

# 基于 STEM 理念的 PBL 教学模式 在高中生物教学中的研究 ——以《沼气工程》为例

王均宇 陈忠

淮北师范大学生命科学学院

**摘要：**跨学科教学作为教育发展的重要趋势，对学生的全面发展具有深远影响。本研究将 STEM 理念与 PBL 教学模式深度结合，以农村能源短缺与环境污染治理的真实问题为驱动，整合生物、化学、物理、数学及工程技术等多学科知识，通过实地考察农村沼气工程、设计并制作沼气池模型、实验数据统计与图表分析、成果展示与方案优化等完整实践环节，设计可落地的跨学科探究教学流程。力求培养学生的跨学科实践能力与实际问题解决能力，同时强化学生的环保意识和可持续发展理念，也为高中生物跨学科实践教学的开展提供具体的实践思路与实施路径。

**关键词：**STEM 理念；PBL 教学模式；高中生物；跨学科；沼气工程

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6288.2026.01.245

## 引言

《普通高中生物学课程标准（2017年版2020年修订）》（以下简称《课标》）明确要求加强学科间的横向联系，注重学科间的有机整合，强调了跨学科教学对于学生综合素养培养的重要性<sup>[1]</sup>。同时，《教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》指出：“要加强学科间的相互配合，发挥综合育人功能，不断提高学生综合运用知识解决实际问题的能力。”<sup>[2]</sup>由此可见，如何在高中生物学教学中进行跨学科融合教学是一个值得我们深入研究的问题，也是教育改革的重要趋势。沼气工程作为高中生物选择性必修二《生物与环境》中生态工程的重要内容，其原理与实践涉及微生物代谢、有机物化学反应、气体物理性质、数据计算及工程设计等多方面知识，是开展跨学科实践教学的优质载体。传统的沼气工程教学多局限于生物学科内的知识传授，仅聚焦生态工程原理与微生物无氧呼吸等内容，忽视了多学科知识的内在联系，学生难以形成综合运用知识解决实际问题的能力。STEM教育理念是以科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、数学（Mathematics）素养培养为核心的跨学科知识整合。PBL教学模式以问题为导向、学生为主体，通过自主探究与合作学习来解决问题，该模式契合高中生物跨学科实践的教学需求。本研究以“沼气工程”为例，探索STEM理念与PBL教学模式融合在高中生物跨学科实践教学中的应用路径，以期为高中生物跨学科教学的实施提供实践参考。

## 一、理论基础与研究设计

### （一）STEM理念与PBL模式的融合逻辑

STEM理念并非科学、技术、工程、数学四类学科知识的简单叠加，而是充分打通各学科间壁垒，构建以真实问题为导向的教学路径、“集成式”教学方式和“以学生为中心”的基本理念，开展基于真实问题情境的跨学科教育<sup>[3]</sup>。PBL教学模式是以问题为导向的教学方法，是在教师的引导下，以学生为核心，以问题为导向，通过讨论、交流的形式，形成解决问题的方案并实施，用以展示学习成果和解决问题，培养学生科学探究能力和创新能力的教学模式<sup>[4]</sup>。二者的融合具有内在的逻辑一致性：均以“学生为中心”，以真实问题解决为核心目标，引导学生主动积极地学习，注重教学的实践性与探究性。将STEM理念融入PBL教学模式的各个环节，能为PBL教学提供跨学科的核心素养培养框架，而PBL教学模式则为STEM理念的落地提供了具体的教学实施路径，二者结合可有效支撑高中生物跨学科实践教学的开展，实现学生多学科素养的协同培养。

### （二）教学内容与学科知识整合

本研究选取高中生物中的“沼气工程”作为教学实践内容，其属于农村综合发展型生态工程，核心是利用微生物的无氧呼吸作用，将农业废弃物、畜禽粪便等有机物质转化为沼气，兼具科学性、实践性与应用性。随着全球对可持续发展的关注度不断提升，沼气工程作为一种清洁、高效的可再生能源利用方式，不仅能改善农村生态环境，还能提升农民的生活质量，推动农村经济的可持续发展与产业结构优化升级<sup>[5]</sup>。在教学过程中，通过整合多学科知识与技能，让各学科知识在沼气工程

实践中相互支撑、有机融合：生物学是沼气工程的核心理论支撑，重点阐释微生物无氧呼吸的原理，以及生态工程的循环、自生、整体等基本原理解；化学聚焦沼气的成分构成与有机废弃物分解的化学反应过程，分析不同反应条件对沼气产生的影响；物理学为沼气池的设计与制作提供理论依据，涉及气体的物理性质与密封处理的力学知识；数学应用于沼气产量的计算、实验数据的统计与分析，并能基于数据分析评估沼气工程的实际经济效益；工程技术则体现在简易沼气池模型的设计、制作、调试与优化全过程，培养学生的实践操作能力与工程思维。

### （三）教学目标的确定

结合课程标准要求、学生的认知基础与跨学科实践的培养需求，围绕生物学科核心素养与STEM理念的协同培养目标，本次教学确定了三大核心目标：第一，学生能够深入理解沼气工程的生物学核心原理，掌握与沼气相关的化学、物理知识，运用数学方法分析实验数据，实现多学科知识的融会贯通；第二，引导学生综合运用多学科知识开展沼气池模型的设计与制作，提升动手操作与工程设计能力，通过实验数据的整理与分析培养逻辑推理能力，在小组合作的过程中锻炼沟通协作与实际问题解决能力；第三，学生能够认识到沼气工程在农村环境保护、可再生能源开发与农村经济可持续发展中的重要作用，树立正确的环保意识与可持续发展理念，增强自身的社会责任感。

## 二、基于STEM-PBL融合模式的沼气工程跨学科实践教学路径探索

本研究以PBL教学模式为基本框架，将STEM理念融入问题探究的各个环节，以“农村能源短缺与环境污染的解决路径”为核心现实问题，引导学生开展沼气工程的跨学科探究实践活动，整个教学过程以问题驱动、探究设计、动手实践、数据分析、成果交流、拓展延伸的步骤逐步推进，让学生在解决实际问题的过程中完成跨学科知识的建构，实现综合能力的提升。

### （一）问题驱动，明确跨学科探究方向

导入环节，以真实的农村社会问题为切入点，播放农村能源短缺、农业废弃物随意排放导致土壤与水体污染的情境视频，在安全且满足条件的情况下，教师还可以带学生前往农村实地考察沼气池的整体结构、运作过程及工作原理，让学生更加直观地感受农村发展中面临的能源环境双重问题和沼气工程的重要性，随后提出核心探究问题：“如何利用农村现有有机资源开发可再生能源，同时解决农业废弃物污染问题？”结合学生的生物知识与生活经验，引导学生初步联想到沼气工程，进

而明确本次跨学科探究的核心任务：设计并制作小型沼气发生装置，测试其产气性能，并分析沼气工程在农村生态系统中的实际应用价值。通过真实问题的驱动，不仅能激发学生的探究兴趣，更能让学生认识到跨学科探究的现实意义，同时明确本次教学的跨学科探究方向，为后续的实践探究奠定基础。

### （二）小组探究，设计沼气池方案

基于PBL教学模式的合作探究要求，本研究将学生划分为4~5人一组的学习小组，让各组学生的学科知识与能力形成互补。教师为学生提供沼气工程相关的参考资料，涵盖生态工程原理、沼气池设计规范、微生物代谢的影响因素等内容，同时鼓励并指导学生结合实地考察记录自主搜集多学科相关信息，引导各小组围绕“如何设计产气效率高、密封性好的简易沼气池模型”展开讨论。讨论过程中，学生需要综合运用多学科知识确定沼气池模型的结构、制作材料的选择、实验变量的控制以及数据监测的具体指标，完成模型设计草图绘制。例如，结合生物学知识确定发酵原料的种类与配比，结合化学知识分析发酵的适宜温度与pH值，结合物理知识设计沼气池的储气结构与管道连接方式，结合数学知识确定数据的监测与分析方法。各小组形成初步的设计方案后，教师从科学性、可行性与创新性等方面进行审核并提出修改意见，学生根据教师反馈完善方案，最终形成可落地实施的沼气池模型设计与实验方案。这一过程充分体现了STEM理念的跨学科整合要求，也有效培养了学生的自主学习能力与工程设计思维。

### （三）动手实践，完成沼气池模型制作与实验

动手实践是培养STEM理念的核心环节，也是PBL教学模式中解决实际问题的关键步骤。教师提前准备好实验所需的材料与工具，包括塑料桶、橡胶管道、阀门、密封胶、pH试纸、温度计等，并开展实验安全指导，明确密封操作、原料处理等环节的注意事项。学生以小组为单位，按照完善后的设计方案制作简易沼气池模型，重点完成模型的密封处理，确保装置的气密性，这一过程充分锻炼了学生的技术操作能力与工程实践能力。模型制作完成后，学生向装置中加入厨余垃圾、畜禽粪便等有机废弃物作为发酵原料，严格控制发酵的温度、pH值等实验条件，随后开展持续的实验监测，定期记录沼气产量、发酵环境的温度与pH值等数据，观察装置的实际产气情况。实验过程中，教师进行现场巡视指导，及时纠正学生的不规范操作，针对学生遇到的技术难题进行针对性引导，保障实验的顺利开展。

### （四）数据分析，优化沼气池设计方案

实验数据的分析与处理是将数学素养与科学思维相

融合的重要教学环节。教师为学生提供数据分析的方法与工具,指导学生运用Excel完成数据的统计、整理与图表绘制,引导学生从原料种类、配比、温度、pH值等方面分析影响沼气产量的关键因素。学生以小组为单位对实验数据进行深入分析,通过绘制沼气产量随时间、温度等因素变化的图表,探究实验过程中沼气池模型可能出现的问题,如密封性差、产气效率低、发酵原料配比不合理等。针对发现的问题,学生再次整合多学科知识提出优化方案,例如针对密封性问题,结合物理知识更换密封材料或优化密封结构;针对产气效率低的问题,结合生物学与化学知识调整发酵原料的配比或精准控制发酵环境的温度与pH值。学生根据优化方案对沼气池模型进行修改,并再次开展实验验证优化效果。这一“实践—分析—优化—再实践”的过程,让学生完整体验工程设计的基本流程,同时能有效提升学生的数据分析能力与问题解决能力。

#### (五) 成果交流,深化跨学科知识建构

成果交流是培养学生表达能力与逻辑思维的重要途径。教师为学生搭建成果展示与交流的平台,各小组选派代表以沼气池模型实物、Excel数据图表、探究报告为载体,向全班展示本次跨学科探究的成果,包括沼气池模型的设计思路、制作过程、实验数据、分析结论及优化方案等内容,学生结合模型实物、实验图表进行现场讲解,清晰地阐释多学科知识在沼气工程中的具体应用。展示结束后设置互动交流环节,其他学生针对展示内容提出疑问与改进建议,展示小组进行针对性解答,学生在交流过程中相互学习、相互借鉴,发现自身探究过程中的不足,同时吸收其他小组的优秀设计思路与实践经验。教师在交流环节进行针对性引导,梳理多学科知识在沼气工程中的内在联系,帮助学生构建系统的跨学科知识体系,实现知识的深度建构。

#### (六) 拓展延伸,挖掘沼气工程的生态价值

在完成沼气池模型的实践探究后,教学进一步向实际应用拓展,回归高中生物生态工程的教学核心,挖掘沼气工程的生态与社会价值。教师结合实地考察照片与农村沼气工程实景图,引导学生分析沼气池与农村种植业、养殖业的协同发展关系,让学生认识到沼气池在农村生态系统中的核心作用。随后组织学生以小组为单位,围绕沼气工程的生态工程原理、生态系统的结构与功能特点、农村沼气的实践价值展开讨论。学生结合本次实践探究的经历与所学的生态工程知识,分析得出沼气工程运用了循环、自生、整体等生态工程基本原理,实现了农村生态系统中物质的多级循环利用与能量的充分利用,既减少了废弃物排放与环境污染,又提高

了土地产出水平,增加了农民收入。这一过程实现了从简易模型实践到实际工程应用的思维迁移,让学生深刻认识到沼气工程的经济效益、生态效益与社会效益,进一步强化了学生的环保意识与可持续发展理念,同时也体现了STEM理念中科学与技术素养的深度培养。

### 三、教学效果展望

此教学设计将STEM理念与PBL教学模式有效融合到沼气的跨学科实践活动中,让学生在解决真实问题的过程中完成了多学科知识的整合与应用,有效提升了学生的跨学科实践能力。教学过程中坚持以学生为主体,通过小组合作探究、动手实践操作等环节,让学生全程参与沼气工程的设计与实践,不仅培养学生的自主学习能力、团队协作能力与动手能力,更让学生完整地体验科学探究与工程设计的基本流程,提升学生的科学思维与工程思维。同时,教学以真实的农村社会问题为切入点,将知识学习与现实生活紧密结合,让学生在探究过程中切实认识到生物学科的实用价值,有效增强学生的环保意识与社会责任感,落实立德树人根本任务。

### 结语

将STEM理念与PBL教学模式进行有效融合,是开展高中生物跨学科实践教学的可行路径。本研究以“沼气工程”作为实践案例,将多学科知识整合于真实问题的解决过程中,通过问题驱动、小组探究、动手实践、数据分析、成果交流与拓展延伸等环节,构建了STEM-PBL融合的跨学科实践教学实施路径,既落实了《课标》中跨学科实践的教学要求,又契合了核心素养导向下的人才培养需求,有效弥补了传统单一学科教学的不足。在实际的高中生物教学中,教师可根据学生的认知水平与学校的教学条件对教学过程进行灵活调整,让跨学科实践教学更贴合教学实际,真正实现学生综合素养的培养,为新时代培养具有创新能力与实践能力的复合型人才奠定坚实的基础。

### 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] 全面深化课程改革落实立德树人根本任务[N].中国教育报,2014-06-23(008).
- [3] 秦瑾若.深度学习视域下STEM教育的审视与思考[J].教育理论与实践,2022,42(07):58-63.
- [4] 杨义,蒋美琼.基于PBL教学模式的高中生物探究式教学实践研究[J].学周刊,2024(24):41-43.
- [5] 吕仿杰,梁亚超.“碳中和”背景下农村沼气工程发展现状及对策研究[J].河南农业,2024(15):10-11.