

多梯队编组的地空导弹部队兵力机动新模式

铁 鑫, 李为民, 刘玉全

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘 要:提出了一种适应现代防空作战特点的地空导弹部队兵力机动新模式,分析了影响地空导弹部队在兵力机动过程中武器系统效能的几个重要因素,建立了地空导弹部队兵力机动中武器系统机动效能的数学模型,并通过模型的解算和理论分析,验证了其可行性。

关键词:地空导弹部队;多梯队编组;兵力机动;武器系统机动效能

中图分类号:O224;E274.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2004)04-0040-03

地空导弹部队怎样才能隐蔽从容地实施机动?怎样能在第一时间到达待战地域?怎样才能最大限度地减少敌利用高科技手段的侦察效率?怎样在不增加兵力的条件下,通过对地空导弹部队兵力机动过程的优化,达到事半功倍的效果?则是本文要重点探索的问题。

1 地空导弹部队常规机动模式分析

根据所面临的任務不同,地空导弹部队可分为两种机动模式^[1]。一是携带部分人员和装备,成一个梯队公路行军或铁路运输;二是携带全员全装,成两个梯队公路行军或铁路运输,由于两个梯队间隔不大,因此也可近似看成一个梯队。这两种模式的优点是显而易见的,即部队便于组织统一行动,兵器、车辆出现安全事故的概率较低。但缺点也很明显:其一,随着高科技侦察手段的进一步发展,这种大梯队的常规机动模式很容易被侦察发现,从而造成被动和损失;其二,大梯队公路行军时,车辆速度较慢,整个梯队动作迟缓,遭遇敌空中打击时,很难疏散隐蔽,且要保证部队在第一时间到达待战地域也很困难;其三,组织工作繁杂,不利于各单位有效开展工作,也不利于基层官兵发挥主观能动性。因此,改进地空导弹部队兵力机动模式势在必行。

2 地空导弹部队多梯队编组机动模式

以某地空导弹部队为例进行分析。某型地空导弹武器系统是日前防空兵器之一,相对于新型地空导弹武器系统而言,其整个武器系统显得比较庞大、兵器数量也较多,尤其是采用传统的机动方式,由于不便于隐蔽,因此行军或输送过程中很容易被敌侦察发现。

通过对该兵器担负的任务和现代防空作战特点的分析,我们注意到,对于某型地空导弹武器系统来说,不可能在一定时间内打完一定数量的导弹。这就是说,在兵力机动中,没必要让所有编配导弹都跟主战兵器一起走,可将部队分成多个梯队进行兵力机动,在确保武器系统作战效能的前提下,最大限度地减少主战兵器被敌发现的可能性。据此,采用新的机动模式为:第一梯队主要携带完成作战任务必须的基本作战装备,根据战区情况选择行军方式,前往部署点,人员应尽量采取铁路运输方式;第二梯队选择与第一梯队不同的行军方式,携带发射和技术保障的剩余装备,以最快的速度到达指定地域;第三梯队,选择与第一、第二梯队

收稿日期:2003-05-24

基金项目:高等学校骨干教师资助项目(GG-1105-90039-1004)

作者简介:铁鑫(1972-),男,辽宁沈阳人,硕士生,主要从事防空作战运筹分析;

李为民(1964-),男,甘肃民勤人,教授,博士生导师,主要从事军事运筹与系统工程研究。

不同的方向行军,携带部分装备,目的是实施战术佯动,干扰敌侦察监视,掩护主力梯队顺利到达指定区域。

3 多梯队编组新机动模式下的武器系统机动效能分析

假设地空导弹部队采用新机动方案时,武器系统自身可靠性问题对武器系统的效能没有影响。

记第一梯队兵力未被侦察记为事件 N_1 ;第二梯队兵力未被侦察记为事件 N_2 ;第三梯队未被侦察记为事件 N_3 。并假设在机动初始时刻兵力状态为 N_1, N_2, N_3 , 即 $P(N_1, N_2, N_3) = 1$, 则结合问题背景得有效度向量 $A = [1, 0, 0, 0]$ 。在机动结束时可将转移兵力状态简化为以下4种情况:①3批兵力都未被发现($N_1 N_2 N_3$); ②3批兵力中的第1批和第2批未被发现,第3批被发现($N_1 N_2 \bar{N}_3$); ③3批兵力中的第1批未被发现,第2批被发现($N_1 \bar{N}_2$); ④3批兵力中第1批被发现(\bar{N}_1)。转移可信赖矩阵为^[2-4]

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & d_{13} & d_{14} \\ d_{21} & d_{22} & d_{23} & d_{24} \\ d_{31} & d_{32} & d_{33} & d_{34} \\ d_{41} & d_{42} & d_{43} & d_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P(N_1 N_2 N_3) & P(N_1 N_2 \bar{N}_3) & P(N_1 \bar{N}_2) & P(\bar{N}_1) \\ 0 & 1 - P(N_1 \bar{N}_2 | N_1 N_2 \bar{N}_3) - (P(\bar{N}_1 | N_1 N_2 \bar{N}_3)) & P(N_1 \bar{N}_2 | N_1 N_2 \bar{N}_3) & P(\bar{N}_1 | N_1 N_2 \bar{N}_3) \\ 0 & 0 & 1 - P(\bar{N}_1 | N_1 \bar{N}_2) & P(\bar{N}_1 | N_1 \bar{N}_2) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

假设转移过程中3批兵力成功完成机动的概率相等,敌侦察能力有限且转移具有诱惑性,即可设:

$$P(*) = \alpha < P(*/*) = \beta < P(*/* \cdot *) = \gamma$$

其中: * 表示任何一个事件; α 表示3个梯队中一个梯队成功机动转移的概率; β 表示一个梯队被侦察发现,另外两个中一个梯队成功转移的概率; γ 表示两个梯队被侦察发现,另外一个梯队成功转移的概率。则可得:

$$\begin{aligned} P(N_1 N_2 N_3) &= 1 - P(\bar{N}_1 \cup \bar{N}_2 \cup \bar{N}_3) = \\ &= 1 - [P(N_1) + P(\bar{N}_2) + P(\bar{N}_3) - P(\bar{N}_1 \bar{N}_2) - P(\bar{N}_1 \bar{N}_3) - P(\bar{N}_2 \bar{N}_3) + P(\bar{N}_1 \bar{N}_2 \bar{N}_3)] \\ p(*) &= 1 - \alpha \\ P(*/*) &= (1 - \alpha)(1 - \beta) \\ P(*/* \cdot *) &= (1 - \alpha)(1 - \beta)(1 - \gamma) \\ P(N_1 N_2 N_3) &= 1 - (1 - \alpha)[3 - 3(1 - \beta) + (1 - \beta)(1 - \gamma)] \end{aligned}$$

同理有:

$$\begin{aligned} P(N_1 N_2 \bar{N}_3) &= 1 - [2(1 - \alpha) + \alpha - (1 - \alpha)(1 - \beta) - 2\beta(1 - \alpha) + (1 - \alpha)(1 - \beta)\gamma] \\ P(N_1 \bar{N}_2) &= (1 - \beta)\alpha \\ P(\bar{N}_1) &= 1 - \alpha \end{aligned}$$

设能力向量为: $C = [c_1 \ c_2 \ c_3 \ c_4]^T$

其中, $c_i (i=1, 2, 3, 4)$ 为第 i 种情况下武器系统的能力指标,则可得新机动方案的武器系统效能:

$$E = ADC = c_1 P(N_1 N_2 N_3) + c_2 P(N_1 N_2 \bar{N}_3) + c_3 P(N_1 \bar{N}_2) + c_4 P(\bar{N}_1)$$

原方案中3个梯队合在一起转移,假定未被发现记为事件 W , 发生概率为 ξ , 由实际背景不妨假设 $P(W) = \xi = \alpha^3$, 则:

$$\begin{aligned} A' &= [1 \ 0] \\ D' &= \begin{bmatrix} d'_{11} & d'_{12} \\ d'_{21} & d'_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P(W) & P(\bar{W}) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ C' &= [c'_1 \ c'_2]^T \\ E' &= c'_1 P(W) + P(\bar{W})c'_2 = c'_1 \xi + c'_2 (1 - \xi) = c'_1 \alpha^3 + c'_2 (1 - \alpha^3) \end{aligned}$$

令: $T = \frac{E - E'}{E'} \times 100\%$, 则 T 即为新机动模式比原常规机动模式武器系统效能提高的百分数, 它可以反映出两种机动模式的优劣。

4 模型解算和结果分析

假设被敌侦察到的目标全部被摧毁。则有以下关系: $c_4 = c'_2 = 0$, 表示第一梯队被敌侦察发现, 武器系统的能力指标为 0; $c'_1 = c_1$, 表示该部在两种机动模式下, 如果在转移过程中没有受到损失, 那么战斗能力是相同的。显然 $c_i (i = 1, 2, 3, 4)$, $c'_j (j = 1, 2)$ 是由导弹部队本身的主客观条件决定的。针对地空导弹部队一般采取规模作战的实际^[5], 可采用一部目标指示雷达, 作战兵器还有主战和辅战之分, 可取 $c_1 = c_2, c_3 = 0.8c_1$, 并假设: $\beta = \alpha e^{1-\alpha}, \gamma = \alpha e^{2(1-\alpha)}$, 则可计算出在 α 取不同值时的 T 值, 如表 2 所示。

表 2 α 取不同值时的 T 值

α	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.99	1.0
T	-32.9	-22.7	26.7	35.3	30.4	20.9	10.3	1.0	0

从表中可以看出, 当 $\alpha > 0.5$ 时, $T > 0$ 。这就从“定量”的角度证明了在一个梯队成功转移的概率能够超过 0.5 的前提下, 分成 3 个梯队机动要比一个梯队的机动效能要高。然而另一种情况, 即 $\alpha \leq 0.5$ 时, 分成 3 个梯队行军还没有一个梯队的效能高, 但是, 当一个梯队成功转移的概率还不超过 0.5 时仍然进行机动, 显然会造成转移梯队的重大损失, 机动效能将无从谈起, 因此, 在这种情况下是不能下达机动命令的, 这也超出了本文所讨论的范畴。

多梯队编组的地空导弹部队兵力机动新模式, 是对地空导弹武器系统常规机动模式的一种大胆的改革和探索。其它地面防空部队的机动和集结如果也采取这种模式, 同样也可望大大降低被敌方侦察发现的概率。本文通过建模计算和算例分析, 初步验证了该模式的可行性。由于实现地空导弹部队兵力机动模式是一个复杂的系统工程, 还有许多需要继续深入研究的地方, 如兵员分配、路线选择等等。

参考文献:

- [1] 陈鸿猷, 郭有全, 王颖龙. 中国人民解放军空军地空导弹兵战术学[M]. 北京: 解放军出版社, 2000.
- [2] 张最良, 李长生, 赵文志, 等. 军事运筹学[M]. 北京: 军事科学出版社, 1993.
- [3] 刘兴堂, 吴晓燕. 现代系统建模与仿真技术[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2000.
- [4] 胡毓达. 实用多目标最优化[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990.
- [5] 王远振, 王颖龙, 耿道田. 地面防空混合部署效率评估研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版) 2002, 3(3): 21 - 24.

(编辑: 田新华)

A New Mode for Ground - to - Air - Missile Battalion to Mobile Transfer in Multiple - Echelon Formation

TIE Xin, LI Wei - min, LIU Yu - quan

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

Abstract: A new mobile mode for ground - to - air missile battalion that adapts to modern anti-aircraft battle is presented, in which several important factors influencing the efficiency of anti-aircraft weapon - missile in the process of missile battalion mobile transferring are analyzed. And also a mathematic model is built to describe the efficiency of the anti-aircraft weapon systems during the transferring. Furthermore, the feasibility of it is verified by solving and analyzing the mathematic model.

Key words: ground - to - air missile battalion; multiple - echelon formation; military mobile; efficiency of weapon system's mobile