

空间信息支援导弹防御系统作战需求 论证的反向分析方法

杨娟¹, 刘欣²

(1. 装备学院 科研部, 北京 101416; 2. 海军装备研究院, 北京 100161)

摘要: 论述了反向分析方法的基本思想, 分析了空间信息支援导弹防御作战流程及主要作战活动, 构建了基于反向分析方法的空信息支援导弹防御系统作战需求论证的概念设计框架和内容设计框架; 该研究对于搞好空信息支援导弹防御系统的顶层设计和装备发展工作, 开展其他复杂系统的体系结构研究具有重要的参考价值。

关键词: 空信息支援系统; 导弹防御系统; 作战需求论证; 体系结构; 反向分析

中图分类号: TJ241

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2013)05-0141-04

Inverse Analysis Method of Operational Requirements Demonstration of Missile Defense System Supported by Space Information

YANG Juan¹, LIU Xin²

(1. Department of Scientific Research, The Academy of Equipment, Beijing 101416, China;

2. The Institute of Navy equipment, Beijing 100161, China)

Abstract: The paper discussed fundamental of the method, analyzed missile defense operational processes and primary operational activities under the support of space information, built the concept and content design framework of operational requirements demonstration of missile defense system supported by space information. This research can provide the reference for designing top-level, developing equipment and promoting another complex system structure research.

Key words: space information system; missile defense system; operational requirements demonstration; architecture; inverse analysis

空信息支援系统是由不同轨道上多种类型的卫星系统, 按照空信息资源的最大有效综合利用原则, 通过互联互通和信息交换, 构成的智能化综合信息支援系统。其主要功能是实现空信息的获取、处理、传输、存储、分发管理、安全保密、导航定位和应用等, 为各军兵种作战力量和作战行动提供侦察、监视、预警、通信、导航、定位、气象观测、战场测绘等空信息服务保障^[1]。空信息支援系统由于其视点高、范围广、速度快, 不受国界和地理条件的限制, 已成为导弹防御系统作战能力生成重要的信息支撑手段。随着导弹防御系统以及空信息支援系统的技术发展, 空信息支援系统对导弹防御系统作

战的信息支援作用愈见明显。

武器装备作为军事斗争的物质手段, 其发展有两个主要动力源: 一是来自科学技术进步的推动力, 二是源于作战需求的牵引力^[2]。作战需求是武器装备建设发展的逻辑起点、主要依据和基本动力。作战需求对武器装备的建设发展具有决定性的指导作用。为了打通作战需求与武器装备作战能力生成之间的瓶颈, 提升部队基于信息系统的体系作战能力, 走出武器装备创新型发展之路, 必须对现行武器装备作战需求论证方法和手段进行创新。

1 反向分析方法的基本思想

基于反向分析方法的武器装备作战需求论证的基本思想主要有 5 点^[2-4]：一是运用净评估 (Net Assessment) 方法，对己方与潜在对手的优势、劣势、机遇、威胁进行系统地分析与综合，即 SWOT 分析，也称态势分析。优势 (强点) 和劣势 (弱点) 属研究对象的内部环境；机遇 (机会) 和威胁 (挑战) 属研究对象的外部环境；二是着眼体系作战效果，分析对潜在对手作战体系产生的“杠杆性”效应 (机遇和优势充分结合时，实力得到充分发挥)、“抑制性”效应 (因为劣势使得作战能力存在短板，机遇来了没有准备好，结果丧失了机遇)、“脆弱性”效应 (外部威胁降低了内部优势的作战能力，优势因而不优了)、以及“问题性”效应 (劣势与威胁叠加激荡时，作战能力有效发挥面临重大问题)，即 CLPV 分析；三是从战略目标、体系作战效果和对手的可能行动方案出发，面向过程和面向效果相结合，反推武器装备的作战运用方式和作战行动集，提出武器装备的体系能力指标 (measure of capability for SoS, MoCSoS)、系统能力指标 (measure of capability for system, MoCS) 和关键性能指标 (key performance parameters, KPP)；四是采用多方案分析 (analysis of alternatives, AoA) 方法，对武器装备需求方案进行评估、优化；五是形成“体系作战效果—作战运用方式—关键能力需求—需求方案决策优化”的军事需求映射机制，实现作战需求向武器装备发展要求与作战使用的前瞻性映射。

2 空间信息支援导弹防御作战流程及主要作战活动

空间信息支援导弹防御系统作战流程如图 1 所示，主要环节有^[5] 预警探测→对来袭目标探测和跟踪→弹头识别→拦截弹中制导引导→末制导拦截弹寻的→拦截来袭目标→毁伤效果评估→再次打击决策。其中：预警卫星系统主要负责获取目标弹的状态数据，形成预警引导信息；导航卫星系统为拦截弹提供定位信息，辅助其完成中制导；通信卫星系统完成各种信息的传输。

作战活动模型图 (OV-5) 主要用于描述武器装备在执行一项使命任务过程中需要开展的各种活动。作战活动模型图是作战活动与装备能力建立关联的关键视图，其建模步骤：首先，建立作战活动节点树，分层次描述作战活动的内容；然后，采用 IDEF0 方法为设计基础，把作战活动节点树转换为作战活动模型设计，详细描述各个活动之间如何进行信息交互；最后，对作战活动模型自顶向下逐层分解，直到满足作战需求所要求的层次为止。导弹防御系统典型作战活动如图 2 所示。结合空间信息支援导弹防御系统的作战流程和主要作战活动，建立包括预警探测、指挥控制、拦截作战、毁伤评估在内的导弹防御作战活动节点树模型 (OV-5)，如图 3 所示^[5,6]。

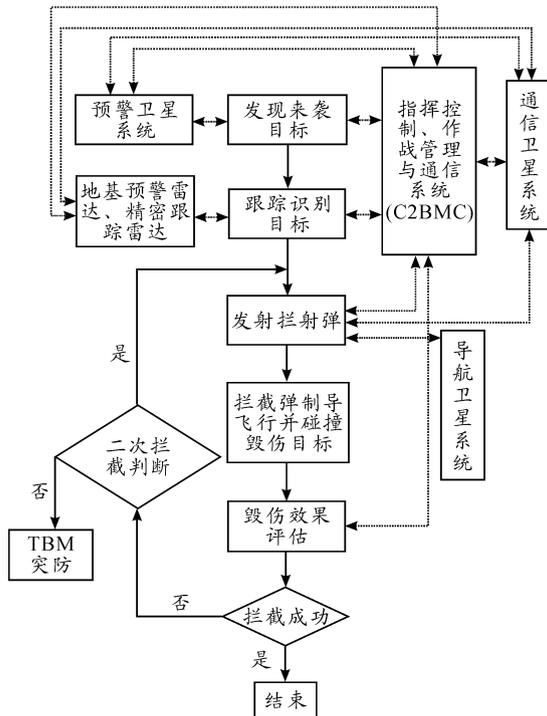


图 1 空间信息支援导弹防御系统作战的作战流程

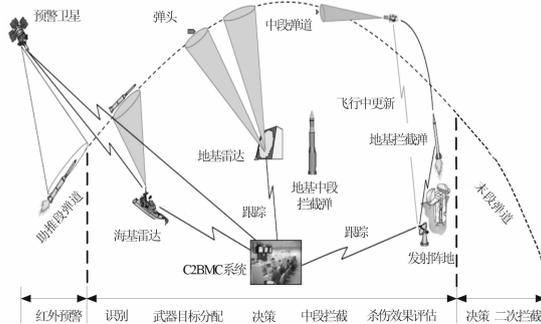


图 2 导弹防御系统典型作战活动

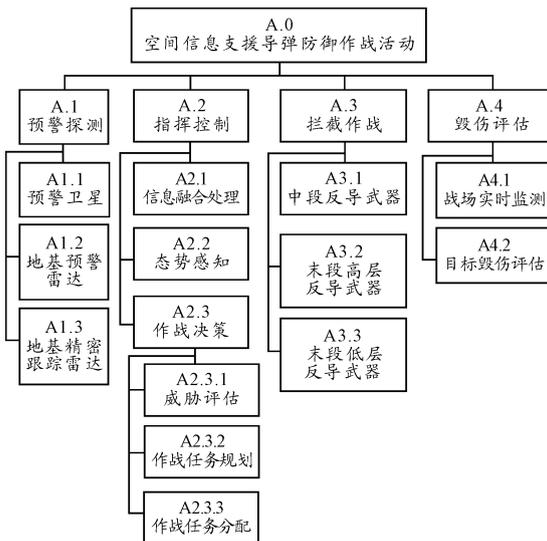


图 3 空间信息支援导弹防御作战活动的节点树模型

3 空间信息支援导弹防御作战需求论证概念设计框架

新军事变革的深入,使得武器装备作战能力途径从过去的“威胁驱动”模式变革性地演进到“作战设计”和“概念驱

动”模式,这也为解决作战需求对武器装备建设发展牵引力不足的问题提供了新的思路^[2]。本文提出的作战需求论证反向分析方法,可为武器装备论证提供一种新的手段,为促进战斗力生成模式转变提供一定的技术支持。基于反向分析方法的空信息支援导弹防御系统作战需求论证概念设计框架如图4所示。

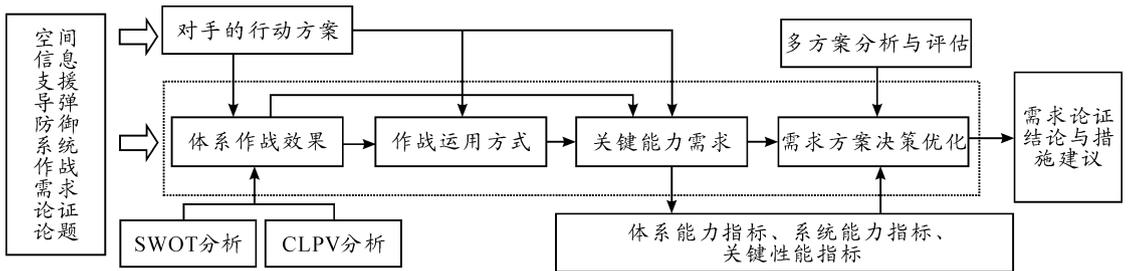


图4 空间信息支援导弹防御系统作战需求论证反向分析的概念设计框架

反向分析方法中涉及的主要概念是战略目标、作战效果、使命任务、作战行动、作战运用方式、关键能力需求、装备需求分析、多方案分析等。

1) 战略目标。战略目标是国家或政治集团确定的一定时期内,在战略上所要达到的目的、标准和水平。所有国力手段(外交(Diplomatic)、信息(Information)、军事(Military)、经济(Economic),简称DIME行动)的运用都要服从服务于它。主要包括:战略利益分析、未来国家(军事)战略走向分析、作战理论、军事威胁分析(可能的冲突、冲突的可能强度和作战样式)等。

2) 作战效果。作战效果是武器装备毁伤对手目标或人员,并造成进一步影响的总称。作战效果不仅包括毁伤对手目标或人员的直接效果,还包括目标毁伤后对手作战体系造成的影响。前者即是作战的硬毁伤效果,后者则属于软毁伤(Soft Damage)范畴。作战效果是联系战略目标和使命任务的纽带,主要包括基于“杠杆性、抑制性、脆弱性、问题性”效应分析的物理效果、功能效果、心理效果和系统效果^[4]。

基于效果作战(Effects-Based Operations, EBO)是相互协调的一系列行动,是行动和反应的循环,包括态势感知产生、感知、决策、实施和社会影响。体系作战效果是将作战体系视为一个整体,考察组分系统遭到破坏以后整个作战体系受到的“相互影响”和“级联效果”^[7]。它将作战效果从对平台的物理毁伤和功能毁伤上升到对体系使命任务的影响,主要包括体系使命任务的完成情况、体系组分系统的物理或行为状态、体系行动方案的数量、行动的顺序关系、时间关系、资源使用关系等作战特征的变化。体系作战效果分析的基本过程可分为4级,即:体系组分系统的物理毁伤分析、功能毁伤分析、可用作战任务分析、使命目标可达性判断。如图5所示,体系作战效果的反向分析模型包括物理毁伤模型群、功能毁伤模型群和领域描述模型;关键的支撑技术包括毁伤评估技术、行动推理技术。

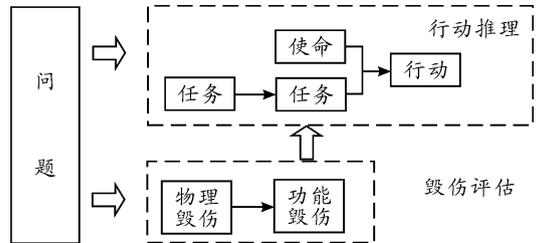


图5 基于反向分析方法的体系作战效果模型体系及支撑技术

3) 使命任务。使命任务是在一定的作战环境、约束条件和作战对象下,武器装备达成特定的作战目的所执行的行动和担负的责任。其中:使命(Mission)是为达成特定的作战目的,上级下达的命令或指示,由作战行动(Operation)组成;任务(Task)是为完成作战行动,基于条令、编制、训练、战法及标准操作程序而开展的各种活动。

4) 作战行动。作战行动是为支持使命任务而在军事上采取的活动。为使对手作战体系的关节点发生所希望的状态变化,可对对手作战体系采取物理效果行动、功能效果行动、心理效果行动和系统效果行动。关节点是指体系中最具关键性、易损性和杠杆性的节点群和链路群,是己方动摇、瓦解甚至控制对手作战体系的最有效作用点。

5) 作战运用方式。作战运用方式是规划武器装备的作战运用、作战样式,形成完整的武器装备作战概念(Concept of Operations, CONOPs)方案解,实现对武器装备作战运用的初步分析判断和创造性构想。为了确定武器装备的作战能力需求,必需结合作战概念和作战想定对使命进行分解,得到武器装备的作战任务和具体的作战活动,从而进一步确定武器装备的作战需求。

6) 关键能力需求。主要是提出武器装备在一定作战环境下完成特定任务需要具备的关键性能指标、能力特征以及关键技术体系。武器装备作战能力主要由信息力(预警探测

和情报侦察能力、信息攻防能力)、杀伤力(火力打击能力)、机动性(立体机动能力)、指控力(指挥控制能力)、防护力(全维防护能力)、保障力(作战保障能力、后勤保障能力和装备保障能力)等构成^[8]。

7) 装备需求分析^[9]。就是研究并提出通过什么途径实现满足关键能力需求的新型装备。装备需求分析重点回答需要什么样的武器装备系统,不同武器装备系统之间的关联关系如何,作战能力需求满足的程度如何等问题。将作战能力需求的结果映射到具体装备上,未来作战需要什么样的作战能力,就应有什么功能类型的武器装备与之对应,这种对应关系需进一步细化,形成更底层的武器装备品种系列需求。

8) 多方案分析。涉及对武器装备的效能分析、生存性分析、作战适用性分析、费用分析、风险分析、以及多方案对关键设定条件或关键变量可能变化的灵敏度分析等问题。多方案分析技术是武器装备发展论证的重要基础理论和方法。

4 空间信息支援导弹防御作战需求论证内容设计框架

一般而言,武器装备需求论证包括战略需求、使命任务需求、作战能力需求、装备系统需求、装备技术需求5个层次。空间信息支援导弹防御系统体系结构设计与建模的主要内容是:基于美国国防部体系结构框架(Department of Defense Architecture Framework, DoDAF),采用基于活动的建模方法(Activity Based Methodology, ABM),利用 System Architect 软件中的 SA for DoDAF ABM 功能模块,对空间信息支援导弹防御系统的体系结构进行可视化建模,完成使命任务视图(Mission Viewpoint, MV)、作战视图(Operational Viewpoint, OV)、能力视图(Capability Viewpoint, CV)、服务视图(Service Viewpoint, SvcV)、系统视图(System Viewpoint, SV)、以及技术视图(Technical Viewpoint, TV)的描述、分析与设计,然后利用 SA Simulator II 功能模块对空间信息支援导弹防御系统作战流程进行仿真^[10-11]。空间信息支援导弹防御系统作战需求论证涉及空间信息支援导弹防御作战想定空间、使命任务和作战运用方式、作战能力、多方案分析与评估、系统与模块等内容。基于反向分析方法的空信息支援导弹防御系统作战需求论证总体框架如图6所示。

5 结束语

近期,空间作战的主要任务是空间信息支援。由于空间系统强大的信息能力,能够为战场指挥员、部队、武器系统提供有力的空间信息支援,在联合作战中将发挥至关重要的作用,现代战争离不开空间信息支援技术。由于空间信息系统具有战略性、前瞻性、综合性,空间信息支援作战运用具有特殊性和超前性,需要利用军事建模与仿真技术方法辅助空间信息支援作战运用研究。基于体系作战效果思想,并融合多

视图体系结构描述和面向服务架构的反向分析方法,必将促使作战需求向武器装备发展要求的有效映射,成为空间信息支援系统作战需求论证的重要工具和手段,也可对其他复杂系统的体系结构研究提供借鉴。

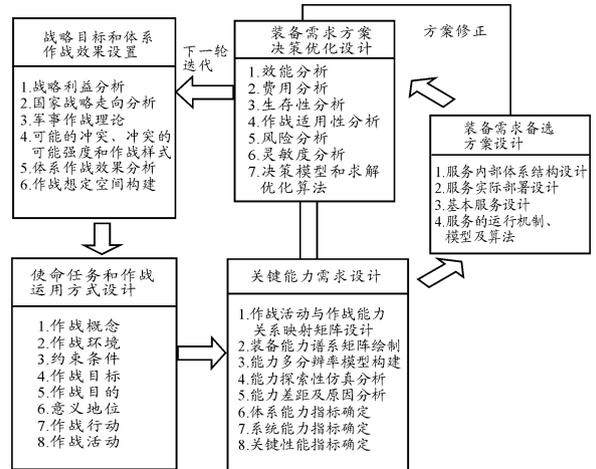


图6 空间信息支援导弹防御系统作战需求论证的反向分析总体框架

参考文献:

- [1] 黄文清. 空间信息系统建模与效能仿真[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
- [2] 麻广林,谢希权,高明洁. 新型装备作战概念设计框架[J]. 军事运筹与系统工程,2012,26(1):5-13.
- [3] 易本胜,李万顺. 美军战略净评估方法分析[J]. 军事运筹与系统工程,2012,26(3):14-18.
- [4] 张最良. 军事战略分析方法[M]. 北京:军事科学出版社,2009:208-216.
- [5] 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,2009:147-150.
- [6] 姚勇,李智. 基于DoDAF的C2BMC系统作战视图研究[J]. 装备指挥技术学院学报,2011,22(3):76-81.
- [7] 杨镜宇,胡晓峰. 基于信息系统的体系作战能力评估研究[J]. 军事运筹与系统工程,2011,25(1):11-14.
- [8] 任连生. 基于信息系统的体系作战能力概论[M]. 北京:军事科学出版社,2009:4-13.
- [9] 杨建军,龙光正. 武器装备发展论证[M]. 北京:国防工业出版社,2009:74-75.
- [10] 罗雪山. 军事信息系统体系结构技术[M]. 北京:国防工业出版社,2010:15-21.
- [11] DoD Architecture Framework Working Group. DoD Architecture Framework 2.0 Volume[M]. Washington:U. S. Department of Defense,2009:48-57.
- [12] 屈长虹,邱勇,黄维国. 美国导弹防御系统近期技术发展特点及趋势[J]. 四川兵工学报,2011(1):28-31.