

基于3D应急演练的铁路职工安全素质提升研究^{*}

周平¹ 副教授 裴瑞江¹ 陈滋顶²

(1 南京铁道职业技术学院 运输管理学院 江苏 南京 210031 2 国家铁路局 运输监管司 北京 100891)

学科分类与代码: 6206030(安全教育工程)

中图分类号: X923

文献标志码: A

资助项目: 江苏省教育厅教育教学改革课题(2017JSJG368)。

【摘要】 为提升铁路职工的安全素质,在分析其内涵、构成及现状的基础上,构建基于3D技术的安全应急演练实训系统。阐述系统总体目标、架构、组成模块及技术实现路径,并结合应用案例进一步说明系统的可行性,即利用3D仿真技术构建铁路运输非正常情况应急处置演练场景,让演练人员在人机交互界面下控制整个应急处置流程,充分感受接近真实的作业场景,更加快捷掌握应急处置中各环节的安全知识和操作技能。结果表明:集教学、实训、考评功能于一体的3D实训系统,避免采用现场模拟、仿真实训、虚拟演练等培训方式的不足,较好解决常态化训练的难题。

【关键词】 3D; 应急演练; 铁路职工; 安全素质; 提升

Research on safety quality improvement of railway staff based on 3D emergency drill

ZHOU Ping¹ PEI Ruijiang¹ CHEN Ziding²

(1 School of Transportation Management, Nanjing Institute of Railway Technology, Nanjing Jiangsu 210031, China
2 Transport Supervision Division, National Railway Administration, Beijing 100891, China)

Abstract: In order to improve the safety quality of railway workers, a safety emergency practical drill system was established based on 3D-tech with analysis into its connotation, composition and current situations. The overall purpose, framework, component modules and technology realization routes of the system were illustrated, and the feasibility of the system were further explained in accordance with practical cases, i.e., constructing emergencyhandling exercise scene for abnormal railway transportation built by 3D simulation technology to provide the opportunity for the railway workers to control the whole emergency handling process under the circumstances of human-machine-interface. With all those functions, the system allows the railway workers to fully experience the real working scenario, and therefore master the safety knowledge and operation skills of emergency handling more efficiently, to reach the point of improving safety quality. The results show that 3D practical training system integrating teaching, practical training and evaluation functions solves the problems of normal training well while avoiding the deficiencies of on-site simulation, simulation practical training, virtual exercise and other training methods.

Keywords: 3D; emergency drill; railway workers; safety quality; improving

^{*} 文章编号: 1003-3033(2018) S2-0138-05; DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2018.S2.026
收稿日期: 2018-09-15; 修稿日期: 2018-11-18

0 引言

铁路运输安全教育培训与我国铁路发展相伴, 现已进入一个新阶段, 面临着新技术、新装备、新情况和新问题, 亟需创新教育培训模式, 提升铁路职工的安全意识和安全素质^[1-2], 切实维护旅客安全和健康权益, 这也是现阶段铁路运输安全保障工作中的重中之重。

良好的安全教育培训可以有效减少人的不安全行为。日本铁路由专门机构设计安全教育培训课程^[3], 应用学习支持系统等先进的技术系统, 在培训过程中和结束后对学员进行理解程度检查测试, 跟踪学员的学习情况, 检查学员的培训效果, 实现对员工培训情况的科学管理。我国铁路运输职工安全教育培训方法主要还是传统的课堂教学方式和有限的现场演练, 主要根据《铁路劳动安全培训规范》讲授劳动安全知识及多工种专业技能知识, 同时在一定的仿真实训环境和现场真实环境下进行体验式培训, 缺乏科学的系统支持, 不能很好地检测学员的培训效果。基于此, 笔者拟利用 3D 技术构建安全应急演练系统, 通过系统科学的培训及考评方法提升铁路职工的安全素质。

1 安全素质的内涵、构成及现状

1.1 安全素质的内涵

安全素质是人们的安全意识、安全知识和安全技能的总和。从广义上讲, 安全素质由理论、情感、价值观、职业道德、行为准则等人文素质组成, 内涵包括安全意识、法制观念、安全技能知识、文化知识结构、心理应变能力、承受适应能力、道德行为规范和约束能力等。

1.2 安全素质的构成

安全素质由安全意识、安全知识和安全技能构成。

1.2.1 安全意识

意识是思维主体对信息进行处理后的产物, 没有思维主体及思维活动就不可能产生意识。思维主体可对信息进行能动操作, 如采集、传递、存储、提取、删除、对比、筛选、判别、排列、分类、变相、转形、整合、表达等作业。因此, 安全意识的形成首先离不开信息, 其次是对信息的能动操作能力。铁路职工安全信息量的多少决定了其是否能形成较强的安全意识。新兴的安全心理学、安全行为学以及安全文

化学等学科也都从不同角度涉及到安全意识^[4-7]。

1.2.2 安全知识

安全知识是多方面的, 包括生活安全、公共安全、职业安全、职业卫生、自然灾害等方面的安全知识。铁路职工的安全知识主要指职业安全知识, 即了解造成铁路事故的危险因素及预防和应对的方法。

1.2.3 安全技能

安全技能是人们安全完成作业的技巧和能力, 包括作业技能、熟练掌握安全装置和设施操作技能以及在应急和事故情况下进行妥善处理的技能。铁路职工的安全技能要求掌握运输安全生产的基本技能、非正常情况应急处置技能和事故处理的方法与技能。

1.3 安全素质现状

1.3.1 安全意识的形成

铁路运输是一个大联动的过程, 涉及到车务、机务、工务、电务、车辆等多个部门, 需协同作业保障运输安全。因此, 铁路运输人员涵盖范围广、工种多, 各工种进入铁路系统第一项工作就是安全文化的教育渗透, 每个单位均会在醒目位置设置宣传“安全××天”及其他有关安全的标志, 随时提醒工作人员安全第一的意识, 日常教育培训也特别注重安全意识的培养, 因此, 铁路职工的安全意识较强。

1.3.2 安全知识的熟悉

从业人员安全知识的掌握与接受的教育培训直接相关。目前, 铁路职工培训规范中均包括安全培训内容和要求, 但新线建设产生用工增加和铁路“减员增效”的政策矛盾突出, 导致人为压缩培训周期, 实际培训效果欠佳; 部分非铁路专业新职人员没有系统学习过铁路安全知识, 入职培训停留在岗位安全注意事项等内容, 不能形成完整的安全知识培训体系。

1.3.3 安全技能的掌握

铁路运输从业人员的安全技能主要体现在非正常情况下的应急处置能力方面。例如: 铁路旅客运输一旦发生火灾、爆炸等事故, 应急处置不当会导致旅客人身伤害的发生。根据铁路有关部门的统计分析资料显示: 目前铁路客运系统一线从业人员在应急处置方面常见的问题如图 1 所示。

从图 1 可以看出, 应急备品(安全处置所需物品)管理不善、应急资料(应急预案等)不全面属于安全管理问题, 应急反应不及时、应急处置混乱、应急过程违章作业等属于安全技能问题。因此, 从业



图1 现场处置常见问题

Fig.1 Dealing with common problems on site

人员的安全技能是导致应急处置不力的根本原因,而提高安全应急处置技能最有效的途径是应急演练常态化,确保当非正常情况发生时应急处置及时有效,将各方面损失降到最小。

2 素质提升要求和途径

2.1 安全素质的提升要求

为进一步提升交通运输从业人员安全素质,提高交通运输行业安全水平,2016年,交通运输部根据《中华人民共和国安全生产法》^[8]发布了《交通运输从业人员安全素质提升实施方案》^[9]。该方案明确了从业人员素质提升4个方面工作15项任务。主要有:一是建立健全交通运输从业人员安全素质管理制度体系,主要是完善管理制度、制修订操作规范、完善职业标准;二是建立健全交通运输从业人员安全素质教育培训体系,主要是搭建培训服务平台、发展职业教育、加强继续教育、开展警示教育;三是建立健全交通运输从业人员安全素质考核评价体系,主要是推进从业人员安全素质考核、提高从业人员职业资格考试科学化水平、开展促进从业人员安全素质竞赛活动、强化安全监督检查与信用管理、强化安全与培训监管;四是建立健全交通运输从业人员安全素质支持保障体系,主要是加强信息化建设、加强职业健康保障、加强安全文化建设。

2.2 素质提升途径

安全意识、安全知识内容可通过现场教学、理论培训等途径实现,但安全技能需依赖一定载体才能达到比较理想的培训效果。安全科目的演练往往基于对工作场景中非正常情况及事故应急处置技能的训练,而大部分运输生产现场不能模拟事故场景,因此,安全技能演练培训常态化很难实现。

目前,安全技能演练主要有现场模拟演练、仿真

实训场演练、虚拟演练等。现场演练是铁路企业培训员工常用方式,效果较好,但会影响运输生产秩序和安全,各部门配合要求高,耗时耗力,演练频次和内容都会受到限制;仿真实训场演练虽然解决了现场演练的不足,但仿真设备设施等投入成本较高,实训场地也有一定要求;通过VR、3D技术等虚拟演练是近些年来兴起的新型演练方式,其中VR技术比较真实呈现虚拟场景,培训效果比较理想,但造价偏高,且不能长时间训练,一定程度上影响了演练效果。而3D技术能很好解决场地环境、非正常事件、关联部门及虚拟人员配合等现实演练比较困难的问题,同时,系统还可设置大量知识点对安全知识、技能进行培训和考核评价。因此,通过3D技术仿真演练是提升铁路职工安全素质最为有效的途径。

3 3D 应急演练系统构建和应用

3.1 3D 应急演练系统构建

3D仿真技术利用计算机技术模拟一个逼真的具有视、听、触、味等多种感知的虚拟站、车工作环境,学员模拟工作人员在专为安全应急训练而设置的环境中完成各种演练科目,并完成演练效果的科学测评。

3.1.1 系统总体目标

系统以3D模式呈现事件环境模型,编辑标准化的处置流程,让学员在人机交互界面下充分感受接近真实的作业场景,更加快捷地掌握非正常情况处置过程中的各个环节。

系统能够实现以下几项功能:①应急处置流程实训功能。系统依据应急处置预案生成处置流程和方法任务,学员经过认真练习,就可以掌握正确的处置流程和方法;②考核评价功能。系统能够模拟现场,记录预先设定的若干项目,以此为基础进行评价;③联合协作功能。系统设置虚拟协作人员如旅客、其他岗位工作人员等,配合完成应急处置流程。

3.1.2 系统构架

系统由通信服务器、考评管理系统、数据库、车站室外设备仿真系统、区间信号仿真系统、列车控制仿真系统、Unity3d同步服务器及事件驱动8部分构成,完成对学习作业人员的培训考核,系统总体结构如图2所示。

3.1.3 系统模块组成

系统集教学、实训、考评功能于一体,既可用于教师教学,又满足铁路职工对各种应急处置流程的实训学习,也适用于考核人员对学员应急处置操作

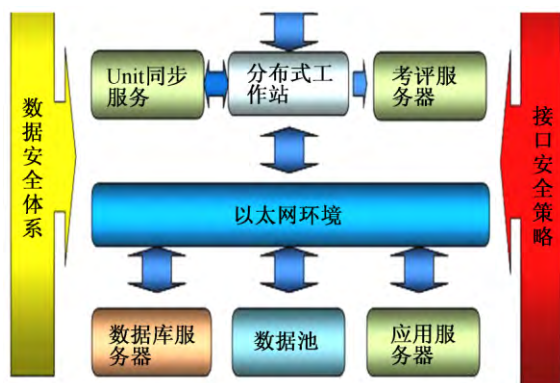


图2 系统总体结构

Fig.2 System overall-architecture

的考评。以上功能主要依靠系统相应的模块来实现,具体包括事件驱动模块、客户端模块、远程过程调用(Remote Procedure Call Protocol, RPC)同步模块、配合模块和考评管理模块。

3.1.4 系统技术实现路径

系统技术实现主要应用的工具有: 3dMax 建模工具、Creator3.2 线路站场建模工具、Unity3d 引擎、vs2010/vs2017、线路数据生成器等; 应用的主要技术有: 计算机仿真技术、语音识别技术、虚拟仿真技术、传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)通信等。技术实现的具体路径如图3所示。

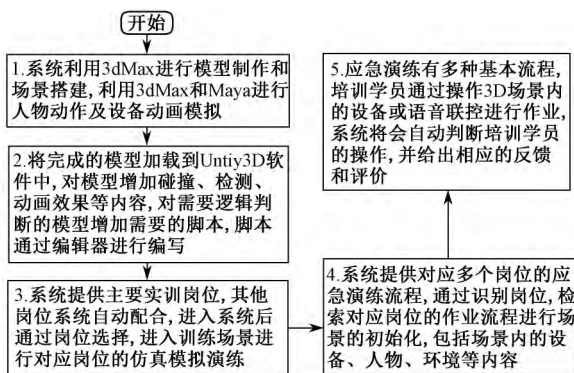


图3 系统技术实现路径

Fig.3 System technology realization path

3.2 3D 应急演练系统应用案例

由于铁路运输工种比较多,各工种的非正常情景有较大差异,下面以高铁动车组列车非正常情景处置的3D实训考评系统为例介绍系统的具体应用。

3.2.1 事件驱动模块应用

非正常情况处置过程的标准化流程由事件驱动完成,事件驱动会将非正常情况处置作业过程中的

主动触发和被动触发事件放入事件流里面,当学员/乘务员进行非正常情况处置作业时,将非正常情况处置作业的操作发送给列车长,由列车长转发给事件驱动,事件驱动会对接收的消息进行反馈,并将新产生的事件发送给列车长,再由列车长转发给其他客户端。事件驱动是整个非正常情况处置作业过程的“心脏”,控制了整个非正常情况处置作业过程。

3.2.2 客户端模块应用

客户端模块是列车非正常情况处置3D仿真实训考评系统的核心子系统,能够与其他各子系统通信。对于考评管理系统来说列车长作为客户端,通过列车长来接收和转发消息;对于列车长来说,其他客户端和事件驱动系统作为客户端,所有子系统的事件转发和接收都需要通过列车长来实现。

客户端所有的操作信息发送给列车长,通过列车长转发给考评管理系统、事件驱动等子系统,并实时接收列车长发送的主动消息,同时客户端对自身站场设备的显示进行更新。系统有一整套的列车非正常情况处置作业标准流程,各客户端通过电台联控、设备操作(关闭防火隔断门等)等作业过程,完整体现了非正常情况处置作业过程。

3.2.3 RPC同步模块应用

系统将非正常情景处置作业过程中列车员对旅客组织、设备操作、汇报等,通过虚拟现实技术模拟仿真出来,动作形象逼真,贴近非正常情景处置预案要求。各客户端通过RPC进行场景的同步显示,实现场景下所有设备及人物的动态变化。客户端通过对自身人物的操作,完成非正常情景处置作业每一个环节,并在屏幕上呈现出来标准的作业动作,其他客户端也能够同步显示对应岗位的作业过程。

3.2.4 配合模块应用

配合模块由旅客、机械师、司机、调度、餐服人员、保洁人员、车站人员、乘警仿真模块和列车运行仿真模块组成。系统提供主要实训岗位,培训学员通过操作3D场景内的设备或语音联控进行作业,系统将会判断培训学员的操作,根据非正常情景处置需要,可自动与其他岗位如机械师、司机、调度等联动配合作业。如列车长需要跟司机联系时,列车长进行需求操作,系统会自动生成司机模拟应答来配合完成应急处置流程^[10-11]。

3.2.5 考评管理模块应用

该模块对学员培训进行统一管理,组织考核试卷,收集培训考核数据,生成统计报表。

1) 组织试卷。能够根据考试需求,可根据非正

常情况类型、作业内容等要素做到灵活出卷。

2) 组织考试。能够适应灵活的考试组织模式需要,考试类型可以是正考、补考、训练,可以同时进行一场或多场考试。

3) 考生管理。依据学员工号,生成考生信息;组织考生参考不同非正常情况下的应急处置任务考试。

4) 统计分析。能够对考生操作流水、考试试卷、试卷考题、误操作点等多角度进行综合分析,为进一步提高培训管理水平提供数据支持。

5) 实时监测。能够实时监测答题考生的情况,是否离线、在线、答题请过的监督。

6) 班组管理。考生按班、组的管理,实现合理化、差异化人员分配,使培训效果更加显著。

4 结 论

1) 构建基于3D技术的应急演练系统可有效提升职工的安全素质,减少职工工作中的不安全行为,从而最大限度保障运输安全。

2) 运用3D应急演练系统进行安全应急演练培训,相对于传统的培训模式具有以下几大优点:①大大减少实训投入,有效解决安全技能常态化训练困难的问题。②避免了现场模拟演练、仿真实训场演练、虚拟演练的不足。③直观动态显示应急处置流程,从而提供视觉、听觉感官的真实模拟体验,提高应急演练效果。④可依据有关应急处置流程标准自动评价,大大减少了人工考核的工作量和管理漏洞。⑤实现了安全教育培训方式的现代化,为全面提升铁路职工的安全素质提供切实有效的途径。

3) 建议铁路相关部门统一组织由专门机构设计安全教育的培训课程,开发基于3D技术的安全应急演练系统,建立相应的培训机制,切实保障全员职工的安全教育培训效果,达到真正提升职工安全素质的目的。

5 致 谢

特别感谢铁路总公司、河北信成发科技有限公司的支持。

参 考 文 献

- [1] 杨晓明,郑凯,罗丹,等.高速铁路客运安全调研分析[J].中国安全科学学报,2018,28(增1):118-124.
YANG Xiaoming, ZHENG Kai, LUO Dan, et al. Analysis of passenger safety investigation of high-speed railway[J]. China Safety Science Journal, 2018, 28(S1): 118-124.
- [2] 王慧芬.员工的安全教育培训是铁路运输的重要保证[J].中小企业管理与科技,2015(31):144.
- [3] 林森.对JR东日本铁路综合研修中心考察的收获及启示[J].铁道运输与经济,2008,30(5):39-42.
- [4] 杨辰飞,陈雪波,孙秋柏,等.企业员工安全意识影响因素的探索和分析[J].中国安全科学学报,2015,25(1):34-39.
YANG Chenfei, CHEN Xuebo, SUN Qiubai, et al. Exploration and analysis of factors influencing employees' safety awareness[J]. China Safety Science Journal, 2015, 25(1): 34-39.
- [5] 邵辉,王凯全.安全心理学[M].北京:化学工业出版社,2004:7.
- [6] 叶龙,李森.安全行为学[M].北京:清华大学出版社,2005:1.
- [7] 徐德蜀,邱成.安全文化通论[M].北京:化学工业出版社,2004:149.
- [8] 中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议.中华人民共和国安全生产法[L].2013-08-17.
- [9] 交通运输部.交通运输从业人员安全素质提升实施方案[R].2015.
- [10] 裴瑞江.铁路客运安全应急与路风[M].北京:中国铁道出版社,2015:96-118.
- [11] 程学庆.高铁应急救援管理及预案研究[M].北京:中国铁道出版社,2015:50-53.



作者简介:周平(1965—),男,江苏武进人,本科,副教授,主要从事铁路客货运输及运输法规方面的研究。E-mail:1427152111@qq.com。