

空袭兵器战术攻击方向判断模型

陈杰生, 高山, 陈东, 李孝军

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:着眼于防空作战决策需求,分析了空袭兵器战术攻击方向的影响因素,给出了量化规则,并利用综合评判方法建立了空袭兵器战术攻击方向判断模型,为防空部署决策提供了一种定量分析手段。

关键词:空袭;战术攻击方向;主要防御方向

中图分类号: TJ761.1*3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2007)06-0044-04

空袭兵器战术攻击方向即进入方向,一般是指攻击编队轰炸航路方向,或载机发射战术空地导弹,投放制导炸弹的阵位与保卫要地之间的相对方向。战术攻击方向上建立的飞行航线不长,但此时空袭兵器已进入轰炸航路或攻击段,为准确地对目标进行瞄准,一般禁止作任何机动飞行。此时正是射击空袭兵器的最有利时机,准确、快速预判空袭兵器战术攻击方向,对赢得防空作战具有重要价值^[1-2]。充分利用计算机辅助手段是实现快速判断的有效方法,而相关模型的缺乏严重制约了此类辅助软件的开发。因此,迫切需要研究、建立空袭兵器战术攻击方向判断模型。

1 空袭兵器战术攻击方向的主要影响因素分析

1) 保卫目标区气象条件。为达成进入目标的突然性,在选择主要进攻方向上,空袭飞机通常利用阳光、云层等气象条件,造成对方地面防空方搜捕、瞄准、射击上的困难^[3]。

2) 保卫目标的形状。对不同面积、形状的目标实施空中突击,空袭方使用的攻击方式和手段有显著差别,进而导致战术攻击方向的差别。如,空袭飞机使用普通炸弹对线状目标攻击,攻击方向与目标纵轴线一般为 $15^{\circ}-30^{\circ}$ 。对高堤(架)式目标攻击一般为 $60^{\circ}-90^{\circ}$ ^[1]。

3) 防空火力分布。空袭兵器力求避开对方防空火力掩护区域,选择防空火力间隙或者火力薄弱的方向进入攻击。

4) 突击目标周围地形。地形对空袭兵器战术攻击方向的影响主要体现在以下方面:第一,是否有供空袭兵器作为轰炸航路起点或检查点的明显地物、地貌;第二,是否便于空袭兵器搜索、瞄准目标;第三,是否便于隐蔽进入,突然攻击;第四,是否有利于空袭飞机攻击后安全退出^[4]。

2 空袭兵器战术攻击方向影响因素的量化

为判断空袭兵器主要战术攻击方向,现将掩护目标周围空域区分为正南、东南、正东、东北、正北、西北、正西、西南八大方位,采用密位制表示,再以每个方向左右各375密位,将整个圆周划分为8个方向扇区。将前述影响因素分别从以下7个方面进行量化,第 i 方向的因素 j 量化指数为 Z_{ij} 。

令 Z_{i1} 为第 i 扇区的气象条件指数; Z_{i2} 为第 i 扇区检查点指数; Z_{i3} 为第 i 扇区的目标形状指数; Z_{i4} 为第 i 扇区的防空配置指数; Z_{i5} 为第 i 扇区的地物对空袭兵器隐蔽程度指数; Z_{i6} 为第 i 扇区的安全退出指数; Z_{i7} 为

收稿日期:2006-09-27

作者简介:陈杰生(1965-),男,河南正阳人,教授,主要从事地空导弹兵战术与指挥研究。

第 i 扇区的通视程度指数。

2.1 气象条件量化指数 Z_{i1} 、检查点量化指数 Z_{i2}

这两个因素据实际情况在 8 个方位上给出“是”“非”逻辑判断值,量化指数为

$$Z_{i1} = \begin{cases} 1, & \text{若第 } i \text{ 方向顺阳光} \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad Z_{i2} = \begin{cases} 1, & \text{若第 } i \text{ 方向有检查点} \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

2.2 目标形状量化指数 Z_{i3}

目标为线状时,常从与目标成 $30^\circ - 60^\circ$ 的方向进攻。则该方向为 1, 否则为 0; 目标为点状或面状时,各方向上均为 0^[5], 则目标形状量化指数为

$$Z_{i3} = \begin{cases} 1, & \text{若为线目标且第 } i \text{ 方向与目标成 } 30^\circ - 60^\circ \text{ 角} \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$$

2.3 防空配置情况量化指数 Z_{i4}

这一因素根据目标周围 8 个方位区,防空武器杀伤区覆盖重叠情况,按正比关系给出(0,1)间的分值, Z_{i4} 取第 i 方向给出的值^[2]。

2.4 空袭兵器隐蔽程度量化指数 Z_{i5}

2.4.1 进入攻击隐蔽程度算法

分析空袭兵器对防空导弹武器系统隐蔽性时,主要考虑部署在掩护目标周围战术地幅内的低空近程防空武器系统。以防空导弹为例,对典型空中目标来说,遮蔽角为 0° 的条件下,对杀伤区并没有限制作用,遮蔽角的增大是限制杀伤区远界的一个主要因素,它将造成杀伤区远界的减小^[6]。

1) 发现空袭兵器必需距离值计算。制导雷达发现空中目标后常需经过一段准备时间,才能发射导弹。发射后,经时间 t_{zy} 导弹与空中目标遭遇。设空中目标水平、等速临近飞行,如图 1 示。

发现空中目标的必需距离值 D_{FXY} 由下式得出^[4]:

$$D_{FXY} = \{ D_{zy}^2 + V_m^2 (t_{zy} + t_{zhh})^2 + 2V_m (t_{zy} + t_{zhh}) [D_{zy}^2 - (H^2 + P^2)]^{\frac{1}{2}} \}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中: D_{zy} 为迎击杀伤区远界斜距; t_{zy} 为导弹与空袭兵器在远界遭遇的时间; t_{zhh} 为射击准备时间; V_m 为空袭兵器速度; P 为空袭兵器航路捷径; H 为空袭兵器飞行高度。

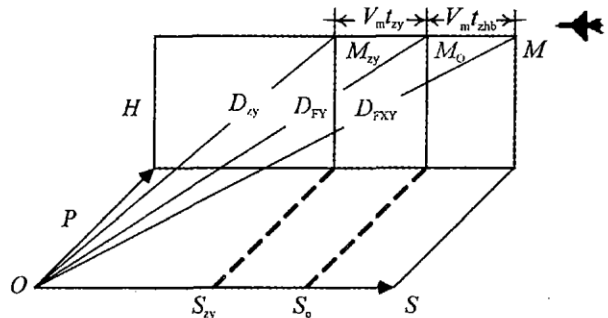


图 1 远界杀伤空袭兵器时所需发现距离

2) 空袭兵器对防空武器系统隐蔽性计算。制导站到该方向有效遮蔽地物距离大于等于发现空中目标必需值时,空袭兵器对于防空导弹武器系统隐蔽性定义为 0; 制导站到该方向有效遮蔽地物距离小于发现目标必需值时,该高度防空导弹武器系统杀伤区远界会受到压缩,将压缩后的杀伤区远界称为可实施射击的最远距离。该高度空袭兵器对防空导弹武器系统的隐蔽程度用可实施射击最远距离来描述。由发现距离决定的杀伤区远界为^[7]

$$D_{sjy} = D_{LF} - V_m (t_{stfy} + t_{qf} + t_{df})$$

式中: D_{sjy} 为可实施射击的最远距离; D_{LF} 为雷达的发现距离; V_m 为目标速度; t_{stfy} 为武器系统反应时间; t_{qf} 为从按下发射按钮到导弹离开发射架的时间; t_{df} 为导弹离开发射架瞬间到导弹与目标遭遇时间。

发现距离计算公式 $D_{LF} = [(R_L \sin \alpha)^2 + 2R_L H]^{1/2} - R_L \sin \alpha$, R_L 为制导雷达工作状态等效地球半径; α 为制导雷达遮蔽角; H 为目标飞行高度。

2.4.2 隐蔽程度指数

综合前面分析计算,隐蔽程度指数可表示为

$$Z'_{i5} = \begin{cases} 0, & D_Z \geq D_{iLF} \text{ 时} \\ 1 - \frac{D_{siy}}{D_{FXY}}, & D_Z < D_{iLF} \text{ 时} \end{cases}$$

D_Z 为有效遮蔽地物距制导站的距离,当 $D_Z < D_{FXY}$ 时,将使发现距离小于发现距离必须值 D_{FXY} 。

2.5 安全退出量化指数

2.5.1 安全退出条件算法

设空袭兵器距地面高度 H , 以攻击角 α 对某地面目标进行攻击。A 为攻击点, A 点速度为 V 。实施攻击后空袭兵器以最大机动过载 a 做线速度为 V 的匀速圆周运动退出攻击。如图 2 示, 空袭兵器距地面最小安全高度为 h_1 ^[8], 退出方向障碍物高度为 H_z , 退出时距障碍物顶点安全距离为 h_2 , 则空袭兵器最小安全退出距离 D_{Tmin} 算法为

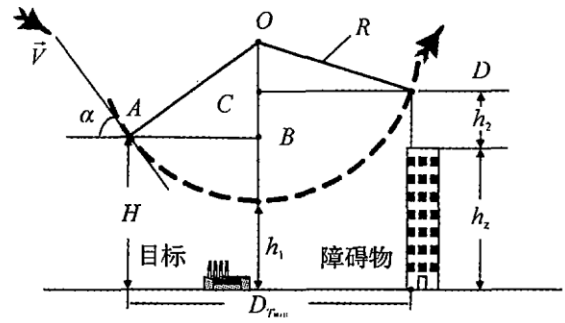


图2 安全退出条件示意图

$$D_{Tmin} = D_{AB} + D_{CD}, D_{AB} = [R^2 - (R + h_1 - H)^2]^{1/2}, D_{CD} = [R^2 - (R + h_1 - H_z - h_2)^2]^{1/2}, R = V^2/a$$

修正后, 得 $D_{Tmin} = \epsilon D_{Tmin}$, ϵ 为修正系数, 根据实际情况取值(通常取 1-2)。

2.5.2 安全退出指数

设空袭兵器攻击点水平投影到障碍物实际距离为 D_s , 则 $Z_{i6} = \begin{cases} 1, & \text{若 } D_s \geq D'_{Tmin} \\ 0, & \text{否则} \end{cases}$ 。

2.6 通视程度量化指数

2.6.1 通视程度算法

通视程度用有效通视距离描述。如图 3 示, 设 H_A 为空袭兵器最大攻击高度(攻击阵位点距地面的垂直距离, 由兵器性能决定), S_{min} 为空袭兵器最小攻击距离(空袭兵器水平投影到所攻击目标的距离, 由兵器性能决定), D_c 为某方位上遮蔽物距目标的水平距离, H_D 为该地物高差, 则有效通视距离 S_E 为

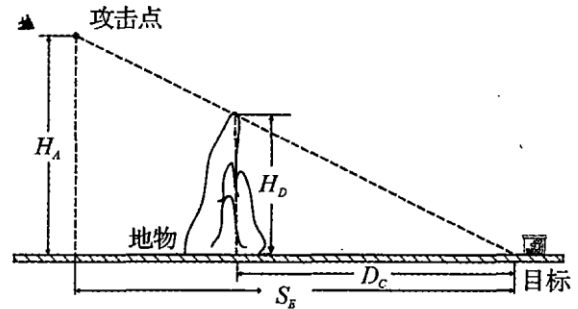


图3 有效通视距离示意图

$$1) \text{ 当 } D_c < S_{min} \text{ 时, 由 } \frac{D_c}{S_E} = \frac{H_D}{H_A} \Rightarrow S_E = D_c \lfloor \frac{H_A}{H_D} \rfloor, \quad S_E = \begin{cases} 0 & H_A < H_D \\ D_c \frac{H_A}{H_D} & H_A \geq H_D \end{cases}, \text{ 可将上式合并}$$

$$S_E = \text{sgn}(\lfloor \frac{H_A}{H_D} \rfloor) D_c \frac{H_A}{H_D}。$$

$$2) \text{ 当 } D_c \geq S_{min} \text{ 时, 定义 } S_E = S_{min}。 \text{ 综合 2 种情况, } S_E \text{ 表示为 } S_E = \begin{cases} S_{min} & D_c \geq S_{min} \\ \text{sgn}(\lfloor \frac{H_A}{H_D} \rfloor) D_c \frac{H_A}{H_D} & D_c < S_{min} \end{cases}。$$

2.6.2 通视程度指数

通视程度指数可由下式计算:

$$Z_{i7} = \begin{cases} 0, & S_{Ei} < S_{min} \\ 1, & S_{Ei} \geq S_{min} \end{cases}, S_{Ei} \text{ 为 } i \text{ 方向通视距离。}$$

3 空袭兵器战术攻击方向判断模型

3.1 确定权重

上面归纳的 7 个因素, 前 5 个辅助考虑, 在综合评估时可采用加权求和的方法计算其总体影响程度。由于不同空袭兵器对上述所列因素考虑程度不同, 所以要根据不同的空袭兵器对上述因素采用不同权重, 权重矩阵为: $Q = (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5)^T$ 。

根据指标矩阵和权重矩阵, 进行综合评判, 得矩阵:

$$B = \begin{pmatrix} Z_{11} & \cdots & Z_{15} \\ \vdots & & \vdots \\ Z_{81} & \cdots & Z_{85} \end{pmatrix} \cdot Q = \begin{pmatrix} Z_{11} & \cdots & Z_{15} \\ \vdots & & \vdots \\ Z_{81} & \cdots & Z_{85} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_5 \end{pmatrix} = (B_1, B_2, \dots, B_8)^T \quad (2)$$

其中, $B_i = \sum_{k=1}^5 Z_{ik} q_k$ 。

上述影响要素中,通视程度和安全退出条件是攻击的必要条件,欲达成有效的攻击必须满足这两个条件,在综合评估时可以采用与前面因素逻辑与的方法处理。

综合评判 i 方向总的加权指数为

$$F_i = B_i \cdot Z_{i6} \cdot Z_{i7} = \left(\sum_{k=1}^5 Z_{ik} \cdot q_k \right) \cdot Z_{i6} \cdot Z_{i7} \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \quad (3)$$

3.2 比较判断

计算出各方位的综合指数 F_i 后,即得到了各方向空袭突击威胁的排序,若 $F_{i_0} = \max\{F_i\}$,第 i_0 个方向即为空袭兵器可能主要进入攻击方向。

对巡航导弹,不需考虑安全退出距离^[8],应用模型判断其攻击方向时总的加权指数可表示为

$$F_i = B_i \cdot Z_{i6} \cdot Z_{i7} = \left(\sum_{k=1}^5 Z_{ik} \cdot q_k \right) \cdot Z_{i7} \quad , \quad (i = 1, 2, \dots, 8) \quad (4)$$

4 结束语

本文建立的空袭攻击方向判断模型可用于对空袭目标战术攻击方向的判断,使用时应根据空袭威胁的实际情况进行修正。

参考文献:

- [1] 武文军. 美军空袭作战研究[M]. 北京:军事科学出版社,2005.
- [2] 彭希文. 空袭与反空袭怎样打[M]. 北京:中国青年出版社,2001.
- [3] 崔长琦. 21世纪空袭与反空袭[M]. 北京:解放军出版社,2002.
- [4] 胡朝晖. 攻击机安全退出引导原理研究[J]. 火力与指挥控制, 2002, 27(增): 26-28.
- [5] 李 策. 计算机辅助判断敌机主要来袭方向模型[J]. 军事系统工程, 2000, 33(4): 48-52.
- [6] 徐德池. 美国空军战区作战管理系统[M]. 北京:军事科学出版社,2003, 9-15.
- [7] 徐浩军. 作战航空综合体及其效能[M]. 北京:国防工业出版社,2006.
- [8] 吴 强. 最小安全飞行高度的计算[J]. 战术导弹技术, 2002, 27(增): 26-28.

(编辑:田新华)

A Study of the Judging Model of Tactical Attack Direction of Air Attack

CHEN Jie-sheng, GAO Shan, CHEN Dong, LI Xiao-jun

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

Abstract: Tactical direction of air attack target is the tactical attack direction. On the basis of analyzing the factors about tactical direction of air attack target, the quantitative rules and synthetic method are given and a judging model of tactical attack direction of air attack is constructed, which supply grounds for quantitative analysis of the air defense deployment.

Key words: air attack; tactical air attack direction; main direction of air defense