

面向装备规划计划的体系贡献率评估方法

李小波¹, 梁浩哲², 王涛¹, 王彦锋¹, 王维平¹, 林木¹

1. 国防科技大学系统工程学院, 长沙 410073

2. 军事科学院系统工程研究院, 北京 100101

摘要 当前的体系贡献率研究主要集中在装备立项论证阶段, 亟需加强规划计划阶段自顶向下的体系贡献率研究。从体系贡献率主导的装备全寿命周期管理思想出发, 提出了包括“作战概念牵引、能力需求主导、价值定位核算、使命手段匹配、能力贡献评估”的五步评估方法, 根据装备项目对体系能力差距的满足程度评估项目体系贡献率, 并构建体系贡献率配比模型。将体系贡献率评估前推到规划计划阶段, 能够加强装备全寿命周期管理的顶层设计和整体指导, 克服当前分散式、碎片式体系贡献率研究的不足。

关键词 规划计划; 体系贡献率; 体系作战概念; 基于能力的规划; 使命手段框架

现代战争呈现出网络化、体系化的发展趋势。继信息化时代之后, 在数字化、网络化、智能化技术的推动下, 一个新的“泛在互联、智慧聚、信息主导、体系制胜”的体系化时代已经到来。装备发展和运用的范式正在由“平台中心”向“体系中心”转变, 必须从体系角度衡量装备对于体系整体作战能力的贡献程度和地位高低, 并以此作为装备论证、研制和使用的基本依据。装备对作战体系的贡献率(简称体系贡献率, 有的文献称为体系贡献度)评估正是顺应体系化时代要求, 推进装备体系化发展与应用的一项重要举措。

近年来, 体系贡献率评估的理论和实践研究方兴未艾, 已经成为体系工程研究的一个重要领域。当前研究主要集中在装备型号立项论证阶段, 存在“自底向上难以确定装备配属的作战体系、所配属的作战体系不典型不准确”等问题, 具体表现在: (1) 装备系统所支持的作战概念和体系使命任务不清晰, 即装备系统需要完成什么样的作战活动和任务, 以及装备的战技性能指标要求不明确; (2) 装备系统所配属的作战体系不清楚, 装备如何融入作战体系不清楚, 即装备的组织指控关系、战术使用原则和功能配套关系不明确; (3) 装备系统所运

收稿日期: 2020-04-16; 修回日期: 2020-06-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(71673292)

作者简介: 李小波, 副教授, 研究方向为体系工程与体系仿真, 电子信箱: lixiaobo@nudt.edu.cn

引用格式: 李小波, 梁浩哲, 王涛, 等. 面向装备规划计划的体系贡献率评估方法[J]. 科技导报, 2020, 38(21): 38-46; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.21.004

用的作战想定不典型、不全面,对于如何运用装备打体系仗缺乏明确规范。

出现这些问题的症结在于体系贡献率中的“体系”(即作战体系)的内涵模糊,并且准确性、全面性和典型性不够。究其根本原因,是因为装备立项论证阶段主要聚焦于单装型号,缺乏对作战体系的顶层设计,容易形成各项装备烟囱式建设的困局。武器装备规划计划是在武器装备发展战略和武器装备建设规划计划的指导下,采用各种科学的预测手段,使用定性定量相结合的方法,对未来一定时期内武器装备建设方案的总体设计^[1]。因此,体系贡献率评估应该在规划计划阶段明确作战体系的顶层设计和对应的武器装备体系的总体方案,阐明体系能力需求和贡献率配比,为立项论证阶段的体系贡献率评估提供明确的作战体系背景和能力需求清单。

1 体系贡献率主导的装备全寿命周期管理

体系贡献率是现阶段装备体系发展和运用的重要抓手,能够作为一条主线贯穿装备管理全寿命周期。通过各个阶段的体系贡献率评估,建立局部装备系统管理与全局体系建设发展的紧密联系,有效支撑装备体系化发展与运用(图1)。(1)在规划计划阶段,重点开展面向国家安全与发展战略要求的体系贡献率评估,针对新型作战概念、重大作战体系和关键能力需求,采用作战推演方法评估装备系统的计划贡献率,评估结果可作为装备重点发展领域与技术重点攻关方向安排的重要依据;(2)在

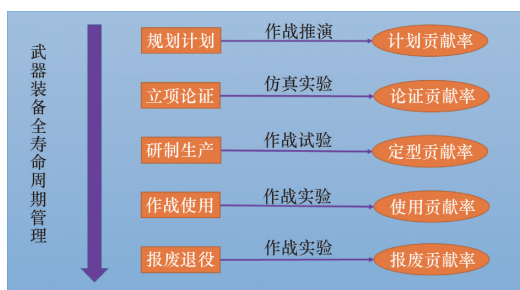


图1 体系贡献率主导的装备全寿命周期管理

立项论证阶段,重点开展面向战略方向作战体系使命的体系贡献率评估,针对体系使命任务采用仿真实验评估装备系统的论证贡献率,评估结果可作为装备类别和型号立项优先度排序的基本依据;(3)在研制生产阶段,重点开展面向具体作战体系使命的体系贡献率评估,针对具体的作战能力需求采用作战试验方法评估装备系统的定型贡献率,并根据不同技战术指标对于体系能力的影响优选装备技战术组合方案;(4)在作战使用阶段,重点开展面向具体作战场景的体系贡献率评估,针对实际作战场景采用作战实验方法评估装备系统的使用贡献率,优选不同场景下的装备战术战法 and 作战使用原则;(5)在报废退役阶段,重点开展面向体系使命任务支撑能力的体系贡献率评估,采用作战实验方法,针对任务能力可替代性和装备使用综合成本评估装备系统的报废贡献率,设置体系贡献率下限作为报废退役的基本依据。

在规划计划阶段对于作战体系进行顶层设计,是体系贡献率主导的装备全寿命周期管理的实现基础。体系贡献率评估首先要自顶向下从总体和全局角度明确装备所配属的作战体系,才能以统一的作战概念和体系使命能力需求统领多类型、全过程装备全寿命周期管理,为立项论证以及其他后续阶段提供体系支撑,避免“体系分母”不统一情况下的装备系统烟囱式建设与运用问题。

2 体系贡献率评估方法现状分析

评估方法是体系贡献率评估活动的核心技术要素,也是体系贡献率研究的核心内容。一般来说,评估方法要解决评估模型构建、评估数据获取和评估指标设置3个方面的技术问题,但各类评估方法的侧重点有所不同。本研究借鉴已有的评估方法分类^[2],按照概念内涵的分类定义对代表性的评估方法进行综述。

1)从体系性能角度看,代表性的研究有抗毁性方法^[3-4]、体系结构方法^[5]、复杂网络方法^[6-7]。抗毁性方法从抗毁性角度分析装备对体系结构抗毁贡献度;该方法具备操作简单、指标明确、流程可操

作性强等优点,但是基本没有体现体系动态对抗复杂性。体系结构法具有一定的综合性,构建的评估模型较为复杂,指标体系较为全面,但是仍主要从静态结构关系出发,结果的可信性和可解释性一般。复杂网络方法具备操作简单、流程可操作性强、指标体系易于构建和度量、结果可解释性较好等特点,但由于对于体系动态行为和机理考虑不够,结果可信度一般。

2) 从体系功能角度看,代表性的研究有作战环方法^[8]、认知计算评估方法^[9]、MMF-OODA方法^[10]等。作战环方法采用能力指标数据,模型复杂程度不高,主要从能力角度构建指标体系,结果具备一定的可信度和可解释性。认知计算评估方法从功能角度开展能力和效能评估,并基于体系运行机理认知模型进行能效综合,实现解析能力评估和仿真效能评估两种结果的有机融合,结果可解释较强;但对数据要求较高,评估流程复杂。MMF-OODA方法采用了基于使命能力框架的体系能力需求满足度的白箱评估和基于OODA的体系效能黑箱评估相结合的方式,主要特点是结果可解释较强;但对数据要求较高,评估流程复杂。

3) 从任务效益角度看,代表性的研究有探索性分析方法^[11]、Agent仿真方法^[11]、基于规则推理的能力-任务方法^[12]、基于联合使命线程的方法^[13]等。探索性分析方法需要收集大量数据,建立的探索性分析模型也较为复杂,具备较好的结果可解释性,但建模难度大,流程较为复杂,结果可信性一般。采用基于Agent的仿真建模方法,与探索性分析方法类似,但建模层次较低,因此建模描述的准确性更强,结果可信度较高。基于规则推理的能力-任务方法主要收集能力属性数据,以任务-能力指标为主,模型复杂程度较高,能够根据任务对能力的支撑关系进行结果解释,但是没有考虑体系对抗,结果可信度不高。基于联合使命线程的方法,一方面自顶向下将体系使命任务分解为活动、再将活动分解为功能、最后建立系统与功能的映射关系;另一方面自底向上通过系统/体系属性指标对系统及其功能进行度量,在此基础上通过任务性能指标对任务进行度量,最后在两者基础上通过体系使命效

能指标对使命进行度量,从而建立了系统功能属性指标对体系效能的定量支撑关系,能够支持系统对于体系贡献的初步度量。

4) 从综合贡献角度看,代表性的研究有结构方程模型(structural equation model, SEM)方法^[14]、粗糙集方法^[15]、AHP综合评估方法^[16]。SEM方法建立了能力指标和效能指标之间的定量关系,结果可解释性较好,但是在机理不明确的情况下,通过统计拟合方法建立的定量模型的可信性难以保证。粗糙集方法从体系使命任务效能指标和体系涌现性效能指标来综合评估体系贡献率,较好地解决了评估指标和评估标准模糊性的问题;但是此方法缺乏对体系对抗过程和机理的相应研究,结果可信度和可解释性一般。AHP综合评估方法从体系功能适应性、作战使命任务权重、体系结构3个视角进行综合评估,模型复杂度高,指标体系包含结构、功能和过程3种类型,评估流程复杂,结果可信度较高,可解释性较好。

综上所述,当前的评估方法已经由静态的体系能力贡献评估为主,转向动态的体系对抗效能为主,并向能效综合和多视角综合方向发展。但是对于基于机理的多视角、多方法综合评估方法缺乏足够的研究,只有把贡献率机理搞清楚,才能根据机理有机融合各类方法,从而提高评估结果的可信度和可解释性,使决策人员“知其然、并且知其所以然”,最终理解和认可贡献率评估结果。此外,从应用领域看,目前的评估方法研究主要针对装备型号立项和试验鉴定两个阶段,尤其是型号立项论证阶段,对于其他阶段研究较少。

3 面向装备规划计划的体系贡献率评估方法

规划计划是装备发展和运用工作的起点,主要根据国家安全战略和军事发展战略确定装备发展方向和总体方案,在经费资源的约束下划分经费份额、确定投向投量。从体系贡献率主导的装备全寿命周期管理思想看,规划计划阶段是起始阶段,体系贡献率评估根据全寿命周期要求开展作战体系

顶层能力需求研究。本研究提出面向装备规划计划的体系贡献率评估方法,其主要思路为:将作战体系概念开发和体系设计作为研究起点,根据体系能力需求缺项确定体系贡献率配比,并以规划计划项目对体系能力需求缺项的满足情况来评估项目对体系的贡献率。

如图2所示,该方法分为体系作战概念设计、

体系能力需求分析、体系能力价值定位模型构建、体系使命手段框架构建、装备项目体系贡献率评估5个阶段。这5个阶段通过建立“作战概念—功能需求—能力价值—装备项目”之间的关联匹配关系,支持装备项目对于体系作战概念与能力的贡献全过程分析,实现作战体系驱动的装备项目贡献率评估。

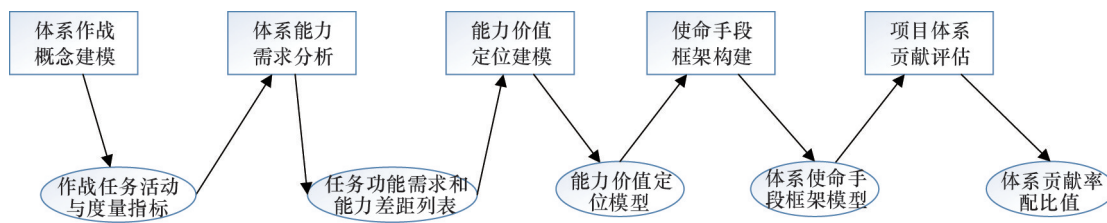


图2 面向装备规划计划的体系贡献率评估方法过程示意

1) 体系作战概念设计。

作战概念不仅是作战体系设计的起点,还是连接作战需求和装备发展的桥梁。装备规划计划要以未来军事作战需求为牵引,在体系对抗时代,尤其要以体系作战概念作为装备发展目标愿景和建设发展评估的基本要求。体系作战概念建模不但需要在整体上厘清“5W1H”问题(who、where、why、when、what、how),还需要厘清作战概念内部关键组成要素(作战活动、系统)之间关系和运行机理,即厘清作战活动和系统的“5W1H”问题以及相互关系(图3)。作战概念设计包括作战场景分析建模、国防能力演化建模、作战使命目标建模、联合使命路径建模等具体步骤。最终的产品包括使命任务

预期效果及其度量指标、作战想定场景、使命任务活动路径等。体系作战概念设计的关键是从体系使命目标出发,构建体系顶层的任务活动序列及其支撑装备资源,具体方法可借鉴联合使命任务活动路径^[17-18](也翻译为联合使命线程)研究,按照侦控打评作战要素和体系任务阶段划分设计联合层次的作战任务活动序列。

2) 体系能力需求分析。

本阶段根据作战概念模型中的使命任务活动进行能力需求分析,对比现有能力基础给出能力差距列表,包括作战体系使命任务活动建模、作战体系任务功能需求建模、体系能力现状分析、体系能力需求差距列表构建等具体步骤。最终的产品主

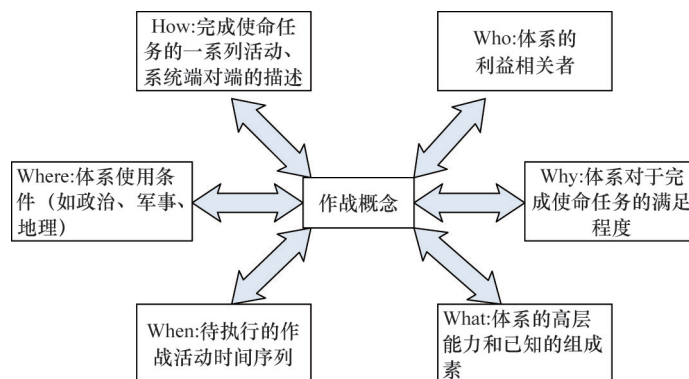


图3 作战概念“5W1H”整体分析

要包括体系任务功能需求清单和体系能力差距列表。本阶段主要采用层次化任务网络方法^[19]把体系顶层任务活动向下分解为一系列与装备功能直接映射的功能性任务活动,从而建立装备功能对作战概念的支撑关系。

3) 能力价值定位建模。

本阶段在体系任务功能需求清单和能力差距列表的基础上构建体系能力树,采用定性为主、定量为辅的方法对体系能力的每一个需求项设置价值属性量(记为 CV),构建体系能力价值定位模型。包括体系能力需求树构建、体系能力项信息收集、体系能力项价值评定,体系能力价值定位综合权衡与归一化等具体步骤。最终产品为体系能力价值定位树状模型。体系能力项价值评定是本阶段的核心工作,难以实现完全的定量化方法,需要在充分利用已有数据的基础上充分利用相关领域专家的经验知识进行定性定量综合集成研讨^[20],采用德尔菲法^[21]、质量功能部署法(QFD)^[22]等定性定量综合方法来确定具体数值。

4) 使命手段框架构建。

本阶段主要是建立规划计划目标(体系使命任务)和规划计划目标的实现手段(装备建设发展方向与项目)的匹配和支撑关系。包括项目任务能力包建模、使命任务能力包建模、项目—体系能力需求匹配关联建模等步骤。最终的产品是体系使命手段框架模型,建立每个已有装备和拟列入规划计划的装备项目对于任务功能活动的关联支撑关系。

5) 项目体系贡献评估。

本阶段主要是在能力价值定位模型和使命手段框架模型的基础上,根据规划计划项目与能力需求的支撑满足关系和对应能力需求项的价值权重,综合计算规划计划项目对体系能力需求的贡献率。评估的具体步骤为:(1) 装备项目—体系能力需求满足度评估(0~1之间取值,0表示无法支撑与满足,1表示完全支撑与满足),共有 n 项,每项采用能力满足度评估方法^[23]计算具体数值,记为 CS_i ;(2) 能力需求项的价值权重查询,第 i 项能力需求的价值权重记为 CV_i (已在第3部分归一化处理,所有叶节点权重之和为1);(3) 项目的体系贡献率解算

(式(1));(4) 体系贡献率配比模型构建,依次计算所有项目的体系贡献率,可以得到按照项目划分的体系贡献率配比。最终的产品是项目体系贡献率和作战体系贡献率配比模型。

$$CR_{\text{project}} = \sum_{i=1}^n (CS_i \times CV_i) \quad (1)$$

4 应用示例

1) 体系作战概念设计。

构建某体系联合作战概念,记为CONOPS-1。CONOPS-1设计的最终产品包括使命任务预期效果及其度量指标、作战想定场景、使命任务活动路径等。本研究主要讨论体系使命任务活动路径,即CONOPS-1的顶层任务活动。顶层任务活动采用联合使命线程方法^[17-18],按照体系作战的阶段划分,包括战场态势侦察、远程火力打击、敌方阵地夺取、逃敌追击歼灭4个任务,编号为SoSTask-1到SoSTask-4(表1)。

表1 CONOPS-1 顶层任务活动

编号	使命任务活动路径
SoSTask-1	战场态势侦察
SoSTask-2	远程火力打击
SoSTask-3	敌方阵地夺取
SoSTask-4	逃敌追击歼灭

2) 体系能力需求分析。

根据CONOPS-1作战概念模型中的4项使命任务活动进行能力需求分析,构建了战场态势快速普察、重点目标识别跟踪、防空阵地区域打击、关键节点定点打击、阵地正面火力突击、地下工事定点清除、移动目标追踪打击等7项功能性任务活动,编号为AR-1到AR-7;然后对比现有能力基础给出能力差距列表(表2)。体系能力现状情况分为3种情况,即已有装备能力能够满足、无此类装备能力、已有装备能力但需改进,简记为满足、缺失和部分满足,参考质量功能部署法^[22],用于式(1)中的权重分别设为0、1、0.5,对应体系能力需求差距中的无差距、能力空白和能力缺陷3项。

表2 体系能力差距列

使命任务活动路径	任务活动功能需求	体系能力现状情况	体系能力需求差距
SoSTask-1 战场态势侦察	AR-1 战场态势快速普察	满足	无差距
	AR-2 重点目标识别跟踪	缺失	能力空白
SoSTask-2 远程火力打击	AR-3 防空阵地区域打击	部分满足	能力缺陷
	AR-4 关键节点定点打击	部分满足	能力缺陷
SoSTask-3 敌方阵地夺取	AR-5 阵地正面火力突击	部分满足	能力缺陷
	AR-6 地下工事定点清除	缺失	能力空白
SoSTask-4 逃敌追击歼灭	AR-7 移动目标追踪打击	缺失	能力空白

3) 能力价值定位建模。

在表2的基础上构建体系能力树,采用定性为主、定量为辅的方法对体系能力的每一个需求项(AR-1~AR-7)设置价值属性量,记为 $CV_1 \sim CV_7$,构建体系能力价值定位模型如图4所示。该模型中,

每项左上侧的数值是该项在当前父节点中的局部权重(取值范围为0~1,一般采用德尔菲法^[21]确定),每个父节点包括的子节点的左侧权重之和为1;每项右上侧的数值是该项在当前层次中的全局权重,每个层次所有全局权重之和为1。

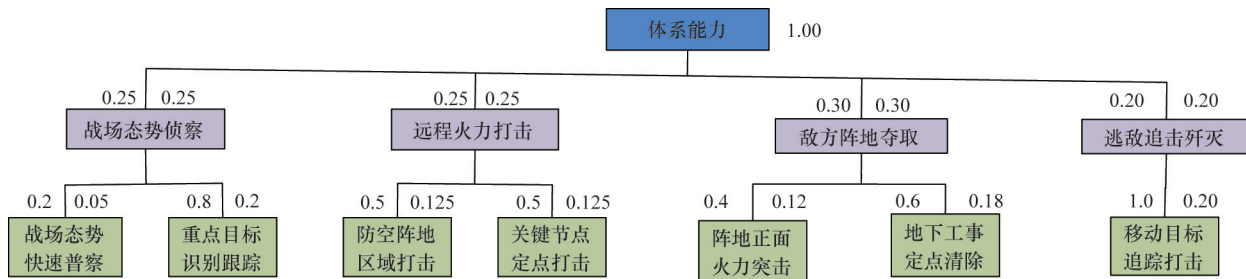


图4 能力价值定位模型

4) 使命手段框架构建。

本部分主要是建立7个任务活动功能需求和6个规划计划项目及已有装备项目集合的匹配支撑关系,形成体系使命手段框架模型如表3所示,有匹配支撑关系的在对应表格单元中用“√”标记。这种匹配支撑关系通过第3节所述的一系列步骤完成。

5) 项目体系贡献评估。

解算项目体系贡献率的具体值(表4),依据第3节的评估方法,评估过程如下:(1) 装备项目一体系能力需求满足度评估,采用能力需求满足度评估方法,根据第1行的7类项目对第1列的7个任务功能需求满足关系进行权重分配,每项能力满足权重之和为1;(2) 能力需求项的价值权重查询,根据图

4将每一项能力需求的权重标记为第1列 CV_i 右方;(3) 项目的体系贡献率解算,根据式(1)计算项目体系贡献率,结果见表4最后一行;(4) 体系贡献率配比模型构建,给出了每个项目的总体配比如图5所示。

6) 结果分析。

案例从体系作战概念出发,根据规划计划项目对体系功能任务需求的满足关系计算项目的体系贡献率,一方面体现了体系作战需求牵引、任务能力价值落地的装备体系化建设要求;另一方面对各项的总体权重进行了量化分析,能够为重点建设方向遴选和装备发展经费份额分配提供定量的决策支撑。从评估过程看,该方法对于各类数据综合和定性定量集成研究具有较高的要求。

表3 项目-体系能力需求关联匹配关系

任务活动功能需求	项目1	项目2	项目3	项目4	项目5	项目6	已有装备项目集合
AR-1 战场态势快速普察	√						√
AR-2 重点目标识别跟踪	√						
AR-3 防空阵地区域打击		√					√
AR-4 关键节点定点打击		√	√				√
AR-5 阵地正面火力突击				√			√
AR-6 地下工事定点清除			√		√		
AR-7 移动目标追踪打击	√				√	√	

表4 项目体系贡献率解算

任务活动功能需求	项目1	项目2	项目3	项目4	项目5	项目6	已有装备项目集合
$CV_1 (0.05)$	0.1						0.9
$CV_2 (0.20)$	1.0						
$CV_3 (0.125)$		0.5					0.5
$CV_4 (0.125)$		0.2	0.3				0.5
$CV_5 (0.12)$				0.5			0.5
$CV_6 (0.18)$			0.5		0.5		
$CV_7 (0.20)$	0.2				0.3	0.5	
项目体系贡献率	0.245	0.0875	0.1275	0.06	0.15	0.10	0.23

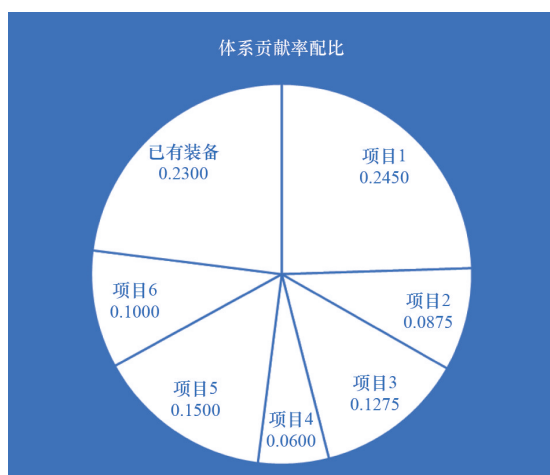


图5 项目体系贡献率配比模型

5 结论

提出了体系贡献率主导的装备全寿命周期管理思想,研究了“作战概念牵引、能力需求主导、价值定位核算、使命手段匹配、能力贡献评估”的5步评估方法。该方法根据装备规划计划项目对体系能力缺项的需求满足度评估项目体系贡献率,并在此基础上构建体系贡献率配比模型,能够为装备建设的作战需求牵引和体系顶层筹划提供定量决策支撑。本研究是在规划计划阶段对体系贡献率评估研究的初步探索,能够加强该项工作的顶层设计和整体指导,改进现有分散式、碎片式评估研究的不足。

由于规划计划阶段的体系贡献率评估研究很少,亟需在未来开展以下4个方面的研究。一是根据新技术、新战法大力加强作战体系概念研究,形成一系列体系作战概念,进而构建一系列作战体系作为规划计划的需求牵引;二是加强作战任务清单的研究,为体系能力需求分析提供标准化基础规范;三是加强体系设计技术研究,为规划计划项目的体系化论证提供具体的体系方案指导;四是需要加强评估方法中定性定量综合集成评估技术的研究,提高评估结果的准确性和可信性。

参考文献(References)

- [1] 吴坚. 面向武器装备需求论证的作战任务体系生成技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2015.
- [2] 梁家林, 熊伟. 武器装备体系贡献度评估方法综述[J]. 兵器装备工程学报, 2018, 39(4): 67-71.
- [3] 何舒, 杨克巍, 梁杰. 基于网络抗毁性的装备贡献度评价[J]. 火力与指挥控制, 2017, 42(8): 87-91.
- [4] Uday P, Chandrasekhar R, Marais K. System Importance Measures: Definitions and application to system-of-systems analysis[J]. Reliability Engineering System Safety, 2019, 191: 106582.
- [5] 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.
- [6] 罗小明, 朱延雷, 何榕. 基于复杂网络的武器装备体系贡献度评估分析方法[J]. 火力与指挥控制, 2017, 42(2): 83-87.
- [7] Li J, Zhao D, Jiang J, et al. Capability oriented equipment contribution analysis in temporal combat networks [J]. IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics Systems, 2018(99): 1-9.
- [8] 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[J]. 系统工程与电子技术, 2017, 39(10): 2239-2247.
- [9] 王维平, 李小波, 束哲, 等. 基于认知计算的体系贡献率评估方法[C]//武器装备体系研究第九届学术研讨会. 合肥: 国防工业出版社, 2015: 1-8.
- [10] 金丛镇. 基于MMF—OODA的海军装备体系贡献度评估方法研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2017.
- [11] 罗小明, 朱延雷, 何榕. 基于复杂适应系统的装备作战试验体系贡献度评估[J]. 装甲兵工程学院学报, 2015(2): 1-6.
- [12] 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(5): 29-33.
- [13] Fiebrandt M, Wilson J. System of systems measurement framework in evaluation of joint mission effectiveness[J]. Optics & Spectroscopy, 2008(58): 269-271.
- [14] 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(5): 1-6.
- [15] 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(1): 104-107.
- [16] 吕惠文, 张伟, 吕耀平. 武器装备体系贡献率的综合评估计算方法研究[J]. 军械工程学院学报, 2017, 29(2): 33-38.
- [17] Fiebrandt M J, Mills C, Beach T. Modeling and simulation in the analysis of a joint test and evaluation methodology[C]//Spring Simulation Multiconference. Norfolk: Society for Computer Simulation International, 2007.
- [18] 杨晨光, 贾贞, 刘志. 基于联合使命线程的装备作战效能度量指标构建[J]. 指挥控制与仿真, 2019(4): 86-90.
- [19] Georgievski I, Aiello M. An overview of hierarchical task network planning[EB/OL]. (2014-03-28)[2001-09-20]. <http://arxiv.org/abs/1403.7426>.
- [20] 于景元, 周晓纪. 从定性到定量综合集成方法的实现和应用[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(10): 26-32.
- [21] Okoli C, Pawlowski S D. The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications[J]. 2004, 42(1): 15-29.
- [22] Chan L K, Wu M L. A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example[J]. Omega, 2005, 33(2): 119-139.
- [23] 樊延平, 郭齐胜, 王金良. 面向任务的装备体系作战能力需求满足度分析方法[J]. 系统工程与电子技术, 2016(8): 1826-1832.

A system-of-systems contribution ratio evaluation method for equipment program planning

LI Xiaobo¹, LIANG Haozhe², WANG Tao¹, WANG Yanfeng¹, WANG Weiping¹, LIN Mu¹

1. College of Systems Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China

2. Institute of Systems Engineering, Academy of Military Sciences, Beijing 100101, China

Abstract System-of-systems (SoS) contribution ratio evaluation is an important measure to promote the development and application of equipment system-of-systematization. At present, the research of SoS contribution ratio (SoSCR) mainly focuses on the stage of equipment project demonstration. There are some problems such as difficulty to find the combat SoS comprising the equipment system from bottom up, atypical and inaccurate SoSs, so it is urgent to strengthen the research of SoSCR from top down in the stage of program planning. Based on the thought of equipment life cycle management dominated by SoSCR, this paper puts forward a five-step evaluation method, including combat concept traction, capability demand leading, value orientation accounting, mission means matching, and capability contribution evaluation. The SoSCR of the project is evaluated according to the satisfaction degree of the equipment planning project to the SoS capability gap, and an SoSCR allocation model is constructed. In this paper, the evaluation of SoSCR is pushed forward to the program planning stage, which can strengthen the top-level design and overall guidance of equipment life cycle management, and overcome shortcomings of current research on decentralized and fragmented SoSCR.

Keywords program planning; system-of-systems contribution ratio; system-of-systems concept of operations; capability-based planning; mission means framework ●



(责任编辑 傅雪)