

玩·研·创:指向创新素养的中学 物理教学体系构建与实践^{*}

余耿华 (华东师范大学 上海 200062;广东省教育研究院 广东 510030)

谢桂英 (广州市荔湾区教育发展研究院 广东 510360)

许桂清 (华南师范大学物理学院 广东 510630)

潘苏东 (华东师范大学 上海 200062)

摘 要 在培养创新型人才国家战略背景下,聚焦培养学生物理创新素养的目标,提出“玩·研·创”物理教学理念,在该理念的指引下建构了进阶式的“玩·研·创”物理教学模式,以创新素养测评和多元评价持续诊断与优化教学,同时以区域教研、物理教学资源库和教学培训类课程形成三大支撑,整体形成育人闭环,最终建构了指向创新素养的“玩·研·创”中学物理教学体系。

关键词 玩·研·创 中学物理 教学体系 创新素养

文章编号 1002-0748(2026)3-0033

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

1 问题的提出

青少年的科学创造力和科学家的科学创造力只有程度的差别而没有类型的不同。青少年科学学习中的创造和科学家科学研究中的创造有共同的心理规律^[1],可见,人人创新素养皆可培养。基础教育的创新素养培养是厚植我国拔尖创新人才成长的沃土,物理学是自然科学中的基础学科,在培养创新型人才和实施“科学教育做加法”战略背景下,中学物理教育肩负“为党育人、为国育才”的历史使命。

深入一线发现,中学生普遍存在物理学习兴趣较低、自信心不足、创新素养偏低等问题,剖析其内在原因,主要有以下三方面:第一,学生创新素养培养没有得到足够重视,体系化的理论和实践研究较少;第二,学生参与物理探究实践较少,缺乏针对学生创新素养培养的有效教学模式;第三,物理教学评价主要局限于知识考核,无法较好地综合评价学生的创新素养。

针对以上问题及其原因,2008年起至今,我们历经组建团队、体系初探、体系完善、深化与推广的实践探索之路,逐步构建并优化了指向创新素养培

养的“玩·研·创”中学物理教学体系,同步进行了大规模的推广应用。

2 指向创新素养培养的“玩·研·创” 中学物理教学体系

“玩·研·创”物理教学是以培养学生物理学科创新素养为核心目标,推动学生以主动愉悦的投入态度,像科学家一样开展探究学习,像工程师一样开展工程实践,学生在探究实践中培养创新思维、涵养创新人格,实现知识向实践价值转化的一种育人范式。

“玩·研·创”既是培养学生创新素养的一种育人理念,也是一种教学模式,并在此教学模式中作为具体的教学流程。项目组经历多年的实践研究,聚焦培养学生物理创新素养,提出“玩·研·创”物理教学理念,在该理念的指引下建构了进阶式的“玩·研·创”物理教学模式,以创新素养测评和课堂教学表现性评价持续诊断与优化教学,同时以区域教研、物理教学资源库和教学培训类课程形成三大支撑,整体形成育人闭环;完善了指向创新素养的“玩·研·创”中学物理教学体系(见图1)。

^{*} **基金项目:**本文系2024年度教育部高等学校大学物理课程教学指导委员会教学研究课题“指向科学创造性思维的‘玩研创’大中学物理一体化教学体系构建与实施”,广东省教育科学规划2025年度中小学教育科研能力计划项目“‘玩·研·创’理念下中学物理跨学科实践教学研究”(项目编号:2025ZJK001),及广州市教学成果奖培育项目“玩·研·创:中学物理学科育人体系的构建与实施”的研究成果。

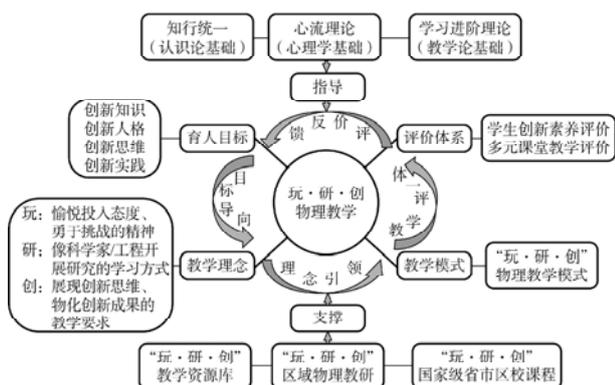


图1 指向创新素养的“玩·研·创”中学物理教学体系

上述教学体系解读与说明如下：

第一，理论溯源：“玩·研·创”物理教学的本质是基于兴趣的“做中学”、基于热爱的“用中学”、基于意义的“创中学”，是对陶行知先生“教学做合一”理念的传承和发展。项目组以辩证唯物主义的知行统一观为认识论基础，以心流理论为活动设计基础，以学习进阶理论为教学论基础，从传统的知识传授，转向学生面对未知挑战的创新素养培养，以此奠定“玩·研·创”物理教学的理论基础。

第二，教学理念：“玩·研·创”是一个一体的学习过程。这里的“玩”是一种态度和精神，指愉悦投入的学习态度、勇于挑战的科学精神，是像宁宁一样把科研当成游戏的“玩”。“研”是一种学习方式，指学生像科学家或工程师一样通过探究实践进行学习的方式。“创”是一种要求，要求在创新实践活动中激发学生创新人格、培育创新思维、物化创新成果。该理念指引了整个教学体系的构建。

第三，育人目标：侧重培养学生的物理学科创新素养。该目标可进一步分解为二级指标体系（见下文表1），包括创新知识、创新人格、创新思维和创新实践。针对上述二级指标，通过“玩的态度和精神”培养学生的创新人格，通过“研的方式”培养学生的创新思维，通过“创的要求”提升学生创新实践的水平。

第四，教学模式：“玩·研·创”物理教学模式是指在真实实践（包括跨学科实践）任务中，学生化身为科学家/工程师，整合运用一切已知信息，通过“玩实验或游戏”产生认知冲突，唤醒好奇心和探索欲，在核心引导语帮助下，学生通过进阶“研究”去解决实践问题，以培育创新思维、涵养创新人格；最后，学生经由主动反思和实践创新过程，体悟思想方法和创造新产品。

第五，评价系统：包括两大板块，一是学生物理学科创新素养的评价，二是“玩·研·创”物理教学过程表现性评价。对学生物理创新素养的评价可以

掌握学生创新素养的动态发展过程，对教学过程的表现性评价可以及时反馈师生的教与学的情况，以更好地持续优化教学体系，改进教师的教和学生的学。

第六，支撑系统：包括物理教学资源库、物理教学培训类课程、区域物理教研三大支撑。物理教学资源库为师生开展玩研创物理教学活动提供各类教学资源支撑，包括创新物理实验、教学设计、课例视频、多媒体课件等；教学培训类课程则为教师开展“玩·研·创”教学提供系统性指引；省市教研为师生开展“玩·研·创”教学提供实践指导、发挥引领和辐射作用。三者相辅相成，为“玩·研·创”物理教学与评价的开展提供重要支撑。

上述“玩·研·创”教学理念、育人目标、教学模式、评价系统和支撑系统，形成了良好的教学体系闭环，为解决前述提出的问题提供了重要的思路。

3 “玩·研·创”物理教学体系下的教学模式探讨

在上述“玩·研·创”物理教学体系中的教学模式，是整个体系的关键之一。“玩·研·创”是指一类教学活动，一种教学流程，在实践中，我们将各类课型的教学流程统整为“感知（玩）、探究（研）、应用（创）、反思（创）、实践（创）”五个阶段^[2]，教师核心引导语贯穿教学的五个阶段，如图2所示。

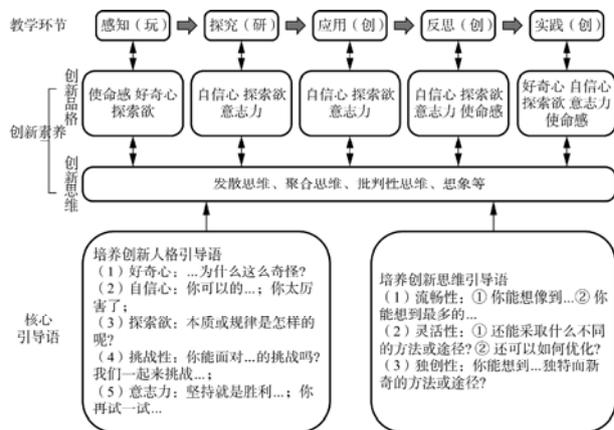


图2 “玩·研·创”中学物理教学模式

该流程是一种不断循环的过程。该模式既适用于概念规律课、分组实验课和单元复习课，也适用于跨学科实践等教与学的活动。需要说明的是，对概念课、规律课、学生分组实验课中的“探究（研）”环节主要指理论探究或实验探究，单元复习课中的“探究（研）”主要指探究本章书的知识框架。

下面以概念课、规律课为例，简述“玩·研·创”中学物理教学模式的教学流程：

阶段 1:感知(玩)。学生面向真实实践(包括跨学科实践)任务,化身为科学家或工程师,将真实情境简化为好玩的实验模型,在“玩”中产生认知冲突。

阶段 2:探究(研)。学生构建模型、研究新知,培养学生解决问题的创新思维与创新实践能力。

阶段 3:应用(创)。首尾呼应,让学生体验进阶解决问题的成功感,还可引入新情境,以进一步培养学生的迁移创新能力。

阶段 4:反思(创)。引导学生逐步形成结构化知识,内化思想方法;引导学生回顾反思整个解决问题的过程,借助教师点拨与学生产生共鸣,触发学生对生命意义的感悟,塑造学生的创新人格。

阶段 5:实践(创)。在课外的实践:倡导学生的创新想法或创新作品产生,形成教学闭环。

上述“玩·研·创”中学物理教学模式,以核心引导语为纽带,将“感知(玩)、探究(研)、应用(创)、反思(创)、实践(创)”五阶段教学环节,与创新品格和创新思维目标锚定,使抽象的素养目标转化为可观测、可迁移的课堂行为表现,形成玩激趣、研启智、创润心的素养螺旋上升路径,为一线教师提供拿着就能用的教学模式。

4 “玩·研·创”物理教学体系下的教学评价系统探讨

上述“玩·研·创”物理教学体系中的教学评价系统,主要包括以下两大板块。

第一,开发了学生物理创新素养的测评框架及系列测评工具。

配套“玩·研·创”物理教学,项目组基于吉尔福特、威廉姆斯、Amabile、林崇德、胡卫平、申继亮、徐淀芳、PISA2021 等国内外有关创新素养的相关研究,整合和开发了以物理学科为背景的、基于“玩·研·创”教学的系列测评框架(如表 1 所示)和系列测评工具^[3, 4, 5],为检测实践“玩·研·创”物理教学的应用效果提供了重要指导理论与测评工具。

第二,开发了融合数字化的课堂教学表现性评价量表。

基于表 1 所示的数字化评价量表,结合具体物理课程主题,进一步开发了学生自评、互评“创新素养”的过程评价五点量表,详见表 2。学生在物理课程学习过程中,利用平板等信息技术工具,开展自评、互评,使学生能及时了解自己的学习效果,以更好地查漏补缺,发展自己的创新素养。

表 1 物理创新素养的测评框架

要素	简要描述	主要行为表现
创新知识	支撑创新活动的基础知识和经验	(1) 具有学科基础知识、基本技能; (2) 具有学科学习的基本活动经验; (3) 具有跨学科运用知识和多元认知框架
创新人格 (非智力因素)	支持创新实践的非智力因素,指在创新实践活动中的表现。(包括:好奇心、自信、探索性、挑战性、意志力、使命感等特质)	(1) 好奇:好奇心是由新奇刺激所引起的一种朝向、注视、接近、探索心理和行为动机,是一种求知的内驱力; (2) 自信:对学习、对工作和对自己都充满信心;不依赖别人,具有较强的独立性; (3) 探索性:指学生不断发现问题、思考问题、解决问题,在实践中探求未知事物并发现真理的特征; (4) 挑战性:敢于向权威挑战,敢于发表自己的意见和看法,不人云亦云; (5) 意志力:具有坚持性、果断性、自制力等良好的意志品质; (6) 使命感:认为自己必须承担的、超越个人利益的重大责任和任务。它是一种强烈的内在驱动力,源于对自身生命意义和价值的深刻认知
创新思维 (智力因素)	支撑创新实践的智力因素,指突破常规、多角度解决问题的思维方式。创新思维品质包括流畅性、灵活性、独特性	发散思维:其核心是思维的广度与多样性,而非追求唯一正确答案;能够沿着不同的方向进行发散性思考,从多个角度寻求解决问题的途径 聚合思维:其核心是思维的深度与精确性,依赖规则与证据;能根据一定的目的,将多种思路和各种信息梳理聚焦,进行系统分析与推理,以求得有效的解决方案 批判性思维:批判性思维要求人们对所接收的信息保持理性的、怀疑的和无偏见的分析,评估事实证据,从而形成判断 想像:通过重组既有经验与知识,构建超越现实的新形象、概念或情境的能力,是艺术创作、科学发现与技术创新的核心驱动力,通过想像,加以构思,能更好地解决创新或创造的问题
创新实践 (产品)	将创意转化为物化成果的实践能力	物品应用:根据某一物品,尽可能写出该物品在物理科学中的应用 科学问题:根据某一情境,尽可能地的出与这个情境有关的物理科学问题 科学想像:在某一情境中增加或减少某些物理科学条件,尽可能地进行想像可能情况

续 表

要素	简要描述	主要行为表现
		问题解决:用尽可能多的方法解决某一问题(还包含空间想象能力)
		产品改进:根据某一产品,用物理科学的知识尽可能多的方法进行改进
		实验设计:用尽可能多的物理实验方案进行某一物理科学实验
		产品设计:用尽可能多的方法设计某一工程产品

表 2 学生自评、互评“创新素养”的过程评价五点量表(以“力的合成与分解”一课为例)

	落实创新素养	玩研创教学环节	达成目标	完全不符合	比较不符合	不能确定	比较符合	完全符合
1	1-2, 1-4, 2-4	感知(玩)	我能够勇于挑战,模拟当一名工程师(设计深中通道的吊梁工程,实现“中国毫米级”对接)					
2	2-2	感知(玩)	我掌握研究一个新项目的基本思路,懂得如何分解目标					
3	2-1	感知(玩)	我知道完成桥梁对接工程,需要哪些学科知识,物理中具体需要哪些知识					
4	2-2, 1-1, 1-3	探究(研)	我能够将真实吊梁工程转变为理想模型,再转变为实验室的双手吊杠模型,并从实验中发现问题的					
5	2-2	探究(研)	我掌握研究新知识的一般思路					
6	2-2	探究(研)	我知道什么是共点力					
7	2-2	探究(研)	我理解什么是合力、什么是分力					
8	2-1; 2-4	探究(研)	我理解合力与分力概念中应用了等效替代法,我还能举出至少三种等效替代法的例子					
9	2-1;	探究(研)	我能猜想或发现两个力的合成不符合代数相加法则					
10	2-1, 2-2, 2-3	探究(研)	我能根据现有器材,从实验目的出发通过逻辑推理来设计实验并评估					
11	1-3, 1-5, 2-2	探究(研)	我能够小组合作进行实验					
12	2-2, 2-3	探究(研)	我能够根据实验数据归纳出实验结论(力的合成规律)					
13	1-3, 1-5, 2-1, 2-3, 2-4	探究(研)	我能够深入思考实验中减少误差的原理(用汇力圆代替绳结)					
14	1-3, 1-4, 2-4	应用(创)	我能够将新学的知识拓展应用于多个力的合成					
15	1-2, 1-3, 2-2	应用(创)	我能够将新学的知识拓展逆向应用于力的分解					
16	1-3; 1-4, 1-6, 2-2	应用(创)	我能够将新学的矢量合成与分解规律首尾应用于双手吊杠实验模型中					
17	1-2, 1-3, 1-5, 2-2	应用(创)	我能够将新学的矢量合成与分解规律进阶应用于真实的实践分析中(吊梁工程)					
18	1-3, 2-1, 2-2, 2-3	反思(创)	我能够从知识结构、思想方法、态度责任对整节课进行反思,并能回忆具体的对应事实					
19	1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-1, 2-2, 2-3, 2-4	实践(创)	我能够小组合作,进一步完成吊梁模型及跨学科的研究					

1 代表创新人格(1-1 代表好奇,1-2 代表自信,1-3 代表探索,1-4 代表挑战,1-5 代表意志力);2 代表创新思维(2-1 代表发散思维,2-2 代表辐合思维,2-3 批判性思维,2-4 代表想像)

上述指向学生物理创新素养的测评框架和量表,以及课堂教学表现性评价量表,破解传统评价单一、反馈滞后等局限,构建了量表追踪综合评价方式:基于创新素养评价量表开展自评、互评、师评,推动学生创新品格与创新思维的全过程动态评测与自我诊断。上述

“评估→反馈→优化”的教学生态闭环,为“玩·研·创”物理教学提供可诊断、可迭代的科学评价路径。

5 应用效果与反思

历经近 5 年的研究实践和 12 年全国范围内的

成果推广应用,上述各项创新探索取得显著效果,并通过全国中青赛、全国物理年会、南方教研大讲堂、粤东西北送教等,在京、藏、浙、疆、澳等 10 省约 350 万人次交流推广,受到南方日报等报道,登上广东教育头条。

反思 17 年的研究与实践,我们深切感受到指向创新素养“玩·研·创”物理教学是一个非常值得深入研究和推广的成果,很好地回应了《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》等文件提出“要着力加强创新能力培养”的国家战略需求。成果适用范围广泛,从群体上,能为区域、学校、教师服务;在教学场景方面,既适用于常规课堂教学,也可用于课后拓展、研究性学习等;从学科角度看,不仅适用于物理学科,其教学理念和方法对化学、生物等学科教学有重要的借鉴意义,能为培养学生创新素养提供思路和参考。

展望未来,项目组将进一步强化教师“玩·研·创”实操培训,优化 AI 对“玩”投入度和“研”效能、“创”成果的智能评价,进一步推动资源普惠与跨学科

融合,继续深化推广“玩·研·创”中学物理教学成果。

参考文献

- [1] 胡卫平. 论科学创造力的结构[J]. 教育科学研究, 2001(4): 5—8.
- [2] 余耿华, 等. 指向高阶思维的“玩中思研中学”[J]. 中学物理教学参考, 2024(1): 1—6.
- [3] Anderson, N., Potocnik, K., & Zhou, J. Innovation and Creativity in Organizations: A State-of-the-Art Science Review [J]. Prospective Commentary, and Guiding Framework. Journal of Management, 2014, 40 (5): 1297—1333.
- [4] 林崇德, 等. 创新人才与教育创新研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2009: 2.
- [5] 甘秋玲, 等. 创新素养: 21 世纪核心素养 5C 模型之三[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2020(2): 57—70.
- [6] 余耿华. 指向概念学习和科学论证水平双进阶的思维闯关教学探索[J]. 物理教师, 2023(10): 9—12.
- [7] 余耿华. 指向高阶思维的高中物理实验闯关教学策略探索[J]. 物理教师, 2020(7): 16—19.
- [8] 余耿华. 运用实验闯关策略, 促进学生思维进阶[J]. 中学物理教与学, 2024(8): 46.

(上接第 80 页)

4.3 高效性与准确性

新的实验装置的教学实践效果如何? 为此, 笔者选择了 6 个同水平班级做了对照实验, 其中三个班级仍沿用原来的装置进行教学(对照班), 另外三个班级采用改进后的实验装置进行教学(实验班)。完成教学后, 进行了一系列的示例巩固。

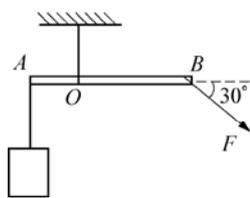


图 7

其中具有典型性的示例如图 7 所示, 已知 $\overline{OB} = 2\overline{OA}$, 左侧物体重力为 10 N, 计算右侧拉力大小。据统计, 使用传统方案教学的三个班级中共计 46 人结果错误, 利用改进后装置教学的三个班共计 17 人结果错误。教学效果立竿见影, 后续在对照班也改用新的实验装置重新进行了教学实践, 然后六个班级再进行了类似题型的测试: 如图 8 所示, 圆盘可以绕着圆心 O 转动(转轴阻力忽略不计), 圆盘上 CH 所在直线上相邻两点间距离相等。保持圆盘的 C 点挂上 4 个钩码不变, 将弹簧测力计依次在 G、N、D 三点竖直向下拉圆盘, 使其都在图 9 所示位置平衡, 则弹簧测力计的示数会_____ (选填“相同”或“不同”)。两种题型正确率接近, 都在 90% 左右。这表明该实验装置的改进是有意义及成效的, 学生能准

确理解杠杆。此外, 老师通过对比学生在课堂的表现, 能明显感知通过新的实验装置进行教学, 课堂更加流畅, 学生反馈极佳。据此判断, 改进后的装置的确能解决传统教学装置所面临的困难, 帮助学生更具象地认知了解杠杆。

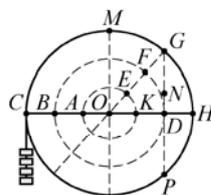


图 8

5 结 语

该装置已成功获取两项国家级专利, 正在量产投入到教学中, 相信可以帮助教师更好地展开教学, 帮助学生更好地理解杠杆, 以便为后续相关机械内容的学习打下基础。杠杆平衡实验装置优化创新方案, 有效解决了传统装置在教学中的困惑, 操作中提升了学生的核心素养。该装置不仅具有直观性、多样性和高效性等优点, 还为物理实验教学提供了新的思路和方法, 其推广应用将为中学物理教学改革注入新的活力。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [2] 戴友明. 关于“探究杠杆平衡条件”实验的反思和改进[J]. 物理版理科考试研究, 2022(16): 47—48.