

装甲部(分)队整体作战效能评估

徐克虎, 黄大山, 王天召

装甲兵工程学院控制工程系, 北京 100072

摘要 为合理配比运用武器装备, 提高装甲部(分)队整体作战效能, 提出了一系列评估准则及公式有效评估装甲部(分)队整体作战效能。依据信息化战场条件下装备配置的特点, 将装甲部(分)队武器装备分为主战装备、信息装备和保障装备。通过分析上述武器装备的各项性能指标, 提出了武器装备作战效能评估体系, 并以此建立了装甲部(分)队整体作战效能评估模型。实例分析表明, 该评估模型可以为指挥员提供合理的作战决策方案, 具有很高的实用价值。

关键词 武器装备; 作战效能; 效能评估体系; 作战决策

中图分类号 E923.1

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.14.008

Overall Operational Effectiveness Evaluation on Armored Troop

XU Kehu, HUANG Dashan, WANG Tianzhao

Department of Control Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China

Abstract A set of formulas are proposed to evaluate the armored troop operational effectiveness. The weapon equipments of armored troop to be put into use in a battlefield can be classified as the main combat equipments, the information equipments and the support equipments according to their allotment patterns under the information-based condition. The evaluation system of the weapon equipment operational effectiveness is based on the analysis of performance indexes of the weapon equipments, and the scientific and rational quantified operational effectiveness of the weapon equipment is obtained based on the evaluation system. A model of the overall operational effectiveness evaluation is established based on the weapon equipment evaluation system, which can be used to evaluate the combat capability of our troop efficiently. The example shows that the model can provide a rational strategic decision scheme for commanders.

Keywords weapon equipment; operational effectiveness; effectiveness evaluation system; combat decision-making

0 引言

随着陆军机械化、装甲化和信息化的逐步发展, 以及部队合成化程度的不断提高, 装甲部(分)队武器装备的种类也逐步增加, 已经形成了比较完备的装备体系。现代战场上武器装备组合方式的多样性和复杂性, 导致了不同装甲部(分)队的作战效能有明显差异。武器装备的作战效能是指在规定条件下, 运用武器装备的作战兵力执行作战任务所能达到预期目标的程度^[1-3]。在进攻战斗中, 一般指挥员有充足的时间规划选择可调动的武器装备, 以充分发挥各武器装备的作战特性, 提高装甲部(分)队整体作战效能, 对敌形成显著优势, 取得战场主动性。如何实现上述规划选择已成为进攻战战术

级火力优化配置研究的主要问题, 而对战场上装甲部(分)队武器装备整体作战效能进行分析与评估可以为上述规划选择提供数据依据, 提高指挥决策的科学性和合理性。

1 装甲部(分)队作战单元效能评估

1.1 信息装备作战效能评估

随着信息时代的到来, 装甲部(分)队列装了大量具有信息采集、处理、传递等功能的信息化工具。战斗中, 在敌对双方火力对抗之前夺取战场制信息权已成为对抗的焦点, 围绕信息展开的战术行动逐渐增多。提高信息化工具的制信息能力已成为取得战争胜利的前提。本文将从信息的全

收稿日期: 2012-03-28; 修回日期: 2012-05-03

基金项目: 装甲兵工程学院科研创新基金项目(2011CJ040)

作者简介: 徐克虎, 教授, 研究方向为作战评估与军事仿真, 电子信箱: 309583896@163.com

面性 I_C 、可靠性 I_R 和实时性 I_T 3 个方面分析评估信息装备的作战效能。

信息的全面性主要由战场感知的全面性 I_{BA} 和指控系统的完善性 I_{OCS} 两方面体现。战场感知的全面性主要是指战场侦察能力 A_{RCS} 、战场监视能力 A_{SVL} 和获取情报能力 A_{ITC} ；指控系统的完善性包括战场指挥能力 A_{CMD} 、战场控制能力 A_{CTL} 、战场通信能力 A_{OCT} 和计算机运算能力 A_{CPT} ^[3-4]。由此,信息的全面性可表示为

$$I_C=f(I_{BA}, I_{OCS})=A_{RCS}A_{SVL}A_{ITC}A_{CMD}A_{CTL}A_{OCT}A_{CPT} \quad (1)$$

信息的可靠性主要由信息的准确性 I_{ACC} 和信息的安全性 I_{SEC} 体现。信息的准确性包括侦查的准确性 p_{RCS} 、监视的准确性 p_{SVL} 和传输的准确性 p_{TRA} ；信息的安全性主要包括信息本身的加密安全性 p_{ENC} 和信息通信渠道的安全性 p_{CCO} 。信息的可靠性可表示为

$$I_R=f(I_{ACC}, I_{SEC})=\lambda_{ACC}p_{RCS}p_{SVL}p_{TRA}+\lambda_{SEC}p_{ENC}p_{CCO} \quad (2)$$

其中, λ_{ACC} 为信息的准确性权重系数, λ_{SEC} 为信息的安全性权重系数。

信息的时效性主要由信息获取的时效性 t_{ACQ} 、传输的时效性 t_{TRA} 和显示的时效性 t_{DIS} 体现。信息装备时效性可表示为

$$I_T=e^{-\lambda_{ACQ}(t_{ACQ}-C_{ACQ})-\lambda_{TRA}(t_{TRA}-C_{TRA})-\lambda_{DIS}(t_{DIS}-C_{DIS})} \quad (3)$$

式中, λ_{ACQ} 、 λ_{TRA} 、 λ_{DIS} 分别为信息获取、传输、显示的时效性系数, C_{ACQ} 、 C_{TRA} 、 C_{DIS} 分别为信息获取、传输、显示的时效性常数。

综上所述,信息装备的作战效能可表示为

$$E_I=[I_C \quad I_R \quad I_T] \quad (4)$$

1.2 主战装备作战效能评估

消灭敌人、保存自己是一切战斗的最终目的,也是一切战斗行动的着眼点和出发点。不断增强武器装备的杀伤力和破坏力,提高火力性能,才能更多地消灭敌人;采用多种防护手段,采取严密的防护措施,才能有效地保存自己;提高远距离、大范围的快速机动能力,才能取得优势态势,提高战场生存能力。因此,提高主战装备的火力特性 I_F 、机动能力 I_M 与防护性 I_P 是确保战斗胜利的关键^[9]。本文也从这 3 个方面分析评估主战装备的作战效能。

火力特性主要由武器装备的射击命中概率 p_d 、所发射弹药的毁伤威力 A_{DEA} 、弹药射速 v_{RT} 以及最大储弹量 q_{QA} 体现。主战装备的火力特性可以表示为

$$I_F=p_d A_{DEA} \frac{v_{RT}}{C_{RT}} \frac{q_{QA}}{C_{QA}} \quad (5)$$

其中, $p_{d=d}$ 表示与目标距离为 D 时武器的命中概率, 本文取 $D=2000m$; C_{RT} 为弹药射速常数, C_{QA} 为储弹量常数。

机动能力主要由最大速度 v_{MV} 、平均加速度 a_{AA} 、越野速度 v_{OV} 、装甲装备体积 V_{DIM} 、战斗全重 w_{WEI} 以及攀爬越倾能力 A_{AC} 体现。对于不同的地形地貌 I_{LAN} , 机动能力各因素 M_i 的重要程度也有所不同。因此,主战装备的机动能力可以表示为

$$I_M=\lambda_{LAN}M^T \quad (6)$$

其中

$$\lambda_{LAN}=f(I_{LAN})=[\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \cdots \quad \lambda_6]$$

$$M=[e^{\lambda_{MV}(v_{MV}-C_{MV})} \quad e^{\lambda_{AA}(a_{AA}-C_{AA})} \quad e^{\lambda_{OV}(v_{OV}-C_{OV})} \quad e^{-\lambda_{DIM}(V_{DIM}-C_{DIM})} \quad e^{-\lambda_{WEI}(w_{WEI}-C_{WEI})} \quad e^{\lambda_{AC}(A_{AC}-C_{AC})}]$$

这里 λ_{MV} 、 λ_{AA} 、 λ_{OV} 、 λ_{DIM} 、 λ_{WEI} 、 λ_{AC} 分别为最大速度、平均加速度、越野速度、体积、战斗全重以及攀爬越倾能力系数, C_{MV} 、 C_{AA} 、 C_{OV} 、 C_{DIM} 、 C_{WEI} 、 C_{AC} 分别为最大速度、平均加速度、越野速度、体积、战斗全重以及攀爬越倾能力常数。

防护性主要由武器装备的装甲类型 t_A 、装甲厚度 d_A 以及特种防护手段 A_{SMP} 体现。将各种防护装甲转化为相同防护能力的均质钢装甲, 均质钢装甲的不同厚度反映出各装甲的防护能力的差异。装甲厚度分为武器装备的正面厚度 d_{FRO} 和侧面厚度 d_{SID} 。由此,主战装备的防护性可以表示为

$$I_P=[d_{FRO} \quad d_{SID}]A_{SMP}\lambda_{t_A}A_{STE}|_{unit} \quad (7)$$

其中, λ_{t_A} 为装甲相对均质钢装甲的防护性系数, $A_{STE}|_{unit}$ 为单位厚度均质钢装甲的防护性能。

综上所述,主战装备的作战效能可表示为

$$E_{MB}=[I_F \quad I_M \quad I_P] \quad (8)$$

1.3 保障装备作战效能评估

保障是部队为遂行战斗任务而采取的各项保障性措施, 而进行相应活动的装备即为保障装备。一般可分为战斗保障装备、后勤保障装备和技术保障装备。在战场上主要依靠战斗保障装备为部队遂行战斗任务提供保障服务。战斗保障装备主要有工程保障装备和防化保障装备两种。本文从工程保障能力 A_{ES} 和防化保障能力 A_{CIS} 两方面分析评估保障装备的作战效能。

工程保障能力主要由建筑能力 A_{CON} 、拆除能力 A_{DEM} 、工程完成的质量 A_{CQ} 和施工的时效性 t_{CE} 体现。工程保障能力可以表示为

$$A_{ES}=(A_{CON}+A_{DEM})A_{CQ}e^{-\lambda_{CE}(t_{CE}-C_{CE})} \quad (9)$$

其中, λ_{CE} 为施工的时效性系数, C_{CE} 为施工的时效性常数。

防化保障能力主要由防核武器能力 A_{NUC} 、防化学武器能力 A_{CHE} 、防生物武器能力 A_{BIO} 和防燃烧武器能力 A_{INC} 体现。防化保障能力可以表示为

$$A_{CIS}=A_{NUC}A_{CHE}A_{BIO}A_{INC} \quad (10)$$

综上所述,保障装备的作战效能可表示为

$$E_S=[A_{ES} \quad A_{CIS}] \quad (11)$$

2 装甲部(分)队整体作战效能评估

假设战场上信息装备、主战装备、保障装备之间配合良好, 以上述装甲部(分)队各武器单元作战效能为依据, 可得到装甲部(分)队整体作战效能, 表示为

$$E_{OE}=[E_{IE} \quad E_{MBE} \quad E_{SE}] \quad (12)$$

式中, E_{IE} 为整体作战效能的信息分量, E_{MBE} 为整体作战效能的主战分量, E_{SE} 为整体作战效能的保障分量。

由式(4)可知信息装备武器单元的作战效能, 则装甲部(分)队信息装备整体作战效能矩阵 O_I 可表示为

$$\mathbf{O} = \begin{bmatrix} E_{I1} \\ E_{I2} \\ \vdots \\ E_{In_1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{C1} & I_{R1} & I_{T1} \\ I_{C2} & I_{R2} & I_{T2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ I_{Cn_1} & I_{Rn_1} & I_{Tn_1} \end{bmatrix} \quad (13)$$

由此可得到装甲部(分)队整体作战效能的信息分量

$$\mathbf{E}_{IE} = [E_{CI} \quad E_{RI} \quad E_{TI}] \quad (14)$$

$$E_{CI} = \sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i^{IE_{\infty}} \lambda_i^{IE} I_{Ci}, \quad E_{RI} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i^{IE} I_{Ri}}{n_1}, \quad E_{TI} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} \lambda_i^{IE} I_{Ti}}{n_1}$$

其中, $\lambda_i^{IE_{\infty}}$ 为装备 i 与其他信息装备协同能力发挥的权重系

数, $\lambda_i^{IE_{\infty}} = \sum_{j=1, j \neq i}^{n_1} \lambda_{ij}^{IE_{\infty}}$, $\lambda_{ij}^{IE_{\infty}}$ 为装备 i 与装备 j 协同效果的权重系

数, λ_i^{IE} 为信息装备 i 作战的权重系数^[6]。

由式(8)可知主战装备武器单元的作战效能,所以装甲部(分)队主战装备整体作战效能矩阵 $\mathbf{O}_{MB}$ 可表示为

$$\mathbf{O}_{MB} = \begin{bmatrix} E_{MB1} \\ E_{MB2} \\ \vdots \\ E_{MBn_{MB}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_{F1} & I_{M1} & I_{P1} \\ I_{F2} & I_{M2} & I_{P2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ I_{Fn_{MB}} & I_{Mn_{MB}} & I_{Pn_{MB}} \end{bmatrix} \quad (15)$$

由此可得到装甲部(分)队整体作战效能的主战分量

$$\mathbf{E}_{MBE} = [E_{FI} \quad E_{MO} \quad E_{PR}] \quad (16)$$

$$E_{FI} = \sum_{i=1}^{n_{MB}} \lambda_i^{MBE_{\infty}} \lambda_i^{MBE} I_{Fi}, \quad E_{MO} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{MB}} \lambda_i^{MBE} I_{Mi}}{n_{MB}}, \quad E_{PR} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{MB}} \lambda_i^{MBE} I_{Pi}}{n_{MB}}$$

其中, $\lambda_i^{MBE_{\infty}}$ 为装备 i 与其他主战装备协同能力发挥的权重系

数, $\lambda_i^{MBE_{\infty}} = \sum_{j=1, j \neq i}^{n_{MB}} \lambda_{ij}^{MBE_{\infty}}$, $\lambda_{ij}^{MBE_{\infty}}$ 为装备 i 与装备 j 火力协同效果的

权重系数, λ_i^{MBE} 为主战装备 i 作战的权重系数。

由式(11)可知保障装备武器单元的作战效能,则装甲部(分)队保障装备整体作战效能矩阵 $\mathbf{O}_S$ 可表示为

$$\mathbf{O}_S = \begin{bmatrix} E_{S1} \\ E_{S2} \\ \vdots \\ E_{Sn_s} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{ES1} & A_{CDS1} \\ A_{ES2} & A_{CDS2} \\ \vdots & \vdots \\ A_{ESn_s} & A_{CDSn_s} \end{bmatrix} \quad (17)$$

由此可得到装甲部(分)队整体作战效能的保障分量

$$\mathbf{E}_{SE} = [E_{ES} \quad E_{CDS}] \quad (18)$$

$$E_{ES} = \sum_{i=1}^{n_s} \lambda_i^{ES_{\infty}} \lambda_i^{ES} A_{ESi}, \quad E_{CDS} = \sum_{i=1}^{n_s} \lambda_i^{CDS_{\infty}} \lambda_i^{CDS} A_{CDSi}$$

其中, $\lambda_i^{ES_{\infty}}$ 为装备 i 与其他工程保障装备协同发挥作用的权

重系数, $\lambda_i^{ES_{\infty}} = \sum_{j=1, j \neq i}^{n_s} \lambda_{ij}^{ES_{\infty}}$, $\lambda_{ij}^{ES_{\infty}}$ 表示两种工程保障装备工程协

同效果的权重系数, λ_i^{ES} 表示保障装备 i 的权重系数; $\lambda_i^{CDS_{\infty}}$ 表

示装备 i 与其他防化保障装备协同发挥作用的权重系数,

$\lambda_i^{CDS_{\infty}} = \sum_{j=1, j \neq i}^{n_s} \lambda_{ij}^{CDS_{\infty}}$, $\lambda_{ij}^{CDS_{\infty}}$ 表示两种防化保障装备防化协同效果

的权重系数, λ_i^{CDS} 表示保障装备 i 的权重系数。

综上所述,装甲部(分)队整体作战效能为

$$\mathbf{E}_{OE} = [E_{CI} \quad E_{RI} \quad E_{TI} \quad E_{FI} \quad E_{MO} \quad E_{PR} \quad E_{ES} \quad E_{CDS}] \quad (19)$$

3 作战效能评估应用

据情报信息显示,在某地集结敌方一个装甲分队,配备有 I 型信息装备 3 辆、II 型信息装备 1 辆、III 型信息装备 1 辆、I 型主战装备 12 辆、II 型主战装备 8 辆、III 型主战装备 2 辆、I 型保障装备 1 辆、II 型保障装备 1 辆。甲方上级司令部队迅速出兵,摧毁敌武器装备,消灭敌有生力量。

首先根据作战效能评估体系,评估敌装甲分队整体作战效能。再依据甲方部队装备使用规则及其部队作战原则,优化解算出甲方需派出武器装备的种类与数量。

通过已获取的信息,综合分析评估得到敌装甲分队各信息装备、主战装备、保障装备作战效能,分别为

$$\mathbf{E}_I = [5.639 \quad 0.501 \quad 0.770], \mathbf{E}_{I2} = [7.444 \quad 0.655 \quad 0.792],$$

$$\mathbf{E}_{I3} = [4.194 \quad 0.505 \quad 0.924], \mathbf{E}_{MB1} = [0.614 \quad 0.930 \quad 864 \quad 324],$$

$$\mathbf{E}_{MB2} = [0.548 \quad 1.223 \quad 100 \quad 50], \mathbf{E}_{MB3} = [0.260 \quad 0.929 \quad 120 \quad 60],$$

$$\mathbf{E}_{S1} = [2.468 \quad 0.100], \mathbf{E}_{S2} = [0.100 \quad 4.357]$$

为简化计算,令各协同权重系数与各装备作战权重系数均为 1,则敌装甲分队整体作战效能为

$$\mathbf{E}_{OE} = [28.555 \quad 0.533 \quad 0.805 \quad 12.272 \quad 1.036 \quad 518.545 \quad 200.364 \quad 2.568 \quad 4.457]$$

甲方部队目前可调动 I' 型信息装备 11 辆、II' 型信息装备 4 辆、III' 型信息装备 3 辆、IV' 型信息装备 2 辆、I' 型主战装备 58 辆、II' 型主战装备 27 辆、III' 型主战装备 8 辆、IV' 型主战装备 6 辆、V' 型主战装备 2 辆、I' 型保障装备 3 辆、II' 型保障装备 3 辆。各装备的作战效能分别为

$$\mathbf{E}_I = [7.639 \quad 0.417 \quad 0.570], \mathbf{E}_{I2} = [8.644 \quad 0.505 \quad 0.988],$$

$$\mathbf{E}_{I3} = [3.194 \quad 0.451 \quad 0.665], \mathbf{E}_{I4} = [7.556 \quad 0.387 \quad 0.988],$$

$$\mathbf{E}_{MB1} = [0.711 \quad 1.155 \quad 1386 \quad 396], \mathbf{E}_{MB2} = [0.554 \quad 0.942 \quad 560 \quad 192],$$

$$\mathbf{E}_{MB3} = [0.209 \quad 1.198 \quad 120 \quad 65], \mathbf{E}_{MB4} = [0.236 \quad 0.948 \quad 115 \quad 55],$$

$$\mathbf{E}_{MB5} = [0.731 \quad 1.286 \quad 230 \quad 230], \mathbf{E}_{S1} = [3.073 \quad 0.100],$$

$$\mathbf{E}_{S2} = [0.100 \quad 3.536]$$

以确保取得战争胜利为前提,尽量减少投入局部战斗的武器与兵力,留有足够的预备力量,以应付临时出现的各种意外情况,夺取战争的主动权。考虑甲方部队各装备的综合性能、制造和使用消耗成本、不同战场的适合性等因素,得到甲方部队各装备代价系数如表 1 所示。

甲方装备的使用规则:信息装备每种型号至少派出一辆,确保信息获取、传输、控制等的完备性。I' 型主战装备与 III' 型主战装备配备比约为 3:1,配合使用以更好地发挥出武

表 1 甲方装备代价系数

Table 1 Equipment cost coefficient for party A

装备类型	λ	装备类型	λ
$E_1(I')$	7.4	$E_{MB}(III')$	6.5
$E_1(II')$	7.8	$E_{MB}(IV')$	6.7
$E_1(III')$	5.1	$E_{MB}(V')$	8.3
$E_1(IV')$	7.1	$E_s(I')$	5.3
$E_{MB}(I')$	8.8	$E_s(II')$	5.4
$E_{MB}(II')$	7.7		

器特性。保障装备每种型号至少派出一辆,确保甲方部队依据要求可以采取特定的保障措施。甲方部队作战原则:为确保战斗胜利,形成对敌明显优势,甲方装甲部队整体作战效能相对敌方需满足

$$R=f\left(\frac{E_{OE}}{E_{OE}^{em}}\right)=[1.5 \quad 0.8 \quad 0.8 \quad 2.7 \quad 0.8 \quad 0.8 \quad 0.8 \quad 1.2 \quad 1.2]$$

由上述规则可得到甲方派出的装甲分队需满足

$$\min \sum_{i=1}^{11} x_i \lambda_i, \\ \text{st} \begin{cases} (E_{OE})_j \geq R_j \cdot (E_{OE}^{em})_j & j=1,2,\cdots,9 \\ 1 \leq x_1 \leq 11, 1 \leq x_2 \leq 4, 1 \leq x_3 \leq 3 \\ 1 \leq x_4 \leq 2, 0 \leq x_5 \leq 58, 0 \leq x_6 \leq 27 \\ 0 \leq x_7 \leq 8, 0 \leq x_8 \leq 6, 0 \leq x_9 \leq 2 \\ 1 \leq x_{10} \leq 3, 1 \leq x_{11} \leq 3 \\ \frac{1}{4} \leq \frac{x_7}{x_5} \leq \frac{2}{3} \end{cases}$$

其中, $x_i(i=1,2,\cdots,11)$ 表示各种武器装备需派出的数量。

通过 LINGO 语言编程对上述问题优化解算,可得到甲方需派出各武器装备数量如表 2 所示。

表 2 甲方武器装备的数量

Table 2 Quantity of equipment for party A

装备类型	装备数量	装备类型	装备数量
$E_1(I')$	2	$E_{MB}(III')$	7
$E_1(II')$	2	$E_{MB}(IV')$	0
$E_1(III')$	1	$E_{MB}(V')$	2
$E_1(IV')$	1	$E_s(I')$	1
$E_{MB}(I')$	27	$E_s(II')$	2
$E_{MB}(II')$	20		

甲方装甲分队整体作战效能为

$$E_{OE}=[43.316 \quad 0.447 \quad 0.795 \quad 33.202 \quad 1.089 \quad 891.464 \quad 275.839 \quad 3.273 \quad 7.172]$$

分析:甲方部队需派出信息装备 6 辆,主战装备 56 辆,保障装备 3 辆。甲方信息装备的全面性明显高于敌装甲分队,确保在战场侦察、监视、指挥、控制等方面信息的完整;由于

信息装备通信手段与计算机性能相对较低,导致信息的安全性和时效性都略低于敌装甲分队,但仍在甲方部队作战原则范围内,对甲方信息装备整体作战效能的发挥影响不大。4 种信息装备均派出参战,确保甲方信息装备体系完备。甲方主战装备的火力特性满足作战要求,可以达到对敌火力压制的目的,并且机动能力与防护性也均优于敌方,可以更好地遂行战斗任务。甲方部队可以调动 5 种主战装备,只选择了 4 种,说明 IV'型主战装备不适合参加这场战斗。I'型主战装备与 III'型主战装备的派出比约为 3:1,满足装备使用原则。甲方保障装备整体保障效能也满足要求,且各型保障装备均有派出。理论上,只要通过合理的作战规划,灵活机动的战术运用,精准的火力打击,甲方所派出的部队可以完成歼敌任务。

4 结论

本文所建立的装甲部(分)队武器单元作战效能评估体系综合考虑了目前高技术条件下信息化战场参战的 3 种装备的技术指标和作战能力,以此对装甲部(分)队整体作战效能进行评估。根据此评估方法,实现了进攻战斗甲方装甲部(分)队需派出武器装备种类及数量的优化解算,解算结果具有一定的科学性与合理性,说明此效能评估方法可以为作战规划、制定作战方案提供参考依据。

参考文献 (References)

- [1] 薛青,汤再江,郑长伟,等.装备作战仿真基础 [M].北京:国防工业出版社,2010.
Xue Qing, Tang Zaijiang, Zheng Changwei, *et al.* Equipment operational simulation[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010.
- [2] 胡晓惠,蓝国兴,申之明,等.武器装备效能分析方法 [M].北京:国防工业出版社,2008.
Hu Xiaohui, Lan Guoxing, Shen Zhiming, *et al.* Weapon equipment effectiveness analysis method [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2008.
- [3] 余辉,苏震,刘荣,等.电子战系统作战效能的评估 [J].光电技术应用, 2010, 25(3): 75-77.
Yu Hui, Su Zhen, Liu Rong, *et al.* Electro-Optic Technology Application, 2010, 25(3): 75-77.
- [4] 李婧娇.多功能电子战系统作战效能评估仿真 [D].镇江:江苏科技大学, 2010.
Li Jingjiao. Simulation of MFEW system's counterwork efficiency evaluation [D]. Zhenjiang: Jiangsu University of Science and Technology, 2010.
- [5] 王正元,刘靖旭,谭跃进,等.基于仿真的主战坦克作战效能评估方法 [J].计算机仿真, 2005, 22(1): 29-32.
Wang Zhengyuan, Liu Jingxu, Tan Yuejin, *et al.* Computer Simulation, 2005, 22(1): 29-32.
- [6] 王文涛.炮兵分队作战效能评估研究 [D].长沙:国防科学技术大学, 2006.
Wang Wentao. Evaluating the effectiveness of performance for general scale artillery unit [D]. Changsha: National University of Defense Technology, 2006.

(责任编辑 马宇红,代丽)