

弹道导弹防御的交战程序组设计

黄树彩¹, 刘军兰², 康红霞¹

(1. 空军工程大学导弹学院, 陕西 三原 713800; 2. 空军工程大学电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要 针对一体化的弹道导弹防御问题, 提出了有效进行弹道导弹防御的按程序自动交战原则的交战程序组设计方法。根据一体化的多层弹道导弹防御系统构成, 提出了弹道导弹防御交战程序组的概念, 设计了实现弹道导弹全程拦截的助推段、中段和末段交战的交战程序组, 规划了交战程序组的信息时序。交战程序组的设计对于弹道导弹防御系统的筹划和建设以及系统的作战运用将具有重要的作用。

关键词 导弹防御; 交战程序组; 信息规划; 一体化

DOI 10.3969/j.issn.1009-3516.2011.03.008

中图分类号 TP391 **文献标识码** A **文章编号** 1009-3516(2011)03-0035-05

弹道导弹防御的任务是开发一体化、分层的防御系统, 能够在敌方各种射程的弹道导弹飞行的各个阶段与他们进行交战^[1-4]。它要求天基传感器、监视和跟踪雷达、先进拦截弹以及作战管理、指挥、控制与通信等各个防御单元的复杂联合, 可作为一个一体化的系统共同工作。

弹道导弹防御作战过程中, 由于作战时空被极大压缩, 离散单独系统的作用有限, 使得导弹防御系统与目标交战过程必须按照规则、按程序自动进行^[5]。因此弹道导弹防御作战应综合各种威胁态势、传感器和武器资源, 进行全系统的优化, 设计出不同战场态势的交战程序组合, 实现弹道导弹防御作战的按规则自动交战原则。

1 弹道导弹防御系统构成

弹道导弹防御的目标是实现以网络为中心的分层防御, 确保威胁目标在整个飞行过程中一直处于防御系统的杀伤区域, 并能在任何时间、任何责任区对处于各种飞行阶段的弹道导弹目标进行拦截。

弹道导弹防御系统从功能上划分, 包括传感器系统、指挥控制/作战管理通信(Command Control Battle Management and Communication, C2BMC)系统、武器系统以及支持系统^[6-10], 见图 1。

侦察卫星对敌方前线及纵深地区不断实施情报侦察, 发现敌方的弹道导弹发射架或发射井, 即将有关信息传送给国家 C2BMC 系统。

预警卫星发现敌方弹道导弹发射, 将探测信息传送到国家 C2BMC 系统, 向整个导弹防御系统发出导弹攻击警报; 并引导临近空间预警平台、空基预警平台和远程地基、海基预警雷达在一定范围内搜索并跟踪弹

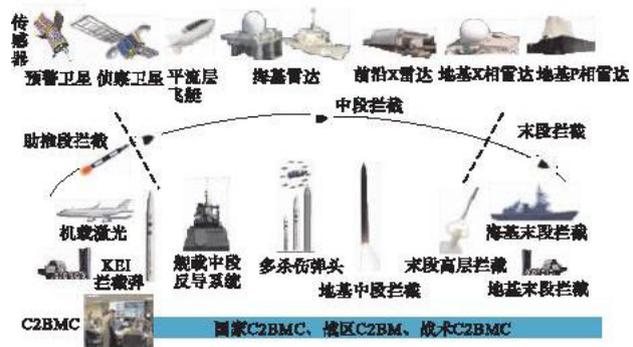


图 1 一体化的多层弹道导弹防御系统

Fig.1 Incorporated multilayer ballistic missile defense system

* 收稿日期: 2010-12-13

基金项目: 国家“863”计划资助项目(2009AAXXXXXXX)

作者简介: 黄树彩(1967-), 男, 湖北黄梅人, 教授, 博士生导师, 主要从事空天防御系统与工程研究。

E-mail: hsc67118@126.com

道导弹,识别真假弹头,同时进一步预测弹道导弹弹道、弹头个数、落点范围,并将这些信息传送给战区战术 C2BMC 系统。

在敌方弹道导弹助推段和上升段,战术 C2BMC 系统选择合适的时机以机载激光器或 KEI 拦截弹摧毁处于助推段或上升段飞行的弹道导弹;在敌方弹道导弹的中段,战术 C2BMC 系统选择合适的时机以动能拦截武器将弹道导弹摧毁;在敌方弹道导弹的末段,战术 C2BMC 系统在合适时机选择末段高层拦截弹或低层拦截弹对弹头进行摧毁。

2 交战程序组概念

一体化的多层防御将是实现弹道导弹防御有效途径,引进“交战程序组”(Engage Schedule Group, ESG)的概念^[5],可以有效地进行导弹防御系统的一体化设计。一个交战程序组确定了一个特定的防御武器与探测器组合,协同探测、跟踪和拦截敌方的弹道导弹,形成弹道导弹防御的杀伤链。这条杀伤链从最初探测到威胁导弹的时间开始,到拦截了这枚导弹结束。因此通过杀伤链也就能确定弹道导弹防御系统的各个组成部分如何集成为一体,从而大大地扩大探测和交战区域,这个交战区域超过了单一的防御单元所能实现的交战区域。

交战程序的概念见图 2^[5]。成功地拦截一枚弹道导弹包括以下几个过程:敌方远程弹道导弹的发射首先要被探测到,然后引导探测器跟踪威胁导弹的弹头,还要把这个弹头与其周围的碎片或对抗手段区分开,计算威胁弹头的落点,规划交战,以便发射拦截弹,当拦截器进入最后交战,要去拦截威胁弹头的时候,要向拦截器发送更新的目标数据,拦截威胁弹头,并评估这次交战是否成功。

在整个杀伤网上有几种可能的交战路线,每条路线要把不同组合的导弹防御系统的各防御单元联系起来,作为一个交战程序组,共同行使防御功能。

导弹防御杀伤网对于说明把弹道导弹防御系统的各种组成部分集成为一个体系是非常重要的,如海基拦截弹根据舰载雷达交战的 ESG,将描述海基拦截弹的交战路线,在这种情况下,拦截弹从一艘军舰上发射,将利用来自同一个平台上建制内的探测器数据,也就是说发射拦截弹的是进行探测的同一艘军舰。但是,大多数的 ESG 都包括来自不止一个计划单元的组成部分,如地基中段防御单元和海基中段防御单元。

例如,依据舰载雷达发射地基中段拦截弹的 ESG,所描述的就是依据一个完全分离的单元(巡洋舰或驱逐舰)的组成部分(舰载雷达)提供的信息,发射地基中段拦截弹。事实上,导弹防御作战的多种 ESG,大多数都涉及到来自几个不同单元的组成部分,所有这些单元都必须完全集成起来,以便实现成功地拦截一个威胁弹头。当有更多的拦截弹和探测器加入进来的时候,ESG 将变得越来越复杂。它们将依靠 C2BMC 系统的成功发展,提供一个完全一体化的系统,允许用导弹防御的几个独立单元提供多种组合的杀伤链,而不是仅仅提供一个杀伤链。每一组交战程序都要确定一起工作的武器和探测器组合,以便探测、跟踪和拦截敌方导弹。动态地把不同的组成部分集成到一起,把探测和交战区域扩大到用标准的组成部分所能实现的距离之外。

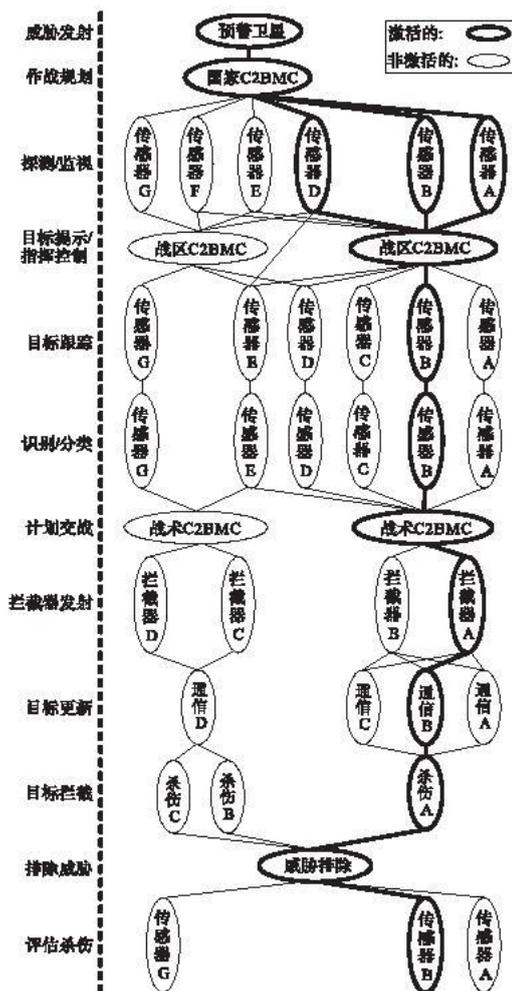


图2 弹道导弹防御“杀伤网”概念图

Fig.2 Conceptual figure of ballistic missile defense

3 交战程序组设计

弹道导弹防御交战程序组的设计,应综合各种威胁态势、传感器和武器资源,进行全系统的优化,根据可能的交战路线,把不同组合的导弹防御系统的各防御单元有机联系起来,形成应对相应威胁的优化交战程序。

3.1 弹道导弹防御资源

定义导弹防御作战资源见表1。

表1 弹道导弹防御作战资源

Tab.1 Operation resource of ballistic missile defense

类型	资源
1 预警探测	预警卫星、侦察监视卫星; 临近空间预警平台、空基预警平台; 远程探测 P 波段预警雷达、远程跟踪与识别 X 波段多功能相控阵雷达、海基 XX 波段多功能相控阵雷达 SBX、前沿部署雷达 FBX-T、天波超视距雷达、舰载跟踪与识别雷达、高层反导制导雷达、目标指示雷达、低层反导制导雷达。
2 指挥控制	国家 C2BMC; 战区 C2BMC; 战术 C2BMC。
3 反导平台	机载激光反导武器; 地基中段反导武器、地基末段高层反导武器、地基末段低层反导武器; 海基中段反导武器、海基末段反导武器。

3.2 弹道导弹防御交战程序组

弹道导弹防御交战程序将按照末段、中段和助推段按照防御资源和防御目的进行分组设计,见表2-4。

表2 末段高/低层拦截交战程序组

Tab.2 The ESG used for missile defense during reentry phase

目的	交战程序组
1 保卫一个地区/战	地基末段低层拦截弹依靠 P/X 波段相控阵雷达交战;
2 区的的军队、人口	地基末段低层拦截弹依靠末段高制导雷达交战;
3 中心和关键设施免	海基高层/中段拦截弹依靠舰载制导雷达交战;
4 遭近程和中程导弹	海基高层/中段拦截弹依靠远处探测器(舰载制导雷达)交战;
5 威胁	海基高层/中段拦截弹依靠 FBX-T 雷达交战;
6	海基低层拦截弹依靠舰载制导雷达交战。

表3 中段拦截交战程序组

Tab.3 The ESG used for missile defense during middle phase

目的	交战程序组
1 保卫国家免遭有限	地基中段拦截弹依靠 P/X 波段相控阵雷达交战;
2 数量的远程弹道导	地基中段拦截弹依靠舰载雷达交战;
3 弹威胁	地基中段拦截弹依靠 FBX-T 雷达交战;
4	地基中段拦截弹依靠 SBX 雷达交战。

表4 助推段拦截交战程序组

Tab.4 The ESG used for missile defense during boost phase

目的	交战程序组
1 保卫国家、地区/战区的的军队、人	机载激光器依靠临近空间/空基预警系统交战;
2 口中心和关键设施免遭近程、中程	机载激光器依靠 FBX-T 雷达交战;
3 和远程导弹威胁。	KEI 拦截弹依靠 P/X 波段相控阵雷达交战。

3.3 弹道导弹防御交战程序信息规划

弹道导弹防御交战程序的信息规划,将按照设计的交战程序组,规划弹道导弹防御的按程序交战时序,明确每一组交战程序所限定的各防御单元之间的信息流程及信息交互关系。例如,地基中段拦截弹依靠 P/

X 波段相控阵雷达交战时序见图 3。

地基中段拦截弹依靠 P/X 相雷达交战时序的信息表示如下:

info(1) { TBM 发射预警信息, 目标弹道的估算数据 }

info(2) { TBM 发射预警信息, 下达作战命令, 目标指示信息 }

info(3) { 目标跟踪数据, 目标识别信息 }

info(4) { 目标指示信息 }

info(5) { 目标状态信息, 目标指示信息 }

info(6) { 分配拦截的目标数及编号, 目标指示信息, 威胁排序及分配结果 }

info(7) { 目标指示信息, 制导雷达控制指令 }

info(8) { 拦截弹发射装订参数, 发射指令 }

info(9) { 拦截弹制导指令, 杀伤拦截指令 }

check { 判断能否进行第二次拦截 }

* info(1) { 完成作战任务反馈信息 }

* info(2) { 目标指示信息, 舰载雷达控制指令 }

* info(3) { 目标指示信息, P 相雷达控制指令 }

* info(4) { 工作状态反馈指令, 拦截可行性、发射决策、火力分配结果反馈 }

* info(5) { 目标状态信息, 拦截结果判断 }

* info(6) { 拦截弹飞行状态信息 }

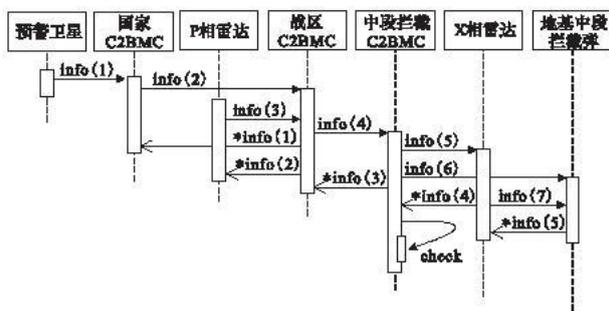


图3 地基中段拦截弹依靠 P/X 波段相控阵雷达交战时序图

Fig. 3 The engage scheduling of ground-base interceptor launch on P/X band phased-array radar

4 结束语

弹道导弹防御作战是一种典型的体系作战, 交战程序组的设计, 对于如何优化作战资源配系, 形成高效的作战体系, 以及导弹防御阶段能力的发展, 将起着重要的作用。

弹道导弹的交战程序组可用于描述弹道导弹防御系统建设的每个阶段系统交付的能力, 除了确定每个阶段系统交付的硬件和软件外(如拦截弹、探测器和指挥控制能力), 交战程序组还向作战人员提供掌握这些硬件和软件所能提供能力的手段。

参考文献:

- [1] United States Government Accountability Office. Progress made in fielding missile defense but program is short of meeting goals [EB/OL]. (2008-03-01)[2008-06-05]. <http://www.go.com>.
- [2] Karl Heinz Keil. Generic case study: evaluation of early warning satellites cueing radars against TBM[EB/OL]. (1997-07-11)[2009-05-11]. <http://www.go.com>.
- [3] 徐世录, 侯振宇. 弹道导弹防御系统的现状与发展[J]. 情报指挥控制系统与仿真技术, 2004, 26(1): 32-37. XU Shilu, HOU Zhenning. Current status and development of the ballistic missile defence system[J]. Information command control system simulation technology, 2004, 26(1): 32-37. (in Chinese)
- [4] 崔茂东, 李华. 美国弹道导弹防御系统[J]. 导弹与航天运载技术, 2004, 27(6): 22-26. CUI Maodong, LI Hua. Summary of US ballistic missile defense system[J]. Missiles and space vehicles, 2004, 27(6): 22-26. (in Chinese)
- [5] Missile Defense Agency (MDA). Missile defense agency fiscal year 2009 (FY 09) budget estimates overview[EB/OL]. (2009-01-12)[2010-10-11]. <http://www.go.com>.
- [6] 黄树彩, 周延延, 韦刚. 基于天基信息的反导作战效能分析[J]. 系统工程与电子技术, 2009, 31(10): 2414-2417. HUANG Shucui, ZHOU Yanyan, WEI Gang. Operation effectiveness analysis of anti-TBM system with space-based information support[J]. Systems engineering and electronics, 2009, 31(10): 2414-2417. (in Chinese)
- [7] 王刚, 李为民, 包进. 区域反导(ATBM)BM/C3I作战体系结构研究[J]. 弹箭与制导学报, 2003, 23(2): 29-32. WANG Gang, LI Weiming, BAO Jin. Study on operational architecture of BM/C3I system of area ATBM[J]. Journal of guid-

ance of projectiles rockets and missiles, 2003, 23(2): 29 - 32. (in Chinese)

- [8] 施荣. 美国 BMDS 网络化作战核心系统 C2BMC 的发展[J]. 航天电子对抗, 2007, 23(1): 1 - 4.
SHI Rong. Development of the C2BMC as the key system for the network warfare of the USA BMDS[J]. Electronic counter-measures of astronautics, 2007, 23(1): 1 - 4. (in Chinese)
- [9] George N Lewis, Lisbeth Gronlund. An assessment of the missile defense agency's endgame success argument[EB/OL]. (2004 - 03 - 18)[2005 - 11 - 23]. <http://www.go.com>.
- [10] Noel Thyson and Ven Shui. Digitizing BMC3 and fire control for UAV - Based theater missile defense[EB/OL]. (2002 - 05 - 17)[2007 - 06 - 23]. <http://www.go.com>.

(编辑:田新华)

Design of the Engage Schedule Group for Ballistic Missile Defense

HUANG Shu - cai¹, LIU Jun - lan², KANG Hong - xia¹

(1. Missile Institute of the Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, Shaanxi, China; 2. Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

Abstract: Aimed at the incorporating ballistic missile defense problem, a design method of Engage Schedule Group is put forward, by using which the auto - engage can be implemented effectively according to schedule for ballistic missile defense. Based on the incorporating ballistic missile defense system architecture, the conception of Engage Schedule Group (ESG) for ballistic missile defense is set up. Then the ESGs for ballistic missile boost phase, mid-course phase, and terminal phase intercepting are designed, which are capable of intercepting ballistic missiles in all phases of their flight trajectory. Finally, the information schedules of these ESGs are programmed. The design of ESG is of great value to the plan for and the integration of a ballistic missile defense system and its application.

Key words: missile defense; Engage Schedule Group (ESG); information schedule; incorporating

(上接第 34 页)

Effectiveness Evaluation of Aviation Material Support Based on Synthesis Set Pair Analysis

YAN Sheng - wen¹, CHE Fei², WANG Hong - wei³, ZHAO Gao - feng⁴

(1. School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China; 2. Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China; 3. Department of Aviation Theory, Air Force Aviation University, Changchun 130022, China; 4. The Fifth Flight College of Air Force, Wuwei 733003, Gansu, China)

Abstract: Aimed at uncertain factors and dynamic characteristics of evaluation process, a static effectiveness evaluation method of aviation material support is put forward by establishing the pairs of effectiveness evaluation index of every unit and utilizing the Set Pair Analysis (SPA) theory that has the characteristics of ensuring same different and opposite of unsure system rational depict on certain speciality. Again a dynamic effectiveness evaluation method is proposed by utilizing the Markov chain to analyze the effectiveness evaluation change rules of aviation material support for certain unit. and then, put forwarded the dynamic effectiveness evaluation method. Example calculation shows that the synthesis SPA method can provide scientific basis for the decision maker in making the strategy of aviation material support.

Key words: Set Pair Analysis; Markov chain; aviation material support; effectiveness evaluation