

基于 CDIO-EDIPT 模型与双螺旋机制的《机床数控技术》课程教学模式探索

王 硕 鲁昌国 闫 帅

营口理工学院 机械与动力工程学院, 辽宁 营口 115114

[摘要]面向“新工科”工程能力导向的育人需求, 针对《机床数控技术》课程中课堂模式僵化、内容更新滞后、学习渠道匮乏等突出问题, 文中提出“CDIO-EDIPT 嵌套结构+课内外双螺旋运行机制”的教学新范式。宏观层面以 CDIO 四阶段重构课程模块, 微观层面将 EDIPT 五阶段嵌入教学单元, 形成“任务牵引、路径内嵌、阶段推进”的教学链条。通过课内外双螺旋机制, 实现项目成果转化、竞赛检验、社会实践与资源反哺的动态闭环。课程以企业真实数控加工任务为载体, 搭建“核心概念-细分知识-任务模块”三级递进结构, 并融入思政元素与前沿技术。实践表明, 该范式有效促进了学生工程问题分析能力与知识迁移信心的提升, 推动了课堂形态从单向传授向协作探究转型, 为工程类课程教学改革提供了可推广的本土路径。

[关键词]CDIO; 设计思维 (EDIPT); 双螺旋教学机制; 课程内容重构; 机床数控技术

DOI: 10.33142/fme.v7i9.20609

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

Exploration on Teaching Mode for "Machine Tool Numerical Control Technology" Course Based on CDIO-EDIPT Model and Double Helix Mechanism

WANG Shuo, LU Changguo, YAN Shuai

School of Mechanical and Power Engineering, Yingkou Institute of Technology, Yingkou, Liaoning, 115114, China

Abstract: In response to the educational needs of the "New Engineering" engineering ability orientation, this article proposes a new teaching paradigm of "CDIO-EDIPT nested structure + in class and out of class double helix operation mechanism" to address the prominent problems of rigid classroom mode, lagging content updates, and lack of learning channels in the course of "Machine Tool Numerical Control Technology". At the macro level, the CDIO four stage curriculum module is reconstructed, and at the micro level, the EDIPT five stage is embedded into teaching units, forming a teaching chain of "task traction, path embedding, and stage promotion"; Through the dual helix mechanism of in class and out of class activities, a dynamic closed loop is achieved for project achievement transformation, competition verification, social practice, and resource feedback. The course takes real CNC machining tasks in enterprises as the carrier, builds a three-level progressive structure of "core concepts - subdivision knowledge - task modules", and integrates ideological and political elements and cutting-edge technologies. Practice has shown that this paradigm effectively promotes the improvement of students' engineering problem analysis ability and knowledge transfer confidence, promotes the transformation of classroom form from one-way teaching to collaborative exploration, and provides a scalable local path for the teaching reform of engineering courses.

Keyword: CDIO; design thinking (EDIPT); double helix teaching mechanism; course content reconstruction; NC machine tool technology

引言

制造业是国民经济的主体, 是立国之本、兴国之器、强国之基。当前, 以人工智能、数字孪生、工业互联网为代表的新一代信息技术与制造技术加速融合, 推动全球制造业迈入智能化转型的深水区^[1]。数控机床作为智能制造的核心装备, 其技术水平与人才储备直接关系到国家制造业竞争力^[2]。在这一背景下, 高等教育如何培养适应智能制造需求的数控

技术人才, 已成为工程教育改革的重要课题。

《机床数控技术》作为机械类专业的核心课程, 肩负着培养学生掌握数控系统原理、编程方法与设备操作能力的重要使命。然而, 审视当前课程教学实践, 仍存在若干结构性矛盾亟待破解: 知识传授与能力生成之间缺乏有效衔接, 课程内容更新速度滞后于产业技术演进, 实践教学受限于设备与安全因素而难以深度展开, 统一化的教学安

排难以回应学生个体差异。这些问题的根源,在于传统教学范式尚未完成从“知识本位”向“能力本位”的根本转变。

CDIO 工程教育理念为这一转变提供了系统性框架,其构思-设计-实现-运作四阶段结构能够有效贯通产品全生命周期,引导学生经历完整的工程实践过程^[3]。设计思维中的 EDIPT 流程(共情、定义、构思、原型、测试)则以用户视角和问题导向为核心,为教学活动的微观组织提供了可操作的方法论^[4]。将二者嵌套融合,有望形成“宏观结构引导、微观路径细化”的教学新架构。与此同时,课内教学与课外实践如何形成协同闭环,避免课内学、课外忘的割裂状态,也需要一种能够贯通两条路径的运行机制。双螺旋机制强调两条主线在互动中迭代上升,为课内外协同提供了可借鉴的组织逻辑^[5]。

基于此,本文以《机床数控技术》课程为载体,提出 CDIO-EDIPT 嵌套模型+课内外双螺旋机制的教学范式,探索工程类课程教学改革的可行路径。研究旨在回答三个核心问题:如何通过嵌套模型实现工程能力培养的系统化设计?如何通过双螺旋机制打通课内教学与课外实践的协同通道?如何通过课内外联动提升教学过程的精准性与个性化水平?通过对上述问题的探索,本文力图为新工科背景下工程教育本土化改革提供理论支持与实践参考。

1 课程教学现状与核心问题剖析

《机床数控技术》课程兼具理论抽象性与工程实践性,知识体系涵盖数控系统原理、伺服驱动、检测装置、加工程序编制、机床结构与操作等多个模块。然而,传统教学模式在组织逻辑、内容更新、实践组织与评价方式等方面均存在结构性矛盾,难以适应智能制造背景下对复合型工程技术人才的能力要求。具体而言,当前课程教学面临以下三个核心问题。

1.1 课堂模式僵化, 理论教学与实践应用脱节

课程教学仍延续教师讲解-学生被动接受的传统范式,授课重心过度聚焦于数控编程指令、机床操作面板等静态知识点的传递,缺乏与工程实践深度耦合的学习路径^[6]。学生虽可理解 G 代码、M 代码等术语定义与编程格式,却难以将其迁移至复杂零件加工场景,常出现“理解有余、应用不足”的困境。例如,在数控车削编程教学环节,学生虽能描述基本指令功能,却难以融入工艺路线设计与刀具路径优化的具体任务。与此同时,受限于实验设备台套数、生均实操时间及操作安全隐患,实践环节多停留在仿真验证或单一工序操作层面,缺乏对数控系统调试、故障诊断、工艺优化等核心工程能力的深度训练。学生在学习数控加工工艺分析后,虽能解释各类加工方法的特点,却

难以独立完成基准选择、刀具配置、切削参数设定及程序校验等关键任务。“实操频繁但认知提升有限”的实践模式,使学生难以构建综合工程能力。

1.2 内容体系更新滞后, 学生创新驱动动力不足

当前课程内容体系以传统数控编程与基础机床操作为核心,缺乏对多轴联动加工、高速切削、智能数控系统等新型制造技术的系统更新^[7]。手工编程、单一工序加工等经典要素在教学中占据主导地位,而 CAM 自动编程、五轴加工中心、数控机床联网与远程监控等现代制造关键技术则鲜有介绍。受教材修订周期长与课程结构惯性影响,内容更新缓慢,未能及时反映产业演进趋势,也难以支撑学生创新能力的主动生成。学生在学习中对真实工业场景理解受限,设计视野较窄,工程思维的开放性与前瞻性发展明显不足。

1.3 学习渠道匮乏, 个性化教学难以把握

在传统教学过程中,学习资源的获取渠道主要是教材和教师课堂讲解^[8]。这种渠道的单一性导致学生难以接触到前沿知识、企业真实案例,更不能与工程师直接对话讨论高端核心技能,间接使学生失去学习兴趣,当面对较为复杂学习任务时难以下手。同时,传统实训教学模式常常通过教师集中讲解编程原理或操作示范,而学生则处于被动学习和模仿的状态,忽略了学生的个性化差异和技能掌控能力的不同^[9]。此外,传统教学模式在过程性考核评价方面也面临诸多问题,学生在编程逻辑、操作规范、工艺安排等方面的表现,教师难以进行全面、及时的记录与反馈,教学评价缺乏客观性和精细化标准^[10]。

《机床数控技术》课程在教学组织逻辑、内容更新机制与能力培养策略等方面仍存在断层,尚未构建起以系统能力成长为目标的教学闭环。为有效回应新工科背景下复合型人才培养要求,有必要引入结构明晰、能力导向、任务牵引的教学新范式,重构知识模块组织方式与课堂推进路径,打造覆盖“知识掌握-能力生成-素养内化”的立体育人体系。

2 教学改革思路与实施方案

针对上述三个核心问题,本文提出“CDIO-EDIPT 嵌套结构+课内外双螺旋运行机制”的教学范式,从课程内容重构、教学路径设计、教学项目实施三个层面系统推进改革。其中,课程内容重构旨在回应内容更新滞后与创新驱动力不足的问题;教学路径设计旨在破解课堂模式僵化与理论实践脱节的困境;教学项目实施则通过课内外联动与过程性反馈,解决学习渠道匮乏与个性化教学难以把握的难题。三者形成“内容-路径-实施”递进联动的改革框架。

2.1 课程内容重构：模块化架构与三级递进机制

课程目标在知识目标与能力目标之外，同步设定价值目标，引导学生理解数控技术自主可控对国家制造业的战略意义。课程打破按章节分布、以知识堆叠为主的组织方式，构建以工程任务为轴心、以系统能力生成为目标的模块化教学架构。如图 1 所示，以企业典型数控加工难题为引入基础，搭建“核心概念-细分知识-任务模块”三级递进机制。原有数控编程基础、机床结构、伺服驱动、加工工艺分析等内容经横向解析后，依据产业前沿需求与真实岗位任务，整合为“典型轴类零件数控车削编程”“典型凸台零件数控铣削编程”“数控机床精度检测与补偿”“数控机床故障诊断与维护”“CAM 自动编程与仿真验证”等工程项目单元，实现理论知识与行业任务的系统性嵌接。各单元均配套企业真实任务书、工艺规范与评价标准，使学生在完成具体项目的过程中自然建构知识体系，推动教学内容从“知识本位”向“任务驱动”转型。

围绕上述价值目标，课程在内容重构中同步融入思政元素。以“实干兴国、科技强国”为育人主线，将高端数控机床自主研发历程、航空航天精密加工案例等素材嵌入教学环节，构建“国家需求-技术攻关-学生使命”的价值传递路径，强化学生的职业责任感与专业归属感。

2.2 教学路径设计：嵌套模型与双螺旋运行机制

课程顶层以 CDIO 四阶段（构思、设计、实现、运作）

构建宏观能力递进框架，并将 EDIPT 五阶段（共情、定义、构思、原型、测试）内嵌于各 CDIO 阶段之中，形成“任务牵引-路径内嵌-阶段推进”的教学链条。以“数控铣削编程”单元为例，构思阶段引导学生通过共情理解与问题定义，明确零件加工需求与约束条件；设计阶段侧重“问题定义-构思创造”，组织学生完成工艺路线规划与刀具路径设计；实现阶段对应“原型实施”，要求学生将方案转化为可执行的数控程序并完成仿真验证；运作阶段则强化“测试评价”，通过加工结果检测与程序优化实现迭代改进。CDIO-EDIPT 嵌套模型如图 2 所示，由此可实现微观问题解决机制与宏观工程项目流程的有机融合。

在此基础上，构建课内教学与课外实践联动的双螺旋机制。如图 3 所示，课内以“需求导入-内容重构-创意驱动-评价反哺”为主线，引导学生完成从知识掌握到工程实现的教-学-做-评全过程。仍以“数控铣削编程”为例，课内环节通过企业真实零件图纸导入需求，组织学生完成工艺卡编制、程序编写与仿真验证，并依据仿真结果与教师反馈进行方案迭代。课外沿“成果转化-竞赛检验-社会实践-教材升级”路径展开，学生将课内完成的铣削编程方案延展至工程竞赛、企业零件试制或创新训练营，优秀程序与工艺方案纳入课程案例库，实现课堂任务与社会实践的双向链接。双螺旋路径通过内部教学与外部拓展的同步推进，使知识学习、能力训练与社会服务形成有机整体。

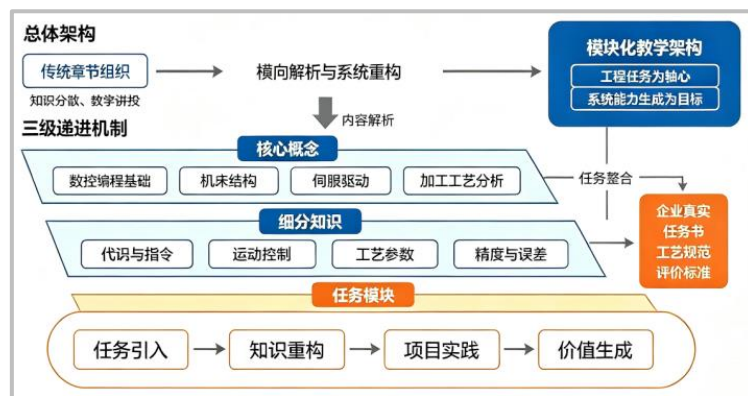


图 1 模块化架构与三级递进机制

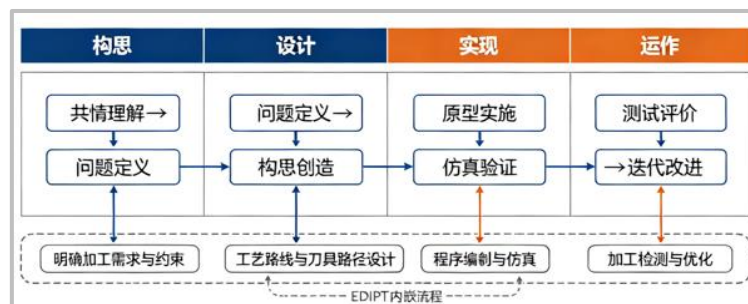


图 2 CDIO-EDIPT 嵌套模型

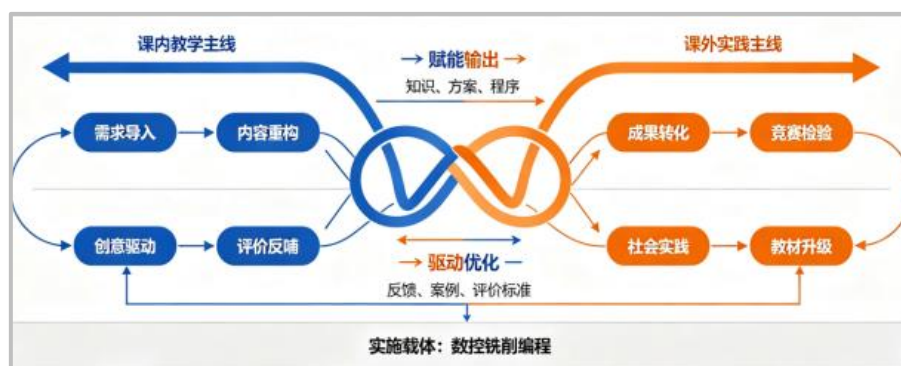


图3 课内外双螺旋运行机制

2.3 教学项目实施：典型零件数控铣削编程与加工

该项目以 CDIO 四阶段为宏观框架、EDIPT 五阶段为微观流程，通过课内外双螺旋机制实现成果迁移与反馈反哺，组织学生完成从问题分析到加工验证的全过程。共情理解阶段，学生研读企业委托的铣削零件任务书，结合模具型腔、箱体端面等典型加工案例视频，感知数控铣削在智能制造中的关键技术作用，激发工程共情与学习动机。问题定义阶段，围绕“轮廓精度与加工效率”解析零件几何特征、材料切削性能、刀具可达性及装夹约束等关键参数，形成工艺输入条件。构思创造阶段，各小组围绕刀具路径规划、切削参数选择、装夹方案改进等展开方案创新，通过 CAM 建模与仿真遴选可行性方案。原型实施阶段，使用数字仿真与数控编程软件进行程序校验，在教师指导下完成实际铣削加工，形成实体样件；教学团队提供工艺模板与操作规范，保障从设计构想到实体实现的平稳落地。测试评价阶段，围绕尺寸精度、表面质量、加工效率进行功能性验证，通过小组互评、教师反馈与答辩展示，帮助学生发现工艺缺陷与思维盲点，建构“构思-试制-评估-改进”的系统性工程循环。

项目通过双螺旋机制实现成果课外迁移。部分学生将铣削工艺成果用于工程竞赛、企业产品试制或创新训练营，在真实工程情境中检验方案可行性并持续优化。优秀方案纳入校内教具资源体系，反哺教学案例库与课程资源系统。教师团队依据课外实践反馈持续修订任务书与评价标准，实现教学内容的迭代升级，充分体现课内-课外双螺旋协同机制对于能力迁移、成果转化与教学演进的综合驱动作用。

3 课程改革成效

3.1 学生能力发展成效

为检验教学改革对学生综合能力建构的实际影响，课程团队于 2025—2026 年度第二学期末组织匿名问卷调研（回收有效问卷 96 份）。调查采用五级 Likert 量表（1 代表“完全不同意”，5 表示“非常同意”），围绕教学模式

认同、学习行为转变、工程能力提升和素养内化效果四个维度共计 8 个问题，系统评估 CDIO-EDIPT 嵌套结构与双螺旋机制的实施效果，结果如表 1 所示。

表 1 课程改革成效学生端问卷题目及数据统计

维度	问题	比例（≥4 分）
教学模式认同	问题 1：CDIO-EDIPT 嵌套结构使学习路径清晰可循	96.9%
	问题 2：课内外双螺旋机制增强了学习与工程实际的关联感	94.8%
学习行为转变	问题 3：课前微课与任务单驱动我主动完成预习任务	92.7%
	问题 4：虚拟仿真训练促使我反复调试程序直至验证通过	90.6%
工程能力提升	问题 5：企业真实项目提升了我解决复杂工程问题的能力	95.8%
	问题 6：数控铣削工艺方案设计增强了我对工艺系统的把握	91.7%
素养内化效果	问题 7：思政案例使我更深刻理解数控技术自主可控的意义	93.8%
	问题 8：我愿意在课外继续参与数控技术相关的创新实践	89.6%

数据显示，“CDIO-EDIPT 嵌套结构使学习路径清晰可循”获得 96.9%的高认可度，表明结构化教学框架有效降低了学生在复杂知识体系中的认知负荷。“企业真实项目有效提升了我解决复杂工程问题的能力”认可度达 95.8%，“数控铣削工艺方案设计增强了我对工艺系统的整体把握”达 91.7%，反映出项目驱动与工艺系统训练对工程能力建构的显著促进作用。学习行为层面，92.7%的学生认同课前任务单驱动自主预习，90.6%的学生在虚拟仿真中表现出反复调试程序的主动行为。素养内化层面，93.8%的学生通过思政案例加深了对数控技术自主可控战略意义的理解，89.6%的学生愿意在课外持续参与数控技术创新实践。上述结果表明，CDIO-EDIPT 嵌套结构与双螺旋机制在认知建构、行为转变与价值内化三个层面均产生了积极成效。

3.2 课堂生态与学习行为变化

除问卷数据外,教学团队通过课堂观察记录与教师研讨,进一步梳理课堂生态的变化。观察发现,传统“教师讲、学生听”的单向传授模式被“任务驱动、协作探究”的互动模式取代。课中环节,学生以小组为单位围绕企业真实零件图纸展开工艺方案讨论、程序编制与仿真验证,教师角色从知识传授者转变为学习引导者与项目顾问。课堂观察记录显示,学生主动提问频次明显增加,小组内围绕刀具路径规划、切削参数选择等问题的讨论深度显著提升。虚拟仿真平台的引入使学生能够在安全环境中反复试错,程序调试从“一次成型”转变为“迭代优化”,学习行为呈现出更强的探究性与自主性。课后环节,学生通过平台提交工艺文件与仿真报告,教师依据学情数据进行个性化反馈,形成“课中实践-课后反思-下次课改进”的良性循环。

3.3 课程资源建设与教学模式推广

课程改革带动了教学资源的系统化建设。教学团队围绕模块化项目单元开发了配套的任务书、工艺规范、评价量表与微课视频,形成可复用的教学资源包。知识图谱与动态案例库的初步构建,使课程内容与产业前沿保持同步更新成为可能。改革经验已在校内机械类专业群中产生辐射效应,部分教师将 CDIO-EDIPT 嵌套结构与双螺旋机制的教学思路迁移至其他专业课程,形成跨课程的教学改革联动。学生课外创新实践成果逐步积累,优秀铣削工艺方案被纳入课程案例库,反哺教学内容的持续迭代。

4 结语

《机床数控技术》课程作为机械类专业的核心课程,承担着培养学生数控加工能力、工艺素养与创新意识的重要任务。针对传统教学中课堂模式僵化、内容更新滞后、学习渠道匮乏等突出问题,本文提出“CDIO-EDIPT 嵌套结构+课内外双螺旋运行机制”的教学新范式,从课程内容重构、教学路径设计与教学项目实施三个层面系统推进改革。课程以真实工程任务为牵引,以模块化项目单元替代传统章节讲授;通过 CDIO 四阶段与 EDIPT 五阶段的嵌套融合,实现宏观能力框架与微观教学路径的精准对接;借助课内课外双螺旋机制,打通知识学习、工程实践与社会服务的协同通道。

教学实践表明,该范式有效提升了学生的工程问题分析能力与知识迁移信心,促进了学习行为从被动接受向主动探究转变,推动了课堂形态从单向传授向协作探究转型。教师教学理念同步更新,课程资源建设逐步系统化,改革经验在校内产生辐射效应。同时本研究仍存在一定局限:

样本规模有限,仅覆盖单门课程的单轮教学实践,缺乏长期追踪与多课程对比验证;成效数据以学生自我报告为主,未来需结合标准化测试与用人单位反馈加以补充。未来,团队将继续优化知识图谱与动态案例库的更新机制,探索该范式在更多专业核心课程中的适用性,为“新工科”背景下工程教育高质量发展提供可推广的本土经验。

基金项目: 本论文为 2025 年营口理工学院校级教改项目《机床数控技术课程 AI 赋能教学方法创新与实践研究》(编号: JG202505) 和 2025 年营口理工学院校级智慧课程《机床数控技术》(编号: ZHKC202506) 的研究成果。

[参考文献]

- [1]李永强,高刚刚,陆学斌,等.代理模型在数控机床领域的应用及发展综述[J].机械研究与应用,2025,38(3):174-180.
 - [2]欧阳陵江.基于“学习产出”的“岗课赛证”融通人才培养模式研究与实践——以高职数控技术专业为例[J].湖南工业职业技术学院学报,2025,25(2):69-76.
 - [3]王晨亮,彭成,李荣幸,等.基于 CDIO 理念的工程实训——以数控铣削模块为例[J].模具制造,2025,25(8):47-49.
 - [4]张妮,彭蝶,吉鑫,等.数字化教学设计框架构建及应用实证研究——基于 EDIPT 设计思维模型[J].中国电化教育,2025(8):108-116.
 - [5]郭峰,张龙,郑祎琳.基于 CDIO-EDIPT 模型与双螺旋机制的工程类课程教学模式探索[J].天津职业院校联合学报,2026,28(7):29-35.
 - [6]邢剑飞,王旭峰,王龙,等.基于 CIDO 理念的数控技术课程思政的教学改革探索与实践[J].大学,2025(11):125-128.
 - [7]孙增晖.黄炎培职教思想指导下的高职数控技术专业人才培养模式创新研究[J].农机使用与维修,2025(10):128-132.
 - [8]张鹏,廖儒娟,刘世国,等.产教融合背景下多轴数控编程与加工课程建设路径研究[J].武汉船舶职业技术学院学报,2024,23(5):47-52.
 - [9]周乐峰,赵春芳.基于德国工业技师本土化模式下数控技术专业人才培养模式改革研究[J].模具制造,2026,26(2):54-59.
 - [10]高英敏,王文明,王新彦,等.基于科教融汇的模块化课程教学改革与实践——以数控加工技术课程为例[J].河北科技工程职业技术大学学报,2026,43(2):7-12.
- 作者简介: 王硕(1989—),男,满族,辽宁北宁人,营口理工学院专任教师,研究生,硕士学位。研究方向为高端数控机床智能运维。