

# 高分子材料与工程专业虚拟仿真课程体系构建研究

刘文勇 陈一 刘亦武 谭井华  
湖南工业大学

**摘要** 随着信息技术的飞速发展,虚拟仿真实验教学逐渐成为高分子材料与工程专业教育改革的重要组成部分。本文探讨了虚拟仿真技术在高分子材料与工程专业教学中的应用及其课程体系构建的必要性,分析了虚拟仿真实验对高分子材料与工程专业人才培养的重要性,提出了构建虚拟仿真课程体系的基础和实施路径。通过引入虚拟仿真技术,可以有效解决传统实验教学中的资源瓶颈,提升学生的实践能力和创新能力,尤其是在高分子材料的合成、加工和性能测试等方面的实验技能。文章还对虚拟仿真课程体系的构建方式进行了详细阐述,并提出了相应的实施策略。

**关键词** 高分子材料; 工程教育; 虚拟仿真; 实验教学; 课程体系; 创新能力

**DOI** <https://doi.org/10.6938/iie.060701> **文章编号** 2664-5327.2024.0607.8-16

**收文记录** 收文: 2024年10月26日; 修改: 2024年10月28日; 发表: 2024年12月31日。

**引用本文** 刘文勇,陈一等. 高分子材料与工程专业虚拟仿真课程体系构建研究 [J]. 产教融合研究, 2024, 6(7):8-16. <https://doi.org/10.6938/iie.060701>.

**产教融合研究** ISSN 2664-5327 (print), ISSN 2664-5335 (online), 第6卷第7期, 2024年12月出版, <https://iie.hk>, <https://cpcl.hk>, 电子信箱: wtocom@gmail.com, kyjysz@163.com。

## The Research on the Construction of Virtual Simulation Curriculum System for Polymer Materials and Engineering

Wenyong LIU, Yi CHEN, Yiwu LIU, Jinghua TAN

*College of Packaging and Materials Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, PR CHINA*

**Abstract** With the rapid development of information technology, virtual simulation experiments have gradually become an essential part of the educational reform in the Polymer Materials and Engineering program. This paper discusses the application of virtual simulation technology in the teaching of Polymer Materials and Engineering, the necessity of constructing a curriculum system, and analyzes the importance of virtual simulation experiments in talent cultivation for the discipline. The introduction of virtual simulation technology can effectively address resource constraints

in traditional experimental teaching, enhancing students' practical skills and innovative capabilities, especially in polymer synthesis, processing, and performance testing. The paper also elaborates on the construction and implementation strategies for the virtual simulation curriculum system.

**Keywords** Polymer materials, Engineering education, Virtual simulation, Experimental teaching, Curriculum system, Innovation capabilities

**Cite This Article** Wenyong LIU, Yi CHEN, et al. (2024). The Research on the Construction of Virtual Simulation Curriculum System for Polymer Materials and Engineering. *Integration of Industry and Education*, 6(7):8-16. <https://doi.org/10.6938/iie.060701>

© 2024 The Author(s) 产教融合研究 *Integration of Industry and Education*, ISSN 2664-5327 (print), ISSN 2664-5335 (online), Volume 6 Issue 7, published on 31 December 2024, by Creative Publishing Co., Limited, <https://iie.hk>, <https://cpcl.cc>, E-mail: [wtoecom@gmail.com](mailto:wtoecom@gmail.com), [kycbshk@gmail.com](mailto:kycbshk@gmail.com).

## 一、引言

近年来,随着科技的飞速发展和社会对新技术的不断追求,我国将“新材料”列为国家战略性新兴产业,特别是高分子材料作为现代材料体系中的重要组成部分,其在工业、交通、环境保护、航空航天等领域的广泛应用,推动了国家经济结构的转型与升级。高分子材料不仅在结构材料、功能材料等领域扮演着日益重要的角色,还因其优异的加工性、轻质高强度、耐腐蚀性及可设计性,成为现代工业生产中不可或缺的基础性原材料。因此,高分子材料及其工程应用的研究不仅是现代科技发展的前沿领域,也深刻影响着国民经济的各个方面。

高分子材料与工程专业主要致力于培养具备高分子材料领域相关知识和技术能力的工程技术人才,旨在通过理论与实践相结合的培养模式,为国家新材料产业的持续发展提供源源不断的高质量人才。随着全球科技水平的不断提升,尤其是在新型高分子材料的研发、应用及产业化方面的进步,对高分子材料与工程专业人才的需求也日益增加。然而,随着高分子材料应用领域的拓展和材料性能要求的日益严格,对该领域人才的专业素养和创新能力提出了更高的要求。因此,如何在短时间内培养出既具备扎实理论基础,又能应对复杂实际问题的高分子材料领域高端人才,已成为我国教育体制改革的重要议题之一<sup>[1-2]</sup>。

高分子材料与工程专业的特点决定了该专业人才培养过程中,实践性教学环节的核心地位。相较于传统理论课程,实践环节不仅能够加深学生对理论知识的理解和掌握,还能提高其创新能力和问题解决能力。在这些实践环节中,实验教学尤为关键。实验是学生从理论到实际操作的重要桥梁,是培养工程能力和科研素养的基础。在高分子材料与工程专业中,实验教学不仅要求学生具备对高分子材料性质的精准理解,还要求他们能熟练掌握各类先进的实验技术与分析方法。随着科技发展,传统实验教学方法面临着设备资源、实验场地、实验材料等方面的挑战,尤其是在一些高风险、高成本的实验中,现实操作受到限制,亟需新的教学手段来弥补这些不足。

在这一背景下,信息技术的迅猛发展为高分子材料与工程专业的实验教学提供了全新的机遇。虚拟仿真技术的引入,不仅能够克服传统实验教学中的资源瓶颈,还能大幅提升学生的动手

能力和实验兴趣。虚拟仿真实验能够通过计算机模拟创建一个高度仿真的实验环境,使学生在无风险、低成本的情况下进行操作,从而有效地增强其理论与实践的结合,提高实验教学的效果。通过信息技术手段,虚拟仿真实验能够拓宽学生的视野,帮助学生更加深入地理解高分子材料的合成、加工及应用过程。与此同时,虚拟仿真还可以实现个性化的教学,提供更为灵活的学习体验,这对于提升学生的创新能力和工程实践能力具有重要意义。

因此,如何结合现代信息技术,构建符合高分子材料与工程专业特点的虚拟仿真课程体系,已经成为当前教育教学改革中的一个重要课题。虚拟仿真课程的引入,既能够弥补传统实验教学中的不足,又能提升教学质量,为培养具有创新精神和实践能力的高分子材料与工程专业人才提供有效的支撑和保障。在这一过程中,如何构建一套科学、系统、符合教育需求的虚拟仿真实验教学体系,成为了高分子材料与工程专业教育改革的关键所在<sup>[3]</sup>。

因此,本文将从高分子材料与工程专业的特点出发,探讨虚拟仿真技术在该专业教学中的应用与课程体系构建的必要性,并分析虚拟仿真课程体系建设的关键要素和实施路径,以期为高分子材料与工程专业的教育改革和人才培养提供有益的参考。

## 二、虚拟仿真实验对高分子材料与工程专业人才培养的重要性

随着信息技术的飞速发展,教育信息化已成为实现教育现代化的重要途径。我国教育部在《教育信息化 2.0 计划》中明确提出,要将教育信息化作为教育系统性变革的内生变量,支撑和引领教育现代化的发展。特别是以示范性虚拟仿真实验教学项目为载体,推动大容量智能教学资源建设,旨在通过现代信息技术手段提升教育质量和效能,进而实现人才培养模式的创新和教育理念的变革。基于这一背景,教育部相继开展了虚拟仿真实验教学项目的建设,这为我国高等教育尤其是工科学科领域的教学改革提供了新的契机。虚拟仿真实验教学的普及和深化,不仅是教育信息化的重要内容,也对高等教育尤其是工程类专业的教学方式和人才培养模式提出了全新的要求<sup>[4]</sup>。

虚拟仿真实验教学是信息技术深度融合教育教学的一种重要形式。其通过应用虚拟现实、增强现实、人工智能、云计算等现代信息技术,构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象,使学生能够在无需亲临现场的情况下,在虚拟环境中进行实验操作。相比传统的实验教学,虚拟仿真实验具有无可比拟的优势。首先,虚拟仿真能够有效解决传统实验中常见的资源有限和条件不具备的问题。许多实验需要昂贵的设备和试剂,或由于实验操作危险、复杂而限制了教学的开展。而虚拟仿真实验通过计算机模拟,将这些问题迎刃而解,使学生能够在虚拟环境中进行实验,避免了实际操作中的高成本、高风险和环境污染等问题。其次,虚拟仿真技术能够突破时间和空间的局限,学生可以随时随地进行实验操作,极大地提高了实验教学的灵活性和可操作性。此外,虚拟仿真技术还具有增强学生实验兴趣、激发其主动参与和创造性思维的潜力,能够通过直观、互动的方式提升学生的实验效果和学习兴趣。通过虚拟仿真,学生可以在高度仿真的环境中反复操作,直到掌握技能,确保了实验教学的安全性和高效性。

对于高分子材料与工程专业来说,虚拟仿真实验的引入尤为重要。高分子材料与工程专业具有明显的实践性特点,专业课程中的许多实验不仅涉及复杂的实验操作,还需要大量昂贵的实验设备,甚至存在一定的实验风险。因此,传统的实验教学模式无法完全满足高分子材料领域学生

的培养需求。虚拟仿真实验的引入，能够有效弥补这一不足，为学生提供一个更为丰富的学习平台。通过虚拟仿真实验，学生可以在不受实际资源限制的情况下进行各种高分子材料的实验操作，从材料的合成、加工到应用的全过程模拟，极大提升了学生的动手能力和创新能力。此外，虚拟仿真还能够帮助学生更好地理解高分子材料的复杂性质和行为规律，从而为学生日后进入高分子领域的科研与工程实践打下坚实基础。

更为重要的是，虚拟仿真实验教学能够有效提升学生的创新能力。通过在虚拟环境中进行多种实验操作，学生能够在没有实验失败风险的情况下，进行不同方案的尝试，探索新方法、新技术，并根据实验结果提出新问题。这种探索和实验的过程，培养了学生的独立思考和创新能力，尤其是在面对实际工作中复杂、多变的工程问题时，能够更好地应用所学知识，进行创造性解决方案的设计。虚拟仿真不仅为学生提供了一个“低成本、高效能”的实验环境，也为他们的创新能力提供了广阔的实践空间。

因此，将虚拟仿真实验教学融入到高分子材料与工程专业的实验教学体系中，不仅能够解决传统实验教学中的资源不足、实验条件困难等问题，还能有效提升学生的兴趣和参与度，增强其实践能力和创新能力。通过虚拟仿真，学生能够在较为安全和灵活的环境中，进行多次实验练习，从而提高实验技能，强化对专业知识的掌握。此外，虚拟仿真技术的引入还可以使高分子材料与工程专业的课程体系更加丰富多样，培养出具备较强实践能力、创新精神和科研素养的高质量人才。因此，虚拟仿真实验教学对高分子材料与工程专业创新性人才的培养具有不可或缺的推动作用，能够为我国新材料产业的发展提供源源不断的技术人才支持<sup>[5-6]</sup>。

### 三、高分子材料与工程专业虚拟仿真课程体系的构建基础

在分子材料与工程专业的虚拟仿真课程体系的构建过程中，需要结合该专业的发展趋势，并注重专业特色的发挥。通过从人才培养目标、培养模式、实践教学体系以及实践平台等方面入手，可以为高分子材料与工程专业虚拟仿真实验课程体系的构建提供坚实的基础和实施条件。这些基础的建立将为虚拟仿真实验课程体系的实施提供必要的支持，并有助于提升学生的实践能力与创新精神。

#### （一）人才培养目标

人才培养目标是高分子材料与工程专业课程体系的核心依据，影响着整个教育过程的方向和效果。根据国内外高校的教育改革经验，以及高分子材料与工程专业的特点和发展需求，高分子材料与工程专业的培养目标需要不断进行调整和优化。当前，国内许多高校的高分子材料与工程专业培养目标都聚焦于培养“复合型、创新型”的工程技术人员，强调学生的能力培养、特色发展和个性突出。具体来说，人才培养目标应当明确培养具备扎实的理论基础、较强的实践能力、创新意识和工程实践能力的高素质工程人才。因此，人才培养方案需要根据这一目标进行动态调整，特别是在教学内容、教学方法和实践教学安排上，要紧密结合虚拟仿真实验课程体系的实施，使其成为实现这些培养目标的重要载体。通过虚拟仿真实验，学生不仅能够掌握基础知识和操作技能，还能够通过模拟实验的方式，增强他们的创新思维和解决问题的能力，从而达到专业人才培养的目标<sup>[1-2]</sup>。

#### （二）人才培养模式

为了更好地实施虚拟仿真实验课程体系,必须构建一个灵活多样、适应不同学生需求的人才培养模式。结合高分子材料与工程专业的特点,培养模式应当根据学生的学习阶段、知识掌握情况及能力需求,进行合理的分段设计。可以将大学本科的四年分为几个不同的培养阶段:大一和大二主要侧重于基础知识的学习,注重通识教育和学科基础教育;大三阶段重点进行专业课程的学习,学生开始接触更多与高分子材料和工程相关的知识和技能;大四阶段则主要以毕业实习、毕业设计和毕业论文为主,培养学生的综合能力。不同阶段的培养模式应与虚拟仿真实验课程体系相结合,为学生提供不同层次、不同类型的实验教学内容。比如在基础阶段,虚拟仿真可帮助学生熟悉实验操作的基本技巧,而在专业课程阶段,虚拟仿真可以进行更为复杂的材料性能测试与分析,最终在毕业阶段,虚拟仿真可以帮助学生模拟整个工程项目的设计和实施过程,从而培养其工程实践和解决实际问题的能力<sup>[7]</sup>。

### (三) 实践教学体系

高分子材料与工程专业是一个高度实践性强的学科,因此,实践教学体系的构建至关重要。根据专业的特点,实践教学体系应涵盖多个层次,包括学科实践、专业实践、综合实践、创新实践和工程实践等不同类型的实践活动。每一类实践活动都应当与虚拟仿真实验相结合,以达到全面提升学生综合能力的目的。例如,学科实践主要关注学生在基础实验技能上的培养,虚拟仿真实验可以为学生提供模拟实验场景,帮助他们在低风险的环境下熟练掌握实验操作技能。专业实践则更加注重高分子材料与工程专业的核心技能和知识的应用,虚拟仿真实验可结合高分子化学、物理、成型加工等实验项目,帮助学生深入理解材料的性能和加工过程。综合实践与创新实践则涉及到跨学科的整合能力培养,虚拟仿真实验可通过多个学科的交叉项目,培养学生的创新思维和多学科协作能力。最后,工程实践活动通过虚拟仿真实验模拟工程项目的实际操作,使学生能够在虚拟环境中进行工程项目的设计、测试和优化,从而为学生提供一种全面的实践训练途径,提升其工程应用能力和综合解决问题的能力。

### (四) 实践平台

虚拟仿真课程体系的顺利实施离不开充足的硬件和软件支持,这就需要强大的实践平台为其提供支撑。目前,国内许多高校已经建设了多层次、多类型的实践平台,例如国家级实验室、国家级工程技术中心、省部级实验室、学校基础实验室以及专业实验室等,这些平台为虚拟仿真实验的开展提供了丰富的资源。在构建虚拟仿真课程体系时,应当充分利用这些实践平台,通过整合硬件设施、实验资源、技术平台和教学资源,搭建不同层次的虚拟仿真实验室。例如,可以在基础实验平台中建立基础的虚拟实验项目,以支持学生进行简单的实验操作;在专业实验平台中设置与高分子材料合成、性能测试等相关的复杂虚拟实验项目;在科研创新平台和工程实践平台中,开展与工业应用紧密相关的虚拟仿真项目,帮助学生深入理解高分子材料在实际工程中的应用。这些多层次的实践平台不仅为虚拟仿真实验课程的实施提供了必要的物理和技术条件,也为学生提供了更广阔的实践空间,增强了虚拟仿真课程体系的可操作性和可持续性。

通过人才培养目标的明确、培养模式的合理设计、实践教学体系的完善以及实践平台的有力支撑,高分子材料与工程专业的虚拟仿真课程体系能够更好地融入到现有的教学体系中,为学生提供更加全面和深入的实验训练。这不仅能够提升学生的实践能力和创新能力,也能够为高分子材料与工程领域的技术创新和产业发展培养出更多高素质的专业人才。

## 四、虚拟仿真课程体系的构建方式

随着信息技术的迅速发展,虚拟仿真实验已经成为现代教育中不可或缺的一部分,尤其在高分子材料与工程专业的教学中,虚拟仿真课程体系的构建显得尤为重要。通过合理构建虚拟仿真课程体系,可以使学生在不受现实实验条件限制的情况下,充分理解和掌握相关实验技能,增强其实践能力和创新能力。以下是构建高分子材料与工程专业虚拟仿真课程体系的具体方式。

### (一) 构建全过程的虚拟仿真实验课程体系

在 高 分 子 材 料 与 工 程 专 业 的 虚 拟 仿 真 课 程 体 系 构 建 中, 应 当 注 重 实 验 课 程 的 全 过 程 覆 盖, 确 保 各 个 实 验 环 节 都 能 通 过 虚 拟 仿 真 进 行 有 效 补 充 与 完 善。 根 据 不 同 课 程 的 性 质 和 需 求, 可 以 设 置 不 同 比 例 学 时 的 虚 拟 仿 真 实 验 项 目。

对于基础学科实验课程(如:无机化学实验、有机化学实验、物理化学实验等),这些课程主要注重基础实验技能的培养。针对这些课程,虚拟仿真实验应主要侧重于基本操作以及与高分子专业特色紧密相关的基础实验内容。建议设置 4 至 8 学时的虚拟仿真实验项目,通过模拟实验让学生熟练掌握基本的实验操作技巧。例如,在无机化学实验中,学生可以通过虚拟实验进行化学反应的操作,学习如何测定溶液的酸碱度等基本操作。

对于专业基础类实验课程(如:高分子化学实验、高分子物理实验、高分子材料实验、高分子成型加工实验等),这些实验课程涉及较为复杂的实验过程,通常需要依靠大型仪器或精密仪器。虚拟仿真实验可以有效解决大型实验设备的资源限制问题。针对这些课程,建议设置 4 至 8 学时的虚拟仿真实验项目,通过虚拟仿真技术使学生在没有实验仪器的情况下进行实验操作,提升学生的实验技能与理论联系能力。

对于一些因设备有限或不适合在学校进行实验的专业课程(如:聚合反应工程与工艺),可以增设 4 个学时左右的虚拟仿真实验项目。通过虚拟仿真技术,学生可以在没有大型工艺仪器的情况下,进行化学反应的模拟,了解反应机理和实验过程,为后续的实际操作打下基础。

表 1 虚拟仿真实验课程体系设计

课程类别	实验项目类型	学时分配	课程特点
学科基础类实验	无机化学实验、物理化学实验、分析化学实验	4-8 学时	基本操作实验,强化基础学科实验技能
专业基础类实验	高分子化学实验、高分子物理实验	4-8 学时	涉及专业基础知识,使用精密仪器进行实验操作
专业拓展类实验	聚合反应工程与工艺、材料工程虚拟仿真实验	4 学时	高分子合成、改性、加工及表征的虚拟仿真实验
综合性实验	高分子聚苯乙烯的合成、加工与表征实验	6-8 学时	体现高分子材料的全过程,涵盖合成、加工、性能测试等
创新性实验	新型材料设计与应用的虚拟仿真实验	4-6 学时	引导学生探索创新材料的设计、加工和应用

## （二）虚拟仿真实验项目的实施方式

虚拟仿真实验项目的实施应紧密结合课程内容，选择适合的虚拟仿真实验项目融入到相关实验课程中。例如，在基础化学实验课程中，可以通过虚拟仿真技术帮助学生掌握基础的实验操作技巧，并进一步结合高分子材料专业特点，增设与专业相关的实验项目。

在无机化学实验中，基础性虚拟仿真实验项目可以包括化学单元操作的虚拟仿真实验，如搅拌、固液分离、加热、PH 值测定等；而综合性虚拟仿真实验项目则可以选择溶胶凝胶法制备纳米颗粒实验。这些实验可以帮助学生了解基础化学操作的同时，熟悉高分子材料的合成方法。

在有机化学实验中，基础性虚拟仿真实验项目可以包括过滤、蒸馏、重结晶、萃取等基本操作，而与高分子合成相关的实验项目，如聚合反应的模拟，也可以作为综合性虚拟仿真实验项目，帮助学生更好地理解高分子材料的合成原理。

在物理化学实验中，虚拟仿真实验项目可以选择一些经典的实验，例如使用黏度法测定水溶性高聚物的相对分子量，或使用凝固点降低法测定高分子摩尔质量的实验。这些虚拟仿真项目不仅能够帮助学生理解高分子物理特性，还能培养其实际操作能力。

在分子化学实验中，虚拟仿真实验项目可以包括高分子聚合典型反应的虚拟实验，例如苯乙烯的阴离子聚合、自由基可控聚合等。此外，还可以增设与现代高分子材料合成相关的虚拟实验项目，如原子转移自由基聚合、可逆加成-断裂链转移聚合等，以加强学生对高分子聚合反应的理解和实践。

在分子成型加工实验中，虚拟仿真实验项目可以包括 3D 高分子挤出、注塑、吹膜、纺丝等实验项目，这些实验将帮助学生掌握高分子材料加工的基本方法，并为其今后的工程实践提供基础。

## （三）虚拟仿真实验项目的综合开发

目前，虽然已有一些与高分子材料相关的虚拟仿真实验项目，但许多实验项目是割裂的，难以帮助学生全面理解高分子的合成、改性、加工和性能表征等全过程。因此，需要开发新的虚拟仿真实验项目，涵盖高分子材料从合成改性到性能测试的全过程。

以聚苯乙烯为虚拟仿真对象，可设计一个涵盖以下五个环节的虚拟仿真实验：首先是苯乙烯的自由基悬浮聚合，模拟聚合反应过程；接着是聚苯乙烯的化学结构和分子量表征，帮助学生理解材料的分子结构与分子量的关系；然后是聚苯乙烯的共混改性，演示如何通过共混改性来改善材料性能；接下来是聚苯乙烯的成型加工，包括挤出和注塑过程，帮助学生掌握加工技术；最后是聚苯乙烯的性能测试，包括拉伸性能、抗冲击性能和光学性能等方面的测试。这一系列虚拟仿真实验项目可以让学生全面了解聚苯乙烯从合成到加工再到性能表征的各个环节，帮助学生更好地将理论知识与实际操作相结合。

通过这样的虚拟仿真实验项目，不仅可以提升学生的综合实验能力，还能够增强学生的工程实践能力，使其在未来的工作中能够更好地应对复杂的工程问题。随着技术的不断进步，这些虚拟仿真项目还可以进一步优化和扩展，以便在更多的教学场景中得到应用，提升教学质量并推动高分子材料与工程专业人才培养的创新发展。

## 五、结语

综上所述,信息技术的迅速发展推动了教育信息化的进程,虚拟仿真实验教学作为信息技术与教育深度融合的重要表现形式,已成为实现教育现代化的重要途径。尤其是在高分子材料与工程专业中,虚拟仿真实验不仅能够有效弥补传统实验教学中存在的资源和实验条件不足的问题,还能增强学生的实践操作能力和创新思维,促进学生在专业知识掌握、实验技能提升和工程实践能力等方面的综合发展。

随着高分子材料与工程专业的迅速发展,市场对高分子材料专业人才的需求不断提升,要求学生具备更高的专业素养、创新能力及实践能力。因此,构建符合专业特点的虚拟仿真课程体系显得尤为重要。通过从人才培养目标、培养模式、实践教学体系和实践平台等方面着手,系统地构建虚拟仿真实验课程体系,可以为高分子材料与工程专业的学生提供更加丰富和多元化的学习体验。特别是通过全过程的虚拟仿真实验教学项目的设计,使学生能够在虚拟环境中全方位、深层次地理解和掌握高分子材料的合成、加工、性能测试等核心环节,从而提升其解决实际工程问题的能力。

未来,随着技术的不断进步和教学资源的进一步完善,虚拟仿真实验课程体系的构建必将迎来更多创新的机会。借助这一先进教学手段,能够培养出更多具备创新精神、实践能力和跨学科综合素养的高分子材料与工程专业人才,为我国高分子材料领域的科技进步和产业发展提供有力支持。

因此,虚拟仿真实验教学在分子材料与工程专业中的深度融合,不仅有助于提升学生的专业能力,也将为推动教育创新和人才培养质量的提升提供新的动力。

〔责任编辑:丁勇 邮箱 wtocom@gmail.com〕

**基金项目** 1. 教育部产学合作协同育人项目: 高分子虚拟仿真实验教学基地建设(项目编号: 202101199047); 2. 教育部产学合作协同育人项目: 虚拟仿真技术在分子实验教学中的应用研究(项目编号: 202101121028)。

**作者简介** 刘文勇,男,1979年12月生,汉族,湖南邵阳人,湖南工业大学教授,研究方向为绿色高分子材料。通讯地址:湖南省株洲市天元区泰山路88号湖南工业大学崇材楼215室,邮政编码412007, Email: liuwenyong@hut.edu.cn, <https://orcid.org/0000-0002-1998-6231>。

### 参考文献

- [1] 牛余忠,马松梅,孙昌梅,等. 新工科建设背景下高分子材料与工程专业人才培养模式改革与实践[J]. 高分子通报, 2022, (6): 78-63.
- [2] 刘亦武,谭井华,黄杰,等. "双一流"背景下高分子材料与工程专业人才培养策略探索[J]. 科教导刊, 2022, (36): 84-86.
- [3] 刘文勇,刘亦武,谭井华,等. 高分子材料与工程专业多维度实践体系的构建与实践——以湖南工业大学为例[J]. 教育现代化, 2020, (37): 11-14
- [4] 王晓敏,高志强,闫晋文. 国内高校材料学科虚拟仿真实验教学的发展探究[J]. 中国大学教学, 2021, (3): 78-85.



- [5] 王士凡, 堵锡华, 董黎明, 等. 高分子材料与工程专业虚拟仿真实验教学的探索 [J]. 教育现代化, 2019, (42): 132-133.
- [6] 梁爽, 王鑫, 孙占英. 虚拟仿真在分子专业课程中的应用 [J]. 科技与创新, 2021, (19): 180-181.
- [7] 刘文勇, 刘亦武, 陈一. 高分子材料与工程专业创新人才培养模式的研究与探讨 [J]. 教育现代化, 2019, (99):15-16.