

# 服务国家战略发展背景下材料计算与低空经济 促进产教融合发展的路径研究

李博<sup>1</sup>, 叶卉<sup>2\*</sup>

1. 天津工业大学 航空航天学院, 天津 300387

2. 天津工业大学 材料科学与工程学院, 天津 300387

DOI:10.61369/EDTR.2025080036

**摘要 :** 针对目前天津市“12条重点建设产业链”“低空经济”发展要求, 从高校飞行器制造工程专业入手, 引入OBE理念中的“学生中心、产出导向、持续改进”原则, 分析相关专业产教融合路径的具体实施方法, 将“材料计算与模拟”等学科交叉核心课程的课程建设与专业产教融合路径分析相结合, 增强相关专业本科生和研究生在创新创业领域中实际表现。根据长时间的跟踪调研, 本文方法与模式能够提升航空航天专业学生解决实际工程问题的能力, 为区域经济发展和国家战略需求提供了相关理论研究基础。

**关键词 :** 材料计算与模拟; 低空经济; 产教融合; 课程建设; 飞行器制造工程专业

## Research on the Pathways to Promote the Integration of Industry and Education in Materials Computation and the Low-Altitude Economy under the Context of National Strategic Development

Li Bo<sup>1</sup>, Ye Hui<sup>2\*</sup>

1. School of Aeronautics and Astronautics, Tiangong University, Tianjin 300387

2. School of Materials Science and Engineering, Tiangong University, Tianjin 300387

**Abstract :** In response to the development requirements of Tianjin's "12 Key Construction Industrial Chains" and "low-altitude economy," this study begins with the aircraft manufacturing engineering discipline in universities, introducing the "student-centered, outcome-oriented, continuous improvement" principles from the OBE concept. It analyzes specific implementation methods for the integration of industry and education in related disciplines, combining the development of interdisciplinary core courses such as "Materials Computation and Simulation" with the analysis of industry-education integration pathways. This approach enhances the practical performance of undergraduate and graduate students in innovation and entrepreneurship within these disciplines. Based on long-term tracking research, the proposed methods and models can improve aerospace engineering students' ability to solve practical engineering problems, providing a theoretical foundation for regional economic development and national strategic needs.

**Keywords :** material calculation and simulation; low-altitude economy; integration of industry and education; courses construction; aircraft manufacture engineering

## 引言

从天津市大范围推动“12条重点产业链”发展区域经济开始, 针对国家战略发展方向, 所在区域高校开始根据自身的学科发展特点开展产教融合和科教融汇工作。天津市是我国北方航空航天领域的重要基地, 而涉及“低空经济”相关高校的飞行器制造工程专业, 对于电子控制、信息化建设、材料计算与模拟等课程建设领域均存在深入研究需求。在市属“双一流”高校中, 将“低空经济”相关的“材料计算与模拟”课程与飞行器制造工程专业进行学科交叉, 同时探索相关产业产教融合的路径发展模式, 显然具有深远的意义。

2007年, “中国产学研合作促进会”成立, 为各地政府、高校、企业、科研机构搭建了一个高层次的产教融合平台。随着区域经济的发展, 国家对创新创业能力愈发重视, 诞生了大批的企业孵化器、大学科技岛模式的产教融合合作创新组织。2013至2014年, 教育

基金项目: 中国高等教育学会高等教育科学研究规划课题重点课题 (25RH0202); 天津市高等学校研究生教育改革计划项目 (TJYG067)。

作者简介: 李博 (1983—), 男, 汉族, 天津工业大学航空航天学院, 工学博士, 副教授, 主要从事新工科本科生培养。E-mail: libo@tiangong.edu.cn。

部认定了38家“2011协同创新中心”<sup>[1,2]</sup>。2019年,学科专业教育在高等教育中的地位被进一步凸显,关于高等教育产教融合的研究达到新高潮。有学者指出,必须从“学生中心”和“产出导向”两个维度中增加“专业需求”作为第三个维度,通过相关课程建设,打破学科壁垒与校企隔阂<sup>[3,4]</sup>。也有学者认为,除了上述三个研究方向外,将“工程规范”与课程建设联动是更加重要的,即所谓的“持续推进”。深入贯彻OBE理论才能推动高等教育产教融合工作向纵深发展。2020年,越来越多的高校认识到,造成“高等教育与工程实际现状矛盾凸显”等问题的根本症结在于:“培养方案制订过程中的协同性不足”。有学者<sup>[5-7]</sup>认为高等教育“校企协同”教学模式必须通过战略协同、资源协同、组织协同来实施进而达到促进创新能力提升的理想状态。也有学者<sup>[8]</sup>从治理能力现代化与传统高校思想教育之间的矛盾入手,解读建立不同学科专业产教融合机制的必要性。2022年被视为“低空经济”产业链技术积累的重要阶段,例如新能源电池、飞控系统、材料计算与模拟等关键技术突破为该领域后续爆发奠定了基础。以此为时间节点,有学者<sup>[9]</sup>以航空航天学科特色研究为依托,通过调研获取航空航天类人才的需求,提出材料计算与模拟课程建设、具体项目实践的重要性以及飞行器制造工程专业规范前置讨论的必要性。有学者<sup>[10]</sup>以北京航空航天大学未来航空航天技术学院产教融合为例,从工程伦理路径三要素(责任、理想、选择)的视角入手,提出打造产学研协同技术创新共生体对促进区域经济发展的重要性。

综上所述,服务国家战略发展背景下材料计算与低空经济促进产教融合发展的路径研究能够积极培育新能源、新材料、航空航天等战略性新兴产业,积极培育未来产业,加快形成新质生产力,增强发展新动能。提出根据发展“低空经济”的需要,拓宽“材料计算与模拟”课程建设,聚焦校企协同培养过程中的工程问题,发挥项目制、案例制教学模型的优势,才能够让高校新工科建设取得持续长久的发展。

## 一、目前材料计算课程建设与产教融合路径研究的不足

在过往的课程建设与产教融合路径研究的过程中,研究人员通常无法将伦理方案与实践过程相结合,学科交叉与产教融合没有切入点,具体存在以下问题:

### (一) 研究创新创业项目与专业课程建设割裂,教学内容滞后于行业需求

多数工科院校仍将校企协同、创新创业内容作为高等教育独立课程开设,部分飞行器制造工程专业相关教学未与材料计算与模拟等专业核心课程形成有机衔接,导致学生在校企协同育人活动中难以将专业理论转化为技术决策能力;企业关注的无人机数据安全、低空交通伦理冲突等新型问题未被及时转化为教学案例,现有教材中校企联合开发的实践性内容占比不足30%。

### (二) 企业导师工程指导能力不足,高校教师实践场景经验缺失

企业导师多聚焦技术传授,对知识产权保护、环境责任等工程问题的敏感性较弱,导致学生在实践中缺乏系统性伦理训练,航空制造企业实习基地的具体指导环节时长占比较少。另一方面,相关行业高校教师缺乏参与企业技术攻关的经历,对商业化研发工作中的实践冲突,如技术保密与公共安全平衡等内容,缺乏实战应对能力,难以提供有效、直接的指导。

### (三) 着眼通识教育产教融合研究多,聚焦服务区域经济、新质生产力发展研究少

不同学科、专业对所在区域的产业经济发展提供的助力不同,如无人机生产制造领域对“低空经济”的发展起到至关重要的作用。而航空航天相关高校普遍着重要求“强能力,高素质、重创新”,较少考虑其所在地理区位相关行业工程发展的实际现状,主动对接所在区域经济实体(如天津市低空经济产业联盟),接受航空航天工程方面的系统性训练不足。

## 二、基于学科交叉的课程教学创新方案设计

发展“低空经济”背景下,从“航空航天特色学科专业”的角度促进校企协同的长效机制建立,形成互惠各参与主体的体系。对于高校方应构建全过程贯穿校企协同培养机制,拓展学院师资建设途径;对于另一方主体:合作企业,应以创新课程结构与课程内容动态调整方法为切入点,进一步完善“材料计算与模拟”等交叉学科核心课程,重点关注横向课题合作,构建以成果专业为抓手、以“低空经济”发展为目标的产教融合体系。

### (一) 解决“飞行器制造工程专业”课程体系建设与行业需求的适配性问题

传统机械类、航空航天类课程多聚焦技术训练,缺乏对工程应用的系统性嵌入,导致高校学生在产教融合项目中难以识别并解决实际工程冲突,如技术保密与公共安全矛盾。应将飞行器设计、低空运营等专业课程案例融入工程伦理教学模块中,实现“技术-伦理”一体化教学。将企业关注的伦理风险,如无人机物流数据安全、特种材料计算与模拟等内容,充分转化为教学案例,校企联合开发工程伦理课程,建立动态更新机制。

### (二) 解决校企协同中的责任边界模糊问题

高校学生在企业参与研发时,若技术方案存在环境或安全风险,校企双方对责任主体(学生、校级导师、企业导师、企业)界定不清,易引发权责纠纷。应通过合作协议,明确实践活动流程与责任划分,提升企业导师在开展技术传授的同时发现工程问题的敏感性,与高校教师在工程实践中的应对经验,杜绝协同育人中的工程实践指导流于形式。

### (三) 解决工程决策的实践转化困境问题

现有工程问题教学多依赖理论推演,如经典工程灾难案例分析,但对于发展“低空经济”中的新型实践问题,如空域资源分配公平性等,缺乏针对性训练。应将企业真实项目如飞行器适航认证中的利益冲突,转化为教学资源。校企联合实验室、实习基地建立标准化工程实践审查流程,高校学生在实践中通过评估

后，再推进技术方案。

#### （四）解决动态环境下的伦理适应性问题

目前，无人机物流、城市空中交通等新业态尚无成熟伦理规范，应与行业内头部企业共同推行行业伦理指引（企业）界定不清，易引发权责纠纷。应通过合作协议，明确实践流程与责任划分，提升企业导师在开展技术传授的同时发现工程问题的敏感性，与高校教师在工程实践中的应对经验，杜绝协同育人中的工程实践指导流于形式。

#### （五）解决评价与反馈机制的不健全问题

现有产教融合评价体系侧重技术成果产出，未将工程实践能力纳入考核，如未要求项目报告包含工程实施影响因素分析章节等。同时，应高度重视毕业生的伦理困境反馈，将高校毕业生在企业面临的工程困境及时反馈至高校工程实践课程改进环节，整合教学与实践需求，实现产教融合过程中评价与反馈效率最大化。

### 三、基于校企协同的教学改革创新方案

#### （一）创新课程结构建设与课程内容体系全方位调整机制

从机制上进行创新研究，本研究前期组织航空航天学院、材料工程学院、化学学院等交叉学科师生一同前往空客总装基地实践学习。邀请中国民航大学、山东大学、天津大学、南京航空航天大学、航天宏图等业内知名机构（与以上单位均已开展深入合作）参与产教融合案例库建设，深入挖掘材料计算与模拟等交叉学科核心课程，并根据企业要求、就业数据、竞赛获奖、本科生研究生课程等条件变化而对专业必修课程指标进行分析、调整。

#### （二）依托材料计算与模拟等核心课程建设，完善学院师资建设路径

依托研究人员所在高校的航空航天学院飞行器制造工程专业，制定“双师人才协同成长”计划。一方面，企业挑选一线工程师作为专业教师的实践导师，提升本科、研究生导师的工程水平；同时，安排院校经验教师为企业新晋工程师讲授学科理论课程，提升合作企业的科学分析水平，从而实现双师队伍协同发展，推动“低空经济”人才建设。

#### （三）构建以“低空经济”成果为抓手的产教融合体系和保障机制

建立动态沟通机制，增设“低空经济”“飞行器制造工程”高等教育创新实践论坛，构建从单一到全面，从固化到调整，从理论到应用，从无反馈到实时反馈的“产出导向”航空航天“低空经济”高等教育新生态；完善保障机制，将参与企业协同创新项目纳入相关教师各项考核体系，在各项专业评比中对实现成果转化的教师予以政策性支持，实现专业培养与产业应用的深度结合。

### 参考文献

- [1] 孟源北, 陈娟. 工匠精神的内涵与协同培育机制构建 [J]. 职教论坛, 2016, 27: 16-20.
- [2] 刘文君. 基于工匠精神的校企协同实践教学运行机制研究 [J]. 教育与职业, 2016, 18: 111-112.
- [3] 周珂, 赵志毅, 李虹. 学科交叉、产教融合工程能力培养模式探索 [J]. 高等工程教育研究, 2019, 3: 33-39.
- [4] 吴小林, 曾灝辉, 岳大力等. 以工程实践与创新能力为核心, 推进高等工程教育培养模式改革 [J]. 高等工程教育研究, 2019, 34(5): 103-109.
- [5] 景安磊, 钟秉林. 一流工程技术人才培养的形势、问题和路径 [J]. 国家教育行政学院学报, 2020, 3(5): 65-70.
- [6] 郑晓娜, 翟文豹. 高校构建三全育人协同机制研究 [J]. 现代教育管理, 2020, 10: 59-63.
- [7] 贾璐萌. 基于负责任创新工程伦理探析 [J]. 大连理工大学学报 (社会科学版), 2021, 2: 123-128.
- [8] 肖凤翔, 王泞安. 斯坦福大学工程伦理教育的经验与启示 [J]. 高教探索, 2021, 9: 75-80.
- [9] 李冲, 李霞. 一流大学校企协同创新的科技政策路径 [J]. 现代教育管理, 2022, 2: 56-65.
- [10] 叶金鑫, 韩钰, 张江龙等. 新时代卓越工程师教育培养的校企协同机制构建探究 - 以北京航空航天大学未来空天技术学院为例 [J]. 中国高教研究, 2022, 6: 50-56.

#### （四）通过工程应用方法论，构建高等教育全过程贯穿校企协同培养方法体系

根据所在区域的实际情况，实现从本科生、研究生入学到就业离校培养环节串联打通。邀请相关行业知名学者专家（如707研究所等单位）参与培养方案制订、邀请共建单位协助申报创新创业大赛、周培源力学竞赛、节能环保大赛等协同育人竞赛。学生选题完全由企业导师与高校教师协商确定；建立协同创新共享平台，共享在产教融合过程中产出的各种成果，以上环节最终应以毕业生前往相关企业就业而完成对应循环反馈。

### 四、结论与建议

#### （一）结论

在天津市“12条重点产业链”“低空经济”建设背景下，提升飞行器制造工程专业的教学水平，完成相关学科交叉课程的整体深度具有较为重要的意义。通过对课程建设及产教融合路径的研究，能够提升相关专业人才培养的效果和质量。在具体工作中，应该以具体的工程实践为抓手，找到解决实际问题的理论依据，理论结合实践，将“学生中心、产出导向、持续改进”落到实处。通过与企业座谈、学生调查问卷等方式可以证明，本文提出的针对航空航天相关专业核心课程建设的思路与方法是切实可行的，可以为相关学科建设提供借鉴。

#### （二）建议

1. 以学生为中心，所有的教学研究和改革的核心是以学生为中心，这也是OBE理念的首要关注点。应该着眼学生的实际需求，将学生在就业、创新过程中的难点作为专业调整的依据，将学生在工程实践中需要掌握的知识，作为学科交叉核心课程设置的衡量指标。

2. 以产出为导向，在目前“小班制”“项目式”教学的基础上，将企业需求和竞赛获奖产出相结合，所有课程的平时成绩、实践环节占最终成绩的30%以上。学生毕业设计、毕业选题均严格要求具有工程背景，充分发挥学生在教学成果产出过程中的主动性。

3. 持续改进，就是本文一直强调的反馈环节。只有关注质量控制，关注考核结合反馈才能让教学培养环节持续提升。通过多种渠道，比如教学质量控制文件的实施、年终绩效考核的反馈环节。只有关注质量控制，关注考核结合反馈才能让教学培养环节持续提升。通过多种渠道，比如教学质量控制文件的实施、年终绩效考核方案、第三方机构提供的就业质量反馈等途径和方式，及时调整课堂讲授内容以及专业建设目标等。