核心素养视域下高中化学实验教学优化路径探析

朱　平

新疆生产建设兵团第一师高级中学 新疆生产建设兵团第一师 阿拉尔 843300

【摘　要】：化学五大学科核心素养并不是相互独立的，而实验作为化学学科独有的教学载体，本身就具备整合多项素养培育的条件。但当下不少关于实验教学的研究大多停留在宏观理念层面，很难和各素养维度形成具体对接。本文以化学五项核心素养作为分析抓手，结合每个素养的认知特点，剖析其对实验教学的现实要求，配套提出可落地的优化策略，并结合课堂实例加以说明。研究发现，素养导向的实验教学不能套用统一范式，需要结合不同素养的认知规律，在实验功能定位、任务设置、教学流程搭建上采取差异化处理。

【关键词】：核心素养；高中化学；实验教学；素养维度；差异化策略

DOI:10.12417/2705-1358.26.16.072

1 引言

《普通高中化学课程标准（2017 年版 2020 年修订）》确立化学五项核心素养，是化学课堂改革的重要依据。实验与素养培育联系紧密，既是生成学科知识、训练科学思维的载体，也可落实科学态度与社会责任，理应成为综合发展学生素养的重要阵地。

但理念普及并未完全落地课堂。现有研究多笼统倡导素养导向的探究实验，忽视五项素养对实验教学的差异化诉求。若无视各素养独特的认知逻辑，相关改进便容易流于口号，难以服务一线教学设计。

据此，本文逐项剖析各素养对实验教学的具体要求，配套优化策略与教学实例，力图将抽象素养目标转化为可参照的设计实操依据。

2 宏观辨识与微观探析素养的实验教学优化

2.1 素养内涵与实验教学的对接点

“宏观辨识与微观探析”，要求学生既能观察识别物质变化的宏观现象，又能够从微观角度解释变化发生的内在原因，核心就在于熟练完成宏观-微观-符号三重表征之间的转换。化学实验天然适合开展这类训练：实验呈现直观宏观现象，解释现象需要想象微观粒子行为，化学方程式则属于符号层面的表达。

但传统实验教学经常简化流程：观察现象之后直接书写化学方程式。整个过程跳过微观推理环节，学生看到现象、记下符号，却没有自主完成从宏观现象走向微观本质的思考，三重表征训练就沦为简单的两步跳转。

2.2 优化策略：设计“现象—微粒—符号”的进阶任务链

改进的关键点，是把微观推理明确纳入实验活动。不能只满足于学生看到现象、写出方程式，还要引导学生讲清楚微粒层面发生了哪些改变。可以设置逐层推进的学习任务：第一层级记录、描述宏观实验现象；第二层级，通过绘图或者口头表述梳理微粒的变化过程；第三层级使用化学符号表征变化，建立符号和微观图景的对应关系。

2.3 教学案例：以“电解质的电离”实验为例

传统教学演示氯化钠溶液导电实验，由教师直接给出电离的微观结论，学生缺少推导建构过程。优化设计设置三项任务：（1）宏观观察：测试 NaCl、蔗糖固体及其溶液的导电性，得出只有氯化钠水溶液能够导电的现象；（2）微观推理：针对“固体含有离子却不能导电”进行设问，学生绘图对比微粒排布，理解晶格束缚对离子移动的影响；（3）符号表征：书写电离方程式并注解微观意义，对比分析蔗糖溶液不导电的原因，区分分子、离子的存在差异。

3 变化观念与平衡思想素养的实验教学优化

3.1 素养内涵与实验教学的对接点

“变化观念与平衡思想”重在让学生理解化学反应存在条件、方向和限度，能够以动态平衡的视角看待反应过程。落实这项素养，离不开定量思维与变量控制的训练，学生需要结合实验体会条件改变如何左右平衡的建立与移动。

但以往课堂中验证性实验占比很高，定量探究偏少；大多只改变单一条件做演示，缺少多变量的系统探究。学生能够背诵勒夏特列原理条文，却缺少实验带来的真实体验。很多时候学生只能看到反应最终结果，很难切身理解“条件会制约物质变化”。

3.2 优化策略：开发定量实验与多变量控制实验

优化可以从两方面着手。一方面增加定量类实验，借助测量数据帮助学生感知反应变化的数量特征；另一方面设计多变

量探究任务，让学生系统改变实验条件，自主建立“条件—反应方向—反应限度”之间的关联。

3.3 教学案例：以“化学平衡移动”实验为例

传统硫氰化铁平衡实验，只是依靠溶液颜色深浅做定性判断。学生只能看到颜色加深或者变浅，感受不到平衡移动的程度，也很难完整理解“条件改变→平衡发生移动→建立新平衡”这一动态全过程。

优化后的教学设计引入定量测量，开展多变量探究：环节一（定量感知）：利用色度计或者手机比色软件，测定不同 Fe3+、SCN—浓度下体系的吸光度，建立浓度和颜色深浅的对应关系。学生从实测数据能够发现，增大反应物浓度，生成物浓度随之提升，但二者并非简单的线性关系，直观体会化学反应存在限度。环节二（多变量探究）：划分小组，各组分别改变温度、反应物、生成物其中一项条件，定量记录浓度变化，对比分析平衡移动方向。环节三（模型建构）：各小组汇总实验数据，全班共同梳理条件改变到新平衡建立的动态过程，结合微观视角解释平衡移动的内在机理。

这套设计之下，学生不再依靠记忆原理文本，而是借助测量、对比，基于实验数据建构关于变化与平衡的认识，定量数据把模糊的定性感受转化成可分析的实证认知。

4 证据推理与模型认知素养的实验教学优化

4.1 素养内涵与实验教学的对接点

“证据推理与模型认知”，要求学生可以从实验现象当中提取有效证据，依托证据完成推理，并且建构、运用化学模型解释或者预判化学现象。核心就是证据意识和模型思维：明白结论必须有实验事实作为支撑，同时可以把具体的实验现象提炼成为通用化学模型。

不少课堂存在明显短板：做完实验观察到现象，教师就直接抛出理论结论，省略中间的推理过程。实验仅仅用来印证课本知识，学生看不到从现象证据走向理论模型的思考链条，实验沦为结论的辅助展示，而不是开展推理思考的起点。

4.2 优化策略：构建“实验事实→证据提取→推理假设→模型建构”的教学链条

关键是把推理过程显性化。实验观察现象之后，不要直接公布标准答案，要一步步引导学生：从现象筛选关键证据，依托证据提出合理假设，再借助实验检验假设，最后把经过验证的解释提炼形成化学模型。

4.3 教学案例：以“原电池工作原理”实验为例

常规铜锌原电池课堂，学生只观察电流计指针偏转，教师直接讲解电子流向，给出原电池概念与构成条件。学生没有经历“电流为何产生”的推理，模型是直接接收的，并非自主建构的。

优化后的教学设计：环节一（事实收集）：提供多组装置（Zn-Cu-稀硫酸、Zn-Cu-乙醇、Zn-Zn-稀硫酸、Cu-Cu-稀硫酸），学生逐一测试，记录电流计是否偏转。环节二（证据提取与推理）：引导学生对比实验结果，梳理：哪些装置可以产生电流？这些装置具备哪些共性？基于对比，提出产生电流的条件假设。环节三（模型建构）：继续追问电子的来源与移动路径，学生绘制微粒运动示意图，搭建“氧化还原电子转移产生电流”的模型。再使用 Fe-Cu-稀硫酸这套新装置，利用模型做出预判，并用实验进行检验。环节四（模型运用与修正）：展示锌铜原电池持续工作之后电流衰减的实验现象，组织学生结合已有模型分析成因，补充完善模型。

本案例中，原电池模型不是教师讲授所得，而是学生依托多组实验事实逐步搭建，证据推理和模型建构就在实验活动当中同步完成。

5 科学探究与创新意识素养的实验教学优化

5.1 素养内涵与实验教学的对接点

“科学探究与创新意识”，指向学生提出问题、设计实验、收集证据、得到结论的探究能力，同时鼓励学生敢于尝试新思路。从定位上看，实验本就是落实该项素养最直接的载体。

但现实中大量实验依旧属于照单操作的验证类实验：实验目的、操作步骤、预期结论全部预先确定。学生只需要按流程完成操作，记录预设现象。这类训练可以锻炼动手操作，却很难真正发展探究能力，更谈不上创新意识。

5.2 优化策略：实施开放式实验任务

教学要从封闭式验证，转向开放式探究。只抛出探究问题，不全盘给出实验方案；不硬性限定实验手段，支持学生自主构思；不强求唯一标准答案，接纳不同方案带来的多样化结果。核心就是问题真实、方案开放、允许多元结论。

5.3 教学案例：以“物质检验与鉴别”实验为例

传统物质鉴别实验，试剂、步骤全部给定，学生只需要依照教材流程完成检验，几乎不存在自主设计的空间。

调整后的教学设计：任务情境：实验室六瓶遗失标签的无色溶液，分别为 NaCl、Na2CO3、Na2SO4、NH4Cl、AlCl3、FeCl3，请设计实验完成鉴别。课堂只提供试剂清单，不给出标准方案。开放设计：小组研讨，自主选择试剂，规划鉴别流程。方案交流与优化：各小组汇报设计思路，全班研讨方案的可行性、简洁度与安全性。不同小组会形成不一样的试剂使用、

排序思路，教师引导学生对比各套方案的优劣。实验实施与反思：小组按照优化后的方案开展实验，记录现象得出结论。追加思考：如果只允许选用一种试剂，能不能完成全部物质的区分？

整个活动是完整的真实探究过程：构思方案、研讨迭代、动手实操、反思拓展。创新就体现在方案设计的多样性，探究能力则落实在方案的权衡优化当中。

6 科学态度与社会责任素养的实验教学优化

6.1 素养内涵与实验教学的对接点

“科学态度与社会责任”一方面要求学生实验严谨求实，另一方面能够理解化学和技术、环境、社会之间的联系，做出合理价值判断。落实这项素养，不能仅仅停留在遵守实验室操作规范，还要挖掘实验背后的社会、伦理、环境议题。

当下很多实验局限于学科内部知识，和现实社会生活关联薄弱；对科学态度的培养大多局限在课堂纪律、操作安全，很少触及环境责任、科学伦理这类更深层内容。

6.2 优化策略：引入真实社会议题的实验项目

把实验任务和现实社会问题结合起来，让学生在解决真实问题的过程体会化学的现实价值。优先选取和生活、环境、健康相关的实验主题；任务设计需要兼顾效率、成本、环境损耗多重现实因素；实验结束之后增加社会性问题的研讨环节。

6.3 教学案例：以“本地水质硬度检测”项目式实验为例

项目背景：学生观察到本地不同区域自来水烧开之后水垢多少差别明显，由此引出水质硬度探究。实验设计：分组采集不同区域水样，采用 EDTA 滴定法，或者肥皂水半定量对比方式测定硬度。实验过程中强调变量控制，培养严谨的实验习惯。数据分析与社会讨论：结合水源、供水管网信息分析硬度检测数据。研讨问题：硬水是不是数值越高危害越大？硬水会对生活生产带来哪些影响？开展水质软化处理需要如何权衡成本和实际收益？拓展与行动：部分小组调研本地水厂水处理工艺，构思适合家庭使用的简易水质检测小方案。

实验不再是单纯的技能训练，而是扎根本地现实问题的探究活动。测定硬度的过程训练化学实验能力，同时引导学生思考公共健康、环境成本等现实议题，把科学态度和社会责任融入真实问题解决。

7 结语

梳理五项核心素养对应的实验教学要求，能够看到各素养的诉求存在明显区别：宏观辨识与微观探析，重点落实三重表征转换；变化观念与平衡思想，要强化定量测量与变量控制；证据推理与模型认知，需要把推理、建模过程显性化；科学探究与创新意识，要推动实验走向开放生成；科学态度与社会责任，则需要依托真实社会情境开展项目式实验。因此素养导向的实验教学不能套用统一模板，应当依据各项素养的认知特征采用差异化设计。

当然，真实课堂当中，一项优质实验活动往往可以同时兼顾多项素养。本文分开逐一解析，并不是要把实验拆解成五个互不相关的训练模块，而是给教师提供一套分析工具。面对一个具体实验，教师可以据此判断这项实验更适合培育哪方面素养，如果要侧重发展某一项素养，又应当对实验做出哪些改动。从空泛谈论素养，走向可落地的教学设计，才是当下实验教学优化更务实的方向。

参考文献：

[1] 陈广锋.核心素养视域下高中生物实验教学优化策略探究[J].高考,2026,(24):108-110.

[2] 梁志云,张成.核心素养视域下高中信息技术实验教学实施路径与评价研究[J].中国教育技术装备,2026,(9):157-160.

[3] 陈麟.核心素养下高中化学实验教学优化实践[J].数理化解题研究,2026,(9):143-145.

[4] 董国宏.核心素养视域下高中物理实验教学的优化路径研究[J].数理化解题研究,2025,(33):77-80.

[5] 方佳鑫.深度学习视域下高中化学实验教学研究[J].中学课程辅导,2026,(25):126-128.