

doi: 10.7690/bgzdh.2013.10.005

# 新型装备需求论证的反向分析框架

刘一<sup>1</sup>, 罗小明<sup>2</sup>, 朱延雷<sup>1</sup>

(1. 解放军装备学院研究生管理大队, 北京 101416; 2. 解放军装备学院航天指挥系, 北京 101416)

**摘要:** 在分析效果作战和反向分析方法的基础上, 提出通过体系作战效果反向设计实现军事需求牵引武器装备发展的思路。论释新型装备需求论证反向分析中相关要素的基本概念, 形成新型装备需求论证“体系作战效果—作战运用方式—关键能力需求—装备关键性能指标”的逐级映射机制, 构建新型装备需求论证的反向分析总体框架, 并对各个基本要素进行设计与分析, 可为论证人员研究新型装备的发展提供一种框架和描述方法。

**关键词:** 需求论证; 作战效果; 反向分析; 体系结构; 面向服务的架构

**中图分类号:** TJ02 **文献标志码:** A

## Reverse Analytical Framework of Demand Demonstration for New Equipment

Liu Yi<sup>1</sup>, Luo Xiaoming<sup>2</sup>, Zhu Yanlei<sup>1</sup>

(1. Administrant Brigade of Postgraduate, The Academy of Equipment, Beijing 101416, China;

2. Department of Spaceflight Command, The Academy of Equipment, Beijing 101416, China)

**Abstract:** Analyses the ideological points of effects-based operations and reverse analysis method and proposes the idea of weaponry development driving by military demands using reverse design of operational effectiveness system. The concepts of relevant elements in demand demonstration reverse analysis for new-style equipment have been discussed. The Stepwise mapping mechanism of “system operational effectiveness - operational application - key capacity demands - key performance indicators” has been formed and the reverse analytical framework of demand demonstration for new-style equipment has been built. The reverse analytical framework provides a new method to researcher for studying the development of new equipment.

**Key words:** demand demonstration; operational effectiveness; reverse analysis; system framework; service-oriented framework

### 0 引言

武器装备作为军事斗争的物质手段, 其发展主要源于科学技术进步的推动力和军事作战需求的牵引力<sup>[1]</sup>。军事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。军事作战需求对武器装备的建设发展具有决定性的指导作用。为了打通军事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需求论证方法和手段进行创新。

基于反向分析的装备需求论证方法的基本思想是<sup>[2]</sup>: 一是着眼体系作战效果, 影响对手体系达到所希望的状态; 二是从体系作战效果和现有体系作战能力出发, 通过行动和反应的循环(基于效果的作

战方法), 反推新型装备的作战运用方式和作战行动集, 提出新型装备的关键能力需求和关键性能指标(key performance parameters, KPP); 三是采用多方方案分析(analysis of alternatives, AoA)方法, 对新型装备需求备选方案进行评估、优化; 四是形成“体系作战效果—作战运用方式—关键能力需求—装备关键性能指标”的逐级映射机制, 实现军事作战需求向武器装备发展要求与作战使用的前瞻性映射; 因此, 笔者在分析效果作战和反向分析方法的基础上, 提出通过体系作战效果反向设计实现军事需求牵引武器装备发展的思路。

### 1 反向分析的概念框架

武器装备需求论证是指在未来一定时期内, 为完成所担负的使命任务, 对武器装备建设发展提出

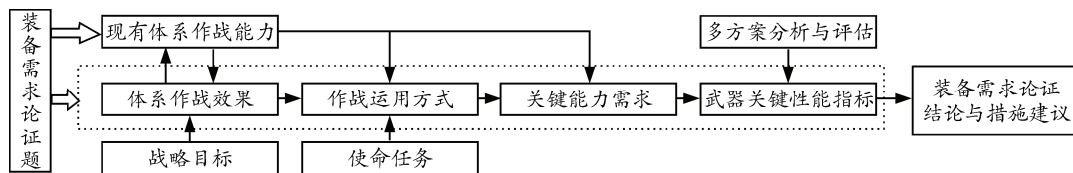


图1 武器装备需求论证反向分析的概念框架

收稿日期: 2013-04-17; 修回日期: 2013-05-22

作者简介: 刘一(1987—), 男, 北京人, 在读硕士, 助理工程师, 从事军事运筹与作战模拟研究。

的基本要求而进行的一系列逻辑推理和分析过程,其最终的结果应该形成对未来一定时期的武器装备需求构想或方案<sup>[3]</sup>。武器装备需求论证反向分析的概念框架如图 1 所示。

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<sup>[4]</sup>: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)的运用都要朝向它。主要包括:战略利益分析、未来国家(军事)战略走向分析、军事作战理论、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:是新型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,主要包括物理效果、功能效果、心理效果和系统效果<sup>[5]</sup>。

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<sup>[6]</sup>。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影响。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。

3) 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: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<sup>[2]</sup>: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。为了确定新型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,得到新型装备的作战任务和具体的作战活动,从而进一步确定新型装备的军事作战需求。

6) 关键能力需求:主要是提出新型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)、机动力(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(综合保障能力)等构成<sup>[7]</sup>。

7) 装备需求分析<sup>[8]</sup>: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:涉及到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。

## 2 新型装备需求论证的基本要素设计

### 2.1 战略目标和体系作战效果设计

战略目标为新型装备需求论证分析提供了基本背景,在装备需求论证中扮演了战略需求的角色。而要对未来的新型装备作战有较为清晰的认知,还需要基于当前可用资源对实现使命任务的作战条件、方法、途径、过程进行构想,通过“自上而下”与“自下而上”相结合的使命任务分析方法构建作战想定空间,确定作战行动的阶段和大概过程。作战想定为关键能力需求评确定、备选方案设计优化评估等提供了基本背景和框架,它是将战略目标、使命、作战任务和装备需求方案有机联结的基本纽带。战略需求主要反映军事作战需求分析者对新型装备和力量整体战略目标的设定以及对面临的军事

威胁的反应。

一体化的 DIME 行动对关节点的可能影响包括行动直接影响、效果影响、连锁影响、跨层次效果影响、效果聚集影响和无意附带影响 6 种，其效果分为以下 4 种<sup>[5]</sup>：

1) 物理效果行动：旨在从物理上改变作为目标的对象或系统的行动。物理效果需要考虑武器的基本属性、目标特性、武器与目标的交会条件等因素，可通过建立相应的物理毁伤模型来测算。

2) 功能效果行动：旨在改变目标有效运行能力的行动。主要是获得对手作战体系的剩余能力，考察目标打击效用。功能毁伤的计算建立在物理毁伤的基础上，反映物理毁伤对手体系作战能力造成的影响。

3) 心理效果行动：旨在改变目标人员思维趋向的行动。目标心理价值主要指目标在对手领导决策层及其部队和民众心中的地位与作用、以及对目标的心理内在依赖性。打击目标后对手军心、民心和士气的影响越大，该目标心理价值越大。

4) 系统效果行动：旨在改变系统运行方式的行动。具体体现在效费比、对手作战结构的影响、对手战争潜力的影响、对手抵抗意志的影响等方面。

作战想定(战役级)主要包括作战意图、作战目标信息、使命任务、作战态势和作战行动阶段，其关键因素为政治和军事背景、战略战术、打击目标特性、反应及时性、作战环境、打击有效性等。新型装备的战略目标可运用“使命任务视图”(mission viewpoint, MV)来描述。其体系作战效果可运用作战视图(operational viewpoint, OV)中的高层作战概念图(OV-1)、作战节点连接描述模型(OV-2)等来具体描述<sup>[9-10]</sup>。

## 2.2 使命任务和作战运用方式设计

使命任务的完成依赖于具体的作战活动。基于新型装备作战概念和基于效果作战的设计思想<sup>[2,6]</sup>，在资源、逻辑关系等约束条件下，将使命逐步分层分解，形成一个有序作战任务树(网)(可采用层次任务网络(hierarchical task network, HTN)方法，这是一种分层和分布式智能规划方法)。此任务树的执行可以实现预期的战略目标和作战目的。新型装备的使命任务和作战运用方式可运用作战信息交换矩阵(OV-3)、组织关系图(OV-4)、作战活动分解树(OV-5a)、作战活动模型(OV-5b)、作战规则描述(OV-6a)、作战状态转换描述(OV-6b)、作战事件

跟踪描述(OV-6c)、逻辑数据模型(OV-7)等作战视图模型来具体描述<sup>[9-10]</sup>，主要描述需要执行的使命任务的环境、条件、目标、目的、意义等基本情况。

1) 作战环境：主要描述新型装备在执行特定任务时所受的所有外界环境及其影响的综合。主要分析自然环境、诱发环境和对抗环境(战场自然环境、战场人文环境、战场建设环境、战场电磁环境)。重点分析战场环境对新型装备运用和作战行动的影响，未来作战可能面临的战场环境，战场环境可能发生的改变等。

2) 约束条件：是在新型装备作战环境分析的基础上，进一步提出的新型装备在执行特定任务时所受的几何、运动、电磁等各个方面的限定和制约。

3) 作战目标：是需要毁伤或夺取的对象，包括潜在作战对手任何直接或间接用于军事行动的部队、军事技术装备和设施、工厂、城市等。武器装备作战目标是指装备在执行特定任务时所受打击的对象或要控制的领域，主要内容包括目标的技术性能、战术性能、电子对抗性能、攻击能力、防护能力、易损性等。作战目标分析的结果对于有针对性地确定研发装备的战技指标具有十分重要的导引作用。

4) 作战目的：是指新型装备执行特定任务时所要达到的预期结果或效果，是对作战目标(作战对象)状态改变的一种函数关系判断。

5) 意义地位，主要描述新型装备在执行特定任务时所起的作用，明确论证的新型装备在装备体系中的重要性，以及发展该型武器装备的重要意义。

## 2.3 关键能力需求设计

武器装备作战能力需求确定中最关键的是建立作战活动与作战能力关系的映射矩阵。作战活动与作战能力关系映射矩阵，是将作战活动与作战能力进行相关，建立作战活动与作战能力的映射，提取武器装备在完成作战活动中的关键作战能力，并作为输出汇聚到装备能力谱系矩阵。装备能力谱系矩阵，是以矩阵的形式，提出武器装备高层作战概念图所描述想定的具体作战性能属性和量化需求。

作战能力是装备在执行特定任务时所需的“本领”或应具有的潜力。可从体系能力测度(measure of capability for SoS, MoCSoS)、系统能力测度(measure of capability for system, MoCS)、系统关键性能测度(key measure of performance, KMoP)3个层次对武器装备的作战能力进行分解。从 MoCSoS 到 MoCS 再到 KMoP 的定性映射必须以想

定目标及使命、作战阶段及分层作战任务体系为根本背景,即每一个任务执行中都体现着相应的能力。作战能力需求是为支持作战活动顺利、高效进行而对新型装备提出的作战能力要求,可运用能力视图(capability viewpoint, CV)来描述,具体包括作战能力分类模型(CV-1)、作战能力关系模型(CV-2)、作战活动与作战能力的映射(CV-6)、作战能力到服务的映射(CV-7)等<sup>[9-10]</sup>。

### 2.4 装备需求分析设计

系统需求是解决关键能力要求的装备或非装备方案(或构想),可用系统视图(system viewpoint, SV)来描述。新型装备需求选项本身可以是非装备、装备或两者的混合。选项的生成实质上是一个“设计→优化”过程,即以关键能力需求为依据,通过模块化设计和服务的“积木式”组装来设计新型装备需求选项(主要指新型装备作战使用、战技性能、综合保障中的关键性能指标),寻求装备选项和非装备选项组成的选项空间,并使装备需求选项具有可快速组合、补充的特点,增强体系的向前和向后兼容性、互操作性、可共享性等,保证体系建设的开放性、连续性和一致性。服务视图(service viewpoint, SvcV)主要描述执行者、活动、服务,以及为提供或支持军事作战职能而进行的交互。新

型装备需求选项可运用服务背景描述(SvcV-1)、服务—服务矩阵(SvcV-3b)、服务功能描述(SvcV-4)、作战活动—服务追溯矩阵(SvcV-5)、服务性能描述(SvcV-7)、服务规则模型(SvcV-10a)等服务视图模型来具体描述<sup>[9-10]</sup>。文中研究的装备需求论证中的基本服务模块主要是针对装备需求构想或方案的,目的是确定由 MoCS 到 KMoP 的定性映射关系。

### 2.5 装备需求方案决策优化设计

装备需求构想或方案确定实际上是对提交的各个需求选项在总体上以效能、费用、效费比、风险等为指标进行综合备选方案决策优化的过程。新型装备需求备选方案的评估,是基于多方案分析与评估方法,将效能、费用、生存性、作战适用性、风险等因素(如效能鲁棒性、效费比最大、费用最小、风险最小等)作为评估方案优劣的目标或约束条件,建立相应的决策模型和智能求解优化算法,评估选择满足多目标、多约束条件的装备关键性能指标确定方案,确定由 MoCS 到 KMoP 的定量映射关系。

## 3 新型装备需求论证反向分析内容和流程

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。

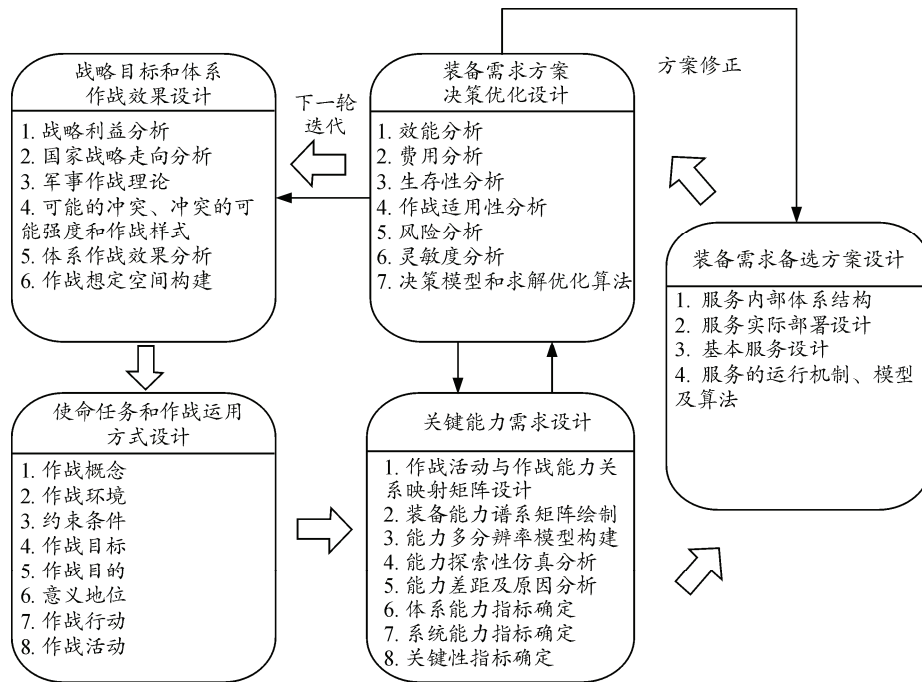


图 2 新型装备需求论证的反向分析总体框架

武器装备需求论证总体上可根据体系结构描述的多视图模型、面向服务的架构(service-oriented

architecture, SOA) 和基于 Web 服务的实现方法,从使命任务视图(MV)、作战视图(OV)、能力视图

(CV)、服务视图(SvcV)、系统视图(SV)、技术视图(technical viewpoint, TV), 对涉及的作战想定空间、使命任务和作战运用方式、作战能力、装备关键性能指标、多方案分析与评估、服务模块等进行描述、分析与设计。新型装备需求论证的反向分析总体框架如图 2 所示。

#### 4 结束语

基于效果作战是计划、执行、评估和调整作战以达到国家安全目标所要求效果的方法学、途径或思考方式。新型作战力量装备建设和战斗力生成模式转变, 促使体系作战效果成为军事系统构建的出发点和落脚点。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, 以复杂自适应系统来设计军队和国家安全问题的框架<sup>[6]</sup>, 必将促使军事作战需求向武器装备发展要求与作战使用的有效映射, 成为新型装备需求论证的重要工具和手段, 因而具有较强的前瞻性、创新性和推广应用价值。

\*\*\*\*\*

(上接第 14 页)

由仿真结果得: 密封盖在燃气射流冲击下, 最大位移为 1.89 mm; 除边缘极小部分应力略大于 200 MPa 外, 其余部分均小于 200 MPa。由于单层玻璃纤维布能承受的最大应力值大于 200 MPa, 密封盖由多层玻璃纤维布粘结而成, 因此强度完全可以满足要求, 密封盖不会破坏。

#### 4 结论

仿真结果表明: 笔者设计的新型穿透式密封盖能按预定的撕裂线方向破开且不产生碎片, 不会造成额外的初始扰动, 不影响火箭弹正常飞行, 满足引信安全性要求, 在燃气射流冲击下不会受到损伤, 满足密封盖的性能要求, 对火箭炮储运发射箱前端密封盖的研制具有一定的借鉴意义。

#### 参考文献:

[1] 吴秉贤, 严世泽, 龔龙兴. 火箭发射装置结构分析[M].

#### 参考文献:

- [1] 邢世忠. 军事装备学[M]. 北京: 国防大学出版社, 2000: 169.
- [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): 1-13.
- [3] 王凯, 孙万国, 等. 武器装备军事需求论证[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008: 110-118.
- [4] 军事科学院. 中国人民解放军军语[M]. 北京: 军事科学出版社, 1997: 69.
- [5] 张最良, 等. 军事战略分析方法[M]. 北京: 军事科学出版社, 2009: 582-584.
- [6] Edward A. Smith. 复杂性、联网和基于效果的作战方法[M]. 王志成, 译. 北京: 国防工业出版社, 2010: 12-14.
- [7] 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: 114-116.
- [8] 杨建军, 龙光正, 等. 武器装备发展论证[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009: 65-67.
- [9] 张维明, 刘忠, 等. 体系工程理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 35-36.
- [10] 张维明, 等. 军事信息系统需求工程[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011: 155-156.
- 北京: 国防工业出版社, 1988: 28-29.
- [2] 魏凤春, 张晓, 张秀丽, 等. 易碎复合材料结构研究进展[J]. 材料导报, 2008, 22(5): 397-399.
- [3] 孙甫. MY-9 易碎材料在武器系统上的应用[J]. 宇航材料工艺, 2002, 9(2): 25-28.
- [4] 徐振钦, 乐贵高, 韩冰. 定向断裂复合材料密封盖的冲击性能数值研究[J]. 振动与冲击, 2010, 29(4): 77-80.
- [5] 吕修东, 周建平, 程志高. 基于工程加权分配法的某新型火箭炮可靠性分配[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(4): 19.
- [6] 朱忠领, 马大为, 李自勇, 等. 2 枚火箭同时发射时火箭炮动态特性分析[J]. 弹道学报, 2006, 18(3): 65-67.
- [7] 王松超, 王惠方, 于存贵. 某多管火箭炮支撑动力学分析[J]. 兵工自动化, 2012, 31(3): 24-26.
- [8] 董琳琳. 玻璃纤维/不饱和聚酯复合材料的海水老化研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2007: 3-5.
- [9] 赵腾伦. ABAQUS6.6 在机械中的应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 55-56.
- [10] 刘勇, 陈世健, 高鑫, 等. 基于 Hashin 准则的单层板渐进失效分析[J]. 装备环境工程, 2010, 7(1): 34-39.