

一种船舶消防报警模拟器的设计与实现

张绍麒, 聂伟, 任长合, 余世林
(镇江船艇学院 动力指挥系, 江苏 镇江 212000)

摘 要:文章针对船舶消防技能培训中存在的问题,采用模块化设计理念,利用 SimuEngine 软件开发仿真程序,在 KingView6.5 软件中设计监控画面,利用操作盘台模拟实装操作,开发了一种船舶消防报警操作训练模拟器,提高了培训的效果。

关键词:船舶消防报警;模拟器;建模仿真

中图分类号:U664.88

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2016)02-0057-04

0 引言

船舶消防报警系统是现代船舶中必不可少的系统之一。船舶消防报警系统操作是船员培训及考试科目中的重要内容,具有操作步骤复杂、实践性强等特点,仅仅依靠课堂讲授的教学方式很难使学员完全理解和掌握。同时,构建基于实装的船舶消防报警培训平台存在使用维护成本高、对场地及相关配套设施要求高等问题,并且难以针对一些特殊情景进行示教和训练。为高质高效地完成船员消防技能培训任务,解决实装训练中难以克服的问题,本文利用计算机仿真、现场总线、组态软件等多项技术,设计了一种船舶消防报警系统操作训练模拟器。该模拟器除了实现了船舶消防报警系统功能上的仿真,还专门针对船舶轮机管理人员操作训练要求进行了设计。参训人员除了可以在模拟器上反复操练常规消防报警科目以外,还可以对实装训练中难以实施甚至禁止实施的训练内容进行操演。

1 系统方案

船舶消防报警系统一般包括火灾及易燃气体探测报警系统、消防灭火系统、通风控制系统等子系统。^[1]各个子系统之间关联性强,联动操作方案复杂,实时通信要求高,所以在确定系统方案时,首先必须选择合适的仿真平台。^[2]仿真软件 SimuEngine 是一个介于仿真系统和计算机操作系统之间的可视化仿真支撑系统,它提供实时网络数据库及完整的仿真运行支撑功能,集成了数据动态显示、变量数据库管理、多任务管理、仿真过程实时控制等功能。本文选择 SimuEngine 仿真软件作为船舶消防报警系统操作训练模拟器的仿真平台,开发各个子系统的仿真模型,编写系统内的各种联动方案。

模拟器从结构和功能上一般分为仿真平台和人机交互界面两部分。人机交互界面接收操作人员的各种操作信号,并传递给仿真平台,仿真平台对输入的操作信号进行处理后产生输出信号,并传递给人机交互界面通过声光等信号的形式显示出来。本文设计的人机交互界面采用软件监控界面和实装操作盘台相结合的方式。软件监控界面选用组态王软件 KingView6.5 进行开发,主要用于开发设计船舶消防报警系统的平面监控图,包括火警及易燃气体监控界面,灭火系统监控界面,通风控制系统监控界面和消防报警联动监控界面等,如图 1 所示。在平面监控图上可以设置和触发报警、监测船舶上所有区域的报警传感器的工作情况。操作盘台主要用于模拟 CO₂ 灭火系统和泡沫灭火系统的操作使用,盘台上设置有按钮、转换开关、指示灯和报警器等装置。当火灾报警发生时,软件监控界面会发出火灾报警信号,操作人员根据显示的火灾部位立即制定灭火方案,并进行模拟灭火操作。

收稿日期:2015-11-10

作者简介:张绍麒(1981—),男,山东枣庄人,镇江船艇学院动力指挥系讲师,硕士。

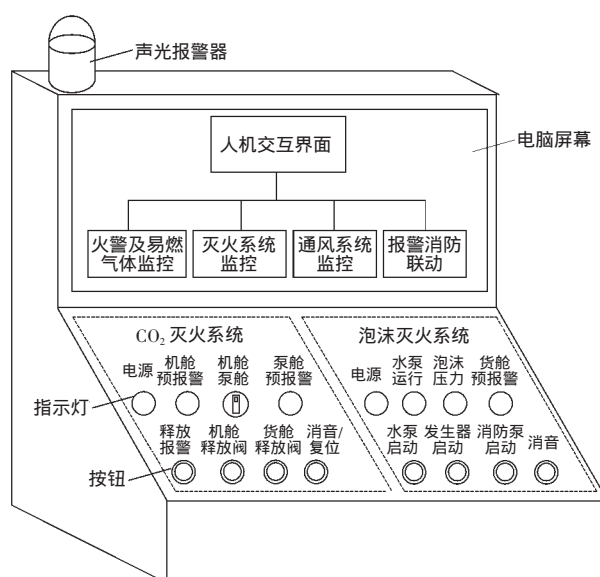


图 1 操作盘台示意图

2 模拟器的系统组成

本文设计的船舶消防报警系统操作训练模拟器,主要由建模仿真系统、人机交互系统以及网络接口系统等三部分构成,包含硬件和软件两个部分的设计。

2.1 建模仿真系统

本文设计的建模仿真系统是在 SimuEngine 仿真平台中实现。建立仿真模型就是在设置适当的简化和假设条件的基础上,用数学公式来表示船舶消防报警系统的控制、特性和状态参数之间的关系,构建符合其运行机理和控制逻辑的数学模型。船舶消防报警系统的仿真模型具体可划分为四大模块(火灾及易燃气体监控仿真模块、灭火监控仿真模块、通风系统监控仿真模块、消防报警联动控制仿真模块)。仿真模型建立起来后利用 Fortran 语言编写源程序,然后在 SimuEngine 仿真平台中编译生成任务程序。编译成功的仿真任务程序可以在 SimuEngine 仿真平台中运行,并不断地从变量数据库中存取数据进行处理,从而实现仿真的功能。仿真程序的开发运行示意图如图 2 所示。

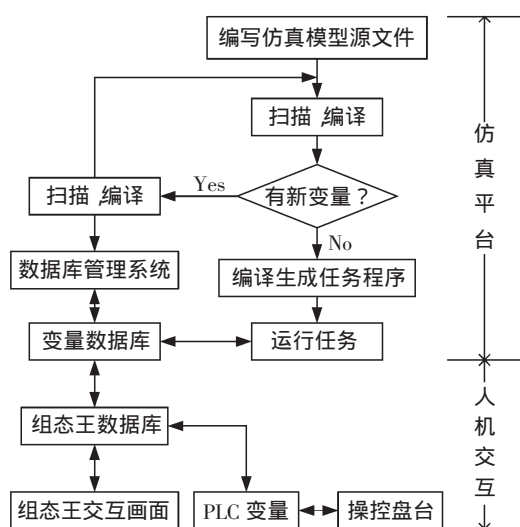


图 2 仿真程序的开发运行示意图

仿真平台的变量数据库通过组态王数据库与人机交互界面交换数据。仿真平台通过 OPC/Client 通信协议将操作人员在软件监控界面和实装操作盘台上的操作信息传递给后台运行的仿真程序,并将运行计算的结果及时地,在人机交互界面上显示出来反馈给操作人员。此外,仿真系统还可以设置故障变量,利用

SimuEngine 的故障设置和管理功能模拟典型故障,开展故障分析及处置训练,主要包括以下四个子模块:

(1)火灾及易燃气体监控仿真模块。火灾探测器包括感温式、感烟式和感光式三种类型,从输出的信号类型上可以分成开关量型和模拟量型。手动报警器是属于开关量型的,易燃气体探测用的气敏半导体探测器属于模拟量型。^[3]因此,在仿真模型中可以用布尔型变量和实数型变量代替开关量型和模拟量型的探测器。对探测器变量进行命名时可以采用“所在舱室+序号”的形式,增加变量的辨识性。火灾监控仿真模型是根据火灾探测器在船舶上的分布形式进行建模。如某个舱室的火灾探测器构成一个串联报警支路,那么这些探测器变量在仿真模型中就采用“与”运算形式产生报警信号。对于模拟量型的探测器还可以在模型中设置多个报警阈值和联动控制阈值。仿真模型中还定义了多个接收报警运算结果的变量,便于其他仿真模型调用。易燃气体监控仿真模型的建立与火灾监控仿真模型类似,把火灾及易燃气体监控仿真模型用编程语言描述出来就是源程序。SimuEngine 对源程序进行扫描、编译并生成可执行的仿真程序,也称为仿真模块。

(2)灭火监控仿真模块和通风系统监控仿真模块。灭火监控系统主要包括水灭火系统(包括手动水灭火系统和自动喷淋灭火系统)、CO₂ 灭火系统和泡沫灭火系统等。灭火监控仿真模型是基于实际的操作过程和操作步骤来构建的。以手动水灭火系统仿真模型为例,在本文设计的灭火监控画面上,消防泵、消火栓的位置与实船一致,只有在启动消防泵,打开消火栓的前提下,才能进行手动灭火操作,否则认为操作失败。本文对自动喷淋灭火系统、CO₂ 灭火系统和泡沫灭火系统都建立了相应的仿真模型和监控画面。对于 CO₂ 灭火系统和泡沫灭火系统,本文仿照实船操作面板设计了操作盘台,可以进行相应的模拟操作训练。通风控制系统的作用是配合灭火行动将船舶内火灾燃烧的产物尽快排出船外。本文设计的通风系统监控仿真模型把舷窗、舱门和舱盖的开闭以及风机的启停逻辑都考虑进去,并针对几种典型火灾设计了最佳的通风操作方案,可用于学员进行模拟训练。

(3)消防报警联动控制仿真模型。消防报警联动控制系统的作用是接收到火灾报警信号后,一方面驱动相关舱室的延伸报警装置,发出声光报警信号;另一方面启动消防联动控制功能,对灭火监控系统和通风控制系统发出控制信号,触发相关的联动灭火方案。消防报警联动控制仿真模型就是参照消防报警联动控制系统的功能,根据报警、控制信号编写控制联动程序,因此可以设定较为复杂的报警控制功能,比如某几个探测器动作触发某台风机启动并经某段时间的延时后停机等。

2.2 人机交互系统

本文设计的人机交互系统包含两个部分:一是基于 KingView6.5 软件设计的监控界面,另一个是在操作盘台设置的操作面板,如图 1 所示。

(1)交互式监控界面。人机交互监控界面采用 KingView6.5 软件进行设计,包含火灾及易燃气体探测报警监控画面、灭火系统监控画面、通风系统监控画面、报警消防联动监控画面等。KingView6.5 软件提供了良好的用户开发界面和简捷方便的使用方法,拥有包含传感器、仪表、指示灯、开关等常用元件的子图库,通过直接调用子图可以便捷地组态所需要的监控画面。

火灾及易燃气体探测报警系统监控画面以舱室平面图或剖面图为背景显示各层甲板上火灾探测器、报警按钮等的安装位置,可用于设置和触发报警信号并传给仿真平台。在监控画面设置报警信号栏显示报警信号的类型、位置,并进行闪烁显示。灭火系统监控画面以舱室平面图为背景显示各个灭火系统(包括水灭火系统、CO₂ 灭火系统、泡沫灭火系统、通风控制系统等)的分布位置和状态,水灭火系统和通风控制系统的监控在监控画面上进行,CO₂ 灭火系统和泡沫灭火系统的监控在监控台上进行。监控画面中的传感器、指示灯、按钮、阀门、报警显示窗口等涉及交互的动态元件可通过调用 KingView6.5 软件子图库获取并设置交互链接,其余不涉及交互的静态元件可用实物图片来表现。

(2)交互式操作盘台。为了模拟实船上 CO₂ 灭火系统和泡沫灭火系统的实际操作,本文在监控盘台上设有与实际操作面板外观相仿的按钮、转换开关、指示灯、报警灯等器件,如图 1 所示。这些监控器件连接于 PLC 的 I/O 模块,并通过 PLC 的以太网通信模块与仿真平台通信。人机交互界面中的动态元件以及监控盘台上的按钮、指示灯等 I/O 设备都与 KingView6.5 软件数据词典中定义的变量一一对应。

2.3 网络接口系统

网络接口系统的作用是将所有的硬件设备组成一个通信网络,实现信息交互的目的。本文设计的船舶消防报警模拟器包含仿真计算机(运行仿真平台的计算机)、监控计算机(运行人机交互界面的计算机)和基于 PLC 的操作盘台三种网络节点,并通过以太网联接起来,网络接口系统如图 3 所示。

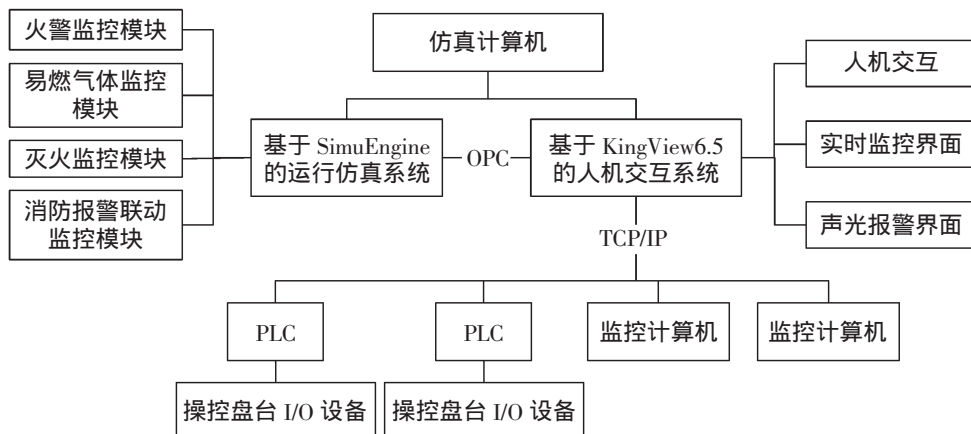


图 3 网络接口系统系统结构图

采用以太网作为主要通信平台,主要是考虑到以太网传输速率高、可扩展性强等优点,并为船舶消防报警模拟器的系统扩展以及与其他模拟器的联接奠定基础。操作盘台内的 S7-200 PLC 向下通过现场总线网络连接操作盘台上的各种按钮、转换开关、指示灯和报警器等硬件设备,向上通过西门子 CP243-1 以太网模块连接到以太网,与仿真计算机和监控计算机上运行的 KingView6.5 软件进行通信。SimuEngine 仿真软件把组态王传递过来的所有 I/O 变量通过仿真模型处理后再传给组态王,并通过组态王传递给各个监控节点。

3 结束语

由于消防报警系统实装培训的安全风险较高,初次参加培训的人员在实装培训前进行模拟操作训练,可以有效降低安全风险。实践表明,根据船舶消防报警培训工作的实际特点,利用虚拟仿真技术开发的模拟器能够较好地满足训练需求,降低培训成本,达到良好的培训效果。

参考文献:

- [1] 卞湘豫,肖东升.高级消防[M].武汉:武汉理工大学出版社,2011.
- [2] 王建玉.消防报警及联动控制系统的安装与维护[M].北京:机械工业出版社,2015
- [3] 中国海事服务中心.船舶电气与自动化[M].大连:大连海事大学出版社,2012.

Design of a Ship Fire Alarm Simulator

ZHANG Shao-qi, NIE Wei, REN Chang-he, YU Shi-lin

(Dept. of Power Command, Zhenjiang Watercraft College Zhenjiang 212000 ,China)

Abstract In view of the problems arising from the ship fire-fighting skills training, this article attempts to develop a ship fire alarm simulator, adopting modular design methods, applying SimuEngine to developing simulation programs, designing monitoring interface with KingView6.5 software as well as simulating the actual equipment operating with operation consoles, which is expected to promote the efficiency and effectiveness of the training.

Key words Watercraft fire alarm; Simulator; Modeling and simulation;