

目标指示时延对捕获目标能力的影响分析

石义群, 张长泉, 郭庆阳, 李晓君

(总装装甲兵装备技术研究所)

摘要: 实施打击的首要条件是发现目标并获得目标相关信息, 而装甲装备超视距打击的最大难题是武器发射平台难于直接发现目标, 需要依靠前方侦查系统或上级指挥系统提供目标信息, 信息传递到武器发射平台存在时延。本文分析了在装甲装备超视距打击导弹武器系统中, 不同的目标信息获取途径对捕获目标能力的影响, 提出了提高武器系统捕获目标能力的途径建议。

关键词: 超视距打击 目标搜索 装甲装备

0 引言

在信息化条件下, 要求未来陆军作战必须优先使用、全程使用、尽早尽远使用火力, 以火力为主要手段, 达成战斗目的。网络化作战模式, 为传统的装甲装备提供了一条新的火力发展途径—超视距打击导弹武器系统。所谓超视距打击, 是相对于装甲装备在视距内的直瞄射击而言, 其典型特点是武器发射平台与目标间不能直接通视。

超视距打击导弹武器系统要获得作战所需目标信息, 在与目标之间不能通视时, 主要的手段是依靠前方侦查系统或上级指挥系统提供目标信息, 而与目标之间可以通视的条件下, 则可依靠自身的探测设备获取目标信息。图 1 所示为超视距打击武器系统获得目标信息的几种途径, 图中战斗车为导弹武器发射平台。

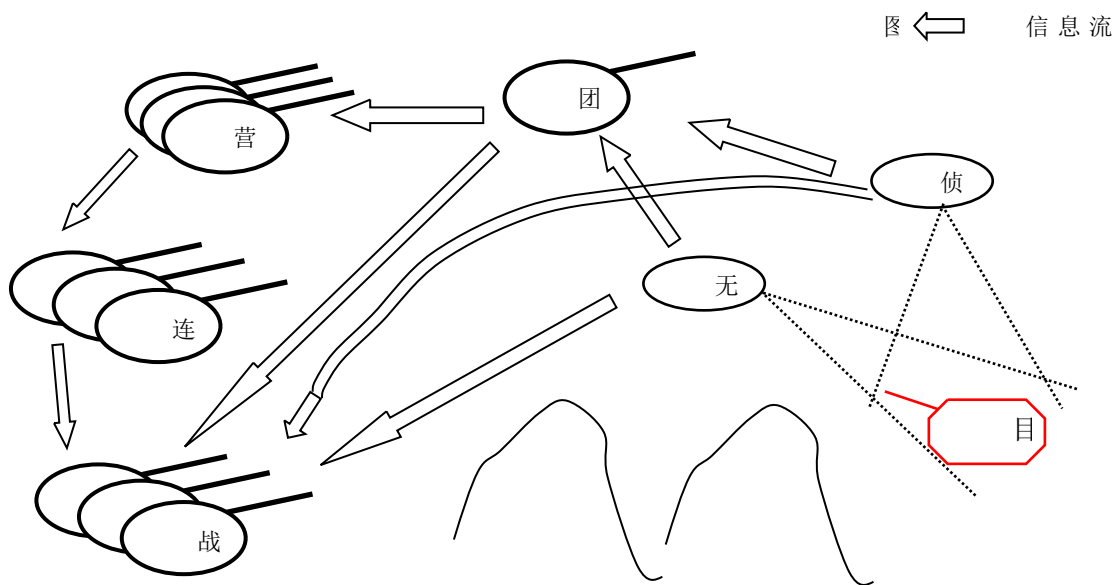


图 1 目标信息处理、传递示意图

假定每个环节传递目标的时间为 10 秒, 目标信息处理时间为 60 秒甚至更多, 则目标信息到达发射平台之前, 会有几十秒钟甚至几分钟的时延, 这个时延的长短和目标信息传递路径直接相关。

途径 1: 武器平台自身直接获取目标信息, 目标指示时延为 0;

途径 2: 侦查系统直接将目标信息传给发射平台, 目标指示时延为 10 秒;

途径 3: 侦察系统 (10 秒) → 团指挥车 (信息进行处理 2 分钟) → 营指挥车 (10 秒) → 连指挥车 (10 秒) → 发射平台 (10 秒), 目标指示时延将长达 160 秒。

目标信息到达武器发射平台, 接着发射平台向目标发射导弹, 这需要一段准备时间, 导弹飞行也需要一

段时间。目标指示的时延加上发射准备时间、导弹飞行时间，为目标逃离其原来的位置提供了机会。这段时间称之为交战时间，交战时间越长，目标移动范围越大，导弹搜索视场所能覆盖的目标区域就越小。因此，交战时间的长短直接影响到捕获目标的能力，需要进行深入研究。

1 超视距打击交战期间目标移动量估算

超视距打击交战期间目标的移动量，与目标指示时延、导弹发射准备时间、导弹飞行速度也即导弹飞到目标区所需的时间有关，也与目标自身运动速度有关。目标移动量可按下式估算：

$$s = v_m \cdot t / 1000 \quad (1)$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3 \quad (2)$$

式中：

s ：目标在交战时间 t 内离开初始点的距离，单位为千米，此处暂时不考虑导弹飞行与目标相对运动的时间差；

v_m ：目标运动速度（暂时只考虑匀速运动），单位为米/秒；

t ：交战时间，单位为秒；

t_1 ：目标指示时延，单位为秒；

t_2 ：导弹发射准备时间，单位为秒；

t_3 ：导弹飞抵目标区时间，单位为秒。

以某导弹武器系统为例，目标信息通过某种指挥控制网络来传送，假定目标指示时间为 0~150 秒，导弹发射准备时间为 30 秒，导弹的平均飞行速度约为 300 米/秒，则导弹飞行 10 千米到目标区大约需要 35 秒。这样，对付相距 10 千米的目标，其交战时间 t 可能为 65 秒~215 秒。对装甲目标而言，其运动速度 v_m 在 0~20 米/秒（对应于 0~72 千米/小时）变化，对武装直升机而言，其运动速度 v_m 在 5~100 米/秒（对应于悬浮状态~360 千米/小时）变化，可根据式（1）、式（2）估算出在几个典型交战时间期间，目标以 5 米/秒、10 米/秒、20 米/秒、50 米/秒、100 米/秒几个典型速度运动时，目标离开初始点的距离，如表 1 所示。

表 1 几种典型情况下目标离开初始点距离（千米）

交战时间 t (秒) \ 目标速度 v_m (米/秒)	65	95	125	155	185	215
5	0.325	0.475	0.625	0.775	0.925	1.075
10	0.650	0.950	1.250	1.550	1.850	2.150
20	1.300	1.900	2.500	3.100	3.700	4.300
50	3.250	4.750	6.250	7.750	9.250	10.750
100	6.500	9.500	12.500	15.500	18.500	21.500

从表 1 可以看出，当目标运动速度为 20 米/秒，交战时间为 155 秒时，目标离开初始点的距离为 3.1 千米，已经超过了通常意义下的坦克装甲车辆的直射距离。而当目标运动速度为 50 米/秒（相当于武装直升机中速运动），交战时间为 215 秒时，目标离开初始点的距离已经达到了 10.75 千米，几乎跑出又一个装甲装备武器系统的最大射程了。

2 导弹搜索到的目标移动区域估算

在目标被导弹追上之前的交战期间，如果已知目标可能移动的估算距离 r ，则可以计算目标移动的区域和在该区域内导弹导引头视场所覆盖的区域，从而计算出能被导弹搜索到的目标区域占目标移动区域的百分比。假设目标只是平行于导弹发射平台的方向离去或进入，这样，潜在的目标移动区域可用半圆来表示，如图 2 所示。

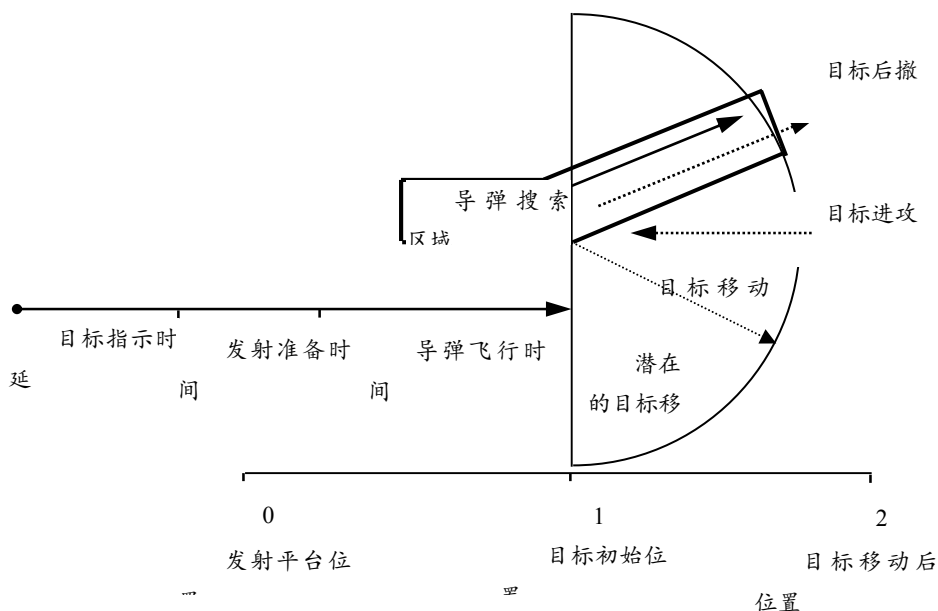


图 2 导弹搜索目标移动区域示意图

设：

t ：交战时间（包括目标指示、发射准备、导弹飞行），单位为秒；

v_d ：导弹飞行速度，单位为米/秒；

v_m ：目标运动速度，单位为米/秒；

d ：导弹导引头视场宽度，单位为千米；

r ：目标移动距离，单位为千米；

a_m ：目标移动区域面积，单位为（千米）²；

a_d ：导弹导引头搜索区域面积，单位为（千米）²；

k ：搜索到的目标区域占目标移动区域的百分比。

则有：

$$r = \frac{v_d v_m}{v_d - v_m} \cdot t / 1000 \quad (3)$$

$$a_m = \pi \cdot r^2 / 2 \quad (4)$$

$$a_d = d \cdot r \quad (5)$$

$$k = a_d / a_m \quad (6)$$

假定某导弹武器系统交战时间为 200 秒，导弹飞行速度为 300 米/秒，导弹导引头视场宽度为 1 千米，目

标运动速度为 50 米/秒, 则按式 (3) 可算出目标移动距离为 12 千米, 即目标可在任意方向上移动远达 12 千米。按式 (4) 估算出目标移动区域面积为 $226 (\text{千米})^2$, 此数据表示在目标初始位置之外潜在的移动区域面积。按式 (5) 可算出导弹导引头搜索区域面积为 $12 (\text{千米})^2$, 由式 (6) 可以估算出导弹导引头搜索到的目标区域仅占目标移动区域的 5.3%, 这是在导弹随机搜索情况下的估算值。如果将作战区域的地理、地形条件和作战使用常识叠加到导弹导引头搜索策略中, 也许可以提高捕获目标的比例, 但这种提高是很有限的。

按照上述计算方法, 假定导弹飞行速度和目标运动速度均为常值, 则很明显, 导弹导引头搜索到的目标区域占目标移动区域的百分比 k 与导弹导引头视场宽度成正比, 而与交战时间 t 成反比, 图 3 所示为不同导引头视场宽度 d 值条件下的搜索百分比曲线。

假定导弹飞行速度和导引头视场宽度均为常值, 图 4 所示为目标不同运动速度值时的搜索百分比曲线。

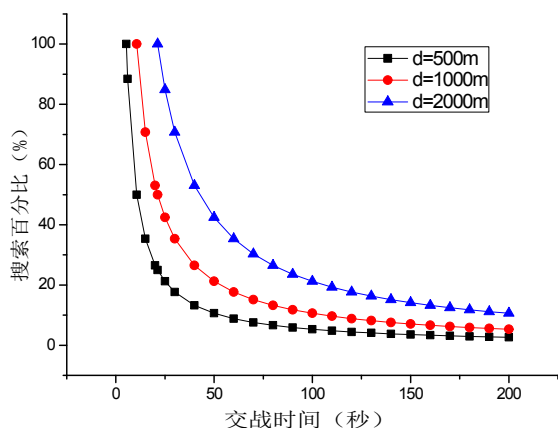


图 3 不同导引头视场宽度下搜索目标百分比示意图

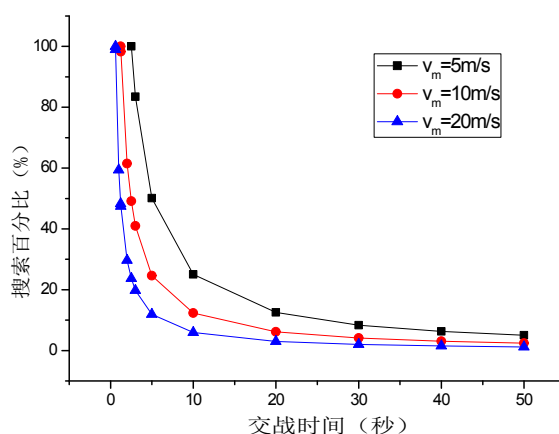


图 4 不同目标运动速度下搜索目标百分比示意图

从图 3 可以看出, 导弹能搜索到的目标区域百分比随交战时间的增加而显著下降, 这种下降速度随导引头视场宽度的增加而略有改善。

从图 4 的结果可以看到, 当导引头宽度不变时, 导弹搜索到的目标区域百分比随交战时间的增加而急剧下降, 目标运动速度的增加更加速了下降的速度。

3 结论

综合上述研究结果, 可以得出以下结论:

(1) 交战时间是影响导弹导引头捕获目标概率的关键性因素, 从而成为影响命中目标概率的关键因素。因此, 陆军应依托联合战术通信网, 建立情报链、指挥链、打击链和保障链。在此基础上, 坦克武器系统采用先进的指控系统, 尽可能缩短目标信息获取、处理、传递所用时间。

(2) 导引头视场宽度和目标运动速度也是影响目标捕获概率的重要因素, 目标速度不受控制, 能做的工作就是提高导弹导引头的性能, 尽可能增加导引头视场宽度, 从而提高对于目标的捕获能力。

(3) 对于超视距运动目标的射击, 必须增加中程制导手段, 且需对导弹导引头搜索目标策略进行优化设计, 才有可能大大提高捕获目标的能力。

本文仅仅采用搜索到的目标区域百分比来进行了粗略估算, 但该百分比可以在较大程度上表征武器系统捕获目标的能力, 将来可以通过进一步的仿真分析来对超视距打击武器系统交战过程中的捕获目标能力乃至对命中概率等进行深入研究。

参考文献:

- [1] 光纤制导多用途导弹技术译文集[C]. 中国兵器工业第二〇三研究所, 2001-03