第 40 卷 第 1 期 高 分 子 通 报 Vol. 40, No. 1
2027 年 1 月 POLYMER BULLETIN January, 2027

教育与教学 / Education

DOI: 10.11687/j.issn1003-3726.2026.26344

工程教育认证背景下“高聚物加工工艺与设备”科教融合实践初探
——以表面图案化聚偏氟乙烯构效关系为例

刘忠柱* 张电波 潘 玮 李玉南 裴海燕 宋 梦 焦明立 秦 琦

(中原工学院材料电子与储能学院 郑州 450007)

摘 要 在工程教育专业认证背景下，为解决我校高分子材料与工程专业的核心课程“高聚物加工工艺与设备”教学中理论与实践脱节、科研与教学“两张皮”的问题，本研究提出基于表面图案化聚偏氟乙烯(PVD)制品构效关系的科教深度融合教学模式改革。以表面图案化PVDF为例，紧扣“成型加工—微观结构—宏观性能—传感应用”(即PSPA)的逻辑主线，将加工过程中的热机械场诱导结晶、表面图案化构筑、智能传感等科研内容融入教学全过程。通过重构模块化教学内容、实施项目化和任务化教学方法、构建多元化评价体系，以期实现从“知识传授”向“能力培养”的转变。通过近2年的初步实施，该模式能够有效提升学生解决复杂工程问题的能力与创新素养。

关键词 高聚物加工工艺与设备；工程教育专业认证；科教融合；教学改革

Exploration of the Integration of Science and Education in “Polymer Processing Technology and Equipment” under the Background of Engineering Education Accreditation
—Taking Structure-property Relationship of Surface-patterned Poly(vinylidene fluoride) as an Example

Zhong-zhu Liu*, Dian-bo Zhang, Wei Pan, Yu-nan Li, Hai-yan Pei, Meng Song, Ming-li Jiao, Qi Qin

(*School of Materials Electronics and Energy Storage, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007*)

Abstract Under the background of engineering education accreditation, to address the disconnection between theory and practice as well as the separation of scientific research and teaching in the core professional course “Polymer Processing Technology and Equipment”, this study proposes an in-depth integrated teaching model of research and teaching based on the structure-performance relationship of surface-patterned poly(vinylidene fluoride) (PVDF) products. Taking surface-patterned PVDF as an example, the teaching follows the logical thread of “processing–structure–property–application” (*i.e.*, PSPA), and integrates research contents such as thermomechanical field-induced crystallization during processing, surface patterning fabrication, and intelligent sensing into the whole teaching process. By reconstructing modular teaching contents, adopting project-based and task-based teaching methods, and establishing a diversified evaluation system, the reform aims to shift the teaching focus from “knowledge transmission” to “competency cultivation”. After nearly two years of preliminary implementation, this model can effectively improve students’ ability to solve complex engineering problems and their innovative literacy.

2026-07-23 收稿, 2026-09-03 录用

基金项目: 中原工学院教学改革研究与实践项目(项目号 2025ZGJGLX021); 国家自然科学基金(基金号 52403061); “纺织之光”中国纺织工业联合会高等教育教学改革研究项目(项目号 2026BKJGLX684, 2026BKJGLX656, 2026BKJGLX668); 河南省高等教育教学改革研究与实践项目(项目号 2025SJGLX195Y, 2026SJGLX437)

* 通信联系人: 刘忠柱, E-mail: zzliu@zut.edu.cn

Keywords Polymer processing technology and equipment; Engineering education accreditation; Integration of science and education; Teaching reform

引用: 刘忠柱, 张电波, 潘玮, 李玉南, 裴海燕, 宋梦, 焦明立, 秦琦. 工程教育认证背景下“高聚物加工工艺与设备”科教融合实践初探：以表面图案化聚偏氟乙烯构效关系为例. 高分子通报, doi: 10.11687/j.issn1003-3726.2026.26344

Citation: Liu, Z. Z.; Zhang, D. B.; Pan, W.; Li, Y. N.; Pei, H. Y.; Song, M.; Jiao, M. L.; Qin, Q. Exploration of the integration of science and education in “Polymer Processing Technology and Equipment” under the background of engineering education accreditation: taking structure-property relationship of surface-patterned poly(vinylidene fluoride) as an example. *Polymer Bulletin* (in Chinese), doi: 10.11687/j.issn1003-3726.2026.26344

近年来，核心理念为以学生为中心、以产出为导向、以质量持续改进为保障机制的工程教育认证，已成为国内外高校工科专业建设的重要指引[1~3]。为此，我校高分子材料与工程专业积极开展专业认证工作，并于2025年10月接受工程教育专业认证协会专家组入校考查(认证结论待公布)。从工程教育认证视角，我校“高聚物加工工艺与设备”在培养学生“解决复杂高分子工程问题能力”方面依然不足，难以完美契合认证标准中的核心要求[4]。因此，为了更好地培养学生解决复杂工程问题的能力，在教学过程中，除了合理地构建课程体系、优化教学条件和方法之外，也须将高分子成型加工领域最新科研成果融入课堂教学，实现科教融合[5]。

科教融合能够有效促进高分子加工理论知识与工程实践的有机衔接，打破课堂教学与实际工程应用之间的壁垒，真正地实现科研反哺教学，教学滋养科研的良性循环。例如，仝维鋆等[6]以实验项目“工业废气COS聚合为含硫塑料实验”为例，探讨了“高分子材料设计与实践”课程中所开展实验项目都与教师科研前沿的紧密联系。孙丹丹等[7]以“光纤传感实验”课程教学研究为例，提出了一种将，将光纤传感的科研成果引入本科实验教学中，充分发挥科研平台的资源优势。

PVDF作为一种兼具优异力学性能、化学稳定性与独特压电性能的功能高分子材料，其成型加工过程中的流场诱导结晶、分子链取向及表面形貌调控，是连接加工工艺与器件性能和应用的核心纽带，也是当前柔性电子、智能传感等领域的研究热点[8]。因此，在前期对教学模式改革的基础上[4]和工程教育专业认证理念的指导下，本研究着重探讨本课程教学内容改革，一方面将科研成果转化为具体教学模块，实现全过程科研反哺教学；另一方面以科研案例为载体构建PSPA完整科教融合教学主线，探索科教深度融合的实践路径。

1 课程教学改革设计思路

目前本课程教学的症结主要体现在以下3个方面：一是教学过程中普遍存在“重理论、轻实践”的弊端；二是教学内容缺乏对“工艺—结构—性能—应用”构效关系的深度挖掘，学生容易停留在设备结构和工艺参数记忆层面，难以将课堂知识与实际生产相结合；三是科研成果与课堂教学存在“两张皮”问题，大量关于高分子材料加工、结构调控的前沿研究未能有效转化为教学资源和任务。针对上述现存问题与症结，本研究以表面图案化PVDF成型加工研究为载体，构建PSPA科教融合教学改革思路。

1.1 课程目标与毕业要求

“高聚物加工工艺与设备”(3学分、45学时)是我校高分子材料与工程专业的核心课程，是连接高分子专业基础知识与实际工程应用的关键桥梁[9]。本课程以实际应用为导向，培养学生具备高分子材料选取及加工设计的基础，为将来从事高分子材料产品开发相关工作打下坚实的理论基础[10]。为此，我校本课程的目标分别为：(1)能够利用系统思维的能力，将高分子加工理论知识用于高分子材料选取、成型加工、工艺设计、质量控制中涉及的工程问题解决方案的比较与综合；(2)能够阐述高分子加工工艺设计全周期、全流程的基本设计方法和技术，明确影响设计目标和技术方案的各种因素；(3)能够针对高分子材料制品的特定需求，完成塑料成型加工工艺与设备的调研和设计；(4)能够针对高分子材料配方设计、工艺流程设计、质量控制中工程问题的解决方案，进行工艺流程设计；(5)能够在高分子材料配方设计中明确公共健康与安全、节能减排与环境保护、法律与伦理，以及社会与文化等制约因素。为落实工程教育认证的理念，课程目标应与培养方案中的毕业要求观测点与考核方式的对应关系见表1。本课程采用《高分子加工》教材并配合数字化教学资源[4, 11]，该教材内容适配本课程教学大纲要求。

表 1 本课程课程目标、毕业要求观测点与考核方式的对应关系

Table 1 Correspondence among course objectives, graduation requirement observation points and assessment methods of this course

课程目标	毕业要求观测点	考核方式
1	1.4：能够利用系统思维的能力，将高分子材料工程知识及多学科交叉知识用于高分子材料选取、工艺设计、检测分析、质量控制中涉及的复杂工程问题解决方案的比较与综合，并体现高分子材料专业领域先进的技术。	阶段性测试、期末考试、翻转课堂
2	3.1：能够阐述工程设计和产品开发全周期、全流程的基本设计/开发方法和技术，明确影响设计目标和技术方案的各种因素。	平时作业、阶段性测试、期末考试
3	3.2：能够针对特定需求，完成材料工程相关机械设备中单元(部件)的设计。	设计报告
4	3.3：能够针对高分子材料选取、工艺设计、检测分析、质量控制中涉及复杂工程问题的解决方案，进行系统或工艺流程设计，在设计中体现创新意识。	阶段性测试、期末考试
5	3.4：能够在设计中明确公共健康与安全、节能减排与环境保护、法律与伦理，以及社会与文化等制约因素。	设计报告

1.2 科教融合资源、设备与案例基础

科教融合能否落地取决于是否具备可转化为教学任务的科研资源。本课程现有资源主要包括：(1)可供教学转化的硬件设备资源(包括挤出流延膜设备、微型注塑机、压电测试系统等)；(2)已整理纳入案例库的科研数据类型(形貌图、压电输出曲线等)；(3)围绕“工艺参数—结构演变—性能”形成的PVDF、PP等案例库；(4)学生研学载体(面向本科生开放系列创新探索课题)。以常规注塑与微注塑成型为例，二者由于制品尺度、剪切与冷却历史和温度梯度不同，可形成不同的分子取向、结晶形态和皮芯结构，并进一步影响制品性能。在注塑成型教学过程中，要求学生比较2种加工条件下的流动与冷却特征，解释微观结构差异的来源，并提出工艺调控和质量控制建议，从而训练其解决复杂工程问题能力。

1.3 科研案例的教学适配性与任务转化

以塑料挤出成型为例，在课堂讲解过程中引入的案例之一为“富含β晶PVDF表面图案化微结构可控构筑及摩擦–压电耦合机制研究”科研项目，将本项目的相关最新科研成果、学术思维和实验方法等转化为可视的挤出成型部分教学资源。以表面图案化PVDF科研案例为载体，其成型加工过程中涉及熔体流动、螺杆输送和热机械场，结构演变中涉及分子链取向、结晶及表面微结构，性能测试中涉及力-电响应，应用方面可延伸至柔性可穿戴传感。教学中围绕“给定柔性传感应用需求，如何通过加工工艺获得合适结构并验证其性能”设置学生任务：(1)根据材料流变特性和设备特征分析工艺参数；(2)依据微观形貌和X射线衍射结果分析热机械场对结构演变影响规律；(3)通过力–电响应曲线建立结构—性能之间构效关系；(4)结合人体运动监测场景反向提出材料结构与加工方案。该过程的实施要求学生具备综合处理工艺、结构、性能测试和应用场景的能力，从而使复杂工程问题解决能力和创新训练能够落实到具体学习活动中。

1.4 科教深度融合价值

教育部《关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》(教高〔2019〕6号)第7条明确提出：强化科研育人功能，推动高校及时把最新科研成果转化为教学内容，激发学生专业学习兴趣。加强对学生科研活动的指导，支持学生早进课题、早进实验室、早进团队，以高水平科学研究提高学生创新和实践能力[12]。为此，将笔者在高分子成型加工及改性领域的科研项目转化为教学案例，具有双重价值：一方面，科研数据为课堂教学提供了最鲜活、最真实的素材，使枯燥的理论变得可视化；另一方面，科研中的“未知性”与“挑战性”还能够激发学生的探究欲，培养其批判性思维和创新能力。

1.5 构效关系教学主线设计

针对高分子加工过程的复杂性，本研究提出以“成型加工—微观结构—宏观性能—实际应用”(即PSPA)为主线重构每一章节教学内容，其逻辑关系如下：(1)加工(processing)，以成型加工设备为基础，探究温度、压力等工艺参数对高分子熔体流变行为的影响；(2)微观结构(structure)，揭示热机械场诱导下聚合物分子链的取向、结晶及表面微纳图案的形成机理；(3)宏观性能(property)，建立微观结构与宏观性能之间的定量关系；(4)实际应用(application)，探究成型制品的实际应用，并基于构效关系，反向设计满足柔性传感器件等特定应用需求的加工工艺。该主线贯穿本课程“成型加工篇”始终，将孤立的知识点串联成一个有机整体，引导学生建立从工艺源头到实际应用的全局工程观。

2 科教融合教学改革实施路径与方法案例

以我校“高聚物加工工艺与设备”课程中第2篇塑料成型加工–挤出成型为例，以通过熔融挤出–微热压印技术制备图案化PVDF制品为案例载体，进行了科教融合和构效关系教学主线的教学模式设计。

2.1 以科教融合为支撑，构建递进式教学模块

在课堂上对理论知识讲授过程中，将“挤出成型”章节内容按照递进式结构划分为基础知识、机理阐述、能力提升和实际应用四大模块，每个模块均对应科研项目的一个环节(图1)。

2.1.1 模块一：基础知识(挤出加工工艺过程与设备)

在讲解挤出成型定义、工艺过程和设备组成时，引入笔者团队的PVDF制备流程、加工设备和制品实物(图2)，要求学生识别双螺杆挤出与后续微热压印环节，并完成单/双螺杆结构、功能以及各自优缺点和应用场景比较。根据教材中第七章第一节挤出成型的内容，引导学生分析螺杆3个工作区(即加料段、压缩段和均化段)内物料状态和工艺参数(如温度、压力等)变化曲线，并随机选人作答。进一步地，教师采用的问题链形式(如螺杆转速增加引起剪切速率增大，导致局部熔体温度升高/物料在料筒内停留时间缩短，再到材料热稳定窗口和工艺参数调控)引导学生深入分析挤出成型过程。在学生分析过程中，教师提醒学生需同时考虑物料熔融塑化质量优劣与螺杆转速升高造成的剪切升温与停留时间缩短等竞争因素的关系。最后让学生分组讨论“为何过高螺杆转速可能增加PVDF热机械降解风险?”，并通过学习通选人随机汇报讨论结果，从而深刻理解调控加工工艺参数的工程意义。

2.1.2 模块二：机理阐述(微观结构演变与调控)

在高分子挤出成型过程中，物料会受到较强剪切和温度场的作用，进而诱导不同结晶行为，即热机

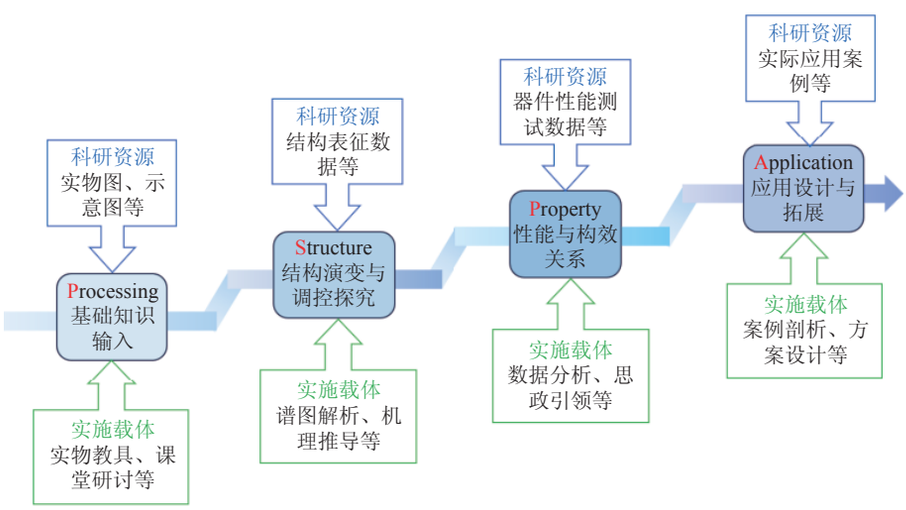


图 1 “高聚物加工工艺与设备”课程PSPA科教融合教学模式设计

Fig. 1 PSPA integration of science and education teaching design for the “Polymer Processing Technology and Equipment” course

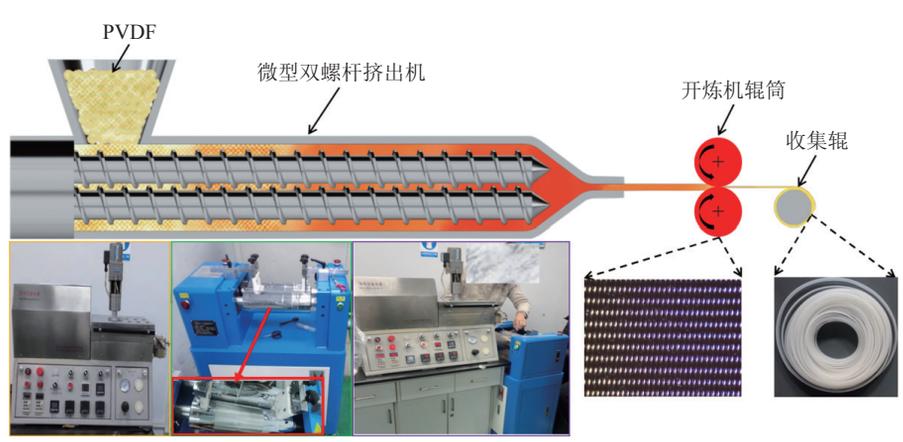


图 2 图案化PVDF成型加工过程示意图和实物图

Fig. 2 Schematic diagram of processing procedure and pictures of the patterned PVDF

械场诱导结晶机理。在课堂上，教师首先针对这一机理进行详细讲解：熔融挤出PVDF物料离开口模后处于“类固态”，微热压印的压力作用驱使其进入模板微孔，在此过程中辊筒表面及不锈钢筛网模板对PVDF的摩擦约束以及聚合物向模板微孔中的填充过程又会在材料内部形成界面剪切和局部拉伸流动，上述混合流场与收集装置的拉伸作用共同造成分子链段性生择优取向。另外，微热压印产生的剪切和延伸作用促使α相链段中的部分旁式键发生绕C−C主链键旋转并逐渐伸展为TTTT链。当局部应力超过相变临界值时，外界机械功可以部分补偿α相与β相之间的自由能差，并降低构象旋转及片晶重排所需克服的能垒，从而诱导β相形成[13]。离开辊筒之后的快速冷却作用使该非平衡结构和分子链择优取向得以保留。随后向学生展示不同微热压印温度和筛网目数的表面形貌(图3和图4)、二维WAXD衍射图(图5)以及红外谱图(图6)。此时，要求学生试着总结微结构变形规律、区分“取向证据”和“晶型证据”。通过微观结构形成机理的讲解，学生能够更加直观地认识到在加工过程中通过对工艺参数的调控可以改变制品微观结构。

2.1.3　模块三：能力提升(性能表征与构效关系)

在结构表征基础上，学生进一步分析压电传感器的结构及不同外力下的电学响应(图7)。从图7a中

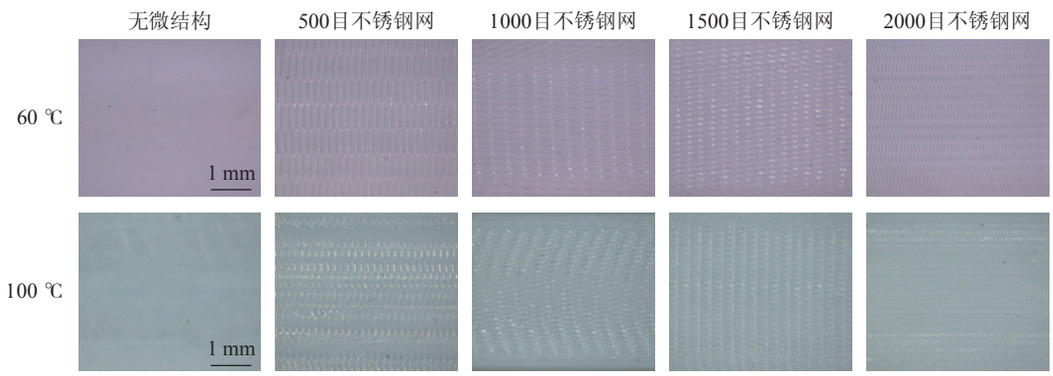


图 3　不同微热压印温度和不锈钢网目数制备图案化PVDF的形貌图

Fig. 3　Morphology of patterned PVDF prepared at different micro-hot embossing temperatures and stainless steel mesh counts

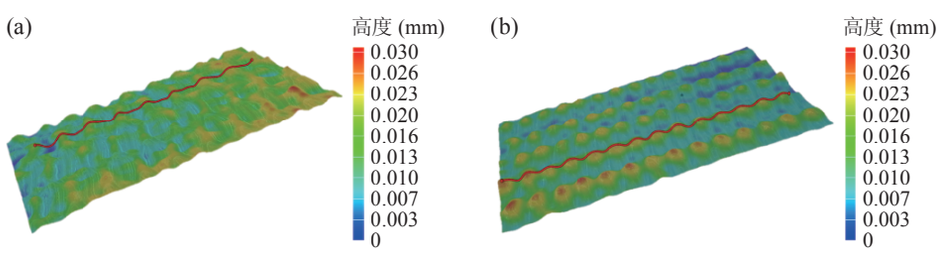


图 4　不同微热压印温度时图案化PVDF的3D形貌图：(a) 60 °C, (b) 100 °C

Fig. 4　3D morphology of patterned PVDF prepared at different micro-hot embossing temperatures: (a) 60 °C, (b) 100 °C

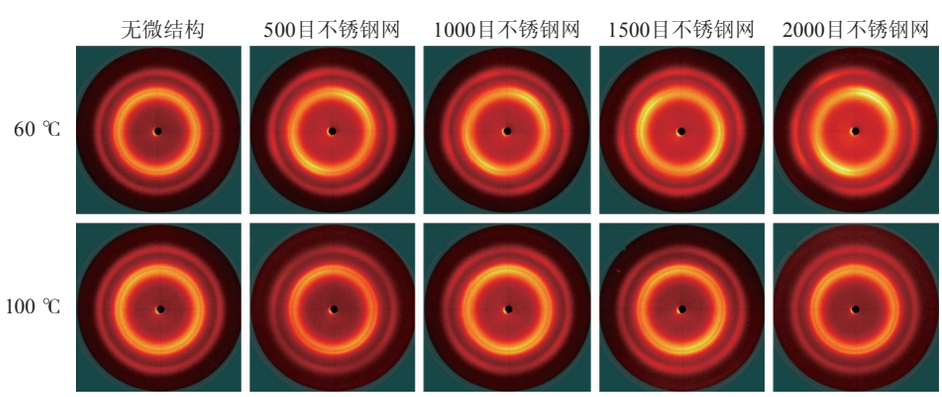


图 5　不同微热压印温度和不锈钢网目数制备图案化PVDF的二维WAXD图

Fig. 5　Two-dimensional WAXD of patterned PVDF prepared at different micro-hot embossing temperatures and stainless steel mesh counts

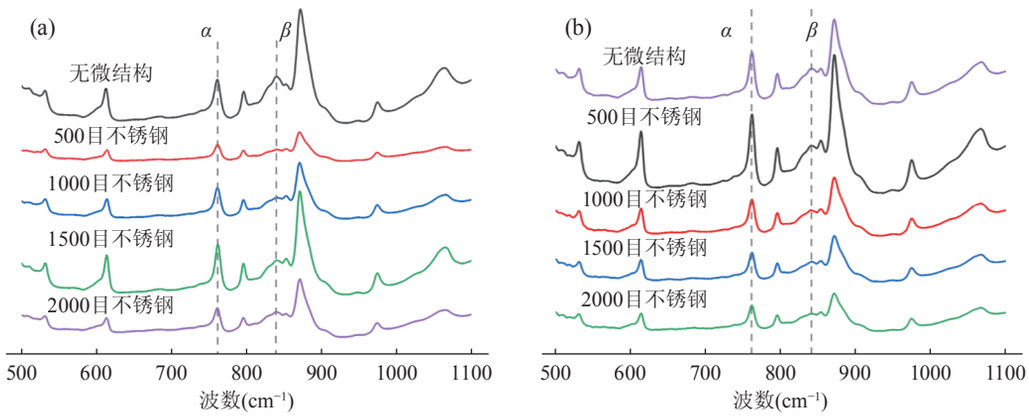


图 6 不同不锈钢网目数和微热压印温度制备图案化PVDF的FTIR谱图: (a) 60 ℃, (b) 100 ℃

Fig. 6 FTIR spectra of patterned PVDF prepared at different stainless steel mesh count and micro-hot embossing temperatures: (a) 60 ℃, (b) 100 ℃

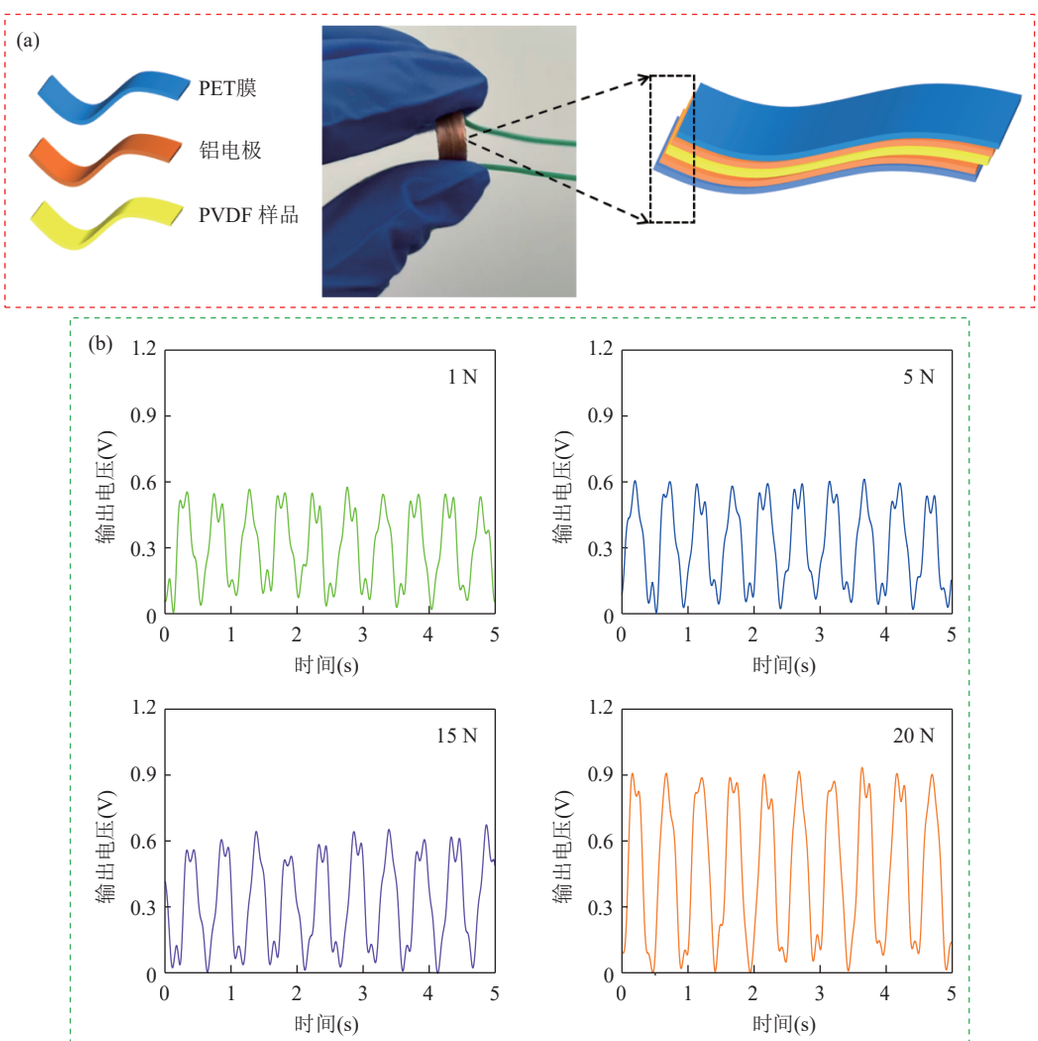


图 7 (a)压电传感器件结构示意图; (b)器件在不同外力时的输出电压曲线

Fig. 7 (a) Schematic diagram of the piezoelectric sensor structure; (b) Output voltage curves of the sensor under different external forces

可以清晰地看出压电传感器件的组成与结构, 同时教师对比讲解压电、摩擦电、摩擦电–压电复合以及热释电等器件的结构, 让学生对不同发电机制对应的结构设计逻辑形成直观的认知, 从而激发学生投

身材料加工与柔性传感领域科研的兴趣和热情。同时，在本测试条件下，随着外力增加(分别为1、5、15和20 N)其输出电压值也呈现出增大趋势。为此，让学生清楚地理解压电响应过程：当外部载荷作用于含有偶极子β相的PVDF制品时，PVDF制品发生弹性压缩形变，β相内部有序偶极单元产生相对位移，晶体宏观自发极化强度发生瞬时改变，驱动PVDF制品两侧金属电极感应出等量正负电荷，在外接电路中形成可采集的电压、电流脉冲信号；外力越大，PVDF制品形变量与偶极偏移幅度越高，极化变化幅度同步增大，压电输出幅值线性提升[13]。另外，教师提出表面微结构的引入可能会产生局部应力集中效应而致使压电输出性能提高的待验证假设，要求感兴趣的学生在本课题组开放实验中进一步设计无微结构对照实验进行验证。

2.1.4　模块四：实际应用(应用设计与拓展)

在理解“工艺—结构—性能”关系后，以人体运动监测作为传感器件应用任务。学生根据不同人体不同部位和运动方式产生的输出压电信号(图8)，判断不同场景对器件灵敏度和柔韧性等的要求。同时，结合笔者在智能传感领域的研究，讲解表面图案化如何增大接触面积、提升传感器灵敏度，让学生充分理解加工不仅是简单成型，更是功能化的手段。随后再按照应用需求，进一步调整加工工艺的逆向设计方案。

2.2　推行“课程—实践项目—竞赛”递进转化

学生首先在课堂完成工艺参数分析、结构、性能数据判读和应用方案设计，感兴趣的学生在后续与

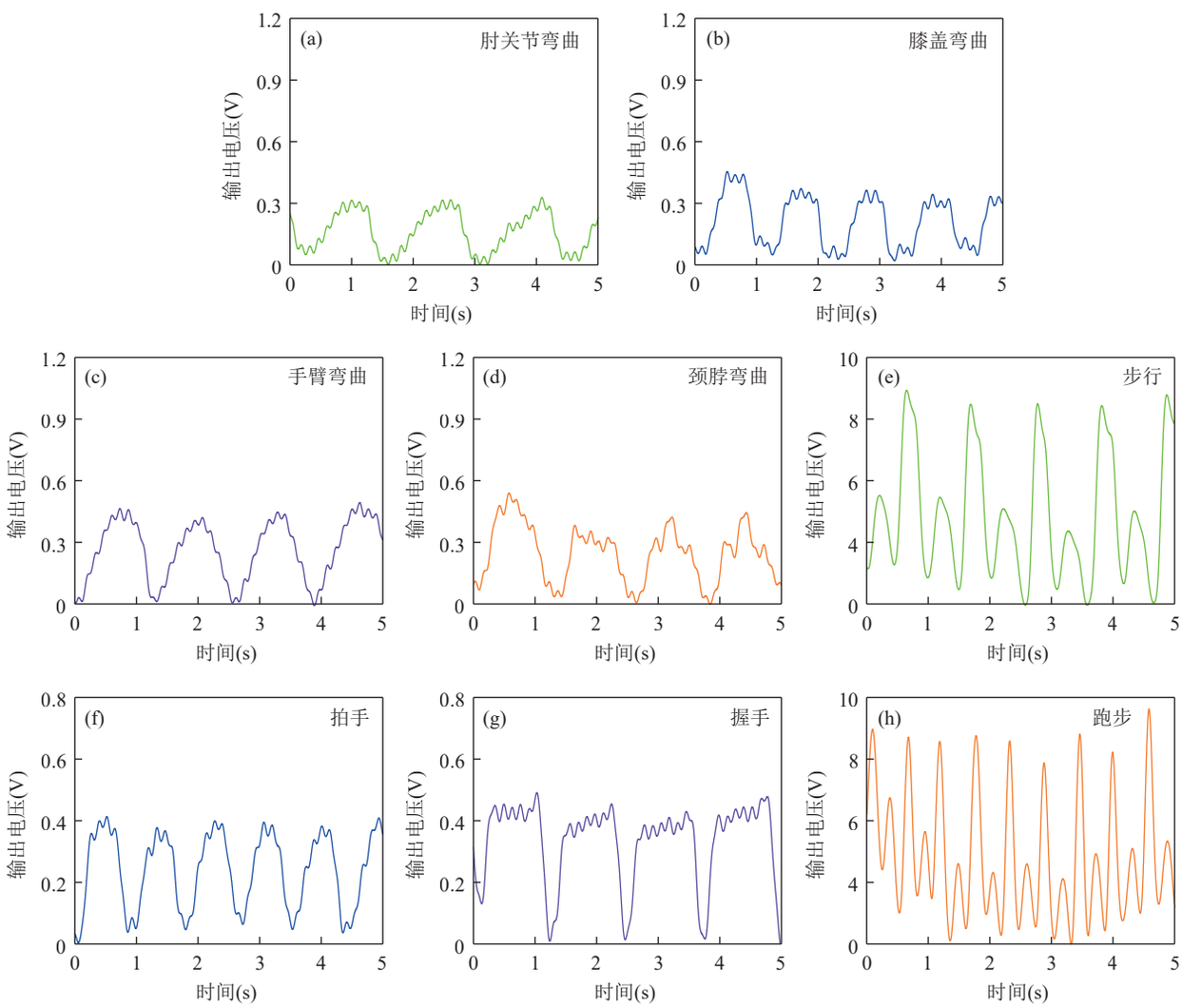


图 8　将压电传感器件固定于不同人体部位监测人体运动产生的输出电压曲线：(a)肘关节弯曲，(b)膝盖弯曲，(c)手臂弯曲，(d)颈脖弯曲，(e)步行，(f)拍手，(g)握手和(h)跑步

Fig. 8　Output voltage generated by the piezoelectric sensor devices attached to different parts of the human body to monitor human movements: (a) elbow bending, (b) knee bending, (c) arm bending, (d) neck bending, (e) walking, (f) clapping, (g) handshaking, (h) running

本课程为同一主讲教师的“专业综合实验”教学环节或本课题组开放实验中继续完成文献检索、样品制备和器件组装测试等实验。较成熟优秀的实验方案进一步转化为大学生创新创业训练和学科竞赛，并在实验基础上形成论文、专利等成果(图9)。近2年来，围绕熔融挤出–微热压印PVDF传感材料，学生参与中国国际大学生创新大赛、大创等项目并继续开展配方、工艺和器件优化。通过学科竞赛项目实践可以全方位提升学生工程创新意识与综合实践能力，切实落实科研育人、以赛促学的改革目标。

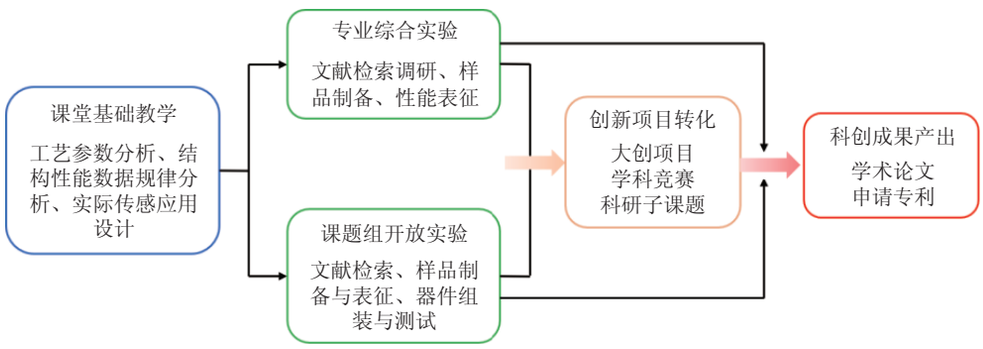


图 9 课程—实践项目—竞赛递进转化路径图

Fig. 9 Progressive transformation path diagram of curriculum, practical projects and competitions

2.3 多元化考核评价体系确保教学持续改进

本课程采用“过程性考核+终结性考核+成果性考核+学生互评”的评价体系，分别对应不同课程目标和毕业要求观测点(表1)。过程性评价(占25%)内容包括平时作业和阶段性测验，而终结性考核为期末考试(占50%)，以上2种考核方式主要考查学生对理论知识的掌握。成果性考核为设计报告(占15%)，要求学生完成一个综合性的设计项目(即通过文献调研，设计一种塑料制品的配方、成型方法、成型设备和工艺流程，并详细叙述该成型方法的工艺原理、研究进展及其在相关领域的最新应用)，并提交完整设计报告。学生互评主要是对翻转课堂环节的评价(占10%)，针对本课程知识点多、课堂学时有限的现状，为了能将课堂上宝贵时间聚焦于课程内容重难点与科研案例，对于非核心知识点通过课下小组协作式翻转课堂开展自主探究学习并进行PPT汇报，汇报过程中学生相互打分评价。除此之外，本课程及与之紧密相连的“专业综合实验”课程为同一主讲教师，可以理解为后者是前者的实践教学环节，在实践环节分别针对挤出成型、注塑成型和模压成型开设了不同实验项目来考查学生实操能力，这样能够充分将理论教学与实践教学结合起来。通过多元化考核评价体系的建立，能够客观、全面地评价学生学习效果，从而促进学生综合能力的提升。

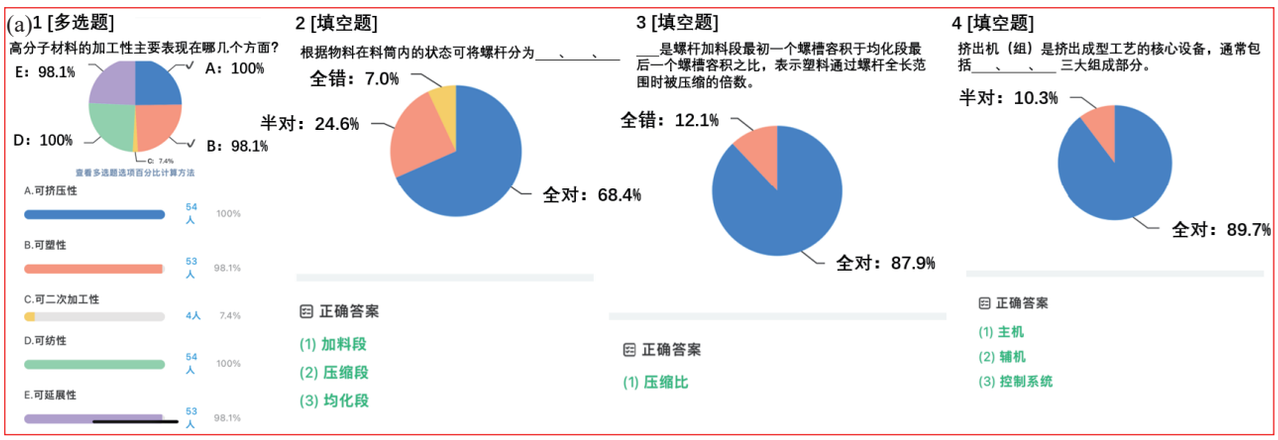
3 课程教学改革成效

3.1 收获学生广泛认可与科研融合成效

科教融合改革已在2届学生中开展。科教融合改革实施前后两届学生的完整课程目标达成度量化对比分析已在前期工作中呈现[4]。科教融合的实施使得课程目标达成度呈现整体提升趋势。另外，通过最近一次挤出成型部分教学过程中部分课后测验以及得分数据(图10a)也可以看出，学生对所学内容能够较为充分掌握。此外，我校教务处在课程结束后会组织学生对本学期所学的每门课程分别进行评教，评教指标中与科教融合紧密相关的题目如下：题目1，教学目标明确，强调课程与专业、学科的关系，将学科前沿、最新研究成果和实践经验引入课程教学；题目2，突出学生中心，问题导向，强化学生自学能力的培养，注重提升学生科研创新和实践能力；题目3，在教学中设置研究性学习内容，内容设计与时俱进，拓宽学生科学和知识视野，渗透学科专业交叉思想，使学生掌握科学研究的多学科基本理论和基础知识；题目4，注重教学与科研深度融合的项目化教学，将研究成果及时引入教学过程，合理运用现代信息技术，有效开展课堂教学活动；题目5，营造研究性教学氛围，课堂讲授有吸引力、气氛融洽，学生思维活跃、深度参与课堂；题目6，综合素质得到全面发展，培养了学生学习能力、独立思考能力、科研创新能力、分析和解决问题能力)。根据最近一次对上述6项指标的评价结果来看(图10b)，综合满意率均超过98%，表明学生对科教融合相关教学活动具有较高认可度和满意度。

3.2 提升学生科研素养和创新思维

通过科教融合的实施，学生的科研素养得到较大提升，良好的科研学习氛围和育人成效经学生相



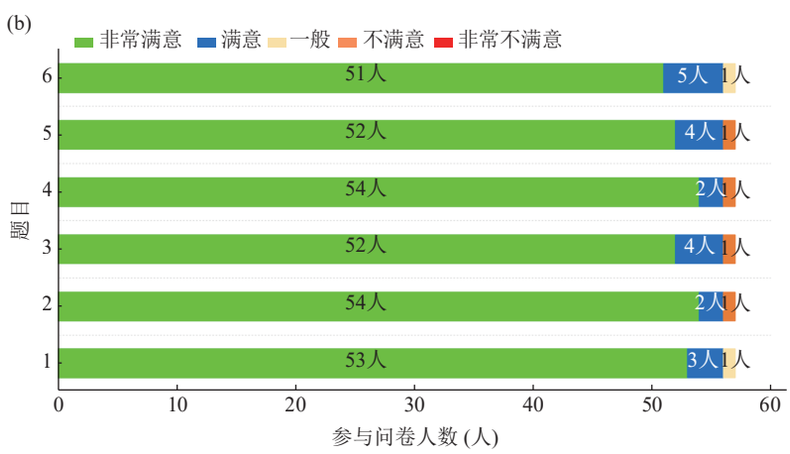


图 10　(a)挤出成型章节部分课后测验试题及作答情况; (b)我校教务处最近一次所做的本科生评教指标中与科教融合紧密相关评价结果

Fig. 10　(a) Post-class quiz questions and responses of the extrusion molding chapter; (b) Evaluation results of undergraduate student surveys closely related to integration of science and education from the latest teaching assessment conducted by Academic Affairs Office of our university

互交流广泛传播。课程实施后部分学生自愿继续进入课题组开展PVDF及其共混物传感材料制备、器件优化等探究任务，在文献检索、工艺调控、性能表征和数据分析等方面获得进一步训练，并逐步建立创新思维和创新意识。近3年来，团队中高分子23级3名学生发表论文2篇、申请专利2件(授权实用新型1件、发明专利进入实质审查)，其他年级学生也参与相关论文和创新实验。同时，上述成果也可归结为“课程-实践项目—竞赛”递进转化的延伸性育人成效。

3.3　提升学生专业认同感与社会责任感

课程通过柔性压电传感器件、注塑成型航天员头盔面窗、可降解高分子材料加工等前沿科研案例，展示高分子成型加工技术在航空航天、智能穿戴医疗监测、环保塑料替代、人机交互等民生与产业领域的应用，使学生清晰地认识到高分子材料产业服务国民健康、绿色低碳发展的重要价值。同时结合材料行业发展需求与国家新材料战略，明晰材料领域科研工作者在助力制造业升级、解决“卡脖子”难题方面的时代使命，从而增强专业认同和社会责任意识。

4　结语

工程教育专业认证的强力推动决定了“高聚物加工工艺与设备”课程教学必须因势而新，需要源源不断注入行业前沿和最新科研成果。因此，本研究以教师科研成果表面图案化PVDF为案例，将加工过程、结构表征、性能测试和实际应用组织为PSPA教学主线，并进一步转化为学生可完成的工艺分析、证据判读、实验设计和应用反向设计任务。初步实践表明，该教学改革探索能够有效构建科研反哺教学、科教深度融合的协同育人长效机制。然而，科教融合教学改革也面临一些现实挑战，如教师需要兼具扎实的科研基础和出色的教学转化能力等。因此，在本课程后续教学过程中我们将持续深入地探索与实践科教融合，为新时代高分子专业人才培养提供可借鉴的实践经验。

参 考 文 献

1 艾娇艳, 刘保华, 宋丽娜, 赵晨. 工程教育背景下《高分子物理》线上线下混合式双语课程建设探索. 高分子通报, **2024**, 37(4), 557−563.

2 陈龙, 孙茂钦, 郗长虹, 韩玉玺, 段好东, 王忠卫. 工程教育和产教融合视域下高分子综合实验教学改革. 高分子通报, **2026**, 39(5), 839−848.

3 刘忠柱, 焦明立, 秦琦, 李玉南, 宋梦, 曹凤仪, 刁泉, 朱根兴. 基于“工程教育专业认证”的高分子材料与工程专业本科专业课程设置探索. 高分子通报, **2022**, (5), 117−123.

4 刘忠柱, 张电波, 潘玮, 裴海燕, 宋梦, 王艳杰, 焦明立, 秦琦. 教育数智化背景下基于BOPPPS模型的课程教学模式初探—以“高聚物加工工艺与设备”课程为例. 高分子通报, **2026**, DOI: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.26.064.

5 战艳虎, 李光, 王双双, 李艳凯, 李玉超, 邓爱霞, 谢倩. 基于工程教育认证和科教融合的《高分子物理实验》教学改革. 高分子通报, **2023**, 36(6), 764−768.

6 仝维鋆, 李寒莹, 张兴宏, 刘建钊, 吴子良. 科教融合的《高分子材料设计与实践》课程的建设探索. 高分子通报, **2025**, 38(3), 504−508.

7 孙丹丹, 武寄洲, 付永明, 马杰. 新工科背景下科教融合在光纤传感实验教学中的探索与实践. 高教学刊, **2026**, 24, 53−56.

8 吴小玲, 杜淼, 李水兴, 陈红征. 柔性电子器件: 想见未来生活方式. 高分子通报, **2024**, 37(1), 1−11.

9 郭正虹, 冉诗雅, 方征平. 基于翻转课堂的《高聚物成型加工》教学模式初探. 高分子通报, **2020**, (6), 70−74.

10 郑国强, 纪又新, 韩文娟, 潘亚敏. 新工科背景下《聚合物成型加工原理》课程建设探索. 高分子通报, **2021**, (10), 92−95.

11 戴李宗. 高分子加工. 北京: 化学工业出版社, **2021**.

12 中华人民共和国教育部. 教育部关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见. (2019-10-08) [2026-07-23]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191011_402759.html.

13 Liu, Z. Z.; Li, S. S.; Zhu, J. Z.; Mi, L. W.; Zheng, G. Q. Fabrication of *β*-phase-enriched PVDF sheets for self-powered piezoelectric sensing. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2022**, 14(9), 11854−11863.