

doi: 10.7690/bgzd.2016.02.001

# 某型舰炮武器系统维修训练系统

程 杰, 冯 瑜

(海军士官学校兵器系, 安徽 蚌埠 233012)

**摘要:** 针对某型舰炮武器系统维修训练系统的特点, 对其进行设计开发。介绍系统的组成与功能, 描述以主控计算机控制单片机为核心设计的模拟电路板, 以及模拟功能的实现思路和方法, 重点从系统管理软件、维修训练软件、操作训练软件、原理教学软件和考核评估软件方面阐述系统软件设计与开发的基本思路。结果表明: 该软件界面设计友好, 可根据受训者的学习需要, 在不同学习内容之间迅速切换, 交互性能好。

**关键词:** 舰炮武器系统; 维修训练系统; 模拟训练软件

**中图分类号:** TJ391 **文献标志码:** A

## Maintenance Training System for Certain Type Warship Cannon Weapon System

Cheng Jie, Feng Yu

(Department of Ordnance, Naval Scholar Official School, Bengbu 233012, China)

**Abstract:** According to the characteristic of maintenance training system for certain type warship cannon weapon system, it is designed and developed. The form and function of the system is introduced. The imitate circuit board of key design for main controlling single chip computer is described. The thought and method of imitate function is described. The systematic software includes mainly the system manages software, the maintenance training software, the operate training software, the principle teaching software and the check evaluate software. As a result. The software interface is designed friendly. According to the study need of the received trainer, the different study content is switched promptly. The interactive performance is good.

**Keywords:** warship cannon weapon system; maintenance training system; imitate training software

### 0 引言

某型舰炮武器系统维修训练系统能够模拟系统的各项工作流程与基本功能, 既能进行机械部分的虚拟拆装, 又能进行电气部分的模拟操作, 在设计中软、硬件均具备扩展性, 可实现系统的原理教学、维修训练、操作训练和考核评估等功能; 因此, 笔者对其进行设计开发。

### 1 系统组成及功能

如图 1 所示, 某型舰炮武器系统维修训练系统由硬件和软件 2 大部分组成。通过软件与硬件的配合, 可以完成理论学习、操作训练和维修训练等项目的教学和训练任务。在维修训练时, 根据维修部件的不同采用不同的维修方式: 对于电气故障主要采用模拟维修的方式进行, 对于机械故障主要采用虚拟维修的方式进行。

### 2 硬件设计

#### 2.1 模拟台

模拟台壳体部分采用与海军标准台 1:1 的比例

制作, 采用钢板冲压结构, 内部安装有计算机, 设计时着重从牢固耐用、防尘防锈、防潮散热、电磁屏蔽和方便维修等方面考虑。

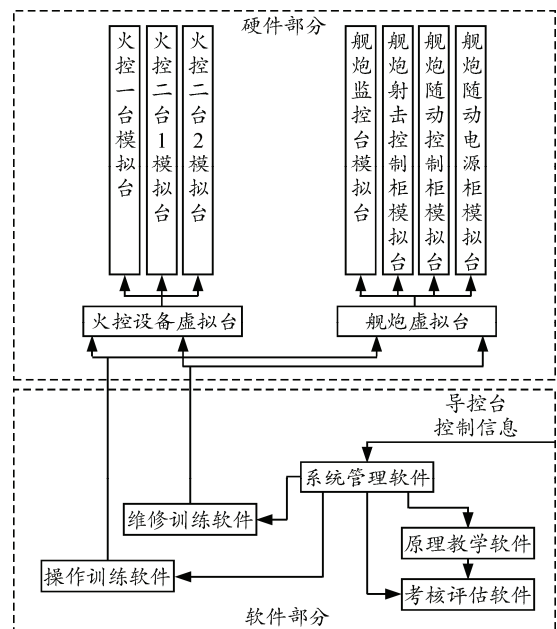


图 1 某型舰炮武器系统维修训练系统组成框图

收稿日期: 2015-10-08; 修回日期: 2015-11-23

作者简介: 程 杰(1978—), 男, 硕士, 讲师, 从事舰炮武器系统研究。

模拟台内部的数据和通信接口与一般的计算机接口无异,包括 RS232、USB、IDE、VGA、输入/输出扩展和 PS/2 串行等接口,除连接常用的键盘、鼠标和存储硬盘等设备外,还需连接多套显示器和 大屏幕投影系统。

### 2.2 模拟电路板

模拟电路板主要用于模拟台的计算机系统,可以进行电气部分的故障设置和故障排除。各模拟电路板通过串口或并口与主机连接,可由主机进行故障设置,并显示相应的故障现象(显示表页、指示灯、信号电压、信号电流和鸣音器变化)。

模拟电路板主要采用单片计算机为核心进行设计,用于模拟实装模拟台位内部的各种插件板。在设计时,各模拟电路板的外形、插槽、金手指、检

测孔和输入输出信号与实装插件板完全一致。模拟台的主控计算机通过串口或并口控制模拟电路板产生与各实装插件板完全一致的输入输出信号,同时 在各检测孔产生与实装插件板完全一致的电压和 电流信号;在进行故障设置时,主控计算机控制模拟 电路板产生电压、电流的变化来模拟相应故障现象, 以便操作人员进行故障的定位及排除。对于火炮随 动控制柜模拟台等能产生非数字信号的模拟台位, 模拟电路板还要配合 A/D、D/A 转换线路以实现模 拟信号的输出和采集。模拟电路板采用 8 位 AT89C51 单片机进行设计,通过检测各个传感器信号、按键 输入信号及不同的中断信号,产生各种模拟程序执 行过程,从而发出不同的控制信号<sup>[1]</sup>。本系统设计 的 CPU 主控电路系统原理见图 2。

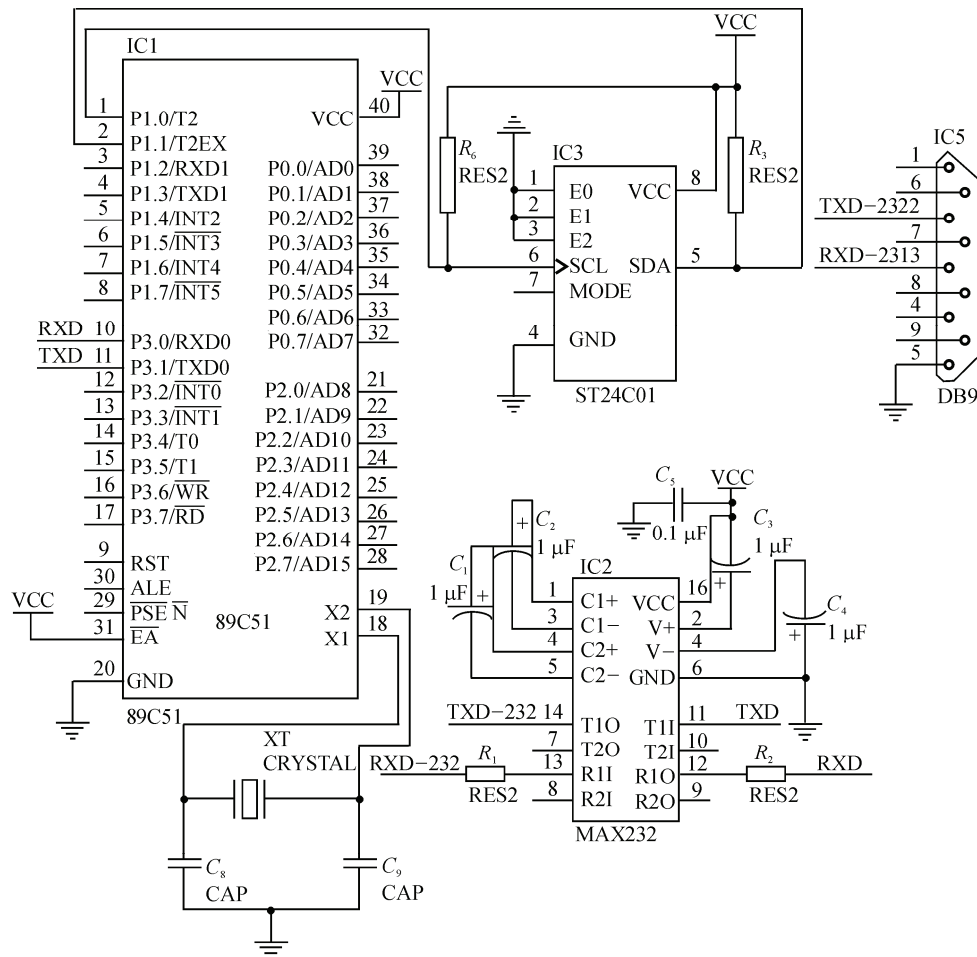


图 2 CPU 主控电路系统原理

## 3 软件设计

### 3.1 系统管理软件

系统管理软件用于管理用户身份信息、使用信 息和设置维修故障。信息包括用户名、密码、用户

类型、维修训练时间、维修训练内容、操作训练时 间、操作训练内容和考核结果等信息。可以对信息 进行记录、修改、删除、统计和查询等操作。该软 件由注册登陆模块、记录模块、统计查询模块和设 置维修故障模块 4 个子模块组成。

### 3.2 维修训练软件

维修训练软件用于装备的虚拟维修训练, 由虚拟维修训练和故障数据库 2 个子模块组成。虚拟维修训练模块利用计算机技术, 开发基于虚拟现实技术的人机交互式虚拟维修训练系统, 该系统能够指导维修人员进行维修训练, 包括准备、故障检测、拆卸、换件或修复原件、安装、调试及检验等实际装备维修活动, 并且对维修结果进行判断<sup>[2]</sup>。故障数据库模块用于存储故障发生的原因、部位和现象等信息, 给虚拟维修训练模块提供故障信息。

#### 1) 装备建模。

装备的三维仿真模型是虚拟维修训练的基础。虚拟拆装和虚拟故障检修时操作对象就是装备的三维仿真模型。三维仿真模型开发的准确与否、模型精细程度的把握以及模型几何特征的支持程度都决定了虚拟维修训练模块的成败。

基于以上 3 点考虑, 三维仿真模型的开发使用三维建模软件 SolidWorks。SolidWorks 的舰炮自动机运行界面如图 3。

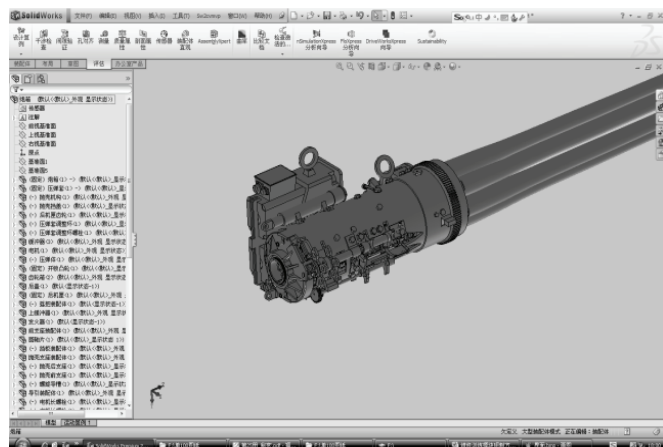


图3 SolidWorks 的舰炮自动机运行界面

SolidWorks 是基于实体的几何特征来建模的, 比如装备零部件之间的共点、共线、共面或者共轴等装配关系。建立的几何模型适宜在装备的虚拟拆装和装备的虚拟故障检修中, 按照装备的实际拆装方法和检修方法, 设计出虚拟装备的相应动作, 可以逼真、准确地展示现实的拆装和检修。

在后期的仿真功能开发中, 仿真平台本身也是基于几何特征属性来设计仿真装备的动作, 从建模到功能设计都基于几何特征属性, 方便了设计和实现。仿真平台的脚本系统也有相应的操作接口, 在脚本中也能方便地生成和制作模型动作, 在很大程度上能减少系统的开发周期。

#### 2) 仿真交互动作设计。

三维仿真模型制作完成后, 就进入了仿真交互动作设计阶段。仿真交互动作是虚拟拆装和虚拟故障检修过程中, 需要表现的人与工具、工具与模型以及人与模型的交互动作<sup>[3]</sup>。

交互动作的设计以现实中装备拆装和装备维修的动作为蓝本, 用计算机图形学和仿真开发工具实现的仿真交互动作。为了方便、快速地设计和实现仿真交互动作, 笔者使用了基于 C++ 和 OpenGL 图形库, 依托先进的图形学理论开发的仿真集成开发平台 PostEngineer。PostEngineer 的舰炮运行界面如图 4 所示。

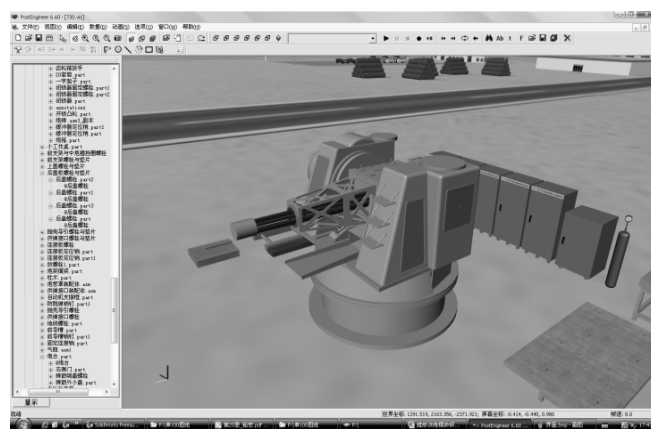


图4 PostEngineer 的舰炮运行界面

把 SolidWorks 建模软件制作的装备模型载入到仿真集成开发平台中。屏幕中央显示的是装备模型和场景模型; 左边的树状图显示的是装备模型和场景模型的节点; 节点指的是装备模型中的一个零配件和场景模型中的一个独立的三维物体模型。节点在仿真平台中以节点树的形式进行管理和操作。通过选择节点树, 可以同步地选择相应的三维模型, 选中的三维模型以高亮的形式表示, 以区分未选中的模型。

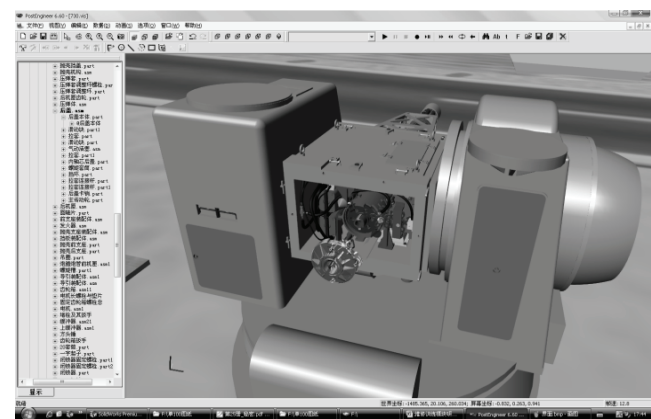


图5 舰炮虚拟拆装交互动作设计过程

交互动作设计过程中,所有复杂的动作都可以拆解成基本动作的组合。单个运动设计完毕后,需要配合上时间轴,时间轴只是给运动设置了运动时间,用于表示物体运动的连续过程。图 5 是舰炮虚拟拆装交互动作设计过程。

### 3.3 操作训练软件

操作训练软件可对战场环境进行数学建模和仿真,生成训练需要的各种目标信号、舰艇姿态信号、气象环境和干扰环境等,也可模拟舰炮武器系统的各种操作界面以及信号显示,进行设备的操作和战位操演等。软件开发采用 VC++6.0,运行 MFC AppWizard 工具建立一个对话框应用程序 TrainDlg, CTrainDlg 继承于 CDialog 类,产生人机交互界面;采用 Visual C++6.0 结合 Microsoft SQL Server 实现系统管理;网络协议选择 TCP/IP 协议,在 Windows 平台下,基于 WINSOCK 套接字的方式实现软件通信模块的设计。

在操作训练软件中,动态海浪仿真与实时生成是视景仿真的关键部分之一。其海浪视景仿真的视觉逼真程度、仿真海浪参量与实际海浪的一致程度、海浪波振动基准面法向量对武器系统的约束效果,不仅直接衡量该系统的研究水平,而且在一定程度上决定应用其系统的装备训练的实际效果和质量。而动态海浪仿真的首要关键点是海浪的数学模型,即海浪谱和方向谱的分析。

舰炮武器系统的所有参数、操作都反映在各类表页显示画面上,要对舰炮武器系统进行模拟,则必须模拟各个显示页面和操作。经过开发平台的比较,笔者选择 Visual C++ 6.0 作为开发平台,以其本身所包含的操作 Access 数据库和网络连接的功能,实现与信号模拟软件的数据交换,并通过串口与火控台硬件连接。直接利用 Visual C++ 6.0 对标准键盘事件的处理能力,响应硬件模块的按键变化,完成数据录入、修改及控制<sup>[4]</sup>。

### 3.4 原理教学软件

原理教学模块主要用于武器装备常见故障部分结构和工作原理查询,由操作者根据系统管理软件设置故障的故障现象进行相应内容的原理学习以及故障的初步定位。对各部分内容的结构和工作

原理综合采用三维动画、二维动画、视频、图片、图表和文字解说等手段。采用 Dreamweaver、Photoshop、Flash 和 3DMax 等技术制作,具有内容说明热键跟踪,即点即放,实体旋转、放大,操作对象真实再现和整体形象直观等优点。本软件界面设计友好,可以根据受训者的学习需要,在不同学习内容之间迅速切换,并设有快捷按钮,交互性能比较好。

### 3.5 考核评估软件

考核评估软件能够对模拟操作、模拟维修和装备原理进行考核,生成整个模拟操作的动作序列,实现操作过程的监控、误操作的记录和辨别,故障维修计时,对工具使用、装备维修和技术保障的正确性进行评估。还可利用试题库对受训者进行装备理论知识考核,给出成绩。

## 4 结束语

该系统将模拟和虚拟有机地结合起来,不仅能进行电气部分的模拟操作,而且能进行机械部分的虚拟操作。在此基础上还能实现模拟电气部分和虚拟机械部分的互联互通:即模拟电气部分的操作和故障会在虚拟机械部分上有相应的反应(例如模拟火控台进行静态精度检查时,输出的射击诸元会带动虚拟舰炮到达指定位置);同时虚拟机械部分的运行和故障也可在模拟电气部分上有所显示(例如虚拟舰炮出现故障时,在模拟电气部分的火控台舰炮区域会有相应的显示)。上述技术结合三维可视化显示技术,实现了实时、动态和逼真的操作场景模拟,可实现操作环境、电气操作台位、舰炮武器等全方位的仿真,视觉效果较好、运行流畅。

### 参考文献:

- [1] 高杜生. 可靠性理论与工程应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002: 35-38.
- [2] 徐英欣, 杨建文, 张安鹏. Virtools 虚拟互动设计实例解析[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012: 398-403.
- [3] 沈建森, 朱书平, 周徐昌. 基于 Matlab/Simulink 的水下航行器建模与仿真[J]. 兵工自动化, 2012, 31(2): 24-27.
- [4] 郑阿奇, 丁有和, 郑进, 等. Visual C++实用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 103-110.