教育研讨
2025 年 4 月第 7 卷第 4 期

基于“高等有机化学”课程塑造科学家精神

——以 Sharpless 不对称合成为例

徐　鹏　熊　伟　张金玲

重庆科技大学化学化工学院，重庆

摘　要｜科学家精神是科技创新的灵魂，也是高等教育实现“立德树人”目标的重要载体。本文以诺贝尔化学奖得主K. B. Sharpless的不对称合成研究为切入点，探讨如何将科学家精神融入高等有机化学课程教学，实现知识传授与价值引领的协同育人目标。通过挖掘Sharpless反应发展历史中蕴含的思政元素，重构教学内容，提出以“科学史案例—思政元素提炼—价值观塑造”为主线的课程思政教学实践路径，为理工科课程思政建设提供参考。

关键词｜高等有机化学；Sharpless不对称合成；立德树人；科学家精神

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　高校专业课程教学中的思政思考

随着中国特色社会主义进入新时代，高等教育肩负着为党育人、为国育才的重要使命。习近平总书记在全国教育大会上强调：“要把立德树人融入思想道德教育、文化知识教育、社会实践教育各环节。”这为新时代课程思政指明了方向。高等有机化学作为化学学科高年级本科生及研究生的核心课程之一，不仅是培养学生科学思维与创新能力的重要载体，更是塑造学生价值观、传递科学精神与社会责任的教育阵地。在此背景下，探索高等有机化学课程思政的深化路径，构建知识传授与价值引领相统一的教学体系，是落实“三全育人”理念、推动高等教育内涵式发展的必然要求。[1]

当前，我国正处于科技创新的关键阶段，化学学科作为支撑新材料、新能源、生物医药等战略性产业发展的基础学科，其人才培养质量直接影响国家科技竞争力的提升。然而，传统的高等有机化学教学往往聚焦于反应机理、合成策略等专业知识传授，对学科背后的哲学思想、科学伦理以及科技与社会的关系关注不足。部分学生存在“重技术轻人文”“重成果轻伦理”的倾向，

基金项目：重庆市研究生教育“课程思政”示范项目（项目编号：YKCSZ23189）；重庆市研究生教育教学改革重点研究项目（项目编号：yjg222040）；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）。
通讯作者：张金玲，重庆科技大学讲师，博士研究生学历，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．基于“高等有机化学”课程塑造科学家精神——以Sharpless不对称合成为例［J］．教育研讨，2025，7（4）：492–495.
https://doi.org/10.35534/es.0704095

难以从学科发展中理解科学家精神、培养家国情怀和塑造中华民族共同体意识。[2] 如何将有机化学的学科逻辑与思政教育目标深度融合，实现知识体系与价值体系的协同发展，成为亟待突破的教学改革方向。

从学科特点来看，高等有机化学具有天然的思政育人优势。首先，有机化学的发展史本身就是一部人类探索自然、追求真理的奋斗史。从凯库勒（Kekule）的苯环结构假想到伍德沃德（Woodward）的全合成突破，从天然产物分离到现代不对称合成，每一个重大发现背后都蕴含着科学家锲而不舍的探索精神、严谨求实的科学态度以及勇于创新的实践品格。其次，有机化学与国计民生紧密相关，无论是药物研发中的“中国贡献”、碳中和背景下的绿色合成技术，还是功能材料领域的“卡脖子”技术攻关，都为学生理解科技报国、科技为民的使命提供了生动案例。此外，有机化学相关的科研活动中蕴含的团队协作意识、安全规范意识以及环保理念，亦是培养学生职业素养和社会责任感的重要切入点。

作为高等有机化学的重要章节，不对称合成的相关知识对于化学专业学生未来的科研工作至关重要。鉴于此，本文将结合高等有机化学课程思政教学的现状，以不对称合成中的Sharpless反应为例，立足高等有机化学课程特色，系统挖掘其中的思政元素与教学内容的融合点。通过解析经典反应中的辩证思维方法，培养学生的科学思维与科学家精神，进而培养兼具扎实专业素养和强烈社会责任感的新时代科技人才，助力高等教育在服务国家重大需求中实现育人价值的升华。

2 基于 Sharpless 不对称合成的思政教学

2.1 Sharpless 不对称合成发展简史

K. B. Sharpless因其在不对称催化、点击化学方面的突出贡献，分别于2001年、2022年两度获得诺贝尔化学奖，其科研历程是科学家精神的典型样本。通过剖析其研究中的创新思维、合作精神与科技伦理观，可为高等有机化学课程思政提供鲜活案例。Sharpless不对称合成的发展可追溯至20世纪后期，当时手性化合物在药物、材料等领域的应用需求日益迫切。然而，传统拆分法效率低且成本高，亟需开发高效、高选择性的不对称合成方法。在此背景下，Sharpless团队基于对手性催化机制的深入研究，逐步突破技术瓶颈。1980年，Katsuki与Sharpless发现，以钛酸四异丙酯和光学纯酒石酸二乙酯（DET）为催化体系，叔丁基过氧化氢（TBHP）为氧化剂，可实现烯丙醇的高效不对称环氧化。[3] 该反应通过羟基与催化剂的配位作用精准控制立体选择性，达到了较高的对映体过量百分比，且产物构型可通过Cram规则预测。随即，这种高效的不对称环氧化方法（Sharpless AE反应）因其廉价易得的催化剂和操作简便性，迅速成为手性环氧化物合成的标准方法。

1987年，在Upjohn双羟基化反应的基础上，Sharpless引入金鸡纳碱衍生物（如 $(DHQ)_2PHAL$）与OsO_4协同催化体系，开发出不对称双羟基化反应（Sharpless AD反应）。[4] 该反应通过配体微调实现邻二醇立体构型的可控合成，达到了极高的对映体过量百分比。其温和的反应条件（如无需低温及无水条件）和工业化潜力，进一步拓宽了其应用前景。Sharpless不对称合成体系凭借其普适性、可预测性和规模化潜力，成为手性药物合成的关键技术，推动了绿色化学与精准医学的发展。2001年，该成果获得诺贝尔化学奖，标志着不对称催化进入了一个新的纪元。1996年，Sharpless团队进一步发展了Sharpless氨羟基化反应（Sharpless AA反应），用于高效构建手性β-氨基醇结构[5]。该方法在温和条件下实现了烯烃的双官能团化，一步引入氨基和羟基，极大地简化了β-氨基醇类药物的合成路径，例如抗病毒药物西多福韦和抗癌药紫杉醇侧链的制备。这一成果成为不对称合成领域的又一里程碑，推动了手性药物绿色合成的发展。然而，锇催化剂的高毒性和高成本仍是工业化应用的瓶颈，后续研究聚焦于开发低毒金属替代体系，以进一步拓展其合成价值。

在Sharpless不对称合成发展的数十年间，大量具有有趣结构的高效药物分子因此得以合成和报道（如西多福韦、紫杉醇、喜树碱、洛匹那韦等），极大地推动了合成化学、药物化学等相关学科的发展。在教学方面，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生动的实例。Sharpless不对称合成的发展过程中所体现的科学家精神，以及其后续应用中蕴含的大量思政元素，为培养化学专业研究生的专业素养和科学思维提供了丰富的案例资源。

2.2 Sharpless 不对称合成中的思政元素

Sharpless不对称合成反应的突破性进展深刻印证了辩证唯物主义“量变引起质变”的基本规律。该反应的诞生并非偶然，而是根植于20世纪不对称催化领域的长期积淀。自20世纪70年代Corey提出立体选择性合成的系统性理论，到Knowles开创钯催化不对称氢化反应，科学家们逐步揭示了手性配体与过渡金属催化剂的协同作用机制（量变积累）。然而，传统方法始终受限于底物普适性与选择性不足的困境，直至Sharpless团队通过引入金鸡纳碱衍生物配体（如DHQ-PHAL）并优化锇催化循环路径，最终在氨羟基化反应中实现高效立体控制（质变飞跃）。这一质变不仅将β-氨基醇类化合物的合成步骤从多步缩减至一步，更推动了抗病毒药物西多福韦的工业化生产。这一历程启示学生：科学突破的本质是量变积累到临界点的必然质变，正如恩格斯所言，“科学的发展是螺旋式上升的过程”——Sharpless反应的演进史正是这一规律的生动诠释。表1列举了Sharpless不对称合成中可以发掘的多个思政元素。

https://doi.org/10.35534/es.0704095

表 1　Sharpless不对称合成中的思政元素

Table 1　Ideological and political elements in Sharpless asymmetric synthesis

	相关知识	思政元素
1	Sharpless 的发展与应用简史	“量变到质变”的辩证唯物主义发展观
2	氨羟基化反应中长期存在的技术瓶颈	科学突破往往源于对固有范式的质疑与重构，培养学生敢于质疑的科学精神
3	Sharpless 不对称合成在医药与材料领域的广泛应用	建立科技创新与社会责任的深层关联，塑造学生“科技向善”的价值理念
4	四氧化锇的高毒性与不对称合成的高效性之间的矛盾	引导学生思考“技术双刃剑”问题，凸显“生命至上”的人文关怀
5	Sharpless 晚年倡导的“点击化学”理念	融入绿色化学理念的实践反思，强调化学从业者的责任与担当
6	Sharpless 与 K. Barry、Jacobsen 等的合作研究	结合中国“两弹一星”精神，强调集体主义在重大科技攻关中的重要作用

Sharpless氨羟基化反应的发展历程还为培养学生“发现问题—探究问题—解决问题”的科研思维提供了经典范式。20世纪90年代，Sharpless团队敏锐捕捉到氨羟基化反应的核心矛盾，即锇催化剂虽能高效活化烯烃，但其强氧化性导致氮源分解与副反应激增（发现问题）。基于此，研究者系统探究电子效应与空间效应的平衡关系，通过引入甲烷磺酰胺作为氮源保护基团，并设计DHQD-PHAL配体调控锇中心的立体环境（探究问题），最终突破选择性控制难题（解决问题）。学习科学界的这种发展模式，不仅有助于强化学生运用矛盾分析法解决复杂问题的能力，更启发其批判性思维——正如Sharpless推翻“分步胺化”的传统认知，提出协同催化机理，科学突破往往源于对固有范式的质疑与重构。当学生认识到“发现问题—探究问题—解决问题”的完整链条时，便能深刻理解创新本质上是逻辑思维与实践智慧的双重跃迁。

Sharpless不对称合成在医药与材料领域的广泛应用，凸显了科技创新与社会责任的深层关联，为塑造学生“科技向善”的价值理念提供了实践场域。该反应通过高效构建手性药物关键骨架，使艾滋病治疗药物依法韦仑的工业化成本大幅降低，直接提升了发展中国家患者的药物可及性，彰显了“生命至上”的人文关怀。然而，四氧化锇的高毒性与贵金属资源消耗问题，亦迫使研究者直面技术伦理困境。通过案例分析，促使学生意识到：科学家的使命不仅在于追求反应效率，更需在分子设计源头植入生态责任——正如Sharpless晚年倡导的“点击化学”理念，强调合成路线的原子经济性与环境兼容性。当学生理解到催化体系的选择可能影响某一群体的健康权益，或手性药物的量产效率关乎全球公共卫生公平性时，其科研实践便自然升华为对人类命运共同体的自觉担当。

尽管Sharpless反应已成为不对称合成的里程碑，但其局限性仍为唯物辩证法的发展观提供了教学切入点。例如，底物适用范围受限、贵金属锇催化剂难以循环利用等问题，激励学生突破认知边界，大胆创新提出解决方案。结合近年来光催化、电化学等新兴领域对传统方法的革新（如可见光驱动的不对称C-N键构建），启发学生认识“否定之否定”的发展逻辑——旧体系的矛盾催生新范式，而新范式又将在实践中接受再否定。这种认知不仅拓宽了学生的学术视野，更培养了其直面挑战的创新勇气。正如Sharpless在2001年诺贝尔奖演讲中强调的“冒险是科学的特权”，唯有敢于质疑权威、拥抱不确定性，方能推动科学持续向前。

在Sharpless开创的不对称催化领域中，四氧化锇作为关键氧化剂，以其卓越的立体选择性和反应效率，推动了手性药物合成技术的革命。然而，这一“科学利刃”的另一面却是令人警醒的残酷现实：四氧化锇具有极强的挥发性和细胞毒性，其环境残留更可能通过生物链富集威胁生态安全。这种“高效性”与“高毒性”的尖锐对立，恰是科技“双刃剑”特质的具象化呈现。面对这一困境，化学界的人文觉醒催生了“绿色化学”的范式革新。Sharpless本人在获得2001年诺贝尔奖后，将研究重心转向“点击化学”，其核心理念正是通过开发原子经济性高、毒性低的反应体系，实现“高效性”与“安全性”的和解。这种从“征服自然”到“敬畏生命”的转向，彰显了科学共同体对“生命至上”原则的集体认同。这种螺旋上升的探索历程，再次证明科技创新不应是冰冷的效率竞赛，而应成为滋养生命的文明之光。对当代教育者而言，四氧化锇的案例恰是一面伦理明镜。在讲授不对称合成机理时，既要解析四氧化锇如何通过协同过渡态实现立体控制，更要引导学生思考如何共同构筑起科研伦理的“双重防线”。通过对比传统工艺与绿色合成的技术路径，学生将深刻理解“科技向善”的真谛——真正的科学创新，应当是以人文关怀为基石，在效率与安全、发展与可持续之间寻求平衡。这或许正是Sharpless在诺贝尔奖演讲中强调“化学家要对分子负责，更要为人类负责”的深意所在。

3　结语

高等有机化学是化学专业高年级本科生和研究生的核心课程。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，是提升学生专业素养和人才培养质量的关键，也是落实立德树人根本任务的重要途径。Sharpless不对称合成反应的突破揭示了科学发展的辩证规律与人文价值的统一。

其诞生根植于不对称催化领域的长期积淀，这一历程体现的“量变到质变”的辩证唯物主义发展观、协同创新的集体主义精神、科技向善的价值取向、绿色发展的科技伦理等，正是科学家精神的具体体现。将Sharpless不对称合成中的思政元素融入专业课程教学，当专业知识与思政元素形成“化学反应”时，学生不仅能掌握学科前沿，更能在价值观层面实现从“技术本位”到“责任自觉”的蜕变，成长为兼具创新能力与人文底蕴的新时代科技人才。

参考文献

[1] 王彦庆，刘佳鑫．“三全育人”视域下高校辅导员的角色定位与实现路径［J］．黑龙江高教研究，2021（11）：143-147.

[2] 刘江毅，杨慧．协同创新视域下高校筑牢中华民族共同体意识教育［J］．宜春学院学报，2022（44）：100-103.

[3] Burns C J，Martin C A，Sharpless K B．Tartrate-like ligands in the asymmetric epoxidation［J］．J．Org．Chem．，1989（54）：2826-2834.

[4] Kolb H C，VanNieuwenhze M S，Sharpless K B．Catalytic asymmetric dihydroxylation［J］．Chem．Rev．，1994（94）：2483-2547.

[5] Rudolph J，Sennhenn P C，Vlaar C P，et al．Smaller substituents on nitrogen facilitate the osmium-catalyzed asymmetric aminohydroxylation［J］．Angew．Chem．，Int．Ed．，1996（35）：2810-2813.

Cultivating the Scientific Spirit through the “Advanced Organic Chemistry”
—A Case Study of Sharpless Asymmetric Synthesis

Xu Peng　Xiong Wei　Zhang Jinling

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

Abstract: The spirit of scientists is the soul of technological innovation and a vital vehicle for higher education to achieve the goal of “fostering virtue and cultivating talents”. This paper takes the asymmetric synthesis research of Nobel laureate K. B. Sharpless as an entry point to explore how to integrate the spirit of scientists into the teaching of advanced organic chemistry courses, thereby achieving the synergistic educational objectives of knowledge transmission and value guidance. By uncovering the ideological and political elements embedded in the historical development of Sharpless reactions, we reconstruct teaching content and propose a curriculum-based ideological and political education practice framework centered on the trajectory of “scientific history case studies—extraction of ideological-political elements—cultivation of values”. This approach aims to provide insights for integrating ideological-political education into science and engineering curricula.

Key words: Advanced Organic Chemistry; Sharpless asymmetric synthesis; Fostering virtue and cultivating talents; Scientific spirit