

·教育与教学·

新工科背景下高分子类专业研究生的课程设置

张碧珂¹ 王林格¹ 龚湘君^{2*}

(华南理工大学¹ 前沿软物质学院² 材料科学与工程学院 广州 510641)

摘要: 针对新工科背景下高分子专业研究生课程设置, 分析学科特点与人才培养定位, 提出以基础课为主, 将基础理论与前沿科技结合, 构建“基础—前沿—实践”的教学架构, 突出基础性、跨学科性与产业对接性。该方案为新时期高分子专业研究生培养提供参考, 支撑我国新材料产业的自主创新与可持续发展。

关键词: 研究生教育; 课程设置; 高分子; 基础课程; 新工科

Curriculum Design for Graduate Education in Polymer Science under the New Engineering Context

ZHANG Bi-ke¹, WANG Lin-ge¹, GONG Xiang-jun^{2*}

(¹School of Emergent Soft Matter; ²School of Materials Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract: This study addresses curriculum design for graduate education in polymer science within the New Engineering framework. Through in-depth analysis of the characteristics of the polymer discipline and the education objective, we propose a curriculum system structured around the “fundamental-frontier-practice” framework, emphasizing basic courses that integrate fundamental theories with cutting-edge technologies. The curriculum features foundational knowledge depth, interdisciplinary integration, and industry relevance. This study presents a strategic plan for graduate education in polymer science to support the independent innovation and sustainable development of the advanced materials industry in China.

Keywords: Graduate education; Curriculum design; Polymer; Basic course; New engineering

引用: 张碧珂, 王林格, 龚湘君. 新工科背景下高分子类专业研究生的课程设置. 高分子通报, doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.199

Citation: Zhang, B. K.; Wang, L. G.; Gong, X. J. Curriculum design for graduate education in polymer science under the new engineering context. *Polym. Bull.* (in Chinese), doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.199

高分子又称大分子, 是指分子量在 10^4 g/mol 以上的有机化合物, 包括合成高分子和天然高分子。与金属、无机非金属材料相比, 高分子材料具有高弹性、黏弹性、耐腐蚀、绝缘性、质量轻等不可替代的性能。自 1920 年施陶丁格提出大分子的概念以来, 高分子科学与技术迅速发展。特别是随着石油化工工业的发展, 在全球范围内已形

成了橡胶、塑料、纤维、涂料、黏合剂的合成、加工为主体的高分子工业, 成为国民经济的支柱。另一方面, 与淀粉、蛋白、纤维素等天然高分子相关的食品、造纸、生物化工等工业借助高分子科技也取得长足的发展。事实上, 高分子已渗透到建筑、高铁、船舶、航空、航天、农业、机械、电子工业等国民经济主要领域和人们日常生活的各

2026-04-28 收稿, 2026-06-15 录用

* 通信联系人: 龚湘君, E-mail: msxjgong@scut.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.199

个方面^[1,2]。进入21世纪,功能高分子材料如耐热高分子、功能性分离膜、医用高分子、光刻胶、海洋防污高分子等迅猛发展,有力支撑了新能源、电子信息、生物医药、海洋工业等战略性新兴产业的发展^[1~3]。

科技是第一生产力,科技创新是推动和促进产业升级的关键。高分子类专业覆盖新能源、电子信息、航空航天等前沿产业,直接支撑一些高端制造业,是新工科建设的重要组成部分。当前,我国高分子产业面临转型升级的迫切需求。这一背景下,科技创新成为高分子产业及其相关产业发展升级的核心驱动力。科技创新关键在于人才,而人才培养取决于教育。在当前形势下,培养具有扎实理论功底和创新能力的高层次人才的最重要途径是研究生教育。

研究生教育是科技创新人才培养的关键环节,也是多数人一生系统学习知识的最后一站,课程体系作为研究生教育的核心载体,其质量直接决定了学生知识结构的广度与深度,是夯实理论基础、激发创新思维的基石。其课程体系的质量直接决定了高层次人才的知识结构,对学生的创新思维和创新能力的培养以及拓宽专业视野有深远的影响。然而,当前国内高分子类专业研究生培养普遍存在“重论文、轻课程”的倾向,课程体系建设未得到足够重视。许多课程存在基础理论薄弱、前沿内容覆盖不足、跨学科融合不够等问题,难以适应新工科建设和战略新兴产业的要求^[4]。

高分子是华南理工大学的核心学科方向,材料科学与工程学院、前沿软物质学院、机械与汽车学院、轻工学院、食品学院、化工学院、环境与能源学院等均有相关方向。我们自2016年开始,尝试对高分子学科课程体系进行改革,优化了高分子专业研究生课程体系,重构了教学内容,改进了教学方法,实现研究生教学从“单纯传授知识”向“重点培养能力”的转变。我们的教学模式以学科基础为核心,融合前沿科技与产业需求,形成理论—实验—实践三位一体培养体系,并在材料科学与工程、软物质科学与工程等专业逐步实施。本研究将探讨高分子学科研究生课程的优化路径,搭建兼具基础性、前沿性和学科交叉性的课程框架,为培养适应未来科技和新兴产业的创新人才提供参考。

1 学科特点

高分子学科诞生于有机化学的摇篮中,其理论建立在物理化学和有机化学基础之上,在发展过程中融入了物理、化工、材料、生物等多领域的知识,具有鲜明的多学科交叉融合性(图1)。高分子具有长链结构,具有丰富的链构象和多层次结构,而这种结构决定其性能。因此,与金属、无机非金属材料相比,高分子材料具有一些不可替代的性能,如高弹性、黏弹性、耐腐蚀、绝缘性、质量轻等。因此,本学科的主线是高分子的多层次结构与其性能的关系。课程设置应注意与有机化学、物理化学、化工原理、物理、工程力学等课程的衔接。

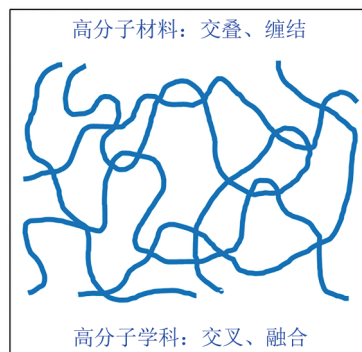


图1 高分子材料与高分子学科

Figure 1 Polymer materials and polymer science

同时,高分子学科的应用导向强。如今高分子已经渗透到工业和日常生活的多个领域,并与国家战略需求高度融合。高分子材料不仅是塑料、橡胶、纤维等传统产业的基础,更在高端制造业中扮演关键角色。例如,聚酰亚胺因其高绝缘、耐高温、低介电性而用作柔性显示基板、芯片钝化层;聚乳酸因其生物相容性和生物降解性而作为可吸收缝合线应用于临床医学等。因而,课程不仅要讲授高分子材料本身的性能,还要涉及相关应用领域的知识。

高分子学科始终与科技前沿结合。近年来,高通量材料筛选平台、人工智能辅助分子设计等新技术不断涌现,推动了高分子材料进入“精准设计和制造”时代。与此同时,人工智能技术包括脑机接口的突破也需要新的高分子材料支撑。课程设置需要紧跟前沿技术发展,引导学生将所学知识与国家社会需求相结合。

2 课程体系设置原则

基于对国内外高校高分子方向的研究生、本科生课程体系的调研分析,结合新工科建设要求,我们提出高分子类专业研究生课程体系应秉持“厚基础、宽口径、强交叉、重应用”的设计理念。整个课程体系由通识课程、专业课和实践课程3个层次构成,既要夯实经典理论根基,又要拓宽前沿视野,同时强化工程实践能力,以满足新时期高层次人才的综合要求。具体可遵循以下原则。

(1)强化基础。确保学生系统掌握高分子合成方法、结构与性能关系的理论、结构与性能的实验表征方法、聚合动力学和结构预测的理论计算方法,为后续深入研究奠定基础。

(2)结合前沿。主动对接国际学术前沿与产业技术变革,将高分子新的合成及加工方法,航空、航天、海洋、电子、机械、人工智能等领域中所用高分子材料纳入教学内容。开设专题研讨课,积极邀请国内外专家包括工业界的专家讲授最新进展,拓宽学生学术视野。

(3)重视实践。突出科研训练与工程实践环节,通过大型实验课程、课题研究、企业实习等形式,提升学生的动手能力、数据分析能力和解决实际问题的能力。

3 课程框架

高分子专业研究生课程体系设计需充分考虑生源多样性带来的知识背景差异。由于研究生通常来自不同本科院校,其专业基础存在显著差异,尤其是在高分子核心基础课程如有机化学、物理化学等方面,许多工科院校仅开设3~4个学分的基础课程^[5],部分研究生需要补修相关本科基础课。另一方面,为了适应学科交叉的需要,学生需要学习其他学科的本科基础课。例如:生物材料方向需修读《生物化学》《分子细胞生物学》;电子材料方向的学生需修读《半导体物理》等专业教科书。因此,课程设置应减少专业必修课时,增加选修比例,构建灵活的知识体系。

研究生课程应以基础理论课为主,避免重复本科阶段已学习的工艺类课程(如高分子合成工艺、高分子加工工艺、聚合过程与设备等)。因为工艺技术更新速度很快,在学校所学工艺技术往

往几年之后就会淘汰,而基础课的内容不会过时。只要本科修读过有关基础课,学生工作后可通过自学或培训快速掌握有关新技术。

基于上述情况,高分子类专业研究生课程可设置(1)通识课,(2)专业必修课,(3)专业选修课和(4)专业实践课,如表1所示。

表1 课程设置

Table 1 Curriculum structure

课程类别	代表性课程
通识课	政治、外语、科技写作、学术伦理、思维与逻辑
专业必修课	高等高分子化学、高等高分子物理
专业选修课	高分子表征方法、流变学、机器学习、半导体物理、生物化学等
专业实践课	合成实验、加工实验、企业实习、课题研究

通识课涵盖政治理论、外语、学术伦理等基础素养方面的课程,主要目的是强化学生的人文文化素养与视野。除此之外,增设“思维与逻辑”“科技写作”等课程,提升学生思维、沟通与表达能力。

专业课分为必修课和选修课。必修课聚焦高分子学科的核心理论,如高分子专业基础课“高等高分子化学”(Advanced Polymer Chemistry)或“软物质化学”(Soft Matter Chemistry)、“高等高分子物理”(Advanced Polymer Physics)或“软物质物理”(Soft Matter Physics)等,实行英文教学,使学生不仅掌握高分子合成的方法和高分子物理的基础理论,而且学会高分子的英文表达。

选修课分为2类,一类为高分子专业理论深化课程,包括“聚合物加工流变学”“高分子表征方法”“高分子光化学与光物理”“纯化与分离”“高分子模拟方法”“机器学习在材料设计中的应用”“高通量实验技术”“高分子材料与工程进展”等;另一类为跨学科基础课程,主要供交叉学科方向的学生选修,涵盖“生物化学”“分子细胞生物学”“数理方程”“半导体物理”“结晶化学”“结构化学”等。

专业实践课贯穿研究生培养全过程,包括“有机高分子合成实验”:涉及6~8个典型的有机化学反应和聚合反应,完成从原料纯化到反应控制、产物分离、表征等各个环节的训练;“高分子加工实验”:涉及3~5个塑料、橡胶、纤维、涂料和黏合剂制品的加工过程,完成制备、热性能和力学性能测试的训练。

企业实习与联合培养,与有关高分子材料企

业共建实习基地,参与工艺优化、质量检测等实际工作。

课题研究在导师指导下,独立完成文献调研、方案设计、实验实施与论文撰写。

其中,课程(1)~(3)学生可根据自己情况选修。

4 方案实施

课程方案的有效实施,首先需要系统化的组织保障与管理机制,课程体系的建立、发展、实施都必须有具体的老师负责,院系两级机构负责在人、财、物方面积极组织协调。建议实行教研室主任负责制,确保课程体系建设和实施都由专人统筹管理。

其次,强化师资队伍建设。一方面,学校在引进人才时,将承担基础课程教学作为主要考量指标,保证引入的教师能够承担教学任务。同时建立教师教学能力提升机制,对已有教师定期进行教学培训。通过邀请校内外的教学名师示范教学,选派教师赴教学工作做得好的院校进修等方式提升教学水平。

再次,打破教学管理壁垒,打通本科和研究生课程体系,推进本硕课程贯通,允许优秀的本科生提前修读研究生课程,也允许研究生选修本科生课程作为主修课(只要之前没学过),实现学分互认。在条件允许的情况下,推动同城高校间学分互认机制,扩大学生跨校选课的范围,提升学分获取的效益。

最后,建立课程及其内容的动态更新机制,定期评估课程内容的适用性和时效性。积极与国内外大学交流,了解其他大学的课程设置和教学内容,取长补短,借鉴先进经验。通过与产业界深度交流,了解其人才需求,及时调整改进教学内容以满足人才需求变化。通过学生评教与学习效

果分析,持续改进教学方法,不断提高教学效果。采取以上措施,可确保课程体系能适应学科发展和产业变革,为培养具有扎实理论基础、跨学科视野和实践能力的高层次人才提供支撑。

5 结论

新工科建设背景下高分子类专业研究生课程设置是一项系统工程,必须以学科特点为基础,面向未来技术发展,服务国家战略。然而,万变不离其宗,课程设置必须以数学、物理、化学、生物的基础课为主,强化学科交叉。本工作构建了合理的课程体系,结合教学内容优化与教学方法创新,将进一步提高研究生的理论水平和科研能力,扩大其工程视野,为我国新兴产业的自主创新与升级提供强有力的人才支撑。

参考文献

- 1 夏羽青,王锦艳,胡桢,宋飞,王润国,刘小青,蹇锡高,王玉忠,张立群,薛群基.高性能高分子材料体系自立自强发展战略研究.中国工程科学,2024,26(3),1-9.
- 2 董建华.高分子材料科学与工程漫谈.高分子材料科学与工程,2021,37(1),238-242.
- 3 Wang, M.; Ma, C. F.; Zhang, G. Z. Dynamic surface antifouling materials. Chin. J. Chem., 2023, 41(21), 2881-2888.
- 4 王昆仑,崔喆,徐慎刚,刘洋,王万杰.“新工科”背景下高分子材料与工程专业核心课程群建设的探索与实践:以郑州大学材料科学与工程学院教学改革为例.高分子通报,2026,39(3),486-492.
- 5 赖学军,张安强,王涛,吴水珠,张广照.“厚基础、强能力、深潜质”高分子材料与工程专业一流本科人才培养方案的构建与实践.大学化学,2025,40(4),119-125.