

基于 1+3+2 育人理念的《土木工程材料》课程教学改革实践—— 钢渣混凝土路面设计项目驱动教学为例

胡智淇¹, 杨斌^{1,*}

1. 辽宁科技大学, 土木工程学院, 辽宁 鞍山, 114051

摘要: 智能建造专业《土木工程材料》存在固废建材教学陈旧、理论与道路工程实操脱节、学生复杂工程问题解决能力薄弱等问题。依托辽宁科技大学“1+3+2”育人体系,以钢渣混凝土路面设计项目为载体开展课程改革。课程以思政教育为价值引领,构建钢渣材料、道路产业链、固废资源化三层知识模块,重点培养学生自主学习与复杂工程问题处置能力。融合 OBE、产学研及建构主义理念,搭建科研案例、实验室实操、项目驱动三维教学模式,建立过程考核、实操评定与校企反馈相结合的闭环评价体系。实践表明,改革契合冶金院校办学特色,有效弥补绿色建材教学短板。针对实训及仿真资源不足的问题,后续将完善实训体系、开发教学案例,为地方高校土建材料课程教改提供可借鉴范式。

关键词: 1+3+2 教育教学体系; 土木工程材料; 钢渣混凝土; 路面设计

Teaching Reform Practice of Civil Engineering Materials Based on the 1+3+2 Education Concept — A Case of Project-Driven Teaching of Steel Slag Concrete Pavement Design

Zhiqi Hu¹, Bin Yang^{1,*}

1. School of Civil Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan 114051, Liaoning, China

Abstract: Aiming at the problems of outdated teaching content of solid waste building materials, disconnection between theory and road engineering practice, and students' weak ability to solve complex engineering problems in the course of Civil Engineering Materials for the intelligent construction major, this curriculum reform is carried out based on the 1+3+2 education system of University of Science and Technology Liaoning with the steel slag concrete pavement design project as the carrier. Guided by ideological and political education, three knowledge modules of steel slag materials, road industrial chain and solid waste resource utilization are constructed to cultivate students' core competencies. Combined with OBE concept, industry-university-research cooperation and constructivism, a three-dimensional teaching mode and a closed-loop evaluation system are established. The reform conforms to the characteristics of metallurgical universities and makes up for the deficiencies of green building material teaching. To solve the shortage of practical training and simulation resources, the teaching system will be optimized to provide a replicable paradigm for the teaching reform of civil engineering material courses in local colleges.

Keywords: 1+3+2 education system; Civil Engineering Materials; Steel slag concrete; Pavement design

1 引言

《土木工程材料》是智能建造专业核心基础课,课程育人成效直接决定学生绿色建材应用、道路工程综合设计能力培养质量。在“双碳”战略、冶金固废资源化产业转型背景下,钢渣混凝土路面

成为鞍山区域市政道路主流低碳建材, 辽宁科技大学依托毗邻鞍钢的行业资源, 具备钢渣资源化科研与工程实训天然优势, 但传统课程存在显著育人短板: 教学内容偏重常规硅酸盐混凝土, 工业固废前沿技术供给不足; 实验以验证性基础操作为主, 缺少真实市政道路综合设计实训; 课程设计未对标学校官方“1+3+2”教育教学体系, 价值塑造、知识传授、能力培养三者脱节, 无法实现一体化育人目标。

现有土建材料课程教改分为两大研究方向: 一是依托 OBE、项目化教学优化课堂组织, 多选用普通混凝土作为教学载体, 缺少冶金固废特色案例^[1]; 二是钢渣混凝土力学、耐久性能试验与路面工程应用研究成果丰富, 但缺少系统化、体系化的课堂转化路径。田雨泽等以海砂高强混凝土为载体, 构建“科研成果转化 + 工程实操赋能”教学模式, 证实科研前沿嵌入材料课程可破解理论实践脱节难题^[2], 但未结合辽科大官方“一个体系铸魂、三类知识强基、两种能力锻才”顶层育人框架、面向智能建造专业开展针对性教学设计。综合现有研究, 尚未形成适配本校 1+3+2 标准育人体系、以钢渣混凝土路面全流程设计为项目载体的一体化《土木工程材料》教学方案。

基于此, 本文严格对标辽宁科技大学官方 1+3+2 教育教学体系权威释义, 将本校钢渣资源化科研成果转化为教学资源, 依托钢渣混凝土路面完整设计项目重构课程教学目标、知识模块、教学模式与评价体系, 实现铸魂、强基、锻才同步落地。

2 “1+3+2”教育教学体系权威释义与教改理论支撑

2.1 “1+3+2”教育教学体系

“1+3+2”教育教学体系全称为一个体系铸魂、三类知识强基、两种能力锻才, 是学校顶层统一育人纲领, 内涵如下:

1) 一个体系铸魂: 一套固本铸魂思想政治教育体系, 将德育价值引领贯穿人才培养全过程, 传承学校钢铁报国红色基因, 锚定钢铁报国、双碳绿色发展、工程质量伦理、区域工业可持续发展四大思政主线, 实现专业教育与价值塑造深度融合。

2) 三类知识强基: 三层复合型知识架构, 包含精深本专业知识、横向贯通产业链知识、纵向融合交叉拓展知识, 推动课程从单一学科逻辑转向产业需求逻辑; 本课程落地拆解为钢渣材料专业模块、道路全产业链模块、固废资源化交叉拓展模块。

3) 两种能力锻才: 两类支撑学生长期职业发展的可持续核心能力, 即终身自主学习能力、复杂工程问题解决能力, 适配行业动态技术迭代与多元工程场景处置需求。

2.2 教改理论支撑

本次改革以三大教育理论为底层支撑: 建构主义学习理论, 依托钢渣科研试验案例、路面现场实操场景引导学生主动构建完整知识体系; 产学研融合理念, 联动鞍钢固废研究院、鞍山市政道路企业共建教学案例、实训场地、企业导师资源; OBE 成果导向教育理念, 以 1+3+2 体系规定的知识、能力、德育目标反向设计教学内容与考核标准^[1]。同时遵循“科研反哺教学”核心原则, 将本校钢渣骨料改性、钢渣路面长期耐久性能系列科研数据、微观表征图像转化为课堂教学素材, 保障课程内容前沿性与工程实用性^[2]。

2.3 教改设计原则

1) 体系对标原则: 全部教学模块、实训任务、考核指标严格匹配“1 铸魂、3 强基、2 锻才”官方框架, 每一项教学活动均对应体系内明确育人目标;

2) 科研适配原则: 钢渣骨料掺量优化、游离氧化钙安定调控、冻融耐久等科研参数、试验结论

全部转化为教学案例，对标现行道路建材行业规范 [3]；

3) 实操优先、动态更新原则：提高综合实操课时占比，持续更新钢渣透水路面、纳米改性钢渣等最新科研成果与本地市政道路病害案例，迭代课程资源库 [4]。

3 对标 1+3+2 体系的钢渣混凝土路面教改整体方案

3.1 模块化教学内容重构

围绕“一个体系铸魂、三类知识强基、两种能力锻才”分层拆解六大教学模块，建立育人维度、课程内容、学生项目任务、预期能力一一对应关系，见表 1。

表 1 1+3+2 体系下钢渣混凝土路面教学模块对应表

Table 1 Correspondence Table of Teaching Modules for Steel Slag Concrete Pavement under the "1+3+2" Education and Teaching System

1+3+2 体系维度	教学模块	钢渣混凝土核心教学内容	学生项目任务	育人落地目标
1（一个体系铸魂）	绿色建材思政融合模块	鞍钢钢渣固废循环案例、钢铁报国产业精神、双碳路面政策、工程耐久性伦理	撰写钢渣资源化绿色工程调研报告	落实固本铸魂德育体系，树立低碳工程价值观
3 - 精深本专业知 识	钢渣混凝土配 比与性能模块	钢渣骨料筛分、钢渣掺量优化、安定性控制、路面强度、抗冻耐久机理	独立完成钢渣路面混凝土全套配合比设计书	夯实精深建材专业核心知识
3 - 横向贯通产业 链知识	钢渣路面工程 应用模块	市政路面施工工艺、冻融 / 车辙病害成因、养护制度、路面造价全流程分析	完成路面病害诊断并提出耐久性优化方案	打通道路上下游全产业链横向知识
3 - 纵向融合交叉 拓展知识	固废低碳评价 拓展模块	冶金固废减排测算、再生建材行业标准、固废全生命周期评价	测算钢渣路面碳减排指标，形成低碳分析报告	拓展固废资源化纵向交叉知识体系
2 - 终身自主学 习能力	科研文献拓展 研读模块	钢渣资源化中英文文献检索、前沿改性技术梳理、试验数据自主分析	撰写钢渣混凝土研究综述，自主迭代优化配合比方案	锻造终身自主学习可持续能力
2 - 复杂工程问 题解决能力	钢渣路面综合 设计项目模块	完整市政支路钢渣路面选材、配比、试验、优化一体化综合任务	分组提交全套路面设计方案、试验原始报告	锻造复杂道路建材工程问题解决能力

3.2 “科研案例 + 实操模拟 + 工程项目驱动”三维教学模式

以钢渣混凝土路面综合设计项目为载体，三维教学手段同步落地，全面服务 1+3+2 育人目标：

（1）科研案例教学：将本校钢渣骨料力学试验、钢渣混凝土抗硫酸盐侵蚀微观图像、长期耐久试验数据转化课堂素材，按照“工程现象 — 内在机理 — 工程控制措施”逻辑分层拆解，避免纯理论背诵，夯实学生精深专业知识 [5]；

（2）试验室实操赋能：依托土木工程材料试验室开展钢渣骨料筛分、混凝土试配、抗压强度、冻融耐久全套综合实操训练，学生自主调整钢渣掺量开展对比试验，强化工程实操技能；

（3）工程项目驱动教学：设定厂区间市政支路真实工程需求，以小组为单位完整完成“固废材料选型 — 配合比设计 — 耐久性能试验 — 路面病害优化”全流程项目任务，贯通横向产业链、纵向交叉拓展知识 [6]。

3.3 “科研案例 + 实操模拟 + 工程项目驱动”三维教学模式

沿用“过程 + 实操 + 综合反馈”分层评价框架，权重分配 40%、50%、10%，全部考核指标严格对应“终身自主学习、复杂工程问题解决”两类核心能力与铸魂德育要求，见表 2。

表 2 课程三维多元评价体系细则表

Table 2 Detailed Table of Three-Dimensional Multi-Dimensional Evaluation System for the Course

评价 维度	权重	核心考核内容	评价主体	佐证材料	对应 1+3+2 育人目 标
过程 性评 价	40%	思政调研报告、钢渣文献综述、 课堂案例研讨汇报、阶段性方案 草稿	任课教师、小组 互评	综述文档、课堂记 录、阶段作业	考核终身自主学习 能力、德育铸魂成 效
实操 考核	50%	钢渣试配实操、耐久试验规范操 作、试验数据处理、路面设计方 案答辩	实验指导教师、 专业授课教师	试验原始记录、配 合比方案、答辩记 录	考核复杂工程问题 解决核心能力
综合 反馈	10%	团队协作表现、企业道路工程师 项目评价、工程伦理综合表现	校外企业导师、 任课教师	企业评价表、项目 反思报告	综合检验德育素养 与工程综合素养



图 1 1+3+2 官方教育教学体系的钢渣混凝土路面教学改革逻辑框架示意图

Fig.1 Schematic Diagram of Teaching Reform Logical Framework for Steel Slag Concrete Pavement Based on the Official 1+3+2 Education and Teaching System

4 优化改进措施与推广价值

4.1 后续教学优化方案

- 1) 跨学科模块共建：联动材料科学、道路工程专业联合开发钢渣微观表征、低碳路面评价跨学科教学模块，完善“三类知识强基”复合型知识架构；
- 2) 实训条件升级：申报校级、省级教学改革专项经费，补充混凝土试配、耐久试验小型设备，搭建钢渣混凝土路面长期性能虚拟仿真教学平台，强化实操能力培育；
- 3) 深化校企协同育人：联合鞍山市政企业、鞍钢固废研究院共建钢渣路面实训基地，持续收集真实道路病害工程案例，动态更新匹配 1+3+2 体系的课程资源库 [4]。

5.2 教改推广价值

本改革完全以辽宁科技大学官方“一个体系铸魂、三类知识强基、两种能力锻才”1+3+2 教育教学体系为顶层统领，立足鞍山鞍钢冶金固废地域特色，围绕“科研成果教学转化、实操训练工程化、多元能力分层评价”三条主线，针对性解决智能建造专业《土木工程材料》课程内容滞后、理论实践

脱节、绿色固废教学缺失三大痛点。整套教学框架可直接迁移至海砂混凝土、再生骨料混凝土等固废建材课程,适配冶金类地方高校智能建造、土木工程专业材料课程改革,为同类院校落实本校特色育人体系、开展科教融汇教学提供标准化、可落地实践范式^[2]。

5 结论

本文严格对标辽宁科技大学官方标准“1+3+2”教育教学体系(一个体系铸魂、三类知识强基、两种能力锻才),以钢渣混凝土路面完整设计项目为教学载体重构《土木工程材料》课程全流程育人体系,实现德育价值引领、三层复合型知识传授、两类可持续核心能力锻造一体化落地。通过“科研案例+实验室实操+工程项目驱动”三维教学模式、对标育人目标的分层多元评价体系,有效补齐智能建造专业绿色固废建材教学短板,显著提升学生前沿建材认知、工程实操与路面综合设计素养。针对跨学科知识融合不足、实训设备有限等现存短板,后续将通过跨专业教学模块开发、虚拟仿真平台建设、校企实训基地升级持续完善教学方案,为新工科背景下土建类材料课程落实院校特色育人体系、推进科教融汇教学改革提供实践参考。

参考文献

- [1] 于淼,于学生,谷丹丹.基于OBE教育理念下的线上线下混合教学模式改革研究——以“土木工程材料”课程为例[J].广西城镇建设,2021,(11):139-141.
- [2] 史欣鑫,杨斌,王静,等.OBE-CDIO理念下智能建造专业混凝土结构设计原理课程教改探究[J].中国科学技术学报,2026,2(1):254-258.
- [3] 王瑞,颜峰,郭荣鑫.钢渣矿物碳化及生命周期评估研究进展[J].材料导报,2023,37(S02):282-289.
- [4] 李秀君,彭斌,宋明洋.新时代“双碳”背景下土木工程材料课程教学改革[J].高教学刊,2023,9(33):12-15.
- [5] Liu J, Xu J, Liu S, et al. Steel slag for roadway construction: A review of material characteristics and application mechanisms [J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2022, 34(6): 03122001.
- [6] 季涛,张士萍,牛龙龙.土木工程材料课程项目化教学模式构建[J].山西建筑,2024,50(6):188-191.

基金项目:新基建背景下“十”字型智能建造人才的培养与实践——以《岩土工程测试技术》课程为例(LNYJG2024094);新基建背景下“PBL+5E”教学模式助力智能建造专业应用型人才培养——以《流体力学》为例(2025YBXM0216, XJGKC202410)。

第1作者简介:胡智淇(1991-),男,博士研究生,讲师,研究方向:新型建筑材料、固废资源化利用。E-mail: anshanhzq@126.com。

***通讯作者简介:**杨斌(1989-),男,博士研究生,副教授,研究方向:多源信息融合与深度学习的尾矿库灾变智能预警研究,矿山采动岩体突冒突涌防治及边坡工程稳定性研究。E-mail: yangbin673039297@126.com。