新工科背景下测控专业毕业设计选题改革与实践

洪树亮 袁勇 张建鹏 周天佑
新疆工程学院 控制工程学院，中国 ·新疆 乌鲁木齐 830023

摘要：针对测控专业毕业设计选题脱节、真实性不足、能力指向不清，以艾默生过程控制数字化工厂实验室为平台，探讨 DCS 与过程控制真实问题向课题转化路径。针对选题内循环、定位错位、系统级缺失等缺陷，提出“痛点采集 – 教学转化 – 课题匹配 – 实施指导 – 反馈迭代”五环节机制，构建“设备 – 回路 – 系统 – 管理”四层次模型并对应核心能力，结合变送器漂移、回路振荡、报警泛滥等实例，说明企业痛点向可实施、可评价、可迭代课题的转化方法。

关键词：测控技术与仪器；毕业设计；选题优化；DCS；过程控制；校企协同

Reform and Practice of Graduation Project Topic Selection for Measurement and Control Major under the Background of New Engineering

Hong Shuliang, Yuan Yong, Zhang Jianpeng, Zhou Tianyou
School of Control Engineering, Xinjiang Institute of Engineering, China Xinjiang Urumqi 830023

Abstract: Addressing the issues of disconnected topics, insufficient authenticity, and unclear competency orientation in graduation design selection for the Measurement and Control major, paper explores the transformation path from DCS and process control real-world problems into research topics using the Emerson Process Control Digital Factory Laboratory as a platform. To tackle defects as internal circulation of topics, misaligned positioning, and lack of system-level integration, a five - stage mechanism of "pain point collection - teaching transformation - topic - implementation guidance - feedback iteration" is proposed. A four-level model of "equipment - loop - system - management" is constructed and mapped to core competencies. with practical cases such as transmitter drift, loop oscillation, and alarm flooding, the paper illustrates the transformation method of converting enterprise pain points into implementable, evaluable and iterative research topics.

Keywords: Measurement and control technology and instrumentation; Graduation design; Topic optimization; DCS; Process control; School-enterprise collaboration

0 引言

毕业设计是本科工程教育中综合性最强、实践性最突出的环节，集中检验学生知识整合、工程实践、问题分析与创新能力[1]。对测控技术与仪器专业而言，毕业设计应在工业现场情境中体现“测量 – 传输 – 处理 – 控制 – 执行”全链条能力，而非仅限仿真或程序设计[2]。然而，当前部分选题仍偏重教材来源、算法仿真或单一系统设计，存在任务边界预设化、成果形式单一化倾向，缺少对仪表误差、执行机构非线性、报警管理、设备诊断等真实工程问题的接触。

从专业定位出发，测控核心优势在于工业测量、智能仪表、过程控制和系统状态综合分析，而非局限于控制算法[3]。流程工业中的变送器漂移、阀门粘滞、回路振荡、报警泛滥、DCS 数据利用不足等问题[4]，具有较强的工程真实性和综合性，构成毕设选题的重要来源。艾默生数字化工厂实验室配备 DCS、智能仪表、阀门定位器及过程对象，可为学生提供接近工业现场的环境。其价值应超越基础实训，通过校企协同将企业 DCS 痛点转化为具备教学适配性的课题，形成动态更新的课题库与育人机制。

基于此，本文以艾默生实验室为平台，围绕“企业真实 DCS 与过程控制问题向可实施、可评价、可持续迭代的毕设选题转化”这一核心问题，提出五环节选题优化机制，并结合典型案例说明实施路径。

1 测控技术专业毕业设计选题的现实困境

当前选题源于内循环，同质化严重（如大量“模糊 PID 液位控制仿真”），缺乏对传感器误差、执行器死区等实际约束的认知；训练重点与测控“感知 – 传输 – 处理 – 控制 – 执行”全链条能力错位，偏向算法仿真，弱化仪表、通信、诊断等核心内容，而真实 DCS 问题常多因素耦合，算法中心难以覆盖；系统级工程问题普遍缺失 – 仪表

异常经回路、报警、操作传导影响全局，需在完整链条中理解，无法简化为单一故障，构成结构性短板。艾默生实验室集成 DCS、智能仪表、阀门及设备管理软件，可支撑组态监控、趋势分析、仪表诊断、阀门测试、多回路控制及报警管理，具备转化中间平台潜力，关键在于建立可持续机制，使真实问题系统性沉淀为可实施、可评价、可迭代的毕设课题。

2 企业 DCS 应用痛点的教学转化逻辑

2.1 企业痛点的内涵界定

本文所称“企业 DCS 应用痛点”，是指企业在 DCS 运行、过程控制、仪表维护、设备诊断和报警管理过程中反复出现，并对生产稳定性、产品质量、安全运行或运维效率产生不利影响的工程问题[5]。“痛点”不同于一次性故障，而痛点往往具有持续性、重复性和结构性特征，需要通过数据分析、机理判断、方案优化和验证改进等过程加以解决。

2.2 从工程问题到教学课题的三重转化

企业痛点不能直接作为毕业设计题目使用，必须经过教学化处理。其核心原则是：保留工程问题本质，重构教学实施场景。

2.2.1 场景转化：由现场工况转向实验室可控工况

工业现场条件复杂，受到生产节奏、安全规范、设备权限和环境变化等多重约束。毕业设计在校内实施时，应将问题转化为实验室中可复现、可模拟或可近似验证的情境。例如，某企业存在“冬季低温条件下差压变送器零点偏移”的问题。毕业设计不宜直接要求学生在企业现场跨季节跟踪测试，而可转化为“不同环境温度下差压变送器测量稳定性测试及补偿方法研究”。在不完全复制现场条件的前提下，保留“环境因素影响测量精度”的工程本质。

2.2.2 任务转化：由开放式任务转向结构化任务

企业工程问题边界模糊、复杂且周期不定，而毕业设计需明确时间安排、阶段成果与评价标准。教学转化需将问题拆分为文献调研、数据采集、现象复现、原因分析、方案设计、实施验证等结构化任务单元。以“回路微幅振荡”为例，可转化为“基于 DCS 趋势与设备诊断的振荡根因定位与治理方案验证”课题，使学生在直面工程复杂性的同时，具备可执行、可检查的操作路径，既保留工程本质，又保障可操作性与评价可控性。

2.2.3 评价转化：由结果评价转向能力评价

企业评价方案重结果性指标（报警下降、回路稳定、能耗降低），但毕业设计应关注过程能力，包括问题界定、假设提出、验证方案设计、数据支撑、可实施性建议及规范成果（论文、图纸等）。评价重心从“结果优劣”转向“过程质量”，突出学生的分析逻辑与工程判断力。

3 面向企业痛点的毕业设计选题优化机制

3.1 总体框架

基于企业问题驱动、教学适配转化和持续改进的原则[6]，构建“痛点采集 – 教学转化 – 课题匹配 – 实施指导 – 反馈迭代”五环节选题优化机制，该机制旨在打通“企业工程语言”与“学校教学语言”之间的转化通道，使毕业设计选题从单纯的教师命题，转变为多方协同、动态更新和能力导向的生成过程。

3.2 痛点采集：建立动态工程问题清单

痛点采集是选题优化起点。需建立常态化机制：企业部门定期提报典型问题；实验室 DCS、报警、AMS 等记录反向补充；通过工程师访谈及学生实习归档实践问题。形成动态“工程问题清单”，每项包含问题描述、层级、影响、资源、可复现性、难度、培养能力、保密要求等要素，为教学转化提供结构化原料库。

3.3 教学转化：形成标准化课题设计模板

教学转化是选题优化核心，决定企业问题能否落地为毕设课题。采用统一模板，涵盖痛点来源、背景影响、软硬件资源、可复现条件、目标、任务、路线、成果、难度、安全保密等要素。恪守三原则：工程真实性（保留工业背景与约束）、任务可实施性（匹配周期与资源）、能力指向明确（聚焦培养目标），确保课题规范可行、精准育人。

3.4 课题匹配：基于学生能力画像进行分配

同一企业痛点可转化为不同难度和侧重点的课题，需结合学生能力画像进行分层匹配。画像包括理论基础（自控、过控、传感、信号等）、实践能力（仪表操作、DCS 组态、PLC 编程、数据处理）、兴趣方向（检测、控制、通信、智能制造、数据分析）、职业规划（流程工业、设计院、设备或软件企业）及待提升能力（表达、操作、分析、编程等）。匹配原则为“优势支撑完成，短板促进发展”，即核心任务基于已有能力，同时设置挑战性任务以实现能力拓展。

3.5 实施指导：构建校企双导师协同模式

企业痛点驱动的毕业设计需构建双导师指导模式。校内教师负责计划制定、过程管理、理论与技术指导、成果质量把关及安全教育；企业导师侧重现场经验补充、方案工程合理性评价、方向校准及行业规范介绍。企业导师高频参与受限，可于开题、中期、答辩前集中评审，在保障

效率的同时发挥工程经验价值。

3.6 反馈迭代：建设可持续更新的毕业设计课题库

一轮毕设完成后，需围绕痛点真实性、条件支撑、难度匹配、学生困难、企业评价及推广价值进行复盘，将结论反馈至问题清单与转化模板，持续迭代优化选题质量与教学适配性。

4 选题分层模型与能力矩阵构建

4.1 四层次选题模型

课题分设四层：设备层聚焦单体设备（传感器、变送器、阀门）性能诊断与参数优化，适原理分析强、实践稍弱者；回路层面向单回路、串级、比值控制，训练测量 – 控制 – 执行全链分析；系统层涵盖多回路协同、报警管理、DCS 组态，适系统思维与 DCS 基础者，可小组协作；管理层面向仪表维护、健康管理、报警制度与运维策略，强调工程管理与标准应用。

4.2 测控专业能力矩阵

结合测控技术与仪器专业培养目标，可将学生能力归纳为感知能力、信号能力、执行能力、系统能力和诊断能力五个维度[7]，如表 1 所示。

表 1 选题层级与测控专业能力的对应关系

能力维度	能力内涵	主要对应课题层级
感知能力	分析测量原理、误差来源、仪表精度及可靠性	设备层、回路层
信号能力	理解信号采集、传输、转换、通信及抗干扰问题	设备层、回路层、系统层
执行能力	分析调节阀、定位器和执行机构的动态特性与匹配关系	设备层、回路层
系统能力	理解设备、回路、DCS 组态、工艺过程之间的关联	回路层、系统层、管理层
诊断能力	利用趋势数据、报警记录和设备状态信息进行根因定位	回路层、系统层、管理层

通过建立选题层级与能力矩阵，教师可避免课题设计“重算法、轻设备”“重结果、轻过程”等问题，使毕业设计更加贴近专业定位。

5 实施保障与评价方式

5.1 建立校企协同组织机制

可依托专业建设委员会、产业学院或实习基地，成立由专业教师、实验室工程师与企业技术人员组成的选题协同小组，负责痛点采集、转化审核、任务书设计及全过程评价，并动态维护课题库，使选题从个人行为转为制度化协同。对涉及企业数据的课题，须建立数据脱敏、保密授权与成果使用规范，明确各环节学生责任，保障校企合作可持续性[8]。

5.2 优化毕业设计过程管理

针对工程问题驱动型课题周期较长、实践环节较多的特点，建议将毕业设计准备工作适当前移。例如，在第七学期开展企业痛点调研、实验室设备熟悉、文献阅读和初步方案设计，第八学期集中完成实验验证、论文撰写和成果答辩。

同时，可根据课题复杂程度，探索“团队课题 + 个人任务”的组织方式。对于报警管理、多回路控制和设备健康管理等系统性课题，可由 2–3 名学生组成团队共同完成系统设计，但必须明确每位学生的独立研究内容、数据分析工作和成果贡献，确保评价的公平性。

5.3 构建多维度评价体系

传统毕业设计评价较多侧重论文格式、理论阐述和答辩表现。对于企业痛点驱动型课题，应增加工程过程与实践成果评价。建议采用表 2 所示的综合评价框架。

表 2 企业痛点驱动型毕业设计评价指标建议

评价维度	主要评价内容	建议权重
问题理解与工程背景	是否准确理解企业痛点、工艺背景和实际约束	15%
技术路线与实验设计	是否提出合理的分析方法、实验方案和验证路径	20%
数据分析与诊断能力	是否能够利用趋势数据、诊断信息或实验数据支持结论	20%
方案设计与工程可行性	优化方案是否具有合理性、可实施性和一定创新性	20%
成果规范性	论文、图纸、程序、组态文件和实验记录是否规范完整	15%
答辩与工程表达	表达是否清晰，能否回应工程问题和技术质询	10%

在条件允许的情况下，可邀请企业导师参与评价，重点考察学生方案的工程合理性和职业能力表现。

6 结语

毕业设计选题是测控专业实践教学质量的关键前置环节。针对传统选题内循环、定位弱化、系统级缺失等问题，依托艾默生数字化工厂实验室，提出面向 DCS 应用痛点的选题优化机制，形成以下结论：①企业 DCS 运行、过程控制、仪表维护与报警管理等典型痛点是重要选题来源；②需经场景、任务、评价三重转化方能适配本科教学；③“痛点采集 – 教学转化 – 课题匹配 – 实施指导 – 反馈迭代”五环节机制可构建校企协同、动态更新的课题生成体系；④按设备、回路、系统、管理层级分层选题，并与感知、信号、执行、系统、诊断能力对应，增强专业针对性与层次培养；⑤持续实施还需同步推进教师工程能力、实验室开放、双导师协同、管理制度及评价体系改革。后续应在更多企业场景与届次中积累数据，构建质量评价实证指标体系，形成可复制推广的工程教改模式。

参考文献：

[1] 蔡娟娟，陈鸿光，蔡丽萍等. 工科专业毕业设计质量提升途径[J]. 实验室研究与探索，2023,42(8):180-186.

[2] 杨洪涛，王小兵. 工程教育专业认证标准下的测控专业实践教学的改革与实践[J]. 实验技术与管理，2017,34(6):183-186.

[3] 潘安琪，陈磊，沈波等. 融合纺织工程项目的过程控制系统实验教学探索[J]. 实验室研究与探索，2026,45(3):167-172.

[4] 吴铮，张悦，董泽等. 基于 AHC-GP 混合模型的火电机组报警数据过滤方法[J]. 热能动力工程，2023,38(3):174-182.

[5] 吴兴刚，吴浩，王学涛等. 分布式控制系统在竹仔岭骨料厂的应用研究[J]. 矿业研究与开发，2026,46(5):211-216.

[6] 白立改，刘玢，乔晓强. 科研成果转化为教学资源对提升教学效果的作用：以药物分析学课程中色谱方法的教学为例[J]. 色谱，2024,42(5):487-493.

[7] 李公法，江都，云俊童等. 基于案例教学的测控专业实践教学改革[J]. 实验室研究与探索，2025,44(7):131-138.

[8] 殷勤，肖伟平. 产业学院运行机制改革研究[J]. 教育与职业，2020(22):40-45.

基金项目：编号 XJGCJGB202626。

作者简介：洪树亮（1987.08.10），男，汉族，甘肃·武威，硕士研究生，讲师，研究方向：过程控制系统优化。