

面向智能制造的跨专业协同项目导入教学模式构建与实践

刘 流 李伟伟 郝雯娟

南京航空航天大学金城学院 机电工程与自动化学院 江苏 南京 211156

【摘 要】：智能制造时代对复合型人才的需求日益迫切，传统工科与设计学教育面临学科壁垒森严、实践教学与产业需求脱节、数字化教学工具融合不足等核心痛点。本文以《产品系统设计》课程为依托，构建并实践了跨专业协同与真实项目导入双驱动的教学模式，有效贯通了“课程教学—项目实践—数字化工具—学术研究—竞赛检验”五环节育人闭环。通过组建跨学科和双导师协同教学平台、实施进阶式全流程项目导入模式、开发跨界服务和模块化组合的数字化教学工具等系统性改革举措，显著提升了学生的创新设计能力、跨学科协作能力与工程化素养。经过两轮教学实践检验，成果显著，为智能制造背景下应用型复合人才培养提供了可复制、可推广的改革范式。

【关键词】：智能制造；跨专业协同；项目导入教学；产品系统设计；应用型人才培养

DOI:10.12417/2705-1358.26.14.029

《中国制造 2025》战略持续推进，智能制造已成为新一轮工业革命的核心驱动力，全球制造业的竞争格局与产业生态也因此被深刻重塑^[1]。这场变革给高等工程教育——尤其是应用型本科院校的人才培养体系——带来了前所未有的挑战^[2]。以往按单一学科培养出来的人才，知识面往往局限在某个狭窄领域，而智能制造从本质上讲是多学科集成与协同的产物：从业者既要有扎实、系统的本专业理论功底，也要具备把机械、电子、信息、控制乃至设计、管理等知识融会贯通、跨领域迁移的能力^[3-4]。面对高度复杂且不断变化的智能生产系统，能否在真实或高度仿真的工程环境中动手完成设计、调试与优化，同样考验着学生的工程实践能力与解决实际问题的能力^[5]。除此之外，系统化的创新思维也日益成为不可或缺的素养——即从全局视角审视问题、准确定义需求，并构思、实现具有创造性的解决方案。可以看到，过去条块分割、各自为政的单一学科知识体系与教学模式，局限性已越来越明显，很难帮助学生现代复杂工程系统建立起整体、关联的认知^[6]。有鉴于此，主动打破长期存在的学科壁垒，推动不同专业领域深度交叉融合，构建跨学科、项目化、协同式的育人新范式，已成为应用型本科院校顺应产业变革趋势、提升人才培养质量、实现可持续发展的必然选择^[7-8]。

在此背景下，本文选取《产品系统设计》课程作为改革载体，围绕“面向智能制造的跨专业协同项目导入教学模式”展开

了系统性的探索与实践，先后经历两轮教学周期的检验和调整，逐步形成了具有鲜明应用型特色的改革成果，也为同类院校开展跨专业教学改革提供了可资借鉴的实践路径。

1 教学问题剖析

从教学实际来看，智能制造相关课程在传统模式下主要存在以下三个突出问题：

1.1 学科专业壁垒森严，形成知识孤岛与能力断层

工业设计、机械工程、智能制造等专业目前基本各自为政，课程体系彼此平行、互不交叉。设计类专业的学生对制造工艺、工程结构缺乏深入理解，提出的设计方案常常停留在理论层面，很难真正落地；反过来，工科专业的学生又缺少用户体验、美学创新与系统化设计思维方面的训练，难以满足智能制造装备对“人—机—环境”和谐一体的设计要求。这种知识结构上的割裂，使学生很难形成系统化、复合型的创新能力。

1.2 实践教学与产业需求脱节，工程化思维与落地能力不足

现有的实践教学环节大多依托虚拟课题或简化模型展开，学生很少有机会走完从概念构思、技术可行性分析、工艺优化到产品样机乃至商用方案这一完整而复杂的流程。由于缺乏对数字化制造技术、工艺可行性分析及成本控制等关键环节的真实体验，学生的创新构思也就难以转化为真正可落地的制造方案。

作者简介：刘流（1983—），女，江苏宜兴，硕士，讲师，现主要从事智能制造装备设计。

通信作者：李伟伟（1985—），男，江苏盐城，本科，高级工程师，主要研究方向电气设备优化设计研究。

基金项目：2025年江苏省高校教育信息化研究课题(2025JSETKT129)；2026年江苏省高校“科教融汇与产教融合协同育人机制”专项课题(2026DGS056)；南京航空航天大学金城学院 2025 年度教育教学改革研究项目 (2025XJJG01)。

1.3 数字化教学工具与课程融合不足，难以支撑智能制造教学场景

智能制造与数字孪生、虚拟仿真等关键技术紧密相关，但目前的教学普遍缺少与之相配套、轻量化且便于使用的数字化工具。如何把数字化工具真正嵌入课程教学、服务于学生的学习过程，仍是一个亟待突破的难题。

2 改革方法与实施路径

针对上述问题，本文围绕“跨专业协同”与“项目导入”两条主线，通过三项方法的有机联动，形成了一套闭环、可自我演进的教学解决方案。

2.1 构建“跨学科与双导师”协同教学平台

为从根本上化解知识孤岛问题，项目团队从教学组织形式入手进行了变革。一方面，团队搭建了跨学科的“智能制造与创新设计虚拟平台”，集成了跨学科软件与快速原型制造设备，为协同教学提供硬件支撑；另一方面，每个导入的横向项目都为学生小组配备至少两名来自不同学科的导师（例如工业设计导师+机械工程导师搭档），由导师团队共同确定项目目标、联合指导并参与最终评审。这样一来，学生在设计阶段就能听到来自工程可行性方面的建议，进入工程优化阶段后也不会丢掉用户体验的视角，知识在具体应用场景中实现了自然融合。

2.2 实施“三阶递进与全流程”项目导入模式

针对实践教学“虚泛化”的问题，团队以企业真实需求为牵引，设计了一条递进式的项目教学路径——所有项目均来自企业或科研机构的实际需求，这也保证了项目本身的前沿性与挑战性。

在实施路径上，采用“三阶递进”的模式展开：概念设计阶段以用户研究与概念表达为重点，由设计专业学生主导；工程深化阶段聚焦结构与工艺可行性分析，交由工科学生主导；集成验证阶段则借助3D打印、模型制作或虚拟仿真，对设计方案进行综合验证。学生由此完整走过“市场调研—概念设计—工程深化—工艺分析—成本控制—成果展示”的产品开发全流程（见图1），理论与实践之间的鸿沟也随之被打通。



(a) 3D 打印机造型设计效果图



(b) 3D 打印机加工制造现场 (c) 参加 3D 打印展

图1 实施路径案例

2.3 开发“跨界服务与模块化”数字化教学工具

为弥补数字化工具的缺失，团队创新性地把“工具开发”本身也当作一个跨专业教学项目来做。以实验小程序为例，其UI与交互设计由工业设计专业学生承担，“客户”则是其他工科专业的师生——双方需要就实验流程、知识点梳理、操作逻辑等反复沟通，这一设计过程本身就是一次深入的跨专业协作训练。该小程序最终服务于工科学生的实验预习与知识梳理，也让“跨专业协同开发、跨课程共享应用”的数字化赋能模式落到了实处。

3 创新点

本文的创新之处，大致可以归纳为以下三个层面：

3.1 理念创新：提出“以协同育人为核心、以真实项目为血脉”的跨专业教学生态构建理念。

以往的教学改革大多是在既有学科框架内做“修补”，本文则从顶层设计入手，打破了学院与专业之间的组织壁垒和知识边界，把“跨专业”重新定义为“围绕共同目标、基于共同平台、遵循共同流程”的育人新生态。企业横向项目在这里不再只是教学的补充或点缀，而是驱动整个教学系统运转的核心动力，教育供给侧与产业需求侧由此实现了深度融合。

3.2 模式创新：创立“三阶递进-双导师制”的跨专业项目化教学模式

本文相比常见的项目式教学，构建的是一套标准化、可复制的工作流程：“三阶递进”明确了各阶段的任务与能力培养目标，使学生的能力随着项目推进螺旋式上升；“双导师制”则保证跨学科知识能在每一个关键决策点得到及时、专业的指导与融合。原本较为松散的跨专业合作，也因此转变为结构清晰、质量可控的系统化教学过程。

3.3 路径创新：开辟“工具开发即教学项目”的数字化赋能新路径

本文没有沿用“采购与使用”这种被动方式，而是创造性地

把教学工具的开发过程本身设计成一個高价值的跨专业教学项目——这条路径不仅产出了贴合教学需求的数字化工具，更在开发过程中锻炼了学生的跨学科理解与协作能力，使“工具建设”与“人才培养”合二为一。

4 推广应用效果

经过两轮教学实践的检验，相关成果在校内外都取得了比较明显的育人成效与推广价值。

4.1 学生能力提升与竞赛成果

直接参与本改革项目的学生累计超过 80 人次，通过跨专业项目训练，学生获得省级以上学科竞赛奖项多项；参与项目的学生在毕业设计质量、就业竞争力以及入职后的适应能力上都表现突出，其中多名学生进入合作企业及智能制造相关领域工作。

4.2 产学研合作与成果转化

团队完成了企业横向课题，为合作企业提供了高质量的智能装备产品外观设计与优化方案，直接提升了企业产品的市场形象与竞争力。

4.3 教学资源的固化与辐射

形成的“跨学科和双导师”协同机制与“三阶递进”项目流程已辐射至《交互设计原理》等相邻课程。开发的教学案例库、课件以及实验小程序等数字化工具面向全校师生开放，实现了优质教学资源的跨专业共享。

5 结语

本文以《产品系统设计》课程为切入点和核心实践载体，系统构建了“课程教学—横向项目—数字化工具—学术成果—竞赛检验”这一闭环的完整实施路径。这条路径打通了从理论教学到实践应用、再到成果转化与评价反馈的全过程，也在实践中逐步凝聚形成了一套具有通用性、可复制、可推广价值的跨专业协同教学模式。教学实践验证表明，该模式在提升学生创新设计思维与实践能力、强化跨学科团队协作沟通能力、培养扎实的工程化素养与解决复杂问题能力等方面都取得了明显成效，较好契合了智能制造产业升级背景下对具备跨界整合能力的高素质应用型复合人才的迫切需求。面向未来，相关研究与实践还将进一步深化课程体系优化与教学资源的动态建设，持续拓展产学研合作的广度与深度，并致力于完善以成果为导向的过程性与终结性评价机制，为智能制造领域的人才培养探索更加系统化、科学化、可持续的发展路径。

参考文献：

- [1] 吕惠康,梁日强,顾增杰,等.学科融合视角下智能制造工程专业课程体系重构的理论基础和方案设计[J].装备制造技术,2025(06):69-72.
- [2] 黄园园,谢守勇,杨玲,等.面向智能制造专业的人才培养模式探索与实践[J].农业工程,2024,14(6)128-132.
- [3] 湛涛,肖亦奇.面向智能制造的跨学科创新教育:设计思维引领的新范式[J].高等工程教育研究,2023,(2)45-50.
- [4] 康超,刘赞,刘金锋,等.新工科背景下智能制造工程专业人才交叉融合培养探索[J].科技视界,2022,(22)153-155.
- [5] 吴利刚,张梁,周倩,等.新工科背景下应用型本科院校多方协同智能制造型人才培养体系探究[J].教育与装备研究,2021(05).-12.
- [6] 解志杰,贾娜,刘诚.智能制造背景下跨专业教赛融合教学模式的构建与实施[J].黑龙江教育(理论与实践),2024,(2)44-47.
- [7] 周微.多学科交叉融合视域下高校工科专业“5PnA 项目制”教学创新设计[J].宁波工程学院学报,2024,36(1)75-79.
- [8] 潘维东,庞丽东.多学科会聚、多级递进的智能制造专业人才培养模式探索与实践[J].科教文汇,2023,(21)78-81.