

·教育与教学·

科教融汇赋能新质生产力视域下高分子材料与 工程专业应用型人才创新能力培养

闫红强* 夏 衍 王炳涛 杨 勇 邓 萌 方征平

(浙大宁波理工学院材料科学与工程学院 宁波 315100)

摘要: 在发展新质生产力的背景下,应用型人才创新能力培养已成为高校人才培养的核心需求,也是高校为新质生产力发展提供高质量人才支撑的重要保障。浙大宁波理工学院高分子材料与工程专业依托教师科研平台和成果,通过科教深度融汇构建了“理论+实践”一体化和“理论+实践+创新”一体化的课程体系,并创新实施了科研导向式教学模式,全方位提升了学生的学术思维和专业创新能力。同时,通过“教”与“学”的协同育人,实现一二课堂的紧密贯通和创新互动,最终形成了“科教融汇、学赛融通、产教联通”的高效创新人才培养体系。该人才培养模式的实践显著提升了高分子材料与工程专业应用型人才的培养质量和新质生产力背景下产业对人才需求的契合度。

关键词: 科教融汇;科研导向式教学设计;应用型人才培养;创新能力

Cultivation of Innovative Ability of Applied Talents for Polymer Materials and Engineering Major Empowered by Integrating Science and Education under the Perspective of New Quality Productivity

YAN Hong-qiang*, XIA Yan, WANG Bing-tao, YANG Yong, DENG Meng, FANG Zheng-ping

(School of Materials Science and Engineering, NingboTech University, Ningbo 315100)

Abstract: Under the background of developing new quality productivity, the cultivation of innovative abilities of applied talents has become a core requirement of the talent training in universities, and is also an important guarantee of universities to provide high-quality talent support for the development of new quality productivity. Polymer materials and engineering major of NingboTech University relied on the research platform and achievements of teachers to built an integrated curriculum system of “theory+practice” and “theory+practice+innovation” through deep integration of science and education, and implemented innovatively a research-oriented teaching mode to enhancing comprehensively students’ academic thinking and professional innovation ability. Meanwhile, the close connection and innovative interaction between the primary and secondary classrooms have been achieved through the collaborative education of “teaching” and “learning”, ultimately an efficient innovative talent training system of “integrations of science & education, learning & competition and industry & education” was been formed. The practice of this talent cultivation model has improved significantly the quality of training applied talents for polymer materials and engineering major, as well as the compatibility of industry demand for

2025-12-15 收稿, 2026-03-10 录用, 2026-04-14 网络出版

基金项目: 浙江省“十四五”第二批本科省级教学改革备案项目(项目号 JGBA2024686), 浙大宁波理工学院2025年校级教改项目(项目号 NBTJG2025054和2025056)

* 通信联系人: 闫红强, E-mail: yanhongqiang@nbt.edu.cn

doi: 10.14028/j.cnki.1003-3726.2026.25.364

talents under the background of new quality productivity.

Keywords: Integrating science and education; Research-oriented teaching design; Cultivation of applied talents; Innovative ability

引用: 闫红强, 夏衍, 王炳涛, 杨勇, 邓萌, 方征平. 科教融汇赋能新质生产力视域下高分子材料与工程专业应用型人才创新能力培养. 高分子通报, 2026, 39(5), 831–838.

Citation: Yan, H. Q.; Xia, Y.; Wang, B. T.; Yang, Y.; Deng, M.; Fang, Z. P. Cultivation of innovative ability of applied talents for polymer materials and engineering major empowered by integrating science and education under the perspective of new quality productivity. *Polym. Bull.* (in Chinese), 2026, 39(5), 831–838.

在新质生产力发展的视域下, 科技创新作为其最核心的要素, 势必对高校人才创新能力的培养提出了更高要求。培养具备较强创新能力人才实现科技创新已成为驱动新质生产力发展的前提和基础^[1]。为此, 在高质量教育体系立德树人任务下, 强化高水平人才培养就是要加强人才创新能力的培养。由此可知, 应用型人才创新能力培养是发展新质生产力背景下对应用型高校大学生人才培养提出的全方位需求, 也是高校为新质生产力发展提供高质量人才支撑的重要保障^[2,3]。传统高校教学往往以知识传授为主, 注重学生对专业知识的掌握, 缺乏创新思维和创新能力的培养。新质生产力的发展势必要求高校突破传统教育模式, 培养能够解决实际问题的应用型创新人才^[4]。为此, 在新质生产力的视域下, 在本科生人才培养改革中, 重视学生科研创新能力的培养。借助高校教师的科研优势, 实施科教融汇增强学生的科研意识与创新水平, 是培养学生综合素质和创新能力的重要途径。同时, 高校教师也必须从传统的“知识传授者”升级为“育人型服务者”, 核心是通过教学、科研和产教融合等能力提升, 通过科教融汇达到高水平创新人才培养的目的, 为国家发展提供人才与技术支持。

科教融汇是指将教师高水平的科研成果和先进的科研方法等内容转化为教学内容, 使学生在掌握课程基本知识体系的前提下, 培养学生的创新意识和能力, 激发他们的综合思维能力, 培养学生解决复杂工程问题的能力, 使其具备快速适应发展新质生产力时代技术革新所需的持续学习能力^[5]。科教融汇的实施, 能够为创新人才提供多元化的培养路径, 有效提升高校人才培养成效与企业对人才需求的契合度^[6]。科教融汇通过科研与教育的深度融合, 不仅深入贯彻了“以人为本、立德树人”人才培养理念, 而且还更加强调创新

素质、科研育人和践行教育科技人才一体化改革。为此, 科教融汇已成为世界一流大学的核心办学理念, 也是我国教育强国建设的必然选择和培养满足新质生产力发展需求的高素质创新人才的必由途径^[7]。学院聚焦能源电子、火安全与热防护、生物质高分子等材料技术的前沿创新研究, 拥有“材料科学与工程”省一流学科、“高分子材料与工程”省一流专业和市高校学科专业“161”工程首批一流专业及联合宁波市塑料行业协会、宁波新材料“专精特新”等行业龙头企业共建的化工新材料现代产业学院等多个高能级平台, 为学院实施科教融汇加强在校本科生创新能力的培养, 推动教育、科技、人才一体化发展, 为实现“专精特新”新材料行业人才培养供给侧与需求侧的精准对接提供了强有力的保障。本文以浙大宁波理工学院高分子材料与工程专业人才培养为例, 从课程体系制定、教学模式设计及一二课堂深度融合等方面详细阐述科教融汇在高分子材料与工程专业应用型人才创新能力培养中的应用与成效。

1 应用型本科人才创新能力培养课程体系的制定

为了能有效实施科教融汇, 提升学生的专业创新能力的培养, 创建了“理论+实践”一体化和“理论+实践+创新”一体化的应用型本科人才创新能力培养课程体系, 如图1所示。

在在大一和大二的专业基础课中, 主要采用的是“理论+实践”一体化的课程体系, 在学习专业基础知识同时加强实践动手能力的培养, 达到知行合一的学习效果, 为后期专业创新能力的培养与提升夯实基础^[8]。大三、大四以专业课为主, 主要采用“理论+实践+创新”一体化的课程体系, 实施科研导向式教学模式设计^[9,10]。在该课程体系中, 教师结合自身的科研或实际生产经验设计

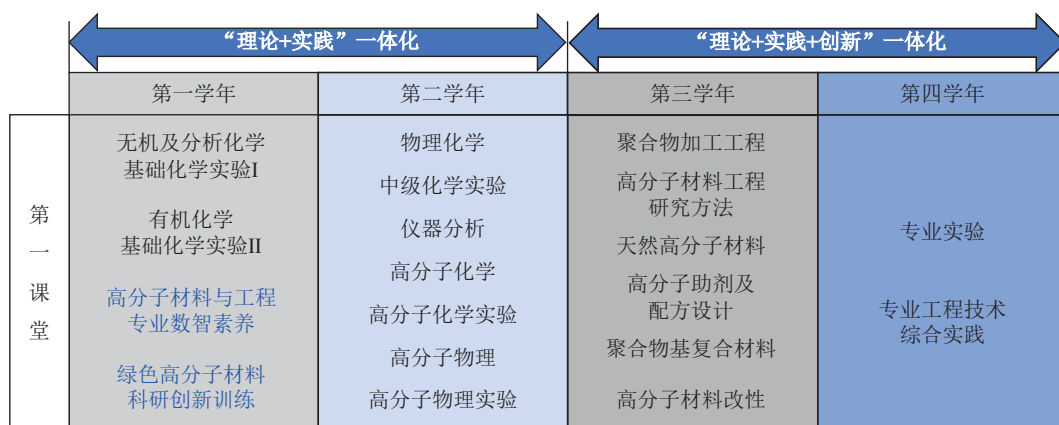


图1 “理论+实践”一体化和“理论+实践+创新”一体化的应用型本科人才创新能力培养课程体系

Figure 1 Curriculum system of “theory+practice” and “theory+practice+innovation” integrations for cultivating innovative abilities of applied undergraduate talents

课堂教学内容和授课方式, 实现在真实的科学研究或实际生产岗位情境中引导学生科学、全面、系统地学习专业理论, 研习新工艺与新技术。这种方式不仅能让学生对专业知识实现高阶理解和掌握, 又能为学生提供将所学理论与研发技能应用到实践中的机会, 实现“学中研、研中创”, 达到提升学生的学科素养、职业素养与创新意识的效果。

2 通过科教融汇实施全方位的科研导向式的教学设计

为了有效提升“理论+实践+创新”一体化的专业课程体系对应用型人才创新能力的培养, 我院高分子材料与工程专业课程通过科教融汇进行了深入和全方位的科研导向式教学设计。表1为部分专业课程通过科教融汇进行的科研导向式教学设计^[11-16]。从表1中可以看出, 任课教师根据不同课程的内容和性质, 以多种形式将专业最新学术进展成果、教师科研项目、企业实际研发项目等转化为教学资源引入课堂教学, 同时也将科学研究方法转化为项目式教学、开放性试验、创新性实践等多种创新性的授课模式, 以汇报讨论、项目实践、课题研究、双课堂双学分等灵活多样的形式开展科研导向式教学活动, 全方位地锻炼学生学术思维, 提升学生的专业创新能力。例如: 在“聚合物加工工程”课程实践环节中, 根据专业发展前沿征集以及教师的科研项目和高分子材料企业的一些技术难题, 设计出典型高分子材料制品生产的单项分解项目和综合实训项目, 以小组的形式在校内和企业双导师的指导下让学生自主

完成资料查阅、配方与流程设计、加工工艺、性能测试分析等各环节, 最终制得的制品达到企业的要求并应用于实际生产中^[11]。

“聚合物加工工程”课程实践环节中以企业技术难题设计的实践项目案例思路与全流程如图2所示。在该实践教学过程中让学生充分学习和实践了科学研究与产品研发的全过程, 切实践行了科学研究思维和产品研发过程, 达到了提升学生解决本专业所需实际科学问题和复杂工程问题创新能力的培养。

在毕业论文(设计)环节, 教师进一步将真实的科研项目或企业研发项目转化为毕业论文(设计)的题目, 通过真题真做, 全面强化数据整理、论文撰写、专业综合分析与创新能力的培养, 达到培养学生专业表达与交流能力, 全方位提升学生解决实际工程复杂问题中的创新能力。本学院近5届毕业论文(设计)选题来源统计见表2。由表2可以看出, 我院学生毕业论文(设计)的题目来源于真实科研项目和生产项目的比例最低都高达65.4%, 为培养学生解决实际工程复杂问题的能力和专业创新能力提供了坚实保障。同时, 还将专业生产实习和毕业论文(设计)整合成专业工程技术综合实践教学环节, 借助化工新材料现代产业学院平台, 与宁波市新材料龙头企业合作开展学生专业工程创新能力的培养, 其培养模式的具体流程如图3所示。在该教学环节中, 利用校企协同打造“产、学、研”融合的教学模式, 实行“学校+企业”双导师制的联合培养, 让学生深入了解企业车间的生产流程和产品研发过程, 通过在企业

表1 部分专业课程通过科教融汇进行的科研导向式教学设计

Table 1 Research oriented teaching design of partial professional courses by integrating science and education

序号	课程名称	授课内容设计	特点	课程类型
1	聚合物加工工程 ^[11]	设计了创新性实验体系:通过征集科研课题和企业难题,学生自己制定等方式,设立实验项目,让学生们参与到创新性实验体系的各个环节,从整体上系统地了解高分子成型加工过程,并通过毕业论文、研发项目、鼓励创业等方式将实践教学环节拓展开,为高分子成型加工领域培养不同层次的创新型专业人才。	校企共建 学赛通融	专业主修课
2	高分子材料工程研究方法 ^[12]	在课堂教学中,引入学科发展前沿和最新科研成果中相关研究方法和结果,加强学生的专业综合分析问题和创新能力的能力培养。同时增设开放性试验,为参加科研立项和学科竞赛同学的测试提供测试分析的实践平台,充分保障学生在测试方案设计中的主导地位,使其实践操作能力和创新能力得到了充分的锻炼。	科教融汇 学赛通融	
3	高分子材料 ^[13]	在材料设计制备与性能部分,基于学院优势科研方向,引入了以纤维素纳米微纤化制备、绿色纤维素吸附材料为代表的绿色生物材料、纳米催化阻燃、稀土协同阻燃等无卤环保火安全材料等方向的最新科研学术内容,整合成若干项目式教学内容。	科教融汇	
4	天然高分子材料 ^[14]	采用能力导向教学模式,将实时的新闻事件与专业学术相结合,通过抽象数据与直观印象对比来激发学习兴趣,达到专业知识掌握和创新能力提高的目的。	专思共频 理实交融	专业模块课
5	高分子助剂及配方设计	利用校企课程共建,将企业真实案例引入课堂教学,通过实践环节中学术文献的学习与汇报,掌握最新的助剂及配方设计相关学术动态,掌握高分子材料助剂相关知识和配方设计的方法,了解助剂对高分子材料发展的贡献。	校企共建 科教融汇	
6	高分子材料改性 ^[15]	采用“双课堂双学分”教学模式,利用第二课堂围绕教师给定的学术主题增设实践初赛和决赛环节,在充分利用第二课堂的基础上做到课上学和事上练相结合,提升学生学习的主观能动性和实践有效性,让学生对高分子材料的改性领域有了更深入和全面的认识。	学赛通融	
7	高分子材料与工程专业实验 ^[16]	在教师最新科研成果的基础上开发了“阻燃改性聚合物热氧化降解与燃烧过程测试”虚拟仿真实验和实体综合创新实验项目,将科学研究方法与成果转化教学资源,培养学生专业综合创新能力和解决实际工程复杂问题的能力。	科教融汇 虚实结合	实践教学
8	工程技术综合实践	以化工新材料现代产业学院为平台,借助真实企业产品研发项目和实际生产场景开展校企联合人才培养,实现教育与产业的深度融合,加强学生解决实际工程复杂问题等工程创新能力的培养,实现就业与实践的一体化。	产教融合 学工协同	

开展毕业论文(设计)环节让学生真正参与到企业产品研发过程中,真题真做,展开综合性的研究创新训练,全面提升学生解决实际工程复杂问题的工程综合素质和创新能力。该环节与第二课堂的“大学生就业指导”深度贯通,可实现就业与实践的一体化。

3 高效创新人才培养体系的构建

全面培养应用型人才的创新能力,仅靠第一课堂中创建的“理论+实践”一体和“理论+实践+创新”一体的课程体系是不够的,还需利用第二课堂以双创和学科竞赛平台开展专业创新训练,提升学生团队协作和问题解决能力,形成“知识-能力-素养”三维创新能力培养体系和“知行合

一”的育人效果。为此,学院针对不同年级学生的特点,围绕着第一课堂的专业学习和第二课堂的创新育人体系,通过“教”与“学”的协同育人与管理,实现一二课堂的紧密贯通和深度融合,加强一二课堂的创新互动和衔接交融,实现了“工学并举”的办学特色,最终形成了“科教融汇、学赛融通、产教联通”的高效创新人才培养体系,其一二课堂贯通思路如图4所示。在大一阶段,专业培养方案在第一课堂中开设“高分子材料专业数智素养”和“绿色高分子材料科研创新训练”2门课程,与第二课堂中“大学生职业规划”课程相互协同和授课内容的一体化设计,实现了全员学生的创新基本素养的训练,培养学生“学以致用”的内在本能,并为大二阶段创新科研基础训

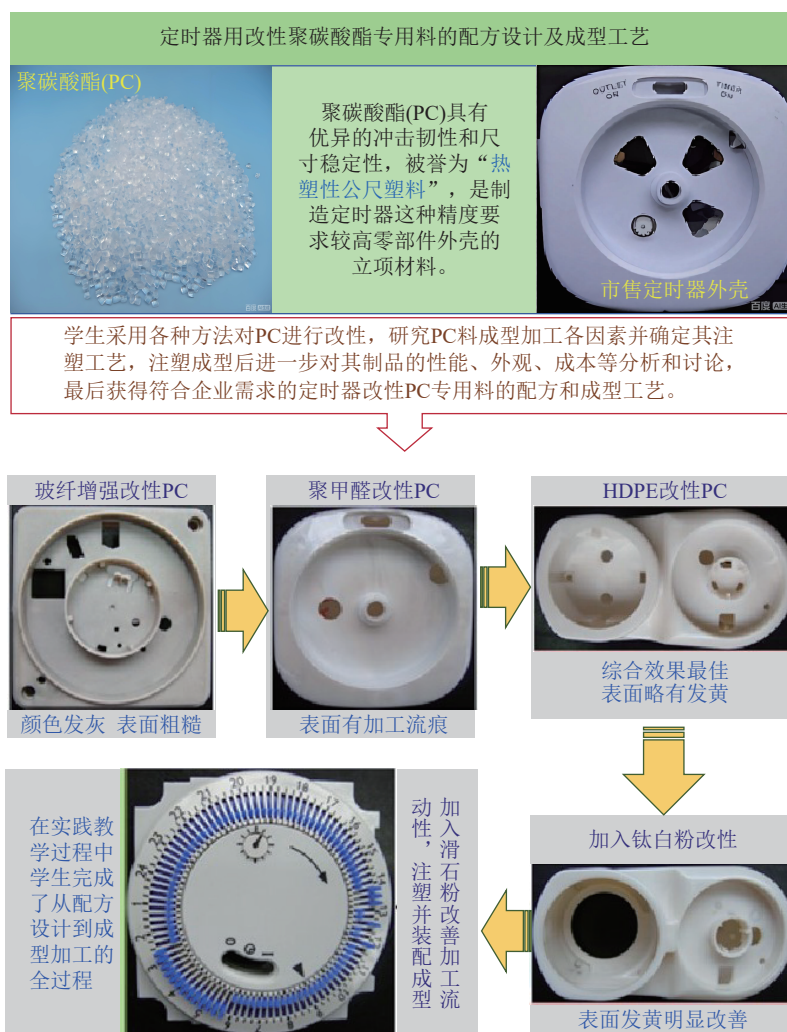


图2 “聚合物加工工程”课程中创新性实验体系案例

Figure 2 Case of innovative experimental system in “Polymer Processing Engineering” course

表2 近5届毕业论文(设计)选题来源统计

Table 2 Statistics on the source of topic selection for graduation thesis (design) in the past 5 classes

届次	课题来源						来源科研项目和企业生产的毕业论文比例
	科研项目	企业生产	实验研究	假拟	其他	总计	
2025	60	15	20	1	12	108	69.5%
2024	38	13	17	2	8	78	65.4%
2023	23	3	4	—	3	33	78.8%
2022	19	3	—	2	5	29	75.9%
2021	40	1	3	2	3	49	83.7%

练夯实基础^[13]。在大三专业创新能力培养阶段,第一课堂中的专业创新能力培养与第二课堂中双创和学科竞赛等科研训练相互贯通,对竞赛项目起到了良好的孵化作用和创新指导,实现了学赛通融,同时也进一步达到巩固学生自主学习、团队协作、分析问题和解决问题等新质生产力所需

的创新能力的培养。在大四的工程创新能力培养阶段,通过就业指导与专业工程技术综合实践联动,以化工新材料现代产业学院为平台和工程创新能力培养为导向,利用校企协同打造“产、学、研”融合的教学模式实现产教联通,实行“学校+企业”双导师制的联合培养,强化学生的工程创新能力

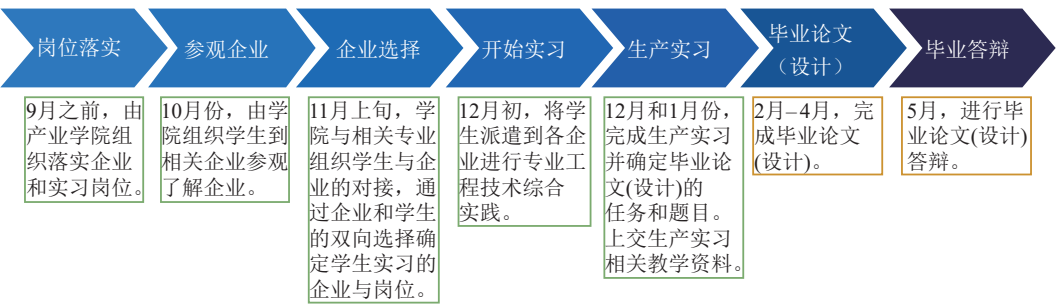


图3 校企协同开展人才工程创新能力培养模式流程图

Figure 3 Flowchart of cultivation of talent engineering innovation ability through the collaboration between schools and enterprises

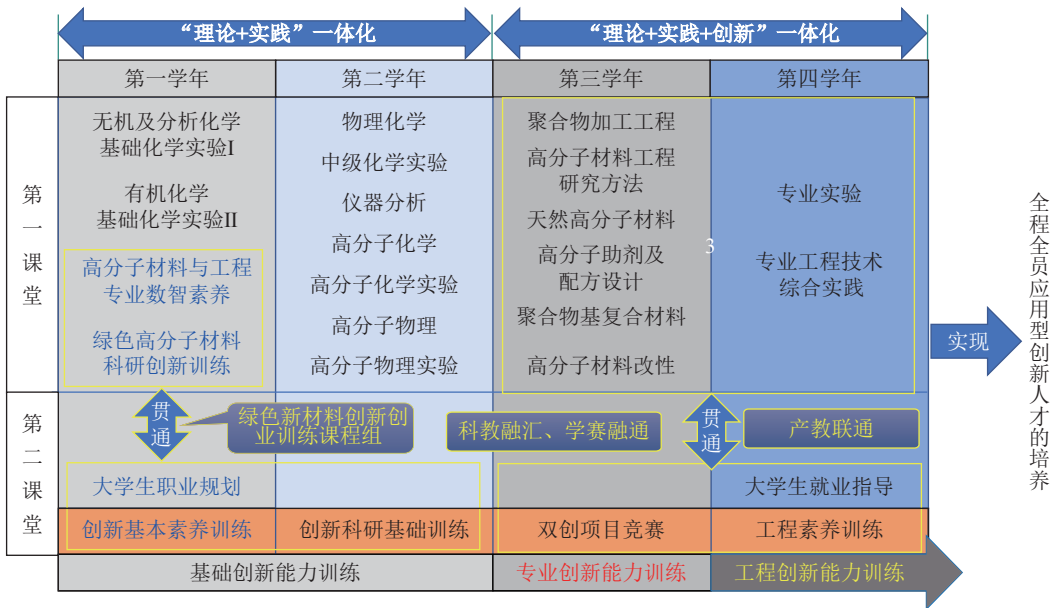


图4 高效创新人才培养体系中的一二课堂贯通思路

Figure 4 The idea of connecting the first and second classrooms in the efficiently innovative talent cultivation system

的培养。

为了促进一二课堂的紧密贯通和深度融合，学院成立了以分管双创与学科竞赛工作的副院长为组长的绿色新材料创新创业训练课程组，具体成员组成见表3。该课程组成员包含了学院教学、科研、学工、学科竞赛、系等不同层次部门的相关负责领导和教师，不仅能加强“教”与“学”的高效联动，而且还能充分保障一二课堂紧密贯通的顺畅性和长久性。同时，通过一二课堂的紧密贯通，也能确保专业教师在通过科教融合进行的科研导向式教学过程中与创新创业、学科竞赛深度融合，加强一二课堂一体化设计指导，深化“产、学、用、研”融合，实现学赛融通和全员全过程的培养，使学生将创新意识形成自身的内在本能。

表3 绿色新材料创新创业训练课程组成员

Table 3 Members of the green new materials innovation and entrepreneurship training course group

序号	成员	职称/职务	主讲课程
1	组长	副教授/副院长(负责双创与学科竞赛)	绿色高分子科研创新训练 绿色新材料科研创新训练
2	成员1	教授/副院长(负责教学与专业建设)	高分子材料专业数智素养
3	成员2	研究员/副院长(负责科研与学科建设)	计算机在材料研究中的应用
4	成员3	讲师/高分子材料系副主任	绿色高分子科研创新训练
5	成员4	讲师/能源电子材料系教师	绿色新材料科研创新训练
6	成员5	副教授/高分子材料研究所副所长	绿色高分子科研创新训练 绿色新材料科研创新训练
7	成员6	讲师/辅导员(负责双创工作)	绿色高分子科研创新训练 绿色新材料科研创新训练

4 高效创新人才培养体系实施后的人才培养成效

浙大宁波理工学院高分子材料与工程专业通过科教融汇加强对应用型人才创新能力的培养已取得了明显成效，在校生参加科研训练、学科竞赛的积极性及产出均显著提升，同时毕业生就业质量和专业领域发展能力明显改善。2019~2024年度，学生在国家、省各类双创大赛和学科竞赛中获得奖励28项，其中国际级二等奖1项、省部级特等奖1项、一等奖/金奖5项；学生发表学术论文18篇，其中学生一作SCI(I区)论文6篇；学生授权发明专利8件，其中学生作为第一发明人5件。在2024年第六届浙江省大学生新材料创新大赛中高分子专业本科生获本科生组唯一的特等奖。近3届毕业生一次就业率均为100%，重点领域就业率分别为35.29%、41.37%和53.85%；毕业当年深造率41.40%、30.30%和37.84%，远高于学校平均水平。表4~6为浙江省教育考试院教育评估中心2025年

5月发布的省内各高校毕业生满意度和用人单位满意度调查结果。由表4~6可以看出，本院2019届毕业生毕业5年后(职业稳定度、薪资水平、总体满意度)、2023届毕业生毕业1年后(薪资水平、总体满意度)以及2024年用人单位(综合素质评价、专业业务能力)的满意度等核心指标调查结果均明显高于全校平均水平，也高于全省本科高校平均水平，说明毕业生的综合素质和专业业务能力已获得毕业校友和用人单位的认可。高分子材料与工程专业校友职业发展的调查结果如图5所示。说明近10年毕业校友的专业对口率和学位晋升率明显提高，通过科教融汇人才培养的实施为校友毕业之后在专业领域的发展和学位提升方面都奠定了扎实的基础。同时，在该培养模式建设和实践期间，高分子专业成功入选了省一流专业和市高校学科专业“161”工程首批一流专业建设项目，材料科学与工程学科也成功入选了省一流学科，进而证明该人才培养模式在提升专业人才培养质量的同时也极大地推动了学科/专业一体化的建设。

表4 毕业5年后的满意度调查结果(2019届毕业生评价)

Table 4 Satisfaction survey results of 5 years after graduation (Evaluation of 2019 graduates)

评价对象	毕业去向 落实率(%)	灵活就 业率(%)	升学 率(%)	离职 率(%)	职业 稳定度(%)	薪资 水平(元)	总体满 意度(%)	课堂教学质 量满意度(%)	实践教学效 果满意度(%)	对母校推 荐度(%)
全省本科平均	98	5	4	54	77	10529	92	91	91	90
本校平均	99	5	4	62	73	10802	88	88	88	87
本院	100	7	14	36	82	11455	93	94	93	91

表5 毕业1年后的满意度调查结果(2023届毕业生评价)

Table 5 Satisfaction survey results of 1 years after graduation (Evaluation of 2023 graduates)

评价对象	毕业去向 落实率(%)	灵活就业率(%)	升学率(%)	薪资水平(元)	总体满意度(%)	课堂教学质量 满意度(%)	实践教学效果 满意度(%)	对母校 推荐度(%)
全省本科平均	93	5	27	7036	91	89	89	88
本校平均	91	5	26	6607	85	84	82	81
本院	100	9	45	7900	91	89	93	82

表6 2024年用人单位对毕业1年后毕业生满意度的调查结果

Table 6 The survey results of employers on the satisfaction of graduates one year after graduation in 2024

评价对象	满意度(%)		
	综合素质评价	专业业务能力	合作沟通能力
全省本科平均	97.08	96.71	96.75
本校平均	97.43	97.25	96.70
本院	100.00	100.00	93.33

注：表4~6的数据均来自2025年5月浙江省教育考试院教育评估中心发布的2024年度毕业生调查数据。

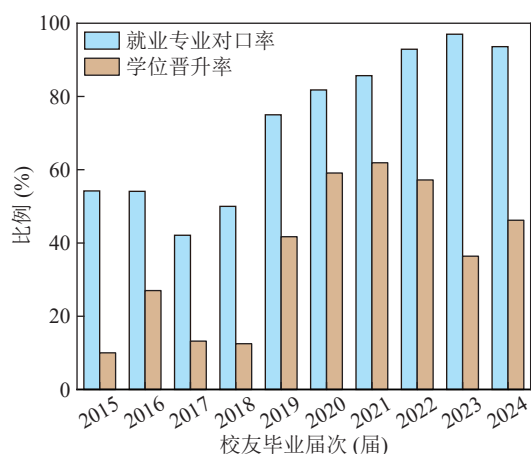


图5 近10届毕业生职业发展调查结果

Figure 5 Survey results of career development for recent 10 classes alumni

5 结论与展望

综上所述,浙大宁波理工学院高分子材料与工程专业通过科教融汇协同机制,充分整合教师科研平台与成果资源,打造“产、学、用、研”融合的教学模式。同时,进一步与第二课堂深度融合,通过“教”“学”协同的育人体系,构建了“科教融汇、学赛融通、产教联通”全员全过程的高效创新人才培养体系,极大提升高分子材料专业应用型人才的培养质量和与产业需求的契合度。实践证明,科教融汇人才培养模式完全契合“教育-科技-人才”一体化发展的需求,不仅能为区域产业转型升级提供人才支撑,而且更为发展新质生产力培育具备原始创新能力的复合型人才梯队。

参考文献

- 1 本刊编辑部. 习近平总书记引领中国式现代化加快形成新质生产力. 经济, 2024, (4), 6-9.
- 2 刘筠, 徐绍华. 适配性赋能: 新质生产力赋能地方高

校服务区域高质量发展的路径选择. 昆明理工大学学报(社会科学版), 2025, 25(4), 148-156.

- 3 杨亚萱, 李琳. 新质生产力赋能高校本科教育高质量发展研究. 合作经济与科技, 2025, (7), 88-91.
- 4 高娜. 高校创新人才培养赋能新质生产力发展. 长春教育学院学报, 2025, 41(1), 11-16.
- 5 韩冬艳, 张雅婷, 穆晓琳. “科教融汇”赋能技能人才培养路径与策略研究. 现代职业教育, 2025, (7), 161-164.
- 6 李春磊, 王肖烨. 高校科研赋能教学的新时代内涵及其驱动下的科教深度融通模式研究. 内江科技, 2023, 44(7), 107-108.
- 7 郑永和, 王一岩. 科技赋能教育高质量发展: 价值内涵、表征样态与推进策略. 中国电化教育, 2023, (1), 118-126.
- 8 武金龙, 杜江华, 张守村, 刘潇, 韩非. 理实结合提升高分子材料与工程专业教学与人才培养实效. 化工管理, 2025, (3), 25-29.
- 9 江垚, 李昆. 新工科背景下基于科研能力和工程问题双导向模式的本科课程教学设计. 当代化工研究, 2025, (15), 139-141.
- 10 魏伟, 魏晓旭, 周俊菊, 潘竟虎. 以科研案例为导向的专业课程教学模式创新研究. 地理信息世界, 2021, 28(5), 15-18.
- 11 郭正虹, 方征平, 程捷. 高分子成型加工创新性实验体系. 高分子通报, 2011, (5), 103-106.
- 12 闫红强, 程捷, 方征平. 《高聚物近代研究技术》在应用型本科院校高分子材料与工程专业的地位及教学方法探索. 高分子通报, 2019, (7), 62-68.
- 13 王炳涛. 高分子专业教育与创新教育互促融合实践探索. 教育科学, 2022, (09): 218-220.
- 14 邓萌, 程捷, 罗云杰. 能力导向教学模式在《天然高分子材料》课程中的应用. 高分子通报, 2015, (6), 80-84.
- 15 冉诗雅, 夏文来, 聂迎娉, 王炳涛, 郭正虹, 方征平. 《高分子材料改性》的“双课堂双学分”教学模式初探. 高分子通报, 2021, (7), 90-93.
- 16 程捷, 闫红强, 方征平, 郭正虹. 虚拟仿真项目在高分子材料与工程专业实验教学中的实践. 高分子通报, 2021, (8), 63-68.