古代科学技术与跨学科教学的融合

——以《天工开物》中初中物理相关技术为例

陈 刚

（无锡市江南中学 江苏 无锡 214021）

摘 要：将古代科学技术与跨学科教学相融合，对于培养德才兼备的时代新人具有重要意义. 以《天工开物》为例，具体介绍古代科学技术在跨学科教学中的融入方式，包括创设教学情境、协助教学研讨、推动项目实践和促进交流评价等，并提出合理选择素材、丰富教学手段和提升教师素养等建议，以增强融合的适切性、多样性和艺术性.

关键词：古代科学技术；跨学科教学；天工开物；初中物理

中图分类号：G633.7 **文献标识码**：B **文章编号**：1008－4134(2024)14－0018－05

在物理教育领域，跨学科教学的重要性日益凸显. 它不仅是物理教育重要的课程内容，更是学生学习和发展的关键方式. 中国拥有五千年的悠久历史和文化，古代科学技术曾一度领先于世界. 将中国古代科学技术融入物理教育的跨学科教学之中，是以“涵养家国情怀，深化综合育人”为主题的新时代中小学课程的必然选择，已成为新一轮课程改革的重要内容[1].

1 古代科学技术与跨学科教学融合的意义

党的二十大报告指出：“教育是国之大计、党之大计. 培养什么人、怎样培养人、为谁培养人是教育的根本问题.”古代科学技术与跨学科教学的融合对于明确教育目的、改进教育方法、提升教育效果具有重要意义，具体见表1.

表1 古代科学技术与跨学科教学融合过程中的人才培养

人才培养三问	视角	组成	核心内容
为谁培养人	目的	为党育人 为国育才	感悟中华民族独特的智慧与创造，增强民族自豪感；促进创造性转化和创新性发展，涵养社会主义核心价值观
怎样培养人	方法	综合育人 实践育人	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；突出学科思想方法和探究方式的学习，加强知行合一、学思结合
培养什么人	效果	德才兼备 三有五育	培养有理想、有本领、有担当的时代新人与德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人

基金项目：江苏省教育科学“十四五”规划重大招标课题“学科育人视角下‘新教学’体系构建研究”（项目编号：A/2021/08）；江苏省教育科学“十四五”规划课题“初中自然科学课程的综合化实施研究”（项目编号：D/2021/02/57）.

作者简介：陈刚（1979－），本科，中学高级教师，研究方向：物理学科教学、跨学科课程研究.

对培养科学思维素养与提升问题解决能力至关重要. 教师将整合的课程知识“光的直线传播规律与应用”作为主题，将学科教材中课程知识按照知识属性与学生发展需要，精心设计好主题式教学框架，让学生在设计实验、动手操作、观察现象、推导结论的过程中，对教材知识进行新的选择、联结和转化，以促进学生深度理解课程知识，提升学生科学思维水平[5]. 在经历归纳分析、演绎推理、模型建构、反证思维等方法训练中促进科学思维“生长”，在问题探究中启迪思维，在规律探寻中提炼方法，形成质疑批判的科学精神，发展学生物理学科核心素养.

参考文献：

[1]袁顶国，朱德全. 论主题式教学设计的内涵、外延与特征[J]. 课程·教材·教法，2006(12)：19－23.

[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]郭观彬. 促进科学思维发展的物理实验教学设计——以“光的传播”为例[J]. 中学物理，2023，41(16)：18－20.

[4]宋定飞. 基于核心素养的初中物理“跨学科实践”教学探索——以“制作小孔成像仪”教学为例[J]. 中学物理，2023，41(08)：35－40.

[5]张金萍. 基于科学思维的初中物理主题式教学模式与实践研究[D]. 银川：宁夏大学，2023.

（收稿日期：2024－03－23）

中国知网 https://www.cnki.net

1.1 顺应时代发展,坚定“为党育人、为国育才”信念

当今世界,科技竞争激烈,对人才的培养提出更高的要求.不仅要求在增长知识见识上下功夫,更要求在厚植爱国主义情怀、加强品德修养、培养奋斗精神、增强综合素质上下功夫.为积极响应这一要求,教育部在2021年推出《中华优秀传统文化进中小学课程教材指南》,强调将中国古代科技成就、技术发明和传统技艺等内容融入中小学教学.中国古代科技曾一度领先于世界,《考工记》《墨子》《梦溪笔谈》《天工开物》和《物理小识》等众多书籍中均详细记载不同时期中国在科学技术方面取得的卓越成就.将古代科学技术与跨学科教学有效融合,是坚定“为党育人、为国育才”信念、发挥中华优秀传统文化铸魂育人功能、践行社会主义核心价值观、培育具有人文底蕴和科学精神人才的重要举措.

1.2 践行学科育人,提升“综合育人、实践育人”才能

物理教学重在培养学生核心素养,强调在实践中培养学生解决复杂问题的高阶能力和创新意识.《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)提出要基于学生核心素养发展要求,加强学科联系,带动课程综合化实施.同时也指出将中国科学技术史融入物理课堂,加深学生对科学、技术和社会关系的理解,树立学生“从生活走向物理,从物理走向社会”理念,增强文化自信,形成科技强国的远大理想.在义务教育物理课程教科书中,包含许多与古代科学技术相关的内容,如回音壁、编钟、日晷、小孔成像、生铁冶炼、杆秤、水力磨坊、司南等.这些古代技术涉及多个领域的知识,融入跨学科教学时需要教师提前设置合理的引导问题,为学生自主学习或小组合作学习搭建思维支架.教师不仅可以使学生像研究学者一样,调查或研究古代技术,在揭秘其工作原理的过程中完成新知识学习;还可以使学生像技术专家一样,通过对技术的重演或重塑,帮助学生体会科学思想和方法,认识科学本质[2].无论采用哪种方式,教师都要充分挖掘物理课程的育人价值,尽可能地优化实践活动的实施方式与路径,突出学科思想方法和探究方式的学习,在坚持知行合一、学思并重的教学过程中,提升学生的实践技能与科学思维,锤炼自身的育人才能,更好地促进学生核心素养的发展[3].

1.3 助推学生成长,培养“德才兼备、三有五育”新人

古代科学技术不仅是智慧的结晶,更是道德教育的重要资源.将其融入物理教学,能够培养学生的道德素养和坚毅品质,为其成长奠定坚实基础.新课标指出,教师的职责是培养有理想、有本领、有担当的时代新人与德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人,实现立德树人的教育目标.研究古代科技不仅是智育的深化,也是德育与智育的有机融合.在研究过程中,学生可以学会如何面对困难、如何积极探索、如何勇于创新,并逐步形成正确的价值观、必备品格和关键能力.同时,科技的传承与创新也为学生提供宝贵的合作机会,使其掌握更好的协作技巧和沟通方式.将古代科学技术与跨学科教学融合,有助于拓宽学生的知识视野,还有助于提升其综合思维能力和跨学科素养[4].更重要的是,它能帮助学生更好地理解自身的社会责任和角色定位,对其未来职业发展和社会融入产生积极影响.

2 《天工开物》与初中物理跨学科教学的融合

《天工开物》是明代宋应星所著的中国古代科学技术文献[5],初刊于1637年,共十八篇,分上、中、下三卷.该书通过实地观察研究,全面系统地总结中国古代农业和手工业生产方面的重要成就和经验,并附有大量插图,具有较高的科学价值.该书被认为是一部综合性的著作,也被外国学者称为“中国17世纪的百科全书”.从字面上看,“天工开物”的“天工”与人工相对,指的是“巧夺天工”的意思;“开物”则是打开万物之谜,指的是“通晓万物”的道理.

2.1 《天工开物》中与初中物理相关的内容

《天工开物》中包含丰富的物理知识(见表2),这些知识被广泛应用于各种技术过程中,如种植器件(耙、耧犁、耘)、提水工具(筒车、桔槔、辘轳)、盐井中的吸卤器(唧筒)、泥型铸釜、用火井中的煤气烧制盐、指南车等.《天工开物》中对物理知识的阐述和应用,不仅反映了明代科技发展的高度和水平,同时也为后世的科学研究提供宝贵参考.

表2 《天工开物》中包含的物理知识

物理主题	物理知识	相关技术或发明
物质	物态变化	盐井制盐、榨油、铸币、泥型铸釜
	物理属性	扬簸、筛谷、风扇、琢玉
运动和相互作用	机械运动	记里鼓车
	压强	耘、耙、锄、耧犁、水下采珠、火井排气、唧筒
	浮力	楼船、混江龙
	简单机械	桔槔、舂、独轮车、龙骨水车、船舵、辘轳
	电与磁	指南车
能量	热值	利用火井中的“气”烧制盐
	能量转化	车踏、筒车、水滩、陂、下木竹、缫车、弓、连发弩、火铳

中国知网 https://www.cnki.net

通过对《天工开物》内容的归纳分类，教师可将古代科学技术系统地融入物理教学中，为课堂带来丰富的历史背景和实践案例，点燃学生的学习热情. 这种融合不仅能让学生深入理解物理原理，还能培养其跨学科思维，拓宽科学视野，全面提升科学素养和创新能力[6].

2.2 《天工开物》在跨学科教学中的融入方式

古代科学技术在跨学科教学中的融入方式具有多样性和灵活性，可以通过不同途径发挥其独特作用（如图1所示）. 其一作为教学主题，创设问题情境，明确学习任务；其二作为参考资料，提供历史背景，丰富解决方案；其三作为实践项目，制作模型或完成报告；其四作为评价依据，促进交流评价，持续优化改进.

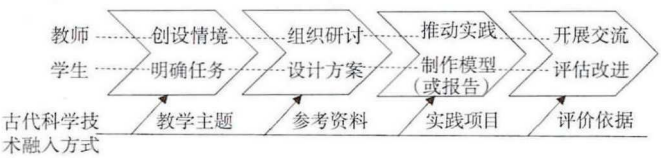


图1 跨学科教学流程图

2.2.1 作为教学主题，创设跨学科教学情境

古代科学技术与生活紧密相连，科技进步和创新不仅提高了古代人民的生活质量，同时也推动了社会发展. 为让学生更直观地了解古代科技，教师可以巧妙地运用《天工开物》中的珍贵图片，展示古代机械、工具和技术流程，并辅以精准的文字描述. 这样的教学设计不仅能迅速点燃学生的学习热情，还能带领学生穿越时空，亲身感受古代科技的实践过程，从而深刻领悟古人的智慧与创造力，进一步坚定学生民族自信. 同时，通过融入情境的学习任务，能够自然而然地培养学生跨学科的思维方式，锻炼解决问题的能力，并加深对相关物理原理的理解与应用，实现知识与能力的双重提升.

例如在进行“制作取水装置”跨学科教学时，以《天工开物》中的桔槔汲水图（如图2所示）和原文记载引入：凡稻防旱藉水，独甚五谷. 厥土沙、泥、硗、腻，随方不一. 有三日即干者，有半月后干者. 天泽不降，则人力挽水以济[7]. 其大意：所有稻子防旱都需要水，这一点在五谷中尤为突出. 稻田的土壤有沙土、泥土、瘠土、肥土，这些土壤因地区不同而有所差异. 有的稻田三天就会干涸，有的稻田半个月后才会干涸. 如果天空不下雨，那么人们就需要借助工具（如桔槔），来提水灌溉稻田. 桔槔最早出现于商代，俗称“吊杆”或“称杆”，是一种原始的汲水工具，利用“杠杆原理”从低处取水送向高处. 取水装置涉及物理中的“简单机械、压强、功能转化”等知识，还涉及工程、生物、地理等多门学科知识. 教师在介绍桔槔后，可以提问：桔槔利用什么原理进行工作？哪些地方适合使用桔槔？除桔槔外还有哪些取水装置？基于上述讲解和提问，明确跨学科实践任务——制作取水装置.

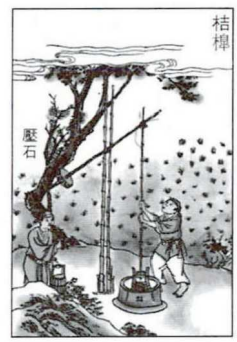


图2 桔槔汲水图

2.2.2 作为参考资料，协助跨学科教学研讨

在解决实际问题时，古代科学技术可以为学生提供丰富的知识背景与启示，激发学生创新思维，促进跨学科研讨和合作，进而帮助学生设计出更具创意和实用性的解决方案. 教师可以针对具体的跨学科学习任务，为学生提供《天工开物》中古人的技术方法，帮助学生克服学习障碍，增强学习动力和信心.

例如在开展“帮稻农选好种”的主题教学中，介绍《天工开物》中两种“攻”（加工）谷物的方法. 一种是使用“风车”（如图3所示）或“扬簸”：凡稻最佳者九穰一秕，倘风雨不时，耘耔失节，则六穰四秕者容有之. 凡去秕，南方尽用风车扇去；北方稻少，用扬法，即以扬麦、黍者扬稻，盖不若风车之便也. “穰”是饱满的谷物，“秕”则是干瘪的谷物. 南方地区用风车将密度小的秕谷扇去，而北方地区稻谷总量较少，所以用扬场的方法，但不如风车扬谷方便[7]. 另一种是“筛谷”（如图4所示）：倾入筛中团转，谷未剖破者浮出筛面[7]. 稻谷被倒入筛子后，摇动筛子. 那些没有被剖开的稻谷（或干瘪的谷物）密度比较小，会浮到筛子的表面.

我国是全球水稻产量最高的国家. 水稻选种方法多样，除上述“风选”“筛选”以外，还有“盐选”（盐水选种）和“泥选”等方法. 这些方法不仅涉及物理密度、惯性、重力、浮力等多个概念，还与生物和化学知识密切相关. 为帮助学生顺利完成该项学习任务，教师可以提供《天工开物》中相关资料作为学习参考，降低学习难度，激发学生学习兴趣和创新精神，同时帮助学

中国知网 2024 https://www.cnki.net



图3　风车图

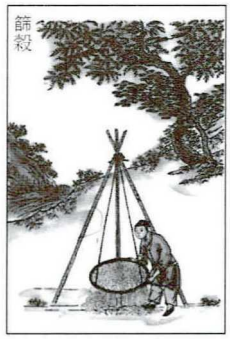


图4　筛谷图



图5　龙骨水车图

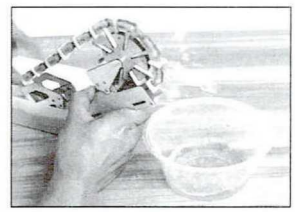


图6　龙骨水车模型图

生更加自信地将所学知识应用到实践中,从而设计出科学、合理的解决方案,提升跨学科解决问题的能力.

2.2.3　作为实践项目,推动跨学科项目实践

将古代科学技术作为实践项目,是推动跨学科教学的重要方式.教师需要结合教学内容和学生兴趣,设计基于古代科技原理的实践项目,鼓励学生运用多学科知识解决实际问题.学生可以通过查阅历史资料,深入了解古代科技的重要成就及其对世界文明的深远影响,并撰写调研报告;还可以通过动手制作模型,模拟古代技术应用或复原古代机械,提升实践能力和创新能力.

新课标在一级主题"跨学科实践"中明确要求:了解我国古代的技术应用案例,体会我国古代科技对人类文明发展的促进作用;例如了解我国古代龙骨水车的工作原理,尝试设计相关装置.针对这一要求,教师先向学生提供《天工开物》中"龙骨水车"(如图5所示)的相关介绍:其湖池不流水,或以牛力转盘,或聚数人踏转.车身长者二丈,短者半之.其内用龙骨拴串板,关水逆流而上.大抵一人竟日之力,灌田五亩,而牛则倍之[7].首先使学生了解到此类水车用人踏、牛拉或水流来转动;水车车身长度若长可达到二丈,短则只有一半;车身内部用木板串联,形成"龙骨",使水能够逆流而上.其次教师引导学生组建研究团队,解决龙骨水车建造和使用过程中一系列的真实问题,具体包括:了解水车工作原理、确定水车动力方案、评估水车工作效率、设计和制作龙骨水车模型、调研各地区龙骨水车使用及演变历程等.最终成果为龙骨水车的调研报告和模型(如图6所示),并以发布会的形式展示.

在项目推进过程中,学生需要运用物理、数学、地理、工程等多学科知识分析龙骨水车的工作原理,结合历史知识了解其发展历程,并通过实际操作体验其应用价值.这种将古代科技作为实践项目的跨学科教学,有助于打破学科壁垒,实现知识的融合与创新运用.同时有助于激发学生的兴趣和好奇心,使其亲身体验古代科技的魅力,增强对民族文化的自信与认同.

2.2.4　作为评价依据,促进跨学科交流评价

在项目评估阶段,教师可以将古代科学技术作为评价基准,通过作品展示、研讨交流、反思评价等环节,评价学生作品的创新性、实用性和跨学科融合程度.例如用《天工开物》中龙骨水车的构造原理、使用效果等,来评估学生实践项目的准确性和创新性,并通过学生小组自评和互评,进行项目改进.再如完成"糖画"跨学科项目实践后,要求糖画批量生产,并向学生出示《天工开物》的"铸钱图"(如图7所示)及文字描述:凡铸钱模以木四条为空匡.土炭末筛令极细,填实匡中,微洒杉木炭灰或柳木炭灰于其面上,或熏模则用松香与清油,然后以母百文或字或背布置其上.又用一匡如前法填实合盖之.既合之后,已成面、背两匡,随手覆转,则母钱尽落后匡之上[8].古人利用模具铸钱的过程需要精细的操作和专业的技能,体现古代铸钱工艺的精湛和细致.使学生通过借鉴上述材料,对比糖画制作与铸币的异同,并结合自己和其他同学的实践经验进行反思,从而提出糖画模具(如图8所示)的改进措施,完成自身项目实践的优化.

通过将古代科学技术融入跨学科教学评价,教师可以引导学生综合运用多学科知识,分析、评价古代科技的应用和原理,从而培养学生跨学科思维和解决实际问题能力.同时,上述评价方式也可以激发学生对古代科技的兴趣和热情,促进学生交流和合作,培养其批判性思维和创造力,为未来的科学研究和技术创新打下坚实基础.

3　古代科学技术与跨学科教学融合的建议

将古代科学技术融入跨学科教学的过程中,必须充分考量学生知识背景、教师教学能力以及新课标要

中国知网　https://www.cnki.net

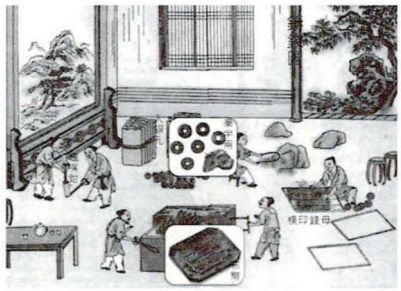


图7 铸钱图



图8 糖画模具图

求.这不仅关乎知识传递,更涉及文化传承与创新.为确保这种融合能够达到最佳教学效果,还需要在以下几个方面付出努力.

3.1 合理选择素材,突出融合的适切性

古代科学技术蕴含深厚智慧和独特知识体系,为现代教学提供丰富多元的资源和视角.将其融入跨学科教学时,需要根据学生认知特点和学科需求,精心挑选合适素材.所选素材不仅要能够激发学生学习兴趣,还要能够体现古代科学技术的育人价值和时代意义.首先,要确保所选素材与跨学科教学目标紧密相连,能反映科技发展的历史脉络和学科间联系,帮助学生利用学科知识进行真实生活观察和问题解决.其次,所选素材应具有代表性和启发性,如古代"四大发明",不仅代表古代科技的辉煌成就,还能为学生提供广阔探索空间.最后,需要根据学生年龄和认知水平挑选素材,确保其内容既有趣味性又具挑战性,既能引起学生兴趣,又不会过于复杂而导致学习障碍.

3.2 丰富教学手段,注重融合的多样性

丰富的教学手段能够满足学生的多元学习需求,激发学生学习兴趣,提升其参与度和学习效果.教师可以结合专家讲座、实地考察、实验操作、小组讨论、作品展示等多种方式,引导学生在跨学科学习的各个环节中,运用多学科知识解决与古代科学技术相关的问题,培养学生实践能力和创新意识,发展物理学科核心素养.教师也可以利用现代科技手段如虚拟现实,为学生创造沉浸式学习环境,重现古代科学实验和技术发明的过程,让学生在直观感受中增强对古代科学技术的理解.还可以结合在线课程资源,开展线上线下混合式教学,将古代科技内容融入跨学科课程中,丰富学生学习体验和知识获取途径.对于教材、试题中具有中华特色的古代科学技术内容,教师更需要进行必要的引申和拓展,以帮助学生更好地理解古代科技的文化背景和历史价值,培养学生的文化认同感和跨学科思维能力.

3.3 提升教师素养,增强融合的艺术性

教师作为教学引领者和实践者,其跨学科素养直接影响着融合教学的效果.古代科学技术涉及多个学科领域,如物理、化学、工程、地理等,要求教师具备广泛知识储备和整合能力.因此,教师需要不断更新知识体系,掌握跨学科的基本理论和方法,深入理解古代科技的发展历程及其与现代科学的联系.同时,教师还应提升教学设计和课堂组织能力,将古代科技元素巧妙地融入教学内容,并以富有创意和启发性的方式呈现给学生,让学生在探究学习中感受古代科技的魅力、掌握跨学科的知识与技能.此外,还要加强跨学科交流与合作,共享资源和经验,丰富跨学科教学的内容和方法,促进古代科学技术与跨学科教学的深度融合.

4 结语

古代科学技术与跨学科教学的融合,既有利于培养学生的家国情怀和文化认同感,又能推动综合育人落地,为培养德才兼备的优秀人才增添活力.展望未来,古代科学技术与跨学科教学的融合将呈现出更加广阔的前景.随着教师培训强化、教学资源库完善以及跨学科教学平台搭建,这种融合将继续深化和完善,以更好地满足新时代教育发展需求,培育更多具有科学精神和社会责任感的卓越人才,为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量.

参考文献:

[1]陈云龙,任建英,曾莹.中华优秀传统文化教育发展的探讨[J].课程·教材·教法,2019,39(12):89-95.

[2]江宁.融合命题思想:整合 创新 应用[J].中学物理,2023,41(06):56-60.

[3]本报评论部.全力培养社会主义建设者和接班人[N].人民日报,2018-09-15(004).

[4]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.

[5]孙明晶,廖志刚.《天工开物》的现代教学启示[J].林区教学,2018(11):92-94.

[6]蒋炜波.初中物理新课标下教学困境归因的模型与实践[J].中学物理,2023,41(12):2-6.

[7]宋应星(原著).图解天工开物:中国古代工艺大全[M].海口:南海出版公司,2007.

[8]赵国华.中华优秀传统文化的化学学科解读——《天工开物》中初中化学相关知识[J].化学教育(中英文),2023,44(07):76-84.

(收稿日期:2024-03-08)

中国知网 https://www.cnki.net