

工程教育认证下自动化导论产教融合改革实践

郭恭*, 刘德义, 孙鹤
首钢工学院本科教育学院, 北京, 中国
*通讯作者

【摘要】围绕《自动化导论》课程在产教融合、思政融入及自主学习能力培养方面存在的问题, 依托首钢集团平台优势, 从教学内容、教学模式和评价体系三个维度开展改革探索, 包括开发模块化案例资源、邀请企业专家参与教学、将科学家精神与劳模事迹融入课程思政、构建“课堂+现场+竞赛”立体化教学模式、建立过程性与终结性相结合的评价机制, 并引入高水平学术会议资源拓展学生视野。改革实施后, 学生在专业认知、学习主动性及工程报国意识方面均有明显改善, 课程评价方式也实现了平稳过渡。

【关键词】工程教育认证; 自动化导论; 产教融合; 课程思政; 教学改革

【基金项目】首钢工学院 2024 年教育科学研究课题(编号: SG2024JY-09); 北京市高等教育学会 2024 年立项重点课题(编号: ZD202424)

1.引言

2016 年, 我国正式成为《华盛顿协议》成员, 标志着工程教育认证体系与国际标准实质等效。《华盛顿协议》的核心是“学生中心、产出导向、持续改进”[1]。据教育部官方公布的数据, 截至 2024 年底, 全国累计有 322 所高校的 2441 个专业通过认证, 其中自动化专业占据 110 席。工程教育专业认证要求课程体系、师资队伍、办学条件等均围绕学生毕业能力达成展开[2], 其根本出发点是产出导向(OBE), 即从“教师讲授了什么”转向“学生真正掌握了什么”。

产教融合作为联结人才培养与产业需求的核心机制, 已在国家政策层面得到明确强调。欧阳河等将产教融合界定为“产业与教育的融合”, 其基本标志是产生新的产教融合体[3]。沈绮云等构建的产教融合目标达成度评价指标体系涵盖了组织保障、行业企业投入、多元化办学体制、校企协同育人等多个维度[4]。

首钢工学院自动化专业设立于 1978 年, 是学校传统优势专业之一。该专业遵循 OBE 理念, 按照“产教融合、创新驱动、协同育人”的思路, 致力于培养高素质应用型技术人才。《自动化导论》作为专业入门课程, 被纳入“校企合作开发课程”体系, 主要帮助新生建立专业认知框架、明确学习方向。但该课程在教学实践中暴露出三方面问题: 一是课程内容与行业实际存在距离, 学生较难理解自动化技术的工程应用场景; 二是思政

元素融入方式较为生硬, 对学生价值引领的效果有限; 三是课堂仍以教师单向讲授为主, 学生缺乏自主学习和主动探究的机会[5]。针对上述不足, 课程团队于 2025 级教学中启动了系统性的改革工作, 2024 级仍按原有模式进行教学, 以便开展对比分析。

2.改革总体框架

改革从产教融合、思政融通、学教融动三个方向切入。三者分别对应课程内容来源、价值引领方式和教学组织形式, 各有侧重, 也存在交叉。课程结构的合理性是支撑毕业要求达成的基础[6]。图 1 展示了课程改革的整体框架。



图 1.课程改革“三融合”总体设计框架

3.改革实践举措(2025 级)

3.1 案例模块化建设

教学团队由校内专任教师与企业技术骨干联合构成, 双方在内容衔接、案例筛选及

考核标准制定等环节保持常态沟通。课程开发的起点，是将首钢产线资源转化为教学素材。施晓秋等指出，产教融合需要在培养目标确定、培养方案编制、培养条件建设、培养过程实施、培养质量评价等关键环节中融入产业信息和资源要素[7]。本课程以企业生产任务为载体设计教学案例，按“单机控制—产线集成—系统监控”的递进逻辑，从首钢产线中筛选出三个典型场景构成教学模块。三个模块分别对应不同的教学目标与能力层次（表1）。

表 1. 首钢案例模块与课程内容、岗位技能对应关系

模块名称	案例内容	对应课程知识点	对应岗位技能
冷轧 AGC 控制系统	首钢冷轧带钢厚度自动控制	给定值、被控量、控制器、执行机构四类要素的控制逻辑与相互关系	对照产线设备识别控制系统各组成部分
MCCR 全连续智能产线	首钢京唐多模式连续铸轧	从单机控制到全流程集成的技术演进路径	基于产线流程图说明各环节控制任务
智能检化验中心	首钢冷轧智能检化验中心全流程自动化检测系统	检测技术、工业网络、数据采集与监控	根据检化验流程识别关键数据节点并解释其监控功能

各模块侧重不同的教学内容。模块一借助冷轧 AGC 系统讲解控制系统的构成要素，帮助学生建立对反馈控制的基本认知。模块二以 MCCR 产线为背景，呈现自动化技术从单机控制到全流程协同的发展脉络。模块三围绕智能检化验中心，介绍现代检测技术在生产现场的应用情况[8]。

3.2 企业师资引入

校企合作资源库依托首钢集团下属的六家单位建立，包括首钢技术研究院、北京首钢自动化信息技术有限公司、北京首钢冷轧薄板有限公司、首钢吉泰安新材料有限公司、安川首钢机器人有限公司及首钢京唐公司（表2）。这六家单位的业务覆盖了技术研发、系统集成、产线装备制造与运维等环节，基本能够支撑课程在智能制造与自动化生产工艺方向的专题讲授需求。2025 级教学中，每学期依据讲座主题从中选择 2-3 家企业轮流参与课堂教学。2024 级未安排此类活

动。

企业技术骨干进入课堂，主要弥补校内教师在产线实际操作经验方面的不足。唐未兵等将这一模式概括为“双主体”育人，其操作要点包括共建培养平台、共商教学计划、共组指导队伍[9]。落实到本课程的具体做法是：企业专家的讲授内容与课程的理论知识形成互补，针对特定章节提供产线现场的案例支撑和技术解释。表 2 列出了各企业的合作形式与参与环节。

表 2. 校企合作企业库

合作企业名称	合作形式	参与环节
首钢技术研究院	专题讲座、案例分享	课堂教学、专题讲座
北京首钢自动化信息技术有限公司	专家讲座、案例提供	课堂教学、案例教学
北京首钢冷轧薄板有限公司	专题讲座、案例分享	课堂教学、专题讲座
首钢吉泰安新材料有限公司	专题讲座、案例分享	课堂教学、专题讲座
安川首钢机器人有限公司	专题讲座、技术介绍	课堂教学、专题讲座
首钢京唐公司	专题讲座、案例分享	课堂教学、专题讲座

3.3 学术视野拓展

学术视野拓展环节旨在帮助学生建立课程内容与产业前沿之间的关联。课程依托中国自动化大会线上平台，从中筛选与《自动化导论》教学内容关联度较高的主旨报告与专题论坛，内容涉及智能控制、工业机器人、人工智能与自动化融合等方向，组织 2025 级学生收看。学生需围绕感兴趣的方向撰写学术笔记，记录该方向与课程所学内容之间的对应关系。调查显示，超过 85% 的学生认为该项活动拓宽了对专业前沿的认识，部分学生在后续作业中主动引用“具身智能”“数字孪生”等新概念。2024 级未开展此项活动。

3.4 教学模式改革

思政内容附着于技术讲授过程推进，不单独设模块。讲授控制理论发展史时，以钱学森回国后推动系统工程落地的经历为线索，呈现自动控制学科与国家重大工程之间的关联。以洲际导弹发射控制系统为案例，讨论控制理论在极端约束条件下的工程实现方式。讲授工程师职业素养时，以首钢劳动模范在一线坚持技术改进的经历为素材，阐

释职业伦理与工匠精神——前者指向国家需求与系统实现的维度，后者指向工程伦理与价值判断的维度。通过将思政教育与专业发展有机结合，引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观，牢记科技报国的家国情怀和使命担当[10]。

课堂教学围绕控制系统的基本构成展开。学生分组查阅资料，就典型自动化系统的结构组成进行专题汇报，梳理给定值、被控量、控制器、执行机构四类要素在不同系统中的分布规律与关联方式。并注重与后续实习环节的衔接，组织学生在学期末的认识实习中，前往北京首钢冷轧薄板有限公司，现场观摩从钢卷到成品板卷的生产流程，并参观智能检化验中心，将课堂理论与生产实践进行对照。

课程中设置竞赛启蒙板块，介绍“西门子杯”智能制造挑战赛、“蓝桥杯”信息技术大赛等自动化专业相关赛事，邀请往届获奖学生分享参赛经验，结合高年级学生参赛经历与获奖情况进行讲解，引导学生了解专业能力转化为竞赛成果的可能路径，激发低年级学生参与学科竞赛的兴趣。学生参赛情况如表 3 所示。

表 3.学生竞赛参与及获奖统计

竞赛名称	参与 年级	参与形式	改革后报名 和获奖情况
“西门子杯”通识赛项	大一、大二	自主学习、教师指导、组队参赛	12 人报名
“西门子杯”数字孪生赛项	大二	自主学习、教师指导、组队参赛	6 人报名
“蓝桥杯”EDA 设计与开发赛项	大一、大二	自主学习、教师指导、组队参赛	北京市二等奖 2 项、三等奖 3 项
创新创业大赛	各年级	项目驱动、教师指导、组队参赛	15 人报名

3.5 课程评价体系优化

两届学生的评价方式均由平时成绩与期末大作业两部分构成。2025 级平时成绩调整为四项：课堂研讨参与度（10%）、案例汇报（15%）、竞赛心得（10%）和平常作业（5%）。案例汇报要求学生选取首钢某生产场景绘制控制系统框图并说明控制逻辑，竞赛心得记录听取大赛介绍后对专业竞赛体系的认知与学习收获。四类来源分别对应口头表达、书面分析、反思总结与基础巩固四个

维度，与 2024 级考勤加作业的评价方式相比评价依据更加多元。期末考核方面，2024 级采用课程大作业形式；2025 级在此基础上嵌入“学业+职业”规划模块，要求学生结合课程内容与企业讲座撰写学业安排与职业发展设想报告。企业专家以口头反馈方式参与专题讲座环节的学生表现评价，不折算分数。工程教育认证强调对学习过程的持续评价与反馈，上述调整与此要求一致[11]。改革前后差异见表 4。

表 4.课程评价方式对比

评价维度	改革前 (2024 级)	改革后 (2025 级)
平时成绩占比	40%（考勤 10%+作业 30%）	40%（研讨 10%+案例汇报 15%+竞赛心得 10%+平时作业 5%）
期末考核形式	大作业（60%）	大作业（嵌入“学业+职业”规划维度，60%）
评价主体	任课教师	任课教师+学生互评+企业专家

4.改革实施效果

2024 级入学时对自动化专业“比较了解”或“了解”的学生占 6%，“完全不了解”的占 34%；2025 级这两项指标分别为 69%和 6%。竞赛参与方面，2025 级“西门子杯”报名人数（18 人）高于 2024 级（8 人），“蓝桥杯”报名由 4 人增至 10 人，获奖从三等奖 3 项变为二等奖 2 项、三等奖 3 项。2025 级期末大作业中，63%以上的学生在职业目标栏填写“投身智能制造”或“服务国家战略”相关表述。

学业成绩方面，2024 级平均分 88.73，最高 96.40，最低 71.00，优秀率（≥85 分）75%；2025 级平均分 86.62，最高 98.40，最低 60.50，优秀率 55.9%，两届均无不及格。考核标准调整后成绩分布离散度增大，最高分上升、最低分下降、平均分微降，新的评价方式在一定程度上增强了区分度。

学生学术视野得到拓展，借助中国自动化大会线上资源，2025 级学生对“智能制造”“具身机器人”等前沿方向有了初步认知。83%的学生认为课程帮助他们了解了自动化领域的新进展，而 2024 级该比例仅为 25%。学生在论文中主动使用“具身智能”“智能控制”等术语的频率也有明显上升。

5.结论

本课程改革以工程教育认证理念为指导，依托首钢集团产教融合资源，从教学内

容重构、教学模式创新、评价体系优化三个维度对《自动化导论》课程进行了系统性调整。从实施效果来看,将企业的真实案例、科学家的精神与劳动模范的事迹融入课堂教学,能够有效提升新生的专业认同感、学习主动性及工程报国意识。

从产教融合视角看,本次改革通过引入企业真实案例、企业专家进课堂、生产现场参观等方式,将产业需求融入课程教学各环节。这一路径——以行业龙头为依托、以真实案例为载体、以双师协同为保障——对具有行业背景的应用型本科院校及职业本科、高职院校的工程类专业导论课程改革具有一定参考价值。改革形成的“三融合”框架(产教融合、思政融通、学教融动)可供同类院校借鉴。后续研究可将经验推广至《过程控制系统》《PLC与组态技术》等课程,并通过长期跟踪评估改革对学生职业发展的持续影响。

研究局限性。本研究的局限性主要体现在以下方面:其一,样本范围较小,仅以首钢工学院2024级(对照)与2025级(改革)两个班级为研究对象,结论的普适性有待进一步检验;其二,观察周期较短,仅为一个学年,尚不足以评估改革的长期效应;其三,未设置随机对照组,难以完全排除教师投入度变化、学生自然成长等潜在变量的干扰。后续研究拟通过扩大样本规模、延长追踪周期及优化实验设计等方式加以改进。

参考文献

[1] 孟祥虎,孔庆凯,李飞,等.工程教育认证下的自动化专业课程体系建设方案研究[J].赤峰学院学报(自然科学版),

2022, 38(3): 111-113.

[2] 刘坤,陈桂,石建全,等.工程教育认证背景下自动化专业建设改革与课程体系优化探索[J].中国电力教育,2024(4): 56-58.

[3] 欧阳河,戴春桃.产教融合的内涵、动因与推进策略[J].教育与职业,2019(7): 51-56.

[4] 沈绮云,欧阳河,欧阳育良.产教融合目标达成度评价指标体系构建——基于德尔菲法和层次分析法的研究[J].高教探索,2021(12): 104-109.

[5] 张永平,张翔宇,段小丽,等.“金课”背景下自动化专业导论课程教学改革[J].中国电力教育,2020(1): 69-70.

[6] 胡哲源,张焕龙,姜利英,等.工程教育专业认证体系下的自动化专业建设研究[J].郑州轻工业学院学报,2018(287): 58-62.

[7] 施晓秋,徐赢颖.工程教育认证与产教融合共同驱动的人才培养体系建设[J].高等工程教育研究,2019(2): 33-39.

[8] 孙建华.首钢冷轧智能检化验中心检测效率提升20%准确率达99%[N].首钢日报,2025-08-01(A02).

[9] 唐未兵,温辉,彭建平.产教融合理念下的协同育人机制建设[J].中国高等教育,2018(8): 14-16.

[10] 苏东彦,张玲艳.应用型本科院校自动化专业导论课程的教学思考[J].科教文汇,2023(11): 112-115.

[11] 冯宝,何婧.新晋本科“自动化专业导论”教学设计及教学评价探究[J].教育观察,2019,8(7): 123-125.