

指向核心素养培养的初中物理模型建构策略

李银秀

江西师范大学附属中学赣江创新研究院分校

摘要: 初中物理教学需要围绕学生核心素养的培养目标展开,物理模型建构能力的提升是达成这一目标的重要途径。物理模型建构策略应当遵循学生的认知发展规律,通过具体教学实践帮助学生将抽象概念转化为可操作的思维工具。该系列策略的实施既能加深学生对物理概念的本质理解,又能培养其基于证据的科学论证能力,为形成系统的物理学科核心素养提供有效支撑。

关键词: 核心素养; 初中物理; 模型建构; 策略

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2025.10.130

引言

构建物理模型是研究物理规律和物理理论的基础。在模型构建过程中,教师可通过创造真实的教学情景,培养学生对问题的感知能力,将模型建构与学生的日常生活相结合,提取真实情境中的本质物理要素,将情景问题类比为迁移为基础的物理模型。这样可将物理问题建构还原成熟悉的物理模型,促使学生对问题情境进行自主分析、深度分析,培养其物理模型建构能力。因此,本文基于对学生核心素养的培养,探究初中物理模型建构策略。

一、核心素养与初中物理模型建构概述

(一) 核心素养的内涵

《义务教育物理课程标准》(2022年版)对物理学科核心素养进行了界定,要求物理教师在教学实践中着力于学生物理观念、科学思维、科学探究以及科学态度和责任几大素养培养,这是物理课程的核心价值,也是当下物理教学的课程目标所要达到的独特的育人价值。要想达成这一目标,我们在物理课堂教学中必须采取相应策略,以促进科学思维、科学探究能力发展,培养学生正确物理观念,引导学生建立良好科学态度与责任^[1]。

(二) 初中物理模型建构的基本原则

科学性要求模型准确反映物理规律本质,如牛顿第一定律模型需明确理想化条件。实践性原则强调模型与生活情境结合,学生通过制作杆秤模型理解杠杆原理的应用价值。创新性原则鼓励突破常规建模方式,有学生用橡皮筋替代弹簧研究振动规律。层次性原则体现认知发展规律,先从质点模型理解匀速运动,再引入空气阻力构建变速运动模型。四原则共同指导模型建构活动的设计实施,确保教学目标的达成。

二、初中物理模型建构的内容与方法

(一) 物理模型建构的基本内容

1. 概念模型的构建

概念模型将物理本质属性抽象为可操作的表征形式。

力的概念模型构建需经历现象观察、特征提取、本质归纳三个阶段。教师通过推桌子、拉弹簧等生活场景,引导学生发现力对物体形状与运动状态的改变作用。学生对比不同力度、方向的作用效果,抽象出力的大小、方向、作用点三要素。模型验证环节设计斜面小车实验,通过测量不同倾角下的运动变化,巩固力的作用效果认知。概念模型的精准性通过变式练习检验,例如区分重力与支持力的作用差异。

2. 过程模型的模拟

过程模型揭示物理现象的动态演变规律。光的折射过程建模分为现象观察、变量控制、规律总结三个步骤。教师使用激光笔照射水杯,学生记录光线在空气与水中的路径偏移。通过改变入射角度与介质组合,发现入射角正弦与折射角正弦的比值恒定。模型优化阶段引入半圆形玻璃砖,学生绘制完整光路图解释全反射现象。动态过程的可视化模拟突破时空限制,例如用慢动作视频分析自由落体运动的速度变化。

3. 实验模型的制作

实验模型是理论验证与实践创新的结合体。简易电动机模型的制作涉及电磁转换原理的应用。学生绕制线圈、安装磁铁时,需解决导线绝缘处理、轴心平衡调节等技术问题。实验数据收集包括转速测量与电压关系分析,模型改进方向涉及效率提升方案设计。通过对比商用电机结构,学生理解模型简化与原型特征的平衡取舍。

(二) 模型建构的具体方法

1. 抽象与概括法

抽象与概括法是物理模型建构的核心方法,通过剥离现象的非本质特征提炼物理规律。例如,教师引导学生观察多种发声现象时,琴弦振动产生乐音、鼓面拍打出声响等具体案例成为抽象过程的起点。学生使用慢动作摄像设备记录不同物体的振动状态,对比分析发现振动物体与声音产生的必然联系。抽象过程的关键在于

识别共性特征，学生通过触摸发声的吉他弦感知振动，观察音叉触及水面激起波纹，逐步排除物体材质、形状等非关键因素，最终概括出“物体振动产生声音”的普遍规律。

概括法的应用需要层次递进。例如，斜面机械效率的计算公式最初在特定倾斜角度下得出，学生通过改变斜面长度与高度的比例多次实验，将结论推广至滑轮组、杠杆等其他简单机械的效率计算。教学实践中需搭建认知阶梯，学生在建立匀速直线运动的质点模型后，教师逐步引入空气阻力因素，引导构建变速运动的修正模型，这种阶梯式抽象过程符合初中生的认知发展规律。

2. 类比与迁移法

类比与迁移法通过建立已知经验与新知识的连接通道，降低物理概念的认知难度。例如在电流概念的教学过程中，教师使用透明水管装置模拟电路，水流速度对应电流强度，水泵压力类比电源电压。学生在调节阀门开度观察水流变化时，直观理解电阻对电流的控制作用。类比对象的选择需贴近生活经验，讲解电磁波传播时，教师拉伸橡皮筋演示横波振动方向，学生通过观察橡皮筋振动方向与传播方向的垂直关系，类比理解电磁波的横波特性。

迁移法的实施强调知识应用场景的拓展，比如在光的反射定律学习完成后，教师播放山谷回声录音，引导学生绘制声波反射路径图，将光学反射角公式迁移至声学领域计算回声时间。类比法的局限性需要明确提示，学生制作电路模型时可能误认为电子像水流一样从正极“流出”，教师需通过电荷分布实验揭示电流本质是电子的定向移动，及时纠正类比带来的认知偏差。迁移训练可通过变式问题深化，例如将浮力公式应用于热气球升力计算，学生需要辨析空气密度随温度变化的规律，调整阿基米德原理的应用方式。

3. 假设与验证法

假设与验证法是科学探究的核心方法，通过提出猜想并设计实验检验其合理性，培养学生的批判性思维。例如，学生在探究浮力规律时，观察到木块在不同液体中浮沉现象，可能提出“浮力大小与物体浸入深度有关”的初始假设。教师引导学生使用弹簧测力计测量金属块浸入水中的拉力变化，实验数据显示完全浸没后拉力不再随深度改变，原假设被证伪。学生调整研究方向，转而探究液体密度与浮力的关系，保持金属块体积不变，依次浸入盐水、酒精等不同液体测量浮力差异。实验设计需严格遵循控制变量原则，例如使用同一金属块确保排开液体体积恒定，温度计监测液体温度避免密度波动。假设修正过程体现科学研究的动态性，学生发现浮力与

排开液体重量相等时，进一步验证不规则物体的浮力计算是否适用。教师提供橡皮泥与量筒，学生通过捏塑不同形状物体测量排水量变化，验证阿基米德原理的普适性。误差分析环节引导学生发现测量误差来源，例如量筒刻度精度不足或金属块表面气泡影响数据准确性。

假设法的教学实施需要阶梯式引导。例如，在探究滑动摩擦力影响因素时，学生先猜测摩擦力与接触面积相关，通过拉动不同放置方式的木块发现数据无显著差异。教师提示控制压力不变，学生改用加重物改变压力重新实验，最终得出摩擦力与压力成正比的正确结论。迭代验证过程强化科学思维的严谨性，学生认识到科学发现需要不断修正认知偏差。验证环节的开放性设计激发创新思维，例如探究电磁铁磁性强弱因素时，学生自主选择线圈匝数、电流强度、铁芯材质等变量组合进行多维度验证。

4. 数字化建模技术

数字化建模技术为物理模型建构提供多维支持，突破传统实验的时空与器材限制。Tracker 视频分析软件的应用显著提升运动学研究的精度，学生在拍摄篮球抛物线运动后，软件自动追踪球体中心坐标并生成位移-时间曲线。抛体运动的水平速度恒定特性通过轨迹点的等间距分布直观呈现，竖直方向的加速度变化由速度矢量图箭头长度渐变清晰展示。虚拟仿真实验平台如 PhET 的交互功能增强学习沉浸感，学生在天体运动模拟中拖动滑块调整行星质量，实时观察轨道离心率的变化规律。引力与距离平方反比关系的验证通过改变卫星轨道半径完成，动态可视化效果帮助学生理解同步卫星的定点原理。

3D 打印技术将抽象概念转化为实体模型，斯特林发动机的打印制作涉及热力学原理的应用。学生设计气缸与活塞的配合间隙时，需计算热膨胀系数对运动部件的影响。模型测试阶段通过温度传感器监测冷热端温差，调整飞轮配重优化能量转换效率。数字孪生技术实现虚实结合的教学模式，学生扫描实物模型二维码即可调取三维结构剖视图，观察内燃机工作循环中气门的启闭时序。编程建模工具如 Scratch 降低算法门槛，学生编写简单程序模拟自由落体运动，通过调整重力加速度参数观察不同星球环境下的下落差异。

数字化工具的教学整合需注重与传统实验的互补。在声波特性研究中，学生先用智能手机频率分析软件测量音叉固有频率，再结合示波器观察波形图完善认知。虚拟现实技术还原危险实验场景，例如核反应堆工作原理的 VR 模拟，允许学生在安全环境中观察链式反应过程。数据采集系统的自动化处理提升实验效率，光电门

与 Arduino 模块组合可精确测量单摆周期，实时数据曲线帮助学生理解振幅衰减与能量损耗的关系。云端协作平台支持跨校模型共享，不同地区学生对比当地重力加速度的测量结果，探究地理纬度对重力值的影响规律。

三、指向核心素养培养的模型建构策略

（一）基于问题解决的模型建构

基于问题解决的模型建构策略通过真实情境激发学生的探究动力。例如，在“设计校园路灯控制系统”项目中，学生需要解决如何实现路灯自动开关的核心问题。项目启动阶段，教师带领学生实地考察校园路灯分布，记录不同区域的光照强度变化数据。学生分组讨论控制方案，部分小组提出光敏电阻触发电路的设计思路，另一些小组建议加入定时模块应对阴雨天气。方案设计阶段需要综合运用串联与并联电路知识，学生使用面包板搭建原型电路，光敏电阻的灵敏度调节成为技术难点。学生通过更换不同阻值的电阻器测试电路响应速度，发现光照强度阈值设置过低会导致路灯白天误开启。模型测试环节选择黎明与黄昏时段进行户外测试，数据记录显示环境光渐变过程中存在临界波动，学生引入延时继电器模块消除误触发。迭代优化阶段考虑成本控制，学生对比 LED 灯与普通灯泡的能耗差异，计算不同方案的年用电量。最终成果展示环节，各组演示模型时需说明设计原理与节能效益，评审标准包含稳定性、成本与可维护性。这种项目式学习整合科学探究与工程思维，学生在解决实际问题的过程中深化对电路原理的理解，同时培养系统设计能力与社会责任感。

（二）促进思维发展的模型建构

批判性思维的培养贯穿于模型优化的全过程。例如在电磁铁模型制作活动中，学生发现铁芯材料显著影响磁力强度。教师提供铁钉、钢棒、硅钢片等多种材料供对比实验，学生使用高斯计测量不同铁芯的磁场分布。实验数据显示硅钢片的磁滞损耗最低，学生通过显微镜观察材料晶体结构，理解硅元素对磁畴排列的优化作用。发散性思维训练体现在功能拓展环节，有小组将电磁铁与弹簧结合制作简易继电器，实现用弱电流控制强电流电路的通断。模型创新需要跨知识迁移，学生在研究电磁铁吸力与线圈匝数的关系时，发现吸力增长存在饱和点，由此引出磁路饱和概念的初步认知。教师引导学生设计对比实验，保持电流不变时增加线圈匝数，磁力增强趋势逐渐平缓。思维导图工具帮助学生梳理电磁铁的影响因素，将电流强度、线圈匝数、铁芯材料等变量进行层级分类。辩论活动深化认知冲突，围绕“电磁铁能耗与效率的平衡”主题，学生分组论证不同应用场景下

的最优设计方案。这种深度思维训练使学生从简单制作上升到原理探究，形成批判性分析问题的思维习惯。

（三）强化实践操作的模型建构

项目式学习通过完整实践链条提升学生的动手能力与问题解决能力。例如，在“制作投石机”活动中，学生需研究杠杆原理与投射物运动的关系。材料准备阶段，各组对比木条、PVC 管、竹片的承重性能，通过砝码加载测试确定支点最佳加固方案。杠杆比例设计需要数学计算支持，学生绘制抛物线轨迹图预估投射距离，实际测试数据与理论值的偏差引发结构优化讨论。旋转轴摩擦力的测量成为技术难点，学生使用弹簧秤牵引发射臂，记录不同润滑剂对启动拉力的影响。配重调整环节发现投射距离与配重块质量并非线性关系，过重的配重导致发射臂回弹速度下降。成果展示设置多维度挑战任务，轻质乒乓球要求精度投射，沙包负重考验结构强度。竞赛评分标准包含射程、精度与结构创新性，有小组采用橡皮筋蓄能增强发射力度，另一组设计可调角度的托盘适应不同投射需求。实践操作中的意外发现具有教育价值，某组学生发现发射角度为 45 度时射程最远，教师借此引出抛体运动的理论验证。这种从做中学的模式强化知识应用能力，学生在解决实际工程问题的过程中形成坚韧的探究精神。

结语

本文深入探讨了指向核心素养培养的初中物理模型建构策略，通过阐述核心素养的内涵与初中物理模型建构的基本原则，以及物理模型建构的基本内容和具体方法，提出了基于问题解决、促进思维发展、强化实践操作以及融合信息技术的模型建构策略。这些策略旨在帮助学生更好地理解和掌握物理知识，提升其科学素养、思维能力、实践能力以及创新能力。通过实施这些策略，我们可以为培养全面发展的社会主义建设者和接班人奠定坚实基础，推动物理教育的不断创新和发展。

参考文献

- [1] 柳瑶瑶. 培养初中生物理建构模型能力的思考[J]. 物理通报, 2024, (10): 44-47.
- [2] 陈爱明. 基于核心素养的初中物理教学设计[J]. 文理导航(中旬), 2024, (09): 82-84.
- [3] 张定而. 指向科学思维素养培育的初中物理模型建构策略[J]. 数理化解题研究, 2024, (23): 94-96.
- [4] 吴君兰. 基于“科学思维”的初中生物理模型建构能力的培养[J]. 数理化解题研究, 2024, (20): 61-63.
- [5] 陈婧韵, 方华基. 指向核心素养的初中物理二次模型建构教学设计[J]. 中学物理, 2023, 41(08): 48-51.