

数智赋能在轨道交通专业实训体系建设与职教创新中的实践研究

连晨艳

上海市浦东外事服务学校, 上海

收稿日期: 2026年9月25日; 录用日期: 2026年10月21日; 发布日期: 2026年10月28日

摘 要

城市轨道交通运营服务专业岗位实操属性突出, 行业安全规范严苛, 岗位技能标准化程度高。传统实体实训模式普遍面临实训工位不足、高危故障场景难以复刻、设备损耗大、学生全员反复实操训练难以落地等教学痛点。本研究依托院校轨道交通实训室建设基础, 紧扣上海地铁车站站务员上岗证应知应会、实操考核岗位标准, 推动虚拟化、数字化实训改革创新, 实现虚拟仿真平台与实体AFC设备、车站实训设备无缝互通, 实现以真实地铁车站为原型完成1:1三维场景建模, 覆盖票务处置、站台门操作、行车作业等岗位核心考核模块智慧教学融合管理体系。教学实践表明, 虚实融合数智化实训体系能够有效对接企业岗位标准, 破解传统实训瓶颈, 打造智慧翻转课堂新模式, 为轨道交通职业教育实训教学改革、高素质技能型人才培养提供可复制的实践路径。

关键词

职业教育, 轨道交通运营服务, 数智赋能, 虚实融合, 实训教学

Practical Research on Digital-Intelligence Empowerment in the Construction of Rail Transit Practical Training Systems and Vocational Education Innovation

Chenyan Lian

Shanghai Pudong Foreign Affairs Service School, Shanghai

Received: September 25, 2026; accepted: October 21, 2026; published: October 28, 2026

文章引用: 连晨艳. 数智赋能在轨道交通专业实训体系建设与职教创新中的实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 2123-2128. DOI: 10.12677/ae.2026.16102327

Abstract

Job roles in urban rail transit operations and services are characterized by a strong emphasis on hands-on practice, strict industry safety standards, and a high degree of skill standardization. Traditional physical training models often face pedagogical challenges such as insufficient training stations, the difficulty of replicating high-risk fault scenarios, high equipment wear and tear, and the inability to implement comprehensive, repetitive hands-on training for all students. Leveraging existing rail transit training facilities, this study aligns closely with the competency requirements and practical assessment standards for Shanghai Metro station agents. It drives innovation through virtualization and digitalization, achieving seamless integration between virtual simulation platforms and physical equipment—such as Automatic Fare Collection (AFC) systems and station training hardware. The project utilizes real metro stations to create 1:1 3D scene models and establishes an integrated smart teaching and management system covering core assessment modules, including ticketing operations, platform screen door management, and train operation procedures. Teaching practice demonstrates that this digital-intelligent training system—integrating virtual and physical elements—effectively aligns with industry job standards and overcomes the bottlenecks of traditional training. It fosters a new “smart flipped classroom” model, providing a replicable pathway for reforming rail transit vocational training and cultivating high-quality, skilled professionals.

Keywords

Vocational Education, Rail Transit Operations and Services, Digital-Intelligence Empowerment, Virtual-Physical Integration, Practical Training Instruction

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

伴随国内城市轨道交通网络化快速扩张，地铁运营企业对一线站务人员标准化操作、故障应急处置能力、岗位安全素养提出更高的要求。城市轨道交通运营服务专业承担着为地铁行业输送车站运营、票务管理、行车组织、客运服务技能人才的任务，实训教学质量直接决定学生岗位适配能力与就业竞争力。

国内轨道交通职业教育领域，虚拟仿真技术已经成为实训改革的重要方向。现有研究围绕轨道交通虚拟仿真资源开发、教学模式构建开展了大量探索。部分研究提出虚拟仿真技术破解职校高危、高成本实训的改革路径，强调虚实结合是实训发展重要方向[1]；也有研究从岗课赛证融合视角搭建轨道交通虚拟仿真教学框架，但研究多偏向顶层框架设计，对半实物虚实互通落地实现路径讨论有限[2]；还有研究聚焦虚拟仿真资源建设与学生应急能力培养，证实仿真训练对提升应急处置能力有正向作用，但缺少与实体硬件闭环交互的实践数据支撑[3]；部分成果探讨数字孪生在工科职教应用，更多聚焦于平台设计思路，较少结合中职院校一线实训场景开展对照实证研究[4]；亦有研究基于游戏引擎完成轨道交通车站仿真平台开发，但未实现虚拟系统与真实 AFC 票务硬件的数据互通闭环[5]。总体来看，现有多数研究要么侧重纯虚拟仿真软件设计，要么仅使用独立实体硬件，虚拟环境与现场级实训设备的数据打通、半实物闭环实训的落地实践仍然相对匮乏；同时多数研究缺少平行班对照的量化教学实验数据支撑，对于中职轨道交通专业如何对标地方企业上岗证考核标准开展虚实融合实训建设，可参考的实证案例仍然有限。

职业教育强调岗课赛证融合育人,要求实训教学内容、操作流程、考核规范对标企业持证上岗考核要求。国内多数轨道交通专业院校实训教学长期依赖实体硬件设备,本学院经过前三期实训室建设,已搭建基础 AFC 自动售检票系统与车站基础实训硬件,但在规模化教学、高频次实操训练、故障模拟演练、全过程考核管控等方面仍存在短板。实体实训设备造价高昂、维护成本高,高危故障场景具有不可逆特性,无法多次复现开展训练,实训工位数量有限,难以满足整班学生同步实操训练需求,学生缺少反复练习、故障复盘的机会,岗位故障处置能力训练存在明显盲区。

在职业教育数字化转型大背景下,虚拟仿真、数字孪生技术成为破解高危实训、稀缺实训、高频实训难题的重要抓手[6]。围绕虚拟化实训平台建设的理念、模式与安全三个维度开展创新性升级,打造三维全仿真半实物实训体系,构建智慧化翻转课堂教学模式,形成“虚补实缺、以实固虚、虚实互通、数智育人”的实训教学新格局,全面匹配上海地铁站务员持证考核与岗位实战能力培养要求。

2. 传统轨道交通实训教学现存痛点

(一) 实训工位供给不足,批量实操教学难以落地

实体轨道交通实训设备采购成本高、配套场地要求高,前期建设的硬件设备数量有限,无法满足整班 40 名左右学生同步实训。传统课堂只能采取分组轮换操作,每组仅 2~3 名学生可以上手操作,其余学生长时间处于观摩状态。统计教学数据显示,传统实体实训课堂中,单个学生单次课有效实操时长仅占课堂总时长的 18%左右,技能训练频次低,难以达到岗位技能熟练掌握的培养目标。

(二) 高危故障场景无法复刻,岗位能力训练存在盲区

票务故障、站台门异常、行车突发工况等站务员核心考核场景,属于低概率、高风险事件。实体设备一旦模拟这类故障,极易造成硬件损坏,甚至带来安全隐患,因此实体实训只能开展常规操作训练,无法常态化开展故障排查、应急处置专项训练。在引入虚拟仿真系统前的摸底测试中,学生常规操作题型平均得分 82.4 分,但故障处置类题型平均得分仅 54.2 分,学生在校缺少故障处置实操经验,与企业上岗证考核的能力要求脱节。

(三) 实训评价方式粗放,缺少过程性数据支撑

传统实训考核以教师现场人工观察、主观打分为主,存在考核标准主观性强、操作过程无法完整留存、学生操作错误点难以溯源、训练效果缺少量化数据支撑等问题。教师只能依靠现场观察记录学生的大体表现,无法完整捕捉每位学生的操作短板,难以开展个性化教学指导,难以对标地铁岗位标准化、精细化的考核评价体系。

(四) 设备迭代周期长,教学内容滞后行业规范

轨道交通行业设备系统、作业流程、故障处置规范持续更新,实体实训设备改造、升级周期长、改造成本高,硬件改造往往滞后行业规范 2~3 年,容易出现实训内容滞后企业现行标准的问题,造成学生在校所学技能与企业上岗实操要求存在差距,降低人才培养质量。

3. 数智赋能融合实训体系创新

(一) 实践创新:理念、模式、安全三维升级

1. 理念创新:打破纯实体实训或者纯线上虚拟实训的单一思路,坚持虚实融合理念,将虚拟仿真作为实体实训的有效延伸与补充,虚拟承担高风险、高重复、高损耗的故障场景训练,实体设备用于验证真实操作结果,二者互为支撑。

2. 模式创新:构建“虚拟仿真课前预习 + 半实物仿真课中实操 + 实体设备验证巩固”三阶实训模式,打造智慧翻转课堂。学生课前依托虚拟平台自主熟悉车站场景、操作流程;课中聚焦故障处置重难

点开展实操训练；课后可反复登录系统复盘训练，重构实训教学流程。

3. 安全创新：把所有高危、不可逆故障场景迁移至虚拟仿真环境完成训练，规避实体设备损坏、实训安全事故风险；实体设备仅用于常规安全操作验证，兼顾训练真实性与实训安全性。

(二) 设计创新：三维仿真、半实物现场设备、数智系统互融互通

1. 学生端实训终端

半实物仿真系统与现场级 AFC 自动售检票系统互通互联，半仿真系统发售、写入数据的实训车票，可直接在实体闸机、实体售票设备上使用；同时也可对半实物系统读取实体售票机出票，开展票务操作实训，真正实现虚拟操作、实物落地的虚实闭环。

2. 教师端智慧管控系统

数智教学管控系统配套现场及批量发卡设备，可在短时间内批量生成故障实训票，满足整班同步开展故障票处置实训，实现一分钟内学员人手一张实物实训票。教师端系统具备实训任务下发、课堂统一管控、学生操作行为追踪、过程性考核、成绩统计与学情数据分析功能。教师可统一管控全班实训终端，实时查看学生每一步操作记录，自动记录操作错误、完成时长，生成考核成绩与学情报告，实现实训教学全过程、精细化、数据化管理。

(三) 内容创新：提炼站务员三大核心岗位能力，夯实铁三角

系统对标轨道交通站务员岗位实操考核标准，搭建三大实训考核模块，覆盖岗位核心技能点：

1. 票务模块：包含正常售票、退票、异常票识别、各类故障票处置、票卡读写等全流程实操训练，支持各类故障票场景自由调取、反复演练、错题复盘，并配套自动考核评价功能。

2. 站台门模块：模拟站台门常规开关操作、门体故障报警、应急解锁、现场隐患排查等岗位作业流程，还原真实车站各类突发工况。

3. 行车模块：复刻车站日常行车组织、接发列车作业、行车设备巡检、突发工况处置等标准化作业流程，匹配企业行车岗位应知应会考核要点。

4. 数智赋能职业教育的实践效果对比分析

选取两个平行教学班开展对照实验：对照组采用传统实体实训教学模式；实验组采用虚实融合半实物仿真实训教学模式，开展为期一学期教学对比。两组学生入学基础、前期理论课程成绩无显著性差异，具备对照研究条件。学期末统一采用上海地铁站务员上岗证模拟考核标准进行测试，从岗位技能考核成绩、故障处置能力、课堂实操时长、学生实训满意度、实训室运维成本等维度采集数据，对比结果如表 1 所示。

由表 1 可见，两种教学模式下学生常规操作能力均能达到合格水平，分数差距相对有限；故障应急处置模块得分差异最为突出，这也是本次虚实融合实训体系研究的核心价值所在。传统实体实训受硬件安全限制，无法开展高频故障演练，学生应急处置能力短板显著。引入三维半实物仿真系统之后，学生可以无限次复现各类车站故障场景，反复开展故障处置训练。同时，学生单次课堂有效实操时间大幅提升，从原先不足两成的课堂占比提升至 86%，解决了传统实训分组观摩、动手机会不足的痛点。学生实训满意度显著提高，实体设备损耗、维修耗材成本显著下降，实现教学质量提升与实训运维成本控制双赢。

对照组学生岗位综合技能考核平均分为 72.6 分，实验组平均分为 87.0 分；实验组岗位技能考核通过率 92.7%，对照组通过率 71.4%，岗位技能考核通过率提升 21.3%。在上岗证模拟一次性通过率方面，实验组模拟考核一次性通过率 84.2%，对照组 65.5%，上岗证模拟考核一次性通过率提升 18.7%。数据表明，虚实融合实训体系有效提升学生整体岗位实操水平，缩小教学标准与企业持证上岗要求之间的差距。

Table 1. Comparison of teaching effectiveness between the traditional practical training model and the virtual-real integrated simulation training model

表 1. 传统实训模式与虚实融合仿真实训模式教学效果对比

评价维度	对照组 (传统实训)	实验组 (虚实融合)	提升幅度
岗位技能综合考核平均分	72.6	87.0	+14.4 分
岗位技能考核通过率	71.4%	92.7%	+21.3%
上岗证模拟考核一次性通过率	65.5%	84.2%	+18.7%
常规标准化操作题型平均分	82.4	88.1	+5.7 分
故障处置与应急操作题型平均分	54.2	80.7	+26.5 分
学生实训课堂满意度	67.9%	94.6%	+26.7%
实训中单学生单次课有效实操时长占比	18%	86%	+68%
实体设备年度运维耗材及维修成本基准值	100%	32%	-68%

常规标准化操作训练依靠实体设备即可完成，两组得分差距较小；故障处置与应急操作是地铁站务员上岗证考核、企业岗位录用评估的核心指标，也是传统实训模式最大短板。传统实训模式中学生故障处置题型平均分仅 54.2 分，经过半实物仿真系统训练后，实验组该项平均分达到 80.7 分，故障处置类题目得分均值提升 26.5%，提升效果最为显著。

匿名问卷调研结果显示，对照组学生实训满意度 67.9%，学生反馈集中在“实操机会太少”“无法练习故障场景”；实验组学生实训满意度达到 94.6%，学生普遍认可随时反复练习、查看操作错误记录，能够沉浸式熟悉岗位真实突发场景。在运维成本方面，传统实体实训模式下，AFC 票卡、耗材损耗、设备维修费用较高，单次故障模拟演练存在损坏硬件风险。引入虚拟仿真系统后，绝大多数故障演练在虚拟环境完成，实体设备损耗量下降约 68%，大幅降低实训室长期运维成本。

综合数据可以看出，通过数智赋能下的实训教学模式，对学生故障处置能力提升效果最为突出，而故障处置能力正是地铁站务员上岗能力、企业岗位录用评估的核心指标。

5. 教学实践反思

从体验式学习理论角度分析，体验式学习强调学习者通过沉浸式情境体验、实践试错、反思复盘完成能力建构。传统实训条件下，学生大部分时间处于旁观状态，缺少亲身体验与试错机会，故障场景几乎不能开展实操体验，学习以被动观察为主；虚实融合模式中，虚拟仿真提供大量低风险沉浸式岗位情境，学生可以反复试错，在故障处置情境中完成体验 - 行动 - 复盘的闭环学习，因此应急处置能力获得大幅度提升。

结合认知负荷理论来看，传统实体实训课堂分组轮换，等待时间长，学生容易出现认知资源耗散；而“课前虚拟预习 - 课中半实物实操 - 课后复盘”的三阶模式，将流程记忆、场景熟悉等低风险认知任务前置到课前虚拟平台完成，课堂有限时间集中于重难点故障处置训练，优化课堂认知资源分配，提升课堂有效实操占比，因此学生整体技能成绩获得明显提升。

依托虚实融合实训平台建设的数智赋能教学模式，在本次教学实践研究中取得良好成效，但在落地实施过程中也存在一些需要持续优化的地方。第一，教师数字化教学能力需要持续提升，教师需要熟练掌握虚拟仿真平台后台管控、学情数据分析能力，基于系统生成的学生操作数据开展精准教学；第二，

虚拟场景资源需要持续迭代，跟随轨道交通运营企业规范更新，同步更新故障案例、操作流程，保证教学内容持续对标企业最新岗位标准；第三，虚实教学课时配比需要持续优化，把握虚拟仿真练习与实体设备实操之间的平衡，避免过度依赖虚拟环境，弱化实体设备上手操作能力。

本次实践研究证明，数智赋能技术不是用来替代实体实训，而是补实体实训短板。虚拟仿真负责高频、高危、高损耗的故障场景训练，半实物模块衔接真实票卡读写，实体设备用于最终实操验证，三者结合，形成完整实训链条。

6. 结语

职业教育数字化转型，核心在于实训教学模式、育人体系的全方位革新。虚实融合的数智化实训模式，实现虚拟补短板、实物固技能、数据促提升的育人闭环。不仅提升城市轨道交通运营服务专业实训教学标准化、智慧化水平，推动岗课赛证深度融合与职业教育教学改革创新，为轨道交通行业培养实战型技术技能人才提供坚实实训支撑，同时也为同类工科专业虚拟仿真实训体系建设提供可借鉴、可推广的实践范式。

参考文献

- [1] 韩锡斌, 李米雪, 郭文欣. 以数字化战略赋能职业教育的新突破——2024 年职业教育数字化研究与实践新进展[J]. 中国职业技术教育, 2025(2): 39-48+75.
- [2] 李艳, 陈琳, 朱福根. 国内虚拟仿真实训: 现状、研究及启示[J]. 现代远距离教育, 2023(6): 12-24.
- [3] 安飞, 常秀娟, 刘亚苹. 虚拟仿真技术在城市轨道交通类专业课程中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2026(2): 25-29.
- [4] 刘骏, 曹康乐. 虚拟仿真赋能高职院校实训教学的路径研究[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2024, 24(4): 42-47.
- [5] 王思霞. 基于数字技术的高职教师教学有效性提升研究——以汽车专业为例[J]. 汽车维修与修理, 2026(11): 96-97.
- [6] 孙守勇, 李锁牢. 职业教育数字化转型的内涵、表征与实践路径[J]. 教育与职业, 2023(1): 35-42.