

“25号宇宙”实验融入高中生物学“种群数量变化”的教学路径设计

江煜婷, 周嘉敏, 罗秋兰*

韩山师范学院生命科学与食品工程学院, 广东潮州

DOI: 10.62836/jer.v4n9.1370

摘要: 由约翰B卡尔霍恩开展的“25号宇宙”实验, 完整记录了小鼠种群在封闭、资源供给充足条件下, 从初期种群快速增殖, 逐步走向衰落直至整个种群消亡的全过程。该实验十分适合用于高中生物学“种群数量的变化”一课的课堂探究活动。现阶段, 国内高中生物生态学模块教学大多仍沿用传统单一的教学模式, 教学侧重知识内容讲授, 对知识背后内在机制的分析有所欠缺, 学生课堂参与度普遍偏低。针对这一现状, 本研究以“25号宇宙”实验为载体, 融合项目式学习与模型建构教学手段, 构建兼顾数学模型与社会模型的教学设计。通过跨学科内容整合, 调动学生学习主动性, 培养学生科学思维与科学探究能力; 引导学生把种群数量动态变化规律迁移到现实场景, 思考人类社会发展过程里资源利用、生态平衡等现实议题, 建立人与自然和谐共生的观念, 落实高中生物核心素养里社会责任的培养目标。

关键词: 25号宇宙实验; 教学路径; 种群数量变化; 项目式学习; 核心素养

The Teaching Path of Application of “Universe 25” Experiment in Population Quantity Variation in Senior High School Biology

Yuting Jiang, Jiamin Zhou, Qiulan Luo*

School of Life Sciences and Food Engineering, Hanshan Normal University, Chaozhou, Guangdong

Abstract: The “Universe 25” experiment led by John B. Calhoun fully documented the whole-course changes of a mouse population in an enclosed environment with abundant resources: rapid reproduction in the early stage, gradual decline, and eventual extinction of the entire population. This experiment is well-suited for inquiry-based teaching in the high-school biology chapter “Changes in Population Size”. At present, the teaching of ecology in Chinese high-school biology still largely adopts conventional and monotonous teaching models. Greater emphasis is placed on knowledge delivery while insufficient attention is paid to analyzing the underlying mechanisms, which reduces students’ willingness to engage in class. Accordingly, taking the “Universe 25” experiment as the core material, this study adopts project-based learning and model-building strategies to develop a teaching design integrating mathematical and social models. Through interdisciplinary integration, students’ learning motivation

*基金项目: 粤东生物学基础教育核心课程群教研室项目(E25061)。

通讯作者: 罗秋兰, 副教授, 2521@hstc.edu.cn, 从事生物学教学。

can be stimulated, and their scientific thinking and inquiry competence can be cultivated. Students are further guided to apply dynamic principles of population change to real-world contexts, analyze practical issues such as resource utilization and ecological balance in human social development, foster the idea of harmonious coexistence between humans and nature, and achieve the cultivation objective of social responsibility among the core competencies of high-school biology.

Keywords: ‘universe 25’ experiment; teaching path; changes in population size; project-based learning; core biological literacy

普通高中生物学课程标准中强调生物学教学应立足于真实情境来开展各项教学活动,借助探究实践发展学生的科学思维与社会责任[1]。“种群数量的变化”属于中学生物学中生态学模块的核心内容,是学生理解生态系统稳定机制、树立可持续发展观念的重要基础[2]。然而,当前章节的课堂教学中普遍存在着侧重数理运算训练,弱化生态现象背后的内在机理的现象;课堂更侧重于知识点结论的记忆,缺少知识完整的探究过程体验,同时还存在跨学科内容融合的程度不足问题,使得这部分的教学中的生物学学科核心素养的培育目标难以落地。

“25号宇宙”是生态学研究上极具分量的经典实验案例[3]。该实验是1968年,约翰·B·卡尔霍恩在美国国家精神卫生研究院开展的一项长达5年零8个月的实验。这个实验是在资源充足的封闭环境中进行的,结果显示小鼠种群由最初的8只,经历了种群数量的指数增长,再到种群结构瓦解,最终走向彻底消亡。这一实验既反映出了小鼠种群密度与小鼠社会行为的复杂关联性,同时还具备了较强的人文思辨价值,是适合高中生物学教学的真实探究素材。因此本文以“25号宇宙”实验为研究载体,结合模型建构理念,设计一套完整的单元教学方案,为一线教师落实提升学生生物学核心素养培养提供参考。

1 “25号宇宙”实验与高中生物学教学的内在契合性

1.1 知识体系的互补性

人教版高中生物学教材主要以高斯草履虫实验

和酵母菌计数实验作为教学案例[4],着重介绍了J型与S型两种经典种群增长模型,不过教材并未对种群达到环境容纳量(K值)后的变化展开讲解和拓展延伸,存在一定局限性。相比其他实验案例,本文选取的“25号宇宙”实验能够完整地呈现种群数量动态发展的全周期过程。这是对现有教材案例内容不足的补充,可以更加完善学生对种群变化规律的整体认知。

在该实验中,小鼠种群数量的变化经历了四个阶段,分别是:(一)适应期(第0-104天),该阶段小鼠种群增长速度缓慢,内部逐步形成社会等级秩序;(二)指数增长期(第105-315天),在这个阶段约每55天完成一次种群数量翻倍,峰值达到2200只小鼠,群体社会分工有序;(三)停滞衰退期(第316-560天),这时种群数量增长节奏放缓,增长一倍的时间拉长至145天,在群体中出现“美丽鼠”等异常社会行为,雌鼠遗弃幼崽现象频发;(四)崩溃灭绝期(第561-1780天),这个阶段小鼠彻底停止繁育,出生率为零,原有社会结构完全崩塌瓦解,最终种群消亡。

该实验的最大的教学价值,是补充了社会因子对种群数量的调控作用。教材中多将种内竞争主要归纳为资源获取型竞争,而该实验揭示了当种群密度超过社会角色饱和阈值时,会引发“行为沉沦”,直接导致过剩的个体因无法参与社会分工而丧失社交意愿与繁殖欲望,最终种群在即使资源未耗尽的情况下也会走向自行崩溃。这一实验结论丰富了K值的多维内涵,表明K值是生态资源条件与社会行为共同调控、相互作用的结果。

1.2 思维方法的一致性

“25号宇宙”实验的整体研究思路与生物学课堂倡导的“观察-假设-验证-建模”的科学探究逻辑高度契合。卡尔霍恩采用控制变量思路逐一排除天敌、饥荒、瘟疫等常规死亡因素，又通过个体移出实验进一步证实，动物社会化关键期受到的行为损伤不可逆。将这整套完整实证过程引入到生物学课堂教学，不仅能够打破学生机械性记忆和复述知识的浅层学习，还能够培养学生综合多因素开展分析的科学思维。

除此之外，“25号宇宙”实验同样适合用来训练学生的批判性思维。教学过程中，可组织学生进行小组讨论实验本身存在的局限性，比如实验选用的对象为特定品系小白鼠，这就使得实验结论无法排除品系特异性；实验装置为人工搭建的封闭系统，剔出自然界普遍存在的种群迁移机制，该实验得到的规律能否直接将小鼠实验结果类推至人类社会等，从而训练学生厘清类比推理的适用边界，强化生物学学习的证据意识。

1.3 素养目标的契合性

在生命观念培育层面，“25号宇宙”实验让学生认识到种群本身就是具有复杂社会结构的生命系统，种群的出生率不止是冰冷的数值指标，本质上是求偶、筑巢、抚育等社会互动的结果，学生可以利用该案例深刻体会生命系统的整体性特征、结构与功能相统一的核心生命观念。

从科学思维培养维度出发，教师可以引导学生深度解读种群数量变化曲线，计算种群倍增时间，定位曲线偏离J型或S型的关键节点，把种群数量波动与社会秩序演变一一对应，实现从定量分析转向机理性定性解读，以此来训练学生借助数学模型解释生命本质的思维能力[5]。

在社会责任素养落实方面，该实验结果向我们展示出，即便是物质丰裕的条件遭遇社会角色饱和、归属感缺失时，种群的繁衍能力会发生衰退。这一变化规律与现代大城市的高密度人口、群体内卷、低生育率等社会现象高度吻合，可启发学生建

“25号宇宙”实验教学路径：项目式学习

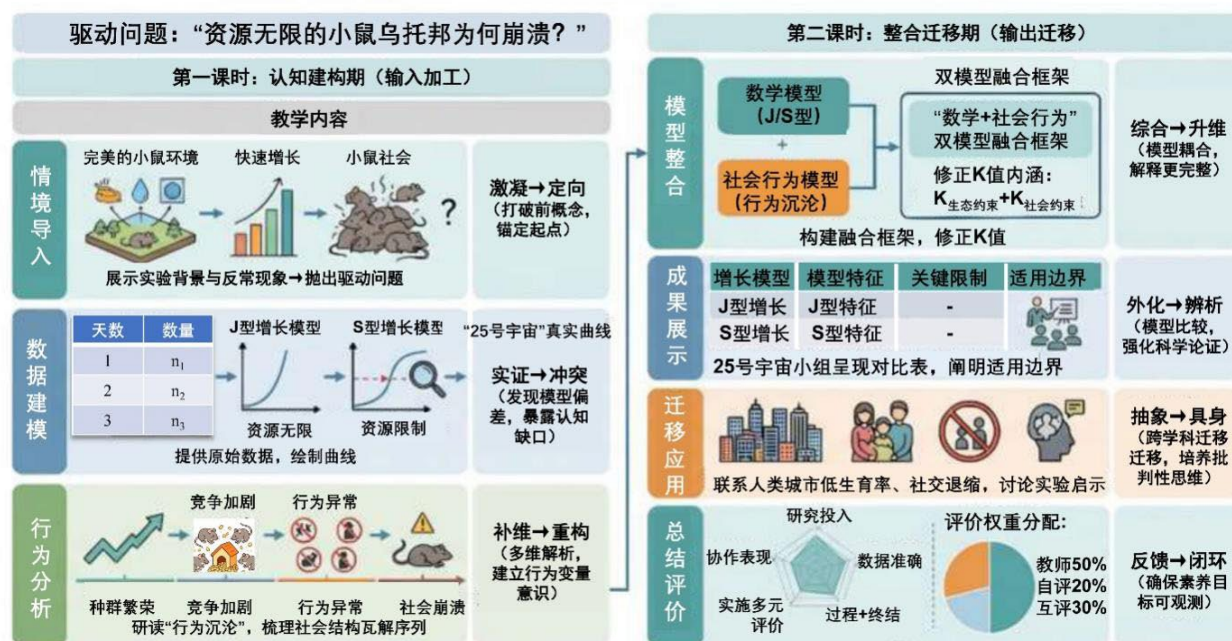


图1. 的“25号宇宙”实验教学设计路径图

立二者关联，思考人类社会要持续发展，除了需要物质资源支撑，也依赖健康的社会关系与合理且包容的制度保障。

2 基于“25号宇宙”实验的教学创新设计

2.1 教学实施流程

基于前述教学价值重构的目的，本文设计了两个课时的“25号宇宙”实验教学设计路径。实施路径从传统的“案例讲解”模式，全面转向以“科学思维训练”与“核心素养整合”为主轴的项目化、探究式教学。具体实施过程结合项目式学习（PBL）方式，以“资源供给无限的小鼠乌托邦，为何最终走向种群崩溃？”的核心问题为驱动，制造强烈的认知冲突，驱动深度探究。学习产出为小组合作完成的“关于25号宇宙种群崩溃机制的调查报告”，产出物需包含数据图表、因果分析、模型修正说明及现实启示。

课堂实施围绕七个环环相扣的环节展开，每个环节均嵌入思维训练与素养培养的锚点，具体设计如图1所示，分两节课完成。

2.2 数学与社会行为模型融合的教学

在传统教学中大多依赖单一数学模型来解释种群变化[5]，而本教学设计构建双模型融合框架。种群数量变化数学模型的构建使学生基于实验原始数据绘制N(t)曲线，可以发现初期符合J型增长，在这个过程中学生可以发现：在峰值后并未维持K值稳定，而是断崖式下跌，从而修正他们对K值仅由物质资源决定的认知。另一个社会性活动与种群数量

关联的行为模型中，引导学生识别和理解社会结构差异，从而认识到崩塌是种群数量下降的直接驱动力。通过对比“物理资源消耗曲线”与“社会行为崩溃曲线”两条曲线，学生可以直观验证社会行为崩溃先于资源枯竭发生以及物理资源充裕仅保证个体存活，而社会行为异化则令种群无法再生产。

2.3 跨学科整合：多学科知识的有机融合

教学过程中构建了“生物-心理-社会”三位一体的解析框架[6]。首先以生物学视角出发，了解出生率、死亡率、种内关系的变化。个体在竞争压力下的习得性无助与角色缺失又可以通过心理学的视角进行解释。最终得以解释社会分工瓦解、群体协作机制断裂的宏观逻辑。这种跨学科整合打破了学科壁垒，培养学生的综合分析能力。

三种增长模型的对比分析（见表1），帮助学生理解不同模型的适用边界与假设条件，建立动态修正的科学认知。

2.4 教学评价设计优化

本教学模式采用过程性评价与终结性评价相结合、多元评价主体参与的评价体系。过程性评价重点考查项目投入度、小组协作表现、探究过程中的思维深度；终结性评价以项目成果和个人反思写作为载体，从数据准确性、模型科学性、论证深度、迁移合理性等维度进行评价；实行教师评价占50%、学生自评占20%、小组互评占30%相结合。

3 教学改革的育人价值与社会启示

在生命系统方面，“25号宇宙”实验证明任何

表1. 三种种群增长模型对比

比较维度	“J”型增长模型	“S”型增长模型	“25号宇宙”真实演化模型
特征	$N_t = N_0 \lambda^t$, 指数增长	逻辑斯蒂增长, 趋近K值	适应→爆发→滞缓→崩溃
适用边界	理想实验室条件	自然有限环境	高密度社会群体
资源假设	资源无限	资源有限	物质资源看似无限, 空间绝对有限
限制因素	无密度制约	物理环境、种内竞争	社会心理、行为异常
环境容纳量	不存在K值	物理/生物量K值	双重K值: 物理+社会

生命系统都同时受到外部环境和内部结构约束的双重调控，学生可以通过这一案例认识到“种群即个体简单相加”的原概念缺陷，深刻体会到“种群是具有内在结构的社会系统”的生命系统复杂性和整体性。

在课程教学过程中，学生可以通过完整的处理真实实验数据实现科学探究。当发现实验数据与教材模型预测出现差异时，学生则需要主动思考模型的局限性，以这种理论与证据的碰撞来培养学生的科学思维[7]。

实验向学生揭示了人口密度与社会健康的深刻关联，学生可以直观理解“人口合理容量”既是资源问题，也是社会关系、生活质量与心理健康的综合问题，有利于将生物学知识与社会议题相联系，树立学生正确人口观，自觉思考可持续发展。

高中生正处于社会化关键期，实验强调了社会分工与角色责任在群体存续中的关键作用。通过案例学习与小组合作探究，学生自主思考班级、家庭、社区中的角色，强化社会责任感。有利于培养学生团队合作与沟通交流能力，重视人际交往与社会融入。

4 总结与展望

本研究将“25号宇宙”实验引入高中生物教学，构建了“数学模型+社会行为模型”双模型的融合教学模式，以真实情境驱动项目式学习培养学

生的核心素养，系统性挖掘了育人价值。

研究也存在一定局限性。例如在实验原始数据获取渠道有限，后续自主验证的难度较大。另一方面，为保证深刻探究，对教师的跨学科融合能力要求较高。未来可开发“25号宇宙”虚拟仿真实验，拓展跨学科主题学习的广度与深度，通过构建更完善的表现性评价工具进一步提升教学效果。

参考文献

- [1]中华人民共和国教育部.“普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)”[M].北京:人民教育出版社,2020.
- [2]张丽辉.“种群的数量变化”单元跨学科实践教学设计 with 实施[J].生物学教学,2024,49(6):40-44.
- [3]Calhoun JB. Death squared: the explosive growth and demise of a mouse population[J]. Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1973, 66(2): 80-88.
- [4]朱正威,赵占良.普通高中教科书·生物学·选择性必修2:生物与环境[M].北京:人民教育出版社,2019.
- [5]程国胜.基于境脉思维的“种群及其动态”单元教学设计[J].中学生物学, 2022,38(2):40-42.DOI:10.3969/j.issn.1003-7586.2022.02.016.
- [6]陈维.跨学科项目化学习:STEM视域下高中生物学的实践范式与基本策略[J].中学生物教学,2025,(25):10-14.
- [7]吴成军.试论科学思维及其在生物学学科中的独特性[J].生物学教学,2018,43(11):7-9.

