教育研讨
2025 年 4 月第 7 卷第 4 期

“高等有机化学”中的思政教育

——以 Sonogashira 偶联反应的发展为例

徐　鹏　熊　伟　张金玲

重庆科技大学化学化工学院，重庆

摘　要 | 高等有机化学是化学专业高年级本科生、研究生的专业基础课程。发掘其中的思政元素，并将其有深度、有高度、有温度地贯穿于专业课程教学，是落实立德树人根本任务的重要途径，也是培养德才兼备型高层次人才的必然要求。本文以高等有机化学中的偶联反应为切入点，基于Sonogashira偶联反应这一典型案例，将“辩证唯物主义‘量变到质变’的基本观点”“启发科学思维，树立严谨的科学态度”等思政元素与课程内容相互交融，实现高等有机化学这一专业课程的育人目标。

关键词 | 高等有机化学；Sonogashira偶联反应；立德树人；实施路径

Copyright © 2025 by author (s) and SciScan Publishing Limited
This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

1　现行高校专业课程教学中的思政思考

随着时代发展和信息技术的日新月异，在复杂多变的社会环境影响下，当代大学生受到各种思潮的影响，自我意识和个性化发展不断增强，价值取向也趋于多元，这对高校的德育工作提出了更高的要求。[1] 在大学阶段，学生不仅在学习专业知识，其科学观、世界观和人生观也在同步形成。高等有机化学作为化学专业高年级本科生、研究生的核心课程，需要实现知识目标、技能目标、创新意识、情感目标等多个育人目标，在专业人才培养中具有重要的功能。深入挖掘高等有机化学中蕴含的思政元素，并将其融入高等有机化学课程教学之中，将在传授高等有机化学知识的同时，达成专业课程的育人目标，进而实现培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人，培养具有社会责任感和创新精神的高素质人才。因此，将专业知识传授与思想政治教育携手推进，对于培养学生严谨创新的科学思维、恪守实事求是的科学态度，并使其具备家国情怀、文化自信、勇攀科学高峰的责任感和使命感，具有重要的意义。

在现行高校的教学过程中，理工类课程本身以自然知识为基本对象，反映事物的自然规律和运行机理，具有客观性。然而，在理工类课程的教学过程中，通常重

基金项目：重庆科技大学研究生教育教学改革研究一般项目（项目编号：YJG2021y013）；重庆市研究生教育“课程思政”示范项目（项目编号：YKCSZ23189）；重庆市教委科研项目（项目编号：KJQN202301524）；重庆科技大学人才项目（项目编号：ckrc202212053）；重庆市研究生教育教学改革重点研究项目（项目编号：yjg222040）。
通讯作者：张金玲，重庆科技大学讲师，博士，研究方向：分子碳材料、共轭材料的合成及传感应用。
文章引用：徐鹏，熊伟，张金玲．“高等有机化学”中的思政教育——以Sonogashira偶联反应的发展为例［J］．教育研讨，2025，7（4）：448–452.
https://doi.org/10.35534/es.0704088

视知识的传授，而忽略了价值的导向。[2]此外，将思政教育融入理工类课程的教学过程中还存在其他不足，如授课教师重视程度不够、思政教育方案融合度不够、思政教学手段创新性不高等。[3]在为学生传授好专业知识的同时，高质量地进行思想政治教育，这对专业课教师来说也具有不小的挑战。因此，目前教学实践中仍存在将思政教育与专业知识讲授生拉硬套的现象，将“课程思政”理解为“课程”+“思政”等问题[1]。为此，需要不断积极地探索将“课程”与“思政”有机融合的方法。

为了实现高等有机化学立德树人的情感目标，本文将以课程中的部分重要知识点为例，挖掘课程中的思政元素，将教育的根本任务与专业知识融合，将价值引领寓于知识传授和能力培养之中，将专业知识讲授与思政元素润物无声地结合。使以专业理论知识为载体的“隐性思政教育”与课程思政同向同行，使课程在传授专业知识的同时，还承载研究生价值观养成的目的，提高教师和学生对课程思政重要性的认识和参与度，使课程思政成为人才培养的“点睛”之笔。作为高等有机化学的重要章节，偶联反应相关的知识对于化学专业学生未来的科研工作非常重要。鉴于此，本文将结合高等有机化学课程思政建设的现状，以金属催化的Sonogashira偶联反应为例，探讨专业课程中潜移默化的教学方法与融入思政元素的专业课程教学的实施路径。

2 以 Sonogashira 偶联反应中的思政教学

2.1 Sonogashira 偶联反应简史

由于高效构建sp^2–sp杂化碳–碳键对合成各种新型功能分子具有重要的意义，其曾一度是有机合成中的重大挑战。1963年，Stephens R. D.和Castro C. E.发现芳基、烯基卤代烃和端炔可以在铜盐作用下发生偶联，进而合成某些芳基炔、烯基炔类功能分子，该反应后来被命名为Castro–Stephens偶联。[4]然而，由于反应涉及爆炸性的炔基铜底物以及剧烈的反应条件，使得Castro–Stephens偶联的应用受到了限制。随后，在1975年，Heck R. F.和Cassar L.分别独立地发现，芳基、烯基卤代烃和端炔可以在钯盐作用下偶联，构建sp^2–sp杂化碳–碳键。[5, 6]遗憾的是，在没有使用铜盐催化的情况下，该偶联反应的条件仍较为苛刻。同年，Sonogashira K.发现在Heck R. F.发展的偶联方法中添加铜盐，在钯–铜盐的协同催化下，芳基、烯基卤代烃和端炔可以在较为温和的条件下形成多种芳基炔、烯基炔，该反应即著名的Sonogashira偶联。[7]表1列举了Sonogashira偶联反应发展以来历代科学家为构建sp^2–sp杂化碳–碳键所付出的努力和取得的代表性科学成就。

表 1 sp^2–sp杂化碳–碳键的构建

Table 1 Construction of sp^2-sp hybridized carbon-carbon bonds

	时间	代表性进展	反应特征
1	1963 年	Castro–Stephens 偶联	炔基铜与卤代芳烃偶联
2	1975 年	Heck R. F.，Cassar L. 钯催化	卤芳烃与端炔在钯催化偶联
3	1975 年	Sonogashira K. 协同催化	卤芳烃与端炔在钯、铜协同催化下偶联

得益于20世纪70年代Sonogashira偶联反应的发展，其后数十年间该反应得到了广泛的应用，大量具有有趣结构和各种功能的分子因此被合成并报道（如Mappicine（1）、去氢苯轮烯DBA（2）、去氢苯轮烯DBA（3）、拟氢苯轮烯DBA（4），如图1所示），大大推动了合成化学、材料学、药物学等相关学科的发展。[8–12]在知识层面，Sonogashira偶联反应的机理已较为明确，其在合成上的广泛应用为课程教学提供了大量实例，其中蕴含了丰富的思政元素，如“量变到质变”的辩证唯物主义基本观点、发展的普遍性原理等。

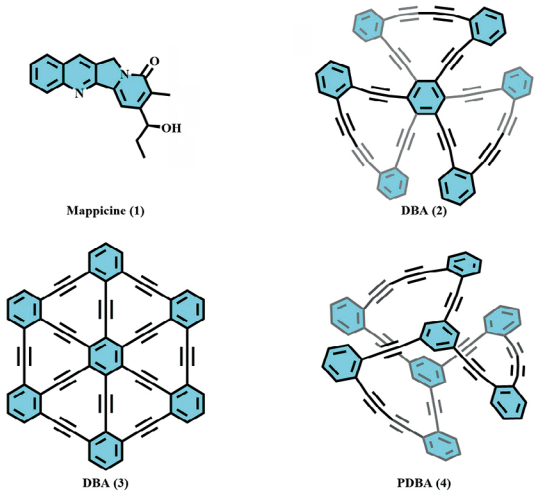

图 1 Sonogashira偶联反应在合成新结构、新药物分子中的应用示例

Figure 1 Exemplary applications of the Sonogashira coupling reaction in synthesizing novel structures and new drug molecules

2.2 Sonogashira 偶联反应中的思政元素

从上述Sonogashira偶联反应的发展简史中可以发现，Sonogashira偶联反应的发现并非偶然，而是基于前人大量研究工作的积累，并在现实需求的推动下出现的，是一个量变到质变的过程。让学生认识到科学的发展符合辩证唯物主义“量变到质变”的基本观点，引导学生用马克思主义基本原理来观察问题、分析问题和解决问题。

https://doi.org/10.35534/es.0704088

同时，还可以发现Heck R. F.已经认识到钯盐在该类偶联反应中的重要作用，然而在没有铜盐的协同催化下，该反应仍未取得突破性进展。这可以激发学生运用总结、归纳、对比等科学的研究方法，发现并解决科研中出现的问题和困难。在Sonogashira偶联反应的发现过程中，还可以引导学生在科研中学会探究、善于发现问题，因为发现问题往往比学习知识本身更重要。因此，要积极引导学生学会思考、发现问题，通过实践、认识、再实践、再认识的循环往复，培养学生自主发现问题—探究问题—解决问题的能力。[13] 表2列举了Sonogashira偶联反应发现和发展这一知识点中蕴含的思政元素。

表 2　Sonogashira偶联反应中的思政元素

Table 2　Ideological and political elements in the Sonogashira coupling reaction

	知识点	思政元素
1	Sonogashira 偶联简史	“量变到质变”的辩证唯物主义基本观点
2	Heck 发现钯在偶联中的作用	培养科学思维，总结、归纳、联系的思维方法
3	Sonogashira 偶联的发现	培养学生发现问题—探究问题—解决问题的能力
4	Sonogashira 偶联的应用	科技活动背后的人文情怀
5	Sonogashira 偶联进一步发展	发展的普遍性原理，激发学生开拓创新精神

Sonogashira偶联反应的发展历程深刻体现了辩证唯物主义“量变到质变”的基本原理。这一发现并非一蹴而就，而是建立在早期炔烃化学的长期积累之上：从19世纪乙炔的发现，到20世纪中叶过渡金属催化理论的逐步成熟，科学家们通过无数次实验验证了金属催化剂对碳–碳键形成的调控能力（量变积累）。然而，传统方法存在的瓶颈，直至Sonogashira团队在催化剂配体、溶剂体系等细节上的系统性优化，才使反应效率产生飞跃性的质变——在温和条件下高效构建共轭烯炔骨架成为可能。这一质变不仅拓宽了有机合成的工具箱，更催生了功能材料领域的革命性突破。例如，共轭高分子材料的批量化制备得益于该反应的可控性，推动有机发光二极管（OLED）从实验室走向产业化。这种从局部改良到全局突破的过程，印证了辩证唯物主义“量变引发质变”的规律：当催化机制认知、条件优化等量变要素积累至临界点，便质变为新的方法论范式，进而反哺更广阔的科学实践。Sonogashira偶联反应的演进史，正是人类通过实践—认识循环推动科学技术螺旋上升的生动注脚。

Sonogashira偶联反应从实验室发现到广泛应用的过程，为培养学生“发现问题—探究问题—解决问题”的思维能力提供了经典范式。20世纪70年代，化学家Sonogashira团队在传统偶联反应中敏锐地发现了瓶颈：贵金属催化体系效率低下、底物兼容性差（发现问题）。基于此，他们系统探究催化机制的本质矛盾，通过引入铜盐协同催化、优化配体电子效应等创新实验设计（探究问题），最终突破了传统钯催化路径的限制，构建出在温和条件下高效合成共轭烯炔的新体系（解决问题）。这一历程启示教育者：科学思维的培养需引导学生从现象切入本质。例如，在实验教学中，可设置“如何降低Sonogashira反应催化剂负载量”的课题，让学生通过文献调研识别关键变量（如配体结构、溶剂极性），再借助对照实验分析各因素对反应效率的量化影响，最终提出绿色化改良方案。这种“问题导向”的训练模式，不仅强化了学生跨学科知识整合能力（如配位化学与有机合成的结合），更锤炼了他们的批判性思维——正如科学家曾推翻“铜盐仅作助催化剂”的固有认知，发现其参与电子传递的核心作用。当学生亲历“假设—验证—修正”的完整科研链条后，便能深刻理解科学突破往往源于对细节的持续追问与系统性优化，这正是创新人才培养的核心逻辑。Sonogashira偶联反应的发展史证明：唯有将知识传授升华为方法论启蒙，才能锻造出应对未来复杂挑战的“问题解决者”。

Sonogashira偶联反应在功能材料与药物合成中的广泛应用，揭示了科技发展与人文情怀的深刻联结，为培养学生“科技向善”的价值理念提供了鲜活载体。该反应通过精准构建碳–碳键，不仅助力科学家合成抗癌药物（如埃博霉素类似物），更催生了柔性显示材料、生物传感器等革新性技术。这些成果本质上承载着“延长人类生命、提升生活质量”的人文追求。在教育实践中，可引导学生追溯相关案例，例如在利用Sonogashira反应开发低成本疾病检测试纸时，研究者如何平衡反应效率与环境污染风险等。这种技术伦理的权衡正是科学家人文担当的缩影。在高等有机化学相关的实验活动中，还可设置“绿色Sonogashira催化体系设计”等课题，要求学生在优化产率的同时，评估催化剂毒性、能耗等社会成本，使其意识到科技创新必须植根于人类可持续发展。正如2010年诺贝尔化学奖表彰钯催化交叉偶联反应时所强调的“为人类创造最大利益”，科技工作者的人文情怀体现在从分子设计源头注入社会责任感——无论是开发可降解电子器件以减少电子垃圾，还是改良药物合成路径以降低患者医疗负担，当学生理解到催化剂的选择可能影响某个社区的水质，共轭高分子的合成效率关乎偏远地区医疗设备的可及性时，他们便会超越技术层面的精进，主动将个体科研实践与人类命运共同体的构建相联结。这种教育升华，正是让冷峻的化学方程式焕发出温暖人性光辉的关键。

自Sonogashira偶联反应被发现至今近半个世纪以来，其已广泛应用于天然产物、精细化工中间体、生物活性分子等多种功能分子的合成。目前，Sonogashira偶联已成为服务于生活的重要科学成果。因此，从生活的角度出发，揭开科技活动背后的人文情怀，有助于启发学生的科学兴趣。而科技在生活中如何运用才能更好地服务于

人类，又需要专业学生具备相应的职业素养和社会责任感。[2]然而，Sonogashira偶联仍存在一些不足，如大位阻的底物需要较苛刻的条件，高温下端炔易发生自偶联等[14]。这可以引导学生深刻理解唯物辩证法的发展观，理解发展的普遍性原理。同时，还可以激发学生紧跟研究前沿，拓宽学生的学术视野，提高学生的学习兴趣和动力，激发学生开拓创新、勇攀科学高峰的热情。除了本文提到的Sonogashira偶联反应，高等有机化学中涉及的人名反应比比皆是，其发现无不展现出类似于Sonogashira偶联的发展过程。本文所展现的思政元素发掘与思政教育融入专业课程教育的方法，也可类比地应用于其他典型的有机反应，为其他专业课程开展课程思政教育提供借鉴与参考。

3 结语

高等有机化学是化学类高年级本科生和研究生的核心课程，是提升学生专业素养和人才培养质量的关键。在高等有机化学课程内容中深入挖掘蕴含的思政元素，将思政教育恰当地融入高等有机化学的课程教学，实现专业知识传授与思想政治教育的有机融合，是落实立德树人根本任务的重要途径。本文将思政教育“有深度、有高度、有温度”地贯穿于专业课程，在“知识、能力、人格”三位一体教学理念的基础上，将思政教育过程融合于专业知识传授中，从而实现研究生教育中的“知识、技能、创新思维、素质”四个人才培养目标，落实立德树人的根本任务。这将为培养品格优良、勇于探索、乐于奉献的社会主义建设者和接班人贡献力量，为实现中华民族伟大复兴提供坚实的人才基础。

参考文献

[1] 周岩，马小楠，李莹，等. 高校有机化学中渗透课程思政的初探［J］. 广东化工，2021（9）：307-308.

[2] 刘志莲，崔玉，刘思全，等. 有机化学“课程思政”元素的设计［J］. 大学化学，2020（35）：31-35.

[3] 施一新，朱逸伟. 高校“有机化学”课程思政的探索与实践［J］. 湖北理工学院学报，2023（39）：69-72.

[4] Castro C E，Stephens R D. Substitutions by ligands of low valent transition metals. A preparation of tolans and heterocyclics from aryl iodides and cuprous acetylides［J］. J. Organomet. Chem.，1963（28）：2163.

[5] Cassar L. Synthesis of aryl- and vinyl-substituted acetylene derivatives by the use of nickel and palladium complexes［J］. J. Organomet. Chem.，1975（93）：253-257.

[6] Dieck H A，Heck F R. Palladium catalyzed synthesis of aryl， heterocyclic，and vinylic acetylene derivatives［J］. J. Organomet. Chem.，1975（93）：259-263.

[7] Sonogashira K，Tohda Y，Hagihara N. Convenient synthesis of acetylenes. Catalytic substitutions of acetylenic hydrogen with bromo alkenes，iodo arenes，and bromopyridines［J］. Tetrahedron Lett. 1975（16）：4467-4470.

[8] Toyota M，Komori C，Ihara M. A Concise Formal Total Synthesis of Mappicine and Nothapodytine B via an Intramolecular Hetero Diels-Alder Reaction［J］. J. Organomet. Chem.，2000（65）：7110-7113.

[9] Nobusue S，Mukai Y，Fukumoto Y，et al. Molecular propellers that consist of dihydrobenzo annulene blades［J］. Chem. - Eur. J.，2012（18）：12814-12824.

[10] Zhang B，Wu S，Hou X，et al. A graphyne spoked wheel［J］. Chem.，2022（8）：2831-2842.

[11] Chen H F，Zhai L，Zuo Y L，et al. Simultaneous dehalogenation and hydrogenation in Sonogashira coupling［J］. Precis. Chem.，2023（1）：602-607.

[12] Zhang J L，Chen H F，Qin X，et al. Curved π-conjugated helical carbon frameworks：syntheses，structural analyses，and properties［J］. Org. Lett.，2022（24）：9463-9467.

[13] 李营，魏瑞均，左芳，等. 有机合成中的思政教育—以糖基表面活性剂的合成为例［J］. 广东化工，2021（3）：203，213.

[14] Sonogashira K. Development of Pd-Cu catalyzed cross coupling of terminal acetylenes with sp^2-carbon halides［J］. J. Organomet. Chem.，2002（653）：46-49.

Ideological and Political Education in “Advanced Organic Chemistry”
—A Case Study of the Development of Sonogashira Coupling Reaction

Xu Peng Xiong Wei Zhang Jinling

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

Abstract: Advanced Organic Chemistry serves as a fundamental specialized course for senior undergraduates and graduate students in chemistry. Exploring its inherent ideological education elements and systematically integrating them into professional teaching with profound depth, intellectual elevation, and humanistic warmth constitutes a crucial pathway for implementing the fundamental task of moral education and talent cultivation, as well as an essential requirement for nurturing high-level professionals with both ethical integrity and academic excellence. This paper employs coupling reactions in Advanced Organic Chemistry as an entry point, centering on the representative case study of the Sonogashira coupling reaction. It synergistically integrates ideological education components such as “the dialectical materialist principle of ‘quantitative-to-qualitative transformation’” and “cultivating scientific thinking with rigorous academic attitudes” into the curriculum framework, thereby achieving the educational objectives of Advanced Organic Chemistry as a specialized discipline.

Key words: Advanced Organic Chemistry; Sonogashira coupling reaction; Moral education and talent cultivation; Implementation pathways