

文章编号: 1005-8451 (2017) 10-0040-05

高速铁路应急联合演练仿真培训系统

陈志洲, 徐建君

(成都运达科技股份有限公司, 成都 611731)

摘要: 高速铁路的运营中, 针对各不同工种之间的联合应急演练是保障高速铁路行车安全的重要方式。然而, 受制于设备和手段的匮乏, 目前, 高速铁路联合应急演练多采用桌面问答形式, 未能完全达到演练效果。文章基于我国高速铁路应急联合演练现状, 提出一种基于模拟仿真技术的高速铁路突发事件应急预案演练方法, 将车辆、工务、电务、客运等专业纳入仿真培训实作流程中, 构建一套完整的高速铁路应急演练仿真培训系统。为高速铁路应急演练提供近似于实际情境的仿真训练环境, 可以在很大程度上改善实作组织难度大、效率低的缺点, 改变高速铁路多工种应急演练手段不足的困难局面。

关键词: 高速铁路; 联合演练; 仿真

中图分类号: U238 : TP39 **文献标识码:** A

High-speed railway emergency joint drill simulation training system

CHEN Zhizhou, XU Jianjun

(Yunda Technology Co. Ltd., Chengdu 611731, China)

Abstract: In the operation of high-speed railway, the emergency joint drill between different kinds of workers is an important way to guarantee the safety of high-speed railway. However, at present, high-speed rail joint drill mostly rehearse on the table due to the lack of equipment and means, it doesn't attain its expectation. Based on our country's high-speed railway emergency practice, This article proposed a method of the contingency preplans for high-speed railway emergencies based on simulated simulation technology, brought the rolling stock, maintenance of way, communication and signal, passenger transportation, etc. into the simulation training implementation process, constructed a complete set of high-speed railway emergency joint drill simulation training system. The system could provide the simulation training environment which approximated the actual situation, largely reduce the implementation difficulty and improve the efficiency of the operation, reverse the difficult situation of lack of means of emergency drills for the high-speed railway.

Keywords: high-speed railway; joint drill; simulation

2012年, 中国铁路总公司发布了铁运33号文件《高速铁路突发事件应急预案》^[1], 对高速铁路可能发生的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、群体性事件等突发事件制定了针对性的预案。然而铁路应急预案演练组织难度大、费用高、有一定的安全隐患, 一般情况下, 演练形式局限于单项桌面演练, 而综合桌面演练、单项实战演练、综合实战演练的次数较少^[2]。为此, 提出了利用仿真模拟设备进行应急演练培训的理念。

本文以构建一套完整的高速铁路应急演练仿真培训系统为目标, 从可行性分析、技术方案设计、系统流程分析和效果展示等方面进行分析和说明。

收稿日期: 2017-03-13

基金项目: 中国铁路总公司科技研究开发计划课题(2016C001-D)。

作者简介: 陈志洲, 助理工程师; 徐建君, 工程师。

1 可行性分析

以模拟仿真的形式代替实物设备和现实场景进行演练和训练的方式, 能否有效地提高目前高速铁路应急联合演练的效果, 需要从组织可行性、经济可行性和技术可行性等方面进行分析。

1.1 组织可行性

通过仿真模拟培训设备对员工进行培训已经是国内各铁路局普遍采用的培训手段, 其中, 比较成熟的是仿真驾驶模拟器。仿真驾驶模拟器能够全方位、全天候的模拟列车在不同条件下运行时的各种工况, 能够真实地模拟列车在各种运行环境与工况下的运行状况、操纵特性、牵引/制动特性及其它特性。能够从视觉、听觉、操纵真实感等方面逼真地再现列

车运行时的绝大部分状态。对于培训司机而言，仿真驾驶模拟器已然做到通过仿真模拟设备代替真实设备对员工进行训练的目的。

基于仿真驾驶模拟器的成功应用，“司机 - 调度 - 车站”大三角运营协同仿真培训系统，也逐步应用到普通铁路、高速铁路的职工培训中，由独自培训到联合培训是轨道交通领域仿真培训的发展方向。因此，以仿真模拟设备对“车机工电辆”各工种进行应急联合演练仿真培训的方案是有一定基础，符合轨道交通仿真培训的发展趋势的。

1.2 经济可行性

实际演练的形式一般局限在单项桌面演练、综合桌面演练和单项实战演练，真正意义上的综合实战演练次数较少。而利用仿真模拟设备进行的仿真应急演练，能够将涉及安全、贵重设备、复杂但作用不大的操作等部分以计算机仿真模拟的形式展现出来，通过营造逼真的虚拟环境和可人为控制的故障来组织多工种的应急联合演练，这样能在保证安全的前提下节省应急联合演练的成本。

1.3 技术可行性

利用多模拟器同步协调仿真，稳定的实时网络通信机制、透明的数据交互协议，既可以确保各工种模拟器既能满足本工种应急训练，又能互联互通满足多工种应急演练培训的要求。利用计算机图形图像技术、接口技术、通信技术，完成一套高铁多工种应急演练仿真系统的设计方案：5类作业人员培训（动车组乘务员、调度员、车站值班员、接触网作业车司机、救援列车司机），采用实物模拟的实施方案设计，一类作业人员（电务作业人员）采用虚拟人工智能（AI）技术进行作业仿真的实施方案设计，共计可完成6类高速铁路作业工种的联合演练方案设计。

2 技术方案设计

2.1 总体构架

高速铁路应急演练仿真系统由以下几部分组成：驾驶仿真培训系统（机车、动车、轨道车）、调度指挥仿真培训系统、车站作业仿真培训系统、环境仿真系统、随车机械师桌面式仿真培训系统、虚拟 AI

应急协同系统，系统结构框图如图 1 所示。

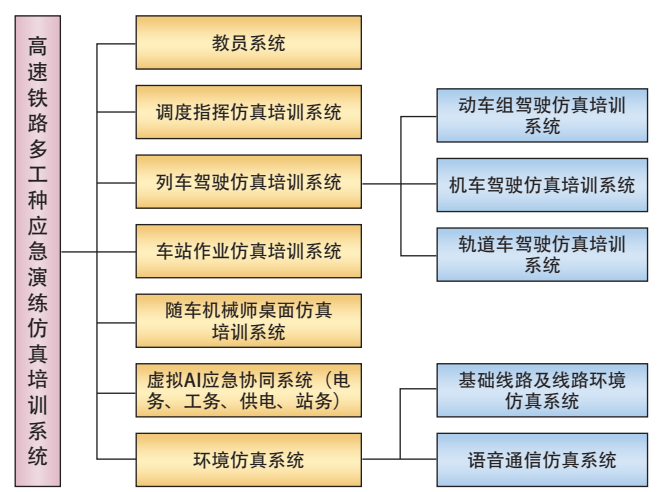


图1 高速铁路应急演练仿真系统框图

为了实现高速铁路应急演练仿真培训系统，仿真平台设计架构如图 2 所示。仿真平台的虚拟运行体系是按照支撑铁路运输的各个相关专业进行组合的虚拟仿真运行模式。

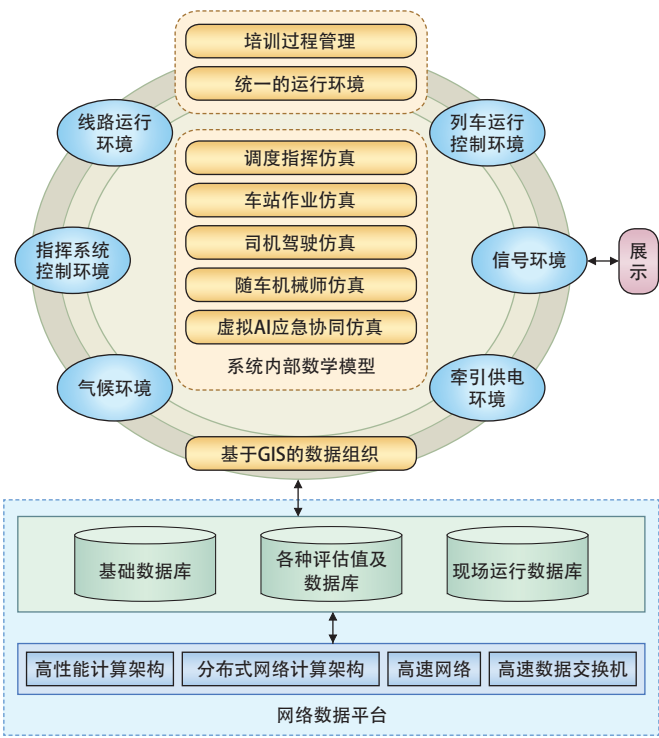


图2 仿真平台体系结构图

2.2 各子系统功能

由图 2 可知，仿真平台体系共分为 3 部分组成：网络和数据库作为基础支撑，教员子系统和环境仿真服务器为整个系统提供统一的环境和操作，系统内部各子系统分别实现各子功能。

2.2.1 联合教员子系统

联合教员系统用于实现教员对各子系统/学员进行训练的管理功能,它承担着系统的全方位监管、控制和系统维护任务。包括:从系统的运行前准备到培训结束后的数据管理;从培训课程设计到培训过程的监控和干预;从基础数据准备到系统状态检测与故障诊断;从操纵过程回放到培训记录管理都需要联合教员系统的操作。联合教员子系统功能框图如图3所示。

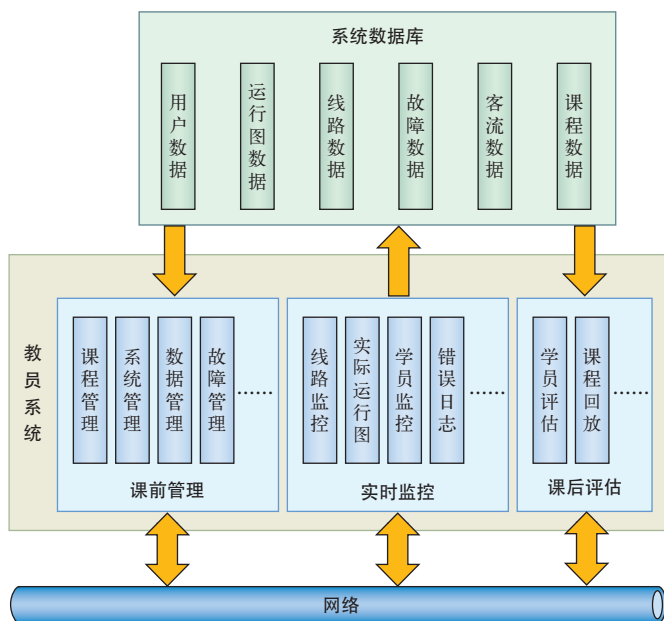


图3 教员系统功能框图

2.2.2 环境仿真系统

环境仿真系统提供线路运行环境、指挥系统控制环境、气候环境、牵引供电环境、信号环境、列车运行控制环境仿真,并为调度指挥系统、车站作业系统、虚拟驾驶系统、随车机械师系统、虚拟AI应急协同系统提供统一的外部环境,同时要满足各系统独立运行的目的。其实现方法为:对各独立运行的仿真系统中的环境进行剥离,对各子系统的环境进行合并,并建立相互关系形成环境系统,环境系统和各仿真培训系统进行通信交互,环境仿真系统主要包含虚拟站场和虚拟车。

(1) 虚拟站场。建立一个与实际轨道线路、列车供电线路、轨旁设备、信号设备及其相互关系、相对位置、技术参数相一致的站场模型,虚拟列车在虚拟站场上运行实现与真实列车在站场上运行相一

致的效果。与此同时,教员系统预先设定或实时设定站场设备故障/突发事件,按故障类型模拟故障后的运行状态并向相关系统提供数据。

(2) 虚拟车。虚拟列车服务系统为整个系统提供所有列车对象仿真模型,通过虚拟列车服务系统,可以计算出整条线路上所有车辆的位置、速度及功耗等参数。列车服务系统还可与列车驾驶仿真培训系统兼容,使驾驶仿真培训系统代替列车服务系统中的一辆或几辆列车在线路上运行,从而可实现驾驶仿真培训系统、调度指挥仿真培训系统、车站作业仿真培训系统融合,使它们在共同的平台上进行仿真训练,虚拟车模块功能框图如图4所示。

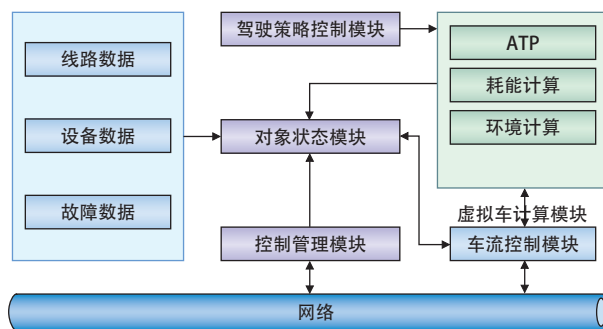


图4 虚拟车模块功能框图

2.2.3 内部各子系统

系统内部的各个模块分别为调度指挥系统、车站作业系统、虚拟驾驶系统、随车机械师系统和虚拟AI应急协同系统。

(1) 调度指挥子系统。调度指挥系统针对行车调度员进行突发事件的应急处理训练,系统模拟调度所作业的相关内容 with 操作功能,如运行图、实绩图、日班计划等,为调度指挥操作培训提供仿真交互平台。调度指挥仿真培训系统既可独立运行,也可与车站作业仿真培训系统、驾驶仿真培训系统等连接,实现突发事件应急演练培训功能。

(2) 车站作业子系统。车站作业系统模块主要针对车站值班员进行突发事件的应急处理训练,车站作业仿真系统模块模拟铁路运营过程中的车流及其变化情况、线路信号与联锁设备功能,通过人-机交互界面,为操作人员在培训过程中实时控制、调整列车运行状态提供有力的支撑;通过模拟实际信号系统人机界面为车站值班员监督列车运行提供交

互界面,实现同质、相似条件下的仿真运行。车站作业仿真培训系统既可独立运行,也可与调度指挥仿真培训系统、驾驶仿真培训系统联接,实现综合仿真培训等功能,以实现不同形式、不同规模的联合演练。

(3) 模拟驾驶子系统。模拟驾驶系统模块主要针对司机进行突发事件的应急处理训练,如线路障碍物、车辆故障、信号灯故障等,提高司机在应急状态下的应变能力,并对司机在处于故障状态时所进行的操作进行记录,用于评价措施是否恰当、有效。

(4) 随车机械师子系统。随车机械师系统模块采用纯3D虚拟现实的方式进行构建和实现,主要实现对车辆设备、车辆故障、车辆行驶途中应急反应的仿真模拟,以不同视角全景展现车辆内部各系统状态,对随车机械师进行应急演练的培训。

(5) 虚拟AI应急协同子系统。虚拟AI应急协同系统模块主要针对电务、工务、供电、客运等工种的流程仿真,由于整个仿真流程是基于突发应急预案实现的,因此,只要定义好规范的接口数据收发流程,就可以按照预定的方式反馈符合规范的信息。虚拟AI应急协同仿真系统使得整个突发事件应急演练仿真过程保持完整性、一致性。

2.3 关键技术点

(1) 统一的虚拟运行环境、数据结构和交互接口。为了达到不同工种的子系统均能协同工作、互相交接的要求,必须针对各不同子系统都使用到的线路设备信息、列车信息、命令信息等定义统一的数据结构。

(2) 多节点、大数据量底层网络交互平台。系统采用类似于高层体系架构(HLA)的仿真网络平台实现各子系统之间的联接,底层的支撑网络环境和各应用子系统相对独立,通过标准的接口进行实时数据的传输。该底层网络平台保证了不同子系统工作的协调性和可拓展性。

(3) 虚拟AI技术协同仿真。将电务、工务的协同操作流程通过建立计算机模型的方式展现在虚拟线路环境中,将人物、场景、工作流程均通过模型仿真的形式加入到高速铁路应急演练流程中。

3 系统流程

(1) 准备阶段。确保所述环境仿真系统、驾驶仿真培训系统、调度指挥仿真培训系统、车站作业仿真培训系统、随车机械师桌面式仿真培训系统、虚拟AI应急协同系统等均正确启动。

(2) 初始化阶段。教员系统根据编制好的培训计划下达课程命令,课程命令信息包含各子系统的初始化配置信息,课程命令将通过数据传输子系统发送给驾驶仿真培训系统、环境仿真系统、调度指挥仿真培训系统、车站作业仿真培训系统等各子系统。各子系统在接收到课程信息之后完成初始化信息设置,此时,各子系统开始在统一的环境服务器下运行并实时进行信息交互。

(3) 操作阶段。驾驶仿真子系统、调度指挥仿真子系统、车站作业子系统初始化完成之后,相关学员可以按照规定的流程进行各自的操作,各子系统之间将实时进行正常的数据交互,确保联合演练系统合理有序运行。

(4) 应急演练阶段。教员系统根据既定流程设置相关故障,故障信息通过数据传输发送给各子系统,司机、调度员、车站值班员、虚拟的工务电务作业人员等各工种在统一的环境服务器下根据既定流程完成各自的操作并实时交互信息,直到故障处理结束。

(5) 数据记录阶段。在联合演练过程中,各工作的操作信息都被实时记录并统一保存到数据库中。

高速铁路应急演练仿真系统流程图如图5所示。

4 系统实现

高速铁路应急演练仿真系统在Microsoft Windows XP及以上操作系统中运行,数据库环境为SQL SERVER 2005。系统软件为底层网络交互软件、数据库管理软件、各应用子系统软件,系统硬件为各应用服务器、交换机、监控计算机、模拟驾驶台,部分系统运行界面和现场图如图6、图7和图8所示。

5 结束语

本文主要从系统原理的角度对高速铁路应急联

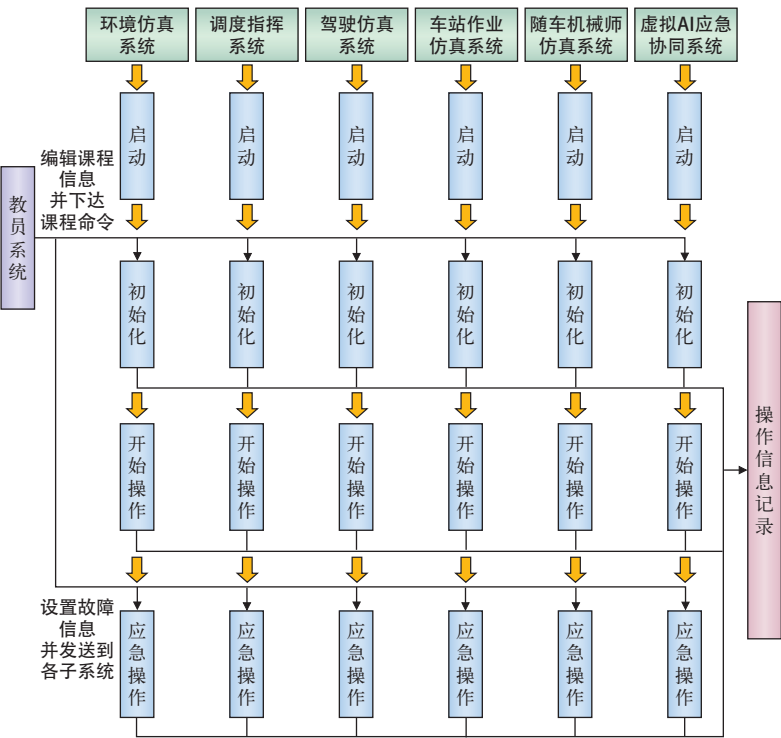


图5 高速铁路应急演练仿真系统流程图



图6 虚拟工务人员轨道作业

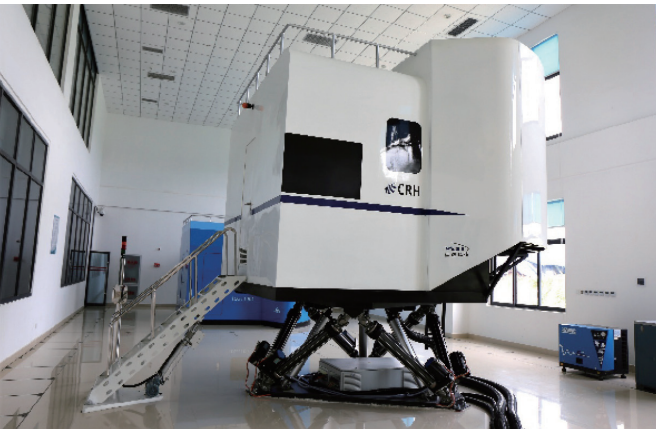


图7 模拟驾驶子系统



图8 联合应急演练司机视角

合演练仿真系统进行说明，对其各子系统功能和相互的关联进行介绍，给出仿真系统演练的主要流程。高速铁路应急联合演练仿真系统是高速铁路应急演练培训的软件平台，能够对各工种的应急处置流程和操作进行联合仿真演练，在逼真的仿真环境中有效提升各工种对于应急预案的演练效果。为铁路管理部门提供了一种安全、高效、低成本的应急演练方式。

参考文献:

[1] 中国铁路总公司. 高速铁路突发事件应急预案: 铁运[2012]33号 [Z]. 中国铁路总公司, 2012.

[2] 中国铁路总公司. 铁路技术管理规程 (高速铁路部分) [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.

[3] 贾利民, 秦 勇, 程晓卿, 等. 现代铁路应急管理 [M]. 北京: 科学出版社, 2011.

[4] 成都运达轨道交通设备有限公司. 轨道交通多工种联合演练仿真培训系统: CN201020688973.6[P]. 2011.

[5] 李 晋. 高速铁路突发事故应急处理 [J]. 科技创新与应用, 2012 (30): 328.

[6] 赵 策, 陈国友. 引入 MMOG 的综合应急模拟训练系统框架 [J]. 计算机应用, 2012, 26 (s2): 284-286.

[7] 祁 超, 王红卫. 面向高层指挥人员的应急演练平台设计 [J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35 (7).

[8] 刘恩相. 高铁突发事件应急管理相关问题研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2013.

责任编辑 陈 蓉