

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.09.006

炮兵武器装备体系作战能力评估研究

陈敏雅¹, 喻中华²

(1. 防空兵指挥学院 军事运筹教研室, 河南 郑州 450052; 2. 解放军炮兵学院 5系, 安徽 合肥 230031)

摘要: 分析了炮兵武器装备体系的概念和特点, 描述了炮兵武器装备体系的典型作战过程, 在此基础上建立作战能力的评估模型并介绍具体的评估过程, 使炮兵武器装备体系作战能力的评估更加科学规范, 有一定的理论意义和参考价值。

关键词: 炮兵; 武器装备体系; 作战能力; 评估

中图分类号: N945.16 **文献标识码:** A

Research on Evaluating of Operational Capability in Artillery Equipment SOS

Chen Minya¹, Yu Zhonghua²

(1. Staff Room of Military Operational Research, Air Defense Forces Command Academy, Zhengzhou 450052, China; 2. No. 5 Department, Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: Analyze the concept and character of artillery equipment SOS, described the typical operational course. Based on this, put forwards an evaluating model and introduced the detail process, so the evaluating of operational capability in Artillery equipment SOS is more meet the standard requirements, which can provide the scientific reference.

Keywords: artillery; equipment SOS; operational capability; evaluating

0 引言

目前, 体系对抗已成为信息化条件下的主要作战方式, 必须对武器装备体系的作战能力进行分析、评估和比较, 以寻找装备发展的薄弱环节, 为建立合理高效的装备体系提供支持。炮兵武器装备体系作为一个有机功能整体, 具有严密的结构组成, 各组成装备、系统在纵向上具有层次性, 在横向上交互关系错综, 对其作战能力进行评估是一个复杂、困难的过程。故根据炮兵武器装备体系的典型作战过程, 考虑其特点和相互关系, 对其进行作战能力评估建模。

1 炮兵武器装备体系

1.1 定义

炮兵武器装备体系是为了满足一定的战略需求或作战任务需要, 根据一定的作战规律和原则, 由多种武器、装备系统按特定的结构组成的功能整体。炮兵武器装备体系是一个由众多武器、装备系统组成的特殊集合, 从系统工程的角度看, 武器装备体系也可看作是一类系统, 但却是在武器和装备系统层次之上的更高层次的系统, 即系统的系统(system of systems, SOS)。在体系内部, 各个武器、装备系统虽然表面上呈现为相对独立, 但相互间却存在着特殊的结构关系, 在体系对抗中表现为一个整体。

1.2 描述

根据炮兵武器装备体系的定义与内涵, 可以形式化描述为:

$$\begin{cases} WMSOS(t) = \langle T, WMS_i(t), R_a \rangle \\ WMS_i(t) = \langle E_i(t), C_i(t), F_i(t) \rangle \end{cases} \quad (1)$$

式中, T 表示体系的作战目标集合; $WMS_i(t)$ 表示 t 时刻第 i 个武器装备系统, $E_i(t)$ 、 $C_i(t)$ 、 $F_i(t)$ 表示系统的要素、结构和功能; R_a 表示体系中各组成系统的相关关系集合, 反映了体系的特定结构。

1.3 特点

体系由不同属性的系统相互关联、相互作用、相互渗透而构成, 具有以下的特点:

1) 目的性: 炮兵武器装备体系为了满足一定的战略需求或作战任务需要而存在的;

2) 层次性: 体系由平台、系统组成, 每个系统内部则包含了多个组成要素, 按纵向可将炮兵武器装备体系的构成分为3个层次, 即装备体系级—平台级—系统级, 如图 1。



图 1 炮兵武器装备体系层次

收稿日期: 2010-03-22; 修回日期: 2010-05-12

作者简介: 陈敏雅 (1982-), 女, 浙江人, 硕士, 从事人工智能和模式识别研究。

3) 多样性: 体系并不是一种静止状态, 而是能按一定的方式有序地运动, 并根据各组成要素关系的变化呈现不同的状态;

4) 整体性: 体系中的各个组成系统能通过相互作用、相互关联涌现出新的整体效应, 这一整体功能超出各个系统功能之和, 即1 + 1 > 2。

炮兵武器装备体系的这些特点使得对其作战能力的建模与评估较为困难, 评估过程中必须考虑到体系的这些特点。

2 炮兵武器装备体系作战能力的评估建模

2.1 定义与描述

作战能力是指武器装备为执行一定作战任务所需的“本领”或应具有的潜力, 是一个相对静态的

概念由武器装备的质量特性(尺度参数、性能参数、战技指标)、数量等决定, 与作战过程无关。根据体系的定义、描述、特点以及作战能力的内涵, 可将体系在某时刻 t 的作战能力抽象表征为:

$$C_{WMSOS(t)} = f(C_{WMS_1(t)}, C_{WMS_2(t)}, \dots, C_{WMS_n(t)}; R_{a(t)}) \quad (2)$$

其中, $C_{WMS_i(t)}$ 为单件武器装备的作战能力, $R_{a(t)}$ 为武器装备间的结构关系, f 为聚合函数。

2.2 评估模型

综合考虑体系的特点和体系作战能力的定义, 可认为炮兵武器装备体系的作战能力由机动能力、信息感知能力、指挥控制能力、火力打击能力、防护能力、后勤保障能力组成, 故建立模型如图 2。

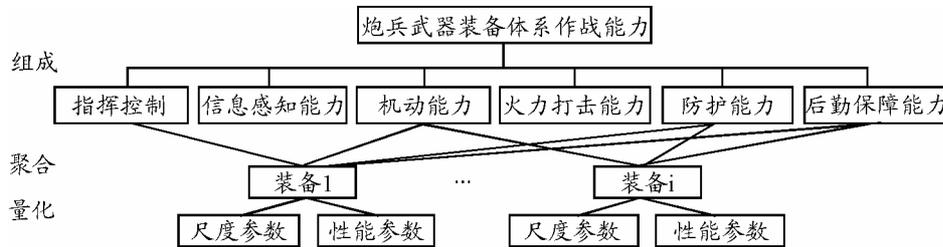


图 2 炮兵武器装备体系作战能力评估模型

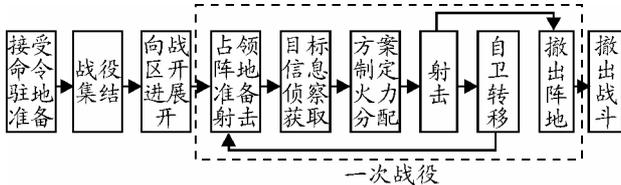


图 3 炮兵武器装备体系的典型作战过程

其中, 尺度参数用来表征物理实体固有的特性

$$C_{WMSOS} = C_{WMSOSC1}^{w_1} \cdot C_{WMSOSC2}^{w_2} \cdot C_{WMSOSC3}^{w_3} \cdot C_{WMSOSC4}^{w_4} \cdot C_{WMSOSC5}^{w_5} \cdot C_{WMSOSC6}^{w_6} \quad (3)$$

式中, $C_{WMSOSC1}$ 、 $C_{WMSOSC2}$ 、 $C_{WMSOSC3}$ 、 $C_{WMSOSC4}$ 、 $C_{WMSOSC5}$ 、 $C_{WMSOSC6}$ 分别代表炮兵武器装备体系的机动能力、信息感知能力、指挥控制能力、火力打击能力、防护能力、后勤保障能力, 各由下层相应装备的能力指标聚合而成; 向量 $W = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6)^T$ 表示相应的权重, 由定性判断确定。

2.3 评估过程

炮兵武器装备体系作战能力的评估过程为:

1) 对组成体系的装备(平台、系统)进行建模, 主要运用指数法, 建立指标体系, 确定质量特性与能力的对应关系。如装备的机动能力, 可描述为:

和系统部件所应有的特性, 如尺寸、重量等, 性能参数用来度量系统的物理和结构上的行为参数和任务要求参数。

炮兵武器装备体系的典型作战过程如图 3。

根据作战过程所描述的作战活动间的关系及作战活动与作战能力的映射关系, 可将某一时刻炮兵武器装备体系作战能力的模型描述为:

$$C_{WMS_1} = TMI^V \times VTMF \times VAMF \times VEMF \times VNMF \quad (4)$$

其中, TMI^V 为战斗车辆理论机动力指数, 由机动速度、机动距离等因素决定, $VTMF$ 为车辆履带因子, $VAMF$ 为两栖因子, $VEMF$ 为越障因子, $VNMF$ 为导航因子。其它信息感知、指挥控制、火力打击、防护、后勤保障能力的评估建模基本类似, 最后可得出武器装备的各种能力向量描述为:

$$C_{WM} = \{C_{WM1}, C_{WM2}, C_{WM3}, C_{WM4}, C_{WM5}, C_{WM6}\} \quad (5)$$

2) 根据不同的运算规则, 对武器装备的各个能力指标进行聚合, 形成体系的作战能力向量。

根据武器装备的能力类型不同, 能力运算规则主要分为 5 类:

(1) 取大运算规则 $R_{\max}(A, B) = \max(A, B)$ 。如 2

个武器装备的信息获取能力，当一个武器装备获取的信息完全能够包含另一个武器装备获取的信息时，则可取最大值。

(2) 取小运算规则 $R_{\min}(A, B) = \min(A, B)$ 。如 2 个武器装备的机动能力，当此 2 个系统共同执行同一个作战行动时，取最小值作为武器装备体系的机动能力。

(3) 相加运算规则 $R_{plus}(A, B) = A + B$ 。如 2 个武器装备的信息获取能力，当完全不相交时取相加值作为武器装备体系的信息获取能力。

(4) 重叠运算规则 $R_{overlap}(A, B) = A + B - A \cap B$ 。

如 2 个武器装备的信息获取能力，当 2 个武器装备获取的信息不完全相交时，武器装备体系的信息获取能力为 $A + B - (A \cap B)$ 。

(5) 综合运算规则 $R_{syn}(A, B) \geq A + B$ 。如 2 个武器装备的火力打击能力，当 2 个武器装备协同完成同一作战行动时，则火力打击能力将大于二者之和。

3) 应用各种定性方法确定指标的权重。可利用层次分析法、专家评分法等。

4) 根据式 (3) 计算体系作战能力，并分析结果，需注意要对各项能力指标进行无量纲化处理。

3 实例

某炮兵武器装备体系组成如下：A 型自行榴弹炮 10 门，B 型牵引榴弹炮 20 门，C 型侦察车 2 辆，D 型侦察无人机 1 架，E 型指挥车 2 辆，F 型弹药补给车 5 辆，G 装备工程抢修车 2 辆，该体系具备了网络化结构，任意两点之间能实现互联互通，则作战能力评估过程如下：

1) 对组成体系的装备（平台、系统）进行能力评估，最后可得能力向量矩阵为：

type	mobile	sesor	command	strike	defence	logistic
A	10	0	0	1.7	9	0.3
B	6	0	0	1	1	0
C	16	18	0	0	2	1
D	30	20	0	0	3	2
E	8	0	12	0	6	1
F	10	0	0	0	7	10
G	10	0	0	0	9	9

2) 对装备（平台、系统）的能力进行聚合，得到体系的各个能力向量。

(1) 机动能力。体系的机动能力由最小向量的部分决定，采用取小运算准则， $C_{WMSOSC1} = \min(A, B, C, D, E, F, G)$ 。

(2) 信息感知能力。由 C、D 型装备提供，具有复杂的融合关系，采用的准则既有数量上的相加，又有重叠和综合准则，必须考虑具体的性能参数与能力之间的关系。利用侦察车、无人机的感知能力模型如图 4。

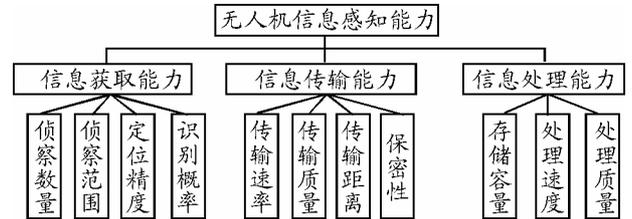


图 4 侦察车、无人机信息感知能力模型

侦察车采用雷达侦察方式，当雷达组网工作时，可提高对目标的定位精度，2 辆侦察车的信息感知能力是一种综合运算准则，即 $C + C > 2C$ ；而侦察车与无人机协同时，由于无人机采用光学侦察方式，信息获取能力完全不相交，故采用相加运算规则，所以装备体系的信息感知能力为：

$$C_{WMSOSC2} = C + C + E = 2C + \alpha + E \tag{6}$$

其中， α 为目标定位精度提高时对信息感知能力的影响，由图 4 的能力模型计算得出。

(3) 指挥控制能力。指挥控制能力的计算模型为：

$$C_{WMSC3} = K \times \alpha_1 C_{WMSC31} \times \alpha_2 C_{WMSC32} \times \alpha_3 C_{WMSC33} \times \alpha_4 C_{WMSC34} \times \alpha_5 C_{WMSC35} \tag{7}$$

式中， K 为综合系数， C_{WMSC31} 到 C_{WMSC35} 为指挥控制系统的可靠性、稳定性、连续性、协调性、隐蔽性， α_1 到 α_5 为相应的权重。指挥控制能力的聚合需要考虑不同的情况：

① 当某个指挥控制系统完全能对整个体系的所有装备进行指挥控制时，体系的指挥控制能力并非多个系统指挥控制能力的简单相加，而是要根据模型计算指挥控制系统可靠性增加对指挥控制能力的影响。

② 当某个指挥控制系统不能够对整个体系的所有装备进行指挥控制，且多个指挥控制系统共同工作还不能满足体系的指挥控制能力需求时，则体系的指挥控制能力可采用相加运算准则。

③ 当某个指挥控制系统不能对整个体系的所有装备进行指挥控制，且多个指挥控制系统共同工作能满足体系的指挥控制能力需求时，则需采用重叠运算准则。

```

style.SetSymbolCharacter(75);
//将已有的 style 设置给 feature
Ftr0.SetStyle(style);
Ftr0.SetKeyValue("aircraft");
Layer.AddFeature(Ftr0);

```

可见，显示图标的一般步骤，是得到仿真对象的 feature，构造显示 style，对其 feature 的 style 进行设置，最后使用 SetStyle()函数将已有的 style 设置到 feature 中。

3.3 海军作战指挥仿真系统实现效果图

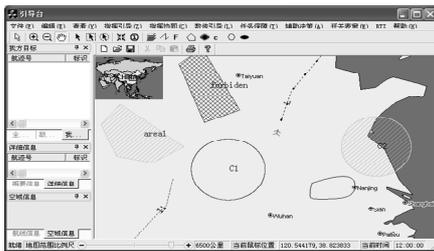


图 5 海军作战指挥仿真系统界面

利用 MGIS 模块集成的引导台的界面如图 5。在左侧的信息面板上，用于显示敌/我目标，目标的详细信息，如位置信息、类型等，及各航线空域信息；右侧界面包含鹰眼窗口和主界面视图。在仿真运行时，主界面直观的显示当前的仿真实体以及航线空域，左侧信息面板显示仿真对象的引导、交战、

(上接第 20 页)

由于该炮兵武器装备体系中的多个指挥控制系统仍无法满足体系的指挥控制需求，因此采用相加运算准则， $C_{WMSOSC3} = 2E$ 。

(4) 火力打击能力。由于该体系中的火力打击不存在综合效应，因此采用相加运算准则：

$$C_{WMSOSC4} = (10A + 20B)。$$

(5) 防护能力。装备体系的防护能力，应该从体系作战链的失效角度考虑，按作战功能可将武器装备分为信息感知类装备、火力打击类装备、指挥控制类装备和后勤保障类装备，如果某类武器装备全部失效，则体系将失去作战能力。因此，该装备体系的防护能力为：

$$C_{WMSOSC5} = \min \{ (10A + 20B), (2C + D), 2E, (5F + 2G) \} \tag{8}$$

(6) 后勤保障能力。体系的后勤保障能力为各类装备保障能力之和， $C_{WMSOSC6} = \sum_{i=A}^G k_i C_i$ ，其中， k 为某型武器装备的数量， C 为该型武器装备的保障能力。

状态等信息。其他包含 GIS 模块的节点如综合态势台界面与引导台由于其节点功能不同而略有差别。

4 结束语

该 GIS 模块既具备专业 GIS 产品的地图功能，又有作战仿真领域的各种扩展功能，并可根据实际需要选择或添加相应的功能模块，提高了系统的适用性和效率。

参考文献：

- [1] 陈正江, 汤国安, 任晓东. 地理信息系统设计与开发 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 3-35.
- [2] 胡晓峰, 海军作战指挥仿真: 概念、现状与发展 [J]. 测控技术, 2000, 12(7): 1-4.
- [3] 王小非. 海上网络战 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [4] 吴永杰, 周玉兰. 海上舰艇编队系统 [M]. 国防工业出版社, 1999: 19-97.
- [5] 胡鸣凯, 谢玲, 基于 MapX 控件的鹰眼图实现方法 [J]. 现代电子技术, 2005, 9(7): 109-113.
- [6] 赵周, 陈敏, 等. 动态军标符号的实现方法研究 [J]. 计算机工程与设计, 2007, 17(28): 3023-3025.
- [7] 朱开玉, 宋国辉, 燕存良, 等. CAPP 系统中动态创建 TrueType 字体的研究 [J]. 计算机工程, 2006, 32(8): 20-22.
- [8] 黄志坚. 基于 GIS/GPS/北斗系统的地形(地理)专修室 [J]. 四川兵工学报, 2009(4): 135-137.

3) 应用模糊广义 AHP 方法确定各能力向量的权重为 $W = (0.1, 0.22, 0.21, 0.22, 0.09, 0.16)^T$ 。

4) 最后可得该武器装备在某时刻 t 的作战能力评估结果为：

$$C_{WMSOS(t)} = 6^{0.1} \cdot 40^{0.22} \cdot 24^{0.21} \cdot 37^{0.22} \cdot 7^{0.09} \cdot 77^{0.16} \tag{9}$$

4 结束语

该模型有一定的理论意义和参考价值。在后续的研究中，还需要对方法和模型进一步细化，以提高评估模型的科学性、有效性和可行性。

参考文献：

- [1] 罗鹏程, 傅攀峰, 周经纶. 武器装备体系作战能力评估框架 [J]. 系统工程与电子技术, 2005, 27(1): 72-75.
- [2] 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.
- [3] 赵相安, 等. 基于 Petri 网的武器装备体系能力需求仿真验证方法 [J]. 系统仿真学报, 2009, 21(4): 1159-1163.
- [4] 董伟, 陆勤夫. 海军综合作战能力分析的基本原理 [C] // 陈勇. 军事运筹应用与创新. 长沙: 国防科学技术大学出版社, 2002: 103-108.