

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.07.007

重型冲击桥仿真模拟训练系统

周波, 裴超毅, 牛赛
(总装工程兵科研 2 所 2 室, 北京 100093)

摘要: 为帮助部队尽快掌握冲击桥技术性能和提高训练效率, 设计了重型冲击桥模拟训练系统。模拟训练系统由操作台、主操控盒、仿真计算机、作业显示终端、数据采集与通讯、视景仿真训练软件等组成。通过三维建模、软件驱动, 可在屏幕上多视角、立体显示冲击桥架设撤收的每个动作过程和桥跨、架设机构的结构细节, 在作业显示终端上显示冲击桥架设撤收进度和动作状态。试验结果证明: 冲击桥模拟训练系统可以减少装备的损耗, 延长使用寿命, 降低训练风险, 节省训练经费和提高训练效率。

关键词: 冲击桥; 仿真; 模拟训练

中图分类号: N945.13 **文献标志码:** A

Simulation Training System of Heavy Assault Bridge

Zhou Bo, Pei Chaoyi, Niu Sai
(No. 2 Staff Room, No. 2 Scientific Research Institute of Corps of Engineers of Department of General Equipment, Beijing 100093, China)

Abstract: In order to master the technical performances and to promote training efficiency for troops, a simulation training system of heavy assault bridge was designed. This system consists of the operation platform, the main operation box, the simulation computer, the work display terminal, the data collection and communication system, the visual emulation training software, and so on. The system is used to display the process of launching and retrieving and to display the detail structures of the span and the launch system of the assault bridge by the way of three-dimensional modeling and software driving. we can see the above the processes in all dimensions on the screen. We also can understand the retrieving progresses and the working states on the work display terminal. As a result of testing, it was proved that this system can reduce equip loss, prolong using life, reduce training risk, save training funds and promote training efficiency.

Keywords: assault bridge; emulation; simulation training

0 引言

冲击桥是我军桥梁装备中的重要工程保障装备, 由桥跨、底盘车、架桥机构组成, 具有越野性能强、防护性能好、机械化程度高、架设与撤收迅速等特点。为尽快掌握新装备技术性能和提高训练效率, 笔者采用三维建模、图像处理与编程驱动等虚拟现实及现场总线技术, 设计了一套重型冲击桥仿真模拟训练系统。

1 系统设计

仿真模拟训练系统采用半实物模拟方案, 由操作台、主操控盒、仿真计算机、作业显示终端、数据采集与通讯、视景仿真训练软件、辅助设备等组成。将主操控盒、仿真计算机、作业显示终端安装在操作台上, 操纵操控盒控制模拟桥梁的架设与撤收全过程。桥梁作业过程在视景显示器上显示, 作业显示终端显示作业状态、虚拟仪表、上部接头视频、作业向导等画面。系统总体结构框图见图 1。

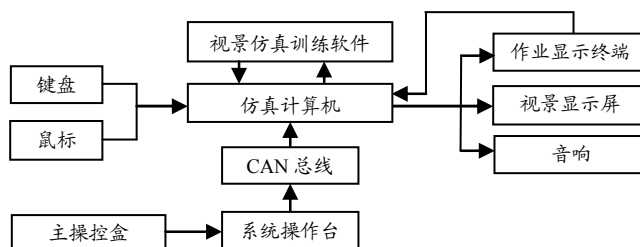


图 1 系统总体结构框图

1.1 系统的硬件设计

系统的硬件主要由操作台、主操控盒、仿真计算机、作业显示终端、数据采集电路等组成。

操作台是供操作手进行模拟训练的平台, 主要包括驾驶模拟座舱、安装驾驶座椅、行驶及视角切换开关。完成系统上电、训练设置, 以及训练过程中的视景切换、车辆前/后运动、左/右转向、油门高/低变换等与底盘控制相关的动作控制模拟。

主操控盒是模拟桥梁架设与撤收操作控制装置, 主操控盒外观尺寸、手柄按钮布置及操控逻辑

收稿日期: 2011-03-01; 修回日期: 2011-04-07

基金项目: 重型冲击桥仿真模拟训练系统((2008)参训鉴字第 002 号)

作者简介: 周波(1964—), 男, 黑龙江人, 硕士, 高级工程师, 从事工程装备论证与试验研究。

与实装操控盒相同。其内部通过 CAN 总线设计，获取手柄按钮信息，与其它操作开关电信号一起控制仿真计算机与作业显示终端的显示内容。

除了正常操作系统外，仿真计算机还安装有专门开发的三维模型驱动程序和冲击桥各运动构件的三维模型库。仿真计算机根据接收到的指令，运行相应的数学模型，调用控制仿真软件，控制图形和声音的输出，实时显示仿真视景和反映声音效果^[1]。

作业显示终端采用按键布置，外形与实装一致，显示内容与之相符的另外一个显示器构成。通过主控计算机发送的指令控制显示屏来仿真实际装备的作业显示终端，显示主作业画面、虚拟仪表、上部接头视频、作业向导等画面。

数据采集电路采用现场总线-CAN 总线进行数据通讯，配备了一个 USB/CAN 接口模块，负责接收作业控制盒发送的 CAN 作业控制信息，进行协议转换后通过 USB 接口送至视景仿真计算机，并将视景仿真计算机反馈的信息转换成 CAN 协议送给作业控制盒上显示。通过 CAN 总线提高了数据传输的可靠性、实时性，且模块化强，信息扩充方便，便于系统的技术升级。

1.2 系统的软件设计

在系统软件设计时，应在满足应用的前提下尽量降低成本，在普通的 PC 机上可完成冲击桥的虚拟环境和操纵动作显示、交互和控制管理，使整个系统运行可靠、稳定，软件结构合理、各模块运行高效、简单和智能，同时便于后续开发，具有良好的可扩充能力。视景仿真训练软件主要包括架设撤收演示模块、仿真模拟架设撤收模块、场景仿真模块(天空、地形、河流、植物、车辙、灯光、烟雾、声响)、动力学仿真、作业显示终端各状态显示、操作检测、操作评估、记录打印等模块。仿真训练软件组成如图 2。

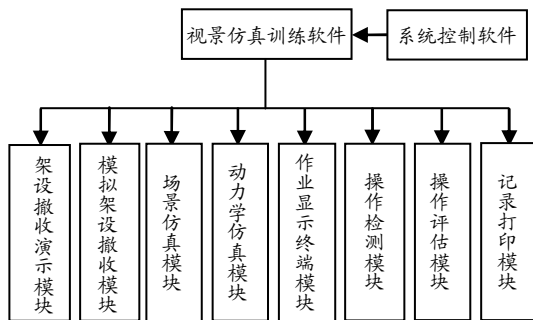


图 2 仿真训练软件框图

2 关键技术与解决途径

2.1 半实物仿真系统集成技术

采用半实物仿真方案进行设计，涉及实装的抽象与模拟再现^[2]，其中包括了接口硬件设计、数据通讯、视景和声响的虚拟现实等多项技术，如何将其有效集成，达到最好的效费比是系统设计的关键。采用操作方式和作业显示同实装相同的主操作控制盒和作业显示终端，行驶操纵杆件简化为操作开关，通过三维建模与驱动及现场总线等技术，实现了在主显示屏和作业显示终端上实时可交互式仿真模拟冲击桥作业过程和作业状态。

2.2 三维场景仿真与驱动

三维场景仿真是实现整个视景仿真系统的核心和关键。视景仿真系统的几个主要特征如：多感知性、临场感、交互性，几乎都是由三维场景仿真子系统来决定的^[3]。三维场景的图形实时显示使系统具有临场感，而场景图像的渲染速度决定了系统的交互性。操作手对仿真模拟系统的桥梁装备发出指令后，三维场景中的桥梁装备必须同时作出相应的动作和变化，才能让操作手感觉到对桥梁的操作控制，模拟系统才有好的交互性。仿真模拟训练系统的三维场景主要包括：天空盒、地形、植物、水、粒子系统、灯光、烟雾、车辙等，相应的场景仿真环境由不同种类的模型来仿真，不同种类的三维场景仿真处理也不相同。三维场景驱动主要涉及三维模型调用、动作逻辑消化、视角视距选择、光点布置、地形匹配和碰撞检测等技术。

2.3 冲击桥动力学仿真

为了实现冲击桥动力学仿真，需要建立冲击桥的动力学模型。冲击桥整体采用刚体模型。由于从车身到桥节的结构都是沿着中间平面对称的，所以动力学模型用平面汇交力系和平面力偶仿真。冲击桥的机械部分，采用平面连杆机构仿真，主要是曲柄滑块机构，用曲柄滑块机构和曲柄滑块机构的变化形式仿真机械运动。

1) 支撑铲、后摆架、前悬臂都是相对中间平面完全对称的机构，所以用平面连杆机构描述；支撑铲油缸拉杆是一个滑块结构，所以用曲柄滑块机构描述。

2) 坦克轮、辅助臂、穿销缸、开桥缸、固定器这几个机构都模拟成简单的平动和转动机构。主要难点在于和其它物体的交互作用，组成了复杂的机

构。把这个组合机构分解为几个相对容易处理的机构,才能计算运动模拟结果。

3) 桥节在仿真的各个阶段的动力学模型是不同的。在架设阶段上桥节是曲柄滑块结构的一个连杆,下桥节相对于坦克车身作平动。当后摆架拔销后,上下桥节连接成一个整体,随前悬臂齿轮的转动作平动。当整个桥节有一端落地,一端支撑在前辊轮的时候,又成为曲柄滑块结构,这是地面和车身共同承担铰链支座的作用。

在撤收的时候,如果从正向上桥节端撤收,动力学模型在各个阶段同架设一样,如果从反向下桥节一端撤收,要交换上下桥节的动力学模型。

4) 车身由履带、主动轮、支撑轮、从动轮和车身体组成。车轮的运动是围绕局部坐标系的一个坐标轴旋转。仿真车体运动的难点在于车身和地面系统的交互作用。由于地面有不同的起伏,必须快速判断车轮的高度。这里采用四键仿真的方法,即用前、后、左、右共4个车轮对地面作碰撞检测,根据每个车轮的高度值计算车身的欧拉角和欧拉方向。根据车轮最终位置形成的平面计算车身的欧拉方位。

2.4 自主开发研制软件驱动平台

良好的三维模型场景驱动还必须解决软件驱动平台、驱动程序与计算机操作系统的兼容。目前,基于 opengl 或者 direct3d 程序编程接口的开发平台,比如 vega、wtk 等,这些开发平台使用方便,易于掌握,但会增加成本。随着计算机显示设备的不断发展,有很多先进的功能无法很快得到支持,因此,笔者直接基于编程接口开发程序,自主开发研制软件驱动平台,使开发程序得到最大的自由度,充分利用硬件提供的各种先进功能,便于系统的升级和移植,节省驱动平台软件费用。

2.5 采用多显示器技术^[4],降低系统成本和软件的复杂性

采用多显示器技术能成倍节约成本,使程序的复杂性大大降低,可靠性明显提高。使用这项技术,可使一个程序控制多个显示器,在各显示器都满屏显示时,能使由一个程序控制多个既相互联系又相对独立的显示画面。与各分设备都采用独立的微机系统相比,多个显示系统只有一套程序、一个主机系统、一套接口及相关电路,各分设备之间的信号传输只用程序内部变量模拟即可。如采用常规设计,

就需要有与设备同样数量的程序、主机系统、接口及相关电路,且各分设备之间信号传输需实时通信,随着信号的增加,各程序间通信控制就很复杂。多显示系统的实现须调用有关函数进行必要的设置。

2.6 软硬件接口设计

冲击桥实装中,驾驶操纵杆件、操控盒手柄、按钮等是通过机械、液压或电控装置直接对底盘及架设机构施加动作控制。而“模拟训练系统”虽然设置了相似的操作界面,但这些操纵杆件、手柄、按钮后面都是“虚”的,需要通过软硬件接口将实际的操纵信息转化为数字量,通过编码通讯送入仿真计算机。从使用角度上说,接口设计要保持操控杆件、手柄、按钮的手感、力感和位置感等。数字信息实时可靠的传输也是接口设计的难点。冲击桥的操控数字信息不仅仅是“点”量,有些是“线”量,随时间历程连续的变量。根据一定的通讯协议,数字信息传输必须保证可靠和实时2个要点。采用 CAN 总线及接口编程控制技术^[5],实现了主操作控制盒、作业显示终端与训练软件的信息传递和控制。

3 结束语

冲击桥仿真模拟训练系统采用三维建模、图像处理与编程驱动等虚拟现实及现场总线技术,实现了在主显示屏和作业显示终端上实时可交互式仿真模拟冲击桥作业过程和作业状态;可模拟桥梁在不同场地条件下手动、自动架设和撤收训练,可变换多种视角;训练场景环境逼真,作业手有身临其境的感觉;人机交互性好,突破了以往桥梁训练模拟器采用多媒体安时序播放的陈旧固定方式。冲击桥模拟训练系统的研制成功为部队和院校桥梁训练提供了一种有效的训练手段,可以减少装备的损耗,延长使用寿命,降低训练风险,节省训练经费,提高训练效率,促进新装备尽快形成战斗力。

参考文献:

- [1] . 仿真技术 用[J]. 程 , 2003, 5(2): 41-44.
- [2] 重 . 仿真技术[M]. : 业 , 2000.
- [3] 成为,高 , . 拟 技术的 、 用[M]. , 18-23.
- [4] , , . 型 模拟训练 景视景仿真系统设计[J]. 动 , 2007, 26(6): 37-38.
- [5] . 仿真技术与 用[M]. : 业 , 2001.