

# 高职装备制造专业数字化转型的实践路径研究 ——基于AI赋能的焊接订单班项目化教学案例

董雄博，杨莎

陕西铁路工程职业技术学院铁道装备制造学院，陕西 渭南

收稿日期：2026年1月5日；录用日期：2026年2月5日；发布日期：2026年2月13日

## 摘要

为助力装备制造专业数字化转型，本文构建“三链”协同与“四维一体”职教数字化转型理论框架，以焊接订单班AI赋能项目化教学为实证，分析该模式的实施成效，反思技术融合、教学设计等现存问题并提出优化建议，为高职装备制造专业数教融合实践提供了实证支撑与参考。

## 关键词

装备制造专业，数字化转型，人工智能赋能，项目化教学

# Research on the Practical Path of Digital Transformation in Higher Vocational Equipment Manufacturing Majors

—A Project-Based Teaching Case of Welding Order Class Empowered by AI

Xiongbo Dong, Sha Yang

School of Railway Equipment Manufacturing, Shaanxi Railway Institute, Weinan Shaanxi

Received: January 5, 2026; accepted: February 5, 2026; published: February 13, 2026

## Abstract

To facilitate the digital transformation of the equipment manufacturing major, this paper constructs a theoretical framework of “three-chain” synergy and “four-dimensional integration” for vocational education digital transformation. Taking the AI-enabled project-based teaching of the

Welding Order Class as an empirical case, this paper analyzes the implementation effects of this model, reflects on existing problems such as technology integration and teaching design, and puts forward optimization suggestions, providing empirical support and reference for the practice of digital education integration in higher vocational equipment manufacturing majors.

## Keywords

Equipment Manufacturing Major, Digital Transformation, Empowerment by Artificial Intelligence (AI), Project-Based Teaching

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



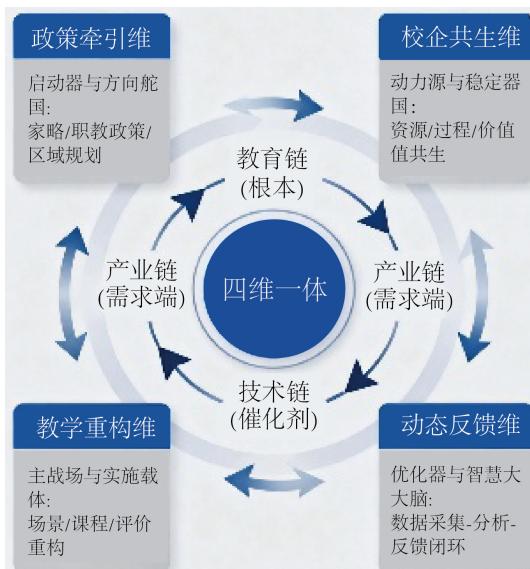
Open Access

## 1. 引言

《中国制造 2025》推动装备制造业向智能制造转型，对一线人才的数字化素养提出了明确要求[1]。高等职业教育作为制造领域技术技能人才培养主阵地，其数字化转型是支撑制造强国战略落地的关键[2]。《职业教育数字化转型行动计划(2023~2025 年)》为职教数教融合指明方向，本文以 AI 赋能焊接订单班项目化教学为实证载体，探索装备制造类专业的转型路径，为职教数教融合实践和先进制造业技术技能人才培养提供实证支撑与实践参考[3]。

## 2. 理论框架构建

职业教育数字化转型不是简单的技术叠加或设备更新，而是一场涉及理念、体系、模式与生态的深刻变革[4]。数字化转型以教育链、产业链、技术链深度融合为核心，本文提出其打造“四维一体”机制框架推动“三链”形成彼此赋能的自适应生态系统，如图 1 所示。



**Figure 1.** The mechanism framework of the “three-chain synergy” and “four-dimensional integration”

**图 1.** “三链”协同与“四维一体”机制框架

### 3. 案例：AI 赋能的焊接订单班项目化教学实践

陕西铁路工程职业技术学院与中核公司联合共建的焊接订单班以精准培育具备现代焊接机器人编程、操作、工艺优化及智能产线维护能力的复合型技能人才为目标，本研究聚焦焊接订单班项目化案例，将“三链”协同与“四维一体”框架应用于装备制造专业指导教学设计，搭建理论与实践的桥梁。

#### 3.1. 案例背景：产教共育的智能焊接人才培养新载体

订单班配套了集智能焊接、理化检测于一体的数字化焊接综合实训基地，通过划分功能区域构建从焊接制造到质量评价的完整闭环数字化学习链路。其中，智能焊接区以 6 台工业焊接机器人及在线监测系统为核心，保障焊接作业的智能化实施与过程管控；数字化检测区涵盖 AI 视觉检测平台与经典理化检测设备，AI 视觉检测平台可实现焊缝外观的快速自动化评价，经典理化检测设备则包括超声波探伤仪(用于焊缝内部缺陷无损检测)、微机控制拉伸试验机与冲击试验机(用于焊缝力学性能测试)、金相显微镜及制样设备(用于焊缝微观组织观察与分析)；虚拟仿真中心为实操训练提供前置仿真支撑与数据保障。

#### 3.2. 项目化教学模式的核心设计

该订单班彻底摒弃按学科章节授课的传统模式，遵循“能力分解 - 项目承载 - 模块实施”的逻辑，全面采用基于工作过程、对标岗位能力的项目化教学。

焊接教学团队以焊接机器人操作员、工艺员等目标岗位为基础，通过系统梳理典型工作任务绘制岗位能力图谱。以图谱为根据将人才培养内容重构为“基础认知 - 核心技能 - 综合应用”三大递进阶段。将课程拆解为若干核心教学项目模块，各模块均围绕一项完整生产性任务展开。例如，将《机器人焊接编程与实施》分为 8 个模块，每模块以 2 周(48 学时)为单位集中授课实施。**表 1** 展示了部分核心模块。

**Table 1.** The modular teaching of “robot welding programming and implementation”  
**表 1.** 《机器人焊接编程与实施》模块化教学

阶段	项目模块名称	核心能力目标
核心技能	模块 3：平板对接焊的机器人编程与工艺优化	掌握基本轨迹编程、工艺参数(电流、电压、速度)设置与调整、理解参数对质量的影响。
核心技能	模块 4：管管相贯焊的复杂轨迹编程与仿真	掌握复杂空间轨迹离线编程、程序仿真与碰撞检测、真实工装下的坐标系标定。
综合应用	模块 6：基于 AI 视觉的焊缝外观质量检测与评价	操作智能检测设备采集焊缝图像，使用 AI 评价系统进行缺陷识别与评分，生成检测报告。
综合应用	模块 7：焊接工艺参数对力学与组织性能的影响分析	设定范围内焊接，绘制“工艺参数 - 力学性能”图表，论证参数优劣。

遵循“多师协同”理念，每个项目模块均由“校内专业教师 + 校内实训师 + 企业工程师”教学小组协同负责。以“模块 4：管管相贯焊”为例，教学实施分为两个阶段开展。第一周，由校内专业教师承担理论教学任务，系统讲解相贯线轨迹的数学原理及离线编程方法，企业工程师分享该类焊缝在实际产品(如车辆管路支架)中的工程应用案例及行业质量标准，实现理论知识与产业实际的精准衔接。第二周聚焦实操训练，学生先在虚拟仿真系统中完成编程与模拟焊接，由校内实训师全程指导规范操作，随后转入真实焊接机器人调试环节，通过现场驻场或远程指导方式，企业工程师对程序优化、工艺参数调整等细节提供精准技术支持。

### 3.3. AI 技术赋能的具象化表现

AI 并不是订单班教学中的抽象技术概念，而是深度融入学、练、评全流程的核心赋能工具[5]，通过“智能教练”“智慧考官”“数据参谋”具象角色落地教学实施，AI 为数字化教学提供关键支撑。

在焊接机器人操作的虚拟仿真练习阶段，AI 化身“智能教练”，实时监测学生的操作轨迹、焊接姿态、速度均匀性等关键指标，一旦发现偏离标准或存在碰撞、缺陷风险的操作就立即暂停并显示问题点。例如，起弧位置停留时间不足时会提示具体的预热时长要求。当学生开展起弧作业实操练习时，AI 智能教练会精准抓取焊枪在起弧位置的动作时序数据，一旦识别出实际停留时长未达到对应焊接工艺的标准要求——如针对 Q235 低碳钢母材搭配 ER50-6 焊丝，如果未达到 3~5 秒的预热停留规范，系统就会触发暂停机制，在操作界面的起弧点位通过高亮标红 + 动态闪烁精准定位问题，同时在操作面板上弹出文字提示“起弧位置停留时间不足，实际停留 X 秒，未达到该工艺下 3~5 秒的标准预热停留时长要求”。

在真实焊接试件的评价环节，AI 成为“智慧考官”替代依赖教师经验的主观评分方式。通过 AI 视觉焊缝质量自动评价系统的高精度相机采集焊缝图像，自动测量余高、宽度等成形尺寸，智能识别咬边、气孔等表面缺陷，并能在设定时间内生成包含量化评分、缺陷标注和工艺建议的详细报告，从而实现焊缝评价的标准化与可视化。

在整体教学过程中，AI 还充当“数据参谋”，平台自动记录学生在虚拟仿真和真实操作平台上的操作日志、练习时长、错误类型、考核成绩等全维度数据，教师借助数据分析模型不仅能查看班级整体技能掌握情况，也能精准定位个别学生的薄弱环节。同时，系统还会对学习数据异常、进步缓慢的学生进行智能预警，助力教师开展个性化教学干预，推动教学模式从“群体教学”向“精准助学”转变。

### 3.4. 典型项目模块实施过程全景

本文以“模块 7：焊接工艺参数对力学与组织性能的影响分析”为例，展示一个融合制造与深度评价的 2 周教学闭环，如图 2 所示。



Figure 2. The teaching implementation of “module 7”

图 2. “模块 7” 教学实施

通过对模块 7 的教学实施分析发现，AI 赋能下的项目化教学与经典的专业方法深度融合，形成了一个“工艺设计 - 智能制造 - 多维度深度评价 - 数据驱动反哺工艺”的完整高阶的能力养成闭环，生动诠释了数字化转型在焊接专业教学中是如何实现从单一技能训练向系统性工程思维能力培养的深刻转变。

#### 4. 实践路径的提炼与分析

##### 4.1. 教学场景的融合化重构路径——从“单一实训室”到“虚实一体的综合学习工场”

该路径为优质产业资源向教学场景的注入搭建了坚实载体，它打破多教学空间隔阂，通过岗位工作流程规划顶层设计、虚实结合建设梯度、企业脱敏数据打造准工厂情境，旨在打造集数字化设计、仿真实训、实物制造、智能检测、数据分析于一体的复合型学习空间。

##### 4.2. 课程内容的模块化与项目化重构路径——从“学科逻辑”到“工作过程逻辑”

该路径精准对接产业人才需求，将创新链内容转化为课程载体。以岗位数字化能力图谱为核心依据，通过深度解构原有课程构建以综合生产项目为驱动、能力模块为基本单元的课程新体系。该路径可通过三大实践策略落地：一是系统分析智能制造场景下目标岗位的典型工作任务、软硬件设备、AI 工具及需遵循的焊接、检测等行业规范，绘制动态更新的岗位能力清单。二是将能力清单转化为 1~3 周可完成的独立模块，配套明确学习目标、项目任务书、多元资源包(含理论微课、虚拟仿真任务、实操指导书)及考核标准。三是按“基础 - 核心 - 综合”进阶序列，让学生在固定时段沉浸式完成单个模块全环节学习，实现知识、技能与素养的快速整合内化。

##### 4.3. 师资队伍的协同化发展路径——从“个体单干”到“结构化教学创新团队”

该路径是校企合作落地课堂的关键，为动态反馈下的教学持续改进提供支撑。具体可通过组建项目化教学小组、“双师”型队伍建设机制、线上数字化教研共同体来实现。

##### 4.4. 教学评价的数据化与多维化重构路径——从“经验判断”到“证据驱动”

该路径通过搭建“过程 + 结果 + 综合”三维评价模型助力实现教学闭环管控优化。过程性数据自动采集虚拟仿真轨迹、设备实操参数、学习行为日志；结果性数据涵盖 AI 对焊缝外观等作品的自动评分、检测设备输出的拉伸强度等量化数据及笔试成绩；综合性评价纳入企业导师对项目方案、问题解决能力的专业点评，以及团队协作、职业规范等素养维度。在焊缝成形、编程规范性等可标准化考核点，应用 AI 视觉、程序自动评测等工具，保障评价客观高效。通过学习平台聚合分析多维数据，精准定位短板并指明方向，同时为教师优化教学策略提供群体数据支撑。

##### 4.5. 校企合作的生态化深化路径——从“资源输入”到“价值共生”

该路径的核心是推动校企合作从用人对接、设备捐赠等浅层联结升级为资源共享、过程共管、成果共享、风险共担的协同育人共同体，具体可通过校企共建教学化生产项目库、开放企业数据接口建立校企数智化资源双向共享机制、校企联合制定“岗课赛证”融通标准深入课程开发与评价等策略推进。

#### 5. 实施成效、反思与优化

##### 5.1. 实施成效分析

订单班学生数字化复合能力显著提升，实现从单一操作技能向“技术 + 数字 + 分析”复合型能力跨越，大赛获奖率、证书通过率提升，企业岗位适应周期缩短 30%。教师专业发展提速，开发 8 个数字

化教学模块包，双师队伍结构经校企共建、联合研发得到实质性优化，科研与社会服务有效支撑教学案例与创新项目。校企合作从项目合作升级为生态共建，双方联合共建实训基地、开发活页式教材，企业将订单班培养结果纳入人才储备库，构建起全方位协同育人生态。

## 5.2. 问题反思

数字化转型推进中仍面临三大典型挑战：一是技术融合存在困难难题，AI 焊缝评价系统泛化能力不足，跨平台数据关联分析仍依赖人工；二是教学设计与实施复杂度攀升，多师协同调度难，部分学生难以适配新模式；三是可持续发展遇机制性障碍，运维成本低、教师激励体系滞后。

## 5.3. 优化建议

为推动数字化转型深化、泛化、常态化，本文提出以下优化建议：技术层面协同迭代 AI 模型、搭建校内统一教学数据平台；教学层面推行混合式多师协同、设计两级项目模块、前置信息素养课程；机制层面建立校企成本共担机制、改革教师评价体系、输出轻量化转型工具包。

## 基金项目

陕西省职业技术教育学会 2025 年度职业教育教学改革研究课题“高等职业学校装备制造大类专业数字化转型机制研究”，课题编号：2025SZX080，主持人：董雄博。

## 参考文献

- [1] 杨红,李依梦,陈银忠,等.高端装备制造企业数字化转型驱动路径研究[J].科研管理,2024,45(1): 21-30.
- [2] 王宁.高职院校装备制造类专业数字化升级改造路径研究[J].造纸装备及材料,2025,54(5): 217-219.
- [3] 杜娟,章友谊,李欣,等.“虚实双境、三类课堂”:高职装备制造类专业课程教学改革与实践——以《焊接结构制造工艺及实施》课程为例[J].电焊机,2025,55(12): 122-125.
- [4] 黄琼.职普产教生态共同体:“三融”困境的破解路径[J].现代职业教育,2026(1): 1-4.
- [5] 王树新,魏静,陈思宇,等. AI 赋能的机械传动技术范式重构:瓶颈突破与自主创新体系演进[J/OL].机械工程学报,1-19. <https://link.cnki.net/urlid/11.2187.TH.20260121.1628.054>, 2026-01-22.