

【兵器与装备】

# 潜舰导弹突防舰艇冲淡干扰能力\*

聂永芳,冯林平,彭文辉

(海军潜艇学院,青岛 266071)

摘要:介绍冲淡干扰的特点,建立潜舰导弹突防冲淡式干扰的概率模型,仿真计算潜舰导弹突防冲淡干扰的能力,并根据结论提出提高突防的措施。

关键词:潜舰导弹;冲淡干扰;概率模型

中图分类号:TJ760.2

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2008)05-0008-03

随着反舰导弹突防能力、命中精度和杀伤威力的不断提高,反舰导弹已成为现代海上作战的主要进攻武器。加上潜舰这一发射平台的隐蔽突然性好,潜舰导弹就成为了作战舰艇的主要防御对象,各种防御潜舰导弹的软、硬抗击手段应运而生,潜舰导弹所面临的威胁也日趋严重。对潜舰导弹所面临的威胁和可能采取的对抗措施的研究,必将具有积极的现实意义和长远意义。

## 1 冲淡干扰

以消极干扰抗击反舰导弹,主要利用箔条(干扰丝)云团制造雷达假目标欺骗和诱惑正在进袭的导弹,使其偏离真实目标。对反舰导弹末制导雷达来说,箔条干扰是最危险的干扰形式之一。如第4次中东战争中,箔条干扰曾使埃及的反舰导弹失去了作用。潜舰导弹通常末弹道较低,末制导雷达开机时间短,发现距离较近,要想有效地布放云团,就必须能迅速、准确地将箔条弹假目标布置在预定的位置上,并要求形成干扰云团速度快,对雷达频率的覆盖范围要宽,对雷达的有效反射面积要大。另外,其干扰效果还取决于所选择的干扰方式、实施这一干扰样式所需的时间等因素。以干扰火箭布撒干扰云团对潜舰发射的反舰导弹主要有3种干扰<sup>[1]</sup>:冲淡干扰、转移干扰和质心干扰。配置干扰火箭的舰艇,通常配有侦察雷达,该雷达可在较远距离上发现来袭的导弹,当确知导弹已发射,目标舰将在导弹末制导雷达开机之前,在本舰周围布置若干干扰云团目标,使导弹末制导雷达开机后,尽可能错捕假目标,显然,布置的假目标越多,导弹失捕真目标的可能性越大。这种干扰就是冲淡干扰。它的重要特点是特别适用于防御多方面的导弹攻击,主要用于干扰末制导雷达的搜索阶段,

其使用条件主要为角度和距离<sup>[2]</sup>。

角度条件:冲淡干扰工作在末制导雷达的搜索阶段,因此要求箔条云和目标舰艇都处于末制导雷达的搜索范围内,而不在同一个捕捉单元内。通常认为,导弹自控终点的方向散布为正态分布,真假目标相对于导弹来袭方向的夹角 $\theta$ 越小,即真假目标垂直于导弹来袭方向的横向距离越小,导弹捕捉假目标的概率就越大,但同时应大于末制导雷达天线的半功率波束宽度 $\theta_{0.5}$ ,这样捕捉假目标的概率便受到一定的限制。

距离条件:末制导雷达在距离上由远及近进行搜索,所以施放冲淡干扰的距离必须保证搜索波门首先搜索到假目标,并在对假目标进行跟踪的同时不会跟踪真目标。对于箔条云相对于目标为对称分布的冲淡式干扰方式,保证搜索波门首先搜索到箔条云是容易做到的。问题是要保证在搜索波门从搜索到箔条云的第一个脉冲起,到转入跟踪状态这段时间内,搜索波门都不会搜索到真目标;在跟踪波门形成时,真目标必须在跟踪波门之外,因此,冲淡干扰在距离上必须满足2个条件:一是大于搜索波门从搜索到第一个回波脉冲起到转入跟踪时,搜索波门所移动的距离;二是大于跟踪波门所对应的距离。

## 2 某目标舰冲淡式干扰

某目标舰装备有电子战系统,能进行早期雷达预警,识别和实施电子干扰,在远距离上就可探测、识别和干扰来袭导弹的主动雷达,使其无法工作。当潜舰导弹发射出水面并飞至目标时,目标舰对导弹末制导雷达实施杂波干扰、冲淡式干扰、转移式干扰和质心式干扰。当瞄准某点连续发射时,能在较小的海域上形成反射面积为4000 m<sup>2</sup>的

\* 收稿日期:2008-03-11

作者简介:聂永芳(1976—),女,山东安丘人,讲师,硕士,主要从事战术导弹及其使用研究。

假目标,因此对主动雷达制导的导弹具有较强的欺骗性.目标舰冲淡式干扰的基本性能数据如表1所示.

当实施冲淡干扰时,在舰周围1 100 m处,均匀布放4个假目标,使潜舰导弹制导装置产生错误捕捉,从而降低对目标舰的捕捉概率.布放模式如图1所示<sup>[3]</sup>.

表1 目标舰无源箔条干扰系统冲淡干扰基本性能

样式	炸点/m	反射面积/m <sup>2</sup>	散布范围/m	留空时间/min	形成时间/s
冲淡	距离 1 100 高度 250	发射散开后 2.5 s 600	距离 1 120 ~ 1 300 高度 250	6 ~ 11	从发射到形成 3 ~ 5

当然,由于导弹到达自控终点的散布误差,真假目标并非都落入末制导雷达搜索区内,尽管真假目标都可能落入搜索区内,但由于末制导雷达具有搜捕目标的选择性,而使真假目标的被捕捉并不是等可能的.

### 3 潜舰导弹突防冲淡式干扰的概率模型

#### 3.1 假目标的布放模型和坐标的选取

- 1) 以导引头开机点作为投影平面直角坐标系的原点O,射向为X方向,横向为Z方向.
- 2) 以“冲四”布放4个假目标为代表,4个假目标相对本舰对称布放,距本舰的距离在X和Z轴上的投影距离分别为 $X_T$ 和 $Z_T$ ,本舰位于4个假目标的中心,如图1样式1.

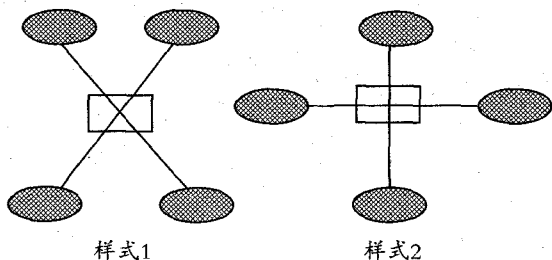


图1 冲淡式干扰布放模式

- 3)  $2a \times 2b$  为导引头纵向(距离)和横向(方位)搜索范围;4个假目标正方形的直角边尽量保持与来袭方向(X方向)垂直.正方形相对本舰的舷方位为任意,如图2所示.

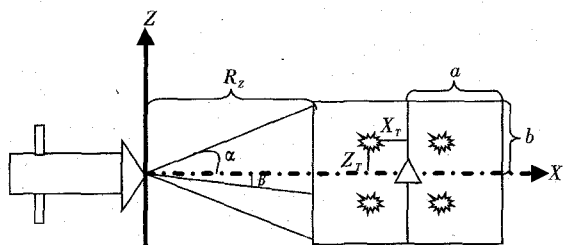


图2 冲淡式干扰假目标布放

- 4) 使用时机,要保证干扰效果就必须掌握干扰时机,时机把握不好,再先进的电子干扰设备也不会发生作用.因为导弹末制导雷达的搜索时间很短,当搜索到符合一定要求的目标后立即就会转入跟踪,所以冲淡干扰必须在末制导雷达开机前形成.而一般的箔条弹爆炸发散后需要约3~5 s的时间才能形成1 000~3 000 m<sup>2</sup>的空中干扰云.发射过晚则箔条云不能及时形成,就不能起作用.过早则造成浪费,重复装填也需要时间,且干扰云留空时间有限,伴随水面舰艇的机动就要不断地发射.要保证在反舰导弹自导雷达开机时刻干扰云团正好形成并在其搜索范围内,就需要提前一定时间,发射干扰弹,才能保证导弹制导雷达来袭时就实施冲淡干扰,并根据当时的风向、风速,以后每隔0.5~1.5 min,再向两舷正横前各发射一组干扰弹,以保持有利的冲淡干扰布势.

#### 3.2 导弹雷达对目标舰的捕捉概率

对目标舰的纵向捕捉概率 $P_Z$ 和方位捕捉概率 $P_F$ 的计算公式为<sup>[4]</sup>:

$$P_Z = \begin{cases} \frac{1}{2} \left[ \varphi \left( \frac{X_T - a}{\sigma_x} \right) + \varphi \left( \frac{a}{\sigma_x} \right) \right], & a < X_T \leq 2a \\ \frac{1}{2} \left[ \varphi \left( \frac{a}{\sigma_x} \right) - \frac{1}{3} \varphi \left( \frac{a - X_T}{\sigma_x} \right) \right], & X_T \leq a \end{cases} \quad (1)$$

$$P_F = \begin{cases} \frac{1}{2} \left[ \varphi \left( \frac{Z_T - b}{\sigma_z} \right) + \varphi \left( \frac{b}{\sigma_z} \right) \right], & b < Z_T \leq 2b \\ \frac{1}{2} \left[ \varphi \left( \frac{b}{\sigma_z} \right) - \frac{1}{3} \varphi \left( \frac{b - Z_T}{\sigma_z} \right) \right], & Z_T \leq b \end{cases} \quad (2)$$

其中: $\sigma_x$ 为纵向散布标准差(m); $\sigma_z$ 为侧向散布标准差(m); $\alpha$ 为方位搜索角( $^\circ$ ); $\beta$ 为波束半宽( $^\circ$ ); $R_z$ 为制导距离(m); $a$ 为纵向搜索范围之半(m); $b$ 为横向搜索范围之半(m), $b = R_z \tan(\alpha + \beta)$ .所以,反舰导弹对目标舰的捕捉概率为:

$$P_{PX} = P_Z P_F \quad (3)$$

#### 3.3 潜舰导弹对冲淡式干扰的突防概率

设目标舰冲淡干扰系统的可靠性为 $P_{CX} = 0.7$ ,则潜舰导弹对该冲淡式干扰的突防概率计算公式为:

$$P_{CD} = 1 - P_{CX}(1 - P_{PX}) \quad (4)$$

结合式(1)~(4),即可得出潜舰导弹对于不同 $X_T, Z_T$ (二者单位为m)取值情况下的突防概率,如表2所示.

通过表2可以看出,潜舰导弹对冲淡式干扰的突防性能一般,当假目标距离本舰的距离在X轴和Z轴的投影大于5 000 m和2 700 m时,才几乎失去诱骗的效果.但是在实战中,由于潜舰导弹的隐蔽性好,截面积小因而不易被发现,只有当潜舰导弹的末制导雷达开机后才能被发现.而其末制导雷达一般离目标5~10 km处开机,有的甚至少于5 km.从发现导弹到被击中只有15 s左右,这种情况要求冲淡式干扰必须通过其他途径先知道导弹来袭,预先设置

箔条云才能有效。

表2 潜舰导弹对冲淡式干扰的突防概率

$Z_T$ \ $X_T$	0	1 800	2 400	2 700	3 000	3 300
0	0.376	0.406	0.459	0.486	0.506	0.519
3 000	0.391	0.427	0.489	0.522	0.546	0.561
4 000	0.406	0.447	0.520	0.558	0.586	0.603
4 500	0.414	0.459	0.538	0.580	0.610	0.628
5 000	0.441	0.496	0.592	0.643	0.680	0.703
5 500	0.464	0.529	0.642	0.702	0.745	0.771
6 000	0.485	0.557	0.685	0.751	0.800	0.830
7 000	0.512	0.596	0.742	0.819	0.875	0.909
8 000	0.525	0.613	0.768	0.849	0.908	0.944
9 000	0.529	0.619	0.776	0.859	0.919	0.956

#### 4 提高潜舰导弹突防舰艇冲淡式干扰的措施

未来的海战是在高电磁环境、敌我双方大量使用各种干扰的条件下进行的,潜舰导弹的使用必须重点考虑对方的干扰情况。针对冲淡干扰,可以通过以下措施来提高其突防能力:

1) 装定适当的选择区域大小来提高导弹对冲淡干扰的抗干扰性。

2) 研制超音速潜舰导弹。因为在同样距离上发现来袭导弹的情况下,超音速潜舰导弹给舰艇(编队)留下的反应时间和与干扰弹拉开的距离要比亚音速潜舰导弹的少得

多,这就使冲淡干扰的发射时机更难掌握,其干扰效果必然降低。

3) 为潜舰导弹的雷达自导头应用先进的抗干扰技术<sup>[1]</sup>。一弹多头即一种导弹采用多种末制导头也是一种抗干扰措施。采取主动的干扰措施,确保导弹正常飞行与攻击。例如,不仅采用雷达导引头,还可以采用红外导引头、电视导引头等,使敌方采用单一类型干扰技术无法奏效。

4) 利用计算机技术,采用先进的制导雷达。目前箔条弹主要对付 2~18 GHz 频率的雷达,如果使用毫米波末制导雷达就能奏效。合成孔径技术在末制导雷达上的应用将是一种有效的抗箔条干扰措施。这种雷达的波束扫掠过军舰目标和箔条云时可得到清晰的雷达目标图象。应用计算机技术和图象识别技术可以实时的区分开箔条云和军舰,从而保证末制导雷达引导导弹攻向敌舰。

5) 在确知敌已实施干扰的情况下,应按射击规则的规定,相应减少自导作用距离的装订值。在保证导弹可靠捕捉目标的前提下,让末制导雷达的开机时间压到最短,以减少敌冲淡干扰成功的可能性。

#### 参考文献:

- [1] 唐国富. 飞航导弹雷达导引头[M]. 北京: 宇航出版社, 1991.
- [2] 陈继新, 吕俊军. 舰对舰导弹战斗使用[D]. 大连: 海军舰艇学院, 1985.
- [3] 王红军, 高东华. 电子对抗[D]. 大连: 海军舰艇学院, 1996.
- [4] 方辉煌. 防空导弹武器系统仿真[M]. 北京: 宇航出版社, 1995.