

·测试、试验与仿真·

光电模拟器的设计及在半实物仿真试验中的应用

戴 哲, 田 颖, 石 岩

(92941 部队, 辽宁 葫芦岛 125000)

摘 要:介绍了光电模拟器的设计与实现以及在半实物仿真试验中的应用.在硬件设计上,设备采用工控机平台,以生成考核被试系统光电设备所需要的模拟视频图像为目的,进行设计和实现.在软件设计上采用 Visual C++ 编程环境实施软件设计与开发,完成模拟航路的生成、模拟视频图像的发送和试验数据的处理评估等功能.

关键词:光电模拟器;半实物仿真试验;模拟视频图像;被试系统

中图分类号:TP391.4

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2010)02-0068-03

Design of Electro-optical Simulator and Its Application in Semi-physical Emulation Test

DAI Zhe, TIAN Ying, SHI Yan

(92941 Army Unit, Huludao 125001, China)

Abstract:The design and realization of electro-optical simulation as well as its application in semi-physical emulation test were introduced. In the hardware design, the hardware of electro-optical simulation is based on the industry-control-computer platform. The hardware was designed and realized in order to provide the video simulation image for the tested equipment. In the software design, the electro-optical simulation software was written in Visual C++ programming environment, which supports the functions such as emulated trace creation, video simulation image sending, test data process and evaluation.

Key words:electro-optical simulator; semi-physical emulation test; video simulation image; tested equipment

由于受到外场试验消耗、试验保障和研制周期等客观因素的限制,被试系统在进行外场试验前需要进行大量的试验对其功能和性能指标进行验证,而采用半实物仿真试验方式能较好地解决这一问题.在半实物仿真试验中,可通过模拟被试系统需要的各种数据信号,驱动被试系统运行,控制其运行流程,对其性能进行检验,因此半实物仿真试验为进行外场试验提供重要的试验依据,是不可或缺的关键性试验.研制光电模拟器为被试系统光电设备提供模拟目标,对其性能进行考核.以下介绍光电模拟器的设计与实现以及在被试系统半实物仿真试验中的应用.

1 光电模拟器的设计与实现

1.1 硬件设计与实现

为了使光电模拟器具备良好的电磁兼容性和较强的环境适应性,其硬件设备采用工控机平台.硬件组成结构图如图 1 所示.

光电模拟器主要由主控单元、图像生成卡、图像合成卡、距离仿真卡、方位采集卡和数据总线等部件组成.主控单元通过数据总线向其他各组成部分发送控制命令,各组成部分在回馈主控单元的控制命

收稿日期:2010-01-25

基金项目:国家部委基金项目

作者简介:戴哲(1982-),男,辽宁锦州人,学士,现从事光电系统仿真试验方面的研究.

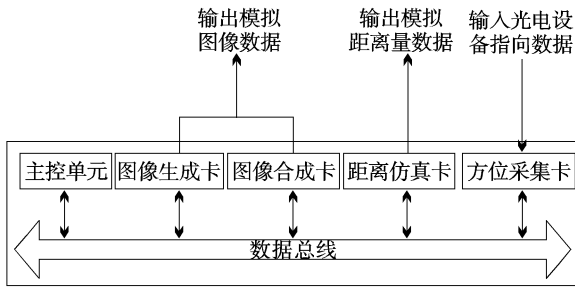


图 1 光电模拟器硬件结构图

令的同时,向主控单元发送中断请求提请主控单元进行处理.图像生成卡用于生成目标图像,它根据主控单元指令生成相应类型的目标模拟图像,通过数据总线将目标模拟图像数据发送到图像合成卡.图像合成卡根据主控单元的命令生成相应类型的背景图像,并将接收到的目标模拟图像同背景图像合成,生成仿真试验需要的模拟视频图像.当模拟目标数据信息达到相应的要求时,距离仿真卡根据主控单元发出的控制指令,生成的被测光电设备所需的激光信号和目标距离信息,发送到被测设备.方位采集卡将采集到的光电设备指向信息发送到主控单元,主控单元对其信息分析处理,控制图像控制卡、图像合成卡和距离仿真卡输出符合仿真试验要求的模拟视频图像信息.

1.2 软件设计与实现

软件的设计、实现是光电模拟器整体设计与实现的核心,采用软件编程驱动硬件的方式实现对被试系统的半实物仿真测试. Visual C++ 编程平台作为软件开发环境,系统软件设计时直接调用 Windows API 函数库,采用这种方法可大量节省程序存储空间,应用简洁方便,提高响应速度,满足半实物仿真试验对实时性的要求.

在软件总体设计中,根据被试系统半实物仿真试验的要求和试验步骤将软件分成系统自主工作模块和系统联机工作模块,总体设计流程图如图 2 所示.

系统启动后会进行设备初始化,对光电模拟器各个部件单元进行加电检查,如发现某个部件单元运行故障,提示操作人员发生故障的部件单元并停止运行等待操作人员的操控命令,供操作人员排查故障.通过设备初始化后,系统调用相应的动态链接库,将需要的目标类型模型、目标背景模型和目标运动类型模型等相关模型调入可执行文件.操作人员根据本次半实物仿真试验的目的和内容进入相应的

软件模块.

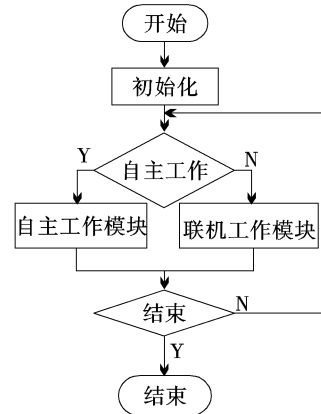


图 2 光电模拟器软件总体设计流程图

1.2.1 自主工作模块

自主工作模块用于光电模拟器独立为被试系统光电设备提供各种模拟信号,驱动光电设备独立运行,对光电设备自身性能进行独立考核.自主工作模块软件设计流程图如图 3 所示.

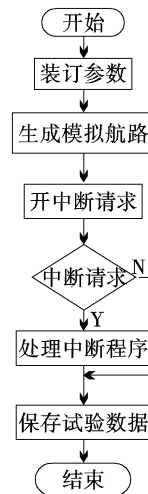


图 3 自主工作模块软件设计流程图

光电模拟器首先提示操作人员装订进行本次试验的试验参数,如果操作人员未装订参数,光电模拟器会装订默认参数进行试验.参数装订完成后光电模拟器根据试验参数自主生成用于本次试验的模拟目标航路,对其进行实时控制,同时对系统的中断列表进行初始化,启动中断监控程序实时接收中断请求.例如当通过对模拟航路计算得出模拟目标已出现在光电设备的视野范围内的时候,提请发送视频模拟图像中断请求,光电模拟器主控单元会响应中断请求,控制模拟器向光电设备发送模拟视频图像,对其性能进行考核.试验结束后,光电模拟器停止工作,保存数据完毕返回上级程序,准备下一次试验.

1.2.2 联机工作模块

联机工作模块用于光电模拟器同其他半实物仿真试验设备互连,光电模拟器对被试系统光电设备的性能考核纳入到对被试系统整体性能的考核中,实现对被试系统整体功能和性能的检验.联机工作模块软件设计流程图如图 4 所示.

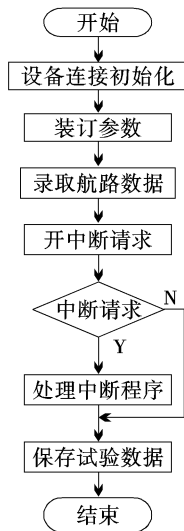


图 4 联机工作模块软件设计流程图

联机工作模块与自主工作模块的主要区别在于采用联机工作模块是对被试系统整体性能的考核,试验所需要的模拟航路数据量与单独考核相比,所需航路数据量要大得多,如果由光电模拟器自身产生需要占用大量资源,无法保证其他工作按时序完成,影响试验的进度和试验结果的准确性.因此在联机工作模块的设计中,其他半实物仿真试验设备产生模拟航路,光电模拟器对模拟航路等试验数据进行处理,计算出被试系统光电设备的考核结果.

进入联机工作模块后,将光电模拟器同其他半实物仿真试验设备互连,对连接部件单元进行初始化保证互连的准确性.装订用于本次试验参数,实时接收其他半实物仿真试验设备发送的模拟航路数据,并对数据信息进行处理和保存,为光电设备的性能评估做准备.初始化光电模拟器的中断列表,启动中断监控程序准备接收中断请求.接收到其他半实物仿真试验设备提请的发送模拟视频图像的中断请求,光电模拟器响应中断请求,发送模拟视频图像,根据目标模拟视频数据和模拟航路数据对被试系统光电设备的性能进行考核评估,实现对被试系统整体性能的考核评估.在试验结束后,光电模拟器停止工作保存数据,返回上级程序中,准备下一次试验.

2 光电模拟器在半实物仿真试验中的应用

在半实物仿真试验中,光电模拟器主要用于向被试系统光电设备提供模拟视频图像,实时处理试验数据,准确计算出光电设备性能的考核结果.光电模拟器与被试系统结构关系如图 5 所示.

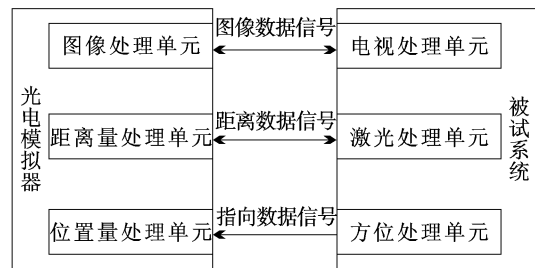


图 5 光电模拟器同被试系统结构关系图

在半实物仿真试验的环境下,光电模拟器产生被试系统光电设备所需的各种数据信号.它控制位置量处理单元实时接收被试光电设备的指向数据信号,根据指向数据计算模拟目标与光电设备的相对位置,当相对位置数据小于光电设备的视场角时,表明目标出现在光电设备的镜头中,此时光电模拟器控制图像处理单元产生目标视频图像,通过图像数据信号输送给被试系统.被试系统通过一系列的控制信号控制光电设备跟踪具有视频背景的模拟目标.当目标模拟视频数据满足一定条件时,光电模拟器控制距离量处理单元接收被试系统的距离数据,对其处理后产生目标距离量模拟数据输送给被试系统供其使用,通过上述过程完成光电设备对模拟目标的跟踪.光电模拟器实时记录指向数据和重要节点时刻相关的试验数据,采用相应规则算法处理试验数据,给出相应考核结果.

3 结束语

通过多次参加半实物仿真系统试验结果证明,该设备能够正确模拟被测光电设备所需要的各种数据信号,在特定条件下能够输出符合试验要求的模拟视频图像,并对试验数据进行评估处理,准确给出光电设备的考核结果.此外该设备具有较好人机界面,操作简洁直观,减轻操作人员的工作量.运行结果表明,设备设计合理,性能可靠,完全满足被测光电设备的考核需求.该项目已获国家科技进步二等奖.

(下转第 74 页)

km/h 速度下驾驶员座椅处的振动加速度曲线,经加权计算后,得到总的加速度均方根值,以此来评价车辆的行驶平顺性。

3.3 仿真结果与实车试验数据对比分析

为了验证虚拟样机模型的可信度,该研究对实车行走试验的振动加速度测试数据进行计算分析,并与计算机仿真结果进行比较。

测试设备采用美国 IOtech 公司的便携式高速数据采集分析系统 Wavebook/516A。该系统可测量多种参数,支持多种数据采集、信号分析软件,可完成多参数信号采集。试验在鹅卵石路面上进行,设备采样频率为 51 200 Hz,采样时间 25 s,在车速为 20、30、40 km/h 3 种情况下,分别采集驾驶员座椅、变速箱、发动机等车辆关键部位的振动加速度数据。

为了进行乘员舒适性计算,提取驾驶员座椅通道的测试数据,并对该数据进行再采样(每隔 50 个数据采样一次),生成数据文件计算振动加速度均方根值。同样,对于计算机仿真模型系统,仿真后采集相同位置的振动加速度数据。然后对 2 种数据计算总的加速度均方根值,评价乘员舒适性。为了对 2 种计算结果进行对比,文中按计算公式: $(a_{w\text{仿真}} - a_{w\text{实测}}) / a_{w\text{实测}}$, 计算差值。速度分别为 20、30、40 km/h 时,仿真数据与实测数据的计算结果差值分别为:1.33%、6.08% 和 9.88%。

由计算结果可以看出,仿真误差总体上在可以接受的范围内。特别是在低速状态下,计算机仿真与实车试验结果非常接近,说明文中建立的平顺性仿真模型系统具有合理性。同时说明对于履带车辆这一复杂机械系统,通过虚拟样机技术进行性能分析和评价是可行的,可以用于预测和评估车辆的平顺性,这对履带车辆的动力学性能评价,以及车辆设计、改进具有重要的现实意义。

经多次仿真实验及其计算结果分析可知:对于车辆系统参数,应采用实车或接近实际的数据,如扭

杆弹簧和减振器的刚度阻尼系数、座椅弹簧参数、履带预张紧力、负重轮刚度系数等;对于仿真环境参数,则应尽量与实际测试环境一致,如路面等级及其参数、履带板与地面接触参数等。这些参数的设置对车辆的平顺性结果均有较大影响,应选择实际、合理的参数,才能反应和评价车辆的实际性能。

4 结束语

通过建立履带车辆刚柔混合虚拟样机模型,并生成平顺性仿真系统,基于 F 级随机路面模型进行车辆行驶仿真模拟,对仿真数据进行处理来分析评价车辆的行驶性能。经过与实车测试数据的计算结果进行对比分析,说明研究中所建立的模型和评价方法合理,进一步可扩展到各种车辆在各种等级路面上的行驶平顺性仿真分析评价中。因此可以对车辆的优化设计、性能分析、改进创新提供有效方法及理论参考。

参考文献

- [1] 王德胜,杨建华.装甲车辆行驶原理[M].北京:装甲兵工程学院,1997:201-226.
- [2] 吴大林,马吉胜,蔡树新,等.基于虚拟样机的自行火炮行驶平顺性仿真研究[J].兵工学报,2006,27(6):970-973.
- [3] 狄长春,杜中华,吴大林.基于座椅系统虚拟样机的自行火炮行驶平顺性统计评估[J].兵工学报,2009,30(4):442-445.
- [4] 闫清东,张连第,赵毓芹.坦克构造与设计[M].北京:北京理工大学出版社,2007:25-219.
- [5] 万里翔,许明恒.汽车行驶平顺性评价方法的研究[J].西南交通大学学报,2001,36(1):71-74.
- [6] 丁法乾.履带式装甲车辆悬挂系统动力学[M].北京:国防工业出版社,2004:14-69.
- [7] ISO2631-1:1997(E), International Standards Organization, Mechanical vibration and shock evaluation of human exposure to whole-body vibration Part1, General requirements[S].
- [3] 潘爱民. Visual C++ 技术内幕[M]. 4 版. 北京:清华大学出版社,2000.
- [4] 马魁勇,于长军,位寅生. 基于 FPGA 的雷达目标模拟器的设计与实现[J]. 仪器仪表学报,2006(6):870-872.
- [5] 黄守训. 舰炮武器系统试验与鉴定[M]. 北京:国防工业出版社,2005.

(上接第 70 页)

参考文献

- [1] 李红波,石岚.光信号环境模拟系统设计[J].光电技术应用,2009,24(3):12-14.
- [2] 何江华,郭果敢.计算机仿真与军事应用[M].北京:国防工业出版社,2006.