

“科研+美育”融入“无机化学”课程教学改革创新——以钛单质的性质和用途为例

付翠翠*, 李亚兰, 李洋洋
长江师范学院, 重庆

摘要: 《无机化学》是化学学科的经典分支之一, 是化学类各专业的第一门专业基础课程, 它对学生的专业学习起着承前启后的作用。课程分为化学原理和元素化学两部分, 旨在培养学生对一般无机化学基础理论和重要知识的理解和掌握能力, 以及学生的科学思维能力、分析和解决问题的综合运用能力。本课题以“钛单质的性质和用途”为例, 阐述了教学和科研融合互动, 以科学研究反哺教育教学, 促进学生全面发展; 思政和美育双轨并进, 协同育人, 着力增强育人实效。

关键词: 科研; 美育; 融合互动; 教学改革; 钛单质

“Scientific Research + Aesthetic Education” is Integrated into the Teaching Reform and Innovation of “Inorganic Chemistry” Course—— Take the Properties and Uses of titanium as an Example

Cuicui Fu*, Yalan Li, Yangyang Li
Changjiang Normal University, Chongqing

Abstract: Inorganic Chemistry is a classic branch of chemistry and serves as the first foundational course for students in all chemistry-related majors. It plays a crucial role in bridging the gap between previous and subsequent studies. The course is divided into two main sections: chemical principles and elemental chemistry. Its aim is to develop students' understanding and mastery of fundamental theories and key knowledge in general inorganic chemistry, as well as their scientific thinking skills, analytical abilities, and problem-solving capabilities. This paper uses the properties and applications of titanium as an example to illustrate how teaching and research can be integrated and interact, using scientific research to enhance educational practices and promote the all-round development of students. It also highlights the dual-track approach of ideological and political education and aesthetic education, which work together to enhance the effectiveness of student development.

Keywords: Research; Aesthetic Education; Integration and Interaction; Teaching Reform; Titanium

*作者简介: 付翠翠, 1988年9月出生, 女, 汉族, 黑龙江安达人, 副教授, 博士研究生, 研究方向: 纳米材料和拉曼光谱; 李亚兰, 2004.5, 女, 汉族, 河南南阳人, 讲师, 本科, 理学学士, 研究方向: 拉曼光谱生物传感器; 李洋洋, 1988年4月出生, 黑龙江哈尔滨人, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 稀土材料上转换发光。

1 引言

《无机化学》课程开设于大一新生刚入学阶段,高校教学过程与中学教育差别较大。学生已经习惯了高中阶段填鸭式的教学模式,学习知识主要通过“主动教,被动学”以及记忆背诵和大量练习来实现。这种学习模式,导致学生缺乏自主学习和科学探究能力。因此,创新教学模式和方法,提升学生的学习兴趣,激发学生自主学习意识,提高学生的科学探究能力,是课程面临的问题和挑战。

另一方面,与思政教学相互渗透、相辅相成的美育教学往往被忽视,在《无机化学》课程教学中,教师对于美育思想及美育元素缺少深入的思考,这样的教学必然导致学生审美能力的不足。因此,如何将思政和美育协同并进,潜移默化的融入课程教学,满足学生多元化发展的需要,是我们着力解决的问题。基于此,本文将主要探讨“科研与美育”融入课堂教学的有效途径,促进学生在实践中学习,增长知识,提升能力。

2 科研融入,提高学生主动学习的积极性

2.1 利用科学实验,引导学生的好奇心向求知欲转化

《无机化学》是一门基础理论课程,内容涉及大量的概念、复杂的规律、抽象的结构以及庞杂的元素性质等知识。学生在学习的过程中经常会出现枯燥厌烦的情绪,导致课堂教学效果不理想。因此,在枯燥的教学过程中,引入有趣的科学实验是一种非常有效的引导学生的好奇本能向求知欲升华的方法。[1-3]例如《无机化学(二)》即元素化学部分是在化学原理的基础上系统地介绍元素及其化合物的性质及反应规律。当讲到铅元素的性质时,可以用硝酸铅和碘化钾反应来制备碘化铅,生成的碘化铅沉淀呈现亮黄色并闪闪发光,就像在下“黄金”雨一般,非常漂亮;当讲到硅酸盐的性质时,可以在硅酸钠的水溶液中加入一些铜盐、钴盐等,就可以观察到溶液中逐渐“生长”出树枝状的结构。而且,各种“树枝”还会呈现不同的颜色,宛若一座“水中花园”;当讲到钛元素的性质时,可

以将一个扭曲变形的钛合金回形针放在热水里,竟然立刻恢复成原来的形状,这种现象被称为形状记忆效应。在《无机化学》教学中,蕴含着非常丰富的实验素材,教师在教学过程中,要充分挖掘出这些能够激发学生好奇心,提升学生求知欲的科学实验,拓展学生的视野,提高学生的审美能力。

2.2 结合学科前沿,提高学生对课程的学习兴趣

“兴趣是最好的老师”。[4]以前沿科技为兴趣引擎的学习环境,造就了一批批诺贝尔奖获得者、一批批比尔盖茨、乔布斯、扎克伯格,一代又一代,长盛不衰。以无机化学课程为例,如何与前沿相结合呢?以前面提到的钛合金的形状记忆特性为例,可以这样给学生讲:钛合金可用于制造探索宇宙奥秘的月球天线,在高温环境下,利用形状记忆合金制成天线,再在低温下把它压缩成一个体积为原来的千分之一的小铁球,然后运上月球,在太阳强烈的辐射下,小铁球恢复成原来的形状,向地球发回宝贵的宇宙信息。可以在课堂上给学生现场展示形状记忆效应的原理,其实是金属内部一种特殊的相变,也就是原子位移导致的相变,这种相变的特点是在不同温度下反复发生,而不损失能量[5]。这样的课程设计,不仅可以让学生学到钛合金的特殊性质,领略化学物质的用途之美,同时也让学生了解最前沿的航天知识,激发学生学习无机化学课程的兴趣。

2.3 通过科研过程促进学生对理论知识的掌握与运用

科研实践是深化理论认知与能力转化的核心桥梁。在钛单质教学中,以光谱实验为载体的探究活动将抽象概念转化为可操作的认知路径。学生通过设计紫外-可见吸收光谱实验,捕捉三价钛离子的特征吸收峰,原本停留在课本中的“d-d电子跃迁”“配体场分裂能”等术语,在光谱曲线的起伏间具象为可量化的能量传递模型。当学生将实验结果与色相环对照时,不仅验证了显色机理的科学本质,更在紫光波长与黄绿吸收峰的互补映射中,发现理论公

式与视觉现象的深刻联结，这种从数据到规律的升华过程，使《物质结构》中晦涩的量子化学原理，蜕变为解释色彩美学的钥匙。

而在四价钛水解行为的拉曼光谱研究中，学生通过追踪特征峰位移的动态轨迹，将“水解聚合”这一静态文字描述激活为可视化的分子运动图景。随着光谱峰位迁移与溶液浊度变化的同步呈现，不可见的离子重组过程被解构为有序的化学语言：钛氧键的断裂与重建、多核簇的定向组装，恰似一场精密的“分子编舞”。这种科研实践不仅强化了学生对《化学平衡》理论中“勒夏特列原理”的理解，更引导其从溶液透明度渐变的现象中，提炼出化学反应的空间韵律美——浊度不再仅是实验现象，而是微观世界结构演变的诗意表达。

两个实验形成认知与审美的双螺旋升华。科学思维深化：光谱数据使“晶体场分裂”“水解平衡”等理论转化为可操作的验证手段，学生通过自主实验设计理解理论对现象的预测力；美学感知升华：色相环的对比揭示色彩科学规律，水解过程的视觉演变诠释分子运动的艺术性，引导学生在理性探究中主动发现化学的感性之美。当学生意识到三价钛的紫色饱和度与吸收峰强度呈数学关联，或观察到四价钛乳光现象与光谱峰宽同步变化时，他们建立的已不仅是知识体系，更是科学探索与审美体验交融的认知范式——这正是科研反哺教学、美育滋养科学的生动实践。

3 美育渗透：挖掘化学的视觉与人文之美

美育在自然科学课程中的渗透，本质是引导学生发现物质世界的秩序与和谐。通过了解化学物质的视觉形态、功能价值及文化意涵，可唤醒学生的审美直觉与人文关怀，使理性认知与感性体验协同共生。

3.1 化学物质的视觉形态之美

化学的视觉之美首先体现于物质形态的多样性与演变过程。以钛元素为例：天然金红石（ TiO_2 ）矿石呈现璀璨的金色光泽，经高温还原提纯后转化

为银灰色金属钛锭，其表面流转的冷冽金属光泽与矿石的原始粗粝形成鲜明对比，这一转化过程本身就是人类技术重塑自然之美的生动诠释。深入微观层面，钛的六方密堆积（HCP）晶体结构通过三维动态模型可视化后，展现出原子层有序堆叠的几何对称性——密排面以ABAB方式循环延展，原子配位数达12，空间利用率高达74%。这种高度有序的微观排列不仅解释了钛“高比强度、低密度”的物理特性（密度 4.5g/cm^3 ，抗拉强度 $>900\text{MPa}$ ），更揭示了材料性能与结构美学的内在统一。而在宏观实验中，钛镍形状记忆合金在热水中瞬间恢复原状的动态过程，原子集体位移引发的孪晶界迁移如同微观世界的精密舞蹈，将抽象的热力学原理转化为具象的结构重组之美。教学中，通过展示钛合金眼镜架、运动器械等生活用品，其流线型设计融合金属冷光与轻量化特性，使学生直观感受化学材料在工业设计中的美学表达。

3.2 科技应用中的功能与伦理之美

化学物质的价值升华于其服务人类文明的实践。钛的应用案例深刻诠释了科技的功能美学与伦理维度：在航天领域，阿波罗登月舱的钛合金支架以不足钢铁一半的密度（ 4.5g/cm^3 vs 7.8g/cm^3 ）承载起人类探索宇宙的宏愿，其简约而坚固的结构设计凝练着“以轻驭重”的工程智慧；高温环境下钛燃料罐涂层的稳定性（熔点 1668°C ，热膨胀系数 $8.6\times 10^{-6}/\text{K}$ ）更彰显材料在极端条件中的可靠之美。转向生命医疗领域，钛合金人工关节的生物相容性成就了另一种美学境界——植入体表面自生成的纳米级 TiO_2 氧化膜有效阻隔金属离子释放，避免免疫排异反应；多孔钛骨支架通过调控孔径（ $100\text{--}500\text{ }\mu\text{m}$ ）模拟松质骨结构，促进成骨细胞攀附生长。当学生理解一根钛髋关节如何让瘫痪者重获行走能力时，“化金属为生命”的科技温度便超越了功能本身，升华为守护尊严的伦理之美。然而，钛冶炼的克劳尔法（ $\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + 2\text{MgCl}_2$ ）暴露出高能耗痛点（反应需 $1000\text{--}1100^\circ\text{C}$ 高温，吨钛耗电高达4万度），这促使师生共同反思科技发展的可持续责任，进而引入熔盐电解法等绿色技术进展，

在批判性讨论中深化“性能卓越需以环境友好为基石”的生态伦理观。

3.3 文化视野中的化学人文之美

化学的人文之美根植于其与文明进程的深刻互动。钛元素的命名史便是一部微型文化史诗：1795年德国化学家克拉普罗特从希腊神话泰坦巨人（Titans）中汲取灵感，以“Titanium”致敬其不屈的强韧特质；而中文“钛”字以“钅”为形旁、“太”为声旁，既标注金属属性，又暗喻“至大至刚”的东方哲学，折射出中西文化对材料特性的共识与互鉴。在艺术领域，钛合金簧片应用于现代管乐器，其高比弹性模量（~110 GPa）赋予音色清越透亮的特质，恰似李贺诗句“昆山玉碎凤凰叫”的物理诠释——材料科学通过声波频率调制，将千年前的文学意象转化为可测量的声学美感。这种文理交融的视野，使学生意识到化学不仅是实验室中的反应方程式，更是文明叙事中跃动的音符。

4 教学总结与反思

本课程以钛单质为核心载体，通过构建“科研探究-美育渗透”双轨教学模式，有效破解了《无机化学》基础课教学中长期存在的认知抽象化与价值疏离化困境。教学实践表明，该模式在三维目标达成上成效显著：知识建构层面，学生通过“物理特性（：密度4.5g/cm³，强度1380MPa）→科研实验→航天/深海应用”的链条式学习，突破了元素化学的碎片化记忆瓶颈，单元测验中钛相关知识点正确率达92.7%（较对照班提升16.2个百分点），且85%的学生反馈“能具象化理解相变热力学等抽象理论”。

然而，双轨融合仍面临三重结构性矛盾亟待优化：其一，基础性与前沿性失衡——本科教学需夯实克劳尔法原理等基础，但钛的应用会涉及《材

料科学》高阶知识）。其二，美育评价标准化缺失——钛晶体艺术模型等创意作品难以量化评估。其三，跨学科协同机制缺位——化学教师缺乏艺术训练，设计专业师不懂材料科学。

当学生为钛合金火箭发动机的流线造型惊叹，为深海钛球舱抵御110MPa压力的几何纯粹震撼时，“科研求真”与“美育臻善”已在认知深层交融。这种交融绝非简单叠加，而是以“需求-结构-性能”为逻辑链，以“科技向善”为价值锚点（如医用钛植入体守护生命尊严）的范式重构。唯有持续打破学科壁垒、创新评价工具、深挖文化基因，方能使“九天揽月之豪情”与“五洋捉鳖之智性”真正内化为学生的科学精神与人文底色。

致谢

本文由基金项目：2024年长江师范学院教改重点项目：《无机化学》课程线上线下混合式教学模式的探索与实践（JG024208）资助。

参考文献

- [1] 王秀芳, 李启毕, 刘春叶. 高等教育中的无机化学教学改革探索——以“合成和表征铜氧化物纳米颗粒”实验为例[J]. 广东化工, 2024, 51(12): 182-184.
- [2] 颜鲁婷, 韩永生, 戴春爱, 等. 引入科研创新案例促进无机化学混合式教学[J]. 化工高等教育, 2023, 40(02): 101-107.
- [3] 邓瑶瑶, 柏寄荣, 向梅, 等. 以研促教、教研相长——将锌-空气电池研究融入《无机化学》课程教学[J]. 广东化工, 2025, 52(08): 159-160+169.
- [4] 冯沁雪, 岳昌君. 兴趣是最好的老师——高校毕业生专业兴趣对就业能力的影响研究[J]. 高等教育研究, 2023, 44(05): 81-89.
- [5] 余华军. 形状记忆合金的温度记忆效应研究[D]. 电子科技大学, 2006.

