

Method and Practices to Operation Requirement Demonstration of New Weapons and Equipments

Jifeng Yang¹, Shuyuan Li², Luwei Huang³, Jie Chen¹

¹Naval Submarine Academy, Qingdao Shandong

²Military Representative Office of the Rocket Force in Beijing, Beijing

³Unit 96901 of PLA, Beijing

Email: yangacross@163.com

Received: Nov. 29th, 2019; accepted: Dec. 13th, 2019; published: Dec. 20th, 2019

Abstract

In order to make experts and high-level decision-makers in this field to have a better thinking collision and get a more accurate decision-making scheme, it is necessary to demonstrate the concept, style and basic process of operation in the dynamic demonstration environment. Based on the application background of the software, this paper analyzes the unique advantages of UPDM in the operational requirements demonstration, summarizes the overall idea of the operational requirements demonstration of new weapon equipment based on UPDM simulation platform, puts forward the executable model and the specific method of dynamic verification, and carries out the corresponding practical demonstration. The conclusion of the study can provide theoretical basis for enriching the demonstration methods of new weapon equipment operational requirements.

Keywords

Informational Weapons and Equipments, High-Level Operation Requirement, Unified Platform for Defense Modeling, Executable Dynamic Model

新型武器装备作战需求论证方法与实践

杨继锋¹, 李淑媛², 黄路炜³, 陈捷¹

¹海军潜艇学院, 山东 青岛

²火箭军驻北京地区军事代表局, 北京

³解放军96901部队, 北京

Email: yangacross@163.com

收稿日期: 2019年11月29日; 录用日期: 2019年12月13日; 发布日期: 2019年12月20日

摘要

新型武器装备作战需求论证需要在构建的动态论证环境下,结合可视化手段展现作战概念、作战样式和基本流程等,使该领域专家和高层决策者更好的进行思维碰撞,得出更为准确的决策方案。本文结合软件的应用背景,分析了UPDM在作战需求论证中具备的独特优势,总结了基于UPDM仿真平台开展新型武器装备作战需求论证的总体思路,提出了可执行模型和开展动态验证的具体方法,并进行了相应的实践演示。研究结论可以为丰富新型武器装备作战需求论证方法提供理论依据。

关键词

信息化武器装备, 顶层作战需求, UPDM, 可执行动态模型

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

作战需求论证作为具有军事战略意义的新型武器装备发展论证的第一环节,在装备发展中承担着导向、牵引、检验和增益的重大作用[1]。通常的作战需求论证大多以定量分析为主,基于“头脑风暴”,在静态环境下展开定性分析,提出的需求方案“看不见、摸不着”,科学性值得商榷,无益于决策者做出准确判断。特别是在信息化条件下,武器装备建设突出作战信息的共享,强调作战协同、体系对抗和快速反应,对于作战需求论证的时效性、有效性和可行性提出了更高要求,要求在具备作战信息交互特点的动态论证环境下,以可视化的手段展现武器装备的作战概念、样式和流程,使专家和决策者更好的进行思维碰撞、研讨争辩,提出科学、可行的需求方案[2]。在此背景下,本文提出了一种基于UPDM的论证方法,以高层次武器装备为研究重点,着重从方法和技术层面探讨信息化作战条件下武器装备顶层作战的需求论证问题。

我军作战需求论证工作起步相对较晚,随着“作战需求牵引装备建设”理念的逐步重视,开展了大量的需求论证实践工作。通过跟踪、借鉴美英需求论证的成熟理论和思想体系,在特定问题领域提出了一系列的作战需求论证方法和技术,例如,王书敏[3][4]提出了以定性分析为主的“分析-研讨-支持一体化”的论证方法;董志明等[5]基于体系工程思想提出融合SA、TAU、IDEF等于一体的论证工具集,以定量分析为主,但存在工具集成带来的功能集成和数据通信等问题;陈超等[6][7]从面向未来战争的视角提出了基于设计的需求论证流程,但需求论证具体方法有待详细研究。这些方法和技术开阔了需求论证思路,创新了需求论证模式。但信息化条件下的顶层作战需求论证需要在具备作战信息交互特点的动态论证环境下,以可视化的手段展现武器装备的作战概念、作战样式和基本作战流程,使领域专家和高层决策者更好的进行思维碰撞、研讨争辩,提出科学、可行的需求方案[8]。上述方法不能完全满足论证需要。在此,提出一种基于UPDM的武器装备顶层作战需求论证方法。

2. 武器装备体系统一建模平台

武器装备体系统一建模平台(Unified Platform for Defense Modeling, UPDM)作为一种新的装备体系结构建模与验证平台,采用从使命任务到能力需求的需求理念,集成指挥控制与武器装备(C5ISR, C4ISR +

Combat), 融体系结构建模和验证方法于一体, 适用于复杂装备体系和信息化武器平台的论证。近年来, 在美国和欧洲军事科技强国开展了大量卓有成效的武器装备论证工作, 其中尤以诺斯罗普格鲁曼(Northrop Grumman)研制的陆地作战移动机器人的电子系统和联合攻击战斗机的空战系统最具代表性[9] [10]。

UPDM 集成了体系结构建模、作战概念可视化和装备体系动态验证, 利用 SysML 实现武器装备体系结构描述, 着重采用活动图、状态图和顺序图等可视化方式完成面向作战体系的武器装备行为建模; 在此基础上, 自动生成作战概念演示模型, 通过作战场景驱动装备体系可执行模型, 在逻辑上完成作战概念、装备体系结构和主要功能的验证; 随着作战需求的逐步深化, 细化前期建立的装备体系可执行模型, 并在行为层次、性能层次分别开展可执行模型评估, 从而实现武器装备体系结构及关键性能指标的检验、测试和评估等[11]。

UPDM 在作战需求论证中具有其独特优势。它集成了指挥控制与武器装备, 能够基于体系结构标准对作战活动、指挥节点、信息交互等进行描述, 符合信息化条件下的作战需求论证特点; 能够基于作战场景驱动装备体系可执行模型的动态验证, 满足动态论证环境需要; 能够采用多视图手段对作战概念、作战样式、作战流程等进行可视化展示, 给予论证者更好的战争沉浸感, 有利于高层决策者对顶层作战需求的快速理解, 以及和领域专家的思维碰撞; 能够快速生成概念演示模型, 满足顶层作战需求论证的时效性需要。

3. 基于 UPDM 的作战需求论证和验证

基于 UPDM 的作战需求论证的总体思路为: 首先, 基于“头脑风暴”等方式提出最初的武器装备作战需求; 其次, 按照体系结构标准重点描述高层作战概念、作战活动、作战指挥关系、作战节点连接和节点之间的信息交换等作战因素, 从而建立面向作战体系的武器装备体系可执行模型, 并自动快速生成作战概念演示模型; 最后, 通过“模型驱动体系结构、体系结构驱动论证”的方式, 通过平台内部可执行模型的运行, 在逻辑上对提出可能的作战概念、作战样式、基本作战流程等进行评价和评估, 使得领域专家和高层决策者在模型形象演示过程中, 通过作战环境和态势的动态变化, 充分讨论、争辩、分析作战过程关键环节对装备技术性能的具体需求, 最终形成作战需求相关决议[2] [12]。其总体论证思路如图 1 所示。

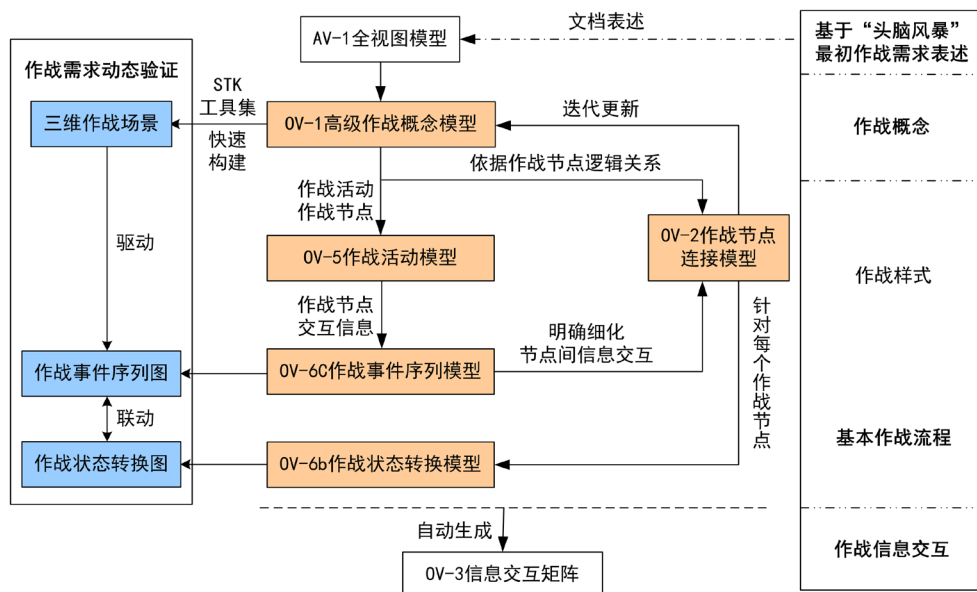


Figure 1. Overall architecture of operational requirements demonstration based on UPDM

图 1. 基于 UPDM 的作战需求论证总体思路

3.1. 可执行模型的建立

采用 UPDM 进行武器装备体系可执行模型建立基于 DODAF2.0 标准, 针对作战需求所要表述的作战概念、作战样式、基本作战流程以及作战信息, 选择 AV-1 全视图模型、OV-1 高级作战概念模型、OV-2 作战节点连接模型、OV-3 信息交互矩阵、OV-5 作战活动模型、OV-6b 作战状态转换模型和 OV-6c 作战事件序列模型来完成。完整需求论证模型的建立分为以下 8 个步骤:

1) 建立全视图模型。通过高层决策者、领域异质专家研讨, 形成概略性的初始作战需求, 采用文本或表格形式, 形成 WORD 文档与 AV-1 关联, 着重表述需求的目的、范围、背景、论证工具、限制条件等。

2) 建立高级作战概念模型。通过 OV-1 内嵌的高级作战概念模型库, 选取能够充分体现体系对抗特点的任务模型, 根据作战样式构建论证需求涉及到的关键作战任务、作战节点(指挥机构、武器装备等)及地理分布等要素, 形成高层作战概念图和作战任务概念图。前者结合图片、图标、线条、标注等形式综合构建二维作战场景, 后者通过工具条中的从属图标(Dependency icon)来关联任务和节点, 后续根据作战节点模型逐步对 OV-1 进行细化、修改。

3、建立作战活动模型。针对高级作战概念模型中的作战任务样式, 通过 OV-5 进一步细化作战内容和基本作战流程, 根据作战需求建立各自的作战活动模型, 包括每个作战任务涉及到的主要作战活动及其逻辑顺序, 采用泳道图的形式得以实现。

4) 建立初步作战节点模型。针对 OV-1 中的作战任务规划, 通过节点模型数据库绘制参战武器各自的作战节点视图。在此过程中, OV-2 只能用来描述每个作战节点的基本属性, 节点之间的关系及信息交互可在后续进行扩充。

5) 建立作战事件序列模型。针对 OV-1 中的作战任务, 根据参战武器作战方法及使用流程, 通过作战事件序列模型 OV-6c 编排各自的作战事件并通过拖拽作战节点的方式快速绘制序列图。然后, 按照作战活动逻辑顺序添加各节点以及节点之间的作战事件。作战事件的描述主要在于事件发生时作战信息的交互。UPDM 将交互信息作为事件参数, 细化为触发动作类和驱动事件类, 能够快速进行信息类型、具体参数的添加与修改。

6) 拓展作战节点模型。在初步构建的基础上, 采用添加需求线(Needline)的方式理清作战节点间的关系。首先, 借助 UPDM 内置工具对建立的 OV-6c 所有事件元素进行自动识别, 此时在 OV-2 相应的作战节点属性里自动添加信息交换节点、活动、事件、信息等; 然后, 通过需求线图标(Needline icon)将对应的信息交换节点关联, 并运用信息交换图标(Information exchange tool)对交互信息进行细化(添加参数), 形成最终的 OV-2。此时, 可根据 OV-2 对高层作战概念图进行迭代细化、修改。

7) 建立作战状态转换模型。作战序列和时间节点明确后, 需要建立作战状态转换视图。此时, 需要依据作战事件序列视图 OV-6c 就每个作战节点存在哪些作战状态进行具体分析。UPDM 借助转换图标(Transition icon)和转换标签图标(Transition Label icon)进行状态间信息交互的快速添加, 同时, 添加每个状态的活动和事件信息。

8) 信息交互矩阵自动生成。上述模型和相应视图建立完成后, UPDM 中内嵌的信息交互矩阵可快速、方便的获取作战过程中涉及的所有作战信息, 便于确认和修改。

3.2. 作战需求动态验证

1) 三维作战场景快速构建

UPDM 自带的系统工具箱 STK 集成了环境、装备、传感器、通信等各类三维模型, 通过与 OV-1 视图模型关联, 将二维作战场景快速生成三维作战概念演示模型, 实现三维场景下的作战概念动态验证[13]。

2) 作战需求动态验证

作战需求验证主要是在构建的三维可视化作战场景下，围绕武器装备体系，通过外部事件驱动建立的可执行视图模型，包括表述作战概念的高层作战概念模型 OV-1、综合表述作战样式和基本作战流程的作战事件序列模型 OV-6c、作战状态转换模型 OV-6b，将武器装备体系的主要行为和交互融于作战事件、作战状态的遍历。

UPDM 平台利用外部仿真测试环境驱动作战事件序列模型 OV-6c，在作战事件执行的同时，触发作战状态转换模型 OV-6b 中的作战节点状态的变化；与此同时，在三维可视化作战场景中，同步展现与作战事件发生相关的作战概念。这样，通过三维作战概念、作战事件序列和作战状态转换的联动，遍历所有的作战节点状态、节点实现的活动或功能，从而完成对武器装备体系作战概念、作战流程和典型功能等的验证。基于 UPDM 的作战需求验证的主界面如图 2 所示。

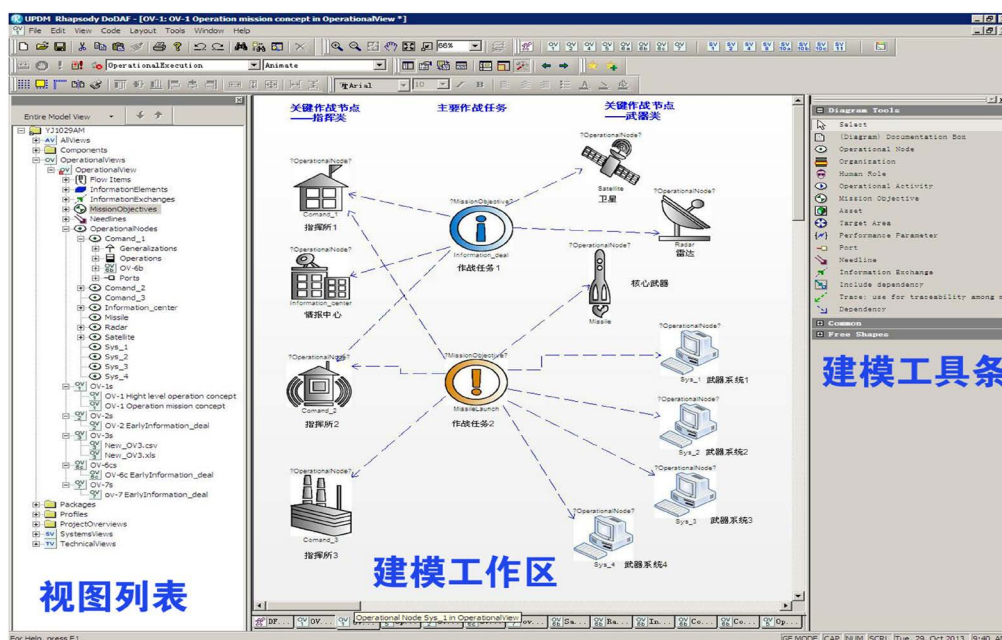


Figure 2. Schematic diagram of operational requirements verification interface based on UPDM
图 2. 基于 UPDM 的作战需求验证主界面示意

仿真过程利用三维作战场景进行形象演示，领域异质专家和高层决策者能快速理解作战概念，基于可视化的视图模型执行能够清晰捕捉作战样式、基本作战流程和武器装备体系结构的合理性，从而形成科学、具有前导意义的武器装备作战需求。

4. 作战需求论证与验证案例

以某信息化武器装备作战需求论证为例，首先，基于装备技术特点和作战用途确定未来战场上该型武器的作战样式和指挥体制；根据武器性能和装备保障条件设定武器可能的作战状态[14]。在此基础上对装备的指挥控制方法、作战使用流程进行分析，提出武器设计的具体作战需求。按照上述思路构建可执行模型，并进行作战需求的动态验证[15]。

如图 3 所示，按上述分析的武器攻击全流程在 UPDM 构建的三维视景仿真平台中得以呈现。战场环境要素包括地球及近地空间物理环境；红方要素包括攻击方式、飞行参数、突防措施及性能、指挥控制系统；蓝方要素包括防御模式、卫星和雷达预警系统、拦截武器系统和防御指挥控制系统[16]。OV-6b

作战节点包括红军：发射飞行 - 中段突防 - 末段突防 - 毁伤目标；蓝军：卫星扫描 - 雷达追踪 - 拦截摧毁等。当武器按照作战事件序列 OV-6c 预先设置的内容进行攻击时，蓝方预警卫星开机进行预警扫描，当卫星锁定武器后，将来袭信息传递给地面指挥站，指挥控制中心根据预警信息指挥雷达进行跟踪探测，组织拦截武器进行拦截[17]。红军在飞行过程中展开一系列的突防措施，躲避蓝方追踪和拦截。若突防成功即进行毁伤攻击，若不成功，将显示被拦截武器摧毁，失去作战能力。事件运行过程中 OV-6c 视图模型同步表述相应的作战事件，同时驱使 OV-6b 视图模型中各作战实体状态同步变化，实现信息数据的联动。按此方法，可对提出的初步作战需求方案进行推演，追踪武器攻击过程的发展动态，捕捉关键作战环节信息，验证方案的可行性，进而确定装备参数是否符合作战需求。

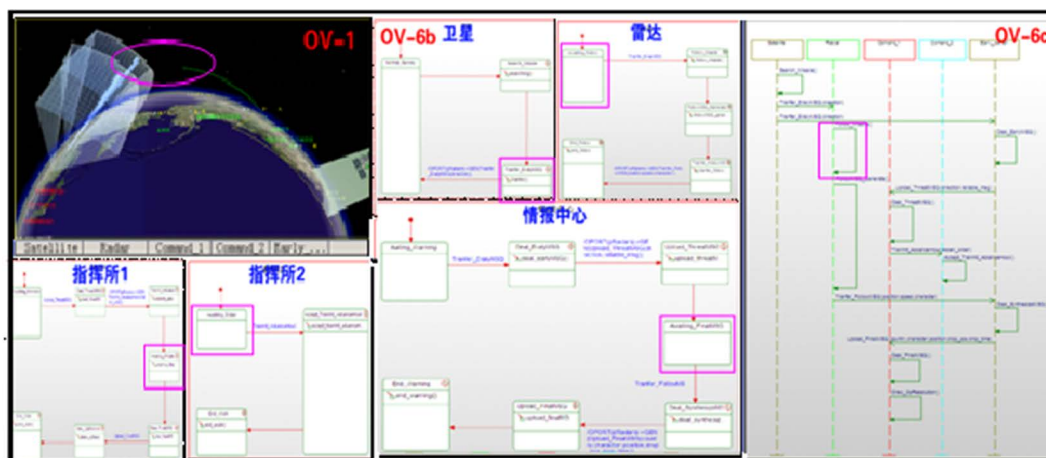


Figure 3. Operational requirements demonstration local verification diagram
图 3. 作战需求论证局部验证图

5. 结论

基于 UPDM 的需求论证方法适合于信息化条件下的武器装备作战需求论证。它不同于传统装备论证中以系统功能分解为特征的结构化方法，通过快速建立包含动态行为的装备体系可执行模型，在三维全局战场背景下基于概念模型的驱动进行作战需求论证和确认。同时，UPDM 具备与多种仿真环境的信息交互能力，有利于后续开展武器装备技战术指标需求的深化论证，是军方和工业部门共同开展武器装备使命效能评估和性能评估的可用支撑平台。

参考文献

- [1] 胡韦, 张唯威, 王子, 博琳. 基于信息化战争条件下空军武器装备需求研究[J]. 军民两用技术与产品, 2017(20): 192.
- [2] 雷震, 李庆全, 何国良, 宋云汉. 信息化条件下美军武器装备训练的主要做法及启示[J]. 中国科技信息, 2015(7): 67-68+75.
- [3] 王书敏, 贾现录. 武器装备作战需求论证中的几个基本问题[J]. 装备指挥技术学院学报, 2004, 15(3): 1-4.
- [4] 王书敏, 贾现录. 武器装备作战需求论证中的系统理论与方法[J]. 军事运筹与系统工程, 2004, 18(2): 18-20.
- [5] 董志明, 郭齐胜. 装备需求论证工具化研究[J]. 装甲兵工程学院学报, 2012, 26(6): 6-9.
- [6] 陈超. 基于 UPDM 的空天协同观测系统体系结构分析与建模[J]. 空天防御, 2018, 1(2): 46-52.
- [7] 陈超, 马国普, 黄力. 面向设计的武器装备作战需求论证方法[J]. 火力与指挥控制, 2013, 38(1): 77-80.
- [8] 李兵飞, 詹志娟, 周庆. 基于模型的航电系统任务需求分析方法研究[C]. 第四届中国航空兵器大会, 2018(1): 7-11.

- [9] 孙岩, 王光伟, 等. 基于 UPDM 的武器装备体系建模[J]. 装甲兵工程学院学报, 2013, 27(2): 66-69.
- [10] 皇甫一江. 基于 DoDAF 作战视图的美军海基反导体系结构模型[J]. 现代雷达, 2018, 40(11): 14-17.
- [11] 胡磊, 闫世强, 刘辉, 魏文斌, 黄晓斌. 基于 DoDAF 的预警卫星系统作战体系结构建模[J]. 现代防御技术, 2014, 42(6): 33-41.
- [12] Williamson, R. (2006) Mission Assurance and the UML Profile for DoDAF/MODAF (UPDM). *Raytheon Technology Today*, No. 1, 18-19.
- [13] 田明虎, 樊延平, 郭齐胜. 模型驱动的装备作战概念设计方法[J]. 装甲兵工程学院学报, 2015(4): 1-6.
- [14] 燕飞. 基于信息交互的事故致因模型研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2018: 34-37.
- [15] Office of the ASN (2005) Naval Capability Evolution Process Guidebook: Volume I.
- [16] Office of the ASN (2005) Naval Capability Evolution Process Guidebook: Volume II.
- [17] 李永, 李亮, 李巧丽, 郭齐胜. 装备型号需求论证辅助系统设计与应用[J]. 装备指挥技术学院学报, 2010, 21(3): 26-30.