

# 高分子材料研究方法课程改革探索

樊冬婳, 钱涛\*

南通大学化学化工学院, 江苏 南通

收稿日期: 2024年1月20日; 录用日期: 2024年2月20日; 发布日期: 2024年2月27日

## 摘要

新工科背景下,《高分子材料研究方法》是高分子材料与工程专业的一门重要的专业必修课程。本文结合我校高分子材料与工程专业《高分子材料研究方法》课程的现状与特点,总结了该课程教学中存在的主要问题,从教学内容、教学方法和考核方式等方面提出了课程教学改革探索的具体措施,以适应新工科形势下对课程教学质量和学生综合能力的要求。

## 关键词

高分子材料研究方法, 课程改革, 新工科, 产教融合, 虚拟仿真

# The Exploration of Curriculum Reform in Research Methods of Polymer Materials Course

Dongli Fan, Tao Qian\*

School of Chemistry and Chemical Engineering, Nantong University, Nantong Jiangsu

Received: Jan. 20<sup>th</sup>, 2024; accepted: Feb. 20<sup>th</sup>, 2024; published: Feb. 27<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Under the background of emerging engineering education, "research methods of polymer materials" is one of the most important professional compulsory and core courses for polymer science and engineering specialty. On the basis of the present situation and characteristics of this course in department of polymer science and engineering, the actual state and the main problems of the teaching were summarized. From the aspects of teaching content, teaching methods and assess-

\*通讯作者。

ment methods, several operable ideas and measures of teaching reform were proposed in order to match the innovative development of course teaching quality and students comprehensive ability under emerging engineering education.

## Keywords

Research Methods of Polymer Materials, Curriculum Reform, New Engineering, Integration of Production and Education, Virtual Simulation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

南通市是江苏扬子江城市群建设的重要节点城市和上海大都市圈的重要一员。“十四五”期间,南通将新材料列入制造业高质量发展规划,积极扶持高分子材料企业做大做强,对高分子材料专业应用型人才的需求旺盛。应用型人才培养,是近年来国家人才培养战略调整的重要举措,也是地方高校服务区域经济社会发展的有效手段和途径。应用型人才培养的主要载体是课程体系及课程,为适应教育部“新工科”建设以及工程教育认证的需要,我们以《高分子材料研究方法》课程为例进行教学改革,构建产教融合型课程体系。从课程内容、教学和考核方式等方面全面改进,激发学生学习积极性,培养学生的复杂工程问题的能力,实现人才培养目标[1][2][3]。

## 2. 课程现状及特点

《高分子材料研究方法》是我校高分子材料与工程专业的专业核心课之一,课程开设在第6学期,在《高分子物理》《高分子化学》《仪器分析》等课程之后,《高分子材料成型加工实验》和《毕业论文》之前。课程主要介绍在高分子材料科研、技术开发和实际生产过程中用到的各种测试仪器的结构、工作原理和具体的测试方法,涉及高分子材料的结构与成分、热性能、分子量与分子量分布、形态与形貌等内容。要求学生通过学习能够选用合适的测试方法解决复杂的高分子材料与工程问题,对测试结果进行分析、解释并得到合理的结论。该课程内容广,难点分散,具有多学科交叉、综合性高、实践性强等特征[4],对授课老师和学生都提出了较高的要求。我们在教学中发现主要由于以下几个方面的问题导致学生学习积极性不高,教学效果欠佳。

### 1) 教材内容陈旧,内容分布不合理

课程现在选用的教材内容涵盖了几乎所有的高分子材料相关的检测方法,但深度不够。每一章内容均以仪器构造、测试原理和方法为主,枯燥难懂且缺少相应的实际案例分析。另外,随着高分子材料的飞速发展,相应的表征技术也日新月异,而现有的课程内容更新较慢,很多设备甚至远远滞后于企业和学院的科研测试设备,无法满足学生后续学习和工作的实际需求。另外,南通大学高分子材料与工程专业侧重于纤维材料和新能源材料的教学,而教材中这两类材料的表征测试篇幅极少。

### 2) 教学方式和方法单一

一方面,课程32学时均为理论课时,没有安排相应的仪器操作的实验课程。很多设备都是教师通过图片或者视频向学生讲解,无法展开形象化和生动化的教学。由于没有接触设备,实际动手操作的机会,学生很难将理论与实际联系起来,真正掌握材料分析测试的方法。另一方面,课程完全采用线下课堂授

课, 以教师讲授为主, 辅以板书和多媒体教学手段。这种输出为主的教学方式, 无法满足新工科条件下学生对于课堂的要求。学生学习被动, 不利于知识的消化和吸收。当面对疫情等不能线下的情况, 也没有完善的线上课程做预案。

### 3) 考核方式不完善

课程考核方式采用传统理论课程的评价方式, 课程成绩采用百分制。课程成绩满分 100 分, 及格分数线为 60 分。具体评分细则如表 1 所示。从表 1 中可以看出, 课程成绩由平时成绩和期末考试成绩两部分组成。平时成绩占 30%, 期末考试成绩占 70%。其中期末闭卷笔试占 70%, 平时成绩占 30%。笔试虽然有综合题, 但主要还是考察学生对书本的知识的掌握, 综合运用仪器进行分析解决实际问题的能力很难通过试卷进行考察。另外由于平时成绩主要以课后作业完成情况和考勤决定, 考核过于简单, 成绩区分度不高, 同样不能真实反应学生学习的过程和掌握情况。

**Table 1.** Grading rules for course grades

**表1.** 课程成绩评分细则表

成绩构成		所占比例	评分依据
课程 总评成绩	平时成绩	30%	任课老师根据学生出勤、课堂发言以及参与课堂讨论的情况等进行评分。
	平时作业	20%	老师根据班级学习的实际情况布置作业并评分。
	期末考试	70%	按照期末考试卷给出的评分标准评分。卷面成绩 100 分, 按比例折算入总成绩。

## 3. 课程改革探索

### 3.1. 教学内容

《高分子材料研究方法》课程涉及的测试方法多而杂, 为保证教学的深度和广度, 课程学时由原来的 32 学时调整为 48 学时。课程内容按结构鉴定、形态与形貌分析、热分析、分子量与分子量分布的测定和流变性研究这五大版块重新整合分类讲解。删除高分子物理实验中已有的力学性能测试章节以及仪器分析课程中的拉曼光谱、紫外光谱、荧光光谱、质谱和气相色谱等内容。近年来, 因为长三角材料产业的变化, 南通大学材料系专业做出调整。由原来的高分子材料与工程专业, 从 2021 年起新增新能源材料与器件专业方向, 培养方案也随之做出调整。为配合新增的新能源材料相关课程, 我们在授课内容增加新能源材料如太阳能电池所用背板浆料、电池电解液等相关性能的最新测试分析技术。

为解决教材实例较少的问题, 在讲解完一个表征技术的基本原理之后, 增加 1~2 个学时介绍其前沿和实际应用。具体案例可结合学院近期课题组最新的科研案例, 讲解该表征技术在科研的每一步中所起的作用, 怎么样去分析解决科研问题。也可结合产教融合企业在生产中实际遇到的问题, 引导学生运用课堂所学选择合适的研究手段去解决问题。比如热分析这一章节中, 我们引入与苏州市产品质量监督检验院合作的产学研课题“不粘锅涂层的有害物质研究”, 从前期市场调研、查阅资料、制订测试检测方案到具体的制样和设备操作, 直至最后的数据结果分析, 学生参与整个课题研究环节。因为此类课题与实际生活息息相关, 学生参与积极性很高。通过解决问题, 一方面加强了学生对课程内容的理解, 另一方面也激发了学生的学习兴趣, 培养和提高了学生的创新能力。

### 3.2. 教学方法

改变传统的教师单一的输入式教学方式, 采用多样化手段提升教学质量。

### 1) 虚拟仿真技术

《高分子材料研究方法》中有些大型仪器比较贵重,不可能给每个本科生实际操作的机会,比如透射电镜、扫描电镜等。学生对于仪器的构造和操作过程主要依靠文字和图片,教师也借助 PPT 向学生讲解。内容枯燥,对仪器设备的工作原理很多同学完全靠死记硬背,考试结束就没有印象了。样品制备和操作过程也以想象为主,没有实际操作的机会,所以学习效果较差,难以在后续解决实际问题时灵活应用。我们在这部分环节中使用虚拟仿真软件,将扫描电镜、透射电镜、核磁等仪器内部构造、制样和测试过程生动形象的展现,让学生通过软件的操作对课堂知识更加清晰的认识。同时,我们申报的国家级虚拟仿真课题《再生 PET 液相增黏及熔体直纺工艺虚拟仿真实验》中也设置了黏度测试环节。黏度与材料的分子量与分子量分布以及流变性这两章都有密切关系,学生通过对再生 PET 液相增黏部分的学习操作,了解黏度对产品性能的影响,通过调整参数和工艺,学生在虚拟软件中获得合格产品的工艺参数。虚拟仿真解决了学校课堂和实验室的限制,避免了高温高压和有害气体的损伤,而整个过程与产教融合企业南通新帝克单丝科技股份有限公司的实际生产线是完全一致的,学生在后期的生产实习中将进一步将虚拟化为现实,加深对知识的理解。

### 2) 产教融合

加强与南通新能源新材料企业的联系,建立教学实践基地,邀请企业专家参与到培养方案和课程设置中。目前高分子材料与工程专业已经与南通天盛新能源股份有限公司、南通新帝克单丝科技股份有限公司、江苏恒科新材料股份有限公司等八家企业建立了本科教学实践基地,聘请多位企业内高级工程师和中级工程师作为本科教学实践基地导师,加强产教融合。对标高分子材料专业工程专业认证要求,让学生与产业化教学零距离,真正做到课本理论知识与产业化教学相融合。

做到“请进来”和“走出去”。“请进来”是邀请企业专家进入课堂为学生讲解企业中的实际案例,贯彻和落实产教融合理念。比如在结构鉴定这一环节,我们邀请新泊地化工技术服务有限公司的工程师走进课堂,为学生讲解他们在实际工作中接触到的一些有趣的案例。比如讲到红外分析案例时,举了汽车门把手涂料颜色变化,客户寻求解决方案的例子与学生互动讨论。通过启发学生,利用学过的知识提出各种可能,同学之间再互相质疑答疑,通过辩论拿出最终方案。当工程师揭晓谜底,把最终解决方案告诉学生时,学生恍然大悟,发现解决一个实际问题需要考虑的因素多种多样,不只是课本那几点。学生对这种授课方式接受度高,往往通过课堂讨论等互动环节,不知不觉就加深了对课程内容的理解。“走出去”一方面学院不定期委派相关授课教师可定期到企业参观学习,了解企业的技术需求和生产管理。通过产学研合作,帮助企业解决实际问题的同时强化了教师队伍应用型人才培养能力的实战能力,建设校企融合的“双师型”实践教学队伍。目前我校高分子材料与工程团队成员的专业研究特长涵盖纤维材料、电子材料、新能源材料等,由中高级职称人员组成,以中青年教师为主,以“传帮带”方式培养“双师型”创新团队。另一方面,将部分课程内容在企业生产现场进行讲授。比如我们在南通天盛新能源股份有限公司进行扫描电镜和流变性能的学习。学生通过学习操作,直观的了解这两项测试技术对太阳能浆料产品质量的影响,学习效果远远好于课堂讲授[5]。同时,企业中拥有丰富经验的研究人员可对学生进行实训指导,教授他们怎样从中发现市场需要,怎样提高自己创新能力来满足市场需求。

### 3) 线上线下混合

为进一步提高学生课堂学习效率,我们利用课堂派对《高分子研究方法》课程采用线上线下混合式教学。课前,老师将课程主要内容,学习要求发布,学生按要求完成预习工作。同时利用课堂派进行考勤、课堂问题互动以及作业的提交。线下授课内容可以根据学生预习和作业完成情况进行适当调整。对课程重点、难点和学生错误率较高的知识点重点讲解。课程结束后还可以根据设置进行课程达成度分析,帮助教师在下一轮授课中有的放矢进行改进。另一方面,当企业不适合全体学生现场教学时,可采用线

上授课的方式, 以达到与企业面对面的目的。

#### 4) 思政元素融入

为了实现《高分子材料研究方法》课程中科学价值观的教育和渗透, 我们以课堂导入环节为突破口, 结合生活、社会和科技等热点事件和问题, 在知识和情感上引发学生兴趣和共鸣, 从而自然引入课程内容的教学, 将核心价值观融入到教学过程中实现课程思政。比如在热分析这一章节, 我们通过操场橡胶跑道的实例强调大胆质疑、小心求证的科研态度: 通过神州十六飞船的成功发射强调专业文化知识及理论指导实践的应用性; 通过对近期高校实验室安全事故的原因分析, 强调规范操作和学以致用的重要性。教师通过类似的思政元素的引入, 帮助学生集中注意力, 及时进入角色并以积极的状态主动学习, 从而形成良好的课堂氛围。

### 3.3. 考核方式

本课程在以往的期末考试中采用传统闭卷考试方式, 试卷内容以选择、简答、论述等常规题型为主。一方面不能充分调动学生的学习的积极性, 另一方面由于缺乏必要的过程性考核内容, 所以不能完全反映出学生真实的学习水平[6]。近两年我们对考核方式进行改革, 具体评分细则如表 2 所示。从表 2 可以看出, 平时成绩由占比 30% 提高到 50%, 产教融合课程、虚拟仿真、课堂讨论等环节细化评分标准, 纳入平时成绩。日常作业也在单一的课本知识问答的基础上增加一项灵活性较大的大作业, 学生可以结合自己主持或参与的大学生创新创业课题或者教师的科研项目, 利用课程相关的测试手段进行数据的分析和处理, 从而得到一定的结果。最终成果以小组或者个人 PPT 进行汇报, 同学之间互相打分。这种方式激发了学生参与科研的积极性, 也鼓励学生更加注重平时的学习和积累。期末笔试考试中也增加了综合题的分值, 由原来的 20% 提高到 40%, 以便更好的考查学生知识的综合应用能力, 满足新工科背景下对学生解决复杂问题的能力要求。

Table 2. Grading rules for course grades after the reform

表2. 改革后课程成绩评分细则表

成绩构成		所占比例	评分依据
课程 总评成绩	课堂表现	30%	任课老师根据考勤、课堂发言以及参与课堂讨论的情况等进行评分、产教融合课程由双教师共同打分, 各占 50%。
	平时成绩 平时作业及练习 (线上学习情况 可作为补充)	20%	老师根据班级学习的实际情况布置作业并评分, 其中根据科研情况整理数据大作业占 50%。
	期末考试	50%	按照期末考试卷给出的评分标准评分。卷面成绩 100 分, 按比例折算入总成绩。

### 3.4. 建设面向需求的校企共建实验室、实践教学基地

我校在调研校企双方的共同需求的基础上共建校企实验室。针对企业对高分子材料与工程专业人才的需要, 有针对性地选择相关实验室来进行投资建设。企业向学院提供相关的实验设备, 学院投入人力资源一起研发新产品, 解决企业难题。这种合作模式一方面节约了学院的设备购置成本, 让师生近距离的了解市场; 另一方面对企业来说, 有高校优秀人才支撑, 可以减少企业研发成本, 加快研发的速度, 同时也可为企业选拔优秀的后备人才。而教师也可以通过校企合作开展的产学研项目, 将真实研发成果转化为课程教学案例, 提升课程教学目标达成度。最终实现优势互补、利益共享。目前学校已与南通新帝克单丝科技股份有限公司、南通天盛新能源股份有限公司以项目开发为基础签署全面合作框架协议,

成立了本科生教学实践基地和研究生工作站。与 Dt 新能源团队、新材料团队建立了太阳能浆料和特种纤维实验室。亦可实现理论教学、实际操作的无缝对接, 成为校外实习的延续, 共同为地方经济建设服务。目前本课程实践课时占比为 31%, 2 学时为校内虚拟仿真实验, 8 学时为企业现场授课实践。

#### 4. 结语

按照新工科建设的要求, 结合高分子材料与工程专业的特点, 本文对《高分子材料研究方法》课程现有的问题提出了一些建议和措施, 并进行了初步的探索。教师结合社会 and 行业发展新需要, 调整教学方法, 激发学生学习兴趣和专业认同感, 从而培养适应专业发展的具有创新性能的高素质应用型人才。

#### 基金项目

南通大学教育教学研究课题——《高分子材料研究方法》产教融合教学改革(项目号 2022B04)。

#### 参考文献

- [1] 张振琳, 韩颖, 李青松, 等. 新工科背景下《高分子材料研究方法》课程教学改革的探索[J]. 高分子通报, 2021(11): 81-84.
- [2] 张倩, 白凤仙, 武俊伟. 材料分析测试方法课程教学改革探索[J]. 化工高等教育, 2020(6): 74-77.
- [3] 罗文斌, 晁自胜, 范金成. 新工科背景下《材料现代研究方法 with 测试技术》课程体系建设实践与探索[J]. 高分子通报, 2022(8): 111-115.
- [4] 相益信, 沈显荣, 张泽, 等. 新工科背景下功能高分子材料教学方法的探讨[J]. 高师理科学刊, 2018, 38(4): 101-103.
- [5] 杨振文, 韩雅静, 王颖, 等. 新工科背景下焊接学科的《材料测试分析方法》课程改革与实践——以天津大学材料成型及控制工程专业为例[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2021, 23(5): 385-389.
- [6] 党海峰, 许伟娜. 新能源材料系《材料研究与测试方法》教学改革与探索[J]. 广东化工, 2022, 49(3): 189-190.