

# 多元共生·融通体系·链式实践

## —地方高校化学化工类创新人才培养探索与实践

### 成果总结报告

#### 一、成果背景

当前，全球新一轮科技革命和产业变革加速演进，工程技术的复杂性、系统性和融合性不断增强，对工程人才的复合素养与创新能力提出了更高要求。

《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》提出，要“在战略急需和新兴领域，探索国家拔尖创新人才培养新模式”。在国家深化产教融合、推进新工科建设的战略背景下，地方高校作为区域创新发展的重要力量，肩负着服务地方产业转型升级和培养高素质工程人才的双重使命。近年来，国家陆续出台《关于深化产教融合的若干意见》《新工科建设指南》等政策文件，明确提出要推动教育链、人才链与产业链、创新链有机衔接，构建校企协同育人新机制。在此背景下，地方高校需要积极响应国家号召，紧密结合区域产业特色，开展新工科教育改革，以更好地适应产业变革对人才知识结构、能力素质提出的新要求。

山东理工大学扎根齐鲁大地，其驻地是山东省最早布局、迄今规模最大的化工产业集群核心地带，这里产业链完整、配套齐全，从基础化工原料生产到绿色化工技术应用，数百家企业构成完整产业生态，为区域经济注入强劲动力。依托这一优势，化学化工类学科专业长期与产业深度融合、同频共振（图 1），在课程设置、实践教学等方面紧跟产业发展，形成“校地联动、产教融合”特色，为人才培养奠定坚实基础。

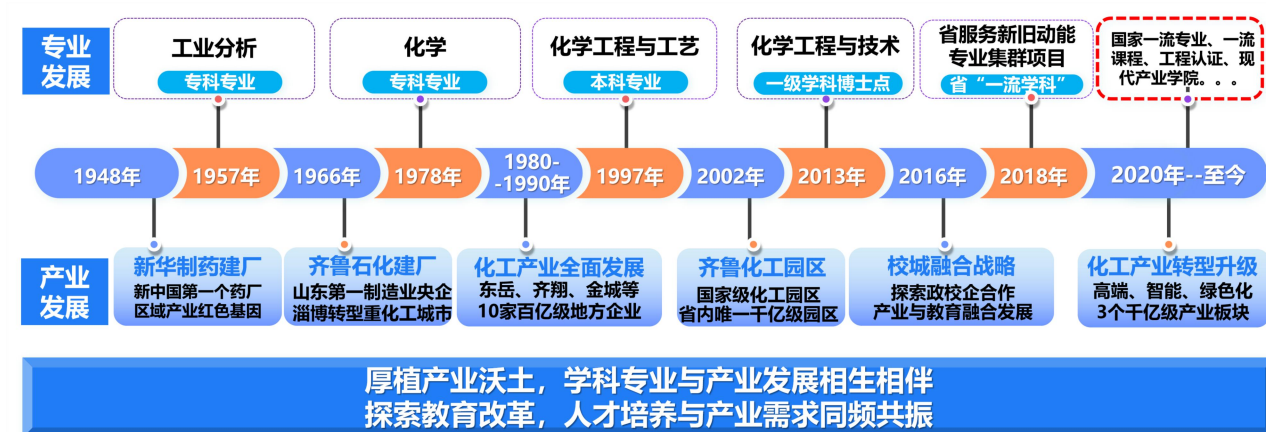


图 1 学科专业与区域支柱产业共生发展概图

随着区域化工产业集群化、绿色化、高端化地快速发展，企业对“素质、能力、知识”全面协调发展的创新型人才需求更加迫切。为主动适应这一需求，从2015年起，学校联合南京工业大学等单位，依托“服务区域支柱产业发展的新工科产教融合模式实践与创新”国家级新工科项目及山东省“111计划”等省级重大教改项目，以培养高素质、强能力的化学化工类创新人才为目标，大力推进新工科改革。在此过程中，学校构建了政产教人才培养共生体，打破校校、校企壁垒，整合多方资源；创建“理工融合、工工贯通”育人体系，打破学科界限，提升学生综合素养；打通“认知-专业-实训-创新”链式实践教学模式，让学生逐步提升实践与创新能力（图2）。历经12年系统深入探索，学校在化学化工类新工科创新人才培养方面持续实践，取得了显著成效，也为区域化工产业转型升级提供了有力人才支撑。

**多元共生：**以制度与平台建设实现治理结构融合，以科技创新引领产业创新、产业发展反哺人才培养实现发展范式融合，以科技教育与人文教育相结合实现价值目标融合，打造政产教共生体，促进教育与产业联动发展。

**融通体系：**“理工融合、工工贯通”双擎驱动，打出“专业集群+课程集群+双师多能+智慧教学”组合拳，构建“学科交叉+产业对接”化学化工类新工科育人体系，为创新人才培养提供系统化、高质量支撑。

**链式实践：**依托项目化教学与校内外平台，构建“基础实验—专业强化—全链实训—创新突破”四阶递进链式实践教学模式，系统实现化学化工类学生工程思维、专业技能、产业实训与创新实践的能力贯通与综合素养提升。

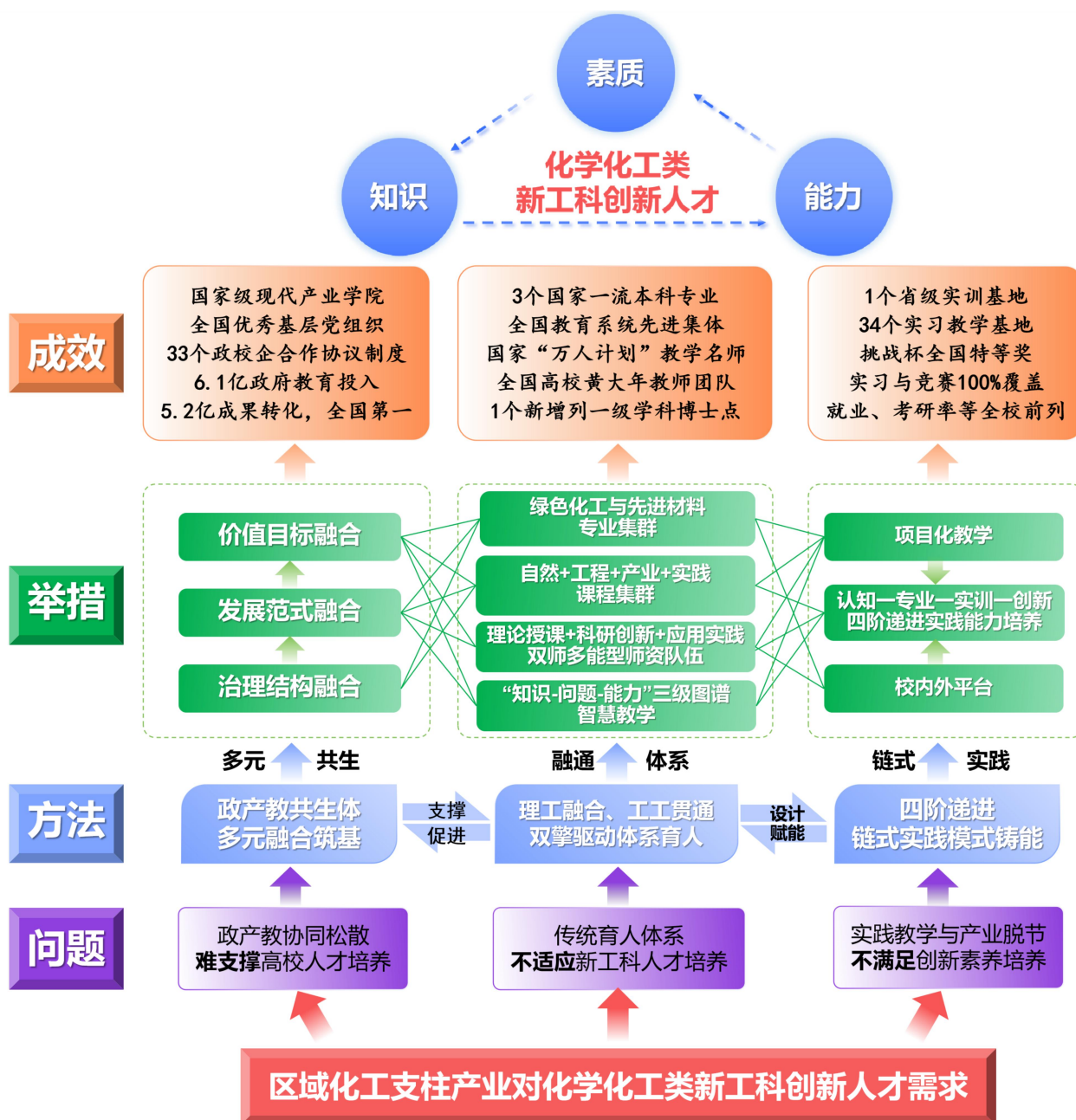


图 2 多元共生·融通体系·链式实践-化学化工类创新人才培养

成果实施以来，**新增一级学科博士点 2 个**，获省新旧动能转换专业群对接产业项目及政府教育投入 6.1 亿余元；获**国家级一流本科专业建设点 3 个、一流本科课程 6 门**；获评**全国教育系统先进集体、全国优秀基层党组织**；获**国家级教学名师 1 人**；获**国家级现代产业学院**及省级育人平台 5 个。学生获“挑战杯”国家级特等奖等省级以上奖励 700 余项，毕业生就业率、考研率、就业留淄率等均位列全校首位，人才培养成效深受企业及地方认可。

## 二、成果主要解决的教学问题

成果有效解决了地方高校培养新工科创新人才服务区域支柱产业发展普遍存在的教学问题：

（1）政产教协同松散，难以驱动地方高校办学模式适应区域支柱化工产业转型升级需要。

（2）单一学科育人体系，难以培养高端化工产业所需的新工科创新人才。

（3）实践教学与产业脱节，难以提升学生解决复杂化学工程问题所需综合素养。

## 三、成果解决教学问题的方法

（1）“治理结构-发展范式-价值目标”融合打造政产教人才培养共生体

政校制度明晰权责，校企平台践行机制，以“治理结构融合”构建运作基础。学校与淄博、滨州等 15 个地方政府签订“校城融合”协议，并在内部出台了 26 项服务地方产业发展的制度政策；各专业与齐鲁石化等多个化工、材料龙头企业签约实习基地 15 个，各类教学科研平台 26 个；与政府和企业共建了山东省绿色化工与功能材料实验室等 6 个省级产学研平台。

科技创新引领产业创新，产业发展反哺人才培养，以“发展范式融合”催化运行动能。校企共建研发平台、共克行业“卡脖子”难题；将真实项目、产业标准等融入教学；全面提升成果转化能力。联合获批教育部工程研究中心等



省部级科研平台 8 个；在校内建设企业研究院 6 个并获企业经费 4100 余万元、奖学金 110 万元；获首批高等学校科技成果转化和技术转移基地，聚氨酯化学发泡剂成果转化 5.2 亿元，并将该成果转化为国家级“金课”。

科技与人文教育协同，以“育人-用人-发展人”的“价值目标融合”激活内生合力。联合修订 3 版 21 个产教融合培养方案，重构专业教育教学体系；通识课开设融入区域产业历史的《齐文化》，将《天工开物》《考工记》《齐民要术》《孙子兵法》这些诞生于鲁中地区的理工科巨著、将淄博市百年工业发展历史、将淄博市化工产业发展历程等融入课程；专业基础课中开设《工程伦理》《化工安全与环保》等课程，将职业道德、法律法规、伦理判断等内容与化工产业紧密融合；专业课全面落实课程思政，建设省级课程思政示范课程 4 门，制订了《山东省化学类课程思政教学指南》。学生的认识实习、生产实习、专业设计、校内实训、虚拟仿真教学实现学生 100%全覆盖与化工产业链 100%全覆盖，学生通过深入生产一线，建构了扎根区域产业的价值认同，就业学生中留淄率从 2021 年的 15.1%提升至 2024 年的 36.8%，位居全校第一。

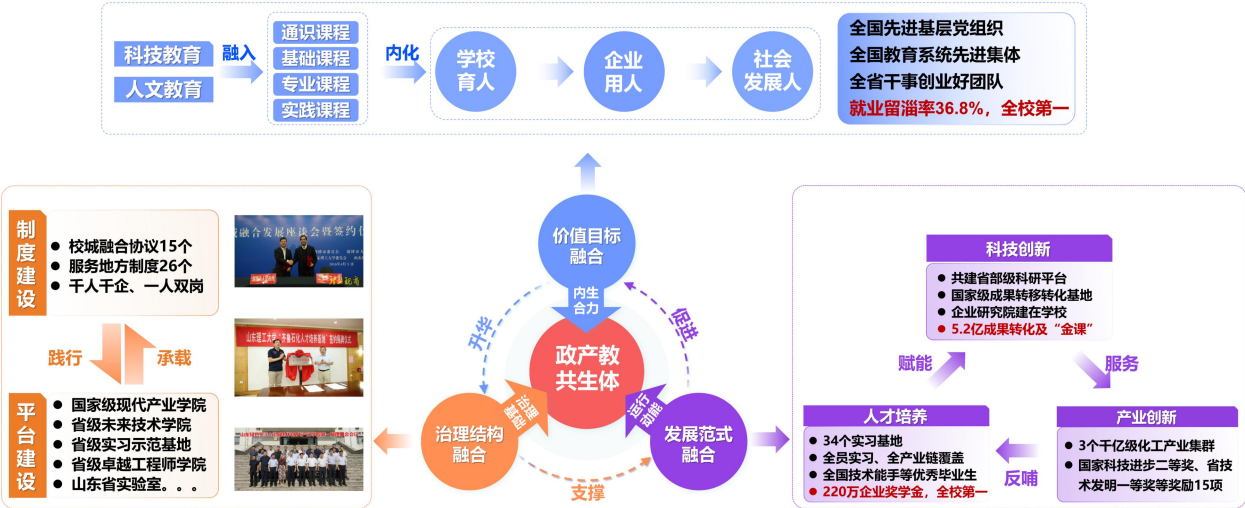


图 3 政产教共生体构建新工科人才培养基础

（2）“理工融合，工工贯通”构建“学科交叉+产业对接”育人体系

“理工融合，工工贯通”作为高等教育创新育人的核心理念，为培养适应产业升级的创新型高素质人才奠基。通过“理工融合”，打破理、工学科壁垒，将数学、

物理、化学的逻辑思维与工程学科实践导向深度融合，融合夯实学生科学基础和创新能力。“工工贯通”则整合机械、材料、自动化等专业核心能力，如在能源化工煤制烯烃项目优化中，引导学生用机械知识优化反应器构件、材料知识匹配管道材质、自动化知识搭建调控系统，规避单一领域局限，提升工程实践和系统思维。成果以“理工融合、工工贯通”双擎驱动，打出“专业集群+课程集群+双师队伍+智慧教学”的组合拳，构建了“学科交叉+产业对接”的化学化工类新工科育人体系（图4），为创新人才培养提供系统化、高质量的支撑。

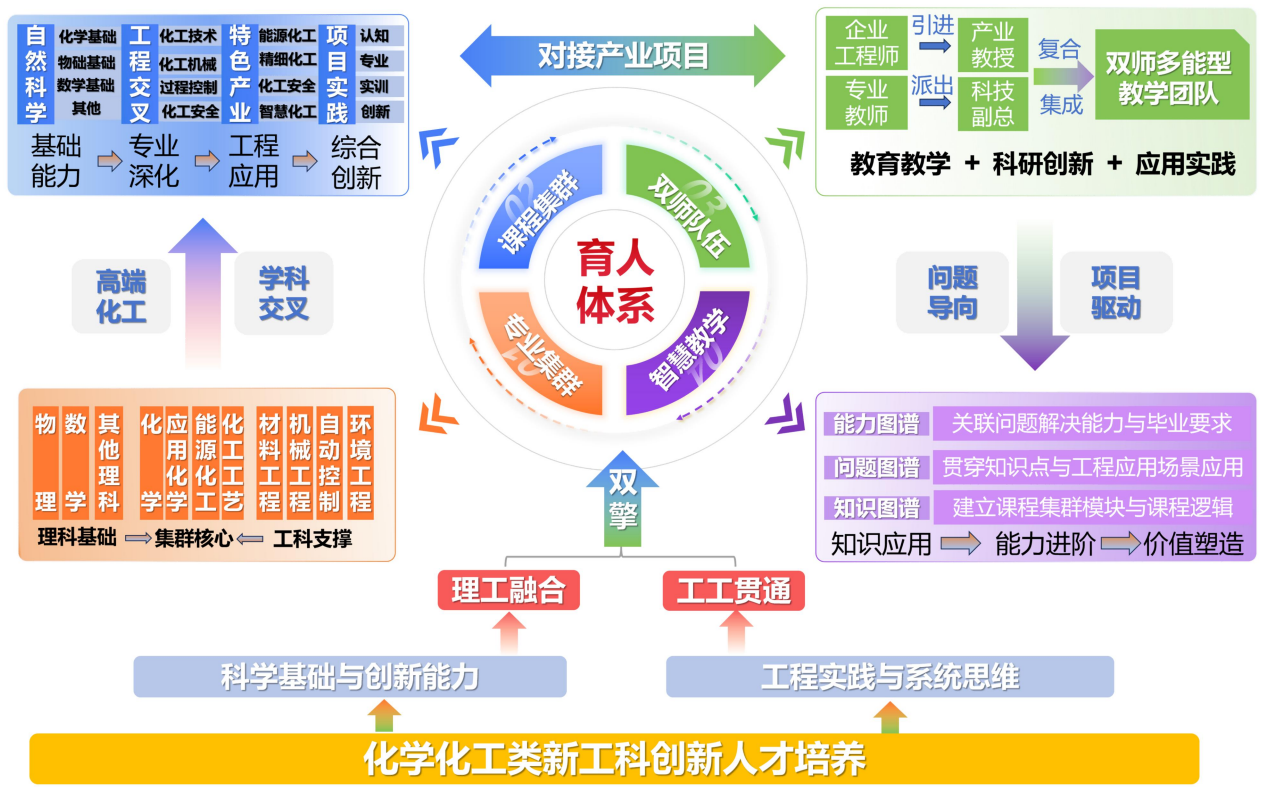


图4 理工融合、工工贯通双擎打造化学化工类创新人才育人体系

依托省服务新旧动能转换专业群，学校围绕区域产业需求，以化学化工类专业为核心，协同自然基础（数学、物理、化学）、工科支撑（材料科学与工程、环境工程等），组建“绿色化工与功能材料专业集群”（以核建群）。该集群已与20余家地方龙头企业合作，将绿色催化、聚氨酯、污染物治理等项目纳入教学，实现人才培养与产业需求精准对接。

为保障育人质量，基于大工程观，以项目化教学为主线，构建“**自然科学+工程交叉+特色产业+项目实践**”模块化课程集群（图 5）：自然科学模块夯实基础；工程交叉模块开设《化工工艺与自动化控制》等融合课程；特色产业模块聚焦能源化工、精细化工等领域；项目实践模块以企业真实项目为载体，如组织学生参与化工企业能耗优化项目，完成全流程训练，形成“基础-专业-应用-创新”能力进阶培养。

师资建设上，学校“引进来”产业高级人才，“走出去”选派教师任企业“科技副总”，并建立校企师资协同机制，共同设计培养方案、开发课程、指导项目，打造“**教学+科研+实践**”双师多能型队伍。

为实现教学与产业需求精准耦合，开展**智慧教学**（图 5）。首先，构建了“课程-知识-能力-问题”三层图谱：第一层以“课程—知识点”明晰知识结构与逻辑，保障体系完整；第二层以“知识点-能力目标”绑定学习与能力培养，实现同步推进；第三层以“能力目标—工程问题”对接产业真实需求。其次，依托图谱，提取所需的能力目标，实施 PBL 教学，引导学生围绕真实工程问题探究学习。最后，建立了“教师+学生+企业导师+智能平台”师-生-机协同评价体系，从“知识-能力-素质”多维度监测育人效果，持续优化教学，提升人才培养针对性与实效性，为产业升级输送具备交叉视野与实战能力的人才。

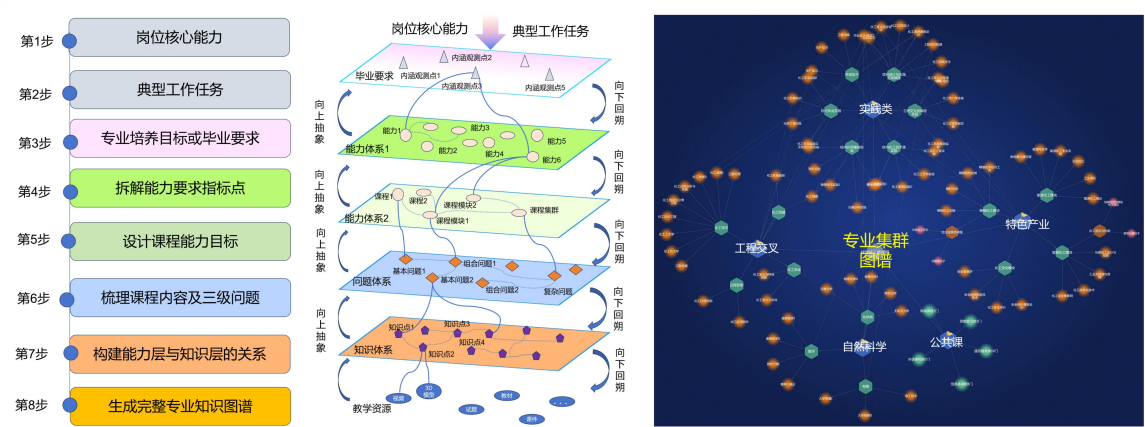


图 5 “知识-问题-能力”三级图谱建设



(3) 以项目化教学为纽带，以校内外平台为支撑，构建“认知—专业—实训—创新”四阶递进链式实践教学模式

以企业项目逐层深化为主线，通过内容重构、岗位任务分解与能力进阶，将项目所需核心能力分解到基础认知、化工实验训练、综合工程实训和创新能力提升四个递进教学阶段（图 6）。

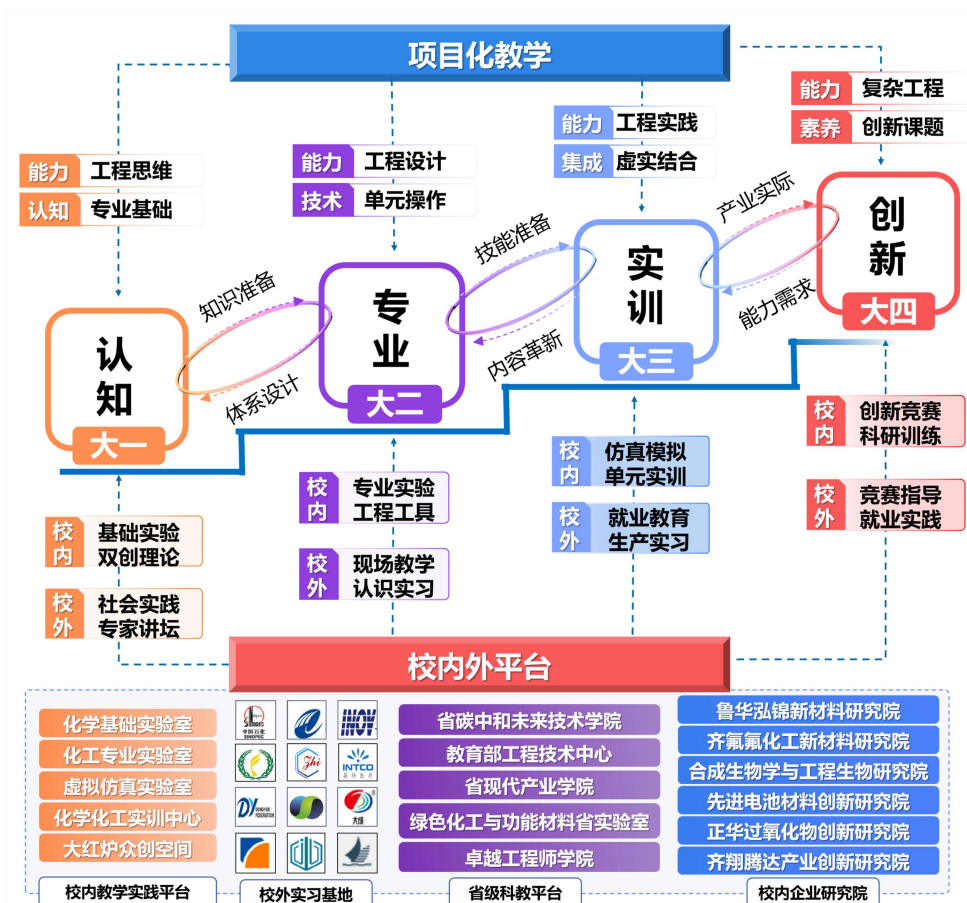


图 6 “四阶递进，项目贯通”链式实践教学模式

认知阶段通过校内基础化学实验与产业教授学科导论，建立专业认知与工程思维；专业阶段将化工典型工艺分解为 128 项综合性实验，开展技能训练；实训阶段依托虚拟仿真中心、省级现代产业学院及齐鲁石化等 34 个校外实习基地，开展全产业链项目实训；创新阶段基于 6 个校企产学研研究院、大红炉众创空间，通过横向课题、学科竞赛，提升解决复杂工程问题的能力与创新能力（万吨级 MMA 生产工艺项目化教学情况见图 7）。



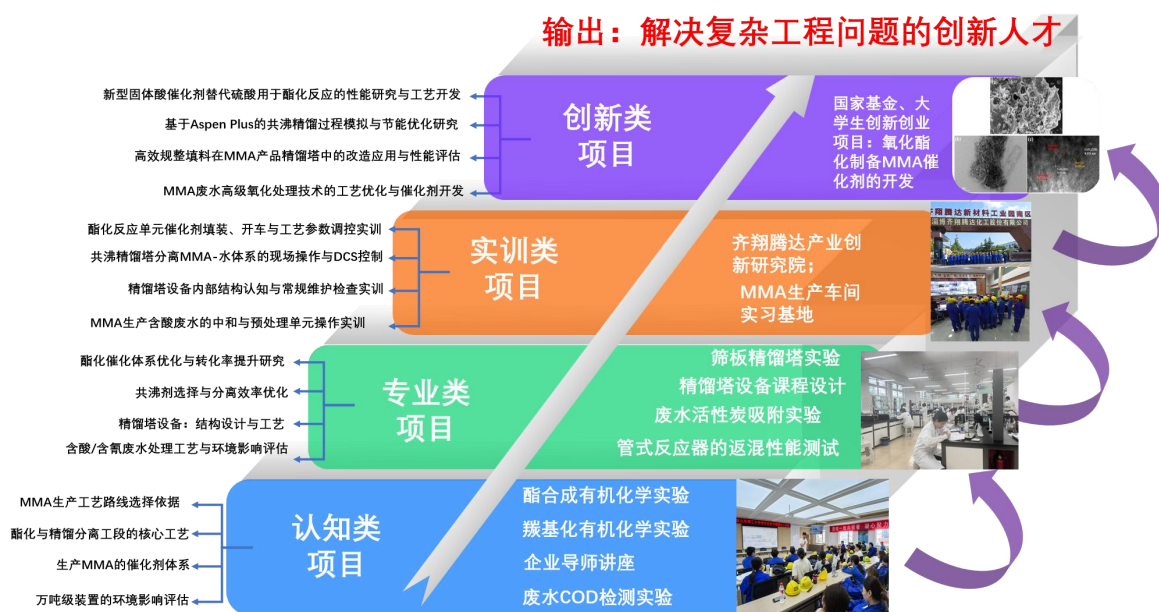


图 7 万吨级甲基丙烯酸甲酯（MMA）生产项目化链式实践模式

## 四、成果的创新点

### （1）办学机制创新——“治理-发展-价值”融合互促的政产教人才培养共生体

立足区域化工产业，以协议制度与实体平台构建权责清晰的共生治理结构；以“科技创新—产业创新—反哺教学”循环激发共生发展动能；以产育人、以文化人，将产业资源转化为育人场景，系统融入工程伦理、产业文化与社会责任等人文要素，形成“育人-用人-发展人”的价值共鸣，反向激发共生体治理改革与创新发展的内生动力。该模式有效破解政产教协同结构性矛盾，实现从松散到融合的系统重构，驱动地方高校人才培养与区域支柱化工产业发展同频共振。

### （2）育人体系创新——“理工融合、工工贯通”双擎驱动创新人才培养

理工融合夯实学生科学基础和创新能力，工工贯通提升工程实践和系统思维。构建绿色化工与功能材料专业集群，推动科产教协同育人；建设交叉融合、产业衔接的模块化课程集群，实现学生能力进阶培养；打造具有跨学科视野、产业实践能力高超、教育创新精神突出的双师多能型教师团队，开展“校内+校外”“科研+应用”协同育人；辅以数字图谱建设实现了“课程-模块-集群”间的知识

关联、问题融合与能力递进，助推教学提质升级。该体系有效打破单一学科壁垒，形成“学科交叉+产业对接”的新工科创新人才培养体系。

### **（3）实践教学模式创新——“四阶递进、项目贯穿”的链式实践教学模式**

创建项目化教学实践体系，以企业真实需求为牵引，将实践模块与产业技术发展动态紧密耦合；通过系统性整合校内外实践创新平台，推动科研资源、产业资源向教学资源高效转化，系统支撑工程能力培养，构建了能力逐级进阶、项目全程贯穿的一体化培养链条。该模式从根本上破解了传统实践教学与真实生产环境脱节、工程能力培养滞后于产业技术发展的难题，实现了实践教学从“知识+技能”向“能力+创新”的根本性转变，有效培养了能适应和引领未来化工产业发展的创新人才。

## **五、推广与应用**

### **（1）学成培养成效稳步提高，毕业生竞争力显著提升**

每年组织 1500 余学生到涵盖石油、精细、材料等化工全产业链企业实习，超过 100 人次技术人员入校授课及指导实践教学，实习与竞赛实现学生 100%全覆盖。**高质量就业率、考研率、就业留淄率、企业奖学金均位列全校首位（图 8）。**学生在挑战杯、“互联网+”、化工设计大赛等竞赛中获国家级特等奖等国家级奖励 87 项，省部级奖励 700 余项。近 5 年，毕业生获**“全国技术能手”1 名**，省优秀学生 25 名、先进班集体 5 个。

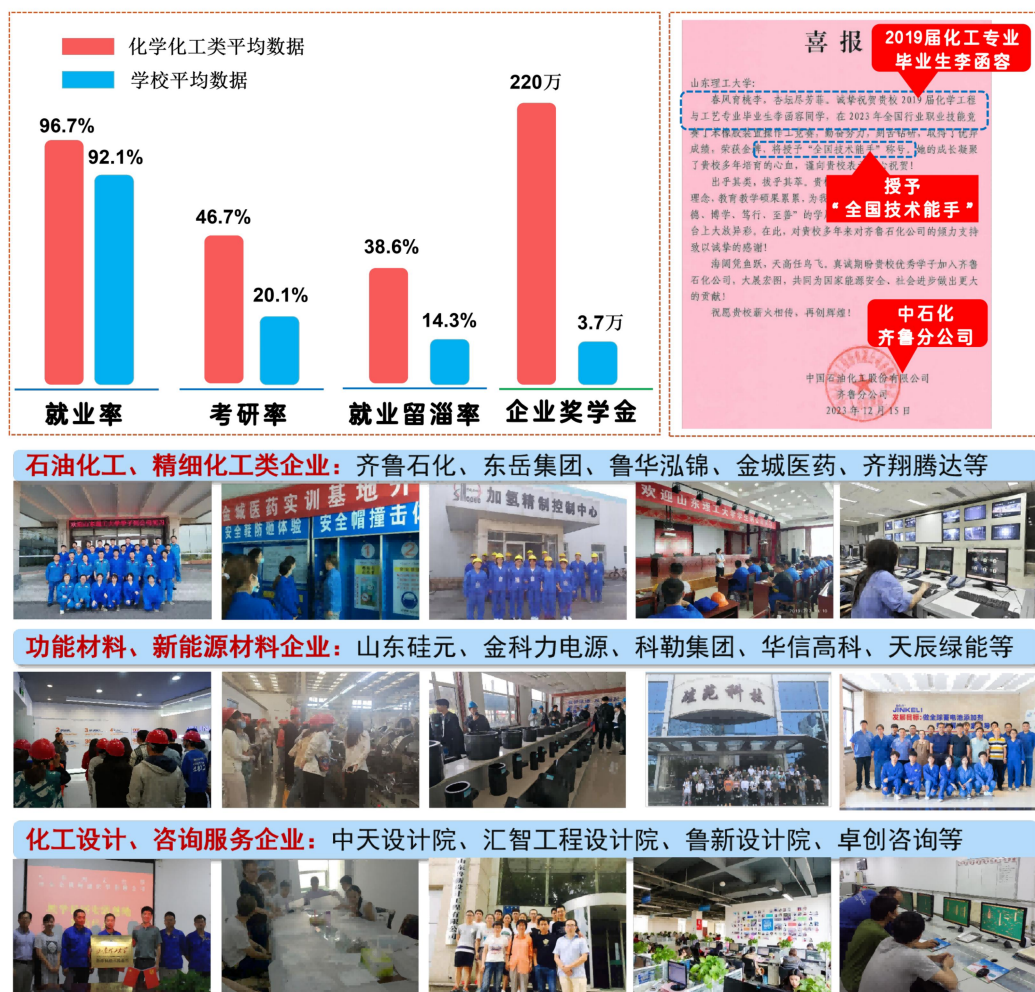


图 8 学生培养成效

## (2) 紧密对接产业需求，学科专业建设水平显著提升

依托政产教共生体建设及各类高水平教学科研平台建设，学科专业建设特色优势凸显。2018年，获批山东省“一流学科”、核心专业群获批省新旧动能转换专业群对接产业项目，共获建设经费1.36亿元。2020年以来，获批国家一流本科专业建设点3个，通过工程及师范教育专业认证专业2个；2023年，开设战略性新兴产业本科能源化工专业。2024年，获全国教育系统先进集体，并获批材料科学与工程一级学科博士点。

## (3) 持续深化本科教育内涵建设，教育教学水平显著提升

**育人平台建设。**联合地方政府、龙头企业共建国家级现代产业学院、省级未来技术学院、省实验室、省卓越工程师学院、省示范性实习（实训）基地等6



个高水平育人平台。牵头成立淄博市绿色化工产教联合体。建设齐鲁化工区化工安全实训中心、企业实习与就业基地 34 个。

**课程资源建设。**校企共建《新型膜与膜过程》等特色课程 13 门，**获批《聚氨酯绿色发泡材料》等国家级一流本科课程 6 门**，省级一流本科课程 5 门，省级一流教材 2 部，省课程思政示范课程 2 门。课程群建设服务于全校 22 个专业，年均受益学生超 12000 人。

**师资队伍建设。**获**全国教学名师 1 人、全国课程思政教学团队 1 个、山东省教学名师 1 人**，全国石油和化工教育教学名师 2 人；首批山东省优秀基层教学组织 1 个，全国石油和化工教育优秀教学团队 1 个。在 J. Chem. Edu. 等期刊发表教研论文 42 篇。累计派驻企业“科技副总”85 人并获评淄博市“优秀科技副总”10 人，数量和质量均位居全校首位。



图 9 科产教融合协同育人典型成效

#### (4) 广泛传播成功经验，社会影响力显著提高

近 5 年，北京化工大学、昆明理工大学等 50 多所高校，新疆政协、省委组织部等 70 多个政府部门及中石化等 300 多个企业到校考察、交流，**成果建设经验成为学校对外交流的“金名片”**。教学成果推广到中国海洋大学、中北大学等兄弟院校。成果经验还被 CCTV、《人民日报》、《光明日报》等重要媒体多次



报道，示范效应显著。



图 10 成果典型推广应用情况