

doi: 10.7690/bgzdh.2019.05.003

## 基于体系结构产品的武器装备体系成本配置方法

赵 华, 刘开宁, 林 鹏

(中国人民解放军 75837 部队, 广州 510000)

**摘要:** 为解决对武器装备体系成本配置进行有效定量分析的难题, 对武器装备体系建设过程中成本配置方法进行研究。基于体系结构产品中作战活动模型、作战活动到系统功能映射矩阵和系统到系统功能映射矩阵, 建立武器装备体系的作战活动到系统映射矩阵, 提出一种在作战活动重要程度无差别情况下计算体系成本配置的计算方法。阻击式防空体系实例结果证明了该方法的可行性与合理性。

**关键词:** 武器装备体系; 成本配置; 映射矩阵

**中图分类号:** TP11 **文献标志码:** A

## An Approach for Computing Cost Allocation of Weapon System-of-systems Based on Architecture Products

Zhao Hua, Liu Kaining, Lin Peng

(No. 75837 Unit of PLA, Guangzhou 510000, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of the weapon system-of-systems of cost allocation problem of effective quantitative, In the process of weapon system-of-systems construction cost allocation method were studied. Based on the products of operational activity model, operational activity-to-system function mapping matrix, and system-to-system function mapping matrix in architecture products, operational activity-to-system mapping matrix of weapon system-of-systems is built. A method is put forward to compute the cost allocation of the weapon system-of-systems in the context of the importance of the operational activity is indiscrimination. The example results of the interceptive aerial defense weapon system-of-systems prove the feasibility and rationality of the method.

**Keywords:** weapon system-of-systems; cost allocation; mapping matrix

### 0 引言

武器装备体系是指在国家安全和军事战略指导下, 按照建设信息化军队、打赢信息化战争的总体要求, 适应一体化联合作战的特点和规律, 为发挥最佳的整体作战效能, 由功能上相互联系、相互作用、性能上相互补充的各种武器装备系统, 按一定结构综合集成的更高层次的武器装备系统<sup>[1]</sup>。目前, 在武器装备体系建设过程中对成本进行配置的定量分析方法不多, 大多只是偏重于定性分析。为提高武器装备体系的作战能力和体系中各类系统配置性价比, 笔者提出一种基于体系结构产品<sup>[2]</sup>的武器装备体系成本配置方法, 有针对性地指导武器装备体系的有效建设, 节约建设成本, 优化体系结构, 从而提高体系整体的作战能力。

武器装备体系的成本配置是一项复杂的系统工程<sup>[3-4]</sup>。要有效地进行成本配置, 首先应综合考虑为实现作战目标所需进行的作战活动, 包括体系中支持各作战活动所需要的系统功能集和提供系统功能

的各类武器系统等。然后利用体系结构产品中的视图产品对体系进行建模后, 发掘出作战活动需要哪些系统功能提供支撑, 哪些系统具体参与并提供了哪些系统功能, 从而得出影响作战活动较多的武器系统。最后建立体系中各类系统所占总成本配置权重的计算模型, 得出成本的配置方案, 充分发挥体系结构产品在武器装备体系成本配置方面的作用。

### 1 体系结构产品

对武器装备体系进行规范化的描述, 是体系建设中必不可少的环节。美国国防部为了解决“烟囱”问题<sup>[5]</sup>, 投入大量的人力物力统一各种武器装备的通信与交互的接口, 为武器装备系统的研制和改进提供一套标准和规范。2009年, 美国国防部发布了体系结构框架 2.0 版<sup>[6]</sup>(简称 DoDAF2.0), 极大地提高了美军武器装备互连、互通、互操作的能力, 现已被美国国防部要求推广至美军所有在役及在研武器装备的改进和研制过程。

根据现阶段武器装备体系结构的特点, 笔者选

收稿日期: 2019-01-11; 修回日期: 2019-02-20

作者简介: 赵 华(1984—), 男, 浙江人, 硕士, 工程师, 从事系统规划与管理决策技术研究。

取了体系结构产品中的作战活动模型、作战活动到系统功能映射矩阵和系统到系统功能映射矩阵这 3 个产品对武器装备体系进行建模，这也是体系成本配置进行计算必需的、最低限度的视图产品集合如表 1 所示。

表 1 用于武器装备体系成本配置计算的产品集

序号	产品名称	产品描述	数据要素
1	作战活动模型	描述作战活动、作战活动之间的关系以及作战活动的输入和输出	作战活动、信息
2	作战活动到系统功能映射矩阵	描述系统功能与支持的作战活动之间的关系	作战活动、系统功能
3	系统到系统功能映射矩阵	描述系统功能与提供的系统功能之间的关系	系统、系统功能

### 1.1 作战活动模型

作战活动模型主要对武器装备体系所担负的作战任务的执行过程进行分析，用相互关联的作战活动来描述体系的作战目标，并构造作战活动模型。如图 1，通过该产品可以得知体系完成相应作战目标需进行哪些作战活动以及活动的数量。

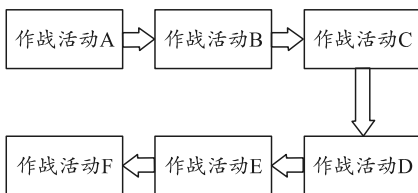


图 1 作战活动模型

### 1.2 作战活动到系统功能映射矩阵

如表 2 所示，作战活动到系统功能映射矩阵主要描述作战活动与系统功能之间的映射关系，其中作战活动与系统功能之间是多对多关系。通过该产品能得出，哪些系统功能为哪些作战活动提供支持。

表 2 作战活动到系统功能映射矩阵产品示意

系统功能	作战活动 A	作战活动 B	作战活动 C	.....
A	√			
B		√	√	
C	√		√	
⋮				

### 1.3 系统到系统功能映射矩阵

如表 3 所示，系统到系统功能映射矩阵主要描述系统与系统功能之间的关联关系，其中系统与系统功能之间是多对多的关系。

表 3 系统到系统功能映射矩阵产品示意

系统功能	系统 A	系统 B	系统 C	.....
A	√		√	
B		√	√	
C	√		√	
⋮				

## 2 体系成本配置计算

### 2.1 系统到作战活动的映射矩阵

根据作战活动到系统功能的映射矩阵和系统到系统功能的映射矩阵 2 个产品，笔者设计了作战活动到体系中具体武器系统的映射矩阵产品如表 4 所示。通过该产品可以得知，体系执行某特定任务时各类系统支撑的作战活动数量。

表 4 系统到作战活动映射矩阵产品示意

系统	作战活动 A	作战活动 B	作战活动 C	.....
A	√			
B	√	√	√	
C	√		√	
⋮				

### 2.2 各类系统的成本投入权重

在为各类系统建立成本投入计算模型之前，均基于一个假设：体系执行某特定任务时所进行的各项作战活动重要性是均衡的，且成功执行任务不能缺少任何一项活动。可认为哪一类系统支撑的作战活动数越多，则该类系统对任务能否成功完成的影响越大，因此需要投入的成本应更多<sup>[7]</sup>。

设支撑体系全部作战活动的系统集共  $n$  类，设第  $i$  类系统支持的作战活动数量为  $S_i$ ，基于前文的假设，则第  $i$  类系统的成本投入权重为

$$W_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \tag{1}$$

设总成本为  $C$ ，则第  $i$  类系统的成本投入  $C_i$  为

$$C_i = C \cdot W_i \tag{2}$$

## 3 案例分析

笔者通过阻击式防空体系的成本配置案例来分析该方法的可行性与合理性。该体系执行的精确打击任务中包含作战活动共 12 项，需要的系统功能集共 10 项，涉及各类系统 7 类，拟投入建设的总成本为 8 000 万元。其中作战活动到系统功能映射矩阵如表 5，系统到系统功能的映射矩阵如表 6。

表 5 阻击式防空体系作战活动到系统功能映射矩阵

系统功能	作战活动										
	发 现 目 标	识 别 目 标	定 位 目 标	信 息 处 理	目 标 信 息 处 理	传 输 信 息	战 场 信 息 评 估	作 战 方 案 决 策	发 布 战 令	导 弹 发 射 控 制	生 成 导 弹 拦 截 报 告
探测功能	√										√
目标识别功能		√									
信息处理功能	√	√	√	√							√
通信功能						√					
态势评估功能							√	√	√		
目标定位功能		√									
方案决策功能								√			
发布命令功能									√		
发射控制功能										√	
导弹拦截功能											√

表 6 阻击式防空体系系统到系统功能映射矩阵

系统	系统功能									
	探 测 功 能	目 标 识 别 功 能	信 息 处 理 功 能	通 信 功 能	态 势 评 估 功 能	目 标 定 位 功 能	方 案 决 策 功 能	发 布 战 令 功 能	发 射 控 制 功 能	导 弹 拦 截 功 能
A 型预警机	√	√								
A 型预警雷达	√	√								
数据链				√						
无线电通信链路				√						
指控雷达系统			√			√				
C 型中远程防空导 弹武器系统			√						√	√
指挥控制中心(C2)			√		√		√	√		

根据表 5 和表 6，可以得出系统到作战活动的映射矩阵如表 7 所示。

表 7 阻击式防空体系系统到作战活动的映射矩阵

系统	作战活动										
	发 现 目 标	识 别 目 标	定 位 目 标	信 息 处 理	目 标 信 息 处 理	传 输 信 息	战 场 信 息 评 估	作 战 方 案 决 策	发 布 战 令	导 弹 发 射 控 制	生 成 导 弹 拦 截 报 告
A 型预警机	√	√									√
A 型预警雷达	√	√									√
数据链						√					
无线电通信链路						√					
指控雷达系统			√	√	√						√
C 型中远程防空导 弹武器系统			√	√	√				√	√	√
指挥控制中心(C2)			√	√	√		√	√	√		√

从表 7 可得各类系统支持的作战活动数量，根据式(1)和式(2)进行计算，可得各类系统的成本投

入，现总成本为 8 000 万元，则成本配置方案如表 8 所示。

表 8 阻击式防空体系成本配置方案

系统	支持作战 活动数量	成本投入 权重	成本投入/ 万元
A 型预警机	3	0.12	960
A 型预警雷达	3	0.12	960
数据链	1	0.04	320
无线电通信链路	1	0.04	320
指控雷达系统	4	0.16	1 280
C 型中远程防空导弹武 器系统	4	0.24	1 920
指挥控制中心(C2)	6	0.28	2 240

从计算结果可得：在阻击式防空体系执行精确打击任务过程中，指挥控制中心(C2)、导弹武器系统以及指控雷达系统影响的作战活动数量较多，在成本配置方面应重点投入。

#### 4 结束语

笔者建立了描述体系中系统与作战活动之间关系的视图产品，并基于作战任务重要性一致且任务缺一不可的假设，建立了武器装备体系中各类系统成本配置的计算模型。影响体系成本配置的因素有许多，笔者只讨论了其中的一部分。要全面系统地对建设武器装备体系所需成本进行科学精确的配置，还有待更深入的研究。

#### 参考文献：

- [1] 姜静波, 黄建新, 樊惠军, 等. 适应未来联合作战装备发展要求大力加强武器装备体系研究[C]. 北京: 全军武器装备体系研究第一届学术研讨会, 2006.
- [2] 赵华. 基于体系结构产品的阻击式防空体系作战能力评估方法研究[D]. 长沙: 国防科技大学, 2009.
- [3] 邓科, 王小文, 毛少杰. 面向复杂体系仿真系统的可信度评估指标构建方法[J]. 兵工自动化, 2018, 37(8): 51-55.
- [4] 谭跃进, 陈英武, 罗鹏程, 等. 系统工程原理[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 2017: 1-14.
- [5] SOWELL, KATHIE P. The C4ISR Architecture Framework: History, Status and Plans for Evolution[R]. Rand Inc. 2006.
- [6] DoD Architecture Framework Working Group. DoD Architecture Framework Version 2.0[R]. US Department of Defense, 2009.
- [7] 黄睿, 刘小方, 焦春波. 质量管理体系有效性的军方评估方法[J]. 兵工自动化, 2018, 37(8): 11-15.