

化学情境下中学生设计思维倾向现状调查——以河南省 H 中学为例

Investigating Design Thinking in Secondary School Chemistry Learning: A Survey at H High School in Henan Province

李亚菲¹, 陈洪发¹, 郭瑶瑶¹, 范艳花^{1*}

¹ 河南大学化学与分子科学学院

*fanyanhua9080@163.com

【摘要】 设计思维作为整合 STEM 学科、连接知识与实践的重要桥梁, 其中学阶段的发展特征仍待探究。本研究以 H 中学 451 名学生为对象, 调查化学学习情境下设计思维五种倾向的水平。结果发现, 学生设计思维整体呈中等偏上水平, 不同年级之间差距比较明显, 高三学生在总分及各特质上均显著优于其他年级, 其中“乐观”与“实验精神”特质发展尤为明显。结论提示, 中学 STEM 课程设计应主动顺应学生设计思维的发展趋势, 实现学科知识与高阶思维的有机结合。

【关键词】 设计思维; 化学教育; 中学教育

Abstract: Design thinking serves as a crucial bridge for integrating STEM disciplines and connecting knowledge with practice, yet its developmental characteristics during secondary school remain underexplored. This study surveyed 451 students from H High School to examine the levels of five design thinking dispositions in the context of chemistry learning. The results showed that students' design thinking skills were generally at an above-average level, with notable differences across grade levels. Senior high school students significantly outperformed students in other grades in both total scores and individual traits, with particularly marked development in the traits of “optimism” and “experimental spirit.” The findings suggest that secondary STEM curriculum design should proactively align with the developmental trajectory of students' design thinking, thereby fostering an organic integration of subject knowledge and higher-order thinking.

Keywords: Design thinking, Chemistry education, Secondary education

1. 引言

21 世纪教育正经历从知识传授向素养培育的范式转型。设计思维作为整合 STEM 学科、连接知识与实践的重要桥梁(Wright & Wrigley, 2019)。设计思维在系统分析、创造力培养和协作优化等方面的核心价值, 使其成为应对复杂挑战的关键能力(Hallström & Ankiewicz, 2023)。化学学科固有的探究性、实践性与系统性特征, 为培养学生设计思维提供了真实且富有意义的情境。

然而, 当前中学阶段设计思维发展的实证研究仍显不足, 尤其在特定学科情境中的表现与成长轨迹尚不清晰(Thomason & Hsu, 2025)。虽有研究证实 STEM 整合课程能促进学生设计倾向发展(Hallström et al., 2022), 但化学教育领域仍缺乏系统性调查。如何在化学教学中有效融入设计思维成为亟待解决的问题(Veerasingham et al., 2021)。

本研究聚焦中学化学学习情境, 系统调查学生设计思维倾向的现状 & 年级差异, 识别其发

展轨迹与关键影响因素。结果期为中学 STEM 课程设计提供实证依据。

2.研究方法

2.1. 研究设计

本研究以中学化学学习为情境，调查中学生设计思维倾向的现状及其年级差异，旨在回答以下两个研究问题：

- 1.中学生在化学学习中的设计思维倾向整体表现如何？
- 2.不同年级学生（初三至高三）的设计思维倾向是否存在显著差异？

2.2. 研究工具

本研究以 Blizzard et al.(2015)开发的《设计思维特质调查问卷》为基础，翻译并改编李克特五级量表后施测，共九道题目分别对应五种不同的思维特质（寻求反馈、整合性思维、乐观、实验精神、协作能力）。

为验证该工具在中国本土中学生样本中的结构效度，我们使用 AMOS 对中学生设计思维调查问卷进行验证性分析，初始五因子模型拟合指数为 CFI=0.948,TLI=0.896,SRMR=0.0405, RMSEA=0.090（95%CL[0.071,0.110]）。在进行判别效度检验时，五个因子中有三个呈现较高相关性(Pearson's r>0.70)：寻求反馈、整合思维、协作。基于这种相关性，我们进行了第二次验证性分析，其中寻求反馈、整合思维、协作被视作一个单一因子（因子 A），乐观（因子 B）、实验精神（因子 C）分别视作单一因子。新的三因子模型结构拟合指标为 CFI=0.937,TLI=0.897, SRMR=0.0467，RMSEA=0.089（95%CL[0.072,0.107]）。基于三因子模型进行总量表的 Cronbach's α 系数为 0.836，因子 A 的 α 系数为 0.793，因子 B 为 0.627。基于以上数据，三因子模型的拟合度与五因子模型相当。未来的研究中，在问卷中添加更多题目将有助于区分整合思维，协作和实验主义作为单独的因子。

3.问卷数据分析

本研究采用方便取样，选取河南省 H 中学初三至高三学生为对象。共发放并回收有效问卷 451 份，其中初三 91 人，高一 105 人，高二 186 人，高三 69 人。

3.1.问卷调查调研分析

表 3-1 各年级学生样本分布及设计思维总分描述性统计

变量	类别	频数	百分比	设计思维总分均值	标准差
年级	初三	91	20.2%	33.34	4.62
	高一	105	23.3%	33.57	4.38
	高二	186	41.2%	35.04	4.93
	高三	69	15.3%	36.07	5.02
	总体	451	100%	34.75	4.86

采用 SPSS 26.0 进行数据分析。首先进行描述性统计，结果见表 3-1。为检验年级差异，先参考 Coleman 等人（2020）的 $s_{max}/s_{min}<2$ 准则（其中 s_{max} 为较大样本方差， s_{min} 为较小样本方差）和 Levene 检验方差齐性，所有变量均满足该条件（见表 3-2）。然后对设计思维总分及各因子得分进行单因素方差分析（ANOVA），分析前若 ANOVA 结果显著（ $p<0.05$ ），则使用 LSD 法进行事后比较。使用 η^2 作为效应量指标。

表 3-2 方差齐性检验

维度	S_{max}	S_{min}	比值 (S_{max}/S_{min})	方差齐性 (p)	是否齐性
寻求反馈	0.83	0.72	1.15	0.380	是
整合性思维	0.86	0.79	1.09	0.510	是

乐观	0.96	0.77	1.25	0.458	是
实验精神	0.95	0.70	1.36	0.139	是
协作能力	0.84	0.78	1.08	0.208	是
各年级设计思维					
总分	5.02	4.38	1.15	0.196	是

注：S_{max}、S_{min}为各年级内标准差最大值与最小值，用于方差齐性检验。

中学生设计思维特质总得分的平均值为 34.75 (SD=4.86，量表理论范围 9-45)，处于中等偏上水平。单因素方差分析表明，不同年级学生在总分上存在显著差异 (F(3,447)=7.707, p<0.001, η²=0.049)，效应量为小效应。事后比较发现 (见表 3-3)，高三学生的总分显著高于其他所有年级(p<0.05);高二学生的总分显著高于初三学生(p=0.012)和高一年级(p=0.004);而初三与高一学生之间无显著差异 (p=0.847)。

表 3-3 各特质年级差异汇总表

特质	F (3, 447)	p	η²	事后比较显著差异组
寻求反馈	4.790	0.003	0.031	高三>高一、高三>初三、高二>初三
整合性思维	5.369	0.001	0.035	高三>高一、高三>初三、高二>高一
乐观	3.840	0.010	0.025	高三>高一、高三>高二、高三>初三
实验精神	7.944	<0.001	0.051	高三>高一、高三>初三、高二>高一、高二>初三
协作能力	6.058	<0.001	0.039	高三>高一、高二>高一、高二>初三、高三>初三
设计思维均分	7.707	<0.001	0.049	高三>高一、高三>高二、高三>初三、高二>高一，高二>初三

4.调研结果与讨论

4.1. 设计思维倾向年级发展趋势

如图 4-1 所示，五个设计思维特质因年级不同得分差距较为明显。具体而言，“乐观”特质在高三阶段表现最为突出；“实验精神”特质则呈现最稳定的线性增长。值得注意的是，所有特质在高三均达到峰值，其中“寻求反馈”和“协作能力”特质在高三阶段相较于其他年级有显著提升。初三和高一设计思维特质无明显差异，甚至“整合思维”特质高一略低于初三。

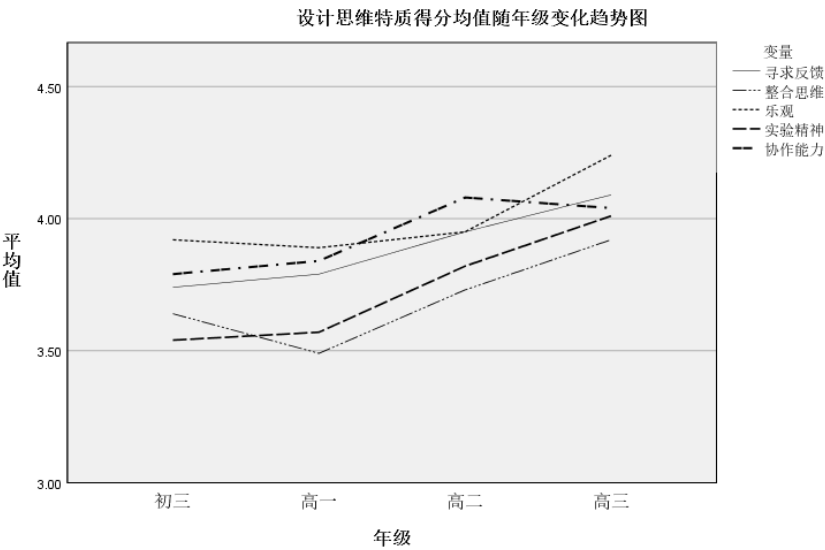


图 4-1 设计思维特质得分均值随年级变化趋势图

4.2. 认知发展理论下的结果分析

中学生设计思维随年级上升的趋势，可以从其认知发展阶段与学科学习特点的交互作用中得到解释。处于初高中阶段的学生，其形式运算思维日益成熟，分析、综合与系统解决问题的能力随年龄和教育自然增长。化学学科的学习，特别是高中阶段对微观机理、定量分析与复杂系统观念的强调，实质上在不断训练学生进行“整合思维”与“实验性探究”。因此，年级越高、学科学习越深入，学生在问卷中表现出来的系统性分析、关注问题关联、协作寻求方案等倾向就越强。但高一年级略低于初三年级可能是因为高一化学内容认知负荷较高，例如学习“物质的量”、“氧化还原反应”等内容时，学生知识基础不完整，学习过程较为困难，需要时间构建知识框架，教师应给予更多引导。

4.3. 对中学STEM教育的启示

本研究的发现为在中学阶段有效融入设计思维培养提供了实证依据。首先，不同年级的各思维水平不同，STEM课程设计应结合学生具体情况。其次，不同特质的发展路径提示教学应有侧重：低年级可更多鼓励实验探究与开放反思，高年级则可引入更复杂的综合性项目，以深化整合与协作能力。

在当前推进教育创新与素养培育的背景下，设计思维所强调的跨学科整合、同理心与迭代优化能力，是学生未来应对复杂情境的核心素养。中学STEM教育有必要也有条件，通过项目式学习等方式，将学科知识的传授与这类高阶思维模式的养成有机结合，为人才培养奠定更坚实的基础。

4.4. 研究局限与展望

本研究为横断面调查，虽揭示了不同年级间的差异，但无法追踪个体学生设计思维倾向的纵向发展轨迹。此外，样本均来自同一所学校，其结果在更广泛区域和不同类型学校中的普适性有待进一步验证。所用量表虽经改编和验证，但其对中学生设计思维特质的刻画深度仍有提升空间。未来研究可采取纵向追踪设计，描绘中学生设计思维发展的动态轨迹，并识别其关键影响因素。此外，探索设计思维与计算思维、科学论证等其它核心素养的关联机制，也将为跨学科素养的整合培养提供更坚实的理论依据。

参考文献

- Wright, N., & Wrigley, C. (2019). Broadening design-led education horizons: conceptual insights and future research directions. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(1), 1-23.
- Hallström, J., & Ankiewicz, P. (2023, February). Design as the basis for integrated STEM education: A philosophical framework. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1078313). Frontiers Media SA.
- Thomason, D., & Hsu, P. L. (2025). The effect of a STEM integrated curriculum on design thinking dispositions in middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 35(1), 83-121.
- Hallström, J., Norström, P., & Schönborn, K. J. (2022). International views of authenticity in integrated STEM education. *PATT 39: PATT on the Edge Technology, Innovation and Education*.
- Veerasingham, K., Balakrishnan, B., Damanhuri, M. I. M., & Gengatharan, K. (2021). Design thinking for creative teaching of chemistry. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(3), 670-687.
- Blizzard, J., Klotz, L., Potvin, G., Hazari, Z., Cribbs, J., & Godwin, A. (2015). Using survey questions to identify and learn more about those who exhibit design thinking traits. *Design Studies*, 38, 92-110.
- Coleman, E., Shealy, T., Grohs, J., & Godwin, A. (2020). Design thinking among first-year and senior

engineering students: A cross-sectional, national study measuring perceived ability.*Journal of Engineering Education*,109(1), 72-87.