

1-3-2019

Evaluation of Contribution of Army Combined Arms in All-domains Weapon System-of-Systems Based on Critical Capability

Xiaochao Qian

1. Shanghai Electro-Mechanical Engineering Institute, Shanghai, 201109, China; ;

Tang Wei

2. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China; ;3.China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing 100037, China;;

Chen Wei

1. Shanghai Electro-Mechanical Engineering Institute, Shanghai, 201109, China; ;

Yingbo Lu

1. Shanghai Electro-Mechanical Engineering Institute, Shanghai, 201109, China; ;

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Evaluation of Contribution of Army Combined Arms in All-domains Weapon System-of-Systems Based on Critical Capability

Abstract

Abstract: To support equipment development demonstration of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems, an evaluate method of weapon system-of-systems contribution based on critical capability is studied. *The critical capability of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems is analyzed based on the operational mission.* A specified scenario of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems is given and the simulation system is constructed. *The evaluation index systems and computation model of efficiency of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems are established under the specified scenario.* The evaluation result can support the development demonstration and blue print optimization of the army weapon system-of-systems.

Keywords

combined arms in all-domains, contribution to equipment system-of-systems, critical capability, efficiency of equipment system-of-systems

Authors

Xiaochao Qian, Tang Wei, Chen Wei, Yingbo Lu, and Zhifeng Lu

Recommended Citation

Qian Xiaochao, Tang Wei, Chen Wei, Lu Yingbo, Lu Zhifeng. Evaluation of Contribution of Army Combined Arms in All-domains Weapon System-of-Systems Based on Critical Capability[J]. Journal of System Simulation, 2018, 30(12): 4786-4793.

面向关键能力的陆军全域作战体系贡献率评估

钱晓超¹, 唐伟^{2,3}, 陈伟¹, 陆营波¹, 陆志津¹

(1. 上海机电工程研究所, 上海 201109; 2. 南京航空航天大学经管学院, 南京 211106; 3. 中国航天科技集团公司, 北京 100037)

摘要: 针对陆军全域作战装备论证对体系贡献率提出的需求, 提出一种面向关键能力的装备体系贡献率评估方法。首先基于陆军全域作战任务, 分析影响陆军全域作战装备体系作战效能的关键能力。然后, 在作战任务与作战能力分析的基础上, 给出陆军全域作战装备体系典型作战场景, 构建陆军全域作战装备体系仿真评估系统, 提出一种基于关键能力的体系贡献率评估模型。最后, 通过典型场景下的体系仿真实现陆军全域作战装备体系贡献率评估, 为陆军全域作战装备的论证提供支撑。

关键词: 全域作战; 关键能力; 体系贡献率; 体系作战效能

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2018) 12-4786-08

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201812037

Evaluation of Contribution of Army Combined Arms in All-domains Weapon System-of-Systems Based on Critical Capability

Qian Xiaochao¹, Tang Wei^{2,3}, Chen Wei¹, Lu Yingbo¹, Lu Zhifeng¹

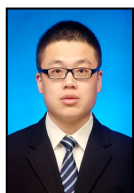
(1. Shanghai Electro-Mechanical Engineering Institute, Shanghai, 201109, China; 2. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China; 3. China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing 100037, China;)

Abstract: To support equipment development demonstration of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems, an evaluate method of weapon system-of-systems contribution based on critical capability is studied. *The critical capability of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems is analyzed based on the operational mission.* A specified scenario of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems is given and the simulation system is constructed. *The evaluation index systems and computation model of efficiency of the army combined arms in all-domains weapon system-of-systems are established under the specified scenario.* The evaluation result can support the development demonstration and blue print optimization of the army weapon system-of-systems.

Keywords: combined arms in all-domains; contribution to equipment system-of-systems; critical capability; efficiency of equipment system-of-systems

引言

为了应对当前我国周边严峻的安全形势、有效



收稿日期: 2018-05-28 修回日期: 2018-08-17;
基金项目: 国防基础科研重大项目(JCKY2016203A017);
作者简介: 钱晓超(1986-), 男, 山东青州, 博士, 工程师, 研究方向为装备体系效能评估; 唐伟(1982-), 男, 山西太原, 博士生, 高工, 研究方向为灰色系统理论、建模评估、长期激励。

履行陆军的使命任务, 陆军正按照“机动作战、立体攻防”的战略要求, 加强基于信息系统的体系作战能力建设, 加强陆军装备的创新发展和顶层设计, 建设适应全域机动、灵敏多能、一体化联合作战等作战要求的陆军装备体系。随着陆军装备体系建设的不断推进, 在体系背景下开展装备论证、通过体系贡献率来回答新型装备对体系作战

<http://www.china-simulation.com>

• 4786 •

能力的提升作用已经成为装备论证部门和研制部门的共识, 专家与学者对体系贡献率及评估方法进行了大量的研究, 为装备的发展规划和论证提供方法支撑。

武器装备体系贡献率是一个新的概念, 从军事科学到系统工程, 对体系贡献率评估的研究目前还处于发展阶段, 国内部分文献对武器装备体系贡献率的评估问题进行了探索。文献[1]剖析了体系贡献率的基本概念, 提出了开展体系贡献率评估需要遵循的基本原则。文献[2]提出了武器装备体系贡献率评估的一般过程与主要特点, 并结合示例给出了武器装备体系贡献率评估的具体过程和做法。文献[3]提出一种基于结构方程模型的体系贡献率评估模型。文献[4]提出了一种基于规则推理的体系贡献率评估方法, 采用规则描述“能力-任务”映射关系分析装备对任务的贡献率。文献[5]研究了海军舰船装备体系的贡献率评估问题, 提出一种基于能力的舰船装备体系贡献率量化方法。文献[6]提出一种基于粗糙集的武器装备体系贡献率评估模型与评估步骤。文献[7]提出了基于探索性分析的武器装备体系贡献率评估流程, 从任务、能力、结构、演化四个维度出发, 构建了武器装备体系贡献率分析的总体框架。文献[8]研究了体系贡献率评估中的指标体系构建原则, 提出从体系功能适应性等多个视角构建多层次评估指标体系。文献[9]考虑装备之间的关联关系, 提出一种基于作战环的武器装备体系贡献率评估方法。

总体而言, 对于体系贡献率评估, 目前还停留在评价单装在加入体系前后对体系整体功能属性发挥贡献作用大小。对于陆军全域作战装备体系这类复杂作战体系而言, 其战斗力是作战要素之间及作战要素与环境之间相互作用时整体涌现性的体现, 仍然从单装方面开展体系贡献率评估, 不利于利用评估结果分析体系作战要素与战斗力的关系。同时, 在全域作战的背景下, 面对不确定外部环境、多样化的使命任务以及快速发展的装备技术, 武器装备的发展需要由传统的基于威胁的模式转换为

基于能力的模式。因此本文提出一种基于关键能力的陆军全域作战装备体系贡献率评估方法, 基于陆军全域作战装备体系作战任务开展陆军全域作战体系关键能力分析, 面向关键能力构建陆军全域作战装备体系典型作战场景, 通过构建逼真的仿真模型替代武器装备体系进行仿真试验, 对体系作战能力和作战效能进行定量计算, 实现面向关键能力的体系贡献率评估。

1 陆军全域作战装备体系作战关键能力分析

陆军是重要的国防威慑力量, 是多种作战样式中的主体力量, 是联合作战中的重要部分, 对维护国家战略利益具有十分重要的作用。随着国际环境的变化, 以及我国战略利益的拓展, 未来战争形式和作战模式必将发生本质性变化, 这对未来陆军作战使命和能力也将提出更加全面的要求。在全域作战的背景下, 面对作战对手、威胁、作战环境和任务的高度不确定性, 能力具有相对稳定的内涵和结构, 因此基于能力的评估是指导陆军全域作战装备发展的理想途径。

面对新形势下的威胁与挑战, 陆军作战方式将由大规模作战, 向中远程、非接触、非线性的精确方式转变^[10]。按照“十三五”装备发展及 2030 战略, 陆军全域作战装备体系将实现以多维侦查感知信息系统为触角, 以一体化通用指挥控制系统为核心, 具备系列化精确打击火力和复杂电磁环境下的空天威胁防护平台的一体化联合作战装备体系, 满足国家战略利益拓展对陆军使命任务提出的要求。面对新的使命任务, 陆军全域作战装备体系应具备以下关键能力:

1) 多源战役战术情报获取能力——利用战术侦察卫星、预警机、侦察无人机、巡飞弹系统获得的侦察信息对作战指挥决策和武器制导进行支撑的能力。

2) 体系互联、信息共享和一体化指控能力——利用联合指挥方舱、军用 4G 通信基站、通信

中继无人机等新型指挥控制通信装备对陆军作战进行支撑的能力。

3) 复杂电磁环境下的空天目标拦截能力——利用新型防空装备开展复杂电磁环境下的空天目标拦截的能力。

4) 远程精确打点和火力遮断能力——利用远程精确打击装备打击敌方机场、发射阵地、指挥机构等纵深关键点, 遮断敌方后续梯队, 打击敌方战役保障、战役机动、战役支援的能力。

5) 高效时敏目标打击能力——利用具备监视-决策-打击-评估循环的武器装备对时敏目标进行高效打击的能力。

2 面向关键能力的陆军全域作战装备体系评估场景

在陆军全域作战装备体系关键能力分析的基础上, 设计陆军全域作战体系评估场景, 描述基本的作战背景、战场态势、作战准备、作战行动及作战推演, 为体系贡献率评估提供支撑。

2.1 基本评估场景

以边境防御为假定的评估场景, 主要作战行动包括: 在我陆军合成作战部队向预定作战区域推进及展开的过程中, 蓝方通过无人侦察机等手段发现

我军动向, 空军战斗机、巡航导弹团、战术弹道导弹团对我防空阵地的警戒雷达及制导雷达、远程火箭炮阵地和常规导弹发射阵地、部队集结地等进行打击, 试图削弱我防空及远程打击能力, 并迟滞我对预定作战区域的增援和联合反击行动。

针对蓝方空中打击, 我军在进行防空反导作战的同时, 利用远程火箭炮和常规导弹对蓝方进行火力反制。我军合成作战部队到达预定作战区域后, 常规导弹营、炮兵旅等对前沿及纵深的蓝方目标实施联合火力打击, 工兵连在前沿开展扫雷作业, 以合成旅为首批反击兵力、装甲旅和山步旅为后续反击兵力对通道内的蓝方入侵部队发起反击。典型作战场景下红蓝双方的态势图如图1所示, 红蓝双方的对抗过程如图2所示。

2.2 面向关键能力的体系贡献率评估场景

根据陆军全域作战装备体系典型作战场景, 采用基本场景加五个扩展场景的方案分别分析评估多源战役战术情报获取能力、体系互联与信息共享能力、一体化指挥与控制能力、复杂电磁环境下的防空反导能力、远程精确打点和火力遮断能力以及高效时敏目标打击能力等陆军全域作战装备体系关键能力对体系能力和作战效能的影响及贡献率。相应的对比评估场景如表1所示。

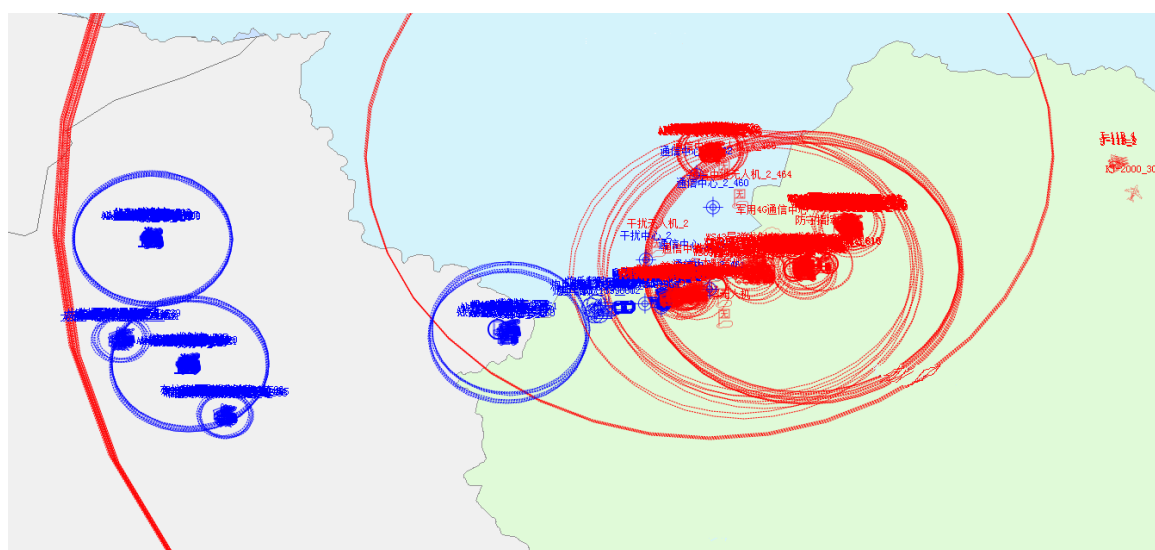


图1 典型作战场景红蓝双方态势图
Fig. 1 Red and blue situation map of the specified scenario

<http://www.china-simulation.com>

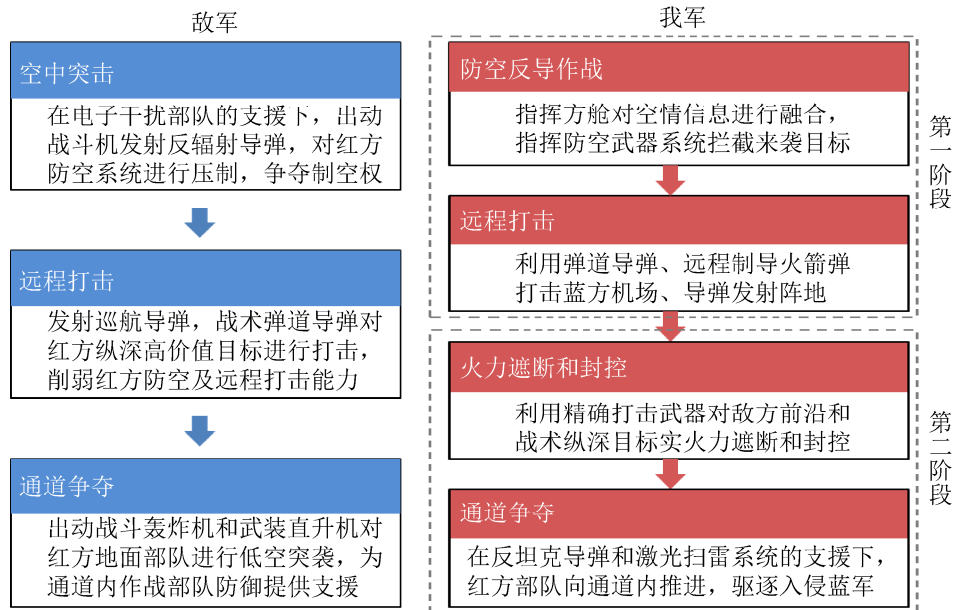


图 2 红蓝双方对抗过程

Fig. 2 Confrontation process between red and blue

表 1 对比评估场景目的

Tab. 1 Purpose of the contrasting scenario

场景名称	支撑的评估目的
对比场景 1	通过与基本场景对比展示多源战役战术情报获取能力对陆军作战效果的影响, 分析、研究战术侦察卫星、预警机、侦察无人机、巡飞弹系统获得的侦察信息对作战指挥决策和武器制导的支撑作用。
对比场景 2	展示体系互联、信息共享和一体化指控能力对陆军作战的作用, 研究新型指挥控制通信装备对陆军作战效果的影响, 为开展相关的体系贡献率评估提供依据。
对比场景 3	展示复杂电磁环境下的空天目标拦截能力对陆军作战效果的影响, 分析、研究新型防空装备的作战运用及对上述能力的支撑作用。
对比场景 4	展示远程精确打点和火力遮断能力对陆军作战效果的影响, 分析、研究常规导弹、远程制导火箭炮对上述能力的支撑作用。
对比场景 5	展示高效的时敏目标打击能力对陆军作战效果的影响, 分析、研究察打一体无人机、巡飞弹武器系统等对上述能力的支撑作用。

3 陆军全域作战装备体系贡献率评估模型

3.1 体系能力评估模型

根据体系能力的定义, 将陆军全域作战装备体系能力分解为感知能力、指控能力、防护能力、打击能力、机动能力和保障能力。在以上每种能力之下, 又细分为若干层级的子能力, 建立如图 3 所示的体系能力评估指标体系, 给出评估指标体系底层各指标的计算公式, 建立如下式所示的体系能力的计算模型。

$$c = \sum_{i=1}^k w_i I_i \quad (1)$$

式中: w_i 为 AHP 法生成的效能评估指标体系中第 i 个底层指标的权重, I_i 为第 i 个底层指标的指标值。根据底层指标的类型, 当要求指标不超过某一值时, 指标值采用上限型满意度函数式(2)计算, 当要求指标不小于某一值时, 指标值采用下限型满意度函数式(3)计算

$$I(x) = \begin{cases} 1, & x \geq x_L \\ 1 - \frac{x_L - x}{d}, & x_L > x \geq x_L - d \\ 0, & x < x_L - d \end{cases} \quad (2)$$

$$I(x) = \begin{cases} 1, & x \leq x_U \\ 1 - \frac{x - x_U}{d}, & x_U < x \leq x_U + d \\ 0, & x > x_U + d \end{cases} \quad (3)$$

式中: I 代表一个底层指标的指标值(例如拦截成功率的满意度); x 代表指标的度量值(例如拦截成功率); x_U 代表上限型指标的度量值阈值; x_L 代表下限型指标的度量值阈值; d 代表一个给定的度量值变化区间。指标的度量值 x 可通过仿真实验或装备性能参数获得。

3.2 体系效能评估模型

根据体系效能的定义,从任务视角建立体系效能评估指标体系,基于陆军全域作战装备体系评估

场景,陆军全域作战装备体系的主要作战任务可分为战前侦察与部署、防空作战、远程打击、中近程火力封控、时敏目标打击等。

对上述 5 项作战任务进行分解,建立如图 4 所示的体系效能评估指标体系,给出评估指标体系底层各指标的计算公式,建立如下式所示的体系能力的计算模型。

$$e = \sum_{j=1}^n w_j E_j \quad (4)$$

式中: w_j 为 AHP 法生成的效能评估指标体系中第 j 个底层指标的权重; E_j 为第 j 个底层指标的指标值。底层指标值的度量方法与能力指标相似,此处不再赘述。

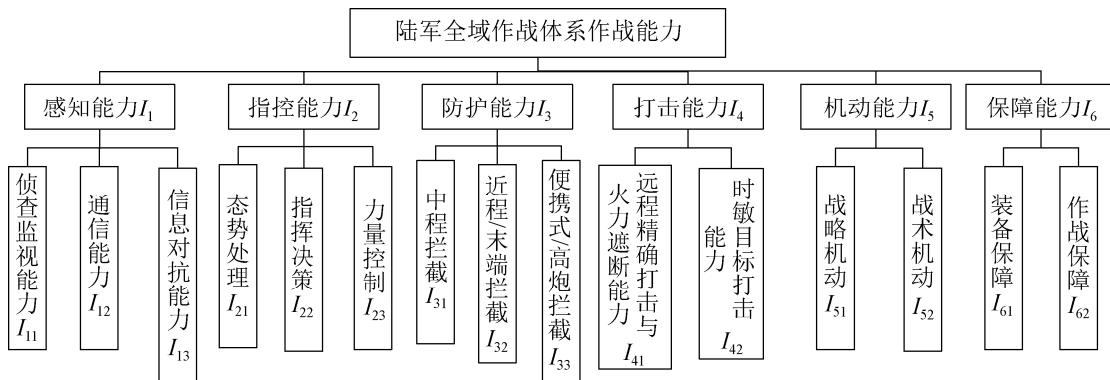


图 3 陆军全域作战体系作战能力评估指标体系

Fig. 3 Evaluation index system of operation

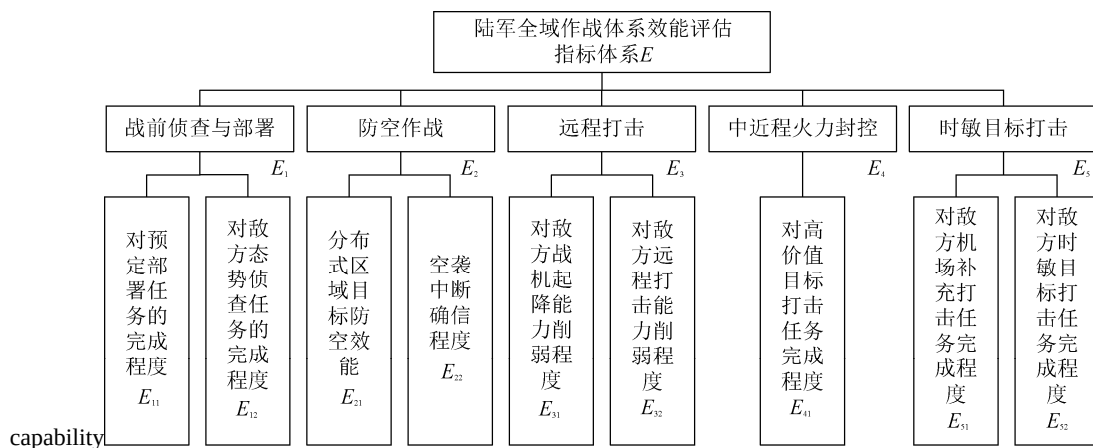


图 4 陆军全域作战装备体系效能评估指标体系

Fig. 4 System effectiveness evaluation index system

3.3 基于关键能力的体系贡献率评估模型

在已有体系贡献率评估概念的基础上, 针对陆军全域作战装备体系的特点, 提出一种基于关键能力的体系贡献率评估模型, 从评价一型装备的体系贡献率到评价一项关键能力对陆军全域作战装备体系的贡献率。依照陆军全域作战装备体系关键能力, 构建如下的体系贡献率评估模型:

$$\Delta c = \frac{c_1 - c_0}{c_0} \times 100\%, c_0 \neq 0 \quad (5)$$

式中: c_0 为具备某项关键能力前体系的属性值(体系能力和体系效能两方面); c_1 为具备某项关键能力后体系的属性值。 Δc 反映了具备某项关键能力前后, 体系属性值的变化情况, 即关键能力对体系的贡献率。

4 陆军全域作战装备体系贡献率评估分析

4.1 陆军全域作战装备体系能力与效能评估

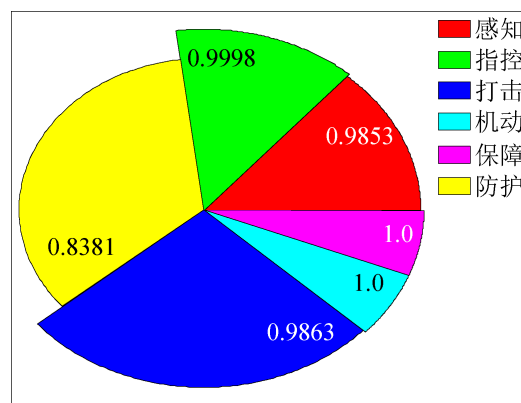
在陆军全域作战装备体系基本评估场景的基础上, 按照体系能力的贡献率评估方法, 基于典型作战场景下武器装备体系固有的性能指标计算能力评估结果。按照体系效能的贡献率评估方法, 基于体系仿真评估系统在表 1 所示的仿真评估想定下开展多次仿真实验, 依据图 4 所示的体系效能评估指标体系建立体系效能计算模型, 根据体系仿真实验得到的数据对体系的效能进行计算。

图 5 为基本评估场景体系能力和体系效能的评估结果, 其中饼图中扇形圆心角的大小代表该指标的权重, 半径长度代表该指标的评估结果。

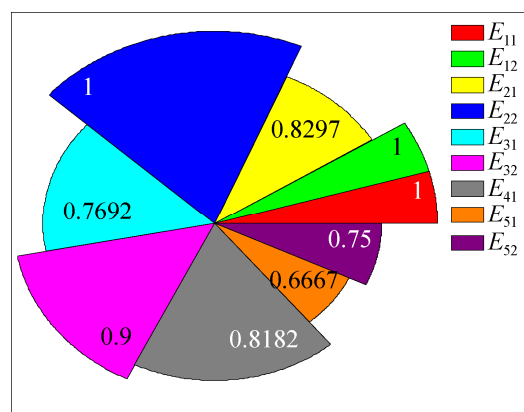
4.2 陆军全域作战装备体系贡献率评估结果及分析

在基本评估场景体系能力与体系效能评估的基础上, 针对 5 个对比评估场景开展评估分析, 分别计算多源战役战术情报获取、体系互联与信息共享及一体化指挥与控制、复杂电磁环境下防空反导、远程精确打点和火力遮断、高效时敏目标打击

等五项关键能力对体系能力和体系效能的贡献率。



(a) 体系能力评估结果



(b) 体系效能评估结果

图 5 陆军全域作战装备体系能力与效能评估结果

Fig. 5 Evaluation results of system capability and effectiveness

4.2.1 对体系能力的贡献率

根据设计的评估场景, 对比场景 1 中的陆军全域作战体系不具备多源战役战术情报获取能力, 将导致陆军全域作战体系中的感知能力受到影响, 陆军全域作战体系中的感知能力由 0.985 3 下降为 0.754 2, 多源战役战术情报获取能力对感知能力的贡献率为 30.64%。

对比场景 2 中的陆军全域作战体系不具备体系互联、信息共享和一体化指挥能力, 将使陆军全域作战体系能力中的指控能力受到影响, 陆军全域作战体系中的指控能力由 0.999 8 下降为 0.836 6, 体系互联、信息共享和一体化指挥能力对指控能力的贡献率为 19.51%。

对比场景 3 中的陆军全域作战体系不具备复杂电磁环境下的空天目标拦截能力,将使陆军全域作战体系能力中的防护能力受到影响,陆军全域作战体系中的防护能力由 0.838 1 下降为 0.650 6,复杂电磁环境下的空天目标拦截能力对防护能力的贡献率为 28.82%。

对比场景 4 中的陆军全域作战体系不具备远程精确打点和火力遮断能力,将使陆军全域作战体系能力中的打击能力受到影响,陆军全域作战体系中的打击能力由 0.986 3 下降为 0.650 6,远程精确打点和火力遮断能力对打击能力的贡献率为 51.60%。

对比场景 5 中的陆军全域作战体系不具备时敏目标打击能力,将使陆军全域作战体系能力中的打击能力受到影响,陆军全域作战体系中的打击能力由 0.986 3 下降为 0.956 5,时敏目标打击能力对打击能力的贡献率为 3.12%。

4.2.2 对体系效能的贡献率

基本场景与 5 个对比场景的效能评估底层指标计算结果如图 6 所示。分别根据式(4)体系效能评估模型和式(5)体系贡献率评估模型计算基本场景和各对比场景最终的体系效能值和陆军各项关键能力对最终体系效能的贡献率。最终的评估结果如表 2 所示。

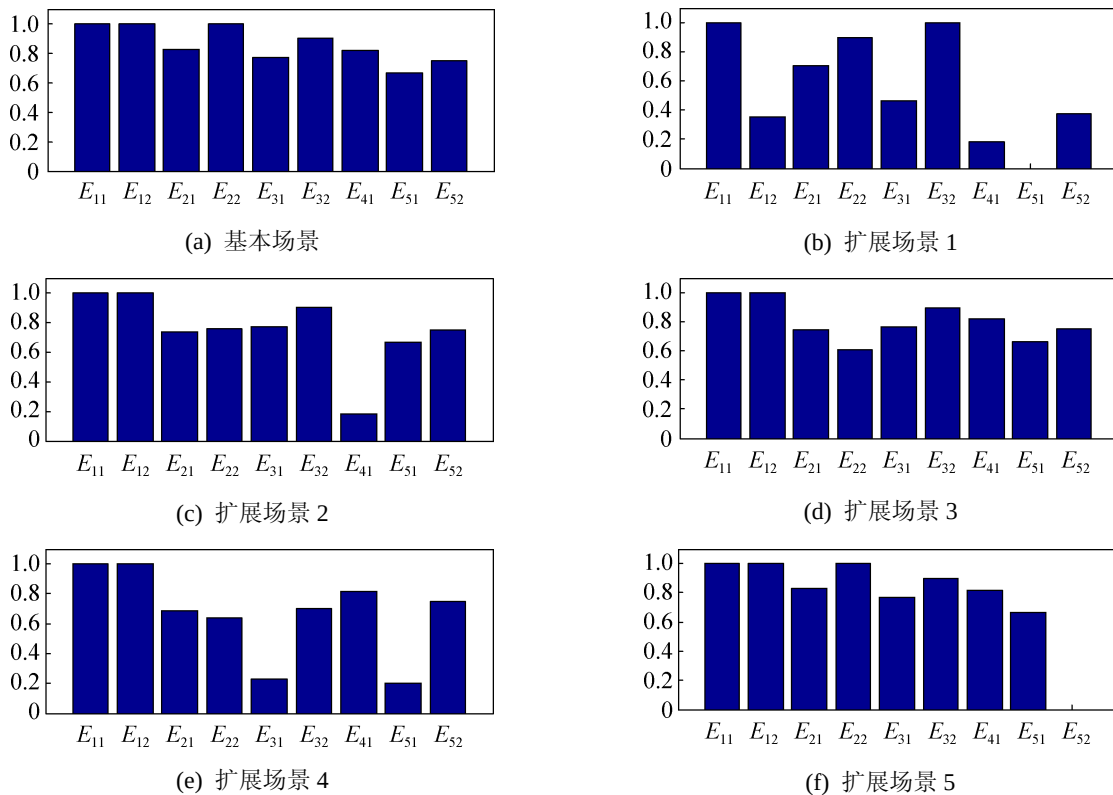


图 6 体系效能评估结果

Fig. 6 Evaluation results of system effectiveness

表 2 体系效能与贡献率评估结果

Tab. 2 Evaluation results of system effectiveness and contribution rate

评估类别	基本想定	对比场景 1	扩展场景 2	扩展场景 3	扩展场景 4	扩展场景 5
体系效能	0.823 9	0.571 9	0.680 1	0.738 5	0.597 4	0.771 4
体系贡献率/%		44.06	21.14	11.56	37.91	6.81

评估结果表明, 多源战役战术情报获取能力能够有效提升防空作战、远程火力打击、中近程火力封控等作战任务的作战效能, 对体系作战效能有巨大的贡献率。远程精确打点和火力遮断能力能够有效提高远程火力打击任务的完成程度, 同时由于压制了敌方战机的起降能力, 一定程度上提升了防空作战效能。在体系互联、信息共享和一体化指控能力的支撑下, 陆军全域作战装备体系各装备实现了情报共享和联合作战, 对体系作战效能有较大的贡献率。在新型防空武器系统的支撑下, 陆军全域作战装备体系多目标能力、抗干扰能力都有较大提升, 有效提升了防空效能。

5 结论

本文提出一种针对陆军全域作战装备体系的贡献率评估方法, 从陆军全域作战装备体系作战任务出发, 提炼出了影响陆军全域作战装备体系作战效能的五项关键能力, 构建基于关键能力的陆军全域作战装备体系贡献率评估模型, 在此基础上, 建立了陆军全域作战装备体系仿真系统, 基于仿真系统和评估方案开展体系贡献率评估, 并给出了各项关键能力对体系作战效能贡献率的定量分析, 对于陆军全域作战装备体系的论证以及装备的发展有一定的支撑作用。

参考文献:

- [1] 管清波, 于小红. 新型武器装备体系贡献度评估问题探析[J]. 装备学院学报, 2015, 26(3): 1-5.
Guan Qingbo, Yu Xiaohong. Research on evaluation of equipment's contribution to system warfighting[J]. Journal of Equipment Academy, 2015, 26(3): 1-5.
- [2] 李怡勇, 李智, 管清波, 等. 武器装备体系贡献度评估刍议与示例[J]. 装备学院学报, 2015, 26(4): 5-10.
Li Yiyong, Li Zhi, Guan Qingbo, et al. Discussion and demonstration on contribution evaluation of weapon equipment system[J]. Journal of Equipment Academy, 2015, 26(4): 5-10.
- [3] 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): 1-6.
Luo Xiaoming, Zhu Yanlei, He Rong. SEM-based evaluation method of contribution to system warfighting for weapons and equipments[J]. Journal of Equipment Academy, 2015, 26(5): 1-6.
- [4] 叶紫晴, 屈也频. 基于规则推理的海军航空作战装备体系贡献度分析[J]. 指挥控制与仿真, 2015, 37(5): 29-33.
Ye Ziqing, Qu Yepin. Analysis of contribution degree based on rule-based reasoning for naval aviation operation equipment system[J]. Command Control & Simulation, 2015, 37(5): 29-33.
- [5] 李炜, 张恒, 王玮. 评价舰船装备体系贡献度的一种方法[J]. 舰船科学技术, 2015, 37(10): 1-5.
Li Wei, Zhang Heng, Wang Wei. An evaluation method for the contribution margin of a ship in the combat system of systems[J]. Ship Science and Technology, 2015, 37(10): 1-5.
- [6] 王楠, 杨娟, 何榕. 基于粗糙集的武器装备体系贡献度评估方法[J]. 指挥控制与仿真, 2016, 38(1): 104-107.
Wang Nan, Yang Juan, He Rong. Evaluation method of equipment's contribution to system warfighting based on rough set[J]. Command Control & Simulation, 2016, 38(1): 104-107.
- [7] 罗小明, 杨娟, 何榕. 基于任务-能力-结构-演化的武器装备体系贡献度评估与示例分析[J]. 装备学院学报, 2016, 27(3): 7-13.
Luo Xiaoming, Yang Juan, He Rong. Research and Demonstration on contribution evaluation of weapon equipment system based on task-capability-structure-evolution[J]. Journal of Equipment Academy, 2016, 27(3): 7-13.
- [8] 吕慧文, 张炜, 吕耀平, 等. 基于多视角的武器装备体系贡献率评估指标体系构建[J]. 装备学院学报, 2017, 28(3): 62-66.
Lv Huiwen, Zhang Wei, Lv Yaoping, et al. Establishment of multi-perspective assessment index system of weaponry system contribution rate[J]. Journal of Equipment Academy, 2017, 28(3): 62-66.
- [9] 赵丹玲, 谭跃进, 李际超, 等. 基于作战环的武器装备体系贡献度评估方法[J]. 系统工程与电子技术, 2017, 39(10): 2239-2247.
Zhao Danling, Tan Yuejin, Li Jichao, et al. Armament system of systems contribution evaluation based on operation loop[J]. Systems Engineering and Electronics, 2017, 39(10): 2239-2247.
- [10] 乐园, 曾立. 国家战略利益拓展下陆军武器装备发展的产业基础评估[J]. 国防科技, 2012, 33(5): 17-22.
Le Yuan, Zeng Li. An Assessment of Industrial Bases for the Development of the Army's Weapons and Equipment Because of Expansion of National Strategic Interests[J]. National Defense Science and Technology, 2012, 33(5): 17-22.