

文章编号: 1002-0640(2009)05-0128-03

射击效率评定中火炮幅员及毁伤幅员计算

张庆捷, 周磊, 徐华, 郑斌, 赵攀
(解放军炮兵学院, 安徽 合肥 230031)

摘要:在已有计算火炮幅员及毁伤幅员成果的基础上, 根据炮兵作战行动的特点, 分阶段讨论了火炮幅员及毁伤幅员的计算方法, 是对现有火炮幅员及毁伤幅员参考数据的完善, 为提高射击效率评定的精度提供了较为丰富的数据基础。同时根据所建模型, 分析了不同航路角情况下火炮幅员及毁伤幅员的变化趋势与极值情况, 为优化炮兵作战行动提供了一定理论支持。

关键词: 火炮, 幅员, 毁伤幅员, 航路角

中图分类号: E271

文献标识码: A

The Study of Calculating the Dimensionality of Artillery and Damage in Evaluating Efficiency of Firing

ZHANG Qing-jie, ZHOU Lei, XU Hua, ZHENG Bin, ZHAO Pan
(Artillery Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: Based on the Existing production, this thesis gradually discussed the method of evaluating the dimensionality of artillery and damage according to the characteristic of implement of artillery. It is supplement to existing reference data of this area, and it also provide abundant data for improving the precision of evaluating efficiency of firing. At the same time, this thesis analyze the trend of change and the extremum of dimensionality of artillery and damage in different angle of fairway. According to this all work, it offer a theoretical direction for optimizing the use of artillery.

Key words: gun, dimensionality, dimensionality of damage, angle of fairway

引言

在炮兵射击效率评定中, 目标幅员及毁伤幅员是常用的基础数据, 具体到火炮而言就是单炮幅员及毁伤幅员。虽然在文献[1]等资料中可以查到不同弹种对不同目标射击的毁伤幅员, 但是在实际的计算过程中发现, 一是文献提供的数据少, 且有的数据没有提供理论计算模型, 无法对数据进一步扩展; 二是这些数据没有结合具体的作战行动, 缺乏必要的使用条件, 因此不能准确地反映实际的目标幅员和毁伤幅员, 进而会影响炮兵射击效率评定的精度及其他相应的指标值。事实上同一目标在运动和静止时的幅员及毁伤幅员数值不同, 计算方法也不尽相同; 同时同一目标在不同的运动方向情况下幅员及毁伤幅员数值

也不相同。文献[2]虽给出了求解运动目标幅员的计算模型, 但并未进一步探讨毁伤幅员的计算方法。本文在已有成果的基础上, 一方面结合炮兵作战行动的特点, 对火炮幅员及毁伤幅员的计算方法进行了丰富和完善; 另一方面对这一问题进行深入研究也可以在实际作战行动中对增加敌方火炮的毁伤与减少己方火炮的毁伤从理论上寻求支持, 以提高炮兵的作战效率。

就炮兵的作战过程而言, 从宏观上可以简化为“机动—射击”这样一系列周期性的活动, 因此可以从行军机动阶段、阵地射击阶段讨论火炮的幅员及毁伤幅员。相对地把前一阶段火炮视为运动目标, 而后一阶段视为静止目标。据此本文仅讨论了身管火炮(自行火炮、牵引火炮)中单门火炮的幅员及毁伤幅员的计算方法。

收稿日期: 2008-04-14

修回日期: 2008-05-25

作者简介: 张庆捷(1966-), 男, 安徽明光人, 博士研究生,

主要研究方向: 作战行动构建与优化分析。

1 机动阶段火炮幅员及火炮毁伤幅员的计算模型

1.1 航路角概念的确定

运动目标是指位置随时间而变化的目标,运动方向常以航路角(目标运动方向与炮目线的夹角)表示。在理论研究中,取射击方向(x 轴)与目标运动方向顺时针的夹角作为航路角 q (如图1所示)。

1.2 机动阶段火炮幅员的计算方法

火炮幅员用 S 表示, l_x 、 l_z 为火炮幅员纵深和正面之半,则 $S = 2l_x \cdot 2l_z$ 。不论是自行火炮还是牵引火炮,在机动阶段计算火炮幅员时均视为长方体目标(牵引火炮需将牵引车计算在内),实际应用时需将立体目标化为平面目标(图2),此时的火炮幅员应为3个之和。假设火炮高度为 H_p ,宽为 B ,长为 L ,命中火炮的射弹落角为 θ ,航路角为 q ,则火炮幅员为:

$$S = BL + BH_p \operatorname{ctg} \theta |\cos q| + LH_p \operatorname{ctg} \theta |\sin q| \quad (1)$$

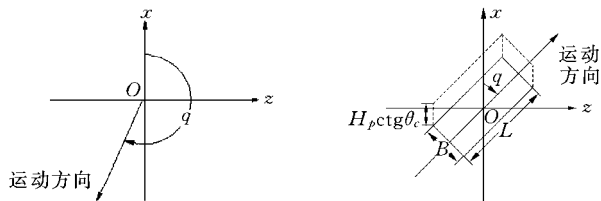


图1 火炮运动方向的确定

图2 运动火炮化为平面目标后的火炮幅员

在某些情况下,需要将火炮幅员纵深和正面作为基础数据。此时机动阶段,火炮幅员等效为一边与射击方向相平行的矩形时,可对实际幅员形状作一个外切矩形,通常使矩形的边平行坐标轴,并令其边长为 h_x 、 h_z ,所以 h_x 和 h_z 也是火炮幅员沿 x 轴和 z 轴方向的最大尺寸。

$$h_x = L |\cos q| + B |\sin q| + H_p \operatorname{ctg} \theta; h_z = L |\sin q| + B |\cos q| \quad (2)$$

$$2l_x = \frac{h_x}{h_z} S; 2l_z = \frac{h_z}{h_x} S \quad (3)$$

1.3 机动阶段火炮毁伤幅员的计算方法

设想有这样一个幅员,它的中心点是目标中心,只要炮弹落在该幅员内,目标必然被毁伤,落在该幅员外,目标必然不被毁伤,称该幅员为毁伤幅员 S_M 。榴弹或子母弹中子弹爆炸后,会形成大小不一的破片,以不同的密度在炸点周围空间飞散。对于单炮目标来说,不仅直接命中目标的幅员可以毁伤目标,而且命中目标的毁伤幅员同样也能使其毁伤。此时的毁伤幅员就是比目标幅员大的某个幅员,在计算毁伤概率时应用 S_M 代替 S 。

毁伤幅员的大小和弹种(炮弹效力)、火炮的易

损性有关。以美军弹药为例,多管火箭炮发射的M26型火箭弹装有644颗M77式双用途子弹,每枚M77子弹的破甲深77mm;榴炮发射的MX712“铜斑蛇”激光末制导炮弹,弹头侵彻力266mm以上;M795高爆弹由于采用了高破片率锻钢作为弹体材料,同样具有较强的破甲能力。对于装甲厚度通常只有20mm左右的自行火炮来说,被以上任意一种弹药命中后必然造成毁伤。因此对于自行火炮而言,对于前文给出的计算火炮幅员模型来说,计算出来的火炮幅员可以认为只要有一发弹药直接命中该幅员,自行火炮就被毁伤。而对于破片杀伤型的弹药来说,毁伤幅员必然为在此幅员基础上向外拓展毁伤半径为 r 后的面积,不同弹种对不同火炮的毁伤半径 r 通常根据试验统计确定。实际应用时还需将立体目标化为平面目标(图3),火炮毁伤幅员为:

$$S_M = (B + r)(L + r) + BH_p \operatorname{ctg} \theta |\cos q| + LH_p \operatorname{ctg} \theta |\sin q| \quad (4)$$

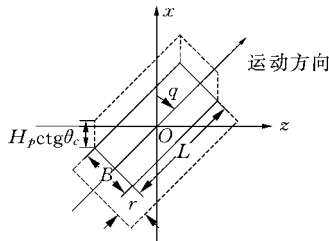


图3 运动火炮化为平面目标后的火炮毁伤幅员

2 射击阶段火炮幅员和火炮毁伤幅员的计算模型

2.1 自行火炮幅员和毁伤幅员

射击阶段的自行火炮,仍视为平面矩形目标,其俯视图、侧视图如图4所示。则火炮幅员和毁伤幅员为:

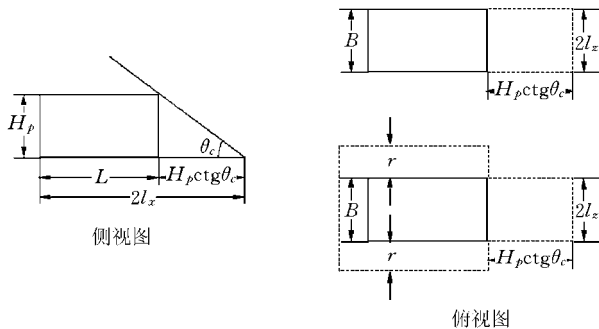


图4 阵地射击的自行火炮化为平面目标后的幅员和毁伤幅员

$$S = BL + BH_p \operatorname{ctg} \theta; S_M = (B + 2r)(L + r) + BH_p \operatorname{ctg} \theta \quad (5)$$

$$2l_x = H_p \operatorname{ctg} \theta + L; 2l_z = B \quad (6)$$

2.2 牵引火炮幅员和毁伤幅员

射击阶段的牵引火炮通常构筑掩体,由于掩体比较复杂,通常近似地折算成半径为 R 的圆(图5),中等口径线膛炮掩体可取 $R=3.65\text{m}$ 。此时火炮幅员的正面和纵深为与该圆等面积的正方形边长,火炮幅员和毁伤幅员为 $S=\pi(R+r)^2$ (7)

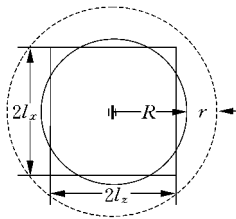


图5 阵地射击的牵引火炮化为平面目标后的幅员和毁伤幅员

$$2l_x=2l_z==\overline{\pi R} \tag{8}$$

3 模拟分析

3.1 模型计算结果

根据某型自行和牵引火炮的外廓尺寸及试验得到的某型加榴炮发射瞬发榴弹对其毁伤半径和射弹落角见表1。将其数据代入模型式(1)~式(4),求得机动行动中自行火炮和牵引火炮的幅员和毁伤幅员在不同航路角下的数值见表2;代入模型式(5)~式(8),求得射击行动中自行火炮和牵引火炮的幅员和毁伤幅员见表1。

表1 某型自行和牵引火炮尺寸及某型加榴炮发射瞬发榴弹对其的毁伤半径和射弹落角

计算参数 (单位:m \ m ²)	L	B	H _p	r	θ	射击阶段			
						S	2l _x	2l _z	S _M
某型自行火炮	7.33	3.24	3.50	1.25	30°	43	13.39	3.24	69
某型牵引火炮	16.7(车炮全长)	2.42	2.52	2.00	30°	42	6.47	6.47	100

表2 某型自行和牵引火炮幅员和毁伤幅员在不同航路角下的数值

航路角q		0°\180°	15°\165°	30°\150°	45°\135°	60°\120°	75°\105°	90°\270°
		30°	195°\345°	210°\330°	225°\315°	240°\300°	255°\285°	
机动 阶段 (参数 单位 同表1)	某型 自行 火炮	S	43	54	63	69	72	68
		2l _x	13.33	12.25	11.69	11.18	10.64	9.29
		2l _z	3.22	4.01	5.39	6.17	6.77	7.32
		S _M	58	69	78	84	87	83
	某型 牵引 火炮	S	51	69	86	99	109	113
		2l _x	21.07	14.79	12.84	11.44	10.15	6.77
		2l _z	2.42	4.67	6.70	8.65	10.74	16.68
		S _M	93	112	128	142	151	156

从模拟结果来看,表1的数据与文献[1]给出表定数值相互吻合,具有可信性。表2的模拟结果完善了射击效率评定中火炮在不同运动状态下的幅员及毁伤幅员的基础数据;同时表2的模拟结果也充分反映了S_M,S随航路角q的变化趋势,它与理论分析的结果是一致的。在作战中这一规律可以指导我们如何通过变化行进方向以减少S_M,S,达到降低被毁伤概率、提高生存能力的目的。从另一个角度则可以指导我们如何根据对方的行进方向来调整我方的射击方向,以实现增加毁伤对方的概率的目的。

3.2 模型极值分析

当选定某一类型火炮计算毁伤幅员时,随即就确定了该类火炮尺寸的具体数值。此时模型(4)可以看作是毁伤幅员关于航路角的函数,由于自变量——航路角的取值范围已知,再根据S_M的物理意义可以推测函数——毁伤幅员存在最大值。因此可以求取毁伤

幅员的导数S_M'确定极值。

由模型(4)可知,航路角的不同取值范围,使得毁伤幅员导数函数略有不同,具体情况如下:

当 $0\leqq q<90$ 时, $S_M'=-BH_p\text{ctg}\theta\cos q+LH_p\text{ctg}\theta\sin q$ (9)

当 $90\leqq q<180$ 时, $S_M'=BH_p\text{ctg}\theta\cos q+LH_p\text{ctg}\theta\sin q$ (10)

当 $180\leqq q<270$ 时, $S_M'=BH_p\text{ctg}\theta\cos q-LH_p\text{ctg}\theta\sin q$ (11)

当 $270\leqq q<360$ 时, $S_M'=-BH_p\text{ctg}\theta\cos q-LH_p\text{ctg}\theta\sin q$ (12)

令S_M'=0,某型自行和牵引火炮的尺寸见表1,代入模型式(9)~式(12),得到航路角在不同取值范围内的数值见表3。

将表3数据代入模型式(4),即可得到火炮毁伤幅员的最大值见表4。

(下转第137页)

pitch command while at steady state only the elevons and the rudder are deflected .

4 Conclusion

In this paper a new method for dynamic control allocation has been developed . Dynamic control allocation offers an extra degree of freedom compared to static control allocation . Another case where dynamic allocation may be useful is when the actuators affect the system behavior somewhat differently . This was illustrated in the aircraft design example, where the canards were used to produce high frequency pitching moment to reduce the no minimum phase behavior of the pilot load factor .

References :

[1] 高 浩. 飞机大迎角飞行品质研究的进展[J]. 飞行力学, 1999, 17(1) :12-14.

[2] Min B M, Kim E T. Application of Control Allocation Methods to SAT-II UAV [M]. AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit, San Francisco, California, 2005.

[3] Max N. Demenkov Reconfigurable Linear Control Allocation Via Generalized Bisection [M]. AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit, San Francisco, California, 2005.

[4] John B Davidson, Frederick J, Lallmant W. Thomas Bundickt Integrated Reconfigurable Control Allocation[M]. (c) 2001 American Institute of Aeronautics & Astronautics or Published with Permission of Author (s) and/or Author (s) ' Sponsoring Organization. AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit Montreal, Canada, 2001.

[5] H 〃 arkeg-ard. Dynamic Control Allocation Using Constrained Quadratic Programming [M]. AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit, Monterey, CA, 2002.

(上接第130页)

表3 毁伤幅员函数的导数为零时航路角在不同取值范围内的数值

航路角 q	$0 \leq q < 90^{\circ}$	$90 \leq q < 180^{\circ}$	$180 \leq q < 270^{\circ}$	$270 \leq q < 360^{\circ}$
火炮种类				
某型自行火炮	66.15 $^{\circ}$	113.85 $^{\circ}$	246.15 $^{\circ}$	293.85 $^{\circ}$
某型牵引火炮	81.75 $^{\circ}$	98.25 $^{\circ}$	261.75 $^{\circ}$	278.25 $^{\circ}$

表4 某型自行和牵引火炮毁伤幅员的最大值

毁伤幅员 $S_M(\max)$	航路角	$66.15 \sim 113.85$	$264.15 \sim 293.85^{\circ}$	$81.75 \sim 98.25$	$261.75 \sim 278.25^{\circ}$
火炮种类					
某型自行火炮		87.10 m ²		--	
某型牵引火炮		--		156.31 m ²	

需要说明的是,比较模型(4)和模型(1)可以看出,两个函数的导函数表达式是完全相同的。所以在机动阶段火炮的幅员及毁伤幅员函数的变化规律相近,在相同的极值点达到最大值,只是由于函数表达式的不同,最大值的数值有所不同而已。

4 结束语

文中只是对两种装备进行了模拟,对于其他的车辆和武器装备,如坦克、装甲输送车、卡车、迫击炮等模型同样适用,计算时只需代入改种装备的尺寸。同样,文中的模拟数据是在假设遭受某型加榴炮发射瞬发榴弹攻击时获得,如果要求取火炮在遭受其他弹种攻击时的毁伤幅员,只需将该弹种的毁伤半径代入模型。因此文中所建的模型具有一定的推广应用价

值,它可以很好的解决射击效率评定中目标幅员及毁伤幅员这两个基础数据偏少的问题,为提高火炮射击效率评定精度及其模拟分析可靠性提供一个基础数据。

参考文献:

[1] 乔传明. 炮兵武器装备论证参考[M]. 北京:中国人民解放军总参谋部炮兵装备技术研究所, 1986.

[2] 程云门. 评定射击效率原理[M]. 北京:解放军出版社, 1984.

[3] 靳树昌,陈 春,许梅生. 现代炮兵射击学[M]. 北京:军事科学出版社, 1999.

[4] 周建平,曲玉昆,缪家贵. 地面压制火炮概论火炮兵器与弹药分册[M]. 北京:军事科学出版社, 1999.

[5] 张广苏. 自行火炮兵器与操作[M]. 北京:海军出版社, 2002.