

飞机攻防对抗作战效能仿真分析方法

高晓光, 赵晓睿, 罗继勋

(西北工业大学 电子工程系, 陕西 西安 710072)

摘要:论述了进行飞机作战效能分析的重要意义,提出了采用攻防对抗仿真进行飞机作战效能分析的一般过程。并以截击机作为研究对象,给出了截击机与攻击机攻防对抗的仿真框架,构建了截击机系统效能评估指标体系,说明了截击机系统优化的一般过程。给出的飞机作战效能仿真分析的一般过程可对各种作战飞机等武器系统的分析具有一定的指导作用。

关键词:作战效能;攻防对抗;截击机;仿真

中图分类号:N945.13 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2000)04-0071-05

效能分析和评价是军事运筹学的一项基本内容。在军事运筹学中,作战效能分析和评价通常要包括:(1)定义效能参数,选择合理的效能指标;(2)根据给定条件,计算效能指标的值;(3)进行多指标效能的综合评价,即由诸效能参数的指标值求出效能综合评价。这是适合于一般情况下的作战效能分析方法^[1]。

一般来说,武器装备系统的作战效能,要由运用武器装备的作战兵力在某种作战使用环境下完成作战任务的程度来评定。显然,在现实世界中造就这样一个作战环境来评定武器装备系统的作战效能不仅耗资巨大,还可能造成人员伤亡、物资损耗和环境破坏。随着计算机技术和系统仿真技术的发展,利用计算机化的作战模拟和仿真构造一个虚拟的飞机攻防对抗的作战环境已成为可能。这种作战环境不仅可以定量的描述作战环境的各种特点和行为,而且避免了作战环境实验中必须付出的高昂代价。因此,基于攻防对抗仿真进行的飞机作战效能分析具有很大优越性。

基于攻防对抗仿真的飞机作战效能分析方法,就是要根据一定的飞机作战效能指标体系^[2],利用攻防对抗仿真方法来获取飞机的作战效能指标值。一方面,它是作战效能分析,要遵循上述作战效能分析的过程。首先要建立飞机作战效能分析评价的指标体系,建立系统各层次上指标、参数间的因果关系、约束关系和定量计算关系;然后获取数据,利用指标体系的关系模型计算指标值,进行多指标效能的综合评价。另一方面,作战效能的分析评价是在攻防对抗仿真条件下进行的,需要建立飞机攻防对抗的作战模型,通过对飞机攻防对抗过程进行仿真,获取和分析飞机作战效能指标,据此进行飞机作战效能的综合评价。

1 基于攻防对抗仿真的飞机作战效能分析的一般过程

虽然飞机作战效能评估问题比较复杂,而且攻防对抗仿真比较困难,但是在一定的可信和可用程度,基于攻防对抗仿真的飞机作战效能分析可以采用如下的过程:(1)描述对抗环境;(2)构建指标体系;(3)设计仿真方案;(4)系统优化;(5)处理试验数据。

飞机作战效能指标体系主要是选取飞机作战效能分析、比较和评价的一系列参数和建立相应指标,并通过分析、假设和定义等方法确定它们之间的关系。一方面在一定的可信和可用程度上衡量并说明飞机武器装备系统的优劣,另一方面在一定的可信和可用程度上比较和优化飞机的攻防对抗行为。作战效能指标体系的科学性在一定程度上决定了飞机作战效能分析的可信度和可用程度。飞机作战效能指标的获取与分析是通过飞机攻防对抗作战仿真,获取飞机作战效能指标体系的参数和指标,并对它们进行计算和分析。在得到相

收稿日期:2000-01-15

基金项目:高等学校博士学科专项科研基金资助项目(98CJ0601)

作者简介:高晓光(1957-),女,辽宁鞍山人,教授,博士生导师,主要从事航空火控系统及作战效能分析研究。

关数据的基础上,依据所建立的飞机作战效能指标体系关系,实现飞机作战效能的计算和分析。

飞机攻防对抗过程中的建模与仿真主要表现实现获取、验证和表现作战效能指标体系的参数和指标的对抗过程。通常要进行必要的问题界定和假设,并在此基础上构造飞机的攻防对抗模型,利用计算机仿真方法实现。这个环节不仅要依据所建立的飞机作战效能指标体系,而且要依据飞机攻防对抗的军事实践原则、方法和经验,还要依据现有的计算机技术水平和可用的仿真实验方法。

飞机作战效能的仿真验证和表现是针对仿真模拟的飞机攻防对抗过程,对飞机作战效能进行度量、比较、优化;是一种求真反馈和精益求精的过程。

由于飞机攻防对抗过程非常复杂,影响因素很多,所以要以飞机作战效能指标体系作指导,界定飞机攻防对抗过程的环境条件、对抗规模、战术原则和评判方法来进行飞机攻防对抗过程的建模和仿真。而飞机作战效能指标的获取和分析与飞机作战效能的仿真验证和表现,就必然要依赖于所建立的飞机攻防对抗作战过程的仿真模型。

1.1 描述对抗环境

对抗过程主要包括制定飞机攻防对抗的作战想定和分析可能采取的对抗措施。

任何武器装备系统的效能分析都是在一定的作战使用条件下展开的,制定作战想定就是提供这样一个特定的作战使用条件。飞机攻防对抗的过程描述内容有^[3]

①作战背景。包括作战任务,如飞机的作战使命、目的、时间和攻击目标等;作战抵御及其季节和自然特征等;作战环境地理、天文、气象条件。

②单个目标或目标群。包括目标的类型、特性、防御火力配备、电子战装备等;目标群的构成样式等。

③机载武器系统。包括机载武器的类型;机载武器的技术、技术性能;机载武器的限额。

④飞机武器装备系统的作战使用原则。包括作战武器装备的技术原则;机载武器的作战使用原则;机群的战术原则。

⑤单个目标或目标群的战术原则。包括发现目标的反映过程;目标的应战方法和战术原则;目标电子对抗的作战原则等;

在制作作战想定过程中,要对研究问题的上述几个方面进行界定和假设,得到飞机攻防对抗环境的一般描述,明确对抗过程中的基本事件序列和可能的对抗措施。

1.2 构建指标体系

从系统观点看,对于执行一定任务指派的武器装备来说,无论是其性能还是其作战使用效能,其实都不过是一个复杂大系统——战争系统中不同子系统的效能。根据作战飞机的设计目标和运用方式,与它相关的战争系统层次可分为如下五层:

第一层 战役层,确定作战的大框架,界定作战的环境,任务和规模;

第二层 作战层,接受作战任务,研究敌我双方武器装备系统的对抗原则,确定武器装备系统的群体行为和战术决策;

第三层 单机层,敌多双方作战飞机在一定的原则下对抗,由一系列的战术行为和决策事件所组成;

第四层 武器系统层,主要研究飞机与机载武器之间的关系并进行机载武器装备的规划;

第五层 武器子系统技术层,主要研究机载武器本身的技术性能和战术性能。

上述五个层次确定了作战飞机武器装备系统效能分析的大框架,作战层界定了武器装备系统运用的边界,而武器子系统技术层是进行飞机战效能分析的基础。飞机作战效能分析主要集中在中间三个层次上。

在研究截击机与攻击机攻防对抗的过程中,根据战争系统层次的划分,给出截击机系统效能评估的指标层次如图1虚线框中所示。

当战役层地面指挥中心向截击机作战部队下达作战任务后,截击机系统将确定截击机起飞的类型,起飞的架数,作战起飞的高度,速度以及机载武器的类型和数量。这主要通过截击机系统的三级分解来解决:

第一级 机群空战,它是一个十分复杂的过程,已有的多机空战模型^[4]注重研究飞机的战术性能和技术特性,并且限于飞机的研究

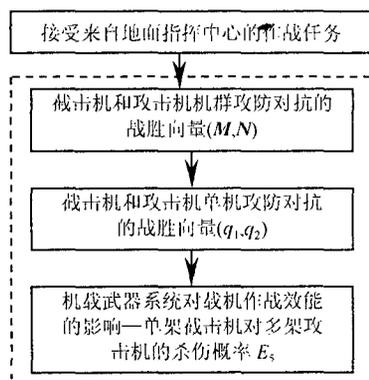


图1 截击机系统的作战指标体系

数量(一般<10架),这难以满足战争军事需要的机群(≥10架)行为,即机群攻防对抗的分析和作战决策的确定。

作者运用蓝彻斯特作战动态方程^[5]来描述机群参与的攻防对抗过程。在模型化机群空战行动时,以空战各阶段的效能特性参数为依据,把机群攻防对抗的空空-空地作用确定为一定的目标分配形式,并给出相应的目标分配形式所对应的击毁强度,在此基础上得到的机群攻防对抗分析模型能从作战实际出发,将作战双方空空-空地对抗过程结合在一起,由此获得的对抗结果——截击机和攻击机机群攻防对抗的战胜向量(M,N)具有更好的可信度和可用性,其中M,N分别表示作战双方在一次作战过程中剩余的飞机数量。

第二级 单机空战,通过截击机和攻击机的作战过程分析以及作战条件的假设,可以将作战双方机群的对抗过程转化为飞机1对1的作战过程。通过研究飞机及其机载武器在作战过程中的使用特点,可以确定截击机和攻击机单机攻防对抗的战胜向量(q₁,q₂)^[6],其中,q₁,q₂分别表示一方对另一方的杀伤概率,由此来确定单架截击机在空战中的作战效能。

第三级 单架截击机对多架攻击机的杀伤概率E,主要用于研究机载武器系统对载机作战效能的影响。在这一级上要确定截击机的作战任务集合,单架截击机对多架攻击机的拦截模型,给出杀伤概率E。与相关因素的逻辑关系。利用这种关系并结合一定的数学算法可解决武器装备的最优规划问题^[7]。同时,它是第二级作战分析、第三级作战分析的基础。

1.3 仿真方案设计

基于构建的截击机攻防对抗作战效能指标体系,假设攻击机突防攻击地面目标,截击机(机群)为防御地面目标受到攻击从地面机场起飞进行拦截,相应的截击机与攻击机攻防对抗仿真方案的模型框架^[8]如图2所示。

1.4 截击机系统优化的过程

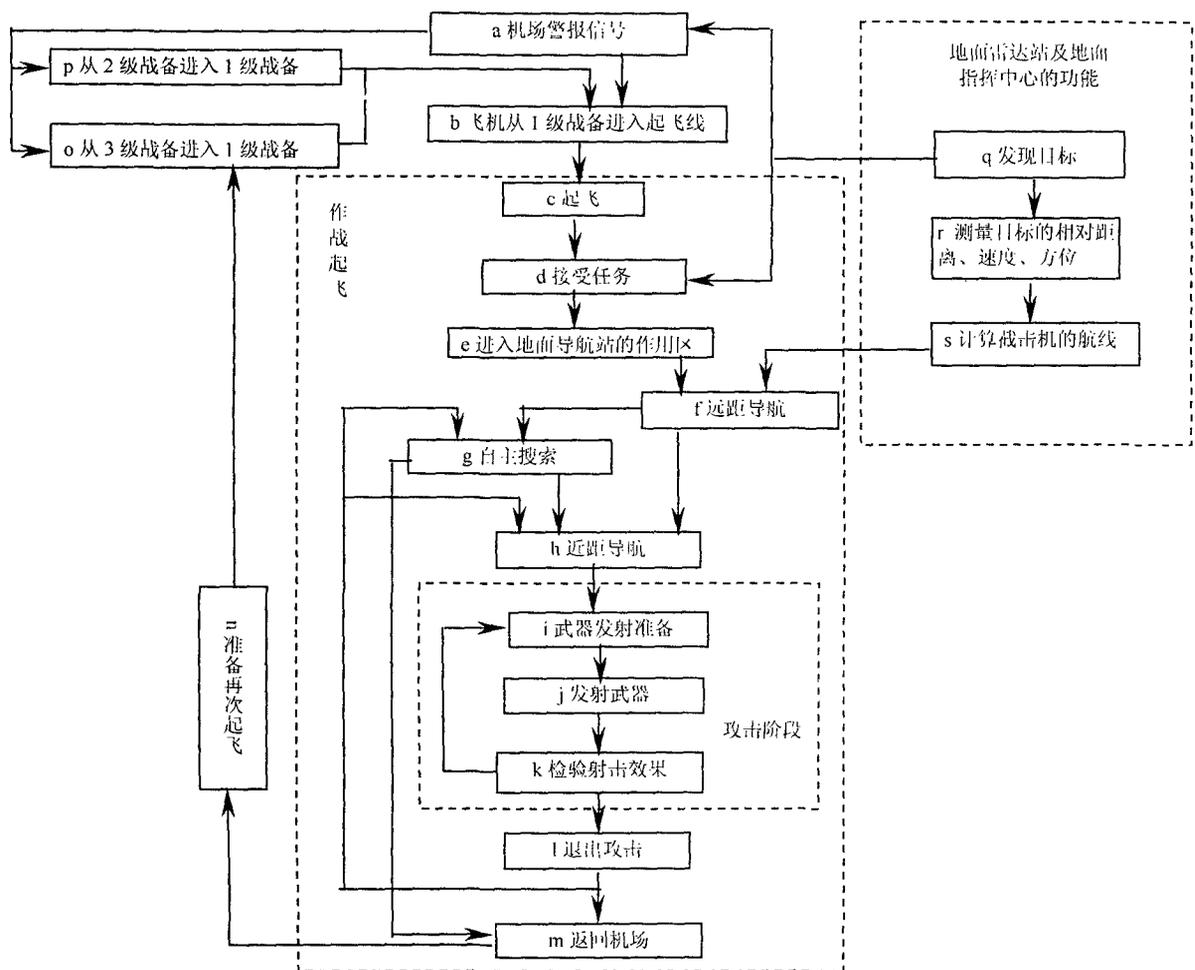


图2 截击机系统的仿真框架

根据构建的截击机系统效能评估的指标体系,截击机系统需要三级优化,如图3所示。

战术机群层体现了机群整体作战的品质属性,而单机作战层更多地体现了机载各子系统对飞机整体作战能力的贡献,武器系统层对于执行一定作战任务的飞机来说,不同的武器装备对飞机作战能力的影响。

对于一定的作战任务来说,系统高层对系统低层提出了任务要求,比如,出动战术机群需要何种类型的作战飞机,对于给定类型的战机,需要如何配备武器才能更有效地完成作战任务。反之,系统低层的战术技术特性参数是系统顶层装备优化或作战决策的理论依据。优化的结果是:应该起飞的作战飞机类型,战术机群架数,机载武器的类型,数量。

显然,综合的评估截击机系统在各个层次上的效能评估指标有利于提高系统评估结果的可信度以及在系统优化过程中评估结果的可靠利用,而单纯地评估飞机作战能力的某一层次或某一侧面都将是不全面的,也是不可信的。

1.5 处理试验数据

仿真截击机系统与攻击机攻防对抗的目的是获得截击机系统的作战效能评估并进行系统的优化,而仿真试验中得到的试验数据并不能直接达到这些目的,必须依据仿真结果的分析方法和所构建的指标体系,经过分析、整理、计算才能得到。

2 在截击机系统作战效能仿真分析中若干问题的思考

2.1 对飞机攻防对抗作战效能评估指标提出的要求

作战效能分析的结果与效能指标体系直接相关,因此作战效能指标的选取最好要遵循以下规则:

- (1)能表示完成军事任务的程度;
- (2)物理意义明显,可利用模型求解;
- (3)对作战机群、飞机、机载武器的性能参数有足够的敏感度;
- (4)用仿真方法评估,要遵循有关的建模原则和方法;
- (5)应该认识目前飞机作战效能体系的片面性,需跳出“杀伤”、“命中”等传统指标的束缚,建立全面一些的适应未来高技术战争需要的指标体系。

2.2 对飞机攻防对抗作战效能评估准则提出的要求

(1)效能评估准则要尽可能建立在效用理论的基础上。所谓的效用就是用一种相对数量指标来表示决策者对风险性效能评估指标的态度、对某事物的倾向和对某种后果的偏爱程度,通常以效用期望值作为效用大小的一种度量;

(2)无矛盾性。在比较飞机的作战效能时,当飞机某一效能评估指标存在优势,而其他效能评估指标相同时将相应导致飞机在效用上的优势,而其他效能评估指标在效用相同或无差别;

(3)效能评估指标系统的完备性:如果两架飞机在系统效能评估指标上是一样的或者是无差别的,那么,两架飞机在效用就是一样的或者说是无差别的;

(4)效能评估指标系统的最小化。一般性而言,如果除去指标系统里的任何一个指标都将导致除去指标前后效用分析的结果不一致;严格来说,指标系统里的任何两个成分都是正交的。

参考文献:

- [1] 张最良,李长生,赵文志,等.军事运筹学[M].北京:军事科学出版社,1993.
- [2] ринин А П Г. эффективность систем оснащения Л А на отдельных полетах[M]. Москва: МАИ, 1986.
- [3] 张野鹏.作战模拟基础[M].北京:解放军出版社,1995.
- [4] 王宏伦.智能控制理论在多机协同空战分析中的应用研究[D].西安:西北工业大学,1998.
- [5] трахов А А С. Автоматизация процессов принятия решений при исследовании эффективности авиационных систем[M]. Москва: МАИ, 1996.
- [6] 罗继勋,高晓光.以作战结果向量分析飞机1对1空战效能[J].飞行力学,1999,17(1):91-96.

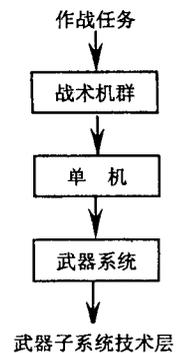


图3 作战飞机系统层次的划分

- [7] 罗继勋,高晓光,李林森,等.用非线性拟合方法研究机载武器装备的最优规划[J].西北工业大学学报,1999,17(S0):137-140.
- [8] ришин А П Г. Вопросы повышения эффективности оснащения ЛА Тематический сборник научных трудов института[M]. Москва:МАИ, 1981.

Methodology of Simulation Analysis of Fighter's Combat Effectiveness

GAO Xiao-guang, ZHAO Xiao-rui, LUO Ji-xun

(Dept. of Electronic Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: Importance of effectiveness analysis is emphasized, the common process of simulation analysis with interceptor in offense-defense case is provided. The simulation framework, index system to evaluate and methods to optimize interceptor system within this common process are also brought forward.

Key words: combat effectiveness; confrontation about offense-defense; interceptor; simulation

+++++

加入万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群的声明

本刊已加入“万方数据资源系统(ChinaInfo)数字化期刊群”,全文内容按照统一格式制作编入万方数据资源系统,读者可上因特网进入万方数据资源系统免费(一年后开始酌情收费)查询浏览本刊内容。凡向本刊投稿并录用的稿件,将一律由编辑部统一纳入万方数据资源系统,进入因特网提供信息服务。作者如有异议,请另投它刊。本刊所付稿酬包含刊物内容上网服务报酬。

万方数据资源系统数字化期刊群网址:

<http://www.chinainfo.gov.cn/>

<http://www.wanfangdata.com.cn/>

空军工程大学学报编辑部

2000年10月20日