

物理化学实验课程思政的建设与实践

田福平*, 戴岳, 黄斐斐, 王瑜, 王新葵, 王旭珍, 姜文凤*

大连理工大学化学学院, 辽宁 大连 116023

摘要: 针对传统物理化学实验教学过程中师生双方更重视知识和技能的提升、而在价值塑造方面相对薄弱的问题, 课程教学团队秉承“以学生发展为中心, 以能力培养为导向”的教学理念, 凝练知识-能力-素养“三位一体”的课程教学目标, 实施“三阶递进”课程思政教学设计, 建设“六个主题”课程思政素材库, 制定“双结合”课程思政育人效果评价体系。打造课程思政全程自然渗透、学生高度参与的活力课堂, 实现学生能力培养和价值塑造的同向同行。

关键词: 物理化学实验; 课程思政; 创新能力培养; 价值塑造

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice of Curriculum Ideological and Political Education in Physical Chemistry Experiment

Fuping Tian*, Yue Dai, Feifei Huang, Yu Wang, Xinkui Wang, Xuzhen Wang, Wenfeng Jiang*

School of Chemistry, Dalian University of Technology, Dalian 116023, Liaoning Province, China.

Abstract: In traditional physical chemistry laboratory teaching, both educators and students tend to focus primarily on the enhancement of knowledge and skills, often neglecting the development of values. To address this issue, the teaching team adheres to the philosophy of “student-centered development, with a focus on cultivating abilities”. The curriculum aims to integrate knowledge, skills, and character through a “trinity” framework. A “three-stage progressive” approach to ideological and political education is implemented, alongside the establishment of a “six-theme” resource library for ideological content. Additionally, a “dual-combination” system is developed for evaluating the effectiveness of ideological and political education. This approach fosters a dynamic classroom environment where ideological education naturally permeates throughout the course, encouraging high levels of student participation, with the goal of achieving parallel growth in both students’ skills and value formation.

Key Words: Physical chemistry experiment; Course ideological and political education; Cultivation of innovation ability; Value formation

化学是一门以实验为基础的学科, 实验教学在化学化工等专业的人才培养中具有举足轻重的作用。我国著名无机化学家、化学教育家戴安邦院士曾指出: “全面的化学教育要求教学既传授知识和技术, 更训练科学思维和方法, 还培养科学精神和品德^[1]。”2020年6月, 教育部印发《高等学校课程思政建设指导纲要》, 明确指出, 把思想政治教育贯穿人才培养体系, 全面推进高校课程思政建设, 发挥好每门课程的育人作用^[2]。这就要求所有教师在课程教学过程中从课程思政的高度做到教

收稿: 2024-08-20; 录用: 2024-10-23; 网络发表: 2025-01-10

*通讯作者, Emails: fptian@dlut.edu.cn (田福平); jiangwf@dlut.edu.cn (姜文凤)

基金资助: 教育部产学合作协同育人项目(230804807301541); 国家质量工程项目(ZL2023137, ZL2022034)

书与育人的统一。

物理化学实验课程，作为化学化工等专业的核心实验课程之一，综合运用物理学的实验技术和手段及数学工具来研究物质的物理化学性质和化学反应的规律。课程具有逻辑性强、应用面广、多学科交叉的显著特点。因此，该课程是对学生进行发现问题、科研探究和实践创新等方面能力培养的优秀载体。但在原有的教学过程中，师生双方往往更重视知识和技能的提升，而在价值塑造方面相对薄弱，没有充分发挥实验课程在育人方面的优势。针对此问题，国内多所高校的物理化学实验教师以立德树人为出发点和落脚点，将实验内容与国家能源安全战略对接、与国家重大工程衔接^[3]，从资源循环利用、学以致用^[4,5]等多个角度进行课程思政素材的挖掘和教学应用，取得了很好的教学效果。大连理工大学基础化学实验中心也较早地进行统筹规划，各实验课程共同建设化学实验课程思政素材库，发挥了较好的育人成效^[6]。在此基础上，物理化学实验课程教学团队结合课程本身的特点，秉承“以学生发展为中心，以能力培养为导向”的教学理念，继续深入挖掘与课程内容密切相关的思政元素，充分利用实验课堂的优势，精心设计和组织各教学环节，在实验技能提升与理论知识学习的同时，自然融入思政元素，实现学生能力培养和价值引领的同向同行。

1 物理化学实验课程思政建设

1.1 凝练“三位一体”课程教学目标

基于我校化学化工专业“着重培养高素质创新型人才”的人才培养要求，课程教学团队于2020年对课程教学大纲进行了修订，重新梳理并凝练出知识-能力-素质“三位一体”的课程教学目标，同时在教学大纲中体现出与各实验项目的教学内容相对应的思政素材。

课程教学目标为：

知识目标。能够利用物理化学实验技术测定物性数据，能够说明实验测量的原理和方法，能够对实验数据进行归纳和误差分析，说明物理化学研究方法。

能力目标。能够运用物理化学基本原理分析解释实验现象；具有实验方案的设计和优化能力；能够综合分析和解决热力学、动力学、表面及胶体、电化学等领域的复杂实际问题。

素质目标。形成物理化学学科思维，具有客观求实的科学态度；能够树立正确理想信念和价值观，有社会责任感和职业使命感，具有家国情怀和民族自信、文化自信。

1.2 实施“三阶递进”课程思政教学设计

为了实现教书与育人的有效融合，教学团队在教学过程中实施引发-展现-提高“三阶递进”式课程思政教学设计。实验前，以丰富数字化教学资源引导学生进行高质预习^[7]，设置含有思政元素的问题引发学生思考，预埋思政伏笔；实验中，注重学生在实验课堂的亲眼所见和切身感悟，从学生的所见所疑所感出发，将实验方案设计、实操探究和前沿应用中蕴含的思政元素自然融入到教学过程，通过加强课堂讨论构建活力课堂，充分发挥实验课堂的育人主渠道作用；实验后，学生团队合作进行文献调研，完成课程作业，或者参加实验竞赛、从拓展提高中感悟所学知识如何满足国家需求，根植科技强国的家国情怀(见图1)。

1.3 建设“六个主题”课程思政素材库

为有效实施上述课程思政教学设计，教学团队深入挖掘本课程教学内容中的12个实验项目所蕴含的思政素材，并以显性隐性结合的方式，凝练为“方法论”“大国工匠”“创新精神”“社会责任”“道德修养”和“家国情怀”等六个思政主题(见图2)，形成可迁移、多形态的课程思政素材库，共同服务于课程育人目标。在此框架下，我们以实验项目为载体，在教学过程中采用问题导入、课堂讨论、案例分析、课堂演示、小组合作等教学方法融入思政素材，落实育人目标。表1给出部分实验项目的思政素材及融合的知识点、对应的思政元素和融入方法。

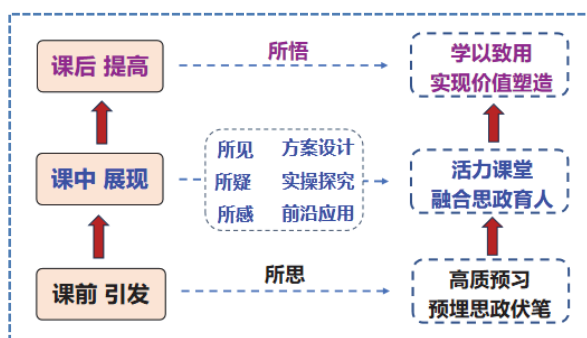


图1 “三阶递进”式课程思政教学设计

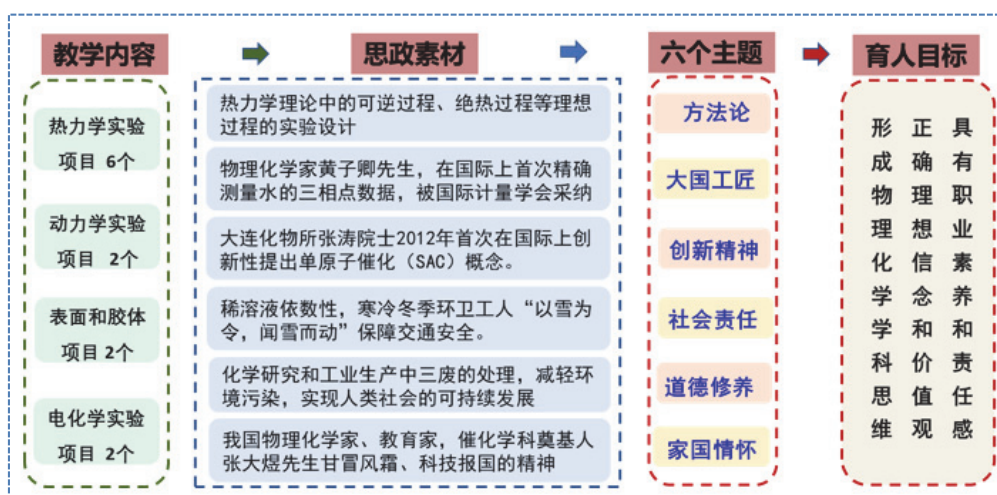


图2 六个课程思政主题

1.4 制定“双结合”课程思政育人效果评价体系

我们依据实验课程的教学特点,设计兼顾知识-能力-素养的“双结合”考核评价体系,即过程性评价(70%)与终结性评价(30%)相结合,线上评价与线下评价相结合。过程性评价体现在实验各个环节^[8],包括实验预习(预习报告+虚拟实验+预习测试)、实验操作、实验报告、讨论创新、实验素养等。终结性评价包括期末笔试(20%)和课程作业(10%)。各个评价环节所对应的能力和素养要求见图3。深度融合了信息技术的评价体系具有贯穿全程、标准公开、即时反馈、利于学生持续改进的特点。

2 物理化学实验课程思政实践

下面以溶液表面张力及吸附分子横截面积的测定实验为例,介绍三阶递进式课程思政在教学过程中的实施。

2.1 高质预习,预埋思政伏笔

在实验课前,引导学生使用我校建设的物理化学实验线上教学资源进行自主学习,鼓励学生将预习过程中遇到的问题在慕课堂留言。线上问题征集为学生线下实验的观察思考提供有效切入点;要求学生根据实验导课的要求规范撰写预习报告,并画出原始实验数据的记录表格,督促学生形成严谨认真的工作态度;学生课前观看天宫课堂液桥演示实验的视频(图4),从天地互动中增强学生的民族自豪感,从水的表面张力在天(太空)与地(地球)两个重力环境下截然不同的实验现象,激发学生的好奇心。

2.2 活力课堂,融合思政育人

在实验过程中,构建活力课堂,以“润物无声”的形式融合思政育人。

表1 部分实验项目的思政素材及融入方法

实验项目	思政元素	思政素材及融合的知识点	融入方法
溶液表面张力和吸附分子横截面积的测定	民族自信	王亚平天宫课堂液桥实验，在两个塑料板间加水，在两板间可形成明显的液桥；而同时在地面做相同实验的学生，却无法实现该实验效果。这一有趣的现象与水的表面张力有关	时事新闻 问题导入
	严谨认真 客观求实	不同学生对同一样品进行测量，所得数值有很大差异，并对此合理性提出疑问。组织学生从测量原理出发进行讨论，培养学生追本溯源的探究精神和客观求实的科学态度	学生疑问 课堂讨论
	科技强国 学科前沿	溶液表面张力测量及应用的学科前沿讨论。核潜艇在水下高速潜行，需要对潜艇表面进行超疏水涂层处理，以达到防止海水腐蚀和减小行进阻力的双重功效，涂层材料研发是核心	前沿讨论 案例分析
燃烧热的测定	安全环保	氧弹是量热仪的重要组成部分。在使用过程中务必注意使用安全，以防产生严重后果。务必进行气密性检查、充氧时切勿超过最大充氧压力、先泄压再拧开氧弹盖！	课堂演示 案例分析
	职业素养	我国航天技术已取得世人瞩目的成绩。小组合作，查阅我国航天燃料的研发历史(李俊贤院士)，比较几种典型航天燃料的燃烧热值及其他性质，写下感想或评论，提交调查报告	小组合作 课程作业
	科技强国 家国情怀		
过氧化氢催化分解速率常数及活化能测定	家国情怀	我国催化科学奠基人张大煜先生于20世纪50年代为满足国家的能源急迫需求，开展对石油、页岩油和煤的加工工艺和化学基础研究。2006年设立中国催化成就奖被冠名“张大煜奖”	线上资源 交流讨论
	科技报国		
	科技创新 绿色发展	大连化物所张涛院士2012年首次在国际上提出单原子催化(SAC)概念。这种颠覆性的材料和科学理念的出现有助于构效关系的研究，并可能促使未来研究范式的转变	线上资源 前沿讨论

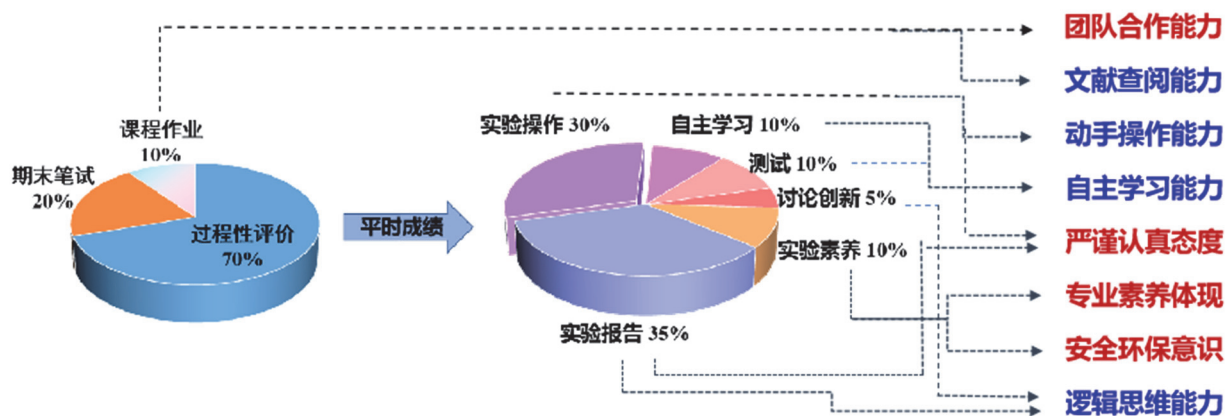


图3 贯穿教学全过程的考核评价体系

(1) 课前疑问释疑，解决知识困惑。首先教师针对学生在预习过程中的共性问题进行重点讲解，如从表面张力产生的本质原因入手回应“溶液表面张力的物理意义”、分析Laplace方程来回应“最大气泡压力法测溶液表面张力的原理”。通过针对性讲解，使学生在实验操作前，及时解决自己在预习阶段关于基本概念和基本原理的困惑，从而能够在实验过程中对实验现象的观察和分析更加有的放矢。其次，在学生开始实验前，再次强调实验产生的废液严禁直接倒入下水道中，必须倒入指定的收集容器中，将安全环保落到实处，并内化为职业素养。



图4 天宫课堂液桥演示实验

(2) 实验现象分析, 培养思辨能力。实验操作的规范性是实验数据合理性的保障, 不规范的实验操作, 往往伴随一些异常实验现象。针对本实验中的规范操作要求, 如毛细管插入液面必须垂直、控制8–10个/分钟的鼓泡速度(也是学生的课前疑问)等, 教师鼓励学生先思考规范操作的原因, 对不规范操作导致的结果进行预判, 同时鼓励学生做对照实验, 对照观察不规范操作和规范操作对应的不同实验现象和实验数据。之后, 教师再组织课堂讨论, 引导学生根据对照实验结果回答自己关于控制鼓泡速度的疑问, 分析毛细管倾斜程度引起的误差大小, 从而培养学生的问题思辨能力、严谨认真的科学态度, 并学习体会科学研究的一般方法。

另外, 在实验过程中, 有学生发现: 尽管实验温度相同、标准样品都是去离子水, 但不同组学生测量的最大压差存在很大差异。学生疑惑这一差异是否正常? 存在明显差异的原因是什么? 针对该疑问, 教师及时组织课堂讨论, 引导学生从测量原理入手相互启发, 得出这是由于不同同学使用的粗细两根毛细管的管径即仪器参数不同导致的。这种随时课堂讨论的氛围, 培养学生追本溯源的探究精神、养成客观求实的科学态度。

(3) 实验内容优化, 培养举一反三能力。实验内容设计的优劣会直接影响学生的学习收获和体验^[9]。在本实验中, 团队教师优化实验内容, 将溶质种类从一种(乙醇)扩充到三种(乙醇、正丙醇、正丁醇), 学生分组独立测量, 对照结果汇总讨论, 在规律分析中学生自行引申出表面活性剂的概念, 培养了学生举一反三的能力和勇于质疑的科学精神。

(4) 前沿应用结合, 增强社会责任意识。在实验结果实际应用的讨论阶段, 引入中国农业大学杜风沛教授在中央电视台科教频道的访谈视频, 讨论新型绿色农药的研发思路, 得到农药高效利用的策略之一是增大农药溶液在植物叶片表面的铺展面积, 则必须使用适宜的表面活性剂使农药溶液的表面张力显著降低, 从而培养学生以专业知识服务社会的责任意识。

2.3 学以致用, 实现价值塑造

实验课后, 有探究兴趣的学生以大创项目和实验竞赛等多种形式继续深入探究、拓展提高。如学生以“无处不在的表面张力”为题制作科普视频, 获得学校首届科普创新作品竞赛一等奖; 学生小组合作, 以课程报告的形式进行案例分析, 剖析专业知识的实际应用, 如核潜艇表面超疏水涂层, 既可以起到防止海水腐蚀的作用, 也可以实现水下行进减阻, 使学生在学以致用实例中感悟科技进步使国家强盛的责任担当。

3 结语

我们在教学三个阶段开展多样化、高效率的教学活动, 在实验教学全过程潜移默化地实现价值塑造, 课程的育人效果显著。学生的安全环保意识和实践创新能力显著提升, 在团队教师的指导下, 获得第二届全国大学生化学实验创新设计大赛全国总决赛一等奖等奖项19项。在教学反馈中, 95%

的学生表达出在知识学习和能力提升方面的获得感，以及强烈的专业认同感，这是我们持续进行实验教学改革、助力一流人才培养的强大动力。团队教师的育人水平明显提高，获辽宁省高校教师教学创新大赛一等奖、第三届全国本科院校化工类专业教师课程思政能力竞赛特等奖等教学竞赛奖16次。物理化学实验课程作为基础化学实验的四门组成课程之一，支撑基础化学实验中心获得国家级教学成果二等奖1项，辽宁省教学成果一等奖3项，并于2024年获批首批辽宁省课程思政示范课程。后续我们将继续挖掘物理化学实验教学内容中的思政元素，通过教学内容的优化和教学模式的创新更好地激发学生的兴趣，提升学生的参与度和获得感，从而更充分利用实验教学的优势，提升学生的科学素养和社会责任感。

参 考 文 献

- [1] 戴安邦先生的化学教育思想. [2025-01-10]. <https://ltx.nju.edu.cn/yfsh/wx/20200713/i114345.html>
- [2] 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知. [2025-01-08].
https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm
- [3] 张树永, 朱亚先, 张文清, 王玉枝, 陆靖. *大学化学*, **2024**, *39* (2), 1.
- [4] 淳远, 杨立军, 杨金月, 高卫. *大学化学*, **2024**, *39* (2), 72.
- [5] 李运超, 陈珊莹, 綦可, 霍康宁, 李淑欣, 李晶怡, 魏盈, 范楼珍. *大学化学*, **2024**, *39* (2), 47.
- [6] 潘玉珍, 王秀云, 宿艳, 田福平, 徐铁齐, 姜文凤. *大学化学*, **2021**, *36* (3), 2011013.
- [7] 田福平, 戴岳, 张永策, 张艳娟, 张文珠, 黄斐斐. *化工高等教育*, **2021**, *38* (2), 77.
- [8] 田福平, 张艳娟, 贺民, 贾翠英, 陈静, 孟长功. *大学化学*, **2018**, *33* (2), 29.
- [9] 范丽岩, 刘亚菲, 史慧杰, 吴梅芬, 王晓岗, 许新华. *大学化学*, **2023**, *38* (5), 265.