容、优化教学方法、加强反馈机制,以提升教学效果。在 STEM 课程教学模式中,个体情绪状态、课程学习成绩、个体学习能力和课程满意度作为评价教学效果的核心指标,四者相辅相成共同优化学习效果,且彼此之间存在复杂交互关系。因此,研究整合上述各要素来建立运动生物力学课程学习效果的系统动力学模型,以深入探索基于 STEM 的运动生物力学课程提升学生学习效果的核心动力。

### (一)数据来源与方法过程

#### 1. 研究数据来源

为明确基于 STEM 的运动生物力学课程教学模式对学生学习效果提升的具体影响,找出关键影响因素并进行针对性的提升,以回应当前我国面向高等教育学生核心素养提升的课程教学改革需求<sup>[9]</sup>,本研究以某师范大学运动生物力学课程教学效果的提升为研究对象,对参与基于 STEM 的运动生物力学课程学习的学生进行课程学习效果的多维度评价,具体评价

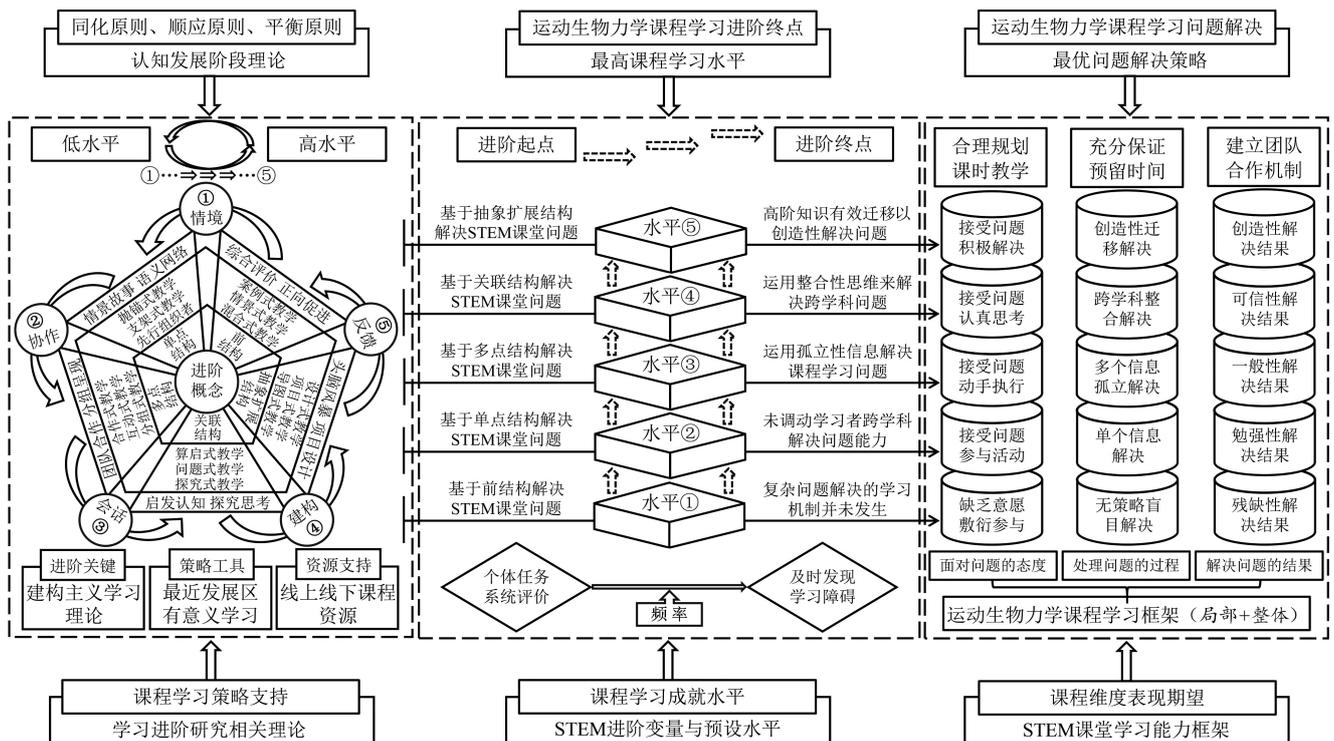


图 2 基于 STEM 的运动生物力学课程教学模式

指标见表 1。

表 1 评价指标基本信息

指标名称	指标类型	参考来源	评价维度	信度	效度
个体情绪状态	问卷量表	情绪状态量表(简式 POMS) <sup>[14]</sup>	紧张情绪	0.755	0.790
			愤怒情绪	0.844	0.778
			疲劳情绪	0.832	0.817
			抑郁情绪	0.827	0.831
			精力情绪	0.769	0.760
			慌乱情绪	0.732	0.749
			自尊情绪	0.782	0.751
			情绪纷乱指数(TMD)	0.796	0.633
课程学习成绩	成绩得分	根据课程学习效果评价方案制定	考试成绩得分	—	—
			实验报告得分	—	—
			课程论文得分	—	—
			课件作业得分	—	—
个体学习能力	问卷量表	深度学习能力调查问卷 <sup>[15]</sup>	掌握知识	0.782	0.748
			问题解决	0.723	0.807
			学会学习	0.800	0.771
			学习信念	0.827	0.810
			团队合作	0.819	0.751
			沟通交流	0.766	0.762
课程满意程度	问卷量表	教学行为及评教满意度问卷 <sup>[16]</sup>	促进师生友好关系	0.774	0.818
			激发学生学习兴趣	0.840	0.835
			有效组织课堂教学	0.806	0.781
			促进学生团队合作	0.739	0.736
			提高课堂参与程度	0.725	0.743

2. 研究方法过程

本研究通过构建和检验运动生物力学课程的系统动力学模型,采用控制单一变量方法来模拟分析基于 STEM 的教学模式提升学生学习效果的内在驱动与独特优势。

(二)系统边界的关系确定

本研究将运动生物力学课程学习效果视为由个体情绪状态、课程学习成绩、个体学习能力、课程满意程度四大要素构成的复杂系统,四大要素相互作用并共同影响运动生物力学课程学习效果。除上述各方面要素的影响之外,外部环境也会对运动生物力学课程学习效果产生影响,包括学生的家庭环境、社会关系等,但是这些要素均属于系统边界以外的影响因素<sup>[7]</sup>,在本研究中均予以排除。

(三)动力学流量模型构建

根据系统边界关系,围绕课程学习效果中心变量建立个体情绪状态作用量、课程学习成绩作用量、个体学习能力作用量和课程满意程度作用量四个速率变量,以体现个体情绪状态、课程学习成绩、个体学习能力、课程满意程度四个一级影响因素对运动生物力学课程学习效果的具体作用(如图 3 所示)。

(四)系统动力学变量权重

根据本课程的教学评价方案和课程学习效果系

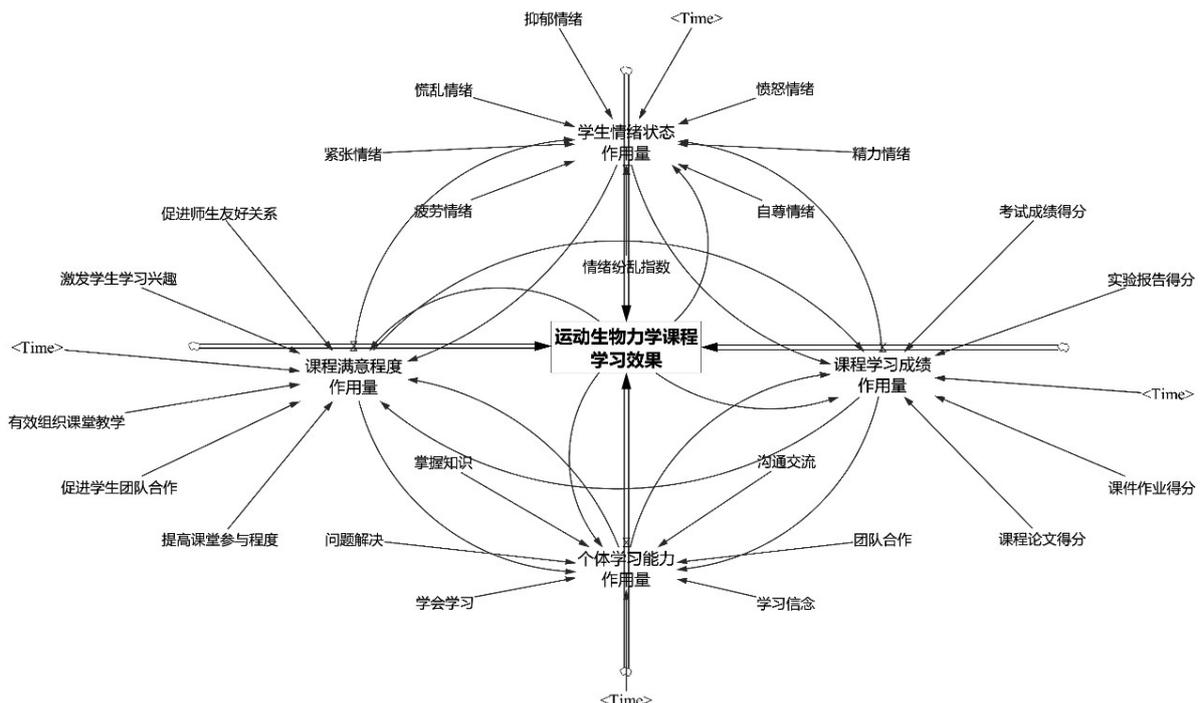


图 3 运动生物力学课程学习效果系统流图

统流图确定评价指标,由于本研究所涉及的部分评价指标(个体情绪状态、个体学习能力、课程满意程度)为负向得分,即得分越低效果越好,本研究将负向得分评价指标数据进行正向化处理<sup>[18]</sup>,以确保系统动力学模拟仿真的整体可视效果。采用 CRITIC(Criteria Importance Though Intercriteria Correlation)方法来计算各级指标的权重(Weights)<sup>[19]</sup>(见表2)。

表2 各级影响因素 CRITIC 权重计算结果

一级影响因素	权重	二级影响因素	权重
个体情绪状态	24.27%	紧张情绪	2.12%
		愤怒情绪	2.14%
		疲劳情绪	3.12%
		抑郁情绪	1.95%
		精力情绪	3.12%
		慌乱情绪	1.50%
		自尊情绪	2.39%
		情绪纷乱指数(TMD)	7.93%
课程学习成绩	44.70%	考试成绩得分	15.01%
		实验报告得分	7.69%
		课程论文得分	8.46%
		课件作业得分	13.54%
个体学习能力	21.49%	掌握知识	3.01%
		问题解决	3.36%
		学会学习	2.94%
		学习信念	6.08%
		团队合作	3.58%
		沟通交流	2.52%
课程满意程度	9.54%	促进师生友好关系	1.87%
		激发学生兴趣	1.83%
		有效组织课堂教学	1.98%
		促进学生团队合作	1.92%
		提高课堂参与程度	1.94%

#### 四、运动生物力学课程实践效果提升的系统动力学模拟仿真

基于 STEM 的运动生物力学课程教学实践呈现出目标多维、过程协调、评价多元的特点,学习效果的影响因素及其相互作用具有动态性、复杂性,通过系统动力学构建和模拟教学过程中的各种动态关系,精准识别学习过程的阶段节点,有助于优化教学设计,及时调整教学策略,为学生提供个性化学习路径,提升解决问题的能力,进而优化学习效果。

##### (一)灵敏度与积分误差检验

###### 1. 灵敏度检验

为明确所构建的系统动力学模型的灵敏性,参照

以往研究对该模型进行灵敏度检验。随机选取“个体情绪状态作用量”作为模型检验变量,将慌乱情绪增加 30%<sup>[20]</sup>,结果表明“个体情绪状态作用量”在仿真模拟前后的数据对比具有显著差异,表明该模型具有较高的灵敏度。

###### 2. 积分误差检验

为保证所构建系统动力学模型的精确度,参照以往研究对该模型进行积分误差检验,通过随机选取一项评价指标,以判断模型的时间间隔设置是否科学、合理<sup>[21]</sup>。检验结果显示,当时间间隔发生改变时,慌乱情绪增加 30%的模拟曲线与原始曲线基本一致,由此表明该模型具有较高的精度。

##### (二)学习效果模拟仿真分析

###### 1. 课程学习效果各子系统的仿真模拟分析

个体情绪状态方面的仿真模拟结果表明,相较于慌乱情绪、紧张情绪、愤怒情绪、疲劳情绪、抑郁情绪、精力情绪、自尊情绪、情绪纷乱指数随着模拟仿真时间的持续推移对运动生物力学课程学习效果的提升更为明显,其中,精力情绪对运动生物力学课程学习效果的提升效应最为显著,如图 4(a)所示。其原因为精力情绪、自尊情绪、情绪纷乱指数三者均为积极情绪,增加上述三个积极情绪的作用量,可使学生更有效率地应对运动生物力学课程学习任务。

课程学习成绩方面的仿真模拟结果表明,相较于课程论文得分、课件作业得分、实验报告得分,考试成绩得分随着模拟仿真时间的持续推移对运动生物力学课程学习效果的提升效应最为显著,如图 4(b)所示。其原因为课程考试成绩作为阶段性或终结性评价,能够直观反映学生的知识掌握情况,考试成绩影响作用量的增加对处于不同学习水平的学生均能够产生积极的影响。

个体学习能力方面的仿真模拟结果表明,掌握知识、团队合作、问题解决、沟通交流、学会学习、学习信念的影响作用量增加 30%后,所对应的曲线均处于初始仿真模拟水平曲线上方位置,由此说明上述变量随着模拟仿真时间的持续推移对运动生物力学课程学习效果的提升程度更高,如图 4(c)所示。同时掌握知识和学会学习存在相互作用的增长趋势。学生学会学习能力的提升,能够正向地促进学生对新知识的掌握,而掌握更多知识反过来又能更有效地提高学生的学习能力。这种正反馈机制有效地增强了学习效果,原因是学生能够更高效地利用现有资源和方法,以及在学习过程中形成了更强的自驱力和适应性。

课程满意程度方面的仿真模拟结果表明,相较于促进师生友好关系、促进学生团队合作、激发学生学

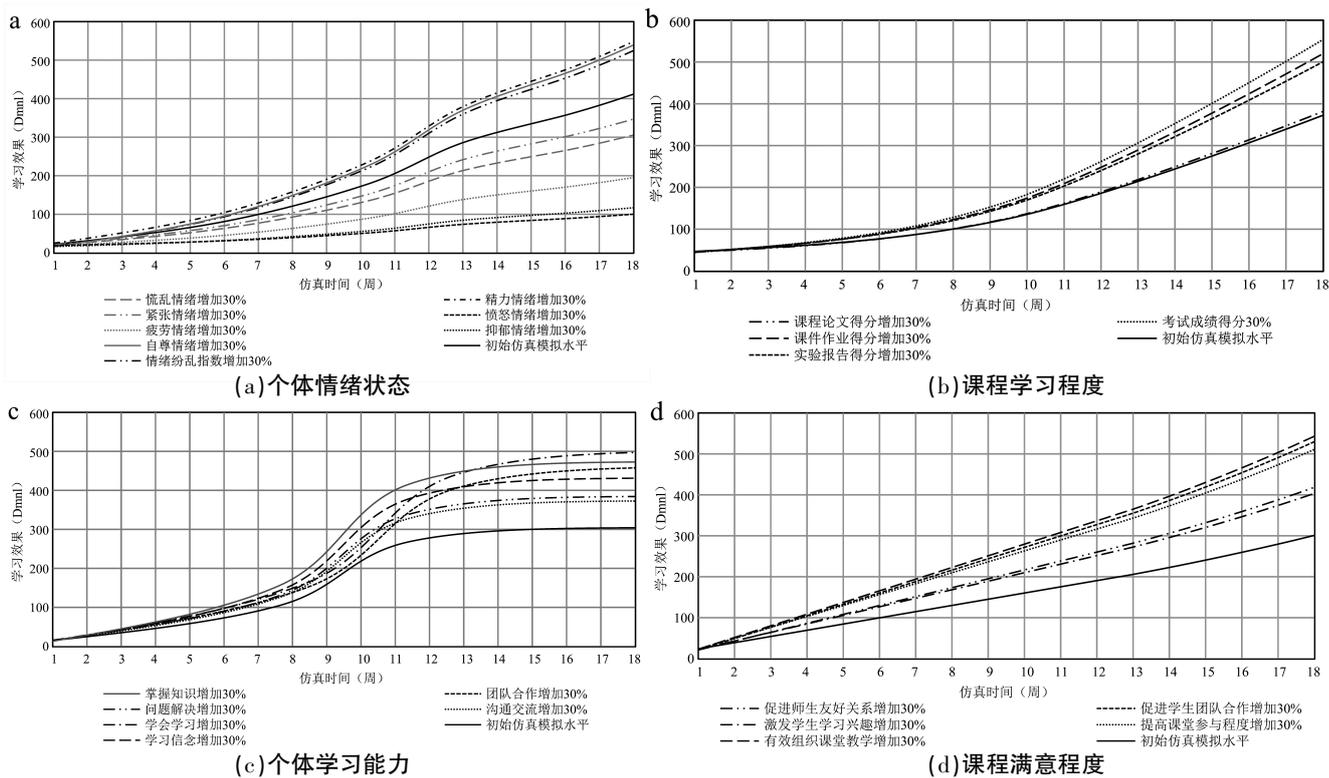


图 4 子系统各因素变化对课程学习效果的影响

学习兴趣、提高课堂参与程度,有效组织课堂教学随着模拟仿真时间的持续推移对运动生物力学课程学习效果的提升效应最为显著,如图4(d)所示。其原因为高效的课堂组织对于学生掌握课堂知识、达成课堂教学目标、如期完成课时教学计划具有重要作用。

### 2. 课程学习效果综合系统的模拟仿真分析

综合系统模型仿真结果表明(如图5所示),相较于课程满意程度、个体情绪状态、个体学习能力,课程学习成绩随着模拟仿真时间的持续推移对运动生物力学课程学习效果的提升效应最为显著。其原因为课程学习成绩作为运动生物力学课程学习的主要评价方式,具有客观性和可量化的特征,能够较为直观地反映学生的知识掌握程度和课程学习效果。课程考试成绩作用量的增加对处于不同学习水平的学生均能够产生积极影响。

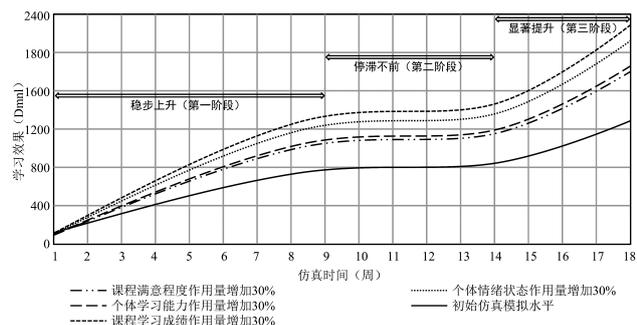


图 5 综合系统各因素变化对课程学习效果的影响

综上所述,课程学习成绩作用量对运动生物力学课程学习效果的影响程度强于课程满意程度作用量、个体情绪状态作用量、个体学习能力作用量。同时,各子系统的二级影响因素:精力情绪、考试成绩得分、学会学习、有效组织课堂教学对于提升与之相对应的个体情绪状态子系统、课程学习成绩子系统、个体学习能力子系统、课程满意程度子系统的影响程度最大。进一步整合分析结果发现,二级影响因素“考试成绩得分”对课程学习成绩子系统的影响最大,且课程学习成绩作用量对运动生物力学课程学习效果的响应程度最高。同时,运动生物力学课程学习效果的提升趋势呈现出阶段性的特征。

## 五、讨 论

整体模拟仿真分析结果表明,课程学习成绩作为一项重要的一级影响因素指标,在提升学生整体学习效果方面起到了关键性作用;此外,学生课程学习效果整体仿真趋势呈现出“稳步上升(1~9周)”“停滞不前(9~14周)”“显著提升(14~18周)”三个阶段。因此,本研究针对运动生物力学课程实践整体仿真效果提升的呈现趋势进行深入讨论并提出相应纾解策略。

### (一) 深刻理解有效性学习发生的关键节点,精准识别学生的能力水平

运动生物力学课程实践整体仿真模拟前期 (1~9

周),学生的学习效果呈现出稳步上升的演进趋势(如图5所示)。其主要原因为基于STEM的运动生物力学课程教学模式因其教学目标的多维化、教学过程的协调化、教学方式的综合化以及教学组织的新颖化特点,能够激发学生进行有效性学习,并促使其关键学习能力的形成。因此,在运动生物力学课程教学实践过程中,教师需要明确学生触发有效性学习的关键节点,通过精准识别学生的能力水平以引导其进行有效性学习。具体来讲,教师需要明确STEM课堂学习关键能力的形成机制,通过不同学习评价维度对学生的课堂表现进行精准把握,以最终明确处于不同能力水平学生的行为表现、学习风格以及认知结构特征。

### (二)合理应用策略方法设计课程教学活动,避免学生课程学习疲惫期

运动生物力学课程实践整体仿真模拟中期(9~14周),学生的学习效果呈现出停滞不前的演进趋势(如图5所示)。其主要原因为运动生物力学课程知识体系具有由易至难的特点,学生在课程学习过程中会因知识难度的提升而产生较大的认知负荷,逐渐出现课程学习的“疲惫期”<sup>[22]</sup>,由此导致学生运动生物力学课程学习效果呈现出停滞不前的态势。因此,在基于STEM的生物力学课程教学实践过程中,特别是中后期教学实践,教师需要合理应用策略方法来设计课程教学活动,以避免学生出现课程学习疲惫期。应用不同方法策略设计STEM课程教学活动方案时,需要重点关注两个方面:一方面,明确有效性学习的起终点,根据学生的行为表现,设置科学合理的学习起终点;另一方面,通过学生成就水平的层级评定和期望表现的具体行为,实时评估学生学习能力各维度的具体变化过程。

### (三)注重新旧知识的有机融合与合理衔接,促进学生课堂知识的有效迁移

运动生物力学课程实践整体仿真模拟后期(14~

18周),学生的学习效果呈现出显著提升的演进趋势(如图5所示)。其主要原因为经过14周的STEM运动生物力学课程学习,学生系统掌握了课程的理论知识,在此过程中学生的学会学习和团队合作的能力都得到显著提升,这种提升促使学生能够更有效地将前期所学运动生物力学课程理论知识合理迁移至运动实践,进而表现出更好的学习状态。上述过程通过将新知与旧识进行有机融合与有效衔接,促使学生在课堂教学过程中形成知识的有效迁移,并获得理论应用于实践的关键能力。因此,基于STEM的运动生物力学课程教学实践,应充分把握学生的原有认知,将新的课堂问题布局至学生原有的认知结构上进行思考,寻找支持学生发生有效迁移的关键节点。同时,教师需要采取贯通式的课堂教学策略,关注知识的整体性和连续性框架,从课程本源上来构建新旧知识关联的“连通器”,以最终激发学生课堂知识的整合迁移。

## 六、结束语

基于STEM的运动生物力学课程教学模式能够有效促进学生对课程知识内容的系统掌握与灵活迁移。个体情绪状态、课程学习成绩、个体学习能力、课程满意程度共同构成了学习效果提升的系统过程,其中,个体情绪状态受到精力情绪的影响;课程学习成绩受到考试成绩得分的影响;个体学习能力受到掌握知识和学会学习的影响;课程满意程度受到有效组织课堂教学的影响。此外个体情绪状态、课程学习成绩、个体学习能力、课程满意程度整体呈现出阶段性的演进特征。建议教师应深刻理解有效性学习发生的关键节点,有针对性的设计课程教学活动,避免学生课程学习疲惫期。同时,注重新旧知识的有机融合与合理衔接,促进课堂知识的有效迁移,以提升教学效果。

### [参考文献]

- [1] 程建钢,崔依冉,李梅,等. 高等教育教学数字化转型的核心要素分析——基于学校、专业与课程的视角[J]. 中国电化教育, 2022(7):31-36.
- [2] 李奕霖,陶玉流,李卫东,等. 以教学实践为核心:美国体育教育专业课程改革与启示[J]. 上海体育学院学报, 2022,46(11):19-27,60.
- [3] 刘国辉,王帅,李宁,等. 我国运动生物力学研究热点与影响力变化——基于2000—2020年体育类核心期刊文献数据[J]. 上海体育学院学报, 2023,47(4):71-82.
- [4] 郑旭东,周冰,沈晓臣. STEM教育中的跨学科教学何以可能——基于知识理论与历史向度的审视[J]. 中国电化教育, 2023(12):26-33.
- [5] 张庆新. 核心素养导向下的体育结构化教学[J]. 教育科学研究, 2024(3):60-67.
- [6] MITROPOULOS P, ADAMIDES E, MITROPOULOS I. Redesigning a network of primary healthcare centres using system dynamics

- simulation and optimisation[J]. Journal of the operational research society, 2023, 74(2): 574-589.
- [7] 高晴, 段金菊. 关联学习社区知识生产过程的系统动力学建模及仿真分析[J]. 电化教育研究, 2022, 43(12): 78-85.
- [8] 张洪亚, 郭广生. 实践教学与科研对理工科大学生学习收获影响的系统动力学仿真研究[J]. 中国大学教学, 2020(7): 55-60.
- [9] VIEIRA M, KENNEDY J, LEONARD S N, et al. Creative self-efficacy: why it matters for the future of STEM education[J]. Creativity research journal, 2024: 1-17.
- [10] 甄洁. 运动生物力学教学中的若干教学方法的探讨[J]. 课程教育研究, 2018(38): 167-168.
- [11] 李世瑾. 基于学习进阶的 STEM 教学对中学生问题解决能力影响的实证研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2020.
- [12] 李世瑾, 周榕, 顾小清. 基于学习进阶的 STEM 教育模式[J]. 现代远程教育研究, 2022, 34(2): 73-84.
- [13] 罗燕, 刘惠琴. 高等教育人才培养的核心素养——国际机构报告的观点及其对我国的启示[J]. 中国高教研究, 2022(12): 37-44.
- [14] 张力为, 毛志雄. 体育科学常用心理量表评定手册[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2004.
- [15] 余佳. 基于深度学习理论的 STEM 教育教学模式研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2020.
- [16] 邢磊, 邓明茜, 高捷. 教学行为与学生满意度的关系研究——以某“985 工程”高校本科课程为例[J]. 复旦教育论坛, 2017, 15(2): 66-71.
- [17] 高晓宁, 胡威, 臧国全. 科研数据共享效率影响因素系统动力学仿真分析[J]. 情报理论与实践, 2022, 45(8): 146-153, 103.
- [18] 陈鹏宇. 线性无量纲化方法对比及反向指标正向化方法[J]. 运筹与管理, 2021, 30(10): 95-101.
- [19] 祝志川, 张国超, 张君妍. 基于改进 CRITIC 的修正 G2 赋权方法及实证[J]. 统计与决策, 2018, 34(18): 33-38.
- [20] 高晓宁, 韦浩冉, 张孟伟. 高校网络舆情风险影响因素的系统动力学建模与仿真分析[J]. 情报科学, 2023, 22(9): 1-11.
- [21] 李晓妍. 面向产业技术创新的智慧情报服务生态系统构建及系统动力学分析[J]. 情报科学, 2024, 42(5): 120-129.
- [22] 吴宇辰, 田阳. 中学生在线学习倦怠的应对策略[J]. 中国教育学报, 2023(8): 108.

## STEM-based Sports Biomechanics Course Practice: Teaching Model Construction and Simulation Analysis

HAO Ying<sup>1</sup>, CHEN Zhuo<sup>1</sup>, CHEN Xingjuan<sup>2</sup>

(1.College of Physical Education, Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730070;

2.Institute of Medical Research, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shaanxi 710072)

**[Abstract]** The study aims to explore a new teaching model for Sports Biomechanics course based on the concept of STEM education, and to evaluate its unique advantages and intrinsic mechanism in enhancing students' learning outcomes. On the basis of the analysis of the characteristics of the course, the study constructs a teaching model of Sports Biomechanics with key learning nodes and explores the key factors affecting the learning effect through system dynamics simulation. It is found that this teaching model can improve students' key abilities in course learning and effectively promote students' systematic mastery of the course knowledge. Individual emotional states, course academic performance, individual learning capabilities, and course satisfaction collectively constitute the systematic process of the improvement of learning outcomes, exhibiting the evolutionary feature of steady increase - plateau - significant improvement. It is recommended that teachers should have a deep understanding of the key nodes where effective learning occurs, and design targeted teaching activities to avoid learning fatigue among students. Additionally, attention should be paid to the organic integration and reasonable sequencing of old and new knowledge to facilitate effective knowledge transfer in class, thereby improving teaching outcomes.

**[Keywords]** Sports Biomechanics Course; STEM Education Concept; Progression; Teaching Model; Simulation