物理跨学科实践教学的现实困境与实施策略 *

姚华鑫[1] 叶少斌[2]

（1.北京师范大学未来教育学院，广东珠海，519087；2.福建省宁德市高级中学，福建宁德，352100）

摘 要 跨学科实践是 2022 年版新课标指导下初中物理课程实施的亮点，也是重难点，首次被纳入课程标准课程内容框架的一级主题。跨学科实践教学是实现课程综合育人功能的重要途径，契合“做中学”教学理念的育人导向，指向学生全面发展的核心素养培育。基于物理跨学科实践教学的价值意蕴，分析实验区一线教师对 2022 年版初中物理新课标中关于跨学科实践的内涵理解误区与教学实施困境，探讨优化跨学科实践教学的策略，探索指向发展学生跨学科素养与综合素养的有效途径。

关 键 词 物理跨学科实践；跨学科实践教学；核心素养培育；学科育人

引用格式 姚华鑫，叶少斌.物理跨学科实践教学的现实困境与实施策略[J].教学与管理，2024(22)：52-56.

2022 年 4 月，教育部发布了《义务教育课程方案（2022 年版）》，明确提出“设立跨学科主题学习活动，加强学科间相互关联，带动课程综合化实施，强化实践性要求”[1]。相应的，2022 年版义务教育物理课程标准（以下简称“2022 版新课标”）首次将“跨学科实践”纳入一级主题，与“物理观念”“运动和相互作用观念”“能量观念”“实验探究”共同组成“课程内容框架”的一级主题，这不仅丰富了物理教学的内容和形式，也是培养新时代社会主义建设者与接班人的新举措。因此，在跨学科实践教学受到高度重视的当下，首先要明确跨学科实践教学的内涵价值，为其高质量的实施指明正确的方向。

2022 年版初中物理新课标中明确提出开展跨学科实践及其教学。与分科教学不同的是，跨学科实践教学作为一种全新的学习方式，突出表现为以低碳健康生活、社会性议题、工程实践等方面的真实情景问题为载体[2]，让学生在综合多学科知识体系、思维方法进行问题解决的过程中实现对知识的深度理解，以及发展他们的动手实践能力。2022 年版新课标以物理学科核心素养为内核，提出了以学生发展为本、提升全体学生核心素养的课程理念，物理学科核心素养四大要素（物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任）集中体现了学科的育人价值，重在培养学生适应未来社会与终身发展的关键能力和必备品格以及正确的人生观、价值观。物理核心素养的四个要素相互贯通、相互联系、形成合力，共同促进学生核心素养培育，有效落实“知行合一、学以致用”的教育理念。跨学科实践主题教学有效克服单一学科教学的局限性，彰显着开放性、综合性、体验性和实践性。实施物理跨学科实践教学应立足物理学科核心素养，充分运用物理知识体系和思想方法，融合其他学科知识与技能，关注原始生产生活情景的问题解决，以此提供学生在复杂而真实的问题情景中进行模型建构的实践机会，在独立思考判断、最优方案选择、分享交流协作等问题解决过程中发展学生的批判性思维、创造性思维、综合性思维，在问题解决全过程中实现知识内化和高阶思维的发展。这表明跨学科实践教学能够发展学生的学科素养和跨学科素养[3]。跨学科实践教学在融合多学科知识技能、思想方法的基础上，通过解决具有联系科学理论与现实世界的真实问题，实现学生的新知识内化、思维高阶化，最终指向学生核心素养的全面发展。可见，跨学科实践是培养学生核心素养的有效途径，符合我国教育培养“全面发展的人”需求。

一、物理跨学科实践教学的现实困境

2023 年 10 月份，课题研究项目组对实验区的师生开展了一次全面而深入的关于跨学科实践教学实施情况的调查，本次研究的对象主要是初中物

* 该文为全国教育科学“十四五”规划教育部课题“跨学科教学视域下普通高中综合育人模式的创新研究”（DHA220382）的研究成果

理教师。调查问卷的问题设置见表1,其中一线中学教师对课程标准的理解与实施是一项重要的调研内容。本次发放问卷共计405份,回收有效问卷共计378份。根据调研数据,93.6%的一线物理教师对将跨学科教学纳入2022版新课标一级主题的做法表示完全赞同,然而50.91%的教师认为落实跨学科实践教学存在较大困难,这其中包括有实施想法但不知如何实施的占比28.21%。为更好地帮助一线教师理解和实施跨学科教学,我们需要通过调查数据进一步明确实施中存在的主要问题及具体的教学实施困境。

表1　中学物理教师跨学科实践教学问卷调查的内容设计

一级指标	二级指标	对应题号
基本信息	性别、年龄、学历、教龄、任教学段、职称、学校类型、所在地级市	1–7
跨学科实践教学的认识	跨学科实践教学的了解渠道；跨学科实践教学的概念辨析；跨学科教学课标的价值认同;物理关联学科认知判断能力	8–11
跨学科实践教学的实施	对其他学科知识的了解程度；提及其他学科知识的频率；跨学科实践教学的教研情况	12–15
跨学科实践教学的疑惑	跨学科实践教学的主题选取问题；跨学科实践教学活动设计的困惑；跨学科实践教学开展的挑战；跨学科实践教学的评价设计	16–20
跨学科实践教学的保障	跨学科实践教学的学校支持；跨学科实践教学的条件保障；跨学科实践教学的专家支持	21–25

1.跨学科教学目标存在泛化误区

当前的跨学科实践教学重视实施富有真实性、实践性、表达性的课堂活动,将教学的重心放在培养学生的动手实践、表达交流、兴趣发展等素质上,而忽视了原本的教学目标导向,使得整个教学活动过程显得表层化、零散化、片面化,不利于精准对接课程标准的核心素养与学科育人要求。一堂高质量而有效的跨学科实践教学,应当立足本学科知识体系,以结构化主题统摄主题实践的全部活动,使得阶段教学活动与设计呈现系统性与连贯性,真正发挥教学评价的导向性作用。基于存在教学目标模糊化问题,笔者认为核心素养导向下的跨学科主题实践活动的设计逻辑应包含五个环节，即“实践主题→实践目标→实践内容→实践活动→实践评价”,贯穿“教学评”一体化设计理念,助力学生跨学科素养的发展。

2.跨学科教学内容“跨而不合”

基于整合多学科知识体系并形成结构化思维体系,如何有效选择大主题、大情景以统摄整个跨学科实践活动成为教学实施的重难点。针对跨学科实践教学活动内容的有效架构,大量教研人员和一线教师正处于早期探索阶段。例如,调研发现,某所高中学校选择“酒的制作”为大情景,设置驱动任务,开展跨学科实践教学。该跨学科实践教学综合了语文、物理、化学、生物以及思想政治在内的多学科相关知识。不同学科的教师围绕大主题“酒的制作”开展相应学科的阶段性教学,即分别从酒的诗词意境、酒的蒸馏提纯、酒的度数检测、酒的酿制原理、与酒相关的社会习俗等任务展开对应学科教学，表面上看整个主题活动整合了跨学科的知识,实则还是分学科教学,只是不同学科的教师需要聚焦同一主题开展教学活动，各个环节处于割裂状态,与传统的分科教学相比并没有本质区别。该类跨学科教学实则为“组团式”“拼盘式”教学,将跨学科实践主题教学浅显地理解为“活动化”“实践化”“主题化”“常识化”,不利于学生在头脑中建构学科融合的知识体系，无法形成对新知识的深层次、持久性理解,于是学生难以形成结构化思维并发展创造性思维能力,实践活动无法真正落实培育学生核心素养的育人目标。

3.跨学科教学的实践方式尚未转型

由于教师缺乏基于有效的跨学科实践教学情景制定教学规划的专业能力,导致教学实施中的跨学科教学目标、内容和活动割裂,难以形成一个有机体并发挥应有的育人价值合力。纵观当前的初中跨学科实践主题教学，教学方式仍然以讲授法为主,辅助以课后实践与调研作业、课上小实验等实践性驱动任务，这是对跨学科实践教学理解片面化、浅层化所致的教学方式滞后化。跨学科实践教学与综合性实践教学存在性质差异,二者不能混为一谈、相互取代[4]。情景问题创设与各级任务驱动不能有效联结贯通,导致跨学科实践教学要求培养的探究、交流、实践与合作等能力素养得不到充分培养,这有悖于素养导向的学科课程育人目标。

4.一线教师对课程标准理解不充分

首先,绝大多数一线教师认同新课程标准的学科核心素养和教学内容指导,认为新课标发挥着引领与指导教学的重要作用,是开展物理教学的重要参考标准。然而,有部分教师认为课标与实际教学存在一定差距,倾向于将自身经验与身边经典案例作为教学的参考范例,追求实用、亲切、直观的教学案例与设计。其次,实际实施跨学科教学时,部分教

师直接基于课程标准中教学建议等内容开展指向核心素养发展的跨学科实践教学，硬生生套用现成的活动设计框架与评价指标体系，以至于只评价学生的智力因素而忽视了非智力因素，只评价学生的终结性表现而忽视了过程性表现，此举不利于在模型建构实践中培养学生的批判性思维能力。部分教师出现以上做法的原因无疑是对课程标准的理解浮于表层，未能发挥主观能动性将课标理念内化为自身的价值认同。只有充分考虑教学实际情况和学生学情特点，注重在实践探索中不断修正完善教学活动规划，将新课标理念作为进行教学设计的内在价值导向，才能更好地发挥跨学科实践教学的育人功能和服务教学的高质量发展。

5.一线教师对学科立场与跨学科立场的统一性认识不足

首先，受长期分科教学的影响，很大一部分教师将教学眼光局限于本学科，漠视各个学科知识体系间的关联度，甚至部分教师不熟悉其他学科的知识架构。在新课标跨学科教学理念全面推行的当下，一线教师一定程度上缺乏跨学科知识以及不熟悉跨学科实践教学的要求。所谓“跨学科教学”，是指跨越学科间的界限，在注重各学科内在逻辑的基础上建立学科间的联系，并将学科进行整合，进而实施整合后的学科融合教学。其次，不能很好地辨别跨学科的特征，对不同学科的知识体系与思维的差异认识不足。跨学科实践教学中的跨学科与学科并非对立面[5]，二者是相互贯通、相互促进的统一体，如不能正视二者的关系与地位，容易陷入探索误区。例如实践性驱动活动设计缺乏层次性，实践主题选取不当，教学活动预设拼凑，活动评价指标片面等等，诸如此类的问题都违背跨学科实践教学的内在要求。基于真实情景的问题解决的跨学科教学方法能够实现学科融通，促进学生成长、教师发展，同时学科也能实现自身的发展。因此，教师要从思想上转变教学价值认同，自觉加强对跨学科实践教学理念的学习与理解，探索符合实际教学的跨学科实践新模式，密切关注跨学科实践教学新动态，增进与各学科教师、专家学者的交流探讨，主动承担起探索高效高质量实施跨学科实践教学的新时代教学使命。

6.落实跨学科实践教学的保障条件不完善

首先，跨学科实践教学与分科教学大为不同的是需要教师掌握跨学科知识并搜集跨学科教学素材、学科融合的实践资源，为开展跨学科实践教学准备充足且合适的课程资源。为实现跨学科实践教学的常态化、有序化进行，不同学科教师间需要加强交流协作、不同学校间需要重视师资互补、不同地区间需要共享专家资源库，以此搭建教师创新型培养的新平台，强化合作与交流机制，积极推进跨学科共同体构建，促进教师跨学科素养的提升，切实推动跨学科实践教学的有效开展。其次，实现跨学科实践教学需要数字资源的数量和质量均得到充分保障。良好的学校硬件设施与充足的教学材料成本投入是开展跨学科实践教学的物质基础。特别是科学教育领域学科融合教学的实施，尤为需要融入 3D 打印、电子传感器、仿真技术等先进物质条件，促成课堂教学的高效高质量实施。更需要引起注意的是，跨学科实践教学的教师的教与学生的学缺乏完备的跟踪与评价机制。与之前随意性较强的课后活动不同，如今纳入正规课程的跨学科实践教学需要匹配完整的评价体系来跟踪和记录教师与学生的教与学的全过程。

二、物理跨学科实践教学的实施策略

跨学科实践教学是落实新课程标准的重要教学方式，符合“从生活走向物理，再从物理走向社会”的课程理念，彰显学科实践的育人特色，突出教学中创设真实问题情景的要求，引导学生“做中学、做中创、做中思”，整合多学科知识、思维与技能的基础上实现问题的创造性解决。通过整理一级主题“跨学科实践教学的疑惑”下所设问题的调查结果，笔者认为完整的跨学科实践教学实施应包括以下环节：实践主题的选取→实践目标的确定→实践内容的统整→实践活动的驱动→实践的多元评价，与之对应的五个教学规划环节为教学主题、教学目标、教学内容、教学方式、教学评价，五个实施环节与五个规划环节相互影响，相互联系。依据物理课程标准的学科育人要求以及跨学科实践教学的相关要求，提出了如图 1 所示的跨学科实践教学优化策略。本研究提出的优化策略涵盖五个方面的内容，彰显了跨学科教学的学科性、跨学科性、实践性，以物理学科知识和思想为基本教学内容，通过整合多学科知识、思维与技能实现跨学科问题的创造性解决，实现提升学生学科关键能力素养和提高解决跨学科实际问题能力的直接目标，最终指向学科课程综合育人目标和学生核心素养的全面发展。

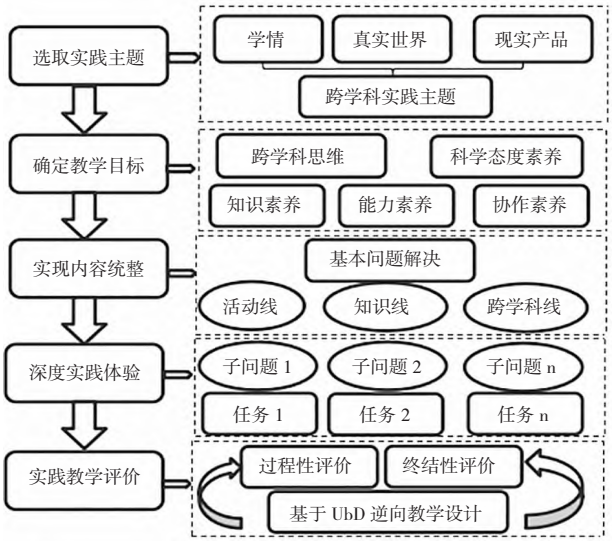


图 1　优化物理跨学科实践教学的策略

1.选择有价值的实践主题

实践主题选取是顺利开展跨学科实践教学的首要环节。根据问卷调查发现,47.2%的一线教师存在实践主题选取的困惑,尚未清楚选题的标准与原则。良好的实践主题应立足物理学科知识体系与思维方法,聚焦学科育人的价值导向,关注生产生活、能源、环境、安全与健康等社会重要议题以及其他社会可持续性发展议题,同时关联临近学科的知识、思维与技能,贴近学生认知思维发展水平和生活经验积累情况,激发学生参与探究与讨论的兴趣,引导学生从不同角度进行模型建构、质疑与思考,在全身心投入的学习体验中达成对新知识的深层次、持久性理解,有效培养学生的知识迁移运用与创新思维和能力。例如,基于物理与工程的关系,开展以“港珠澳大桥”桥梁模型项目为主题的跨学科主题实践教学[6],以“桥梁模型”实践主题统整“物理、工程、数学、美术”等学科,通过拆解真实情境的跨学科主题来设定驱动性实践任务,帮助学生深入理解桥梁工程的关键技术,在打破学生既有概念误区的同时强化学生的科学态度与责任素养的培养。

2.确定素养发展的教学目标

物理课程标准明确指出学科四大核心素养,作为物理教学实施的价值导向与方向指导,同时也是跨学科实践教学实施的导向。跨学科实践教学整合多学科知识、思维与技能,以物理学科的概念、定律、思想、方法等为必备技能基础,让学生在主题实践教学中培养工程设计思维、批判性思维、发散性思维、沟通协作能力,着重发展学生更高层次的批判性思维和迁移创新能力,实现知识整合、能力素养、态度养成的齐头并进发展。跨学科实践教学目标的设定应综合考虑核心素养、教学内容与学业质量间的联系,根据预设具体教学内容凝练出跨学科主题,以统摄整个跨学科教学实践活动的开展,实现教学内容有侧重、学科知识有关联,促进实践教学有序全面推进。一般而言,实践主题下面紧随若干系列子任务或者子课题,从知识素养、能力素养、协作素养、科学态度素养等方面实现教学目标的量化评价与反馈,真正实现全过程教学活动紧紧围绕培养学生核心素养与关键能力而实施。

3.促成基于问题解决的内容统整

根据问卷调查数据,发现约 19.7%的一线教师不清楚如何进行跨学科实践教学活动的有效设计。据此,本研究认为跨学科实践教学应紧紧围绕预设活动主题,统领所有实践性教学活动与任务指向,根据任务问题解决的需要整合本学科和边界学科的知识、思维与技能,把握本学科与边界学科的关联与区别,以解决问题为直接目标帮助学生统整多学科知识网络、思想体系等学习元素,促进学生在头脑中形成结构化、立体化的认知结构体系,在建构知识体系、问题质疑、迁移创新等过程中发展学生的关键能力与综合素养。例如以“人体中的杠杆及预防中学生颈椎劳损”[7] 这一现实生活中的问题为主题的跨学科实践教学,跨出本学科的知识视野,将物理学科知识与工程实践、生物学、社会发展等三个方面深度融合,在信息技术和实物模型等的辅助加持下综合分析与直面解决真实的情景问题,在质疑精神的驱动下培养学生的创新能力与科学探究能力。跨学科实践活动要强化问题的顶层设计,遵循“现象感知→科学探究→本质揭示→迁移应用”的认知发展规律,统整跨学科情境创设与问题预设,帮助学生从多角度、多层次、多手段去经历模型建构和科学探究过程,以此促成学生发展结构化、立体化的知识结构体系,切实提升学生跨学科运用知识与思维的能力、分析与解决问题的综合能力,培养学生大胆质疑、勇于创新、迁移应用的能力。总之,跨学科实践教学应当基于问题解决发展学生综合素养,遵循“立足本学科”与“减负提质”的教学原则,合理控制主题情境认知与问题解决难度,在符合学生认知发展水平的同时也要注意避免增加学习负担。

4.深化任务驱动下的深度实践体验

根据问卷调研结果,发现约 93.7%的一线教师能够认识到跨学科教学开展过程需要彰显实践性,

但仅有 63.2%的教师认识到实践活动需要设置驱动性任务。后续访谈发现小部分教师意识到项目式教学同样需要设置驱动性任务，将任务细化并拆解成若干个子任务。实践性是跨学科实践教学的突出特征之一。跨学科实践教学的有序推进需要根据学生的认知发展水平和认知规律来设计逐层深入、由表及里、由易及难的任务性驱动活动，注重让学生在解决问题中独立思考，在小组协作中探讨交流，在情境活动中获得体验，引导学生在做中学、探中学和悟中学。由此可见，跨学科实践教学活动以学生熟知的真实情景问题为突破口，通过开展多元化的主题实践、问题探究、操作体验等实践形式活动，丰富学生的情感体验、方法体验与过程体验。教学中可通过调查、访谈、实物模型制作、仿真模拟、文献资料阅读、矛盾观点辩论等形式开展实践性教学活动。例如，在以“制作模型—展翅高飞”为主题的跨学科实践作业设计中[8]，教师在“作业主题”环节设定驱动问题“如何应用科技馆里自行车高空‘走钢丝’展品的原理制作一只‘平衡鸟’”，通过科技馆里的展品引导学生联想重力相关知识来制作一只展翅高飞的“平衡鸟”，兼有趣味性和挑战性；在“制作材料”环节设定驱动任务“观测模型成品的内外结构，思考制作‘平衡鸟’的各个主要部分用到哪些材料”，旨在培养学生运用物理知识解决实际问题的动手实践能力；在“原理探寻”环节设定驱动性任务“‘小鸟’与支柱上的一个点接触，那么‘小鸟’稳定平衡的原因何在”，该任务的解决是完成本作业的难点；在“制作步骤”环节，设定驱动任务“请设计‘平衡鸟’的制作步骤并制作成品”；在“自我评价”环节设定任务“反思你的制作过程处于评价量表的哪个层级，若要达到下一个层级又该如何努力”。以上跨学科实践作业设计方案通过设定一系列驱动性任务，以兼备趣味性和挑战性的实践性任务引导学生运用所学知识逐层深入地解决问题[9]，有效提升了学生的工程设计思维与动手操作的实践能力，深化了学生的学习活动体验。

5.开展包含实践过程证据的学习评价

2022 版新课标明确指出了物理学科核心素养，并就各章节教学给出相应的学业质量要求，对学业质量是否达成标准的学习评价成为了衡量学生核心素养是否达成的评价指标之一。根据调查数据，发现约 8.7%的一线教师在跨学科实践教学中仍然以传统教学方式为主，注重终结性评价而忽视过程性评价。跨学科实践教学作为一种具有实践性的教学新范式，理应开展基于核心素养达成情况的学习评价。考虑到跨学科实践活动不同于传统的讲授式教学，就跨学科实践教学而言，基于实践过程证据的评价主要关注学生在真实情境中实现任务解决的动态过程以及最终活动成品和作品，涉及知识理解、表达沟通、提问探讨、建模探究、实验验证、自我反思等方面的过程性评价和成果提交的终结性评价。为更好地依据核心素养发展要求和发挥活动主题价值导向，教师可酌情融入 UbD 逆向教学设计理论开展跨学科实践教学，将评价环节前置，先是设定教学预期结果，然后设定学习评估证据，最终设计教学体验与教学活动，让学生形成对新知识的深层次、持久性理解。如此将 UbD 逆向设计理论有机融入跨学科实践教学，不仅能打破传统教学设计的思维定势，还能促进“教学评一体化”理念的有效落实，实现以评促学、以评导学[10]。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案（2022 年版）[M].北京：北京师范大学出版社，2022：4.

[2] 汤清修.把握物理课程改革新方向——解读《义务教育物理课程标准（2022 年版）》的主要变化[J].全球教育展望，2022，51（06）：75-84.

[3] 李洪修，崔亚雪.跨学科教学的要素分析、问题审视与优化路径[J].课程·教材·教法，2023，43（01）：74-81.

[4] 杜明荣.物理“跨学科实践”的内涵特征与教学建议[J].物理教学探讨，2023，41（01）：1-4.

[5] 罗生全，黄朋，潘文荣.跨学科主题教学的系统设计与实践进路[J].湖南师范大学教育科学学报，2023，22（05）：9-15.

[6] 蔡雨，马玲，马晓波，等.递进型：物理与工程跨学科项目化学习实践——以制作“港珠澳大桥”桥梁模型项目为例[J].物理教师，2023，44（09）：72-79.

[7] 林军.信息技术支持下物理跨学科实践教学设计与实施策略——以“人体中的杠杆及预防中学生颈椎劳损”教学设计为例[J].物理教师，2024，45（01）：71-75+78.

[8] 张春国，夏波，阮享彬.初中物理跨学科实践作业设计的探索[J].物理教学，2023，45（11）：32-34.

[9] 周遵伦，王国军，姚华鑫.以自制教具提升科学发明史的育人价值[J].中国现代教育装备，2024（04）：38-39+42.

[10] 胡选萍，封涛，王琦，等.指向核心素养的逆向教学设计之内涵与特征解析[J].教学与管理，2022（09）：85-89.

【责任编辑　孙晓雯】