

某新型飞机维修模拟训练系统

Maintenance Simulation System of a New Type Aircraft

空军第一航空学院 张 伟
 信阳职业技术学院 库丽媛

[摘要] 介绍了某新型飞机维修模拟训练系统的设计思路以及系统组成和特点,并结合系统的实现讨论了模拟仿真技术应用于装备维修的现实意义。实践证明,应用该系统开展飞机维修模拟训练解决了部队由于维修保障训练设备缺乏,机务人员难以进行全专业综合保障维修训练的难题,大大缩短了新机维修保障训练周期,节约了大量的装备维修保障经费。

关键词: 飞机 模拟训练系统 维修

[ABSTRACT] The design concept of a new type aircraft maintenance simulation system is introduced. The components, features and value of the simulation system are also described. Practice shows that application of the simulation system can meet the requirements of aircraft maintenance training, shorten training cycle and save training funds.

Keywords: Aircraft Training simulation system Maintenance

随着科学技术的发展,武器装备的复杂度和科技含量也越来越高,培训操作和维护人员也变得日益迫切^[1]。某新型飞机装备航空兵部队后,由于该机型价格昂贵、数量有限、器材匮乏,在实装飞机上进行维修训练不仅会消耗实装飞机设备的有限寿命,而且极易产生各种不安全因素。为了解决该问题,本课题研究开发了某新型飞机维修模拟训练系统。与实装训练相比,运用飞机维修模拟训练系统开展维修模拟训练不但可减少因实装训练而导致的发动机和各专业主要设备的寿命损耗及燃油消耗,而且可较好地改善实装训练受外界因素制约性强,针对性、可控性差的弱点,大大提高飞机维修训练的质量和效益^[2]。

1 飞机维修模拟训练系统的功能设计

按真实飞机各系统维护特点制定某型飞机维修模拟训练系统的模拟训练范围及内容。以座舱模拟为重点设计仿真座舱,完成地勤人员理论培训后的上机训练任务。通过实际操作,受训人员可熟练掌握各专业专项

维护操作技能,提高外场一线保障能力。该系统除能替代实装飞机进行飞机综合保障技术人员的专业培训外,还具有以下功能:

- 模拟检测设备:可模拟飞机多种检测设备,进行检测设备的操纵技能方法训练;
- 故障设置:可设置故障,模拟飞机各主要设备故障状态下的工作现象,进行故障状态下的模拟训练;
- 专家评判:可对主要科目的通电检查过程,进行自动评判,详细列出操作过程中的问题,并给出训练成绩;
- 原理构造同步显示:能同步显示维修训练科目的有关气路、油路、电路以及外部设备的工作过程,加强受训人员对相关科目工作原理的理解和学习;
- 系统自检测:能对座舱所有的数字信号、模拟信号进行自检测,可以准确判明系统各支路信号以及传感器、电门、开关、按钮等部(附)件是否正常、良好,提高系统的可维修性。

2 系统组成

某型飞机维修模拟训练系统是以部队需求为牵引,以硬件仿真座舱和多功能维修程序训练器为依托,以软件技术为开发工具,根据系统化和智能化的设计思想,构建的全专业、空-地一体化的维修训练平台。该系统采用多台高性能的控制机作为维修模拟训练系统的控制平台,综合应用图形图像控制、网络数据交换、多线程数据采集、专家评判等技术,来实现飞机维修模拟训练。

该系统主要由仿真训练中心(包括仿真座舱、中心控制系统、学员操控系统、教员操控系统、监控演示系统等)和多个仿真训练联邦成员(包括多功能维修程序训练器平台、训练器控制系统及其外部设备)组成。仿真训练中心主要以仿真座舱为依托对受训人员进行各专业通电检查、特殊情况处置、故障分析判断与排除等维修技能训练;而仿真训练联邦成员主要以 LCD 显示屏搭建的虚拟座舱环境为依托,通过在维修操作过程中不断给予受训人员以过程程序提示,从而实现维修操作的过程程序训练。系统总体布局如图 1 所示。

2.1 仿真座舱

某型飞机维修模拟训练系统的仿真座舱按照实装飞机座舱 1:1 比例仿制,其内部设备的几何尺寸、外部形状、表面颜色和标记符号等与实装布局基本相同。仿真座舱主要由仿真舱体、设备操纵台、仿真仪表盘、驾驶杆、脚踏机构和座椅组成。模拟座舱采用敞开式设计,便于教学与训练;舱盖蒙皮采用可拆卸式设计,便于系统维修保养;舱体底部前轮采用万向轮,便于移动运输。

2.2 中心控制系统

中心控制系统由中心控制系统计算机及其软件系统组成,是仿真训练中心的信息交互控制中枢和软件运行平台。主控计算机通过网络与教员操控系统、学员操控系统、仿真训练联邦成员连接,控制整个仿真系统的运行。

2.3 监控演示系统

监控系统主要由监控演示控制台和高亮度、大视角 LCD 触摸屏显示器等组成,主要为专业选择、训练科目切换、故障设置等操作提供人机交互平台。

2.4 学员操控系统

学员操控系统采用一台高性能计算机作为学员训练机,以 Windows XP 作为系统操作平台。该系统通过网络与中心控制系统连接,主要通过人机对话,配合模拟座舱完成故障分析判断和排除、原理图同步显示、部附件拆装等维修技能训练。

2.5 教员操控系统

教员操控系统主要由教员操作台、高亮度、大视角 LCD 显示器和高性能计算机组成。该系统通过网络与中心控制系统连接,主要为培训教员进行科目设置和管理、监控学员操作情况提供操作平台。

2.6 多功能维修程序训练器

多功能维修程序训练器由训练器控制计算机和人机接口设备组成,主要以高亮度、大视角 LCD 显示屏搭建的虚拟座舱环境为依托,通过在维修操作过程中不断给予受训人员以过程程序提示,从而实现维修操作的过程程序训练。

3 技术路线

系统采用多台性能优越、可靠性高的工业控制计算机作为模拟系统的控制核心,应用 Windows 操作系统作为软件搭载平台,运用 VisualC++、VisualC #、Delphi、

Ngrain、Photoshop、3DMax 等计算机应用软件作为系统开发工具、应用多触摸屏控制技术、图形控制技术、音频实时控制技术、数/模(模/数)转换等计算机应用技术控制模拟仿真训练。

该系统主要由仿真训练中心和多个仿真训练联邦成员(包括多功能维修程序训练器平台、训练器控制系统及其外部设备)组成,具有可靠性高、维修性好、实用性强等优点。仿真训练中心为系统的控制中枢,在系统工作过程中仿真训练中心利用接口控制单元实时采集仿真座舱内硬件设备的数字信号和模拟信号,这些数据经过预处理,传输至中心控制系统计算机。中心控制系统对接收的数据进一步进行处理、转换,根据处理结

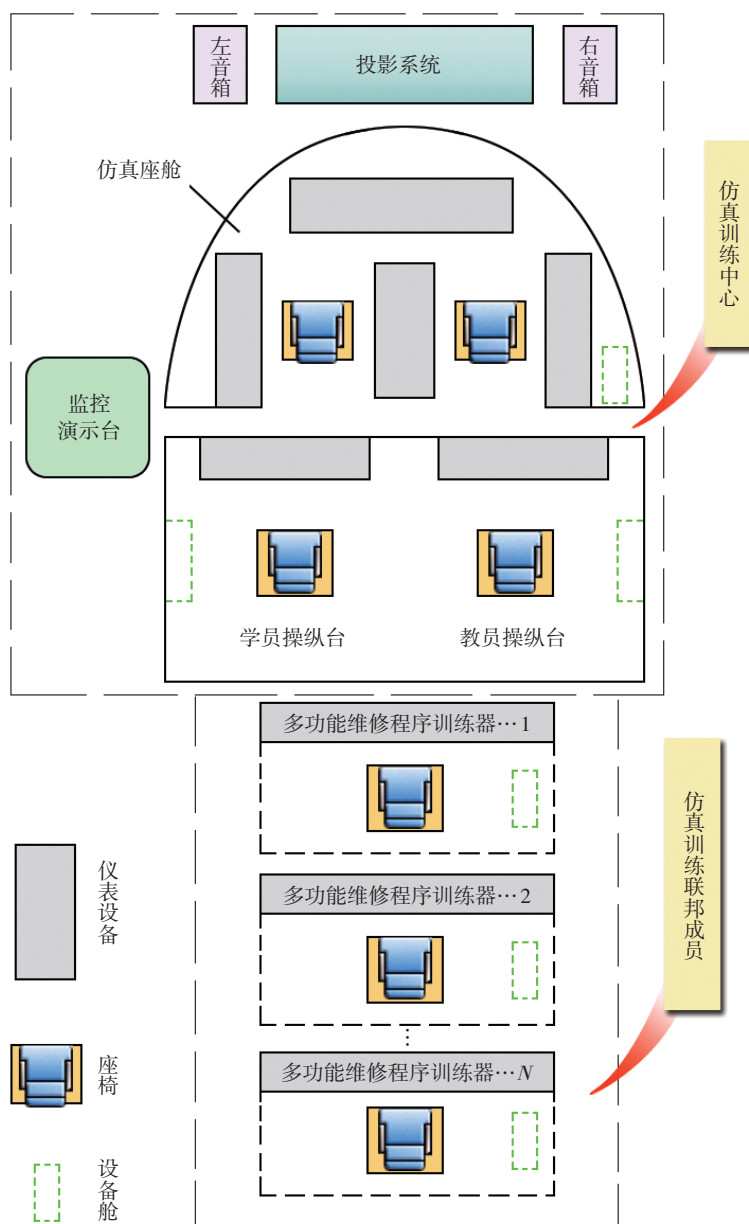


图1 模拟训练系统总体布局图

Fig.1 Layout of training simulation system

果调用相关专业操作模块和功能模块。最终解算出的结论一方面传回接口系统,经过片选处理输出至仿真座舱,控制仿真座舱内信号灯、仪表、指示器及相关设备的工作、指示;另一方面传输至音响系统,模拟飞机各种设备的工作声响。监控演示系统、教员操作系统通过与中心控制系统计算机进行数据交换,将训练科目控制、模拟检测设备、故障参数设置、专家智能评判等控制信号反馈给中心控制系统,并具有监控、记录、评判训练科目的功能;学员操作系统主要通过中心控制系统计算机进行数据交换配合模拟座舱完成故障分析、判断与排除、原理图同步显示、部附件拆装等维修技能训练。作为联邦成员的维修程序训练子系统通过自身人机交互设备的消息响应独立运行专业操作程序以及相关功能模块,其功能与仿真训练中心基本相同,不同点在于其信号输出终端只有 LCD 显示器和音响设备,即以 LCD 显示器搭建的虚拟座舱环境替代仿真座舱的实装仿真设备。某型飞机维修模拟训练系统基本工作原理图如图 2 所示。

4 系统特点

某型飞机维修模拟训练系统是在我军已有飞机维修模拟训练系统研制生产经验的基础上,吸取国外进口维修训练模拟器的优点,结合某型飞机维修特点和我军

实际情况,综合运用计算机控制、虚拟仪表、模拟仿真、模型操纵等技术设计而成的综合维修模拟训练操纵平台。与国内外现有同类产品相比,该系统具有以下特点。

(1) 可靠性高。

某型飞机维修模拟训练系统以虚拟仪表代替实装仪表,以软件模拟代替复杂的控制电路,不仅大大降低了系统故障率,而且大幅提高了系统的控制精度。

(2) 维修性好。

某型飞机维修模拟训练系统采用了单元式积木结构,控制系统硬件设备全部选用标准通用设备,具有接口电路的自检功能和克隆恢复功能。

(3) 升级能力强。

该系统在设计开发时,将对仿真座舱内所有的输入、输出接口全部进行了预置,在进行软件维护升级、功能扩展升级、加改装升级时,只需更换系统软件包,系统便可在几分钟内自动完成升级过程。

5 应用价值

飞机维修模拟训练系统是一种覆盖飞机各专业维修工作检查的模拟训练平台,主要应用于航空机务院校、机务部队的教学与训练。它主要通过对飞机各设备工作过程中伴随发生的工作现象进行模拟,使操作人员

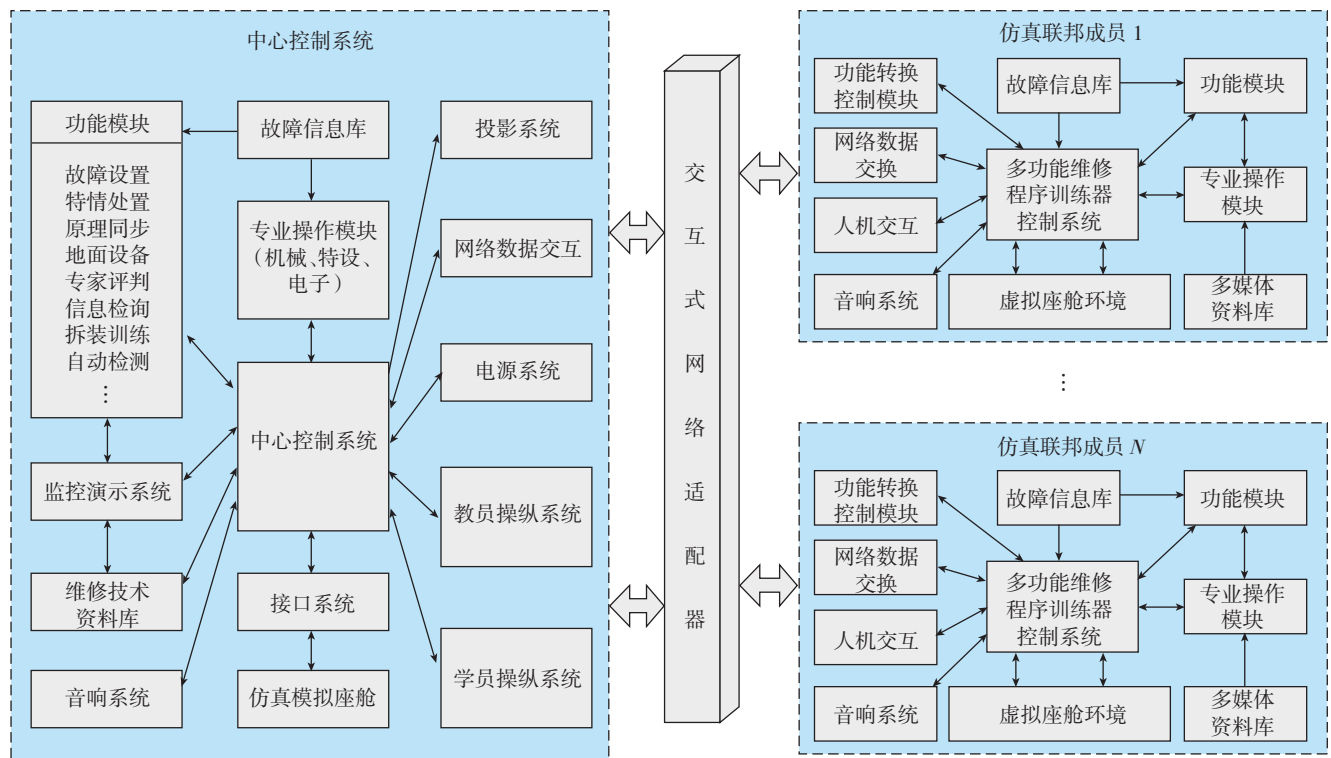


图2 维修模拟训练系统基本工作原理

Fig.2 Basic work principle of maintenance simulation system

相似,最终达到利用模拟训练替代实装训练的目的^[3]。

它的研制及推广应用,军事、经济效益十分显著。

(1)可较好地解决院校、部队维修训练手段缺乏的问题。

近年来,各种新机不断装备部队。新机高新技术应用多,各专业内容交联复杂,维修方式和手段都与传统机型存在显著差异,要尽快提高机务部队的维修保障能力需要全新的培训方式。而目前,院校、部队维修训练的主要手段依然是实装训练,这与空军武器装备的跨越式发展的现代化要求不适应。此外缺乏新机装备的院校也往往难以高质量地完成培训任务。因此,走模拟训练的道路是解决院校、部队维修训练手段缺乏的最佳途径。

(2)可有效地提高训练效率和质量。

实装训练由于受场地、人员、外场保障以及飞机设备安全性等要求的限制,时效性差,效率较低。再加上很多科目不允许在实装飞机上进行反复操作,致使这些科目缺乏有效的训练手段,难以满足训练需求。实践证明,运用模拟训练替代实装训练可较好地改善实装训练受外界因素制约性强,针对性、可控性差的弱点,提高部队的训练效率和质量。

(3)可避免飞机实装维修训练的不安全因素。

利用飞机维修训练模拟平台进行模拟训练能较好地改善实装训练安全系数较低、易造成人员伤亡、飞机损伤等状况。而且,操作人员还可在模拟机上反复练习各种故障及紧急情况(如发动机停车或失火)的处理方法,这样,在实际操作中遇到类似情况,就可以临危不惧,减少或避免事故的发生,保证外场安全。

(4)可大大降低训练费用。

运用飞机维修模拟训练系统对机务人员进行模拟训练可避免因实装训练而导致的发动机和各专业主要设备的寿命损耗及燃油消耗,节省大量经费。以发动机试车为例,一般培训1名机械师至少需试车3次,按每次全程试车耗油800L,耗时10min计算,总计消耗燃油2400L,消耗发动机使用寿命30min。按燃油每升4元,发动机使用寿命每分钟960元计算,将花费人民币3万余元。另外,由于模拟训练不需要大批机务、场务保障人员,由此节约的经费也是相当可观的。

6 结束语

某型飞机维修模拟训练系统,已推广到航空兵部队使用。应用结果表明,应用该系统开展飞机维修模拟训练解决了部队由于维修保障训练设备缺乏,机务人员难以进行全专业综合保障应急训练的难题,大大缩短了新机维修保障训练周期,节约了大量的装备维修保障经

费,取得了较好的军事效益和经济效益。

参考文献

- [1] 美军装备维修保障编写委会. 美军装备维修保障. 北京: 解放军出版社, 2005.
- [2] Dunn G L. 美国空军保障转型—21世纪远征的保障. 美04年国防部维修年会论文集, 2004.
- [3] 杨军良. 飞机综合保障模拟训练系统控制装置: 中国, ZL200810000132.9. 2009-12-09.

(责编 良辰)

(上接第75页)

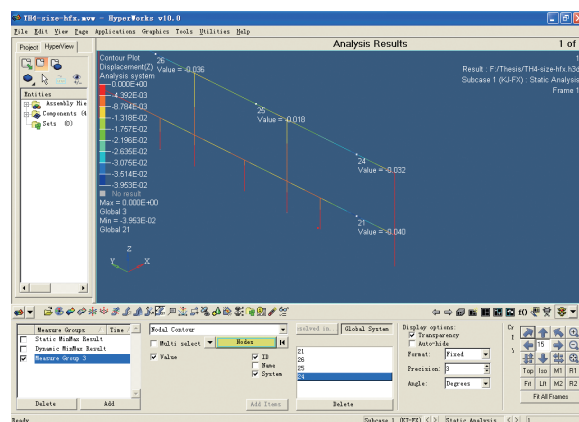


图8 最终结果的节点位移

Fig.8 Joint displacement of final result

将尺寸优化结果转化为实际截面尺寸后,最大节点位移0.04,框架重998kg。满足产品安装精度对框架的刚性要求。

4 结束语

通过对飞机装配型架框架分别采用拓扑优化和尺寸优化,使框架的最大节点位移由0.37mm下降为0.04mm,框架的结构重量从1247kg下降到998kg,在保证结构刚性的同时,大大减轻了结构重量。如果将结构优化设计方法应用到型架定位器,尤其是可卸定位器的设计中,不仅可以保证定位器的定位精度,而且可以极大地减轻定位器的重量,工人操作起来将会更加方便,由此产生的效果将会更加显著。

参考文献

- [1] 航空工艺装备设计手册编写组——飞机装配型架设计. 北京: 国防工业出版社, 1979.
- [2] 张胜兰, 郑冬黎, 郝琪, 等. 基于HyperWorks的结构优化设计技术. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [3] 梁醒培, 王辉. 基于有限元法的结构优化设计——原理与工程应用. 北京: 清华大学出版社, 2010.

(责编 小颖)