

# 核心素养导向下高中生物学微视频教学设计与实施

——以“探究酵母菌细胞呼吸的方式”为例

黄开鑫

黄冈师范学院生物与农业资源学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2026年3月6日; 录用日期: 2026年4月16日; 发布日期: 2026年4月28日

## 摘要

以人教版高中生物学必修1“细胞的代谢”模块中“探究酵母菌细胞呼吸的方式”实验为例, 融合自主学习、合作探究与问题导向方法, 探索微视频在实验教学中的应用路径。通过设计分层微视频资源包与配套教学活动, 将知识传授与素养培养有机结合, 不仅激发了学生的实验探究兴趣, 还强化了科学思维与社会责任的培育, 有效提升了实验教学的针对性与实效性, 为核心素养导向下的高中生物实验教学改革提供实践参考。

## 关键词

微视频, 核心素养, 实验教学设计

# Design and Implementation of Micro-Video Teaching in High School Biology Guided by Core Competencies

—Taking “Exploring the Methods of Yeast Cell Respiration” as an Example

Kaixin Huang

College of Biology and Agricultural Resources, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: March 6, 2026; accepted: April 16, 2026; published: April 28, 2026

## Abstract

Taking the experiment “Exploring the Methods of Yeast Cell Respiration” from the “Cell Metabolism” module of the Renjiao Edition High School Biology Compulsory 1 textbook as an example, this study integrates self-directed learning, collaborative inquiry, and problem-based approaches to explore the application path of micro-videos in experimental teaching. By designing layered micro-video resource packs and corresponding teaching activities, it organically combines knowledge transmission with literacy cultivation, not only stimulating students’ interest in experimental inquiry but also strengthening the development of scientific thinking and social responsibility, effectively improving the pertinence and effectiveness of experimental teaching, and providing practical reference for the reform of high school biology experiment teaching under the guidance of core literacy.

## Keywords

Micro-Video, Core Literacy, Experimental Teaching

Copyright © 2026 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

在《普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订)》明确以核心素养为育人导向的背景下,传统生物教学模式逐渐显现出抽象知识难具象、探究过程难还原、素养培养难落地的痛点[1]。微视频以其短时高效、可视化呈现、可重复交互的独特优势,为信息技术与学科教学的融合提供了新路径。为此,笔者尝试运用微视频教学载体,以核心素养培育为导向、以问题驱动为中心进行“探究酵母菌细胞呼吸的方式”的教学设计,融合自主学习与合作学习模式,通过“看、议、展、评”四步课堂活动,探索微视频在高中生物实验教学中助力核心素养落地的有效路径[2]。

## 2. 微视频在生物实验教学中的应用优势

### 2.1. 理论优势

#### 2.1.1. 契合认知负荷理论,降低实验学习认知负荷

微视频以短时碎片化、可视化、分步拆解为特征,将抽象的细胞呼吸原理、复杂的实验装置搭建、严谨的变量控制逻辑转化为直观动态画面,有效降低学生实验学习的外在认知负荷[3],避免因信息过载导致的理解困难,完美适配高一学生具象思维为主的认知特点。

#### 2.1.2. 支撑活动理论,搭建探究实践活动载体

以微视频为核心媒介,串联学习任务单与“看、议、展、评”四步课堂活动,构建“自主预习、合作讨论、实操推演、反思评价”的完整实践活动体系,将理论学习转化为可操作、可互动、可反思的探究活动,为科学探究、科学思维的培育提供活动支撑[4]。

#### 2.1.3. 符合建构主义学习理论,驱动主动意义建构

以微视频搭配任务单的目标导学模式,引导学生自主提取信息、主动发现问题、合作解决问题、实证推导结论,摆脱被动接受知识的状态,主动建构实验设计、变量控制、证据推理等核心知识与能力,

实现知识的意义建构[5]。

## 2.2. 实践优势

### 2.2.1. 可视化交互赋能学习，适配个性化与分层教学

微视频可直观呈现微观呼吸原理、实验装置操作与对比实验现象，破解抽象知识具象化难题；支持暂停、回放、快进等交互操作，突破课堂时空限制，满足个性化、碎片化学习需求；学生可按需选择性观看，兼顾后进生夯实基础与优生拓展思路，实现分层因材施教。

### 2.2.2. 规范实操与资源保障，全面提升实验教学实效

微视频内嵌规范操作示范、易错点警示与正误对比，减少实验操作失误、降低教学风险，提升实验成功率[6]；可完整呈现器材不足、耗时较长、现象不明显的实验全过程，打破实验室条件与课时限制，保障探究教学完整开展。

## 3. 核心素养导向下高中生物学微视频教学设计

### 3.1. 教材分析

本节选自人教版高中生物学必修1第5章第3节，是高中生物经典的探究性实验，承接酶的作用、细胞代谢的基本概念，为后续细胞呼吸原理及应用、光合作用等内容学习奠定基础。实验围绕酵母菌有氧与无氧呼吸的条件、产物展开，涵盖变量控制、对照实验设计、实验现象检测与数据分析等核心科学探究环节，既是培养学生科学思维和探究能力的优质素材，又能通过实验原理与生活实际的关联，渗透社会责任素养，契合核心素养导向的课程改革要求[7]。

### 3.2. 学情分析

授课对象为高一年级学生，他们在初中阶段接触过酵母菌的相关知识，对酵母菌在发面、酿酒等生活中的应用有直观感受，这为学习奠定了良好的认知基础。但学生对于探究性实验的一般流程、变量控制、对比实验设计等较为陌生，需要教师的适当引导。微视频可将抽象的细胞呼吸过程可视化，将实验设计思路条理化，有助于降低认知负荷，提升学习动机。此外，“看、议、展、评”的课堂模式能充分调动学生主动性，适配高一学生的思维发展特点。

### 3.3. 教学目标

基于教材分析与学情把握，围绕生物学核心素养的四个维度，结合微视频资源的应用与“看、议、展、评”课堂活动笔者制定了以下教学目标：1) 生命观念：通过课前观看微视频中酵母菌细胞呼吸过程的动态演示，梳理有氧与无氧条件下物质与能量的变化。2) 科学思维：借助微视频对“对比实验”设计思路的清晰讲解，课前掌握变量控制的基本逻辑；课中围绕视频关键问题展开小组讨论与成果展示，在分析实验现象与结论之间的证据链中，强化基于证据进行推理和归纳的能力。3) 科学探究：通过微视频中的操作示范与现象演示，明确实验设计要点与检测方法；在小组合作设计探究方案、展示交流并接受师生评价的过程中，概括CO<sub>2</sub>和酒精检测方法，提升实验设计与反思改进的能力。4) 社会责任：观看微视频中酵母菌在酿酒、发面等生产实践中的应用案例，增强运用生物学知识解决现实问题的责任感。

### 3.4. 教学重难点

#### 3.4.1. 教学重点及其分析

本节教学重点为探究酵母菌细胞呼吸的方式的实验原理、实验设计与实验结论，具体包括对比实验

的设计思路、CO<sub>2</sub>和酒精的检测原理与操作、实验现象的观察与分析。依托“看、议、展、评”课堂活动，学生先通过微视频直观观看实验原理动画、规范操作流程与结果对比，将抽象的实验思路具象化；再围绕重点展开讨论、展示与评价，在互动中深化对呼吸产物、检测方法的理解。微视频与课堂活动有机结合，既强化实验操作规范性，又在观察与分析中落实科学探究、科学思维等生物核心素养，帮助学生扎实构建细胞呼吸的核心认知。

### 3.4.2. 教学难点及其分析

本节教学难点为实验变量控制与对比实验方法的理解，尤其是有氧、无氧条件的精准控制，以及对比实验与单一变量对照实验的区分；同时，由实验现象推理呼吸方式对学生逻辑思维要求较高。在“看、议、展、评”课堂中，微视频通过分步拆解、关键标注、正误操作对比，直观突破变量控制难点，降低思维难度，提升学生实验设计与逻辑分析能力，在自主探究与合作交流中落实生物学科核心素养。

## 3.5. 教学准备

### 3.5.1. 微视频资源包制作

微视频设计模块见表 1：

Table 1. Micro-video design module table

表 1. 微视频设计模块表

视频模块	时长	核心内容	解决问题	素养指向
情境疑问	30s	实景：面包膨松、米酒酿造。 设问“气体从哪来？酒精何时产生？”	激发兴趣，提出核心探究问题	社会责任
操作规范	2 min	有氧装置通气设计、无氧装置“封口静置除氧”关键步骤、试剂添加规范。内嵌“易错点警示”弹窗。	突破无氧条件控制的操作难点	科学探究
现象证据	2 min	有氧/无氧组澄清石灰水浑浊速率；酸性重铬酸钾颜色反应。 配实时计时器。	提供直观证据，辅助对比分析	科学思维
应用拓展	1 min	发酵食品工业、污水处理、有氧运动与乳酸积累的健康科普。	链接生活，体现学科价值	社会责任

### 3.5.2. 学习任务单设计

微视频学习任务单是微视频辅助实验教学的重要环节，是高效开展课堂教学的重要保障，也是为引导学生开展目标化自主预习的学习框架，能帮助学生精准提取视频核心信息、把握实验探究重点[8]。本节的微视频自主学习任务单如表 2 所示。

Table 2. Micro-video learning task sheet on ‘exploring the modes of yeast cell respiration’

表 2. “探究酵母菌细胞呼吸的方式”微视频学习任务单

探究酵母菌细胞呼吸的方式导学案	
一、对应教材：	
人教版生物学必修 1《分子与细胞》第 5 章第 3 节“探究酵母菌细胞呼吸的方式”	
二、学习目标：	
1、掌握酵母菌细胞呼吸的类型、产物及 CO <sub>2</sub> 和酒精的检测方法；	
2、理解对比实验设计思路，明确有氧/无氧条件控制的关键要点；	
3、能规范完成实验操作，准确记录实验现象并进行结果分析；	
4、结合实验原理解释生活现象，提升运用生物知识解决实际问题的能力。	

续表

**(一) 课前看视频：目标导学·信息梳理****1、基础梳理题**

- 1) 酵母菌的代谢类型是\_\_\_\_\_，可进行\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种细胞呼吸方式。
- 2) 有氧呼吸的产物是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_，无氧呼吸的产物是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- 3) 检测 CO<sub>2</sub> 可选用\_\_\_\_\_ (变浑浊)或\_\_\_\_\_ (由蓝变绿再变黄)；检测酒精需用\_\_\_\_\_的重铬酸钾溶液，遇酒精会由\_\_\_\_\_变为\_\_\_\_\_。
- 4) 有氧呼吸装置中加入 10%NaOH 溶液的作用是\_\_\_\_\_。
- 5) 创设无氧呼吸环境的关键操作是\_\_\_\_\_。

**2、疑问记录区**

观看视频后仍未理解的问题：

**(二) 课中议方案：小组协作·方案设计**

- 1、本实验的自变量、因变量、无关变量分别是什么？如何有效控制无关变量？

变量类型	具体内容	控制措施
自变量		
因变量		
无关变量		

- 2、本实验为何采用对比实验设计？与单一变量对照实验有何区别？

- 3、实验过程中如何准确观察并比较有氧、无氧条件下 CO<sub>2</sub> 的产生速率？

**(三) 课中展成果：实验操作·现象记录**

将实验过程中观察到的现象及时、准确记录，重点对比有氧组与无氧组的差异(实验温度：25℃~35℃)：

实验组别	检测指标	实验现象	现象出现时间	现象分析(初步)
有氧组	澄清石灰水变化			
	酒精检测结果		_____	
无氧组	澄清石灰水变化			
	酒精检测结果		_____	

**(四) 课中评结果：多元评价·反思改进**

- 1、生生互评：小组间交流评价(填写 1~2 条)
- 2、教师点评梳理(记录教师核心点评要点、知识升华内容)
- 3、自我/小组反思评价

**(五) 课后拓展：知识迁移·素养落地**

结合本节课所学知识和微视频模块 3，完成以下拓展任务：

- 1、用酵母菌细胞呼吸原理解释：酿酒时为何要密封容器？发面时为何要保持温暖并通风？
- 2、生活中食品保鲜(如冰箱冷藏、真空包装)利用了细胞呼吸的哪些原理？
- 3、若探究“温度对酵母菌细胞呼吸速率的影响”，请简要设计实验思路(控制单一变量)

**3.6. 教学过程****3.6.1. 微视频导学，任务驱动自主学习**

课前，教师通过班级学习平台发布微视频资源包及微视频自主学习任务单，明确预习要求，引导学生开展目标化自主学习。学生依次观看 3 个微视频模块，其中情境疑问模块激发学习兴趣，引导学生带着核心问题进入后续学习；操作规范模块重点观看有氧装置通气设计、无氧装置“封口静置除氧”的关键步骤及试剂添加规范，牢记内嵌的易错点警示；现象证据模块让学生观察实验现象差异与 CO<sub>2</sub> 产生速

率区别，学生可自主暂停、回放视频巩固核心信息。

学生结合微视频完成任务单的基础梳理题，准确填写酵母菌代谢类型、呼吸产物、检测试剂及现象、装置关键操作等核心知识点；同时，将观看视频后仍未理解的问题记录在疑问记录区，为课堂讨论做好准备。教师通过学生任务单完成情况，梳理学生共性疑问，明确课堂讨论的重点的方向，针对性调整课堂教学节奏，确保课堂探究更具针对性。

本环节借助微视频可视化优势，降低学生认知负荷，培养学生自主学习能力和信息筛选能力，落实科学思维、社会责任素养，为课中探究做好铺垫。

### 3.6.2. 四步推进，微视频赋能素养落地

#### 1) 看：情境导入，视频复盘，聚焦探究重点(5分钟)

以微视频为抓手，快速完成课堂导入与预习梳理。教师先播放微视频情境疑问模块，重现面包膨松、米酒酿造的生活实景，结合课前预习问题提问互动，自然引出“探究酵母菌细胞呼吸的方式”课堂主题，唤醒学生生活经验与预习认知。随后针对学生课前学习任务单中暴露的共性疑问，选择性回放微视频操作规范、现象证据模块的关键片段，重点讲解无氧装置除氧、试剂检测等易错点，快速答疑解惑。最后发放纸质学习任务单，明确本节课“议、展、评”后续环节的探究要求，帮助学生梳理核心探究方向，即酵母菌两种呼吸方式的条件、产物差异及实验验证方法，为后续小组协作探究做好认知铺垫。

#### 2) 议：小组协作，问题驱动，优化实验方案(10分钟)

学生以4人小组为单位，结合微视频内容、教材及学习任务单，围绕3个核心问题展开深入讨论：  
①本实验的自变量、因变量、无关变量分别是什么？如何有效控制无关变量？②本实验为何采用对比实验设计？与单一变量对照实验有何区别？③实验过程中如何准确观察并比较有氧、无氧条件下 $\text{CO}_2$ 的产生速率？

教师全程巡视各小组讨论进展，对思维卡顿、思路偏差或讨论方向不明确的小组进行针对性引导，通过层层设问启发学生思考，不直接给出标准答案，而是鼓励学生结合微视频中装置搭建等细节，自主推导结论、交流观点、完善思路。同时，教师实时记录各小组的实验方案设计思路，梳理其中的共性亮点与典型问题，为后续实验操作指导和点评总结做好铺垫。

本环节以问题链驱动小组协作探究，引导学生将微视频中的直观认知转化为对实验设计原理的深刻理解，在思维碰撞中深化对变量控制、对比实验等科学方法的掌握，培养学生的合作探究能力、逻辑推理能力与科学表达能力。

#### 3) 展：实践操作，成果展示，深化探究过程(20分钟)

各小组围绕鉴定有氧与无氧条件下酵母菌呼吸产物差异核心问题，结合讨论完善的实验方案，以导学案实验推演板块为框架，同步播放微视频操作规范与现象证据模块，开展双载体锚定的书面实操推演[9]。学生对照导学案预设的相关栏目，紧扣产物鉴定核心，按装置搭建、试剂添加、条件控制、现象观察的顺序拆解实验，重点填写两种条件下 $\text{CO}_2$ 和酒精的鉴定操作，摘录微视频中鉴定试剂使用、操作流程等关键易错点和规范要求，预判并记录有氧组与无氧组在 $\text{CO}_2$ 产生速率、酒精生成情况上的差异，分析操作不当可能导致的产物鉴定偏差。

推演过程中，各小组始终围绕产物鉴定核心，按需暂停、回放微视频，核对导学案填写内容与视频的一致性，对照视频中的装置图示修正导学案里的有氧、无氧装置草图，参照视频中的试剂用量标注具体数值，确保推演贴合实验探究实际。小组成员按导学案分工，结合产物鉴定要求口述两种条件下的检测操作逻辑，互相核对导学案中产物鉴定的操作步骤、现象记录等内容，补充有氧组 $\text{CO}_2$ 检测通气控制、无氧组酒精检测密封处理等遗漏要点，形成完整的产物鉴定书面推演报告，同步完善学习任务单中产物

鉴定相关板块。

教师全程巡视各小组推演过程，针对导学案中产物鉴定相关填写出现的试剂使用错误、操作步骤遗漏、现象预判偏差等共性问题，及时回放微视频对应片段，引导学生对照修正。同时围绕酵母菌细胞不同呼吸方式与产物差异进行针对性追问，启发学生建立导学案推演内容与微视频实操细节的关联，深入理解不同呼吸条件设置的设计逻辑，及时解决推演中出现的思维偏差和操作认知误区，保障各小组围绕核心探究问题高效完成书面实操推演。

#### 4) 评：多元评价，总结升华，落实素养目标(10 分钟)

各小组结合书面推演报告与导学案填写内容，相互交流评价，分享各组在实验条件控制、现象预判中的思路亮点，同时指出推演过程中存在的逻辑漏洞与操作认知偏差，在互评中深化对实验设计原理的理解。教师结合各小组表现，聚焦实验核心进行系统性点评，梳理酵母菌有氧与无氧呼吸的条件、产物差异，明确对比实验设计与变量控制的科学方法[10]。同时关联微视频应用拓展模块的内容，阐释实验原理的实际应用价值，最终实现知识的总结升华。整个评价过程紧扣生物核心素养培育目标，在知识梳理中强化生命观念，在方法总结中提升科学思维，在生活关联中渗透社会责任，让核心素养在评价反思中真正落地。

### 3.6.3. 知识迁移，素养延伸

课后，教师可提出以下两个问题引导学生进行知识迁移与素养延伸：1) 酿酒时为何要先通气后密封？这一操作分别利用了酵母菌细胞呼吸的哪些特点？2) 若要探究“氧气浓度对酵母菌细胞呼吸产物的影响”，应如何设计实验变量与检测指标？以此提升学生的科学思维与探究能力。

针对以上问题，教师可以先组织学生进行大胆猜想，结合课堂所学的实验原理与微视频中的操作要点，激发学生运用生物学知识解决实际问题的兴趣，培养问题意识与探究意识[11]。最后，教师在学生回答的基础上进行补充和拓展，引导学生对本节课知识进行总结、升华，实现从课堂探究到生活应用的延伸。

## 4. 实践效果分析

本次教学实践采用对照实验法，选取本校高一年级 2 个平行班为研究对象，实验班(52 人)采用微视频融合“看、议、展、评”四步教学法，对照班(50 人)采用传统实验教学法，两班基线一致、同师授课，仅教学方法不同。通过学业成绩、实验技能、科学思维素养的前测后测定量分析，结合课堂观察、师生访谈、学习作品分析的质性反馈，全面评估微视频教学的实际效果，定量数据统计结果如表 3。

**Table 3.** Quantitative comparison of teaching effectiveness between the experimental class and the control class

**表 3.** 实验班与对照班教学效果定量对比

评价维度	实验班(前测/后测)	对照班(前测/后测)	P 值(后测)
学业成绩(满分 100)	68.23 ± 7.56/89.15 ± 6.32	67.89 ± 7.82/76.34 ± 8.15	<0.001
实验技能(满分 50)	28.65 ± 4.21/45.32 ± 3.18	28.32 ± 4.56/36.58 ± 4.25	<0.001
科学思维素养(满分 100)	65.32±6.89 / 88.65±5.23	64.89±7.12 / 72.34±6.85	<0.001

由数据可知，两班前测各项指标无显著差异( $P > 0.05$ )，教学后实验班学业成绩、实验技能、科学思维素养后测成绩均显著高于对照班( $P < 0.001$ )。微视频的可视化示范、易错点分步拆解，有效突破了变量控制、有氧或无氧条件创设等教学难点，学生不仅在实验原理、产物检测等知识掌握上更扎实，在实验设计、证据推理、规范操作等能力维度提升更为突出。

质性研究结果显示，实验班学生课堂参与度、小组协作深度与主动探究意识均显著优于对照班，95% 的学生认为微视频让抽象的细胞呼吸过程具象化，操作要点可反复观看巩固；教师反馈微视频降低了课

堂讲解负担, 能将更多精力聚焦学生个性化问题指导。同时, 实验班学生的学习任务单、实验报告完成度与准确性更高, 30%的学生能结合所学提出实验装置创新思路, 课后拓展中知识与生活实际的关联应用能力也更突出。

## 5. 研究结论与展望

### 5.1. 研究结论与讨论

本文以“探究酵母菌细胞呼吸的方式”为实践载体, 将分层微视频资源包与“看、议、展、评”四步课堂活动有机结合, 有效破解了传统实验教学中的痛点, 为信息技术与高中生物实验教学的深度融合提供了可操作的实践范式, 并通过对照实验完成效果验证。

与已有可视化教学研究相比, 本设计的创新之处在于未局限于单一微视频资源应用, 而是将其与学习任务单、小组协作、多元评价深度融合, 形成可直接落地的完整教学方案, 解决了以往同类研究中“资源碎片化、实施无抓手”的问题。从实践层面来看, 该设计为一线教师提供了信息技术与生物实验教学深度融合的具体路径, 其分层微视频资源包与四步课堂流程可灵活迁移至“探究酶的活性影响因素”“光合作用的探究”等其他高中生物实验教学中, 具有较强的推广价值; 从理论层面而言, 本研究进一步验证了认知负荷理论在生物实验教学中的适用性, 丰富了核心素养导向下信息技术赋能学科教学的实证研究成果, 为后续相关探索提供了可参考的理论框架与实践范式。

### 5.2. 研究局限与未来展望

本当前研究的样本仅涉及本校高一年级 2 个平行班, 局限于单一学校与学段, 未覆盖不同层次学校及其他年级, 结论普适性需进一步验证; 教学效果仅通过课后 1 周内的评估得出, 缺乏 3 个月以上的长期追踪, 难以充分体现微视频教学对核心素养培育的长效性。

后续将联合不同区域、类型学校开展跨校研究, 扩大样本多样性以验证教学方案的适配性; 设计纵向追踪实验, 在教学结束后 3 个月、6 个月进行复测, 完善育人价值的长期证据链。同时, 将开发基础版与提升版分层微视频, 强化与学习任务单、导学案的精准联动; 通过优化小组分工与任务驱动设计, 探索更高效的课堂管理策略, 充分发挥微视频教学的实践价值。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物课程标准(2017年版 2020年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 王福芹. 问题驱动教学法在高中生物教学中的应用[J]. 高考, 2025(9): 46-48.
- [3] 陈其裕, 杨金毅, 丁铭辉, 等. 认知负荷理论视角下生成式人工智能赋能物理实验教学创新设计[J]. 中学物理, 2026, 44(5): 34-39.
- [4] 张萱华. 构建小学数学“议-展-评”高效课堂[J]. 文理导航(下旬), 2025(5): 46-48.
- [5] 武丽娟. 高中生物实验教学中微视频的应用策略研究[J]. 高考, 2024(9): 124-127.
- [6] 吴凌龙. 正误微视频冲突在高中生物实验教学中的运用[J]. 中学生数理化(教与学), 2020(3): 77+79.
- [7] 徐大江. “微视频”辅助高中生物实验教学的策略研究[J]. 考试与评价, 2021(4): 76.
- [8] 白龔. 学习任务单在初中生物实验教学中的应用[J]. 山西教育, 2026(2): 97-98.
- [9] 蔡民凤, 徐承香, 向淼, 等. 基于 POE 教学策略的高中生物学实验教学设计——以“探究酵母菌细胞呼吸的方式”为例[J]. 中学生物教学, 2026(5): 70-74.
- [10] 宋首儒. 高中生物实验教学有效性的评估与提升策略研究[J]. 当代家庭教育, 2025(24): 81-83.
- [11] 马晓昕, 武国凡. 基于“翻转课堂”的高中生物学教学设计及实施——以“DNA 是主要的遗传物质”为例[J]. 中学生物教学, 2022(17): 51-54.