

新工科背景下高校工程训练中心建设与实践能力的培养模式研究

王晶*, 王亚鹏

辽宁工程技术大学创新实践学院, 辽宁阜新, 中国

*通讯作者

【摘要】在新工科建设背景下,传统高校工程训练中心存在功能定位滞后、设备老化、教学模式单一、产教融合不足等问题,与培养多元化、创新型卓越工程人才的要求存在明显差距。本文系统分析新工科对工程训练提出的跨界融合、创新创业、工程系统能力等新要求,提出工程训练中心需从传统金工实习基地转型为综合性工程创新实践平台。建设思路包括:重新确立“大工程、全生命周期、数字化智能化、创新能力”功能定位,构建多样性、高连通性、自组织性的生态化空间,打造能力递进的技术-能力共生设备体系,推行赋能式治理范式。在实践能力培养模式上,构建“三层四类”递进式教学体系,实施项目驱动、虚实融合、双导师指导的全流程闭环教学,创新“企业课题常驻、工程师常驻、学生常驻企业”的校企协同机制,建立多路径创新培养和能力导向评价体系。研究为新工科背景下高校工程训练中心建设与实践教学改革提供了系统性框架与可操作路径。

【关键词】新工科;工程训练中心;实践能力培养;校企协同;创新能力

【基金项目】辽宁工程技术大学本科教育教学改革“揭榜挂帅”项目:数智赋能驱动下创新创业教育新体系的建设与实践(编号:LNTUJY20240112)

1. 引言

新一轮科技革命与产业变革正在兴起,全世界科技创新呈现出了新的发展态势和特征[1-3]。在新时代科技革命和产业革命背景下,高等院校工程实践教学改革的目的是培养卓越的工程创新型人才[4]。自2017年教育部提出新工科建设以来,“复旦共识”“天大行动”“北京指南”——新工科建设“三部曲”得到工程教育界的高度关注和迅速响应,其奏响了人才培养主旋律,开拓了工程教育改革新路径[5]。工程训练中心是我国高等教育实施工程教育的基础平台,是培养大学生工程意识和创新创业能力的重要基地[6]。工程训练课程是工科院校开设的实践课程,在传统金属加工工艺实习(金工实习)基础上,新增了先进制造技术、机电控制、电工电子实训等内容。其中,金工实习作为工程训练的核心组成部分,是高校实践教学的重要环节,在培养大学生工程实践能力与创新能力方面发挥着重要作用[7]。随着经济的发展与社会人才需求的不断变化,工程训练中心的功能定位已从培养工程实践基本能力逐步发展为培养工程创新实践能力[8]。2017年教育部启动新工科建设重大行动计划后,工程训练人才培养由综合型向卓越工程创新型转变,对工程训练中心的

建设与发展提出了新要求和新标准[9]。当前,国内多数工程训练中心已具备新工科建设基本要素,但与新工科培养要求仍存在一定差距。随着工程训练课程被全面纳入工科专业学生必修课体系,传统实训模式的弊端逐渐显现。受传统观念的影响,在制订专业人才培养方案的过程中,实践环节教学的重要性没有得到足够的重视,普遍存在“重理论传授、轻实践培养”的现象。大部分实践环节安排只是为了服务理论教学,没有把实践环节教学放到应有的位置上,这与新工科凸显工程实践能力培养的要求相差甚远[10]。这一矛盾在新时代背景下愈发凸显:国家“双一流”建设和“卓越工程师计划2.0”要求高校输出高素质复合型人才,但许多工程训练中心仍停留在“金工实习”模式的窠臼,设备陈旧、教学单一,无法满足产业升级对创新实践的迫切需求[11]。

本文的研究意义在于,通过探讨新工科视野下工程训练中心的建设路径与实践能力培养模式,为高校提供可操作的改革框架,促进学生从“会操作”向“能创新”的跃升[12]。其目的在于揭示传统模式的局限,提出功能分区、设备智能化与教学体系重构的思路,最终服务于卓越工程师培养目标[13]。研究采用文献研究、理论演绎与实践

探索总结相结合的方法，基于新工科建设要求与工程教育理论，系统提出工程训练中心建设思路与实践能力的培养模式改革路径。

新工科建设以立德树人为引领，秉持应对变化、塑造未来的理念，通过继承与创新、交叉与融合、协调与共享等途径，培养面向未来的多元化、创新型卓越工程人才。新工科背景下，工程训练应体现时代特征，主动对接经济发展需求和行业技术创新要求，坚持以最先进的理念、最前沿的技术支撑人才培养，持续优化工程训练课程体系，培养兼具行业知识储备和工程实践能力的创新创业人才，从而更好地满足智能制造产业向细分化、差异化方向发展的人才需求。

2.新工科建设对工程训练的新要求

2.1 新工科的内涵与核心特征

新工科是我国主动应对第四次工业革命提出的工程教育改革战略，其实质是以人工智能、大数据、物联网、增材制造等新兴技术为牵引，重构传统工科的学科体系、知识结构与培养模式。其核心特征表现为跨学科融合、新技术驱动、能力本位、产教深度协同。传统工科以单一专业技术深化为主，新工科则彻底打破学科壁垒，形成“工程+”复合体系，把系统思维、创新能力、国际竞争力作为培养重点，直接服务于新经济发展需求[1,2]。

2.2 新工科人才培养目标的变化

新工科建设以立德树人为引领，秉持应对变化、塑造未来的理念，通过继承与创新、交叉与融合、协调与共享等途径，培养面向未来的多元化、创新型卓越工程人才。为适应这一要求，新工科人才培养目标呈现出以下三方面的显著转变：

(1) 跨界融合能力。新工科强调多学科交叉，要求学生能够整合工程技术与经济、管理、设计等领域知识，在复杂系统中开展协同工作，为应对未来产业的综合化与系统化需求奠定基础。

(2) 创新创业能力。人才培养从知识传授转向问题导向与项目驱动，强调学生在真实工程情境中经历“问题提出—方案设计—迭代验证—成果转化”的完整创新链，提升解决复杂工程问题与价值创造的能力。

(3) 工程系统能力。学生需具备产品全生命周期视野，能够统筹技术可行性、经济性和可持续性，胜任大型工程系统的规划、设计、集成与优化，实现从局部技能向

系统能力的跃升。

2.3 对工程训练提出的新要求

新工科背景下，工程训练应体现时代特征，主动对接经济发展需求和行业技术创新要求，坚持以最先进的理念、最前沿的技术支撑人才培养，持续优化工程训练课程体系，培养兼具行业知识储备和工程实践能力的创新创业人才，从而更好地满足智能制造产业向细分化、差异化方向发展的人才需求。在这一导向下，工程训练呈现出四个关键转变：其一，训练内容由传统验证性实验升级为综合设计性与创新性项目，学生需完成从需求分析、方案论证到加工制造、测试优化的完整工程流程；其二，训练形式由单学科、封闭式训练转向多学科交叉融合，项目覆盖机械、电子、控制、材料等多领域知识，典型任务包括智能机器人系统、数字孪生平台等；其三，训练方式从单纯校内实操拓展为产教协同、虚实融合，广泛引入企业真实工程课题，并依托虚拟仿真、增强现实和工业互联网平台实现线上推演与线下实操的有机统一；其四，训练目标由基本操作技能提升为创新能力与工程素养并重，通过开放性课题、学科竞赛及大学生创新训练计划培养学生的批判性思维、团队协作与工程伦理意识[14-16]。

2.4 传统工程训练中心存在的突出问题

当前多数高校工程训练中心仍沿用传统金工实习模式，与新工科要求存在明显差距。功能定位停留在基础加工技能训练，实践教学仍以车、铣、刨、磨、钻、数控加工、铸造、锻造、焊接、热处理等为核心内容，缺乏复杂工程系统设计环节；设备体系老化，普通机床占主导，数控机床比例偏低，工业机器人、增材制造、数字孪生等智能装备严重不足；教学模式僵化，普遍采用教师示范、学生模仿、统一验收的固定流程，学生被动执行，缺少方案比选与迭代优化空间；产教融合流于形式，企业真实课题难以进入，训练内容更新明显滞后于产业技术前沿。这些问题相互强化，使工程训练中心在人才培养体系中逐渐边缘化，成为新工科建设亟需突破的瓶颈。

3.新工科背景下工程训练中心建设思路

3.1 功能定位

传统工程训练中心长期以行为主义学习理论为支撑，侧重通过重复操作固化技能，形成以验证性、低阶训练为主的传统模式。

这种定位难以满足新工科对工程创新能力培养的需求。依据建构主义与情境认知理论,真实复杂的工程情境才是知识与能力生成的关键环境,创新能力亦是在跨学科协作、开放任务与迭代试错中整体涌现。因此,工程训练中心需从“技能训练平台”转向支撑复杂工程问题求解与创新创业能力生成的综合平台,这一转型构成后续建设的逻辑起点。

在此框架下,工程训练内容与模式正沿着四个方向深化重构:

(1) “大工程”训练。工程训练内容由常规的金工实习、单机技能培训、操作技能培训向现代工程实践、技术集成培训、综合创新实践等转型升级。

(2) 产品全生命周期训练。从单一的工艺知识与加工技能培训转向覆盖产品全生命周期的系统性制造培训。

(3) 数字化、网络化、智能化训练。引入数字孪生、智能装备和协同平台,构建适应数字制造和智能工程发展的训练体系。

(4) 创新与实践能力训练。以真实任务和跨专业协作促进创新意识、实践能力与社会责任感提升,回应人才培养与产业需求之间的脱节,稳步走好“内涵发展、质量提升”的关键步伐。

3.2 空间理念

传统金工实习空间遵循泰勒制生产逻辑:功能高度细分、流程严格线性、管理刚性管控。新工科背景下的空间组织则应遵循生态学原理与复杂系统理论,体现三大核心特征:

(1) 多样性:传统加工、现代制造、虚拟仿真、双创孵化等多种技术生态位并存与互补;

(2) 高连通性:人流、物流、数据流、信息流在物理与数字空间实现无缝循环;

(3) 自组织性:学生与团队可根据项目需求动态重组空间与资源,形成临时协作社群。空间由此从静态的“设备容器”转变为支持项目演化、知识杂交、社群交互的动态“创新栖息地”。任何具体布局方案仅是这一生态理念的不同实现路径,而非终极标准。

3.3 设备逻辑

传统设备配置奉行工具理性:只要能完成规定零件加工即可,设备与学生能力之间是单向利用关系。新工科要求建立“技术-

能力共生”逻辑:

(1) 设备不仅是加工工具,更是学生能力结构化的“脚手架”(scaffolding);

(2) 不同代际技术(传统机床→数控加工→智能制造→虚实融合)构成能力递进的完整物质阶梯;

(3) 体系完备性的判断标准,不在于设备数量或价格,而在于能否支撑学生从“确定性单机操作者”到“不确定性系统创新者与创业者”的全光谱能力跃迁。设备更新与配置因此必须始终围绕“能力生成”这一核心命题展开,而非盲目追求技术最新或最贵。

3.4 治理范式

传统中心采用典型的科层官僚制:课表固定、教师主导、资源封闭、评价单一。新工科背景下的治理范式必须转向“赋能式治理”(enabling governance)与平台型组织理论:

(1) 将项目选择权、资源支配权、时间支配权、成果评价权最大限度下放给学生与团队;

(2) 管理者角色从“指挥者”转变为“平台设计者”与“规则守护者”;

(3) 通过项目库动态更新、智能预约系统、学分柔性认定、成果快速转化通道等制度装置,实现学生、企业、教师、社会资源的高效自发对接与价值共创。开放、项目化、社会化运行不再是管理手段,而是创新能力生成机制在制度层面的必然要求与外在体现。

4. 实践能力培养模式

4.1 实践教学体系重构

新工科强调能力递进与全员覆盖,传统实践教学“碎片化、低阶化、必修为主”的弊端已难以支撑复合型创新人才的培养。在第三章确立的功能定位、空间理念、设备逻辑与赋能治理四大理论框架指导下,本中心系统构建了“三层四类”递进式实践教学体系,如图1所示,形成纵向递进、横向贯通的完整培养链条,确保每位工科学生在校期间至少完成一个跨学科综合项目。

如图1所示:纵向“三层”严格遵循认知规律:第一层重在建立工程感性认识与安全规范,第二层聚焦现代制造技术应用与系统集成,第三层指向复杂工程问题求解与创新创业能力。横向“四类并行渠道”全年级开放学生可根据兴趣与进度随时进入大学生

创新创业训练计划、学科竞赛、开放课题或双创孵化项目，实现“规定动作+自选动作”的有机结合。两者叠加形成“主干清晰、支流灵活”的培养网络，既保证底线能力，又鼓励顶尖创新，为不同层次学生提供个性化成长路径。

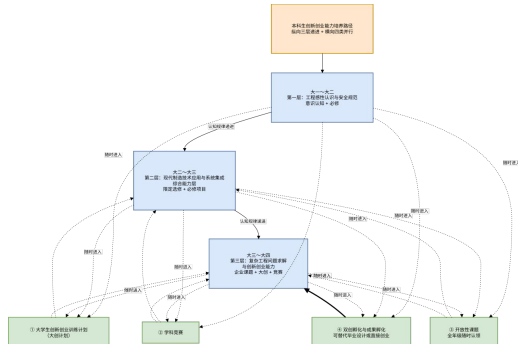


图 1. 学生四年实践能力递进培养路径流程图（实线表示“规定动作”，虚线表示“自选动作”）

4.2 教学模式创新

本中心彻底摒弃“教师讲、学生听、照方抓药”的灌输式教学，全面推行以真实项目为载体、虚实深度融合、双导师全程指导的全流程闭环教学模式，如图 2 所示，实现学生从“被动执行者”到“工程项目主导者”的角色转变。

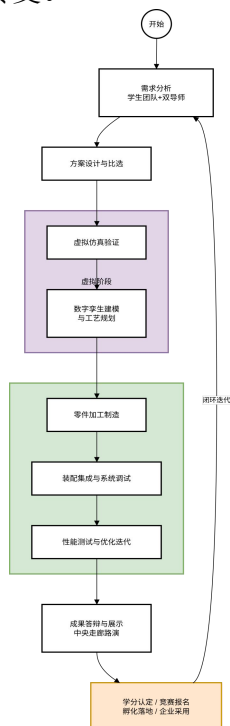


图 2. 项目驱动教学全流程闭环示意图

如图 2 清晰展示，学生以团队形式经历从需求分析、方案比选、虚拟仿真、工艺规划、实体加工、装配调试、性能优化到成果

路演的完整工程链条。其中，运动仿真、工艺验证、数字孪生调试等高耗材、高风险环节全部前置于虚拟仿真区完成，关键零件加工与系统集成则在现代制造区与智能制造区实现，形成“先虚后实、虚实互补、迭代闭环”的最优路径。学生通过统一的移动端平台即可完成设备预约、过程文档提交、远程导师指导与阶段汇报，训练时间与空间约束被彻底打破。该模式不仅大幅降低材料消耗与安全风险，更从根本上培养了学生的系统思维、迭代意识与工程决策能力。

4.3 校企协同育人机制

校企协同是新工科实践教学的必由之路。中心创新性地建立“企业课题常驻、工程师常驻、学生常驻企业”的三常机制，推动校企合作从“点状、短期、礼节性”走向“常态、深度、实质化”。

企业真实课题成为学生项目的主要来源；企业工程师长期驻中心与校内教师共同担任双导师，参与从选题到答辩的全过程；优秀学生则带着中心项目进入企业真实产线，在企业导师指导下完成试制、验证与优化。这种“你中有我、我中有你”的深度嵌入，使学生在校内即可接触企业一线难题，企业也能以极低成本获得创新方案，中心则持续保持技术前沿与课题鲜活，真正实现学生能力、企业效益与中心活力的多赢闭环。

4.4 学生创新能力培养路径

为避免创新教育“只惠及少数尖子生”的老问题，中心设计了四条相互贯通、覆盖不同层次的创新实践路径：

(1) 开放性课题：常年发布、随时认领，适合想“先试水”的学生；

(2) 大学生创新创业训练计划：提供场地、设备、经费与导师全链条支持，适合有较强意愿的学生；

(3) 学科竞赛常设团队：以“互联网+”“挑战杯”、智能制造大赛等为牵引，采取常年训练、重点突破的模式，适合追求高水平成果的学生；

(4) 双创孵化直通：优秀项目直接进入中心创业工位，配备专属创业导师与种子资金，无缝对接学校科技园，适合具备创业意愿的学生。

四条路径难度递增、资源递增、自由度递增，既有关注广度的“普惠路径”，也有追求高度的“拔尖路径”，确保每位学生都能找到适合自己的创新入口与成长出口。

4.5 评价体系改革

传统“出勤+报告”的评价方式已无法反映学生真实能力。中心建立以能力为核心、成长为导向的评价体系：

(1) 评价权重：过程性评价占 70%（含项目日志、阶段汇报、团队互评、导师评价），成果性评价占 30%（功能实现、创新性、工艺水平、答辩表现）；

(2) 评价结果：取消百分制，改为优秀/合格/需改进三级，优秀项目可认定创新学分、替代毕业设计或课程设计，并作为保研加分与就业推荐的重要依据；

(3) 能力档案：为每位学生建立贯穿大学四年的电子实践档案，自动记录项目经历、成果、获奖、专利等信息，形成可量化、可视化的完整能力画像。

该评价体系与前述课程体系、教学模式、校企协同机制形成紧密闭环，真正实现了“以成果换学分、以能力论英雄、以档案伴终生”，为学生终身学习与职业发展奠定坚实基础。

5. 结论与展望

新工科建设为高校工程训练中心指明了转型方向，也提出了明确的能力培养要求。本文系统分析了传统工程训练中心在功能定位、设备体系、教学模式、产教融合等方面与新工科目标的差距，提出中心必须从传统金工实习基地升级为综合性工程创新训练平台，通过空间功能分区、设备体系重构、管理体制创新实现硬件支撑，通过“三层四类”教学体系、项目驱动教学模式、校企三常机制、多路径创新培养、能力导向评价体系实现软件突破。只有完成定位、空间、设备、管理、教学、评价的全链条系统改革，工程训练中心才能真正成为学生跨界融合能力、创新创业能力、工程系统能力养成的核心场域，为卓越工程师培养提供坚实保障。

未来，随着智能制造、数字孪生、工业互联网等技术的持续演进，工程训练中心仍需在师资队伍建设、持续经费投入、校企深度融合、跨校资源共享等方面进一步深化改革。只有保持与产业技术前沿同频共振，工程训练中心才能持续释放活力，成为新工科背景下高校实践教学改革的重要标杆，为国家创新驱动发展战略贡献更大力量。

参考文献

[1] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等

工程教育研究, 2017(3): 1-6.

- [2] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰.以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J].高等工程教育研究, 2019(1): 1-7.
- [3] 顾佩华.新工科与新范式: 实践探索和思考[J].高等工程教育研究, 2020(4): 1-19.
- [4] 唐波, 黄力, 袁发庭等.新工科建设下的专业课程实验教学管理模式改革[J].实验技术与管理, 2019, 36(5): 235-238.
- [5] 赵鹏, 樊晓琳.新工科背景下的“五位一体”工程训练课程教学改革研究[J].广东技术师范大学学报, 2023(3): 95-100.
- [6] 朱玉平, 张学军.基于新工科的工程训练培养体系构建与实践[J].实验技术与管理, 2021(1): 8-11.
- [7] 杨洋, 李金良, 刘思含等.基于创新人才培养的工程训练智能制造实践教学平台的研究与实践[J].中国现代教育装备, 2023(9): 50-52, 59.
- [8] 王秀梅, 韩靖然.新工科背景下工程训练中心存在的问题与实践转向[J].实验技术与管理, 2019(9): 8-11, 18.
- [9] 韩伟, 段海峰, 江丽珍等.新工科背景下高校工程训练中心的建设与管理[J].实验技术与管理, 2020(7): 238-242.
- [10] 苏义祥, 吕松涛, 陈改革等.工科院校专业课实习实践教学模式探讨[J].大学教育, 2015(10): 168-170.
- [11] 贺图升, 黎载波, 刘洋, 等.新工科背景下材料专业实践教学体系建设路径探索[J].教育教学论坛, 2024, (16): 121-124.
- [12] 黄志勇, 郑斌, 王力等.新工科背景下食品专业多样化人才培养模式[J].集美大学学报(教育科学版), 2021, 22(02): 75-80.
- [13] 张敏, 方泳泽.新工科导向的人工智能教学实践[J].集美大学学报(教育科学版), 2020, 21(03): 84-88.
- [14] 赵继, 谢寅波.新工科建设与工程教育创新[J].高等工程教育研究, 2017(5): 6.
- [15] 张现磊.新工科背景下机械类专业实践教学改革与实践[J].设备管理与维修, 2020, (6): 43-45.
- [16] 严金凤, 居里锴, 周成.新工科背景下机械安全虚拟仿真实验教学探索[J].实验技术与管理, 2022, 39(1): 5.