四维融合的初中物理大单元教学模式实践
——以“压强”的复习为例

柴海霞[1],刘 昕[2]
(1.浙江省杭州西兴中学,浙江杭州 310051;2.杭州外国语学校,浙江杭州 310023)

摘 要:针对传统物理教学中知识碎片化、情境抽象化、学习与实践脱节等问题,提出了“情境—知识—实践—素养”四维融合的大单元教学模式。以初中物理“压强”单元复习为例,以“为重建的钱江三桥完成关键部位压强分析与简易模型设计”为核心任务,将固体、液体、气体压强知识进行有机整合,设计了一系列探究性实践任务。实践证明,该模式能有效激发学生学习的内驱力,促进知识的结构化理解,提升系统思维、工程决策、创新实践等核心素养。

关键词:初中物理;情境教学;大单元教学;核心素养;压强;工程教育;项目式学习
DOI:10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.007
引用格式:柴海霞,刘昕.四维融合的初中物理大单元教学模式实践:以“压强”的复习为例[J].实验教学与仪器,2026,43(10):27-29,33.

当前,以核心素养为目标的课程改革正深刻改变着基础教育的面貌。物理作为一门以实验为基础的自然科学,要传授经典概念与定律,培养学生的科学思维、探究能力以及运用知识解决真实世界问题的能力[1]。

1 素养时代下初中物理教学的困境与转向

(1)知识传授的碎片化。“压强”这一核心概念在教材中通常被划分为固体压强、液体压强、大气压强等3个孤立章节,分课时讲授。学生虽能背诵压强公式$p=F/S$、$p=\rho gh$,但难以理解二者之间的内在关联,在遇到大桥这类综合物理情境时,无法调动、整合相关知识开展分析。

(2)情境创设的浅表化。现有的教学情境多为“菜刀切菜”“潜水服”“吸盘挂钩”等生活化但离散的案例,虽能激发学生的短暂兴趣,但缺乏持续深入的探究空间和挑战性,难以支撑完整知识体系构建和高阶思维能力培养。

(3)实践活动的验证化。实验多为对单一结论的验证,如“探究压力作用效果的影响因素”等。学生按部就班操作,缺失了从问题界定、方案设计到数据分析、决策优化的完整工程实践体验。

(4)素养目标的空泛化。“科学思维”“科学态度与责任”等素养目标常停留在教案文本中,缺乏与之紧密绑定、可观察、可评价的载体和进阶路径。

教学改革亟须一种能够统整知识、嵌入真实情境、贯穿深度实践、直接指向素养生成的新型教学模式[2]。基于此,笔者提出了“情境—知识—实践—素养”四维融合的大单元教学模式。笔者以杭州钱江三桥重建这一真实的超级工程为宏观情境,以“压强”大单元教学为例,阐述该模式的建构与实践。

2 “情境—知识—实践—素养”四维融合模式的内涵

“情境—知识—实践—素养”四维融合的初中物理大单元教学模式核心在于打破传统教学中以课时为单位、知识碎片化的局限。围绕一个能承载学科核心概念、具有现实意义与探究深度的“大主题”或“大任务”——“情境线”,对教学单元进行系统性重构。“情境线”贯穿始终,持续激发学生的兴趣,驱动整个教学进程,将原本孤立的“知识”“实践”与“素养”目标有机地编织成一个整体。如图1所示,情境、知识、实践、素养四个维度并非线性排列,而是形成深度互动、相互滋养、螺旋上升的有机关系。真实、复杂且富有挑战性的“情境”,能够充分激发学生的求知欲,催生“知识”学习的内在真实需求;经过结构化梳理的“知识”体系,又能为学生理解情境、开展“实践”提供必要的思维工具与方法支架;而科学设计的“实践”活动,正是联结情境与知识的核心桥梁,是实现知识内化与迁移应用的关键路径。学生在解决情境提出的真实问题的过程中,逐步建构物理观念、发展科学思维、提升探究能力、感悟科学态度。“情境—知识—实践—素养”的持续循环,能推动学生的认知水平与综合能力不断攀升至新的高度,最终完成从知识习得到素养养成的根本性跃迁。

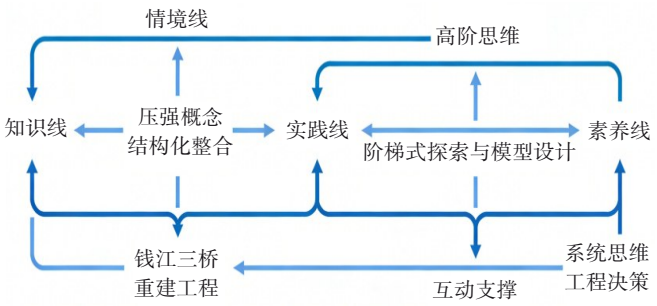


图1 四维融合的教学模式实践流程

2.1 情境线:起点与统领

情境贯穿单元始终,是真实的,具有时代感和工程复杂性。“钱江三桥重建”情境融合了结构力学、流体力学、材料学、环境工程等多学科问题,天然构成了系统分析的项目总任务,为学生提供广阔的探究空间和角色代入感。

2.2 知识线:工具与支架

知识从学习目的转变为解决情境问题的必要“工具”。教材知识序列根据情境任务的需求被重新解构与整合。在“压强”单元中,固体、液体、气体压强的知识,共同构成分析大桥“桥墩-地基系统”“水下结构-江水系统”“桥面-大气系统”三大子问题的工具包。知识学习在解决问题的迫切需求下自然发生。

2.3 实践线:路径与载体

实践是连接情境与知识的桥梁,是素养生成的主阵地。实践设计遵循“模仿—探究—创新”的进阶路径,基于教师引导的结构化活动,逐步过渡到开放式的方案设计与模型制作。每一个实践活动直接服务于情境总任务下的子问题,使学生亲历“提出问题—设计方案—动手实验—分析数据—形成结论—汇报交流”的完整科学流程。

2.4 素养线:归宿与产出

素养是前3个维度融合作用的自然结果[3]。真实情境驱动学习需求,结构化知识提供解决方案,层级化实践是实施路径,在解决问题的过程中内化为核心素养。学生在面对具有现实意义和复杂性的问题时,产生了获取知识、发展能力的根本动力。系统化、逻辑清晰的结构化知识体系,为分析与解决问题提供了必要的理论工具与思维框架。循序渐进的层级化实践,可搭建起从认知理解到熟练应用、再到迁移创新的攀升路径,让知识在动态应用中接受检验、获得深化。

在应对真实挑战的实践熔炉中,分散的知识点、孤立的技能与具体的情境经验得到反复锤炼、整合与升华。素养的生成,实质是情境、知识、实践三者协同作用的结果,最终让学习者真正成为能够适应未来、驾驭变革的终身胜任者。

3 实践案例:“压强”大单元教学设计与实施

3.1 单元整体设计

单元主题:超级工程的力学密码——为“新钱江三桥”把脉压强核心任务(情境线)[4]。学生以“桥梁工程顾问团队”的身份承接一项模拟任务:为重建的钱江三桥完成桥墩地基、水下结构、桥面风荷载的压强分析与简易优化模型设计,并形成一份简明的《工程分析报告》。

3.2 具体实施流程

(1)项目启动与问题拆解。

教师播放钱江三桥重建工程的新闻视频,同步展示工程示意图、通航需求说明等资料,向学生介绍项目“双层斜拉桥”“日通行能力从5.5万辆跃升至18.5万辆”“提升通航等级”等宏伟目标。引导学生感受国家基础设施建设的发展成就与科技力量。随后发布核心任务,在班级内组建“工程顾问小组”,并抛出驱动性问题:“要承载如此巨大的车流量和船舶通行需求,新桥在应对各类结构压力方面,将面临哪些核心挑战?”教师引导学生开展头脑风暴,结合已有经验,将这一宏大任务拆解为3个可探究的子问题,引出本单元的知识框架。

子任务一:如何确保巨大桥墩稳稳“坐”在江底地基上,不发生过度的不均匀沉降?桥墩与地基的压强分析。

子任务二:江水中桥墩承受着怎样的“隐形力量”?如何保证水下结构坚固耐用?液体压强与浮力、防腐。

子任务三:宽阔的江面上风很大,如何让桥面在强风中保持稳定,避免晃动甚至共振?流体压强与流速关系[5]。

(2)分项探究与实践。

探究活动一:桥墩的“脚踏实地”——固体压强与地基承载力。实践设计提供相同质量、不同底面积的“桥墩模型”,让学生将其放置在模拟“河床”的细沙盘或面粉盘上,观察并测量下陷深度,绘制“底面积-下陷深度”关系图。给定一个恒定荷载,让学生自主选择不同数量和排布方式的“桩基”,测试哪种方案下陷最浅、最稳定。引入“受力面积”与“压强分布”概念,并引导学生分析资料中“保留加固水下旧桥墩”的决策逻辑:既有桥墩的地基基础已经历长期自然沉降,力学状态趋于稳定,通过加固扩大基础底面积的技术路径,相比全拆重建方案,能更高效地控制基底压强,在保障结构安全的前提下显著降低工程成本。学生基于数据归纳出压强公式$p=F/S$的内涵,理

解通过增大受力面积来减小对地基压强的工程思想。讨论为何桥墩底部通常比顶部粗大，以及打桩技术的科学原理。建立“模型建构”意识，形成对真实工程决策中安全性、经济性双重约束的系统性认知。

探究活动二：直面江水的“拥抱”——液体压强与结构防护。制作“水下桥墩”模型，在其侧面不同高度贴上轻薄气球皮作为“感应膜”，将其竖直浸入水槽中，观察并比较不同深度处薄膜的形变程度。将模型改为带有不同形状迎水面的柱体，用匀速水流冲击模拟江水冲刷，用传感器或简单标记法比较其晃动幅度，探究形状对水流冲击力的影响。结合资料中“通航净空从8.3 m提升至10.0 m”，引导学生计算：水深增加，桥墩底部承受的液体压强增大多少？这对基础结构和材料提出了什么要求？根据$p=\rho gh$，理解“深度”是决定液体静压强的关键。认识液体各个方向都有压强，且压强随深度均匀增加。讨论桥墩水下部分需要使用高强度混凝土、加装防撞设施、进行防腐处理的多重原因。发展科学推理能力，从定性观察走向定量分析，理解工程设计中预留安全余量的必要性。

探究活动三：翱翔风中的“舞者”——气体压强与风荷载设计。学生用硬卡纸制作不同截面形状的“桥面”模型，将其架设在专用支架上，用吹风机以恒定风速从侧面吹拂，观察并记录不同模型的摆动幅度，系统探究“风攻角”对桥面结构稳定性的影响规律。教师引导学生主动思考：如何优化桥塔与斜拉索的空间布局，更高效地分担、传递风荷载。结合钱江三桥重建工程的实际设计，分析“双层斜拉桥”结构的抗风优势：上层桥面两侧敞开，可大幅疏导过境气流；下层桥面相对封闭，能为通行的非机动车提供庇护。依托伯努利原理，学生理解通过针对性的结构设计调整气流流速分布，可有效减小桥面上下表面的压强差，避免产生巨大升力或引发涡激振动。在此基础上梳理流体压强的核心规律：流体流速越大的位置压强越小。进一步拓展讲解风洞试验、导流板、流线型截面三类技术手段如何帮助大桥实现“卸风”效果；顺势引入“风振”概念，简述历史上塔科马海峡大桥因风致共振引发的桥梁坍塌事故，直观凸显研究风工程的重要性。最终，培育学生的工程系统思维：将桥面、桥塔、拉索乃至周围环境视为一个整体开展抗风分析，深度体会仿生学与空气动力学在现代大型桥梁工程中的应用。

3.3 整合、建模与成果展示

各小组汇总三项子任务的研究成果，进行交叉讨论。思考问题：“为了减小对地基的压强而加大桥墩底面积，是否会增加水下部分的受力面积从而增大水流冲击力？如何权衡？”利用泡沫板、木棍、卡纸、胶带等，制作一个体现压强设计思想的“新钱江三桥”概念模型。要求能展示其在“固、液、气”三个维度上的某一方面考量。举办“新钱江三桥工程方案评审会”。各小组展示模型并汇报工程分析报告（表1）。报告包含对桥墩地基、水下结构、桥面风荷三大压强问题的解决方案及理由。

表1 工程分析报告

部位	问题分析	解决方案	自评	互评	师评
桥墩地基	钱塘江底的地质像一层层软蛋糕，江水日夜冲刷，会把桥墩脚下的泥沙掏空，非常危险	1.把桥墩的底部底座做得又宽又大，把大桥的质量分散到更大的面积上，减小对地面的压强 2.在桥墩位置向下打入许多根非常深的钢筋混凝土柱子（钻孔灌注桩），一直打到坚硬的岩石层，把大桥“钉”在深处牢固的土层上 3.在桥墩周围铺上厚厚的一层大石头（抛石），或者铺上特殊的“防冲刷毯”，保护桥墩脚下的泥土不被水流冲走			
水下结构	桥墩在水里要承受来自四面八方的“攻击”	1.将桥墩做成椭圆形或圆头的流线型，水流能更顺畅地绕过去，大大减少冲击力 2.使用耐腐蚀的材料，防止桥墩被水“锈蚀” 3.在桥墩上安装水下传感器，24 h监测水流冲击的力量和桥墩的健康状况，数据实时传回控制中心			
桥面风荷	杭州地区有时会刮大风，可能会吹垮大桥。当风绕过桥面时，会产生漩涡，让桥面产生上下或扭动的振动	1.把桥梁的截面做成带尖角的流线型并在两侧加装导流板，引导风平顺通过，破坏漩涡的形成，从而减小风力 2.在桥身内部安装阻尼器，当桥开始向一边晃动时，阻尼器具有惯性，会向相反方向摆动，把晃动的能量“抵消”掉，让桥恢复平静 3.在桥面两侧安装透风的栅栏，让一部分风穿过，降低吹到桥面上的侧向风力			

4 反思与成效

通过压强的复习教学实践，笔者观察到学生学习兴趣空前高涨。“重建一座真实的大桥”赋予了学生学习崇高的使命感和真实感。学生不是被动接受者，而是主动的问题解决者，学习内驱力显著增强。学生在解决复杂问题的过程中，自发地将固体、液体、气体压强的知识联系起来，深刻认识到：同一个桥墩，承受着来自上方结构的固体压力、来自江水的液体压力和多向冲刷，以及来自侧面的风压。压强概念不再是3个孤立的公式，而是一个

（下转第33页）