

基于项目式学习的 高中生物学核心素养培养路径探究

——以“校园生态微系统”的构建与运营为例

文_何惠英
(四川省平昌中学)

摘要:随着“双减”政策的深化与新时代科学教育理念的推进,高中生物学教学亟待从知识本位向素养本位转变。项目式学习作为契合这一转型的探究式教学模式,为核心素养的落地提供了可行路径。本研究立足于高中生物学教学实践,针对传统教学中学生难以深入理解生态系统动态平衡这一抽象概念的问题,设计并实施了以“校园生态微系统的构建与运营”为核心的项目式教学。本文最终提炼出一种可迁移的“情境—实践—反思”项目式学习教学模式,并为一线教师实施类似项目提供了具体策略、工具与反思,对推动高中生物学教学改革具有积极的参考价值。

关键词:项目式学习 核心素养 高中生物学 生态微系统 教学实践

◎ 引言

❶ 研究背景与问题提出:深化科学教育加法下的教学范式变革

当前,我国正处于加快建设教育强国与科技强国的关键时期。习近平总书记“在教育‘双减’中做好科学教育加法”的重要指示,以及教育部等十八部门《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》,为中小学科学教育的发展指明了方向,“注重将知识学习与实践相结合,强化做中学、用中学、创中

学”^[1],培养学生的创新精神与实践能力。生物学作为揭示生命现象与活动规律的自然科学,其育人价值不仅在于传授知识,更在于培育学生适应终身发展和社会发展所需的正确价值观念、必备品格与关键能力,即生物学核心素养^[2]。然而,反观当下许多高中生物学课堂,教学仍难以摆脱“教师讲、学生听”的灌输模式。对于“生态系统”“稳定性”等抽象核心概念,学生往往通过记忆食物链、营养级图表和稳定性定义等以应对考试,但对其内在的动态平衡机制、复杂性及人类活动的影响缺乏深切的、关联自身经验的体验。这种“纸上谈兵”式的教学,导致知识学习与素养培育之间存在巨大鸿沟,学生解决真实环境中复杂生物学问题的能力明显不足^[3]。因此,探索一种能够将核心素养培养目标有效“翻译”为课堂教学实践的新型教学模式,已成为一项紧迫的课题。

❷ 理论框架:项目式学习与核心素养的内在契合性

项目式学习(Project-Based Learning, PBL)是一种以学生为中心,通过一个真实的、复杂的、富有挑战性的问题或任务,引导学生在较长时间内进行自主、协作、探究,最终生成公开成果,并在此过程中习得关键知识和技能的教学方法^[4]。其核心要素包括驱动性问题

(Driving Question)、持续探究 (Sustained Inquiry)、真实性 (Authenticity)、学生发言权与选择权 (Student Voice & Choice)、反思 (Reflection)、批评与修改 (Critique & Revision), 以及公开成果 (Public Product)^[5]。

项目式学习的内在逻辑与生物学核心素养的培养要求高度同构。首先, 驱动性问题创设的真实情境, 是生命观念从静态知识走向动态应用的天然场域。其次, 项目推进所必需的持续探究过程, 与科学探究素养内涵完全吻合。再次, 项目中对方案的论证、对问题的诊断、对数据的分析, 无时无刻不在锤炼着学生的科学思维。最后, 项目成果的公开展示及其可能产生的社会价值, 直接为社会责任的培养提供了平台^[6]。因此, 项目式学习被认为是实现生物学核心素养落地的理想载体之一^[7,8]。

❶ 本研究的目的、内容与意义

本研究旨在通过具体的项目式学习案例“校园生态微系统”的构建与运营, 深入探讨以下问题: ①如何围绕核心素养设计可行的、有深度的生物学项目式学习框架? ②在项目实施过程中, 核心素养的四维目标是如何通过具体的学习任务得以体现和落实的? ③如何有效

评估项目式学习对学生核心素养发展的促进作用? ④在实践过程中会遇到哪些挑战? 有何解决策略?

本研究不仅详细呈现了一个完整的项目式学习教学设计与实施全过程, 更侧重于对实施过程中师生行为、生成性资源及教学成效进行深度剖析与反思, 旨在为一线教师提供一份具有高参考价值、可模仿、可迁移的实践蓝图, 为推动高中生物学教学从知识灌输向素养培育的转型贡献一份力量^[9]。

◎ 项目设计: 基于核心素养的项目式学习框架构建

❷ 课程标准对接与学情分析

本项目对应人教版高中《生物学》(选择性必修2)第3章“生态系统及其稳定性”课程, 以及《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》选择性必修课程模块2“生物与环境”中的“生态系统”部分。具体要求包括探讨某一生态系统的结构、分析生态系统中的物质循环和能量流动的基本规律及其应用, 以及解释生态系统的稳定性等^[2]。其核心概念“生态系统的稳定性”既是教学重点,

表1 核心素养目标

核心素养维度	在本项目中的具体、可观测的学习目标
生命观念	(1) 能运用“结构与功能观”为微系统选择合适的生物组分(如选择沉水植物因其能光合作用产氧) (2) 能绘制并解释所构建微系统的物质循环(如碳、氮)和能量流动路径图 (3) 能运用“稳态与平衡观”解释系统出现的波动(如藻类暴发), 并提出基于反馈调节的解决方案
科学探究	(1) 能小组合作制订详细的生态调查方案和周期性监测计划 (2) 能规范使用工具测量并记录水温、pH、溶解氧等物理化学指标 (3) 能通过观察、计数(估算)记录动植物的生长状态与数量变化 (4) 能基于监测数据, 判断系统健康状况, 并尝试分析变化原因
科学思维	(1) 能基于调查证据, 运用逻辑推理, 论证本组设计方案的合理性(模型构建与论证) (2) 当系统出现问题时, 能运用批判性思维从多因素(生物、非生物)分析主要原因(因果推理) (3) 能比较不同小组方案的优劣, 进行优化迭代
社会责任	(1) 在项目过程中表现出对生命的关爱和敬畏(如小心操作生物) (2) 能撰写面向全校同学的生态保护倡议书或制作科普展板, 分享项目成果与心得 (3) 能就校园生态维护向学校相关部门提出合理化建议

也是学生理解的难点。

学情分析 此部分授课对象为高二选考生物学的学生。他们已学习了种群、群落、生态系统的结构及能量流动、物质循环的基本原理，具备一定的生物学知识基础。但此前学习多基于教材图示及理论推导，对生态系统作为一个动态、开放、具有反馈调节机制的复杂系统的理解停留在抽象层面。学生动手实践欲望强，对校园环境改善有参与热情，但进行长期、规范的科学探究的经验相对缺乏^[10]。

资源分析 学校拥有一块名为“沁园”的闲置湿地，面积约 32 平方米，内有浅水洼、挺水植物和少量水生动物，为项目提供了绝佳的真实情境。学校实验室可提供水质检测试剂盒（pH 试纸 / 笔、溶解氧测试包、氨氮测试剂等）、显微镜、数码相机等设备。

② 核心素养目标与驱动性问题设计

基于课程标准与学情，我们将核心素养目标具体化，并设计了驱动性问题（见表 1）。

驱动性问题 “我们能否为校园的沁园一角，设计并长期（至少 1 个月）维护一个生物多样性丰富、水质清澈且能保持相对稳定的微型水生生态系统？”

设计意图 此问题①源于真实：直接关联校园环境；②开放复杂：无标准答案，需小组自主规划；③具挑战性：“长期稳定”是明确目标；④导向探究：如何算“稳定”？如何监测？如何维护？均需学生探索^[4,5]。

③ 项目整体规划与时间线

项目总时长 8 周，整个流程遵循“启动—探究—创造—反思”的项目式学习循环^[6]，时间安排如下。

- 第 1 周（3 月 10—16 日）：项目启动、知识铺垫（生态系统稳定性）、分组、发布驱动性问题。
- 第 2—3 周（3 月 17—30 日）：各小组进行沁园生态本底调查、方案设计、举行小组方案论证会。
- 第 4 周（3 月 31 日—4 月 6 日）：采购 / 获取生物与非生物材料，动手构建生态微系统。
- 第 5—7 周（4 月 7—27 日）：持续性监测（每周 2 ~ 3 次）、数据记录、中期问题诊

断与优化干预。

- 第 8 周（4 月 28 日—5 月 4 日）：数据整理分析、撰写研究报告 / 制作展板、成果展示与公开答辩、项目总结与反思。

④ 评价设计：指向素养的多元评价体系

为全面评估素养发展，本项目采用融合过程与成果的多元评价方案（总分 100 分）^[4,7]。

- 小组方案设计报告（20%）：使用量规评价，维度包括科学性、创新性、可行性和文档规范性。
- 过程表现与监测记录（30%）：包括小组协作（教师观察、组内互评）、监测记录的及时性与规范性（检查记录本）。
- 最终成果与答辩（40%）：包括微系统稳定状况（20%）、研究报告 / 展板质量（10%）、现场答辩表现（10%）。
- 个人反思报告（10%）：从反思的真实性、对素养发展的认知深度、问题解决的反思逻辑性等维度进行评价。

◎ 项目实施与案例分析：核心素养的培养路径呈现

以下选取一个贯穿项目各阶段的典型小组（“知行”小组）完整案例，深度析解核心素养是如何被具体任务激活和培养的。

⑤ 阶段一：启动与探究——从观念认同到思维碰撞

情境导入 教师播放一段关于天然湿地生态系统的纪录片片段，并引导学生观察沁园现状，提出驱动性问题。学生表现出浓厚兴趣，并就“什么是稳定”“哪些生物适合”等问题展开初步讨论。

知行小组利用课后时间对选定区域（约 1.5 m²）进行了为期 3 天的详细调查，记录如下：

调查时间：2025 年 3 月 18—20 日（晴，气温 10 ~ 18 ℃）

非生物因素：平均水深 15 cm，水温 14.5 ℃（15:00 测量），pH 值约为 7.0（使用 pH 试纸测量）

生物因素：观察到挺水植物 2 种（芦苇幼苗、少量野生菖蒲），沉水植物 1 种（少量金鱼藻），水生昆虫 1 种（水黽），螺类 1 种（约 5 只环棱螺），未发现鱼类

表 2 知行小组生态微系统监测记录表填写示例

监测日期	水温(°C)	pH 值	溶解氧 (mg/L)	浊度 (描述)	主要生物观察记录
4 月 1 日	16.5	7.1	6.8	清澈	系统构建完成, 生物状态良好
4 月 8 日	18.0	7.2	6.5	轻微泛绿	缸壁出现少量绿藻, 鱼类活跃
4 月 15 日	20.5	7.6	5.5	浑浊, 淡绿色	藻类明显增多, 1 尾青鳉鱼活动迟缓
4 月 22 日	21.5	7.7	5.1	浑浊加剧	发现 1 尾青鳉鱼死亡, 螺类聚集
4 月 29 日	22.0	7.4	5.8	浑浊度减轻	实施干预后, 藻类减少, 剩余鱼类活跃
5 月 6 日	23.0	7.3	6.0	较清澈	系统趋于新的平衡, 浮萍生长良好

方案设计中的观念与思维：基于调查，知行小组设计了《“知行绿洲”生态微系统方案》，计划引入 5 尾青鳉鱼作为消费者，10 只环棱螺作为分解者，并补充种植 3 丛金鱼藻以增强产氧能力。其论证过程体现了深刻的科学思维，他们认为螺类可以控制藻类，避免其过度生长（平衡）；金鱼藻可为鱼类提供氧气和庇护所（结构与功能）。小组内部就“是否引入 1 只小甲鱼”产生了激烈辩论，这正是系统思维的体现——他们预见到甲鱼作为顶级消费者可能破坏系统平衡。最终方案摒弃了此想法，展现了基于证据的决策能力。

阶段二：构建与监测——探究实践与数据驱动

动手构建 各小组在教师指导下，安全进入沁园实施构建。

持续性监测与数据分析（科学探究的核心）知行小组制订了详细的监测表（见表 2），并坚持执行。

数据驱动决策 面对第 3—4 周的数据异常（pH 值升高、溶解氧下降、浊度增加、出现死鱼等），教师引导小组分析原因。学生提出假设：“我校位于四川巴中，春季气温回升快、光照时长增加，且雨水可能携带周边环境中的营养物质（如土壤中的氮、磷元素），导致藻类爆发性繁殖（水华现象），继而引起夜间呼吸作用耗氧过多，导致鱼类缺氧死亡。”这一基于数据的因果分析，是科学思维与探究能力的飞跃。

阶段三：优化与展示——从问题解决到社会责任升华

优化措施 知行小组采取了多种干预措

施，如部分（30% 体积）换水；追加投放 5 只更能耐受低氧的苹果螺；在水面增加约 40% 覆盖率的浮萍以竞争光照、抑制藻类生长。1 周后，监测数据显示 pH 值和溶解氧逐渐恢复正常，系统趋于新的稳定。

成果展示与社会责任内化 在项目成果展上，知行小组不仅展示了精美的展板（内含数据图表、构建过程照片等），还发布了《致全校同学的沁园保护倡议书》。小组成员学生在反思报告中写道：“看到第 4 周小鱼死了，我们小组都很受打击。但当我们一起查资料、分析数据，发现是藻类太多导致晚上缺氧时，突然觉得课本上的‘溶解氧’‘光合作用’，不再是死记硬背的概念了。最后我们通过换水、加浮萍的方法让水重新变清，真的很有成就感。保护环境，就是要从了解我们身边的小池塘开始。”

项目成效评估与反思

成效分析：多维度证据展示

知识理解层面 对比项目前后对“生态系统稳定性”相关概念的测试（满分 10 分），班级平均分从项目前的 6.8 分提升到项目后的 8.5 分，提升 1.7 分， t 检验表明差异显著（ $p < 0.01$ ）。

能力与态度层面 对收回的 41 份有效学生反思报告进行编码分析，发现 92.7% 的学生提到了“对生态系统动态平衡的理解更加深刻”，85.4% 的学生认为“合作能力、解决问题能力得到锻炼”，90.2% 的学生表示“更加关注和愿意保护身边的生态环境”。

实质性证据 学校后勤部门对沁园环境的

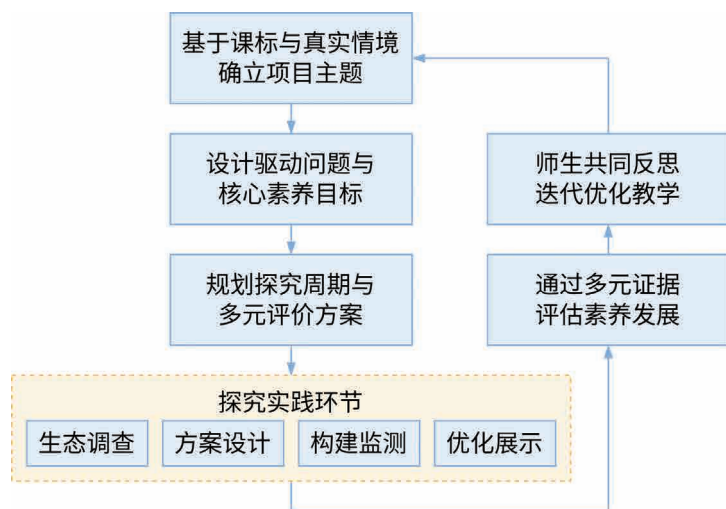


图1 高中生物学项目式学习“情境—实践—反思”教学模式流程图

改善给予了肯定，并表示将支持学生后续的维护活动。

② 教学反思：项目式学习实践的经验与挑战

◆ 成功经验

- 真实情境是引擎：沁园这个真实场域极大激发了学生的投入度和主人翁意识。

- “脚手架”（指教师提供的学习支持工具与指导策略）是关键：教师提供了方案设计模板、监测记录表范本、数据分析指南等支架，有效支持了学生的自主探究。

- 教师角色转变：教师从讲授者变为设计者、引导者、资源协调者，虽更耗时，但学生展现出的潜能和成长令人鼓舞。

◆ 面临的挑战与对策

- 课时紧张。对策：采用课内引导与课外实践相结合的模式，核心讨论、方法指导在课内完成，观察、记录、构建等主要在课外活动时间进行。

- 跨学科知识不足。对策：邀请化学教师讲解水质参数（pH、溶解氧等）的化学意义，实现学科融合教学。

- 过程管理难度大。对策：利用在线协作平台（如班级钉钉群、腾讯文档）进行小组日志共享和照片上传，方便教师随时跟踪指导。

③ 模式提炼

基于本次实践，我们初步提炼出高中生物学项目式学习模式图，以及核心教学

流程（见图1）。

④ 结论与展望

本研究通过“校园生态微系统”项目式学习的完整案例证实，将学科核心知识置于复杂的、真实的、有意义的项目情境中，能有效激发学生的学习内驱力，促进知识、能力、态度的深度融合与转化，为核心素养的落地提供了可操作的路径。项目的成功得益于精心的顶层设计、持续的过程指导，以及多元的评价反馈。

展望未来，此模式可进一步拓展。其一，项目主题可迁移至“设计智能植物工厂”（光合作用）、“校园鸟类行为研究”等。其二，可引入物联网技术（如温度、pH、光照传感器等），实现生态环境数据的自动化、精准化采集，将探究引向深入。其三，可探索跨年级、跨学科的更长周期项目式学习，如与语文（撰写科学报告）、美术（生态设计）、信息技术（数据可视化）等科目深度融合，对学生综合素养的培养更全面。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL]. (2023-05-29)[2025-09-25]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html.
- [2] 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）[S]. 北京：人民教育出版社，2020.
- [3] 王晶莹，郑晓惠. 核心素养导向的项目式学习设计与实施——以高中生物学为例[J]. 生物学通报，2021，56（3）：31-35.
- [4] Thomas, J. The Teacher's Guide to Project-Based Learning: A Pedagogy for the 21st Century[M]. Beijing: Education Science Press, 2019.
- [5] Larmer, J., Mergendoller, J. R., Boss, S. L. Project-Based Learning: Creating Immersive Experiences for Students[M]. Shanghai: East China Normal University Press, 2020.
- [6] 夏雪梅. 项目化学习设计：学习素养视角下的国际与本土实践[M]. 北京：教育科学出版社，2018.
- [7] 刘恩山，曹保义. 普通高中生物学课程标准（2017年版）解读[M]. 北京：高等教育出版社，2018.
- [8] Buck Institute for Education. PBL Works[EB/OL]. (2025-09-25)[2025-12-10]. <https://www.pblworks.org/>.
- [9] 郭玉英，姚建欣. 基于项目的学习与科学教育深度融合的实践探索[J]. 教育科学研究，2020（4）：52-57.
- [10] 张颖之，刘恩山. 中学生物学课程中核心素养的测评研究[J]. 课程·教材·教法，2017，7（8）：55-60.