

促进科学思维（模型构建）发展的初中物理作业设计与评价实践研究

上海市紫阳中学 张雪

【摘要】模型构建是物理学科核心素养中科学思维的核心要素，也是初中生物理学习的关键能力。本文以成果导向教育（OBE）理念为指导，紧扣《义务教育物理课程标准（2022年版）》评价改革要求，结合初中物理凸透镜成像章节的跨学科项目实践，探索以促进学生模型构建能力发展为核心的物理作业设计与评价路径。通过设计指向模型构建的主题式、探究性作业，制定分层细化的评价指标，开展形成性与总结性相结合的多元评价，实现作业设计、学习过程与成果评价的一体化，不仅有效提升了学生的模型构建能力，也推动了教师教学方式的优化，为初中物理教学中落实科学思维培养提供实践参考。

【关键词】科学思维；模型构建；作业设计；学习成果评价；OBE 理念

【正文】

一、研究背景与意义

1.1 课程标准对科学思维（模型构建）培养的要求

《义务教育物理课程标准（2022年版）》明确将“科学思维”列为物理学科四大核心素养之一，模型构建作为科学思维的重要组成，是学生认识物理世界、解决物理问题的基本方法。课标要求教师在教学中引导学生通过抽象、概括、简化等思维过程，构建物理模型来描述物理现象、揭示物理规律，同时强调要构建“目标明确、主体多元、方式多样”的评价体系，将素养达成情况作为评价的核心依据，让评价成为学生素养发展的重要推手。

1.2 初中物理作业与评价的现状问题

当前初中物理作业设计多以知识巩固型的书面习题为主，缺乏指向模型构建等科学思维培养的探究性、实践性作业，作业的素养立意不足；而传统的作业评价则偏重知识答案的正确性，忽视对学生模型构建过程、思维方法及创新表现的评价，评价方式单一、指标模糊，难以有效反馈学生科学思维的发展水平，也无法为教师优化作业设计和教学实施提供精准依据。这种“重知识、轻思维，重结果、轻过程”的作业与评价模式，制约了学生科学思维的发展。

1.3 基于 OBE 理念的研究价值

成果导向教育（OBE）以学生学习成果为目标，采用逆向设计思路，让教学、作业、评价均围绕预期素养成果展开。将 OBE 理念融入初中物理作业设计与评价，以模型构建能力的发展为预期成果，逆向设计主题化、探究性的物理作业，制定科学的评价指标和体系，既能让作业成为学生模型构建能力培养的重要载体，也能通过评价的反馈功能，持续优化作业设计和教学过程，实现“以评促学、以评促教、教学评一体化”，切实落实物理学科核心素养的培养目标。

二、核心概念界定

2.1 科学思维与模型构建

本研究中的科学思维聚焦物理学科核心素养要求，是学生在物理学习中形成的抽象思维、逻辑推理、模型构建、质疑创新等思维能力的综合；模型构建是指学生通过分析物理现象的本质特征，舍去次要因素、突出主要因素，将复杂的物理实际问题抽象为简化、理想化的物理模型，并用其解释物理现象、解决物理问题的思维过程 and 实践能力，是初中生物理学习中需重点培养的科学思维核心能力。

2.2 指向模型构建的物理作业设计

以培养学生模型构建能力为核心目标，结合初中物理知识内容和学生认知特点，设计的兼具探究性、实践性、跨学科性的作业形式，区别于传统的知识巩固型作业，此类作业强调学生主动参与模型的设计、构建、验证、改进全过程，注重思维过程的体验和能力的发展。

2.3 基于 OBE 理念的模型构建成果评价

以学生模型构建能力的达成情况为评价核心，运用科学的方法和多元的评价工具，收集学生在模型构建过程中知识掌握、思维方法、实践操作、创新表现等方面的信息，检验学生模型构建能力的发展水平，并将评价结果反馈于作业设计和教学实践，促进学生模型构建能力的持续提升和教师教学的不断优化。

三、促进模型构建发展的初中物理作业设计原则与实践

3.1 作业设计的核心原则

(1) 成果导向原则

以学生模型构建能力的发展为明确预期成果，作业设计的各个环节均围绕“学生能构建什么模型、能运用模型解决什么问题、能形成怎样的模型构建思维”展开，确保作业目标与素养培养目标高度一致。

(2) 思维进阶原则

结合初中生的认知发展规律，作业设计遵循“从模仿构建到自主构建、从简单模型到复杂模型、从单一模型到跨学科模型”的思维进阶路径，逐步提升学生的模型构建能力。

(3) 实践探究原则

作业设计注重实践性和探究性，避免纯理论的模型分析，学生通过动手操作、实验验证、合作探究等过程完成模型构建，在实践中理解模型构建的思维内核。

(4) 跨学科融合原则

结合物理知识的应用场景，融入生物、工程等跨学科内容，学生在真实的问题情境中构建物理模型，体会物理模型的实际应用价值，提升跨学科解决问题的能力。

3.2 作业设计实践 —— 以《视界探秘：人眼成像模型构建》跨学科作业为例

本作业面向八年级学生，结合凸透镜成像章节知识，融合生物学科人眼结构内容，设计跨学科探究性作业，驱动性问题为“如何通过构建物理模型解释人眼成像原理，并模拟视力问题的矫正？”，作业目标直指学生凸透镜成像模型的迁移应用能力和人眼成像物理模型的自主构建能力，具体作业设计分为四个阶段，各阶段作业任务与模型构建能力培养要求紧密结合：

阶段 1：前置探究作业 —— 知识铺垫与模型感知

布置预习性探究作业，让学生通过线上资源（视频、课件）学习人眼的生物结构、凸透镜成像规律，完成《凸透镜成像与人体结构关联记录表》，要求学生初步思考“人眼中哪些结构与凸透镜成像实验中的光学元件相对应？”，引导学生建立物理知识与生物结构的联系，为后续模型构建做好知识铺垫，培养学生的模型关联思维。

阶段 2：核心实践作业 —— 人眼成像模型的自主构建

这是作业的核心环节，要求学生以小组为单位，自主设计并制作人眼成像的物理模型，明确作业要求：模型需包含模拟晶状体（凸透镜 / 水透镜）、视网膜（成像屏幕）等核心部件，能模拟人眼通过调节晶状体厚度实现看远近物体的聚焦过程；鼓励学生选用不同材料（光具座、矿泉水瓶、水透镜、光屏等）进行模型制作，培养学生的模型抽象和动手构建能力。

阶段 3：验证拓展作业 —— 模型的实验验证与创新改进

要求学生设计实验验证所构建模型的科学性，通过实验模拟人眼看远近物体的过程，并尝试基于模型模拟近视、远视的成因；作业设置创新拓展要求，鼓励学生尝试在模型中加入矫正装置，模拟近视、远视的矫正过程，培养学生的模型验证能力和创新思维。

阶段 4：总结梳理作业 —— 模型构建过程的梳理与表达

要求学生以小组为单位撰写《人眼成像模型构建报告》，详细记录模型的设计思路、制作过程、实验验证结果、模型的优缺点及改进方案，同时要求学生用示意图画出所构建的物理模型，并结合模型解释人眼成像的物理原理，培养学生的模型表达和总结反思能力。

四、模型构建导向的初中物理作业评价体系构建与实施

4.1 评价体系构建的核心思路

以 OBE 理念为指导,围绕学生模型构建能力的发展,构建“主体多元、方式多样、过程与结果结合、素养立意”的作业评价体系,将评价指标细化为知识掌握、模型构建、实验验证、报告撰写、创新改进、团队合作六大维度,各维度赋予合理的权重,明确各维度的评价标准,让评价指标可量化、可观察、可操作,既关注学生模型构建的最终成果,也关注其构建过程中的思维表现和实践行为。

4.2 具体评价指标与标准

以《视界探秘:人眼成像模型构建》作业为例,制定分层细化的评价单,作为作业评价的核心工具,各评价维度的权重、评价要求如下表所示:

表格

评价维度	权重	核心评价要求
知识掌握	20%	能准确描述凸透镜成像规律,能清晰解释人眼成像与凸透镜成像的关联,表述准确、完整
模型构建	30%	模型能准确体现人眼成像的核心要素,功能性强,能模拟人眼聚焦过程;设计具有一定的合理性和简洁性
实验验证	20%	实验设计科学、合理,能通过实验有效验证模型的科学性;能准确分析实验结果,发现模型存在的问题
报告撰写	15%	报告内容完整,包含设计思路、制作过程、实验结果等;逻辑清晰,表达准确,能结合示意图解释模型原理
创新改进	10%	能在基础模型上进行创新,如模拟近视/远视成因、设计矫正装置;提出的模型改进方案实用、可行
团队合作	5%	小组分工明确,成员沟通协作良好;每位成员均能参与模型构建的全过程,贡献自身想法

4.3 评价的实施过程

采用形成性评价与总结性评价相结合、学生自评与互评相结合、教师评价为主导的多元评价方式,贯穿作业完成的全过程,实现对学生模型构建能力的全面、客观评价。

(1) 形成性评价:关注模型构建的过程

在学生完成各阶段作业的过程中,教师通过课堂观察、小组交流、阶段性反馈等方式,记录学生在模型设计、制作、实验验证中的表现,及时反馈问题并给予指导;引导学生进行过程性自评,让学生反思自己在模型构建过程中遇到的问题、解决的方法及思维的变化。

(2) 总结性评价:关注模型构建的成果

学生完成全部作业后,以小组为单位进行模型展示和报告交流,教师依据评价单对学生的最终作业成果(模型、报告)进行量化评分;同时组织学生进行小组间互评,让学生从评价者的角度分析其他小组模型的优点和不足,在互评中深化对模型构建思维的理解。

(3) 评价结果的整合与反馈

将学生自评、互评与教师评价的结果进行整合,得出学生作业的最终评价结果;针对评价结果,教师从知识掌握、模型构建、思维方法等方面为每位学生和每个小组撰写个性化反馈意见,明确学生的优势与不足,提出具体的改进建议。

五、作业设计与评价实践的效果分析

5.1 有效提升学生的模型构建能力和科学思维

以两个平行班为实践对象,实验班采用本研究设计的模型构建导向作业及评价体系,对照班采用传统的知识巩固型作业及单一评价方式。实践结果显示,实验班 81% 的学生能在

模型构建中准确把握核心要素，将人眼成像抽象为凸透镜成像的物理模型（如图1），能借助模型解释人眼成像原理；而对照班仅 35% 的学生能构建出有效的物理模型（如图2），多数学生仍停留在对人眼生物结构的描述层面。

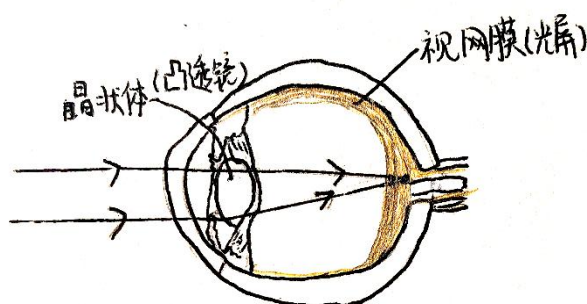


图2 实验班

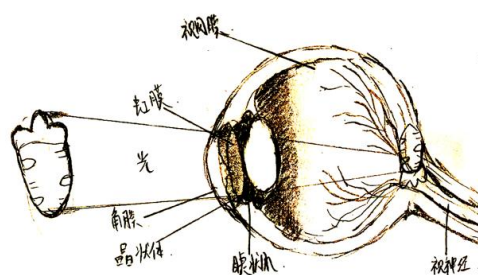


图2 参照班

同时，评价体系中的创新要求有效调动了学生的创新思维，实验班大部分学生能基于基础模型模拟近视、远视的成因，部分学生还设计出了简易的矫正装置，实现了超出预期的学习成果；学生在实验验证、报告撰写的过程中，逻辑推理、科学表达等科学思维能力也得到了显著提升。

5.2 推动学生学习方式的转变

模型构建导向的探究性作业打破了传统书面作业的局限，让学生从“被动做题”转变为“主动探究”，在小组合作完成模型构建、实验验证的过程中，学生的动手操作能力、合作交流能力得到了培养；而多元的评价方式让学生成为评价的主体之一，在自评与互评中，学生的反思能力和评价能力得到了提升，形成了“自主探究、合作交流、总结反思”的良好学习方式。

5.3 促进教师教学方式的优化与专业发展

通过对作业评价结果的分析，教师能精准把握学生在模型构建能力发展中的问题：如学生在模型抽象、创新改进、团队合作等方面的不足。基于此，教师能针对性地优化教学过程，如在课堂教学中增加模型构建的示范和指导，设计更多的小组合作任务，融入创新思维培养的教学环节；同时，作业设计与评价的实践过程，也让教师更深入地理解了课标中核心素养培养的要求，提升了教师的作业设计能力和素养导向的评价能力，推动了教师的专业发展。从学生作业自评数据来看，学生在知识掌握（均分 8.7 分）、实验操作（均分 8.5 分）方面表现较好，而模型构建（均分 7.1 分）、报告撰写（均分 7.5 分）方面仍有提升空间，创新能力（得分 3-10 分）和团队合作能力（得分 3-5 分）的发展存在显著个体差异。这为教师后续优化作业设计提供了精准方向：如设计分层化的模型构建作业，满足不同层次学生的发展需求；增加团队合作的指导和评价，提升学生的协作能力；设计更多的创新拓展任务，培养学生的创新思维。

六、实践反思与未来展望

6.1 实践中的问题与反思

本研究在促进学生模型构建能力发展的作业设计与评价实践中取得了一定成效，但也面临一些挑战：一是如何根据不同的物理知识内容（如力学、电学）设计适配的模型构建作业，实现作业设计的系列化和系统化；二是如何把握模型构建作业的难度，既要符合初中生的认知水平，又要能有效激发学生的探究欲；三是如何进一步完善评价体系，让评价更精准地反映学生模型构建思维的发展过程，而非仅关注外在成果。

同时，在实践过程中发现，部分教师对模型构建的教学和评价理念理解不够深入，作业设计的素养立意不足；部分学生的抽象思维能力较弱，在从实际问题到物理模型的抽象过程

中存在困难，需要教师给予更多的个性化指导。

6.2 未来发展展望

(1) 构建系列化的模型构建导向作业体系

结合初中物理各章节的核心知识，按“光学模型→力学模型→电学模型”的顺序，设计阶梯式、系列化的模型构建作业，让学生在不同知识模块的学习中持续锻炼模型构建能力，形成系统化的模型构建思维。

(2) 借助智能化手段优化作业评价

在人工智能快速发展的背景下，将智能化手段融入作业评价过程：利用人工智能记录学生线上预习作业的完成情况，实现过程性评价的精准化；利用图像识别、行为分析等技术，对学生的模型制作、实验操作过程进行实时分析，辅助教师进行过程性评价；利用人工智能工具对学生的作业报告、评价量表进行快速数据整理和分析，提升评价效率。

(3) 加强教师专业培训，提升作业设计与评价能力

开展针对物理教师的模型构建教学与作业设计培训，让教师深入理解模型构建与科学思维培养的内在联系，掌握素养导向的作业设计方法和评价策略；组织教师开展作业设计与评价的教研交流活动，分享实践经验，共同解决实践中的问题，提升教师的专业素养。

(4) 深化跨学科作业设计，提升学生的综合模型构建能力

结合物理知识的实际应用，进一步深化跨学科融合，设计更多融合生物、工程、数学等学科模型构建作业，让学生在真实的问题情境中构建物理模型，提升学生运用跨学科知识解决实际问题的能力和综合模型构建能力。

七、结语

模型构建作为物理学科科学思维的核心要素，其培养是初中物理教学落实核心素养目标的关键。以 OBE 理念为指导，设计指向模型构建能力发展的探究性、实践性、跨学科物理作业，构建“素养立意、多元评价、教学评一体化”的作业评价体系，能让作业从“知识巩固的载体”转变为“素养培养的平台”，让评价从“结果的甄别”转变为“发展的助力”。

本次实践研究表明，这样的作业设计与评价模式，不仅能有效提升学生的模型构建能力和科学思维，还能推动学生学习方式和教师教学方式的双重转变。在未来的初中物理教学中，需持续探索、不断完善模型构建导向的作业设计与评价体系，让科学思维的培养落地生根，切实落实义务教育物理课程的核心素养培养目标。

【参考文献】

- [1] 潘瑞. 高中物理模型构建教学策略的实践案例研究[D]. 西南大学, 2025. DOI: 10. 27684/d. cnki. gxndx. 2025. 004374.
- [2] 陈树东. “教—学—评”一体化下指向科学思维培养的物理作业设计策略[J]. 学苑教育, 2025, (34): 46-48.