

Research on solving the problem of high density teaching in vocational education with lean production thinking

Chuanqin Zheng Lijun Xia

Suzhou Industrial Zone Vocational and Technical College, Suzhou, Jiangsu, 215123, China

Abstract

Vocational mechatronics project-based courses generally face high-density teaching challenges. This study integrates lean production thinking into the reform of "Construction and Maintenance of Mechatronic Equipment Control Systems", establishing a four-dimensional linkage model (space expansion, time reuse, organizational innovation, evaluation reform). Empowered by Seewo screen casting and virtual simulation technologies combined with group rotation training, the model achieves 100% practical participation rate for 48 students sharing 12 industrial computers, with equipment utilization increasing by over 50%. The research provides a low-cost, replicable solution for high-density teaching.

Keywords

Lean production thinking; Project-based courses in higher vocational education; High-density teaching; Four-Dimensional Coordinated Model

“精益生产思维”破解高职项目制高密度教学的研究

郑传琴 夏立军

苏州工业职业技术学院, 中国·江苏苏州 215123

摘要

高职机电类专业项目制课程普遍面临高密度教学困境。本研究以《机电设备控制系统的构建与维护》课程为载体,将制造业精益生产思维注入教学改革,构建“空间延展、时间复用、组织创新、评价革新”四维联动模型。通过希沃投屏、虚拟仿真等技术赋能,结合分组轮训等组织创新,实现12台工控电脑服务48人班级的100%实操参与率,设备利用率提升50%以上。研究为高职机电专业提供低成本、可复制的高密度教学解决方案。

关键词

精益生产思维; 高职项目制课程; 高密度教学; 四维联动模型

1 引言

高职教育作为培养技能人才的核心阵地,近年来面临“规模扩张”与“质量保障”的双重挑战。机电类专业因实训设备成本高(单套PLC控制系统超万元、工业机器人设备数十万元),多数院校生均实训设备配比不足50%,其中70%以上院校机电类课程面临“学生多、设备少”的刚性矛盾^[1]。项目制教学作为机电专业核心课程的主流模式,需通过“设计—编程—调试—验证”全流程实践培养学生技能,但在45~50人“高密度班级”中,传统教学模式暴露出三大痛点:一是设备轮转效率低,学生单项目等待时间超25分钟,实操机会碎片化;二是教师管控压力大,难以同步监控多组进度,调试指导滞后;三是虚实衔接断层,虚拟仿真仅用于预习,未与实体设备操作形成闭环^[2]。

【作者简介】郑传琴(1979-),女,中国河南商丘人,本科,副教授,从事机电一体化、自动控制研究。

制造业“精益生产思维”以“消除一切无效浪费、实现资源最优配置”为核心,已在生产流程优化中验证成效。本文尝试将这一思维迁移至高职项目制课程教学中来,针对《机电设备控制系统的构建与维护》课程六个典型工业项目(典型电气原理分析→电动葫芦→洁净传输→立体仓库→环境数据采集→综合项目设计),通过“技术赋能+流程再造+组织重构”,破解高密度教学瓶颈,实现“有限设备”与“无限课堂”的协同,为高职机电类专业教学质量提升提供实践路径。

2 核心概念界定与逻辑关系

2.1 核心概念

精益生产思维,是将制造业“消除浪费、流程再造、持续改进”的核心逻辑,转化为教学改革方法论;“消除浪费”即减少学生等待设备、重复操作的无效时间;“流程再造”即重构“线上预习—线下实操—云端验证—投屏复盘”的教学流程;“持续改进”即基于学习通数据动态调整分组

与任务设计。具体落地为“技术赋能+组织创新”的双路径：技术层面依托希沃白板、学习通、教室局域网构建数字教学环境；组织层面通过分组轮训、动态任务包确保资源高效利用，最终实现“设备利用率与学生参与率双升”[3]。

高密度教学特指高职项目制课程中“高师生比、低设备配比”的大班教学场景，其核心特征有三：一是学生密度高，单班容量 45~50 人，远超实训课 25 人/班的常规建议规模；二是任务密度高，需在 64 课时内完成六个综合性工业项目，每个项目含“原理分析—编程设计—接线调试—故障排除”四个环节；三是管理复杂度高，教师需同步协调 12 台工控电脑、5 套实体实训装置的使用调度，以及 52 名学生的任务分配、进度监控与质量反馈。

项目制课程以机电专业岗位能力需求为导向，选取六个典型工业控制系统项目为教学载体，通过“全流程实践”培养学生技能：每个项目均遵循“企业真实需求→项目任务拆解→知识技能整合→实操验证优化”逻辑，学生需独立完成从 PLC 程序编写、电气接线，到设备调试与故障排除的完整流程，最终形成与博世、施耐德等企业岗位对接的技术能力。

2.2 概念间逻辑关系

本论文以“项目制课程”为教学载体，直面“高密度教学”场景下“有限设备（12 台电脑+5 套装置）”的核心瓶颈；

以“精益生产思维”为方法论指导，通过“空间延展突破物理限制、时间复用消除等待浪费、组织创新提升管理效率、评价革新保障教学质量”的四维联动模型，构建“无限课堂”生态，最终实现“资源集约化、过程高效化、参与全员化”的教学目标。

3 模型构建与实证研究

3.1 研究目标

核心目标构建“四维联动”教学模型，实现“设备利用率≥85%、学生实操参与率100%、单项目等待时间从25分钟缩短至15分钟”，解决高密度教学中“设备不足、等待过长、管控困难”三大痛点。构建“四维联动”教学模型（空间延展、时间复用、组织创新、评价革新），实现“设备利用率提升50%+学生实操参与率100%”。

①通过空间延展维度，通过下图中4个具体措施，解决痛点1：突破物理设备限制；

②通过时间复用维度，通过下图中2个具体措施，解决痛点2：消除等待空耗；

③通过组织创新维度，通过下图中3个具体措施，解决痛点3：压缩验证周期；

④通过评价革新维度，通过下图中2个具体措施，解决痛点4：维持教学秩序。

其具体措施如下图1所示：



图 1 “四维联动”教学模型图

3.2 研究思路

高密度教学痛点量化诊断以苏州工业园区职业技术学院机电 23302 班（48 人）为样本，统计传统教学模式下的核心数据：12 台工控电脑的日均使用时长（传统模式下仅 4.2 小时/天，闲置率超 40%）、学生单项目等待时间（25~30 分钟）、教师设备调度冲突次数（日均 8~10 次），明确“设备闲置”“等待浪费”“管控低效”三大痛点的量化表现。四维联动教学模型构建基于精益生产思维，从四维度设计改革路径，具体研究思路是：构建“问题诊断→模型设计→实

践验证→标准输出”闭环研究思路。

3.3 研究方法

①行动研究法（核心方法）。主要解决“设备轮转效率低”“学生参与不均衡”等动态问题。

②准实验研究法（效果验证）。通过量化对比新/旧模式下设备利用率、技能达标率的差异，其中，设备效能指标：设备利用率 = (实际使用时长 / 总课时) × 100% (目标 ≥ 85%)；

单任务等待时长（秒表实测，从任务开始到接触设备

的时间)；能力成长指标：《PLC调试能力量表》(与博世企业导师一起制定，含接线规范、程序逻辑、故障定位等维度)；

学习通生成“技能掌握热力图”(基于程序调试成功频次自动绘制)。

③德尔菲专家法(方案优化)。与博世企业导师和学院专家一起优化任务包设计、确认故障库案例的工业贴合度。

④问卷调查法(体验反馈)。收集学生实操体验、教师管控压力等主观感受，其具体设计以下两个工具：《学生实训参与体验问卷》，比如：

[1] 投屏演示能清晰理解操作细节 → 非常同意 5 4 3 2 1
非常不同意

[2] 虚拟任务有效利用等待时间 → 非常同意 5 4 3 2 1
非常不同意

《教师课堂管理压力日志》

记录“设备调度冲突次数”(如多人争抢同一工位)；

评估“手机袋管控有效性”(有“排长”按学生座位的每一排收齐手机，放在对应序号手机袋排的6部手机，整个班级完成收手机所需要的时间)。

4 实施成效与量化分析

4.1 设备利用与时间效率显著提升

设备利用率翻倍，实验班12台工控电脑日均使用时长从4.2小时提升至8.7小时，利用率达88.5%(对照班52.3%)，实现“1台设备服务4名学生”的高效周转。核心原因是“分组轮训+云验证”消除设备闲置：学生程序通过局域网直传PLC，无需U盘拷贝，单程序验证时间从10分钟缩短至3分钟，设备每小时可服务2.5组(传统模式1.2组)。

等待时间大幅缩短实验班单项目平均等待时间从25分钟降至14.8分钟，缩短40.8%。一方面，“双任务并行”(实操+理论)让学生无空转；另一方面，动态计时器与排长管控确保轮换有序，避免“多人争抢同一工位”现象(对照班日均6次，实验班0次)。

4.2 学生技能与参与度显著改善

技能考核成绩提升实验班“编程-接线-调试-故障排除”四维度成绩均优于对照班，其中“故障排除”能力提升最显著(实验班78分vs对照班56分)，这与微课中“典型故障模拟”和实操中“故障复现”训练密切相关。博世企业实操考核中，实验班86%学生达到企业“上岗标准”，较对照班高23个百分点。

学生参与度与满意度高实验班学生实操时间占比从30%提升至65%，学习通线上资源使用率达92%(对照班48%)。问卷调查显示，89%学生认为“分组轮训让每个人

都有实操机会”，91%学生对“投屏演示+云验证”的教学形式满意，较对照班(62%)提升29个百分点。

4.3 教师管理压力显著降低

教师日均设备调度冲突从8次降至2次，课堂管控时间从40分钟/课降至15分钟/课，可将更多精力用于针对性辅导(如对“故障排除”薄弱学生进行1对1指导)。教师日志显示，“手机袋-排长制”让课堂干扰减少70%，动态计时器让轮换节奏更可控，教学效率显著提升。

5 研究价值与展望

5.1 理论价值

丰富高职集约化教学理论首次将制造业精益生产思维与高职项目制课程深度融合，构建“有限资源→技术赋能→流程再造→全员参与”的理论模型，填补“高密度班级项目制教学”系统性研究空白，为职业教育“资源约束下的质量提升”提供方法论支撑。

重构产教融合资源适配逻辑突破“依赖硬件增量”的传统思路，通过“数字技术+组织创新”实现“硬件减量、效率增量”，呼应新“双高计划”中“办学能力高水平”的核心诉求，为产教融合中“企业资源有限、院校需求迫切”的矛盾提供解决方案。

5.2 实践价值

提供低成本可复制范式本研究核心方案仅需“基础网络+通用平台(学习通/希沃)+原有设备”，无需新增硬件，推广成本趋近于零(对比虚拟仿真实训室40万元投入)，适用于全国70%以上设备不足的高职机电专业。已形成的《高密度班机电实训操作指南》包含分组模板、任务包案例，可直接供同类院校参考。

支持跨专业模型迁移“四维联动”模型可迁移至工业机器人、数控技术等同类项目制课程：如工业机器人课程可通过“虚拟仿真编程(空间延展)+2人/工位实操(时间复用)+任务看板管理(组织创新)+操作数据评价(评价革新)”，解决“机器人设备少、学生多”的问题。

5.3 研究展望

后续研究将聚焦两大方向：一是优化“虚实融合”深度，开发“虚拟故障-实体排查”联动模块，进一步缩小虚拟操作与实体实训的差距；二是扩大模型应用范围，将其推广至高职汽车、智能制造等专业，形成“精益教学”跨专业体系，为高职教育高密度教学质量提升提供更全面的支撑。

参考文献

- [1] 教育部职业教育与成人教育司. 2023年全国职业教育年度报告[R]. 北京：高等教育出版社，2024：45-48.
- [2] 丰田汽车公司. 丰田生产方式[M]. 北京：机械工业出版社，2020：28-35.
- [3] 郑传琴. 课程思政融入《机电设备控制系统的构建与维护》实践[J]. 职业教育研究，2024(2)：56-59.