

# 多平台协同导弹攻击航路规划时间基准方法研究

车梦虎

(解放军 91550 部队, 辽宁 大连 116023)

**摘要:** 多平台发射多枚反舰导弹协同航路规划是单枚导弹航路规划能力互补增效和提高作战效能的重要手段; 针对多个发射平台发射反舰导弹协同攻击典型编队目标航路规划时的时间基准问题, 在阐述导弹齐射攻击时多个发射平台协同攻击的模式和分类的基础上, 按照协同基准、协同兵力以及攻击兵力与保障兵力的关系, 建立了多枚导弹协同攻击时不同发射平台的作战流程; 按照时间协同方法, 在确定典型编队目标和导弹齐射数量的前提下, 以两个潜艇平台各发射两枚反舰导弹为例, 分析了各个发射平台获取目指信息时间、导弹攻击决策时间、导弹发射延迟时间和导弹航行时间, 计算出了不同发射平台航路规划的时间基准发射时刻; 解决了多个发射平台多枚反舰导弹同时临空问题, 提高了导弹饱和攻击的作战效能。

**关键词:** 多平台协同; 导弹攻击; 航路规划; 时间基准

## Research on Time Base of Multi-Platform Coordinated Missile Attacking Route Planning

Che Menghu

(Unit 91550 of PLA, Dalian 116023, China)

**Abstract:** The cooperative path planning of multiple platforms and multiple anti-ship missiles is an important means of enhancing the efficiency and enhancing operational effectiveness of single missile's path planning capability. Aiming at the problem of time base of multi-platform coordinated missile attack route planning, on the basis of the model and classification of multi-launch platform cooperative attack in the missile attack, the operational process of different launching platforms is established in accordance with the relationship of cooperative base, cooperative force, attack force and support force. According to the time synergy method, on the premise of the typical target and the number of missiles, taking the two anti-ship missiles of two submarine platforms as an example, the time of obtaining the target, the decision time of the missile attack, the delay time between the missile and the time of the missile navigation are analyzed. It solves the key problem of multiple anti-ship missiles on multiple platforms and improves the operational efficiency of missile saturation attack.

**Keywords:** multi-platform coordination; missile attacking; route planning; time base

## 0 引言

在协同作战中, 兵力协同、火力协同和信息协同是 3 中主要的协同类型。它们之间是支援与被支援、补充与被补充的关系。在作战中, 为了实施协同战术, 将独立活动的各发射平台编成平台战术群, 通过通信系统, 使其在统一的指挥下协同行动完成战斗任务。

目前, 反舰巡航导弹普遍具备航路规划能力, 在与采用协同防空的敌舰艇编队对抗过程中, 有必要同时准备多枚导弹, 通过航路规划使得该批导弹从多个方向同时“临空”, 使敌防空系统达到“顾此失彼”的饱和状态, 从而使突防目标的毁伤概率最大<sup>[1]</sup>。

## 1 多平台协同导弹攻击的模式和分类

### 1.1 协同攻击的模式

通常, 按照信息传递通道和指挥方式, 将协同分为 3 种方式: 即信息不共享下有指挥中心的协同、信息共享下无指挥中心的协同、信息共享下有指挥中心的协同。由于前两种协同方式均不适应信息化条件下体系对抗的现代战争, 所以本文研究的多平台协同指的是信息共享下有指挥中心的协同。

该协同能更好地利用远程巡航导弹航路规划作战原理、打击战术为各发射平台服务, 在网络和指挥中心明确的条件下, 更好地实现指挥员意图, 实现各发射平台之间的信息共享。

各发射平台协同发起导弹攻击时, 一级指挥中心为岸基指挥所, 负责作战命令和作战任务的下达; 二级指挥中心为海上作战平台中的一个, 负责对协同航路的整体规划

收稿日期:2018-06-12; 修回日期:2018-06-25。

作者简介:车梦虎(1977-), 男, 陕西合阳人, 硕士, 主要从事导弹武器控制系统、航路规划方向的研究。

和导弹发射指令的下达。

## 1.2 协同攻击的分类

按照不同的分类方法,多个发射平台有不同的协同攻击方式。如从协同组织上,可分为按计划协同和临机协同;从作战效果上,可分为针对单目标协同和针对编队目标协同;从协同要素上,可分为按目标协同、空间协同和时间协同<sup>[2]</sup>。本文研究的是多平台协同导弹攻击时航路规划的时间协同方法,因此,只讨论按时间协同。

按时间协同就是通过明确规定各平台的战斗行动发起时间和持续时间,达成相互的密切协同。对于多平台协同导弹攻击,按时间协同就是要求同一批次攻击的导弹都能够同时到达目标。

使用远程反舰导弹对编队目标进行攻击在时间协同上应该注意以下几点:一要确定导弹到达目标的时刻,然后通过航路规划设计出每枚导弹的飞行航路,从而确定导弹的发射时刻;二要掌握目标的实时信息,在各平台使用导弹攻击之前应该保证保障兵力对目标信息的探测和获取;三要掌握己方平台的战斗行动情况,能够在战斗需要对各平台实施信息传递,保证任务顺利完成。

## 2 多平台协同导弹齐射攻击的作战流程

### 2.1 协同的组织

在作战中,多个发射平台对编队目标发起导弹齐射攻击时的协同组织要考虑以下 3 个方面的内容:一是协同的基准,即确定打击的基准兵力、基准时刻和基准点;二是作战兵力与基准兵力的协同;三是保障兵力与作战兵力的协同。作战过程中,参战兵力、目标、时间和空间是协同的 4 个要素,不可分割。

#### 2.1.1 确定协同基准

确定协同的基准即确定攻击的基准兵力、基准时间和基准点。

在平台战术群中,确定攻击基准兵力,是为了以该平台行动为基准,协调其他平台行动的时间和空间。

确定攻击基准时间,即攻击基准兵力实施攻击的时刻。在各平台发起导弹攻击时,可以首批导弹飞临目标的时刻为攻击基准时刻。

确定攻击基准点,即敌舰艇编队在攻击基准时刻所处的位置。根据导弹作战半径、平台待机位置以及与敌舰艇编队有关的其他兵力的相对位置进行确定。

#### 2.1.2 攻击兵力协同

组织导弹攻击时,由于存在目标信息延迟和目标散布,打击目标与打击的时间、海域紧密相关,因此,确定攻击目标必须结合攻击的时间和海域一并考虑,综合按照目标、时间、海域组织各平台的协同。

#### 2.1.3 保障兵力与攻击兵力协同

保障兵力包括侦察兵力、掩护兵力、佯动兵力等<sup>[3]</sup>。多发射平台协同发起导弹攻击时,由于平台自身探测能力的限制和远程巡航导弹对目标信息的实时性要求,侦查兵

力尤为重要。明确战斗各阶段各保障兵力的目标、任务、时机和方式,以提高发射平台导弹攻击的效果。

### 2.2 作战流程

多发射平台协同导弹齐射攻击时作战流程包括各平台游猎待机、获取目标信息、作战态势分析、制定攻击方案、协同作战行动、协同导弹攻击、发射后机动<sup>[3]</sup>。如图 1 所示。

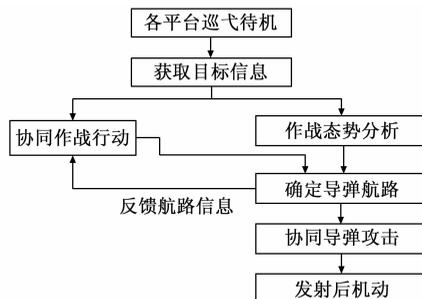


图 1 多平台协同导弹齐射攻击作战流程

#### 2.2.1 各平台巡弋待机

战术群中各参战平台根据上级指示到达预定作战海区,在阵地巡弋待机。在利用本平台雷达、声纳搜索目标的同时,各通信系统随时准备接收岸基指挥所或保障兵力提供的目标信息,保持全时收信状态。

#### 2.2.2 接收目标信息

侦查兵力发现目标后,既可通过数据链将信息直接传递给各发射平台,也可通过岸基指挥所,根据事先规定的通信方式,将远程目指信息转发给各参战平台,用于导弹航路规划<sup>[4]</sup>。

#### 2.2.3 分析作战态势

各发射平台获取目标信息后,确定攻击目标和作战海区情况,形成战场态势图,然后及时进行解算,确定战场态势、导弹航程是否满足航路规划要求。如果导弹航程、末端攻击方向或禁飞区等信息不满足航路规划要求,需要机动发射平台至有效的导弹射击阵位。当战场态势符合航路规划需求时,作战平台根据岸基指挥所指示确定攻击目标。

#### 2.2.4 确定导弹航路

各发射平台根据战场态势和远程目指信息,综合敌编队防空能力及导弹毁伤能力,确定导弹使用数量、打击批次及末端攻击方向,然后根据海区情况、战术意图进行航路规划,导弹航路规划完成后,由指挥员根据协同攻击要求,确认航路规划结果。

#### 2.2.5 协同作战行动

平台之间通过协同对所发射的反舰导弹航路进行综合处理,对导弹打击基准时间以及每枚导弹的发射时间等进行统一规划,在武器系统允许的情况下保证导弹到达目标时间上的一致性,从而确定最终的导弹航路。

#### 2.2.6 协同导弹攻击

当每枚导弹的飞行航路确定之后,各平台按照计算好的发射时间依次对各枚导弹进行发射。如果一次导弹最大齐射数量不满足导弹攻击要求,还需要重新装填导弹,重复以上步骤对目标进行二次攻击。如果条件允许,指挥中心可对导弹攻击效果进行评估。

### 2.2.7 发射后机动

导弹发射成功的同时也意味着各发射平台的位置完全暴露。因此,导弹攻击完成后,各平台应该根据上级下达的指令,确定是否需要再次攻击,如果不需要,应迅速撤离作战海区,保证安全。

## 3 导弹齐射航路规划方法

未来海战中,敌舰艇编队采用协同防空的作战方式将使得反舰导弹的突防概率大大降低,单平台使用单枚导弹毁伤敌主力舰船的作战难度很大,因此有必要采用饱和和攻击的作战方式,即平台战术群协同使用多枚导弹进行攻击,从多个方向同时突防,多枚导弹同时“临空”,达到最佳突防效果<sup>[5]</sup>。

### 3.1 导弹齐射数量

齐射导弹数量是根据完成既定战斗任务所需的导弹耗量,再根据可以参战的作战平台数量、携带导弹数量以及对目标毁伤程度来决定的。因此,齐射导弹数量的选择主要根据导弹的命中概率、导弹的突防概率、导弹的毁伤能力、我方平台数量、以及所能装载的导弹数量而定<sup>[6]</sup>。

### 3.2 作战目标想定

由于目前国外现役驱逐舰均具有较强的战场管理、区域防空和综合反潜等作战能力,编队作战条件下,驱逐舰一般和护卫舰进行合理编组,协同实施防空、制海和护航作战。

本文以 1 艘某型驱逐舰和 2 艘某型护卫舰反潜护航编队为典型编队目标,编队的舰间距离 3~4 海里,采用人字队队形。如图 2 所示。

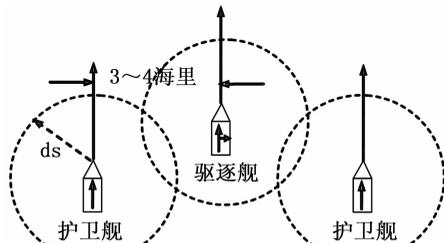


图 2 人字队编队的典型目标

### 3.3 导弹协同攻击时间分析

多发射平台组织导弹齐射时,由于每一枚导弹的航路和发射时刻都不同,就必须由导弹到达目标时刻,对每枚导弹的发射时刻进行反推计算,从而使导弹在同一时刻到达目标。导弹攻击时间,是指从外部节点最后一次获取取到目指信息至导弹到达目标的时间<sup>[7]</sup>。导弹攻击时间由获

取目标信息时间,导弹攻击决策时间、导弹发射延迟时间和导弹飞行时间组成。

#### 3.3.1 获取目指信息时间

获取目指信息时间  $T_1$  可以分为外部节点处理信息时间  $t_{11}$  和信息数据传输时间  $t_{12}$ 。设某外部节点处理信息时间最短约为 50 s,最长约为 65 s,其与平台通过数据链进行通信的信息传输时间最短约为 0.3 s。

#### 3.3.2 导弹攻击决策时间

导弹攻击决策时间  $T_2$  可以分为发射平台信息处理时间  $t_{21}$ 、指挥员决策时间  $t_{22}$ 、导弹武器系统反应时间  $t_{23}$  和导弹航路规划时间  $t_{24}$ <sup>[7]</sup>。

设发射平台信息数据处理时间  $t_{21}$  为 10 s。指挥员协同决策时间  $t_{22}$  包括指挥员对我态势的判定、对目标可攻性判断、下达命令以及通过协同对参战平台各自的任务下达时间等过程,不同的指挥员,不同的战场态势和攻击方式,决策时间差别很大。导弹武器系统反应时间  $t_{23}$  分为冷态反应时间和热态反应时间两种。设某型导弹武器控制系统的冷态反应时间为 10 min,热态反应时间为 2 min,一条航路规划时间  $t_{24}$  为 5 s,最多规划 32 条航路。

#### 3.3.3 导弹发射延迟时间

导弹采取连射或齐射时,虽然时间间隔较短,但是由于发射导弹数量多,第一枚导弹和最后一枚导弹的发射延迟时间也不能忽略。导弹发射延迟时间  $T_3$  有两种,设两枚导弹连射的时间间隔  $t_{31}$  为 2 s,第一次齐射和第二次齐射时间间隔为 10 s。也就是说以第一枚导弹发射时刻为零基准,第二枚导弹的发射时间为 +2 s,第三枚导弹发射时间为 +12 s,依次类推。

#### 3.3.4 导弹航行时间

不同类型的反舰导弹弹道不同。以潜射反舰导弹为例,如图 3 所示,其航行时间  $T_4$  可以分为水下段  $t_{41}$ 、自控段  $t_{42}$  和自导段  $t_{43}$ ,不同的发射深度对应不同的水下航行时间,以某导弹为例,其发射深度为 50 至 80 m,水下航行时间约为 20 s。导弹自控段的航行时间主要受航行距离和速度的影响。在自导段,由于雷达搜索目标以及导弹本身机动飞行的影响,本文为了便于分析,假设导弹自导段飞行距离为 1.2 倍的自导作用距离,导弹在自导段的速度为 1.2 Ma,则自导段航行时间  $t_{43}$  为 70 s。

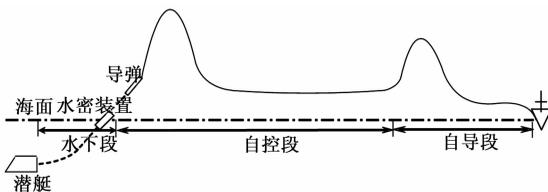


图 3 某潜射反舰巡航导弹飞行弹道

### 3.4 齐射时航路规划的时间基准

在多发射平台协同攻击时,对于单枚导弹而言,其获

取目标信息时间、导弹攻击决策时间是相同的，在反推导弹发射时间时，只从第一枚导弹出发射装置后开始计算导弹各自的发射时刻和最迟接收目指信息时刻。设 2 个发射平台各发射 2 枚反舰导弹，通过航路规划，其自控段距离分别为  $L_1=300\text{ km}$ 、 $L_2=250\text{ km}$ 、 $L_3=200\text{ km}$ 、 $L_4=150\text{ km}$ ，如图 4 所示。

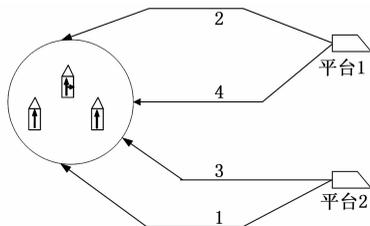


图 4 导弹齐射攻击航路规划示意图

4 枚导弹从两个发射平台分两次齐射，从同一个发射平台发射的两枚导弹的获取目指信息时间、导弹攻击决策时间以及导弹航行时的水下段和自导段时间都是相同的，所以在计算时采取同样的数值。为了便于分析，本文取获取目标信息时间  $T_1$  为 60 s；导弹攻击指挥员决策时间分别为 3 min 和 4 min，热态反应时间 2 min，航路数各为 2 条。为使每枚导弹在基准时刻  $T_{准}(19:00:00)$  到达目标，通过计算可以得到各枚导弹的发射时刻和接收信息时刻，见表 1、2。

表 1 协同条件下导弹发射时刻

时间 导弹	$T_1/s$	$T_2/s$	$T_3/s$	$T_4/s$	$T_{总}/s$	$T_{总}/s$	$T_{发}(T)$
1	60	389	0	1397	1397	1848	18:36:43
2	60	389	2	1171	1173	1622	18:40:27
3	60	449	12	945	957	1406	18:46:12
4	60	449	14	719	733	1182	18:47:47

通过分析可以得出，如果指挥节点要求各发射平台在攻击基准时刻（19:00:00）保证导弹准时到达目标，则导弹最迟允许接收目标指示信息时刻（18:29:12）和最迟导弹发射时刻（18:36:43）由导弹航路来确定。如果不满足导弹的最迟发射时刻，则表示不能在导弹基准时刻到

[6] 魏媛媛, 姚金杰. 基于小波去噪和改进极值法的动目标速度测量 [J]. 微计算机信息, 2010, (19): 217-218, 200.  
 [7] 王学娟, 秦宁宁, 徐保国. 模拟雷达多普勒频移干扰信号的研究 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (9): 2256-2258, 2262.  
 [8] 刘庆, 邵志新. 回归分析的直线拟合不确定度探讨 [J]. 中国测试, 2009, 35 (3): 41-44.  
 [9] Iyama J, Kuwamura H. Application of wavelets to analysis and simulation of Earthquake motions [J]. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 1999, 28 (3).  
 [10] 邢园丁, 程萍, 杨德猛, 等. 激光多普勒动态位移测量系统

达目标，必须要对导弹的攻击基准时刻进行调整。

表 2 协同条件下导弹发射时刻

作战时刻 导弹	攻击基准 时刻(T)	接收信息 时刻(T)	导弹发射 时刻(T)
1	19:00:00	18:29:12	18:36:43
2	19:00:00	18:32:58	18:40:27
3	19:00:00	18:36:34	18:46:12
4	19:00:00	18:40:18	18:47:47

### 4 结束语

应该说，多平台协同攻击时导弹航路规划的时间基准只是多导弹协同任务规划系统的一个方面。在未来反舰作战中，随着多导弹空中协同组网技术、导弹协同数据链技术和多导弹在线目标分配等技术逐渐应用于反舰导弹任务规划系统<sup>[8]</sup>，多平台、多枚导弹协同打击将成为对中远程运动目标实施精确攻击的主要作战样式。未来多发射平台协同攻击时，航路规划的难度和时间成本将大大降低，这是多平台任务规划系统的发展方向。

### 参考文献:

[1] 陈榕, 沈培志, 张海峰, 等. 多型反舰导弹协同攻击岛礁区目标攻击方向选择研究 [J]. 电光与控制, 2014, 23 (5): 22.  
 [2] 曾家有, 王国卫, 钟建林, 等. 多平台舰载导弹饱和攻击几个协同问题与模型 [J]. 兵工学报, 2014, 35 (2): 256-261.  
 [3] 张亚, 孔军. 潜射巡航导弹现在点攻击捕获概率计算 [J]. 指挥控制与仿真, 2010, 32 (2): 40-42.  
 [4] 邓力, 马登武, 郭小威. 反舰导弹协同攻击近岸目标数据链组网研究 [J]. 弹箭与制导学报, 2013, 33 (1): 28-33.  
 [5] 曾家有, 钟建林, 高青伟. 舰艇编队组织反舰导弹协同饱和攻击任务规划问题分析 [J]. 飞航导弹, 2012 (5): 24-26.  
 [6] 邓力, 马登武, 郭小威. 反舰导弹协同攻击近岸目标数据链组网研究 [J]. 弹箭与制导学报, 2013, 33 (1): 28-33.  
 [7] 陈榕, 沈培志, 张海峰, 等. 多型反舰导弹协同攻击岛礁区目标攻击方向选择研究 [J]. 电光与控制, 2016, 23 (5): 23-25.  
 [8] 阚亚斌, 史剑飞. 反舰导弹航路规划战术决策研究 [J]. 装备指挥技术学院学报, 2005, 16 (2): 74-79.  
 [9] 魏媛媛, 姚金杰. 基于小波去噪和改进极值法的动目标速度测量信号处理方法的研究 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (5): 994-997.  
 [11] Gurley K, Kareem A. Applications of wavelet transforms in earthquake, wind and ocean Engineering [J]. Engineering structures, 1998, 21 (1): 139-167.  
 [12] Yao S, Fang S L, Wang X Y, et al. Parameter estimation for HFM signals using combined STFT and iteratively reweighted least squares linear fitting [J]. Signal Processing, 2014, 99 (1): 92-102.  
 [13] 郭辉, 徐浩军, 谷向东, 等. 基于改进粒子群算法的协同多目标攻击空战决策 [J]. 火力与指挥控制, 2011, 36 (6): 49-51.