

攻防对抗防空导弹飞行力学建模和计算机仿真研究

汤善同, 黄玲雅*

中国航天科工集团二院二部, 北京 100854

* E-mail: huangly20042000@yahoo.com.cn

收稿日期: 2008-07-23; 接受日期: 2008-10-12

摘要 提出模块化建模的基本方法, 将全系统模型分为进攻模型、防御模型、数据库模型、可视化模型等几部分, 它便于实现模型的置换和扩充. 在建立正确、合理的攻防对抗飞行力学模型的基础上, 计算机仿真采用并行算法和串行算法的任一种方法都可以实现实时仿真.

关键词

攻防体系对抗
飞行力学建模
计算机仿真
并行算法
串行算法
实时仿真

在未来的战争中, 防空导弹面临着各种威胁, 空袭方和防御方都以体系对抗的形式出现. 在太空, 空袭方的武器有各种太空武器, 它们充当反卫星武器和反拦截太空飞行器. 在大气层内, 空袭方武器有各种军用飞机, 包括: 战斗机、轰炸机、侦察机、预警机、电子干扰机等, 它们具有高机动性和极强的施放干扰能力, 夺取制空权, 袭击和摧毁地面机场、防空导弹、兵员、武器装备和重要军事目标; 有各种巡航导弹, 它们机动能力、隐蔽性和突防能力强, 可进行机动多变, 防区外攻击, 采用密集、饱和射击及精确打击; 还有各种弹道导弹, 它们飞行速度甚高, 带有多弹头、隐身突防, 有的还具有末端机动飞行. 上述各类空袭武器的特性及其采用的新技术都是未来战争中防空导弹面临的严重威胁和新的挑战. 开展攻防对抗防空导弹飞行力学建模和计算机仿真研究, 其目的是要在有限的防空导弹装备条件下, 以求达到最大满足防空体系的各种需求. 初步组成一个统一的、一体化的防空体系, 并初步建立防空导弹与空

袭武器攻防对抗飞行力学评估系统, 为防空导弹作战能力评估、多兵种联合作战效能评估、作战决策训练评估、新型武器方案论证和研制及装备发展规划、论证等提供技术依据, 利用建模和计算机技术, 通过虚拟作战仿真, 为防空导弹的研制和开发提供支持, 使武器系统智能化, 信息化和作战方式系统化, 使武器的运行能力进一步提高^[1~4].

1 攻防对抗防空导弹飞行力学建模

进攻和防御双方是对抗的、对立的关系, 进攻方的目的是为了摧毁防御方的空中、地面和海上的目标. 而防御方则是极力抵御进攻方的来袭目标进入其防御区, 将其摧毁在防区之外. 但是进攻与防御又是相互关联和依存关系, 进攻方为了突防, 并以最大概率摧毁目标, 需要不断探测防御方的防空导弹, 窥视防空导弹对其拦截. 防空导弹为了以最大的杀伤概率命中进攻的来袭目标也需要不断探测、搜索、发现和精确跟踪空袭目标. 由此可知, 攻防对抗双方在拦截

与反拦截的过程中关系密切, 只有通过建立攻防对抗飞行力学数学模型才能把它们联系在一起. 如何合理建立数学模型至关重要, 既不能高度追求逼真, 使模型复杂化, 引起计算误差及大量的计算可能难以完成实时仿真. 但也不能无限简化处理, 导致关键性能达不到要求. 数学模型是攻防对抗仿真的重要组成部分, 只有建立了能够准确地反映双方对抗的内在特性和变化规律的数学模型, 才能得到准确计算机仿真结果和达到预期的仿真目的.

1.1 模块化建模

攻防对抗中, 防空导弹的飞行力学模型包含进攻模型、防御模型、杀伤效果评估模型、作战背景模型、数据库模型及图像可视化模型等. 其中防御模型

包含: 雷达探测和跟踪, 目标识别, 分配和排序, 导弹阵地布局, 发射诸元计算, 威胁判断, 导弹发射区、杀伤区计算和防空导弹和目标飞行轨迹计算等数学模型. 杀伤效果评估模型包含拦截结果判断和拦截结果数据统计分析模型. 作战背景模型包含来袭目标和拦截导弹发射阵地地理环境和飞行环境及气象环境等模型. 数据库模型包含来袭目标和拦截导弹战术技术参数, 空气动力性能参数, 海环境参数, 大气参数等模型. 这些模型层次结构可用图 1 所示.

1.2 主要模型的基本要求

攻防对抗系统模型中主要模型是进攻模型和防御模型. 进攻模型中各类不同的来袭目标, 它们的作战方式和飞行航迹模型均不同. 但模型中应具有基本

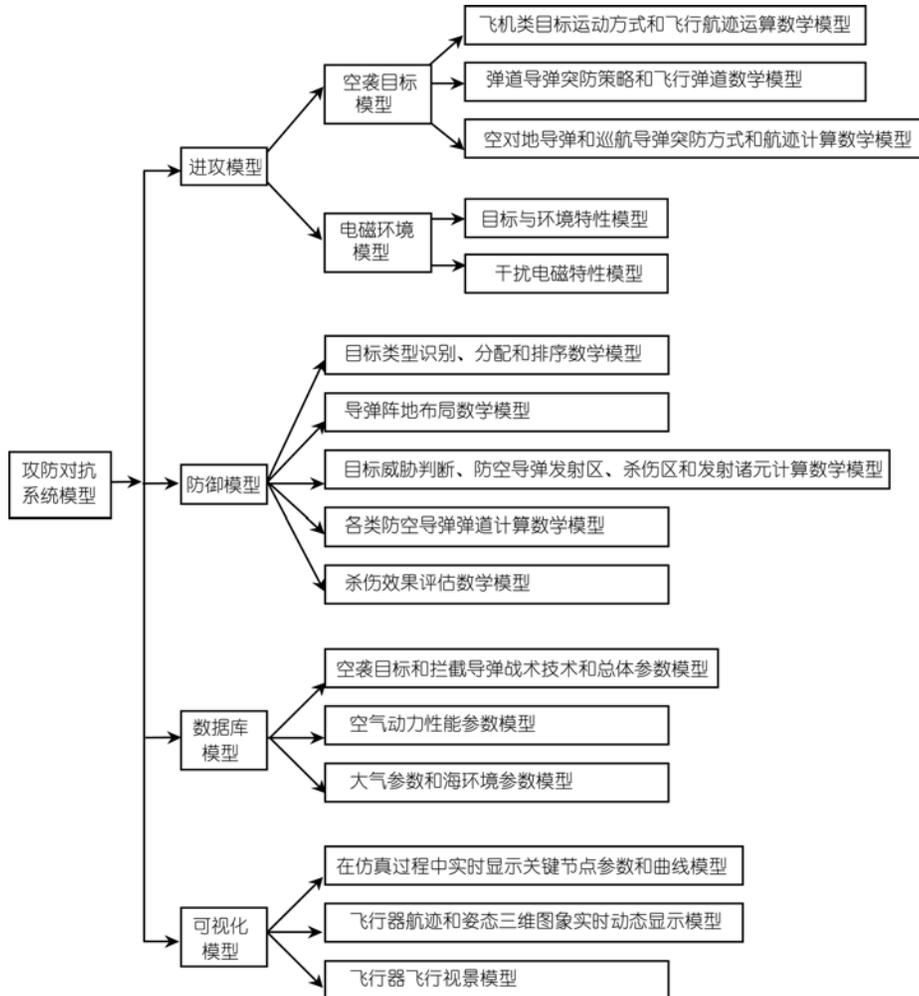


图 1 攻防对抗飞行力学模块化层次结构图

的作战方式, 如战斗机作战方式应含有直线运动、等速或减速爬升、斤斗或半斤斗翻转、下滑俯冲、战斗转弯、增减速盘旋、等速盘旋、斜斤斗、下滑倒转、蛇形机动等, 如弹道导弹的突防应具有多弹头分导突防模型、改变弹道轨迹、规避机动突防模型和末端机动模型等. 防御方的防空导弹飞行弹道模型应包含发射动力学模型、运动学、动力学模型和制导规律及发射区模型等. 攻防对抗飞行力学仿真中, 对于分布在不同区域内的多种武器在时间上需要同步, 即首发防空导弹的发射零时确定后, 续发的防空导弹均要以首发的防空导弹的发射零时为标准来确定发射和飞行时间. 还有, 设置在不同区域内的多种武器, 其发射平台所处的空间位置是不同的, 需要进行空间一致性处理, 即通过建立某一惯性参考坐标系, 不同武器的发射平台相对于该惯性参考坐标系在建模时做坐标系转换, 设计统一的坐标变换模块, 完成空间一致性处理. 此外, 所建立的模型要具有重用性和通用性, 例如, 当增加进攻和防御武器时, 只把该武器数学模型嵌入所建立模型的接口, 保持仿真软件系统不变.

2 攻防对抗飞行力学仿真

攻防对抗飞行力学仿真是多武器联在一起进行

体系对抗飞行力学系统仿真, 该系统可运行于多台计算机上, 也可运行于一台计算机上, 前者由并行计算机系统并行算法来实现, 即多种武器攻防对抗飞行力学仿真, 首先把每种单武器数学模型在一台计算机上单独运行, 然后把多个单武器, 多台独立计算机, 通过计算机网络进行数据传递和交换把每台计算机上的单武器仿真集于一体进行联合仿真. 在并行仿真运算过程中, 有时会出现多个程序向同一资源提出需用请求, 或是某一资源长时间空闲等情况. 因此, 在并行仿真算法中, 还需要有一台中央主控计算机来担负各计算机之间网络通讯, 对资源之间统一调度、管理和必要的运算及实时可视化显示. 后者系集中式结构, 集中式结构的仿真机在同一硬件平台上实现飞行力学仿真. 对于多种飞行器攻防对抗飞行力学仿真问题, 即采用串型算法来完成. 串行算法可根据来袭目标的物理特性和运动特性, 对目标进行识别、分类、分配和排序. 根据防空导弹的发射区和杀伤区的限制及要地防空要求, 按先后发射防空导弹的顺序, 把不同防空导弹飞行力学仿真软件串联在一起, 在一台高速、大容量通用计算机上实现多武器攻防对抗实时仿真, 仿真粗略框图如图 2 所示.

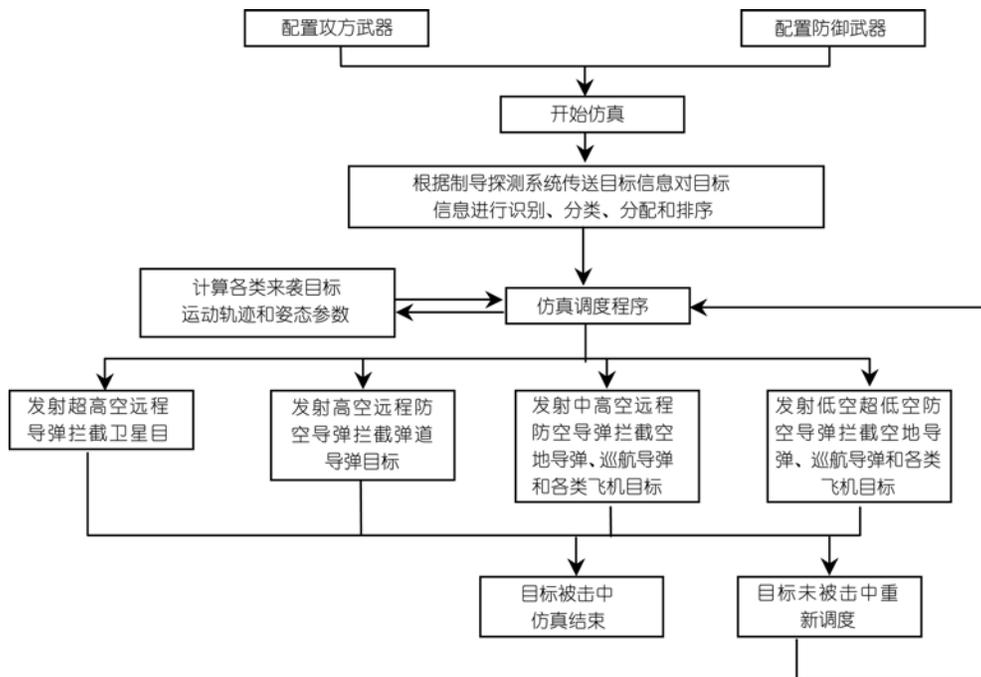


图 2 串行计算机仿真图示

3 结束语

攻防对抗防空导弹飞行力学建模和计算机仿真是攻防对抗体系仿真的重要组成部分。其中建模是研究工作的基础,是核心问题,其正确性与合理性直接影响到仿真结果的可信度和能否达到实现实时仿真的目的。模块化的建模方法可以方便地实现模型的置换和扩充,极大地提高了系统的开发能力,使系统软件具有灵活性、通用性和重用性。传统上,高性能实时仿真主要由并行计算机系统采用并行算法来实现。随着计算机技术日新月异的发展,高性能、大

容量、超高速运算计算机不断出现,采用一台计算机进行串行算法也可以达到实现多武器攻防对抗飞行力学仿真实时仿真的目的。

攻防对抗防空导弹飞行力学的建模和计算机仿真研究,其目的为武器装备各种性能评估提供依据,对改进武器性能,提高武器装备的战术技术性能指标,制定新武器研制计划,促进新武器装备发展及对提高作战军事素质等均具有重要意义,我们应把此项研究深入开展,把飞行力学科学的研究领域拓宽,使研究水平进一步提高。

参考文献

- 1 高云剑,丁共强,莫剑冬.舰载武器.弹道导弹的防御与突防技术,2002,2
- 2 张克,刘永才,关世义.体系作战条件下飞航导弹突防与协同攻击问题研究.舰载防空武器系统攻防对抗仿真研究.2003,20(8)
- 3 赵海东,缪旭东.计算机仿真.2003,20(8)
- 4 赵会平,潘刚,徐心和.并行仿真技术综述.计算机仿真,2003,20(11)