

常规武器作用下地空导弹阵地目标毁伤分析

赵德辉^{1,2}, 许金余^{1,2}, 张燕¹, 姚焕忠³

(1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038; 2. 西北工业大学 力学与建筑工程学院, 陕西 西安 710072; 3. 南空后勤部, 江苏 南京 210018)

摘要:结合高技术武器对地空导弹阵地的影响,提出了目标毁伤分析的3个思路,即模型建立要适应现代高技术战争的要求、合理划分地空导弹阵地各阵地设施的重要性、计算过程要体现“综合”的原则。对地空导弹阵地按照单个目标和目标系统分别进行了毁伤分析,提出了武器当量毁伤系数的概念。

关键词:毁伤效应;常规武器;防护;生存概率;综合防护

中图分类号:V55 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2004)03-0037-03

随着现代高科技在军事领域的广泛应用,各种高、精、尖武器层出不穷,作为未来我军争夺制空权重要设施的地空导弹阵地将面临挑战,主要体现在:全方位的侦察提高了对阵地的发现概率;远距离的投送降低了阵地纵深配置的价值;高精度的打击、多弹同时爆炸构成对阵地工程的严重威胁;敌空袭武器的快速性缩短了阵地构筑时间。地空导弹阵地一旦遭敌精确武器攻击后,会造成阵地使用功能的破坏,为了使地空导弹阵地能够得到快速、有效的修复,首先需要对常规武器作用下地空导弹阵地目标的毁伤进行分析^[1-2]。

1 目标毁伤分析思路

1.1 计算模型的建立要适应现代高科技战争的要求

计算模型是进行毁伤分析的依据,在建模的过程中应该以总部提出的新“三防”要求为指导,凡是最近几场高技术局部战争所使用过的武器均应加以考虑,并应考虑到今后5年内可能研制的武器装备。

1.2 计算过程要合理划分地空导弹阵地各设施的重要性

地空导弹阵地设施范围比较广^[3],其中有的阵地设施本身具有部分防护能力,为此在进行目标毁伤分析时必须进行等级划分,要做到突出重点,兼顾一般。等级划分应该以阵地设施在防空作战中的地位及其生存能力作为依据,在此将各阵地设施划分为3个等级:一级指阵地设施对整个作战行动产生关键影响,一旦遭毁将不能完成预定作战任务;二级指阵地设施对整个作战行动产生影响较大,一旦遭毁将部分影响完成预定作战任务;三级指阵地设施对整个作战行动产生影响不大,一旦遭毁仍将能完成预定的作战任务。

1.3 计算过程要体现“综合”的原则

未来的防御作战中地空导弹阵地将面临全面的威胁,在进行毁伤分析时需要体现“综合”的原则。即:首先毁伤分析应包括攻击武器的突防、发现识别目标、命中、摧毁。对应的防护措施为拦截、伪装欺骗、干扰引偏、被动防护。其次毁伤因素应该包括常规武器的侵彻爆炸、冲击波超压、破片等“硬杀伤”以及电磁脉冲、生化武器等“软杀伤”。

2 单目标的毁伤计算

假设在 Z 种侦察手段, M 枚弹头的攻击下,采用 Y 种隐真措施、 G 种干扰措施、 D 种近距离拦截类主动防

收稿日期:2003-09-04

基金项目:总后科研基金资助项目(HX99502)

作者简介:赵德辉(1978-),男,山西霍州人,博士生,主要从事结构工程、防护工程研究;

许金余(1963-),男,吉林靖宇人,教授,博士生导师,主要从事防护工程、结构工程及岩土工程研究。

护措施并且设置了 J 个假目标,采取了 B 种被动型防护措施进行综合防护的情况下,地空导弹阵地单个阵地设施的综合毁伤概率为 $P_{\alpha} = P_T P_F P_C P_{MH}$ 。式中: P_{α} 为目标的综合毁伤概率; P_T 为敌攻击武器的突防概率; P_F 为在 Z 种侦察手段下,采用 Y 种隐真措施时目标的发现与识别概率; P_C 为 G 种干扰措施综合作用下的敌攻击武器的命中概率; P_{MH} 为 M 枚弹药攻击命中条件下目标遭受硬破坏和软毁伤的综合毁伤概率。 P_{MH} 按下式进行计算: $P_{MH} = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_{FH}(i))$ 。式中: $P_{FH}(i)$ 为第 i 波导弹攻击条件下目标的复合毁伤概率, m 为由 M 波弹药经过主动措施攻击,并且考虑 J 个假目标分配后,作用于目标上的弹药数量。

地空导弹阵地单个阵地设施的生存概率 P_s 可以表示为 $P_s = 1 - P_{\alpha}$ 。常规导弹、航炮弹 $P_{FH}(i)$ 的计算公式为 $P_{FH}(i) = 1 - \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{r^2 / (P_{CE} + D)^2} \right]^n$ 。式中: n 为攻击统一目标的弹发数; r 为常规武器的破坏半径(m),由化爆超压—距离曲线获得; P_{CE} 为武器系统的圆概率偏差(m),由武器性能资料给出; D 为常规武器的误差距离(m),常规炸弹取,激光制导炸弹,对精确制导炸弹和导弹取 $D = 0$ m。

由于各种突防常规武器的爆炸当量不相同,而 $P_{FH}(i)$ 计算的是复合毁伤概率,在先前计算时并没有考虑到这一点。为使计算结果更加趋于实际情况,这里提出武器当量毁伤系数 ϕ ,则常规导弹、航炮弹 $P_{FH}(i)$ 的计算公式则变为 $P_{FH}(i) = 1 - \phi \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{r^2 / (P_{CE} + D)^2} \right]^n$ 。武器当量毁伤系数 ϕ 的取值为:500 磅以下,0.9;500 ~ 2000 磅,0.85;2 000 磅以上,0.8。

通过引入武器当量毁伤系数 ϕ ,在进行毁伤效应分析时,人为地放大了常规武器攻击条件下目标的复合毁伤概率 $P_{FH}(i)$,使计算结论更加趋于可靠,增大了快速抢修时的防护等级,军事效果比较明显。

3 目标系统毁伤计算

地空导弹阵地一般都由若干目标组成一个目标系统,在这里将地空导弹阵地分为三大块,即发射区、技术保障区、行政生活区。在发射区主要包括雷达场坪、发射场坪、联络道和电缆沟。在技术保障区则主要包括兵器装备用房、电源站、专业营房。行政生活区属于附属设施,对作战行动影响不大,主要包括行政生活用房、附属用房等。这些子目标间一般都是按照一定距离疏散配置的,组成一个不规则的面目标。

前面给出了单个目标的毁伤分析,当计算出各单项目标的毁伤概率后,为了计算整个地空导弹阵地目标系统的毁伤概率,需要确定出各阵地设施的重要性系数。在这里采用专家加权统计法确定权重的方法^[4]。

3.1 确定各子目标的权重向量

3.1.1 权重向量确定的方法

请每位专家给出自己认为最合适的权重,评定分值采用累计平均法。在进行平均时,对偏离均值较大的评定分值应该予以剔除,剔除异常值后的分值重新累计平均,将均值记入最终评定分值。

规定评定小组由三类成员组成:后勤营建方面专家、学者;相关武器系统方面专家、学者;管理、人事方面专家、学者或优秀主官。三类成员比例为 5(人):3(人):2(人)。小组成员宜互相交换相关方面知识,使各个成员对阵地组成及评定子项有充分的认识和理解,以期评定分值时合理、有效。

评分采取 5 分制的原则,4 分以上为重要,即一级的评分;2.5 ~ 4 为中等重要,即二级的评分;2.5 分以下为较不重要,即三级的评分。

3.1.2 样本值的处理

子样的平均数和方差分别为: $\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i$; $\sigma^2 = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i^2 - \bar{x}^2$ 。

在各位专家所给出的数值中存在不满足置信区间数值,需要剔除,剔除的方法如下:

1) 3σ 法。即把 $(x - 3\sigma, x + 3\sigma)$ 定为统计值的范围, 3σ 为偶然误差的误差界。超过误差界的统计值认为是某种错误造成的,即“粗差”,应该予以剔除。

2) 肖维纳准则。即认为以相同精度相互独立统计得到的数据,若统计值 x_i 满足 $|x_i - \bar{x}| > \omega_n \sigma$ 时,则 x_i 就是粗差,应该在剔除列中剔除它。其中 ω_n 值与统计的次数有关,可查阅肖维纳准则表。

3.2 目标重要性系数的确定

前面得到各专家对目标的打分,则地空导弹阵地各子目标的重要性系数为 $f = \bar{x}_i / \sum_{i=1}^n \bar{x}_i$ 。

3.3 目标系统毁伤效应分析

对于常规武器攻击和精确武器逐点打击的情况,如果求出地空导弹阵地各子目标在遭敌攻击后其毁伤效应为 P_{α_i} ,则整个地空导弹阵地目标系统的毁伤概率为 $P_{\alpha} = \sum_{i=1}^n f_i P_{\alpha_i}$

4 算例

以地导扇形布置的某地空导弹阵地为例,应用本文所提出的计算方法来分析该防空阵地在遭受3枚美制AGM-12C小斗犬B空对地战术导弹袭击时的毁伤概率。在这里对该防空阵地按一级综合评判,即评定目标为 $X = (X_1, X_2, X_3)$,分别为发射区、技术保障区、行政生活区。假定敌空袭武器的突防概率为90%,导弹阵地防护伪装严密,通过己方侦察确定在该伪装条件下导弹阵地上个主要部分的发现与识别概率分别为75.5%,88.5%,99.5%。该导弹在多种干扰综合作用下的命中概率分别为85.2%,90.5%,99.5%。根据武器性能资料 $P_{FH}(i) = \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{2/(P_{CE}+D)^2} \right]^n = 1 - 0.85 \times \left[\left(\frac{1}{2} \right)^3 \right]^1 = 0.89$ 。

对于该地空导弹阵地各目标系统的综合毁伤概率为: $P_{\alpha_1} = P_T \times P_F \times P_G \times P_{MH} = 0.90 \times 0.755 \times 0.852 \times 0.89 = 0.52$; $P_{\alpha_2} = P_T \times P_F \times P_G \times P_{MH} = 0.90 \times 0.885 \times 0.905 \times 0.89 = 0.65$; $P_{\alpha_3} = P_T \times P_F \times P_G \times P_{MH} = 0.90 \times 0.995 \times 0.995 \times 0.89 = 0.82$ 。

对于整个地空导弹阵地而言,通过专家打分并剔除异常值后经过处理得到 $X = (X_1, X_2, X_3)$ 的重要性系数分别为 $A = (0.5064 \quad 0.4027 \quad 0.0909)$ 。该地空导弹阵地在遭敌攻击后目标系统的毁伤概率为 $P_{\alpha} = \sum_{i=1}^n f_i P_{\alpha_i} = 0.5064 \times 0.52 + 0.4027 \times 0.65 + 0.0909 \times 0.82 = 0.60$

5 结论

通过分析计算,可以看出在地空导弹阵地毁伤效应分析过程中,首先发射阵地是重点,它的毁伤直接关系到整个地导阵地的存亡,其次是技术保障阵地,而行政生活区可不作为重点对象加以考虑。

参考文献:

- [1] 赵德辉,许金余.野战防空阵地总体布局方案模糊综合评判[J].空军工程大学学报(自然科学版),2002,3(6):42-45.
- [2] 许金余,赵靖,曹定国.防空阵地防护等级模糊综合评判[J].空军工程大学学报(自然科学版),2001,2(5):86-90.
- [3] 许金余,刘开帝,战勇.AHP法在阵地系统生存概率累计计算中的应用[J].空军工程大学学报(自然科学版),2001,2(1):84-87.
- [4] 李田,刘西拉.混凝土结构耐久性分析与设计[M].北京:科学出版社,2000.
- [5] Jorg Schneider. Some Thoughts on the Reliability Assessment of Existing Structures[J]. Structural Engineering International, 1992,(1):60-63.

(编辑:姚树峰)

Target Damage Analysis of Surface to Air Missile Bastion Under Conventional Weapons

ZHAO De-hui^{1,2}, XU Jin-yu^{1,2}, ZHANG Yan¹, YAO Huan-zhong³

(1. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China; 2. Mechanics and Civil Engineering institute, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi 710072, China; 3. Air Force Logistic Dept. in Nanjing Army Distric, Nanjing, Jiangsu 210018, China)

Abstract: According to the high-tech weapons' influence on surface to air missile bastion, the paper presents three key points in target damage analysis: building up models according to the requirements of high-tech war; dividing special barracks of aerial defense position in a reasonable way; reflecting the comprehensive principle in the calculating process. It conducts the damage analyses of each single target and the target system separately, still it puts forward the concept of damage coefficient of weapon equivalent and draws the conclusion.

Key words: damage efficiency; conventional weapons; protection; survival probability; comprehensive protection