

基于 Extend 的舰船装备维修流程建模与仿真研究

马朝阳¹, 杨晶², 宋金明¹

(1.中国人民解放军第92910部队装备部, 浙江舟山316000;

2.海军工程大学管理工程系, 湖北武汉430033)

摘要: 通过分析一般舰船装备的维修流程, 应用现有流程仿真软件 Extend 平台对舰船装备的维修流程进行建模和仿真。设置模型参数, 根据模型运行结果分析模型设置的合理性, 对维修的决策进行优化。

关键词: Extend; 维修流程; 仿真

中图分类号: TJ63

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)24-0056-02

Modeling and simulation of maintenance process of warship equipment based on Extend

Ma Chaoyang¹, Yang Jing², Song Jinming¹

(1.The Troop 92910, PLA Army, Zhoushan 316000, China;

2.Department of Management Science, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: After analyzing maintenance process, the Extend platform was applied to simulate and model the maintenance process of ship equipment. The experiential data were used to define the mathematical model, analyze the rationality of the model, and optimize the maintenance decision-making.

Key words: Extend; maintenance process; simulation

随着舰船装备复杂程度的提高, 装备的维修流程相应地也越来越复杂。目前, 建模与仿真技术已经被广泛地应用到维修流程的再现和模拟中, 也取得了大量的研究成果^[1-3]。但是, 在当前的研究中还存在一些普遍的问题: (1) 往往假设维修资源充足或不存在资源竞争的情况^[4]; (2) 忽略人的因素, 即维修人员的影响^[5]。

针对上述情况, 本文结合部队维修机构的实际情况, 基于 Extend 仿真平台建立了舰船装备维修流程仿真模型, 在综合考虑维修小组和维修资源有限的情况下对维修流程进行了一定的优化。这些工作对科学配置维修资源、提高资源利用率、缩短装备在修时间、提高装备战备完好性具有重要意义。

1 舰船装备维修流程分析

目前, 舰船装备维修的实际过程主要还是首先检测故障并对故障进行定位; 找出故障部位; 然后拆下故障部件并予以更换。当有多个维修任务时, 就可能出现维修资源冲突和维修人员短缺的问题。

例如, 故障诊断所需资源除必要的人员外, 一般还

需要检测设备, 而故障定位后的故障修复过程则不再需要检测设备。以两任务并行维修过程为例, 其共享检测设备的过程如图1所示。A、B任务开始维修的条件还包括必须有空闲的维修小组, 维修过程开始后一直占用维修小组, 直到任务结束才释放。

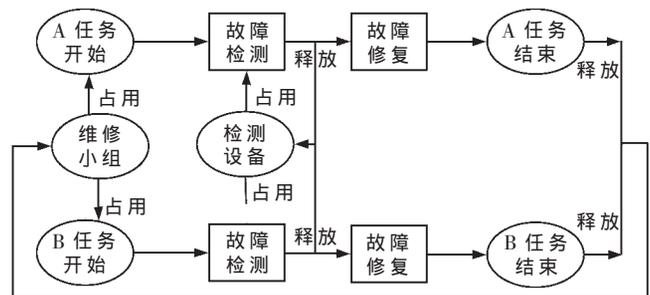


图1 维修过程中资源运用示意图

2 基于 Extend 的维修流程仿真模型

2.1 仿真原理

Extend 仿真离散系统^[6]采取最短时间事件步长法, 也就是说在仿真模型中存在着一系列不同性质的事件,

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 57

技术与方法 Technique and Method

按照发生时间的先后顺序逐个进行考察,发生时刻距初始时点最近的对应事件即为最短时间事件,仿真时以最短时间事件为步长一步一步地对系统的行为按照时间的进程来进行动态模拟。具体步骤为:首先选取系统的一个初始状态;然后在一系列事件中选取一个最短时间事件;接着运行该事件,同时记录系统的行为与状态的变化,并将初始点移到上述事件发生的当前时刻;再选取新的最短事件。循环往复,直到仿真结束。

2.2 维修流程的系统仿真

按照第1节中介绍的维修的基本流程,考虑检测工具和维修人员的因素,利用Extend仿真平台建立了舰船装备维修流程仿真模型,如图2所示。

对仿真模型实现维修流程仿真的具体原理和方法说明如下:

(1)由模块①(Generator)模拟装备的故障发生,在模块内设置故障发生的间隔时间,有指数分布、正态分布等常见分布;由模块②(Select Output)和模块⑨(Rand)来模拟不同的任务(故障)类型,以概率的形式表示故障的发生情况,并将不同的故障发送到不同的修理路径上进行模拟修复;

(2)由模块④(Labor)和模块⑤(Tool)来模拟维修资源,它们分别表示维修小组和检测工具。通过模块③(Batch)来对维修任务的资源请求进行满足,当由模块①模拟产生的故障来到模块③时,模块③会向模块④和模块⑤发出资源请求,当资源充足时会占用有限的资源然后转入下一步的维修流程,直到相应的维修工序完成后才会释放相应的维修资源;当资源不足时,维修任务就会等待,直到请求的资源得到满足再转入下一步,这样就模拟了维修资源有限的制约;

(3)在得到了需要的维修资源后,由模块⑥(Delay)来模拟故障的检测和故障的修复,其仿真实质是根据不同的任务类型来产生相应的仿真延迟时间;由模块⑨(Rand)来模拟不同类型的时间分布,如指数分布、正态分布等,通过连接到模块⑥的端

口D来发送到模块⑥;当相应的维修工序完成后由模块⑦(Unbatch)把之前模块③打包的相应资源进行释放,释放的资源通过相应的端口回到模块④和模块⑤等待下次资源请求,这样就实现了维修资源在仿真模型中的流动;

(4)模块⑧是分层模块,相当于对模块⑥和模块⑦等一系列模块的集成打包,能够实现它们在模型中所实现的功能,这样能够减少功能模块的重复构建、提高仿真效率,并可以根据维修任务类型的具体数量来设置修复路径的个数;最后当任务全部完成以后汇总到模块⑩(Exit)离开仿真系统。

通过设置好相应的参数和仿真运行时间、次数等,就能够使仿真系统达到稳态,从而观察、记录、计算所需的指标、信息等。

2.3 实例研究

某维修所担负某型装备的维修保障任务,该装备故障间隔时间服从指数分布,平均间隔时间为0.8 h。任务可分为5种类型,故障检测时间服从指数分布,故障修复时间服从正态分布,各具体参数如表1所示。

表1 任务参数

任务类型	发生概率	故障检测时间/h	故障修复时间均值/h	故障修复时间方差/h
1	0.20	0.5	0.9	0.2
2	0.15	0.4	1.0	0.3
3	0.20	0.6	1.0	0.2
4	0.25	0.6	0.8	0.2
5	0.20	0.8	1.0	0.3

资源配置方案为:3个维修小组和1套故障检测设备。采用2.2节Extend建立的模型进行仿真。经分析系统可以达到稳态,所以采用稳态分析方法,系统性能参数如表2所示。

表2 系统性能参数

平均任务完成时间/h	平均等待时间/h	故障设备利用率	维修小组利用率
5.15	3.17	0.751	0.622

从仿真结果可以看出,检测设备的利用率比维修小组的利用率高,说明由检测设备占用造成的装备等待维

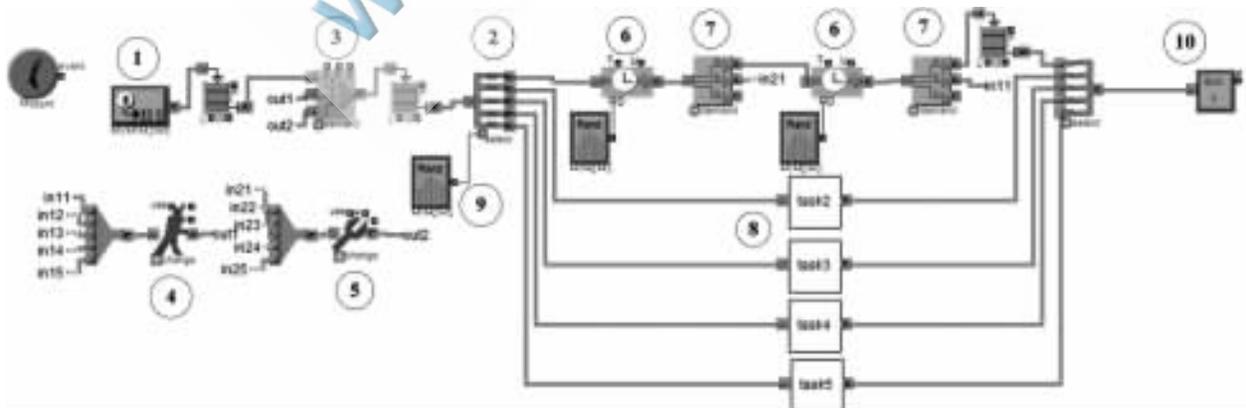


图2 维修流程仿真模型

技术与方法 Technique and Method

修占多数。原理上说,可以通过减少维修小组或增加检测设备来增加维修单元的整体资源利用率。但是经仿真分析,该例中增加1套检测设备或减少1个修理小组都使利用率的差异变大,即都使匹配关系变得不好。通过反复调整实验参数,发现在维修小组与检测设备4:2的比例配置下,即在原有维修资源配置的基础上增加1个维修小组和1套检测设备,这时资源利用率达到均衡,即达到最佳匹配关系。其中,任务完成时间大幅减少。具体仿真结果如表3所示。

表3 改进后的系统性能参数

平均任务完成时间/h	平均等待时间/h	故障设备利用率	维修小组利用率
3.32	2.05	0.706	0.748

通过对舰船装备维修流程的建模与仿真,对不同任务要求设定相应参数,多次模拟可算出平均任务完成时间、平均等待时间、故障设备利用率、维修小组利用率,其结果有助于维修保障人员发现维修流程中存在的“瓶颈”,从而制定最适合的维修保障方案。由此可见,针对维修流程的仿真对提高维修保障效率、降低保障资源费用有十分重要的作用。

参考文献

- [1] 刘义乐,吴建忠,徐宗昌.装备维修过程仿真中的图论模型[J].情报指挥控制系统与仿真技术,2003(3):30-32.
- [2] SUZUKI L, MURATA T. A method for stepwise refinements and abstractions of petri nets[J]. Journal of Computer & System Science, 1983, 27(1): 51-76.
- [3] 郝建平.虚拟维修仿真理论与技术[M].北京:国防工业出版社,2008.
- [4] 喻春明,迟玉红,方艳东.排队系统的非平衡动态指派模型及战时维修应用[J].东北大学学报(自然科学版), 2008, 129(11): 1617-1620.
- [5] 马惠.排队模型在多服务台设备维修管理中的应用[J].设备管理与维修, 2009(10): 14-16.
- [6] 杨晶,曾斌.基于遗传算法的维修任务调度优化及仿真[J].计算机工程, 2009, 35(18): 243-245. (收稿日期:2011-07-17)

作者简介:

马朝阳,男,1976年生,本科,工程师,主要研究方向:装备保障。

杨晶,男,1984年生,博士,主要研究方向:装备保障。

宋金明,男,1965年生,本科,高级工程师,主要研究方向:装备保障。