

· 教学 ·

文章编号: 1001-5493(2024)05-0435-06

DOI: 10.16026/j.cnki.iea.2024050435

## 高分子物理课程思政中闭环式教学的构思与实践\*

赵传壮\*\*, 关欣, 王格格, 陈欣然

(宁波大学材料科学与化学工程学院, 宁波 315200)

**摘要:** 高分子物理课程是培养学生科学精神、创新意识、工匠精神和工程伦理的良好载体。文章提出了“阶梯式能力培养+闭环式价值培养”的思政融合教学设计思路, 将科学趣闻、工程案例和科技前沿等带入课堂, 将专业能力培养和价值塑造有机结合, 达到了“学有所感, 学有所思, 学有所悟”的教学效果, 为理工科专业课程的思政融合教学提供了新的思路。

**关键词:** 高分子物理, 课程思政, 闭环式教学, 教学设计, 课程案例

**中图分类号:** O648.17 **文献标志码:** A

### 1 前言

教育部2020年5月印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》<sup>[1]</sup>指出: 理学类专业课程, 要注重科学思维方法的训练和科学伦理的教育, 培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感; 工学类专业课程, 要注重强化学生工程伦理教育, 培养学生精益求精的大国工匠精神, 激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。在这一背景下, 如何落实纲要要求, 将课程思政融入专业课程的课堂, 成为高校理工科专业课程教学需要思索和解决的问题<sup>[2]</sup>。

高分子物理是材料科学与工程、高分子材料、化学等理工科的专业课程。该课程重点围绕高分子长链结构的特点, 阐述了高分子溶液、结晶态、非晶态等不同状态下的性质和状态转变的基本原理, 为指导高分子材料的设计、加工和使用提供理论依据。该课程与实际应用联系非常密切, 将课堂理论知识与社会现实相联系, 从而引发学生对课程知识及社会意义的思

考。该课程旨在培养学生借助微观模型对材料宏观性质进行预测的演绎式思维, 同时培养学生从工程实践角度对材料性质进行比较、判断、分析和总结的归纳式思维, 兼具理科和工科课程的思维特点。因此, 高分子物理课程是实现课程思政与理科、工科专业课程融合, 培养学生科学精神、创新意识、工匠精神和工程伦理的良好载体。

本文作者的教学团队在高分子物理课程的教学实践中, 结合该课程的特色构思了闭环式课程思政的教学方法, 现将这一方法的使用情况进行总结, 从而为同行的教学工作提供参考。

### 2 教学设计思路

高分子物理是一门具有实用性、基础性、综合性、发展性等特点的学科<sup>[3]</sup>。实用性是指该学科与社会应用紧密结合, 与人民群众的衣食住行等紧密相关; 基础性是指该学科为学生从事高分子材料领域的工程开发和科学研究提供指导, 具有很强的理论性; 综合性是指该

\* 收稿日期: 2024-06-25

基金项目: 宁波大学课程思政一流课程(本科教学类)项目(项目号266X50C); 浙江省教育厅省级课程思政教学项目。

\*\*通信作者: 赵传壮, E-mail: zhaochuanzhuang@nbu.edu.cn

引用本文: 赵传壮, 关欣, 王格格, 陈欣然. 高分子物理课程思政中闭环式教学的构思与实践[J]. 离子交换与吸附, 2024, 40(5): 435-440.

Citation: ZHAO Chuan-zhuang, GUAN Xin, WANG Ge-ge, CHEN Xin-ran. Conceptualization and Practice of Closed-loop Teaching in the Curriculum Ideology and Politics of Polymer Physics [J]. Ion Exchange and Adsorption, 2024, 40(5): 435-440.

学科结合了化学、物理、工程的相关知识，有交叉学科的属性；发展性是指该学科处于蓬勃发展的阶段，新的科技发现不断涌现。在分子物理课程中，把高分子材料发展历程中的工程案例、科学趣闻和科技前沿进展作为教学的

素材，可以实现专业能力和思政教育的有机结合，通过案例引起学生对专业知识的兴趣和对思政要素的思考，从而在教学过程中体现家国情怀、工程伦理、科学精神、创新意识等思政要素。

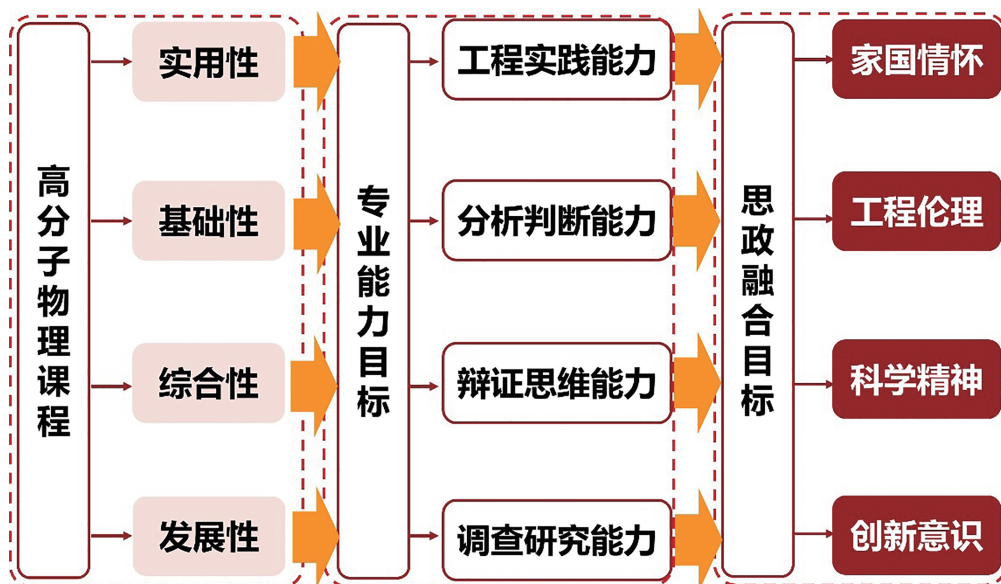


图1 高分子物理课程的特点和课程中的思政元素。

Figure 1 Characteristics of polymer physics courses and ideological and political elements in the curriculum.

闭环式教学可以将知识内在结构中所隐含的价值观与学生的个人经历建立深层关联，充分挖掘知识所凝结的思想要素与道德涵养，可以促进学生正确“三观”的树立<sup>[4]</sup>。本教学团队结合高分子物理课程的特点，提出了“阶梯式能力培养+闭环式价值培养”的思政融合教学设计思路。阶梯式能力培养是指按照认知规律，构建难度层层递进的知识阶梯，实现逐步提升专业能力的培养目标；闭环式价值培养是指结合能力培养过程，设置环环相扣的案例场景，使学生能够在不同案例的学习中，逐渐实现情感价值的升华，并最终通过专业能力实践完成思政教育的闭环。

一个典型的高分子物理课程“阶梯式能力培养+闭环式价值培养”思政融合教学如图2所示。在课程导入阶段，教师通过高分子科学发展历史上的经典工程案例或演示实验激发学生对相关专业的兴趣，使学生在对案例的观察中产生情感共鸣；随后，通过知识点的讲解和问题的研讨，剖析相关专业知识点，并引导学生对工程伦理、科学精神等高阶情感价值的深

入思考；教师会进一步引导学生阅读相关领域的最新科技文献，在探索科技前沿中提升创新能力，体会我国科学家用专业知识造福社会的家国情怀；最后，教师通过开放式作业题的形式，让学生利用课堂学到的理论知识解决社会实际问题，在学以致用中巩固知识、提升能力、升华情感。

为支撑上述教学设计思路，本教学团队打造了丰富的教学案例库(表1)。这些案例本身具备一定的科学内涵，学生必须结合课程专业知识才能对案例有深刻的理解；同时，这些案例具有较强的故事性，有助于教师把课程内容向思政融合这一目标进行引申。

### 3 教学案例展示

#### 3.1 案例一：高分子的玻璃化转变

该案例包含如下育人元素：高分子物理课程的知识点对于把握高分子材料设计、制备和使用中的关键工程参数具有重要意义。结合工程案例，在运用这些知识点解决工程实际问题的同时，启发学生对工程问题社会意义的思考，

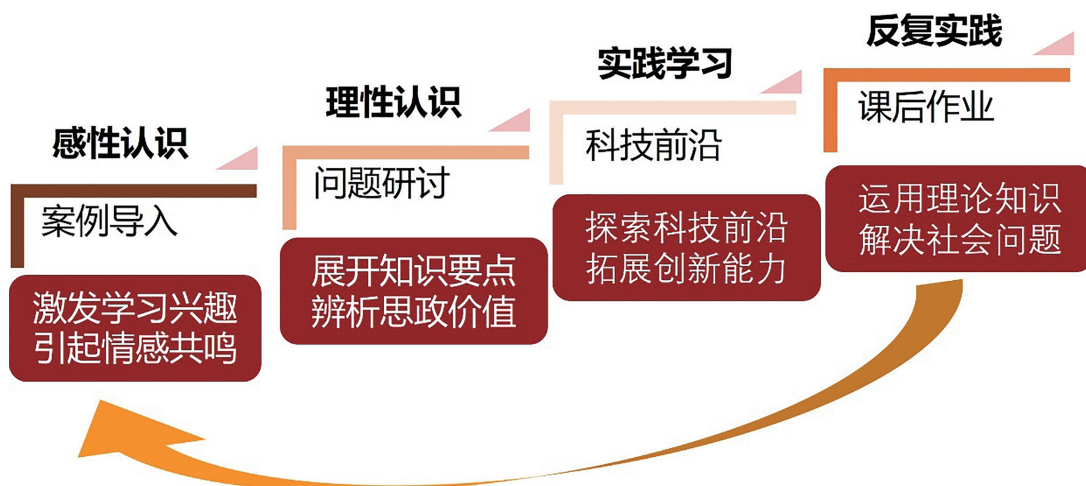


图2 高分子物理课程中“阶梯式能力培养+闭环式价值培养”思政融合教学的设计思路。

Figure 2 Design ideas for the integration of ideological and political education in polymer physics courses, including “step-by-step ability cultivation+closed-loop value cultivation”.

表1 高分子物理课程中的思政融合教育案例和教学目标。

Table 1 Cases and teaching objectives of ideological and political integration education in the course of Polymer Physics.

教学内容	案例	专业知识目标	思政融合目标
聚合物的分子量与测定	Staudinger 提出“高分子”的概念	理解聚合物长链的结构特征以及分子量测定的科学意义	培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感
时温等效原理	Plazek 对时温等效原理(热流变简单性)的修正	理解聚合物时温等效原理	培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感
结晶聚合物的机械性能	嫦娥五号月球探测器的国旗材料的研制	理解聚合物链间相互作用和晶态结构对材料性能的影响	培养学生精益求精的大国工匠精神
结晶聚合物的熔融	防病毒口罩的制作	聚合物的熔融过程	培养学生科技报国的家国情怀
高分子的玻璃化转变	挑战者号航天飞机失事事件	理解聚合物的玻璃化转变对材料性能的影响及玻璃化转变温度的影响因素。	树立责任意识,树立正确的工程伦理观念
聚合物高弹性的热力学分析	热弹效应和扭热制冷	理解聚合物网络高弹性的热力学本质	树立创新意识,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当

增强学生的工程伦理意识，塑造学生精益求精的工匠精神。

该案例按照如下方案进行教学设计(图3):首先，通过案例引入课程。1986年1月28日，美国挑战者号航天飞机升空7s后推进器燃料舱泄露，随后飞机空中解体，7名宇航员罹难。飞机发射当天，寒潮来袭，推进器的密封圈在低温环境失效，导致了悲剧的发生。在事故发生前，曾有工程师指出橡胶圈低温失效的风险，但主管人员忽视了这一报告，批准了飞机的按期发射<sup>[5]</sup>。

由上述案例引导学生讨论：燃料舱密封圈是什么材料，为什么会在低温下失效？这对应

于高分子材料的什么现象？在挑战者号航天飞机失事的悲剧中，哪些人应当承担责任？何种做法才是正确的？

接下来，教师继续讲解事故的调查者、诺贝尔奖得主费曼博士在公众压力下选择尊重科学、讲出事实真相的故事，并播放费曼著名的“橡胶圈冰水实验”视频，让学生对高分子的玻璃化转变建立直观印象<sup>[5]</sup>。随后，教师引导学生思考高分子的分子结构与玻璃化温度的关系，以及材料的玻璃化温度这一关键参数的工程学意义。

由上述案例引导学生讨论：面对外界压力，费曼博士采取了何种做法？科学家在面对公众

压力时应当坚持什么样的品格?耐寒的密封橡胶圈应当具有何种分子结构特征?

随后,教师介绍相关的科技前沿进展。近年来,我国对极端环境(如南极、太空)进行了更加深入的研究,也对极端环境使役材料的研发提出了更高要求。除了耐寒性之外,橡胶的耐油性对于密封效果同样至关重要。面对上述问题,我国科学家创新性地提出以全氟聚醚寡聚物为主体链段,结合可逆交联的设计策略,制备了一系列兼具耐寒性与耐油性的橡胶材料<sup>[6]</sup>。

结合这一案例,引导学生讨论:全氟聚醚寡聚物交联橡胶兼具耐寒性与耐油性的原因是什么?还有哪些策略可以拓展高分子材料在极端环境的应用?

最后,通过实践作业巩固课程知识并由此进一步推动课程思政教育。该实践作业包含开放性题目:如果你是一名航天飞机的材料工程师,由你来设计一种耐寒橡胶,请设计其分子结构并说明理由。该作业评价标准是:是否综合性地运用了所学专业知

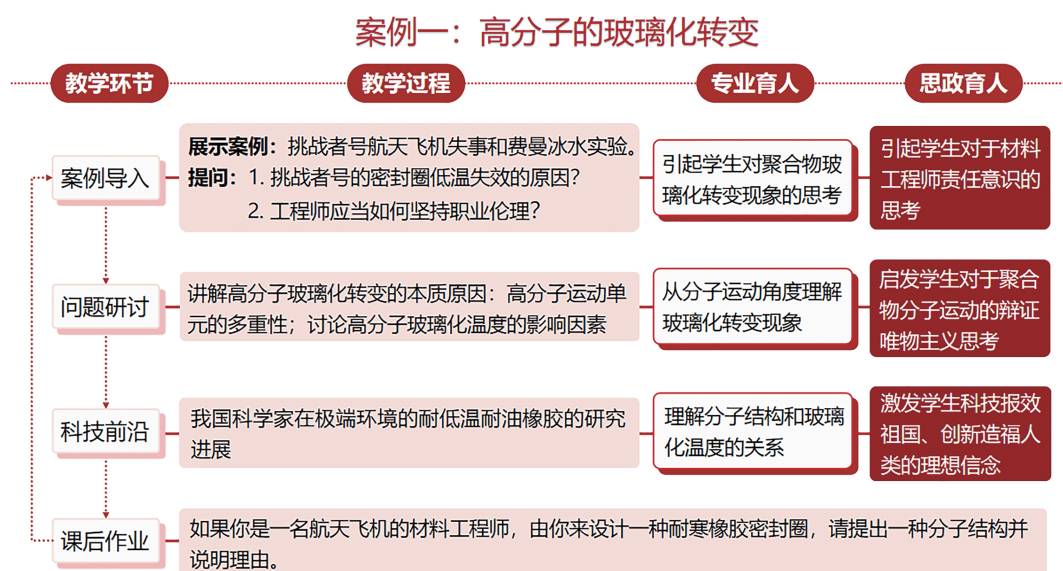


图3 高分子物理课程育人元素实施案例:高分子的玻璃化转变。

Figure 3 Example of teaching elements in polymer physics courses: glass transformation of polymers.

### 3.2 案例二:高分子的热弹效应

该案例包含如下育人元素(图4):科技是第一生产力。科技工作者要把满足人民群众对美好生活的向往作为科研创新的动力,也要学好专业知识、练就一身“透过现象看本质”的本领。

该案例按照如下方案进行教学设计:首先,通过案例引入课程。教师将橡皮筋拉伸放热、回弹吸热的演示实验导入课程,引起学生对橡胶弹性本质的思考<sup>[7]</sup>。再通过讲解盲人科学家高夫的生平,体会其探索未知世界的科学精神,并引导学生讨论:橡皮筋拉伸放热、回弹吸热的原因是什么?

接下来,进一步对该知识点进行分析,结合板书讲解橡胶弹性的热力学原理,阐述“高夫-焦耳”现象(热弹效应)的物理原理。引导学

生思考并讨论:高分子热弹效应的工程学意义是什么?结合社会现实说明探索新型致冷技术的必要性。

随后,介绍该课程相关科学前沿知识。2019年,南开大学学者开发了一种柔性制冷新策略—“扭热制冷”<sup>[8]</sup>。该研究团队发现通过改变纤维内部的捻度可以实现降温,发现这种新型制冷技术制冷效率更高,为制冷领域扩充了一个新的板块,为降低制冷领域能源损耗提供一种新的途径。基于这种方法制成的“扭热冰箱”的前景也变得可期。结合案例引导学生讨论:相比于传统的压缩制冷技术,扭热制冷技术的优势是什么呢?这一发现会带来怎样的环境效益?

最后,通过实践作业巩固课程知识,题目

为：如果你是一个制冷材料的工程师，你认为哪些聚合物材料可以用于“弹热制冷”或者“扭热制冷”？请查阅资料后作答。作业评价标

准为：是否综合性地运用了专业知识，是否考虑了实际应用需求，是否考虑了成本和环境效益。

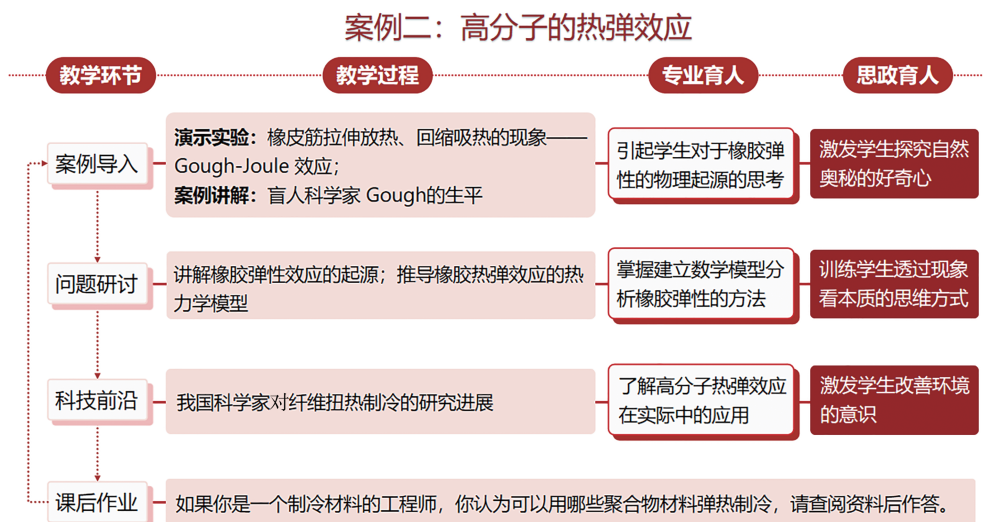


图4 高分子物理课程育人元素实施案例:高分子的热弹效应。

Figure 4 Example of teaching elements in polymer physics courses: Thermoelastic effect of polymers.

## 4 教学效果

教师通过问卷调查的形式，对“阶梯式能力培养+闭环式价值培养”用于高分子物理课程思政的效果进行了调查，调查对象为宁波大学材料科学与工程专业大三年级学生，参与调查

人数为78人。如图5所示，超过90%的学生对课程所设置的案例表示“很感兴趣”，超过80%以上的学生认为课程所设置的案例在专业知识上有较大帮助，超过80%的学生认为该教学方法的使用使其在思政内容上大有收获并大幅提升了其课堂参与度和学习积极性。

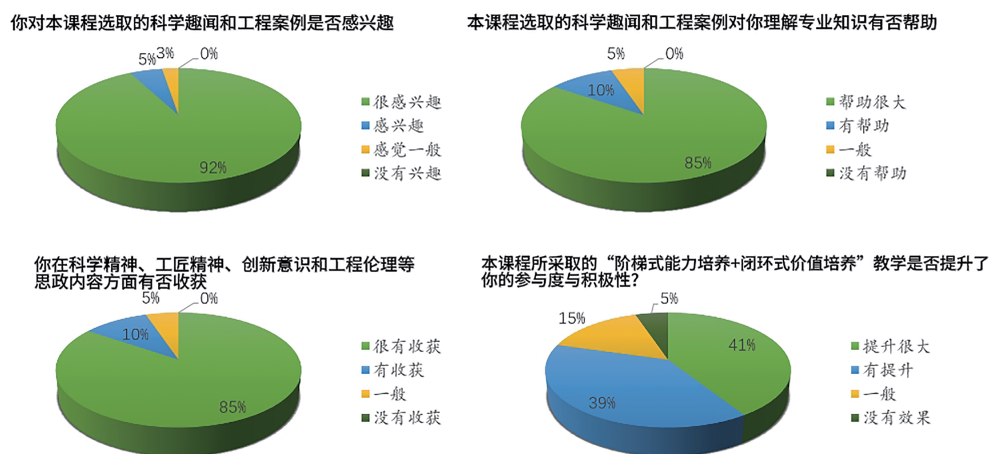


图5 高分子物理课程思政教学效果的问卷调查。

Figure 5 Questionnaire survey on the ideological and political teaching effect of polymer physics course.

从问卷调查和学生访谈来看，闭环式教学融入思政内容是成功的，达到了“学有所感，学有所思，学有所悟”的教学效果。“学有所感”是指学生对案例的背景故事感到新奇，激

发了学习兴趣；“学有所思”是指学生对案例深入分析后，对案例背后的科学原理进行了深入思索，巩固了相关的知识点；“学有所悟”是指学生经课堂讨论后，对案例背后的科学伦理和

工程伦理有所领悟,对实事求是的科学精神和精益求精的大国工匠精神的内涵有了更为深刻的理解。

## 5 结 论

以高分子物理学科发展中的科学、工程、案例以及高分子领域的优秀成果为教学素材,

结合案例设置层层递进的教学目标和环环相扣的思政融合内容,实现了思政内容的闭环式教学,极大地提升了学生的学习兴趣 and 课堂参与度,将专业教育和思政教育有机结合在一起,达到了“学有所感”“学有所思”和“学有所悟”3个层次的教学效果,对塑造学生的科学精神、工程伦理和大国工匠精神起到了积极作用。

### 参考文献

- 1 教育部关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB/OL]. (2020-5-28) [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content\\_5517606.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-06/06/content_5517606.htm).
- 2 吴春英. 课程思政理念融入环境工程专业课程的研究与实践[J]. 离子交换与吸附, 2024, 40(3): 264-267.
- 3 朱世平, 王齐, 徐志康, 何军坡, 汪长春. 建学科犹如树牌坊--高分子材料与工程专业建设漫谈暨浙江大学和复旦大学本科专业方案调整纪事[J]. 化学教育, 2021, 42(2): 107-113.
- 4 王娜娜, 孙慧, 宋刚. “学生为中心+闭环式教学”环境无机及分析化学教学改革与实践[J]. 大学化学, 2023, 38(8): 69-76.
- 5 赵凯华. 为纪念物理大师费恩曼百年诞辰而作 [J]. 大学物理, 2018, 37(1): 1-4.
- 6 Ma Q, Liao S L, Ma Y C, Chu Y J, Wang Y P. An ultra-low-temperature elastomer with excellent mechanical performance and solvent resistance[J]. *Advanced Materials*, 2021, 33(36): 2102096.
- 7 翟俊学, 王一奥, 方艺洁, 王新. 橡胶弹热制冷效应的热力学分析与教学设计[J]. 高分子通报, 2022, 9: 98-104.
- 8 Wang R, Fang S L, Xiao Y C, Gao E L, Jiang N, Li Y W, Mou L L, Shen Y N, Zhao W B, Li S T, Fonseca A F, Douglas S G, Chen M M, He W Q, Yu K Q, Lu H B, Wang X M, Qian D, Ali E A, Li N, Haines C S, Liu Z S, Mu J K, Wang Z, Yin S G, Márcio D L, An B G, Zhou X, Liu Z F, Ray H B. Torsional refrigeration by twisted, coiled, and supercoiled fibers[J]. *Science*, 2019, 366: 216-221.

### Teaching

## Conceptualization and Practice of Closed-loop Teaching in the Curriculum Ideology and Politics of Polymer Physics

ZHAO Chuan-zhuang\*, GUAN Xin, WANG Ge-ge, CHEN Xin-ran

(School of Materials Science and Chemical Engineering, Ningbo University, Ningbo 315200, China)

**Abstract** The polymer physics serves as an effective platform for fostering scientific spirit, innovation awareness, craftsmanship, and engineering ethics for students. This paper proposes a “ladder-type ability cultivation & closed-loop value cultivation” teaching design for the integration of civics and politics. By incorporating scientific anecdotes, engineering cases, and technological frontiers into the curriculum, this approach seamlessly combines professional skill development with value formation. It aims to achieve the educational outcomes of “learning to feel, learning to think, learning to understand”. This teaching strategy not only enhances professional capabilities but also offers a new perspective for integrating civics into science and technology courses.

**Keywords** Polymer Physics, Curriculum Ideology and Politics, Closed-Loop Teaching, Teaching Design, Course Cases

\* Corresponding author: ZHAO Chuan-zhuang, E-mail: zhaochuanzhuang@nbu.edu.cn.