

“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

赖学军, 张安强, 王涛, 吴水珠, 张广照*

华南理工大学材料科学与工程学院, 广州 510640

摘要: 当前高分子材料与工程专业本科生存在基础不扎实、创新能力不足、发展潜力未得到充分挖掘的问题。华南理工大学在 2017 年版本科培养方案修订中, 大幅提高“物理化学”“有机化学”等基础课程课时, 优化实践环节和增加特色课程, 构建了具有“厚基础、强能力、深潜质”特色的一流本科人才培养方案。结合工程教育认证要求及七年来的实践经验, 我们还对培养方案进行了持续改进, 在人才培养和专业建设方面取得显著成效。本文简要介绍该方案的修订和实践成效。

关键词: 高分子材料与工程; 培养方案; 基础化学; 工程教育认证

中图分类号: G64; O6

Construction and Practice of the First-Class Undergraduate Education Program for Polymer Materials and Engineering Major Students with “Solid Foundation, Strong Capability and High Potential”

Xuejun Lai, Anqiang Zhang, Tao Wang, Shuizhu Wu, Guangzhao Zhang *

School of Materials Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China.

Abstract: The undergraduate students majoring in Polymer Materials and Engineering often face challenges such as weak foundational knowledge, insufficient innovation ability, and underdeveloped potential. To address these issues, we revised the undergraduate education program for Polymer Materials and Engineering major students at South China University of Technology, which is called Program 2017. In the new program, the class hours for basic courses were significantly increased, e.g., Physical Chemistry and Organic Chemistry now both having 112 h of instruction. Besides, practical training was strengthened, and some featured courses were added. The Program 2017 aims to cultivate students with a solid foundation, strong capabilities, and high potential, in line with first-class undergraduate education standards. Guided by Engineering Education Accreditation requirements and informed by seven years of practical experiences, the program has been continuously improved, resulting in remarkable achievements in undergraduate education. This paper outlines the revision and practical achievements of the education program.

Key Words: Polymer Materials and Engineering; Education program; Basic chemistry course; Engineering Education Accreditation

1 引言

习近平总书记2018年5月2日在北京大学师生座谈会上强调：“教育兴则国家兴，教育强则国家强。高等教育是一个国家发展水平和发展潜力的重要标志。今天，党和国家事业发展对高等教育的需要，对科学知识和优秀人才的需要，比以往任何时候都更为迫切^[1]。”习近平总书记关于教育发展的重要论述深刻阐释了新时代高等教育的重要战略地位和作用，也为我国高等教育事业的高质量发展指明了方向^[2-4]。

高分子材料作为现代制造业和高端产业的重要基石，已成为国防建设与国民经济发展不可或缺的关键材料。在科技日新月异的新时代，为推进中华民族伟大复兴、加快建设科技强国实现高水平科技自立自强，高分子材料领域亟需培养德才兼备、专业过硬、勇于创新、能够解决复杂工程问题能力的高分子专业一流人才^[5,6]。华南理工大学高分子材料与工程专业(以下简称“本专业”)自创立以来，一直致力于培养家国情怀和全球视野兼备、“三力”(学习力、思想力、行动力)卓越、德智体美劳全面发展的高素质“三创型”(创新、创造、创业)一流人才，培养了一批又一批优秀的工程技术人才，为国家经济发展和产业升级做出了重要贡献^[7]。

近年来，各高校为了降低学生的学分负担和实现宽口径培养，将缩减培养方案总学分和增加通识类选修课作为各专业教学改革的主要方向^[8,9]。这在较大程度上增加了高等教育的灵活性和适应性，可以更好满足学生的个性化发展和社会的多样化需求。然而，不容忽视的是，培养方案总学分的压缩和专业课程的削减，势必会导致学生专业基础知识不扎实、专业能力不突出，影响其后续学习深造和职业发展^[10,11]。针对上述不足，在充分调研学生发展诉求、企业用人需求和国内外高校高分子相关专业的课程设置后，本专业在2014版培养方案的基础上进行修订，形成了特色鲜明的2017版培养方案。

2 2017版培养方案修订

2.1 修订原则

2017版培养方案的修订是以“双一流”建设为契机，以“立德树人”为根本导向，以创新创业教育、产学研合作教育、国际化教育为主线，以成果导向教育为思路，以培养高素质、高层次、国际化的“三创型”人才为目标，致力于培养能坚持社会主义道路，德智体全面发展的专业型复合人才。高分子材料与工程专业毕业生应具有大材料学科和高分子材料学科扎实的基础知识及应用能力，具有分析问题、解决问题的实践能力；具有不断提升自身知识结构、技能和素质的终身学习能力；具有良好的职业道德和“三实一新”(基础扎实、工作踏实、作风朴实、勇于创新)的优秀品质。学生毕业后五年左右应具备：能够灵活运用相关理论并用于从事岗位工作中的产品提升，工艺改进；具备从应用目标出发对高分子材料进行成本、工艺、环保、性能和效益综合评估及材料选用的初步能力；具有对高分子材料的制备、改性及加工过程中相关的伦理、技术经济分析和管理的初步能力；具有全球化视野和熟练掌握所从事行业的发展特点和趋势的能力；培养正确的职业道德修养和价值观，成为高分子行业的有用人才。

2.2 修订过程

在培养方案修订程序正式启动后，修订小组成员先后调研了国内外有关院校的培养方案，发现高分子专业强校均非常重视基础课程的教学和实践，尤其是化学基础课程。“物理化学”和“有机化学”均设置为核心基础课程，具有较长的学时和较多的学分。修订小组先后召开了十一场次培养方案修订研讨会，认真听取了专业教师的意见和建议，并在一定范围内征求了在校本科生、毕业生和用人单位的意见。在此基础上，以“厚基础、强能力、深潜质”为导向，结合工程教育认证的要求，形成了2017版培养方案草案。经校外同行专家论证、学院教学指导委员会审阅、学校教务处审议，最终形成2017版高分子材料与工程专业培养方案。

2.3 修订情况

根据教育部对工科专业培养方案的要求, 相较于2014版培养方案, 2017版培养方案的总学分由180学分缩减为177学分。在毕业要求的177学分中, 必修课程148学分, 占比83.6%; 选修课29学分, 占比16.4%; 理论教学131.5学分, 占比74.3%; 实践教学45.5学分, 占比25.7%, 较2014版增加了1.0学分。主要修订课程如图1所示。

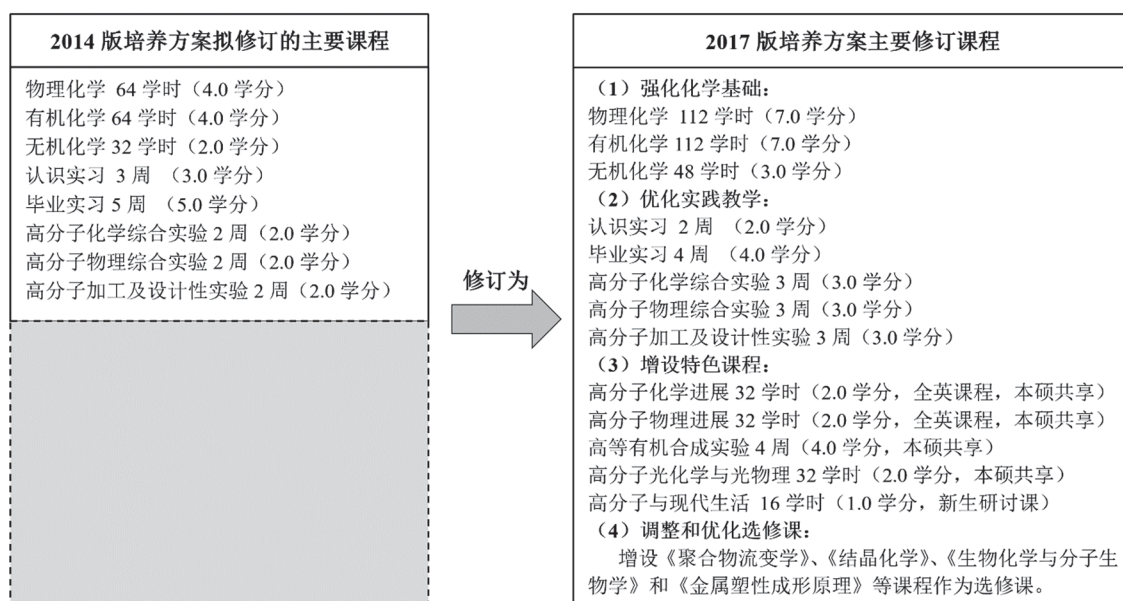


图1 华南理工大学高分子材料与工程专业2017版培养方案修订的主要课程

与原来培养方案相比, 2017版培养方案主要有四个方面的改进:

(1) 大幅提高了化学基础课的课时: “有机化学” “物理化学”的学时由64学时增加至112学时, 学分由4.0提高至7.0; “无机化学”由32学时增至48学时, 学分由2.0增至3.0。相较于原课程设置, “无机化学”主要增加了配位化学、超分子化学、固体能带理论等内容, 通过引入交叉学科知识增加课程的广度和深度, 有助于学生更好掌握现代材料科学的基础理论知识, 符合材料类专业大类培养的要求。“物理化学”主要增加了理想气体与气体动力学、熵与状态方程、相图(尤其是多元相图)、统计热力学、电化学与化学动力学等内容, 使得课程体系更加系统和深入, 有利于学生更好理解和掌握物理化学的基本原理和应用。“有机化学”主要增加了杂环化合物、糖类化合物、氨基酸及蛋白质、过渡金属催化、有机合成、逆合成分析、氧化反应、缩合反应、重排反应、有机化合物的光谱原理及解析等内容, 进一步夯实学生的有机化学基础。

对于高分子专业的学生, 这些化学的基础知识是至关重要的。如果没有学习这些内容, 后面理解高分子科学的基本概念和原理将十分困难。同时, 学时的增加还有利于丰富课堂授课方式, 引入更多交互式、案例式和故事性教学, 从而加强师生互动, 提升学生的课堂参与度, 不仅有助于学生更好地理解课程内容, 还能激发其学习兴趣。

(2) 优化了实践教学环节: “认识实习”由3周改为2周, “毕业实习”由5周改为4周, “高分子化学综合实验”由2周改为3周, “高分子物理综合实验”由2周改为3周, “高分子加工及设计性实验”由2周改为3周, 增加“高等有机合成实验”(4周, 本硕共享课)。“认识实习”安排在第3学期进行, 班主任负责认识实习小组(一般约40人/组, 即每班一组)的带队指导, 包括: 实习动员、安全教育、认识实习理论课教育、带队到厂参观实习并安全返校, 批改实习报告等。“毕业实习”采用“同

期、分散”的实习方式，实习企业由学院统一负责联系和管理，签订“华南理工大学教学实习基地协议”，指派专人负责具体的实习事宜，每个实习基地接纳5–15名学生，在第七学期初统一参加为期四周的毕业实习。实习内容涵盖聚合反应和各类高分子产品成型工艺(纤维、塑料、橡胶、涂料、纳米高分子材料等)，使学生认识和掌握高分子产品的全流程生产。通过实习培养学生理论联系实际的作风，锻炼学生的劳动能力和吃苦耐劳的精神，使学生加深对专业理论知识的理解，培养学生解决复杂工程问题的能力。

(3) **强化了特色课程**：增设全英教学本科生/硕士生(本硕)共享课程：“高分子化学进展”“高分子物理进展”；增设本硕共享课程：“高分子光化学与光物理”“高等有机合成实验”；增设新生研讨课程：“高分子与现代生活”。

(4) **调整和优化选修课**：增设“聚物流变学”“结晶化学”“生物化学与分子生物学”和“金属塑性成形原理”等课程作为选修课。2017版培养方案的教学安排如表1所示。

表1 教学安排

学期	课程(学分)
第1学期	无机化学III(3)、无机化学实验I(0.5)、材料科学与工程导论(1)、微积分I(一)(5)、线性代数与解析几何(3)、工程制图(一)(3)、大学计算机基础(2)、大学英语(一)(4)、中国近现代史纲要(2)、体育(一)(1)、军训(1)、高分子与现代生活(1/E)
第2学期	微积分I(二)(5)、概率论与数理统计(3)、工程制图(二)(2)、大学物理I(一)(3)、大学物理实验(一)(1)、C++程序设计基础(2)、大学英语(二)(4)、思想道德修养与法律基础(2.5)、军事理论(1)、体育(二)(1)、生物化学与分子生物学(2/E)
第3学期	物理化学(一)(4)、有机化学(一)(4)、有机化学实验I(1)、大学物理I(二)(3)、大学物理实验(二)(1)、马克思主义基本原理(3)、体育(三)(1)、认识实习(3)、
第4学期	物理化学(二)(3)、物理化学实验I(0.5)、有机化学(二)(3)、结晶化学(2/E)、工程力学I(3)、电工与电子技术I(4)、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论(5)、体育(四)(1)、工程训练I(2)、先进材料产业模式与创新发展(2/E)
第5学期	高分子化学(4)、高分子物理(4)、机械设计基础(3)、机械基础综合实验II(0.5)、流体力学与传热II(3)、化工原理实验(一)(0.5)、机械设计基础课程设计(2)、高分子光化学与光物理(2/E)
第6学期	传质与分离工程II(2.5)、化工原理实验(二)(0.5)、高分子材料成型加工基础(4)、高分子化学综合实验(3)、高分子近代测试(3/E)、高分子化学进展(2/E)、高分子材料成型加工设备(2/E)、高分子成型模具设计(2/E)、聚合物复合材料(2/E)、橡塑制品设计与制造(2/E)、高性能聚合物(2/E)、涂料与胶粘剂(2/E)、功能高分子(2/E)、聚物流变学(2/E)、高分子科学与工程进展(2/E)、专业英语阅读与写作(2/E)、计算机技术在材料加工中的应用(2/E)、绿色化学导论(2/E)
第7学期	高分子物理综合实验(3)、高分子加工及设计性实验(3)、毕业实习(4)、高等有机合成实验(4/E)、聚合物反应工程基础(2/E)、高分子物理进展(2/E)、金属塑性成形原理(2/E)、化工仪表及自动化(2/E)
第8学期	毕业论文(15)

E表示该门课程为选修课；除此外，其他课程均为必修课

2.4 2017版培养方案特色

与本校2014版及国内外高分子专业强校的培养方案相比，本专业2017版本科培养方案具有以下特色：

2.4.1 夯实化学基础

针对毕业生问卷调查反馈化学基础知识不扎实的问题，在广泛调研国内外高校高分子专业培养方案的基础上，结合毕业生、用人单位和专业教师的建议，2017版培养方案大幅提高了“有机化学”和“物理化学”这两门基础化学课程的学分，学时均从64学时(4.0学分，授课一学期)增加至112学时(7.0学分，授课两学期)。与国内外众多高分子专业强校相比，华南理工大学高分子材料与工程专业

2017版本科培养方案具有“有机化学”和“物理化学”课程学时最长和学分最多的特点。

“有机化学”是有关有机化合物合成、结构、性能的科学，高分子化学诞生于有机化学的摇篮中。有机化学是高分子合成的基础，是高分子合成方法、高分子表征方法的源头所在。实际上，国外著名的高分子化学家包括诺贝尔奖获得者均出身有机化学，这足以说明扎实的有机化学基础对于高分子专业的学生是何等重要！

“物理化学”涵盖了热力学、动力学、电化学、胶体与界面等多方面内容，它是化学、化工、材料等学科的理论基础，它的抽象概念和原理为研究物质科学提供了世界观和方法论。特别是，高分子物理基于物理化学，其相关理论与物理化学一脉相承。高分子物理的奠基者、诺贝尔化学奖获得者Paul J. Flory就是出身于物理化学，在杜邦公司跟随Wallace H. Carothers做博士后期间，把物理化学中化学反应动力学用于尼龙合成技术的发展，使尼龙在杜邦公司顺利工业化。实际上，由Flory建立的高分子物理框架都基于物理化学的基本原理。可见，高分子专业的学生只有打好物理化学基础，才能学好专业课程。因此，有了扎实的物理化学和有机化学基础，才能具备良好的逻辑思维能力、创新能力和解决复杂工程问题的能力。这是我们为什么坚定不移地提高“有机化学”和“物理化学”课时的原因。

2.4.2 拓展国际化视野

通过引入全英文教学的本硕共享课程“高分子化学进展”和“高分子物理进展”，不仅有利于提升本科生的专业外语水平，还有利于学生了解高分子科学的前沿方向和发展趋势，从而培养学生对高分子学科的兴趣。同时，通过本硕课程共享，可以促进本科生和研究生的交流和互动，激发学生的学习积极性，有利于进一步提升本科生的学习能力和研究潜力。

2.4.3 强化解决复杂工程问题能力

在培养方案总学分压缩的背景下，实践教学学分不但没有减少反而增加了1.0学分，占总学分的比例由24.7%提高到25.7%，符合工程教育认证要求。其中，“高分子化学综合实验”“高分子物理综合实验”和“高分子加工及设计性实验”核心实践课程学时均由2周(2.0学分)增加至3周(3.0学分)，并增加实验选修课程“高等有机合成实验”(4周，4.0学分，本硕共享课)。通过强化高分子专业综合实践环节，使学生加深对高分子化学、高分子物理和高分子成型加工等理论知识的理解，提升学生的创新能力和实践动手能力，培养学生的团队合作精神，增强其解决复杂工程问题的能力。

2.5 培养方案的持续优化

本专业的招生与培养自2019年开始纳入“材料类”进行大类招生与培养，因此2019版培养方案在统筹材料学院原有各专业(高分子材料与工程、功能材料、材料科学与工程)第一学年公共基础课程和通识教育课程的基础上，根据“就高不就低”的原则，统一了第一学年的培养方案。根据2019届毕业生座谈会的反馈与建议、用人单位反馈和工程教育专业认证专家的意见等，对2017版培养方案进行了进一步调整优化。

增设了“工程项目管理与决策”(8学时，0.5学分)，列入专业基础课；增设“国际视野课程”(8学时，0.5学分)，列入专业领域课程；增设了“高分子材料及制品设计实验”(2周，2学分)，列入集中实践环节；将毕业实习由4周缩减至3周，培养方案的总学分由177学分缩减至170学分。新课程的增设有利于进一步拓宽学生的国际视野、强化学生的工程管理及决策能力、提高学生解决复杂工程问题的能力。

在此基础上，2021版培养方案结合教育部、学校相关文件以及工程教育认证要求，对培养目标和课程体系进一步调整优化，细化了毕业要求及其支撑课程体系，同时将“高分子物理综合实验”、“高分子加工实验”以及“高分子材料设计性实验”调整至第六学期末，以便学生在开展毕业实习前完成全部理论必修课与实验课。

为促进人工智能、机器学习等新兴学科与材料学科的交叉融合，2023版培养方案将“C++程序设计基础”调整为“Python语言程序设计”，可进一步提高学生的科学创新思维及解决复杂工程问

题的能力。

培养方案的持续优化方向符合华南理工大学人才培养总体目标及学科和社会发展需求，培养目标定位准确，毕业要求具体，能够形成对培养目标的支撑，课程体系紧密围绕毕业要求，同时着眼于人才发展后劲，突出了基础化学课程的重要地位，进一步理顺了课程之间的先后顺序，各学期学习任务基本均衡，选修课程比例充分，兼顾通识教育与学生的个性化发展。总之，该培养方案具有特色性、科学性和可行性，为实现人才培养目标提供了保证。

3 实践成效

自2017版培养方案制定、优化和实践至今，华南理工大学高分子材料科学与工程系在本科人才培养和专业建设方面均取得了不错的成效。

3.1 培养了一批专业基础扎实、综合能力突出、勇于创新的高素质人才

近七年，高分子材料与工程专业共招收了七批本科生，截至目前已毕业四届学生，平均每年约120人。学生在高水平创新创业竞赛、国内外名校深造、用人企业反馈方面表现突出。近五年，本科生获中国国际大学生创新大赛金奖、中国大学生高分子材料创新创业大赛特等奖、全国大学生高分子材料创新创业大赛一等奖、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛二等奖、全国大学生高分子材料实验实践大赛一等奖等各类国家级、省部级奖励38项。

20余名本科毕业生先后进入阿克隆大学、凯斯西储大学、加州大学、东京大学、悉尼大学、清华大学、复旦大学等国内外著名高校深造。本科深造率由培养方案改革前的45%提升至62%。30%左右的毕业生进入中石油、中石化、巴斯夫、埃克森美孚、华为、比亚迪、金发等世界500强企业和领军型民营企业工作，学生的专业实践能力、创新能力也得到了用人单位的广泛好评。

3.2 进一步提升了专业的实力和影响力

学生培养质量的正向反馈带动了专业实力和影响力的不断攀升。2018年，高分子材料与工程专业顺利通过了第二轮工程教育专业认证，认证专家表示对“厚基础、强能力、深潜质”的2017版培养方案“印象深刻”；2019年，高分子材料与工程专业入选国家级一流本科专业；2020年，2017版培养方案中的“高分子物理”和“材料与社会”课程入选国家级一流本科课程，“高分子化学”和“高分子材料成型加工基础”入选广东省一流本科课程；2023年，高分子材料与工程专业参与建设的“高分子科学”学科位列US News 2023世界大学学科排名第一。

4 总结与展望

华南理工大学高分子材料科学与工程系根据学校的办学定位、工程教育认证要求与学生发展需求明确了以培养高素质“三创”型领军人才为培养目标，并结合学科发展确定“厚基础、强能力、深潜质”的专业特色，在2014版培养方案的基础上制定了2017版培养方案，旨在进一步夯实学生化学基础、拓展国际化视野和强化其解决复杂工程问题能力，经过七年来的实践与持续优化，在人才培养和专业建设方面成效显著，为其他专业人才培养方案的修订提供了借鉴。

随着人工智能技术在科学研究和教育领域的推广应用，大学的教学模式将会发生深刻的变革。为更好适应未来社会与产业的发展，高分子专业人才培养方案也将与时俱进、积极拥抱时代，充分利用人工智能技术，不断优化课程体系，如增设“凝聚态物理”和“材料力学基础”等作为选修课程，持续提升学生的培养质量。

参 考 文 献

[1] 人民网-中国共产党新闻网. 习近平谈教育发展: 教育兴则国家兴, 教育强则国家强. [2025-2-28].

<http://cpc.people.com.cn/n1/2018/0910/c164113-30282062.html>

- [2] 王嘉毅, 张晋, 彭勇. 教育研究, **2019**, *40* (3), 4.
- [3] 朱之文. 中国教育学刊, **2020**, No. 9, 1.
- [4] 杨劫人, 叶金文, 苟倩, 王泽高, 吴朝玲, 朱建国, 张云, 刘颖. 工程科学与技术, **2024**, *56* (2), 17.
- [5] 曹维宇, 杨学萍, 张藕生. 中国工程科学, **2020**, *22* (5), 112.
- [6] 游峰, 江学良, 姚楚, 曾小平, 刘玉兰, 郑华明. 高分子通报, **2022**, No. 5, 112.
- [7] 张安强, 刘芳, 张广照, 何经纬, 李文波, 郭宝春. 高分子通报, **2023**, *36* (3), 376.
- [8] 杨文字, 何宇新, 钱珊, 赖朋, 陈晟, 杨羚羚, 李玉锋. 教育现代化, **2019**, *6* (86), 197.
- [9] 王立平, 沈致和, 刘向华, 侯晓潭. 高等建筑教育, **2020**, *29* (3), 77.
- [10] 王福元, 肖海宁, 郝昕玉. 科技风, **2021**, No. 34, 166.
- [11] 黎朝, 洪炜, 杨朝勇, 杨柳, 朱亚先. 大学化学, **2018**, *33* (9), 1.