

doi: 10.7690/bgzdh.2019.03.003

武器装备体系贡献率评估方法综述

王 涛, 汪刘应, 刘 顾

(火箭军工程大学研究生一队, 西安 710025)

摘要: 为了有效地对武器装备体系贡献率进行评估, 通过利用 Citespace V 软件连接 CNKI 数据库和 WOS 核心数据库对研究问题进行聚类分析。从国内外热点、国内外作者合作等方面分析了武器装备体系贡献率评估研究的热点问题和国内外研究现状。通过聚类分析, 找出了现有研究领域的研究前沿, 分析了现有基于“作战环”理论建模对武器装备体系贡献率评估问题的指导意义, 提出了面向多源信息分析和武器装备体系贡献率的动态评估将是下一步研究的趋势。

关键词: 武器装备体系; 作战环; 贡献率评估

中图分类号: TP302.7 **文献标志码:** A

Review of Assessment Methods for Contribution Rate of Weaponry System

Wang Tao, Wang Liuying, Liu Gu

(No. 1 Brigade of Graduate Student, Rocket Force University of Engineering, Xi'an 710025, China)

Abstract: In order to effectively evaluate the contribution rate of the weapon system, the Citespace V software is used to connect the CNKI database and the WOS core database cluster analysis on the research problems. From the domestic and foreign hot spots and the author cooperation at home and abroad, this paper analyzes the hot issues of research on the contribution rate evaluation of weapon system and the research status at home and abroad. Through clustering analysis, we find out the research frontiers in the existing research fields, and analyze the guiding significance of the existing "the operation loop" theory modeling on the assessment of the contribution rate of the weapon equipment system. It is proposed that the dynamic evaluation of the multi-source information analysis and the contribution rate of the weapon equipment system will be the trend of the further research.

Keywords: weapon equipment system; the operation loop; contribution rate assessment

0 引言

进入 21 世纪, 信息技术不断发展, 新军事技术和理论不断创新, 现代战争从“以平台为中心”向“以网络为中心”转变, 呈现出明显的体系对抗特征, 战斗力也需要通过作战体系的对抗来体现^[1-2]。武器装备体系是作战体系的核心要素之一。研究武器装备体系贡献率评估有益于提升军队装备整体作战能力。

目前, 关于武器装备体系贡献率评估的研究成果还比较少, 对于武器装备体系的研究角度较为多元化。文献[3]主要从任务和能力需求视角出发, 认为武器装备体系是一类特殊的体系, 基本特征包括: 武器装备体系是作战体系中为完成一定作战任务, 而由功能上相互联系、相互作用的武器装备及其系统组成更高层次的大系统。武器装备体系是作战体系的主要组成部分, 是作战体系的物质基础。文献[4]从系统角度出发, 认为武器装备体系是高于武器装备单元、平台以及系统所处层次的系统, 是为了

适应信息化条件下国家军事作战任务需求, 按照一体化联合作战的特征, 由多种武器装备单元或系统按照特定体系结构的要求而构成具有特定功能的统一整体。文献[5]认为武器装备体系不同于一般的武器装备系统, 武器装备体系具有单一武器系统所不具备的整体涌现性, 这就意味着体系作战能力不是各武器装备、系统作战能力的简单叠加, 而是综合考虑系统与系统之间的相互关系和互相作用形成的整体作战能力。文献[6]认为武器装备体系结构构成武器装备体系各类武器系统及其相互关系。它决定了武器装备体系的形态、属性和功能, 也是武器装备体系连通战场信息、保持各组分系统有序运作、发挥整体效能的内在依据。文献[7-10]提出一种全面的威胁评估和武器系统分配模型, 以在实时环境下进行战略决策。文献[11-13]主要研究了武器装备系统在战争环境中的可靠性, 探讨了在系统故障或系统损坏状态下, 武器系统再生可恢复的可靠性等。

上述文献主要从理论角度分析了武器装备体系

收稿日期: 2018-10-22; 修回日期: 2018-12-08

作者简介: 王 涛(1990—), 男, 陕西人, 硕士, 从事武器装备体系贡献率研究。

的主要性质和结构生成，武器装备体系不是武器单元、平台以及系统的简单叠加，对于武器装备体系的研究要清楚武器装备体系各组成部分之间的相互关系、相互作用而形成的特定功能，以提升整个体系的能力。随着对体系化作战的不断深入研究，对于武器装备体系的研究重点突出在体系对完成任务的贡献上，这就需要选择合适的计算模型和计算方法，通过对武器装备体系进行模型化处理，将抽象问题变为数学问题，从而给出武器装备体系的量化评估。现代作战体系功能强大、结构复杂，作战行为多样，体系中各个装备各司其职。现代作战循环理论认为指挥控制是一个观察、定位、决策、行动(OODA)的循环过程，即把作战过程简化抽象描述成一个侦察系统发现目标，而后将目标信息传给决策中心，决策中心对形势进行分析后，向打击实体发送作战命令，打击实体对敌方目标实施最终军事行动的重复循环过程。国内学者将 OODA 循环过程抽化为“作战环”，以便更好地适应军事领域研究体系贡献率问题。

笔者通过利用 Citespace V 数据分析软件连接 CNKI 数据库和 WOS 核心数据库(选取 2006—2017 年文献)，对武器装备体系贡献率评估“作战环”建模和贡献率评估方法研究现状进行聚类分析^[14]，分析了相关热点问题的研究现状。

1 基于“作战环”的建模研究现状分析

在军事领域主要有 ADC 法、层次分析法、SEA 法等进行军事问题的建模，但对于武器装备体系内各装备的评估分析和装备之间的接口关系的评估分析不足，美国陆军上校约翰·包以德提出的 OODA 环理论广泛应用于军事科研领域、地方科研建模^[15]。国防科学技术大学张春华、张小可等^[16]借鉴这种思想结合军事需求，提出了面向武器装备体系建模分析的作战环理论，能更好地适应军事装备体系建模评估分析。“作战环”理论以复杂网络理论为基础，为作战体系评估优化和武器装备发展提供一种新思路。

作战环^[16]是指为了完成特定的作战任务，武器装备体系中的侦察、指控、打击等武器装备实体与敌方目标实体构成有作战行为关系的闭合回路。作战环代表了作战体系的最简单基本环节，称作标准作战环。作战环数量的多少在一定程度上反映了作战体系可选择最短路径、方案的多少，代表了作战体系的作战能力。标准作战环如图 1 所示。

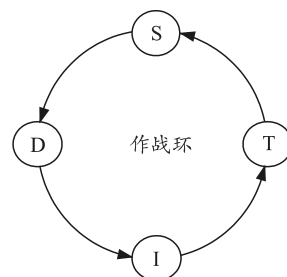


图 1 标准作战环

在实际作战中，一次完整作战活动一般都会经历多个侦察实体和多个决策实体；因此，考虑包括多个侦察节点和决策节点的作战环，称之为广义作战环^[16]，如图 2。广义作战环体现了信息的共享性、指挥的协同性、体现攻击方的作战潜力。广义作战环数量越大，意味着可供选择的攻击途径越多，网络的抗毁性能一般来说就越强。

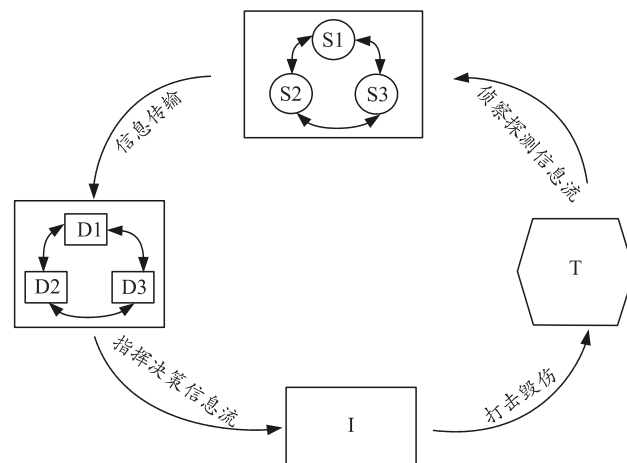


图 2 广义作战环

根据广义作战环理论，把作战体系中的武器装备体系抽象为 4 类实体：

1) 侦察实体 S：侦察装备系统的主要功能是对战场空间进行情报收集，为指挥决策部门提供信息支持，包括红外预警卫星、雷达、预警机及其他侦察装备；其按运载平台可分为：陆基、海基、空基以及天基 4 类。

2) 决策实体 D：表示各级指挥决策中心。它能接受从卫星实体传来的决策支持信息，对战场情况进行分析决策，同时对作战实体发布作战命令。

3) 打击实体 I：武器装备体系打击系统主要由火力打击系统组成。

4) 目标实体 T：武器装备体系将要完成的军事任务，对于战争胜负有较大价值的目标实体。

1.1 国内研究分析

近年来，通过 Citespace V 数据分析软件对国内

研究热点和作者合作分析见图 3 和图 4。

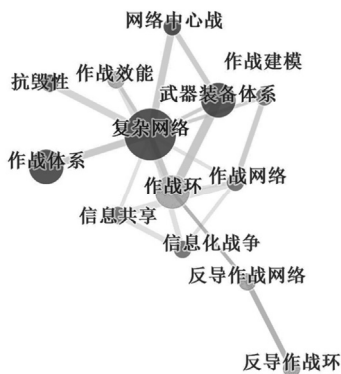


图 3 作战环建模国内研究热点



图 4 作战环建模国内作者合作

朱刚等^[17]针对武器装备体系的复杂性和网络化趋势，在现有研究基础上构建了以目标为中心的武器装备体系对抗网，基于 OODA 模型分析了协同式武器装备体系和受控式武器装备体系的异同，提出了以目标为中心的受控式武器装备体系连接结构的构建算法。

白亮等^[18]认为信息时代 OODA 回路 (Observe、Orient、Decide、Act) 的概念内涵更加丰富。并且从作战使命出发将作战网络中各节点之间微观机制的表现定义为“控制环”。认为作战网络中的作战活动是在它的基础上完成，另一方面，控制环的“有机结合”形成了宏观层面作战网络的作战效能。

张春华、张小可等^[16]借鉴现代作战循环理论 OODA 的循环过程，并对作战节点进行抽象，提出了作战环的概念。他们认为作战环是指为了完成特定的作战任务，武器装备体系中的侦察、指控、打击等武器装备实体与敌方目标实体构成的有作战行为关系的闭合回路。

1.2 国外热点分析

国外研究热点分析图和作者合作图谱分析见图 5、图 6，由于涉密等原因，在公开刊物上发表关于“作战环”“OODA”等文章的作者较少，主要集中在民用领域。美国密西根大学的 DV Lubitz, N

Wickramasingle 主要在生物学领域用网络为中心的方法基于业务在同一空间重叠的 3 个领域知识，实现了在医疗专业中快速生成和交换相关知识^[19]；澳大利亚阿德莱德大学 A Omarova、V Ireland、A Gorod，将 OODA 应用于复杂组织的功能定义上，最终实现组织规模上的自适应循环^[20]等。



图 5 作战环建模国外研究热点分析



图 6 作战环建模国外作者合作

武器装备体系的网络化建模是国内研究的热点。作战环作为复杂网络建模的一种方法，对于军事问题的抽象较为适应，能很好地解决武器装备体系中各装备的评估分析和装备间连接关系的评估分析。但大多数学者仅从宏观角度上进行建模分析，并没有对具体型号的武器装备体系进行建模分析，同时他们建模的重点往往集中于网络重要节点，对于连接节点与节点的边的权重研究考虑较少。作战环作为网络化建模中新的思路，能很好地适应军事活动的建模分析。这种思想的引入，将武器装备体系建成一个作战网络模型，运用网络科学相关理论对体系进行定量定性分析。

2 评估方法研究现状分析

贡献率是分析经济效益的一个指标，是指有效或有用成果数量与资源消耗和占用量之比，即产出量与投入量之比，或所得量与所费量之比。贡献率本是一个经济学范畴的名词，随着各国对军事应用效能评估研究的不断深入，现已广泛应用到军事领域，提倡对每项军事要素进行评估，区分出各要素对军事活动的贡献率水平。

法、解析法仿真法、试验统计法以及综合方法等。 几种方法的分析对比如表 1 所示。

表 1 评估方法的优缺点

方法名称	方法描述	优点	缺点
专家调查法	分为德尔菲法、头脑风暴法。以专家作为信息源,由专家根据知识与经验对问题作出判断、评估或预测的一种方法。	不需要相关的评估数据、历史参照样本,能够解决决策涉及因素过多的问题。	主观性强、专家知识局限性大,操作起来具有一定困难。
试验统计法	在规定或模拟的环境中,通过运行相关系统观察其试验性能参数情况,评估系统效能。	评估结果可信度高,可以直观地显示评估指标值得影响因素,便于进行分析。	要求一定的试验样本量,成本较大,时间较长,无法在研制阶段实施评估。
解析方法	解析法也叫矩阵法,是美国工业界武器效能咨询委员会在 20 世纪 60 年代中期提出的专门针对武器效能评估的模型。	数学模型较为严谨,效能指标含义明确,实践运用较为广泛。	矩阵确定过程复杂,相关因素确定的主观性较强,计算量较大。
作战模拟法	作战模拟法也叫仿真法,是通过计算机模拟来进行仿真实验,通过统计处理相关实验数据得到评估结果。	实验数据的获取过程较为直观,耗费的成本低,时间短。	仿真模型构建困难,较难达到实际的环境条件,并且对基础数据和原始资料的数量与质量要求较高。
层次分析法	根据相关要求对问题的组成因素逐层分解,再按因素的结构关系建立层次模型,然后向上聚合评估,或直接评估。	评估思路明确,具有灵活、简洁以及可操作性强的特点。	需要对结构有详细的了解,确定权重等参数困难。
指数法	根据评估对象建立数学模型,计算反应评估对象能力的若干指数,加权求和或加权累积若干指数得到能力评估结果。	数学模型直观、明确,使用方便。适合对复杂对象的评估。	权重系数的确定具有主观性,不适合处理需细致描述的结构问题。

贡献率评估所面临问题的特点是研究对象可以提供的样本比较小,使用概率、统计的方法来计算贡献率显然不可行;对于评价对象,实验难以重复,有很多装备仅有几次实验寿命,或者实验周期过长,即从经济、费用等资源的限制的角度出发不可行;而过分依赖专家,最后得到的结果会掺杂过多的主观因素,因此单独使用仿真或专家法也不可行。

综上所述,武器装备体系的贡献率评估问题具有 2 大特征: 1) 由于军事作战活动的动态复杂作战过程带来的动态性; 2) 在武器装备体系贡献率评估中涉及的半定量信息(同时存在定性、定量信息,以及不完备信息等)。

基于此,在进行武器装备体系贡献率评估中,采用作战环方法对武器装备体系主要作战体系进行建模,以此反映武器装备作战的动态特征;采用置信规则库专家系统方法对武器装备体系中存在的半定量信息进行评估,更好地处理多种类型不确定信息,使评估结果更加具有可信性。

由此可见: 近些年在“武器装备体系”和“作战环”方面国内学者研究较多,相关领域的研究成果较为丰富;在体系贡献率方面国外学者研究较为成熟,成果较为丰富,值得借鉴和学习。

3 发展趋势

随着军事技术和理论的创新,武器装备体系贡献率问题也将逐渐成为军事领域重点研究对象,相关研究将从宏观的理论研究落实到具体作战

体系,甚至具体型号装备体系进行分析研究。“作战环”作为网络建模中的新思路,将对武器装备体系面向使命任务建模提供较大帮助。在研究方法上解决单一信息向多元信息综合评估将是下一步研究的重点,同时体系评估方法将从静态的体系评估进一步发展为面向作战活动的动态体系,从而充分了解体系中的优缺点,为武器装备体系的发展提供有力参考。

参考文献:

- [1] 罗鹏程,周经纶,金光. 武器装备体系作战效能与作战能力评估分析方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2014: 1-10.
- [2] 蒋亚民. 作战实验向网络化体系对抗领域演进[J]. 军事运筹与系统工程, 2014, 28(1): 5-8.
- [3] 游光荣,谭跃进. 论武器装备体系研究的需求[J]. 军事运筹与系统工程, 2012, 26(4): 15-21.
- [4] 卜广志. 武器装备体系的体系结构与体系效能[J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(10): 1544-1548.
- [5] 何新华,王琼,郭齐胜,等. 基于反馈机制的武器装备体系作战能力聚合方法[J]. 装甲兵工程学院学报, 2012, 26(5): 13-18.
- [6] 罗小明,何榕,朱延雷. 武器装备体系结构贡献度评估[J]. 装甲兵工程学院学报, 2016, 30(4): 2-9.
- [7] FU P F, LUO P C, ZHOU J L. Some opinions of effectiveness assessment for weapon system of systems[J]. Journal of Systems Engineering, 2006, 21(5): 548-55.
- [8] CHEN Y W, DOU Y J, CHENG B, et al. Research on capability requirement generation of weapon

- system-of-systems based on operational activity decomposition[J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2011, 31: 154-163.
- [9] ZHANG S T, DOU Y J, ZHAO Q S. Evaluation of Capability of Weapon System of Systems Based on Multi-Scenario[M]. *Advanced Materials Research*, 2014: 926-930, 3806-3811.
- [10] NASEEM A, KHAN S A, MALIK A W. Real-time decision support system for resource optimization & management of threat evaluation and weapon assignment engineering in air defence[C]. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. IEEE, 2014: 565-569.
- [11] HAAN N, GRIMAILA M, PATEL R. 5. Insider threat detection within embedded weapon systems[C]. *3rd International Conference on Information Warfare and Security*, 2008: 163-170.
- [12] SHELTON L, LAWTON C R, MINER N E, et al. Using System of Systems Modeling and Optimization in Weapon System Design and Acquisition[C]. Proposed for presentation at the E2S2 NDIA Conference held, 2010: 14-17.
- [13] BENOIT I, OLIVIER S, PASCAL L, et al. Dynamic model for assessing impact of regeneration actions on system availability: Application to weapon systems[J]. *Reliability Engineering & System Safety*. 2008, 96(3): 410-424.
- [14] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2016: 126-156.
- [15] 罗鹏程, 周经伦, 金光. 武器装备体系作战效能与作战能力评估分析方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2014: 4-15.
- [16] 张春华, 张小可, 邓宏钟. 一种基于“作战环”的作战体系效能评估方法[J]. *电子设计工程*, 2012, 20(21): 62-66.
- [17] 朱刚, 谭贤四, 王红, 等. 武器装备体系复杂网络模型构建算法[J]. *火力与指挥控制*, 2015, 40(4): 115-120.
- [18] 白亮, 肖延东, 侯绿林, 等. 基于控制环的作战网络对抗模型[J]. *国防科技大学学报*, 2013, 35(3): 42-48.
- [19] LUBITZ D V, WICKRAMASINGHE N. Dynamic leadership in unstable and unpredictable environments[J]. *International Journal of Management & Enterprise Development*, 2006, 3(4): 339-350.
- [20] AMINA O, VERNON I, ALEX G. An Alternative Approach to Identifying and Appraising Adaptive Loops in Complex Organizations[J]. *Procedia Computer Science*, 2012, 12: 56-62.
- [21] 李健, 郭三学. 数字化单兵系统作战效能评估[J]. *火力与指挥控制*, 2017, 42(5): 177-181.
- [22] 杨远志, 王星, 陈游, 等. FAHP 的主动雷达导引头干扰效能评估[J]. *空军工程大学学报*, 2016 (2): 31-36.
- [23] 罗小明, 何榕, 朱延雷. 装备作战试验设计与评估基本理论研究[J]. *装甲兵工程学院学报*, 2014, 28(6): 1-7.
- [24] 罗小明, 朱延雷, 何榕. 基于 SEM 的武器装备作战体系贡献度评估方法[J]. *装备学院学报*, 2015, 26(5): 1-7.
- [25] RODRIGUES L, MARIOTI J, STEENHUIS T, et al. Assessment of irrigation performance: contribution to improve water management in a small catchment in the Brazilian savannas[J]. *RegresarAI Numero*, 2010, 106(5): 550-555.
- [26] LOPS P, GEMMIS M D, SEMERARO G, et al. Content-based and collaborative techniques for tag recommendation: an empirical evaluation[J]. *Journal of Intelligent Information Systems*, 2013, 40(1): 41-61.
- [27] BRYANT D J. Rethinking OODA: Toward a Modern Cognitive Framework of Command Decision Making[J]. *Military Psychology*, 2006, 18(18): 183-206.
- [28] LUBITZ D K J E V, BEAKLEY J E, PATRICELLI F. “All hazards approach” to disaster management, Boyd’s OODA Loop, and network-centricity[J]. *Disasters*, 2008, 32(4): 561.
- [29] 姜江. 证据网络建模、推理及学习方法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2010: 45-60.
- [30] 卜广志. 武器装备体系中的信息流分析与评估研究[J]. *系统工程与电子技术*, 2007, 29(8): 1309-1313.
- [31] 卜广志. 基于信息流的武器装备体系效能模型[J]. *火力与指挥控制*, 2009, 34(8): 1309-1313.