

连投航空自导深弹命中概率分析与仿真计算

欧阳震,黎子芬,毕嗣民,杨明绪

(海军航空工程学院青岛校区,山东青岛 266041)

摘要 反潜直升机使用航空自导深弹攻潜效果与投弹区水深有很大关系,在应召反潜时,单机连投和双机连投航空自导深弹,会大大提高攻击效果。在研究单枚航空自导深弹命中概率的基础上,深入分析研究单机连投和双机连投命中概率并进行仿真计算,得出对于航空自导深弹战术使用有指导意义的结论。

关键词 连投;反潜;命中概率 DOI:10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2017.02.57

中图分类号 E953 文献标识码 B

0 引言

航空自导深弹是反潜直升机攻潜的武器之一,其在浅水海区使用,与普通非触发引信深弹使用效果相差不大,在深水使用,有较大的作用范围,攻击效果远远大于普通深弹。

文献^[1-6]是在分析航空自导深弹散布和目标分布规律的基础上,且基于平面情况下,给出航空自导深弹攻潜作战时单发命中概率。而在应召反潜的整个作战过程,为了提高航空自导深弹的攻击效果,会采用单机连投或者是双机连投的方式。在研究航空自导深弹的工作过程的基础上,分析单机连投和双机连投的命中概率并进行仿真计算。

1 综合误差

假定航空自导深弹的散布主要是在水平面上,忽略深度上的散布,这样假定不影响对问题的分析。在水平面的坐标系中,距离误差 E_{sx} 和方向误差 E_{sy} 主要有深弹散布误差 E_{sd} 、 E_{yd} 、瞄准误差 E_{sm} 、 E_{ym} ;目标机动误差 E_{xid} 、 E_{yid} ;飞行定位误差 E_{xhw} 、 E_{yhw} ;声纳测量误差 E_{xsn} 、 E_{ysn} 等,由于这些误差都是随机误差,而且符合正态分布。因此可以利用均方根求出综合概率误差 $E_{sx} = \sqrt{E_{sd}^2 + E_{sm}^2 + E_{xid}^2 + E_{xhw}^2 + E_{xsn}^2}$, $E_{sy} = \sqrt{E_{yd}^2 + E_{ym}^2 + E_{yid}^2 + E_{yhw}^2 + E_{ysn}^2}$ 。

航材供应链上不确定因素。同时,可以建立快速响应机制,加强航材应急保障能力。在供应链环境下,陆航航材管理部门可以随时掌握整个航材保障网络情况,根据部队航材供需情况变化,调整航材采购、仓储、配送策略,达到满足基层部队航材需求的目的。

(1)建立并完善直达保障机制。供应商与部队签订协议,负责某类航材的筹、供、储、管等各环节,直接保障部队的使用,即实行直达式保障在供应商选择合理、规章制度健全和监控机制完善的基础上,可以在一定程度上减少保障成本,分担保障部队的负担,提高保障的时效性。

(2)构建一体化信息保障网络。在航材保障各部门间,建立稳定可靠的航材保障信息网同时,在基层航材、维修部门间建设网络。机务部门向基层航材中位提供故障和维修需求信息,基层航材部门向机务中位提供航材库存信息,进一步实现信息的充

2 航空自导深弹工作过程

航空自导深弹被投放后,经过空中的开伞减速落入水,经过短暂的入水过渡段,自导头开始工作,其自导和爆炸作用范围如图1所示。

自导作用及爆炸毁伤范围计算公式如下。

$$s_e(R_b) = \begin{cases} R_b, & H \leq h_0 \\ (H-h_0) \cdot \tan \gamma + R_b, & h_0 \leq H \leq (h_0 + d \cdot \cos \gamma) \\ d \cdot \sin \gamma + R_b, & (h_0 + d \cdot \cos \gamma) \leq H \leq h_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

式中 $s_e(R_b)$ ——航空自导深弹实际作用半径

H ——航空自导深

弹实际下沉深度

d ——航空自导深弹

自导装置发现目标的距离

γ ——航空自导深弹

最大下滑角

R_b ——航空深弹破

坏半径

h_0 ——入水过渡深

度

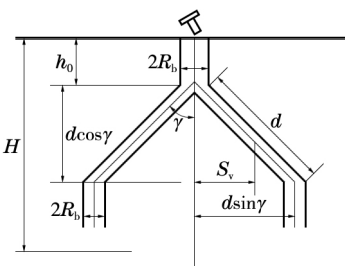


图1 自导深弹作用范围示意图

分共享,提高航材保障的时效性、准确性、主动性和维修保障的协调统一性。

(3)实现维修保障精确化。实现维修保障的精确化是维修保障发展的必然方向。航材保障作为维修保障的重要环节,也必然向着这个方向发展供应链管理理念正迎合了维修保障精确化的需要。

(4)引入第三方物流,降低保障成本。航材保障部门可以选择专业的第三方物流企业,充分利用第三方物流企业专业的物流管理和技术人员,以及专业化物流设备、设施和先进的信息系统,发挥专业化物流运作的管理经验,以求取得航材保障整体最优的效果^[4]。同时通过第三方物流企业广泛的网络结点实施共同配送,可大大提高运输效率,减少运输费用等。

(5)实现信息共享基础上的物流和信息流的分离。传统航材保障中物流环节多,是提高保障效率的瓶颈所在。供应链环境下

h_{\max} ——海区最大深度

3 连投航空自导深弹模型

当直升机发现潜艇目标并定位后,就可实施鱼雷攻击或深弹攻击(图2),当使用航空自导深弹攻击时,其投弹间隔公式如下。

$$L = s_s(R_b) + K \quad (2)$$

$$K = l \cos \alpha + b \sin \alpha \quad (3)$$

$$k = \frac{lb}{l \cos \alpha + b \sin \alpha} \quad (4)$$

式中 L ——投弹间隔

K ——潜艇尺寸在投弹线上的投影

k ——潜艇尺寸在垂直投弹线方向上的投影

α ——潜艇运动方向与投弹线的夹角

l ——潜艇等效长度

b ——潜艇等效宽度

4 单枚航空自导深弹的命中概率

直升机使用航空自导深弹攻潜的命中概率的大小取决于攻击过程中的综合散布误差($E_{\Sigma x}$, $E_{\Sigma y}$)和等效目标尺寸。假设误差散布中心与等效目标尺寸中心重合,而且各自轴线平行,其单枚自导深弹的命中概率计算公式如下。

$$P_1 = \hat{\Phi} \left(\frac{\frac{l}{2} + s_s(R_b)}{E_{\Sigma x}} \right) \hat{\Phi} \left(\frac{\frac{b}{2} + s_s(R_b)}{E_{\Sigma y}} \right) \quad (5)$$

$\hat{\Phi}(x)$ 的作用是和概率论中标准正态分布 $N(0, 1)$ 分布函数

$\hat{\Phi}(x)$ 的作用相同。 $\hat{\Phi}(x)$ 定义:

$$\hat{\Phi}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\rho x} e^{-t^2} dt, \text{其中 } \rho = 0.4769. \text{单枚深弹命中面积}$$

示意图见图3,其中,外椭圆为综合散布区域,深色长方形为潜艇尺寸(平面),圆弧形为爆炸半径增加的等效尺寸。

5 连投航空自导深弹的命中概率

直升机连投航空自导深弹,各枚深弹之间是相关的,数枚航

空自导深弹作用范围是一长方形,只要潜艇在此长方形覆盖带内,潜艇就被命中。因此,连投航空自导深弹时,潜艇的等效目标尺寸是数枚航空自导深弹和长方形作用范围覆盖带(图4)。

从图4可以看出,连投数枚航空自导深弹命中潜艇目标的概率与反潜直升机定位和攻击潜艇的综合概率误差($E_{\Sigma x}$, $E_{\Sigma y}$)的大小和数枚自导深弹作用覆盖带有关,也就是此覆盖带落在散布椭圆中的概率。

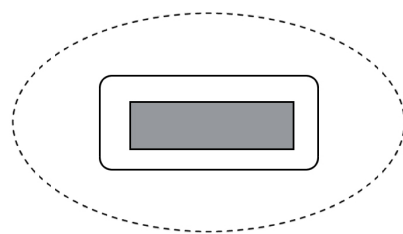


图3 单枚深弹命中面积示意图

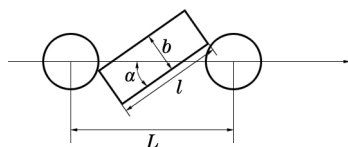


图2 连投深弹落点示意图

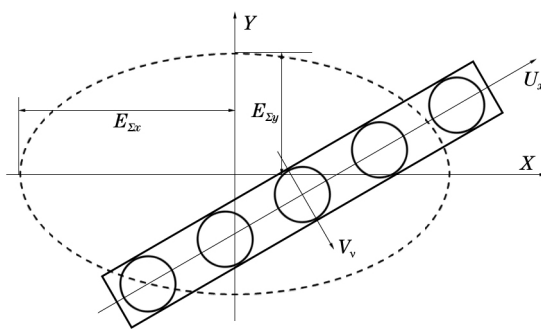


图4 连投深弹命中面积示意图

为计算方便,假设航空自导深弹覆盖带中心与散布椭圆中心重合,而且投弹方向与散布椭圆轴线平行,又因覆盖带中心的散布服从正态分布。因此,就可以按概率论中计算随机变量落在某一区域的概率公式,求出1架直升机连投 n 枚航空自导深弹的覆盖带中心落在散布椭圆区域内的概率 $P_n(1)$

$$= \hat{\Phi}_x \left(\frac{\frac{(n-1)L}{2} + s_s(R_b)}{E_{\Sigma x}} \right) \hat{\Phi}_y \left(\frac{\frac{k}{2} + s_s(R_b)}{E_{\Sigma y}} \right) = \text{或 } P_n(1) =$$

保障的最大特点在于物流和信息流的分离,实现航材制造商与基层保障单位间的器材直接到达,消除物流的中间环节。物流的双向性代表可修复器材的返厂修理,有资料表明,美军可修复器材的修复再使用率达90%,修复品的使用在保障中占有重要地位。双向物流过程中的信息共享,可实现器材在调运过程中的跟踪管理,物流系统的无缝连接是航材供应链同步运作的基本条件之一。

3 结束语

美军航材保障的成功经验表明,基于供应链管理的航材保障是未来航材保障的一个发展方向。航材保障是一个复杂的供应保障系统,要想实现航材保障的最优化,就要站在全局的角度,以系统化的思想统筹全局,通过团结协作、整体互动,实现保障效益“1+1>2”,达到航材保障的总体最优。

随着我军航空兵部队的不断壮大,航空兵部队担负任务的

多元化,以及现代战争的突发性、高消耗性等特点,航材保障已成为影响海航部队战斗力的一个重要因素。适时地推进我军海航航材保障的变革,改进航材管理手段,更新航材管理观念已迫在眉睫。

参考文献

- [1] 胡勇,郑金钟,高双峰.航材供应链保障模式研究[J].物流技术, 2004 (11):113-114.
- [2] 张燕,庞景东,李庆新.供应链管理模式下的航材库存管理[J].江苏航空, 2008 (1):35-36.
- [3] 侯轶,张志峰.基于供应链的航材保障体制研究[J].航空维修与工程, 2008 (6):51-52.
- [4] 杜明岗,王丰,宁永韬,等.引入供应链管理思想提高陆航航材保障水平[J].物流科技, 2008 (6):108-110.

[编辑 凌 瑞]

麻醉机常见故障解析

张晓洁

(福建省妇幼保健院 福建福州 350001)

(1) 泵输出气流不稳定。呼吸机设置潮气量与实测值相差很大且无规律, 错误代码显示 Error code 45, 更换过滤器 8402868。开机一段时间之后故障又出现, 设置 $V_T=500\text{ ml}$ $P_{\max}=0.4\text{ MPa}$ $f=12\text{ 1/min}$ $E=1:2$ $T_{\text{plat}}/T_{\text{insp}}=15\%$ $PEEP=0$, 机器报警窒息压力 MV 低, 此时呼吸机仍在工作, 测 $V_T \approx 50\text{ ml}$, 将控制 $PEEP/P_{\max}$ 气管接至气道压力采样接口, 观察压力波形, 发现波形为一条直线, 压力约 0.01 MPa , 判定气动部件故障。检查 PEEP Valve 输出, 无压力, 更换 PEEP Valve 标定通过, 机器能正常工作。当设置 $PEEP>5$ 时, 呼出阀发出较大嘟嘟声, 压力波形有少量锯齿。

在维修模式中可见 P_{vac} 在 $-(0.15\sim 0.2)\text{ MPa}$ 变化, 调节单向阀, 使 P_{vac} 稳定在 -0.2 MPa , 但故障依旧。气容完好, 换上新

的 PEEP 阀, 还有嘟嘟声, 说明气动部件无问题。取出呼出阀到同型号机器试用, 确认呼出阀故障, 更换后故障排除。

(2) 光栅及光电器件损坏。显示屏显示器件出错, 马达冲顶。由于 Fabuis 系列机是电动电控麻醉机, 采用 E-Vent 活塞式呼吸机技术, 无需气体驱动。马达长期往复运动容易造成失控冲顶现象。打开呼吸器外罩, 观察马达下的测速光栅和光电感受器, 光电器件的发光管是否有红光, 无红光射出, 可以判断光栅及光电器件损坏, 必须更换。

(3) 电路损坏。按马达测速电路故障的处理方法更换测速传感器器件。开机后马达不动, 用万用表测得马达驱动器电压为零, 一般有 2 种情况, 一是马达冲顶时, 马达丝杆卡住, 马达无法动作。用手扳动呼吸器囊, 扳不动则马达卡死。直接维修马达丝杆部件。二是由于马达连续冲顶造成内部驱动电路损坏, 可测量马达驱动电压, 无电压则说明内部电路已经损坏。马达驱动电路上有 4 只大功率三极管, 更换同型号三极管, 故障可排除。

(4) 电池容量低。麻醉机使用一段时间后, 会出现很长时间才能启动的情况(正常情况 $3\sim 5\text{ s}$ 可启动), 大多是断电报警电池容量不足所致。此 9 V 电池每年需更换 1 次, 如果不到 1 年容量就大幅下降, 说明存在使用缺陷。如手术完毕, 麻醉呼吸机不关, 也不断开电源, 会造成报警而耗费电池。

[编辑 王永洲]

$$\hat{\phi}_x \left(\frac{\frac{k}{2} + s_x(R_b)}{E_{\Sigma x}} \right) \hat{\phi}_y \left(\frac{\frac{(n-1)L}{2} + s_y(R_b)}{E_{\Sigma y}} \right); \text{如果是双机投弹,}$$

共投弹 n 枚, 投弹间隔不变, 每架飞机各投 $n/2$ 枚, 则命中概率

$$P_n(2) = \hat{\phi}_x \left(\frac{\frac{1}{2} \frac{(n-1)L}{2} + s_x(R_b)}{E_{\Sigma x}} \right) \hat{\phi}_y \left(\frac{\frac{(k+l)}{2} + s_y(R_b)}{E_{\Sigma y}} \right) \text{ 或 } P_n$$

$$(2) = \hat{\phi}_x \left(\frac{\frac{(k+l)}{2} + s_x(R_b)}{E_{\Sigma x}} \right) \hat{\phi}_y \left(\frac{\frac{1}{2} \frac{(n-1)L}{2} + s_y(R_b)}{E_{\Sigma y}} \right)。$$

6 算例

(1) 计算条件。综合散布误差 $E_{\Sigma x}=240\text{ m}$ $E_{\Sigma y}=160\text{ m}$, 潜艇尺寸 $l \times b=80 \times 8\text{ m}$, 连投航空自导深弹枚数为 8 枚, 投弹深度 $\leq 60\text{ m}$, 100 m , $\geq 120\text{ m}$ 。

(2) 仿真计算结果(表 1)。

表 1 深度、投弹方向与命中概率关系

$\alpha/(\text{弧度})$	0	$\pi/12$	$\pi/6$	$\pi/4$	$\pi/3$	$5\pi/12$	$\pi/2$
$P_1\%$	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
$\leq 60\text{ m}$							
$P_{\text{S}}(1)\%$	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	2.6
$P_{\text{S}}(2)\%$	5.9	5.8	5.2	4.2	3.0	1.9	1.5
$P_1\%$	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65
100 m							
$P_{\text{S}}(1)\%$	25.8	25.8	25.9	26.0	26.2	27.1	34.4
$P_{\text{S}}(2)\%$	44.9	44.8	43.7	41.7	39.0	36.1	36.5
$P_1\%$	12.04	12.04	12.04	12.04	12.04	12.04	12.04
$\geq 120\text{ m}$							
$P_{\text{S}}(1)\%$	36.8	36.9	36.9	37.2	37.6	38.8	46.7
$P_{\text{S}}(2)\%$	64.9	64.8	63.9	62.3	60.1	57.6	58.4

7 结束语

通过仿真计算可以得出以下结论。

(1) 投弹深度不变, 潜艇运动方向与投弹线的夹角 α 由 0 增大为 $\pi/2$ 时, 单枚自导深弹命中概率不变, 单机连投命中概率变化不大, 双机连投命中概率略有减小;

(2) 投弹深度和 α 角均一定时, 单枚自导深弹命中概率最小, 单机连投命中概率次之, 双机连投命中概率最大;

(3) α 角一定, 随着投弹深度不断增大, 3 种形式的自导深弹的命中概率均有显著提高, 其中投弹深度 $>120\text{ m}$ 时, 双机连投命中概率达到 60% 以上。

另外, 连投航空自导深弹的数目增加, 各种情况下的命中概率也会随之增大。

参考文献

- [1] 孙明太. 航空反潜概论[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998.
- [2] 李居伟, 宋旭, 等. 反潜巡逻机使用浮标声纳和自导深弹攻潜模型仿真[J]. 弹箭与制导学报, 2011, 31(1): 219-222.
- [3] 姜选凯, 赵学涛, 等. 航空自导深弹攻潜命中概率分析[J]. 火力与指挥控制, 2009, 34(8): 64-67.
- [4] 李居伟, 宋旭, 等. 航空自导深弹攻潜模型与仿真[J]. 指挥控制与仿真, 2011, 33(3): 59-53.
- [5] 曾家有, 宋友凯, 等. 基于目标位置误差圆分布的反舰导弹捕捉概率计算模型[J]. 战术导弹技术, 2010, (2): 55-58.
- [6] 林贤杰, 贾跃, 等. 航空自导深弹攻潜效能模型与仿真[J]. 弹箭与制导学报, 2008, 28(4): 131-134.

[编辑 凌 瑞]