

科学思维与化工融合培养现代产业人才

张洪利^{1,2}

1. 渭南师范学院化学与材料学院, 陕西 渭南 714099

2. 渭南市科学思维学会, 陕西 渭南 714000

DOI:10.61369/EIR.2026010018

摘 要 : 以科学思维理论体系为指导, 依托能源化学工程专业, 构建科学思维 + 专业深度融合的现代产业人才培养模式。着眼学生终身发展, 培养科学思维核心素养, 从人才需求市场调研结果, 科学思维与能源化学工程专业培养方案有机融合, 探索遵循思维规律的教与学良性互动主线、知识为载体的教学过程与模式。人才培养方案设计从顶层构建纵向有主线、内容模块、横向有序推进, 形成完整的科学思维与专业深度融合的体系、过程、步骤。针对性的开发思维式教学课堂教学模式、开设科学思维与创新创业课程。从大一专业导论课开始实施, 大学四年不间断塑造学生的核心素养科学思维 + 专业深度融合的培养。该培养模式得到毕业生、企业的好评。

关 键 词 : 科学思维; 化工; 融合; 开放式问题; 现代产业人才

Cultivating Modern Industrial Talents through the Integration of Scientific Thinking and Chemical Engineering

Zhang Hongli^{1,2}

1. School of Chemistry and Materials, Weinan Normal University, Weinan, Shaanxi 714099

2. Weinan Scientific Thinking Association, Weinan, Shaanxi 714000

Abstract : Guided by the theoretical framework of scientific thinking and based on the energy and chemical engineering major, this study constructs a modern industrial talent cultivation model that integrates scientific thinking with in-depth professional knowledge. Focusing on students' lifelong development, it aims to cultivate core competencies in scientific thinking. By integrating the results of market demand research for talents with the training program for the energy and chemical engineering major, this study explores a positive interaction between teaching and learning that adheres to the laws of thinking, as well as a teaching process and model that utilizes knowledge as a carrier. The talent cultivation plan is designed with a top-down approach, featuring a longitudinal mainline, content modules, and a horizontally sequential progression, forming a complete system, process, and steps for the deep integration of scientific thinking and professional knowledge. Targeted development of a thinking-based teaching model in the classroom and the offering of courses on scientific thinking and innovation and entrepreneurship are implemented. Starting from the introductory course for freshmen and continuing throughout the four years of university, students' core competencies are continuously shaped through the integration of scientific thinking and in-depth professional knowledge. This cultivation model has received positive feedback from graduates and enterprises.

Keywords : scientific thinking; chemical engineering; integration; open-ended questions; modern industrial talents

背景信息

社会进步和全球交流的一体化发展, 使得各个领域对人才都有了新的要求。

在这种背景下, 大学教育面临的重要机遇是应该与时俱进。进入大学, 学生不仅仅是学习各种专业知识, 更重要的是培养独立思考认识和解决问题的能力, 建立起正确的世界观、人生观和价值观。在学校, 不同的专业有不同的教学方式。

经过多年实践, 我们已经认识到填鸭式教学模式越来越不适应现代高等教育的需求。为了更愉悦高效的传递知识, 需要有效提高互

基金情况: 教育部产学研合作协同育人项目 (231104082015300)。

作者简介: 张洪利 (1975—), 男, 汉族, 吉林省公主岭人, 副教授, 主要研究方向: 绿色智慧化工, 现代化工产业人才培养等。

动式教学方法。为此广大教育工作者采取了各种教学创新的探索与实践，教育者、研究者也开始研究新的教学模式和人才培养体系。一种途径是如何运用新的有效教学手段，另一条路是追溯大学教育的历史，反思本质以改变现在的教育现状。于是出现了各种各样的教学模式。在目前的趋势下，从以往的关注教授过程，便转向如何学习更多关注学生学习的注意力，随之产生了概念“以学生为中心”这一教学理念。事实上，以学生为中心的方法鼓励了学生的自主性，使他们能对自己的学习负责。

自以学生为中心教育理念实施后，产生了一系列教育理论和模式。学习结果上有成果导向型 OBE 教学理论，基于产品设计理念的 CDIO 工程教育模式；从组织形式上有大班、小班、小组讨论式、小组合作式等；内容或问题为载体的有，以问题驱动的 PBL 教学模式；以针对实际对象为载体的项目式教学 PBL，也有西交利物浦大学开展的研究导向型教学等。课堂也出现了很多新的形式，如对分、翻转课堂，从以教师主讲转向以教师为主导以学生为中心。随着数据技术的发展，BOPPPS、大规模在线教学 MOOC、线上线下混合式教学、小型内部 SPOC 教学模式等迅速发展。为了提高教学效果，广大教师不断创新各种教学模式和方法。

案例正文

面对这种实际，总体想法我感觉到，专业能力与思维的开发和培养是一个循序渐进逐渐提高的过程。所以要构建相应的培养体系。在专业体系上要针对知识、技能、素质、情感进行适应新时代发展需求的更新与整合，以传统的“三传一反”，再加上安全工程为其核心；而在思维体系核心上以思维模式、思维方式、思维方法这些传统意识和思维的工具想象、理解、逻辑为基本骨架，进行知识丰富的梯级同步融合。

一、主线——系统：科学思维的基本原理

(一) 科学思维课程体系

理论依据：意识的可控制部分（属于技术体系）。

操作系统：思维模式、思维方式、思维方法。

思维模式：传统到现代，经验到科学，封闭到开放。

思维方式：思维背景的运用意识。

思维方法：思维要素的组合及程序。

思维工具是思维状态的对应和标志：想象、理解、逻辑。

思维的相关：内外各种有机联系。

思维应用的具体案例。

(二) 思维实践

思维知识的学习，思维视野、专业视野的丰富与开阔。

写作的初级练习。

新工具的应用，数据技术的学习和应用。

3*3 反思重构教学法。掌握学习的兴趣爱好，选择自己最感兴趣的内容作为反思对象。具体步骤为：

首先是收获。今天的收获是什么？

学习之前是怎么想的？

现在是怎么想的？

我如何想会更好？

其次是拓展。这部分知识内容在还可以在哪些领域应用？

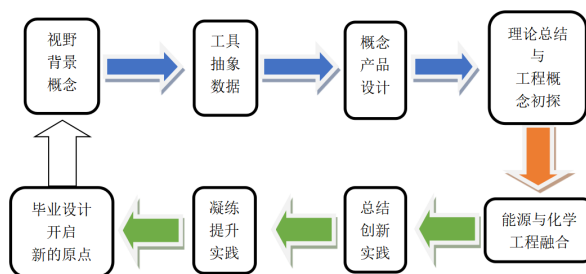
再次是创新。这部分内容、知识、技术将来会被什么替代或淘汰。

这种方法实际上与产品工程领域的创新是一个体系，即产品的提质、产品的增效、产品替换与淘汰三个步骤。这样就实现了专业学习与思维学习的统一性。

(三) 科学思维的理论指导专业学习过程模块构建

这就引入到连续的创新，即专业 + 科学思维的融合体系，还要重视凝练提升模块

基于此，开发一种基于思维的学习模式（Thinking-Based Teaching & Learning, TBT-L），旨在开发更复杂问题知识的掌握，促进学生的思维能力，远远超出单纯的记忆。在换句话说，TBT-L 促进有效或熟练的思维，指对特定任务使用适当的思维技巧。这是思维引导的常识进行训练，并通过适当的思维习惯来磨练。因此，这种方法旨在提高学生的高阶思维，称之为思维式学习，以科学思维为基础指导，促进教学和学习技能通过三个不同的组成部分：思维能力，思维习惯和科学思维。



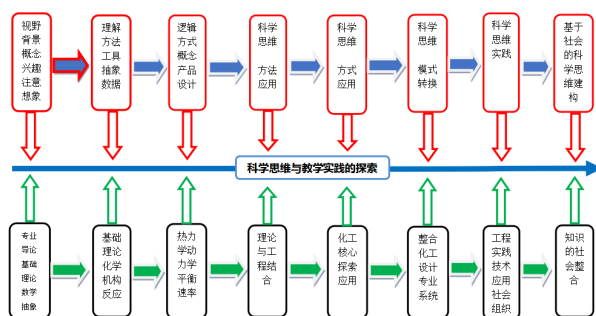
图一、思维开发体系进程图

第一个概念，思维能力，是指选择和使用适当的思考程序来进行思考练习 10（如分类或比较，在其他）并且与批判性思维密切相关。思考自 1970 年代以来已深入研究的技能包括应用步骤或遵循流程，通过推理达到目的。从这个意义上说，有必要练习思考技巧，以养成使用的习惯。这方面，思维能力成为第二个概念，思维习惯。

二、系统：专业知识和德智具备的要求

知识 + 素质 + 价值观 + 思维 构建基于思维的能源化学工程专业人才培养体系。

知识核心主线，基础化学 + 化工原理、化工设计、反应工程、化工安全。融合思想政治教育、人文艺术、数据技术等等。



图二、科学思维与教学实践关系图

(一) 低端切入，适应大学、界定大学

这个主要在第一学期完成，刚刚入学，重要的是有正确的态度、积极性、适应大学学习方法、生活方式，概念目标的确定。这里边主要在导论课上对大学生生活学习概念的界定，充分利用分形思维，通过写作与具体思维技巧锻炼学生思维，让学生意识到思维的重要性。

(二) 步入正规

进入第二学期，学生基本上适应了大学的学习概念、方法，这学期进入到正规学习阶段，学习任务加剧，但主要还是传统的基础知识为主、基础技能为主的掌握。对第一学期的概念、思维、写作继续进行并习惯养成，同时结合自己状况探索新的开发小程序。

(三) 科学加深

进入第三学期，基础知识更加丰富，有些阶段开始完成学业，这就要求建立相应的闭环体系，以养成各个小的模块的体系的建立，也是整个系统的一个小的模块有机组成。

(四) 专业精湛

第四学期，基本理论学期总体上会结束，开始接触新的化工专业知识，这一块对基础理论要进行系统全面整合，同时又要向工程技术融合及过渡。

(五) 应用实践

第五学期，进入理论的应用即工程实践。

(六) 拓展创新

第六学期，要进行创新的尝试与探索，沿着创新的思路前进。

(七) 总结凝练

第七学期，理论与实践磨合，进入社会前的磨合学习阶段。这阶段需要把自己作为社会的一员、企业一个员工的身份去亲身实践，站好每一班岗，做好每一个环节岗位的角色，总结经验，武装自己。

(八) 新的源头起点

第八学期，对大学期间的理论学习、技能掌握、社会价值全

面的掌握与提升。准备进入人生的转折点。

三、自适应自调整模块的融合策略

现代人才需求要素思维与专业学习融合主要包括：

(一) 日常融合 反思型学习

反思型教学，结合学习兴趣、关注兴趣 + 反思式报告。

(二) 阶段型融合

计算程序的开发，数据技术与化学化工知识技术融合。

开放式问题与 Project 系列。

(三) 成果型融合

大创项目；

阶段性竞赛；

学科竞赛；

参与教师科研。

(四) 档案袋式管理

一年级，每星期的反思总结报告。

二年级，要求每个月的反思总结包裹，鼓励每周。

三年级，自我要求，每个月。

四年级，自我实现。

为了限制学生在化学中记忆的需要工程类，使用思维式教学（思维式学习，简称 TBT-L）方法论。它促进了发展学生与主题相关的思维过程与比较或例子，以及使他们能够获得更复杂的思维策略，例如问题解决、概念化和决策。

Swartz 和 McGuinness (2014) 之后总结，运用以下原则能保证有效思维教学能力：

1. 课堂上教授明确的思维策略：教导学生分析和识别最复杂概念的重要思想，将这些联系起来概念与例子，并概括结论，使用类比，解决问题并做出决定，总结和联系概念。

2. 鼓励学生分享所产生的思考：通过这些思维策略，协作欢迎学生和老师之间的对话在课堂上进一步发展结论并促进学生的动机和批判性思维。

3. 通过引人入胜的问题进行深入思考的挑战，用于提示学生：学生被挑战解决复杂的化学工程问题现实生活中的例子，以充分了解化学品概念，避免记忆和改进动机。

4. 创造共同的意义、互动和对话是通过协作思维保证：协作推动思考小组解决化学问题工程问题，理解复杂的概念，并批判性地思考。

5. 采用强大的元认知视角以促进学生：鼓励学生反思关于他们自己的想法以及关于如何积极学习改变和提高他们的认知能力化学工程，以及其他领域。

6. 将学习 / 思考程序转移到在其他情况下明确促进教学：使用现实生活中的例子有助于转移在课堂和日常环境之间融通。

7. 培养思维倾向和思维习惯：不断运用思维技能让学生不仅可以学习复杂的化学工程概念，还要养成高效解决问题的习惯以及使用其他高级认知技能，例如演绎和归纳推理，而不仅仅是记忆。

8.教学方法被概括为创造：以模式思维为基础的机构是其中之一。本方法的目标：本方法是在化学的其他科目中实施学士学位，例如食品工程或环境心理管理。TBL 通向最终目标的过程帮助学生理解复杂的化学工程 - 学习内容和培养高阶认知技能是分开的。对每个概念都能进行一个解释。例如：间壁式换热器。

四、学科专业科学思维

一种深入理解和获取的 TBT&L 方法论与能源化学工程的相关融合人才培养教学模式已经实现在 8 个学年（2017-2024 年）探索与实践。班级在它实施的是化学工程方向结合地方、结合产业的应用型人才，而这源于渭南市科学思维学会与渭南师范学院化学与材料学院在化工应用型人才培养的深度融合。该体系是基于通过全面的科学思维、专业体系、教学复杂的概念现实生活中的例子和促进高阶思维能力的发展。

此外，这种方法有助于增加动力和自我效能感，因为学生看到他们有工具来处理课堂上最困难的部分并感到有能力解决这些问题。

另一方面，鉴于这些类的性质，学生可以随意参与讲解示

例，所有这些都导致更好的理解，更高的考试参与度和更好的学业成绩，包括学生合作。这也让教授了解每个学生，从而使他们从整体提高精神和知识水平。毫无疑问，这种方法促进和改善学生学习与教师讲授的关系，从而减少学生的压力和缺勤率，因为他们在学习的时候感到很有趣。

需要强调的是，超过 81% 的分析学生（能源化学工程专业 TBT&L 组）认为这种方法适合用于教授最重要的化学工程概念并对这种方法感到满意，因为它代表了一个明确的与经典的学术方法相比有所改进。

五、结束语

本次教学改革开始实施于 2017 年，参与学生为 2017 级、2018 级、2019 级、2020 级、2021 级、2022 级、2023 级、2024 级相机展开，目前 2017 级开始，已经有五届毕业生，考研人数、就业质量、学生满意度、家长满意度都有非常好的效果，明显优于不改革的学生反馈。在 2022 级，数据技术及人才素质要求，再一次将科学思维与教学深度融合，以 TBT&L 教学模式改革为突破口，多方吸取经验，积极改进、提升育人质量。