

融入非遗打铁花的高中化学项目式教学设计

梁欣如, 辛景凡*

赤峰大学化学与生命科学学院, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2026年6月22日; 录用日期: 2026年7月20日; 发布日期: 2026年7月27日

摘要

打铁花是国家级非物质文化遗产, 其表演过程蕴含丰富的化学原理, 但目前高中化学教学中尚未开发相关教学案例。为填补这一空白, 本文以打铁花为主题, 围绕核心驱动问题“如何用化学原理完整解释打铁花表演中的一系列现象?”, 设计了包含“赏·铁花之韵-探·铁花之理-传·铁花之新”三个递进阶段、四个核心探究任务的项目式教学方案并给出具体的活动内容, 引导学生将学科知识与传统文化相联系, 促进知识的理解与运用, 体会化学学科价值, 提高科学与人文素养, 增强文化自信。

关键词

打铁花, 项目式教学, 高中化学

Integrating the Intangible Cultural Heritage Datiehua into High School Chemistry Project-Based Teaching Design

Xinru Liang, Jingfan Xin*

School of Chemistry and Life Sciences, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

Received: June 22, 2026; accepted: July 20, 2026; published: July 27, 2026

Abstract

Datiehua, a nationally recognized intangible cultural heritage, involves performance processes rich in chemical principles. However, no teaching case based on Datiehua has yet been developed for high school chemistry education. To address this gap, this paper takes Datiehua as the theme and designs a project-based teaching scheme around the core driving question: “How can we fully explain the phenomena in a Datiehua performance using chemical principles?” The scheme consists

*通讯作者。

of three progressive stages—"Appreciating the Charm of Datiehua", "Exploring the Principles of Datiehua", and "Inheriting the Innovation of Datiehua"—along with four core inquiry tasks and detailed activity content. This design guides students to connect chemical knowledge with traditional culture, promotes deeper understanding and application of knowledge, enhances scientific and humanistic literacy, and strengthens cultural confidence.

Keywords

Datiehua, Project-Based Teaching, High School Chemistry

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中华优秀传统文化源远流长,是中华民族的精神命脉与文化根基。推动传统文化传承、强化传统文化教育,对落实立德树人根本任务具有深远意义。2021年教育部发布的《中华优秀传统文化进中小学课程教材指南》明确要求将中华优秀传统文化系统融入中小学教育体系[1]。《普通高中化学课程标准(2017年版2020年修订)》提出,教学内容应注重挖掘中华优秀传统文化蕴含的思想理念与人文精神,弘扬工匠精神;教学实施层面应重视真实情境的创设,组织探究活动,推动学生学习方式转变,培养实践能力与创新意识[2]。上述政策与课程标准的要求为非遗文化与化学教学的深度融合提供了明确依据。

近年来,非遗文化融入化学教学已积累了一定实践经验。张利梅等以非遗文化为载体,结合虚拟现实技术,围绕“燃料的燃烧”建构化学反应模型[3];薛建君以传统金属工艺为主题,融入中考二轮复习[4];王秋和何梦娟以油纸伞制作技艺为载体,设计了完整的项目式教学方案[5];孙欢等将传统米醋酿造工艺引入分析化学实验,设计了项目式教学[6];何德波以苗族蜡染技艺为情境,开展了有机化学复习的项目式教学[7]。可以看出,已有研究涉及油纸伞、酿造、蜡染等多种非遗类型,但打铁花这一国家级非物质文化遗产在化学教学领域仍属开发空白。

打铁花是表演类非遗的典型代表,其将生铁加热至1600℃以上熔为铁水,经击打后在空中剧烈燃烧、迸裂,形成“铁树银花”的壮丽景观。该技艺本身蕴含丰富的化学原理,覆盖合金、氧化还原、反应速率等多个高中化学核心知识点,且工艺流程形成完整逻辑链。项目式教学以真实问题为驱动、以探究任务为主线,强调学生在合作实践中自主建构知识、发展能力。这与打铁花所蕴含的教育价值高度契合。因此,将打铁花开发为高中化学项目式教学方案,有助于学生在解决“如何用化学原理完整解释打铁花现象?”这一核心问题的过程中,主动建构跨章节的知识网络,同时体会传统技艺与科学知识的内在关联。本文旨在挖掘打铁花中的化学素材,设计完整的项目式教学方案,为传统文化与化学教学的融合提供新的案例参考。

2. 项目的形成

2.1. 打铁花的文化意蕴与教学价值

打铁花是流传于我国河南、山西等地的传统民俗表演,2008年入选国家级非物质文化遗产名录。其基本工艺为:将生铁块放入熔炉,以木炭为燃料加热至约1600℃,使生铁熔化为铁水;表演者用特制柳木勺子舀起铁水,奋力击打至高空;铁水分散为无数微小液滴,与空气接触后剧烈燃烧、迸裂四射,

形成“铁树银花”的景观。该技艺源于古代民间祈福活动，承载着先民对火与铁的朴素认知，体现了传统工匠对材料与工艺条件的经验性把握，具有独特的文化价值与审美意蕴。

从化学教学视角看，打铁花工艺蕴含合金性质、氧化还原反应、反应速率等多个核心知识点，各环节之间存在紧密的内在逻辑关联。将打铁花引入高中化学项目式教学，能激发学生的探究兴趣，促使他们在真实情境中主动调用并整合分散于不同章节的化学知识，用以解释打铁花背后的科学原理。这一过程既实现了知识的综合运用，也有效增强了学生的文化认同感。

2.2. 打铁花中的化学原理及知识点

打铁花表演中包含着多个具有视觉冲击力的典型现象，每一个现象背后都对应着明确的化学原理。对这些原理进行梳理可以发现，它们分别指向高中化学课程中的若干核心知识点，同时也涉及初中科学及物理学科的衔接内容。明确这些现象、原理与知识点之间的对应关系，可以为后续项目活动设计提供直接依据。具体如表 1 所示。

Table 1. Chemical principles and knowledge points corresponding to the phenomena of Datiehua
表 1. 打铁花现象对应的化学原理及知识点

打铁花的现象	化学原理	对应知识点
原料选用生铁	生铁是铁碳合金，其熔点低于纯铁，熔点更容易达到	合金的性质；合金熔点低于组分金属
铁水击散后剧烈燃烧，火花明亮	铁与氧气发生氧化还原反应；铁水分散后比表面积剧增，反应速率显著加快	铁及其化合物的性质；影响化学反应速率的因素(接触面积)
火花呈树枝状不断分叉爆裂	生铁中碳反应生成 CO 气体，液滴内部气压增大导致外壳炸裂，形成连锁爆裂	碳的化学性质；化学反应与能量变化
柳木勺不会被烧穿，匠人赤膊不被烫伤	柳木含水汽化吸热、表层碳化形成隔热层；匠人汗液接触铁水瞬间汽化形成蒸汽膜，阻隔热传递	汽化吸热与隔热；莱顿弗罗斯特效应

2.3. 学情分析

本项目面向高中二年级学生。在知识基础上，学生已完成必修阶段“铁及其化合物”“氧化还原反应”的学习，初步掌握了铁的性质、氧化还原反应的基本概念及化学反应速率的影响因素，但各知识点仍相对孤立。在能力基础上，学生具备基本的实验操作技能和小组合作经验，但面对真实复杂情境时，自主拆解问题、设计探究路径的能力仍显不足，需要教师提供适度的思维支架。在心理特征上，高二学生好奇心强，对视觉冲击力强的现象有天然的探究欲望，且已具备一定的抽象思维能力，能在教师引导下进行因果推理和模型建构。

2.4. 项目目标

- (1) 通过探究打铁花的原料选择与燃烧现象，理解合金熔点低于组分纯金属的性质，认识到打铁花过程是铁与氧气发生的氧化还原反应，并能分析接触面积对反应速率的影响。
- (2) 通过分析铁花爆裂机制与匠人防护原理，能运用气体胀裂、汽化吸热及莱顿弗罗斯特效应解释传统工艺中的物理化学现象。
- (3) 通过对比打铁花与烟花的化学过程，形成基于证据的比较分析能力，初步建立从环境友好角度评价传统技艺的意识。

(4) 通过科普作品的创作与展示，感受化学知识与传统文化的内在联系，增强文化认同感与社会责任感。

3. 项目具体内容

3.1. 项目任务

本项目以“探秘打铁花”为主题，围绕核心驱动问题“如何用化学原理完整解释打铁花表演中的一系列现象？”，设计三个子项目：赏·铁花之韵－探·铁花之理－传·铁花之新，依次推进。总课时为5课时，各子项目的具体任务及设计意图如表2所示。

Table 2. Subtasks and instructional design intentions
表 2. 子项目任务及设计意图

子项目	任务	设计意图
子项目 1： 赏·铁花之韵	鉴赏打铁花，生成问题	激发学习动机，从感性观赏转向理性发问
子项目 2： 探·铁花之理	任务 1：原料的选择——为什么应生铁？ 任务 2：燃烧的原理——铁水为何能燃烧？ 任务 3：爆裂机制——火花为何呈现树枝状？ 任务 4：防护智慧——匠人为何没烫伤？	应用化学知识解释打铁花中的现象，基于真实情境建构核心概念，为创新传承提供科学支撑
子项目 3： 传·铁花之新	对比打铁花与烟花的化学差异；设计并创作科普作品	培养批判性思维与科学传播能力，增强文化传承意识

3.2. 项目活动与实施

子项目 1：赏·铁花之韵

【驱动性问题】欣赏打铁花的表演，了解其文化价值，产生可探究的问题。

【活动内容】课前，教师布置预习任务，要求学生查阅打铁花的历史渊源与传承现状。课堂开始，播放一段 2~3 分钟的打铁花表演视频，创设真实情境。学生观看打铁花视频，了解打铁花的文化价值和工艺流程。自主记录观察到的现象和想探究的问题，先在小组内讨论汇总，再进行全班分享。教师提供分类支架，引导学生将零散问题归纳为四类：原料选择、原理机制、防护智慧、比较延伸。各组将最感兴趣的问题写在便利贴上，张贴于教室“问题墙”。该墙贯穿整个项目，每完成一个探究任务后，学生回到墙前标注已解答的问题，并检查是否产生了新的疑问。

子项目 2：探·铁花之理

Table 3. Composition and melting point comparison of three iron materials
表 3. 三种铁质材料的成分与熔点对比

材料	含碳量	熔点/℃
生铁	2%~4.3%	1140~1200
熟铁	<0.1%	约 1500
纯铁	—	1538

任务 1：原料的选择——为什么选用生铁？

【驱动性问题】打铁花传承人强调一定要用生铁, 这是经验之谈还是有科学依据?

【活动内容】学生分组查阅资料, 完成表 3 生铁、熟铁、纯铁在成分与熔点上的对比。通过对比发现, 生铁的熔点远低于纯铁和熟铁。在木炭鼓风所能达到的加热条件下, 只有生铁能够完全熔化。学生自主建构合金熔点低于其组分纯金属的认知。教师提示生铁中的碳不仅降低熔点, 还在后续的火花爆裂中扮演着驱动角色。

任务 2: 原理探究——铁水为何能燃烧?

【驱动性问题】打铁花的原理是什么?

【活动内容】对于打铁花的原理, 学生基于已有知识提出两种猜想: ① 铁水仅仅是熔化后重新凝固; ② 铁在高温下与氧气发生燃烧反应, 生成四氧化三铁。两种猜想的核心分歧在于产物是什么。为探究这一问题, 教师提供已知的纯铁粉和四氧化三铁粉末两种样品, 要求学生设计方案进行鉴别。

学生小组讨论并设计检验方案。回顾铁及其化合物的性质差异, 依次采用磁铁吸引、与稀盐酸反应、硫氰化钾显色等步骤, 分别检验两种样品。通过实验, 学生观察到: 纯铁粉可被磁铁吸引、与稀盐酸反应产生气泡、溶解后滴加 KSCN 不变红; 四氧化三铁可被磁铁吸引、与稀盐酸反应无明显气泡、溶解后滴加 KSCN 变红。由此, 学生建立了鉴别铁单质和四氧化三铁的方法体系。

基于上述方法, 教师引导学生查阅资料并结合打铁花的表演现象进行分析: 打铁花后的黑色残留物在文献中被报道为四氧化三铁和少量未反应铁单质的混合物。综合本节课所学的鉴别方法, 学生可以推断若将上述检验方法应用于打铁花残留物, 应观察到“磁铁吸引、加稀盐酸产生气泡、KSCN 变红”的结果, 从而说明残留物中既有四氧化三铁, 也有未被氧化的铁单质。因此, 打铁花不是简单的铁水熔化凝固, 而是铁在高温下与氧气发生氧化还原反应的过程。

实施建议: 本实验涉及已知样品的鉴别操作, 可在常规实验室中进行。在操作过程中教师和学生需要佩戴护目镜和手套。

【驱动性问题】铁丝在空气中加热只能变红热, 为何铁水击散成微小液滴后便能剧烈燃烧?

【活动内容】学生回顾已学知识, 回忆“其他条件不变时, 增大反应物接触面积可加快化学反应速率”的原理。学生据此提出分析: 铁水被击打分散为无数微米级液滴后, 总表面积呈数量级增长, 铁原子与氧气分子的碰撞频率急剧提高, 因此反应速率显著加快, 从红热转变为剧烈燃烧。解释了铁水能剧烈燃烧的原因。教师引导学生进一步举例说明: 生活中将煤块粉碎后燃烧更旺、粉末状金属比块状金属更易氧化等, 均体现了同一原理。

任务 3: 爆裂机制——火花为何呈现树枝状?

【驱动性问题】铁花在空中不断炸裂、分叉, 形成“铁树银花”般的形态, 是什么原因造成的?

【活动内容】教师引导学生回顾任务一中埋下的伏笔, 生铁含碳 2%~4.3%, 并追问碳在高温下可能发生的反应。学生书写碳与氧气反应生成二氧化碳或一氧化碳的方程式。教师补充说明, 铁水液滴被击出后表面先凝固形成外壳, 此时内部氧气有限, 一氧化碳的生成更为关键。碳与残留氧反应生成一氧化碳气体, 气体积聚导致壳内压强增大, 最终外壳炸裂, 铁液飞溅。新露出的铁液接着凝固、产气、炸裂, 形成多级连锁爆裂, 宏观上便呈现出树枝状的火花形态。

拓展延伸: 打铁花爆裂过程还涉及更深层次的物理化学机制。从金属凝固角度看, 铁水液滴表面遇冷后优先凝固形成薄壳, 而内部仍保持液态, 这种“外壳-内核”结构是后续气压爆裂的前提。从液滴动力学角度看, 液滴大小、飞行速度、空气阻力等因素共同决定了爆裂的时空分布。此外, 生铁中碳含量不仅影响熔点, 还影响铁水的流动性和表面张力, 进而影响火花形态的细腻程度。建议学有余力的学生可进一步查阅相关资料, 进行更深层次的跨学科探究。

任务 4: 防护探究——匠人为何没烫伤?

【驱动性问题】铁水温度高达 1600℃ 以上，匠人却赤膊上阵，用柳木勺舀铁水，其中蕴含着怎样的科学原理？

【活动内容】学生从燃烧三要素的角度进行初步分析。随后教师播放莱顿弗罗斯特效应的科学演示视频，学生观察到水珠在高温表面滚动且久久不蒸发的现象。由此引出莱顿弗罗斯特效应，当液体接触远高于其沸点的热表面时，界面瞬间形成绝热蒸汽膜，显著减缓热量传递[8]。学生由此总结出：当液体接触远高于其沸点的热表面时，界面瞬间形成绝热蒸汽膜，显著减缓热量传递。

基于这一原理，学生进行分析。新鲜柳木中含大量水分，遇高温时汽化大量吸热，使木勺表面温度维持在约 100℃，远低于木材着火点。同时表层木材碳化形成多孔隔热层，进一步阻碍热量向内传递。匠人皮肤表面的汗液接触铁水微滴时瞬间汽化，形成蒸汽膜阻隔热传递；加之铁水微滴质量极小、接触时间极短，故不造成烫伤。

教师需特别强调：该效应有条件限制，铁水量大或接触时间延长仍会造成严重烫伤。学生将上述分析与燃烧三要素建立联系，明确防护的本质是阻断热量传递，而非消除可燃物。莱顿弗罗斯特效应的本质是热量传递方式的转变，当表面温度远高于液体沸点时，液体无法直接接触热表面，热量传递由传导变为辐射和对流，传热效率大幅降低。这一原理在现代工业中有着广泛应用，如淬火工艺中利用蒸汽控制冷却速度、航天器热防护系统中利用发汗冷却技术等。教师在教学中可引导学生查阅相关资料，将传统技艺中的科学原理与现代工程技术建立联系，深化对“科学源于生活、服务于生活”的理解。

子项目 3：传·铁花之新

【驱动性问题】打铁花与烟花有什么不同？

【活动内容】学生从反应物、产物、环境影响三个维度，对比黑火药型烟花与打铁花的化学过程。小组讨论后得出结论：打铁花不产生二氧化硫和重金属烟尘，从产物角度看确有“绿色”的一面；但表演本身需燃烧大量木炭产生二氧化碳，且表现形式相对单一。这一辩证分析训练了学生基于证据的批判性思维。烟花与打铁花的具体化学过程对比如表 4 所示。

Table 4. Comparison of chemical processes between fireworks and Datiehua
表 4. 烟花与打铁花的化学过程对比

对比维度	烟花	打铁花
核心反应物	硝酸钾、硫磺、木炭、金属盐发色剂	生铁、氧气
主要产物	CO ₂ 、N ₂ 、SO ₂ 、重金属氧化物粉尘	Fe ₃ O ₄ 、CO ₂
主要环境影响	SO ₂ 、氮氧化物等	CO ₂

【驱动性问题】新时代下，我们怎样从科学的视角传播和弘扬打铁花？

【活动内容】学生基于小组讨论，从多角度提出创新传承方案，例如利用短视频平台制作“打铁花中的化学奥秘”系列科普视频，用通俗语言讲解合金熔点、氧化还原、反应速率等原理，扩大公众对非遗文化科学内涵的认知；设计 AR 体验项目，沉浸感受铁花飞舞的视觉冲击，并实时显示对应的化学原理动画，增强互动性与教育性；将打铁花元素融入文创设计，如光影灯饰、金属工艺摆件、科学教具等，使非遗文化以实用产品形式走进日常生活；同时探索替代燃料或优化燃烧方式，减少木炭消耗和二氧化碳排放，提升打铁花表演的生态友好性。

课后布置选择性任务，学生可通过撰写科普文章、摄影、绘画、设计文创产品、制作短视频等方式展示对打铁花的理解与创新构想，并通过汇报、墙报、展览等多种形式展示项目学习成果。

3.3. 项目评价设计

项目评价采用过程性与终结性相结合的方式，评价量规在项目启动时向学生公布，以发挥评价的导向功能。具体方案如表 5 所示。

Table 5. Project-based learning evaluation rubric
表 5. 项目学习评价量表

评价类型	评价维度及权重	评价方式及指标	主要评价指标
过程性评价 (60%)	科学探究(24%)	实验记录单、操作观察	方案合理性、操作规范性、观察记录的完整性
	知识理解(20%)	课堂问答、小组汇报	核心概念的准确性、现象解释的合理性
	合作交流(16%)	组内互评表	参与度、贡献度、倾听与回应能力
终结性评价 (40%)	科普作品(40%)	教师评价+组内学生互评	科学性、创意性、文化阐述、表达规范

4. 结论

本文以国家级非物质文化遗产“打铁花”为主题，设计了一套面向高中二年级学生的化学项目式教学方案。从化学视角对打铁花工艺进行了系统解构，提炼出合金性质、氧化还原反应、反应速率与气体爆裂、汽化隔热四个核心原理；按照“赏·铁花之韵－探·铁花之理－传·铁花之新”三个阶段，设计了包含原料选择、燃烧原理、爆裂机制、防护智慧四个探究任务的项目流程，并配套了相应的评价方案。本设计将非遗文化与化学及相关学科知识有机融合，引导学生能够在真实文化情境中运用多学科知识分析解释打铁花现象，促进知识的理解与运用，增强文化自信，为传统文化进课堂提供了新的素材与路径，也可为其他教师开展类似的教学提供参考。

基金项目

内蒙古自治区科学技术厅项目(2023LHMS02009)；内蒙古自治区教育科学“十四五”规划 2025 年度课题(2025NGHGZ083)；赤峰大学 2026 年度第二批博士科研创新发展基金项目(BSJJ2610)。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《革命传统进中小学课程教材指南》《中华优秀传统文化进中小学课程教材指南》的通知[EB/OL]. 2021-01-19.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202102/t20210203_512359.html, 2024-06-14.

[2] 教育部. 普通高中化学课程标准（2017 年版 2020 年修订）[S]. 北京：人民教育出版社, 2020: 71-74.

[3] 张利梅, 陈悦, 吴波. 基于非遗文化和虚拟现实技术建构化学反应模型和思维模型的初中化学教学-燃料的燃烧[J]. 化学教育(中英文), 2026, 47(9): 8-15.

[4] 薛建君. 核心素养导向的初中化学二轮复习创新实践——以“跨越千年·探寻金属的足迹”教学设计为例[J]. 华夏教师, 2025(36): 85-87.

[5] 王秋, 何梦娟. 融入非遗技艺的高中化学项目式教学设计——“探秘油纸伞”[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2024, 47(4): 486-495.

[6] 孙欢, 汪莉, 王素琴, 等. “非遗”情境下分析化学实验项目式教学——传统米醋的酿造、分析与评价[J]. 化学教育(中英文), 2024, 45(12): 25-35.

[7] 何德波. 以苗族蜡染技艺为情境的有机化学复习项目式教学[J]. 中学化学教学参考, 2024(14): 57-61.

[8] 姚凤, 操江飞, 韦寿莲, 等. 基于手机录像实现莱顿弗罗斯特现象的观察[J]. 化学教育(中英文), 2021, 42(10): 86-89.