

Curriculum reform design of Railway Tunnel Construction and Maintenance in higher vocational colleges from the perspective of Golden course

Yani Jin

Kunming Railway Vocational and Technical College, Kunming, Yunnan, 650200, China

Abstract

Under the background of the Ministry of Education's "Double million plan" and the construction of "new engineering", it is urgent for higher vocational education to promote curriculum reform with the "golden course" standard. Aiming at the problems of "disconnection between teaching content and post standard, lagging training conditions, single skill evaluation method" in the course of "Railway Tunnel Construction and Maintenance", this paper proposes a reform plan of "post task driving, virtual and real scenes complementing each other, skill certification through". By reconstructing the modular curriculum system, innovating the intelligent construction and testing module, developing the preventive maintenance module, and constructing the four-dimensional integrated evaluation system of "class certificate competition post", we strive to cultivate the composite technical skills talents who "understand construction, fine detection and management". At the same time, the implementation guarantee mechanism has been improved from the aspects of school-enterprise collaborative education and intelligent teaching environment construction, and the future development direction of special scene teaching, technology integration and innovation and international standards docking has been planned. The reform plan aims to achieve a seamless connection between vocational education and the needs of intelligent construction of railway tunnels, and to transport high-quality talents for the industry.

Keywords

Golden Lesson; Higher vocational education; Railway tunnel construction and maintenance; Curriculum reform; Intelligent construction; Post class competition card accommodation

金课视角下高职《铁路隧道施工与养护》课程改革设计

金雅妮

昆明铁道职业技术学院, 中国·云南昆明 650200

摘要

在教育部“双万计划”与“新工科”建设背景下, 高职教育亟需以“金课”标准推进课程改革。本文针对《铁路隧道施工与养护》课程存在的“教学内容与岗位标准脱节、实训条件滞后、技能评价方式单一”等问题, 提出“岗位任务驱动、虚实场景互补、技能认证贯通”的改革方案。通过重构模块化课程体系、创新智能施工与检测模块、开发预防性养护模块, 并构建“课证赛岗”四维融合评价体系, 着力培养“懂施工、精检测、会管理”的复合型技术技能人才。同时, 从校企协同育人、智能教学环境建设等方面完善实施保障机制, 并规划了特殊场景教学、技术融合创新及国际标准对接等未来发展方向。改革方案旨在实现职业教育与铁路隧道智能化建造需求的无缝衔接, 为行业输送高素质人才。

关键词

金课; 高职教育; 铁路隧道施工与养护; 课程改革; 智能建造; 岗课赛证融通

1 引言

在教育部“双万计划”与“新工科”建设背景下, 职业教育需以“高阶性、创新性、挑战度”为标准构建“金课”体系。铁路隧道工程作为“一带一路”基础设施建设的核心领域, 其施工技术已从传统钻爆法向智能化建造加速转型。

【作者简介】金雅妮(1974-), 女, 哈尼族, 中国云南普洱人, 本科, 副教授, 从事铁道工程技术、高速铁路工程技术研究。

而职业教育“提质培优”行动计划指导高职院校的教学需要应聚焦“岗课赛证”融通来培养技术技能人才。当前我国铁路隧道年维护量超2万公里, 智能检测、机械化养护等岗位人才缺口显著。调研显示, 76%的施工企业更倾向录用具备BIM识图、智能检测设备操作等新型岗位能力的大专生。然而, 现有《铁路隧道施工与养护》课程存在“三脱节”问题: 教材内容与《铁路隧道养护技术规范》(Q/CR 9219-2022)更新不同步; 实训设备与现场智能化装备代际差达5年以上; 课程考核与“铁路隧道工”职业资格标准衔接不足。本文立足高职学生认知特点, 构建“岗位任务驱动、虚实场景互补、

技能认证贯通”的改革方案设计,着力培养“懂施工、精检测、会管理”的高素质技术技能人才^[1]。

2 课程现状与核心问题

2.1 教学内容与岗位标准脱节

现有教材中传统工艺占比超80%,对“无人机巡检”“三维扫描检测”等新岗位技能涉及不足。例如:①隧道初期支护教学仍以格栅钢架手工安装为主,未纳入湿喷机械手操作要点;②养护模块缺少铁路局推行的“天窗修”管理制度解读;③课程内容与“1+X”建筑信息模型(BIM)证书考核要求匹配度不足40%。

2.2 实训条件滞后行业发展

多数院校实训基地存在“三缺”现象:①缺智能装备:仅配置传统收敛计、地质罗盘,无三维激光扫描仪等智能检测设备;②缺工法覆盖:盾构/TBM实训室覆盖率不足

30%,无法开展刀盘换刀仿真训练;③缺虚实联动:现有VR系统多为单向演示型,缺少“检测—分析—决策”闭环训练。

2.3 技能评价方式单一

传统考核重理论轻实操,期末笔试占比超60%,未建立与职业资格认证对应的技能评价标准。某高职院校调研显示:①72%学生认为考核未能反映真实岗位能力;②企业反馈毕业生需3~6个月适应期才能独立操作检测设备。

3 岗位能力导向的课程改革路径

3.1 基于OBE理念的模块化课程体系重构

职业能力需求分析:采用德尔菲法对行业专家进行三轮调研,结合《铁路隧道工国家职业技能标准》(4-08-18-02),构建三维能力矩阵(表1)^[2]:

能力维度	典型工作任务示例	对应职业标准条款	课程模块	权重系数
智能施工	三臂凿岩台车定位	4.2.1	智能施工模块	0.35
	BIM模型协同应用	4.3.2		0.25
精准检测	三维激光扫描仪操作	5.1.3	智能检测模块	0.40
	雷达检测图谱分析	5.2.4		0.30
科学养护	裂缝注浆处置	6.3.1	预防性养护模块	0.25
	排水系统疏通	6.4.2		0.15

(注:权重系数采用层次分析法确定,CR=0.03<0.1。)

3.2 智能施工模块建设

3.2.1 施工机械操作单元教学创新

基于认知学徒制理论,设计“观察—模仿—练习—创新”四阶段教学模式:

①示范教学:企业导师通过AR眼镜进行三臂凿岩台车操作演示,学生通过5G终端实时观看。

②虚拟训练:使用Unity开发的凿岩台车模拟系统,设置20种故障场景(如卡钻、超挖)。

③真机实操:在智能实训中心完成定位精度训练(误差控制在±3mm)。

④创新应用:结合BIM模型优化钻孔参数,实现施工效率提升20%以上。

3.2.2 智慧工地管理平台教学实施

开发“BIM+IoT”协同教学系统,实现施工进度动态监控、质量验收数字化流转、安全隐患智能预警等功能。例如,在某高铁隧道施工项目中,学生通过系统完成4D进度计划编制、施工日志自动生成及衬砌厚度预测等任务。

3.3 智能检测模块创新

3.3.1 四阶能力培养体系构建

依据布鲁姆教育目标分类学,构建“检测技术四阶训练”体系。

①认知记忆阶段:掌握检测仪器原理;教学方法:微课+虚拟仿真;考核方式:三维建模考试(Revit模型精度0.5mm)。

②操作理解阶段:完成设备操作考核;技能要求:Z+F 5010C扫描仪点云采集速度≥200万点/秒;评价标准:操作流程标准化程度(基于LSTM算法分析操作轨迹)。

③分析应用阶段:数据处理与病害识别;技术工具:CloudCompare点云处理、Python病害识别算法;典型任务:贵广高铁岩溶隧道渗漏检测(定位精度0.1m²)。

④创新评价阶段:检测方案设计与优化;项目成果:检测报告符合《Q/CR 9219-2022》标准;企业采纳率:65%(中铁第四勘察设计院数据)。

3.3.2 智能检测技术教学

引入深度学习技术开发隧道病害智能识别系统,基于10万张衬砌病害图像数据集,采用改进的YOLOv5算法(mAP@0.5=91.2%),学生通过系统进行病害标注训练,标注准确率提升。

3.4 预防性养护模块开发

3.4.1 标准化工作页设计

基于《铁路隧道养护技术规范》^[3],编制典型任务工作页(表2):

任务编号	病害类型	处置流程	技术标准	考核指标
T01	衬砌裂缝	病害调查→表面封闭→压力注浆→效果检测	TB/T3360-2014	注浆饱满度 ≥90%
T02	排水系统堵塞	清淤→管道疏通→流量测试	TB10060-2017	排水通畅率 100%
...

3.4.2 天窗期协同作业模拟

构建基于 Multi-Agent 的协同作业仿真系统，通过检测组、养护组、协调组的分工协作，优化作业流程，目标缩短作业时间 30%。

3.4.3 “虚实境域融合”实训体系构建

①基础技能实训：配置全站仪开展隧道中线放样、围岩收敛监测等。

②智能检测实训：使用 Trimble TX8 三维扫描仪完成点云数据采集与病害自动标注。

③VR 工法实训：开发 TBM 刀盘更换 VR 系统，配备力反馈手柄与操作路径分析功能。

3.5 “课证赛岗”四维融合评价体系

3.5.1 三维评价指标构建

基于模糊数学理论，建立“三维七项”评价模型，涵盖知识掌握、技能水平、职业素养三大维度，权重分别为 0.35、0.40、0.25，评价方法包括闭卷考试、操作行为分析、视频分析等。

3.5.2 课证衔接机制

①课程模块与职业资格标准匹配度达 78%~88%；

②设计“三阶段”认证体系：基础技能认证（全站仪、收敛仪、地质罗盘使用等）、专项技能认证（BIM 模型应用等）、综合能力认证（企业真实项目）^[4]。

4 教学实施保障机制

4.1 校企协同育人平台

4.1.1 课程开发共同体

联合中国国家铁路集团、中铁建集团等企业专家，制定《铁路隧道施工与养护课程标准》，建立真实案例库。

4.1.2 师资能力提升计划

实施“三进三出”工程：教师进企业参与智能检测项目、工程师进课堂授课、学生进工地实践^[5]。

4.2 智能教学环境建设

4.2.1 硬件升级方案

建设智能检测技术实训中心、虚拟仿真教学中心及 BIM+GIS 协同设计平台。

4.2.2 软件资源开发

开发“隧道工程数字孪生平台”，实现施工动态模拟、

病害预测及维护决策支持。

5 持续性发展方向

5.1 特殊场景教学

5.1.1 高原铁路施工课程包

融入高原缺氧环境适应性技术、冻土工程关键技术及生态保护内容。

5.1.2 海底隧道施工课程包

涵盖高压盾构选型、地质风险预警及运营维护技术^[6]。

5.2 技术融合创新

探索 AI 在病害识别中的应用，构建隧道健康指数 (THI) 评估模型，实现病害自动分级与风险预警^[7]。

5.3 国际标准对接

引入欧洲隧道养护标准 (CEN/TS 16194)，重点对接全生命周期管理框架与风险矩阵法。

6 结语

本方案以“两性一度”为纲，通过“岗课赛证”融通知识重构、虚实融合场景搭建及思政深度浸润，培养高职院校铁道工程技术专业的复合型人才。未来可进一步探索数字孪生技术在教学中的应用，构建“设计—施工—运维”全要素虚拟隧道模型，推动职业教育与智能建造的无缝衔接^[8]。

参考文献

- [1] 教育部. 职业教育专业目录 (2023年修订) [Z]. 2023.
- [2] 中国国家铁路集团. 铁路隧道工国家职业技能标准[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2021.
- [3] 中国国家铁路集团. 铁路隧道智能建造技术规程: TB 10753-2023[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2023.
- [4] 中铁第四勘察设计院. BIM技术在铁路隧道工程中的集成应用研究[R]. 武汉: 中铁四院技术报告, 2022.
- [5] 王明生. 虚实结合的隧道工程实训体系构建[J]. 实验技术与管理, 2024, 41(1):88-92.
- [6] 于洋, 刁心宏. 隧道工程课程教学改革实践探讨[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(4):45-52.
- [7] 张伟. 1+X证书制度下高职课程改革研究[J]. 中国职业技术教育, 2022(11):45-50.
- [8] 李建国. 铁路隧道智能检测技术应用进展[J]. 铁道建筑, 2023, 63(3):112-115.