

高校自研科技装备科普化路径构建研究 ——以高铁运行指挥科普互动体验平台为例

史磊^{1,2,3}

1. 西南交通大学交通运输与物流学院, 四川 成都 610031

2. 综合交通运输智能化国家地方联合工程实验室, 四川 成都 610031

3. 西南交通大学交通运输与物流科普基地, 四川 成都 610031

DOI: 10.61369/SSSD.2025040006

摘 要 : 高校作为人才培养和科技创新的重要阵地, 拥有大量优秀的科研成果和先进的实验室, 国家在多项政策文件中鼓励高校将科研成果转化为优质科普资源。高铁运行指挥科普互动体验平台以自主研发的高速铁路调度员作业安全适应性测评系统为基础, 集成心理测试沉浸式体验方案、“虚拟人”、语音交互识别、3D 建模等技术, 建成我国首个集教学、科普、科研为一体的虚拟仿真高铁运行指挥科普互动体验平台, 让科普受众了解高铁调度员日常工作和应急处置流程, 以及调度员作业安全适应性选拔测评和干预训练工作。目前科普平台在多个行业企业和大专院校进行推广应用并获得一致认可。最后, 提出高校科研成果科普化过程中的思考和建议, 旨在为高校科研成果转化与科普事业的发展贡献力量。

关 键 词 : 高铁调度; 科研成果; 科普化; 科普互动体验平台

Research on the Construction of Popular Science Paths for Self-developed Scientific and Technological Equipment in Universities -- Taking the High-speed Rail Operation Command Popular Science Interactive Experience Platform as an Example

Shi Lei^{1,2,3}

1. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031

2. National & Local Joint Engineering Laboratory of Integrated Transportation Intelligentization, Chengdu, Sichuan 610031

3. Popular Science Base of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031

Abstract : Colleges and universities, as important bases for talent cultivation and technological innovation, possess a large number of outstanding scientific research achievements and advanced laboratories. The state has encouraged colleges and universities to transform scientific research achievements into high-quality popular science resources in multiple policy documents. Based on the independently developed safety adaptability evaluation system for high-speed railway dispatchers' operations, the Popular Science Interactive Experience Platform for High-speed Railway Operation Command integrates technologies such as immersive psychological test experience programs, "virtual humans", voice interaction recognition, and 3D modeling. It has built China's first virtual simulation popular science interactive experience platform for high-speed railway operation command that integrates teaching, popular science, and scientific research. This platform enables the public to understand the daily work and emergency response procedures of high-speed railway dispatchers, as well as the selection, evaluation, and intervention training for dispatchers' operational safety adaptability. Currently, the popular science platform has been promoted and applied in multiple industry enterprises and colleges, and has received unanimous recognition. Finally, this paper puts forward thoughts and suggestions on the popularization of scientific research achievements in colleges and universities, aiming to contribute to the transformation of scientific research achievements in colleges and universities and the development of popular science undertakings.

Keywords : high-speed railway dispatching; scientific research achievements; popularization of science; popular science interactive experience platform

引言

面对交通运输与物流科普基地长期建设中的现场实际问题，团队多年来围绕轨道交通人因安和调度仿真实训开展科研、教学和科普工作，主持国家级课题3项、中国国家铁路集团有限公司科技计划项目3项、其他省部级项目10余项，发表高水平论文超60篇，这为科研成果转化为优质科普资源奠定了良好基础。高铁运行指挥科普互动体验平台的研发，让公众不但能够了解到高铁调度员日常工作内容和面对突发安全事故时应急处置流程，还能对调度员作业安全适应性选拔和测评以及如何对有作业安全风险的调度员进行干预训练进行全面了解^[1]。

一、高铁运行指挥科普互动体验平台概述

以自主研发的高速铁路调度员作业安全适应性测评系统（Train Dispatcher Test System, TDTS）为基础，建成我国首个基于虚拟仿真的高铁运行指挥科普互动体验平台。TDTS结合高铁运行指挥作业特点，研究运行指挥的核心岗位——行车调度员，失理性作业与违章作业的诱发机理与影响因素，创建高铁运行正常状态下指挥场景与非正常状态下的应急处置场景，采用认知心理学、人因工程学的技术与方法，建立调度员的入职选拔与定期测评体系，开发基于虚拟仿真的高铁调度模拟训练平台^[2]。

在TDTS基础上，集成心理测试沉浸式体验方案、语音交互识别、3D建模等技术，以铁路局实际使用的调度指挥装备为对象进行仿真，建成我国首个集教学、科普、科研为一体的虚拟仿真高铁运行指挥科普互动体验平台^[3]。该体验平台不但符合教学与科研要求，而且是具有创新性的科普设施，是集前沿性、趣味性、互动性、操作性于一体的综合性科普互动体验产品。主要服务于：

（1）面向社会各领域科普受众：提供关于高铁综合运输指挥及安全运营的互动科普体验，让公众获取关于高铁运输组织的相关知识和理念，感受我国在保障高铁高效、安全、稳定运行方面所取得的举世瞩目的成绩，着力提高公民的交通运输公共安全意识，共同维护铁路运行安全与效率；

（2）面向教学科研：实现高校跨学院、跨专业、跨年级的铁路运行指挥实操教学；进行高铁行车组织、高铁关键作业岗位作业安全适应性测评、人员评价等方面的科学研究；

（3）面向行业企业：既有线和高铁行车调度员选拔测评、在职培训及风险干预。

二、高铁运行指挥科普互动体验平台的开发

（一）科普体验平台研究内容

1. 完成平台科学性验证，结合科普规律，使公众了解高铁行车组织运行原理与机制

通过调查访谈、组织测试、数据分析、大数据处理等人因工程学方法，深入分析高铁运行指挥作业岗位人员的岗前选拔与在任定期测评技术方法^[4]。从生理适应性、心理健康、心理稳定性、抗压能力、从业动机、作业基本认知能力以及应急处置能力等方面，进一步论证高铁调度员作业安全适应性的选拔测评技术与方法，建立选拔标准。反复与现场核实调度系统模拟平台的真实还原性，为开展科普宣传奠定扎实的科学理论基础。

2. 增强科普功能开发，采用虚拟图像技术，增强科普体验感与交互性

扩充系统中的突发事件场景，采用3D虚拟建模技术等还原轨道电路、信号机设备、道岔等到调度中心的现场场景^[5]。在可视化系统界面中嵌入更加趣味和直观的适应性测试科普版，包括基本认知能力测试体验、心理品质测评技术体验、微表情同步反馈、生理信号（脑电、心电、皮肤电）技术体验，使用公众更为接纳的科普性语言，增强科普体验性，感受高铁调度员在应急处置工作中的心理和生理状态变化^[6]。科普受众还能从安全管理角度认识到，高铁调度员作业安全适应性选拔测评和定期测评的实施，可以大大降低其后期培训、管理成本，减少人因事故发生。科普体验平台实体如下图1所示。



图1 高铁行车指挥科普体验平台现场图

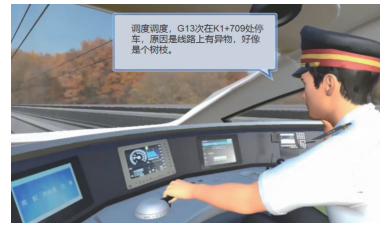


图2 采用“虚拟人”技术实现调度员、车站值班员和司机的联合演练

3. 实现教学科研版，扩展系统实用性

开发基于语音识别的虚拟互动操作技术，实现调度员与列车司机“虚拟人”、车站值班员“虚拟人”、电务“虚拟人”等工种的联合演练，如上图2所示。通过云服务的部署模式，可实现在线移动应用，科普人员可在任何时间及地点接入系统演示各项操作。系统兼容性强，可实现科普版与教学科研版在同一设备上的高效切换^[7]。

（二）科普体验平台研发的关键技术

1. 沉浸式1:1全仿真平台的搭建

根据高铁列控系统CTCS、列车运行图、车站联锁、区间闭塞等构建仿真平台，模拟列车运行工况和应急处置过程^[8]。保证仿真平台的界面显示、逻辑卡控与实际系统完全一致。

2. 多工种协同训练技术

采用虚拟仿真技术，模拟了司机、值班主任、车站应急值守人员、工务调、电务调等相关工种。通过行车指挥人员与工种仿真真人之间的交互，实现行车指挥协同演练，达到科普功能实现

的最优化^[9]。

3. 开发丰富的行车指挥应急处置场景科普资源

通过对接现场需求，整合高铁行车指挥方面应急事件，一方面用虚拟仿真技术形成沉浸式的体验内容，另一方面，将之汇编成标准化的处理流程，纳入系统“应急处置库”，形成应急处置训练资源^[10]。目前已开发“灾害天气行车类”“列车救援类”“非正常行车类”“移动设备故障类”和“固定设备故障类”五大类32项应急处置场景。

三、高铁运行指挥科普互动体验平台的应用与科普实践

作为我国首个基于虚拟仿真的高铁运行指挥科普互动体验平台，全仿真1:1还原调度操作台、调度中心指挥系统、训练考核仿真系统，科普受众不但能够了解高铁行车指挥人员的日常工作内容，还能了解基于仿真系统的作业能力培训与考核，以最直观、生动和真实的途径学习调度员现场作业流程和训练考核流程，包含单操类实训72项、联动多操类实训16项、应急场景类实训32项。

同时，利用“虚拟人”技术科普行车指挥多工种联合演练。开发“调度、车站值班员、司机”的行车指挥三位一体的科普仿真体验系统，采用虚拟仿真技术构建工务调、电务调、供电调等多工种虚拟角色，创设更真实、科学、系统的科普场景。

自2021年4月科普体验平台完成科普功能调试，开展“交通运输科普开放周”4场，参观总人数超1200人次；同时，系统在“中国工程心理学会成果展”和“国铁集团全路调度比武系统技术展”上进行展示，获得学科专家和行业专家的一致认可；在系统推广方面，中国铁路哈尔滨局集团有限公司、四川铁道职业学院、湖南铁道职业技术学院等企业和大专院校配置了科普体验平台，承担科普参观、教育教学和员工培训等任务。

目前，平台不断提升用户体验、丰富科普资源、加强沉浸式体验；同时，已经着手开发应用于线上的高铁行车指挥虚拟仿真科普体验系统，科普用户可以通过浏览线上平台，达到认识高铁行车指挥日常操作和应急处置作业的目的。

四、科研成果科普化过程中的思考

高速铁路调度员作业安全适应性测评系统这一具有自主知识产权的科研成果，在科普实践中不断探索和创新。以下是对高校

科研成果科普化工作的一些思考。

(一) 重视科普系统专利申请工作，加强知识产权保护

高校科研成果转化过程中对知识产权的保护已经成为共识，但当科研成果转化为科普实施的时候，专利申请工作经常被忽视，为日后科普产品进一步产业化、服务科普教育事业埋下了产权纠纷的隐患。高速铁路调度员作业安全适应性测评系统授权发明专利、软件著作权超30项，2021年科研系统完成科普功能建设后申请并授权了“高铁运行指挥虚拟仿真科普互动体验平台”软件著作权。随后又申请授权与系统相关的软著12项，这不但是对科研能力的一种证明，更重要的是为日后进一步研发新技术、提升系统性能和加快市场应用奠定基础。

(二) 注重“科技前沿+科普要素”双向合力，弘扬科学家精神

高校实验室和面向社会的科普展馆在形式和功能上都存在差异，在长期与科普来访人员进行交流中，了解到他们来到高校进行科普参观，既希望能参观科普设施、学习学科前沿知识、与大学教师面对面交流，也希望能感受大学学科建设和科研学术氛围。但为了更好地开展科普活动，大学科研成果还是要加强科普元素设计，实现既要面对高端人士、科技专业工作者，也要普惠大众和站在公众理解科学角度来创意设计科普展项。运用混合现实、语音交互、AI虚拟人、互联网等新技术加强科普交互体验和趣味性。通过“科技前沿+科普要素”双向合力，在科学原理解释透彻的基础上，注重展品整体的科学精神的弘扬、科学方法的传播和科学思维的锻炼。

五、结束语

为了让科研与科普“两翼理论”更好地指导科普工作，促进高校科研成果科普能力优化提升，持续服务于全民科学素养提高，高校应重视实验室和科学装备的科普功能开发，引导科研和教学一线的教师参与到科普工作中，最终实现科学进步与科普发展共促共赢的良好局面。同时，要注重科普转化过程中的知识产权保护工作，签订技术保密协议；要将最新的新媒体技术、虚拟现实技术等应用于科技装置的科普功能研发上，力求将高深的科学原理通过生动简洁的方式进行科普输出；最后，在保证科普、教学正常开展的基础上，尽量保证科普装备与生产现场系统的一致性，联合培养优秀的科普讲解人才。

参考文献

- [1] 谭茜. 高铁行车调度员心理健康、认知能力与工作绩效关系研究[D]. 西南交通大学, 2020.
- [2] 四川省科学技术厅. 2020年四川省科学技术厅第一批省级科技计划科普项目申报指南[R]. 成都, 2020.
- [3] 郭峤枫, 刘君喜, 杜敏齐, 刘明峰, 赵永亮, 郭孜政. 高速铁路调度员应急处置能力评价体系构建及应用[J]. 铁道学报, 2022, 44(04):1-8.
- [4] 王荣笙. 面向多层次的高速铁路调度控制一体化研究[D]. 中国铁道科学研究院, 2023.
- [5] 李婧. 基于脑电脉搏特征的高铁调度员工作压力识别研究[D]. 西南交通大学, 2023.
- [6] 胡悦. 基于脑电时序数据的高速铁路行车调度员疲劳度预测研究[D]. 西南交通大学, 2022.
- [7] 刘重亮. 粤港澳大湾区城际铁路调度指挥模式研究[D]. 中国铁道科学研究院, 2022.
- [8] 中国铁路兰州局集团有限公司. 高速铁路供电调度员岗位作业手册[M]. 中国铁道出版社:202205.185.
- [9] 张芸鹏, 朱志强, 王子维. 高速铁路行车调度作业风险管控信息系统设计研究[J]. 铁道运输与经济, 2022, 44(03):47-52+59.
- [10] 曹智恒. 高铁调度指挥系统安全性综合分析与评价研究[D]. 北京交通大学, 2021.