

防空导弹武器系统生存能力评价

辛永平, 李军, 袁志树
(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:分析了现代战场环境条件下影响防空导弹武器系统生存能力的主要因素,建立了一个防空导弹武器系统生存能力评价的指标体系,给出了各级分指标的量化评价思路和方法,采用加权算术平均法和加权几何平均法进行指标综合。提供了一个生存能力快速量化评价的实用模型。

关键词:导弹武器系统;生存能力;评价

中图分类号:V55;TN973 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)05-0032-03

1 影响防空导弹武器系统生存能力的主要因素

防空导弹武器系统在作战使用和空防对抗中面临的外部威胁环节主要是:被侦察发现、被攻击与命中(包括软攻击和硬攻击)。与生存能力相关的内部环节或因素有:战术机动,伪装隐蔽,抗敌侦察;提高预警能力,先敌攻击(也包括软攻击和硬攻击),掌握主动;防护加固,抗敌毁伤;快速维修,恢复战斗力。现代战场条件下,防空导弹武器系统面临的侦察设备和侦察手段主要是:卫星侦察、空中侦察和地面侦察;侦察技术手段主要是可见光、红外和雷达信号侦听。软攻击以电子干扰为主,基本干扰形式概括起来有三大类:有源干扰,包括压制式干扰和欺骗式干扰;无源干扰;诱饵(假目标干扰)。对防空导弹武器系统的硬杀伤主要是精确制导武器,如巡航导弹、机载反辐射导弹、空地导弹、精确制导炸弹等。

当然,武器系统的生存能力并非仅指一种武器系统的抗打击能力,而是打击能力与抗打击能力的有机结合。对防空导弹武器系统而言,不但可以通过灵活多变的战术机动和伪装隐蔽减少被发现的可能性,以及运用适当的战术部署和防护加固降低敌对我兵器之杀伤效果,还可以通过对威胁之敌进行有效的攻击与对抗,力争掌握生存之主动,正所谓进攻是最好的防御。

2 防空导弹武器系统生存能力评价指标体系

防空导弹武器系统生存能力包含四个分指标:抗侦察能力、对空攻击能力、防护抗毁能力和修复能力。抗侦察能力包括伪装隐蔽能力和机动能力。对空攻击能力包括预警能力、系统有效性、火力强度、抗干扰能力。防护抗毁能力包括电子防护和硬防护。修复能力包括战场抢修能力和后方修复能力。伪装隐蔽的主要方式有遮蔽、融合、隐真、示假。防空导弹武器系统的暴露征候明显,若无伪装隐蔽,很难生存。机动性主要有三个方面的含义:系统移动性、火力机动、发射机动。防空导弹武器系统的对空攻击能力是系统战技性能最重要的方面,与系统的预警能力、战备有效性、火力覆盖空域、目标通道数、导弹通道数、反应时间、杀伤概率以及抗干扰能力等密切相关,尤其是强电磁干扰环境下抗干扰能力已经成为防空导弹武器系统战斗力发挥的关键制约因素之一。抗毁能力与武器系统的要害分布、防护装甲、防护掩体等有关。修复能力指武器系统在伤损的情况下迅速恢复要求战斗力水平的能力,包括战伤抢修能力和后勤维修能力,一般取平均修复时间为表征指标。

综上所述,建立防空导弹武器系统生存能力评价指标体系如图1所示。

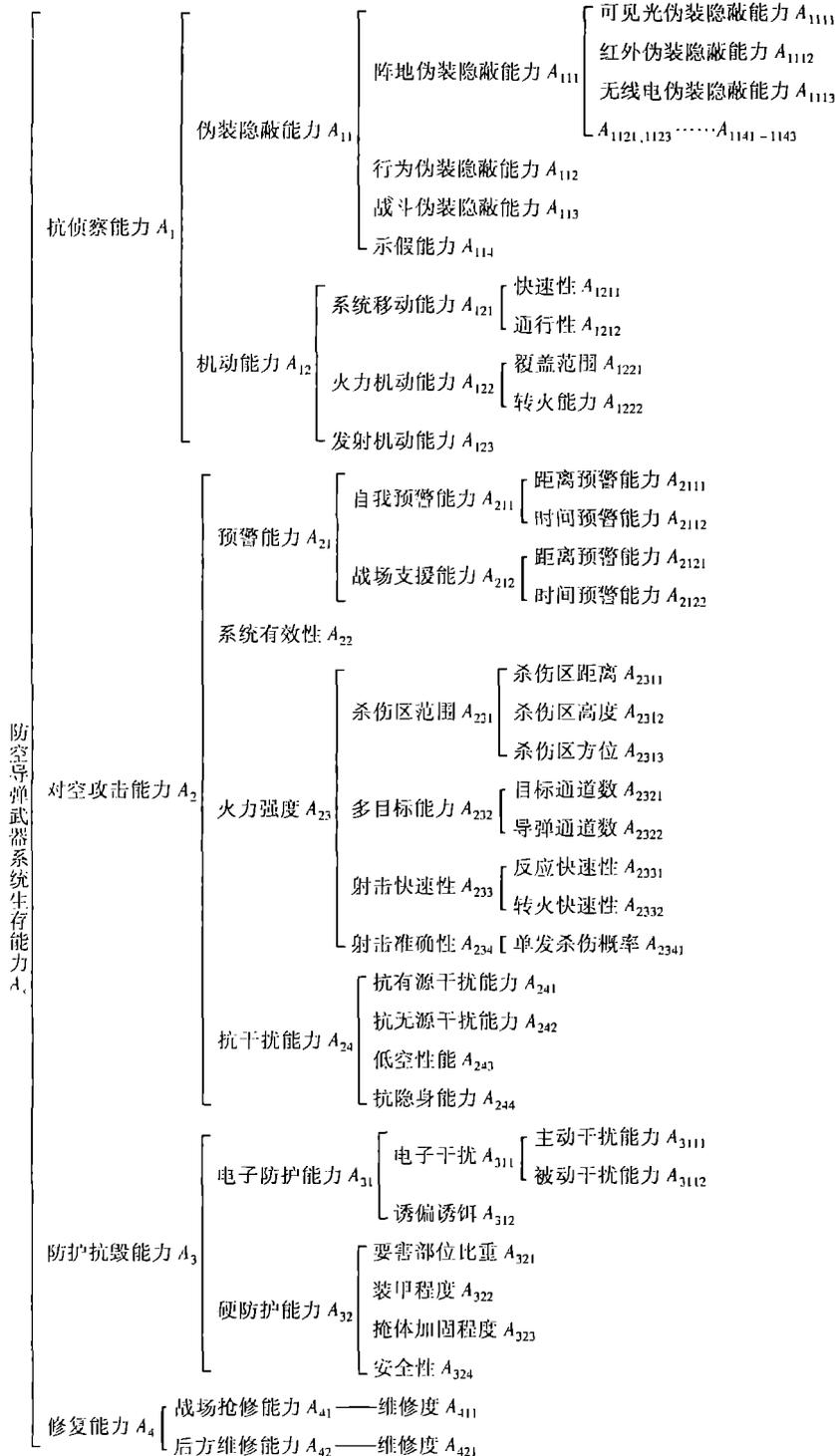


图 1 防空导弹武器系统生存能力评价指标体系

3 指标量化和综合

一级指标采用加权几何平均法求取,即:

$$A_s = A_1^{\alpha_1} \cdot A_2^{\alpha_2} \cdot A_3^{\alpha_3} \cdot A_4^{\alpha_4} \quad \text{其中 } \alpha_{1-4} \text{ 分别是指标 } A_{1-4} \text{ 的权系数。}$$

二级以下指标采用逐级加权和法进行指标综合,即每一个上级指标由各个下级指标的加权和获得。因此,只需要对叶子指标(无下级指标的指标)进行量化。再给定整个指标体系中所有子指标的权重,就可获得生存能力的最终评价值。在对各级指标量化时统一采用概率测度。

指标体系中各层指标的权重系数的获得可以采用专家评判法、投票法及 AHP 法等方法。

1) 可见光伪装隐蔽能力 A_{1111} 、 A_{1121} 、 A_{1131} , 红外伪装隐蔽能力 A_{1112} 、 A_{1122} 、 A_{1132} 。

$$A_{1111}、A_{1121}、A_{1131}(A_{1112}、A_{1122}、A_{1132}) = \frac{\text{相应队形下武器系统中可见光(红外)等效可隐蔽面积}}{\text{系统等效总面积}};$$

2) 无线电伪装隐蔽能力 $A_{1113}、A_{1123}、A_{1133}$ 。如果不考虑战术伪装隐蔽,从系统技术性能来看,无线电隐蔽能力主要与武器系统的雷达功率、工作频段、工作空间范围、工作时间以及雷达所采用的一些技术手段有关。取 $A_{1113} = I_{\text{功率系数}} \cdot I_{\text{频段系数}} \cdot I_{\text{时间系数}} \cdot I_{\text{技术系数}}$,各系数均 $\in (0,1)$;

3) 示假能力 $A_{114} = \text{假目标数} \cdot I_{\text{逼真度系数}} / (\text{真目标数} + \text{假目标数} \cdot I_{\text{逼真度系数}})$;

4) 快速性 A_{1211} 。 $A_{1211} = e^{-t/T}$,其中 T 为时间常数, t 包括撤收、展开、反应时间;

5) 通行性 $A_{1212} = \text{道路(桥涵)要求等级}/\text{最大等级}$;

6) 覆盖范围 $A_{1221} = [\text{方位角范围(单位为度)}/360] \cdot [\text{高低角范围(单位为度)}/90]$;

7) 转火能力 A_{1222} 。 $A_{1222} = e^{-t/T}$,其中 T 为时间常数, t 为转火时间;

8) 发射机动能力 $A_{123} = 1$,如果可以机动发射,否则 $A_{123} = 0$;

9) 距离预警能力 $A_{2111}、A_{2121}$ 时间预警能力 $A_{2112}、A_{2122}$ 。 $A_{211} \dots = \text{满足要求预警距离(时间)的概率}$;

10) 系统有效性 $A_{22} = \text{MTBF}/(\text{MTBF} + \text{MTTR})$;

11) 杀伤区距离 A_{2311} 、杀伤区高度 A_{2312} 、杀伤区方位 A_{2313} 。 $A_{231} \dots = \text{杀伤区相应参数}/\text{威胁空域相应参数}$;

12) 目标通道数 $A_{2321} = \text{系统目标通道数}/\text{最大目标通道数}$;

13) 导弹通道数 A_{2322} 同 12;

14) 反应时间 A_{2331} 、转火时间 A_{2332} 7;

15) 工作体制抗干扰能力 A_{241} 、制导方式抗干扰能力 A_{242} 、技术抗干扰能力 A_{243} 、主动干扰能力 A_{3111} 量化见参考文献[1];

16) 被动干扰 A_{3112} ,被动干扰一般是箔条干扰,若有,则 $A_{3112} = 1$,否则为 0;

17) 诱偏诱饵 A_{312} 。 $A_{312} = (I_{\text{成功系数}} \cdot \text{诱饵数}) / (\text{防护源数} + I_{\text{成功系数}} \cdot \text{诱饵数})$;

18) 要害部位比重 $A_{321} = \text{等效要害面积}/\text{系统等效总面积}$;

19) 装甲程度 A_{322} ,可用空袭弹药击穿装甲的概率表示;

20) 掩体加固程度 A_{323} ,可用空袭弹药击毁掩体的概率表示;

21) 安全性 $A_{324} = \text{等效不安全设备面积}/\text{系统等效总面积}$ 。

4 结论

防空导弹武器系统生存能力的深入评价是相当复杂的,涉及因素多,许多因素之间互有关联,而且相当一部分因素难于量化。本文提出的评价方法的特点是:一是依赖于专家,不但整个指标体系中各个指标的权重系数的求取需要专家打分或比较,而且许多难于量化的指标的量化也需要专家的知识 and 经验;二是模型的相对性,有一些参数的指定只是相对的(如导弹基数、各种需求最大值等),这和武器系统生存能力本身的相对性是一致的;三是指标体系是可细化和深化的,采用的编号形式可以很方便地加入新指标。由于指标体系内涵很丰富,许多指标值确定困难,甚至有不少指标是严格保密的,所以在此就不举例了。

参考文献:

- [1] 陈永革,刘 铭.地空导弹制导雷达综合抗干扰能力评估[J].空军工程大学学报(自然科学版),2000,1(4):21-23.
[2] 田棣华,肖元星.高射武器系统效能分析[M].北京:国防工业出版社,1991.

(编辑:田新华)

Viability Estimation of Anti-air Missile Weapon System

XIN Yong-ping, LI Jun, YUAN Zhi-shu

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

Abstract: Main factors that affect the viability of anti-air missile weapon system under modern battlefield circumstance have been analysed. An index system of viability estimation is established, and measurement and integration method of index system is set up on the basis of qualitative and quantitative analysis. The result can be used for fast estimation of the viability of weapon system.

Keywords: missile weapon system; viability; estimation