

新工科视域下工程实践教学理念创新与体系改造*

闫晓玲¹ 程剑兵²

(北京工商大学人工智能学院 北京 102488)

【摘要】在国家创新驱动发展战略、新工科以及工程教育专业认证等新形势与背景下,传统的工程实践教学已无法适应工业智能化、数字化、服务化对工程技术人才培养的需求,为此亟需大量具有系统性思维、跨学科知识的高素质、复合型新工科人才。从教学理念、教学内容、教学方式、教学评价等多个维度诠释新工科视域下工程教育实践教学体系,提出了面向产品全生命周期的“大工程观”教学理念、有机联动、与时俱进的工程实践教学顶层设计与底层实施方案、胜任复杂工程问题纾解的多样化教学方式、“学生中心、目标导向、持续改进”的教学评价和持续改进机制,为提升新工科人才培养质量提供有效策略。

【关键词】新工科;实践教学;人才培养;理念创新;体系改造

Concept innovation and system transformation of engineering practice teaching under the new engineering vision*

Xiaoling Yan¹ Jianbing Cheng²

(Beijing Technology and Business University School of artificial Intelligence Beijing 102488)

【Abstract】Under the new situation and background of national innovation-driven development strategy, new engineering and engineering education professional certification, traditional engineering practice teaching has been unable to meet the needs of industrial intelligence, digitalization and service for the training of engineering and technical talents, so a large number of high-quality and composite new engineering talents with systematic thinking and interdisciplinary knowledge are urgently needed. The practical teaching system of engineering education under the new engineering perspective is interpreted from multiple dimensions such as teaching concept, teaching content, teaching method and teaching evaluation, and the teaching concept of “big engineering view” oriented to the whole life cycle of products, the top design and bottom implementation plan of engineering practice teaching that are organically linked and keep pace with The Times, the diversified teaching methods capable of solving complex engineering problems, and the “student center” are proposed The teaching evaluation and continuous improvement mechanism of “goal-oriented and continuous Improvement” provide effective strategies for improving the training quality of new engineering talents.

【Key words】New engineering; Practical teaching; Personnel training; Concept innovation; System reform

引言

一流工程实践教学体系是构成高水平人才培养体系的重要分支,也是一流本科教育应当具备的基本特征。在国家创新驱动发展战略^[1]、新工科^[2]以及工程教育专业认证^[3]等新形势与背景下,传统的工程教育实践教学已无法适应工业智能化、数字化、服务化对工程技术人才培养的需求,构建与时俱进、持续优化的工程教育实践教学体系,培养培养具有新观念、新思维、新视野新型工科人是工程教育顺应时代发展的必然选择。

新一轮科技革命和产业变革促进了先进制造业与现代服务业的深度融合,新的产业形态一生产性服务业得到快速发展,因此工程技术人才的培养需要与时俱进。现代制造业不仅仅局限于推广应用先进制造技术,而是要综合考虑制造业中技术、方法、产业形态能否得到整体提升,为此亟需大量具有系统性思维、

跨学科知识的复合型新工科人才。传统的工程实践教学,强调对产品设计、制造能力的训练,缺乏对制造业中产品全生命周期各环节关联性的重视;教学内容迭代更新低于工业技术的快速发展,在纵向深度和横向广度上无法涵盖复杂多变的工程问题。因此,探索一流本科视角下面向新工科的工程教育实践教学新体系,为提升新工科人才培养^[5]质量提供有效策略,已成为当下工程教育实践教学改革与发展面对的现实课题。

1 新工科背景下工程实践教学现状与主要问题分析

1.1 智能制造等前沿技术融入工程训练实践教学,但缺乏对制造业中产品全生命周期各环节关联性的重视

通过广泛调研走访、深入研究分析国内不同地区、不同类型的20所高校工程训练实践教学现状,这些高

校将智能制造、物联网、新材料等前沿技术融入工程训练实践教学；深化校企合作，将先进仪器设备与真实工业场景、工程问题紧密结合，通过体验式学习，学生能够有效整合相关的知识与经验，自主发现、解决工程问题，提升自身的工程素质。上海交通大学学生创新中心聘请企业工程师实践导师，指导学生参与企业创新课题、学生获得接触行业前沿科技的宝贵机会。北京工商大学突出轻工、食品等优势学科特色，构建了层次化、阶段化、柔性化的工程训练实践平台—食品包装智能平台。低年级本科生可以通过该平台了解先进制造技术基本原理，高年级本科生通过操作设备、动手实践，完成CDIO（Conceive、Design、Implement、Operate）国际工程教育认证的相关学习任务，毕业班本科生利用食品包装智能平台完成毕业设计任务。调研也发现，工程训练实践教学缺乏对产品全生命周期各环节关联性的重视。现代工业生产为快速响应市场需求，提升企业的核心竞争力，产品全生命周期的优化非常关键。因此，按照工业产品全生命周期所需的能力培养工程人才是高等工程教育改革的必然趋势。当前国内工程训练实践教学缺乏对完整工业生产过程各环节关联性的重视，学生无法系统学习完整工业生产过程所需的技术、知识，从而导致培养人才的工程素质与实际需求不相匹配。

1.2 拓展工程训练内涵，厚培创新人才成长土壤，但教学内容无法涵盖复杂多变的工程问题

面对学科交叉融合以及生产智能化、数字化对工程技术人才培养的新需求，高等工程教育实践教学应当按照“厚基础、宽口径、个性化”开展课程体系改革，培养具有系统性思维、跨学科知识的高素质、复合型新工科人才。清华大学工程训练中心构建的工程实践和创新教育平台，实现了理工、人文社会学科的交叉融合，此外将工程训练中心升级为国际化、学科交叉、创新中心，学生在该中心可以获得前沿科技知识、培养工程技能、获得创新创业、跨界合作机会。山东大学将创客教育引入工程实践教学，开设“双创一体化”课程，提供类型丰富的工程实践项目，学生的综合实践能力、创新能力得到显著提升。综上所述，当前，工程训练内涵得到拓展，为创新人才成长提供了有力的条件。但不容忽视的是，工程实践教学内容更新存在一定的滞后性。在纵向层面上，工程实践教学内容的迭代更新低于工业技术快速发展，导致学生对前沿技术的了解、对工程系统的分析、管理能力与真实工业需求存在一定差距。在横向层面上，需要进一步增

加跨学科性的教学内容，目前工程实践教学内容涉及机械、控制、电子等学科较多，涉及理科、管理、人文学科领域的知识和技能偏少。高等院校培养的工程人才需要具备跨学科知识和视野，才能满足现代工业发展的实际需要。

1.3 将思政元素融入工程训练教学过程中，但价值引领、知识传授、能力培养没有同向同行，形成协同效应

参与调研的国内20所高校，在工程训练实践教学过程中都融入了价值引领教学内容，学生不仅获得了工程技术知识、技能，而且培养了优良的道德品质和专业素养。当前，工程训练教学过程中，价值引领多被理解成劳动态度、职业道德、家国情怀等典型思政教学内容模块，没有根据不同专业的人才培养目标，建立科学系统的工程训练实践教学体系，使价值引领、知识传授、能力培养同向同行，形成协同效应。

2 面向新工科的工程训练实践教学模式

2.1 树立“大工程观”教学理念，培养具有全局视野、系统思维，善于纾解复杂工程问题的复合型工程人才

在科技革命和产业变革的新形势下，工程训练实践教学作为本科教育培养学生实践能力的重要环节，亟需顺应工业发展新趋势，树立面向现代工业发展、与时俱进的知识观。教学过程中，以面向产品全生命周期的实践项目为导向，注重学科交叉融合，同时突出不同类型高校的办学特色，高校的办学特色是在市场与社会需求导向中自发形成的，市场与社会对人才的需求是验证高校人才培养质量的“试金石”，高等院校必须以人才市场与社会需求为导向，不断优化专业设置和人才培养体系，才能提高人才培养质量和大学生就业竞争力。图1所示为北京工商大学工程训练中心面向完整工业过程的工程训练教学模式。

2.2 形成有机联动、与时俱进的工程训练教学顶层设计与底层实施方案

新工科教育强调工程人才培养要主动适应时代发展，应对未来变化。因此，在工程训练教学顶层设计方面要具有前瞻性，瞄准工业发展对工程人才理论知识、综合能力、工程素养的实际需求，根据实际需求将相应的能力培养体现在教学目标中。改革过程中的着力点主要包括：第一，管理机制创新，根据国家战略需求与市场需求的变化，灵活调整工程实践课程体系。第二，校企合作互利共赢。设计和优化产教融合的具体机制，明确双方的责权利。打造与工业场景深

表1 产品全寿命周期各阶段教学目标分解内容

工程实践项目案例	全寿命周期阶段	专业知识指标点	课程思政指标点	专业认证指标点
面向完整工业过程实践项目	设计	信息检索；机械设计；创新设计	尊重和保护知识产权；团队协作；创新意识；环境和可持续发展意识	应用信息技术能力；分析工程问题能力；创新能力；团队协作能力；
	制造	工程材料；先进制造技术；制造业信息化、智能化	工匠精神；责任意识；创新精神；环保意识；成本意识；终身学习；科技报国	实践动手能力；处理工程问题能力；团队协作能力；
	物流	生产管理；人工智能；物联网；大数据	责任意识；成本意识；创新精神；终身学习；遵纪守法	信息采集、处理能力；组织协调能力；
	营销	电子商务；大数据	成本管理；遵纪守法；	策划、组织能力；沟通协调能力；
服务	产品知识；电子商务；大数据	环境和可持续发展意识；遵纪守法；沟通协调；责任意识	沟通协调能力；解决工程问题能力	

度融合的智慧实践教学空间，学生可以沉浸式参与到智慧工厂的产品全寿命周期任务中，基于数字孪生及其三维设计模型，通过数据驱动、建模仿真改进、优化甚至创新产品设计，在此过程中还可以为企业提供产品质量评估、物流优化策略、生产布局优化等报告，进而实现数字孪生模型设计、工艺与生产的自我感知、预测及智能升级。第三，积极支持教师与企业的交流与合作。首先，可以建立校企合作交流平台，鼓励教师深入企业一线，直接面对和解决工业生产现场的实际问题。其次，聘请企业技术专家到高校开设工程实践课程及专业讲座，为高校师生提供了解前沿工程技术及行业动态的机会。第四，提供资金、场地、建设创业孵化平台，促进和提高教师和学生科研成果转化率。此外，要加强创新创业教育，培养具有创业基本素质和开创型个性的人才。

2.3 采用过体验式、协作式、研究式教学方式，实现价值引领、知识传授与能力培养同向同行，形成协同效应

价值引领、知识传授以及能力培养同向同行、形成协同效应，符合新工科教育发展规律及工程教育“回归初心”的根本标准。深入梳理工程训练教学内容，确定统一性和差异性要求，适应不同专业人才培养目标，将挖掘出的思政指标点有机融入基于产品全寿命周期的工程实践教学过程，表1为产品全寿命周期各阶段工程训练实践教学目标分解内容。

2.4 建成并完善“学生中心、目标导向、持续改进”的工程训练实践教学评价和持续改进机制

工程训练实践教学评价和持续改进方面，秉承以学生为中心的教育理念，教师以面向完整工业过程的实践项目为导向，充分调动学生学习的主动性，学生根据自身的专业背景，参加与兴趣特长、职业规划相关的工程实践项目，通过体验式、协作式、研究式学习，

培养学生勇于探索创新以及纾解复杂工程问题的能力。将价值塑造、知识传授、能力提升三位一体育人目标达成情况作为工程训练教学评价的落脚点，通过学生评价、校友评价、社会评价、企业评价等评价育人目标达成度，结合达成度与目标差距，使工程实践教学体系各要素、各环节持续整合改革趋于最优状态。

结束语

工程实践教学是工程人才获取专业知识、掌握实践技能、培育工程思维的必要途径。工程实践教学要为学生提供优质教育资源和先进技术，必须充分发挥好现代科技企业的技术与资源优势，构建校企双方互利共赢的长效育人机制。打造与工业场景深度融合、串联产品全寿命周期的实践教学模式，这种教学模式使高校工程实践教学更具有活力，可以将高校师生最新的科研成果应用到实际生产中，为企业的智能化发展开辟新的发展路径。

参考文献：

- [1] 余东华, 胡亚男, 吕逸楠. 新工业革命背景下“中国制造2025”的技术创新路径和产业选择研究[J]. 天津社会科学, 2015(04): 98-107.
- [2] 教育部. “新工科”建设行动路线(“天大行动”)[J]. 高等工程教育研究, 2017(2): 24-25.
- [3] 林健. 如何理解和解决复杂工程问题—基于《华盛顿协议》的界定和要求[J]. 高等工程教育研究, 2016(05): 17-26+38

* 项目来源：北京工商大学教育教学重点项目“一流本科视角下面向新工科的工程训练实践教学体系构建与实施”(jg2022015)。

作者简介：

闫晓玲(1974.08-)，女，汉族，山西运城，北京工商大学，博士，副教授，研究方向为高等教育信息化。