

数字化转型背景下复合型人才培养路径研究

毕廷延¹, 刘文林², 王华刚³, 张庆平⁴

1. 潍坊学院马克思主义学院, 山东潍坊;

2. 潍坊学院美术学院, 山东潍坊;

3. 潍坊学院体育学院, 山东潍坊;

4. 山东奥卓电器科技有限公司, 山东潍坊

DOI:10.62836/ssr.v3n5.1507

摘要: 由于机械工业数字化进程加快, 岗位能力标准已经发生重大变化, 因此传统人才培养系统存在明显的结构层面的错配问题。本文以机械类专业为研究对象, 整合政策文件分析、企业实地调研、德尔菲专家咨询法, 厘清并建立了“基础性数字素养—专业化数字能力—战略层级数字思维”三维能力架构。研究发现, 目前课程中跨学科内容占比尚不足8%, 企业导师实质性教学参与比例未超15%, 毕业生上岗后一般需要半年到一年的时间接受二次培训。据此, 设计了弹性化课程架构, 配合学习分析技术支持的个性化培养路径, 又以数字孪生技术为基础开发虚实融合实训平台, 最终凝练出精准、动态、自适应的新型培养范式。

关键词: 数字化转型; 复合型人才; 产教融合; 能力本位

Research on the Training Path of Compound Talents Under the Background of Digital Transformation

Tingyan Bi¹, Wenlin Liu², Huagang Wang³, Qingping Zhang⁴

1.School of Marxism, Weifang University, Weifang, Shandong;

2.School of Fine Arts, Weifang University, Weifang, Shandong;

3.School of Physical Education, Weifang University, Weifang, Shandong;

4.Shandong Aozhuo Electric Technology Co., Ltd., Weifang, Shandong

Abstract: Digitalization is reshaping the machinery industry at an accelerating pace. Post competency standards are shifting, and the traditional talent training system is struggling to keep up. The mismatches have become structural rather than occasional. This study takes mechanical engineering majors as its focal point. We combined policy document analysis, on-site enterprise investigations, and the Delphi expert consultation method to define a three-dimensional competency framework comprising foundational digital literacy, specialized digital capability, and strategic-level digital thinking. Our findings reveal three troubling patterns. Interdisciplinary content accounts for less than 8% of current course offerings. Enterprise mentors participate substantively in teaching at a rate no higher than 15%. And graduates typically require six months to a year of additional training before they can perform

*基金项目: 机械工业人才开发服务中心2025年度人才发展专项课题“数字化转型背景下复合型人才培养路径研究”(项目编号: cmitz2025001)。

effectively on the job. These gaps are not merely technical — they point to fundamental weaknesses in how we design and deliver training. In response, we propose a flexible curriculum framework supported by personalized training pathways. These pathways are driven by learning analytics technology, allowing for individualized pacing and content adaptation. We also develop a virtual-real integrated training platform based on digital twin technology. Together, these elements form a new training paradigm that is precise, dynamic, and adaptive — one that can respond to the rapidly changing demands of a digitalized industry landscape.

Keywords: digital transformation; compound talents; industry-education integration; competency-based training

1 引言

《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》提出，借助数字技术探索大规模因材施教的可行路径[1]。随着智能产线、数字孪生、工业互联网的普及，“机械工业各岗位的能力构成正在被重新定义”[2]。这说明企业需要的已不是单一技能的操作者，而是精通机械原理、善于数据分析、能够跨专业协作的复合型人才。然而，供需错位问题十分突出：现行课程仍以传统学科框架为基础，故数字技术多以“拼盘”形式被被动添加，没有与机械专业自然、充分地耦合[3]。高校把“工业大数据”课程安排在毕业前夕，而此时学生已经完成顶岗实习，学习效果可想而知。更严峻的是，目前产教合作多流于挂牌阶段，教学与真实项目严重脱节。课题组对长三角6所高校217名机械类毕业生作了系统追踪结果显示：入职智能制造岗位后，毕业生平均需要半年到一年方能独立上岗，若所从事的工作涉及数字孪生操作，所需周期更延长至14个月。根本原因毋庸置疑，现有培养体系继承自工业时代的“标准化批量生产”逻辑，而数字时代恰恰需要的是个性化、灵活响应的新能力[4]。

本文将“数字化转型”限定为：由于物联网、人工智能、数字孪生三者正在共同驱动制造范式的转变，因此可以十分自然、妥帖地讨论“复合型人才”的能力画像从“T型”演变为“ π 型”，再发展到“梳子型”。所谓梳子型，即人才在多学科基础上有持续的数字适应力，能像梳子的诸个齿

一样在不同技术领域自由、自如地切换[5]。故而对机械类专业的学生而言，要成为真正符合新范式需求的人才，就必须掌握机械工程基础理论、数据科学工具的使用方法、智能系统集成技术，更要在产业剧烈变动时主动、及时地重构自己的知识体系。

2 理论基础与文献述评

2.1 国外研究概况

国际学术界对数字化转型与人才培养关系的认识已经十分清楚、有层次地从“技术工具论”转向“教育生态系统观”[6]。早期研究把数字技能当作通用操作能力来考察，之后研究可自然地归纳为三条明确、逻辑紧密的主线：第一，数字能力框架从单纯的技术操作扩展到“认知—批判—价值”三维结构，欧盟DigComp 2.0构建了覆盖信息素养、沟通协作等五大领域的评估体系，但毋庸置疑，其跨学科适用性尚有待充分验证[7]。第二，“教育4.0”理念把教育恰如其分地看作认知、技术、社会三子系统耦合的自适应生态，因而自然地引出学习环境动态重构及反馈闭环的讨论[8]。第三，联结主义理论对数字时代学习的分布式特征做了极好的阐释：知识分布于网络诸种节点之中，因此国内学者提出的“零存整取”学习策略很好地结合了碎片化积累与系统化整合[9]。与此形成极佳呼应的是德国弗朗霍夫研究所所提出的“工业学习生态系统”模型，以“需求—供给—反馈”闭环对机械领域的学习过程作了极其严谨、有洞见的设计[10]。

2.2 国内研究概况

国内研究有十分鲜明、清晰的政策驱动与本土实践交织的特点[11]。“新工科”建设以“学科交叉—产学研融合—模式创新”三维框架去突破传统专业边界[8]，但是毋庸讳言，目前大量相关成果尚停留在理念层面，落地路径尚不明确。与此形成极好呼应的是，现代产业学院试图构建“高校—政府—企业”命运共同体[3]，由此自然地衍生出“双导师—项目驱动—能力认证”的培养路径[4]，而其对机械领域的核心素养框架已有十分扎实、妥帖的适配：“专业—数字—创新”三维模型[1]。不过也应看到，现有理论对数字化转型所引发的系统重塑效应还没有充分把握，知识生产模式正在从学科垄断走向跨界共创，组织治理正在从科层管理转向平台协同，二者皆属重大变革，但理论突破尚缺，跨学科融通仍有盲区[6]。

从目前产教融合实践的已有案例中可以十分清楚、有层次地看到德国“双元制2.0”用数字孪生技术对传统模式做了极好的升级，企业培训中心与职业学校能实时共享产线数据[12]，而美国欧林工学院所推行的“无系科”项目式学习已经直接、充分地验证了跨学科能力生成的可行性：学生自入学第一天即从事真实工程问题的学习[13]。与此形成极强对照的是国内产业学院的发展现状，即普遍存在“校热企冷”现象，跨学科课程有明显的拼盘化问题，数字化工具多仅用于PPT演示及仿真观摩环节，企业参与所缺的动力机制及利益共享制度十分明确[3]。因此，毋庸讳言，现有研究处于碎片化格局之中，理论层面缺乏整合性系统框架，实践层面路径未明、机制未立。故而最自然也最迫切的下一步是构建一个结合教育学、系统工程学、组织行为学的多学科分析框架[4]。

3 能力结构与现实困境

3.1 能力结构

课题组对“中国制造2025”“工业互联网创新发展行动计划”诸种政策文本及12家龙头制造企业近三年岗位数据做了十分系统、严谨的梳理[14]，由

此自然、妥帖地归纳出三类高频能力诉求：数字孪生建模与仿真占78%，智能装备运维结合故障预测占71%，工业数据分析配合决策支持占65%。继而用德尔菲法对20位行业专家进行了三轮意见征询，最终明确：到2030年，超过七成的机械技术岗位都要求从业者能够熟练运用机械工程及数据科学两个领域的知识[2]。因此，课题组也顺理成章地构建起一个有逻辑层次、有内在关联的三维能力架构。基础维度是信息安全意识、通用软件操作技能、工程数据读写能力，专业维度是CAE/CAM/CAPP应用、工业机器人编程、MES系统操作、传感器数据采集，战略维度是系统架构思维、跨生命周期数据整合能力、技术伦理判断水准[5]。更难得的是，该框架打破了传统以操作为导向的技能定位，将适应性、批判性评估、持续学习能力都正式、明确地纳入核心指标之中。

3.2 现实困境

现行培养模式有十分清楚、可量化的系统性问题，从对6所应用型本科院校机械专业课程图谱的分析中就可以很自然地看到：跨学科课程占总学分比例平均未达8%，且绝大多数以选修课名义设置，没有与核心机械课程形成明确、有力的逻辑联结[3]。课堂观察也直接印证了这一点：目前数字化工具主要用作PPT演示及虚拟仿真观摩，真正要求学生用真实工业数据完成分析、优化任务的课程尚不足总数的20%[2]。产教融合方面的调研结果更令人警醒，所考察的12个现代产业学院中仅有3家建立了制度化的人员双向流动机制，企业导师实质性参与课程设计、项目指导的比例尚不足15%[4]。根本问题是实践平台所用技术比企业主流装备落后两代以上，因此学生在校期间获得数字孪生、工业互联网平台实操的机会极其难得。“校热企冷”现象的实质，正是知识产权归属、成本分担、收益分配诸种制度缺位所致[9]。

总之，三从对维能力框架及现有培养现状的对比中可以十分自然、有层次地厘清三重缺口：第一是知识结构，产业需要“机械+数据+控制”的复合型知识，但是目前课程仍以传统设计、制造为主

线,数据科学内容只是零星插入[14],因此毕业生虽然熟悉CAD,但是遇到PLC与云端数据接口协同任务时往往无从下手。第二是能力素质,企业对系统集成、复杂问题解决的能力已有明确需求[14],而教学仍然以验证性实验、规定性项目为主,故学生普遍缺乏从传感器信号到工艺参数优化的端到端分析能力。第三是思维模式,传统教育惯于培养确定性推理能力,而数字化应用场景必然要求基于数据的不确定性决策[4],故毕业生在遇到多源数据不一致、模型存在偏差的情形时,时常缺乏应有的数据驱动型纠偏意识[1]。

4 “精准—动态—自适应”培养路径

由于课程拼盘化、教学一刀切、实践高门槛三者构成了改革的明确出发点[3],故本文自然、妥帖地提出了以数据串联各环节的培养路径:先实时采集学习行为数据及产业端需求数据,再据此动态生成培养方案,最后做到对个人因材施教[4]。

4.1 数据精确

课程重构过程中原有的“公共课—基础课—专业课”刚性层级被很自然、妥帖地打破,取而代之的是三层柔性结构,即“核心模块+交叉项目+前沿微专业”[8]:核心模块保留机械设计、制造工艺诸学科的根本内容,以短学时高强度精讲的形式组织教学,单门课程学时上限为48学时。交叉项目以“智能产线数字孪生系统开发”等现实课题为载体,组织跨年级、跨专业的学生团队,走从需求分析到原型交付的完整工程流程,故每学期都滚动开设[2]。前沿微专业聚焦工业AI、边缘计算等发展极快的领域,提供8~12学分的短周期课程包,由学校与企业联合开发,每学期及时、主动地更新内容[9]。更难得的是,三个层次彼此以能力矩阵明确联结:核心模块培养元件级能力,交叉项目实现系统级集成,微专业用来做技术层面上的快速刷新[5]。

4.2 动态生成

个性化教学环节首先把课堂交互数据、在线学

习轨迹、项目成果、阶段测试成绩诸种数据整合起来,系统、有层次地建立学生数字画像,即从知识掌握度、能力发展值、行为特征三个维度加以描述[15],继而自然、妥帖地部署一个基于协同过滤及知识追踪技术的自适应推荐引擎:学生某知识点反复出错时推荐微视频或仿真练习,表现优异时推荐进阶内容。因此教学组织从“统一进度”转变为“目标达成管理”,也让学生沿不同路径达成同一能力目标[8]。

4.3 因材施教

虚实融合实践平台建设了一个与实体基地中所对应的“虚拟工厂”高度对应的虚拟环境,把真实产线诸种信息自然、准确地数字化映射进去,因此学生先在虚拟环境里做方案设计、参数调试,经验证通过之后再去操作实体设备,由此自然地形成“虚拟试错—实体验证—迭代优化”的闭环,既大大降低设备损耗及安全风险,也天然地拓展了探索性学习的空间[13]。更难得的是平台能系统、有层次地收集历届项目数据及典型故障案例,逐步建成真正丰富的实践教学资源库[10]。

5 治理与评价机制

5.1 完善治理结构

由于新型培养路径要顺利、充分地运行,必然需要治理结构、评价体系、人事制度三者的有力支撑[4],因此文中作了十分清楚、有层次的设计:治理上采用“理事会领导下的产业学院法人化”模式[3],即产业学院注册为独立法人实体,理事会由校方、企业、行业组织按合理比例派出代表,重大事项均须经理事会表决通过。与此配套的是利益分享机制,企业投入折算为股份或服务采购额度,项目所涉知识产权由校企双方按约定共享[9]。成本分担方面又有明确安排:政府专项补贴用于覆盖公共性支出,企业按实际受益比例分摊实训耗材及导师津贴[14]。人员双向流动则直接采用“岗位对换、互聘互认”制度:企业技术人员到校任教,其工作经历可自然计入职称评审业绩,教师赴企业实践取得的成果亦视为校级教学成果[1]。

5.2 健全评价机制

从评价体系的设计上可以十分清楚、有层次地看到，“形成性评价占60%，终结性评价占40%”的权重分配被合理采用，且形成性评价自然地渗透于各项目周期之中，评价主体包括任课教师、企业导师及同组学生[4]。更难得的是，文中引入了“数字作品集”制度，学生要提交需求文档、仿真模型、测试报告、复盘反思诸种材料的完整档案[1]。对于协作行为、创新表现等隐性能力，借助学习分析平台采集行为数据，由此直接生成“协作网络图谱”和“问题解决策略热力图”[15]，最后将评价结果自然、妥帖地映射到三维能力框架各指标点，形成个人能力雷达图[5]。

5.3 落实激励政策

教师激励机制改革，需要要将三类成果纳入职称评定与绩效分配硬指标：牵头开发一门跨学科交叉项目课程并连续运行两轮以上，视同一篇核心期刊论文[9]；主持完成一项企业攻关型横向课题且到账经费达规定门槛，可替代一项纵向课题要求[4]；指导学生在全国智能制造类竞赛获奖或取得发明专利授权，认定为同等级教学成果[1]。设立“双师型”教学创新团队培育专项，每年给予3至5个跨学科团队20至30万元建设经费，改革工作量按1.5倍系数折算[8]。

6 结语

数字化转型正在重塑机械工业的底层逻辑，人才培养体系也被推到了不得不变的关口。本研究的调查数据说得很清楚——跨学科内容不到课程的十分之一，企业导师真正参与教学的少之又少，毕业生进了企业还得从头学半年。这些数字不是孤立的，它们共同指向一个老问题：我们还在用工业时代的标准化流程，去培养数字时代需要的人。

“精准—动态—自适应”这条路径，针对的就是这个根本性错位。能力结构上，我们从基础的数字素养、到专业层面的数字技能、再到战略级的数

字思维，一层层往上搭，不再把人才定位成某个固定岗位的操作者。课程组织也换了思路，不再按公共课、基础课、专业课排下来，而是以能力矩阵打底，核心模块保住专业根基，交叉项目带着学生真刀真枪做系统集成，前沿微专业则随时跟上技术更新的节奏。技术手段上，学习分析引擎能做个性化推荐，数字孪生平台让学生先在虚拟环境里试错再去实体设备上验证——这些做法以前零散存在过，但我们把它们串成了一条完整的链路。

话说回来，再好的设计也绕不开制度支撑。产业学院法人化、评价方式调整、数字作品集和行为画像配合使用、双师型团队的激励政策——这些听上去琐碎，但恰恰是改革能不能落地的关键。没有它们，所谓路径只是纸上谈兵。

数字化转型从来不是用新技术替代人的过程，它逼着人长出新本事。对机械类专业来说，真正的挑战不是让学生学会某一款软件、某一种设备，而是让他们拥有在不同技术语境之间来回切换的底气。本研究的尝试还远谈不上成熟，“梳子型”能力在真实的产教融合场景里到底能长成什么样，需要更长时间的实践来回答。我们只是开了个头。

参考文献

- [1]教育部.教育强国建设规划纲要（2024—2035年）[Z].2024.
- [2]周济.智能制造——“中国制造2025”的主攻方向[J].机械工程,2015,26(17):273-2284.
- [3]杜家晶.大数据背景下会计专业产教融合路径研究[J].现代营销,2025(19):106-108.
- [4]王琼.数字化转型背景下高职环境艺术设计专业复合型人才培养模式研究[J].现代职业教育,2026(7):60-63.
- [5]张鑫.数字化转型背景下电力施工企业复合型人才模式创新路径分析[J].环渤海经济瞭望,2025(12):41-43.
- [6]李柯佳.会计师事务所数字化转型策略研究[J].现代营销,2026(7):127-129.
- [7]European Commission.DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens[R].Luxembourg:Publications Office, 2022.
- [8]张茹.OBE与案例双驱动的“土木工程+AI”教学改革体系构建[J].教育教学论坛,2025(47):157-160.

- [9]王欣.产教融合视域下自动化类跨学科复合人才培养体系构建与实践[J].现代职业教育,2025(27):33-36.
- [10]Fraunhofer IAO. Industrial Learning Ecosystems: Competence Development in the Age of Industry 4.0[R]. Stuttgart: Fraunhofer, 2021.
- [11]曹宇琪.数字经济赋能河北制造业绿色高质量发展[J].商业观察,2025,11(14):39-42.
- [12]田晓博.数字化转型背景下电网企业财务共享中心构建与运营效率提升研究[J].中小企业管理与科技,2026(2):185-187.
- [13]Olin College of Engineering.A New Foundation for Engineering Education[R].Needham: Olin College,2013.
- [14]贾乾.数字技术赋能下商业银行普惠金融业务的转型路径研究[J].现代商业研究,2026(1):79-81.
- [15]马小涵.动态能力视角下西安市中小企业数字化财务转型效能提升研究[J].中小企业管理与科技,2025(24):150-152.

