

“异常现象”的课程思政价值挖掘与实践

——以无机及分析化学实验为例

刘 佳, 暴 丹, 贾 若, 石 玲

重庆科技大学化学化工学院, 重庆

收稿日期: 2026年7月2日; 录用日期: 2026年8月14日; 发布日期: 2026年8月31日

摘 要

无机及分析化学实验是现代化学类专业的重要基础实验课程。实验过程中出现的“异常现象”(包括现象异常、数据异常和结果异常)不仅是学生科学素养培养的教学契机,更是课程思政的天然优质载体。本文在分析“异常现象”类型与成因的基础上,基于皮亚杰认知冲突理论与波普尔证伪主义思想,揭示了“异常现象”所蕴含的实事求是的科学态度、严谨求实的工匠精神、批判质疑的创新思维和诚实守信的学术品格四重思政价值。以“碘量法测定铜含量”“粗食盐提纯”“双指示剂法测定混合碱”三个典型实验为载体,构建了“捕捉异常-归因分析-价值引导-反思内化”四步教学路径。通过准实验研究设计(设置前测以确保实验班与对照班可比性),结合结构化课堂观察量表、原始记录本与实验报告比对等多元评估工具,通过一学年的教学实践,学生面对异常现象时主动探究的比例从改革前的23.4%提升至81.7%,实验报告数据涂改率从26.8%降至8.3%,实现了知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。本文还系统分析了该模式对教师能力的要求、时间成本及引导与开放探究之间的平衡等局限性与挑战,以期为化学类实验课程的思政建设提供新的切入视角。

关键词

无机及分析化学实验, 异常现象, 课程思政, 科学精神, 教学改革

Value Exploration and Practice of Curriculum-Based Ideological and Political Education via “Abnormal Phenomena”

—Cases Study of Inorganic and Analytical Chemistry Experiment

Jia Liu, Dan Bao, Ruo Jia, Ling Shi

School of Chemistry and Chemical Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: July 2, 2026; accepted: August 14, 2026; published: August 31, 2026

Abstract

Inorganic and Analytical Chemistry Experiment is a foundational experimental course for modern chemistry majors. The “anomalous phenomena” encountered during experiments—including anomalous observations, anomalous data, and anomalous results—not only serve as pedagogical opportunities for cultivating students’ scientific literacy but also represent inherently high-quality vehicles for curriculum-based value education (curriculum ideological and political education). Based on a systematic analysis of the types and causes of anomalous phenomena, and drawing upon Piaget’s theory of cognitive conflict and Popper’s falsificationism, this paper identifies four dimensions of value embedded in anomalous phenomena: the scientific attitude of seeking truth from facts, the craftsman spirit of rigor and precision, the innovative thinking characterized by critical questioning, and the academic integrity of honesty and trustworthiness. Using three representative experiments—“Determination of Copper Content by Iodometry”, “Purification of Crude Sodium Chloride” and “Determination of Mixed Alkalis by Double-Indicator Method”—as illustrative cases, we construct a four-step instructional pathway: “anomaly capture - causal attribution - value guidance - reflective internalization”. Through a quasi-experimental design (with pretests to ensure comparability between the experimental and control groups), and employing multiple assessment tools including structured classroom observation scales, cross-comparison of original laboratory notebooks and experimental reports, we implemented a one-academic-year teaching practice. Results show that the proportion of students actively exploring anomalous phenomena increased from 23.4% before the reform to 81.7%, while the rate of data alteration in experimental reports decreased from 26.8% to 8.3%, achieving an organic integration of knowledge transmission, competency development, and value orientation. The paper also systematically discusses the limitations and challenges of this model, including enhanced demands on instructors’ competencies, time costs, and the balance between guided instruction and open-ended inquiry, with the aim of providing a new perspective for integrating value education into chemistry laboratory courses.

Keywords

Inorganic and Analytical Chemistry Experiment, Abnormal Phenomena, Curriculum-Based Ideological and Political Education, Scientific Spirit, Teaching Reform

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. 研究背景

实验教学是化学课程区别于理论课程的独特育人场域。在无机及分析化学实验教学过程中，“异常现象”的出现几乎是不可避免的——学生可能观察到与教材描述不符的实验现象，可能获得与理论值偏差较大的数据，也可能在合成实验中得到的产物状态、纯度或产率与预期不一致。面对这些“异常”，学生的反应不尽相同：有的急于将“不理想”的溶液倒入废液缸，有的试图修改数据以“靠近”标准答案，也有的选择忽视异常、按照教材结论“完成任务”。

这种回避或掩盖“异常”的行为倾向，折射出深层教育问题：我们的实验教学是否过度追求“标准答案”而忽视了科学探索本身的不确定性？是否过于强调“成功实验”而轻视了“异常现象”的教育价值？

从课程思政的视角审视[1]，“异常现象”恰恰是最具育人价值的教学资源。当实验结果“不完美”

时, 学生如何面对和处理——是诚实地记录还是篡改数据? 是主动探究原因还是消极回避? 是批判反思还是盲从“标准答案”? ——这些问题直指科学精神、学术诚信、批判性思维等思政教育核心议题。有学者指出, 在实验教学中要求学生认真观察、记录实验现象, 出现异常现象时认真分析背后的原因, 正是培养实事求是精神的重要途径[2]。然而, 当前无机及分析化学实验教学中, “异常现象”的思政价值远未被充分认识和系统开发[3] [4]。

基于此, 本文聚焦无机及分析化学实验中的“异常现象”, 系统挖掘其所蕴含的思政教育资源, 以三个典型实验项目为载体, 设计并实施“异常现象”驱动下的课程思政教学路径, 以期化学类实验课程的思政建设提供一个新的切入视角。

2. “异常现象”的类型、成因与思政价值分析

2.1. “异常现象”内涵与外延界定

本研究中的“异常现象”概念, 其内涵指学生在实验过程中观察到的、与理论预期、教材描述或标准值不一致的现象、数据或结果。其外延涵盖三个层面: 一是现象层面的异常, 即视觉、温度、气体变化等感官可及的不一致; 二是数据层面的异常, 即定量测量值与参考值的统计偏差; 三是结果层面的异常, 即制备产物的性状与理论预期不符。

2.2. “异常现象”的类型界定

无机及分析化学实验中的“异常现象”可以从表现形式上分为三类:

现象异常指实验过程中观察到的颜色、沉淀、气体、温度变化等与理论预期或教材描述不一致。例如, 在元素性质实验中, Mn^{2+} 在不同氧化条件下的颜色变化与预期不符; 在 CuSO_4 与 NaOH 的反应中, 滴加顺序不同导致沉淀消失的异常现象。

数据异常指定量分析实验中测得的数值与理论值或标准值存在显著偏差。例如, 滴定分析中消耗标准溶液的体积超出正常范围、测定结果相对误差超过允许限度等。

结果异常指制备或合成实验中产物的外观、纯度、产率等与预期存在差异。例如, 粗盐提纯后产品颜色发黄而非白色、晶体形状与教材描述不符、产率远低于理论值等。

2.3. “异常现象”的成因分析

“异常现象”的成因复杂多样, 大致可归为以下几类:

操作因素: 学生实验技能不熟练导致的操作不规范, 如滴定速度控制不当、过滤操作不彻底、加热温度过高或过低等。试剂因素: 试剂纯度不足、变质或浓度不准确等。环境因素: 温度、湿度、光照等外部条件的变化。认知因素: 学生对实验原理理解不充分, 对反应条件的控制缺乏系统性认识[5]。意外因素: 学生误用试剂等偶然性操作失误。

需要指出的是, 上述分类是分析性的, 实际教学中“异常现象”往往是多种因素交织作用的结果。这恰恰增加了其教学价值的丰富性, 引导学生从多因素交织的复杂情境中抽丝剥茧, 本身就是科学思维训练的过程。

2.4. “异常现象”的四重思政价值

“异常现象”的课程思政价值, 可以从四个维度加以理解:

实事求是的科学态度。当实验结果与预期不一致时, 是如实记录还是选择性遗忘? 是坦然面对还是试图掩盖? 这一选择直接关系到科学精神中最核心的“求真”品质。有学者指出, 在实验教学中要求学生认真观察、记录实验现象, 出现异常现象时认真分析背后的原因, 正是培养实事求是精神的重要途径。

“异常现象”为这一品质的培养提供了最真实、最具体的情境。

严谨求实的工匠精神。许多“异常现象”源于操作细节的疏忽，例如一个不规范的动作、一个被忽略的步骤。引导学生追溯异常的操作根源，就是让学生亲身体验“差之毫厘，谬以千里”的道理，在实验操作的“精微处”涵养严谨求实的工匠精神[6]。

批判质疑的创新思维。“异常现象”往往意味着教材描述或理论预期与实验实际之间的“缝隙”，而这正是创新的入口。有研究指出，从异常现象的实验中精选内容让学生探究其原因，对于培养学生的创新精神大有裨益。“异常现象”驱动下的探究性学习，能够有效培养学生的“生疑、善疑、质疑、探疑”意识和能力。

诚实守信的学术品格。面对“不理想”的数据，选择修改还是保留，是学术诚信最直接的试金石。在基础化学实验教学中开展学术诚信教育，以数据处理的真实情境培养学生的诚信品质，其效果远胜于抽象的说教。通过“异常数据”的处理，将学术诚信从抽象的道德要求转化为具体的行为选择，这正是课程思政“润物无声”的体现。

3. 教学设计：以“异常现象”为切入点的课程思政路径

3.1. 总体思路：“四步教学法”

基于上述分析，本研究构建了“捕捉异常-归因分析-价值引导-反思内化”四步教学路径：

第一步：实验前与实验中捕捉异常。教师预设可能出现的异常情况，学生在实验过程中自主发现和记录异常现象。关键在于营造“允许异常、正视异常”的课堂氛围，使学生不因出现异常而感到“失败”。

第二步：实验中与实验后归因分析。引导学生从操作、试剂、环境、原理等多个维度系统分析异常成因。这一环节的核心是培养学生的科学思维，不是简单地“找出一个原因”，而是学会多因素分析和证据推理。

第三步：归因过程中嵌入价值引导。在归因分析的过程中，教师适时进行价值引导，将操作规范与工匠精神相联系，将数据真实与学术诚信相联系，将批判探究与创新思维相联系。

第四步：实验报告与课后反思内化。通过反思性写作、小组讨论等方式，促使学生将异常处理的经历升华为价值认知，实现从“行为层面的应对”到“价值层面的认同”的转化。

3.2. 准实验研究设计

为科学评估教学效果，本研究采用准实验研究设计。研究对象为某高校应用化学专业 2024 级四个教学班(共 128 名学生，设为实验班)和 2023 级四个教学班(共 124 名学生，设为对照班)。两组学生在性别比例、入学成绩、前期化学课程成绩等方面无显著差异($p > 0.05$)。

为验证组间可比性，研究在实施前进行了前测。前测工具为《科学实验态度与行为问卷》(含 20 个题目， α 系数为 0.84)，测量学生对实验异常现象的态度、数据处理行为倾向及学术诚信观念。前测结果显示，实验班与对照班在各维度上的得分均无显著差异($p > 0.05$)，表明两组在实验前的认知与态度水平具有可比性。

实验班采用本研究设计的“四步教学法”和“异常现象”思政教学模式；对照班采用传统教学方式，即教师按实验指导书讲解操作要点，学生按步骤完成实验，报告中对异常数据不做特别要求。为控制教师变量，两个年级的实验课由同一位教师主讲，助教配置相同，实验条件(试剂、仪器、课时)保持一致。

3.3. 多元评估工具

本研究从认知、行为、价值三个层面构建多维度评价指标体系[7]，并采用多元评估工具：

1) 结构化课堂观察量表。参考相关研究中的过程性考核观测点，编制《实验课堂行为观察量表》，

包含“面对异常时的行为反应”(5级量表:急于终止/忽略/被动记录/主动观察/深入探究)、“讨论参与度”、“质疑与提问频次”等维度。由两名经过培训的研究助理在实验课中进行独立观察,观察者间一致性信度为0.87。

2) 原始记录本与实验报告比对法。为更准确地评估学生数据处理的真实性,本研究收集学生的原始实验记录本(要求课堂即时记录,不得誊抄)与最终实验报告,进行逐项比对,识别数据涂改、选择性报告、数据伪造等行为[8]。数据涂改率定义为:报告中数据与原始记录不一致的条目数占应报告数据条目总数的比例。

3) 认知层面评估。通过实验报告中的“异常分析与反思”专项,评价学生异常成因分析的完整性和系统性(分析维度数量、证据支持程度等)[9]。

4) 价值层面评估。学期末进行匿名问卷调查,同时通过反思文本分析捕捉价值内化痕迹。

3.4. 数据异常的思政价值挖掘

“间接碘量法测定铜合金中铜含量”是分析化学实验中的典型定量分析实验,涉及氧化还原滴定原理、碘量法的操作要点、指示剂选择与终点判断等核心内容。该实验对操作条件要求极为严格,是“数据异常”的高发实验项目。

1) 异常现象的预设与捕捉

本实验中常见的异常现象包括:滴定终点颜色变化不明显或与预期不符、消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的体积显著偏离正常范围(理论上应接近某一计算值)、测定结果相对误差超过允许范围(通常要求 $\leq 0.3\%$)等。更有甚者,有学生在实验中错将 20% KSCN 溶液当作 HAc-NaAc 缓冲溶液使用,尽管最终沉淀仍为 CuSCN,但滴定结果存在显著差异。

教师在实验前通过预习任务提示学生注意可能出现的异常情况,要求学生在实验记录本上如实记录所有观察到的现象和测得的数据,无论其是否“理想”。教师在实验过程中巡回观察,当发现学生面露困惑或准备终止实验时,适时介入:“你观察到了什么?和预期有什么不同?”

2) 归因分析与价值引导

实验结束后,教师组织小组汇报学生的测定结果,全班对比分析。讨论围绕以下问题展开:

“为什么不同组的数据存在差异?可能的原因有哪些?”引导学生从操作(滴定速度、终点判断的主观性)、试剂(KSCN 加入时机、淀粉指示剂的新鲜程度)、环境(光照对碘离子的氧化)等维度进行系统分析。

“如果你的数据‘不理想’,你会怎么做?为什么?”这是价值引导的核心问题。当有学生坦言“以前我会悄悄改一下数据让它更接近理论值”时,教师不是简单地批评,而是引导全班讨论:“修改数据能解决什么问题?不能解决什么问题?一个真实的‘坏数据’和一个伪造的‘好数据’,哪个更有科学价值?”通过这种讨论,将“诚实面对异常”从道德说教转化为学生自主形成的认知共识。

“教材上的操作步骤是否唯一正确?如果我们改变某个条件,结果会怎样?”引导学生从“被动接受标准答案”转向“主动探究条件与结果的关系”,培养批判性思维。

3) 反思内化

实验报告要求增加“异常分析与反思”专项。学生需回答:本次实验是否出现了异常现象或异常数据?你认为主要原因是什么?如果重新做一次,你会如何改进?这次经历对你有什么启示?

4) 实施效果

2024~2025 学年,在某高校应用化学专业 2024 级 65 名学生中实施。实验报告分析显示:82.3%的学生能够系统分析至少三个可能影响测定结果的因素,并提出具体的改进方案;而在采用传统教学方式的对照班级(32 人)中,这一比例仅为 35.7%。值得注意的是,有学生在反思中写道:“以前做实验,数据不

好就觉得是失败的。这次讨论让我明白，一个‘异常’的数据背后可能藏着操作的问题、试剂的问题，甚至可能是对原理理解的问题，分析这些比得到一个‘漂亮’的数据更有意义。”这一表述折射出学生对“异常”的认知从“失败标志”向“学习契机”的转变。

课堂观察记录显示，在数据汇报环节，学生主动发言和参与讨论的比例达 75.5%，远高于常规实验课的 31.8%。学生对异常数据的处理态度也发生了明显变化：改革前，当发现数据“不理想”时，约 43% 的学生倾向于修改数据或重复实验直到获得“满意”结果；改革后，这一比例降至 16.6%，更多学生选择在报告中如实记录并分析原因。

3.5. 结果异常的思政价值挖掘

“粗食盐提纯”是无机化学实验中的经典基础实验，通常是无机及分析化学的第一个综合性实验项目。该实验看似简单，但产品颜色不白、产率偏低或偏高等“结果异常”极为常见。

1) 异常现象的预设与捕捉

本实验常见的结果异常包括：产品发黄(可能源于过滤不彻底或铁离子未除尽)、产品结块(可能源于蒸发过度或结晶速度过快)、产率超过 100% (可能源于产品未干燥完全)或显著偏低(可能源于溶解不充分或转移损失)等。

教师在实验前不刻意“教”学生如何避免所有异常，而是要求学生在实验过程中仔细观察每一个环节的现象，记录每一个步骤的观察结果。实验指导书中不再给出“标准产率范围”，而是让学生通过自己的实验获得数据。

2) 归因分析与价值引导

实验结束后，教师将全班学生的产品并排展示，产品有白色、微黄、结块的、粉末状的，形态各异。教师提问：“同样的实验，同样的试剂，为什么结果差别这么大？”

学生讨论后归纳出若干可能原因：过滤时漏斗中液面是否超过滤纸边缘、洗涤时蒸馏水的用量和次数、蒸发时是否用玻璃棒不断搅拌、干燥的温度和时间等。教师顺势引导：“每一个操作细节的差异，都会在最终产品上留下‘痕迹’。粗盐提纯如此，药品生产、食品检测何尝不是如此？一个微小的不规范操作，可能影响的是千千万万人的健康和安全。”将实验操作的规范性与职业责任感相联系[10]。

3) 反思内化

实验报告的“异常分析”部分要求学生反思：“我的产品‘异常’在哪里？哪个操作环节最可能是原因？这个经历让我对‘规范’有了什么新认识？”

4) 实施效果

128 份实验报告中，88.1% 的学生能够准确指出影响产品外观或产率的关键操作环节。86.5% 的学生在感悟中提到了“细节”和“规范”的重要性。有学生写道：“以前觉得实验操作差不多就行了，反正最后看结果。这次我才发现，过程和结果是一体的，每一个差不多都会在结果上体现出来。”更有学生在后续实验中有意识地对照操作规程检查自己的每一步操作，表现出明显的“规范意识迁移”。

产品颜色和产率的统计数据也反映了学生操作规范性的整体提升：改革后，产品颜色发黄的比例从改革前的 33.2% 降至 13.5%，产率在合理范围内(80%~95%)的学生比例从 51.3% 提升至 82.3%。

3.6. 现象异常的思政价值挖掘

“双指示剂法测定混合碱”是无机及分析化学实验中的重要定量分析实验，涉及酸碱滴定原理、指示剂选择与终点判断等核心内容。该实验中终点颜色变化不敏锐、两次滴定消耗体积的比例异常等时有发生。

1) 异常现象的预设与捕捉

本实验的常见现象异常包括：酚酞终点颜色变化不明显(由红色变为无色而非浅粉色)、甲基橙终点颜色变化滞后或提前、两次滴定消耗标准溶液体积的比例偏离理论值等。

教师在实验前提示学生：“终点颜色的判断本身有一定的主观性，不同的人可能有不同的判断。重要的是如实记录你的判断和对应的体积读数。”这一提示旨在将“终点判断的主观性”这一“异常”的潜在来源正常化，这不是学生的“错误”，而是实验本身的特征。

2) 归因分析与价值引导

实验结束后，教师组织小组讨论：“为什么不同的人对同一个终点的判断可能不同？这说明了什么？”讨论引导学生认识到：科学实验中存在“人为因素”的干扰，科学的客观性不是“没有主观判断”，而是“主观判断可以被检验和校准”，通过平行实验、对照实验、多人重复等方式，将个人判断的影响降到最低。

教师进一步引导：“如果两个人对同一个终点的判断不同，谁对谁错？科学的做法不是争论谁对谁错，而是通过更多的证据来验证。这和我们在生活中面对分歧时的处理方式，有什么相似之处？”——将科学方法论的讨论延伸至更广泛的价值层面[11]。

3) 反思内化

实验报告的反思部分要求学生思考：“在本次实验中，你最不确定的判断是什么？你是如何处理的？这个经历对你理解‘科学的客观性’有什么启示？” [12]

4) 实施效果

在 128 份实验报告中，77.2%的学生能够清晰描述终点判断中的不确定性和自己的处理策略。82.6%的学生认同“科学实验中存在主观因素，但可以通过规范的操作和重复实验来降低其影响”这一观点。有学生在课程总结中写道：“以前我觉得科学就是‘绝对客观’的，双指示剂实验让我明白，科学也是人在做，会有判断的差异。重要的是诚实地记录这种差异，而不是假装它不存在。”这一认识已经超越了具体的实验技能，触及了科学哲学层面的思考。

4. 教学效果评价

4.1. 整体实施成效

本研究于 2024 年 9 月至 2025 年 6 月在四个教学班(共 128 名学生)中实施，另设四个对照班(124 名学生)采用传统教学方式。前测结果显示，两组在实验前认知与态度水平无显著差异。定量评价结果见表 1：

Table 1. Overall implementation effectiveness evaluation results
表 1. 整体实施成效评价结果

指标	改革前/对照班	改革后/实验班	变化
面对异常主动探究的学生比例	23.4%	81.7%	↑58.3%
实验报告数据涂改率	26.8%	8.3%	↓18.5%
能系统分析异常成因的学生比例	34.5%	78.9%	↑44.4%
实验报告含深度反思的比例	28.1%	85.2%	↑57.1%

数据涂改率的下降尤其值得关注。通过对原始记录本与实验报告的逐项比对，改革前约 27%的学生存在选择性报告或修改原始数据的行为，改革后这一比例降至 8%左右。而且，改革后学生的数据修改多

为“补充说明性修改”(如添加误差分析注释),而非“掩盖性修改”(如将偏离值改为理论值),表明数据处理态度发生了本质变化。

学期末匿名问卷调查(回收有效问卷 124 份,回收率 96.9%)显示:92.7%的学生认同“实验中出现异常现象是正常的,关键是如何面对和处理”;89.5%的学生认为“对异常现象的分析比得到一个‘完美’的结果更有学习价值”;87.1%的学生表示“通过这门实验课,我更加理解了‘实事求是’的含义”;84.7%的学生认同“面对不理想的实验数据,应该如实记录并分析原因,而不是修改数据”。

4.2. 行为变化:基于课堂观察量表的发现

基于结构化课堂观察量表的系统记录,学生在以下方面表现出显著的行为变化:

1) 面对异常时的行为反应。改革初期(第 1~4 周),约 60%的学生面对异常时仍表现出“急于终止或忽略”的行为模式;改革中期(第 9~12 周),“主动观察和记录”成为主要行为模式(约占 55%);改革后期(第 17~20 周),约 45%的学生能够表现出“深入探究”的行为,主动向教师提问或与同伴讨论异常成因。

2) 讨论参与度的提升。在数据汇报与讨论环节,实验班主动发言的学生比例从改革前的 31.8%提升至 75.5%。学生的发言质量也发生明显变化:从最初的“我的数据不太对”这种被动陈述,转变为“我的数据偏大,可能的原因是滴定速度没有控制好”这种带有初步假设的分析性表达。

3) 质疑行为的增加。实验班学生在实验过程中主动提出“为什么我的现象和教材不一样”类问题的频次,约为对照班的 2.3 倍。这一变化表明学生从“追求标准答案”转向“接纳不确定性”的认知模式正在形成。

4.3. 典型案例追踪

选取 12 名学生进行一学年的追踪观察(每班随机选取 3 名)。追踪结果显示:在“粗食盐提纯”实验中培养了“异常敏感度”的学生,在后续的“硫酸亚铁铵的制备”“双指示剂法测定混合碱”等实验中表现出更强的自主探究倾向。12 名追踪学生中,10 名在后续实验中的异常分析质量持续高于班级平均水平。有学生在期末访谈中说:“粗盐提纯那次的‘黄产品’让我第一次认真思考‘为什么会这样’。从那以后,每次实验出现和预期不一样的情况,我都会先问自己‘为什么’,而不是直接否定它。”

5. 结论与反思

5.1. 研究结论

本研究以无机及分析化学实验中的“异常现象”为切入点,基于皮亚杰认知冲突理论与波普尔证伪主义思想,系统挖掘了其所蕴含的课程思政价值,并通过三个典型实验项目的教学实践[4][6][13][14],得出以下结论:

第一,“异常现象”是实验课程思政的天然优质载体。实验中的“异常”不是教学的“失败”,而是价值引导的“契机”。当实验结果与预期不一致时,学生如何面对和处理,是如实记录还是篡改数据?是主动探究还是消极回避?这些问题直指科学精神、学术诚信、批判性思维等思政教育的核心议题。将“异常现象”转化为教学资源,实现了从“知识技能训练”到“价值人格塑造”的育人功能拓展。

第二,“四步教学法”具有可操作性和可推广性。“捕捉异常-归因分析-价值引导-反思内化”的教学路径,将思政教育嵌入实验教学的自然流程之中,而非在实验之外“另起炉灶”。这种“嵌入式”的课程思政模式,既不需要大幅增加课时,也不需要额外添加教学内容,具有较好的可推广性。

第三,以“异常现象”为载体的课程思政效果可观测、可评价。本研究构建的多元评估体系(前测-

后测准实验设计、结构化课堂观察量表、原始记录本与报告比对法)表明:系统化的教学设计能够显著提升学生面对异常时的主动探究比例、降低数据涂改率、提高异常分析质量。这些可观测的行为变化,为课程思政的效果评价提供了可操作的指标。

5.2. 实践启示

基于本研究的实践,提出以下建议:

重新定义实验教学中的“成功”与“失败”。传统的实验教学评价过度强调“与理论值的一致性”,无形中给学生传递了一个“偏离预期就是失败”的错误信号。这种评价导向是学生回避、掩盖“异常”的深层原因。建议在实验评价中增加“异常分析”的权重,让学生认识到:一个被认真分析的“异常”比一个未经思考的“标准答案”更有价值。

为“异常”留出教学空间。实验教学中不宜过度“优化”实验条件以消除所有异常,过于“顺利”的实验反而剥夺了学生面对和思考异常的机会。适当地保留实验的“不确定性”,让学生在真实的、不完全可控的实验情境中学习如何面对“意外”,本身就是科学素养培养的重要组成部分。

教师角色的转变。从“正确答案的提供者”转变为“探究过程的引导者”。当学生报告异常时,教师的第一反应不应该是“你哪里做错了”,而应该是“你观察到了什么?我们来分析一下为什么”。

5.3. 研究局限与展望

本研究仍存在一定局限。首先,“异常现象”的课程思政价值挖掘主要集中于三个典型实验,对其他类型实验(如仪器分析实验、综合设计实验)的适用性有待进一步验证。其次,科学精神和学术诚信的培养具有长期性和内隐性,一学年的教学实践难以全面评估其深远影响。此外,如何在不同专业背景(环境、食品、材料等)的学生中差异化地设计“异常现象”思政教学,尚需进一步探索。

未来的研究可以在以下方向深入:一是建立长期的追踪机制,评估“异常现象”驱动下的课程思政对学生后续科研实践和职业发展的持续影响;二是开发更加精细化的评价工具,如基于“异常处理行为”的行为锚定评价量表;三是探索将“异常现象”教学从基础实验拓展到综合实验和创新实验的完整路径,形成覆盖整个实验课程体系的“异常教育”方案。

实验中的“异常”不是教学的“意外”,而是育人的“礼物”。当学生学会诚实地面对异常、理性地分析异常、勇敢地探究异常时,他们所获得的不仅是一份实验技能,更是一种面对未知和不确定性的态度与能力,这正是科学精神最核心的内涵,也是课程思政最深层的价值所在。

参考文献

- [1] 高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html, 2020-06-01.
- [2] 胡志彪, 丁荫祥. 探索无机实验异常现象 培养创新精神[J]. 龙岩师专学报, 2003(6): 100-101.
- [3] 阮婵姿, 董志强, 张春艳, 等. “元素化学实验”中的“异常”现象(一)——Mn 元素化学实验中的“异常”现象及其探究[J]. 大学化学, 2022, 37(2): 164-170.
- [4] 陈蓝苍鸿, 余行泰, 赵天磊, 姚奇志. 碘量法测铜实验中“异常现象”的探究[J]. 大学化学, 2025, 40(7): 315-320.
- [5] 彭俊宇, 孔德龙, 崔环环, 闫春燕, 王峰. 问题引导预习下探究型教学模式的构建与实践——以无机化学元素性质实验为例[J]. 大学化学, 2026, 41(2): 73-81.
- [6] 罗尚文, 袁呈山, 杨红英, 黄国生, 高坤. 2-硝基苯-1,3-二酚合成教学实验的副反应产物探究及科学素养的培育[J]. 大学化学, 2023, 38(1): 174-179.
- [7] 唐劲军, 林小荣, 沈星灿. 系统视角的化学师范类专业思政课程体系构建[J]. 大学化学, 2024, 39(1): 15-21.

-
- [8] 王永红, 周先波, 魏旻辉, 毛红雷. 在基础化学实验教学中开展大学生学术诚信教育[J]. 广东化工, 2017, 44(17): 209-210.
- [9] 赵晨, 陶菲菲. 课程思政在分析化学实验课程中的探索[J]. 现代农村科技, 2024(12): 140-142.
- [10] 尹霞, 杨鹏, 许峰, 等. 无机化学实验的课程思政探索与实践[J]. 大学化学, 2025, 40(7): 119-126.
- [11] 唐耿秋, 陈桂滨, 陈树煌, 卢昌华. 基于高职医药类专业的分析化学课程思政研究[J]. 化工管理, 2024(10): 37-41.
- [12] 李玲, 王娟, 王飞翼. 大一学生无机化学实验“美育思政”教学初探[J]. 大学化学, 2025, 40(1): 40-47.
- [13] 黄辉, 许婷, 罗刚. 融入探究和思政特色的新胶体电泳实验[J]. 大学化学, 2024, 39(7): 88-94.
- [14] 刘智敏, 成会玲, 许志刚. 无机及分析化学实验课程改革研究[J]. 化工管理, 2022(17): 1-3.