

## 码头目标打击方法研究

孙 盼,刘新学,陈永松,肖 海  
(第二炮兵工程大学,西安 710025)

**摘 要:**从港口目标特点出发,建立了码头子目标的能力评价模型,构建了地地战役战术导弹对港口码头的毁伤模型,为突击码头子目标提供了有效的方法和手段。为打击军事港口其他重要子目标提供了启示和研究方法。

**关键词:**多常规导弹,码头目标,毁伤模型

**中图分类号:** TJ760

**文献标识码:** A

## Research on Strike Method to Wharf Objects

SUN Pan, LIU Xin-xue, CHEN Yong-song, XIAO Hai

(The Second Artillery Engineering University, Xi'an 710025, China)

**Abstract:** Setting out from the port objective characteristic and the ability evaluation model of wharf sub-target is built, and constructing to build the model injuring to the wharf at port of surface to surface campaign tactical missile, and providing active method and the means for making a sudden and violent attack the wharf sub-target. The enlightenment is provided and the method is studied for hitting other important sub-target of military port.

**Key words:** conventional missile, wharf objects, damaging model

### 引 言

现代高技术条件下的作战中,夺取制海权是取得作战胜利的重要保证,要夺取制海权作战双方都对敌方军用港口实施火力突击。但是港口是一个具有综合建筑物与设备的巨大运输枢纽,水域与陆域连成一片,水陆建筑物众多。布局较分散,结构复杂,功能齐全,占地面积大,大型港口占地几平方米或十几平方米,如果包括水域可多达几十平方米。军用港口面临大海背依陆地,主要由两大部分组成:水域工程设施和陆域工程设施。其水域工程设施主要包括港池、进出港航道、锚地、防波堤、防沙堤等;陆域工程设施包括指挥调度楼、码头、船坞、滑道以及电厂、船厂、油库、弹药库、舰艇洞库等附属设施组成。港口的众多目标中有一些属于附属目标、次要目标,它的损坏与否对敌军用港口的整体影响不大。如果用导弹打击则导弹的造价较高、数量有限并且覆盖面积有限,对其实施全面的火力突击将非常困难。因此,

对港口的突击应当采取“点穴式”的打法,即对整体部署中起中枢作用的要害处和关节点,集中火力,进行毁灭性打击,达到“点死穴,瘫痪全身”之效。这类目标包括码头、水面舰艇、补给维修设施(油库和弹药库)、指挥调度楼等。基于这种思想,本文主要对码头的打击方法作研究探讨。

### 1 码头能力评价模型

码头是指由泊位、前沿岸线、装卸货物的作业区、装卸机械化系统等组成的工艺设备系统。

码头由若干个泊位组成,泊位则是单位船舶的泊船位,港口通常拥有若干个码头。码头泊位前沿岸线通常是港口的生产岸线。一个码头往往可同时停泊多艘船,即拥有多个泊位。码头和泊位按功能分类通常分为:客运、货运、军用、工作船、渔船、修造船、轮渡等码头。泊位则根据到港的船型和吨位分类。泊位长度、前沿水深是影响靠泊能力的主要因素。

收稿日期:2013-07-05

修回日期:2013-08-17

作者简介:孙盼(1987-),男,陕西西安人,硕士研究生。研究方向:导弹火力运用。

## 1.1 码头靠泊能力

参考文献[1]中提出了港口单个泊位靠泊能力和港口单个码头总靠泊能力两个指标。为了更全面地评价码头靠泊能力,本文选取以下4个指标来评价港口码头的靠泊能力:单个泊位靠泊能力、单个码头的最大靠泊能力、单个码头总靠泊能力和港口总靠泊能力。

### (1) 单个泊位靠泊能力 $K_{泊}$

泊位靠泊能力不受船型、船舶到达规律的直接影响,即使没有船来它的能力仍然存在。泊位的靠泊能力用泊位可靠泊的船舶最大载重吨级来衡量。

泊位的靠泊能力可表示为:

$$K_{泊} = k \quad (1)$$

式中  $k$  为泊位可靠泊的船舶最大载重吨级(T)。

### (2) 单个码头的最大靠泊能力 $K_{max}^{码头}$

单个码头最大靠泊能力可表示为:

$$K_{max}^{码头} = \max K_i^{泊} (i=1, \dots, n) \quad (2)$$

式中  $K_i^{泊}$  为单个泊位靠泊能力(T);  $n$  为码头包含的泊位数。

### (3) 单个码头总靠泊能力 $K^{码头}$

单个码头总靠泊能力即为码头各泊位靠泊能力之和:

$$K^{码头} = \sum_{i=1}^n K_i^{泊} \quad (3)$$

式中  $n$  为码头包含的泊位数。

### (4) 港口总靠泊能力 $K^{港}$

$$K^{港} = \sum_{i=1}^n K_i^{码头} \quad (4)$$

式中  $K_i^{码头}$  为单个码头总靠泊能力(T);  $n$  为港口包含的码头数。

## 1.2 码头通过能力

泊位通过能力可分为设计通过能力和实际营运通过能力。实际营运通过能力受船型、船舶到达规律的直接影响,设计通过能力是泊位理论上应具备的能力,即使全年没有船来,它的能力仍然存在。按下列公式计算:

$$P_{设计}^{泊} = T_{营} \cdot n \cdot p_{日} \quad (5)$$

式中  $P_{设计}^{泊}$  为泊位设计通过能力(T);  $T_{营}$  为泊位营运期(d);  $n$  为泊位设计作业线数(条);  $p_{日}$  为每条作业线昼夜生产率(T/条·d)。

单个码头通过能力即为码头各泊位通过能力之和:

$$P_{设计}^{码头} = \sum_{i=1}^n P_{设计}^{泊} \quad (6)$$

式中  $n$  为单个码头包含泊位数。

港口码头通过能力即为各码头通过能力之和:

$$P_{设计}^{港} = \sum_{i=1}^m P_{设计}^{码头} \quad (7)$$

式中  $m$  为港口包含的码头数。

## 2 码头打击方法研究

### 2.1 码头结构和要害部位分析

码头是船舶的依托和栖息地,船只装卸货物、后勤补给和上下旅客均在码头进行。当码头遭到袭击时,不仅集中在港内的船只会受到严重破坏,也会使码头上的装卸设备、补给油、水等各种管道及交通线被毁,导致港口陷于部分或全部瘫痪。但固定式码头比较坚固,抗超压能力较强,其抗超压都在 100 kpa~300 kpa 之间,常规导弹难以彻底摧毁。现有固定式码头的结构一般为透空式结构和实体结构两种。

透空式结构:上部结构支承点固定在桩或管柱上,结构多为钢筋混凝土结构、钢筋混凝土与钢或木材的混合结构,这种结构形式在突堤码头建筑中十分普遍。

实体式结构:主要结构形式有格形板装结构、填石木笼、沉箱和重力式岸壁结构等。

现代化码头的特点是向大型、深水、结构趋于简单,预制尺寸越来越大,基础多用钢柱等方向发展。如日本港口建筑中,钢筋混凝土码头几乎全被用钢材建筑的码头所代替。近年来新建的大型码头主要结构为钢筋混凝土高桩结构,预制装配件组成的钢筋混凝土桩基(管桩)结构,此结构适用于软基海区。另一种为重力式岸壁结构,此结构用于岩基海区,即沉桩困难的海区,目前,最大的沉箱重达 6 000 t 左右。

综上所述,码头的要害部位为码头上的大量起重和运输设备,包括各种起重机、各种运输管道、铁路、公路运输线。特别是一些现代化集装箱运输港,在集装箱码头上都设有大型固定龙门式起重机。

### 2.2 码头毁伤效果指标计算方法

对码头攻击的主要目的是通过打击,使泊位不能用来靠泊船舶或不能对船舶进行装卸作业。由于船舶靠泊需要一定的泊位长度,应尽量对码头前沿造成多的毁伤,使船舶不能在泊位靠泊。类型不同的码头采用的是相同的泊位停靠和装卸作业方式,因此,本文采用打击泊位进而打击码头的方法对不

同类型的码头均适用。武器的选择可使用侵彻爆破子母弹对码头前沿打击。

如果码头有固定起重机和流动起重设备,可使用杀伤爆破弹对码头上的起重设备进行攻击,从而降低码头装卸能力。

码头一般采用平均命中子弹数和平均毁伤起重设备台数为毁伤效果指标。下面讨论其计算方法:

(1) 码头平均命中子弹数  $P_{m \text{ 码头}}$  的计算:

要计算侵彻爆破子母弹对码头的平均命中子弹数  $P_{m \text{ 码头}}$ ,首先要根据具体的码头类型和布局确定码头的有效毁伤区域  $S_H$ 。确定方法为:沿码头前沿取一定的横向长度  $L_m$  和纵深长度  $L_n$ 。如图 1 所示。

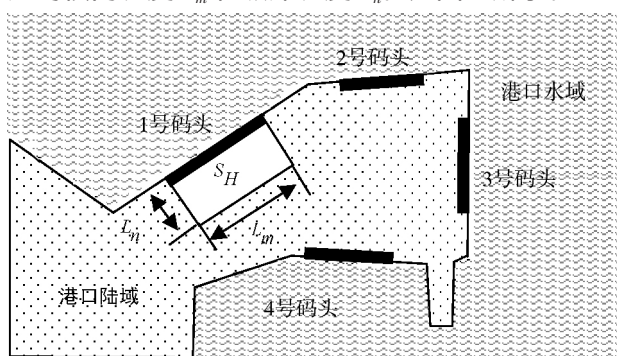


图 1 码头有效毁伤区域示意图

其次是进行弹着点模拟,即模拟每个子弹的实际落点坐标  $(X_t[i], Y_t[i])$   $i=1, \dots, N_m$  ( $N_m$  为子弹个数),判断实际落点是否命中码头有效毁伤区域,统计命中有效毁伤区域的子弹个数得到一次模拟码头命中子弹数  $H$ 。重复上述模拟过程  $M$  次,即可求出:

$$P_{m \text{ 码头}} = \sum_{i=1}^M H_i / M \quad (8)$$

(2) 码头平均毁伤起重设备台数  $P_{n \text{ 码头}}$  的计算:

平均毁伤起重设备台数  $P_{n \text{ 码头}}$  的计算,首先将分布在港口上的起重设备抽象为点目标系,即用点  $(X[i], Y[i])$   $i=1, \dots, n$  ( $n$  为离散点的个数)来表示各个起重设备。其次是进行弹着点模拟,即模拟导弹的实际落点坐标  $(X_t, Y_t)$ 。最后判断每个离散点与导弹落点之间的距离,如果距离小于或等于导弹的毁伤半径,则表明该点被毁伤,通过统计毁伤点的个数,从而可计算毁伤起重设备的台数  $N_h$ 。重复上述仿真过程  $M$  次,即可求出

$$P_{n \text{ 码头}} = \sum_{i=1}^M N_h / M \quad (9)$$

### 3 算例分析

码头遭遇一定数量的侵彻爆破子母弹打击后,码头区域内将有若干个破坏弹坑。码头的交通线、码头装卸设备等设施都将遭到一定程度的毁伤从

而降低码头船舶的装卸效率。此外,船舶在泊位靠泊需要一定的泊位长度,当码头毁伤情况严重时船舶将不能在泊位靠泊。码头毁伤对码头靠泊能力和码头通过能力的影响是一个十分复杂的问题,涉及到码头各类设施的毁伤标准及其物理毁伤和功能毁伤间的关系等方面,限于篇幅,本文对此仅进行定性分析而不作定量研究,仅讨论通过打击泊位进而打击码头的方法。

图 2 为码头毁伤示意图,其中  $L$  为泊位设计船长,  $d$  为泊位间富裕长度,表 1 和表 2 中列出了规定的泊位设计船长和富裕长度间的关系。

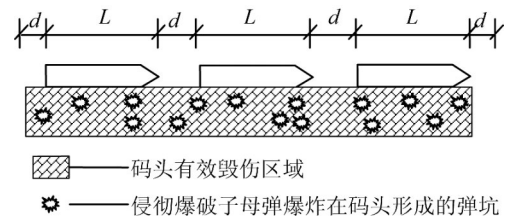


图 2 码头毁伤示意图

表 1 普通泊位间的富裕长度

$L(m)$	<40	41~85	86~150	151~200	201~230	>230
$d(m)$	5	8~10	12~15	18~20	22~25	30

表 2 油品码头泊位间的富裕长度

$L(m)$	<110	110~150	151~182	183~235	>235
$d(m)$	25	35	40	50	55

假设某码头拥有 10 个泊位,毁伤 2 个泊位定性为轻度毁伤,毁伤 4 个泊位定位中度毁伤,毁伤 6 个泊位定位为中度毁伤,毁伤 7 个以上定位为摧毁。

以图 1 中 1 号码头、4 号码头为例,建立以码头中心为原点的坐标系,以纵深长度为  $x$  轴,以横向长度为  $y$  轴,初步假设 1 号码头横向长度  $L_m=30$  m 和纵深长度  $L_n=800$  m,4 号码头横向长度  $L_m=30$  m 和纵深长度  $L_n=1000$  m,两个码头区域均呈长方形,假设 3 枚侵彻爆破子母弹,使用 1 枚打击 1 号码头,2 枚打击 4 号码头。并假设子母弹数量为 60 枚,将抛洒半径设置为 100 m, CEP 设置为 40 m,假定子弹打击效果理想,考虑子弹毁伤半径对停泊区域的影响,利用蒙特卡罗模拟方法,各模拟 1000 次,得到结果,如表 3 所示。

表 3 码头毁伤结果

	平均命中子弹数	平均毁伤起重设备台数
1 号码头	12	1
4 号码头	26	3

从以上数据来看,1 号码头为中度毁伤,4 号码

(下转第 113 页)



结果分析如下:

可用度  $A'$  并不是装备的实际可用度,它仅作为备件配置的一个依据来考虑,当保障费用很少时,仅考虑可用度是不符合飞机使用的实际情况的。例如 15 百万元时的备件总的期望短缺数最小为  $EBO(s)=3.6567$ ,最大可用度  $A=68.0\%$ ,此时  $U_{11}$  的存储量为 0,严重不符合飞机实际的使用情况,特别是在重大飞行任务或应急飞行时,关键的备件缺失所带来的潜在危险非常大,因此,必须考虑备件的重要度和关键性来适当调整备件的储存量。

对表 4 进行分析,加入备件重要度后,当  $A'$  取最大值时,可以看到  $U_{11}$  由原来的 0 变为 1,  $U_{22}$  和  $U_{31}$  也有略微调整,此时的实际可用度为:

$$A=100 \times (1-EBO_{11}(1)/10) \times (1-EBO_{21}(1)/10) \times ((1-EBO_{22}(2)/20)^2) \times ((1-EBO_{31}(1)/20)^2) \times ((1-EBO_{32}(2)/40)^4)=67.59$$

与原来的 68% 相比,作出调整后的装备可用度所受的影响不大,这样配置既保证了重要备件的库存,也照顾到了一般备件的需求。此时所对应的库存  $(U_{11}, U_{21}, U_{22}, U_{31}, U_{32})=(1, 1, 2, 1, 2)$  为最优库存方案。同理,当费用为 10 百万元时的最优库存方案应为  $(U_{11}, U_{21}, U_{22}, U_{31}, U_{32})=(1, 1, 1, 0, 1)$ 。

## 4 结 论

本文综合考虑了可用度和费用的关系,结合军队飞机保障的实际,通过备件的重要度对备件的存储方案进行了优化。从备件的执行效果来看,既能在保证飞机可用度的前提下降低备件保障的费用,

又能在费用较少时保证飞机的实际可靠性,对于航空装备的精确化保障和节约国防成本都具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 张玉禄.如何做好航材保障工作[J].空军航空大学学报, 2007, 4(5): 53-56.
- [2] 贺步杰,薄承方.航材保障成本分析初探[J].空军装备, 2004(4): 27-30.
- [3] Craig C. Optimal Inventory Modeling of Systems: Multi-Echelon Techniques, Second Edition [M]. Sherbrooke: Kluwer Academic Publishers, 2008.
- [4] 赵方庚,孙江生,张连武,等.基于系统的武器装备需求预测研究[J].计算机仿真, 2011, 28(3): 36-39.
- [5] 杜俊刚,杜鑫,何亚群.基于飞机使用可用度的航材二级库存优化配置[J].兵工自动化, 2009, 28(1): 39-44.
- [6] 毛德军,李庆民,张志华.以装备可用度为中心的保障方案优化方法[J].兵工学报, 2011, 32(5): 637-640.
- [7] 王乃超,康锐.多约束条件下备件库存优化模型及分解算法[J].兵工学报, 2009, 30(2): 248-251.
- [8] 刘源,陈云翔,周中良,等.基于可用度和费用要求的航材备件储备量优化[J].空军工程大学学报(自然科学版), 2009, 12(10): 15-18.
- [9] 丁广威,霍武军,张兵.基于 FAHP 的航材库存品种的确定方法[J].四川兵工学报, 2013, 34(10): 59-62.
- [10] James V J. Integrated Logistics Support Handbook (Third Edition) [M]. London: McGraw Hill Publishing, 2002: 20-130.
- [11] 董尤心,张杰,唐宏,等.效能评估方法研究[M].北京:国防工业出版社, 2009: 48-49.

(上接第 108 页)

头为重度毁伤。

## 4 结束语

由于港口的幅员辽阔,系统复杂,子目标多样,并且港口具有一定的抗打击能力,所以之前人们对港口目标打击方法研究较少。本文根据港口特点及其组成,提出“点穴式”打法,并将码头作为港口的一个重要“死穴”进行打击。研究对港口中码头的打击方法对高技术战争条件下打击港口目标可提供一种有效的方法和手段。

参考文献:

- [1] 陈家源.港口通过能力理论与计算方法[M].大连:大连海事大学出版社, 2004.

- [2] 姚亮.港口物流服务质量研究[J].物流科技, 2004(3): 51-54.
- [3] 欧轶.预测港口吞吐量方法的探讨[J].水运工程, 2003(1): 22-31.
- [4] 科研三所.国外常规武器毁伤效应与工程防护技术研究报告[R].总参工程兵科研三所, 2000.
- [5] 李向东.破片式战斗部对地面复杂目标的毁伤研究[J].兵工学报, 1999, 20(2): 25-28.
- [6] 郑全平.钢筋混凝土震塌厚度计算公式对比研究[J].工程力学, 2003, 20(3): 35-38.
- [7] 国防工程设计研究所.典型地面建筑易损性研究报告[R].总参工程兵国防工程设计研究所, 2005.
- [8] 韦桂昌.论提高港口通过能力的途径[J].水运工程, 2002(12): 22-24.
- [9] 李峰,陈兵.地地战役战术导弹封锁敌港口时火力分配的优化[J].战术导弹技术, 2004(1): 20-22.