



飞行力学研究的新进展——飞行器攻防对抗研究评述

关世义

北京机电工程研究所, 北京 100074

E-mail: <mailto:zhangkeh16@yahoo.com>

收稿日期: 2008-08-23; 接受日期: 2008-09-24

摘要 介绍了飞行器未来的作战环境、国外攻防对抗技术和战术的发展情况, 特别是超低空飞航导弹在未来战争中的作用; 讨论了飞行力学、微分对策、试验设计和飞行仿真在攻防对抗研究中的作用; 从现代力学发展的角度, 提出了“攻防对抗和作战效能研究是飞行力学研究的新阶段”的观点。

关键词

飞行器
弹道导弹
飞航导弹
攻防对抗
作战效能
飞行力学
微分对策

文献[1]指出: “飞行力学(flight mechanics)是研究飞行器总体性能、运动规律及其伴随现象的科学, 是一般力学的一个分支, 是飞行器设计、试验、训练和运用研究的理论基础. 随着航空、航天、导弹、制导兵器、自动控制、计算机科学和信息技术等的发展, 虽然飞行力学的基本力学原理未变, 但就其研究内容、方法、手段、深度和广度而言, 飞行力学已经从传统的飞行力学, 发展成为有控飞行力学和计算飞行力学.”

“有矛必有盾. 因此, 攻防对抗历来是武器研究和运用的重要问题. 近年来, 由于军事大国正在大力构建其国家或战区导弹防御系统, 各类飞行器的攻防对抗和作战效能问题引起了国内外政治家、军事家、工程技术专家和飞行力学界的广泛关注. 鉴于其学科特点, 飞行力学在研究攻防对抗和作战效能等与飞行器总体性能密切相关的交叉性、综合性问题上具有独特的优势^[2-13]”.

众所周知, 军事上有一条公认的规律: “盾不及矛”, 或者“矛锐于盾”. 也就是说, 一般情况下, 进攻方总是比较容易占有一定的优势; 防御的代价往往要十倍、百倍于进攻的代价; 又说“进攻是最好的防御”. 现代武器门类众多, 包括航空器、航天器、导弹、制导兵器、舰船、地面装甲战车、水下兵器, 等等. 在导弹武器中主要包括弹道式导弹和飞航式导弹2大类, 这里将主要讨论飞航式导弹的攻防问题.

“它山之石, 可以攻玉”. 本文将结合近年来国外攻防对抗技术和战术的发展情况, 讨论飞行力学在导弹攻防对抗和作战效能研究中的作用, 以便运用飞行力学, 特别是有控飞行力学、计算飞行力学和微分对策的理论和解决方法来解决所面临的问题.

1 攻防对抗技术的发展

自从第二次世界大战期间出现无人、远程的进攻性可控武器——弹道式导弹和飞航式导弹以来, 火箭

和导弹技术, 制导兵器技术, 以及无人航空器(UAV)、无人航天器技术有了突飞猛进的发展. 但从总体上来看, 国际上的攻防对抗格局基本上还是围绕着这 2 大类导弹武器展开的.

进攻一方, 从地面、地下、水面、水下、空中到太空, 从近程、中程、远程到洲际, 去攻击敌方的地面、地下、水面、水下、空中和太空的目标.

防御一方, 也是竭尽全力来对付这 2 类导弹, 特别是弹道式导弹. 军事大国正在建立所谓国家导弹防御系统, 这里的导弹主要是指弹道导弹. 文献[14]对弹道导弹的攻防技术进行了较全面的阐述. 一般认为, 弹道导弹的主动段是比较危险的飞行段, 因为这时导弹容易被对方探测和拦截. 在对付超低空飞行的飞航导弹、无人航空器, 以及近程火箭弹方面, 尽管人们绞尽脑汁, 真可谓“机关算尽”, 但防御的效果迄今依然不尽人意[3,5,7].

攻防对抗正在向高空、超高空、太空扩展, 建立所谓空间攻防体系.

实战表明, 从局部战争、周边战争和突发事件的现实威胁来看, 飞航导弹是目前最危险的进攻性武器. 飞航导弹的优势主要表现在:

- 1) 最便宜的武器. 效费比很高, 可以大量发射;
- 2) 不受限制. 可以在任何时间、任何地点、任何气象条件下使用;
- 3) 隐蔽. 超低空、擦树梢、掠海飞行; 小型、隐身、伪装, 没有可靠的方法发现它;
- 4) 高精度. 可以直接命中目标, 是名副其实的精确制导武器;
- 5) 载体多(指发射平台多);
- 6) 应用范围很广(指打击的目标多);
- 7) 难以核查. 体积、质量小, 可以存放在地下、水下、山洞里. 不知道有多少, 不知道藏在什么地方;
- 8) 可以在任何方向飞行. 按照事先规划的安全航线飞行. 一般不是按最好的航线飞行, 而是按不好的航线(指地形复杂)飞行.

一般认为, 在未来以复杂电磁对抗为特征的信息化作战中, 对付飞航导弹唯一有效的办法可能是电子干扰! 突防问题基本上可划分为 3 个方面:

- 1) 破坏/压制敌人的防空火力(通过空地导弹、反辐射导弹、反辐射无人航空器等);

- 2) 回避敌人的防空火力(离线或在线航迹规划, 弹上威胁探测、告警、回避系统等);

- 3) 突破敌人的防空火力.

应当指出, 攻防只是相对而言的, 一个武器可能攻中有防, 防中有攻, 是辩证的统一体. 例如, 反舰导弹主要用来反舰, 因此, 它是进攻性武器; 但是, 同时也可能遇到对方的拦截, 反舰导弹的突防问题很重要. 同样, 其他导弹也有类似的问题.

1.1 未来的战场环境

为了研讨攻防对抗问题, 首先需要对未来飞航导弹的战场环境有一个大致的了解. 对飞航导弹的主要威胁来自下列软杀伤(电子对抗)系统或硬杀伤(火力对抗)系统之一种或它们的组合:

- 1) 对全球卫星定位系统(GPS)信号的干扰;
- 2) 对雷达导引头的干扰;
- 3) 高功率(或高能)微波武器(HPW);
- 4) 对光学导引头的激光干扰;
- 5) 诱饵或其他电子干扰;
- 6) 防空火炮(高射炮、密集阵火炮);
- 7) 面对空导弹(地空导弹、舰空导弹);
- 8) 空对空导弹;
- 9) 其他手段(如气球、烟幕、水幕等).

1.2 飞航导弹的突防技术

为了突破传统意义上的防空系统, 即防空火炮、面对空导弹和空对空导弹, 飞航导弹可能采用以下突防技术措施的一种或者多种[7]:

- 1) 超低空、“擦树梢”、掠海、海效飞行技术;
- 2) 机动多变弹道(变高度、变方向、变速度)技术;
- 3) 任务规划技术——离线或在线规划技术;
- 4) 精确导航技术——组合导航系统(INS, SINS)+GPS, 四维精确导航;
- 5) 导引头技术——自动目标识别(ATR), 智能化末制导技术, 多模导引头技术;
- 6) 快速性——亚、超声速组合飞行, 超低空、超声速飞行($H \leq 100 \text{ m}$, $Ma \geq 1.2$), 超高空、高超声速飞行($H \geq 30 \text{ km}$, $Ma \geq 5.0$);
- 7) 隐身技术——雷达、红外、声学隐身技术;
- 8) 水下攻击技术(飞航式反潜导弹, 高速超空泡

水下导弹);

- 9) 小型、微型导弹技术;
- 10) 智能变形导弹技术;
- 11) 诱饵——拖曳式诱饵, 伴飞式诱饵, 可控诱饵(带无线电、红外干扰);
- 12) 被动探测技术——降低被截获的概率;
- 13) 抗无线电干扰;
- 14) 抗 GPS 干扰;
- 15) 智能引信技术;
- 16) 数据链技术;
- 17) “人在回路”技术;
- 18) 加固、屏蔽技术。

1.3 飞航导弹的突防战术

战术上, 可采用低成本的弹群(或成组导弹、成批导弹)突防, 其样式主要有以下 3 种:

1) 饱和攻击. 对同一目标发射一定数量的同类导弹, 或者大量的廉价导弹, 发射后它们之间不存在任何联系, 但是可从不同方位、不同空域进入, 以便分散或消耗对方兵力, 达到突防目的;

2) 协同攻击. 对同一目标(或若干目标)发射预先规划好的、一定数量的同类导弹, 或同类导弹的系列化组合, 或不同类导弹, 或同类导弹与其他武器(如廉价的无人航空器 UAV)的组合, 发射后它们之间存在着一定的数据链联系→群体攻击战术;

3) “人在回路”的协同攻击. 在以上协同攻击的基础上, 实现导弹与导弹之间的双向数据链联系, 导弹与操作手之间的双向数据链联系。

2 攻防对抗问题的主要研究方法和手段

综上所述, 运动对象(如导弹与目标)之间的攻防对抗问题大体上分为 3 大类^[44]:

- 1) 火力对抗(硬杀伤)——分为攻击导弹载体(或发射阵地)和攻击导弹;
- 2) 反导弹机动——分为反指挥机动和反拦截机动;
- 3) 电子对抗(软杀伤)——分为有源干扰和无源干扰。

虽然以上 3 类对抗问题各有特点, 但本质上, 它们大都属于所谓追、逃问题, 因而是一个非常复杂的

动力学过程. 统计分析和微分对策是研究这一过程有力的数学工具, 高速计算(数字仿真、半实物仿真)是问题求解的主要途径, 模拟作战环境试验(operational testing)是未来武器发展的必然趋势。

所谓微分对策, 简言之, 就是“局中人之间进行对策活动时, 要用到微分方程(组)来描述对策现象或规律的一种对策^[45]”。应当指出, 针对飞行器之间的攻防对抗而言, 这里的微分方程(组)将由有控飞行器的运动方程构成. 下面仅以二人零和微分对策为例进行讨论。

二人零和微分对策的概念来自对策论, 即一个局中人的赢得为另一个局中人的损失, 是研究其他微分对策的基础, 其基本形式如下^[46]

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= f(t, x, u, v), \\ x(t_0) &= x_0, \end{aligned} \quad (1)$$

$$J(u, v) = g(t(u, v), x(t(u, v))) + \int_{t_0}^{t(u, v)} h(t, x, u, v) dt, \quad (2)$$

其中, $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ 为 m 维欧氏空间的点; $f_i(t, x, u, v)(i=1, 2, \dots, m)$ 为 $[t_0, T_0] \times R^m \times U \times V$ 上描述甲、乙双方对抗过程的实函数; $u=u(t): [t_0, T_0] \rightarrow U$ 为可测函数; $v=v(t): [t_0, T_0] \rightarrow V$ 为可测函数; $J(u, v)$ 为支付函数. U, V 称为甲、乙的控制集或控制空间. 局中人甲希望选择控制函数 $u \in U$ 使得 $J(u, v)$ 最大, 而乙则相反。

在满足一定假设条件下, 对于给定的 $u(t), v(t)$, 微分方程组具有如下的唯一解

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^t f(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau, \quad (3)$$

其中, $x(t)$ 称为对应于控制函数 $u(t)$ 与 $v(t)$ 的轨迹。

当局中人甲、乙具体选定函数 $u(t)$ 与 $v(t)$ 以后, 相应的轨迹 $x(t)$ 和捕获时间 $t(u, v)$, 以及支付 $J(u, v)$ 即确定. 实际问题中, 支付函数 $J(u, v)$ 的形式视具体问题而定。

微分对策从创立至今已经有 40 年的历史. 微分对策作为一个新的应用数学分支, 在解决许多实际运用问题发挥了重要的作用, 取得了十分丰富的成果. 但是, 在以往研究中, 为了得到问题的解析解, 往往对数学模型做了过多的简化, 例如仅仅考虑简化的飞行器运动学方程, 因而不能满足实际问题的

需要. 因此, 需要利用计算数学、计算机技术、试验设计和仿真技术的最新成果来解决所面临的实际应用问题.

3 飞行力学在攻防对抗研究中的重要作用

随着各类飞行器(导弹、制导兵器、航空器、航天器, 以及水中兵器)的迅速发展, 攻防对抗近年来已经成为飞行力学界研究的热点和重点问题. 武器发展中, 攻防对抗问题范围广大, 几乎无处不在, 包括空战问题、防空问题、反舰问题、反坦克问题、反潜问题、反导问题、反卫问题(空间攻防问题)、等等. 这些问题大都与飞行器的运动(追、逃)及其制导、导航、控制过程有关, 因而是一些比较典型的、带有约束的有控飞行力学问题^[16-31].

事实上, 微分对策的创立者、美国的数学家依萨克(Isaacs)博士在 20 世纪 50 年代中期就研究了对抗双方都能自由行动的追逃问题, 并于 1965 年出版了第一部关于微分对策的专著《微分对策》. 国外对追逃微分对策的研究较多, 如空战中的拦截问题, 导弹对飞行器(导弹、飞机)的拦截问题, 舰艇的追逃问题, 等等.

如上所述, $f_i(t, x, u, v)(i=1,2,\dots,m)$ 为 $[t_0, T_0] \times R^m \times U \times V$ 上描述甲、乙双方对抗动态过程的实函数. 以反导问题为例, 进攻一方(突防弹)通常为弹道导弹或飞航导弹, 防守一方(拦截弹)为防空系统中的防空导弹、空空导弹或防空火炮.

根据导弹飞行力学, 可分别写出攻防飞行器双方对抗(飞行)过程的数学模型.

突防弹(Penetrator)运动的数学模型为

$$\dot{x}_{pi}(t) = f_{pi}(t, x_p, u, v), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (4)$$

拦截弹(Interceptor)运动的数学模型为

$$\dot{x}_{ij}(t) = f_{ij}(t, x_I, u, v), \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (5)$$

支付函数为

$$J(u, v) = g(t(u, v), x(t(u, v))) + \int_{t_0}^{t(u, v)} h(t, x, u, v) dt, \\ x = (x_{pi}, x_{ij}).$$

必要时, 还可以写出二者的相对运动方程组.

数学模型中主要包括导弹的运动学方程组、动力

学方程组, 制导、导航/控制过程方程组. 一般而言, 导弹运动的数学模型是相当复杂的, 它们由许多非线性、变系数、大扰动、带有时滞参数和随机变量的运动方程组成.

由此可见, 各种飞行器之间的攻防对抗是在飞行器的飞行过程中实现的, 而这一过程只能通过有控飞行器的运动微分方程组来描述, 因此, 它们是一些典型的微分对策问题. 一般地, 此类问题只有通过数值积分的方法求解.

过去, 飞行器的设计往往比较侧重于飞行性能, 或者说“以飞行性能为中心”, 相应地, 飞行力学的研究可以分为 3 个阶段^[17]

第 1 阶段: 研究飞行器视为一个可控质点的运动;

第 2 阶段: 研究飞行器作为自动控制对象(刚体或弹性体)的动态特性;

第 3 阶段: 研究飞行器的飞行精度(含命中精度).

相对而言, 上述问题比较单纯, 主要是力学问题, 或者“力学+控制”问题.

随着飞行器技术及其运用研究的发展, “以效能(或效费比)为中心”的“均衡设计”(balanced design)思想现已被广泛接受. 因此, 仅仅研究单一飞行器的飞行性能和运动规律已经远远不能满足客观实际的需要. 另外, 飞行力学在研究单一飞行器运动的同时, 还需要研究若干飞行器的协同运动或对抗运动. 飞行力学在研究若干飞行器在复杂背景环境下的相对运动关系, 或者说, 在研究飞行器的攻防对抗问题中起着非常重要的作用. 飞行力学是建立飞行器有控运动数学模型和研究飞行器攻防对抗问题的理论基础. 可见, 攻防对抗研究可以视为飞行力学研究的第 4 阶段.

飞行器的多学科设计优化和均衡设计的示意图如图 1~4 所示.

在协同优化(collaborative optimization, 简称 CO)中, 每个子空间不仅进行分析, 而且进行设计优化. 其基本思想是每个子空间在设计优化时可暂时不考虑其他子系统的影响, 只需满足本子系统的约束, 它的优化目标是使该子系统设计优化方案与系统级优化提供的目标方案的差异最小. 各个子系统设计优化结果的不一致性, 通过系统级优化来协调, 通过系

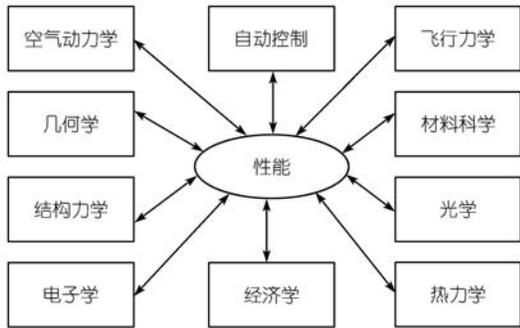


图1 飞行器的多学科设计优化示意

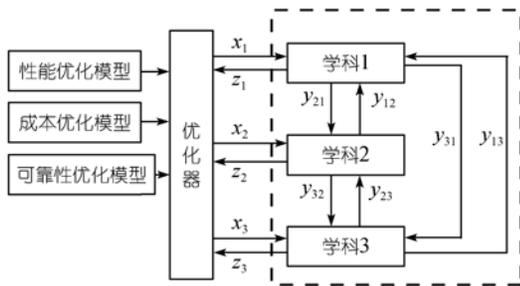


图2 包含三个学科的系统MDO示意图

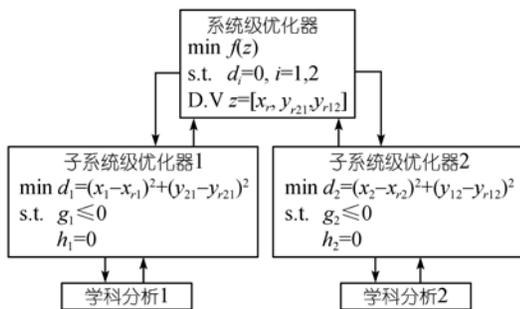


图3 协同优化方法(CO)示意图

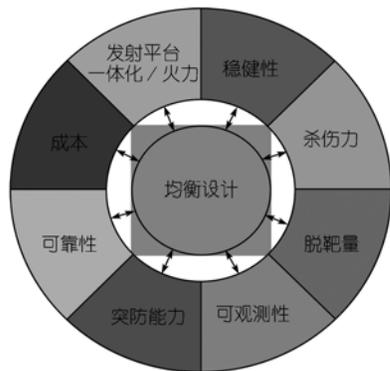


图4 精确制导武器的均衡设计示意图

统级优化和子系统优化之间的多次迭代, 最终找到一致性的最优设计(见图3).

从导弹系统或导弹武器系统的角度来看, 攻防对抗仅仅是导弹作战效能的一个重要影响因素. 对于反舰导弹而言, 影响作战效能的主要因素有以下10个方面:

- 1) 目标的易损性;
- 2) 目标预警概率和定位精度;
- 3) 导弹的射前生存能力;
- 4) 导弹的发射成功率;
- 5) 导弹的飞行可靠性;
- 6) 导弹的飞行安全性;
- 7) 导弹在对抗中的突防能力;
- 8) 目标捕获概率;
- 9) 导弹的飞行精度;
- 10) 导弹的战斗部效能.

在“以效能为中心”的今天, 飞行力学的研究任务、研究重点、研究方法也将随之有所变化, 从过去那种“以性能为中心”的思想逐步转向为“以效能为中心”的思想, 或者随着飞行器研制过程的推移, 在解决飞行器的性能问题之后, 应当自然地把更多的时间和精力放到研究比较复杂的、多学科交叉、多技术融合的作战效能问题上. 于是, 飞行器的效能研究就成为飞行力学研究的第5阶段.

飞行力学的研究阶段划分见图5. 攻防对抗和作战效能研究作为飞行力学研究的新阶段, 突出反映了现代飞行力学研究所具有的多学科交叉、多技术融合的特点, 同时也是现代飞行器发展和运用研究的迫切需要.

可见, 飞行力学与其他学科的交叉, 可以形成新的学科生长点, 不断地丰富飞行力学的研究内容和方法, 并使飞行力学学科保持着旺盛的生命力.

以飞行力学、飞行控制、飞行仿真、对策论、运筹学等为基础来研究飞行器的攻防对抗问题时, 对于突防一方而言, 主要是确定在一组想定条件下的突防概率; 对于拦截一方而言, 则是确定相同条件下的拦截概率. 现在比较实用的方法是采用大量的计算机数字仿真试验, 即所谓Monte-Carlo法. 这是多年来我们在飞行力学研究中经常采用的方法. 为此, 需要解决如下一些主要问题:

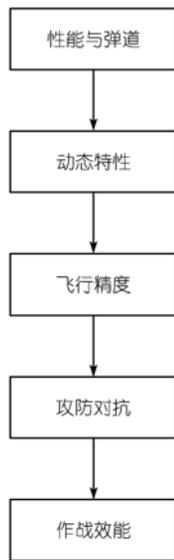


图 5 飞行力学研究阶段的划分

- 1) 攻防对抗问题的提出和描述(即理论模型的建立);
- 2) 建立攻防双(多)方运动过程的数学模型——各自运动的数学模型, 相对运动的数学模型;
- 3) 建立攻防双(多)方制导、导航、控制过程的数学模型;
- 4) 选择支付(代价)函数;
- 5) 选择对抗策略;
- 6) 设计仿真试验方案或对抗想定方案(试验设计);
- 7) 仿真模型的建立(含算法);
- 8) 仿真运算;
- 9) 对抗过程的可视化;
- 10) 试验结果的统计处理和建立突防概率数学模型(预报公式).

攻防对抗问题求解的典型工作流程如图 6 所示. 可见, 飞行力学解决攻防对抗问题的典型流程是: 问题描述(理论模型的建立)→数学模型建立→对抗策略选择→试验(方案)设计→仿真模型建立(含算法选择)

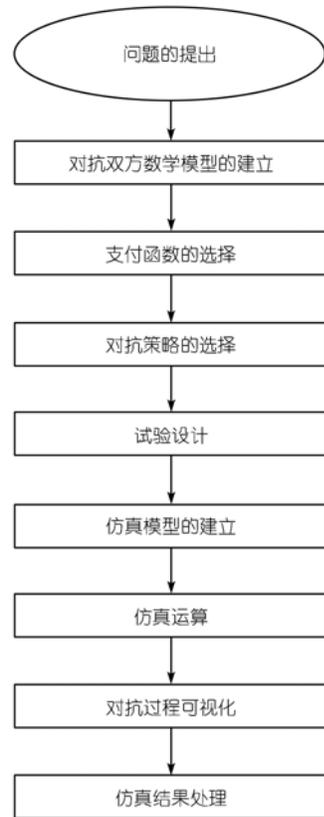


图 6 对抗仿真统计试验的典型工作流程

→统计试验→可视化→统计处理+预报公式建立.

4 结束语

综上所述, 飞行力学在研究攻防对抗和作战效能问题中起着重要的作用.

虽然攻防对抗和作战效能问题早已引起我国飞行力学界的关注, 但是, 作为一种有组织和有针对性的学术活动还是近年来的事情. 自 2005 年中国飞行力学学术年会以来, 中国宇航学会飞行力学专业委员会商定, 攻防对抗将成为今后飞行力学学术年会的主题, 以飞行力学为基础, 不断推动我国的攻防对抗和作战效能研究工作. 我们希望, 通过这种研究进一步推动我国飞行力学的进步, 同时也促进有关飞行器的设计、试验、训练和运用研究工作.

参考文献

- 1 2005 年中国飞行力学学术年会论文集. 中国宇航学会飞行力学专业委员会, 2005.10
- 2 2006 年中国飞行力学学术年会论文集. 中国宇航学会飞行力学专业委员会, 2006.10

- 3 关世义. 方兴未艾的超低空突防战术和技术. 系统工程与电子技术, 1988, (2)
- 4 关世义. 战术导弹仿真技术的发展与展望. 系统仿真学报, 1992, (1)
- 5 关世义. 再论超低空突防战术和技术. 战术导弹技术, 1997, (5)
- 6 关世义. 三论超低空突防战术和技术. 战术导弹技术, 2006, (2)
- 7 关世义. 飞航导弹突防技术与战术导论. 战术导弹技术, 2006, (3)
- 8 张克, 刘永才, 关世义. 巡航导弹攻防对抗策略研究. 飞航导弹, 2001, (6)
- 9 张克, 刘永才, 关世义. 多智能体系统在导弹攻防对抗仿真中的应用可行性研究. 战术导弹技术, 2001, (6)
- 10 张克, 刘永才, 关世义. 试论巡航导弹智能作战系统. 战术导弹技术, 2001, (3)
- 11 王斯福, 刘永才, 关世义, 等. 均匀设计在目标捕捉仿真中的应用研究. 系统仿真学报, 2006, 18(10)
- 12 王斯福, 刘永才, 关世义, 等. 伴飞诱饵支援条件下无人飞行器协同作战效能研究. 宇航学报, 2007, (2)
- 13 陈志全, 李忠应, 关世义. 巡航导弹航迹规划综述. 战术导弹技术, 1994, (3)
- 14 李廷杰. 防空导弹武器系统射击效率. 北京: 北京航空学院出版社, 1987
- 15 刘石泉. 弹道导弹突防技术导论. 北京: 中国宇航出版社, 2003
- 16 李登峰. 微分对策及其应用. 北京: 国防工业出版社, 2000
- 17 (苏)А А, 列别捷夫, JI. C. 契尔诺勃洛夫金. 无人驾驶飞行器的飞行动力学. 张炳暄, 等译. 北京: 国防工业出版社, 1964
- 18 汤善同. 微分对策制导规律与改进的比例导引制导规律性能比较. 宇航学报, 2002, 23(6)
- 19 张有济, 等. 战术导弹飞行力学设计(上, 下). 北京: 宇航出版社, 1998
- 20 关世义, 宋玮, 权凌云. 导弹研制和运用中的弹道问题. 见: 2003 年中国飞行力学学术年会论文集. 北京: 中国宇航学会飞行力学专业委员会, 2003
- 21 关世义, 朱坤, 宋福志. 关于飞航导弹体系的几个问题. 战术导弹技术, 2004, (3)
- 22 王斯福, 刘永才, 关世义, 等. 巡航导弹突防效能探讨. 见: 中国宇航学会首届学术年会论文集. 北京: 中国宇航学会, 2005
- 23 郭丹, 张克, 关世义. 飞航导弹攻防对抗仿真系统模型构成与 VV&A 研究. 见: 2005 年中国飞行力学学术年会论文集. 北京: 中国宇航学会飞行力学专业委员会, 2005
- 24 张克, 刘永才, 关世义, 等. 体系作战条件下飞航导弹突防技术及突防系统研究. 见: 2005 年中国飞行力学学术年会论文集. 北京: 中国宇航学会飞行力学专业委员会, 2005
- 25 史晓丽, 刘永才, 关世义, 等. 群体智能在 UCAV 突防技术中的应用初探. 见: 2006 年中国飞行力学学术年会论文集. 北京: 中国宇航学会飞行力学专业委员会, 2006
- 26 王斯福, 关世义, 张克. 反舰导弹武器系统软对抗分析. 见: 国外导弹武器系统发展体系论文集. 北京: 中国航天三院 310 所, 2004
- 27 沙基昌. 数理战术学. 北京: 科学出版社, 2003
- 28 孙连山, 等. 导弹防御系统. 北京: 航空工业出版社, 2005
- 29 国家自然科学基金委员会数学物理科学部. 力学学科发展研究报告. 北京: 科学出版社, 2007
- 30 (苏)И · И · 安努列夫. 反导与防天武器. 北京: 国防科工委情报研究所, 1973
- 31 (苏)А · Н · 沃尔任, 等. 对抗精确制导武器的方法. 张伯恒, 等译. 北京: 国防科工委情报研究所, 1986