

SAMR 视域下 POE-TQVC 化学实验教学模式建构研究

A Study on Constructing the POE-TQVC Chemistry Experiment Teaching Model from the SAMR Perspective

乔雪涵¹ 孔令倩¹ 周瑞杰¹ 范艳花^{1*}

¹ 河南大学化学与分子科学学院

*fanyanhua9080@163.com

【摘要】 为破解教育信息化背景下实验教学“重技术应用、轻认知深化”的困境，本研究基于 SAMR 技术整合框架，系统建构了 POE-TQVC 化学实验教学模式。本文重点阐述模型的构建逻辑与层次映射机制：在 SAMR 框架下，POE 阶段分别对应并深化了 TQVC 的转化、量化/视觉感知、比较环节，技术作为贯穿性支架，推动抽象概念转化为可操作的动态决策模型。POE-TQVC 模型不仅提供了信息技术与实验教学深度融合的理论路径，更为核心素养导向的课程重构提供了可迁移的设计范式。

【关键词】 SAMR 模型；POE-TQVC 教学模式；模型构建；技术整合

Abstract: To address the dilemma of "emphasizing technology application while neglecting cognitive depth" in experimental teaching under the background of educational informatization, this study systematically constructs the POE-TQVC chemistry experiment teaching model based on the SAMR technology integration framework. This paper focuses on elucidating the construction logic and hierarchical mapping mechanism of the model: within the SAMR framework, the POE stages correspond to and deepen the TQVC phases of transformation, quantitative/visual perception, and comparison, respectively, with technology serving as a pervasive scaffold that promotes the transformation of abstract concepts into operable dynamic decision-making models. The POE-TQVC model not only provides a theoretical pathway for the deep integration of information technology and experimental teaching but also offers a transferable design paradigm for core literacy-oriented curriculum reconstruction.

Keywords: SAMR model; POE-TQVC teaching model; model construction; technology integration

1. 引言

教育部发布的《教育信息化 2.0 行动计划》明确提出“深化信息技术与教育教学融合创新”。如今手持技术的引入课堂已成为趋势，旨在将“验证性操作”升级为“数据驱动的科学探究”。然而，实践层面普遍存在“重技术操作、轻思维发展”的落差。技术往往仅作为传统实验的替代（Substitution）或效率提高（Augmentation）工具，未能深度触及学生概念建构与认知模型的转变。为摆脱这一困境，现有研究提供了两种主要思路：强调科学探究过程的 POE 模式（Predict-Observe-Explain，预测-观察-解释），虽能激发主动思考，却常因缺乏技术支持而难以深入微观定量领域；依托手持技术的 TQVC（Transform-Quantitative-Visual-Compare，转化-量化感知-视觉感知-比较）认知模型（王立新，2018），虽能有效降低认知负荷，却可能因缺乏探究驱动而使学生陷入被动接受。二者各自的局限性表明，仅靠单一模式难以支撑技术赋能下的深度学习。

本研究引入 SAMR 模型（Substitution-Augmentation-Modification-Redefinition，替代-增强-修改-重塑）作为核心分析框架，它清晰地定义了技术整合于教学的四个层次，为评估和设计技术融合教学提供了理论标尺。因此，本研究引入 SAMR 模型作为核心的设计框架与目标指引，通过结构化融合 POE 与 TQVC，构建一个名为“POE-TQVC”的整合教学模式，并详细阐述其构建逻辑与内在机制，为化学实验教学实现深度的技术融合与认知重塑提供一条明确的设计路径。

2.模型构建理论框架

2.1.POE-TQVC 模型分析

该模型核心在于两个维度的深度融合：其一是 POE 教学策略所构成的“预测-观察-解释”外显探究循环。该循环能够有效激活学生的前概念，通过引发认知冲突促进概念转变，培养学生的科学探究能力(张溢恒&曾艳,2025)。其二是 TQVC 概念认知模型所构成的“转化-量化感知-视觉感知-比较”内隐认知路径。POE-TQVC 模型是认知-建构主义理论在技术赋能实验教学中的具体化体现。它通过 POE 外显的探究循环与 TQVC 概念认知模型内隐的认知路径协同作用，促进学生主动构建科学概念。

表 1 -POE 教学模式与 TQVC 认知模型整合对应关系

POE 阶段	TQVC 阶段	认知-教学对应逻辑	技术赋能
预测 (P)	转化 (T)	将抽象概念转化为可操作性变量，建立假设模型	手持技术动态呈现微观机制；测量工具辅助建立知识关联
观察 (O)	量化感知 (Q) +视觉感知 (V)	通过手持技术准确实时的获取实证数据，验证/修正假设	传感器实时采集数据；软件实现多元信息融合，绘制数据曲线
解释 (E)	比较 (C)	通过可视化分析与对比推理，构建科学解释	利用软件标注关键数据特征；对比不同曲线

表 1 呈现的阶段对应并非简单的叠加，而是基于“探究行为-认知操作”的精准匹配。P-T 阶段，预测需将抽象化学概念转化为可观测变量与假设，与 TQVC“概念具象化”的转化阶段完全契合；O-Q/V 阶段，观察依赖数据采集与现象识别，TQVC 的量化 / 视觉感知是获取实证证据的核心认知操作；E-C 阶段，解释需对比预测与观察结果(刘林青&李卓,2024)，TQVC 的比较阶段是完成概念修正、重新建构科学解释的关键环节。

2.2.SAMR 模型的内涵与教学指向

SAMR 模型由 Ruben R. Puentedura 提出，模型以替代 (S)、增强 (A)、修改 (M)、重塑 (R) 四个层级构建技术融入教学的层级分析框架。其核心价值在于区分了技术应用的两种本质类型：技术增强 (Substitution, Augmentation) 与技术变革 (Modification, Redefinition)。前两个层次中，技术主要作为效率工具，优化现有教学流程但未改变其根本结构；后两个层次则标志着技术开始重新定义学习任务本身，催生传统环境下无法实现的教学活动(Beisly & Abeyrathna Herath Mudiyanseleg, 2025)。这一划分对实验教学信息化具有深刻启示：当前许多“数字化实验”仍停留在用传感器替代传统仪器、用软件绘图替代手工记录的层面，本质上属于“增强”范畴，未能触及教学范式的深层变革。

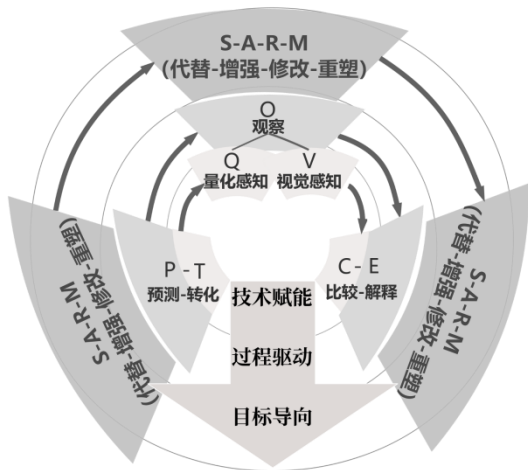
3.模型构建：基于 SAMR 理论视角的 POE-TQVC 整合模型设计

3.1.融合模型的核心逻辑与层级定位

SAMR 理论模型以替代 (S)、增强 (A)、修改 (M)、重塑 (R) 的层级递进逻辑，为技术与教学的融合提供了明确的目标导向与评估标准，其核心价值在于区分技术的“效率优化”与“范式变革”双重功能。POE-TQVC 模型则通过“预测 (P) - 观察 (O) -解释 (E)”的外显探究循环与“转化 (T) -量化感知 (Q) -视觉感知 (V) -比较 (C)”的内隐认知路径，构建了认知建构与技术应用的协同框架。二者的融合并非简单叠加，而是形成“目标-过程-工具”三位一体的层级嵌套结构：SAMR 作为顶层设计的目标层与评估层，为融合模型设定从技术替代到教学重塑的进阶方向；POE 作为中间层的过程驱动引擎，以探究循环的内在张力推动技术应用向高阶层级跃迁；TQVC 作为底层的工具支撑层，通过技术赋能的认知路径为 SAMR 各层级目标的实现提供具体操作范式，最终达成“技术应用-认知发展-教学变革”的深度协同。整合模型图如图 1。

3.2.基于 SAMR 层级的融合机制解析

在替代（S）层级，技术的核心作用是替换传统教学工具与流程，保持实验基础操作的效率提升，技术聚焦于教师与学生在数据记录、工具操作、数据处理等机械性、重复性任务上的减



负，为后续高阶融合奠定效率基础，契合 SAMR 模型“不改变教学本质的技术优化”核
图 1-基于 SAMR 理论视角的 POE-TQVC 整合模型

心内涵；在增强（A）层级在维持原有的教学结构稳定的前提下，通过技术功能拓展实现教学效能的提升(Muslimin et al., 2023)，技术在保留原有教学流程的基础上，通过资源补充、精度提升、引导提示等功能，拓展 POE-TQVC 模型的认知边界，实现教学效能的增量提升，符合 SAMR 模型“技术增强传统教学”的层级特征；在修改（M）层级，技术从功能拓展转向教学流程的局部重构，通过调整教学环节的实施逻辑与互动方式，优化认知建构的路径与效果 (Drugova et al., 2021),技术通过调整 POE-TQVC 模型的内在实施逻辑，实现教学环节的局部创新，推动认知建构从线性积累向动态优化转变;重塑（R）层级，是技术与教学融合的最高阶段，技术通过重塑 POE-TQVC 模型的实施场景、互动方式与认知目标，创造传统教学无法实现的高阶学习活动,实现教学模式与认知发展的根本性变革。具体的 SAMR 层级与 POE-TQVC 融合机制对应关系见表 2：

表 2-SAMR 层级与 POE-TQVC 融合机制对应关系

SAMR 层级	核心融合机制	POE-TQVC 协同路径
替代（S）	工具替换 - 认知适配	P-T: 结构化假设建模替代传统书写； O-Q/V: 传感器替代传统测量工具； E-C: 数据对比工具替代人工分析
增强（A）	功能拓展 - 认知增值	P-T: 资源推送强化假设科学性； O-Q/V: 数据预警提升感知精度； E-C: 标注引导增强解释针对性
修改（M）	流程重组 - 认知进阶	P-T: 个性化方案优化转化路径； O-Q/V: 动态反馈重构观察模式； E-C: 多维度对比拓展解释维度
重塑（R）	范式革新 - 认知跃迁	P-T: 跨情境转化创新假设； O-Q/V: 沉浸式感知突破条件限制； E-C: 协同比较重构解释逻辑

3.3. 融合模型的层级演进可视化框架阐释

图 2 所示的 SAMR 视域下 POE-TQVC 融合模型层级演进框架，以结构化形式直观呈现了技术与教学融合的阶梯式发展逻辑框架横向以 SAMR 四层级为脉络，明确了技术角色的递进路径：替代（S）层级中技术为“工具替代者”，聚焦机械性任务替换以提升效率；增强（A）层级升级为“功能强化者”，在保留教学结构基础上拓展认知支持功能；修改（M）层级成为“流

程优化者”，通过局部重构教学环节适配认知规律；重塑（R）层级跃升为“认知重构者”，以范式革新推动认知创新。

纵向维度呈现教学变革的深度梯度：从替代（S）层级“流程不变、效率提升”的表层优化，到增强（A）层级“结构不变、效能提升”的功能拓展，再到修改（M）层级“局部重构、认知深化”的流程升级，最终实现重塑（R）层级“全面变革、范式升级”的本质跨越，形成完整的进阶链条。

该框架核心逻辑体现为层级递进、功能耦合与目标聚焦的协同统一，各层级既相互独立又层层递进，技术角色与教学变革深度双向赋能，始终围绕“技术融合促进认知深化”的核心目标。其理论价值在于将抽象融合机制具象化，实践意义则为教学实施提供了精准定位与阶梯式推进指引，有效规避技术应用形式化问题。

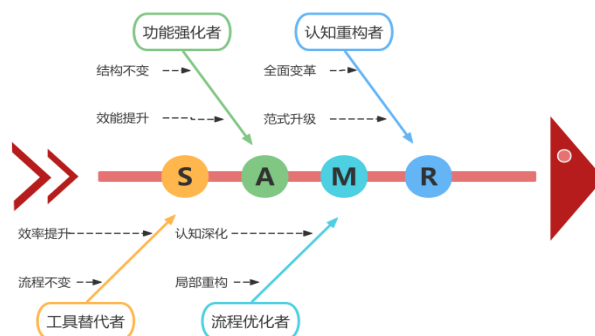


图 2-SAMR 视域下 POE-TQVC 融合模型层级演进框架

4. 结论与展望

本研究针对教育信息化背景下实验教学“重技术应用、轻认知深化”的核心困境，以 SAMR 技术整合框架为理论标尺，系统建构了 POE-TQVC 化学实验教学融合模型。该模型的核心价值在于突破单一教学模式的局限：通过 SAMR 层级的目标引领，实现技术应用从效率优化到认知重构的深度跃迁；借助 POE 与 TQVC 的双向耦合，破解了技术操作与思维发展脱节的实践难题，为信息技术与实验教学的深度融合提供了可操作的理论范式。模型的可视化框架进一步具象化了融合逻辑，为教学实践提供了精准定位与进阶指引。

未来研究可开展实证研究，选取不同学段、不同类型的化学实验教学场景，验证模型在核心素养培养中的实际效能；也可结合生成式 AI、虚拟仿真等前沿技术(王秋阁&张波,2024)，优化模型在复杂真实情境中的适配性，拓展跨学科应用边界，为核心素养导向的实验教学改革提供更坚实的实践支撑。

参考文献

- 刘林青&李卓.(2024).用探究式化学实验支持学生证据推理能力发展——以“苯的结构与性质”为例.化学教学,(01),45-51.
- 王立新,钱扬义,苏华虹,陈博殷&梁宏宇.(2018).手持技术数字化实验与化学教学的深度融合:从“研究案例”到“认知模型”——TQVC 概念认知模型的建构.远程教育杂志,36(04),104-112.
- 王秋阁&张波.(2024).基于 SAMR 的物理课程移动学习实证研究.教学与管理,(03), 89-93.
- Beisly, A., & Abeyrathna Herath Mudiyanse, D. (2025). Teachers can use it with their little: Using case studies to explore preservice teachers' perceptions of technology. Education Sciences, 15(3), 366.
- Muslimin, A. I., Mukminatien, N., & Ivone, F. M. (2023). TPACK-SAMR digital literacy competence, technostress, and teaching performance: Correlational study among EFL lecturers. Contemporary Educational Technology, 15(2), ep409.