

【其他研究】

# 基于多目标规划的导弹作战火力分配模型

杨娟<sup>a</sup>,池建军<sup>b</sup>,闵华侨<sup>b</sup>

(装备指挥技术学院 a. 科研部; b. 研究生管理大队, 北京 101416)

**摘要:** 论述了导弹作战运筹分析的方法和过程,建立了基于多目标规划的导弹作战火力分配模型,并对模型进行了算例仿真和验证分析。结果表明,建立的模型符合实际,可为导弹作战火力分配问题决策提供有力支持。

**关键词:** 导弹作战; 运筹分析; 多目标规划; 火力分配

**中图分类号:** E911

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-0707(2011)11-0107-03

导弹作战运用是打赢未来高技术战争的重要保证。导弹作战的最终目的是毁伤预定目标,并达到预期毁伤指标,其基础是火力规划<sup>[1]</sup>。导弹作战火力规划分为2个层次<sup>[2-3]</sup>:第1层次是目标选择,确定打击目标;第2层次是瞄准点选择、火力分配及发射弹数计算。为了实现导弹作战的体系效能或高效费比,不仅要关注导弹武器消耗量即“用多少”的问题,还应明确“用什么”的问题,即在制定各种不同类型打击目标的情况下,需要研究不同型号和数量的导弹武器规模需求问题,同时,在将一定数量的相同或不同类型的导弹武器对优选的对手重要目标、关键节点或薄弱环节进行火力打击时,还需要研究导弹武器型号和数量的火力分配问题。本文着重研究如何利用运筹分析和多目标规划模型方法,求解导弹作战火力分配问题。

## 1 导弹作战运筹分析

导弹作战运筹分析是应用基于量化分析的科学化方法对导弹作战运用优化决策问题进行的研究或知识体系<sup>[4-5]</sup>,其中:决策方案、系统运行过程(作业)、决策准则、系统运行条件是导弹作战运筹分析问题的基本要素。围绕如何打击、

如何防御以及战备建设等问题,导弹作战运筹分析的目的在于对导弹作战运用活动进行科学的运筹、规划、计算、模拟,实现以最小的损失代价达到最大的作战效果。

导弹作战运筹的重点是兵力运筹和火力规划,主要包括兵力布势、快速反应、火力分配、任务计划等。这些规划的结果是形成作战方案,给出导弹作战行动方案的评估与优化,为各指挥层决策提供依据<sup>[6]</sup>。探讨有效的运筹分析方法,并用以研究解决导弹作战火力分配中的决策问题,是导弹作战方案推演和作战运筹实验的重要内容。导弹作战运筹分析问题的求解过程如图1所示。

## 2 基于多目标规划的火力分配模型

### 2.1 模型的主要功能

多目标规划模型的主要功能下<sup>[3,7]</sup>:

- 1) 确定打击各种目标的导弹的种类和每种导弹的数量(即确定导弹对目标的最优配置)。
- 2) 在一定的效能、数量、费用、时间约束条件下,确定所需要的导弹的种类和每种导弹的数量(即确定导弹的最优配置)。

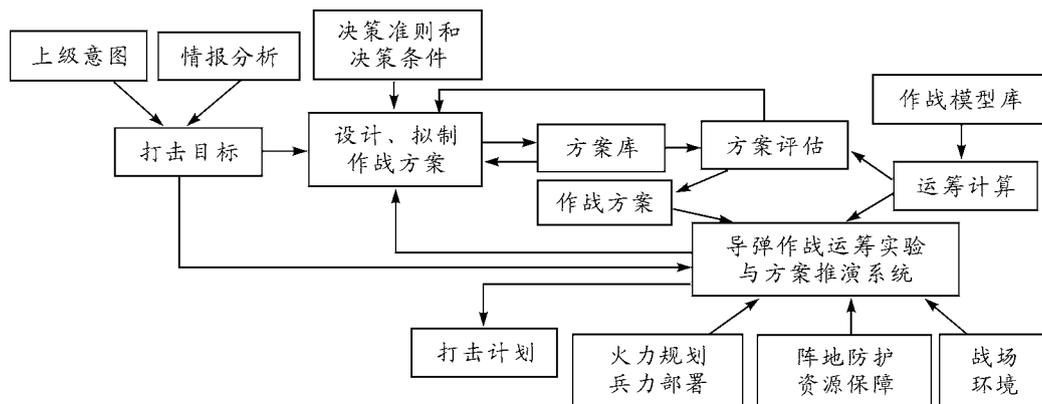


图1 导弹作战运筹分析方法和过程

收稿日期:2011-09-15

作者简介:杨娟(1966—),女,副教授,主要从事装备管理与发展、作战模拟等研究。

## 2.2 火力分配模型

### 2.2.1 建模思路

导弹火力分配的主要内容包括打击目标的种类和数量,以及打击目标所需的导弹种类和每种导弹的数量<sup>[7]</sup>。决策者希望达到的目标不同时,导弹的火力分配方案也不同。根据导弹作战运用的特点,可认为决策者希望达到的目标是最佳地将这些导弹分配到一定种类和数量的目标上,以期达到最优的作战效果。

### 2.2.2 模型的建立<sup>[7-8]</sup>

设有  $m$  种型号的导弹武器,向  $n$  类目标中的  $l$  个实施打击;导弹武器总数量为  $N$ ,但每种导弹武器的数量不同,其中第  $i$  种导弹武器的数量为  $N_i$ ;打击第  $j$  类目标中的单一目标并使目标造成相应毁伤等级  $\lambda$  所需第  $i$  种导弹武器的数量为  $\varphi_{ij\lambda}$ ;第  $i$  种导弹武器的突防数量为  $N'_i$ 。

#### 1) 约束条件

##### ① 导弹武器数量的约束条件

每一种导弹武器的突防数量不能超过其原有数量。因此有

$$N'_i \leq N_i \quad (1)$$

式中:  $N'_i$  为第  $i$  种导弹武器的突防数量;  $N_i$  为第  $i$  种导弹武器的数量,  $\sum_{i=1}^m N_i = N$ 。

##### ② 导弹武器突防数量的约束条件

分配到各个目标的各类突防导弹武器数量不能超过相应导弹武器的突防数量。因此有

$$\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{w_j} \sum_{\lambda=1}^m \varphi_{ij\lambda} \leq N'_i \quad (2)$$

式中:  $p$  为对手作战体系中的节点数(即目标种类数);  $w_j$  为第  $j$  类目标中的单个目标数量;  $m$  为导弹武器的类型数量;  $\varphi_{ij\lambda}$  为打击第  $j$  类目标中的单一目标并使目标造成相应毁伤等级  $\lambda$  所需第  $i$  种导弹武器的数量;  $N'_i$  为第  $i$  种导弹武器的突防数量。

#### 2) 目标函数

火力分配追求的是最优作战效果,即使导弹武器打击后能够获得最优的累积效果。因此有

$$\min F = \sum_{k=1}^p [F_1(x_k) + F_{ul}(x_k)] \quad (3)$$

式中:  $F$  为对手作战体系的整体势能;  $p$  为对手作战体系中的节点数量;  $F_1(x_k)$ 、 $F_{ul}(x_k)$  分别表示节点  $x_k$  遭受打击或影响以后的拓扑势能和潜势能。

## 3 算例分析

设某次导弹作战行动,需要运用导弹武器对手战争体系中的重点目标进行火力打击。假定对手战争体系中的重点目标数量明细如表 1 所示<sup>[3,7]</sup>。

表 1 对手战争体系重点目标数量明细表

战争体系(249 个)													
军事系统(165 个)						政治系统(12 个)			战争潜力系统(72 个)				
侦察预警系统	指挥控制系统	防空反导系统	压制作战系统	重兵集团系统	作战保障系统	党政军首脑系统	行政机构系统	传媒机构系统	能源系统	交通系统	工业系统	通信系统	
22	61	20	21	8	33	4	4	4	28	21	10	13	

导弹作战运用的火力分配是有效地将给定类型和数量的导弹武器分配到目标库中的各个目标,使被毁伤目标的累积效果达到最大。对导弹作战运用的火力分配情况进行仿真实验,其仿真结果如表 2 所示。

表 2 中,导弹数量分别是己方对手战争体系中部分目标实施打击中一次性运用的弹道导弹或巡航导弹数量。表 2 中后两项分别表示所使用的导弹不具备特殊弹头或能力时,导弹打击取得的累积效果,数值表示对手战争体系作战能力下降百分比。使用的导弹具备特殊弹头或能力时,导弹打击取得的累积效果,数值表示对手战争体系作战能力下降百分比,其中:特殊弹头或能力是指弹道导弹具备钻地、电磁脉冲或微波弹头,巡航导弹具备隐身、超音速巡航等能力。

将表 2 中数据反映在图 2 中进行分析。图 2 中:两条蓝色线条(图中上面部分的两条线)表示弹道导弹打击的效果;两条红色线条(图中下面部分的两条线)表示巡航导弹打击的效果。从图 2 中可以看出:两种类型的导弹具备相应特殊能力后,作战效果要比不具备特殊能力的时候要高。同等数量的弹道导弹作战效果要比巡航导弹的作战效果要高,这是由于对手战争体系中适合弹道导弹打击的重要目标较多的原因。图中具备特殊能力的巡航导弹打击效果陡增现象是由于巡航导弹具备特殊功能和对手重要的预警系统、高性能防空反导弹阵地被摧毁后导致此类巡航导弹突防概率大幅增加所致。

表2 弹道导弹火力分配与作战效果结果分析

导弹数量	导弹作战累积效果 (不具备特种弹头、 特殊能力)		导弹作战累积效果 (具备特种弹头、 特殊能力)	
	弹道导弹	巡航导弹	弹道导弹	巡航导弹
100	1.2%	4.9%	1.2%	6.3%
200	10.0%	8.4%	10.0%	9.2%
300	16.4%	10.5%	16.4%	13.0%
400	19.5%	13.0%	19.5%	15.7%
500	21.7%	15.5%	21.7%	17.4%
600	28.3%	16.8%	28.3%	19.1%
700	34.8%	18.2%	34.8%	20.8%
800	40.5%	19.5%	40.5%	22.5%
900	45.7%	20.8%	45.7%	30.8%
1000	50.6%	22.1%	50.6%	37.8%

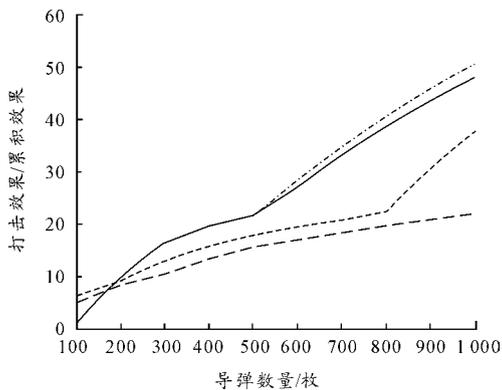


图2 导弹作战火力分配仿真结果

## 4 结束语

导弹作战运用是从作战准备开始,直到作战结束,针对战场态势的变化,不断科学计算、不断筹划、不断决策、不断采取对策的一个过程。运筹分析是解决导弹作战运用问题的有效方法。本文建立了基于多目标规划的导弹作战火力分配模型,并对模型进行了算例仿真和验证分析。结果表明建立的模型符合实际,可为导弹作战火力分配问题决策提供有力支持。

## 参考文献:

- [1] 毕义明,汪民乐.第二炮兵运筹学[M].北京:军事科学出版社,2005.
- [2] 邱成龙.地地导弹火力运用原理[M].北京:国防工业出版社,2001.
- [3] 邱成龙.地地导弹火力运用方法[M].北京:国防工业出版社,2002.
- [4] 张最良.军事战略分析方法[M].北京:军事科学出版社,2009.
- [5] 张最良,蔡游飞.信息化条件下联合作战运筹分析的特点和一般方法论[J].军事运筹与系统工程,2011,25(1):5-10.
- [6] 毕义明,刘良.军事建模与仿真[M].北京:国防工业出版社,2009.
- [7] 罗小明,杨娟.弹道导弹攻防对抗的建模与仿真[M].北京:国防工业出版社,2009.
- [8] 周赤非.新编军事运筹学[M].北京:军事科学出版社,2010.

(责任编辑 刘 舸)

(上接第91页)

## 参考文献:

- [1] 杨庚,许建,陈伟.物联网安全特征与关键技术[J].南京邮电大学学报:自然科学版,2010,30(4):20-29.
- [2] 吴同.浅析物联网的安全问题[J].网络安全技术与应用,2010(8):7-8.
- [3] 杨慧娟,黄铮,霍鹏飞.物联网关键技术分析与优化能量资源分配[J].四川兵工学报,2011(2):146-147.
- [4] 习阳.物联网技术在军工行业的应用[J].兵工自动化,2010(2):59-60.
- [5] 叶青.物联网安全问题技术分析[J].网络安全技术与

应用,2010(10):32-33.

- [6] 张福生.物联网开户全新生活的智能时代[M].太原:山西人民出版社,2010.
- [7] 宁焕生,张彦.RFID与物联网[M].北京:电子工业出版社,2008.
- [8] 杨刚,沈沛意,郑春红.物联网理论与技术[M].北京:科学出版社,2010.
- [9] 宁焕生,王炳辉.RFID重大工程与国家物联网[M].北京:机械工业出版社,2010.
- [10] 郭贺铨.物联网的应用与挑战综述[J].重庆邮电大学学报:自然科学版,2010(5):526-531.

(责任编辑 周江川)