

武器系统引战配合仿真技术现状及发展趋势

黎光绪 刘华宁 李晓霞 杨影

江南机电设计研究所 贵州 贵阳 550009

【摘要】：引战配合仿真是武器系统评估导弹对目标的毁伤的重要手段。本文简要回顾了国内外武器系统引战配合仿真研究的发展，总结了国内外在武器系统引战配合仿真研究方面的工作，梳理了武器系统引战配合仿真技术现状，对武器系统引战配合仿真技术研究的未来发展进行展望，为深入开展武器系统引战配合仿真研究具有一定的参考意义。

【关键词】：武器系统；引战配合；仿真技术

DOI:10.12417/3041-0630.26.11.033

引言

随着技术的不断发展，目标的类型不断增多、目标的速度变化范围越来越广、目标的机动性能和机动样式不断推陈出新，使得弹目遭遇时的交会条件也变得越来越苛刻；武器系统的实靶试验存在成本高、不能对武器系统性能进行摸边探底等现实情况；此外，受靶试条件制约，模拟靶标与真实目标之间存在差异，故单次飞行试验结果不足以对武器系统引战配合效果进行全面评估。因此，运用引战配合仿真技术实现导弹对目标的毁伤过程及评估已成为整个武器系统研究过程中的重要方向。

目前，世界各个军事强国都针对引战配合这一末段交会过程建立/开发大量的评估体系/软件，引战配合仿真技术已成为武器系统设计发展的一个重要分支。

1 引战配合仿真技术的发展

引战配合仿真通常可以分为物理仿真、半实物仿真和数学仿真，依托这些仿真手段可以进一步获取引信的启动特性、战斗部的毁伤特性以及引信与战斗部的匹配程度，为分析对付不同来袭目标的引战配合效率提供重要依据^[1]。引战配合所研究的物理现象是一个急速变化的动态交会过程，引战配合的数学仿真通过建立的目标模型、战斗部模型、引信模型、弹道模型等全流程数学模型，在计算机上模拟引战配合的全过程。现代数值计算和计算机技术的飞速发展，为引战配合仿真创造了良好的条件，根据所建立的数学模型利用计算机平台能够很好地对整个动态交会过程进行仿真实现。

1.1 国外的发展

20世纪50年代，F.G.King提出了用蒙特卡洛法来计算弹药对空中目标的杀伤概率；Juncosa和Yong基于蒙特卡洛法，利用与飞机各部件相似的椭圆球体来代替飞机目标进行杀伤概率编程计算^[2-3]。

自20世纪70年代起，随着信息化的发展，美空军装备实验室开发了一系列引战配合仿真相关的软件平台。在引战配合可视化仿真研究方面，美国等发达国家均设立了研究机构，负责资料整理、数据分析及软件开发。美国的ARL实验室研制出了着重研究目标易损性的仿真软件BRL-CAD。荷兰的TNO-MPL实验室则对于引战配合效果评估方面做出了大量研究，开发出了能够对多种类型的目标进行评估的仿真软件TARVAC^[3]，该软件利用射线跟踪方法对战斗部破片飞散威力场进行描述，通过破片威力场建模、结合实际弹道/弹目交会及外在环境因素的影响，实现导弹战斗部对目标的引战配合效果评估。瑞典的FMV公司研制的AVAL（三军通用评估软件），该软件基于AutoCAD开发，能够应用于多种目标的引战配合效果评估。

由此可见，国外部分发达国家在引战配合仿真方面的技术研究已较为成熟。整体看来，国外发达国家在引战配合仿真领域的先进优势主要体现在：

- （1）理论算法研究基础深，有力提升仿真结果的置信度；
- （2）基于长期不间断的数据累积，得到了大量、相对完整的试验数据，建立了一系列有关的数据库、模型以及算法软件等；
- （3）所取得的研究成果为其武器装备的指标论证、研发、生产、作战使用以及战场决策提供了重要的支撑，大幅度的提升了其武器装备的能力及水平。

1.2 国内的发展

我国在引战配合仿真研究方面与国外相比起步较晚，20世纪90年代后，随着重视程度的提高，该方面的研究取得了飞速发展。国内相关科研院所、各军兵种装备研究院所与相关工业部门、高等院校都对引战配合仿真开展了大量研究工作，

取得了很多研究成果。

航天科工二院二部的张志鸿^[4]对防空导弹引战配合相关数学模型进行了推导,并结合自己的实践经验给读者一个建立了一个较为完善的引战配合总体设计体系。西北工业大学的韩庆、裴扬以及谷良贤等教授所指导的研究生韩璐、黎光绪、牛冰等^[5]开展了破片式战斗部对飞机目标的毁伤评估研究,设计了一种模块化的引战配合系统,开发了效能评估软件;南京理工大学的王宏波教授所指导的研究生蔡亚菲、钟鑫开展了引战配合可视化关键技术分析,基于MFC和OpenGL编程技术开发了引战配合可视化仿真软件,实现对导弹引战系统性能的评估与引战配合相关参数的优化设计;中国空空导弹研究院的张新伟等^[6]建立了空空导弹战斗部毁伤效能评估模型,开展了如引战配合数字仿真;江南机电设计研究所的刘华宁开展了基于MATLAB的目标三维模型显示方法研究,并搭建了如可视化引战配合三维仿真系统。

综合已有文献情况来看,国内有关引战配合仿真研究正逐步深入和走向系统化,与先进国家相比仍存在较大差距,原因在于:

(1) 引战配合仿真涉及的学科广泛、系统性强;

(2) 国内开展研究较晚,基础比较薄弱,相关研究成果的通用性不强;

(3) 目标种类繁多,毁伤手段与毁伤元素多样,且不断迭代更新,大大增加了引战配合仿真研究的工作难度与工作量。

2 引战配合仿真技术未来发展趋势

通过分析国内外引战配合仿真技术发展的现状,结合未来作战样式及技术发展的特点,可以预测武器系统引战配合仿真

技术具有如下的发展趋势:

2.1 引战配合仿真技术需要建立更加精确的仿真模型

引战配合仿真过程中涉及大量的数学模型,因此模型的精确程度将直接影响引战配合仿真结果的准确度。以战斗部毁伤模型为例,其中包含的战斗部破片杀伤概率计算模型、冲击波杀伤概率计算模型等需要经过试验进行修正,进而得到能够真实反映战斗部能力的仿真模型。此外,传统的毁伤元主要有破片、高速弹丸以及冲击波,未来战场上对典型目标的打击势必会有高功率微波、高能激光、活性破片以及热等终端产物及其相互耦合。多种毁伤元的耦合累积效应目前国内外开展的研究均比较少,需要对单/多毁伤元打击下的毁伤累积算法进行研究,为引战配合仿真模型的构建奠定基础。因此,建立更加精确的引战配合模型是引战配合仿真技术未来的一大发展趋势。

2.2 引战配合仿真技术与计算机仿真技术发展紧密结合

从各国的引战配合仿真技术相关成果可以看出,通过建立的引战配合相关模型,利用计算机技术将武器系统导弹与目标的末端交会及毁伤情况可视化,不仅可以直观地得到导弹的作用效果,而且还能实时记录输出过程相关数据,便于分析和统计相关变量的变化趋势,还能够更好地服务于战场决策和火力规划。因此,引战配合技术未来将与计算机技术发展紧密结合,从而推动引战配合设计迈向更高台阶。

3 结语

通过分析国内外引战配合仿真技术发展的现状,归纳总结了国内外引战配合仿真技术发展的特点,在此基础上,结合未来作战样式及技术发展的特点,展望武器系统引战配合仿真技术在未来的发展趋势,为深入开展武器系统引战配合仿真技术研究具有一定的参考意义。

参考文献:

- [1] 张志鸿,周春生.防空导弹引信与战斗部配合效率和战斗部设计[M].北京:中国宇航出版社,1994:141-145.
- [2] Joseph E.Moritz.Graphical Display of a Missile Endgame Scenario.AD.A323096,1996.
- [3] 王孝文.地空导弹激光引信弹目交会仿真软件设计[D].西安:西安电子科技大学,2014.
- [4] 张志鸿.从系统工程角度研究防空导弹引信与战斗部配合问题[J].系统工程与电子技术,1990(3):38-45,80.
- [5] 黎光绪.飞机实战条件下多杀伤元毁伤评估技术研究[D].西安:西北工业大学,2021.
- [6] 张新伟,郝陈朋,宇灿.空空导弹战斗部毁伤效能评估技术研究[J].航空兵器,2019,26(2):45-49.