

项目式学习视阈下高中物理学习活动优化设计与行动研究——以人教版“电荷”为例

姜轩 柴晓娜

阜阳师范大学物理与电子工程学院，安徽省阜阳市，236037；

摘要：传统高中物理《电荷》教学存在实验探究过程形式化、理论与生活割裂的问题，以致学生科学思维与科学探究能力发展受限。本研究引入项目式学习教学模式，将“怎样防止被神出鬼没的静电骚扰”作为真实驱动问题，以四个子问题为主线，设计实践活动，引导学生在项目学习过程中习得物理概念、建构物理模型，实现理论与生活链接。结合多元评价，动态反馈学习进展。实践表明，项目式学习能突破传统教学模式局限，促进学生科学思维、科学探究能力的发展。

关键词：科学思维；科学探究；项目式学习

DOI：10.64216/3080-1516.25.04.007

现如今的课程改革是以发展学生的核心素养为追求的^[1]。但传统物理教学模式下实验探究过程常流于形式主义且缺乏创新，学生难经历完整探究过程，且教师易将生活实际与理论讲授相割裂，学生无法知识迁移而致使科学思维培养路径受阻^[2]。项目式学习作为具有建构主义特性的教与学方式，能以真实情境下的物理问题驱动学生在问题解决的过程中主动建构知识体系，为学生物理论学科核心素养培养的落实提供极大助力^[3]。对此，本文通过项目式学习视角对《电荷》学习活动优化设计并通过实践获得反馈以进行改良。

1 项目式学习视域下的高中物理《电荷》设计框架

项目式学习中的驱动性问题需要教师结合课标、教参、教材三级文本与生活实际问题进行设计，该驱动性问题为完成教学目标服务^[4]。驱动性问题综合程度较高，在实施过程中应将驱动性问题分解成若干个连续性、进阶性子问题^[5]，根据子问题可设置并分解具体任务供学生探究。在项目实施过程中，教师可根据过程反馈优化任务内容，并以此完善教学目标。项目式学习极其重视评价的反馈作用，因此项目实施后还需有评价环节，教师可通过优化后的任务内容进行评价维度及指标的优化。据此，本文建立六环节项目式学习视域下的高中物理《电荷》设计框架，如图1所示。

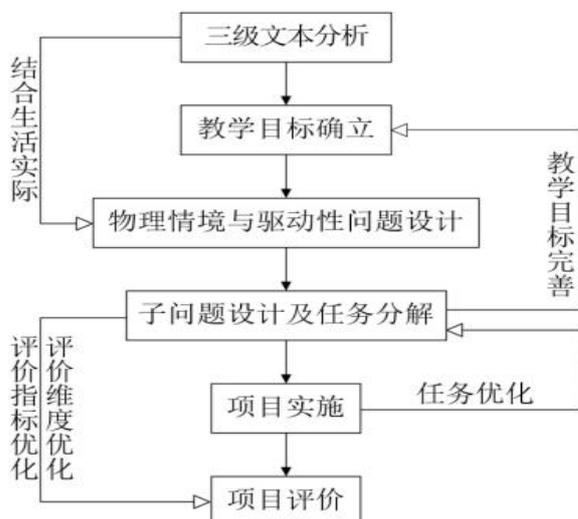


图1 项目式学习视域下的高中物理《电荷》设计框架

2 教学设计与实施——以高中物理《电荷》为例

2.1 三级文本分析

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》对于人教版《电荷》的课程内容作出如下规划：通过实验，了解静电现象，能用原子结构模型和电荷守恒的知识分析静电现象^[6]。可见课标对于培养学生科学思维与科学探究能力的重视。教参紧密围绕课程标准的三维目标，明确培养目标的三大梯度，依次为实验探究与记录、模型建构与推理、知识迁移与运用。本节教材设置较多实验，旨在让学生体验科学探究过程。通过实验可过渡至物理模型建立和规律总结，以培养学生模型建立与科学推理能力。

2.2 教学目标确立

物理观念：知道电荷、电荷量、元电荷、比荷概念，通过实验理解摩擦起电、静电感应、接触带电的原理，掌握电荷守恒定律。

科学思维：质疑并推理玻璃棒真实材质，建立金属微观结构模型，运用三种使物体带电的方式分析生活中的静电现象，推理电荷守恒定律。

科学探究：通过实验探究携带静电物体吸引轻小物体、同种电荷相斥、异种电荷相吸三种性质，设计实验并搜集证据验证玻璃棒真实材质，通过自主设计实验验证接触带电原理。

科学态度与责任：学习科学家实验探索精神，激发实践探究意识和学习热情，培养通过视角转变认识事物本质的能力。

2.3 物理情境与驱动性问题设计

物理情境是联系真实的具体场景，能促进学生理解问题^[7]，也对学生日后的知识迁移起到重要作用，本章节内容与后续章节《静电的防止与利用》内容密切相关，综合考虑课时限制，本课程主题定为“静电的防止”。由静电的危害和学生日常生活经历入手，引导学生提出驱动性问题：怎样防止被神出鬼没的“静电”袭扰？

2.4 子问题设计及任务分解

项目式学习的驱动性问题具有较高程度的复杂性与挑战性，需学生综合运用不同模块的内容才能解决，因此教师需将驱动性问题分解成多个具有进阶性和连续性的子问题^[8]。依据驱动性问题与本节主要内容分解的子问题如下表1所示。教师可根据内容的特性选取适配的活动形式，引导学生解决各个子问题，部分内容可在多个子问题的解决过程中重复利用。

表1 子问题设计表

驱动性问题	子问题设计	本节主要内容
怎样防止被神出鬼没的“静电”袭扰？	子问题一：人们口中的“静电”本质是什么？	电荷、电荷量、元电荷概念 摩擦起电、摩擦带电序列表 接触带电与静电感应 金属的微观结构 电荷守恒定律 带电物体吸引轻小物体 电荷相互作用规律 生活中的静电现象 防静电策略
	子问题二：“静电”是怎么诞生的？	
	子问题三：携带“静电”的物体具有什么性质？	
	子问题四：能否利用探究得来的知识防止“静电”？	

2.5 项目实施

2.5.1 驱动性问题的提出

导入阶段教师使用韦氏起电机进行起电，让多位学生前后手拉手，首尾两位学生分别触碰韦氏起电机两根顶杆组成通路，参与学生体验被瞬间电击的感觉。教师询问学生被电击时感觉是否与在日常生活中被“静电”困扰的感觉相似？并观看静电事故视频和防止视频，激发学生兴趣，引导学生提出本课程驱动性问题：怎样防止被神出鬼没的“静电”袭扰？

2.5.2 子问题一任务设计与实施

本阶段通过子问题一明确方向，以科普为手段，以摩擦起电的物理学史为主线，借助电荷、元电荷等概念搭建微观与宏观的知识桥梁。引导学生总结静电的本质，整合项目学习前期所需知识体系，帮助学生形成对于静电危害的认识，同时发展物理观念与科学态度。

任务一：根据学生日常生活经历引出摩擦起电，由摩擦起电相关物理学史介绍电荷、电荷量以及元电荷带

电量概念，引导学生将日常生活中常见的摩擦起电现象记录在静电防止策略书上。

任务二：引导学生总结静电的本质，并指导学生进行静电的防止图标绘制。

任务三：布置课后作业，引导学生课后对静电的危害进行进一步的资料搜集，对静电的防止进行必要性论证，并将资料记录于静电防止策略书上。

2.5.3 子问题二、三任务设计与实施

子问题二与子问题三的解决过程中存在可重复利用内容，因此可以采取两个问题交叉并行的形式进行学习任务的设计。

任务一：教师引导学生通过人体毛发与充气气球摩擦，结合物理学史探索携带静电物体可吸引轻小物体的性质，学生在静电的防止策略书上进行实验现象的记录。

任务二：教师引导学生进行富兰克林摩擦起电实验，探索不同电荷相互作用规律，学生将实验探究结果记录与策略书中实验记录表中。

任务三：学生借助原子结构模型解释摩擦起电的实

质，构建元电荷与原子结构模型的联系，引出常见物质摩擦带电序列图，如图 2 所示，运用常见物质摩擦带电序列图解释富兰克林摩擦起电实验现象。

任务四：学生针对真假玻璃棒设计并实行科学探究方案，将假玻璃棒材质记录于策略书上的常见物质摩擦带电序列图真实位置。

任务五：学生进行接触带电实验和静电感应实验，引出金属微观结构模型，并借此介绍导体与绝缘体概念。最后教师引导学生根据使物体带电的三种方式推理电荷守恒定律。

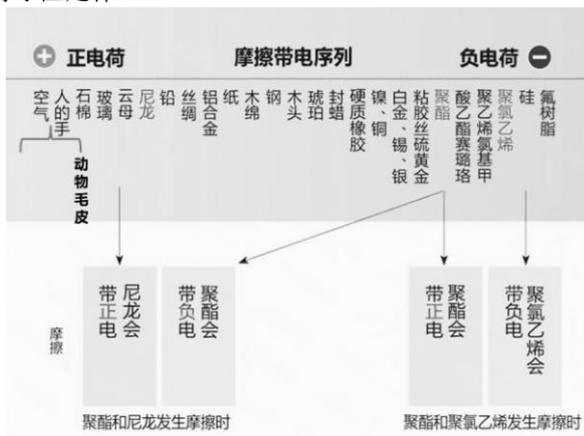


图 2 常见物质摩擦带电序列图

部分学生于任务三阶段对玻璃棒材质提出质疑，教师可引导学生借助常见物质摩擦带电序列图预测当均使用毛皮摩擦玻璃棒与橡胶棒，两棒会相吸还是相斥？预期实验结果为相斥。实验后发现两棒竞相吸，引导学生课后自行进行资料搜集与寻找商家验证，最后得出结论，该玻璃棒为有机玻璃材质，随后引导学生将有机玻璃的摩擦带电序列在图中标出。

在任务五阶段教师可由范式起电机驱动泡泡实验先呼应带电物体具有吸引轻小物体性质的概念，再引导

学生思考：能否使用范式起电机用不同的方法将其悬空？通过小组提出猜想并进行实验验证，通过接触带电可使得泡泡与起电机带上同种电荷，吹出的泡泡就会在范式起电机的驱赶下悬空。为便捷教学过程，不采用带电绝缘棒靠近枕形导体观察导体底部两片金属箔闭合状态的实验形式观察静电感应现象。可在富兰克林摩擦起电实验的基础上进行拓展，将原本不带电的细铁丝放置于旋转转台上，依次使用摩擦过的橡胶棒和玻璃棒与金属丝一端靠近，发现两棒都能明显吸引金属丝，借此引导学生构建金属微观结构模型对该现象进行解释。

2.5.4 子问题四任务设计与实施

静电防止策略书包含各阶段科普素材、静电的防止图案设计区、静电的危害记录表、各阶段实验记录表、静电防止策略记录分析表五部分。该策略书既能为学生提供学习支架，也可承担过程性材料记录功能。以静电防止策略书确定本阶段任务形式：

任务一：引导学生课前进行静电防止策略的搜集并记录于静电防止策略书上，并分析不同策略所运用的原理。

任务二：学生交流讨论总结出小组静电防止策略，以小组为单位汇报展示，展示已制作完成的静电策略书，针对其他小组的提问进行答疑^[9]。

2.6 项目评价

项目评价是贯穿项目式学习全过程的多元评价，不仅评价形式多样化、评价主体多元化，还需注重对于生物物理学科核心素养发展状况的评价分析^[10]。本阶段依据科学思维发展、科学探究能力、组间合作交流三层面设计评价量表，见表 2。

表 2 评价量表

评价层面	评价维度	评价指标
科学探究能力	实验操作	A 实验操作规范，实验结果记录详细，运用物理语言，自主根据猜想设计探究方案科学严谨； B 实验操作偶有失误，结果记录需补充与修正，能自主设计探究方案但需教师引导完善； C 实验操作混乱，结果记录混乱，无实验方案设计。
	观察与记录	
	问题验证逻辑	
科学思维发展	模型建构	A 自主建构物理模型，能进行严密地推理逻辑过程，对于实验结果能提出质疑和猜想，灵活迁移知识结构解释生活现象； B 在教师指导下建构物理模型，能进行浅层逻辑推理，对于实验结果能表现出质疑，但无法提出猜想，知识迁移的能力较弱，无法有效将知识联系生活；
	逻辑推理	

评价层面	评价维度	评价指标
	联系生活	C 无法建构物理模型, 无法进行逻辑推理, 无自身角度的观点, 无法顺利地进行知识迁移。
组间合作交流	任务分配	A 小组分工明确合理, 顺利完成静电的防止策略书, 主动参加小组讨论交流观点, 实验探究协作积极;
	思想交流	B 小组分工基本明确且合理, 基本完成静电的防止策略书, 能参与讨论但积极度较低, 实验探究过程中态度较被动需教师引导;
	团队协作	C 小组分工混乱, 未完成静电的防止策略书, 拒绝参与小组讨论, 实验探究过程态度消极。

量表中科学探究能力与科学思维发展前两个层面由教师评价, 组间合作交流层面交由学生在小组内讨论总结得出评价结果。经实际评价后发现, 将组间合作交流层面交由学生进行能明显提升其在项目学习过程中的小组合作态度与学习积极性。教师通过对学生前两个层面的评价可以实时监控学生学习状态, 并根据反馈实时调整教学过程以达到更好的教学效果。

3 总结

以“静电的防止”为主题的《电荷》项目式学习通过真实物理情境的任务驱动, 在发挥教师主导性的基础上, 充分发挥学习过程中学生的主体性。针对传统物理教学模式的局限, 为学生科学思维与科学探究能力的培养提供可行路径, 以期为之后的物理教学研究及实际教学提供较为独特的视角。

参考文献

- [1] 辛涛, 姜宇, 王焯辉. 基于学生核心素养的课程体系建构[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2014, (01): 5-11.
- [2] 蔡意, 邓波, 李光才. 素养为本的高中物理情境教学的路径和行动研究[J]. 广西物理, 2023, 44(01): 146-148.
- [3] 杨明全. 核心素养时代的项目式学习: 内涵重塑与价值重建[J]. 课程. 教材. 教法, 2021, 41(02): 57-63.

[4] 范伟杰, 桑芝芳. 基于项目式学习的高中物理跨学科实践活动教学设计——以“探究浓度对电解液电阻的影响”为例[J]. 物理教学, 2024, 46(06): 7-11.

[5] 王璐, 肖培东. 深度学习导向下的高中语文教学策略[J]. 语文建设, 2020, (09): 41-45.

[6] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2020: 18-23.

[7] 代宏玉, 郭翠婷, 魏祺, 等. PBL教学法在初中物理课堂的应用研究[J]. 长春教育学院学报, 2023, 39(02): 116-120.

[8] 罗彦. 项目式教学法在初中美术教学中的应用研究[J]. 中国民族博览, 2025, (07): 235-237.

[9] 李松柏, 李勇强, 任安炳, 等. 基于项目式学习的初中物理跨学科实践活动设计与实施——以“重现《天工开物》之连击水碓”为例[J]. 物理教师, 2025, 46(05): 60-65+68.

[10] 郎宇轩. 项目式学习在小学科学实验教学中的应用[J]. 科学咨询, 2025, (02): 152-155.

基金项目: 校系 2022 年安徽省省级质量工程课程类项目阶段性成果, 项目编号: 2022XSXX153 项目名称: 力学线上线下混合式课程。