

# 高本贯通生物课程“DNA结构模型”项目式教学与评价

于婷乔, 刘艺芳, 卢雪, 张晖, 李英军

北京农业职业学院通识教育学院, 北京

收稿日期: 2024年6月9日; 录用日期: 2024年7月12日; 发布日期: 2024年7月18日

## 摘要

高本贯通生物课程是将高中生物课程与职业专业生物课程有机结合的基础文化课程, 旨在提高学生对生物学的理解 and 应用能力, 实现职业教育从“层次”到“类型”转变。课程内容知识点零散、概念抽象、不易理解, 因此, 本研究通过拆解DNA结构模型构建过程中的任务点, 探究项目式教学的可行性。研究结果表明, 模型构建项目式教学和评价可以将知识具体化和可视化, 提高学生的学习兴趣, 培养学生的创新思维 and 实践能力, 提升教学质量。

## 关键词

高本贯通生物课程, DNA结构模型, 项目式教学, 学习兴趣, 教学质量

# Project-Based Teaching and Evaluation of “DNA Structure Model” in the High School to Undergraduate Integration Program Biology Course

Tingqiao Yu, Yifang Liu, Xue Lu, Hui Zhang, Yingjun Li

General Education College, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: Jun. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jul. 12<sup>th</sup>, 2024; published: Jul. 18<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The high school to undergraduate integration program biology course aims to combine high school and professional biology courses, enhancing students' understanding and application of biology. It

facilitates the transformation in vocational education from “levels” to “types”. The course content has scattered knowledge points, and abstract concepts, and is not easily understood. Therefore, this study explores the feasibility of project-based teaching by dissecting the task points in the process of constructing the DNA structure model. Research results indicate that project-based teaching and assessment in model construction can concretize and visualize knowledge, increasing student interest, and fostering innovative thinking and practical skills, thereby enhancing teaching quality.

## Keywords

High School to Undergraduate Integration Program Biology Course, DNA Structure Model, Project-Based Teaching, Learning Interest, Teaching Quality

Copyright © 2024 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

职业教育是国民教育体系和人力资源开发的重要组成部分。发展职业教育，已经成为世界各国应对经济、社会、人口、环境、就业等方面挑战，实现可持续发展的重要战略选择[1]。如何发展职业教育，怎样培养职业专项人才，国家、学校都在不同层面摸索前行[2]。高本贯通生物基础文化课，旨在将高中生物课程与职业专业生物课程有机结合，构建更为全面、实用的教育体系。传统的生物学教育主要侧重于理论知识的传授，而高本贯通生物课程则致力于实现职业教育从“层次”到“类型”的转变，使学生不仅具备扎实的理论基础，还能够熟练运用这些知识解决实际问题[3] [4]。

在高本贯通生物基础文化课程阶段，模型构建是一种重要的教学方法。通过将生物学知识转化为具体的项目，学生能够更深入地理解和应用这些知识。这种项目式教学能够激发学生的学习兴趣 and 动机，同时培养其创新思维 and 实践能力。贯通项目基础文化课程教育阶段由于教学内容知识点零散、抽象概念多，项目化教学示例很少[5]。正因为如此，更应该把零散的知识点、抽象的概念具体化、可视化，通过量化得分，对学生实验操作和职业素养的规范进行评估[6]。本文概括了物理模型构建在贯通生物基础文化课程教学中的应用及构建流程，并以“DNA 双螺旋结构模型”为示例，展示物理模型项目式教学的应用和评价，以便为教育工作者提供教学参考。

## 2. 模型构建在课程教学中的作用

模型是事物本质特征的特征。在贯通项目生物基础文化课程教育阶段，模型构建共分为 3 种，概念模型、物理模型、数学模型。其中概念模型是生物学领域常用于建构概念的教学手段，主要内容包括“细胞器之间的分工合作”，“基因突变”，“神经系统的分级调节”等。物理模型主要有“生物膜结构模型”、“真核细胞的三维结构模型”、“DNA 双螺旋结构模型”和“减数分裂中染色体变化的模型”等(如图 1 所示)。数学模型又分为三类：数学公式、曲线、数字模型。生物学是自然学科，具有复杂性和不确定性，因此生物领域的数学模型通常都是理想条件下的。通过模型构建项目化教学，学生运用科学思维，将理论知识与实际操作相结合，激发学生的学习兴趣，提升动手实践能力，同时也有助于培养学生的团队合作意识。利用模型构建将抽象的生物概念具体化，结构可视化，有利于学生直观地感受并理解生命观念，结构和功能之间的关系，进一步拓展生物学的认知。

模型建构	
概念模型	细胞器之间的分工合作
	神经系统的分级调节
	体液调节
	免疫调节
	基因突变
	自然选择与适应的形成
	光合作用的原理
	生态金字塔模型
物理模型	真核细胞结构模型
	细胞膜结构模型
	神经元模型
	减数分裂中染色体的变化模型
	氨基酸和蛋白质的结构模型
	核苷酸的结构模型
DNA双螺旋结构模型	
数学模型	种群基因频率变化模型
	种群增长的数学模型
	DNA半保留复制中的后代数量模型
	植物的光合作用与呼吸作用的关系
	某人早餐后血糖变化情况
	温度影响酶活性的曲线关系
	生长素浓度与对植物根、茎、叶所起作用的关系
	细胞进行有丝分裂时DNA和染色体数目的变化
	细胞进行减数分裂时DNA和染色体数目的变化
	转录过程中碱基与氨基酸之间的对应关系
	减数分裂过程中精原细胞和卵原细胞的分裂

Figure 1. Teaching content for model building in the integrated biology project  
图 1. 贯通项目生物课程模型建构的教学内容

### 3. 物理模型目化教学的基本流程

模型构建项目化教学，通过任务驱动引导学生层层拨开抽象的生物学概念，帮助学生梳理生物结构和功能之间的关系，并提供有效的框架，巩固强化生物概念[7]。物理模型的项目化流程主要分为以下 4 个步骤制作方案、实施过程、检查交付、评估验证(如图 2 所示)。教师会根据量化指标对学生的项目实施过程和结果及时做出跟踪评价。

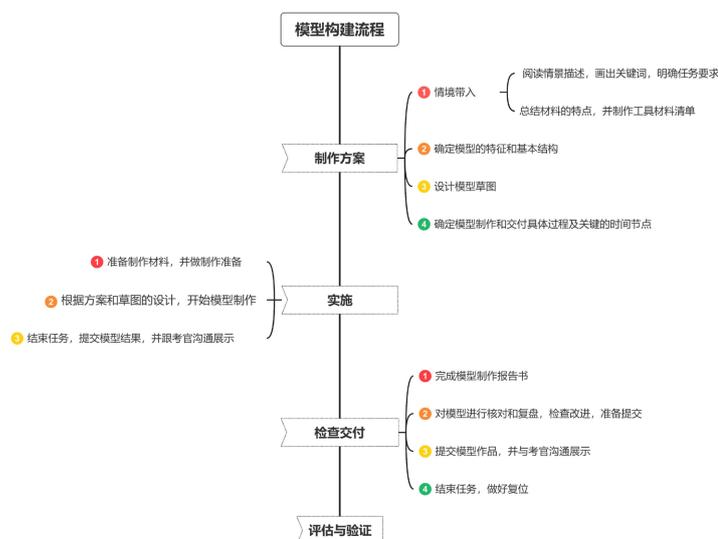


Figure 2. The basic process of model building  
图 2. 模型构建的基本流程

### 3.1. 制作方案

- (1) 阅读情境描述，画出关键词，明确任务要求；(引导学生扮演职场角色，明确任务要求)
- (2) 分析材料的特性，制作工具材料清单；(确定所需材料)
- (3) 确定模型的特征和基本结构；(确定模型的结构特征)
- (4) 据情境描述，设计模型草图；(对模型成品有预期)
- (5) 制定一份完整的模型设计和制作方案。(确保项目有序、高质量完成)

**Table 1.** Basic structural and functional characteristics of different models

**表 1.** 不同模型的基本结构功能特征

模型	序号	基本结构	特征	功能	备注
***	1				
	.....				

### 3.2. 实施

- (1) 准备制作材料，并为制作准备；
- (2) 根据方案和草图的设计，开始模型制作；
- (3) 结束任务，提交模型结果，并跟考官沟通展示。

### 3.3. 检查交付

- (1) 完成模型制作报告书(见表 1)，对模型进行核对和复盘，检查改进，准备提交；
- (2) 提交模型作品，并与考官沟通展示；
- (3) 结束任务，做好复位。

### 3.4. 模型评估与验证

在模型构建完成后，教师需要对模型进行评估和验证，比较模型预测结果与实际数据之间的差异。同时，要求对学生的模型构建过程进行评价。

## 4. 物理模型构建项目教学示例——DNA 双螺旋模型

### 4.1. DNA 双螺旋模型建构项目主体内容分析

基因的本质包括“DNA 是主要的遗传物质”、“DNA 的结构”、“DNA 的复制”、“基因通常是有遗传效应的 DNA 片段”四部分内容，其中“DNA 结构”起到承上启下的作用[3]，为解释基因的本质奠定了坚实的基础。DNA 双螺旋模型建构项目实施过程中，首先学生通过情境描述，确定自己的角色和任务要点。此后，通过文献查阅和文本资料、小组讨论等探讨 DNA 结构的主要特征，并设计模型草图、确认模型的材料清单，最后完成模型的制作、验收、交付、评价和反思。教师在项目实施过程中仅负责引导和评价，全程以学生为主体，培养学生分析问题和解决问题的能力，提高学生的科学思维和科学探究能力，训练小组合作的能力。项目实施过程中，学生的表现评价主要分为专业能力和非专业能力两部分，细分为 5 个一级指标、25 个二级指标[6]-[8]。

### 4.2. DNA 双螺旋模型建构的教学目标

- (1) 通过实验和模型构建的方式，让学生更加直观地理解了 DNA 分子的结构和特点，掌握构建 DNA 双螺旋模型的方法，促使学生理解模型构建的一般过程(生命观念)。

(2) 以情境描述的方式将学生带入项目情境, 总结归纳角色和任务要点; 分析材料特性和 DNA 结构特征, 讨论确定材料清单; 依据 DNA 结构特征设计 DNA 结构草图; 探究构建 DNA 结构模型, 完成模型制作报告书(科学思维、科学探究)。

(3) 建构模型的过程, 认同科学思维、务实求真科学精神的重要性, 培养学生敢于探索、尊重事实的科学思维(科学思维)。

(4) 通过小组分工合作, 共同设计并制作模型, 培养团结协作的价值取向, 增强合作意识, 提升团结协作的能力[9] [10], 同时, 认同材料环保安全的重要性(社会责任)。

### 4.3. DNA 双螺旋模型建构项目任务及教学流程

在 DNA 双螺旋模型构建的过程中, 将项目拆分为四个任务, 分别是制定方案和实施、检查、交付以及评估与验证, 具体的活动安排见表 2, 最终完成 DNA 模型的构建, 巩固 DNA 模型, 理解结构特征, 并提升团队合作意识。

**Table 2.** Project tasks and teaching process

**表 2.** 项目任务及教学流程

	项目任务	学生活动	教师支持	设计意图
任务一: 制定方案	问题 1: 明确任务要求	阅读情境描述, 划出关键词, 确定任务要求	提供情境, 引导学生明确任务	提升学生分析和归纳的能力
	问题 2: 分析材料和工具特征	阅读文本资料分析材料的特性, 制作工具材料清单	提供 DNA 结构的文本资料	培养学生良好的实验操作习惯
	问题 3: 明确 DNA 双螺旋模型的结构	阅读情境描述和文本资料, 写出 DNA 双螺旋模型的结构特征	提供文本资料	通过对 DNA 双螺旋结构的探讨研究, 深刻理解结构和功能观的意义
	问题 4: 设计模型草图	设计 DNA 模型草图	引导、评价打分	讨论设计模型草图, 标注重点, 培养学生的科学思维
	问题 5: 制定一份完整的 DNA 模型设计和制作方案	根据情境描述和考题资料, 学生制定一份完整的模型设计和制作方案。交代清楚从准备到模型交付的具体过程及关键的时间节点	引导、解惑和规划整体时间	锻炼学生完成项目的整体认知和团结协作的意识, 培养团结协作的集体主义精神
任务二: 实施	准备制作材料	明确模型所用仪器、材料和工具等	引导和评价	为制作做准备
	开始 DNA 双螺旋模型制作	根据方案和草图的设计, 开始模型制作	观察和评价	提升学生思考和动手能力
	模型展示	提交模型结果, 并跟考官沟通展示	评价	培养学生的逻辑思维, 提升学生表达沟通的能力
任务三: 检查交付	完成 DNA 模型制作报告书	完成 DNA 模型制作项目的报告书	评价	训练学生分析问题、归纳、总结的能力, 反思总结不足
	提交 DNA 模型作品	沟通展示 DNA 模型作品	评价	培养学生的逻辑思维, 提升学生表达沟通的能力
任务四: 评估与验证	复位	结束任务, 做好复位	检查、评价	养成良好的实验习惯
	多元评价	学生互评	教师评价	反思、学习、改进

### 4.4. DNA 双螺旋模型建构项目学生成果

(1) 一张图阐明 DNA 的结构特征(图 3)

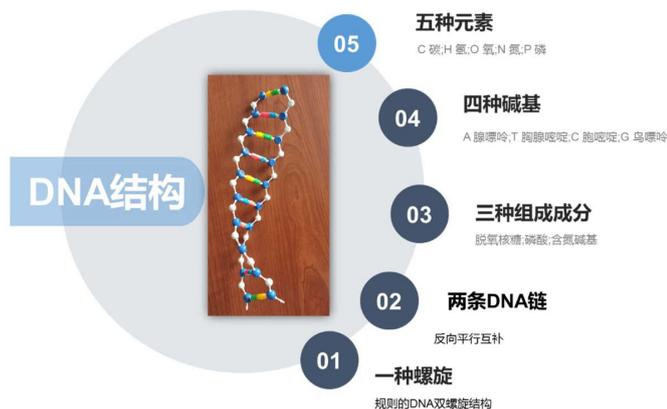


Figure 3. Characteristics of DNA structure  
图 3. DNA 的结构特征

(2) DNA 结构模型的作品展示

学生经过 45 min 课堂设计和 DNA 模型的制作, 90% 都可以完成作品的展示和交付。学生制作的模型是具有科学性、观赏性和可行性的, 如图 4(C)所示, 学生用彩色卡纸和订书钉, 分别代表了磷酸、脱氧核糖和四种碱基, 订书钉的个数代表了碱基之间氢键的个数, 并能呈现双螺旋结构, 构思巧妙、简洁, 用材环保, 具有创造性[7]。但是, 在这一环节, 也发现了学生的易错点, 具体内容如下:

① 忽略连接碱基的氢键。A 与 T 之间 2 个氢键, G 与 C 之间 3 个氢键相连。如图 4(B)所示, 并没有表现出氢键。

② 忽略连接核苷酸的磷酸二酯键。如图 4(A)所示, 虽然标明了氢键, 但是忽略了核苷酸之间磷酸二酯键, 并没有形成 2 条 DNA 链。

③ 多数没有呈现双螺旋结构。多数同学很好地设计了 DNA 的平面结构, 没有充分考虑到 DNA 的立体结构该如何做。因此当 DNA 的平面结构完成后, 如图 4(B)所示, 模型已经固化, 很难折叠成正确的立体双螺旋结构。

模型制作报告			
项目名称:	DNA 双螺旋模型制作		
项目编号:	220122	模型制作	制作时间: 2023.1.16
负责人:	王雨桐	制作材料:	黏土、订书钉、彩色卡纸
模型分析:	(1) 模型中不体现于设计(氢键) 互锁键, 黏土互锁键 碱基, 不同颜色黏土, 黏土 碱基, 订书钉 两条 DNA 链, 订书钉 连接黏土 订书钉可以固定		
制作流程:	准备材料, 准备图例 确认材料是否齐全 分颜色黏土, 不同颜色黏土, 黏土 黏土不同 订书钉 → 订书钉 → 订书钉		
成品展示:	(1) 简单说明模型特征 (2) 介绍我们制作的过程, 材料分工 (3) 展示模型的不同部分结构 (4) 遇到的问题		
心得体会:	通过模型的设计制作, 更深入地理解 DNA 双螺旋结构, 其次订书钉的订书 操作, 订书钉		

Figure 4. Exhibition of selected student works  
图 4. 学生部分作品的展示

### (3) DNA 结构模型制作过程的评价

本项目共设置了五个维度评价学生模型制作过程。包括 DNA 的结构特征、方案制定、模型制作过程、合作学习和模型展示，部分同学的模型制作过程评价结果如图 5 所示。

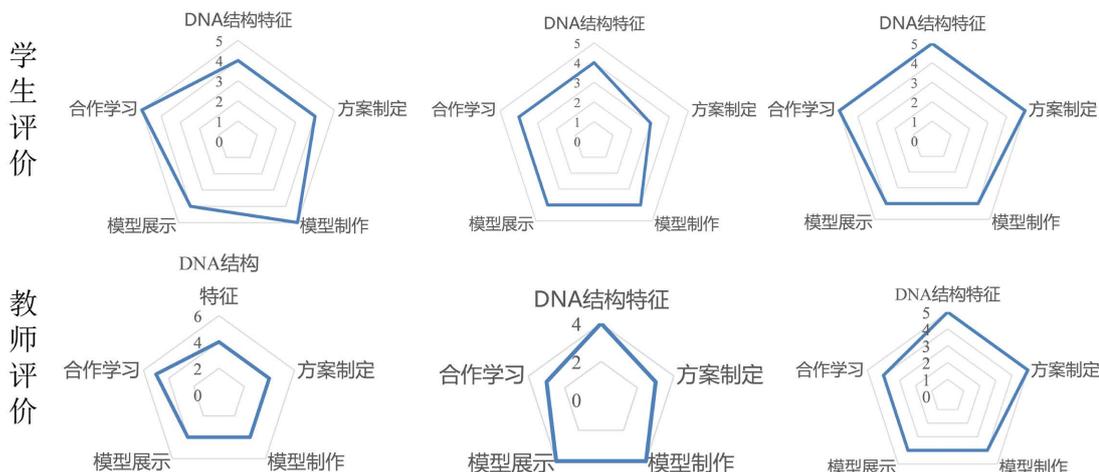


Figure 5. Evaluations by students and teachers on the model-making process of selected students

图 5. 学生和教师对部分学生模型制作过程的评价

① 考察学生是否准确理解 DNA 的结构特征，如双螺旋结构、碱基对的配对规则等。学生是否能在模型中准确地反映这些结构特征，如螺旋的形状、碱基对的排列等。

② 方案制定考察学生的思考和创造能力。学生是否能提出合理的方案，如选择合适的材料和工具、确定模型的比例和尺寸等。他们是否能考虑到制作过程中可能遇到的问题，并提出解决方案。

③ 模型制作过程，可以考察学生的操作技能和耐心程度。学生是否能按照方案进行模型的组装和制作，是否能熟练使用所需的工具，如剪刀、胶水等。他们是否能认真对待每个细节，确保模型的准确性和可视化效果。

④ 合作学习方面的考评，评价学生模型制作过程时，可以考察学生是否能积极参与团队合作，与组员协商和分工合作。他们是否能相互学习和帮助，共同解决遇到的问题。

⑤ 模型展示考察学生的表达能力和理解程度。即学生是否能清晰地介绍模型的结构和特点，是否能回答观众提出的问题，是否能将模型与 DNA 的结构和功能联系起来，展示出对 DNA 的深入理解，体现了他们的专业知识和职业素养。

总之，评价学生模型制作过程时应综合考虑 DNA 的结构特征、方案制定、模型制作、合作学习和模型展示等多个方面，以全面评估学生的模型制作能力和对 DNA 的理解程度，多数学生评价结果和教师评价结果整体一致。

## 5. 模型构建项目教学反思及改进建议

模型构建在生物教学中的作用是显而易见的，它能够提高生物现象的可视化效果，激发学生的学习兴趣 and 动手实践能力，培养学生的团队合作和沟通能力。为了最大化地发挥模型构建的作用，需要不断优化方案，营造良好的教学环境和条件，帮助学生更好地运用模型构建的方法，提高生物教学的效果，完善学生的学习体验。此外，模型构建的技巧应考虑可行性、简化性、注重模型修正与融合提高模型的准确性和适应性[8] [11]。

本项目以模型构建为情境,将文献查阅、资料整合与学生实践操作相结合,多维度的训练和展示,旨在全方位地培养学生的文献检索、合作探究、归纳总结能力以及高阶的思维能力。可以在以下几个方面进行优化:

(1) 给予学生足够的自主性和创造空间,让他们可以根据个人兴趣和想法构建模型,激发他们的创造力和独立思考能力。

(2) 配备专业的教师团队,提供指导和辅导,加强学生对模型构建的理论基础和技术要求的理解。

(3) 配套教学资源,例如教材、视频、实验等,方便学生进行模型构建之前的预习和学习。

综上所述,项目式教学实践考察了学生的团队合作能力、创新能力、沟通能力和专业知识能力,是学生核心素养的综合呈现,随着教育的不断深入和职业教育的不断发展,项目化教学将会成为职业教育的重要教学模式之一,它将会在职业教育中发挥越来越重要的作用[10]。项目化教学中加入量化的评价指标,可以规范学生的操作、正确培养学生的科学思维、科学探究。因此,需进一步深化理论和实践研究,探索适合职业院校贯通项目基础文化课程教育阶段的项目化教学模式和实践应用,丰富项目化教学的实践经验,为职业教育的发展做出更大的贡献。

## 基金项目

1) 北京市职业技术教育学会“十四五”规划 2023~2024 年教育科学研究立项课题《高端技术技能人才贯通培养项目公共基础课程思政建设研究》(ZJXH2023015)。

2) 北京农业职业学院 2022 年教学改革研究项目《贯通项目基础文化课程核心素养研究项目的成果》(202255)。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.《中国职业教育发展白皮书》发布[EB/OL].  
[https://www.gov.cn/xinwen/2022-08/20/content\\_5706220.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2022-08/20/content_5706220.htm), 2022-08-20.
- [2] 徐国庆.我国职业教育的特点、优势与当前改革重点[J].当代职业教育, 2023(1): 4-10.
- [3] 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.
- [4] 夏雪梅.学科项目化学习设计:融通学科素养和跨学科素养[J].人民教育, 2018(1): 61-66.
- [5] 都书文.促进深度理解的高中数学项目化学习设计研究[D]:[硕士学位论文].无锡:江南大学, 2023.
- [6] 周亮,陈明选.国际教育技术领域近十年项目化学习研究分析[J].软件导刊, 2023, 22(8): 221-229.
- [7] 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.
- [8] 管光海.高质量项目化学习的设计与实施:问题与建议[J].教学月刊·中学版(教学管理), 2022(4): 52-57.
- [9] 余文森,龙安邦.以问题为导向:指向核心素养的课堂教学过程[J].天津师范大学学报(基础教育版), 2023, 24(3): 1-6.
- [10] 王洁.基于核心素养的初中生物学项目化学习实践——以“生物的生殖和发育”为例[J].生物学通报, 2022, 57(12): 52-56.
- [11] 蔡文艺.项目化学习中表现性评价的运用研究[J].上海教育科研, 2022(12): 62-66.