

# 现代军用仿真系统的新特点及技术对策

吴晓燕, 许素红, 刘兴堂, 王学智

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:**军用仿真技术是系统仿真应用领域的一个重要分支,也是军事和国防建设必不可少的重要支撑技术。该文综述了国内外军用仿真技术的发展概况和现代军用仿真技术的发展趋势。并以综合仿真系统为例,介绍了现代军用仿真系统的新特点及技术对策。

**关键词:**军用仿真技术;复杂仿真系统;DIS

**中图分类号:**E9;TP391.9      **文献标识码:**A      **文章编号:**1009-3516(2002)06-0029-04

系统仿真就是建立系统模型,并利用模型对实际系统进行试验研究的过程。而仿真系统是由计算机模型、物理模型、真实系统和人按需求构成的用于测试、试验或训练的工作平台。系统仿真技术则是以相似原理、模型理论、系统技术、信息技术以及仿真应用领域的有关专业技术为基础,以计算机系统、与应用有关的物理效应设备及仿真器为工具,利用模型对系统(实际的或设想的)进行研究的一门多学科的综合技术<sup>[1]</sup>。

军用仿真技术是系统仿真应用领域的一个重要分支。由于经费和其它因素的制约,采用仿真技术进行武器研制、军事研究和部队训练是非常理想的手段。所以,军用仿真不仅是系统仿真应用最早的领域之一而且在技术上一直处于领先地位,对系统仿真技术的发展起着重要的推动作用。军用仿真包括武器技术仿真、武器系统仿真以及作战仿真<sup>[2]</sup>。近年来,军用仿真技术已发展成为军事和国防建设必不可少的重要支撑技术。它不仅是对武器装备发展进行决策、论证的重要手段,武器装备研制、新武器装备系统编配和武器装备综合保障的主要手段,还是武器装备使用训练模拟的主要支撑技术。

## 1 现代军用仿真技术的发展趋势

### 1.1 国内外军用仿真技术发展概况

世界发达国家非常重视将仿真技术用于武器型号的研制、训练和作战等武器系统的全寿命周期,建立了以红外成像制导、毫米波寻的制导和红外/毫米波双模制导为代表的高性能武器型号研制半实物仿真系统;发展了基于高层体系结构(HLA: High Level Architecture),用于大规模综合战区演练的先进分布式仿真(ADS: Advanced Distributed Simulation)技术、环境仿真技术和VR(Virtual Reality)技术等为基础的作战仿真系统。此外,他们还非常重视建模与仿真(M&S: Modeling and Simulation)技术在国防和军事领域中的支撑作用。美国把国防M&S看作是“军队和经费效率的倍增器”,是“五角大楼”处理事物的核心方法和战略性技术<sup>[3]</sup>。美国国防部(DoD: Department of Defense)自1972年就开始将M&S列为重要的国防关键技术,并于1995年以指令形式发布了“建模与仿真主计划”(MSMP: Modeling and Simulation Master Plan)<sup>[4]</sup>。尤其是美国1997年度的“美国国防技术领域计划”将M&S列为有助于极大提高军事能力的四大支柱(战备、现代化、部队结构、持续能力)的一项重要技术<sup>[5]</sup>。同时,美国国防部对其国防M&S实施了强有力的领导,成立了统管全军的国防建模与仿真办公室(DMSO),国防建模与仿真执行委员会(EXCIMS)以及国防建模与仿真工作组(MSWG),使美国的国防M&S实现了系统化、规范化的领导与管理。

我国军用仿真技术的研究和应用发展也很快。20世纪80年代以来,我国军用仿真技术在数学仿真、半

收稿日期:2001-12-10

基金项目:军队预研基金资助项目

作者简介:吴晓燕(1957-),女,陕西西安人,教授,博士生,主要从事飞行器控制、制导与仿真研究。

实物仿真和人在回路仿真等领域取得了重大发展,先后建成了一批水平高、规模大的半实物仿真系统,在武器型号研制中发挥了巨大的作用。此后,我国开始对 DIS、VR 等先进仿真技术及其应用进行研究,开展了较大规模的复杂系统仿真,并建成了一批基于分布式仿真的大型复杂仿真系统<sup>[2]</sup>。尤其是近年来,还先后攻克了 DIS、VR 技术应用等一批重要关键技术。

### 1.2 现代军用仿真技术的发展趋势

先进的军用 M&S 技术可以提高战备程度和现代化水平。作战仿真系统必将是当今世界各国军队进行作战训练和武器系统使用训练的首选工具。在“要进行基于仿真的采办(SBA·Simulation Based Acquisition)革命”的推动下,现代军用仿真技术在继续向武器装备及体系的全寿命、全系统仿真发展的同时,将向武器装备采办过程管理仿真的方向发展。即,现代军用仿真技术正向服务于武器装备的全寿命、全系统和管理的全方位方向迅速发展。同时,在军事需求的激励下,现代军用仿真技术将向综合性、快速性、环境复杂性、灵活性和规范性的方向发展<sup>[5]</sup>。而在军事需求的推动下,现代军用仿真技术需要着重发展作战仿真(先进分布仿真)、半实物仿真、环境仿真、虚拟样机、仿真系统可信度评估及 VV&A 等共性技术。

## 2 现代军用仿真系统的新特点

随着军事需求和军事科技的发展,作为军用仿真的对象已开始由单武器平台性能仿真向多武器平台协调对抗仿真方向发展,由大型系统的局部子系统仿真向系统的整体性能仿真方向发展。使得国防和军事领域建模与仿真的对象,都是大型复杂仿真系统,亦称为军用复杂仿真系统。它们由许多分系统构成,各分系统之间又存在各种各样的联系。如:用于战法研究、训练、装备发展论证等的作战仿真系统;用于武器装备研制的半实物仿真系统;用于 SBA 的虚拟制造和虚拟样机的仿真系统等。

而现代军用仿真系统则是虚拟仿真系统、聚合级仿真系统、人在回路的仿真系统、硬件在回路的半实物仿真系统、实际武器系统和软件组成的大规模集成复杂系统。例如,在武器系统研制、武器装备使用和作战指挥训练、攻防对抗演习以及辅助作战决策等军事领域中的仿真系统均属于大型复杂仿真系统。在诸多军用复杂仿真系统中,最具有代表性的,能完全反映复杂仿真系统 M&S 新特点的,就是综合防空多武器平台仿真示范系统,也称为综合仿真系统。它是现代军用仿真系统发展的标志。

综合仿真系统是一个含有 VR 技术、基于 DIS 和 HLA 混合体系的集成复杂仿真系统。它既是一个综合仿真支撑环境,也是一个面向应用的、支持复杂系统设计、运行和性能评估的应用示范系统。系统的体系结构如图 1 所示<sup>[6]</sup>

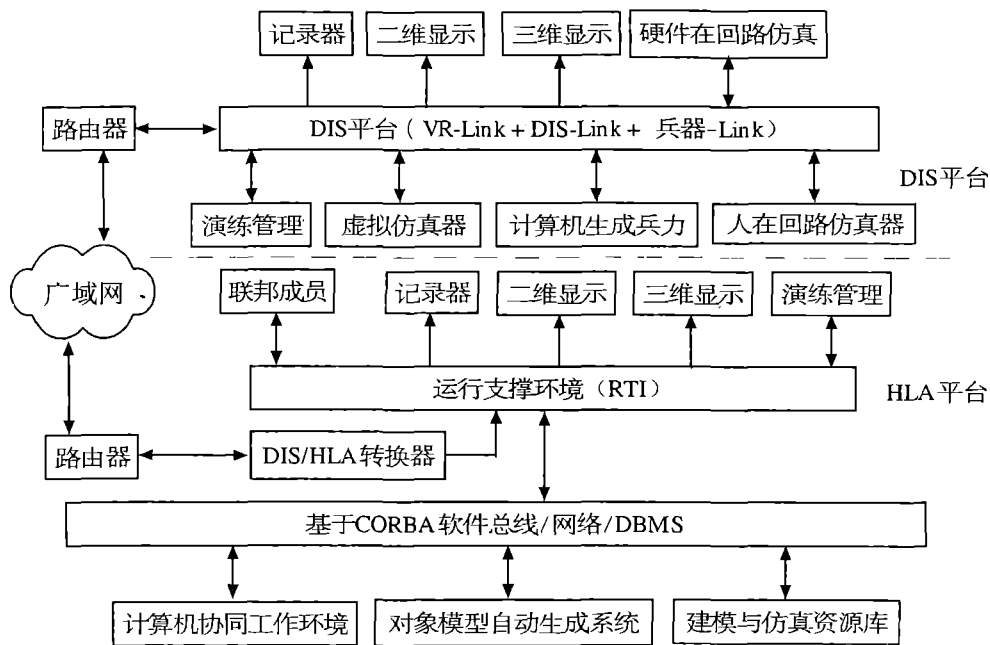


图1 综合仿真系统的体系结构

综合仿真系统集中体现了现代军用仿真系统的新特点。这些特点包括:采用了多种先进的信息技术和

层次化体系结构,集成了 DIS 子系统和 HLA 子系统,并遵循了 DIS 和 HLA 标准;实现了数学仿真、半实物仿真和人在回路中仿真的有机集成;系统模型复杂程度高、综合性强、可信度高、交互性强、规模大;通过引入 VR 技术构成虚拟环境,支持并发、分布、交互仿真工程;具有先进性、实用性、通用性和良好的建模、仿真及结果分析与演示环境。

### 3 现代军用仿真系统的技术对策

综合仿真系统不仅完全反映了现代军用仿真系统的新特点,而且系统采用和攻克的关键技术也集中体现了现代军用仿真系统的技术发展水平,具有普遍的意义。这里,对其中的一些关键技术作以简要介绍。

#### 3.1 系统总体技术

包括:<sup>[6-7]</sup>

1) 系统集成技术。综合仿真系统应用系统集成技术,将数学仿真、半实物仿真和人在回路中仿真通过 DIS/HLA 系统进行了有机集成。

2) 标准/规范制定。分布式仿真中的标准和规范主要有 DIS 和通用技术框架两大类。综合仿真系统的标准和规范采用 DIS 标准,同时也包含了一个应用 HLA 规范的子系统。

3) 时空一致性技术。综合仿真系统采用时钟同步和时戳机制减小时间的不一致性;通过坐标变换和采用标准统一的地形及环境数据库消除空间不一致。

4) 系统测试技术。包括系统测试方案、测试体系和量化问题的研究及测试大纲的设计。在此基础上对系统的功能和性能进行全方位的测试。

#### 3.2 军事总体技术

军事总体技术包括综合仿真系统总体设计所必须的作战背景想定,作战仿真建模所依据的军事任务概念模型以及系统集成所必须的基于作战方案想定推演的全系统联调试验大纲。其中,作战方案想定推演由一个与本系统仿真模型在军事概念模型上一致的降阶解析仿真模型实现,用来给出作战方案想定执行过程中关键事件的时间、空间信息,为初步判断仿真系统运行正确性提供了依据。

#### 3.3 DIS 与 HLA 支撑平台技术

包括:

1) DIS 支撑平台。综合仿真系统采用了自行开发的、具有自主知识产权的 DIS 核心支撑软件平台 DIS - Link。该软件提供了包括 PDU 解析、网络通讯、PDU 过滤、DR 推算、仿真实体管理、各种坐标系统之间的坐标转换以及面向对象的仿真调度等各项功能。

2) HLA 联邦开发运行 (FEDEP) 支撑软件。美国 DMSO 制定的 FEDEP 规范,将 HLA 联邦开发过程分为六部分<sup>[8]</sup>,为支持该开发过程,需要建立和开发一个开放的、集成各开发过程支撑工具的框架,以利于工具之间数据的交换,提高工具之间的互操作性。综合仿真系统已开发出了相应的工具集,典型的就是 OMAS (对象模型自动生成系统)。

3) HLA 中的 RTI 支撑软件。一个联邦中的各个成员之间的交互作用是通过 HLA 中的运行支撑框架 (RTI-Run Time Infrastructure) 提供的服务来实现的。综合仿真系统通过采用层次化的体系结构、层次化的时间管理 TM 算法和基于网络的数据分布管理算法,对 RTI 的设计进行了优化,开发出了一个高性能的 RTI 原形系统。

#### 3.4 复杂系统模型建立

综合仿真系统的模型是由有多种模型构成的一个模型体系。整个体系由四大模块组成,每个模块又由若干个子模块组成<sup>[9]</sup>(见图 2),系统模型的复杂性由此也可以窥见一斑。

#### 3.5 计算机生成兵力技术

计算机生成兵力 (CGF-Computer Generated Force) 技术可生成 DIS 中的虚拟实体<sup>[10]</sup>。综合仿真系统的 CGF 系统有两种类型:一种是现有的基于 DIS 体系结构的 CGF 系统,是由拥有对地飞机、对空飞机和白方管理平台等构成的子系统。一种是研究和开发的基于 HLA 的 CGF 系统,它是由蓝方飞机与红方导弹仿真系统组成的红蓝双方对抗的子系统,并能够与其他基于 DIS 体系结构的子系统进行交互和对抗。

#### 3.6 系统评估技术

即,综合仿真系统的可信度评估技术<sup>[11]</sup>。它是综合仿真系统开发研究中的一项关键技术,综合仿真系统的复杂性,决定了其可信度评估的复杂性。综合仿真系统评估技术包括:仿真系统评估概念框架研究;仿真系统评估过程模型研究;仿真系统可信度评估指标体系研究;仿真系统的 VV&A 与评估工具研究与开发。

#### 4 结束语

国防和军事领域对仿真日益扩大的需求,是对军用仿真技术的发展挑战,更是机遇。为此,应该优先、重点发展军用仿真技术,健全和发展军用仿真系统,让系统仿真技术更好地服务于我国的军事和国防事业。

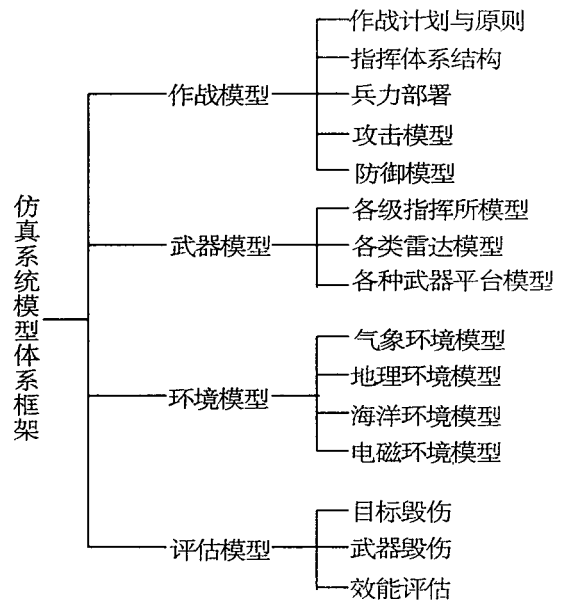


图2 综合仿真系统的模型体系框架

#### 参考文献:

[ 1 ] 刘兴堂,吴晓燕. 现代系统建模与仿真技术[M]. 西安:西北工业大学出版社,2001.  
 [ 2 ] 何江华. 计算机仿真导论[M]. 北京:科学出版社,2001.  
 [ 3 ] 梁炳成,王恒森,郑燕红. 军用仿真技术的发展动向和展望[J]. 系统仿真学报,2001,3(1):18-21.  
 [ 4 ] DoD Directive 5000.59-P. Modeling and Simulation (M&S) Master Plan[EB/OL]. <http://www.dmsomil.com>,1995.  
 [ 5 ] 黄柯棣,邱晓刚,段红. 略论军用仿真技术面临的需求与发展的方向[J]. 系统仿真学报,2001,13(1):6-7.  
 [ 6 ] 李伯虎,王行仁,黄柯棣. 综合仿真系统研究[J]. 系统仿真学报,2000,12(5):430-431.  
 [ 7 ] 郝江波,卿杜政,欧阳伶俐. 基于HLA的分布交互仿真应用系统开发研究[J]. 系统仿真学报,2000,12(5):481-482.  
 [ 8 ] DMSO. High Level Architecture Federation Development and Execution Process (FEDEP) MODEL (Version 1.5) [EB/OL]. <http://www.hladmsomil.com>,1999.  
 [ 9 ] 刘兴堂,万少松,张双选. 论军用仿真模拟训练器/系统的发展趋势[J]. 空军工程大学学报(自然科学版)2001,2(4):20-22.  
 [ 10 ] 林新,王江云,王行仁. 基于HLA的计算机生成兵力研究[J]. 系统仿真学报,2000,12(5):478-479.  
 [ 11 ] 张冰,杨明. 综合仿真系统可信度评估方案研究[J]. 系统仿真学报,2000,12(5):446-447.

(编辑:田新华)

### The New Trait and Technology Countermeasure of Modern Military Simulation System

WU Xiao-yan, XU Su-hong, LIU Xing-tang, WANG Xue-zhi

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan, Shaanxi 713800, China)

**Abstract:** The military simulation technology is an important branch in the applied field of system simulation and an indispensable support technology for the military field and the building up of national defense. In this paper, the development survey of military simulation technology at home and abroad is described, and the development trend of modern military simulation technology is summarized. The new trait and technology countermeasure of modern military simulation systems are introduced by taking synthetic simulation system for example.

**Key Words:** military simulation technology; complicated simulation system; distributed interactive simulation (DIS)