# 基于项目化学习的初中物理跨学科实践教学设计

## ——以“走进非遗之龙骨水车”教学为例

王素云　唐思琪
(福建师范大学物理与能源学院,福建 福州　350007)

**摘　要**:2022 年 4 月教育部发布最新《义务教育初中物理课程标准》,课程内容部分增设跨学科实践主题,以促进核心素养的落成.结合新课程标准,基于项目化学习形式,创设以“走进非遗之龙骨水车”为主题的初中物理跨学科实践教学活动,以分析龙骨水车、制作龙骨水车、革新龙骨水车 3 个驱动项目为关键任务,融合物理、工艺、历史、地理、生物、劳动技术等领域的知识技能,最终生成龙骨水车设计,并制订三级评价指标,通过评价量表对项目成果进行多元化评价,培养学生的工程思维、辩证能力与民族责任感.

**关键词**:跨学科实践;项目化学习;初中物理;龙骨水车

### 1　问题的提出

2022 年 4 月,教育部发布《义务教育物理课程标准(2022 年版)》,新版课程标准增设“跨学科实践”一级主题,该主题以物理学科与其他学科间的共通性概念为生长点,[1]旨在提高学生对跨学科知识的运用能力,培养学生乐于实践、敢于创新的精神.[2]项目化学习是实施“跨学科实践”的有效途径,它使学生在真实情境中通过实施与完成项目,像科学家一样主动探索现实世界的问题和挑战,有效促进多种能力的发展.[3]根据以上分析,基于项目化学习的跨学科实践教学的内涵为:为解决一个真实且复杂的问题,学生学习并创造性地整合不同学科的核心知识和能力,[4]从而形成创造性的项目成果,建立新的认知.

### 2　教学设计流程

“跨学科实践”主题具有实践性和跨学科性等特点,与工程实践具有密切的相关性.龙骨水车作为我国传统灌溉农具,其结构设计、工作原理和实际应用中涉及了物理、地理、生物、历史、工艺、工程技术、劳动技术、美术等多领域的知识,如图 1 所示.此外,身为我国非物质文化遗产,龙骨水车具有丰富的人文教育意义,帮助学生在提高自身跨学科学习能力的同时,感受中华民族追求完美、精益求精的科学精神.



图 1　龙骨水车实物图

因此,本次项目学习以“走进非遗之龙骨水车”为主题,从确定主题、制订目标、设计驱动问题、项目实施、成果展示、评价交流与反思 6 个方面开展教学,设计流程如图 2 所示.

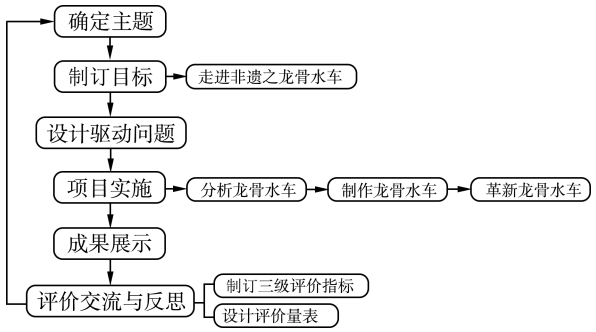


图 2　基于项目化学习的跨学科实践教学设计流程图

### 3　基于项目化学习的初中物理跨学科实践教学设计

#### 3.1　制订教学目标

物理观念:通过对龙骨水车原理的分析,初步了解圆周运动和链传动方式,进一步理解能量的

基金项目:本文系福建省高校物理学学科联盟教学改革项目“认知科学视域下《大学物理》学习的科学思维坐标系形成机制及培养研究”(课题编号:FJPHYS－2022－B02);福建省中青年教师教育科研项目“双减”背景下初中物理课堂教学提质增效的实证研究(课题批准号:JSZJ22172);福建师范大学教改项目“认知科学视域下《大学物理》学习的科学思维坐标系形成机制及培养研究”(课题编号:I202201055)的阶段性成果.



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

转化与守恒.

科学思维:通过对龙骨水车的历史环境、工作原理和应用领域的综合分析,提升整体系统思维和工程思维,提高问题思维、发散意识和创新意识.

科学探究:通过分析、组装和革新龙骨水车等实践活动,经历比较完整的探究挑战,提高运用多领域知识分析并解决问题的综合能力.

科学态度与责任:在了解龙骨水车的过程中,感受科技对人类文明的推动作用,加深对科学本质的探究兴趣,厚植对我国传统科技的民族认同感,赓续匠人科学精神.

### 3.2 设计跨学科驱动问题

为了使驱动问题具备真实性、实践性和可持续性,本次设计结合龙骨水车所涉及的多种学科知识,将项目活动分为 3 个阶段,实现项目活动、驱动问题、跨学科知识和核心素养的纵向延伸与横向联结,如图 3 所示,使学生在真实情境中,融合各学科的关键知识和能力,在突破问题的过程中实现跨学科学习,提高学科核心素养.

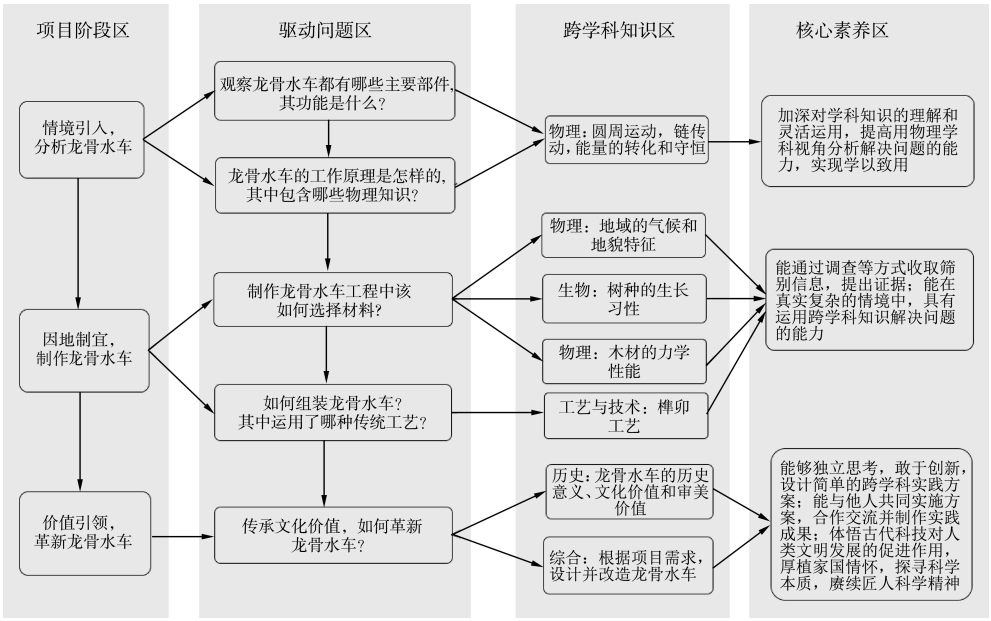


图 3 跨学科驱动问题关系图

### 3.3 项目实施

#### 3.3.1 项目阶段 1:情境引入,分析龙骨水车

教师活动:① 引入宋代苏轼所著的诗词“翻翻联联衔尾鸦,牵牵确确蜕骨蛇”,以及出自《天工开物》的“数尺之车,一人两手疾转,竟日之功可灌二亩而已”,进而提出“走进非遗之龙骨水车”的主题.② 播放制作龙骨水车的视频,如图 4(a)所示,提出驱动问题 1:观察龙骨水车的主要部件,其功能是什么?③ 播放农耕使用龙骨水车的视频,如图 4(b)所示,提出驱动问题 2:龙骨水车的工作原理是怎样的,其中包含哪些物理知识?进而提出子问题:(a) 龙骨水车在工作中轮轴做什么运动?(b) 龙骨水车利用了哪些简单机械?(c) 龙骨水车工作时的能量关系是怎样的?




图 4 制作(a)和农耕使用(b)龙骨水车视频截图

学生活动:① 根据诗词初步了解龙骨水车的历史起源和背景,认识到它是一种可以将水由低处运往高处的灌溉农具.② 通过观看视频,仔细观察龙骨水车的结构,小组探讨得出结论如图 5 所示.③ 通过小组讨论,认识到龙骨水车的轮轴做圆周运动,在已学习的杠杆、斜面、滑轮基础上认识简单机械——轮轴,轮轴做圆周运动并带动木链条

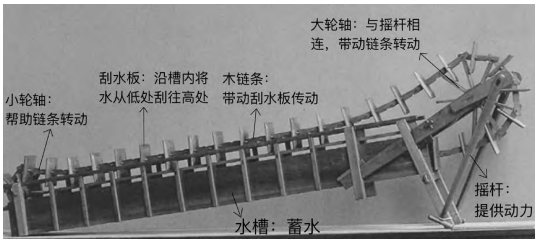


图 5 龙骨水车结构功能图



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

转动，掌握链传动的原理. 分析龙骨水车工作中的能量关系，即人对轮轴施加力的作用使轮轴做圆周运动，从而带动木链条运动起来，获得动能. 根据能量的转化和守恒，轮轴和木链条的动能转化为水的重力势能以及各部件摩擦时产生的热能.

3.3.2 项目阶段 2：因地制宜，制作龙骨水车

教师活动：① 在学生理解龙骨水车工作原理的基础上，引导学生思考驱动问题 3，身处闽地，哪种木材适合制作龙骨水车？进而提出子问题：(a) 考虑地貌气候该如何选择材料；(b) 考虑树木的生长习性该如何选择材料；(c) 考虑木材的物理性质该如何选择材料. 子问题的知识分布如图 6 所示. ② 指导学生查阅相关资料，利用表格进行多维的综合分析，选择合适的木材. ③为学习小组提供相应木材的龙骨水车模型组件，提出驱动问题 4：如何组装龙骨水车？从而引导学生了解并认识我国古代重大技艺发明——榫卯.




图 6 知识分布图

学生活动：① 调查当地的气候地貌以及树木的生长习性，绘制相关表格，如表 1、2 所示，筛选出适合当地生长的树种. ② 考虑到龙骨水车的使用需要搬运，为了搬运方便省力以及提高龙骨水车的耐磨性，在教师的指导下了解气干密度和端面硬度的概念，并调查相关资料.

表 1 当地气候及地貌调查表

| 地区 | 气候 | 地貌 |
|---|---|---|
| 江南地区 | 温暖湿润，四季分明 | 多丘陵，多平原，多水 |

表 2 常见树种及其生长习性调查表

| 常见树种 | 生长习性 |
|---|---|
| 松树 | 耐旱耐寒，各地均有分布 |
| 杨树 | 喜凉爽气候，在暖热多雨气候下易受病害 |
| 水曲柳 | 喜湿润，耐寒，对环境适用性广 |
| 槐树 | 喜光而稍耐阴，耐干旱瘠薄 |
| 柞树 | 喜温暖、湿润气候，耐干旱瘠薄 |

此外，为了提高龙骨水车的强度，在教师的指导下了解应力与应变的基本概念. 通过观察应力-应变曲线图，如图 7 所示，知道 $P$ 点为比例极限，且在比例极限以下应力与应变符合规律为

$$\sigma = E\varepsilon,$$

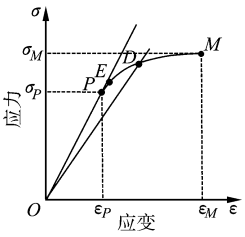


图 7 应力-应变曲线（模式图）

其中，比例常数 $E$ 叫作弹性模量，它是物体产生单位应变所需要的应力. 物体的弹性模量越大，在外力作用下越不易变形，材料的强度越大.

教师在课前将木材的气干密度、端面硬度和弹性模量等相关数据进行调研分析，绘制相关表格如表 3 所示.

表 3 木材的相关物理性质调查表

| 木材种类 | 气干密度 /(g·cm$^{-3}$) | 端面硬度 /N | 弹性模量 /GPa |
|---|---|---|---|
| 湿地松木 | 0.55～0.75 | 2570～4000 | 10.4～13.2 |
| 山杨木 | 0.35～0.55 | ≤4000 | 10.4～13.2 |
| 水曲柳木 | 0.55～0.75 | 4010～6500 | 10.4～16.2 |
| 槐木 | 0.55～0.95 | 4010～10000 | 7.5～13.2 |
| 柞木 | 0.55～0.95 | 6510～10000 | 10.4～16.2 |

③ 学生组内对表 1、2、3 进行综合分析，选择适当的木材. 最终选择柞木的小组最多，水曲柳木次之，湿地松木和槐木较少，无小组选择山杨木. ④ 挑选相应木材的龙骨水车模型组件，根据指导书进行组装. 组装过程中依次利用内盘、外盘、外页组装成轮轴；利用立板、顶板、底板、支架组装成水槽；利用 A 号链节、B 号链节、刮板组装成木链条，最后将水槽、木链条、轮轴进行组装，即形成简易的龙骨水车模型，组装过程如图 8 所示.

在组装过程中锻炼自身的观察能力和动手能力，实现“做中学”，意识到古人在实际制作中没有使用一枚铁钉，而是利用榫卯工艺组装水车，感受榫卯工艺的精妙.

3.3.3 项目阶段 3：价值引领，革新龙骨水车

教师活动：① 组织学生讨论对龙骨水车历史文化价值的认识. ② 介绍当前水车技艺逐渐流失，无人改良的现状，提出驱动问题 5：传承文化价值，



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

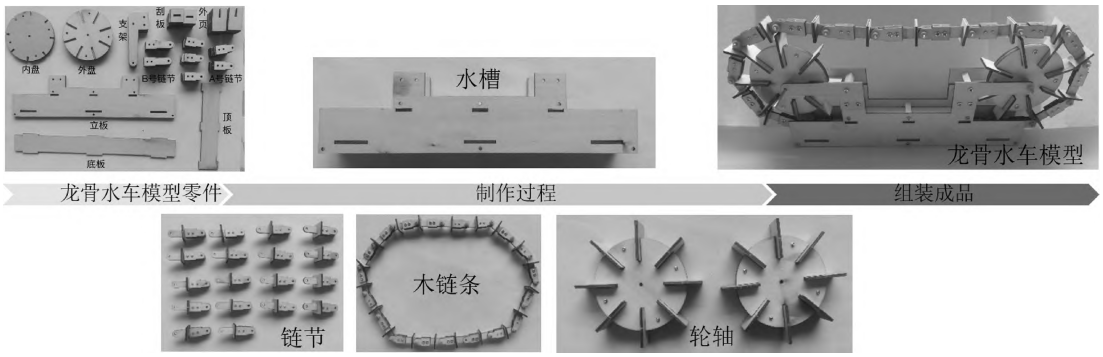


图 8　龙骨水车模型组装流程图

如何革新龙骨水车？为学生提供思维导图框架. ③鼓励学生挑战自己感兴趣的项目，适当地做好中期评价.

学生活动：① 思考龙骨水车的文化价值并积极讨论发表观点. ② 查阅改进龙骨水车的相关资料，进行头脑风暴，扩充思维导图，初步发现可以从驱动力、材料、内部结构、应用领域 4 个方面入手. 驱动力方面可以采用电能和新能源，如风能、太阳能、水能等提供动力. 材料方面可以采用碳化木、防腐木等经过加工的材料. 内部结构方面可以通过减少摩擦或利用省力轮轴等减少能量的损耗. 应用方面可以使龙骨水车突破农耕领域，结合时代特色，应用于景观游览和乡村振兴；可以在博物馆、科技馆中进行科普展览；可以制作微型农具工艺品；可以采用龙骨水车中的元素进行艺术创作，如将轮轴、链条等元素应用于首饰或生活用品的设计中，思维导图的初步扩充成果如图 9 所示. 学生不断进行创意联想，在后续的学习中不断对思维导图的各个分支进行补充，提升创新意识和发散思维. ③ 组内讨论交流，结合实际条件和自身兴趣选择合适的项目进行实践，积极与教师交流，不断改进完善方案，最终确定设计方案并完成制作.

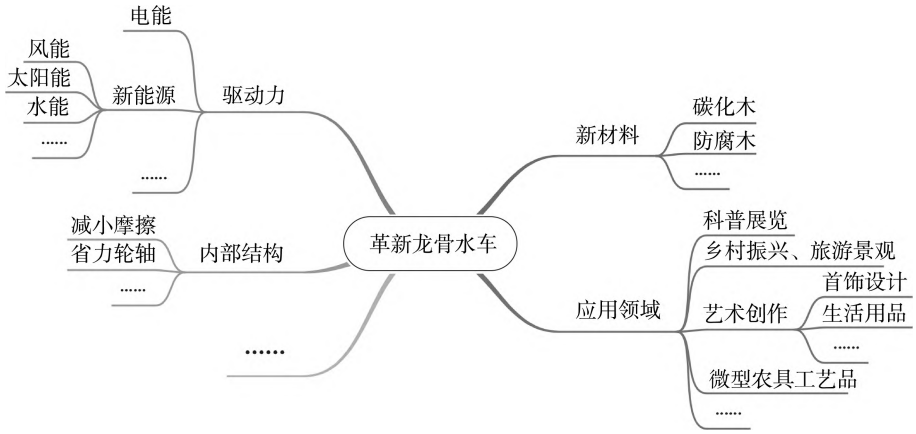


图 9　革新龙骨水车思维导图

3.4　成果展示

成果展示是整个活动的精华浓缩部分，是最具生成性的核心教学环节. 学习小组分别从驱动力和应用领域方面进行改进，获得项目成果“太阳能双动力龙骨水车”和“龙骨水车手机支架”，具体介绍如下所示.

项目成果展示(a).

成果名称：太阳能双动力龙骨水车.

小组成员：组员 A、组员 B、组员 C、组员 D.

涉及学科：物理、工程技术、劳动技术、地理、生物、历史.

项目原理：为改变传统的人力驱动方式，将太阳能电池与干电池并联组成动力装置，其电路图和实物图如图 10 所示. 闭合开关，通过太阳能电池

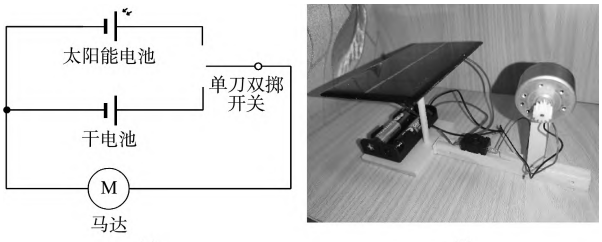


图 10　动力装置电路图(a)、实物图(b)



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

或干电池提供电能，驱动微电流马达转动，从而带动龙骨水车大轮轴转动，最终实现龙骨水车的功能. 成果展示如图 11 所示.

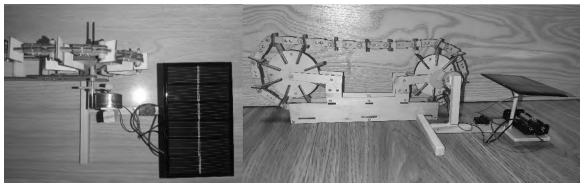

图 11　项目成果的俯视图和正视图

创新点：(1) 双能源供电，利用太阳能和电能为龙骨水车提供动力，且可随时切换动力. (2) 太阳能电池经济方便环保. (3) 考虑到太阳能电池受昼夜、天气等因素影响，干电池的增加保证了阴雨天和夜间工作的可持续性.

项目成果展示(b).

成果名称：龙骨水车手机支架.

小组成员：组员 A、组员 B、组员 C、组员 D.

涉及学科：美术、物理、工程技术、劳动技术、地理、生物、历史.

项目原理：去掉龙骨水车水槽上端的横杆，露出两侧对称的方形立柱，如图 12 所示. 转动木链条，当刮板与两侧立柱处于同一条水平线时，就会形成一个卡槽，根据力学原理，此时将手机上端和下端分别置于靠背和卡槽中，即可实现手机支架的功能. 此外通过转动木链条，可以改变卡槽的位置，进而改变手机的倾斜角度. 成果展示如图 12 所示.

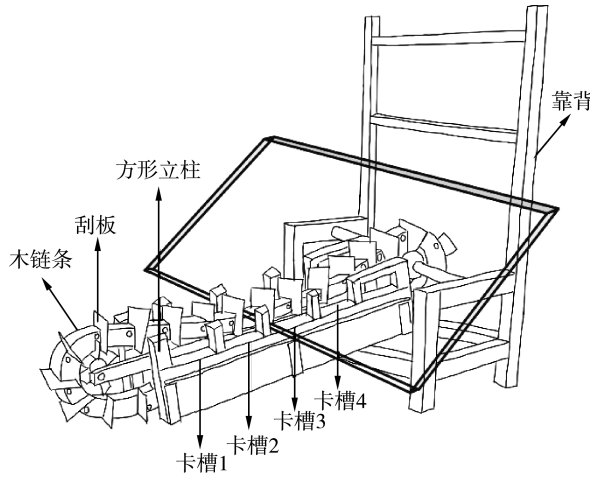


图 12　龙骨水车手机支架

创新点：(1) 将传统农具与生活用品融会贯通，实现龙骨水车的跨领域性应用，有利于推动龙骨水车的普及，发扬龙骨水车中所凝聚的民族智慧和文化价值. (2) 支架中有多个不同位置的卡槽，可以通过使用不同的卡槽来调节手机的倾斜角度.

### 3.5　评价交流与反思

为了更加针对性地评价学生在课堂中的表现，本次教学设计兼顾成果性评价和过程性评价，结合教学目标和学生认知水平，设计出具备三级指标的活动评价体系：每个维度 10 分，满分为 100 分，如表 4、5 所示. 评价对象包括小组自评、组间互评、教师评议. 师生根据活动评价体系对每一细化指标进行打分. 评价交流后，学习小组进行总结反思，教师根据反思内容给予相应的指导并填入评价量表.

表 4　“走进非遗之龙骨水车”活动评价体系

| 一级指标 | 二级指标 | 细化指标 |
|---|---|---|
| 知识应用 | 跨学科学习 | $A_1$ 理解并掌握龙骨水车中的跨学科知识 |
| | | $A_2$ 改革龙骨水车的设计方案中涉及多种学科的知识和方法 |
| | | $A_3$ 灵活运用多种学科知识发现、分析并解决实际问题 |
| | 创新理念 | $B_1$ 独立思考，提出新的问题 |
| | | $B_2$ 革新龙骨水车的设计方案中具有创新点 |
| 合作实践 | 团队合作 | $C_1$ 安排好组内任务分工 |
| | | $C_2$ 组员之间友好互助，共同解决实际操作中遇到的困难 |
| | | $C_3$ 合理规划项目进度 |
| | 项目成果 | $D_1$ 能够对活动成果的设计理念和工作原理进行准确描述 |
| | | $D_2$ 按时完成任务且项目成果质量较高 |



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 5 “走进非遗之龙骨水车”活动评价量表

| 评分指标/分值 | $A_1$/10 | $A_2$/10 | $A_3$/10 | $B_1$/10 | $B_2$/10 | $C_1$/10 | $C_2$/10 | $C_3$/10 | $D_1$/10 | $D_2$/10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 小组自评 | | | | | | | | | | |
| 组间互评 | | | | | | | | | | |
| 教师评议 | | | | | | | | | | |
| 总分 | | | | | | | | | | |
| 小组反思 | | | | | | | | | | |
| 教师指导 | | | | | | | | | | |

## 4 结语

基于项目化学习的跨学科实践教学具有情境性和综合性，在教学设计与实施的过程中要结合学生认知，选取恰当主题，使项目具有可行性；通过设置跨学科性驱动问题，促进学生高阶思维的运用；在实施中打破传统时空限制，帮助学生开发社会资源，如实验室、多媒体、科学期刊和博物馆等；落实育人导向，培养能适应未来生活挑战的、具有社会责任感的时代青年.[5]

**参考文献：**

1 李春密，张霄.《义务教育物理课程标准(2022 年版)》的变化分析[J]. 物理教师，2022，43(6)：35－44.
2 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.
3 罗莹，蔡天娇. 从科学探究到跨学科实践：初中物理教学的新变革——基于新旧课标的比较分析[J]. 物理教师，2023，44(2)：38－43.
4 夏雪梅. 跨学科项目化学习：内涵、设计逻辑与实践原型[J]. 课程·教材·教法，2022，42(10)：78－84.
5 陈海涛. 初中物理跨学科实践方案设计策略[J]. 物理教师，2022，43(11)：45－48.

(收稿日期：2023－07－22)

(上接第 32 页)

本质，历史上有两种不同的见解，一种是热质说，一种是热动说，由于热质说能够解释很多生活现象，当时的人们对热质说深信不疑. 到 18 世纪末，英国科学家伦福德的炮筒镗孔实验对热质说发起了挑战，他在做钻孔实验时，发现通过摩擦产生的热是源源不断的，这不符合热质说的观点. 因此热不可能是一种物质，他在报告中明确指出实验中被激发出来的热，除了把它看作是运动以外，很难把它看作是其他任何东西；同时期的戴维也通过实验否定了“热质说”. 二人对热质说发起质疑挑战，并通过事实依据进行说明，深化了人们对热本质的认识，并为分子运动论的建立奠定了基础.

(3) 勇于探究.

勇于探究是科学发展的保障，具体表现为：具有好奇心和想象力，能够勇敢面对困难，坚持不懈地积极探索，大胆尝试，追求科学真理. 如教材介绍了法拉第为发现磁与感应电流的关系，在 10 年的探索过程中遭遇了多次失败，在他当年的日记中“未显示作用”“毫无反应”“不行”等词语，记录着艰苦的探索历程. 正是由于法拉第对待科学勇于探索的精神，成就了其在电磁学领域的突出贡献，而根据电磁感应现象制造的发电机则开辟了人类的电气时代.

## 3 结语

新教材的拓展性阅读栏目为学生勾勒出一位位生动且鲜活的科学家形象，在教材编写者的笔触下，科学家们呈现出了不同的精神风采与人格魅力，达到了科学性和人文性的高度统一，蕴藏丰富的课程思政资源. 本研究以教材拓展性阅读材料为研究对象，深入剖析了教材科学家形象塑造背后蕴含的思政元素，一线教师作为思政资源的开发者，要充分挖掘这些物理课程中的思政元素，将思政元素渗透到物理教学中，使学生真正体会物理学的真善美，发挥课程思政的育人价值.

**参考文献：**

1 许涛. 构建课程思政的育人大格局[N]. 光明日报，2019－10－18(15).
2 习近平. 把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N]. 人民日报，2016－12－09.
3 冯楠，高银莉.《义务教育物理课程标准(2022 年版)》与课程思政教育理念的融合探究[J]. 物理教师，2023，44(8)：30－32，36.
4 赵蕾，刘兵. 科学家肖像画与科学传播研究[J]. 科普研究，2009，4(4)：29－35.
5 关亚琴. 中学物理课程思政教育的历史演进与未来走向——基于“课程标准”及“教学大纲”的视角[J]. 物理教师，2022，43(5)：2－5，10.
6 芦星月，熊建文. 科学探究视角下的物理学史教育功能分析[J]. 物理教学，2021，43(8)：69－71，43.
7 陈莲，万莉. 基于科学精神的中美初中化学教材“原子”对比分析[J]. 化学教育(中英文)，2019，40(9)：19－23.

(收稿日期：2023－09－01)



(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net