

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.05.002

弹道导弹预警作战仿真系统军事总体设计关键问题研究

郑国杰^{1,2}, 邓桂龙¹, 郭宜忠², 时朝仑²

(1. 空军指挥学院 作战模拟实验室, 北京 100097; 2. 空军雷达学院 预警监视指挥系, 武汉 430019)

摘要: 为更好地支持弹道导弹预警作战仿真系统的建设与实施, 对系统军事总体设计的若干关键问题进行了研究。通过对作战环境、作战任务和作战实体的分析, 确立了系统的军事需求, 围绕系统的研制目标、适用范围、使用流程、功能体系和逻辑结构进行了系统军事框架设计, 提出了系统的军事概念模型体系。实践表明, 该系统军事总体设计方法可以为相关作战仿真系统的建设提供理论借鉴。

关键词: 弹道导弹预警; 仿真系统; 军事总体; 需求分析

中图分类号: N945.13 **文献标志码:** A

Research on Key Issues of Military General Design for Ballistic Missile Early-Warning Operation Simulation System

Zheng Guojie^{1,2}, Deng Guilong¹, Guo Yizhong², Shi Chaolun²

(1. Operation Simulation Laboratory, Air Force Command College, Beijing 100097, China;

2. Dept. of Early Warning Surveillance Command, Air Force Radar Academy, Wuhan 430019, China)

Abstract: In order to better support the construction and application of ballistic missile early-warning operation simulation system (BMEWOSS), some key issues of military general design were studied. Through the analysis of operation environment, operation mission and operation entity, confirms military requirement of BMEWOSS, designs military frame of BMEWOSS, including development purpose, application range, use flow, function system and logic structure, puts forward the conceptual model system of BMEWOSS. Practice shows that the method of system military general design provides correlative operation simulation system with reference in theory.

Keywords: ballistic missile early-warning; simulation system; military general design; requirement analysis

0 引言

弹道导弹预警体系是早期发现、定位、跟踪、识别和实时报知弹道导弹动态, 引导防御武器拦截摧毁威胁目标的综合预警监视体系, 是国家战略预警系统的重要组成部分, 具有重大的战略意义。弹道导弹预警体系的作战模拟与仿真, 对于弹道导弹预警装备的研制论证、作战效能评估、模拟训练和作战辅助决策都具有重要的作用。因此, 研制弹道导弹预警作战仿真系统 (ballistic missile early-warning operation simulation system, BMEWOSS) 有重要的现实意义。军事总体设计是指设计者用军事人员习惯的规范化语言形式, 对一个目标系统的总体性能和描述内容做出的结构化的规定^[1]。在进行技术总体设计之前, 必须先进行军事总体设计, 规定即将研制的模拟系统建设目标和整个系统的研制方向。因此, 明确 BMEWOSS 军事总体设计的内容和方法, 是所有作战仿真系统设计及研制的军事和技术人员都应该首先了解和掌握的问题。笔者围绕系统的顶层设计, 以自上而下的方

式, 对 BMEWOSS 的军事总体设计的相关关键问题进行研究。

1 系统军事需求分析

军事需求的定义是:“用户为遂行军事任务或达到军事目标所需的条件或能力; 在特定的环境中, 用户要求军事系统应具备的条件或能力; 军事系统或系统部件要满足标准、规范或其他正式文档所需具有的能力”^[2]。作战任务是产生军事需求的根本源泉, 是开发军事需求的基础。任务决定系统使命, 任务产生作战需求。作战实体为了达成作战任务所制定的作战目标必将或可能实施一系列作战活动, 必然会对支持其作战活动的军事系统提出一系列的期望或操作要求, 从而导致系统使命的产生。作战任务明确了用户的作战活动范畴, 规定了用户的职责范围, 提出了系统用户遂行作战活动的具体要求。弹道导弹预警作战仿真是基于弹道导弹预警系统各个组成部分和作战规则之上来实现对预警作战全面仿真模拟的。对弹道导弹预警系统的全面认识和分析是 BMEWOSS 军事需求分析的重要依据。

收稿日期: 2010-12-29; 修回日期: 2011-03-01

作者简介: 郑国杰 (1973—), 男, 福建人, 博士, 讲师, 从事战役训练与作战仿真研究。

从作战环境上看,作战环境决定了系统用户的组成、职责等细节,影响了用户任务的制定,制约了用户完成任务的方式。系统必须体现作战环境对行动的影响。弹道导弹预警作战是在空天防御体系作战的一个重要组成部分,以反导作战为突出特点,以战区范围部署的弹道导弹预警装备与主要作战对手装备的各种近、中、远程弹道导弹的体系对抗为主要研究对象,以战区弹道导弹攻防为作战背景,涉及目标环境、地理环境、电磁环境等复杂的作战环境。弹道导弹预警作战仿真就是在这些作战环境和作战背景的联合约束下进行的。

从军事任务空间上看,军事任务空间是系统的需求来源,军方在遂行军事任务的过程中产生对军事系统的需求。支持弹道导弹预警作战仿真全过程这一任务需求决定了 BMEWOSS 的军事需求分析必须涵盖以下几个方面:1) 弹道导弹预警系统结构及作战流程;2) 弹道导弹预警系统装备部署;3) 弹道导弹预警系统的作战效能;4) 弹道导弹预警系统情报组织;5) 弹道导弹预警系统指挥控制。

军事需求体系集中描述了军事需求空间对军事系统的需求和军事系统对军事任务空间的支持方式。它还是军事人员与开发人员之间协议的基础,是连接军事任务空间和军事系统功能结构的桥梁。根据弹道导弹预警装备结构对需求的约束,BMEWOSS 系统描述的实体应该包括弹道导弹预警系统的主要装备,是由天波超视距雷达、大型相控阵雷达、地基多功能雷达(ground base radar, GBR)和红外预警卫星等空天基和陆基预警监视装备系统以及弹道导弹预警指挥控制系统组成的装备体系。同时,BMEWOSS 应该要能对于弹道导弹预警装备的研制论证、作战效能评估、模拟训练和作战辅助决策提供全面支持。

因此,必须站在需求工程的高度,综合运用系统分析、预测分析、评价分析和逻辑分析等需求分析方法,把 BMEWOSS 的军事需求搞透,使所建作战仿真系统能满足弹道导弹预警体系仿真验证需要。

2 系统军事框架设计

2.1 系统研制目标和适用范围

BMEWOSS 的研制目标是实现弹道导弹预警系统的作战仿真、检验战术战法,进行装备效能评估及为部署调整和作战使用提供辅助决策。系统的适用范围如下:

1) 提供制作想定和预案功能。用户通过此项功能,可以方便直观地把军事化语言下的想定和预案

输入到仿真系统中,并可以实现分类、纠错、储存和重载;2) 提供军事人员习惯的表述方式功能。保证用户用最少的时间来学习使用作战仿真系统,提高仿真软件与系统用户的人机结合性;3) 提供快捷变换地形及装备编成功能。在 BMEWOSS 的使用过程中,往往要涉及到地形变换和装备编成等活动,此功能就是对这些活动的模仿;4) 提供装备调整部署效能评估功能。根据用户提出的调整部署方案,对部署效能进行评估,得出量化结果,并提出改进建议;5) 提供用户战场环境设定功能。此项功能可满足对复杂战场环境的模拟仿真,并允许用户实时调控;6) 提供对作战仿真过程再现功能。用户通过此功能可实现对作战仿真进程进行重演和研究;7) 提供变换作战方案和实施实时指挥仿真功能。作战方案在模拟过程中是一个动态的事物,是随着作战任务的变化而进行调整的,用户还要进行必要的实时干预;8) 提供辅助决策功能。用户借助此功能,得到仿真系统对所提出问题的辅助决策方案,大大提高用户决策效率。

2.2 系统使用流程

BMEWOSS 使用流程可分为 3 部分:想定编制、想定运行和结果分析,如图 1。

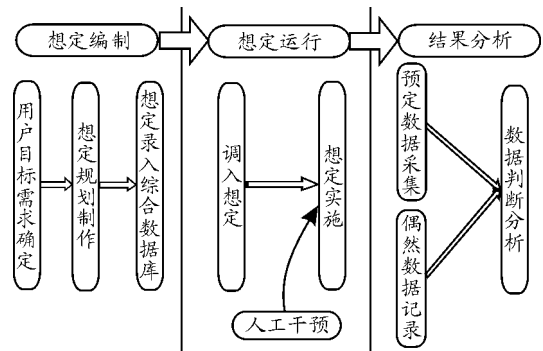


图 1 BMEWOSS 的使用流程

1) 想定编制

想定编制由用户目标需求、想定规划制作和想定录入综合数据库组成。① 用户目标需求。用户总是在一定的目标需求驱动下使用 BMEWOSS,即确定用户想通过模拟系统完成什么任务达到什么目的;② 想定规划制作。为实现用户目标需求,必须规划和设计为此服务的想定,存在形式一般是纸质(文字图形)或大脑,这时的想定是大致的粗略的;③ 想定录入综合数据库。通过模拟系统“想定录入界面”,用户可以把纸上和大脑中的想定输入模拟系统综合数据库,在这个过程中可以对想定进一步细化并趋于完善。

2) 想定运行

想定运行通过调入想定、想定实施和用户介入来实现的。① 调入想定。把存储在综合数据库中制作好的想定调入模拟软件的程序中，浏览观察调入结果是否与预期相符，做好运行前的相关设置工作；② 想定实施。启动运行程序，按照想定预设的参数实施计算机仿真；③ 用户介入。用户在想定实施过程中可以按照需要实施诸如进程加速/减速、指挥控制等人工干预，提高模拟效率和灵活性。

3) 结果分析

结果分析包括预定数据采集、偶然数据记录和数据判断分析。① 预定数据采集。预定数据是用户关心数据，是和用户目标需求紧密相关的，是搜集整理的主要内容；② 偶然数据记录。许多类似作战仿真系统的使用经验表明，用户会得到一些非预定数据，对其中貌似违反既知规律的偶然数据应该重点加以记录和分析，也许这些数据就蕴涵着新发现新理论；③ 数据判断分析。在预定数据采集的基础上采用比照、计算、统计等方法得出结论，做出定量分析。

2.3 系统功能体系

根据系统的军事需求和研制目标可确定仿真系统的功能体系，作为研制工作进一步设计的约束标准。BMEWOSS 的功能体系组成如下：

1) 弹道导弹攻击模拟功能。包括弹道导弹参数预设和弹道导弹攻击实现，即是用户预先对来袭弹道导弹进行参数的设置而后模拟系统在此基础上加以实现；2) 弹道导弹预警战场环境仿真功能。包括地理环境仿真和电磁环境仿真；3) 系统装备仿真功能。包括天波超视距雷达仿真、远程相控阵雷达仿真、地基多功能雷达（GBR）仿真和红外预警卫星仿真，涉及其覆盖范围、不同模式下的探测能力和遭受人工或自然干扰时的效能波动等；4) 辅助决策功能。包括装备部署辅助决策和作战决心辅助决策；5) 指挥控制仿真功能。包括指挥意图真实理解、控制准确实施和指挥控制结果反馈，逻辑过程为：首先模拟系统对指挥内容正确的认知，然后把认知转化为控制的实现，最后把结果反映出来；6) 军事语言的输入输出。参照军事标绘标准，能够实时、直观、准确、易懂地与使用者进行交互。

2.4 系统逻辑结构

BMEWOSS 是“人在回路”的分布交互式作战仿真系统。拟采用当前分布交互式仿真技术的国际

标准，即高层体系结构（HLA）技术来构建系统的框架。通过 HLA/RTI 可将应用层同底层支撑环境分离，隐蔽各自的实现细节，使得各部分可以相对独立地进行开发，从而获得模拟仿真系统高层次的互操作、重用和扩展等能力^[3]。因此，BMEWOSS 将通过 HLA/RTI 方式进行信息交互和仿真应用间的协调，而对数据库等静态数据的访问，则由数据库管理系统通过 TCP/IP 进行，其基本结构如图 2。

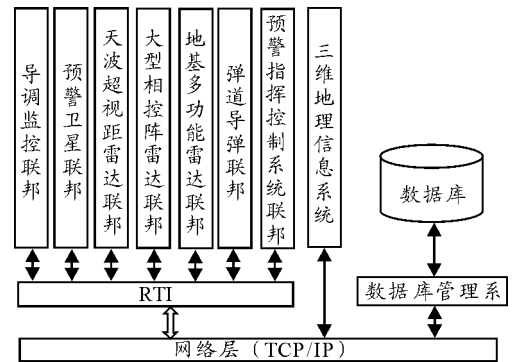


图 2 基于 HLA/RTI 的 BMEWOSS 逻辑结构

3 系统军事概念模型体系设计

在军事模拟系统建模过程中，要建立军事概念模型、数学逻辑模型和仿真程序模型。军事概念模型是对现实世界军事活动的第一次抽象，是对各类军事实体、行动和预期目标的结构化的规范描述，是数学逻辑模型建立的依据^[4]。军事概念模型体系就是模拟系统所需要的各个军事概念模型按一定的分类组织在一起的有机整体。军事概念模型一般可以采用基于实体、动作、任务和交互（entity-action-task-interation, EATI）的描述方法或基于 UML 的描述方法来形式化地表达。BMEWOSS 的军事概念模型体系由以下 5 方面组成：

1) 作战环境模型。描述作战环境的属性及对装备作战的影响。作战环境模型的属性变化是被动的，即只能由其他对象模型发出的行动来改变。因此，笔者只需定义其属性的描述算法以及若干受控执行的方法，如高程的描述、起伏的计算、通行性的分类、属性的改变等。作战环境模型包括电磁环境模型和地理环境模型。

2) 装备实体对象模型。描述装备实体对象的属性及作战过程，包括天波超距雷达模型、远程相控阵雷达模型、地基多功能雷达（GBR）模型、红外预警卫星和弹道导弹模型。雷达模型对相应雷达工作模式、工作机理和探测威力进行描述。弹道导弹模型对其攻击距离、攻击方式、应用时机、目标特性等进行描述。

（下转第 10 页）