探秘付家台古灌渠

——基于社会性科学议题的跨学科实践活动

文 _ 刘　玮[1]　王晓凡[2]
（1. 北京市三家店铁路中学；2. 北京市第八中学永定实验学校）

摘要：本文结合地域资源优势与新课程标准跨学科教学要求，以“探秘付家台古灌渠”为载体开发社会性科学议题课程，立足付家台古灌渠真实的生态问题，从历史视角追溯古灌渠价值，从科学视角探究生态差异，从技术视角分析问题成因，从政策视角明确保护边界，从实践视角践行保护行动，引导学生全面探究古灌渠生态问题，形成古灌渠历史时间轴、政策要点手册、生态保护方案等成果，并在实践中提升学生科学素养、文化自信与社会责任感，形成保护文化遗产、守护生态环境的意识。

关键词：付家台古灌渠　社会性科学议题　跨学科探究实践　生态保护

◉ 引言

付家台古灌渠始建于 1903 年，于 1925 年竣工，至今经历百年，是北京市门头沟区内首建历史最长的古灌渠。付家台古灌渠全长约 4 千米，呈倒“几”字形走势，贯穿山地、农田与村庄，至今仍承担着周边 2 000 余亩农田的灌溉任务，是维系当地农业生产与乡村生态系统的重要纽带。2025 年，“北京门头沟永定河古渠灌溉工程”入选 2025 年度“世界灌溉工程遗产”。古灌渠不仅见证了区域农业文明的发展变迁，其独特的“多级分流”结构与生态调节功能，更成为融合历史文化、地理水文、生物生态等多维度价值的复合型载体。随着乡村振兴进程的推进，古灌渠周边的生产生活方式发生了显著变化。2023 年 7 月，永定河遭遇“五十年一遇”洪水，部分渠段采用水泥硬化改造，加之村民生活污水排放、农业生产废弃物丢弃等行为，逐渐对古灌渠水质与生态环境产生影响。

社会性科学议题是指与科技相关的社会议题，是一类来自现实、结构不良、无固定标准答案的跨学科复杂问题。将社会性科学议题引入中小学教育，能够引导学生综合运用多学科视角，在科学论证与道德推理中发展核心素养，落实立德树人根本任务。《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”，培养学生的科学精神、实践创新和责任担当。

基于此，我校结合地域资源优势与新课程标准跨学科教学要求，以“探秘付家台古灌渠”为载体开发社会性科学议题课程，选择“如何在保护付家台古灌渠水利遗产与生态环境的前提下，实现合理开发与可持续利用”为核心议题，立足古灌渠的生态现状与文化价值，整合地理、生物学、化学、历史、信息技术等多学科知识，从 5 个方面（见图 1）进行探究，解决“怎样让百年古灌渠既留住历史风貌、守护生态健康，又能服务当下，实现活态传承”的问题。

◉ 活动目标

本次基于社会性科学议题的付家台古灌渠跨学科实践活动，立足真实情境育人理念，围

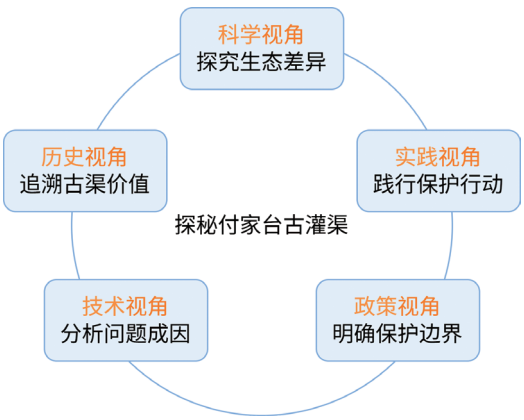


图 1　“探秘付家台古灌渠”活动框架

绕科学探究、核心素养、态度责任 3 个维度设定层级化、立体化活动目标。

➲ **科学探究**

依托真实的古灌渠生态，完成“现象观察—问题提出—假设建构—实验验证—归因分析—策略生成”的完整探究闭环。依托真实实验数据开展分析论证，树立基于证据、尊重事实、严谨推理的科学实证思维。合理运用人工智能、数字化统计工具开展信息检索、数据处理与方案优化，提升数字化探究与技术赋能实践的综合能力。

➲ **核心素养**

立足多学科融合视角，依托古灌渠源落实各学科核心素养培育。

• 地理层面，引导学生认知古灌渠空间布局、水文特征与人地互动规律，建立区域可持续发展与人地协调的认知观念。

• 生物学层面，帮助学生理解生物与环境相互影响、相互适应的关系，明晰水质理化指标对水域生态群落生存与发展的影响机制。

• 化学层面，让学生掌握水质常规指标的检测原理与规范操作，理解水体物质迁移转化规律及水质变化的内在化学机制。

• 历史层面，深度挖掘付家台古灌渠的营建背景、发展脉络与时代价值，体悟传统水利工程蕴含的先民智慧，树立文化遗产保护理念。

➲ **态度责任**

依托古灌渠百年治水、兴农利民的历史底蕴，让学生体悟古代劳动人民因地制宜、顺势而为的工程智慧与奋斗精神，增强乡土文化认同与水利遗产保护自觉。通过实地调研与议题思辨，认识人类生产生活对水域生态环境的双向影响，让学生树立节约用水、守护水生态、维护生态平衡的生态文明理念。同时，立足村民、农业生产、文物保护、生态环保等多元主体视角辩证分析社会性科学议题，让学生学会权衡发展与保护的矛盾关系，初步形成理性参与公共事务、科学决策社会议题的社会责任与公民素养。

◉ 活动过程

本课程遵循“多视角探究、阶梯式推进”的设计思路，从历史、科学、技术、政策、实践 5 个视角设计 5 个环节，引导学生全面探究古灌渠生态问题，逐步形成系统性解决方案。

➲ **环节 1．从历史视角追溯古灌渠价值**

• *史料研读与文化挖掘*　学生分组查阅地方志、水利志等文献资料，搜集付家台古灌渠的修建背景、历史变迁、灌溉范围等信息，整理形成“古灌渠历史时间轴”。

• *实地走访与口述史记录*　走访村里的老村民、水利工作者，记录古灌渠在不同历史时期的作用变化、维修改造历程，收集与古灌渠



图 2　实地走访付家台古灌渠

相关的民间故事与传说（见图2）。

● 模型制作与功能解析　结合实地考察数据，小组合作制作古灌渠缩微模型，标注渠首、支渠、干渠、毛渠、渠尾的空间分布与水流走向，讲解古灌渠“多级分流、精准灌溉”的工作原理。



图3　实地考察付家台古灌渠

● 文化价值研讨　召开“古灌渠的历史分量”主题分享会，学生结合史料与走访成果，探讨古灌渠在农业发展、乡村建设、文化传承中的多元价值。

设计意图　通过史料研读、实地走访与模型制作，让学生深入了解古灌渠的历史文化内涵与工程智慧，建立文化遗产保护的初步认知。同时，为后续生态探究奠定空间认知基础，引导学生从历史传承与现实功能双重视角看待古灌渠的保护与利用问题。

➲　环节2．从科学视角探究生态差异

● 生态现象观察与问题提出　组织学生再次实地考察古灌渠（见图3），系统记录不同渠段（渠首、支渠、干渠、毛渠、渠尾）的水草生长状态（长势、叶片形态、分布密度等）、水体外观（清澈度、杂质含量等）、周边环境（人类活动类型、渠壁材质等）信息，形成“古灌渠生态观察记录表”。基于观察结果，聚焦核心问题：“为何渠首与渠尾的水草生长状态差异显著？”

● 假设提出与讨论　引导学生从水质、光照、水流速度、渠壁材质、人类活动等维度提出假设，如“渠尾水质受污染导致水草生长不良”“水泥渠壁溶出物质影响水质”“渠尾水流速度较慢导致氧气不足”等，通过小组讨论梳理出3～5个具有探究价值的核心假设。

● 水质检测实验设计　明确实验探究的核心指标（如溶解氧、pH值、钙离子含量等），讲解各项指标的生态意义（溶解氧反映水体氧化还原状态，影响水生生物呼吸；pH值体现水质酸碱性，直接影响生物生存环境；钙离子含量可间接反映渠壁溶出或污染物排放情况）；学生分组设计实验方案，明确采样地点、检测步骤、数据记录方式等关键要素。

● 实验实施与数据采集　学生携带水质检测试剂盒、采样瓶等工具前往古灌渠，在预设的5个采样点采集水样，严格按照操作规范完成检测，记录各项指标数据，填写“水质检测实验报告单”。

● 数据分析与结论得出　各小组汇总实验数据，使用Excel进行数据统计与图表绘制，直观呈现不同渠段水质指标的变化趋势。借助人工智能工具（如“豆包”）分析数据差异的成因，如提问“渠尾钙离子含量偏高的可能原因”“溶解氧含量与水草生长的关联机制”等，结合实地观察结果，最终得出结论：渠首水质最优（溶解氧≥6 mg/L，pH值7.2～7.5，钙离子含量低），适宜水草生长；从渠首到渠尾，受水泥渠壁钙离子溶出、村民生活污水排放、垃圾丢弃等因素影响，溶解氧含量逐渐降低（渠尾≤4 mg/L），pH值呈弱酸性变化，钙离子含量显著升高，导致水草生长受抑制。

设计意图　本环节是课程的核心探究阶段，通过“观察—假设—实验—分析”的科学探究流程，让学生在实践中掌握跨学科探究方法。结合人工智能分析的实验数据，既保证了探究的科学性，又弥补了学生学科知识的局限性，培养了学生基于证据推理的严谨思维。

➲　环节 3．从技术视角分析问题成因

• 多因素关联分析　组织学生开展“古灌渠生态问题溯源”研讨会，结合水质检测结果、生态观察记录与文献资料，从自然因素与人为因素 2 个维度分析水质变化的成因（见图 4）。

自然因素：渠首与渠尾的水流速度差异（渠首水流湍急、水体溶氧量高；渠尾水流平缓、水体溶氧量低）、光照条件差异（渠首周边植被覆盖率低、光照充足；渠尾靠近村庄，建筑物遮挡导致光照不足）。

人为因素：渠尾靠近村口，存在生活污水直排、垃圾丢弃等现象；水泥渠壁替代传统土质渠壁，导致钙离子溶出，改变水体化学性质；农业生产中化肥农药的少量流失，影响水体营养平衡。

• 人工智能技术深度赋能　引导学生运用人工智能工具开展专项探究。

数据建模：绘制“水质指标－水草生长状态”关联模型，直观呈现各指标对水草生长的影响权重。

文献检索：搜索“农村生活污水处理的低成本技术”“水利工程生态化改造案例”等资料，为后续方案设计提供参考。

问题诊断：向人工智能提交“古灌渠生态现状报告”，获取问题分析建议，完善对生态问题的全面认知。

• 跨学科研讨　让地理、生物、化学等学科教师参与研讨，从学科视角深化对问题的理解，如地理教师解读水流速度与水质的关系，生物教师分析水草生长的生态需求，化学教师讲解污染物迁移的化学过程，帮助学生构建多维度的问题认知框架。

设计意图　本环节通过多因素分析与技术赋能，引导学生突破单一学科视角的局限，全面认识古灌渠生态问题的复杂性。人工智能技术的应用，不仅提升了探究的效率与深度，更培养了学生“技术服务于问题解决”的核心素养，为后续方案设计提供科学支撑。

➲　环节 4．从政策视角明确保护边界

• 政策法规研读　学生分组查阅与水利工程保护、水资源管理、文化遗产保护相关的法律法规，如《中华人民共和国水法》《中华人民共和国文物保护法》《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》等，梳理出与古灌渠保护直接相关的政策条款，制作“古灌渠保护政策要点手册”。

• 多方立场调研　以小组为单位走访不同利益相关者，了解对古灌渠保护与利用的诉求。



图 4　课堂展示

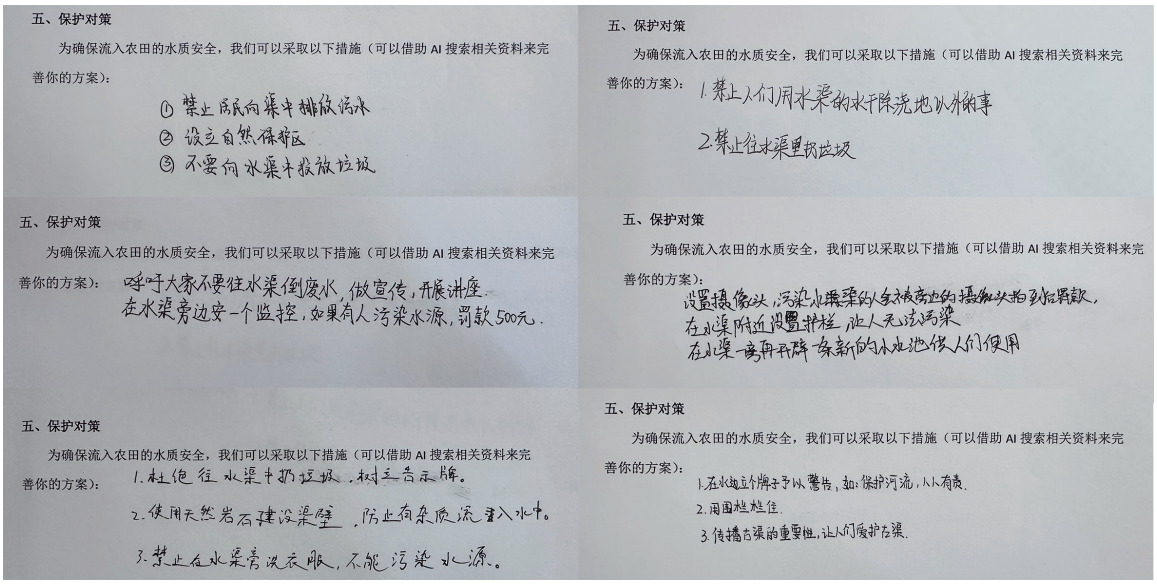


图 5　学生撰写的建议示例

走访农民：了解古灌渠灌溉效率、水质对农作物的影响，收集对古灌渠维护的建议。

走访村民：了解古灌渠的生态景观价值、生活污水排放现状，听取对环境改善的期望。

走访文物保护部门：咨询古灌渠作为文化遗产的保护要求与修缮标准。

走访环保部门：了解农村水资源保护的相关政策与技术规范。

● *立场分析与协商*　召开“古灌渠保护多方论坛”，学生代表扮演不同利益相关者，阐述各自立场与诉求，围绕“如何平衡灌溉功能、文化保护与生态修复”展开讨论。通过协商交流，学生认识到古灌渠保护需要兼顾多方利益，形成“生态优先、兼顾实用、传承文化”的共识。

设计意图　通过政策研读与多方立场调研，让学生了解古灌渠保护的政策边界与社会语境，突破单纯技术解决的思维局限。协商讨论的过程既培养了学生的换位思考能力，又让学生学会在多元利益诉求中寻求平衡，为后续方案设计的合理性与可行性奠定基础。

➲　环节 5．从实践视角践行保护行动

● *保护方案设计*　各小组基于前期探究成果，结合政策要求与多方诉求，设计“付家台古灌渠生态保护与可持续利用方案”，方案需包含以下核心模块。

——问题诊断：明确古灌渠生态面临的核心问题及成因。

——目标设定：制订短期（1 年内）、中期（3 年内）、长期（5 年内）生态保护目标。

——具体措施：涵盖污染控制（生活污水收集处理）、设施改造（生态化渠壁改造）、生态修复（水生植物种植）、宣传教育（村民环保引导）4 个维度，明确技术路径、实施主体与时间节点。

——预期效果：从水质改善、生物恢复、文化传承 3 个方面设定可量化的评估指标。

● *方案论证与优化*　邀请环保专家、水利工作者、村干部组成评审团，对各小组方案进行论证。评审团从科学性、可行性、经济性等角度提出修改建议，学生结合建议完善方案，形成最终版“古灌渠生态保护实施方案”。

● *实践行动落地*

——开展环保宣传：制作古灌渠保护主题海报、科普手册，在村庄开展宣传活动，向村民普及水资源保护知识与古灌渠文化价值。

——实施小型修复：在学校指导与村干部支持下，开展生态净化池试点建设（在渠尾种植芦苇、香蒲等净水植物）、垃圾清理等小型实践活动。

——提交政策建议：将优化后的方案提交给当地村委会、环保部门与文物保护部门，为古灌渠的系统性保护提供参考（见图 5）。

——成果展示与交流：举办古灌渠探秘成果展，通过模型展示、实验报告、方案海报、纪录片等形式，向师生、村民展示探究过程与实践成果，扩大活动影响力。

设计意图　本环节是探究活动的成果转化与实践延伸，通过方案设计、论证优化与落地实施，让学生实现从问题探究到行动践行的跨越。在实践过程中，学生不仅巩固了跨学科知识与技能，更体会到科学探究的现实价值，增强了社会参与的自信心与责任感，实现“知行合一”的育人目标。

◉ 活动评价

本课程采用过程性评价与成果性评价相结合的多元综合评价模式，对学生参与付家台古灌渠社会性科学议题跨学科实践活动的整体表现进行全面、客观、立体化评价，实现以评促学、以评促研。

➲ 过程性评价

过程性评价贯穿实地考察、实验探究、社会访谈、小组研讨等全部活动环节，重点记录学生探究行为与动态成长。在知识探究与实证记录层面，依托生态观察记录表、水质检测实验报告单、村民访谈记录表等过程性材料，评价学生野外观察的细致程度、实验数据的真实准确性、资料记录的逻辑性与规范性，考查学生对古灌渠水文特征、生态环境、人文历史等跨学科知识的理解与运用水平。

在合作探究与思维表达层面，通过教师随堂观察、小组互评、课堂论坛、议题辩论等多元方式，综合评定学生的小组分工协作能力、沟通交流能力与责任担当意识。同时重点关注学生在社会性科学议题研讨中的参与积极性、观点逻辑性、思维深度与思辨能力，考查学生面对古灌渠保护与开发的矛盾性问题时的科学判断与理性论证能力。

在数字素养与实践技能层面，针对性评价学生运用实验器材、数字化分析软件、人工智能辅助探究工具完成资料搜集、数据整理、成果分析的熟练程度与使用效度，考查学生数字化实践与创新探究能力。

➲ 成果性评价

成果性评价以学生最终形成的物化作品与展示表现为依据，综合评定学生跨学科实践的深度学习成效。围绕古灌渠历史发展时间轴、古灌渠保护政策要点手册、付家台古灌渠生态保护优化方案等核心成果，从科学性、创新性、实用性 3 个维度开展评价，检验学生整合历史、地理、生物学、道德与法治等多学科知识，解决古灌渠遗产保护、生态修复、文旅开发等真实社会议题的综合问题解决能力。同时，结合成果展示汇报环节，评价学生的语言表达、逻辑架构、临场展示与成果阐释能力，全面考查学生知识内化、成果转化与公众表达的综合素养。

◉ 结论

付家台古灌渠以“小切口、大视野”，串联工程、生态、社会与文化，是落实核心素养、推进跨学科学习的优质载体，其价值不仅在于知识学习，更在于思维培养、责任塑造与文化传承，让学生在解决真实问题的过程中成长为有科学素养、有社会担当、有文化自信的公民。

本次实践证明，社会性科学议题是落实新课程标准跨学科教学要求的有效载体，其核心价值在于让学生直面真实世界的复杂问题，在“做中学”“议中学”“行中学”中实现综合素养的全面发展。未来，我们将继续挖掘地域资源中的社会性科学议题，开发更多贴近生活、富有内涵的跨学科课程，让学生在解决真实问题的过程中成长为有科学精神、有文化底蕴、有责任担当的未来公民。

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.
[2] 林静. 社会性科学议题学习——从理念到实践 [M]. 合肥：安徽大学出版社，2022.
[3] 韩葵葵. 中学生的科学论证能力——结构、测评、发展及培养 [D]. 西安：陕西师范大学，2016.
[4] 张华. 跨学科学习：真义辨析与实践路径 [J]. 中小学管理，2017（11）：12-15.
[5] 林静，张乐潼. 社会性科学议题的内涵与教育价值 [J]. 中国科技教育，2020（9）：8-12.
[6] 陈鹏，田阳，黄荣怀. 基于设计思维的 STEM 教育创新课程研究及启示 [J]. 中国电化教育，2019（8）：82-89.
[7] 于志健，崔文浩，王强. 初中社会性科学议题跨学科实践活动——以“海洋教育系列课程——填海造陆”议题为例 [J]. 中国科技教育，2023（8）：45-49.