

甘肃省教学成果奖申报成果

科学总结

成果名称 基于虚拟现实技术的轨道交通信号与控制专业实践教学系统的开发与应用

学系统的开发与应用

成果完成人 武晓春、郑云水、李海军、吴卫、吴国祥、赵斌、

周庆华、李建国

成果完成单位 兰州交通大学

推荐单位名称 兰州交通大学

推荐时间 2017 年 12 月 21 日

成果科类 工科

代 码

0	8	0	1	2	2
---	---	---	---	---	---

目 录

1.立项背景	1
1.1 教育背景	1
1.2 行业背景	2
2 成果的主要内容及改革措施	2
2.1 瞄准前沿，夯实理论基础	2
2.2 功能完善，实现教学体系全覆盖	3
2.3 契合人才培养方案，持续改进实验内容	4
2.4 多模式演练，满足教学培训需求	4
3 成果特色及创新点	7
3.1 开发环境先进，用户体验丰富	7
3.2 完全自主开发，仿真实验省时省力	8
3.3 人机互动，全方位培养学生实践能力	8
3.4 真实复现作业情景，增强培训学习效果	9
4 实践应用效果及辐射作用	9
4.1 虚拟仿真现场作业，学生学习效果显著提升，用人单位满意度高	9
4.2 理念先进，对同类院校的课程建设与教学改革起到了辐射和示范作用	10
4.3 实践效果显著，有效解决铁路现场培训难题	10

为了解决学生在高速铁路现场无法对信号设备进行实做培训的问题，提高铁路信号专业学生的实践能力和创新意识，本课题组针对轨道交通信号与控制主干专业课研发了基于虚拟现实技术的系列仿真实训系统，使之成为学生实践学习的重要方式。

该系统采用虚拟现实技术、全网络覆盖、全三维交互仿真设备，模拟现场设备动作，真实再现现场环境，提高铁路信号专业学生的现场实践性，适应当今高速铁路大发展的实效性，改变传统的实验教学方式，为实验室场地、设备建设节约大量资金，具有巨大的社会效益和良好的环境效益。同时，还能使本专业学生在学习理论专业知识的基础上尽快达到“能认识、可操作、会检修”的基本实训要求，更快的适应现场的工作环境。给学生提供一个互动的学习环境，提高学生的业务素质，不断提高学生分析判断处理故障的能力。

1.立项背景

1.1 教育背景

虚拟仿真实验教学是高等教育信息化建设和实验教学示范中心建设的重要内容，是学科专业与信息技术深度融合的产物。为贯彻落实《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》（教高〔2012〕4号）精神，根据《教育信息化十年发展规划（2011-2020年）》，教育部于2013年启动开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作。其中虚拟仿真实验教学平台是中心建设的重要内容之一，把原本枯燥无味的学习模式变成三维仿真交互手段来实现，激发了培训者深入了解的兴趣，提高学生的学习效率，缩短学习周期。

1.2 行业背景

随着我国高速铁路的快速发展，铁路信号设备不断推陈出新，设备的种类和型号呈现出多样化、复杂化，造成技术人员在现场作业难度加大，操作技术含量增高。在高校教学中，存在两方面的问题。一方面，专业实验室设备台数有限，由于资金短缺，设备也得不到及时更新；另一方面，学生在短促的实习训练中，受到实习单位工作现场运营设备不能实际动手操作，只能参观的限制。同时，由于高校实验室实训演练的软硬件环境的缺失，使得学生实训演练的工作难度增大，全面系统地掌握专业操作技能的时间周期加长。

兰州交通大学轨道交通信号与控制专业为国家级特色专业，开设的主干专业课在实验室设备购置、软硬件环境建设等方面均存在着以上问题；在实践教学中存在专业实践教学与现场实际操作严重脱节的问题。

基于以上背景分析，针对轨道交通信号与控制专业实践教学亟需开发虚拟现实技术的系列仿真实训系统，使之成为学生实践学习的重要方式。

2 成果的主要内容及改革措施

2.1 瞄准前沿，夯实理论基础

该系统的研究在国内刚刚起步，是未来的发展方向，本课题结合轨道交通信号与控制专业实际教学实验需求和现场实际设备及工作过程，用虚拟仿真技术模拟现场设备动作，故障处理流程，真实再现现场环境，缓解实验教学及实训操作的压力。

在建设过程中，本课题组成员前期做了大量基础性研究工作。武晓春先后主持完成了“基于虚拟现实技术及BS架构的高铁教学仿真”、“轨道交

“通信信号与控制专业铁路信号 ZPW-2000K 轨道电路模拟仿真课件”等校级重点教改项目，并获得校级二等奖；郑云水先后主持完成了“轨道交通信号与控制专业铁路信号列控中心模拟仿真课件”、“高铁列车自动控制设备教学仿真实训系统”课件制作等校级教改项目，并在 2011 年“第十一届全国多媒体课件大赛”中，获得由国家教育部颁发的“高教工科组一等奖”和“最佳技术实现奖”两项大奖，获奖证书见附件 6。

2.2 功能完善，实现教学体系全覆盖

本系统由“实验教学管理子系统”、“VR 虚拟实验资源子系统”、“系统专用浏览器系统”，共三个子模块组成，涵盖了实验教学管理、课堂教学等。

(1) 实验教学管理子系统功能：完成信号专业主干课程实验计划及任务安排，通过校园网进行虚拟实验等实验教学管理功能。

(2) VR 虚拟实验资源子系统：包括 20 多个信号设备的模型数据、静态数据库、动态数据库及各类效果插件。

(3) 系统专用浏览器模块功能：保证大容量的三维数据高速浏览，可靠地传输，实时信息加密，实现特殊光影效果。

系统功能体系如图 1 所示。系统采用模块化设计，建立一个基于专家决策系统的 VR-T 仿真知识库，根据现场设备的变化情况不断新增新的知识库模块，即可实现系统内容的不断增加。

该系统已在我校“国家级轨道交通信息与控制虚拟仿真实验教学中心”的虚拟平台使用，便于本专业学生自主学习和自主实验，让学生更全面掌握信号设备的特性。

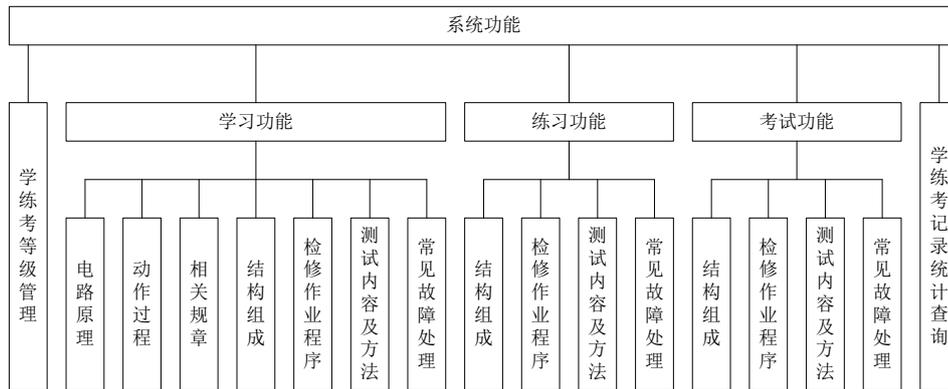


图 1 实践教学系统功能框图

2.3 契合人才培养方案，持续改进实验内容

本成果根据实践要求与毕业要求和培养目标的有效达成度，在使用过程中实时更新了的本专业的人才培养方案，增加了主干专业课程中使用该系统学习的实践学时数，具体见附件 3 和附件 4。本系统现已完成了高铁、既有线及驼峰的 20 多种设备的仿真实现，基本涵盖国内主要信号设备的 80% 以上，可开设 2000 多个实验项目，具体实验项目见附件 1。

本成果近期又新增了地铁相关站场和设备的仿真库，后续本课题组将根据现场设备的变化情况，随时实现系统仿真库的扩充。

2.4 多模式演练，满足教学培训需求

本系统设计了两种仿真演练模式：开放模式和任务模式，完全满足教学培训演练需求。具体使用手册见附件 2。

(1) 开放模式

学生以菜单方式登录，学练考三维仿真场景库对学生开放，学生可根据自己实际情况自主选择演练内容，不统计，不计分。

学生登录界面如图 2 所示。



图2 实践教学系统学生登录界面

进入实验大厅，浏览设备菜单，如图3所示。



图3 实践教学系统设备菜单

学生可根据菜单选择相应的设备，进行演练或三维漫游，如图4所示。



图4 实践教学系统三维漫游场景

所有设备采用先进的虚拟现实技术完整模拟了信号设备内部结构组成，可以拆分设备主要元器件，可以旋转、可以放大和缩小，方便学生从任意角度观察和理解设备结构，如图5所示。

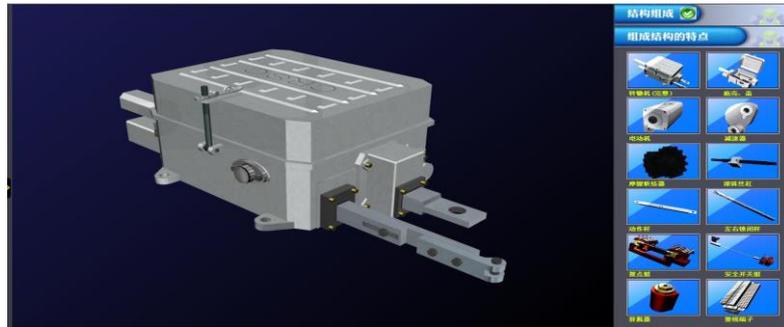


图5 实践教学系统信号设备结构组成

本成果通过充分研究信号设备的结构，制作了信号设备内部动作原理和外部动作原理。尤其是内部原理是正常情况下无法观察到的，通过本系统的透视技术学生完全可以直观的理解，如图6所示。

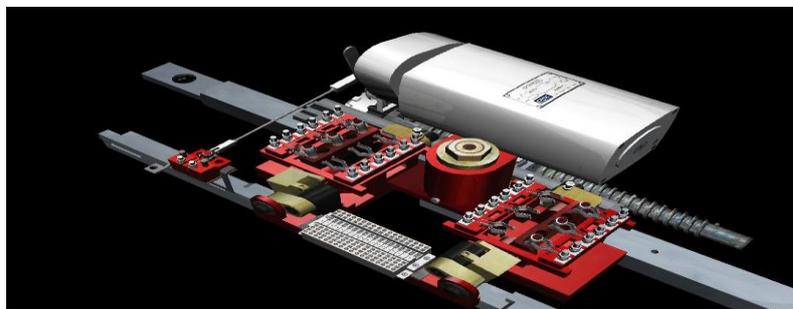


图6 实践教学系统透视技术

本成果在对信号设备的电路系统进行研究之后，选用最直观的动画表现方式将电路提炼为单独电路进行讲解，如图7所示。使学生在理解电路原理时能抓住重点，抽象出整体概念，方便记忆。

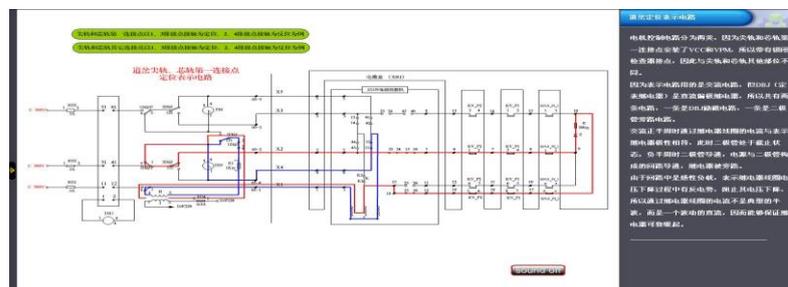


图7 实践教学系统电路动画演示

通过接受以上的培训之后，学生会对整体信号设备有一个清晰的概念，并且掌握了标准的检修作业程序，同时具备了处理常见故障的能力。

(2) 任务模式

教师根据具体教学计划中的实践环节的需求，网上以组合方式定制发布学生的实验及实训任务，并对演练内容、时间及成绩进行统计。

教师登录后台管理系统，在学习三维场景库中分配学习任务，在练习三维场景库中分配练习任务，在考试三维场景库中分配考试任务。

学生登录，选择任务，按要求完成任务中的学练考任务，并对演练内容、时间及成绩进行统计，如图 8 所示。



图 8 实践教学系统任务选择界面

3 成果特色及创新点

3.1 开发环境先进，用户体验丰富

本成果具有灵活丰富的版本，有单机版、网络版、3D 立体版。课题组成员利用自主开发的 VR-T 开发平台，解决了网络浏览器方式下的全三维仿真交互技术，改变传统单机版三维仿真交互，实现了局域网任一终端的浏览器方式下的全三维仿真交互。在局域网环境下，实现多用户任意计算机终端登陆后，都可以使用本系统的全部仿真功能。

采用 B/S 结构，自主开发的浏览器嵌套 VR 三维引擎，真正实现了网络环境浏览器方式的三维仿真。开发的专用浏览器可以对传输数据加密，保证数据安全性。实现了网络环境下，规模化开出实验的功能，使得学生有充沛的时间对更多的信号设备进行开放式的自主实验。

3.2 完全自主开发，仿真实验省时省力

铁路现场管理严格，根本不可能对学生进行故障处理的实做培训，使得学生的故障处理能力长期得不到提高。

为了解决此矛盾，本系统在大量分析和调研的基础上，利用自主开发的VR-T平台，真实复现控制台场景和故障场景，讲解查找问题的思路和方法以及处理流程。在表现形式上采用了三维动画和平面动画的结合，如图9所示。使学生在没有机会接触到现场故障的情况下得到接近真实情况的练习机会。



图9 实践教学系统故障查找界面

3.3 人机互动，全方位培养学生实践能力

为提高学生实践能力，本系统针对主干专业课程结合现场的实际工作流程设计了“学、练、考”三种不同的侧重方式，通过人机互动实训，来加深学生对知识掌握的牢固程度及应用能力。

(1) 在学的方面实现信号设备组成、电路图、基本工作原理、现场作业检修流程以及设备故障处理等方面的教学，完成了课堂灌输知识的过程。

(2) 在练的方面安排学生将上述学过的内容在有提示的情况下自行完成相关的现场作业项目以及故障处理能力，相当于现场实践演练的过程。

(3) 在考试的方面实现以自动命题、自动出卷、在线答卷及自动考核等形式将学习和练习过的内容在没有提示的情况下对学生进行实做考试。

试题为三维仿真实做试题，完成综合测评学习质量的过程。

3.4 真实复现作业情景，增强培训学习效果

本系统采用复杂的三维大场景技术，完全仿真现场车站线路和信号设备结构情况，再现真实的环境和故障场景，如图 10 所示。

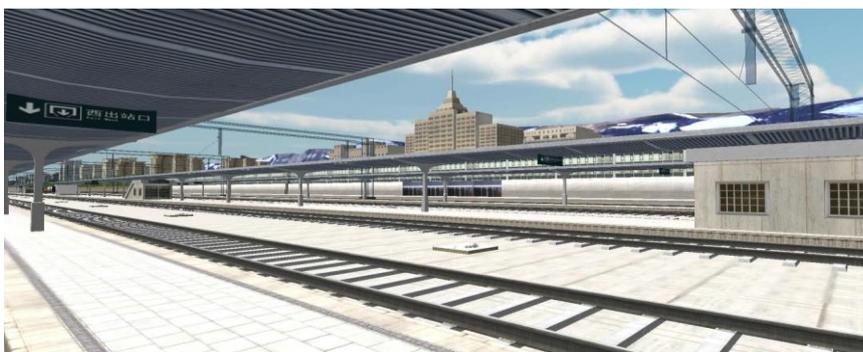


图 10 实践教学系统高铁仿真站场

本成果采用三维的表现形式突出了本系统可以仿真模拟操作的特点，使学生身历其境一般的对设备进行检修，训练和提高学生发现处理设备质量问题 and 设备隐患的能力，让学生在轻松有趣的状态下迅速掌握正确的检修作业方法和思路。

4 实践应用效果及辐射作用

4.1 虚拟仿真现场作业，学生学习效果显著提升，用人单位满意度高

目前该成果已投入到兰州交通大学自动化与电气工程学院“轨道交通信号与控制专业”2010级~2014级的主干课教学实践中，受益学生4000人次。

本专业本着“实验教学，实践培训、科研服务”的思路，建立了完善的虚拟仿真实训系统，构建了完善的虚拟仿真实实践教学体系。在使用该系统过程中，学生普遍认为登录界面友好，学习时间灵活，教学内容得以检验，教学效果显著。

本专业的毕业生大多数签约铁路局、设计院、信号厂等单位，近两年用人单位反馈的信息表明，我校 2014 届、2015 届、2016 届信号专业的毕业生较往届毕业生动手能力强，上手快，适应能力强，多数毕业生在较短时间内能够成为技术、管理业务骨干。（用人单位见反馈意见见附件 8）

4.2 理念先进，对同类院校的课程建设与教学改革起到了辐射和示范作用

该系统建成后先后接待了多家院校、科研院所、用人单位的技术交流和项目合作。现已在兰州交通大学、北京交通大学、合肥交通技术学院、西安电务段（郑西高铁）、武汉电务段（武广高铁）、兰州电务段实训基地、乌鲁木齐电务段实训基地、上海申通地铁推广使用，近万人次受益（合同见附件 5），得到了同行专家的一致肯定和高度赞扬，对同类院校课程建设与教学改革起到了辐射和示范作用。

同时也为兰州交通大学“国家级轨道交通信息与控制虚拟仿真实验教学中心”提供虚拟仿真实验教学软件的技术支持。

4.3 实践效果显著，有效解决铁路现场培训难题

通过使用该系统，解决了现场设备不能移动，实作培训工作不好开展的难题。突破了培训工作中时间、空间、人员数量的限制，提高培训效率，节约培训成本。易于现场人员学习操作，有效的解决现场“工、学”矛盾及师资不足的问题，提高现场人员解决实际问题的能力。给使用者提供一个互动的学习环境，快速提高使用者的业务素质；给培训者创造一个高效的学习方法，不断提高维修设备的技术水平及分析、判断、处理工装的能力，为高速铁路行车安全保驾护航。（用户证明材料见附件 7）