

新工科背景下《现代焊接生产管理》课程教学改革与实践

胡 兵 陈雪婷 屈 华 周 岐 尹桂丽

辽宁工业大学材料科学与工程学院 辽宁 锦州 121001

【摘 要】：面向装备制造行业复合型焊接管理人才需求，针对《现代焊接生产管理》传统教学理论脱离生产、学生工程实操薄弱、考核形式单一的问题，以焊前、焊中、焊后全焊接流程为主线开展教学改革。融合高强桥梁钢工程实例，引入母材复检、焊材管控、坡口设计、激光 - 电弧复合焊等现场生产内容，构建“项目驱动 + 全流程案例”教学模式，建立过程与期末综合考核相结合的多元评价体系。实践表明，改革有效提升学生工艺编制、现场管控、缺陷处置能力，增强毕业生岗位适配与工程创新水平，可为焊接专业同类课程改革提供借鉴。

【关键词】：现代焊接生产管理；焊接全流程；工程案例；教学改革；多元考核

DOI:10.12417/2705-1358.26.14.016

1 引言

焊接作为桥梁、船舶、重型装备制造关键连接工艺，是制造业转型升级的基础通用技术^[1-2]。在新工科建设、智能制造全面普及的行业环境下，产业人才需求发生明显转变，市场不再需要单一焊接操作技工，更急需能够统筹材料、工艺、设备、质量、成本全链条的复合型焊接工程管理人员^[3]。

《现代焊接生产管理》是焊接专业核心课，旨在培养学生统筹焊接全流程、解决现场工程问题的综合能力^[4]。传统教学存在内容碎片化、前沿工程案例匮乏、考核偏重理论记忆等问题，学生难以对接车间母材复检、坡口管控、无损探伤等实务，入职后企业培训成本高^[5]。

立足本校服务辽西钢结构产业的办学定位，本文以高强桥梁钢箱梁为工程载体，围绕焊前—焊中—焊后全生产链条重构教学内容、创新课堂实施路径、完善多元考核体系，弥合课堂理论与工厂生产的脱节问题。

2 课程教学核心内容重构：焊接全流程主线模块化教学

本次改革以焊接完整生产链条划分三大教学模块，按照生产逻辑分配课时，依托高强桥梁钢真实工程数据、构件图纸、车间实拍素材完成模块化教学设计。

2.1 焊前管理

(1) 母材进厂检验与焊接性能复检：课堂展示桥梁钢成分与力学性能数据，讲解钢材入库台账管理；结合钢板冲击曲线、切割及热矫正相关试验图表，系统开展母材焊接性能检测教学，使学生掌握高强钢检测管控标准，明晰母材指标不合格易引发层状撕裂、批量冷裂纹等质量事故。同步展示热矫正测试、斜 Y 坡口冷裂纹试验图纸与实物，介绍最高硬度、冷裂纹敏感性试验现场管控流程，典型试验见图 1。

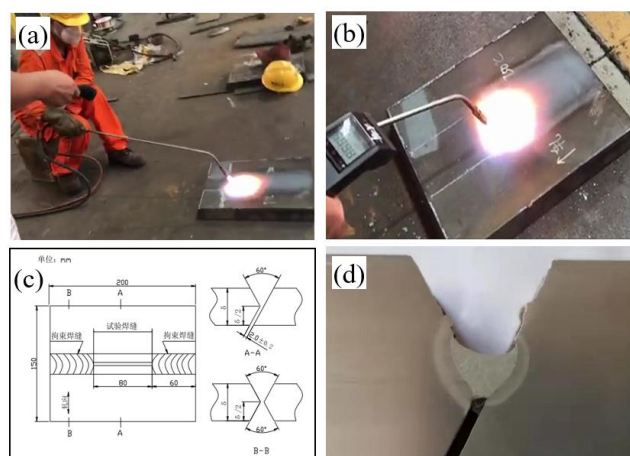


图 1 焊接热矫正试验 (a-b)，斜 Y 坡口焊接裂纹试验的样品尺寸图 (c) 和实际试件图 (d)

(2) 焊接材料标准化管控：课堂展示母材与焊材匹配表、钢材及焊材质保文件，讲授各类焊接耗材入库验收规范，明确焊材烘烤、保温、领用登记管理要求。结合钢箱梁、锚管构件焊接时不同焊丝、焊剂搭配方案，讲解各工艺下焊材损耗与成本管控要点。

(3) 焊接设备与工装夹具管理：展示焊机、探伤仪、焊接工装、预热测温实景图，讲解设备日常点检、定期校验与计量检定要求；结合工装实物图例介绍标化工装及反变形固定工装选型，依靠工装管控减少焊接变形返修。

(4) 焊接接头与坡口工艺优化设计：课堂展示各类坡口标准图集、接头优劣对比图及钢箱梁焊缝三维模型，引入桥梁构件工程案例：U 肋顶板构件与激光复合焊优化工艺、锚拉板 K 型坡口工艺参数，引导学生自主设计坡口、钝边、焊脚尺寸，兼顾焊接质量、生产效率与耗材成本，相关案例见图 2。

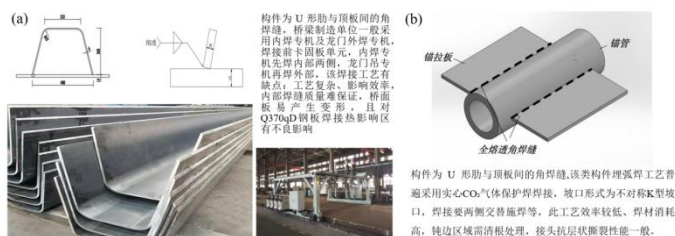


图2 U形肋角焊缝焊接工艺优化的案例(a), U形肋与顶板构件焊接工艺优化的案例(b)

(5) 焊接工艺文件编制实训:以钢箱梁单元件为项目载体,分组完成完整WPS焊接工艺规程编制,覆盖坡口参数、焊接热输入、预热区间、无损探伤验收等全部管理要素。

2.2 焊中生产过程管控

依托自动化钢箱梁产线实景开展现场管控教学:限定CO₂气保焊、埋弧焊、激光-电弧复合焊热输入范围,实时记录焊接参数,避免热输入过大损害热影响区韧性;规范高强钢层间温度台账,防止晶粒粗化削弱低温冲击性能。结合焊接变形仿真、应力有限元云图,讲解刚性固定、分段退焊等控变形措施,并介绍多工位产线的排产、物料转运与班组调度管理方法。

2.3 焊后质量、生产收尾与成本管理

讲解探伤设备检定、焊缝抽检、缺陷分级返修流程,依托斜Y坡口试样明确各类焊接缺陷闭环整改要求;厚板焊后消应力热处理及温冷过程台账记录;全流程成本管控,从母材利用率、耗材损耗、工时、返工损耗对比两种焊接工艺的经济性,培养成本意识;成品入库与全套生产档案标准化归档,统一管理质保、探伤、工艺相关资料。

3 课程教学实施路径改革

3.1 项目驱动课堂,钢箱梁实物构件贯穿全学期

改变纯理论授课模式,以企业真实构件作为学期核心项目,分设钢板焊前复检方案编制、激光复合焊坡口优化等分项任务。学生分组完成材料检验、工艺、成本、质量全套方案设计,课堂通过成果汇报、互评、教师点评,引导学生主动开展工程设计。

3.2 虚实融合可视化教学,衔接理论与实训

借助钢结构实景、试验数据、设备实拍、三维模型开展可视化授课;联动校内焊接实训、无损探伤实验室组织实操观摩,让学生动手操作烘干炉、焊机、探伤设备,掌握设备点检规范;联动辽西钢结构企业开展线上产线云观摩,熟悉自动化箱梁焊接全流程管控模式。

3.3 岗课融合教学,匹配企业焊接管理岗位能力

调研本地钢结构、装备企业工艺、质检、调度岗位工作内容,将企业台账、工艺模板、国标验收标准融入教学,课程同步对标IWE国际焊接工程师管理模块要求,实现教学内容与企业岗位需求精准对接。

4 课程评价体系

不采用传统的期末考试,增加课程的过程性考核(占60%)和期末综合能力考核(占40%),培养学生的工程应用能力和综合管理能力。

4.1 过程性考核(60分)

1.分组设置任务(30分):根据学生人数,设置5-6人每组,团队协作完成焊接方案的设计、焊接工艺规程的编制,并分组汇报。

2.课堂表现(10分):课堂上随机提问,典型案例和生产管理问题的研讨,以及实训过程中的实际操作表现。

3.工程案例作业(20分):选择不同结构焊接过程中常出现的焊接变形、冷裂纹、探伤缺陷等生产事故,撰写整改管控方案。

4.2 期末综合能力考核(40分)

参照Q370qD钢箱梁锚拉板构件施工图纸,学生自主完成整套焊接生产管理方案编制。内容需要包括母材入场验收项目、焊材选型及烘干管理规定、坡口尺寸确定、预热与层间温度控制要求、焊接工艺参数配置、无损检测质量管控、焊接变形防控手段、施工成本核算分析,借此综合评定学生对焊接全流程的统筹规划与现场管理实操能力。

5 教改成效

5.1 学生工程实操综合能力得到提高

经过系统性训练之后,学生已经可以结合工程图纸独立完成高强钢整套焊接工序管控方案的编写工作,也能精准排查下料、施焊、探伤等各个环节里容易出现的质量风险。在校内组织的焊接创新类竞赛里,围绕钢箱梁激光复合焊接工艺、锚管接头抗撕裂优化这类贴合实际工程的参赛作品,获奖数量对比教学模式优化之前上涨了75%。

5.2 毕业生认可度提高

实地走访本地多家装备制造类合作企业了解到,教学优化后的毕业生上岗适应速度更快,接手焊接工艺编制、成品质量检验这类基础岗位基本不用长时间磨合,企业内部岗前专项培训周期被明显压缩。近两届毕业生里顺利入职焊接现场管理相关岗位的人数占比提升42%,企业人事与技术部门给出的综合

评价、用工满意度相较以往有明显好转。

5.3 学生学习积极性显著改善

依托真实工程项目拆解、现场典型案例拆解的授课模式，一改以往课堂被动听讲的状态，同学们主动发言交流、组队完成实操课题的参与积极性更高。不少学生反馈，课程内容不再是脱离工地的纯理论知识，切实补齐了书本理论和施工现场脱节的短板，也能提前摸清焊接工艺管理、现场质控等岗位日常工作，就业方向也更加清晰。

参考文献：

- [1] 惠亚虎.基于课改实践的中职焊接专业课程教学理论构建研究[J].甘肃教育研究,2026,(10):141-144.
- [2] 刘辉,李晓冬,张晓庆,等.基于实践创新能力培养的递进式全过程“课赛结合”教学模式研究与实践——以焊接技术与工程专业为例[J].长春工程学院学报(社会科学版),2025,26(4):118-122.
- [3] 周静,杨文忠,李红.焊接专业基于工匠精神的课程育人教学模式研究[J].包头职业技术学院学报,2025,26(4):106-110.
- [4] 汪任凭,杨超,李慧宇,等.应用型本科教育背景下焊接专业人才培养模式研究[J].西部素质教育,2025,11(11):1-5.
- [5] 王旭.工匠精神融入中职焊接专业教学的实践与探索[N].河北经济日报,2025-03-13(009).

6 教学展望

本次改革打通了理论与工程实践的隔阂，但智能制造案例偏少、校企实训时间不足等问题仍待完善，后续优化分为两方面：

一是补充焊接机器人产线、数字化台账、在线探伤等智能制造教学案例，增设大数据质量管控内容，贴合行业智能化发展趋势。

二是邀请企业工程师开展专题授课；持续扩充高强钢、异种金属、复合焊接案例库，丰富力学试验、自动化设备、桥梁构件等可视化教学素材。